



MC系列运动控制器

系统手册

2020年09月 V1.9

MC1008

MC1004

MC1008L

MC1004L

MC1002R

MC1002E

MC1901

MC2004

MC2004L

MC2008

MC2008L

LE5405



版权声明


本手册内容，包括文字、图表、标志、标识、商标、产品型号、软件程序、版面设计及其它内容等，均受《中华人民共和国著作权法》、《中华人民共和国商标法》、《中华人民共和国专利法》及与之适用的国际公约中有关著作权、商标权、专利权或其他财产所有权法律的保护，为宁波和利时智能科技有限公司专属所有或持有。

由于本手册中所描述的设备有多种使用方法，用户以及设备使用责任人必须保证每种方法的可容许性。对由使用或错误使用这些设备造成的任何直接或间接损失，宁波和利时智能科技有限公司将不负法律责任。

由于实际应用时的不确定因素，宁波和利时智能科技有限公司不承担直接使用本手册中提供的数据的责任。

本手册仅供商业用户阅读，在未得到宁波和利时智能科技有限公司书面授权的情况下，无论出于何种目的和原因，不得以任何形式（包括电子、机械或其它形式）传播或复制本手册的任何内容。违者我公司将依法追究其相关责任。

已核对本手册中的内容、图表与所述硬件设备相符，但误差难以避免，并不能保证完全一致。同时，会定期对手册的内容、图表进行检查、修改和维护，恕不另行通知。

HollySys、和利时、 **HollySys** 的字样和徽标均为和利时集团的商标或注册商标。

宁波和利时智能科技有限公司版权所有。

地址：宁波市鄞州区新材料国际创新中心 7 号楼 5 层

邮编：315000

商务电话：0574-8717 5756

产品咨询热线：0574-8717 5756

技术支持电话：4008-111-999

技术支持手机：136 1116 0213

传真：010-5898 1558

网址：<http://www.hollysys.com/>

Email：PLC@hollysys.com

新浪微博：<http://weibo.com/hollysysplc>

目 录

第 1 章 关于本书	1
1.1 文档更新	1
1.2 文档用途	1
1.3 阅读对象	1
1.4 使用约定	1
1.4.1 菜单命令	1
1.4.2 鼠标指令	2
1.4.3 键盘指令	2
1.4.4 重要信息	2
1.5 产品文档目录	3
1.6 名词缩写	3
第 2 章 运动控制系统介绍	5
2.1 运动控制系统概述	5
2.1.1 系列型号	6
2.1.2 产品认证	9
2.2 运动控制模式	9
2.3 指令调度机制	12
2.3.1 轴运动缓存指令	12
2.3.2 非轴运动缓存指令	14
2.3.3 多任务调度	14
2.3.3.1 硬实时任务	14
2.3.3.2 用户任务	14
2.3.3.3 内核任务调度	15
2.3.3.4 离线下装任务组态	16
2.3.3.5 在线监视任务状态	16
2.3.3.6 在线控制任务状态	17
2.3.3.7 组态控制任务状态	17
第 3 章 安装与接线	19
3.1 安装	19
3.1.1 安装环境	19
3.1.2 模块安装	20
3.1.2.1 DIN 导轨安装	20
3.1.2.2 螺钉安装	24
3.2 接线	27

3.2.1	电缆要求	28
第 4 章	运动控制器	29
4.1	MC1004/1008 4 轴/8 轴运动控制器	29
4.1.1	技术指标	29
4.1.2	接口说明	35
4.1.2.1	显示屏	37
4.1.2.2	复位按钮 (RESET)	40
4.1.2.3	工程加载控制开关 (RUN/STOP)	41
4.1.2.4	Micro USB 接口	41
4.1.2.5	Micro SD 接口	41
4.1.2.6	以太网接口	41
4.1.2.7	通讯接口	41
4.1.2.8	数字量接口	43
4.1.2.9	驱动器接口	47
4.1.2.10	模拟量接口	49
4.1.2.11	伺服使能 (DriveEnable)	53
4.1.2.12	电源接口	54
4.1.2.13	接地柱	55
4.1.3	注意事项	55
4.2	MC1004L 经济型 4 轴运动控制器	55
4.2.1	技术指标	55
4.2.2	接口说明	59
4.2.2.1	IP 复位按钮 (IP RST)	60
4.2.2.2	系统复位按钮 (RESET)	60
4.2.2.3	工程加载控制开关 (STOP/RUN)	60
4.2.2.4	Micro SD 卡接口	60
4.2.2.5	以太网接口 (Ethernet)	60
4.2.2.6	COM1/2 通讯接口	61
4.2.2.7	COM3 通讯接口	62
4.2.2.8	DI 接口	63
4.2.2.9	DO 接口	65
4.2.2.10	LED 指示灯	66
4.2.2.11	驱动器接口	67
4.2.2.12	电源接口	69
4.2.2.13	接地柱	69
4.2.3	注意事项	69
4.3	MC1008L 经济型 8 轴运动控制器	69
4.3.1	技术指标	69
4.3.2	接口说明	74
4.3.2.1	显示屏	75
4.3.2.2	复位按钮 (RESET)	78
4.3.2.3	工程加载控制开关 (RUN/STOP)	78
4.3.2.4	Micro USB 接口	78
4.3.2.5	Micro SD 接口	78
4.3.2.6	以太网接口	78
4.3.2.7	通讯接口	79

4.3.2.8	数字量接口	81
4.3.2.9	驱动器接口	84
4.3.2.10	预留接口	86
4.3.2.11	电源接口	86
4.3.2.12	接地柱	87
4.3.3	注意事项	87
4.4	MC1002R RTEX 总线型运动控制器	87
4.4.1	技术指标	87
4.4.2	接口说明	93
4.4.2.1	显示屏	94
4.4.2.2	工程加载控制开关 (RUN/STOP)	94
4.4.2.3	复位按钮 (RESET)	94
4.4.2.4	Micro USB 接口	94
4.4.2.5	Micro SD 接口	94
4.4.2.6	以太网接口	94
4.4.2.7	通讯接口	95
4.4.2.8	数字量接口	96
4.4.2.9	RTEX 总线接口	98
4.4.2.10	驱动器接口	100
4.4.2.11	模拟量接口	100
4.4.2.12	伺服使能 (DriveEnable)	102
4.4.2.13	电源接口	103
4.4.2.14	接地柱	103
4.4.3	注意事项	103
4.5	MC1002E EtherCAT 总线型运动控制器	103
4.5.1	技术指标	103
4.5.2	接口说明	109
4.5.2.1	显示屏	110
4.5.2.2	工程加载控制开关	113
4.5.2.3	复位按钮	113
4.5.2.4	Micro USB 接口	113
4.5.2.5	Micro SD 卡接口	113
4.5.2.6	以太网接口	113
4.5.2.7	通信接口	114
4.5.2.8	数字量接口	114
4.5.2.9	EtherCAT 总线接口	117
4.5.2.10	驱动器接口	118
4.5.2.11	模拟量接口	118
4.5.2.12	伺服使能 (DriveEnable)	120
4.5.2.13	电源接口	121
4.5.2.14	接地柱	122
4.5.3	注意事项	122
4.6	MC2008/2008L 8 轴直连式运动控制器	122
4.6.1	技术指标	122
4.6.2	接口说明	128
4.6.2.1	以太网接口	129

4.6.2.2	Micro SD 接口.....	129
4.6.2.3	显示屏.....	129
4.6.2.4	工程加载控制开关（RUN/STOP）.....	132
4.6.2.5	Micro USB 接口.....	133
4.6.2.6	复位按钮（RESET）.....	133
4.6.2.7	DI 接口.....	133
4.6.2.8	DO 接口.....	134
4.6.2.9	伺服使能（DriveEnable）.....	136
4.6.2.10	电源接口.....	137
4.6.2.11	通讯接口.....	138
4.6.2.12	驱动器接口.....	140
4.6.2.13	模拟量接口.....	142
4.6.2.14	接地柱.....	144
4.6.3	注意事项.....	144
4.7	MC2004/2004L 4 轴直连式运动控制器.....	144
4.7.1	技术指标.....	144
4.7.2	接口说明.....	150
4.7.2.1	以太网接口.....	151
4.7.2.2	Micro SD 接口.....	151
4.7.2.3	显示屏.....	151
4.7.2.4	工程加载控制开关（RUN/STOP）.....	154
4.7.2.5	Micro USB 接口.....	155
4.7.2.6	复位按钮（RESET）.....	155
4.7.2.7	DI 接口.....	155
4.7.2.8	DO 接口.....	156
4.7.2.9	伺服使能（DriveEnable）.....	158
4.7.2.10	电源接口.....	159
4.7.2.11	通讯接口.....	160
4.7.2.12	驱动器接口.....	162
4.7.2.13	模拟量接口.....	164
4.7.2.14	接地柱.....	166
4.7.3	注意事项.....	166
第 5 章	如何扩展 LE IO.....	167
5.1	搭配 MC1901 适配器扩展 I/O.....	167
5.1.1	技术指标.....	167
5.1.2	接口说明.....	168
5.1.2.1	电源接线端子.....	169
5.1.2.2	指示灯.....	169
5.1.2.3	通讯接线端子.....	169
5.1.2.4	背板总线接口.....	170
5.1.3	接线说明.....	170
5.1.4	功耗计算.....	171
5.2	搭配 LE5405 适配器扩展 IO.....	171
5.2.1	技术指标.....	171
5.2.2	接口说明.....	172
5.2.2.1	接线端子.....	173

5.2.2.2	指示灯	173
5.2.2.3	以太网接口	174
5.2.2.4	背板总线接口	174
5.2.2.5	IP 设置旋钮	174
5.2.3	接线说明	174
5.2.4	使用说明	175
5.2.5	功耗计算	175
5.3	控制器 DB9 口直连扩展 I/O	175
5.3.1	接线说明	175
5.3.2	功耗计算	176
5.4	LE I/O 列表	176
第 6 章	高级功能	177
6.1	系统状态	177
6.2	存储资源	178
6.2.1	内存区分配	178
6.2.2	SD 卡	178
6.2.3	Flash	178
6.3	伺服周期	178
6.4	滤波参数	179
6.5	Encoder-DI 轴	179
6.6	Stepper-DO 轴	180
6.7	掉电保护功能	181
6.8	示波器功能	182
6.8.1	轴参数绘图	186
6.8.1.1	示例	188
6.8.2	Table 表绘图	191
6.8.2.1	示例	192
6.8.3	内部函数存储数据	195
6.9	工程升级	196
6.9.1	通过 SD 卡升级	196
6.9.2	通过 AutoThink 升级	196
6.10	产品升级	196
6.10.1	通过 SD 卡升级	197
6.10.2	通过 AutoThink 升级	197
6.11	实时时钟	197
6.11.1	通过 AutoThink 软件读取/设置	197
6.11.2	通过功能块编程读取/设置	198
6.12	动态链接库	199
6.12.1	文件读写	199
6.12.2	PC 性能要求	200
6.12.3	开发流程	200

6.12.3.1	基本步骤	200
6.12.3.2	扩展步骤	201
6.12.4	相关函数说明	201
6.12.4.1	建立连接	201
6.12.4.2	锁定/释放链路	202
6.12.4.3	数据读写	202
6.12.4.4	断开连接	208
6.12.4.5	获取控制器版本信息	209
6.12.4.6	控制器加解锁	210
6.12.4.7	备注	210
6.13	算法特色功能	212
第 7 章	诊断信息	213
7.1	RTEX 诊断信息	213
7.1.1	协议栈错误信息	214
7.2	EtherCAT 诊断信息	217
7.3	LE5405 诊断信息	220
7.3.1	数字量模块诊断信息	222
7.3.2	模拟量模块诊断信息	222
7.4	LE I/O 诊断信息	223
7.5	Modbus 诊断信息	224
7.6	PWM 诊断信息	225
第 8 章	故障处理	227
附录 1	通用指标	229
附录 2	伺服连接示意图	231
附录 3	增量式编码器（长线驱动输出）接线示例	237
附录 4	MC 控制器支持的轴类型	241

第1章 关于本书

1.1 文档更新

版本	日期	说明
1.0	2016.08.03	创建
1.1	2016.09.20	1、删除章节“6.9 多重加密”，相关内容参见《AutoThink V3.1 用户手册_工程组态》 2、MC1004、MC1004L 增加轴 5，参见表 96 3、MC1008、MC1004、MC1004L 版本升级，参见 附录 4 MC 控制器支持的轴类型
1.2	2017.06.27	章节 5.2.4 增加使用说明信息 章节 7.2 更新诊断信息
1.3	2017.12.25	1、文件目录“/media/flash/”修改为“flash/” 2、文件目录“/media/sd/”修改为“sd/” 3、章节 8 故障处理增加第 9 条
1.4	2018.03.28	新增章节 4.3 MC1008L 经济型 8 轴运动控制器
1.5	2018.07.30	章节 4.5 MC1002E EtherCAT 总线型运动控制器的 Ethercat 接口支持 VIPA IO 模块
1.6	2018.08.20	更新 MC1004L 直连接口输入/输出频率
1.7	2019.01.10	MC1004L 轴 1、轴 2、轴 3 均支持增量式编码器输入信号
1.8	2019.08.09	新增 MC2008/MC2008L/MC2004/MC2004L 控制器
1.9	2020.08.31	1、章节 4.6.2.12 驱动器接口/4.7.2.12 驱动器接口，更新表 69 和表 83 引脚说明（SSI 绝对值编码器）的 3、4 引脚和 6、7 引脚 2、更新章节 4.6.2 和 4.7.2 的模块外观图

1.2 文档用途

本文档主要描述和利时 MC 系列运动控制器的硬件配置、技术指标、使用说明等。

1.3 阅读对象

本文档适用于具备自动化基础知识的工程师和安装人员。

1.4 使用约定

1.4.1 菜单命令

本手册中菜单命令、菜单中的子命令、标签页名称用【】括注表示，如【文件】、【编辑】菜单。

1.4.2 鼠标指令

按下：按下鼠标左键一次并且不松开。

单击：按下鼠标左键一次并松开。

右击：按下鼠标右键一次并松开。

双击：快速按下鼠标左键两次并松开。

拖动：移动鼠标时按住鼠标左键不放。

1.4.3 键盘指令

本手册中涉及键盘上的按键时，统一用加粗表示，如 **Enter**。

1.4.4 重要信息

在本手册中，使用以下标识明确相应信息：



- 危险图标，标识该操作有造成物理伤害或人身伤亡的潜在威胁。



- 电击图标，标识该操作有造成电击伤害的潜在威胁。



- 警告图标，标识该操作有造成软硬件设备故障或损坏的潜在威胁。




- 重要图标，标识需要理解的操作或功能的重要信息。



- 操作图标，标识该对象的打开或操作方法。



- 菜单栏：单击【插入】—【输入元件】；
- 工具栏：；
- 快捷键：**Ctrl+I**；
- POU：右击空白区域，单击【输入元件】。

操作图标中的内容解读：

操作所发生的位置：鼠标指令+操作顺序。

如上第 1 条操作方法，在菜单栏处进行，依次单击【插入】菜单和子菜单中的【输入元件】命令。

SEE ALSO

- 参考图标，标识理解该功能需要参考的页面或内容。

1.5 产品文档目录



AutoThink V3.1 用户手册_工程组态



MC 系列运动控制器系统手册



MC 系列运动控制器指令手册

1.6 名词缩写

缩写	全称	名称
AT	AutoThink	和利时上位机组态软件
CAN	Controller Area Network	控制器局域网
EtherCAT	Ethernet for Control Automation Technology	以太网控制自动化技术
FIFO	First in First out	先进先出队列
FPGA	Field-Programmable Gate Array	现场可编程门阵列
RTEX	Realtime Express	高速实时网络通讯协议, 是松下公司发布的一项实时以太网总线技术

第2章 运动控制系统介绍

运动控制是自动化的一个分支，它使用通称为伺服机构的一些设备如液压泵、线性执行机构或者伺服电机来控制机器的位置或速度。本文主要对伺服电机的控制进行说明，被控目标是伺服驱动器或伺服电机系统。而在上位控制器中，将其抽象成一个“轴”的概念。运动控制就是对轴的位置、速度等参数进行实时的控制管理，使其按照预期的运动轨迹和规定的运动参数进行运动。运动控制被广泛应用在加工、包装、印刷、纺织和装配工业等行业中。

2.1 运动控制系统概述

MC 系列运动控制器是专用于运动控制的可编程控制器，一般用作单台复杂运动机械设备的控制核心。运动控制器除了具有常规可编程控制器的输入输出接口和逻辑控制功能外，还特别增加了运动控制专用的直连式驱动器接口、编码器接口、实时总线接口等，并配以丰富易用的运动控制算法库，便于用户二次开发，实现用户设备所需的逻辑和运动控制功能。

MC 系列运动控制器与同类产品相比具有如下特点：

- 运算能力强：采用高速双核 CPU，频率 667 MHz；
- 计算周期快：支持 0.25~4 ms 的伺服计算周期；
- 支持轴数多：同时可计算和控制最多 64 轴运动；
- 计算精度高：采用 64 位整数和 64 位双精度浮点数计算；
- 多任务计算：最大支持 8 个任务同时计算；
- 算法库丰富：支持半闭环、全闭环的位置控制（位置/速度模式）功能，支持直线、圆弧、球弧、螺旋线、样条等插补功能，支持电子齿轮、电子凸轮、运动叠加等多种联动功能，还有高速边沿捕捉、高速到位输出、PWM 脉冲输出等特殊功能；
- IEC 标准组态：组态环境符合 IEC61131-3 标准，支持 LD、ST、CFC、SFC 等多种语言；
- I/O 接口多：最多支持 24 路数字量输入、16 路数字量输出、4 路模拟量输入、8 路模拟量输出（各型号接口数量不同，详见表 1），同时也可通过背板总线接口扩展和利时自研的扩展 LE I/O 模块，丰富自身的 I/O 资源；
- 互联能力强：具有 RS232、RS485、RS422 和千兆以太网等多种接口；
- RTEX 总线接口：可以连接松下 RTEX 总线型伺服驱动器（仅 MC1002R 支持）；
- EtherCAT 总线接口：可以连接 EtherCAT 总线型伺服驱动器（仅 MC1002E 支持，支持的伺服驱动器型号参见对应的章节描述）；
- 掉电保护功能：具有掉电保持 RAM（FRAM），无需备用电池。

一台典型的 MC 运动控制器与周边外设器件的连接关系如图 1 所示。

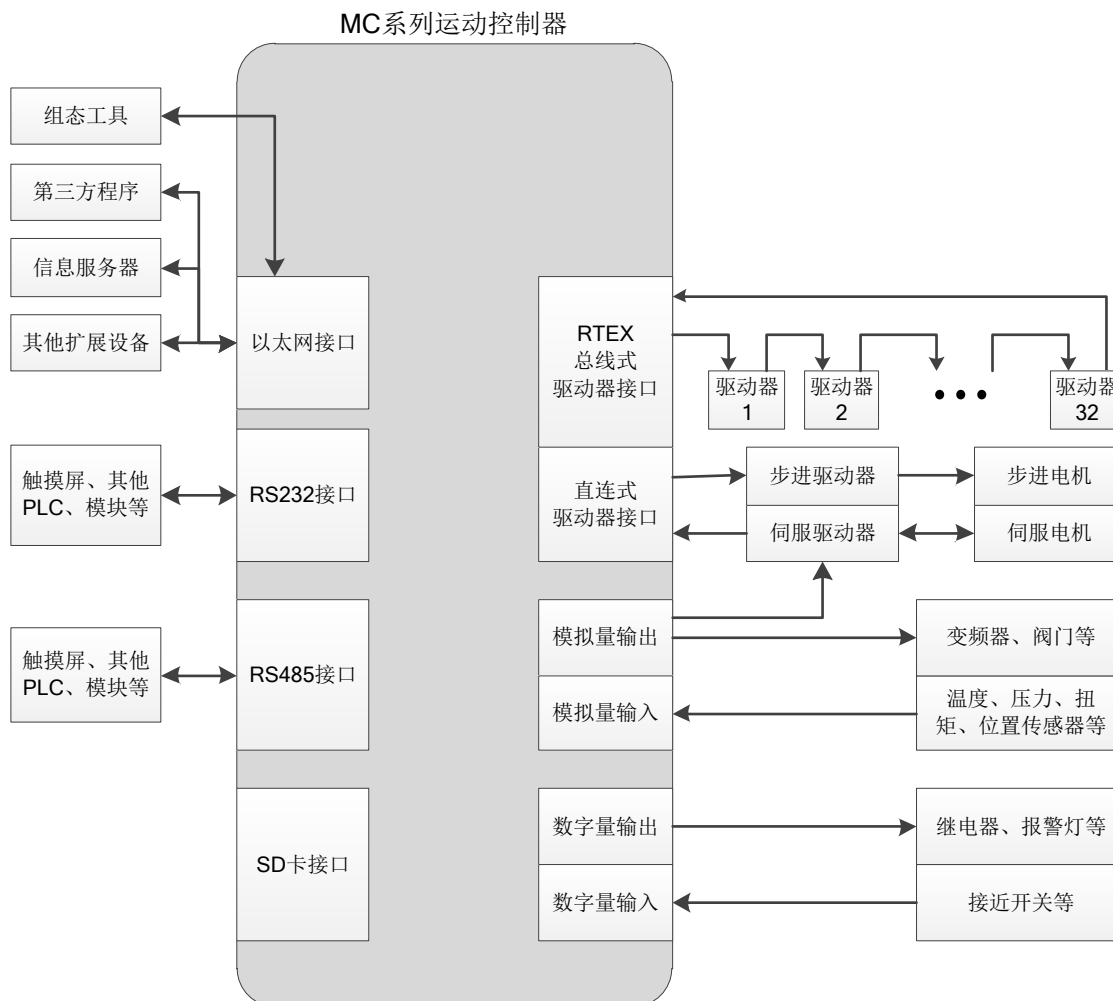


图 1 MC 控制器与周边设备接口示意图



- 支持的总线拓扑结构请参见具体的控制器型号。

2.1.1 系列型号

MC 系列运动控制器各型号的主要规格如下表所示。

表 1 MC 控制器模块主要规格 (1)

功能	MC1008	MC1004	MC1004L	MC1008L	MC1002R	MC1002E
核心	CPU	双核, 667 MHz				
	内存	DDR3, 256 MB				
	Flash	32 MB (16 MB 系统+16 MB 用户)				
	Micro SD 卡	1 路, 支持最大 32 GB				
	RTC	支持星期/年/月/日/时/分/秒时间格式				

功能		MC1008	MC1004	MC1004L	MC1008L	MC1002R	MC1002E
	时间精度 (/月@25℃)	±60 s	±60 s	±2 min	±60 s	±60 s	±60 s
	掉电保持时间 (天@25℃)	4	4	10	4	10	10
	掉电保持 RAM	4048 bytes (无需备用电池)					
显示屏		•	•		•	•	•
指示灯				•			
通讯	USB to UART	•	•		•	•	•
	Ethernet	•	•	•	•	•	•
	RS232	•	•	•	•	•	•
	RS485	•	•	•	•	•	•
	RS422	•	•		•		
	CAN	•	•		•	•	•
I/O 数量	直连轴接口	8	4	4	8	2	2
	Encoder-DI 轴	2	2	2	2	1	1
	Stepper-DO 轴	2	2	2	2	-	-
	RTEX 接口	-	-	-	-	1	-
	EtherCAT 接口	-	-	-	-	-	1
	AI	4	2	-	-	2	2
	AO	8	4	-	-	2	2
	DI (快速)	12	12	4	12	12	12
	DI (慢速)	12	12	6	12	-	-
	DO (快速)	8	8	8	8	8	8
	DO (慢速)	8	8	-	8	-	-
	DriveEnable	1	1	-	-	1	1
特色功能	高速捕捉	8	8	8	8	2	2
	高速输出	4	4	4	4	1	1
	高速输出 (Z 相 输出+可设置时间)	2	0	0	2	0	0
	高速采样	4	4	4	4	1	1
	PWM	2	2	2	2	2	2
电源	核心部分	外部提供, 20.4~28.8 VDC					
	通讯部分	由 CPU 部分隔离供电					
	I/O 部分	外部提供 24 VDC, 与核心部分隔离					

表 2 MC 控制器模块主要规格 (2)

功能		MC2008	MC2008L	MC2004	MC2004L	备注
核心	CPU	双核, 667 MHz				
	内存	DDR3, 256 MB				
	Flash	32 MB (16 MB 系统+16 MB 用户)				
	Micro SD 卡	1 路, 支持最大 32 GB				
	RTC	支持星期/年/月/日/时/分/秒时间格式				
	时间精度 (/月@25℃)	±60 s	±60 s	±60 s	±60 s	
	掉电保持时间 (天@25℃)	7	7	7	7	
	掉电保持 RAM	8KB (无需备用电池)				
显示屏		•	•	•	•	
通讯	USB to UART	•	•	•	•	
	Ethernet	•	•	•	•	
	RS232	•	•	•	•	
	RS485	•	•	•	•	
	RS422	•	•	•	•	
	CAN	•	•	•	•	
I/O 数量	直连轴接口	8	8	4	4	
	Encoder-DI 轴	2	2	2	2	
	Stepper-DO 轴	2	2	2	2	B01 之前版本全部支持 2 路
		8	8	8	8	B01 及之后版本全部支持 8 路
	RTEX 接口	-	-	-	-	
	EtherCAT 接口	-	-	-	-	
	AI	4	-	2	-	
	AO	8	-	4	-	
	DI (快速)	8	8	8	8	
	DI (慢速)	16	16	16	16	
	DO (快速)	16	16	16	16	
DriveEnable	1	1	1	1		
特色功	高速捕捉	8	8	8	8	

功能		MC2008	MC2008L	MC2004	MC2004L	备注
能	高速输出	4	4	4	4	
	高速输出 (Z相输出+可设置时间)	2	2	0	0	
	高速采样	4	4	4	4	
	PWM	2	2	2	2	
电源	核心部分	外部提供, 20.4~28.8 VDC				
	通讯部分	由 CPU 部分隔离供电				
	I/O 部分	外部提供 24 VDC, 与核心部分隔离				



- 以上列表中的功能与参数仅适用于各型号控制器的最新版本。
- 不同版本的功能与参数详见各型号控制器的“技术指标”。
- 特色功能详见《MC 系列运动控制器指令手册》。
- MC 系列控制器配备 2 款辅助通讯模块：MC1901 和 LE5405，用于进行 I/O 扩展。

2.1.2 产品认证

MC 系列运动控制器满足下列 EC 指令提出的要求和安全相关目标及可编程控制器的协调欧洲标准 (EN)：



- EC 指令 2004/108/EC 电磁兼容性。
 - EN 61326-1:2013：测量、控制和实验室用的电气设备。
 - EN 61000-6-4:2011：工业环境辐射标准。
 - EN 61000-6-2:2005：工业环境抗扰度标准。

2.2 运动控制模式

对于运动控制，轴内核处理机制一直贯穿始终，无论是步进电机还是伺服电机，都需要控制器/驱动器/执行器在算法和控制方式上的支持。MC 系列运动控制器提供两种典型控制框图，图 2 为位置开环模式（如步进轴类型），图 4 为位置闭环模式（如伺服轴类型），实现对轴不同模式下的控制。

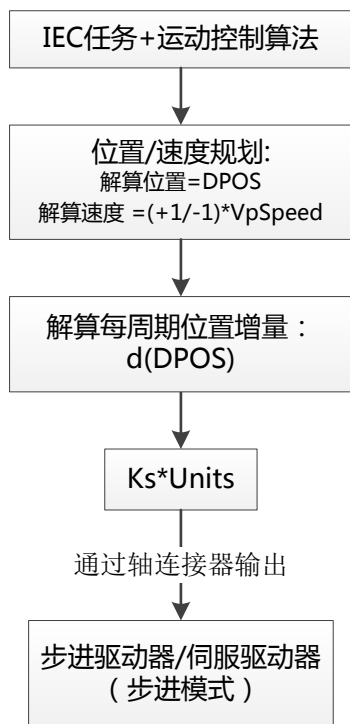


图 2 位置开环控制框图

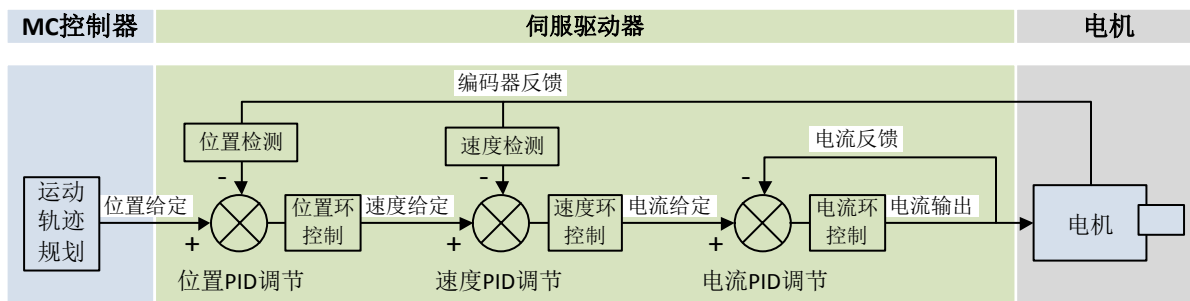


图 3 位置开环应用示意图



- 开环是针对 MC 系列运动控制器而言。

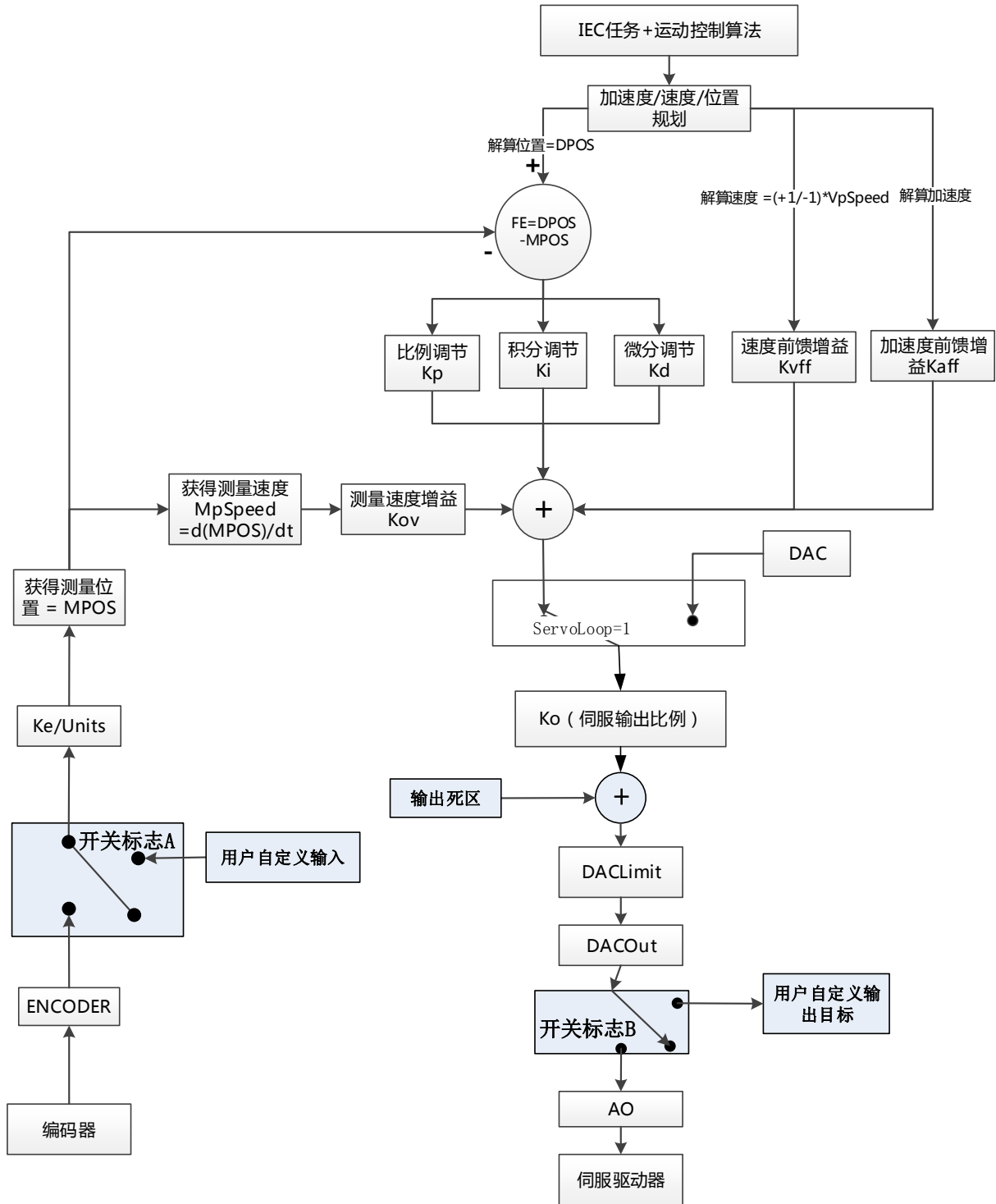


图 4 位置闭环控制框图

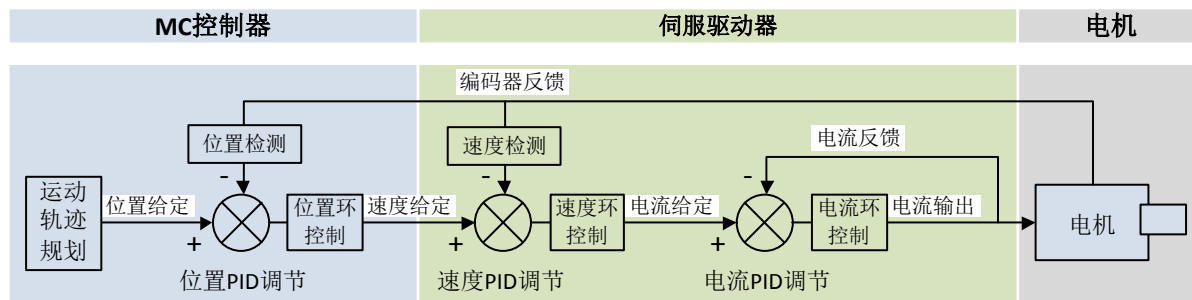


图 5 位置闭环应用示意图



- 闭环是针对 MC 系列运动控制器而言。



- `FeedBackSrcValue` 为只读变量，需调用 `HMC_SetFeedBackSrcAddr` 关联一用户自定义变量地址至 `FeedBackSrcValue`。
- `OutDstValue` 为只读变量，需调用 `HMC_SetOutDstAddr` 关联一用户自定义变量地址至 `OutDstValue`。

2.3 指令调度机制

从指令执行时的调度机制来看，HMC 指令可以分为轴运动缓存类指令和非轴运动缓存类指令。

2.3.1 轴运动缓存指令

每个轴有 64 级运动指令缓存(指令队列/FIFO)，未被执行的轴运动缓存类指令会被暂时存入指令队列中，在后续的某个时间段执行。位于指令队列中队首位置的指令为当前正在被执行的指令，当前指令执行完毕后，会被从指令队列中移除（出队），以使后面的指令能够继续存入指令缓存（入队）。

用户在 IEC 任务中发起运动控制指令投送请求，在运动控制内核层，算法硬实时任务对该投送请求进行处理，如果满足投送条件则把指令放进指令队列，并执行指令队列中排在队首的运动控制指令，如果位于队首的指令执行完毕，则从缓存中移出。如图 6 所示。

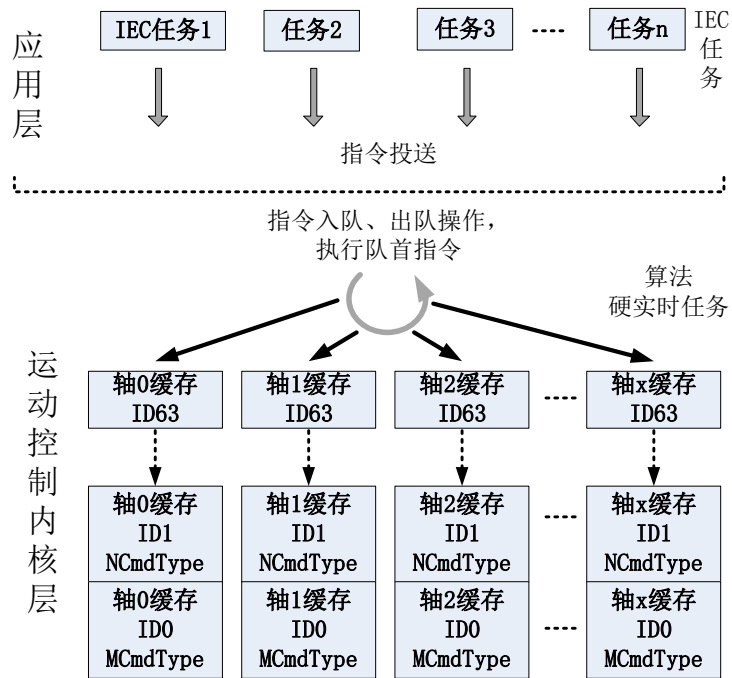


图 6 轴运动控制缓存类指令投送、处理过程

在 IEC 任务中调用轴运动缓存类指令时，若该指令所使用到的所有轴的指令缓存均未满，则该指令即刻被放到相关轴的运动指令缓存中，等待执行，指令投送完毕后函数立即返回，继续执行该指令后面的语句。当缓存中排在它前面的指令被执行完毕后，该指令即被调用执行。因此，轴运动缓存类指令对应的函数仅仅负责指令的投放，投放完成后立即返回，不管指令是否执行完成，指令可在后续某个时间段执行，这样的函数一般返回一个“指令 ID”，系统提供一些查询函数，这些查询函数可以根据“指令 ID”实时查询该指令的状态。

若在 IEC 任务中该指令投送时所使用到的某个轴的指令缓存已满，则投送该指令的函数会发生阻塞等待，直至满足指令投送的条件时，指令投送成功，函数才返回，继续后面的语句。

当前指令在执行过程中，若开启了 merge 功能，则会对指令队列中后面的指令进行前瞻，以计算 merge 所需要的运动参数。

■ 轴运动缓存类指令示例（ST 语言）

先在 AT 中启动任务 1，给轴 0 投送轴运动缓存指令 HMC_Move。再启动任务 2，查询任务 1 中 HMC_Move 指令的运动状态，根据此状态执行相应的程序。

其中 HMC_Move(0,1000)为轴运动缓存指令。

任务 1 程序：

```

a := 0;
id0 := HMC_Move(0, 1000);          (*该指令表示让轴 0 向正向运动 1000 (用户单位), 在 0 号轴指令缓存未
满的情况下, 指令立即被投入 0 号轴的运动缓存中, 函数即刻返回, 返回值为该指令的 ID*)
a := a+1;          (*a 已经变成了 1, 但是 HMC_Move(0, 1000)所代表的功能尚未完成*)
    
```

任务 2 程序：

```

IF HMC_GetCmdState(id0) = 2 Then          (*查询任务 1 中 HMC_Move 指令是否执行完成*)
    
```

...

2.3.2 非轴运动缓存指令

对于非轴运动缓存类指令，在 IEC 任务中执行该类指令时，指令会等到功能完成之后才返回，再继续执行后面的程序，否则将一直阻塞等待。

■ 非轴运动缓存类指令示例（ST 语言）

在 AT 中启动任务 1，给轴 0 一个运动指令。

其中 HMC_WaitCmdFinish(id0) 为非轴运动缓存指令。

任务 1 程序：

```

a := 0;

id0 := HMC_Move(0, 1000);    (*该指令表示让轴 0 向正向运动 1000 (用户单位)，在 0 号轴指令缓存未
满的情况下，指令立即被投入 0 号轴的运动缓存中，函数即刻返回，返回值为该指令的 ID*)

HMC_WaitCmdFinish(id0);    (*等待直到运动指令(id0)运行完成后才返回。当函数返回时，
HMC_Move(0, 1000) 已执行完成。*)

a := a+1;                    (*在该语句执行之前，HMC_WaitCmdFinish(id0) 所代表的功能已经
执行完成。*)

```

2.3.3 多任务调度

任务分为两种：硬实时任务和用户任务。

- 硬实时任务：控制器后台执行的任务。该类型任务以固定的周期执行运动控制器指令，在系统运行过程中，到达执行时间后强制切换到该类型任务，以保证任务的周期性执行。
- 用户任务：用户组态的逻辑任务。在执行过程中按照设置的时间片（每个时间片默认设置为 62.5 μs，每个任务的时间片个数可通过 AutoThink 任务的“任务属性”设置）时间执行，待时间片使用完后立即切换到其它任务，该类型任务在运行过程中可以被硬实时任务打断。

2.3.3.1 硬实时任务

硬实时任务是根据运动控制系统的功能需求，周期性执行运动控制算法的任务，用户不可见。在该任务中实现的功能主要包括：

- 系统启动指令
- 单轴运动指令
- 多轴运动指令
- 高级应用指令
- 轴参数设定指令
- 状态读取指令
- 故障消除指令

2.3.3.2 用户任务

用户任务最大支持组态 8 个任务，即多任务。当多任务下装到控制器加载成功后，可以在同一时间段内并发执行。每个任务都有相应的任务属性设置，如图 7 所示。

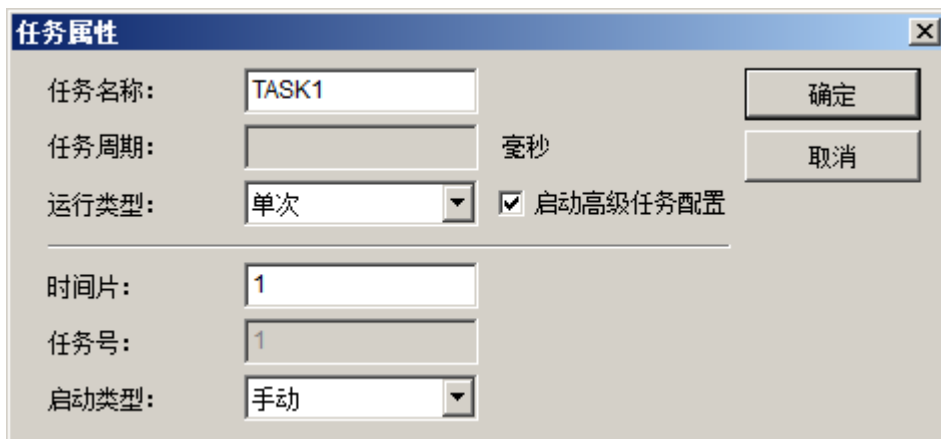


图 7 任务属性设置

- 任务名称：用户自定义。名称由数字、字母、下划线组成，不能以数字开头，长度不超过 32 个字符。
- 任务周期：运动类型为周期时，可以进行设置。范围 1~100,000 毫秒，默认 50 毫秒。
- 运行类型：分为单次和周期。
 - 单次：该任务只执行一次。
 - 周期：该任务根据任务周期和时间片循环执行。
- 时间片：系统划分的最小执行时间单元，每个时间片为 62.5 μ s。范围为 1~50，默认为 1。
- 任务号：任务根据任务号顺序执行。系统根据组建任务的先后顺序自动分配，不可编辑。
- 启动类型：任务的启动类型分为手动和自动。
- 手动：任务加载完成后，需要通过运行按钮或 TaskStart()指令来启动任务。
- 自动：任务加载完成后，系统自动启动任务。

2.3.3.3 内核任务调度

MC 运动控制系统采用时间片的方式进行多任务调度，实现多任务在同一时间段内的并发运行。其任务调度机制如图 8 所示。

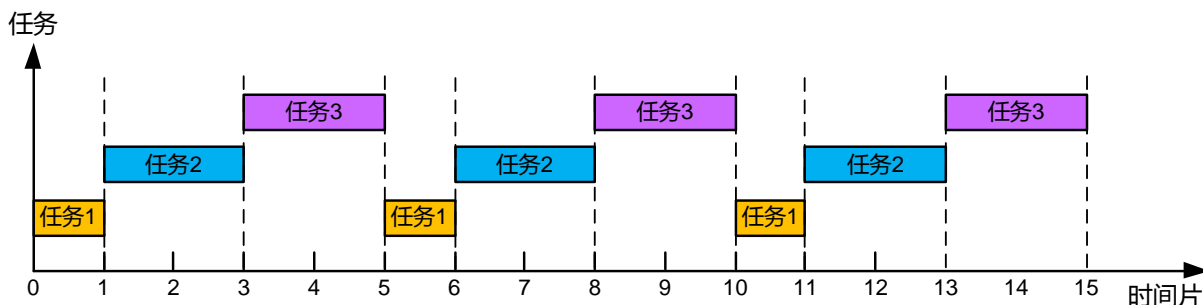


图 8 任务执行时间片分配

以 1 ms 任务为例，其包含硬实时任务和 3 个用户任务。

3 个用户任务 T1、T2、T3 均为周期运行任务，假设每个任务都需要 20 个时间片才能执行完。

表 3 用户任务示例

任务	时间片	周期 (ms)
T1	2	50
T2	3	50
T3	4	50

如果执行硬实时任务用时 0.2 ms，则剩下的 0.8 ms 有 $0.8 \text{ ms} / 62.5 \mu\text{s} = 12$ 个时间片可分配给用户任务。那么第一个 1 ms 的时间内，各用户任务执行顺序为：

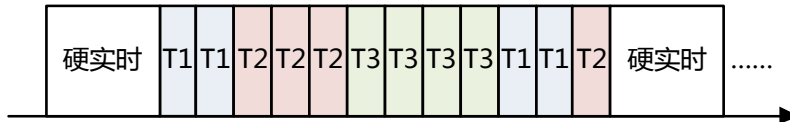


图 9 用户任务执行顺序

而第二个 1 ms，会从上 1 ms 被打断的任务处开始执行：

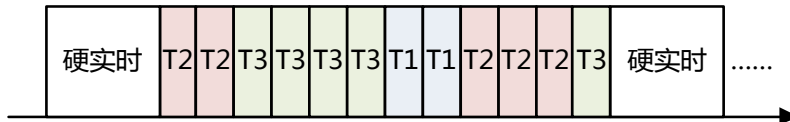


图 10 用户任务执行顺序

当执行完第五个 1 ms 时，所有用户任务都被执行完，剩下的 45 ms 时间都不会再分配时间片给这些用户任务，直到下一个 50 ms 周期这些用户任务才有机会被重新调度。



- 每个 1 ms 周期固定执行“1 ms 任务”。

问题 1：如果 T1 任务只需一个时间片就可以执行完，这样上边第一个 1 ms 时间内的第二个时间片的 T1 还调度吗？

答：不调度，要等到下一个 50 ms 周期才调度，此时各用户任务执行顺序为：

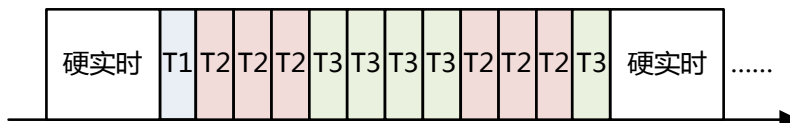


图 11 用户任务执行顺序

2.3.3.4 离线下装任务组态

可以在离线状态下（AutoThink 没有监视控制器的情况下）对任务进行创建、修改，删除，下装到控制器。下装成功后，则用户组态的任务在控制器内创建完成。

2.3.3.5 在线监视任务状态

在线状态下（AutoThink 监视控制器的情况下），可以监视控制器内任务的状态。任务的状态有 3 种：运行、暂停、停止。

2.3.3.6 在线控制任务状态

在线状态下，可以对控制器中运行工程中的单个任务或全部任务进行控制，包括运行、暂停、停止操作。

2.3.3.7 组态控制任务状态

通过组态调用函数，当条件满足时，对任务进行运行、暂停、停止操作。

- 运行函数：TaskStart
- 暂停函数：TaskSuspend
- 停止函数：TaskStop

组态示例：

```
IF iTaskStartFlg = 1 THEN
TaskStartRet := TaskStart(1);
ELSIF iTaskSuspendFlg = 1 THEN
TaskSuspendRet := TaskSuspend(1);
ELSIF iTaskStopFlg = 1 THEN
TaskStopRet := TaskStop(1);
END_IF
```

在进行多任务操作时，注意以下事项：

- 多任务同时写。应该避免两个或多个任务同时改写控制器同一资源（包括同一片地址内存、文件、串口、输出）。
- 资源读保护。当一个任务写某一资源，而另一个任务读取该资源时，请注意在写资源的任务完成写操作后，设置资源可读标识。读资源的任务判断可读后再进行读操作，防止读取数据半旧半新。
- 注意避免死锁。

第3章 安装与接线

本章对 MC 控制器的周边环境、安装方式等进行说明。

3.1 安装

3.1.1 安装环境

- 为使 MC 控制器能够长时间稳定可靠运行，请避开以下场所进行安装：
 - 环境温度超过 0~60℃ 范围场所。
 - 因温度变化急剧出现结露的场所。
 - 相对湿度超过 10%~90% RH 的场所。
 - 有腐蚀性气体、可燃性气体的场所。
 - 灰尘、酸、铁粉多的场所。
 - 可向本体传送直接振动与冲击的场所。
 - 日光可直射的场所。
 - 水、油、药品的飞沫能达到的场所。
- 在以下场所应用时，请充分设置屏蔽措施：
 - 因静电导致发生干扰的场所。
 - 产生强电场及磁场的场所。
 - 有暴露在放射能量下危险的场所。
 - 电源线及动力线在附近通过的场所。
- 如果安装在控制机柜内，请注意环境温度的影响并采取以下措施：
 - 请留下充分的通风空间。
 - 避免安装在发热量高的设备（加热器、变压器、大容量的电阻等）的正上方。
 - 环境温度为 60℃ 以上时，请设置冷却风扇或空调。
- 出于对可操作性、可维护性的要求，请采取以下措施：
 - 考虑维护、操作的安全性，安装时尽量远离高压设备、动力设备。
 - 在距离地面 1000~1600 mm 的高处安装，将易于操作。
- 为了提高控制器的抗干扰性能，请采取以下措施：
 - 避免安装到放置有高压设备的控制柜。
 - 距离动力线 200 mm 以外安装。
- 安装方向：

□ MC 控制器推荐采用水平安装方式。

3.1.2 模块安装

MC 系列运动控制器支持 DIN 导轨安装和螺钉安装两种方式，用户可以根据不同的应用场景进行选择。

3.1.2.1 DIN 导轨安装

导轨安装需要在模块两侧加装导轨定位夹，以防止滑动。

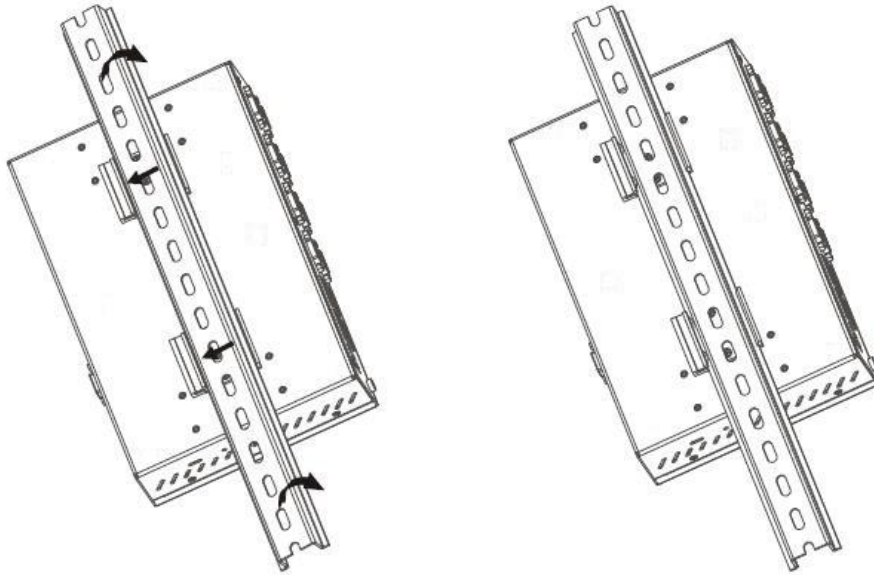


图 12 导轨安装示意图（MC1008 示例）

1. MC1008/1004/MC1008L

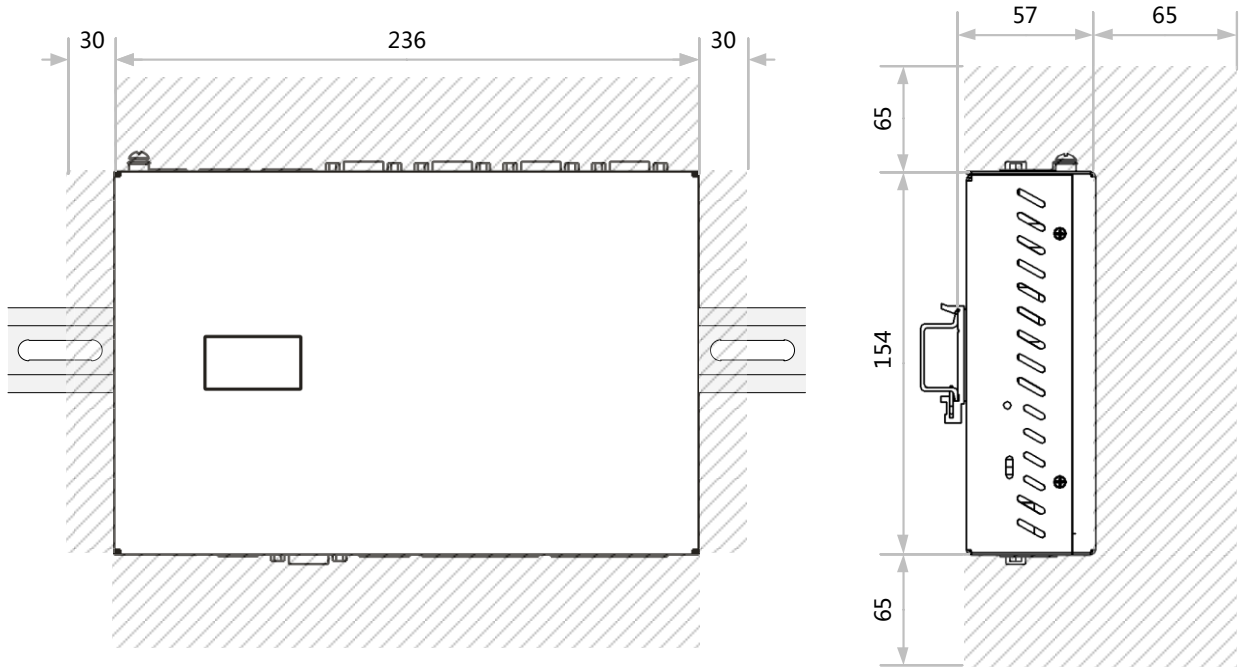


图 13 导轨安装尺寸与空隙图 (MC1008 示例)

2. MC1004L

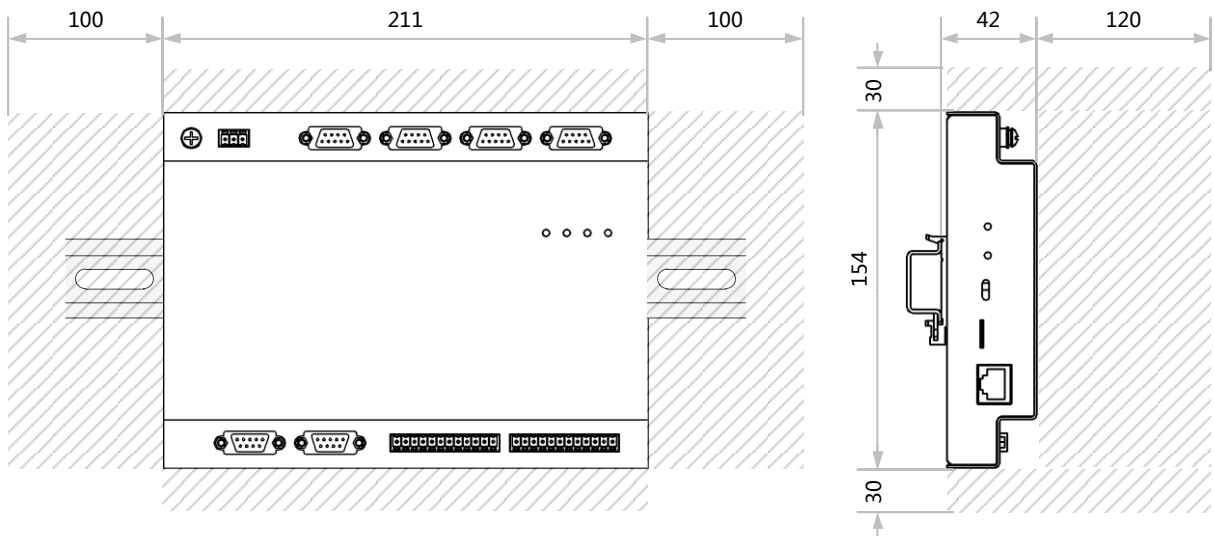


图 14 导轨安装尺寸与空隙图

3. MC1002R

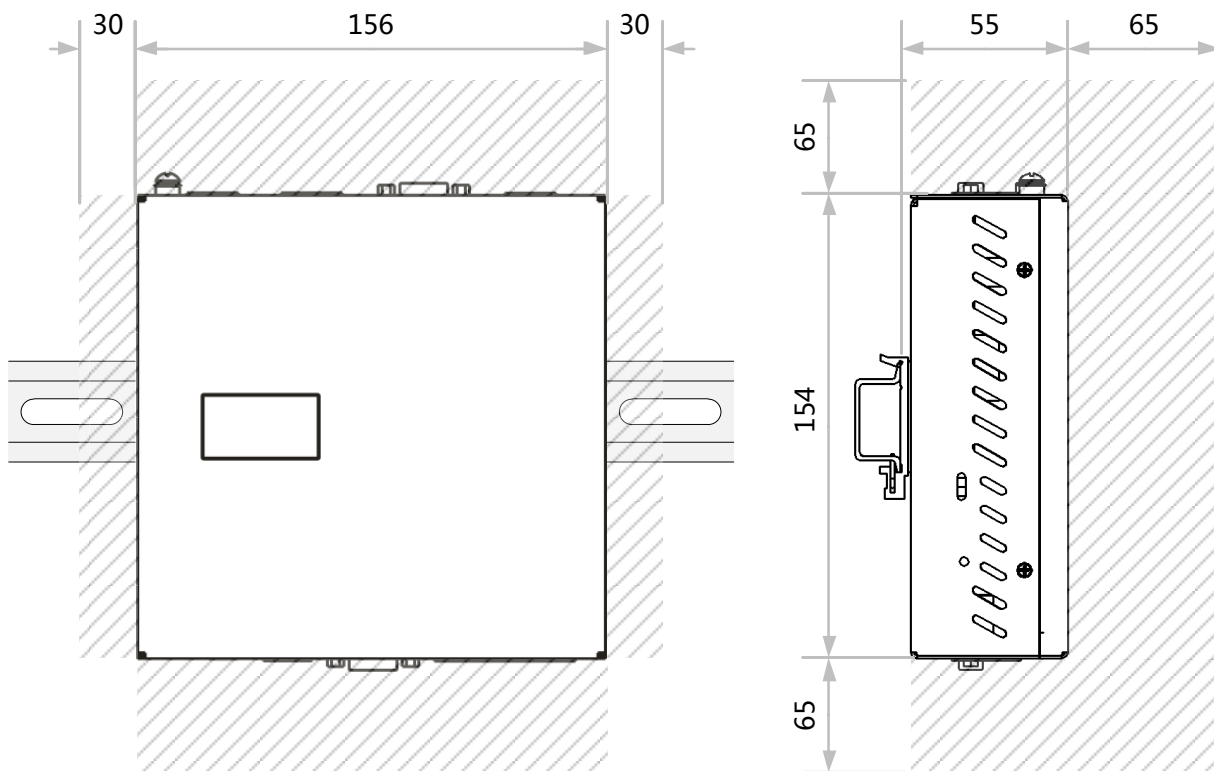


图 15 导轨安装尺寸与空隙图

4. MC1002E

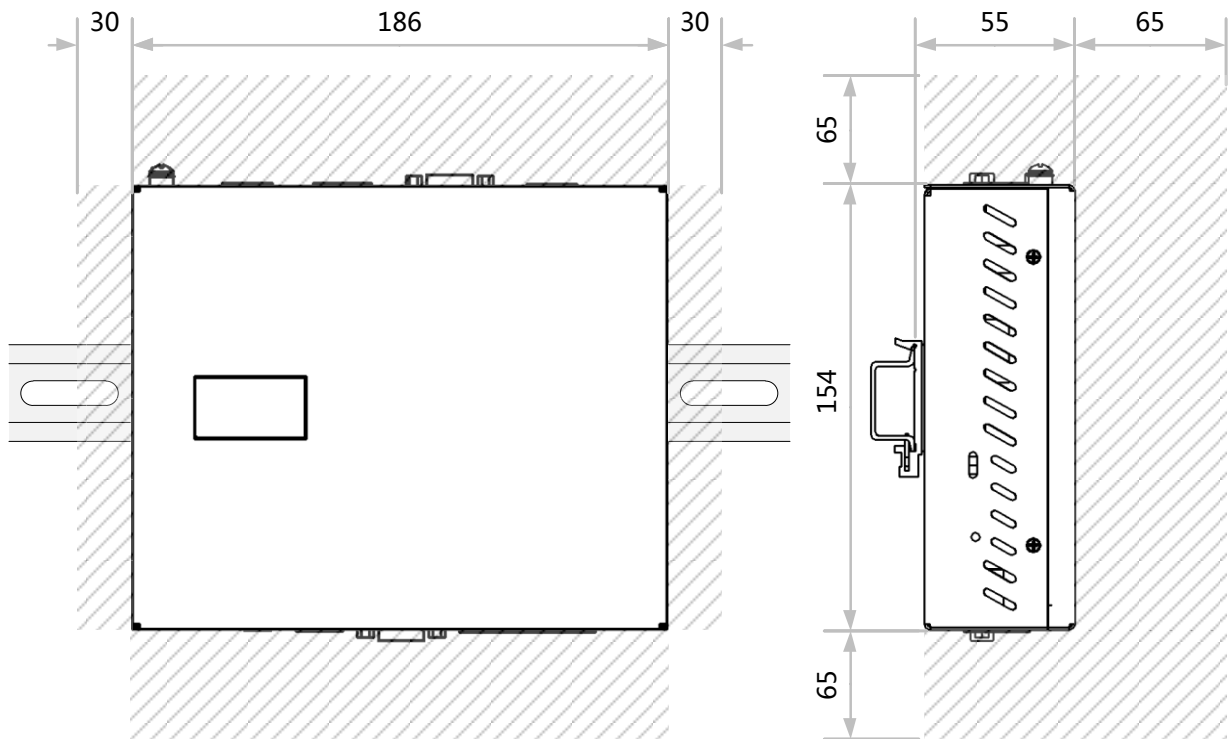


图 16 导轨安装尺寸与空隙图

5. MC2008/MC2008L/MC2004/MC2004L

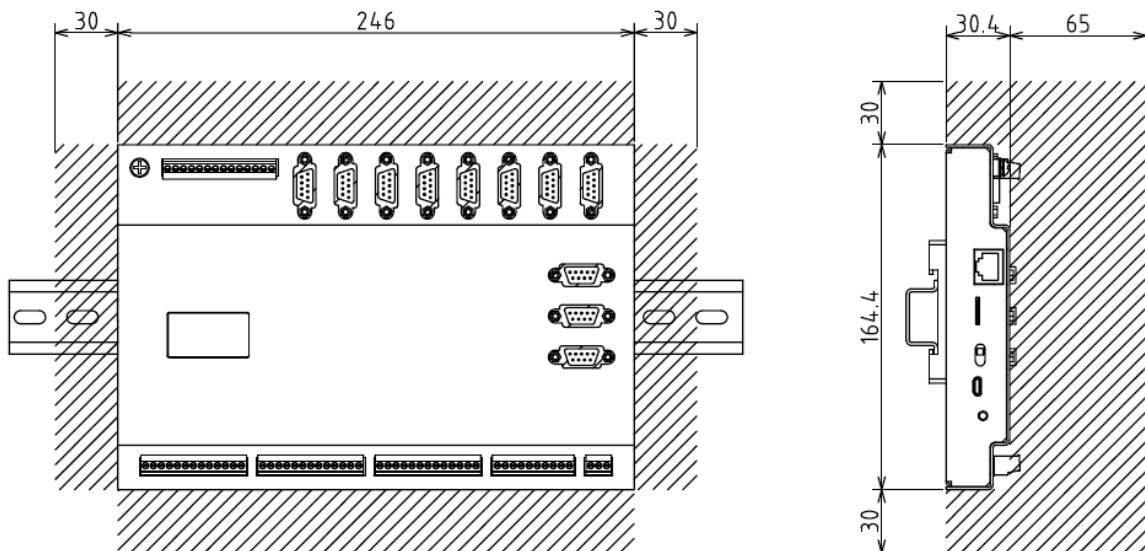


图 17 导轨安装尺寸与空隙图 (MC2008 示例)

6. MC1901

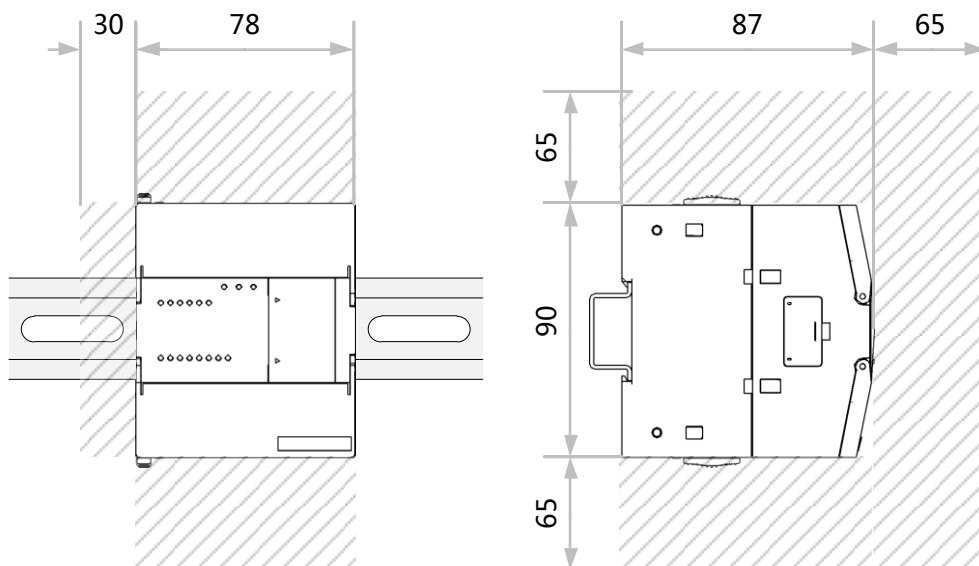


图 18 导轨安装尺寸与空隙图

7. LE5405

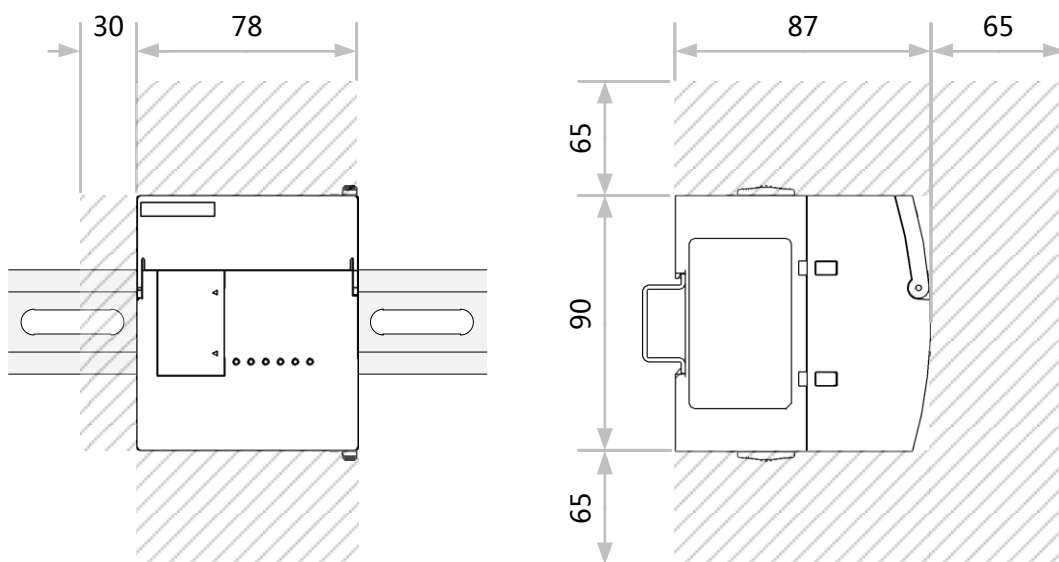


图 19 导轨安装尺寸与空隙图

3.1.2.2 螺钉安装

需要使用四个 M4*10 十字槽盘头组合螺钉 (GB/T 9074.4-1988), 葫芦孔便于安装。把 MC 控制器上面两个螺钉拧上 (注意不要拧紧), MC 控制器通过葫芦孔悬挂到两个安装钉上, 再把下面两个安装钉带上, 最后四个安装钉依次拧紧。

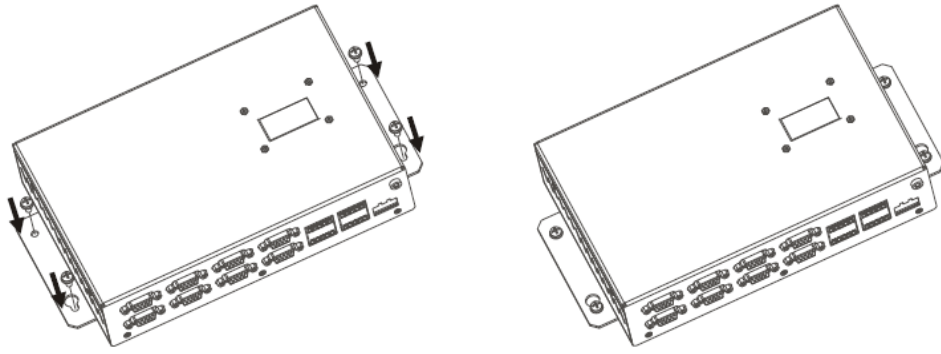


图 20 螺钉安装示意图 (MC1008 示例)

1. MC1008/1004/MC1008L

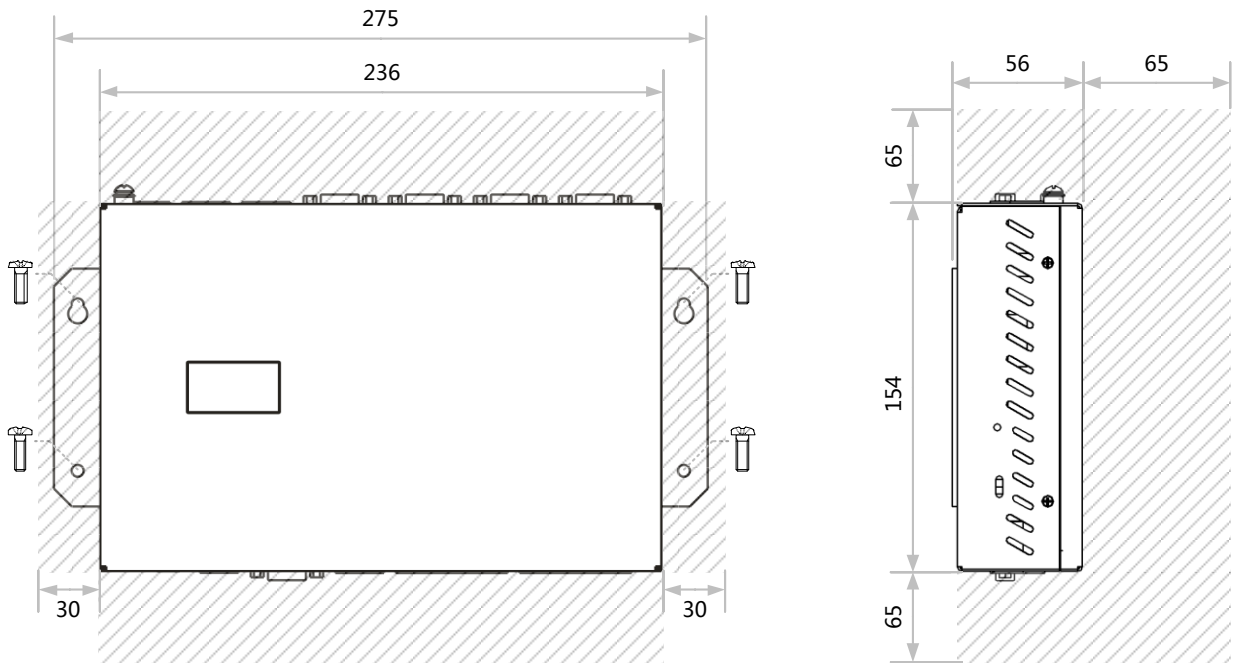


图 21 螺钉安装尺寸与空隙图 (MC1008 示例)

2. MC1004L

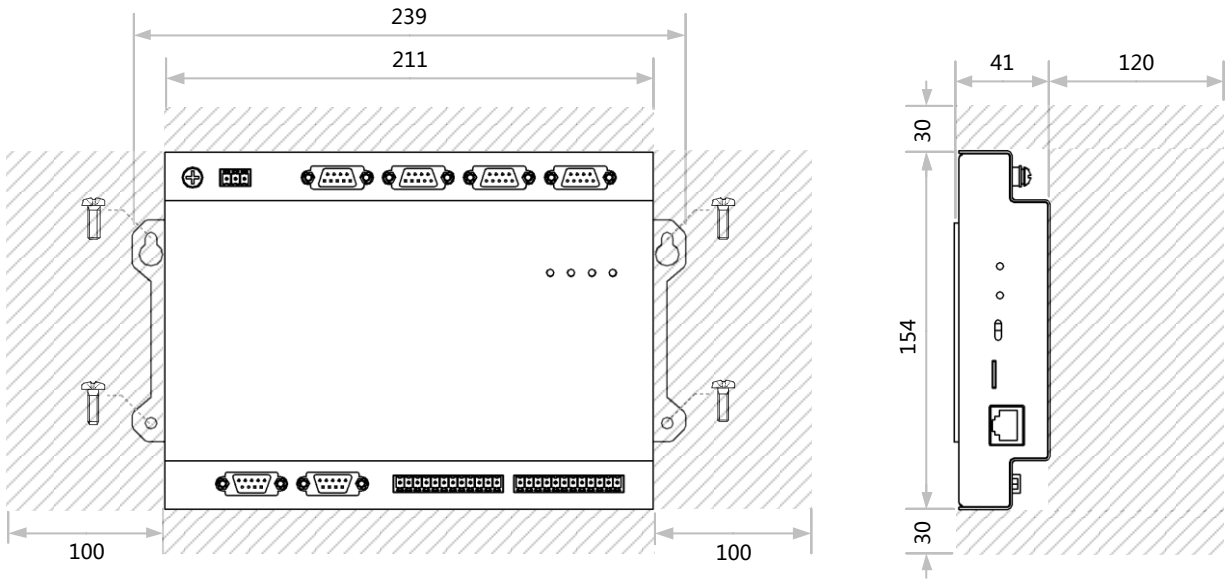


图 22 螺钉安装尺寸与空隙图

3. MC1002R

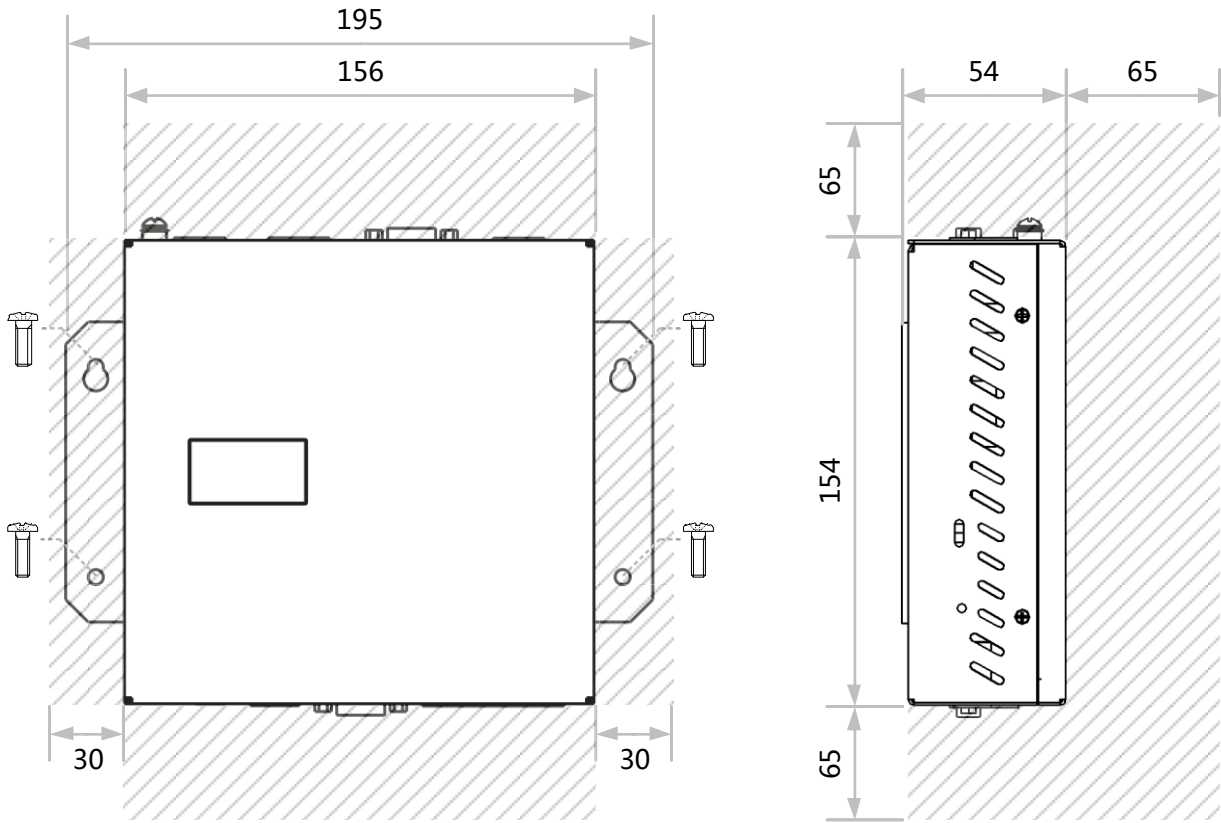


图 23 螺钉安装尺寸与空隙图

4. MC1002E

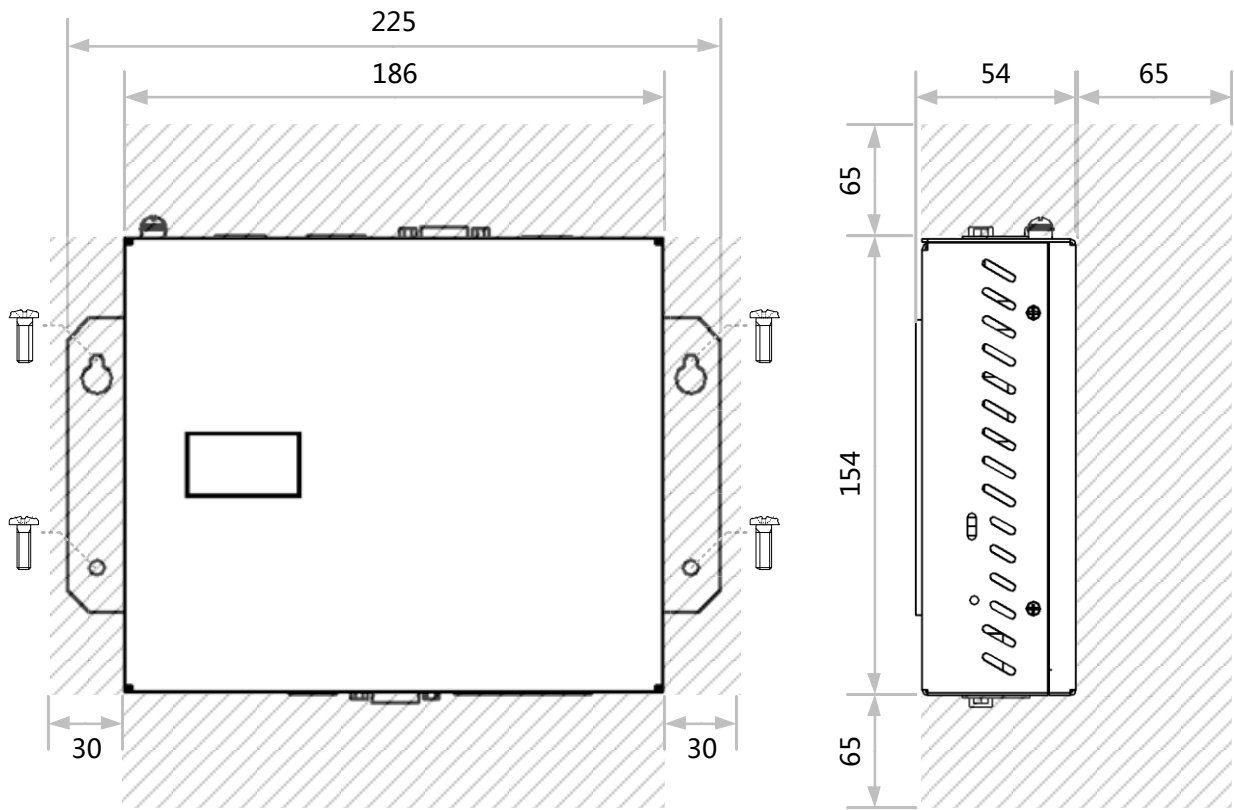


图 24 螺钉安装尺寸与空隙图

3.2 接线

接线端子的夹线孔可以适应的线缆线径为 16~28 AWG/1.29~0.32 mm，剥线长度 8 mm。如图 25 所示。

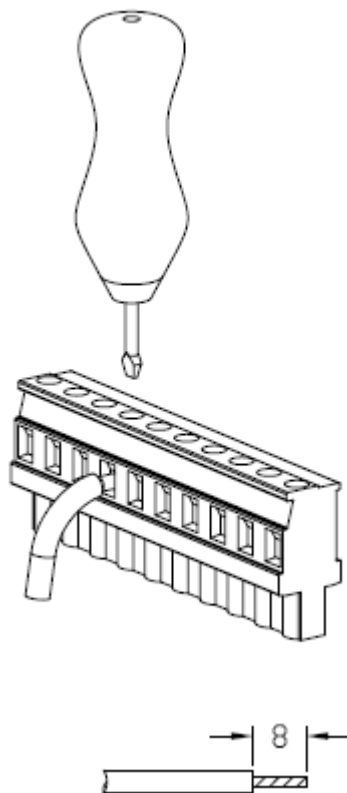


图 25 可插拔端子接线示意图

3.2.1 电缆要求

- 直连驱动器接口（用作编码器输入或脉冲串输出时）需采用双绞屏蔽线，屏蔽层接保护地。
- RTEX 总线接口推荐采用超五类（CAT5E）、屏蔽双绞线（STP）连接。
- 针对特殊场景（如：强电磁干扰环境），数字量输入/输出接口推荐采用多芯屏蔽线，屏蔽层接保护地。
- 模拟量输入/输出接口需采用通用多芯屏蔽线，屏蔽层接保护地。
- 通讯接口（包括 RS232、RS422、RS485）需采用双绞屏蔽线，屏蔽层接保护地。
- 通讯接口（以太网接口）需采用屏蔽以太网线，屏蔽层接保护地。
- MC 控制器与 MC1901 适配器通讯连接电缆推荐使用双绞多芯屏蔽电缆，长度 ≤ 2 m；其他电缆长度 ≤ 10 m。
- MC 控制器与网关通讯模块 LE5405 通讯连接需采用超五类（CAT5E）、屏蔽双绞线（STP）连接，长度控制在 50 m 内。
- 电缆需架设在户内。

第4章 运动控制器

本章介绍 MC 系列运动控制器各型号的接口和功能配置。

4.1 MC1004/1008 4 轴/8 轴运动控制器

4.1.1 技术指标

表 4 MC1004/1008 技术指标

CPU 特性			
CPU	架构		双核 Cortex-A9
	频率		667 MHz
	浮点计算		双精度（64 位）
存储区	DDR3 SDRAM	容量	256 MB
	Flash	系统存储区	16 MB
		用户存储区	16 MB
	Micro SD 卡		支持（FAT32 格式，最大容量 32 GB）
掉电保持 RAM（FRAM）		4048 bytes（物理容量），无需备用电池（MC1004-B01 及以上版本，MC1008-B02 及以上版本，详见章节 6.7 掉电保护功能）	
软件接口	编程语言		LD、ST、CFC、SFC
	程序下载		支持二进制目标代码下载 支持用户工程下载
	程序上传		支持用户工程上传
	程序加密		支持用户工程、POU、目标文件加密
	控制器加密		支持控制器加锁/解锁
	自动添加库功能		支持（MC 相关库）
	CPU 状态		RUN/STOP（启动时自动加载/不加载用户工程）
在线系统升级			支持
RTC 实时时钟（掉电保持时间）			支持星期/年/月/日/时/分/秒时间格式，精度±60 秒/月@25℃（掉电保持 4 天@25℃；超级电容供电）
伺服使能输出（DriveEnable）			有，1 路固态继电器（常开），最大通流 600 mA@24 VDC
电源规格			
模块供电电源	输入电压		20.4~28.8 VDC
	额定电压		24.0 VDC

CPU 特性			
	耐受电压	19.2~30.0 VDC	
	消耗功率	<12 W	
	防反接	支持, 最大反向电压 30 VDC	
模块输出电源	输出电压	4.5~5.5 VDC	
	负载能力	650 mA@5 VDC (各轴合计)	
运动控制			
直连接口 (作为脉冲串输入)	通道数	MC1004: 4 MC1008: 8	
	电平标准	EIA/TIA-485	
	最高输入频率	6 MHz (单相)	
	编码器计数范围	16 位	
	计数模式	单相 1 倍频 (脉冲+方向)、AB 双相 4 倍频、CW/CCW 输入	
	占空比	40%~60%	
	精度	±1 @ 单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部不隔离	
直连接口 (作为脉冲串输出)	通道数	MC1004: 4 MC1008: 8	
	电平标准	EIA/TIA-485	
	最高输出频率	2 MHz (单相)	
	输出模式	脉冲+方向、CW/CCW、AB 相	
	脉冲上升沿上升时间	0.03 μs	
	脉冲下降沿下降时间	0.03 μs	
	精度要求 (脉冲方式)	±1 @ 单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部不隔离	
数字量特性			
数字量输入	通道数	24 路 (12 路快速, 12 路慢速)	
	通道类型	源型	
	最高输入频率	快速通道	10 kHz (高电平持续时间>15 μs, 低电平持续时间>50 μs)
		慢速通道	20 Hz
	现场电源额定电压	24 VDC	
	通道闭合额定电流	5 mA@24 VDC	
	阈值电平	ON 状态	15 VDC (3 mA) ~30 VDC (7 mA)

CPU 特性			
		OFF 状态	0~5 VDC (0.8 mA)
	滤波参数	DI0~DI11	参见章节 6.4 滤波参数
		DI12~DI23	参见章节 6.4 滤波参数
	反向保护		支持, 最大反向电压 30 VDC
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
数字量输出	通道数		16 路 (8 路快速, 8 路慢速)
	输出类型		晶体管输出: 集电极开路、内部共地
	输出电压		24 VDC
	允许范围		20.4~28.8 VDC
	单通道输出电流		小于 300 mA
	公共端电流总和		单组 (8 路同时输出) 小于 2 A
	输出频率	快速	10 kHz (ON 响应时间 10 μ s, OFF 响应时间 5 μ s)
		慢速	20 Hz
	ON 时最大压降		1.5 VDC@300 mA 以下
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
模拟量特性			
模拟量输入	通道数		MC1004: 2 路 MC1008: 4 路 (分为 2 组, 每组 2 路)
	通道复用		无
	信号类型		电压
	防反输入		支持
	输入阻抗		>180 K Ω
	量程范围		0~10 VDC
	通道最大耐压		15 VDC
	对应码值		0~32,767
	精度		1% F.S.@25 $^{\circ}$ C
	稳定度		0.1% F.S.@25 $^{\circ}$ C
	数据更新时间		取决于伺服周期, 最快 125 μ s
	信号带宽	MC1004	AI0: <1 kHz AI1: <20 Hz
		MC1008	AI0、AI1: <20 Hz AI2、AI3: <1 kHz
	滤波参数		参见章节 6.4 滤波参数

CPU 特性			
	温漂		±100 ppm/°C
	故障诊断		无
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
模拟量输出	通道数		MC1004: 4 路 MC1008: 8 路 (分为 2 组, 每组 4 路)
	输出范围		-10~10 VDC
	对应码值		-32,768~32,767
	精度		0.5% F.S.@25°C
	稳定度		0.1% F.S.@25°C
	通道输出温漂		±50 ppm/°C
	稳定时间 (新值的 95%)		<1.5 ms (3 KΩ) <1.5 ms (5.1 nF)
	负载能力		>3 KΩ
	故障诊断		无
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA
		通道间	不隔离
通讯特性			
RS232 (COM1)	通讯口数量		1
	电平标准		EIA/TIA-232
	通讯口类型		隔离, 屏蔽线缆
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K
	通讯协议		自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485/422 (COM2)	通讯口数量		1 路, 半/全双工可切换
	电平标准		EIA/TIA-485、EIA/TIA-422
	通讯口类型		隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS422	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485		自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主	
RS485 (COM3/4)	通讯口数量		2 路
	电平标准		EIA/TIA-485

CPU 特性			
	通讯口类型		隔离，屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS485	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
		LE I/O	LE I/O 背板协议 (1.125 Mbps)
CAN	通讯口数量		1
	电平标准		ISO11898 (CAN 2.0B)
	通讯口类型		隔离，屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		50K、100K、125K、250K、500K、800K、1M
	通讯协议		自由口协议
以太网	通讯口数量		1
	程序下装		支持
	电平标准		IEEE 802.3
	通讯口类型		标准 RJ45
	通讯速率		10/100/1000 Mbps 自适应
	通讯协议		UDP、TCP/IP、Modbus TCP 从/主
USB to UART	通讯口数量		1
	通讯速率		最大 12 Mbps
	用途		内部调试用
显示特性			
OLED 显示屏	屏幕类型		OLED
	背光和文字		无背光，黄色字体
	分辨率		128*64
	可视区 (mm)		37.0*19.5
物理特性			
安装方式	导轨安装或螺钉安装		
接线端子	可插拔		
尺寸规格 (mm)	236.0*154.4*54.0		
重量	MC1004: 1.0 kg MC1008: 1.5 kg		
环境特性			
工作温度范围	0~60℃		
存储温度范围	-40~70℃		

CPU 特性	
工作湿度范围	5%~95%（无凝结）
工作海拔高度	≤3000 m
可靠性	
热插拔	不支持
上电启动时间	30 s（从上电至工程开始运行）
故障隔离	无
冷复位	支持（复位后所有输出量归零）
热复位	支持（不支持无扰）
绝缘电阻	相互隔离的端子间绝缘电阻≥5 MΩ（一般试验条件） 相互隔离的端子间绝缘电阻≥1 MΩ（湿热条件）

4.1.2 接口说明

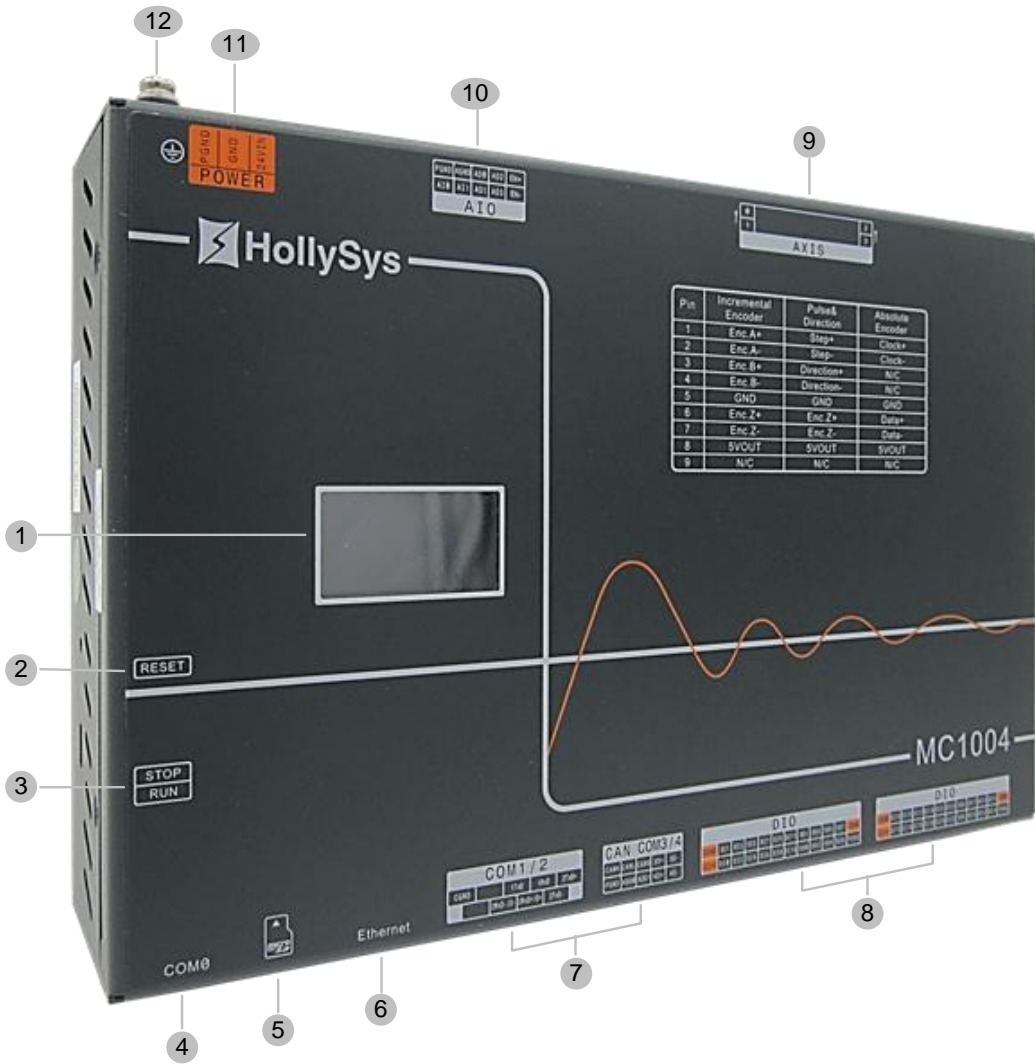


图 26 MC1004 示意图

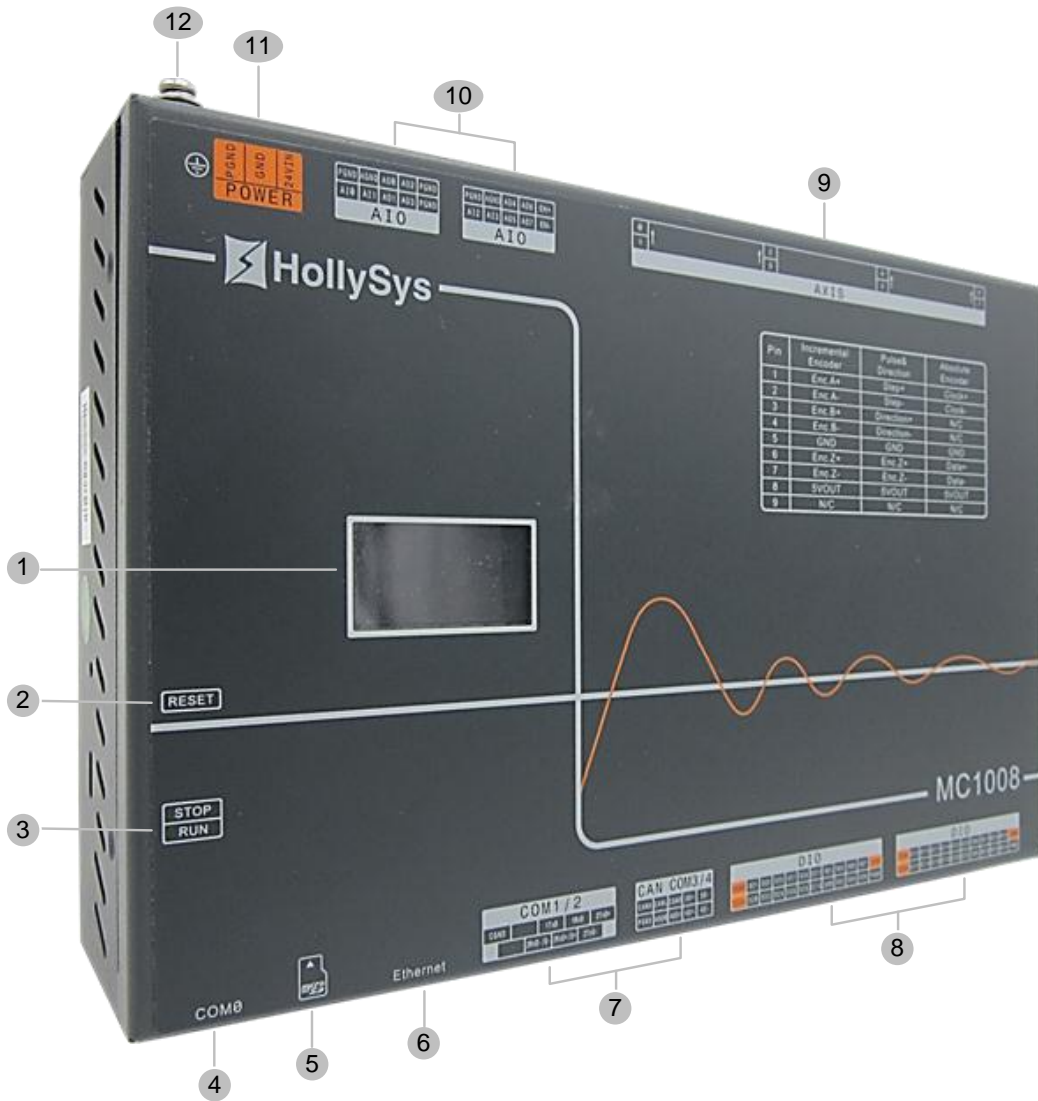


图 27 MC1008 示意图

表 5 硬件列表

序号	名称
1	显示屏
2	复位按钮
3	工程加载控制开关
4	Micro USB 接口
5	Micro SD 接口
6	Ethernet 接口
7	通讯接口
8	数字量接口
9	驱动器接口

序号	名称
10	模拟量接口与伺服使能接口
11	电源接口
12	接地柱

4.1.2.1 显示屏

MC 控制器具有一块 128*64 点阵的 OLED 显示屏，可以实时显示模块型号、输入电压、内核温度、运行状态、伺服使能状态、IP 地址、网络连接状态、模块 DI/DO 状态等。



- 请注意保护显示屏，避免被尖锐工具戳伤。

显示屏各部分内容定义如下：

1. 模块型号

模块正常运行时以 0.5 Hz 频率不断闪烁，模块故障时不闪烁。

```

MC1008  23.7V  40°C
I D L E   O F F
192.168.0.250  C
I : F 175A3   0 : C 964

```

图 28 显示屏示意图（示例）

2. 输入电压

模块输入电压的分辨率为 0.1 VDC。

```

MC1008  23.7V  40°C
I D L E   O F F
192.168.0.250  C
I : F 175A3   0 : C 964

```

图 29 显示屏示意图（示例）

3. 内核温度

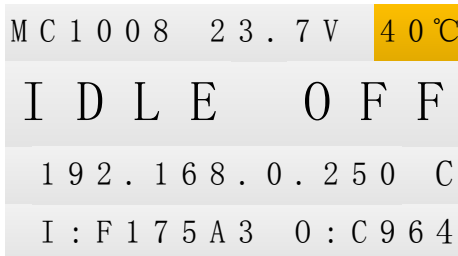


图 30 显示屏示意图（示例）



- 如果 CPU 内核温度超过 100℃，请检查工作环境温度。请勿让控制器长时间高温运行，以免损坏模块。

4. 运行状态



图 31 显示屏示意图（示例）

表 6 MC 控制器运行状态

序号	显示状态	说明
1	STARTING	系统正在启动
2	UPDATE	系统正在升级
3	SUCCESS	系统升级完毕
4	NULL	系统启动完成，无用户工程
5	LOAD	系统正在加载用户工程
6	RUN	系统正在运行用户工程
7	IDLE	系统处于空闲状态
8	ERROR	系统故障

5. 伺服使能状态

- ON: 伺服使能有效。
- OFF: 伺服使能无效。


```

M C 1 0 0 8   2 3 . 7 V   4 0 °C
I D L E       O F F
1 9 2 . 1 6 8 . 0 . 2 5 0   C
I : F 1 7 5 A 3   0 : C 9 6 4

```

图 32 显示屏示意图（示例）

6. IP 地址

模块的默认 IP 地址为 192.168.0.250。

```

M C 1 0 0 8   2 3 . 7 V   4 0 °C
I D L E       O F F
1 9 2 . 1 6 8 . 0 . 2 5 0   C
I : F 1 7 5 A 3   0 : C 9 6 4

```

图 33 显示屏示意图（示例）

7. 网络连接状态

- 显示“C”：建立网络连接。
- 不显示：没有网络连接。

```

M C 1 0 0 8   2 3 . 7 V   4 0 °C
I D L E       O F F
1 9 2 . 1 6 8 . 0 . 2 5 0   C
I : F 1 7 5 A 3   0 : C 9 6 4

```

图 34 显示屏示意图（示例）

8. 模块 DI 状态

以 16 进制显示模块数字量输入端口的状态。



图 35 显示屏示意图（示例）

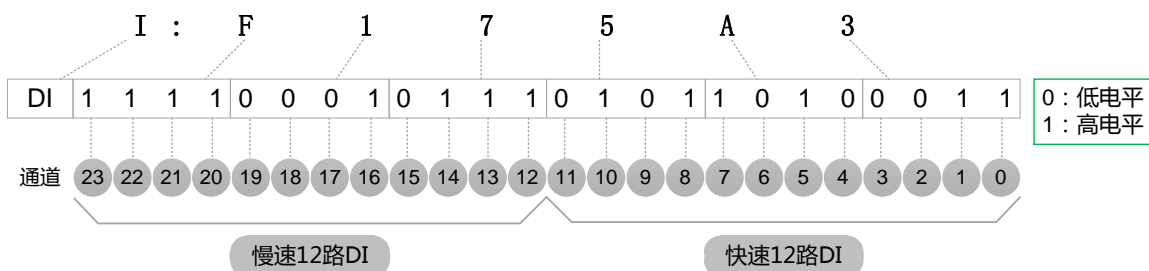


图 36 DI 状态示意图（示例）

9. 模块 DO 状态

以 16 进制显示模块数字量输出端口的状态。



图 37 显示屏示意图（示例）

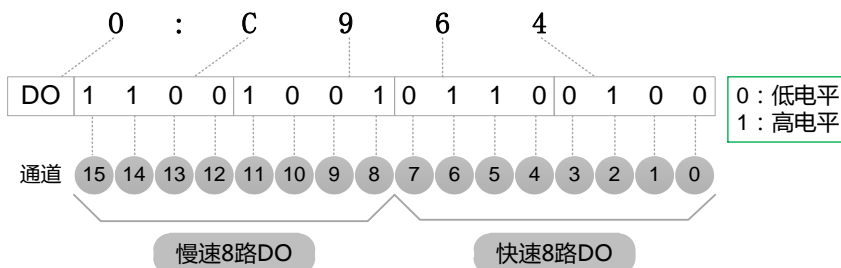


图 38 DO 状态示意图（示例）

4.1.2.2 复位按钮（RESET）

按下复位按钮可对控制器进行复位，释放复位按钮则控制器重新启动。



- 为避免误操作，复位按钮位于模块内部，需要使用工具操作。

4.1.2.3 工程加载控制开关（RUN/STOP）

工程加载控制开关在系统启动后起作用：

- 当拨到 RUN 位置时，系统启动后自动加载并运行存储区中的用户工程。
- 当拨到 STOP 位置时，系统启动后不加载存储区中的用户工程。



- 为避免误操作，工程加载控制开关位于模块内部，需要使用工具操作。

4.1.2.4 Micro USB 接口

Micro USB 接口（COM0）用于系统调试，不对用户开放。

4.1.2.5 Micro SD 接口

通过 Micro SD 卡（TF 卡），可以进行系统升级或加载用户数据。



- 插卡时，请参照模块上的图示。

4.1.2.6 以太网接口

以太网接口采用标准 RJ45 接口，可用于：

- 连接至上位机 AutoThink（简称 AT）组态软件，进行组态、调试和监控等。
- 连接至上位机用户编写的软件，按用户要求操作 MC 控制器内部功能。
- 通过 Modbus TCP 协议连接至其他设备。



- 以太网采用 10/100/1000 Mbps 自适应接口，会根据网络情况自动选择通信速率。
- 以太网连接的速率和稳定性与网线、交换机、互联设备相关，为提高通信可靠性，请选择质量较高的产品。

4.1.2.7 通讯接口

除了以太网接口，MC1004/1008 还具有 2 组通讯接口。

第 1 组接口为 DB9，包括 1 路 RS232 接口（COM1）和 1 路 RS422/485 接口（COM2）。

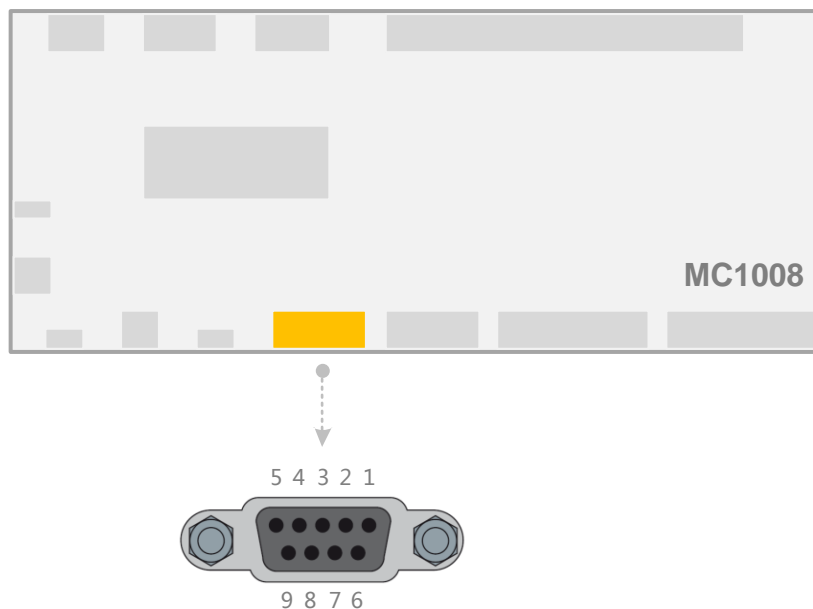


图 39 第 1 组通讯接口示意图

表 7 第 1 组通讯接口说明

引脚	名称	说明
1	2TxD+	COM2: RS422 模式下为发送正端 RS485 模式下不使用
2	1RxD	COM1: 接收
3	1TxD	COM1: 发送
4	-	不使用
5	CGND	通讯地
6	2TxD-	COM2: RS422 模式下为发送负端 RS485 模式下不使用
7	2RxD+/D+	COM2: RS422 模式下为接收正端 RS485 模式下为信号正端
8	2RxD-/D-	COM2: RS422 模式下为接收负端 RS485 模式下为信号负端
9	-	不使用



- 使用 COM1 或 COM2 时，需要将通信地 CGND 连接至另一侧设备的通信地。

第 2 组接口为双排接线端子，包括 1 路标准 CAN 接口和 2 路 RS485 接口（COM3、COM4）。

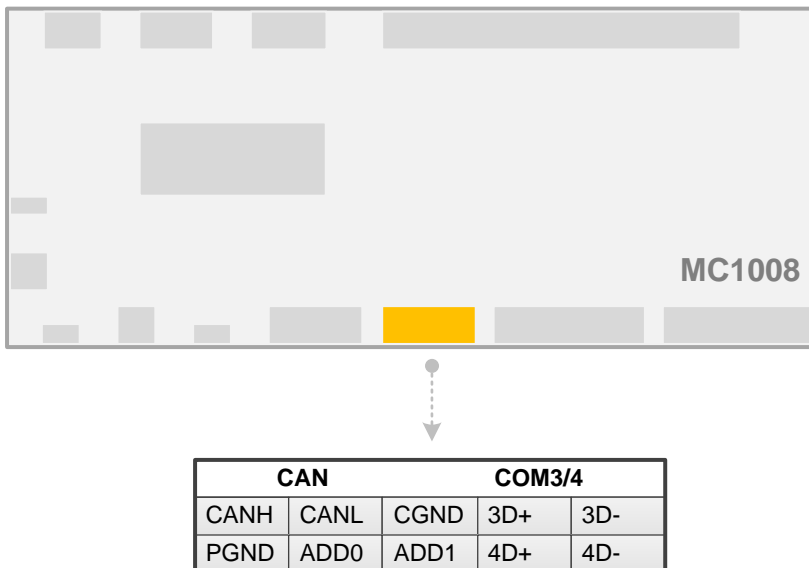


图 40 第 2 组通讯接口示意图

表 8 第 2 组通讯接口

引脚	名称	说明
1	CANH	CAN 正端
2	CANL	CAN 负端
3	CGND	通讯地
4	3D+	COM3: RS485 正端
5	3D-	COM3: RS485 负端
6	PGND	保护地
7	ADD0	LE I/O 地址 0
8	ADD1	LE I/O 地址 1
9	4D+	COM4: RS485 正端
10	4D-	COM4: RS485 负端

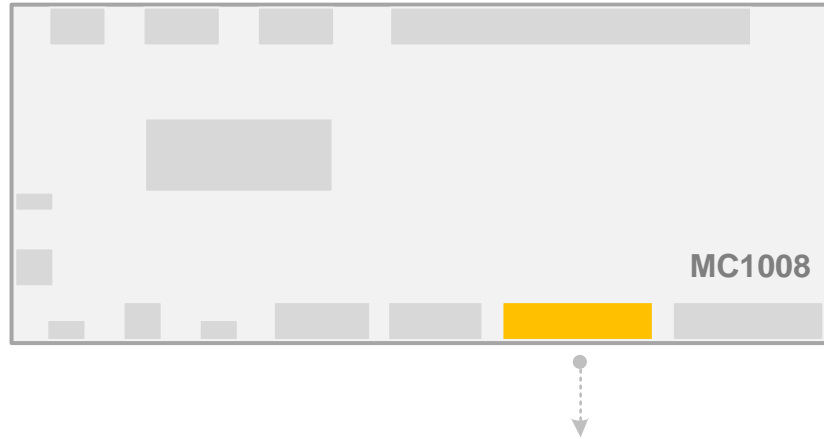


- 使用 CAN、COM3 或 COM4 时，需要将通信地 CGND 连接至另一侧设备的通信地。

4.1.2.8 数字量接口

MC1004/1008 具有 2 组数字量接口。

第 1 组接口包括 12 个快速 DI 和 8 个快速 DO。



DIO											
IOGND	DI1	DI3	DI5	DI7	DI9	DI11	DO1	DO3	DO5	DO7	IOGND
IO24V	DI0	DI2	DI4	DI6	DI8	DI10	DO0	DO2	DO4	DO6	PGND

图 41 第 1 组数字量接口示意图

表 9 第 1 组数字量接口说明

引脚	说明	引脚	说明
IO24V	现场电源 24 VDC	DI10	第 10 位数字量输入（快速）
IOGND	现场电源地	DI11	第 11 位数字量输入（快速）
DI0	第 0 位数字量输入（快速）	DO0	第 0 位数字量输出（快速）
DI1	第 1 位数字量输入（快速）	DO1	第 1 位数字量输出（快速）
DI2	第 2 位数字量输入（快速）	DO2	第 2 位数字量输出（快速）
DI3	第 3 位数字量输入（快速）	DO3	第 3 位数字量输出（快速）
DI4	第 4 位数字量输入（快速）	DO4	第 4 位数字量输出（快速）
DI5	第 5 位数字量输入（快速）	DO5	第 5 位数字量输出（快速）
DI6	第 6 位数字量输入（快速）	DO6	第 6 位数字量输出（快速）
DI7	第 7 位数字量输入（快速）	DO7	第 7 位数字量输出（快速）
DI8	第 8 位数字量输入（快速）	PGND	保护地
DI9	第 9 位数字量输入（快速）	IOGND	现场电源地

第 2 组接口包括 12 个慢速 DI 和 8 个慢速 DO。



DIO											
IOGND	DI13	DI15	DI17	DI19	DI21	DI23	DO9	DO11	DO13	DO15	IOGND
IO24V	DI12	DI14	DI16	DI18	DI20	DI22	DO8	DO10	DO12	DO14	PGND

图 42 第 2 组数字量接口示意图

表 10 第 2 组数字量接口说明

引脚	说明	引脚	说明
IO24V	现场电源 24 VDC	DI22	第 22 位数字量输入（慢速）
IOGND	现场电源地	DI23	第 23 位数字量输入（慢速）
DI12	第 12 位数字量输入（慢速）	DO8	第 8 位数字量输出（慢速）
DI13	第 13 位数字量输入（慢速）	DO9	第 9 位数字量输出（慢速）
DI14	第 14 位数字量输入（慢速）	DO10	第 10 位数字量输出（慢速）
DI15	第 15 位数字量输入（慢速）	DO11	第 11 位数字量输出（慢速）
DI16	第 16 位数字量输入（慢速）	DO12	第 12 位数字量输出（慢速）
DI17	第 17 位数字量输入（慢速）	DO13	第 13 位数字量输出（慢速）
DI18	第 18 位数字量输入（慢速）	DO14	第 14 位数字量输出（慢速）
DI19	第 19 位数字量输入（慢速）	DO15	第 15 位数字量输出（慢速）
DI20	第 20 位数字量输入（慢速）	PGND	保护地
DI21	第 21 位数字量输入（慢速）	IOGND	现场电源地



- 快速 DI 可用于运动控制算法中的高速脉冲捕捉功能，快速 DO 可用于高速到位输出功能。慢速 DI 和 DO 则不适用。
- 使用 DI 或 DO 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和接地信号。
- DI 接口支持 Encoder-DI 功能，详见章节 6.5 Encoder-DI 轴。
- DO 接口支持 Stepper-DO 功能，详见章节 6.6 Stepper-DO 轴。

数字量输入为源型。当输入电压低于 5 VDC 时判断为“0”，当输入电压高于 15 VDC 时判断为“1”。

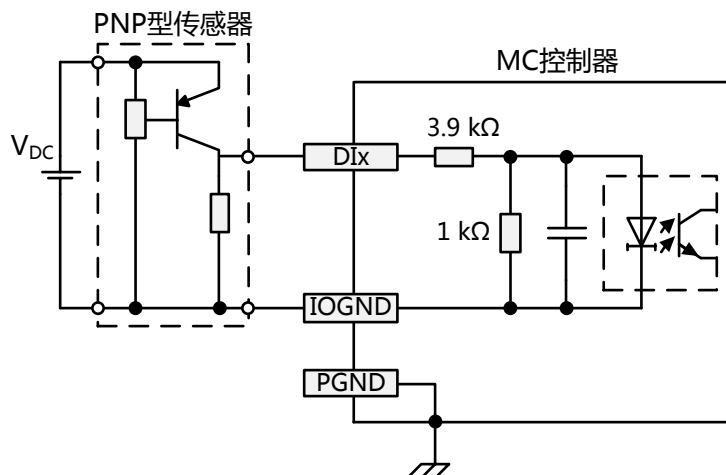


图 43 DI 接线示意图 (PNP 型)

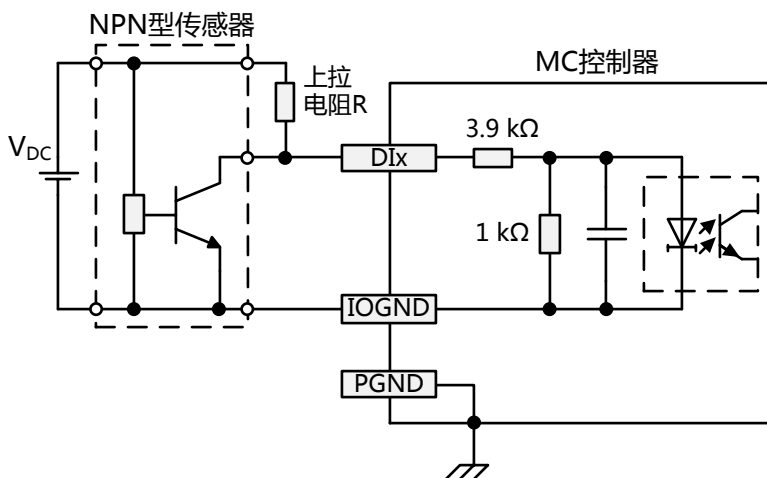


图 44 DI 接线示意图 (NPN 型)



- 选择 NPN 型传感器时，上拉电阻 R 取值需考虑 DI 通道的导通电流与电阻本身功耗。DI 通道导通电流按照 3~7 mA 设计，取 4 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.7}{R + 3.9} = 4 \text{ mA}$$

在传感器供电电源 V_{DC} 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 kΩ，1/2 W。

数字量输出为晶体管开集方式，所用输出通道内部共地。

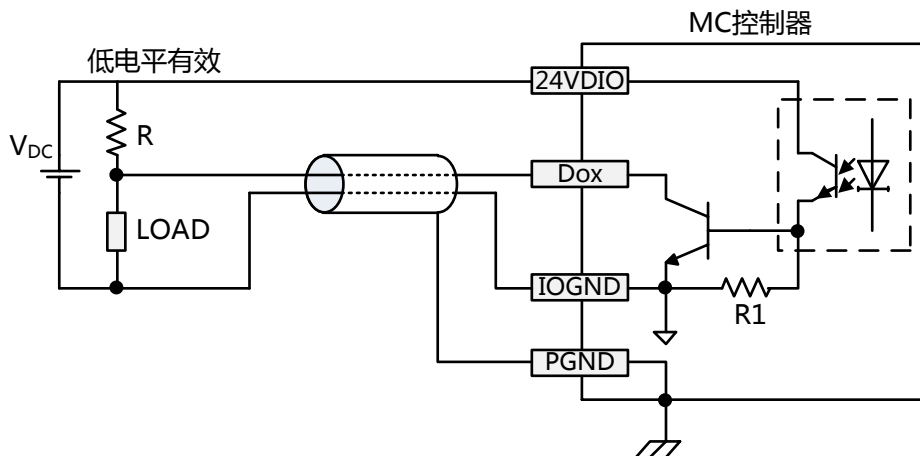


图 45 DO 电气原理示意图（低电平有效）

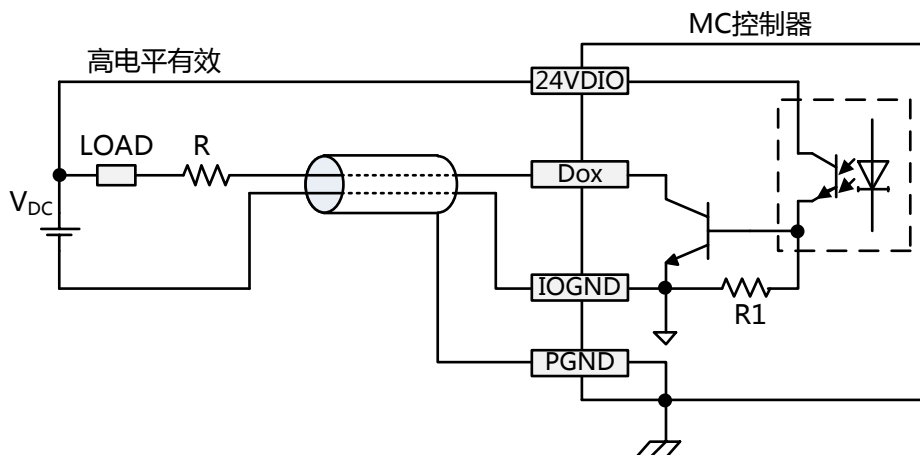


图 46 DO 电气原理示意图（高电平有效）



- R 选型需要结合通道输出电流指标，避免因过流损坏通道。DO 通道最大负载能力按单通道 300 mA 设计，取 15 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.5}{R} = 15 \text{ mA}$$

在外部供电电源 V_{DC} 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 k Ω ，1/2 W。

- 高低电平有效针对相应负载是否工作。

4.1.2.9 驱动器接口

MC1004 具有 4 个直连式驱动器接口（Axis0~Axis3），MC1008 具有 8 个直连式驱动器接口（Axis0~Axis7），可以根据轴类型配置连接：

- 伺服电机驱动器速度模式
- 伺服电机驱动器位置模式（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 步进电机驱动器（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）

- 增量式编码器（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 绝对值编码器（SSI）

该接口还向外提供一个低功率 5 VDC 电源，可以为多数编码器提供工作电源。

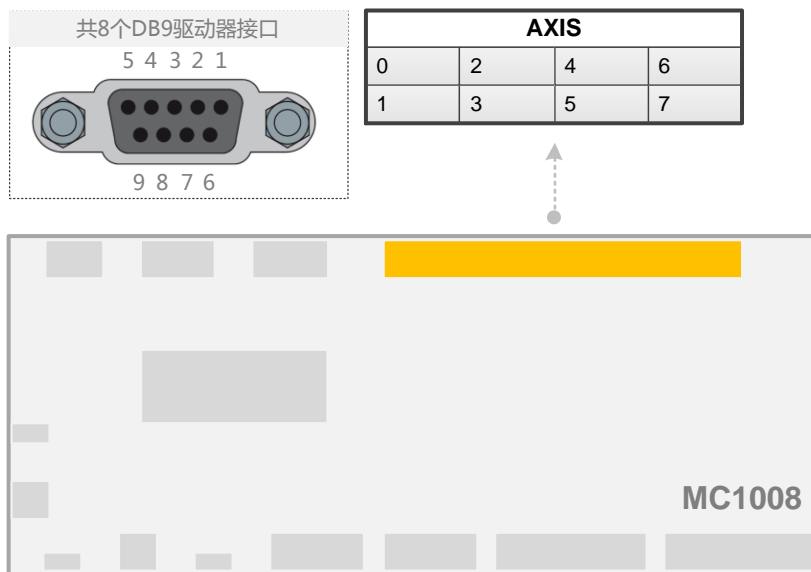


图 47 驱动器接口示意图

表 11 引脚说明（伺服电机驱动器速度模式）

引脚	信号	说明
1	Enc.A+	A 相正端
2	Enc.A-	A 相负端
3	Enc.B+	B 相正端
4	Enc.B-	B 相负端
5	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用



- 驱动器接口作为输入，接收伺服电机驱动器的编码器信号。

表 12 引脚说明（伺服电机驱动器位置模式、步进电机驱动器、增量式编码器）

引脚	脉冲串+方向		正向/反向脉冲串		AB 相脉冲串	
	信号	说明	信号	说明	信号	说明
1	Step+	脉冲串正端	CW+	正向脉冲串正端	A+	A 相脉冲串正端

引脚	脉冲串+方向		正向/反向脉冲串		AB 相脉冲串	
2	Step-	脉冲串负端	CW-	正向脉冲串负端	A-	A 相脉冲串负端
3	Dir+	方向正端	CCW+	反向脉冲串正端	B+	B 相脉冲串正端
4	Dir-	方向负端	CCW-	反向脉冲串负端	B-	B 相脉冲串负端
5	GND	信号地	GND	信号地	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用	N/C	不使用	N/C	不使用



- 连接伺服电机驱动器（位置模式）、步进电机驱动器时，驱动器接口作为输出，发送位置脉冲信号给电机驱动器。
- 连接增量式编码器时，驱动器接口作为输入，接收编码器的位置脉冲信号。

表 13 引脚说明（SSI 绝对值编码器）

引脚	信号	说明
1	Clock+	时钟正端
2	Clock-	时钟负端
3	N/C	不使用
4	N/C	不使用
5	GND	信号地
6	Data+	数据正端
7	Data-	数据负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用

以上信号定义在设置轴类型后自动切换，请核对实际接线与用户工程中设置是否正确对应。



- 5VOUT 为驱动器接口共用+5 VDC 输出，总计最大输出电流不超过 650 mA。
- 5VOUT 使用时请勿与信号地（GND）短接，否则可能导致控制器损坏。
- 使用驱动器接口时需要连接信号地（第 5 引脚 GND）至另一侧设备。
- 标记为“N/C”的引脚在使用时请勿接线。
- MC1008 轴 0~3 支持 SSI 绝对值编码器，MC1004 轴 0~1 支持 SSI 绝对值编码器。

4.1.2.10 模拟量接口

MC1004 具有 1 组模拟量接口，包括 2 路 AI 和 4 路 AO。

在直连速度模式下（AxisType=20），通过 AO 来控制伺服驱动器的速度。Aon 对应 AXISn。
模拟量输入范围为 0~10 VDC，模拟量输出范围为-10~10 VDC。

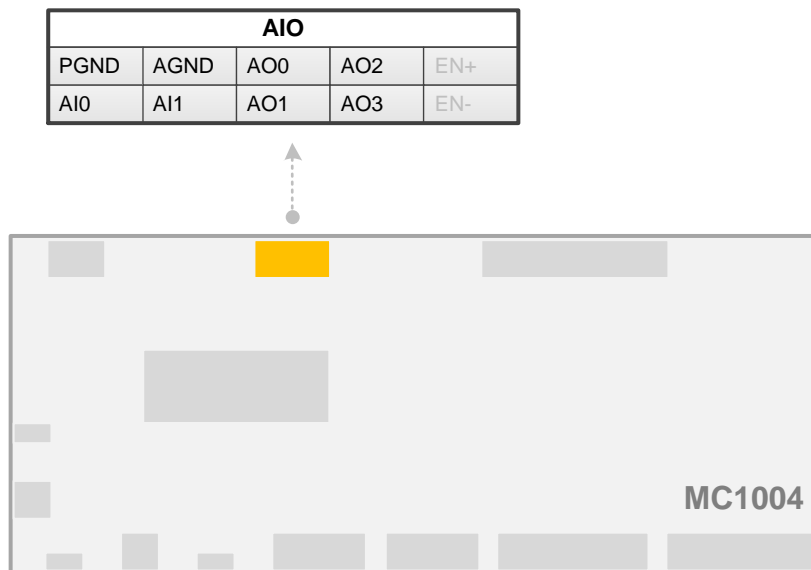


图 48 模拟量接口示意图

表 14 模拟量接口说明

引脚	说明
PGND	保护地
AGND	模拟量信号地
AI0	第 0 路模拟量输入
AI1	第 1 路模拟量输入
AO0	第 0 路模拟量输出
AO1	第 1 路模拟量输出
AO2	第 2 路模拟量输出
AO3	第 3 路模拟量输出



- AI 通道接入超量程信号可能导致对应或相邻通道损坏！

MC1008 具有 2 组模拟量接口。在直连速度模式下（AxisType=20），通过 AO 来控制伺服驱动器的速度。Aon 对应 AXISn。

模拟量输入范围为 0~10 VDC，模拟量输出范围为-10~10 VDC。

第 1 组接口包括 2 路 AI 和 4 路 AO。

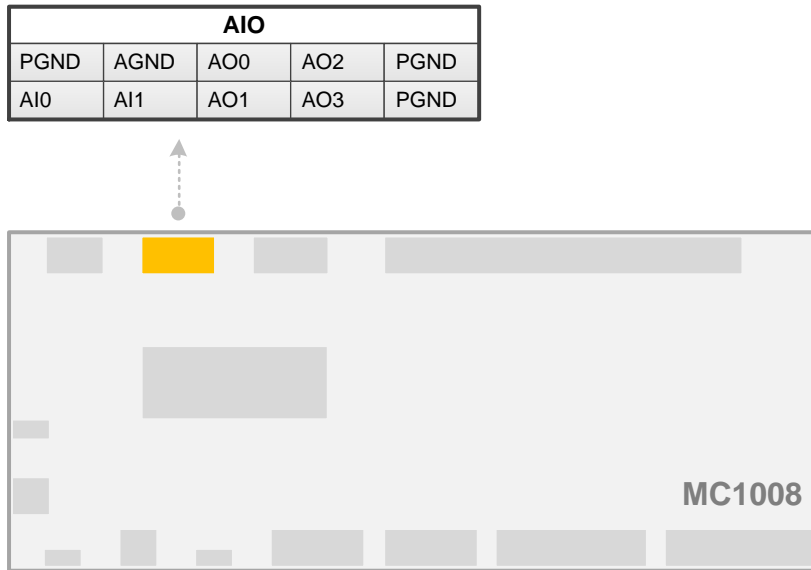


图 49 第 1 组模拟量接口示意图

表 15 第 1 组模拟量接口说明

引脚	说明
PGND	保护地
AGND	模拟量信号地
AI0	第 0 路模拟量输入
AI1	第 1 路模拟量输入
AO0	第 0 路模拟量输出
AO1	第 1 路模拟量输出
AO2	第 2 路模拟量输出
AO3	第 3 路模拟量输出
PGND	保护地
PGND	保护地

第 2 组接口包括 2 路 AI 和 4 路 AO。

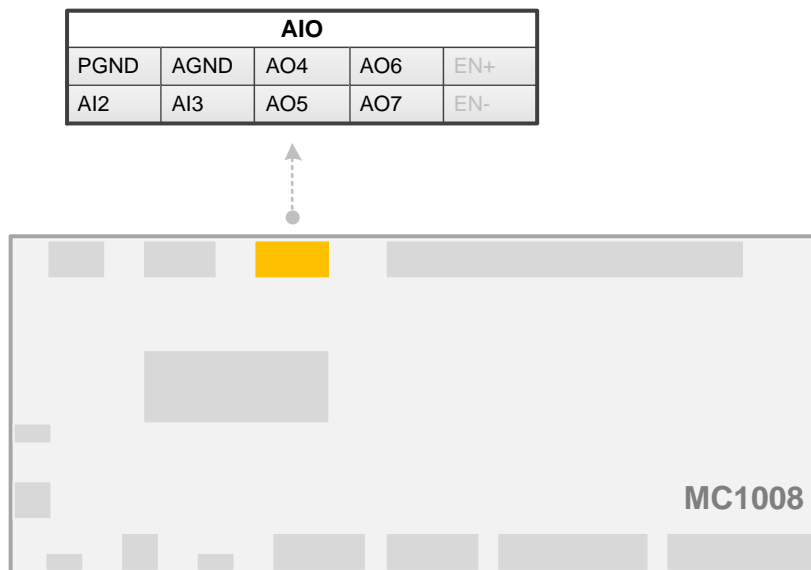


图 50 第 2 组模拟量接口示意图

表 16 第 2 组模拟量接口说明

引脚	说明
PGND	保护地
AGND	模拟量信号地
AI2	第 2 路模拟量输入
AI3	第 3 路模拟量输入
AO4	第 4 路模拟量输出
AO5	第 5 路模拟量输出
AO6	第 6 路模拟量输出
AO7	第 7 路模拟量输出



- AI 通道接入超量程信号可能导致对应或相邻通道损坏！

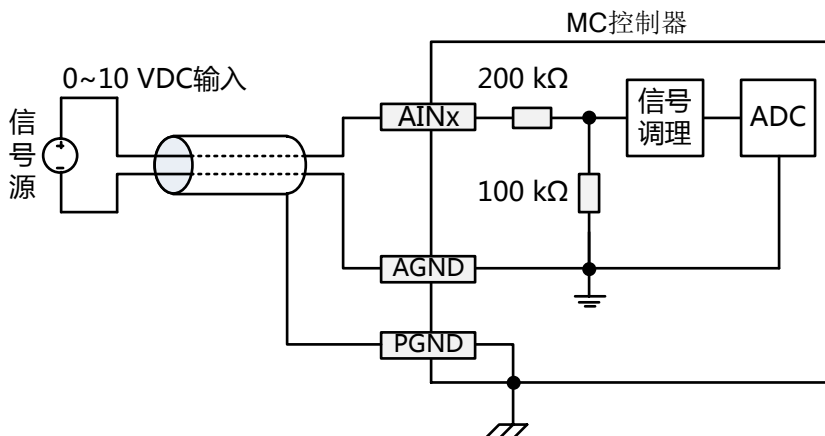


图 51 AI 电气原理示意图



- 两路 AI 通道同时接入信号时，如果一路信号反接，会造成另一路信号采集不准！

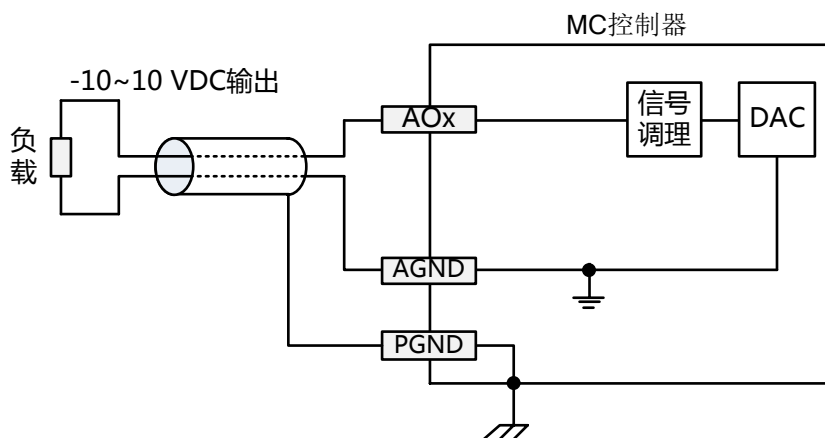


图 52 AO 电气原理示意图



- 负载（LOAD）的阻值需 $>3\text{ k}\Omega$ 。

4.1.2.11 伺服使能（DriveEnable）

伺服使能（DriveEnable）是一个固态继电器的常开触点，用于连接伺服驱动器的使能信号，可以通过两种方式进行控制：

- AutoThink 软件工具栏的使能按钮
- HMC_DriveEnable 函数

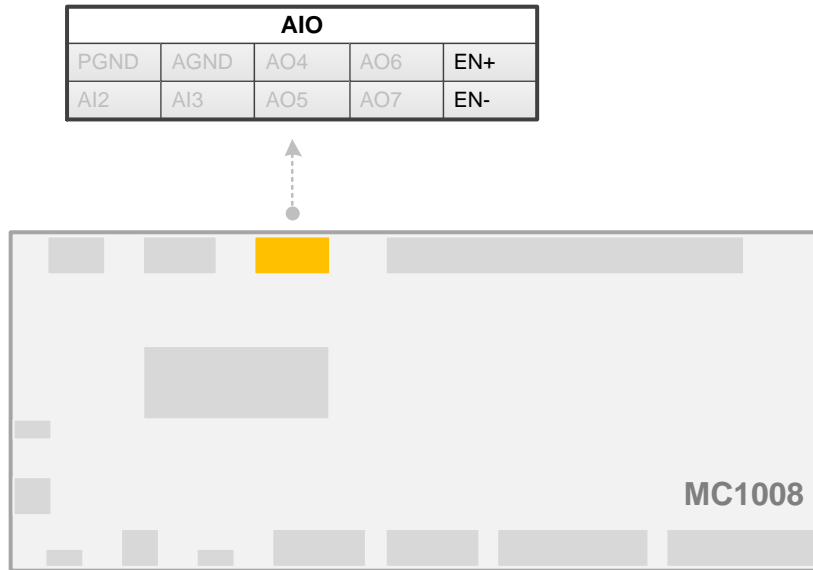


图 53 伺服使能接口示意图

表 17 伺服使能接口说明

引脚	说明
EN+	伺服使能信号正端
EN-	伺服使能信号负端

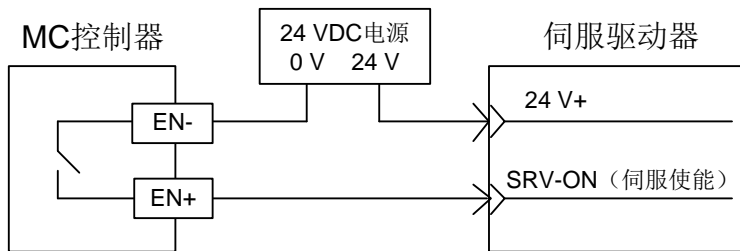


图 54 伺服使能与伺服驱动器接线示意图

4.1.2.12 电源接口

MC 控制器采用 24 VDC 电源供电。

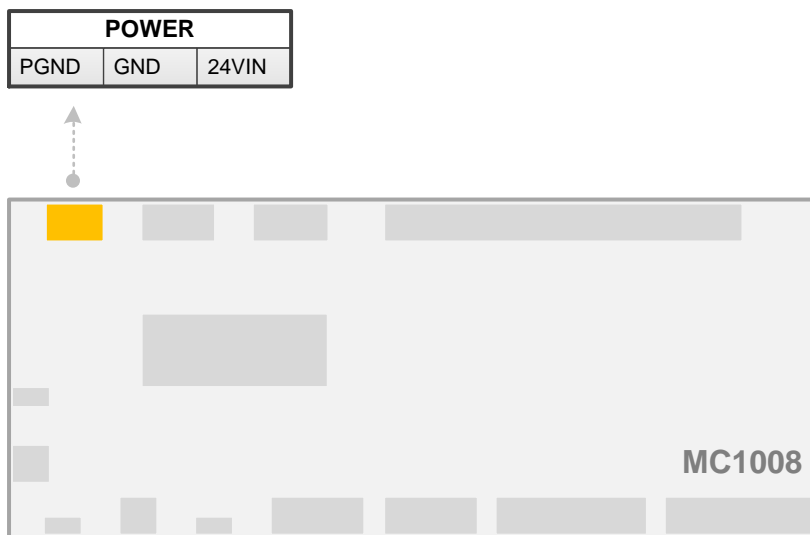


图 55 电源接口示意图

表 18 电源接口说明

引脚	说明
PGND	保护地
GND	电源地
24VIN	24 VDC 电源正端

4.1.2.13 接地柱

将接地柱可靠连接至大地，接地电阻 $<4\ \Omega$ 。

4.1.3 注意事项

为保证控制器可靠、高性能运行，务必确保上述各外设接口接线或电气性能指标满足控制器给出的要求，否则可能会对控制器工作性能造成不同程度的影响甚至有可能损坏控制器。

4.2 MC1004L 经济型 4 轴运动控制器

4.2.1 技术指标

表 19 MC1004L 技术指标

CPU 特性			
CPU	架构		双核 Cortex-A9
	频率		667 MHz
	浮点计算		双精度（64 位）
存储区	DDR3 SDRAM	容量	256 MB

CPU 特性			
	Flash	系统存储区	16 MB
		用户空间	16 MB
	Micro SD 卡		支持 (FAT32 格式, 最大容量 32 GB)
	掉电保持 RAM (FRAM)		4048 bytes (物理容量), 无需备用电池
软件接口	编程语言		LD、ST、CFC、SFC
	程序下载		支持二进制目标代码下载 支持用户工程下载
	程序上传		支持用户工程上传
	程序加密		支持用户工程和 POU 加密 支持目标文件加密
	控制器加密		支持控制器加锁/解锁
	自动添加库功能		支持 (MC 相关库)
	CPU 状态		RUN/STOP (启动时自动加载/不加载用户工程)
在线系统升级		支持	
RTC 实时时钟 (掉电保持时间)		支持星期/年/月/日/时/分/秒时间格式, 精度±2 min/ 月@25°C (掉电保持 10 天@25°C; 超级电容供电)	
电源规格			
模块供电电源	工作电压		20.4~28.8 VDC
	额定电压		24.0 VDC
	耐受电压		19.2~30.0 VDC
	消耗功率		<12 W
	防反接		支持, 最大电压 30 VDC
	电源电压指示		LED 指示
模块输出电源	输出电压		4.75~5.25 VDC
	负载能力		200 mA@5 VDC (通过 AXIS0 输出), 带短路保护
运动控制			
直连接口 (作为脉冲串输入)	通道数		4 (AXIS0~ AXIS3)
	电平标准		EIA/TIA-485
	最高输入频率		6MHz (单相)
	计数模式		单相 1 倍频 (脉冲+方向)、AB 双相 4 倍频、 CW/CCW 输入
	占空比		40%~60%
	精度		±1 @ 单次调用
	接线方式		屏蔽双绞线

CPU 特性			
	电气隔离	系统与外部隔离, 500 VAC@1 min, 漏电流<5 mA	
直连接口 (作为脉冲串输出)	通道数	4 (AXIS0~AXIS3)	
	电平标准	EIA/TIA-485	
	最高输出频率	2MHz (单相)	
	输出模式	脉冲+方向、CW/CCW、AB 相	
	脉冲上升沿上升时间	0.03 μ s	
	脉冲下降沿下降时间	0.03 μ s	
	精度要求 (脉冲方式)	± 1 @单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部隔离, 500 VAC@1 min, 漏电流<5 mA	
数字量特性			
数字量输入	通道数	10 路 (4 路快速, 6 路慢速)	
	通道类型	源型或漏型	
	最高输入频率	快速通道	DI0~DI3, 200 kHz (高电平持续时间>2 μ s, 低电平持续时间>2.5 μ s)
		慢速通道	DI4~DI9, 20 Hz
	现场电源额定电压	24 VDC	
	通道闭合额定电流	6 mA@24 VDC	
	阈值电平	ON 状态	15 VDC (3 mA) ~30 VDC (7.5 mA)
		OFF 状态	0~5 VDC (0.8 mA)
	滤波参数	DI0~DI3	参见章节 6.4 滤波参数
		DI4~DI9	参见章节 6.4 滤波参数
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流<5 mA
通道间		不隔离	
数字量输出	通道数	8 路 (8 路快速)	
	输出类型	源型输出: MOS	
	负载驱动电压	24 VDC	
	负载驱动电压允许范围	20.4~28.8 VDC	
	单通道输出电流	小于 300 mA	
	公共端电流总和	单组 (8 路同时输出) 小于 2 A	
	输出频率	10 kHz (ON 响应时间 10 μ s, OFF 响应时间 5 μ s)	
	ON 时最大压降	0.5 VDC@300 mA 以下	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA

CPU 特性			
		通道间	不隔离
通讯特性			
RS232 (COM1)	通讯口数量		1
	电平标准		EIA/TIA-232
	通讯口类型		隔离, 屏蔽线缆
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K
	通讯协议		自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485 (COM2/3)	通讯口数量		2 路
	电平标准		EIA/TIA-485
	通讯口类型		隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS485	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
LE I/O		LE I/O 背板协议 (1.125 Mbps)	
以太网	通讯口数量		1
	程序下装		支持
	电平标准		IEEE 802.3
	通讯口类型		标准 RJ45
	通讯速率		10/100/1000 Mbps 自适应
	通讯协议		UDP、TCP/IP、Modbus TCP 从/主
物理特性			
安装方式	导轨安装或螺钉安装		
接线端子	可插拔		
尺寸规格 (mm)	211.0*154.4*39.0		
重量	1.0 kg		
环境特性			
工作温度范围	0~60℃		
存储温度范围	-40~70℃		
工作湿度范围	5%~95% (无凝结)		
工作海拔高度	≤3000 m		
可靠性			
热插拔	不支持		

CPU 特性	
上电启动时间	30 s（从上电至工程开始运行）
故障隔离	无
冷复位	支持（复位后所有输出量归零）
热复位	不支持
绝缘电阻	相互隔离的端子间绝缘电阻 $\geq 5 \text{ M}\Omega$ （一般试验条件） 相互隔离的端子间绝缘电阻 $\geq 1 \text{ M}\Omega$ （湿热条件）

4.2.2 接口说明

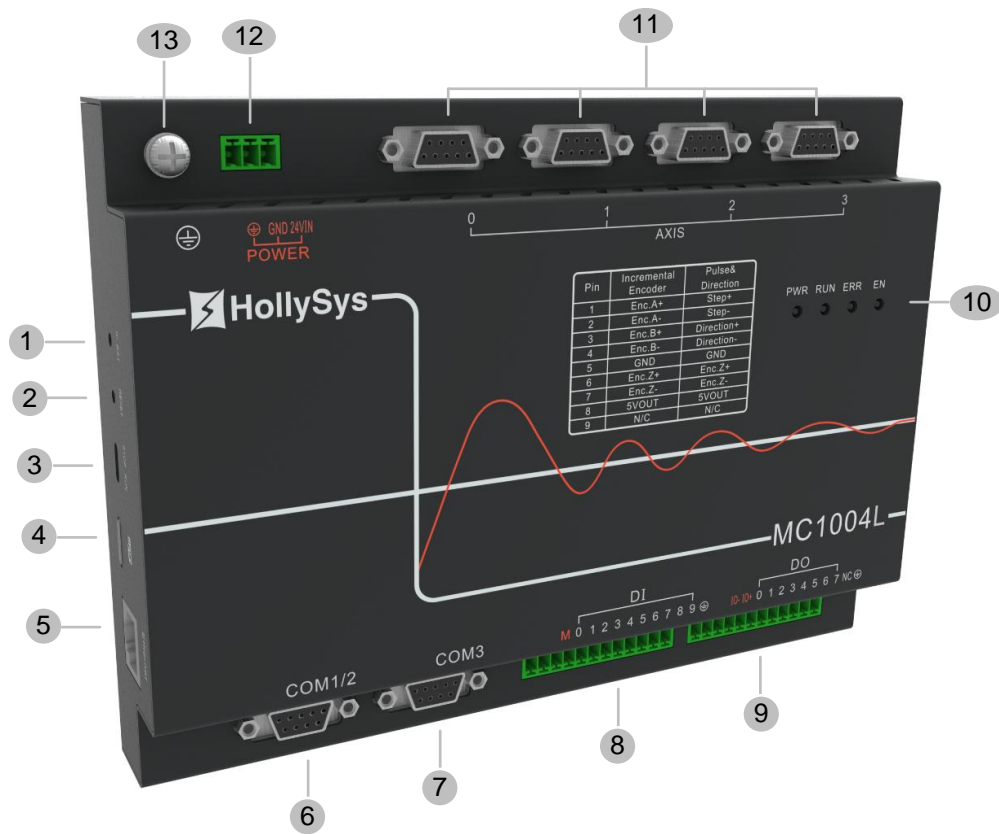


图 56 MC1004L 示意图

表 20 MC1004L 硬件配置

序号	名称
1	IP 复位按钮
2	系统复位按钮
3	工程加载控制开关
4	Micro SD 卡接口
5	Ethernet 接口

序号	名称
6	COM1/2 通讯接口
7	COM3 通讯接口
8	DI 接口
9	DO 接口
10	LED 指示灯
11	驱动器接口
12	电源接口
13	接地柱

4.2.2.1 IP 复位按钮 (IP RST)

按下 IP 复位按钮将导致 MC 控制器的 IP 地址复位为 192.168.0.250。



- 为避免误操作，复位按钮位于模块内部，需要使用工具操作。

4.2.2.2 系统复位按钮 (RESET)

按下复位按钮将导致 MC 控制器复位，释放则重新启动。



- 为避免误操作，复位按钮位于模块内部，需要使用工具操作。

4.2.2.3 工程加载控制开关 (STOP/RUN)

工程加载控制开关在系统启动后起作用：

- 当拨到 RUN 位置时，系统启动后将自动加载并运行存储区中的用户工程。
- 当拨到 STOP 位置时，则不会自动加载和运行。



- 为避免误操作，工程加载控制开关位于模块内部，需要使用工具操作。

4.2.2.4 Micro SD 卡接口

可插入 Micro SD 卡 (TF 卡)，供系统升级或加载用户数据使用。

4.2.2.5 以太网接口 (Ethernet)

以太网接口采用标准 RJ45 接口，可用于：

- 连接至上位机 AutoThink 组态软件，进行组态、调试和监控等。
- 连接至上位机用户编写的软件，按用户要求操作 MC 控制器内部功能。
- 通过 Modbus TCP 协议连接至其他设备。



- 以太网采用 10/100/1000 Mbps 自适应接口，会根据所连接网络的情况自动选择通信速率。
- 以太网连接的速率和稳定性与网线、交换机、互联设备相关，为提高通信可靠性，请选择质量较高的产品。

4.2.2.6 COM1/2 通讯接口

COM1 为 RS232 通讯接口，COM2 为 RS485 通讯接口。

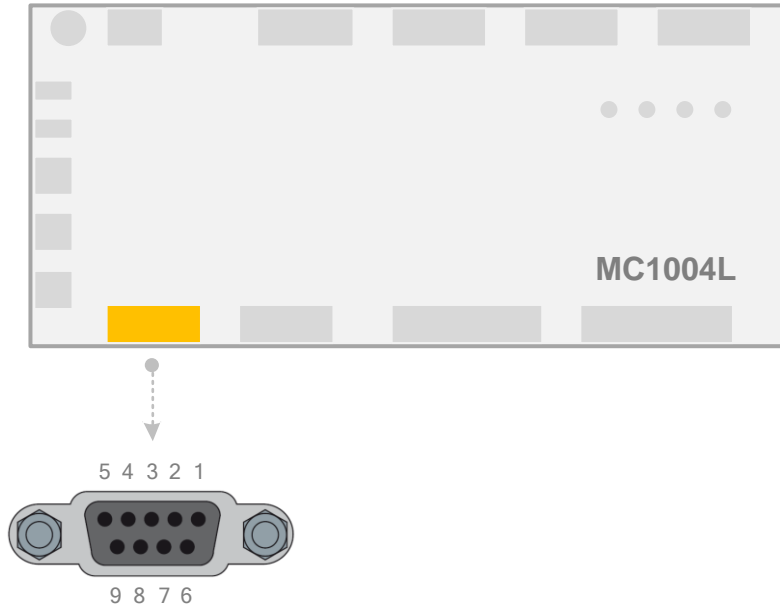


图 57 COM1/2 通讯接口示意图

表 21 COM1/2 通讯接口说明

引脚	名称	说明
1	-	不使用
2	RxD	RS232 接收
3	TxD	RS232 发送
4	-	不使用
5	CGND	通讯地
6	-	不使用
7	D+	RS485 正端
8	D-	RS485 负端
9	-	不使用



- 使用 COM1 或 COM2 时，都需要将第 5 引脚（CGND）连接至另一侧设备的通信地。

4.2.2.7 COM3 通讯接口

COM3 为 RS485 通讯接口。

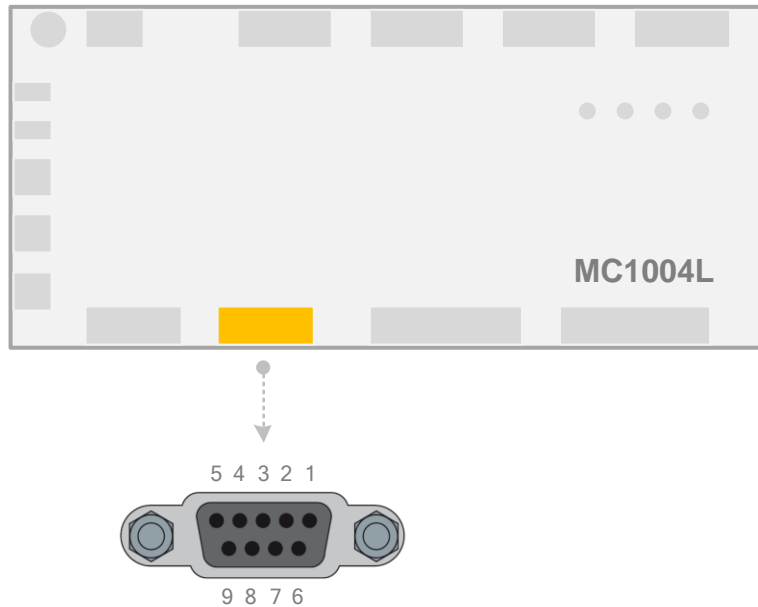


图 58 COM3 通讯接口示意图

表 22 COM3 通讯接口

引脚	名称	说明
1	-	不使用
2	-	不使用
3	-	不使用
4	ADD0	LE I/O 地址 0
5	CGND	通讯地
6	-	不使用
7	D+	RS485 正端
8	D-	RS485 负端
9	ADD1	LE I/O 地址 1



- 使用 COM3 时，都需要将第 5 引脚（CGND）连接至另一侧设备的通信地。

4.2.2.8 DI 接口

DI 接口包括 4 个快速 DI 和 6 个慢速 DI。

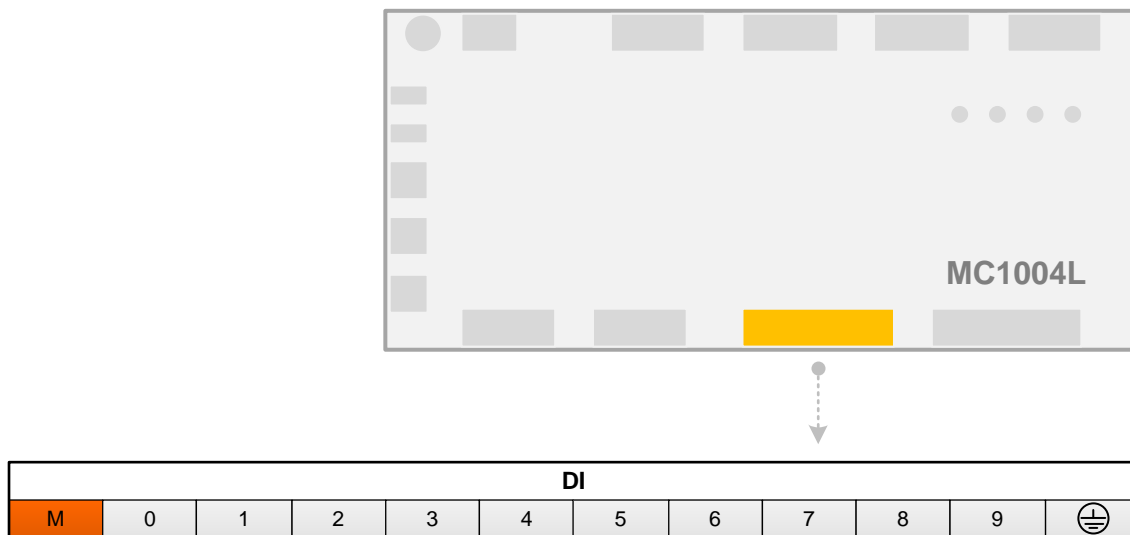


图 59 数字量输入接口示意图

表 23 数字量输入接口说明

引脚	说明
M	公共端
0	第 0 位数字量输入（快速）
1	第 1 位数字量输入（快速）
2	第 2 位数字量输入（快速）
3	第 3 位数字量输入（快速）
4	第 4 位数字量输入（慢速）
5	第 5 位数字量输入（慢速）
6	第 6 位数字量输入（慢速）
7	第 7 位数字量输入（慢速）
8	第 8 位数字量输入（慢速）
9	第 9 位数字量输入（慢速）
⊕	屏蔽地



- 快速 DI 可用于运动控制算法中的高速脉冲捕捉功能，慢速 DI 则不适用。
- 使用 DI 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和接地信号。
- DI 接口支持 Encoder-DI 功能，详见章节 [6.5 Encoder-DI 轴](#)。

所有 DI 都支持源型或漏型接入。当输入电压低于 5 VDC 时判断为“0”，当输入电压高于 15 VDC 时判断为“1”。

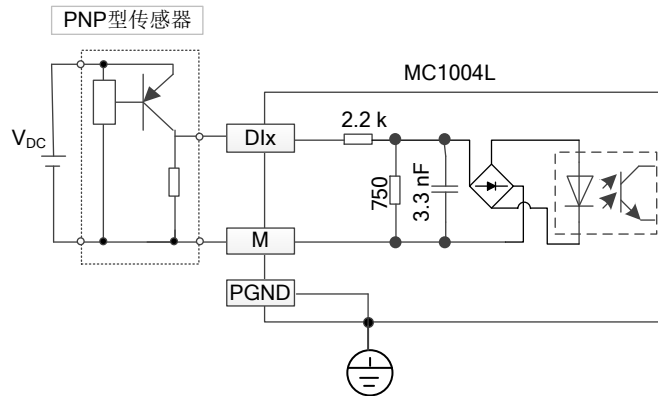


图 60 DI0~DI3 接线示意图 (PNP 型)

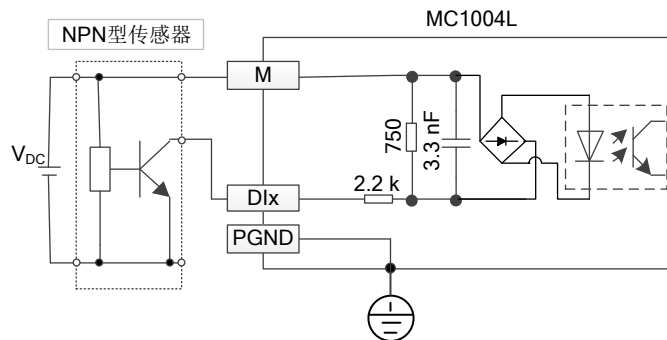


图 61 DI0~DI3 接线示意图 (NPN 型)

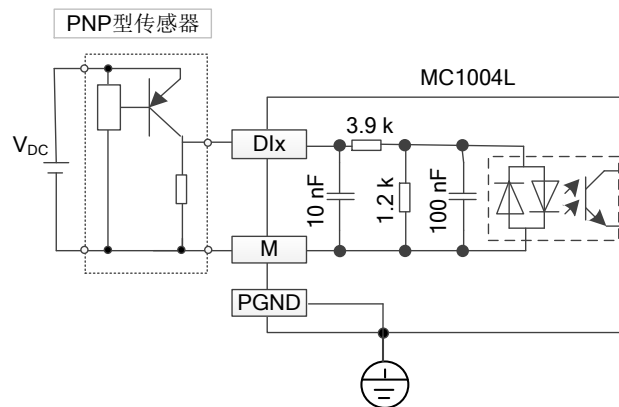


图 62 DI4~DI9 接线示意图 (PNP 型)

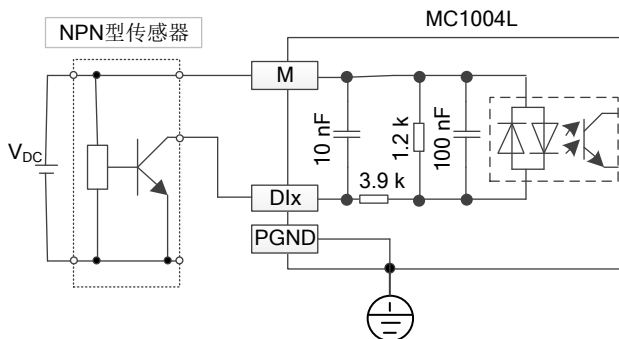


图 63 DI4~DI9 接线示意图 (NPN 型)



- DI 通道组仅支持单一类型接入，不支持不同信号混合接入。

4.2.2.9 DO 接口

DO 接口为 8 个快速 DO。

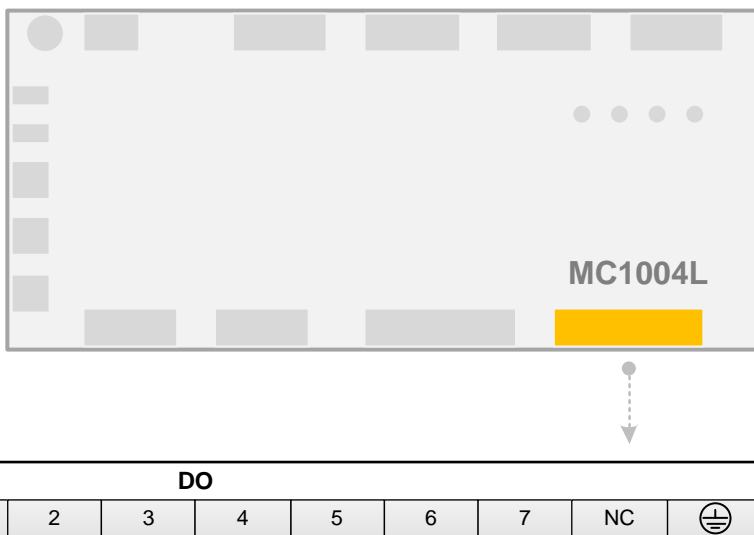


图 64 数字量输出接口示意图

表 24 数字量输出接口说明

引脚	说明
IO-	现场电源地
IO+	现场电源 24 VDC
0	第 0 位数字量输出 (快速)
1	第 1 位数字量输出 (快速)
2	第 2 位数字量输出 (快速)
3	第 3 位数字量输出 (快速)
4	第 4 位数字量输出 (快速)

引脚	说明
5	第 5 位数字量输出（快速）
6	第 6 位数字量输出（快速）
7	第 7 位数字量输出（快速）
NC	不使用
	屏蔽地



- 快速 DO 可用于高速到位输出功能。
- 使用 DO 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和地信号。
- DO 接口支持 Stepper-DO 功能，详见章节 6.6 Stepper-DO 轴。

数字量输出为源型输出。

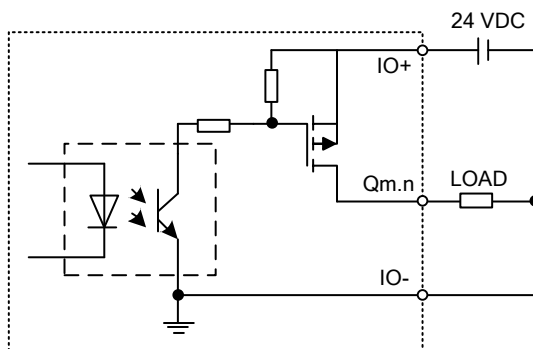


图 65 DO 电气原理示意图

4.2.2.10 LED 指示灯

MC 控制器具有 4 个 LED 指示灯。

表 25 PWR 指示灯

指示灯	状态	含义
PWR	亮	模块供电正常
	灭	模块断电或供电异常

表 26 RUN 与 ERR 指示灯

指示灯		含义
RUN	ERR	
亮	灭	系统正在运行用户工程(工程中至少有一个任务处于运行状态)
闪		控制器正在加载工程

指示灯		含义
灭		系统处于空闲状态（工程中所有任务处于停止或暂停状态）
灭	闪	控制器无工程
亮		预留
闪	亮	固件升级或通讯中断
灭		控制器上电启动中（还未完成初始化）

表 27 EN 指示灯

指示灯	状态	含义
EN	亮	伺服使能打开
	灭	伺服使能关闭

4.2.2.11 驱动器接口

MC1004L 具有 4 个直连式驱动器接口（Axis0~Axis3），可以根据轴类型配置连接：

- 伺服电机驱动器位置模式（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 步进电机驱动器（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 增量式编码器（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）

该接口还向外提供一个低功率 5 VDC 电源，可以为多数编码器提供工作电源。

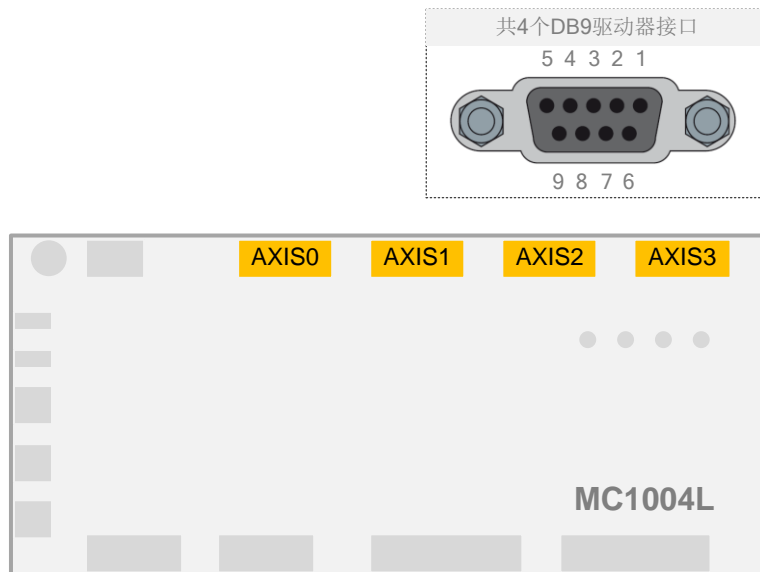


图 66 驱动器接口示意图

表 28 引脚说明（编码器输入）

引脚	信号	说明
----	----	----

引脚	信号	说明
1	Enc.A+	A 相正端
2	Enc.A-	A 相负端
3	Enc.B+	B 相正端
4	Enc.B-	B 相负端
5	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用



- 驱动器接口作为输入，接收伺服电机驱动器的编码器信号。

表 29 引脚说明（伺服电机驱动器位置模式、步进电机驱动器）

引脚	脉冲串+方向		正向/反向脉冲串		AB 相脉冲串	
	信号	说明	信号	说明	信号	说明
1	Step+	脉冲串正端	CW+	正向脉冲串正端	A+	A 相脉冲串正端
2	Step-	脉冲串负端	CW-	正向脉冲串负端	A-	A 相脉冲串负端
3	Dir+	方向正端	CCW+	反向脉冲串正端	B+	B 相脉冲串正端
4	Dir-	方向负端	CCW-	反向脉冲串负端	B-	B 相脉冲串负端
5	GND	信号地	GND	信号地	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用	N/C	不使用	N/C	不使用

以上信号定义在设置轴类型后自动切换，请核对实际接线与用户工程中设置是否正确对应。



- 5VOUT 为驱动器接口共用+5 VDC 输出，总计最大输出电流不超过 200 mA。
- 5VOUT 使用时请勿与信号地（GND）短接，否则可能导致控制器损坏。
- 使用驱动器接口时需要连接信号地（第 5 引脚 GND）至另一侧设备。
- 标记为“N/C”的引脚在使用时请勿接线。
- 连接伺服电机驱动器（位置模式）、步进电机驱动器时，驱动器接口作为输出，发送位置脉冲信号给电机驱动器。

4.2.2.12 电源接口

MC 控制器采用 24 VDC 电源供电。

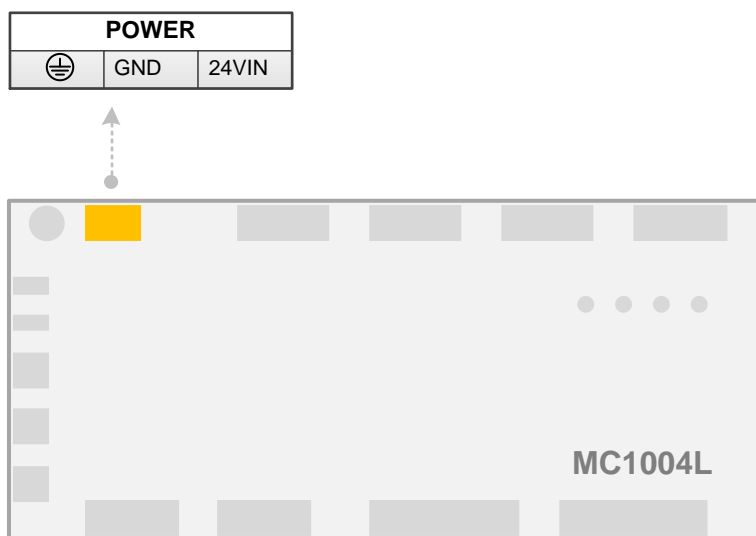


图 67 电源接口示意图

表 30 电源接口说明

引脚	说明
⊕	保护地
GND	电源地
24VIN	24 VDC 电源输入

4.2.2.13 接地柱

将接地柱可靠连接至大地，接地电阻 $<4\ \Omega$ 。

4.2.3 注意事项

无特殊注意事项。

4.3 MC1008L 经济型 8 轴运动控制器

4.3.1 技术指标

表 31 MC1008L 技术指标

CPU 特性		
CPU	架构	双核 Cortex-A9
	频率	667 MHz
	浮点计算	双精度（64 位）

CPU 特性				
存储区	DDR3 SDRAM	容量	256 MB	
	Flash	系统存储区	16 MB	
		用户存储区	16 MB	
	Micro SD 卡		支持（FAT32 格式，最大容量 32 GB）	
	掉电保持 RAM（FRAM）		4048 bytes（物理容量），无需备用电池 详见章节 6.7 掉电保护功能	
软件接口	编程语言		LD、ST、CFC、SFC	
	程序下载		支持二进制目标代码下载 支持用户工程下载	
	程序上传		支持用户工程上传	
	程序加密		支持用户工程、POU、目标文件加密	
	控制器加密		支持控制器加锁/解锁	
	自动添加库功能		支持（MC 相关库）	
	CPU 状态		RUN/STOP（启动时自动加载/不加载用户工程）	
在线系统升级			支持	
RTC 实时时钟（掉电保持时间）			支持星期/年/月/日/时/分/秒时间格式，精度±60 秒/ 月@25℃（掉电保持 4 天@25℃；超级电容供电）	
电源规格				
模块供电电源	输入电压		20.4~28.8 VDC	
	额定电压		24.0 VDC	
	耐受电压		19.2~30.0 VDC	
	消耗功率		<12 W	
	防反接		支持，最大反向电压 30 VDC	
模块输出电源	输出电压		4.5~5.5 VDC	
	负载能力		650 mA@5 VDC（各轴合计）	
运动控制				
直连接口 （作为脉冲串输入）	通道数		8	
	电平标准		EIA/TIA-485	
	最高输入频率		6 MHz（单相）	
	编码器计数范围		16 位	
	计数模式		单相 1 倍频（脉冲+方向）、AB 双相 4 倍频、 CW/CCW 输入	
	占空比		40%~60%	
	精度		±1@单次调用	
	接线方式		屏蔽双绞线	
	电气隔离		系统与外部不隔离	

CPU 特性			
直连接口 (作为脉冲串输出)	通道数	8	
	电平标准	EIA/TIA-485	
	最高输出频率	2 MHz (单相)	
	输出模式	脉冲+方向、CW/CCW、AB 相	
	脉冲上升沿上升时间	0.03 μ s	
	脉冲下降沿下降时间	0.03 μ s	
	精度要求 (脉冲方式)	± 1 @ 单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部不隔离	
数字量特性			
数字量输入	通道数	24 路 (12 路快速, 12 路慢速)	
	通道类型	源型	
	最高输入频率	快速通道	10 kHz (高电平持续时间 > 15 μ s, 低电平持续时间 > 50 μ s)
		慢速通道	20 Hz
	现场电源额定电压	24 VDC	
	通道闭合额定电流	5 mA @ 24 VDC	
	阈值电平	ON 状态	15 VDC (3 mA) ~ 30 VDC (7 mA)
		OFF 状态	0~5 VDC (0.8 mA)
	滤波参数	DI0~DI11	参见章节 6.4 滤波参数
		DI12~DI23	参见章节 6.4 滤波参数
	反向保护	支持, 最大反向电压 30 VDC	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC @ 1 min, 漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
数字量输出	通道数	16 路 (8 路快速, 8 路慢速)	
	输出类型	晶体管输出: 集电极开路、内部共地	
	输出电压	24 VDC	
	允许范围	20.4~28.8 VDC	
	单通道输出电流	小于 300 mA	
	公共端电流总和	单组 (8 路同时输出) 小于 2 A	
	输出频率	快速	10 kHz (ON 响应时间 10 μ s, OFF 响应时间 5 μ s)
		慢速	20 Hz
	ON 时最大压降	1.5 VDC @ 300 mA 以下	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC @ 1 min, 漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	

CPU 特性		
通讯特性		
RS232 (COM1)	通讯口数量	1
	电平标准	EIA/TIA-232
	通讯口类型	隔离, 屏蔽线缆
	通讯速率 (bps)	9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K
	通讯协议	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485/422 (COM2)	通讯口数量	1 路, 半/全双工可切换
	电平标准	EIA/TIA-485、EIA/TIA-422
	通讯口类型	隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)	9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS422 自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485 (COM3/4)	通讯口数量	2 路
	电平标准	EIA/TIA-485
	通讯口类型	隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)	9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS485 自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
CAN	通讯口数量	1
	电平标准	ISO11898 (CAN 2.0B)
	通讯口类型	隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)	50K、100K、125K、250K、500K、800K、1M
	通讯协议	自由口协议
以太网	通讯口数量	1
	程序下装	支持
	电平标准	IEEE 802.3
	通讯口类型	标准 RJ45

CPU 特性		
	通讯速率	10/100/1000 Mbps 自适应
	通讯协议	UDP、TCP/IP、Modbus TCP 从/主
USB to UART	通讯口数量	1
	通讯速率	最大 12 Mbps
	用途	内部调试用
显示特性		
OLED 显示屏	屏幕类型	OLED
	背光和文字	无背光，黄色字体
	分辨率	128*64
	可视区 (mm)	37.0*19.5
物理特性		
安装方式	导轨安装或螺钉安装	
接线端子	可插拔	
尺寸规格 (mm)	236.0*154.4*54.0	
重量	1.5 kg	
环境特性		
工作温度范围	0~60℃	
存储温度范围	-40~70℃	
工作湿度范围	5%~95% (无凝结)	
工作海拔高度	≤3000 m	
可靠性		
热插拔	不支持	
上电启动时间	30 s (从上电至工程开始运行)	
故障隔离	无	
冷复位	支持 (复位后所有输出量归零)	
热复位	支持 (不支持无扰)	
绝缘电阻	相互隔离的端子间绝缘电阻≥5 MΩ (一般试验条件) 相互隔离的端子间绝缘电阻≥1 MΩ (湿热条件)	

4.3.2 接口说明

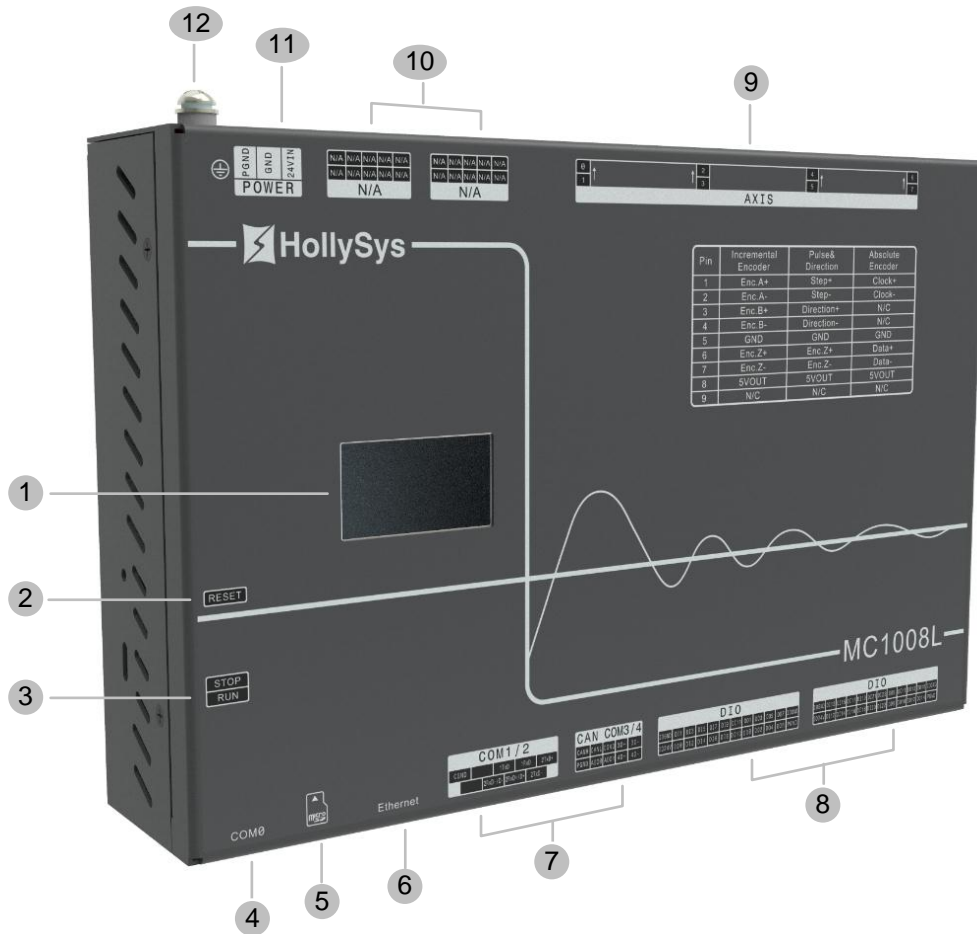


图 68 MC1008L 示意图

表 32 硬件列表

序号	名称
1	显示屏
2	复位按钮
3	工程加载控制开关
4	Micro USB 接口
5	Micro SD 接口
6	Ethernet 接口
7	通讯接口
8	数字量接口
9	驱动器接口
10	预留接口（不使用）
11	电源接口

序号	名称
12	接地柱

4.3.2.1 显示屏

MC 控制器具有一块 128*64 点阵的 OLED 显示屏，可以实时显示模块型号、输入电压、内核温度、运行状态、IP 地址、网络连接状态、模块 DI/DO 状态等。



- 请注意保护显示屏，避免被尖锐工具戳伤。

显示屏各部分内容定义如下：

1. 模块型号

模块正常运行时以 0.5 Hz 频率不断闪烁，模块故障时不闪烁。

```
MC1008L 23.7V 40°C
I D L E
192.168.0.250 C
I : F 1 7 5 A 3 0 : C 9 6 4
```

图 69 显示屏示意图（示例）

2. 输入电压

模块输入电压的分辨率为 0.1 VDC。

```
MC1008L 23.7V 40°C
I D L E
192.168.0.250 C
I : F 1 7 5 A 3 0 : C 9 6 4
```

图 70 显示屏示意图（示例）

3. 内核温度

```
MC1008L 23.7V 40°C
I D L E
192.168.0.250 C
I : F 1 7 5 A 3 0 : C 9 6 4
```

图 71 显示屏示意图（示例）



- 如果 CPU 内核温度超过 100℃，请检查工作环境温度。请勿让控制器长时间高温运行，以免损坏模块。

4. 运行状态

```
MC1008L  23.7V  40℃
I D L E
192.168.0.250  C
I : F 1 7 5 A 3   0 : C 9 6 4
```

图 72 显示屏示意图（示例）

表 33 MC 控制器运行状态

序号	显示状态	说明
1	STARTING	系统正在启动
2	UPDATE	系统正在升级
3	SUCCESS	系统升级完毕
4	NULL	系统启动完成，无用户工程
5	LOAD	系统正在加载用户工程
6	RUN	系统正在运行用户工程
7	IDLE	系统处于空闲状态
8	ERROR	系统故障

5. IP 地址

模块的默认 IP 地址为 192.168.0.250。

```
MC1008L  23.7V  40℃
I D L E
192.168.0.250  C
I : F 1 7 5 A 3   0 : C 9 6 4
```

图 73 显示屏示意图（示例）

6. 网络连接状态

- 显示“C”：建立网络连接。
- 不显示：没有网络连接。

```
MC1008L 23.7V 40°C
I D L E
192.168.0.250 C
I : F 1 7 5 A 3 0 : C 9 6 4
```

图 74 显示屏示意图 (示例)

7. 模块 DI 状态

以 16 进制显示模块数字量输入端口的状态。

```
MC1008L 23.7V 40°C
I D L E
192.168.0.250 C
I : F 1 7 5 A 3 0 : C 9 6 4
```

图 75 显示屏示意图 (示例)

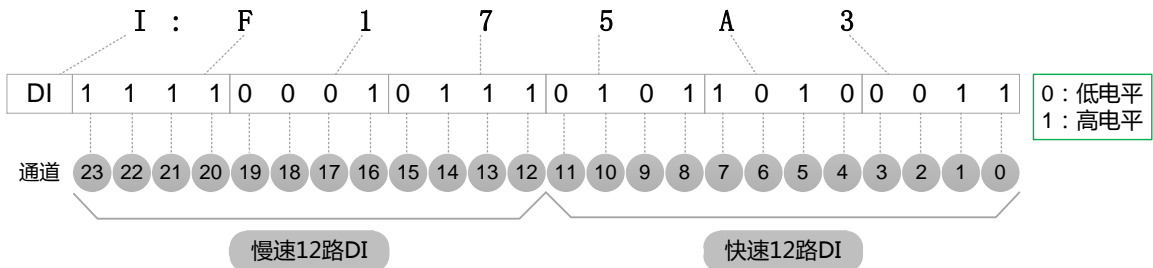


图 76 DI 状态示意图 (示例)

8. 模块 DO 状态

以 16 进制显示模块数字量输出端口的状态。

```
MC1008L 23.7V 40°C
I D L E
192.168.0.250 C
I : F 1 7 5 A 3 0 : C 9 6 4
```

图 77 显示屏示意图 (示例)

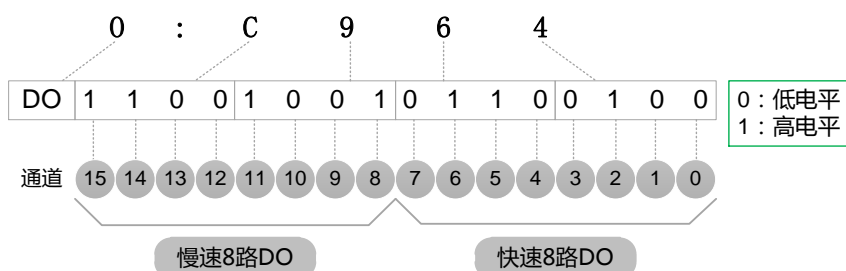


图 78 DO 状态示意图（示例）

4.3.2.2 复位按钮（RESET）

按下复位按钮可对控制器进行复位，释放复位按钮则控制器重新启动。



- 为避免误操作，复位按钮位于模块内部，需要使用工具操作。

4.3.2.3 工程加载控制开关（RUN/STOP）

工程加载控制开关在系统启动后起作用：

- 当拨到 RUN 位置时，系统启动后自动加载并运行存储区中的用户工程。
- 当拨到 STOP 位置时，系统启动后不加载存储区中的用户工程。



- 为避免误操作，工程加载控制开关位于模块内部，需要使用工具操作。

4.3.2.4 Micro USB 接口

Micro USB 接口（COM0）用于系统调试，不对用户开放。

4.3.2.5 Micro SD 接口

通过 Micro SD 卡（TF 卡），可以进行系统升级或加载用户数据。



- 插卡时，请参照模块上的图示。

4.3.2.6 以太网接口

以太网接口采用标准 RJ45 接口，可用于：

- 连接至上位机 AutoThink（简称 AT）组态软件，进行组态、调试和监控等。
- 连接至上位机用户编写的软件，按用户要求操作 MC 控制器内部功能。
- 通过 Modbus TCP 协议连接至其他设备。



- 以太网采用 10/100/1000 Mbps 自适应接口，会根据网络情况自动选择通信速率。
- 以太网连接的速率和稳定性与网线、交换机、互联设备相关，为提高通信可靠性，请选择质量较高的产品。

4.3.2.7 通讯接口

MC1008L 有 2 组通讯接口。

第 1 组接口为 DB9，包括 1 路 RS232 接口（COM1）和 1 路 RS422/485 接口（COM2）。

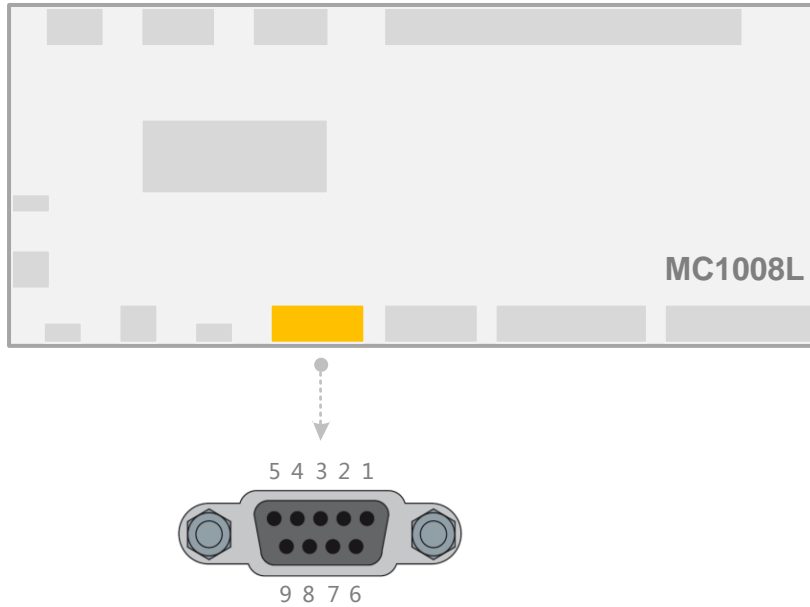


图 79 第 1 组通讯接口示意图

表 34 第 1 组通讯接口说明

引脚	名称	说明
1	2TxD+	COM2: RS422 模式下为发送正端 RS485 模式下不使用
2	1RxD	COM1: 接收
3	1TxD	COM1: 发送
4	-	不使用
5	CGND	通讯地
6	2TxD-	COM2: RS422 模式下为发送负端 RS485 模式下不使用
7	2RxD+/D+	COM2: RS422 模式下为接收正端 RS485 模式下为信号正端
8	2RxD-/D-	COM2: RS422 模式下为接收负端 RS485 模式下为信号负端
9	-	不使用



- 使用 COM1 或 COM2 时，需要将通信地 CGND 连接至另一侧设备的通信地。

第 2 组接口为双排接线端子，包括 1 路标准 CAN 接口和 2 路 RS485 接口（COM3、COM4）。

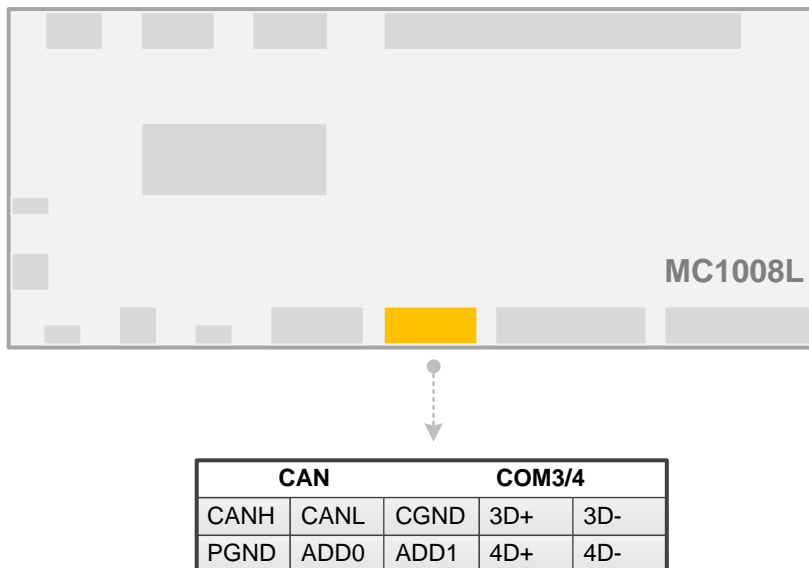


图 80 第 2 组通讯接口示意图

表 35 第 2 组通讯接口

引脚	名称	说明
1	CANH	CAN 正端
2	CANL	CAN 负端
3	CGND	通讯地
4	3D+	COM3: RS485 正端
5	3D-	COM3: RS485 负端
6	PGND	保护地
7	ADD0	LE I/O 地址 0
8	ADD1	LE I/O 地址 1
9	4D+	COM4: RS485 正端
10	4D-	COM4: RS485 负端

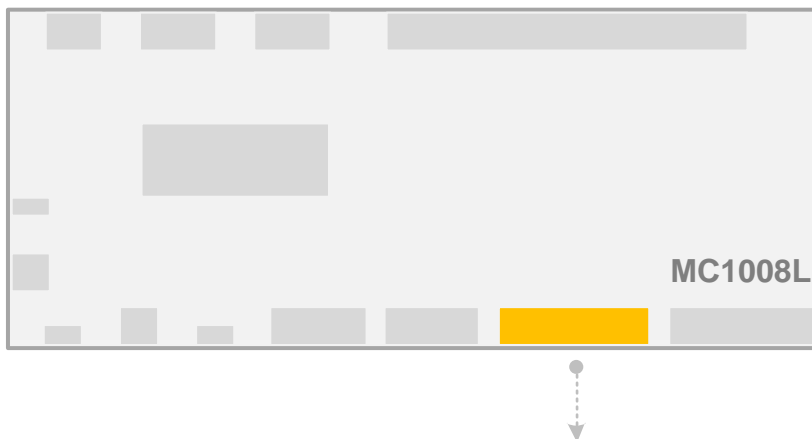


- 使用 CAN、COM3 或 COM4 时，需要将通信地 CGND 连接至另一侧设备的通信地。

4.3.2.8 数字量接口

MC1008L 具有 2 组数字量接口。

第 1 组接口包括 12 个快速 DI 和 8 个快速 DO。



DIO											
IOGND	DI1	DI3	DI5	DI7	DI9	DI11	DO1	DO3	DO5	DO7	IOGND
IO24V	DI0	DI2	DI4	DI6	DI8	DI10	DO0	DO2	DO4	DO6	PGND

图 81 第 1 组数字量接口示意图

表 36 第 1 组数字量接口说明

引脚	说明	引脚	说明
IO24V	现场电源 24 VDC	DI10	第 10 位数字量输入（快速）
IOGND	现场电源地	DI11	第 11 位数字量输入（快速）
DI0	第 0 位数字量输入（快速）	DO0	第 0 位数字量输出（快速）
DI1	第 1 位数字量输入（快速）	DO1	第 1 位数字量输出（快速）
DI2	第 2 位数字量输入（快速）	DO2	第 2 位数字量输出（快速）
DI3	第 3 位数字量输入（快速）	DO3	第 3 位数字量输出（快速）
DI4	第 4 位数字量输入（快速）	DO4	第 4 位数字量输出（快速）
DI5	第 5 位数字量输入（快速）	DO5	第 5 位数字量输出（快速）
DI6	第 6 位数字量输入（快速）	DO6	第 6 位数字量输出（快速）
DI7	第 7 位数字量输入（快速）	DO7	第 7 位数字量输出（快速）
DI8	第 8 位数字量输入（快速）	PGND	保护地
DI9	第 9 位数字量输入（快速）	IOGND	现场电源地

第 2 组接口包括 12 个慢速 DI 和 8 个慢速 DO。



DIO											
IOGND	DI13	DI15	DI17	DI19	DI21	DI23	DO9	DO11	DO13	DO15	IOGND
IO24V	DI12	DI14	DI16	DI18	DI20	DI22	DO8	DO10	DO12	DO14	PGND

图 82 第 2 组数字量接口示意图

表 37 第 2 组数字量接口说明

引脚	说明	引脚	说明
IO24V	现场电源 24 VDC	DI22	第 22 位数字量输入（慢速）
IOGND	现场电源地	DI23	第 23 位数字量输入（慢速）
DI12	第 12 位数字量输入（慢速）	DO8	第 8 位数字量输出（慢速）
DI13	第 13 位数字量输入（慢速）	DO9	第 9 位数字量输出（慢速）
DI14	第 14 位数字量输入（慢速）	DO10	第 10 位数字量输出（慢速）
DI15	第 15 位数字量输入（慢速）	DO11	第 11 位数字量输出（慢速）
DI16	第 16 位数字量输入（慢速）	DO12	第 12 位数字量输出（慢速）
DI17	第 17 位数字量输入（慢速）	DO13	第 13 位数字量输出（慢速）
DI18	第 18 位数字量输入（慢速）	DO14	第 14 位数字量输出（慢速）
DI19	第 19 位数字量输入（慢速）	DO15	第 15 位数字量输出（慢速）
DI20	第 20 位数字量输入（慢速）	PGND	保护地
DI21	第 21 位数字量输入（慢速）	IOGND	现场电源地



- 快速 DI 可用于运动控制算法中的高速脉冲捕捉功能，快速 DO 可用于高速到位输出功能。慢速 DI 和 DO 则不适用。
- 使用 DI 或 DO 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和接地信号。
- DI 接口支持 Encoder-DI 功能，详见章节 [6.5 Encoder-DI 轴](#)。
- DO 接口支持 Stepper-DO 功能，详见章节 [6.6 Stepper-DO 轴](#)。

数字量输入为源型。当输入电压低于 5 VDC 时判断为“0”，当输入电压高于 15 VDC 时判断为“1”。

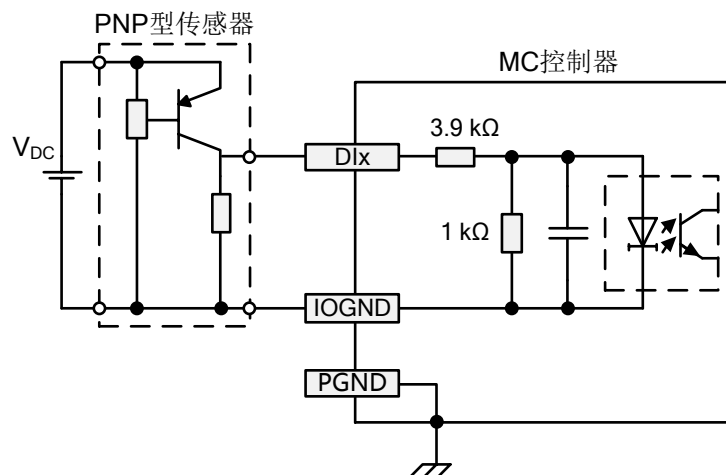


图 83 DI 接线示意图 (PNP 型)

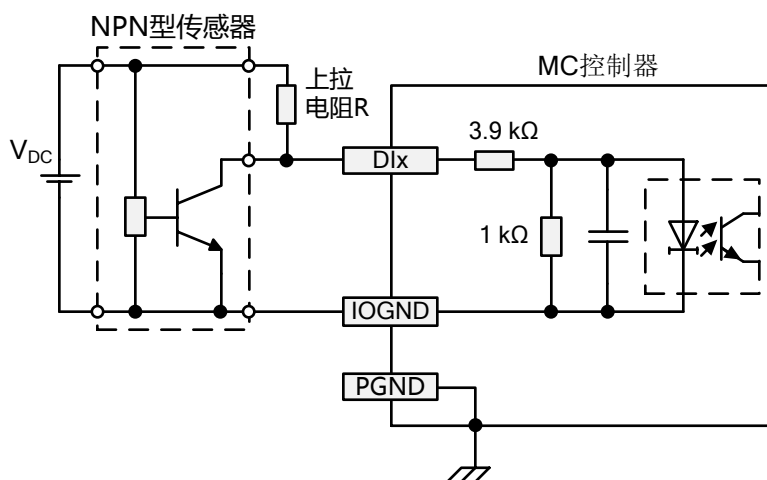


图 84 DI 接线示意图 (NPN 型)



- 选择 NPN 型传感器时，上拉电阻 R 取值需考虑 DI 通道的导通电流与电阻本身功耗。DI 通道导通电流按照 3~7 mA 设计，取 4 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.7}{R + 3.9} = 4 \text{ mA}$$

在传感器供电电源 V_{DC} 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 kΩ，1/2 W。

数字量输出为晶体管开集方式，所用输出通道内部共地。

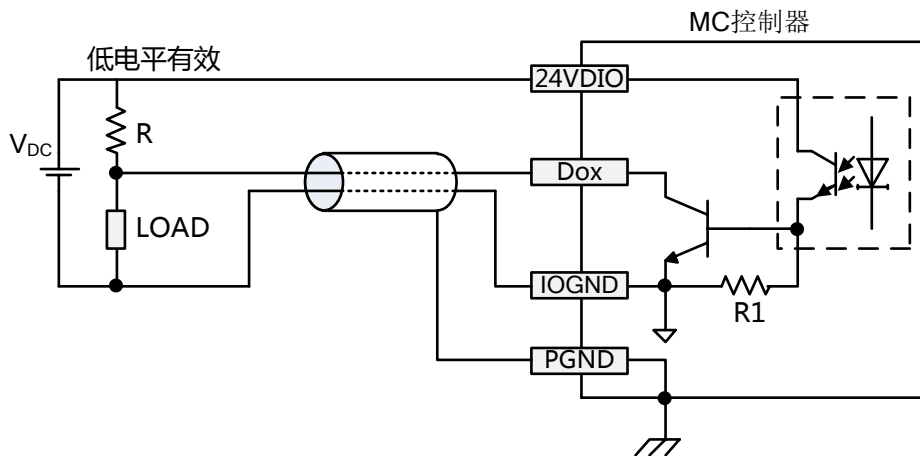


图 85 DO 电气原理示意图（低电平有效）

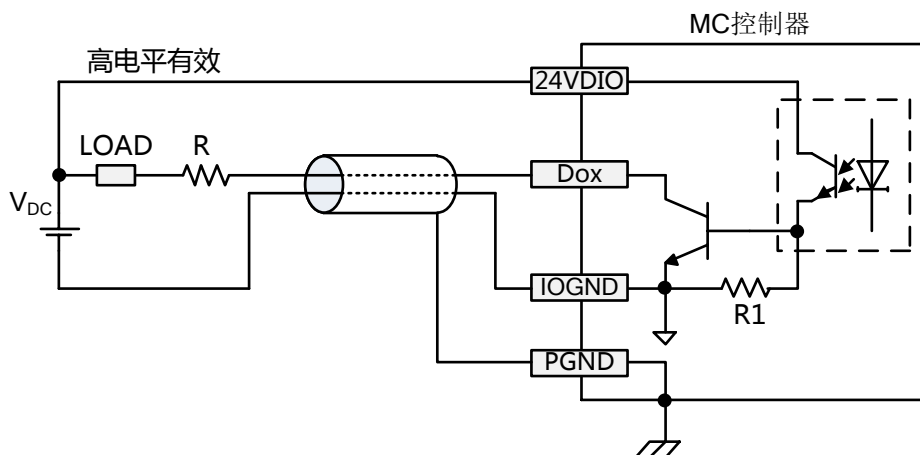


图 86 DO 电气原理示意图（高电平有效）



- R 选型需要结合通道输出电流指标，避免因过流损坏通道。DO 通道最大负载能力按单通道 300 mA 设计，取 15 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.5}{R} = 15 \text{ mA}$$

在外部供电电源 V_{DC} 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 k Ω ，1/2 W。

- 高低电平有效针对相应负载是否工作。

4.3.2.9 驱动器接口

MC1008L 有 8 个直连式驱动器接口 (Axis0~Axis7)，可以根据轴类型配置连接：

- 伺服电机驱动器位置模式（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 步进电机驱动器（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 增量式编码器（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 绝对值编码器（SSI）

该接口还向外提供一个低功率 5 VDC 电源，可以为多数编码器提供工作电源。

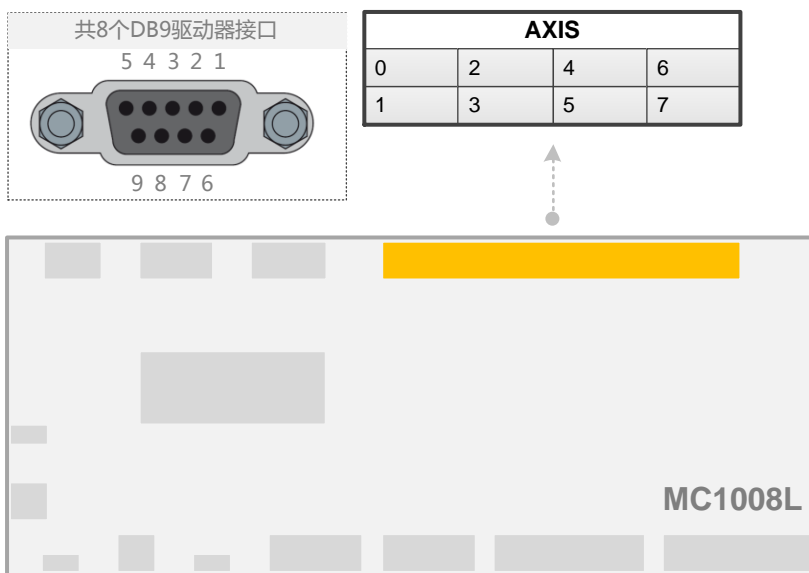


图 87 驱动器接口示意图

表 38 引脚说明（编码器输入）

引脚	信号	说明
1	Enc.A+	A 相正端
2	Enc.A-	A 相负端
3	Enc.B+	B 相正端
4	Enc.B-	B 相负端
5	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用



- 驱动器接口作为输入，接收伺服电机驱动器的编码器信号。

表 39 引脚说明（伺服电机驱动器位置模式、步进电机驱动器）

引脚	脉冲串+方向		正向/反向脉冲串		AB 相脉冲串	
	信号	说明	信号	说明	信号	说明
1	Step+	脉冲串正端	CW+	正向脉冲串正端	A+	A 相脉冲串正端
2	Step-	脉冲串负端	CW-	正向脉冲串负端	A-	A 相脉冲串负端
3	Dir+	方向正端	CCW+	反向脉冲串正端	B+	B 相脉冲串正端

引脚	脉冲串+方向		正向/反向脉冲串		AB 相脉冲串	
4	Dir-	方向负端	CCW-	反向脉冲串负端	B-	B 相脉冲串负端
5	GND	信号地	GND	信号地	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用	N/C	不使用	N/C	不使用



- 连接伺服电机驱动器（位置模式）、步进电机驱动器时，驱动器接口作为输出，发送位置脉冲信号给电机驱动器。
- 连接增量式编码器时，驱动器接口作为输入，接收编码器的位置脉冲信号。

表 40 引脚说明（SSI 绝对值编码器）

引脚	信号	说明
1	Clock+	时钟正端
2	Clock-	时钟负端
3	N/C	不使用
4	N/C	不使用
5	GND	信号地
6	Data+	数据正端
7	Data-	数据负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用

以上信号定义在设置轴类型后自动切换，请核对实际接线与用户工程中设置是否正确对应。



- 5VOUT 为驱动器接口共用+5 VDC 输出，总计最大输出电流不超过 650 mA。
- 5VOUT 使用时请勿与信号地（GND）短接，否则可能导致控制器损坏。
- 使用驱动器接口时需要连接信号地（第 5 引脚 GND）至另一侧设备。
- 标记为“N/C”的引脚在使用时请勿接线。
- 轴 0~3 支持 SSI 绝对值编码器。

4.3.2.10 预留接口

该接口不使用，请勿接线。

4.3.2.11 电源接口

MC 控制器采用 24 VDC 电源供电。

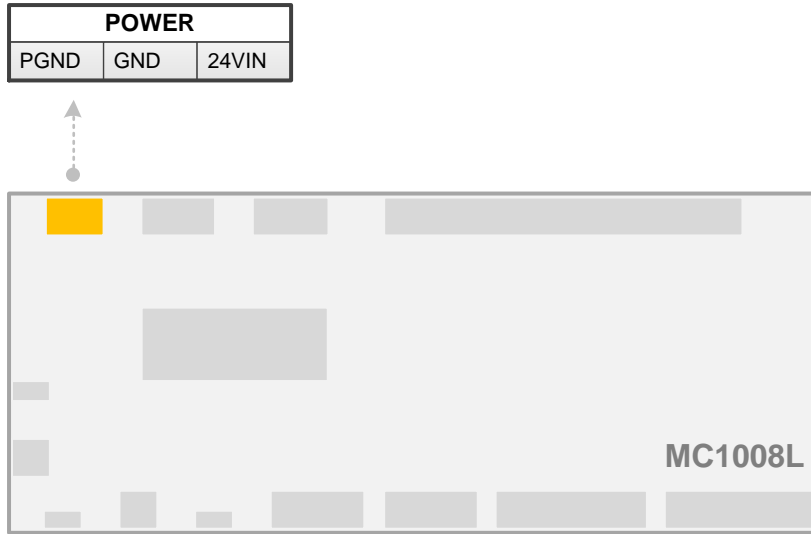


图 88 电源接口示意图

表 41 电源接口说明

引脚	说明
PGND	保护地
GND	电源地
24VIN	24 VDC 电源正端

4.3.2.12 接地柱

将接地柱可靠连接至大地，接地电阻 $<4\ \Omega$ 。

4.3.3 注意事项

为保证控制器可靠、高性能运行，务必确保上述各外设接口接线或电气性能指标满足控制器给出的要求，否则可能会对控制器工作性能造成不同程度的影响甚至有可能损坏控制器。

4.4 MC1002R RTEX 总线型运动控制器

4.4.1 技术指标

表 42 MC1002R 技术指标

CPU 特性			
CPU	架构	双核 Cortex-A9	
	频率	667 MHz	
	浮点计算	双精度（64 位）	
存储区	DDR3 SDRAM	容量	256 MB

CPU 特性			
	Flash	系统存储区	16 MB
		用户空间	16 MB
	掉电保持 RAM (FRAM)		4048 bytes (物理容量), 无需备用电池
	Micro SD 卡		支持 (FAT32 格式, 最大容量 32 GB)
软件接口	编程语言		LD/ST/CFC/SFC
	程序下载		支持二进制目标代码下载 支持用户工程下载
	程序上传		支持用户工程上传
	程序加密		支持用户工程和 POU 加密 支持目标文件加密
	控制器加密		支持控制器加锁/解锁
	自动添加库功能		支持 (MC 相关库)
	CPU 状态		RUN/STOP (启动时自动加载/不加载用户工程)
在线系统升级			支持
RTC 实时时钟 (掉电保持时间)			支持星期/年/月/日/时/分/秒时间格式, 精度±60 秒/月@25°C (掉电保持 10 天@25°C; 超级电容供电)
伺服使能输出 (DriveEnable)			有, 1 路固态继电器 (常开), 最大电流 600 mA@24 VDC
电源规格			
模块供电电源	工作电压		20.4~28.8 VDC
	额定电压		24.0 VDC
	耐受电压		19.2~30.0 VDC
	消耗功率		<12 W
	防反接		支持, 最大电压 30 VDC
模块输出电源	输出电压		4.5~5.5 VDC
	负载能力		300 mA@5 VDC (各轴合计)
运动控制			
RTEX 总线接口	通讯口数量	发送	1
		接收	1
	电平标准		IEEE 802.3
	通讯速率		100 Mbps
	通讯口类型		RJ45
	支持最大轴数		32
直连接口 (作为脉	通道数	2	

CPU 特性			
冲串输入)	电平标准	EIA/TIA-485	
	最高输入频率	6 MHz (单相)	
	计数模式	单相 1 倍频(脉冲+方向)、AB 双相 4 倍频、CW/CCW 输入	
	占空比	40%~60%	
	精度	±1@单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部不隔离	
直连接口 (作为脉冲串输出)	通道数	2	
	电平标准	EIA/TIA-485	
	最高输出频率	2 MHz (单相)	
	输出模式	脉冲+方向、CW/CCW、AB 相	
	脉冲上升沿上升时间	0.03 μs	
	脉冲下降沿下降时间	0.03 μs	
	精度要求 (脉冲方式)	±1@单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部不隔离	
数字量特性			
数字量输入	通道数	12 路快速	
	通道类型	源型	
	最高输入频率	10 kHz (高电平持续时间>15 μs, 低电平持续时间>50 μs)	
	现场电源额定电压	24 VDC	
	通道闭合额定电流	5 mA@24 VDC	
	阈值电平	ON 状态	15 VDC (3 mA) ~30 VDC (7 mA)
		OFF 状态	0~5 VDC (0.8 mA)
	滤波参数	详见章节 6.4 滤波参数	
	反向保护	支持, 最大电压 30 VDC	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
数字量输出	通道数	8 路快速	
	输出类型	晶体管输出: 集电极开路、内部共地	
	输出电压	24 VDC	

CPU 特性			
	允许范围	20.4~28.8 VDC	
	单通道输出电流	小于 300 mA	
	公共端电流总和	单组（8 路同时输出）小于 2 A	
	输出频率	10 kHz（ON 响应时间 10 μ s，OFF 响应时间 5 μ s）	
	ON 时最大压降	1.5 VDC@300 mA 以下	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min，漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
模拟量特性			
模拟量输入	通道数	2 路	
	通道复用	无	
	信号类型	电压	
	防反输入	支持	
	输入阻抗	>180 K Ω	
	量程范围	0~10 VDC	
	通道最大耐压	15 VDC	
	对应码值	0~32,767	
	精度	1% F.S.@25 $^{\circ}$ C	
	稳定度	0.1% F.S.@25 $^{\circ}$ C	
	数据更新时间	依赖伺服周期，最快 125 μ s	
	信号带宽	AI0: <1 kHz AI1: <20 Hz	
	ADC 分辨率	12 位	
	滤波参数	AI0	详见章节 6.4 滤波参数
		AI1	详见章节 6.4 滤波参数
	温漂	\pm 100 ppm/ $^{\circ}$ C	
	故障诊断	无	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min，漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
模拟量输出	通道数	2 路	
	输出范围	-10~10 VDC	
	对应码值	-32,768~32,767	
	精度	0.5% F.S.@25 $^{\circ}$ C	
	稳定度	0.1% F.S.@25 $^{\circ}$ C	

CPU 特性		
	通道输出温漂	±50 ppm/°C
	DA 分辨率	12 位
	稳定时间（新值的 95%）	<1.5 ms（3 KΩ） <1.5 ms（5.1 nF）
	负载能力	>3 KΩ
	故障诊断	无
	电气隔离	通道与系统
通道间		不隔离
通讯特性		
RS232（COM1）	通讯口数量	1
	电平标准	EIA/TIA-232
	通讯口类型	隔离，屏蔽线缆
	通讯速率（bps）	9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K
	通讯协议	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485（COM2）	通讯口数量	1 路
	电平标准	EIA/TIA-485
	通讯口类型	隔离，屏蔽双绞线
	通讯速率（bps）	9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS485
LE I/O		LE I/O 背板协议（1.125 Mbps）
CAN	通讯口数量	1
	电平标准	ISO11898（CAN 2.0B）
	通讯口类型	隔离，屏蔽双绞线
	通讯速率（bps）	50K、100K、125K、250K、500K、800K、1M
	通讯协议	自由口协议
以太网	通讯口数量	1
	程序下装	支持
	电平标准	IEEE 802.3
	通讯口类型	标准 RJ45
	通讯速率	10/100/1000 Mbps，自适应
	通讯协议	UDP、TCP/IP、Modbus TCP 从/主

CPU 特性		
显示特性		
OLED 显示屏	屏幕类型	OLED
	背光和文字	无背光, 黄色字体
	分辨率	128*64
	可视区 (mm)	37.0*19.5
物理特性		
安装方式	导轨安装或螺钉安装	
接线端子	可插拔	
尺寸规格 (mm)	156.0 *154.4 *52.0	
重量	1 kg	
环境特性		
工作温度范围	0~60℃	
存储温度范围	-40~70℃	
工作湿度范围	5%~95% (无凝结)	
工作海拔高度	≤3000 m	
可靠性		
热插拔	不支持	
上电启动时间	30 s (从上电至工程开始运行)	
故障隔离	无	
热复位	支持 (不支持无扰)	
绝缘电阻	相互隔离的端子间绝缘电阻≥5 MΩ (一般试验条件) 相互隔离的端子间绝缘电阻≥1 MΩ (湿热条件)	

4.4.2 接口说明



图 89 MC1002R 示意图

表 43 MC1002R 硬件配置

序号	名称
1	显示屏
2	工程加载控制开关
3	复位按钮
4	Micro USB 接口
5	Micro SD 接口
6	Ethernet 接口
7	通讯接口

序号	名称
8	数字量接口
9	RTEX 总线接口
10	驱动器接口
11	模拟量接口与伺服使能接口
12	电源接口
13	接地柱

4.4.2.1 显示屏

参见章节 4.1.2.1 显示屏。

4.4.2.2 工程加载控制开关（RUN/STOP）

工程加载控制开关在系统启动后起作用：

- 当拨到 RUN 位置时，系统启动后自动加载并运行存储区中的用户工程。
- 当拨到 STOP 位置时，系统启动后不加载存储区中的用户工程。



- 为避免误操作，工程加载控制开关位于模块内部，需要使用工具操作。

4.4.2.3 复位按钮（RESET）

按下复位按钮可对控制器进行复位，释放复位按钮则控制器重新启动。



- 为避免误操作，复位按钮位于模块内部，需要使用工具操作。

4.4.2.4 Micro USB 接口

Micro USB 接口（COM0）用于系统调试，不对用户开放。

4.4.2.5 Micro SD 接口

通过 Micro SD 卡（TF 卡），可以进行系统升级或加载用户数据。



- 插卡时，请参照模块上的图示。

4.4.2.6 以太网接口

以太网接口采用标准 RJ45 接口，可用于：

- 连接至上位机 AutoThink（简称 AT）组态软件，进行组态、调试和监控等。
- 连接至上位机用户编写的软件，按用户要求操作 MC 控制器内部功能。
- 通过 Modbus TCP 协议连接至其他设备。



- 以太网采用 10/100/1000 Mbps 自适应接口，会根据网络情况自动选择通信速率。
- 以太网连接的速率和稳定性与网线、交换机、互联设备相关，为提高通信可靠性，请选择质量较高的产品。

4.4.2.7 通讯接口

MC1002R 还具有 1 组 DB9 通讯接口，包括 1 路标准 CAN 接口、1 路 RS232 接口（COM1）和 1 路 RS485 接口（COM2）。

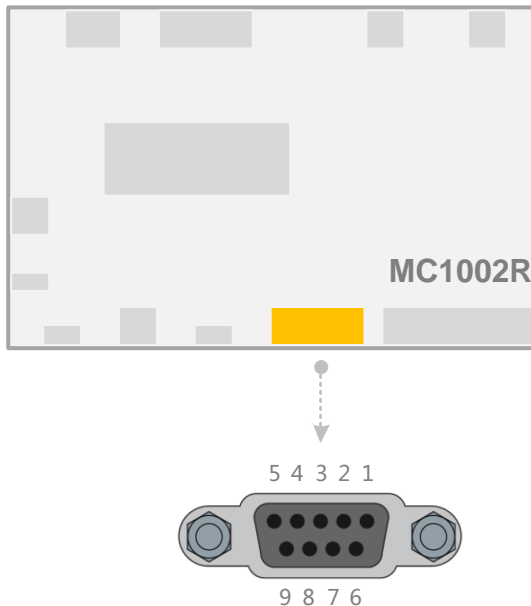


图 90 DB9 通讯接口示意图

表 44 DB9 通讯接口说明

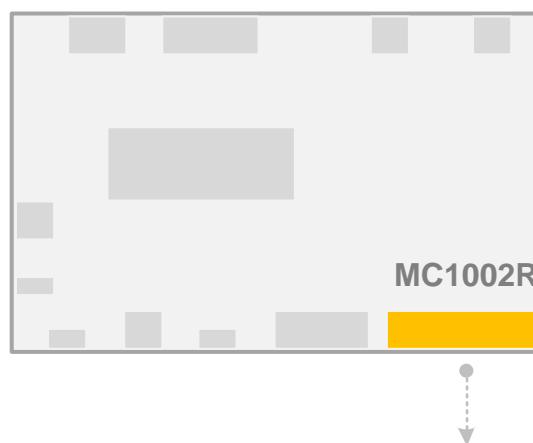
引脚	名称	说明
1	CANH	CAN 正端
2	1RxD	RS232 接收
3	1TxD	RS232 发送
4	ADD0	LE I/O 配置选通讯号 1
5	CGND	通讯地
6	CANL	CAN 负端
7	2D+	RS485+
8	2D-	RS485-
9	ADD1	LE I/O 配置选通讯号 2



- 使用 CAN、COM3 或 COM4 时，需要将通信地 CGND 连接至另一侧设备的通信地。

4.4.2.8 数字量接口

MC1002R 具有 1 组数字量接口，包括 12 个快速 DI 和 8 个快速 DO。



DIO											
IOGND	DI1	DI3	DI5	DI7	DI9	DI11	DO1	DO3	DO5	DO7	IOGND
IO24V	DI0	DI2	DI4	DI6	DI8	DI10	DO0	DO2	DO4	DO6	PGND

图 91 数字量接口示意图

表 45 数字量接口说明

引脚	说明	引脚	说明
IO24V	现场电源 24 VDC	DI10	第 10 位数字量输入（快速）
IOGND	现场电源地	DI11	第 11 位数字量输入（快速）
DI0	第 0 位数字量输入（快速）	DO0	第 0 位数字量输出（快速）
DI1	第 1 位数字量输入（快速）	DO1	第 1 位数字量输出（快速）
DI2	第 2 位数字量输入（快速）	DO2	第 2 位数字量输出（快速）
DI3	第 3 位数字量输入（快速）	DO3	第 3 位数字量输出（快速）
DI4	第 4 位数字量输入（快速）	DO4	第 4 位数字量输出（快速）
DI5	第 5 位数字量输入（快速）	DO5	第 5 位数字量输出（快速）
DI6	第 6 位数字量输入（快速）	DO6	第 6 位数字量输出（快速）
DI7	第 7 位数字量输入（快速）	DO7	第 7 位数字量输出（快速）
DI8	第 8 位数字量输入（快速）	PGND	屏蔽地
DI9	第 9 位数字量输入（快速）	IOGND	现场电源地



- 快速 DI 可用于运动控制算法中的高速脉冲捕捉功能，快速 DO 可用于高速到位输出功能。
- 使用 DI 或 DO 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和接地信号。
- DI 接口支持 Encoder-DI 功能，详见章节 [6.5 Encoder-DI 轴](#)。

数字量输入为源型。当输入电压低于 5 VDC 时判断为“0”，当输入电压高于 15 VDC 时判断为“1”。

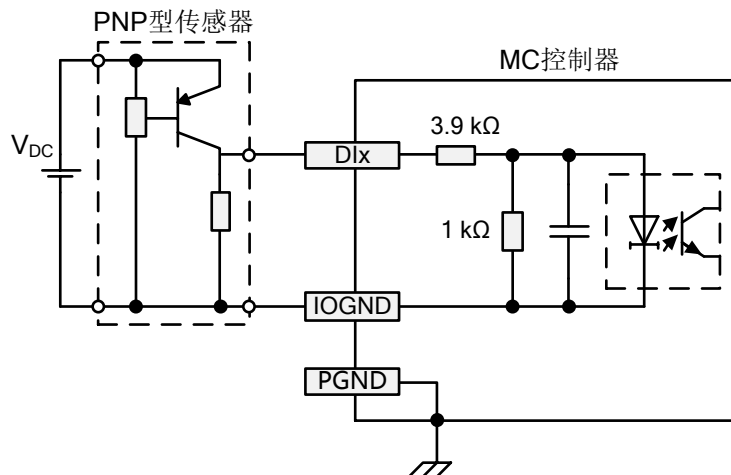


图 92 DI 接线示意图 (PNP 型)

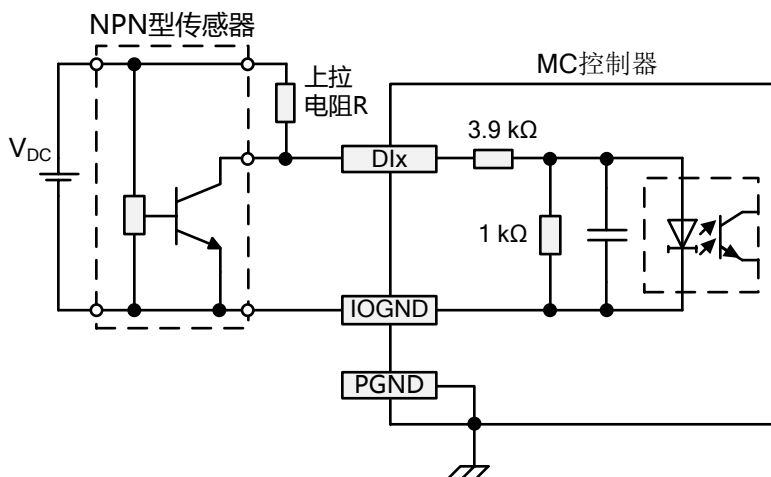


图 93 DI 接线示意图 (NPN 型)



- 选择 NPN 型传感器时，上拉电阻 R 取值需考虑 DI 通道的导通电流与电阻本身功耗。DI 通道导通电流按照 3~7 mA 设计，取 4 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.7}{R + 3.9} = 4 \text{ mA}$$

在传感器供电电源 VDC 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 kΩ，1/2 W。

数字量输出为晶体管开集方式，所用输出通道内部共地。

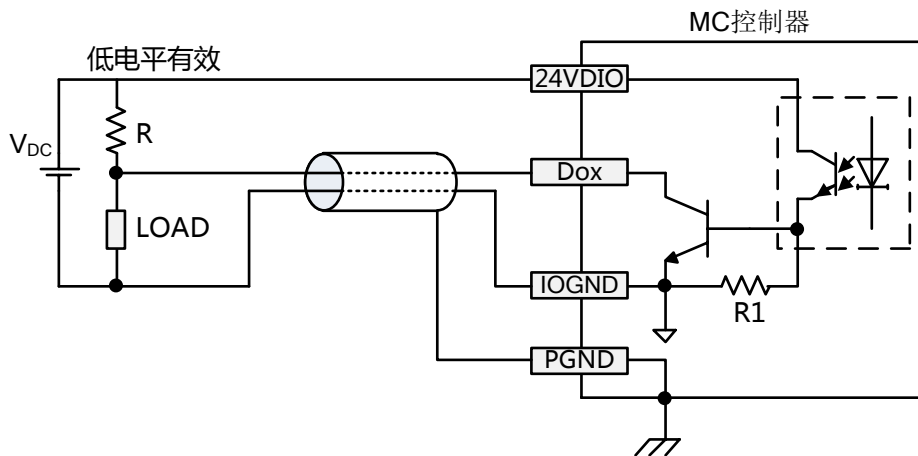


图 94 DO 电气原理示意图（低电平有效）

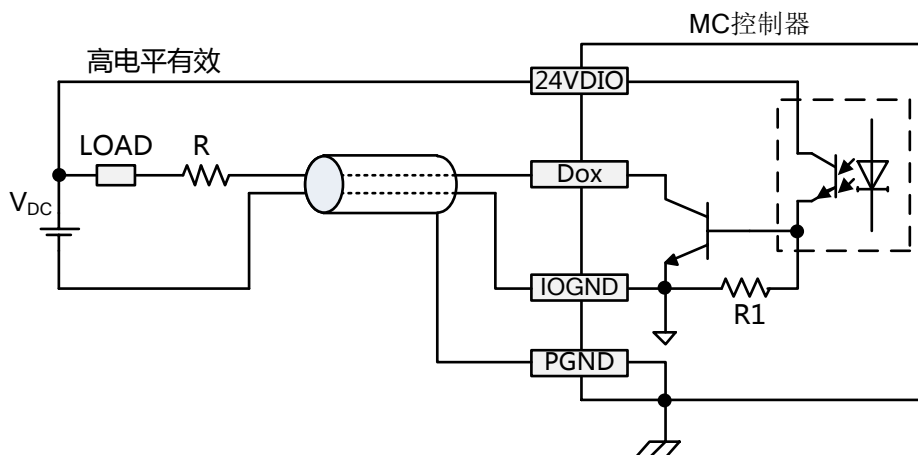


图 95 DO 电气原理示意图（高电平有效）



- R 选型需要结合通道输出电流指标，避免因过流损坏通道。DO 通道最大负载能力按单通道 300 mA 设计，取 15 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.5}{R} = 15 \text{ mA}$$

在外部供电电源 V_{DC} 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 k Ω ，1/2 W。

- 高低电平有效针对相应负载是否工作。

4.4.2.9 RTEX 总线接口

MC1002R 具有 RTEX 总线接口，可以与符合 RTEX 总线的设备连接。

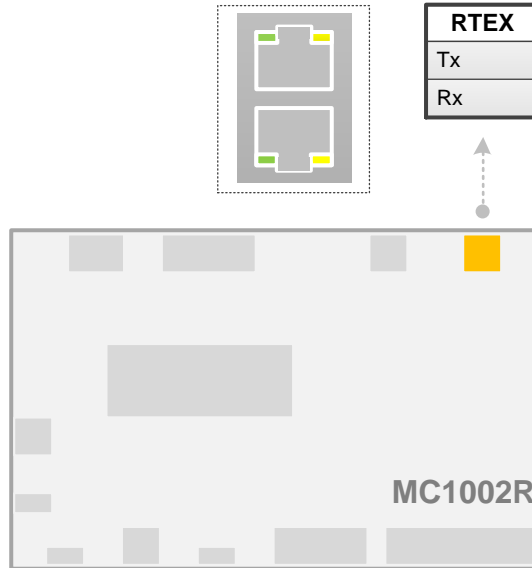


图 96 RTEX 接口示意图

100 Mbps 的 RTEX 网络通讯协议采用环形拓扑结构，包括上位主控制器在内的每一个节点，都具备一个出口（TX）和一个入口（RX）。从主机的出口开始，主机与节点、节点与节点之间，相互串联，最后一个节点的出口连接到主机的入口，构成一个环型网络。

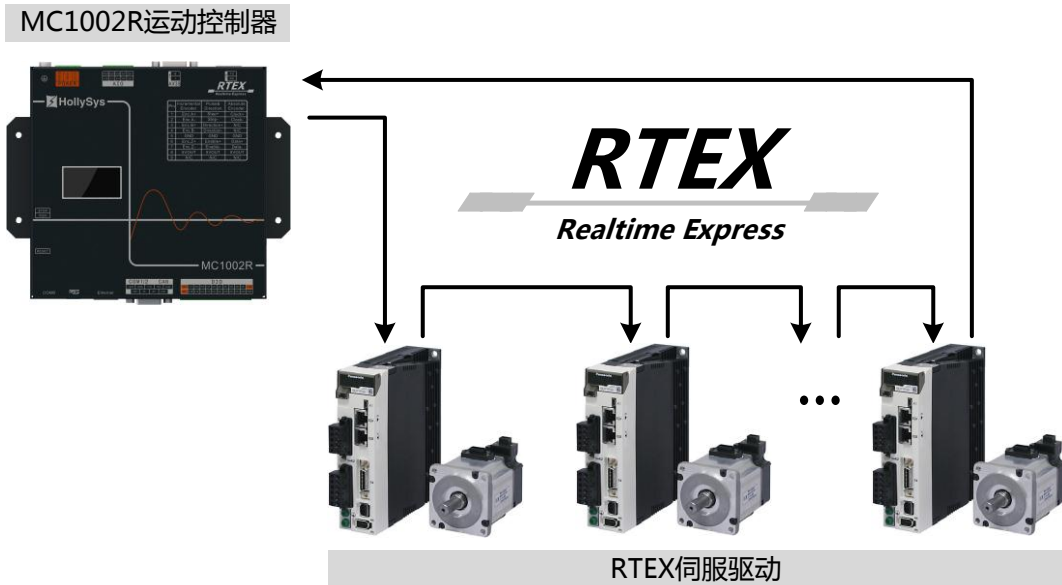


图 97 RTEX 总线连接示意图

RTEX 协议组态请参见《AutoThink V3.1 用户手册_工程组态》中第 5 章的配置 RTEX 主从站。

■ RTEX 接线示例

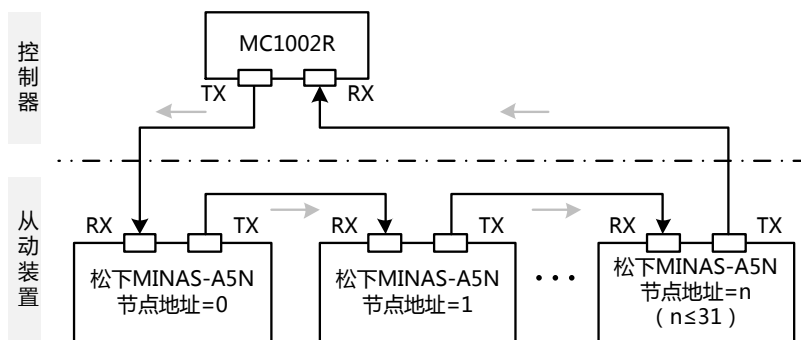


图 98 连接松下 A5N 系列伺服驱动器



- 由于 MC1002R 的 RTEX Master 配置通讯周期只支持 0.5 ms，指令更新周期比只支持 2，RTEX 通讯数据大小只支持 16 字节模式，轴间同期模式只支持轴间半同期。因此当 A5N 和 MC1002R Master 的这些参数配置不一致时，会导致 RTEX 通讯无法连接。所以松下 MINAS-A5N 驱动器的参数 Pr7.20 RTEX 通讯周期必须设定为 0.5 ms，Pr7.21 RTEX 指令更新周期比必须设定为 2，Pr7.22 Bit 0 RTEX 通讯数据大小必须设定为 0（16 字节模式），Pr7.22 Bit 1 设定轴间同期模式必须设定为 0（轴间半同期）。
- 实际连接从站数量和站号必须与 AT 配置相同，否则 RTEX 协议栈将无法正常工作。

4.4.2.10 驱动器接口

MC1002R 有两个直连驱动器接口（Axis0~Axis1），详细的内容可参见章节 4.1.2.9 驱动器接口。

4.4.2.11 模拟量接口

MC1002R 具有 1 组模拟量接口，包括 2 路 AI 和 2 路 AO。

在直连速度模式下（AxisType=20），通过 AO 来控制伺服驱动器的速度。Aon 对应 AXISn。

模拟量输入范围为 0~10 VDC，模拟量输出范围为-10~10 VDC。

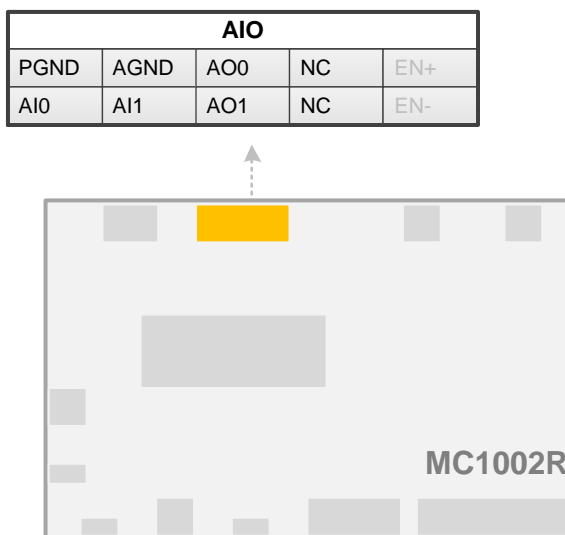


图 99 模拟量接口示意图

表 46 模拟量接口说明

引脚	说明
PGND	保护地
AGND	模拟量信号地
AI0	第 0 路模拟量输入
AI1	第 1 路模拟量输入
AO0	第 0 路模拟量输出
AO1	第 1 路模拟量输出
NC	不使用
NC	不使用



- 使用模拟量接口时，需要将信号地 AGND 连接至另一侧设备的信号地。



- AI 通道接入超量程信号可能导致设备损坏！

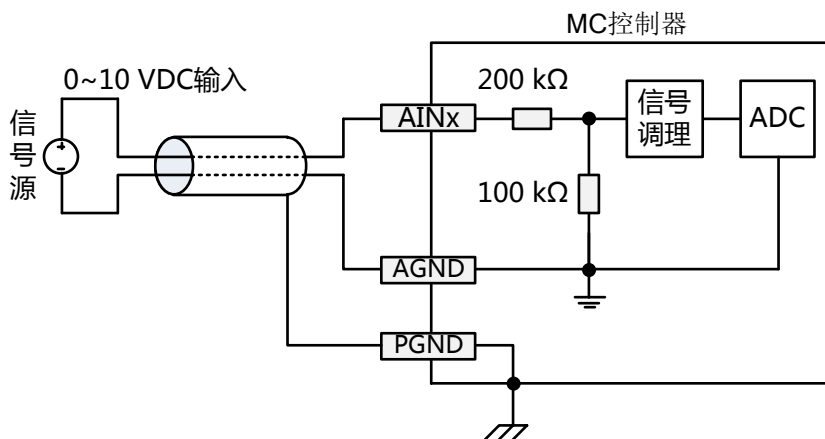


图 100 AI 电气原理示意图



- 两路 AI 通道同时接入信号时，如果一路信号反接，会造成另一路信号采集不准！

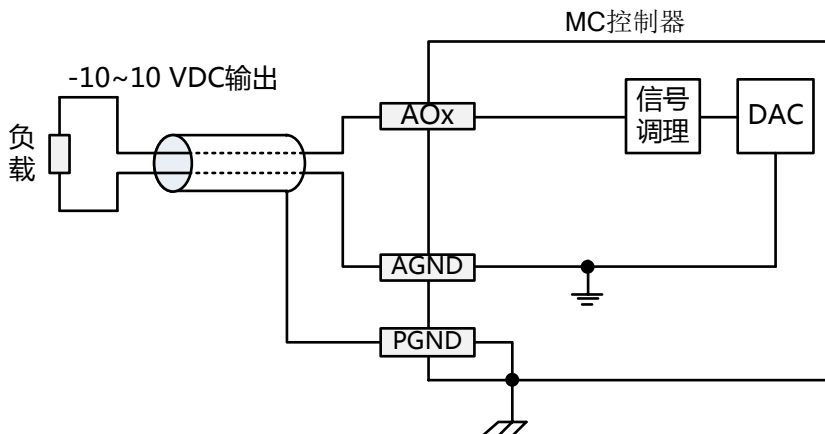


图 101 AO 电气原理示意图



- 负载（LOAD）的阻值需 $>3\text{ k}\Omega$ 。

4.4.2.12 伺服使能（DriveEnable）

伺服使能（DriveEnable）是一个固态继电器的常开触点，用于连接伺服驱动器的使能信号。

MC 控制器具有 1 路伺服使能信号，可以通过两种方式进行控制：

- AutoThink 软件工具栏的使能按钮
- HMC_DriveEnable 函数

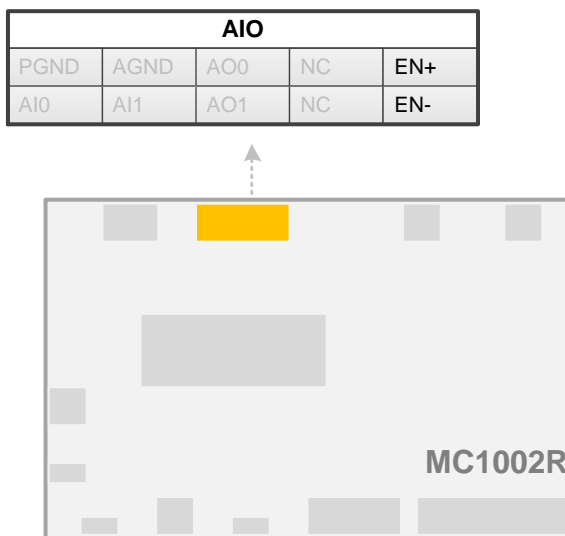


图 102 伺服使能接口示意图

表 47 伺服使能接口说明

引脚	说明
EN+	伺服使能信号正端

引脚	说明
EN-	伺服使能信号负端

4.4.2.13 电源接口

MC 控制器采用 24 VDC 电源供电。

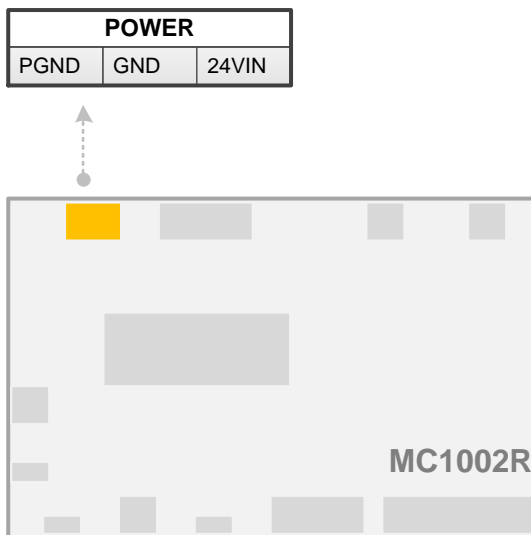


图 103 电源接口示意图

表 48 电源接口说明

引脚	说明
PGND	屏蔽地
GND	电源地
24VIN	24 VDC 电源输入

4.4.2.14 接地柱

将接地柱可靠连接至大地，接地电阻 $<4\ \Omega$ 。

4.4.3 注意事项

无特殊注意事项。

4.5 MC1002E EtherCAT 总线型运动控制器

4.5.1 技术指标

表 49 MC1002E 技术指标

CPU 特性

CPU 特性			
CPU	架构		双核 Cortex-A9
	频率		667 MHz
	浮点计算		双精度 (64 位)
存储区	DDR3 SDRAM	容量	256 MB
		Flash	系统存储区
	用户空间		16 MB
	掉电保持 RAM (FRAM)		4048 bytes (物理容量), 无需备用电池
	Micro SD 卡		支持 (FAT32 格式, 最大容量 32 GB)
软件接口	编程语言		LD/ST/CFC/SFC
	程序下载		支持二进制目标代码下载 支持用户工程下载
	程序上传		支持用户工程上传
	程序加密		支持用户工程和 POU 加密 支持目标文件加密
	控制器加密		支持控制器加锁/解锁
	自动添加库功能		支持 (MC 相关库)
	CPU 状态		RUN/STOP (启动时自动加载/不加载用户工程)
在线系统升级			支持
RTC 实时时钟 (掉电保持时间)			支持星期/年/月/日/时/分/秒时间格式, 精度±60 秒/ 月@25°C (掉电保持 10 天@25°C; 超级电容供电)
伺服使能输出 (DriveEnable)			有, 1 路固态继电器 (常开), 最大电流 600 mA@24 VDC
电源规格			
模块供电电源	工作电压		20.4~28.8 VDC
	额定电压		24.0 VDC
	耐受电压		19.2~30.0 VDC
	消耗功率		<12 W
	防反接		支持, 最大电压 30 VDC
模块输出电源	输出电压		4.5~5.5 VDC
	负载能力		300 mA@5 VDC (各轴合计)
运动控制			
EtherCAT 总线接口	通讯口数量	发送	1
		接收	1
	电平标准		IEEE 802.3

CPU 特性			
	通讯速率	100 Mbps	
	通讯口类型	RJ45	
	支持最大轴数	32	
直连接口（作为脉冲串输入）	通道数	2	
	电平标准	EIA/TIA-485	
	最高输入频率	6 MHz（单相）	
	计数模式	单相 1 倍频（脉冲+方向）、AB 双相 4 倍频、CW/CCW 输入	
	占空比	40%~60%	
	精度	±1@单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部不隔离	
直连接口（作为脉冲串输出）	通道数	2	
	电平标准	EIA/TIA-485	
	最高输出频率	2 MHz（单相）	
	输出模式	脉冲+方向、CW/CCW、AB 相	
	脉冲上升沿上升时间	0.03 μs	
	脉冲下降沿下降时间	0.03 μs	
	精度要求（脉冲方式）	±1@单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部不隔离	
数字量特性			
数字量输入	通道数	12 路快速	
	通道类型	源型	
	最高输入频率	10 kHz（高电平持续时间>15 μs，低电平持续时间>50 μs）	
	现场电源额定电压	24 VDC	
	通道闭合额定电流	5 mA@24 VDC	
	阈值电平	ON 状态	15 VDC（3 mA）~30 VDC（7 mA）
		OFF 状态	0~5 VDC（0.8 mA）
	滤波参数	参见章节 6.4 滤波参数	
	反向保护	支持，最大电压 30 VDC	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min，漏电流小于 5 mA

CPU 特性			
	通道间	不隔离	
数字量输出	通道数	8 路快速	
	输出类型	晶体管输出：集电极开路、内部共地	
	输出电压	24 VDC	
	允许范围	20.4~28.8 VDC	
	单通道输出电流	小于 300 mA	
	公共端电流总和	单组（8 路同时输出）小于 2 A	
	输出频率	10 kHz（ON 响应时间 10 μ s，OFF 响应时间 5 μ s）	
	ON 时最大压降	1.5 VDC@300 mA 以下	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min，漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
模拟量特性			
模拟量输入	通道数	2 路	
	通道复用	无	
	信号类型	电压	
	防反输入	支持	
	输入阻抗	>180 K Ω	
	量程范围	0~10 VDC	
	通道最大耐压	15 VDC	
	对应码值	0~32,767	
	精度	1% F.S.@25 $^{\circ}$ C	
	稳定度	0.1% F.S.@25 $^{\circ}$ C	
	数据更新时间	依赖伺服周期，最快 125 μ s	
	信号带宽	AI0: <1 kHz AI1: <20 Hz	
	ADC 分辨率	12 位	
	滤波参数	AI0	参见章节 6.4 滤波参数
		AI1	参见章节 6.4 滤波参数
	温漂	\pm 100 ppm/ $^{\circ}$ C	
	故障诊断	无	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min，漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
模拟量输出	通道数	2 路	

CPU 特性		
	输出范围	-10~10 VDC
	对应码值	-32,768~32,767
	精度	0.5% F.S. @25℃
	稳定度	0.1% F.S. @25℃
	通道输出温漂	±50 ppm/℃
	DA 分辨率	12 位
	稳定时间（新值的 95%）	<1.5 ms (3 KΩ) <1.5 ms (5.1 nF)
	负载能力	>3 KΩ
	故障诊断	无
	电气隔离	通道与系统
通道间		不隔离
通讯特性		
RS232 (COM1)	通讯口数量	1
	电平标准	EIA/TIA-232
	通讯口类型	隔离, 屏蔽线缆
	通讯速率 (bps)	9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K
	通讯协议	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485 (COM2)	通讯口数量	1 路
	电平标准	EIA/TIA-485
	通讯口类型	隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)	9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS485
LEIO		LEIO 背板协议 (1.125 Mbps)
CAN	通讯口数量	1
	电平标准	ISO11898 (CAN 2.0B)
	通讯口类型	隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)	50K、100K、125K、250K、500K、800K、1M
	通讯协议	自由口协议
以太网	通讯口数量	1
	程序下装	支持

CPU 特性		
	电平标准	IEEE 802.3
	通讯口类型	标准 RJ45
	通讯速率	10/100/1000 Mbps, 自适应
	通讯协议	UDP、TCP/IP、Modbus TCP 从/主
USB to UART	通讯口数量	1
	通讯速率	最大 12 Mbps
	用途	内部调试用
显示特性		
OLED 显示屏	屏幕类型	OLED
	背光和文字	无背光, 黄色字体
	分辨率	128*64
	可视区 (mm)	37.0*19.5
物理特性		
安装方式	导轨安装或支架安装	
接线端子	可插拔	
尺寸规格 (mm)	186.0*154.4*52.0	
重量	1 kg	
环境特性		
工作温度范围	0~60℃	
存储温度范围	-40~70℃	
工作湿度范围	5%~95% (无凝结)	
工作海拔高度	≤3000 m	
可靠性		
热插拔	不支持	
上电启动时间	30 s (从上电至工程开始运行)	
故障隔离	无	
热复位	支持 (不支持无扰)	
绝缘电阻	相互隔离的端子间绝缘电阻 ≥ 5 MΩ (一般试验条件) 相互隔离的端子间绝缘电阻 ≥ 1 MΩ (湿热条件)	

4.5.2 接口说明

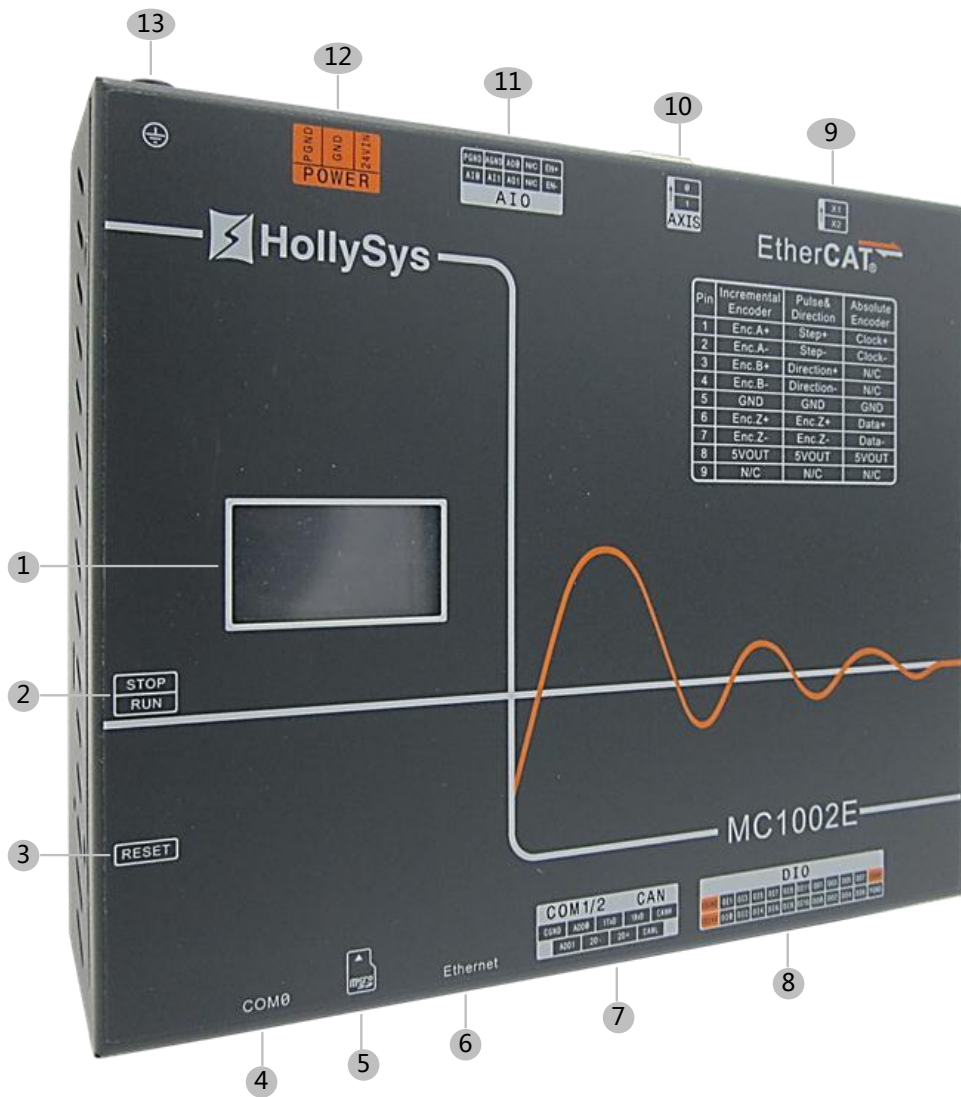


图 104 MC1002E 示意图

表 50 MC1002E 硬件配置

序号	名称
1	显示屏
2	工程加载控制开关
3	复位按钮
4	Micro USB 接口
5	Micro SD 卡接口
6	Ethernet 接口
7	通信接口
8	数字量接口

序号	名称
9	EtherCAT 总线接口
10	驱动器接口
11	模拟量接口
12	电源接口
13	接地柱

4.5.2.1 显示屏

MC 控制器具有一块 128*64 点阵的 OLED 显示屏，可以实时显示模块型号、输入电压、内核温度、当前状态、IP 地址、I/O 状态等。显示屏各部分内容定义如下：

①显示模块型号，当模块正常运行时以 0.5 Hz 频率不断闪烁，不闪烁即为故障状态。

MC1002E	23.7V	40°C
IDLE	OFF	
192.168.0.250	C	
I:5A3	O:64	

图 105 显示屏示意图（示例）

②显示模块的输入电压，分辨率为 0.1VDC。

MC1002E	23.7V	40°C
IDLE	OFF	
192.168.0.250	C	
I:5A3	O:64	

图 106 显示屏示意图（示例）

③显示模块内 CPU 内核的温度。

MC1002E	23.7V	40°C
IDLE	OFF	
192.168.0.250	C	
I:5A3	O:64	

图 107 显示屏示意图（示例）

④显示模块当前的运行状态。



图 108 显示屏示意图（示例）

表 51 MC 控制器运行状态

序号	显示状态	说明
1	STARTING	系统正在启动
2	UPDATE	系统正在升级
3	SUCCESS	系统升级完毕
4	NULL	系统启动完成，无用户工程
5	LOAD	系统正在加载用户工程
6	RUN	系统正在运行用户工程
7	IDLE	系统处于空闲状态
8	ERROR	系统故障

⑤显示模块伺服使能（DriveEnable）的状态，“ON”表示伺服使能有效，“OFF”表示伺服使能无效。



图 109 显示屏示意图（示例）

⑥显示模块当前的 IP 地址，默认为 192.168.0.250。



图 110 显示屏示意图（示例）

⑦显示网络连接状态，如果当前网卡可用则显示“C”，不可用则无字符显示。

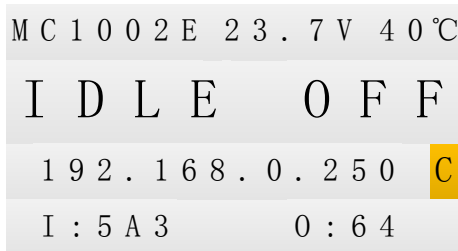


图 111 显示屏示意图 (示例)

⑧以 16 进制显示模块数字量输入端口的状态。



图 112 显示屏示意图 (示例)

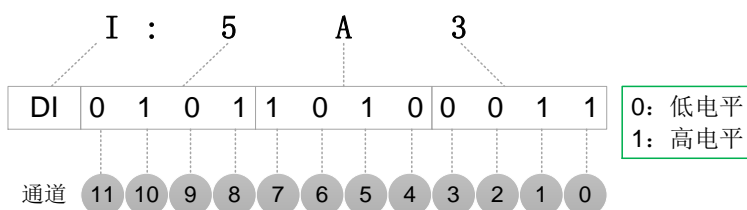


图 113 DI 状态示意图 (示例)

⑨以 16 进制显示模块数字量输出端口的状态。



图 114 显示屏示意图 (示例)

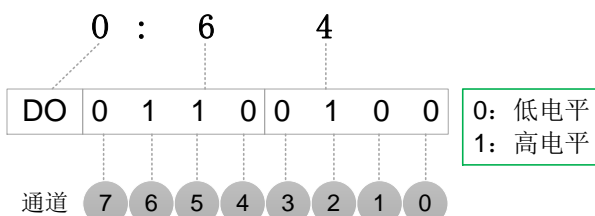


图 115 DO 状态示意图 (示例)



- 请注意保护显示屏，避免被尖锐工具戳伤；
- 如果显示 CPU 内核温度超过了 100℃，请检查工作环境温度；请勿让控制器长时间高温运行，否则有损坏的可能。

4.5.2.2 工程加载控制开关

工程加载控制开关在系统启动后起作用：

- 当拨到 RUN 位置时，系统启动后将自动加载并运行存储区中的用户工程。
- 当拨到 STOP 位置时，则不会自动加载和运行。



- 为避免误操作，工程加载控制开关位于模块内部，需要使用工具操作。

4.5.2.3 复位按钮

按下复位按钮将导致 MC 控制器复位，释放则重新启动。



- 为避免误操作，复位按钮位于模块内部，需要使用工具操作。

4.5.2.4 Micro USB 接口

Micro USB 接口用于系统调试，不对用户开放。

4.5.2.5 Micro SD 卡接口

可插入 Micro SD 卡（TF 卡），供系统升级或加载用户数据使用。



- 插卡时，参照模块上的图示。

4.5.2.6 以太网接口

以太网接口采用标准 RJ45 接口，可用于：

- 连接至上位机 AutoThink 组态软件，进行组态、调试和监控等。
- 连接至上位机用户编写的软件，按用户要求操作 MC 控制器内部功能。
- 通过 Modbus TCP 协议连接至其他设备。



- 以太网采用 10/100/1000 Mbps 自适应接口，会根据所连接网络的情况自动选择通信速率。
- 以太网连接的速率和稳定性与网线、交换机、互联设备相关，为提高通信可靠性，请选择质量较高的产品。

4.5.2.7 通信接口

除了以太网接口，MC1002E 还具有 1 组 DB9 通信接口，包括 1 路标准 CAN 接口、1 路 RS232 接口（COM1）和 1 路 RS485 接口（COM2）。

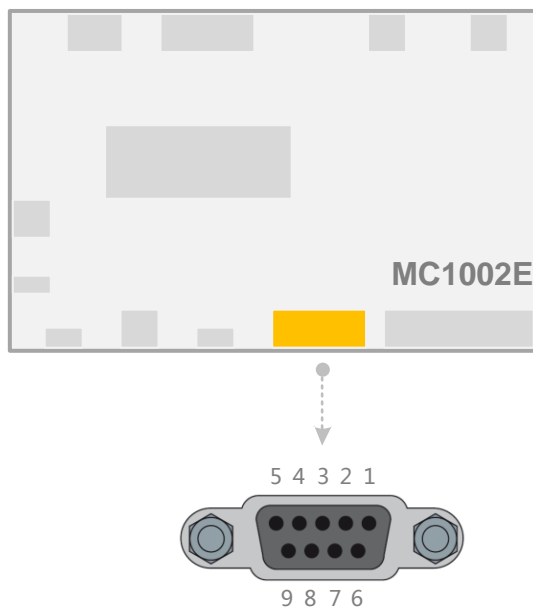


图 116 DB9 通信接口示意图

表 52 DB9 通信接口说明

引脚	名称	说明
1	CANH	CAN 正端
2	1RxD	RS232 接收
3	1TxD	RS232 发送
4	ADD0	LEIO 配置选通信号 1
5	CGND	通信地
6	CANL	CAN 负端
7	2D+	RS485+
8	2D-	RS485-
9	ADD1	LEIO 配置选通信号 2



- 使用 COM1 或 COM2 时，都需要将第 5 引脚（CGND）连接至另一侧设备的通信地。

4.5.2.8 数字量接口

MC1002E 具有 1 组数字量接口，包括 12 个快速 DI 和 8 个快速 DO。



DIO											
IOGND	DI1	DI3	DI5	DI7	DI9	DI11	DO1	DO3	DO5	DO7	IOGND
IO24V	DI0	DI2	DI4	DI6	DI8	DI10	DO0	DO2	DO4	DO6	PGND

图 117 数字量接口示意图

表 53 数字量接口说明

引脚	说明	引脚	说明
IO24V	现场电源 24 VDC	DI10	第 10 位数字量输入（快速）
IOGND	现场电源地	DI11	第 11 位数字量输入（快速）
DI0	第 0 位数字量输入（快速）	DO0	第 0 位数字量输出（快速）
DI1	第 1 位数字量输入（快速）	DO1	第 1 位数字量输出（快速）
DI2	第 2 位数字量输入（快速）	DO2	第 2 位数字量输出（快速）
DI3	第 3 位数字量输入（快速）	DO3	第 3 位数字量输出（快速）
DI4	第 4 位数字量输入（快速）	DO4	第 4 位数字量输出（快速）
DI5	第 5 位数字量输入（快速）	DO5	第 5 位数字量输出（快速）
DI6	第 6 位数字量输入（快速）	DO6	第 6 位数字量输出（快速）
DI7	第 7 位数字量输入（快速）	DO7	第 7 位数字量输出（快速）
DI8	第 8 位数字量输入（快速）	PGND	屏蔽地
DI9	第 9 位数字量输入（快速）	IOGND	现场电源地



- 快速 DI 可用于运动控制算法中的高速脉冲捕捉功能，快速 DO 可用于高速到位输出功能。
- 使用 DI 或 DO 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和地信号。
- DI 接口支持 Encoder-DI 功能，详见章节 6.5 Encoder-DI 轴。

数字量输入为源型。当输入电压低于 5 VDC 时判断为“0”，当输入电压高于 15 VDC 时判断为“1”。

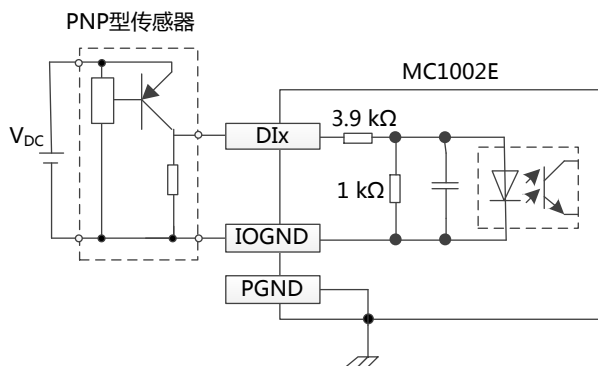


图 118 数字量输入接线示意图 (PNP 型)

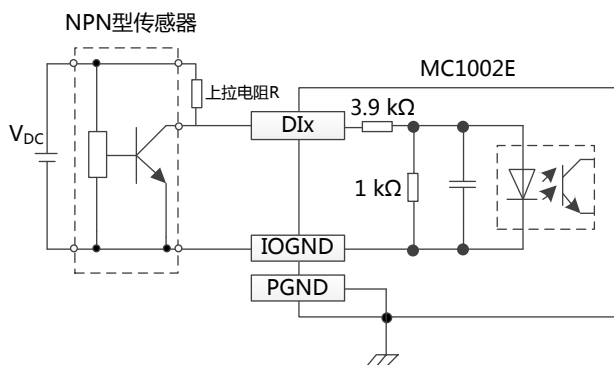


图 119 数字量输入接线示意图 (NPN 型)



- 选择 NPN 型传感器，上拉电阻 R 取值需考虑 DI 通道的导通电流与电阻本身功耗。DI 通道导通电流按 3~7 mA 设计，取 4 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.7}{R + 3.9} = 4 \text{ mA}$$

在传感器供电电源 VDC 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 kΩ，1/2 W。

数字量输出为晶体管开集方式，所用输出通道内部共地。

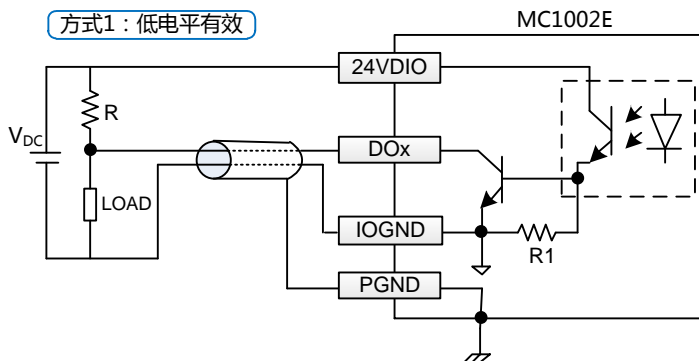


图 120 DO 电气原理示意图 (方式 1)

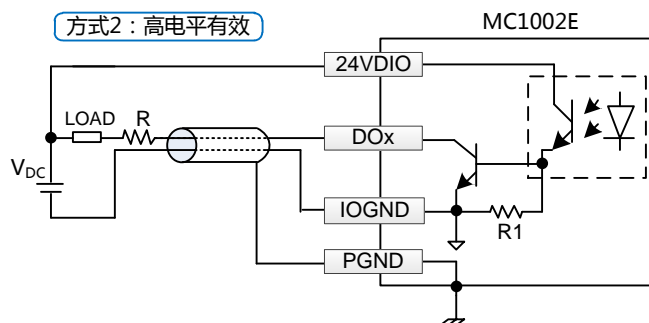


图 121 DO 电气原理示意图（方式 2）



- R 选型需要结合通道输出电流指标，避免因过流损坏通道。DO 通道最大负载能力按单通道 300 mA 设计，取 15 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.5}{R} = 15 \text{ mA}$$

在外部供电电源 VDC 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 kΩ，1/2 W。

- 高低电平有效针对相应负载是否工作。

4.5.2.9 EtherCAT 总线接口

MC1002E 具有 EtherCAT 总线接口，可以与符合 EtherCAT 总线的设备连接，IO 目前仅支持 VIPA 厂家的 IO 设备。

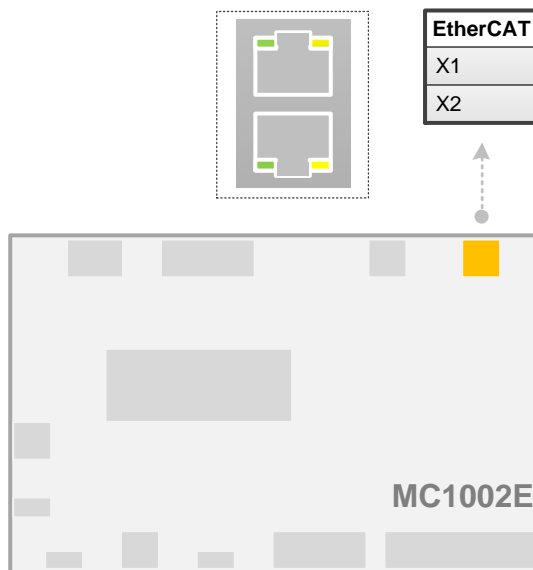


图 122 EtherCAT 接口示意图

EtherCAT（Ethernet for Control Automation Technology）以太网控制自动化技术，是基于以太网的现场总线系统，由德国倍福自动化有限公司（Beckhoff Automation GmbH）研发。其主要特点是实时性强和拓扑结构灵活。

实时性: EtherCAT 主站只需要发送一个包含所有从站数据的数据包，该数据包会遍历所有从站，每个从站在数据包经过其节点时读取相应地址的数据。同样，输入数据也是在报文经过时插入至报文中。所以 EtherCAT 总线的数据传输速率非常快。

拓扑结构: EtherCAT 几乎支持任何拓扑类型，包括线型、树型、星型等。

目前 MC1002E 仅支持线性拓扑结构。

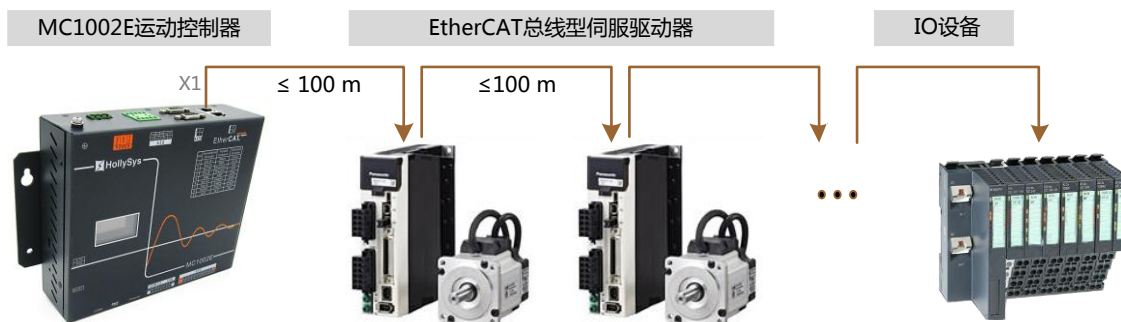


图 123 EtherCAT 总线连接示意图（线型）

EtherCAT 协议组态请参见《AutoThink V3.1 用户手册_工程组态》中第 5 章的配置 EtherCAT 主从站。

4.5.2.10 驱动器接口

MC1002E 具有 2 个直连式驱动器接口（Axis0~Axis1），详细的内容可参见章节 4.1.2.9 驱动器接口。

4.5.2.11 模拟量接口

MC1002E 具有 1 组模拟量接口，包括 2 路 AI 和 2 路 AO。

在直连速度模式下（AxisType=20），通过 AO 来控制伺服驱动器的速度。Aon 对应 AXISn。

模拟量输入范围为 0~10 VDC，模拟量输出范围为-10~10 VDC。

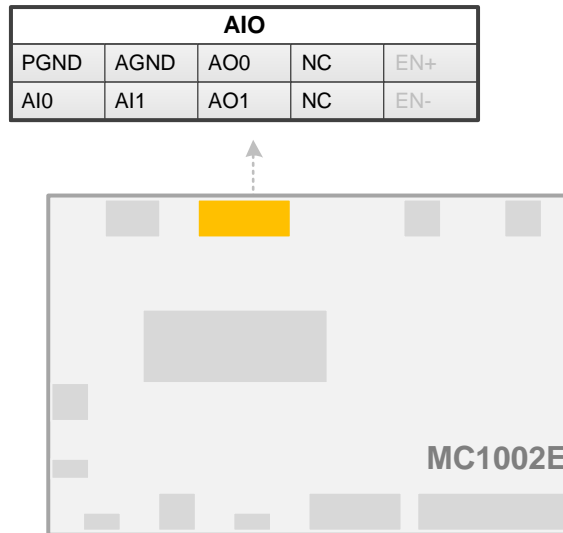


图 124 模拟量接口示意图

表 54 模拟量接口说明

引脚	说明
PGND	保护地
AGND	模拟量信号地
AI0	第 0 路模拟量输入
AI1	第 1 路模拟量输入
AO0	第 0 路模拟量输出
AO1	第 1 路模拟量输出
NC	不使用
NC	不使用



- 使用模拟量接口时，需要将信号地 AGND 连接至另一侧设备。



- AI 通道接入超量程信号可能导致设备损坏！

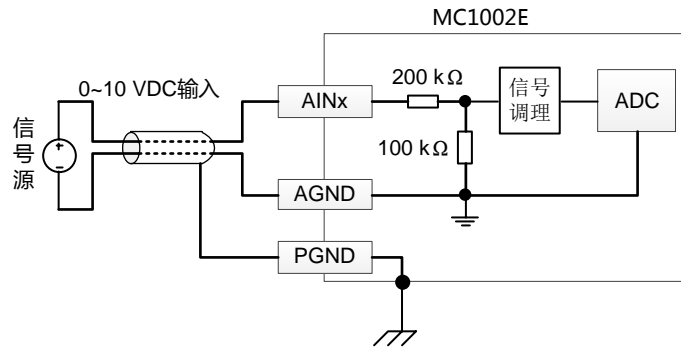


图 125 AI 电气原理示意图



- 两路 AI 通道同时接入信号时，如果一路信号反接，会造成另一路信号采集不准！

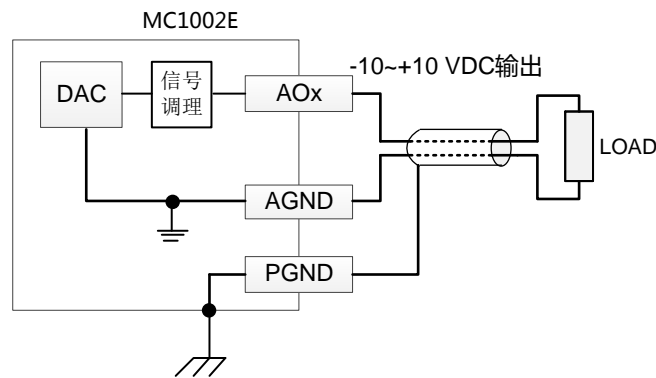


图 126 AO 电气原理示意图



- 负载（LOAD）的阻值需 $>3\text{ k}\Omega$ 。

4.5.2.12 伺服使能（DriveEnable）

MC 控制器具有 1 路伺服使能信号。

伺服使能（DriveEnable）是一个固态继电器的常开触点，用于连接伺服驱动器的使能信号。

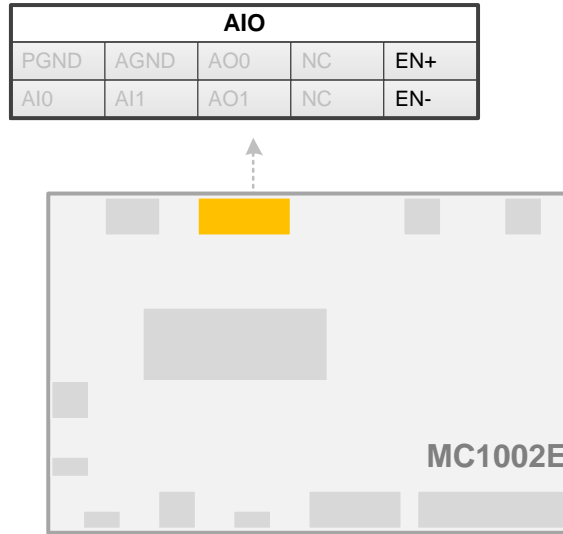


图 127 伺服使能接口示意图

表 55 伺服使能接口说明

引脚	说明
EN+	伺服使能信号正端
EN-	伺服使能信号负端

伺服使能可以通过 AutoThink 软件上的工具栏按钮 控制，也可以通过调用运动控制算法库中的 HMC_DriveEnable 函数来控制。

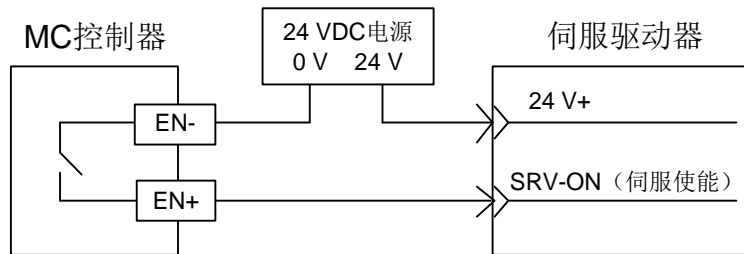


图 128 伺服使能与伺服驱动器接线示意图

4.5.2.13 电源接口

MC 控制器采用 24 VDC 电源供电。

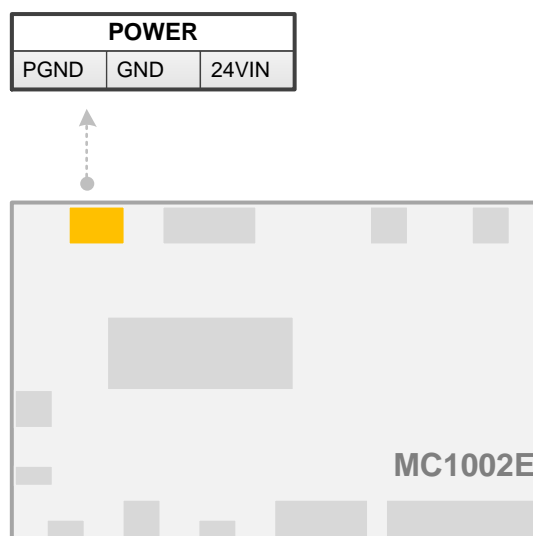


图 129 电源接口示意图

表 56 电源接口说明

引脚	说明
PGND	屏蔽地
GND	电源地
24VIN	24 VDC 电源输入

4.5.2.14 接地柱

将接地柱可靠连接至大地，接地电阻 $<1\ \Omega$ 。

4.5.3 注意事项

无特殊注意事项。

4.6 MC2008/2008L 8 轴直连式运动控制器

4.6.1 技术指标

表 57 技术指标

CPU 特性			
CPU	架构		双核 Cortex-A9
	频率		667 MHz
	浮点计算		双精度（64 位）
存储区	DDR3 SDRAM	容量	256 MB
	Serial Flash	系统存储区	16 MB

CPU 特性		
	用户存储区	16 MB
	Micro SD 卡	支持 (FAT32 格式, 最大容量 32 GB)
	掉电保持 RAM (FRAM)	8KB (物理容量), 无需备用电池
软件接口	编程语言	LD、ST、CFC、SFC
	程序下载	支持二进制目标代码下载 支持用户工程下载
	程序上传	支持用户工程上传
	程序加密	支持用户工程、POU、目标文件加密
	控制器加密	支持控制器加锁/解锁
	自动添加库功能	支持 (MC 相关库)
	CPU 状态	RUN/STOP (启动时自动加载/不加载用户工程)
在线系统升级		支持
RTC 实时时钟 (掉电保持时间)		支持星期/年/月/日/时/分/秒时间格式, 精度±60 秒/月 @25°C (掉电保持 7 天@25°C; 超级电容供电)
伺服使能输出 (DriveEnable)		有, 1 路固态继电器 (常开), 最大通流 600 mA@24 VDC
电源规格		
模块供电电源	输入电压	20.4~28.8 VDC
	额定电压	24.0 VDC
	耐受电压	19.2~30.0 VDC
	消耗功率	<28 W
	防反接	支持, 最大反向电压 30 VDC
模块输出电源	输出电压	4.5~5.5 VDC
	负载能力	300 mA@5 VDC (各轴合计)
运动控制		
直连接口 (作为脉冲串输入)	通道数	8
	电平标准	EIA/TIA-485
	最高输入频率	6 MHz (单相)
	编码器计数范围	16 位
	计数模式	单相 1 倍频 (脉冲+方向)、AB 双相 4 倍频、CW/CCW 输入
	占空比	40%~60%
	精度	±1@单次调用
	接线方式	屏蔽双绞线
	电气隔离	系统与外部不隔离
	滤波参数	不滤波 (默认)/0.02us/0.05us/0.1us/0.2us/0.5us/1us/

CPU 特性			
		2us/5us/10us/20us/50us/100us/200us/500us/1ms/2ms/5ms/10ms/20ms/50ms/100ms	
直连接口 (作为脉冲串输出)	通道数	8	
	电平标准	EIA/TIA-485	
	最高输出频率	2 MHz (单相)	
	输出模式	脉冲+方向、CW/CCW、AB 相	
	脉冲上升沿上升时间	0.03 μ s	
	脉冲下降沿下降时间	0.03 μ s	
	精度要求 (脉冲方式)	± 1 @ 单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部不隔离	
数字量特性			
数字量输入	通道数	24 路 (8 路快速, 16 路慢速)	
	通道类型	源型或漏型	
	最高输入频率	快速通道	200kHz (高电平持续时间 >2us, 低电平持续时间 >2.5us), DI0~DI7
		慢速通道	1KHz (高电平持续时间 >200us), DI8~DI23
	现场电源额定电压	24 VDC	
	通道闭合额定电流	5 mA@24 VDC	
	阈值电平	ON 状态	15 VDC (3 mA) ~30 VDC (7 mA)
		OFF 状态	0~5 VDC (0.8 mA)
	滤波参数	DI0~DI7: 不滤波 (默认) /0.5us/1us/2us/5us/10us/20us/50us/100us/200us/500us/1ms/2ms/5ms/10ms/20ms/50ms/100ms DI8~DI23: 不滤波 (默认) /500us/1ms/2ms/5ms/10ms/20ms/50ms/100ms	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
数字量输出	通道数	16 路快速	
	输出类型	晶体管输出: 集电极开路、内部共地	
	输出电压	24 VDC	
	允许范围	20.4~28.8 VDC	
	单通道输出电流	小于 300 mA	
	公共端电流总和	单组 (8 路同时输出) 小于 2 A	
	输出频率	200 kHz (ON 响应时间 1 μ s, OFF 响应时间 1 μ s)	
	ON 时最大压降	1.5 VDC@300 mA 以下	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA

CPU 特性		
	通道间	不隔离
模拟量特性 (MC2008L 不支持)		
模拟量输入	通道数	4 路
	通道复用	无
	信号类型	电压
	防反输入	支持
	输入阻抗	>180 K Ω
	量程范围	0~10 VDC
	通道最大耐压	15 VDC
	对应码值	0~32,767
	精度	1% F.S. @25 $^{\circ}$ C
	稳定度	0.1% F.S. @25 $^{\circ}$ C
	数据更新时间	取决于伺服周期, 最快 125 μ s
	滤波参数	不滤波 /1ms/2ms/5ms/10ms(默认)/20ms/50ms/100ms/200ms/500ms/1s/2s/5s
	温漂	\pm 100 ppm/ $^{\circ}$ C
	故障诊断	无
电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA
	通道间	不隔离
模拟量输出	通道数	8 路
	输出范围	-10~10 VDC
	对应码值	-32,768~32,767
	精度	0.5% F.S. @25 $^{\circ}$ C
	稳定度	0.1% F.S. @25 $^{\circ}$ C
	通道输出温漂	\pm 50 ppm/ $^{\circ}$ C
	稳定时间 (新值的 95%)	<1.5 ms (3 K Ω) <1.5 ms (5.1 nF)
	负载能力	>3 K Ω
	故障诊断	无
	电气隔离	通道与系统
通道间		不隔离
通讯特性		
RS232 (COM1)	通讯口数量	1
	电平标准	EIA/TIA-232
	通讯口类型	隔离, 屏蔽线缆

CPU 特性			
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K
	通讯协议		自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485/422 (COM2)	通讯口数量		1 路, 半/全双工可切换
	电平标准		EIA/TIA-485、EIA/TIA-422
	通讯口类型		隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS422	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485		自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主	
RS485 (COM3)	通讯口数量		1 路
	电平标准		EIA/TIA-485
	通讯口类型		隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS485	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485 (COM4)	通讯口数量		1 路
	电平标准		EIA/TIA-485
	通讯口类型		隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS485	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
LE I/O		LE I/O 背板协议 (1.125 Mbps)	
CAN	通讯口数量		1
	电平标准		ISO11898 (CAN 2.0B)
	通讯口类型		隔离, 屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		50K、100K、125K、250K、500K、800K、1M
	通讯协议		自由口协议

CPU 特性		
以太网	通讯口数量	1
	程序下装	支持
	电平标准	IEEE 802.3
	通讯口类型	标准 RJ45
	通讯速率	10/100/1000 Mbps 自适应
	通讯协议	UDP、TCP/IP、Modbus TCP 从/主
USB to UART	通讯口数量	1
	通讯速率	最大 12 Mbps
	用途	内部调试用
显示特性		
OLED 显示屏	屏幕类型	OLED
	背光和文字	无背光, 黄色字体
	分辨率	128*64
	可视区 (mm)	37.0*19.5
物理特性		
安装方式	导轨安装	
接线端子	可插拔	
尺寸规格 (mm)	246.0*164.4*43.2	
重量	1.6 kg	
环境特性		
工作温度范围	0~60℃	
存储温度范围	-40~70℃	
工作湿度范围	5%~95% (无凝结)	
工作海拔高度	≤3000 m	
可靠性		
热插拔	不支持	
上电启动时间	30 s (从上电至工程开始运行)	
故障隔离	无	
冷复位	支持 (复位后所有输出量归零)	
热复位	支持 (不支持无扰)	
绝缘电阻	相互隔离的端子间绝缘电阻≥5 MΩ (一般试验条件) 相互隔离的端子间绝缘电阻≥1 MΩ (湿热条件)	

4.6.2 接口说明

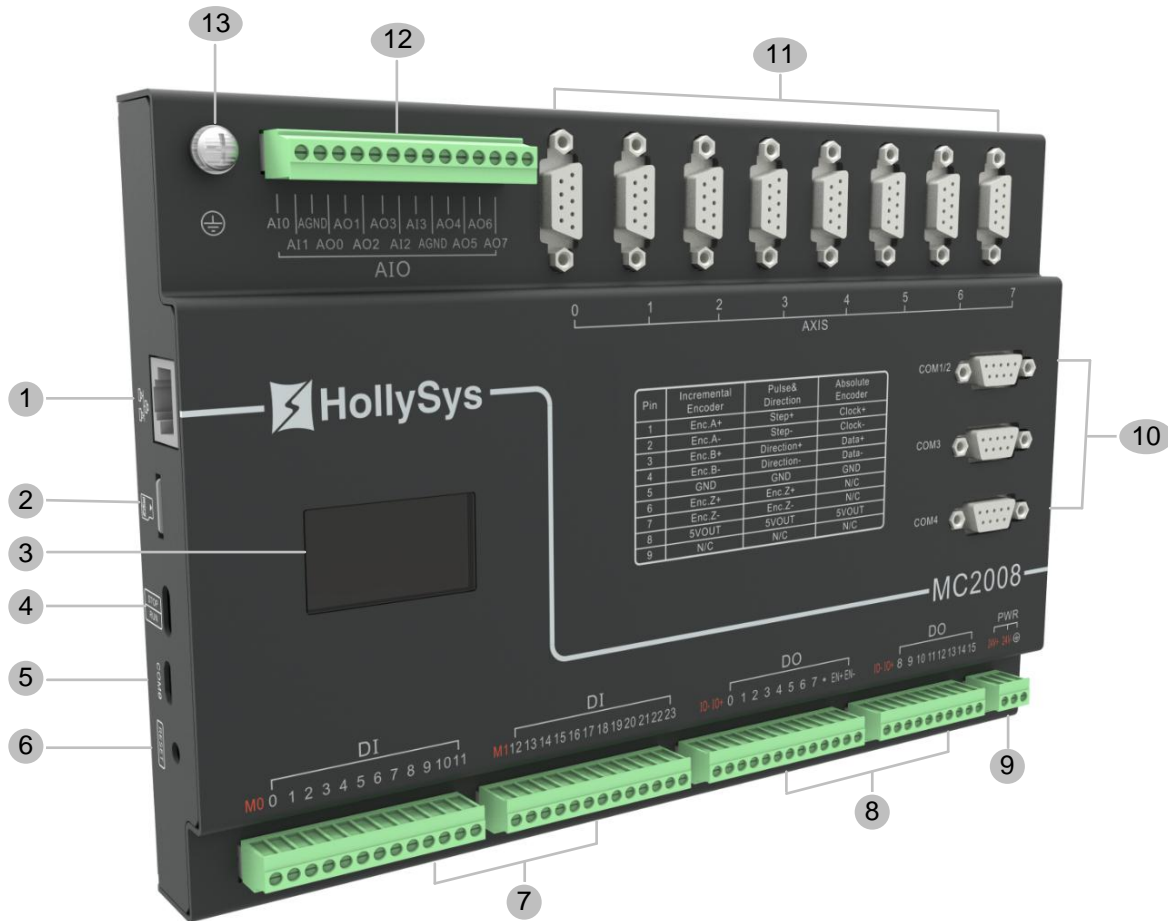


图 130 MC2008 示意图

表 58 硬件列表

序号	名称
1	Ethernet 接口
2	Micro SD 接口
3	显示屏
4	工程加载控制开关
5	Micro USB 接口
6	复位按钮
7	DI 接口
8	DO 接口与伺服使能接口
9	电源接口
10	通讯接口
11	驱动器接口

序号	名称
12	模拟量接口（MC2008L 无此接口）
13	接地柱

4.6.2.1 以太网接口

以太网接口采用标准 RJ45 接口，可用于：

- 连接至上位机 AutoThink（简称 AT）组态软件，进行组态、调试和监控等。
- 连接至上位机用户编写的软件，按用户要求操作 MC 控制器内部功能。
- 通过 Modbus TCP 协议连接至其他设备。



- 以太网采用 10/100/1000 Mbps 自适应接口，会根据网络情况自动选择通信速率。
- 以太网连接的速率和稳定性与网线、交换机、互联设备相关，为提高通信可靠性，请选择质量较高的产品。

4.6.2.2 Micro SD 接口

通过 Micro SD 卡（TF 卡），可以进行系统升级或加载用户数据。



- 插卡时，请参照模块上的图示。

4.6.2.3 显示屏

MC 控制器具有一块 128*64 点阵的 OLED 显示屏，可以实时显示模块型号、内核温度、运行状态、伺服使能状态、IP 地址、网络连接状态、模块 DI/DO 状态等。



- 请注意保护显示屏，避免被尖锐工具戳伤。

显示屏各部分内容定义如下：

1. 模块型号

模块正常运行时以 0.5 Hz 频率不断闪烁，模块故障时不闪烁。

MC2008	40°C
IDLE	OFF
192.168.0.250	C
I:F175A3	O:C964

图 131 显示屏示意图（示例）

2. 内核温度

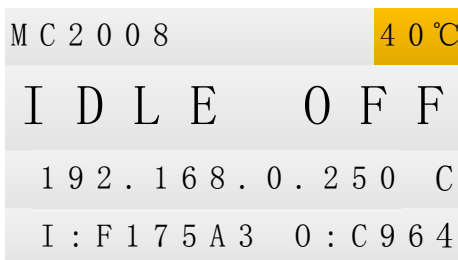


图 132 显示屏示意图 (示例)



- 如果 CPU 内核温度超过 100°C，请检查工作环境温度。请勿让控制器长时间高温运行，以免损坏模块。

3. 运行状态

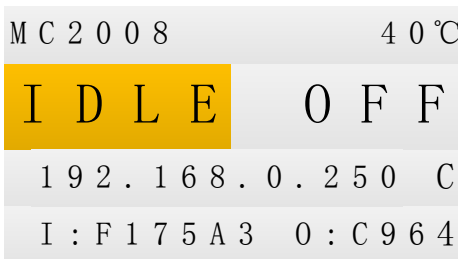


图 133 显示屏示意图 (示例)

表 59 MC 控制器运行状态

序号	显示状态	说明
1	STARTING	系统正在启动
2	UPDATE	系统正在升级
3	SUCCESS	系统升级完毕
4	NULL	系统启动完成，无用户工程
5	LOAD	系统正在加载用户工程
6	RUN	系统正在运行用户工程
7	IDLE	系统处于空闲状态
8	ERROR	系统故障

4. 伺服使能状态

- ON: 伺服使能有效。
- OFF: 伺服使能无效。

MC2008	40°C
I D L E	O F F
192.168.0.250	C
I : F 1 7 5 A 3	O : C 9 6 4

图 134 显示屏示意图 (示例)

5. IP 地址

模块的默认 IP 地址为 192.168.0.250。

MC2008	40°C
I D L E	O F F
192.168.0.250	C
I : F 1 7 5 A 3	O : C 9 6 4

图 135 显示屏示意图 (示例)

6. 网络连接状态

- 显示“C”：建立网络连接。
- 不显示：没有网络连接。

MC2008	40°C
I D L E	O F F
192.168.0.250	C
I : F 1 7 5 A 3	O : C 9 6 4

图 136 显示屏示意图 (示例)

7. 模块 DI 状态

以 16 进制显示模块数字量输入端口的状态。



图 137 显示屏示意图 (示例)

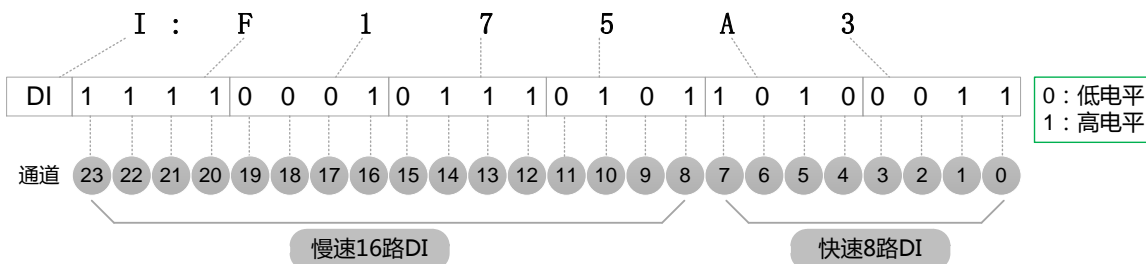


图 138 DI 状态示意图 (示例)

8. 模块 DO 状态

以 16 进制显示模块数字量输出端口的状态。



图 139 显示屏示意图 (示例)

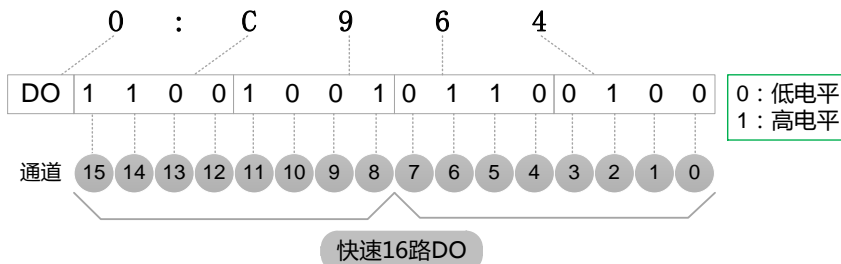


图 140 DO 状态示意图 (示例)

4.6.2.4 工程加载控制开关 (RUN/STOP)

工程加载控制开关在系统启动后起作用:

- 当拨到 RUN 位置时, 系统启动后自动加载并运行存储区中的用户工程。
- 当拨到 STOP 位置时, 系统启动后不加载存储区中的用户工程。



- 为避免误操作，工程加载控制开关位于模块内部，需要使用工具操作。

4.6.2.5 Micro USB 接口

Micro USB 接口（COM0）用于系统调试，不对用户开放。

4.6.2.6 复位按钮（RESET）

按下复位按钮可对控制器进行复位，释放复位按钮则控制器重新启动。



- 为避免误操作，复位按钮位于模块内部，需要使用工具操作。

4.6.2.7 DI 接口

控制器具有 2 组 DI 接口，每组 12 路。

8 路快速通道：DI0~DI7，16 路慢速通道：DI8~DI23。

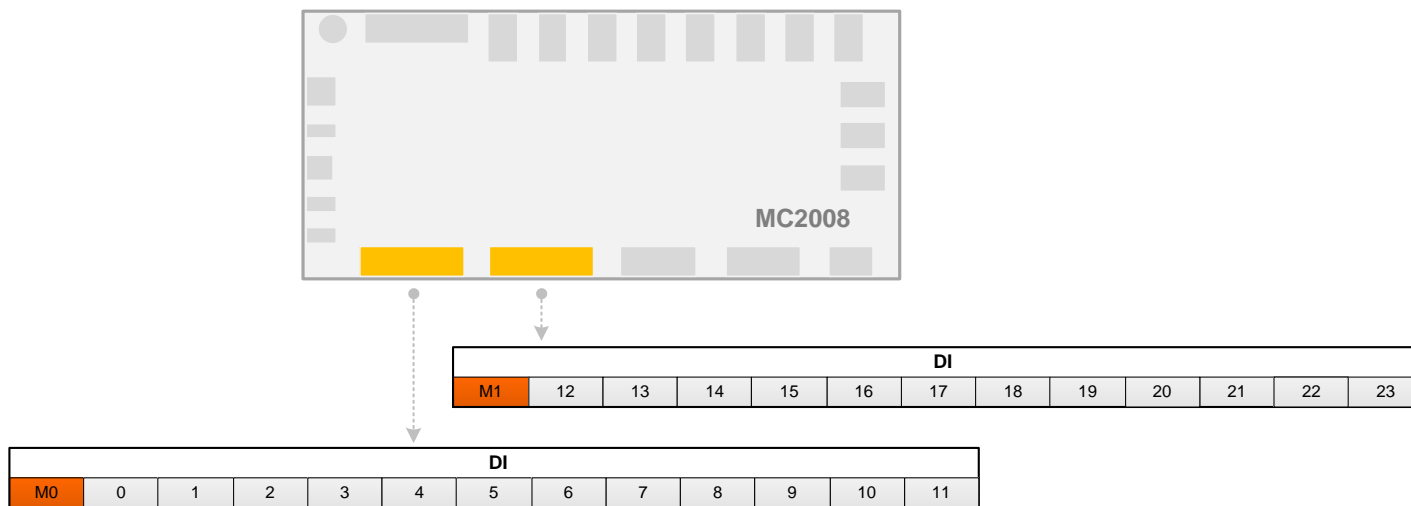


图 141 DI 接口示意图

表 60 DI 接口说明

引脚	说明	引脚	说明
M0	第一组 DI 信号公共端	M1	第二组 DI 信号公共端
DI0	第 0 位数字量输入（快速）	DI12	第 12 位数字量输入（慢速）
DI1	第 1 位数字量输入（快速）	DI13	第 13 位数字量输入（慢速）
DI2	第 2 位数字量输入（快速）	DI14	第 14 位数字量输入（慢速）
DI3	第 3 位数字量输入（快速）	DI15	第 15 位数字量输入（慢速）
DI4	第 4 位数字量输入（快速）	DI16	第 16 位数字量输入（慢速）
DI5	第 5 位数字量输入（快速）	DI17	第 17 位数字量输入（慢速）

引脚	说明	引脚	说明
DI6	第 6 位数字量输入（快速）	DI18	第 18 位数字量输入（慢速）
DI7	第 7 位数字量输入（快速）	DI19	第 19 位数字量输入（慢速）
DI8	第 8 位数字量输入（慢速）	DI20	第 20 位数字量输入（慢速）
DI9	第 9 位数字量输入（慢速）	DI21	第 21 位数字量输入（慢速）
DI10	第 10 位数字量输入（慢速）	DI22	第 22 位数字量输入（慢速）
DI11	第 11 位数字量输入（慢速）	DI23	第 23 位数字量输入（慢速）



- 快速和慢速 DI 均可用于运动控制算法中的高速脉冲捕捉功能，但慢速 DI 相比快速 DI 捕获延时大。
- 使用 DI 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和接地信号。
- DI 接口支持 Encoder-DI 功能，详见章节 6.5 Encoder-DI 轴。

所有 DI 都支持源型或漏型接入。当输入电压低于 5 VDC 时判断为“0”，当输入电压高于 15 VDC 时判断为“1”。

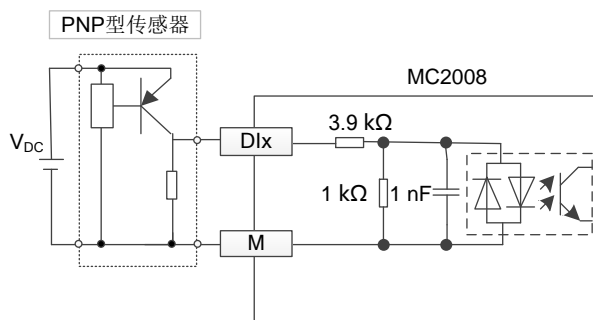


图 142 漏型接线示意图

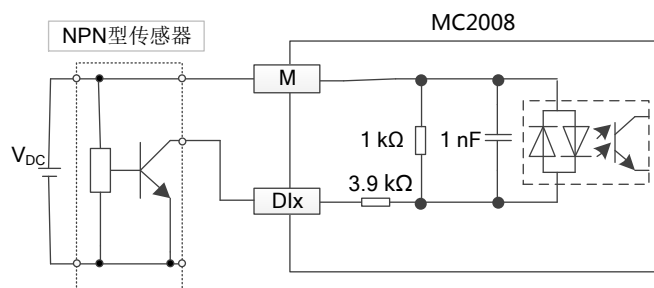


图 143 源型接线示意图



- DI 通道组仅支持单一类型接入，不支持不同信号混合接入。

4.6.2.8 DO 接口

控制器具有 2 组 DO 接口，每组 8 路快速 DO。

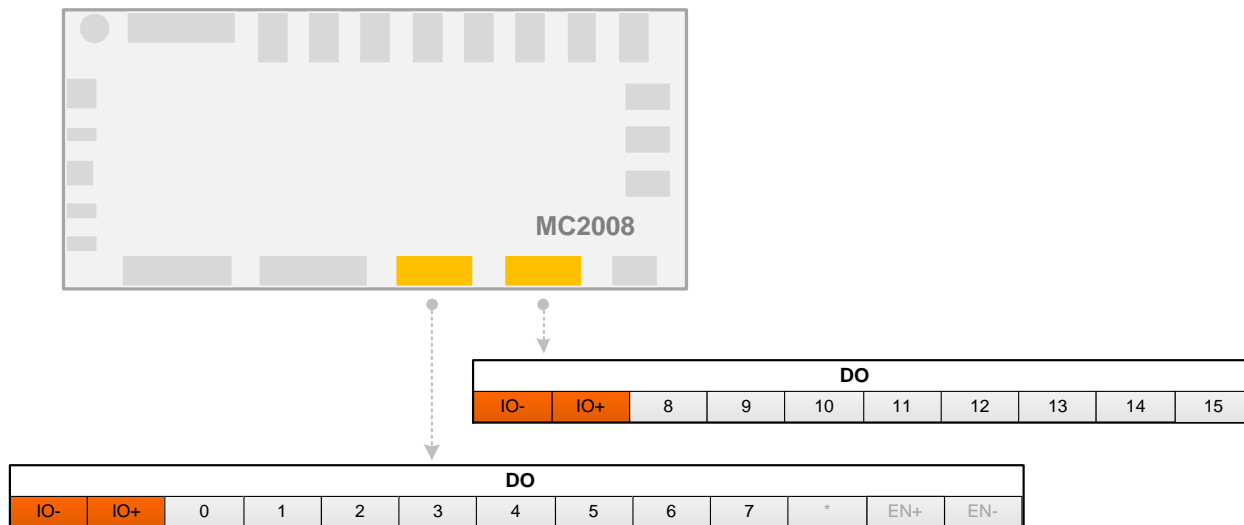


图 144 DO 接口示意图

表 61 DO 接口说明

引脚	说明	引脚	说明
IO-	现场电源地	IO-	现场电源地
IO+	现场电源 24 VDC	IO+	现场电源 24 VDC
DO0	第 0 位数字量输出	DO8	第 8 位数字量输出
DO1	第 1 位数字量输出	DO9	第 9 位数字量输出
DO2	第 2 位数字量输出	DO10	第 10 位数字量输出
DO3	第 3 位数字量输出	DO11	第 11 位数字量输出
DO4	第 4 位数字量输出	DO12	第 12 位数字量输出
DO5	第 5 位数字量输出	DO13	第 13 位数字量输出
DO6	第 6 位数字量输出	DO14	第 14 位数字量输出
DO7	第 7 位数字量输出	DO15	第 15 位数字量输出



- 快速 DO 可用于高速到位输出功能。
- 使用 DO 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和地信号。
- DO 接口支持 Stepper-DO 功能，详见章节 6.6 Stepper-DO 轴。

数字量输出为晶体管开集方式，所用输出通道内部共地。

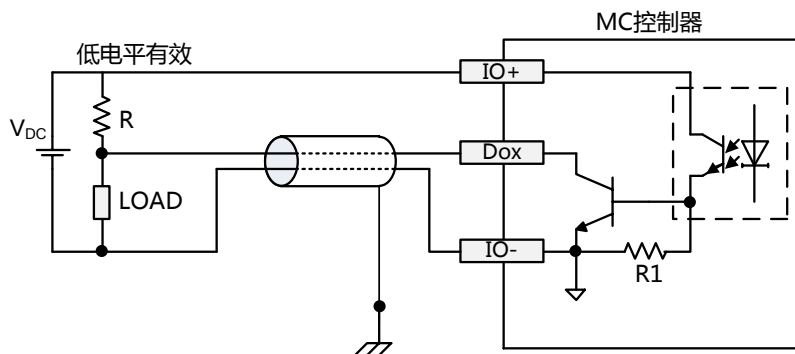


图 145 DO 电气原理示意图（低电平有效）

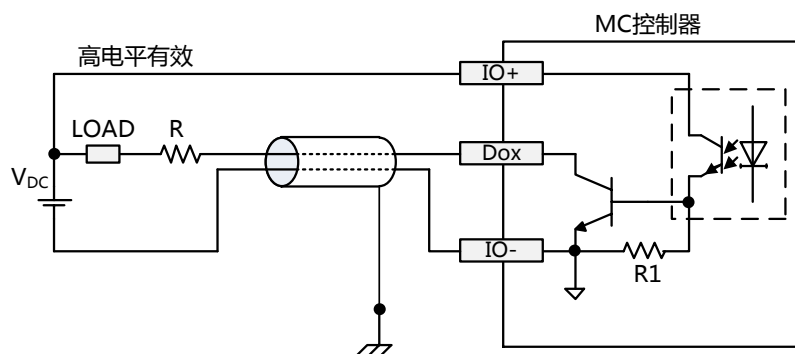


图 146 DO 电气原理示意图（高电平有效）



- R 选型需要结合通道输出电流指标，避免因过流损坏通道。DO 通道最大负载能力按单通道 300 mA 设计，取 15 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.5}{R} = 15 \text{ mA}$$

在外部供电电源 V_{DC} 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 kΩ，1/2 W。

- 高低电平有效针对相应负载是否工作。

4.6.2.9 伺服使能（DriveEnable）

伺服使能（DriveEnable）是一个固态继电器的常开触点，用于连接伺服驱动器的使能信号，可以通过两种方式进行控制：

- AutoThink 软件工具栏的使能按钮
- HMC_DriveEnable 函数

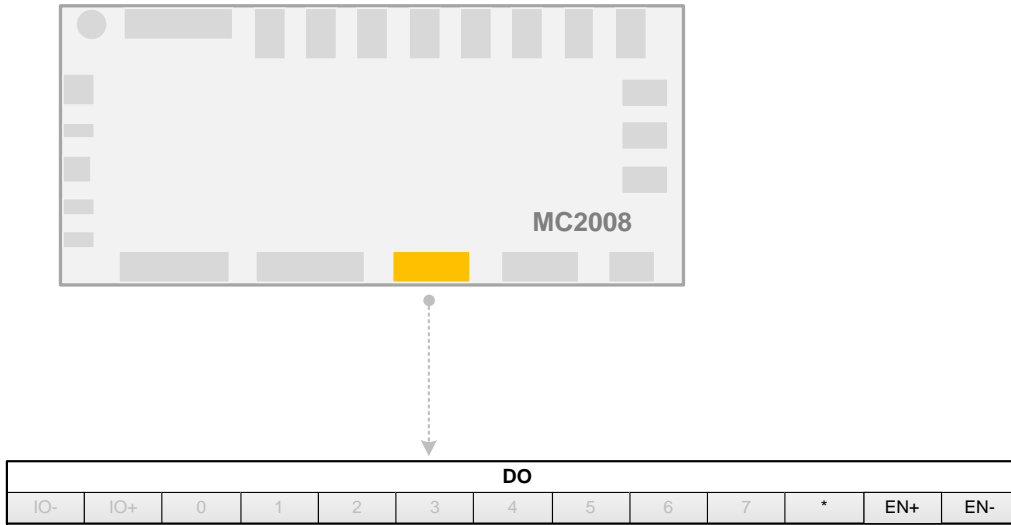


图 147 伺服使能接口示意图

表 62 伺服使能接口说明

引脚	说明
*	不使用
EN+	伺服使能信号正端
EN-	伺服使能信号负端

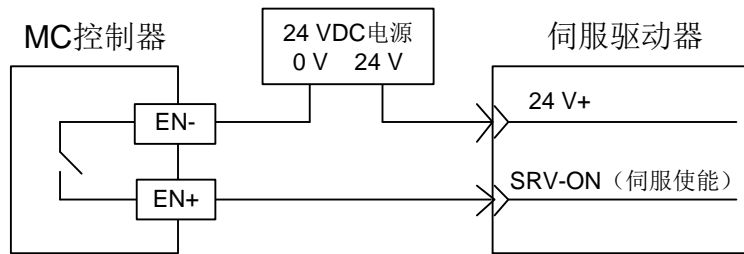


图 148 伺服使能与伺服驱动器接线示意图

4.6.2.10 电源接口

MC 控制器采用 24 VDC 电源供电。

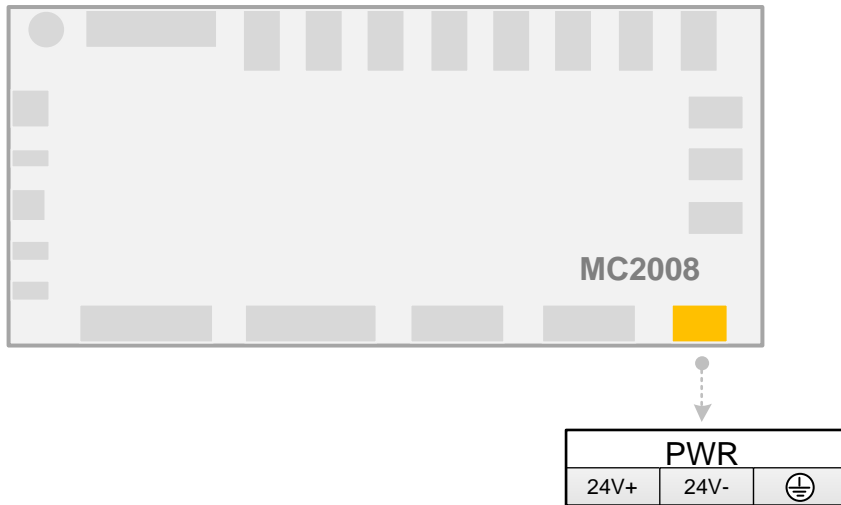


图 149 电源接口示意图

表 63 电源接口说明

引脚	说明
24V+	24 VDC 电源正端
24V-	24 VDC 电源负端
⊕	保护地

4.6.2.11 通讯接口

除了以太网接口，控制器还具有 3 组通讯接口。COM1/COM2 用于连接 1 路 RS232（COM1）和 1 路 RS422/485（COM2），COM3 用于连接 1 路 RS485 和 1 路 CAN，COM4 用于连接 1 路 RS485 或 LE 扩展 IO。

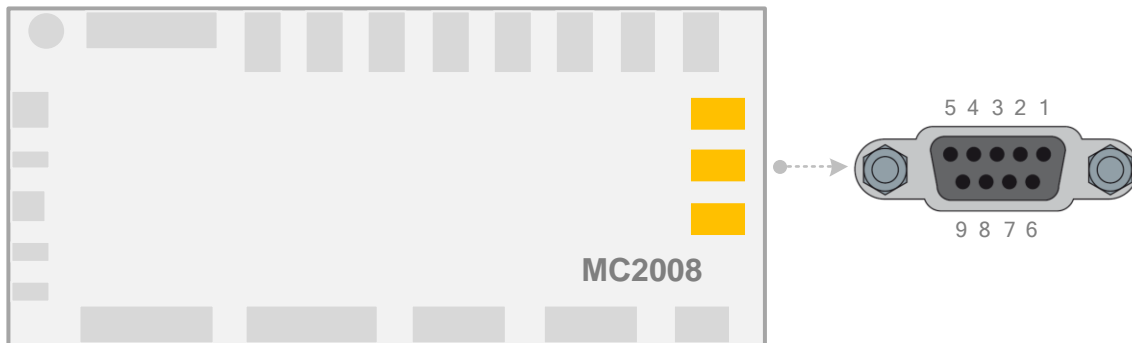


图 150 通讯接口示意图

表 64 COM1/2 通讯接口说明

引脚	名称	说明
1	2TxD+	COM2: RS422 发送正端
2	1RxD	COM1: 接收

引脚	名称	说明
3	1TxD	COM1: 发送
4	-	不使用
5	CGND	通讯地
6	2TxD-	COM2: RS422 发送负端
7	2RxD+/D+	COM2: RS422 接收正端 RS485 正端
8	2RxD-/D-	COM2: RS422 接收负端 RS485 负端
9	-	不使用

表 65 COM3 通讯接口说明

引脚	名称	说明
1	NC	不使用
2	CAN_H	CAN 高电平输出
3	CAN_L	CAN 低电平输出
4	NC	不使用
5	CGND	通信地
6	NC	不使用
7	3D+	COM3: RS485 正端
8	3D-	COM3: RS485 负端
9	NC	不使用

表 66 COM4 通讯接口说明

引脚	名称	说明
1	+5VOUT	LE 扩展 5V 电源输出正端
2	+24VOUT	LE 扩展 24V 电源输出正端
3	CGND	通信地/扩展电源输出负端
4	ADD0	LE I/O 地址 0
5	CGND	通信地/扩展电源输出负端
6	+5VOUT	LE 扩展 5V 电源输出正端
7	4D+	COM4: RS485 正端
8	4D-	COM4: RS485 负端

引脚	名称	说明
9	ADD1	LE I/O 地址 1

COM4 接口仅支持 LE I/O 扩展点数 < 150 点，且要求采用预制线缆 LEX5820；若扩展点数超过此约束，请选择 MC1901 进行扩展，详见第 5 章 如何扩展 LE IO



- 使用通讯接口时，需要将通信地 CGND 连接至另一侧设备的通信地。

4.6.2.12 驱动器接口

控制器具有 8 个直连式驱动器接口 (Axis0~Axis7)，可以根据轴类型配置连接：

- 伺服电机驱动器速度模式
- 伺服电机驱动器位置模式（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 步进电机驱动器（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 增量式编码器（脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串）
- 绝对值编码器（SSI）

该接口还向外提供一个低功率 5 VDC 电源，可以为多数编码器提供工作电源。

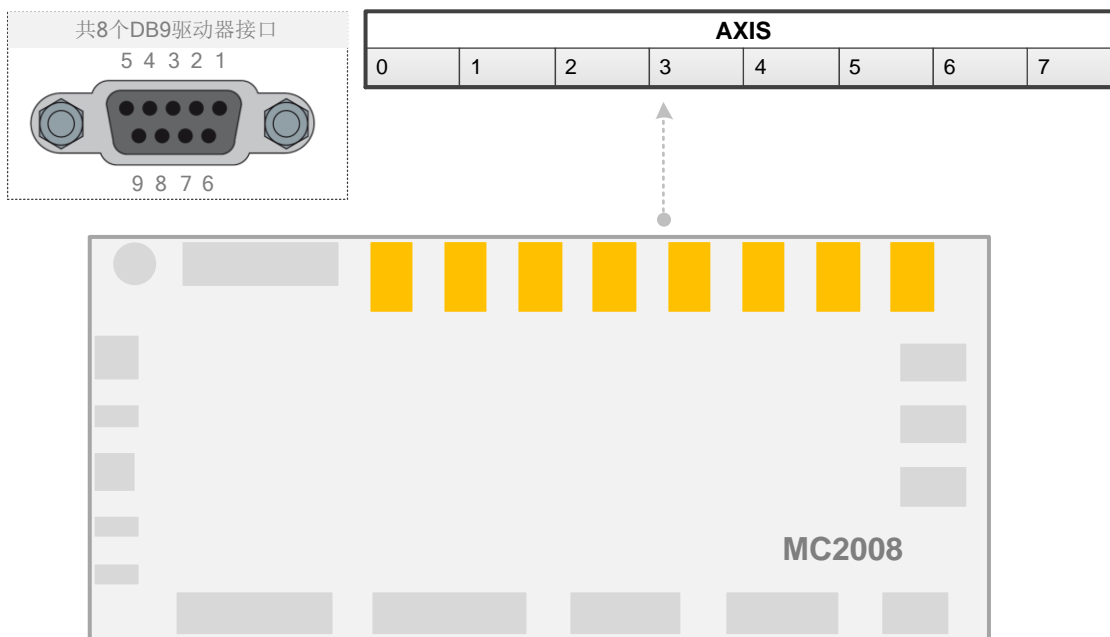


图 151 驱动器接口示意图

表 67 引脚说明（伺服电机驱动器速度模式）

引脚	信号	说明
1	Enc.A+	A 相正端
2	Enc.A-	A 相负端

引脚	信号	说明
3	Enc.B+	B 相正端
4	Enc.B-	B 相负端
5	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用



- 驱动器接口作为输入，接收伺服电机驱动器的编码器信号。

表 68 引脚说明（伺服电机驱动器位置模式、步进电机驱动器、增量式编码器）

引脚	脉冲串+方向		正向/反向脉冲串		AB 相脉冲串	
	信号	说明	信号	说明	信号	说明
1	Step+	脉冲串正端	CW+	正向脉冲串正端	A+	A 相脉冲串正端
2	Step-	脉冲串负端	CW-	正向脉冲串负端	A-	A 相脉冲串负端
3	Dir+	方向正端	CCW+	反向脉冲串正端	B+	B 相脉冲串正端
4	Dir-	方向负端	CCW-	反向脉冲串负端	B-	B 相脉冲串负端
5	GND	信号地	GND	信号地	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用	N/C	不使用	N/C	不使用



- 连接伺服电机驱动器（位置模式）、步进电机驱动器时，驱动器接口作为输出，发送位置脉冲信号给电机驱动器。
- 连接增量式编码器时，驱动器接口作为输入，接收编码器的位置脉冲信号。

表 69 引脚说明（SSI 绝对值编码器）

引脚	信号	说明
1	Clock+	时钟正端
2	Clock-	时钟负端
3	Data+	B01 及以后版本引脚定义：Data+（数据正端） B01 之前版本引脚定义：N/C（不使用）

引脚	信号	说明
4	Data-	B01 及以后版本引脚定义: Data- (数据负端) B01 之前版本引脚定义: N/C (不使用)
5	GND	信号地
6	N/C	B01 及以后版本引脚定义: N/C (不使用) B01 之前版本引脚定义: Data+ (数据正端)
7	N/C	B01 及以后版本引脚定义: N/C (不使用) B01 之前版本引脚定义: Data- (数据负端)
8	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用

以上信号定义在设置轴类型后自动切换, 请核对实际接线与用户工程中设置是否正确对应。



- 5VOUT 为驱动器接口共用+5 VDC 输出, 总计最大输出电流不超过 650 mA。
- 5VOUT 使用时请勿与信号地 (GND) 短接, 否则可能导致控制器损坏。
- 使用驱动器接口时需要连接信号地 (第 5 引脚 GND) 至另一侧设备。
- 标记为 “N/C” 的引脚在使用时请勿接线。
- 轴 0~3 支持 SSI 绝对值编码器。

4.6.2.13 模拟量接口



- MC2008L 控制器无此接口。

MC2008 具有 1 组模拟量接口, 包括 4 路 AI 和 8 路 AO。

在直连速度模式下 (AxisType=20), 通过 AO 来控制伺服驱动器的速度。Aon 对应 AXISn。

模拟量输入范围为 0~10 VDC, 模拟量输出范围为-10~10 VDC。

AIO													
AI0	AI1	AGND	AO0	AO1	AO2	AO3	AI2	AI3	AGND	AO4	AO5	AO6	AO7

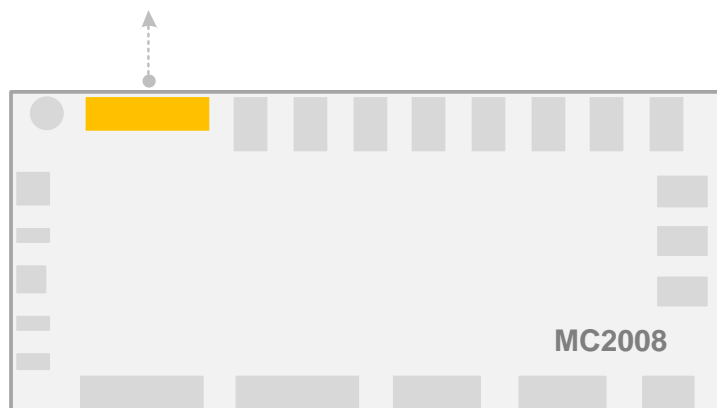


图 152 模拟量接口示意图

表 70 模拟量接口说明

引脚	说明
AI0	第 0 路模拟量输入
AI1	第 1 路模拟量输入
AGND	模拟量信号地
AO0	第 0 路模拟量输出
AO1	第 1 路模拟量输出
AO2	第 2 路模拟量输出
AO3	第 3 路模拟量输出
AI2	第 2 路模拟量输入
AI3	第 3 路模拟量输入
AGND	模拟量信号地
AO4	第 4 路模拟量输出
AO5	第 5 路模拟量输出
AO6	第 6 路模拟量输出
AO7	第 7 路模拟量输出



- AI 通道接入超量程信号可能导致对应或相邻通道损坏！

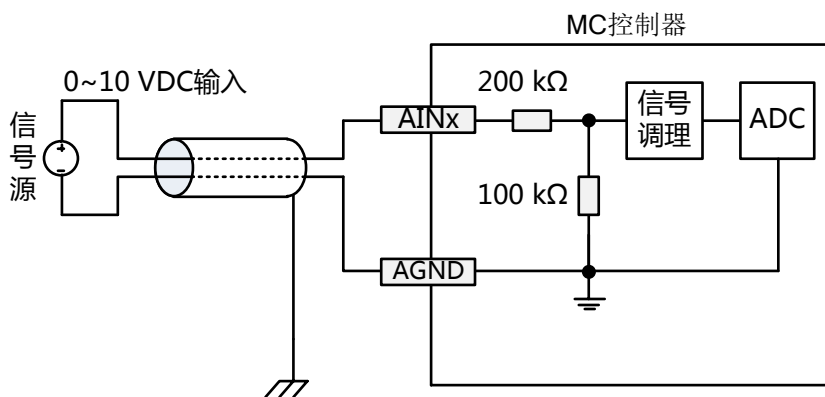


图 153 AI 电气原理示意图



- 两路 AI 通道同时接入信号时，如果一路信号反接，会造成另一路信号采集不准！

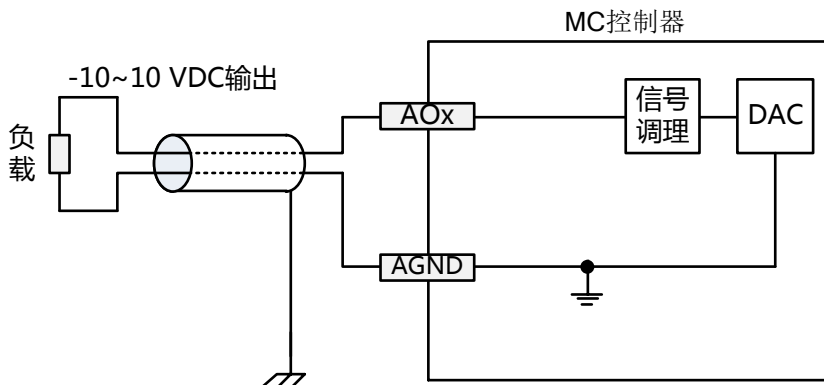


图 154 AO 电气原理示意图



- 负载 (LOAD) 的阻值需 >3 kΩ。

4.6.2.14 接地柱

将接地柱可靠连接至大地，接地电阻 <4 Ω。

4.6.3 注意事项

为保证控制器可靠、高性能运行，务必确保上述各外设接口接线或电气性能指标满足控制器给出的要求，否则可能会对控制器工作性能造成不同程度的影响甚至有可能损坏控制器。

4.7 MC2004/2004L 4 轴直连式运动控制器

4.7.1 技术指标

表 71 技术指标

CPU 特性			
CPU	架构		双核 Cortex-A9
	频率		667 MHz
	浮点计算		双精度 (64 位)
存储区	DDR3 SDRAM	容量	256 MB
	Serial Flash	系统存储区	16 MB
		用户存储区	16 MB
	Micro SD 卡		支持 (FAT32 格式, 最大容量 32 GB)
	掉电保持 RAM (FRAM)		8KB (物理容量), 无需备用电池
软件接口	编程语言		LD、ST、CFC、SFC
	程序下载		支持二进制目标代码下载

CPU 特性		
		支持用户工程下载
	程序上传	支持用户工程上传
	程序加密	支持用户工程、POU、目标文件加密
	控制器加密	支持控制器加锁/解锁
	自动添加库功能	支持 (MC 相关库)
	CPU 状态	RUN/STOP (启动时自动加载/不加载用户工程)
在线系统升级		支持
RTC 实时时钟 (掉电保持时间)		支持星期/年/月/日/时/分/秒时间格式, 精度±60 秒/月 @25°C (掉电保持 7 天@25°C; 超级电容供电)
伺服使能输出 (DriveEnable)		有, 1 路固态继电器 (常开), 最大通流 600 mA@24 VDC
电源规格		
模块供电电源	输入电压	20.4~28.8 VDC
	额定电压	24.0 VDC
	耐受电压	19.2~30.0 VDC
	消耗功率	<28 W
	防反接	支持, 最大反向电压 30 VDC
模块输出电源	输出电压	4.5~5.5 VDC
	负载能力	300 mA@5 VDC (各轴合计)
运动控制		
直连接口 (作为脉冲串输入)	通道数	4
	电平标准	EIA/TIA-485
	最高输入频率	6 MHz (单相)
	编码器计数范围	16 位
	计数模式	单相 1 倍频 (脉冲+方向)、AB 双相 4 倍频、CW/CCW 输入
	占空比	40%~60%
	精度	±1@单次调用
	接线方式	屏蔽双绞线
	电气隔离	系统与外部不隔离
	滤波参数	不滤波 (默认)/0.02us/0.05us/0.1us/0.2us/0.5us/1us/2us/5us/10us/20us/50us/100us/200us/500us/1ms/2ms/5ms/10ms/20ms/50ms/100ms
直连接口 (作为脉冲串输出)	通道数	4
	电平标准	EIA/TIA-485
	最高输出频率	2 MHz (单相)

CPU 特性			
	输出模式	脉冲+方向、CW/CCW、AB 相	
	脉冲上升沿上升时间	0.03 μ s	
	脉冲下降沿下降时间	0.03 μ s	
	精度要求（脉冲方式）	± 1 @ 单次调用	
	接线方式	屏蔽双绞线	
	电气隔离	系统与外部不隔离	
数字量特性			
数字量输入	通道数	24 路（8 路快速，16 路慢速）	
	通道类型	源型或漏型	
	最高输入频率	快速通道	200kHz（高电平持续时间 $>2\mu$ s，低电平持续时间 $>2.5\mu$ s），DI0~DI7
		慢速通道	1KHz（高电平持续时间 $>200\mu$ s），DI8~DI23
	现场电源额定电压	24 VDC	
	通道闭合额定电流	5 mA@24 VDC	
	阈值电平	ON 状态	15 VDC（3 mA）~30 VDC（7 mA）
		OFF 状态	0~5 VDC（0.8 mA）
	滤波参数	DI0~DI7：不滤波（默认）/0.5 μ s/1 μ s/2 μ s/5 μ s/10 μ s/ 20 μ s/50 μ s/100 μ s/200 μ s/500 μ s/1ms/2ms/5ms/10ms/ 20ms/50ms/100ms DI8~DI23：不滤波（默认）/500 μ s/1ms/2ms/5ms/10ms /20ms/50ms/100ms	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min，漏电流小于 5 mA
通道间		不隔离	
数字量输出	通道数	16 路快速	
	输出类型	晶体管输出：集电极开路、内部共地	
	输出电压	24 VDC	
	允许范围	20.4~28.8 VDC	
	单通道输出电流	小于 300 mA	
	公共端电流总和	单组（8 路同时输出）小于 2 A	
	输出频率	200 kHz（ON 响应时间 1 μ s，OFF 响应时间 1 μ s）	
	ON 时最大压降	1.5 VDC@300 mA 以下	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min，漏电流小于 5 mA
		通道间	不隔离
模拟量特性（MC2004L 不支持）			
模拟量输入	通道数	2 路	
	通道复用	无	

CPU 特性			
	信号类型	电压	
	防反输入	支持	
	输入阻抗	>180 K Ω	
	量程范围	0~10 VDC	
	通道最大耐压	15 VDC	
	对应码值	0~32,767	
	精度	1% F.S.@25 $^{\circ}$ C	
	稳定度	0.1% F.S.@25 $^{\circ}$ C	
	数据更新时间	取决于伺服周期, 最快 125 μ s	
	滤波参数	不滤波 /1ms/2ms/5ms/10ms(默认)/20ms/50ms/100ms/200ms/500ms/1s/2s/5s	
	温漂	\pm 100 ppm/ $^{\circ}$ C	
	故障诊断	无	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA
		通道间	不隔离
模拟量输出	通道数	4 路	
	输出范围	-10~10 VDC	
	对应码值	-32,768~32,767	
	精度	0.5% F.S.@25 $^{\circ}$ C	
	稳定度	0.1% F.S.@25 $^{\circ}$ C	
	通道输出温漂	\pm 50 ppm/ $^{\circ}$ C	
	稳定时间 (新值的 95%)	<1.5 ms (3 K Ω) <1.5 ms (5.1 nF)	
	负载能力	>3 K Ω	
	故障诊断	无	
	电气隔离	通道与系统	500 VAC@1 min, 漏电流小于 5 mA
		通道间	不隔离
通讯特性			
RS232 (COM1)	通讯口数量	1	
	电平标准	EIA/TIA-232	
	通讯口类型	隔离, 屏蔽线缆	
	通讯速率 (bps)	9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K	
	通讯协议	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主	
RS485/422 (COM2)	通讯口数量	1 路, 半/全双工可切换	

CPU 特性			
	电平标准		EIA/TIA-485、EIA/TIA-422
	通讯口类型		隔离，屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS422	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
		RS485	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485 (COM3)	通讯口数量		1 路
	电平标准		EIA/TIA-485
	通讯口类型		隔离，屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS485	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
RS485 (COM4)	通讯口数量		1 路
	电平标准		EIA/TIA-485
	通讯口类型		隔离，屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		9.6K、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K、500K、1M、1.125M、1.25M、1.5M
	通讯协议	RS485	自由口协议 Modbus RTU 从 Modbus RTU 主
		LE I/O	LE I/O 背板协议 (1.125 Mbps)
CAN	通讯口数量		1
	电平标准		ISO11898 (CAN 2.0B)
	通讯口类型		隔离，屏蔽双绞线
	通讯速率 (bps)		50K、100K、125K、250K、500K、800K、1M
	通讯协议		自由口协议
以太网	通讯口数量		1
	程序下装		支持
	电平标准		IEEE 802.3
	通讯口类型		标准 RJ45

CPU 特性		
	通讯速率	10/100/1000 Mbps 自适应
	通讯协议	UDP、TCP/IP、Modbus TCP 从/主
USB to UART	通讯口数量	1
	通讯速率	最大 12 Mbps
	用途	内部调试用
显示特性		
OLED 显示屏	屏幕类型	OLED
	背光和文字	无背光，黄色字体
	分辨率	128*64
	可视区 (mm)	37.0*19.5
物理特性		
安装方式	导轨安装	
接线端子	可插拔	
尺寸规格 (mm)	246.0*164.4*43.2	
重量	1.6 kg	
环境特性		
工作温度范围	0~60℃	
存储温度范围	-40~70℃	
工作湿度范围	5%~95% (无凝结)	
工作海拔高度	≤3000 m	
可靠性		
热插拔	不支持	
上电启动时间	30 s (从上电至工程开始运行)	
故障隔离	无	
冷复位	支持 (复位后所有输出量归零)	
热复位	支持 (不支持无扰)	
绝缘电阻	相互隔离的端子间绝缘电阻≥5 MΩ (一般试验条件) 相互隔离的端子间绝缘电阻≥1 MΩ (湿热条件)	

4.7.2 接口说明

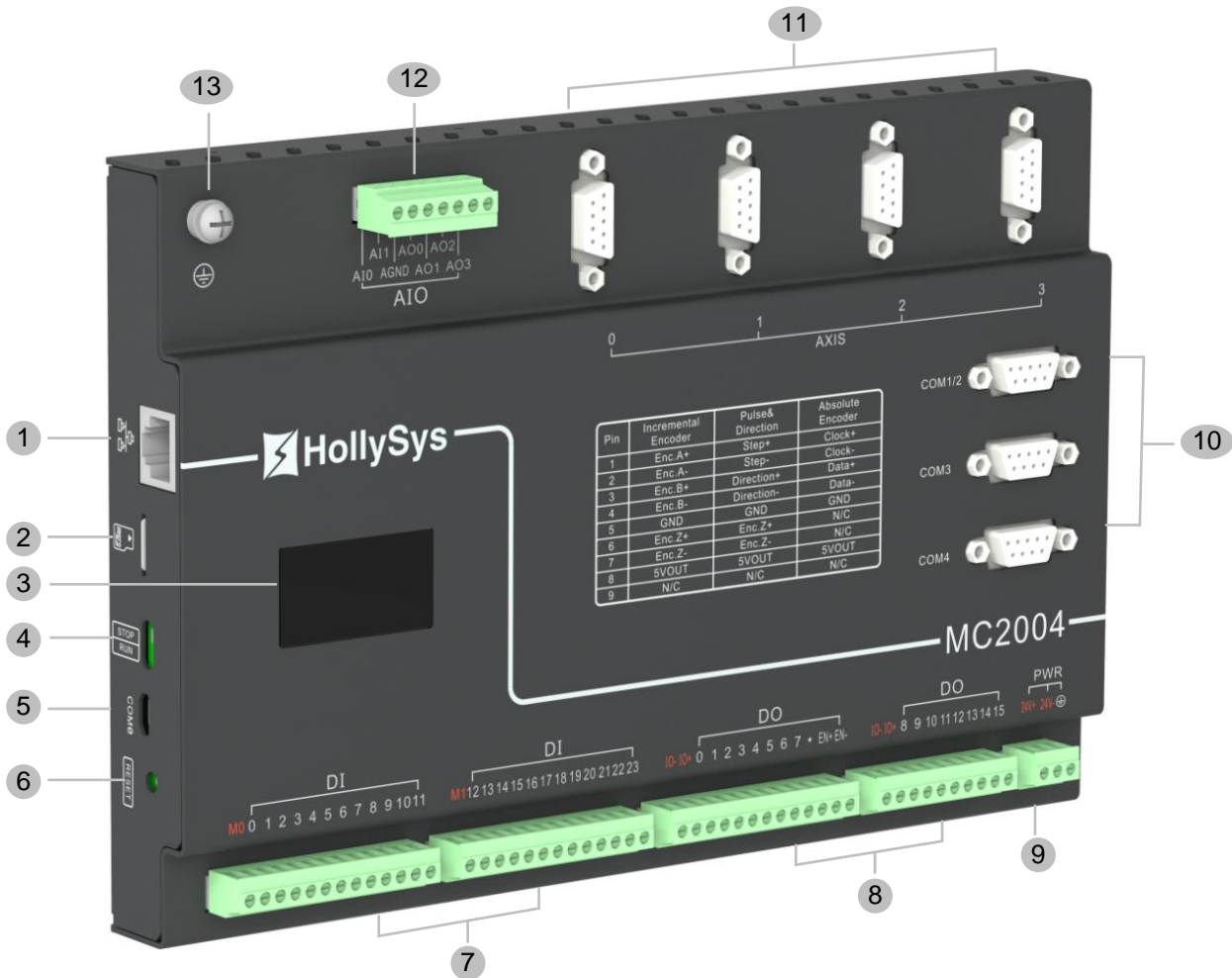


图 155 MC2004 示意图

表 72 硬件列表

序号	名称
1	Ethernet 接口
2	Micro SD 接口
3	显示屏
4	工程加载控制开关
5	Micro USB 接口
6	复位按钮
7	DI 接口
8	DO 接口与伺服使能接口
9	电源接口

序号	名称
10	通讯接口
11	驱动器接口
12	模拟量接口（MC2004L 无此接口）
13	接地柱

4.7.2.1 以太网接口

以太网接口采用标准 RJ45 接口，可用于：

- 连接至上位机 AutoThink（简称 AT）组态软件，进行组态、调试和监控等。
- 连接至上位机用户编写的软件，按用户要求操作 MC 控制器内部功能。
- 通过 Modbus TCP 协议连接至其他设备。



- 以太网采用 10/100/1000 Mbps 自适应接口，会根据网络情况自动选择通信速率。
- 以太网连接的速率和稳定性与网线、交换机、互联设备相关，为提高通信可靠性，请选择质量较高的产品。

4.7.2.2 Micro SD 接口

通过 Micro SD 卡（TF 卡），可以进行系统升级或加载用户数据。



- 插卡时，请参照模块上的图示。

4.7.2.3 显示屏

MC 控制器具有一块 128*64 点阵的 OLED 显示屏，可以实时显示模块型号、内核温度、运行状态、伺服使能状态、IP 地址、网络连接状态、模块 DI/DO 状态等。



- 请注意保护显示屏，避免被尖锐工具戳伤。

显示屏各部分内容定义如下：

1. 模块型号

模块正常运行时以 0.5 Hz 频率不断闪烁，模块故障时不闪烁。

MC2004	40℃
IDLE	OFF
192.168.0.250	C
I: F175A3	O: C964

图 156 显示屏示意图（示例）

2. 内核温度

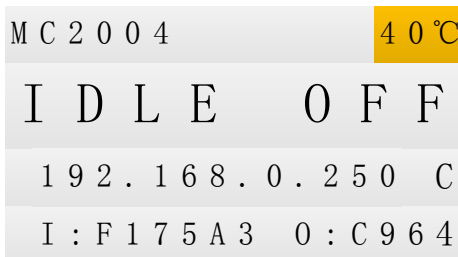


图 157 显示屏示意图（示例）



- 如果 CPU 内核温度超过 100℃，请检查工作环境温度。请勿让控制器长时间高温运行，以免损坏模块。

3. 运行状态

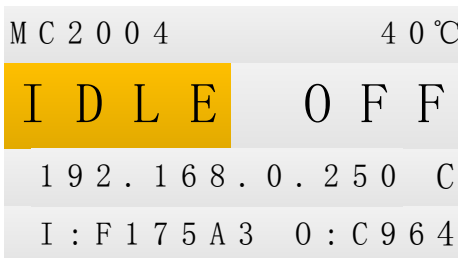


图 158 显示屏示意图（示例）

表 73 MC 控制器运行状态

序号	显示状态	说明
1	STARTING	系统正在启动
2	UPDATE	系统正在升级
3	SUCCESS	系统升级完毕
4	NULL	系统启动完成，无用户工程
5	LOAD	系统正在加载用户工程
6	RUN	系统正在运行用户工程
7	IDLE	系统处于空闲状态
8	ERROR	系统故障

4. 伺服使能状态

- ON: 伺服使能有效。
- OFF: 伺服使能无效。

MC2004	40°C
I D L E	O F F
192.168.0.250	C
I : F 1 7 5 A 3	O : C 9 6 4

图 159 显示屏示意图 (示例)

5. IP 地址

模块的默认 IP 地址为 192.168.0.250。

MC2004	40°C
I D L E	O F F
192.168.0.250	C
I : F 1 7 5 A 3	O : C 9 6 4

图 160 显示屏示意图 (示例)

6. 网络连接状态

- 显示“C”：建立网络连接。
- 不显示：没有网络连接。

MC2004	40°C
I D L E	O F F
192.168.0.250	C
I : F 1 7 5 A 3	O : C 9 6 4

图 161 显示屏示意图 (示例)

7. 模块 DI 状态

以 16 进制显示模块数字量输入端口的状态。



图 162 显示屏示意图 (示例)

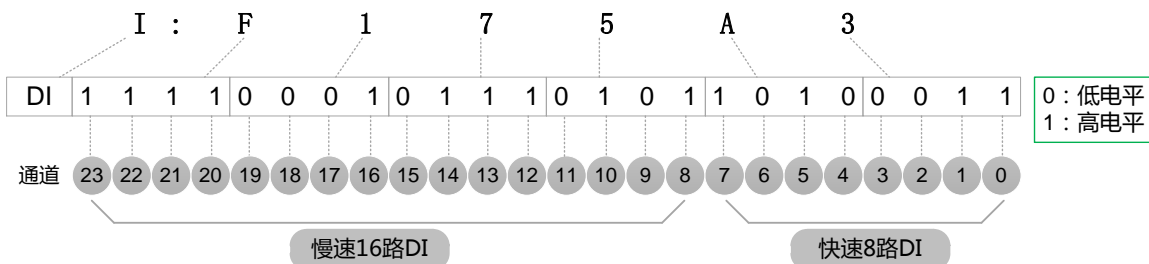


图 163 DI 状态示意图 (示例)

8. 模块 DO 状态

以 16 进制显示模块数字量输出端口的状态。



图 164 显示屏示意图 (示例)

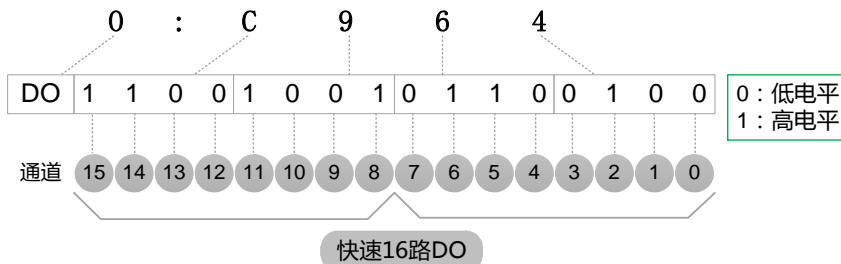


图 165 DO 状态示意图 (示例)

4.7.2.4 工程加载控制开关 (RUN/STOP)

工程加载控制开关在系统启动后起作用:

- 当拨到 RUN 位置时, 系统启动后自动加载并运行存储区中的用户工程。
- 当拨到 STOP 位置时, 系统启动后不加载存储区中的用户工程。



- 为避免误操作，工程加载控制开关位于模块内部，需要使用工具操作。

4.7.2.5 Micro USB 接口

Micro USB 接口（COM0）用于系统调试，不对用户开放。

4.7.2.6 复位按钮（RESET）

按下复位按钮可对控制器进行复位，释放复位按钮则控制器重新启动。



- 为避免误操作，复位按钮位于模块内部，需要使用工具操作。

4.7.2.7 DI 接口

控制器具有 2 组 DI 接口，每组 12 路。

8 路快速通道：DI0~DI7，16 路慢速通道：DI8~DI23。

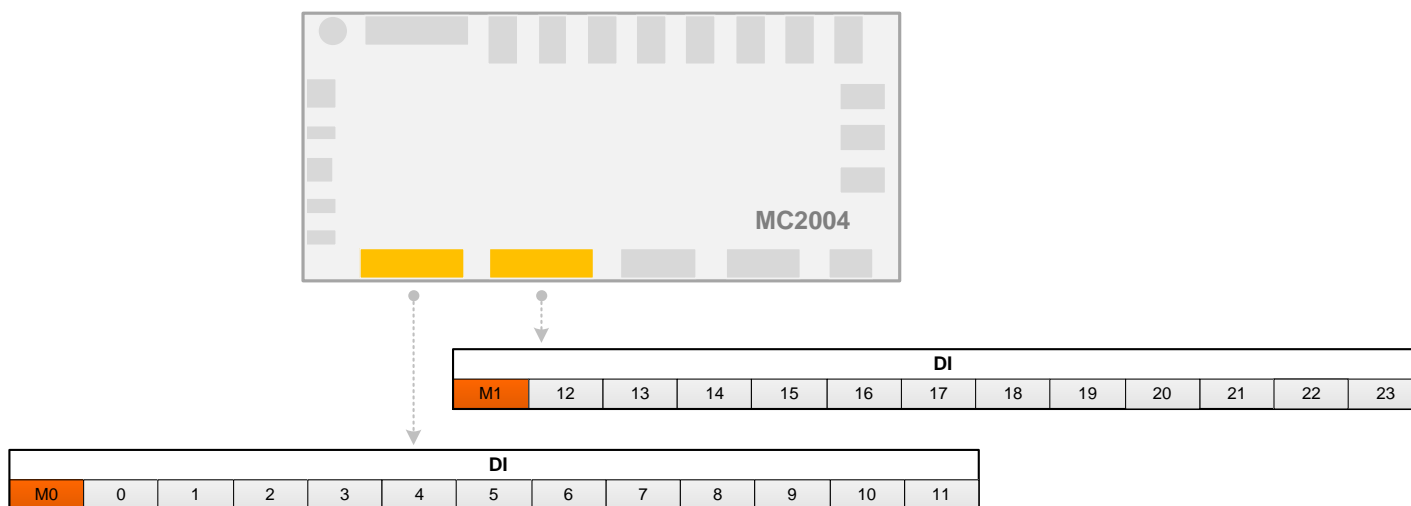


图 166 DI 接口示意图

表 74 DI 接口说明

引脚	说明	引脚	说明
M0	第一组 DI 信号公共端	M1	第二组 DI 信号公共端
DI0	第 0 位数字量输入（快速）	DI12	第 12 位数字量输入（慢速）
DI1	第 1 位数字量输入（快速）	DI13	第 13 位数字量输入（慢速）
DI2	第 2 位数字量输入（快速）	DI14	第 14 位数字量输入（慢速）
DI3	第 3 位数字量输入（快速）	DI15	第 15 位数字量输入（慢速）
DI4	第 4 位数字量输入（快速）	DI16	第 16 位数字量输入（慢速）
DI5	第 5 位数字量输入（快速）	DI17	第 17 位数字量输入（慢速）

引脚	说明	引脚	说明
DI6	第 6 位数字量输入（快速）	DI18	第 18 位数字量输入（慢速）
DI7	第 7 位数字量输入（快速）	DI19	第 19 位数字量输入（慢速）
DI8	第 8 位数字量输入（慢速）	DI20	第 20 位数字量输入（慢速）
DI9	第 9 位数字量输入（慢速）	DI21	第 21 位数字量输入（慢速）
DI10	第 10 位数字量输入（慢速）	DI22	第 22 位数字量输入（慢速）
DI11	第 11 位数字量输入（慢速）	DI23	第 23 位数字量输入（慢速）



- 快速和慢速 DI 均可用于运动控制算法中的高速脉冲捕捉功能，但慢速 DI 相比快速 DI 捕获延时大。
- 使用 DI 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和接地信号。
- DI 接口支持 Encoder-DI 功能，详见章节 6.5 Encoder-DI 轴。

所有 DI 都支持源型或漏型接入。当输入电压低于 5 VDC 时判断为“0”，当输入电压高于 15 VDC 时判断为“1”。

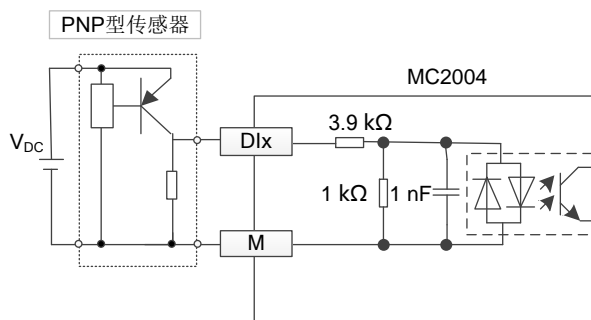


图 167 漏型接线示意图

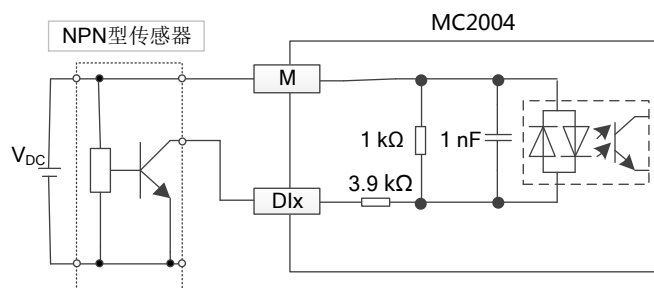


图 168 源型接线示意图



- DI 通道组仅支持单一类型接入，不支持不同信号混合接入。

4.7.2.8 DO 接口

控制器具有 2 组 DO 接口，每组 8 路快速 DO。

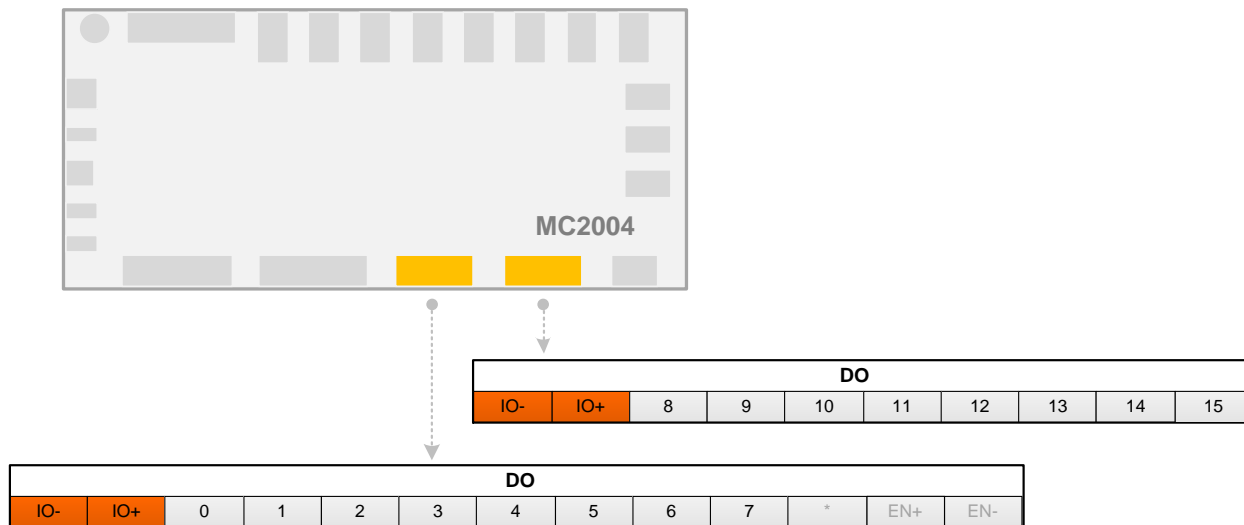


图 169 DO 接口示意图

表 75 DO 接口说明

引脚	说明	引脚	说明
IO-	现场电源地	IO-	现场电源地
IO+	现场电源 24 VDC	IO+	现场电源 24 VDC
DO0	第 0 位数字量输出	DO8	第 8 位数字量输出
DO1	第 1 位数字量输出	DO9	第 9 位数字量输出
DO2	第 2 位数字量输出	DO10	第 10 位数字量输出
DO3	第 3 位数字量输出	DO11	第 11 位数字量输出
DO4	第 4 位数字量输出	DO12	第 12 位数字量输出
DO5	第 5 位数字量输出	DO13	第 13 位数字量输出
DO6	第 6 位数字量输出	DO14	第 14 位数字量输出
DO7	第 7 位数字量输出	DO15	第 15 位数字量输出



- 快速 DO 可用于高速到位输出功能。
- 使用 DO 时，需要连接对应的现场电源 24 VDC 输入和地信号。
- DO 接口支持 Stepper-DO 功能，详见章节 6.6 Stepper-DO 轴。

数字量输出为晶体管开集方式，所用输出通道内部共地。

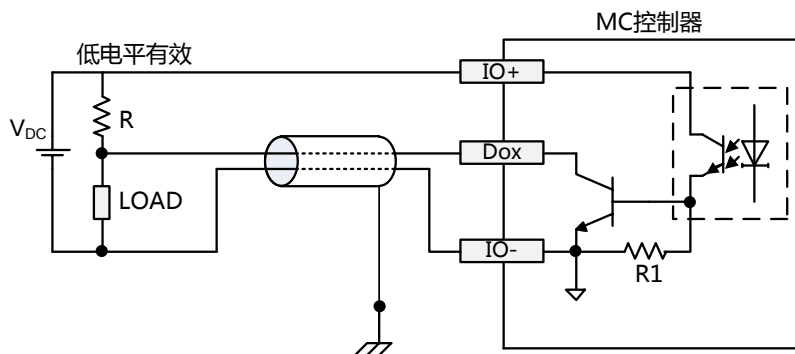


图 170 DO 电气原理示意图（低电平有效）

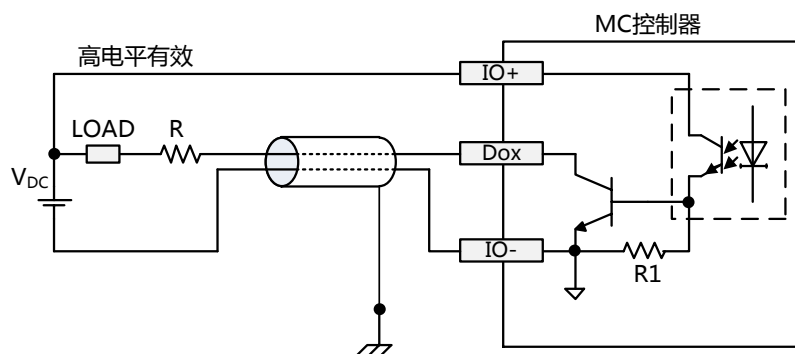


图 171 DO 电气原理示意图（高电平有效）



- R 选型需要结合通道输出电流指标，避免因过流损坏通道。DO 通道最大负载能力按单通道 300 mA 设计，取 15 mA 为例，R 参考计算公式为：

$$\frac{V_{DC} - 1.5}{R} = 15 \text{ mA}$$

在外部供电电源 V_{DC} 为 24 V 时，R 取值推荐为 1.5 kΩ，1/2 W。

- 高低电平有效针对相应负载是否工作。

4.7.2.9 伺服使能 (DriveEnable)

伺服使能 (DriveEnable) 是一个固态继电器的常开触点，用于连接伺服驱动器的使能信号，可以通过两种方式进行控制：

- AutoThink 软件工具栏的使能按钮
- HMC_DriveEnable 函数

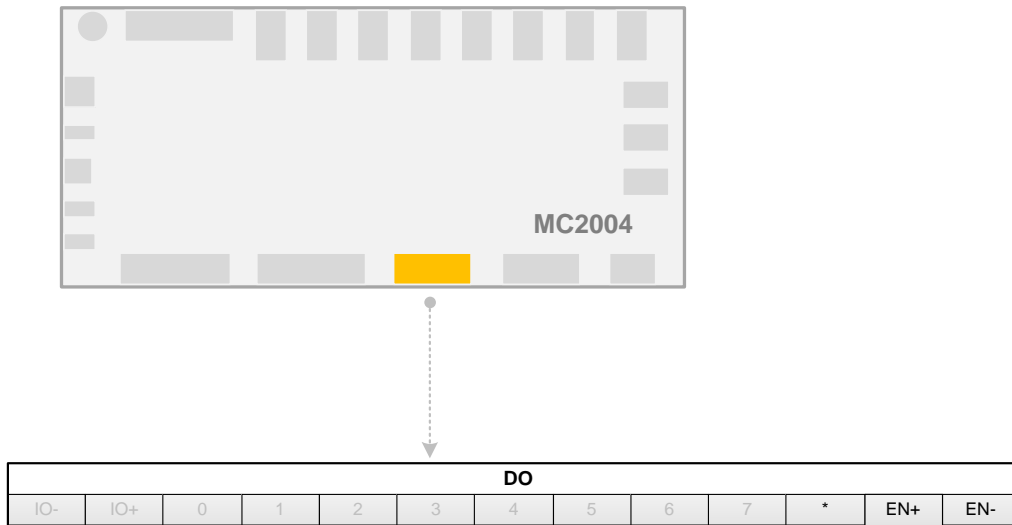


图 172 伺服使能接口示意图

表 76 伺服使能接口说明

引脚	说明
*	不使用
EN+	伺服使能信号正端
EN-	伺服使能信号负端

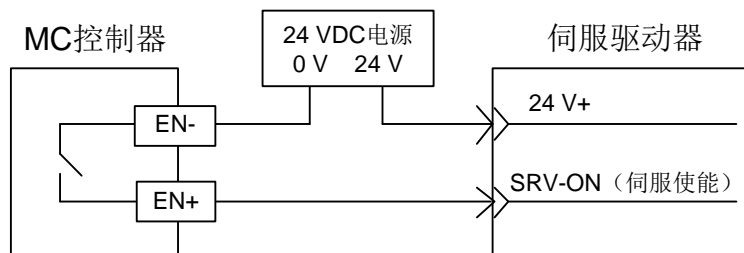


图 173 伺服使能与伺服驱动器接线示意图

4.7.2.10 电源接口

MC 控制器采用 24 VDC 电源供电。

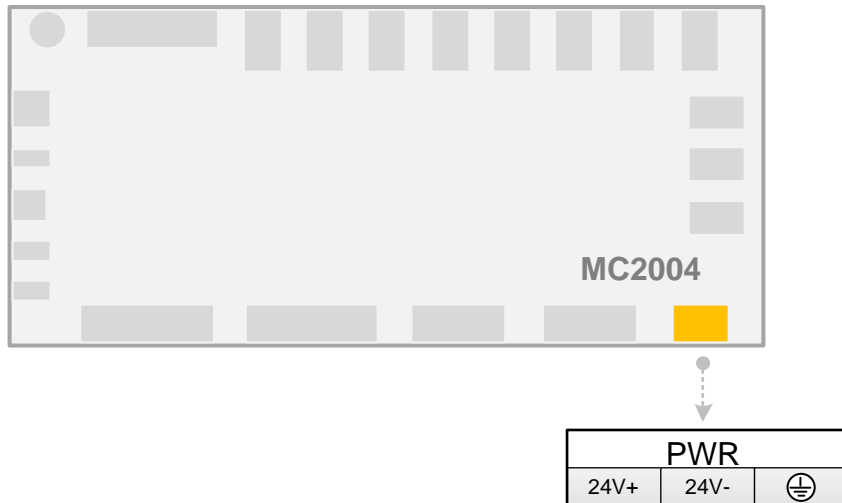


图 174 电源接口示意图

表 77 电源接口说明

引脚	说明
24V+	24 VDC 电源正端
24V-	24 VDC 电源负端
⊕	保护地

4.7.2.11 通讯接口

除了以太网接口，控制器还具有 3 组通讯接口。COM1/COM2 用于连接 1 路 RS232（COM1）和 1 路 RS422/485（COM2），COM3 用于连接 1 路 RS485 和 1 路 CAN，COM4 用于连接 1 路 RS485 或 LE 扩展 IO。

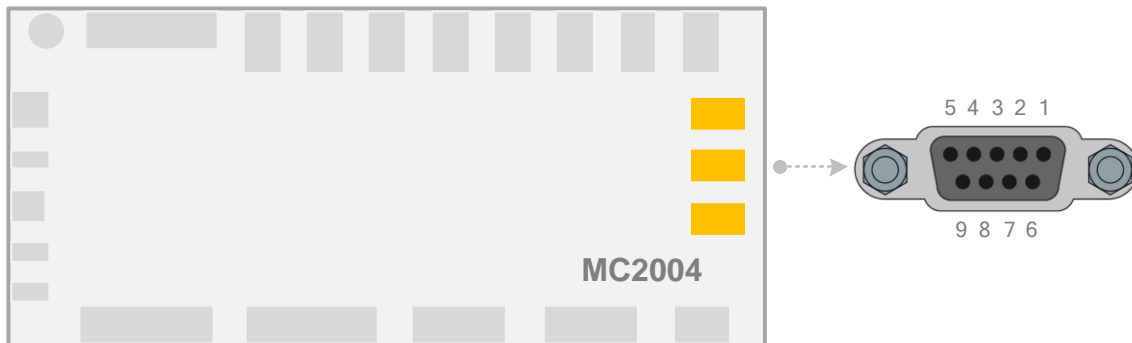


图 175 通讯接口示意图

表 78 COM1/2 通讯接口说明

引脚	名称	说明
1	2TxD+	COM2: RS422 发送正端
2	1RxD	COM1: 接收

引脚	名称	说明
3	1TxD	COM1: 发送
4	-	不使用
5	CGND	通讯地
6	2TxD-	COM2: RS422 发送负端
7	2RxD+/D+	COM2: RS422 接收正端 RS485 正端
8	2RxD-/D-	COM2: RS422 接收负端 RS485 负端
9	-	不使用

表 79 COM3 通讯接口说明

引脚	名称	说明
1	NC	不使用
2	CAN_H	CAN 高电平输出
3	CAN_L	CAN 低电平输出
4	NC	不使用
5	CGND	通信地
6	NC	不使用
7	3D+	COM3: RS485 正端
8	3D-	COM3: RS485 负端
9	NC	不使用

表 80 COM4 通讯接口说明

引脚	名称	说明
1	+5VOUT	LE 扩展 5V 电源输出正端
2	+24VOUT	LE 扩展 24V 电源输出正端
3	CGND	通信地/扩展电源输出负端
4	ADD0	LE I/O 地址 0
5	CGND	通信地/扩展电源输出负端
6	+5VOUT	LE 扩展 5V 电源输出正端
7	4D+	COM4: RS485 正端
8	4D-	COM4: RS485 负端

引脚	名称	说明
9	ADD1	LE I/O 地址 1

COM4 接口仅支持 LE I/O 扩展点数 < 150 点，且要求采用预制线缆 LEX5820；若扩展点数超过此约束，请选择 MC1901 进行扩展，详见 4.7 错误!书签自引用无效。



- 使用通讯接口时，需要将通信地 CGND 连接至另一侧设备的通信地。

4.7.2.12 驱动器接口

控制器具有 4 个直连式驱动器接口 (Axis0~Axis3)，可以根据轴类型配置连接：

- 伺服电机驱动器速度模式
- 伺服电机驱动器位置模式 (脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串)
- 步进电机驱动器 (脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串)
- 增量式编码器 (脉冲串+方向、正向/反向脉冲串、AB 相脉冲串)
- 绝对值编码器 (SSI)

该接口还向外提供一个低功率 5 VDC 电源，可以为多数编码器提供工作电源。

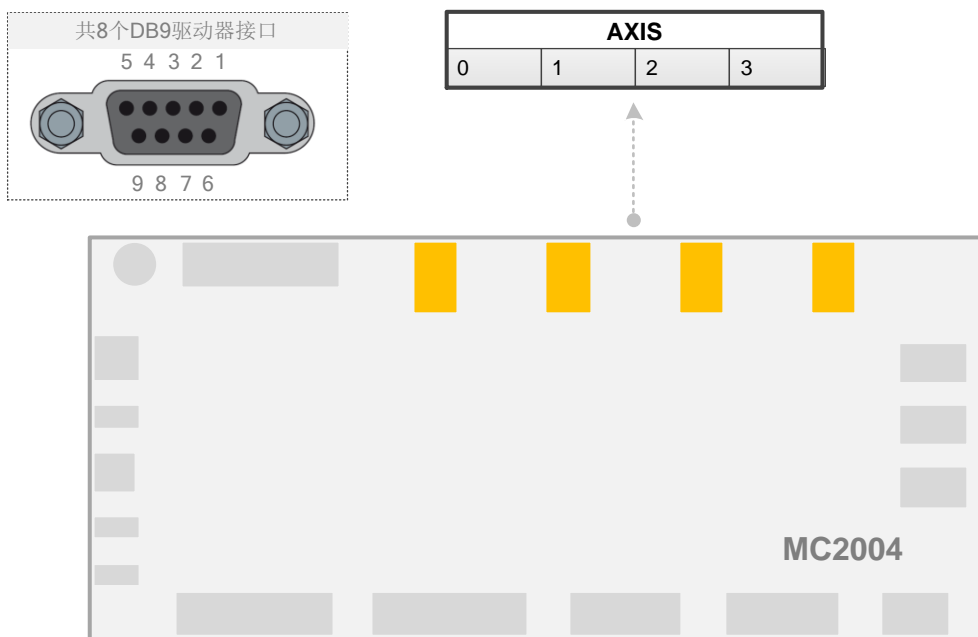


图 176 驱动器接口示意图

表 81 引脚说明 (伺服电机驱动器速度模式)

引脚	信号	说明
1	Enc.A+	A 相正端
2	Enc.A-	A 相负端

引脚	信号	说明
3	Enc.B+	B 相正端
4	Enc.B-	B 相负端
5	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用



- 驱动器接口作为输入，接收伺服电机驱动器的编码器信号。

表 82 引脚说明（伺服电机驱动器位置模式、步进电机驱动器、增量式编码器）

引脚	脉冲串+方向		正向/反向脉冲串		AB 相脉冲串	
	信号	说明	信号	说明	信号	说明
1	Step+	脉冲串正端	CW+	正向脉冲串正端	A+	A 相脉冲串正端
2	Step-	脉冲串负端	CW-	正向脉冲串负端	A-	A 相脉冲串负端
3	Dir+	方向正端	CCW+	反向脉冲串正端	B+	B 相脉冲串正端
4	Dir-	方向负端	CCW-	反向脉冲串负端	B-	B 相脉冲串负端
5	GND	信号地	GND	信号地	GND	信号地
6	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端	Enc.Z+	Z 相正端
7	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端	Enc.Z-	Z 相负端
8	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用	N/C	不使用	N/C	不使用



- 连接伺服电机驱动器（位置模式）、步进电机驱动器时，驱动器接口作为输出，发送位置脉冲信号给电机驱动器。
- 连接增量式编码器时，驱动器接口作为输入，接收编码器的位置脉冲信号。

表 83 引脚说明（SSI 绝对值编码器）

引脚	信号	说明
1	Clock+	时钟正端
2	Clock-	时钟负端
3	Data+	B01 及以后版本引脚定义：Data+（数据正端） B01 之前版本引脚定义：N/C（不使用）

引脚	信号	说明
4	Data-	B01 及以后版本引脚定义: Data- (数据负端) B01 之前版本引脚定义: N/C (不使用)
5	GND	信号地
6	N/C	B01 及以后版本引脚定义: N/C (不使用) B01 之前版本引脚定义: Data+ (数据正端)
7	N/C	B01 及以后版本引脚定义: N/C (不使用) B01 之前版本引脚定义: Data- (数据负端)
8	5VOUT	+5 VDC 输出
9	N/C	不使用

以上信号定义在设置轴类型后自动切换, 请核对实际接线与用户工程中设置是否正确对应。



- 5VOUT 为驱动器接口共用+5 VDC 输出, 总计最大输出电流不超过 650 mA。
- 5VOUT 使用时请勿与信号地 (GND) 短接, 否则可能导致控制器损坏。
- 使用驱动器接口时需要连接信号地 (第 5 引脚 GND) 至另一侧设备。
- 标记为 “N/C” 的引脚在使用时请勿接线。
- 轴 0~1 支持 SSI 绝对值编码器。

4.7.2.13 模拟量接口



- MC2004L 控制器无此接口。

MC2004 具有 1 组模拟量接口, 包括 2 路 AI 和 4 路 AO。

在直连速度模式下 (AxisType=20), 通过 AO 来控制伺服驱动器的速度。Aon 对应 AXISn。

模拟量输入范围为 0~10 VDC, 模拟量输出范围为-10~10 VDC。

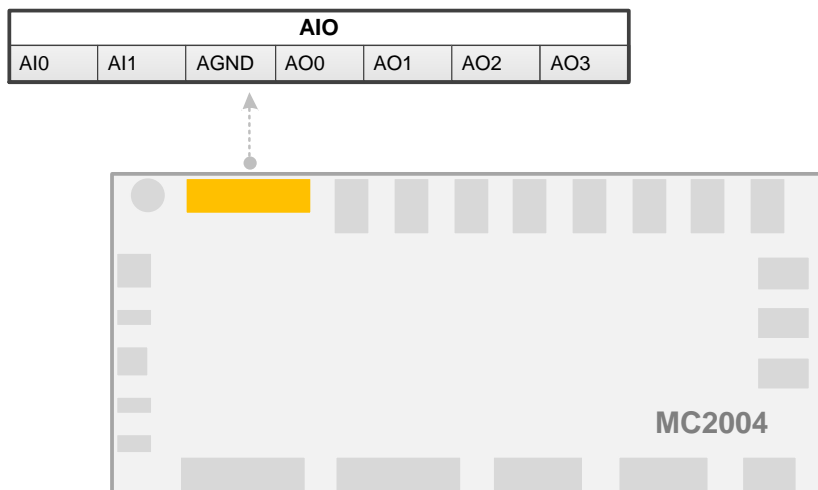


图 177 模拟量接口示意图

表 84 模拟量接口说明

引脚	说明
AI0	第 0 路模拟量输入
AI1	第 1 路模拟量输入
AGND	模拟量信号地
AO0	第 0 路模拟量输出
AO1	第 1 路模拟量输出
AO2	第 2 路模拟量输出
AO3	第 3 路模拟量输出



- AI 通道接入超量程信号可能导致对应或相邻通道损坏！

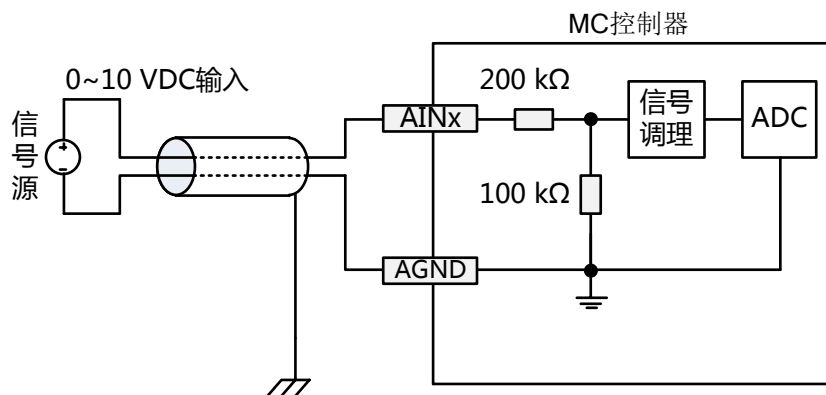


图 178 AI 电气原理示意图



- 两路 AI 通道同时接入信号时，如果一路信号反接，会造成另一路信号采集不准！

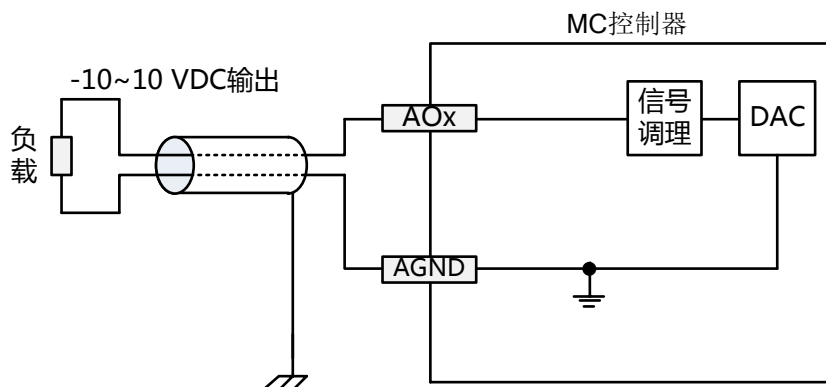


图 179 AO 电气原理示意图



- 负载 (LOAD) 的阻值需 $>3\text{ k}\Omega$ 。

4.7.2.14 接地柱

将接地柱可靠连接至大地，接地电阻 $<4\ \Omega$ 。

4.7.3 注意事项

为保证控制器可靠、高性能运行，务必确保上述各外设接口接线或电气性能指标满足控制器给出的要求，否则可能会对控制器工作性能造成不同程度的影响甚至有可能损坏控制器。

第5章 如何扩展 LE IO

当 MC 控制器本体 I/O 点数不满足现场应用需求时，可通过三种方式扩展 I/O，请结合应用场景选择合适的方式。

- 搭配 MC1901 适配器扩展 I/O

MC 系列控制器均可通过 MC1901 扩展 LE I/O，对于 MC2000 系列控制器，当扩展 I/O 点数大于 150 点时，请务必使用此方式进行 I/O 扩展。

- 控制器 DB9 口直连扩展 I/O

适用于 MC2000 系列控制器，且扩展 I/O 点数少于 150 点。

- 搭配 LE5405 适配器扩展 I/O

当 MC 控制器扩展连接远程 IO 时，通过搭配 LE5405 进行扩展。

5.1 搭配 MC1901 适配器扩展 I/O

MC 系列控制器均可通过专用的通信接口，搭配 MC1901 适配器扩展 LE I/O，见下表。

表 85 LE IO 通信接口

控制器	LE IO 通信接口
MC1008/MC1004/MC1008L	COM3、COM4
MC2008/MC2008L/MC2004/MC2004L	COM4
MC1002R/MC1002E	COM2
MC1004L	COM3

MC1901 为 MC 系列运动控制器辅助模块，为控制器与 LE I/O 模块之间提供物理连接通路；同时为外供电电源提供接口并在内部进行电源转换，通过背板总线接口为 LE I/O 扩展模块提供供电电源。

5.1.1 技术指标

表 86 MC1901 技术指标

电源规格		
模块供电电源	工作电压	20.4~28.8 VDC
	额定电压	24 VDC
	耐受电压	19.2~30.0 VDC
	防反接	支持，最大电压 30 VDC
模块输出电源	负载能力	2.4 A@5 VDC (通过扩展背板总线接口提供)
		2.2 A@24 VDC (通过扩展背板总线接口提供)

电源规格		
物理接口		
LE IO 背板信号	RS485+/RS485-	标准 RS485
	ADD0/ADD1	TTL 电平
物理特性		
安装方式	导轨安装或螺钉安装	
接线端子	可插拔	
尺寸规格 (mm)	78*97*90	
重量	300 g	
环境特性		
工作温度范围	-5~60℃	
存储温度范围	-40~70℃	
工作湿度范围	5%~95% (无凝结)	
工作海拔高度	≤3000 m	
可靠性		
热插拔	不支持	
故障隔离	无	
绝缘电阻	无要求	

5.1.2 接口说明

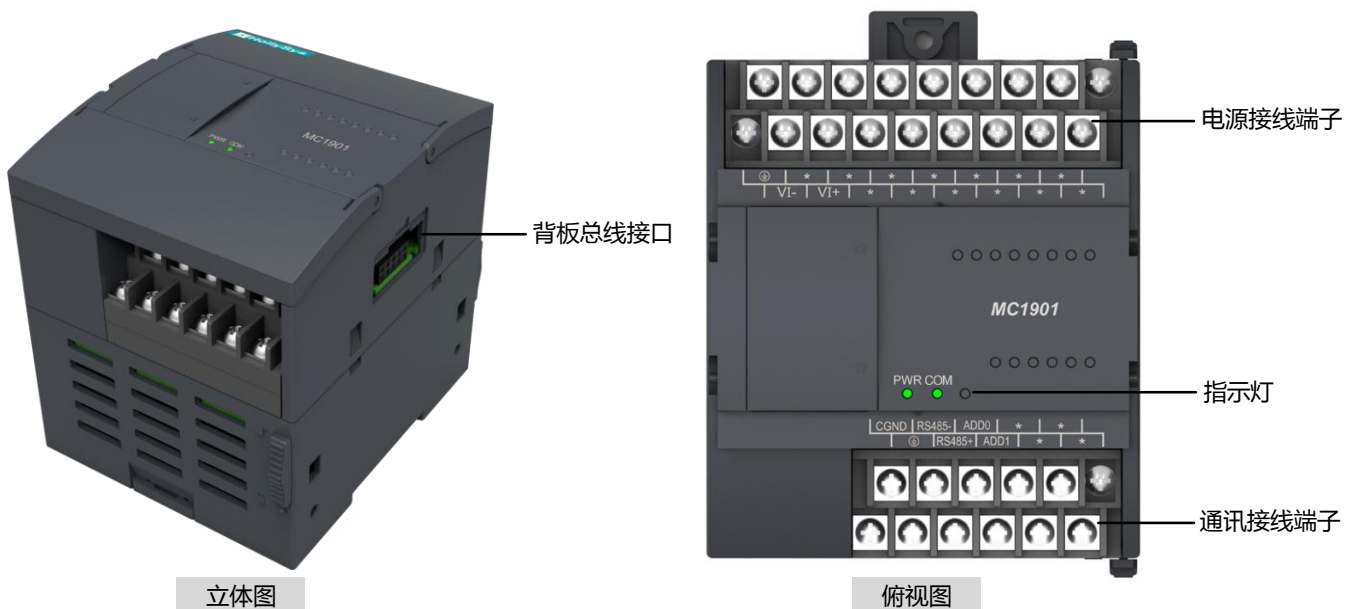


图 180 MC1901 示意图

5.1.2.1 电源接线端子



图 181 电源接线端子示意图

表 87 电源接线端子列表

引脚	说明
⊕	保护地
VI+	供电电源输入正端
VI-	供电电源输入负端
*	不使用

5.1.2.2 指示灯

表 88 指示灯含义

指示灯	颜色	状态	含义
PWR (电源指示灯)	绿色	亮	电源工作正常
		灭	电源异常
COM (通讯指示灯)	绿色	亮	通讯链路有数据
		灭	通讯链路无数据

5.1.2.3 通讯接线端子

用于连接 MC 控制器。



图 182 通讯接线端子示意图

表 89 通讯接线端子列表

引脚	说明
----	----

引脚	说明
ADD1	LE IO 专用配置信号
ADD0	LE IO 专用配置信号
RS485+	485 正端
RS485-	485 负端
⊕	保护地
CGND	通讯地
*	不使用

5.1.2.4 背板总线接口

用于连接 LE I/O 模块。

5.1.3 接线说明

MC1901 通过可插拔接线端子连接控制器 LE IO 通讯接口，通过背板总线接口连接 LE I/O 扩展模块。



图 183 I/O 扩展示意图

MC1901 通信接线及电源接线如图 184 所示。

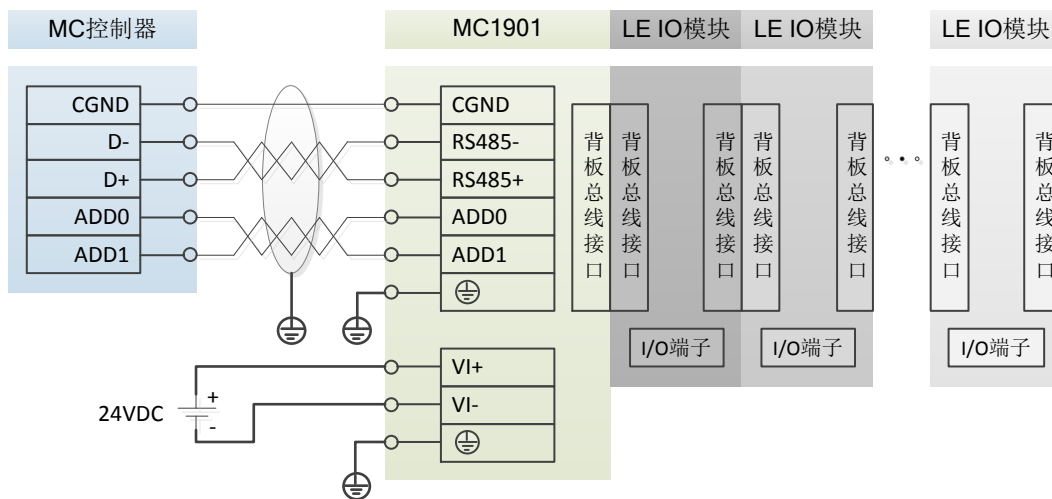


图 184 接线示意图

以 MC1004 为例，D-/D+代表 3D-/3D+、4D-/4D+两组端子。MC1901 的 RS485-/RS485+端子可以根据上位机配置，连接 MC 控制器的 3D-/3D+或 4D-/4D+其中一组端子。



- MC 控制器与 MC1901 适配器通讯连接电缆要求使用双绞多芯屏蔽电缆，长度 ≤ 2 m。
- 模块带电情况下禁止插拔 LE I/O 模块。

5.1.4 功耗计算

MC 系列运动控制器可扩展的 LE I/O 数量直接由 MC1901 的 5 VDC 与 24 VDC 输出电源的功耗决定，具体计算公式如下：

$N1 * DI/DO$ 模块 + $N2 * AI$ 模块 + $N3 * AO$ 模块 ($N1$ 、 $N2$ 、 $N3$ 为各类型 LE I/O 模块数量) \leq MC1901 负载能力 (2.4 A@5 VDC 或 2.2 A@24 VDC)。

以 LE I/O 最大功率消耗数字量 I/O 模块 LE5223 (124 mA@+5 VDC、116 mA@+24 VDC) 为例，理论上可扩展 18 个，即数字量 288 点。

5.2 搭配 LE5405 适配器扩展 IO

LE5405 为 Modbus-TCP 网关模块，为 MC 系列运动控制器与远程 I/O 模块之间提供物理连接通路。

5.2.1 技术指标

表 90 LE5405 技术指标

电源规格		
模块供电电源	工作电压	20.4~28.8 VDC
	额定电压	24 VDC
	耐受电压	19.2~30.0 VDC
	消耗功率	< 3 W (模块自身功耗)
	防反接	支持，最大电压 30 VDC
模块输出电源	负载能力	3 A@5 VDC (通过扩展背板总线接口提供)
		2.1 A@24 VDC (通过扩展背板总线接口提供)
物理接口		
以太网	通讯口数量	1
	电平标准	IEEE 802.3
	通讯口类型	标准 RJ45
	通讯速率(bps)	10/100 Mbps, 自适应
	通讯协议	Modbus-TCP 从
物理特性		

电源规格	
安装方式	导轨安装或螺钉安装
接线端子	可插拔
尺寸规格 (mm)	78*97*90
重量	300 g
环境特性	
工作温度范围	0~60℃
存储温度范围	-40~70℃
工作湿度范围	5%~95% (无凝结)
工作海拔高度	≤3000 m
可靠性	
热插拔	不支持
故障隔离	无
绝缘电阻	相互隔离的端子间绝缘电阻： 一般试验条件下，≥5 MΩ 湿热条件下，≥1 MΩ

5.2.2 接口说明

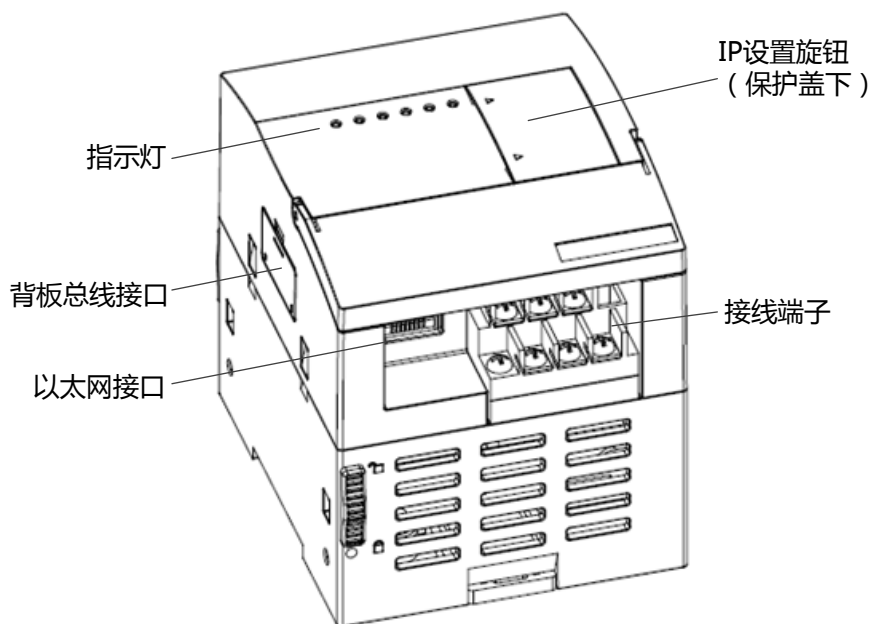


图 185 LE5405 示意图

5.2.2.1 接线端子

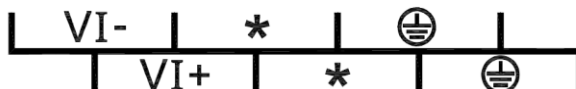


图 186 端子接口示意图

表 91 电源接口列表

引脚	说明
VI+	供电电源输入正端
VI-	供电电源输入负端
⊕	保护地
⊖	保护地
*	不使用

5.2.2.2 指示灯

LE5405 模块有 6 个指示灯，其中指示灯 RUN/STOP 与 IP ADDR 为双色指示灯。具体含义为：

表 92 指示灯含义

指示灯	颜色	状态	含义
PWR (电源指示灯)	黄色	亮	电源工作正常
		灭	电源工作不正常或是没有相应的电源加载
RUN/STOP (模块运行/停止指示灯)	黄绿双色	绿亮	模块处于带载运行状态（即有配置文件）
		黄亮	模块处于空载运行状态（即无配置文件）
ERR (模块工作异常指示灯)	红色	亮	发生某种或某些可以诊断的故障 (如：配置错误、模块离线、内存出错)
		灭	没有故障发生
LINK (以太网 LINK 指示灯)	绿色	亮	已经建立以太网物理层连接
		灭	没有建立以太网物理层连接
ACT (以太网数据交换指示灯)	黄色	闪	有通讯包进行发送或接收
		灭	没有数据
IP ADDR (以太网 IP 地址指示灯)	黄绿双色	灭	IP 值最后一字节大于 1 且小于 99
		绿亮	IP 值最后一字节大于等于 100 且小于 199
		黄亮	IP 值最后一字节大于等于 200 且小于 255
		黄闪	无效 IP
		绿闪	IP 复位

5.2.2.3 以太网接口

用于连接控制器。

5.2.2.4 背板总线接口

用于连接 LE I/O 模块。

5.2.2.5 IP 设置旋钮

打开保护盖，通过 X1、X10 旋钮，可以设置 LE5405 的 IP 地址的第四字段的个位数字和十位数字。

- X1: 个位数字，取值范围 0~9
- X10: 十位数字，取值范围 0~9



- LE5405 的 IP 地址设置详见《AutoThink V3.1 用户手册_工程组态》的“辅助工具”章节。

5.2.3 接线说明

在 MC 控制器自带 I/O 数量不满足现场应用时，通过 LE5405 连接 LE 系列 I/O 模块进行扩展。

通过交换机与 MC 系列控制器连接，通过背板总线与 LE 扩展 I/O 模块连接。

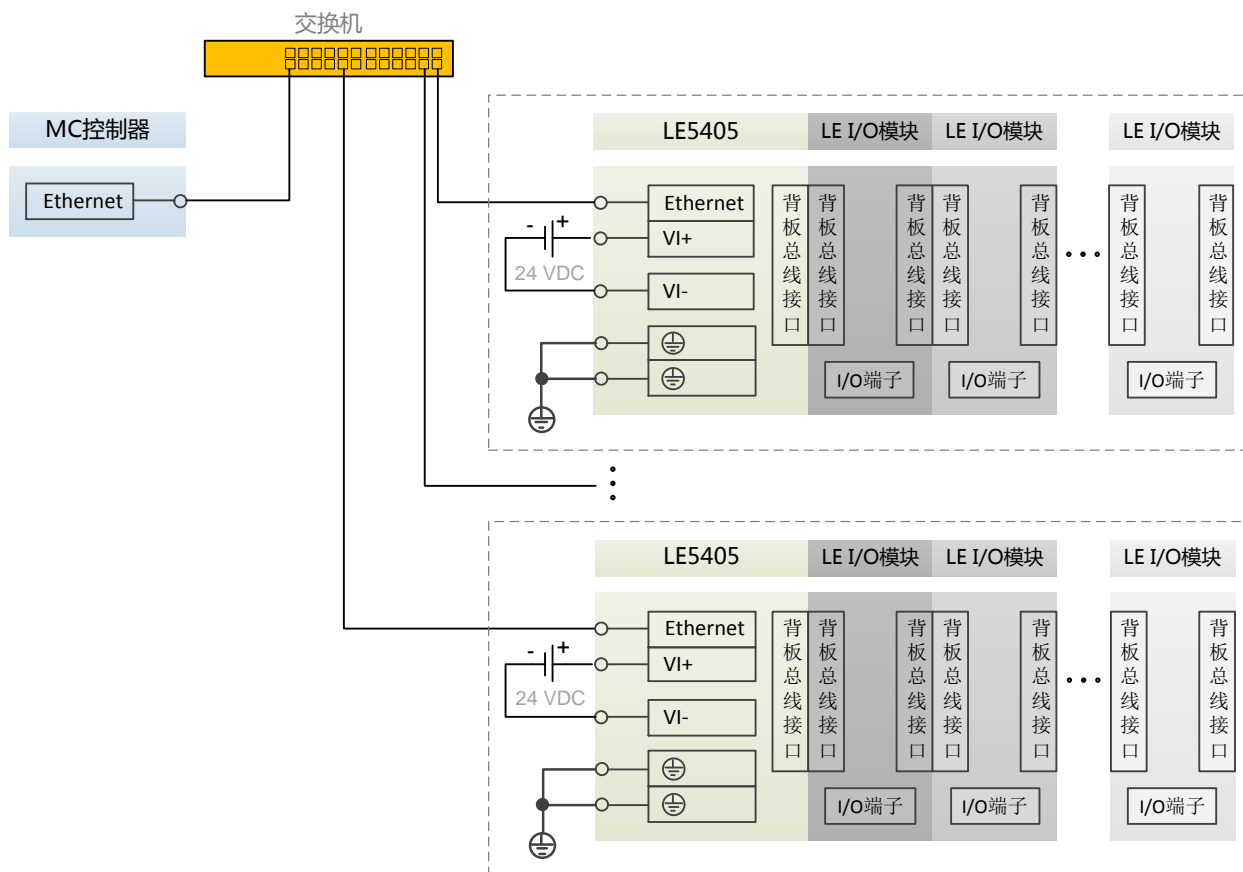


图 187 接线示意图



- 以太网线：推荐采用超五类屏蔽双绞线（STP），长度≤50 m。
- 以太网交换机：推荐抗干扰能力较强的工业以太网交换机，交换机良好接地。
- 模块带电情况下禁止插拔 LE I/O 模块。

5.2.4 使用说明

- 单个 MC 系列控制器支持的 LE5405 不超过 10 个。
- 单个 LE5405 可扩展的 LE I/O 模块不超过 8 个。
- 通过 LE5405 可扩展的 LE I/O 总点数不超过 200 个。
- 在满足以上的原则下,请结合 LE5405 背板总线接口输出电源负载能力配置要求的 LE I/O。
- 禁止 2 个及以上 MC 系列控制器连接同一个 LE5405。
- LE5405 严禁直接接入负荷高的网络环境(尤其是接入外网或跨网段的多个网络融合环境),在此类环境中必须要进行 VLAN 划分,以杜绝网络风暴的产生,从而确保 LE5405 的正常通讯。

5.2.5 功耗计算

MC 系列运动控制器可扩展的 LE I/O 数量直接由 LE5405 的 5 VDC 与 24 VDC 输出电源的功耗决定,具体计算公式如下:

$$N1*DI/DO \text{ 模块} + N2*AI \text{ 模块} + N3*AO \text{ 模块} \quad (N1、N2、N3 \text{ 为各类型 LE I/O 模块数量})$$

5.3 控制器 DB9 口直连扩展 I/O

5.3.1 接线说明

扩展 IO 点数在 150 点以下时,可通过专用预制电缆 LEX5820 进行扩展连接。目前仅 MC2000 系列支持。

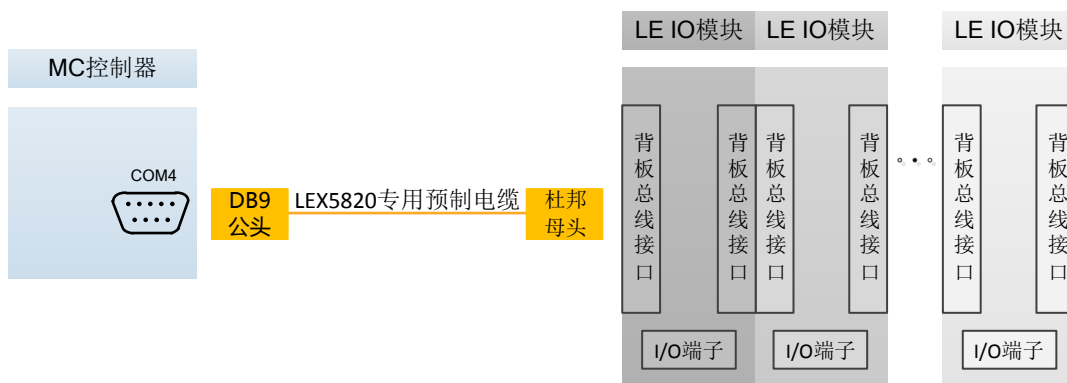


图 188 直连扩展 IO 示意图

5.3.2 功耗计算

MC2000 系列运动控制器可扩展的 LE I/O 数量直接由 COM4 口对外的 5 VDC 与 24 VDC 输出电源功耗决定，具体计算公式如下：

$N1 \times DI/DO \text{ 模块} + N2 \times AI \text{ 模块} + N3 \times AO \text{ 模块}$ （ $N1$ 、 $N2$ 、 $N3$ 为各类型 LE I/O 模块数量） \leq 对外负载能力（1 A@5 VDC 或 0.5 A@24 VDC）。

5.4 LE I/O 列表

表 93 支持扩展的 LE I/O 模块列表

模块类型	产品型号	规格说明	尺寸（单位：mm）
数字量 I/O 模块	LE5210	8 通道数字量输入模块，DI 8x24 VDC	47*97*89
	LE5211	16 通道数字量输入模块，DI 16x24 VDC	70*97*89
	LE5212	32 通道数字量输入模块，DI 32x24 VDC	108*97*89
	LE5220	8 通道数字量输出模块，DO 8x晶体管输出，输出通道额定电流 1 A	47*97*89
	LE5221	8 通道数字量输出模块，DO 8x继电器输出，输出通道额定电流 2 A	47*97*89
	LE5223	16 通道数字量输出模块，DO 16x继电器输出，输出通道额定电流 2 A	70*97*89
	LE5224	32 通道数字量输出模块，DO 32x晶体管输出，输出通道额定电流 1 A	108*97*89
模拟量 I/O 模块	LE5310	4 通道模拟量输入模块（4~20 mA/0~20 mA/0~10 VDC 可选），差分输入，12 位	70*97*89
	LE5311	8 通道模拟量输入模块（4~20 mA/0~20 mA/0~10 VDC 可选），单端输入，12 位	70*97*89
	LE5320	2 通道模拟量输出模块，（4~20 mA/0~20 mA/0~10 VDC 可选），12 位	47*97*89
	LE5321	4 通道模拟量输出模块，（4~20 mA/0~20 mA/0~10 VDC 可选），12 位	70*97*89
	LE5330	4 通道模拟量输入/2 通道模拟量输出模块，（4~20 mA/0~20 mA/0~10 VDC 可选），12 位	70*97*89
	LE5340	4 通道热电偶输入模块，-80~80 Mv，B/E/J/K/N/R/S/T 型浮地热电偶，24 位	70*97*89
	LE5341	4 通道热电阻输入模块，Cu50/Pt100，16 位	70*97*89
	LE5342	8 通道热敏电阻输入模块，16 位	70*97*89

第6章 高级功能

MC 系列运动控制器除了支持一般可编程控制器的基本功能外，还提供了一些特色功能。

6.1 系统状态

MC 控制器上配有一块 OLED 显示屏，显示内容中包含了系统当前的运行状态。控制器运行状态转移关系如图 189 所示。

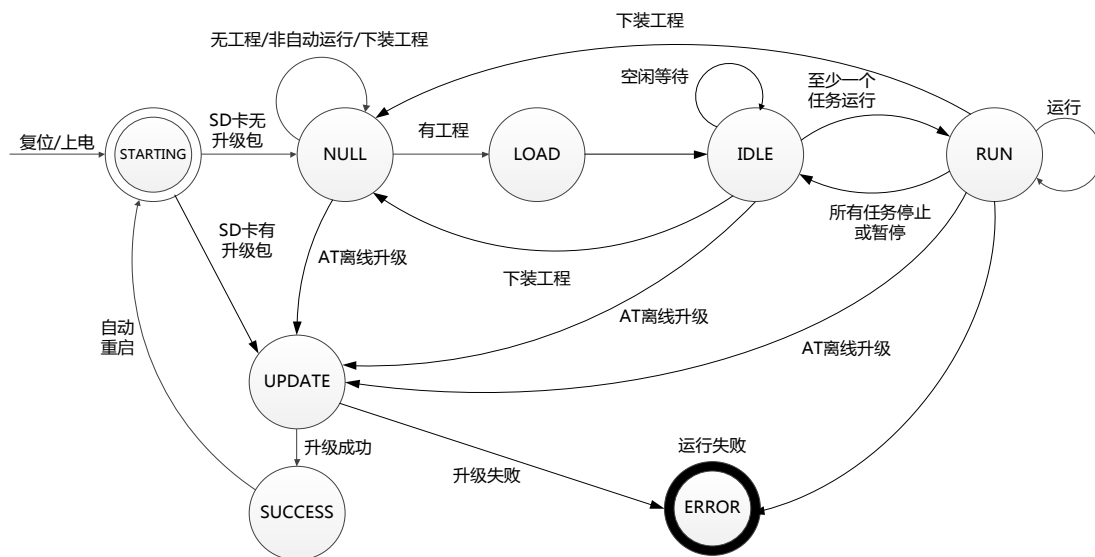


图 189 控制器运行状态转移图

控制器运行状态关系表明：

- 上电或复位启动后，MC 控制器首先检查 SD 卡上是否有固件升级包，如果有则执行自动升级过程（详见章节 6.10.1 通过 SD 卡升级）；
- 上电或复位启动后，如果没有检查到升级包，则 MC 控制器进入正常运行过程：如果用户 Flash 空间中已有保存好的工程，且模块左侧的工程加载控制开关处于自动运行（RUN）的位置，MC 控制器将自动加载用户工程；如果没有用户工程，或者工程加载控制开关处于停止（STOP）的位置，则不会自动加载；
- 加载成功后，用户工程中的任务会按照设定的启动方式、运行周期等参数运行；或者受 AutoThink 软件在线控制运行。只要用户工程有至少一个任务在运行，则 MC 控制器处于 RUN 状态，否则处于 IDLE 状态；
- 用户工程启动后，也可以受 AutoThink 软件在线控制，下装新的用户工程后，MC 控制器会重新启动新用户工程的运行过程；
- MC 控制器在升级或者运行用户工程的过程中，遇到故障均会进入故障状态，需要重新启动运行。

6.2 存储资源

本节对 MC 控制器内可使用的系统存储资源进行说明。

6.2.1 内存区分配

MC 控制器接收来自 AutoThink 软件编译用户工程得到的二进制代码文件并运行，其代码区最大容量为 2 MB；运行时各数据区容量如表 94 所示。

表 94 各个区内存布局

序号	数据区	大小 (bytes)	说明
0	M 区	5,242,880	中间区 (可寻址区)
1	I 区	8192	输入区 (可寻址区)
2	Q 区	8192	输出区 (可寻址区)
3	S 区	1,048,576	特殊寄存器区 (可寻址区)
4	R 区	掉电保持区大小与控制器版本有关, 详见表 98	保持区 (不可寻址区)
5	N 区	24,576: MC1008-A01、MC1008-A02、MC1008-B01、 MC1004-A01、MC1002R-A01 1,048,576: 其他模块	随机区 (不可寻址区)

数据存储格式包括位 (BIT)、字节 (BYTE)、字 (WORD) 和双字 (DWORD)，以 M 区为例。

- (1) 位数据: %MXm.n (m: 0~5,242,879, n: 0~7), 例如 %MX1.7。
- (2) 字节数据: %MBn (n: 0~5,242,879), 例如 %MB1。
- (3) 字数据: %MWn (n: 0~5,242,878, 且为 2 的倍数), 例如 %MW0。
- (4) 双字数据: %MDn (n: 0~5,242,876, 且为 4 的倍数), 例如 %MD100。

6.2.2 SD 卡

MC 控制器可插入 Micro SD 卡 (TF 卡), 供系统升级或加载用户数据使用。

SD 卡目录支持的最大容量为 32 GB, 单个文件最大支持 1.99 GB。

6.2.3 Flash

用户 Flash 目录用于保存用户工程、源代码或用户数据文件等, 容量为 16 MB。

6.3 伺服周期

伺服周期, 是指控制器向被控的伺服驱动器 (可能多个轴) 下发运动指令, 驱动器获得指令后, 各自向所连接的电机发出电流使其转动。转过一个角度后, 电机编码器将位置信号反馈给伺服驱动, 伺服驱动又将信号反馈给控制器, 控制器将每个轴的反馈值与设定值做比较, 并进行 PID 运算, 将运算值准备好下一次发给驱动器。以上过程所使用的时间, 称为一个伺服周期。伺服周期越快, 控制精度越高。

伺服周期支持 0.25 ms、0.5 ms、1 ms、2 ms、4 ms 可选, 默认为 1 ms; 部分型号控制器的伺服周期只能为 1 ms。

6.4 滤波参数

滤波参数范围根据伺服周期自动调整，以 MC1008-B02 为例。

表 95 MC1008-B02 的伺服周期与滤波参数

伺服周期 (ms)	滤波参数 (ms)
0.25	DI0~DI11: 不滤波、1.25、2.50、5.00、12.50、25.00 DI12~DI23: 不滤波、25.00、50.00、125.00、250.00、500.00 AI0~AI1: 不滤波、12.50、25.00、62.50、125.00、250.00 AI2~AI3: 不滤波、2.50、12.50、25.00、62.50、125.00、250.00
0.5	DI0~DI11: 不滤波、2.50、5.00、10.00、25.00、50.00 DI12~DI23: 不滤波、50.00、100.00、250.00、500.00、1000.00 AI0~AI1: 不滤波、25.00、50.00、125.00、250.00、500.00 AI2~AI3: 不滤波、5.00、25.00、50.00、125.00、250.00、500.00
1	DI0~DI11: 不滤波、5、10、20、50、100 DI12~DI23: 不滤波、100、200、500、1000、2000 AI0~AI1: 不滤波、50、100、250、500、1000 AI2~AI3: 不滤波、10、50、100、250、500、1000
2	DI0~DI11: 不滤波、10、20、40、100、200 DI12~DI23: 不滤波、200、400、1000、2000、4000 AI0~AI1: 不滤波、100、200、500、1000、2000 AI2~AI3: 不滤波、20、100、200、500、1000、2000
4	DI0~DI11: 不滤波、20、40、80、200、400 DI12~DI23: 不滤波、400、800、2000、4000、8000 AI0~AI1: 不滤波、200、400、1000、2000、4000 AI2~AI3: 不滤波、40、200、400、1000、2000、4000



- 伺服周期为 4 ms 时，低速 AI 通道不滤波的带宽为 12.5 Hz。

6.5 Encoder-DI 轴

MC 控制器的 DI 接口支持 Encoder-DI 功能，主要用于低速增量式编码器的计数，比如手轮设备。

若手轮轴的轴类型为编码器计数轴（30、31、32），第一个手轮轴计数值从 DI0.0、DI0.1 固定获取，第二个手轮轴计数值从 DI0.2、DI0.3 固定获取，其计数功能完全等价于编码器轴（同样可以作为高速到位输出触发轴）。

Encoder-DI 轴限制：

- 最高采集频率不超过 DI 最高输入频率
- 不支持 Z 相接入

表 96 MC 控制器内部型号与 Encoder-DI 轴

型号	轴号	说明
MC1008	8、9	MC1008-B02 及以上版本支持

型号	轴号	说明
MC1004	4、5	轴号 4: MC1004-B01 及以上版本支持 轴号 5: MC1004-B03 及以上版本支持
MC1004L	4、5	轴号 4: 全部版本支持 轴号 5: MC1004L-A02 及以上版本支持
MC1008L/MC2008/MC2008L/MC2004/MC2004L	8、9	全部版本支持
MC1002R	2	A02 及以上版本
MC1002E	2	全部版本支持

以 MC1004L 为例进行接线说明。

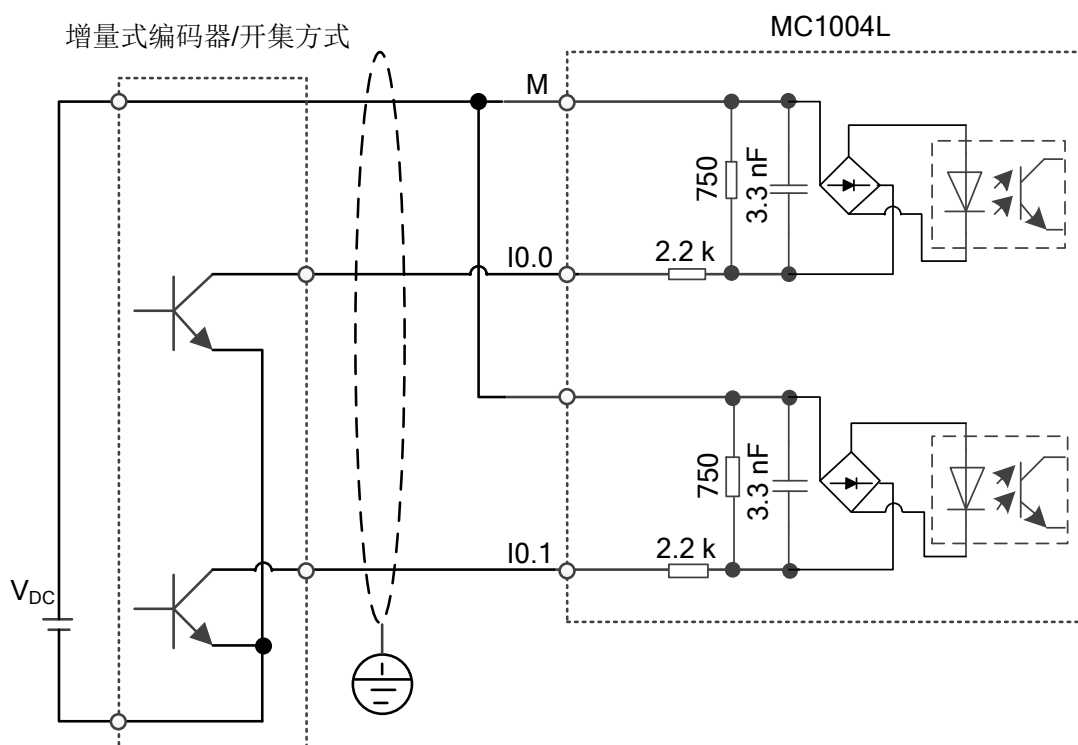


图 190 增量式编码器（开集方式）接入高速数字量输入通道



- 轴 4 通过 I0.0、I0.1 接入，但不支持编码器 Z 相接入。

6.6 Stepper-DO 轴

MC 控制器的高速 DO 接口支持 Stepper-DO 功能，可以扩大对电机个数的支持。但是受限于硬件，最高支持 10 kHz。

以 MC1008 为例，新增轴 8、轴 9 直连轴，轴 8 的 A 相关联 DO0 通道，轴 8 的 B 相关连 DO1 通道；轴 9 的 A 相关连 DO2 通道，轴 9 的 B 相关连 DO3 通道。

Stepper-DO 限制：

- 最高不超过 DO 最大输出频率
- 不可设置为伺服轴（即不与 AO 输出关联）
- 不含 Z 相

表 97 MC 控制器内部型号与 Stepper-DO 轴

型号	轴号	说明
MC1008	8、9	MC1008-C02 及以上版本支持
MC1004	4、5	MC1004-B02 及以上版本支持
MC1004L	4、5	MC1004L-A02 及以上版本支持
MC1008L/MC2008/MC2008L/MC2004/MC2004L	8、9	全部版本支持
其它型号	-	不支持

以 MC1004 为例进行接线说明。

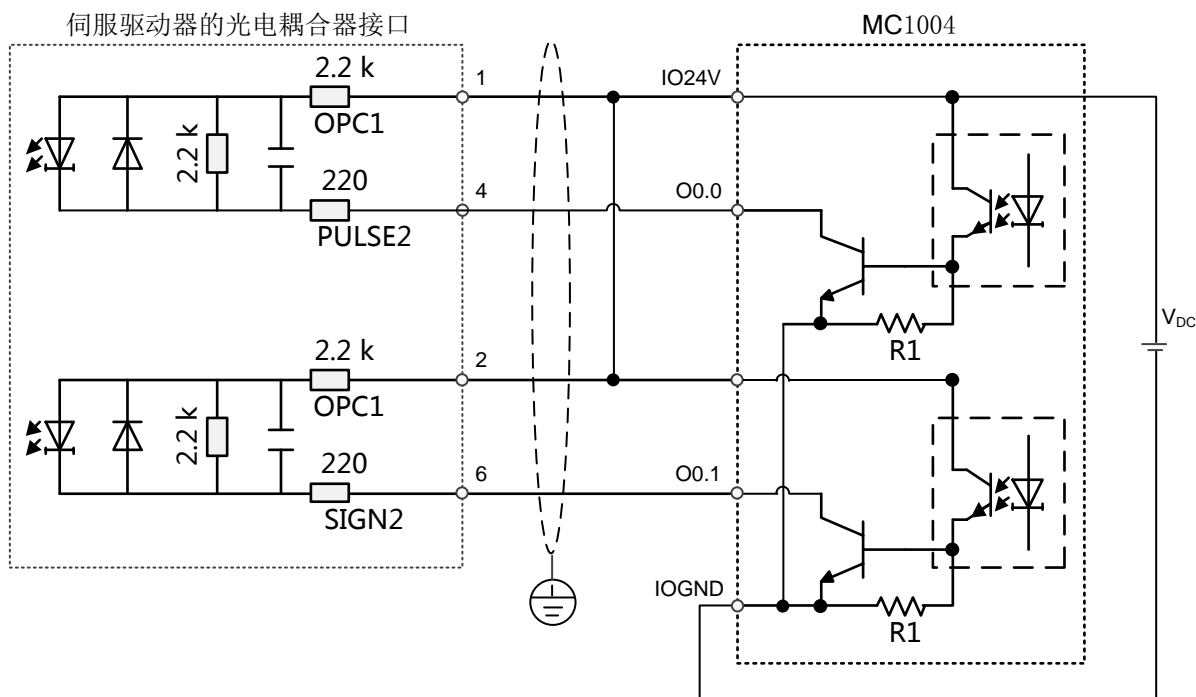


图 191 松下伺服驱动器接入高速数字量输出通道（示例）

6.7 掉电保护功能

MC 控制器使用掉电保持 RAM (FRAM) 来存储需要掉电保持的数据，使用说明如下：

- (1) 需要掉电保持的数据请组态到 R 区；
- (2) R 区最大支持组态的掉电保持数据：

表 98 MC 控制器内部型号与掉电保持

型号	掉电保持数据			
	不支持	2000 bytes	4048 bytes	8144 bytes
MC1008	MC1008-A01 MC1008-A02	MC1008-B01/B02/C01/C02 /C03	MC1008-D01 及 以上版本	-
MC1004	-	MC1004-A01/B01/B02/B03	MC1004-C01 及 以上版本	-
MC1004L	-	-	MC1004L-A01 及 以上版本	-
MC1008L	-	-	MC1008L-A01 及 以上版本	-
MC1002R	-	MC1002R-A01/A02	MC1002R-A03 及 以上版本	-
MC1002E	-	MC1002E-A01/A02	MC1002E-A03 及 以上版本	-
MC2008/2008L/MC2004/MC2004L	-	-	-	支持

(3) 控制器掉电重启后，上电自动加载开关拨为 ON，则加载工程且 R 区变量保持；

(4) 下装结束后，不会加载掉电保持 RAM 器件的数据到 R 区；

(5) 支持“冷复位”功能，即将所有数据区（包括 R 区）置为初始值；

(6) 支持“热复位”功能，即将除了 R 区外的其它数据区都置为初始值；

(7) 区分掉电还是复位键启动，复位键启动后 R 区数据是初始值，而掉电启动后如果掉电保持 RAM 器件中存储的数据是正确的，则会恢复到 R 区。

6.8 示波器功能

MC 控制器集成示波器，具有以下功能：

- 通过轴参数绘图，在线观察运动波形，方便直观。
- 通过全局变量 Table 表绘图，离线观察预先设置的数据是否符合要求。
- 使用 MC 内部函数将数据保存，用户可查看存储数据内容分析运动过程。

通过快捷键  或菜单栏【工具】选项卡下的【示波器】，打开示波器界面。

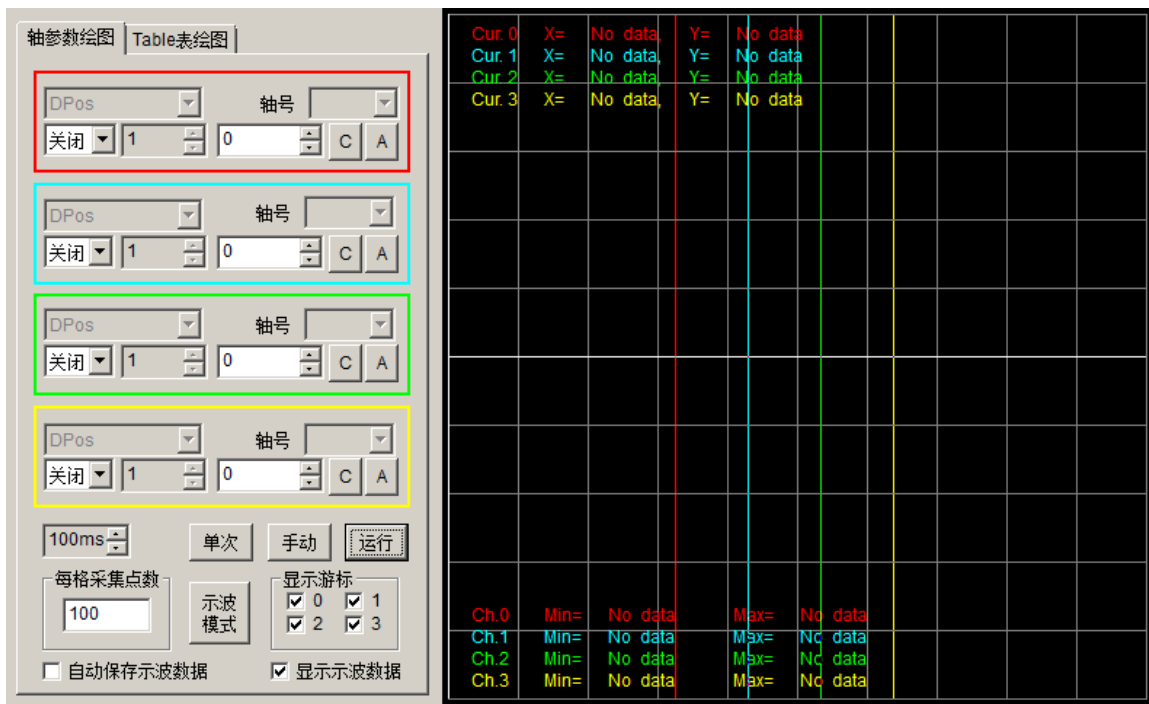


图 192 示波器示意图

示波器绘图区大小为 10 x 10 单元格。

示波模式下，绘图区上有时间轴（白线）、通道游标（彩线）、通道最大/最小值以及游标数值。

轨迹模式下，绘图区上有 X/Y 轴（白色十字相交线）和通道最大/最小值。

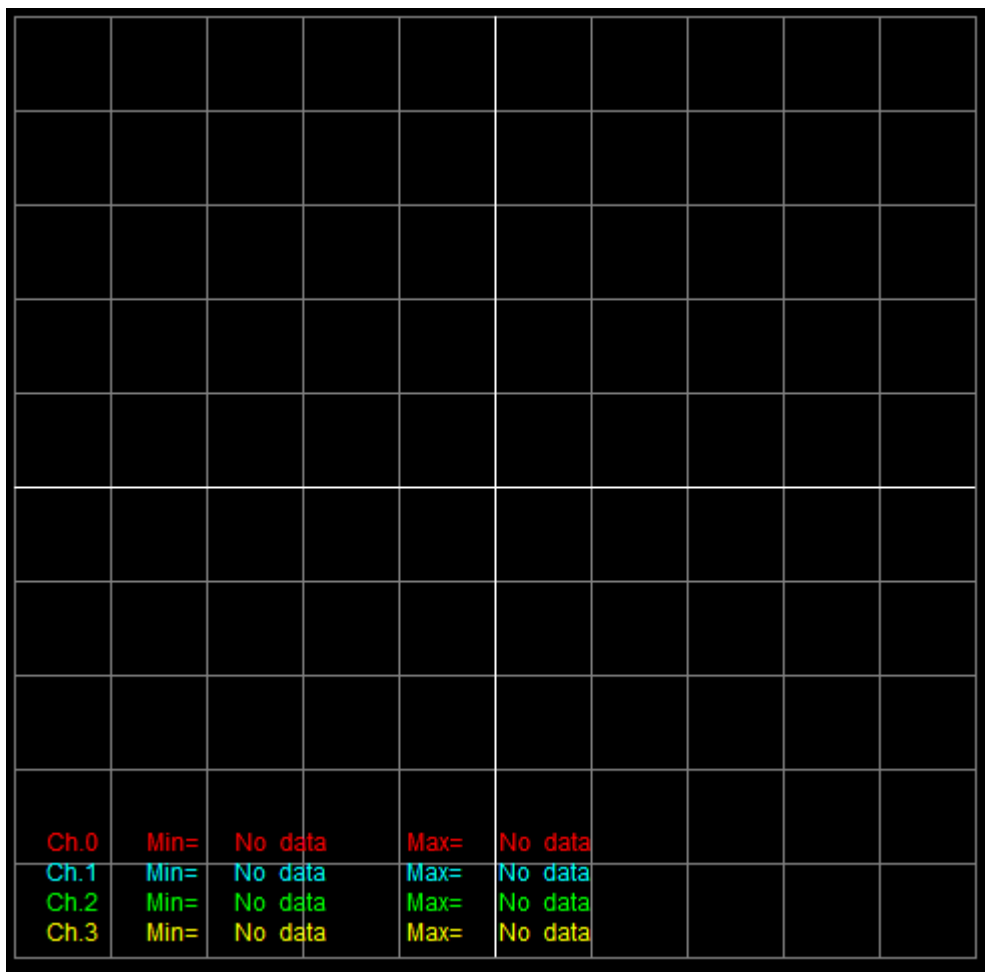


图 193 绘图区（轨迹模式）

示波器停止状态下，在绘图区右击，可以保存波形和读取波形。

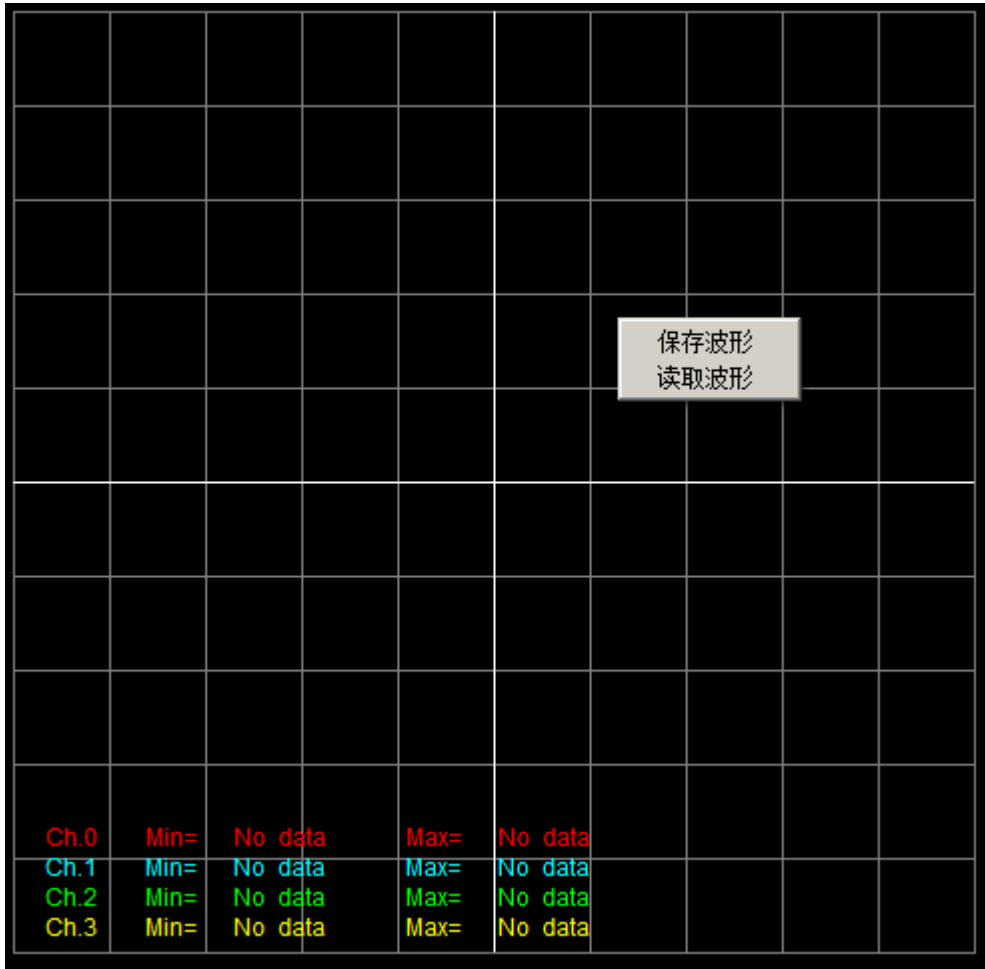


图 194 保存/读取波形

6.8.1 轴参数绘图

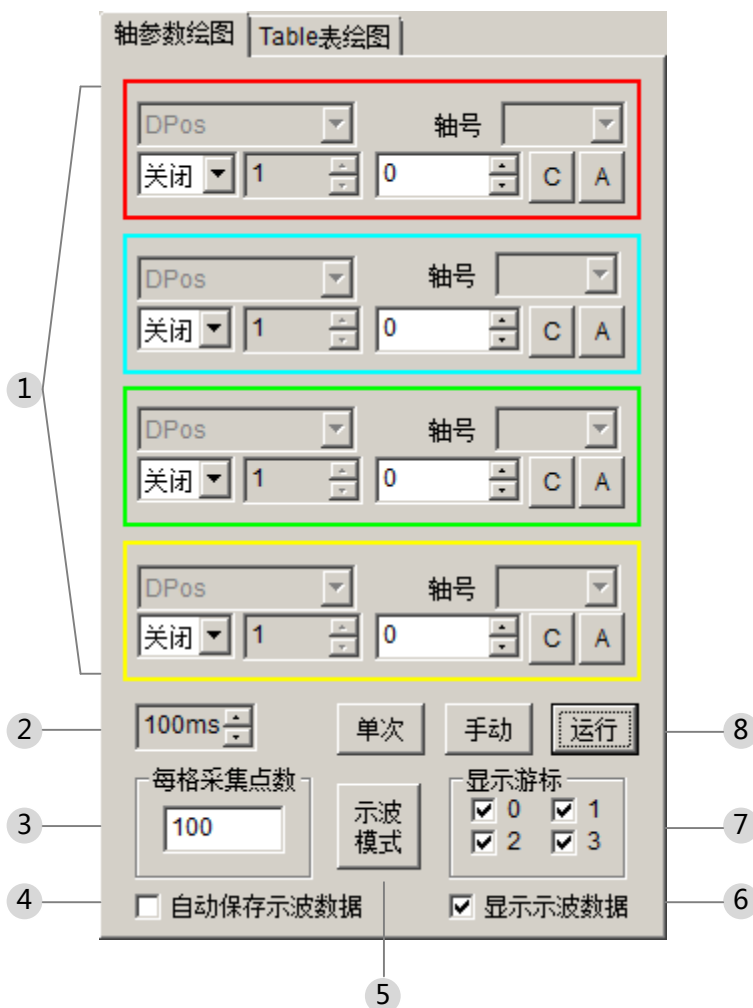


图 195 轴参数绘图选项卡

表 99 轴参数绘图配置

序号	名称	说明
1	示波通道	共 4 个示波通道 Ch.0: 红色 Ch.1: 蓝色 Ch.2: 绿色 Ch.3: 黄色 轨迹模式下，前两个通道为一组（Ch.0 为横轴，Ch.1 为纵轴），后两个通道为一组（Ch.2 为横轴，Ch.3 为纵轴），不支持交叉使用。
2	单元格时间	1 ms~20 s，示波器每屏 10 个单元格
3	每格采集点数	1~100 (采集周期必须为 1 ms 的整数倍。如果无法整除，示波器会自行校正。)
4	自动保存示波数据	示波器采集完一屏数据后，自动将示波数据保存到工程目录下： ...\AutoThink\Project\“工程名”\osc_data

序号	名称	说明
5	示波模式	示波模式 (X/T)：横轴表示时间，纵轴表示采集的数据 轨迹模式 (X/Y)：一个通道的数值相对另一个通道的数值的变化情况 (前两个通道为一组，后两个通道为一组)
6	显示示波数据	包括通道最大值、最小值，以及光标数值
7	显示光标	每个通道具有一个光标，可以横向移动。光标数据显示在示波器绘图区顶部。示波模式下有效
8	单次	单次：示波器采集一屏数据后停止 重复：示波器采集一屏数据后，刷新屏幕重新采集
	手动	手动：通过 运行 按钮触发示波器，相关数据实时显示在绘图区 程序：通过 运行 按钮令示波器进入待触发状态，并通过 HMC_TriggerScope 指令触发示波器，相关数据实时显示在绘图区
	运行	运行：触发示波器 停止：停止示波器

示波通道说明：

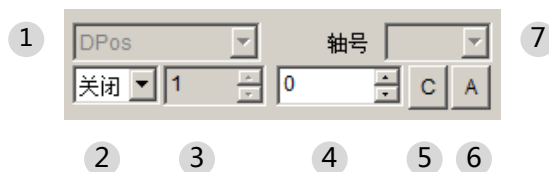


图 196 示波通道示意图

表 100 示波通道配置

序号	名称	说明
1	轴参数	示波显示的轴参数
2	通道模式	关闭：不采集数据，且不显示波形 自动：采集数据，并自动缩放到合适的比例进行显示 手动：采集数据，用户自定义单位比例 冻结：不采集数据，且显示冻结时的波形
3	单元格比例	示波模式下，表示纵向单元格数值 轨迹模式下，表示单元格数值（红/绿通道为横向单元格数值，蓝/黄通道为纵向单元格数值）
4	偏移设置	示波模式下，表示纵轴的偏移量 轨迹模式下，表示零点的偏移量（红/绿通道为横向偏移，蓝/黄通道为纵向偏移）
5	清除偏移	C 代表 Clear，清除偏移，置为 0
6	自动偏移	A 代表 Auto，自动将波形居中显示
7	轴号	示波显示的轴号



- 轨迹模式下，前两个通道为一组，后两个通道为一组，不支持交叉使用。

6.8.1.1 示例

X方向为 axis0, Y方向为 axis1, 在 O-XY 坐标系下, 以点(0,0)为起点和终点位置, 逆时针画一个 5000*5000 的方形。

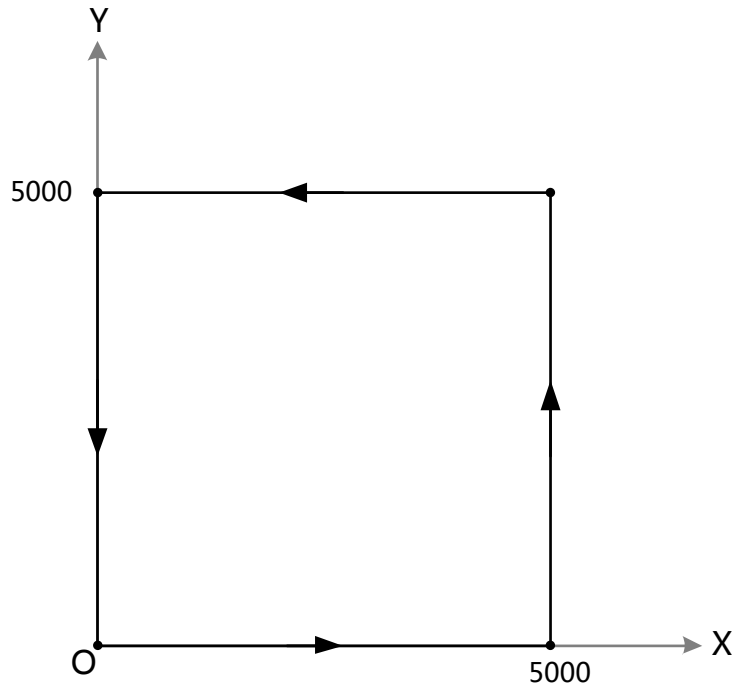


图 197 轨迹示意图

第1步 软件编程

```
DR_RESULT := HMC_DriveEnable(DR_EN); (* 信号使能操作 *)

X_TYPE := HMC_SetAxisType(0, 10); (* 设置 axis0 属性 *)
X_UNIT := HMC_SetUnits(0, 1);
AXIS0.SPEED := 1000;
AXIS0.ACCEL := 10000;
AXIS0.DECEL := 10000;

Y_TYPE := HMC_SetAxisType(1, 10); (* 设置 axis1 属性 *)
Y_UNIT := HMC_SetUnits(1, 1);
AXIS1.SPEED := 1000;
AXIS1.ACCEL := 10000;
AXIS1.DECEL := 10000;

RESULT := HMC_Move(0, 5000); (* axis0 向 X 方向运动 5000 距离 *)
RESULT := HMC_WaitAxisIdle(0); (* 等待 axis0 无运动 *)
```

```

RESULT := HMC_Move(1, 5000); (* axis1 向 Y 方向运动 5000 距离 *)
RESULT := HMC_WaitAxisIdle(1); (* 等待 axis1 无运动 *)
RESULT := HMC_Move(0, -5000); (* axis0 向 X 方向运动-5000 距离 *)
RESULT := HMC_WaitAxisIdle(0); (* 等待 axis0 无运动 *)
RESULT := HMC_Move(1, -5000); (* axis1 向 Y 方向运动-5000 距离 *)
    
```

第2步 示波器设置



图 198 示波器设置

第3步 运行示波器


将 DR_EN 置为 1，将示波器置为运行，点击任务运行按钮 ，则示波器开始绘图。



图 199 示波器绘图结果

第4步 保存/读取波形

右击示波器区域，可以将波形保存为.csv 文件，用 EXCEL 读取.csv 文件里的数据，在示波器中显示波形。

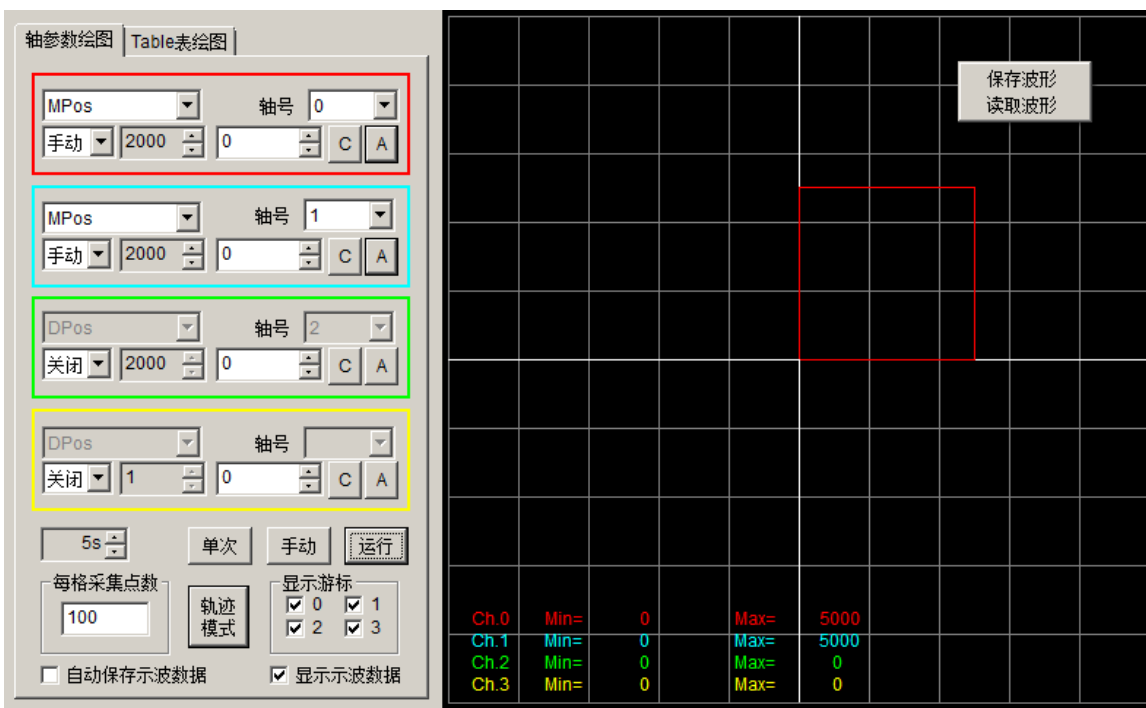


图 200 保存/读取波形

6.8.2 Table 表绘图

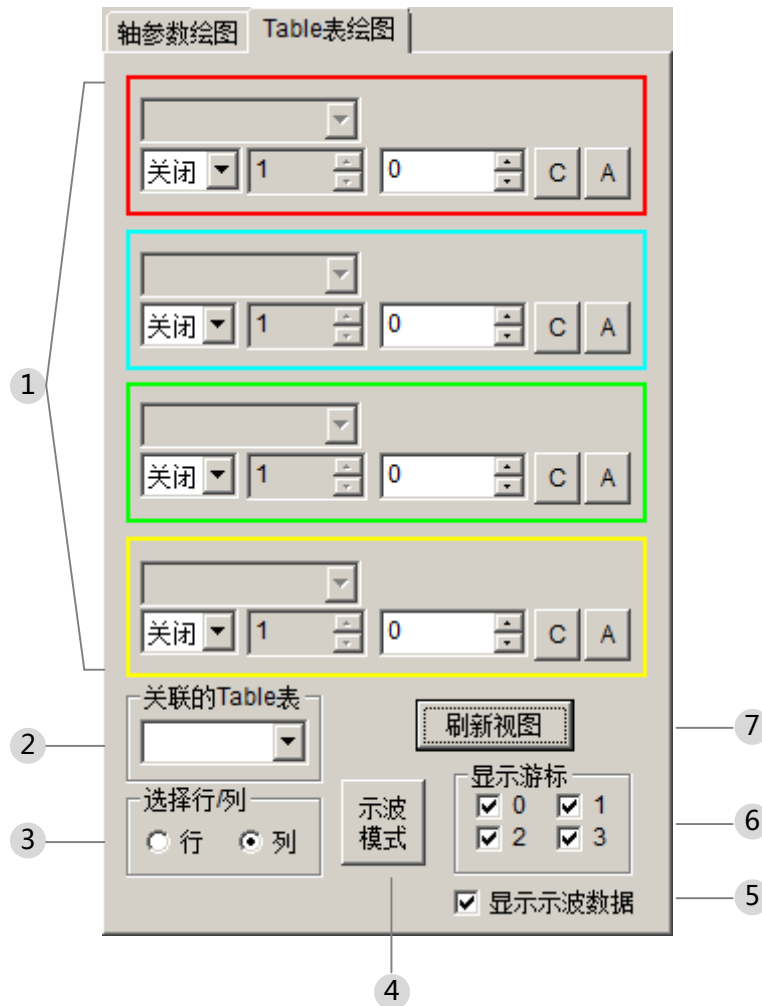


图 201 Table 表绘图选项卡

表 101 Table 表绘图配置

序号	名称	说明
1	示波通道	共 4 个示波通道 Ch.0: 红色 Ch.1: 蓝色 Ch.2: 绿色 Ch.3: 黄色 轨迹模式下, 前两个通道为一组 (Ch.0 为横轴, Ch.1 为纵轴), 后两个通道为一组 (Ch.2 为横轴, Ch.3 为纵轴), 不支持交叉使用。
2	关联的 Table 表	用于关联全局变量 Table 中定义的变量
3	选择行/列	示波器显示行数据或列数据
4	示波模式	示波模式 (X/T): 横轴表示时间, 纵轴表示采集的数据 轨迹模式 (X/Y): 一个通道的数值相对另一个通道的数值的变化情况 (前两个通道为一组, 后两个通道为一组)

序号	名称	说明
5	显示示波数据	包括通道最大值、最小值，以及游标数值
6	显示游标	每个通道具有一个游标，可以横向移动。游标数据显示在示波器绘图区顶部。示波模式下有效
7	刷新视图	对绘图区进行清屏

示波通道说明：

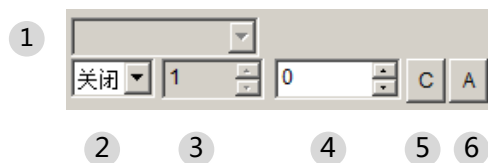


图 202 示波通道示意图

表 102 示波通道配置

序号	名称	说明
1	行/列号	示波显示的行或列
2	通道模式	关闭：不显示波形 自动：自动缩放到合适的比例进行显示 手动：用户自定义单位比例 冻结：显示波形，单元格比例与偏移不可调整
3	单元格比例	示波模式下，表示纵向单元格数值 轨迹模式下，表示单元格数值（红/绿通道为横向单元格数值，蓝/黄通道为纵向单元格数值）
4	偏移设置	示波模式下，表示纵轴的偏移量 轨迹模式下，表示零点的偏移量（红/绿通道为横向偏移，蓝/黄通道为纵向偏移）
5	清除偏移	C 代表 Clear，清除偏移，置为 0
6	自动偏移	A 代表 Auto，自动将波形居中显示



- 轨迹模式下，前两个通道为一组，后两个通道为一组，不支持交叉使用。

6.8.2.1 示例

第1步 新建 Table 变量

在全局变量里新建一个 Table 变量 t1。

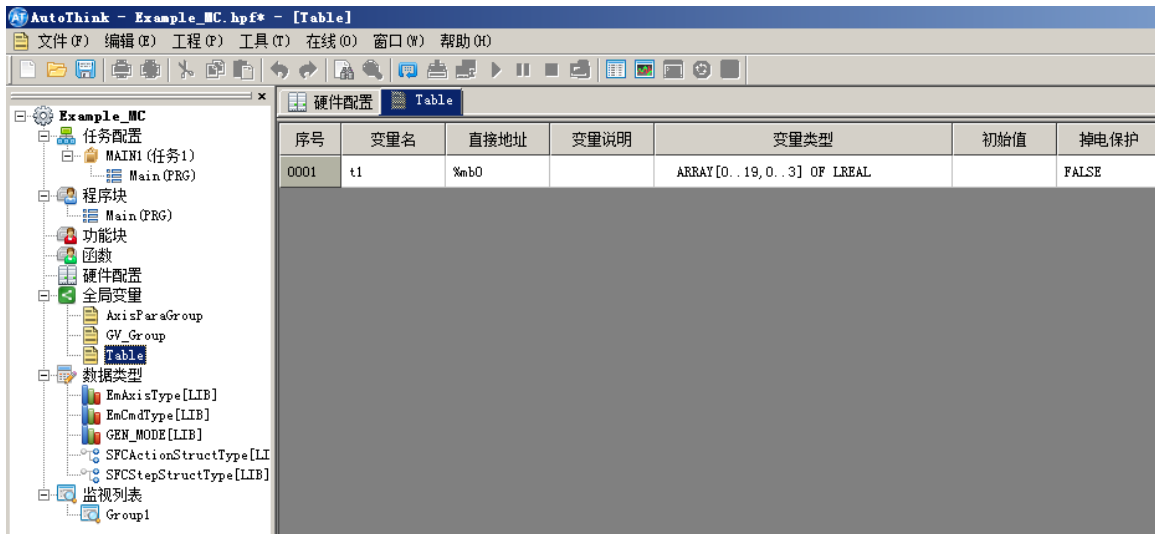


图 203 新建 Table 变量

第2步 导出 Table 变量

选中变量 t1，右击导出数据保存为 t1.csv 格式文件。



图 204 导出数据



- 每个变量的维尺度（行 x 列）≤8000。

第3步 输入测试数据

用 EXCEL 打开刚才保存的 t1.csv 文件，输入需要测试的数据。

	A	B	C	D	E
1	1	20	0	0	
2	2	19	0	0	
3	3	18	0	0	
4	4	17	0	0	
5	5	16	0	0	
6	6	15	0	0	
7	7	16	0	0	
8	7	17	0	0	
9	7	18	0	0	
10	7	19	0	0	
11	7	20	0	0	
12	6	19	0	0	
13	5	18	0	0	
14	4	17	0	0	
15	3	16	0	0	
16	2	15	0	0	
17	1	14	0	0	
18	0	13	0	0	
19	-1	13	0	0	
20	-2	13	0	0	
21					

图 205 输入测试数据

第4步 导入 Table 变量

选中 t1 变量，右击导入数据，将刚才编辑的 t1.csv 文件导入进去。

序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值	掉电保护
0001	t1	%mb0		ARRAY[0..19,0..3] OF LREAL		FALSE

添加Table
 删除Table
 详细
导入数据
 导出数据
 Table属性

图 206 导入数据

第5步 显示波形

在示波器“Table 表绘图”选项卡下，进行相应设置，并刷新视图显示波形。

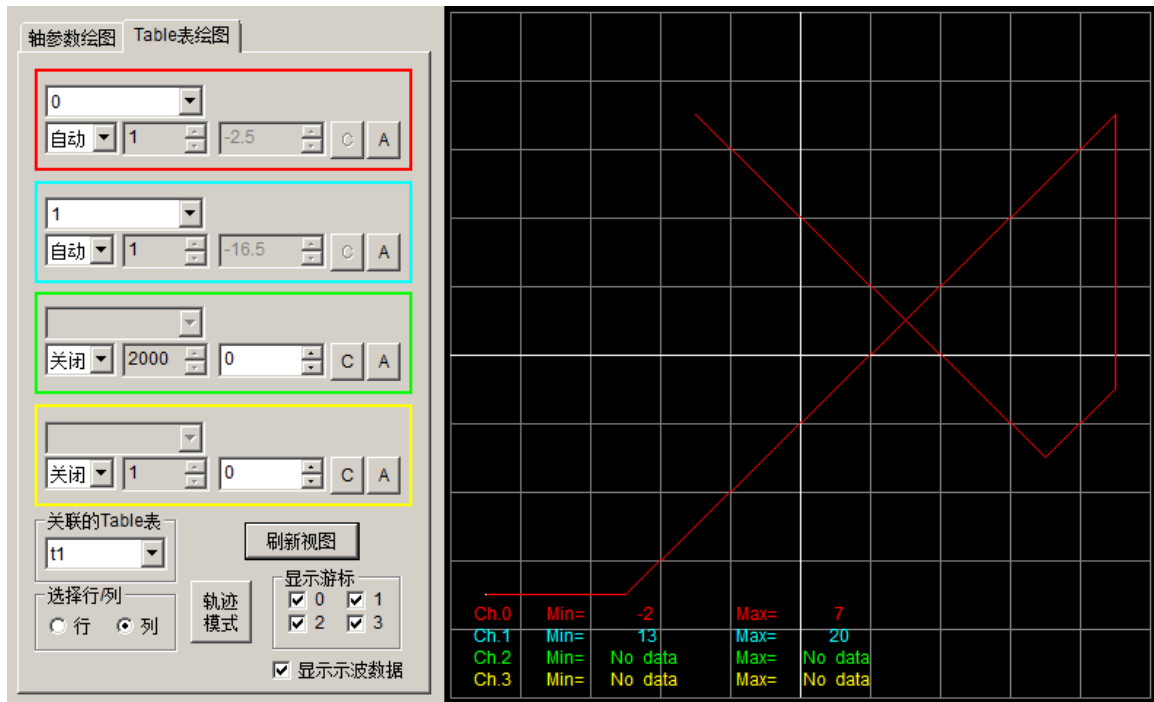


图 207 示波器显示

6.8.3 内部函数存储数据

程序如下：

```

DR_RESULT := HMC_DriveEnable(DR_EN); (* 信号使能操作 *)

X_TYPE := HMC_SetAxisType(0, 10); (* 设置 axis0 属性 *)
X_UNIT := HMC_SetUnits(0, 1);
AXIS0.SPEED := 1000;
AXIS0.ACCEL := 10000;
AXIS0.DECCEL := 10000;
.....
PVAR := ADR (axis0.mpos); (* 待采集的数据地址 *)
RecordArea := ADR(%MD100); (* 采集记录数组的起始地址 *)
Var_RESULT := HMC_SetSampleSingleVar(0, PVAR, 8); (* 数据采样通道设置 *)
Para_RESULT := HMC_SetSamplePara(0, 100, 10000, RecordArea); (* 数据采样设置,
设置采样参数, 采集周期为 100 ms, 采集点数为 10,000 个 *)
Chan_RESULT := HMC_TriggerSample(0); (* 数据采样通道 Trigger 使能 *)
X_RESULT := HMC_Move(0, 5000); (* 轴 axis0 移动 5000 *)
.....
Num_RESULT := HMC_GetSampleNum(0); (* 获取采样通道已经采集到的数据个数 *)

```

```
Date_RESULT := HMC_GetSampleData(0, 0, 100); (* 获取采集到的某个数据 *)
```

6.9 工程升级

工程升级方式包括：

- 通过 SD 卡升级
- 通过 AutoThink 升级



- 升级过程中，请勿进行其他操作。

6.9.1 通过 SD 卡升级

使用此功能，需将待升级的工程文件（.at 文件）和 FunctionConf.ini 配置文件拷贝到 SD 卡根目录下，然后将 SD 卡插入控制器，最后再对控制器进行复位或重新上电。

- FunctionConf.ini 文件中内容如下（其中 projectname.at 为待升级的工程文件）：

```
[FunctionSwitch]
PrgUpdateON=1
[PrgUpdate]
FileName=projectname.at
```

- FunctionConf.ini 文件说明：

- PrgUpdateON=1 表示通过 SD 升级工程功能开启，否则表示关闭。
- FileName=待升级的工程文件名。最大支持 53 个有效字符，无需用双引号来标识字符串。
- 不支持中文格式的数据。
- 待升级的工程文件支持后缀为“.at”、“.key”的文件。
- 待升级的文件名称只支持常用的字符，不支持“#”、“*”之类的特殊字符。

6.9.2 通过 AutoThink 升级

详见《AutoThink V3.1 用户手册_工程组态》的“辅助工具”章节。

6.10 产品升级

产品升级方式包括：

- 通过 SD 卡升级
- 通过 AutoThink 升级



- 升级过程中，请勿进行其他操作。

6.10.1 通过 SD 卡升级

将发行盘中的三个文件（①crc.txt；②以 mc 开头且后缀名为 bin 的文件；③mcs.conf）拷贝到 SD 卡，并将 SD 卡插入控制器的卡槽中，重新上电或复位后控制器开始升级。



- 升级过程中请勿断电！

6.10.2 通过 AutoThink 升级

详见《AutoThink V3.1 用户手册_工程组态》的“辅助工具”章节。

6.11 实时时钟

MC 控制器中配置了实时时钟，可以通过 AutoThink 软件读取和设置控制器内实时时钟的时间，也可以在用户程序中调用相关的功能块读取和设置时间值。

6.11.1 通过 AutoThink 软件读取/设置

在 AutoThink 软件与 MC 控制器处于在线连接的条件下，可以通过“在线/控制器校时”菜单项读取和设置实时时钟时间。

支持的时间范围为：

- 年：1971~2036
- 月：1~12
- 日：1~31
- 时：0~23
- 分：0~59
- 秒：0~59

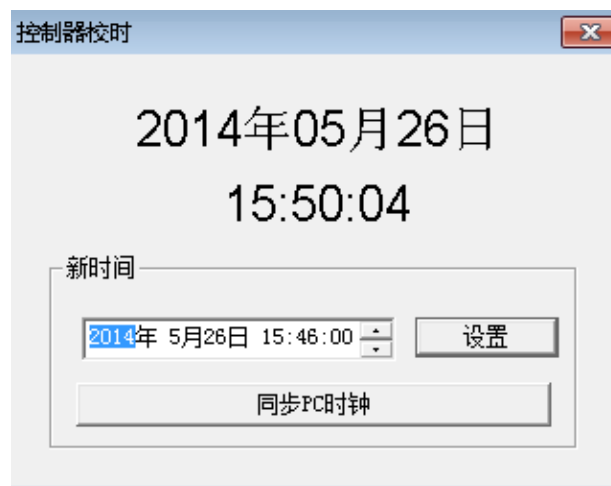


图 208 控制器校时

图 208 分两部分：

- 上半部分不断从 MC 控制器的实时时钟读取时间值并刷新；
- 下半部分（即“新时间”）可以设置 MC 控制器中的实时时钟：点击**设置**按钮会将左边时间框内设置的时间写入控制器内，或者点击**同步 PC 时钟**会将所使用电脑的当前时间写入控制器内。

6.11.2 通过功能块编程读取/设置

MC 控制器还通过系统指令库中的两个功能块 Get_RTC 和 Set_RTC 在程序中对实时时钟保持的时间值进行读取和设置操作，示例程序如下：

序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值
0013	YE			WORD	2014
0014	MO			BYTE	03
0015	DAY			BYTE	21
0016	HOU			BYTE	15
0017	MINU			BYTE	32
0018	SEC			BYTE	30
0019	ERRR			BYTE	0

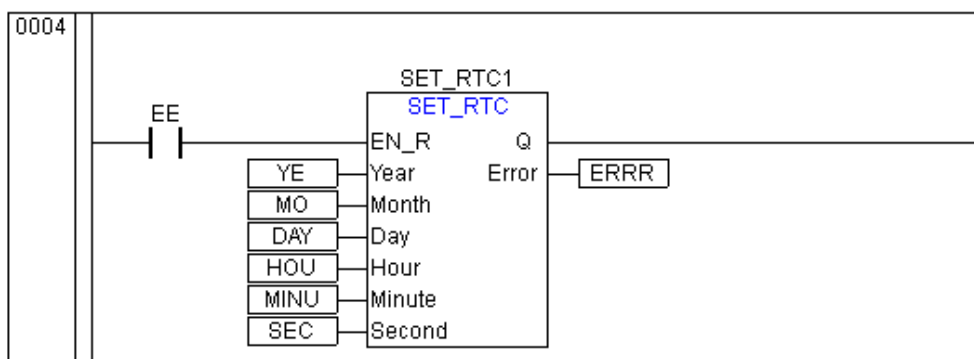


图 209 设置 RTC 示例

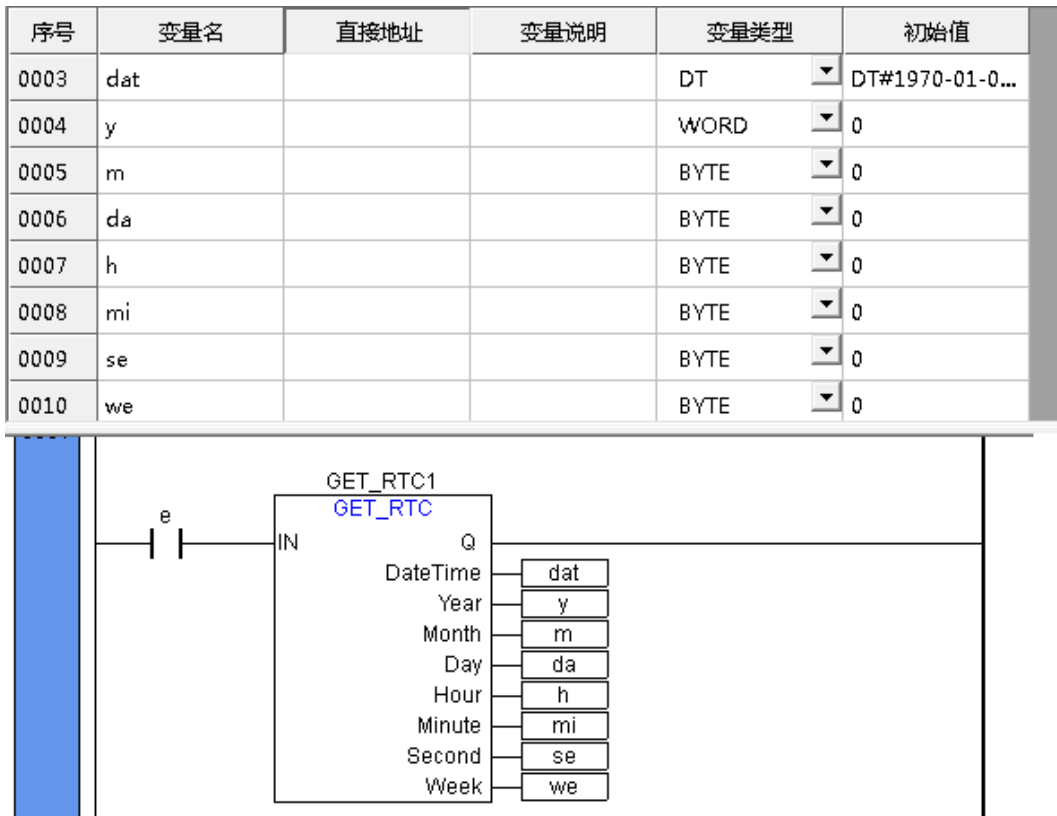


图 210 获取 RTC 示例

6.12 动态链接库

6.12.1 文件读写

HLink 即通信动态库，支持 32 位和 64 位版本。通过 HLink 可实现与 MC 控制器的连接，并支持与控制器建立 4 路连接，只要保持任意有效链路 ID，就可以随时与控制器通讯交换数据（读写数据、传输文件、清空目录、删除文件等功能）。具体功能需要第三方自行开发。

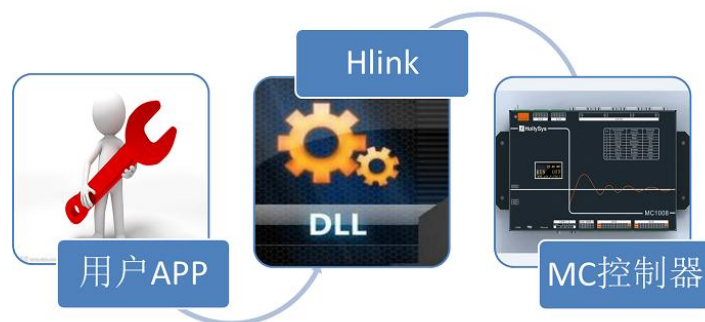


图 211 Windows 动态库应用示意图

通信介质为：标准 RJ45 以太网接口。

此动态库存放在安装目录下的“OnlineInterface”文件夹中，包含以下 4 个文件：

- OnlineInterface.dll: 动态库
- OnlineInterface.lib: 动态库的输入库
- OnlineInterface.h: 动态库的头文件
- RsaDll.dll: 加密动态库

6.12.2 PC 性能要求

表 103 推荐 PC 配置表

环境	类型	型号
硬件环境	显示器	彩色 CRT 或液晶屏
	输入输出	标准键盘、鼠标
	USB 接口	至少 1 个 USB 2.0 接口
	显卡	分辨率支持 1280*720
	CPU	Intel Pentium 2.4 GHz 以上
	内存	512 MB 以上
	硬盘	10 GB 以上
软件环境	操作系统	Windows XP Professional + SP3 Windows 7 Professional 32 位

6.12.3 开发流程

6.12.3.1 基本步骤

- 第1步** 将【OnlineInterface】中的文件复制到开发软件相应的路径下。
- 第2步** 通过以太网口连接 MC 控制器。
- 第3步** 使用 HoliConnectController 函数连接 MC 控制器并获取连接 ID（需要指定控制器 IP 及端口）。
- 第4步** 获得连接 ID 后，通过以下函数，可以进行相应的数据读写。
- 写普通类型的变量: HoliWriteAtVar
 - 读普通类型的变量: HoliReadAtVar
 - 写 BIT 类型的变量: HoliWritATBitVar
 - 读 BIT 类型的变量: HoliReadAtBitVar
 - 写 BUFF 类型的变量: HoliWriteAtBuffVar
 - 读 BUFF 类型的变量: HoliReadAtBuffVar
 - 获取控制器文件信息: HoliGetFileInfo
 - 从磁盘传输文件到控制器: HoliTransFile
 - 删除控制器文件: HoliDeleteFile
- 第5步** 通过 HoliGetVersion 函数，可以获取控制器版本信息。

第6步 通过 HoliPSWLock 函数，可以对控制器进行加锁/解锁。

第7步 完成任务后，使用 HoliDisConnectController 或 HoliDisConnectControllerCrossThread 函数断开与 MC 控制器连接。

6.12.3.2 扩展步骤

第1步 获得连接 ID 后，为了将创建的链路锁定在使用接口的线程，避免其他线程使用，可以通过 HoliCaptureConnect 函数锁定链路资源。

第2步 完成数据读写后，通过 HoliReleaseConnect 函数释放链路资源。

6.12.4 相关函数说明

6.12.4.1 建立连接

1. 连接控制器

■ 函数原型：int HoliConnectController(unsigned int &ulConnectID, const char* strIP, short ipPort, DEL_HOLI_CONTROLLER_TYPE eControllerType = DEL_HOLI_CONTROLLER_MC)

■ 功能介绍：与控制器建立连接。

■ 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
strIP	const char*	控制器 IP 地址
ipPort	short	控制器通信端口号（1200）
eControllerType	enum	控制器类型 0: MC 控制器 1: DCS 控制器 2: LK 控制器 3: LE 控制器

■ 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
5	int	其余错误，保护出错
6	int	未初始化
8	int	通信 IP 或端口错误
9	int	通信连接失败
11	int	接收数据错误
23	int	目标平台不一致
27	int	连接达到上限

6.12.4.2 锁定/释放链路

1. 锁定链路资源

- 函数原型: `int HoliCaptureConnect(unsigned int ulConnectID)`
- 功能介绍: 此接口可以将创建的链路锁定在使用接口的线程, 避免其他线程使用此接口。

- 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	需锁定的链路资源 ID

- 返回值

返回值	类型	含义
28	int	无效连接
29	int	连接处理成功
31	int	无权操作 (指线程对链路无权处理)

1. 释放链路资源

- 函数原型: `int HoliReleaseConnect(unsigned int ulConnectID)`
- 功能介绍: 此接口可以释放已经锁定的链路资源, 权限归还给创建这个连接的线程, 其余线程才有可能通过获得接口继续获得权限进行通讯操作。

- 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	需释放的链路资源 ID

- 返回值

返回值	类型	含义
28	int	无效连接
29	int	连接处理成功
31	int	无权操作 (指线程对链路无权处理)

6.12.4.3 数据读写

1. 写普通类型的变量

- 函数原型: `int HoliWriteAtVar(unsigned int ulConnectID, char cRefID, unsigned long ulOffset, char cType, void* pBuff)`
- 功能介绍: 写普通类型变量, 不支持读取复杂类型 (结构体、bit 类型、buff 类型、时间类型等)。

- 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
cRefID	char	内存区索引
ulOffset	unsigned long	字节偏移

输入参数	类型	含义
cType	char	变量类型
pBuff	void*	写入值所在内存

■ 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
9	int	通信连接失败
10	int	发送数据准备错误
11	int	接收数据错误
12	int	变量信息非法
28	int	无效连接
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）

2. 读普通类型的变量

- 函数原型：int HoliReadAtVar(unsigned int ulConnectID, char cRefID, unsigned int ulOffset, char cType, void* pBuff)

- 功能介绍：读普通类型变量，不支持读取复杂类型（结构体、bit 类型、buff 类型、时间类型等）。

■ 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
cRefID	char	内存区索引
ulOffset	unsigned int	字节偏移
cType	char	变量类型
pBuff	void*	读入值所在内存

■ 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
9	int	通信连接失败
10	int	发送数据准备错误
11	int	接收数据错误
12	int	变量信息非法
28	int	无效连接
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）



- 读变量时，如果地址偏移超出控制器指定区域，会导致读数据异常。参见章节 6.12.4.71 控制器支持读写内存区。

3. 写 BIT 类型的变量

- 函数原型: `int HoliWritATBitVar(unsigned int ulConnectID, char cRefID, unsigned int ulOffset, unsigned char ucBit, void* pBuff)`
- 功能介绍: 写入 bit 类型时，写入值所在的内存的第 1 个字节表示，bit 位数范围为 0~7。
- 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
cRefID	char	内存区索引
ulOffset	unsigned int	字节偏移
ucBit	unsigned char	字节内的位偏移
pBuff	void*	写入值所在内存

- 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
9	int	通信连接失败
10	int	发送数据准备错误
11	int	接收数据错误
12	int	变量信息非法
28	int	无效连接
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）

4. 读 BIT 类型的变量

- 函数原型: `int HoliReadAtBitVar(unsigned int ulConnectID, char cRefID, unsigned int ulOffset, unsigned char ucBit, void* pBuff)`
- 功能介绍: 读取 bit 类型时，读取回来的值也放入内存参数的第 1 个字节，bit 位数范围为 0~7。
- 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
cRefID	char	内存区索引
ulOffset	unsigned int	字节偏移
ucBit	unsigned char	字节内的位偏移
pBuff	void*	读入值所在内存

- 返回值

返回值	类型	含义
-----	----	----

返回值	类型	含义
0	int	成功
9	int	通信连接失败
10	int	发送数据准备错误
11	int	接收数据错误
12	int	变量信息非法
28	int	无效连接
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）



- 读变量时，如果地址偏移超出控制器指定区域，会导致读数据异常。参见章节 6.12.4.71 控制器支持读写内存区。

5. 写 BUFF 类型的变量

- 函数原型：int HoliWriteAtBuffVar(unsigned int ulConnectID, char cRefID, unsigned int ulOffset, unsigned int ulBuffSize, void* pBuff)
- 功能介绍：写入 BUFF 变量。
- 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
cRefID	char	内存区索引
ulOffset	unsigned int	字节偏移
ulBuffSize	unsigned int	变量大小
pBuff	void*	写入值所在内存

- 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
9	int	通信连接失败
10	int	发送数据准备错误
11	int	接收数据错误
12	int	变量信息非法
28	int	无效连接
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）

6. 读 BUFF 类型的变量

- 函数原型：int HoliReadAtBuffVar(unsigned int ulConnectID, char cRefID, unsigned int ulOffset, unsigned int ulBuffSize, void* pBuff)
- 功能介绍：读入 BUFF 变量。

■ 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
cRefID	char	内存区索引
ulOffset	unsigned int	字节偏移
ulBuffSize	unsigned int	变量大小
pBuff	void*	读入值所在内存

■ 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
9	int	通信连接失败
10	int	发送数据准备错误
11	int	接收数据错误
12	int	变量信息非法
28	int	无效连接
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）



- 读变量时，如果地址偏移超出控制器指定区域，会导致读数据异常。参见章节 6.12.4.7 的[控制器支持读写内存区](#)。

7. 获取控制器文件信息

■ 函数原型: int HoliGetFileInfo(unsigned int ulConnectID, const char* strSourceFile, const char* strDestinationFile)

- 功能介绍: 获取控制器文件信息，在进行文件传入操作时，需要先进行此操作，以判断控制器对应目录，及文件是否可操作。

■ 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
strSourceFile	const char*	本地源文件路径（含文件名）
strDestinationFile	const char*	目的文件路径（可含文件名），且只支持纯英文目的路径，参数大小不能超过 63 字节，其中文件名不超过 31 字节。当目的路径不含文件名时，按照原路径的文件名处理，含有时，则按照目的路径的文件名处理

■ 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功

返回值	类型	含义
1	int	无重名文件，可正常下装
2	int	无重名文件，不可正常下装（空间不够）
3	int	有重名文件，可正常下装
4	int	有重名文件，不可正常下装（空间不够）
10	int	发送数据准备错误
11	int	接收数据错误
16	int	源文件打开失败
17	int	目的路径超限
20	int	目的文件名出错
26	int	缺少 SD 卡
28	int	无效连接
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）

8. 从磁盘传输文件到控制器

- 函数原型：int HoliTransFile(unsigned int ulConnectID, const char* strSorceFile, const char* strDestinationFile)
- 功能介绍：从磁盘传输文件到控制器，使用之前，需判断接口 HoliGetFileInfo 返回值是否为 1 或者 3，否则不能使用。
- 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
strSorceFile	const char*	本地源文件路径（含文件名）
strDestinationFile	const char*	目的文件路径（可含文件名），且只支持纯英文目的路径，参数大小不能超过 63 字节，其中文件名不超过 31 字节当目的路径不含文件名时，按照原路径的文件名处理，含有时，则按照目的路径的文件名处理

■ 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
5	int	其余错误，保护出错
9	int	通信连接失败
11	int	接收数据错误
16	int	源文件打开失败
17	int	目的路径超限
19	int	目的文件名超限
20	int	目的文件名出错

返回值	类型	含义
26	int	缺少 SD 卡
28	int	无效连接
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）

9. 删除控制器文件

■ 函数原型：int HoliDeleteFile(unsigned int ulConnectID, const char* strDestinationFile)

■ 功能介绍：接口中的参数如果传入的是带有文件名的路径，则删除此文件，如果不带有文件名，则删除此路径下的所有文件（删除文件夹下的所有文件）。其中路径的长度小于 63 字节，若包含文件名，则文件名小于 31 字节。

■ 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID
strDestinationFile	const char*	要删除的文件夹下所有文件或者指定文件的路径且只支持纯英文（路径小于 63 个字节，如果要删除指定文件，文件名小于 31 字节）

■ 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
5	int	其余错误，保护出错
9	int	通信连接失败
11	int	接收数据错误
16	int	源文件打开失败
17	int	目的路径超限
19	int	目的文件名超限
20	int	目的文件名出错
26	int	缺少 SD 卡
28	int	无效连接
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）

6.12.4.4 断开连接

1. 断开控制器（操作本线程权限内的连接）

■ 函数原型：int HoliDisconnectController(unsigned int ulConnectID)

■ 功能介绍：与控制器断开连接（操作本线程权限内的连接）

■ 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID

- 返回值

返回值	类型	含义
9	int	通信连接失败
11	int	接收数据错误
28	int	无效连接
29	int	连接处理成功
30	int	连接处理失败
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）

- 断开控制器（可操作其他线程权限内的连接）

- 函数原型：int HoliDisConnectControllerCrossThread(unsigned int ulConnectID)

- 功能介绍：与控制器断开连接（可操作其他线程权限内的连接）

- 输入参数

输入参数	类型	含义
ulConnectID	unsigned int	链路资源 ID

- 返回值

返回值	类型	含义
9	int	通信连接失败
11	int	接收数据错误
28	int	无效连接
29	int	连接处理成功
30	int	连接处理失败
31	int	无权操作（指线程对链路无权处理）

6.12.4.5 获取控制器版本信息

- 函数原型：int HoliGetVersion(const char* strIP, short ipPort, VersionInfo* pVersionlist, bool *bLock, unsigned char* pSN, DEL_HOLI_CONTROLLER_TYPE eControllerType = DEL_HOLI_CONTROLLER_MC)

- 功能介绍：获取控制器版本信息。

- 输入参数

输入参数	类型	含义
strIP	const char*	控制器 IP 地址
ipPort	short	控制器通信端口号
pVersionlist	VersionInfo*	版本信息列表
*bLock	bool	控制器是否加锁（True 表示加锁，False 表示解锁）
pSN	unsigned char*	32 字符的 SN 码

输入参数	类型	含义
eControllerType	enum	控制器类型 0: MC 控制器 1: DCS 控制器 2: LK 控制器 3: LE 控制器

■ 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
其他	int	错误

6.12.4.6 控制器加解锁

■ 函数原型: int HoliPSWLock(bool bLock, const char* Password, const char* strIP, short ipPort)

■ 功能介绍: 控制器加解锁 (此接口需要调用 HoliGetVersion()获取密匙后方可使用)。

■ 输入参数

输入参数	类型	含义
bLock	bool	True: 加锁 False: 解锁
Password	const char*	密码明文
strIP	const char*	控制器 IP 地址
ipPort	short	控制器通信端口号

■ 返回值

返回值	类型	含义
0	int	成功
其他	int	错误

6.12.4.7 备注

1. 控制器支持读写内存区

内存区	对应值	大小 (bytes)	地址范围
M	0	5,242,880	0~5,242,879
I	1	8192	5,242,880~5,251,071
Q	2	8192	5,251,072~5,259,263

2. 支持读取数据类型

类型	对应值
BYTE	2
WORD	3
DWORD	5

类型	对应值
SINT	14
USINT	15
INT	1
UINT	16
DINT	4
UDINT	17
REAL	6
LREAL	22

3. 返回值类型

错误 ID	消息内容
0	成功
1	无重名文件可正常下装
2	不重名不可正常下装（空间不够）
3	重名但是可正常下装
4	重名，不可正常下装（空间不够）
5	其余错误，保护出错
6	未初始化
7	配置文件初始化失败
8	通信 IP 或端口错误
9	通信连接失败
10	发送数据准备错误
11	接收数据错误
12	变量信息非法
13	源文件路径超限
14	源文件路径出错
15	源文件名超限
16	源文件打开失败
17	目的路径超限
18	目的文件路径出错
19	目的文件名超限
20	目的文件名出错
21	数据类型出差
22	传入参数出错
23	目标平台不一致
24	内存越界

错误 ID	消息内容
25	连接超时
26	缺少 SD 卡
27	连接达到上限
28	无效连接
29	连接处理成功
30	连接处理失败
31	无权操作（指线程对链路无权处理）

6.13 算法特色功能

- 高速捕捉
- 高速输出
- 高速输出（Z 相输出+可设置时间）
- 高速采样
- PWM



- 详见《MC 系列运动控制器指令手册》。

第7章 诊断信息

7.1 RTEX 诊断信息

在 AutoThink 中添加了 MC1002R 之后，【全局变量】节点下自动生成 RTEX 诊断信息变量组【RTEXDiagGroup】。

RtexDiagGroup						
序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值	掉电保护
0001	StackStatus	%SB10560	协议栈状态码	USINT	0	FALSE
0002	MNMSStatus	%SB10561	专有芯片状态码	USINT	0	FALSE
0003	ResStatus0	%SB10562	预留	USINT	0	FALSE
0004	ResStatus1	%SB10563	预留	USINT	0	FALSE
0005	MainErrcode	%SB10564	协议栈主错误码	UINT	0	FALSE
0006	Errcode0	%SB10566	协议栈子错误码0	UINT	0	FALSE
0007	Errcode1	%SB10568	协议栈子错误码1	UINT	0	FALSE
0008	Errcode2	%SB10570	协议栈子错误码2	UINT	0	FALSE
0009	Errcode3	%SB10572	协议栈子错误码3	UINT	0	FALSE
0010	Errcode4	%SB10574	协议栈子错误码4	UINT	0	FALSE
0011	SendFrameSum	%SD10576	总线发送帧总数	UDINT	0	FALSE
0012	RecFrameSum	%SD10580	总线接收帧总数	UDINT	0	FALSE
0013	CRCerrSum	%SD10584	总线CRC错误总数	UDINT	0	FALSE
0014	RecvCrcErr	%SD10588	总线接收CRC错误总数	UDINT	0	FALSE

图 212 RTEXDiagGroup 诊断信息

表 104 RTEXDiagGroup 诊断信息列表

分类	变量名	说明	S 区偏移
状态信息	StackStatus	协议栈状态码	0
	MNMSStatus	专有芯片状态码	1
	ResStatus0	预留	2
	ResStatus1	预留	3
协议栈错误信息	MainErrcode	协议栈主错误码	4
	Errcode0	协议栈子错误码 0	6
	Errcode1	协议栈子错误码 1	8

分类	变量名	说明	S 区偏移
	Errcode2	协议栈子错误码 2	10
	Errcode3	协议栈子错误码 3	12
	Errcode4	协议栈子错误码 4	14
统计信息	SendFrameSum	总线发送帧总数	16
	RecFrameSum	总线接收帧总数	20
	CRCerrSum	总线 CRC 错误总数	24
	RecvCrcErr	总线接收 CRC 错误总数	28
	StackActive	协议栈保活计数	32
	RspErr	总线应答错误信息	36
	ResetSum	主站与从站复位次数	40
	Slot_used_num	非周期缓冲占用数量	44
	ExecTime	主协议栈执行时间	48
	Received0	预留	52
	Received1	预留	56
协议栈子状态	Status0~9	监视	60~96
打印信息	Printdata0~15	监视	100~120



- S 区偏移：目前 MC1002R 的首地址是%SB10560。



- 协议栈状态码（%SB10560）为 RTEX 协议栈运行状态。只有当状态为 16 时，RTEX 协议栈才可正常与驱动器之间进行通讯。因此用户组态工程时，在启动运动控制功能之前，可以先判断协议栈状态码（%SB10560）是否为 16 正常状态。否则会出现运动控制指令不能被驱动器接收，导致执行机构不能正常运动；
- 控制器第一次上电时，在协议栈状态码没有变为 16 之前，如果投放运动控制指令，控制器将不予执行，直至状态码为 16 后，才开始执行。如果一直没有为 16 状态，需查看主错误码和子错误码来定位故障原因。排除故障后，协议栈将自动进入 16 状态，运动控制指令也将立即执行；
- RTEX 协议栈状态为 16 后，如果出现协议栈错误，运动控制指令仍然会继续解算。但会将轴 AxisStatus 的 Bit 4 置 1。如果想恢复正常，需先根据主从错误码排除故障，再重新启动控制器；或者在排除故障后，先清除所有轴缓存指令，再使用 RTEX_BusReset() 功能块复位 RTEX 协议栈和所有从站驱动器。

7.1.1 协议栈错误信息

主错误码分类：

- 0x0000：无错误。

- 0x0001: 硬件错误, 详见表 105。
- 0x0002: 主站配置错误, 详见表 106。
- 0x0004: 系统配置错误, 详见表 107。
- 0x0008: 从站设备类型错误, 详见表 108。
- 0x0020: 从站专用芯片错误, 详见表 109。
- 0x0010: 协议栈运行错误, 详见表 110。

表 105 硬件错误码列表

名称	说明
MainErrcode	0x0001: 硬件错误
Errcode0	0x0001: A5N 的专有芯片异常
Errcode1	备用
Errcode2	备用
Errcode3	备用
Errcode4	备用

表 106 主站配置错误码列表

名称	说明
MainErrcode	0x0002: 主站配置错误
Errcode0	0x0000: 无错误 0x8000: 获取主站配置参数失败 0x0001: 通信周期配置错误 0x0002: 通信周期与更新周期之比配置错误 0x0004: 数据长度配置错误 0x0008: A5A4 选择错误 0x0020: 同步模式选择错误
Errcode1	备用
Errcode2	备用
Errcode3	备用
Errcode4	备用

表 107 系统配置错误码列表

名称	说明
MainErrcode	0x0004: 系统配置错误
Errcode0	(0x0000: 无错误) 以下为基本系统配置错误: 0x4000: 获取从站配置参数失败

名称	说明
	<p>0x0080: 初始化时总线应答超时 (可能存在硬件故障,导致总线通信失败)</p> <p>0x0002: 配置的从站数量与总线上的从站数量不一致</p> <p>000xxxx00000100B: 总线上的从站拨码地址存在重复</p> <p>000xxxx00001000B: 从站的配置节点地址存在重复(如 0000001000001000B 表示总线上存在多个节点号为 2 的节点)</p> <p>000xxxx00010000B 表示总线上的从站节点地址与配置从站节点地址不匹配(如 0000001000010000B 表示配置的节点号为 2 的节点在总线上不存在)</p>
Errcode1	备用
Errcode2	备用
Errcode3	备用
Errcode4	备用

表 108 从站设备类型错误码列表

名称	说明
MainErrcode	0x0008: 从站的设备类型错误
Errcode0	从站节点号
Errcode1	备用
Errcode2	备用
Errcode3	备用
Errcode4	备用

表 109 从站专用芯片错误列表

名称	说明
MainErrcode	0x0020: 专用芯片错误
Errcode0	专用芯片错误的从站节点号
Errcode1	备用
Errcode2	备用
Errcode3	备用
Errcode4	备用

表 110 协议栈运行错误码列表

名称	说明
MainErrcode	0x0010: 协议栈运行错误

名称	说明
Errcode0	0x0000: 无错误 0x0001: 总线应答超时 0x0002: CRC 错误超次数 0x0004: 保留 0x0008: 保留
Errcode1	备用
Errcode2	备用
Errcode3	备用
Errcode4	备用

7.2 EtherCAT 诊断信息

在 EtherCAT 诊断信息变量组【EtherCATDiagGroup】中查看协议栈通信数据。

双击打开该变量组，如图 213 所示。

序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值	掉电保护
0001	StackState	%SB12608	协议栈状态机状态码	USINT	0	FALSE
0002	BusState	%SB12609	总线状态码	USINT	0	FALSE
0003	CfgSlaveNum	%SB12610	配置从站个数	USINT	0	FALSE
0004	ActiveSlaveNum	%SB12611	激活从站个数	USINT	0	FALSE
0005	OnlineSlaveNum	%SB12612	在线从站数量	USINT	0	FALSE
0006	StackReady	%SB12613	协议栈准备状态	USINT	0	FALSE
0007	StackRunning	%SB12614	协议栈运行状态	USINT	0	FALSE
0008	StackCommunication	%SB12615	协议栈通信状态	USINT	0	FALSE
0009	StackError	%SD12616	协议栈错误码	UDINT	0	FALSE
0010	StackSubError	%SD12620	协议栈子错误码	UDINT	0	FALSE
0011	StackErrorState	%SD12624	协议栈错误状态	UDINT	0	FALSE
0012	StackCycPollError	%SD12628	协议栈周期访问错误统计	UDINT	0	FALSE
0013	StackAcycPollError	%SD12632	协议栈非周期访问错误统计	UDINT	0	FALSE
0014	SlaveState	%SB12636	从站状态码	ARRAY[0..199] OF USINT		FALSE
0015	ReservedDiagArea	%SB12836	保留诊断区	ARRAY[0..64] OF USINT		FALSE

图 213 EtherCATDiagGroup 变量组

表 111 EtherCATDiagGroup 诊断信息列表

分类	变量名	取值范围	说明
主站诊断信息	StackState	0~4	协议栈状态机状态码, 各状态码含义详见表 112
	BusState	0,1	总线状态码 0: 总线不可用 1: 总线可用

分类	变量名	取值范围	说明
	CfgSlaveNum	0~64	配置从站个数
	ActiveSlaveNum	0~64	激活从站个数
	OnlineSlaveNum	0~64	在线从站数量
comX 状态信息	StackReady	0,1	协议栈准备状态 0: 协议栈未启动 1: 协议栈已启动
	StackRunning	0,1	协议栈运行状态 0: 协议栈未正常运行 1: 协议栈已正常运行
	StackCommunication	0,1	协议栈通信状态 0: 协议栈通信故障 1: 协议栈通信正常
协议栈错误信息	StackError	0~10	协议栈错误码
	StackSubError		协议栈子错误码
	StackErrorState		协议栈错误状态
	StackCycPollError	0~2 ³² -1	协议栈周期访问错误统计
	StackAcycPollError	0~2 ³² -1	协议栈非周期访问错误统计
从站诊断信息	SlaveState[0-199]	0,1,2	从站在线信息 0: 从站离线 1: 从站在线 2: 从站故障
保留诊断区	ReservedDiagArea[0-64]		保留诊断区

表 112 EtherCATDiagGroup 诊断信息对应关系

StackState	状态说明	BusState	CfgSlaveNum	ActiveSlaveNum	StackError	StackSubError	错误码及子错误码说明
0	协议栈处于未初始化状态	0	0	0	0	0	协议栈初始化失败
1	协议栈处于初始化成功状态	0	N	0	2	X	协议栈配置失败, 站号为 X 的从站存在故障, 其具体故障参考 StackErrorState, 可能是配置的从站数量或者型号与实际连接不一致
		0	N	0	6	0	协议栈加载配置文件失败
		0	0	0	7	0	协议栈配置失败, 设置诊断信息地

StackState	状态说明	BusState	CfgSlaveNum	ActiveSlaveNum	StackError	StackSubError	错误码及子错误码说明
							址失败
		0	0	0	8	0	协议栈配置失败，设置主站信息失败
		0	0	0	9	0	协议栈配置失败，设置从站 IO 信息失败
		0	0	0	10	0	协议栈配置失败，未配置从站
2	协议栈处于配置成功状态						该状态为暂态，无错误信息
3	协议栈处于正常通信状态	1	N	N	0	0	协议栈通信正常，无从站离线
		1	N	小于 N	5	X	协议栈通信正常，从站号为 X 的从站及之后的从站离线
4	协议栈处于错误状态	0	N	0	4	0	协议栈通信故障，控制器侧的连接断开

表 113 StackErrorState 协议栈错误状态

状态码（十六进制）	说明	措施
0xC065002E	不支持访问对象	设置参数不正确，请查阅从站手册
0xC065002F	尝试读一个只写对象	对象不支持读操作，请查阅从站手册
0xC0650030	尝试写一个只读对象	对象不支持写操作，请查阅从站手册
0xC0650031	对象不存在对象字典中	设置参数不正确，请查阅从站手册
0xC0650032	对象不能映射到 PDO	对象不支持添加到 PDO，请查阅从站手册
0xC0650037	参数数据长度不匹配	设置参数不正确，请查阅从站手册
0xC0650038	参数数据长度过长	
0xC0650039	参数数据长度过短	
0xC065003A	子索引不存在	
0xC065003B	参数范围溢出	
0xC065003C	参数值超上限	
0xC065003D	参数值超下限	
0xC0CD001C	厂商编号不匹配	配置与实际连接不符，请检查
0xC0CD001D	产品编号不匹配	
0xC0CD001E	修订号不匹配	

状态码（十六进制）	说明	措施
0xC0CD001F	序列号不匹配	
0xC0CD0020	网线断开	
0xC0CD0046	在 OUT 口发现非预期从站	
0xC0CD004C	在 OUT 口缺少从站	请检查网线连接
0xC0D5001D	无效的输出生配置	从站没有输出数据，请查阅从站手册
0xC0D5001E	无效的输入配置	从站没有输入数据，请查阅从站手册
0xC0D5001F	无效的看门狗配置	设置参数不正确，请查阅从站手册
0xC0D50024	无效的输入映射	从站没有输出数据，请查阅从站手册
0xC0D50025	无效的输出生映射	从站没有输入数据，请查阅从站手册

7.3 LE5405 诊断信息

变量组 LE5405DiagGroup 显示 LE5405 从站下 IO 模块的诊断信息。变量组内的变量个数与所添加的 LE5405 个数有关，变量名与【硬件配置】节点下 LE5405 的模块名称一致。变量信息在编译后生成。

LE5405DiagGroup						
序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值	掉电保护
0001	LE5405	%SB20000	第 1 个LE5405诊断信息	ARRAY[0..		FALSE
0002	LE5405_1	%SB20350	第 2 个LE5405诊断信息	ARRAY[0..		FALSE

图 214 LE5405 诊断组

双击变量名可查看详细的诊断信息，如图 215 所示。

序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值	掉电保护
0001	LE5405[0]	%SB20000	LE5405运行状态	BYTE	0	FALSE
0002	LE5405[1]	%SB20001	组态配置的LEIO模块个数	BYTE	0	FALSE
0003	LE5405[2]	%SB20002	在线的LEIO模块个数	BYTE	0	FALSE
0004	LE5405[3]	%SB20003	预留	BYTE	0	FALSE
0005	LE5405[4]	%SB20004	预留	BYTE	0	FALSE
0006	LE5405[5]	%SB20005	预留	BYTE	0	FALSE
0007	LE5405[6]	%SB20006	预留	BYTE	0	FALSE
0008	LE5405[7]	%SB20007	预留	BYTE	0	FALSE
0009	LE5405[8]	%SB20008	预留	BYTE	0	FALSE
0010	LE5405[9]	%SB20009	预留	BYTE	0	FALSE
0011	LE5405[10]	%SB20010	预留	BYTE	0	FALSE
0012	LE5405[11]	%SB20011	预留	BYTE	0	FALSE
0013	LE5405[12]	%SB20012	预留	BYTE	0	FALSE
0014	LE5405[13]	%SB20013	预留	BYTE	0	FALSE
0015	LE5405[14]	%SB20014	预留	BYTE	0	FALSE
0016	LE5405[15]	%SB20015	预留	BYTE	0	FALSE

图 215 诊断信息

表 114 诊断变量说明

变量名	变量说明	诊断信息说明
LE5405[0]	LE5405 运行状态	1: 系统初始化开始 2: 空载运行状态 3: 配置文件正确但不带 LEIO 的运行状态 4: 配置文件正确且带 LEIO 的运行状态 5: 配置错误, 包括背板配置错误(如组态和实际硬件连接不一致)和加载配置文件错误 6: 通讯过程发生错误的状态 254: 代表 LE5405 配置失败 255: 代表 LE5405 与控制器通讯过程发生错误的状态
LE5405[1]	组态配置的 LEIO 模块个数	显示 LE5405 下组态了的 IO 模块个数
LE5405[2]	在线的 LEIO 模块个数	显示实际连接的模块个数
LE5405[3]~ LE5405[19]	预留	-
LE5405[20]	第 1~7 个扩展模块是否异常, 第 0 位忽略	该字节的 Bit0 预留, Bit1~ Bit7 分别代表扩展模块 1~7 的状态值, 0 为正常, 1 为异常
LE5405[21]	第 8~15 个扩展模块是否异常	该字节的 Bit0~ Bit7 分别代表扩展模块 8~15 的状态值, 0 为正常, 1 为异常
LE5405[22]	第 16~23 个扩展模块是否异常	该字节的 Bit0~ Bit7 分别代表扩展模块 16~23 的状态值, 0 为正常, 1 为异常
LE5405[23]	第 24~30 个扩展模块是否异常	该字节的 Bit0~ Bit6 分别代表扩展模块 24~30 的状态值, Bit7 预留, 0 为正常, 1 为异常
LE5405[24]~ LE5405[29]	预留	-
LE5405[30]~ LE5405[329]	30 个扩展模块的诊断信息, 每个	详细内容请参见下面的扩展模块诊断信息

变量名	变量说明	诊断信息说明
	模块占 10 Byte	
LE5405[330]~ LE5405[349]	预留	-

扩展模块诊断信息：

每个扩展 IO 模块的诊断信息占用 10 个字节，实际的有效诊断信息字节数与模块类型有关。



- 当诊断变量 LE5405[0]的值为 4 时，其下扩展的各 LE IO 模块的 IO 通道值才是有效值。

7.3.1 数字量模块诊断信息

数字量模块诊断信息有效字节为 1 Byte，详细的诊断信息如图 216 所示。

Bit7	6	5	4	3	2	1	Bit0
CRC	×	×	×	×	×	×	ID

图 216 数字量诊断信息

第 0 位：Bit0=0，模块 ID 配置正确；Bit0=1，模块 ID 配置错（指本模块 ID 与 CPU 模块收到后返回的模块 ID 是否相同）。

第 7 位：Bit7=0，扩展模块读取到的数据 CRC 正确；Bit7=1，扩展模块读取到的数据 CRC 错误。

其它位：为保留位，诊断信息中用“×”表示，统一置为“0”。

7.3.2 模拟量模块诊断信息

模拟量模块诊断信息由两部分组成：模块状态信息和通道状态信息。模拟量诊断信息的字节数与模块的类型有关。

■ 模块状态信息

诊断信息的第一个字节为模块状态信息，详细诊断信息如图 217 所示。

Bit7	6	5	4	3	2	1	Bit0
CRC	×	×	AD OK	×	CHANNEL	×	ID

图 217 模块状态信息

第 0 位：Bit0=0，模块 ID 配置正确；Bit0=1，模块 ID 配置错（指本模块 ID 与 CPU 模块收到后返回的模块 ID 是否相同）。

第 2 位：Bit2=0，无通道错误（所有通道都无错误时，则认为无通道错误）；Bit2=1，有通道错误。

第 4 位：Bit4=0，AD 芯片正常；Bit4=1，AD 芯片异常。

第 7 位：Bit7=0，扩展模块读取到的数据 CRC 正确；Bit7=1，扩展模块读取到的数据 CRC 错误。

其它位：为保留位，诊断信息中用“×”表示，统一置为“0”。

■ 通道状态信息

每 4 位表示一个通道的状态信息，如图 218 所示。模块型号不同，通道状态信息字节数也不同。

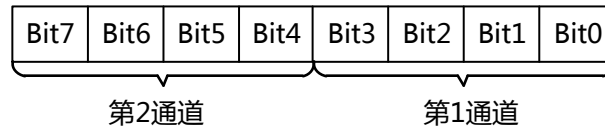


图 218 通道状态信息

第 0 位：Bit0=0，正常；Bit0=1，超量程下线（仅对 4-20mA 量程有效，当检测到输入电流值小于 4mA，认为超量程下线）。

第 1 位：Bit1=0，正常；Bit1=1，超量程上线（对 4-20mA，0~20mA，0~10V 均有效）。

其它位：保留，保留位置为“0”。

7.4 LE I/O 诊断信息

在 AutoThink 软件全局变量的 LEIODiagGroup 中，可以查看 LE I/O 扩展模块的状态是否有异常。其中，“变量名”和“直接地址”可以在组态中进行访问。

序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值	掉电保护
0001	ModuleState	%SB12288	第1~7个扩展模块是否异常，第0位忽略	USINT	0	FALSE
0002	ModuleState1	%SB12289	第8~15个扩展模块是否异常	USINT	0	FALSE
0003	ModuleState2	%SB12290	第16~23个扩展模块是否异常	USINT	0	FALSE
0004	ModuleState3	%SB12291	第24~31个扩展模块是否异常	USINT	0	FALSE

图 219 LE I/O 诊断信息（离线）

序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	在线值	掉电保护
0001	ModulState	%SB12288	第1~7个扩展模块是否异常，第0位忽略	USINT	254	FALSE
0002	ModulState1	%SB12289	第8~15个扩展模块是否异常	USINT	3	FALSE
0003	ModulState2	%SB12290	第16~23个扩展模块是否异常	USINT	0	FALSE
0004	ModulState3	%SB12291	第24~31个扩展模块是否异常	USINT	0	FALSE

图 220 LE I/O 诊断信息（在线）

在线值为十进制数字，其对应的二进制数字表示扩展相应扩展模块的状态（0：正常；1：异常）。

例如，图 220 中，ModuleState 的在线值为 254，对应二进制为 11111110，表示第 1~7 个扩展模块都异常（ModuleState 的 bit 0 不使用）。ModuleState1 的在线值为 3，对应二进制为 00000011，表示第 8、9 扩展模块异常。

7.5 Modbus 诊断信息

MC 工程中组态了 Modbus 主站指令并编译后，会在 AutoThink 软件全局变量的 ModbusOrderDiagVar 中生成相应的 Modbus 命令诊断信息。其中，“变量名”和“直接地址”可以在组态中进行访问。

ModbusOrderDiagVar							
序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值	掉电保护	
0001	SYS_OrderDiag_0	%SW0	设备MC1008 端口号Ethernet 地址192.168.0.50 第1条指令的状态诊断	WORD	0	FALSE	
0002	SYS_OrderDiag_2	%SW2	设备MC1008 端口号Ethernet 地址192.168.0.50 第2条指令的状态诊断	WORD	0	FALSE	
0003	SYS_OrderDiag_4	%SW4	设备MC1008 端口号Ethernet 地址192.168.0.50 第3条指令的状态诊断	WORD	0	FALSE	
0004	SYS_OrderDiag_6	%SW6	设备MC1008 端口号Ethernet 地址192.168.0.50 第4条指令的状态诊断	WORD	0	FALSE	
0005	SYS_OrderDiag_8	%SW8	设备MC1008 端口号Ethernet 地址192.168.0.50 第5条指令的状态诊断	WORD	0	FALSE	
0006	SYS_OrderDiag_10	%SW10	设备MC1008 端口号Ethernet 地址192.168.0.50 第6条指令的状态诊断	WORD	0	FALSE	
0007	SYS_OrderDiag_12	%SW12	设备MC1008 端口号Ethernet 地址192.168.0.50 第7条指令的状态诊断	WORD	0	FALSE	
0008	SYS_OrderDiag_14	%SW14	设备MC1008 端口号Ethernet 地址192.168.0.50 第8条指令的状态诊断	WORD	0	FALSE	

图 221 Modbus 变量诊断信息示例

在线时，通过指令状态的码值可以诊断指令状态。

表 115 Modbus TCP 主站指令状态码值定义

指令状态码值	含义
0	无错误
2	超时
32	写指令应答数据异常
64	发送的数据与接收的数据不匹配
128	单元 ID 不匹配

表 116 Modbus RTU 主站指令状态码值定义

指令状态码值	含义
0	无错误
1	数据 CRC 错误
2	超时
4	功能码错误
8	数据长度错误
16	从站地址错误
32	写指令应答数据异常

7.6 PWM 诊断信息

当添加的控制器支持 PWM 功能时，全局变量节点下生成【PWMParaGroup】变量组。该变量组配合 PWM 功能块使用，用于 PWM 功能块参数的在线监视和部分参数的修改。PWM 功能块的详细信息请参见《MC 系列运动控制器指令手册》的相关指令内容。

该变量组已定义两个变量，双击变量名可查看详细的参数信息，如图 222 所示。

PWMParaGroup						
序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值	掉电保护
0001	HMC_PWM0	%SD92952	HMC_PWM0	HMC_PWM		FALSE
0002	HMC_PWM1	%SD93096	HMC_PWM1	HMC_PWM		FALSE
HMC_PWM0						
序号	变量名	直接地址	变量说明	变量类型	初始值	掉电保护
0001	PWMChnl	%SD92952	PWM通道号	USINT	0	FALSE
0002	ControlMode	%SB92953	控制模式...	USINT	0	FALSE
0003	OutputMode	%SB92954	输出方式...	USINT	0	FALSE
0004	OutputID	%SB92955	DO通道号...	USINT	0	FALSE
0005	DOCompens...	%SD92956	DO输出补...	DINT	0	FALSE
0006	ArrLinkAxis	%SD92964	自动随动...	POINTER T...	0	FALSE
0007	LinkAxisNum	%SD92968	速度关联...	USINT	0	FALSE
0008	AxisSpeedSrc	%SB92969	速度计算...	USINT	0	FALSE
0009	Enable	%SD92976	PWM输出使...	USINT	0	FALSE
0010	ManualFreq	%SD92984	手动输出...	LREAL	0	FALSE
0011	ManualDut...	%SD92992	手动输出...	LREAL	0	FALSE
0012	FixedFreq	%SD93000	设定频率...	LREAL	0	FALSE
0013	FixedPuls...	%SD93008	设定脉宽...	UDINT	0	FALSE
0014	FixedDuty...	%SD93016	设定占空...	LREAL	0	FALSE

图 222 PWMParaGroup 变量组

第8章 故障处理

序号	1
故障现象	未使用的轴, 如果其轴类型未被设置为 Unused , 会增加每个伺服周期运动控制算法执行时间。
控制器型号	MC 系列运动控制器
处理方式	将不使用的轴类型设置为 Unused , 提升程序执行效率。

序号	2
故障现象	轴运动过程中, 切换使能状态, 运动轨迹异常。
控制器型号	MC 系列运动控制器
处理方式	轴运动过程中, 请勿切换伺服使能状态; 如果异常出现导致运动过程中使能断开, 建议系统重新定位原点。

序号	3
故障现象	通过指针访问数据, 如果地址值未按照数据类型自然对齐, 控制器访问异常。
控制型号	MC 系列运动控制器
处理方式	通过指针访问数据, 必须保证地址值按照数据类型自然对齐; 出现异常可以通过重启控制器恢复。

序号	4
故障现象	控制器使用环境干扰过大时, OLED 屏出现显示异常。
控制器型号	MC1008-A01、MC1008-A02、MC1004-A01、MC1002R-A01
处理方式	排除或者减小现场控制器附近的静电干扰; 若控制器运行过程中显示异常, 在条件允许的情况下重启控制器。

序号	5
故障现象	控制器重启或者正常运行过程中, 24 VDC 供电电压波动超标, 会出现控制器工作异常。
控制器型号	MC1008-A01、MC1008-A02、MC1008-B01、MC1004-A01、MC1004-B01
处理方式	1、确保供电电压在要求的标称范围; 2、重启控制器消除该类异常。

序号	6
关注点	浮点类型向整形转换时, 结果取整数部分。

序号	6
控制器型号	MC 系列运动控制器
处理方式	使用类型转换指令时，注意该转换规则。

序号	7
关注点	RTC 在断电时间超过 4 天后，精度超差。
控制器型号	MC1008-A01、MC1008-A02、MC1008-B01、MC1008-B02、MC1008-C01、MC1008-C02、MC1004-A01、MC1004-B01、MC1004-B02
处理方式	通过编程软件 AutoThink 或人机界面重新对控制器进行校时。

序号	8
关注点	导入导出变量操作不支持撤销恢复。
控制器型号	MC 系列运动控制器
处理方式	使用时，注意该规则。

序号	9
故障现象	通过文件操作指令对 SD 卡目录下文件操作失败
控制器型号	MC1008，软件版本：V1.1.0_R 版本及以上版本 MC1004，软件版本：V1.1.0_R 版本及以上版本 MC1002E，软件版本：V1.1.0_R 版本及以上版本 MC1002R，软件版本：V1.1.0_R 版本及以上版本 MC1004L，软件版本：V1.1.0_R 版本及以上版本 MC1008L，软件版本：V1.0.0_R 版本及以上版本
处理方式	请确认是否插入 SD 卡，如已插入，读写过程中仍失败，请关闭文件后重新打开

附录 1 通用指标

1.1 电磁兼容性

表 117 电磁兼容性

测试项	干扰施加点	测试等级
IEC 61000-4-2 静电抗扰度	模拟量端口	空气放电 ± 8.8 kV, 10 次
	数字量端口	空气放电 ± 8.8 kV, 10 次
	金属壳、壳体连接螺钉	接触放电 ± 6.6 kV, 10 次
	以太网口、通讯接口	接触放电 ± 6.6 kV, 10 次
	直连电机接口（双 DB9）	接触放电 ± 6.6 kV, 10 次
	耦合板	接触放电 ± 6.6 kV, 10 次
IEC 61000-4-4 快速瞬变脉冲群抗扰度	通讯接口线	± 1.1 kV, 5/100 kHz
	模拟量信号线	± 1.1 kV, 5/100 kHz
	交流电源线	± 2.2 kV, 5/100 kHz
	数字量信号线	± 1.1 kV, 5/100 kHz
	直连电机接口信号线	± 1.1 kV, 5/100 kHz
IEC 61000-4-8 工频磁场抗扰度	整个模块	磁场强度 33 A/m, 持续 100 s
	整个模块	磁场强度 330 A/m, 持续 3 s
IEC 61000-4-5 浪涌抗扰度	屏蔽层（通讯线/DIO/AIO）	CM: ± 1.1 kV
	电源口（220 VAC 输入侧）	CM: ± 2.2 kV DM: ± 1.1 kV
IEC 61000-4-6 射频场传导抗扰度	数字量信号线、通讯接口线	0.15~80 MHz, 11 VDC
	模拟量信号线、轴信号线	0.15~80 MHz, 11 VDC
	交流电源线	0.15~80 MHz, 11 VDC
IEC 61000-4-11 电压跌落和中断抗扰度	电源口（220 VAC 输入侧）	交流跌落 0%: 0.5 周期 40%: 10 周期 70%: 25 周期
		短时中断 0%: 250 周期

1.2 运输和存储条件

本产品包装可适合于公路、铁路运输的要求。但在运输途中，环境条件应适合产品技术条件规定的要求。不应受到雨、雪或液体物质的淋袭以及机械损伤。

产品存放的相对湿度范围是 5%~95%，允许的温度范围是-40~+70°C。仓库内不允许有各种有害气体、易燃、易爆的产品及有腐蚀性的化学药品。并且应避免如强烈的机械震动、冲击和强磁场作用。

1.3 机械和气候环境条件

表 118 机械和气候环境条件

试验项目	试验条件	是否通电	依据标准
正旋振动试验	5 Hz≤f≤9 Hz, 3.5 mm; 9 Hz≤f≤150 Hz, 1.0 g; 每分钟一倍频程 (±10%); 在三个互相垂直轴的每个轴上分别扫描 10 次	上电	GB/T 15969.2-2008 (IEC 61131-2-2007, IDT)
冲击试验	15 g, 11 ms/次, 半正弦, 三个互相垂直方向的每一方向连续施加 3 次冲击, 即共 18 次	上电	
控制柜温度范围	0~60°C; 水平安放	-	-
工作湿度范围	5%~95% (无凝结)	-	-

附录 2 伺服连接示意图

MC 系列运动控制器可以连接多种伺服或步进电机驱动器，以下列出几种连接示例。

2.1 MC1008/1004/1002R/1002E/MC2008/MC2004

2.1.1 和利时森创系列伺服驱动器接线示例

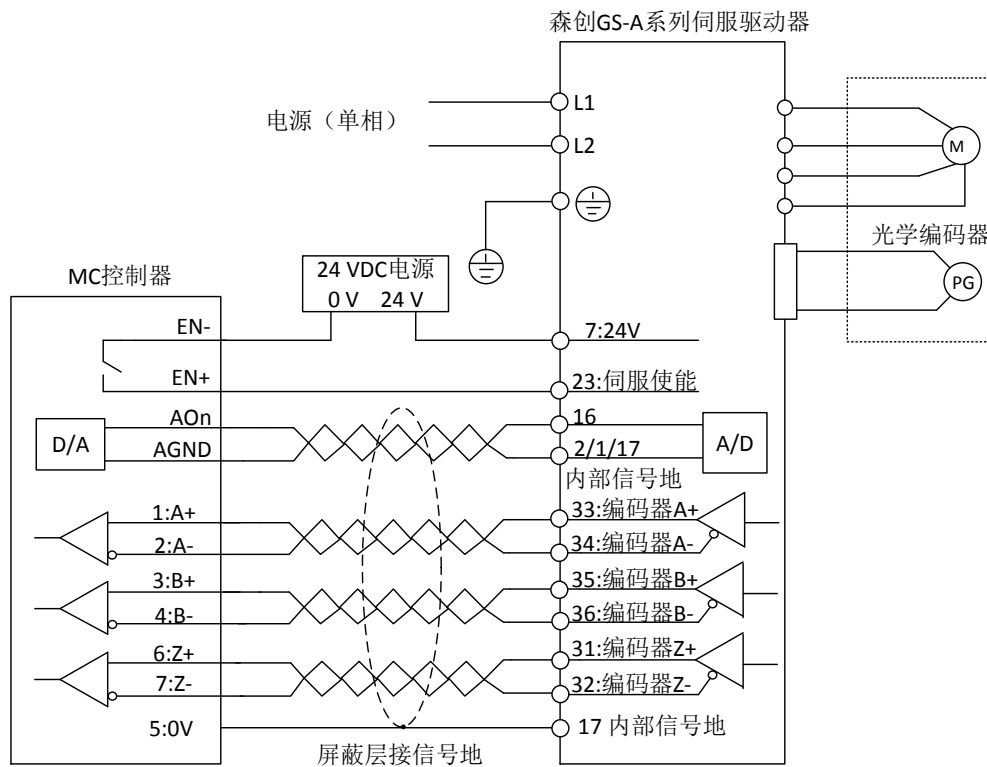


图 223 连接和利时森创 GS-A 系列伺服驱动器（速度模式）

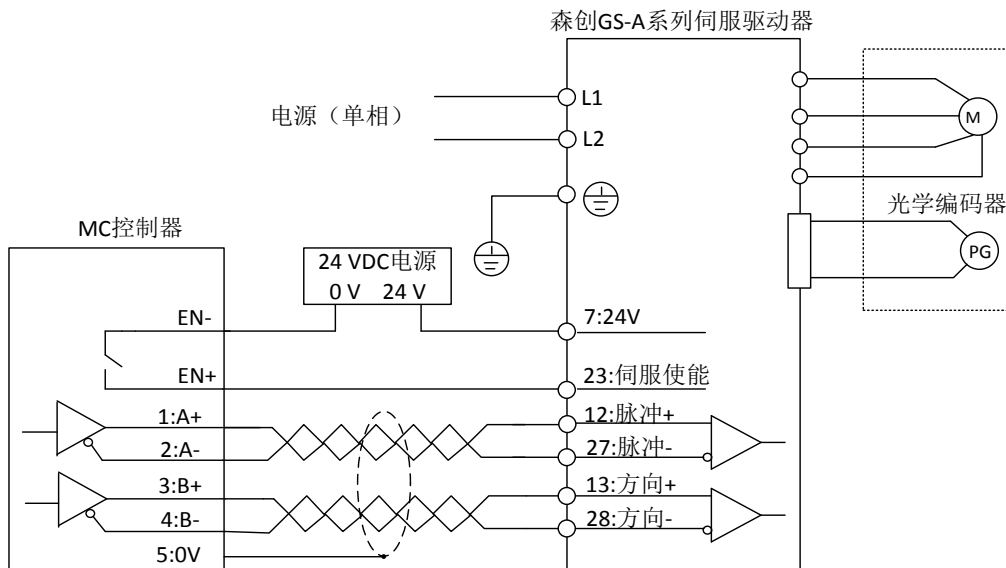


图 224 连接和利时森创 GS-A 系列伺服驱动器（位置模式）

2.1.2 安川伺服驱动器接线示例

伺服驱动器以速度模式工作，MC 控制器以模拟量输出控制伺服驱动器。接线方式如图 225 所示。

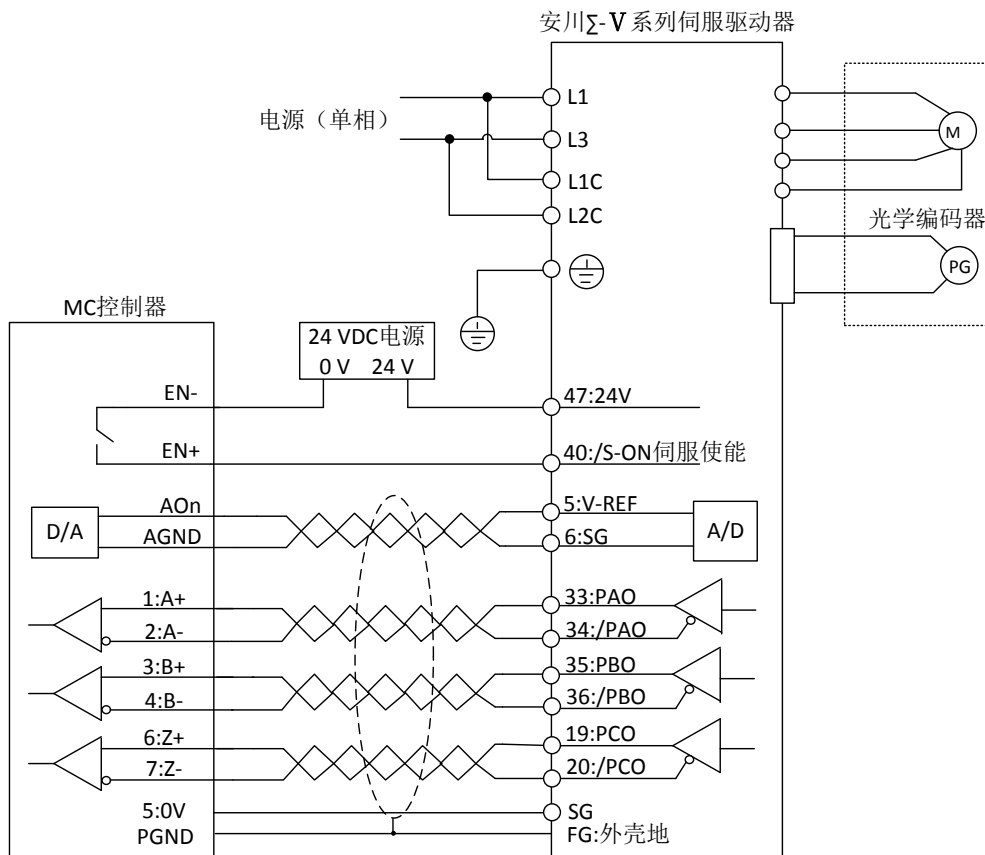


图 225 连接安川 Σ -V 系列伺服驱动器（速度模式）

伺服驱动器以位置模式工作，MC 控制器以“脉冲串+方向”模式控制驱动器。接线方式如图 226 所示。

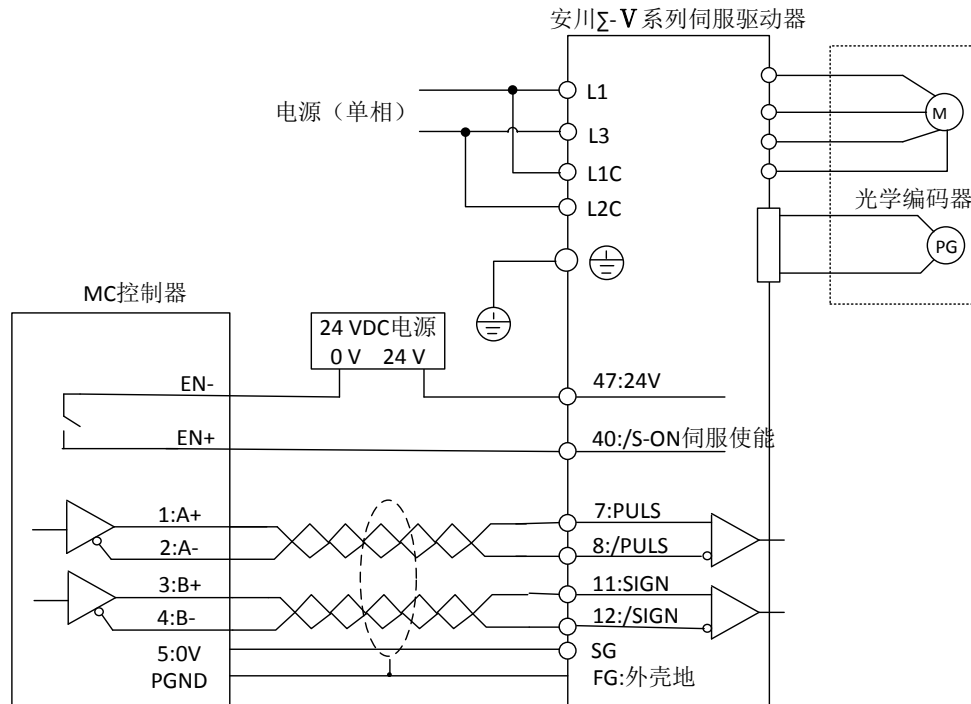


图 226 连接安川Σ-V系列伺服驱动器（位置模式）

2.1.3 松下伺服驱动器接线示例

伺服驱动器以速度模式工作，MC 控制器以模拟量输出控制伺服驱动器。接线方式如图 227 所示。

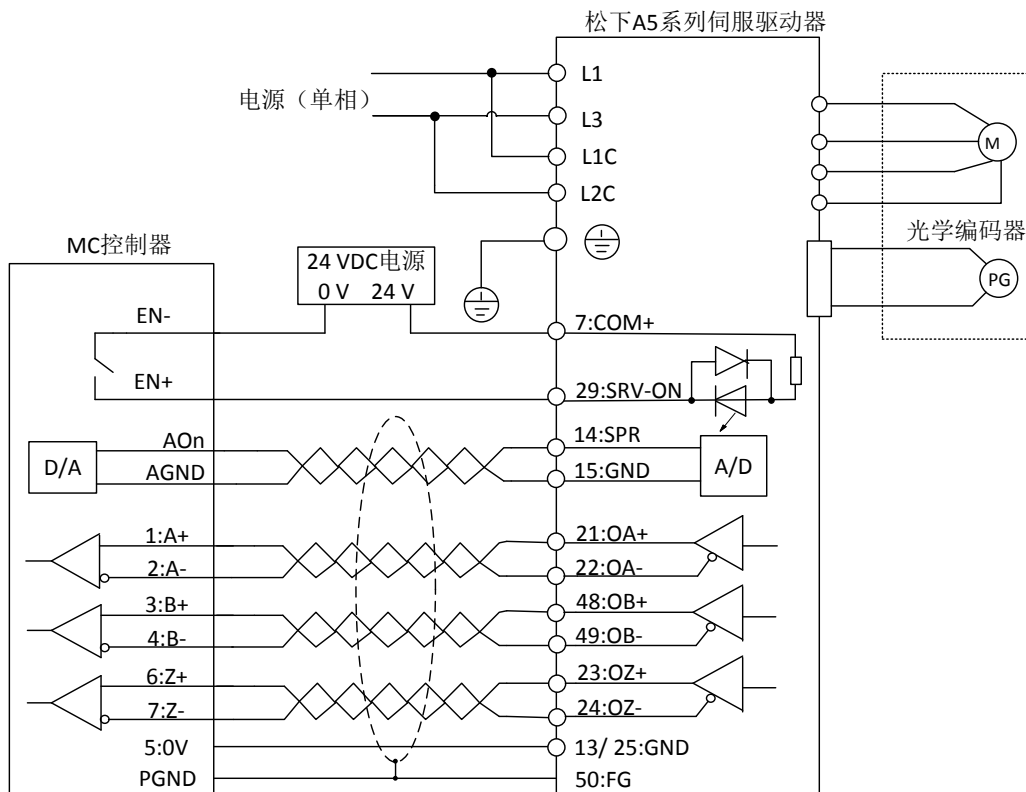


图 227 连接松下 A5 系列伺服驱动器（速度模式）

伺服驱动器以位置模式工作，MC 控制器以脉冲输出控制伺服驱动器。接线方式如图 228 所示。

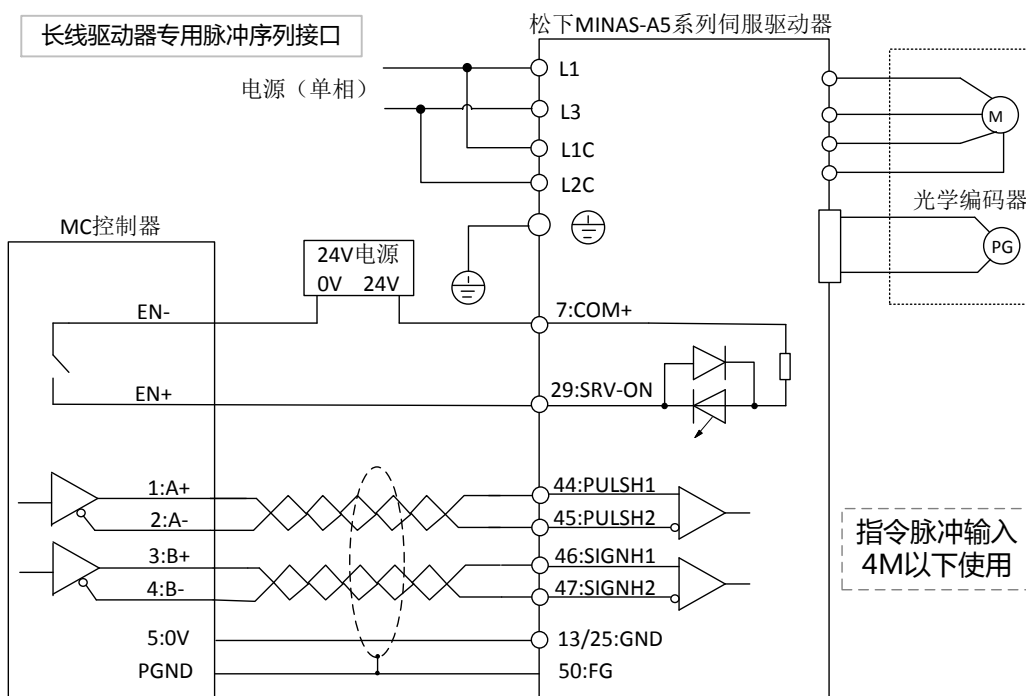


图 228 连接松下 A5 系列伺服驱动器（位置模式）



- 指令脉冲输入选择 (Pr0.05): 设定值为 0, 表示使用光电耦合器输入; 设定值为 1, 表示使用长线驱动器专用输入。
- 如果使用脉冲序列接口 (对应长线驱动器/开路集电极), 请参见松下 MINAS-A5 系列伺服驱动器使用手册。

2.2 MC1004L

2.2.1 松下伺服驱动器接线示例

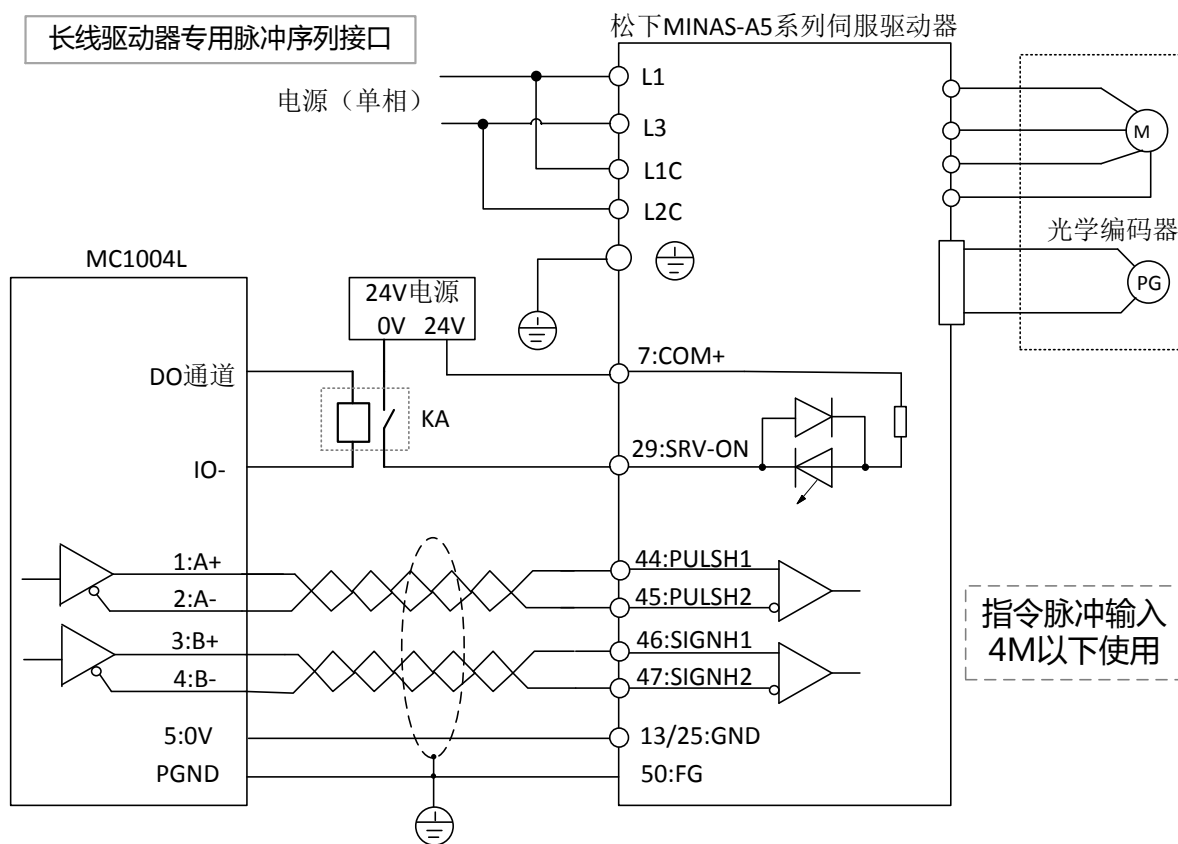


图 229 连接松下 A5 系列伺服驱动器 (位置模式)



- 将驱动器参数“指令脉冲输入选择 (Pr0.05)”设置为 1。
- 如果使用脉冲序列接口 (对应长线驱动器/开路集电极), 请参见松下 MINAS-A5 系列伺服驱动器使用手册。

附录 3 增量式编码器（长线驱动输出）接线示例

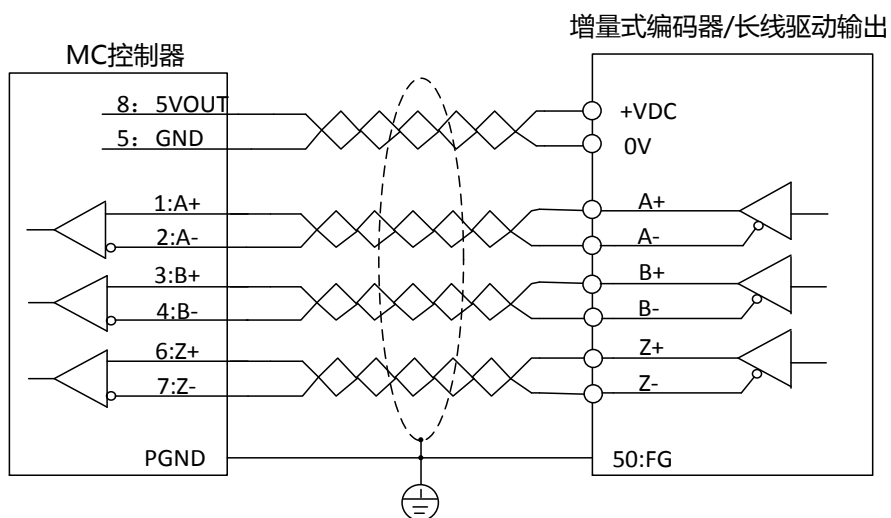


图 230 增量式编码器（长线驱动输出）

3.1 MC1008L/MC2008L/MC2004L

3.1.1 松下伺服驱动器接线示例

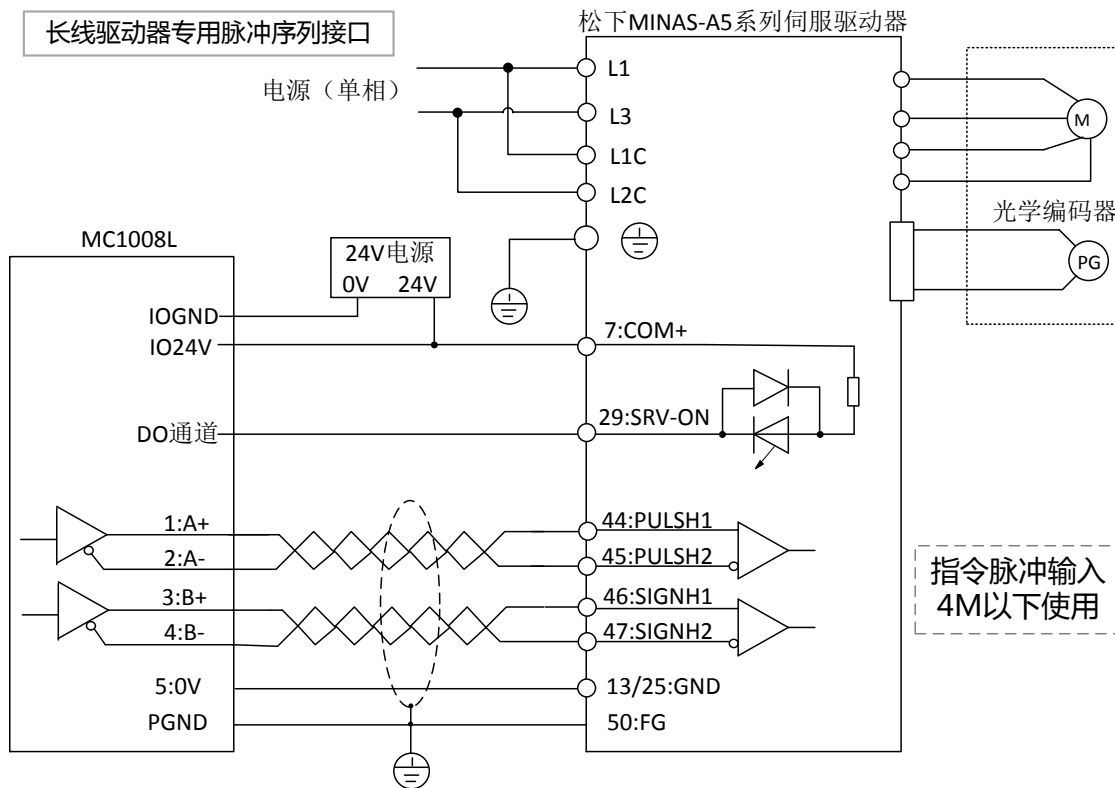


图 231 连接松下 A5 系列伺服驱动器（位置模式）



- 将驱动器参数“指令脉冲输入选择（Pr0.05）”设置为 1。
- 如果使用脉冲序列接口（对应长线驱动器/开路集电极），请参见松下 MINAS-A5 系列伺服驱动器使用手册。

3.1.2 增量式编码器/长线驱动输出接线示例

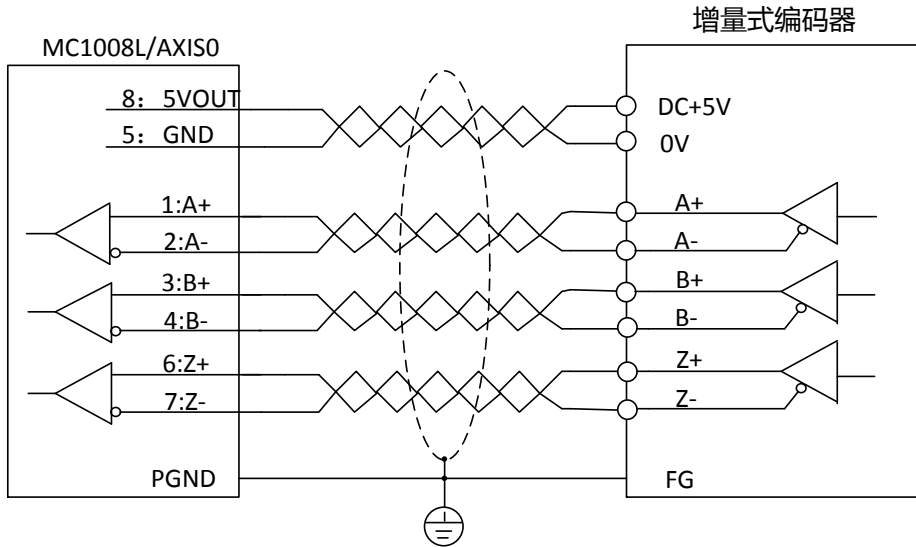


图 232 增量式编码器接线示意图

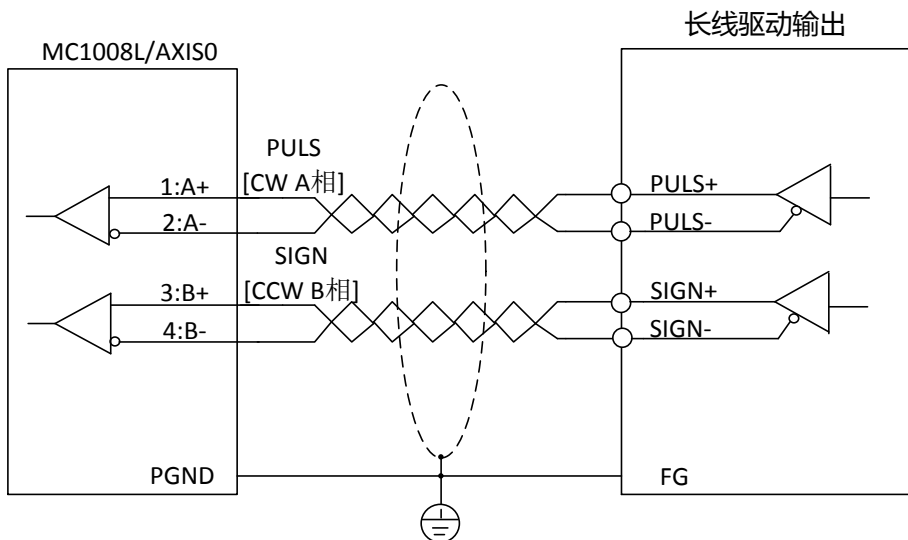


图 233 长线驱动输出接线示意图

附录 4 MC 控制器支持的轴类型

4.1 MC1008

轴类型			MC1008 内部版本				备注
英文名	中文名	枚举值	A01	A02/B01	B02	C02 及以上	
Unused	未使用轴	-1	√	√	√	√	
Virtual	虚轴	0	√	√	√	√	
Stepper	直连步进轴（脉冲+方向输出）	10	√	√	√	√	
Stepper_CW_CCW	直连步进轴（正反脉冲输出）	11	×	√	√	√	
Stepper_AB	直连步进轴（AB 相脉冲输出）	12	√	√	√	√	
Servo_AO	直连伺服轴 （AB 相增量式编码器输入+AO 输出）	20	√	√	√	√	
Encoder	编码器轴 （增量式编码器,AB 相计数）	30	√	√	√	√	
Encoder_PLS_DIR	编码器轴（脉冲+方向计数）	31	√	√	√	√	
ENCODER_CW_CCW	编码器轴（正反脉冲计数）	32	×	√	√	√	
ENCODER_SSI	编码器轴（SSI 绝对值编码器）	33	×	×	√	√	4 路, 轴 0-3
Encoder-DI	手轮轴	30/31/32	×	×	√	√	2 路, 轴 8-9 （计数 值 从 DI0.0~ DI0.3 获取）
PWM	PWM 输出	/	×	×	×	√	2 路, DO 或 Z 相输出
Stepper-DO	DO 脉冲输出轴	10/11/12	×	×	×	√	2 路, 轴 8-9 （脉冲 从 DO0.0~ DO0.3 输出）

4.2 MC1004

轴类型			MC1004 内部版本			备注
英文名	中文名	枚举值	A01	B01	B02 及以上	
Unused	未使用轴	-1	√	√	√	
Virtual	虚轴	0	√	√	√	
Stepper	直连步进轴（脉冲+方向输出）	10	√	√	√	
Stepper_CW_CCW	直连步进轴（正反脉冲输出）	11	√	√	√	
Stepper_AB	直连步进轴（AB 相脉冲输出）	12	√	√	√	
Servo_AO	直连伺服轴 （AB 相增量式编码器输入+AO 输出）	20	√	√	√	
Encoder	编码器轴 （增量式编码器,AB 相计数）	30	√	√	√	
Encoder_PLS_DIR	编码器轴（脉冲+方向计数）	31	√	√	√	
ENCODER_CW_CCW	编码器轴（正反脉冲计数）	32	√	√	√	
ENCODER_SSI	编码器轴（SSI 绝对值编码器）	33	×	√	√	2 路, 轴 0-1
Encoder-DI	手轮轴	30/31/32	×	√	√	B01 支持 1 路, 轴 4; B02 及以上支持 2 路, 轴 4~5（计数值从 DI0.0~DI0.3 获取）
PWM	PWM 输出	/	×	×	√	2 路, DO 或 Z 相输出
Stepper-DO	DO 脉冲输出轴	10/11/12	×	×	√	2 路, 轴 4-5 （脉冲从 DO0.0~DO0.3 输出）

4.3 MC1004L

轴类型			MC1004L 内部版本		备注
英文名	中文名	枚举值	A01	A02 及以上	

轴类型			MC1004L 内部版本		备注
Unused	未使用轴	-1	√	√	
Virtual	虚轴	0	√	√	
Stepper	直连步进轴（脉冲+方向输出）	10	√	√	
Stepper_CW_CCW	直连步进轴（正反脉冲输出）	11	√	√	
Stepper_AB	直连步进轴（AB 相脉冲输出）	12	√	√	
Servo_AO	直连伺服轴 （AB 相增量式编码器输入+输出）	20	√	√	输出：用户自定义输出位置（cutomOut）
Encoder	编码器轴 （增量式编码器,AB 相计数）	30	√	√	
Encoder_PLS_DIR	编码器轴（脉冲+方向计数）	31	√	√	
ENCODER_CW_CCW	编码器轴（正反脉冲计数）	32	√	√	
Encoder-DI	手轮轴	30/31/32	√	√	A01 支持 1 路，轴 4 （计数值从 DI0.0~ DI0.1 获取） A02 及以上版本支持 2 路，轴 4 与轴 5
PWM	PWM 输出	/	×	√	2 路，DO 或 Z 相输出
Stepper-DO	DO 脉冲输出轴	10/11/12	×	√	2 路，轴 4-5 （脉冲从 DO0.0~ DO0.3 输出）

4.4 MC1008L

轴类型			MC1008L 内部版本	备注
英文名	中文名	枚举值	A01 及以上	
Unused	未使用轴	-1	√	
Virtual	虚轴	0	√	
Stepper	直连步进轴（脉冲+方向输出）	10	√	
Stepper_CW_CCW	直连步进轴（正反脉冲输出）	11	√	
Stepper_AB	直连步进轴（AB 相脉冲输出）	12	√	
Servo_AO	直连伺服轴 （AB 相增量式编码器输入+输出）	20	√	输出：用户自定义输出位置（cutomOut）
Encoder	编码器轴 （增量式编码器,AB 相计数）	30	√	

轴类型			MC1008L 内部版本		备注
Encoder_PLS_DIR	编码器轴（脉冲+方向计数）	31	√		
ENCODER_CW_CCW	编码器轴（正反脉冲计数）	32	√		
ENCODER_SSI	编码器轴（SSI 绝对值编码器）	33	√		4 路，轴 0-3
Encoder-DI	手轮轴	30/31/32	√		2 路，轴 8-9 （计数值从 DI0.0~DI0.3 获取）
PWM	PWM 输出	/	√		2 路，DO 或 Z 相输出
Stepper-DO	DO 脉冲输出轴	10/11/12	√		2 路，轴 8-9 （脉冲从 DO0.0~DO0.3 输出）

4.5 MC1002R

轴类型			MC1002R 内部版本		备注
英文名	中文名	枚举值	A01	A02 及以上	
Unused	未使用轴	-1	√	√	
Virtual	虚轴	0	√	√	
Stepper	直连步进轴（脉冲+方向输出）	10	√	√	
Stepper_CW_CCW	直连步进轴（正反脉冲输出）	11	√	√	
Stepper_AB	直连步进轴（AB 相脉冲输出）	12	√	√	
Servo_AO	直连伺服轴 （AB 相增量式编码器输入+AO 输出）	20	√	√	
Encoder	编码器轴 （增量式编码器,AB 相计数）	30	√	√	
Encoder_PLS_DIR	编码器轴（脉冲+方向计数）	31	√	√	
ENCODER_CW_CCW	编码器轴（正反脉冲计数）	32	√	√	
ENCODER_SSI	编码器轴（SSI 绝对值编码器）	33	×	×	
RTEX_Position	RTEX 总线连接轴（位置控制）	40	√	√	
RTEX_Speed	RTEX 总线连接轴（速度控制）	41	√	√	
RTEX_Torque	RTEX 总线连接轴（转矩控制）	42	√	√	

轴类型			MC1002R 内部版本		备注
Encoder-DI	手轮轴	30/31/32	×	√	仅轴 2 支持（计数值从 DI0.0~DI0.1 获取）
PWM	PWM 输出	/	×	√	2 路, DO 或 Z 相输出

4.6 MC1002E

轴类型			MC1002E 内部版本		备注
英文名	中文名	枚举值	A01	A02 及以上	
Unused	未使用轴	-1	√	√	
Virtual	虚轴	0	√	√	
Stepper	直连步进轴（脉冲+方向输出）	10	√	√	
Stepper_CW_CCW	直连步进轴（正反脉冲输出）	11	√	√	
Stepper_AB	直连步进轴（AB 相脉冲输出）	12	√	√	
Servo_AO	直连伺服轴 （AB 相增量式编码器输入+AO 输出）	20	√	√	
Encoder	编码器轴 （增量式编码器,AB 相计数）	30	√	√	
Encoder_PLS_DIR	编码器轴（脉冲+方向计数）	31	√	√	
ENCODER_CW_CCW	编码器轴（正反脉冲计数）	32	√	√	
ENCODER_SSI	编码器轴（SSI 绝对值编码器）	33	×	×	
EtherCAT_Position	EtherCAT 总线连接轴（位置控制）	50	√	√	
EtherCAT_Speed	EtherCAT 总线连接轴（速度控制）	51	√	√	
EtherCAT_Torque	EtherCAT 总线连接轴（转矩控制）	52	√	√	
Encoder-DI	手轮轴	30/31/32	√	√	1 路, 轴 2 （计数值从 DI0.0~ DI0.1 获取）
PWM	PWM 输出	/	×	√	2 路, DO 或 Z 相输出

4.7 MC2008/MC2008L/MC2004/MC2004L

轴类型			MC2008/2008L 内部版本		备注
英文名	中文名	枚举值	A01		
Unused	未使用轴	-1	√		

轴类型			MC2008/2008L 内部版本	备注
Virtual	虚轴	0	√	
Stepper	直连步进轴（脉冲+方向输出）	10	√	
Stepper_CW_CCW	直连步进轴（正反脉冲输出）	11	√	
Stepper_AB	直连步进轴（AB 相脉冲输出）	12	√	
Servo_AO	直连伺服轴 （AB 相增量式编码器输入+AO 输出）	20	√	MC2004L/MC2008L 无实际 AO 输出, 但可使用用户自定义输出 cutomOut, 详见指令 手 册 中 HMC_SetOutDstAddr 指令说明
Encoder	编码器轴 （增量式编码器, AB 相计数）	30	√	
Encoder_PLS_DIR	编码器轴（脉冲+方向计数）	31	√	
ENCODER_CW_CCW	编码器轴（正反脉冲计数）	32	√	
ENCODER_SSI	编码器轴（SSI 绝对值编码器）	33	√	MC2008/MC2008L, 4 路, 轴 0-3 MC2004/MC2004L, 2 路, 轴 0-1
Encoder-DI	手轮轴	30/31/32	√	MC2008/MC2008L, 2 路, 轴 8-9 MC2004/MC2004L, 2 路, 轴 4~5 （计数值从 DI0.0~ DI0.3 获取）
PWM	PWM 输出	/	√	2 路, DO 或 Z 相输出
Stepper-DO	DO 脉冲输出轴	10/11/12	√	MC2008/MC2008L, 2 路, 轴 8-9 MC2004/MC2004L, 2 路, 轴 4~5 （脉冲从 DO0.0~ DO0.3 输出）



宁波和利时智能科技有限公司

地址：宁波市鄞州区新材料国际创新中心7号楼5层

邮编：315000

电话：0574-8717 5756

传真：010-5898 1558

<http://www.hollysys.com>