

## 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、编码器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。

## 产品特性

ZIOC-E0002EQ1 单端脉冲输出

- ◆ 输出通道: 2 对 (共 4 个通道), 每对可配置为一组 A/B 正交信号
- ◆ 输出信号: 单端推挽输出 (同时支持 PNP 和 NPN 接收), 11-28.8V, 最高 400kHz
- ◆ 数据宽度: 32 位
- ◆ 工作模式: A/B 正交输出、脉冲+方向输出、CW/CCW 输出、频率占空比占可调输出

## 产品应用

- ◆ 物流装备
- ◆ 电子制造
- ◆ 新能源
- ◆ 半导体行业
- ◆ 包装

## 订购信息

| 型号            | 温度范围          | 工作电压        |
|---------------|---------------|-------------|
| ZIOC-E0002EQ1 | -25°C ~ +60°C | 11-28.8 VDC |

## 产品图片



# ZIOC-E0002EQ1

单端脉冲输出模块

DataSheet

## 修订历史

| 版本    | 日期         | 原因   |
|-------|------------|------|
| V1.00 | 2025/11/02 | 创建文档 |
| V1.01 | 2026/03/22 | 更新文档 |
|       |            |      |

## 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 .....            | 9  |
| 3.4 外形尺寸 .....            | 10 |
| 3.5 安装要求 .....            | 10 |
| 3.5.1 安全距离 .....          | 10 |
| 3.5.2 散热空间 .....          | 11 |
| 4. 接口说明 .....             | 12 |
| 4.1 信号排针 .....            | 12 |
| 4.1.1 信号排针 .....          | 12 |
| 4.1.2 典型接线 .....          | 12 |
| 4.2 指示灯 .....             | 15 |
| 5. 功能使用 .....             | 16 |
| 5.1 EtherCAT 简介 .....     | 16 |
| 5.2 EtherCAT 状态 .....     | 16 |
| 5.3 EtherCAT 数据对象 .....   | 17 |
| 5.3.1 PDO 过程数据对象字描述 ..... | 17 |
| 5.3.2 SDO 服务数据对象字描述 ..... | 17 |
| 5.3.3 SDO 和 PDO 对比 .....  | 17 |
| 5.4 EtherCAT 同步模式 .....   | 17 |
| 5.4.1 SM 事件同步模式 .....     | 17 |
| 5.4.2 分布时钟同步模式 .....      | 18 |
| 5.5 EtherCAT 从站信息 .....   | 18 |
| 6. FOE 固件升级 .....         | 19 |

# ZIOC-E0002EQ1

单端脉冲输出模块

DataSheet

|                  |    |
|------------------|----|
| 7. 故障诊断与排除 ..... | 20 |
| 8. 装箱清单 .....    | 21 |
| 9. 免责声明 .....    | 22 |

## 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

本文档中，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，机器可能会突然再起，因此切勿靠近机器。请采取措施以确保再起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述环境中。

- 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，请联系厂家。

■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。耦合器、电源、数字量、模拟量、电机驱动、编码器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。

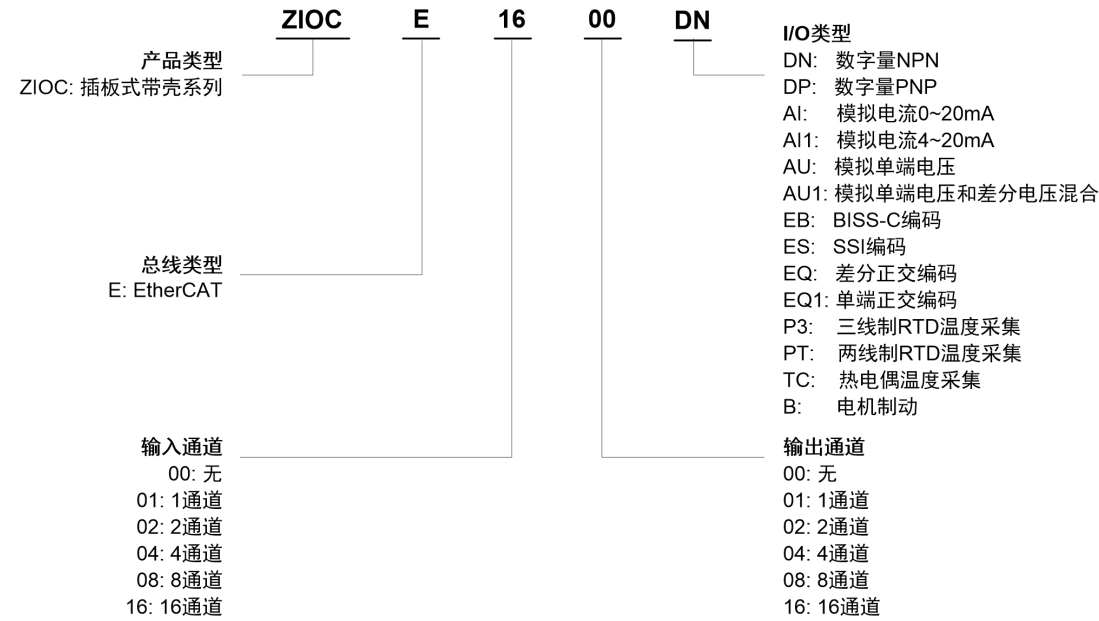


图 2.1 插拔式 I/O 模组选型

### 3. 产品规格

#### 3.1 电气规格

模块的电气规格如表 3.1 所示。当模块不工作在表 3.1 的范围内时，则可能导致系统异常。

表 3.1 电气规格

| 项目        | 规格                                          |
|-----------|---------------------------------------------|
| 控制电源      | 3.3V (±2%)，典型 250mA                         |
| 驱动电源      | 11-28.8 VDC                                 |
| 输出信号通道    | 2 对（共 4 个通道），每对可配置为一组 A/B 正交信号              |
| 输出信号类型    | 单端推挽输出，同时支持 PNP 和 NPN 接收模块                  |
| 输出信号电压    | 11V-28.8V                                   |
| 输出信号频率    | 100KHz (typ.)<br>400KHz (max.)              |
| 锁存信号类型    | PNP，上升沿有效                                   |
| 锁存信号电压    | “0”输入：0V-7V;<br>“1”输入：11V-28.8V             |
| 锁存信号延时    | 小于 30 微秒                                    |
| 工作模式      | 共四种模式：A/B 正交输出、脉冲+方向输出、CW/CCW 输出、频率占空比占可调输出 |
| 输出电流（每通道） | 最大 0.5A                                     |
| 数据大小      | 32 位数据                                      |
| 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

模块的通讯规格如表 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/T 17626.2-2018 | 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验                                     |
|      | GB/T 17626.4-2018 | 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验                                 |
|      | GB/T 17626.6-2017 | 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验                               |
|      | GB/T 9254.1-2021  | 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第 1 部分：发射要求                          |
| 环境   | GB/T 2423.2-2008  | 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 2423.3-2016  | 环境试验 第 2 部分：实验方法 试验 Cab：恒定湿热试验                             |
|      | GB/T 2423.1-2008  | 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 2423.22-2012 | 环境试验 第 2 部分：实验方法 试验 N：温度变化                                 |
| 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<br>(IEC 61010-1:2001, IDT) |

表 3.4 电磁兼容

| 测试项         | 测试标准等级                 | 性能判据          |
|-------------|------------------------|---------------|
| 静电放电抗扰度     | 接触放电 ±4kV<br>空气放电 ±8kV | B             |
| 电快速瞬变脉冲群抗扰度 | ±1kV 5KHz 或 100KHz     | A             |
| 传导骚扰抗扰度     | 3V 150KHz~80MHz        | A             |
| 辐射骚扰        | 30MHz~1GHz             | 符合 Class A 限值 |

表 3.5 环境适应性

| 测试项       | 测试说明           | 性能判据 |
|-----------|----------------|------|
| 低温启动与运行试验 | -27℃ 6H        | A    |
| 恒定湿热试验    | +42℃/85%RH 64H | A    |
| 高温启动与运行试验 | + 62℃ 16H      | A    |
| 温度变化试验    | -27℃~+62℃ 18H  | A    |

表 3.6 安规符合性

| 参数   | 条件          | 最小值                   | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|------|-------------|-----------------------|-----|-----|-----|
| 抗电强度 | 输入输出端口对内部总线 | --                    | 500 | --  | VDC |
|      | 内部总线对大地     | --                    | 500 | --  | VDC |
|      | 现场电源对大地     | --                    | 500 | --  | VDC |
| 外壳材料 | --          | 阻燃塑胶外壳，符合 UL 94V-0 标准 |     |     |     |

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。

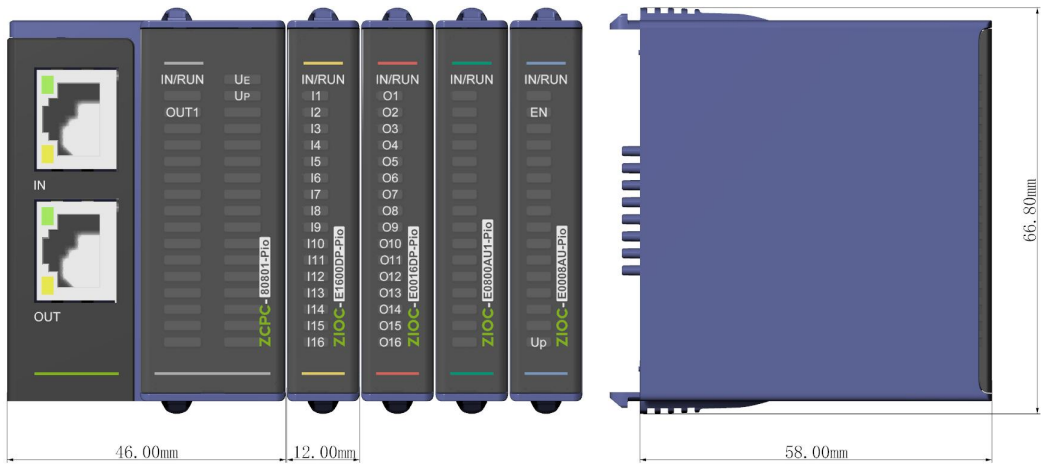


图 3.1 尺寸图

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。

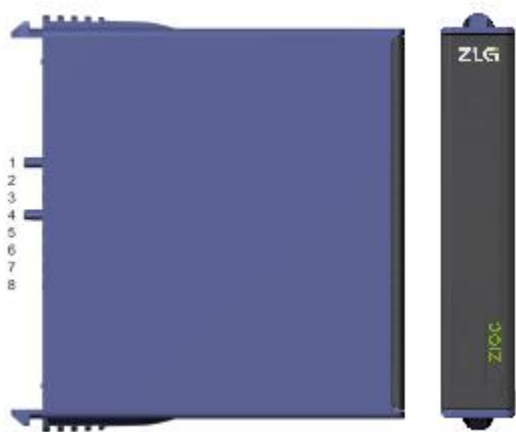


图 3.2 选型柱

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空间距离，如图 3.3 所示。

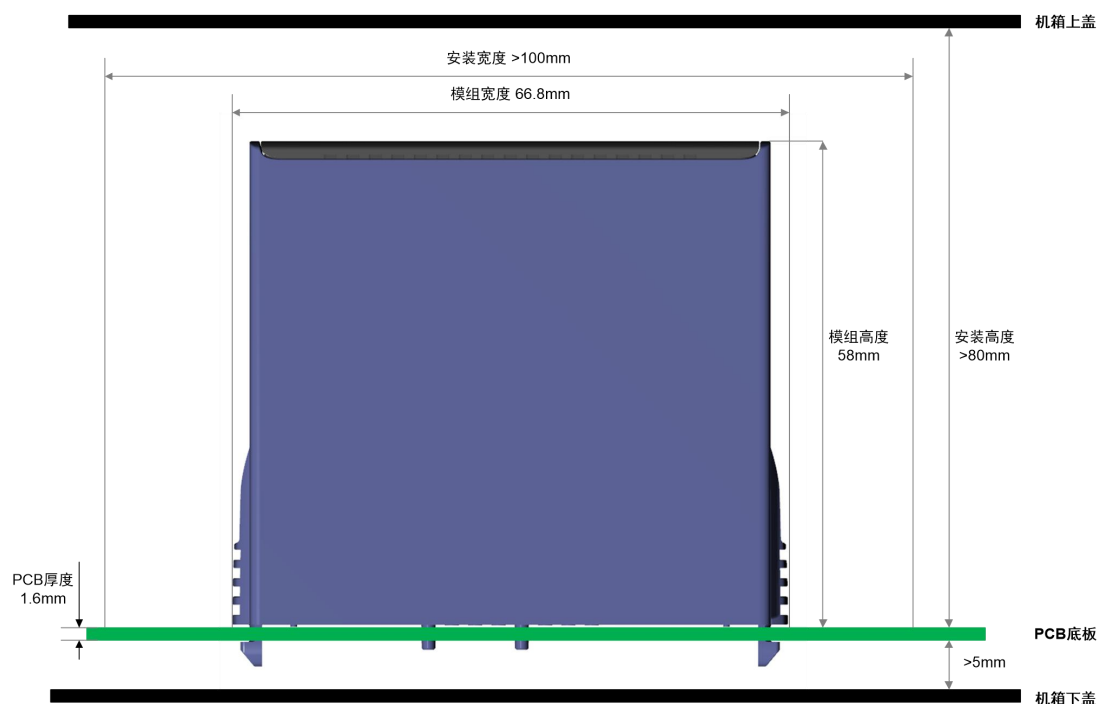


图 3.3 安全距离

### 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。

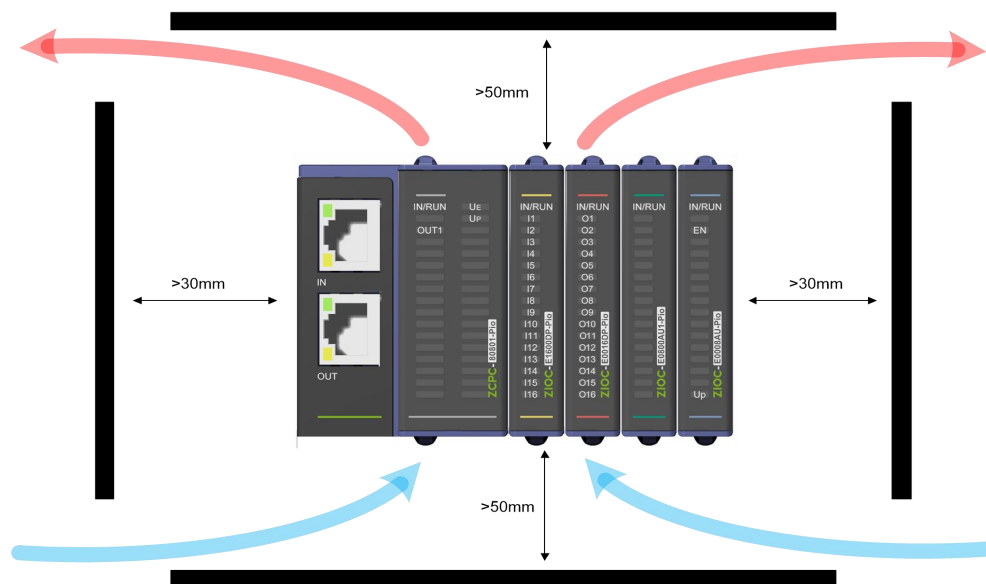


图 3.4 散热空间

4. 接口说明

4.1 信号排针

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 所示。一般需要根据此信号排针制作底板。

表 4.1 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<br>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<br>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 | NC       | NC       | Latch1/Latch2:默认 PNP 型数字信号输入<br>A1/B1:第一组单端脉冲输出<br>A2/B2:第二组单端脉冲输出 |
| 19 | 20 | NC       | NC       |                                                                    |
| 21 | 22 | NC       | NC       |                                                                    |
| 23 | 24 | NC       | NC       |                                                                    |
| 25 | 26 | NC       | Latch1   |                                                                    |
| 27 | 28 | NC       | Latch2   |                                                                    |
| 29 | 30 | A1       | B1       |                                                                    |
| 31 | 32 | A2       | B2       |                                                                    |
| 33 | 34 | GND Up   | GND Up   | 驱动电源<br>VCC Up:VCC 正极<br>GND Up: VCC 负极<br>SGND: 一般悬空，或连接金属外壳      |
| 35 | 36 | GND Up   | VCC Up   |                                                                    |
| 37 | 38 | VCC Up   | VCC Up   |                                                                    |
| 39 | 40 | SGND     | SGND     |                                                                    |

4.1.2 典型接线

图 4.1 是 ZIOC-E0002EQ1 的典型接线方式。



ZIOC-E0002EQ1

单端脉冲输出模块

DataSheet

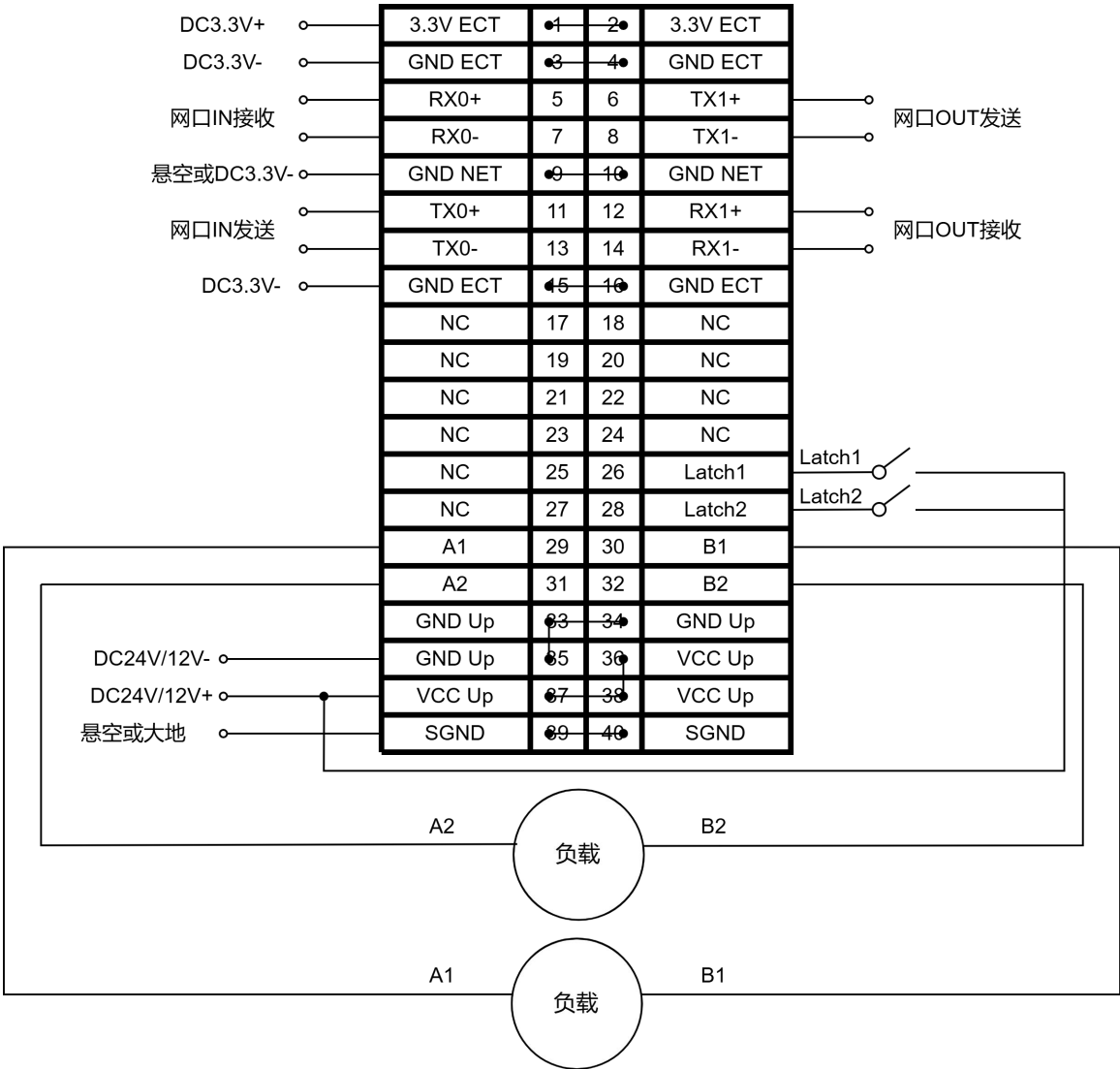


图 4.1 ZIOC-E0002EQ1 典型接线图

图 4.2 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，“VCC Up”是外设的供电电源，推荐使用两路隔离的 VDC 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行的。

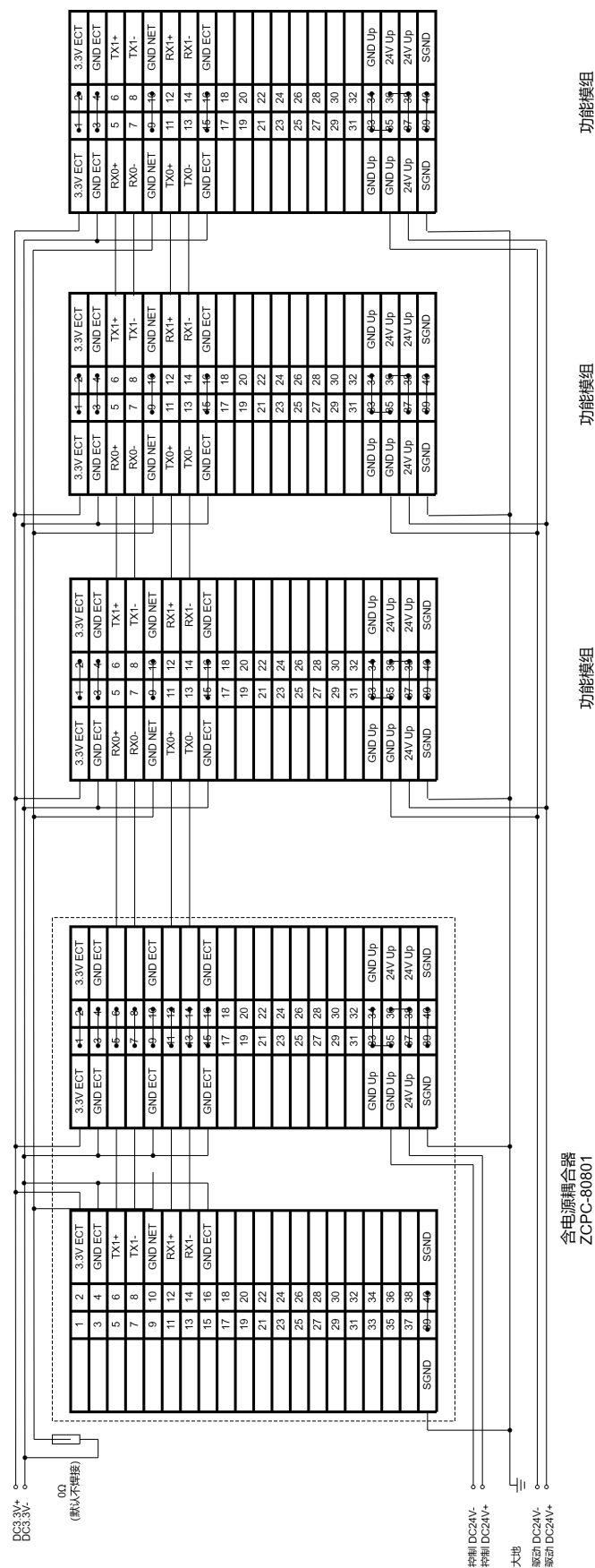


图 4.2 插板式模组级联图

4.2 指示灯

各 LED 指示灯的标识，如表 4.2 所示。

表 4.2 指示灯

| 标识  | 说明                                                                                                                     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RUN | EtherCAT 运行状态灯。<br>灭：设备处于 INIT 状态。<br>快闪：设备处于 PRE-OPERATION 状态。<br>慢闪：设备处于 SAFE-OPERATION 状态。<br>常亮：设备处于 OPERATION 状态。 |
| IN  | 输入端口的状态。<br>灭：无连接。<br>常亮：有连接，但无数据传输。<br>闪烁：有连接，有数据传输。                                                                  |
| O1  | A1 输出信号状态灯。<br>灭：无信号输出。<br>亮：有信号输出。                                                                                    |
| O2  | B1 输出信号状态灯。<br>灭：无信号输出。<br>亮：有信号输出。                                                                                    |
| O3  | A2 输出信号状态灯。<br>灭：无信号输出。<br>亮：有信号输出。                                                                                    |
| O4  | B2 输出信号状态灯。<br>灭：无信号输出。<br>亮：有信号输出。                                                                                    |

## 5. 功能使用

### 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 所示。

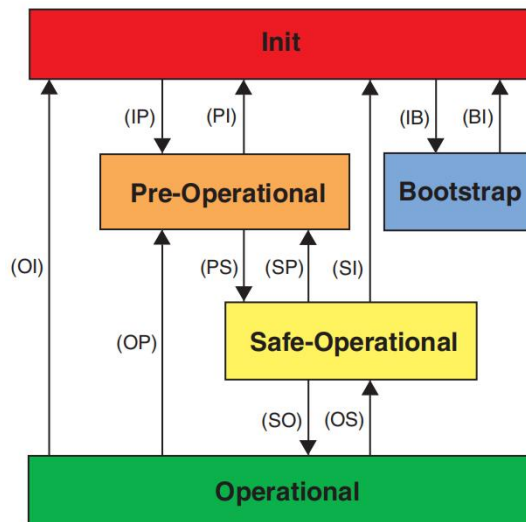


图 5.1 EtherCAT 状态机

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 PDO 过程数据对象字描述

PDO(Process Data Object)，即 EtherCAT 规范中的过程数据对象。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。

5.3.2 SDO 服务数据对象字描述

SDO(Service Data Object)，即 EtherCAT 规范中的服务数据对象。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 读写从站的 COE 对象字典，从而配置、监控、控制驱动系统等等。

5.3.3 SDO 和 PDO 对比

SDO 和 PDO 的对比如下表 5.2 所示。

表 5.2 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 系统的连接和功能实现上起到了关键的作用。

**注意，本产品必须搭配对应版本的 ESI 文件才能正常使用。若主站支持 EEPROM 更新，用户可以自行使用 ESI 文件自行更新至对应版本。**

## 6. FOE 固件升级

FOE(File Over EtherCAT) 服务是一种基于 EtherCAT 总线规范的文件传输机制，专为工业自动化场景设计，主要用于主站与从站设备之间的高效文件传输。

本模块提供 FOE 方式进行固件升级。升级包括一下三个步骤：

- (1) 在固件升级前，需要先将从站切换到 Bootstrap 状态。
- (2) 通过 FOE 下载服务，主站将升级固件发送到从站中，从站将自动接收并进行升级。
- (3) 从站重新上下电，查看固件版本，判断是否升级成功。

**注意：**在 FOE 升级过程中，请确保从站通信正常且不要断电，避免升级失败。

具体操作参考《【应用笔记】基于 TwinCAT 的 FOE 固件升级》

## 7. 故障诊断与排除



8. 装箱清单

模组在出货时，会装入以下的配件，如表 8.1 所列。

表 8.1 装箱清单

| 序号 | 名称  | 数量 | 单位 |
|----|-----|----|----|
| 1  | 模组  | 1  | 个  |
| 2  | 合格证 | 1  | 张  |

## 9. 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为用户呈现详实、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](http://www.zlg.cn)

欢迎拨打全国服务热线

400-888-4005

