

概述

为满足个性化大型系统的控制需求，致远电子推出了插板式模组。该系统采用 EtherCAT 总线，尺寸小巧，采用 40 脚标准排针接口。用户按需制作分线底板，从站板插在底板上通过 EtherCAT 网络级联，最大支持 255 个节点。

- **以不变应万变**，只需最少的工作量，按需制作分线底板；电机驱动、数字量、模拟量等多种模组选择组合。
- **小体积大系统**，在最小的体积下集成最多的从站，实现大型系统的控制。
- **高精度快布局**，基于 EtherCAT，实现高精度分布控制，以及即插即用快速布局。

产品应用

- ◆ 物流装备
- ◆ 电子制造
- ◆ 新能源
- ◆ 纺织
- ◆ 包装

产品特性

ZIOC-E0008AU 模拟单端电压输出

- ◆ 8 通道单端电压输出
- ◆ 0V~+10V/0~+5V 输出可配
- ◆ 12 bit

ZIOC-E0008AU1 模拟差分电压输出

- ◆ 8 通道差分电压输出
- ◆ -10V~+10V/-5V~+5V 输出可配
- ◆ 12 bit

ZIOC-E0004AI 模拟单向电流输出

- ◆ 4 通道单向电流输出
- ◆ 0mA~20mA
- ◆ 12 bit

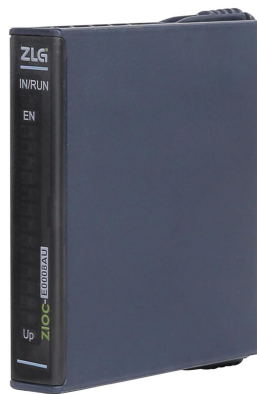
ZIOC-E0004AI1 模拟单向电流输出

- ◆ 4 通道单向电流输出
- ◆ 4mA~20mA
- ◆ 12 bit

订购信息

型号	温度范围	电压
ZIOC-E0008AU	-25°C ~ +60°C	24VDC
ZIOC-E0008AU1		
ZIOC-E0004AI		
ZIOC-E0004AI1		

产品图片



ZIOC-E0008A/ZIOC-E0004A

插板式模拟输出模组

DataSheet

修订历史

版本	日期	原因
V1.0	2025/03/18	创建文档

目 录

1. 安全注意事项	1
1.1 安全声明	1
1.2 安全等级定义	1
1.3 整体注意事项	1
1.4 开箱验收	2
1.5 安装和运输	3
1.6 接线	4
1.7 运行调试	4
1.8 使用	5
1.9 防止伤害	5
1.10 存储	6
1.11 废弃	6
1.12 其他注意事项	6
2. 产品简介	7
2.1 产品简介	7
2.2 产品选型	7
3. 产品规格	8
3.1 电气规格	8
3.2 通讯规格	8
3.3 执行标准	8
3.4 外形尺寸	9
3.5 安装要求	10
3.5.1 安全距离	10
3.5.2 散热空间	10
4. 接口说明	12
4.1 接口位置	12
4.1.1 信号排针	12
4.1.2 典型接线	15
4.1.3 指示灯	20
5. EtherCAT 通讯基础	21
5.1 EtherCAT 简介	21
5.2 EtherCAT 状态	21
5.3 EtherCAT 数据对象	22
5.3.1 SDO 服务对象	22
5.3.2 PDO 过程对象	22
5.3.3 PDO 映射过程操作	24
5.3.4 SDO 和 PDO 对比	25
5.4 EtherCAT 同步模式	25
5.4.1 SM 事件同步模式	25
5.4.2 分布时钟同步模式	25
5.5 EtherCAT 从站信息	25

ZIOC-E0008A/ZIOC-E0004A

插板式模拟输出模组

DataSheet

6. 故障诊断与排除.....	27
7. 装箱清单.....	28
8. 免责声明.....	29

1. 安全注意事项

1.1 安全声明

- 在安装、操作、维护产品时，请先阅读并遵守注意事项。
- 为保障人身和设备安全，在安装、使用或维修本产品之前，请务必仔细阅读、并完全理解“安全注意事项”章节的相关内容。
- 手册中的“危险”和“注意”事项，并不代表所应遵守的所有安全事项，只作为所有安全注意事项的补充。
- 本产品应在符合设计规格要求的环境下使用，否则可能造成故障，因未遵守相关规定引发的功能异常或部件损坏等不在产品质量保证范围之内。
- 因违规操作产品引发的人身安全事故、财产损失等，我司将不承担任何法律责任。

1.2 安全等级定义

本档中，安全注意事项分为两个等级，“危险”和“注意”。此节均为重要内容，请务必遵守。



表示错误使用时，将会引发危险情况，导致人身伤亡、火灾的危险状况。



表示不正确的操作可能导致危险情况发生，造成中度或轻度的人身伤害。

请注意即便是“注意”级别，在一定条件下也可能导致严重后果。因为它们对人身安全很重要，请遵从这两个级别的安全指令。

以下图形符号表示一定不能做的和必须做的：



表示禁止（绝对不能做），例如严禁烟火时。



表示强制（必须做），例如接地时。

1.3 整体注意事项



- 为了产品的安全使用，请您务必阅读本手册。
- 请不要在产品通电的状态下，拆下外壳、电缆、连接器及选购设备，否则会导致触电、产品停止运行或烧坏。

■请在产品相符的电气规格（直流电压、负载功率）下使用，否则会导致产品烧坏、触电或火灾。

■请勿损伤或用力拉扯电缆，也不要使电缆承受过大的力、放在重物下面或者被夹住。否则会导致触电、产品停止运行或引发火灾。

■与机械连接后开始运行时，请使设备处于可随时紧急停止的状态，否则会导致受伤。

■非指定人员请勿进行设置、拆卸或修理。否则会导致触电或受伤。

■请由操作熟练的技术人员进行正确规范安装，否则会导致触电或受伤。

■不能破坏、夹压或高强度重压产品。否则，可能导致电击。

■通电前，请确保产品、电机以及机械的周围没有人员，否则可能导致人员受伤或死亡。



■电源线请使用双重绝缘或强化绝缘的电线，否则会导致触电。

■请在外部设置紧急停止回路，确保异常发生时切断电源并立即停止运行。

■请确保在电源状况良好的情况下使用，确保在指定的电压变动范围内供给输入电源，否则会导致产品损坏。

■请勿用湿手触摸模组或连接端子，否则会导致产品故障。

1.4 开箱验收



■开箱时发现产品及产品附件有损伤、锈蚀、使用过的迹象等问题，请勿安装。

■开箱时发现产品内部进水、部件缺少或有部件损坏时，请勿安装。

■请仔细对照装箱清单，发现装箱清单与产品名称不符时，请勿安装。



■开箱前请检查产品的包装是否完好，有无破损、浸湿、受潮、变形等情况。

■请按照包装连接顺序打开包装，严禁猛烈敲打。

■开箱时请检查产品的产品附件表面有无残损、锈蚀、碰伤等情况。

■ 开箱后请仔细检查对照装箱清单，检验产品及产品附件数量、资料是否齐全。

1.5 安装和运输



■ 严禁非专业人员进行产品安装、接线、保养维护、检查或部件更换。

■ 本产品的安装、接线、维护、检查或更换部件等，只有受过电气设备相关培训，具有充分电气知识的专业人员才能进行。

■ 安装人员必须熟悉产品安装要求和相关资料。



■ 安装前请务必仔细阅读产品使用说明书和安全注意事项。

■ 严禁改装本产品。

■ 请勿在强电场或强电磁波干扰的场所安装本产品。

■ 请勿踩踏本产品或在其上放置重物，否则会导致故障、损坏或受伤。

■ 安装的所有场合，都不得使产品暴露在含卤素（氟、氯、溴、碘等）的环境中，否则会导致故障或损坏。

■ 安装时请务必保持空气流通，空气对流方向模组要留 35mm 以上的间距。



■ 根据产品重量，用正确的方法来运输产品。

■ 请勿过多地将本产品装载在一起。否则会导致故障。

■ 请勿在本产品上面放置重物。

■ 运输的所有场合，都不得使产品暴露在含卤素（氟、氯、溴、碘等）的环境中，否则会导致故障或损坏。

■ 提供足够的保护，防止螺钉或其他导电物质、油和其他易燃进入产品内。

■ 请勿对连接器部分施加冲击，否则会导致连接不良或故障。

■ 严禁将本产品与可能对本产品构成影响或损害的设备或物品一起混装运输。

■ 设备被重工具吊起时，严禁设备下方有人员站立或停留。

1.6 接线



- 通电过程中请勿变更接线，否则会导致触电或受伤。
- 严禁电源正负极接反，否则会导致驱动器损坏或火灾危险。
- 请勿在电源接通的情况下进行接线作业，否则会有触电的危险。
- 接线前，请切断所有设备的电源，切断电源后设备内部电容有残余电压，请至少等待 10 分钟再进行接线等操作，禁止带电插拔违规操作。
- 请务必保证设备接地良好，否则会有电击危险。
- 防止金属物掉落或误操作导致电源对 PE 短路，会造成产品故障报警或器件损坏。
- 严禁将输入电源连接到产品的输出端，否则会引起设备损坏，甚至引发火灾。
- 输出回路可能会因接线错误、异常电压的施加而发生短路故障，因此可能导致机械损坏或人员伤亡。



- 正确安全地进行设备接线。否则，可能导致产品不能工作。
- 接线的线缆需符合相应的线径和屏蔽等要求，使用屏蔽线缆的屏蔽层需要单端可靠接地。
- 驱动器与电机连接时，保证驱动器与电机端子相序一致，避免造成电机反转造成设备损坏或人员受伤。
- 请由专业技术人员进行接线或检查作业。
- 插入电线时，请勿使芯线的毛刺与邻近的电线接触而造成短路。
- 在电源不良的情况下使用时，请确保供给产品的电压在允许电压变动范围内。

1.7 运行调试



- 通电前，请确认产品安装完好，接线牢固。
- 通电前，请确认电源符合设备要求，避免造成设备损坏或引发火灾。
- 通电时，设备的机械装置可能会突然动作，请注意远离机械装置。
- 严禁在通电状态下触摸设备的任何接线端子，否则有触电危险。
- 严禁超过额定电压范围内使用本产品，否则会损坏产品。

■产品尺寸 1.5 倍空间内应保证没有可燃物，避免设备故障时的明火造成火灾隐患。



■在操作之前，请检查参数设置。不正确的设置可能导致部分机器执行不可预知的操作。

■为防止意外事故的发生，请对产品进行单独试运行。

■不能过度改变参数设置，操作将不稳定。

■设置参数时，设定与该机器相符的参数。

1.8 使用



■提供外部紧急停止电路确保能够立即停止操作并切断电源。

■必须由合格的技术工程师进行拆卸作业以及维修工作。

■请勿在会溅到水的场所或易发生腐蚀的环境中以及易燃性气体和可燃物的附近安装或使用该产品。

■发生故障保护时，请在排除原因并确保安全后再重新启动运行。

■在电源状况不良的情况下使用时，请确保在指定的电压变动范围内供给输入电源。否则会导致机器损坏。

■请勿频繁 ON/OFF 电源，在需要反复地连续 ON/OFF 电源时，请控制在 1 分钟内 1 次以下。由于驱动器的电源部分带有电容器，所以在电源 ON 时，会流过较大的充电电流。因此，如果频繁地 ON/OFF 电源，则会造成驱动器内部的主回路元件性能下降。

■在以下场所使用时，请采取适当的屏蔽措施。

- 1、因静电等而产生干扰时。
- 2、产生强电场或强励磁的场所。
- 3、可能有放射线辐射的场所。
- 4、附近有电源线的场所。

1.9 防止伤害



■在电机运行时，请绝对不要触摸其旋转部位。否则会导致受伤。

■如果在运行过程中发生瞬时停电后又恢复供电，机器可能会突然再启动，因此切勿靠近机器。请采取措施以确保再启动时不会危及到人身安全，否则会导致受伤。

■安装时，要按顺序连接电机的相线，否则电机反转可能导致受伤。

■请按本手册中说明的步骤进行安装和试运行。在驱动器和电机连接的状态下，如果发生操作错误，则不仅会造成机器损坏，有时还可能导致人身伤害事故。

1.10 存储



■请勿将驱动器存储在下列环境中。

- 1、阳光直射的场所。
- 2、环境温度超过存储温度条件的场所。
- 3、环境湿度超过存储温度条件的场所。
- 4、温差大、结露的场所。
- 5、接近腐蚀性气体、可燃性气体的场所。
- 6、尘土、灰尘、盐分及金属粉末较多的场所。
- 7、易溅上水、油及药品等的场所。
- 8、震动或冲击波及产品的场所。

1.11 废弃



■本产品请按一般工业废弃物处置。

■当你丢弃驱动器和其它选件时，请遵从各个国家（地区）的法律。

1.12 其他注意事项



■本产品作为一般工业的通用部件而制造，并非为设计人身生命的设备或系统而设计和制造。

■在将本品用于特殊目的，如核能、电力、航空、医药、客运工具或潜水等，请联系致远电子。

■本产品在严格质量控制下制造。但是，当产品安装于因产品故障会发生严重事故或损失的场合时，请在系统中安装合适的备份或故障安全设备。

2. 产品简介

2.1 产品简介

为满足个性化大型系统的控制需求,致远电子推出了插板式模组。该系统采用 EtherCAT 总线,尺寸小巧,采用 40 脚标准排针接口。用户按需制作分线底板,从站板插在底板上通过 EtherCAT 网络级联,最大支持 255 个节点。数字量、模拟量等多种模组选择组合。

2.2 产品选型

插板式 I/O 模组的命名规则如图 2.1 所示。

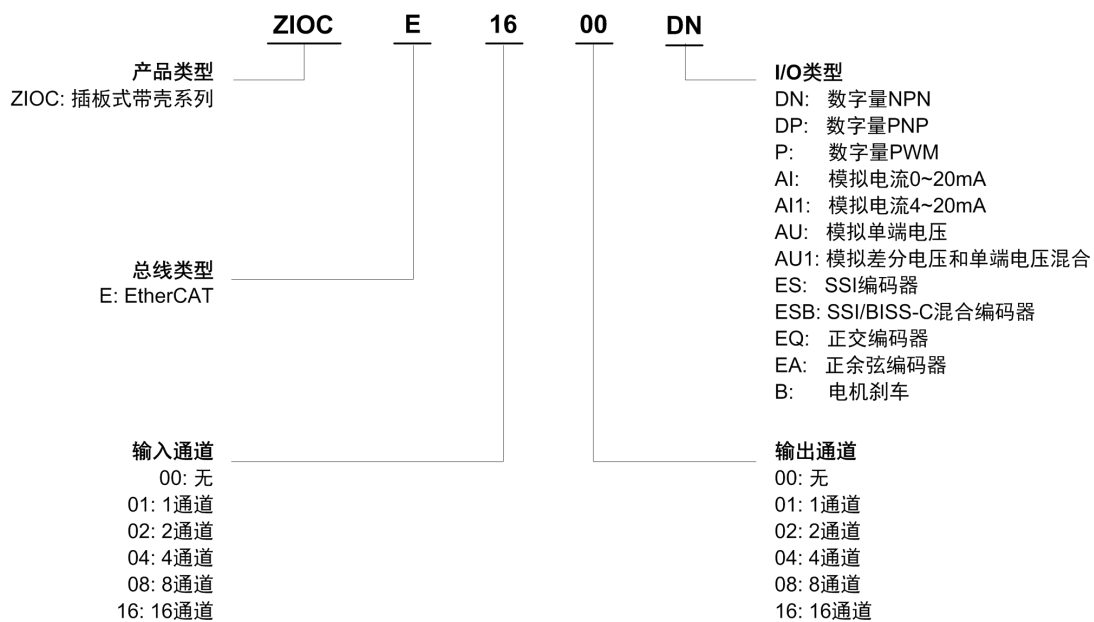


图 2.1 插板式 I/O 模组选型

3. 产品规格

3.1 电气规格

模组的电气规格如表 3.1 所示。当模组不在工作范围内，则可能导致系统异常。

表 3.1 电气规格

项目	ZIOC-E0008AU	ZIOC-E0008AU1	ZIOC-E0004AI	ZIOC-E0004AI1
输出信号	8 通道单端电压	8 通道差分电压	4 通道单向电流	
信号范围	0V~+10V / 0~+5V 可配	±10V/±5V 可配	0~20mA	4~20mA
负载阻抗	> 5KΩ		< 650Ω	
输出误差	<±0.5% (相对于满量程值)			
分辨率	12 bits			
控制电源	3.3V (±2%) , 典型 220mA			
电气隔离	500V			
工作温度	-25℃—+60℃			
保存温度	-40℃—+85℃			
工作湿度	10—85%RH (不结露)			
工作海拔	2000m 以下			

3.2 通讯规格

模组的通讯规格如表 3.2 所示。

表 3.2 通讯规格

项目	规格
通讯协议	EtherCAT 协议
帧长度	最大 1514 字节
过程数据	单帧最大 1486 字节
转发延迟	<1μS

3.3 执行标准

表 3.3 执行标准

类别	执行标准	标准名称
EMC	GB/T17626.2	静电放电抗扰度试验
	GB/T17626.3	射频电磁场辐射抗扰度试验
	GB/T17626.4	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
	GB/T17626.6	射频场感应的传导骚扰抗扰度
环境	GB/T 2423.2	电工电子产品环境试验 第 2 部分：实验方法 试验 B：高温
	GB/T 2423.3	电工电子产品环境试验 第 2 部分：实验方法 试验 Cab：恒定湿热试验
	GB/T 2423.1	电工电子产品环境试验 第 2 部分：实验方法 试验 A：低温
	GB/T 2423.4	电工电子产品环境试验 第 2 部分：实验方法 试验 Dd：交变湿热（12h+12h 循环）
	GB/T 2423.5	电工电子产品环境试验 第 2 部分：实验方法 试验 Ea 和导则：冲击
电气安全	GB 4793.1-2007	测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分：通用要求（IEC 61010-1:2001，IDT）

3.4 外形尺寸

全部模组的外形尺寸如图 3.1 所示。本模组的宽度为 12mm。

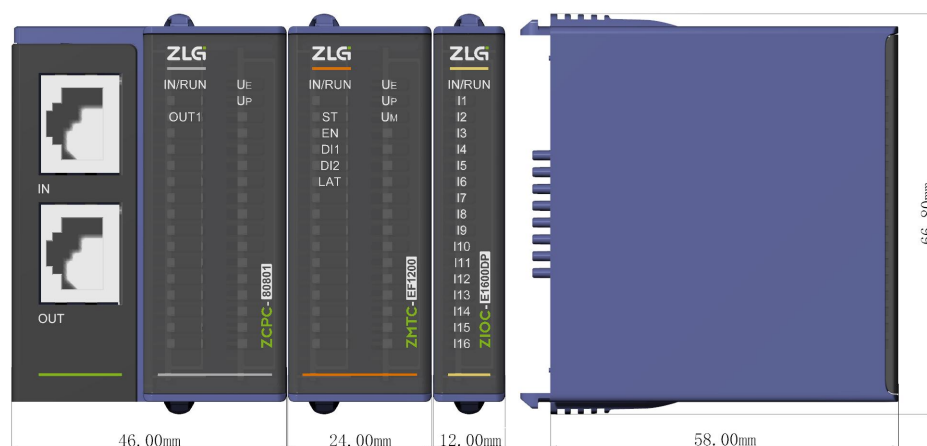


图 3.1 尺寸图

每个系列的模组底部都有特定的选型柱。本系列的选型柱如图 3.2 所示。

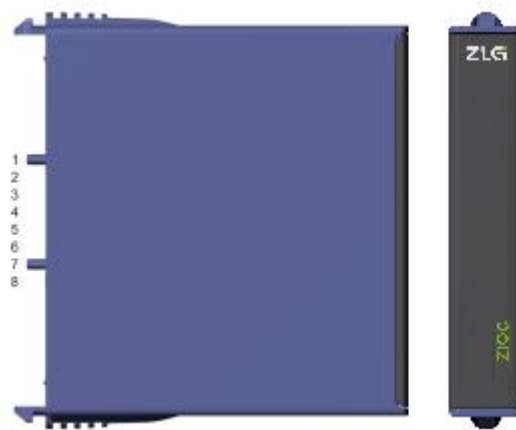


图 3.2 选型柱

3.5 安装要求

3.5.1 安全距离

安装时需确保每个模组有足够的安全距离，如图 3.3 所示。

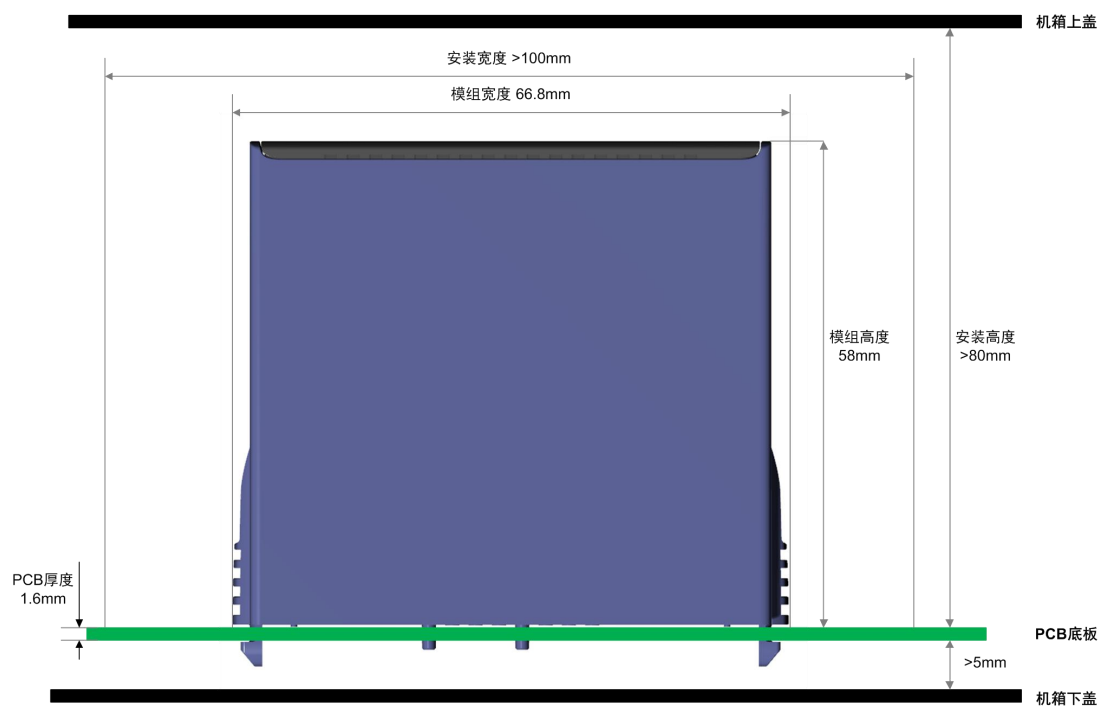


图 3.3 安全距离

3.5.2 散热空间

必须垂直安装模组，并且预留足够的散热空间，确保新鲜空气从模组的底部流进，热空气从模组的顶部散出，如图 3.4 所示。

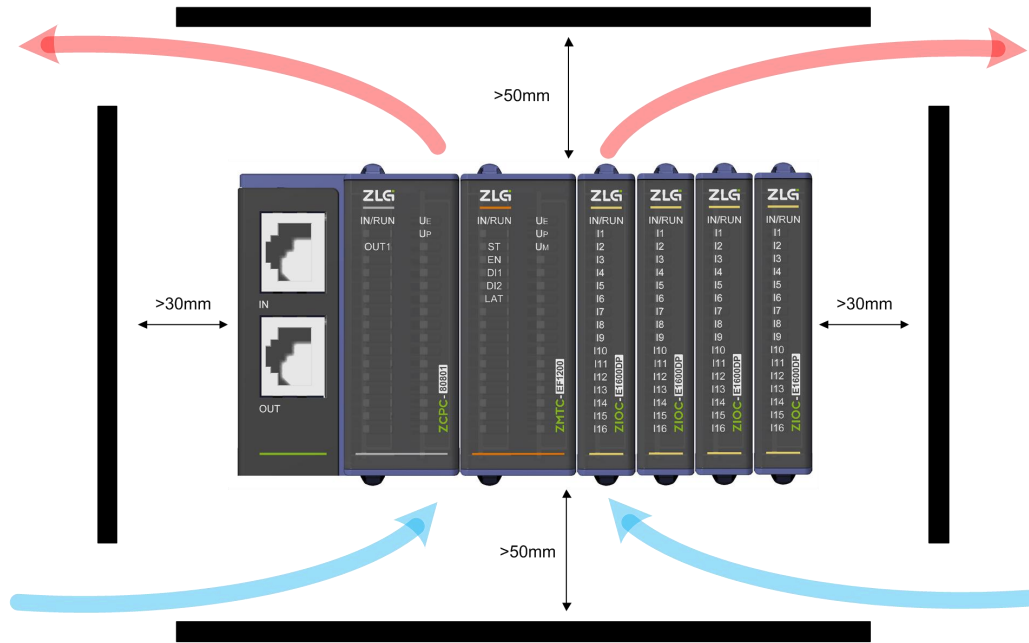


图 3.4 散热空间

4. 接口说明

4.1 接口位置

4.1.1 信号排针

信号排针由 40 脚间距 2.54mm 的标准排针组成，如表 4.1~图 4.3 所示。一般需要根据此信号排针制作底板。

表 4.1 ZIOC-E0008AU 信号排针

引脚		信号		说明
1	2	3.3V ETC	3.3V ETC	控制电源 3.3V 正极
3	4	GND ETC	GND ETC	控制电源 3.3V 负极
5	6	RX0+	TX1+	EtherCAT 信号
7	8	RX0-	TX1-	RX0+/RX0-: 进口接收差分信号, TX1+/TX1-: 出口发送差分信号
9	10	GND NET	GND NET	EtherCAT 外壳地, 一般悬空或连接 GND ETC
11	12	TX0+	RX1+	EtherCAT 信号
13	14	TX0-	RX1-	TX0+/TX0-: 进口发送差分信号, RX1+/RX1-: 出口接收差分信号
15	16	GND ETC	GND ETC	控制电源 3.3V 负极
17	18	AGND	AO1	模拟单端电压输出
19	20	AGND	AO2	
21	22	AGND	AO3	
23	24	AGND	AO4	
25	26	AGND	AO5	
27	28	AGND	AO6	
29	30	AGND	AO7	
31	32	AGND	AO8	
33	34	GND Up	GND Up	驱动电源
35	36	GND Up	24V Up	24V Up: 24V 正极
37	38	24V Up	24V Up	GND Up: 24V 负极
39	40	SGND	SGND	SGND: 一般悬空, 或连接金属外壳

表 4.2 ZIOC-E0008AU1 信号排针

引脚		信号		说明
1	2	3.3V ETC	3.3V ETC	控制电源 3.3V 正极
3	4	GND ETC	GND ETC	控制电源 3.3V 负极
5	6	RX0+	TX1+	EtherCAT 信号
7	8	RX0-	TX1-	RX0+/RX0-: 进口接收差分信号, TX1+/TX1-: 出口发送差分信号
9	10	GND NET	GND NET	EtherCAT 外壳地, 一般悬空或连接 GND ETC
11	12	TX0+	RX1+	EtherCAT 信号
13	14	TX0-	RX1-	TX0+/TX0-: 进口发送差分信号, RX1+/RX1-: 出口接收差分信号
15	16	GND ETC	GND ETC	控制电源 3.3V 负极
17	18	-AO1	+AO1	模拟差分电压输出
19	20	-AO2	+AO2	
21	22	-AO3	+AO3	
23	24	-AO4	+AO4	
25	26	-AO5	+AO5	
27	28	-AO6	+AO6	
29	30	-AO7	+AO7	
31	32	-AO8	+AO8	
33	34	GND Up	GND Up	驱动电源
35	36	GND Up	24V Up	24V Up: 24V 正极
37	38	24V Up	24V Up	GND Up: 24V 负极
39	40	SGND	SGND	SGND: 一般悬空, 或连接金属外壳

表 4.3 ZIOC-E0004AI/ZIOC-E0004AI1 信号排针

引脚		信号		说明
1	2	3.3V ETC	3.3V ETC	控制电源 3.3V 正极
3	4	GND ETC	GND ETC	控制电源 3.3V 负极
5	6	RX0+	TX1+	EtherCAT 信号 RX0+/RX0-: 进口接收差分信号, TX1+/TX1-: 出口发送差分信号
7	8	RX0-	TX1-	
9	10	GND NET	GND NET	EtherCAT 外壳地, 一般悬空或连接 GND ETC
11	12	TX0+	RX1+	EtherCAT 信号 TX0+/TX0-: 进口发送差分信号, RX1+/RX1-: 出口接收差分信号
13	14	TX0-	RX1-	
15	16	GND ETC	GND ETC	控制电源 3.3V 负极
17	18	AGND	AO1	17~24: 模拟电流输出 25~32: 留空
19	20	AGND	AO2	
21	22	AGND	AO3	
23	24	AGND	AO4	
25	26	NC	NC	
27	28	NC	NC	
29	30	NC	NC	
31	32	NC	NC	
33	34	GND Up	GND Up	驱动电源 24V Up: 24V 正极 GND Up: 24V 负极 SGND: 一般悬空, 或连接金属外壳
35	36	GND Up	24V Up	
37	38	24V Up	24V Up	
39	40	SGND	SGND	

4.1.2 典型接线

图 4.1 是 ZIOC-E0008AU 的典型接线方式。负载接收电压, 电流从 AO_x 输出, 经过负载, 流回 AGND。

ZIOC-E0008A/ZIOC-E0004A

插板式模拟输出模组

DataSheet

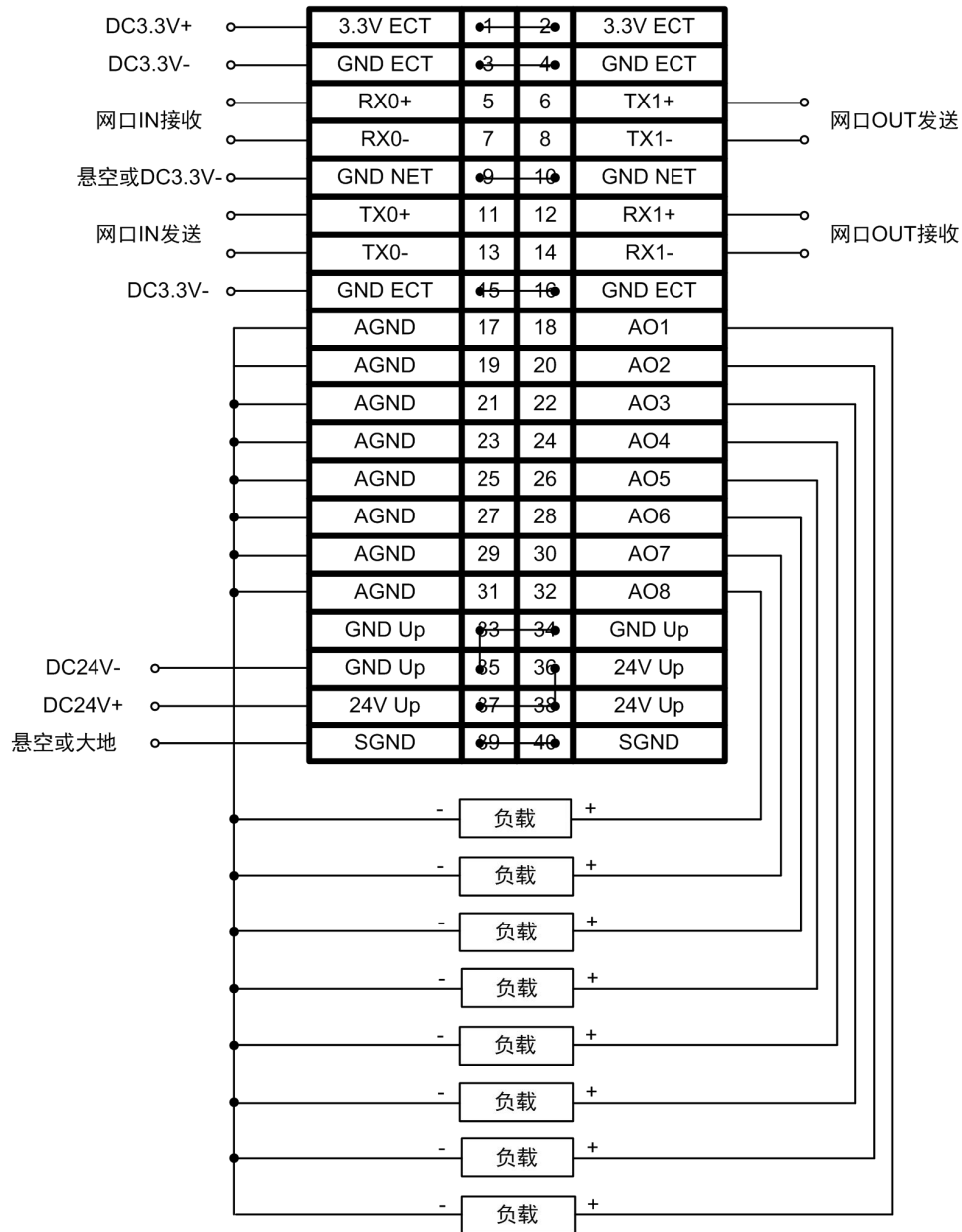


图 4.1 ZIOC-E0008AU 典型接线图

图 4.2 是 ZIOC-E0008AU1 典型接线方式。17~32 脚外接 8 组接收差分电压的负载。

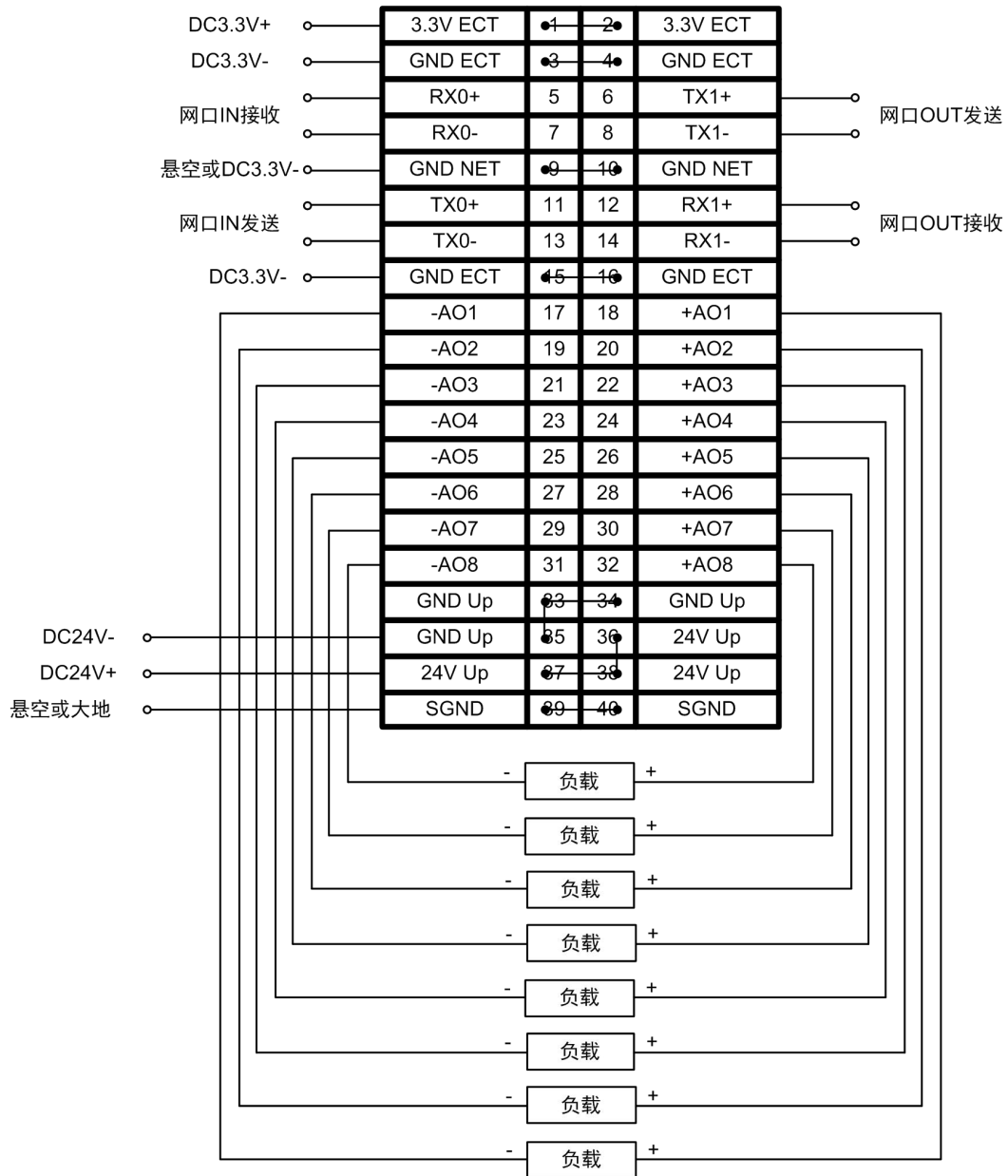


图 4.2 ZIOC-E0008AU1 典型接线图

图 4.3 是 ZIOC-E0004AI 和 ZIOC-E0004AI1 的典型接线方式。17~24 脚外接 4 组接收单向电流的负载，电流从 AOx 输出，经过负载，流回 AGND。

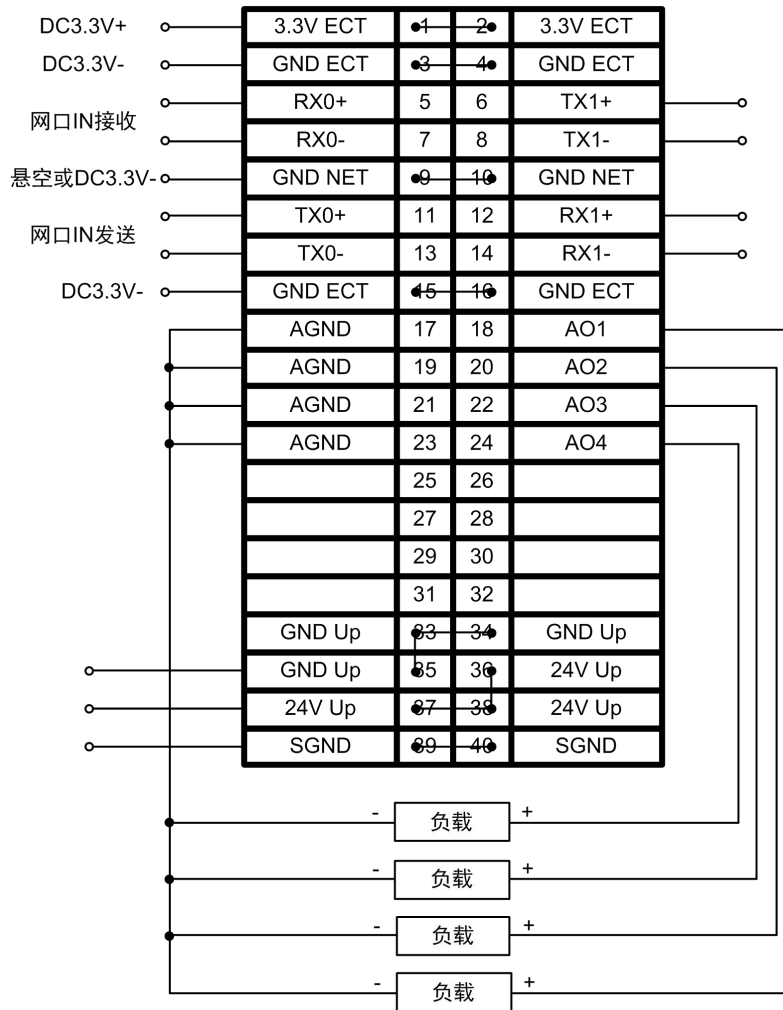


图 4.3 ZIOC-E0004A/ZIOC-E0004A11 典型接线图

图 4.4 显示了由多个插板式模组组成的 EtherCAT 级联网络。其中耦合器和电源模组是每个网络必须的，功能模组则按需选配。功能模组中的 17~32 脚是自定义区域，需根据模组的具体功能对外连接或留空。“控制 DC24V”是 EtherCAT 网络的供电电源，“驱动 DC24V”是外设的供电电源，推荐使用两路隔离的 DC24V 电源分别供电。但如果电源的质量良好，且外设不含电机等强干扰的设备，共用一个电源也是可以使用的。

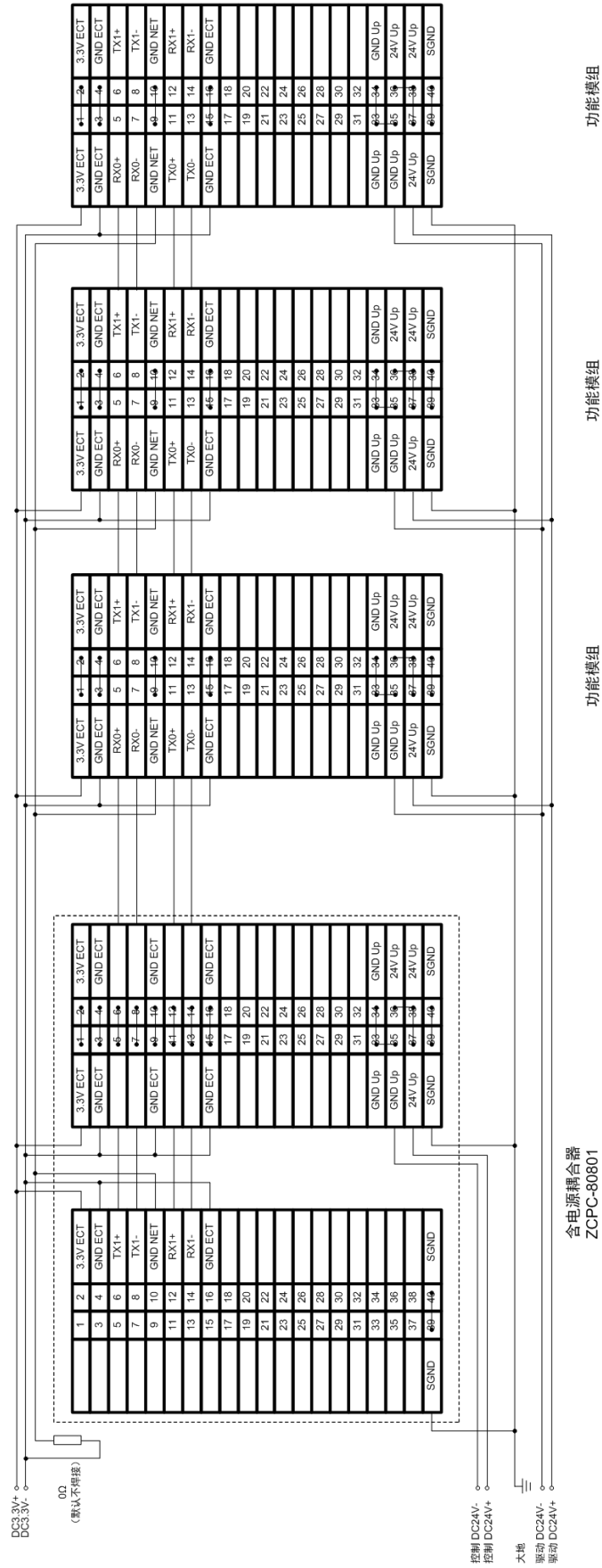


图 4.4 插板式模组级联图

4.1.3 指示灯

各 LED 指示灯的标识，如表 4.4 所示。

表 4.4 指示灯

标识	ZIOC-E0008AU	ZIOC-E0008AI	ZIOC-E0004AI	ZIOC-E0004AI1
RUN	EtherCAT 运行状态灯 灭：设备处于 INIT 状态 快闪：设备处于 PRE-OPERATION 状态 慢闪：设备处于 SAFE-OPERATION 状态 常亮：设备处于 OPERATION 状态			
IN	输入端口的状态 灭：无连接 常亮：有连接，但无数据传输 闪烁：有连接，有数据传输			
Up	灭：24V Up 没输入 亮：24V Up 已输入			

5. EtherCAT 通讯基础

5.1 EtherCAT 简介

EtherCAT (Ethernet Control Automation Technology) 是一种高性能实时以太网通信协议，用于在工业自动化领域中进行实时控制和通信。它是由德国 Beckhoff 自动化公司在 2003 年开发的，并被国际电工委员会 (IEC) 标准化为 IEC 61158 标准。

EtherCAT 的设计目标是实现极低的通信延迟和高带宽的数据传输，以满足高速控制和数据采集的需求。它通过一种特殊的主从架构实现，其中一个主站 (Master) 负责协调整个网络，而从站 (Slave) 则负责提供输入输出功能。具有实现性强、带宽高、灵活方便、集成容易、标准开发等优点。

EtherCAT 从器件含有 2 个以太网端口，以支持级联的网络结构。一般情况，主站需要 1 个以太网端口，但为了达到冗余的目的，主站要有 2 个以太网端口。一个 EtherCAT 网络能够支持多达 65535 个从站。

5.2 EtherCAT 状态

EtherCAT 执行的通讯状态机，主要用于管理主从站之间的通讯，通讯功能主要包含邮箱和过程数据的通讯。EtherCAT 状态机如图 5.1 图所示。

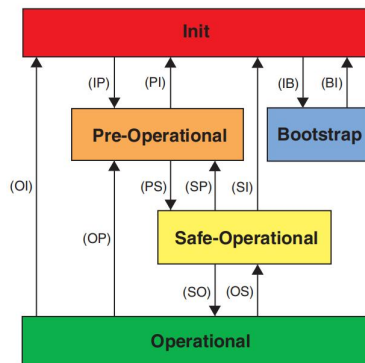


图 5.1 EtherCAT 状态机

EtherCAT 的状态机有如下特点：

- 1) 从 Init 初始化到 Operational 操作，必须严格按照 Init 初始化—>Pre-Operational 预操作—>Safe-Operational 安全操作—>Operational 操作的顺序从低到高进行转换，不可越级。
- 2) 从高到低转换时，可以越级转换。
- 3) 主站是所有的状态转换的发起者，从站响应主站所状态转换的请求。
- 4) 如果主站请求的状态转换失败，从站发送错误信息给主站。
- 5) 在 Bootstrap 引导状态，主站设备会通过 EtherCAT 网络向其他设备发送引导数据，这些数据包含了主站设备的配置信息和参数。从站设备接收到引导数据后，会根据这些信息进行相应的配置和初始化操作，以实现与主站的通信。
- 6) 一般运行到 Operational 操作状态后，才执行具体的应用协议，如 CiA402 电机控制通讯框架协议。

各状态的通讯功能如表 5.1 所示。

表 5.1 EtherCAT 通讯功能

状态	通讯功能
Init 初始化	主从站之间无通讯
Pre-Operational 预操作	邮箱通讯有效，无过程数据通讯，即 SDO 功能有效
Safe-Operational 安全操作	邮箱通讯及发送过程数据对象有效，即 SDO 及 TxPDO 有效
Operational 操作	邮箱通讯、接收及发送过程数据对象有效，即 SDO、RxPDO 及 TxPDO 有效
Bootstrap 引导	一般使用 FOE 协议的邮箱通讯。

5.3 EtherCAT 数据对象

5.3.1 SDO 服务对象

SDO 用于传输非周期数据，如通信参数配置和伺服运行参数配置。EtherCAT 主站可以通过使用 SDO 读写驱动系统的对象字典，从而配置、监控、控制驱动系统等等。

SDO 采用的是客户端/服务器模型，主站为客户端，驱动器为服务器，所有传输都必须是在客户端发起，服务器响应。发送方通过邮箱轮流发送数据，接收方通过轮询邮箱的方式，查找接收到的信息，所以 SDO 传输速度较慢。

5.3.2 PDO 过程对象

PDO 用于传输周期数据。周期数据是指在每个网络周期中，主站与从站之间传输的数据。

PDO 一般用于实时的数据更新；其分为接收 PDO(RxPDO)和发送 PDO(TxPDO)，前者的数据流方向是主站到从站，后者则是从站到主站。PDO 传输数据前，主从站必须预先选择好若干组 RxPDO 和 TxPDO 映射。

如表 5.2 所示的是 ZIOC-E0008AUx 电压输出模块的 PDO。分别为 13 组 RxPDO 与 1 组 TxPDO。可以使用 PDO 指定对象（1C12h）来配置 PDO 映射对象（1600h~160Bh）到 PDO 对象同步管理器（SM3）。其中 1600h~160Bh 为互斥关系，只能映射其中 1 组作为电压输出码值。当选择映射 1600h~1604h 或 160Ah 时，模块输出范围为 0~10V；当选择映射 1605h~1609h 或 160Bh 时，模块输出范围为 0~5V。

其中 1600h~160Bh，12 组 RxPDO 的转换格式如表 5.3 所示。160Ch 这组 RxPDO 和 1A00 这组 TxPDO 用户无需理会，这两组 PDO 用于出厂校准使用。

表 5.2 电压输出模块 PDO 映射关系

RxPdo 映射	PDO 索引							
	CodeA1_ Ch1	CodeA1_ Ch2	CodeA1_ Ch3	CodeA1_ Ch4	CodeA1_ Ch5	CodeA1_ Ch6	CodeA1_ Ch7	CodeA1_ Ch8
RxPDO (0x1600)	(7000.1)	(7000.2)	(7000.3)	(7000.4)	(7000.5)	(7000.6)	(7000.7)	(7000.8)
RxPDO (0x1601)	CodeA2_ Ch1	CodeA2_ Ch2	CodeA2_ Ch3	CodeA2_ Ch4	CodeA2_ Ch5	CodeA2_ Ch6	CodeA2_ Ch7	CodeA2_ Ch8

ZIOC-E0008A/ZIOC-E0004A

插板式模拟输出模组

DataSheet

	(7010.1)	(7010.2)	(7010.3)	(7010.4)	(7010.5)	(7010.6)	(7010.7)	(7010.8)
RxPDO (0x1602)	CodeA3_ Ch1 (7020.1)	CodeA3_ Ch2 (7020.2)	CodeA3_ Ch3 (7020.3)	CodeA3_ Ch4 (7020.4)	CodeA3_ Ch5 (7020.5)	CodeA3_ Ch6 (7020.6)	CodeA3_ Ch7 (7020.7)	CodeA3_ Ch8 (7020.8)
RxPDO (0x1603)	CodeA4_ Ch1 (7030.1)	CodeA4_ Ch2 (7030.2)	CodeA4_ Ch3 (7030.3)	CodeA4_ Ch4 (7030.4)	CodeA4_ Ch5 (7030.5)	CodeA4_ Ch6 (7030.6)	CodeA4_ Ch7 (7030.7)	CodeA4_ Ch8 (7030.8)
RxPDO (0x1604)	CodeA5_ Ch1 (7040.1)	CodeA5_ Ch2 (7040.2)	CodeA5_ Ch3 (7040.3)	CodeA5_ Ch4 (7040.4)	CodeA5_ Ch5 (7040.5)	CodeA5_ Ch6 (7040.6)	CodeA5_ Ch7 (7040.7)	CodeA5_ Ch8 (7040.8)
RxPDO (0x1605)	CodeB1_ Ch1 (7050.1)	CodeB1_ Ch2 (7050.2)	CodeB1_ Ch3 (7050.3)	CodeB1_ Ch4 (7050.4)	CodeB1_ Ch5 (7050.5)	CodeB1_ Ch6 (7050.6)	CodeB1_ Ch7 (7050.7)	CodeB1_ Ch8 (7050.8)
RxPDO (0x1606)	CodeB2_ Ch1 (7060.1)	CodeB2_ Ch2 (7060.2)	CodeB2_ Ch3 (7060.3)	CodeB2_ Ch4 (7060.4)	CodeB2_ Ch5 (7060.5)	CodeB2_ Ch6 (7060.6)	CodeB2_ Ch7 (7060.7)	CodeB2_ Ch8 (7060.8)
RxPDO (0x1607)	CodeB3_ Ch1 (7070.1)	CodeB3_ Ch2 (7070.2)	CodeB3_ Ch3 (7070.3)	CodeB3_ Ch4 (7070.4)	CodeB3_ Ch5 (7070.5)	CodeB3_ Ch6 (7070.6)	CodeB3_ Ch7 (7070.7)	CodeB3_ Ch8 (7070.8)
RxPDO (0x1608)	CodeB4_ Ch1 (7080.1)	CodeB4_ Ch2 (7080.2)	CodeB4_ Ch3 (7080.3)	CodeB4_ Ch4 (7080.4)	CodeB4_ Ch5 (7080.5)	CodeB4_ Ch6 (7080.6)	CodeB4_ Ch7 (7080.7)	CodeB4_ Ch8 (7080.8)
RxPDO (0x1609)	CodeB5_ Ch1 (7090.1)	CodeB5_ Ch2 (7090.2)	CodeB5_ Ch3 (7090.3)	CodeB5_ Ch4 (7090.4)	CodeB5_ Ch5 (7090.5)	CodeB5_ Ch6 (7090.6)	CodeB5_ Ch7 (7090.7)	CodeB5_ Ch8 (7090.8)
RxPDO (0x160A)	ValueA_ Ch1 (70A0.1)	ValueA_ Ch2 (70A0.2)	ValueA_ Ch3 (70A0.3)	ValueA_ Ch4 (70A0.4)	ValueA_ Ch5 (70A0.5)	ValueA_ Ch6 (70A0.6)	ValueA_ Ch7 (70A0.7)	ValueA_ Ch8 (70A0.8)
RxPDO (0x160B)	ValueB_ Ch1 (70B0.1)	ValueB_ Ch2 (70B0.2)	ValueB_ Ch3 (70B0.3)	ValueB_ Ch4 (70B0.4)	ValueB_ Ch5 (70B0.5)	ValueB_ Ch6 (70B0.6)	ValueB_ Ch7 (70B0.7)	ValueB_ Ch8 (70B0.8)

表 5.3 电压输出模块各组 PDO 对应 DAC 码值范围

Pdo 映射组	电压输入范围	DAC 码值范围	电压输入范围	DAC 码值范围
0x1600	0~10V	0~4000	-10~10V	-4000~4000
0x1601	0~10V	0~4095	-10~10V	-4095~4095

©2025 Guangzhou ZHIYUAN Electronics Co., Ltd.

0x1602	0~10V	0~6000	-10~10V	-6000~6000
0x1603	0~10V	0~8000	-10~10V	-8000~8000
0x1604	0~10V	0~32767	-10~10V	-32768~32767
0x1605	0~5V	0~4000	-5~5V	-4000~4000
0x1606	0~5V	0~4095	-5~5V	-4095~4095
0x1607	0~5V	0~6000	-5~5V	-6000~6000
0x1608	0~5V	0~8000	-5~5V	-8000~8000
0x1609	0~5V	0~32767	-5~5V	-32768~32767
0x160A	0~10V	对应电压转换值	-10~10V	对应电压转换值
0x160B	0~5V	对应电压转换值	-5~5V	对应电压转换值

如表 5.4 所示的是 ZIOC-E0004AIx 电流输出模块的 PDO。默认选择映射 1600h，1A01h 可选择映射，对应 DAC 码值范围如表 5.5 所示。

表 5.4 电流输出模块 PDO 映射关系

RxPdo 映射	PDO 索引			
RxPDO (0x1600)	CodeA1_Ch1 (7000.1)	CodeA1_Ch2 (7000.2)	CodeA1_Ch3 (7000.3)	CodeA1_Ch4 (7000.4)
RxPDO (0x1601)	ValueA_Ch1 (7010.1)	ValueA_Ch2 (7010.2)	ValueA_Ch3 (7010.3)	ValueA_Ch4 (7010.4)

表 5.5 电流输出模块各组 PDO 对应 DAC 码值范围

Pdo 映射组	输入范围	ADC 码值范围
0x1A00	0~20mA/4~20mA	-32768~32767
0x1A01	0~20mA/4~20mA	对应电流转换值

5.3.3 PDO 映射过程操作

- 1) 将 EtherCAT 状态机切换到预操作状态 (Pre-Op)，此状态下可以用 SDO 来配置 PDO 映射。
- 2) 清除 PDO 指定对象的 PDO 映射对象，即设置 1C12-00h 为 0。
- 3) 写有效的 PDO 映射对象索引到 PDO 指定对象，即将有效的 RxPDO 映射对象 1600h~1604h 写入到 1C12-01h~1C12-02h 中。

- 4) 设置 PDO 指定对象的总个数，即将第三步写入 1C12 中的映射对象个数写入到 1C12-00h。
- 5) 转换 EtherCAT 状态机到安全操作（Safe-Op）或以上(Op)，配置的 PDO 映射将有效。

5.3.4 SDO 和 PDO 对比

SDO 和 PDO 的对比如表 5.6 所示。

表 5.6 SDO 和 PDO 对比

对比内容	PDO	SDO
数据量	32 字节(E)/8 字节(C)	多为 4 字节(快速传输)
效率	高	低
优先级	高	低
实时性	实时	非实时
传输主动性	主动	被动
对象字典访问	间接访问 PDO 映射的对象	直接访问任意对象
同步性	同步或异步	异步
应用场合	实时数据传输	参数设置

5.4 EtherCAT 同步模式

同步模式需要使用 PDO，周期性地同步收发数据，例如 CiA402 协议中周期同步位置模式，主站定时通过 PDO 更新从站的目标位置。

5.4.1 SM 事件同步模式

在 SM 事件同步模式下，EtherCAT 总线通信的机制就是 Frame 数据帧到达从站后会触发 SM Event 事件信号，从站通过这个信号得知最新的 Frame 数据帧到达，并收发数据。

5.4.2 分布时钟同步模式

在分布时钟同步模式下，连接主站的第一个从站会产生一个高精度的时钟信号源，周期性地报告给主站和其他从站。主从站之间也会周期性地通 PDO 交换数据，但不同的是，每个从站只有接收到时钟信号的瞬间，才会执行上一周期收到的 RxPDO 数据，并更新下一周期要发送的 TxPDO 数据。这种模式下，主站无需精确把控时间，但要比每个时钟信号提前一段时间收发完 PDO。

5.5 EtherCAT 从站信息

EtherCAT 中的 ESI 文件，即 EtherCAT Slave Information（EtherCAT 从站信息），是从站设备的配置文件，以 XML 格式呈现。此文件包含两部分关键内容：一是制造商信息，如制造商名称和 ID；二是从站描述信息，它涉及从站的基本信息和数据通讯的相关变量配置。

在 EtherCAT 系统中，ESI 文件的作用至关重要。当从设备上电时，系统会通过 I2C 总线读取 EEPROM 中的 ESI 文件内容，进而配置芯片内部的寄存器。此外，主站也会通过扫描来确定从设备的信息并进行一系列的处理工作。因此，ESI 文件在 EtherCAT 系统的连接

ZIOC-E0008A/ZIOC-E0004A

插板式模拟输出模组

DataSheet

和功能实现上起到了关键的作用。

6. 故障诊断与排除

7. 装箱清单

模组在出货时，会装入以下的配件，如表 7.1 所列。

表 7.1 装箱清单

序号	名称	数量	单位
1	模组	1	个
2	合格证	1	张

8. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州致远电子股份有限公司（下称“致远电子”）在本手册中将尽可能地向用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，致远电子不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。致远电子有权在没有通知的情况下对本手册上的内容进行更新，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请尊敬的用户定时访问致远电子官方网站或者与致远电子工作人员联系。感谢您的包容与支持！

诚信共赢，持续学习，客户为先，专业专注，只做第一

广州致远电子股份有限公司

更多详情请访问

www.zlg.cn

欢迎拨打全国服务热线

400-888-4005

