

北京市高等教育精品教材立项项目

高等学校电气工程与自动化专业教材

可编程序控制器系统原理及应用

曹 辉 霍 罡 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

可编程序控制器(PLC)以其高可靠性、适应性强和使用简便等突出优点在自动化控制领域应用广泛,本书从实际应用的角度重点介绍了 OMRON C200Hα PLC 的硬件系统、工作原理、指令系统、编程方式、网络通信结构、触摸屏操作,以及实际应用等内容。

本书是“北京市高等教育精品教材立项项目”之一,可作为高等院校相关专业教材,也可作为工业自动化、机电一体化和计算机控制等领域工程技术人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器系统原理及应用/曹辉,霍昱编著. —北京:电子工业出版社,2003.8
高等学校电气工程与自动化专业教材

ISBN 7-5053-8989-0

I. 可… II. ①曹… ②霍… III. 可编程序控制器—高等学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 068871 号

责任编辑:朱怀永 特约编辑:逢积仁

印 刷:

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:22.25 字数:495.6 千字

版 次:2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:27.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077

前 言

作为工业自动化的重要支柱之一的可编程序控制器（PLC）以其高可靠性和操作简便等特点引导了当今工业控制的潮流，因此，掌握 PLC 技术已成为大势所趋。

PLC 是一种新型的通用自动控制装置，它将传统的继电器—接触器控制技术、计算机技术和通信技术融为一体，专门为工业控制而设计，特别是目前在现场总线和工业控制网络方面的发展为自动化领域开辟了崭新的空间。

本书的讲稿（校内教材）已在大学本科、高职教学中使用多年，此次正式出版又对原讲稿做了大幅修改，增加了较新的内容，力求做到通俗易懂、脉络清晰、指导实践。另外，本书时效性强，便于自学。

在世界上众多 PLC 的生产厂家中，由于 OMRON C 系列 PLC 具有较好的性价比，且编程简单灵活，便于学习，故本书主要讲述了 OMRON C 系列中目前销售量最大的 C200H α 的硬件系统、工作原理、指令系统、编程方式、网络通信结构、触摸屏操作，以及实际应用等内容。全书共分 9 章，其中第 1, 2, 4, 5, 6 章由霍罡老师编写；第 3, 7, 8, 9 章由曹辉老师编写。

本书被北京市教委评为北京市高等教育精品教材，可作为高等院校相关专业的本科或高职学生使用，也适用于从事工业自动化、机电一体化和计算机控制等专业的工程技术人员使用，还可以供工程技术开发人员自学和应用 PLC 时参考。本书在编写过程中得到了陈玉记老师的帮助，在此表示感谢。

由于作者水平有限，并受到信息来源的限制，所以在书中难免有一些不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编著者
2003 年 4 月

目 录

第 1 章 概述	(1)
思考题	(13)
第 2 章 可编程序控制器的原理	(14)
2.1 可编程序控制器的基本结构	(14)
2.2 可编程序控制器的基本工作原理	(17)
思考题	(27)
第 3 章 OMRON C200H α PLC 的硬件系统	(28)
3.1 OMRON C 系列 PLC 的类型	(28)
3.2 C200H α PLC 系统特点与组成	(29)
3.2.1 系统特点	(29)
3.2.2 系统组成	(30)
3.3 CPU 单元、电源及母板配置	(32)
3.4 标准 I/O 单元	(37)
3.5 特殊 I/O 单元	(42)
3.5.1 模拟量输入单元 C200H—AD003	(45)
3.5.2 模拟量输出单元 C200H—DA003	(55)
3.5.3 高速计数单元 C200H—CT021	(61)
思考题	(87)
第 4 章 OMRON C200H α PLC 的存储器系统	(88)
4.1 C200H α PLC 存储器概述	(88)
4.2 C200H α PLC 数据区域结构	(88)
4.3 IR (Internal Relay 内部继电器) 区域	(92)
4.4 SR (Special Relay 专用继电器) 区域	(96)
4.5 HR (Holding Relay 保持继电器) 区域	(100)
4.6 TR (Temporary Relay 暂存继电器) 区域	(100)
4.7 AR (Auxiliary Relay 辅助继电器) 区域	(100)
4.8 LR (Link Relay 链接继电器) 区域	(100)
4.9 TC (Timer/Counter 定时器/计数器) 区域	(101)
4.10 DM (Data Memory 数据存储器) 区域	(101)

4.11	UM (User Memory 用户存储器) 区域	(103)
4.12	EM (Extended Memory 扩展数据存储器) 区域	(103)
	思考题	(104)
第 5 章	OMRON C200Hα PLC 的指令系统	(105)
5.1	基本编程指令与规则	(105)
5.1.1	基本概念	(105)
5.1.2	基本逻辑类编程指令	(106)
5.1.3	编程规则及技巧	(110)
5.2	定时计数类指令	(113)
5.2.1	定时器指令	(113)
5.2.2	计数器指令	(115)
5.2.3	定时器与计数器的应用举例	(116)
5.3	结束[END(01)]指令和空操作[NOP(00)]指令	(118)
5.4	分支跳转类指令	(119)
5.4.1	连锁[IL(02)]和连锁清除[IL(03)]指令	(119)
5.4.2	跳转[JMP(04)]指令和跳转结束[JME(05)]指令	(120)
5.4.3	暂存继电器(TR)	(122)
5.5	锁存指令和微分指令	(123)
5.5.1	锁存继电器 KEEP(11)	(123)
5.5.2	上微分[DIFU(13)]指令和下微分[DIFD(14)]指令	(123)
5.5.3	置位 (SET) 指令和复位 (RSET) 指令	(124)
5.6	数据移位和传送类指令	(125)
5.6.1	数据移位类指令	(125)
5.6.2	数据传送类指令	(131)
5.7	数据比较和数制换算指令	(137)
5.7.1	数据比较类指令	(137)
5.7.2	数制换算类指令	(141)
5.8	数据运算类指令	(150)
5.8.1	BCD 码计算指令	(150)
5.8.2	二进制 BIN 运算指令	(162)
5.8.3	逻辑运算指令	(165)
5.8.4	特殊算术指令	(169)
	思考题	(177)
第 6 章	C 系列 PLC 的编程方式	(181)

6.1	手编程器的应用	(181)
6.1.1	手编程器的结构	(181)
6.1.2	编程准备	(184)
6.1.3	编程操作	(188)
6.1.4	监控操作	(193)
6.2	梯形图编程软件 CX-Programmer 的应用	(199)
6.2.1	梯形图离线编程	(199)
6.2.2	梯形图在线操作	(218)
	思考题	(226)
第 7 章	可编程序控制器的通信	(228)
7.1	C 系列 PLC 通信概述	(228)
7.2	下级连接系统 CompoBus / D (DeviceNet)	(229)
7.2.1	CompoBus/D 的组网方式	(229)
7.2.2	CompoBus/D 主单元	(231)
7.2.3	CompoBus/D 从单元	(235)
7.2.4	CompoBus/D 的通信方式	(236)
7.2.5	软件开关及状态区设置	(238)
7.2.6	CompoBus/D 通信应用举例	(239)
7.3	同级连接系统 Controller Link	(241)
7.3.1	Controller Link 的组网方式	(241)
7.3.2	Controller Link 单元	(241)
7.3.3	数据链接	(245)
7.3.4	信息通信	(255)
7.3.5	Controller Link 的通信机制	(255)
7.4	上级连接系统	(257)
7.4.1	上位机链接通信	(257)
7.4.2	RS-232C 通信	(266)
7.4.3	一对一 PLC 链接	(270)
7.4.4	通信协议宏功能	(272)
	思考题	(272)
第 8 章	可编程序控制机器人机接口	(274)
8.1	触摸屏功能及软件编程	(274)
8.1.1	编程主窗口	(274)
8.1.2	菜单图	(277)

8.1.3 画面显示	(281)
8.1.4 内存表	(285)
8.1.5 元素 (图形对象)	(289)
8.1.6 触摸屏控制及状态区(CON- TROL/NOTIFY AREA)	(300)
8.2 触摸屏的系统菜单操作	(302)
8.3 触摸屏的应用实例	(307)
思考题	(310)
第 9 章 可编程序控制器的应用设计	(312)
9.1 可编程序控制器的应用设计	(312)
9.2 燃油锅炉的自动点火系统的应用实例	(313)
附录 A	(325)
附录 B	(330)
附录 C	(332)
附录 D	(337)
附录 E	(340)
附录 F	(341)
附录 G	(345)
参考文献	(347)

第 1 章 概 述

可编程序控制器是计算机技术与继电器逻辑控制技术相结合的一种新型控制器，它是以微处理器为核心，用于数字控制的专用计算机。随着微电子技术、计算机技术和数据通信技术的发展，可编程序控制器已经逐渐发展成为功能完备的自动化系统，是当前先进工业自动化控制系统领域的三大支柱之一。

1. 可编程序控制器的定义

可编程序控制器 (Programmable Controller) 是从 20 世纪 60 年代末开始发展起来的工业控制装置，它是以微处理器或单片机为核心的一种工业控制专用微机，国外很多文献中将其简称为 PC。但是，在国内 PC 通常指的是个人计算机 (Personal Computer)，故国内仍沿用 PLC (Programmable Logic Controller) 的旧称。在此需要特别强调的是，PLC 的控制范围已不再仅仅局限于逻辑量，对模拟量也能控制。

美国国际电工委员会 (IEC) 在 1987 年对可编程序控制器做出如下定义：可编程序控制器是一类专门为在工业环境下应用而设计的数字式电子系统，它采用了可编程的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等功能的面向用户的指令，并通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其相关外部设备，都应按照易于与工业控制系统联成一个整体，易于扩展其功能的原则而设计。

进入 21 世纪，由于控制对象的日益多样性和复杂性，采用单一的可编程序控制器已不能满足控制要求，因此出现了配备 A/D 和 D/A 单元、触摸屏、高速计数单元、温控单元、位控单元、通信单元、主机链接单元等具有不同功能的特殊模块构成了功能强大的可编程序控制器系统，而且不同系统间可以实现网际联控，并与上位管理机进行数据交换。

2. 可编程序控制器的发展历史

从 20 世纪 20 年代起，人们用导线把各种继电器、定时器、接触器及其触点按一定的逻辑关系连接起来组成控制系统，控制各种生产机械，这就是我们所熟悉的传统的继电器接触器控制。由于它结构简单易懂、使用方便、价格低廉，在一定的范围内能满足控制要求，因而在工业控制领域中得到了广泛应用并曾占主导地位。

但是，这种继电器接触器控制明显的缺点是：设备体积大、动作速度慢、功能少，只能做简单的控制；特别是采用硬连线逻辑，接线复杂，一旦生产工艺或对象变动时，原有接线和控制盘 (柜) 就需要更换。因此，这种装置的通用性和灵活性较差，不利于产品的更新换代。

20 世纪 60 年代，由于小型计算机的出现和大规模生产以及多机群控技术的发展，人们曾试图用小型计算机来实现工业控制的要求，但由于价格高，输入、输出电路不匹配和编程技术复杂等原因而未能得到推广。

60 年代末期，美国汽车制造业竞争激烈，如果在每次汽车改型或改变工艺流程时能不动原有继电器柜内的接线，就可以降低成本，缩短新产品的开发周期。1968 年，美国通用汽车公司提出了开发一种新型逻辑顺序控制装置以取代继电控制盘的设想，为此发布了十项招标指标，即：

- ① 编程简单，可在现场修改程序；
- ② 维护方便，最好是插件式；
- ③ 可靠性高于继电器控制柜；
- ④ 体积小于继电器控制柜，能耗较小；
- ⑤ 可将数据直接送入管理计算机，便于监视系统运行状态；
- ⑥ 在成本上可与继电器控制装置相竞争，即有较高的性能价格比；
- ⑦ 输入开关量可以是交流 115V 电压信号（美国电网电压 110V）；
- ⑧ 输出的驱动信号为交流 115V、2A 以上容量，能直接驱动电磁阀线圈；
- ⑨ 具有灵活的扩展能力，在扩展时，原系统只需很小变更即可达到最大配置；
- ⑩ 用户程序存储器容量至少在 4KB 以上（适应当时汽车装配过程的要求）。

十项指标的核心要求是采用软布线（编程）方式代替继电控制的硬接线方式，实现大规模生产线的流程控制。

1969 年，美国数字设备公司（DEC）研制出世界上第一台 PLC PDP—14，在美国通用汽车自动装配线上试用，这是工业控制装置中少数几种完全按照用户要求而开发的品种，它一问世就获得了巨大成功。

此后，这项新技术迅速发展起来。美国的 MODICON 公司推出了 PDP—084。1971 年，日本从美国引进了这项新技术，很快研制出了其第一台 PLC DSC—8。1973 年，西欧国家的第一台 PLC 也研制成功。我国从 1974 年开始仿制美国的第二代 PLC，1977 年研制出第一台具有实用价值的 PLC。

从控制功能方面看，PLC 经历了以下四个发展阶段。

第一阶段，从第一台 PLC 诞生到 20 世纪 70 年代中期，是可编程序控制器的崛起阶段。首先在汽车工业获得大量应用，继而在其他产业部门也开始应用。由于大规模集成电路的出现，采用 8 位微处理器芯片作为 CPU，推动了可编程序控制器技术的飞跃。这一阶段的产品主要用于逻辑运算和定时、计数运算，控制功能比较简单。其代表产品有 MODICON 公司的 PDP—084，ALLEN-BRADLEY 公司的 PDQ—II，DEC 公司的 PDP—14，日本日立公司的 SCY—022 等。

第二阶段，从 20 世纪 70 年代中期到 70 年代末期，是可编程序控制器的成熟阶段。由于超大规模集成电路的出现，16 位微处理器和 51 单片机相继问世，使 PLC 向大规模、高速度、高性能方向发展。这一阶段产品的功能扩展到数据传送、比较和运算，以及模拟

量的运算等。其代表产品有 MODICON 公司的 PDP—184, PDP—284 和 PDP—384, 西门子公司 SYMATIC S3 系列等。

第三阶段, 从 20 世纪 70 年代末到 80 年代中期, 是可编程序控制器在通信上获得应用和发展的阶段。由于计算机通信技术的发展, PLC 在通信方面的应用也有了较大的提高, 初步形成了分布式的通信网络体系。但是, 由于制造厂商各自为政, 通信系统自成系统, 因此, 各产品的互联是较困难的。在该阶段, 由于社会生产对 PLC 的需求量大大增加, 它的数学运算功能得到了较大的扩充, 可靠性也进一步提高。代表产品有美国 GOULD 公司的 M84, 884 等。

第四阶段, 从 20 世纪 80 年代中期至今是可编程序控制器由单机控制向系统化控制的加速发展阶段。国际知名公司不断开发出新的产品系列, 并配备了符合国际现场总线标准的通信接口, 实现不同系统的互连或与局部网络连成整体分布系统。这一阶段的产品规模增大, 功能不断完善, 大中型的产品多数有 CRT 的显示功能, 产品的扩展也因通信功能的改善而变得方便。

在软件方面, 采用与可编程序控制器相匹配的标准的软件系统, 不断向上发展并与计算机系统兼容, 增加了高级编程语言。技术上具代表性的突破是推出将 PLC 功能集成在一个芯片上 (PLC-on-a-chip) 的产品; 从系统体系结构上, 则是为实现 EIC (电气、仪表、计算机) 一体化综合控制系统打开了局面。其代表产品有欧姆龙公司的 CS1, 西门子的 SYMATIC S5 和 S7 系列, ALLEN-BRADLEY 公司的 PLC—5 等。

3. 可编程序控制器的特点

可编程序控制器之所以越来越受到控制界人士的重视, 是由于它具有令通用计算机望尘莫及的特点。

(1) 应用简便

① 应用灵活, 安装简便。标准的积木式硬件结构与模块化的软件设计, 使 PLC 不仅适应大小不同、功能繁复的系统控制要求, 而且适应工艺流程变更较多的场合。它的安装和现场接线简便, 可按积木方式扩充或缩减其系统规模, 组合成灵活的控制系统。由于其控制功能是通过软件实现的, 因此, 允许设计人员在未购买硬件设备前就能进行“软布线”工作, 从而缩短了整个设计、生产、调试周期, 研制经费相对减少了。从硬件连接方面来看, PLC 对现场环境要求不高, 无论是接线或配置都极其方便, 只用螺丝刀即可进行全部接线工作, 而不要自行设计和制造很多专用接口电路。一般在编程且进行模拟调试后, 在现场很快就能将系统安装调试成功并投入使用。

② 编程简化。PLC 采用电气操作人员习惯的梯形图形式编程, 直观易懂。因此, 不仅程序开发速度快, 而且程序的可读性强, 软件维护方便。为了简化编程工作, PLC 将编程工作主要集中到了设计思想的本身而不是如何实现设计思想, 最新设计的 PLC 还针对具体问题设计了象步进顺控指令、流程图指令等指令系统, 可以大大加快系统开发速度。

③ 操作方便，维修容易。工程师编好的程序十分清晰直观，只要写好操作说明书，操作人员经短期培训，就可以操控 PLC 系统。另外，PLC 具有完善的监视和诊断功能，对其内部工作状态、通信状态、I/O 点状态和异常状态等均有醒目的显示。因此，操作和维修人员可以及时、准确地了解机器的故障点，迅速替换故障模块或插件，使系统恢复正常。

(2) 可靠性高

PLC 的可靠性高，主要是因为它在硬件及软件两方面都采取了严格的措施。

在硬件设计方面，首先是选用优质器件，再者是合理的系统结构，加固简化安装，使它具有较强的抗振动冲击性能。对印刷电路板的设计、加工及焊接都采取了极为严格的工艺措施，而且在电路、结构及工艺上采取了一些独特的方式。例如，在输入、输出电路中都采用了光电隔离措施，做到电浮空，既方便接地，又提高了抗干扰性能，各个 I/O 端口除采用常规滤波器滤波以外，还加上数字滤波器；内部采用了电磁屏蔽措施，防止辐射干扰；采用了较先进的电源电路，以防止由电源回路串入的干扰信号；采用了较合理的电路结构方式，一旦某模块出现故障，可以在线插拔，调试时不会影响 PLC 的正常运行。

在软件设计方面也采取了很多特殊措施，设置了警戒时钟 WDT。系统运行时对 WDT 定时刷新，一旦程序出现了死循环，使之能立即跳出，重新启动并发出报警信号。为了避免由于程序出错而导致的错误运行，每次扫描都对程序进行检查和校验，一旦程序出错立即发出报警信号并停止运行。对程序及动态数据进行掉电保护，随时对 CPU 等内部电路进行检测，一旦出错，立即报警。程序中还设置了对用户程序电路查错报错的程序，错误的程序和参数不能运行。上述有效措施，保证了 PLC 的高可靠性。所以 PLC 的平均无故障时间 (MTBF) 超过 4 万~5 万小时，某些优秀品牌的产品更高达十几万小时以上。

此外，模块化接插方便、自诊断功能强等特点也使 PLC 的平均修复时间 (MTTR) 缩短，再加上采取了一些特殊的系统设计思想 (如大中型可编程序控制器可以在线更换 I/O 模块，不致影响整个系统运行)，使得以 PLC 为基础的控制系统的可靠性大大提高。

(3) 抗电磁干扰性能好，环境适应性强

PLC 是直接针对工业环境而设计的，产品在相当宽的环境温度 ($0^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 或 $0^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$)、湿度 (相对湿度 $\leq 90\%$)，以及规定的机械振动、冲击下，在规定的电源电压与频率变化、电源瞬时中断、电源电压降低等因素作用下，均能正常工作。因此，可直接安装在工业现场，不必采取另外的特殊措施。另外由于其结构精巧，所以耐热、防潮、抗震等性能也很好。

(4) 功能完善

PLC 的基本功能包括逻辑运算、定时、计数、数制换算、数值计算，步进控制等。其扩展功能还有 A/D 和 D/A 转换、PID 闭环回路控制、高速计数、通信联网、中断控制及特殊功能函数运算等功能，可以通过上位机进行显示、报警、记录、人机对话，使控制水平大大提高。

PLC 的主要功能概括如下:

- ① 条件控制: PLC 具有逻辑运算功能, 可以代替继电器进行开关量控制。
- ② 限时控制: PLC 具有定时功能, 为用户提供由定时指令控制的若干个定时器进行限时控制和延时控制。
- ③ 计数控制: PLC 具有计数控制功能, 它为用户提供了可用指令设置计数值的若干个计数器。计数值可在运行中读出和修改。
- ④ 步进控制: PLC 具有步进控制功能, 只有在前道工序完成后才能转入下道工序, 实现步进控制。
- ⑤ A/D 和 D/A 转换: 完成对模拟量的控制和 PID 回路调节。
- ⑥ 数据处理: PLC 具有数据处理功能, 如并行运算、并行数据传送、BCD 码的算术运算等。
- ⑦ 通信和联网: PLC 采用通信技术, 实现远程 I/O 控制和 PLC 之间的同级链接, 以及与上位机的上位链接, 构成一台计算机与多台 PLC 的“集中管理、分散控制”的分布控制网络, 完成大规模的复杂控制。
- ⑧ 对控制系统进行监控: 操作人员可以通过监控命令监控系统运行状况, 调整定时器、计数器设定值。此外, 还有报警功能, 所以它的适用性极强。
- ⑨ 自诊断功能: PLC 可以在线诊断本系统的软硬件状况, 诊断机器和生产过程的状况。
- ⑩ 存储功能: PLC 具有较强的存储功能。在 PLC 中, 存储器件一般都采用 CMOS 器件, 容量可从几 KB 到几 MB, 程序存储器和部分数字存储器具有掉电保护数据的功能。
- ⑪ 智能外围接口: 大中型 PLC 具有功能很强的智能外围接口, 这些接口具有独立的处理器和存储器。作为专用的工业外围接口, 它们具有某种特殊功能, 例如, 独立进行闭环调节, 可用于温度控制、位置控制, 也可用于连接显示终端、打印机等。有了智能外围接口, 可以大大地增强单台机器的功能。

(5) 易于实现网络化

可编程控制器可连成功能很强的网络系统。网络可分为两类: 一类是低速网络, 采用主从方式通信, 传输速率从几 Kbps 到几 Mbps, 传输距离 500~2 500m; 另一类为高速网络, 采用令牌传送方式通信, 传输速率 1~10Mbps, 传输距离 500~1 000m, 网上结点可达 1024 个。这两类网络可以级连, 网上可兼容不同类型的 PLC 和计算机, 从而组成控制范围很大的局部管控网络。

4. 可编程序控制器在工业自动化中的地位与我国的发展现状

PLC, CAD/CAM 和机器人被称为工业自动化的三大支柱。20 世纪 80 年代美国的工业市场调查报告中指出, 在常规技术应用领域, 批量过程控制有 91% 采用 PLC, 计算机控制中有 79% 采用 PLC, 单元控制器用户中有 92% 采用 PLC; 在高技术应用领域, 机器人中有 29% 用 PLC, 人工智能系统有 21% 用 PLC, 可编程运动控制中有 45% 用 PLC, 自动仓

储检索系统有 21%用 PLC，视觉检验系统有 30%采用 PLC。

另有一份关于美国 1989 年分散控制系统（DCS）的调研报告指出，以 PLC 为基础的 DCS 占整个 DCS 销售额的 20.9%，仅次于典型意义的 DCS 系统（占 57.3%），而以较多的百分点领先于以 PC（个人计算机）为基础的 DCS 系统（占 7.4%）。由上述数字可以看出：PLC 作为通用型工业控制装置，从 20 世纪 80 年代中期开始就已跨越其替代继电控制设计思想的初衷，向更广泛意义的工业自动化方向、向过程控制领域，以及许多高新技术应用领域发展。

我国在 PLC 的应用方面已经取得了一些可喜的成绩，如上海宝钢一、二期工程中就使用 PLC 达 857 台，武钢和首钢等大型钢铁企业也都使用了许多台 PLC。此外，PLC 在旧设备的技术改造方面也应用广泛，单是经济效益就已十分可观。

在产品的引进消化方面，随着我国改革开放政策的实施，从 1982 年开始，先后有天津、厦门、无锡、大连、上海、北京等地的仪表厂、无线电厂和研究所等单位与美国、德国、日本等 PLC 的制造厂商进行了合资或引进技术、生产线等，在仿制和国产化方面已经做了大量的工作，并努力开发符合中国国情的新产品，满足国内对 PLC 的需求。

应该清醒地意识到，与国外 PLC 技术发达的国家相比，我国 PLC 的研制水平还较低，特别是在提高元器件的生产质量上下人功夫。因此，借鉴国际先进技术促进我国尽快研制出具有自主知识产权、多品种、高档次的 PLC 是提高我国的工业控制水平的迫切任务。

5. 可编程控制器的应用

由于 PLC 不仅可代替继电器系统，使硬件软化，提高系统工作的可靠性以及系统的灵活性，它还具有运算、计数、调节、通信、联网等功能，可以说它是控制装置的一个飞跃。尤其是配合发展中的柔性制造单元（FMC）和柔性制造系统（FMS），PLC 更显示出软布线控制逻辑所不可比拟的优点。它的应用范围大致介于继电器控制装置与过程控制的工业计算机之间，适用于控制功能要求比较复杂，输入、输出点数较多的场合。PLC 也可以在一个大型的集散控制系统中，作为前置控制装置，在上级计算机的统一调度下工作。如果按应用类型来划分，PLC 的应用可分为以下五种类型。

（1）用于开关量逻辑控制

开关量逻辑控制是 PLC 最基本的控制功能，可以取代继电器控制装置，如机床电气控制、电动机控制中心等；还可以取代顺序控制和程序控制，如高炉上料系统、电梯控制、港口码头的货物存放与提取、采矿的皮带运输等。可见，它既可用于单机控制，又可用于多机群控以及生产自动线的控制。

（2）用于闭环过程控制

现代的大型 PLC 都配有 PID 子程序，也有的厂家把 PID 功能独立出来，如 GE 公司的 PROLOOP 过程控制器，可执行单回路 PID 控制、比例控制和串级控制。PLC 的 PID 回

路调节控制，已经广泛用于锅炉、冷冻、反应堆、水处理器、酿酒等，它还可用于闭环的位置控制和速度控制中。

(3) 用于机械加工的数控控制

PLC 能和机械加工中的数字控制 (NC) 及计算机数控 (CNC) 组成一体，实现数值控制，如著名的日本 FANUC 公司推出的 SYSTEM10、11、12 系列，已将 CNC 控制功能与 PLC 融为一体。同样，美国 GE 公司的 NC 新机种也使用了具有数值处理的 PLC。日本东芝 TOSNUC600 也将 CNC 和 PLC 组合在一起，实现数值控制。

(4) 用于机器人控制

随着工厂自动化网络的形成，使用机器人的领域将越来越广。对机器人同样可选用 PLC 进行控制。例如，德国西门子公司制造的机器人就采用该公司生产的 16 位 PLC SIMATIC5-130W 和 RCW1 组成新的 RCW1。一台控制设备可对具有 3~6 轴的机器人进行控制，自动地处理各种机械动作。又如，美国 JEEP 公司焊接自动生产线上使用的 29 个机器人，每台都是由一个 PLC 独立控制的。

(5) 用于组成多级控制系统

近几年来，随着国外工厂自动化 (FA) 网络系统的兴起，一些著名 PLC 制造厂分别建立了自己的多层控制系统，并着手向制造自动化通信协议 MAP 靠拢。例如，GOULD 公司的 MODBUS 工业通信系统，能使各种 PLC 通过 MODBUS 和上位计算机联网，并遵守 MAP 协议的有关规定。还有 OMRON 公司的 DeviceNet，西门子的 ProfiBus 等现场总线系统。

以 PLC 为基础的集散控制系统 (DCS)，以 PLC 为基础的监控和数据采集系统 (SCADA)，以 PLC 为基础的柔性制造系统 (FMS)，以 PLC 为基础的安全联锁保护系统 (ESD)，以 PLC 为基础的运动控制系统等，全方位地展现了 PLC 的应用范围和水平。

6. 可编程序控制器的发展趋势

(1) 更快的处理速度、多 CPU 结构和容错系统

大型和超大型 PLC 正在向大容量和高速化发展，趋向采用计算能力更大，时钟频率更高的 CPU 芯片。目前大多采用位式芯片，近来有采用 32 位芯片，时钟频率达 12MHz~16MHz。新的芯片使扫描速度提高，如三菱电机公司的 A3H 型 PLC 每千步的扫描时间为 0.4ms，相应的联网能力也增大了，如三菱电机公司的 A 系列机的局部网可挂 65 个站。

采用多 CPU 能提高机器的可靠性，增加系统在技术上的生命力，提高系统处理能力、响应速度，以及模块化程度。

多 CPU 技术的一个重要应用是容错系统，近年来有些公司研制了三重冗余 PLC 系统或双机热备用系统。采用热备用系统是否经济，取决于实际的需求和设备的价格。而大

多数用户只需要及时诊断，及时更换故障件，就可以使系统正常工作。目前 PLC 诊断与维修技术水平已能达到 15 min 内能排除故障。

为了及时诊断故障，有的公司研制了智能可编程 I/O 系统，供用户了解 I/O 组件状态和监测系统的故障；也有的公司研制了故障检测程序，还发展了公共回路远距离诊断和网络诊断技术等。

(2) PLC 具有计算机功能，编程语言与工具日趋标准化和高级化

国际电工委员会 (IEC) 在规范 PLC 的编程语言时，认为主要的程序组织语言是顺序执行功能表。功能表的每个动作和转换条件可以运用梯形图编程，这种方法使用方便，容易掌握，很受电工和电气技术人员的欢迎，也是 PLC 能迅速推广使用的一个重要因素。然而，它在处理较复杂的运算、通信和打印报表等功能时显得效率低、灵活性差，尤其用于通信时显得笨拙，所以在原梯形图编程语言的基础上加入高级语言，运用于 PLC 的高级语言有 BASIC、PASCAL、C、FORTRAN 等。

为满足不同层次的需要，PLC 的编程工具一般有四种类型：

- ① 手持式或简易式编程器，供电气化工程技术人员使用；
- ② 便携式图形编程器，具有一定的功能和支持功能，价格适中；
- ③ CRT 图形编程器，具有良好的功能与支持功能，但价格较高；
- ④ 目前个人微机开始用于 PLC 机编程，配上适当的软件包，即可代替 CRT 图形编程器，价格较便宜。

(3) 强化 PLC 的联网通信能力

近年来，加强 PLC 的联网能力成为 PLC 的发展趋势。PLC 的联网可分为两类：一类是 PLC 之间的联网通信，各生产厂家都有自己的数据通道；另一类是 PLC 与计算机之间的联网通信，一般都由各制造厂家制造专门的接口组件，当前发展最快的是 MAP，它是制造自动化的通信协议 (Manufacturing Automation Protocol)，是一种七层模拟式、宽频带、以令牌总线为基础的通信标准。现在越来越多的公司宣布与 MAP 兼容。

PLC 与计算机之间的联网能进一步实现全工厂的自动化，为实现计算机辅助制造 (CAM) 和计算机辅助设计 (CAD) 打下基础。

(4) 记忆容量增大，采用专用的集成电路适用性增强

记忆容量过去最大 64KB，现在已增加到 500KB 以上。具有记忆的芯片过去主要是 RAM、EPROM，现在有 E²PROM、UVEPROM、BATRAM、NVRWM 等。对 RAM 片可以涂改，对 ROM 片，断电时可以维持住记忆的信息。

(5) 开发新型特殊功能模块

I/O 组件可以提高 PLC 的智能化、高密集度和增大处理能力。智能 I/O 组件是一种带微处理器的功能组件，一般执行预处理或闭环控制、开环控制的功能，其运行参数往往由

PLC 下装,但工作节拍与 PLC 的扫描周期无关,所以又称为 I/O 的并行处理组件。智能 I/O 组件作为 PLC 的一个组成部分,使 PLC 能完成许多它本身解决不了的任务,促进了 PLC 发展成为一种分散控制的系统结构。I/O 智能组件可分为五大类:

- ① 模拟 I/O 组件,执行 A/D 和 D/A 信号转换等功能。
- ② PID 回路控制组件,有通用的和专用的 PID 组件,用 PLC 机下装的 PID 参数进行闭环控制。
- ③ 通信组件执行与数据总线的连接。
- ④ 机械运动控制组件,用增量型编码器或循环码编码器检测机械位置,以使 PLC 的输出信号控制机械运动(如同步电机、步进电机等)。
- ⑤ 其他 I/O 智能组件,如调整计数、中断输入、BASIC 语言、冗余输出、多路 BCD I/O、线路故障检测等各种组件。

近来 I/O 组件的密集度都在提高,以节省空间、降低系统成本。大中型 PLC 在扩大处理功能的同时也在注意提高处理 I/O 总点数的容量。

(6) 向小型化、高机能的整体型发展

在提高系统可靠性的基础上,产品的体积越来越小,功能越来越强。OMRON 公司推出的 CPM1 PLC 的体积约为 $130\text{mm}\times 89\text{mm}\times 84\text{mm}$,可连 10 个 I/O 点,基本指令的执行时间为 $0.72\mu\text{s}$,特殊指令的执行时间为 $16.3\mu\text{s}$ 。同时,PLC 的制造厂商也开发了多种类型的高机能模块型产品,当输入、输出点数增加时,可根据过程控制的需求,采用灵活的组合方式进行配套,完成所需的控制功能。例如,推出高速的定时计数器模块,步进电机控制模块等。

7. 常用可编程序控制器系统

(1) A-B 公司的可编程序控制器概况

A-B 公司是美国最大的 PLC 制造商,它的 PLC 产品在国际市场上很有竞争力。A-B 产品的特点是处理器模块从小到大规格齐全,配套的功能模块各式各样、系列完整,特别是它所提供的特殊功能模块品种丰富,其中许多是独创的。同时,A-B 公司还提供品质优良的多种工具软件。主要 PLC 系列产品如下。

1) SLC—500 系列

- ① SLC—500 型 PLC 这是一种小型整体式 PLC,按 I/O 点数 20、30、40 分三种,加扩展单元,最多可到 64 个 I/O 点,配置有模拟量单元,特殊 I/O 单元等。
- ② SLC—5/01 PLC 这是一种小型模块式 PLC,可配置 4~256 个 I/O 点,具有 1~4KB 内存,提供模拟量模块及特殊 I/O 模块。
- ③ SLC—5/02 PLC 这是一种小型模块式 PLC,最多可配置 480 个 I/O 点,具有较强功能,增加了 19 条附加指令,包括 PID 指令、信息指令及可选定时中断等。

SLC—500 系列 PLC 都具有通信功能,可经 DH485 网互连,也可与 A-B 公司的大中

型 PLC 通信。SLC—500 系列归属于 PLC—5 系列。

2) PLC—5 系列

PLC—5 系列 PLC 是当前 A-B 公司的主推产品。这是一类中型到大型模块结构的 PLC，其功能齐备的各种模块是通用的，按选用的处理器模块不同，可构成不同的 PLC。PLC—5 系列提供下列处理器模块。

① PLC—5/10, PLC—5/12, PLC—5/15, PLC—5/25 这几种处理器模块提供 6~13 KB 内存及 256~1024 个 I/O 点，属中型 PLC。存储器模块提供 6 KB/13 KB 带电池供电的备份。其中 PLC—5/15 与 PLC—5/25 还用 CMOS 模块，附有 4~8 KB 的附加存储器。

② PLC—5/11, PLC—5/20, PLC—5/30, PLC—5/40, PLC—5/60, PLC—5/40L, PLC—5/60L 这几种处理器模块提供 8~64 KB 存储器，最多支持 3072 个 I/O 点，属大型模块式 PLC。插入式 EPROM 卡提供 64 KB 非挥发内存，可进行程序保护或向其他 PLC 传送的数据提供保护。

PLC—5 系列的处理器模块内集成有通信机制及多种通信接口，可连接远程 I/O 链路、DH+网及 0#通道通信链路。其中，PLC—5/40L 与 PLC—5/60L 还具有高速并行 I/O（30m 距离）通信功能。

3) PLC—5/250 PLC

这是 PLC—5 系列中结构最大的、功能最强的 PLC，它安装在 A-B 公司的金字塔集成机架上（pyramid integrator），把多个处理器集成在同一机架内（processors integrator），因此，PLC—5/250 又称为 PI 系统。PLC—5/250 最多可同时处理 4096 个 I/O 点，它不仅可直接参与控制，而且还具有信息管理功能。PLC—5/250 具有非常强的通信功能，向上可接 MAP 网与以太网，向下可接 DH+网及远程 I/O 链路，成为控制网与管理网互连的桥梁。

4) PLC—3 系列

PLC—3 系列是 A-B 公司早期的 PLC 产品，是一种大型模块式 PLC，支持多处理器运行。除用梯形图编程外还可用 BASIC 语言编程。它的通信机制未集成到处理器模块内，必须经通信模块上网。与 PLC—3 系列配套的 PLC 网络为 DH 网及 DH 宽带网。

5) PLC—2 系列

PLC—2 系列也是 A-B 公司早期的 PLC 产品，它的通信机制也未集成到处理器模块内，必须经通信模块上网。与 PLC—2 系列配套的网络为 DH 网及 DH 宽带网。

(2) OMRON C 系列可编程序控制器概况

OMRON 以其明显的低价位及完善的售后服务使其小型 PLC 的销量在中国位居前列。其产品有两个突出特点，一是梯形图与语句表并重，配置的指令系统较强，特别是提供功能指令，使用户在使用的方便性及开发复杂控制系统的方面都优于欧美的小型 PLC 产品；二是 OMRON 为 PLC 配置的通信系统便宜、简单、实用，降低了整个 PLC 网络的造价。

OMRON 主推 C 系列 PLC，第 3 章表 3-1 汇总了该系列的主要 PLC。C 系列按 I/O 容

量分为超小型（袖珍型）、小型、中型、大型四个档次；按处理器档次又分为普及机、P型机及H型机。普及机指型号尾部不加字母的，如C20，它的特点是价格低廉、功能简单。P型机指尾部加字母P的，P型机是普及机的增强型，增加了许多功能。H型机指尾部加字母H的，它的处理器比P型机更好，速度更快。

本书将以OMRON C系列中的C200H α 为样机，详尽介绍其功能及应用。

（3）松下电工FP系列可编程序控制器概况

日本松下电工公司的FP系列PLC是世界PLC市场上的后起之秀，它以高新技术含量高为产品特色，1988年推出了FP系列中的FP5，1989年推出了FP3，1990年推出了FP1，1992年推出了FP10，1993年推出了FP10S。具有世界先进水平的FP系列PLC与其他厂家的PLC相比具有许多独特的优点，主要表现在以下几方面：

① 指令系统功能强，具有200多条高级指令。它提供可以用FP-BASIC语言编程的CPU模块及多种智能模块，使FP系列PLC具有能够实现逻辑控制、过程控制、运动控制、模糊控制、数据处理、生产管理等多种功能。FP系列各品种PLC的指令系统具有向上兼容性，便于应用程序的移植。FP系列PLC具有的模拟量控制功能与STD工业控制机及工业PC在模拟量控制方面是相似的。

② 在FP系列PLC内配置了速度快、性能好的处理器芯片，在FP高档机中使用了采用RISC的CPU芯片，使得FP系列PLC的处理速度明显优于其他厂商的PLC产品。例如，按每千步计算，FP1的处理速度为1.6毫秒/千步，FP3为0.5毫秒/千步，FP5为0.5毫秒/千步，FP10为0.09~0.15毫秒/千步。而其他几家著名产品，如西门子S5—155U为1.4毫秒/千步，A-B公司的PLC—5/40为0.5毫秒/千步，OMRON C200H为0.75毫秒/千步，三菱的FX2为0.74毫秒/千步。

③ FP系列PLC的用户程序容量比较大。例如，FP1为5千步，FP3为30千步，FP10为60千步。

④ FP系列PLC除了采用周期循环扫描方式工作外，多条指令采用中断方式工作，使紧急任务可得到及时处理，为实现多任务调度与管理提供了方便。

⑤ FP系列PLC产品具有多种智能模块与多种复杂功能，为复杂控制系统的构成奠定了硬件基础。FP强大的指令系统以及可以用BASIC语言编程的特点为复杂控制系统的开发提供了软件手段，加之提供了功能很强的编程工具软件NPST—GR，使得FP系列PLC开发起来比较方便。

⑥ FP系列各品种PLC中都配置着通信机制，而且它们所采用的应用层通信协议又具有一致性，这对于构成多级PLC网络和开发PLC网络应用程序提供了方便。

（4）三菱F系列可编程序控制器概况

在世界小型PLC市场上，日本产品约占市场份额的70%，居垄断地位。而三菱机电公司的PLC产品的产销量在日本高居榜首。其代表性的PLC主要有F，F1，F2系列，FX0，FX2系列和A系列等。F，F1，F2系列是小型PLC，F系列是其中的早期产品。

F 系列 PLC 属于整体式结构, 共有三种类型不同单元, 即 4 种基本单元、3 种扩展单元和若干种特殊单元。基本单元内含微处理器 (CPU)、存储器和输入/输出接口电路等, 每个控制系统必须有一台基本单元。要增加 I/O 点, 需连接扩展单元; 要扩充控制功能, 则需连接相应的特殊单元, 如高速计数单元, 模拟量单元等。F 系列不同型号的基本单元的 I/O 点数分别为从 12 点至 60 点, 若增加扩展单元, 则 I/O 点数分别为从 22 点至 120 点。模拟量单元可处理 4 路 A/D 和 2 路 D/A。用户存储器容量最大为 1 000 步, 运算速度最高是 40 微米/步。F 系列 PLC 的输出类型有三种, 即晶体管输出、晶闸管输出和继电器输出。编程装置有简单编程器, 图形编程器和计算机编程器。

F1、F2 系列 PLC 是在 F 系列 PLC 的基础上开发出来的, 因此系统结构、基本指令、编程方式及操作方面有许多相同之处, 同属于小型整体机, 但是功能增强了。F1 系列 PLC 的运算速度为 12 μ s/步, 程序容量为 1 000 字; F2 系列 PLC 的程序容量更达 2 000 字。F1 系列 PLC 共有 5 种基本单元和 4 种扩展单元, F2 系列 PLC 比 F1 系列多 2 个扩展单元。

FX2 系列 PLC 是 1991 年推出的高性能小型整体式 PLC, 具有一个 16 位微处理器和一个专用逻辑处理器。它由基本单元、扩展单元、扩展模块和特殊适配器组成, 最大 I/O 点数为 128 点。具有三种编程方式, 输出类型有继电器型、双向晶闸管型和晶体管型。FX2 系列 PLC 可通过特殊扩展模块连接特殊单元。

(5) 西门子公司 SIMATIC S5 系列可编程序控制器概况

德国西门子 (SIEMENS) 公司是欧洲最大的电子、电气制造商, 最早的 PLC 产品为 S3 系列, 1979 年推出了 SIMATIC S5 系列, 并主推该系列, 获得巨大成功。S5 系列的主导产品包括下列品种。

① S5—101U 小型 PLC, 整体式结构, 是 S5 系列的早期产品, 功能简单, 已被淘汰。

② S5—90U, S5—95U 微型 PLC, 整体式结构。

③ S5—100U 小型 PLC, 模块式结构。S5—100U 提供三种 CPU 模块, 它们是 CPU100, CPU102 和 CPU103, 均为单处理器运行。

④ S5—115U 中型 PLC, 模块式结构。S5—115U 提供五种 CPU 模块, 它们是 CPU941, CPU942, CPU943, CPU944 和 CPU945 (编号愈大功能愈强), I/O 点为 512~1 024 点, 程序容量为 18 KB~48 KB, 单处理器运行。

⑤ S5—115H 中型 PLC, 这是 S5—115U 组成的双机冗余系统, 用于对安全可靠性要求很高的场合。

⑥ S5—150U 大型 PLC, 模块式结构, 这是一种过渡型。当 S5—155U PLC 运行在“S5—150U 控制方式”时, S5—155U 与 S5—150U 完全兼容, 而且功能比 S5—150U 还强大。S5—150U 为单处理器运行。

⑦ S5—135U 大型 PLC, 模块式结构, 也是一种过渡型。采用多处理器运行, 可以配置 CPU920 (M 处理器)、CPU921 (S 处理器)、CPU922 (R 处理器) 和 CPU928 四个

处理器及一个协处理器 923C。S5—135U 的功能及使用与 S5—155U 多处理器运行方式非常相似。

⑧ S5—155U 大型 PLC，模块式结构。可配用 CPU948，CPU920，CPU922 和 CPU928 处理器，既可单处理器运行，也可多处理器运行。在多处理器运行时还应加配协处理器 923C。S5—155U 有三种工作方式，即 S5—150U 控制器方式、S5—155U 单处理器方式和 S5—155U 多处理器方式。

⑨ S5—155H 大型 PLC，它是由 2 台 S5—155U 构成的双机冗余系统，用于对安全可靠性要求很高的场合。

西门子公司最近推出的 S7 系列属小型 PLC，包括 S7—200，S7—300 和 S7—400 三个系列，I/O 点为 38~1024 点，程序容量为 1KB~48KB，它们的推出向日本的小型 PLC 垄断地位发起了挑战。

西门子公司 PLC 产品除了应用于逻辑控制中，在过程控制及运动控制中也得到广泛应用，这主要得益于 S5 系列提供了多种智能模板以及与该智能模板配套的软件功能块，使用户开发应用系统时比较方便。

思考题

- 1.1 可编程序控制器的定义及主要功能。
- 1.2 试说明可编程序控制器的特点。
- 1.3 可编程序控制器的发展历史及我国的发展现状。
- 1.4 说明可编程序控制器的应用领域。
- 1.5 可编程序控制器的编程工具有哪些？

第 2 章 可编程序控制器的原理

2.1 可编程序控制器的基本结构

PLC 是用微处理器实现的许多电子式继电器、定时器和计数器的组合体，其内部结构框图如图 2-1 所示。

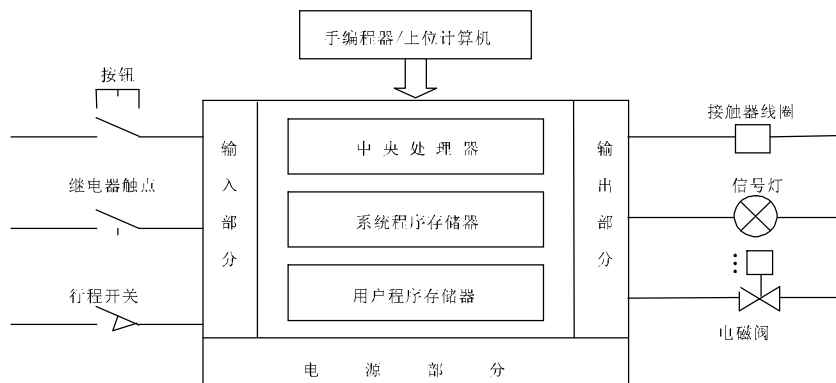


图 2-1 PLC 结构框图

1. 中央处理机

中央处理机是 PLC 的“大脑”，它由中央处理器（CPU）和存储器（Memory）组成。

(1) 中央处理器（CPU）

中央处理器一般是由控制电路、运算器和寄存器组成，这些电路一般都集成在一块芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线和控制总线与存储器单元、输入/输出（I/O）接口电路连接。

不同型号的 PLC 可能使用不同的 CPU 部件，制造厂家使用 CPU 部件的指令系统编写系统程序，并固化在只读存储器（ROM）中。CPU 按系统程序赋予的功能，接收用户程序和数，存入随机存储器（RAM）中，CPU 按扫描方式工作，从 00000 首地址存放的第一条用户程序开始，到用户程序的最后一个地址，不停地周期性扫描，每扫描一次，用户程序就执行一次。

CPU 的主要功能有以下几点：

① 从存储器中读取指令。CPU 从地址总线上给出存储地址，从控制总线上给出读命令，从数据总线上得到读出的指令，并存入 CPU 内的指令寄存器中。

② 执行指令。对存放在指令寄存器中的指令操作码进行译码，执行指令规定的操作，如读取输入信号、读取操作数、进行逻辑运算或算术运算，将结果输出给有关部分。

③ 准备取下一条指令。CPU 执行完一条指令后，根据条件可产生下一条指令的地址，以便取出和执行下一条指令。在 CPU 的控制下，程序的指令即可以顺序执行，也可以分支或跳转。

(2) 存储器 (Memory)

存储器是具有记忆功能的半导体电路，用来存放系统程序、用户程序、逻辑变量和其他一些信息。

系统程序是用来控制和完成 PLC 各种功能的程序，这些程序是由 PLC 制造厂家用相应 CPU 的指令系统编写的，并固化到 ROM 中。

用户程序存储器用来存放由编程设备输入的用户程序。用户程序是指使用者根据工程现场的生产过程和工艺要求编写的控制程序，可通过编程设备修改或增删。详细内容参见第 4 章。

在 PLC 中使用的两种类型存储器为 ROM 和 RAM。

1) 只读存储器 ROM

ROM 中的内容是由 PLC 的制造厂家写入的系统程序，并且永远驻留 (PLC 去电后再加电，ROM 内容不变)。系统程序一般包括以下几部分：

① 检查程序 PLC 加电后，首先由检查程序检查 PLC 各部件操作是否正常，并将检查结果显示给操作人员。

② 翻译程序 将用户键入的控制程序变换成由微电脑指令组成的程序，然后再执行，还可以对用户程序进行语法检查。

③ 监控程序 相当于总控程序。根据用户的需要调用相应的内部程序，例如用手编程器选择 PROGRAM 编程工作方式，则总控程序就调用“键盘输入处理程序”，将用户键入的程序送到 RAM 中。若选择 RUN 运行工作方式，则总控程序将启动程序。

2) 随机存储器 RAM

RAM 是可读可写存储器，读出时，RAM 中的内容不被破坏；写入时，刚写入的信息就会消除原有的信息。为防止断电后 RAM 中的内容丢失，PLC 使用了专用电池对部分 RAM 供电，这样在 PLC 断电后，它仍有电池供电，使得 RAM 中的信息保持不变。RAM 中一般存放以下内容：

① 用户程序 在编程时，通过编程设备输入的程序经过预处理后，存放在 RAM 的从 00000 开始的地址区。

② 逻辑变量 在 RAM 中若干个存储单元用来存放逻辑变量，用 PLC 的术语来说这些逻辑变量就是指输入继电器、输出继电器、内部辅助继电器、保持继电器、定时器、计

数器和移位继电器等。

③ 供内部程序使用的工作单元 不同型号的 PLC 存储器的容量是不相同的，在技术说明书中，一般都给出与用户编程和使用有关的指标，如输入继电器和输出继电器的数量、保持继电器数量、内部辅助继电器数量、定时器和计数器的数量、允许用户程序的最大长度等。这些指标都间接地反映了 RAM 的容量，而 ROM 的容量与 PLC 的复杂程度有关。

2. 电源部件

电源部件将交流电源转换成供 PLC 的中央处理器、存储器等电子电路工作所需要的直流电源，使 PLC 能正常工作，它的好坏直接影响 PLC 的功能和可靠性。因此，目前大部分 PLC 采用开关式稳压电源供电，用锂电池作停电时的后备电源。

3. 输入、输出部分

输入、输出部分是 PLC 与被控设备相连接的接口电路。现场设备输入给 PLC 的各种控制信号，如限位开关、操作按钮、选择开关、行程开关以及其他一些传感器输出的开关量或模拟量（要通过模数转换进入机内）等，通过输入接口电路将这些信号转换成中央处理器能够接收和处理的信号。输出接口电路将中央处理器送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出，以驱动电磁阀、接触器等被控设备的执行元件。

1) 输入接口电路

现场输入接口电路一般是由光电耦合电路和微电脑输入接口电路组成的。

采用光电耦合电路与现场输入信号相连的口的是为了防止现场的强电干扰进入 PLC。光电耦合电路的关键器件是光电耦合器，一般由发光二极管和光电三极管组成。

光电耦合器的信号传感原理是在光电耦合器的输入端加上变化的电信号，发光二极管就产生与输入信号变化规律相同的光信号。光电三极管在光信号的照射下导通，导通程度与光信号的强弱有关。在光电耦合器的线性工作区，输出信号与输入信号呈线性关系。

光电耦合器的抗干扰性能很好，这是由于输入和输出端是靠光信号耦合的，在电气上是完全隔离的，因此，输出端的信号不会反馈到输入端，也不会产生地线干扰或其他串扰。

由于发光二极管的正向阻抗值较低，而外界干扰源的内阻一般较高，根据分压原理可知，干扰源能馈送到输入端的干扰噪声很小。正是由于 PLC 在现场信号的输入环节采用了光电耦合器，才增强了抗干扰能力。

微电脑的输入接口电路一般由数据输入寄存器、选通电路和中断请求逻辑电路构成，这些电路集成在一块芯片上。现场的输入信号通过光电耦合器送到输入数据寄存器，再通过数据总线送给 CPU。

2) 输出接口电路

输出接口电路一般由微电脑输出接口电路和功率放大电路组成。

微电脑输出接口电路一般由输出数据寄存器、选通电路和中断请求电路集成而成。CPU 通过数据总线将要输出的信号放到输出数据寄存器中。功率放大电路是为了适应工业

控制的要求，将微电脑输出的信号加以放大。PLC 一般采用继电器输出，也有的采用可控硅或晶体管输出。

4. 编程方式

PLC 的编程方式有两种：一种是手编程器，它是由键盘、显示器和工作方式选择开关等组成，主要用于调试简单程序、现场修改参数及监视 PLC 自身的工作情况；另一种是利用上位计算机中的专业编程软件，它主要用于编写较大型的程序，并能灵活地修改、下装程序及在线调试程序，它的应用较前者更为广泛，详细内容参见第 6 章。

2.2 可编程序控制器的基本工作原理

1. 可编程序控制器的等效电路

PLC 可看做为一个执行逻辑功能的工业控制装置。其中，CPU 完成逻辑运算功能，存储器用来保持逻辑功能。因此，可把图 2-1 转变成类似于继电器接触器控制的等效电路图，如图 2-2 所示。

PLC 的等效电路可分为三部分，即输入部分、内部控制电路和输出部分。

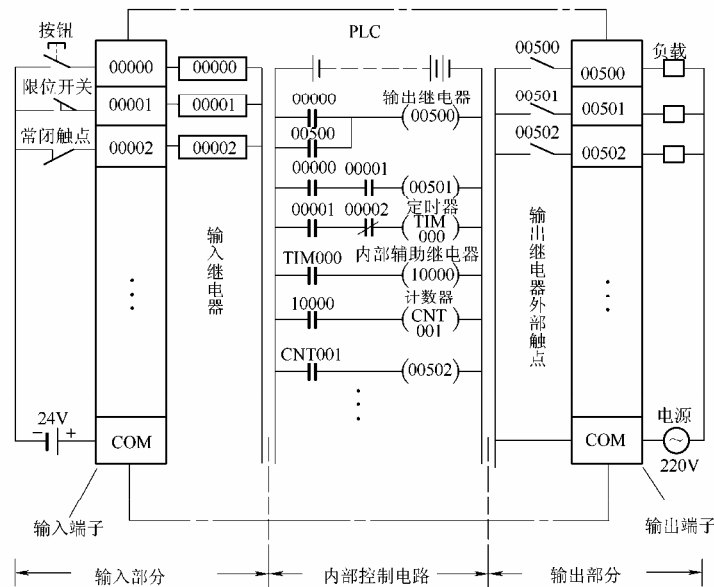


图 2-2 PLC 的等效电路

(1) 输入部分

输入部分的作用是收集被控设备的信息或操作命令。输入端子是 PLC 与外部开关（行程开关、转换开关、按钮开关等）、敏感元件等交换信号的端口。输入继电器（如图 2-2 中 00000、00001 等）由接到输入端的外部信号来驱动，其驱动电源可由 PLC 的电源组件提供（如 DC 24V），也可以是独立的交流电源（如 AC 220V）供给。等效电路中的一个输入继电器，实际对应于 PLC 输入端的一个输入点及其对应的输入电路。例如，一个 PLC 有 16 个输入点，那么它相当于有 16 个微型输入继电器置于 PLC 内部，并与输入端子相连，可作为 PLC 编程时使用的常开触点和常闭触点。

(2) 内部控制电路

内部控制电路是由用户按照控制要求编制的程序所组成，其作用是按用户程序的控制要求对输入信息进行运算处理，判断哪些信号需要输出，并将得到的结果输出给负载。

PLC 内部有许多诸如定时器 (TIM)、计数器 (CNT)、辅助继电器 (如图 2-2 中的 10000) 等软器件，它们在 PLC 内部都有各自成对的、用软件实现的常开触点（高电平状态）和常闭触点（低电平状态）。编写的梯形图是将这些软器件进行内部连线，完成被控对象的控制要求。梯形图是从继电器控制的电气原理图演变而来的，继电器控制电路的元件图如图 2-3(a)所示；PLC 梯形图所用器件与此类似，如图 2-3(b)所示。

(3) 输出部分

输出部分的作用是驱动外部负载。输出端子是 PLC 向外部负载输出信号的端子。如果一个 PLC 的输出点为 8 点，那么 PLC 就有 8 个输出继电器。PLC 输出继电器（如图 2-2 中的 00500、00501 等）的触点，与输出端子相连，通过输出端子驱动外部负载，如接触器的驱动线圈、信号灯、电磁阀等。

输出继电器除提供一个供实际使用的常开触点外，还提供 PLC 内部使用的许多对常开和常闭软触点，数量不限便于编程。根据用户的负载要求可选用不同类型的负载电源。此外，PLC 还有晶体管输出和可控硅输出，前者一般用于直流输出，后者一般用于交流输出。但两者采用的都是无触点输出，运行速度快。

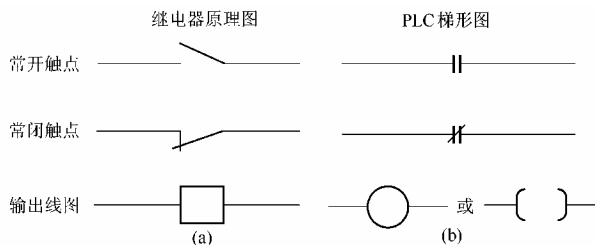


图 2-3 PLC 梯形图器件与继电器控制电路元件的对应关系

综上所述, PLC 由以上三部分组成, 下面以三相鼠笼式异步电动机启动/停车控制电路为例, 理解 PLC 控制系统的基本工作过程, 以加深对上述等效电路的理解。

图 2-4 给出了电动机的继电器控制电路, 当按下启动按钮 SB1 时, 交流接触器 KM 的线圈接通, 其主触点闭合, 电动机启动, 同时 KM 的另一个辅助触点也闭合, SB1 断开后接触器仍保持接通状态。当按下停车按钮 SB2 时, KM 线圈断开, 电动机停转。

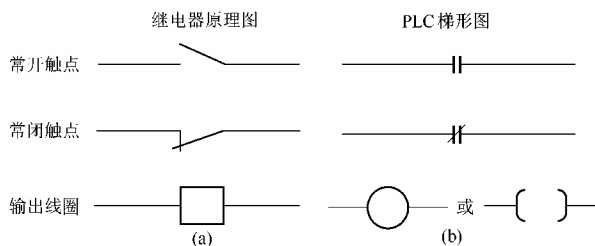


图 2-4 三相异步电动机启动/停车控制电路

PLC 的电动机启动/停车控制电路如图 2-5 所示, 其电气线路的主电路仍如图 2-4(a)所示。在 PLC 的输入端 00000 接启动按钮 SB1, 00001 接停车按钮 SB2 (常开触点), 在 PLC 的输出端 00500 接接触器线圈 KM, 输入输出公共端 (COM) 分别接电源。用编程设备将图 2-5(b)中梯形图程序输入到 PLC 内, PLC 即可按照这一控制程序工作。当按下 SB1 时, 输入继电器 00000 线圈接通, 内部控制电路中的常开触点 00000 闭合, 输出继电器线圈 00500 接通, 内部控制电路中的常开触点 00500 闭合产生自保持, 同时 00500 输出端的输出继电器外部硬件常开触点接通, 使接触器 KM 线圈通电, 电动机运转。当按下 SB2 时, 输入继电器 00001 线圈接通, 在内部控制电路的常闭触点 00001 断开, 输出继电器线圈 00500 断开, 常开触点 00500 断开, 电动机停转。当负载 (电动机) 电流较小时, 可将 PLC 输出点直接与负载相连。

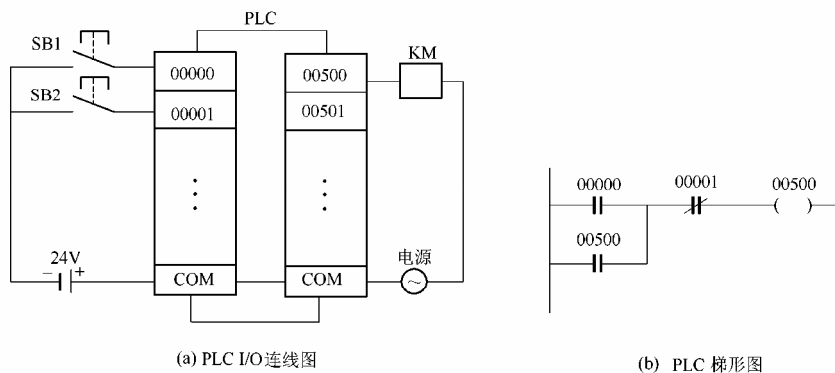


图 2-5 PLC 控制电路

从此例可以看出,继电器控制是将各自独立的器件及触点以固定接线方式来实现控制要求的,而 PLC 是将控制要求以程序形式(软件编程)存储在其内部,这些程序就相当于继电器控制的各种线圈、触点和接线,当需要改变控制要求时,只需修改程序,而不用改变接线,因此增加了控制的灵活性和通用性。PLC 的编程语言及指令参见第 5 章。

2. 可编程序控制器的工作方式与工作过程

PLC 与继电器控制的重要区别之一就是工作方式不同。继电器控制是按“并行”方式工作的,即同时执行方式工作的,只要形成电流通路,就可能有几个电器同时动作。

而 PLC 采用循环扫描的工作方式,这种工作方式是在系统软件控制下,顺次扫描各输入点的状态,按用户程序进行运算处理,然后顺序向各输出点发出相应的控制信号,任一时刻它只能执行一条指令,这就是说 PLC 是以“串行”方式工作的,它能有效地避免继电器控制系统中易出现的触点竞争和时序失配的问题。下面以 C200H α PLC 为例,介绍其工作过程,PLC 的工作过程框图如图 2-6 所示。

系统上电以后,CPU 首先进行初始化工作,包括清除内部辅助继电器区(IR 区)和复位所有定时器,以备执行用户程序时用。然后检查系统中连接的 I/O 单元,复位监视定时器,再检查系统硬件与程序存储器单元是否连接好,如果连好则表示自检通过,可执行后续功能。若自检中有一项不通过,则要发出报警信号。

C200H α PLC 有两种报警情况:一种是 CPU 只发出报警信号,但不中止运行,CPU 面板上的 ALARM 指示灯闪烁;另一种情况是导致 CPU 中止运行的严重错误,此时 CPU 面板上的 ERROR 指示灯常亮,直至用户排除故障为止。

CPU 完成自检以后,首先复位监视定时器和程序地址计数器以便记录程序执行时间和寻址,接下来执行用户程序。

CPU 执行用户程序是从梯形图左母线开始由上至下,由左向右逐个扫描每个梯级的每个元素,进行运算,此时 CPU 只是与映像区进行数据交换,读取输入数据,送出输出信号。当 CPU 执行到 END 指令时,表示程序段结束,则此次扫描用户程序结束。

CPU 计算扫描一次用户程序的时间是否超过预置的最小扫描周期,C200H α 系统程序将系统扫描时间设置为 130ms,当用户系统扫描周期大于 130ms 时,系统报警。但是,用户可用指令修改系统扫描时间设定值,以适应较多 I/O 点数的系统。

接着 CPU 执行 I/O 操作,这时才与外部 I/O 设备交换数据,从输入单元的端子上读取输入信号状态并刷新映像区的输入部分,把映像区中输出寄存器的输出信号输出到输出单元的端子上,控制外部设备。

最后,CPU 还要执行 RS-232C 串行端口数据交换,进行上位链接服务,读取外围设备命令并执行,以及通信单元的链接服务等工作。

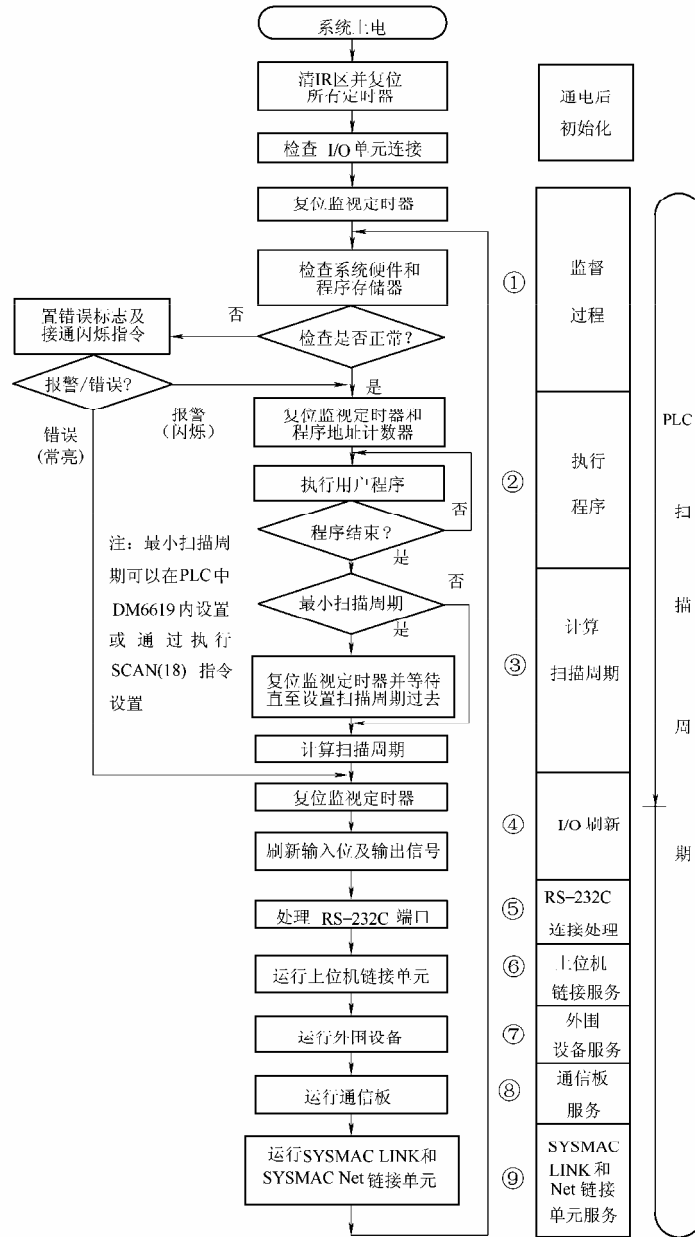


图 2-6 PLC 的工作过程框图

3. PLC 的扫描周期

PLC 周而复始地扫描执行图 2-6 中①~⑨项内容，每一次执行的时间称为扫描周期，完成一个周期后又重新执行上述过程。扫描周期是 PLC 的重要指标之一。

(1) 扫描周期和系统可靠性

扫描周期的长短取决于系统配置、I/O 点数、所用的编程指令以及是否接有外围设备。表 2-1 至表 2-5 中分别列出了 C200Hα 各种操作所需的时间。

表 2-1 C200Hα PLC CPU 操作时间表

序号	操 作	功 能	时 间
(1)	监 督	<ul style="list-style-type: none"> • 复位监视定时器 • 检查 I/O 总线 • 时钟刷新 • 检查系统存储器 	0.7ms (对 C200HE-CPU11-E, 2.1 ms)
(2)	程 序 执 行	执行程序	全部指令执行时间取决于程序长短和所用的指令
(3)	计 算 扫 描 周 期	计算扫描周期，当执行 SCAN 指令，则等待直到达到设置的时间，并复位监视定时器	若设置了最小扫描周期，会产生一段等待时间，使循环时间达到最小设定值。否则可忽略
(4)	I/O 刷 新	输入位根据输入信号状态设置。输出按照存储器中输出位状态发送信号 远程 I/O 系统中输入和输出刷新。运行特殊 I/O 单元 运行组-2 高密度 I/O 单元	下述时间的总和： ① 每个字节输入（8 点）：20μs ② 每个字节输出（8 点）：20μs （12 点输出单元按 16 点计算） ③ PLC 链接单元 I/O 刷新时间 ④ 特殊 I/O 单元刷新时间 ⑤ 远程 I/O 单元每个 1.1ms+从站母板上每个 I/O 字：0.17 ms ⑥ 组-2（高密度）I/O 单元刷新时间 （③、④、⑥ 项 I/O 单元刷新时间见表 2-2~表 2-5）
(5)	上位机链接单元服务	处理上位机链接单元传递的计算机的命令	每个单元最多 6ms
(6)	RS—232C 端口服务	处理连接 RS—232C 端口设备的通信	不连接设备为 0 ms 最小 0.26 ms 或 T×0.05，其中 T 为第三项计算的扫描周期
(7)	外 围 设 备 服 务	处理来自编程设备（计算机或手编程器等）的命令	不连接设备为 0 ms 最小 0.26 ms 或 T×0.05，其中 T 为第三项计算的扫描周期
(8)	通 信 板 服 务	处理来自通信板（RS—232C，RS—422 或 RS—485）的命令	0.05ms+每个端口处理时间 每个端口处理时间是最小 0.26 ms 或 T×0.05，其中 T 为第三项计算的扫描周期
(9)	SYSMAC LINK/SYSMAC NET LINK 服务	处理来自 SYSMAC LINK / SYSMAC NET LINK 单元所连接的计算机和其他设备的命令	不安装通信单元为 0 ms 对于 C200HS-SLK□□或 C200HS-SNT□□： 0.8ms+每个单元最多 15 ms。 对于 C200HW-SLK□□：每个单元最多 3.5 ms

表 2-2 C200Hα PLC 链接单元刷新时间表

刷新的 I/O 部件	所需时间 (ms)
512	7.4
256	4.1
128	2.7
64	1.7

表 2-3 C200Hα PLC 特殊 I/O 单元刷新时间表

单 元	每个单元所需时间 (ms)
C200H—ID501/215	0.6
C200H—OD501/215	0.6 设为 32 点 I/O 时
C200H—MD501/215	1.6 设为动态 I/O 时
C200H—CT001-V1/CT002	2.0
C200H—NC111/NC112	2.1
C200H—NC211	5.0
C200H—AD001	1.1
C200H—DA001	0.9
C200H—TS001/TS101	1.2
C200H—ASC02	1.9 一般, 对微分形式 5.0
C200H—IDS01-V1/IDS21	2.0 一般, 对命令传送 5.5
C200H—OV001	3.3
C200H—FZ001	2.0
C200H—TC□□□	2.7
C200H—CP114	2.0
C200H—AD002	1.4
C200H—LS101	2.3
C200H—PID□□	2.7
C200H—DA002	1.0
C200HW—SRM21	0.44 当从站数设为最多 16 个 0.88 当从站数设为最多 32 个
C200HW—DRM21	$1.72 + 0.022 \times \text{字数}$

表 2-4 C200Hα PLC 高密度 I/O 单元刷新时间表

单 元	所需时间 (ms)
C200H—ID216	0.18
C200H—OD218	0.14
C200H—ID217	0.31
C200H—OD219	0.23

表 2-5 C200Hα PLC 可编程终端 (PT) I/O 刷新时间表

PT 输入表数量	I/O 刷新时间 (ms)
最小设定: 字符表: 0; 数字表: 0	2.5
最大设定: 字符表: 32; 数字表: 128	5.4

为了便于 PLC 操作, 扫描周期的平均值、最大值和最小值可显示在手编程器等其他编程设备上, 而且最大扫描周期和当前扫描周期值保存在 AR26 和 AR27 通道中。

在 PLC 内部, 监视定时器用来检测扫描周期并和设定值进行比较, 若扫描周期超出了监视定时器的设定值, 则产生 FALS9F 错误且 CPU 停机。系统定时器 (Watch Dog Timer, 俗称“看门狗”) 的设定值一般是在系统上电时由系统程序设定为 130ms, 但是可根据用户需要利用 WDT (94) 修改设定值。即使扫描时间没有超出监视定时器的设定值, 太长的扫描时间也会对系统操作产生不利影响, 见表 2-6。

表 2-6 扫描时间与可能产生的故障

扫描时间 (ms)	可能产生的不利影响
> 10	当使用 TC 016~511 时, TIMH (15) 不精确 (TC000~015 不受影响)
> 20	不能精确读 0.02s 时钟脉冲 (SR 25 401)
> 100	不能精确读 0.1s 时钟脉冲 (SR 25 500), 且扫描周期错误标志 (SR25309) 接通
> 200	不能精确读 0.2s 时钟脉冲 (SR 25 501)
> 6500	无论监视定时器的设定值如何, 产生 FALS 码 9F, 且系统停机

在编程设备上在线编辑时, 操作最多中断 80ms, 重新输入时用户程序要屏蔽中断。在中断期间, 将不产生扫描周期的报警。在线编辑程序之前, 检查它对 I/O 响应时间的影响。

当 AR 25 中 00~07 位中含有指令代码“5A”时, 不允许进行在线编辑。CPU 在禁止在线编辑位 (AR 2509) 为 ON 的条件下将处于等待状态。CPU 处于等待状态时, 在线编辑等候标志位 (AR 2510) 为 ON。当 AR 2509 为 OFF, CPU 运行 (AR 2510 也为 OFF)。

注意: 程序在线编辑会延长 I/O 响应时间, 而在线编辑造成扫描周期变长, 系统又不发出报警, 因此进行在线编辑的操作前, 必须确认 I/O 响应时间延缓不会给被控系统造成危险的后果。

(2) 计算扫描周期

计算扫描周期时, 必须考虑到系统配置。也就是说要考虑 I/O 单元的数量, 所用的编程指令以及是否使用了外围设备。下面举例介绍扫描周期的计算。为简化举例, 假设所用的编程指令全部是 LD 或 OUT 等基本指令, 这些指令的平均执行时间为 0.156μs/地址, 而且每个程序地址只有一条指令。

1) 仅用 I/O 单元的 PLC

CPU 主板: 4 个 8 点输入单元
 4 个 8 点输出单元
 I/O 扩展主板: 2 个 16 点输入单元
 2 个 12 点输出单元
 1 个 8 点输出单元

程序: 5K 地址

例 2.1, 扫描周期 = 监督时间 + 程序执行时间 + I/O 刷新时间 + 外围设备服务时间, 计算过程如下表所示:

过 程	计 算 过 程	操 作 时 间	
		有外围设备	无外围设备
监督	固定	0.7 ms	0.7 ms
执行程序	$0.156 \mu s/\text{地址} \times 5120 \text{ 地址}$	0.8 ms	0.8 ms
I/O 刷新	$0.02 \times 8 + 0.02 \times 9 = 0.34$	0.34 ms	0.34 ms
外围设备服务	最小时间	0.26 ms	0.0 ms
扫描周期	以上求和	2.10 ms	1.84 ms

2) 同时使用 I/O 单元、远程 I/O 单元和 PLC 链接单元

CPU 主板: 3 个 8 点输入单元 1 个远程 I/O 主单元
 3 个 8 点输出单元 1 个主机链接单元
 远程 I/O 扩展主板: 1 个远程 I/O 从单元 4 个 16 点输入单元
 4 个 12 点输出单元

程序: 5K 地址

例 2.2, 扫描周期 = 监督时间 + 程序执行时间 + I/O 刷新时间 + 上位机链接单元服务时间 + 外围设备服务时间, 计算过程如下表所示:

过 程	计 算 过 程	操 作 时 间	
		有外围设备	无外围设备
监督	固定	0.7 ms	0.7 ms
执行程序	$0.156 \mu s/\text{地址} \times 5120 \text{ 地址}$	0.80 ms	0.80 ms
I/O 刷新	$0.02 \times 6 + 1.1 + 0.17 \times 8 = 2.58$	2.58 ms	2.58 ms
上位机链接服务	固定	6.0 ms	6.0 ms
外围设备服务	$0.7 + 0.78 + 2.58 + 6 = 10.06$ $10.06 \times 0.05 = 0.50$	0.50 ms	0.0 ms
扫描周期	以上求和	10.58 ms	10.08 ms

(3) I/O 响应时间

响应时间是指 C200Hα 接收到一个输入信号以后, 到控制信号输出所需的时间。当 CPU

接受对应于输入刷新周期的输入信号时，用于响应的的时间取决于扫描周期。

下面以单个 PLC 为例，说明如何计算 I/O 响应时间，对于带有远程 I/O 或链接单元的 PLC，请参见相关手册。

1) 单个 PLC 的最小 I/O 响应时间

当 PLC 恰巧在更新输入的扫描阶段优先接收到一个输入信号时，则响应最快。此时响应时间等于 PLC 的扫描时间加上输入延迟时间和输出延迟时间，如图 2-7 所示。

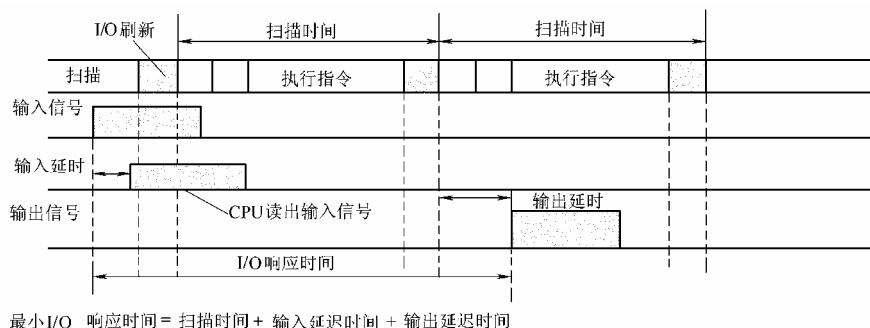


图 2-7 最小 I/O 响应时间

2) 单个 PLC 的最大 I/O 响应时间

当 PLC 恰好在更新输入的扫描阶段之后收到输入信号，则响应时间最长。这是因为 CPU 要到下一次扫描的末尾才能读取输入信号，所以最大响应时间是输入延迟时间与输出延迟时间加两次扫描时间之和，如图 2-8 所示。

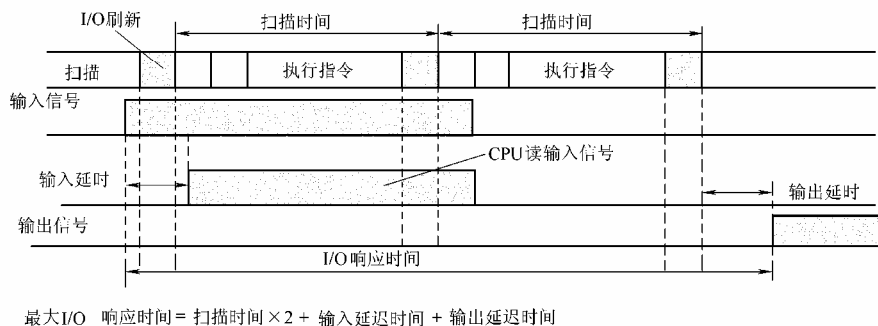


图 2-8 最大 I/O 响应时间

计算举例：输入延迟 1.5 ms；
输出延迟 15 ms；

扫描周期 20 ms

最小 I/O 响应时间 = 1.5 ms + 20 ms + 15 ms = 36.5 ms

最大 I/O 响应时间 = 1.5 ms + 20 ms × 2 + 15 ms = 56.5 ms

思考题

- 2.1 PLC 是由哪些部分构成的？各部分的作用是什么？
- 2.2 什么是扫描周期和 I/O 响应时间，二者关系是什么？如何计算？它们主要受哪些因素影响？
- 2.3 如何计算扫描周期，扫描周期长将会对系统产生什么影响？
- 2.4 C200H α PLC 中央处理机由哪几部分组成？功能是什么？
- 2.5 CPU 是由哪些部分组成的？其工作原理是什么？
- 2.6 简述 PLC 的工作方式及特点。
- 2.7 用 PLC 改造继电器控制逻辑需注意哪些问题？
- 2.8 C200HE PLC 的硬件配置如下，计算 CPU 的扫描时间。

CPU 母板：

- 3 个 8 点输入单元
- 2 个 16 点输出单元
- 1 个远程 I/O 主单元
- 1 个 PLC 链接单元（64 点）
- 1 个 C200H—AD001 单元
- 1 个 C200H—DA001 单元

远程 I/O 扩展母板：

- 1 个远程 I/O 从单元
- 4 个 16 点输入单元
- 4 个 12 点输出单元

程序：5K 地址（0.156 μ s/地址）

第 3 章 OMRON C200H α PLC 的硬件系统

3.1 OMRON C 系列 PLC 的类型

日本 OMRON 公司研制的 C 系列 PLC 分超小型（袖珍型）、小型、中型、大型四个档次。表 3-1 汇总了 C 系列的主要 PLC 产品。

表 3-1 OMRON C 系列 PLC 一览表

型号	最大 I/O 点数*	程序容量 (KW)	数据存储器容量(KW)	指令系统指令数	基本指令/特殊指令处理速度(μs/条)	结构形式
C2000H	2048	8~32	6	174	0.4/2.4	大型模块式
C1000H	1024	8~32	4	174	0.4/2.4	大型模块式
C500H	512	8~32	0.5	71	3/83	大型模块式
C200Hα	640	4~32	6	145	0.104/0.417	中型模块式
C200H	480	4~8	1 读/写 1 只读	145	0.75/2.25	中型模块式
C120	256	2	0.5	68	0.75/2.25	小型整体式
C60H	240	3	1 读/写 1 只读	130	0.75/2.25	小型整体式
C40H	160					
C28H	148					
C20H	140					
C60P	148	1	0.064	37	4/95	小型整体式
C40P	128					
C28P	148					
C20P	140					
C20	140	1	—	27	4/80	小型整体式
SP20	20	0.25	—	38	0.2/0.72	袖珍整体式
SP16	16	0.25	—	38	0.2/0.72	袖珍整体式
SP10	10	0.1	—	34	0.2/0.72	袖珍整体式
CQM1	196	4~8	6.4	137	0.5/2.5	小型模块式
CQM1H	196	15.2	6.4	170	0.4/2.4	小型模块式
CS1G	5120	250	32	280	0.04/0.25	中型模块式
CJ1	2560	120	256	327	0.02/0.04	中型模块式
CVM1	6144	63	24	210	0.125/4.3	大型模块式

*包括 CPU 母板及扩展母板的 I/O 点。

1. 按 I/O 点数、存储容量和功能分类

(1) 超小型（袖珍型）

超小型 PLC 的 I/O 点数一般在 64 点以下，输入输出信号为开关量信号，功能以逻辑运算为主，并有定时和计数功能。结构紧凑，为整体结构。用户程序容量一般在 1KB 以下。

(2) 小型

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下，以开关量输入输出为主，控制功能简单，用户程序存储器容量一般小于 4KB，结构形式多为整体式。

(3) 中型

中型 PLC 的 I/O 点数一般在 128~512 点之间，兼有开关量和模拟量的输入、输出，控制功能比较丰富，用户程序存储器容量一般小于 8KB。多数采用模块式结构。

(4) 大型

大型 PLC 的 I/O 点数一般在 512 点以上，控制功能完善，用户程序存储器容量一般在 8KB 以上。采用模块式结构。

2. 按结构形式分类

(1) 整体式结构

整体式结构的 PLC 是把中央处理器、存储器、输入输出单元、输入输出扩展接口、外部设备接口和电源等集中配置在一个机箱内，具有输入输出点少、体积小、重量轻、价格低等优点，适用于单体设备的开关量自动控制和机电一体化产品的开发应用等场合。

(2) 模块式结构

模块式结构的 PLC 是把中央处理器（内置存储器单元）和输入输出单元等做成各自相对独立的模块，然后组装在一个带有电源单元的母板上；或者是采用无母板的相互插接方式连接。该结构的 PLC 具有输入输出点数多，模块组合灵活，便于扩展的特点，并可配备特殊 I/O 单元和智能 I/O 单元，适用于复杂过程控制的场合。

本章及后续章节将重点介绍 OMRON SYSMAC C 系列中型机的主导机型 C200H α （C200HX/C200HG/C200HE）。

3.2 C200H α PLC 系统特点与组成

3.2.1 系统特点

C200H α PLC 采用模块式结构，能适应多样化的要求，系统组成灵活方便，适用于中小型控制系统。C200H α 属于 C200H 的改进型，由于采用了先进的微处理器，使其功能和处理速度都超过了 C200H。C200H α 的特点如下：

① 处理速度 基本指令执行时间 0.104 μ s/条,高级指令执行时间一般为 0.417 μ s/条。

② 程序容量 4~32KB,因 CPU 型号而异。

③ 指令系统 除 14 条基本指令以外,还拥有 136 条特殊指令,可实现多种数据处理功能,如按位、字、块进行逻辑操作、比较和几种数制的转换等;以 4 位或 8 位 BCD 码和 4 位 16 进制数进行加、减、乘、除运算;进行浮点除法、平方根运算和逻辑运算;微分指令、子程序调用指令、中断指令和通信指令等,使得编程简便、灵活、实用。

④ 编程方式 使用手编程器时只能用助记符编程;使用图形编程器时可用梯形图及高级语言编程。目前,普遍使用专业软件 CX—P 编辑梯形图,编写及修改简便。

⑤ I/O 点数 当系统采用本地 I/O 扩展方式时,I/O 点数最大可扩展到 1184 点;当采用远程 I/O 扩展方式时,I/O 点数最多可再增加 4800 点。

⑥ 定时器和计数器 系统内部提供 512 个定时器和计数器,可由用户编程使用。

⑦ 数据存储器 6KW

⑧ 输入信号的类型 开关量、模拟量、脉冲。

⑨ 输出器件和信号的类型 继电器、晶体管、可控硅、模拟量和脉冲。

⑩ 联网能力 既可与 C 系列其他 PLC 组成通信网络,也可以通过 PLC 上的 RS—232C、RS—422/485 标准接口或光纤电缆与上位计算机联网,形成主从式通信网络。

⑪ 抗干扰能力 PLC 内置信号调节和滤波电路,具有良好的抗电子噪声干扰性能,不需配备隔离变压器,在 CPU 单元及每个具有光电隔离的 I/O 模块中,对电源进行多重滤波。控制器可抗峰-峰值为 1 000V 的噪声干扰。

⑫ 特殊 I/O 单元及智能单元 为满足用户对于扩展 I/O、过程控制、运动控制等多方面的需求,C200H α 可配置多种特殊 I/O 单元和智能单元。此外,ASCII 单元可提供 PLC 与 BASIC 语言的接口,便于实现管理及过程控制。C200H α 还可配置打印机接口单元和 EPROM 写入器单元。

由以上可知,C200H α PLC 具有功能强、体积小、结构灵活、应用范围广等特点。

3.2.2 系统组成

C200H α PLC 系统为模块式结构,如图 3-1 所示。CPU 单元为系统的核心,包括微处理器、系统存储器、控制逻辑和接口电路等;标准 I/O 单元和智能 I/O 单元提供现场输入设备和控制输出设备与 CPU 的接口电路,它们都通过统一的标准总线 SYSBUS 与 CPU 单元连接,I/O 单元的个数可根据用户需要配置;另外 CPU 单元上还提供了手编程器接口和 RS232C/485 接口。

C200H α 系统的基本配置是一块提供系统总线和模块插槽的母板(安装机架),一个 CPU 单元,一个编程设备接口及标准 I/O 单元若干个。

C200H α 系统具有两种 I/O 扩展方式,即本地 I/O 扩展与远程 I/O 扩展。

本地 I/O 扩展方式是指在 CPU 单元所在的母板上用电缆连接 I/O 扩展母板,最多可连

3 块，这要视 CPU 型号而定。但所有 I/O 连接电缆总长度不得超过 12m，扩展母板上可根据需要配置 I/O 单元，必须配电源单元，无需再配 CPU 单元。

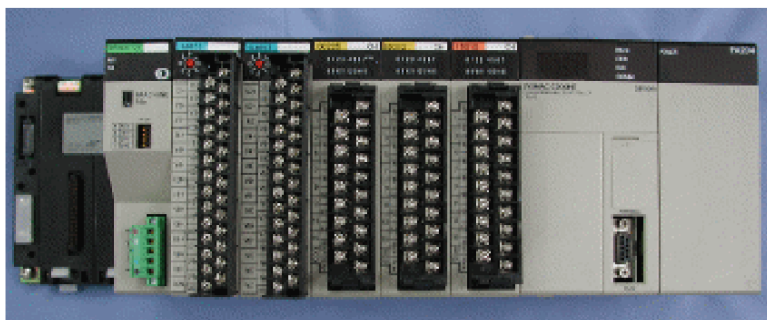


图 3-1 C200Hα PLC 总貌图

远程 I/O 扩展方式是建立远程 I/O 系统，即在 CPU 母板或本地 I/O 扩展母板上配置远程 I/O 主站单元，而在远程的扩展母板上配置远程 I/O 从站单元，用双绞线或其他通信电缆将二者连接起来，构成远程 I/O 主从系统，既可扩展系统的 I/O 点数，又可控制远离 CPU 的 I/O 点。每个 C200Hα 的 CPU 单元最多可配置 2 个光纤型或连接型远程 I/O 主站单元，系统中最多可配置 5 个远程 I/O 从站单元。两种扩展方式混合应用的系统配置如图 3-2 所示。

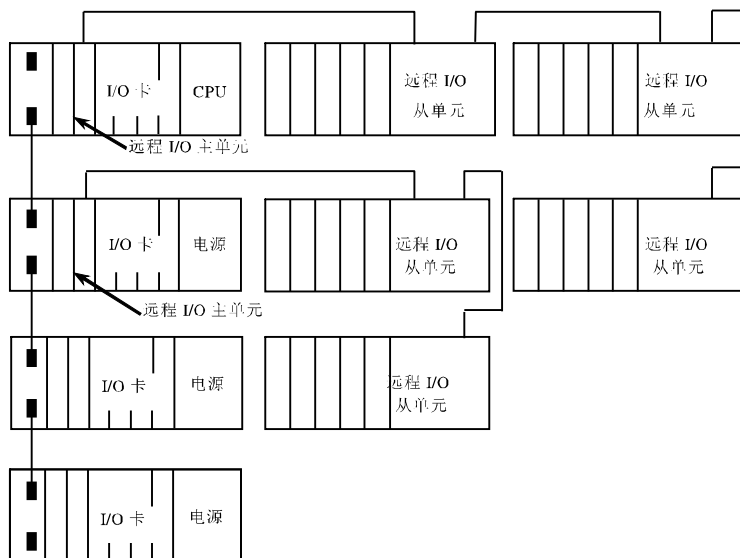


图 3-2 C200Hα PLC 扩展系统配置图

此外，现在常用的远程 I/O 扩展方式是采用 CompoBus/D、CompoBus/S 等 I/O 数据通信总线来扩展 I/O 点数。以 CompoBus/D 为例，一套 C200H α 系统在带配置器的情况下，最多可装 16 个 CompoBus/D 主站单元，一个主站单元最多可连接 64 个从站单元，最终获得最多 4 800 个 I/O 数据通信点。该主站还可以与符合 CompoBus/D 标准的其他厂商生产的从站单元连接，如图 3-3 所示。详细内容参见第 7 章。

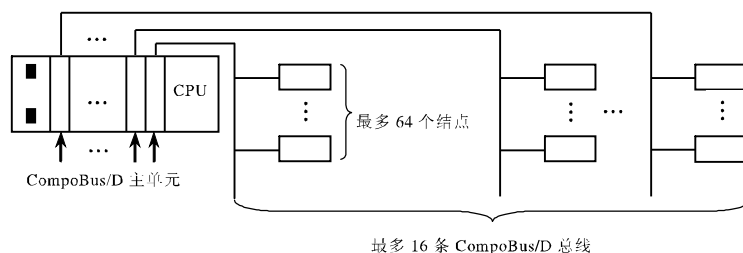


图 3-3 CompoBus/D 扩展系统配置图

3.3 CPU 单元、电源及母板配置

CPU 单元如图 3-4 所示，单元内部包括微处理器及其控制逻辑、系统程序存储器、用户数据存储器等，单元外部有指示灯、DIP 开关、通信板舱、扩展存储器舱和外设端口等部分。CPU 的运算速度快，指令丰富且具有多种寻址方式。C200H α 的各种 CPU 型号及规格见表 3-2。

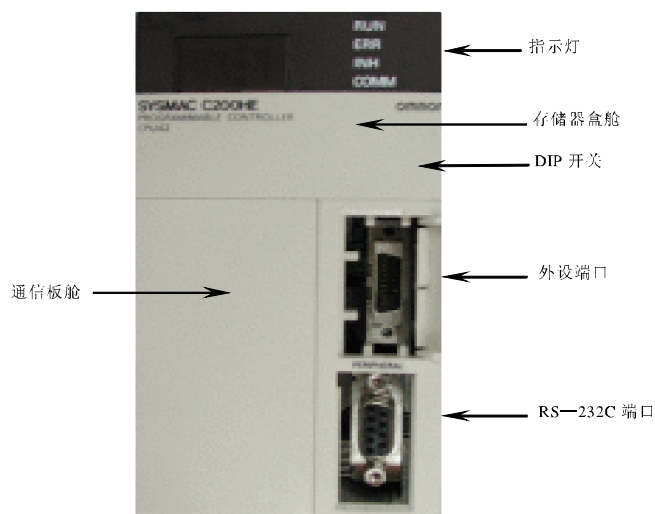


图 3-4 CPU 单元面板示意图

表 3-2 CPU 型号与规格表

型 号	规 格		
	用户程序容量 (KW)	I/O 点	RS-232C
C200HE—CPU11—E	3.2	640	无
C200HE—CPU32—E	7.2	880	无
C200HE—CPU42—E	7.2	880	有
C200HG—CPU33—E	15.2	880	无
C200HG—CPU43—E	15.2	880	有
C200HG—CPU53—E	15.2	1184	无
C200HG—CPU63—E	15.2	1184	有
C200HX—CPU34—E	31.2	880	无
C200HX—CPU44—E	31.2	880	有
C200HX—CPU54—E	31.2	1184	无
C200HX—CPU64—E	31.2	1184	有

1. 指示灯

CPU 单元面板上的指示灯显示功能见表 3-3。

表 3-3 CPU 面板指示灯说明表

LED	内 容
RUN (绿色)	在 MONITOR 或 RUN 模式下, PLC 正常运行时常亮
ERR (红色)	当出现故障, 而 CPU 不停机 (非致命故障) 时闪烁; 当出现故障, 导致 CPU 停机 (致命故障) 时常亮。当发生致命故障时, RUN 指示灯熄灭, 同时所有输出单元的输出中断
INH (橙色)	当负载关断位 (SR 23215) 变“ON”时常亮。此时, 所有输出单元的输出中断
COMM (橙色)	当 CPU 通过外设端口或 RS-232C 端口通信时常亮

2. 存储器盒舱

除 CPU 中的内置 RAM 外, 存储器盒舱还可以安装一个扩展存储器, 用于存放用户程序、PLC 设置、I/O 注释、DM 区域和其他数据区域的数据。通常有 E²PROM 和 EPROM 两种型号的存储器盒可供选择。

(1) E²PROM 存储器盒

CPU 上安装 E²PROM 存储器盒, 可以直接读写用户存储器 (UM) 和 I/O 数据, 无需后备电源。存储器盒也可以从 CPU 上取出备份数据。其主要型号见表 3-4。

表 3-4 E²PROM 存储器盒型号表

型 号	容 量
C200HW—ME04K	4KW
C200HW—ME08K	8KW
C200HW—ME16K	16KW
C200HW—ME32K	32KW

(2) EPROM 存储器盒

安装了 EPROM 存储器盒后，程序只能通过 EPROM 写入器输入。EPROM 先安装到存储器盒上，再插入到 CPU 单元上，它不能存储 I/O 数据。其主要型号是 C200HS—MP16K，存储容量是 16KW 或 32KW。

(3) 存储器盒的设置

设置 DIP 开关，对于 E²PROM 存储器盒，脚 1 可设为 ON 或 OFF。设为“ON”时，存储器中的程序不会被覆盖；而设为“OFF”时，允许程序改写（默认设置为“OFF”）。

对于 EPROM 存储器盒，脚 1 (ROM 类型选择) 根据安装的 ROM 类型设置，见表 3-5。

表 3-5 EPROM 存储器盒 DIP 设置表

脚 1	ROM 类型	型 号	容 量	存取速度
OFF	27256	ROM—JD—B	16KB	150ns
ON	27512	ROM—KD—B	32KB	150ns

3. DIP 开关

DIP 开关用来设置 PLC 的基本工作状态，C200Hα PLC 的 CPU 单元有一个 6 脚的 DIP 开关，如图 3-5 所示，每个脚的设定值含义见表 3-6。

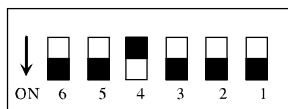


图 3-5 CPU DIP 开关示意图

表 3-6 CPU DIP 开关功能表

脚 号	设 置	功 能
1	ON	禁止写入用户存储器
	OFF	允许写入用户存储器
2	ON	通电时，存储器盒里的内容自动读入
	OFF	通电时，存储器盒里的内容不自动读入

续表

脚号	设置	功能
3	ON	编程器以英文显示信息
	OFF	编程器以存放在 ROM 系统中的语言显示信息
4	ON	允许扩展指令设置
	OFF	禁止设置扩展指令（默认值）
5	ON	通信端口设置 下列设置用于 RS—232C 连接上位计算机 启动位：1；数据长度：7；奇偶校验：偶数；停止位：2；波特率：9 600bps
	OFF	通信端口设置 上述 RS—232C 连接上位计算机的标准设置被省略
6	ON	编程器用的扩展终端模式；AR0712：ON
	OFF	编程器用的标准模式；AR0712：OFF

4. 外设端口

外设端口主要用于连接外围设备，如手编程器。此外，它可以通过转换电缆作为 RS—232C 接口使用。

5. RS—232C 端口

RS—232C 端口是用来连接支持 RS—232C 接口的外围设备的，如上位计算机等。

6. 通信板舱

通信板舱是用来安装通信板的。如图 3-6 所示，CPU 上可以安装一块任选的通信板，通过通信端口与 SYSMAC LINK 系统、SYSMAC NET 系统、上位机、可编程终端（PT）、条形码读入器、温度控制器等带 RS—232C 或 RS—422 接口的设备相连。表 3-7 列出了常用通信板的型号及规格。



图 3-6 通信板示意图

表 3-7 通信板型号及规格表

型号	规格
C200HW—COM01	连接 SYSMAC LINK, SYSMAC NET 或其他通信单元的端口
C200HW—COM02	1 个 RS—232C 端口
C200HW—COM03	1 个 RS—422/485 端口
C200HW—COM04-E	连接 SYSMAC LINK, SYSMAC NET 或其他通信单元的端口 1 个 RS—232C 端口（支持通信协议宏功能）
C200HW—COM05-E	2 个 RS—232C 端口（支持通信协议宏功能）
C200HW—COM06-E	1 个 RS—422/485 端口（支持通信协议宏功能）
	1 个 RS—232C 端口（支持通信协议宏功能）

通信板的面板指示灯显示通信板的状态，含义见表 3-8。

表 3-8 通信板指示灯说明表

显示	颜色	状态	内容
RDY	绿色	不亮	因板上硬件故障，通信板不能使用
		闪烁	PLC 设置或通信协议数据中发现设置错误
		常亮	通信板正常工作，可以通信
COM1	橙色	闪烁	正与连接端口 1 的设备通信
COM2	橙色	闪烁	正与连接端口 2 的设备通信

7. 电源单元

电源单元对交流电源进行整流、滤波和稳压，为其他部分提供可靠的工作电能。它有直流（AC）和交流（DC）两种输入，以 PA204 为例，说明其配置。电源单元示意图如图 3-7 所示。

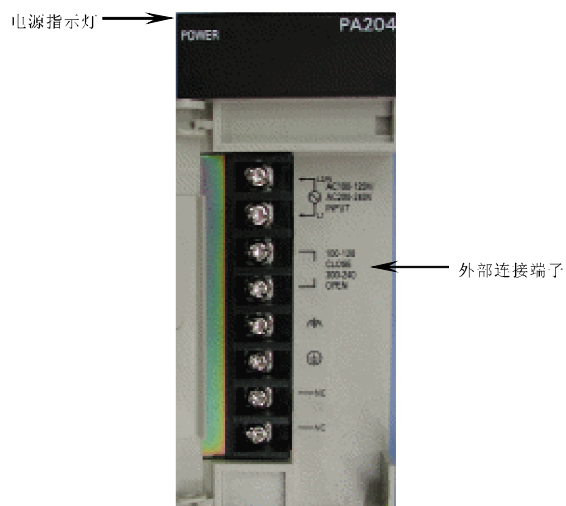


图 3-7 电源单元示意图

(1) 电源指示灯

当电源单元正常工作时，电源指示灯常亮。

(2) 外部连接端子

按图 3-7 中的顺序，各端子含义如下：

- ① 交流电源输入 连接 100~120VAC 或 200~240VAC 电源。

- ② 电压选择端子 用金属短路条短路这两个端子时，输入电源为 100~120VAC。
- ③ LG 接地端 接地电阻小于或等于 100Ω，功能是抗强噪声干扰及防止电气冲击。
- ④ GR 接地端 接地电阻小于或等于 100Ω，功能是防止感应电干扰和电气冲击。
- ⑤ NC 端 未连接。

8. CPU 主板及 I/O 扩展主板

CPU 主板如图 3-8 所示，从右至左依次安装电源单元、CPU 单元和若干 I/O 单元。关于 CPU 主板及 I/O 扩展母板的选型参见表 3-9。

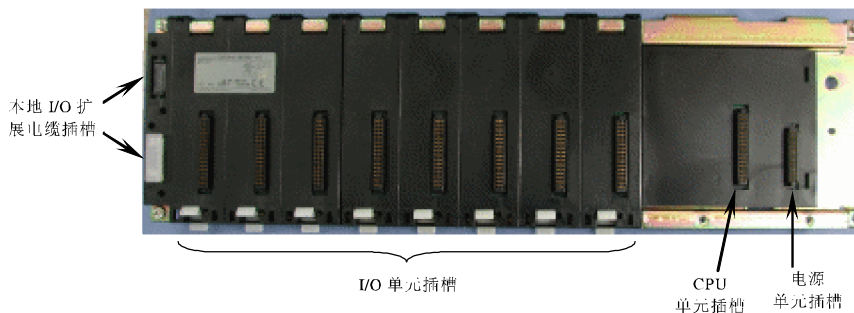


图 3-8 CPU 主板示意图

表 3-9 CPU 主板型号表

名称	型号	槽数
CPU I/O 主板	C200HW—BC031	3
	C200HW—BC051	5
	C200HW—BC081	8
	C200HW—BC101	10
扩展 I/O 主板	C200HW—BI031	3
	C200HW—BI051	5
	C200HW—BI081	8
	C200HW—BI101	10

3.4 标准 I/O 单元

I/O 单元是指 PLC 与外部设备交换信息的接口单元，它可分为标准 I/O 单元、特殊 I/O 单元、组—2 高密度 I/O 单元、组—2 B7A 接口单元、远程 I/O 主从站单元、光缆 I/O 单元、PC LINK 单元等，本章将主要介绍前两种单元。

标准 I/O 单元是指 I/O 点数小于或等于 16 点的开关量输入输出单元，标准 I/O 单元示

意图如图 3-9 所示。C200H α PLC 的标准 I/O 单元目前共有 28 种型号(规格), 详见表 3-10。下面分别介绍几种常用的标准 I/O 单元。

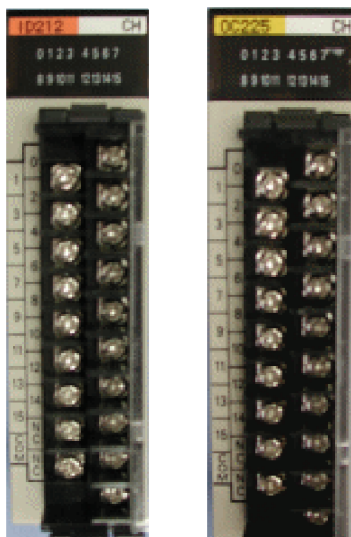


图 3-9 标准 I/O 单元示意图

表 3-10 C200H α PLC 标准 I/O 单元一览表

名称	规格	点数	型号
输入单元	DC 输入单元	12~24VDC	8 C200H—ID211
		24VDC	16 C200H—ID212
	AC 输入单元	100~120VAC	8 C200H—IA121
		100~120VAC	16 C200H—IA122 /IA122V
		200~240VAC	8 C200H—IA221
		200~240VAC	16 C200H—IA222 /IA222V
	AC/DC 输入单元	12~24VAC/DC	8 C200H—IM211
		24VAC/DC	16 C200H—IM212
输出单元	继电器输出单元	2A, 250VAC/24VDC (阻性负载)	8 C200H—OC221
		2A, 250VAC/24VDC (阻性负载)	12 C200H—OC222
		2A, 250VAC/24VDC (阻性负载)	16 C200H—OC225
		2A, 250VAC/24VDC (阻性负载) 独立公共端	5 C200H—OC223
		2A, 250VAC/24VDC (阻性负载) 独立公共端	8 C200H—OC224

续表

名称		规格	点数	型号	
晶体管 输出单元	晶体管 输出单元	1A, 12-48VDC	8	C200H—OD411	
		0.3A, 24VDC	12	C200H—OD211	
		0.3A, 24VDC	16	C200H—OD212	
		2.1A, 24VDC	8	C200H—OD213	
		0.8A, 24VDC; 有源型(PNP); 带短路保护	8	C200H—OD214	
		5~24VDC; 有源型(PNP)	8	C200H—OD216	
		5~24VDC; 有源型(PNP)	12	C200H—OD217	
		1.0A, 24VDC; 有源型(PNP)带短路保护	16	C200H—OD21A	
	双向可控硅 输出单元	双向可控硅 输出单元	1A, 250VAC	8	C200H—OA221
			0.3A, 250VAC	12	C200H—OA222V
0.5A, 250VAC			12	C200H—OA224	
中断输入单元	12~24VDC 该单元必须安装在 C200H α 的 CPU 母板上, 且只能插一个中断单元, 它的功能是利用输入暂时中断主程序。	8	C200HS—INT01		
标准 B7A 接口单元	该单元与 B7A 链接终端一起使用时, 通过两根连线可以实现远距离传送和接收 16 点 I/O 数据。	16 输入点		C200H—B7A11	
		16 输出点		C200H—B7A01	
模拟定时器单元	0.1~1s/1~10s/10~60s/1~10min (可以切换) 该单元的功能是利用改变内部或外部可变电阻的阻值来设置不同设定值的定时器。	4 个	C200H—TM001		

注: 中断输入单元不能安装在远程 I/O 从站母板上。若中断输入单元安装在扩展 I/O 母板上时, 其只能作为标准 8 点输入单元使用。

1. 直流输入单元

直流输入单元可分为 8 点和 16 点两种, 每路输入端的内部结构均相同, 如图 3-10 所示。虚线框内为 I/O 单元内部电路图, 框外为外部端子接线示意图。使用直流输入单元时需外接直流电源, 8 点输入单元可外接 12~24VDC 电源, 16 点输入单元只可接 24VDC 电源。接线时, 需将外部输入信号(如开关)的一端与输入单元的接线端子相连, 另一端与电源正或负极相连, 而电源的另一极与输入单元的公共端子相连。当外部输入信号接通时, 1.8k Ω 电阻两端有压降, 二极管导通, 通过光电耦合将输入信号状态送至 PLC, 同时发光二极管使输入单元面板上的指示灯亮。这样 I/O 电路、I/O 现场连线端子和 I/O 状态显示实现了“三位一体”。从图 3-10 中可以看出, 输入单元的外接直流电源可根据用户要求选择任意方向。电源可用 CPU 单元上提供的 24VDC 直流电源。图 3-10 中所标“内部电路”的方框内为 I/O 总线接口电路。

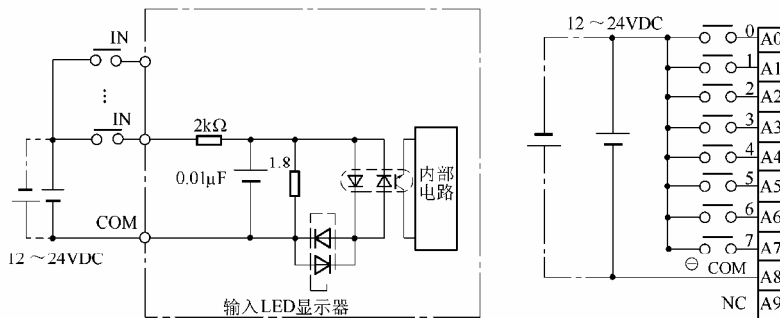


图 3-10 ID211 单元电路图

2. 继电器输出单元

继电器输出单元可分为 5 点、8 点、12 点和 16 点四种，内部电路结构相同，如图 3-11 所示。

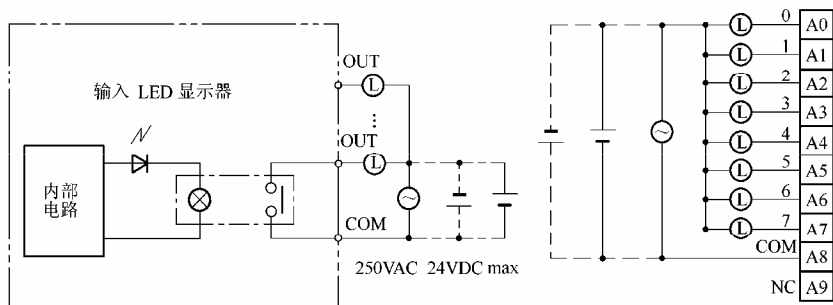


图 3-11 OC221 单元电路图

图 3-11 中，虚线框内为单元内部电路，外部为接线端子与负载连接图。当 PLC 向该单元某路输出接通信号时，输出继电器线圈接通，同时发光二极管导通，使单元面板上的指示灯亮，输出继电器的接点闭合使外部负载回路接通，L 为用户所接负载。

需注意的是，输出继电器接点只为负载回路接通提供可能，但不能提供负载工作电源，因此需要为每一路负载配置工作电源。如图 3-11 所示，将交流 250V 或直流 24V 电源与负载串联接至输出端子和公共端（COM）之间，电源极性可根据负载要求决定方向。继电器输出单元使用寿命受内部继电器寿命限制，使用阻性负载时电气寿命为 50 万次，感性负载时电气寿命为 10 万次。

3. 晶体管输出单元

晶体管输出单元有 8 点、12 点和 16 点三种，电路结构如图 3-12 所示，虚线框内为单元内部电路，外部为接线端子与负载连接图。当 PLC 向该单元某一路输出接通信号时，三极管导通，使负载回路接通，同时 PLC 输出还使发光二极管导通，面板上输出指示灯亮。由于内部电路结构是由三极管发射极和集电极与负载形成回路，所以负载工作电源极性如图 3-12 所示，不能接错。为此，单元为电源正极提供了专门的接线端子 A9，各路负载的正极与电源正极都应接到该端子上，负载的负极接到各路端子上。

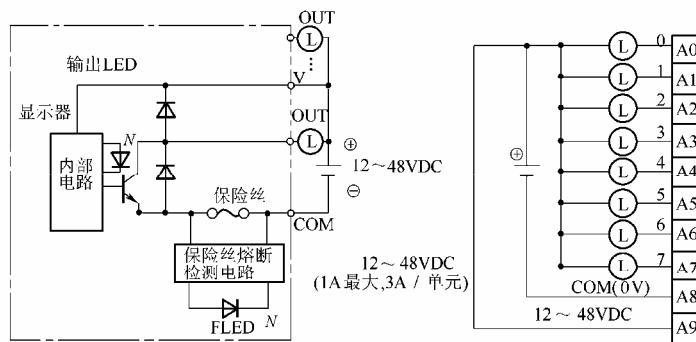


图 3-12 OD411 单元电路图

另外，图 3-12 中单元内部还设有负载保险熔断检测回路，当过载时，保险丝熔断，使单元面板上的 F 指示灯亮，同时单元所在的通道中的 08 位接通，可由程序监测。

12 点单元上无保险熔断检测回路。晶体管输出单元所带负载工作电源为直流 12~48V，电流为 1A。一般来说晶体管型输出单元的寿命大于继电器型输出单元。

4. 双向可控硅输出单元

双向可控硅输出单元可分为 8 点和 12 点两种，电路结构如图 3-13 所示。

图 3-13 所示电路中，虚线框内为单元内部电路，外部为接线端子与负载连接回路。当 PLC 向该单元某路输出接通信号时，此信号使输出二极管导通，通过光电耦合使输出回路的双向可控硅导通，负载接通。同时发光二极管使单元面板上的指示灯亮。在输出回路中设有阻容过压保护和浪涌电流吸收器，可承受严重的瞬时干扰，并且设有保险熔断检测回路（12 点单元没有保险熔断检测回路）。当过载时，单元面板上 F 指示灯亮，此时该单元所在通道的 08 位接通，可由程序监测是否过载。外部负载回路只需把负载与交流 220V 电源串联后接到某一路接线端子和公共端子（COM）之间即可。

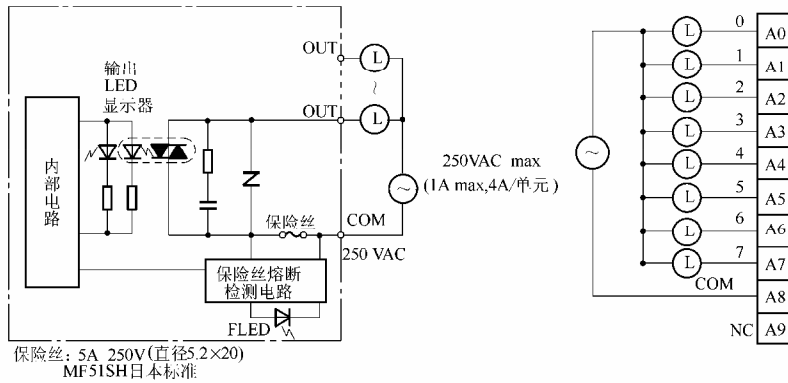


图 3-13 OA221 单元电路图

3.5 特殊 I/O 单元

C200H α PLC 可配置 10~16 个特殊 I/O 单元（视 CPU 型号而定），它们可以安装在 CPU 母板、本地 I/O 扩展母板或远程 I/O 扩展母板的任何槽内。这些特殊 I/O 单元共有 14 类，详见表 3-11。

表 3-11 C200H α PLC 特殊 I/O 单元一览表

名称		规格		型号
高密度 I/O 单元	DC 输入单元	5VDC (TTL 输入); 具有高速输入功能	32 点	C200H—ID501
		24VDC	32 点	C200H—ID215
	晶体管输出单元	0.1A, 24VDC 输出 (可用做 128 点动态输出单元)	32 点	C200H—OD215
		35mA, 5VDC 输出 (TTL 输出) (可用做 128 点动态输出单元)	32 点	C200H—OD501
	DC 输入单元 / 晶体管输出单元	12VDC 输入; 具有高速输入功能	16 输入/	C200H—MD115
		0.1A, 12VDC 输出 (可用做 128 点动态输出单元)	16 输出点	
		24VDC 输入; 具有高速输入功能	16 输入/	C200H—MD215
		0.1A, 24VDC 输出 (可用做 128 点动态输出单元)	16 输出点	
		5VDC (TTL 输入); 具有高速输入功能	16 输入/	C200H—MD501
		35mA, 5VDC 输出 (TTL 输出) (可用做 128 点动态输出单元)	16 输出点	
该单元适用于需要高密度 I/O 点的安装场合, 信号采用插针方式引出				
高速计数单元	脉冲输入; 计数速率: 50Kcps	1 路	C200H—CT001—V1	
	脉冲输入; 计数速率: 75Kcps	1 路	C200H—CT002	
	脉冲输入; 计数速率: 75Kcps	2 路	C200H—CT021	
	该单元是智能模块, 可脱离 PLC 独立对高频脉冲信号进行计数操作			

续表

名称		规格	型号	
位置控制单元		脉冲输出; 速度: 1~99 990PPS	1 轴	C200H—NC111
		直接连接伺服电机驱动器; 与线驱动器兼容 速度: 1~250 000PPS	1 轴	C200H—NC112
		速度: 1~250 000PPS, 每根轴 53 点	2 轴	C200H—NC211
		该单元可以直接连接步进电机驱动器或伺服电机驱动器, 适用于运动控制中的定位控制和速度控制		
模拟量 I/O 单元	输入单元	4~20mA, 1~5V/0~10V (可切换); 4 路	C200H—AD001	
		4~20mA, 1~5V/0~10V/-10V~+10V (可切换); 8 路	C200H—AD002	
	输出单元	4~20mA, 1~5V/0~10V (可切换); 2 路	C200H—DA001	
		4~20mA, -10V~+10V; 4 路	C200H—DA002	
温度传感器单元		热电偶 (K (CA) 或 J (IC)) (可切换); 4 点	C200H—TS001	
		热电偶 (K (CA) 或 L (Fe-CuNi)) (可切换); 4 点	C200H—TS002	
		铂热电偶 (JPt) (可切换), DIN 标准; 4 点	C200H—TS101	
		铂热电偶 (Pt) (可切换); 4 点	C200H—TS102	
		该单元将热电偶或热电阻的信号转换为数字量, 并传送到指定的内存区中		
ASCII 单元		该单元规格为 E ² PROM, 主要进行 ASCII 信息处理, 即与终端机、打印机、调制解调器、计算机或其他使用 ASCII 的设备通信, 并能执行 BASIC 程序中的复杂运算, 避免了用梯形图来编制复杂运算, 从而节省 PLC 存储器容量, 并缩短了扫描时间	C200H—ASC02	
语言单元		最多 60 条信息; 信息长度: 32, 48 或 64s (可切换)。该单元是通过动圈式话筒或盒式磁带录音机输入语音信号, 通过喇叭或耳机输出语音信号。它具有短语功能和词组功能, 通过计算机可将语音保存在软盘上。	C200H—OV001	
模糊逻辑单元		该单元内置一个高性能的模糊逻辑处理器, 能进行高速模糊逻辑处理, 最多 8 点输入和 4 点输出 (I/O 存取指定的数据区域字)	C200H—FZ001	
ID 传感器单元		本地使用, 电磁耦合	C200H—IDS01—V1	
		远程使用, 微波传送	C200H—IDS21	
		该单元用于构造非接触式的信息识别系统, 在它上面连接 R/W (读/写) 头或天线, 可将数据传送到附在每一个运动物体上的数据载体上。数据载体上的数据可通过 C200HS 读出		
温度控制单元		热电偶	晶体管输出	C200H—TC001
			电压输出	C200H—TC002
			电流输出	C200H—TC003
		铂热电阻	晶体管输出	C200H—TC101
			电压输出	C200H—TC102
			电流输出	C200H—TC103
该单元可把温度值直接转换为数字量, 并传送到指定的内存区中				

续表

名 称	规 格	型 号	
凸轮位置控制单元	利用分辨率, 检测旋转角度, 并在规定的角度提供输出 ON 或 OFF, 最多可以有 48 点凸轮输出 (16 点外部输出和 32 点内部输出)	C200H—CP114	
PID 控制单元	晶体管输出	C200H—PID01	
	电压输出	C200H—PID02	
	电流输出	C200H—PID03	
	该单元是完全脱离 PLC 而独立执行比例 (P)、比例积分 (PI) 和比例积分微分 (PID) 调节作用的真正智能模块		
热/冷温度控制单元	热电偶	晶体管输出	C200H—TV001
		电压输出	C200H—TV002
		电流输出	C200H—TV003
	铂热电阻	晶体管输出	C200H—TV101
		电压输出	C200H—TV102
		电流输出	C200H—TV103
该单元借助连接的温度传感器测量物体的温度, 并根据预置的控制模式进行加热或冷却			
数据设定器	用于 C200H—TC□□□, C200H—TV□□□, C200H—CP114 和 C200H—PID0□单元的数据输入和过程数值的显示	C200H—DSC01	

由于远程 I/O 从站母板上特殊 I/O 单元的数量受到数据传送的限制, 故将它们可分为 A, B, C, D 四组, 分别限定其数量, 见表 3-12。

表 3-12 从站母板上特殊 I/O 单元分类表

A	B	C	D
高速计数单元 位置控制单元(NC111/I12) ASCII 单元 模拟量 I/O 单元 ID 传感器单元 模糊逻辑单元	高密度和混合 I/O 单元 温度控制单元 凸轮位置控制单元 热/冷温度控制单元 PID 控制单元	温度传感器单元 语言单元	位置控制单元 (NC211)
最多 4 个单元	最多 8 个单元	最多 6 个单元	最多 2 个单元

注: ① A, B, C 或 D 组单元混合使用时, 每一组的数量必须满足下列方程式

$$3A+B+2C+6D \leq 12$$

$$A+B+C+D \leq 8$$

② 可以增加其他单元, 直至总单元数达到 10 个。若使用 PLC 链接单元, 包括 PLC 链接单元在内的单元总数不能超过 10 个。

下面将重点介绍模拟量输入输出单元和高速计数单元, 其他特殊 I/O 单元请参阅相关资料。

3.5.1 模拟量输入单元 C200H—AD003

模拟量输入单元是将模拟量输入信号（电压或电流信号）输入 PLC，转换成数字量的单元。本节以 C200H—AD003 单元为例，介绍模拟量输入单元的主要功能及应用。

1. C200H—AD003 的性能指标

C200H—AD003 的性能指标见表 3-13。

表 3-13 C200H—AD003 性能指标表

项 目	电 压 输 入	电 流 输 入
模拟量输入信号路数	8 路	
输入信号范围	0~10V -10~10V 1~5V	4~20mA
输入信号最大值	±15V	±20mA
输入阻抗	1MΩmin	250Ω(额定值)
分辨率	满量程的 1/4000	
输出数据	16 位二进制数	
精度	23±2℃	满量程的±0.2%
	0℃~55℃	满量程的±0.4%
转换时间	1.0ms/点	
隔离措施	在输入端子与 PLC 间采用光电隔离	

注：① 对每路输入信号可单独设置范围。

② 确保信号在规定量程内操作，否则将损坏单元。

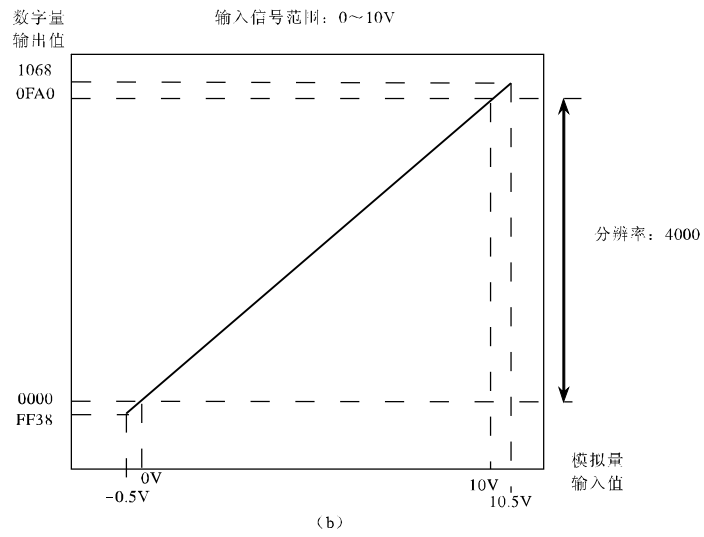
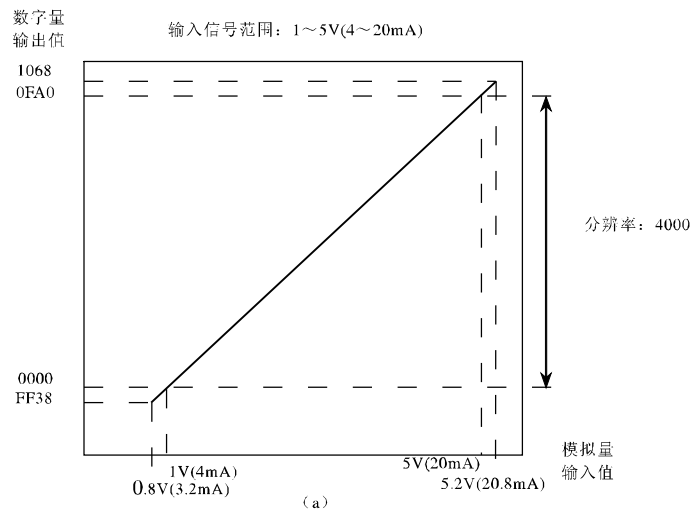
③ 精度按满量程计算的，如±0.2%的精度将会导致的最大误差为±8（BCD 码）。

默认设置值可由电压输入调整，如果是电流输入，则相应调整偏置和增益值。

2. C200H—AD003 的工作原理

当 AD003 单元上电时，或当 C200H α PLC 的 AR 区中与该单元对应的重新启动位激活时，PLC 将用户预置在 DM 区中的有关参数通过 I/O 总线传送给 AD003 单元中的 CPU 和存储器。此后，CPU 根据这些数据以及 PLC 的命令控制 A/D 转换器完成模拟量到数字量的转换，并等待 PLC 发出读取转换结果的命令，再将转换后的数字量传送到 PLC 指定的通道。

AD003 的 8 路模拟输入中每一路输入端子都有电压和电流两种输入，其中电压输入信号范围有三种，即 1~5V、0~10V 和 -10V~10V。模拟量输入信号与 A/D 转换数据之间的关系分别如图 3-14 (a)、图 3-14 (b)、图 3-14 (c) 所示。A/D 转换数据满量程设置为 0FA0H（即十进制数 4000），而 12 位二进制数最大为 0FFFH（4095），多余数值用于偏置/增益，由系统完成。



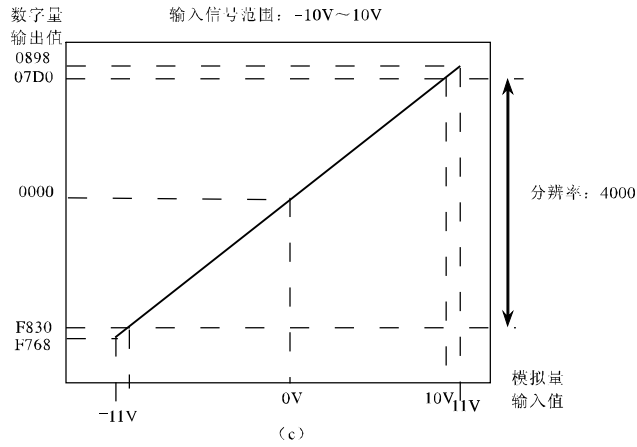


图 3-14 模拟输入值与 A/D 转换关系

3. C200H—AD003 面板开关设置及接线

C200H—AD003 的面板及 DIP 开关如图 3-15 所示。下面介绍其功能。

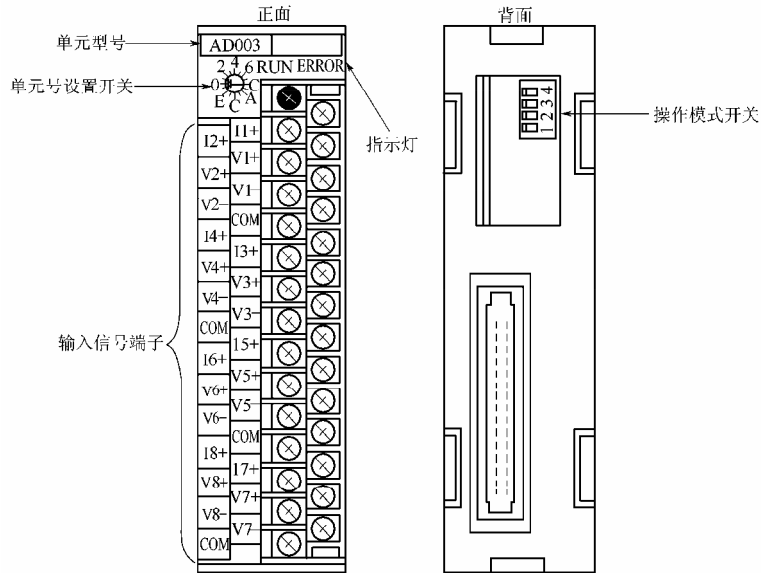


图 3-15 C200H—AD003 示意图

(1) 指示灯

C200H—AD003 单元面板上的指示灯显示功能见表 3-14。

表 3-14 C200H—AD003 面板指示灯说明表

LED	显示状态	操作状态说明
RUN (绿色)	常亮	运行模式
	闪烁	调校模式
	不亮	异常 (单元停止工作)
ERR (红色)	常亮	发生错误 (错误代码存储在 n+9 通道的 08~15 位中)
	不亮	非以上情况

(2) 单元号设置开关

C200H α 的 CPU 单元与 AD003 是通过用户存储器中的 IR 区和 DM 区进行数据交换的, 由单元号设置开关指定每一个模拟量输入单元占用 IR 区和 DM 区的地址。要求系统必须在上电前设置好单元号, 操作过程中不能改变。单元号与 IR 区、DM 区的对应关系见表 3-15。

表 3-15 单元号与 IR 区、DM 区通道对应关系表

开关位置	单元号	IR 通道号 n	IR 区通道	DM 通道号 m	DM 区通道
0	#0	100	IR100—109	1000	DM1000—1099
1	#1	110	IR110—119	1100	DM1100—1199
2	#2	120	IR120—129	1200	DM1200—1299
3	#3	130	IR130—139	1300	DM1300—1399
4	#4	140	IR140—149	1400	DM1400—1499
5	#5	150	IR150—159	1500	DM1500—1599
6	#6	160	IR160—169	1600	DM1600—1699
7	#7	170	IR170—179	1700	DM1700—1799
8	#8	180	IR180—189	1800	DM1800—1899
9	#9	190	IR190—199	1900	DM1900—1999
A	#A	400	IR400—409	2000	DM2000—2099
B	#B	410	IR410—419	2100	DM2100—2199
C	#C	420	IR420—429	2200	DM2200—2299
D	#D	430	IR430—439	2300	DM2300—2399
E	#E	440	IR440—449	2400	DM2400—2499
F	#F	450	IR450—459	2500	DM2500—2599

注: ① 开关#A~#F 仅适用于 C200HX/HG—CPU5□—E/6□—E, 其他机型 CPU 只能使用开关#0~#9, 否则将导致 I/O 溢出错误, 操作停止。

② 两个或两个以上特殊 I/O 单元不能设置相同的单元号, 否则将导致 I/O 溢出错误, 操作停止。

③ 计算 IR 区起始通道号 n 时, 当单元号为#0~#9 时, 采用公式“n=100+10×单元号”计算; 当单元号为#A~#F

(10~15) 时, 公式则变为 “ $n=400+10\times(\text{单元号}-10)$ ”。

④ 计算 DM 区起始通道号 m 时, 采用公式 “ $m=1000+100\times\text{单元号}$ ” 计算; 其中单元号 #A~#F 为 10~15。

(3) 操作模式开关

操作模式开关用于选择运行模式或调校模式, 具体设置见表 3-16。调校模式可用于调整每一路模拟输入信号的偏置/增益量, 调整数值存储在 C200H—AD003 内置的 E²PROM 中。关于调校模式下的具体操作请参见相关手册, 本节重点介绍运行模式。

表 3-16 操作模式设置表

开关号				模式
1	2	3	4	
OFF	OFF	OFF	OFF	运行模式
ON	OFF	OFF	OFF	调校模式

(4) 外部端子接线

如图 3-16 所示, 输入信号与接线端子必须一一对应, 它的使用路数及每一路的输入信号范围都将在 DM 区中设置。图 3-16 中 COM 端接零线, 连线使用屏蔽线可以有效地降低系统的噪声干扰。

Current input 2 (+)	B0	A0	Current input 1 (+)
Voltage input 2 (+)	B1	A1	Voltage input 1 (+)
Voltage input 2 (-)	B2	A2	Voltage input 1 (-)
Current input 4 (+)	B3	A3	COM (analog 0 V)
Voltage input 4 (+)	B4	A4	Current input 3 (+)
Voltage input 4 (-)	B5	A5	Voltage input 3 (+)
COM (analog 0 V)	B6	A6	Voltage input 3 (-)
Current input 6 (+)	B7	A7	Current input 5 (+)
Voltage input 6 (+)	B8	A8	Voltage input 5 (+)
Voltage input 6 (-)	B9	A9	Voltage input 5 (-)
Current input 8 (+)	B10	A10	COM (analog 0 V)
Voltage input 8 (+)	B11	A11	Current input 7 (+)
Voltage input 8 (-)	B12	A12	Voltage input 7 (+)
COM (analog 0 V)	B13	A13	Voltage input 7 (-)

图 3-16 C200H—AD003 单元接线端子示意图

C200H—AD003 输入部分的内部电路如图 3-17 所示。图 3-18 为输入接线示例。

在接线时应该注意两点: 一是当输入信号是电流时, 接线时应将这一路的电压输入端 (V+) 与电流输入端 (I+) 短接; 二是对于未使用的输入端可将电压输入端 (V+) 及 (V-) 短接或是将该输入端设置为 “0: 未用”, 后面将介绍设置方法。

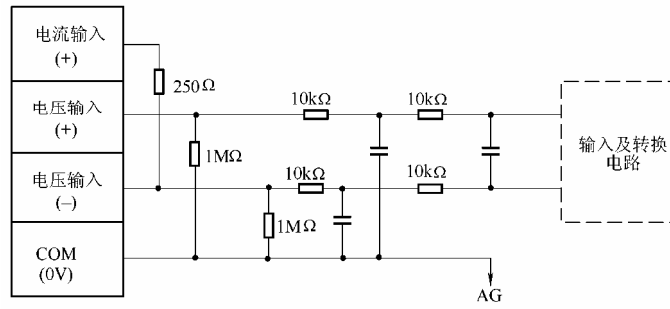


图 3-17 C200H—AD003 输入端子内部电路图

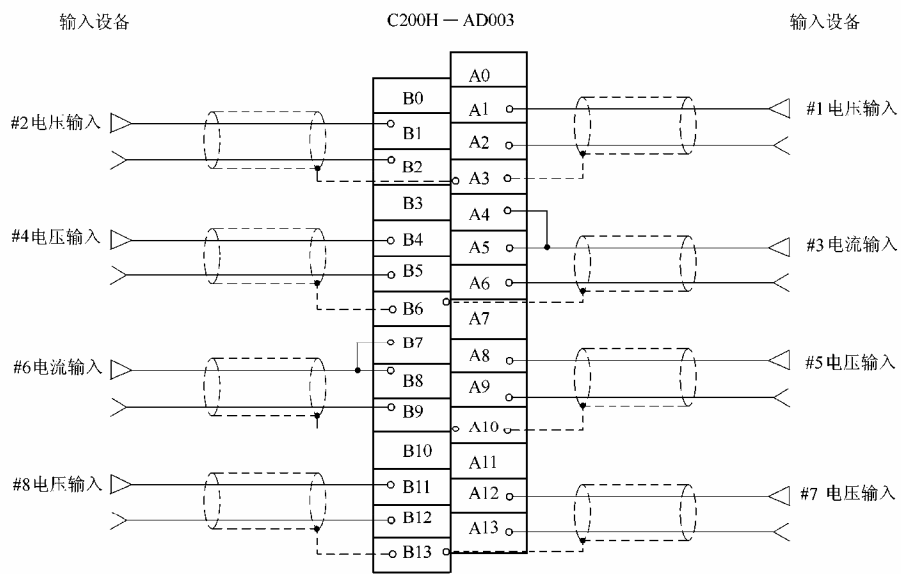


图 3-18 C200H—AD003 单元端子接线示意图

4. 运行模式的 IR 位分配

通过对 IR 区中的命令位置位可以启动 AD003 执行某种功能，并从 IR 区的对应通道中读取 AD003 输出的转换数据，还可以通过 IR 区中某些位的状态来监视 AD003 的运行情况。在运行模式下，与 AD003 相关的 IR 位分配及功能见表 3-17。单元号与 IR 区通道的对应关系见表 3-15。

表 3-17 C200H—AD003 单元 IR 位分配表

I/O	通道号	位 号															
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
输出	n	未用								峰值功能输入 (0: 未用; 1: 使用)							
										8	7	6	5	4	3	2	1
输入	n+1	第 1 路输入 A/D 转换数据 (16 位二进制数)															
		16^3				16^2				16^1				16^0			
	n+2	第 2 路输入 A/D 转换数据 (16 位二进制数)															
	n+3	第 3 路输入 A/D 转换数据 (16 位二进制数)															
	n+4	第 4 路输入 A/D 转换数据 (16 位二进制数)															
	n+5	第 5 路输入 A/D 转换数据 (16 位二进制数)															
	n+6	第 6 路输入 A/D 转换数据 (16 位二进制数)															
	n+7	第 7 路输入 A/D 转换数据 (16 位二进制数)															
	n+8	第 8 路输入 A/D 转换数据 (16 位二进制数)															
	n+9	错误代码(00:无错误)								输入断线检测 (0: 未用; 1: 使用)							
16^1				16^0				8	7	6	5	4	3	2	1		

上表中,当 IR 区中与每个输入对应的峰值保持标志位置“ON”时,这一路将保持 A/D 转换的最大数字量,如图 3-19 所示。此功能对 8 路模拟量输入都起作用;无论是 BCD 码还是二进制的输入数据总是用二进制数格式保持的。

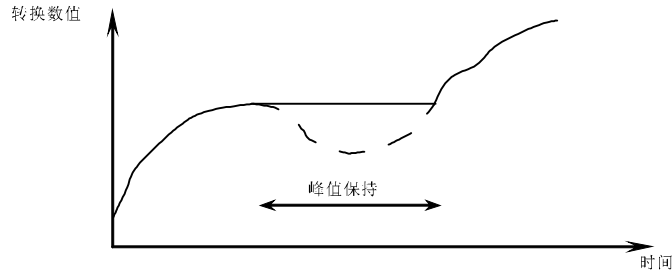


图 3-19 峰值保持功能示意图

另外,输入断线检测功能是指对量程是 1~5V 或 4~20mA 的输入信号进行检测,若单元检测到量程为 1~5V 的电压输入不足 0.3V,或量程为 4~20mA 的电流输入不足 1.2mA 时,系统判定为输入断线。需要对 8 路输入信号中某些线路进行断线检测,就在相应位置“1”,否则置“0”。

5. DM 区参数设置

AD003 单元外部接好线后,在编程前应根据所选用的功能,在相应的 DM 区中预置参

数，单元号与 DM 区通道的对应关系见表 3-15，DM 区参数分配及功能见表 3-18。预置参数只能用编程设备输入或修改，用户程序中不能更改这些参数。

表 3-18 C200H—AD003 单元 DM 区参数表

DM 通道	位 号															
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
m	未用								输入使用标志位 (0: 未用; 1: 占用)							
m+1	输入信号范围设置 (00: -10~10V; 01: 0~10V; 10: 1~5V/4~20mA; 11 同 10)															
m+1	Input8		Input7		Input6		Input5		Input4		Input3		Input2		Input1	
m+2	第 1 路平均值运算设定															
m+3	第 2 路平均值运算设定															
m+4	第 3 路平均值运算设定															
m+5	第 4 路平均值运算设定															
m+6	第 5 路平均值运算设定															
m+7	第 6 路平均值运算设定															
m+8	第 7 路平均值运算设定															
m+9	第 8 路平均值运算设定															

注: ① 输入信号量程取 1~5V 或 4~20mA, 由外部输入端子的接线决定。

② 平均值运算设定值含义如下:

- 0000: 不取平均值
- 0001: 求平均值, 并设置 2 个缓冲区
- 0002: 求平均值, 并设置 4 个缓冲区
- 0003: 求平均值, 并设置 8 个缓冲区
- 0004: 求平均值, 并设置 16 个缓冲区

需要强调的是, AD003 最多可接受 8 路输入信号, 使用前应在 DM 区中找到与单元号对应通道的 m, 对模拟输入信号的实际占用情况进行设置, 如图 3-20 所示。

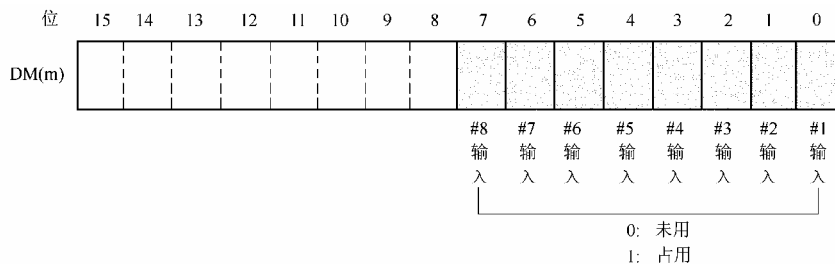


图 3-20 DM 区 m 通道输入信号占用设置图

I/O 采样周期=1ms×占用路数量。为缩短 I/O 采样周期，未占用的位都置为“0”。

接着，在 DM 区的 m+1 通道中设置每一路输入信号的量程，如图 3-21 所示。当输入信号量程取 1~5V 或 4~20mA 时，由外部输入端子的接线决定。

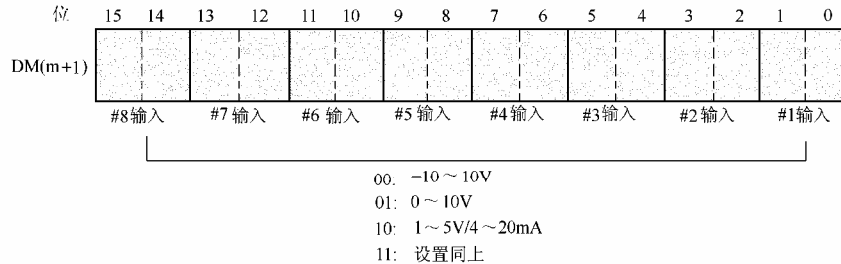


图 3-21 DM 区 m+1 通道输入信号量程设置图

需要强调的是，由编程设备设置了 DM 区的参数值后，PLC 必须重新启动或是激活特殊 I/O 单元的重新启动位，才能将 DM 区的设置值传送到特殊 I/O 单元中。

6. C200H—AD003 应用举例

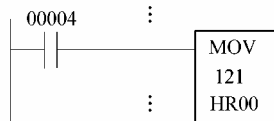
C200H—AD003 单元不仅能完成将模拟量输入信号转换为二进制数的功能，而且还为用户提供了对转换数据取平均值、峰值保持等数据处理功能。每一种功能在 PLC 的 IR 区中都有对应的启动位，在 DM 区中都有对应的参数区，用户只要预先在参数区中设置好相关数据，就可通过控制程序对某项功能的启动位进行置位。AD003 即按照该项功能的要求对转换数据进行处理，然后将处理的结果输出至 PLC。

(1) 直接读取 A/D 转换数据

模拟输入信号经过 A/D 转换后，数据保存在 IR 区的相应通道内，见表 3-17。下面是 A/D 转换的两个例子。

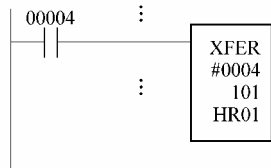
若 AD003 单元号设置为 2，要求将第 1 路量程为 -10~10V 的模拟量输入信号进行 A/D 转换后的数字量传送到 PLC 的 HR00 通道中。

在编程前需设置 DM 区参数，由于单元号为 2，计算出 DM 区参数设置的首通道为 1200 (1000+100×2=1200)，将 DM1200 置为 0001H，表示占用了第 1 路输入；DM1201 置为 0000H，表示第 1 路输入量程设置为 -10~10V；A/D 转换结果存储在 IR 区 121 通道内 (首通道：100+10×2+1=121)，参见表 3-17。相关程序段如下：



若 AD003 单元号设置为 0，要求将第 1~4 路量程为 1~5V 模拟量输入信号进行 A/D 转换后，数字量传送到 PLC 的 HR01~HR04 通道中。

首先将 DM1000 ($1000 + 100 \times 0 = 1000$) 置为 000FH，表示占用了第 1~4 路输入；DM1001 置为 00AAH，表示 1~4 路输入量程设置为 1~5V；A/D 转换结果存储在 IR 区 101~104 通道内（首通道： $100 + 10 \times 0 + 1 = 101$ ），参见表 3-17。相关程序段如下：



(2) 取平均值

取平均值的目的是去除由于噪声等系统干扰导致的错误值。C200H—AD003 单元可根据用户设定的参数，对前几轮 A/D 转换后的数据求取平均值，结果将存储在历史数据缓冲区中，最后将平均值输出至 PLC 的指定通道。该过程并不影响输入信号的采样刷新周期。系统可设置 2, 4, 6, 8 或 16 个历史数据缓冲区。求平均值的过程如图 3-22 所示。

图 3-22 中， n 是占用历史数据缓冲区的数量，当 A/D 转换开始后或输入断线被恢复后，第一个转换值立即存储到所有缓冲区中，而当第二、第三、第 n 个转换值不断按顺序存入缓冲区，前 n 次转换值的平均值也随之得到，并存储在 IR 区中相应通道中。

对 C200H—AD003 单元中的 8 路输入信号中任意一路均可计算转换数据的平均值，缓冲区的数量需提前在 DM 区中设置，参见表 3-18。下面举例说明。

若 AD003 单元号设置为 3，输入路数设置为 2，第 1 路输入信号量程为 0~10V，第 2 路输入信号量程为 4~20mA，分别求平均值。第 1 路缓冲区为 2，第 2 路缓冲区为 8，并将平均值分别存入 DM0000 和 DM0001 通道中。

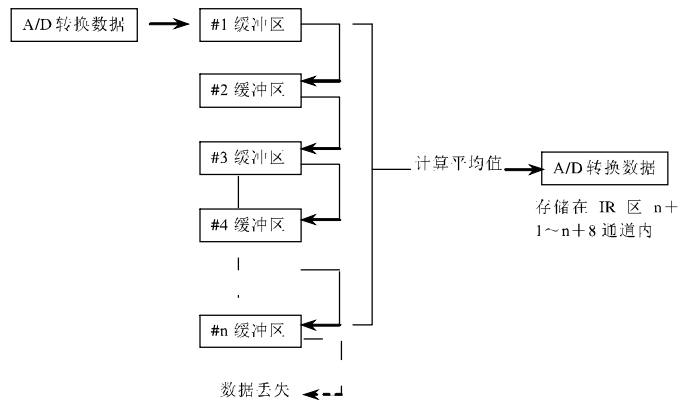


图 3-22 求平均值过程示意图

编程前需先预置 DM 区参数，具体操作如下：

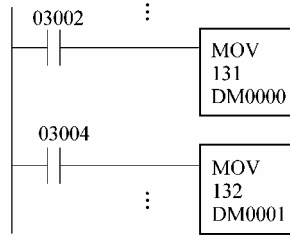
① 设置输入信号占用路数 将 DM1300 中置 0003H，表示占用第 1、2 路输入。

② 设置输入信号量程 将 DM1301 中置 0009H，表示第 1 路输入信号量程为 0~10V，第 2 路输入信号量程为 4~20mA。

③ 设置缓冲区数量 将 DM1302 中置 0001H，表示第 1 路缓冲区为 2；DM1303 中置 0003H，表示第 2 路缓冲区为 8。

A/D 转换结果存储在 IR 区 131 和 132 通道内（首通道：100+10×3+1=131）。

相关程序段如下：

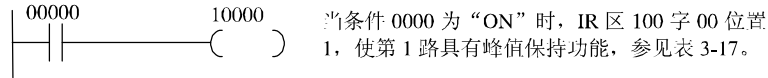


(3) 峰值保持

当求平均值功能与峰值保持功能同时应用时，平均值计算结果将保持。只要应用了峰值保持功能，即使在输入断线的情况下，峰值仍被保持。下面举例说明。

若 AD003 单元号设置为 0，对第 1 路量程为 0~10V 的输入信号进行峰值保持。

首先将 DM1000 置为 0001H，表示占用第 1 路输入；DM1001 置为 0001H，表示第 1 路输入信号量程为 0~10V，而峰值保持的功能由下面程序段实现。



3.5.2 模拟量输出单元 C200H—DA003

C200H—DA003 是 SYSMAC C 系列的特殊 I/O 单元之一。模拟量输出单元是将 PLC 运算的数字量（12 位二进制数）转换成模拟量输出信号的单元。本节以 C200H—DA003 单元为例，介绍模拟量输出单元的主要功能及应用。

1. C200H—DA003 的性能指标

C200H—DA003 的性能指标见表 3-19。

表 3-19 C200H—DA003 性能指标表

项 目		电 压 输 出
模拟量输出信号路数		8 路
输出信号范围		0~10V -10~10V 1~5V
输入阻抗		0.5Ωmax
最大输出电流值		12mA
分辨率		满量程的 1/4000
设置数据		16 位二进制数
精度	23±2℃	满量程的±0.3%
	0~55℃	满量程的±0.5%
转换时间		1.0ms/点
隔离措施		在输出端子与 PLC 间采用光电隔离

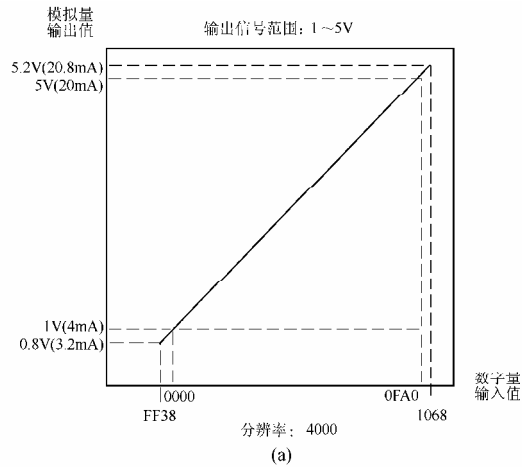
注：① 对每路输出信号可以单独设置量程。

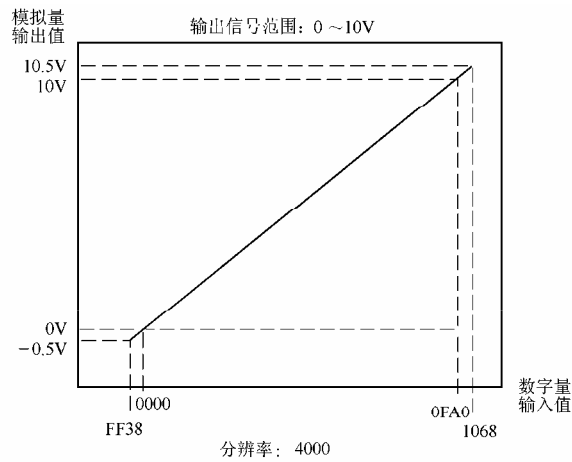
② 精度按满量程计算的，如±0.3%的精度将会导致的最大误差为±12（BCD 码）。

2. C200H—DA003 的工作原理

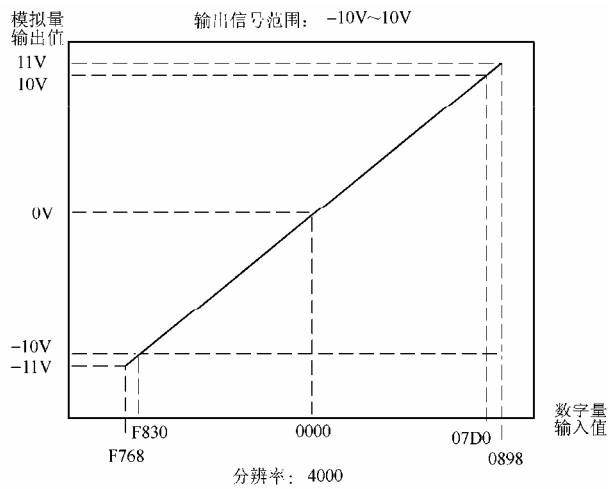
当 DA003 单元上电时，或当 C200Hα PLC 的 AR 区中与该单元对应的重新启动位激活时，PLC 将用户预置在 DM 区中的有关参数通过 I/O 总线传送给 DA003 单元中的 CPU 和存储器，然后 CPU 根据这些数据以及 PLC 发出的命令控制 D/A 转换器完成数字量到模拟量的转换，最后将模拟量信号输出到端子上。

DA003 的每一路模拟量输出只有电压输出端子，共三种信号范围，即 1~5V、0~10V 和 -10V~10V。数字量输入信号与 D/A 转换数据之间的关系分别如图 3-23（a）、图 3-23（b）、图 3-23（c）所示。





(b)



(c)

图 3-23 数字输入值与 D/A 转换关系图

3. C200H—DA003 面板开关设置及接线

C200H—DA003 的面板及 DIP 开关如图 3-24 所示。指示灯、单元号设置开关和操作模式开关的使用功能与 C200H—AD003 单元类似,在此不作赘述。

C200H—DA003 的外部端子接线如图 3-25 所示,输出信号与接线端子必须一一对应,它的使用路数及每一路的输出信号范围都必须在 DM 区中设置。图 3-25 中 COM 端接零线,连线使用屏蔽线可以有效地降低系统的噪声干扰。

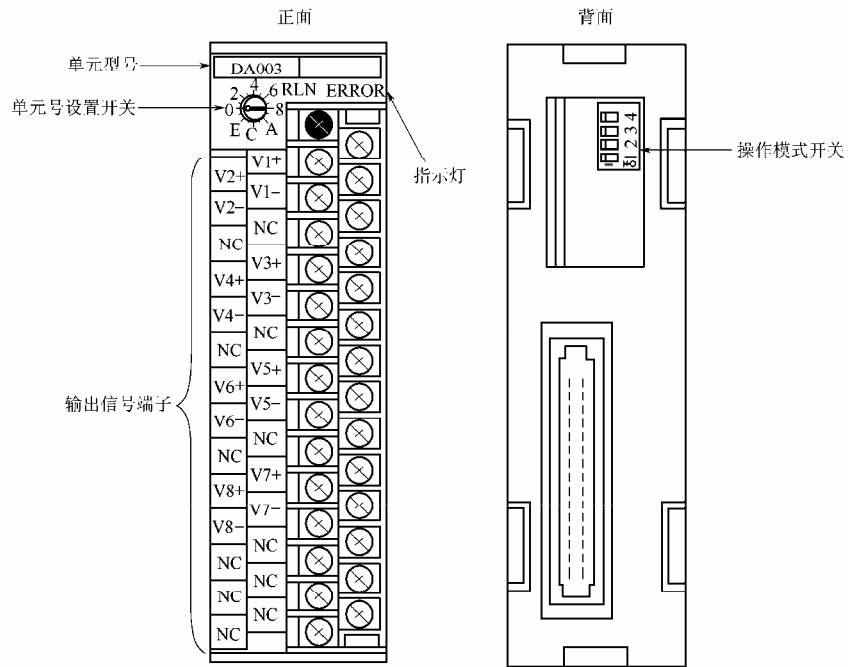


图 3-24 C200H—DA003 示意图

Voltage output 2 (+)	B0	A0	Voltage output 1 (+)
Voltage output 2 (-)	B1	A1	Voltage output 1 (-)
NC	B2	A2	NC
Voltage output 4 (+)	B3	A3	Voltage output 3 (+)
Voltage output 4 (-)	B4	A4	Voltage output 3 (-)
NC	B5	A5	NC
Voltage output 6 (+)	B6	A6	Voltage output 5 (+)
Voltage output 6 (-)	B7	A7	Voltage output 5 (-)
NC	B8	A8	NC
Voltage output 8 (+)	B9	A9	Voltage output 7 (+)
Voltage output 8 (-)	B10	A10	Voltage output 7 (-)
NC	B11	A11	NC
NC	B12	A12	NC
NC	B13	A13	NC

图 3-25 C200H—DA003 单元接线端子示意图

C200H—DA003 输出部分的内部电路如图 3-26 所示。图 3-27 为 C200H—DA003 输出接线示例。

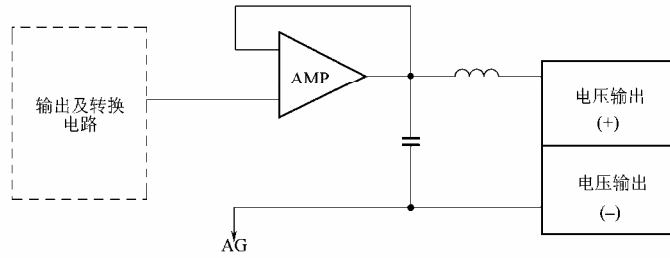


图 3-26 C200H—DA003 输出端子内部电路图

4. 运行模式的 IR 位分配

PLC 用户通过对 IR 区中的命令位置来启动 DA003 执行某种功能，并从 IR 区的对应通道中读取 DA003 输出的转换数据，还可以通过 IR 区中某些位的状态来监视 DA003 的运行情况。在运行模式下，与 DA003 相关的 IR 位分配及功能见表 3-20。单元号与 IR 区通道的对应关系见表 3-15。

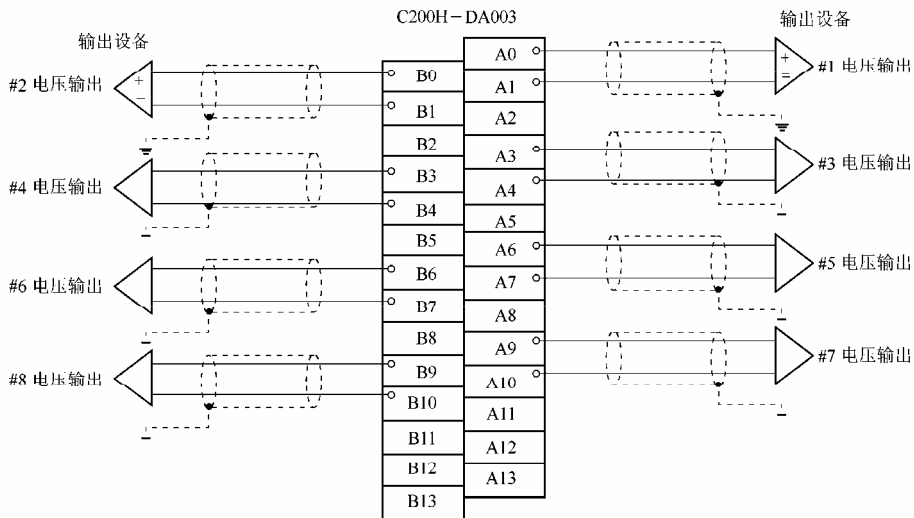


图 3-27 C200H—DA003 单元端子接线示意图

5. DM 区参数设置

DA003 单元外部接好线后，在编程前应根据所选用的功能，在相应的 DM 区中预置参数，单元号与 DM 区通道的对应关系见表 3-15，DM 区参数分配及功能见表 3-21。预置参

数只能用编程设备输入或修改，用户程序中不能更改这些参数。

表 3-20 C200H—DA003 单元 IR 位分配表

I/O	通道号	位 号															
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
输出	n	未用								转换值输出 (0: 停止; 1: 开始)							
										8	7	6	5	4	3	2	1
输入	n+1	第 1 路数字量 (16 位二进制数) D/A 转换输出															
		16^3				16^2				16^1				16^0			
	n+2	第 2 路数字量 (16 位二进制数) D/A 转换输出															
	n+3	第 3 路数字量 (16 位二进制数) D/A 转换输出															
	n+4	第 4 路数字量 (16 位二进制数) D/A 转换输出															
	n+5	第 5 路数字量 (16 位二进制数) D/A 转换输出															
	n+6	第 6 路数字量 (16 位二进制数) D/A 转换输出															
	n+7	第 7 路数字量 (16 位二进制数) D/A 转换输出															
	n+8	第 8 路数字量 (16 位二进制数) D/A 转换输出															
	n+9	错误代码(00:无错误)								输出设置错误 (0: 正常; 1: 错误)							
16^1				16^0				8	7	6	5	4	3	2	1		

表 3-21 C200H—DA003 单元 DM 区参数表

DM 通道	位 号																														
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0															
m	未用								输出使用标志位 (0: 未用; 1: 占用)																						
									8	7	6	5	4	3	2	1															
m+1	输出信号范围设置 (00: -10~10V; 01: 0~10V; 10: 1~5V; 11 同 10)																														
	Output8				Output7				Output6				Output5				Output4				Output3				Output2				Output1		
m+2	未用								第 1 路 D/A 转换停止时输出状态																						
m+3	未用								第 2 路 D/A 转换停止时输出状态																						
m+4	未用								第 3 路 D/A 转换停止时输出状态																						
m+5	未用								第 4 路 D/A 转换停止时输出状态																						
m+6	未用								第 5 路 D/A 转换停止时输出状态																						
m+7	未用								第 6 路 D/A 转换停止时输出状态																						
m+8	未用								第 7 路 D/A 转换停止时输出状态																						
m+9	未用								第 8 路 D/A 转换停止时输出状态																						

注: D/A 转换停止时输出状态设定值如下:

- 00 复位
- 01 保持当前值
- 02 输出最大值

D/A 转换停止时三种输出状态的具体内容见表 3-22。

表 3-22 D/A 转换停止时的输出状态表

信号量程	复 位	保 持	最 大 值
0~10V	-0.5V	保持 D/A 转换停止前的电压值	10.5V
-10~10V	0.0V	同上	11.0V
1~5V	0.8V	同上	5.2V

DA003 单元最多可输出 8 路模拟量信号，使用前应在 DM 区 m 通道中对信号的实际占用情况进行设置。随后，在 DM 区的 m+1 通道中设置每一路输出信号的量程，方法同 AD003 单元 DM 区参数设置。

需要强调的是，由编程设备设置了 DM 区的参数值后，PLC 必须重新启动或是激活特殊 I/O 单元的重新启动位，才能将 DM 区的设置值传送到特殊 I/O 单元中。

6. C200H—DA003 应用举例

某通道 16 位二进制数经过 D/A 转换后，将结果保存在 IR 区的相应通道内，通道选取见表 3-20。下面举例说明。

若 DA003 单元号设置为 1，要求将 HR10 通道中的 16 位二进制数经过 D/A 转换，从 DA003 单元的第 1 路电压输出端输出，设置输出电压量程为 0~10V，D/A 转换中止时输出最大值。

编程前需先预置 DM 区参数，具体操作如下：

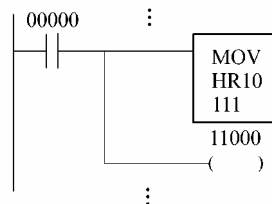
① 设置输出信号占用路数 将 DM1100 (1000+100×1=1100) 中置 0001H，表示占用了第 1 路输出。

② 设置输出信号量程 将 DM1101 中置 0001H，表示第 1 路输出量程设置为 0~10V。

③ 设置 D/A 转换中止时输出状态 将 DM1102 中置 0002H，表示第 1 路 D/A 转换停止时，输出为最大值。

数据传送至 IR 区 111 通道（首通道：100+10×1+1=111）后进行 D/A 转换，同时使 IR 区 11000 位置 ON，表示模拟量从第 1 路输出。

相关程序段如下：



3.5.3 高速计数单元 C200H—CT021

高速计数单元属于特殊单元，主要作用是接收并处理来自码盘、编码器等传感器发来

的高频脉冲信号。OMRON C 系列的各种型号 PLC 都配有高速计数单元，本节以 C200H—CT021 单元为例，介绍高速计数单元的功能和应用，其余型号的功能雷同。

1. C200H—CT021 的性能指标

C200H—CT021 的性能指标见表 3-23。

表 3-23 C200H—CT021 性能指标表

项 目	功 能
计数器数量	2 路
最高计数频率	75KHz (RS422 电平) 50KHz (12V 或 24V 电平)
最大计数范围	-8388608~8388607
输入脉冲电平	12V, 24V, RS422
脉冲输入端口	2 个 (A 端和 B 端) 编程可实现以下 3 种输入方式: ① 相差计数方式 ② 增减计数方式 ③ 方向+计数方式
控制信号输入端口	3 个 (编程实现启动, 停止, 复位等功能)
外部控制输出端口	8 个集电极开路输出
工作模式	7 种

2. 单元面板及设定开关

C200H—CT021 的单元面板如图 3-28 所示。

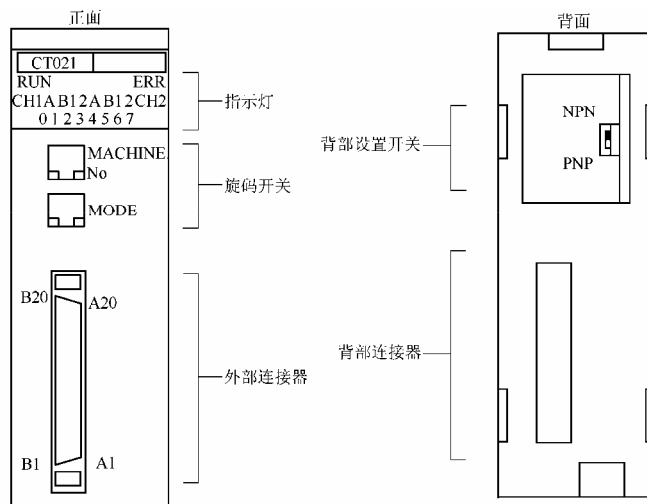


图 3-28 C200H—CT021 的单元面板图

(1) 指示灯

RUN: 当正常计数时常亮。

ERR: 当出现故障时或计数溢出时常亮。

CH1 A B 1 2: 分别是#1 计数器的脉冲 A、B, 控制输入 IN1、IN2 的输入指示灯,

当

信号为“ON”时常亮。

CH2 A B 1 2: 分别是#2 计数器的脉冲 A、B, 控制输入 IN1、IN2 的输入指示灯,

当

信号为“ON”时常亮。

01234567: 当对应的输出位为“ON”时常亮。

(2) 单元号设定

由于高速计数单元属于特殊单元, 因此需要设定单元号, 拨盘开关设定值为 0~F, 但某些型号 PLC 最多只允许装 10 个特殊单元, 因此对于这些 PLC, 设定值只能取 0~9。特殊单元的 IR 区及 DM 区通道号与单元号的对应关系见表 3-15。

(3) 工作模式的设定

高速计数单元有 7 种工作模式, 通过单元面板的工作模式拨盘开关设定。下面对这 7 种工作模式做简单介绍。

① 模式 0: 普通计数方式 (Simple Counter Mode)。计数范围是 -8 388 608~8 388 607, 不接受外部启动、停止、复位等控制输入信号, 也不产生外部输出控制信号。

② 模式 1: 线性计数方式 (Linear Mode)。在计数范围 -8 388 608~8 388 607 之间可以设定最多 16 个区间 (range), 区间可以重叠或交叉, 当计数值在某个区间时可产生相应的外部输出控制信号。下面举例说明模式 1 的用法。

设某计数器设定了 4 个区间, 如图 3-29 所示, 参数设置见表 3-24。

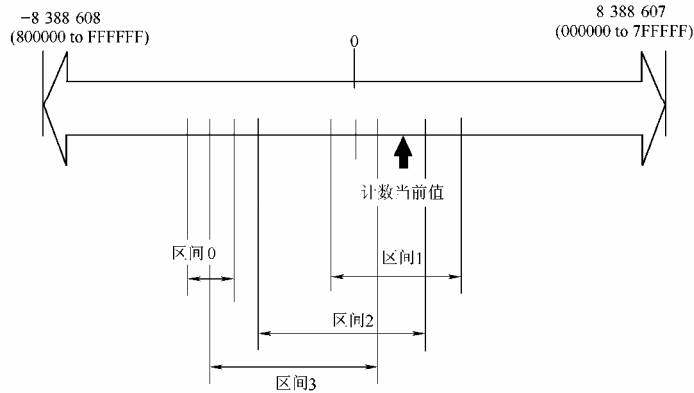


图 3-29 C200H—CT021 的模式 1 示例

表 3-24 模式 1 计数区间及参数设置表

范 围	下 限	上 限	外 部 输 出
区间 0	-7000	-5000	3,1
区间 1	-1000	4500	7,6
区间 2	-4000	3000	6,5
区间 3	-6000	2000	2,1

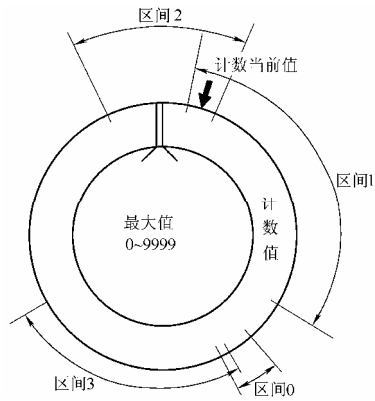


图 3-30 C200H—CT021 的模式 2 示例

当计数值为 3000 时，外部输出 7, 6, 5 为“ON”；当计数值为-5500 时，外部输出 3, 2, 1 为“ON”。某区间所产生的外部输出可在 DM 区设定，参见该书后面“DM 区分配”的内容。

③ 模式 2: 环形计数方式(Circular Mode)。模式 2 的计数范围是 0~65 535, 当计数值达到最大值时，计数值将复位为 0。与模式 1 相同，在计数范围内也可以设定最多 16 个区间 (range)，区间可重叠或交叉，当计数值在某个区间时，可产生相应的外部输出控制信号。下面举例说明模式 2 的用法。

设某计数器设定了 4 个区间，如图 3-30 所示，参数设置见表 3-25。

表 3-25 模式 2 计数区间及参数设置表

范 围	下 限	上 限	外 部 输 出
区间 0	4000	4500	3,1
区间 1	200	3000	7,6
区间 2	9000	1000	6,5
区间 3	4300	7000	2,1

当计数值为 600 时，外部输出 7, 6, 5 为“ON”。要注意的是 600 含在 (9000~1000) 的区间内，某区间所产生的外部输出可在 DM 区设定，参见本书后面“DM 区分配”的内容。

④ 模式 3: 预置值计数方式 (Preset Mode)。预置值计数方式实际上是一个递减计数器，我们将通过下面的时序图 (见图 3-31) 来说明它的工作方式。

模式 3 在计数前先设定一个预置值，预置值范围是 0~8 388 607。当计数开始时，预置值递减，外部输出 0~7 分成两组：0~3 供#1 计数器使用，4~7 供#2 计数器使用。其中，012/456 可在计数过程中产生输出 ON；3/7 在计数结束时产生一个时间可调的输出脉冲。如在上例中，外部输出 0/4 在 A 区间为“OFF”，其他区间为“ON”；输出 1/5 在 B 和

C 区间为“OFF”，其他区间为“ON”；输出 2/6 在 D 和 E 区间为“OFF”，其他区间为“ON”。

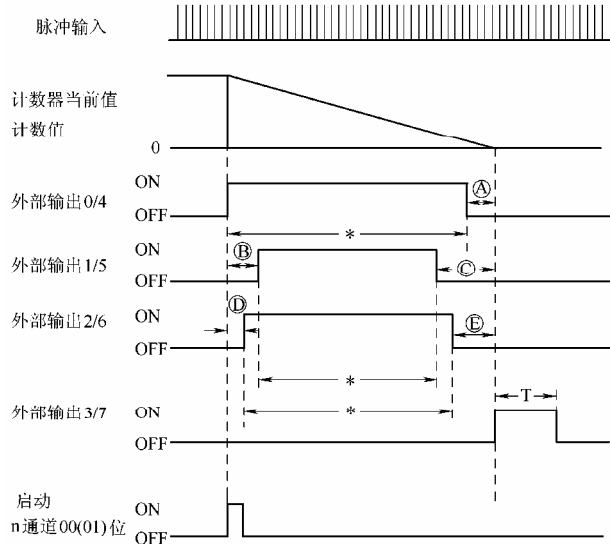


图 3-31 C200H—CT021 的模式 3 示例

⑤ 模式 4：门计数方式（Gate Mode）。模式 4 实际上是一个可控计数器，同样，通过下面的时序图（见图 3-32）来说明它的工作方式。

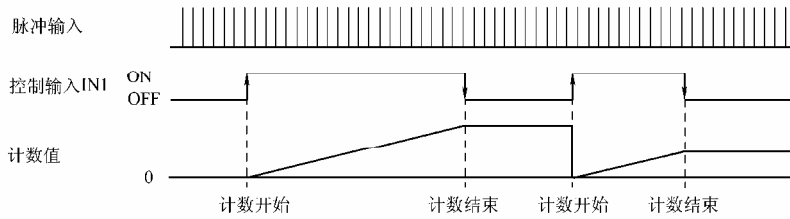


图 3-32 C200H—CT021 的模式 4 示例

从上面的时序图中可以看出，控制输入 IN1 是计数器的控制门，在 IN1 的上升沿计数器复位（计数值为 0）。当 IN1 为“ON”时，计数器工作；当 IN1 为“OFF”时，计数器停止工作并保持计数值不变。模式 4 的计数范围是-8 388 608～8 388 607。另外，模式 4 不会产生外部输出控制信号。

⑥ 模式 5：累加门计数方式（Cumulative Gate Mode）。模式 5 与模式 4 类似，也是一个可控计数器，通过下面的时序图（见图 3-33）来说明它的工作方式。

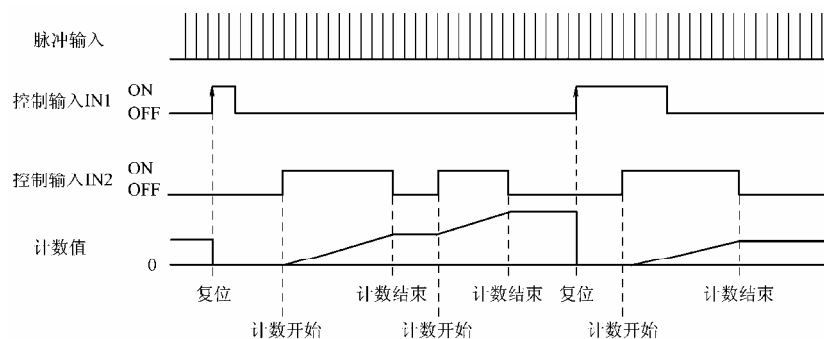


图 3-33 C200H—CT021 的模式 5 示例

从上面的时序图中可以看出，控制输入 IN1 和 IN2 是计数器的控制门，在 IN1 的上升沿计数器复位（计数值为 0），此时 IN2 不起作用。在 IN1 为“OFF”的前提下，当 IN2 为“ON”时，计数器工作；当 IN2 为“OFF”时，计数器停止工作并保持计数值不变。模式 5 的计数范围是-8388608~8388607。另外，模式 5 不会产生外部输出控制信号。

⑦ 模式 6：采样计数方式（Sampling Mode）。采样计数实际上就是在一个规定的时间间隔内计数，下面的时序图（见图 3-34）来说明它的工作方式。

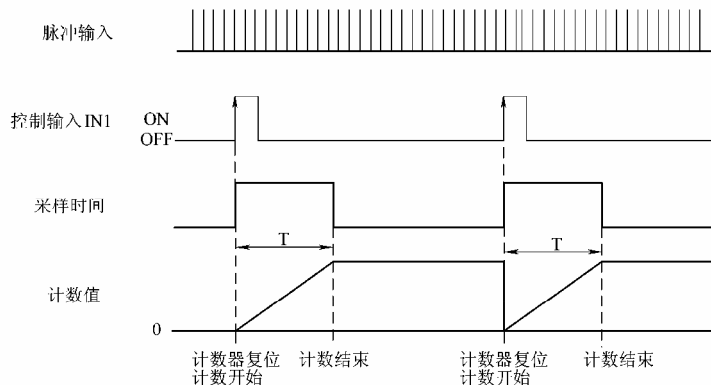


图 3-34 C200H—CT021 的模式 6 示例

从上面的时序图中可以看出，控制输入 IN1 是计数器的控制信号，在 IN1 的上升沿计数器复位（计数值为 0），并重新开始计数。当计数时间 T 结束时，计数器停止工作并保持计数值不变。采样计数的计数范围是-8388608~8388607。另外，采样计数不会产生外部输出控制信号。

(4) 控制输出极性设定开关

控制输出极性设定开关在高速计数单元的背部，如图 3-28 所示，由于控制输出 0~7 为集电极开路输出，所以通过此开关可以设定输出极性是 PNP 还是 NPN。

3. 接线

C200H—CT021 的接线是通过单元面板上的一个 40 针的插座引出的，插座引脚的排列顺序如图 3-35 所示。

插座引脚的排列分为 B 和 A 两排，插座引脚与信号的对应关系见下表。

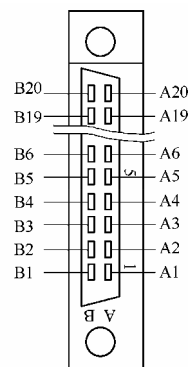


图 3-35 C200H—CT021 的接线示意图

表 3-26 插座引脚与信号关系表

B 排	引脚号	A 排
计数器 1 控制输入 IN2, 12V 或 24V	20	计数器 2 控制输入 IN2, 12V 或 24V
计数器 1 控制输入 IN1, 12V 或 24V	19	计数器 2 控制输入 IN1, 12V 或 24V
计数器 1 IN1/IN2 公共端 COM	18	计数器 2 IN1/IN2 公共端 COM
计数器 1 脉冲 Z 24V 输入	17	计数器 2 脉冲 Z 24V 输入
计数器 1 脉冲 Z 12V 输入	16	计数器 2 脉冲 Z 12V 输入
计数器 1 脉冲 Z RS422 输入	15	计数器 2 脉冲 Z RS422 输入
计数器 1 脉冲 Z 公共端	14	计数器 2 脉冲 Z 公共端
计数器 1 脉冲 B 24V 输入	13	计数器 2 脉冲 B 24V 输入
计数器 1 脉冲 B 12V 输入	12	计数器 2 脉冲 B 12V 输入
计数器 1 脉冲 B RS422 输入	11	计数器 2 脉冲 B RS422 输入
计数器 1 脉冲 B 公共端	10	计数器 2 脉冲 B 公共端
计数器 1 脉冲 A 24V 输入	9	计数器 2 脉冲 A 24V 输入
计数器 1 脉冲 A 12V 输入	8	计数器 2 脉冲 A 12V 输入
计数器 1 脉冲 A RS422 输入	7	计数器 2 脉冲 A RS422 输入
计数器 1 脉冲 A 公共端	6	计数器 2 脉冲 A 公共端
输出 0	5	输出 4
输出 1	4	输出 5
输出 2	3	输出 6
输出 3	2	输出 7
输出公共端 0V	1	输出电源 5~24V

通过图 3-36 来说明 C200H—CT021 单元的基本接线方法。图中，编码器有 A, B, Z 三个输出端分别与 C200H—CT021 单元脉冲 A, B, Z 的 12V 输入端相连，输入电平取决

于编码器，作为脉冲输入应使用双绞屏蔽线，且屏蔽接地电阻应小于 100Ω 。若 C200H—CT021 单元脉冲 A, B, Z 中的某项作为控制信号使用时，应注意编码器的输出形式，因为有些编码器的输出是极电集输出，相当于加了一个反相器，这时编码器的输出为“ON”时，计数单元的输入为“OFF”。

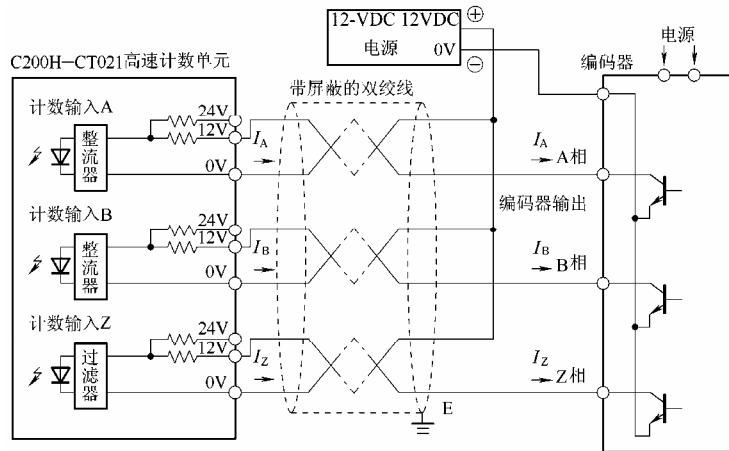


图 3-36 C200H—CT021 与编码器连接示意图

4. 输入方式

每路计数器有两个脉冲输入端 A 和 B，通过参数设定和接线可产生三种输入方式，即相差输入方式、增减脉冲输入方式、方向+脉冲输入方式。下面分别介绍三种输入方式。

(1) 相差输入方式

将编码器的输出端 A 和 B 分别接到计数单元的脉冲输入端 A 和 B 上，其接线示意图和时序图如图 3-37 所示。

编码器正转时，A 相超前 B 相 90° ；反转时，B 相超前 A 相 90° 。从计数单元侧来说，当脉冲 A 超前于脉冲 B 90° 时，计数器将递增计数；反之，当脉冲 B 超前于脉冲 A 90° 时，计数器将递减计数。

另外，这种输入方式还可以乘一个系数。当 $\times 1$ 时，只在脉冲 A 的上升沿产生计数； $\times 2$ 时，将在脉冲 A 的上升沿和下降沿产生计数； $\times 4$ 时，将在脉冲 A 和 B 的上升沿和下降沿都产生计数。

(2) 增减脉冲输入方式

假设两个编码器的输出端 A 和 B 分别接到高速计数单元的脉冲输入端 A 和 B 上，接线和时序图如图 3-38 所示。

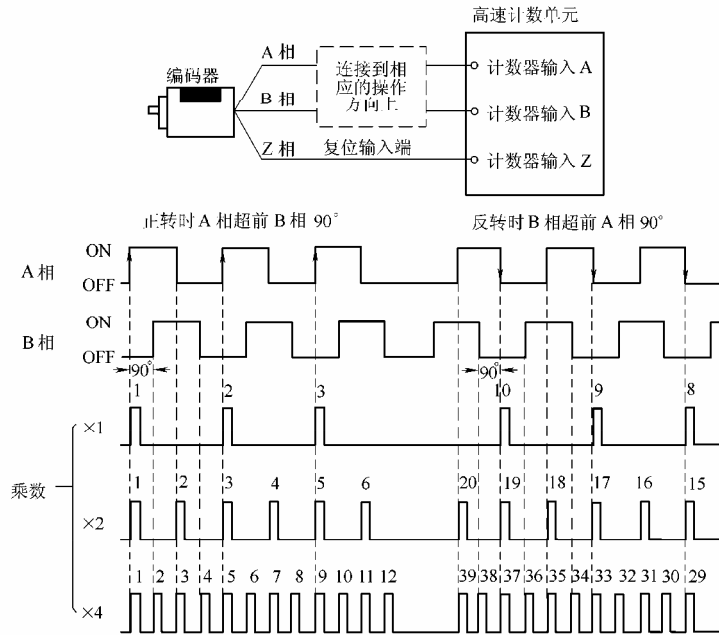


图 3-37 相差输入方式接线及时序图

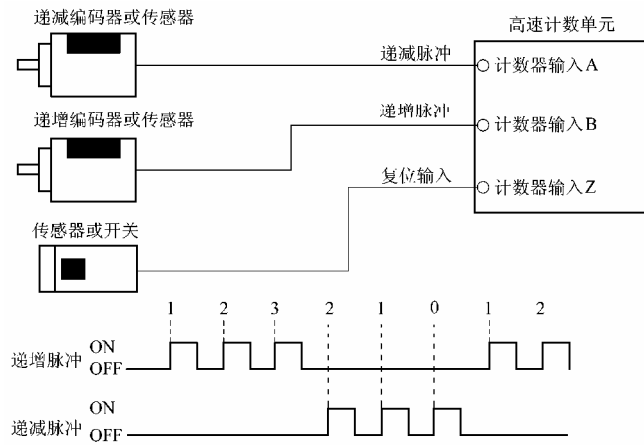


图 3-38 增减脉冲输入方式接线及时序图

在这种输入方式中，当编码器的脉冲加到计数器的脉冲输入端 A 时，计数值将递减；当其加到 B 端时，计数值将递增。

(3) 方向+脉冲输入方式

将编码器的输出接到高速计数单元的脉冲输入端 B 上，一个开关接到计数单元的脉冲输入端 A 上，接线和时序图如图 3-39 所示。

在这种计数方式中，脉冲加到计数器的脉冲输入端 B，计数值是递增还是递减取决于加到计数器的脉冲输入端 A 的电平，当 A 端的电平为“ON”时，计数值递减；反之，当 A 端的电平为“OFF”时，计数值递增。

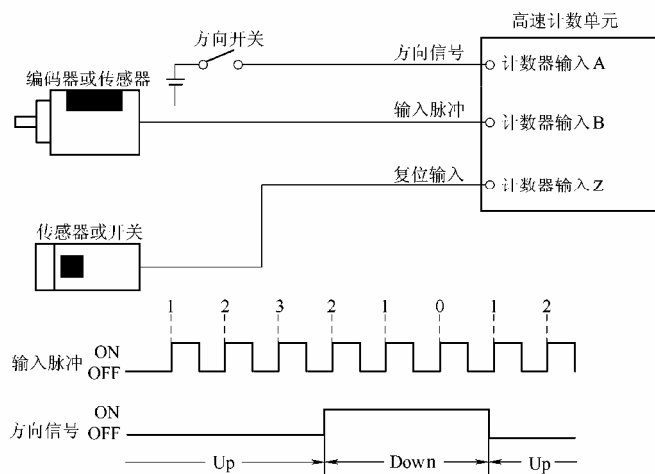


图 3-39 方向+脉冲输入方式接线及时序图

5. 复位方式

在 C200H—CT021 中，计数值复位包含 11 种方式，这 11 种方式是由以下 3 种信号组合而成的。

- ① (I)：DM 区的内部复位位
- ② (E)：外部输入信号 IN1
- ③ (Z)：外部输入脉冲 Z

表 3-27 列出了这 11 种复位方式。从该表中不难看出，所有的复位信号都是在某个信号的上升沿或下降沿产生的。例如，在方式 2 中，当 (E) 和 (I) 为“ON”时，(Z) 的上升沿将产生计数值复位，因此应注意信号出现的先后次序。

此外，还应注意两点：一是外部信号 IN1、Z 的脉冲宽度应大于 0.1 ms；二是在门、累加门和采样等三种计数模式中，复位方式已有规定，故不能使用以上 11 种复位方式。

6. DM 区与 IR 区的分配

(1) 普通计数方式下的 DM 和 IR 位分配

- ① 普通计数方式下的 DM 位分配方式见表 3-28。

表 3-27 计数器复位方式表

输入	计数器复位条件及定时	
内部复位位	0	1
	<p>(I) 复位 (I)</p>	无复位
计数器输入端 Z + 外部控制输入端 IN1 + 内部复位位	2	3
	<p>(Z) (E) (I) 复位 $(Z) \cdot (E) \cdot (I)$</p>	<p>(Z) (E) (I) 复位 $(Z) \cdot (\bar{E}) \cdot (I)$</p>
计数器输入端 Z + 外部控制输入端 IN1	4	5
	<p>(Z) (E) 复位 $(Z) \cdot (E)$</p>	<p>(Z) (E) 复位 $(Z) \cdot (\bar{E})$</p>
计数器输入端 Z + 内部复位位	6	7
	<p>(Z) (I) 复位 $(Z) \cdot (I)$</p>	<p>(Z) 复位 (Z)</p>
外部控制输入端 IN1 + 内部复位位	8	9
	<p>(E) (I) 复位 $(E) \cdot (I)$</p>	<p>(E) (I) 复位 $(\bar{E}) \cdot (I)$</p>
外部控制输入端 IN1	10	11
	<p>(E) 复位 (E)</p>	<p>(E) 复位 (\bar{E})</p>

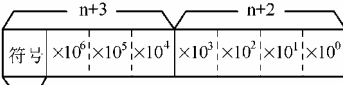
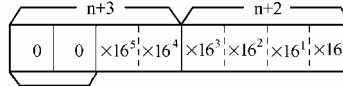
表 3-28 普通计数方式下的 DM 位分配表

字	位	功 能
m	00~03	计数模式 (0: 普通计数模式)
	04~07	未用
	08~11	未用
	12~15	当前计数值形式 (0: BCD 码; 1: 16 进制数)
m+1~m+99		未用

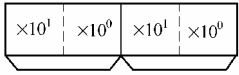
注: 在普通计数方式下, 高速计数单元只接收相差输入方式。

② 普通计数方式下的 IR 位分配方式见表 3-29。

表 3-29 普通计数方式下的 IR 位分配表

字	位	标 志	功 能
n	00	停止指令	ON: 停止计数操作; OFF: 允许计数操作
	01~03	...	未用
	04	复位#1 计数器指令	在该位的上升沿复位#1 计数器
	05	复位#2 计数器指令	在该位的上升沿复位#2 计数器
	06	读错误信息指令	错误代码在该位的上升沿被读出。当此位置“ON”时, 错误标志位 (字 n+6 的 15 位) 置 1, 并且将错误代码输出到字 n+7 中 当最新的错误代码被读出后, 错误代码将置为 0, 同时, 该位再次置为“ON” 一旦有错误代码产生, 错误标志位就置 1, 清除错误标志位可利用 IOWR 指令的控制代码“EC”, 参见相关手册
	07~15	...	未用
n+1	00~15	...	未用
n+2, n+3	00~15	#1 计数器当前值	<p>BCD 码:</p>  <p>0: +, F: -</p> <p>数据范围: -8 388 608 ~ 8 388 607</p> <p>16 进制数:</p>  <p>置为 0</p> <p>数据范围: 800 000 ~ FFFFFFFF (-8 388 608 ~ -1) 和 000 000 ~ 7FFFFFFF (0 ~ 8 388 607)</p>

续表

字	位	标志	功能	
n+4, n+5	00~15	#2 计数器当前值	同#1 计数器的设置	
n+6	00	#1 计数器	计数	当计数器正在计数时, 该位置为 1
	01		输入端 Z	显示输入端 Z 的状态 (1: 高电平; 0: 低电平)
	02		控制输入端 IN1	显示输入端 IN1 的状态 (1: 高电平; 0: 低电平)
	03		控制输入端 IN2	显示输入端 IN2 的状态 (1: 高电平; 0: 低电平)
	04		计数器溢出	当计数值超出-8 388 608~8 388 607 的范围时, 该位置为 1, 同时复位计数器
	05		复位	计数器被复位后的一个 PLC 扫描周期中, 该位置为 1
	06	计数器运行	当任意一个计数器计数时, 该位置为 1	
	07	单元忙	当 C200Hα 执行 IOWR 指令或高速计数单元初始化时, 该位置为 1	
	08	#2 计数器	计数	同#1 计数器的设置
	09		输入端 Z	
	10		控制输入端 IN1	
	11		控制输入端 IN2	
	12		计数器溢出	
	13	复位		
14	完成数据转换	当单元完成 IOWR 指令操作时, 该位从 1 置为 0, 反之亦然		
15	错误	当错误产生时, 该位置为 1。由于读错误指令标志置为 1, 则错误代码与错误位置将输出到字 n+7 中		
n+7	00~15	错误数据	某个错误代码与错误位置以如下格式显示: 15 ←→ 08 07 ←→ 00  错误代码 错误位置 (DM 字的最右两位数字)	
n+8	00~15	...	未用	
n+9	00~15	...	未用	

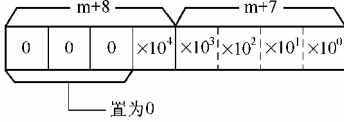
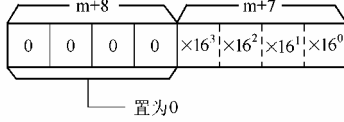
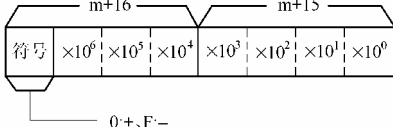
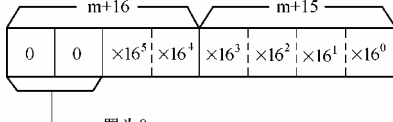
(2) 线性及环形计数方式下的 DM 和 IR 位分配

① 线性及环形计数方式下的 DM 位分配方式见表 3-30。

表 3-30 线性及环形计数方式下的 DM 区分配表

字	位	功能
m	00~03	计数模式 (1: 线性模式; 2: 环形模式)
	04~07	强制外部输出设置 (0: 无效; 1: 有效)
	08~11	外部输出形式 (0: NPN; 1: PNP)
	12~15	计数值与设定值形式 (0: BCD 码; 1: 16 进制数)
m+1	00~03	#1 计数器输入类型及复位条件: 输入类型: 0: ×1 1: ×2 2: ×4 3: 增减脉冲输入 4: 方向+脉冲输入 } 相差输入 (#1 计数器)
	04~07	未用
	08~15	复位方式 00~11 (方式 0~11)

续表

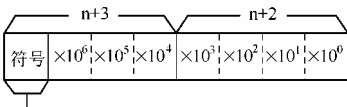
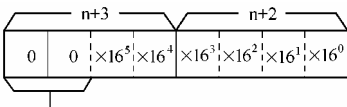
字	位	功能
m+2	00~15	#2 计数器输入类型及复位条件：参见#1 计数器的设置
m+3, m+4	00~15	设定在计数单元工作时可以由 PLC 写入的数据
m+5	00~15	#1 计数器的计数区间设定（0：无效；1：有效） 位 00~15 对应计数区间 0~15
m+6	00~15	#2 计数器的计数范围设定（0：无效；1：有效） 位 00~15 对应计数区间 0~15
m+7, m+8	00~15	<p>#1 计数器的最大计数值（仅适用于环形模式）</p> <p>BCD 码：</p>  <p>计数范围：1~65 535</p> <p>16 进制数：</p>  <p>计数范围：0001~FFFF</p> <p>在上例中，指定了#1 计数器的最大计数值。字 m+9, m+10 用于指定#2 计数器的最大计数值</p>
m+9, m+10	00~15	#2 计数器的最大计数值（仅适用于环形模式）
m+11~m+14	...	未用
m+15, m+16	00~15	<p>区间 0 的下限值</p> <p>BCD 码：</p>  <p>计数范围：-8 388 608~8 388 607</p> <p>16 进制数：</p>  <p>计数范围：800 000~FFFFFF（-8 388 608~-1）和 000 000~7FFFFFF（0~8 388 607）</p>

续表

字	位	功 能
m+17, m+18	00~15	<p>区间 0 的上限值</p> <p>BCD 码:</p> <p>计数范围: -8 388 608~8 388 607</p> <p>16 进制数:</p> <p>计数范围: 800 000~FFFFFF (-8 388 608~-1) 和 000 000~7FFFFFF (0~8 388 607)</p>
m+19	00~15	<p>区间 0 的输出模式 (1: ON; 0: OFF)</p> <p>到外部输出连接器的 0~7 针</p> <p>当计数当前值处于上下限值之间时, 各位置 1 并传递输出信号。内部输出传送到字 n+9 中; 当字 n 的 07 位置 1 时, 外部输出位置为“ON”</p>
m+20~m+24		区间 1 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+25~m+29		区间 2 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+30~m+34		区间 3 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+35~m+39		区间 4 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+40~m+44		区间 5 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+45~m+49		区间 6 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+50~m+54		区间 7 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+55~m+59		区间 8 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+60~m+64		区间 9 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+65~m+69		区间 10 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+70~m+74		区间 11 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+75~m+79		区间 12 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+80~m+84		区间 13 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+85~m+89		区间 14 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。
m+90~m+94	区间 15 的输出模式及上下限值, 设置参见区间 1。	
m+95~m+99	00~15	未用

② 线性及环形计数方式下的 IR 位分配方式见表 3-31。

表 3-31 线性及环形计数方式下的 IR 位分配表

字	位	标志	功能
n	00	启动/停止指令	在该位的上升沿开始计数；而在下降沿停止计数。如果此时强制外部输出功能失效，则将保持预置的计数值与输出模式
	01	改变#1 计数区间指令	在该位的上升沿将#1 计数器区间值设置到字 n+1 中
	02	改变#2 计数区间指令	在该位的上升沿将#2 计数器区间值设置到字 n+1 中
	03	数据传送指令	按照字 m+3 和 m+4 的设置，在该位的上升沿将从 PLC 传送数据
	04	复位#1 计数器指令	在该位的上升沿复位#1 计数器
	05	复位#2 计数器指令	在该位的上升沿复位#2 计数器。
	06	读错误信息指令	错误代码在该位的上升沿被读出。当此位置“ON”时，错误标志位（字 n+6 的 15 位）置 1，并且将错误代码输出到字 n+7 中 当最新的错误代码被读出后，错误代码将置为 0，同时，该位再次置为“ON” 一旦有错误代码产生，错误标志位就置 1。清除错误标志位可利用 IOWR 指令的控制代码“EC”，参见相关手册
	07	激活外部输出指令	若该位置为 1 则外部输出位 0~7 将可使用。不管该位如何设置，数据都将传送到字 n+9 中
n	08~15	强制外部输出位 0~7	当强制输出功能有效时，若这些位置为 1 则外部输出位 0~7 将置“ON”。（DM 区字 m 中的 04~07 位置 1） 08~15 位对应于输出位 0~7 设置强制外部输出位有效 使用这些位来检查连线是否正确，使用方法是 将 07、08~15 位置 1，00 位置 0
	00~15	区间设置有效位 0~15	00~15 位对应于计数区间 0~15 当这些位置 1 时，对应的区间将生效
n+2, n+3	00~15	#1 计数器当前值	BCD 码：  <p>符号：0:+, F:- 数据范围：-8 388 608~8 388 607 16 进制数：  <p>置为 0 数据范围：800 000~FFFFFF (-8 388 608~-1) 和 000 000~7FFFFFF (0~8 388 607)</p> </p>

续表

字	位	标志	功能				
n+4, n+5	00~15	#2 计数器当前值	同#1 计数器的设置				
n+6	00	#1 计数器	计数				
	01		输入端 Z				
	02		控制输入端 IN1				
	03		控制输入端 IN2				
	04		计数器溢出				
	05		复位				
	06	计数器工作	当任意一个计数器计数时, 该位置为 1				
	07	单元忙	当数据正在传送或当 C200H 执行 IOWR 指令或高速计数单元初始化时, 该位置为 1				
	08	#2 计数器	计数				
	09		输入端 Z				
	10		控制输入端 IN1				
	11		控制输入端 IN2				
	12		计数器溢出				
	13		复位				
	14	完成数据传送	当单元完成 IOWR 指令操作或数据传送时, 该位从 1 置为 0, 反之亦然				
15	错误	当错误产生时, 该位置为 1。由于读错误指令标志置为 1, 则错误代码与错误位置将输出到字 n+7 中					
n+7	00~15	错误数据	<p>某个错误代码与错误位置以如下格式输出:</p> <p>15 ←→ 08 07 ←→ 00</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">×10⁴</td> <td style="text-align: center;">×10⁰</td> <td style="text-align: center;">×10⁴</td> <td style="text-align: center;">×10⁰</td> </tr> </table> <p>错误代码 错误位置 (DM 字的最右两位数字)</p>	×10 ⁴	×10 ⁰	×10 ⁴	×10 ⁰
×10 ⁴	×10 ⁰	×10 ⁴	×10 ⁰				
n+8	00~15	工作区间号	00~15 位对应于计数区间 0~15 当任一计数器的计数当前值在区间上下限值之间时, 这些区间的对应位置“ON”				
n+9	00~07	内部/外部输出位 0~7	显示输出位的状态				
	08~15	内部输出位 8~15	这些位对应于输出端子, 某位置 1 则对应输出端状态为“ON” 这些位置 1 与字 n 的 07 位设置无关				

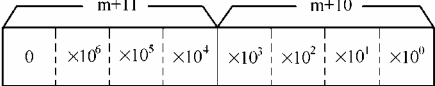
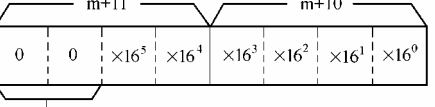
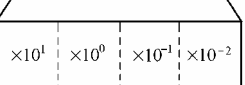
(3) 预置值计数方式下的 DM 和 IR 位分配

① 预置值计数方式下的 DM 位分配方式见表 3-32。

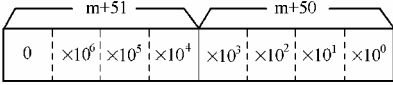
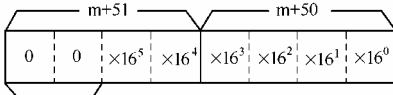
表 3-32 预置值计数方式下的 DM 区分配表

字	位	功能
m	00~03	计数模式 (3: 预置值模式)
	04~07	强制外部输出设置 (0: 无效; 1: 有效)
	08~11	外部输出形式 (0: NPN; 1: PNP)
	12~15	计数值形式与范围 (0: BCD 码; 1: 16 进制数)

续表

字	位	功 能
m+1	00~03	#1 计数器输入类型及复位条件： 输入类型： 0: $\times 1$ 1: $\times 2$ } 相差输入（#1 计数器） 2: $\times 4$ } 3: 增减脉冲输入 4: 方向+脉冲输入
	04~07	控制输入方式（0: 内部输入；1: 外部控制输入 IN2）
	08~15	复位方式 00~11（方式 0~11）
m+2	00~15	#2 计数器输入类型及复位条件：参见#1 计数器的设置
m+3, m+4	00~15	设定在计数单元工作时可以由 PLC 写入的数据
m+5~m+9	00~15	未用
m+10, m+11	00 ~ 15	#1 计数器 外部输出 0 的“OFF”计数值（参见图 3-31 中的 A 值） BCD：  计数范围：0~8 388 606 16 进制数：  计数范围：000 000~7FFFFE
m+12, m+13	00 ~ 15	外部输出 1 的 ON 计数值 计数范围：0~8 388 607（000 000~7FFFFF）
m+14, m+15	00 ~ 15	外部输出 1 的 OFF 计数值 计数范围：0~8 388 607（000 000~7FFFFF）
m+16, m+17	00 ~ 15	外部输出 2 的 ON 计数值 计数范围：0~8 388 607（000 000~7FFFFF）
m+18, m+19	00 ~ 15	外部输出 2 的 OFF 计数值 计数范围：0~8 388 607（000 000~7FFFFF）
m+20	00 ~ 15	外部输出 3 的 ON 保持时间  范围：0000~9999（0~99.99s） 单位：0.01s 若字被设置为 FFFF，则计数器输出将保持，除非计数器再次启动
m+21, m+29	00~15	未用

续表

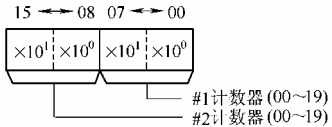
字	位	功 能
m+30, m+31	00~15	#2 计 数 器
m+32, m+33	00~15	
m+34, m+35	00~15	
m+36, m+37	00~15	
m+38, m+39	00~15	
m+40	00~15	
m+41, m+49	00~15	未用
m+50, m+51	00~15	计数器预置值 0 BCD:  计数范围: 1~8 388 607 16 进制数:  计数范围: 000001~7FFFFFFF
m+52, m+53	00~15	计数器预置值 1
m+54, m+55	00~15	计数器预置值 2
m+56, m+57	00~15	计数器预置值 3
m+58, m+59	00~15	计数器预置值 4
m+60, m+61	00~15	计数器预置值 5
m+62, m+63	00~15	计数器预置值 6
m+64, m+65	00~15	计数器预置值 7
m+66, m+67	00~15	计数器预置值 8
m+68, m+69	00~15	计数器预置值 9
m+70, m+71	00~15	计数器预置值 10
m+72, m+73	00~15	计数器预置值 11
m+74, m+75	00~15	计数器预置值 12
m+76, m+77	00~15	计数器预置值 13
m+78, m+79	00~15	计数器预置值 14

续表

字	位	功 能
m+80, m+81	00~15	计数器预置值 15
m+82, m+83	00~15	计数器预置值 16
m+84, m+85	00~15	计数器预置值 17
m+86, m+87	00~15	计数器预置值 18
m+88, m+89	00~15	计数器预置值 19
m+90~m+99	00~15	未用

② 预置值计数方式下的 IR 位分配方式见表 3-33。

表 3-33 预置值计数方式下的 IR 位分配表

字	位	标 志	功 能
n	00	启动#1 计数器指令	当该位置为 1 时，在其上升沿开始计数且预置值在字 n+1 中。当字 n 的 04 位置为 1 或计数当前值为 0 时，停止计数
	01	启动#2 计数器指令	同#1 计数器的启动
	02	...	未用
	03	数据传送指令	按照字 m+3 和 m+4 的设置，在该位的上升沿将从 PLC 传送数据
	04	复位#1 计数器指令	在该位的上升沿复位#1 计数器
	05	复位#2 计数器指令	在该位的上升沿复位#2 计数器
	06	读错误信息指令	错误代码在该位的上升沿被读出。当此位置“ON”时，错误标志位（字 n+6 的 15 位）置 1，并且将错误代码输出到字 n+7 中。当最新的错误代码被读出后，错误代码将置为 0，同时，该位再次置为“ON”。 当最新的错误代码被读出后，错误标志位仍为 1。复位错误标志位可利用 IOWR 指令的控制代码“EC”，参见相关手册。
	07	激活外部输出指令	若该位置为 1 则外部输出位 0~7 将可使用。不管该位如何设置，数据都将传递到字 n+9 中。
	08~15	强制外部输出位 0~7	若这些位置为 1 则外部输出位 0~7 将置“ON”。 08~15 位对应于输出位 0~7。 设置强制外部输出位有效。 使用这些位来检查连线是否正确，使用方法是 07、08~15 位置 1，00、01 位置 0。
n+1	00~15	计数器预置值号	这些位指定设置在字 m+50~m+89 的#1、#2 计数器的预置值。这些位的设置范围是 00~19，其中 00~07 分配给#1 计数器，08~15 分配给#2 计数器。 当开始计数操作时，计数器预置值与在计数器中的设定号码相对应。 

续表

字	位	标志	功能	
n+2, n+3	00~15	#1 计数器当前值	<p>BCD 码:</p> <p>数据范围: 0~8 388 607</p> <p>16 进制数:</p> <p>置为0</p> <p>数据范围: 000 000~7FFFFF (0~8 388 607)</p>	
n+4, n+5	00~15	#2 计数器当前值	同#1 计数器的设置	
n+6	00	#1 计数器	计数	当计数器正在计数时, 该位置为 1
	01		输入端 Z	显示输入端 Z 的状态 (1: 高电平; 0: 低电平)
	02		控制输入端 IN1	显示输入端 IN1 的状态 (1: 高电平; 0: 低电平)
	03		控制输入端 IN2	显示输入端 IN2 的状态 (1: 高电平; 0: 低电平)
	04		计数器溢出	当计数值超出 8 388 607 时, 该位置为 1, 同时复位计数器
	05		复位	计数器被复位后的一个 PLC 扫描周期中, 该位置为 1
	06	计数器工作	当任意一个计数器计数时, 该位置为 1	
	07	单元忙	当数据正在传送或当 C200H ^a 执行 IOWR 指令或高速计数单元初始化时, 该位置为 1	
	08	#2 计数器	计数	同#1 计数器的设置
	09		输入端 Z	
	10		控制输入端 IN1	
	11		控制输入端 IN2	
	12		计数器溢出	
	13		复位	
14	完成数据传送	当单元完成 IOWR 指令操作或数据传送时, 该位从 1 置为 0, 反之亦然		
15	错误	当错误产生时, 该位置为 1。由于读错误指令标志置为 1, 则错误代码与错误位置将输出到字 n+7 中		
n+7	00~15	错误数据	<p>某个错误代码与错误位置以如下格式输出:</p> <p>15 ↔ 08 07 ↔ 00</p> <p>错误代码 错误位置 (DM 字的最右两位数字)</p>	
n+8	00~15	当前有效的计数预置值号	<p>使用的计数器预置值编号将存储于 00~19 范围内, 其中 00~07 分配给#1 计数器, 08~15 分配给#2 计数器</p> <p>15 ↔ 08 07 ↔ 00</p> <p>#1计数器(00~19) #2计数器(00~19)</p>	

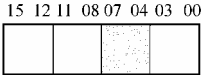
续表

字	位	标志	功能
n+9	00~07	内部/外部输出位 0~7	指示输出位的状态 这些位号对应于输出端子号，某位置 1 则对应输出端为“ON” 这些位置 1 与字 n 的 07 位设置无关
	08~15	...	未用

(4) 门、累加门及采样计数方式下的 DM 和 IR 位分配

① 门、累加门及采样计数方式下的 DM 位分配方式见表 3-34。

表 3-34 门、累加门及采样计数方式下的 DM 区分配表

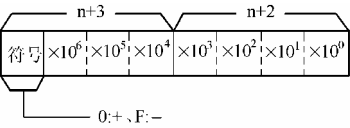
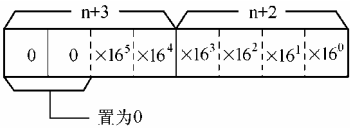
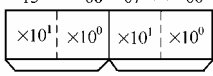
字	位	功能
m	00~03	计数模式 (4: 门模式; 5: 累加门模式; 6: 采样模式)
	04~07	未用
	08~11	未用
	12~15	计数值形式 (0: BCD 码; 1: 16 进制数)
m+1	00~03	#1 计数器输入类型及控制模式: 输入类型: 0: ×1 } 相差输入 (#1 计数器) 1: ×2 } 2: ×4 } 3: 增减脉冲输入 4: 方向+脉冲输入
	04~07	#1 计数器的控制输入方式 (0: 内部输入; 1: 外部控制输入 IN2) 设置控制输入 IN1 和 IN2 为外部输入或内部输入。 以下位用于内部控制输入 字 n 的 08 位: 内部控制 IN1 字 n 的 09 位: 内部控制 IN2  0: 外部输入 (连接器的输入) 1: 内部输入 (数据区的输入)
	08~15	未用
m+2	00~15	#2 计数器输入类型及控制模式: 输入类型参见#1 计数器的设置 #2 计数器控制模式: 以下位用于内部控制输入 字 n 的 10 位: 内部控制 IN1 字 n 的 11 位: 内部控制 IN2
m+3~m+99	00~15	未用

② 门、累加门及采样计数方式下的 IR 位分配方式见表 3-35。

表 3-35 门、累加门及采样计数方式下的 IR 位分配表

字	位	标志	功能
n	00		未用
	01	#1 计数器的采样时间设置指令	(仅采样模式下可以设置字 m+1 中的采样时间。) 在该位的上升沿设置字 m+1 中的采样时间 若在计数过程中设置了新的采样时间, 则它将在当前计数操作完成后生效
	02	#2 计数器的采样时间设置指令	(该功能仅在采样模式下有效。) 同#1 计数器功能
	03~05		未用
	06	读错误信息指令	错误代码在该位的上升沿被读出。当此位置“ON”时, 错误标志位(字 n+6 的 15 位)置 1, 并且将错误代码输出到字 n+7 中 当最新的错误代码被读出后, 错误代码将置为 0, 同时, 该位再次置为“ON” 一旦有错误代码产生, 错误标志位就置 1。清除错误标志位可利用 IOWR 指令的控制代码“EC”, 参见相关手册
	07		未用
	08	#1 计数器内部控制输入 IN1	用字 m+1 和 m+2 的 04~07 位指定内部控制输入
	09	#1 计数器内部控制输入 IN2	
	10	#2 计数器内部控制输入 IN1	
	11	#2 计数器内部控制输入 IN2	
	12~15		未用
n+1	00~15	采样时间	<p>(该功能仅在采样模式下有效。)</p> <p>采样时间的设置范围是 1~9 999ms, 单位是 1ms</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>范围: 1~9 999ms 单位: 1ms</p> <p>若为#1、#2 计数器分别设置不同的采样时间, 则必须在 PLC 的 I/O 刷新时间内设置</p> <p>设置#1 计数器采样时间是将字 n 的 01 位置 1, 02 位置 0; 而设置#2 计数器采样时间是将字 n 的 01 位置 0, 02 位置 1</p> <p>若字 n 的 01、02 位都置为 1, 则#1、#2 计数器具有相同的采样时间</p>

续表

字	位	标志	功能	
n+2, n+3	00~15	#1 计数器当前值	<p>BCD 码:</p>  <p>数据范围: -8 388 608~8 388 607</p> <p>16 进制数:</p>  <p>数据范围: 800 000~FFFFFF (-8 388 608~-1) 和 000 000~7FFFFFF (0~8 388 607)</p>	
n+4, n+5	00~15	#2 计数器当前值	同#1 计数器的设置	
n+6	00	#1 计数器	计数	当计数器正在计数时, 该位置为 1
	01		输入端 Z	显示输入端 Z 的状态 (1: 高电平; 0: 低电平)
	02		控制输入端 IN1	显示输入端 IN1 的状态 (1: 高电平; 0: 低电平)
	03		控制输入端 IN2	显示输入端 IN2 的状态 (1: 高电平; 0: 低电平)
	04		计数器溢出	当计数值超出-8 388 608~8 388 607 的范围时, 该位置为 1, 同时复位计数器
	05		未用	
	06		计数器工作	当任意一个计数器计数时, 该位置为 1
	07		单元忙	当数据正在传送或当 C200Hα 执行 IOWR 指令或高速计数单元初始化时, 该位置为 1
	08	#2 计数器	计数	同#1 计数器的设置
	09		输入端 Z	
	10		控制输入端 IN1	
	11		控制输入端 IN2	
	12		计数器溢出	
	13		未用	
	14		完成数据传送	当单元完成 IOWR 指令操作或数据传送时, 该位从 1 置为 0, 反之亦然
15		错误	当错误产生时, 该位置为 1。由于读错误指令标志置为 1, 则错误代码与错误位置将输出到字 n+7 中	
n+7	00~15	错误数据	<p>某个错误代码与错误位置以如下格式输出:</p> <p>15 ←→ 08 07 ←→ 00</p>  <p>错误代码 错误位置 (最右侧两位 DM 字)</p>	
n+8	00~15	#1 计数器采样时间	显示#1 计数器的当前采样时间	
n+9	00~15	#2 计数器采样时间	显示#2 计数器的当前采样时间	

7. C200H—CT021 的应用举例

使用 C200H—CT021 单元的#1 计数器实现预置值计数模式下的高速计数操作。参见图 3-31，控制要求如下：

- ① 设预置值为 2000；
- ② 当 A=500 时，外部输出端 0 由“ON”变为“OFF”；
- ③ 当 B=100，C=200 时，外部输出端 1 产生输出；
- ④ 当计数当前值为 0 时，外部输出端 3 产生 5s 的脉冲输出。

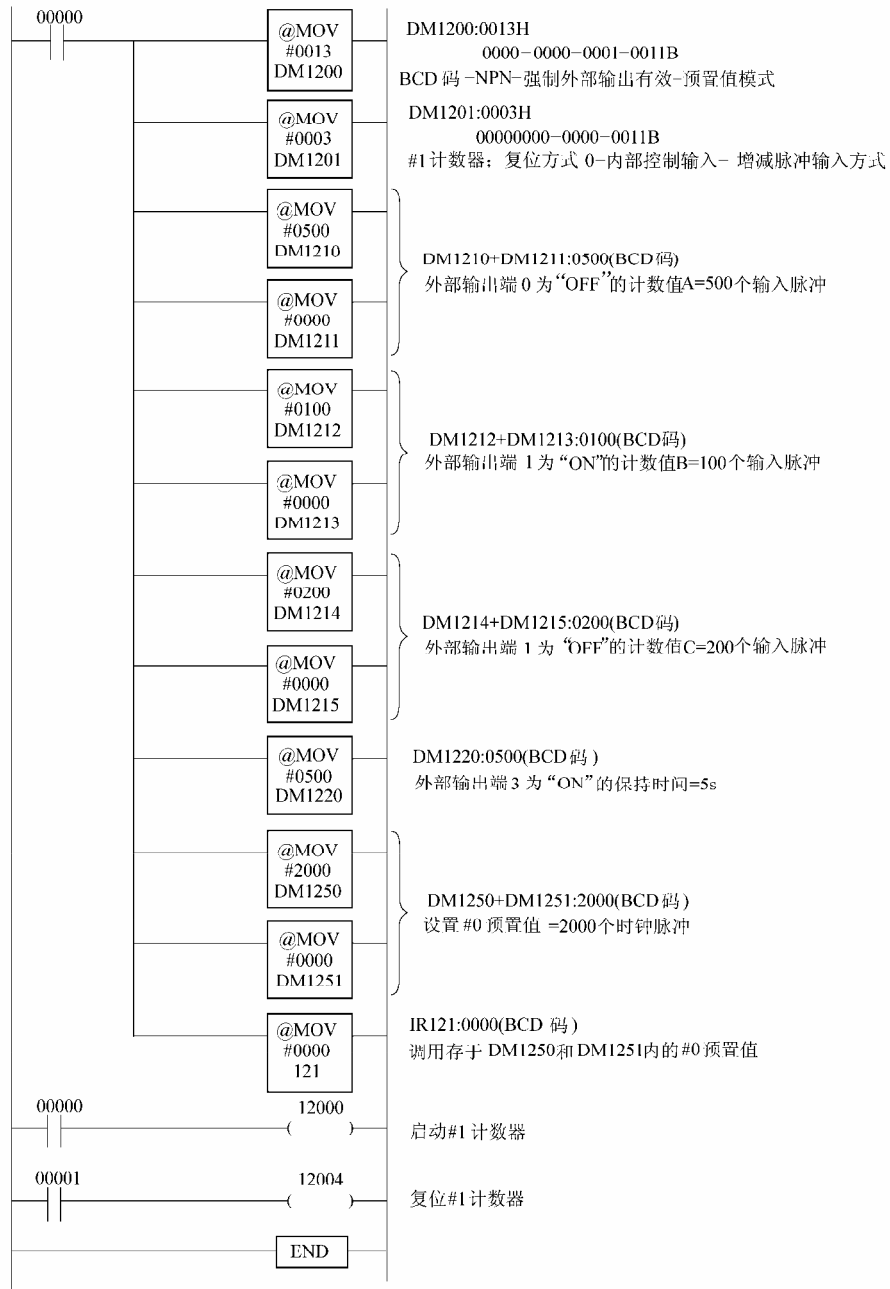
具体作法如下：

① 计数模式开关设为 3，即预置值计数模式。选取输入方式。由于预置值计数方式为计数值递减方式，所以采用增减脉冲输入方式，如图 3-40 所示。



图 3-40 预置值计数模式下的增减脉冲输入示例

- ② 复位方式选择最简单的 0 方式，即内部复位；
 - ③ 设置 C200H—CT021 的单元号为 2，参见表 3-15，计算出 $n=120$ ， $m=1200$ ；
 - ④ 在预置值计数模式下，按要求设置计数器参数，由梯形图程序实现对 IR 区、DM 区的相关字和位的设置，参见表 3-32 和表 3-33。
 - ⑤ 编写梯形图程序。
- 编写梯形图程序如下所示：



思考题

- 3.1 什么是整体结构和模块结构？它们各有什么特点？
- 3.2 C200H α PLC 的基本组成包含哪些部件？
- 3.3 什么是本地 I/O 扩展和远程 I/O 扩展，它们的扩展能力是多少？
- 3.4 CPU 单元上的 ERROR 指示灯闪烁与常亮各代表什么含义？
- 3.5 CPU 单元上与外部设备通信的接口有哪些？各有什么功能？
- 3.6 什么是标准 I/O 单元和特殊 I/O 单元？举例说明标准 I/O 单元的输出类型有哪些？各自特点及应用场合是什么？
- 3.7 在 C200H α 的系统中特殊 I/O 单元共有哪几种？最大配置是多少？
- 3.8 设某特殊单元的单元号整定为 7，则这个单元占 IR 区和 DM 区的哪些通道？
- 3.9 使用 C200H—AD003 的 1, 3 通道输入 4~20mA，用 5, 8 通道输入 0~10V，端子应如何接线？假定单元号为 5，将 4 个输入值分别传送至 HR10~HR13 通道，则 IR 区和 DM 区如何设定？编写相应的梯形图程序。
- 3.10 使用 C200H—DA003 的 2, 4 通道输出 1~5V，用 6, 8 通道输出 0~10V，端子应如何接线？假定单元号为 3，将 AR10~AR13 通道的 4 个二进制数进行 D/A 转换。D/A 转换中止时第 2, 4 路输出取最大值，第 6, 8 路输出取当前值，IR 区和 DM 区如何设定？编写相应的梯形图程序。
- 3.11 某加油机流量计采用脉冲输出，每 100 个脉冲折合为 1 升油，使用高速计数单元接收该脉冲，加油量设定在 HR10 中（BCD 码）。设加油机有大、小两台泵，开始加油时，双泵齐开，当仅剩最后 3 升时，关闭大泵；达到设定值时关小泵。编写相应程序（计数模式任选）。

第 4 章 OMRON C200H α PLC 的存储器系统

4.1 C200H α PLC 存储器概述

C200H α PLC 系统的存储器包括系统存储器和用户存储器，其中系统存储器主要是存储系统管理和监控程序，对用户程序作编译处理等。这些管理程序由厂家固化在 EPROM 中，用户不可访问。

用户存储器又分为程序区和数据区。程序区是用来存放由编程设备输入的用户编写的控制程序，它的容量 4KW~32KW 不等（视 C200H α CPU 类型而定）。它可以是 RAM、EPROM 或 E²PROM 存储器，但都能实现掉电保护数据的功能，并且可以由用户任意修改或增删数据。

用户存储器的数据区主要是用来存储输入、输出数据和中间变量，提供定时器、计数器、寄存器等，还包括系统程序所使用和管理的系统状态和标志信息。

C200H α 系统引用了电器控制系统中的术语，用继电器定义数据存储区中的位，相应地，对于用户数据区的分类也采用了××继电器区的命名法。用户数据区被划分为十类，即内部辅助继电器区 IR、专用继电器区 SR、暂存继电器区 TR、保持继电器区 HR、辅助存储继电器区 AR、链接继电器区 LR、定时器/计数器继电器区 TC、数据存储区 DM、用户存储器区 UM 和扩展数据存储区 EM 等。

对于各区的访问，C200H α 采用字（亦称做通道）和位的寻址方式，前者是将各个区都划分为若干个连续的字，每个字包含 16 个二进制位，用标识符及 2~4 个数字组成字号来标识各区的字；后者是指按继电器（即按位）进行寻址，需在字号后面再加三位数字 00~15 组成继电器号（位号）来标识各个字中的各个位。这样整个数据存储区的任一字、任一继电器或位都可用字号或继电器号惟一表示。需要注意的是在 C200H α 的数据区中，TR 区只能进行位寻址，而 TC 区和 DM 区只能进行字寻址，除此以外的其他区两种寻址方式皆可。

由于 C200H α 中除 DM 区涉及间接寻址外，其他区均采用直接寻址，所以保证了 PLC 的工作速度和实时控制的要求。C200H α PLC 数据区字分配参见表 4-1，各区的功能及用法将在下面分别介绍。

4.2 C200H α PLC 数据区域结构

1. 工作位和工作字

数据区域中的某些字和位无固有用途时，在编程中可以用它们控制其他位，用于这种

功能的字或位称为工作字或工作位。大多数（不是全部）没有占用的位都可用做工作位。

2. 标志位和控制位

一些数据区域包括标志位和（或）控制位。标志位能自动置“ON”或“OFF”来反映某些操作状态。有一些标志位可由用户设置为“ON”和“OFF”，但大多数标志位只能读，而不能被直接控制。

控制位是由用户设置“ON”和“OFF”来控制特定操作的位。用“位”而非“标志”命名的位统称做控制位，例如重启动位就是控制位。

3. 数据区域的寻址

设计数据区域时，通常应给出数据区域的简称，但 IR 区域和 SR 区域例外。因为这两个区域的地址是顺序编址的，字或位的地址足以区分这两个区域。虽然为了解释清晰，也给出 IR 和 SR 区域简称，但在编程时可省略。

表 4-1 C200Hα存储区分配表

区 域	大 小	范 围	注 释
内部继电器区域 1	3776 位	IR000~IR235	PLC 与外部真实设备的 I/O 操作
内部继电器区域 2	3392 位	IR300~IR511	
专用继电器区域 1	312 位	SR236~SR255	包括系统状态标志位及控制位，是只读区
专用继电器区域 2	704 位	SR256~SR299	
暂存继电器区域	8 位	TR00~TR07	当编辑某种类型的分支梯形图时，可用于临时存储和读取执行条件
保持继电器区域	1600 位	HR00~HR99	当 PC 掉电时，用于存储数据和保留数值
辅助继电器区域	448 位	AR00~AR27	包括标志位和特殊功能位，掉电时保留状态
链接继电器区域	1024 位	LR00~LR63	用于链接系统中数据链接。（如不用于 PC 链接系统，这些位可用做工作字或工作位。）
定时器/计数器区域	512 个定时器/计数器	TC000~TC511	用于定义定时器和计数器以及存取结束标志，PC 和 SV 值 TIM000~TIM015 作为高速定时器通过中断处理刷新
数据存储区 (DM) 区域	6114 字	DM0000~DM6143	读/写
	1000 字	DM0000~DM0999	普通 DM 区，供用户使用
	2600 字	DM1000~DM2599	特殊 I/O 单元区域
	3400 字	DM2600~DM5999	普通 DM 区，供用户使用
	31 字	DM6000~DM6030	历史记录
	44 字	DM6100~DM6143	链接测验区域（保留）
固定 DM 区域	512 字	DM6144~DM6599	固定 DM 区域（只读）
	56 字	DM6600~DM6655	PC 设置

续表

区 域	大 小	范 围	注 释
扩展数据存储器 (EM) 区 域	6144 字	EM0000~EM6143	EM 区域存储容量取决于使用 PC 的型号。 PLC 可以是有 EM 区, 1 组 6144 字 EM 区 和 3 组 6144 字 EM 区 与 DM 一样, EM 只能按字存取, 当 PC 掉 电时, EM 区域中数据被保留

TC 区域由 TC 号组成, 每个号用于在程序中定义不同的定时器或计数器。除了 TC 区域, 其他数据区域的数据位置都通过地址确定。地址指定了所需数据在区域中的字或位。如 IR, SR, HR, DM, AR 和 LR 区域等是由字组成, 而每个字由 16 位组成, 依次从右到左编号为 00 到 15。下面列出了 IR 字 000 和 001, 每个字的内容都为 0, 位 00 称为最右位, 位 15 称为最左位。

位序号	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
字 IR000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
字 IR001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

术语“最高位”通常指最左位, “最低位”通常指最右位。但是在某些情况下不能如此简单定义, 因为数据的字常分成几部分, 每部分用做不同的参数或操作数, 如果把不同字上的位接起来组成新字时, 最右位就有可能成为实际上的最高位。

DM 区域只能读取字, 不能定义其中的某一位。而在 IR, SR, HR, AR 和 LR 区域中可以存取数据的字或位, 这取决于操作数据的指令。

按字指定存储区域时, 应包括存储区域简称 (如有必要) 和 2, 3 或 4 位的字地址。如按位指定存储区域时, 字地址加上位序号一同组成某个 4 或 5 位数的地址, 如表 4-2 所示。最右的两位数字在 00 和 15 之间。

表 4-2 数据区字/位指定表

区 域	字 指 定	位 指 定
IR	000	00015 (字 000 的最左位)
SR	252	25200 (字 252 的最右位)
DM	DM1250	不能用
TC	TC215 (指 PV)	TC215 (指完成标志)
LR	LR12	LR1200

注: 相同的 TC 号可用来指定定时器/计数器的当前值以及定时器/计数器的完成标志位。

4. 数据结构

以十进制形式输入的数据用 BCD 码形式存储, 以十六进制形式输入的数据用二进制

形式存储。字中每4位代表一位数，每一个十进制数或十六进制数都可以等价地表示成四位二进制数。这样，一个字就能表示四位数字，这四位数依次从右向左编号。数字序号与二进制位号的对应关系如下：

数字序号	3				2				1				0			
位序号	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
内容	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

对于整个字，数字序号为0的数称为最右位数字，数字序号为3的数称为最左位数字。输入数据时，应按要求输入适当的形式。特别是按字输入数据时，究竟是用十进制还是用十六进制输入就要视所用的指令而定了，因此，用户编程时需要认真判断。

5. 无符号的二进制数据

无符号二进制数在OMRON PLC中是标准格式，本书中无特别声明都是指无符号数。无符号数总是表示正的，范围是0(0000H)~65 535(FFFFH)，8位数字的值范围为0(0000 0000H)~4 294 967 295 (FFFF FFFFH)，对应关系如下：

权值	16^3				16^2				16^1				16^0			
位序号	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
内容	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6. 带符号的二进制数据

带符号二进制数可正可负，符号由位15表示，位15为“OFF”时表示正；位15为“ON”时表示负。正数范围为0(0000H)~32 767(7FFFH)，负数范围为-32 768(8000H)~-1(FFFFH)，对应关系如下：

符号位																
权值	16^3				16^2				16^1				16^0			
位序号	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
内容	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

8 位数字的正值范围为 0 (0000 0000H) ~ 2 147 483 647 (7FFF FFFFH), 8 位数字的负值范围为 -2 147 483 648 (8000 0000H) ~ -1(FFFF FFFFH)。

7. 不同数制的数据转换

二进制数与十六进制数转换很容易, 每 4 位二进制数等价于一位十六进制数。按从右至左的次序进行转换。

十进制数与 BCD 码也很容易转换。每一个 BCD 码数字 (即 4 个 BCD 位的组) 等价于一个十进制数字, 例如 BCD 位 0101011101010111 以每 4 位为一组从右开始转换, 二进制数 0101 对应十进制数 5, 二进制数 0111 对应十进制数 7, 因此对应的十进制数为 5757。注意, 这与十六进制数 0101011101010111 在数值上是不同的。因为每 4 位 BCD 码对应一个十进制数, 所以大于 9 的 4 位二进制数不能用。例如 1011 不允许出现, 因为它对应十进制数的 11, 不能用一个十进制数字表示; 但在十六进制中允许用 1011, 它等价于十六进制数 B。

BCD 码与十六进制数之间互相转换的指令, 详见第 5 章“数制换算类指令”。

4.3 IR (Internal Relay 内部继电器) 区域

IR 区域既可用做控制 I/O 点的数据, 也可用做内部处理和存储数据的工作位。它可以按位或字存取。在 C200H α PLC 中, IR 区域由字 IR000~IR235 (IR 区域 1) 和 IR300~IR511 (IR 区域 2) 两段组成, 见表 4-3。存取 IR 区域 2 的基本指令执行时间比 IR 区域 1 的稍长些。

1. I/O 区域

I/O 区域分为两段, 是 PLC 输入输出单元映象区, 它既可以字寻址, 也可以位寻址。当字访问时, 只需 3 位数字表示 I/O 字 (或 I/O 通道) 即可; 若以位访问时, 则需在字号后再加 2 位数字, 用 5 位数表示 I/O 位 (一个继电器)。

I/O 区中直接映象外部输入信号的那些位称为输入位, 编程时可根据需要按任意顺序、无限次地使用这些输入位, 但这些位不能用于输出指令。I/O 区中直接控制那些外部输出设备的位称为输出位, 编程时每个输出位只能被输出一次, 但可无数次用于输入, 用做其他输出的条件。

PLC 通过 I/O 区与第 3 章中提到的标准 I/O 单元建立联系, I/O 区域中的每个字都可以映象一个标准 I/O 单元的状态, 而每个字中的每个位都可以映象一个标准 I/O 单元上的每个端子的状态。C200H α 共设置了 40 个 I/O 字, 编号为 000~029 和 300~309。

每个 I/O 单元究竟占用哪个字号是由它在母板上的安装位置决定的。前面说过, 一个 C200H α PLC 系统中的 CPU 母板最多可带 3 个本地 I/O 扩展母板, 各母板上的位号见表 4-4。每个字可寻址 16 位, 因此若安装 16 点以下单元或选用 8 槽以下母板, 则 I/O 区中的

某些字或位将空闲，可以作为工作字或位来存储中间变量。而那些被 I/O 单元所占用的字和位都将以 I/O 登记表的形式存入用户存储器中，以备 CPU 操作时使用。

表 4-3 IR 区域分配表

区 域		范 围	注 释
IR 区 域 1	I/O 区域 1	IR000~IR029	按槽位置分配给 CPU 母板和扩展 I/O 母板的 I/O 字
	组-2 高密度 I/O 单元和 B7A 接口单元区域 1	IR030~IR049	分配给组-2 高密度 I/O 单元和组-B7A 接口单元(0~9)
	SYSMAC BUS 区域	IR050~IR099	分配给远程 I/O 从站母板(0~4)
	特殊 I/O 单元区域 1	IR100~IR199	分配给特殊 I/O 单元(0~9)
	光缆 I/O 单元和 I/O 终端区域	IR200~IR231	分配给光缆 I/O 单元和 I/O 终端
	工作区	IR232~IR235	用于程序中工作位
IR 区 域 2	I/O 区域 2	IR300~IR309	按槽位置分配给第三个扩展 I/O 母板的 I/O 字
	工作区	IR310~IR329	用于程序中工作位
	组-2 高密度 I/O 单元区域 2	IR330~IR341	分配给组-2 高密度 I/O 单元
	工作区	IR342~IR349	用于程序中工作位
	特殊 I/O 单元区域 2	IR350~IR399	未分配
		IR400~IR459	分配给特殊 I/O 单元(A~F)
工作区	IR460~IR511	用于程序中工作位	

表 4-4 母板位号分配表

母板	槽 1	槽 2	槽 3	槽 4	槽 5	槽 6	槽 7	槽 8	槽 9	槽 10
CPU 母板	00000	00100	00200	00300	00400	00500	00600	00700	00800	00900
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
I/O 扩 展母 板	00015	00115	00215	00315	00415	00515	00615	00715	00815	00915
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
I/O 扩 展母 板	01000	01100	01200	01300	01400	01500	01600	01700	01800	01900
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
I/O 扩 展母 板	01015	01115	01215	01315	01415	01515	01615	01715	01815	01915
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
I/O 扩 展母 板	02000	02100	02200	02300	02400	02500	02600	02700	02800	02900
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
I/O 扩 展母 板	02015	02115	02215	02315	02415	02515	02615	02715	02815	02915
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
I/O 扩 展母 板	30000	30100	30200	30300	30400	30500	30600	30700	30800	30900
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
I/O 扩 展母 板	30015	30115	30215	30315	30415	30515	30615	30715	30815	30915
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

I/O 登记表是在系统上电以后由用户利用编程设备写入的，以后每次系统上电时，CPU 自动检查系统配置是否与存储器中已有的 I/O 登记表相符合，若不符则报警并在显

示屏上出现提示信息，要求用户重新进行 I/O 登记，建立一个新的 I/O 登记表以后，CPU 才可开始正常工作。

当然，也可以不登记 I/O 表，这样 CPU 也就省略了校验 I/O 表的过程，而且 I/O 卡可以任意更换或调换。

2. 特殊 I/O 单元字的分配

特殊 I/O 单元，如 A/D 和 D/A 单元，高速计数单元等在第 3 章中已经讲述过。在 C200H α PLC 中，CPU 母板或扩展 I/O 母板上的任意槽最多可安装 16 个特殊 I/O 单元（在远程 I/O 扩展母板上，也可安装有限数量的特殊 I/O 单元）；而在 C200HE—CPU□□—E 和 C200HG/HX—CPU3□—E/4□—E PLC 中，最多可安装 10 个特殊 I/O 单元。每个特殊 I/O 单元根据它的单元号（#0~#F）分配了固定的 10 个字作为 I/O 数据区。

特殊 I/O 单元区分为 1 和 2 两段，字分配方式见表 4-5。

表 4-5 特殊 I/O 单元字分配表

单元号	I/O 字	PLC 限制
0	IR100~109	无
1	IR110~119	
2	IR120~129	
3	IR130~139	
4	IR140~149	
5	IR150~159	
6	IR160~169	
7	IR170~179	
8	IR180~189	
9	IR190~199	
A	IR400~409	C200HE—CPU□□—E 和 C200HG/HX—CPU3□—E/4□—E 中不能使用
B	IR410~419	
C	IR420~429	
D	IR430~439	
E	IR440~449	
F	IR450~459	

3. 从站母板字的分配

表 4-3 中的 SYSMAC BUS 区域用于实现最多 5 个从站母板的远程 I/O 扩展方式。表 4-6 列出按母板号分配给每个从站母板的 IR 区域字。

表 4-6 从站 I/O 字分配表

母 板 号	I/O 字
0	IR050~059
1	IR060~069
2	IR070~079
3	IR080~089
4	IR090~099

4. 组一2 高密度 I/O 单元和 B7A 接口单元的分配

组一2 高密度 I/O 单元和 B7A 接口单元不使用该单元占用的槽号所分配到的字，而是根据设置的单元号分配 IR030~IR049 中的字。对于 32 点的单元，每个单元分配 2 个字，对于 64 点的单元则分配 4 个字/单元。

组一2 高密度 I/O 单元和 B7A 接口单元区域分为两段，字分配方式见表 4-7。

其他 I/O 单元，如光缆型 I/O 单元、远程 I/O 主单元、中断输入单元等的字分配请参见相关资料。

表 4-7 组一2 高密度 I/O 单元字分配表

32 点单元		64 点单元	
单 元 号	字	单 元 号	字
0	IR30~31	0	IR30~33
1	IR32~33	1	IR32~35
2	IR34~35	2	IR34~37
3	IR36~37	3	IR36~39
4	IR38~39	4	IR38~41
5	IR40~41	5	IR40~43
6	IR42~43	6	IR42~45
7	IR44~45	7	IR44~47
8	IR46~47	8	IR46~49
9	IR48~49	9	不能用
A	IR330~331	A	IR330~333
B	IR332~333	B	IR332~335
C	IR334~335	C	IR334~337
D	IR336~337	D	IR336~339
E	IR338~339	E	IR338~341
F	IR340~341	F	不能用

4.4 SR (Special Relay 专用继电器) 区域

SR 区域包括标志位和控制位，用于监测 PLC 系统的工作状态，存取时钟脉冲以及显示错误信号等。SR 区域的字寻址范围为 236~299，位地址从 23 600~29 915。SR 区域分为两段，见表 4-8。第一段结束于 SR 255，第二段从 SR 256 开始。当 SR 区域中的字被用做某指令的连续操作数时，该操作数不能跨越这条分界线。存取 SR 区域 2 的基本指令执行时间长些。

表 4-8 SR 区域分配表

区 域	范 围	注 释
SR 区域 1	SR23 600~SR25 507	包含系统时钟、标志、控制位和状态信息
SR 区域 2	SR256~SR299	包含标志、控制位和状态信息。SR290~SR297 由 MCRO (99) 用做 I/O 字

SR 区域标志位和控制位的功能详见附录 A。标志位一般为“OFF”，只有在预定条件出现时，才置“ON”，重新启动位通常为“OFF”，但当用户把某位置“ON”后再置“OFF”，就会重新启动所指定的链接单元。其他控制位为“OFF”，直到用户重新设置后改变。下面介绍几种常用的标志位。

1. FAL (故障报警) 区域

当 FAL 或 FALS 指令执行时，一个 2 位的 BCD FAL 代码输出至位 25 300~25 307，这些代码由用户定义，用于错误诊断。PLC 也会自动将 FAL 代码输出至这些位，例如由于电池电压过低导致的故障。

执行 FAL(06)指令或在手编程器上执行故障读操作，可以使这个区域复位。

2. 电池低压标志

CPU 后备电池电压下降时，SR 位 25 308 置“ON”，CPU 面板 ALM/ERR 指示灯闪烁。SR 位 25 308 可以通过编程来产生一个电池电压过低的外部报警。

3. 周期时间错误标志

当周期扫描时间超过 100ms 时，SR 位 25 309 置“ON”，CPU 面板 ALM/ERR 指示灯闪烁，但程序继续执行，除非超出监视定时器设置的最大时间限制。但是周期扫描时间超过 100ms 后，定时将不精确。

4. I/O 检验错误标志

装在系统上的单元与登记在 CPU 中的 I/O 表不一致时，SR 位 25 310 置“ON”，CPU

面板 ALM/ERR 指示灯闪烁，但程序继续执行。一旦该位为“ON”时，应停止 PLC 操作，检查单元以及修正 I/O 表。

5. 第一个周期标志

SR 位 25 315 在 PLC 操作开始时置“ON”，一个周期后又置为“OFF”，它在初始化计数器及其他操作时很有用。

6. 时钟脉冲位

C200Hα PLC 系统提供了五种周期的时钟脉冲，见表 4-9，可用于控制程序定时。

表 4-9 时钟脉冲

位 号	25 400	25 401	25 500	25 501	25 502
脉冲周期	1min	0.02s	0.1s	0.2s	1.0s

每个时钟位在规定的脉冲周期前半时内为“1”，在后半时内为“0”，即每个时钟脉冲发生器标志的占空比为 1:1。如图 4-1 所示。

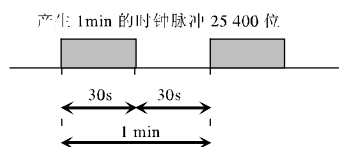


图 4-1 SR 25 400 位时钟脉冲示意图

因为 0.02s、0.1s 和 0.2s 时钟脉冲的置位时间分别为 10ms、50ms 和 100ms，如果扫描时间太长，则 CPU 将不能精确地读出脉冲。

7. 指令执行错误标志 ER

当执行一条错误指令时将使 SR 位 25 503 置为“ON”。指令错误的常见原因是要求操作数是 BCD 数时没有给出 BCD 数，或是间接访问一个不存在的 DM 通道。当 ER 标志位置“ON”时，当前指令将不执行。

8. 算术运算标志

(1) 负标志 (N)

当计算结果为负时，SR 位 25 402 置“ON”。

(2) 上溢出标志 (OF)

当二进制加或减的结果超出 7FFF 或 7FFFFFFF 时，SR 位 25 404 置“ON”。

(3) 下溢出标志 (UF)

当带符号二进制加或减的结果超出 8000 或 80 000 000 时, SR 位 25 405 置“ON”。

(4) 进位标志 (CY)

当一个算术运算结果中有进位或循环/移位指令将“1”移入 CY 时, SR 位 25 504 置“ON”。此位可用 STC 和 CLC 指令设置和消除。在任何影响 CY 的指令执行之前, 应先用 CLC 指令清除 CY。

(5) 大于标志 (GR)

当比较结果表明第一个操作数大于第二个操作数时, SR 位 25 505 置“ON”。

(6) 等于标志 (EQ)

当比较的结果表明两操作数相等时, 或一个算术运算结果为 0 时, SR 位 25 506 置“ON”。

(7) 小于标志 (LE)

当比较结果表明第一个操作数小于第二个操作数时, SR 位 25 507 置“ON”。

注意: 当执行 END (01) 指令时, CY, GR, EQ, LE 四个算术标志置“OFF”。

9. RS—232C 端口通信区域

RS—232C 端口错误代码类型见表 4-10。

表 4-10 RS—232C 端口错误类型表

设 置	错 误 类 型
0	正常
1	奇偶校验错误
2	帧错误
3	运行错误
4	FCS 错误
5	超时错误
6	校验和错误
7	命令错误

当出现 RS—232C 端口错误时, SR 位 26400~26403 置“ON”。

(1) RS—232C 端口通信错误位

当出现 RS—232C 端口通信错误时, SR 位 26404 置“ON”。

(2) RS—232C 端口发送准备标志

当 PLC 准备传送数据时，SR 位 26405 置“ON”。

(3) RS—232C 端口接收完成标志

当 PLC 完成从 RS—232C 设备读取数据时，SR 位 26406 置“ON”。

(4) RS—232C 端口接收溢出标志

数据接收后出现数据溢出时，SR 位 26407 置“ON”。

(5) RS—232C 接收计数器

SR26 500~SR26 515 保存在普通 I/O 方式下 RS—232C 端口的接收次数。

(6) 上位机链接 0 级发送准备标志

当 PLC 准备向上位机链接单元传送时，SR 位 26705 置“ON”。

(7) 上位机链接 1 级接收准备标志

当 PLC 准备从上位机链接单元接收数据时，SR 位 26713 置“ON”。

10. 外设端口通信区域

当出现外设端口错误时，普通 I/O 方式，SR 位 26408~26411 置“ON”。

(1) 外设端口通信错误位

当出现外设端口通信错误时，SR 位 26412 置“ON”（普通 I/O 方式有效）。

(2) 外设端口发送准备标志

当 PLC 在普通 I/O 方式下准备传送数据时，SR 位 26413 置“ON”。

(3) 外设端口接收完成标志

当 PLC 完成从外设读取数据时，SR 位 26414 置“ON”（普通 I/O 方式有效）。

(4) 外设端口接收溢出标志

数据接收后出现数据溢出时，SR 位 26415 置“ON”（普通 I/O 方式有效）。

(5) 外设接收计数器

SR26 600~SR26 615 保存在普通 I/O 方式下外设端口接收次数。

(6) 上位机链接 0 级发送准备标志

当 PLC 准备向上位机链接单元传送时，SR 位 26705 置“ON”。

(7) 上位机链接 1 级接收准备标志

当 PLC 准备从上位机链接单元接收数据时, SR 位 26713 置“ON”。

4.5 HR (Holding Relay 保持继电器) 区域

HR 区域可用于各种数据的存储和操作。HR 区域的字寻址范围是 HR00~HR99。HR 区域既可以字访问, 也可以位访问, 但在字号或位号前需冠以“HR”字符, 以区别于其他区域。当系统工作方式改变、电源中断或 PLC 操作停止时, HR 区域数据保持不变。

4.6 TR (Temporary Relay 暂存继电器) 区域

TR 区域用于存储程序分支点的数据, 适用于那些输出有许多分支点, 但 IL 和 ILC 分支指令又不适合的场合。TR 区域的寻址范围是 TR00~TR07, 只能进行位寻址, TR 区域寻址时需在地址号前加前缀“TR”字符, 在程序的一个分支内(即从梯形图左边竖母线引出的单一分支内)同一个 TR 号不能重复使用, 但在不同的程序分支间同一个 TR 号可重复使用。与前面讲的几个区域不同的是 TR 位只可以与 LD 和 OUT 指令联用, 其他指令不能使用 TR 位作为数据。详细用法参见第 5 章。

4.7 AR (Auxiliary Relay 辅助继电器) 区域

AR 区域的字寻址范围是 AR00~AR27, 既可以字访问, 也可以位访问, 寻址方式为字号前加前缀“AR”字符或位号前加前缀“AR”字符。AR 区域中大部分字和位都有特定的用途, 例如传输计数器, 标志位及控制位等, 而且字 AR00~AR07 和 AR23~AR27 不能用于其他用途。当 AR08~AR17 的字或位不用做 SYSMAC LINK 单元或 SYSMAC NET 单元的标志位时, 可以作为工作字或工作位由用户使用。除非特殊说明, 被系统所占用的 AR 位每次扫描都由系统刷新一次。系统占用的 AR 位功能参见附录 B 所示。AR 区域数据具有掉电保护数据的功能。

4.8 LR (Link Relay 链接继电器) 区域

LR 区域作为普通数据区, 通过 PLC 链接系统可以在 PLC 之间传送数据。LR 区域既可以字访问, 也可以位访问, 它的寻址方式为字号或位号前加前缀“LR”字符, 字寻址范围是 LR00~LR63。在使用了 SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 系统时, LR 区域的一部分被用于系统数据通信, 而未没用到的 LR 区域中的字和位可用于中间数据存储和操作。

在电源掉电、工作方式改变或被 IL-ILC 分支复位时(参见 IL-ILC 指令), LR 区域数据不能保持。

4.9 TC (Timer/Counter 定时器/计数器) 区域

TC 区域为用户提供了 512 个定时器或计数器，地址为 000~511。TC 区域是 TIM，TIMH(15)，CNT 和 CNTR(12)指令共用的惟一数据区。TC 区域只能以字方式访问，用于存储定时器或计数器 (TIM/CNT) 的设定值 (SV) 和当前值 (PV)。TC 区域的字号为三位数字，为了区别定时器和计数器，在三位数的 TC 字号前加前缀“TIM”或“CNT”字符，例如 TIM001 或 CNT126。另外，对于 TIMH 和 CNTR 则指令后加上相应的 FUN 码，详见第 5 章。

一旦某个 TC 号已被用过，则不能使用该号再重复定义其他的定时器或计数器。例如，在一段程序中已用了 TIM010，则再用 CNT010 就会发生错误。电源掉电时，TC 区域将保持 TIM 或 CNT 的设定值 SV 以及 CNT 的当前值 PV，而不保持 TIM 的当前值。

4.10 DM (Data Memory 数据存储器) 区域

DM 区域是数据存储区，只能以字方式访问，不能用于位操作指令。寻址范围及用途见表 4-11，寻址方式是在字号前加前缀“DM”字符。掉电期间 DM 区域数据可保持。

表 4-11 DM 区域字分配表

地 址	用户读/写	用 途
DM0000~DM0999	读/写	普通 DM
DM1000~DM1999		特殊 I/O 单元区域
DM2000~DM5999		普通 DM
DM6000~DM6030		历史记录
DM6100~DM6143		保留
DM6144~DM6599	只读	系统设置
DM6600~DM6655		PLC 设置
DM7000~DM9999		扩展 DM ²

注意：PLC 设置可以将 DM7000~DM8599 作为特殊 I/O 区域来代替 DM1000~DM2599，参见附录 C。通过程序可以写 DM0000~DM6143，但 DM6144~DM6655 只能从外设改写。

按 PLC 设置中字 DM6602 设置的值，可将 DM 区域的 1000 个字或 1600 个字分配给对应的 10 或 16 个特殊 I/O 单元存储相关参数。字分配方式见表 4-12。

DM 区域用做数据处理和存储时可以间接访问，用 *DMnnnn 表示将 DMnnnn 中的内容作为实际操作数的地址。如图 4-2 所示，将立即数 3560 送入 DM0010 通道中指定的地址，若 *DM0010 通道中为 0200，则将 #3560 送入 DM0200 通道中。

表 4-12 特殊 I/O 单元 DM 区域字表

单 元	地 址
0	DM1000~DM1099 或 DM7000~DM7099
1	DM1100~DM1199 或 DM7100~DM7199
2	DM1200~DM1299 或 DM7200~DM7299
3	DM1300~DM1399 或 DM7300~DM7399
4	DM1400~DM1499 或 DM7400~DM7499
5	DM1500~DM1599 或 DM7500~DM7599
6	DM1600~DM1699 或 DM7600~DM7699
7	DM1700~DM1799 或 DM7700~DM7799
8	DM1800~DM1899 或 DM7800~DM7899
9	DM1900~DM1999 或 DM7900~DM7999
A	DM2000~DM2099 或 DM8000~DM8099
B	DM2100~DM2199 或 DM8100~DM8199
C	DM2200~DM2299 或 DM8200~DM8299
D	DM2300~DM2399 或 DM8300~DM8399
E	DM2400~DM2499 或 DM8400~DM8499
F	DM2500~DM2599 或 DM8500~DM8599

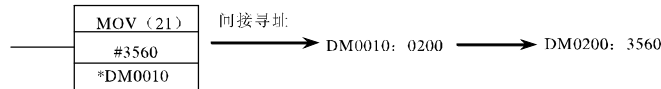


图 4-2 间接寻址示例

设置扩展 DM 区域用来存储操作参数及链接单元和特殊 I/O 单元的其他操作数据。通过手编程器或 CX—P 的 UM 分配操作，多达 3000 字的 UM 可用做扩展 DM（以 1KW 为单位），扩展 DM 区域的地址范围是 DM7000~DM9999。

启动 PLC 或通过编程指令可将扩展 DM 区域数据传送至特殊 I/O 单元默认区域（DM1000~DM1999），这样很容易改变操作参数，实现控制过程间的快速切换。扩展 DM 区域还可用来存储连接至 PLC 系统的其他设备的参数，例如可编程终端字符串或数字表。

扩展 DM 区域用来存储操作参数，但不能象普通 DM 区域用于编程。扩展 DM 区域只能通过外设改写，在电源中断期间保持状态，且不能用于间接寻址。

利用手编程器可以将 UM 区域以 1KW 为单位分配为扩展 DM 区域，最大可达 3KW。一旦建立了扩展 DM 区域，就可作为程序的一部分进行保存和传送，即保存或传送程序时不需特别的过程。

DM 区域通信板的设置参见附录 D。

4.11 UM (User Memory 用户存储器) 区域

在 C200Hα PLC 中插入扩展存储器后产生相应的扩展用户存储器 UM。UM 区域包含梯形图程序，部分 UM 区域可以被分配后用于扩展 DM 区域或 I/O 注释区域。UM 的使用容量范围为从 C200HE—CPU11—E 中 3.2KW 到 C200HX—CPU□4—E 中 31.2KW。分配扩展 DM 区域可以使用手编程器或 SYSMAC 支持软件 CX—P，但是 I/O 注释区域的分配只能使用 CX—P。DM 和 UM 区域结构关系图如图 4-3 所示。

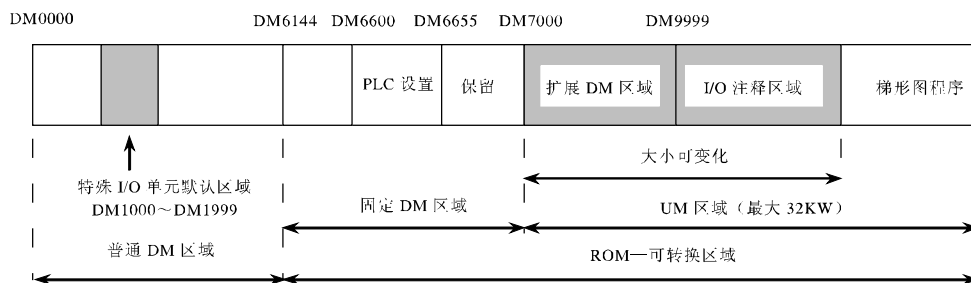


图 4-3 DM 和 UM 区域结构关系图

4.12 EM (Extended Memory 扩展数据存储器) 区域

C200HG 和 C200HX PLC 除了具有大容量 DM 区域外，还有可存储多达 18KW 数据的 EM 区域。EM 区域分三个组，每组有 6144 字 (EM0000~EM6143)。C200HG PLC 有一个组 (0 组)，C200HX PLC 有三个组 (0, 1 和 2 组)。有效的组称为当前组。

大多数指令不能直接存取于 EM 区域，但是 PLC 提供 EMBC (-)，XFR2 (-)，BXF2 (-) 和 IEMS (-) 指令来管理 EM 区域数据，参见表 4-13。

表 4-13 EM 区域管理指令功能表

指 令	功 能
EMBC (-)	当前组转换到指定的组号
XFR2 (-)	在当前 EM 组内或当前 EM 组和一个常规数据区之间传送数据
BXF2 (-)	在指定的 EM 组和另一个 EM 组成一个常规数据区之间传送数据
IEMS (-)	转换 DM 间接寻址的目标到指定的 EM 组，也可以将目标传回到 DM 区域

PLC 通电时，当前 EM 组设置为组“0”，当前 EM 组可用 EMBC (-) 或 IEMS (-) 指令更改。与间接寻址的目标不同，当前组号在周期开始或中断子程序开始时不初始化。

在 PLC 通电后，切换 PLC 方式或完成了中断子程序的执行，将恢复原已转换过的 EM 组的状态。

以上是对 C200H α PLC 10 个数据区域的简要介绍，它们简化了 PLC 对各种数据的管理，用户也可以分门别类地存取、调用不同数据，关于各数据区域更详细的内容请参见相关手册。

思考题

4.1 字与位的区别是什么？在数据区域中哪些只能字寻址，哪些只能位寻址，而哪些两者皆可？

4.2 哪些数据区具有掉电保持数据的功能？

4.3 设某 PLC 系统除 CPU 主板外，还有 3 个 I/O 扩展主板，均为 8 槽，全部插入标准 I/O 单元，则这些 I/O 单元映射的地址是什么？

4.4 C200H α PLC 的 SR 区域提供了 5 个时钟脉冲继电器，请说明它们的位号、周期及置“ON”时间。

4.5 BCD 码和十六进制数的区别是什么？BCD 码 0045 转换为十六进制数等于多少？0045H 表示为 BCD 码是多少？

4.6 某些指令的参数要求必须是 BCD 码，如果超出范围，什么标志位将置位？

4.7 用户存储器的结构是什么？梯形图程序应存储在何处？

4.8 工作位与标志位、控制位的区别是什么？举例说明。

第 5 章 OMRON C200H α PLC 的指令系统

C200H α PLC 的指令系统由 14 条基本指令、81 条高级指令和 55 条扩展指令组成。基本指令执行时间 0.104 μ s/条，高级指令执行时间平均为 0.417 μ s/条。本章将重点介绍常用的基本指令和高级指令，关于 C200H α 所有指令的详细功能可参见附录 F。

在本章中，符号“*”代表间接寻址；“#”代表立即数；“@”代表微分型指令。

5.1 基本编程指令与规则

5.1.1 基本概念

PLC 是按照用户编写的控制程序工作的。程序的表达方式基本有四种，即梯形图、指令表、逻辑功能图和高级语言。大部分 PLC 使用梯形图和指令表编程，在详细介绍指令系统之前，先将这两种表达方式加以简要说明。

梯形图是一种图形语言，它沿用了继电器的触点、线圈、串并联等术语和图形符号，并增加了特有的符号。梯形图比较形象、直观，对于熟悉继电器控制系统的人来说，容易接受。世界上各厂家的 PLC 都把梯形图作为其首选用户编程语言。

所谓指令就是用英文名称的缩写字母来表达 PLC 各种功能的助记符。由指令构成的、能完成控制任务的指令组合就是指令表。每一条指令一般由程序地址、指令助记符和作用器件编号三部分组成。

程序地址是指 PLC 程序存储器的地址（大多数场合是由 PLC 自动给出的，无需人为设定）；指令助记符是指要 PLC 执行何种操作；而最后编号的器件是作为指令的作用对象。图 5-1 即为 PLC 实现三相异步电动机启动/停车控制的两种编程方式。虽然不同型号 PLC 的梯形图或指令表使用的符号各异，但编程的基本方法和原理是一致的。

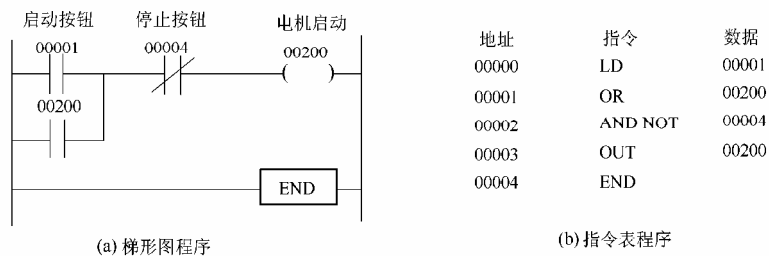



图 5-1 两种编程方式示例

从上例中可看出，梯形图是由夹在两母线间的若干逻辑行组成，一个逻辑行即为一个逻辑表达式，它总是从左母线开始到右母线结束。母线相当于助记符指令中的 LD，换言之，一个逻辑行总是从指令 LD 开始的。在梯形图中，逻辑关系是用图形结构来表示的，如串联表示“与”，并联表示“或”。在助记符中则直接用指令如 AND、OR 等来表示。

5.1.2 基本逻辑类编程指令

1. LD, LD NOT 和 OUT 指令

(1) LD 指令

格式：LD B 符号：

B 位的取值区域：IR, SR, HR, TR, AR, LR 或 TC。

功能：常开触点与母线连接的指令。

(2) LD NOT 指令

格式：LD NOT B 符号：

B 位的取值区域：IR, SR, HR, AR, LR 或 TC。

功能：常闭触点与母线连接的指令。

(3) OUT 指令

格式：OUT B 符号：

B 位的取值区域：IR (I/O 区中输入卡占用的位不能使用), SR, HR, AR, LR 和 TR。

功能：线圈驱动指令。

例 5.1, LD, LD NOT, OUT 的梯形图和助记符示例如图 5-2 所示。

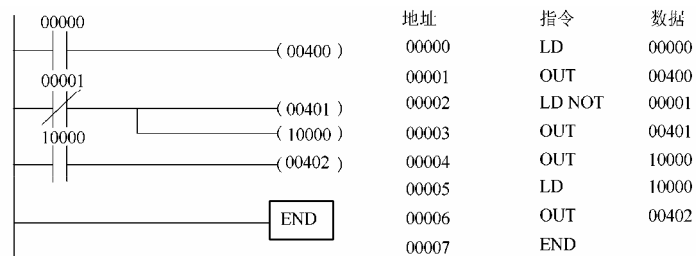


图 5-2 LD, LD NOT, OUT 梯形图和助记符示例

说明:

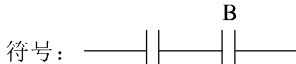
① 在一条逻辑行的开始都要使用 LD 或 LD NOT 指令, 当逻辑行的开始为常开触点时, 使用 LD 指令; 反之使用 LD NOT 指令。

② OUT 指令不能用于驱动输入继电器。

③ OUT 指令可以同时并联驱动多个继电器线圈, 如图 5-2 中 OUT 00401 和 OUT 10000 指令。

2. AND 和 AND NOT 指令


(1) AND 指令

格式: AND B 符号: 

B 位的取值区域: IR, SR, HR, AR, LR 和 TC。

功能: 串联常开触点的指令。

(2) AND NOT 指令

格式: AND NOT B 符号: 

B 位的取值区域: IR, SR, HR, AR, LR 或 TC。

功能: 串联常闭触点的指令。

例 5.2, AND, AND NOT 的梯形图和助记符示例如图 5-3 所示。

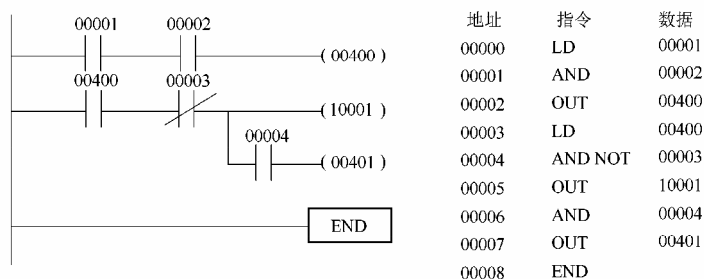


图 5-3 AND, AND NOT 梯形图和助记符示例

说明:


① AND 和 AND NOT 指令只用于表示串联一个触点的指令。串联触点的数量不限,

即可多次使用 AND 或 AND NOT 指令。

② 连续输出是指在执行 OUT 指令后，通过与继电器触点的串联可驱动其他线圈执行 OUT 指令，如图 5-3 中 OUT 00401 指令。连续输出只要电路设计顺序正确，可连续驱动多个线圈输出。

3. OR, OR NOT 指令

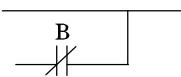
(1) OR 指令

格式：OR B 符号：

B 位的取值区域：IR, SR, HR, AR, LR 或 TC。

功能：并联常开触点的指令。

(2) OR NOT 指令

格式：OR NOT B 符号：

B 位的取值区域：IR, SR, HR, AR, LR 或 TC。

功能：并联常闭触点的指令。

例 5.3, OR, OR NOT 梯形图和助记符示例如图 5-4 所示。

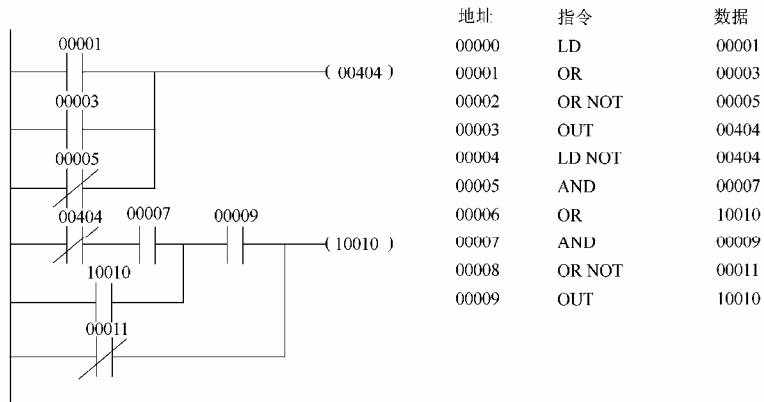


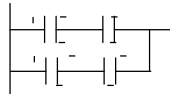
图 5-4 OR, OR NOT 梯形图和助记符示例

说明：

① OR, OR NOT 是只用于并联一个触点的指令, 并联多个串联的触点不能使用此类指令。

② OR, OR NOT 指令引起的并联, 是从 OR 或 OR NOT 指令一直并联到前面最近的 LD 或 LD NOT 指令上, 并联的数量不受限制。

4. OR LD 指令

格式: OR LD 符号: 

功能: 两个或两个以上的触点串联连接的电路称为串联电路块, 在并联连接这种串联电路块时, 在支路起点要用 LD 或 LD NOT 指令, 而在该支路终点要用 OR LD 指令。采用该指令编程有两种不同的方法, 见图 5-5。

说明:

① 第一种方法是并联每一个串联电路块后加 OR LD 指令; 第二种方法是将 OR LD 指令集中起来使用, 但这样做的串联电路块的个数不能超过 8 个, 而第一种则没有限制。

② OR LD 指令是一条独立指令, 它不带任何器件号。

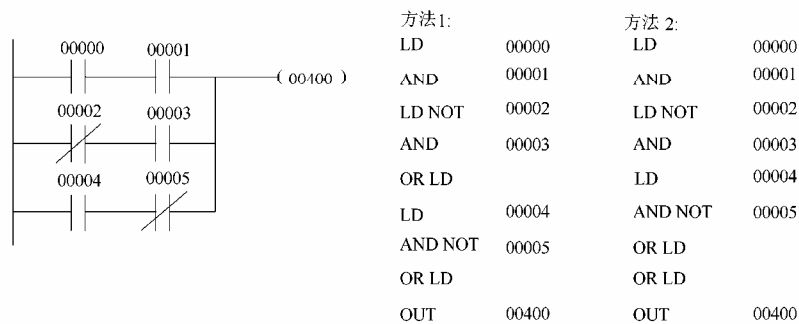



图 5-5 OR LD 梯形图和助记符示例

5. AND LD 指令

格式: AND LD 符号: 

功能: 两个或两个以上触点并联连接的电路称为并联电路块。将并联电路块与前面电路串联连接时用 AND LD 指令, 并联电路块的起点用 LD 或 LD NOT 指令, 在用 AND LD 指令将并联电路与前面电路串联连接前, 应先完成并联电路块的编程。图 5-6 为 AND LD 梯形图和助记符示例。

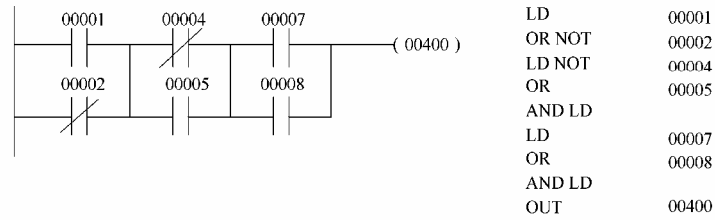


图 5-6 AND LD 梯形图和助记符示例

说明：

① 若有多个并联电路块顺次用 AND LD 指令与前面电路连接，则其使用次数可不受限制；但若将 AND LD 集中起来使用，如同 OR LD 指令一样，这种并联电路块的个数不能超过 8 个。

② AND LD 指令也是一条独立指令，它不带任何器件号。

5.1.3 编程规则及技巧

1. 编程的基本原则

① 输入/输出继电器、内部辅助继电器、定时器、计数器等触点可多次重复使用，无需用复杂的程序结构来减少触点的使用次数。

② 梯形图每一行都是从左母线开始，输出线圈接在最右侧，紧靠右母线，触点不能放在线圈的右侧。规则②的说明见图 5-7。

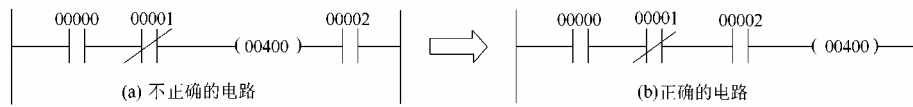


图 5-7 规则②的说明

③ 线圈不能直接与左母线相连，若需要可通过一个没有使用的 IR 区域的常闭触点或 SR25313（常通）来连接。规则③的说明见图 5-8。

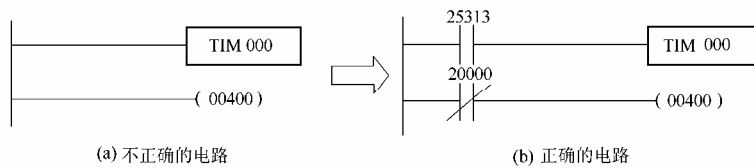


图 5-8 规则③的说明

④ 同一编号的线圈在一个程序中使用两次称为双线圈输出，双线圈输出容易引起编程逻辑错误，虽然不影响程序的运行，但是系统将提出警告，应尽量避免。

⑤ 梯形图必须顺序执行，即从左到右，从上到下地执行每个逻辑行。如果不符合顺序执行的电路不能直接编程，如图 5-9 所示的桥式电路示例就不能直接编程。

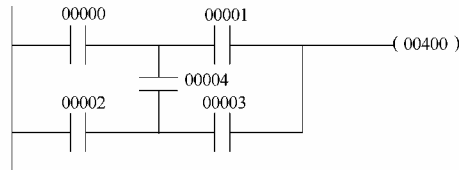


图 5-9 桥式电路示例

⑥ 在梯形图中串联触点和并联触点使用的次数没有限制，可无限次地使用。规则⑥的说明见图 5-10 所示。

⑦ 两个或两个以上的线圈可以并联输出。规则⑦的说明见图 5-11。

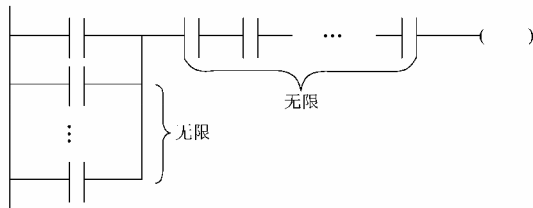


图 5-10 规则⑥的说明

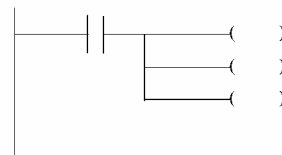


图 5-11 规则⑦的说明

2. 程序的简化

PLC 程序的编写必须遵守上述的基本原则，对于较复杂的程序可先将程序分成几个简单程序段，每一段从最左边触点开始，自上至下向右编程，最后将程序逐段连接起来。

把图 5-12 所示的复杂电路程序分成 a, b, c, d, e, f 六个子程序段，注意要自上至下，从左至右地划分，连接程序段时，也是先垂直连接，再从左至右地连接，如图 5-13 所示。

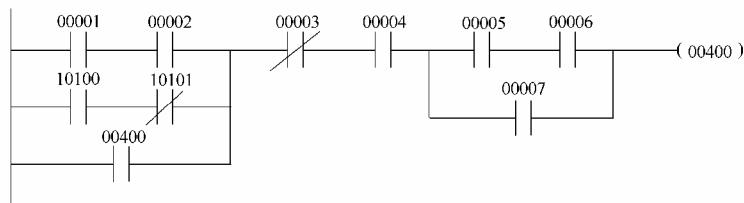


图 5-12 复杂电路的程序

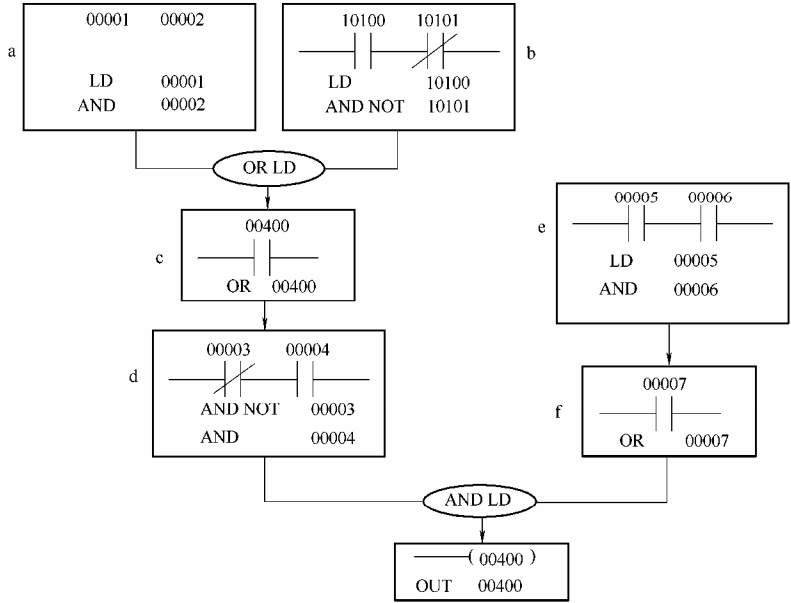


图 5-13 逐段编程示例

3. 编程技巧

① 编程时，把串联触点较多的电路放在梯形图的上方，如图 5-14 所示。

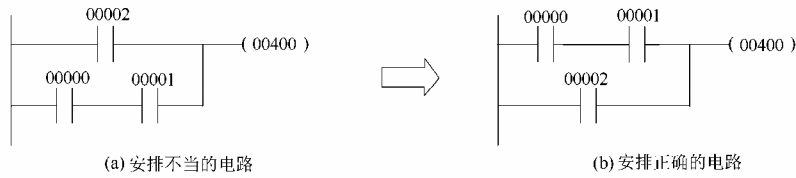


图 5-14 编程技巧示例 1

② 编程时，并联触点多的电路应放在左边，如图 5-15 所示。在有几个并联电路相串联时，应将触点最多的并联电路放在最左边，图 5-15(b)所示程序中省去了 OR LD 和 AND LD 指令。

③ 并联线圈电路，从分支点到线圈之间无触点，线圈应放在上方，如图 5-16(b)所示程序中，可省去 OUT TR0 及 LD TR0 指令，从而节省了编程时间和存储空间。

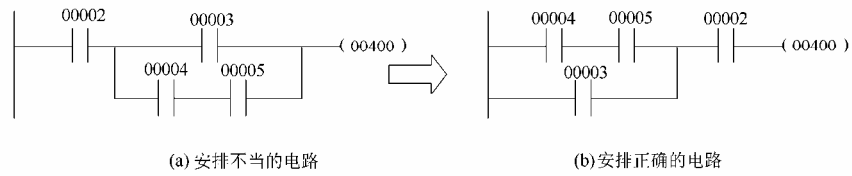


图 5-15 编程技巧示例 2

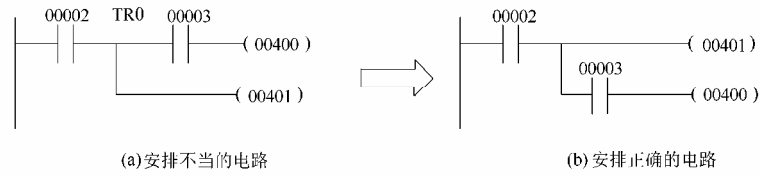


图 5-16 编程技巧示例 3

④ 桥式电路的编程。如图 5-17(a)所示梯形图是一个桥式电路，不能直接对它编程，必须整理成梯形结构，即如图 5-17(b)所示的电路后才能编程。

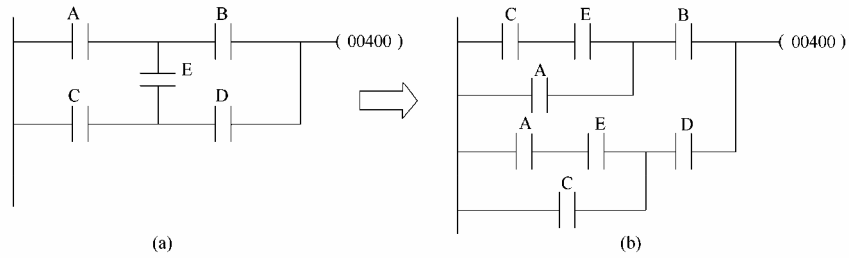


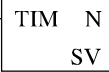
图 5-17 桥式电路转换示例

5.2 定时计数类指令

5.2.1 定时器指令

1. TIM 指令

格式： TIM N
SV

符号： 

N 是定时器的编号，其取值范围： $000 \leq N \leq 511$ 。

SV 的取值区域：IR，HR，AR，LR，DM，*DM，或#。若采用通道定时，则通道内容必须是 BCD 码，否则 ER 标志位置“1”，程序虽能运行，但定时器不准确。

功能：实现导通延时操作的指令。当定时器的输入条件是“OFF”或电源断电时，定时器复位时，定时当前值 PV 等于定时器设定值 SV；当输入条件变为“ON”时，定时器开始定时，定时当前值不断减 1，当超过设定时间后当前值变为 0000，定时器输出。

SV 的取值范围是 0~9999，系统定时精度是 0.1s，故定时范围是 0~999.9s。

例 5.4，TIM 指令的使用实例如图 5-18 所示。

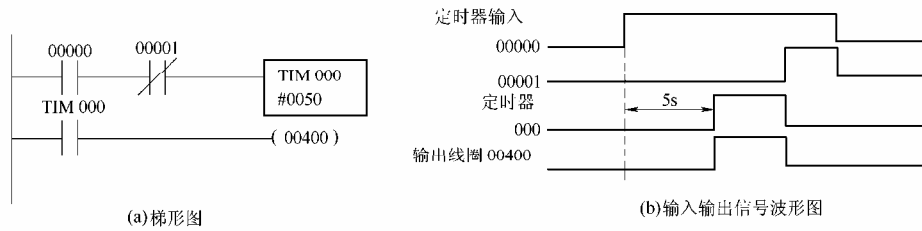


图 5-18 TIM 指令的使用示例

助记符：1 LD 00000
 2 AND NOT 00001
 3 TIM 000
 #0050
 4 LD TIM 000
 5 OUT 00400

说明：输入 00000 为“ON”，00001 为“OFF”时，定时器的输入条件为“ON”，5s 后定时器输出，输出继电器 00400 为“ON”；当 00001 为“ON”时，TIM 000 立即复位，恢复 5s 的设定值，00400 为“OFF”。

2. 高速定时器[TIMH(15)]指令

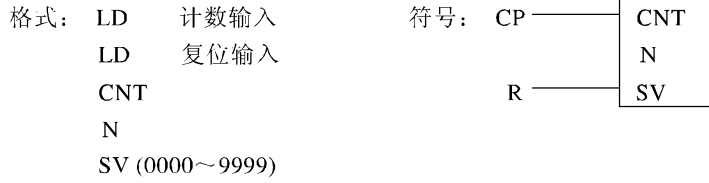
除以下两点之外，TIMH 指令与 TIM 指令的应用完全相同。

① TIMH 指令的定时精度为 0.01s，故定时范围是 0~99.99s。

② 采用编号是 000~015 的高速定时器定时，可不受扫描时间的影响。而扫描时间大于 10ms 时，048~511 的高速定时器将不准确。由于共用 TC 区，所以 TIMH 指令的编号与 TIM 和 CNT 指令的编号不能重复。

5.2.2 计数器指令

1. CNT 指令



N 是计数器编号，其取值范围： $000 \leq N \leq 511$ 。

SV 的取值区域：IR, HR, AR, LR, DM, *DM 或#。

当通道内容不是 BCD 码或间接 DM 不存在时，ER 标志位置“1”。

功能：是预置计数器，完成减数操作。当计数输入端（CP）信号从“OFF”变为“ON”时，计数值减 1，当计数器当前值减为 0000 时，计数器为“ON”；当计数复位端（R）为“ON”时，计数器为“OFF”，且当前值返回到初始设定值。

当电源断电时，计数器当前值保持不变，计数器不复位，这是计数器与定时器的不同点。

当计数输入（CP）和复位输入（R）同时来到时，复位输入优先。CNT 指令与 TIM 指令的编号不能重复使用，两者数量和为 512 个。图 5-19 所示为 CNT 指令的使用示例。

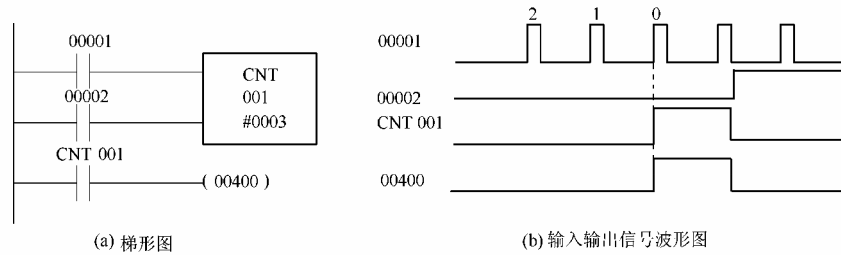


图 5-19 CNT 指令的使用示例

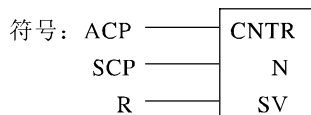
助记符： 1 LD 00001
2 LD 00002
3 CNT 001
#0003
4 LD CNT 001
5 OUT 00400

说明：计数输入 00001 通断 3 次时，使 CNT001 导通，继电器 00400 为“ON”；当复

位输入 00002 为“ON”时，CNT 001 复位。

2. 可逆计数器[CNTR(12)]指令

格式： LD 递增计数输入
 LD 递减计数输入
 LD 复位输入
 CNTR
 N (000~511)
 SV (0000~9999)



功能：

① 当递增计数输入端信号从“OFF”变“ON”时，可逆计数器将计数当前值加 1；当递减计数输入端信号从“OFF”变“ON”时，可逆计数器将计数当前值减 1，这两个输入端信号同时从“OFF”变“ON”时，可逆计数器不计数。

② 复位输入信号从“OFF”变“ON”时，可逆计数器复位，计数当前值被复位成 0000；复位信号保持为“ON”时，不能计数。

③ 在电源掉电或 CNTR 指令位于 IL 指令与 ILC 指令间而 IL 为“OFF”时，CNTR 指令的当前值被保持。

④ 当递增计数时，计数当前值达到设定值时，计数器不输出，当下一个递增计数信号到达时，计数器才有输出；当递减计数时，计数当前值减到 0000 时，计数器不输出，当下一个递减计数信号到达时，计数器才有输出。图 5-20 所示为可逆计数器的信号动作过程。



图 5-20 可逆计数器的信号动作过程（计数设定值 0200）

5.2.3 定时器与计数器的应用举例

例 1，5s 脉冲程序。

图 5-21 所示为 5s 脉冲程序示例。

当输入 00000 接通时，输入继电器 00000 接通，其常开触点 00000 闭合，定时器 TIM 000 的计时当前值开始做递减运算，同时输出继电器 00400 接通。经过 5s 后 TIM 000 产生输出，其常闭触点断开，同时输出继电器 00400 断开，从而在 00400 上产生了一个 5s 的脉冲。

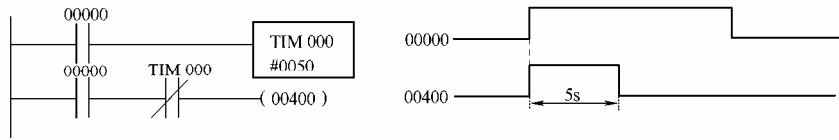


图 5-21 5s 脉冲程序示例

例 5.6, 长时间延时程序。

图 5-22 所示为两个定时器构成的延时程序示例。

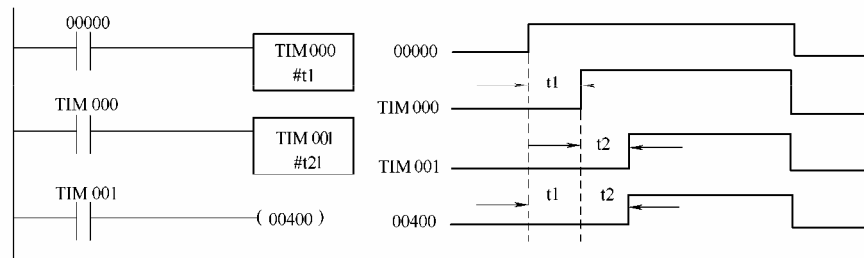


图 5-22 两个定时器构成的延时程序示例

当输入 00000 接通时, TIM000 导通, 延时 t_1 后, TIM000 输出, 其常开触点 TIM000 闭合, TIM001 接通, 延时 t_2 后, TIM001 输出, 其常开触点 TIM001 闭合, 输出继电器 00400 导通。显然, 输入 00000 接通后, 延时 t_1+t_2 的时间, 输出继电器 00400 接通。

由上面例 2 推导出采用多个定时器“接力”的方式, 可以产生大于 999.9s 的任意定时效果。

例 5.7, 单稳态程序。

图 5-23 所示为单稳态电路的梯形图和它的信号波形图。

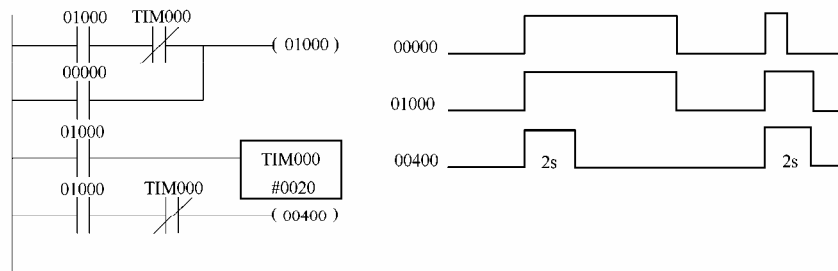


图 5-23 单稳态电路的梯形图和它的信号波形图

输入 00000 接通时，内部辅助继电器 01000 导通，该继电器的三个触点，第一个用于 01000 自保持，第二个使 TIM000 开始定时 2s(#0020)，第三个与 TIM000 的常闭触点串联使 00400 产生输出。当延时 2s 后，TIM000 的常闭触点断开，00400 立即中止输出。

注意：无论 00000 导通时间的长短，输出信号的导通时间都是固定的，即定时器的设定时间是固定的，因此对应这种电路称为“单稳态电路”。

例 5.8，计数值为 20000 次的扩展计数器。

图 5-24 所示为计算 20000 次的扩展计数器的梯形图及波形图。输入 00000 是脉冲信号，CNT001 每次计数到 100，就使 CNT002 计数一次，当 CNT002 计数到 200 次时，表明 CNT001 已经计数了 100×200 次，即 20000 次。

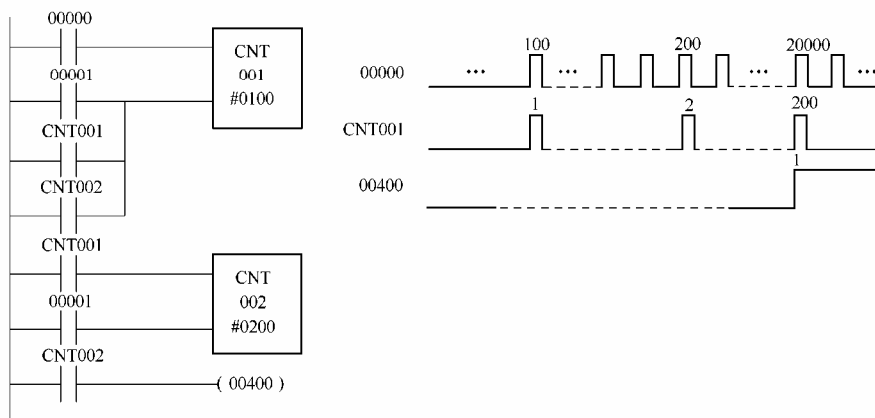


图 5-24 计数 20000 次的扩展计数器的梯形图及波形图

5.3 结束[END(01)]指令和空操作[NOP(00)]指令

1. END(01)指令

PLC 的程序是采用扫描方式执行的。为便于了解新的一次扫描开始，要判别程序是否已经扫描结束，在 C200H α 中，采用 END 指令表示程序的结束。END 是结束指令的助记符，也是无操作数指令。

该指令总是作为程序的最后一条指令，程序中若缺少 END 指令，将视为错误，程序中止运行，并给出错误信息“NO END INST”。在调试复杂程序时，可把程序分成若干段，每段插入一条 END 指令，达到逐段调试程序的目的，调通一段就删去插入的 END 指令，直到整个程序调通为止。

手编程器上不带 END 按键，可通过功能键和数字键的组合来完成指令的输入，如先按 FUN 键，再按数字 0 和 1 键，最后按 WRITE 键即可。

2. NOP(00)指令

在 PLC 使用的初期,由于没有语句的删除和插入功能,使程序的更改和重新输入比较困难,也浪费了大量的时间。空操作指令的出现解决了这个问题。采用空操作指令可为用户程序的更改提供删除或插入的可能。

空操作(NOP)指令是对该步程序执行空操作(Non-Processing)。它也可被用来作为一个极短暂的时间延时。当 CPU 扫描到该条指令时,不执行任何操作而继续扫描下一条指令。

手编程器上也不带 NOP 按键,可通过功能键和数字键的组合来完成指令的输入,如先按 FUN 键,再两次按数字键 0,最后按 WRITE 键即可。

5.4 分支跳转类指令

5.4.1 连锁[IL(02)]和连锁清除[IL(03)]指令

IL(02)指令:表示电路有一个新的分支起点。

ILC(03)指令:表示电路分支结束。

IL 和 ILC 指令总是分别位于某一段程序的段首和段尾,当 IL 指令的条件为“ON”时(IL 指令前面支路的结果是“ON”),则 IL 和 ILC 指令之间的程序继续执行,如同没有 IL 和 ILC 指令一样。

当 IL 指令的条件为“OFF”时,则 IL 和 ILC 指令之间的程序将不执行,转去执行 ILC 指令后面的程序,此时 IL 和 ILC 指令之间的各继电器状态见表 5-1。图 5-25 所示为 IL 和 ILC 指令的应用示例。

表 5-1 IL 和 ILC 指令之间继电器状态表

继电器名称	继电器状态
IR, AR, LR, SR 等区继电器	OFF
定时器 TIM	复位
计数器 CNT, 移位寄存器 SFT, 保持继电器 HR	保持当前状态

例 5.9, IL 和 ILC: 指令示例:

当 00000 和 00001 都闭合时,IL 的条件为“ON”,输出继电器 00401 和 00402 的状态由触点 00002, 00003 和 00004 的状态决定,与没有使用 IL/ILC 指令状态相同。

当 00000 和 00001 不都为“ON”时,IL 的条件为“OFF”,输出继电器 00401 和 00402 为“OFF”。

IL 和 ILC 指令不能采用嵌套的方式,即出现“IL…IL…ILC…ILC”的程序格式,否则程序检查会出现错误,编程器显示出“IL-ILC ERR”,但这个错误不影响程序的正常执行。可以将多个 IL 指令和一个 ILC 指令组合起来使用,即“IL…IL…ILC”的格式。

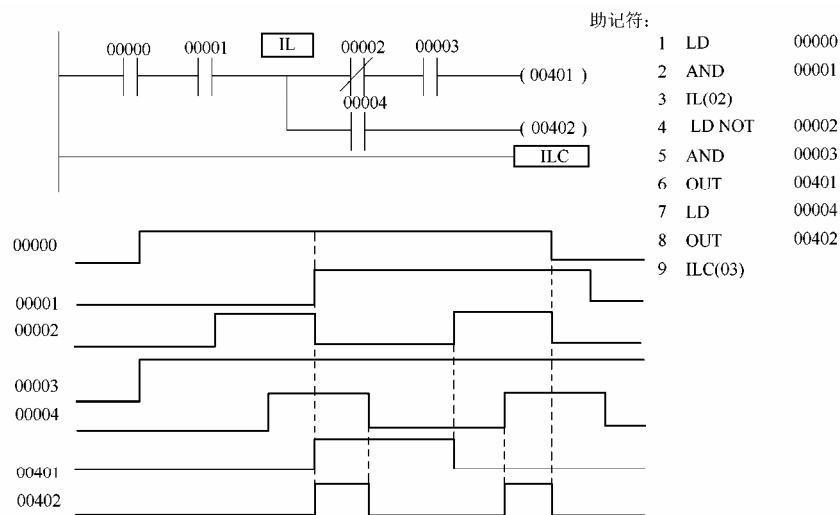


图 5-25 IL 和 ILC 指令的应用示例

5.4.2 跳转[JMP(04)]指令和跳转结束[JME(05)]指令

与连锁 IL 指令和连锁清除 ILC 指令相似, 跳转 JMP 指令和跳转结束 JME 指令用于控制程序分支。JMP 指令位于程序段首, JME 指令位于段尾。当 JMP 指令的输入条件为“ON”时, 在 JMP 和 JME 指令之间的程序将按照没有设置 JMP 和 JME 指令的情况正常执行。

当 JMP 指令的输入条件为“OFF”时, 在 JMP 和 JME 指令之间的程序将被跳过, 程序将从 JME 指令后的第一条指令继续执行, 此时 JMP 和 JME 指令之间的各继电器状态见表 5-2。

表 5-2 JMP 和 JME 指令之间继电器状态表

继电器名称	继电器状态
I/O, IR, AR, LR, SR 等继电器	保持当前状态
定时器 TIM	保持当前状态
计数器 CNT, 移位寄存器 SFT, 保持继电器 HR	保持当前状态

使用 JMP 和 JME 指令的需注意以下几点:

① 在一个程序中可以有多个 JMP 和 JME 指令, 用跳转号对其进行编号, 跳转号的范围是 00~99。

② 跳转号 00 是特殊跳转号。当 JMP00 指令的输入条件是“OFF”时, 在 JMP00 和 JME00 指令之间的程序将被扫描但是不被执行, 因此, 它将占用扫描时间。而其他跳转号的跳转指令在相同条件下, 相应程序段将不被扫描。

在一个程序中，JMP00 和 JME00 指令可多次使用，而其他跳转号的跳转指令只能使用一次，故 JMP00 和 JME00 指令可不成组地组合使用，即“JMP…JMP…JME”格式。虽然在程序检查时会提示出错，但程序能够正常执行。

例 5.10，图 5-26 所示为 JMP/JME 指令的梯形图及波形图示例。

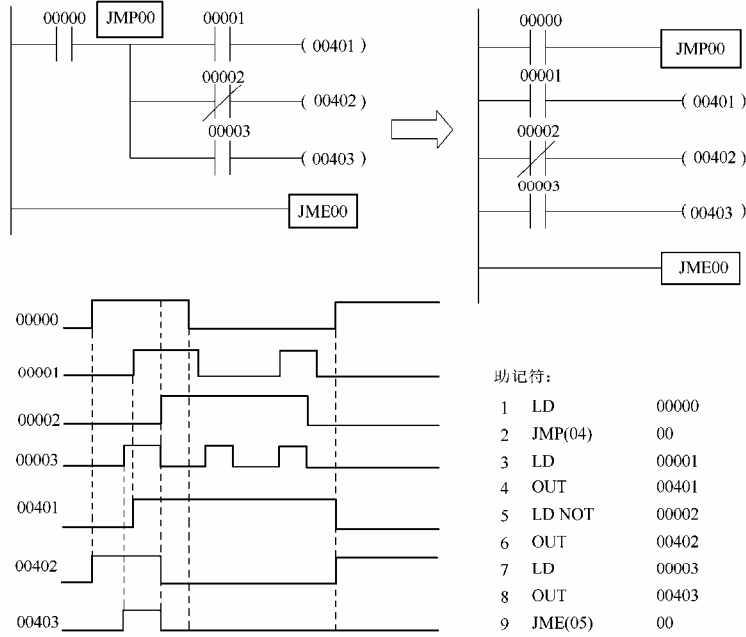


图 5-26 JMP/JME 指令的梯形图及波形图示例

上例中，00000 作为 JMP00 指令的条件，当 00000 为“ON”时，JMP 和 JME 指令之间的程序顺序执行；当 00000 为“OFF”时，JMP 和 JME 指令之间的输出 00401，00402，00403 保持原有状态。

下面的例子（见图 5-27 所示）可以更好地说明 IL/ILC 指令与 JMP/JME 指令的区别。在外界条件完全相同的情况下，当条件 00000 由“ON”变为“OFF”时，IL 与 ILC 指令之间的 00401 被复位；而 JMP00 与 JME00 指令之间的 00402 保持当前值。

同样，当条件 00000 由“ON”变为“OFF”时，IL 与 ILC 指令之间的 TIM000 被复位，所以当 00000 再次为“ON”时，TIM000 需重新定时 4s 后才使 00403 为“ON”；而 JMP00 与 JME00 指令之间的 TIM001 则保持了定时当前值（3s），当 00000 再次为“ON”时，TIM001 只需再延时 1s，00404 为“ON”。

例 5.12，连锁与跳转指令比较示例如图 5-27 所示。

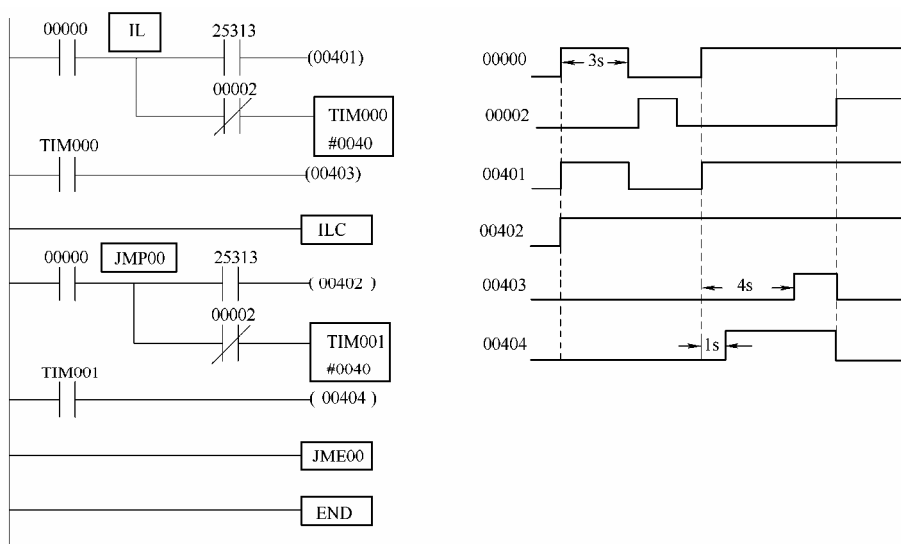


图 5-27 IL/ILC 指令与 JMP/JME 指令的梯形图及波形图示例

5.4.3 暂存继电器(TR)

当一个逻辑行具有一个以上的输出分支，且这些输出与分支点的状态不同（即分支点与输出之间还有一些输入位），又不能用 IL 和 ILC 指令进行编程时，可采用暂存继电器 TR 把分支点状态暂时存储，以便为多个输出位使用。

注意：该指令仅在用手编程器编程时使用，利用 CX—P 软件编程时省略。

TR 的使用应遵循以下规则：

- ① TR 位共有 8 个，即 TR0~TR7，这些位的使用次数虽无限制，但在同一个逻辑行中，任一一位不能重复使用；
- ② TR 的操作只能使用 LD 和 OUT 指令，不能与诸如 AND 和 OR 指令等连用；
- ③ TR 位不能用编程器或别的设备来监视。

例 5.11，图 5-28 所示为 TR 的应用示例，对应的助记符如下所示。

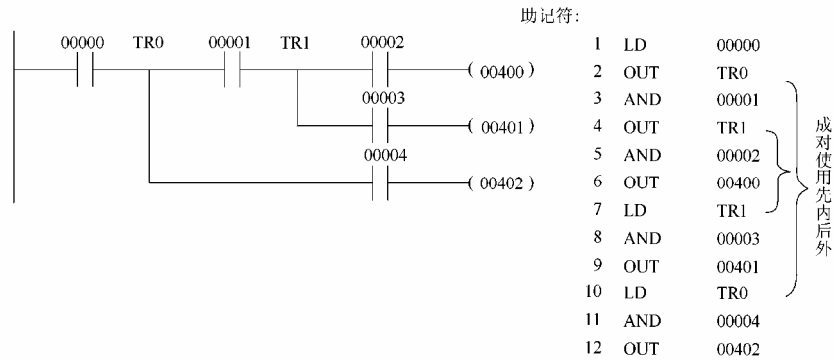


图 5-28 TR 的应用示例

5.5 锁存指令和微分指令

5.5.1 锁存继电器 KEEP(11)

锁存继电器 KEEP 相当于 R-S 触发器，它有两个输入端：置位输入端 S 和复位输入端 R。当置位 S 从“OFF”变为“ON”时，KEEP 将使被锁存的位一直保持为“ON”，直到复位 R 从“OFF”变为“ON”时，才使被锁存的位复位(OFF)。置位和复位输入端同时为“ON”时，复位端优先。

KEEP 的取值区域：IR（I/O 区中输入卡占用的位不能使用），HR，AR 或 LR。

例 5.12，图 5-29 所示为 KEEP 梯形图及波形图示例。

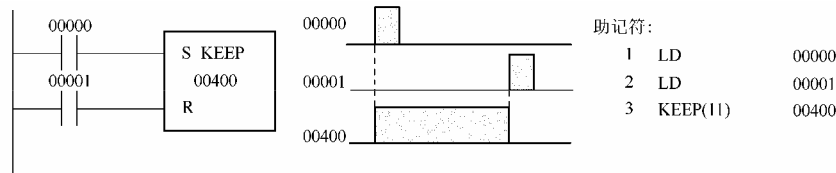


图 5-29 KEEP 梯形图及波形图示例

上例中，当置位输入 00000 闭合时，输出继电器 00400 导通（00000 上升沿触发）并自保持，只有当 00001 闭合时，00400 才复位（00001 上升沿触发）。

自保持电路可以用 KEEP 指令代替，如图 5-30 所示。

5.5.2 上微分[DIFU(13)]指令和下微分[DIFD(14)]指令

DIFU(13)指令：输入脉冲的上升沿使指定继电器闭合一个扫描周期，然后复位。

DIFD(14)指令：输入脉冲的下降沿使指定继电器闭合一个扫描周期，然后复位。

DIFU 和 DIFD 指令的取值区域：IR（I/O 区中输入卡占用的位不能使用），HR，AR

或 LR。

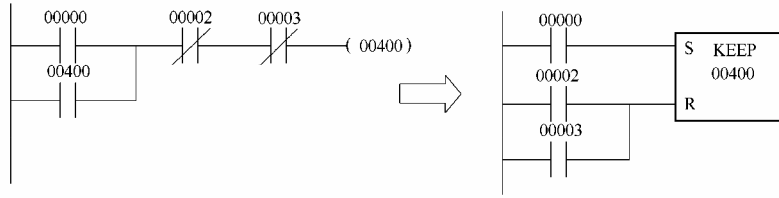


图 5-30 用 KEEP 代替自保持电路

例 5.13, 图 5-31 所示为 DIFU 和 DIFD 指令的梯形图及波形图示例。

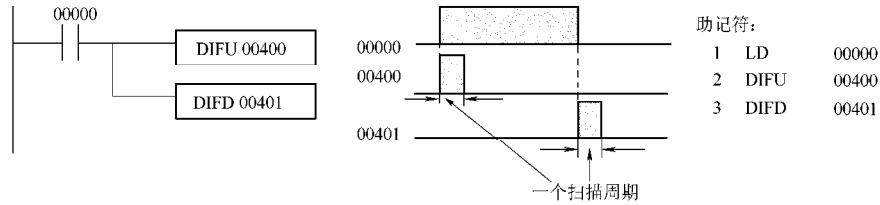


图 5-31 DIFU 和 DIFD 指令的梯形图及波形图示例

上例中, 当 00000 闭合时, 其上升沿使 00400 闭合一个扫描周期, 而后断开; 当 00000 断开时, 其下降沿使 00401 闭合一个扫描周期, 而后断开。

在 C200H α 指令系统中, 有些特殊指令具有微分特性, 只需在这些指令前加符号@来标识。手编程器的输入方法是先键入相应指令, 再按 NOT 键和 WRITE 键即可, 带符号@的指令将在执行条件满足后的第一个扫描周期内执行一次。

5.5.3 置位 (SET) 指令和复位 (RSET) 指令

SET 指令: 执行条件为“ON”时, 将控制位置位 (即为“ON”); 当执行条件为“OFF”时, 指令不改变控制位的状态。

RSET 指令: 执行条件为“ON”时, 将控制位复位 (即为“OFF”); 当执行条件为“OFF”时, 指令不改变控制位的状态。

SET 和 RSET 指令的取值区域: IR, SR, HR, AR 或 LR。

例 5.14, 图 5-32 所示为 SET 和 RSET 指令的梯形图及助记符示例。

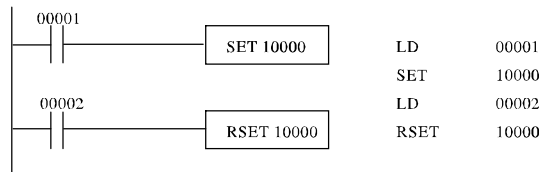


图 5-32 SET 和 RSET 指令的梯形图及助记符示例

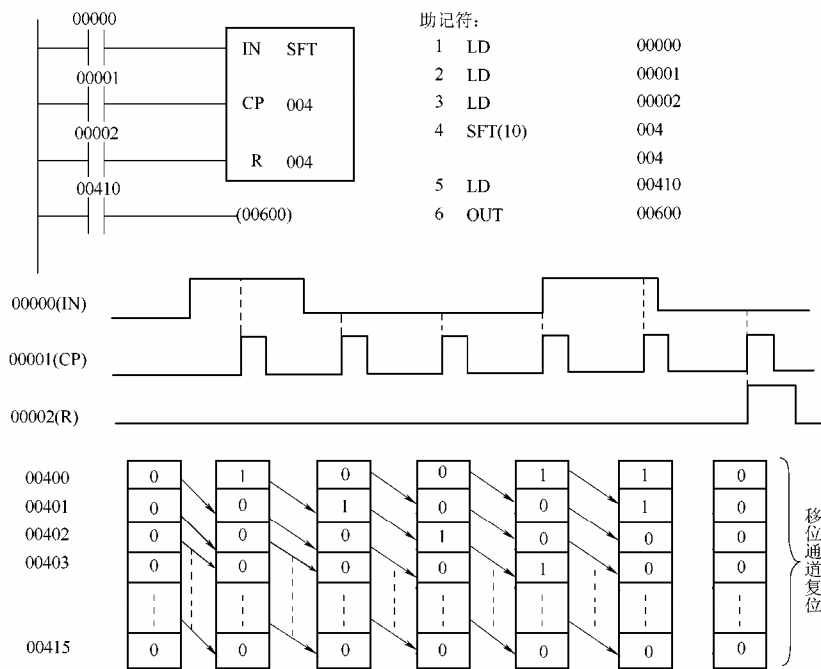


图 5-33 SFT 的梯形图及波形图示例

例 5.16, 图 5-34 所示为 48 位移位寄存器应用示例。

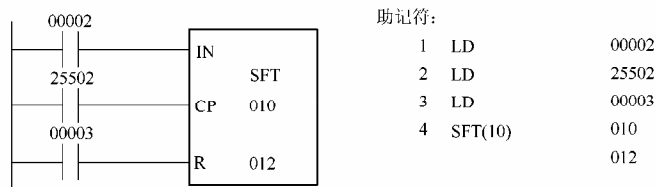
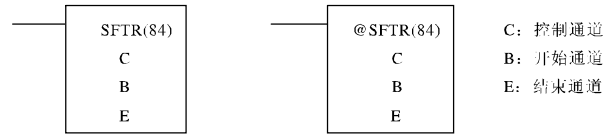


图 5-34 48 位移位寄存器应用示例

2. 双向移位寄存器 SFTR(84)/@SFTR(84)

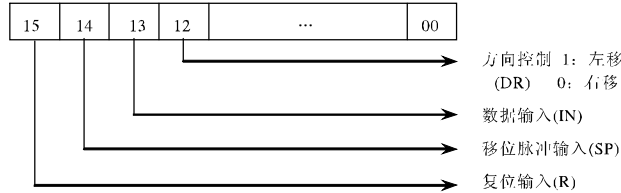
SFTR 的功能是将指定通道串的数据左移一位, 或右移一位, 开始通道为 B (B 为开始通道的通道号), 结束通道为 E (E 为结束通道的通道号), B 和 E 必须在同一数据区域, 且必须 $E \geq B$ 。

SFTR 梯形图符号如下:



C: 控制通道
B: 开始通道
E: 结束通道

控制通道的数据:



从上面梯形图符号可看出，SFTR 前面可以加符号@，所以是微分型的指令。此外还需提供一个控制通道 C (C 为控制通道的通道号)，信号(IN)、(SP)、(R)和(DR)隐含在控制通道 C 中，而不画在梯形图上。C, B 和 E 可以不在同一数据区内。

SFTR 的工作原理是在指令执行条件为“ON”的前提下，当复位加到 SFTR 时(即控制通道 C 的 15 位为“ON”时)，控制通道的所有位和进位标志都被清 0，并且 SFTR 的输入也被禁止。

当控制通道 C 的 15 位为“OFF”，12 位为“ON”时，在移位脉冲(14 位)的作用下数据输入(13 位)的内容移到 B 通道的最低位，数据串依次左移，而 E 通道的最高位移到进位标志位 CY。

当控制通道 C 的 15 和 12 位为“OFF”时，在移位脉冲的作用下，数据输入的内容移到 E 通道的最高位，通道中依次右移，而 B 通道的最低位移到进位标志位 CY。

数据取值区域:

C: IR, HR, AR, LR, DM, *DM

B, E: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

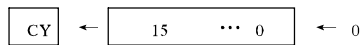
SFTR 对标志位的影响:

ER 当 B, E 不在同一区域，或 B>E，或间接寻址 DM 通道不存在时(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，ER 将置位(为“ON”)。

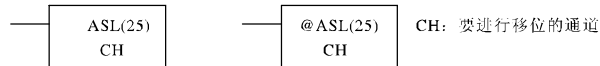
CY 每次移动后，或者是 B 的最低位(右移)，或者是 E 的最高位(左移)将送到标志位 CY。

3. 算术左移寄存器 ASL(25) / @ASL(25)

ASL 的功能是把指定通道的各位向左移一位，最高位(位 15)进标志位 CY，最低位(位 0)补 0。



ASL 前面也可以加@，因此是微分型指令。其梯形图符号如下：



ASL 的取值区域： IR, SR, HR, AR, LR, DM 或*DM

ASL 对标志位的影响：

ER 间接寻址 DM 通道不存在时(*DM 数据不是 BCD 码,或已超过 DM 区的范围),

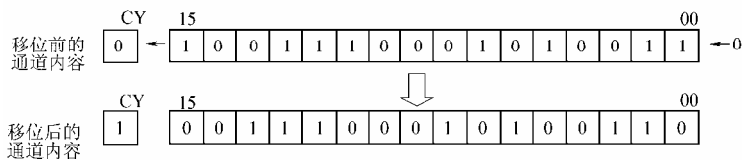
ER 将置位(即为“ON”)。

CY 每次移动后, CY 接收通道位 15 的数据。

EQ 当通道内容全是 0 时, EQ 标志位置“ON”。

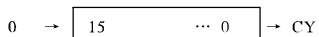
N 当“1”移入通道位 15 时, 标志位 N 置“ON”。

ASL 指令执行过程如下：

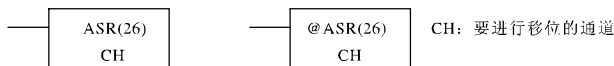


4. 算术右移寄存器 ASR(26) / @ASR(26)

ASR 的功能是把指定通道的各位向右移一位, 最低位(位 0)进标志位 CY, 最高位(位 15)补 0。



ASR 前面也可以加@，因此是微分型指令。其梯形图符号如下：



ASR 的取值区域： IR, SR, HR, AR, LR, DM 或*DM

ASR 对标志位的影响：

ER 间接寻址 DM 通道不存在时(*DM 数据不是 BCD 码,或已超过 DM 区的范围),

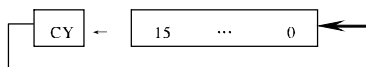
ER 将置位(为“ON”)。

CY 每次移动后, CY 接收通道位 00 的数据。

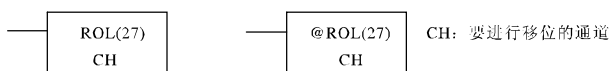
EQ 当通道内容全是 0 时, EQ 标志置位(为“ON”)。

5. 循环左移 ROL(27)/@ROL(27)

ROL 的功能是把指定通道的各位连同进位 CY 一起向左移一位, 最高位(位 15) 进标志位 CY, 标志位 CY 进最低位(位 0)。



ROL 前面也可以加@, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



ROL 的取值区域: IR, SR, HR, AR, LR, DM 或 *DM

ROL 对标志位的影响:

ER 间接寻址 DM 通道不存在时(*DM 数据不足 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围),

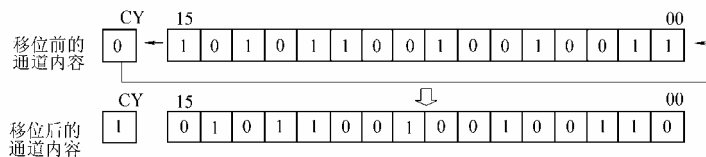
ER 将置位(即为“ON:”)。

CY 每次移动后, CY 接收通道位 15 的数据。

EQ 当通道内容全是 0 时, EQ 标志置位 (即为“ON”)。

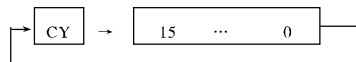
N 当“1”移入通道位 15 时, 标志位 N 置“ON”。

ROL 指令执行过程如下:

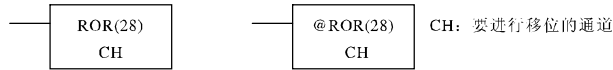


6. 循环右移 ROR(28)/@ROR(28)

ROR 的功能是把指定通道的各位连同进位 CY 一起向右移一位, 最低位(位 0)进标志位 CY, 标志位 CY 进最高位(位 15)。



ROR 前面也可以加@, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



ROR 的取值区域: IR, SR, HR, AR, LR, DM 或 *DM

ROR 对标志位的影响:

ER 间接寻址 DM 通道不存在时(*DM 数据不是 BCD 码,或已超过 DM 区的范围), ER 将置位(即为“ON”)。

CY 每次移动后, CY 接收通道位 00 的数据。

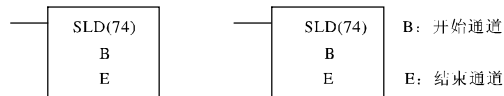
EQ 当通道内容全是 0 时, EQ 标志置位(即为“ON”)。

N 当“1”移入通道位 15 时, 标志位 N 置“ON”。

7. 数(4bits)左移 SLD(74)/@SLD(74)

SLD 的功能是把一个通道中内的数据向左移一个数字(4 位), 起始通道的最低位数字用 0 代替, 而结束通道的最高位数字丢失。

SLD 前面也可以加@, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



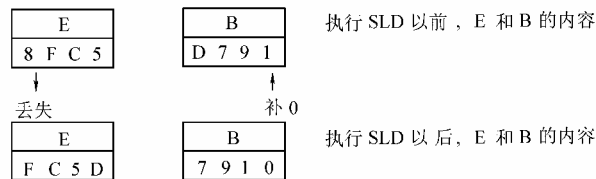
B 和 E 必须在同一个数据区, E 必须大于或等于 B。

SLD 的取值区域: IR, SR, HR, AR, LR, DM 或 *DM

SLD 对标志位的影响:

ER B 和 E 不在同一通道, 或 B>E, 或间接寻址 DM 通道不存在时(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), ER 将置位(即为“ON”)。

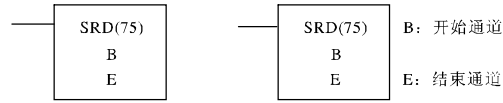
SLD 指令执行过程如下:



8. 数(4bits)右移 SRD(75)/@SRD(75)

SRD 的功能是把一个通道串内的数据向右移一个数字(4 位), 结束通道的最高位数字用 0 代替, 而开始通道的最低位数字丢失。

SRD 前面也可以加@, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



B 和 E 必须在同一个数据区，且 E 大于或等于 B。

SRD 的取值区域：IR，SR，HR，AR，LR，DM，或*DM。

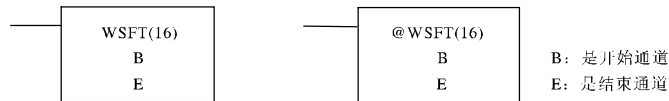
SRD 对标志位的影响：

ER B 和 E 不在同一通道，或 $B > E$ ，或间接寻址 DM 通道不存在时(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，ER 将置位(即为“ON”)。

9. 字移位 WSFT(16)/@WSFT(16)

WSFT 的功能是把一个通道中的数据以通道为单位左移，在开始通道中写入全 0，结束通道的内容丢失。

WSFT 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



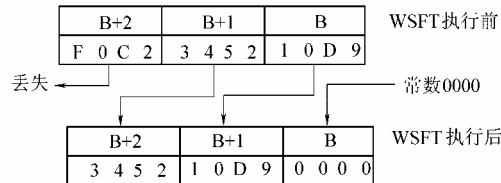
B 和 E 必须在同一个数据区，E 必须大于或等于 B。

WSFT 的取值区域：IR，SR，HR，AR，LR，DM 或*DM。

WSFT 对标志位的影响：

ER B 和 E 不在同一通道，或 $B > E$ ，或间接寻址 DM 通道不存在时(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，ER 将置位(即为“ON”)。

WSFT 指令执行过程如下：



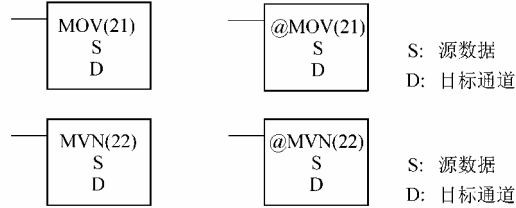
5.6.2 数据传送类指令

数据传送类指令用于 PLC 内部数据的传送，以及与链接系统间的数据传送。各类数据传送指令都有它的微分指令，下面分别介绍。

1. 传递 MOV(21)/@MOV(21)及求反传递 MVN(22)/@MVN(22)

MOV 将源数据(可以是指定通道内的数据,也可以是一个 4 位十六进制数) 传递到一个目标通道。MVN 先将源数据求反后,再传递到一个目标通道。

MOV 和 MVN 前面也可以加@,因此它们是微分型指令。其梯形图符号如下:



数据取值区域:

S IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

D IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对目标的影响:

ER 间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码,或已超过 DM 区的范围),则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当源和目标通道内容都是 0 时, EQ 为“ON”,否则为“OFF”。

N 当“1”移入通道位 15 时,标志位 N 置“ON”。

例 5.17, 图 5-35 所示为 MOV/MVN 梯形图及助记符示例。

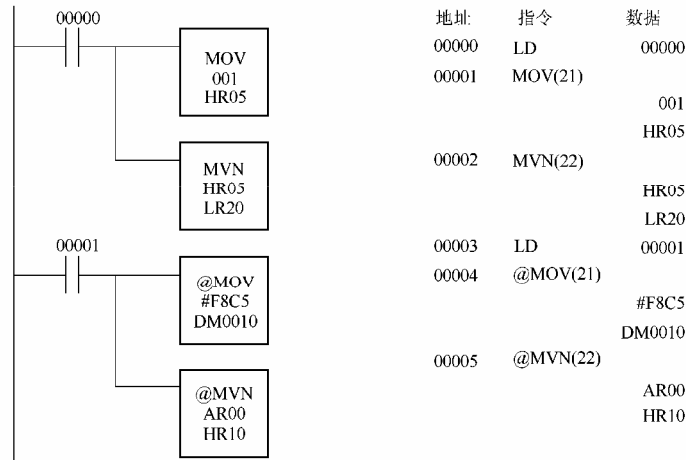
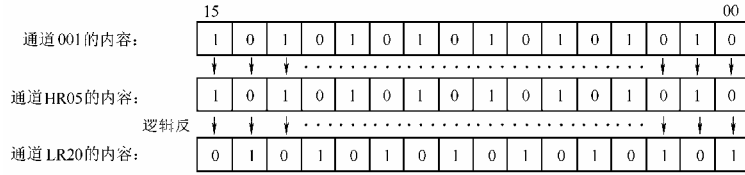


图 5-35 MOV/MVN 梯形图及助记符示例

在上例中,当输入 00000 变为“ON”时,MOV 将通道 001 的内容传送到 HR05,而

MVN 又将 HR05 的内容取反再传送到 LR20。

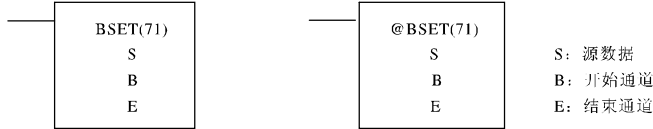
MOV/MVN 指令执行过程如下：



2. 块设置 BSET(71)/@BSET(71)

BSET 把一个通道或一个常数拷贝到几个连续的通道中，连续通道以 B 为开始通道，E 为结束通道，且 $B \leq E$ ，B 和 E 在同一数据区中。

BSET 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

S: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

B 和 E: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

从取值区域可以看出 BSET 可以改变定时器/计数器的 PV 值，而 MOV 和 MVN 则不能。

对标志的影响：

ER B 和 E 不在同一区域，或 $B > E$ ，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

例 5.18，图 5-36 所示为 BSET 梯形图及助记符示例。

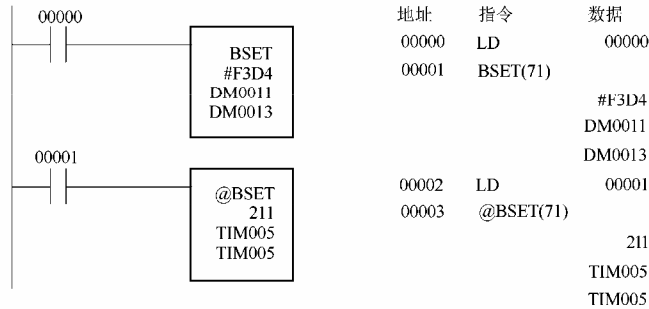
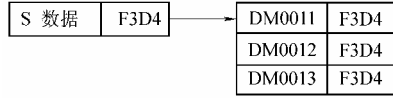


图 5-36 BSET 梯形图及助记符示例

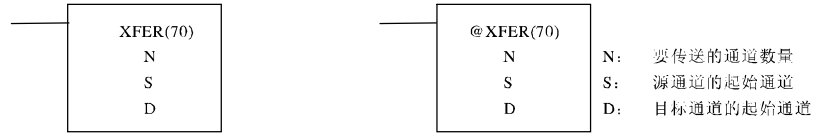
BSET 指令执行结果如下：



3. 块传送 XFER(70)/@XFER(70)

XFER 将几个连续的源通道的内容传送到几个连续的目标通道中去。连续通道的数量必须是四位的 BCD 码，源通道和目标通道若在一个区域内，则不能重迭。

XFER 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

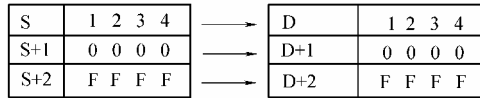
N IR, HR, AR, LR, SR, TC, DM, *DM, #

S 和 D IR, HR, AR, LR, SR, TC, DM, *DM

对标志影响：

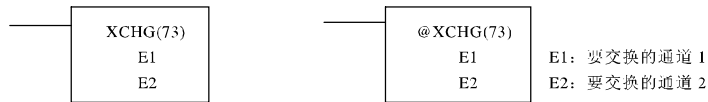
ER N 不是 0000~6144 间的 BCD 码，指定的传送通道数不是 BCD 码，或当被传送通道数加上源通道开头的通道号超出源通道的数据区时，或间接寻址 DM 通道不存在时(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，ER 置位(为“ON”)。

假设要传送 3 个通道，N: #0003，XFER 指令执行过程如下：



4. 数据交换 XCHG(73)/@XCHG(73)

XCHG 将两个不同通道的数据进行交换，XCHG 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域： IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM 或 *DM

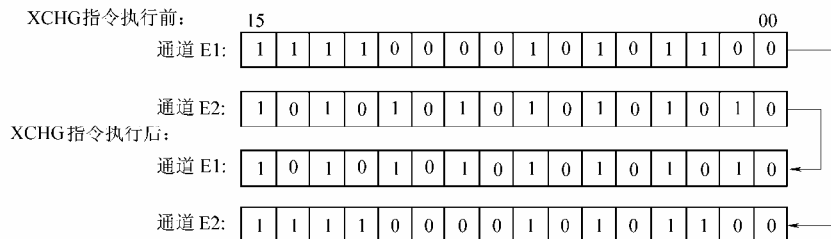
对标志的影响:

ER 间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

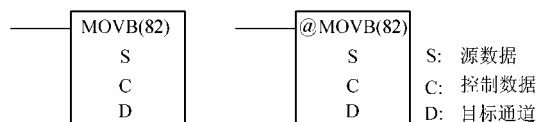
5. 位传送 MOV(B82) / @ MOV(B82)

MOV(B82) 把源数据中的指定位传送到目标通道的指定位。其中源位和目标位在控制通道(或输入一个常数)以 BCD 码形式产生。

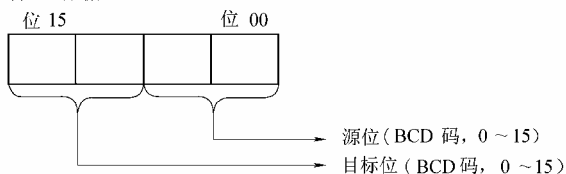
XCHG 指令执行过程如下:



MOV(B82) 前面也可以加@, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



控制通道数据:



上图中, 控制通道内容由四位 BCD 码组成, 左边两个表示目的位, 右边两个表示源位。

数据取值区域:

- S: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM, #
- C: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #
- D: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

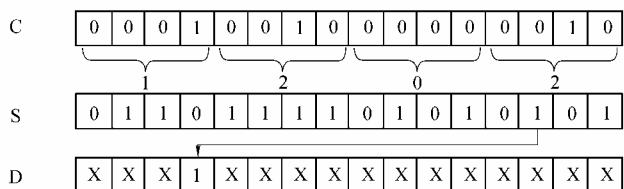
注: S 和 C 可以是 0000~FFFF 之间的常数

对标志的影响:

ER 控制数据不是 BCD 码, 或指定的位不存在, 间接寻址 DM 通道不存在(*DM

数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

MOVB 指令执行过程如下：



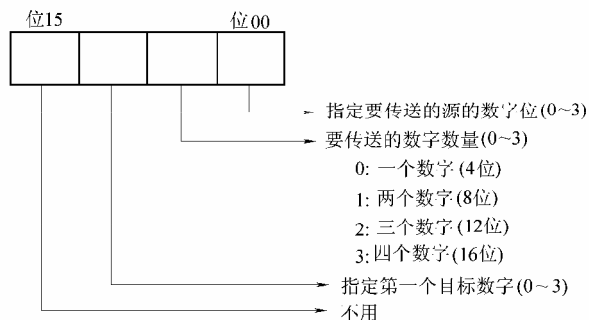
6. 数（4bits）传送 MOVD(83) / @MOVD(83)

MOVD 将源数据中的 1~4 个数字(十六进制数)传送到目的通道的指定数字位上，MOVD 一次最多可以传送四个数字。

MOVD 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



其中控制数据如下：



注：如果要传送 4 个数字，并且第一个目标数字是“2”，那么先把数据传送到目标数字 2，然后依次传递到目标数字 3，0，1。

数据取值区域：

S: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

C: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

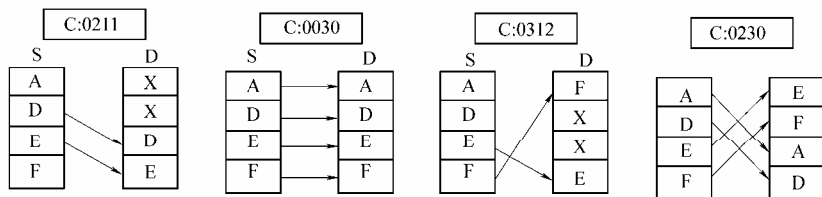
D: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

对标志的影响：

ER 控制数据是 0, 1, 2, 3 以外的数，间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是

BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

例 5.19, 多数传送示例如下:



5.7 数据比较和数制换算指令

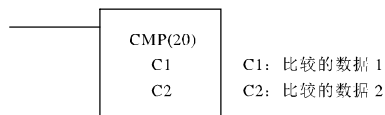
5.7.1 数据比较类指令

数据比较类指令主要包括数据比较指令、数据块比较指令和数据表比较指令等。

1. 数据比较 CMP(20)

CMP 比较两个规定的 4 位十六进制数, 并将结果输出给 SR 区中的 GR, EQ, LE 标志位, 而比较的两个数据值不变。

梯形图符号:



数据取值区域:

C1, C2 IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM 或#

对标志的影响:

ER 间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(即“ON”)。

EQ, LE, GR: 见表 5-3。

表 5-3 比较标志位

标志	地址	C1>C2	C1=C2	C1<C2
EQ	25506	OFF	ON	OFF
LE	25507	OFF	OFF	ON
GR	25505	ON	OFF	OFF

例 5.20, 图 5-37 所示为 CMP 梯形图及助记符示例。

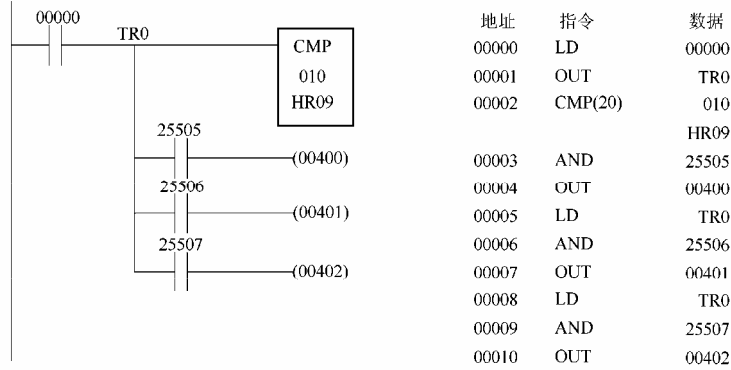


图 5-37 CMP 梯形图及助记符示例

指令执行的结果是改变 GR, EQ, LE 标志位。

注意: CMP 指令不能用于比较带符号的二进制数据。

例 5.21, 利用 CMP 指令监视 TIM 000 的当前值。当 TIM000 的当前值大于某个数时, 则产生某种动作。CMP 梯形图及助记符示例如图 5-38 所示。

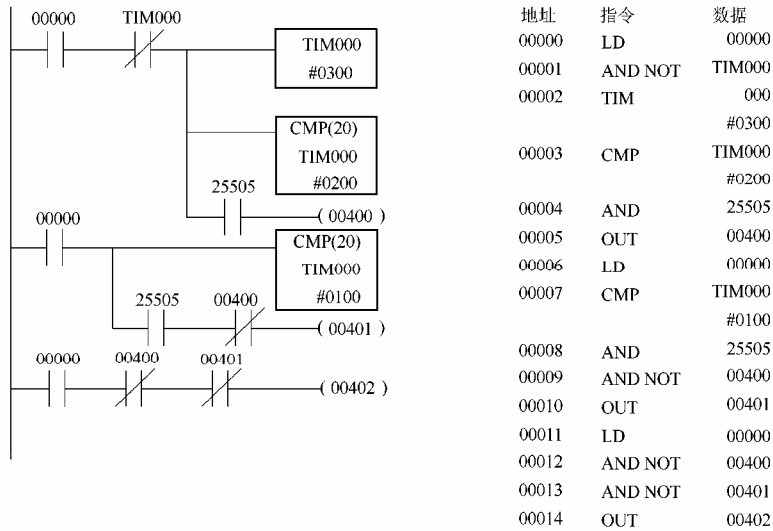


图 5-38 CMP 梯形图及助记符示例

上例中, 两个 CMP 指令监视 TIM000 的当前值。第一个 CMP 指令的常数为 20s, 第

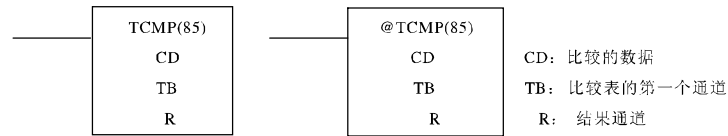
下 限		上 限		结 果	
CB	0000	CB+1	0100	位 00	0
CB+2	0101	CB+3	0200	位 01	0
CB+4	0201	CB+5	0300	位 02	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
CB+8	0501	CB+9	0500	位 04	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
CB+28	1401	CB+29	1500	位 14	0
CB+30	1501	CB+31	1600	位 15	0

3. 表比较 TCMP(85) / @TCMP(85)

TCMP 将一个 4 位数的值(十六进制)与一个由 16 个连续通道所构成的表中的各个通道的值逐一进行比较, 如果比较的值与表中的一个值相等, 则结果通道的对应位就置“1”, 否则置“0”。

例如, TB 的内容与 CD 的内容相等, 则 R 的 00 位就置“1”, TB+1 的内容与 CD 的内容不等, 则 R 的 01 位就置“0”。

BCMP 前面也可以加@, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



数据取值区域:

CD: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #。

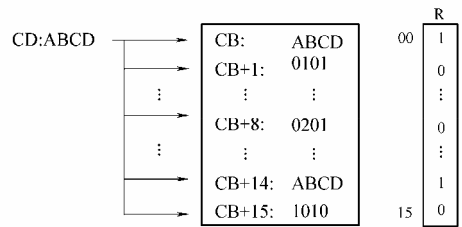
TB: IR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM。

R: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM。

对标志影响:

ER 比较表(TB 到 TB+15)超出数据区, 或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), ER 置位“ON”。

TCMP 指令执行过程如下:



5.7.2 数制换算类指令

1. BCD 码变成二进制码 BIN(23) / @BIN(23)

BIN 将一个通道中的 4 个 BCD 码换算成 16 位二进制数，并将换算后的数据输出到一个结果通道中。

BIN 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

S: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志的影响：

ER 源通道内容不是 BCD 码，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果通道的内容为全 0 时，该标志为“ON”。

N 25402 总为“OFF”。

例 5.22，图 5-39 所示为 BIN 梯形图及助记符示例。

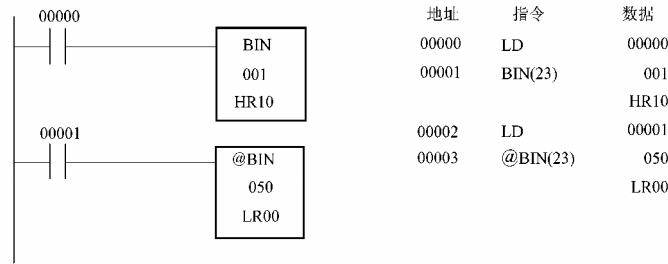
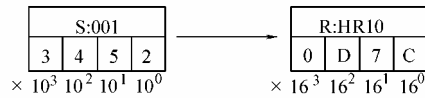


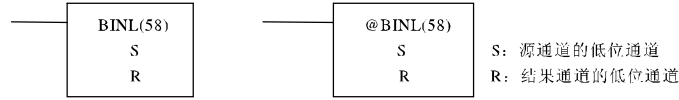
图 5-39 BIN 梯形图及助记符示例



2. 双通道 BCD 码变成二进制码 BINL(58) / @BINL(58)

BINL 将双通道的 8 个 BCD 码换算成 32 位二进制数，并将结果输出到两个结果通道中，其中双通道的低通道放数据的低位。

BINL 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

S: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

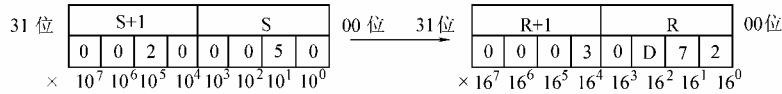
对标志的影响：

ER 源通道不足 BCD 码，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不足 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果两通道的内容是全 0 时，EQ 为“ON”。

N 25402 总是“OFF”。

BINL 指令执行过程如下：



3. 二进制变为 BCD 码 BCD(24) / @BCD(24)

BCD 将源通道中的 16 位二进制数换算成 4 位十进制数，并将换算结果输出到结果通道中。

BCD 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



S 和 R 的取值区域：IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

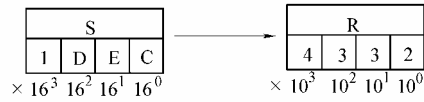
对标志的影响：

ER 结果通道溢出(R>9999)，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果通道的内容是全 0 时，EQ 置位(为“ON”)。

注：当源通道内容超过 270FH 时，换算结果就会超过 9999，出现这种情况，指令不执行 R 也不变。

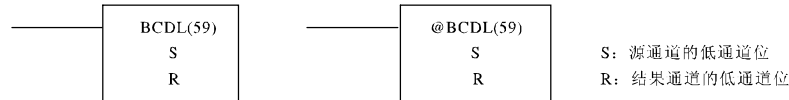
BCD 指令执行过程如下：



4. 双通道二进制码变成 BCD 码 BCDL(59) / @BCDL(59)

BCDL 将双通道二进制码换算成 BCD 码，并将换算结果输出到两个结果通道中，其中双通道的低通道放数据的低位。

BCDL 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



S 和 R 的取值区域：IR，SR，HR，AR，LR，DM，*DM

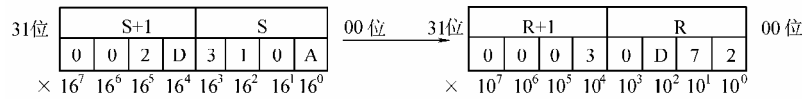
对标志的影响：

ER 结果通道 R 和 R+1 溢出(R, R+1 的内容超过 99999999)，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，ER 置位（为“ON”）。

EQ 结果双通道内容全 0 时，EQ 置“ON”。

注：当源通道内容超过 05F5E0FFH 时，转换后的结果将超过 99999999，这时指令不能执行，R 和 R+1 不变。

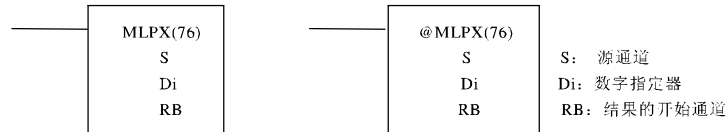
BCDL 指令执行过程如下：

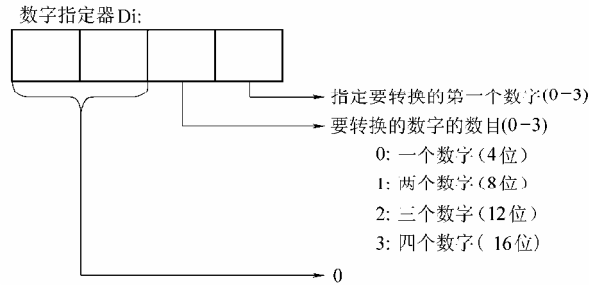


5. 4 到 16 译码器 MLPX(76) / @MLPX(76)

MLPX 可以将源通道中最多 4 个十六进制数各换算成一个从 0~15 的十进制值，然后根据这个值把目标通道中与该值对应的位置为“1”，其他位全置为“0”。

MLPX 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：





数据取值区域为

S: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

Di: IR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

RB: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志的影响:

ER 数字指定器不正确,或结果通道 RB+1~RB+3 超过数据区,或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码,或已超过 DM 区的范围),则 ER 置位(为“ON”)。

例 5.23, 图 5-40 所示为 MLPX 梯形图及助记符示例。

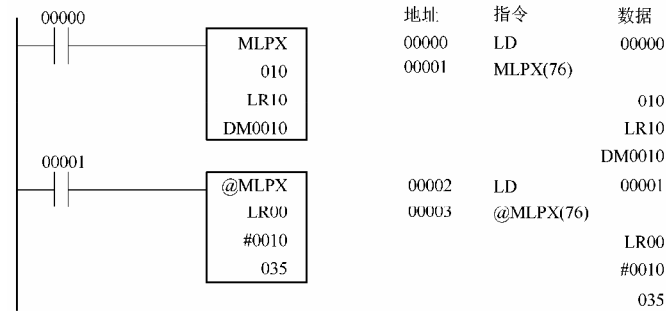
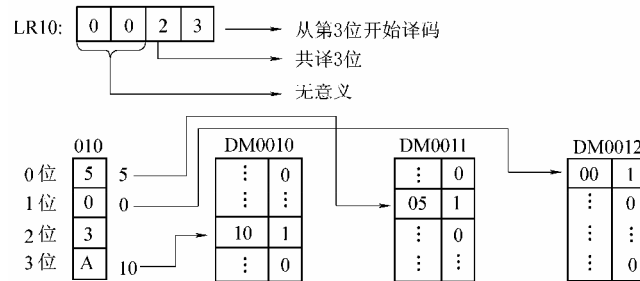
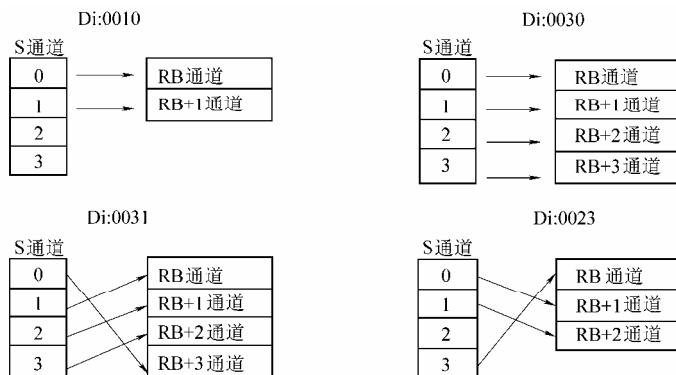


图 5-40 MLPX 梯形图及助记符示例

MLPX 指令执行过程如下:



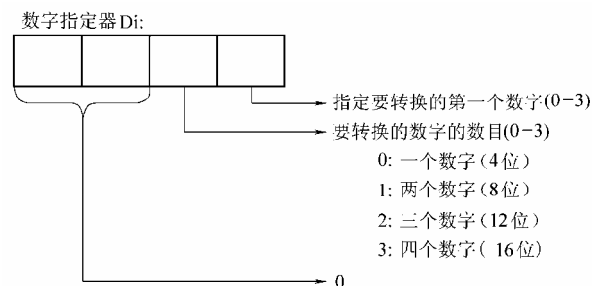
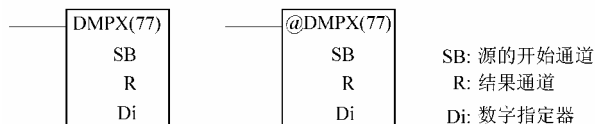
多个数字译码：当进行多个数字译码时，根据 Di 的指定，要转换的第一个数字将是最终输出中的第一个数字。若指定数字量是“3”且第一个数字是“2”，那么就从数字“2”，“3”，开始传送数据，然后传送“1”。示例如下：



6. 16 到 4 编码器 DMPX(77) / @DMPX(77)

DMPX 将指定的源通道(最多 4 个通道)中为“ON”的最高位的位号，并将该位号编成一个十六进制数，然后将结果传送到结果通道中指定的数字位上。

DMPX 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

SB: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

Di: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

对标志的影响:

ER 数字指定器的数据不正确, 或 SB+1~SB+3 超过了数据区, 或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 或源通道的内容都是 0, 则 ER 置位 (为“ON”)。

例 5.24, 图 5-41 所示为 DMPX 梯形图及助记符示例。

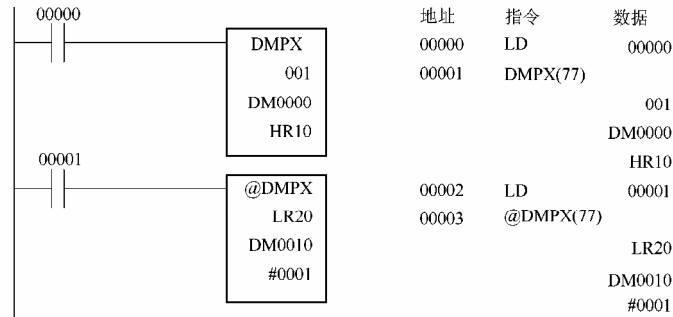
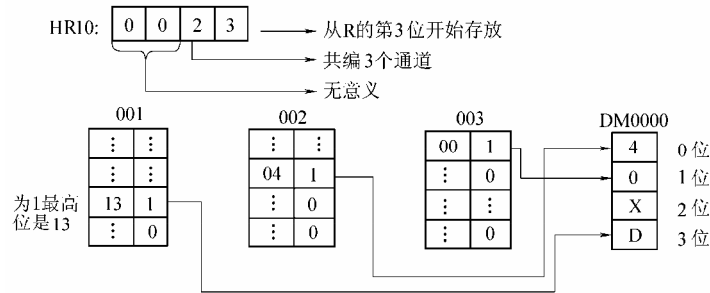
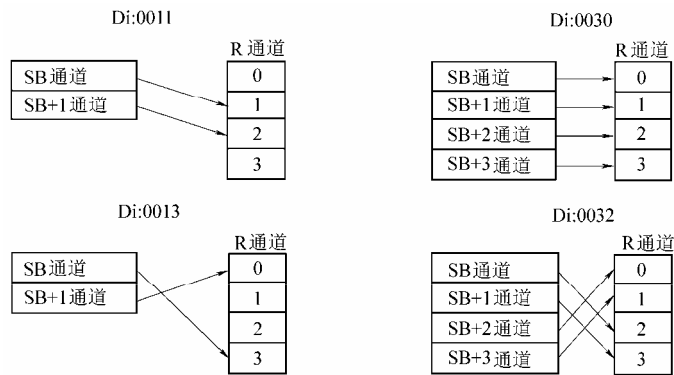


图 5-41 DMPX 梯形图及助记符示例

DMPX 指令执行过程如下:



多个数字的编码: 当对多个数字编码时, 被编码的第一个通道, 如被 Di 所指定, 将是最终输出的第一个数字。例如, 若指定的数字数目是“3”且第一个数字是“2”, 那么就把数据先传送到数字“2”, “3”, “0”中, 然后传送到“1”中。示例如下:



7. 七段译码 SDEC(78)/@SDEC(78)

SDEC 将源通道中 1 至 4 个十六进制数分别译成供七段数码管显示用的代码，并将译好的代码输出到指定的目标通道的低 8 位或高 8 位。七段显示码与十六进制数的关系见表 5-4。

七段显示码排列方式如下所示：

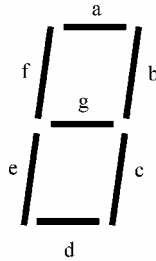
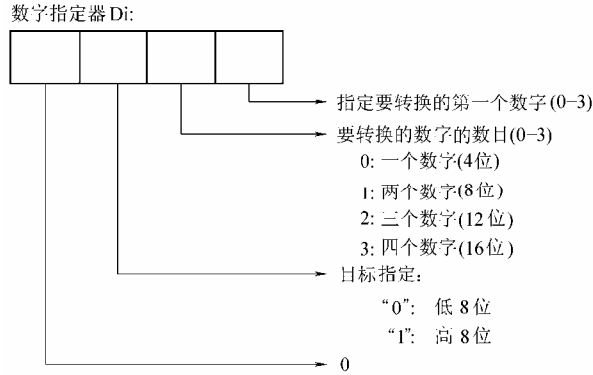
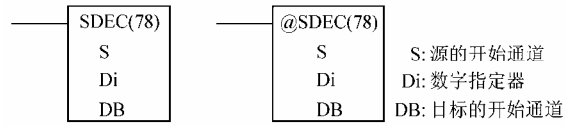


表 5-4 七段译码指令数据换算表

16 进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
a 段	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
b 段	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
c 段	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
d 段	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
e 段	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
f 段	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
g 段	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
第 7 位	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 位 16 进制数	3F	06	5B	4F	66	6D	7D	27	7F	6F	77	7C	39	5E	79	71

SDEC 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域:

S: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

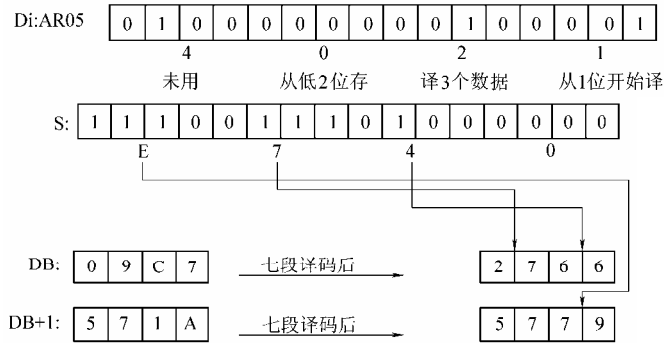
Di: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

DB: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响:

ER 数据指定器不正确或 DB+1~DB+3 超出数据区，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

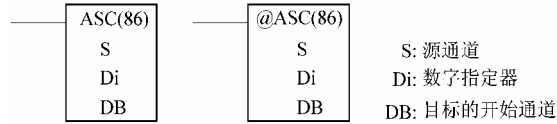
SDEC 指令执行过程如下:



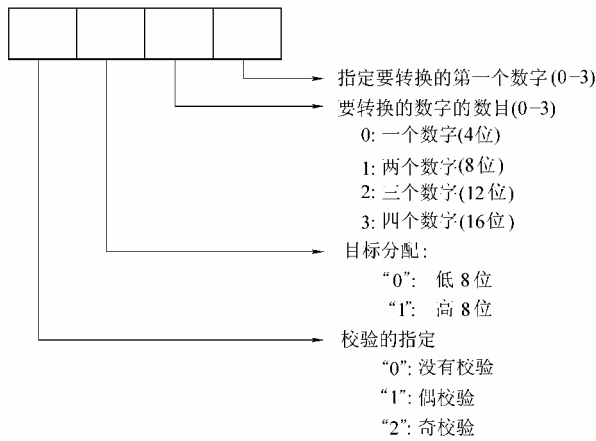
8. ASCII 转换 ASC(86)/@ASC(86)

ASC 将源通道中 1 至 4 个十六进制数分别转换成 8 位 ASCII 码形式，并将转换后的 ASCII 码输出到目标通道的低 8 位或高 8 位上。

ASC 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数字指定器 Di:



数据取值区域:

S: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

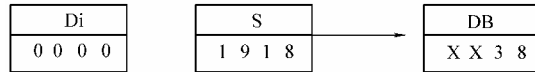
Di: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

DB: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志的影响:

ER 数字指定器数据错误，或 DB1~DB3 超过数据区界线，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

ASCII 指令执行过程如下:



当指令执行时，S 通道的第一个数字的值(8)就转换为一个 ASCII 码(\$38)，并把它输出到目标通道 DB 的低 8 位。若指定校验为“0”，则把“0”输出到 DB 通道的 07 位。

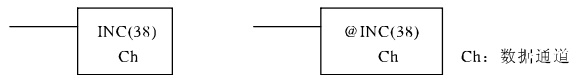
5.8 数据运算类指令

5.8.1 BCD 码计算指令

BCD 码计算指令包括增 1、减 1，BCD 码的加、减、乘、除，BCD 码的双字长加、减、乘、除、浮点除及开平方运算等指令。这些指令也都有相应的微分指令。

1. 加 1 指令 INC(38)/@INC(38)

INC 将一个通道的内容加 1，通道内容是 4 位 BCD 码，INC 不影响标志 CY。INC 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：IR，SR，HR，AR，LR，DM 或 *DM

对标志的影响：

ER 通道数据不是 BCD 码，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，ER 置位(为“ON”)。

EQ 当增加后结果为 0000 时，该标志置 ON。

注：当通道内容为 9999，执行 INC，通道内容将为 0000。

例 5.25，图 5-42 所示为 INC 梯形图及助记符示例。



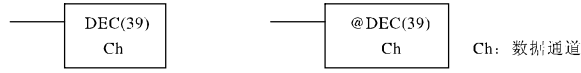
图 5-42 INC 梯形图及助记符示例

INC 的操作是当输入 00000 变为“ON”时，DM0010 的内容就加 1。相加后的结果再输出到 DM0010。直到输入 00000 变为“OFF”之前，DM0010 的内容将是每次扫描后增加 1。

2. 减 1 指令 DEC(39)/@DEC(39)

DEC 将一个通道内的 4 位 BCD 码数减 1。同样，DEC 也不影响标志 CY，当 4 位 BCD 码是 0000 时，执行 DEC 指令后，通道内的数据将变为 9999。

DEC 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：IR，SR，HR，AR，LR，DM 或 *DM

对标志影响：

ER 要减的数据不是 BCD 码，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当减的结果为 0000 时，该标志为“ON”。

例 5.26，图 5-43 所示为 DEC 梯形图及助记符示例。

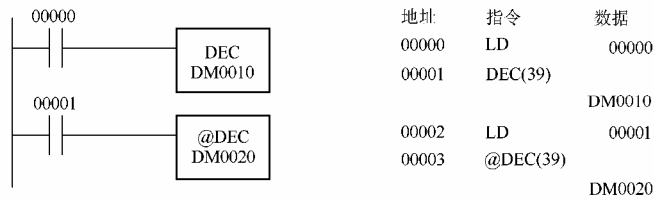


图 5-43 DEC 梯形图及助记符示例

DEC 的操作是当输入 00000 为 ON 时，DM0010 的内容就减 1，然后把减后的结果输出到 DM0010。直到输入 00000 为 OFF，否则每次扫描 DM0010 的内容都将被减去 1。

3. 置进位 STC(40)/@STC(40)和清进位 CLC(41)/@CLC(41)

STC 是将进位标志位置为“ON”，CLC 是将进位标志位置为“OFF”。对于使用 CY 标志的指令，或对 CY 有影响的指令，STC 和 CLC 是很有用的。例如在做加法、减法之前应执行 CLC，将标志位 CY 置“OFF”，否则结果可能会不正确。与进位标志相关指令见表 5-5。

STC 和 CLC 前面也可以加@，因此两指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



表 5-5 指令与进位标志位关系表

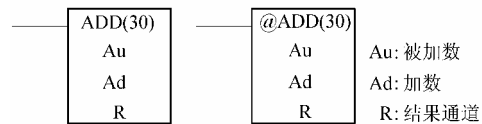
指令	FUN	进位标志值的含义	
		1	0
ADD/@ADD	30	在一次加法操作中有一个溢出。	没有产生溢出
ADDL/@ADDL	54		
ADB/@ADB	50		

续表

指令	FUN	进位标志值的含义	
		1	0
SUB/@SUB	31	减去的结果<0	减去的结果是正确的。
SUBL/@SUBL	55		
SBB/@SBB	51		
ASL/@ASL	25	在移位以前, 位 15 是“ON”。	在移位以前, 位 15 是“OFF”。
ROL/@ROL	27		
ASR/@ASR	26	在移位以前, 位 00 是“ON”。	在移位以前, 位 00 是“OFF”。
ROR/@ROR	28		
SFTR/@SFTR	84	如果向右移位: 位 00 是“ON”	位 00 是“OFF”
		如果向左移位: 位 15 是“ON”	位 15 是“OFF”
STC/@STC	40	STC/@STC 执行。	—————
CLC/@CLC	41	—————	CLC/@CLC 执行。
END	01	—————	END 执行。

4. BCD 码加法 ADD(30) / @ADD(30)

ADD 是将两个 4 位的 BCD 码相加, 并将和输出到结果通道中。ADD 前面也可以加@, 因此它是微分型指令。其梯形图符号如下:



数据取值区域:

Au: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

Ad: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM,

对标志的影响:

ER 要相加的两个通道的值有一个或两个不是 BCD 码, 间接寻址 DM 通道不存在 (*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

CY 指出结果中的一次进位。

EQ 当求和的结果是 0000 时, EQ 置“ON”。

例 5.27, 图 5-44 所示为 ADD 梯形图及助记符示例。

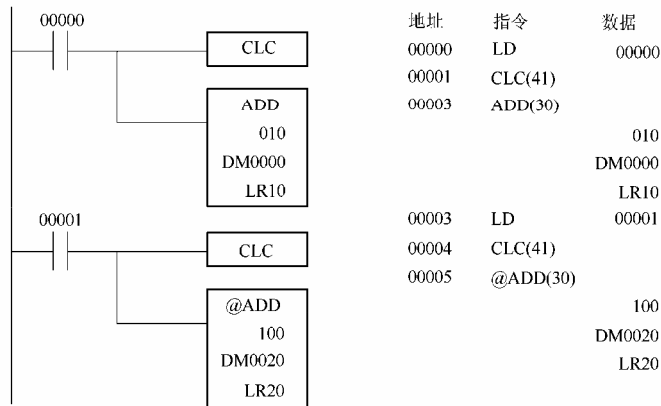
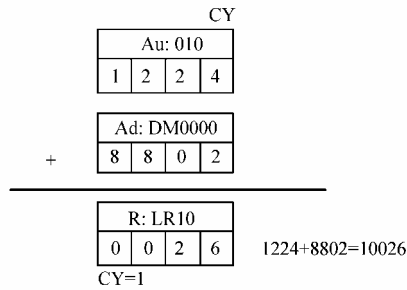


图 5-44 ADD 梯形图及助记符示例

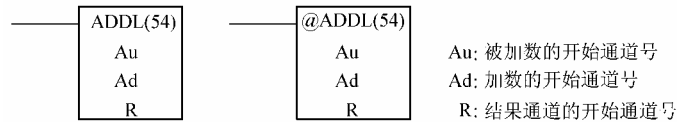
在上例中，当输入 00000 为“ON”时，通道 010 和 DM0000 中的 BCD 码相加，并且将 4 个数字的结果输出到 LR10。在求和的结果中如果有溢出，ADD 就将进位标志置位为“ON”。

ADD 指令执行过程如下：



5. 倍长 BCD 码加法 ADDL(54) / @ADDL(54)

ADDL 是将两个 8 位的 BCD 码相加，并将和输出到结果通道中。ADDL 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

Au: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

Ad: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM,

对标志的影响:

ER 要相加的通道的值有一个或两个不是 BCD 码, 间接寻址 DM 通道不存在 (*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

CY 指出结果中的进位。

EQ 当求和的结果是 0000 时, EQ 置“ON”。

假设以通道 000 和 001 中的 8 位 BCD 码与 DM0020 和 DM0021 中的 8 位 BCD 码相加, 然后把 8 位 BCD 码的结果输出到 LR21 和 LR22 中。求和的结果中如果有溢出, ADDL 就将进位标志位置为“ON”。

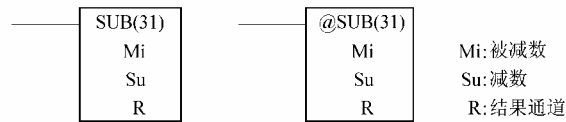
ADDL 指令执行过程如下:

12240319+05020327=17260646

								CY	
	Au+1: 001				Au: 000				
	1	2	2	4	0	3	1	9	
	Ad+1: DM0021				Ad: DM0020				
+	0	5	0	2	0	3	2	7	
	R+1: LR22				R: LR21				
	1	7	2	6	0	6	4	6	
									CY=0

6. BCD 码减法 SUB(31) / @SUB(31)

SUB 将两个通道中的 4 位 BCD 码相减, 所得差输出到结果通道。SUB 前面也可以加 @, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



数据取值区域:

Mi 和 Su IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

R IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响:

ER 相减的两个通道不是 BCD 码, 或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

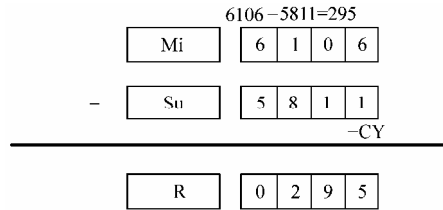
CY、EQ 见表 5-6。

表 5-6 SUB 运算标志表

数 据	SUB 的结果	CY	EQ
Mi > Su	R=Mi-Su	0	0
Mi = Su	R=0	0	1
Mi < Su	R=Mi+(10000-Su)	1	0

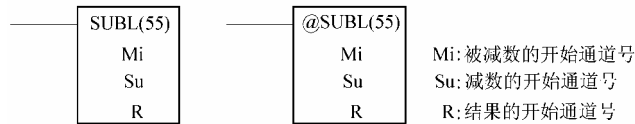
注意：如果执行 SUB 后，CY 为“ON”，则结果通道的数据实际上是十进制的补码形式，若希望得到真实值，可用常数 0000 减去结果通道的数据。

SUB 指令执行过程如下：



7. 倍长 BCD 码减法 SUBL(55) / @SUBL(55)

SUBL 将两个 8 位的 BCD 码相减，所得的差输出到结果通道。SUBL 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

Mi 和 Su: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

R: IR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响：

ER 相减的两个数不是 BCD 码，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

CY 当结果为负数时，(Mi < Su)，CY 为“ON”。

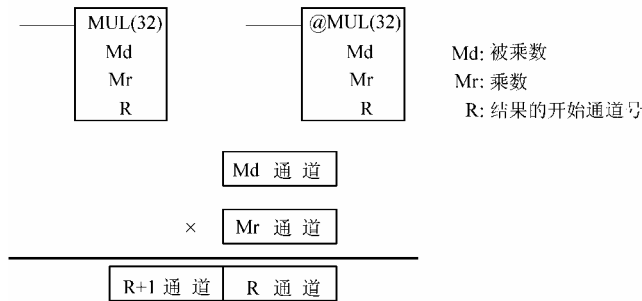
EQ 当结果为 0 时，则 EQ 为“ON”。

假设以通道 005 和 006 中的 8 位 BCD 码数据减去 DM0020 和 DM0021 中的 8 位 BCD 码数据，并具有进位。然后把 8 位 BCD 码的结果输出到 LR21 和 LR22 中。

10296887-7280079=3016808									
Mi+1: 006					Mi: 005				
1	0	2	9	6	8	8	7		
-									
Su:+1: DM0021					Su: DM0020				
0	7	2	8	0	0	7	9		
-CY									
R+1: LR22					R: LR21				
0	3	0	1	6	8	0	8		

8. BCD 码乘法 MUL(32) / @MUL(32)

MUL 将两个 4 位的 BCD 码相乘，并将结果输出到指定通道，结果需要 2 个通道。MUL 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

Md: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

Mr: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

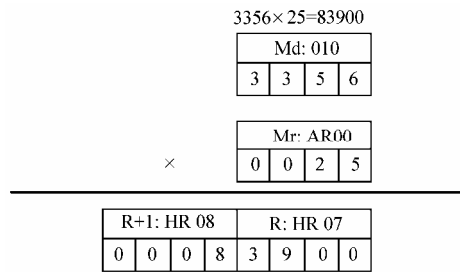
R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响：

ER Md 和 Mr 不是 BCD 码，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

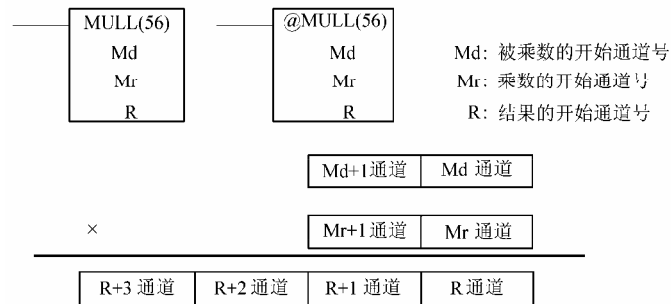
EQ 当结果为 0 时，则 EQ 为“ON”。

假设通道 010 中的 BCD 码数据与 AR00 中的 BCD 码数据相乘，并将 8 位 BCD 码计算结果输出到 HR07 和 HR08 中。



9. 倍长 BCD 码乘法 MULL(56) / @MULL(56)

MULL 将两个 8 位的 BCD 码相乘, 所得的积送到结果通道, 结果需 4 个通道。MULL 前面也可以加 @, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



数据取值区域:

Md: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

Mr: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响:

ER 相乘的两个数不是 BCD 码, 或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果为 0 时, 则 EQ 置“ON”。

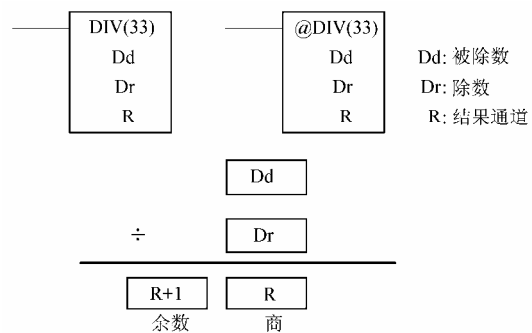
MULL 指令执行过程如下:

$$555321 \times 10005555 = 5556294808155$$

		Md+1				Md				
		0	0	5	5	5	3	2	1	
		Mr+1				Mr				
		1	0	0	0	5	5	5	5	
×										
			R+3		R+2		R+1		R	
			0	0	0	5	5	5	6	2
			9	4	8	0	8	1	5	5

10. BCD 码除法 DIV(33) / @DIV(33)

DIV 将两个 4 位的 BCD 码相除，所得结果输出到指定通道，结果需 2 个通道，一个用于存储商，另一个用于存储余数。DIV 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

Dd: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

Dr: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

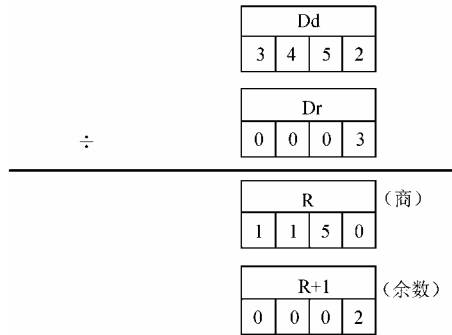
对标志影响：

ER Dd 和 Dr 不是 BCD 码，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果的商为 0 时，则 EQ 为“ON”。

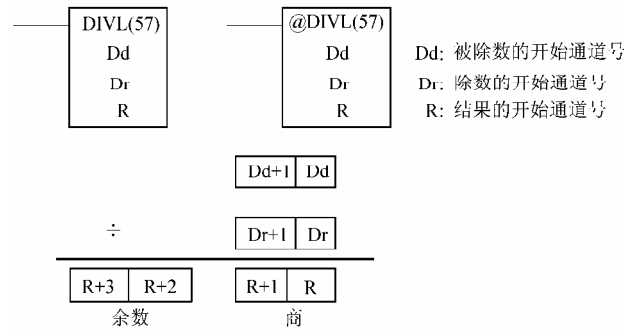
DIV 指令执行过程如下：

3452 ÷ 3 = 1150 余数: 2



11. 倍长 BCD 码除法 DIVL(57) / @DIVL(57)

DIVL 将两个 8 位的 BCD 码相除，所得结果输出到指定通道，结果需 4 个通道，两个用来存储商，另外两个用来存储余数。DIVL 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

Dd: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

Dr: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响：

ER 相除的两个数不是 BCD 码，或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当相除的商为 0 时，则 EQ 为“ON”。

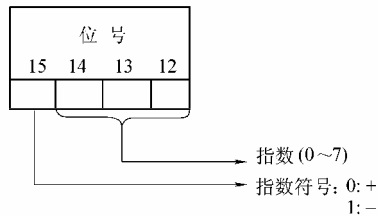
DIVL 指令执行过程如下：

$$98552300 \div 35 = 2815780 \quad \text{余数: } 0$$

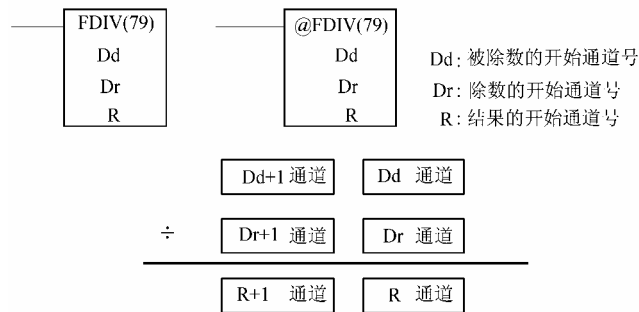
	Dd+1				Dd				
	9	8	5	5	2	3	0	0	
÷	Dr+1				Dr				
	0	0	0	0	0	0	3	5	
	R+1				R				(商)
	0	2	8	1	5	7	8	0	
	R+3				R+2				(余数)
	0	0	0	0	0	0	0	0	

12. 浮点除法 FDIV(79) / @FDIV(79)

FDIV 将两个浮点 BCD 码相除，并将结果送到指定通道。FDIV 中的浮点数是由 8 位 BCD 码组成的，其中最左边的一位是指数，右边 7 位是数值部分，浮点数的构成如下：



因此，浮点的取值范围是 $0.0000001 \times 10^{-7} \sim 0.9999999 \times 10^7$ ，在 FDIV 中商也是浮点数，且 Dd、Dr、R 均需两个通道。FDIV 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

Dd: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

Dr: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

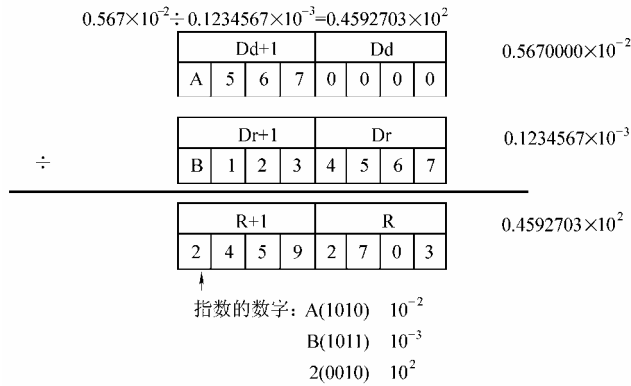
R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响:

ER 除数 Dr 是 0, 相除的两个数不是 BCD 码, 运算结果不在 $0.1 \times 10^{-7} \sim 0.999999 \times 10^7$ 的范围内, 或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

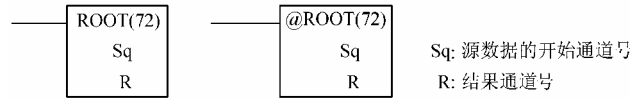
EQ 商是 0 时, 则 EQ 置为“ON”。

FDIV 指令执行过程如下:



13. 平方根 ROOT(72) / @ROOT(72)

ROOT 计算一个 8 位 BCD 码的平方根, 并将结果的 4 位整数 BCD 码输出到指定通道, 而把小数部分省掉。ROOT 前面也可以加 @, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



数据取值区域:

Sq: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

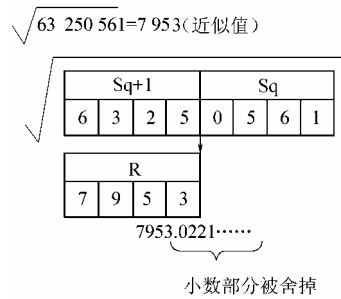
R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响:

ER 源数据不是 BCD 码, 或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果为 0 时, 则 EQ 置“ON”。

ROOT 指令执行过程如下:



5.8.2 二进制 BIN 运算指令

1. 二进制加法 ADB(50) / @ADB(50)

ADB 将两个 16 位的二进制数相加, 并将结果输出到指定通道, 如果和大于 FFFFH 时, 进位标志 CY 置“ON”。ADB 前面也可以加 @, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



数据取值区域:

Au: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

Ad: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响:

ER 间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

CY 结果 > FFFFH 时, CY 置“ON”。

EQ 当结果为 0 时, 则 EQ 置“ON”。

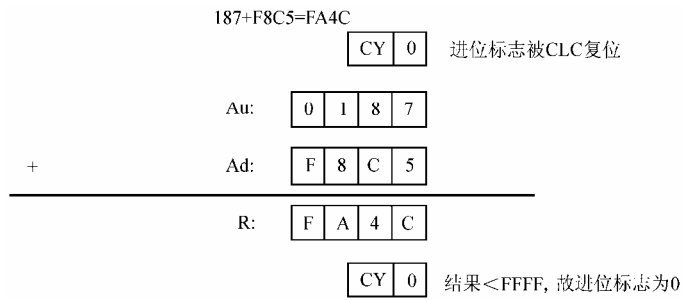
OF 当运算结果超过 32767 (7FFF), OF 置“ON”。

UF 当运算结果小于 -32768 (8000), UF 置“ON”。

N 当 R 中 15 位置“1”, N 为“ON”。

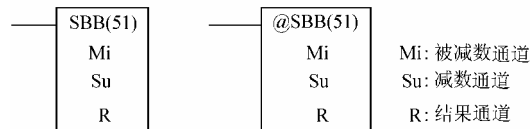
注: ADB 是带进位加法, 所以执行 ADB 前先用 CLC 指令将 CY 清零。

ADB 指令执行过程如下:



2. 二进制减法 SBB(51) / @SBB(51)

SBB 将两个 16 位的二进制数相减，并将结果送至指定通道。当结果是负数时，SBB 把 CY 置“ON”，同时结果是二进制的补码形式。SBB 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

Mi 和 Su: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响：

ER 间接寻址 DM 通道不存在(DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

CY 当结果为负数，CY 置“ON”。

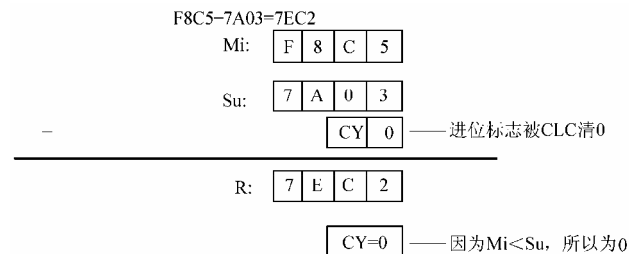
EQ 当结果为 0 时，则 EQ 置位“ON”。

OF 当运算结果超过 32767 (7FFF)，OF 置“ON”。

UF 运算结果小于-32768 (8000)，UF 置“ON”。

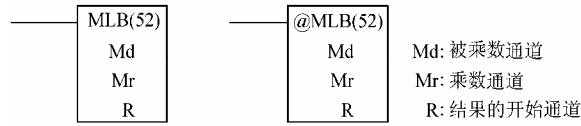
N 当 R 中 15 位置 1，N 为“ON”。

SBB 指令执行过程如下：



3. 二进制乘法 MLB(52) / @MLB(52)

MLB 将两个 16 位的二进制数相乘，结果为 32 位二进制数(两通道)送到指定通道。MLB 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

Md IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

Mr IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

R IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

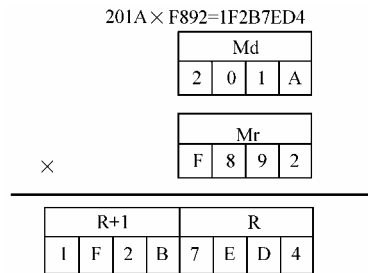
对标志影响：

ER 间接寻址 DM 通道不存在(DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果为 0 时，则 EQ 置位“ON”。

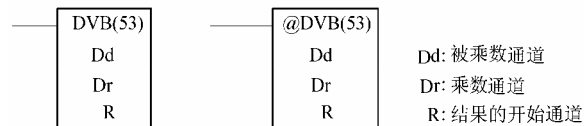
N 当 R+1 通道的 15 位置 1，N 为“ON”。

MLB 指令执行过程如下：



4. 二进制除法 DVB(53) / @DVB(53)

DVB 将两个 16 位的二进制数相除，并将得出的结果送到指定通道，商和余数均为 16 位二进制数。DVB 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

Dd: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #
 Dr: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #
 R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

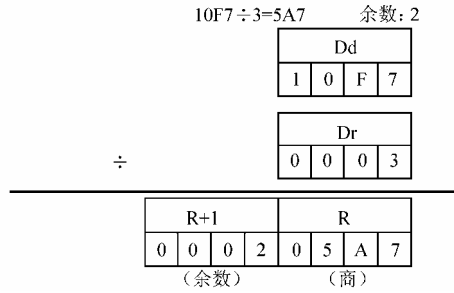
对标志影响:

ER Dr 为 0, 间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果为 0 时, EQ 置“ON”。

N 当 R 通道的 15 位置“1”, N 为“ON”。

DVB 指令执行过程如下:



5.8.3 逻辑运算指令

1. 求反 COM(29) / @COM(29)

COM 是将指定通道内的数据全部求反, 即原来是“0”的变成“1”, 原来是“1”的变成“0”。前面也可以加@, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



数据取值区域: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响:

ER 间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当求反后结果是“0”时, 则 EQ 置“ON”。

N 当通道的 15 位置“1”, N 为“ON”。

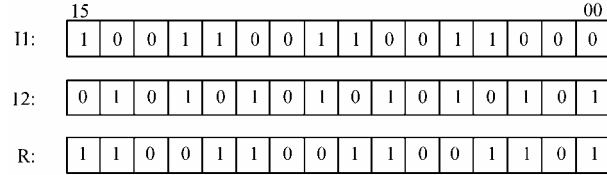
COM 指令执行过程如下:

ER 间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果的所有位都是“0”时, 则 EQ 置“ON”。

N 当 R 通道的 15 位置“1”, N 为“ON”。

XORW 指令执行过程如下:



5. 异或非 XNRW(37) / @XNRW(37)

XNRW 将两个 16 位的二进制数相异或非, 并将结果送到指定通道。异或非就是对异或的结果再求一次反。XNRW 前面也可以加@, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



只有输入通道中对应的位相同时, 输出通道中的一个对应位才为“1”。

I1	I2	→	R
1	1	→	1
1	0	→	0
0	1	→	0
0	0	→	1

数据取值区域:

I1: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

I2: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

R: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

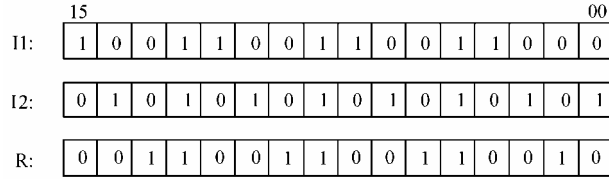
对标志影响:

ER 间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当结果的所有位都是“0”时, 则 EQ 置“ON”。

N 当 R 通道的 15 位置“1”, N 为“ON”。

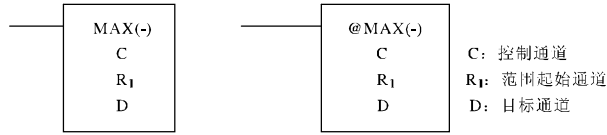
XNRW 指令执行过程如下:



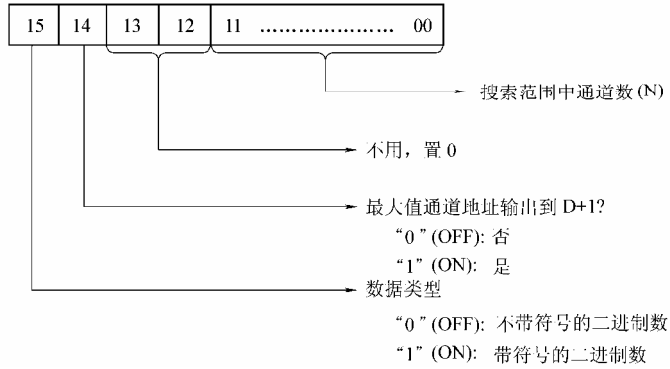
5.8.4 特殊算术指令

1. 寻找最大值 MAX(-) / @MAX(-)

当执行条件为 ON 时, MAX 指令搜索 $R_1 \sim R_1 + N - 1$ 通道范围内最大数值的地址, 并将最大数值输出到目标通道中。MAX 前面也可以加@, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



控制通道 C:



数据取值区域:

- C: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM, #
- R₁: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM
- D: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响:

ER C 中指定的通道不是 BCD 码；或 $R_1 \sim R_1+N-1$ 不在同一个数据区；或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当最大值为#0000 时，则 EQ 置“ON”。

N 当 D 中 15 位置“1”，N 为“ON”。

当 C 的 14 位为“ON”时，有以下两种情况：

① 对于一个在 DM 区的地址，最大值通道地址写入 D+1。例如，如果含有最大值的地址是 DM0114，则#0114 写入 D+1；

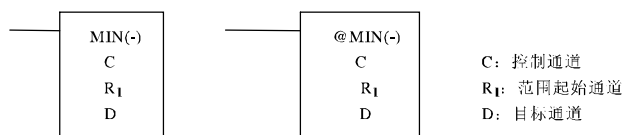
② 对于一个在另一数据区的地址，从寻找开始的地址至最大值地址的个数被写入 D+1。例如，最大值的地址 IR114，寻找范围的初始地址是 IR014，则 D+1 中为#100。

若 C 的 14 位为“ON”，含有最大值的地址不止一个，最小的地址被写入 D+1。

搜索范围中通道数(N)在 C 的低三位数中，该数必须是 001~999 内的 BCD 码。当 C 的 15 位为 OFF 时，搜索范围中数据按不带符号二进制数处理；为 ON 时，按带符号二进制数处理，此时，超过#8000 数值作为负数处理，因此搜索结果会根据数据类型定义不同而异。

2. 寻找最小值 MIN(-) / @MIN(-)

当执行条件为“ON”时，MIN 指令搜索 $R_1 \sim R_1+N-1$ 通道范围内最小数值的地址，并将最小数值输出到目标通道中。MIN 前面也可以加@，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



控制通道 C 的内容与 MAX 指令中的控制通道相同，省略。

数据取值区域：

C: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM, #

R₁: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

D: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响：

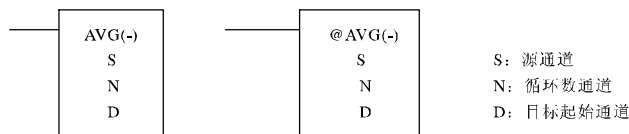
ER C 中指定的通道不是 BCD 码；或 $R_1 \sim R_1+N-1$ 不在同一个数据区；或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

EQ 当最小值为“#0000”时，则 EQ 置“ON”。

N 当 D 中 15 位置“1”，N 为“ON”。

3. 求平均值 AVG(-) / @AVG(-)

AVG 用于计算经过 N 个循环后 S 的平均值。AVG 前面也可以加 @，因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下：



数据取值区域：

S 和 N: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM, #

D: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响：

ER 一个或多个操作数设置不正确；或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码，或已超过 DM 区的范围)，则 ER 置位(为“ON”)。

当执行条件为 ON 时，开始的 N-1 次循环，AVG 将 S 的数值写入 D。每次 AVG 指令执行，S 的原先值存入通道 D+2~D+N+1。指令每执行一次，D+1 的低二位数自动加 1，其值作为指针指示原先值存放的地址。

在开始的 N-1 个循环中，D+1 的 15 位保持“OFF”状态。

第 N 次循环，首先 S 的原先值存入 D+2~D+N+1 范围内的最后通道中，然后计算出存储在 D+2~D+N+1 中的原先值的平均值（4 位 16 进制数，四舍五入取整数），并将运算结果存入 D，又将 D+1 的 15 位置 ON，先前值指针（D+1 的低二位数）清零。

每次 AVG 执行，均用 S 中的先前值改写指针指示的通道内容，并计算出新的平均值写入 D。循环 N-1 次后，指针又清零。

表 5-7 列出了通道 D~D+N+1 的功能，通道 D+1 中各位的含义如图 5-45 所示。

表 5-7 通道 D+2~D+N+1 功能表

D	平均值（等于 N 或大于 N 次循环后）
D+1	先前数值指针和循环数指示器
D+2	先前数值#1
D+3	先前数值#2
⋮	⋮
D+N+1	先前数值#N

例 5.28，图 5-46 所示 AVG 梯形图及助记符示例 IR040 的内容设置为#0000，每一次循环内容加 1。前两次循环，AVG 将 IR040 的内容传送到 DM1002 和 DM1003。DM1001 内容也随之变化。AVG 在第三和最后一个循环计算 DM1002 到 DM1004 内容的平均值，并

将结果存入 DM1000。

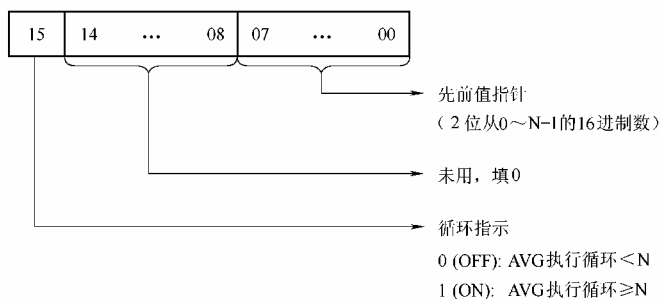


图 5-45 通道 D+1 各位功能说明

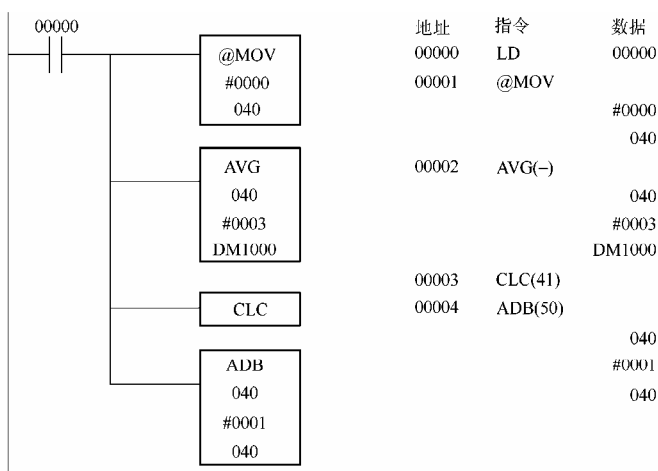


图 5-46 AVG 梯形图及助记符示例

AVG 指令执行过程如下:

	第一次循环	第二次循环	第三次循环	第四次循环
IR04	0000	0001	0002	0003
DM1000	0000	0001	0001	0002
DM1001	0001	0002	8000	8000
DM1002	0000	0000	0000	0001
DM1003		0001	0001	0002
DM1004			0002	0003

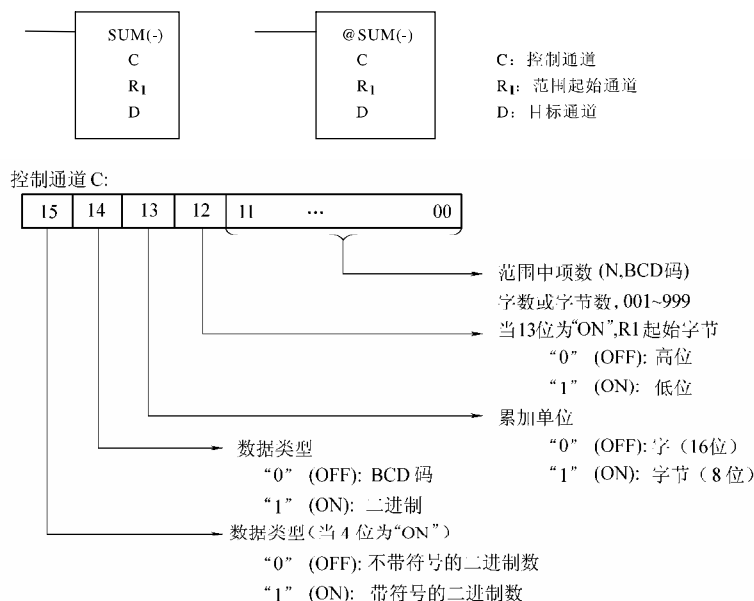
← 平均值

← 指针

IR040 三个
先前值

4. 求和 SUM(-) / @SUM(-)

当执行条件为 ON 时, SUM 指令将 $R_1 \sim R_1 + N - 1$ 通道数据相加或将 $R_1 \sim R_1 + N/2 - 1$ 通道内的字节内容相加, 并将和存入目标通道 (D 和 D+1)。SUM 前面也可以加 @, 因此该指令是微分型指令。其梯形图符号如下:



数据取值区域:

C: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM, #

R₁: IR, SR, HR, AR, LR, TC, DM, *DM

D: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

对标志影响:

ER C 中的项数不是在 001~999 之间的 BCD 码; 或 $R_1 \sim R_1 + N - 1$ 不在同一个数据区; 或当设定为 BCD 码数型, 而求和的数据不是 BDC 码; 或间接寻址 DM 通道不存在 (DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位 (为 "ON")。

EQ 当最大值为 "#0000" 时, 则 EQ 置 "ON"。

N 当 D 中 15 位置 "1", N 为 "ON"。

注意: ① 若定义累加单位为字节, 求和可以从 R₁ 的低字节或高字节开始, 如果 C 的第 12 位为 ON, R₁ 的高字节不累加, 举例如下。

	高字节	低字节
R ₁	1	2
R ₁ +1	3	4
R ₁ +2	5	6
R ₁ +3	7	8
⋮	⋮	⋮

当 C 的 12 位为“OFF”，求和顺序为：1+2+3+4…

当 C 的 12 位为“ON”，求和顺序为：2+3+4…

② 当 C 的 14 位为“ON”，15 位为“OFF”，求和数据作无符号二进制数处理；当 C 的 14 位和 15 位均为“ON”，求和数据作带符号二进制数处理；当 C 的 14 位为“OFF”，不管 15 位处于何种状态，求和的数据作 BCD 在码处理。

例 5.29, 图 5-47 所示 SUM 梯形图及助记符示例。当条件 00000 为“ON”时, 从 DM0000 到 DM0009 的 10 个字的 BCD 码内容相加, 结果写入 DM0100 和 DM0101。

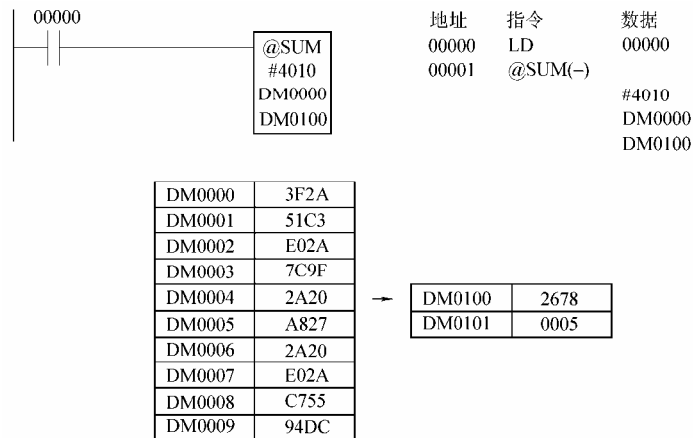


图 5-47 SUM 梯形图及助记符示例

5. PID 控制指令 PID(-)

当执行条件为“ON”时，PID 指令将从输入通道获取指定的二进制数据的输入范围，按照设定参数进行 PID 运算，并将运算结果存放到输出通道中。其梯形图符号如下：



数据取值区域:

S: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

C: IR, SR, HR, LR, DM, *DM

D: IR, SR, HR, AR, LR, DM, *DM

PID 指令的参数通道范围是同一数据区中的 C~C+32, 参数结构见表 5-8。

表 5-8 通道 C~C+32 PID 参数表

通道	15~12	11~8	7~4	3~0
C	设定值 (SV)			
C+1	比例带 (P)			
C+2	Tik=积分时间 Ti/采样周期 γ			
C+3	Tdk=微分时间 Td/采样周期 γ			
C+4	采样周期 γ			
C+5	2-PID 参数 α			PID 正/反向设定
C+6	0	输入范围	时间单位	输出范围
C+7~C+32	工作区域 (不能被程序直接存取)			

注意:

① 用 C+2 和 C+3 中所设定的值和 C+6 中设定的时间单位可以计算出实际积分时间和微分时间。

② 通常 2-PID 参数 α 设定值为 000, 相应的 α 为 0.65。

PID 参数设置见表 5-9。

表 5-9 PID 参数设置表

项 目	内 容	设 定 范 围
设定值 (SV)	受控过程的目标值	二进制数据 (与指定输入范围位数相同)
比例带 (P)	P (比例) 控制参数, 等于比例控制范围/整个控制范围。	0001~9999 (4 位 BCD 码) (0.1%~999.9%, 单位 0.1%)
Tik	常数, 描述积分控制强度, 值越大, 积分作用越小。 时间单位参数决定设定方法。	0001~8191 (4 位 BCD 码) (9999 为无积分控制) 1×~8191×当时间单位=0 或 1 0.1~819.1 s 当时间单位=80.1~81.9 s 当时间单位=9
Tdk	常数, 描述微分控制强度, 值越大, 微分作用越强。 时间单位参数决定设定方法。	0001~8191 (4 位 BCD 码) (0000 为无微分控制) 1×~8191×当时间单位=0 或 1 0.1~819.1 s 当时间单位=8 0.1~81.9 s 当时间单位=9

续表

项 目	内 容	设 定 范 围
采样周期	执行 PID 运算的周期	0001~9999 (4 位 BCD 码) (0.01~99.99 s, 单位 0.01 s)
PID 正向/反向设定	确定比例控制的方向	(1 位 BCD 码) 0: 反向; 1: 正向
2-PID 参数 α	输入滤波系数。通常使用 0.65 (即设定值 000)。当系数接近 000 时, 滤波作用减弱。	000: $\alpha=0.65$ 若设定为 100~199, 根据设定值低 2 位数决定: $\alpha=0.00\sim 0.99$ (3 位 BCD 码)
输入范围	输入数据的位数	0: 8 位 5: 13 位 1: 9 位 6: 14 位 2: 10 位 7: 15 位 3: 11 位 8: 16 位 4: 12 位 (1 位 BCD 码)
时间单位	指定积分/微分参数设定方法	0, 1, 8 或 9 (1 位 BCD 码) 0 或 1: 时间设定 8: 时间设定 (100 ms/单位) 9: 时间常数 (100 ms/单位)
输出范围	输出数据的位数	和输入设定范围相同

对标志影响:

ER PID 参数 SV (设定值) 超出范围个数据区; 或间接寻址 DM 通道不存在(*DM 数据不是 BCD 码, 或已超过 DM 区的范围), 则 ER 置位(为“ON”)。

CY PID 运算正在执行时, CY 置“ON”。

注意: 在中断程序, 子程序, IL 和 ILC 之间, JMP 和 JME 之间, 以及使用了 STEP 和 SNXT 的步进程序中, 禁止使用 PID 指令。

PID 控制运算过程中, 当指令执行条件为“OFF”时, 所有设定值保持不变, 通过把控制量写入输出字, 可以进行手动控制。

在执行条件为“ON”的上升沿, 根据设定的 PID 参数, 工作区域被初始化, PID 控制运算开始, 在刚开始运行时为避免控制系统受反向冲击 (无冲击运行), 运算输出值不发生突变和大幅变化。当 PID 参数更改时, 指令执行条件从“OFF”变为“ON”, 更改参数才开始有效。

在指令执行条件为“ON”时, PID 运算是按采样周期的时间间隔执行的, 该采样周期的设置由 PID 参数决定的。

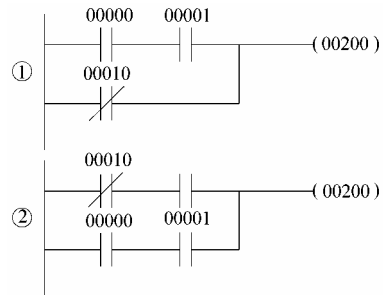
采样周期是采集测量数据, 为执行 PID 运算用的间隔时间。然而, PID 指令根据 CPU 循环时间执行, 所以可能有超过采样周期的情况出现, 此时, 指令要等到下次采样时间到才开始执行。

PID 控制采用前馈 PID 控制方式, 具体 PID 调节方法可参见相关“仪表控制类”资料,

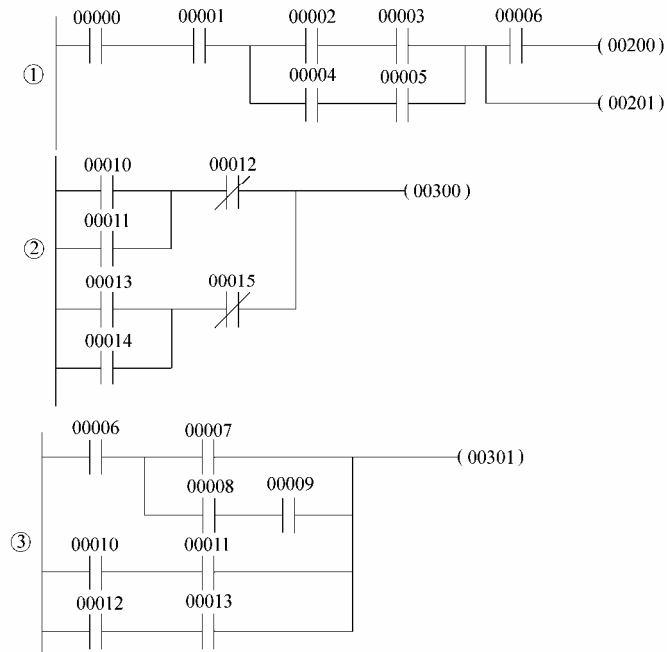
本节不再赘述。

思考题

5.1 下面的两个梯形图是等效的，分别编出它们的助记符程序，并比较有何不同？



5.2 完成梯形图与助记符的转换。

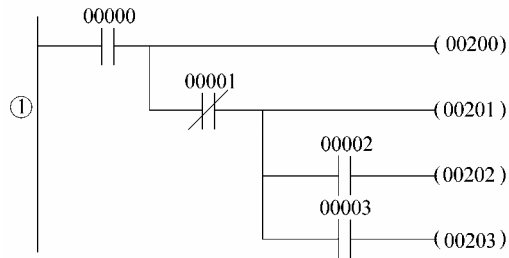


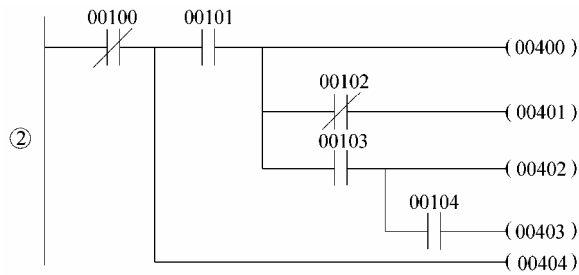
④

地址	指令	数据
00000	LD	00002
00001	AND	00005
00002	LD	10000
00003	AND	10001
00004	OR LD	
00005	OR	00505
00006	AND	00004
00007	AND NOT	00005
00008	LD	00006
00009	AND	00007
00010	OR	00008
00011	AND LD	
00012	OUT	00500
00013	LD	00500
00014	DIFD	01200
00015	LD	01200
00016	OR	01201
00017	AND NOT	00009
00018	OUT	01201
00019	LD	01201
00020	TIM	000 #0050
00021	LD	TIM000
00022	OUT	00501
00023	END	

5.3 连锁指令 IL/ILC 与跳转指令 JMP/JME 有什么区别?

5.4 将下面梯形图用手编程器输入时, 应在何处加上暂存继电器 TR。





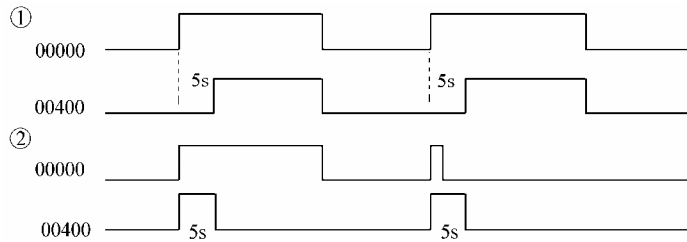
5.5 设计一个四输入四输出的智力抢答器的梯形图及程序。

5.6 试设计一个电机正、反转控制程序，要求电机反转时应先停 5s。此外还需考虑互锁。

5.7 设计一个 24h 的计时程序，要求每小时产生一个 5s 的外部输出(设输出口为 00200)，每 24h 产生一个 10s 的外部输出(设输出口为 00201)，用输入 00001 来启动这个程序。

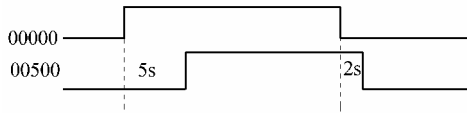
5.8 编一个通断均为 1s 的方波发生器程序，设输入 00002 来启动发生器，方波由输出口 00200 来输出。

5.9 用 TIM 指令设计梯形图，使其输入输出完成图示中的两种功能。(输入：00000，输出 00400)



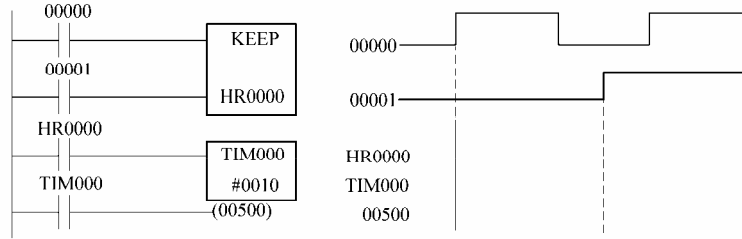
5.10 用 TIM 实现 00000 ON 5s 后，00500 ON；00500 ON 5s 后，00501 ON；而 00500 ON 5s 后自己断开的功能，试设计梯形图程序。

5.11 用 CNT 和 TIM 指令分别来实现 00000 ON 5s 后，00500 接通；00000 OFF 后，00500 经过 2s 后再断开的功能，波形图如下图，试设计梯形图程序。

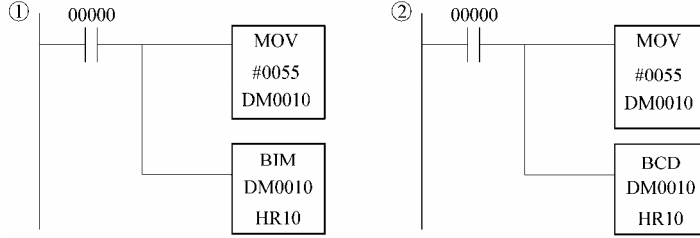


5.12 用 DIFU 指令设计一个梯形图程序，使其能完成四分频功能。

5.13 根据已知的梯形图，画出在已知输入波形的情况下，几个输出继电器的输出波形。

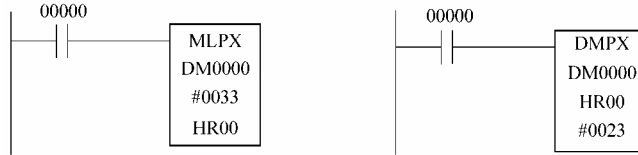


5.14 试指出梯形图的运行结果。HR10 的内容是什么？



5.15 指出下列梯形图运行后，结果通道的内容。

- ① DM0000 内容为 7954。
- ② DM0000 内容为 7954；DM0001 内容为 0066；DM0002 内容为 0077。



5.16 用 CMP 指令实现下面功能：00000 为脉冲输入，当脉冲数大于 5 时，00501 为“ON”，反之，00500 为“ON”。设计梯形图程序。

5.17 将 HR20 通道的 16 位二进制数从高位到低位每隔 1 秒输出 1 位，输出为 00201，启动位为 00000。

5.18 编一时钟程序，秒、分、时分别放在 HR00~HR02 中。（提示：可采用 INC 和 CMP 指令）

5.19 求“(DM0100+DM0101)×DM0102”的值。将结果放在 DM0103, DM0104 中，设 DM0100~DM0102 通道内的数均为 BCD 码，并做溢出判断。

5.20 设上题中通道数据均为 16 进制数，编程求值，并做溢出判断。

5.21 设 20 通道内存放有 4 位 BCD 码，外部有一个 4 位数码管显示器，编程实现将 20 通道内的 4 位 BCD 码输出到显示器上，并画出接线图。

5.22 设 30~37 通道内的数据是外部采样数据，编数字滤波程序去掉一个最大值及最小值，再求平均值，结果放到 38 通道中。

第 6 章 C 系列 PLC 的编程方式

C 系列 PLC 的编程工具主要包括手编程器和图形编程软件两大类,前者应用场合已较少,而后者应用却日益广泛。图形编程软件又包括早期基于 DOS 系统的 LSS 和 SSS,基于 Win3.1 系统的 CPT,以及目前基于 Win 98, 2000 系统的 CX-P 等。

本章将着重介绍手编程器和 Win 98 系统下的 CX-P 梯形图编程软件的应用。

6.1 手编程器的应用

6.1.1 手编程器的结构

手编程器是 PLC 常用的编程设备之一。它是一个可用于手持方式或直接安装到 PLC 上的小型编程设备。它采用助记符的方式编程,较适合于调试小型程序或是在现场修改参数、监视 PLC 运行状态等,其外观如图 6-1 所示。

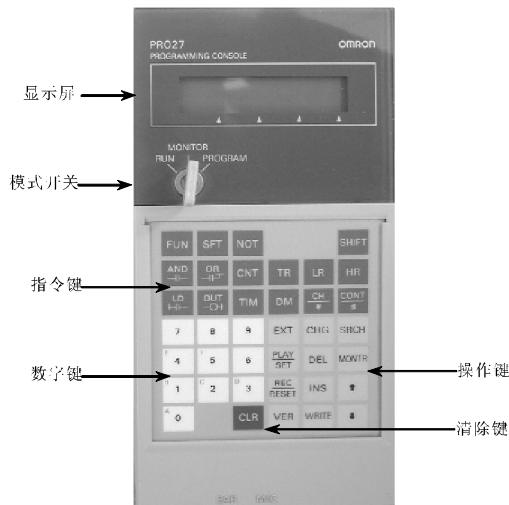


图 6-1 手编程器的外观

1. 键盘

编程器的键盘分为下面 4 个区,用键的颜色来标识。

① 数字键 这 10 个键用来输入数字型程序数据,如:程序地址、输入/输出位的编

号和数值以及定时器 / 计数器的编号和数值。数字键也可与功能键 (FUN) 共同使用来输入具有功能码的指令。

② 清除键 这个键用于清除显示并可取消编程器当前的操作，它还用于编程器操作开始前输入“口令”。

③ 操作键 这些键用于写程序和修改程序。

④ 指令键 除右上角的 **SHIFT** 键以外，其他键用于输入指令。**SHIFT** 键类似于计算机中的 **SHIFT** 键 (转义键)，对功能键进行两种功能间的转换。

指令键盘区，除 **SHIFT** 键以外其他键都有助记符名字，这些键的功能说明如下：

- | | |
|---|---|
|  | 用于选择并输入具有功能码的指令。操作是先按 FUN 键，然后按适当的数字值键。 |
|  | 输入一个 SHIFT REGISTER (移位寄存器, FUN10) 指令。 |
|  | 对它前面的指令取反，常用于形成一个常闭输入或输出，也可用于标明指令的微分特性。 |
|  | 输入一个逻辑 AND (与) 指令。 |
|  | 输入一个逻辑 OR (或) 指令。 |
|  | 输入计数器指令，在 CNT 后输入计数器编号和数据。 |
|  | 输入 LOAD (装载) 指令。 |
|  | 输入 OUTPUT (输出) 指令。 |
|  | 输入定时器指令，在 TIM 后输入定时器编号和数据。 |
|  | 用于指定一个 TR 位 (暂存继电器)。 |
|  | 用于指定一个 LR 区 (链接继电器)。 |

SHIFT	HR
-------	----

 用于指定 AR 区域（辅助继电器）。

HR

 用于指定 HR 区域（保持继电器）。

DM

 用于指定 DM 区域（数据存储器）。

CH
*

 用于指定一个通道。

CONT
#

 用于一个位的检索。

2. 模式开关

使用模式开关选择三种操作模式运行（RUN）、监视（MONITOR）或编程（PROGRAM）之一。

在运行模式中，程序被执行。当 PLC 被置于这种模式时，它开始按照写到它的程序存储器中的程序指令来控制设备。需注意的是，在运行模式时，不允许取下 PLC 和编程器之间的连接电缆。

监视模式直接监视程序执行过程，可检查某一位是否处于正确状态。在 MONITOR 模式中，采用与运行模式相同的方法来处理 I/O 过程。

在编程模式中，PLC 不执行程序。编程模式用于编写和修改程序，并清除程序存储器、登记或修改 I/O 表。

下面情况将引起 PLC 的方式变化：

- ① 未连接外围设备 PLC 加电时未连接外围设备，则 PLC 就自动置于 RUN 模式。
- ② 已连接外围设备 PLC 加电时，若编程器连接到 PLC，则 PLC 将由编程器上的开关选择工作模式。为安全起见，PLC 第一次加电时，应确认 PLC 处在编程模式，以防程序存储器中有未知程序运行。

3. 显示语言种类开关

在编程器盒的后面和外部联接器的右边有一个小开关，用于选择编程器屏幕上显示的语言种类，口语或英语。出厂时设置为“OFF”，即信息用英语显示。

6.1.2 编程准备

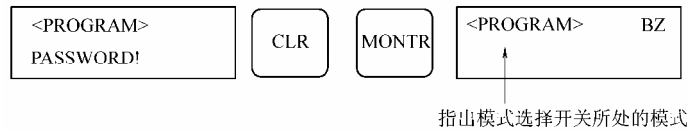
在输入和执行实际程序以前，要执行下列准备工作。

- ① 把模式选择开关置为编程模式；
- ② 输入“口令”；
- ③ 清除程序存储器；
- ④ 登记 I/O 表（可以不做）；
- ⑤ 执行检查直到所有的错误被消除。

这些操作除“口令”的输入以外，其他所有的操作都是编程器经常使用的操作，除特殊情况，所有的操作都是在编程模式下完成的。

1. 输入口令

口令是用来防止对程序未经许可而进行非法存取。当 PLC 第一次加电时，或编程器连接到 PLC 以后，当编程器上出现“PASSWORD!”时，需按下 CLR 和 MONTR 键方可进入系统。具体操作如下：

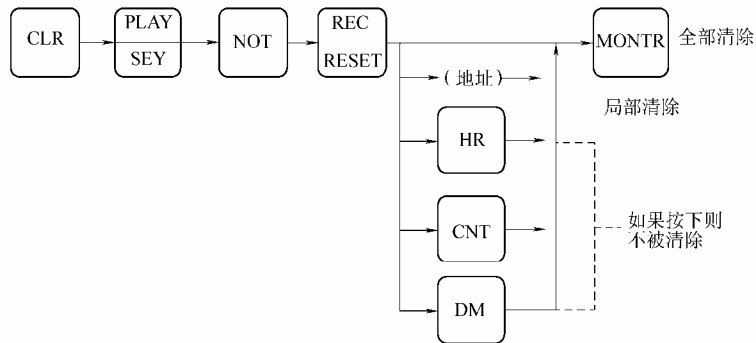


注意：编程器在角括号（<>）中显示当前的模式。在输入口令以后，方能改变模式为运行或监视。在你输入口令以前，要确认 PLC 是处于编程模式。

2. 清除存储器

当 PLC 上的存储器是 RAM 或 E²PROM 单元，且写保护开关置“OFF”时，可以清除全部存储器区的数据。若写保护开关在“ON”位置或存储器是 EPROM 单元时，则程序存储器不能被清除。

在开始编程前或装入一个新程序时，则要清除全部继电器区，具体操作如下：



当清除存储器时，可能要把 HR / AR, TC 或 DM 区域的数据保存下来，则可在输入“REC/RESET”以后，按下相应键。此操作把 HR 和 AR 区视做一个整体的独立单元。

另外，也可保留程序存储器从开始到一个指定地址这一部分的数据。需在按下“REC/RESET”后，输入要保留的最后一个地址即可。例如，要保存从程序地址 00000 到 00234 的程序，而要清除从 00235 到最后一个地址的内容，则可在按下“REC / RESET”后键入地址 00235。

3. I/O 表的操作

(1) 登记 I/O 表

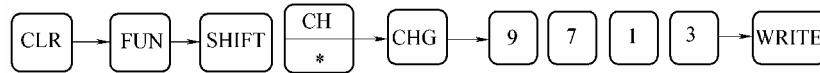
登记 I/O 表是指按 I/O 卡的安装顺序将 I/O 卡登记在 RAM 或 E²PROM 类型的用户程序存储器中，而且 RAM 单元的写入开关必须为“ON”，才能登记 I/O 表。当 I/O 卡安装位置变动时，登记 I/O 表能保证错误信息被显示出来，并能使 CPU 中止；若未登记 I/O 表，即使有变动，CPU 也正常运行。

因登记 I/O 表而导致 CPU 停止工作可能提示的错误信息如下：

- ① 若任一 I/O 卡调动，则显示错误信息为“I/O VER ERR”。
- ② 若一个输入卡被一个输出卡替换，或相反，则显示错误信息为“I/O SET ERR”。

注意：登记 I/O 表将引起所有数据区清零。

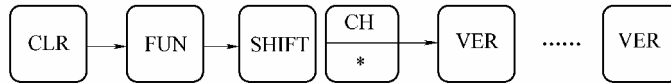
登记 I/O 表的具体操作如下：



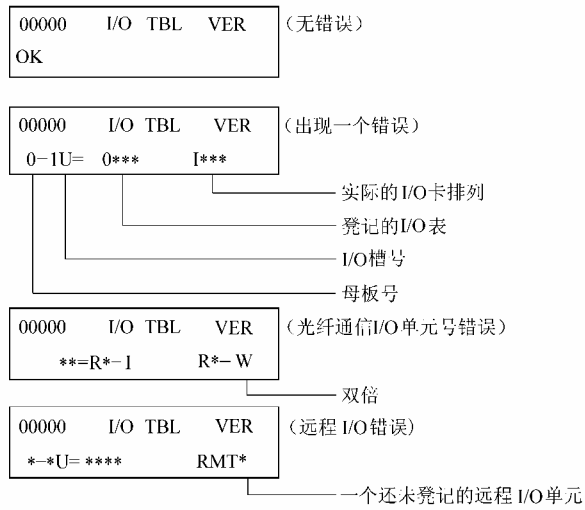
用户若要消除已登记的 I/O 表，只需在按“CHG”键后加按“NOT”键即可。

(2) 校验 I/O 表

I/O 表校验操作是用来检查在存储器中已登记的 I/O 表是否与实际安装的 I/O 卡顺序一致。每次按下“VER”键，显示 I/O 卡号与 I/O 表登记不符的地方。具体操作如下：

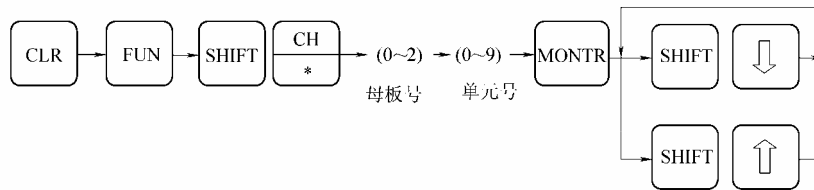


显示含义如下：



(3) 读出 I/O 表

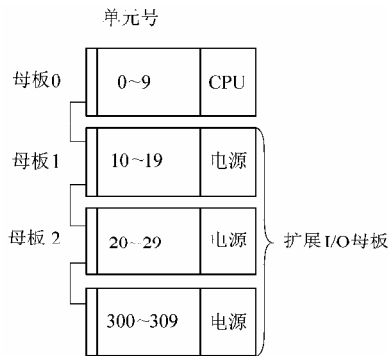
读出 I/O 表操作显示了 CPU 存储器中当前已登记的 I/O 表，具体操作如下：



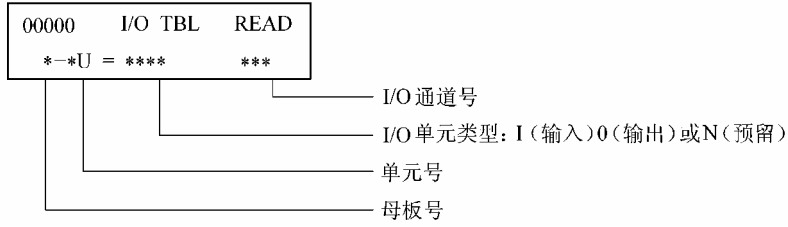
注意：按下“EXT”键后，再按“SHIFT”和“CH / *”键，用户可逐次地选择 PLC Link 单元、从站单元和光传输 I/O 单元。

显示含义如下：

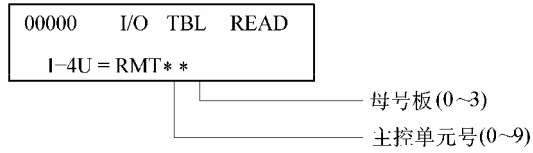
① I/O 扩展单元安装：



② I/O 单元、特殊 I/O 单元、I/O 联网单元：

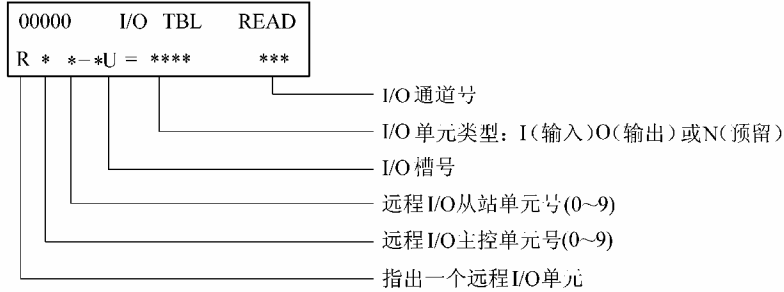


③ 远程 I/O 主控单元：



注意：只有当光纤传输 I/O 单元、I/O 链接单元连接到远程 I/O 主控单元上时，才显示出母板号。

④ 远程 I/O 从站单元：



⑤ 光纤传送 I/O 单元、I/O 链接单元。

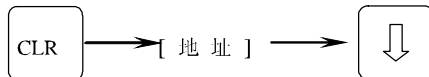


6.1.3 编程操作

这一节中所讲述的编程器操作，按“CLR”键可以随时修改当前的误操作。

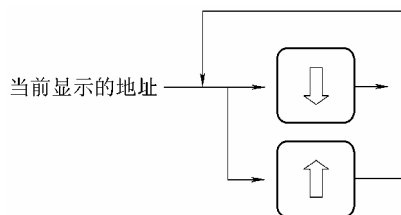
1. 设置一个程序地址

为了写入、插入、读取或删除程序指令，首先必须指定地址，然后在该地址上读取或修改。地址表达式中最前面的几个0无须键入，例如，一个地址是00012，用户只需输入12即可。指定地址后，按“下箭头”键一次，就显示该地址的内容。具体操作如下：



2. 读出程序

要显示一个指定地址的内容，必须按一次“下箭头”键。指定地址的内容显示出来以后，“上箭头”和“下箭头”键分别用做减小和增加“数据读”键，即“上箭头”键将显示当前地址减1的地址内容，而下箭头键则显示当前地址加1的地址内容。具体操作如下：



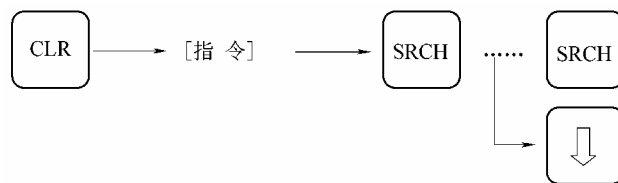
3. 检索操作

(1) 检索指令

要在程序存储器中检索指定的指令，首先设置一个指定的地址或通过读程序来寻址要检索的指令，然后指定用户要检索的具体指令并按下“SRCH”键。该操作可在编程或监视模式下完成，下例中，当第2个LD被检索时，显示如下信息：

00100	SRCH G
LD	00000

如果连续按下“SRCH”键，检索的指令地址都将依次显示，直到遇见END或最后一个程序存储器地址为止。具体操作如下：

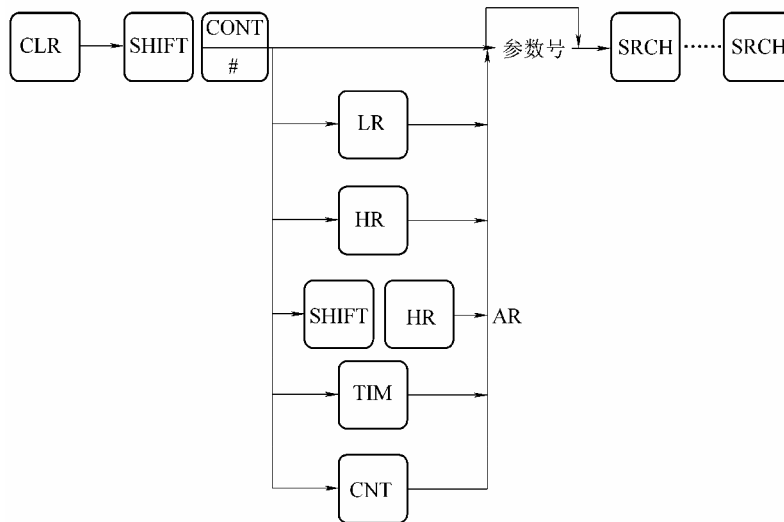


要检索某定时器或计数器的设定值，首先检索 TIM 或 CNT，然后用下箭头得到设定值。

注意：按下“SRCH”以外的任何键，将终止检索操作。

(2) 检索 I/O 位

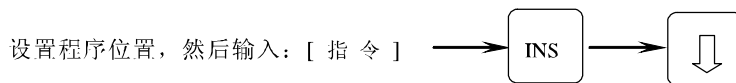
位检索操作与后面将介绍的监控操作很类似，首先要指定位，然后进行检索或监控操作。使用“SHIFT”和“CONT/#”键来指定程序中的 IR, SR, HR, AR 或 LR 位以，及定时器/计数器，然后按“SRCH”键，进行检索。具体操作如下：



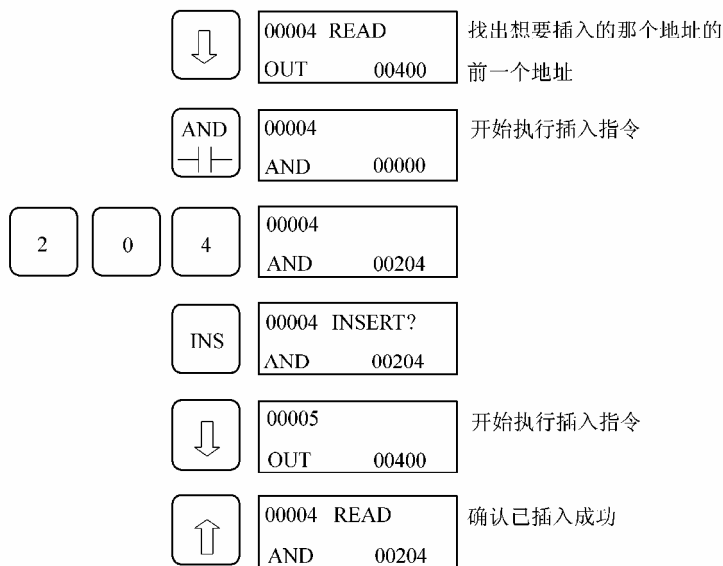
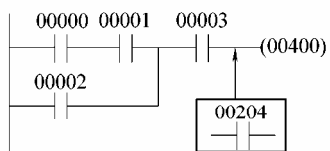
4. 增删指令的操作

(1) 插入指令

该操作用于插入指令以修改程序。在运行或监视模式下，指令不能被插入到程序中。具体操作如下：

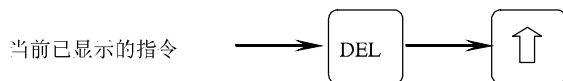


例 6.1，下面说明了在 OUT00400 前插入常开触点 00204 的操作。



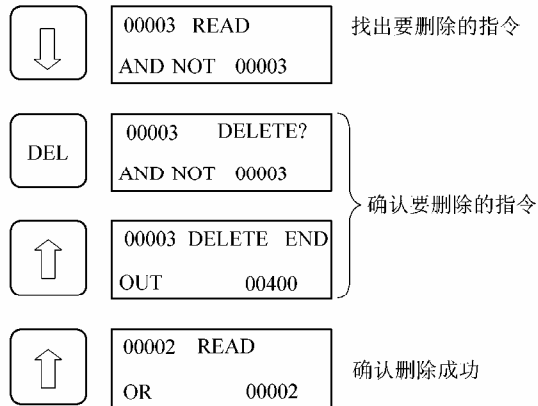
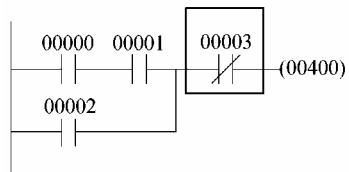
(2) 删除指令

该操作用于删除指令以便修改程序。在运行或监视模式下，不能删除程序中的指令。具体操作如下：



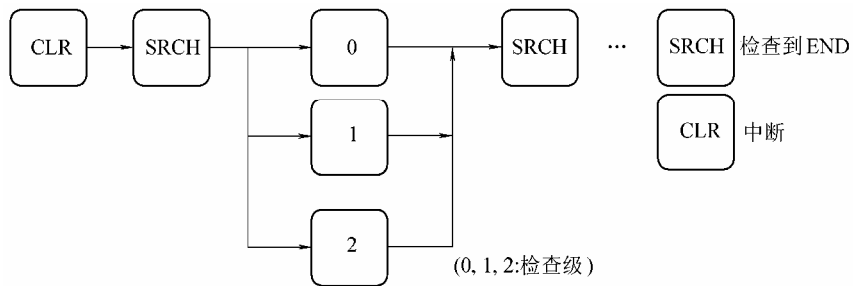
例 6.2，下面说明在梯形图中删除常闭触点 00003 的操作。

删除指令前，必须先读出该指令，最后用“上箭头”键完成实际的删除操作。被删除的指令其后面的程序地址将自动减少，所以删除一条指令后，下一个地址就显示而且也可很容易地删除。按上面的方法，重复按“上箭头”键，就可删除多条指令。



5. 检查程序

检查程序操作是对程序进行语法检查。当程序用任何方法加以修改后，在执行它以前必须对编程错误进行检查。只有在编程模式下才能检查程序。具体操作如下：



检查可以分为三个级别：

- 0级 检查 A、B 和 C 类型的错误。
- 1级 检查 A 和 B 类型的错误。
- 2级 检查 A 类型的错误。

检查程序的三个级别出现三类错误信息，见表 6-1。

表 6-1 三类错误信息表

A 类型	B 类型	C 类型
?????	IL-ILC ERR	JMP UNDEFD
NO END INSTR	IMP-IME ERR	SBS UNDEFD
CIRCUIT ERR	SBN-RET ERR	COIL DUPL
LOCN ERR		
DUPL*		
SBN UNDEFD		
JME UNDEFD		
OPERAND ERR		
STEP ERR		

*DUPL 指示 SBN 或 JME 标志重复出现

在程序检查当中，按下“CLR”键，将结束检查；使用“SRCH”键，可显示含有非法指令和数据的地址。要想连续检查程序直到 END 结束，需按住“SRCH”键。

6. 读出扫描时间

该操作所显示的时间是一个平均扫描时间。不同的显示值取决于按下“MONTR”键时的时间，只有当 PLC 是在运行或监视模式下才是有效的。若程序已停止执行，扫描时间也不能显示。

例 6.3，下面是读扫描时间的操作，每次显示的时间略有不同。

CLR	00000
MONTR	00000 SCAN TIME 054.1MS
MONTR	00000 SCAN TIME 055.7MS

7. 读出出错信息

在程序执行期间，一个错误产生时，先按下“CLR”和“FUN”键，再按下“MONTR”键，错误的名字就显示出来。若一个错误信息出现，按下“MONTR”键就可清除错误。但如果不能清除，需采取适当措施纠正。

当发生几个错误时，连续按下“MONTR”键，就可以显示各个错误信息。错误信息显示的顺序取决于错误的优先级，下面列出会引起 CPU 停机的最高优先级错误。

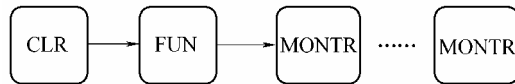
MEMORY ERR
NO END INST
I/O BUS ERR
I/O SET ERR (母板号)

I/O UNIT ERR
SYS FAIL FALS (号)

下面一组错误不会使 CPU 停机。

SYS FAIL FAL (号)
DPL ERR
REMOTE I/O ERR (远程 I/O 单元号)
I/O VER ERR
SCAN TIME OVER

读出出错信息的具体操作如下：



6.1.4 监控操作

本节中讲述的监控操作可以在运行、监视或编程模式下执行，并且可以用“CLR”键加以删除。

1. 状态监控

要监控一个 IR, SR, HR, AR, LR 位或者监控一个 DM 通道，先指定位或通道，然后按下“MONITOR”键。同样，要监控一个定时器或计数器的设定值，先指定某个定时器 / 计数器，然后按下“MONITOR”键。

使用该操作，用户可同时监控多达 6 个值的状态（任何通道、定时器 / 计数器或位）。这 6 个值中，任何每次操作只能显示 3 个值。此外，被选择的 3 个值可随意更换，若选择了第 7 个监控值时，则第一个被监控的值会丢失，而第 7 个值被读出。如果需要，这个监控过程可以连续进行。

手编程器屏幕显示的监控值可以强制置位，如果它是一个通道数据或一个当前值，也可以被修改。

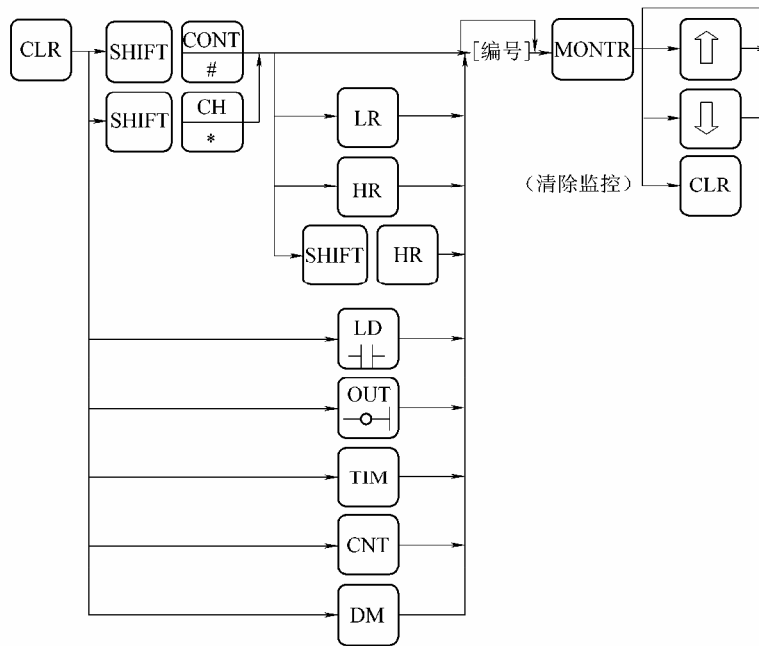
位监控显示可以显示正在监控的位的 ON / OFF 状态。

通道监控显示可以看到所指定通道以二进制或十六进制形式表示的内容。

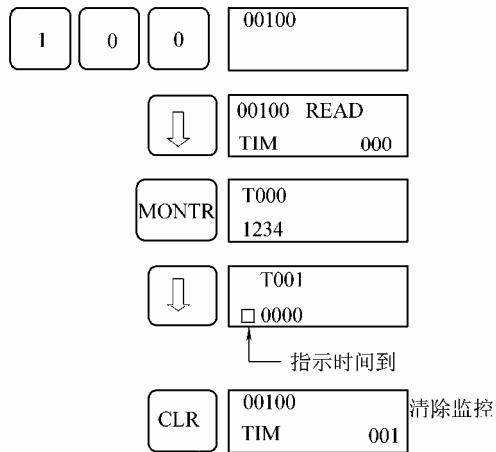
定时器 / 计数器监控显示可以看到 BCD 码表示的当前值。如果当前值已变为 0

(PV=0)，则在手编程器屏幕出现一个“■”符号。

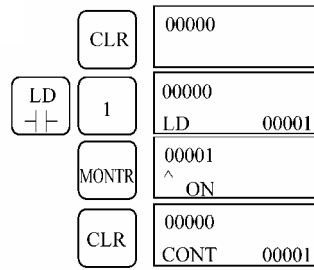
按上箭头和下箭头，自动增加或减小所显示的位或通道的编号。操作如下：



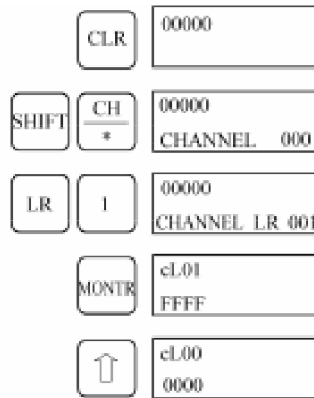
例 6.4，读出程序后监控。



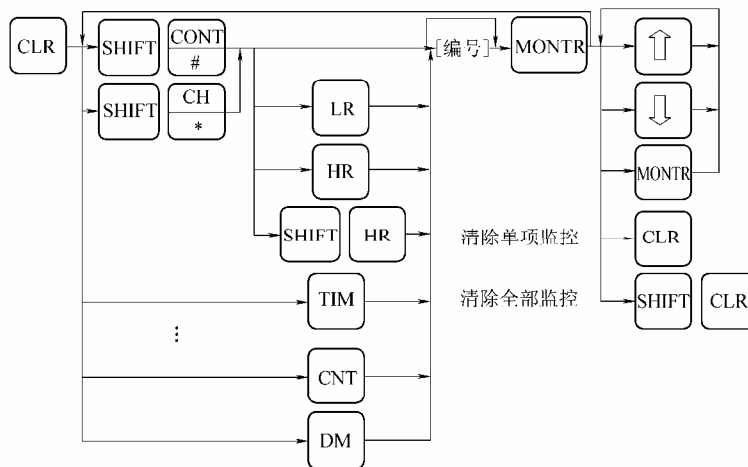
位监控



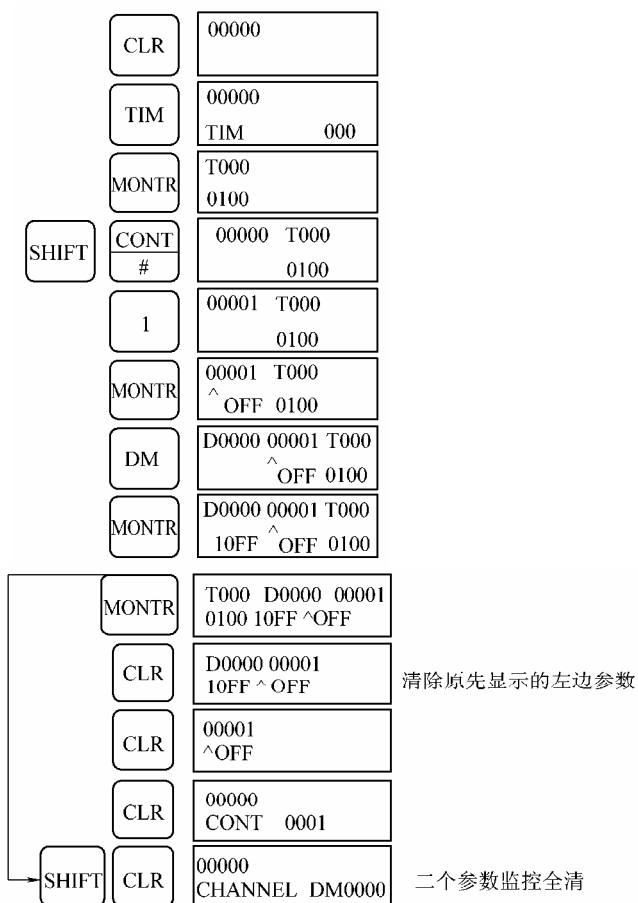
通道监控



多点监控的框图如下：



例 6.5，多点监控的具体操作如下：

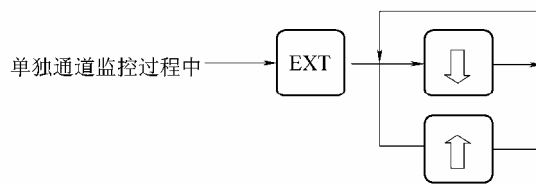


如多点监控例所示，当监控另一位时，得到的第一位的状态将向右移动。如果要监控的位多于三个，已得到的第一个监控的位就向右移动而消失，但它还存储在内部寄存器中。

2. 指定三个连续通道

要想对三个连续的通道一起监控，先要指定最低编号的通道，再按下“MONTR”键，然后按下“EXT”键以显示指定的通道和跟在它后面的两通道的数据内容。

按“CLR”键，则会将三个通道监控操作改为监视一个单独通道。具体操作如下：

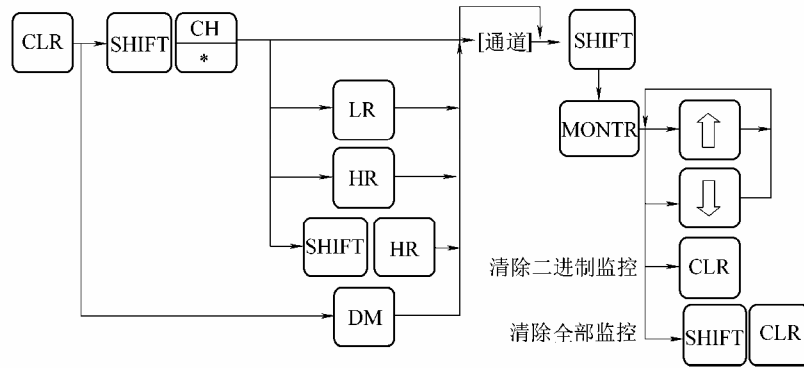


例 6.6，监视三个连续通道或单独通道的操作如下。

CLR	00000
DM	00000 CHANNEL DM 0000
MONTR	D0000 89AB
EXT	D0002 D0001 D0000 0123 4567 89AB
↓	D0003 D0002 D0001 ABCD 0123 4567
↓	D0004 D0003 D0002 EF00 ABCD 0123
↓	D0005 D0004 D0003 1111 EF00 ABCD
↑	D0004 D0003 D0002 EF00 ABCD 0123
CLR	D0002 0123

3. 用二进制显示一个单独通道

当通道编号输入后，用户可以按下“SHIFT”和“MONTR”键，指定用二进制来显示一个被监控通道的内容。可使用“上箭头”和“下箭头”键来增加和减小所显示的通道编号，以便对通道进行连续监控。要清除二进制显示，按下“CLR”键即可。具体操作如下：



例 6.7，用二进制数显示通道内容操作如下：

	CLR	00000
SHIFT	CH	00000
	*	CHANNEL 000
SHIFT	MONTR	c000 MONTR
		0000000000001111
	↓	c001 MONTR
		0000010101010100
	CLR	0000
		CHANNEL 001
	CLR	00000
	DM	00000
		CHANNEL DM 0000
	MONTR	D0000
		FFFF
SHIFT	MONTR	D0000 MONTR
		11111111111111
	CLR	D0000
		FFFF
SHIFT	CLR	0000
	CLR	CHANNEL DM 0000

以上是手编程器的基本操作，更详细的内容可参阅相关手册，本书不赘述。

6.2 梯形图编程软件 CX-Programmer 的应用

CX-Programmer 是 OMRON 公司开发的、适用于 C 系列 PLC 的梯形图编程软件，它在 Windows 系统下运行，可实现梯形图的编程、监视和控制等功能，尤其擅长于大型程序的编写，弥补了手编程器编程效率低的不足。本节将简要介绍 CX-Programmer 2.03 在离线与在线状态下的基本编程操作。

6.2.1 梯形图离线编程

在梯形图离线编程部分，主要应完成制作 I/O 表、清内存、设置 PLC 机型、编写梯形图逻辑、语法检查和工程保存等工作。

1. 编程准备

① 在 Windows 98 下启动 CX-Programmer，如图 6-2。

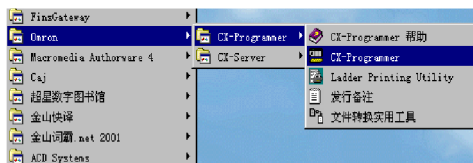


图 6-2 启动 CX-Programmer

② 进入 CX-Programmer 的主画面后，用鼠标点击主菜单中的“文件(F)”栏中的“新建(N)”项，或者直接点击工具栏上的“新建”图标来创建一个新文档。此时，屏幕上出现一个对话框，如图 6-3 所示。

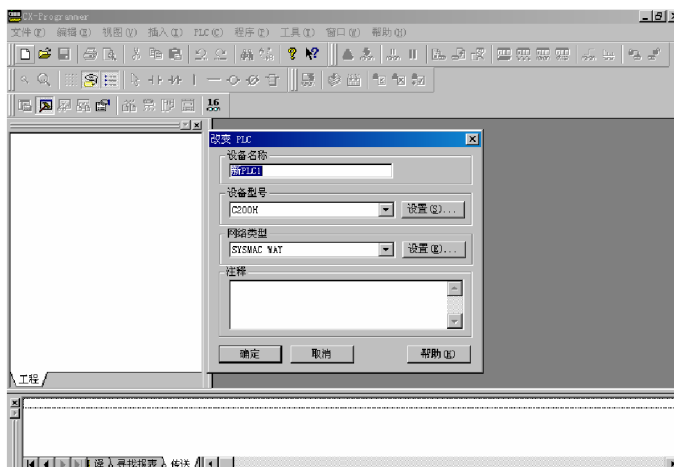


图 6-3 配置 PLC 设备

③ 设置 PLC。首先，用户可以在“设备名称”中填写新建工程的名称，然后进行 PLC 机型的设置。在“设备型号”的下拉菜单中选取所用的 PLC 型号，如图 6-4 所示。PLC 机型确定后，接着点击“设备型号”右侧的“设置(S)…”按钮，采用与 PLC 选型相同的操作方法来设置 CPU 型号和程序区的容量，如图 6-5 所示。

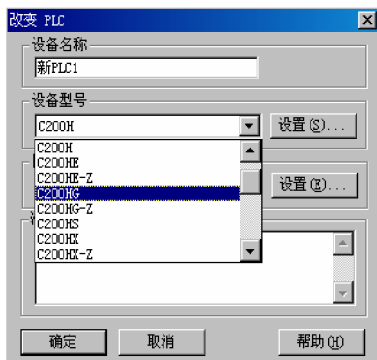


图 6-4 PLC 的 CPU 选型



图 6-5 PLC 程序区的设置

关于“网络类型”的设置，建议保持系统的默认值，如图 6-6 所示。因为 C 系列各型号 PLC 出厂设置的通信格式与“网络类型”中的默认值相同，一旦更改 CX-P 中“网络类型”的设置，则 PLC 中的设置也必须随之更改，所以会带来不必要的麻烦。



图 6-6 PLC 网络配置

④ 当 PLC 配置完成后，点击“确定”按钮。此时，进入了编程画面，包括标题栏、菜单栏、工具栏、状态栏以及 5 个窗口，如图 6-7 所示。这 5 个窗口分别是工程窗口、梯

形图编辑窗口、查看窗口、地址引用工具窗口和输出窗口。其中，工程窗口主要是列出与编程相关的工程项目；输出窗口主要是显示编辑结果及错误信息；梯形图编辑窗口主要用于编辑梯形图。查看窗口用于在线状态下监视梯形图中某继电器位的数值变化；地址引用工具窗口用于检索大型梯形图中具有相同地址号的继电器位。例如在图 6-8 所示的电梯程序中，利用这两个窗口可以很方便地检索出地址为“3.11”的继电器位，并能任意地在线监视“3.11”，“3.08”，“3.09”等输出位的状态。

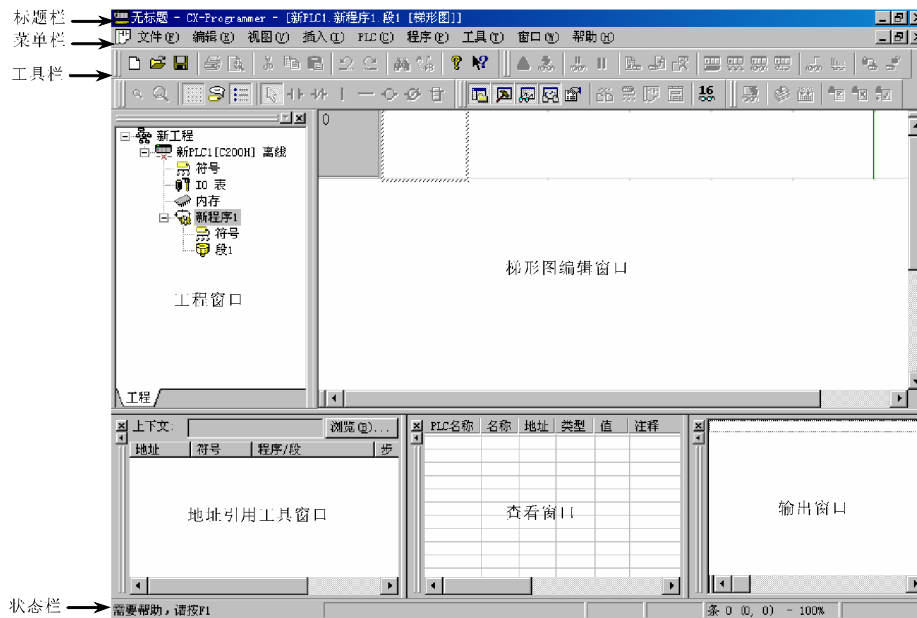


图 6-7 CX-Programmer 操作界面

⑤ 图 6-7 中的工程窗口是新工程的离线编程状态，它由符号、I/O 表、内存和新程序等项组成。点击“符号”项，则右侧窗口显示 PLC 中的系统标志位，如图 6-9 所示。

以上符号属于“全局符号”，某些型号 PLC 可以执行若干“新程序”，在每个“新程序”中都能使用的符号为全局符号；而只能在某一“新程序”中使用的符号称为本地符号，如图 6-10 所示的电梯程序符号就属于“新程序 1”下的“本地符号”，它只适用于“段 1”和“段 2”，而不能被“新程序 2”调用。

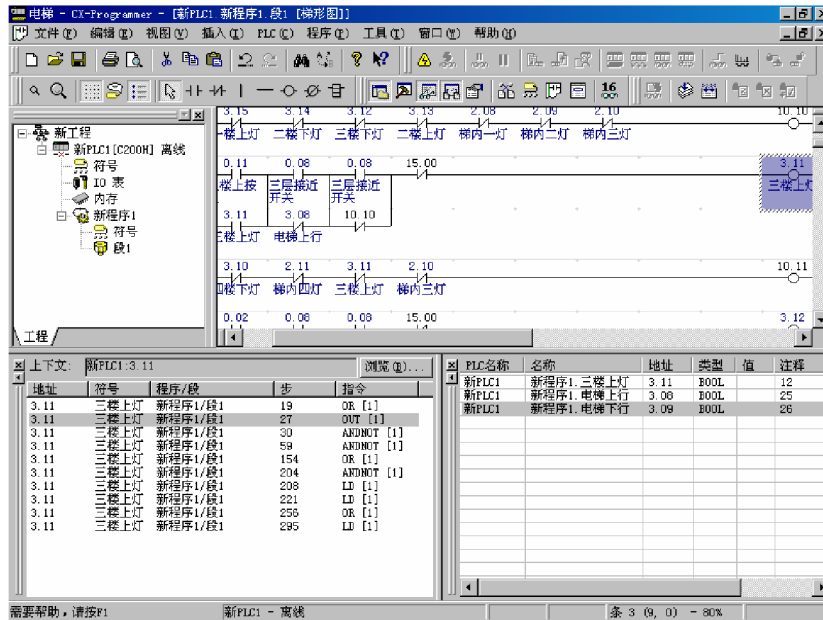


图 6-8 地址引用与查看窗口示例

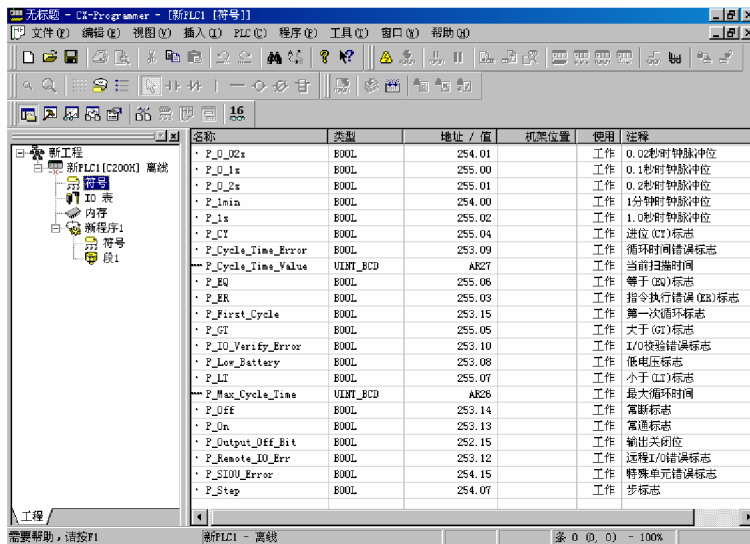


图 6-9 全局符号表

名称	类型	地址 / 值	机架位置	使用	注释
· A段	BOOL	2.00		工作	04
· B段	BOOL	2.01		工作	05
· C段	BOOL	2.02		工作	06
· D段	BOOL	2.03		工作	07
· E段	BOOL	2.04		工作	08
· F段	BOOL	2.05		工作	09
· G段	BOOL	2.06		工作	10
· 电梯上行	BOOL	3.08		工作	25
· 电梯下行	BOOL	3.09		工作	26
· 二层关门	BOOL	3.03		工作	20
· 二层接近开关	BOOL	0.07		工作	14
· 二层开门	BOOL	3.02		工作	19
· 二层门关开关	BOOL	1.03		工作	20
· 二层门开开关	BOOL	1.02		工作	19
· 二楼上按钮	BOOL	0.03		工作	10
· 二楼上灯	BOOL	3.13		工作	14
· 二楼下按钮	BOOL	0.04		工作	11

图 6-10 本地符号表

⑥ 点击“IO表”项，打开I/O表窗口，如图6-11所示。它显示PLC各母板上I/O卡的配置情况，可以根据实际插卡的情况在主母板或扩展母板上配置相应的I/O卡型号。相当于手编程器的登记I/O表操作，CPU上电后将校验I/O表。此步骤可以省略。

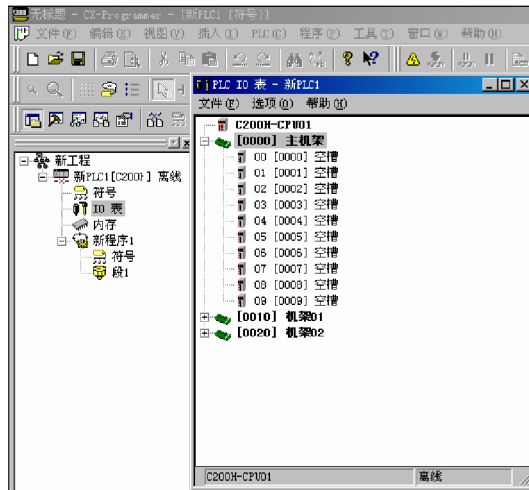


图 6-11 配置 I/O 表

⑦ 点击“内存”项，打开内存界面，其左侧窗口显示了PLC中的各继电器区，若点击“IR”区域，如图6-12所示，右侧窗口即显示了C200H的IR区域中各字的工作状态，它可以用数或文字方式表示，用户可以进行清除内存的操作。

⑧ 某些型号的 PLC 在工程窗口中增加“设置”和“扩展指令”两项。点击“设置”项，打开 PLC 设定界面，如图 6-13 所示。用户可以做全面的系统设置，包括启动模式、循环时间、中断响应、错误设定、外围端口、上位机链接端口以及通信板的参数设置等，详细设置内容可参见相关手册。

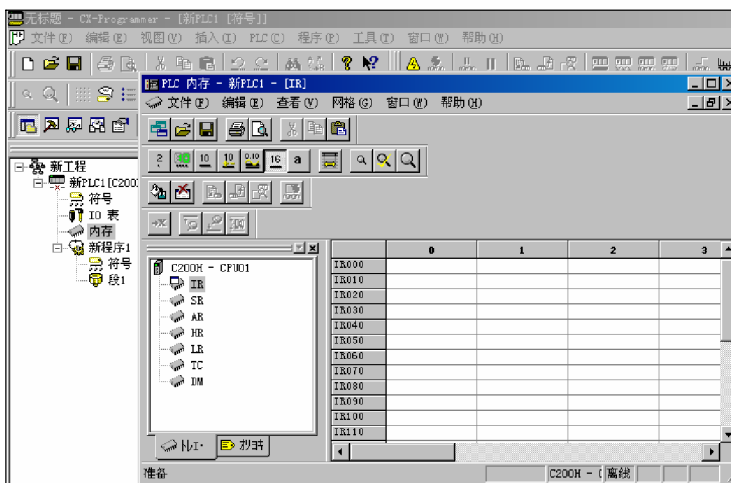


图 6-12 配置数据区

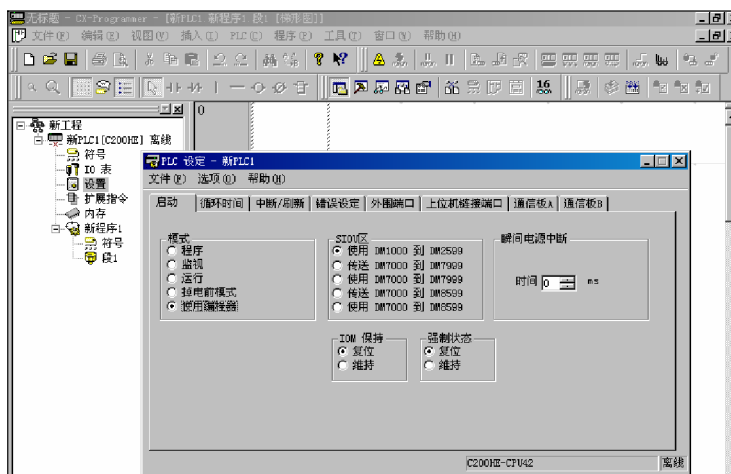


图 6-13 PLC 设置对话框

⑨ 点击“扩展指令”项，打开扩展指令对话框，如图 6-14 所示，系统提供的扩展指令供用户在编程时选用，具体用法参见“指令帮助”或相关手册。

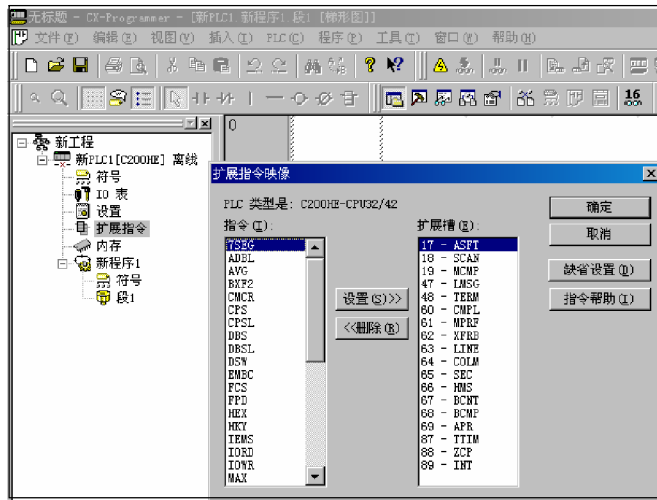


图 6-14 扩展指令表

⑩ 点击新程序项中的“符号”子项，右侧窗口显示空白表格，在上面按鼠标右键弹出一快捷菜单，如图 6-15 所示，再点击“插入符号(I)”项，打开新符号对话框，填入用户程序中新编的 I/O 点名称、地址和注释等，如图 6-16 所示。编辑完 I/O 点，按“确定”按钮，结果即显示在表格第一行，如图 6-17 所示。插入“全局符号”的操作与此相同。

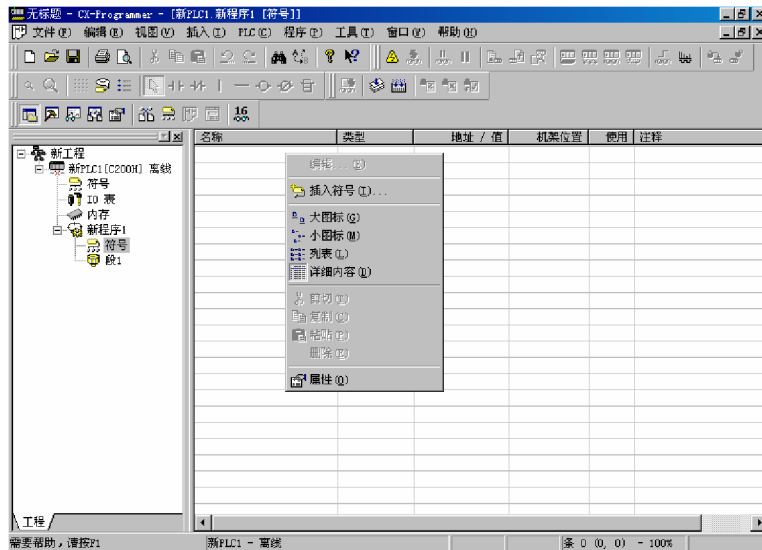


图 6-15 插入新符号

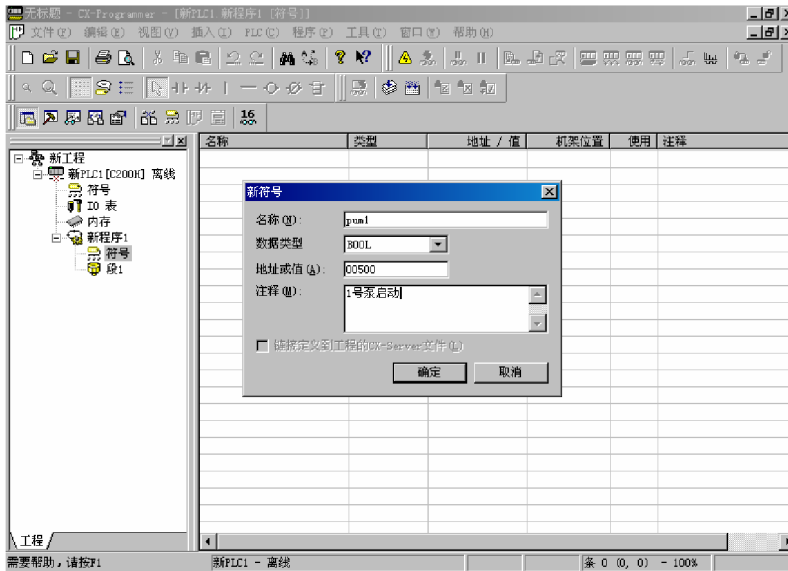


图 6-16 定义新符号

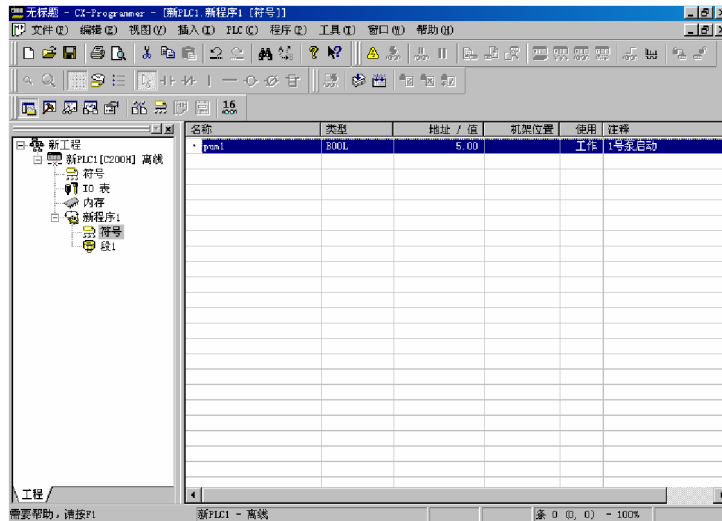


图 6-17 成功配置新符号

此符号子项内容属于“本地符号”，是供用户自己调用的所有 I/O 点，区别于“全局符号”。（建议在编写梯形图之前，先编辑好全部 I/O 点，这样在编程时就可以方便地调用了，提高了编程效率。）

⑪ 如图 6-18 所示，点击“新程序 1”项中的“段 1”子项，右侧窗口显示梯形图的编辑画面，从第一条指令行开始编辑，在 CX-P 软件中将指令行称为“条”，它从“0”开始编号，显示在指令条首的左上角。

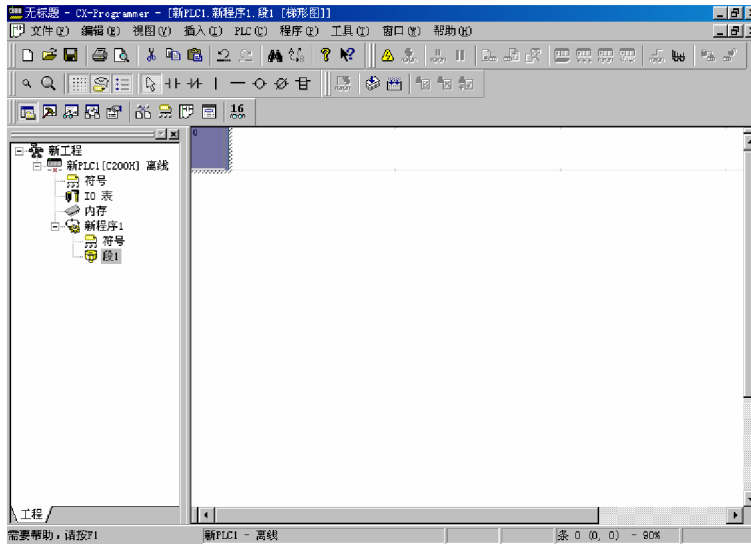


图 6-18 梯形图编程界面

此时，可利用鼠标点击的方法将所需元件从工具栏中选取，并置于指令条内相应位置即可。系统提供的常用工具栏如图 6-19 所示。

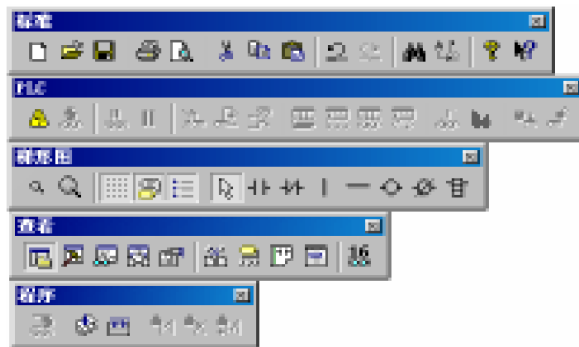


图 6-19 常用工具栏

⑫ 对于大型梯形图程序往往需要分工分段编写，CX-P 软件提供了多段梯形图程序顺序循环扫描执行的功能。操作如图 6-20 所示，鼠标右键单击“新程序 1”项弹出一快捷菜

单，选择“插入段”项，则插入“段2”，如图 6-21 所示。



图 6-20 插入程序段



图 6-21 增加新程序段 2

⑬ 对较复杂的顺序控制过程可以采用分段编程的方法，由于 I/O 点不同，所以 CX-P 软件提供了在同一台 PLC 上建立多段“新程序”的功能。操作如图 6-22 所示，鼠标右键单击“新 PLC1[CS1H]离线”弹出一快捷菜单，选择“插入程序”项，则插入“新程序 2”，如图 6-23 所示。




图 6-22 插入新程序



图 6-23 增加新程序 2

由于未给“新程序 2”设置执行顺序，故在其图标上有“×”标记。设置循环顺序的操作如图 6-24 所示，鼠标右键单击“新程序 2”弹出一快捷菜单，选择“属性”项，

在图 6-25 所示的“程序属性”对话框中的“任务类型”下拉菜单中选取除“循环任务 00”外的任意循环任务段（循环任务 00 已分配给了“新程序 1”），设置完成后，“新程序 2”的图标将变为“新程序2 (01)”。PLC 将按循环任务的编号顺序执行程序。

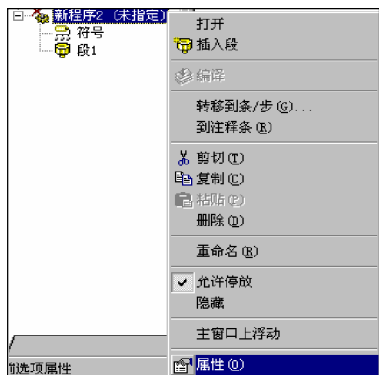


图 6-24 设置新程序的属性

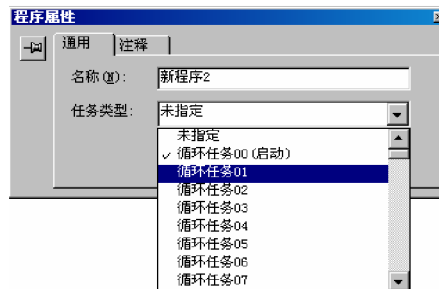


图 6-25 设置新程序的循环任务类型

需要注意的是，插入新程序段的功能只有高级 PLC，如 CS1 系列才具备。

⑭ CX-P 软件提供了多台 PLC 联控的功能，操作如图 6-26 所示，鼠标右键单击“新工程”项弹出一快捷菜单，选择“插入 PLC”，选择 PLC 机型“C200H”后，则在“新工程”下出现“新 PLC2[C200H]离线”项，如图 6-27 所示。

需要注意的是，各种符号属性的设置，区分“全局符号”与“本地符号”。



图 6-26 插入新 PLC

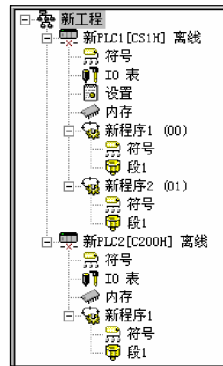



图 6-27 增加新 PLC2

2. 编程操作

① 以“单稳态”程序为例，利用 C200H PLC 简要地示范编写梯形图的过程。进入图

6-18 所示界面，用鼠标选取梯形图工具栏中的常开触点符号“”，在第一条指令行的首位单击，弹出一个新接点的对话框，填入该触点的名称、地址和注释等，如图 6-28 所示，按“确定”键。

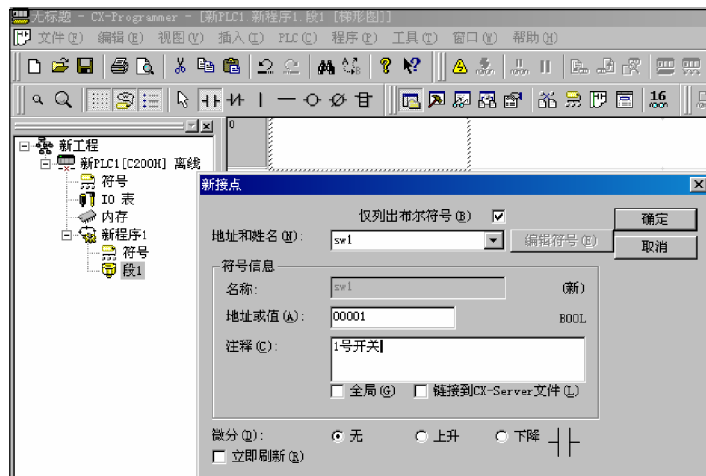


图 6-28 输入第一条指令的名称、地址及注释

② 如图 6-29 所示，第一个触点已经输入到第一行的首位，常开触点的上方是该点的名称和地址，下方是 I/O 注释。该指令的地址号显示在该行首的中部，也是从“0”开始编号，不要与指令条编号（位于行首左上角）相混淆。

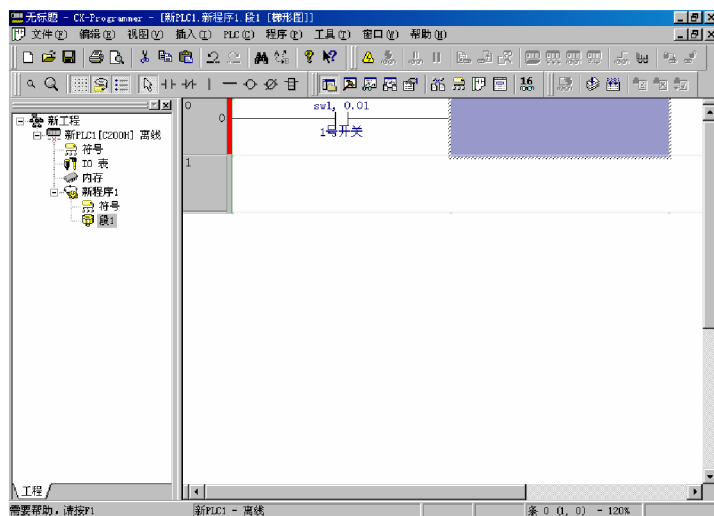


图 6-29 显示出第一条指令

在第一个触点的左侧有一个红色条状标记，它说明该指令条中有逻辑性错误或者是该指令条不完整，而上图中的错误正是后者造成的。

如果 I/O 注释字数较多或想改变触点符号的显示方式，可选择主菜单中的“工具(T)”项，在下拉菜单中单击“选项(O)”，弹出选项对话框，如图 6-30 所示，根据用户的需要来调整梯形图的各种显示状态及参数等。

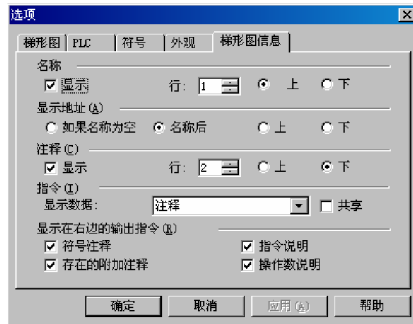


图 6-30 CX-P 软件的系统选项

③ 在第一个触点输入后，继续用鼠标选取工具栏中的直线段，连续在该行上单击加入直线。注意，在紧靠右母板的指令位置选取输出线圈，符号为“—○—”，在该位置上单击后再次弹出新线圈对话框，填入相应信息，如图 6-31 所示，按“确定”键完成输出指令。此时，行首的红色错误标记消失，说明该指令逻辑正确。同时，第二指令条出现，等待输入指令。

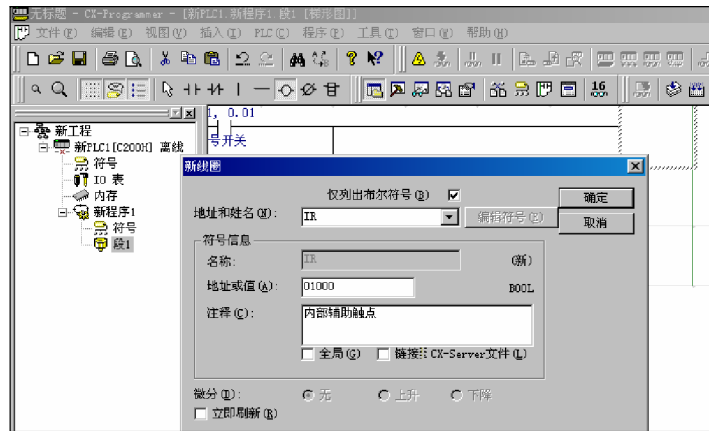


图 6-31 输入输出线圈名称、地址及注释

④ 在指令行空白处按回车键，可插入空行，重复上述步骤，再输入两个新触点，如

图 6-32 所示。需注意的是，定时器触点中的 TIM 必须大写。该指令条编辑好后，将光标置于第二条首位。

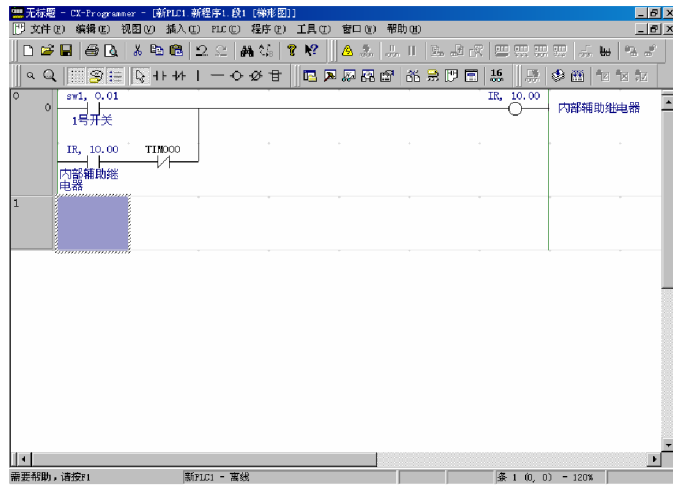



图 6-32 显示出第一指令条

⑤ 输入常开触点 01000，插入直线段，在右母板前输入定时器线圈。用鼠标选取工具栏中的指令按钮“”，并在紧贴右母板的位置单击，弹出指令对话框，如图 6-33 所示。在“指令”处填入大写“TIM”，在“操作数”处，用鼠标单击不同位置，分别填入 TIM 编号“000”及定时器设定值“#0020”。按“确定”键完成操作，如图 6-34 所示。此时，注意观察第二指令条上两类编号的变化。

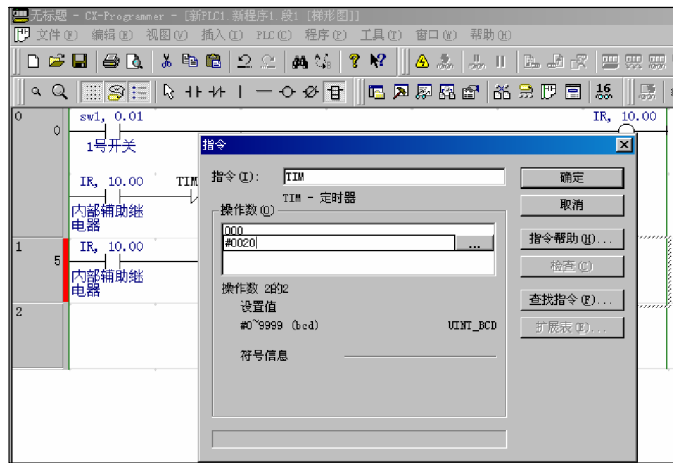


图 6-33 输入定时器指令的操作数

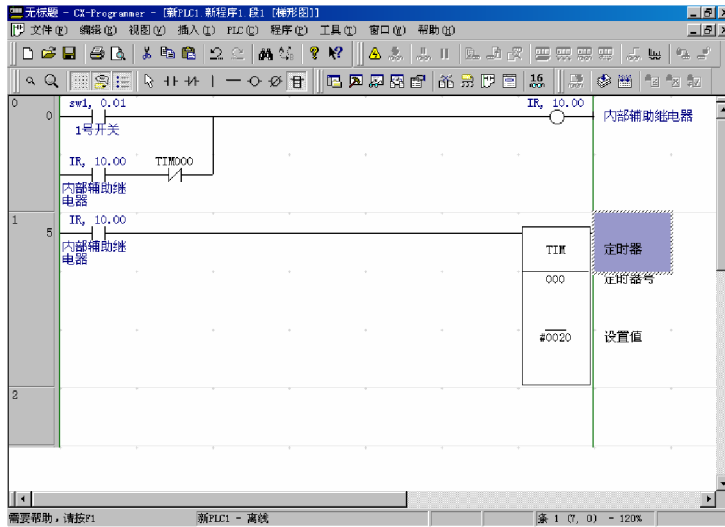


图 6-34 显示出定时器指令

⑥ 按上述方法，输入第三指令行，结果如图 6-35 所示。

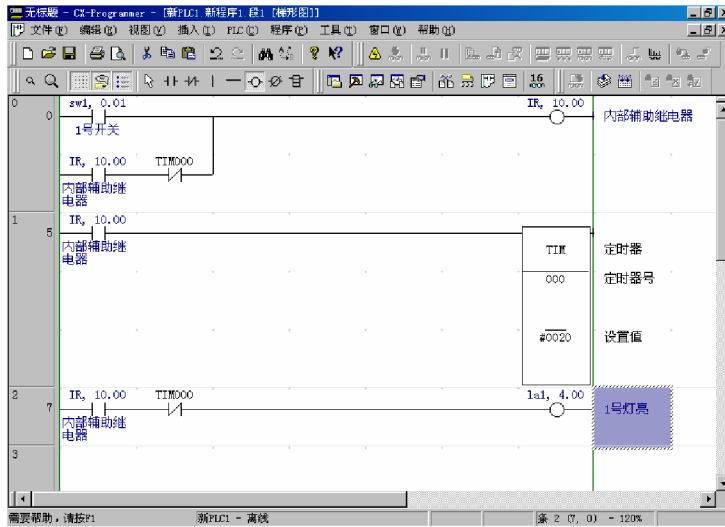


图 6-35 成功输入三行指令条

⑦ 输入程序结束指令 END。同前，选取工具栏上的指令按钮，单击到右母板前，弹出指令对话框，单击“指令”处填入“01”，出现“END”，如图 6-36 所示。按“确定”

键结束指令的输入操作，如图 6-37 所示。至此，整个梯形图程序输入完毕。

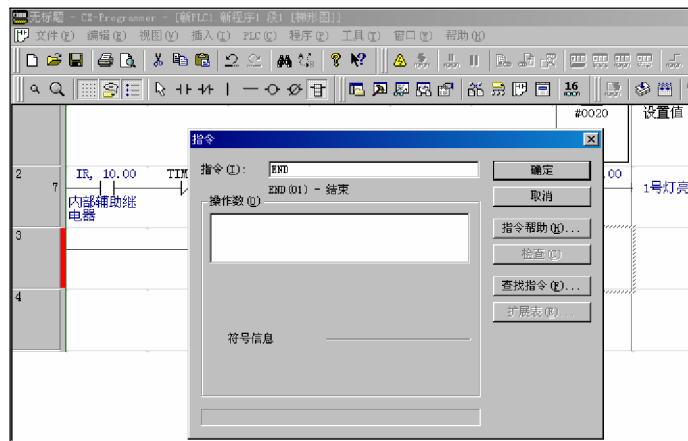


图 6-36 输入 END 指令

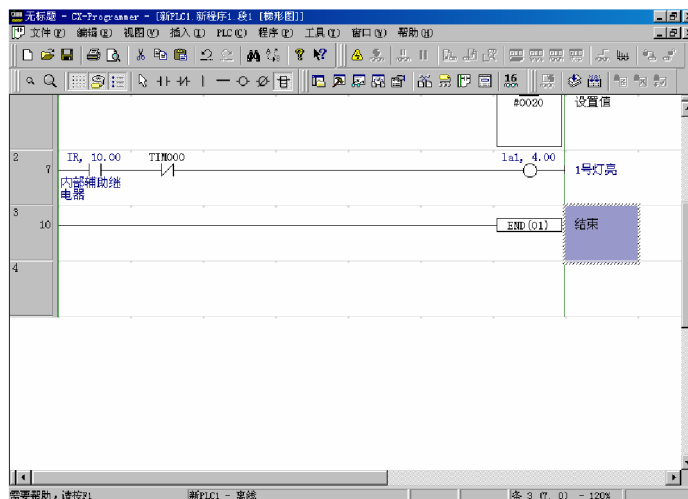


图 6-37 编程完毕

3. 检查程序和程序存盘

当程序编写完成后，要自觉地对程序进行语法检查（也称为编译），这样做可以杜绝“低级”错误的发生，然后再保存程序或进行在线操作。操作方法如下：

①继续沿用上面的例子，选取主菜单中的“PLC (C)”项，在其下拉菜单中单击“程序检查选项 (K) …”子项，如图 6-38 所示。按“确定”键弹出一个列表框，如图 6-39

所示，系统提供 4 种检查级别供用户选择，分别是由高到低“A，B，C，定制”，选取某级，其检查项目在列表框中显示出来。若选取了“定制”，则用户可以在列表框中任意选择检查项。选取完毕，按“确定”键。

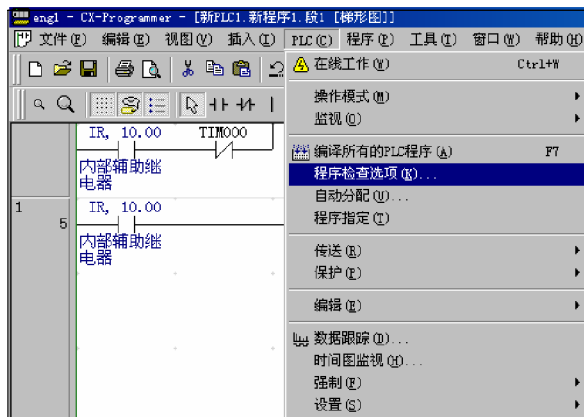


图 6-38 设置程序检查选项

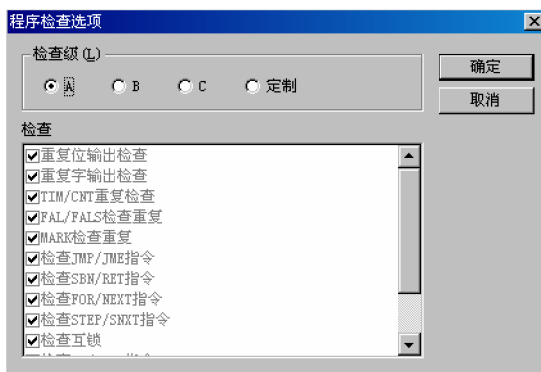


图 6-39 程序检查选项明细表

② 选取主菜单中的“PLC(C)”项，在其下拉菜单中单击“编译所有的 PLC 程序(A)”子项，检查的结果将显示在输出窗口中的编译区内，单击工具栏中的“输出窗口”按钮，切换到输出窗口中的编译区，用户可查看系统检查的结果，如图 6-40 所示。图中“新程序 1-0 错误，0 警告”的含义是上面输入的梯形图语法正确，其中“错误”级别高，会导致程序不能运行；而“警告”级别相对较低，程序仍能执行。此外，检查程序也可以选取主菜单中的“程序(P)”项，在其下拉菜单中单击“编译(C)”子项，结果同样显示在编译区中。



图 6-40 输出窗口显示编译结果

③ 保存程序。单击主菜单中“保存”按钮，弹出保存文件对话框，如图 6-41 所示，填入保存路径和文件夹名，按“保存(S)”键完成操作。

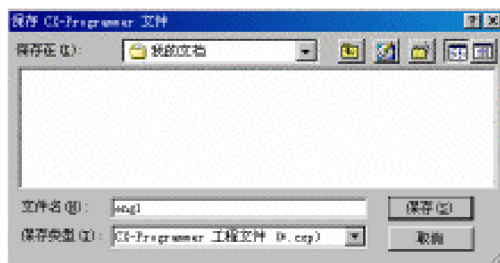


图 6-41 保存新建工程文件

4. 编辑梯形图

编辑梯形图的操作包括指令条的复制、剪切和删除等，以及在指令条间加入条注释的操作。下面简要介绍这些操作。

(1) 指令条的复制

在编写一个梯形图时，经常会遇到相同结构的指令条，为了提高编程的效率，可以使用系统中提供的复制命令。

还是借用上面的例子，如图 6-42 所示，想复制第一个指令条到“END”之前。用鼠标点击第一个指令条的编号“0”，此时该指令条全部被选中，再按鼠标右键，弹出快捷菜单，选取“复制”命令，然后将鼠标移到“END”指令条，并选中该条，接着按鼠标右键再次弹出快捷菜单，选取“粘贴”命令，则将第一指令条复制到“END”之前，如图 6-43 所示。

关于剪切、删除的操作与复制相类似，在此不赘述。

(2) 创建指令条注释

由于大型程序往往是由若干相对独立的程序段构成的，需在独立段的指令条间加入条注释，这样配合 I/O 点注释和指令注释，使梯形图的可读性大大增强，下面举例说明。

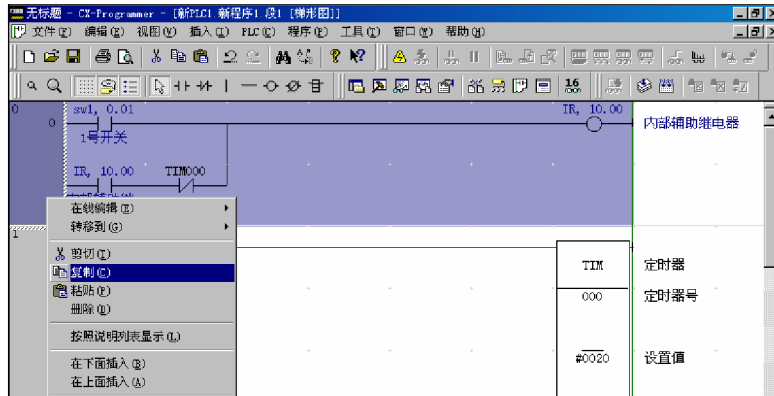


图 6-42 选取并复制指令条

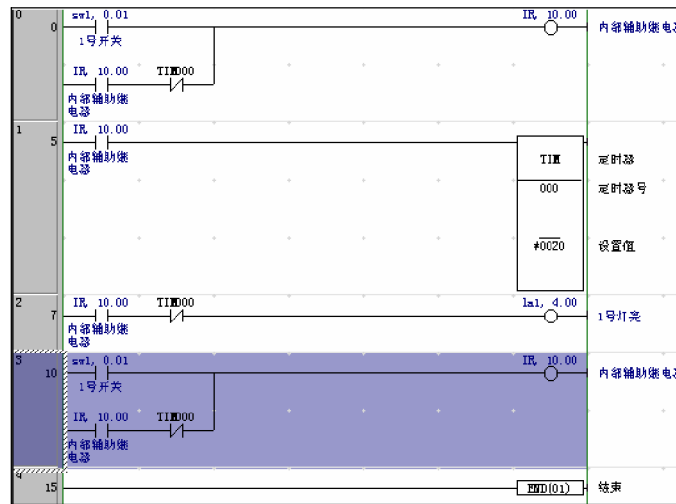


图 6-43 指令条复制成功

图 6-44 中，选中第一指令条，单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选取“属性(O)”，出现“条属性”对话框，填入“单稳态程序”，如图 6-45 所示，条注释显示在了第一指令条上方。若要删除条注释，可以按“条属性”对话框中的删除按钮。

梯形图在离线状态下的其他操作，基本上沿袭了 Windows 的标准操作模式，在此不再赘述。

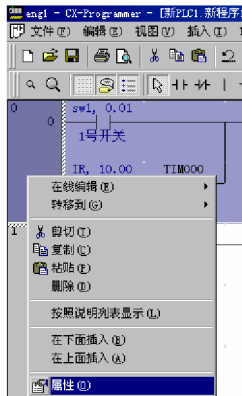


图 6-44 设置指令条属性

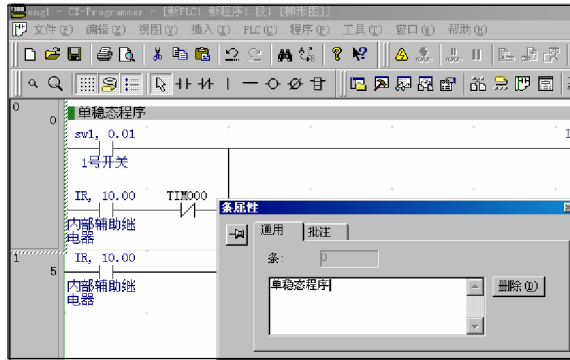


图 6-45 输入指令条注释

6.2.2 梯形图在线操作

梯形图的在线操作主要包括梯形图的在线 / 离线切换、程序下载与上载、监视程序运行和在线调试等。下面分别简要介绍。

1. 进入梯形图在线方式

在进入在线状态之前，需做一些准备工作。首先应将 PLC 与上位机的 COM 接口用专用电缆连接，C200H 需通过一块 HOST Link 单元与电缆相连；而 C200Hα 的 CPU 单元内置串行通信接口 RS-232C 可直接与电缆相连。同时，上位机需运行 CX-P 软件，并在离线状态下进行 PLC 接口的设置。

准备工作完成后，选取主菜单中“PLC (C)”项，在下拉菜单中单击“在线工作 (W)”，如图 6-46 所示；或者直接用鼠标单击工具栏上“在线工作”按钮，此时屏幕出现提示框，如图 6-47 所示。需确认与 PLC 连接，单击“是 (Y)”后，上位机与 PLC 开始通信，此时 CPU 面板上的通信灯不断闪烁，当梯形图编辑视窗的背景颜色由白色变为灰色时，如图 6-48 所示，表明系统已经正常地进入了在线状态；否则，会出现通信出错的提示。

上位机与 PLC 的在线状态与离线状态可以通过“在线工作”按钮灵活切换，只有当在线连接正常后，才能进行梯形图的传送及在线监控等其他在线操作。

2. 程序传送

程序传送操作可用于传送和比较上位机与 PLC 内存中的程序，是实现在线监视 PLC 程序运行和在线编辑程序的前提。

(1) 将程序从上位机传送到 PLC

将上位机内编辑的程序、I/O 表等传送到 PLC 的用户存储器中，具体步骤如下：

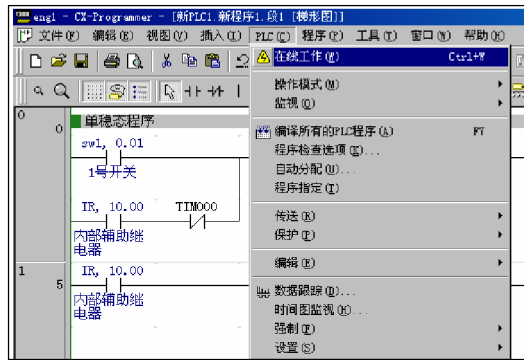


图 6-46 PLC 在线连接



图 6-47 在线连接提示框

① 进入在线状态，选取主菜单中的“PLC (C)”项，在下拉菜单中点击“传送 (R)”，弹出下级菜单，如图 6-48 所示。

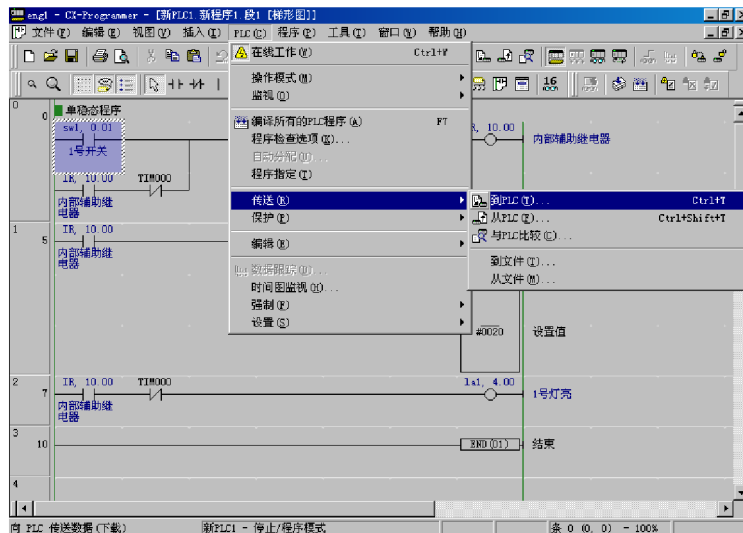


图 6-48 从上位机下载梯形图到 PLC

② 选中“到 PLC (T)”后，弹出“下载选项”对话框，如图 6-49 所示，在选项中选择“程序”，单击“确定”按钮。

③ 如果此时 PLC 正处于运行或监视状态时，将弹出一提示框，如图 6-50 所示，选择“是 (Y)”，PLC 将自动转换为编程状态，程序开始下载，如图 6-51 所示，显示下载程序的大小和进程。当下载成功后，单击“确定”按钮。此时，PLC 将恢复为运行或监视状态，开始运行新程序。

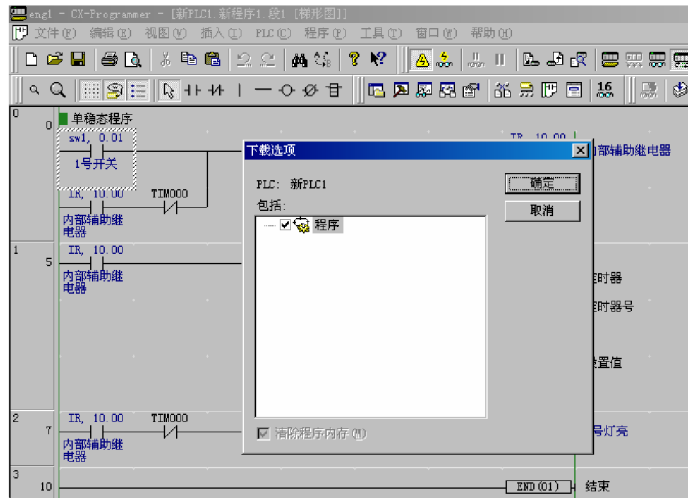


图 6-49 下载程序选项

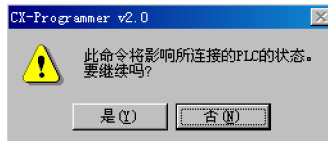


图 6-50 下载程序提示框

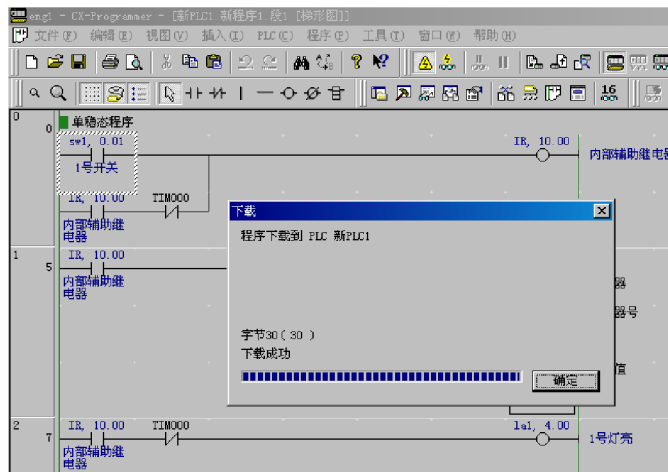


图 6-51 梯形图下载进程

(2) 将程序从 PLC 传送到上位机

上载的操作步骤与下载大同小异，在传送程序子菜单中选择“从 PLC (F)”，目的是将 PLC 中的程序、I/O 表和指令表等传送到上位机中进行修改和编辑，在此不赘述。

“传送”子菜单中的其他选项，如“与 PLC 比较 (C)”、“到文件 (T)”和“从文件 (M)”等的操作比较简单，用户可以自学或参见相关手册。

3. 程序监控

CX-P 软件在线状态下的程序监控是验证程序正确性的重要手段，其主要功能包括在上位机上检查程序、控制 I/O 位和其他位的状态、实现数据的跟踪和监控、在线调试 PLC 程序，以及可在现场直接修改程序等。

需要注意的是 PLC 内的程序必须与 CX-P 上编辑的程序一致，可采用传送程序或比较程序的操作来确认。

(1) 在线监视

① 将程序传送至 PLC 后，CX-P 已处于在线状态，此时应使 PLC 运行下载的程序，选取主菜单中“PLC (C)”项，在下拉菜单中选取“操作模式 (M)”，弹出下级菜单，如图 6-52 所示，在这一级菜单中，上位机可以设置 PLC 的工作状态。

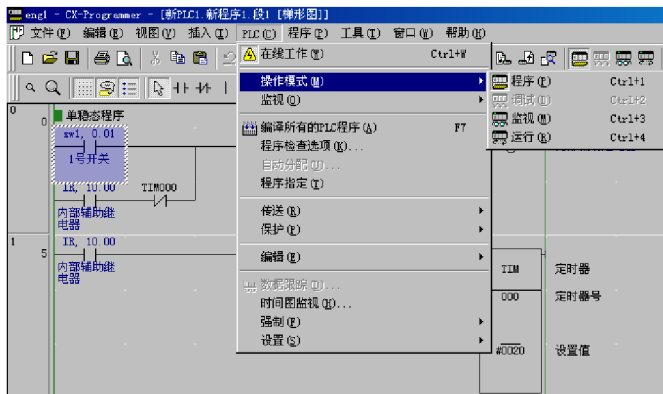


图 6-52 在线设置 PLC 的工作模式

② 选择“运行 (R)”或“监视 (M)”后，PLC 即开始运行程序，此时 CPU 面板上运行指示灯亮。接着，选取主菜单中“PLC (C)”项，在下拉菜单中选取“监视 (O)”后，弹出下级菜单，单击“监视 (M)”项，如图 6-53 所示。或者直接单击工具栏上的“监视”按钮，也可以使 CX-P 进入在线监视状态。

③ 程序进入监视状态后，如图 6-54 所示，指令条中的绿色标记代表该处逻辑上是导通的，否则为断开状态。例如，图 6-54 中的 TIM 000 的常闭触点，定时器线圈等。利用

“监视”命令可以方便而直观地监控程序的运行状况，增强了 PLC 的人机交互性。

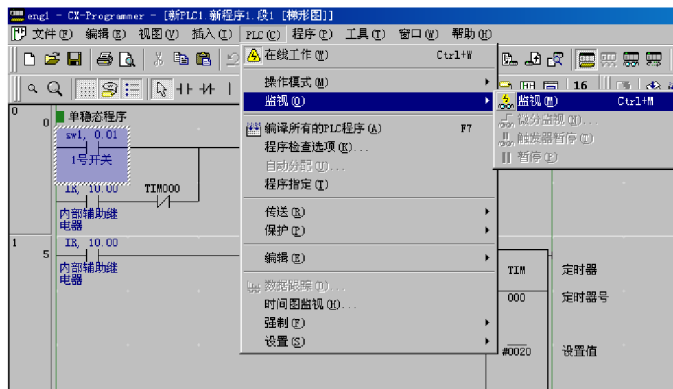


图 6-53 设置上位机在线监视 PLC

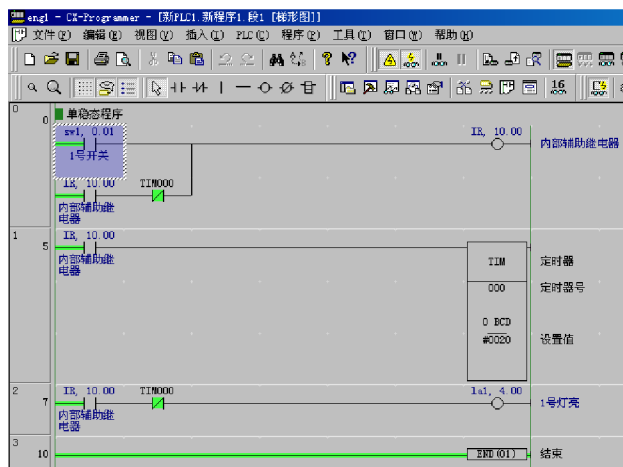


图 6-54 上位机进入在线监视 PLC 状态

④ CX-P 软件中的“强制”命令，可以方便地模拟真实控制过程，有效地验证了程序的正确性。例如，强制“1 号开关”的常开触点为“ON”，其操作是用鼠标选中“1 号开关”，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选取“强制 (F)”子菜单中“为 ON”项，如图 6-55 所示。

⑤ 此时，“1 号开关”上出现强制标识，绿色标记表明第一指令条逻辑导通，定时器也开始计时，且“1 号灯”输出，如图 6-56 所示。

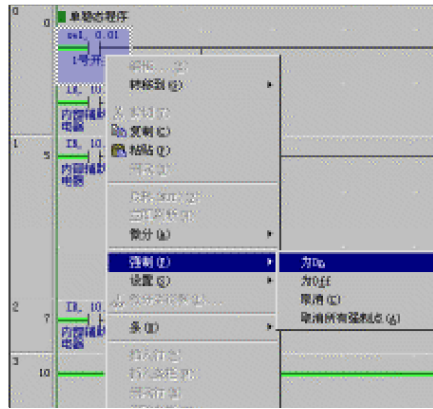


图 6-55 上位机强制 00001 位为 ON

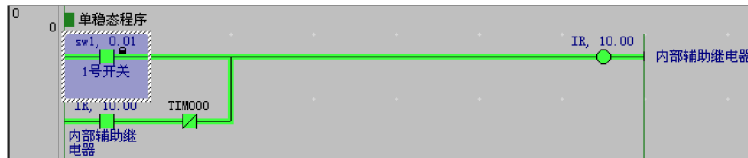


图 6-56 01000 继电器强制输出

⑥ 当计时 2s 后，定时器输出，“1 号灯”灭，如图 6-57 所示，绿色标记的变化使“单稳态”程序的正确性一目了然。其他“强制”子命令，不再赘述。

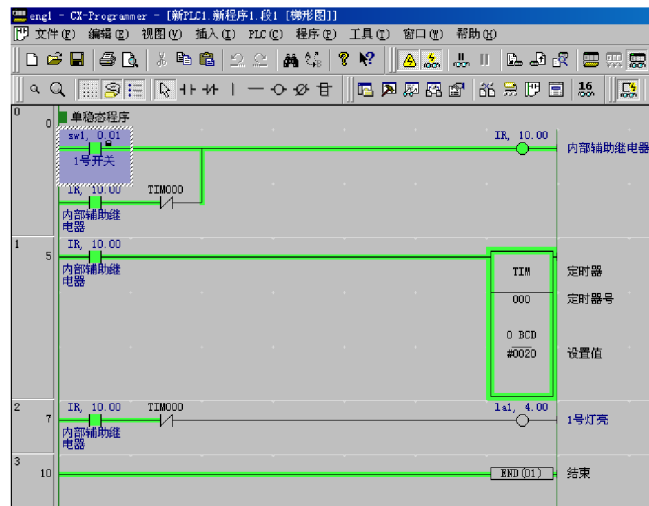


图 6-57 定时器到时导通

(2) 在线修改程序

当 PLC 正在运行程序时，如果要对某条指令做小修改，如更改某个参数等，可以采用“在线编辑”功能，这样就避免了先离线修改程序，再传送到 PLC 中执行的过程，提高了编程效率。

下面以修改程序中 TIM000 的设定值为例，简述在线修改程序的操作。

① 承接上例，使程序投入在线状态，鼠标选中定时器的设定值，如图 6-58 所示。

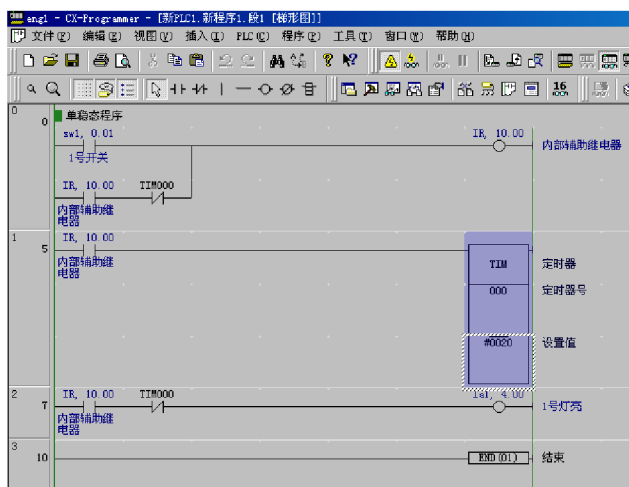


图 6-58 选取在线修改定时器设定值

② 选择主菜单中的“程序(P)”项，在下拉菜单中选中“在线编辑(E)”子项，又在它的子菜单中单击“开始(B)”，如图 6-59 所示。

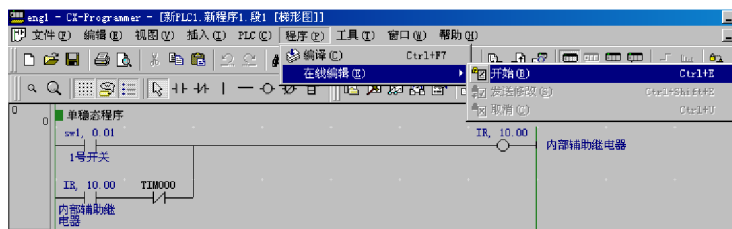


图 6-59 在线编程操作

③ 此时，定时器 TIM 000 所在指令条背景色由灰色变为白色，如图 6-60 所示。下面可以编辑定时器，操作方法与离线状态下相同，单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选“编辑(E)”，打开指令对话框，如图 6-61 所示，在“操作数”框中将定时器的设定值从“#0020”改为“#0030”，单击“确定”按钮。

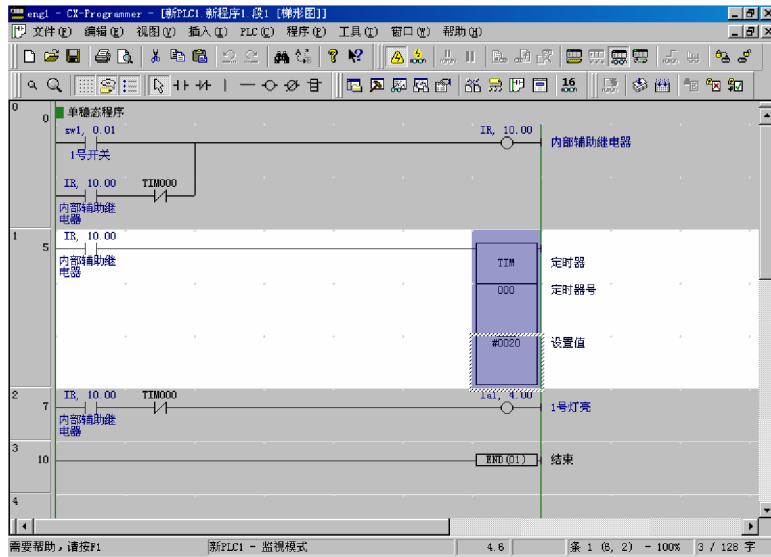


图 6-60 定时器指令进入在线修改状态

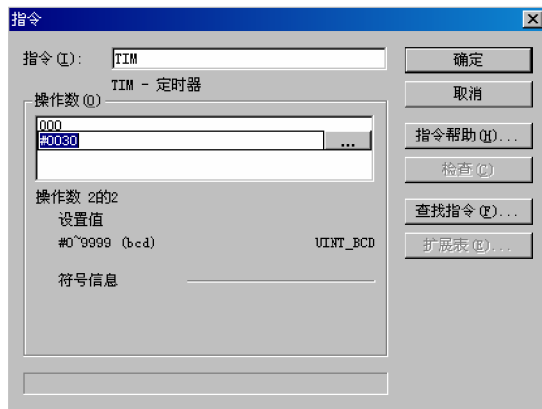


图 6-61 修改定时器设定值

④ 修改后的设定值还要发送到 PLC 中，于是选取主菜单中的“程序 (P)”项，在下拉菜单中选中“在线编辑 (E)”子项，接着在它的子菜单中单击“发送修改 (E)”，如图 6-62 所示。

⑤ 修改值被发送后，该指令条的背景色又由白色恢复为灰色，如图 6-63 所示。再次运行程序时，定时器将计时 3s 后产生输出。



图 6-62 在线发送修改

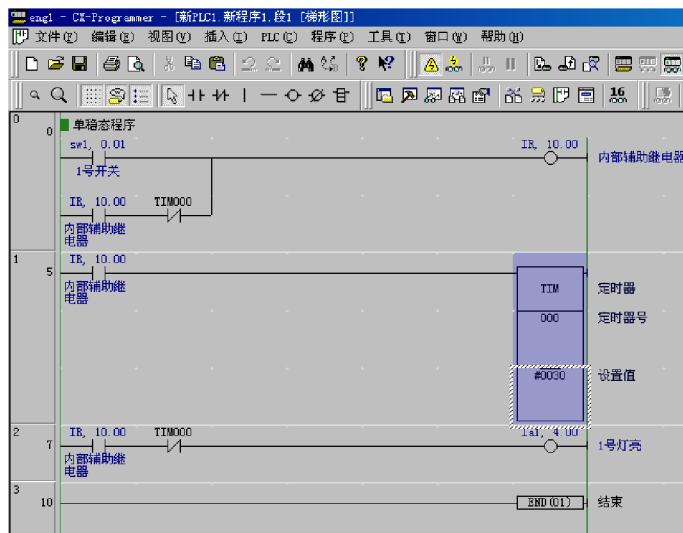


图 6-63 在线编程操作成功

限于篇幅，在线状态下的其他操作本章不做介绍，可以参见《CX-Programmer 操作手册》。

思考题

- 6.1 手编程器有几种工作模式，分别是什么？
- 6.2 利用手编程器如何清除口令、内存，如何输入 KEEP 等高级指令？
- 6.3 利用手编程器如何增加或删除某条指令？
- 6.4 利用手编程器如何读出程序扫描时间和错误信息，如何监视某位或通道的数据？
- 6.5 在 CX-P 软件中，对 PLC 进行初始设置应包括哪些内容？
- 6.6 在 CX-P 软件中，输出窗口、查看窗口和地址引用工具窗口各有何用途？
- 6.7 在 CX-P 软件中，全局符号与本地符号的区别是什么，如何设置？

- 6.8 在工程窗口中，如何实现增加“段”、“新程序”和“新 PLC”的操作，它们各有何用途？是否 C 系列所有类型的 PLC 都有这三种功能？
- 6.9 在对程序进行编译时，“错误”和“警告”信息有何区别？
- 6.10 离线状态与在线状态的含义是什么，有何区别，如何切换？
- 6.11 在线“强制”指令在实际应用中有何突出特点？

第 7 章 可编程序控制器的通信

7.1 C 系列 PLC 通信概述

OMRON C 系列 PLC 提供的通信网络可分为三级, 如图 7-1 所示。

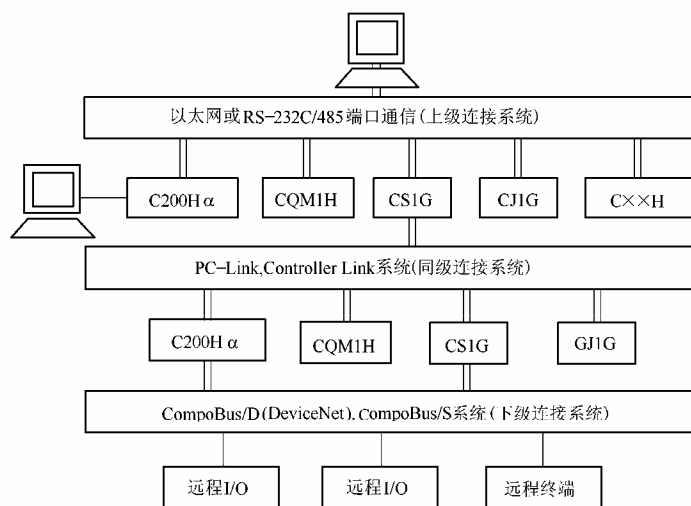


图 7-1 OMRON 的复合型 PLC 网络结构图

(1) 下级连接系统

下级连接系统有两种, 一种是远程 I/O 系统, 将远程 I/O 主单元插在 CPU 母板上, 通过电缆或光缆连接到远程 I/O 从单元上, 第 3 章已经介绍。另一种是近年来 OMRON 公司推出的两种新的下级通信总线——CompoBus/S 和 CompoBus/D (DeviceNet), 它们比远程 I/O 系统使用更加灵活, 功能更强, 其中 CompoBus/D 是一种标准总线, 可对外开放。CompoBus/D 总线除了可以作为下级连接系统外, 也可以扩展为 PLC 对 PLC 的同级连接系统。本章将介绍 CompoBus/D 总线。

(2) 同级连接系统

同级连接系统也有两种, 早期的称为 PC-Link 系统, 即在每台 PLC 上安装一个 PC-Link 单元, 通过对 PC-Link 单元的连接可将几台 PLC 连接在一起。近年来, 推出的新系统称为 Controller Link 系统, 它与 PC-Link 系统相似, 但功能更加强大。Controller Link 系统除了

具有同级连接系统的功能外,也可以用 Controller Link 支持卡将上位机连入 Controller Link 系统中,从而具有上级连接系统的功能。

(3) 上级连接系统

早期 C 系列 PLC 通过 Host-Link 单元与上位机相连,而近年的 PLC 新机型则直接利用 CPU 单元上预置的 RS-232C 端口实现与上位机相连的功能。如果一个端口不够,还可以在 CPU 单元上嵌入通信板,该通信板上可带有两个通信端口——RS-232C 或 RS-485,供用户任意选用。此外,还可以利用转换电缆将外设端口转换成 RS-232C 端口。RS-232C 等标准端口除可以实现上位机与 PLC 的连接外,也可以实现与所有内置 RS-232C 端口的设备相联,从而将上级连接系统的功能向下扩展。利用 PLC 上带有的支持 TCP/IP 协议接口构成工业控制以太网络,不仅为成为工业高层网络的上的通信系统,也可以向下延伸到底层网,与现场设备相连,工业以太网前景着好。

总之,以上三级连接系统虽然用途不同,但是它们的功能已经相互融合,互为补充,彼此的界线已越来越模糊。下面将分节对三种通信系统进行介绍。

7.2 下级连接系统 CompoBus / D (DeviceNet)

CompoBus/D 是一个多位、多厂家的机器 / 生产线控制级别的网络,它将控制及数据融合在一起,并遵守 DeviceNet 开放现场总线的标准,这意味着除了 C 系列中的各种型号 CompoBus/D 单元之外,凡符合 DeviceNet 的通信协议的其他厂家产品,也都可以连入该系统中。

7.2.1 CompoBus/D 的组网方式

CompoBus/D 的组网方式有两种,一种是不带配置器的方式(系统出厂时的默认方式),其系统配置如图 7-2 所示。从图 7-2 中可以看出,该系统只有一台 PLC,而且该 PLC 上只允许有一个 CompoBus/D 主单元。

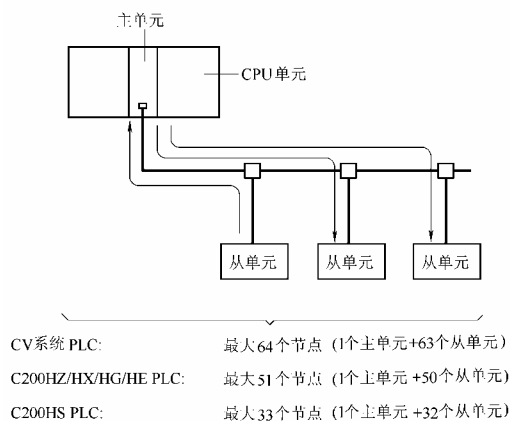


图 7-2 不带配置器的系统连接方式

另一种是带配置器的方式，如图 7-3 所示。在此方式下，用户可以根据需要灵活组网，但前提是要进行系统设置。

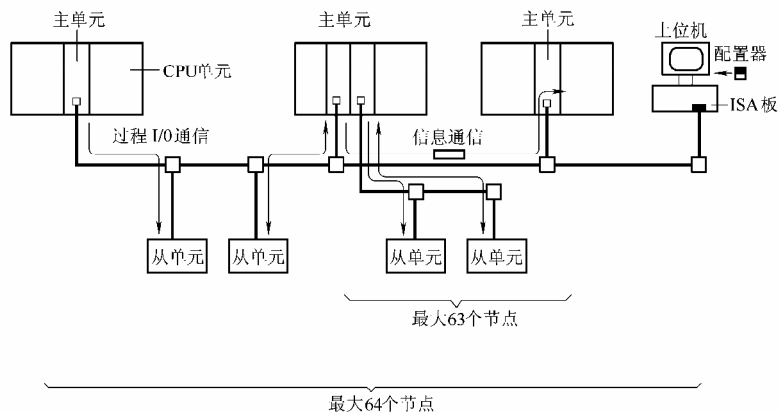


图 7-3 带配置器的系统连接方式

从上图 7-3 中可以看出，当使用配置器时，网络中可以连接多台 PLC，而且每台 PLC 上允许有多个 CompoBus/D 主单元。当系统配置完成后配置器可以去掉。

配置器是由一块插在上位机中的 ISA 通信板及配套软件组成的，它的作用是对网内各 PLC 的相应系统进行设置。以上两种组网方式的性能指标见表 7-1。

表 7-1 CompoBus/D 组网方式性能指标

栏目	主单元型号	不使用配置器	使用配置器
每个主单元的最大从单元节点数	CV 系列	63 个节点	
	C200HZ/HZ/HG/HE	50 个节点	63 个节点
	C200HS	32 个节点	63 个节点
每个主单元的最大控制点数	CV 系列	2 048 个点 (64 输入/64 输出字)	6 000 点 (100 个字×4 块)
	C200HZ/HZ/HG/HE	1 600 点 (50 输入/50 输出字)	没有信息: 4 800 点 有信息: 1 600 点
	C200HS	1 024 点 (32 输入/32 输出字)	1 280 点
远程 I/O 分配区	CV 系列	CIO 区域的固定字	任何区域
	C200HZ/HZ/HG/HE	IR 区域的固定字	
	C200HS		
最大主单元数	CV 系列	1	16
	C200HZ/HZ/HG/HE		10 或 16
	C200HS		10

从上表中可以看出，带配置器组网方式的功能强大。

CompoBus/D 在连接时要使用专用电缆，专用电缆分粗缆和细缆。使用方式如图 7-4 所示。

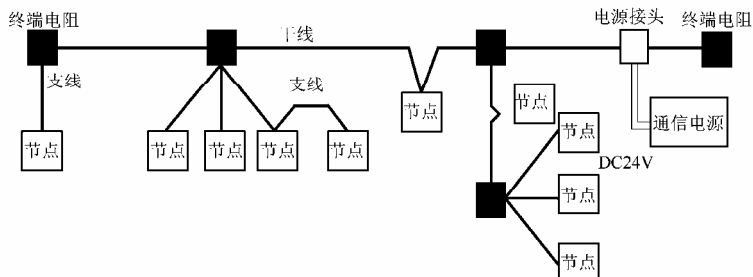


图 7-4 网络电缆连接方式示意图

从图 7-4 中可以看出，网络连接分为干线和支线，干线用粗缆，支线用细缆。节点间的连接比较灵活。另外，CompoBus/D 还需配一个通信电源，且最好不要与其他用途的电源共用。两种电缆的通信速率（波特率）与通信距离的关系见表 7-2。

表 7-2 网络电缆波特率与通信距离关系表

波特率 (kbps)	最大网络长度 (m)		支线最大长度 (m)	总的支线最大长度 (m)
	粗缆	细缆		
500	100	100	6	39
250	250			78
125	500			156

7.2.2 CompoBus/D 主单元

C 系列 PLC 的不同型号都配有各自的 CompoBus/D 主单元，其工作原理和使用方法基本相同，下面将以适用于 C200Hα 的主单元 C200HW—DRM21—V1 为例，说明其结构和设置方法。

1. 主单元的结构

主单元 C200HW—DRM21—V1 的主要组成部分和相关功能如图 7-5 所示。

2. 指示灯

指示灯表明主单元与网络的连接状态。当网络在正常运行时，7 段显示器显示主单元的节点号；当发生故障时，它显示故障代码或者发生故障节点的节点号。MS/NS 指示灯，以及 7 段显示器能表明发生哪类故障，具体含义见表 7-3。

表 7-3 MS/NS 指示灯功能说明

指示灯	颜色	状态	说明
MS	绿色	常亮	单元操作正常
		闪烁	数据正在传送
	红色	常亮	发生致命故障（单元硬件故障）
		闪烁	发生非致命故障，如开关设置故障
—	灭	主单元电源关断，正在重新设定或等待启动初始化	
NS	绿色	常亮	正常网络状态（建立通信连接）
		闪烁	网络正常，但没有建立通信连接
	红色	常亮	发生致命故障 节点编号重叠或检测到总线关闭故障（这些故障使得通信不能进行）
		闪烁	发生非致命的通信故障 （从单元通信故障）
	—	灭	发生网络故障，如主单元是网络上的惟一节点

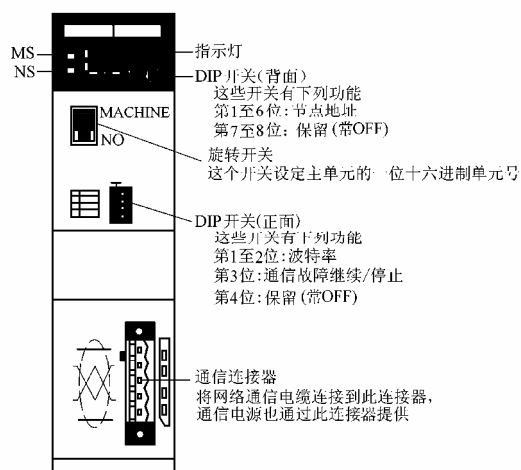


图 7-5 C200HW—DRM21—V1 单元示意图

3. 旋转开关的设定

主单元的一位十六进制单元号是由主单元面板上的旋转开关设定的，如图 7-6 所示。CompoBus/D 主单元属特殊 I/O 单元，必须设定一个单元号来决定 CPU 单元区域中的哪些字被分配给该主单元。该单元出厂时单元号设置为 0。在改变单元号设置之前，必须先关闭电源。若系统中还有其他特殊的 I/O 单元时，设置的单元号不能相同，否则 PLC 就会出现 I/O 单元溢出故障，DeviceNet 网络也不能开始工作。

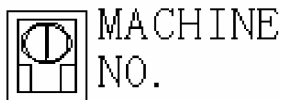


图 7-6 主单元旋转开关示意图

单元号的设定范围取决于所选用 PLC 的 CPU 型号，具体见表 7-4。

表 7-4 单元号设定范围

CPU 型号	单元号设置范围	设置方法
C200HX-CPU5□-E/CPU6□-E/CPU8□-E(-Z) C200HG-CPU5□-E/CPU6□-E/CPU8□-E(-Z)	0~F	一位 十六进制
C200HX-CPU3□-E/CPU4□-E(-Z) C200HG-CPU3□-E/CPU4□-E(-Z) C200HE,C200HS	0~9	

4. DIP 开关（背面）

主单元的节点号是由主单元背面的 DIP 开关位 1 到 6 以二进制数形式来设置的，如图 7-7 所示。

从第 1 位到第 6 位代表不同的二进制数字，开关置“ON”时表示 1，开关置“OFF”时表示 0。可以使用任何从 0 到 63 没有被其他的节点（从单元）占用的节点号。具体设置见表 7-5。C200HX，C200HG，C200HE PLC 的从单元的单元号设置为 0 至 49，C200HS PLC 为 0 至 31；但是主单元的节点号可以设置为 0 至 63，因为它不占用 I/O 区域中的任何字。

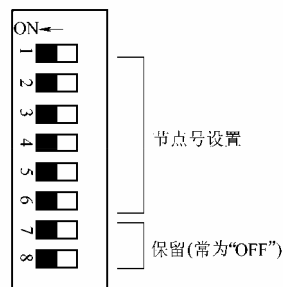


图 7-7 背面 DIP 开关示意图

表 7-5 背面 DIP 开关设置表

DIP 开关设置						节点数
第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	0	1	1	3
⋮						⋮
1	1	1	1	0	0	60
1	1	1	1	0	1	61
1	1	1	1	1	0	62
1	1	1	1	1	1	63

CompoBus/D 主单元出厂时节点号也设置为 0，改变节点号之前需将电源关闭。由于 DIP 开关位于主单元的背面，所以主单元必须从 PLC 上拆下后方能改变节点号。在安装网络之前，需确认所设置的节点号。如果相同的节点号用于主单元和另一个节点，即节点号重叠，则不能启动 DeviceNet 网络。

DIP 开关中的第 7 和第 8 位是为系统保留的，将它们设置为“OFF”。

5. DIP 开关（正面）

位于主单元正面的 DIP 开关用来设置通信的波特率，以及选择发生通信错误时，是否继续通信，如图 7-8 所示。

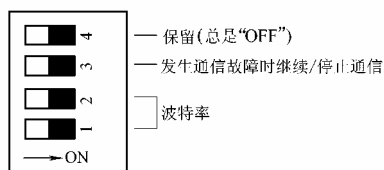


图 7-8 正面 DIP 开关示意图

第 1 位和第 2 位用于设定波特率，见表 7-6（出厂时这些开关设置为“OFF”）。

第 3 位用来设置在通信错误之后通信是否将停止，见表 7-7（出厂时此开关设置为“OFF”）。

表 7-6 波特率 DIP 设置表

第 1 位	第 2 位	波特率 (bps)
OFF	OFF	125 000
ON	OFF	250 000
OFF	ON	500 000
ON	ON	不允许（这种设置会引起“不正确设置”故障）

注：网络中所有节点（主单元和从单元）都必须设置为相同的波特率。任何与主单元波特率不匹配的从单元将无法参与通信。

表 7-7 DIP 第 3 开关功能设置表

第 3 位	功 能
OFF	继续通信
ON	停止通信

当第 3 位为“ON”时，如果发生传输故障，如传输超时或者网络电源故障，通信将持续停止（即使错误已被排除，除非清除通信故障停止位置为“ON”）。

当第 3 位为“OFF”时，如果仍发生上述故障，通信将停止，但是当故障被排除时通

信将自动重新启动。

7.2.3 CompoBus/D 从单元

CompoBus/D 从单元的种类较多，如晶体管输入 / 输出单元、模拟量输入 / 输出单元、传感器单元等，但是它不同于第 3 章中介绍的标准 I/O 单元，在使用上与标准 I/O 单元的区别是要进行节点地址和波特率的设置。所有从单元都有一个 10 位的 DIP 开关，其中第 1 位至第 6 位用来设置节点地址，第 7 位和第 8 位用来设置波特率，第 9 位和第 10 位的功能取决于使用的从单元的类型。

1. 节点地址的设置

从单元节点地址的设置范围取决于安装主单元的 PLC 的类型，见表 7-8。

表 7-8 单元节点地址范围设置表

PLC 型号	节点地址设置范围 (十进制)	设置方法
CV 系列	0~63	6 位二进制
C200HX,C200HG, C200HE	0~49 (不带配置器) 0~63 (带配置器)	
C200HS	0~31 (不带配置器)	
	0~63 (带配置器)	

每一个单元的节点号通过从单元的 DIP 开关的第 1 位至第 6 位开关以二进制数来设置的。任何在设置范围内的节点号只要没有被其他节点占用都可以使用。设置见表 7-9。

节点号出厂时为 0，在改变节点号设置之前，先关闭从单元的电源（包括通信电源），如果相同的节点号用于主单元和另一个节点（节点号重叠），从单元将不能够参与通信。

表 7-9 从单元节点地址设置表

DIP 开关设置						节点地址
第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	0	1	1	3
⋮						⋮
1	1	1	1	0	0	60
1	1	1	1	0	1	61
1	1	1	1	1	0	62
1	1	1	1	1	1	63

2. 波特率设置

第 7 位开关和第 8 位开关按表 7-10 来设置波特率（出厂设定为“OFF”）。

表 7-10 从单元波特率设置表

开关 7	开关 8	波特率 (bps)
OFF	OFF	125 000
ON	OFF	250 000
OFF	ON	500 000
ON	ON	不允许

在改变波特率设置之前，先关闭从单元电源（包括通信电源）。网络中所有节点（主单元和从单元）设置为相同的波特率。任何与主单元设置不同波特率的从单元将不能参与通信。表 7-11 列出了常用从单元的规格和型号。

表 7-11 常用从单元规格及型号表

从单元名称	型 号	输入点数	输出点数
晶体管输入单元	DRT1-ID08	8	0
晶体管输入单元	DRT1-ID16	16	0
晶体管输出单元	DRT1-OD08	0	8
晶体管输出单元	DRT1-OD16	0	16
传感器单元	DRT1-ND16S	8	8
传感器单元	DRT1-SD16S	16	0
远程适配器输入单元	DRT1-ID16X	16	0
远程适配器输出单元	DRT1-OD16X	0	16
模拟输入单元（4 输入）	DRT1-AD04	64	0
模拟输出单元（2 输出）	DRT1-DA02	32	0

7.2.4 CompoBus/ D 的通信方式

CompoBus/D 的通信方式有两种，即远程 I/O 通信和信息通信。

1. 远程 I/O 通信

远程 I/O 通信方式是将每一个从单元与所在的 PLC 内存区中的某一个（或几个）字相对应，在主单元的控制下，以扫描方式实现从单元与对应的 PLC 内存区之间的数据交换。从单元与对应的 PLC 内存区之间的关系如下：

① 在不使用配置器（出厂默认）的情况下，CPU 单元分配的字地址是按照 CompoBus/D 节点地址的顺序从节点 00 开始的。字分成为一个输出区域和一个输入区域。分配字的规则依赖于使用的 PLC 型号。每个节点地址分配一个输入字和一个输出字，如图 7-9 所示。如果一个从单元需要不止一个输入字或者输出字，那么它将占有不止一个节点地址，如果

一个从单元需要的字少于1个字，那么它仅占有分配给它的字的低位。

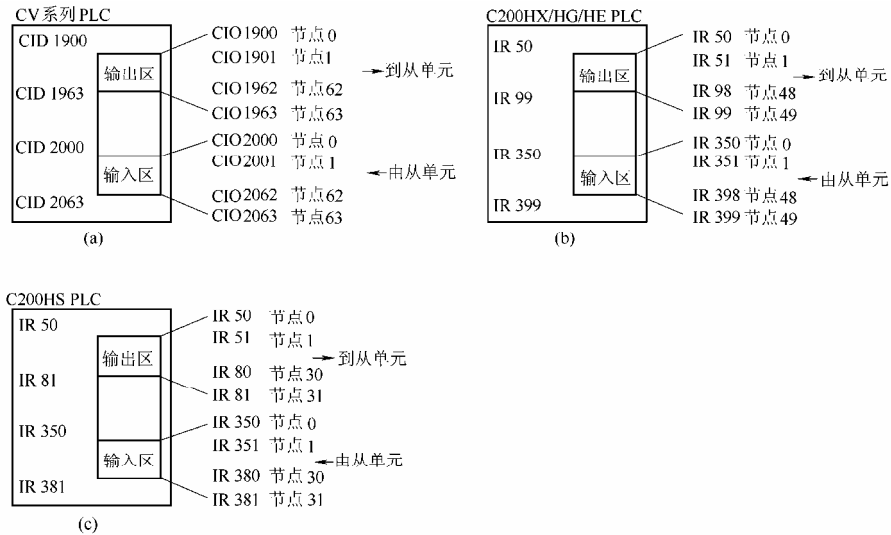


图 7-9 无配置器 CPU 字地址分配示意图

② 使用配置器时，如图 7-10 所示，可以在内存区中指定 2 个输入块和 2 个输出块，每个块应小于 100 个字，4 个块总和应小于 300 个字（若使用信息通信则 4 个块总和应小于 100 个字），这 4 个块所能使用的内存区与 PLC 的具体型号有关，见表 7-12。节点地址可按任意顺序在输出区域和输入区域分别分配块 1 和块 2。每一个节点至少分配一个字（最左边或者最右边）。如果一个从单元需要不止一个输入字或者输出字，那么它可以被分配多个字。

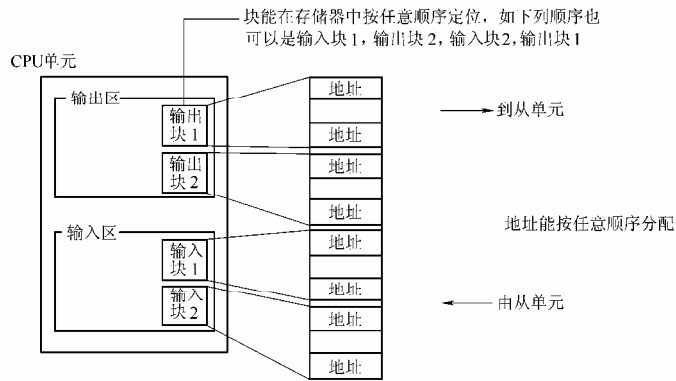


图 7-10 带配置器 CPU 字地址分配示意图

表 7-12 输入、输出块分配表

PLC	C200HX/HG/HE PLC		C200HS PLC (所有型号)
	C200HE—CPU11—E	所有其他型号	
能分配的字	IR000~IR235, IR300~IR511		
	HR00~HR99, LR00~LR63		
	DM0000~DM4095	DM0000~DM5999	DM0000~DM5999
最大字数	每块可达 100 字左右 (包括不使用的区域), 在所有 4 块中总的字数必须是 300 字或更少 (包括不使用的区域)。如果使用信息通信, 在所有 4 块中总的字数必须是 100 字或更少		所有 4 块中总的字数必须是 100 字或更少 (包括不使用的区域)

2. 信息通信

如图 7-2 所示, 信息通信是指在指令的控制下, 在 CompoBus/D 网络内的任意两个主节点之间 (PLC 之间) 随机地进行信息交换的一种通信方式。信息通信可以用来收 / 发数据、读取 / 改变状态信息、进行控制操作等。

按照信息不同, 信息通信可分为两种, 一种是 FINS 信息通信, 它支持在 CompoBus/D 的两个主单元节点之间交换信息; 另一种是 EXPLICIT 信息通信, 它使用 DeviceNet 定义的 EXPLICIT 信息, 可以和非 OMRON 的设备节点进行信息交换。限于篇幅, 本书不做详细介绍。

7.2.5 软件开关及状态区设置

在 C200H α PLC 的 IR 区域中特殊 I/O 单元占用 IR100~IR199 和 IR400~IR459 两部分; 在 DM 区域占用 DM6032~DM6062, 按最多可配置 16 个特殊 I/O 单元计算, 每个单元占用 10 个 IR 字和 2 个 DM 字, 根据单元号的设置按如下公式可以计算特殊单元分配到的数据区的首字。

IR 区: 单元号为 0~9 的首字=100+10 \times 单元号

单元号为 A~F 的首字=400+10 \times (单元号-10)

DM 区: 单元号为 0~F 的首字=DM6032+2 \times 单元号

例如, 某特殊 I/O 单元的单元号设为 0, 按上述公式计算, 则 IR100~IR109 和 DM6032~DM6033 将分配给该单元使用, 其中首字 IR 100 为软件开关; 而 IR101~IR109 和 DM6032~DM6033 共 11 个字均为状态标志, 属于状态区。其他单元的软件开关及状态区的定义与此相同。下面扼要介绍软件开关及状态区的设置和含义。

1. 软件开关

软件开关用于控制扫描表以及由于出错导致通信停止后的重新启动。扫描表是一个包含参与 CompoBus/D 通信的节点数据 (各节点的地址及 I/O 点数)。软件开关字中的各位功

能如下：

① 位 00 扫描表使能位。当在扫描表无效运行时，该位由“OFF”变为“ON”，可将参与当前通信的从单元登记在扫描表中，并重新启动远程 I/O 通信在扫描表使能。此时 PLC 必须在编程模式下。

② 位 01 清除扫描表位。该位由“OFF”变为“ON”，可清除扫描表，并重新启动通信在扫描表无效。此时 PLC 必须在编程模式下。

③ 位 02 清除通信出错阻塞位。当主单元的 DIP 开关已被设置为当通信出错时，停止通信。该位由“OFF”变为“ON”，可在通信出错时启动通信。

④ 位 03 启动远程 I/O 通信位。该位由“OFF”变为“ON”，可启动远程 I/O 通信。

⑤ 位 04 停止远程 I/O 通信。该位由“OFF”变为“ON”，可停止远程 I/O 通信。

⑥ 位 05~15 不使用。

2. 状态区

状态标志指示了主单元和网络的状态，共 11 个字。在设置了软件开关后，将这 11 个字分成以下 5 个部分（IR 区 3 个部分，DM 区 2 个部分）。

IR 区：

首字+1 主单元状态区 1，占 1 个字。它包含有表明网络操作状态的标志、软件开关操作结果以及当前的出错数据。

首字+2~首字+5 登记的从单元数据，占 4 个字。当主单元运行在扫描表使能状态时，这些标志指示了登记在扫描表中的从单元，当主单元运行在扫描表无效状态时，这些标志指示了已经加入通信的从单元，每个从单元分配一位，当扫描表使能软件开关变为“ON”，创建扫描表时，登记在从单元数据中的位为“ON”的从单元将登记在扫描表中。

首字+6~首字+9 正常的从单元数据，占 4 个字。这些标志指示了在正常通信的从单元，每个从单元分配一位。

DM 区：

首字 主单元状态区 2，占 1 个字。它包含出错历史中的状态数据和配置器扫描表。

首字+1 当前通信循环时间，占 1 个字。它包含了当前通信循环时间。

关于开关软件与状态区更详尽的内容请参阅相关手册。

7.2.6 CompoBus/D 通信应用举例

CompoBus/D 通信网络如图 7-11 所示，由一个主单元和 6 个从单元组成，假设不使用配置器，型号如图中所示。通信步骤如下：

(1) 接线

按图 7-11 所示接线，图中电源是 CompoBus/D 的通信电源，该电源最好在主干线的中点接入，而且尽量不要与其他设备共用，以防干扰。电缆最好使用专用电缆，且不要忘记

连入终端电阻。

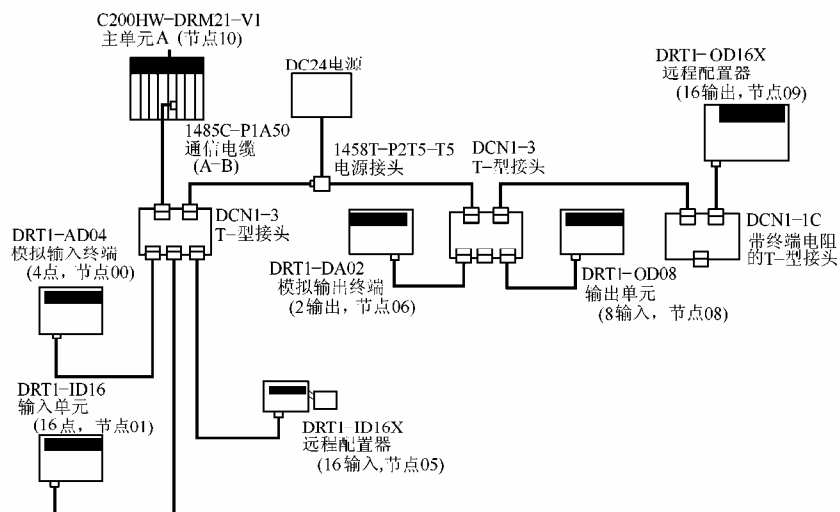


图 7-11 CompoBus/D 通信网络示例

(2) 主、从单元参数设置

主单元和从单元的设置见表 7-13。

表 7-13 主从单元设置表

类型	型号	名称	节点地址	波特率 Kpbs	对应的内存区
主单元	C200HW-DRM21-V1		10	250	
从单元	DRT1-AD04	模拟单元	00	250	IR350~353
从单元	DRT1-ID16	输入单元	04	250	IR354
从单元	DRT1-ID16X	远程适配器	05	250	IR355
从单元	DRT1-DA02	模拟输出单元	06	250	IR56~57
从单元	DRT1-OD08	输出单元	08	250	IR58
从单元	DRT1-OD16X	远程适配器	09	250	IR59

注：① 主单元还应设置单元号，若系统内无其他特殊单元也可不设。

② 不论主单元还是从单元，波特率必须一样，另外波特率的取值与总的通信距离有关，见表 7-2。

③ 当某一单元占用不止一个字时，它也将占用不止一个节点，例如 DRT1-AD04，占用 IR350~IR353 共 4 个字，它本身的节点地址是 00，但节点地址 01~03 也分配给它使用。

7.3 同级连接系统 Controller Link

Controller Link 是一种工厂自动化(Factory Automation)网络形式,它可在 CS1, CQM1, C200H α , CVM1 等 PLC 之间进行数据交换。此外,还可以与带 Controller Link 支持卡的上位机进行大容量数据包的发送和接收操作。

Controller Link 支持可共享数据的数据链接及在需要时发送和接收数据的信息服务。数据链接区域可以自由设置以建立灵活的数据链接系统,以便有效地使用数据区域。

7.3.1 Controller Link 的组网方式

图 7-12 为 Controller Link 网的典型连接方式。

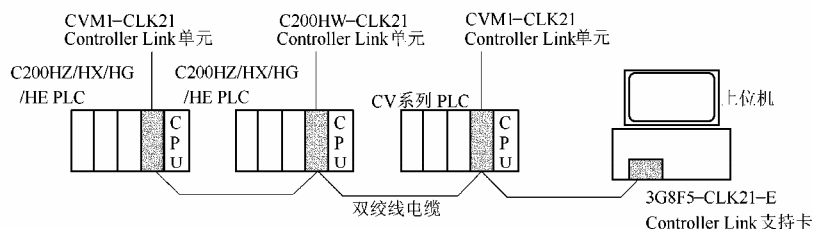


图 7-12 Controller Link 网的连接示意图

不同的 PLC 可以通过各自的 Controller Link 单元连在一起,上位机的作用有两个,第一个作用是网络的配置工具,配置方式有两种,一是利用 Controller Link 支持卡实现,通信可利用 CPU 单元和上位机上的 RS-232 端口实现。当网络配置完成后,上位机可以去掉。二是利用 CX-P 软件。

上位机的第二个作用是作为网络中的一个节点参与通信,此时上位机中必须配置 Controller Link 支持卡。

在同一个 PLC 中可以安装多个 Controller Link 单元,也可安装其他通信单元,如 SYSMAC Link 单元,SYSMAC NET 链接单元等,从而构成多级通信网络,可安装的通信单元数量与 PLC 的具体型号有关,限于篇幅本书不做介绍。

7.3.2 Controller Link 单元

C 系列的不同型号 PLC 都配有各自的 Controller Link 单元,其工作原理和使用方法基本相同,下面将以适用于 C200H α 的单元 C200HW-CLK21 为例,说明其组成和设置方法。

1. C200HW-CLK21 单元的组成

图 7-13 显示了 Controller Link 单元 C200HW-CLK21 的主要组成部分。

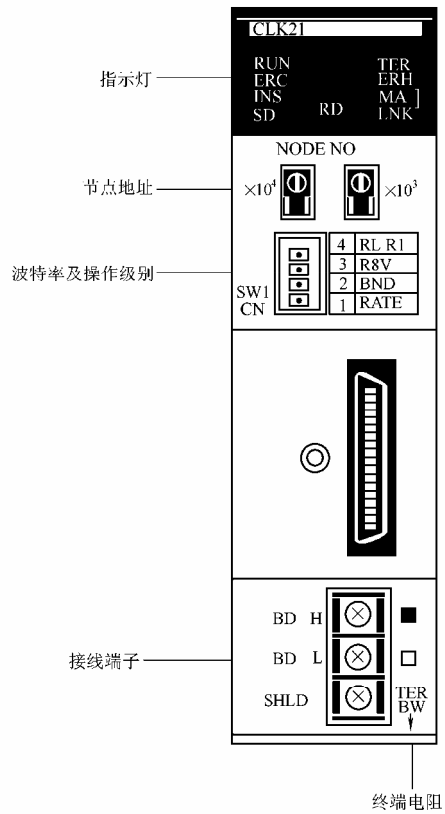


图 7-13 C200HW-CLK21 单元示意图

2. 指示灯

Controller Link 单元面板上共有 9 个指示灯，含义如下：

- RUN 运行
- ERC 通信出错
- INS 加入网络
- SD 发送
- RD 接收
- TER 终端电阻接入
- ERH 链接出错
- M/A 数据链接方式
- LNK 数据链接

我们可以用 RUN, ERC, ERH 和 INS 指示灯来检查 Controller Link 单元的启动和网络的操作是否正常。C200HW-CLK21 单元指示灯功能见表 7-14。

表 7-14 C200HW-CLK21 单元指示灯功能表

指示灯				可能的情况	可能采取纠正的方法
RUN	ERC	ERH	INS		
亮	暗	暗	亮	单元运行正常；网络加入正常	
暗	亮			Controller Link 单元故障	将单元安装到另一台 PLC 上，如果 ERC 指示灯仍亮则更换 Controller Link 单元
暗	暗	暗	暗	PLC 的电源没有正常供电	检查供电电压并按要求电压供电
				Controller Link 单元松脱	固定 Controller Link 单元
				总线连接单元松脱	紧固总线连接单元上的安装螺丝
				Controller Link 单元被安装在错误的槽口上	正确安装单元
亮	亮		暗	节点地址超出设置范围	在 1~32 之间重新设置节点地址
				两个不同的单元使用了相同的节点地址	重新设置使在同一个网络中的每个节点地址只被使用一次
亮		亮		路径表设置错或一个路径表使能位设置错	重新生成并正确设置路径表，如果不使用路径表，将路径表使能位设置为“OFF”
				单元安装在一台不兼容的 PLC 上	在合适的 PLC 上重新安装单元
				PLC 发生错误	参见 PLC 的操作手册并纠正错误。如果错误仍发生，更换 PLC
				E ² PROM 出错	参见状态区域和故障检查，纠正发生错误的数据库并复位单元。如果出错再次发生，更换 Controller Link 单元
亮			暗	终端电阻设置不正确	将网络两端节点的终端电阻设为“ON”，将所有其他节点的终端电阻设为“OFF”
				电缆连接不正确	检查电缆连接，重新正确安装
				节点地址大于在网络参数中设置的最大节点地址	或是用 Controller Link 支持软件重新设置最大节点地址 或是重新设置节点地址使其小于最大值
				不存在其他节点	确认在网络中至少有两个或更多的节点
				没有被设置成为发牌节点的节点	参见设置发牌和接牌节点，并设置至少一个发牌节点（Controller Link 单元一般应设置为发牌节点）
				同一台 PLC 上设置了一次以上的同一操作级别	重新设置使得每个操作级别只使用一次
				总线连接单元松脱	紧固总线连接单元上的安装螺丝

3. 节点地址

用单元面板上的旋钮开关给网络上的每一个单元设置节点地址。节点地址用来识别网络中的每一个节点，取值范围从 01 到 32，如图 7-14 所示。

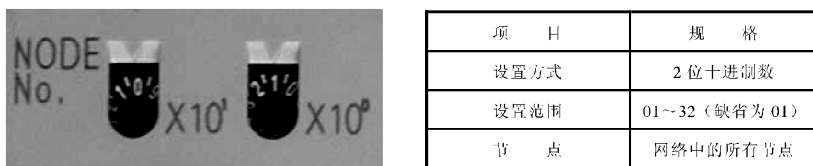


图 7-14 节点地址设置示意图

- 注：
- ① 设置节点地址前一定要切断 PLC 的电源。
 - ② 在同一个网络中不要设置相同的节点地址。当两个不同节点设置了相同的地址时会发生错误。单元面板上的 ERC 指示灯会常亮且通信停止。或者 INS 指示灯不亮而节点不能加入网络。
 - ③ 对自动设立的数据链接来说，数据链接区的发送顺序是根据节点地址的顺序来决定的。
 - ④ 只要有可能尽量从 01 开始依次分配节点地址，以减少网络构造的时间。

4. 波特率和操作级别

使用单元面板上的 DIP 开关位 1 和 2 将网络上的所有节点设置为相同的波特率。波特率的设置见表 7-15。

表 7-15 波特率设置表

位		波特率	最大传输距离
位 1	位 2		
OFF	OFF	2 Mbps	500 m
ON	OFF	1 Mbps	800 m
OFF	ON	500 Kbps	1000 m
ON	ON	不能用	

在一台 C200HZ/HX/HG/HE PLC 上可安装两个通信单元来构成网络，如 Controller Link 单元、SYSMAC Link 单元或 SYSMAC NET 链接单元等。在同一台 PLC 上的 2 个通信单元必须设置为不同的操作级别。使用单元面板上的 DIP 开关位 4 来设置 Controller Link 单元的操作级别，置“ON”为 0 级；置“OFF”为 1 级。图 7-15 所示为不同操作级别的联网示意图。

需要注意以下两点：

- ① 不要给同一台 PLC 上的两个单元设置相同的操作级别，否则会引起错误。
- ② 设置操作级别的目的是使 CPU 单元能识别不同的通信单元，网络中的每个节点

可以有不同的操作级别，即在同一网络中的所有节点不必使用相同的操作级别。

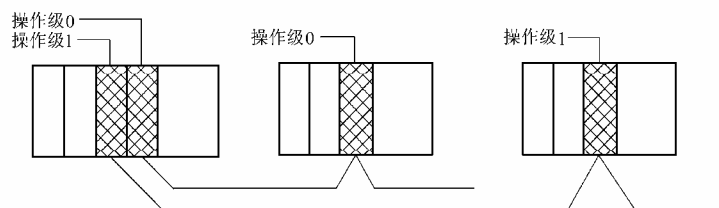


图 7-15 不同操作级别的联网示意图

5. 终端电阻

在网络的两端需要有终端电阻来吸收不必要的信号和减少噪声干扰，对于处在网络两端的 Controller Link 单元，由于其底部内置有终端电阻，可以将滑动开关拨到“ON”来方便地接通它，如图 7-16 所示。

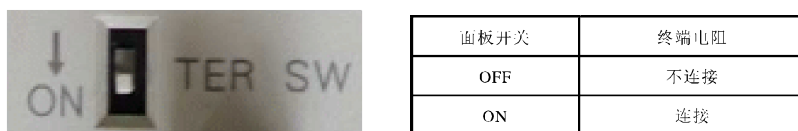


图 7-16 终端电阻设置示意图

注：① 在设置终端电阻之前一定要切断 PLC 电源。

② 仅网络两端节点的终端电阻开关置“ON”，而其他节点的终端电阻开关都要置“OFF”，除非所有的节点设置正确，否则正常通信。

③ 当终端电阻开关置为“ON”时，TER LED 指示灯常亮。

7.3.3 数据链接

数据链接是指在一个网络的节点（PLC—PLC 或 PLC—上位机）之间自动地交换预置区域内的数据。数据链接可以灵活地在 C200H α 、CV 系列、CQM1 系列，CS1 系列等 PLC 和上位机上建立。

每个节点可以设置两个数据链接区域，即第 1 区和第 2 区。数据链接可以用下列的任一种方法来设置。

① 数据链接区可以用 Controller Link 支持软件输入数据链接表来进行人工设置。建立数据链接表用来定义数据链接。在表中可以自定义数据链接区的位置。

② 数据链接可以用编程设备自动设置。当自动设置数据链接时所有的链接区域都具有相同的尺寸。

自动设置和人工设置在同一个网络中不能同时使用。下列规则适用于这两种设置数据链接的方式。

- ① 第 1 区和第 2 区的数据链接同时生效。
- ② 可以分别对第 1 区和第 2 区设置（数据链接开始字和发送区尺寸），两个区的发送和接收字的顺序是相同的。
- ③ 不是所有的节点都必须加入数据链接。
- ④ 数据链接表规格见表 7-16。

表 7-16 C200Hα PLC 数据链接表

设定项目		设置范围
PLC 的型号		设置 PLC 的 CPU 单元型号
节点		1~32 设置刷新节点的地址
数据链接的第一个状态字		设置用于存储数据链接状态的第一个字。使用一个 16 个字的区域 IR 区: IR001~IR220, IR300~IR496 LR 区: LR00~LR48 DM 区: DM0000~DM5984 EM 区: 块 00~15, EM0000~EM6128(安装 EM)
第 1 区	数据链接开始字	IR 区: IR000~IR235, IR300~IR511 LR 区: LR00~LR63 DM 区: DM0000~DM5999 EM 区: 块 00~15, EM0000~EM6143(安装 EM) 第 1 区和第 2 区不能设置在同一区域内
	字数	远程节点: 0 至源的字数 设置要接收的字数 本地节点: 0~1000 设置要发送的字数 每个节点的第 1 区和第 2 区的字数之和不超过 1000 每个节点的第 1 区和第 2 区的字数不能都置为 0
第 2 区	数据链接开始字	IR 区: IR000~IR235, IR300~IR511 LR 区: LR00~LR63 DM 区: DM0000~DM5999 EM 区: 块 00~15, EM0000~EM6143(安装 EM) 第 1 区和第 2 区不能设置在同一区域内。
	字数	远程节点: 0 至源的字数 设置要接收的字数 本地节点: 0~1000 设置要发送的字数 每个节点的第 1 区和第 2 区的字数之和不超过 1000 每个节点的第 1 区和第 2 区的字数不能都置为 0

注：① 每个节点数据链接的发送区和接收区的总字数不要超过 8000。

② 每个节点的数据链接第 1 区和第 2 区必须满足下列值，以便数据链接中的最后字不会超过 PC 存储器区的最后字。

(数据链接开始字-1) + 区域中的发送和接收字的总和

≤ 235 (首字 IR000~IR235)

511 (首字 IR300~IR511)

63 (LR 区域)

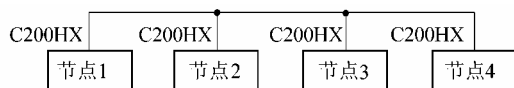
5999 (DM 区域)

6143 (EM 区域)

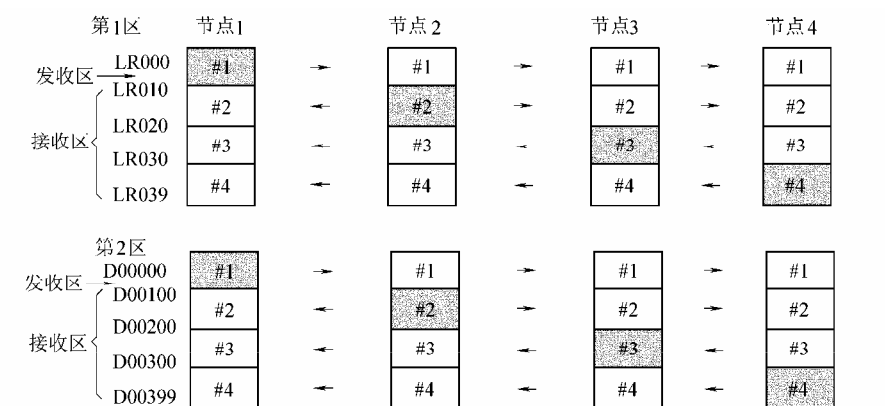
下面以 C200HX PLC 为例介绍人工设置及自动设置数据链接的方法。

1. 数据链接的人工设置

(1) 数据链接区结构



(2) 数据链接区



每个节点阴影区为该节点的源区 (或发送区), 该区的数据被其余节点对应区域接收。

(3) 设备信息设置表

Device info set		DataLink table	
Node	Model name	Node	Model name
01	C200HX	17	
02	C200HX	18	
03	C200HX	19	
04	C200HX	20	
05		21	
06		22	

(4) 数据链接表 (节点 1 的 2 个区)

Edit Datalink table						
Node[01] Pctype[C200HX] Num of Nd[4] Status Word[...]						
Node	<Area>LinkStartWork[L00000]			<Area>LinkStartWork[L00000]		
	Link Wd	Num Wd	Source Wd	Link Wd	Num Wd	Source Wd
01	L00000	10	Send Area	D00000	100	Send Area
02	L00010	10	L00010	D00200	100	D00200
03	L00020	10	L00020	D00300	100	D00300
04	L00030	10	L00030	D00400	100	D00400

节点 2, 3 和 4 的设置与节点 1 的数据链接表完全相同。所以, 使用复制功能可以方便地将节点 1 的数据链接表复制到节点 2, 3 和 4。

2. 数据链接的自动设置

① 进入 CX-P 系统后, 选择菜单“工具”→“网络配置工具”, 打开网络配置工具对话框, 如图 7-17 所示。

② 选取菜单“工程”→“新建”, 弹出“创建工程”对话框, 建立新文件 ex1, 如图 7-18 所示, 单击“保存”按钮即创建好一个新文件。

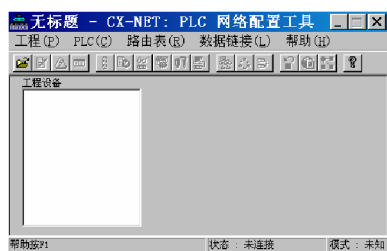


图 7-17 网络配置工具对话框

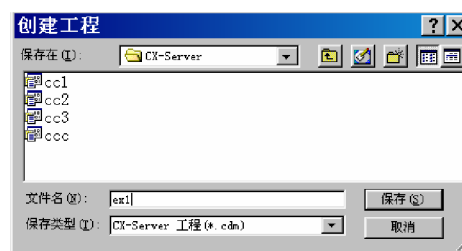


图 7-18 “创建工程”对话框

③ 再次选择“工程”→“增加设备”, 弹出“添加 PLC”对话框, 分别填写设备名称

a1, 设备型号 C200HX, CPU 类型选取“CPU64”, 网络类型“SYSMAC WAY”, 分别如图 7-19 和 7-20 所示。



图 7-19 新增设备 a1 对话框



图 7-20 “PLC 机型设置”对话框

④ 设备 a1 配置完成后, 如图 7-21 所示。图中 C200HX 与上位机建立了网络联接, 且 a1 的节点为 0, 网络为 0。



图 7-21 上位机与 a1 网络配置图

⑤ 按上述步骤增加设备 a2, 其他设置与 a1 相同, 只是在网络类型中必须选取 a1, 如图 7-22 所示。紧接着, 在网络设置中, 应将节点号设为“1”, 以免与设备 a1 的节点号重复, 如图 7-23 所示。

⑥ 设备 a2 配置完成后, 如图 7-24 所示。图中设备 a2 与 a1 建立起了网络联接, 且 a2 的节点为 1, 网络为 0, 这样 a2 与 a1 建立数据链接的硬件条件已经具备。需要注意的是, 此时网络并未运行, 因此在图中连接显示为红色。

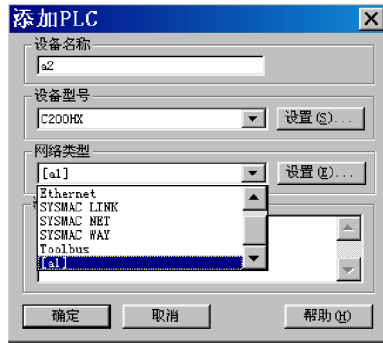


图 7-22 新增设备 a2 对话框



图 7-23 a2 网络配置对话框

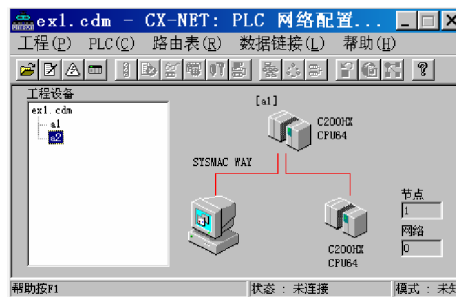


图 7-24 上位机与 a1 和 a2 网络配置图

⑦ 按上述步骤继续配置新设备 a3 和 a4，节点号分别设定为 2 和 3，网络均为 0，如图 7-25 所示。

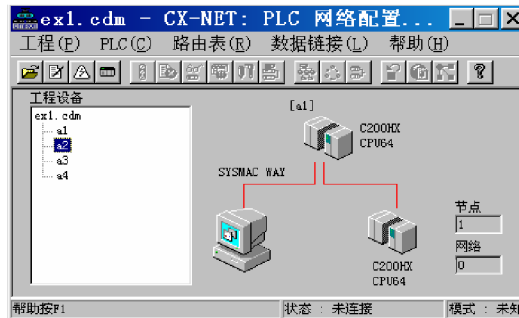


图 7-25 上位机与 a1~a4 网络配置图

⑧ 单击“在线”图标，打开工程设备，此时图中连接颜色由红色变为绿色，表明网

络处于在线运行状态，同时，菜单栏中增加了一项内容——“Controller Link(O)”，如图 7-26 所示。

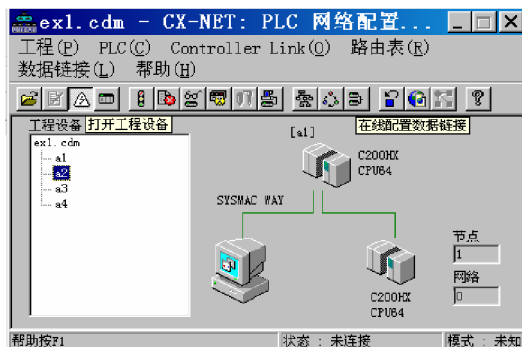


图 7-26 网络在线运行示意图

⑨ 此时，选择菜单“数据链接”→“编辑”→“Controller Link”。弹出“DataLink”新窗口，如图 7-27 所示。选择菜单“表”→“向导”，或直接单击“DataLink 表向导”图标，打开“DataLink 向导”对话框，填写节点数“1-4”，如图 7-28 所示，单击“下一步”按钮。

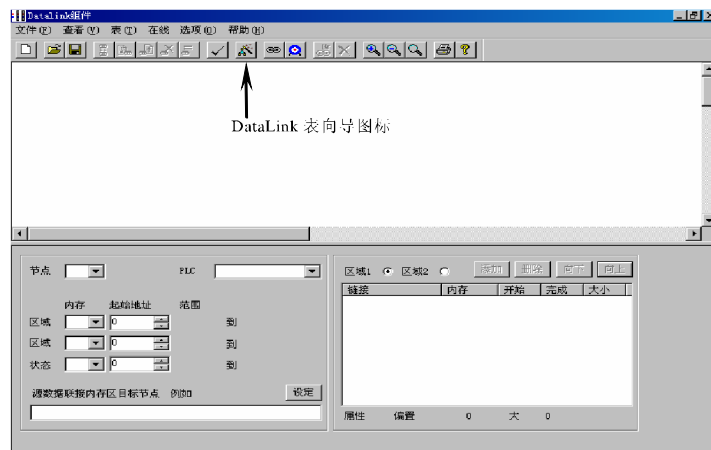


图 7-27 DataLink 组件窗口

⑩ 在“节点配置”对话框中，对实例中的 4 个节点分别配置 PLC 型号(含 CPU 型号)、2 个数据链接区域的起始地址和大小，以及状态区大小等。如图 7-29 所示，将节点 1 的 PLC 设置为“C200HX”，区域 1 起始字是 LR00，大小为 10 个字；区域 2 起始字是 DM0，

大小是 100 个字；状态区采用默认值。单击“下一步”按钮。

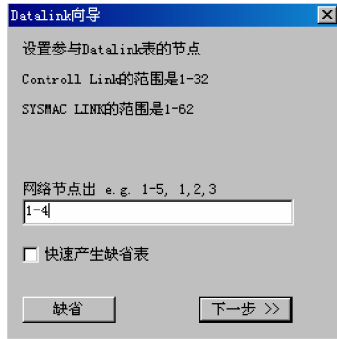


图 7-28 “DataLink 向导”对话框



图 7-29 节点 1 的数据链接区设置对话框

⑪ 重复步骤⑩的操作，将其他 3 个节点设置完毕后，#1 数据链接区如图 7-30 所示，#2 数据链接区如图 7-31 所示。不同的颜色代表不同的节点，而圆形图标代表发送数据区，方形图标代表接收数据区。用户可以随意地更改区域 1 和区域 2 的数据，如调整发送区或接收区的大小等。

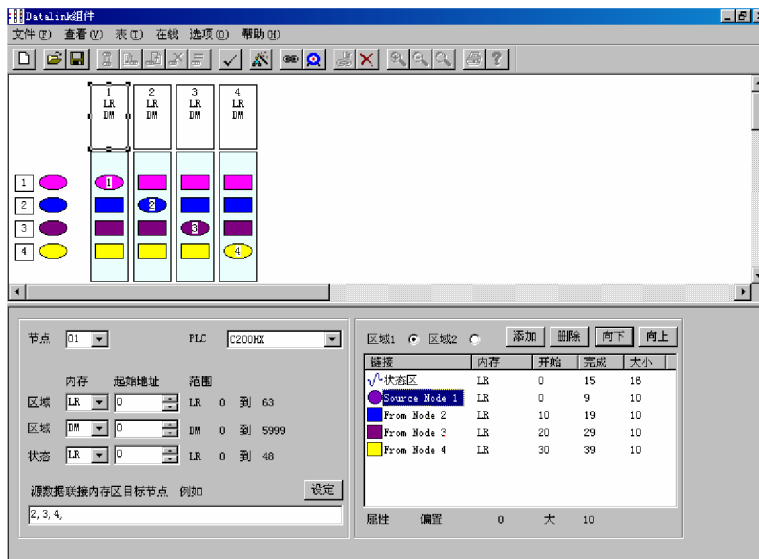


图 7-30 #1 数据链接区分布及功能示意图

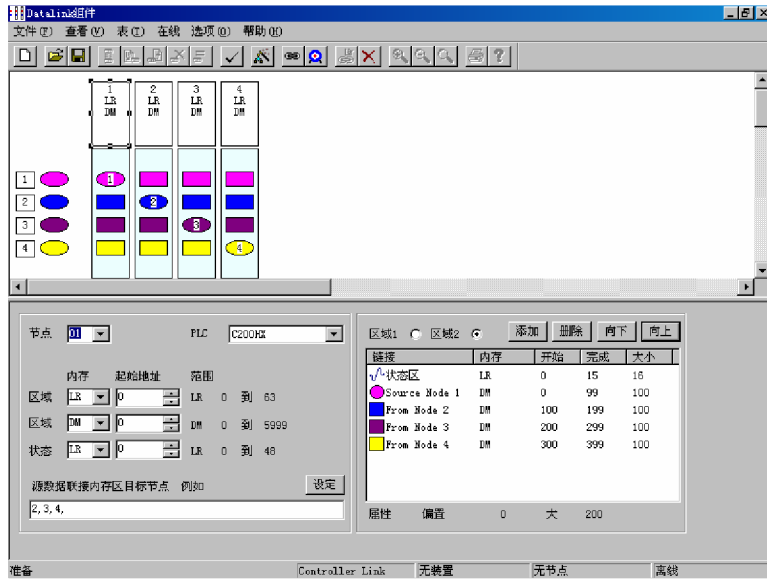


图 7-31 #2 数据链接区分布及功能示意图


⑫ 将该数据链接方案保存为“tab1”，然后切换回图 7-26 所示的“网络配置”对话框，单击“在线配置数据”图标，则上位机首先将读入网络中 a1~a4 节点的状态（如图 7-32 所示），并产生一提示框，如图 7-33 所示。



图 7-32 上位机读取 PLC 联网状态数据

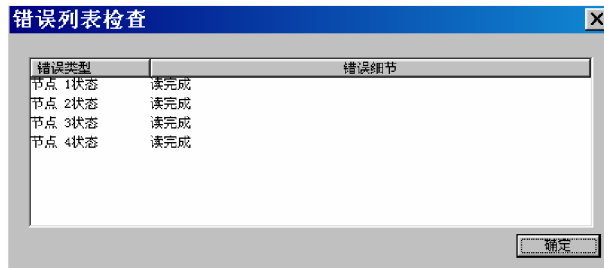


图 7-33 4 个节点的联网状态列表框

⑬ 读完各节点状态后，下一步准备将已配置好的数据链接方案下载到各个节点。在下载前，应停止网络的运行。具体操作是打开菜单“数据链接”→“状态”，弹出“数据链接状态”对话框，选取“停止”，并单击“设定”按钮，如图 7-34 所示。

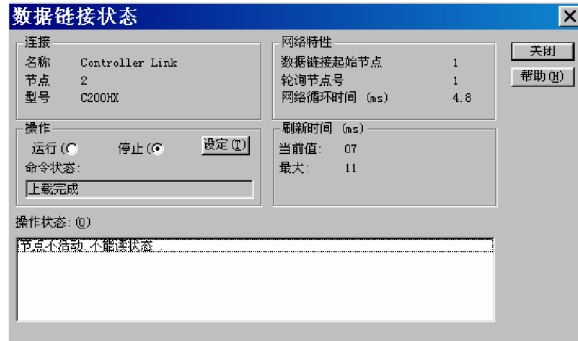


图 7-34 “数据链接状态”对话框

⑭ 此时，再切换回“DataLink 组件”窗口，下载图标已有效，如图 7-35 所示。打开上面已保存的数据链接文件“tab1”，单击下载图标，出现一提示框，如图 7-36 所示，提示将把“DataLink 表”写入各节点，确认单击“是”按钮。

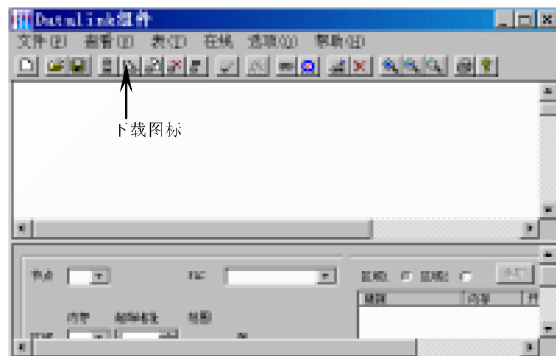


图 7-35 “DataLink 组件”窗口（下载有效）

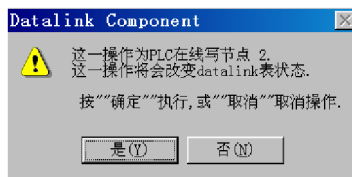


图 7-36 写节点操作提示框

⑮ 当上位机检查各节点无错误时，才将数据链接表下载，如图 7-37 和 7-38 所示。至此，利用 CX-P 软件自动设置了 4 个节点的数据链接。

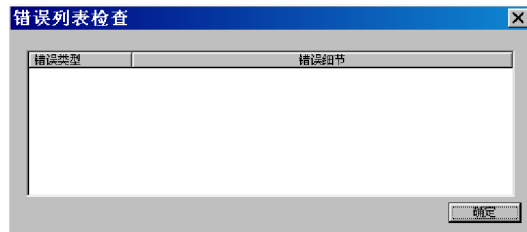


图 7-37 节点联网错误列表框



图 7-38 上位机下载数据链接文件到各 PLC 节点

7.3.4 信息通信

Controller Link 的信息通信与 CompoBus/D 的信息通信相似，也是在任意两个节点之间进行信息交换的一种通信方式。在 C200H α 中执行信息服务的指令是 SEND 和 RECV，具体用法参见相关手册，本书不做详细介绍。

7.3.5 Controller Link 的通信机制

在一个 Controller Link 网络中，通过传递令牌来控制网络的存取。发送权被称为“令牌”，在网络中循环。一个接到令牌的节点被允许有权发送数据。如果该节点有数据要发送，它会将数据附在令牌上一起发送。如果该节点没有数据发送，它将令牌传递至下一个节点。Controller Link 的通信过程示意图如图 7-39 所示。

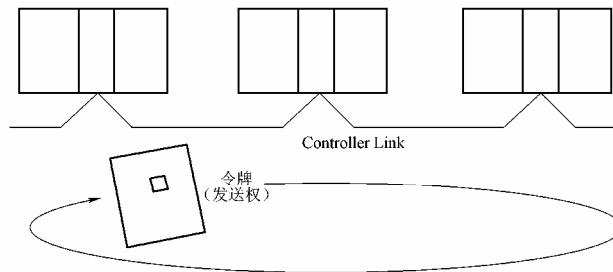


图 7-39 Controller Link 的通信过程示意图

一个令牌可以被想像成一个循环使用的信封，这个信封一直在网络中循环，而收到信封的人可以在信封中放入目的地和信息，并将他或她的信息送到其他人处。这种方法称为“令牌传递”。Controller Link 网络是一种使用令牌传递的总线网络，如图 7-40 所示。

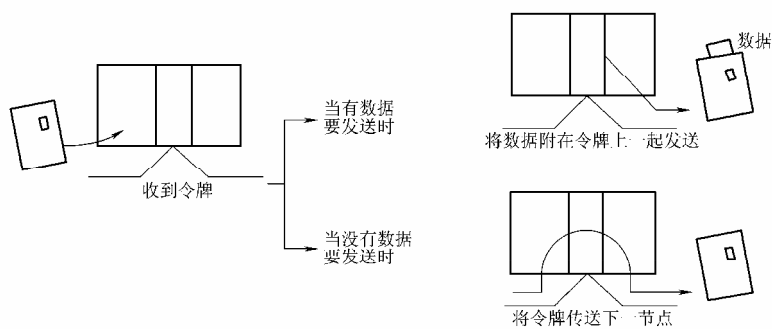


图 7-40 令牌传递示意图

下面说明整个网络的通信过程。

① 管理网络的节点，被称为“发牌节点”，该节点上的单元发送令牌。令牌按节点地址的升序在网络中循环。令牌将网络中所有节点循环一遍的时间称为“发牌循环周期”。

② 在一个令牌循环周期完成后，发牌节点要检查网络的链接状态，一个用来检查网络中所有节点链接状态的周期被称为“发牌周期”。

③ 一个发牌周期完成后，发牌节点再次发送令牌。

上述过程将再次重复。在一个 Controller Link 网络中，一个令牌循环周期和一个发牌周期所需要的总时间被称为“通信周期时间”。通信处理即是由不断重复通信周期来完成的。通信周期示意图如图 7-41 所示。

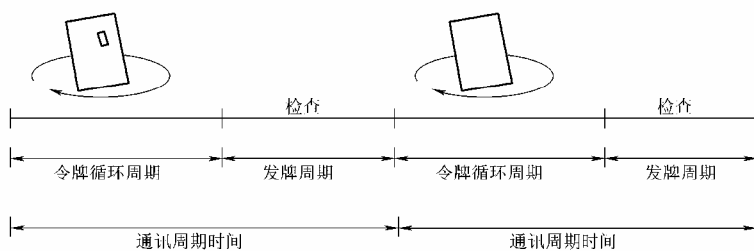


图 7-41 通信周期示意图

7.4 上级连接系统

上级连接系统是指利用 CPU 单元上的 RS-232C 端口或外设端口（亦称编程器口）以及 CPU 单元上的通信板（该板有 RS-232C 和/或 RS-485 端口）来进行通信的系统。这种通信可以和任何具有 RS-232C 或 RS-485 端口的设备进行，也可以在两台 PLC 之间进行。本节仍以 C200HX/HG/HE PLC 为例来介绍。C200HX/HG/HE PLC 可支持下列通信功能：

- ① 与编程设备(如编程器、SSS、CPT 或 CX-P))进行通信。
- ② 与个人计算机和其他外部设备进行上位机链接通信。
- ③ 与个人计算机和其他外部设备进行 RS-232C（无通信协议）的通信。
- ④ 与其他 PLC 进行一对一的通信。

除了上述通信功能外，在大多数 C200HX/HG/HE PLC 中还可安装支持通信协议宏功能的通信板。表 7-17 概括这些通信功能。

表 7-17 PLC 上级连接系统通信功能表

功能	连接设备	连接	摘要	相关指令
上位机链接	上位机或 PT	1:1 或 1:N	上位机和 PLC 间提供通信 由上位机监视 PLC 操作状态和数据区内容 使用 TXD(-)传输 PLC 数据区中数据到上位机	上位机链接 命令, TXD(-)
RS-232C(无通信协议)	上位机或其他 RS-232C 设备	1:1	使用 TXD(-)和 RXD(-)管理简单的数据传输序列,如条形码读入器输入或输出至打印机 通过指令控制 RS,CS,ER 和 DR 信号	TXD(-) RXD(-)
一对一链接	PLC	1:1	使用 PLC 中 LR 区域实现二台 PLC 之间一对一链接	...
通信协议宏功能	其他串行 设备	1:1 或 1:N	通信协议宏功能允许用户定义单独的数据传输序列和传送信息 可以登记多达 1000 个通信序列。提供一个支持程序,简化通信序列的生成	PMCR(-)

7.4.1 上位机链接通信

上位机链接通信用来在 PLC 和上位机（个人计算机或 PT）之间传送数据，上位机可以利用上位机链接命令监视 PLC 的运行状态，并与 PLC 数据区交换信息，还可以使用指令系统中的 TXD(-)指令将 PLC 的数据区（IR 区、SR 区、LR 区、HR 区、AR 区、定时器和计数器 PV 值、DM0000~DM6143 和 EM0000~EM6143）中数据传送到上位机。

1. 链接方式

(1) RS-232C 链接（1:1）

采用 RS-232C 的链接方式如图 7-42 所示。当使用 RS-232C 端口实现上位机链接时，

上位机只能与 1 台 PLC 连接 (1:1)。

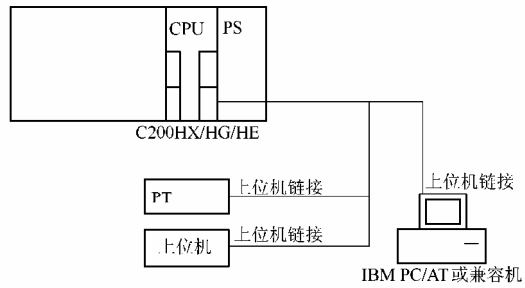


图 7-42 RS-232C 链接方式示意图

(2) RS-422/485 链接 (1:N)

采用 RS-422/485 的链接方式如图 7-43 所示。当使用此方式实现上位机链接时，上位机可以连接多至 32 台 PLC (1:N)。

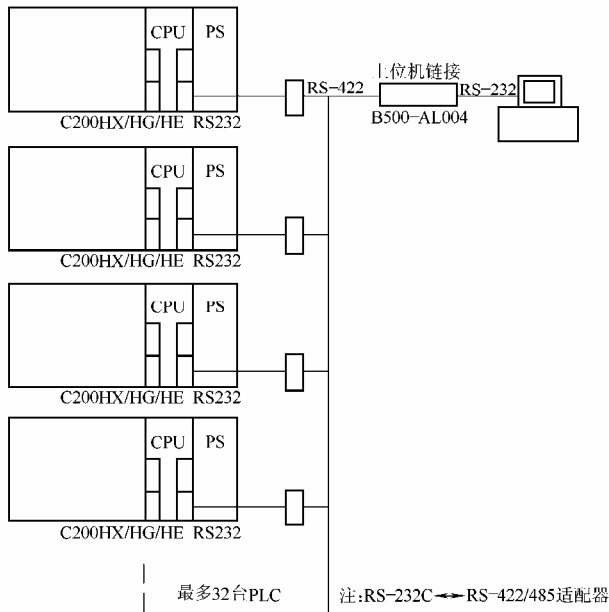


图 7-43 RS-422/485 链接方式示意图

2. 端口接线

当 C200HX/HG/HE PLC 与一台计算机连接时，两种设备端口接线图如图 7-44 所示。

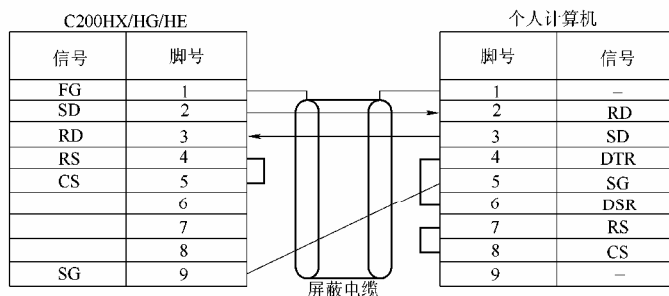


图 7-44 PLC-PC 端口接线示意图

3. 上位机链接参数

要启动上位机链接通信，必须预先在 PLC 中设置以下参数：

① 通信方式 设置通信方式为上位机链接通信（这是默认设置）。

② 节点号设置 当使用 1:N 连接时，设置 00~31 之间一个节点号（惟一的）。如图 7-45 所示当使用 1:1 连接时，设 PLC 节点号为 00。



图 7-45 上位机链接通信设置示意图

③ 端口设置 端口设置是用来设置启动位、数据长度、停止位、奇偶校验、波特率等通信参数的。只有当 CPU 上 DIP 开关位 5 为“OFF”时，设置才有效。通信系统两端的通信参数必须相同。表 7-18 和表 7-19 列出了允许的设置组合。其中设置 03 是出厂时的

默认值。

表 7-18 PLC 上位链接参数设置表

参数	设置	启动位	数据长度	停止位	奇偶校验
传输帧格式	00	1	7	1	偶
	01	1	7	1	奇
	02	1	7	1	无
	03	1	7	2	偶
	04	1	7	2	奇
	05	1	7	2	无
	06	1	8	1	偶
	07	1	8	1	奇
	08	1	8	1	无
	09	1	8	2	偶
	10	1	8	2	奇
	11	1	8	2	无

表 7-19 波特率设置表

参数	设置	波特率 bps
波特率	00	1 200
	01	2 400
	02	4 800
	03	9 600
	04	19 200

④ 传输延迟时间 由于用 RS-232C 端口通信时或许要有一段传输时间，所以应设置传输延时以规定允许的延迟时间。传输延迟时间设置单位为 100ms。

如果 CPU 上 DIP 开关位 5 置为“ON”，不论 PLC 中如何设置，将使用表 7-20 所列出的标准通信设置（该设置也是出厂时的默认设置）。

表 7-20 PLC 上位链接标准通信设置表

项 目	设 置
节点号	00
启动位	1
数据长度	7
停止位	2
奇偶校验	偶
波特率	9 600 bps
传输延迟时间	无

最后要说明的是上述参数的修改可以利用编程器修改 DM 区域的相关参数，也可以用 CX-P 软件中的“设置”项来修改，可参见相关章节。

4. 上位机链接通信

上位机链接通信是通过在上位机和 PLC 之间交换命令和应答实现的。在一次交换中传输的命令或应答数据称为一帧，一个帧最多可包含 131 个数据字符。

当 PLC 接收到从上位机发来的 ASCII 码命令时自动返回 ASCII 码应答。上位机必须有一个能够控制命令和应答的传送及接收程序。下面介绍由上位机发送的上位机链接命令帧格式和由 PLC 返回的应答帧格式。

(1) 命令帧格式

从上位机发送一个命令时，按图 7-46 所示的格式排列命令数据。

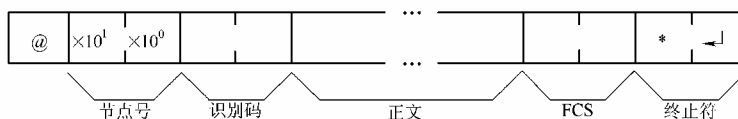


图 7-46 命令帧格式示意图

图 7-45 中各项功能见表 7-21。识别码就是指命令符号，详见表 7-23。识别码和正文取决于传输的上位机链接命令。当传送一个组合命令时，还将有第二个识别码（子识别码）。

FCS（帧检查顺序）码是由上位机计算，并设置在命令帧中的。

命令帧的最大长度是 131 个字符。大于 131 个字符的命令必须分成若干帧。命令分段，使用回车定界符（CHR\$(13)），而不是终止符。终止符必须用在最末帧的结尾。

在对执行写操作的命令（如 WR,WL,WC 或 WD）分段时，应注意不要将写入单独一个字的数据分在不同帧中。

表 7-21 命令帧功能表

项 目	功 能
@	@符号必须置于每个命令的开头
节点号	设在 DM6648 中的 PLC 节点号，取值为 00~31
标识符	设置 2 字符的命令代码
正文	设置命令参数
FCS	设置 2 字符帧检查顺序码
终止符	“*”和回车（CHR\$(13)）两字符，表示命令结束

(2) 应答帧格式

来自 PLC 的应答按图 7-47 所示的格式返回。

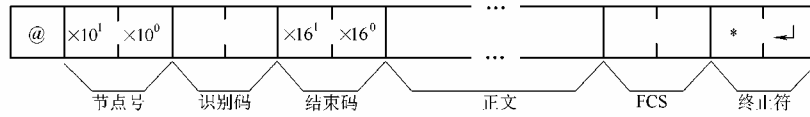


图 7-47 应答帧格式示意图

图 7-47 中各项功能见表 7-22。识别码和正文取决于收到的上位机链接命令。结束码表示命令完成的状态（即是否有错误发生。）当应答超过 131 个字符时，它必须分成若干帧。在每个帧的末尾将自动设置一个定界符（CHR(13)），代替终止符。终止符必须设置在最末帧的结尾。

表 7-22 应答帧功能表

项 目	功 能
@	@符号必须置于每个应答的开头
节点号	设在 PLC DM6648 中的 PLC 节点号，取值为 00~31
标识符	返回 2 字符的命令代码
正文	返回命令的结果
FCS	返回 2 字符帧检查顺序码
终止符	“*” 和回车（CHR\$(13)）两字符，表示应答结束

表 7-23 上位机链接通信命令汇总表

识别码	运 行	监 视	编 程	命 令 说 明
RR	有效	有效	有效	读 IR/SR 区域
RL	有效	有效	有效	读 LR 区域
RH	有效	有效	有效	读 HR 区域
RC	有效	有效	有效	读 PV 值
RG	有效	有效	有效	读 TC 状态
RD	有效	有效	有效	读 DM 区域
RJ	有效	有效	有效	读 AR 区域
RE	有效	有效	有效	读 EM 区域
WR	无效	有效	有效	写 IR/SR 区域
WL	无效	有效	有效	写 LR 区域
WH	无效	有效	有效	写 HR 区域
WC	无效	有效	有效	写 PV 值
WG	无效	有效	有效	写 TC 状态
WD	无效	有效	有效	写 DM 区域
WJ	无效	有效	有效	写 AR 区域
WE	无效	有效	有效	写 EM 区域

续表

识别码	运行	监视	编程	命令说明
R#	有效	有效	有效	SV 读 1
RS	无效	有效	有效	SV 读 2
R%	有效	有效	有效	SV 读 3
W#	无效	有效	有效	SV 改变 1
WS	无效	有效	有效	SV 改变 2
W%	无效	有效	有效	SV 改变 3
MS	有效	有效	有效	读状态
SC	有效	有效	有效	写状态
MF	有效	有效	有效	读错误
KS	无效	有效	有效	强制置位
KR	无效	有效	有效	强制复位
FK	无效	有效	有效	多重强制置位/复位
KC	无效	有效	有效	强制置位/复位的取消
MM	有效	有效	有效	读 PLC 类型
TS	有效	有效	有效	测试
RP	有效	有效	有效	读程序
WP	无效	无效	有效	写程序
MI	无效	无效	有效	I/O 表生成
QQ	有效	有效	有效	组合命令
XZ	有效	有效	有效	中止（仅用于命令）
**	有效	有效	有效	初始化（仅用于命令）
EX	有效	有效	无效	TXD 应答（仅用于应答）

（3）FCS（帧检查顺序）

当传送一个帧时，在定界符或终止符前面安排一个 FCS 码，以检查传送时是否存在数据错误。FCS 是一个转换成 2 个 ASCII 字符的 8 位数据。这 8 位数据位是从帧开始到帧正文结束（即 FCS 之前）对所有数据执行“异或”操作的结果。每次接收到一帧，计算 FCS，与帧中所包含的 FCS 做比较，从而检查帧中间的数据错误。图 7-48 所示为计算机 FCS 码的例子。

（4）上位机链接通信的应用实例

在上位机链接通信中，上位机通过 VB 程序将 C200HE PLC 的 DM0100~DM0102 中的数据读到上位机中。设 PLC 中的通信参数为默认值，利用 VB 语言中的 MSComm 控件实现与 PLC 的 RS-232 口通信功能，对应的 VB 程序如下：

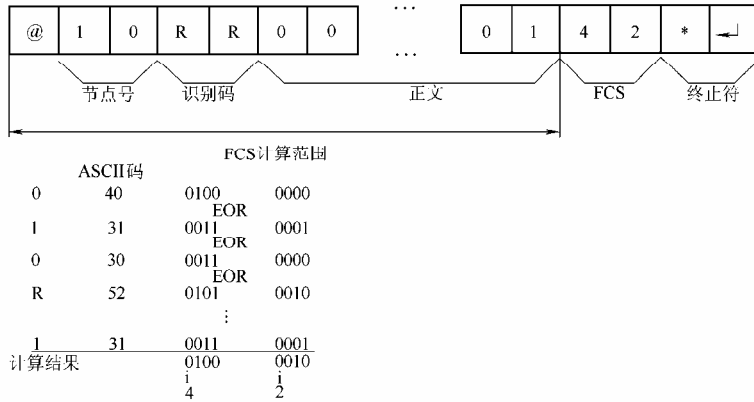


图 7-48 计算 FCS 示意图

通信初始化设置

```
Private Sub Form_Load()
    MSComm1.CommPort = 2           '设置通信端口
    MSComm1.PortOpen = True       '打开通信端口
    MSComm1.InBufferCount = 0     '清除接收缓冲区
    MSComm1.OutBufferCount = 0    '清除发送缓冲区
    MSComm1.InputMode = comInputModeText '数据以文本形式取回
    MSComm1.InputLen = 19         '设置从接收缓冲区读取的字符数
    MSComm1.RThreshold = 19       '从接收缓冲区读取设定的字符数后触发 OnComm 事件
    MSComm1.Settings = "9600,e,7,2" '设置通信参数
End Sub
```

应答帧接收程序

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
    Text1.Text = MSComm1.Input
End Sub
```

命令帧程序

```
Private Sub Timer1_Timer()
    Cls
    z = z + 1
    Dim ss(17) As Byte
    ss(1) = &H40           '字符 "@", 命令帧开头
```

```

ss(2) = &H30          PLC 节点地址 00
ss(3) = &H30
ss(4) = &H52          命令代码“RD”，读 PLC 的 DM 区
ss(5) = &H44
    ss(6) = &H30      DM 区域起始地址: 0100
    ss(7) = &H31
    ss(8) = &H30
    ss(9) = &H30
    ss(10) = &H30     0002 为读 2 个字
    ss(11) = &H30
    ss(12) = &H30
    ss(13) = &H32
    ss(16) = &H2A     字符“*/”，命令帧结束
    ss(17) = &HD
FCS 校验码程序
a = 0
For i = 1 To 13
a = a Xor ss(i)
Next i
b = a
a1 = a And &HF0
a1 = a1 / 16
If a1 > 9 Then
    a2 = a1 + &H37
Else: a2 = a1 + &H30
    End If
b = b And &HF
If b > 9 Then
b1 = b + &H37
Else: b1 = b + &H30
    End If
ss(14) = a2
ss(15) = b1

命令帧发送
MSComm1.Output = ss

```

End Sub

程序执行后命令帧为:

@00RD0100000255*✓

应答帧为:

@00RD000001000057*✓

7.4.2 RS-232C 通信

本节介绍的 RS-232C 通信是利用 C200Hα 的 TXD(-)和 RXD(-)指令向有 RS-232C 端口的其他设备发送上位机链接命令, 以实现数据的交换。

1. RS-232C 连接

图 7-49 所示为在 RS-232C 通信(无通信协议)下使用 RS-232C 端口的连接方式。

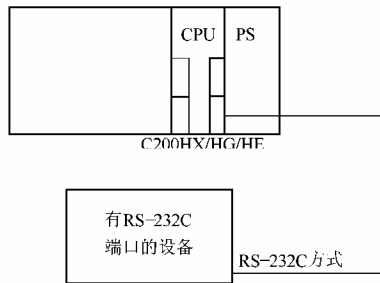


图 7-49 RS-232C 通信连接示例

2. PLC 参数设置及接线

PLC 参数设置可以利用编程器修改 DM 区域的相关参数, 也可以用 CX-P 软件中的“设置”项来修改, 如图 7-50 所示。端口设置及接线可参见 7.4.1 节。

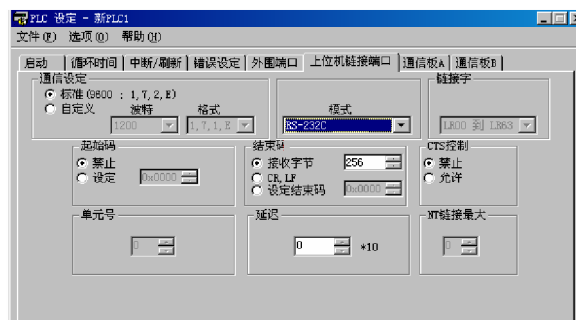


图 7-50 RS-232C 通信设置示意图

3. 通信帧结构

执行一条 TXD(-)或 RXD(-)指令，最多可以发送 259 个字节数据（包括启动码和结束码）。当有两个或更多启动码时，将使用第一个启动码。同样，有两个或更多结束码时，将使用第一个结束码。

结束码可由用户自行定义，但尽量避免使用常用字符作为结束码，这是因为常用字符可能会出现在传输数据中，这样很容易人为造成数据的缺损，故建议使用 CR 和 LF 作为结束码。启动码与结束码示例如图 7-51 所示。

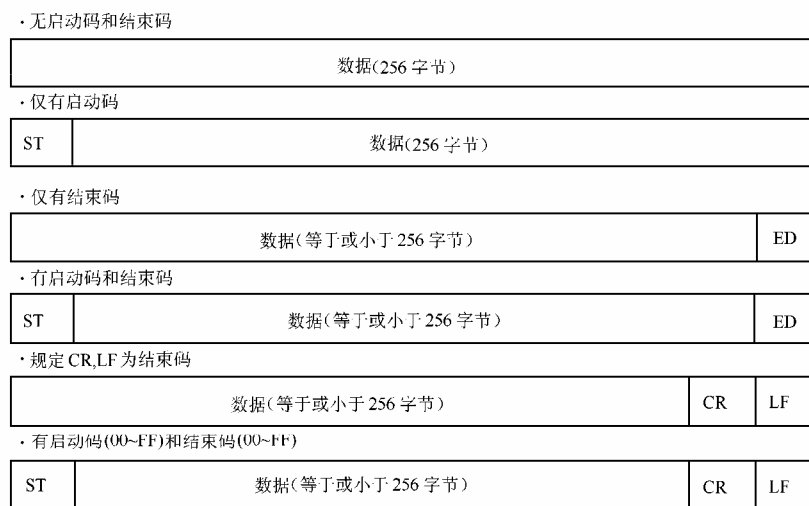


图 7-51 启动码与结束码示例

4. 通信步骤

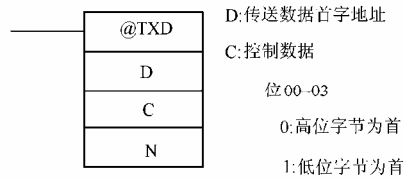
下面简要介绍 TXD(-)和 RXD(-)指令。

(1) 传输指令 TXD(-)

为了保证在传递前，指定端口的传送准备标志为“ON”，将该标志包含在 TXD(-)指令的执行条件中。

① 检查 SR26405(RS-232C 端口发送准备标志)，SR26413(外设端口发送准备标志)，SR28305(通信板端口 A 发送准备标志)或 SR28313（通信板端口 A 发送准备标志）是否为“ON”。

② 用 TXD(-)指令发送数据（仅当位 12~15 置为 0，位 08~11 才有效）。



位 04~07

- 0: 正常数据传送操作
- 1: 传输数据最左面字的 15 位状态反映到相应端口的 RTS 上
- 2: 传输数据最左面字的 15 位状态反映到相应端口的 DRT 上
- 3: 传输数据最左面字的 14 和 15 位状态反映到相应端口的 RTS 和 DRT 上

位 08~11

- 0: 内置 RS-232C 端口
- 1: 通信板端口 A
- 2: 通信板端口 B

位 12~15

- 0: RS-232C 端口
- 1: 外设端口
- 2: #1 上位机链接单元
- 3: #2 上位机链接单元

N: 传输字节数 (4 位 BCD 码), 0000~0256 (启动和结束位)

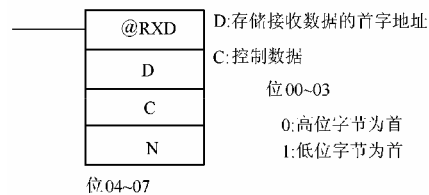
注: RTS 和 DRT 是 RS-232C 端口内的两个信号。

③ 从开始执行指令到数据传输结束这段时间, 发送准备标志 (SR26405, SR26413, SR28305 或 SR28313) 保持“OFF”。数据传输结束时, 它变回“ON”。

(2) 接收指令 RXD(-)

① 检查 SR26406(RS-232C 端口接收结束标志), SR26414(外设端口接收结束标志)是否为“ON”。

② 用 RXD(-)指令接收数据 (仅当位 12~15 置为 0, 位 08~11 才有效)



位 04~07

0: 正常数据接收操作

1: 读相应端口的 CTS 状态, 并写入接收数据, 最左边字的 15 位

2: 读相应端口的 DSR 状态, 并写入接收数据, 最左边字的 15 位

3: 读相应端口的 CTS 和 DSR 状态, 并写入接收数据最左边字的 14 和 15 位
位 08~11

0: 内置 RS-232C 端口

1: 通信板端口 A

2: 通信板端口 B

位 12~15

0: RS-232C 端口

1: 外设端口

N: 存储字节数 (4 位 BCD 码), 0000~0256 (启动位和结束位)

③ 当执行 RXD(-)指令时, 接收到的数据传送到指定的字中 (不含启动码和结束码), 同时接收完成标志置“OFF”。接收启动码和结束码说明如下:

启动 如果不设启动码, 连续接收。

如果设置启动码, 当接收到启动码, 开始接收。

结束 当接收到结束码或已经接收到 259 个数据字节, 接收结束。

④ 读取接收的数据而产生的状态存储在 SR 区域。检查操作是否顺利完成。这些位的状态在每次执行 RXD(-)指令时被复位。SR 区域常用通信错误标志位见表 7-24。

表 7-24 SR 区域通信错误标志位

RS-232C 端口	外 设 端 口	错 误
SR26400~SR26403	SR26408~SR26411	通行端口错误代码 (1 位数 BCD 码) 0: 正常完成 1: 奇偶校验错误 2: 帧错误 3: 运行错误
SR26404	SR26412	通信错误标志
SR26407	SR26415	接收操作错误 (接收完成之后, 用 RXD(-)指令读入数据之前, 接收到连续数据)
SR265	SR266	接收字节数 (不包括启动位和结束位)

注: 复位 RS-232C 端口 (即恢复初始状态) 和 SR25209 置“ON”。复位通信板端口 A 和 SR28900 置“ON”。复位通信板端口 B 和 SR28901 置“ON”。复位之后, 这些位自动置回 OFF。

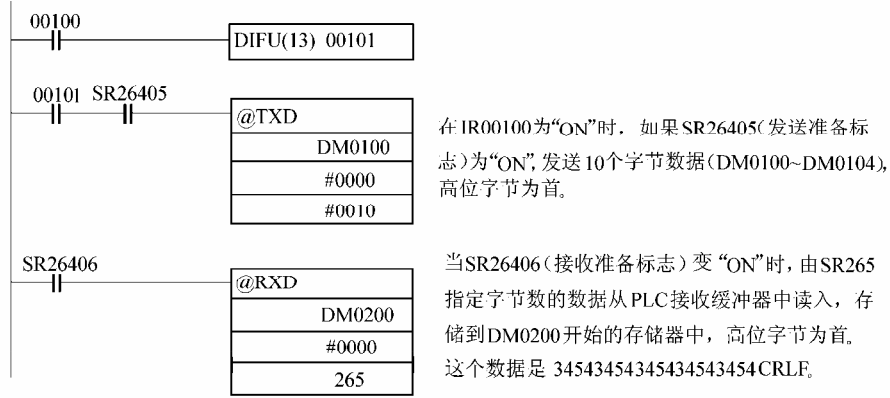
5. RS-232C 通信的实用实例

该实例是一段程序, 它使用 RS-232C 端口在 RS-232C 方式下发送 10 个字节的数据 (DM0100~DM0104) 到上位机, 并将从上位机接收来的数据存储在以字 DM0200 为首地

址的数据区中。执行该程序前必须对 PLC 进行如下设置：

将通信方式改为 RS-232C 方式下 RS-232C 端口，无启动码，结束码为 CR/LF，其余设置为默认值，可用 CX-P 软件修改设置。上位机必须有相同的通信设置，并且由一个程序来接收从上位机传来的数据。

源数据 3454 分别存储在 DM0100~DM0104 的每个字中。



7.4.3 一对一 PLC 链接

如果 2 台 PLC 通过各自 RS-232C 端口连接构成一对一链接，其中一台设为主站，而另一台设为从站，它们可以共享公共的 LR 区域。

如图 7-52 所示，PLC 将自动把公共 LR 区域分为大小相等的两部分，即发送区和接收区，当向一台 PLC 中 LR 区域的某个字内写入数据时，该数据将同时自动地被写到另一台 PLC 的相同字中。每台 PLC 可以读由另一台 PLC 写的字，但不能改写。

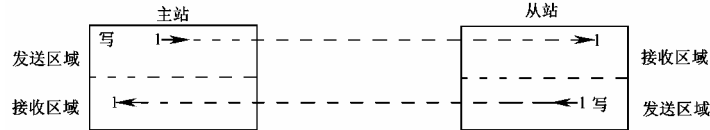


图 7-52 一对一 PLC 链接通信示意图

1. PLC 设置参数

设置一台 PLC 的通信方式为一对一链接主站，另一台为链接从站，然后在指定为主站的 PLC 上设置链接字的区域，注意只能在主站上设置。

表 7-25 列出根据主站、从站及链接字的设定，每台 PLC 可以使用的链接字。

表 7-25 1:1 链接通信参数设置表

	64 个字	32 个字	16 个字
DM6645 (或 CX-P) 设置	LR00~LR63	LR00~LR31	LR00~LR15
主站发送区, 从站接收区	LR00~LR31	LR00~LR15	LR00~LR07
从站发送区, 主站接收区	LR32~LR63	LR16~LR31	LR08~LR15

PLC 参数设置可以利用编程器修改 DM 区域的相关参数, 也可以用 CX-P 软件“工程窗口”中的“设置”项来修改, 如图 7-53 所示。端口设置可参见 7.4.1 节。

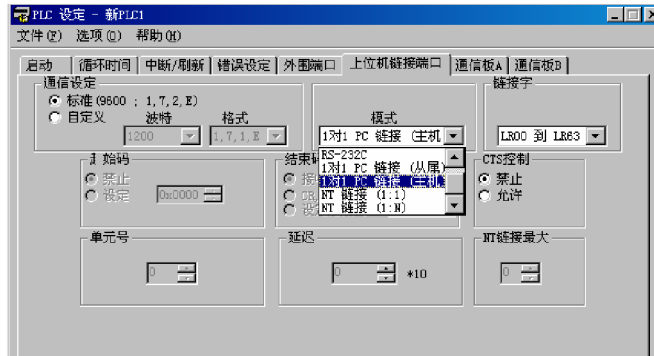


图 7-53 一对一 PLC 链接通信设置示意图

2. 接线

(1) 按图 7-54 所示连接电缆

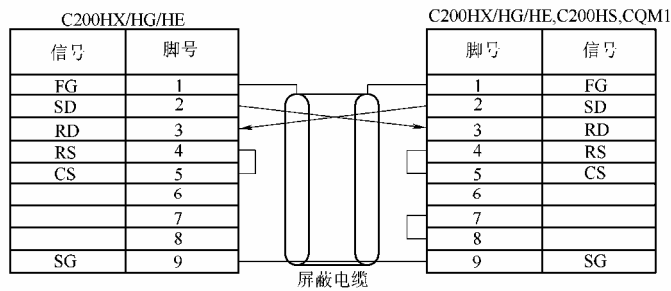


图 7-54 一对一 PLC 链接通信接线示意图

(2) 适用的连接器

下列是可选用的连接器, 在 CPU 中包括有一只插头和一只插头连接器。

插头：XM2A-0901(OMRON)或其他等同型号。

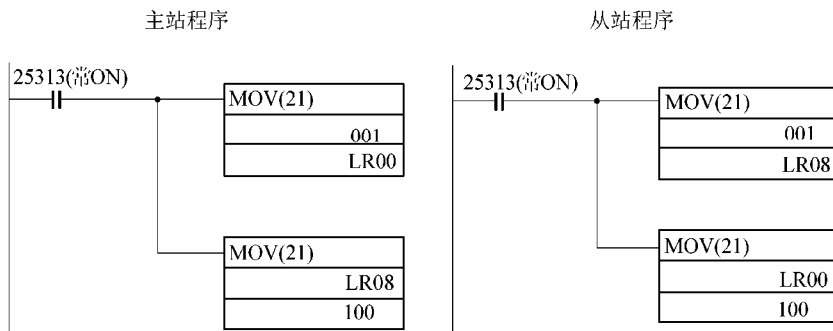
插头连接器：XM2S-0911(OMRON)或其他等同型号。

3. 一对一链接通信的应用实例

该实例是一段程序，用于检查利用 RS-232C 端口执行一对一链接的状态。执行程序之前，设置以下 PLC 参数：

一台 PLC 设置为一对一链接主站，链接字为 LR00~LR15；另一台 PLC 设置为一对一链接从站，从站链接字由主站决定。

当在主站和从站执行下述程序时，主站 IR001 的状态反映在从站的 IR100 上，从站 IR001 的状态反映在主站的 IR100 上。



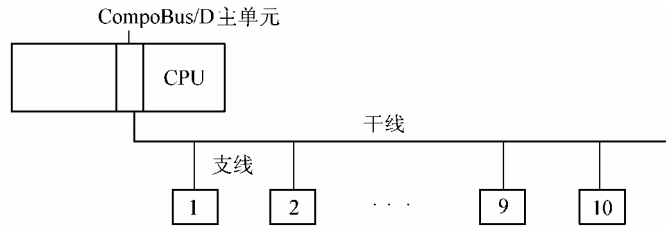
7.4.4 通信协议宏功能

通信协议宏功能是一种通信协议，控制同各种通信设备和装有 RS-232C 或 RS-422/485 端口的通用器件的数据传送。用户可以用 OMRON 通信协议支持软件很容易地修改数据传送步骤（通信序列），并在梯形图程序中使用通信协议宏指令 PMCR(-)执行该通信序列。限于篇幅，本书不做详细介绍。

思考题

7.1 在不使用配置器的情况下，C200HE 和 C200HS 上可以各插几个 CompoBus/D 主单元，主单元可带多少个从单元？

7.2 某 CompoBus/D 网络上共有 10 个从单元，如下图所示，每条支线长 5m，干线总长（粗缆）150m，其波特率最多可设为多少？



7.3 在 CompoBus/D 主单元上有节点地址和单元号的设定, 这二者的功能各是什么?

7.4 CompoBus/D 有哪两种通信方式, 各有何特点?

7.5 设某 CompoBus/D 系统上共使用了 8 个从单元, 见下表。

型 号	数 量	节 点 地 址	对 应 的 内 存
DRT1-ID16	2		
DRT1-OD16	2		
DRT1-AD04	2		
DRT1-DA02	2		

请给这些从单元设定节点地址, 并说明对应的内存区 (设不使用配置器)。

7.6 在使用配置器的情况下, C200HG-CPU51 和 C200HE 最多可配置多少个 CompoBus/D 主单元?

7.7 Controller Link 网络的功能是什么? 其两种通信方式各有何特点?

7.8 Controller Link 支持卡的作用是什么?

7.9 Controller Link 主单元上节点地址和操作级别的含义是什么? 应如何设定?

7.10 终端电阻的作用是什么? 应如何设定?

7.11 设某 Controller Link 网络中 (单级别), 共有 5 台 C200H α PLC, 其中 1~3 号发送字各为 20, 4~5 号发送字各为 15, 请设计数据链接表。

7.12 设有 4 台 C200H α PLC 通过 Controller Link 网络连接, 各自的发送区都是 20 字, 请使用 CX-P 中的网络工具进行网络连接。

7.13 C200H α PLC 有几个外部端口, 各有何功能?

7.14 设某上位机要通过上位机链接方式向 C200HE 的 DM0100~DM0102 写入数据 76A03F, 并从 LR00~LR04 读出数据, 试写出相应的命令帧格式。

第 8 章 可编程序控制机器人机接口

早期 PLC 的人机对话功能较弱,但是目前这种情况已有很大改观,各厂家都推出了自己的人机对话产品。OMRON C 系列也相应推出了两种产品,一种是字符型的小型液晶屏;另一种是基于点阵的 NT 系列触摸屏(Programmable Terminal, PT)。前者操作比较简单,可参考相关资料自学。本章将着重介绍 NT 系列产品的功能及应用。

NT 系列由多类 PT 及相关的支持软件组成,PT 主要包括 NT10, NT20, NT30, NT60, NT31 和 NT61 等几类,每一类又有若干型号,它们的工作原理相同,区别在于外形的大小、显示色彩、支持功能的多少等方面。

支持软件实现 PT 的画面编程、PT 与 PLC 的数据链接设置、PT 与上位机和 PLC 的通信支持等功能。其工作原理是先在上位机上用软件进行编程和调试,然后利用 RS232 接口使上位机与 PT 进行通信,将编好的应用程序下载到 PT 上,最后仍用 RS232 接口把 PT 与 PLC 相连,采用 NT 通信方式,PT 就可以与 PLC 联机工作了。

8.1 触摸屏功能及软件编程

PT 功能是靠在上位机上编好的用户应用程序来实现的。因此,本节将结合用户应用程序的编程来介绍 PT 的主要功能。

8.1.1 编程主窗口

早期 OMRON PT 的支持软件称为 NTWin,由 Win95 支持;现在称为 NTST,由 Win98 以上版本支持,这两个版本的基本功能大致相同,后者已汉化。为方便读者参阅相关资料,本书将介绍英文版的 NTWin。

NTWin 的安装方式典型、简单,故不做介绍。安装完成后,计算机将自动地把它和 CX-P, CX-S 等应用软件一起,放到名为“OMRON”的文件夹内,打开并单击“NTWin”,便可以进入 NTWin 的主窗口,如图 8-1 所示。

在主窗口下,需首先进行新建或打开用户文件的操作。如果新建则单击“新建”图标,将出现名为“Setup”的设定窗口,如图 8-1 所示。该窗口主要用来选择 PT 的型号,单击“PT Model”的下拉菜单,将出现 PT 型号的列表,选择其一(图 8-1 中选择的型号是 NT620S)并单击“确定”按钮,将进入编程主窗口,如图 8-2 所示。

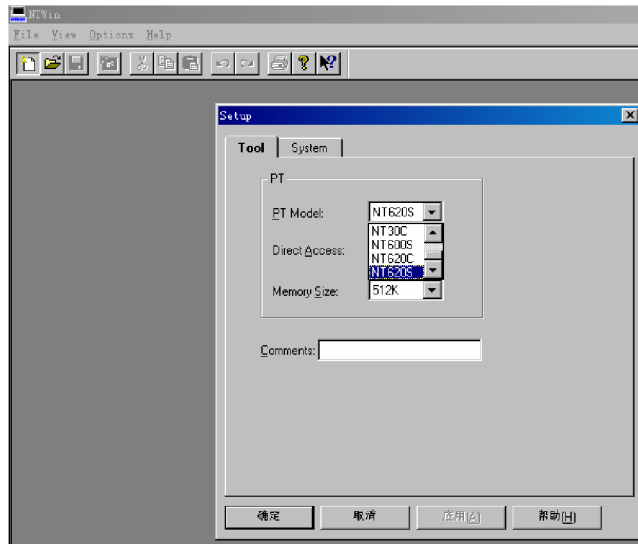


图 8-1 NTWin 的主窗口

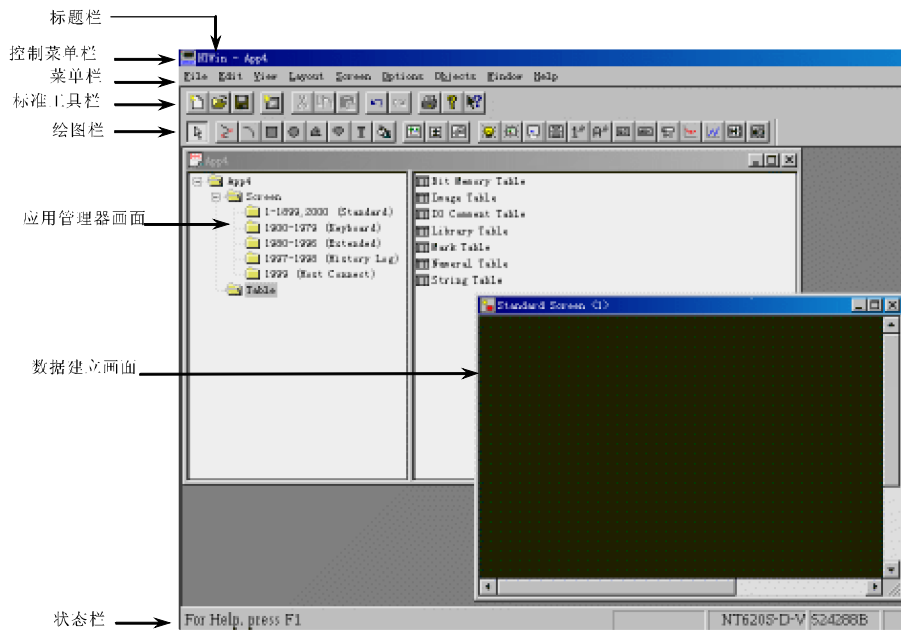


图 8-2 NTWin 编程主窗口

1. 用户程序

在新建的情况下，NTWin 编程主窗口将自动为用户建立一个名为“App1.onw”的文件，如图 8-2 所示。一个完整的用户文件一般包括三项内容，而从图 8-2 中只能看到其中的两项，即“画面”（SCREEN）和“表”（TABLE），除此以外还有一项——设定“PT 控制及状态区”（CONTROL/NOTIFY AREA），该设定可在菜单“OPTIONS”项中找到。

在 NTST 中，“PT 控制及状态区”与“画面”、“表”并列在一起。

用户程序的编程是以画面编程为主的，在一个用户程序中可以包含很多幅不同类型的画面，在一幅画面上又可以设置各种图形对象（元素），从而组成具有某种控制及显示功能的用户界面。

在用户程序中，“表”是用来为画面上的—些图形对象与 PLC 内存之间建立联系的，实现 PLC 与 PT 之间的信息交换。表一般不用单独设置，而是和图形对象编程时一起设置。

2. 编程窗口

编程窗口实际上是由两个窗口组成的，即应用管理器窗口和用户画面窗口，如图 8-2 所示。应用管理器窗口是由控制菜单栏、标准工具栏、图形对象栏、状态栏，以及用户文件管理等组成，这个窗口提供了各种编程和设置的功能以及用户文件管理功能。用户画面窗口是用户程序的载体，编好的画面就是将在 PT 上看到的用户界面。

（1）应用管理器画面

画面和表的目录以树表显示，可以进行打开、复制、删除和其他操作。

（2）数据建立画面

本画面中，建立 PT 显示的画面。

（3）控制菜单栏

在操作画面和窗口的左上角显示，用来选择窗口的显示方式。

（4）标题栏

在每一个窗口上显示窗口标题。

（5）状态栏

显示一些简单说明，包括鼠标停放区域或选择功能、对象 PT 的型号、最大内存大小和当前应用大小区域等，如图 8-3 所示。



图 8-3 NTWin 状态栏说明

(6) 菜单栏

系统工具提供的功能分成几个组，菜单栏显示这些功能组的名称，每个组的功能以下拉菜单形式显示。

① 标准工具栏 经常使用的功能（如文件读/写、复制和粘贴、撤消/重复和打印），它们在标准工具栏中有按钮图标，可以直接使用。

② 绘图栏 绘图栏中，有画图形的按钮图标，如直线、圆、多边形等，这些功能可以很方便地调用，无需从菜单栏的功能项目中选择。

注：用下列操作能分别选择状态栏、标准工具栏和绘图栏是否显示。

- 状态栏： [视图]（菜单栏）→[状态栏]
- 标准工具栏： [视图]（菜单栏）→[工具栏]→[标准栏]
- 绘图栏： [视图]（菜单栏）→[状态栏]→[绘图栏]

(7) 浮动板

标准工具栏和绘图栏可以像浮动板一样随意移动到适当位置，如图 8-4 所示。

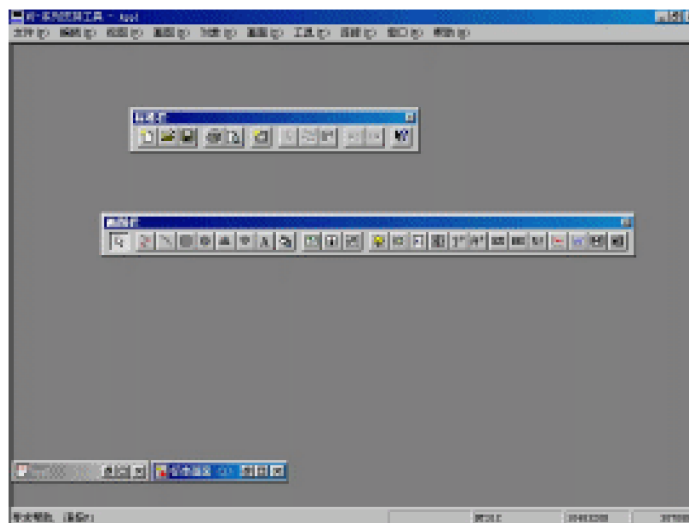


图 8-4 NTWin 浮动板示例

8.1.2 菜单图

下面简要介绍 NTWin 的主要子菜单选项及含义。

(1) 文件 (File)

新建 (New) 建立新的画面数据。

打开 (Open) 读取建立的画面数据。
关闭 (Close) 结束建立的画面数据。
保存 (Save) 将建立的画面数据保存到文件。
另存为 (Save As) 将建立的画面数据保存到新文件。
引入 (Import) 读取由 DOS 版本支持工具建立的数据。
打印 (Print) 打印画面数据。
打印预览 (Print Preview) 显示画面数据的打印格式。
打印设置 (Print Setup) 设定打印机。
最近文件 (Recent File) 最近使用的文件。
退出 (Exit) 退出系统。

(2) 编辑 (Edit)

撤消 (Undo) 取消上次操作。
恢复 (Redo) 恢复画面状态到“撤消”前的状态。
剪切 (Cut) 剪切对象 (到剪贴板)。
复制 (Copy) 复制对象 (到剪贴板)。
粘贴 (Paste) 粘贴对象 (从剪贴板)。
删除 (Delete) 删除对象。
全部选择 (Select All) 指定对象集合。
与...关联 (Associate With) 使触摸开关与对象关联。
取消关联 (Disassociate) 取消触摸开关与对象关联。
编辑对象 (Edit Object) 指定“编辑一个对象”。
选择对象 (Select Object) 选择一个对象。

(3) 视图 (View)

绘图栏 (Draw Bar) 显示/不显示绘图工具栏。
标准栏 (Standard Bar) 显示/不显示标准工具栏。
状态栏 (Status Bar) 显示/不显示状态栏。
显示比例 100% (Zoom 100%) 改变显示放大倍数 (100%)。
200% (Zoom 200%) 改变显示放大倍数 (200%)。
400% (Zoom 400%) 改变显示放大倍数 (400%)。
800% (Zoom 800%) 改变显示放大倍数 (800%)。
全屏 (Show Full Screen) 改变到整屏显示。
全填充 (Full Tiling) 为要填充的对象切换填充显示。
刷新 (Refresh) 重画当前画面。
显示标签 (Show Tag)

PLC 地址 (PLC Address) 为要填充的对象切换填充显示。

表号 (Table No.) 改变显示到“用表号”。

图像和库代码 (Image/Library Code) 改变显示到“用代码号”。

(4) 版面 (Layout)

前置 (Bring to Front) 将对象放到前面。

后置 (Send to Back) 将对象放到后面。

组合 (Group) 使对象组合。

取消组合 (Ungroup) 取消组合对象。

格栅 (Grid) 调整用户画面的单位长度。

(5) 画面 (Screen)

新建 (New) 将对象放到前面。

删除 (Delete) 将对象放到后面。

修改连续 (重叠) 画面 (Modify Parent) 使对象组合。

复制到图像 (Copy to Image) 保存为图形文件。

扩展 I/O 画面 (Extended I/O) 编辑扩展 I/O 画面。

属性 (Properties) 设定选择对象的属性。

(6) 选项 (Options)

图像编辑器 (Image Editor) 对图像进行编辑。

库编辑器 (Library Editor) 对库文件进行编辑。

标记编辑器 (Mark Editor) 对标记进行编辑。

改变地址 (Change Address) 更改对象地址。

控制/状态区 (Control/Notify Area) 编辑控制/状态区。

设置 (Setup) 重新设置 PT 型号。

表 (Table) 重新编辑表。

验证 (Validate) 检查语法错误并提示。

日期和时间 (Date and Time) 设置日期和时间。

获取历史日志 (Get History Log) 将历史日志保存为文件。

下载 (上位机→触摸屏) (Download (PC→PT))

应用程序 (Application) 将应用程序从上位机下载到 PT。

画面 (Screen) 将画面从上位机下载到 PT。

内存表 (Memory Table) 将内存表从上位机下载到 PT。

直接存储信息 (Direct Access Info) 将信息从上位机下载到 PT。

上载 (触摸屏→上位机) (Upload (PT→PC))

应用程序 将应用程序从 PT 上载到上位机。

画面 将画面从 PT 上载到上位机。
内存表 将内存表从 PT 上载到上位机。
直接存储信息 将信息从上位机上载到 PT。

(7) 对象 (Objects)

选择器 (Selector) 选择对象。

报警 (Alarm)

清单 (List) 指定报警清单。

历史 (History) 指定报警历史。

数据输入 (Data Input)

数字 (Number) 指定数字输入域。

字符串 (String) 指定字符串输入域。

拨盘开关 (Thumbwheel Switch) 指定拨盘开关。

设置次序 (Set Order) 指定对象次序。

固定显示 (Fixed Display)

弧 (Arc) 指定弧。

圆 (Circle) 指定圆。

扇形 (Sector) 指定扇形。

多边形 (Polygon) 指定多边形。

直线 (Polyline) 指定直线。

矩形 (Rectangle) 指定矩形。

文本 (Text) 指定文本对象。

填充 (Tiling) 指定填充。

图像显示 (Image Display) 指定图像数据显示。

库显示 (Library Display) 指定库数据显示。

标记 (Mark) 指定标记。

灯 (Lamp)

标准 (Standard) 指定标准灯。

图像 (Image) 指定图像/库灯。

数字显示 (Number Display) 指定数字显示。

字符串显示 (String Display) 指定字符串显示。

触摸开关 (Touch Switch) 指定触摸开关。

棒图 (Bar Graph) 指定棒图。

折线图 (broken-line graph) 指定折线图。

趋势图 (Trend Graph) 指定趋势图。

属性 (Properties) 设定选择对象的属性。

设置为默认值 (Use as default) 将当前设置值作为默认值。

(8) 窗口 (window)

新建 (New) 新建一个对象窗口。

层叠 (Cascade) 将多个窗口层叠。

平铺 (Tile) 将多个窗口平铺。

重排图标 (Arrange Icons) 重新排列图标。

错误日志 (Error Log) 显示错误信息。

符号管理器 (Symbol manager) 编辑符号。

8.1.3 画面显示

在图 8-2 所示的画面文件夹中，列出了画面类型以及每种画面所能使用的页数及画面号。PT 显示的画面类型分为用户画面和系统画面，二者又可细分为若干类，表 8-1 列出了各种型号 PT 能使用的画面类型和每种画面类型可使用的页数及画面号。

从表 8-1 中可以看出，每种型号 PT 的各种画面类型的画面号是统一排序的。另外，标准画面、重叠画面和连续画面在大部分型号的 PT 中均被采用，下面将做详细介绍，而其余画面类型只做简单介绍。

表 8-1 各型号 PT 使用的画面类型及页数一览表

画面类型		NT11S	NT20S	NT600S	NT30 NT30C NT620S NT620C NT625C	NT31 NT31C NT631 NT631C
用户画面	标准画面	1~250	1~250	1~1 000	1~1 899 2 000	1~3 999
	重叠画面		1~250	1~1 000	1~1 899 2 000	1~3 999
	连续画面		1~250	1~1 000	1~1 899	
	键盘画面				1 900~1 979	1~3 999
	上位机连接画面				1 999	
	系统初始化画面					9 000
	口令画面	1~250				
	菜单画面	1~250				
	打印格式画面	255				
系统画面	画面显示 OFF	0	0	0	0	0
	扩展画面				1 980~1 996	
	历史发生画面				1 997	9 001
	历史频度画面				1 998	9 002
	返回到前画面					9 999

1. 标准画面 (Standard Screen)

标准画面是用户画面，也是 PT 的基本画面，绝大多数用户界面都是用标准画面建立的。要新建一幅标准画面，需单击菜单“Screen”→“New”，将出现图 8-5 所示的窗口。

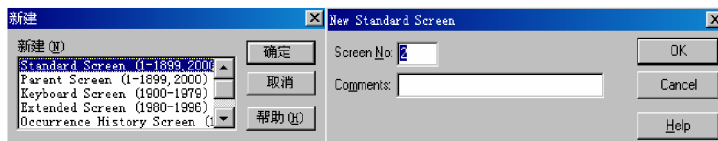


图 8-5 标准画面设置窗口

在选择了“Standard Screen”后，弹出“New Standard Screen”对话框，在“Screen No”上填写画面号，窗口打开时的默认画面号是该类画面可以使用的最小画面号，还可以对该画面加入注释，单击“确定”按钮后将出现标准画面窗口，如图 8-2 所示。新建其他画面的过程与此类似，故不赘述。

2. 重叠画面 (Parent Screen)

重叠画面是用户画面，它由一组标准画面构成。在一幅画面上最多可以有 8 个画面重叠显示信息。重叠画面中用做基础的画面叫“父画面”，构成重叠画面的几个标准画面叫“子画面”。

图 8-6 所示是一个重叠画面的例子，设画面 NO.8 为父画面，画面 NO.10, NO.7 和 NO.25 为子画面，打开画面 NO.8 将显示三个子画面的内容，子画面上图形对象的位置也是它在父画面中的位置。由于画面 NO.8 设置为重叠画面，它不能单独显示。而子画面可以单独显示。另外，子画面中元素（如触摸开关，数字等）的位置如果在父画面中重叠，那么设定可能出错。

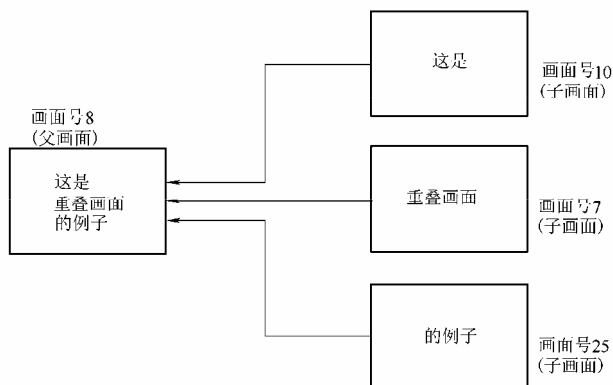


图 8-6 重叠画面示例

新建一幅重叠画面时单击菜单“Screen”→“New”→“Parent Screen”将出现如图8-7所示的窗口。

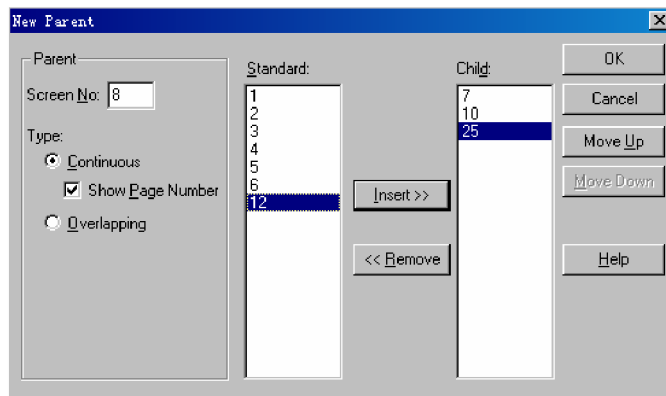


图 8-7 建立重叠画面示例

在“Screen No”上填写父画面号，要注意的是已经定义为标准画面的那些画面不能再用作父画面。同时，在“Type”中单选“Overlapping”（意为重叠），则在“standard”一栏中列出了已经定义为标准画面的画面号，单击按钮“Insert”和“Remove”选择所需的子画面，“Child”一栏中列出了所选择的子画面号，单击“确定”按钮后将出现重叠画面窗口。

3. 连续画面(Parent Screen)

与重叠画面类似，连续画面也是由一组标准画面构成的用户画面，其英文名称仍是Parent Screen，最多也是由8个画面中起来显示。登记为连续画面的基础画面也称“父画面”，登记的标准画面称“子画面”。关键的区别是在“Type”中单选“Continuous”（意为连续）。

图8-8所示为一个连续画面的例子，设画面NO.10为父画面，画面NO.20，NO.15和NO.1为子画面，打开画面NO.10时，画面NO.20（连续画面的第一幅）将显示，另外在画面的左上角有“[↓]”和“[↑]”的翻页开关，使用翻页开关就可看到其他子画面。

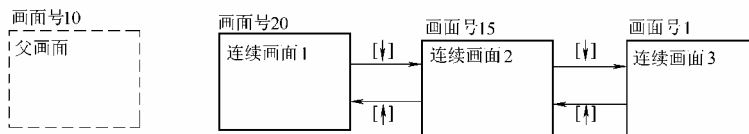


图 8-8 连续画面示例

通过上面的两个例子可以看出，重叠画面和连续画面都是由一幅父画面和若干子画面组成的，不同的是重叠画面是在父画面中同时显示几幅子画面，而连续画面是在父画面中用翻页开关连续显示子画面。新建一幅连续画面的过程和重叠画面的相同。

4. 键盘画面(Keyboard Screen)

键盘画面是用户画面，它用于显示键盘（部分画面）。它与标准画面一样，区别是有弹出键盘的功能，显示时键盘将重叠在一幅显示画面上。

5. 上位机连接画面（Host Connect Screen）

上位机连接画面是用户画面，也称为系统初始化画面，该画面在 PT 开始工作时显示，直到完成与 PLC 的连接。如果上位机连接画面没有登记，在 PT 上电或 PT 转换到运行模式时，将自动显示上位机连接信息的默认画面。

6. 显示 OFF 画面（无显示画面）

显示 OFF 画面是系统画面，在画面上没有东西显示时用此画面。由于此画面是系统保留的显示 OFF 画面，它不能被编辑。

7. 扩展画面(Extended Screen)

扩展画面是系统画面，这些画面将保留用于扩展 PT 的功能。这些保留画面的画面号不要登记到画面。

8. 历史发生画面(Occurrence History Screen)

历史发生画面是系统画面，显示以前操作过的画面号、访问日期及时间、历史信息等，并按出现次数排列。

9. 历史频度画面(Frequency Screen)

历史频度画面是系统画面，显示以前操作过的画面号、出现频率、历史信息等，并按出现频率排列。

10. 口令画面（Password Screen）

口令画面是用户画面，用此画面作为对指定画面的安全保护，用户只有在输入正确的口令后才能切换画面。

11. 菜单画面(Menu Screen)

菜单画面是用户画面，保留为控制画面，通过操作数字键切换到指定画面。该画面仅适用于 NT11S 型 PT。

12. 打印格式画面(Print Format Screen)

打印格式画面是用户画面，如果指定此画面，能够用简单操作进行打印。

另外，所有画面都应按需要设定画面属性，方法是在画面窗口的任何一个地方单击鼠标右键，然后选择“Properties”就会弹出画面属性设定窗口，如图 8-9 所示。该窗口的主要画面属性包括画面号、历史、标题、注释、背灯类型、背灯颜色、网格密度、是否显示网格等。

在一个用户程序中会有多幅画面，画面之间的翻页可以有以下三种方法：

- ① 使用连续画面翻页，但最多只能 8 幅画面。
- ② 在触摸开关中，有一种专门用于翻页的开关，详见本书 268 页触摸开关。
- ③ 在 PT 与 PLC 联机运行时，通过 PLC 向 PT 的控制区写画面号也可翻页，详见本书 276 页触摸屏控制及状态区。此外，个别类型 PT 还有其他一些翻页方式，可参考相关资料。

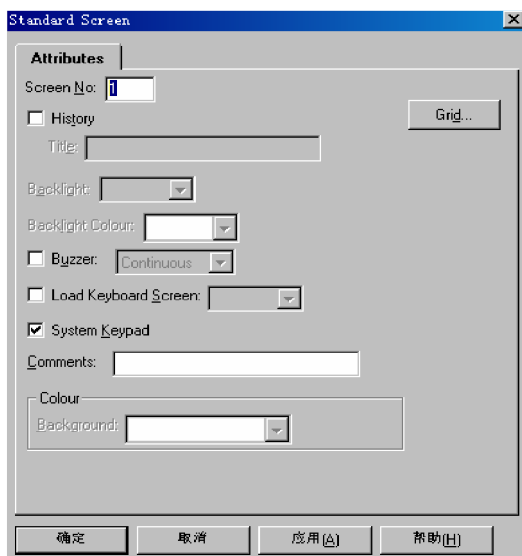


图 8-9 画面属性设定窗口

8.1.4 内存表

内存表是 PT 中存储的数字和字符串等数据的区域，它们用于指定对象的功能及与 PLC 通信的共享数据。如果在表中设置 PLC 的通信地址，就会在预定周期内自动执行 PT 和 PLC 的通信。各类 PT 所能使用的表的类型和大小不同，详见表 8-2。

表 8-2 各类 PT 内存表设置一览表

项 目	NT11S	NT20S	NT600S	NT30 NT30C	NT620S NT620C NT625C	NT31 NT31C NT631 NT631C
数字表	128	128	512	512 或 1 000	512 或 1 000	512 或 1 000 或 2 000
字符串表	128	128	256	256 或 1 000	256 或 1 000	256 或 1 000 或 2 000
位内存表				256	256	256 或 1 000
扩展 I/O 输入表				64		
扩展 I/O 输出表				64		
F 键输入通知表	4					

从表 8-2 中可看出，数字表、字符串表和位内存表是各种型号的 PT 普遍采用的，因此下面将着重介绍这三种表，其他表只作简单介绍。

1. 数字表(Numeral Table)

数字表的作用是为那些需要进行数字数据输入或输出的图形对象在 PT 上建立一个存储区域，这样当系统工作时，图形对象将通过数字表与 PLC 内存自动交换数据。在图 8-2 所示窗口中单击“Numeral Table”，将出现如图 8-10 所示的数字表的设定窗口。

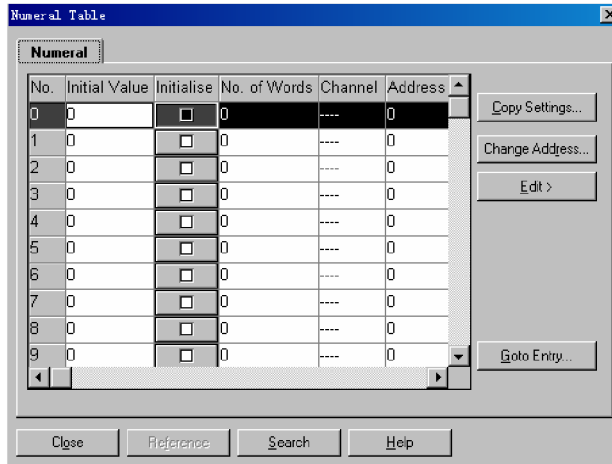


图 8-10 数据表的设定窗口

数字表中各列的含义如下：

① 初始值 (Initial Value) 和初始值允许 (Initialise) 若选择初始值允许, 则当 PT 上电或从其他模式转换到运行模式时, 将把初始值装入数字表, 否则初始值为零。

② No.of Word (字) 可以选择 1 或 2, 选 1 (1 个字) 时, 数字由 4 位 BCD 码组成; 选 2 (2 个字) 时, 数字由 8 位 BCD 码组成。最高位为 “F” 时表示负号, 另外对 NT31, NT61 等型号 PT 数字也可以是十六进制数。

③ Channel (内存区) 和 Address (通道号) 选择与数字表对应的 PLC 的内存区和通道号, 当系统运行时数字表将与 PLC 的通道之间交换数据。数字表是在利用数字显示对象、图形对象或数字数据输入时设置。

2. 字符串表(String Table)

字符串表的作用与数字表相似, 只不过字符串表内的数据不是数字而是字符串。在图 8-2 所示窗口中单击 “String Table”, 将出现字符串表的设定窗口, 如图 8-11 所示。

字符串表中各列的含义也与数字表相似, 只有 “No.of Word (字)” 列不同, 它的取值范围是 0~20 (但 NT11 是 10, NT20S 是 16), 因为字符用 ASCII 码表示, 所以最大 20 个字, 可以表示 40 个字符。

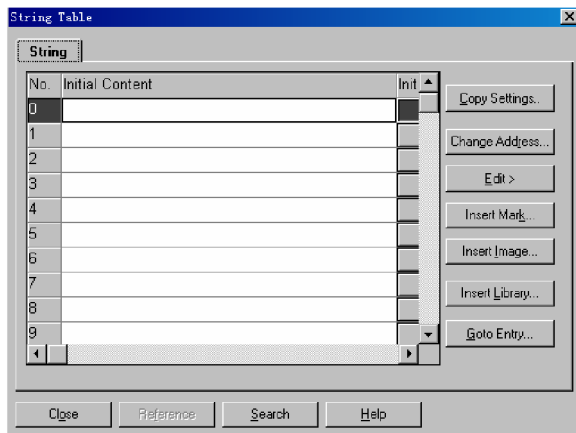


图 8-11 字符串表的设定窗口

3. 位内存表(Bit Memory Table)

位内存表用于建立与 PLC 内存位的联系。当系统运行时, 位内存表将与 PLC 的内存位之间交换数据。本类表在报警清单 / 历史功能和切换画面时使用。在图 8-2 所示窗口中单击 “Bit Memory Table”, 将出现位内存表的设定窗口, 如图 8-12 所示。

位内存表中各列的含义如下:

① Alarm History (报警历史) 和 Switch Screen (切换画面) 选择功能。

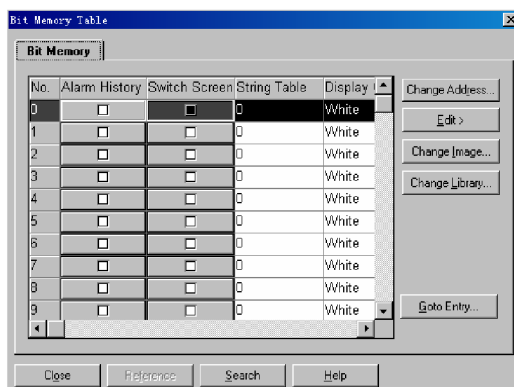


图 8-12 内存表的设定窗口

② String Table (字符串表) 指定字符串表号, 该表号中存储的字符串在内存位变为“ON”时, 用来显示信息。

③ Display Color (显示颜色) 指定当信息被选中时显示的前景颜色。

④ Image/Library Code (图像/库代码) 指定当信息被选中时所要显示的图像/库代码。

⑤ Screen Number (画面号) 在报警列表/历史元素中显示的信息区是一个触摸开关, 运行时按这个触摸开关, 显示画面号指定的画面。

⑥ Channel (内存区) Address (通道号) 和 Bit (位) 选择与位内存表对应的 PLC 地址。

4. 扩展 I/O 输入表(Extended I/O Input Table)

扩展 I/O 输入表仅用于 NT30 系列, 该表用于分配控制扩展 I/O 单元的输入端子。对每一个输入端子, 设置一个功能或分配一个 PLC 内存位。在图 8-2 所示窗口中单击“Bit Memory Table”, 将出现扩展 I/O 输入表的设定窗口, 如图 8-13 所示。

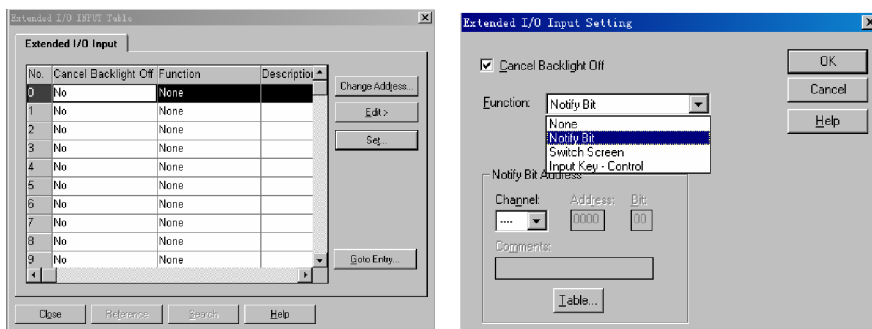


图 8-13 扩展 I/O 输入表的设定窗口

扩展 I/O 输入表中各列的含义如下：

① **Cancel Backlight Off** (取消背灯 Off) PT 有背灯 Off 功能，即当 PT 在一定时间内不操作，背灯将熄灭，以延长 PT 的寿命。若选择该项，则当输入端变“ON”时已熄灭的背灯将重新点亮。

② **Function** (功能选择) 在左窗口上单击“Set”将出现如图 8-13 中右面的窗口，功能选择有以下三项：

- **Notify Bit** (通知位) 通知 PLC 内存位输入端的状态 (ON/OFF)；
- **Switch Screen** (切换画面) 当输入端变为“ON”，画面切换到设置画面；
- **Input Key Control** (控制代码输入) 当输入端变为“ON”，同按下控制键的作用相同。

5. 扩展 I/O 输出表(Extended I/O Output Table)

扩展 I/O 输出表用于分配控制扩展 I/O 单元输出端子的 PLC 位。扩展 I/O 单元的输出端子由 PLC 位的状态 (ON/OFF) 来控制。该表仅用于 NT30 系列 PT。

6. F 键输入通知表

F 键输入通知表的功能是在 PT 设备上指定功能键，把 PLC 位分配到功能键，切换功能键为“ON”或“OFF”，PLC 的对应位也变为“ON”或“OFF”。该表仅用于 NT11S 型 PT。

8.1.5 元素 (图形对象)

元素是画面中显示的最基本图形对象，它们可以分成静止元素和活动元素 (图形对象) 两大类。静止元素是指在上位机用 NTWin 设定在 PT 上，运行时固定显示的那些元素。例如直线、圆、多边形等图形以及固定文本等，由于它们的使用很简单，本节不做介绍。

活动元素指在上位机用 NTWin 设定在 PT 上，运行时与 PLC 有通信联系或可以改变显示的那些元素。例如灯，触摸开关，曲线，数字的输入与输出等。元素的使用与 PT 的型号有关，表 8-3 列出了不同的 PT 类型可提使用的元素。

表 8-3 供不同 PT 类型使用的元素

项 目		NT11S	NT20S NT600S	NT30	NT31
				NT30C	NT31C
				NT620S	NT631
				NT620C	NT631C
				NT625C	NT631C
对象	显示对象			●	●
	弧			●	●
	网		●	●	●
	扇形			●	●

续表

项 目		NT11S	NT20S NT600S	NT30 NT30C NT620S NT620C NT625C	NT31 NT31C NT631 NT631C	
对象	显示 对象	直线		●	●	
		多边形			●	●
		矩形			●	●
		文本	●	●	●	●
		填充			●	●
		标准灯		●	●	●
		图像/车灯			●	●
		数字显示	●	●	●	●
		字符串显示	●	●	●	●
		棒图	●	●	●	●
		折线图			●	●
		趋势图			●	●
		报警清单			●	●
		报警历史			●	●
		触摸开关		●	●	●
		数字输入	●	●	●	●
		字符串输入			●	●
		拨盘开关		●	●	●
库类 型对 象	图像显示			●	●	
	库显示			●	●	
	标记	△	△	●	●	

●：能使用。 △：只能插在字符串中使用。

从表 8-3 可以看出，供 PT 使用的元素种类很多，限于篇幅，下面将介绍一些常用的元素，其他元素可参阅相关的技术手册。

1. 棒图(Bar Graph)

棒图的功能是可以通过棒图来显示数字表中的数据。在图 8-2 所示窗口中单击绘图栏中的棒图图标，在用户画面中按鼠标左键拖曳，出现棒图的图形对象如图 8-14 所示。

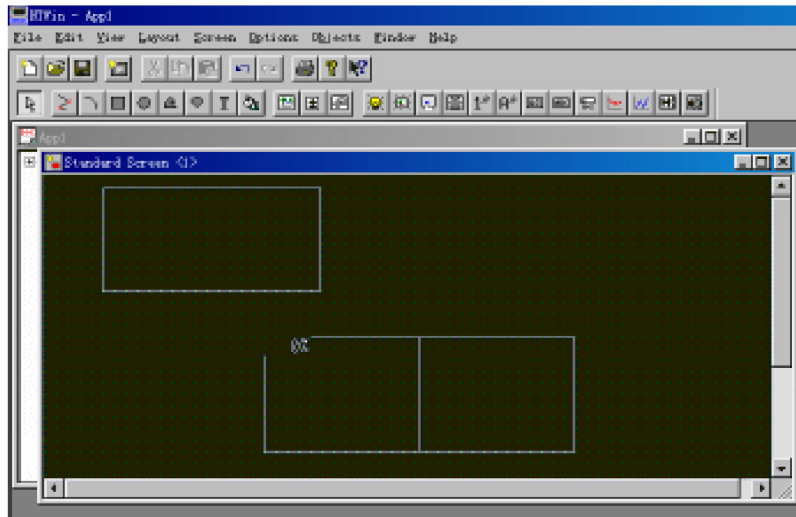
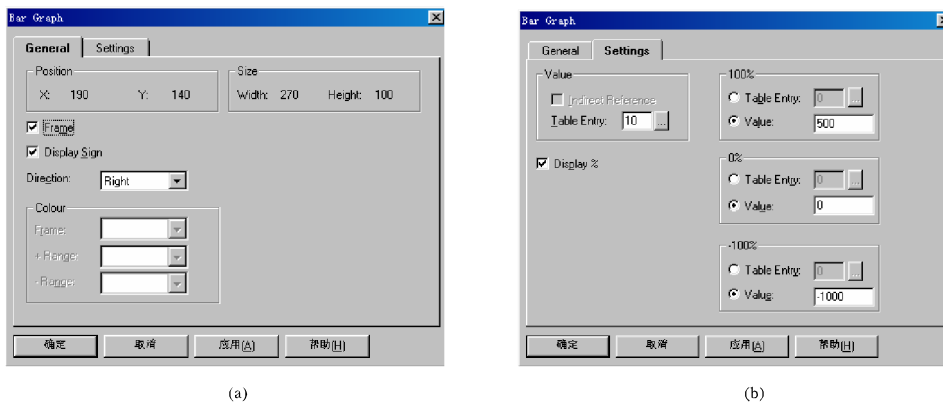


图 8-14 棒图的图形显示示例

在图 8-14 所示窗口中选中棒图，单击鼠标右键，然后选择“Properties”就会弹出棒图的设定窗口，如图 8-15 所示。



(a)

(b)

图 8-15 棒图属性的设定窗口

从图 8-15 中可知，棒图有两个属性设定窗口，图 8-15(a)所示窗口设定的内容包括是否要边框、棒图颜色、棒图增长方向（有上下左右四个方向）、是否显示负号等。其中“是否显示负号”将决定棒图显示的两种形式，即 0%~100% 和 -100%~0%~100%，示例如下：

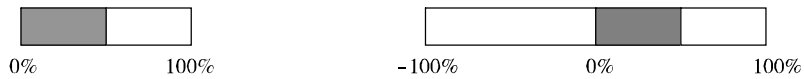


图 8-15(b)所示窗口设定的内容与棒图显示的两种形式有关。与棒图相关的数字内存表的内容只能使用 BCD 码，负号用“F”表示，若使用十六进制数，则棒图将无法显示。

数字内存表中数字与棒图显示长度的关系如下：在 100% 和 -100% 的设定值中填入与之对应的值，例如在 100% 的设定中填入 500，当数字内存表的数为 250 时，棒图的长度为 50%。对于 -100%~0%~100% 的显示，100% 和 -100% 的设定值可以不同。

2. 标准灯(Standard Lamp)

标准灯的主要功能是用来显示 PLC 内存区某位的状态。图 8-16 所示为标准灯应用示例。

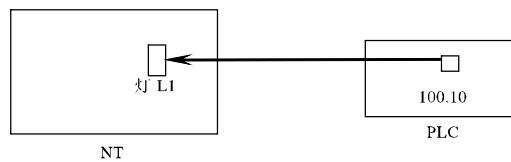


图 8-16 标准灯应用示例

在图 8-16 中，把 NT 上的灯 L1 的位地址设置为 100.10，这样当 NT 与 PLC 联机运行时，L1 的亮或灭将由 100.10 控制，即 100.10 为“ON”时 L1 亮，100.10 为“OFF”时 L1 灭。

在图 8-2 所示窗口中单击绘图栏中的标准灯图标，将出现标准灯的图形对象，单击鼠标右键，然后选择“Properties”就会弹出标准灯的设定窗口，如图 8-17 所示。

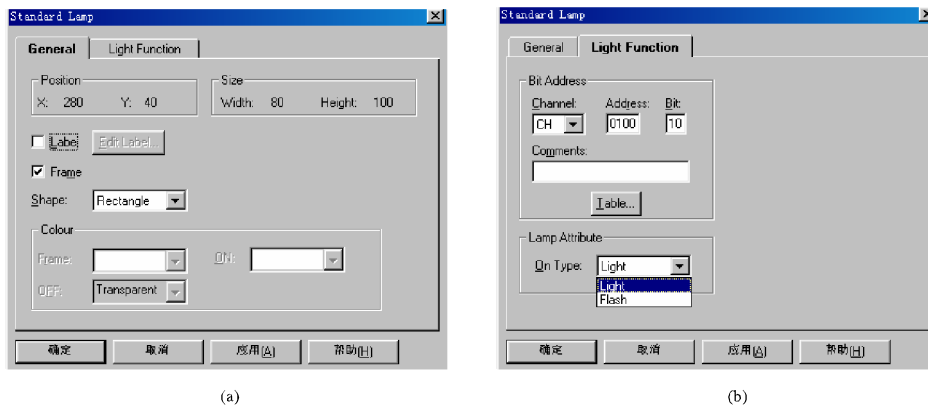


图 8-17 标准灯属性的设定窗口

从图 8-17 中可知, 设定标准灯图形的主要内容有是否加边框、是否在灯上加标签、灯的形状、灯亮或灭时的颜色、对应的 PLC 内存位地址、灯亮时是常亮还是闪亮等。

除标准灯外, 还有一种“图像/库灯”, 这种灯可由用户利用图像编辑器或库编辑器来编辑灯的图像和颜色, 除此之外与标准灯的设置相同。

3. 触摸开关(Touch Switch)

触摸开关的功能有以下 8 种。

① 通知位触摸开关(Notify Bit) 用来改变 PLC 内存区某位的状态, 该触摸开关有四种类型。

- 置位开关 该开关按下时 PLC 内存位置 1。
- 复位开关 该开关按下时 PLC 内存位置 0。
- 交替开关 该开关按下时 PLC 内存位求反。
- 瞬间开关 该开关按下时 PLC 内存位瞬间置 1。

② 切换画面触摸开关(Switch Screen) 设置时给该触摸开关指定一个画面号, 当按下时将显示指定画面。

③ 字符串输入功能触摸开关(Input Key-String) 将要写入的字符串编辑到触摸开关的标签中, 按该开关时标签中的字符串将写入字符串输入域中。因此, 该触摸开关总是与字符串输入元素一起使用的, 参见“字符串输入”一节。

④ 弹出键盘功能触摸开关(Input Key-Key Broad) 按下该触摸开关将弹出或关闭键盘画面, 该触摸开关有三种类型。

- 弹出开关 该开关按下时弹出键盘画面。
- 关闭开关 该开关按下时关闭键盘画面。
- 交替开关 该开关按下时, 若键盘画面未显示则显示键盘画面, 若键盘画面已显示则关闭键盘画面。

⑤ 控制代码输入触摸开关(Input Key-Control) 设定时, 为该触摸开关编辑一个键代码, 按该开关时键代码值将写入数字输入域, 字符串输入域中。因此, 该触摸开关总是与数字输入元素和字符串输入元素等一起使用的, 参见“字符串输入”和“数字输入”等节。

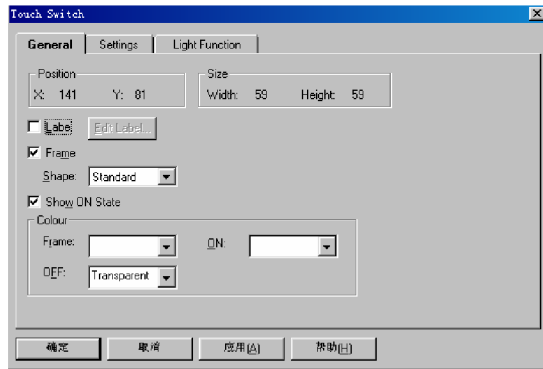
⑥ 复制设定触摸开关(Copy Setting) 设定时指定复制源(可以是数字表, 字符串表, 常数等)和复制目标(可以是数字表, 字符串表, 光标位置等), 按该开关时将执行一个复制操作。

⑦ 光标移动触摸开关(Cursor Move) 按该开关时可移动光标。

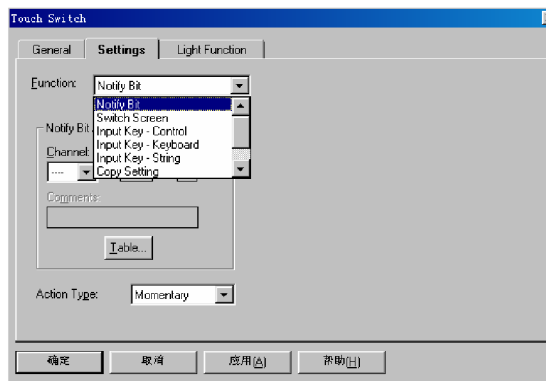
⑧ 打印画面功能触摸开关(Print Screen) 按该开关时可将当前画面拷贝到打印机。

注意: 以上介绍的这 8 种功能并不是所有的 PT 都有。

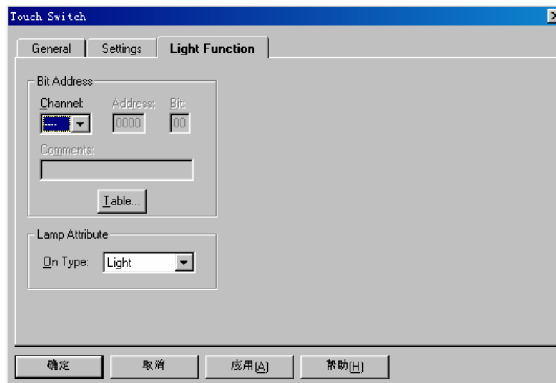
在图 8-2 所示窗口中单击绘图栏中的触摸开关图标, 将出现触摸开关的图形对象, 单击鼠标右键, 然后选择“Properties”就会弹出触摸开关的设定窗口, 如图 8-18 所示。



(a)



(b)



(c)

图 8-18 触摸开关图形属性的设定窗口

触摸开关图形设定窗口共有 3 个，说明如下：

① 通用(General) 该窗口可设定标签、是否要边框、开关形状、颜色等。

② 设定(Settings) 该窗口可指定开关的功能及参数设置。

③ 灯功能(Light Function) 触摸开关也可以有类似标准灯那样的属性，设定方法同标准灯，参见“标准灯”一节。

4. 数字输入(Numerical Input)

数字输入的功能是通过数字键盘和触摸开关把数字输入到数字内存表中，然后通过 PLC 与 PT 的通信将数字内存表中的数字传送到指定的 PLC 通道中。数字输入的方法很多，具体方法与 PT 型号有关，下面介绍一种最常用的数字键盘输入法，其他方法可参考相关技术手册。

几乎所有型号 PT 的数字输入元素都带有数字键盘。以 NT30C 为例，在图 8-2 所示窗口中单击绘图栏中的数字输入图标，将出现如图 8-19(a)所示的设定窗口，选择数字内存表号，单击“OK”按钮，将出现如图 8-19(b)所示的数字输入的图形对象，运行时用键盘在输入框中输入数字，最后按回车键，输入框中的数字就被写入数字内存表中。

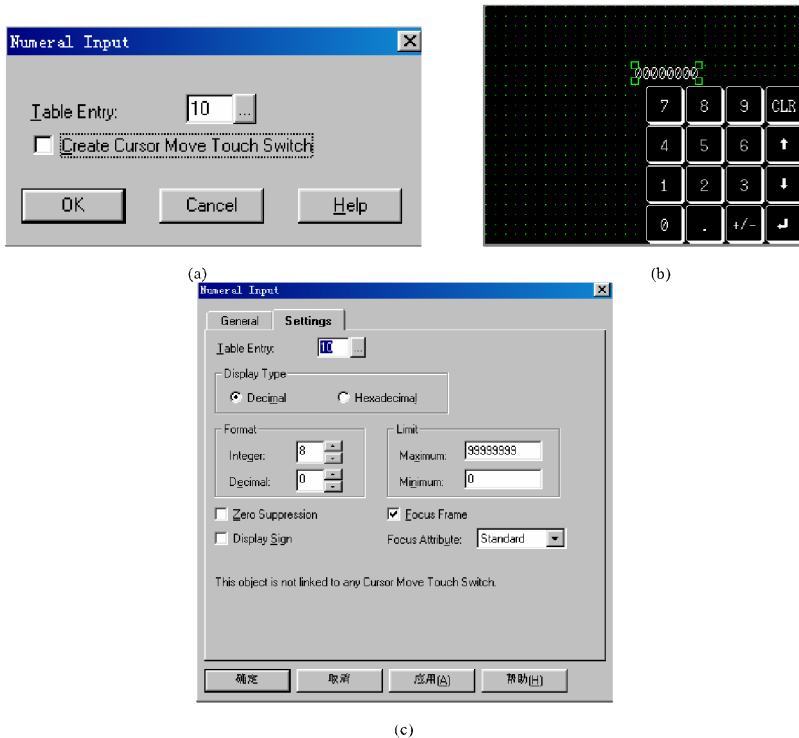


图 8-19 数字输入图形对象的设定窗口

数字输入图形对象的设定窗口如图 8-19(c) 所示，该窗口可以设定数字的范围、小数点位置、十进制数还是十六进制数（有些型号只能选十进制数）、数字内存表号等。

某些型号 PT 的数字输入元素的数字键盘（如 NT20S）没有回车键，在这种情况下，可选择“控制代码输入触摸开关”中的回车开关来代替。

5. 字符串输入(String Input)

字符串输入的功能是利用字符串输入功能触摸开关和控制代码输入触摸开关把字符串输入到字符串内存表中，然后通过 PLC 与 PT 的通信将字符串内存表中的字符串传送到指定的 PLC 通道中。图 8-20 所示为字符串输入的一个例子。

图 8-20 中的虚线框是字符串输入框，在图 8-2 所示窗口中单击绘图栏中的字符串输入图标就可得到。标为“ABC”和“XYZ”的两个触摸开关是字符串输入功能触摸开关，标有回车键符号的是控制代码输入触摸开关。按下字符串输入功能触摸开关时，开关上的字符串就将显示在字符串输入框中，按标有回车键符号的控制代码输入触摸开关时，字符串输入框中的字符串就将输入到字符串内存表中。字符串输入的设置比较简单，只有字符串长度和字符串内存表号两项，如图 8-21 所示。

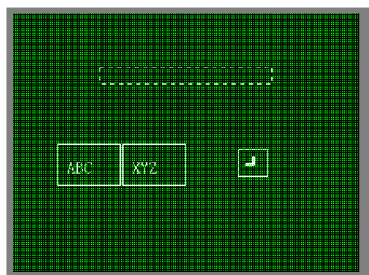


图 8-20 字符串输入示例

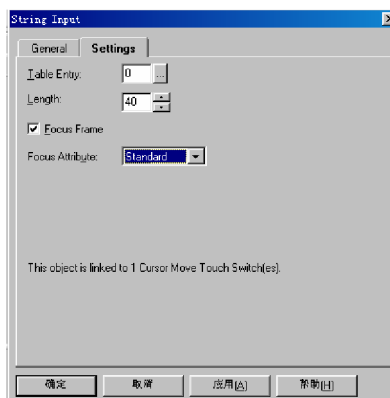


图 8-21 字符串输入设定窗口

6. 拨盘开关(Thumbwheel Switch)

拨盘开关也是一种输入数字数据的方法。在图 8-2 所示窗口中单击绘图栏中的拨盘开关图标就可得到如图 8-22 所示的拨盘开关的图形对象。

拨盘开关每一位数字都有“+”和“-”两个触摸开关，点击这两个触摸开关，数字将增减，从而达到数字设定的目的，要注意的是每次数字的增减都将直接写入数字内存表，而不是像“数字输入”元素那样单击回车键后才写入数字内存表。

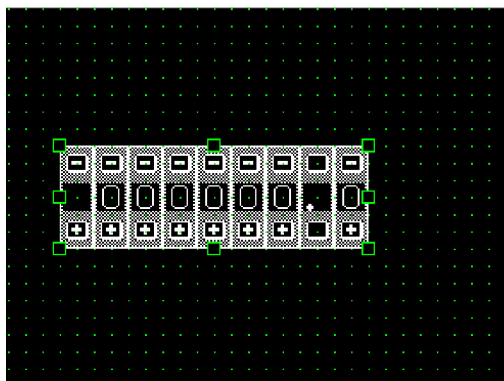


图 8-22 拨盘开关图形对象

拨盘开关所输入数据的位数、范围、小数点位数、是否要负号、对应的数字内存表号等由设定窗口设定，如图 8-23 所示。

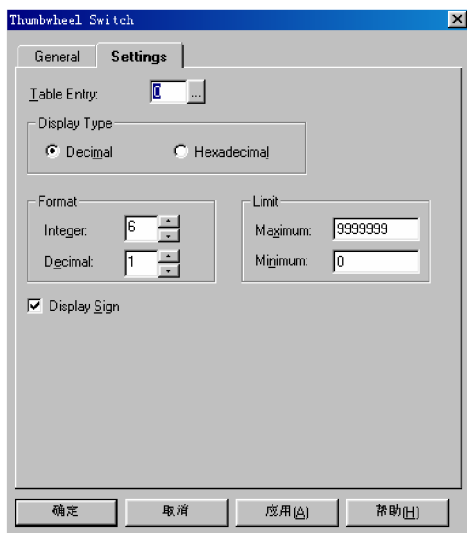


图 8-23 拨盘开关设定窗口

7. 数字显示(Numeral Display)

数字显示的功能是显示数字内存表中的内容。数字显示的图形对象如图 8-24 所示，设定窗口如图 8-25 所示。其属性的设定较简单，不再赘述。

8. 字符串显示(String Display)

字符串显示的功能是显示字符串内存表中的内容。字符串显示的图形对象如图 8-26 所示，设定窗口如图 8-27 所示。其属性的设定较简单，不再赘述。

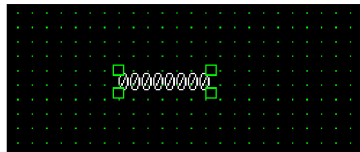


图 8-24 数字显示图形对象

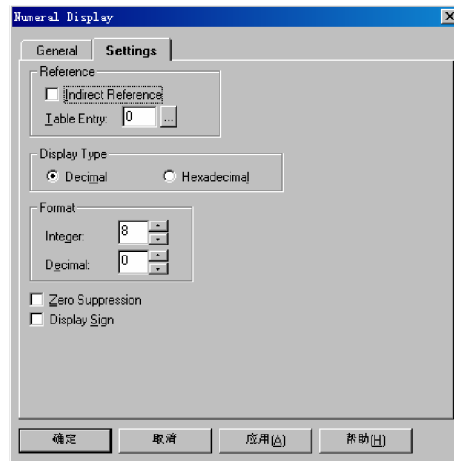


图 8-25 数字显示图形设定窗口

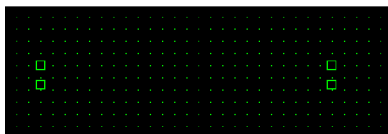


图 8-26 字符串显示图形对象

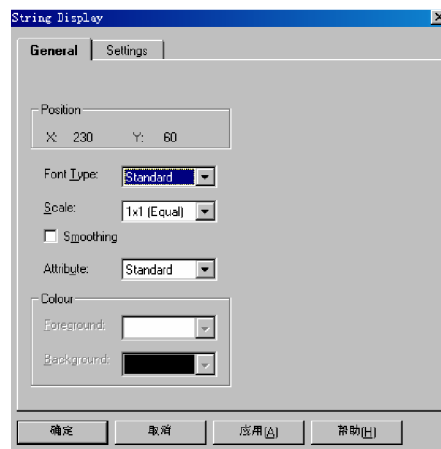


图 8-27 字符串显示图形设定窗口

9. 趋势图(Trend Graph)

趋势图的功能是显示随时间而改变的数字内存表的内容。在图 8-2 所示窗口中单击绘图栏中的趋势图图标就可得到如图 8-28 所示的趋势图的图形对象。

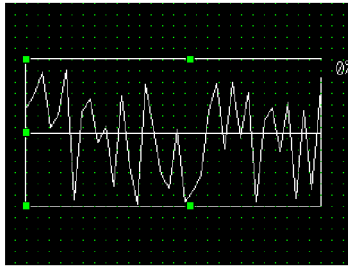
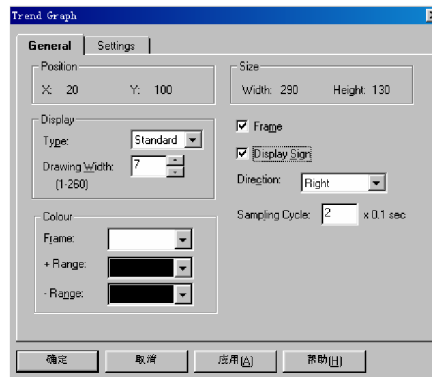
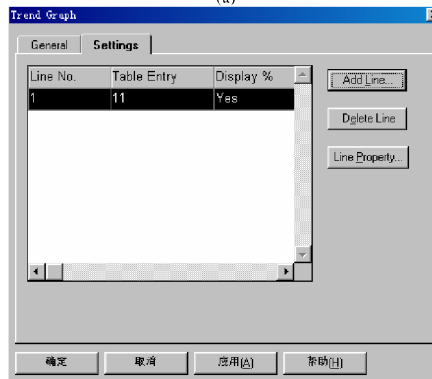


图 8-28 趋势图图形对象

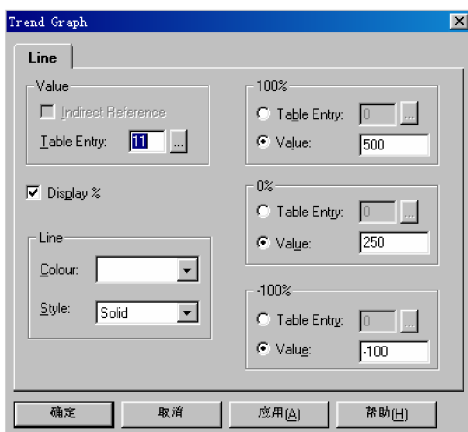
在趋势图中数字内存表的数值是按百分比来显示的，可以是 0~100%，也可以是 -100%~100%，在设定窗口中可设定-100%，0，100%所对应的数值。趋势图中的横坐标是时间，两点间的时间间隔可在设定窗口中设定。其他属性较为简单，设定窗口如图 8-29 所示。



(a)



(b)



(c)

图 8-29 趋势图设定窗口

10. 折线图(Broken-Line Graph)

折线图的功能是显示几个连续的数字内存表的数值，在图 8-2 所示窗口单击绘图栏中的折线图图标就可得到如图 8-30 所示的折线图的图形对象。

折线图图形与趋势图图形相似，数值也是按百分比来显示的，不同的是折线图图形中的每个定点都是由一个数字内存表的数值来表示的。

8.1.6 触摸屏控制及状态区(CON-TROL/NOTIFY AREA)

控制及状态区是 PT 的一组内存区域，它又分成控制区和状态区两部分。控制区由 4 个字组成，其作用是接收来自 PLC 的控制数据，并根据这些控制数据来改变 PT 的一些状态。状态区由 3 个字组成，其作用是向 PLC 发送 PT 的状态信息，以使 PLC 了解 PT 的一些工作状态。

1. 控制及状态区的设置

为了使 PLC 能和 PT 进行信息交换必须在 PLC 中也设置一组相应的内存区，其大小与 PT 相同，也是控制区 4 个字，状态区 3 个字，在 C200H α 中，控制及状态区可设置在 IR，SR，HR，AR，LR，DM 区域中。在图 8-2 所示窗口中单击菜单栏中的“Options”→“Control/Notify Area”就可得到如图 8-31 所示的设定窗口。

控制及状态区的设置方法很简单，只要分别设置控制区和状态区的首址即可，要注意控制区和状态区不要重叠，也不要与其他工作区重叠。

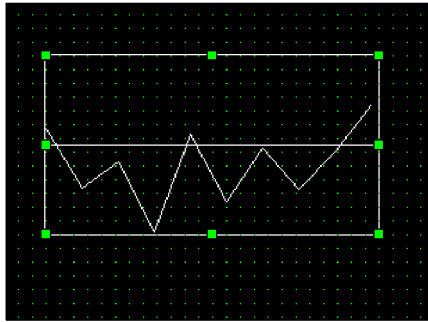


图 8-30 折线图图形对象

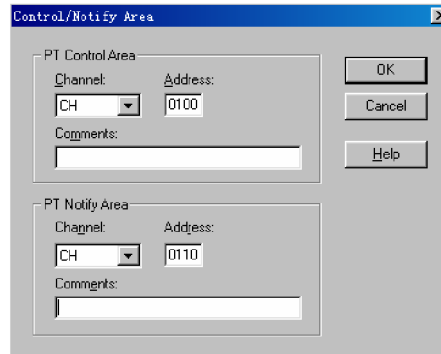


图 8-31 控制及状态区设定窗口

2. 控制区

控制区由 4 个字组成，见表 8-4。

表 8-4 控制区设置表

N	画面号（四位 BCD 码）															
N+1	0	复制源内存表号（三位 BCD 码）														
N+2	复制类型	复制目的内存表号（三位 BCD 码）														
N+3	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

—— 背灯方式

—— 断续蜂鸣器

—— 连续蜂鸣器

—— 处理优先权登记

—— 画面显示

首字 N 为画面号，当向该字写入由 4 位 BCD 码组成的画面号时，PT 将显示画面号指定的画面，这也是画面切换的一种方法，这种切换方法是由 PLC 通过程序来实现的。

通过向字 N+1, N+2 中写入内存表号可完成一次复制操作，N+1 的第一个数字必须为 0。N+2 的第一个数字为 1 时，内存表是数字表；当它为 0 时，内存表是字符串表。

末字 N+3 是 PT 状态控制字，共使用 5 位，各位的含义如下：

- ① 位 15 为 1 时显示画面，为 0 时不显示画面。
- ② 位 14 为 1 时进行优先权登记，为 0 时不进行优先权登记，仅当系统使用多个 PT 时才需进行这项设置。
- ③ 位 13 为 1 时蜂鸣器响，为 0 时不响。
- ④ 位 12 为 1 时蜂鸣器断续响（每隔 0.5s 响 0.5s），为 0 时不响。若位 12 和位 13 同时为 1，则位 13 优先，这两位提供了一种用程序控制蜂鸣器的方法；另一种方法是通过

PT 菜单的设定进行。

⑤ 位 9 为 1 时背灯亮，为 0 时背灯灭；背灯的设置应与画面显示相同，即显示画面时背灯亮，不显示画面时背灯灭。

3. 状态区

状态区由 3 个字组成，见表 8-5。

表 8-5 状态区设置表

M	画面号（四位 BCD 码）															
M+1	0	数字内存表号（三位 BCD 码）														
M+2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

— 数字设定选通标志
 — 画面切换选通标志
 — PT 操作状态

首字 M 为画面号，通过该字将正在显示画面的画面号通知 PLC。

当使用触摸开关等使数字内存表的内容发生变化时，PT 将通过字 M+1 将改变内容的数字内存表号通知 PLC。

末字 M+2 是 PT 状态字，共使用 3 位，各位的含义如下：

- ① 位 15 为 1 时表明 PT 处于工作状态，为 0 时处于停止状态。
- ② 位 12 是画面切换选通标志，它是一个脉冲信号，当发生画面切换操作时置 1，当通知 PLC 后恢复为 0。
- ③ 位 11 是数字设定选通标志，它也是一个脉冲信号，当有数字写入数字内存表时置 1，当通知给 PLC 后恢复为 0。

8.2 触摸屏的系统菜单操作

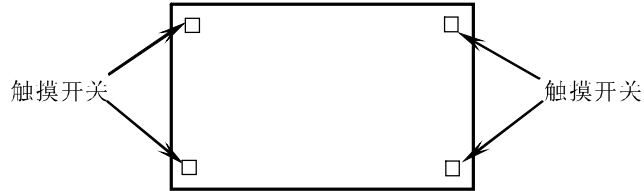
1. 进入 PT 系统菜单操作

PT 系统菜单操作是当 PT 第一次使用或在需要对 PT 的功能进行检查或修改时进行的一种操作。PT 系统菜单的内容与 PT 的型号有关，但应用上大同小异，下面将以 NT20S 为例说明 PT 系统菜单操作的步骤。

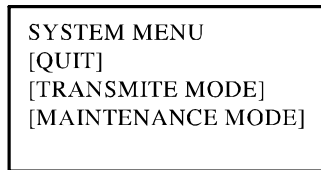
- ① 将开关 SW2-1 置于“OFF”，使 PT 按正常方式启动；将开关 SW2-3 置于“OFF”，使 PT 能显示系统菜单。
- ② PT 上电（不要在 PT 上电时修改开关 SW2-1 和 SW2-3，上电时修改无效）。
- ③ PT 上电后，屏幕有如下显示：



④ 此时按显示系统菜单的触摸开关（在屏幕的四个角上，同时按任意的两个即可）。



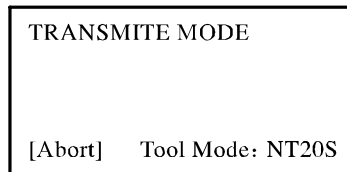
则屏幕上将显示系统主菜单为



主菜单中包括传输方式和维护方式等（退出、传输方式和维护方式都在方括号[]内，这表示它们是触摸开关，以下同），下面分别予以介绍。

2. 传输方式

传输方式的作用是将上位机编好的各种画面，元素，表及数据下载到 PT，或者是将 PT 的各种信息上传到上位机。在主菜单中按“TRANSMITE MODE”，系统将进入传输方式，屏幕上将显示如下画面：



传输过程是由上位机控制的，当上位机数据准备好后进入“Option”→Download（PC→NT）菜单，就可以进行传输，传输画面如下：

```

TRANSMITE MODE

      PC→NT
      数据传输过程

[Abort]   Tool Mode: NT20S
  
```

“数据传输过程”将显示传输的内容，传输结束后将返回“TRANSMITE MODE”菜单，按“[Abort]”将返回主菜单或进入运行方式。

3. 维护方式

主菜单下按“[MAINTENANCE MODE]”，将进入维护方式主菜单，屏幕显示如下：

```

[MAINTENANCE MODE]
[Quit]                [DIP-SW Status]
[PT Setting]
[I/O Check]
[Init.Memory]
[Memory Switch]
  
```

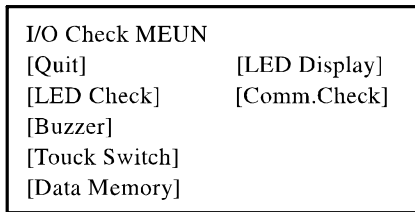
(1) 在维护方式主菜单下，按“[PT Setting]”，进入 PT 设定检查菜单，屏幕显示如下：

```

PT Setting
PT Control Area    DM0100
PT Notify Area     DM0200
Comm.Type          Host Link
Baud Rate          9600bps
[EXIT]
  
```

要注意的是 NT20S 也有不同型号，以及不同的通信方式，所以 PT 设定检查菜单中显示的内容也不尽相同，限于篇幅此处不一一列举。其中上面菜单对应的 PT 型号是 NT20S-ST121-EV3，通信方式为 Host Link。

(2) 在维护方式主菜单下，按“[I/O Check]”，进入 PT 检查菜单，屏幕显示如下：



PT I/O 检查菜单共有六项，简述如下：

① PT 上 LED 灯有两个，分别是“POWER”和“RUN”，按“[LED Check]”，在正常情况下，“POWER”灯保持常亮而“RUN”灯闪烁。按“[EXIT]”将返回到“I/O Check MEUN”菜单。

② 按“[Buzzer]”，进入蜂鸣器检查画面，此时蜂鸣器响，说明蜂鸣器正常，按“[EXIT]”将返回到“I/O Check MEUN”菜单。

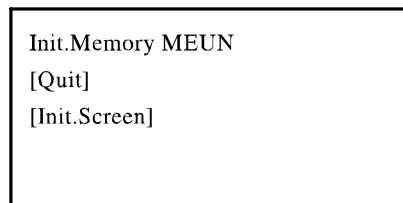
③ 按“[Touch Switch]”，进入触摸开关检查画面，此画面由满屏的触摸开关阵列组成，数量与 PT 型号有关。其中右上角的触摸开关上标有“[EXIT]”，此时按任意一个触摸开关，若该触摸开关变亮说明该触摸开关是好的，所有触摸开关检查完后，最后按“EXIT”将返回到“I/O Check MEUN”菜单。

④ 按“[Data Memory]”进入数据内存检查画面，检查画面会提示你该项检查会破坏内存中的数据，按“确认”后开始检查。若正常则显示“ ”；若不正常则显示错误信息。按“EXIT”将返回到“I/O Check MEUN”菜单。

⑤ 按“[LED Display]”，PT 将逐行显示像素，待全屏扫描完毕将自动返回“I/O Check MEUN”菜单，扫描中间按任何一个触摸开关则扫描将重新进行。

⑥ 按“[Comm.Check]”进入通信检查画面，此时可从上位机向 PT 发送数据，画面上将以十六进制数的形式显示，按“[EXIT]”将返回到“I/O Check MEUN”菜单。

(3) 在维护方式主菜单下，按“[Init.Memory]”，进入初始化内存菜单，屏幕显示如下：



(4) 在维护方式主菜单下，按“[Memory Switch]”，进入内存开关设定菜单，屏幕显示如下：

Memory SW MEUN (1/2)		
[Comm.Type]	host link	PAGE
[Key Sound]	off	↓
[Buzzer Sound]	off	
[BK Light off]	none	WER &
[Tool Mode]	NT20S	EXIT

Memory SW MEUN (2/2)		
[Automatic Reset]	no	PAGE
[Unit No.]	0	↑
		WER &
		EXIT

内存开关设定菜单共有两页,用翻页键“↓”和“↑”翻页,设定好后用“[WER & EXIT]”写入并返回到“I/O Check MEUN”菜单。同样,对于 NT20S 的不同型号及不同的通信方式该菜单显示的内容也有些区别,上面画面 PT 型号是 NT20S-ST121-EV3,通信方式为 Host Link。下面将内存开关设定的主要内容简述如下:

① 按“[Comm.Type]”,可以选择三种通信方式之一,即(Host Link, NT Link 1:1 和 NT Link 1:N)。

② 按“[Key Sound]”选择“ON”或“OFF”,即选择当触摸开关按下时是否有声响。

③ 按“[Buzzer Sound]”选择“ON”或“OFF”,即选择当 PT 发生错误时是否有声响。

④ 按“[BK Light off]”可以选择“NONE”,此时 PT 背光常亮。若选择 10 min 后,当不对 PT 进行任何操作 10 min 后,PT 背光灭,以延长 PT 寿命。

⑤ 按“[Tool Mode]”可以选择 PT 型号 NT20S 或 NT20M。

⑥ 按“[Automatic Reset]”可以选择当通信发生错误时,系统是否可以自动复位,建议选择“OFF”。

一台 PLC 最多可以带 8 台 PT,按“[Unit No.]”选择 1~8,以决定当前 PT 的位号。

(5) 在维护方式主菜单下,按“[DIP-SW Status]”,进入 DIP 开关状态检查菜单,屏幕显示如下:

Init.Memory MEUN
1.
2.
3.
4.
[Quit]

上面菜单显示 DIP 开关的状态。

8.3 触摸屏的应用实例

以选取三种液体物料配比混合的工艺为例,采用 NT20S 型触摸屏说明其使用方法,工艺流程如图 8-32 所示。

图 8-32 所示流程图中 D1, D2 和 D3 是进料电磁阀, D4 是出料电磁阀, M 是搅拌器, H 是液位传感器。对 PT 的要求是用指示灯反映 D1, D2, D3, D4 和 M 的状态,亮时为“ON”;采用直观的棒图来反映液位高度。另外,在 PT 上可手动操作 D1, D2, D3, D4 和 M,并且可以设定搅拌时间 T 和 D1, D2, D3 的进料量 H1, H2, H3 (用液位高度来表示)。

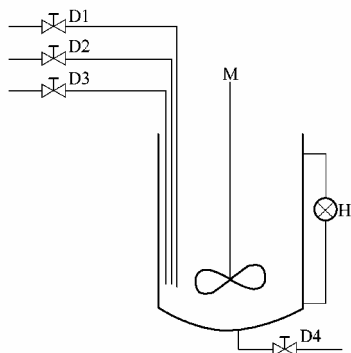


图 8-32 液体配比混合工艺控制流程图

根据以上要求需建立 6 幅画面来完成全部工作,具体操作步骤如下:

(1) 建立画面 1——主菜单

主菜单画面如图 8-33 所示,画面中的 5 个矩形框分别由 5 个触摸开关构成,这些触摸开关的作用是切换画面,设置方法见 8.1.5 节相关内容。工作时触摸某个矩形框,PT 将切换到相应的画面。此外,“主菜单”三个字用文本方式给出。

(2) 建立画面 2——工作画面

工作画面如图 8-34 所示,其中“工作画面”用文本方式给出,左侧的第一列 5 个矩形框由标准灯构成,每个标准灯对应 PLC 内存中的一位,具体地址由 PLC 程序给出,标准灯亮时设置为绿色,灯灭时设置为背景色,设置方法见 8.1.5 节相关内容。

另外两列共 10 个矩形框是由触摸开关构成的,设置成通知位功能,具体地址由 PLC 程序给出。开关方式设成瞬时型,相当于按钮,灯功能可不设,设置方法见 8.1.5 节相关内容。

最右侧为液位高度的棒图,用棒图显示液位比较直观,当然也可用数字方式显示。棒图设成向上增长型,与液位变化相一致,棒图范围选择 0%~100%,设置方法见 8.1.5 节相关内容。

左下角的“返回”也是触摸开关,选择画面切换功能,画面号设为 1,这样当触摸该开关时画面将切换到画面 1,即主菜单画面,设置方法见 8.1.5 元素节相关内容。

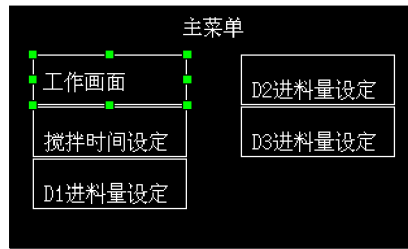


图 8-33 主菜单画面

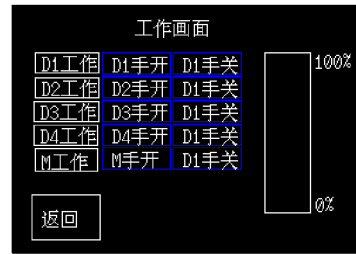


图 8-34 工作画面

(3) 建立画面 3——搅拌时间设定画面

搅拌时间设定画面如图 8-35 所示，其中“搅拌时间设定(S)”用文本方式给出，左下角的“返回”也是触摸开关，与图 8-34 相同。时间设定采用数字输入元素，设定对应的内存数字表为 1，数制为十进制，范围是 0~9000 s，设置方法见 8.1.5 节相关内容。



图 8-35 搅拌时间设定画面

(4) 建立画面 4, 5 和 6

建立画面 4, D1 进料量设定画面；画面 5, D2 进料量设定画面；画面 6, D3 进料量设定画面。建立画面的过程与画面 3 相同，故不赘述。

(5) 画面 3, 4, 5 和 6 中的元素

在画面 3, 4, 5 和 6 中使用了数字输入元素，每个元素对应一个内存数字输入表，具体设置如图 8-36 所示。

四个表的初始值都使用，初始值设为 0，以防止产生误动作，时间设定范围是 0~9000 s，进料量是 0~99，但三个进料量之和应小于 100，因此设一个字即可，对应的 PLC 地址是 100~103。

(6) PT 控制及状态区的设定

以 C200H α 为例，在 C200H α 中控制及状态区可设置在 IR, SR, HR, AR, LR, DM

区域中。以 NT20S 为例，控制区为 4 个字，状态区为 3 个字，因此可以设控制区首字为 DM100(DM100~DM103)，状态区首字为 DM105(DM105~DM107)。具体设置方法见 8.1.7 节中相关内容。

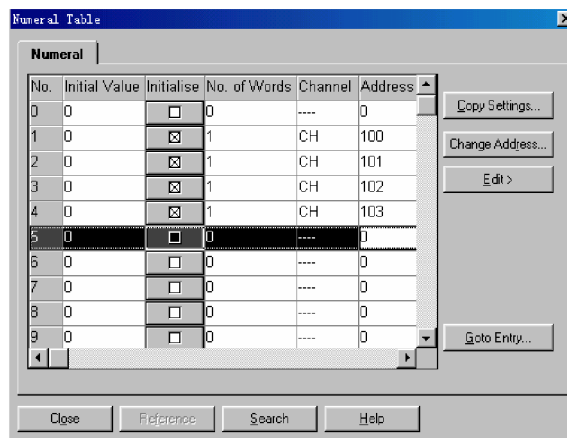
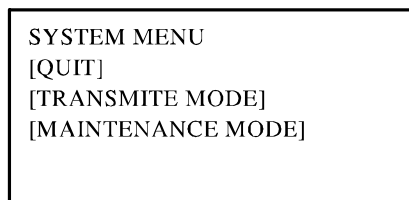


图 8-36 内存数字输入表

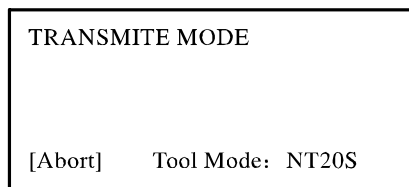
另外，控制区首字 DM100 是画面号，可用编程工具将其设定成 0001，这样每当 PT 与 PLC 联机工作时将显示画面 1，即主菜单画面。

(7) 下载

PT 上电后，同时按两个角上的触摸开关，屏幕上将显示系统主菜单画面，如下所示：



在主菜单中按“[TRANSMITE MODE]”，系统将进入传输方式，屏幕上将显示如下画面：



接着，在图 8-2 所示的主编程窗口中按菜单“Options”→“Download(PC→PT)”→“Application”，得到如图 8-37 所示界面，此时即可发送程序到 PT。若选择“Application”可以把包括画面、内存数字表、控制及状态区设置的所有编程内容一同下载。

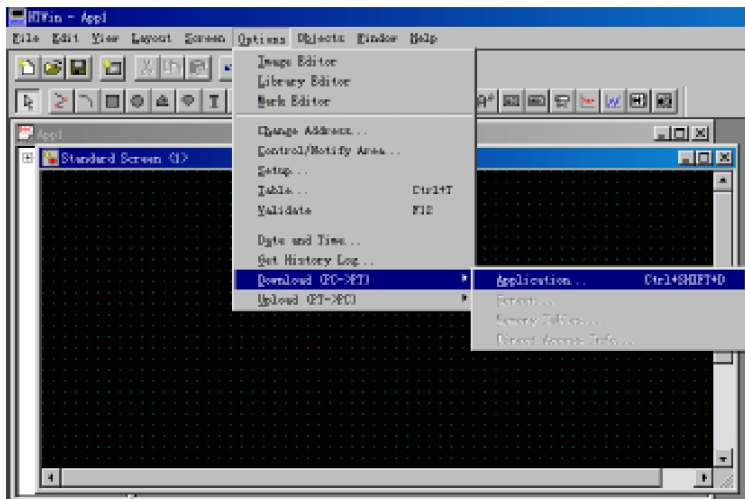
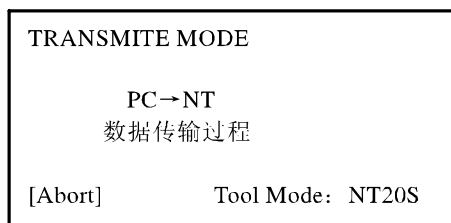


图 8-37 PT 应用程序下载画面

传输过程是由上位机控制的，当上位机数据准备好后进入“PC→NT”菜单，就可以进行传输，传输时的 PT 画面如下：



“数据传输过程”将显示传输的内容，传输结束后将返回“TRANSMITE MODE”菜单，按“Abort”将返回主菜单或进入运行方式。同时，上位机也将显示发送成功的信息。

思考题

- 8.1 一个完整的 PT 用户文件由哪儿部分组成？分别说明其功能。
- 8.2 如何改变画面的栅格密度？当栅格密度改变后对画面设定有何影响？
- 8.3 切换画面有哪几种方法？各举例说明。

- 8.4 试说明重叠画面与连续画面的区别，并设计一个有 6 幅子画面的连续画面。
- 8.5 触摸开关有哪几种功能？各举例说明。
- 8.6 在画面上设计 2 个标准灯及相应的数字表，使之能反映 PLC 中 100.00 和 100.01 位的状态。
- 8.7 设 PLC 中通道 100 的内容为 BCD 码最大值 1000，设计一个棒图来反映通道 100 的数值。
- 8.8 设计一个趋势图，显示通道 100 的变化曲线。两点时间间隔设置为 5s。
- 8.9 设计一个数字输入元素及相应的数字表，以便修改 PLC 通道 110 的内容。输入范围为 4 位 BCD 码。
- 8.10 如何进入 PT 的主画面？
- 8.11 如何进行用户应用程序的下载？
- 8.12 维护子菜单中可对 PT 进行哪些功能检查和设定？如何实现？

第 9 章 可编程序控制器的应用设计

9.1 可编程序控制器的应用设计

将可编程序控制器用于实际控制系统的工作称为 PLC 的应用设计。如图 9-1 所示，主要包括系统硬件设计、软件程序设计、施工设计及现场调试等几部分内容。

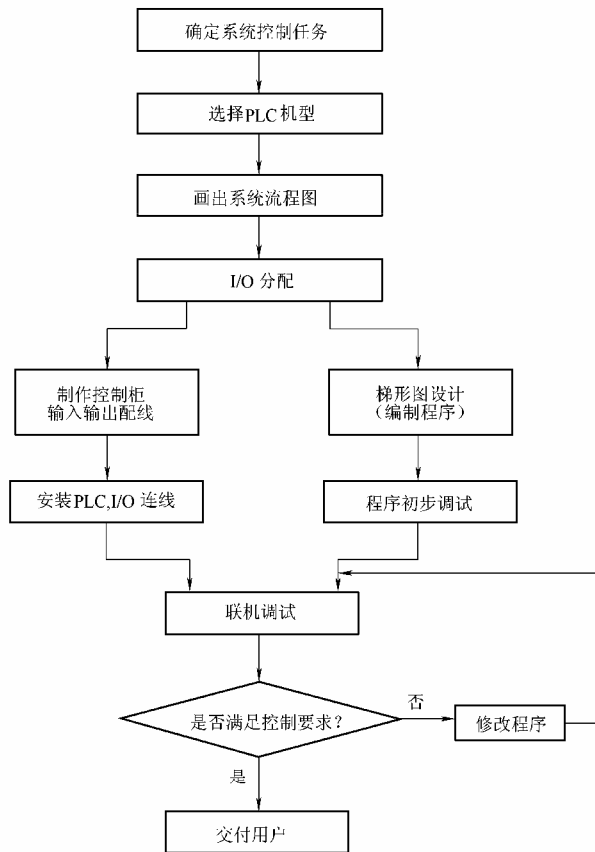


图 9-1 应用 PLC 的设计步骤

进行 PLC 的应用设计, 首先应详细分析被控对象的控制过程和控制要求, 熟悉工艺流程, 明确输入、输出量的类型 (开关量还是模拟量), 划分控制的各个阶段, 列出流程控制系统的全部功能和要求。

根据系统的控制要求选择 PLC 机型, 主要以 PLC 的处理速度和 I/O 容量做选型的依据, 同时要兼顾到今后的可扩展性。定型后进行控制系统的流程设计, 画出较详尽的程序流程图, 并对输入、输出接口进行合理安排, 给定 I/O 编号。此后, 软硬件的设计工作就可平行进行了。

软件设计也就是梯形图设计 (相当于继电器控制系统中的原理图), 即编制程序。由于 PLC 所有的控制功能都是以程序的形式来体现的, 所以大量的工作将用于程序设计上, 关于梯形图的具体设计方法, 本书推荐采用输出条件法。

输出条件法是本书作者自己命名, 并经过长期实践摸索出的一套行之有效的经验方法。其做法是将 I/O 表中的所有输出线圈全部一次性地列在梯形图的右母线上, 这样可有效地防止双线圈输出的错误。然后, 逐一分析各个输出线圈的触发条件, 将触发它的常开或常闭的输入触点连接到左母线与线圈之间。其中, 需要具体分析触发的情况, 属于多点共同触发的, 需采用串联方式连接各触点; 而当多路信号均能独立触发时, 则应采用并联方式连接各触点。最后, 还要根据输入触点的动作情况, 适当加入“自保持”程序。当然, 配合 CX-P 软件使用可以相得益彰。

在软件设计的同时, 可以进行硬件配置工作, 如强电设备的安装, 控制柜的制作, PLC 的安装, 输入、输出接线等工作。

最后进行总装调试, 将已初步调好的程序下载到 PLC 中, 进行总调试。在调试大型程序时, 可以采用分段调试的方法, 即把大程序分成若干段, 每段之间插入一条 END 指令, 由于 CPU 扫描到 END 时就会返回到程序地址为零的指令重新扫描, 所以 CPU 将只执行第一段程序。将首段程序调好后, 删去第一个 END 指令, 这时 CPU 将执行第一、二段程序, 调试第二段程序, 以此类推, 直到将整个程序都调试通过为止。这种调试方法逻辑严密, 便于发现错误及时修改, 提高了调试的效率。

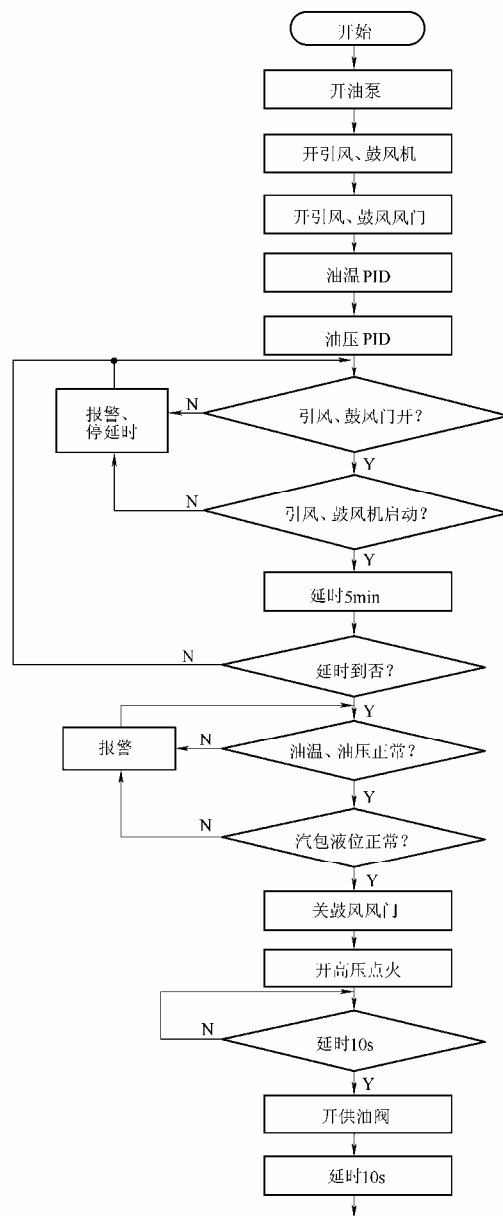
程序联机调试正常后, 通常将程序固化在 EPROM 中, 即可交付用户使用。

9.2 燃油锅炉的自动点火系统的应用实例

利用 C200HE PLC 实现某燃油锅炉自动点火控制, 其程序框图如图 9-2 所示, 锅炉点火的工艺流程图如图 9-3 所示, C200HE PLC 的硬件配置图如图 9-4 所示。I/O 分配表见表 9-1, 内存表见表 9-2。

锅炉点火前先要进行炉膛的吹扫和工艺参数的检测, 炉膛吹扫的目的是防止爆燃。流程图中的工艺参数包括汽包液位下限、燃油温度、燃油压力、鼓风机 ON、引风机 ON、鼓风机 ON 和 OFF 及引风机 ON 和 OFF 等。点火的步骤如下: 开油泵→开引风、鼓风机→开引风、鼓风机→炉膛吹扫 5 min→检测燃油温度、压力正常 (温度 200℃~220℃,

压力 2.3~2.5 MPa) → 检测汽包液位正常 → 关鼓风机风门 → 开高压点火 → 开油阀 → 火检检测有火 → 关高压点火 → 开鼓风机风门 → 点火成功。



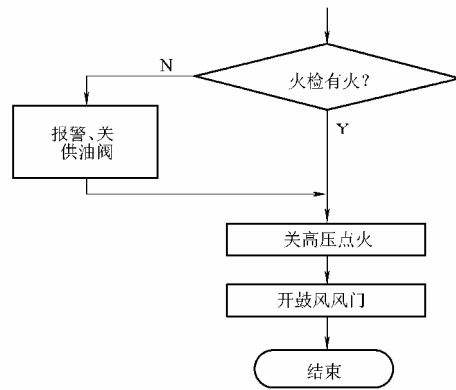


图 9-2 锅炉自动点火程序框图

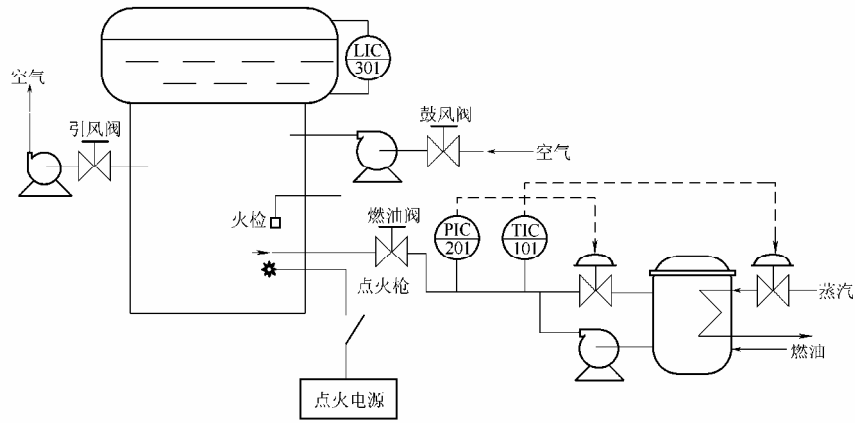


图 9-3 锅炉自动点火工艺流程图

CH0	CH1	CH2		CH6	CH7		
C200H-ID212	C200H-ID212	C200H-OC225	...	C200H-AD003	C200H-DA003	C200HE-CPU42	电源 PA204S

图 9-4 C200HE PLC 硬件配置图

表 9-1 I/O 分配表

开关量输入		开关量输出
ID212 (0 通道)	ID212 (1 通道)	OC225 (2 通道)
00000: 鼓风机 ON 限位开关	00100: 点火按钮	00200: 鼓风风机启动
00001: 鼓风机 OFF 限位开关	00101: 复位按钮	00201: 引风风机启动
00002: 引风门 ON 限位开关	00102: 鼓风机启动按钮	00202: 鼓风风门开启
00003: 引风门 OFF 限位开关	00103: 鼓风机关闭按钮	00203: 鼓风风门关闭
00004: 油压上限	00104: 引风门启动按钮	00204: 引风风门开启
00005: 油压下限	00105: 引风门关闭按钮	00205: 引风风门关闭
00006: 油温上限	00106: 鼓风机启动按钮	00206: 油阀开启
00007: 油温下限	00107: 鼓风机关闭按钮	00207: 油阀关闭
00008: 液位 LIC301 下限	00108: 引风机启动按钮	00208: 高压放电
00009: 油阀 ON 限位开关	00109: 引风机关闭按钮	00209: 启动指示灯
00010: 油阀 OFF 限位开关	00110: 油泵启动按钮	00210: 报警指示灯
00011: 火检有火	00111: 油泵关闭按钮	00211: 油泵启动

表 9-2 内存表

IR 区域	TC 区域	DM 区域
02001: 点火成功	TIM000: 吹扫延时	DM1000: 0003H (占用 1、2 路输入)
02002: 点火失败	TIM001: 放电延时	DM1001: 000AH (1、2 路量程为 1~5V)
02003: 复位输出	TIM002: 火检延时	DM1100: 0003H (占有 1、2 路输出)
02004: 点火结束		DM1101: 000AH (1、2 路量程为 1~5V)
02005: 点火启动		DM1102: 0000H (D/A 转换中止时输出值复位)
02006: 下微分输出		DM1103: 0000H (D/A 转换中止时输出值复位)
02007: 吹扫到时		
00208: 吹扫报警		
IR101: 温度 A/D 输入值		
IR102: 压力 A/D 输入值		
IR110: 0003H (从第 1, 2 路输出)		
IR111: 温度 D/A 输出值		
IR112: 压力 D/A 输出值		

若火检未检测到火则关油阀并报警，开鼓风机风门为下一次点火做准备。复位按钮的作用是在点火过程中中断程序。

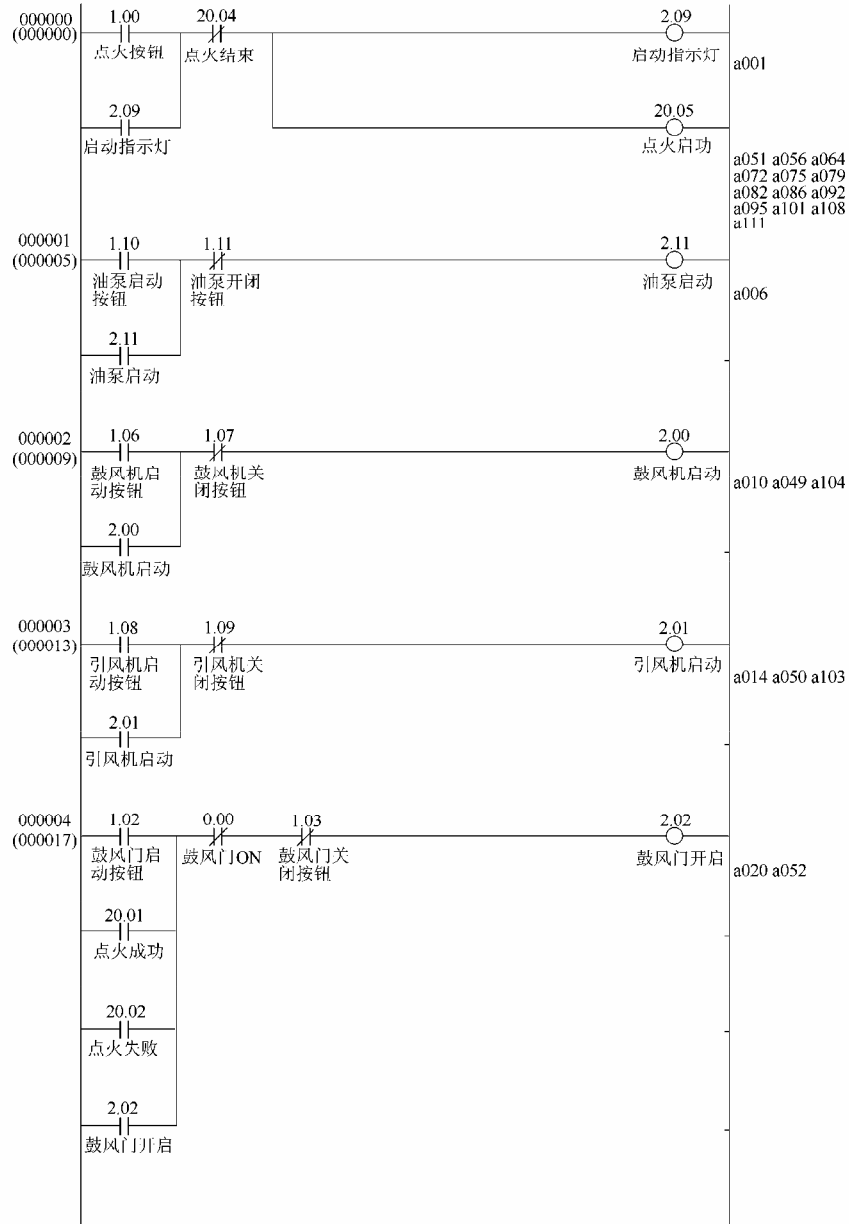
在实际编程时，根据锅炉自动点火的框图和工艺条件，利用 CX-P 软件，采用前面介绍的“输出条件法”进行梯形图程序设计。为了增加程序的可读性，应有意识地在程序中加入注释，可参见后面附的“锅炉自动点火”梯形图程序。

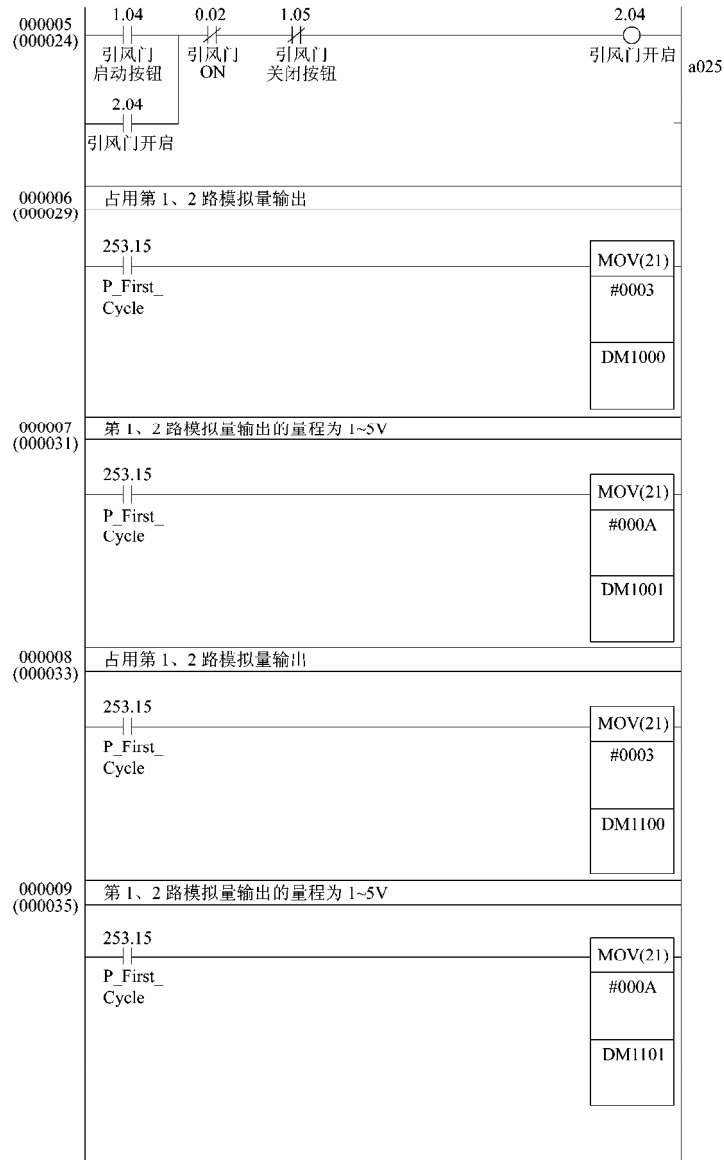
模拟量输入输出单元的具体设置如下：

① C200H-AD003 单元号设置为 0，第 1 路接温度传感器的模拟输入信号 TIC101，量程为 1~5 V；第 2 路接压力传感器的模拟输入信号 PIC201，量程为 1~5 V。

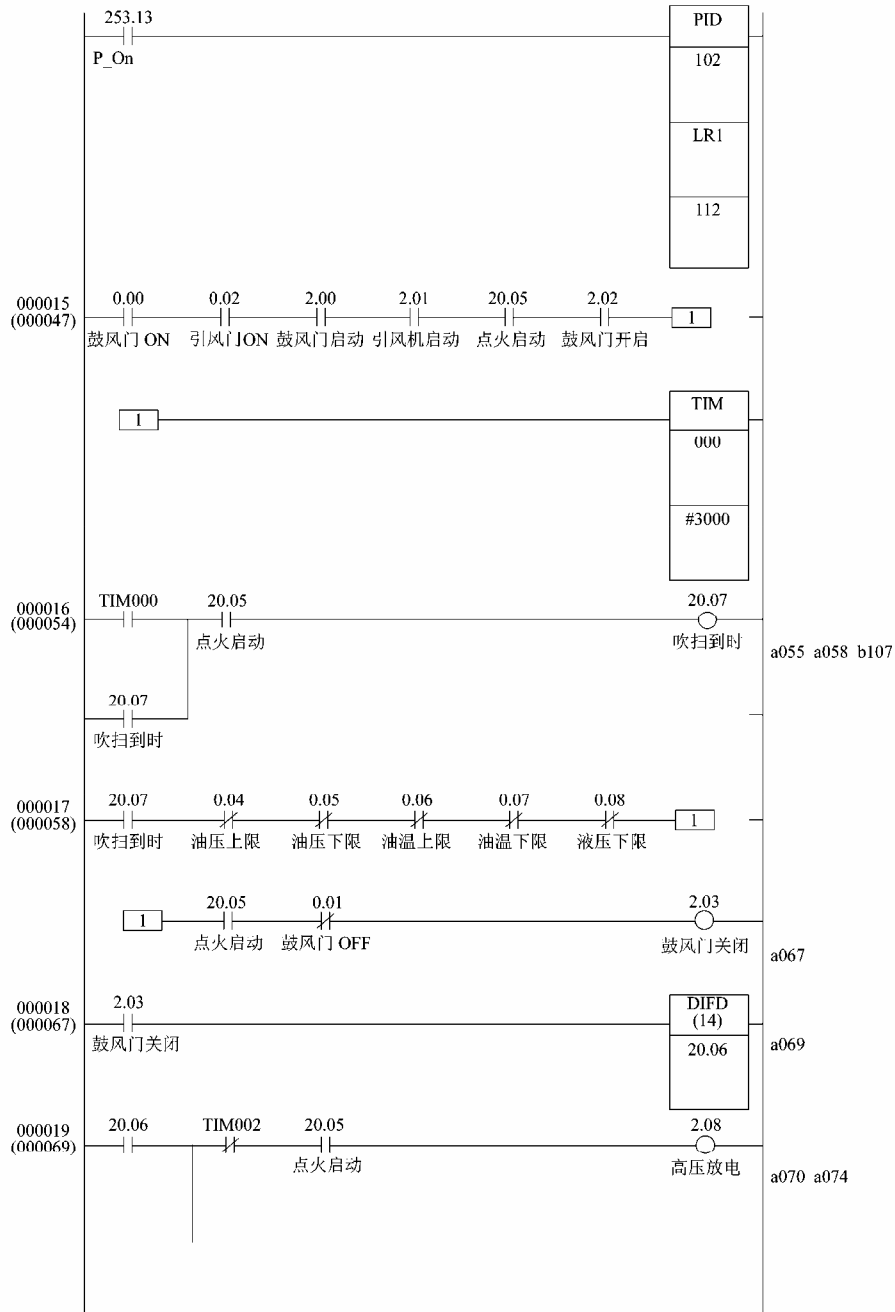
② C200H-DA003 单元号设置为 1，第 1 路电压输出接蒸汽调节阀，量程为 1~5 V，对应温度为 0℃~400℃。该调节阀采用气开阀，当 D/A 转换中止时输出值复位为 0，即蒸汽调节阀关闭，从而停止加热燃油。第 2 路电压输出接压力调节阀，量程为 1~5 V，对应压力为 0~6 MPa。该调节阀采用气闭阀，当 D/A 转换中止时输出值复位为 0，即压力调节阀全开，将燃油回流到加热罐。

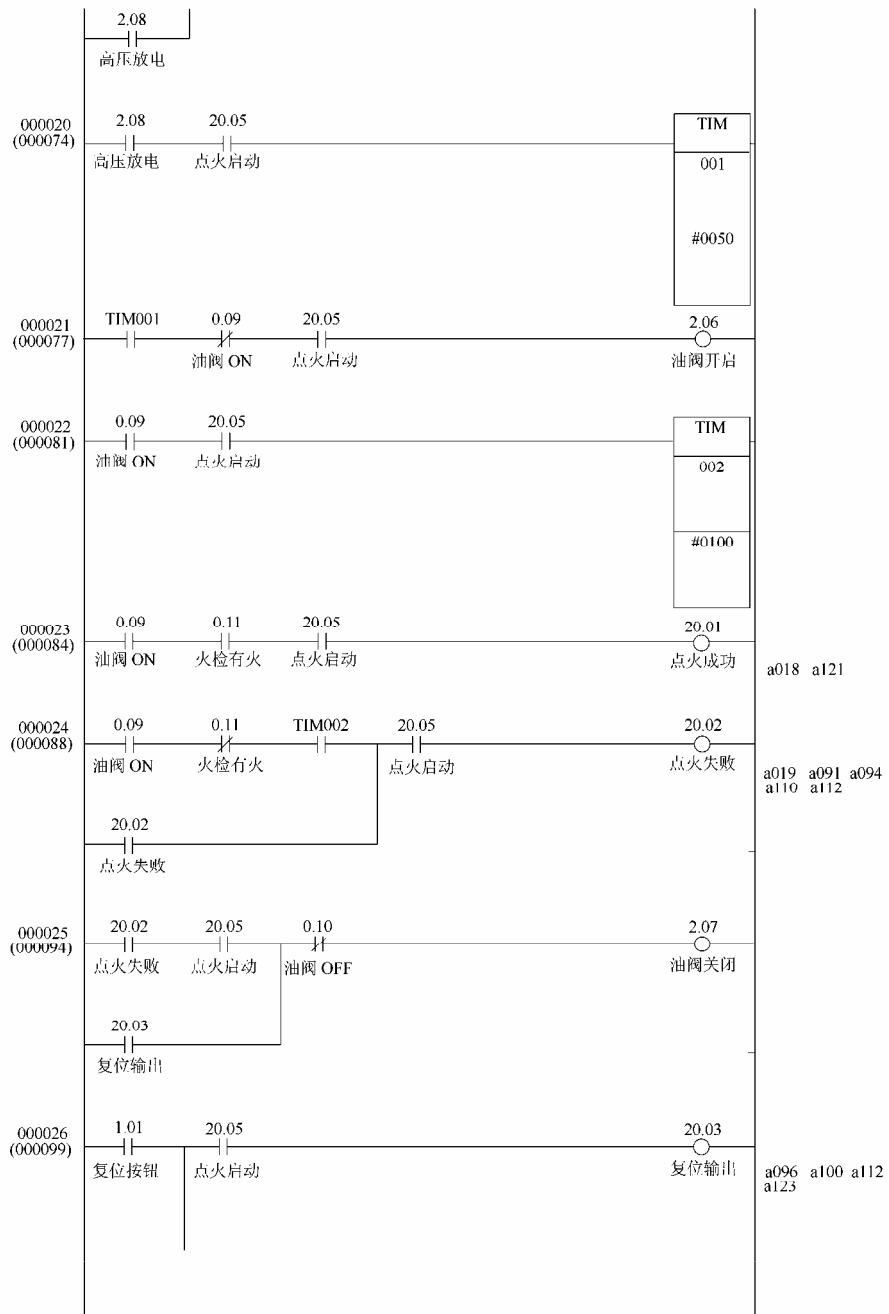
锅炉自动点火梯形图程序如下：

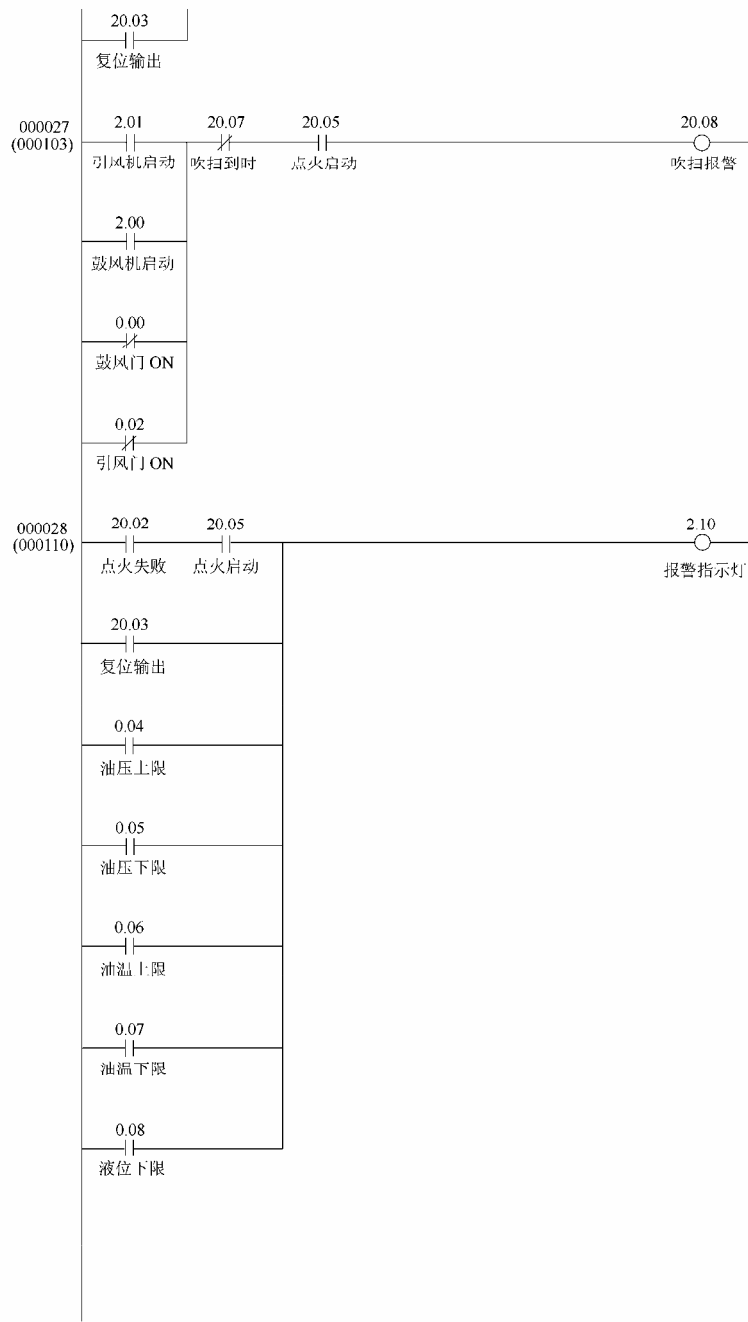


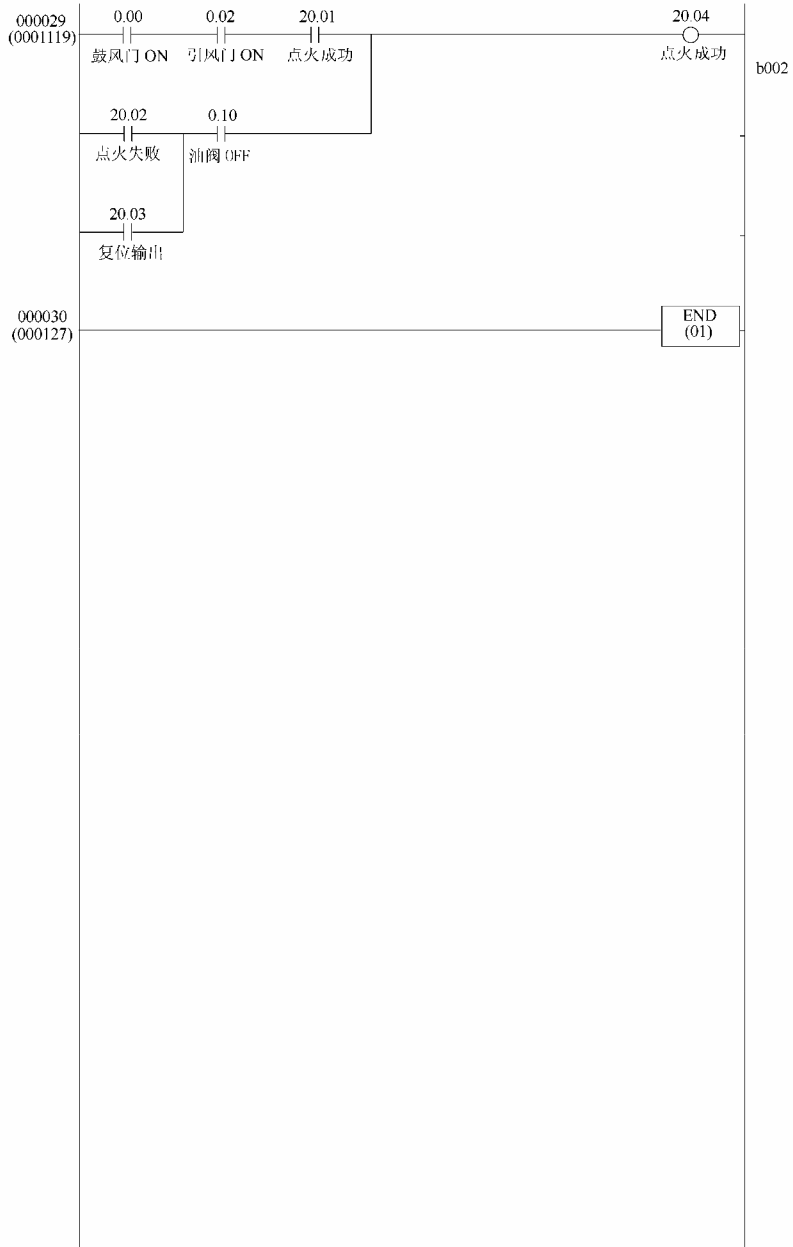


000010 (000037)	第 1 路 D/A 转换中止时, 输出值复位	
	253.15	MOV (21)
	P_First_Cycle	#0000
		DM1102
000011 (000039)	第 2 路 D/A 转换中止时, 输出值复位	
	253.15	MOV (21)
	P_First_Cycle	#0000
		DM1103
000012 (000041)	设置从第 1、2 路输出 A/D 转换值	
	253.13	MOV (21)
	P_On	#0003
		110
000013 (000043)	PID 油温调节	
	253.13	PID
	P_On	101
		HR1
		111
000014 (000045)	PID 油压调节	









附 录 A

SR（专用继电器）区域表

字	位	功 能
236	00~07	0级 SYSMAC NET 链接系统节点环路状态输出区域
	08~15	1级 SYSMAC NET 链接系统节点环路状态输出区域
237	00~07	0级 SYSMAC LINK/SYSMAC NET 链接系统执行 SEND(90)/RECV(98)后的完成码输出标志
	08~15	1级 SYSMAC LINK/SYSMAC NET 链接系统执行 SEND(90)/RECV(98)后的完成码输出标志
238, 241	00~15	0级 SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统数据链接状态输出区域
242, 245	00~15	1级 SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统数据链接状态输出区域
246	00~15	不用
247, 248	00~07	用于单元 16~31 的 PLC 链接单元运行标志或 1 级操作中的数据链接标志
	08~15	用于单元 16~31 的 PLC 链接单元错误标志或 1 级操作中的数据链接标志
249, 250	00~07	用于单元 00~15 的 PLC 链接单元运行标志或 0 级操作中的数据链接标志
	08~15	用于单元 00~15 的 PLC 链接单元错误标志或 0 级操作中的数据链接标志
251 (可写)	00	当几个远程 I/O 出错时, 错误可通过该位运行 ON 或 OFF 连续读出
	01~02	不用
	03	远程 I/O 错误标志
	04~06	远程 I/O 从单元, 光缆型 I/O 单元或 I/O 终端的从站机架号和单元号出错
	07	不用
	08~15	远程 I/O 从单元, 光缆型 I/O 单元或 I/O 终端分配字 (十六进制) 和主站单元号出错
252	00	0级 SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统 SEND(90)/RECV(98)错误标志
	01	0级 SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统 SEND(90)/RECV(98)允许标志
	02	0级数据链接操作标志
	03	1级 SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统 SEND(90)/RECV(98)错误标志
	04	1级 SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统 SEND(90)/RECV(98)允许标志
	05	1级数据链接操作标志
	06	机架安装型 HostLink 单元 1 级通信错误标志
	07	机架安装型 HostLink 单元 1 级重新启动位
	08	RS-232C 端口错误标志
	09	RS-232C 重新启动位
	10	PLC 设置清除位
	11	强制状态保持位
	12	数据保持控制
	13	机架安装型 HostLink 单元 0 级重新启动位
	14	不用
15	输出关闭(OFF)位	

续表

字	位	功 能	
253	00~07	FAL 代码输出区	
	08	电池电压过低标志	
	09	扫描周期报警	
	10	I/O 校验错误标志	
	11	机架安装型 HostLink 单元 0 级通信错误标志	
	12	远程 I/O 错误标志	
	13	常通 (ON) 继电器	
	14	常断 (OFF) 继电器	
	15	复位标志 上电后第一次扫描为 ON	
254	00	1 min 时钟脉冲位	
	01	0.02 s 时钟脉冲位	
	02	负 (N) 标志	
	03	MTR 执行标志	
	04	上溢出标志 (用于带符号的二进制数运算)	
	05	下溢出标志 (用于带符号的二进制数运算)	
	06	微分监视结束标志	
	07	单步标志, 步启动标志第一次扫描为 ON	
	08	HKY 执行标志	
	09	7SEG 执行标志	
	10	DSW 执行标志	
	11	中断输入单元错误标志	
	12	第一周期标志	
	13	中断程序错误标志	
	14	组-2 错误标志	
15	特殊单元错误标志 (特殊 I/O, PLC 链接单元, HostLink 单元, 远程 I/O 主单元)		
255	00	0.1 s 时钟脉冲位	
	01	0.2 s 时钟脉冲位	
	02	1.0 s 时钟脉冲位	
	03	指令执行错误 (ER) 标志	执行 END(01)指令时, 这些标志都置 OFF, 故不能用手编程序 监视它们的状态
	04	进位 (CY) 标志	
	05	大于 (GR) 标志	
	06	等于 (EQ) 标志	
	07	小于 (LE) 标志	
08~15	系统保留 (用做 TR 位)		
256~261	00~15	系统保留	
262	00~15	最长的中断子程序执行时间 (0.1ms)	
263	00~15	用最长执行时间进行的中断子程序号 (8000~8255) (位 15: 中断标志)	

续表

字	位	功 能	
264	00~03	RS-232C 端口错误码 0: 没有错误 4: FCS 错误 1: 奇偶校验错误 5: 超时错误 2: 帧错误 6: 校验和错误 3: 运行错误 7: 命令错误	
	04	RS-232C 端口通信错误	
	05	RS-232C 端口发送准备好标志	
	06	RS-232C 端口接收完成标志	
	07	RS-232C 端口接收溢出标志	
264	08~11	外设端口错误码 (普通 I/O 方式) 0: 没有错误 4: FCS 错误 1: 奇偶校验错误 5: 超时错误 2: 帧错误 6: 校验和错误 3: 运行错误 7: 命令错误	
	12	外设端口错误 (普通 I/O 方式)	
	13	外设端口发送准备好标志 (普通 I/O 方式)	
	14	外设端口接收完成标志 (普通 I/O 方式)	
	15	外设端口接收溢出标志 (普通 I/O 方式)	
265	00~15	NT 链接 (1:N) 方式 位 00-07: 与单元 0~7 的 PT 标志位通信 位 08-15: 登记单元 0~7 的 PT 奇偶校验标志位 RS-232C 方式 位 00~15: RS-232C 端口接收计数器	
266	00~15	RS-232C 方式下外设接收计数器	
267	00~04	系统保留 (用户不能存取)	
	05	上位机链接 0 级发送准备标志	
	06~12	系统保留 (用户不能存取)	
	13	上位机链接 1 级接收准备标志	
	14~15	不用	
268	00~15	通信板错误信息	
269	00~07	存储器盒内容 00: (空); 01: UM; 02: IOM; 03: HIS	
	08~10	存储器盒容量 0: 0K 字 (无存储器盒); 2: 4~8K 字; 3: 16K 字; 4: 32K 字	
	11~13	系统保留 (用户不能存取)	
	14	E ² PROM 存储器盒保护或 EPROM 存储器盒安装标志	
	15	存储器盒标志	
270	00	保存 UM 至存储器盒位	编程方式中该位置“ON”时, 数据传送到存储器盒。该位能自动置“OFF”。如在其他方式中置“ON”, 发生非致命错误
	01	从存储器盒装入 UM 位	
	02	比较 UM 和存储器盒位	
	03	比较结果 0: 内容相同; 1: 内容不同或者不能比较	
	04~10	不用	
	11	传送错误标志: 在有效数据链接期间, 传送 SYSMAC NET 数据链接表到 UM	
	12	传送错误标志: 非编程方式	
	13	传送错误标志: 只能读	
	14	传送错误标志: 容量不足或没有 UM	
	15	传送错误标志: 帧校验和错误	

续表

字	位	功 能	
271	00~07	存储器盒中的梯形图程序容量大小 梯形图文件：00：无梯形图程序或存储有非梯形图程序的文件 04：4K字，08：8K字，12：12K字，…（32：32K字）	
	08~15	在CPU中的梯形图程序容量大小及类型（定义同位00~位07）	
272	00~10	不用	
	11	存储器错误标志：PLC设置校验和错误	
	12	存储器错误标志：梯形图校验和错误	
272	13	存储器错误标志：指令变化矢量区域校验和错误	
	14	存储器错误标志：存储器盒在线时断开	
	15	存储器错误标志：自动引导错误	
273	00	把IOM保存至存储器盒位	编程方式中该位置“ON”时数据传送到存储器盒。该位能自动置“OFF”，如在其他方式中置“ON”出错
	01	从存储器盒装入IOM位	
	02	该位置0	
	03~07	不用	
	08~11	含EM组号，当存储器盒存有IOM数据时	
	12	传送错误标志：非编程方式	如有错误（除只读错误外），数据不能从IOM传送到存储器盒
	13	传送错误标志：只读方式	
	14	传送错误标志：容量不足或无IOM	
15	总0		
274	00	#0特殊I/O单元重新启动位	重新启动处理过程中，这些标志变为“ON”。 对从站机架单元，这些标志不会变“ON”
	01	#1特殊I/O单元重新启动位	
	02	#2特殊I/O单元重新启动位	
	03	#3特殊I/O单元重新启动位	
	04	#4特殊I/O单元重新启动位	
	05	#5特殊I/O单元重新启动位	
	06	#6特殊I/O单元重新启动位	
	07	#7特殊I/O单元重新启动位	
	08	#8特殊I/O单元重新启动位	
	09	#9特殊I/O单元重新启动位	
	10	#10特殊I/O单元重新启动位	
	11	#11特殊I/O单元重新启动位	
	12	#12特殊I/O单元重新启动位	
	13	#13特殊I/O单元重新启动位	
	14	#14特殊I/O单元重新启动位	
15	#15特殊I/O单元重新启动位		

续表

字	位	功 能	
275	00	PLC 设置错误 (DM6600-DM6605)	
	01	PLC 设置错误 (DM6613-DM6623)	
	02	PLC 设置错误 (DM6635-DM6655)	
	03	不用	
	04	修改 RS-232C 设置标志	
	05	不用	
	06~07	系统保留 (用户不能存取)	
	08~15	不用	
276	00~07	分 (00~59)	以 BCD 码表示当前时间
	08~15	小时 (00~23)	
277~279	00-15	键位映象	
280	00~15	组-2 高密度 I/O 单元 (单元 0~F) 错误标志 (AR0205-AR0214 也有单元 0~9 错误标志的功能)	
281	00~15	特殊 I/O 单元 (单元 0~F) 重新启动位 (单元 0-9 也可用特殊 I/O 单元重新启动位 AR0100~AR0109 重新启动)	
282	00~15	特殊 I/O 单元 (单元 0~F) 错误标志 (AR0000~AR0009 也有单元 0~9 错误标志的功能)	
283~286	00~15	通信板监视区域	
287~288	00~15	通信板中断数据区域	
289	00~07	通信板一般监视区域	
	08	通信板端口 A 指令执行标志	
	09~10	由通信板端口 A 指令使用	
	11	通信板端口 A 指令中止位	
	12	通信板端口 B 指令执行标志	
	13~14	由通信板端口 B 指令使用	
	15	通信板端口 B 指令中止位	
290~293	00~15	宏区域输入	
294~297	00~15	宏区域输出	
298~299	00~15	系统保留 (用户不能存取)	

附录 B

AR 区域系统标志位和控制位表

字	位	功 能
00	00~09	特殊 I/O 单元 0~9 和 PLC 链接单元 0~9 错误标志 (这些标志的功能和 SR28200~SR28209 的相同)
	10	SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统 1 级操作错误标志
	11	SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统 0 级操作错误标志
	12	上位机至机架安装型 Host Link 单元 (1 级) 错误标志
	13	上位机至机架安装型 Host Link 单元 (0 级) 错误标志
	14	远程 I/O 主单元 1 错误标志
	15	远程 I/O 主单元 0 错误标志
01	00~09	特殊 I/O 单元 0~9 和 PLC 链接单元 0~9 的重新启动位 (这些位的功能和 SR28100~SR28109 的相同)
	10	SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统 1 级操作重新启动位
	11	SYSMAC LINK 或 SYSMAC NET 链接系统 0 级操作重新启动位
	12, 13	不用
	14	远程 I/O 主单元 1 重新启动标志
	15	远程 I/O 主单元 0 重新启动标志
02	00~04	从站机架错误标志 (0~4)
	05~14	组 2 错误标志 (位 05~14 对应于单元 0~9)
	15	组 2 错误标志
03	00~15	光缆型 I/O 单元 I/O 终端 0~7 错误标志
04	00~15	光缆型 I/O 单元 I/O 终端 8~15 错误标志
05	00~15	光缆型 I/O 单元 I/O 终端 16~23 错误标志
06	00~15	光缆型 I/O 单元 I/O 终端 24~31 错误标志
07	00~03	SYSMAC LINK 系统 0 级操作数据链接设置
	04~07	SYSMAC LINK 系统 1 级操作数据链接设置
	08	TERMINAL (终端) 方式输入取消位
	09~11	不用
	12	同 CPU 上 DIP 开关插脚 6 的状态
	13	错误记录覆盖位
	14	错误记录重新启动位
	15	错误记录允许位
08~11	00~15	0 级操作的 SYSMAC LINK 系统节点中有效节点标志
12~15	00~15	1 级操作的 SYSMAC LINK 系统节点中有效节点标志
16	00~15	SYSMAC LINK/SYSMAC NET 链接系统 0 级操作每个循环服务时间
17	00~15	SYSMAC LINK/SYSMAC NET 链接系统 1 级操作每个循环服务时间
18	00~07	秒: 00~59
	08~15	分钟: 00~59

续表

字	位	功 能
19	00~07	小时：00~23（24 小时制）
	08~15	日：01~31（根据月份和闰年调整）
20	00~07	月：01~12
	08~15	年：00-99（年份的右 2 位）
21	00~07	星期：00~06（00：星期六；01：星期一；02：星期二；03：星期三；04：星期四；05：星期五；06：星期六）
	08~12	不用
	13	30s 补偿
	14	时钟停止位
	15	时钟设置位
22	00~15	键盘映象
23	00~15	电源关闭计数器（BCD）
24	00	SYSMAC LINK-RS-232C 外围设备标志
	01	SYSMAC LINK-端口 A 外围设备标志
	02	SYSMAC LINK-端口 B 外围设备标志
	03	SYSMAC LINK-外围设备初始化位
	04	不用
	05	周期时间标志
	06	1 级操作的 SYSMAC LINK 系统网络参数标志
	07	0 级操作的 SYSMAC LINK 系统网络参数标志
	08	SYSMAC-SYSMAC NET 链接单元 1 级安装标志
	09	SYSMAC-SYSMAC NET 链接单元 0 级安装标志
	10~12	不用
	13	机架安装型 Host Link 单元 1 级安装标志
	14	机架安装型 Host Link 单元 0 级安装标志
15	CPU 安装型器件安装标志	
25	00~07	存取在线编辑不允许的口令 （该字节包含 5A 时，在线编辑不允许位有效）
	08	FPD（ \rightarrow ）触发位
	09	在线编辑不允许位
	10	在线编辑等待标志
	11	不用
	12	跟踪结束标志
	13	跟踪标志
	14	跟踪触发位（可写）
	15	跟踪开始位（可写）
26	00~15	最大周期时间（0.1ms）
27	00~15	当前周期时间（0.1ms）

附录 C

DM 区域 PLC 设置表

字	位	功能	默认值
启动处理 (DM6600~DM6612), 下面的设置只当 PLC 通电时才存取一次			
DM6600	00~07	启动方式 (当位 08~15 设置成 02 时有效) 00: PROGRAM (编程) 01: MONITOR (监控) 02: RUN (运行)	编程状态
	08~15	启动方式指定 00: 编程器开关 01: 电源关闭前所用的连续操作方式 02: 在 00 位~07 位中设置	编程器开关
DM6601	00~07	保留	
	08~11	IOM 保持位 (SR 25212) 状态 0: 清除; 1: 维持	清除
	12~15	强制状态保持位 (SR 25211) 状态 0: 清除; 1: 维持	
DM6602	00~07	不用	
	08~15	特殊 I/O 单元区域 00: C200H 兼容的 RAM 方式 (默认) ... DM1000~DM2599 用做特殊 I/O 单元区域 01: C200H 兼容的 ROM 方式 1 启动时, DM7000~DM7999 的内容传送到 DM1000~DM1999 并使用 DM1000~DM1999。 02: DM 线性方式 1 DM7000~DM7999 用做特殊 I/O 单元区域 11: C200H 兼容的 ROM 方式 2 启动时, DM7000~DM8599 的内容传送到 DM1000~DM2599 并使用 DM1000~DM2599 12: DM 线性方式 2 DM7000~DM8599 用做特殊 I/O 单元区域	DM1000~DM2599
DM6603~DM6604	00~15	不用	
DM6605	00~07	瞬时断电时间 (0~10ms), 设置瞬时断电时间 00-10, BCD 码	0ms
	08~15	不用	
DM6606~DM6612	00~15	不用	
通信和周期时间设置 (DM6613~DM6619), 下面的设置只在程序开始执行时存取一次			
DM6613	00~07	通信板端口 B 的服务时间 (当位 08~15 设为 01 时有效) 00~99 (BCD 码): 使用端口 B 服务占循环时间的百分比 最小: 0.228 ms; 最大: 58.254 ms	没有设置 (0000)
	08~15	通信板端口 B 允许服务设置 00: 不设服务时间 (固定 5%, 最小 0.228 ms); 01: 使用位 00~07 中时间。 当操作停止时, 服务时间 10 ms, 与设置无关	

续表

字	位	功 能	默认值
DM6614	00~07	通信板端口 A 的服务时间 (当位 08~15 设为 01 时有效) 00~99 (BCD 码): 使用端口 A 服务占循环时间的百分比 最小: 0.228 ms; 最大: 58.254 ms	没有设置 (0000)
	08~15	通信板端口 A 允许服务设置 00: 不设服务时间 (固定 5%, 最小 0.228 ms); 01: 使用位 00~07 中时间。 当操作停止时, 服务时间 10 ms, 与设置无关	
DM6615	00~15	保留	
DM6616	00~07	RS-232C 端口的服务时间 (当位 08~15 设为 01 时有效) 00~99 (BCD 码): 使用 RS-232C 端口服务占循环时间的百分比 最小: 0.228 ms; 最大: 58.254 ms	没有设置 (0000)
	08~15	RS-232C 端口允许服务设置 00: 不设服务时间 (固定 5%, 最小 0.228 ms); 01: 使用位 00~07 中时间。 当操作停止时, 服务时间 10 ms, 与设置无关	
DM6617	00~07	外设端口的服务时间 (当位 08~15 设为 01 时有效) 00~99 (BCD 码): 使用外设端口服务占循环时间的百分比 最小: 0.228 ms; 最大: 58.254 ms	没有设置 (0000)
	08~15	外设端口允许服务设置 00: 不设服务时间 (固定 5%, 最小 0.228 ms); 01: 使用位 00~07 中时间。 当操作停止时, 服务时间 10 ms, 与设置无关。	
DM6618	00~07	循环监控时间 (当位 08~15 设为 01, 02 或 03 时有效) 00~99 (BCD 码) × 设置单位 (见位 08~15)	00
	08~15	循环监控允许 (位 00~07) 中设置 × 设置单元: 最大 99s 00: 120 ms (位 00~07 中设置无效) 01: 设置单位 10 ms 02: 设置单位 100 ms 03: 设置单位 1 s	00: 120 ms
DM6619	00~15	循环时间 0000: 可变 (无最小时间) 0001~9999 (BCD 码): 最小时间, 单位 ms	可变
中断/刷新处理 (DM6620~DM6623), 下面的设置只在程序开始执行时存取一次			
DM6620	00~09	特殊 I/O 单元循环刷新 (位号对应单元号, 包括 PLC 链接单元) 0: 允许主程序中循环刷新和 I/O 刷新 (IORF (97)) 1: 不允许 (仅允许中断程序中 I/O 刷新) 01 设置 (不允许) 仅当中断响应设为高速响应模式时才有效, 对正常中断响应或安装在从站机架上的特殊 I/O 单元无效	允许
	10~11	保留	

续表

字	位	功 能	默认值
DM6620	12~15	中断响应 0: 正常 (C200H 兼容) 在上位机链接服务, 指令执行, 远程 I/O 处理, 或特殊 I/O 处理过程中, 中断不接收。在上述处理完成后执行中断子程序 1: 高速响应 (C200HS 或 C200HX/HG/HE) 在上位机链接, 指令执行, 远程 I/O 处理, 或特殊 I/O 处理过程中, 接收中断。如有中断输入, 当前的处理中断, 执行中断子程序	正常
DM6621	00~07	保留	
	08~15	特殊 I/O 单元循环刷新 (包括 PLC 链接单元) 00: 允许所有特殊 I/O 单元刷新 01: 不允许所有特殊 I/O 单元刷新 (但对从站机架上单元不起作用) 01 设置 (不允许) 对安装在从站机架上的特殊 I/O 单元无效	允许
DM6622	00~07	定时中断时间单位 00: 10 ms 01: 1 ms	10 ms (0000)
	08~15	定时中断时间单位允许 00: 不允许 (10 ms) 01: 允许位 00~07 中设置	
DM6623	00~15	特殊 I/O 单元循环刷新 (包括 PC 链接单元) (位号 00~15 对应单元号 O~F) 0: 允许主程序中循环刷新和 I/O 刷新 (IORF (97)) 1: 不允许 (仅允许中断程序中 I/O 刷新) 01 设置 (不允许) 只有当中断响应设为高速响应方式时才有效, 对正常中断响应或安装在从站机架上特殊 I/O 单元无效	允许
DM6624~ DM6644	00~15	保留	...
RS-232C 端口设置 (DM6645~DM6649), 下面的设置在 PC 运行时连续存取			
DM6645	00~03	端口设置 0: 标准 (1 个启动位, 7 个数据位, 偶校验, 2 个停止位, 9 600 bps) 1: DM6646 中设置	标准
	04~07	CTS 控制设置 0: 不允许 CTS 控制 1: 允许 CTS 控制	不允许
	08~11	1:1 链接的链接字 0: LR00~LR63; 1: LR00~LR31 2: LR00~LR15 1:N NT 链接的最大节点号 1~7BCD 码数 (对 C200HE—CPU□□-E PC 为 1~3)	LR00~ LR63
	12~15	通信方式 0: 上位机; 1: RS-232C; 2: 1:1 链接从站; 3: 1:1 链接主站; 4: NT 链接 (1:1); 5: NT 链接 (1:N)	上位机链接
DM6646	00~07	波特率 00:1.2 k; 01:2.4 k; 02:4.8 k 03:9.6 k; 04:19.2 k	1.2 K

续表

字	位	功 能	默认值
DM6646	08~15	帧格式 启动 长度 停止 校验 00: 1位 7位 1位 偶 01: 1位 7位 1位 奇 02: 1位 7位 1位 无 03: 1位 7位 2位 偶 04: 1位 7位 2位 奇 05: 1位 7位 2位 无 06: 1位 8位 1位 偶 07: 1位 8位 1位 奇 08: 1位 8位 1位 无 09: 1位 8位 2位 偶 10: 1位 8位 2位 奇 11: 1位 8位 2位 无	1个启动位 7位数据 1个停止位 偶校验
DM6647	00~15	传输延迟 0000~9999: BCD码, 单位 10 ms	0 ms
DM6648	00~15	节点号(上位机链接) 00~31 (BCD码)	0
	08~11	开始代码允许 (RS-232C) 0: 不允许 1: 设置	不允许
	12~15	结束代码允许 (RS-232C) 0: 不允许 (接收字节数) 1: 设置 (指定结束代码) 2: CR, LF	不允许
DM6649	00~07	开始代码 (RS-232C) 00~FF (二进制码)	不用 (0000)
	08~15	DM6648 的位 12~15 设为 0: 接收字节数 00: 默认设置 (256 字节) 01~ FF: 1~255 字节 DM6648 的位 12~15 设为 1: 结束代码 (RS-232C) 00~FF (二进制码)	
外设端口设置 (DM6650~DM6654) 下面的设置在 PC 运行时连续存取			
DM6650	00~03	端口设置 0: 标准 (1个启动位, 7个数据位, 偶校验, 2个停止位, 9 600 bps) 1: DM6651 中设置	标准
	04~11	保留	...
	12~15	通信方式 0: 上位机链接 1: RS-232C	上位机 链接
DM6651	00~07	波特率 00: 1.2 k; 01: 2.4 k; 02: 4.8 k 03: 9.6 k; 04: 19.2 k	1.2 K

续表

字	位	功 能	默认值
DM6651	08~15	帧格式	1个启动位 7位数据 1个停止位 偶校验
		启动 长度 停止 校验	
		00: 1位 7位 1位 偶	
		01: 1位 7位 1位 奇	
		02: 1位 7位 1位 无	
		03: 1位 7位 2位 偶	
		04: 1位 7位 2位 奇	
		05: 1位 7位 2位 无	
		06: 1位 8位 1位 偶	
		07: 1位 8位 1位 奇	
		08: 1位 8位 1位 无	
		09: 1位 8位 2位 偶	
10: 1位 8位 2位 奇			
11: 1位 8位 2位 无			
DM6652	00~15	传输延迟(上位机链接) 0000~9999; 单位 10 ms	0 ms
DM6653	00~07	节点号(上位机链接) 00~31 (BCD 码)	0
	08~11	开始代码允许 (RS-232C) 0: 不允许 1: 设置	不允许
	12~15	结束代码允许 (RS-232C) 0: 不允许 (接收字节数) 1: 设置 (指定结束代码) 2: CR, LF	不允许
DM6654	00~07	开始代码 (RS-232C) 00~FF (二进制码)	0000
	08-15	DM6653 的位 12~15 设为 0: 接收字节数 00: 默认设置 (256 字节) 01~FF: 1~255 字节 DM6653 的 12~15 设为 1: 结束代码 (RS-232C) 00~FF (二进制码)	
错误设置 (DM6655), 下面的设置在 PC 运行时连续存取			
DM6655	00~03	中断程序错误允许 0: 检测中断程序错误允许 1: 不检测	检测
	04~07	保留	...
	08~11	循环时间监视允许 0: 检测长周期为非严重错误 1: 不检测长周期	检测
	12~15	电池低电压故障允许 0: 检测电池低电压为非严重错误 1: 不检测电池低电压	检测

附 录 D

DM 区通信板设置表

字	位	功 能	默认值
通信板端口 B 设置 (DM6550~DM6554), 下面的设置在 PC 运行时连续存取			
DM6550	00~03	端口设置 0: 标准 (1 个启动位, 7 个数据位, 偶校验, 2 个停止位, 9 600 bps)	标准
	04~07	CTS 控制允许 0: CTS 控制不允许 1: CTS 控制允许	不允许
	08~11	1:1 链接的链接字 (一旦设为 1:1 链接主站, 不可更改) 0: LR00~LR63; 1: LR00~LR31 2: LR00~LR15 1:N NT 链接的最大 PT 节点数 1~7BCD 码数 (对 C200HE-CPU□□-E PC 为 1~3)	LR00~ LR63
	12~15	通信方式 0: 上位机链接; 1: RS-232C; 2: 1:1 链接从站; 3: 1:1 链接主站; 4: NT 链接 (1:1); 5: NT 链接 (1:N) 6: 通信协议宏	上位机链接
DM6551	00~07	波特率 00: 1.2 k; 01: 2.4 k; 02: 4.8 k 03: 9.6 k; 04: 19.2 k	1.2 K
	08~15	帧格式 启动 长度 停止 校验 00: 1 位 7 位 1 位 偶 01: 1 位 7 位 1 位 奇 02: 1 位 7 位 1 位 无 03: 1 位 7 位 2 位 偶 04: 1 位 7 位 2 位 奇 05: 1 位 7 位 2 位 无 06: 1 位 8 位 1 位 偶 07: 1 位 8 位 1 位 奇 08: 1 位 8 位 1 位 无 09: 1 位 8 位 2 位 偶 10: 1 位 8 位 2 位 奇 11: 1 位 8 位 2 位 无	1 个启动位 7 位数据 1 个停止位 偶校验
DM6552	00~15	传输延迟 0000~9999: BCD 码, 单位 10 ms	0 ms

续表

字	位	功 能	默认值
DM6553	00~07	节点号（上位机链接） 00~31（BCD 码）	0
	08~11	开始代码允许（RS-232C） 0：不允许 1：设置	不允许
	12~15	结束代码允许（RS-232C） 0：不允许（接收字节数） 1：设置（指定结束代码） 2：CR，LF	不允许
DM6554	00~07	开始代码（RS-232C） 00~FF（二进制码）	0000
	08~15	DM6553 的位 12~15 设为 0：接收字节数 00：默认设置（256 字节） 01~FF：1~255 字节 DD6553 的为 12~15 设为 1：结束代码（RS-232C） 00~FF（二进制码）	
通信板端口 A 设置（DM6555~DM6559），下面的设置在 PC 运行时连续存取			
DM6555	00~03	端口设置 0：标准（1 个启动位，7 个数据位，偶校验，2 个停止位，9 600 bps） 1：DM6556 中设置	标准
	04~07	CTS 控制允许 0：CTS 控制不允许 1：CTS 控制允许	不允许
	08~11	1:1 链接的链接字（一旦设为 1:1 链接主站，不可更改） 0：LR00~LR63；1：LR00~LR31 2：LR00~LR15 1：N NT 链接的最大 PT 节点数 1~7BCD 码数（对 C200HE-CPU□□-E PC 为 1~3）	LR00~ LR63
	12~15	通信方式 0：上位机链接；1：RS-232C； 2：1：1 链接从站；3：1：1 链接主站； 4：NT 链接（1：1）；5：NT 链接（1：N） 6：通信协议宏	上位机链接
DM6556	00~07	波特率 00：1.2 k；01：2.4 k；02：4.8 k 03：9.6 k；04：19.2 k	1.2 K
	08~15	帧格式 启动 长度 停止 校验 00：1 位 7 位 1 位 偶 01：1 位 7 位 1 位 奇 02：1 位 7 位 1 位 无 03：1 位 7 位 2 位 偶 04：1 位 7 位 2 位 奇 05：1 位 7 位 2 位 无 06：1 位 8 位 1 位 偶 07：1 位 8 位 1 位 奇 08：1 位 8 位 1 位 无 09：1 位 8 位 2 位 偶 10：1 位 8 位 2 位 奇 11：1 位 8 位 2 位 无	1 个启动位 7 位数据 1 个停止位 偶校验

续表

字	位	功 能	默认值
DM6557	00~15	传输延迟 0000~9999; BCD 码单位 10 ms	0 ms
DM6558	00~07	节点号 (上位机链接) 00~31 (BCD 码)	0
	08~11	开始代码允许 (RS-232C) 0: 不允许 1: 设置	不允许
DM6558	12~15	结束代码允许 (RS-232C) 0: 不允许 (接收字节数) 1: 设置 (指定结束代码) 2: CR, LF	不允许
DM6559	00~07	开始代码 (RS-232C) 00~FF (二进制码)	0000
	08~15	DM6558 的位 12~15 设为 0: 接收字节数 00: 默认设置 (256 字节) 01~FF: 1~255 字节 DD65583 的为 12~15 设为 1: 结束代码 (RS-232C) 00~FF (二进制码)	

附 录 E

DM6602 的位 08~15 设置特殊 I/O 单元区域表

设置	方 式	功 能
00	C200H 兼容 RAM 方式	DM1000~DM2599 用做特殊 I/O 单元区域 特殊 I/O 单元区域中数据可以改写 数据不可转换到 ROM
01	C200H 兼容 ROM 方式 1	启动时 DM7000~DM7999 中内容传送到 DM1000~DM1999, DM1000~DM1999 用做特殊 I/O 单元区域 必须预先执行 UM 区域分配操作 在 C200H 中, 这个方式适合使用 E ² PROM 和 EPROM 数据通过 DM7000~DM7999 转换, 可以间接存入 ROM
02	DM 线性 方式 1	DM7000~DM7999 用做特殊 I/O 单元区域 DM1000~DM1999 可以用做常规 DM DM7000~DM7999 可以存入 ROM
11	C200H 兼容 ROM 方式 2	启动时 DM7000~DM8599 中内容传送到 DM1000~DM2599, DM1000~DM2599 用做特殊 I/O 单元区域 必须预先执行 UM 区域分配操作 数据通过 DM7000~DM7999 转换, 可以间接存入 ROM
12	DM 线性 方式 2	DM7000~DM8599 用做特殊 I/O 单元区域 DM1000~DM2599 可以用做常规 DM DM7000~DM8599 可以存入 ROM

附 录 F

编程指令表

代 码	助记符	名 称	功 能
	AND	与	指定位的状态和执行条件逻辑与
	AND LD	逻辑块与	原先块的结果逻辑与
	AND NOT	与非	指定位取反且和执行条件逻辑与
	CNT	计数器	减计数器
	LD	取	由指定位状态开始指令行或用 ANDLD 和 OR LD 定义逻辑块
	LD NOT	取非	用指定位的状态取反开始指令行
	OR	或	指定位的状态和执行条件逻辑或
	OR LD	逻辑块或	原先块的结果逻辑或
	OR NOT	或非	指定位的状态取反且和执行条件逻辑或
	OUT	输出	条件为“ON”时，接通操作数位，条件为“OFF”时，断开操作数位
	OUT NOT	输出非	条件为“ON”时，断开操作数位，条件为“OFF”时，接通操作数位
	REST	复位	条件为“ON”时，断开操作数位，条件为“OFF”时，不影响操作数位的状态
	SET	置位	条件为“ON”时，接通操作数位，条件为“OFF”时，不影响操作数位的状态
	TIM	定时器	接通延迟型（减 1）定时器操作
00	NOP	空操作	空操作，不执行任何内容，程序移到下条指令
01	END	结束	程序结束时使用
02	IL	联锁	如果联锁条件为“OFF”，所有的输出断开，在这条 IL 指令和下条 ILC 指令之间所有定时器的当前值（PV）复位，其他指令都做 NOP 指令处理，计数器当前值（PV）保持不变
03	ILC	联锁解除	
04	JMP	跳转	如果转移条件为“OFF”，在 JMP 指令和相对应的 JME 指令之间的所有指令被忽略
05	JME	跳转结束	
(@)06	FAL	错误报警与复位	产生一非致命错误信息，把已设定的 FALS 号输出到编程器
07	FALS	严重故障报警	产生一致命错误信息，把已设定的 FALS 号输出到编程器
08	STEP	步定义	当使用一个控制位时，定义一个新步的起始并清除前面一步，当不带 N 使用时，定义步执行的结束
09	SNXT	步启动	用控制位来指示步执行的结束，清除步，开始下一个步执行
10	SFT	移位寄存器	建立一个移位寄存器
11	KEEP	保持	定义一位作为一个锁存器，通过置位和复位输入来控制
12	CNTR	可逆计数器	每当增量输入信号或减量输入信号分别由“OFF”变成“ON”，那么 PV 就加 1 或减 1
13	DIFU	上升沿微分	输入信号的上升沿接通指定的位一个周期

续表

代 码	助记符	名 称	功 能
14	DIFD	下降沿微分	输入信号的上升沿接通指定的位一个周期
15	TIMH	高速定时器	高速, 接通延迟型定时器
(@)16	WSFT	字移位	在起始字和结束字之间以字为单元移动数据, 把零写入起始字
17~19	用于扩展指令		
20	CMP	单字比较	比较两个字的内容, 结果输出到 GR, EQ 和 LE 标志位
(@)21	MOV	传送	把源数据(字或常数)复制到目标字
(@)22	MVN	取反传送	把源数据(字或常数)取反, 然后复制到目标字
(@)23	BIN	BCD 码→二进制	把源字的 4 位 BCD 码数据转换成 16 位二进制数据, 且将转换好的数据输出到结果字中
(@)24	BCD	二进制→BCD 码	把源字的二进制数据转换成 BCD 码, 且将转换好的数据输出到结果字中
(@)25	ASL	算术左移	单字中的每位向左移动一位, 带进位 CY
(@)26	ASR	算术右移	单字中的每位向右移动一位, 带进位 CY
(@)27	ROL	循环左移	单字中的每位循环左移一位, 带进位 CY
(@)28	ROR	循环右移	单字中的每位循环右移一位, 带进位 CY
(@)29	COM	求反	一个字的数据各位状态取反
(@)30	ADD	BCD 码加法	两个 4 位的 BCD 码数相加且加上 CY 的值, 将结果输出到指定的结果字中
(@)31	SUB	BCD 码减法	从另一个 4 位的 BCD 码数中减去一个 4 位的 BCD 码数和 CY 的值, 且将结果输出到指定的结果字中
(@)32	MUL	BCD 码乘法	两个 4 位的 BCD 码数相乘, 且将结果输出到指定字中
(@)33	DIV	BCD 码除法	两个 4 位的 BCD 码数相除, 且将结果输出到指定字中
(@)34	ANDW	逻辑与	两个 16 位的输入字逻辑与, 如果两个输入字中的对应位都为“ON”, 那么结果字中的对应位置“1”
(@)35	ORW	逻辑或	两个 16 位的输入字逻辑或, 如果两个输入字中的对应位有一位为“ON”或两位都为“ON”, 则结果字中的对应位置“1”
(@)36	XORW	异或门逻辑	两个 16 位的输入字异或, 当两个输入字中相对应位的状态相反时, 结果字中的对应位置“1”
(@)37	XNRW	异或非门逻辑	两个 16 位的输入字异或非, 当两个输入字中相对应位的状态相同时, 结果字中的对应位置“1”
(@)38	INC	BCD 码加 1	4 位 BCD 字加 1
(@)39	DEC	BCD 码减 1	4 位 BCD 字减 1
(@)40	STC	置进位	进位标志置“1”(即 CY 为“ON”)
(@)41	CLC	清进位	进位标志清零(即 CY 为“OFF”)
45	TRSM	跟踪存储器采样	跟踪数据定位。
(@)46	MSG	信息显示	在编程器的显示器上显示 16 个字符的信息
47~48	用于扩展指令		

续表

代 码	助 记 符	名 称	功 能
(@)50	ADB	二进制加法	两个 4 位十六进制数和 CY 的值相加, 结果输出到指定字中
(@)51	SBB	二进制减法	从一个 4 位十六进制数减去另一个 4 位十六进制数和 CY 的值, 结果输出到指定字中
(@)52	MLB	二进制乘法	两个 4 位十六进制数和 CY 的值相乘, 结果输出到指定字中
(@)53	DVB	二进制除法	两个 4 位十六进制数相除, 结果输出到指定字中
(@)54	ADDL	双字 BCD 码加法	两个 8 位的 BCD 码数 (每个数有两个字) 相加且加上 CY 的值, 结果输出到指定字中
(@)55	SUBL	双字 BCD 码减法	从一个 8 位 BCD 码数减去另一个 8 位 BCD 码数和 CY 的值, 结果输出到指定字中
(@)56	MULL	双字 BCD 码乘法	两个 8 位的 BCD 码数相乘, 结果输出到指定字中
(@)57	DIVL	双字 BCD 码除法	两个 8 位的 BCD 码数相除, 结果输出到指定字中
(@)58	BINL	双字 BCD 码 → 双字二进制	将两个连续源字中的 BCD 码数转换成二进制数且将转换好的数输出到两个连续结果字中
(@)59	BCDL	双字二进制 → 双字 BCD 码	将两个连续源字中的二进制数转换成 BCD 码数且将转换好的数输出到两个连续结果字中
60~69	用于扩展指令		
(@)70	XFER	块传送	将连续几个源字的内容传送到连续的目标字中
(@)71	BSET	块设定	将一个字或常数的内容复制到几个连续字中
(@)72	ROOT	平方根	计算 8 位 BCD 码数的平方根, 将四舍五入后的 4 位整数结果输出到指定字中
(@)73	XCHG	数据交换	两个不同字的内容互相交换
(@)74	SLD	数左移	将起始字和结果字之间的数据左移一个数字位 (4 位)
(@)75	SRD	数右移	将起始字和结果字之间的数据右移一个数字位 (4 位)
(@)76	MLPX	4-16/8-256 译码	将源字中的 4 位十六进制数转换成 0~15 的十进制值, 在结果中将转换后的值所对应的位置“1”, 也可转换 8 位的十六进制数且将结果字 R~R+15 的对应位置“1”
(@)77	DMPX	16-4/256-8 编码	确定源字中最高接通位 (置“1”位) 的位置且在 R 中将接通位的位置 (0~F) 写成数字, 也可在一组或两组 (16 个字) (S~S+15, S+16~S+31) 中确定最高接通位的位置且将接通位的位置 (00~FF) 以字节写入 R
(@)78	SDEC	七段译码	将源字中十六进制数转换成七段显示码数据
(@)79	FDIV	浮点数除法	一个浮点数 (Dd+1, Dd) 和另一个浮点数 (Dr+1, Dr) 相除, 结果输出到 R+1 和 R
(@)80	DIST	单字数据分配	将源数据中的一个字传送到目标字中, 目标字的地址由目标基字的地址加上偏移量得到
(@)81	COLL	数据调用	从源中抽出数据, 将它写到目标字中
(@)82	MOVB	位传送	把源字或常量中指定的位传送到目标字的指定位中
(@)83	MOVD	数传送	把指定源数中 4 位 16 进制内容传送到指定目标数中, 最多 4 个数

(@)84	SFTR	可逆移位寄存器	在指定的字或字序列中将数据向左或向右移动
(@)85	TCMP	表格比较	把 4 个数字的十六进制值和 16 个字组成的表格里的值进行比较
(@)86	ASC	ASCII 码转换	把源字中的十六进制数转换成 8 位 ASCII 码，放在起始目标字的最左或最右字节
87~89	用于扩展指令		
(@)90	SEND	网络发送	用于通过 SYSMACNET 链接系统或 SYSMACLINK 系统同其他 PC 通信
(@)91	SBS	子程序调用	调用和执行子程序 N
92	SBN	子程序定义	设置了程序 N 的起始标志。
93	RET	子程序返回	设置子程序 N 的结束标志，把控制权返回给主程序
(@)94	WDT	监视定时器刷新	增加监视定时器当前值 (PV)，从 0-6~300 ms
(@)97	IORF	I/O 刷新	刷新起始字和结束字之间的所有 I/O 字
(@)98	RECV	网络接收	用于通过 SYSMACNET 链接系统或 SYSMACLINK 系统同其他 PC 的通信
(@)99	MCRO	宏	调用和执行一个可替换 I/O 字的子程序

附录 G

扩展指令表

代码	助记符	名称	功能
17	(@)ASFT	异步移位寄存器	产生一个移位寄存器,当相邻两个字中一个为零,另一个不为零时,互相交换彼此的内容
18	(@)SCAN	循环时间	设置最小的扫描周期(0~999.0ms)
19	(@)MCMP	多字比较	把 16 个连续字块和另 16 个连续字块进行比较
47	(@)LMSG	长信息	把 32 位字符信息输出到编程器
48	(@)TERM	终端方式	将编程器转换到终端方式以执行标准键盘映像的操作
60	CMP1	双字比较	比较两个 8 位的十六进制数
61	(@)MPRF	组-2 高密度 I/O 刷新	刷新分配给组-2 高密度 I/O 单元的 I/O 字
62	(@)XFRB	多位传送	将多达 255 个指定源位中的状态复制到指定的目标位中
63	(@)LINE	列->行转换	将从 16 个连续字得到的一个位列复制到一个指定字中
64	(@)COLM	行->列转换	将从指定字中得到的 16 位数复制到 16 个连续字的一个位列中
65	(@)SEC	小时->秒	把小时和分转换成秒
66	(@)HMS	秒->小时	把秒转换成小时和分
67	(@)BCNT	位计数器	在指定的字块中对所有状态为“ON”的位计数
68	(@)BCMP	块比较	判断一个字的值是否在 16 个范围内(定义了其下限和上限)
69	(@)APR	数学处理	完成正弦、余弦或线性近似的计算
87	TTIM	累加计时器	产生一个累加定时器
88	(@)ZCP	区域比较	将一个字和已定义的一个上下限范围进行比较,比较后的结果输出到 GR, EQ 和 LE 标志位
89	(@)INT	中断控制	完成中断控制,屏蔽或不屏蔽 I/O 中断的中断位
...	7SEG	七段码显示输出	把 4 位或 8 位的 BCD 码转换成 7 段码的显示格式,然后输出转换好的数据
...	(@)ADBL	双字二进制加法	两个 8 位的二进制数相加(不带符号或带符号数),且将结果输出到 R 和 R+1 中
...	AVG	求平均值	把指定数目的十六进制数相加,计算平均值,十进制小数点后保留 4 位
...	(@)BXF2	EM 组传送	将几个连续源字中内容传送到连续目标字中。当前 EM 组中的字可指定为源字或目标字
...	CPS	带符号二进制比较	比较两个 16 位(4 个数)带符号二进制数,结果输出到 GR, EQ 和 LE 标志位
...	CPSL	带符号双字二进制比较	比较两个 32 位(8 个数)带符号二进制数,结果输出到 GR, EQ 和 LE 标志位
...	(@)DBS	带符号二进制数除法	两个 16 位带符号二进制数相除,将 32 位带符号二进制数结果输出到 R+1 和 R

续表

代码	助记符	名称	功能
...	(@)DBSL	带符号双字二进制数除法	两个 32 位带符号二进制数相除, 将 64 位带符号二进制数结果输出到 R+3 和 R
...	DSW	数字开关输入	从一个数字开关中输入 4 位或 8 位 BCD 码
...	(@)EMBC	选择 EM 组	将当前 EM 组转换到指定的组号
...	(@)FCS	帧校验	对通过一个上位链接命令传送的数据检查错误
...	FPD	故障点检测	在一个指令块中找错误
...	(@)HEX	ASCII 码->十六进制	把 ASCII 码数据转换成十六进制数
...	(@)IEMS	EM 间接寻址	将 DM 间接寻址的目标 (*DM) 转换到 DM 或指定的 EM 组。该指令可用于变更当前组号
...	(@)IORD	特殊 I/O 单元读	将指定特殊 I/O 单元存储器中数据传送到 PC 的字中
...	(@)IOWR	特殊 I/O 单元写	将 PC 字中数据传送到指定特殊 I/O 单元的存储器中
...	(@)MAX	寻找最大值	在指定数据区中寻找最大值, 且将它输出给另一个字
...	(@)MBS	带符号二进制乘法	两个带符号二进制数相乘, 将 8 位带符号二进制数结果输出到 R+1 和 R
...	(@)MBSL	带符号双字二进制数乘法	两个 32 位 (8 个数) 带符号二进制数相乘, 将 16 位带符号二进制数结果输出到 R+3-R
...	(@)MIN	寻找最小值	在指定数据区中寻找最小值, 且将它输出给另一个字
...	MTR	矩阵输入	从一个 8×8 点的矩阵中输入数据, 且将数据记录于 D-D+3
...	(@)NEG	二进制求补	把源字中一个 4 位十六进制数转换成相应的二进制补码, 且将结果输出到 R
...	(@)NEGL	双字二进制求补	把源字中 8 位十六进制数转换成相应的二进制补码, 且将结果输出到 R 和 R+1
...	(@)PID	PID 控制	根据操作数和预置的 PIN 参数完成 PID 控制
...	(@)PMCR	通信协议宏	调用和执行在通信板中登记过的指定通信序列。(通信协议)
...	(@)RXD	接收	从一个通信端口接收数据
...	(@)SBBL	双字二进制减法	两个 8 位的二进制数相减 (不带符号或带符号数), 且将结果输出到 R 和 R+1 中
...	(@)SCL	线性比较	完成已计算好数据的线性变换
...	(@)SRCH	数据搜索	在内存指定区域里寻找指定的数据, 且将在此区域里包含这个数据的字地址输出
...	(@)STUP	修改 RS-232C 设置	修改 PC 设置中指定端口的设定值
...	(@)SUM	求和	在指定的内存区域中求字内容的和
...	(@)TKY	十进制键输入	从 10 个键的键盘输入 8 位 BCD 码数
...	(@)TXD	发送	通过一个通信端口发送数据
...	(@)XDMR	扩展 DM 读	读指定扩展 DM 数据区中若干指定字的内容, 且输出到 PC 的目标字中
...	(@)XFR2	EM 块传送	将几个连续源字中内容传送到连续目标字中。任何有效 EM 组内的字可指定为源字或目标字。该指令可用于变更当前组号
...	ZCPL	双字区域比较	把一个 8 位 (数字位) 数和已定义了上下限的范围进行比较, 结果输出到 GR, EQ 和 LE 标志位

注: “...”表示可以分配给这些指令一个任意的代码, 这些代码仅指上表列出的。

参 考 文 献

- 1 江秀汉, 李萍, 浦保中. 可编程序控制器原理及应用. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1996
- 2 尹宏业. 可编程控制器教程. 北京: 航空工业出版社, 1997
- 3 何衍庆. 可编程序控制器原理及应用技巧. 北京: 化学工业出版社, 1997
- 4 宋德玉. 可编程序控制器原理及应用系统设计技术. 北京: 冶金工业出版社, 1999
- 5 汪晓光, 王艳丹, 孙晓瑛. 可编程控制器原理及应用(上册). 北京: 机械工业出版社, 1994
- 6 汪晓光, 王艳丹, 孙晓瑛. 可编程控制器原理及应用(下册). 北京: 机械工业出版社, 1995
- 7 耿文学, 华熔. 微机可编程序控制器原理、使用及应用实例. 北京: 电子工业出版社, 1992
- 8 邱公伟. 可编程控制器网络通信及应用. 北京: 清华大学出版社, 2000
- 9 陈春雨, 李景学. 可编程序控制器应用软件设计方法与技巧. 北京: 电子工业出版社, 1992
- 10 OMRON C200HX/C200HG/C200HE 编程手册
- 11 OMRON CompoBus/D (DeviceNet) 操作手册
- 12 OMRON Controller Link 操作手册
- 13 OMRON C200H-CT021 High-speed Counter Unit Operation Manual
- 14 OMRON C200H-AD003/DA003/DA004/MAD001 Analog I/O Units Operation Manual
- 15 OMRON C200H NT20s Operation Manual

• 325 • • 326 • • 327 • • 328 • • 329 • • 330 • • 331 • • 332 •
• 333 • • 334 • • 335 • • 336 • • 337 • • 338 • • 339 • • 340 •
• 341 • • 342 • • 343 • • 344 • • 345 • • 346 • • 347 • • 348 •

• 325 • • 326 • • 327 • • 328 • • 329 • • 330 • • 331 • • 332 •
• 333 • • 334 • • 335 • • 336 • • 337 • • 338 • • 339 • • 340 •
• 341 • • 342 • • 343 • • 344 • • 345 • • 346 • • 347 • • 348 •
• 324 • • 324 •