

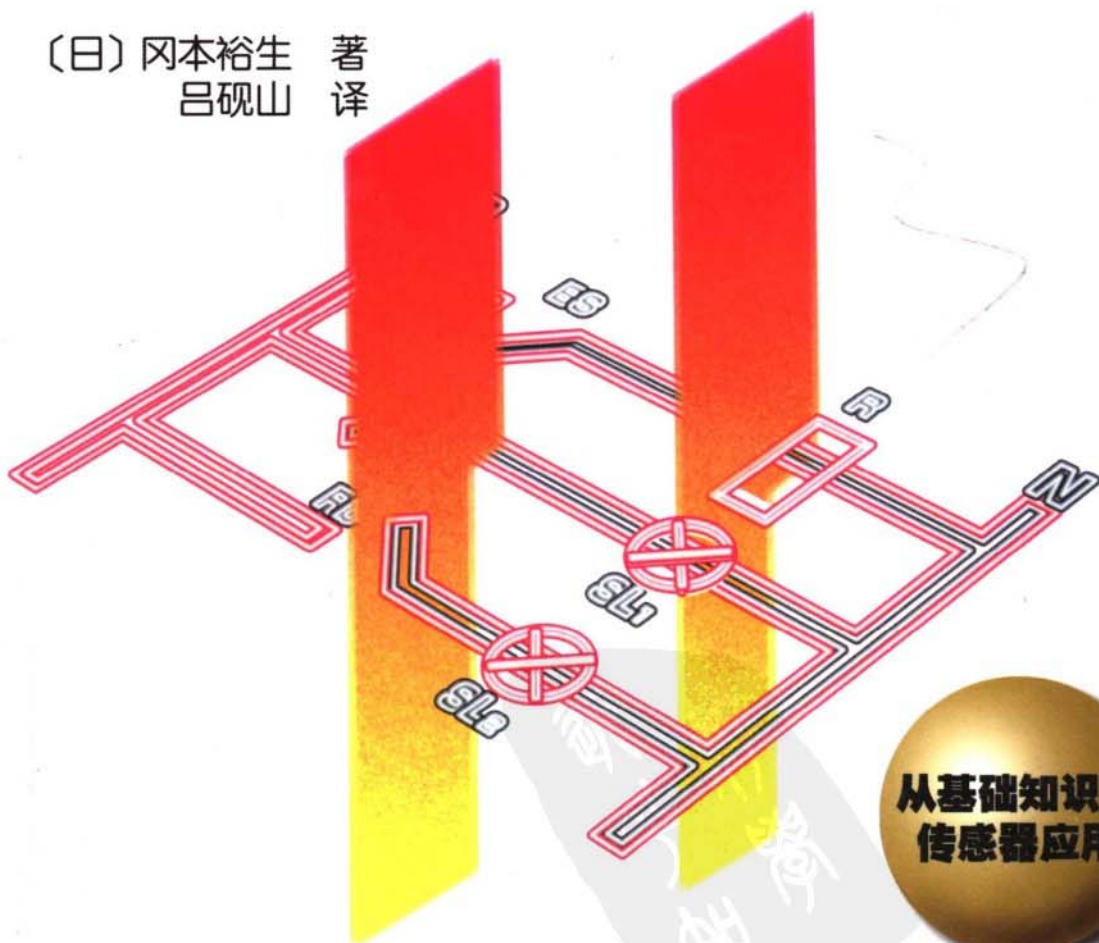
Technology
实用技术

PROGRAMMABLE CONTROLLER PLC

图
解

继电器与 可编程控制器

(日) 冈本裕生 著
吕砚山 译



从基础知识到
传感器应用

 科学出版社
www.sciencepress.com

(TP-3419.0101)

责任编辑 崔炳哲

责任制作 魏 谨

封面制作 李 力

Technology
实用技术



建议上架类别：工业技术 / 电工技术

科学出版社 东方科龙
<http://www.okbook.com.cn>
cuibingzhe@mail.sciencep.com

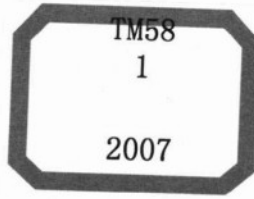
ISBN 978-7-03-018434-4



9 787030 184344 >

定 价：24.00 元

2007



图解

PROGRAMMABLE CONTROLLER

继电器与可编程控制器

〔日〕 冈本裕生 著
吕砚山 译

科学出版社

北京



图字：01-2006-5333 号

内 容 简 介

可编程控制器(PLC)是在传统的继电器基础上结合计算机技术的一种数字运算操作的控制装置,应用非常广泛。

本书是为初学继电器顺序控制、可编程控制器以及传感器使用方法的读者而编写的实用入门书。本书基本按照“问题—电路设计—接线—实施”步骤,利用丰富实例、通俗易懂地讲解相关内容,内容涉及顺序控制的基本知识、继电器顺序控制的基础与应用、可编程控制器的基础知识、可编程控制器的指令与基本电路及可编程控制器的应用电路等,并且每章后均给出实践题,在最后给出相应的答案。

本书适合作为刚刚参加工作的技术人员入门书,以及工科学生的实践用书。

图书在版编目(CIP)数据

图解继电器与可编程控制器/(日)冈本裕生著;吕砚山译. —北京:科学出版社,2007

ISBN 978-7-03-018434-4

I. 图… II. ①冈…②吕… III. ①继电器—图解②可编程控制器—图解
IV. TM58 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 004092 号

责任编辑:崔炳哲 / 责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平 / 封面制作:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 1 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007 年 1 月第一次印刷 印张: 10 3/4

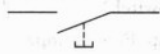
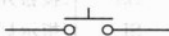







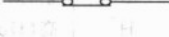

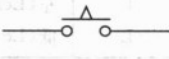

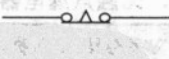




印数: 1—4 000 字数: 196 000

定 价: 24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)



文字符号与电气图形符号 (JIS C 0617)

名称	文字符号	图形符号	
		新图形符号	旧图形符号
按钮开关 a 触点	BS		
按钮开关 b 触点			
指示灯	SL		如果需要指示颜色,则在靠近图形符号处标出下列文字符号:RD:红 BU:蓝 YE:黄 WH:白 GN:绿
继电器线圈			包括继电器、时间继电器、电磁接触器等线圈。
继电器常开触点	R		
继电器常闭触点			
延时动作瞬时复位 时间继电器常开触点	TLR		
延时动作瞬时复位 时间继电器常闭触点			
电磁接触器 常开触点	MC		
电磁接触器 常闭触点			

新图形符号的 JIS(日本工业标准)C617 系 1999 年 2 月 20 日制定,旧图形符号的 JISC0301 已废除。

顺序控制文字符号 (JIS C 0401)

1. 电器符号

文字符号	名称(相应文字符号的英文名称)	文字符号	名称(相应文字符号的英文名称)
BS	按钮开关(Button Switch)	FLTS	浮子开关(Float Switch)
SL	指示灯(Signal Lamp, Pilot Lamp)	LS	限位开关(Limit Switch)
B	电池(Battery)	MC	电磁接触器(Electromagnetic Contactor)
BL	电铃(Bell)	MCCB	接线用断路器(Molded Case Circuit Breaker)
BZ	蜂鸣器(Buzzer)		

2. 功能符号

文字符号	名称(相应文字符号的英文名称)	文字符号	名称(相应文字符号的英文名称)
AUT	自动(Automatic)	MA	手动(Manual)
AUX	辅助(Auxiliary)	OFF	开路,断开(Open, Off)
B	制动(Braking)	ON	闭路,接通(Close, On)
C	控制(Control)	R	记录(Recording)
CL	闭合(Close)	R	反(Reverse)
CO	切换(Change-over)	R	右(Right)
D	下降,下(Down, Lower)	RG	调整(Regulating)
EM	紧急(Emergency)	RN	运行(Run)
F	正,向前(Forward)	RST	复位(Reset)
H	高(High)	ST	起动(Start)
HL	保持(Holding)	STP	停止(Stop)
L	左(Left)	SY	同步(Synchronizing)
L	低(Low)	U	上升,上(Raise, Up)

3. 无触点继电器的文字符号

文字符号	名称(相应文字符号的英文名称)	文字符号	名称(相应文字符号的英文名称)
NOT	非(Not, Negation)	MEM	暂时存储(Memory)
OR	逻辑或(Or)	ORM	复位存储(Off Return Memory)
AND	逻辑与(And)	RM	永久存储(Retentive Memory)
NOR	逻辑或非(Nor)	FF	触发器(Flip Flop)
NAND	逻辑与非(Nand)	AMP	放大器(Amplifier)

PLC的指令与基本电路

1 指令与功能

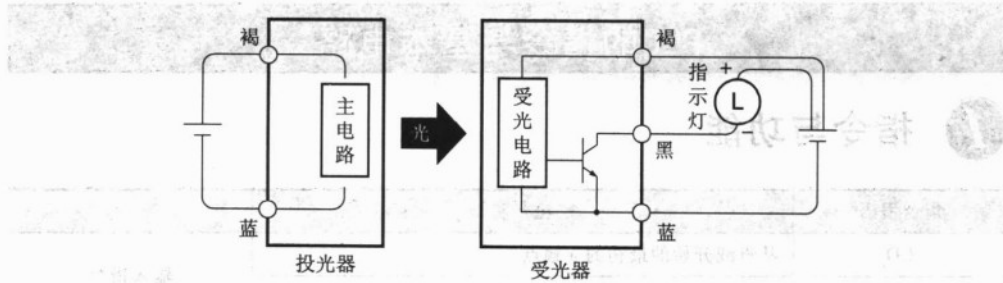
指令用语	功能	备注
LD	从母线开始的最初的 a 触点	输入指令
LD NOT	从母线开始的最初的 b 触点	
OUT	驱动继电器、定时器、计数器等线圈部	输出指令
END	在程序的最后必须用	
AND	a 触点的串联连接	
AND NOT	b 触点的串联连接	
OR	a 触点的并联连接	
OR NOT	b 触点的并联连接	
AND LD	并联电路模块的串联连接指令	
OR LD	串联电路模块的并联连接指令	

2 PLC 的继电器编号

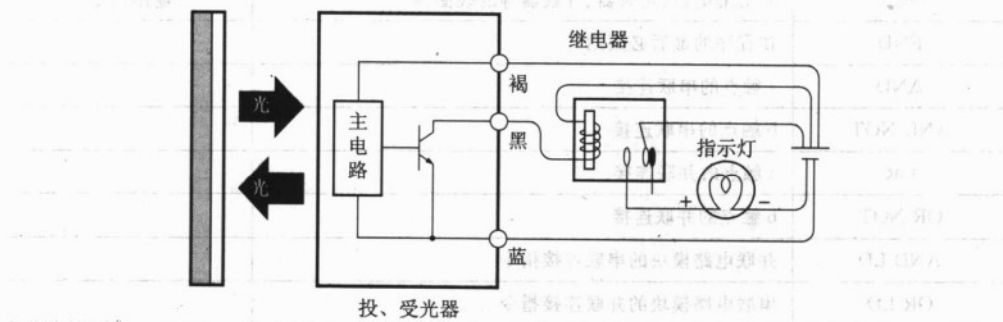
种类	继电器编号	继电器点数
输入	00~11	12 点
输出	1000~1007	8 点
定时器、计数器	TIM · CNT000~127	128 点
	定时器、计数器使用共同的编号	
内部辅助继电器	20000~23115	512 点
保持继电器	HR0000~HR1915	320 点

(CPM1A 示例)

3 各种传感器的接线图

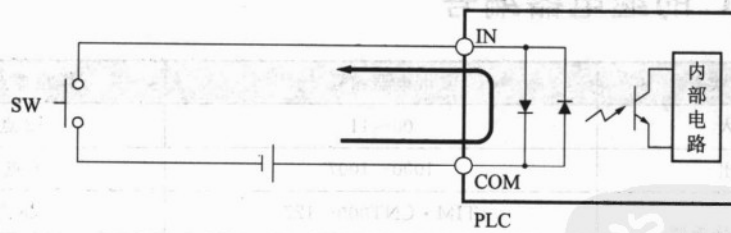


透过型光电传感器(E3S-AT21 示例)

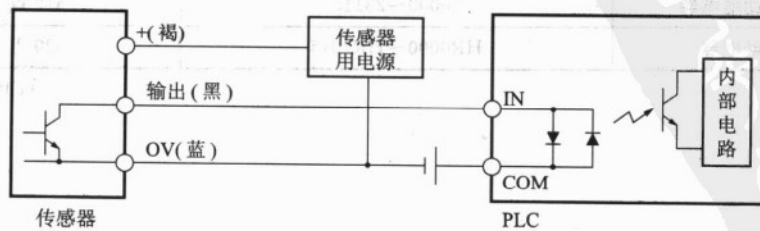


反馈反射型光电传感器(E3S-AR21 示例)

4 PLC 的输入接线图



开关与 PLC



传感器与 PLC

前 言

本书是为初学继电器顺序控制、可编程控制器以及传感器使用方法的读者而编写的实用入门书。

特别要说明的是,本书中采用了欧姆龙公司 SYSMAC 系列可编程控制器所使用的指令。因此,若要对三菱电机公司 MELSEC-FM 系列相关的可编程控制器进一步了解,请参阅本书姊妹书《やさしいリレーとシーケンサ》¹⁾。

可编程控制器,在现代生产企业中已是不可缺少的装置。为了掌握可编程控制器,首先有必要学习继电器顺序控制方面的知识。因此,本书先向初学者提供有关继电器顺序控制方面的基础知识,此内容对即使不懂电气的读者也易于理解。其次,还介绍在基本电路和应用电路中,如何使用真值表和时序图理解它们的工作结果的方法。最后,在有关可编程控制器的内容中,还将对简单电路的编程乃至接线方法给以通俗易懂的介绍。

本书虽篇幅不多,但取材有趣,相信大家必有兴致来学习并进行实践。特别是作为刚刚参加工作的技术人员入门书和工科学生等的实践用书,即便没有指导老师也能按照“问题—电路设计—接线—实施”步骤,可循序渐进地学习。学习本书有助于提高自身独立解决问题的能力 and 实践能力。

顺序控制是简单有趣的技术,若读者能结合实际,从本书中体验到其奥妙,作者将深感荣幸。

最后要说明的是,本书的出版得到了各方人士的支持和帮助,作者在这里特向欧姆龙公司、职业能力开发综合大学的日野先生,以及欧姆社出版局的各位先生表示深深的谢意。

著者 谨识

1) 《浅说继电器与程序装置》。——译者注

目 录

Chapter 1

顺序控制基础

1.1 顺序控制	2
1.2 控制方式	3
有触点继电器方式(3)/无触点继电器方式(3)/微型计算机方式(3)	
1.3 按钮开关	5
按动作分类(5)/按钮开关的触点(6)	
1.4 图形符号与文字符号	7
1.5 顺序图	8
顺序图画法(8)/从接线图到顺序图(9)	
1.6 时序图与真值表	10
时序图(10)/真值表(10)	

Chapter 2

继电器顺序控制基础与应用

2.1 继电器基础	20
继电器的工作原理与构造(20)/继电器触点(21)/继电器的触点结构与端子编号(23)	
2.2 逻辑电路	25
ON 电路(25)/继电器顺序控制实习装置的制作示例(28)/NOT 电路(29)/AND 电路(33)/OR 电路(34)/由继电器触点构成的逻辑电路(36)	
2.3 自保持电路与互锁电路	39
自保持电路(39)/有关自保持电路的说明(40)/各种开关(46)/互锁电路(49)/有关互锁电路的说明(50)	

2.4	利用时间继电器的电路	56
	时间继电器的种类(56)/通电延时电路(57)	
2.5	利用计数器的电路	60
2.6	利用传感器的电路	62
	传感器的种类(62)/近程传感器(63)/光电传感器(65)/传感器的特点(74)	
2.7	电动机的控制	75
	开关电器与保护装置(75)/电动机的启动与停止(76)/电动机的正转与反转(78)	

Chapter
3

可编程序控制器的基础知识

3.1	可编程控制器	82
	可编程控制器与输入输出装置(82)/PLC的构成(83)/PLC与继电器顺序控制的比较(84)/从顺序图到梯形图(84)/输入输出编号(85)	
3.2	程 序	88
	基本指令(88)/程序的构成(88)/元件编号(89)/PLC实习装置的制作(90)	

Chapter
4

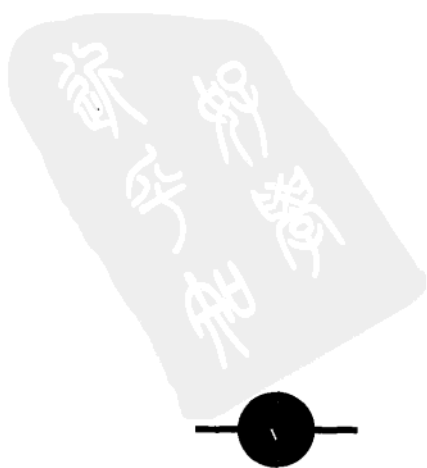
可编程序控制器的指令与基本电路

4.1	LD、LD NOT、OUT 及 END 指令	92
	LD、LD NOT 及 OUT 指令的使用方法(92)/程序的编写(93)/从 PLC 的连接到动作确认的步骤(93)	
4.2	AND、AND NOT、OR 及 OR NOT 指令	100
	程序的执行顺序(107)/编写程序的注意点(108)	
4.3	AND LD 和 OR LD 指令	110
4.4	定时器电路	113
	关于定时器(113)/编写程序时的注意点(113)/通电延时电路(114)/定时器状态的监控方法(114)/单触发电路(115)/顺序动作电路(116)	
4.5	计数器电路	119
	关于计数器(119)/编写程序时的注意点(119)	

Chapter
5

可编程控制器的应用电路

5.1 电路设计	124
设计作业的流程(124)/编程装置(125)/与输入输出装置的连接(125)	
附 录	134
基本问题解答	135
应用问题解答	149

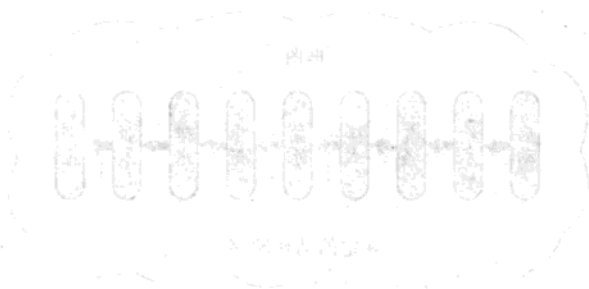


Chapter

1

顺序控制

基础



本章为初学顺序控制的各位介绍必要的基本知识。首先学习“什么是顺序控制?”，“都有怎样的控制方式?”，然后介绍在控制电路使用的按钮开关的构造等。目的是使读者能够做出简单电路的顺序图、时序图及真值表。

1.1 顺序控制

在发明机械的初期,人们依靠人手来操作机械进行工作。随后不久,努力追求操作的准确性、安全性及经济性,促进了自动化的发展,其中所产生的一种技术就是顺序控制。

所谓顺序控制(Sequential Control),就是按照预先设定的动作顺序对机器或装置进行控制。图 1.1 表示洗衣机实例。当按下启动开关后,它就如框图所示,按照规定的动作顺序工作,并能自动停止。这种控制,就称作顺序控制。

现在,顺序控制在洗衣机和电饭锅等家用电器,街道上所见的交通信号灯和自动售货机,以及楼宅和工厂、企业中所用的自动门、电梯、自动化装置等各个领域被广泛采用。这些装置为实现自动化和节约劳力作出了很大的贡献。

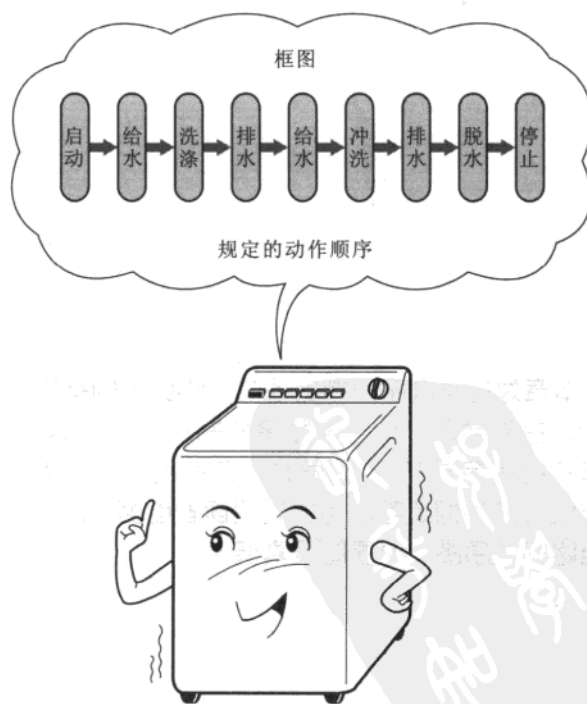


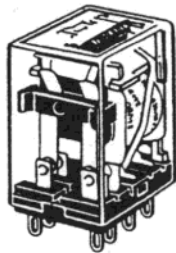
图 1.1 洗衣机的顺序控制

控制方式 1.2

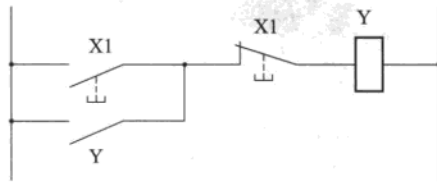
顺序控制方式,按照所使用控制装置的不同,可有以下分类。

有触点继电器方式

又称继电器顺序控制,如图 1.2 所示,是利用继电器等作为开关进行控制的方法,其表示采用顺序图。虽然接线较为复杂为其缺点,但现在仍在广泛使用。由于它是最基本的顺序控制,故应对它很好地理解。



(a) 继电器



(b) 顺序图

图 1.2 有触点继电器方式

无触点继电器方式

又称逻辑顺序控制,如图 1.3 所示,是利用由晶体管或集成电路(IC)等半导体器件构成的逻辑元件作为开关进行控制的方式。但是,随着可编程控制器的发展,它在生产现场已不多见,其表示采用逻辑电路图。

微型计算机方式

▶ 可编程控制器

利用如图 1.4(a)所示的顺序控制专用微型计算机的控制装置,称为**可编程控制器**。它是按照所执行的程序进行控制的方式。这里,将其称作 PLC(Programmable Logic Controner)。由于其经济性、可靠性良好,同时其控制内容也容易改

变,故在生产现场应用得很广泛,其表示采用梯形图等。

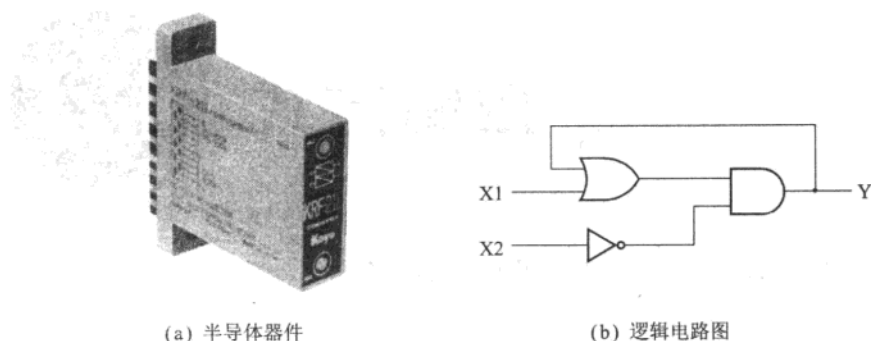


图 1.3 无触点继电器方式

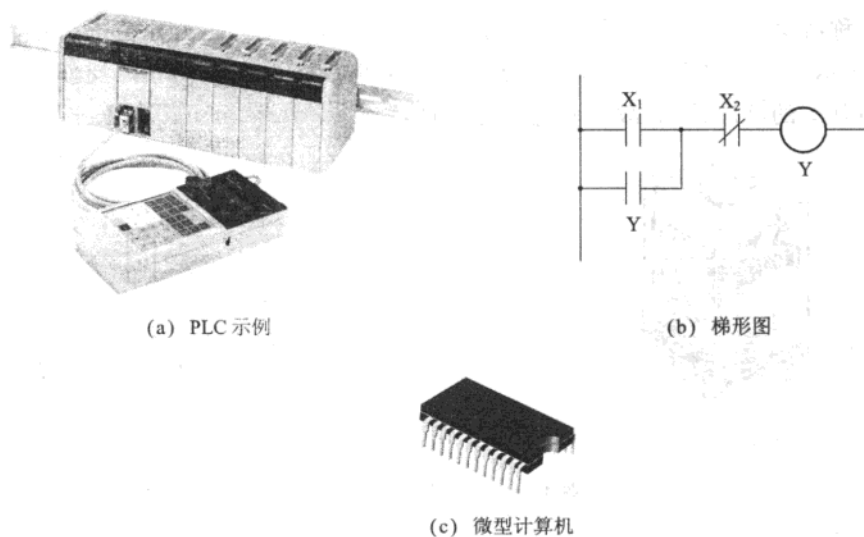


图 1.4 微型计算机方式

► 家用电器的控制

例如,洗衣机、电饭锅等家用电器,均由其内部存有专用程序的如图 1.4(c)所示的单片微型计算机进行控制。由于微型计算机内存各种各样的控制程序,因此使用者可以按照自己的意愿自由地选择控制。表 1.1 为家用电器的控制举例。

表 1.1 家电用品的控制

品名	控制内容	选择内容
洗衣机	洗濯、冲洗	冲洗的次数,水量,强弱
电饭锅	加热、保温	做早饭、熬粥
微波炉	加热	强弱,解冻

按钮开关

1.3

我们在日常生活中常见许多种开关,但在这里要介绍的是在控制电路中所使用的按钮开关。按钮开关是依靠人手的按压操作来进行开(ON)、关(OFF)电路的开关。图 1.5 是典型的按钮开关示例。

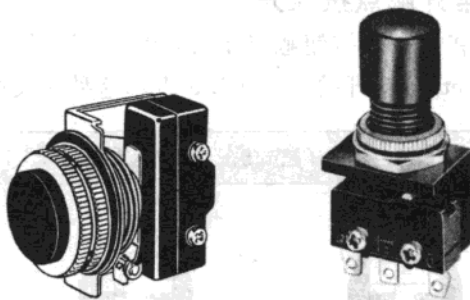


图 1.5 按钮开关

按动作分类

即使是相同形式的按钮开关,按其触点的动作状态也有如下分类。

① 自动复位型(瞬时动作)

仅在操作时触点通或断,手松开则按钮及触点回复原状态。

在顺序控制中,这种自动复位型按钮开关应用较多。

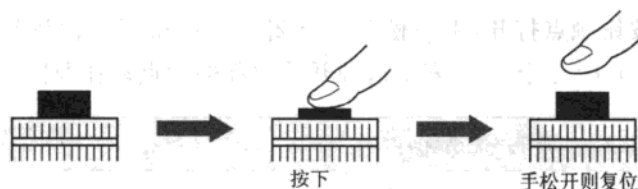


图 1.6 自动复位型按钮开关

② 保持型(交替动作)

第 1 次按下,按钮与触点保持按下状态;第 2 次按下,解除锁住状态。这种开关被用在电源侧的 ON、OFF。

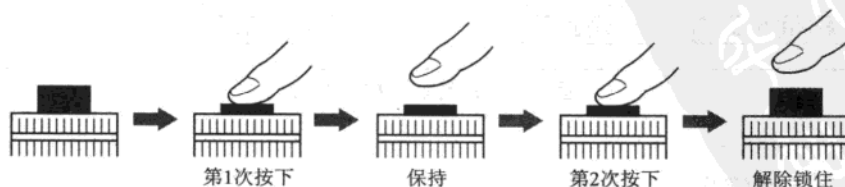


图 1.7 保持型按钮开关

按钮开关的触点

在顺序控制中所用的开关或继电器等的触点中,有常开触点(旧称 a 触点)和常闭触点(旧称 b 触点)。这里就有关自动复位型的按钮开关的触点介绍如下。

注:对于 a 触点、b 触点的称呼,现按 JIS(JIS C0617)规定,统一称作常开触点、常闭触点。

常开触点按钮开关

将手按下按钮触点闭合,手一松开触点断开的按钮开关称作常开触点(make contact)按钮开关¹⁾。图 1.8 表示这种开关内部的触点动作及图形符号。

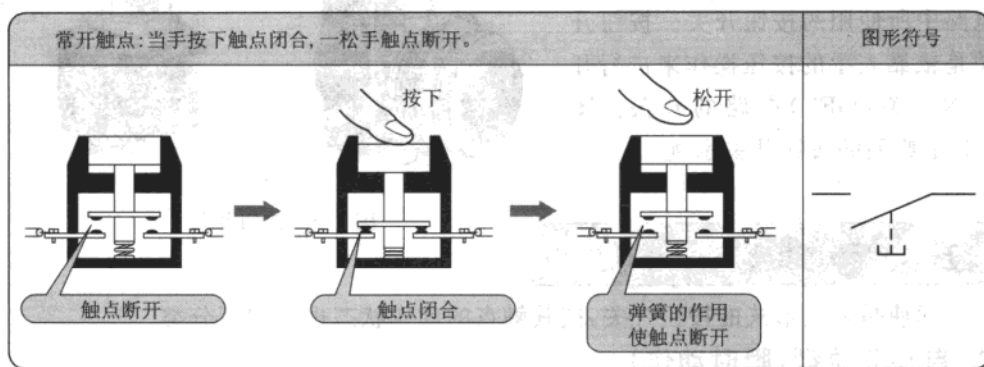


图 1.8 具有常开触点的按钮开关

常闭触点按钮开关

当手按下按钮触点打开,手一松开触点闭合的按钮开关称作常闭触点(break contact)的按钮开关²⁾。图 1.9 表示这种开关内部的触点动作及图形符号。

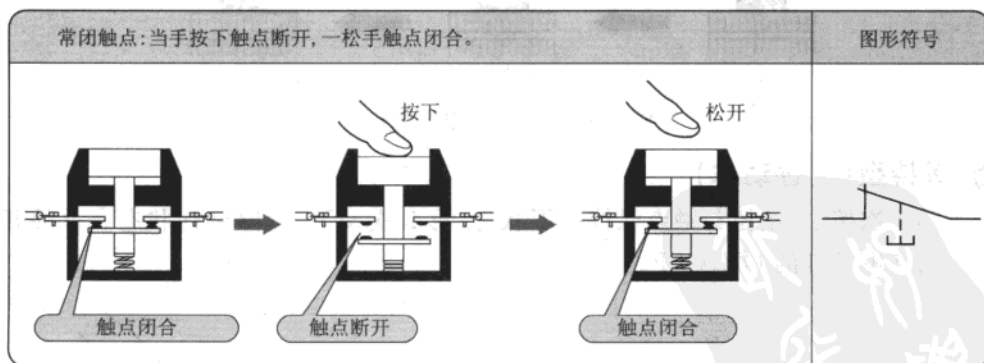


图 1.9 常闭触点按钮开关

1) 即常开按钮(简称)。——译者注

2) 即常闭按钮(简称)。——译者注

图形符号与文字符号

1.4

在日本,对于顺序控制中使用的图形及符号,日本工业标准(JIS)进行了规定。顺序图或文字符号等见“顺序控制用接线展开图”(JIS C 0401),图形符号见“电气图形符号”(JIS C 0617-7)。表 1.2 中列出在继电器顺序控制中使用的主要图形符号和文字符号。日本国内不少场合仍使用着旧图形符号,但在国家考试等场合均已使用新的 JIS(与 IEC 国际标准相符),故本书采用新图形符号。

表 1.2 图形符号与文字符号(JIS C 0617-7)

名称	文字符号	图形符号		电器示例
		新图形符号	旧图形符号	
按钮开关 常开触点	BS			
常闭触点				
指示灯	SL		如果需要指示颜色,可在靠近图形符号处标明下列文字符号:RD:红 BU:兰 YE:黄 WH:白 GN:绿	
继电器线圈	R		时间继电器、电磁接触器等线圈的图形符号也用该符号表示	
继电器触点 常开触点				
常闭触点				
延时动作瞬时复位时间继电器常开触点	TLR			
常闭触点				
电磁接触器 常开触点	MC			
常闭触点				

1.5 顺序图

本节介绍顺序图、有关图形符号和文字符号,以及由按钮开关和指示灯构成的简单电路的顺序图画法。

顺序图画法

将各种电器的图形符号按其动作顺序进行排列,使动作的内容便于理解的图,称为顺序图或接线展开图。其中,电器的接线方向为上下者,称为纵向顺序图;其方向为左右者,称为横向顺序图。这里,仅对横向顺序图的画法作介绍。

横向顺序图画法

- (1) 如图 1.10 所示,在左右方各引出一条垂直线作为控制电源母线(左右控制电源母线的符号,对直流电源用 P 与 N,对交流电源用 R 与 S 表示)。
- (2) 连接控制电器接线,在左右控制电源母线之间以水平线表示。
- (3) 采用表 1.2 所示电气图形符号与文字符号表示控制电器等。
- (4) 将控制电器的图形符号按照动作的顺序从左向右连接。此外,当在控制母线之间有较多部件需要连接时,根据动作的顺序按从上到下的顺序来画出。

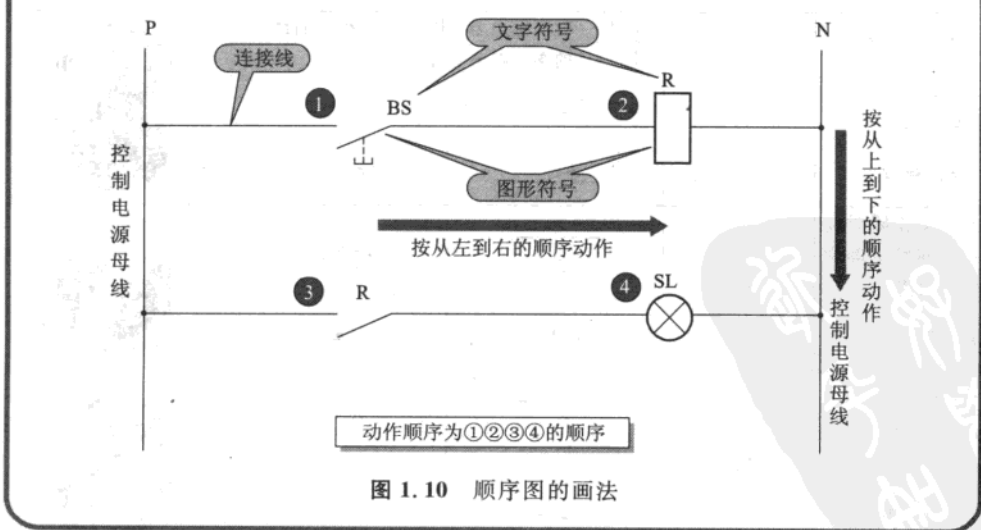


图 1.10 顺序图的画法

从接线图到顺序图

首先介绍如何从由电源电池、常开触点的按钮开关及指示灯构成的简单电路画出顺序图。图 1.11(a)是连接各个电器的实际接线图。图 1.11(b)表示按下按钮开关的状态,开关的触点闭合,有电流流过,使指示灯点亮。

图 1.11(c)是用在左右引出的控制电源母线取代图 1.11(a)中电池,在其间引出水平线连接按钮开关和指示灯的接线图。

图 1.11(d)是将图 1.11(c)中的按钮开关和指示灯用相应的图形符号和文字符号表示的图,即顺序图。

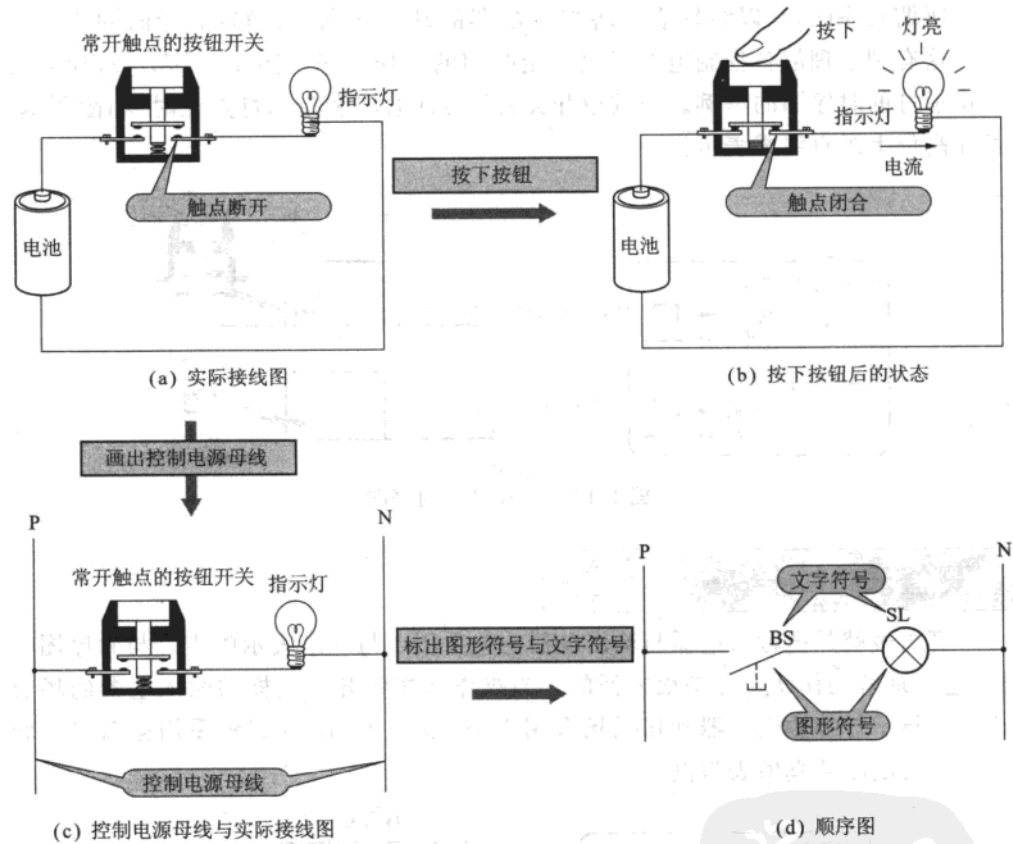


图 1.11 采用常开触点按钮开关的电路

1.6 时序图与真值表

时序图

所谓时序图,是以纵轴表示各控制电器的动作状态,以横轴表示时间变化的图。这有利于理解各控制电器每隔一定时间的动作状态。图 1.12 表示按钮开关和指示灯的时序图的举例。当按钮开关的触点闭合时和指示灯点亮时,如图所示,可在高位上画直线来表示。

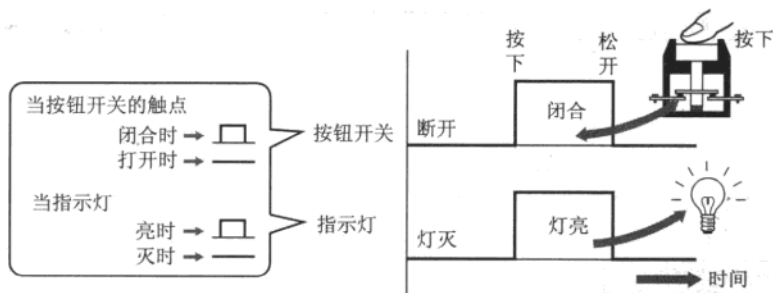


图 1.12 图 1.11 的时序图

真值表

真值表就是把输入电器与输出电器的关系用 1 与 0 来表示的表。与时序图一样,它对理解动作状态也是很方便的。当操作如按钮开关这样的输入电器的场合或者如指示灯等输出电器动作的场合用 1 来表示。图 1.13 表示采用按钮开关和指示灯的电路的真值表举例。

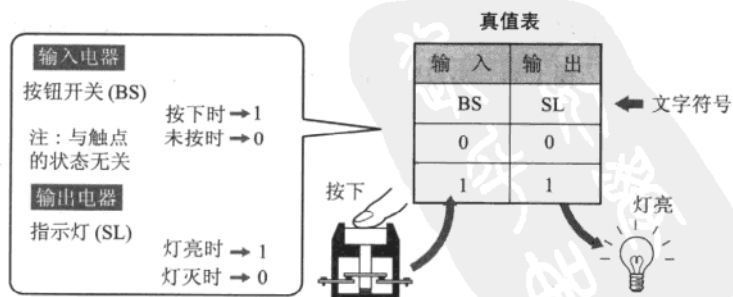
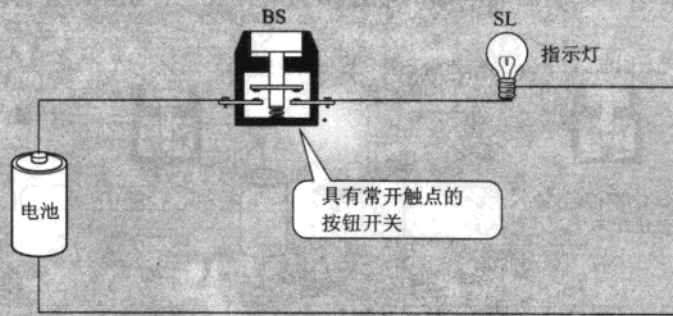


图 1.13 图 1.11 的真值表

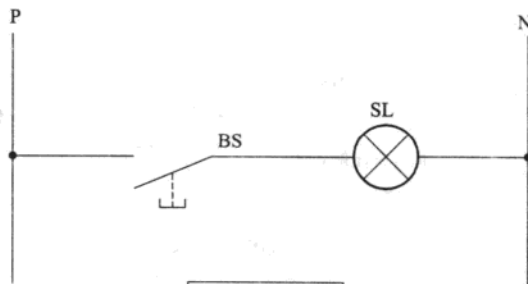
例题 1

下图是使用常开触点按钮开关和指示灯的电路。试做出其顺序图、时序图及真值表。

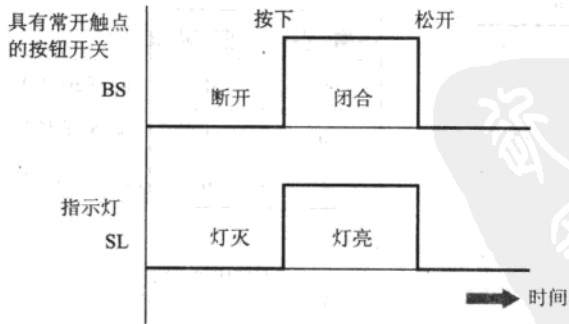


解释

根据前述,可做出顺序图、时序图与真值表如下所示。



顺序图



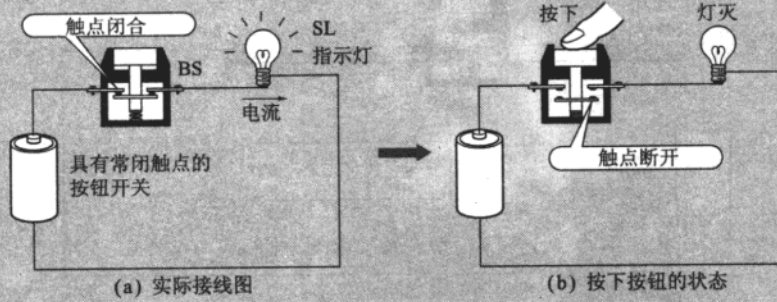
时序图

真值表

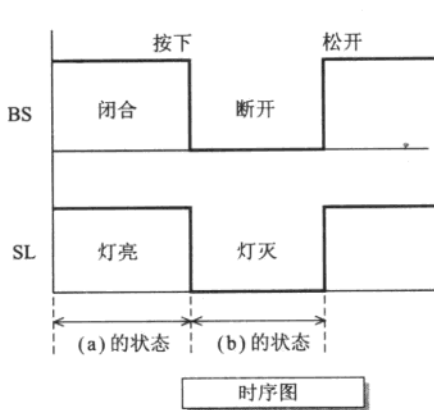
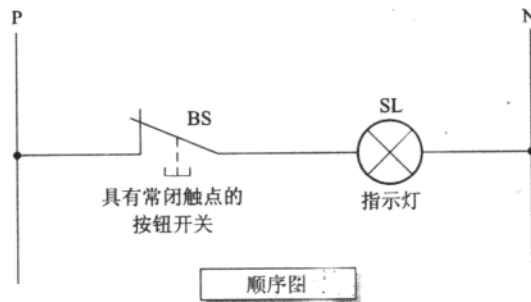
输入	输出
BS	SL
0	0
1	1

例题 (2)

下图表示使用常闭触点按钮开关的电路。图(a)所示电路为最初由于触点闭合,在电路中有电流流通,故而灯亮;而图(b)则是按下按钮开关使触点断开,灯灭的情形。试画出此电路的顺序图与时序图,并写出真值表。



解释 使用常闭触点按钮开关的指示灯亮灭电路的顺序图、时序图及真值表如下所示。



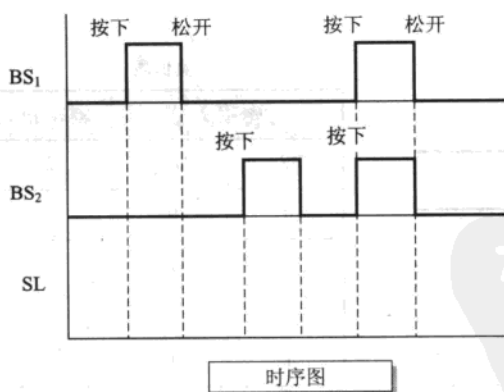
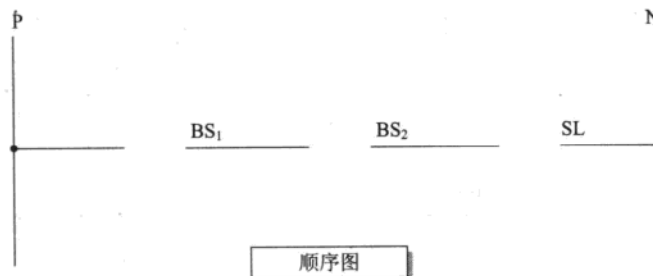
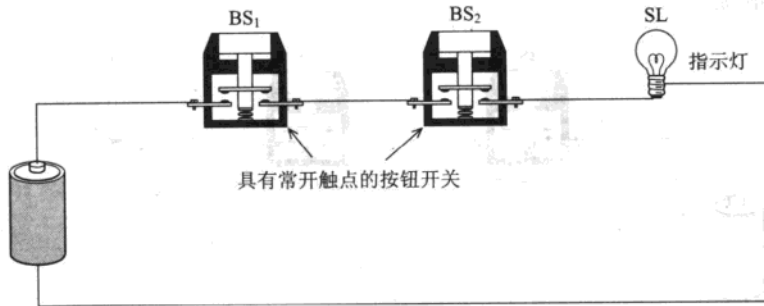
真值表

输入	输出
BS	SL
0	1
1	0

灯亮时为 1
 ← (a) 的状态
 ← (b) 的状态
 按下时为 1
 由于按下具有常闭触点的按钮开关后触点断开,故成为左图这样的时序图

基本问题

1 下图是将两个常开触点按钮开关串联连接的指示灯亮灭电路的实际接线图。在顺序图中画出 BS₁、BS₂、SL 的图形符号。另外,再画出 SL 的时序图,填写真值表中的输出情况。



真值表

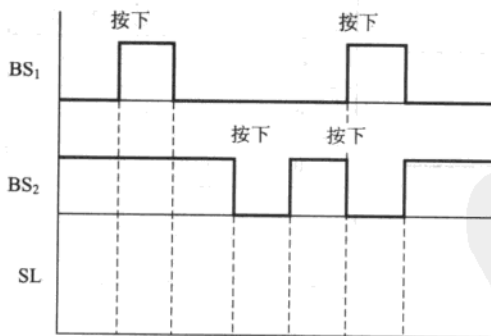
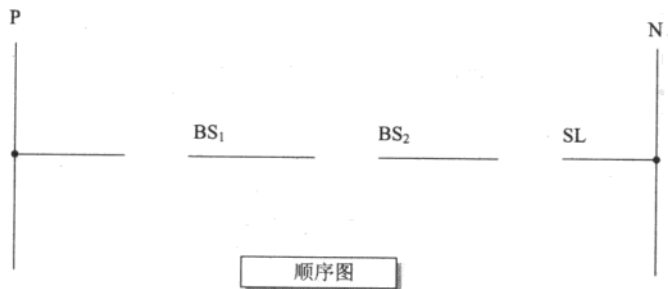
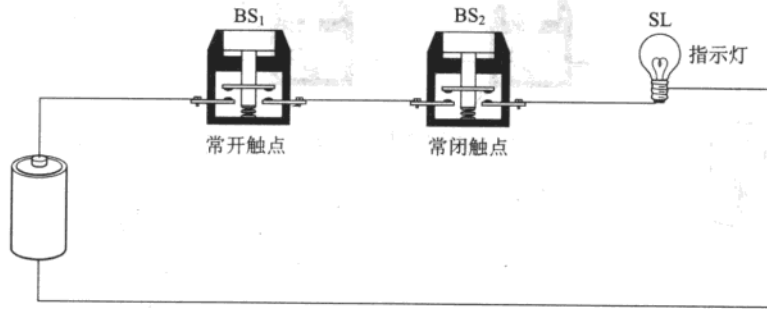
输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

像这种当输入的按钮开关全部为“1”时,输出的指示灯才为“1”的电路,称为 AND 电路。

解答见 P135

基本问题

2 下图是将常开触点按钮开关和常闭触点按钮开关串联连接的指示灯亮灭电路的实际接线图。试画出顺序图中 BS₁、BS₂、SL 的图形符号。此外,再画出 SL 的时序图并填写真值表中的输出情况。



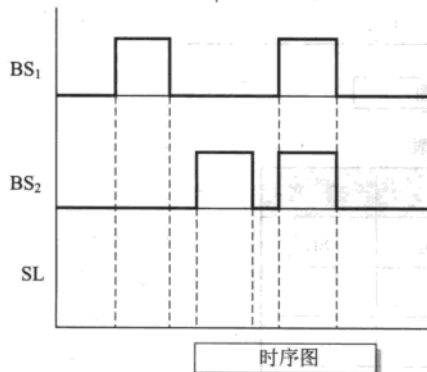
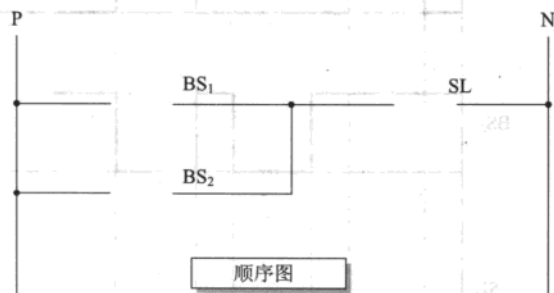
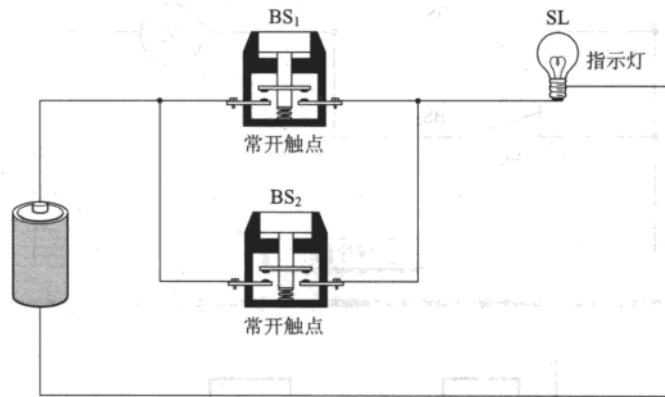
真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

解答见 P135

基本问题

3 下图是将常开触点按钮开关 BS_1 与 BS_2 并联连接的指示灯亮灭电路的实际接线图。试画出此电路的顺序图中相应器件的图形符号。此外,再画出指示灯 SL 的时序图并填写真值表中的输出情况。



真值表

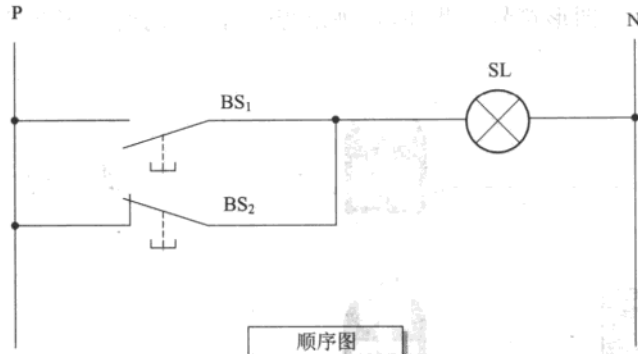
输入		输出
BS_1	BS_2	SL
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

像这种由两个按钮开关之中任一接通(ON),则指示灯就亮的电路,称为 OR 电路。

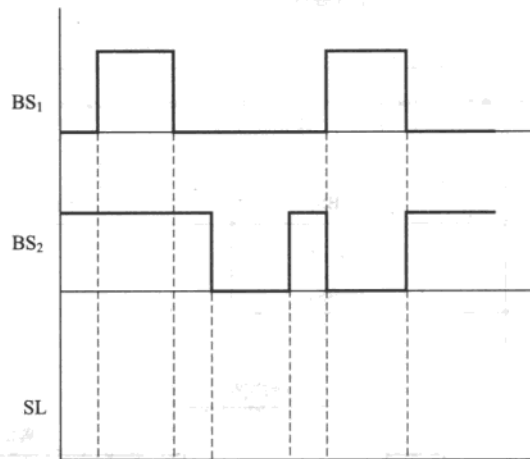
解答见 P136

基本问题

4 根据下示顺序图做出 SL 的时序图和真值表。



顺序图



时序图

真值表

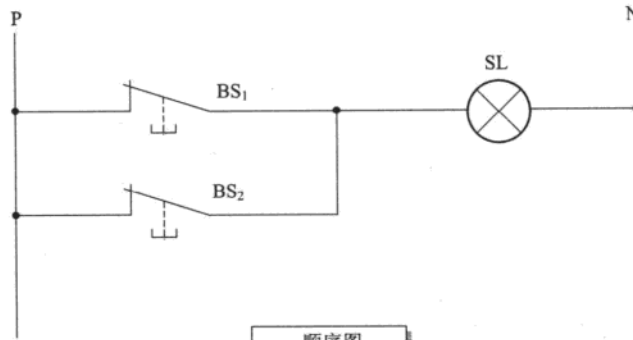
输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

解答见

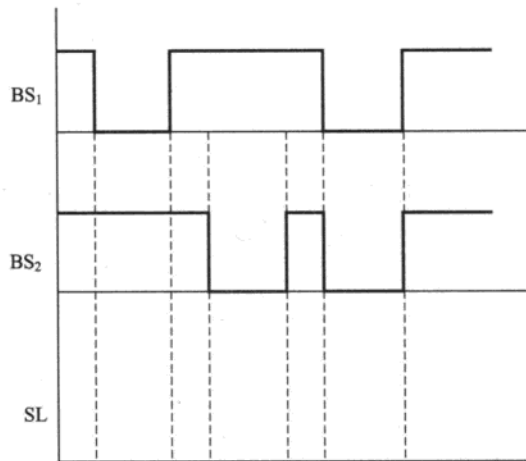
P136

基本问题

5 根据下示顺序图做出 SL 的时序图和真值表。



顺序图



时序图

真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

解答见

P136

Chapter

2

继电器顺序控制

基础与应用

应用继电器的顺序控制称为继电器顺序控制。本章介绍继电器的工作原理与构造，以及有关继电器顺序控制的基本电路与应用电路。

由于复杂的顺序控制也可由基本的电路组合构成，因此掌握了基本电路，就能够任意组成各种电路，并且可为理解后述可编程控制器奠定基础。

另外，本章的内容构成使读者易做实验，读者通过“基本问题”理解电路之后，应实际用继电器等进行连线，使其动作，若其结果能得到确认，则必能感受顺序控制的乐趣，能提高自身的实践应用能力。希望各位务必使用实物装置，去尝试解决各种基本问题和应用问题。

2.1 继电器基础

继电器(relay)又称电磁继电器,是构成继电器顺序控制电路的主要电器,本节介绍继电器的工作原理与构造,以及有关触点的端子编号等。

继电器的工作原理与构造

图 2.1 表示铰链式继电器(hinge type relay)的原理图。如图所示,在铁心上绕有线圈。当在此线圈中流通电流时铁心就变成电磁铁吸引铁片。在此铁片上装设有电气触点,从而能够起到电路开关作用。这就是继电器。

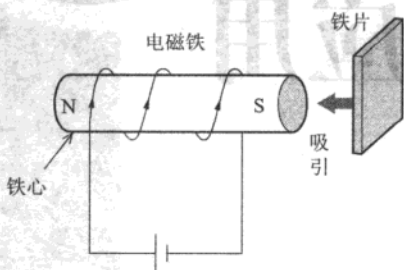


图 2.1 继电器的原理

继电器如图 2.2 所示,由线圈部分与触点部分以及机械可动部分构成。其中,图 2.2(a) 表示线圈中不流电流的情形;图 2.2(b) 表示线圈中流有电流的情形。一有电流流动,铁心中就产生磁力(励磁)变成电磁铁,吸引可动部分的铁片,与此同时进行触点的切换。如果没有电流流通,则铁心的磁力就会消失,弹簧力起作用,使可动部分复位,触点复原。这就是继电器的工作原理。

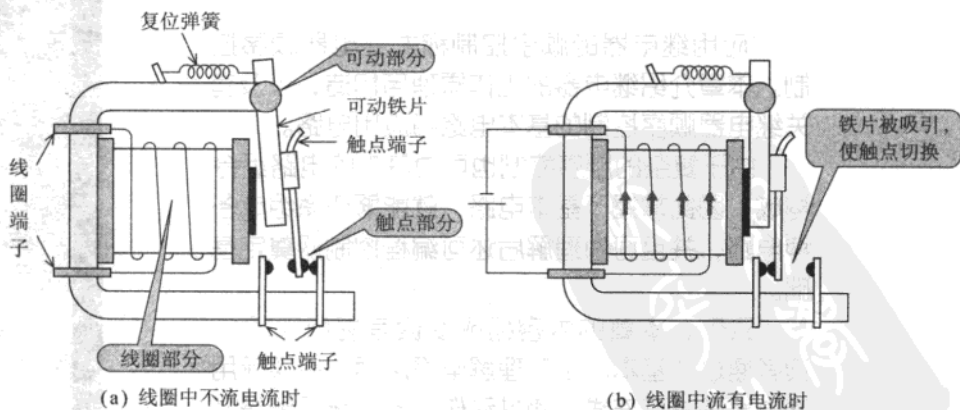


图 2.2 继电器的构造

继电器触点

继电器触点的种类和按钮开关一样,也有常开触点、常闭触点等。继电器的常开触点是在线圈中没有电流时此触点断开,而在线圈中有电流流通时触点则闭合。继电器的常闭触点,则是最初触点是闭合的,而在线圈中有电流流通时触点断开。其各种动作状态以及触点与线圈的图形符号,如图 2.3 所示。

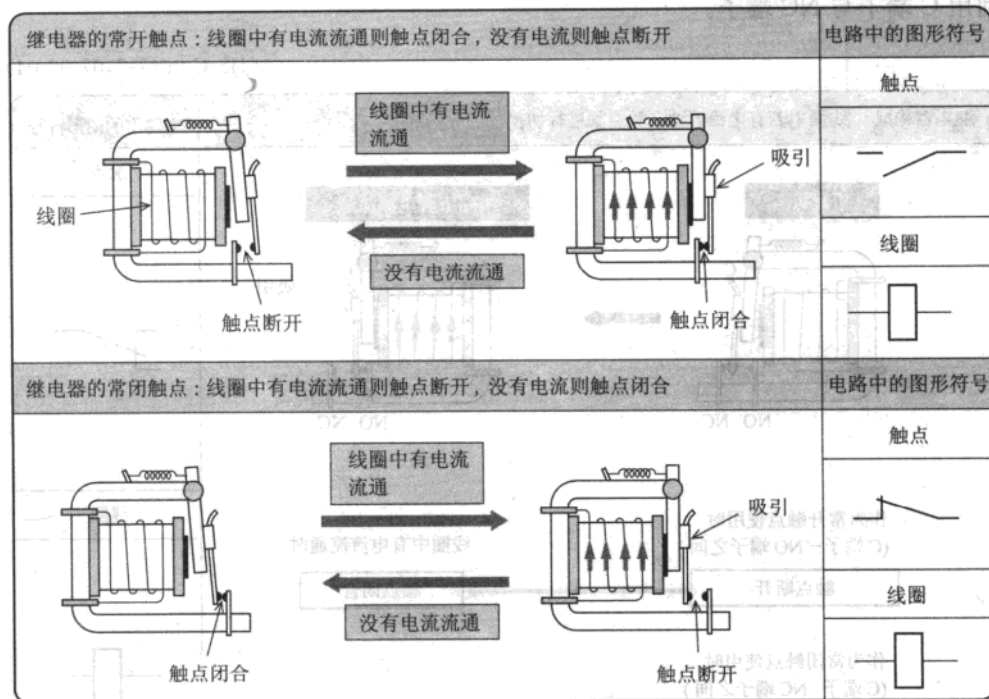


图 2.3 触点的动作及图形符号

图 2.4 则是以时序图表示线圈与触点的状态。

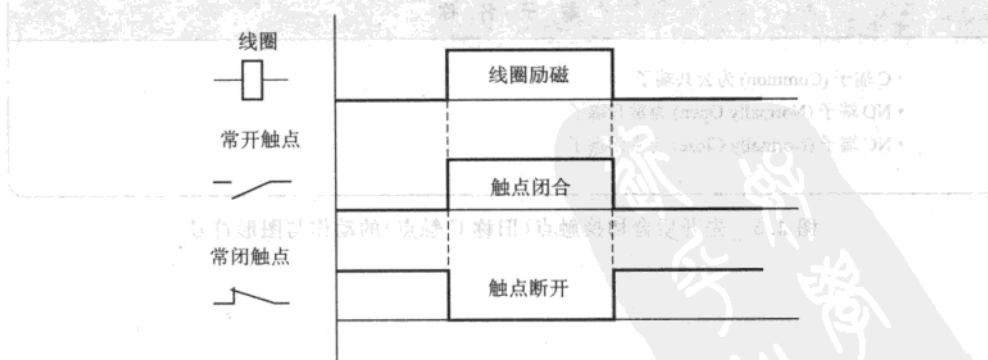


图 2.4 时序图

继电器如图 2.5 所示,由两个固定端子(NO 端子与 NC 端子)和具有可动触点的公共端子(C 端子)构成。当电流流过线圈时,C 端子的可动触点动作,将 NC 端子切换到 NO 端子。这种交互进行开关动作的触点称作先开后合切换触点 (change-over break before make contact)。

一般继电器的构成如图 2.5 所示,改变其连接可以作为常开触点或常闭触点来使用。作为常开触点使用时可利用 C 端子与 NO 端子,作为常闭触点使用时可利用 C 端子与 NC 端子。

(JIS C 0617-7,07-02-04)

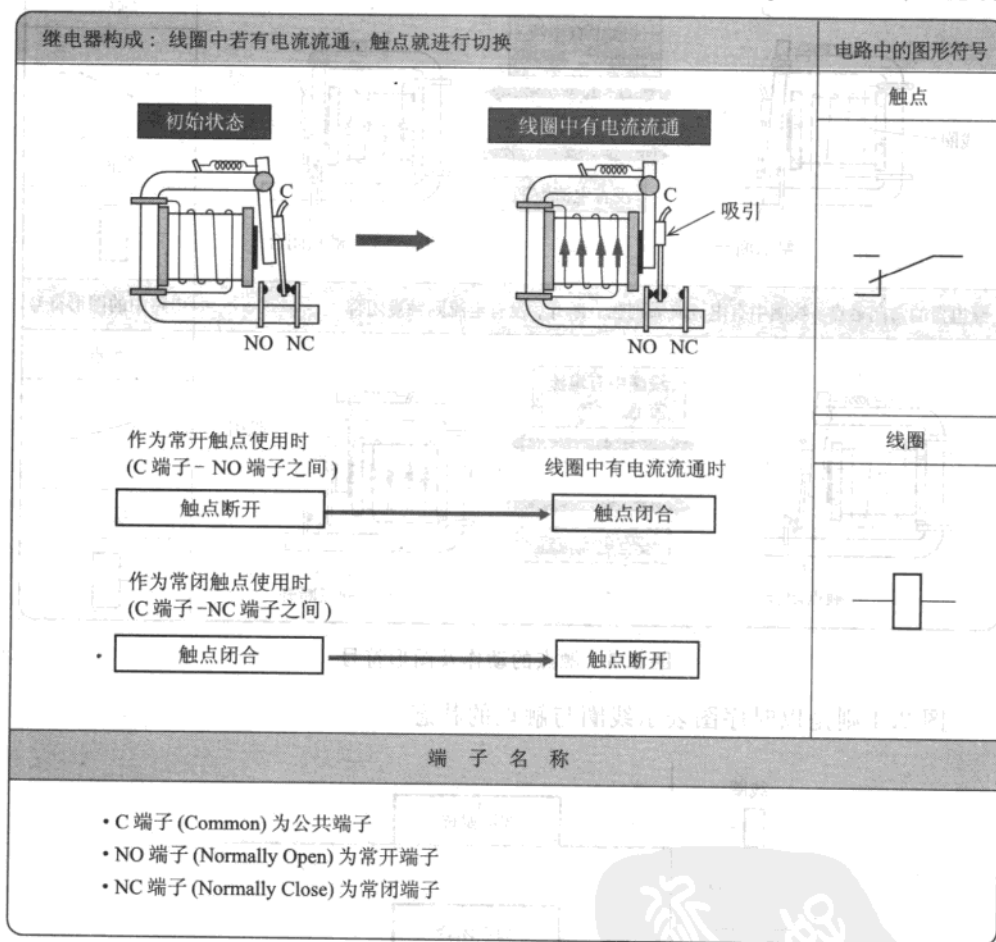


图 2.5 先开后合切换触点(旧称 C 触点)的动作与图形符号

继电器的触点结构与端子编号

一个继电器可有多个触点。图 2.6 表示具有两套触点的继电器及其触点的结构。图 2.6(b) 为端子编号示例, 相对于一个线圈有两套切换触点。

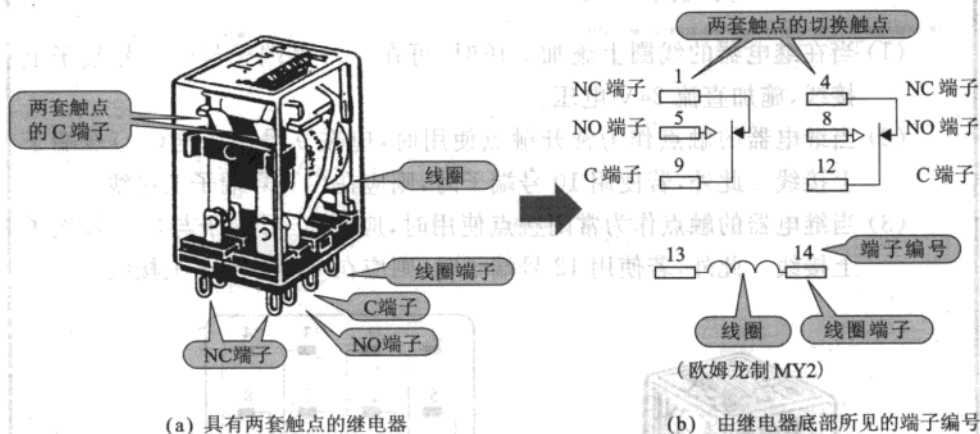


图 2.6 具有两套触点的继电器的触点结构

此外, 由于继电器的触点如图 2.7 所示, 是由先开后合切换触点构成, 只要改变与端子的连接, 就可以选作常开触点或常闭触点。图上的数字表示继电器的端子编号。

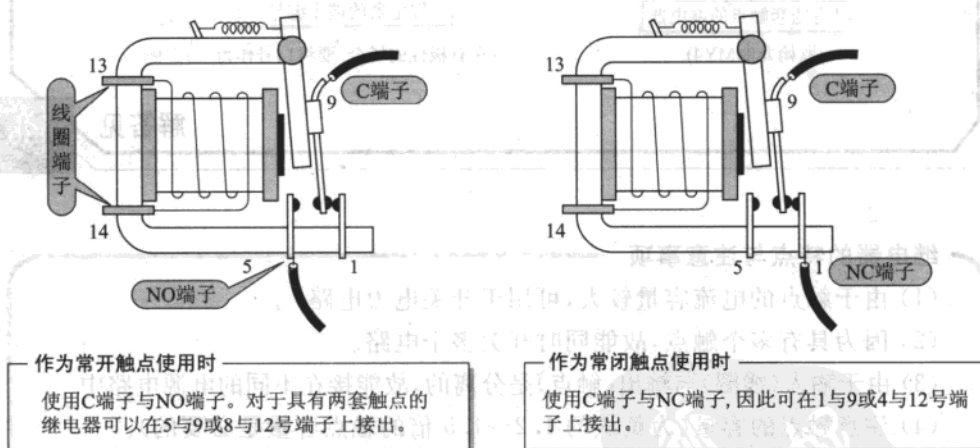
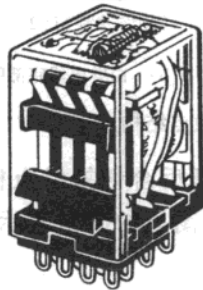


图 2.7 继电器的端子

基本问题

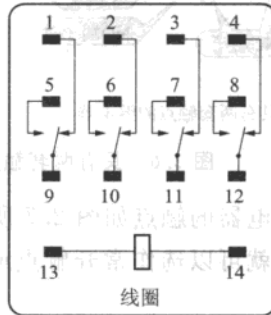
1 下图表示从具有四套触点的继电器底部所见端子编号。试在下文的()中填入适当的端子编号。设继电器的电源电压为直流 24V。

- (1) 当在继电器的线圈上施加电压时,可在()号端子与()号端子上接线,施加直流 24V 电压。
- (2) 当继电器的触点作为常开触点使用时,应在 9 号端子与()号端子上接线。此外,若使用 10 号端子时,则应在()号端子上接线。
- (3) 当继电器的触点作为常闭触点使用时,应在 11 号端子与()号端子上接线。此外,若使用 12 号端子时,则应在()号端子上接线。



具有四套触点的继电器

(欧姆龙制MY4)



继电器的端子编号

(在有极性的场合,要将14号作为“+”侧)

解答见

P136

继电器的特点与注意事项

- (1) 由于触点的电流容量较大,可用于开关电力电路¹⁾。
- (2) 因为具有多个触点,故能同时开关多个电路。
- (3) 由于输入(线圈)与输出(触点)是分离的,故能接在不同的电源电路中。
- (4) 注意触点的容量(为负载的 1.2~1.5 倍的触点容量是必要的)。
- (5) 注意触点的磨损或烧损。
- (6) 触点动作时会产生振动(振颤)。

1) 原文如此。按继电器的触点多用于控制回路,而接触器的主触点则用于主回路。——译者注

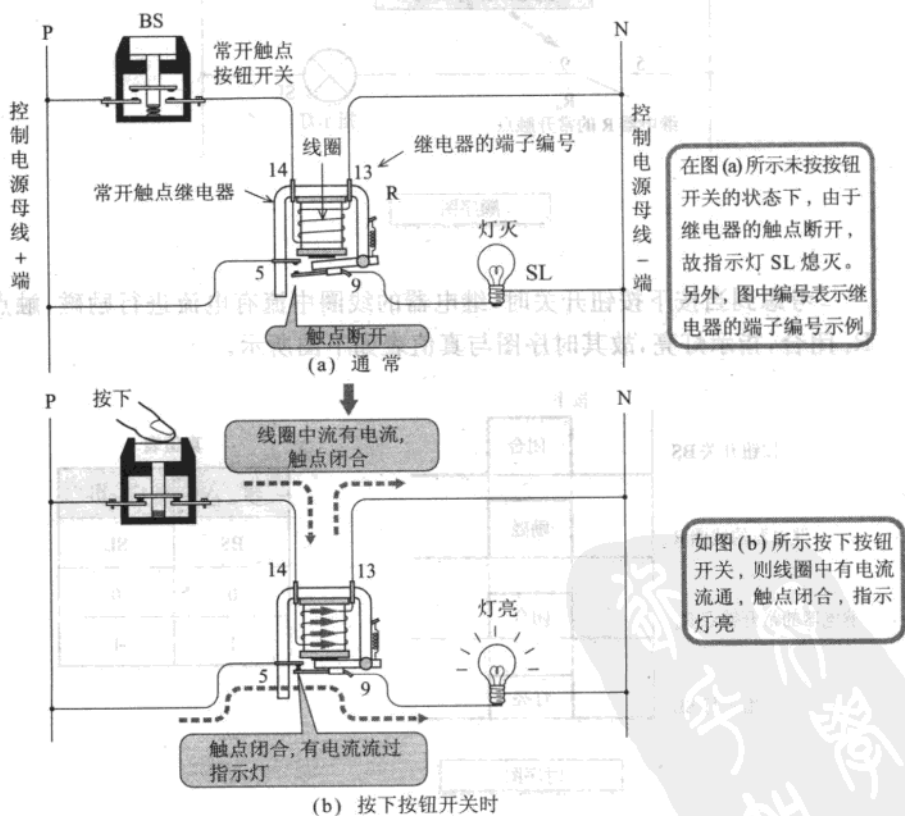
逻辑电路

2.2

本节利用按钮开关和继电器,边解答 ON(接通)电路和逻辑电路的 NOT(非)、AND(与)、OR(或)电路的有关问题,边介绍由它们构成的基本电路。读者应尽可能做实验,掌握接线方法等,以此提高自身的实践能力和接线能力。

ON 电路

ON 电路是当输入开关接通(ON)后,输出指示灯亮的电路。图 2.8 表示由常开触点按钮开关、常开触点继电器及指示灯构成的 ON 电路的接线图。



在图(a)所示未按按钮开关的状态下,由于继电器的触点断开,故指示灯 SL 熄灭。另外,图中编号表示继电器的端子编号示例

如图(b)所示按下按钮开关,则线圈中有电流流通,触点闭合,指示灯亮

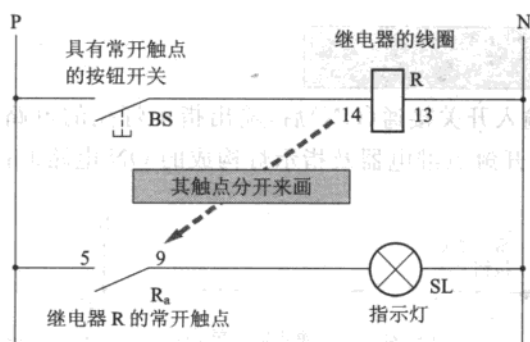
图 2.8 ON 电路

例题 1

试做出图 2.8(a)所示电路的顺序图、时序图及真值表。

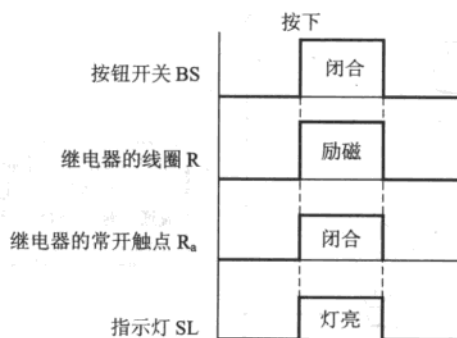
解释

从左上方开始画出具有常开触点的按钮开关 BS 和继电器的线圈 R 的图形符号。然后,在第 2 条线中画出继电器 R 的常开触点 R_a 与指示灯 SL 的图形符号。线圈和触点虽同属于一个继电器,但在画出顺序图时,是将线圈和触点分开来画的。



顺序图

考虑到当按下按钮开关时,继电器的线圈中流有电流进行励磁,触点 R_a 闭合,指示灯亮,故其时序图与真值表如下图所示。



时序图

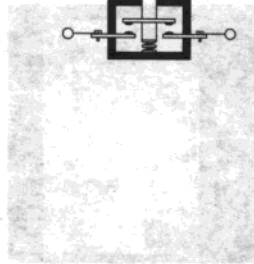
真值表

输入	输出
BS	SL
0	0
1	1

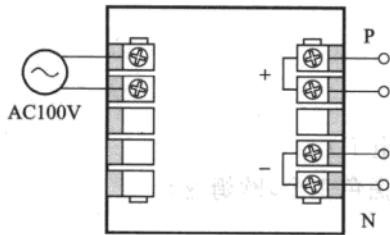
基本问题

2 参看例题 1 的顺序图, 试连接下面的部件。结果是: 按下开关 BS 时继电器动作、指示灯亮。图中的○处即接线处。

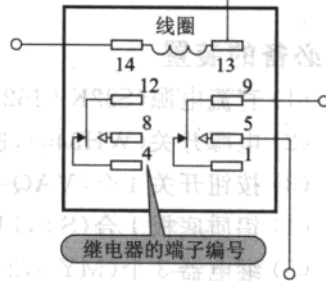
按钮开关
BS



直流电源24V



继电器



继电器的端子编号

指示灯
SL



实际接线圈

解答见

P136

继电器顺序控制实习装置的制作示例

掌握继电器顺序控制技术以及提高实践能力,并不是简单指解决问题的能力,还应具备实际接线能力。在市场上可以买到商品化的实习装置,但若自己亲手制作其乐无穷,并且成本也低廉。图 2.9 表示必备的装置和制作示例。这些装置在后叙的可编程控制器的实验中也将用到。

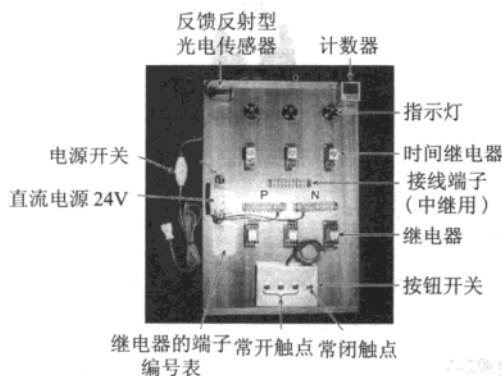


图 2.9

必备的装置

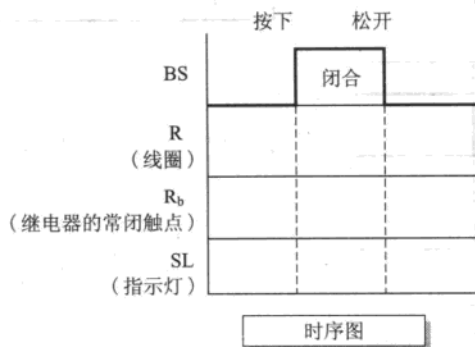
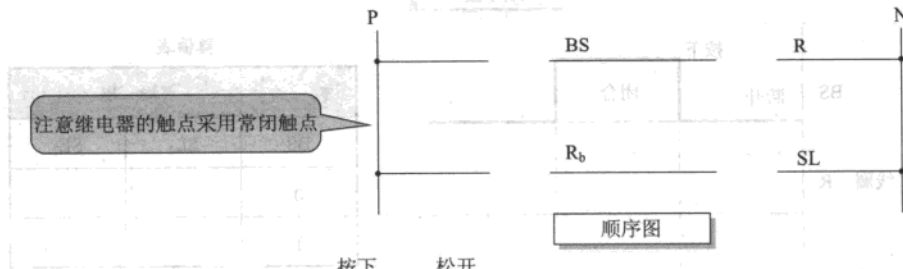
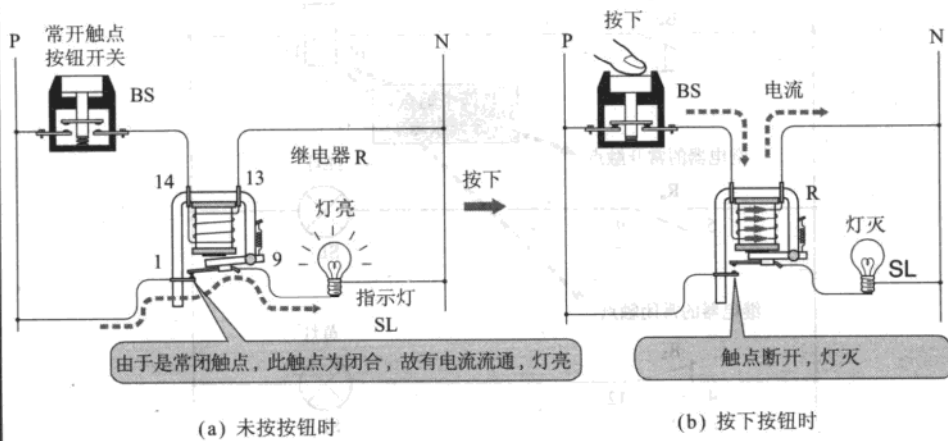
- (1) 直流电源(S82K-01524,24V,欧姆龙)
- (2) 电源开关(WH5407,连接软线用,松下电工)
- (3) 按钮开关 4 个(VAQ-4R-K,红色 3 个,黑色 1 个,欧姆龙)
- (4) 铝质底板 1 合(S-9,LEAD)
- (5) 继电器 3 个(MY-4,24V,欧姆龙)
- (6) 继电器插座 3 个(PYF-14A,欧姆龙)
- (7) 接线端子 3 个(T10-10P,10 个管脚,春日电机)
- (8) 时间继电器 3 个(H3YN-2,24V,10s,欧姆龙)
- (9) 时间继电器插座 3 个(PYF-08A,欧姆龙)
- (10) 指示灯 3 个(LE12-24、蓝色、黄色、红色各 1 个,丸山电业)
- (11) 指示灯插座 3 个(RE-1,坂詰制作所)
- (12) 计数器 1 个(H8GN-AD,欧姆龙)
- (13) 光电传感器(回归反射型,有触点输出)1 个(NX5-PRVM5B,神视)
- (14) 反射板 1 个(E39-R1,欧姆龙)
- (15) Y 端子 1 箱(1.25Y-3L,带覆盖层,红色,NICHIFU)
- (16) 板(胶合板或配电盘用板)1 块(约 400mm×600mm 大小)
- (17) 小螺丝刀 1 个
- (18) 自动开关 1 个(S-HB BS23,100V3A,NATIONAL)或熔断器座,3A 熔断器

NOT 电路

NOT 电路是,当按下输入按钮开关时,输出侧的指示灯灭的电路,可将 ON 电路中的继电器常开触点换成常闭触点(R_b)就行。

基本问题

3 下图表示由常开触点按钮开关和常闭触点继电器构成的 NOT 电路。试做出其顺序图、时序图和真值表,并进行实际接线,然后投入运行,检查是否符合时序图和真值表。



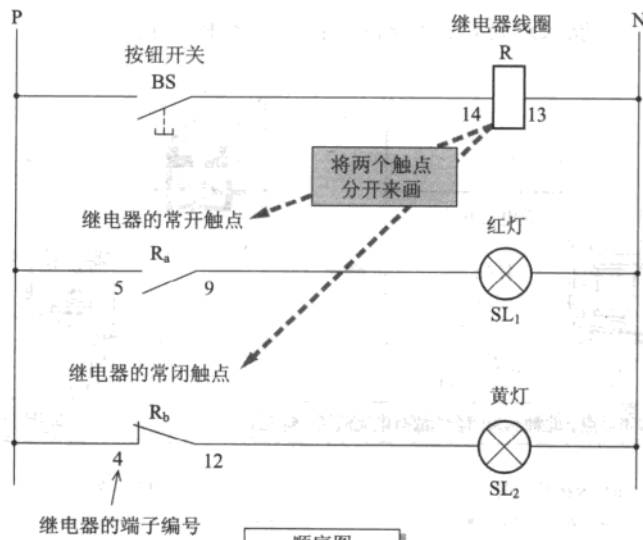
真值表

输入	输出
BS	SL
0	1
1	0

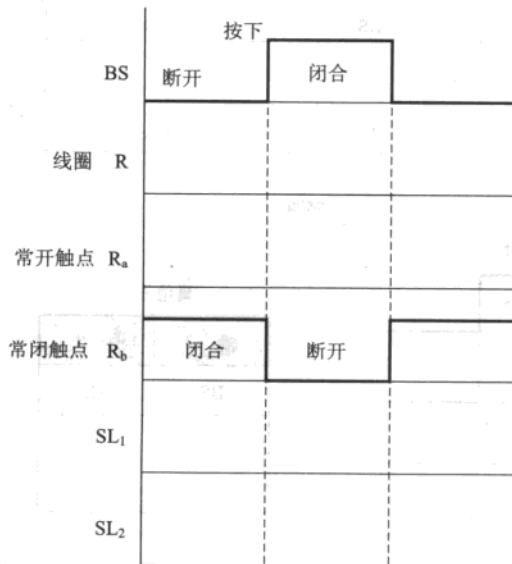
解答见 P137

基本问题

4 下面的顺序图表示采用两个继电器触点的电路。当按下按钮开关 BS 后红灯 SL₁ 与黄灯 SL₂ 交替地亮灭。试做出此电路的时序图与真值表。此外,再在实际接线图上连好接线。



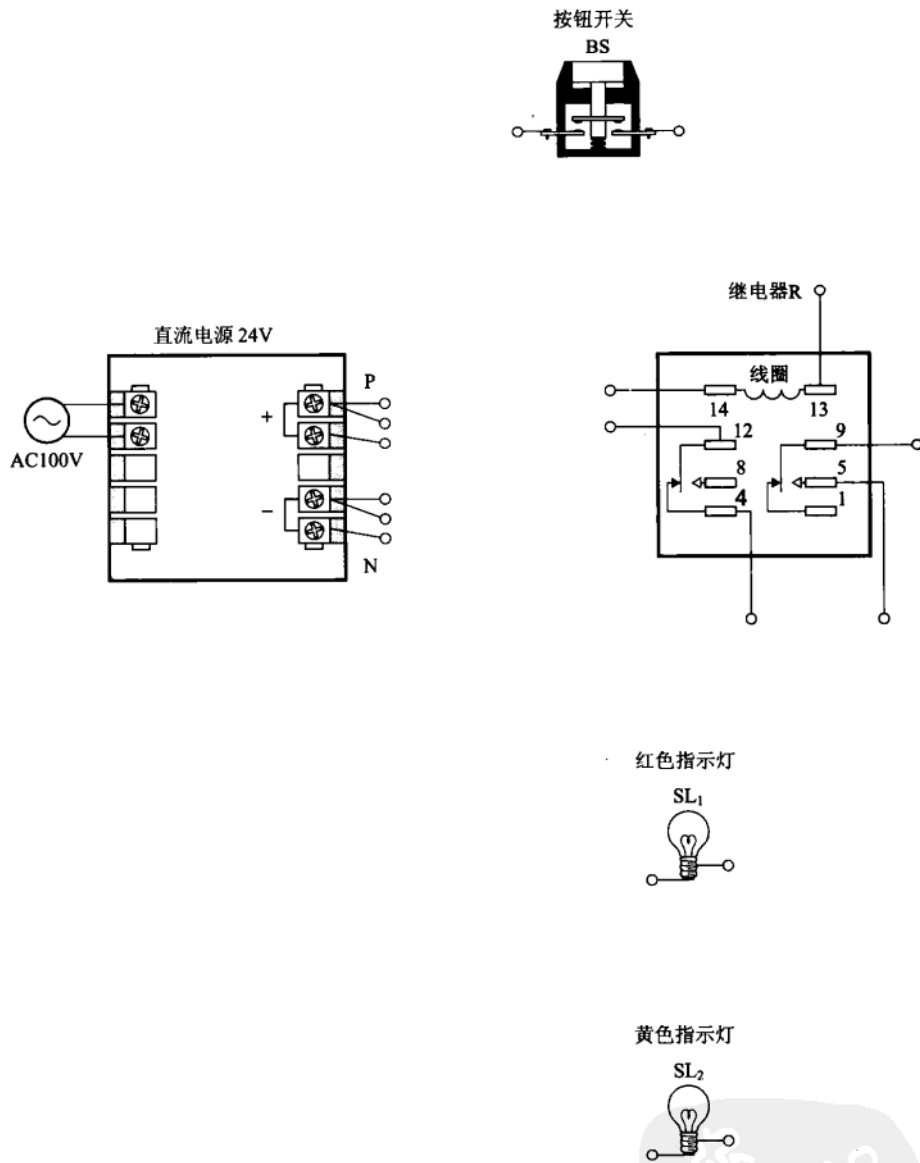
顺序图



时序图

真值表

输入	输出	
BS	SL ₁	SL ₂
0		
1		



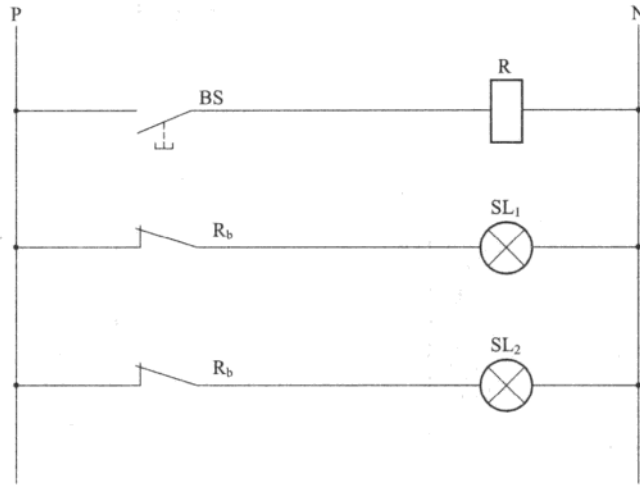
实际接线图

注：由于从继电器的1号、5号、9号端子不能同时接出常开触点和常闭触点，所以事先要很好地认清顺序图中的端子编号再接线。

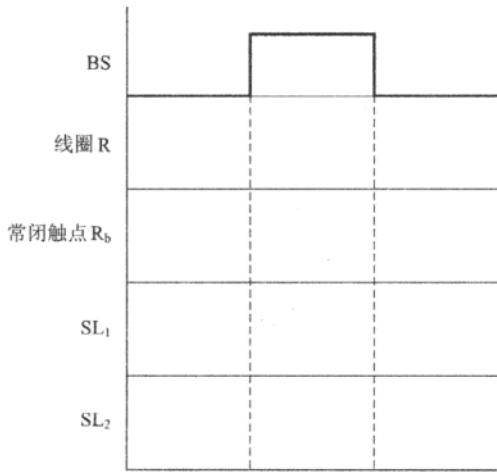
解答见 P137

基本问题

5 试做出下示顺序图的时序图与真值表。



指示灯亮灭电路



时序图

真值表

输入	输出	
BS	SL ₁	SL ₂
0		
1		

解答见

P137

AND 电路

如图 2.10 所示,当把两个常开触点按钮开关串联连接时,只有两个开关都被按下时指示灯才亮。这种电路称作 AND 电路。

注:以后,省略电源母线的 P 与 N 文字符号。

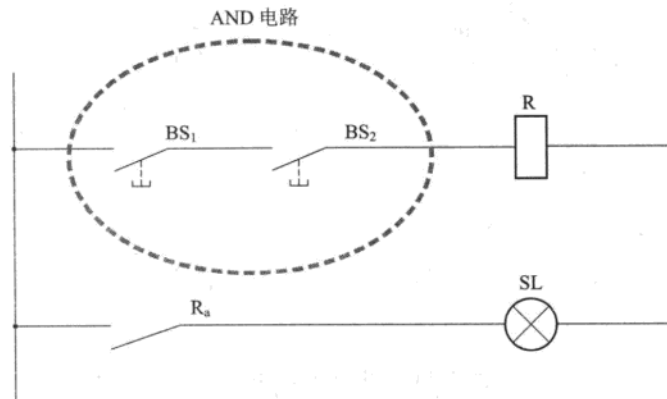
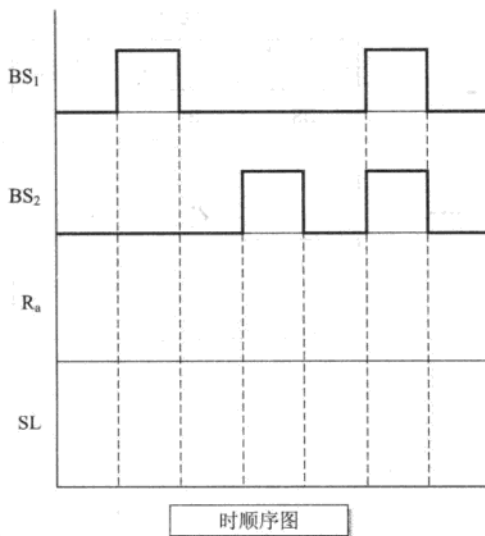


图 2.10 AND 电路的顺序图

基本问题

6 试做出图 2.10 所示 AND 电路的时序图与真值表。



真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

解答见

P138

OR 电路

如图 2.11 所示,当把两个常开触点按钮开关并联连接时,只要按下任一个按钮开关指示灯就亮的这种电路称作 OR 电路。

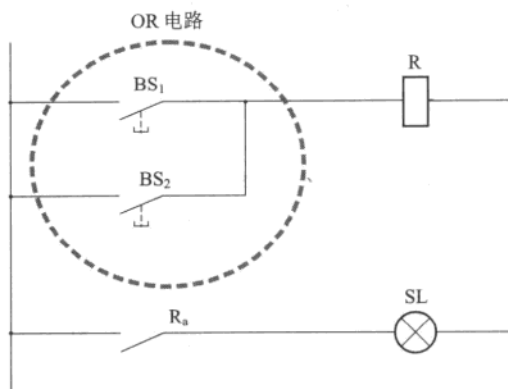
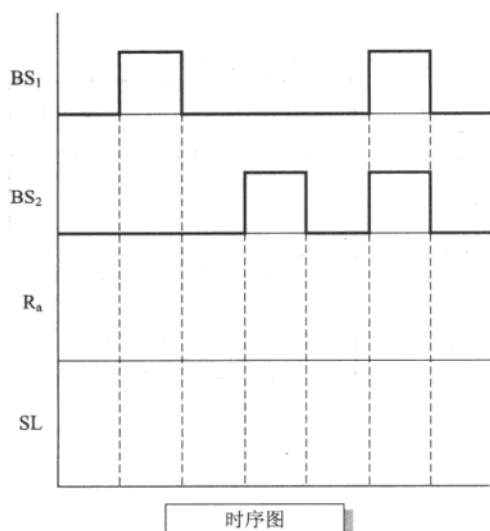


图 2.11 OR 电路的顺序图

基本问题

7 试做出图 2.11 所示 OR 电路的时序图和真值表。



真值表

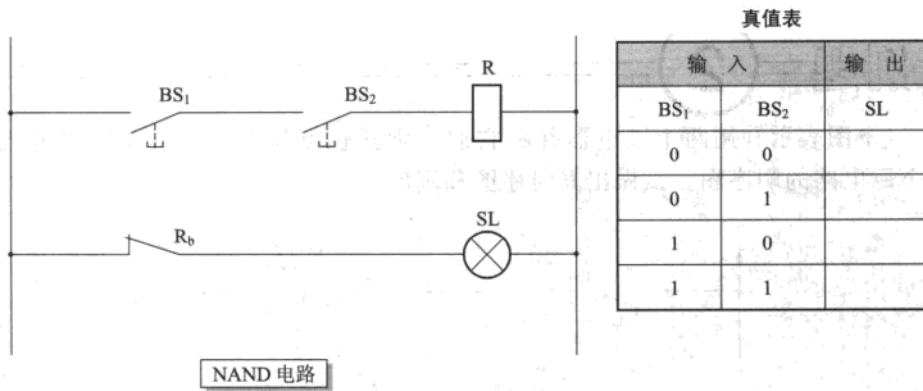
输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

解答见

P138

基本问题

8 下图表示否定 AND 电路的 NAND 电路。试作出其真值表。

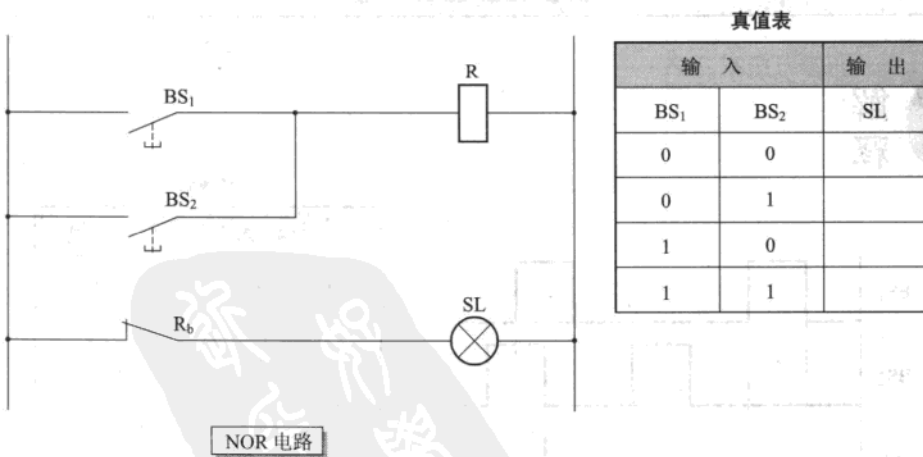


解答见

P138

基本问题

9 下图表示否定 OR 电路的 NOR 电路。试做出其真值表。



解答见

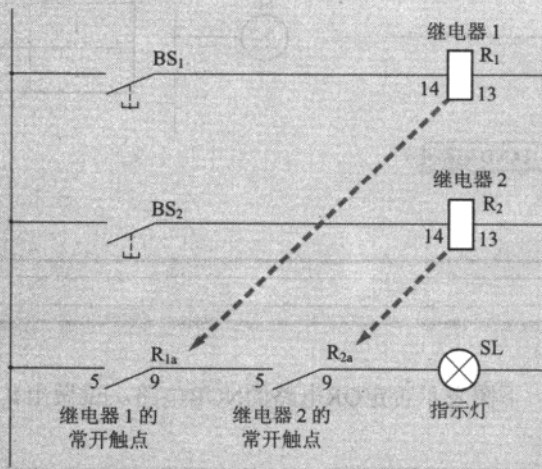
P138

由继电器触点构成的逻辑电路

到目前为止,都是用按钮开关来构成逻辑电路,现在我们来利用继电器的触点构成逻辑电路。究竟采用哪种方式,要在设计电路时加以考虑、选择。

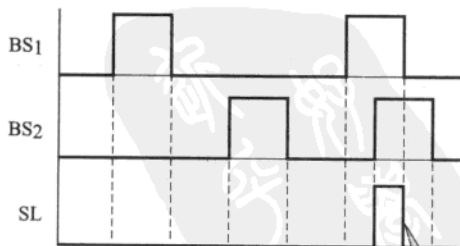
例题 (2)

下图表示利用两个继电器并将它们的常开触点与指示灯串联连接构成AND电路的顺序图。试做出其时序图和真值表。



利用继电器触点的AND电路

解释



时序图

真值表

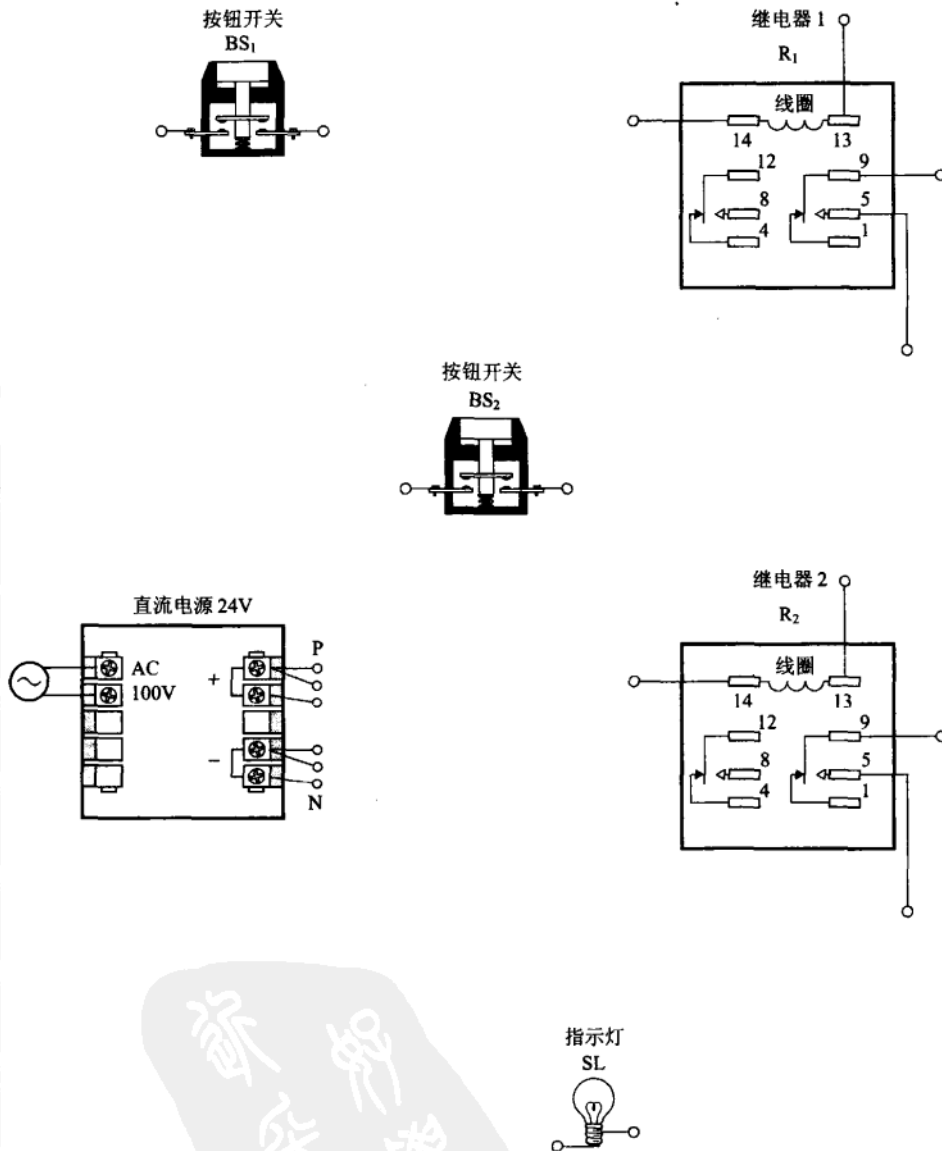
输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

仅在BS₁与BS₂双方都ON时SL才ON

基本
问题

10

试在下例实际接线图上完成例题 2 所示电路的实际接线。此外,再确认运行后与时序图和真值表是否符合?



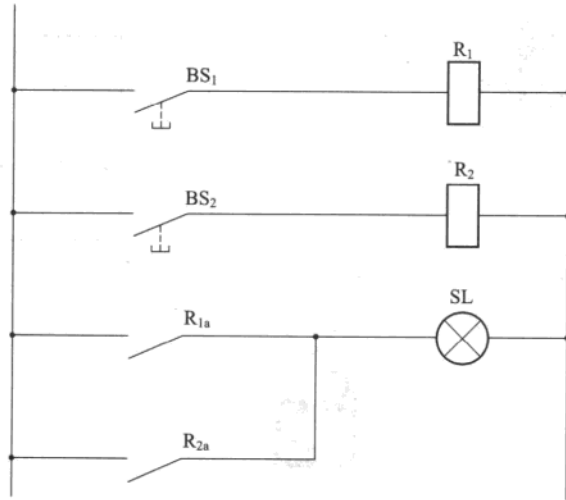
注:利用两个继电器,将各自的常开触点 5 与 9 串联连接起来。

解答见 P139

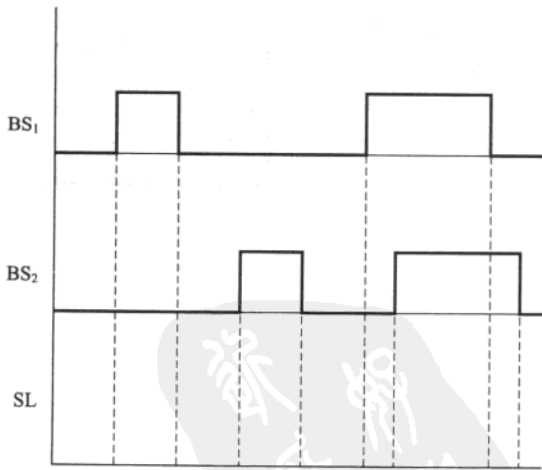
基本问题

11

下面的顺序图表示利用继电器触点构成的 OR 电路。试做出当将按钮开关按时序图进行操作时,指示灯 SL 的时序图与真值表。



利用继电器触点的 OR 电路



时序图

真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

解答见

P139

自保持电路与互锁电路

2.3

自保持电路与互锁电路是顺序控制中应用最多的基本电路,因此应很好地掌握。

自保持电路

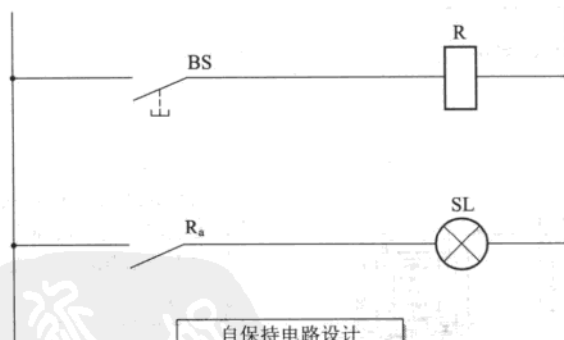
继电器利用自己所具有的触点,使本身的动作得以保持的电路,称为自保持电路。由于这种电路直到解除先输入的信号到来之前一直保持原来的状态,故又称记忆电路。它在电动机的启动、停止为首的许多电路中获得应用。

由于其原理很简单,读者可自己思考下列基本问题 12。若弄不明白,请参看下一页有关自保持电路的说明。

基本问题


12

下图表示当按下按钮开关时指示灯亮,手松开则灯灭的电路。试在此电路中增加使用 1 个该继电器的常开触点,使一旦按下按钮 BS 后即使手立即松开,指示灯也持续亮着。



自保持电路设计

提示

- (1) 增加使用继电器另一常开触点。

- (2) 接于线圈的电路中。
- (3) 使得即使手松开按钮开关,在继电器线圈 R 中仍有电流流通即行。

解答见 P139

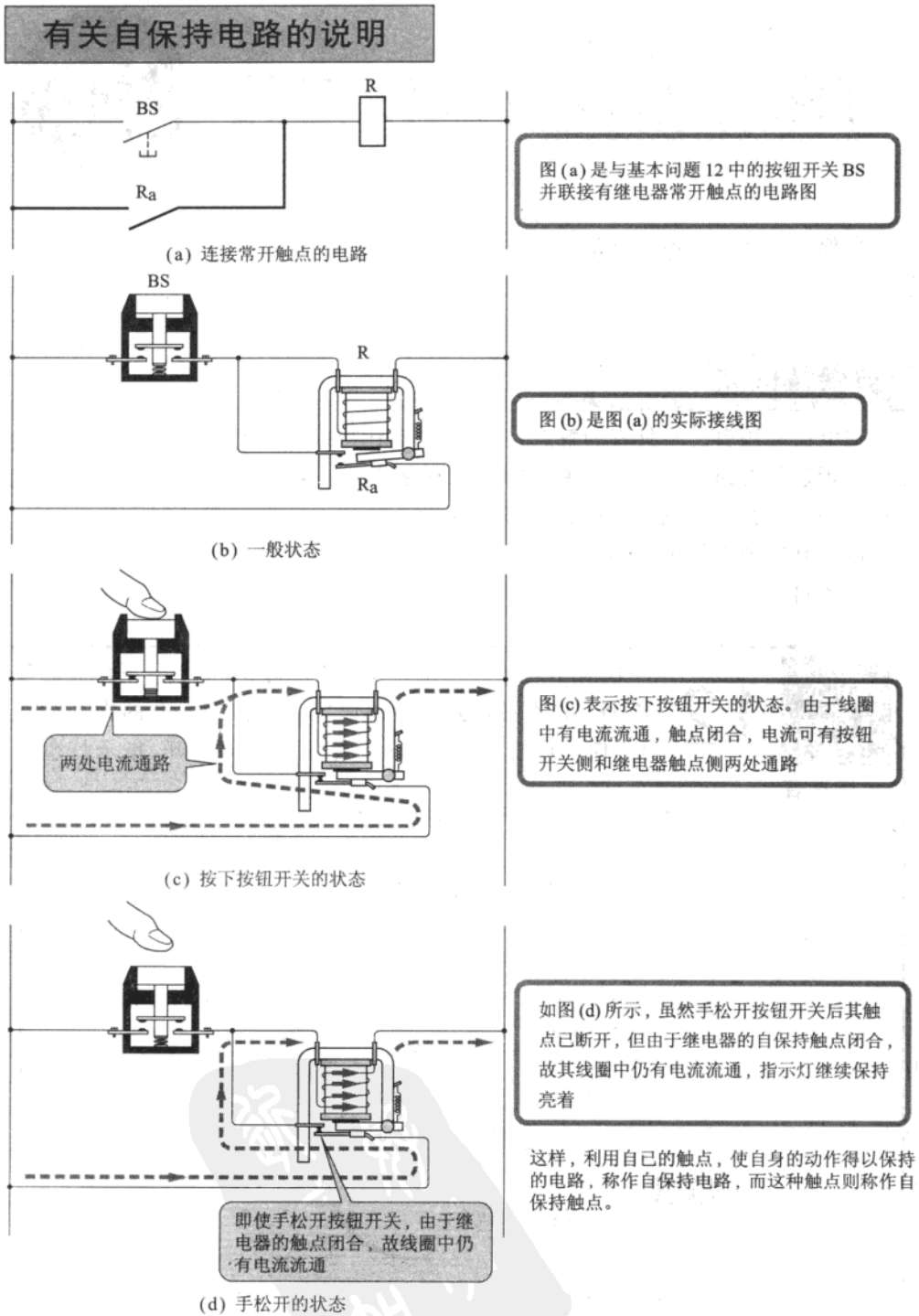
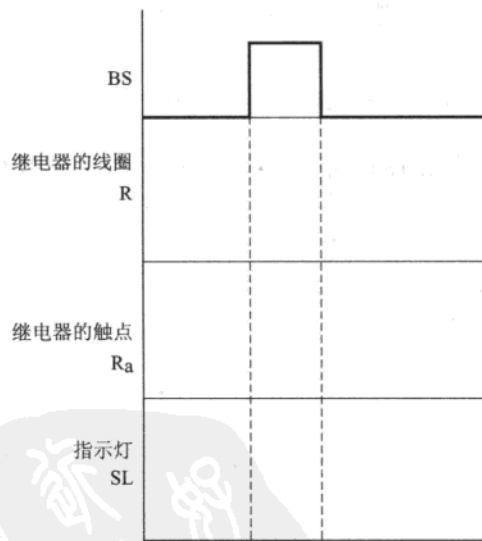
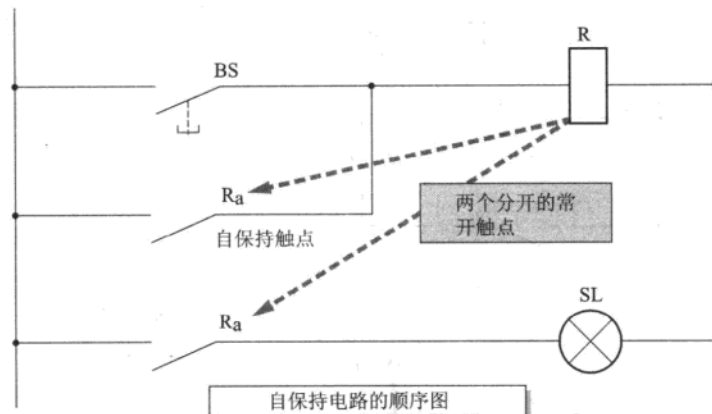


图 2.12 自保持电路的原理图

基本
问题

13

下图表示基本问题 12 的解答。试做出此电路的时序图。



时序图

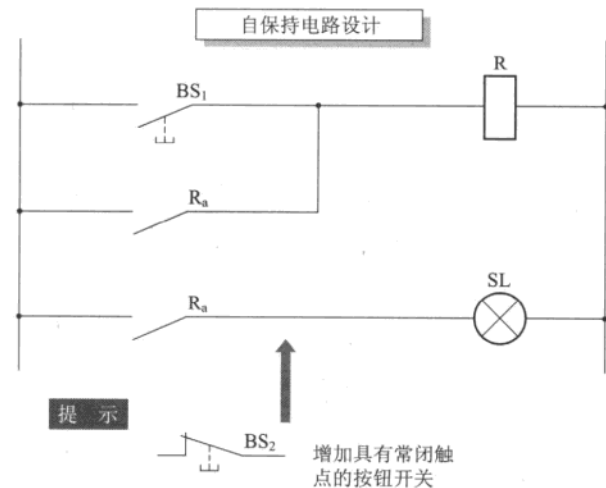
解答见

P139

基本问题

14

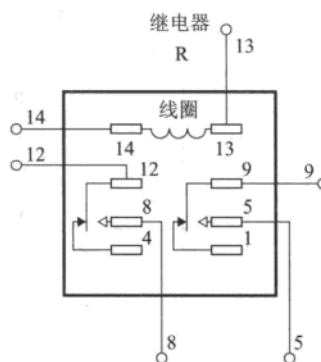
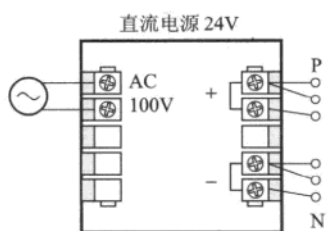
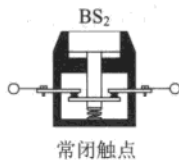
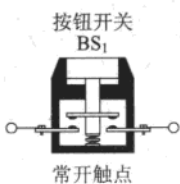
在基本问题 13 的电路中,没有使指示灯一旦点亮后使其熄灭的功能。为此,试补作电路设计:在下图所示电路中补用一具有常闭触点的按钮开关 BS_2 ,使 BS_2 按下后自保持复位(解除),指示灯熄灭。另外,再画出其顺序图和实际接线图,并画出此电路的时序图。假定使复位的 BS_2 优先的自保持电路。



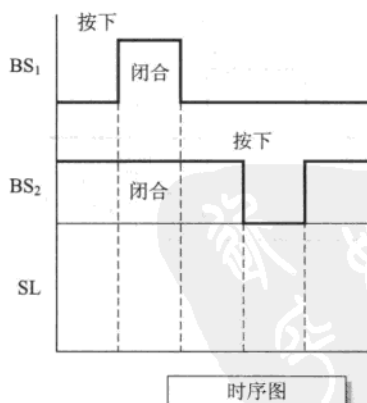
试在下示顺序图中标出图形符号与文字符号,并设计复位优先的自保持电路。



顺序图



实际接线图



接线的注意点

- (1) 可由顺序图自左向右, 从上而下的顺序进行接线。
- (2) 对顺序图可如下图所示边校验 (记入√符号) 边进行接线, 能够防止出错。



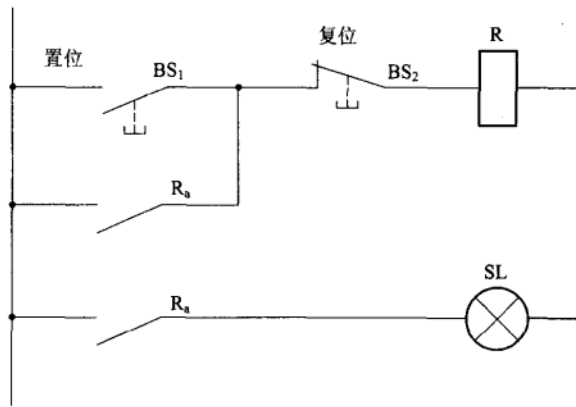
解答见

PI40

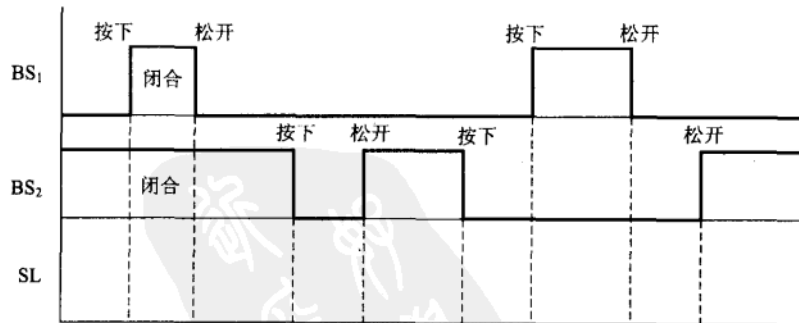
应用问题

1

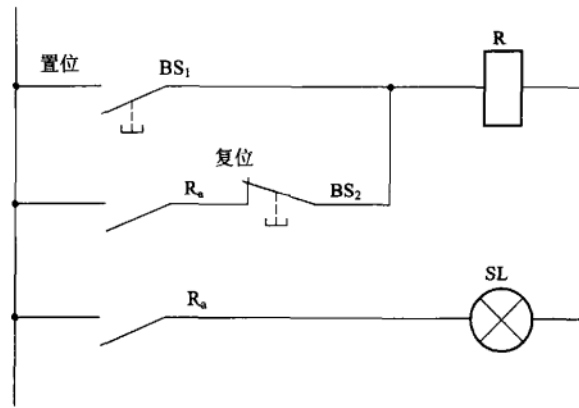
图(a)表示基本问题 14 的复位(BS_2)优先的自保持电路的解答,图(b)是置位(BS_1)优先的自保持电路。试做出当按照时序图按下按钮开关 BS_1 与 BS_2 时,图(a)和图(b)的指示灯各自如何动作的时序图。此外,再说明图(a)与图(b)的动作有何不同?



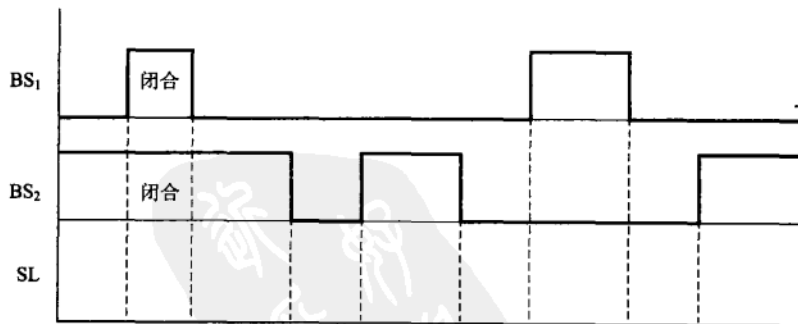
图(a) 复位优先的自保持电路



图(c) 图(a)的时序图



图(b) 置位优先的自保持电路



图(d) 图(b)的时序图

解答见P149

各种开关

在自动控制中使用的开关,虽然随使用目的不同而有不同种类,但大体上可以分为操作作用和检测用两类。

操作作用开关

依靠人工操作,用作电机电器的启动或停止等的开关。例如,按钮开关、速断开关等。图 2.13 表示典型的按钮开关。

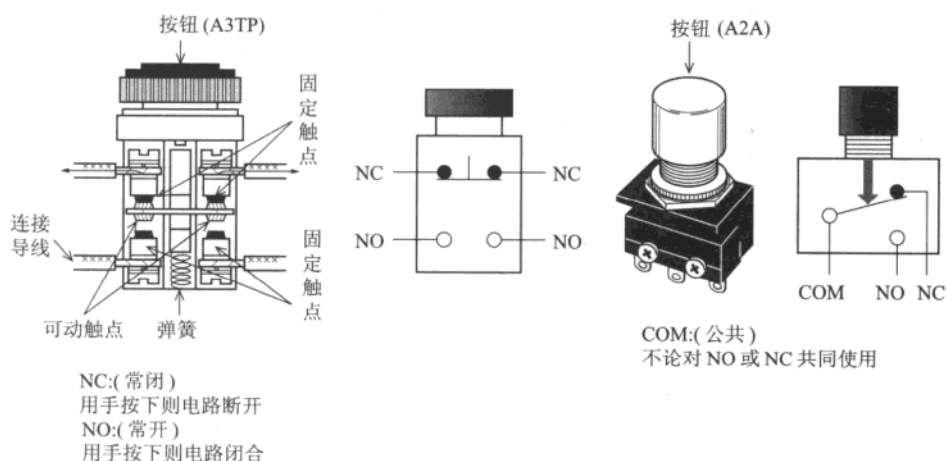


图 2.13 按钮开关

检测用开关

作为物体、温度、压力等自动检测的开关,有限位开关、液位开关、光电传感器、近接传感器、温度传感器、压力传感器等。图 2.14 表示限位开关,当其传动件与某一物件相接触相当于被按下时,其内部的触点即被切换。

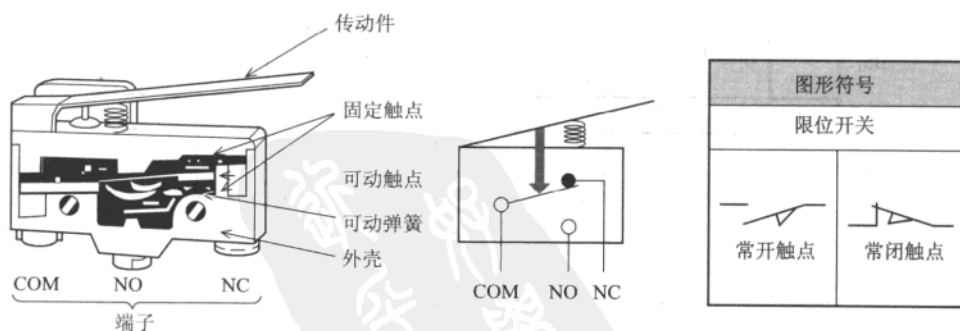
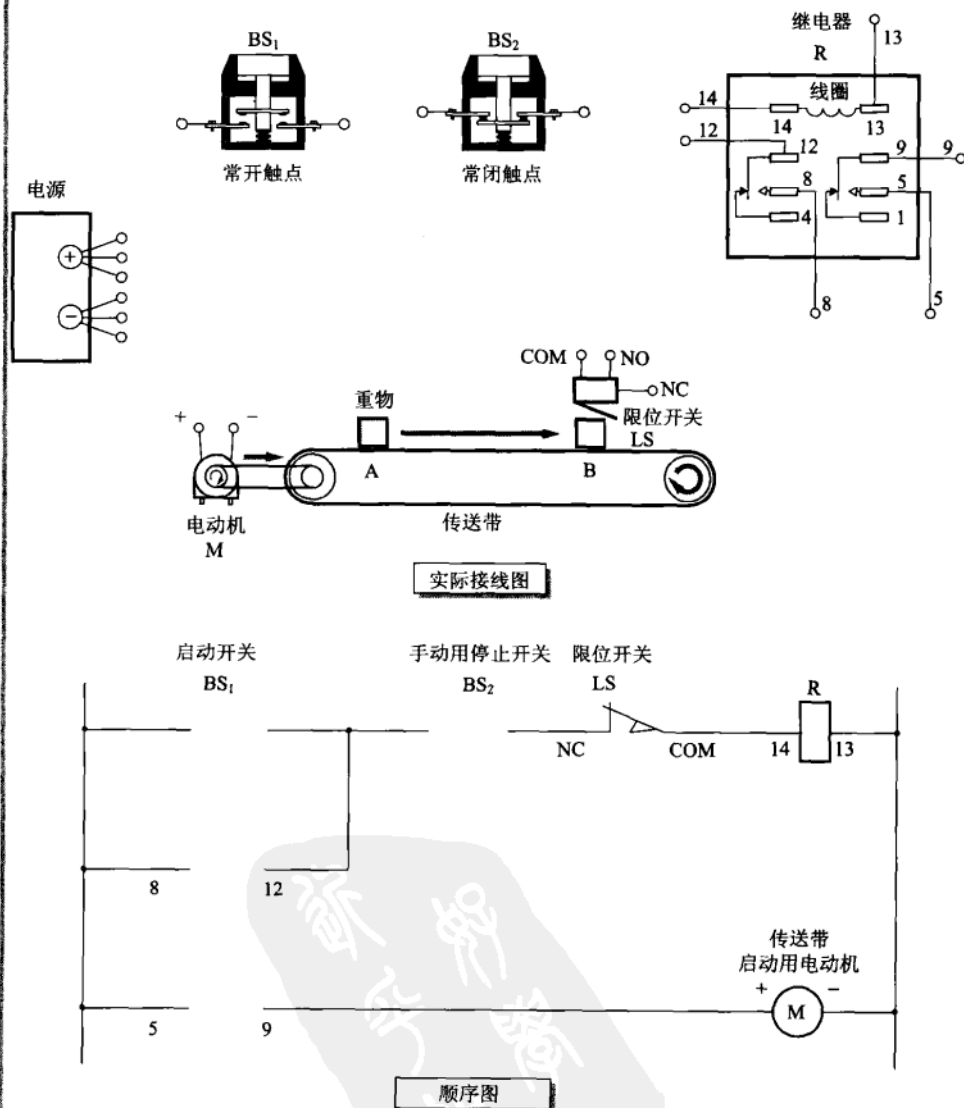


图 2.14 限位开关

应用问题

2

在下图所示传送带的 A 点载有重物，当按下启动开关 BS_1 后传送带就运行起来，当重物被运送到 B 点与限位开关 LS 相接触时，传送带要自动停止。试制作上述装置，并画出其实际接线图和顺序图。假定已设有复位优先的手动用停止开关 BS_2 。

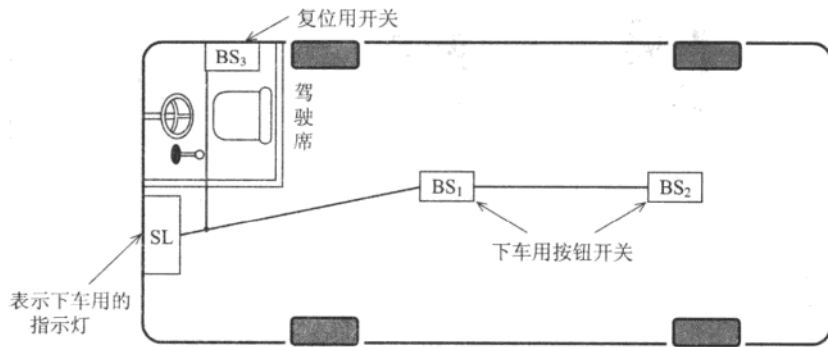


解答见P149

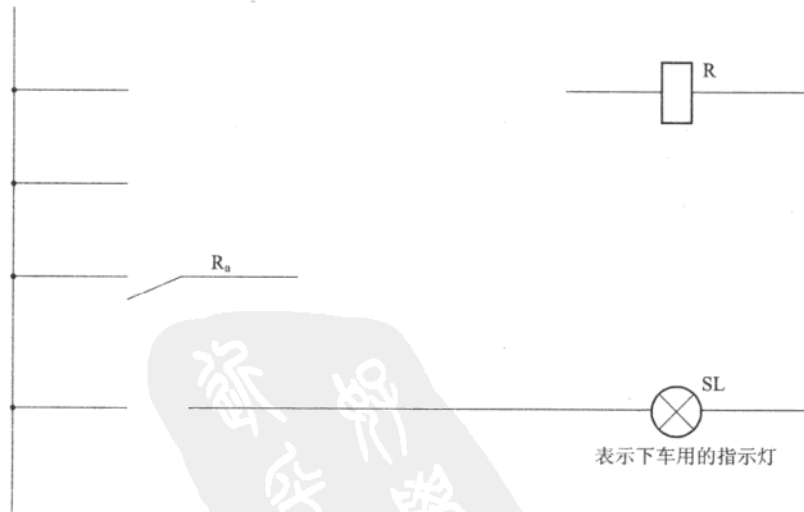
应用问题

3

在下图所示一人管理的公共汽车中,设有下车用的按钮开关 BS_1 与 BS_2 。当有乘客要下车时,只要按下哪一个按钮开关,设置在驾驶席表示下车用的指示灯 SL 就会亮起来,事后司机再按下复位用开关 BS_3 ,使指示灯熄灭。试设计上述电路并画出此电路的顺序图。设此为复位优先电路。



一人管理的公共汽车的接线图



一人管理的公共汽车下车用表示装置的设计

解答见P150

互锁电路

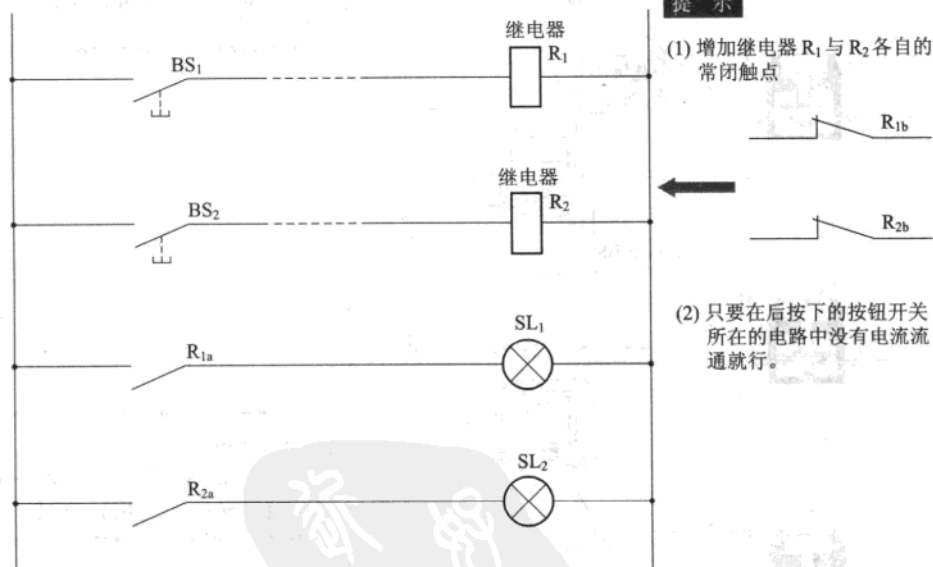
在两个以上的电路中,当一方已动作时,即使在另一方电路中再有输入信号,它也不会动作,这种电路称作互锁电路或先动优先电路。例如,在抢答游戏中,先按开关一方的灯亮的电路,以及电动机正、反转等电路中均有应用。

因为它与自保持电路同样,原理都很简单,故希望读者通过下面的基本问题15来加以理解。如果还不清楚,可参看下页的解释。

基本问题

15

在图示电路中,当把 BS_1 与 BS_2 右方的虚线部分连接时,若按下双方的按钮开关,则 SL_1 与 SL_2 这两个指示灯就会被点亮。利用这个电路,试设计一个无论何方只有先按下按钮开关这一方的指示灯才亮的电路,并画出顺序图。假定按钮开关能持续保持被按状态。



顺序图

解答见 P140

有关互锁电路的说明

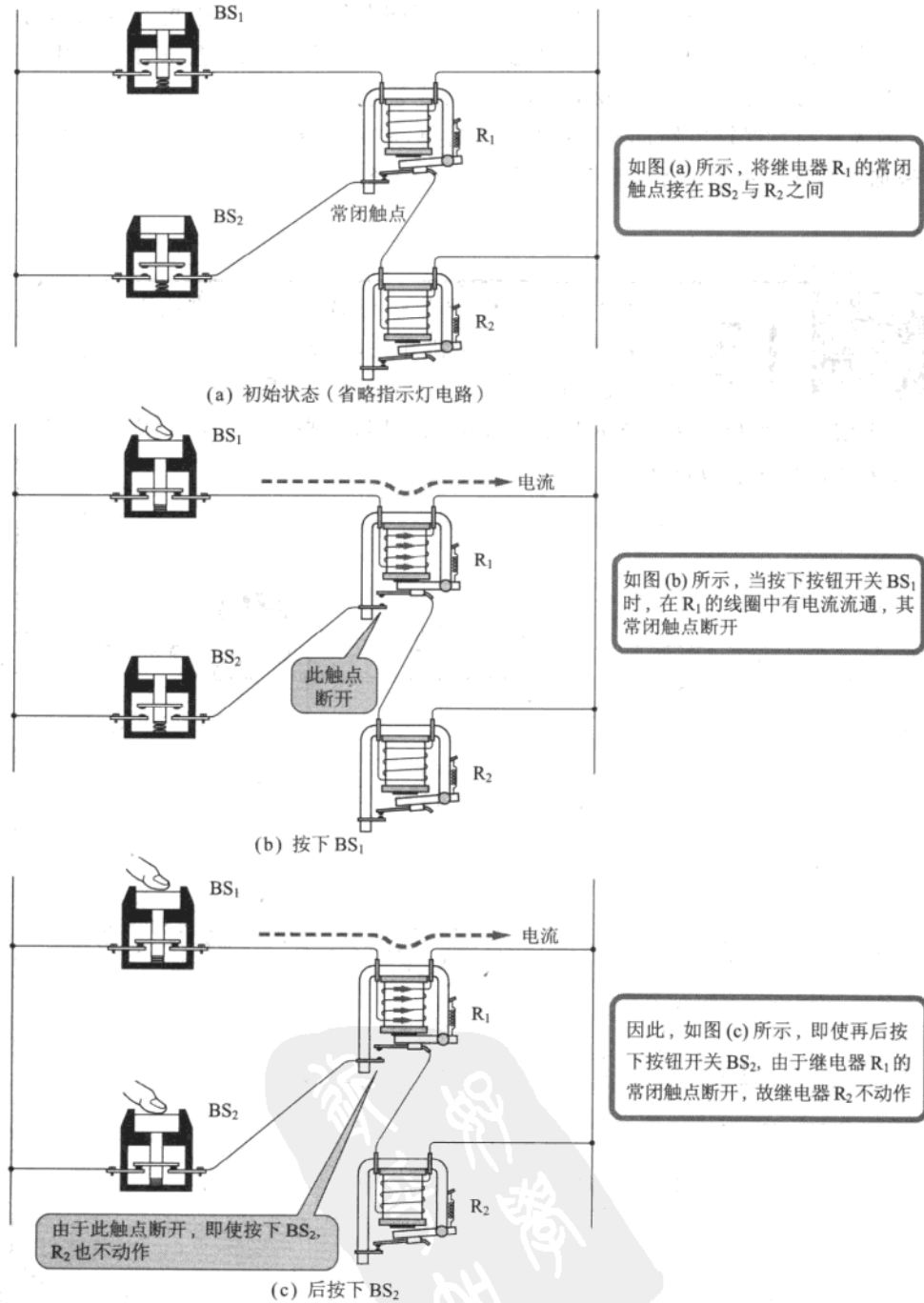


图 2.15 互锁电路的原理图

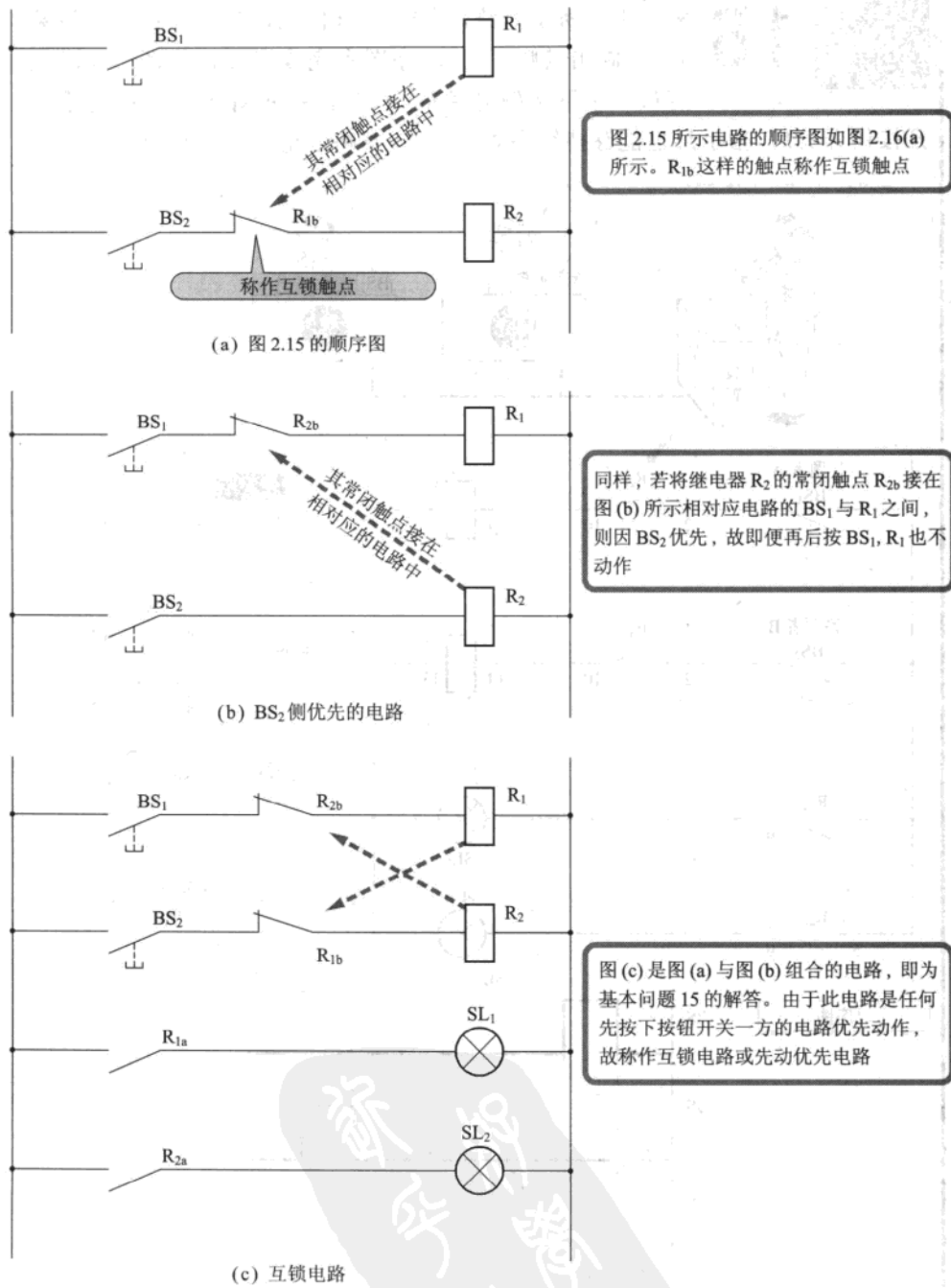
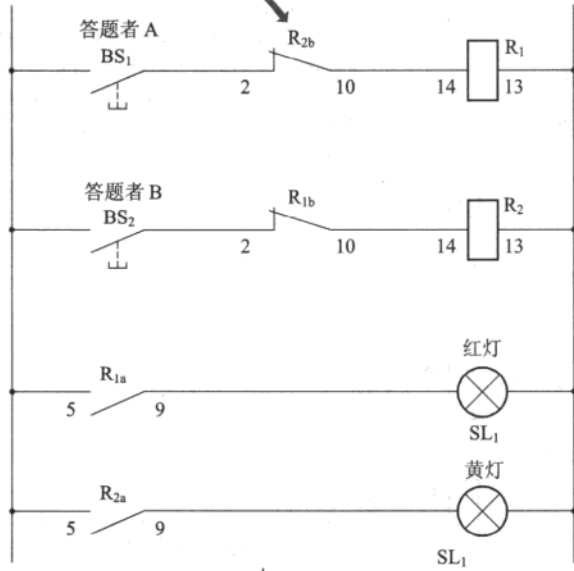
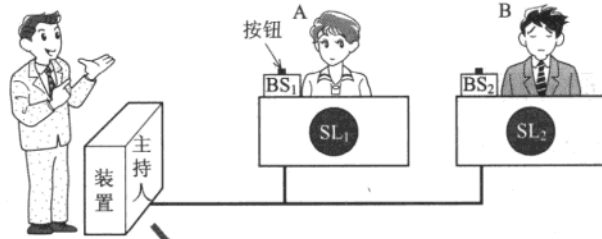


图 2.16 互锁电路

基本问题

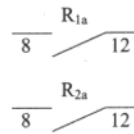
16

利用下图所示电路，制作一个由 A、B 两人答题的抢答装置，并画出其顺序图、时序图和完成实际接线图。要求仅有最早按下按钮开关的一方，其指示灯才亮。假定手松开按钮开关后，指示灯也能够持续亮着。图中，省略了熄灯用的复位按钮。



提示

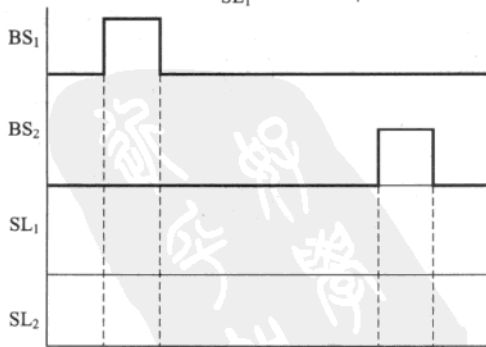
(1) 增加继电器 R₁ 与 R₂ 的常开触点

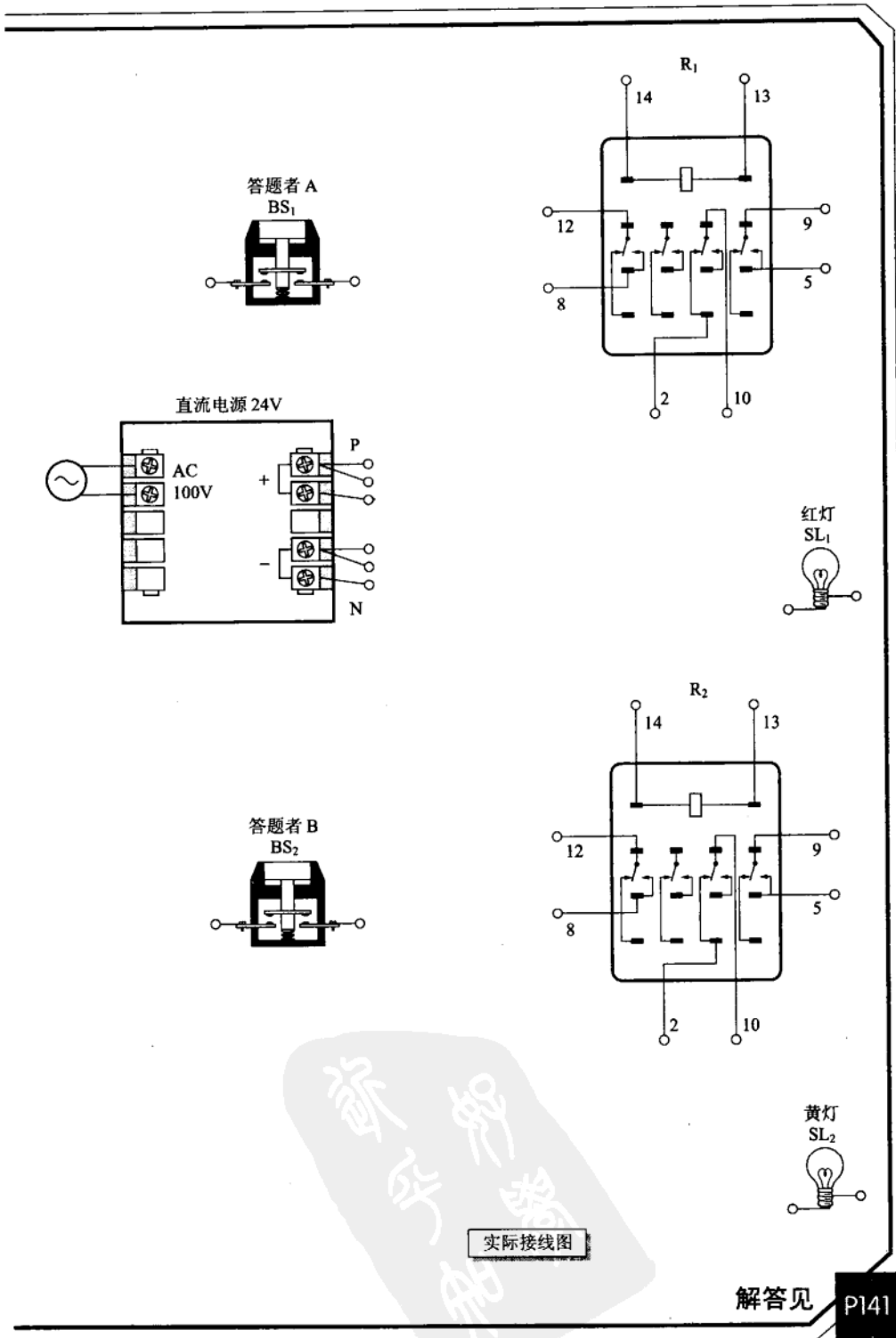


(2) 自保持电路

顺序图

时序图

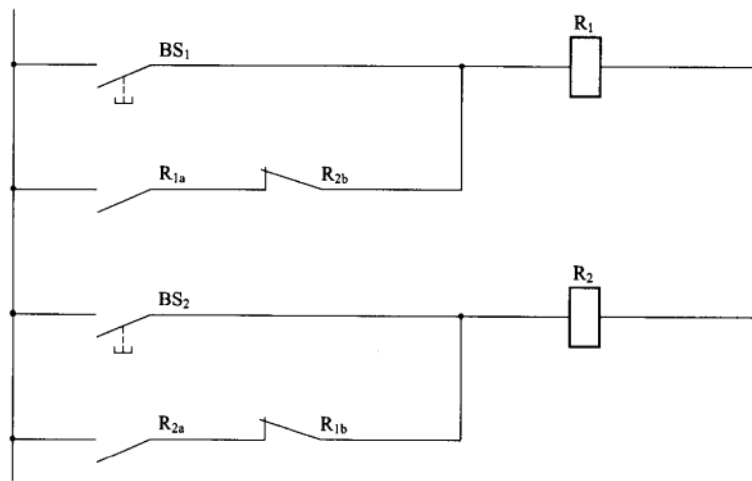




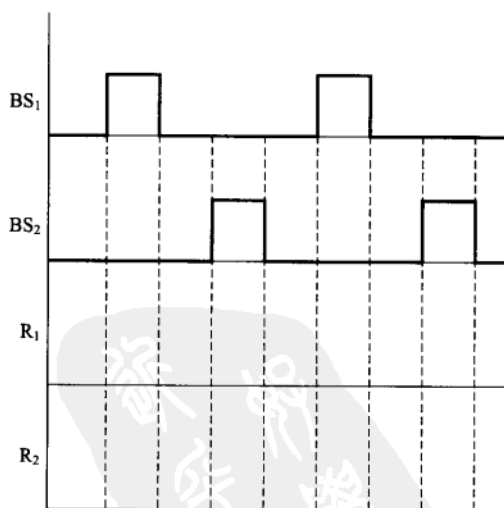
基本问题

17

到目前为止所学习的互锁电路是任何一方先操作的电路为优先的电路,但下图所示却是后操作的一方为优先的电路。此电路称作新输入优先电路。试画出其时序图并确认其动作。图中,省略了指示灯侧的电路。



新输入优先电路



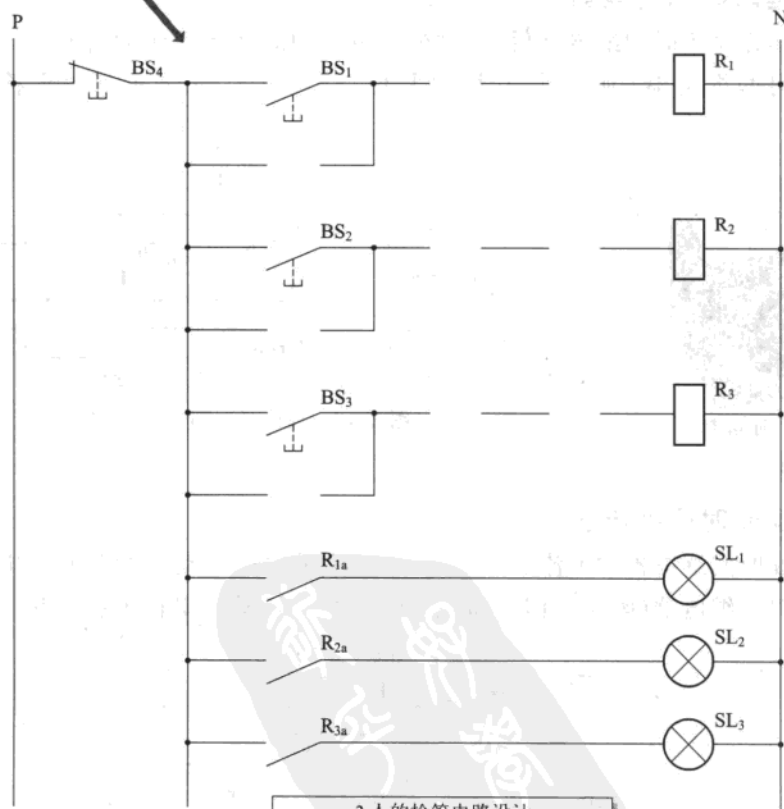
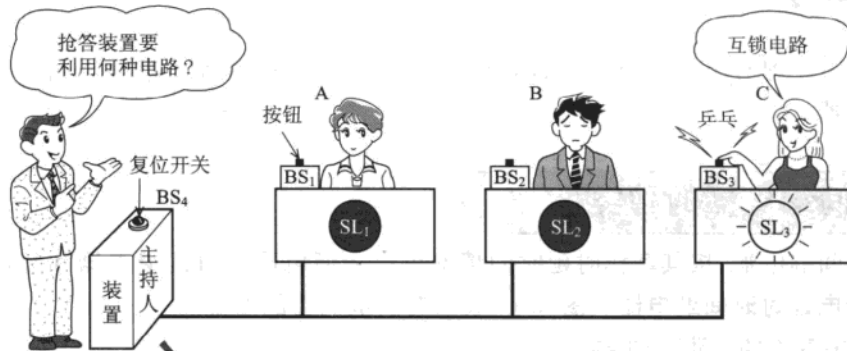
时序图

解答见 P141

应用问题

4

下图表示有 A、B、C 三个答题者的抢答装置。试设计仅能使最早按下按钮的人的指示灯亮的电路。假定手松开按钮开关后指示灯仍能持续亮着。另外，由主持人控制复位用按钮开关 BS₄。



3 人的抢答电路设计

解答见P150

2.4 利用时间继电器的电路

本节学习有关闹钟用时间继电器、录像用时间继电器等与家电产品有关的时间继电器。

时间继电器的种类

时间继电器,按其动作时延时的情况可分为**通电延时时间继电器**和复位时延时的**断电延时时间继电器**。图 2.17 表示时间继电器的外观。

通电延时时间继电器

当电压作用于时间继电器后,经过事先设定的时间才动作的时间继电器称作**通电延时时间继电器**(延时动作、瞬时复位型)。图 2.18 表示其图形符号和时序图。



图 2.17 时间继电器的外观

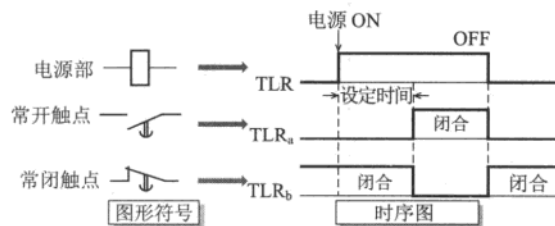


图 2.18 通电延时时间继电器

断电延时时间继电器

当切断时间继电器的电流后,经过事先设定的时间才动作的时间继电器称作**断电延时时间继电器**(瞬时动作、延时复位)。图 2.19 表示其图形符号和时序图。

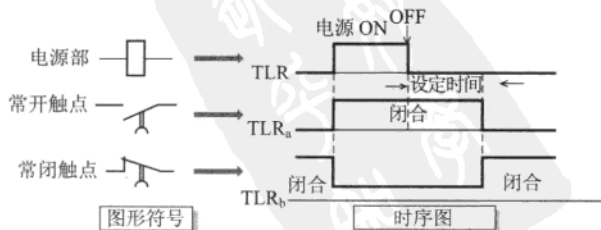


图 2.19 断电延时时间继电器

通电延时电路

时间继电器的种类虽然很多,图 2.20 所示则是利用指针的旋转实现 1 秒至 10 秒设定时间的延时继电器。

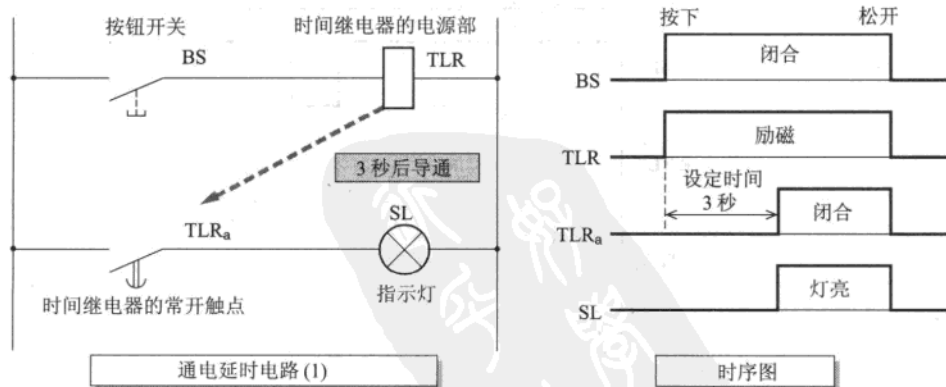


图 2.20 时间继电器(H3YN-2 示例)

例题 (3)

下图表示利用通电延时时间继电器的电路,即当按下按钮开关 3 秒后指示灯才亮的电路。试画出其时序图。假定指示灯被点亮为止开关能一直维持按下的状态。

解释 按下按钮开关 BS 后,时间继电器的电源部 TLR 即被励磁。3 秒后时间继电器的常开触点 TLR_a 闭合,使指示灯亮。再有,手若松开按钮开关,则指示灯就熄灭。这种电路称作延迟动作电路。其时序图如下所示。

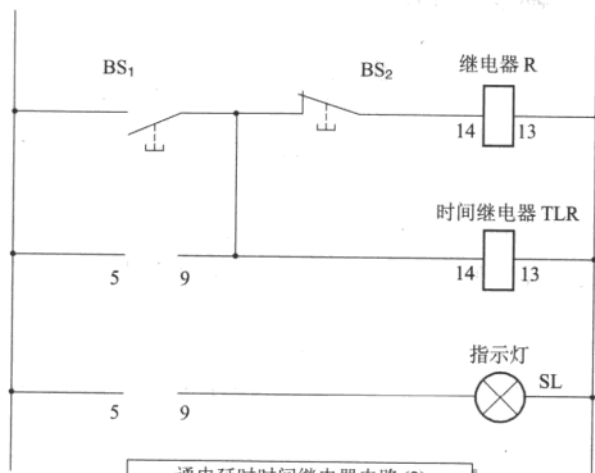


基本问题

18

在例题3所示电路中,如果不持续按着按钮开关BS就不能正确地工作。试将此电路改造成按下开关BS₁后即便立即松开,经3秒后指示灯也亮的电路。其次,再考虑按下开关BS₂,指示灯灭的电路,并画出顺序图、时序图,完成实际接线图。如果有不明白的地方,请参看提示。

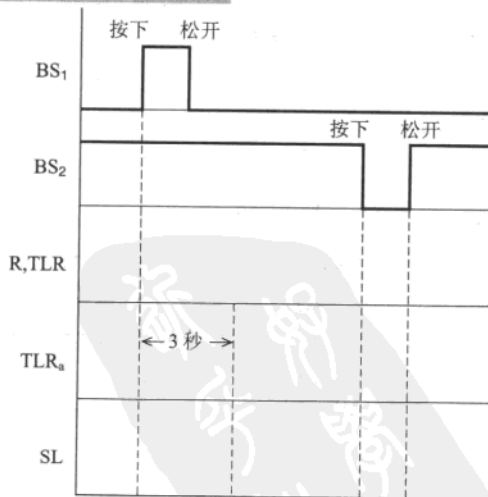
请标出图形符号与文字符号。图中数字表示继电器与时间继电器的端子编号



通电延时时间继电器电路(2)

提示

- (1) 首先,画出利用继电器的自保持电路。
- (2) 将时间继电器与(控制用)继电器的线圈并联连接,使之可同时动作。
- (3) 将时间继电器的延时动作触点TLR_a与指示灯串联连接。
- (4) 动作顺序如下:按下BS₁后,控制继电器的线圈和时间继电器的电源部被施加以电压,由于控制继电器的自保持触点R_a动作使得能维持自保持状态,故即便松开BS₁此继电器和时间继电器上仍加有电压。并且,3秒后时间继电器的触点TLR_a动作,指示灯亮。当按下BS₂时,控制继电器的线圈和时间继电器的电源部失去电压,指示灯灭。



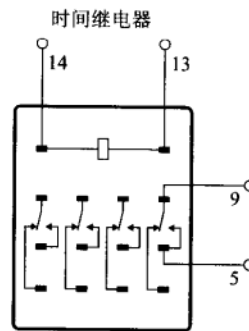
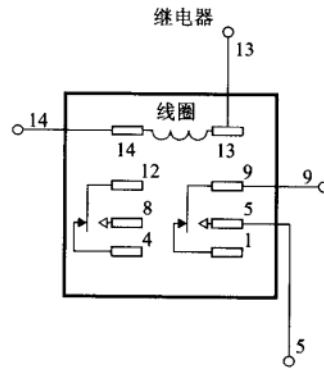
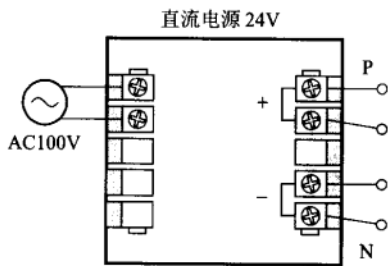
时序图

2.4 利用时间继电器的电路

时间继电器用按钮开关



熄灯用按钮开关



实际接线图

解答见

P142

2.5 利用计数器的电路

计数器是计算物件的数目和动作次数的器具。在顺序控制中,次数控制、长度控制、计数结果的显示等方面得到应用。计数器的种类有表示输入信号次数的总计数器和当输入信号次数达到置位数值时则输出信号的预置计数器。本节就预置计数器给以说明。

预置计数器的使用方法

图 2.21 表示计数器的显示部分和端子编号示例。计数器是将计数输入以接通(ON)的次数来计算、表示。当输入的次数达到设定值时,计数器的触点 ON。并具,当复位输入 ON 时计数值为零。

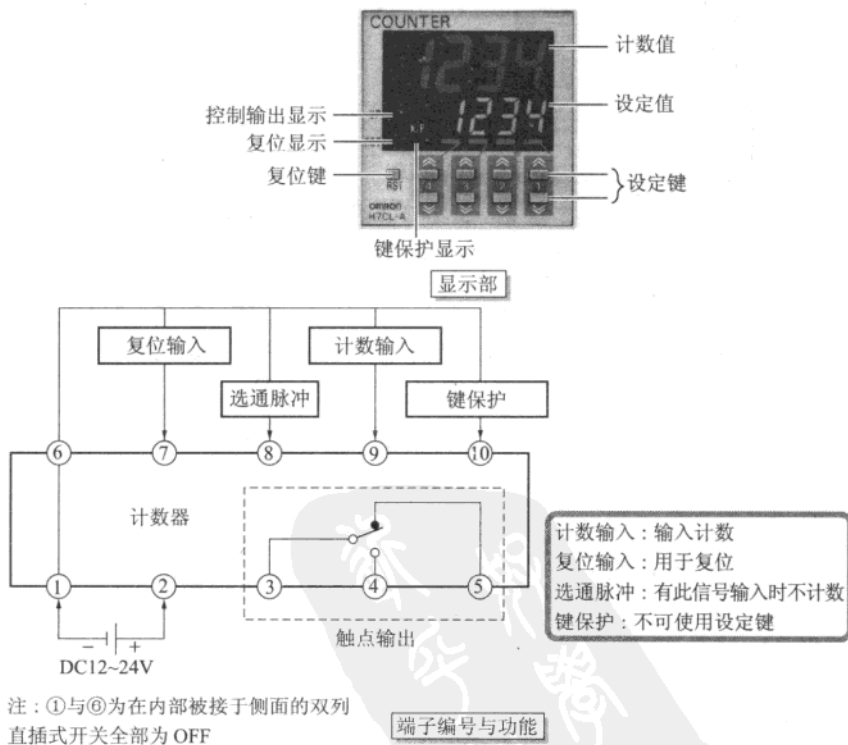
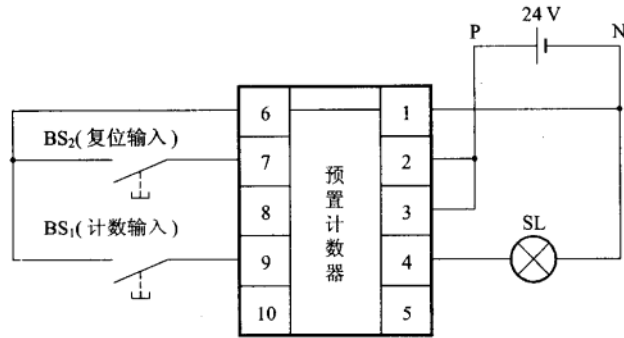


图 2.21 计数器(H7CL-AD)示例

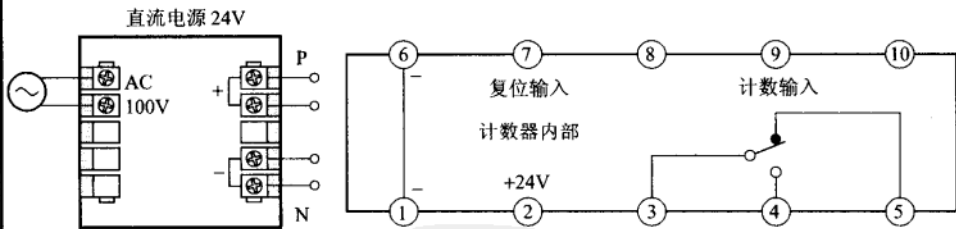
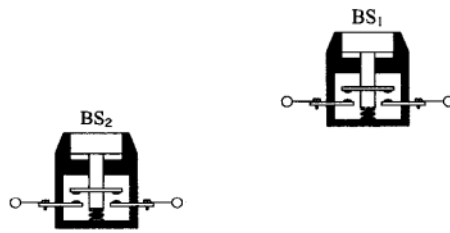
基本问题

19

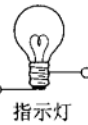
参看下图所示预置计数器的接线图,试画出当按下开关BS₁ 10次时指示灯SL亮,而当按下BS₂时则因复位指示灯灭的电路的实际接线图(令显示部分的设定值为10)。



接线图



实际接线图



解答见 P142

2.6 利用传感器的电路

传感器是替代人的五官的感知器。本节就应用最多的近程传感器与光电传感器的使用方法,以及使用传感器的电路进行介绍。

传感器的种类

前面所介绍的限位开关就是一种传感器。它依据与物体的接触从而检测出物体有无,因此称作接触式。此外,还有不接触物体就能检测出物体有无的传感器,称作非接触式。传感器的种类如下表所示。

表 2.1 传感器的种类

五感	种类
视觉	光电开关,视觉认识装置
嗅觉	气体检测器,O ₂ 传感器,CO ₂ 传感器
听觉	超声波传感器
触觉	限位开关,近程传感器(舌簧触点开关)
味觉	pH测量器,盐分测量器

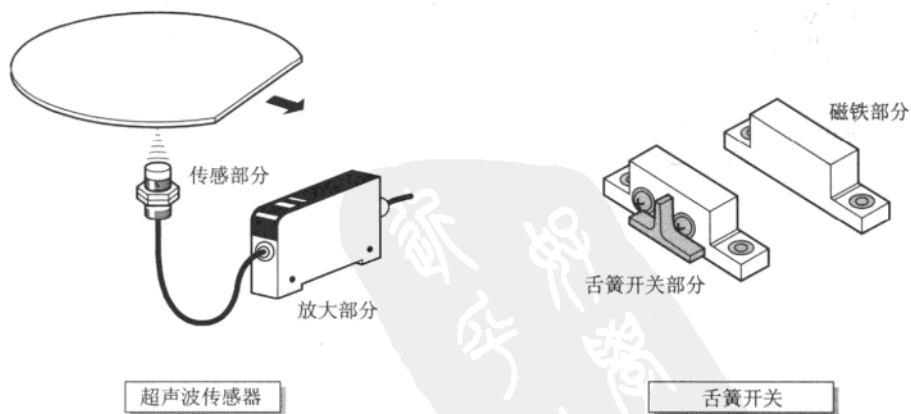


图 2.22 传感器

近程传感器

近程传感器是接近物体以检测判断出有无物体,从而输出相应信号的传感器。在金属的检测、磁的检测以及非金属的检测等方面得到应用。近程传感器的种类如图 2.23 所示。

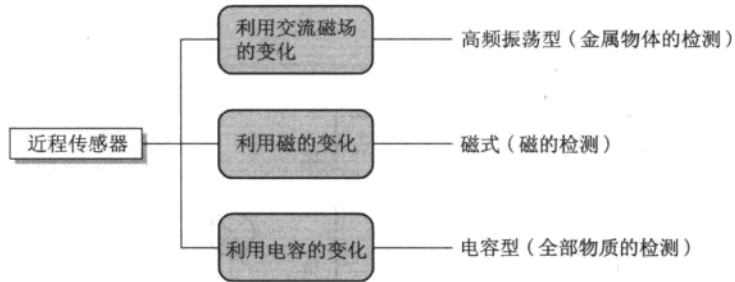


图 2.23 近程传感器的种类

近程传感器的使用方法

图 2.24 表示高频振荡型近程传感器的构造和输入输出端子的颜色。其输出方式不是继电器那样的有触点输出,而是直流三线式(NPN 开路集电极输出)的无触点输出,因此要注意极性。检测距离为 0~8mm。

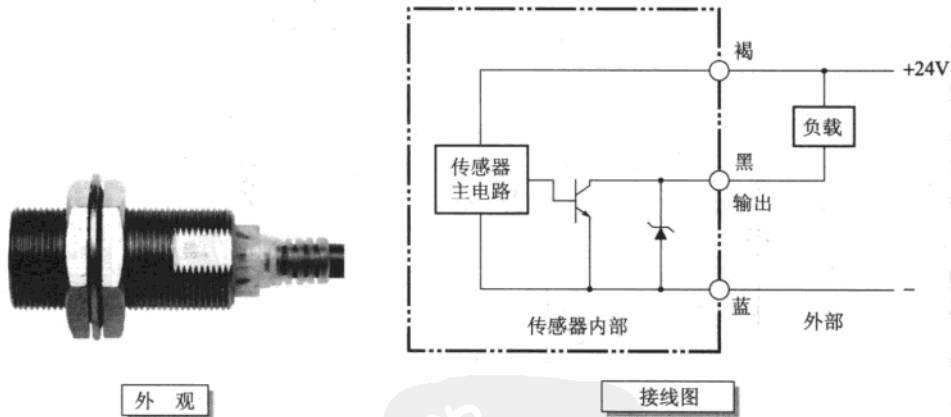
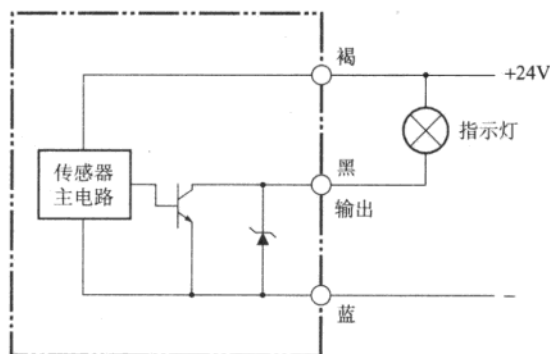


图 2.24 近程传感器示例(E2E-X10ME1)

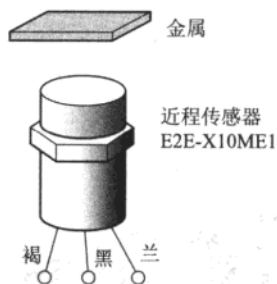
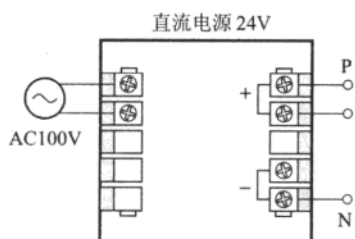
基本问题

20

参考近程传感器与金属接近时指示灯亮的电路的接线图,试完成实物图的接线。并且使其接近螺丝刀、干电池、圆珠笔、铅笔等,确认传感器的动作。此外,再测量对各种金属(磁铁、铁、不锈钢、黄铜、铝、铜等)的检测距离(随材质和厚度而有变化)。



接线图



实际接线图

要点: 磁性金属比非磁性金属检测的距离要长。

解答见

P143

光电传感器

光电传感器是将可见光或红外线等光线作为信号的媒体,通过与物体接触与否从而检测物体的有无或状态变化的传感器。由于具有反应速度快、检测距离长等优点,其应用非常广泛。它由发生光的投光器和检测反射或透过光的受光器构成。其检测方法如图 2.25 所示有透过型和反射型。检测距离:透过型为 30m,扩散反射型为 2m,反馈反射型为 3m。

检测方法		优点	缺点	
透过型		<ul style="list-style-type: none"> 检测距离长 检测精度高 可检测出小物体 不受投、受光面的污染或灰尘等影响 	<ul style="list-style-type: none"> 不能检测透明物体 要向投光器和受光器上接线 	
反射型	扩散反射型		<ul style="list-style-type: none"> 不必对合光轴 如是反射物体,也可检测透明物体 可用小空间 若是可见光类型,则可判别颜色 	<ul style="list-style-type: none"> 检测距离短 检测距离随检测对象的反射率而变化
	反馈反射型		<ul style="list-style-type: none"> 只需单向对合光轴 具有MSR功能 比透过型接线少 	<ul style="list-style-type: none"> 比透过型检测距离短
	限定反射型		<ul style="list-style-type: none"> 对于扩散光类型,只能检测光轴的交差点及其前后 对于聚光类型,只能检测光束的交差点 受背影物体的影响少 	

注:MSR含有镜示、表面、衰减之意。

图 2.25 检测方法与特点

▶ 透过型光电传感器

透过型光电传感器的示例如图 2.26 所示。

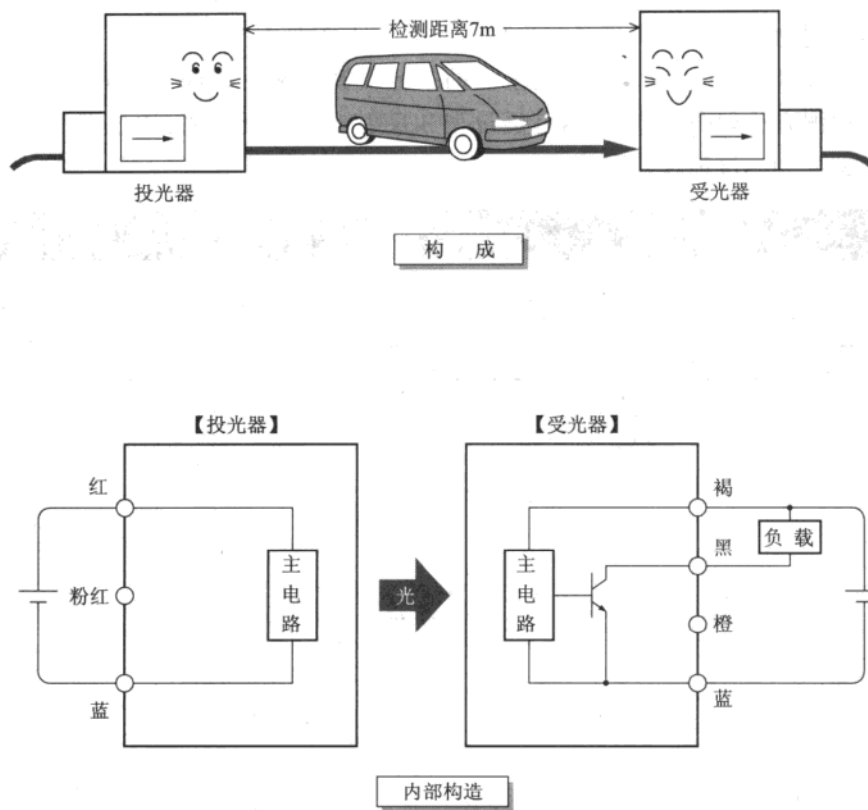
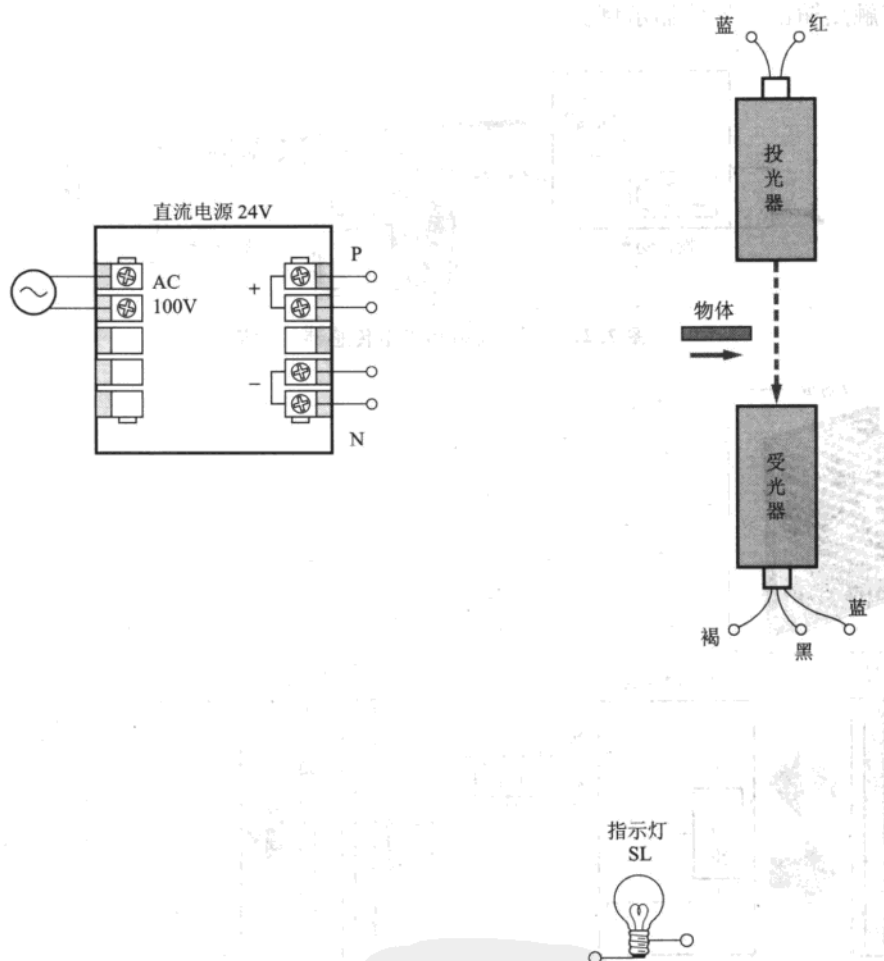


图 2.26 透过形光电传感器示例(E3S-AT21)

基本问题

21

试画出利用透过型光电传感器,使投光器与受光器之间的光仅在被遮断时指示灯才亮的电路的实际接线图。此电路可参看图 2.26 所示的内部构造。



实际接线图

确认事项: 接线完成后,要对准传感器的光轴。此外,本身的指示灯在检测物体时红灯亮,稳定后在入射光时绿灯亮。

解答见

P143

反馈反射型光电传感器

将光电传感器的投光器与受光器做成一体,使从投光器侧射出的光经反射板反射,在受光器侧接受光。由于物体遮挡光线使光减少,得以检测此光的变化从而进行工作。因为投光器与受光器属一体构造,具有在使用时接线简单等优点。

图 2.27 表示反馈反射型光电传感器的构成,图 2.28 为无触点输出的传感器和有触点输出的传感器示例。

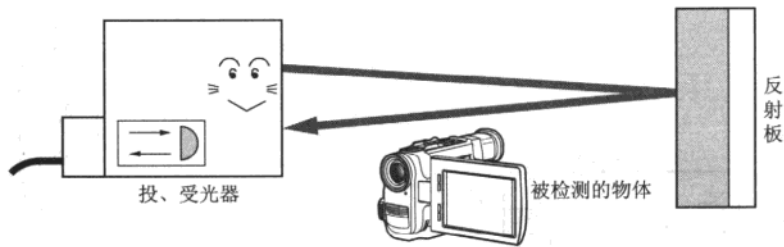
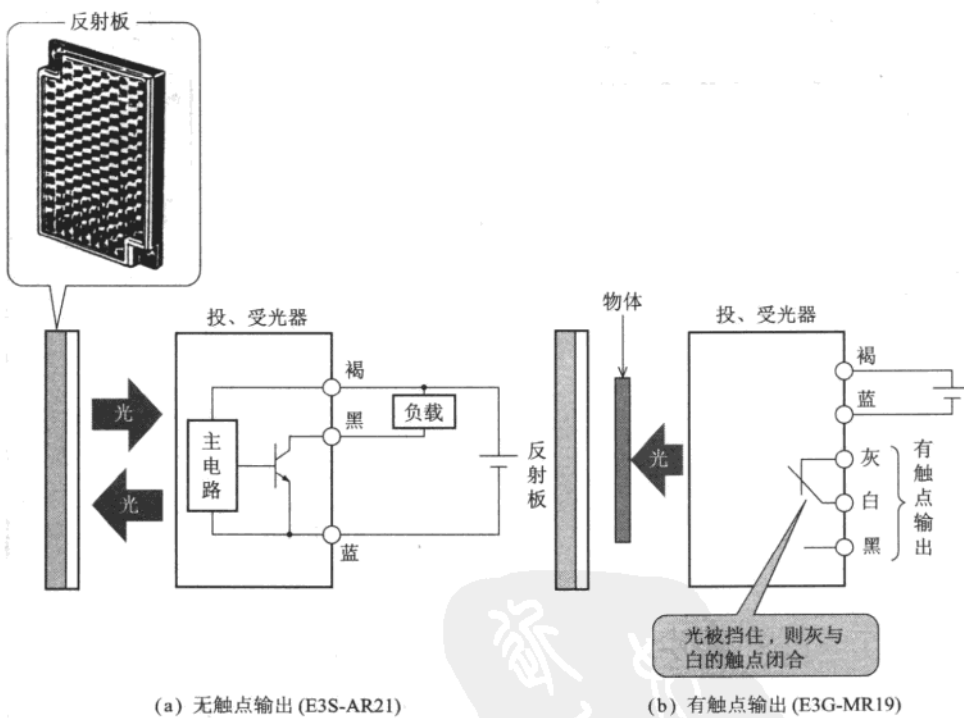


图 2.27 反馈反射形光电传感器的构造



(a) 无触点输出 (E3S-AR21)

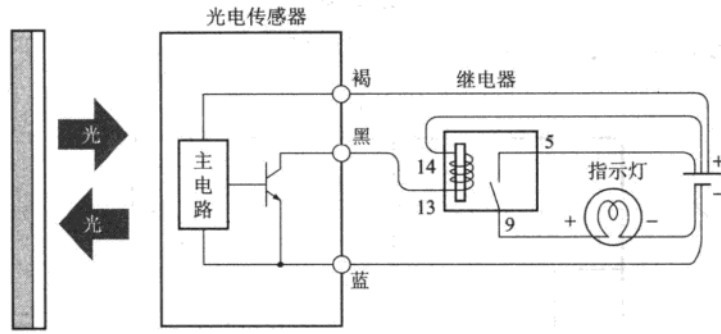
(b) 有触点输出 (E3G-MR19)

图 2.28 反馈反射形光电传感器示例

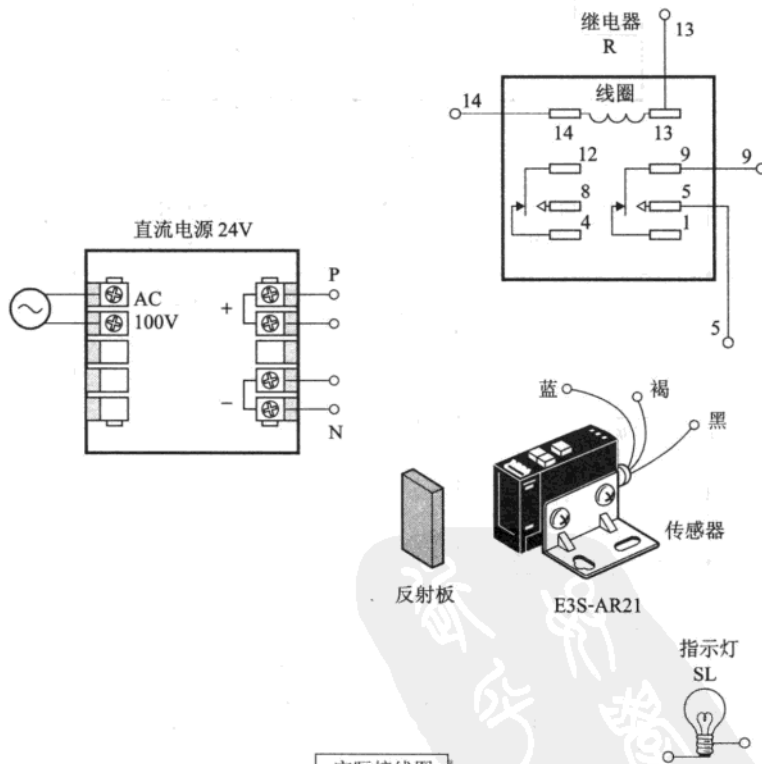
基本问题

22

参考利用反馈反射型光电传感器(无触点输出)的实际接线图,试完成由传感器检测物体而使继电器动作,并由其触点使指示灯亮的电路的实际接线图。



接线图



实际接线图

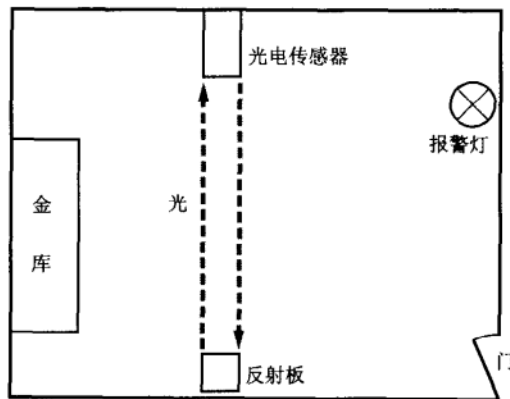
解答见

P143

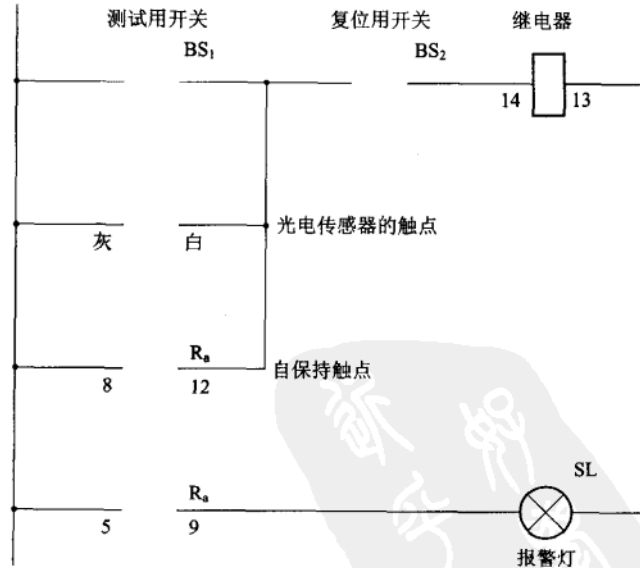
应用问题

5

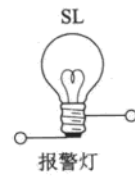
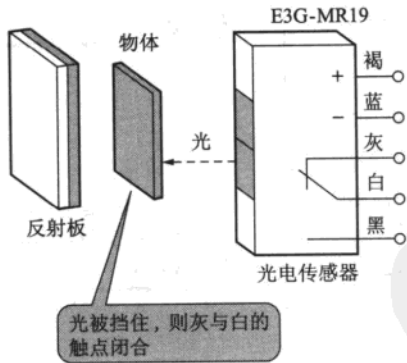
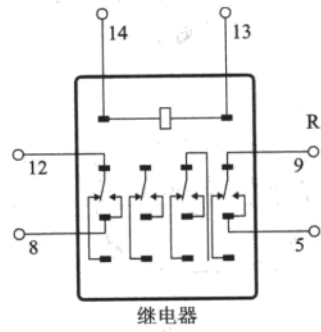
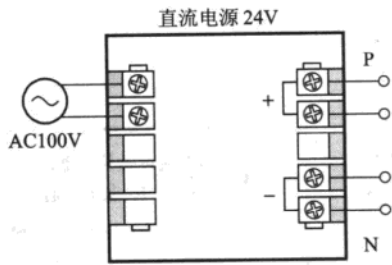
下图表示在金库前方装有反馈反射型光电传感器(有触点输出),当有盗贼在传感器与反射板之间通过时,报警灯就会被持续点亮。试制作一个这样的装置,并在顺序图中填入适当的符号,完成实际接线图。假定已装设有测试用的开关 BS_1 与复位用的开关 BS_2 。



配置图



顺序图



报警装置的实际接线图

解答见P150

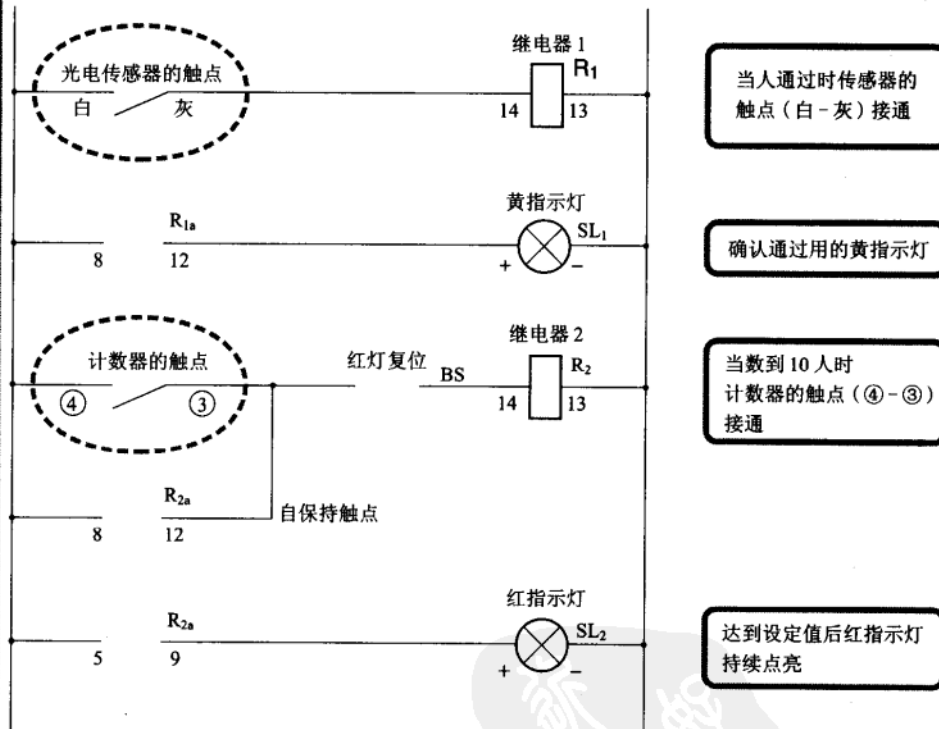
应用问题

制作计算人数的装置

6

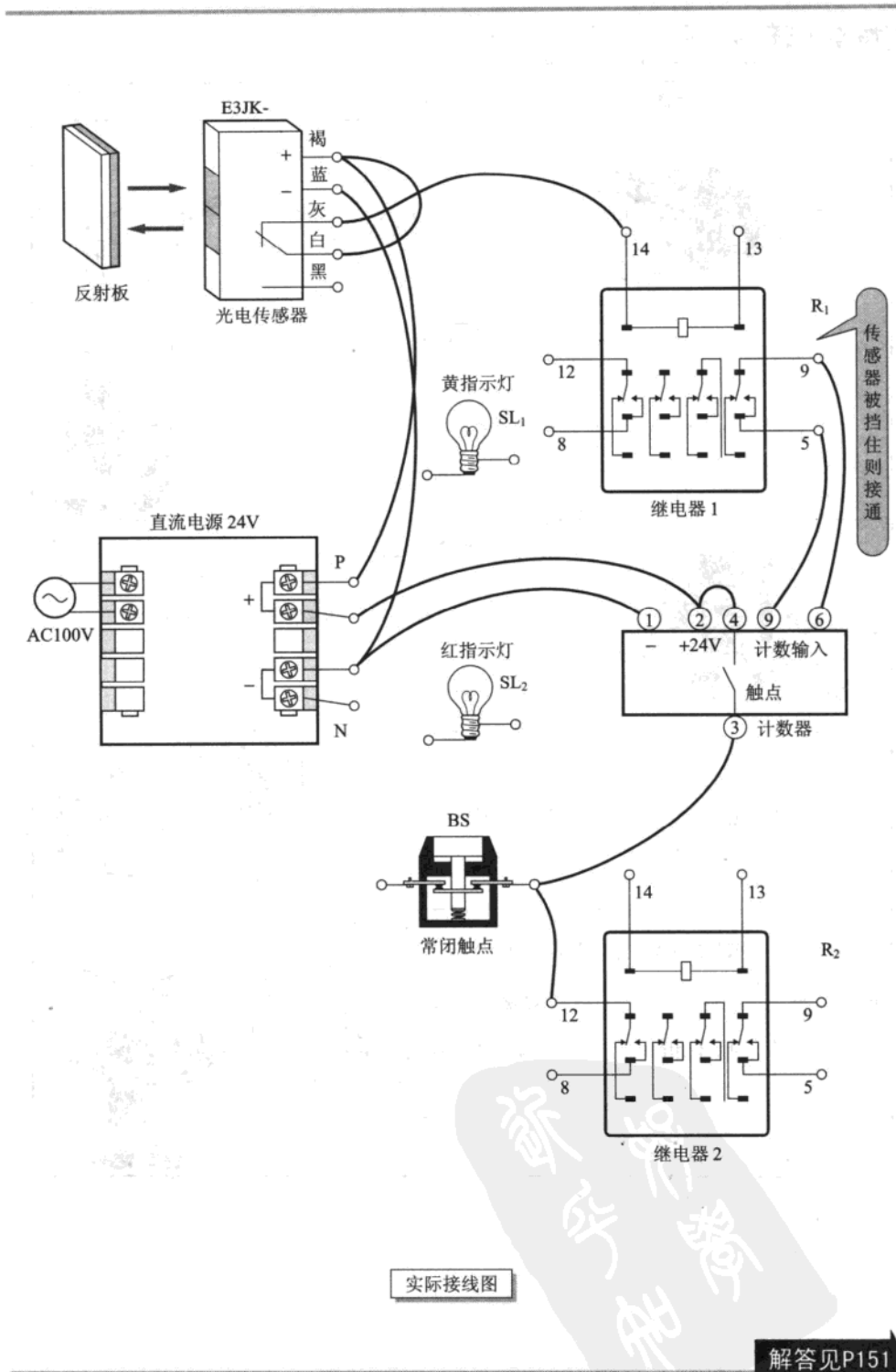
试制作一个能计算在反馈反射型光电传感器(有触点输出)与反射板之间通过的人数的装置。并在顺序图中填入适当的图形符号,完成实际接线图。此装置的动作要符合下列条件:

- (1) 当传感器的光被挡住时,黄灯亮。
- (2) 人数数到 10 人时,红灯持续点亮。
- (3) 装设使红灯熄灭的复位按钮 BS。另外,计数器的复位,可由在计数器本身的显示部分上具有的复位按钮执行。
- (4) 光电传感器与计数器的电源以及计数器的输入均由另外途径事先接好。

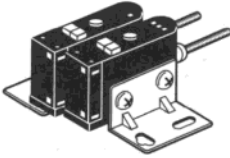

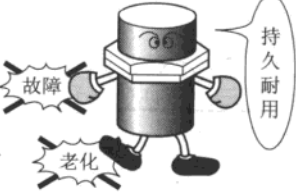
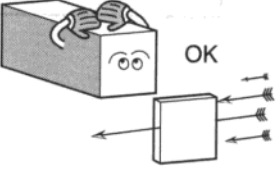
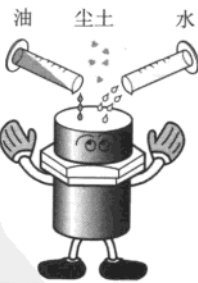


注: 在上面所示的顺序图中填入相应的图形符号。

计算人数的装置



传感器的特点

光电传感器			近接传感器
			
非接触			
<p>由于动作时不需要接触，故不产生机械磨损</p>			
寿命长			
<p>由于本身以电子电路制作，故能半永久使用</p>			
			
非接触			
<p>由于本身系电子电路制作，故反应速度快，适合高速、高频使用</p>			
			
透过型	反馈反射型	扩散反射型	<p>环保性好（高频振荡型） 由于具有防水结构，故在有油或水溅的场所或灰尘多的地方也可使用</p> 
检测长距离	检测中距离 接线、使用简便	检测近距离 接线、使用简便 省空间	


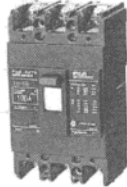

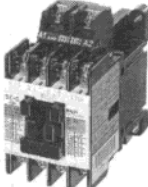




电动机的控制

2.7

由于控制电动机需要接通、断开大电流,故必须使用表 2.2 所示触点容量大的电力用开关电器和保护装置。

开关电器与保护装置

表 2.2 开关电器与保护装置

名称	用途	图形符号	外观
接线断路器 (MCCB)	由于具有开、关机构和脱扣装置,故当短路或过载时能自动断开电路。又称作断路器。另外,靠手动也能使电路接通或打开。		
电磁接触器 (MC)	其原理虽与继电器相同,但具有主触点和辅助触点。主触点用于电动机等主电路的开关,辅助触点用于控制回路。		
热继电器 (THR)	又称过载继电器,当有过载电流流过时,能使MC的线圈消磁,使电路断开。主要用于电动机的过载保护中。		
电磁开关 (MS)	是将电磁接触器和热继电器做成一体的电器。在电动机等电路的开关和过载保护中使用。		

注:辅助触点的图形符号与继电器的触点符号相同。

电动机的启动与停止

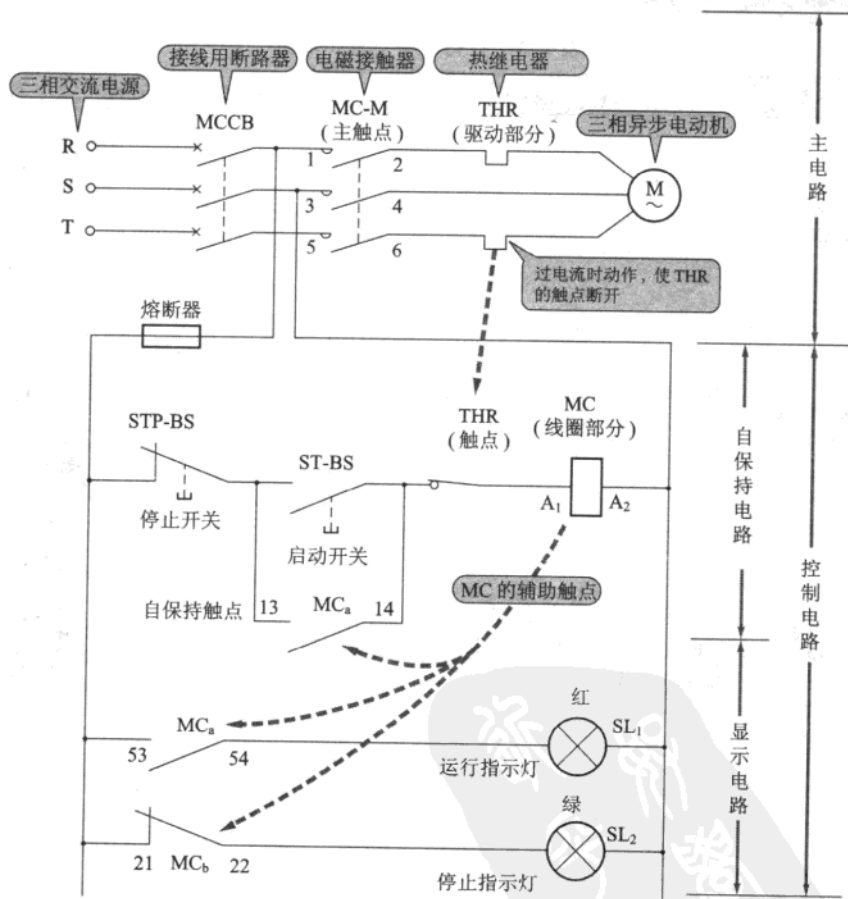
图 2.29 表示三相异步电动机的启动和停止的电路,它由主电路和控制电路构成。

主电路

由接线用断路器、电磁接触器(主触点)、热继电器等构成,是驱动实际电动机的电路。

控制电路

通常,以顺序图来表示,它是在控制电动机的启动和停止的同时以指示灯表示电动机的状态的电路。控制电路的电源,如图所示多由 200V(日本的情况)三相交流电源的两条线来供给。在控制电路的触点中要使用电磁接触器的辅助触点。



注: 编号为电磁继电器(SC-5-1 富士电机)的端子编号

图 2.29 电动机的启动、停止电路

◎ 动作说明

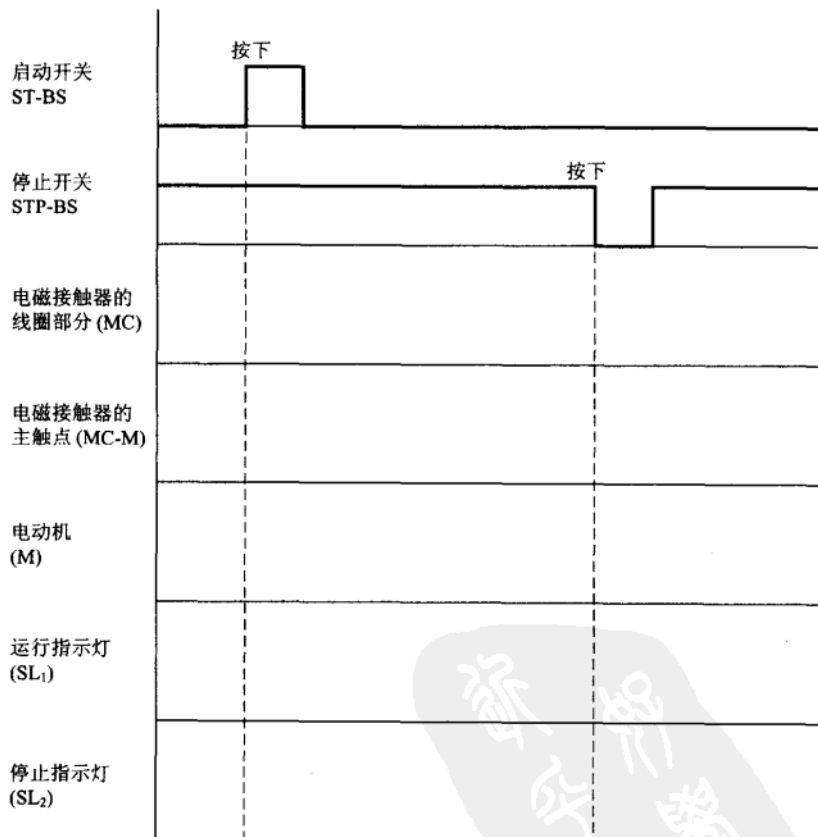
启动:当按下启动开关 ST-BS 时,电磁接触器 MC 的线圈被励磁,其主触点 MC-M 闭合使电动机启动。同时,辅助触点 MC_a 闭合,进行自保持。在显示电路中,表示运行状态的红灯 SL_1 被点亮。

停止:当按下停止开关 STP-BS 时,自保持电路被解除,电磁接触器的主触点 MC-M 断开,电动机停止运行。同时,绿色的停止指示灯 SL_2 被点亮,红色的运行指示灯 SL_1 熄灭。

基本问题

23

试画出图 2.29 所示电路的时序图。



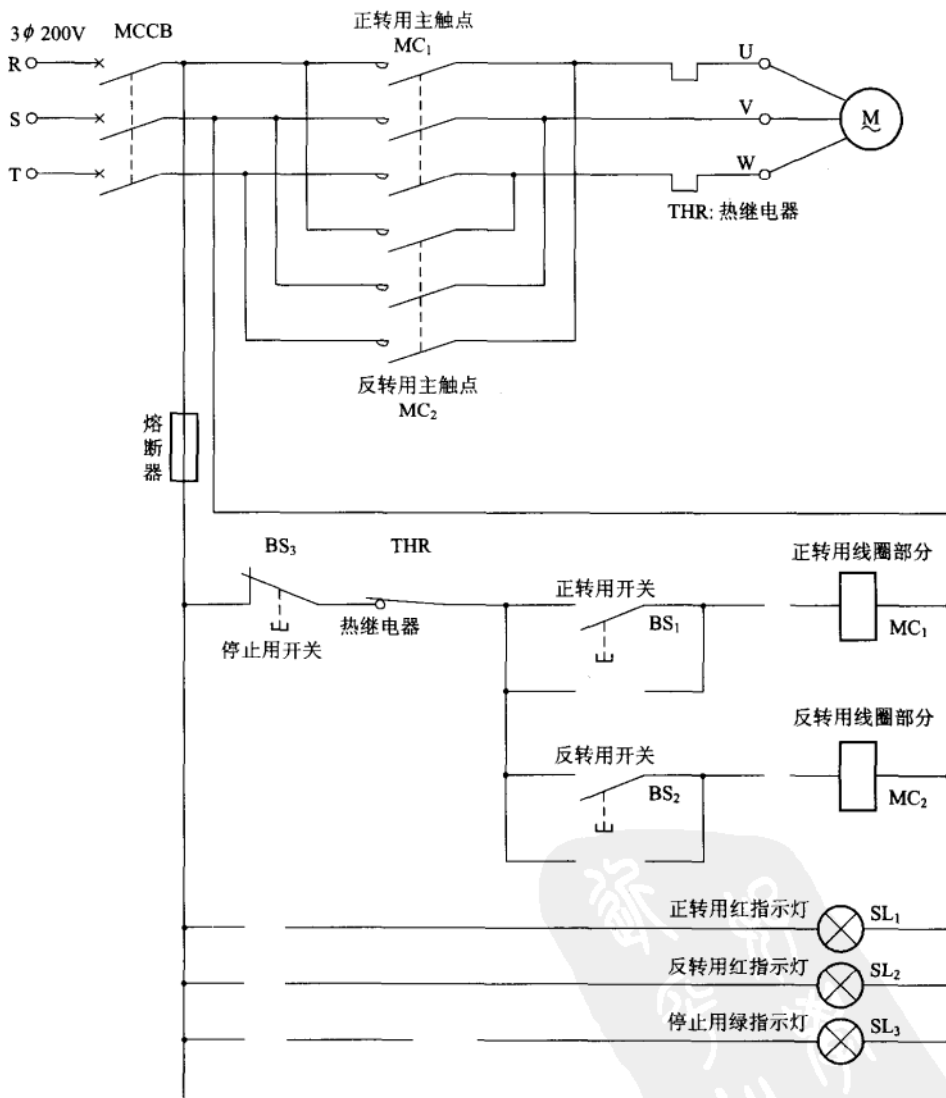
解答见

P144

应用问题

7

试在下图所示三相异步电动机的正转、反转控制电路图中，填入相应的图形符号和文字符号。要求加入使正转与反转的电磁接触器不能同时动作的互锁电路。此外，在显示电路中，要使用正转、反转、停止的三种指示灯进行相应的表示。



解答见P151

Chapter

3

可编程序控制器 的基础知识

可编程序控制器 (programmable controller) 是利用微计算机的顺序控制专用的电子控制装置。对于这个装置, 不需要计算机的专门知识, 只要能够理解到目前为止所学到的继电器顺序控制的基本知识就能够简单地利用它。由于它具有不用复杂的接线就可简单地变更控制内容等特点, 现在已替代了继电器顺序控制, 获得广泛应用, 在生产现场已成为不可或缺的装置。

本章学习有关可编程控制器的构成及梯形图的基本知识。

3.1 可编程控制器

可编程控制器与输入输出装置

可编程控制器的装置中嵌入了继电器、定时器(即时间继电器)、计数器等功能,因此它已成为利用微计算机的电子控制装置。其名称虽叫做可编程控制器,但也称作 PC、PLC、顺序控制器等。这里,我们采用 PLC 的称呼。

PLC 及其输入输出装置如图 3.1 所示,是以按钮开关、各种传感器等作为输入装置,而以指示灯、蜂鸣器等作为输出装置来进行控制。

相对于这些输入,控制输出的方法,是基于接线展开图(梯形图),依据输入的 PLC 专用程序来实施与继电器顺序控制相同的动作的控制。

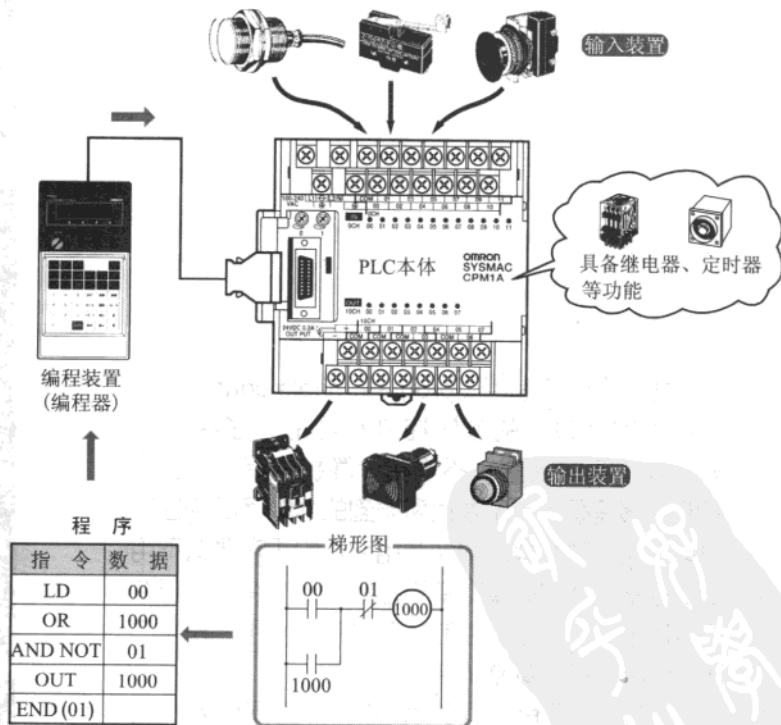


图 3.1 PLC 与输入输出装置

PLC 的构成

PLC 的本身部分如图 3.2 所示,由连接开关、传感器等输入装置的输入部分,连接电力用开关等装置的输出部分,使用微计算机的 CPU 部分(运算、控制部分),使用半导体存储器等的存储部分(记忆部分)构成。

程序使用 PLC 专用的指令用语(助记符),利用编程装置编制保存在存储部分。当执行程序时,即按照程序的控制内容对输出装置进行控制。

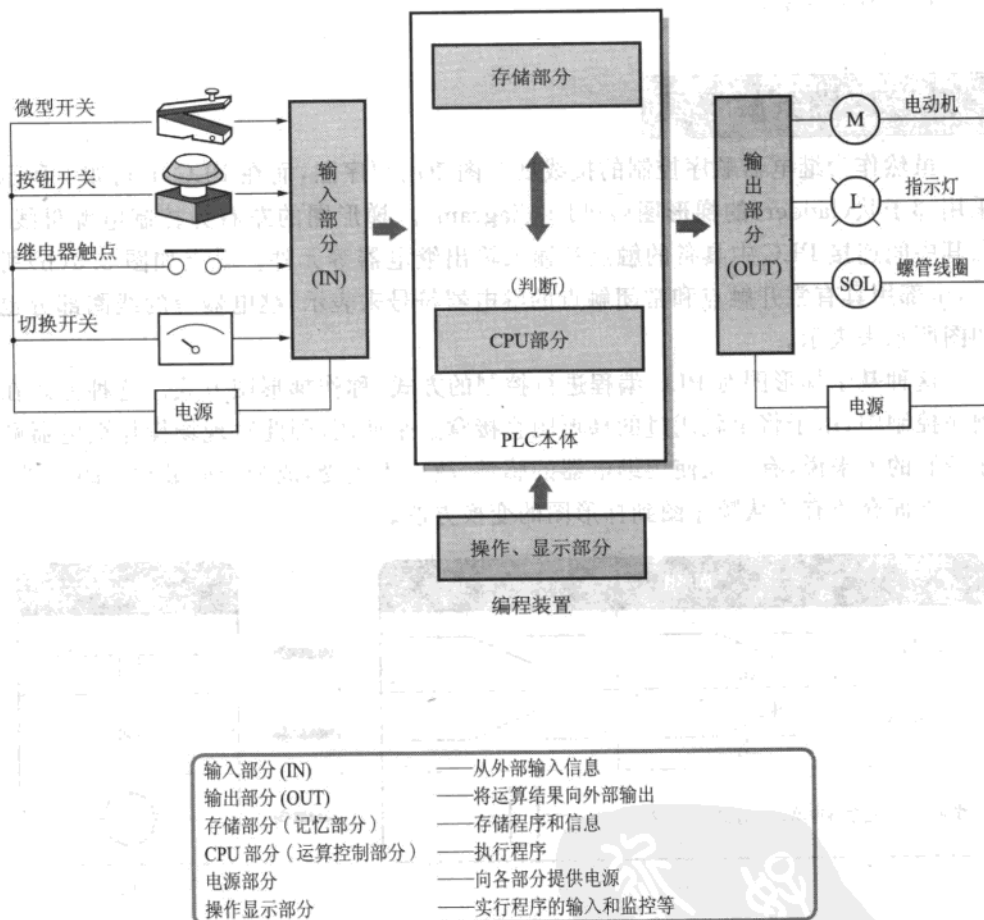


图 3.2 PLC 的构成

PLC 与继电器顺序控制的比较

PLC 是为克服在继电器顺序控制中存在的各种缺点而开发的设备,因此它与继电器顺序控制相比较,具有下列特点:

- (1) 没有复杂的接线。
- (2) 容易设计,能简单地改变程序。
- (3) 维护管理容易。
- (4) 可靠性高。
- (5) 小型紧凑。

从顺序图到梯形图

虽然作为继电器顺序控制的接线展开图使用顺序图,而在 PLC 中则如下所示采用梯子状(ladder)的梯形图(ladder diagram)。梯形图的左右为控制电源母线,在其中间连接 PLC 中具备的触点和输入输出继电器等元件。触点如图 3.3(b)所示,全部用具有常开触点和常闭触点的继电器符号来表示,继电器等的线圈部分也如图所示来表示。

这种基于梯形图对 PLC 编程进行控制的方式,称作梯形图方式。这种方式在顺序控制中,由于将早就用过的梯形图直接拿过来使用,因此对现场操作继电器顺序控制的人来说,有仍在使用继电器的感觉,故广为接受,成为当前最常见的方式。

下面介绍有关从顺序图到梯形图的变换方法。

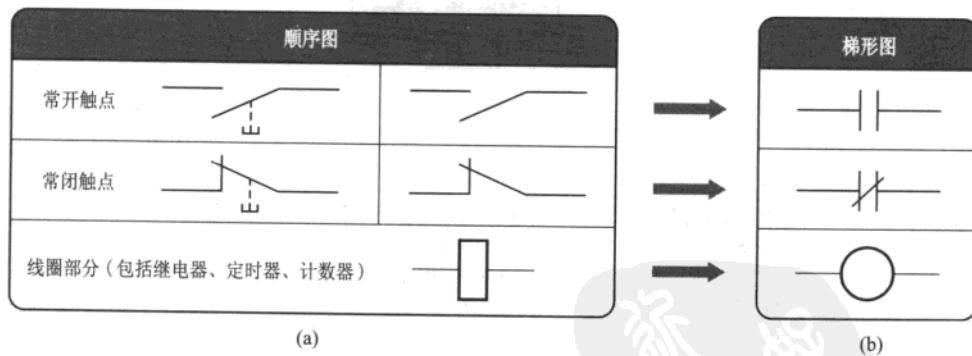
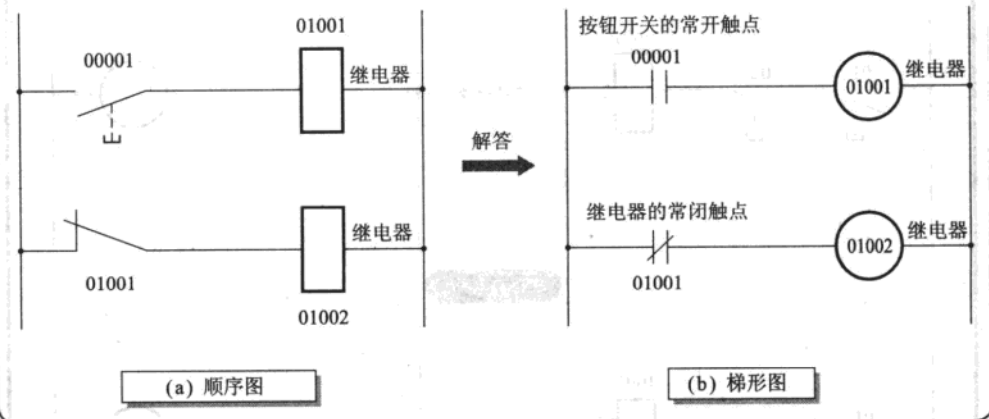


图 3.3 触点与线圈的图形符号

例题

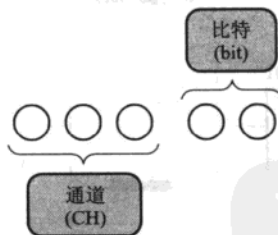
下图(a)表示继电器顺序控制的顺序图。试将其变换成 PLC 的梯形图。

解释 当需要变换成梯形图时,可将 a 触点(常开触点)用 —|— 符号、b 触点(常闭触点)用 —|/— 符号,线圈部分用 —()— 符号来表示。



输入输出编号

PLC 外接的输入装置(按钮开关等)、输出装置(继电器的线圈部分、指示灯等)全部以编号进行管理。这种编号称为输入输出编号,由通道(CH)与比特(bit)构成。前 3 位表示 CH,后 2 位表示 bit。

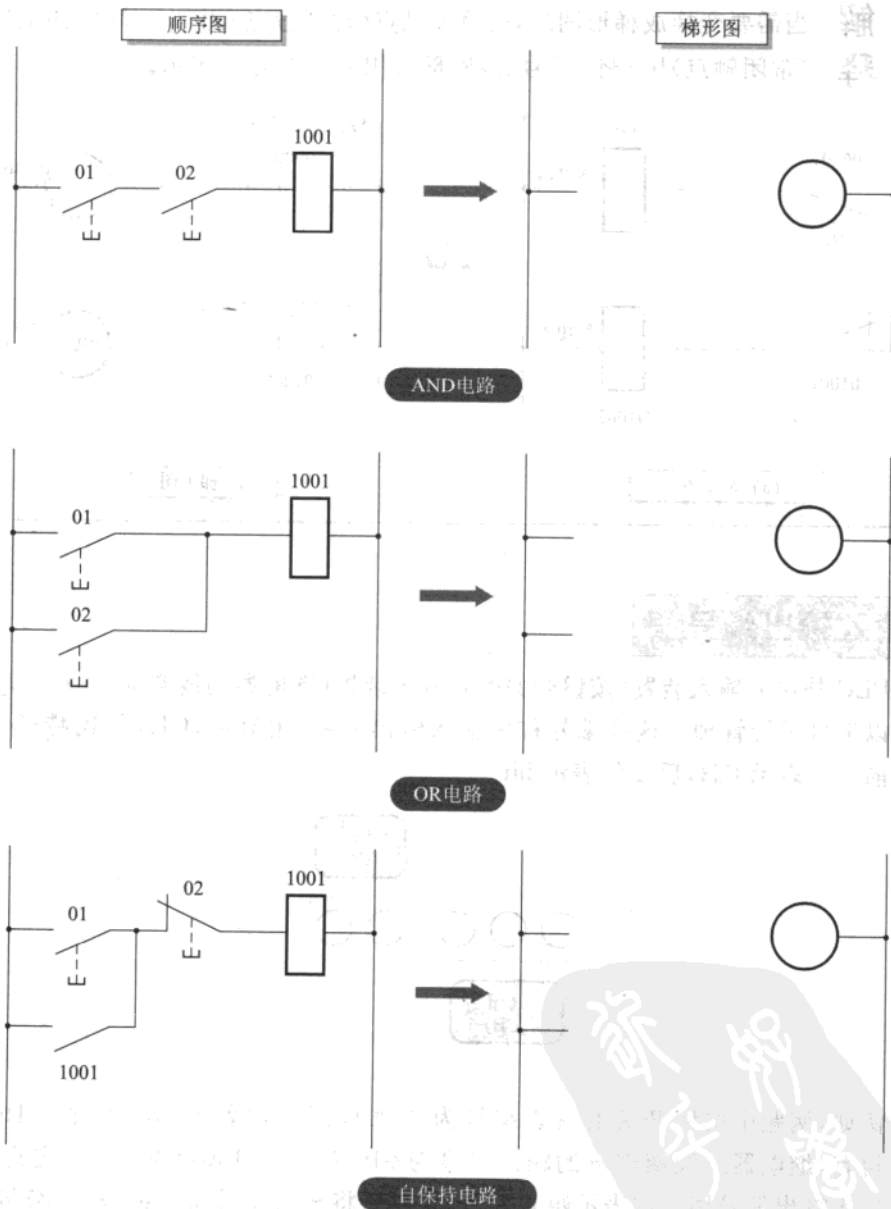


例如,例题中按钮开关的输入编号为 00001,因此它表示 000CH 的 01bit 之意。再有,继电器的线圈部分的输出编号为 01001,表示 10CH 的 01bit 之意。由于将输入输出编号用 5 位表示嫌 0 太多,故以后将输入编号用 2 位、输出编号用 4 位来表示。

举例: 00001→01 01001→1001

基本问题

1 试将下示三个电路的顺序图变换成梯形图(输入编号用2位、输出编号用4位表示)。

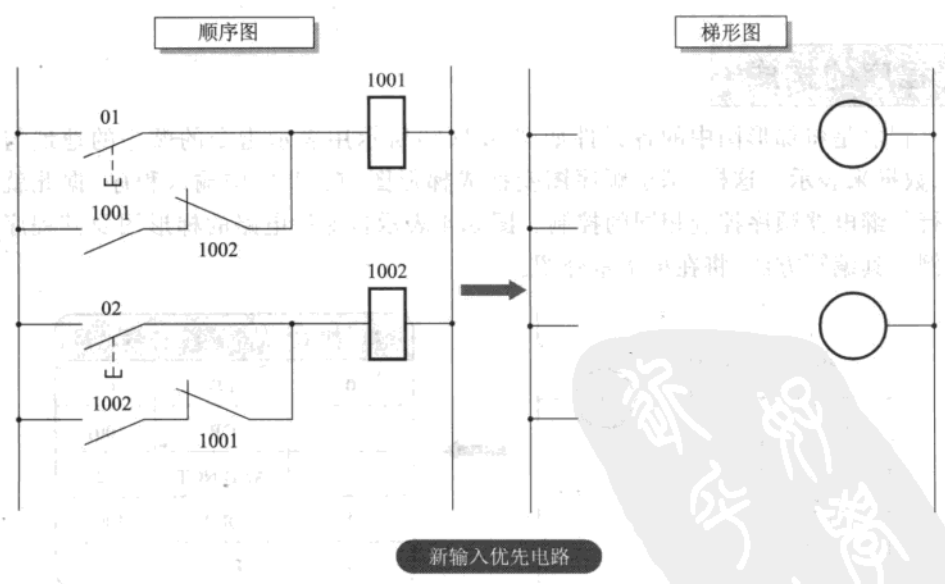
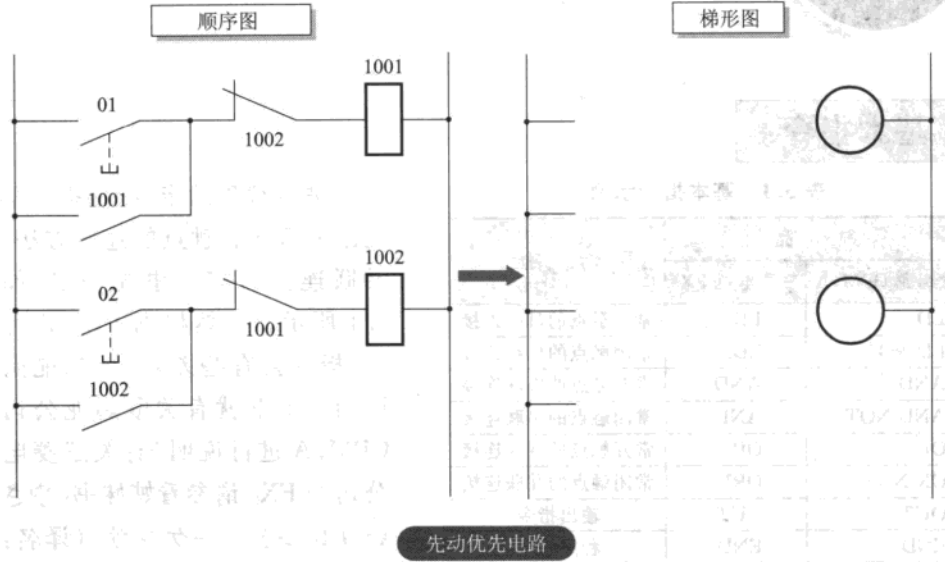


解答见 P144

基本
问题

2

试将两种互锁电路的顺序图变换成梯形图。



解答见

P144

3.2 程序

基本指令

表 3.1 基本指令示例

产 品		功 能
欧姆龙 CPM1A	三菱电机 FX ₂	
LD	LD	常开触点的母线连接
LD NOT	LDI	常闭触点的母线连接
AND	AND	常开触点的串联连接
AND NOT	ANI	常闭触点的串联连接
OR	OR	常开触点的并联连接
OR NOT	ORI	常闭触点的并联连接
OUT	OUT	输出指令
END	END	程序结束

进行编程的指令,根据梯形图的图形符号和触点的连接方法(串并联连接),需要事先确定,如表 3.1 所示。虽然根据 PLC 机种不同,指令会有些差异,但功能是相同的。本书就有关欧姆龙公司的 CPM1A 进行说明(有关三菱电机公司的 FX₂ 请参看姊妹书《やさしいリレーとシーケンサ》(译名:浅说继电器与程序控制器))。

程序的构成

程序是将梯形图中的各元件如图 3.4(b)所示用表示指令的顺序的地址与指令、数据来表示。这样,基于顺序图变换成梯形图,在 PLC 中输入程序,据此就能进行与继电器顺序控制相同的控制。图 3.4 表示自保持电路的梯形图及其程序的示例。其编写方法,将在第 4 章介绍。

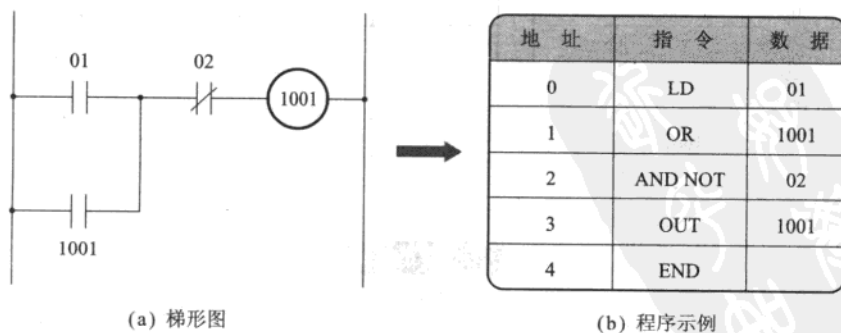


图 3.4 自保持电路的梯形图与程序

元件编号

PLC 内含有继电器、定时器、计数器等功能。如图 3.5 所示,当使用输入继电器时,采用“00~11”的数据编号。同样,对输出继电器用“1000~1007”,对辅助继电器用“20000~23115”,对定时器和计数器用“TIM/CNT 000~127”的数据编号。

表 3.2 中表示 CPM1A-20CDR-D 的各元件的数目。

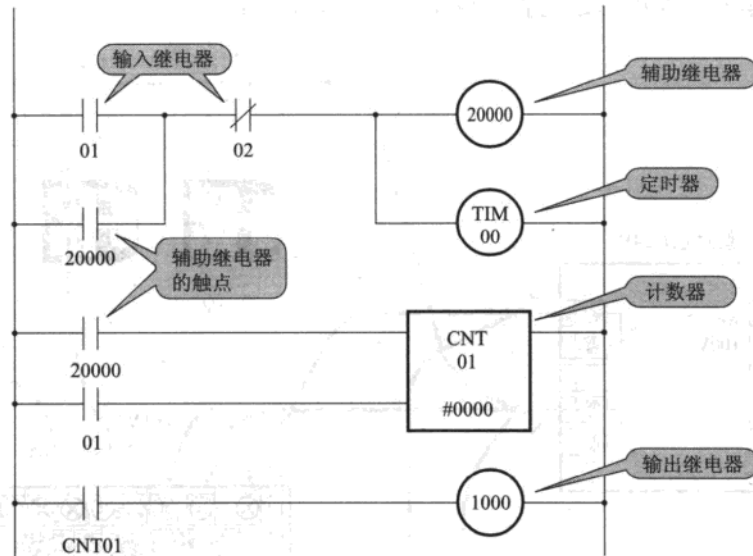


图 3.5 元件编号示例

表 3.2 内含元件示例(以 CPM1A-20CDR-D 为例)

元件	数据编号	个数
输入继电器	00~11	12
输出继电器	1000~1007	8
辅助继电器①	20000~23115	512
定时器/计数器②	TIM/CNT 000~127	128

① 由于辅助继电器为 16 进制,故在...,14,15 之后进位变成 100,101,...

② 定时器/计数器的数据编号使用相同的编号。

PLC 实习装置的制作

为了掌握 PLC 的实际技术,必须对 PLC 的各种输入输出装置进行接线,实施实际地控制。图 3.6 表示 PLC 本身与继电器接触控制中所使用的开关和指示灯,以及直流电源的接线图。希望利用这个装置来解答本书问题的同时输入程序来进行控制。再有,各种输入输出装置等部件可参看本书卷末的附录。

PLC 本身的电源可以是直流或交流。图中采用直流。

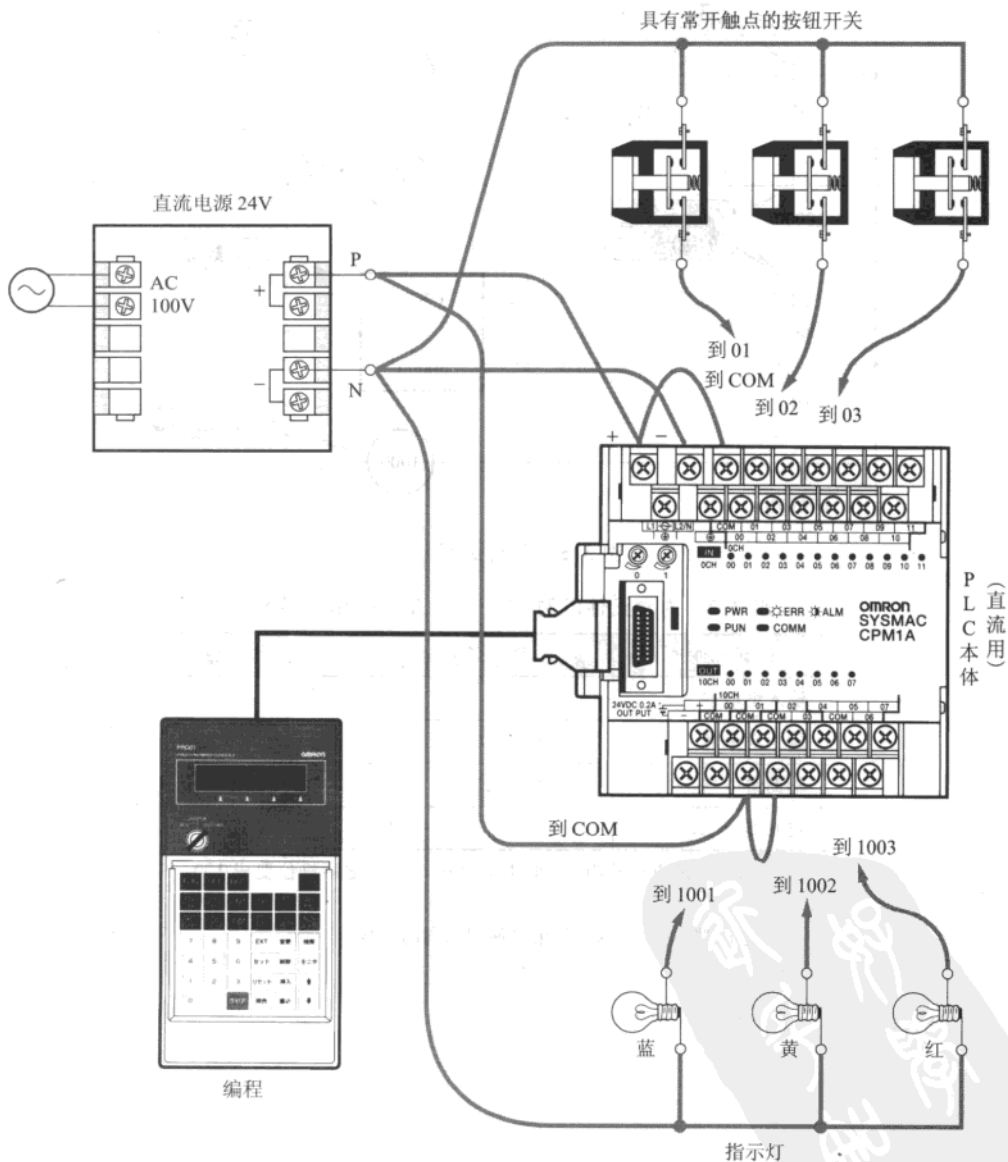


图 3.6 PLC 实习装置的接线

Chapter

4

可编程控制器的 指令与基本电路

在学习有关PLC使用的同时，还应了解关于在PLC中使用的基本指令以及各种基本电路的程序编写方法。此外，还要学习如何利用指示灯或传送带进行实际控制的方法。

4.1 LD、LD NOT、OUT 及 END 指令

本节介绍如何理解有关 PLC 最基本的输入输出指令以及使用这些指令的电路的编程方法,还有关于 PLC 操作方法的步骤。指令的功能如下表所列。

指令	功能	
LD	从母线开始的最初的常开触点	输入指令
LD NOT	从母线开始的最初的常闭触点	
OUT	驱动继电器、定时器、计数器等线圈部分	输出指令
END	在程序的最后必用	

LD、LD NOT 及 OUT 指令的使用方法

下面来看一下若想把图 4.1(a)所示的顺序图变换成梯形图,应该使用哪些指令。因为图 4.1(b)所示的输入开关 01 是从母线开始的最初的常用触点,故用输入指令 LD。此外,因为要驱动输出继电器 1001 的线圈,故用输出指令 OUT。同理,因输入开关 02 是从母线开始的最初的常闭触点,故用 LD NOT 指令;继电器 1002 用 OUT 指令。

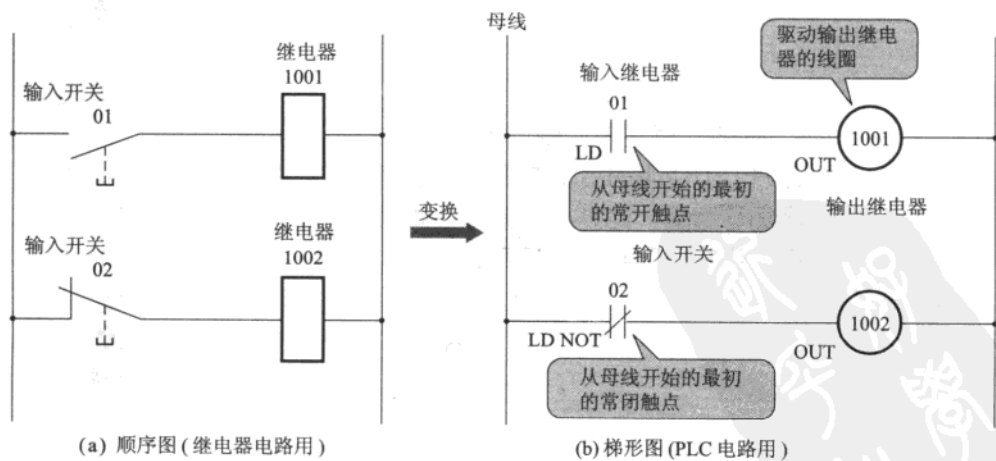


图 4.1 顺序图与梯形图

程序的编写

为了编写程序,应根据执行顺序将各元件的指令与数据输入。执行程序的顺序称为地址。如图 4.2(a)的梯形图所示,按从左到右并且从上到下的顺序来执行。指令表示处理的方法,数据表示继电器或定时器等编号。再有,程序的最后必须写入 END 指令。根据以上所述,可由此梯形图编写出程序,如图 4.2(b)所示。

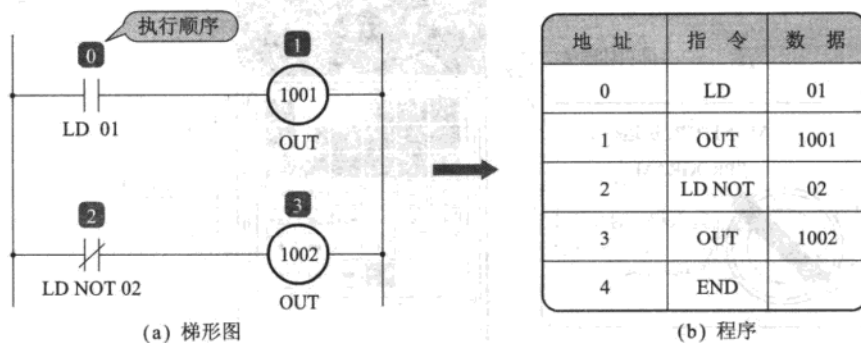


图 4.2 程序的编制

从 PLC 的连接到动作确认的步骤

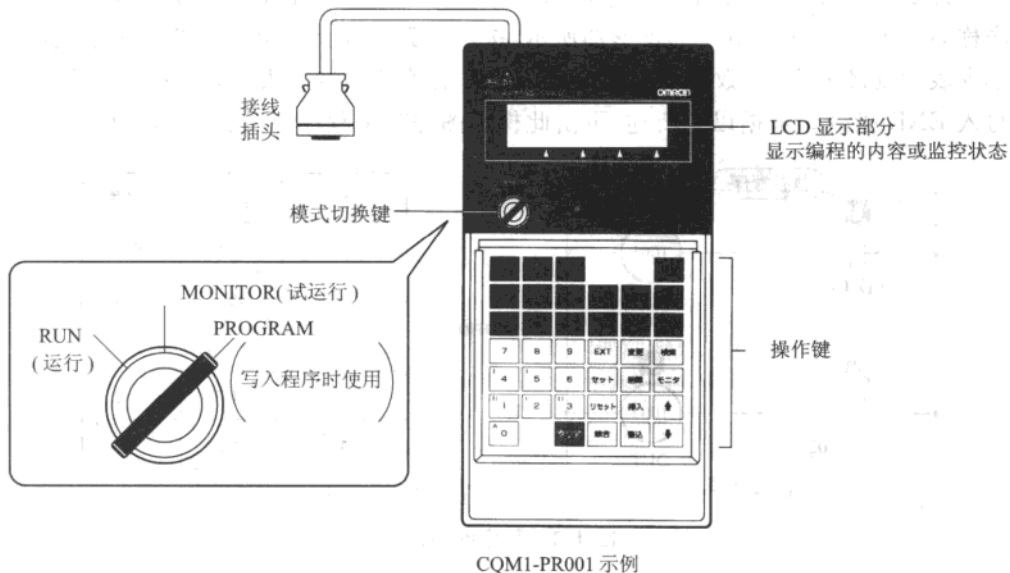
下面就如何将上述编成的程序输入到 PLC,并使其动作,直到停止进行介绍。

步骤 1 PLC 与输入输出装置的连接

像在第 90 页所介绍的那样来连接按钮开关、指示灯等输入输出装置。此外,还要连接输入程序的编程装置(以后称编程器)。假定指示灯可用 PLC 本身内含的确认 ON、OFF 用的指示灯替代,故也可以省去。

步骤 2 编程器的各部名称与功能

图 4.3 表示实行程序的输入等作用的编程器及其操作键的名称与功能。



QM1-PR001 示例

操作键的名称与功能

键	名称	主要功能
FUN	功能键	指定应用指令
AND LD CR OUT	指令键	指定 AND、LD、OR、OUT 指令
NOT	否定键	当指定触点时,对 AND、LD、OR 键持续按压
CNT TIM	计数器/定时器指定键	指定计数器(CNT)、定时器(TIM)指令
TR AR HR	继电器指定键	指定暂时存储继电器(TR)、保持继电器(HR)、辅助存储继电器(AR)
EM OM EM TR CH DM	继电器、通道指定键	指定数据存储器(DM)、环形继电器(LR)、通道数据(CH)指定通道时要先按移位键
移位	移位键	当使用由 2 段表示的键的上段功能时,要先行按下
触点	触点、个数指定键	指定触点或个数时使用指定触点时要先按移位键
置位 复位 变更	触点操作、当前值变更键	当需要将触点强行 ON/OFF 时,需要变更数据时使用
解除 插入	程序插入/解除键	在程序插入或消除时使用
写入	写入键	在写入程序或数据时使用
监控	监控键	在欲监控触点或程序的动作时使用
清除	清除键	欲将编程器的画面显示初始化时使用
0 ~ 9	数字键	在输入数值时使用,在输入 A~F 时应先按移位键
↑ ↓	箭头键	将程序逐步读出时使用

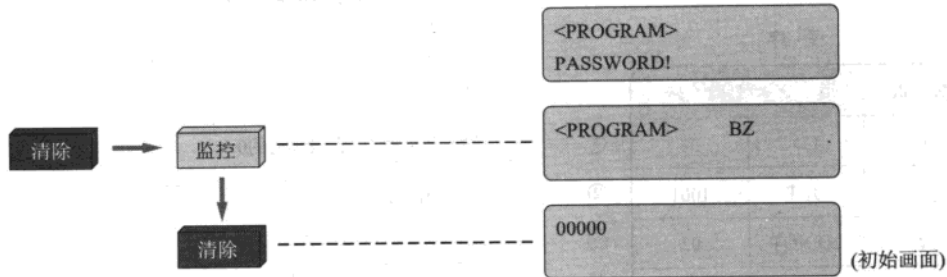
图 4.3 编程器及其操作键的名称与功能

步骤 3 编程器的初始设定

在输入程序以前,要用编程器进行初始设定。

1. 口令的输入

将模式(mode)转换键通过 PROGRAM 接入电源。在没有输入口令时,不能进行键输入。当出现口令输入等待画面时,就可输入口令。当没有输入口令时,按**清除**—**监控**—**清除**的顺序键入。



注: PLC本身的COMM指示灯闪光,是表示编程器的接入状态,而不是故障。

图 4.4

2. 存储的全清除

是指将存储的内容全部消去。由于是可再次写入的存储器,故不必每次都进行这种操作。使蜂鸣器工作,可按图 4.5 所示输入。

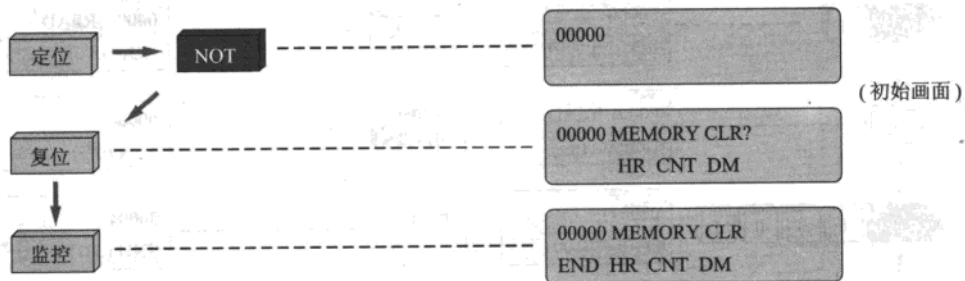


图 4.5

3. 要消除编程器的蜂鸣音时

将模式转换键度换成另一种模式,键入**移位** □。在恢复时可进行相同的操作。

步骤4 程序的写入

把如图4.6所示的程序自上而下地用编程器按①~⑤的顺序由键盘写入。但在各行结束时必须按下**写入**键。当输入有错误时,在出错的地方再次写入即可。此外,插入与解除按下列所示进行。

插入——令插入所在的下一个地址在画面上出现,输入插入的指令**插入** **I**
 解除——令解除所在的地址在画面上出现,输入**解除** **I**

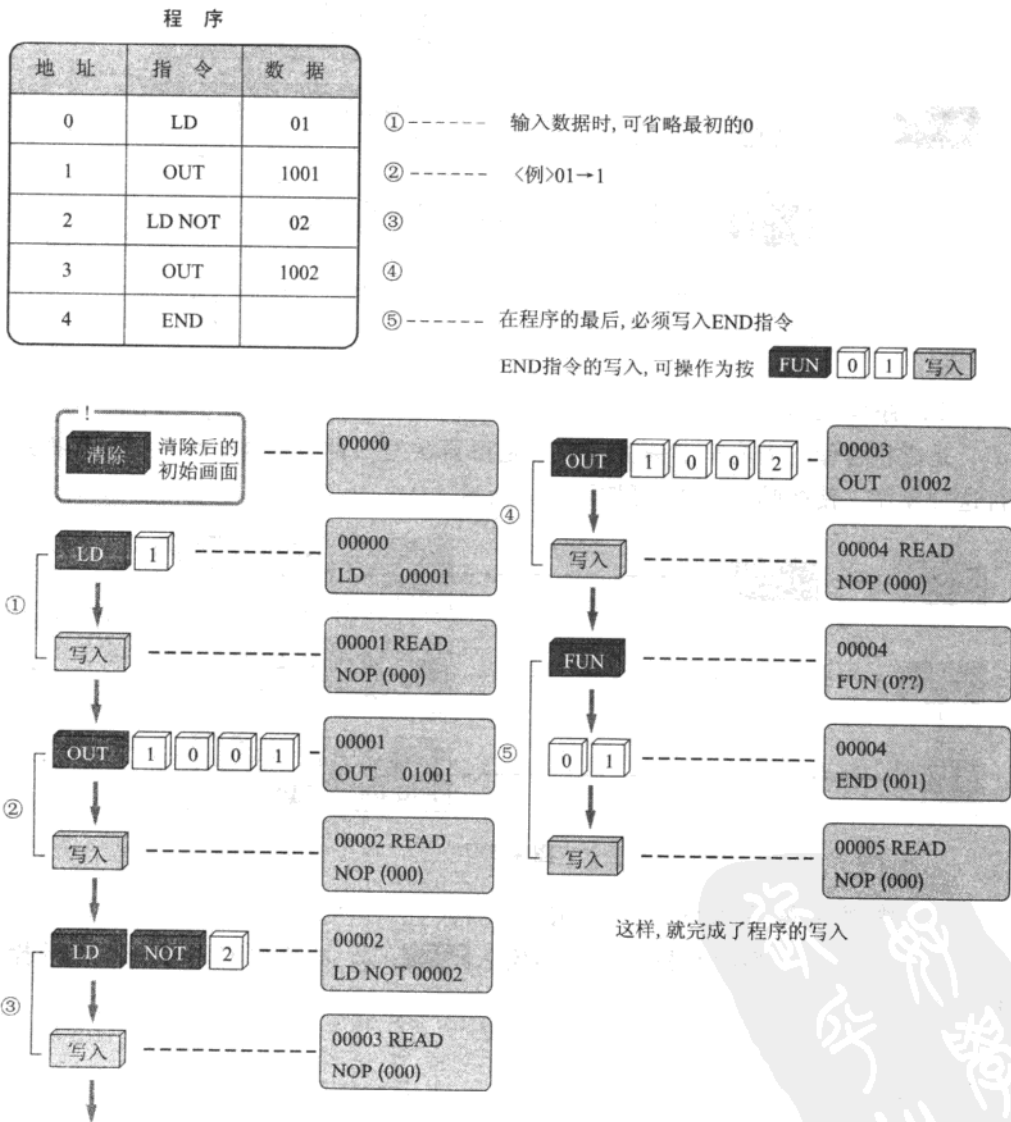


图 4.6

步骤 5 程序的动作确认与运行

将编程器的模式转换键放在监控模式(MONITOR)上。由于这一动作使得程序开始运作,因此程序是否正常工作,进行下一次动作并进行确认。

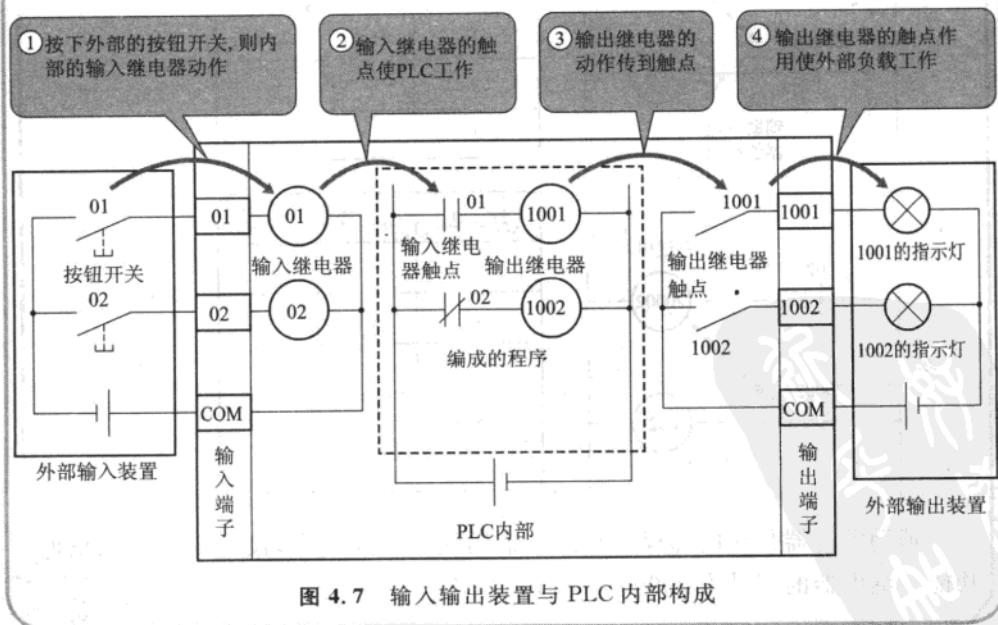
- (1) 按开关 01 则蓝灯 1001 点亮,手松开则灯熄灭。
- (2) 开关 02 的作用是,使最初处于亮状态的黄灯 1002 通过此开关熄灭。
- (3) 当动作不合适时,确认下列程序:
 - (a) 将模式转换键放回程序模式。
 - (b) 按清除键,然后按一次 I 键,则显示地址 0 的指令与数据,另外,再按一次 I,则地址变成 1。
 - (c) 如果程序有错误,可以再次写入。
- (4) 在实际运行中,编程器的模式转换键放在 RUN(运行)位置上。

步骤 6 PLC 的停止工作

关掉电源(OFF),PLC 立即停止工作(即使电源为 OFF,由于程序仍在存储器内保存,故当电源为 ON 时,只要输入口令,就会立刻运行。另外,若接有 EEPROM,则程序也能保存)。

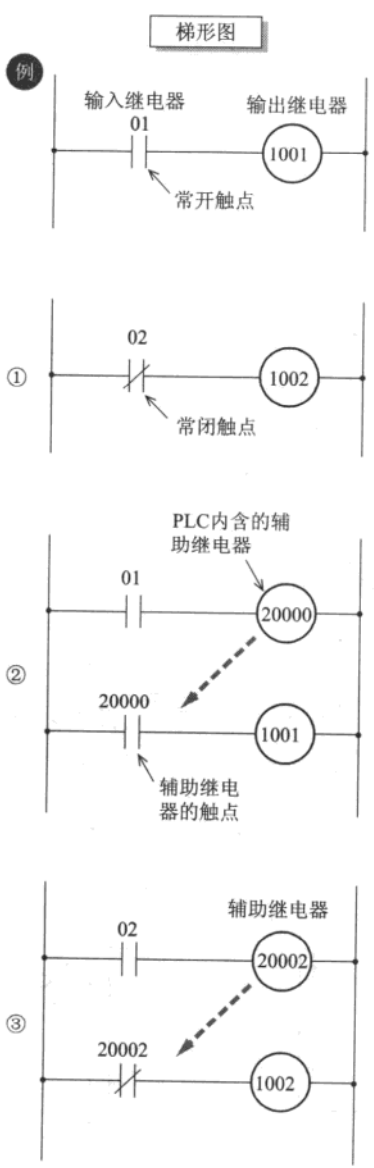
PLC 的动作与构成

当执行输入的程序时,输入输出装置与 PLC 内部就按图 4.7 所示①②③④的顺序动作。



基本问题

1 试编写出下示梯形图的程序。另外,再向 PLC 中输入程序,确认其动作。



程序

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OUT	1001
2	END	

写入键

写入

写入

写入

END以FUN01作为输入

地址	指令	数据
0		
1		
2		

以后省略写入键

写入

若不明白时,请参看93页码

地址	指令	数据
0		
1	OUT	20000
2	LD	20000
3		
4		

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		

辅助继电器是在内部程序基础上辅助使用的继电器,没有向外部输出的功能。继电器的编号为 20000~23115。

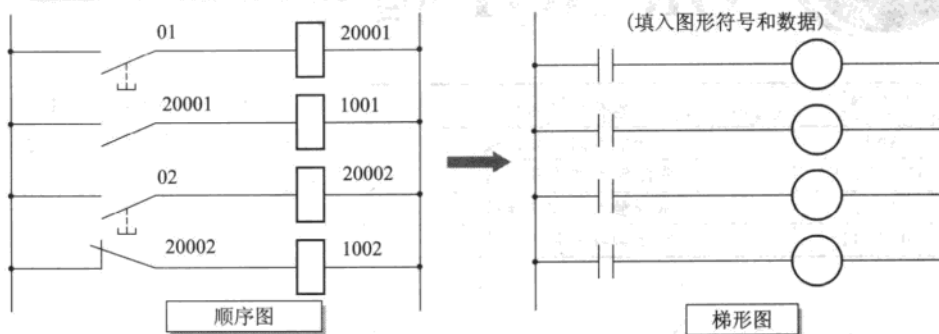
解答见

P145

基本问题

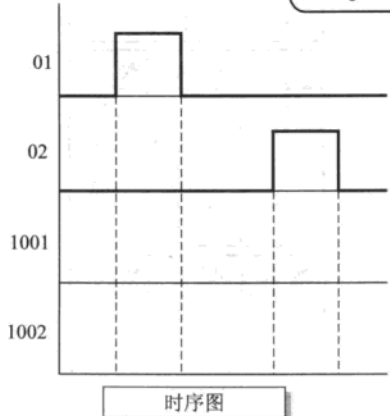
2

试将下示顺序图转换成梯形图，并编写出其相应的程序。此外，再将程序输入 PLC，将实行的结果记入时序图和真值表。



程 序

地 址	指 令	数 据
0	LD	01
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8	END	



真值表

输 入		输 出	
01	02	1001	1002
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

解答见 P145

4.2 AND、AND NOT、OR 及 OR NOT 指令

指令	功能
AND	常开触点的串联连接
AND NOT	常闭触点的串联连接
OR	常开触点的并联连接
OR NOT	常闭触点的并联连接

本节学习触点的串并联连接。请参考例题，回答各问题。

例题 1

串联连接 试编写出下图所示使用串联连接的电路的程序。

解释 常开触点的串联连接采用AND指令，常闭触点的串联连接采用AND NOT指令。

梯形图

程序

地址	指令	数据
0	LD	01
1	AND	02
2	OUT	1001
3	END	

解释：因是常开触点的串联连接，故为AND

地址	指令	数据
0	LD	01
1	AND NOT	02
2	OUT	1002
3	END	

解释：因是常闭触点的串联连接，故为AND NOT

地址	指令	数据
0	LD NOT	01
1	AND	02
2	AND NOT	03
3	OUT	1003
4	END	

解释：能连接若干个

基本问题

3 试编写出下示梯形图的程序,并将其输入 PLC,然后将运行的结果填入真值表。

梯形图

①

程序

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		

真值表

01	02	1001
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

②

程序

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		

真值表

01	02	03	1001
0	0	0	
0	1	0	
1	0	0	
1	1	0	

③

程序

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5		

真值表

01	02	1001

④

程序

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

真值表

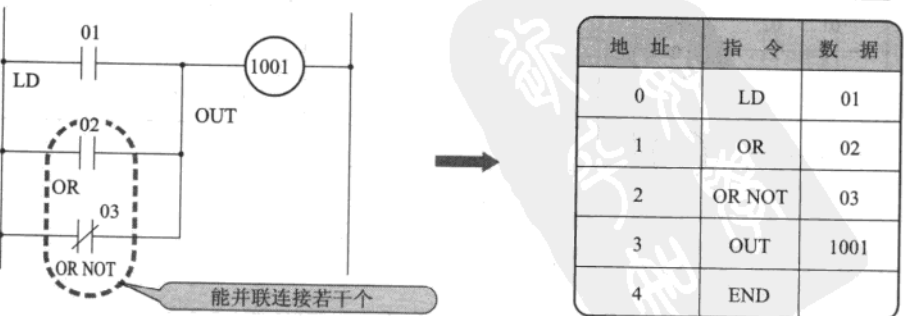
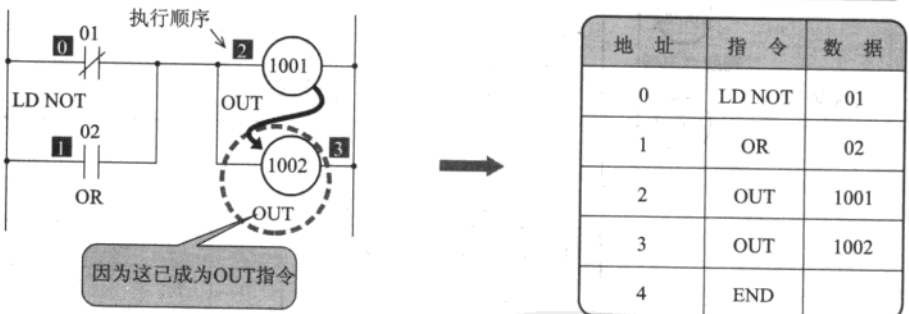
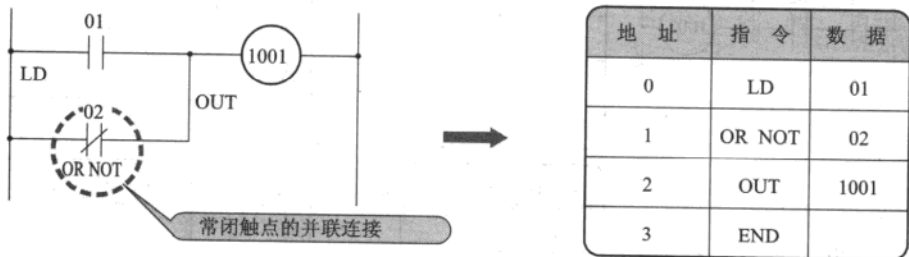
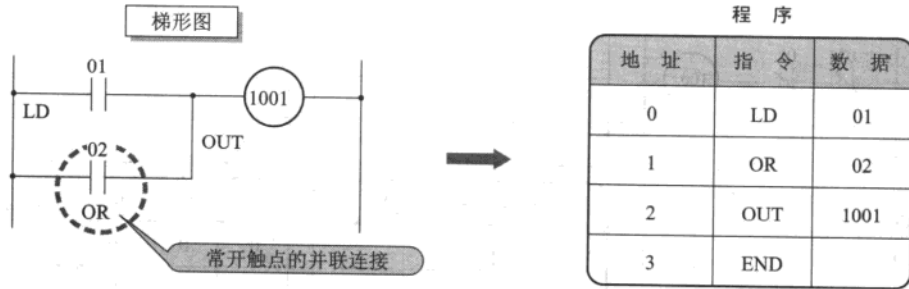
01	02	1001	1002
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

解答见 P145

例题 (2)

并联连接 试编写出下图所示使用并联连接的电路的程序。

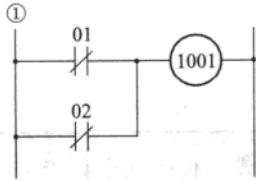
解释 常开触点的并联连接采用OR指令,常闭触点的并联连接采用OR NOT指令。



基本问题

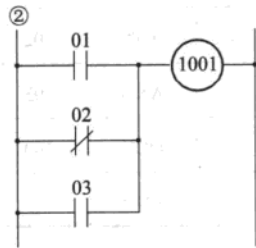
4 试编写出下示梯形图的程序,并将其输入 PLC,然后将执行结果填入真值表。

梯形图



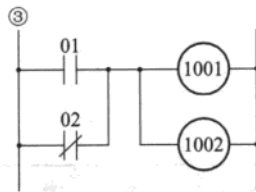
地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		

01	02	1001
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



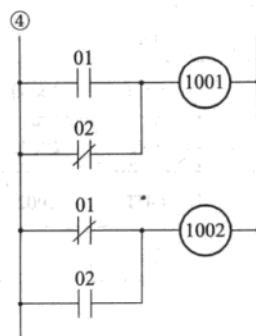
地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		

01	02	03	1002
0	0	0	
1	0	0	
0	1	0	
0	0	1	
1	1	1	



地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		

01	02	1001	1002
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		



地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

01	02	1001	1002
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

解答见

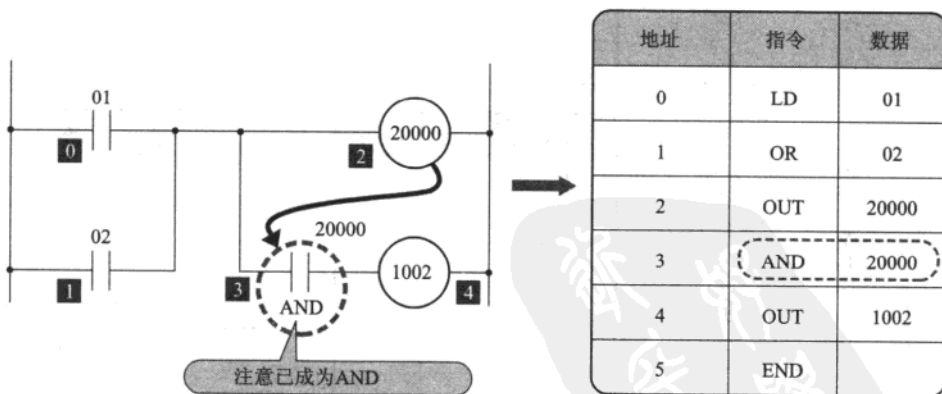
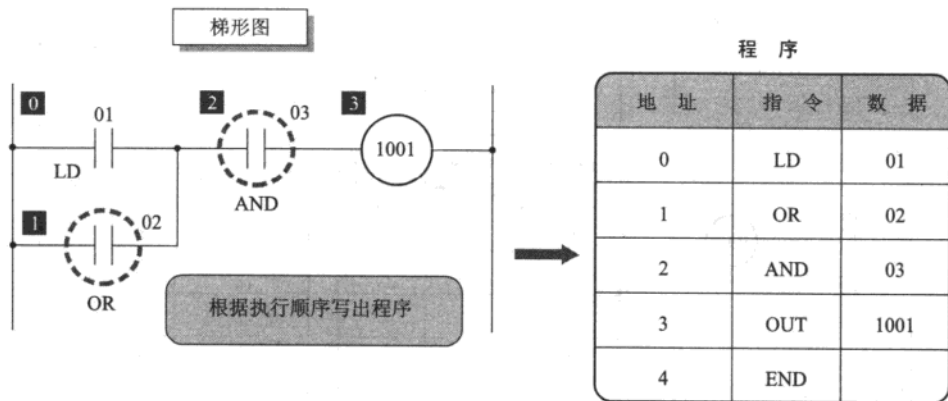
P146

例题 (3)

串并联连接 试编写出下图所示使用串并联连接的电路的程序。

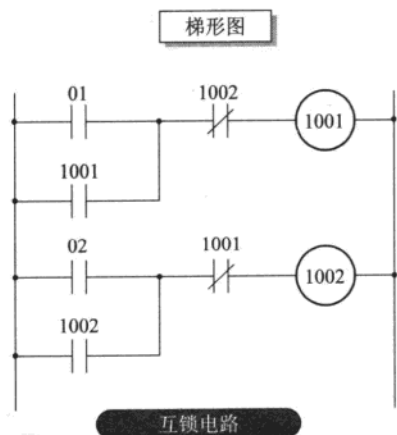
解释

如下图所示,按从左到右、从上到下的顺序来编写程序。



基本问题

5 试编写出下图所示互锁电路(先动优先电路)的程序。



程序

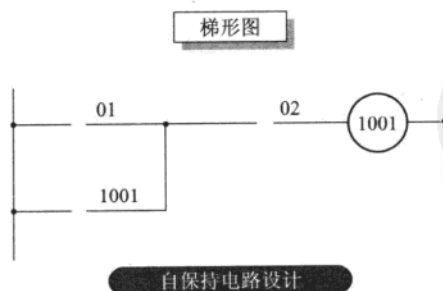
地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

解答见

P147

应用问题

1 试设计一个自保持电路的梯形图,要求将此电路中编号为 01 的输入用按钮开关按一下后,编号为 1001 的输出继电器能持续接通(ON);而将编号为 02 的按钮按下后,1001 编号的继电器则断开(OFF)。此外,还要编写出其程序,将此程序输入到 PLC 中,检查运行情况。



程序

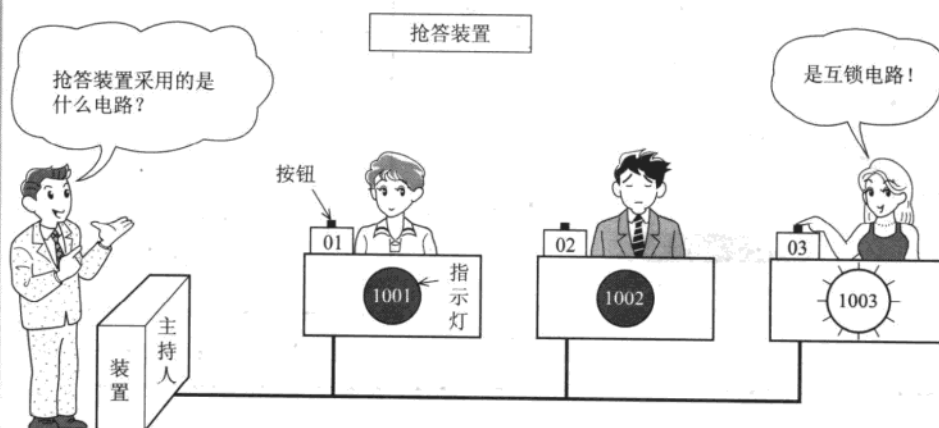
地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4	END	

解答见P152

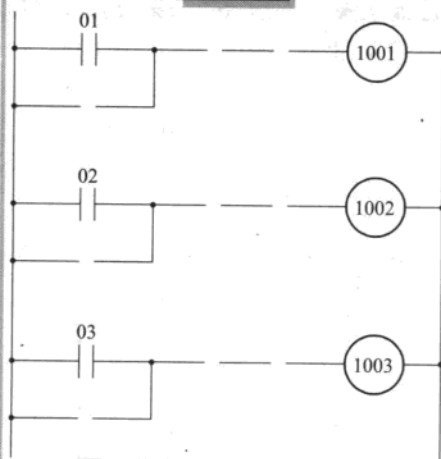
应用问题

2

试设计一个3人用的抢答装置的梯形图,并编写出其程序。答题者分别使用01、02、03编号按钮开关,主持人的复位按钮则省去。此外,需要有自保持电路。编好程序以后将其输入到PLC中,对其动作情况加以检验。请参阅第2章中基本问题16关于互锁电路(2人用抢答装置)的提示。



梯形图



3人用抢答装置设计

程序

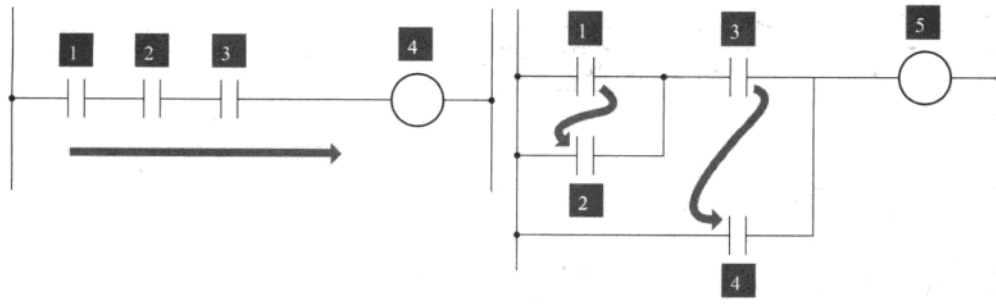
地址	指令	数据	地址	指令	数据
0			8		
1			9		
2			10		
3			11		
4			12		
5			13		
6			14		
7			15	END	

解答见P152

程序的执行顺序

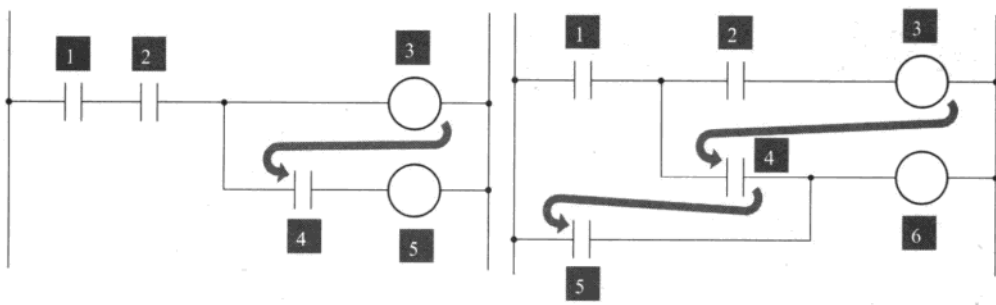
指令从 0 步(骤)到 END 反复执行,程序的容量可以使用 2048 个字符(随机种而有所不同)。到达 2048 个字符所需要的时间为 10ms 左右。

由于按照每一步编号的顺序来执行,故当编写程序时必须注意如图 4.8 所示各点。



图(a) 按从左到右的顺序执行

图(b) 有并联连接时首先从上边执行



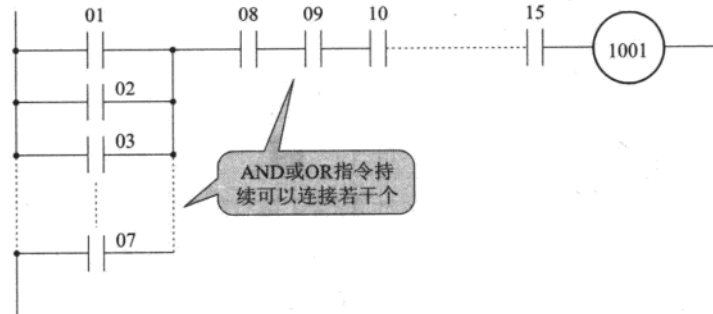
图(c) 当向右有分流时,先执行上行然后再执行下行

图(d) 图(b)与图(c)的组合

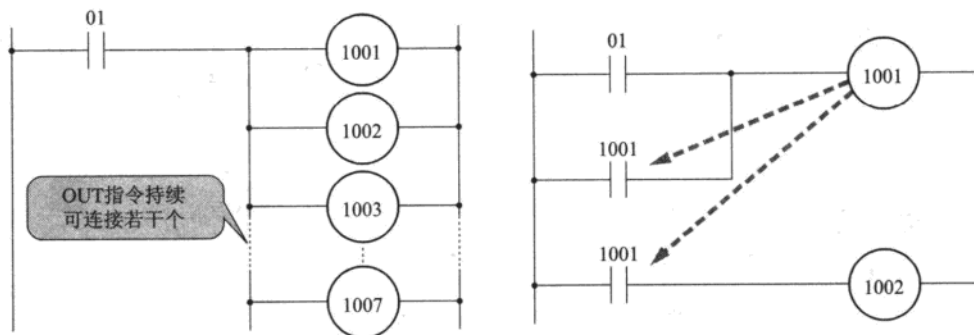
图 4.8

编写程序的注意点

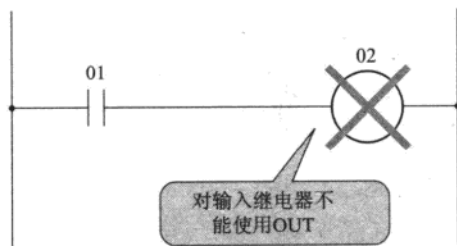
- (1) 在程序的最后,必须写入 END 指令。
- (2) AND 或者 OR 指令可持续连接若干个元件。



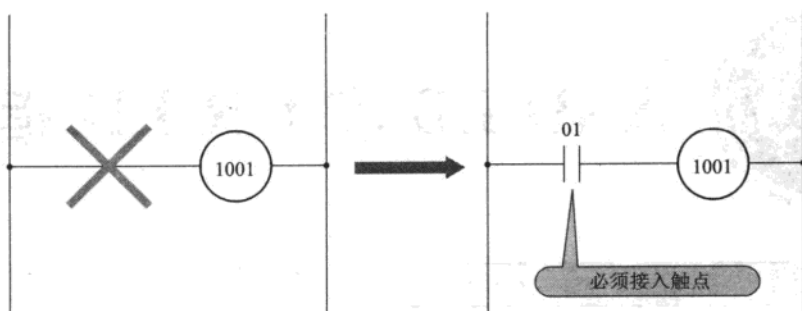
- (3) OUT 指令可持续连接若干个元件。
- (4) 输出继电器作为触点可使用若干个。



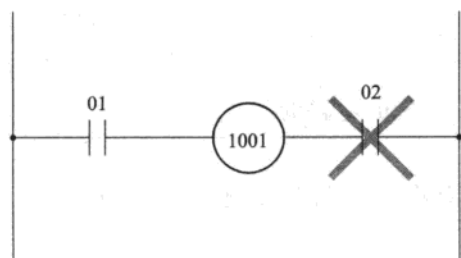
- (5) 对输入继电器即使用 OUT 指令也不动作。



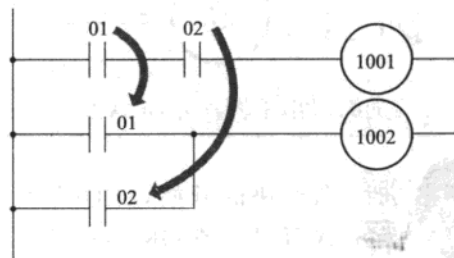
(6) 不能把 OUT 指令直接接到左侧母线上。



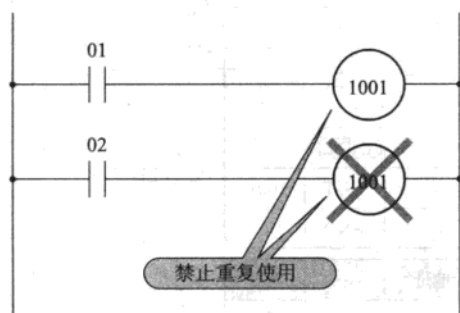
(7) 在线圈部分的右侧不能连接触点。



(8) 可使用若干个同样的触点。



(9) 线圈部分不能重复使用。



4.3 AND LD 和 OR LD 指令

指令	功能
AND LD	并联电路模块的串联连接指令
OR LD	串联电路模块的并联连接指令

本节学习有关将模块与模块串联连接或并联连接的指令。这些指令在到目前为止由 AND 指令和 OR 指令等不能够完成的复杂电路中使用。

例题 (4)

试编写出下图所示将 A 模块与 B 模块连接的电路的程序。

解释 各模块的开始以 LD 指令为首, 而将模块与模块连接时可使用 AND LD 或 OR LD 指令。

①

将A模块与B模块串联连接的指令

程序

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR	02
2	(LD)	03
3	OR	04
4	AND LD	
5	OUT	1001
6	END	

注: 模块的开始为输入指令
此处写入 AND LD

②

将A模块与B模块并联连接的指令

地址	指令	数据
0	LD	01
1	AND	02
2	(LD)	03
3	AND	04
4	OR LD	
5	OUT	1002
6	END	

注: 模块的开始为输入指令
此处写入 OR LD

基本问题

6 试编写出下示梯形图的程序。

① **梯形图**

② **程序**

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

③

④

⑤

(若将模块用 () 围起来则较易理解)

解答见

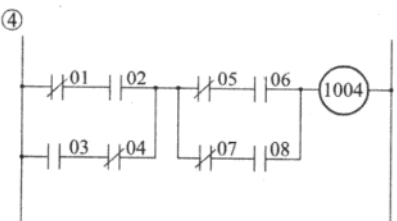
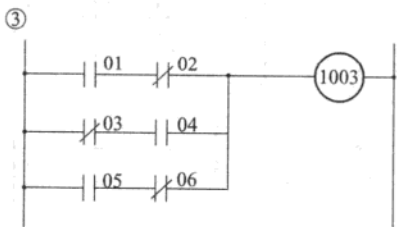
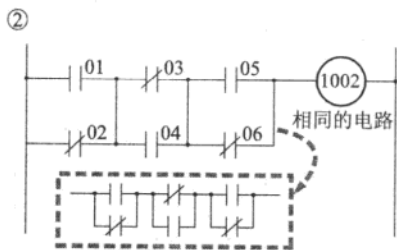
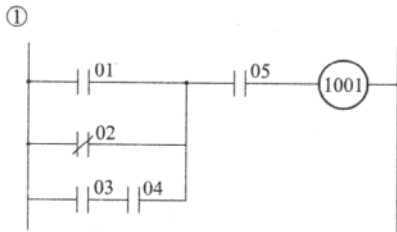
P147

应用问题

3

试编写出下示梯形图的程序。

梯形图



程序

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7	END	

地址	指令	数据	地址	指令	数据
0			5		
1			6		
2			7		
3			8		
4			9	END	

地址	指令	数据	地址	指令	数据
0			5		
1			6		
2			7		
3			8		
4			9	END	

地址	指令	数据	地址	指令	数据
0			7		
1			8		
2			9		
3			10		
4			11		
5			12	END	
6					

解答见P152

定时器电路

4.4

关于定时器

定时器是将时钟脉冲计数,从设定值开始做减法运算,当等于0时定时器的触点动作。为确定设定时间,要利用“常数#”。若切断定时器的电源,则当前值就复位回到设定值。因为内含的定时器的种类是减法运算型的,故为通电延时定时器。其元件编号及设定值等按下列规定处理(CPM1A 的情形)。

元件编号——TIM 以 0~127 表示,内含个数虽为 128 个,但因编号与计数器共用,为不重复故要按下列所示分开使用。

例 定时器 TIM 0~99 计数器 CNT 100~127

设定值——在 0.0~999.9 秒范围内均可设定。对于程序,则用 #0000~9999 来设定。在 1 秒时设定为 #0010,60 秒时为 #0600。

编写程序时的注意点

在编写如图 4.9 所示电路的程序时,由于定时器内已有设定值,故应如图所示写入。此外,程序的写入即使是有设定值也可按**写入**键。

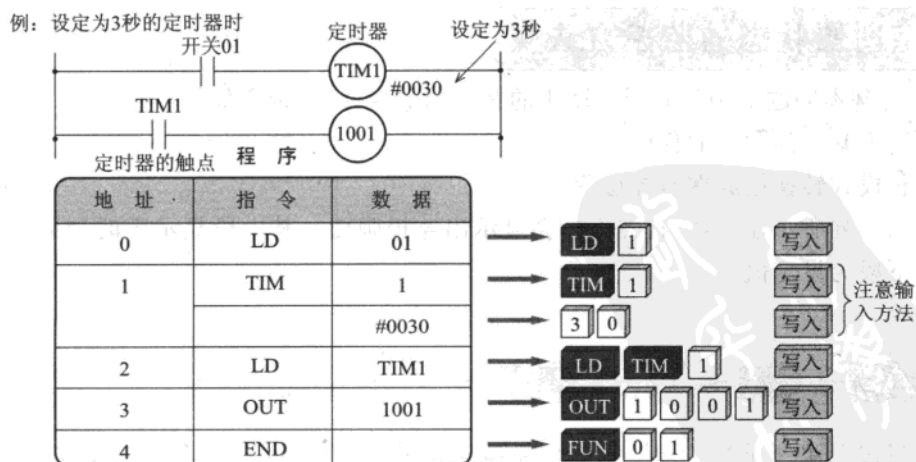


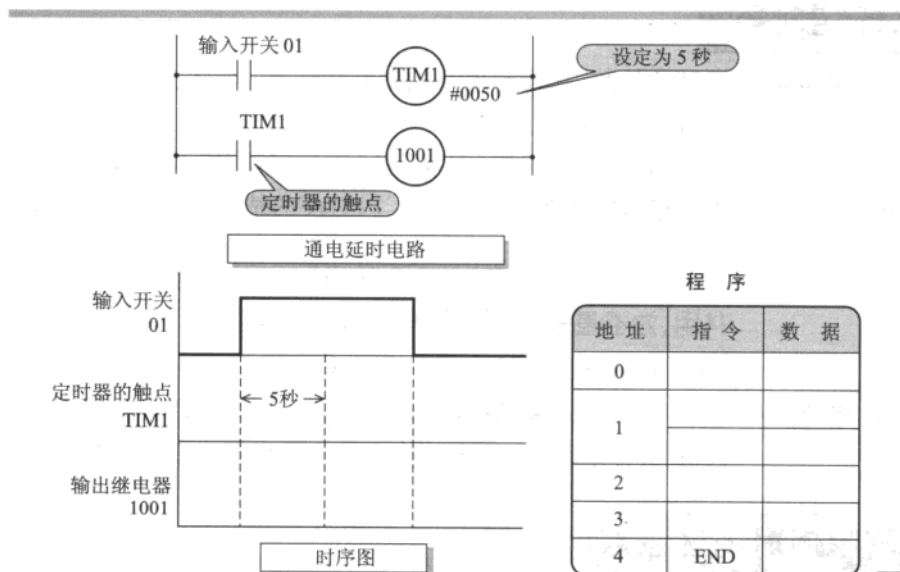
图 4.9

通电延时电路

接到输入信号,并到达设定的时间后才有输出动作的电路称为通电延时电路。

基本问题

7 下图所示为定时器电路。当持续按下作为输入开关 01 的按钮开关时,经 5 秒后定时器的触点 TIM1 闭合,输出继电器 1001 动作。试作出其时序图并编写出程序。



程 序

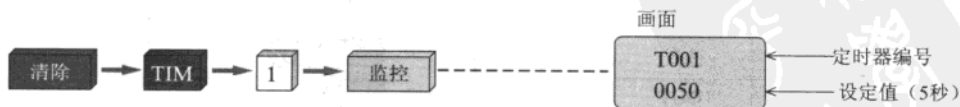
地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4	END	

解答见 P147

定时器状态的监控方法

关于对基本问题 7 中定时器 TIM1 的状态的监控方法,说明如下:

- (1) 输入基本问题 7 的程序。
- (2) 将模式转换键放在监控位置。
- (3) 如下列所示输入,编程器上就会显示出监控画面。其上段显示定时器的编号,下段为设定值。



- (4) 当按下输入开关 01 时,设定值做减法运算。当等于 0000 时 TIM1 的触点动作,手松开开关,则又恢复成设定值。

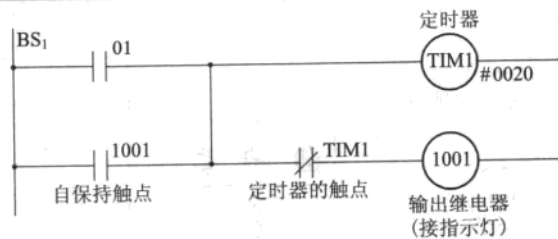
单触发电路

给予输入信号后,经一定时间动作并能自动复原的电路,称作单触发电路或定时动作电路。

基本问题

8

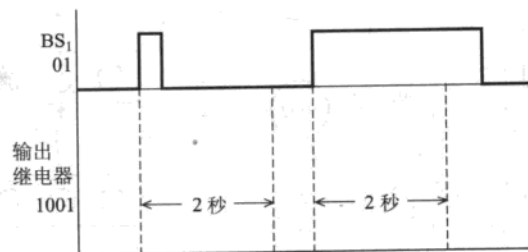
下图所示电路是当按一下 BS_1 按钮开关 01 时,仅在 2 秒时间内指示灯亮的电路。试写出其程序与时序图。另外,再输入到 PLC 中,检验其动作情况。



单独发电路

程序

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5	END	



时序图

解答见 P147

解释

图 4.10 所示是没有定时器的自保持电路。由于此电路在按下 BS_1 后指示灯持续亮,故在输出继电器 1001 上并联连接定时器 TIM1,并将在 2 秒后使自保持解除的定时器常闭触点与输出继电器 1001 串联连接。因此,只要按一下 BS_1 ,就仅在定时器的设定时间内指示灯亮。

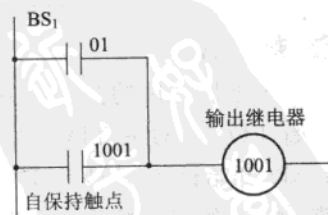


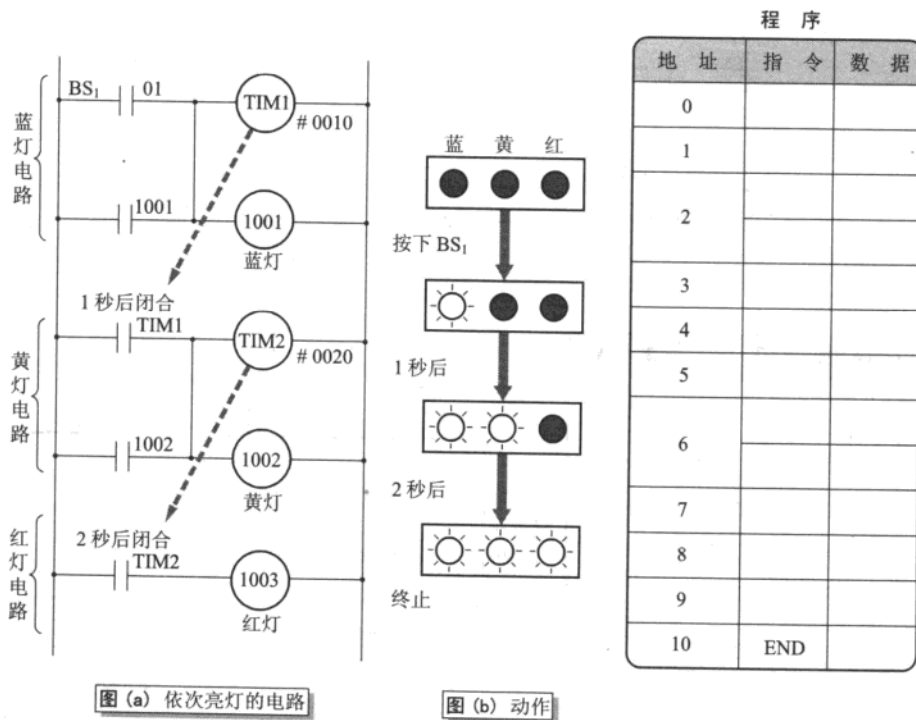
图 4.10

顺序动作电路

即当接到输入信号后,依据定时器的触点把指令依次送出的电路。

基本问题

9 图(a)是把如图(b)所示的3个指示灯依次点亮的电路。试编写其程序,并将程序输入到PLC中,检验其动作情况。



解答见 P148

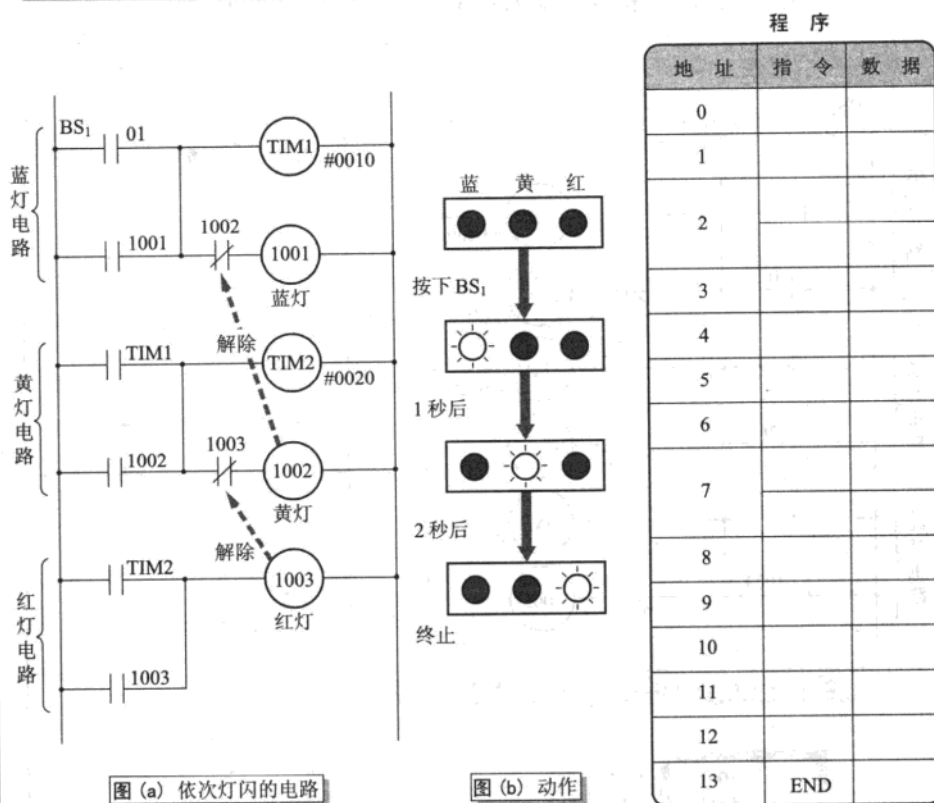
解 释

按下启动用的按钮开关 BS_1 , 输出继电器 1001 使蓝灯点亮, 同时定时器 $TIM1$ 开始计数。1 秒后 $TIM1$ 的触点接通, 输出继电器 1002 使黄灯点亮。同时, 定时器 $TIM2$ 开始计数, 2 秒后 $TIM2$ 的触点接通, 输出继电器 1003 把红灯点亮。因此, 蓝、黄、红的指示灯依次点亮, 完成此过程。

基本问题

10

图(a)是如图(b)所示只要按一下启动开关 BS_1 , 3 个指示灯就依次闪亮的电路。试编写其程序, 并将程序输入到 PLC 中检验其动作情况。



解答见 P148

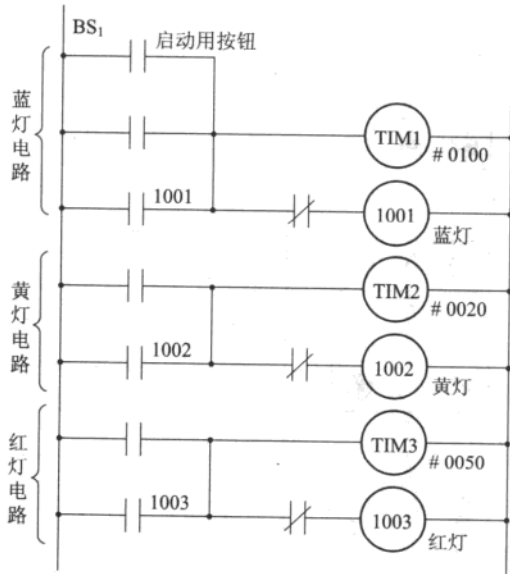
► 解 释

按一下启动用的开关 BS_1 , 蓝指示灯 1001 被点亮, 定时器 TIM1 开始计数。1 秒后在黄指示灯电路的 TIM1 的触点接通, 黄指示灯 1002 被点亮。同时, 黄指示灯 1002 电路的常闭触点动作, 使前面蓝指示灯电路的自保持被解除, 蓝灯熄灭。而在黄指示灯被点亮时, 定时器 TIM2 开始计数, 2 秒后红指示灯电路的 TIM2 的触点接通, 红指示灯 1003 被点亮。与此同时, 红指示灯 1003 电路的常闭触点动作, 使前面黄指示灯电路的自保持被解除, 黄灯熄灭, 过程结束。因此, 这是一个按照蓝→黄→红的顺序使指示灯闪亮的电路。

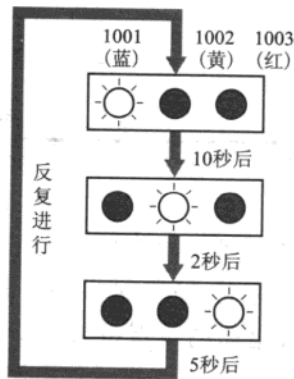
应用问题

4

试制作一个按下图(a)所示启动按钮开关 BS_1 后,使图(b)所示交通信号机的指示灯多次反复亮灭的电路。并设计出梯形图,编写出其程序。此外,再将程序输入到 PLC 中,检验其动作情况。



图(a) 交通信号灯电路设计(写入元件编号)



图(b) 信号灯的亮灭顺序

程序

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16	END	

解答见P153

计数器电路

4.5

本章学习使用 PLC 内含的计数器的基本电路及其有关的程序。

关于计数器

计数器是计其输入从 OFF 变成 ON 的次数的装置。并且,当达到设定值时计数器触点动作。为了确定设定值,与定时器同样要用 # 来表示。再有,当复位输入为 ON 时,当前值复位回到设定值。计数器的当前值,即使切断 PLC 的电源,由于没有复位,故仍保持此前的计数器。

PLC 内含的计数器是减法运算型的,其元件编号与设定值按以下所示处理(为 CPM1A 的情形)。

元件编号——CNT 以 0~127 表示,内含个数虽为 128 个,但因编号与定时器共用,为不重复要按下列所示分开使用。

例 定时器 TIM 0~99

计数器 CNT 100~127

设定值——在 0~9999 次范围内均可设定。对于程序,则用 #0000~9999 来设定。

编写程序时的注意点

编写计数器电路的梯形图时,如图 4.11 所示,将计数输入、复位输入、计数器编号、设定值、计数器触点等写入。

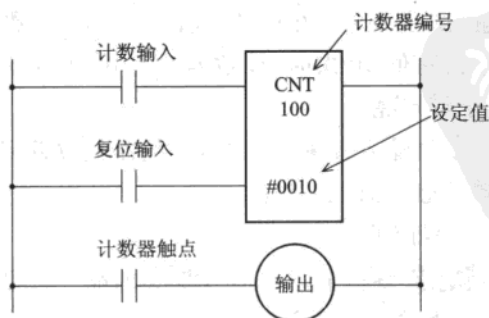
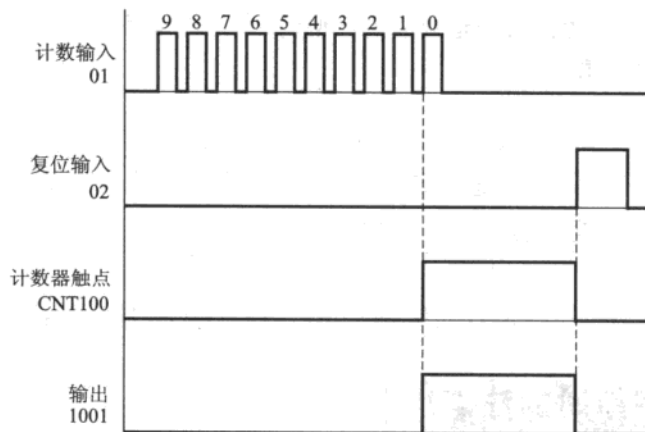
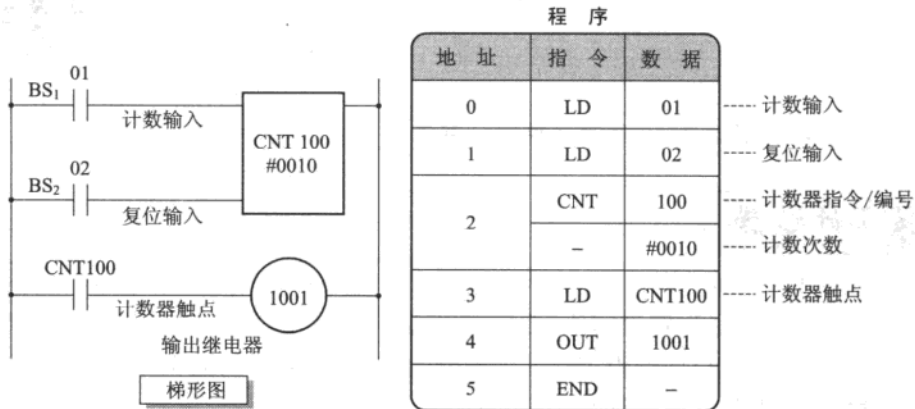


图 4.11 计数器的梯形图

例题 (5)

下图表示,当将计数输入的按钮开关 BS₁ 按下 10 次时,输出继电器 1001 接通,使指示灯点亮的计数器电路。试作出其程序与时序图。



时序图

解释

- (1) 由于输入开关 BS₁ 产生的脉冲前沿作用,使计数器做减法运算计数。
- (2) 当到达设写值 10 次时,计数器触点接通,使输出继电器 1001 接通,指示灯点亮。
- (3) 当按下复位输入开关 BS₂ 时,计数器复位返回到设定值。

计数器状态的监控方法

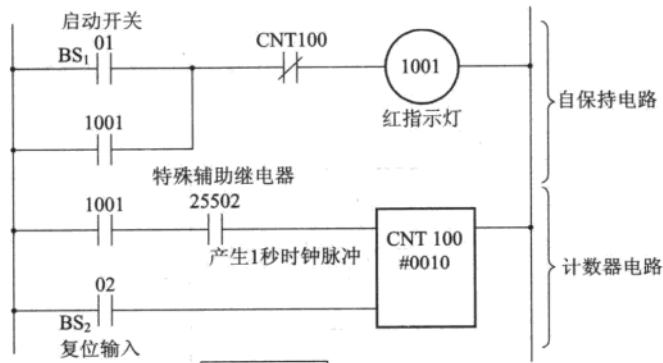
- 设置监控模式。
- 按 **清除** **CNT** **1** **0** **0** **监控** 的顺序按键。
- 当按下输入开关 BS₁ 时,计数器的状态可被监控。

基本问题

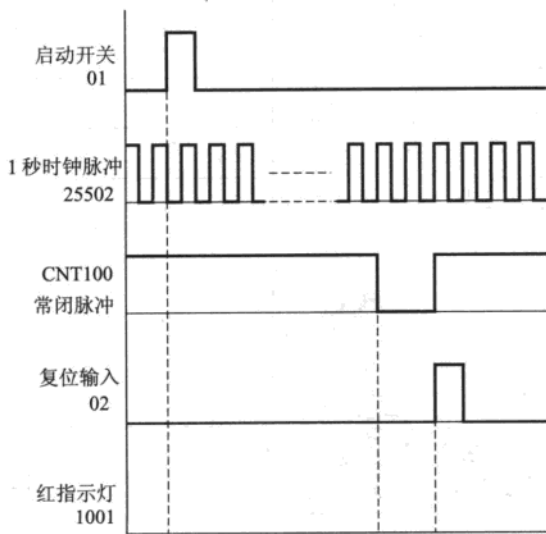
11

下图表示为使用计数器和发生 1 秒的时钟脉冲的特殊辅助继电器 25502 的定时器电路。其动作是：当按下启动开关 BS₁ 时，输出继电器 1001 控制的红指示灯亮，到达设定的 10 秒后指示灯灭。试编写此电路的程序，画出红指示灯的时序图。

特殊辅助继电器 25502 是以 1 秒为周期使触点反复为 ON 与 OFF 的继电器。



梯形图



时序图

程序

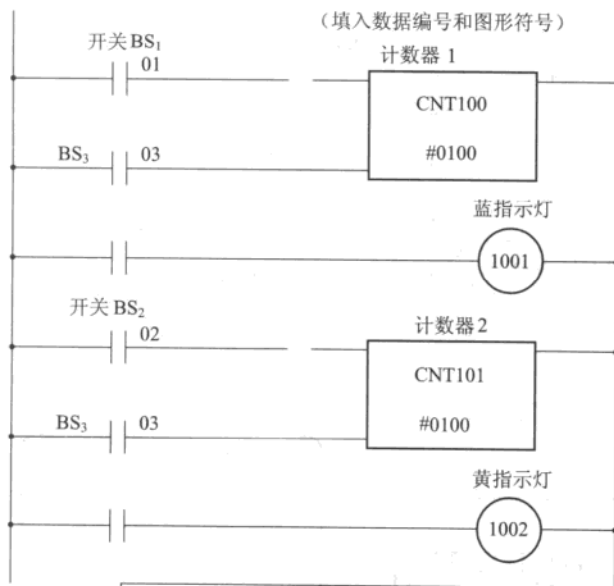
地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

解答见 P148

应用问题

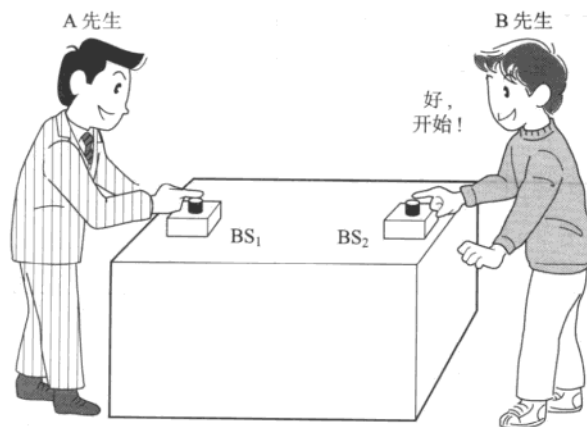
开关抢答装置的制作

5 试制作一个 2 人用的开关抢答装置。要求是：A 先生使用开关 BS_1 ，B 先生使用开关 BS_2 ，随着开始口令按下开关，仅当最早按下 100 次的一方其指示灯才亮。复位则使用开关 BS_3 。试在梯形图中未标记的地方填入图形符号及数据编号。此外，再编写其程序。运作时，要在监控各计数器的状态下来实施。



程 序

地 址	指 令	数 据
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		



解答见P153

Chapter

5

可编程控制器的

应用电路

到目前为止，介绍有关使用继电器顺序控制和PLC的基本电路。应用电路就是它们的组合，如果很好地理解了基本电路，就能够设计各种各样的电路。本章介绍有关从电路的设计到运行的流程。希望读者对各种应用问题和自制电路的设计乃至运行多作实践，若能如此，必能更好地掌握实践技术。

5.1 电路设计

设计作业的流程

为了设计 PLC 电路并使之运行,应按图 5.1 所示设计作业的步骤进行。

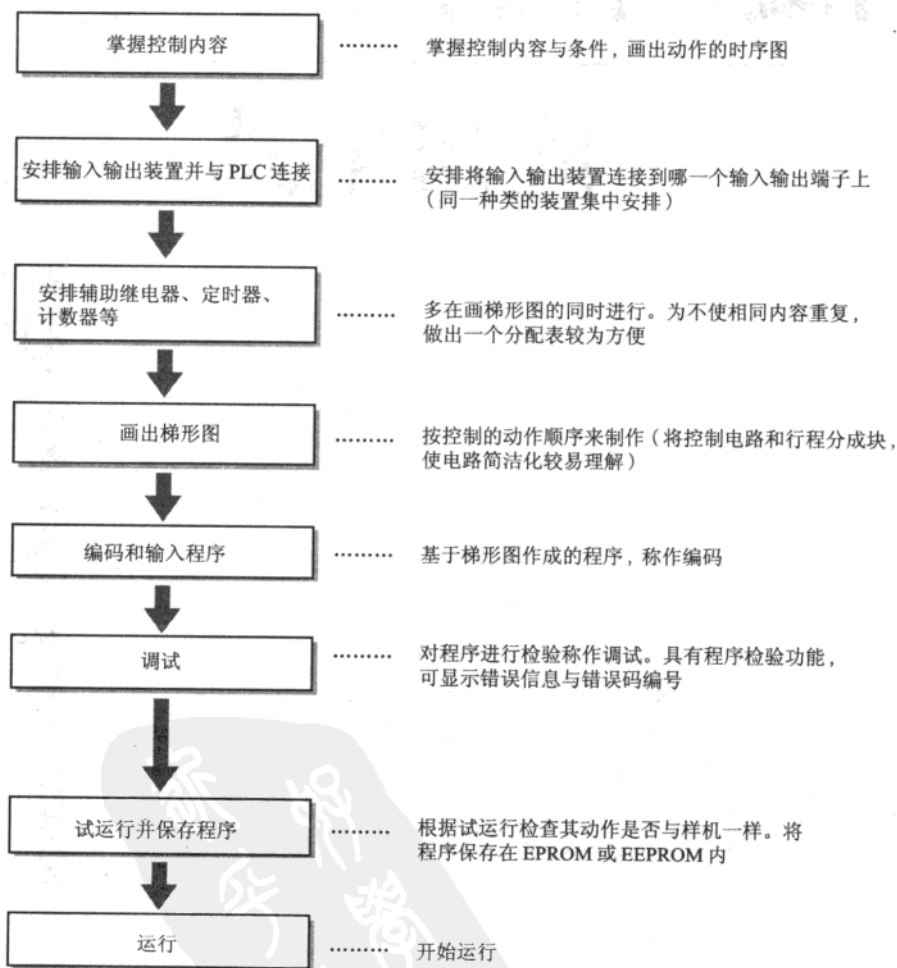


图 5.1 设计作业的流程

编程装置

到目前为止,在输入程序时是用编程装置(编程器)来输入。这种方法在程序较少的场合虽然可用,但在程序较多时就变得复杂,非常不便。因此,一般采用如图 5.2 所示利用微机来编程序情况较多。采用这种方法,在微机的画面上可以显示梯形图,也易于修改程序。此外,还能打印输出梯形图并做出各种清单。当然,要有适合微机使用的软件。

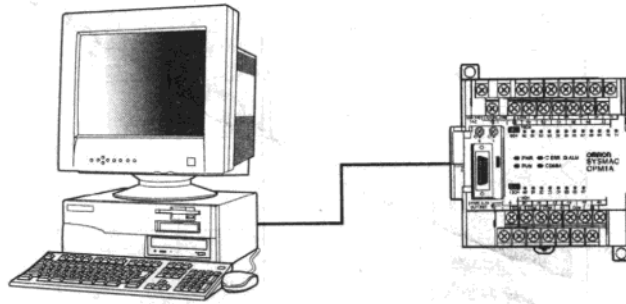


图 5.2 利用微机来编程序

与输入输出装置的连接

传感器等输入输出装置的连接,可按图 5.3 所示进行。

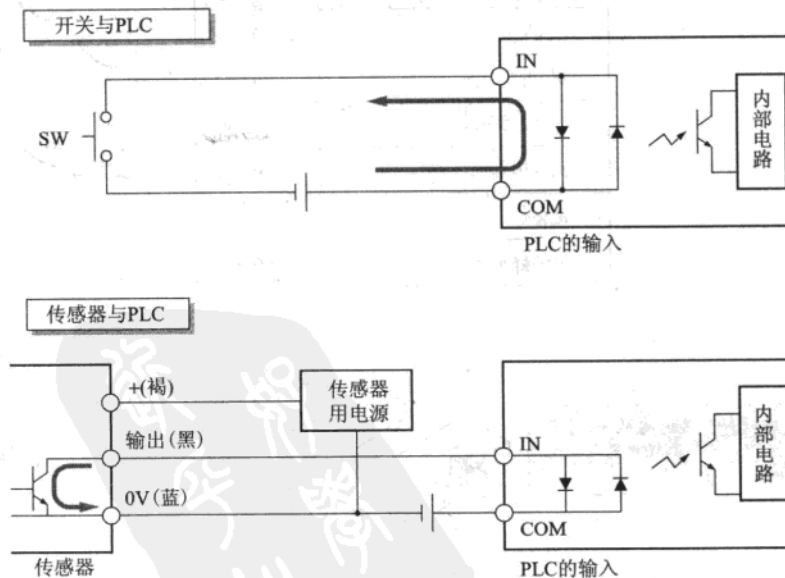
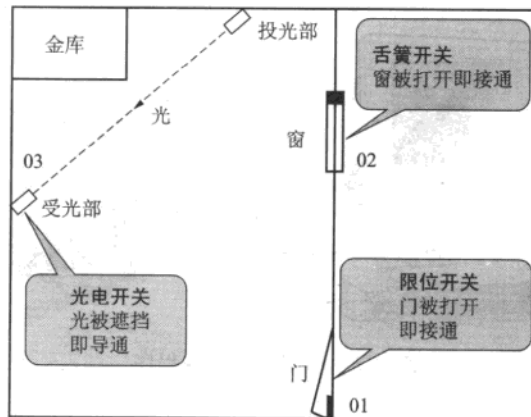


图 5.3 与输入输出装置的连接

应用问题

1

如下列平面图所示,在门、窗和金库的前面设置了各种开关,其中任何一个开关接通时,就会使报警灯亮,同时蜂鸣器持续鸣响。试制作一个具有这种功能的装置,并画出其梯形图,编出程序。假设按下复位按钮就可解除。分配表、连接图如下图所示。

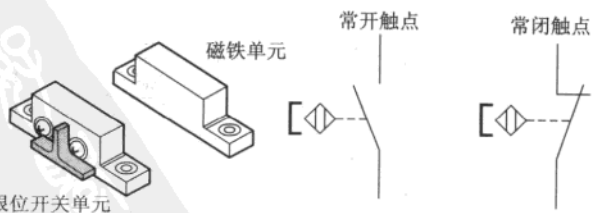


平面图

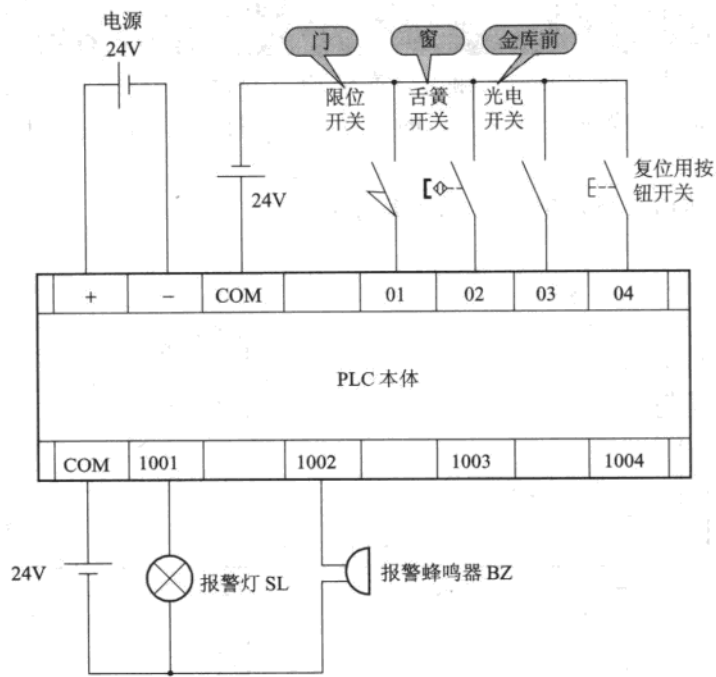
分配表

输入输出装置	元件编号
门, 限位开关	01
窗, 舌簧开关	02
通路, 光电开关	03
复位用开关	04
报警灯	1001
报警蜂鸣器	1002

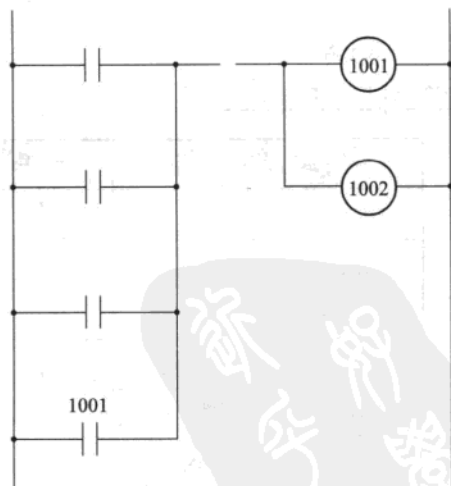
舌簧开关是只有在接近磁铁时,才会接通或断开的开关。其图形符号与右图所示相同。



舌簧开关



连接图



梯形图

程序

地址	指令	数据
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

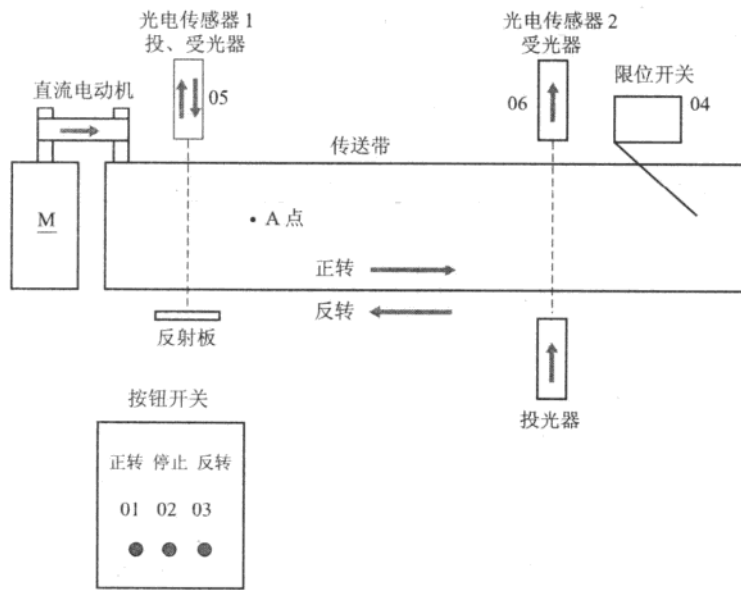
解答见P154

应用问题

2

采用下图所示的输入输出装置和 PLC 对传送带进行控制。另外,输入输出装置的配置和安排的编号,以及引向 PLC 的接线,则如图(c)所示。

请使用这个装置,解答 130 页的问题。



(数字表示输入输出编号)

图(a) 传送带与输入输出装置的配置

输入装置	编号
正转开关	01
停止开关	02
反转开关	03
限位开关	04
光电传感器 1	05
光电传感器 2	06

输出装置	编号
正转蓝灯	1001
停止黄灯	1002
反转红灯	1003
电动机正转(正转用继电器)	1004
电动机反转(反转用继电器)	1005

注:输出编号 1004 为当 ON 时,正转用继电器动作,电动机正转;输出编号 1005 为 ON 时,反转用继电器动作,电动机反转。

图(b) 输入输出编号安排表

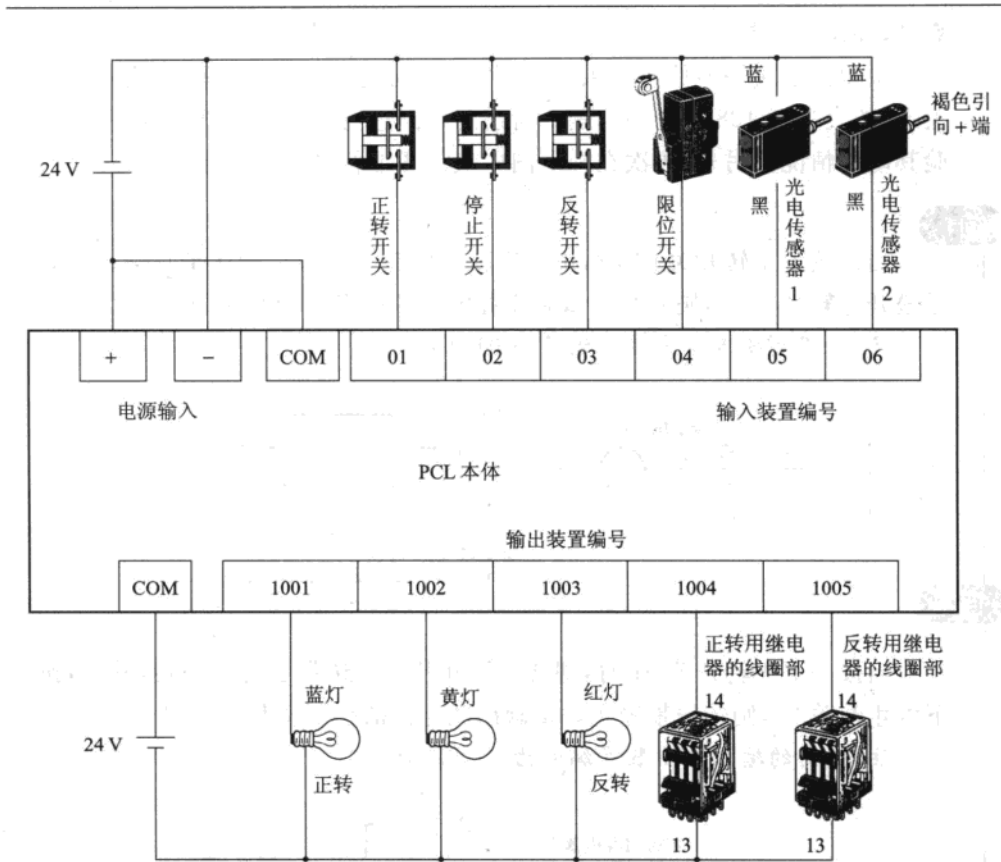


图 (c) PLC 的连接

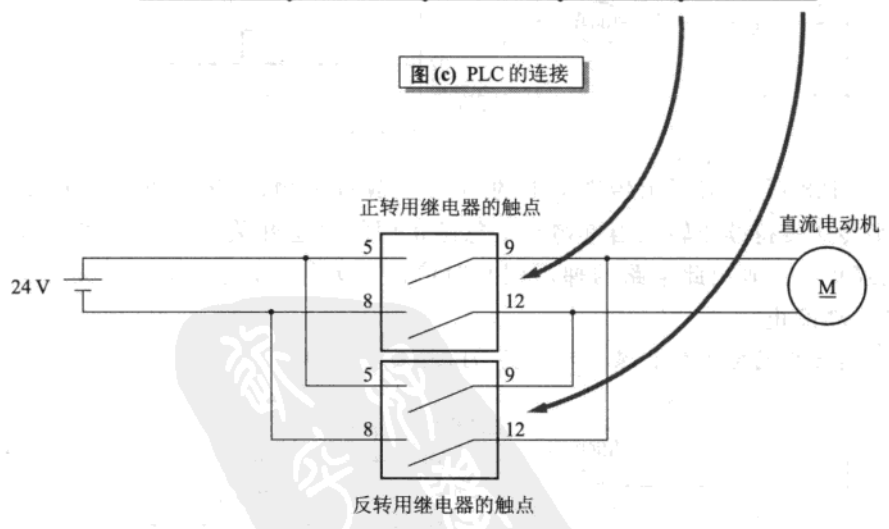


图 (d) 与直流电动机的连接

(编号为继电器的端子编号。程序中设有互锁, 可省略硬件的互锁)

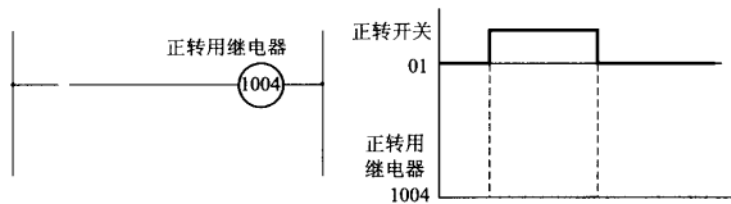
启动、停止的控制

使用已连接好的传送带系统,回答下列问题。由于每个问题之间互相关联,故宜参考 128 页应用问题 2 所述的电路进行。把程序都输入进去,检验其动作情况。另外,再次在梯形图中填入图形符号和输入输出编号。

问1

当仅按下正转开关 01 时,正转用断路器 1004 动作,传送带正转。而若手松开正转开关 01,则停止。试画出此电路的梯形图和时序图。

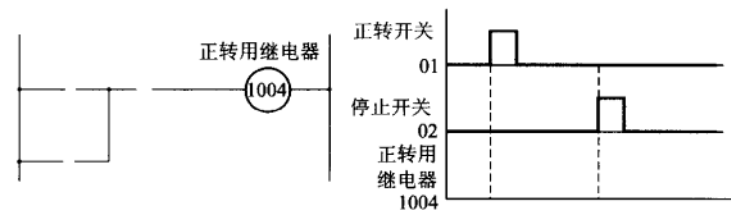
注:使用的输入输出装置编号为 01,1004。



问2

当按一下正转开关 01 时,即使手松开开关传送带也持续正转,并且,按下停止开关 02,则传送带停止。试画出此电路的梯形图和时序图。

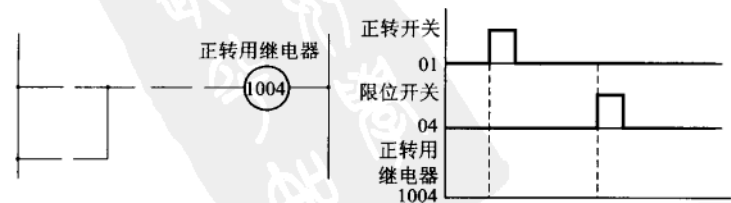
注:使用的输入输出装置编号为 01,02,1004。



问3

在 128 页图(a)所示传送带上的 A 点上放置重物,若按一下正转开关 01,则传送带持续正转。当重物与紧急停止用的限位开关 04 相接触时,则自动停止。试画出此电路的梯形图与时序图。另外,若按下停止开关 02,还能手动停止。

注:使用的输入输出装置编号为 01,02,04,1004。

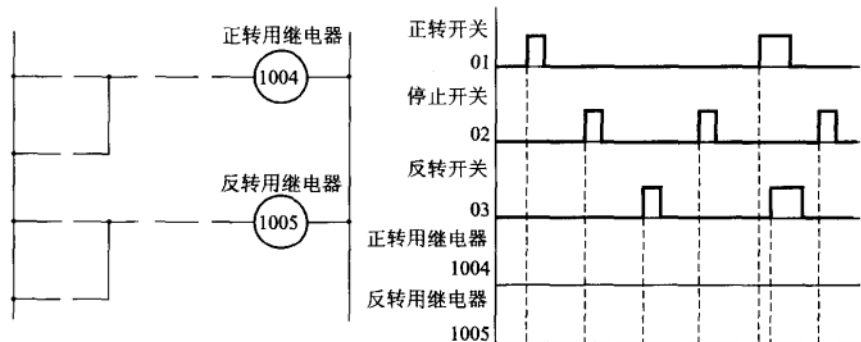


解答见P154

正转、反转的控制

问4

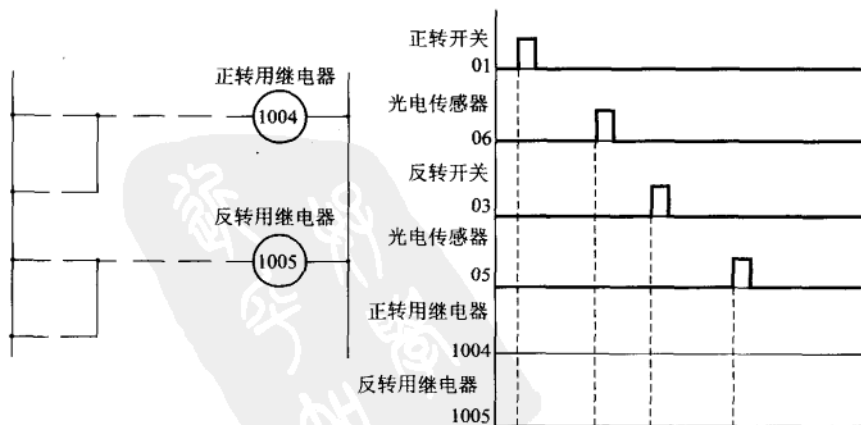
当按下正转开关 01 时,正转用继电器 1004 动作,传送带持续正转。若按下停止开关 02,则传送带停止转动。其次,当按下反转开关 03 时,反转用继电器 1005 动作,传送带持续反转。若按下停止开关 02,则传送带停止转动。试画出能进行上述动作的电路的梯形图和时序图。假定在正转开关与反转开关之间设有早按优先的互锁电路。此外,省略了限位开关 04。



问5

试利用问 4 所示电路完成下列动作:将重物放置在 128 页图(a)所示传送带上的 A 点,按下正转开关 01,当重物被送到右端的光电传感器 06 处时,则自动停止。其次,当按下反转开关 03 时,则反转,当重物被传送带送到左端的光电传感器 05 处时,又自动停止。假定已设有互锁电路。

注:使用的输入输出装置编号为同问 4 中所用再增加 05,06。



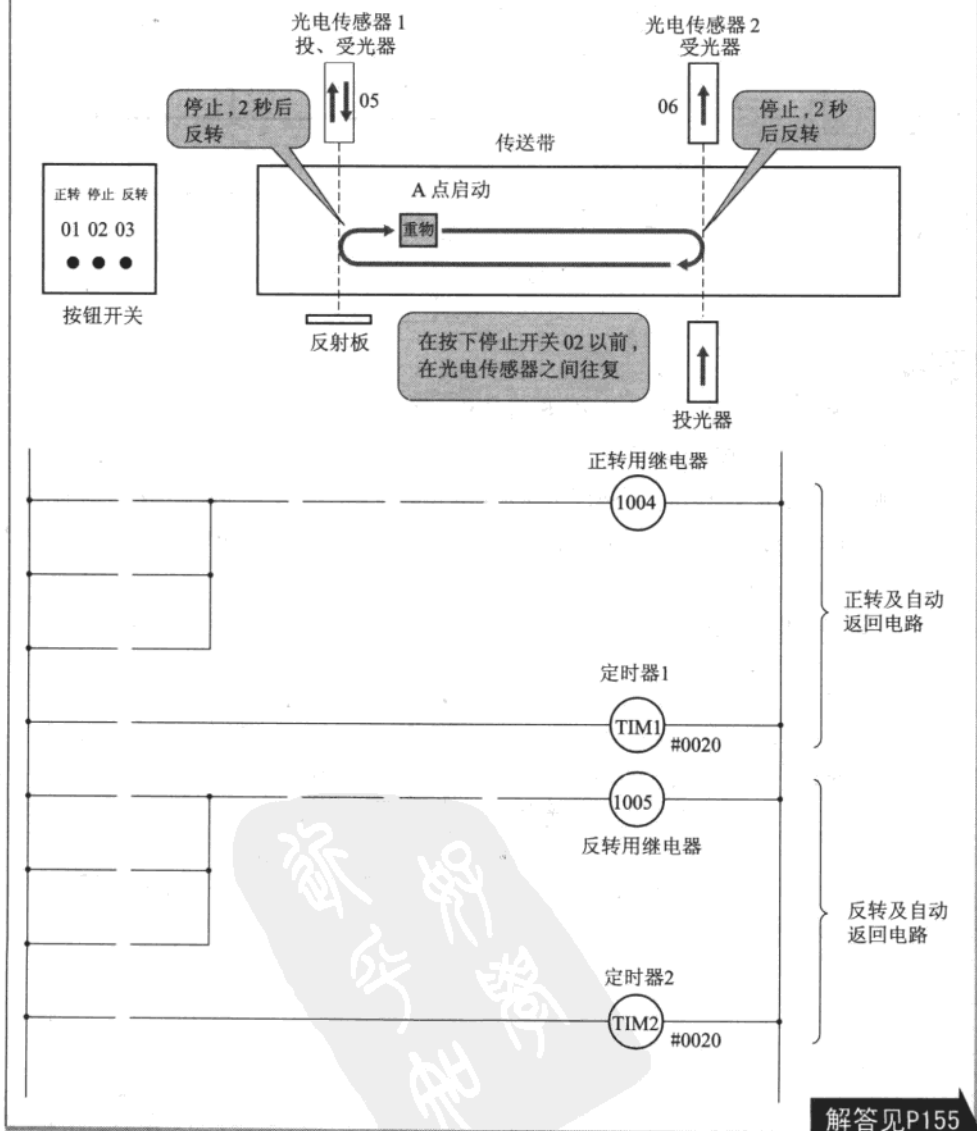
解答见P155

利用定时器和计数器的控制

问6

试利用问5所示电路画出能完成下列动作的梯形图：将重物放置在A点，按下正转开关01，当重物被送到右端的光电传感器06处则停止。并且，2秒后传送带又自动反转，将重物送到左端的光电传感器05处时停止。进而，2秒后传送带又自动正转。这样，在按下停止开关02之前，重物就在光电传感器之间往复运动。

注：使用的输入输出装置编号同问5中所用之上再增加TIM1, TIM2。

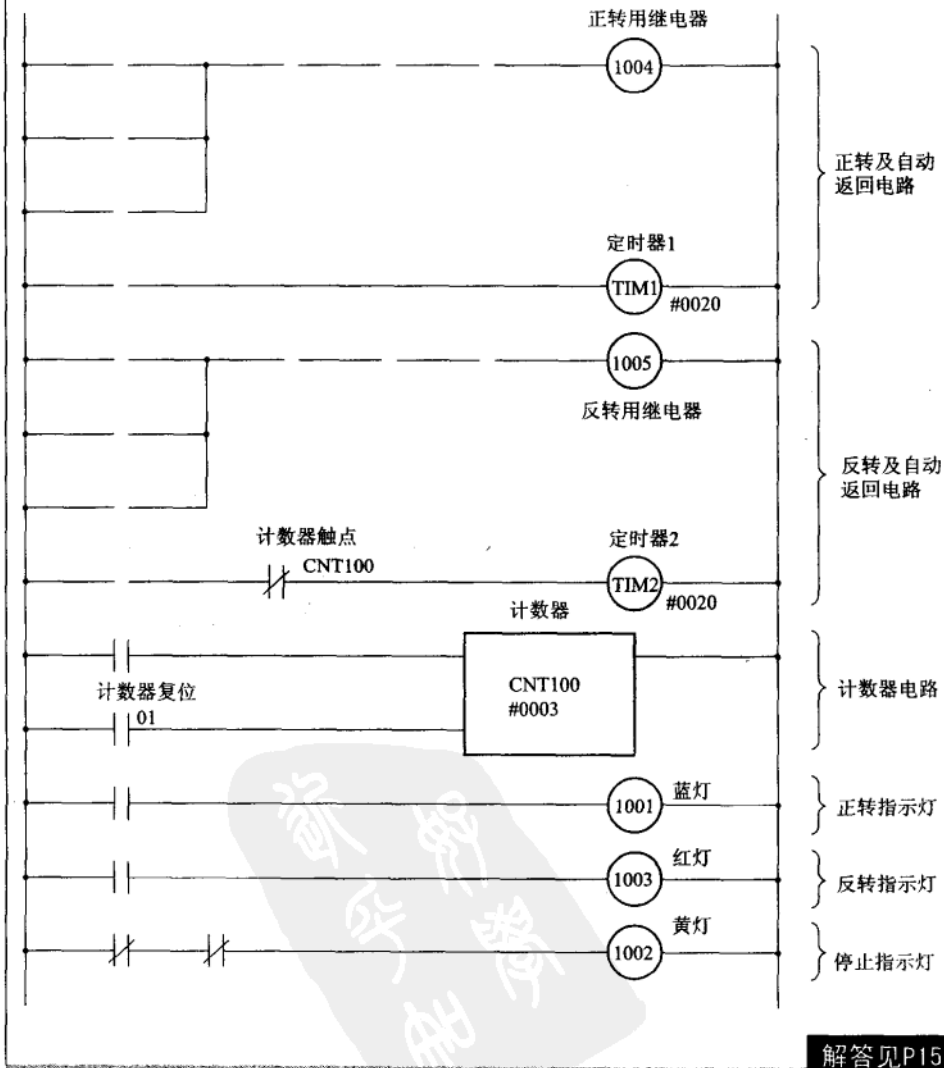


解答见P155

问7

试利用问6所示电路画出能完成下列动作的梯形图：将重物放置在A点，按下正转开关01，重物在光电传感器之间往复运动3次，然后在左端的光电传感器05处停止。此外，按下停止开关02，则不论在什么状态下均停止。按下正转开关01时，计数器复位。并且，传送带正转时蓝指示灯1001点亮，反转时红指示灯1003点亮。还有，停止时黄指示灯1002点亮。

注：使用的输入输出装置编号同问6中所用之上再增加1001,1002,1003,CNT100。



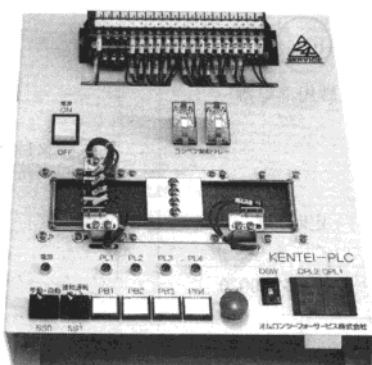
附录

PLC 实习用的装置等

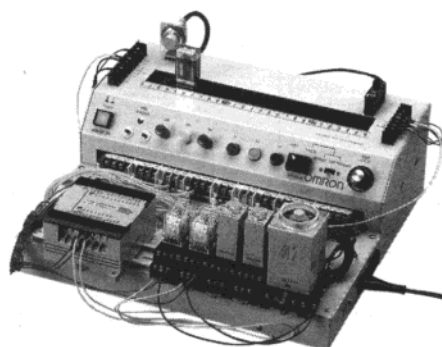
- 直流电源(S82K-01524,24V,欧姆龙)
- PLC 本体(CPM1A-20CDR-D,欧姆龙)
- 编程装置(CQM1-PR001,欧姆龙)
- 按钮开关(VAQ-4R-K,欧姆龙)
- 铝质机座(S-9,LEAD)
- 指示灯(LE12-24,蓝、黄、红色,丸山电业)
- 指示灯座(RE-1,坂诘制作所)

实习装置的市售商品举例

传送带,PLC,时间继电器,继电器,各种传感器的配套产品。



功能检测试验练习盘
(需要 PLC)



基本 FA 学习成套仪器

实习装置的销售商店

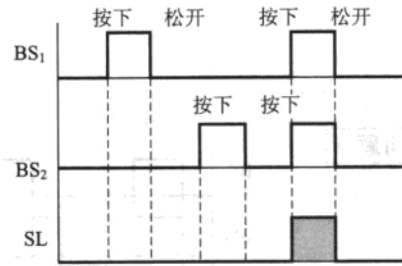
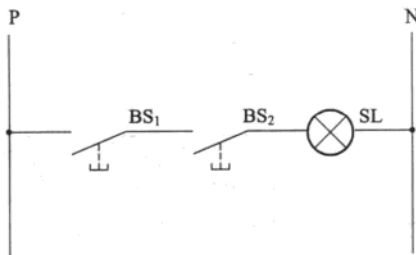
欧姆龙销售服务商店 电话 03-5825-2324

基本问题解答

Chapter 1

顺序控制基础

基本问题 1

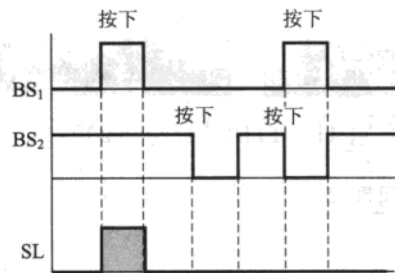
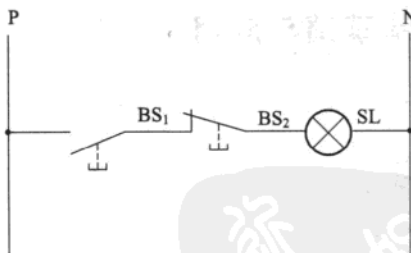


时序图

真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

基本问题 2



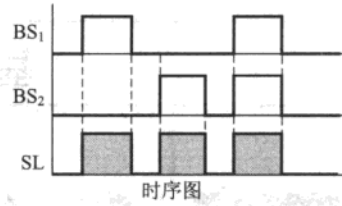
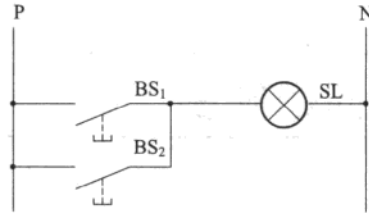
时序图

真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

基本问题解答

基本问题 3

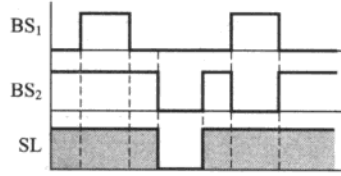


时序图

真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

基本问题 4

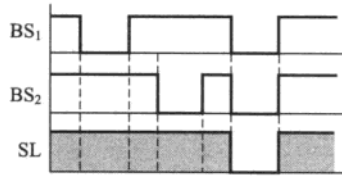


时序图

真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	1

基本问题 5



时序图

真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

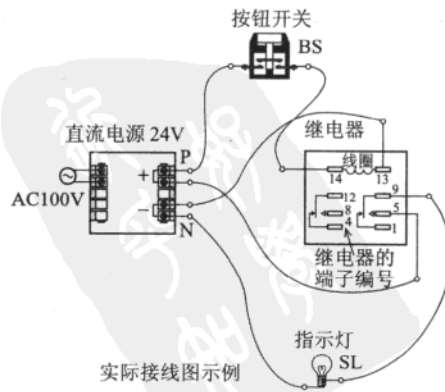
Chapter 2

继电器顺序控制基础与应用

基本问题 1

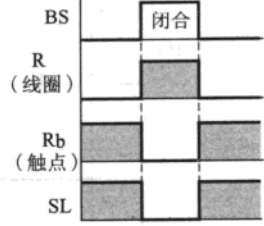
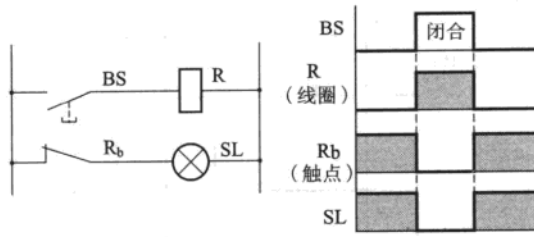
(1)13,14 (2)5,6 (3)3,4

基本问题 2



实际接线图示例

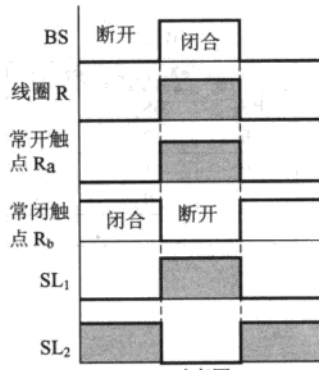
基本问题 3



时序图
真值表

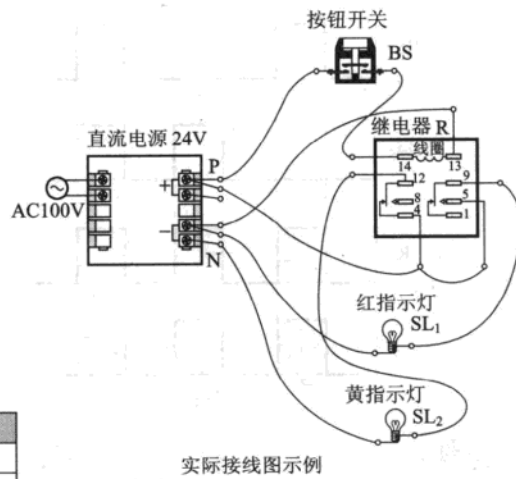
输入	输出
BS	SL
0	1
1	0

基本问题 4



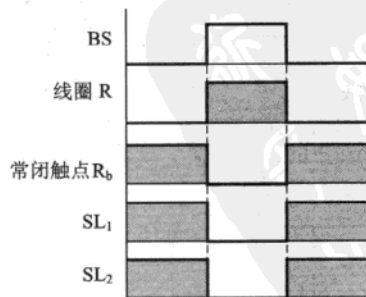
时序图
真值表

输入	输出	
BS	SL ₁	SL ₂
0	0	1
1	1	0



实际接线图示例

基本问题 5



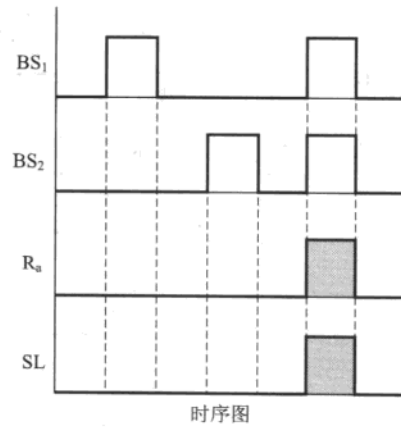
时序图

真值表

输入	输出	
BS	SL ₁	SL ₂
0	1	1
1	0	0

基本问题解答

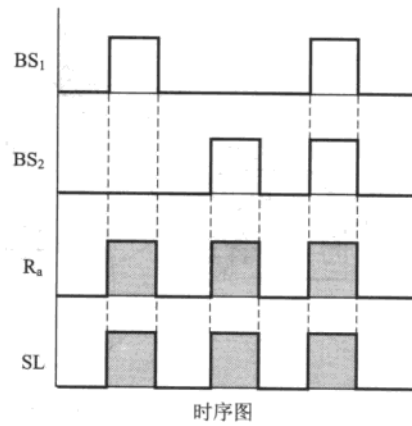
基本问题 6



真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

基本问题 7



真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

基本问题 8

真值表

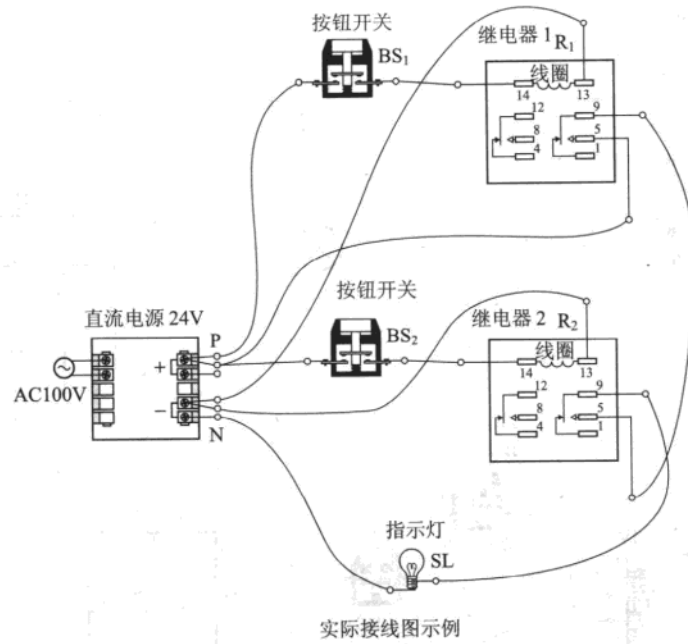
输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

基本问题 9

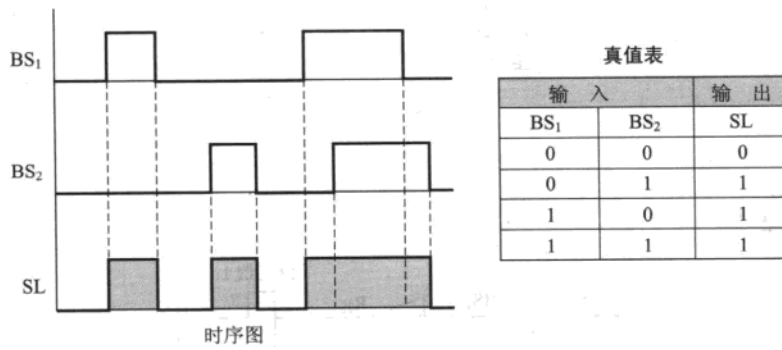
真值表

输入		输出
BS ₁	BS ₂	SL
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

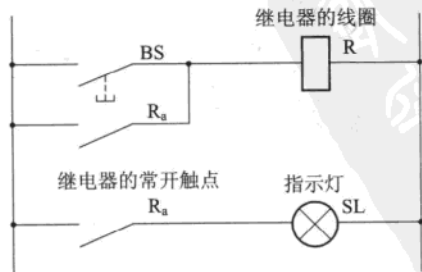
基本问题 10



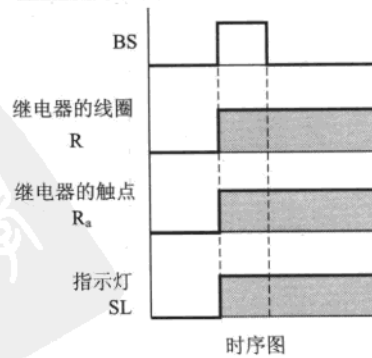
基本问题 11



基本问题 12

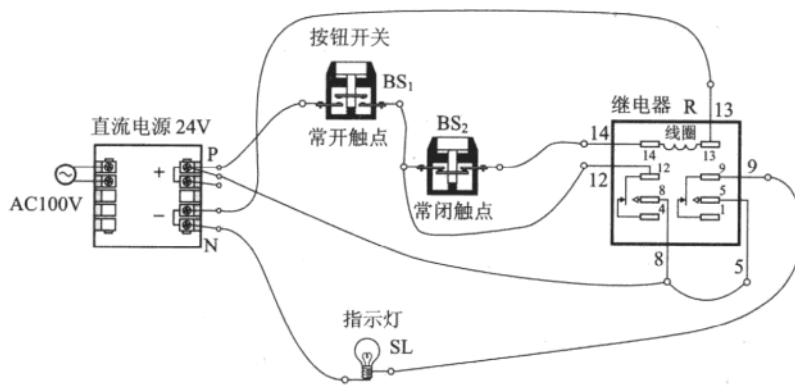
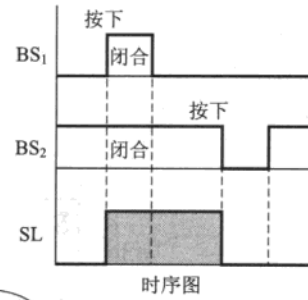
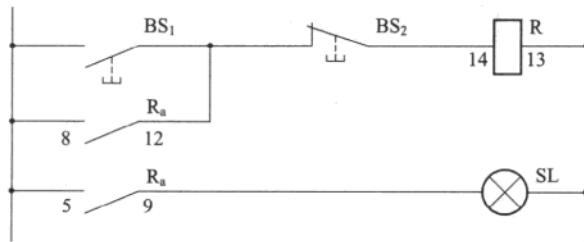


基本问题 13



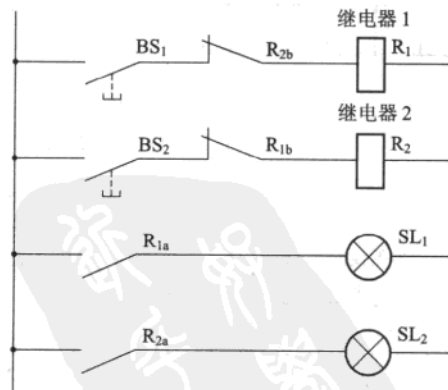
基本问题解答

基本问题 14



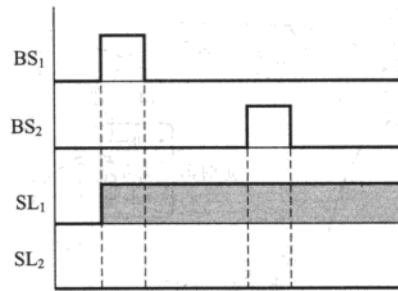
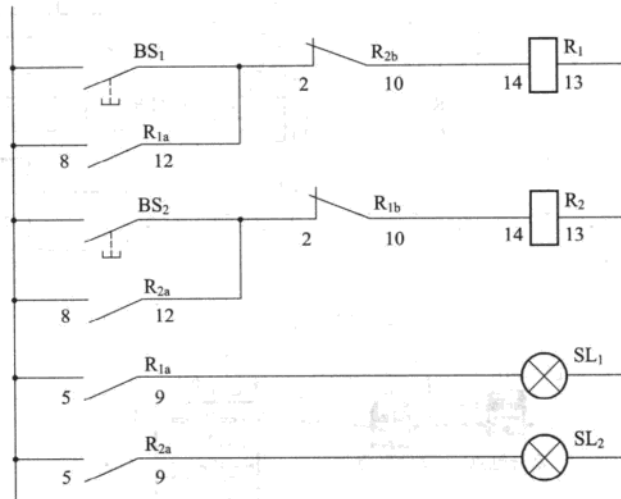
实际接线图示例

基本问题 15



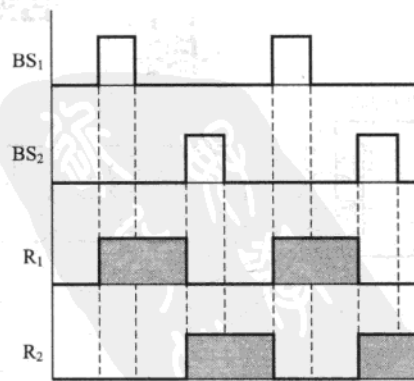
基本问题 16

因实际接线图较复杂，故这里省略。



时序图

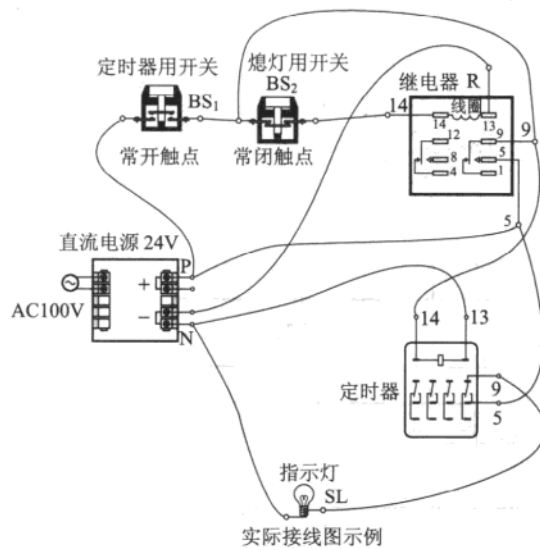
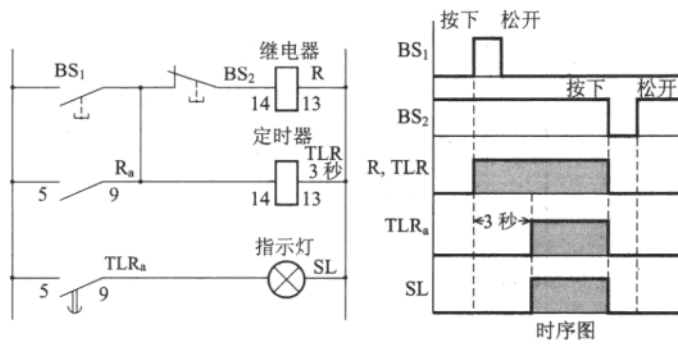
基本问题 17



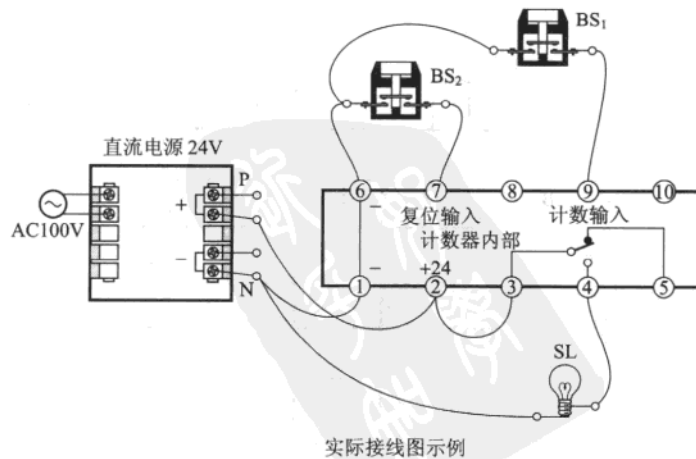
时序图

基本问题解答

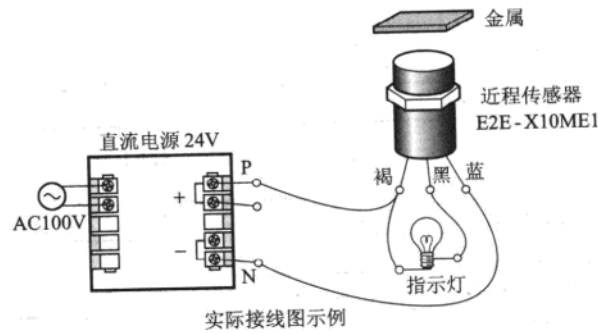
基本问题 18



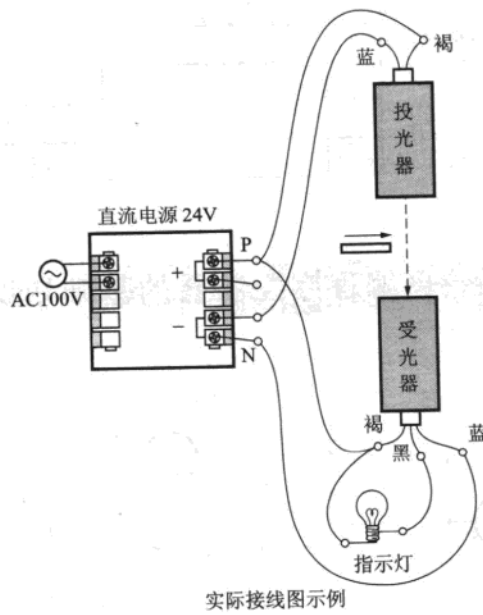
基本问题 19



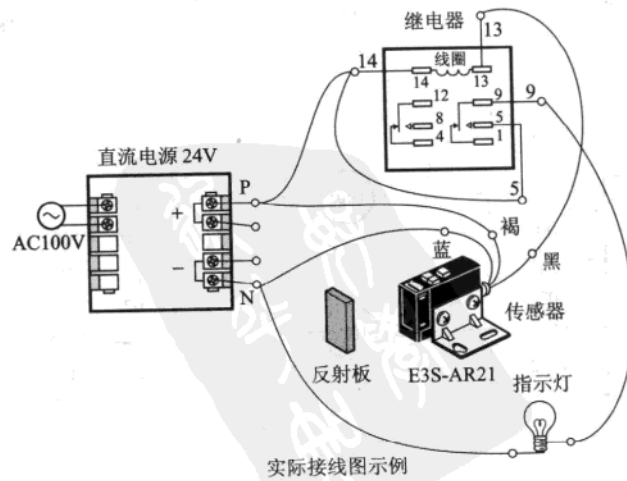
基本问题 20



基本问题 21

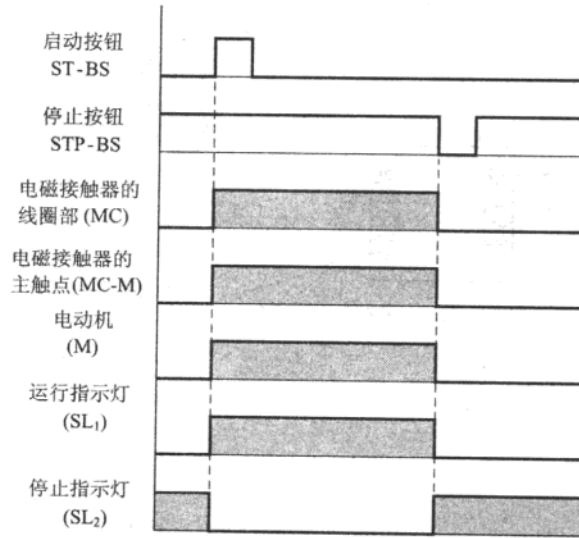


基本问题 22



基本问题解答

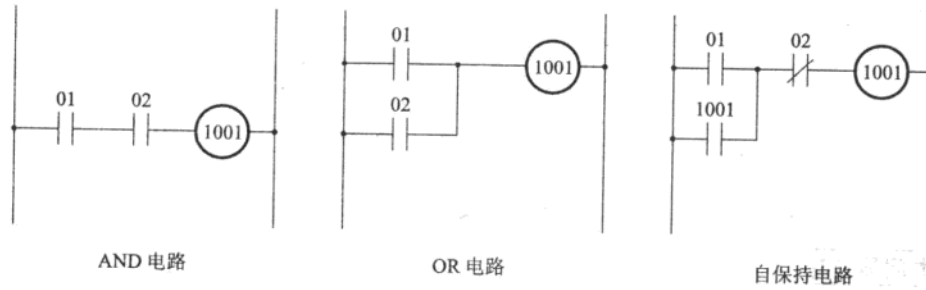
基本问题 23



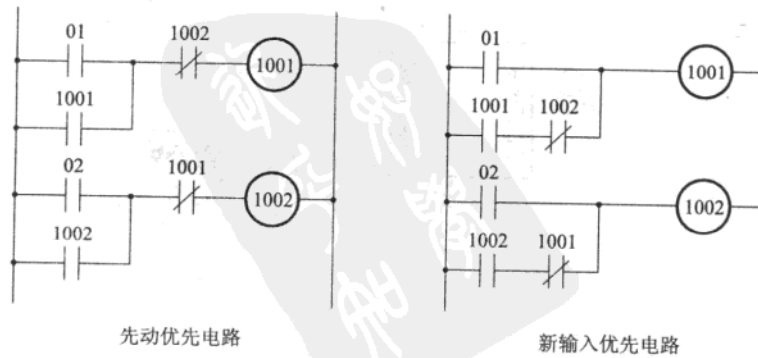
Chapter 3

可程序控制器的基础知识

基本问题 1



基本问题 2



Chapter 4

可编程控制器的指令与基本电路

基本问题 1

①

地址	指令	数据
0	LD NOT	02
1	OUT	1002
2	END	

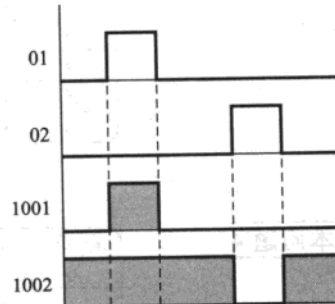
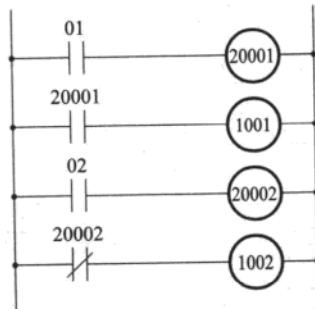
②

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OUT	20000
2	LD	20000
3	OUT	1001
4	END	

③

地址	指令	数据
0	LD	02
1	OUT	20002
2	LD NOT	20002
3	OUT	1002
4	END	

基本问题 2



时序图

真值表

程序

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OUT	20001
2	LD	20001
3	OUT	1001
4	LD	02
5	OUT	20002
6	LD NOT	20002
7	OUT	1002
8	END	

输入		输出	
01	02	1001	1002
0	0	0	1
0	1	0	0
1	0	1	1
1	1	1	0

基本问题 3

① 程序

地址	指令	数据
0	LD NOT	01
1	AND NOT	02
2	OUT	1001
3	END	

真值表

01	02	1001
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

②

地址	指令	数据
0	LD	01
1	AND	02
2	AND NOT	03
3	OUT	1001
4	END	

真值表

01	02	03	1001
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	1

基本问题解答

③ 程序

地址	指令	数据
0	LD	01
1	AND	02
2	OUT	20000
3	LD NOT	20000
4	OUT	1001
5	END	

真值表

01	02	1001
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

④

地址	指令	数据
0	LD NOT	01
1	AND	02
2	OUT	1001
3	LD	01
4	AND NOT	02
5	OUT	1002
6	END	

01	02	1001	1002
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	0

基本问题 4

① 程序

地址	指令	数据
0	LD NOT	01
1	OR NOT	02
2	OUT	1001
3	END	

真值表

01	02	1001
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

②

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR NOT	02
2	OR	03
3	OUT	1001
4	END	

01	02	03	1001
0	0	0	1
1	0	0	1
0	1	0	0
0	0	1	1
1	1	1	1

③

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR NOT	02
2	OUT	1001
3	OUT	1002
4	END	

01	02	1001	1002
0	0	1	1
0	1	0	0
1	0	1	1
1	1	1	1

④

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR NOT	02
2	OUT	1001
3	LD NOT	01
4	OR	02
5	OUT	1002
6	END	

01	02	1001	1002
0	0	1	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	1	1

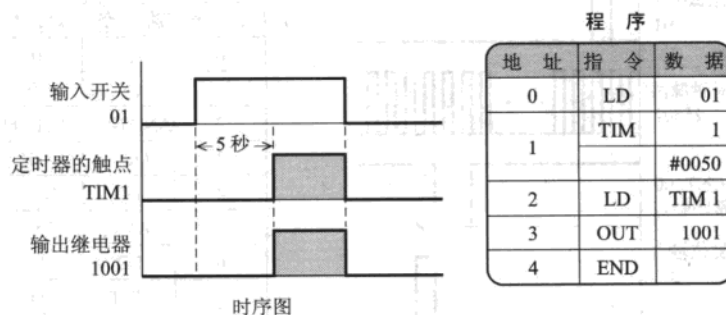
基本问题 5

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR	1001
2	AND NOT	1002
3	OUT	1001
4	LD	02
5	OR	1002
6	AND NOT	1001
7	OUT	1002
8	END	

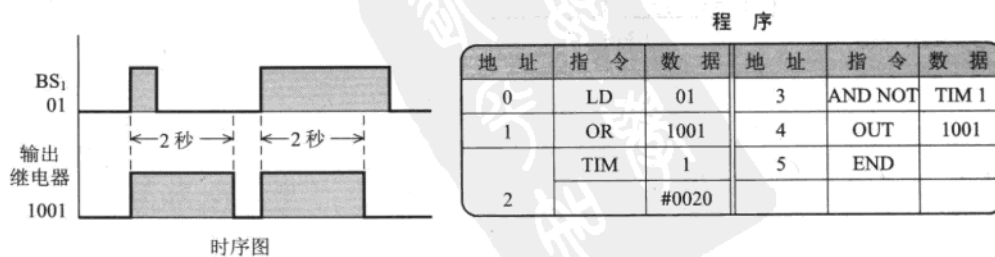
基本问题 6

①			②			③			④		
地址	指令	数据	地址	指令	数据	地址	指令	数据	地址	指令	数据
0	LD	01	0	LD	01	0	LD	01	0	LD NOT	01
1	OR NOT	02	1	OR NOT	02	1	AND NOT	02	1	AND	02
2	LD NOT	03	2	LD	03	2	LD NOT	03	2	AND NOT	03
3	OR	04	3	AND	04	3	AND	04	3	LD	04
4	AND LD		4	OR	05	4	OR LD		4	AND NOT	05
5	OUT	1001	5	AND LD		5	OUT	1003	5	AND	06
6	END		6	OUT	1002	6	END		6	OR LD	
			7	END					7	OUT	1004
									8	END	

基本问题 7



基本问题 8



基本问题解答

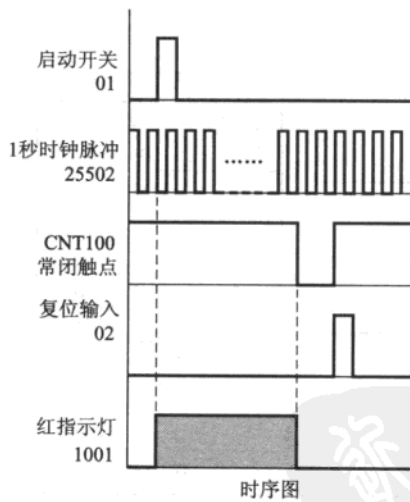
基本问题 9

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR	1001
2	TIM	1
		#0010
3	OUT	1001
4	LD	TIM 1
5	OR	1002
6	TIM	2
		#0020
7	OUT	1002
8	LD	TIM 2
9	OUT	1003
10	END	

基本问题 10

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR	1001
2	TIM	1
		#0010
3	AND NOT	1002
4	OUT	1001
5	LD	TIM 1
6	OR	1002
7	TIM	2
		#0020
8	AND NOT	1003
9	OUT	1002
10	LD	TIM 2
11	OR	1003
12	OUT	1003
13	END	

基本问题 11



程序

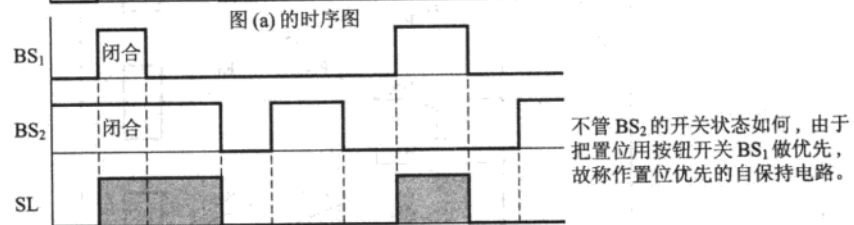
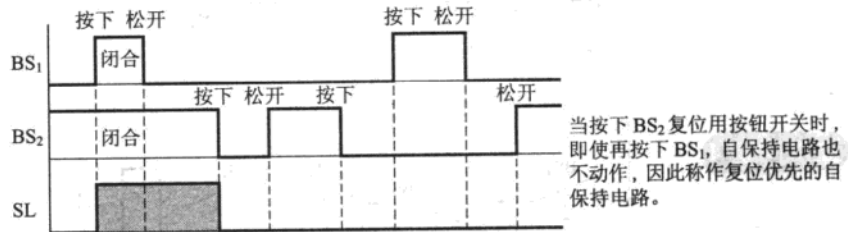
地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR	1001
2	AND NOT	CNT100
3	OUT	1001
4	LD	1001
5	AND	25502
6	LD	02
7	CNT	100
		#0010
8	END	

应用问题解答

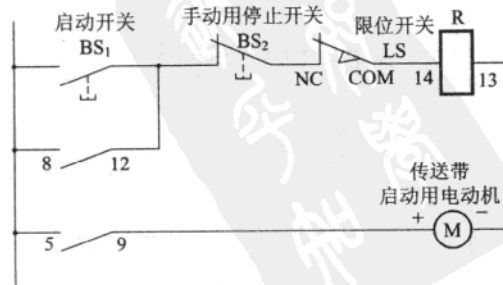
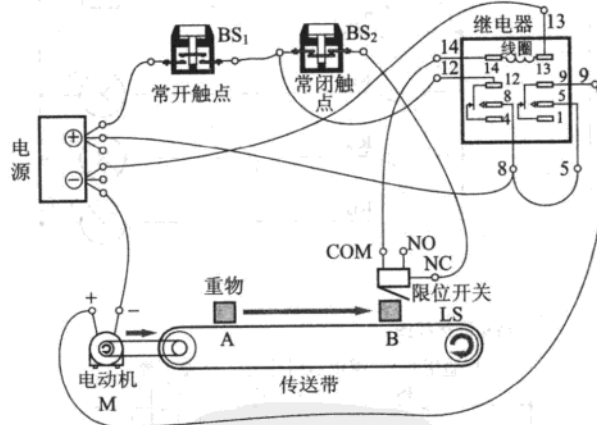
Chapter 2

继电器顺序控制基础与应用

应用问题 1

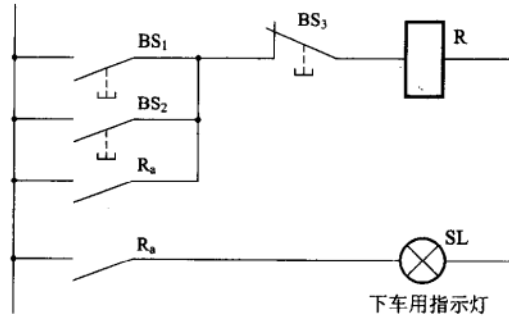


应用问题 2

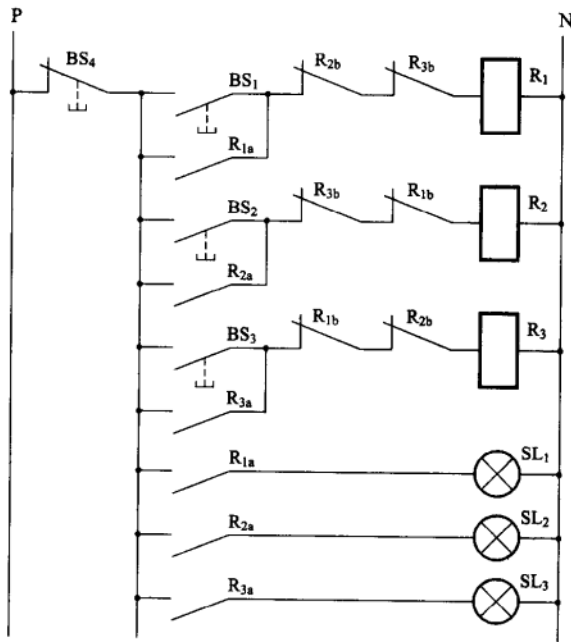


应用问题解答

应用问题 3

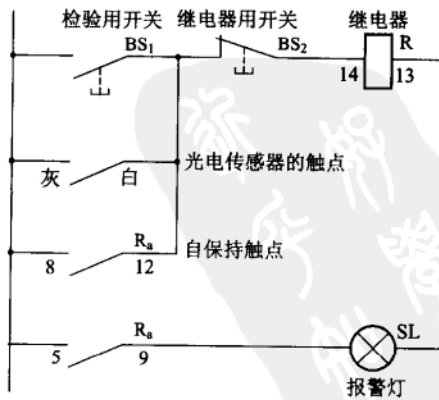


应用问题 4



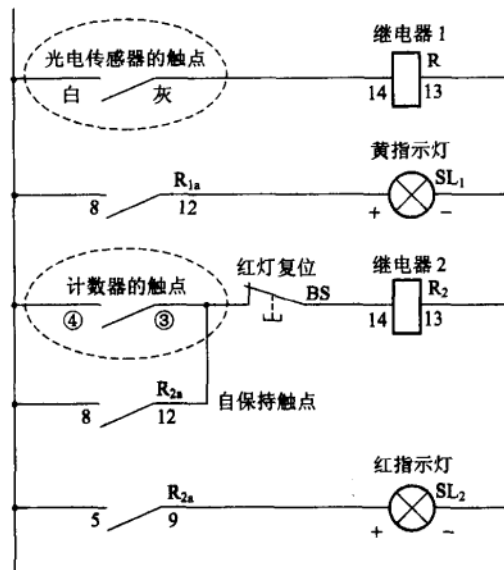
应用问题 5

省略实际接线图。

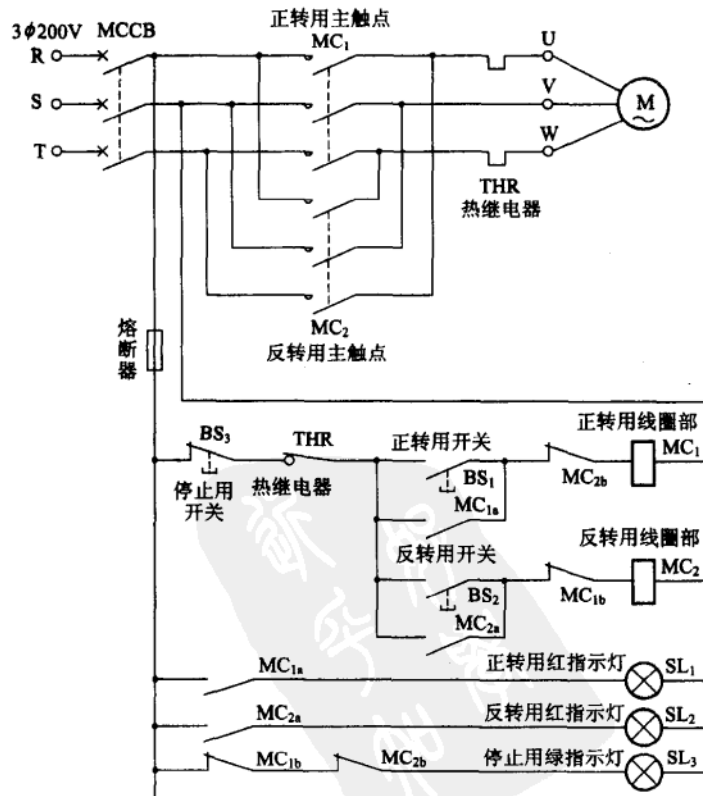


应用问题 6

省略实际接线图。



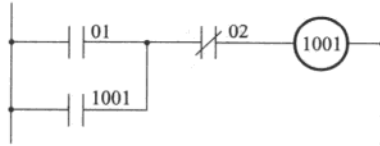
应用问题 7



Chapter 4

可编程控制器的指令与基本电路

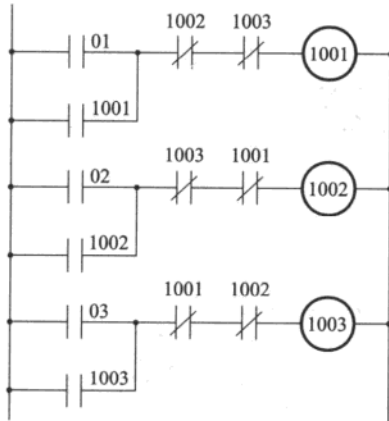
应用问题 1



程序

地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR	1001
2	AND NOT	02
3	OUT	1001
4	END	

应用问题 2



程序

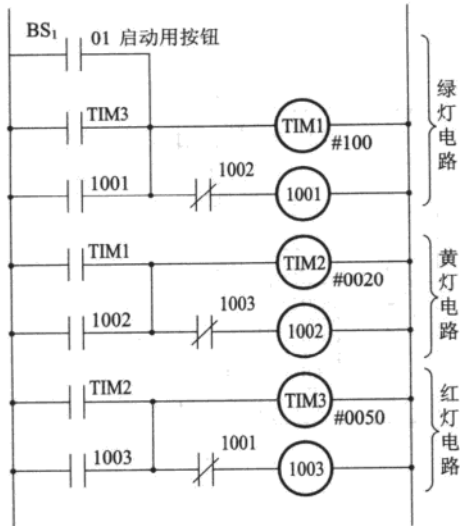
地址	指令	数据	地址	指令	数据
0	LD	01	8	AND NOT	1001
1	OR	1001	9	OUT	1002
2	AND NOT	1002	10	LD	03
3	AND NOT	1003	11	OR	1003
4	OUT	1001	12	AND NOT	1001
5	LD	02	13	AND NOT	1002
6	OR	1002	14	OUT	1003
7	AND NOT	1003	15	END	

3人用抢答装置设计

应用问题 3

①			②			③			④		
地址	指令	数据	地址	指令	数据	地址	指令	数据	地址	指令	数据
0	LD	01	0	LD	01	0	LD	01	0	LD NOT	01
1	OR NOT	02	1	OR NOT	02	1	AND NOT	02	1	AND	02
2	LD	03	2	LD NOT	03	2	LD NOT	03	2	LD	03
3	AND	04	3	OR	04	3	AND	04	3	AND NOT	04
4	OR LD		4	AND LD		4	OR LD		4	OR LD	
5	AND	05	5	LD	05	5	LD	05	5	LD NOT	05
6	OUT	1001	6	OR NOT	06	6	AND NOT	06	6	AND	06
7	END		7	AND LD		7	OR LD		7	LD NOT	07
			8	OUT	1002	8	OUT	1003	8	AND	08
			9	END		9	END		9	OR LD	
									10	AND LD	
									11	OUT	1004
									12	END	

应用问题 4

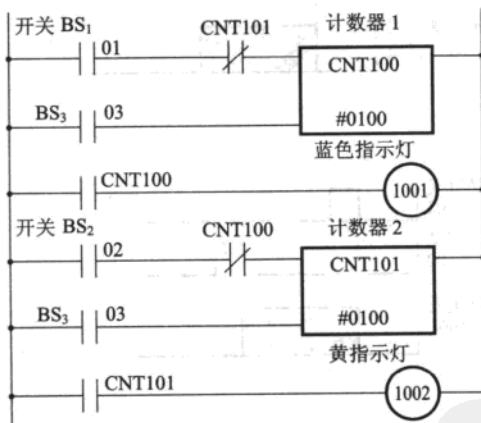


交通信号灯电路设计

程序

地址	指令	数据	地址	指令	数据
0	LD	01	9	AND NOT	1003
1	OR	TIM 3	10	OUT	1002
2	OR	1001	11	LD	TIM 2
3	TIM	1	12	OR	1003
		#0100	13	TIM	3
4	AND NOT	1002			#0050
5	OUT	1001	14	AND NOT	1001
6	LD	TIM 1	15	OUT	1003
7	OR	1002	16	END	
8	TIM	2			
		#0020			

应用问题 5



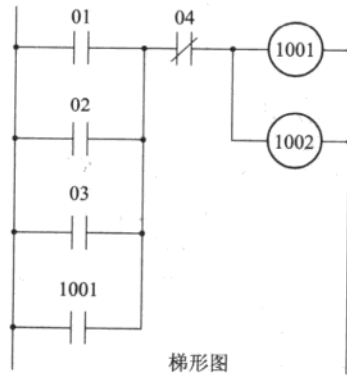
程序

地址	指令	数据	地址	指令	数据
0	LD	01	7	AND NOT	CNT100
1	AND NOT	CNT101	8	LD	03
2	LD	03	9	CNT	101
3	CNT	100			#100
		#0100	10	LD	CNT101
4	LD	CNT100	11	OUT	1002
5	OUT	1001	12	END	
6	LD	02			

Chapter 5

可编程序控制器的应用电路

应用问题 1

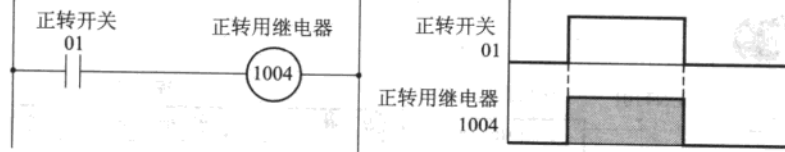


程序

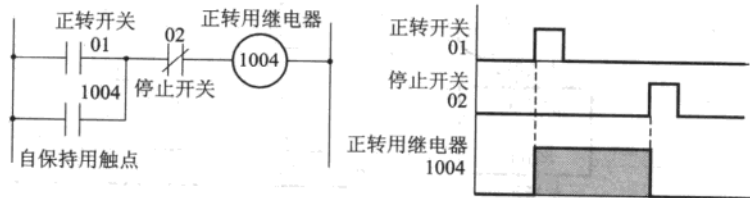
地址	指令	数据
0	LD	01
1	OR	02
2	OR	03
3	OR	1001
4	AND NOT	04
5	OUT	1001
6	OUT	1002
7	END	

应用问题 2

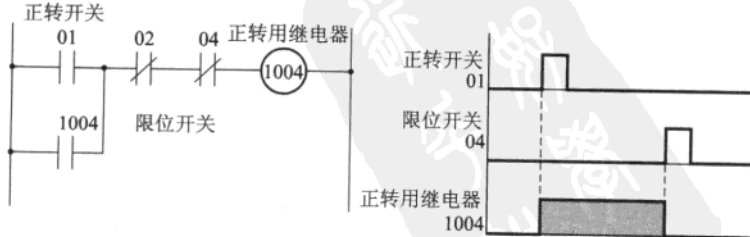
问 1



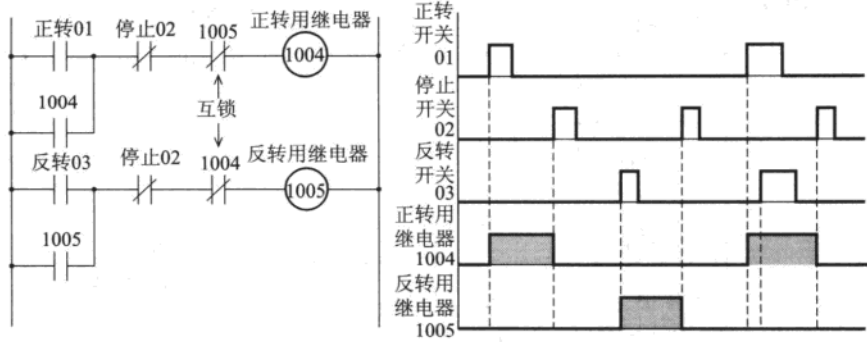
问 2



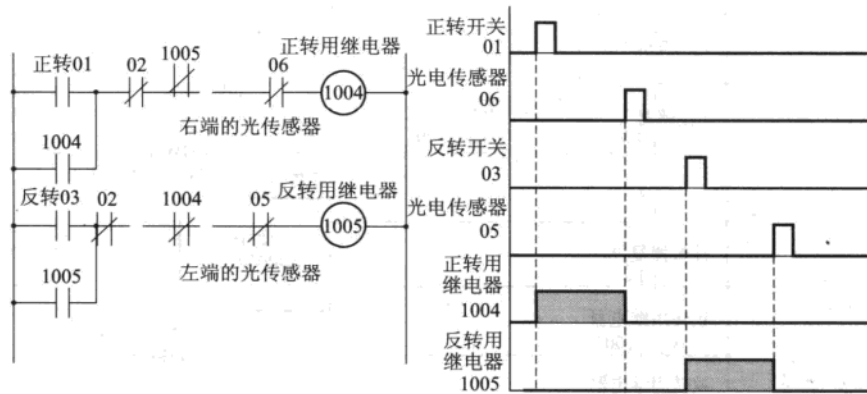
问 3



问 4



问 5



问 6

