

EM9308 系列产品说明书



图 1

声明:

此说明书版权归北京中泰联创科技有限公司所有。未经本公司授权，任何公司及个人不得以盈利目的进行复制、抄袭、翻译或传播。本公司对侵权使用说明书所造成的后果不承担任何法律责任。

订购产品前，请阅读说明书详细了解产品性能是否符合用户需求，本说明书描述了产品的基本功能，若客户有特殊要求需要增加其他功能，请与本公司工程师联系。用户应为安全使用本产品进行必要的配套设计。在涉及生命财产安全领域的应用中，用户应该有本产品无法正常工作时的应对措施，本公司不对用户设计上的缺陷承担责任。

安全使用常识:

- 使用前请务必仔细阅读产品说明书。
- 禁止带电插拔，以免瞬间冲击电压过大烧毁敏感元器件。
- 避免频繁开机，以免对产品造成损坏。

目 录

第一章 产品介绍	4
1.1 概述	4
1.2 特点	4
1.3 一般特性	5
第二章 安装说明	6
2.1 初始检查	6
2.2 跳线与端口分布图	6
2.3 跳线设置	6
2.3.1 USB 主从模式跳线 (JP1、J12、J13、J14、J15)	6
2.3.2 加载默认网络设置跳线说明	7
2.3.3 EEPROM 写保护跳线说明	7
2.3.4 AD 接线方式跳线 (S0~S7)	7
2.3.5 DA 输出范围跳线 (JD1~JD19)	8
2.3.6 9V 输出跳线 (JD19)	8
2.4 设备的安装	8
2.4.1 使用网络接口时硬件安装	8
2.4.2 使用网络接口时软件安装	9
2.4.3 使用 USB 接口时硬件安装	9
2.4.4 使用 USB 接口时软件安装	9
2.4.5 设置网络参数	13
第三章 连接与测试	15
3.1 管脚功能定义说明	15
3.2 模拟输入连接	16
3.2.1 模拟信号种类	16
3.2.2 单端模拟输入连接	17
3.2.3 差分模拟输入连接	17
3.3 可编程数字量输入连接	18
3.4 可编程数字量输出连接	19
3.5 光隔离数字量输入连接	19
3.6 光隔离数字量输出连接	20
第四章 原理说明	21
4.1 数据采集触发方式详解	21
4.1.1 采样时钟	21
4.1.2 触发信号	21
4.1.3 边沿触发	21
4.1.4 电平触发	22
4.2 电流测量原理	23
4.3 数字量接口电路	23
4.4 差分共模信号范围	24
4.5 满度误差	24
4.6 指示灯功能详解	24
4.6.1 红灯, 电源指示灯	24
4.6.2 绿灯, 运行指示灯	25
4.6.3 黄灯, 存储指示灯	25
4.7 DA 波形输出	26

第五章 编程说明	27
5.1 概述	27
5.2 示例程序	27
5.3 单次采集	28
5.4 高速采集	28
5.5 单次输出	28
5.6 高速输出	28
5.6.1 DA 自动定时输出	28
第六章 其它	30
6.1 包装清单	30
6.2 保修政策	30
6.3 更新记录	30

第一章 产品介绍

1.1 概述

EM9308 系列产品支持以太网接口和 USB 接口，它是高速并行、高精度数据采集设备，带有模拟输入（A/D）、模拟输出（D/A）、数字量输入、数字量输出以及离线采集等功能。本产品可以测量工业现场的电压、电流、基于桥路的传感器、扭矩等信号。

EM9308 系列产品功能差异表

型号	A/D 通道数	D/A 通道数	输入阻抗	输入信号种类
EM9308B	8	0	1M	电压
EM9308BI	8	0	249 Ω	电流
EM9308BD	8	8	1M	电压
EM9308BDI	8	8	249 Ω	电流
EM9308DA	0	8	/	/

1.2 特点

总线类型：以太网，USB

离线存储：建议使用 EM9316B-8

板载内存：256MB

数据缓冲区：64MB

模拟输入：

通道数：8 路（EM9308DA 除外）

接线方式：单端（默认）/差分（双端）跳线选择

采样方式：同步采集。

外触发：支持

触发脉冲宽度： $\geq 0.1\mu\text{s}$

最高采样频率：100KHz

连续采集：支持

分辨率：16 位

最大误差：电压方式下 0.02% 电流方式下 0.5%（可定制更高精度）

输入范围：

EM9308B/BD: $-10\sim+10\text{V}$, $-5\text{V}\sim+5\text{V}$ （程控选择）

EM9308BI/BDI: $-20\sim20\text{mA}$ （请参考 4.2 节，也可定制其它电流输入范围）

还可定制不同通道的电压电流组合。

输入阻抗：

EM9308B/BD 约为 $1\text{M}\Omega$

EM9308BI/BDI 为 249Ω

增益：1

滤波器：2 阶模拟抗混叠 + 最高 64 倍的过采样数字滤波器

模拟输出：

注意：只有 EM9308BD/BDI/DA 才有此功能。

通道数：8 路

分辨率：16 位

输出范围： $0\sim10\text{V}$ （出厂默认）， $0\sim5\text{V}$ ， $-5\text{V}\sim+5\text{V}$ ， $0\sim20\text{mA}$ ；可定制 $\pm 10\text{V}$

输出阻抗: 100 Ω

单通道电流驱动能力 (电压方式): 2mA

总电流驱动能力 (电压方式): 8mA

光隔离数字量输入(DI):

输入通道: 8 路

输入阻抗: 10K Ω

输入电压范围: 12V~24V (可定制成 5V 输入)

隔离类型: 光耦

隔离电压: 500V

光隔离数字量输出(DO):

输出通道: 8 路

电平方式: 5V~24V

单通道电流驱动能力: 20mA

总电流驱动能力: 100mA

隔离类型: 光耦

隔离电压: 500V

可编程数字量(DIO):

通道数: 16 路 (8 路 1 组可设置成输入或者输出)

电平方式: 5V CMOS (板载 1K 限流电阻)

输入阻抗: 10K (下拉)

单通道电流驱动能力: 5mA

总电流驱动能力: 20mA

供电电压:

供电电压范围: 直流 10V~25V

1.3 一般特性

功耗: 4 W

工作环境

环境温度: 0~55 $^{\circ}$ C (可定制宽温)

相对湿度: 10~90%无凝结

存储环境

环境温度: -20~70 $^{\circ}$ C (可定制宽温)

相对湿度: 5~95%无凝结

物理特性

外形尺寸: 213.9mm \times 114.55mm \times 38.2mm

净重:

第二章 安装说明

2.1 初始检查

打开包装后，请先核对包装清单，确认模块外观完好。在您用手接触模块之前，请先释放手上的静电。如需打开模块盒，请注意不要碰触内部电子元件。

2.2 跳线与端口分布图

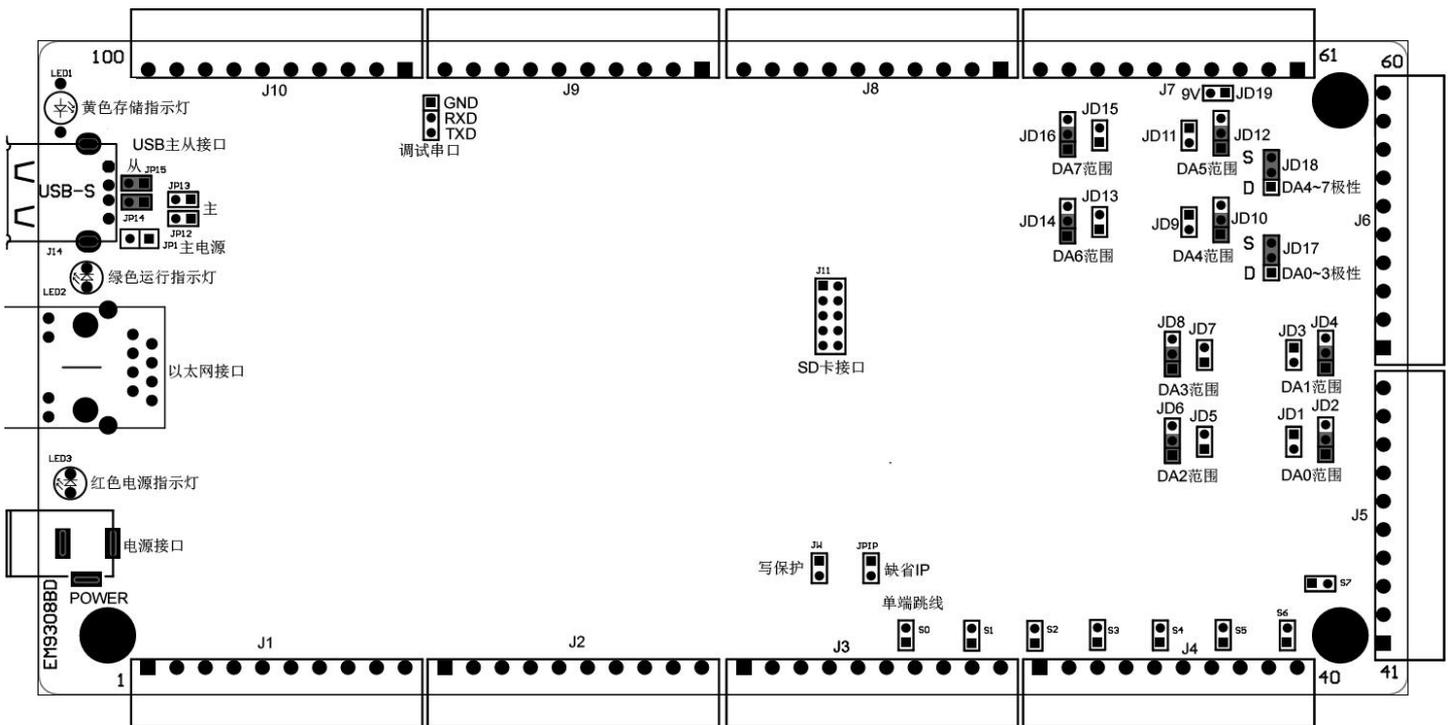


图 2-1 跳线与端口分布图

2.3 跳线设置

2.3.1 USB 主从模式跳线（JP1、JP12、JP13、JP14、JP15）

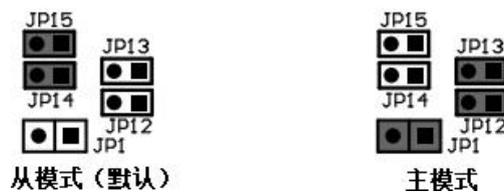


图 2-2 USB 模式跳线

USB 处于主模式时，USB 接口可连接 U 盘等存储设备。

USB 处于从模式时，主机可通过此接口从设备读取数据以及给设备供电。但是请注意在设备最大需要 800mA 电流，如果 USB 接口无法提供这么大的电流，仍然需要外供电，否则设备会工作异常。另外只使用 USB 供电时无法输出 9V。

2.3.2 加载默认网络设置跳线说明



图 2-3 网络设置跳线

出厂默认网络设置:

IP 地址: 192.168.1.126

子网掩码: 255.255.255.0

网关: 192.168.1.1

命令端口: 8000

数据端口: 8001

开路时, 加载用户的网络设置

短接时, 加载出厂默认网络设置

2.3.3 EEPROM 写保护跳线说明

本设备上有一个 EEPROM 记录了一些设备正常工作所需的资料, 在出厂调试完成后, 为防止误操作导致资料丢失, 调试人员会将 EEPROM 设置成禁止写入状态。



图 2-4 写保护跳线

开路时, 禁止写入; 短路时, 可以写入

注意: 本跳线用户一般用不到, 请保持禁止写入状态。

2.3.4 AD 接线方式跳线 (S0~S7)

此跳线作用只是将 AD-和 AGND 短接, 用户也可以断开此跳线, 在外部将 AD-与 AGND 短接实现单端采集。S0~S15 对应 AD0~AD7, 以 AD0 为例说明:



图 2-5 AD 接线方式跳线

2.3.5 DA 输出范围跳线 (JD1~JD19)

注意：只有 EM9308BD/BDI/DA 才有此功能。

JD1、2 对应 DA0；JD3、4 对应 DA1；JD5、6 对应 DA2；JD7、8 对应 DA3。

JD9、10 对应 DA4；JD11、12 对应 DA5；JD13、14 对应 DA6；JD15、6 对应 DA7；

JD17 决定 DA0~DA3，JD18 决定 DA4~DA7，输出是单极性还是双极性。

以 DA0 为例说明：



图 2-6 DA 输出范围跳线

2.3.6 9V 输出跳线 (JD19)

注意：只有 EM9308BD/BDI/DA 才有此功能。

为了方便用户使用 DA 电流输出，本设备可以提供 9V 电源输出，默认情况下跳线是断开的，9V 端口没有电压，跳线短路后端口将会输出 9V 电压，此时用户需要注意不要将 9V 电压和板卡上的任何地短路，否则可能会烧毁板卡。



图 2-7 9V 输出跳线

2.4 设备的安装

2.4.1 使用网络接口时硬件安装

外供电方式：供电电压范围是 10-25V。

方式 1：使用外供电接头（里正外负）将板卡与电源连接到一起。

方式 2：使用端子的 J10-9 (POW) 连接电源正极，J10-10 (GND) 连接电源负极。

注意方式 1 和方式 2 同时只能使用一种。

然后使用网口连接线将板卡与计算机连接到一起。

2.4.2 使用网络接口时软件安装

点击桌面的“网上邻居”---右键“属性”---“本地连接”---- 右键“属性”---“Internet 协议 (TCP/IP) --- 点击“属性”出现下图所示

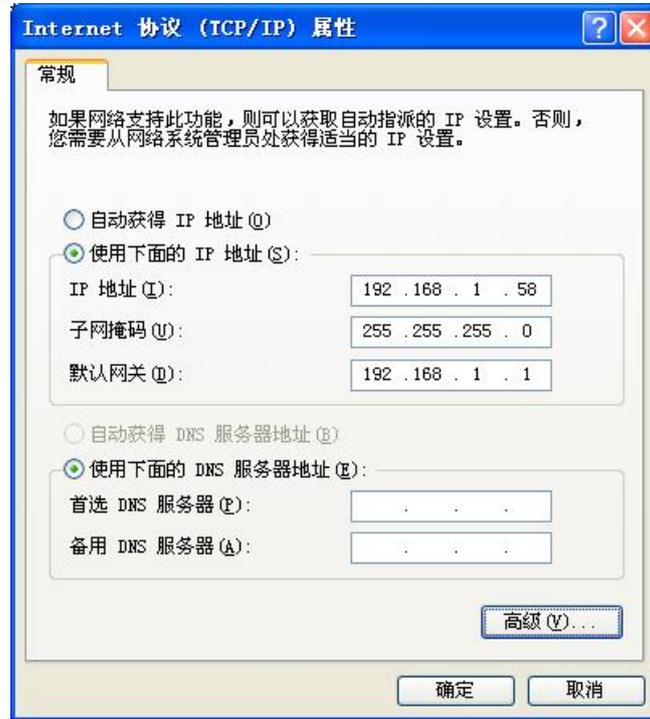


图 2-8

将 IP 地址：设置为 192.168.1.XXX（126 之外地址）；
用户也可以自己修改设备的 IP 地址。

2.4.3 使用 USB 接口时硬件安装

注意：当使用 U 盘作为离线采集媒介时，无法使用 USB 接口与计算机连接

请先安装驱动，然后使用 USB 连接线将板卡与计算机连接到一起。

请注意检查 USB 主从模式跳线 的设置是从模式，设备出厂时默认为从模式。

2.4.4 使用 USB 接口时软件安装

本设备内部使用嵌入式 linux 操作系统，可以使用 USB 虚拟网卡来使用 USB 接口，操作方法和使用网络接口完全一样。一般情况下，用户只要安装 EM9KUSBDirver.exe 就可以正确加载驱动并且识别 USB 虚拟网卡，但是在 windows11 操作系统下，系统可能会将设备识别成串口设备，一般如下图所示：



图 2-9

其中 COM16 断开设备 USB 接口时会消失，连接时会出现，说明 COM16 就是对应的采集模块，首先仍然时先安装 EM9KUSBDirver.exe，然后右键单机 COM16，选择更新驱动，稍等片刻后，会出现下面的界面，说明安装成功：



图 2-10

点击关闭按钮后调出运行界面（win+r）打开控制面板：

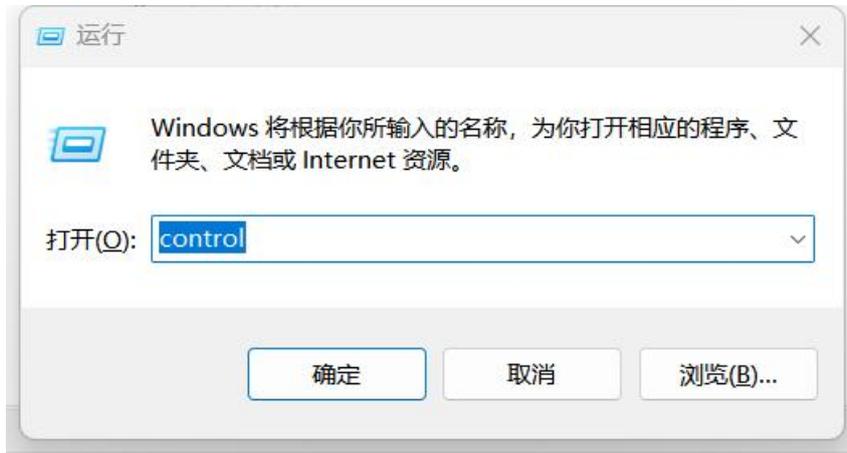


图 2-11

点击查看网络状态和任务：

调整计算机的设置

查看方式: 类别 ▾



图 2-12

选择更改适配器设置：



图 2-13

双击带有“USB Ethernet/RNDIS Gadget”字样的适配器：



图 2-14

点击属性后双击 TCP/IPv4:

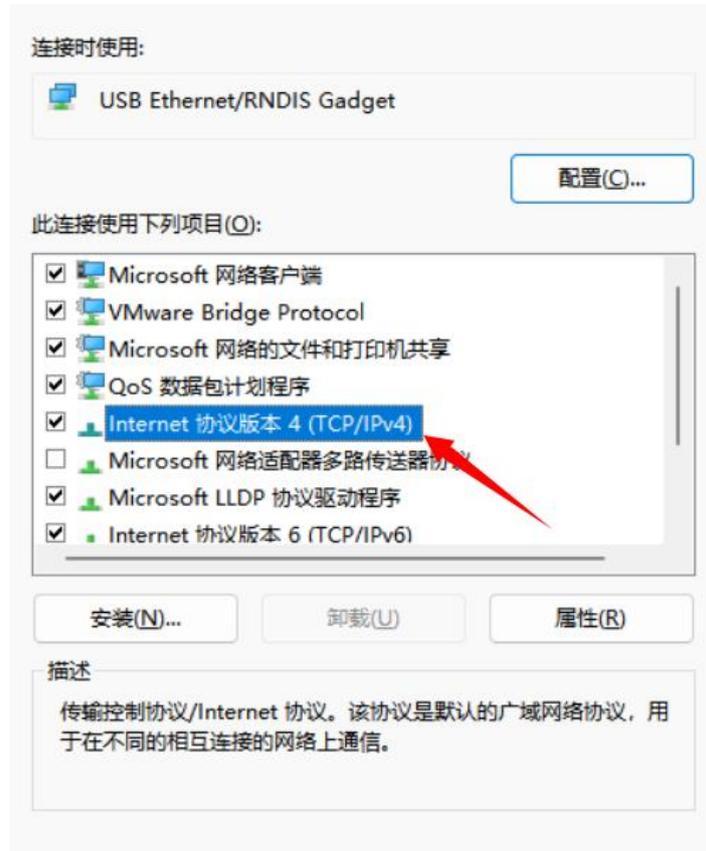


图 2-15

设置成和下位机 USB 接口在一个网段中（默认下位机是 192.168.3.1）

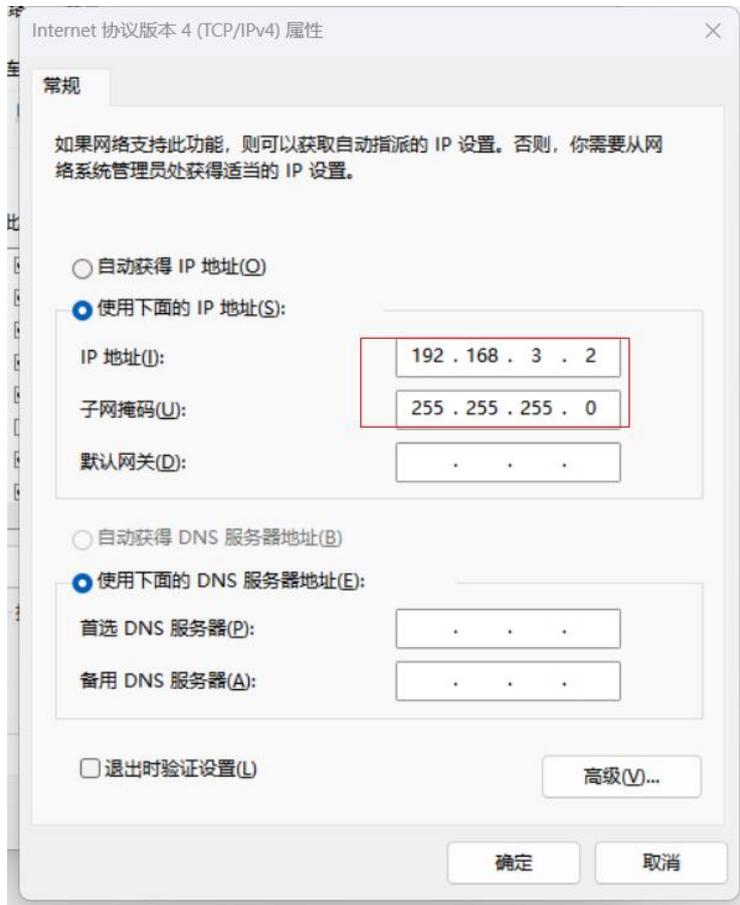


图 2-16

点击确定后在运行中输入 cmd，然后

ping 192.168.3.1

正确返回则设置成功：

```
C:\Users\DELL>ping 192.168.3.1

正在 Ping 192.168.3.1 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.3.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64
来自 192.168.3.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.3.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.3.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
```

图 2-17

下位机 USB 对应的网卡地址默认是 192.168.3.1，用户可以参考“2.4.5 设置网络参数”修改成其它地址，注意不要将设备以太网口和 USB 修改成同一个网段的地址，这样会造成地址冲突无法通讯，比如设备网口地址是 192.168.1.126，则 USB 接口的地址可以设置成是 192.168.x.1，其中 x 不能是 1。

2.4.5 设置网络参数

按照前面章节配置好软硬件后，请在网络浏览器的地址栏中输入：192.168.1.126，则会弹出类似下面的提示要求您输入用户名和密码（不同的浏览器提示会稍有不同），出厂时用户名和密码均为“admin”。

登录以访问此站点

http://192.168.1.126 要求进行身份验证

与此站点的连接不安全

用户名

密码

登录

取消

图 2-18 登录页面

输入正确的用户名和密码后点击登录，则出现下面的界面（不同的浏览器提示会稍有不同）：

EM9308B高速数据采集器

[主机状态](#) [外部存储管理](#) [离线采集配置](#) [查看数据](#) [系统设置](#) [管理员帐户管理](#) [系统更新](#)

主机状态

主机名: EM9308B
有线网络地址: 192.168.1.126
数据采集模式: 软件启动采集 (慢速采集)
外部存储器: 未安装
数据存储位置: 未设置 --> [设置](#)

重新启动

图 2-19 主机状态页面

点击“系统设置”连接，则出现下面的界面（不同的浏览器提示会稍有不同）：

系统设置

设置参数	数值	参数说明
系统时间	2025-03-04 10:07:34	EM9308B系统时间 <input type="button" value="与本机同步"/>
存储介质	<input type="text" value="0"/>	0: 没有存储介质; 1: 使用SD卡; 2: 优先使用USB存储器; 255: 表示读操作
搜索时间	<input type="text" value="5"/>	0~255: 存储介质搜索超时时间,以秒为单位
存储策略	<input type="text" value="1"/>	0: 使用系统文件缓存机制自动存盘; 1: 按存储时间间隔定时存盘
存储时间间隔	<input type="text" value="1"/>	1~65535: 表示时间间隔。
命令端口	<input type="text" value="8000"/>	用于与服务器通讯中传输控制命令的端口
数据端口	<input type="text" value="8001"/>	用于与服务器通讯中传输数据的端口
自动分配IP	<input type="text" value="0"/>	0表示固定IP, 1表示自动分配
自动分配等待时间	<input type="text" value="5"/>	以秒为单位, 最长不要超过60S
广播网络	<input type="text" value="0"/>	0, 使用有线; 1, 使用无线

有线网络设置

设置参数	数值	参数说明
IP地址	<input type="text" value="192.168.1.126"/>	有线网络IP地址
子网掩码	<input type="text" value="255.255.255.0"/>	有线网络子网掩码
网关	<input type="text" value="192.168.1.1"/>	有线网络网关
USB地址	<input type="text" value="192.168.3.1"/>	USB虚拟网卡地址

图 2-20 系统设置页面

此时可以更改模块的“IP地址”、“子网掩码”、“网关”、“端口号”等相关参数，更改完后点击“保存”按钮，将设备重新上电或者点击“重新启动”按钮后（注意要将 JPIP 跳线断开），可以使用 ping 命令测试新的 IP 地址，如果 ping 命令可以返回数据，则说明更改成功。如果忘记设置的 IP 地址，也可以通过将 JPIP 跳线短路来获得默认 IP 地址，从而进行设置。

第三章 连接与测试

3.1 管脚功能定义说明

请对照图 2-1 查看端子分布

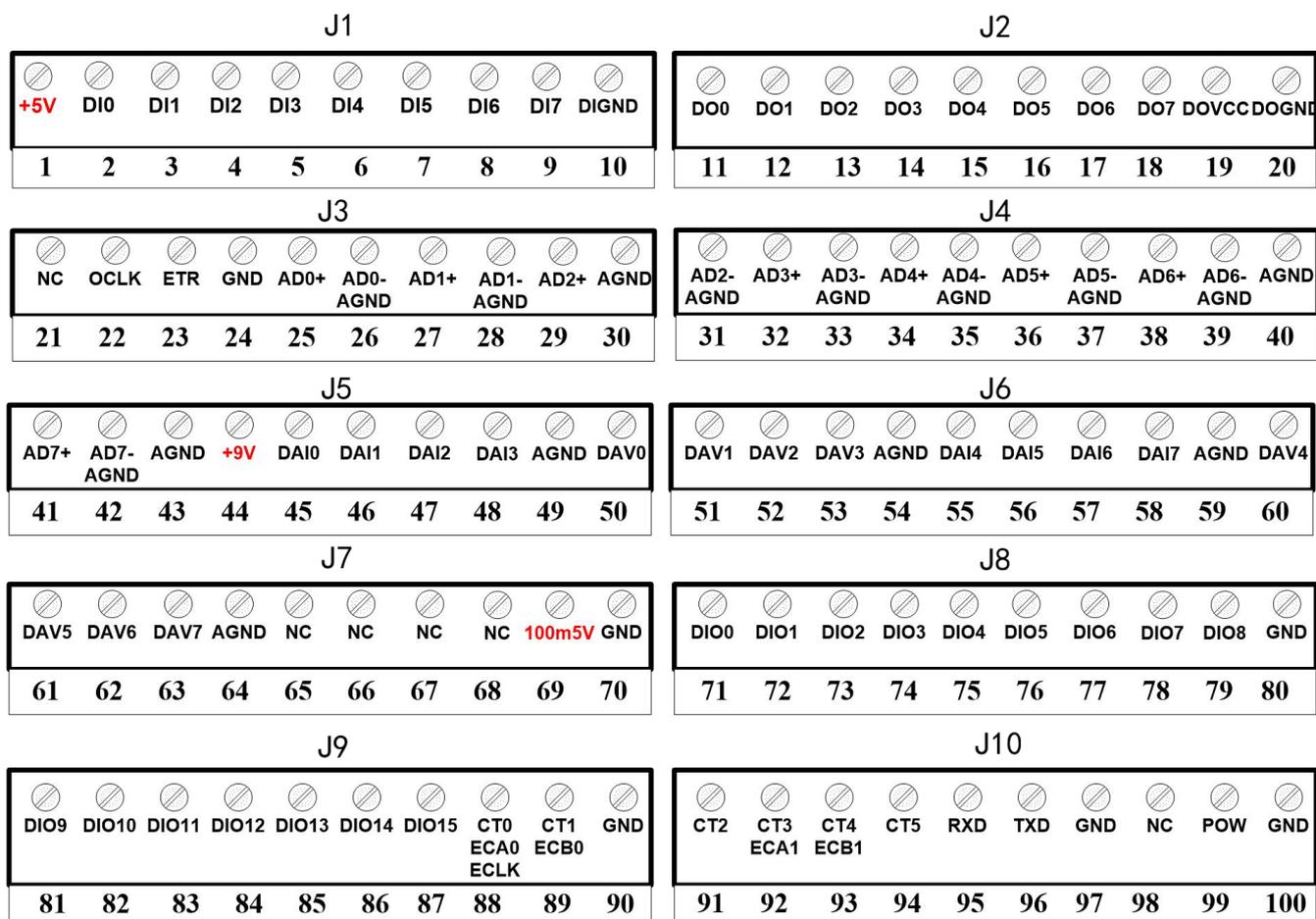


图 3-1 管脚功能定义图

管脚信号名称	管脚功能定义
AD0+~AD7+	模拟信号输入正端
AD0-~AD7-	差分模拟信号输入负端，单端跳线短路后就是 AGND
DO0~DO7	隔离数字量输出端
DOVCC	隔离数字量输出供电端，需要接入用户电源
DOGND	隔离数字量输出供电地
DI0~DI7	隔离数字量输入端
DIGND	隔离数字量输入地（共阴端）
CT0~CT5	计数器输入端（需定制，目前不支持）
ECA0~ECA1	编码器 A 相输入（需定制，目前不支持）
ECB0~ECB1	编码器 B 相输入（需定制，目前不支持）
DIO0~DIO15	可编程数字量输入/输出端
ECLK	外时钟输入端
ETR	外触发输入端

NC	空脚（请不要连接任何接线）
AGND	模拟地
GND	数字地
+5V	输出高电平电压信号，此信号是板上 5V 电源通过 1K 电阻引出
+9V	注意：只有 EM9308BD/BDI/DA 才有此功能。 在 JP11 短路后此管脚将输出 9V 电压，可用于 DA 电流输出用
DA10~DA17	注意：只有 EM9308BD/BDI/DA 才有此功能。 DA 电流输出，需要将 DA 跳线跳成电流输出，需要给负载提供 9~24V 上拉电源。
DAV0~DAV7	注意：只有 EM9308BD/BDI/DA 才有此功能。 DA 电压输出，需要将 DA 跳线跳成电压输出
100m5V	5V 电源输出，最大输出电流 100mA，和 DIO 配合可以测量干接点
POW	10~24V 供电端，用户可以使用板卡侧面圆头供电，也可以使用此端子供电， 注意二者不要同时连接电源。

3.2 模拟输入连接

3.2.1 模拟信号种类

不同种类的信号源要使用不同的连接方法，如果使用了错误的连接方法，轻则增加噪声干扰，重则无法采集正确的数据，在极端情况下甚至会导致设备损毁。信号源大体上分为**接地**和**浮动**两种，下面分别介绍这两种信号源：

3.2.1.1 接地信号源

信号负端与系统接地端（大地）相连的信号源就是**接地信号源**。一般情况下，通过墙上三插接口直接供电的信号源为接地信号源，例如波形发生器；有一些信号源虽然是三插接口供电，但是其内部做了隔离处理，最终信号输出并没有接地，这就属于**浮动信号源**。可以通过测量三插插头的接地端（一般是中间那个）和信号负端是否短路来判断是否为接地信号源。

当接地信号源引线较长时（一般超过 3 米）或者信号幅值较低时（一般小于 1V），建议使用差分（双端）方式测量。具体接线方式请参考下面“**差分模拟输入连接**”里的方法二。

3.2.1.2 浮动信号源

浮动信号源又称为浮接信号源、浮地信号源或者无参考信号源。信号正负端点都不与系统接地端（大地）相连的信号源就是**浮动信号源**。热电偶、隔离运放、变压器或者变压器供电的设备，电池或者电池供电的设备等都属于浮地信号源。

在信号源引线不是很长或者信号幅值较高的情况下，可以使用单端方式测量浮动信号源，具体接线方式请参考下面的“**单端模拟输入连接**”

在使用双端（差分）方式测量浮地信号源时，要确保信号相对于测量系统接地的共模电压在测量设备的输入范围内。诸如现场干扰、放大器输入偏置电流等因素均会使浮地信号源的电压超过采集设备的输入范围。因此浮地信号源在连接双端输入采集设备时，通常需要使用一个电阻将信号负端和采集设备的模拟地相连接。具体接线方式请参考下面“**差分模拟输入连接**”里的方法一。

3.2.2 单端模拟输入连接

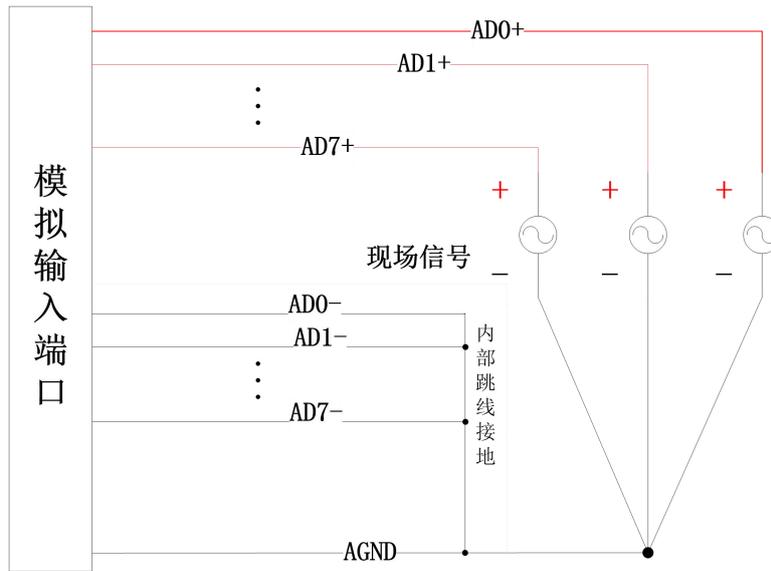


图 3-2 单端模拟输入连接图

注意事项:

1. 输入信号管脚悬空容易引入现场干扰，建议将不使用的输入信号管脚与模拟地短路。
2. 信号源距离采集设备较远或者信号幅度较低时使用单端接法会引入较大的干扰。

3.2.3 差分模拟输入连接

方法一：绝大部分信号源均可以使用这种方法，如果用户对抗干扰性有较高要求，请确认供电与信号种类后使用方法二。

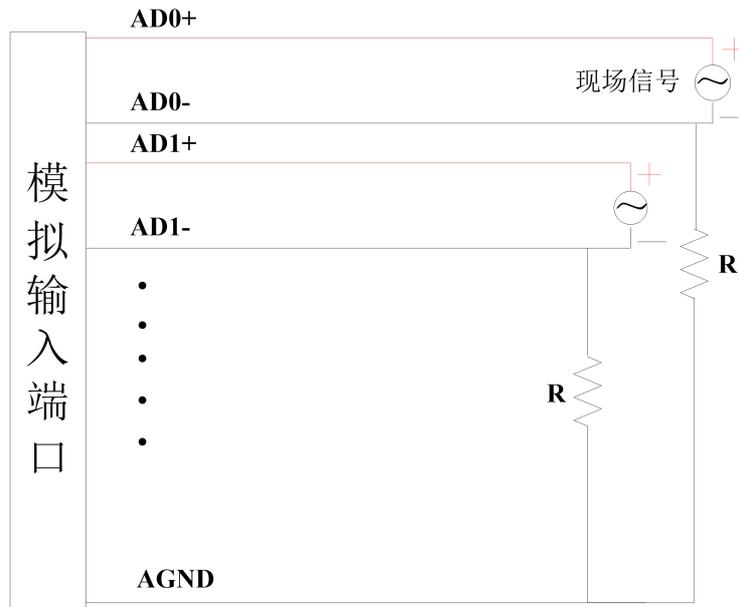


图 3-3 差分模拟输入连接方法 1

R 为接地电阻，其取值范围为 10~100K 之间，一般使用 10K 电阻即可，具体请根据现场环境自行选用。

方法二：此方法只适用于接地信号源，经验丰富的工程人员在充分了解自己系统的供电和信号种类时可以使用这个方法，否则可能无法正确采集到信号。

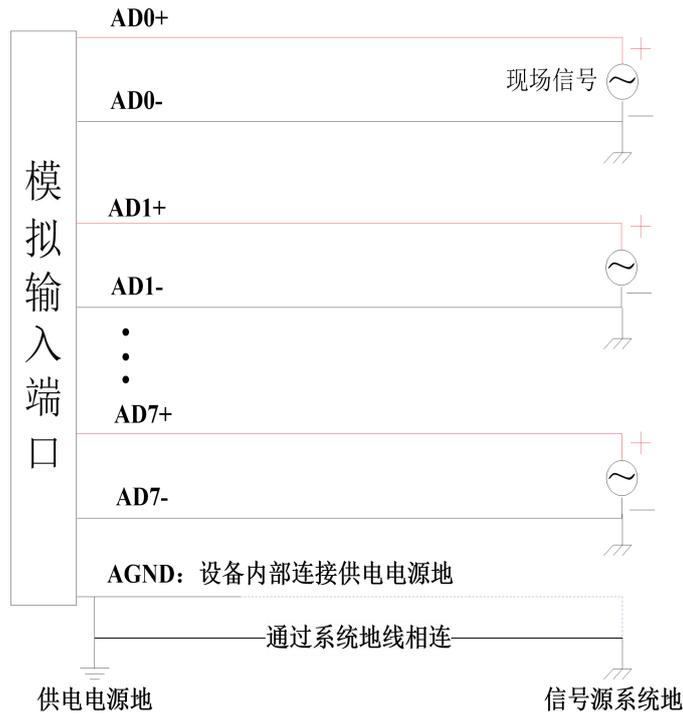


图 3-4 差分模拟输入连接方法 2

有一些电源的输入系统地和输出地没有连接到一起，使用这种电源供电时需要用户将供电电源地和信号源系统地连接到一起。否则将因采集设备与信号源没有共同的参考而无法获得正确的采集结果。根据不同的现场情况，可以将供电电源地与系统地相连接，也可以将 AGND 与信号源系统地相连接；哪种连接方式受到的噪声干扰小，就可以使用那种连接方式。

注意事项：

1. 测量接地信号源时，不要在靠近模拟输入端口处将 AGND 直接与信号输入负端相连，在现场环境比较恶劣的情况下会串入较大的接地噪声。
2. 差分输入时端口共模信号电压不能过大，详见 4.4 节

3.3 可编程数字量输入连接

首先要确保在软件中将对应组开关量方向设为输入方可接入电压信号，本设备方向默认为输入。

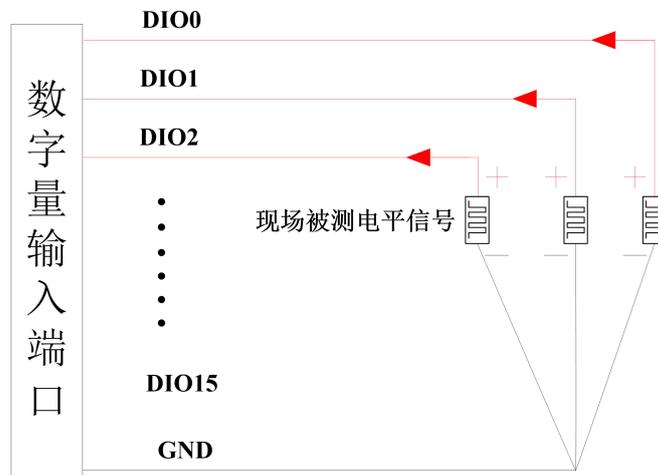


图 3-5 开关量输入接线示意图

注意：信号电压不能高于 5V，否则会造成设备损坏。

3.4 可编程数字量输出连接

请先在软件中将对应组开关量方向为输出才能产生控制信号



图 3-6 开关量输出接线示意图

3.5 光隔离数字量输入连接

本设备的 DIO~DI7 是光偶输入的信号正端，DIGND 是信号负端，使用光偶芯片，用户接线方法见下图：

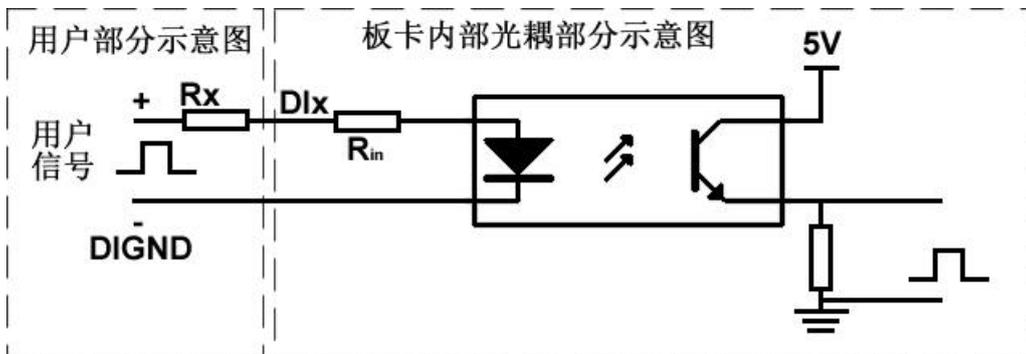


图 3-7 光隔离数字量输入连接

本设备有 10K 限流电阻 R_{in} ，用户信号如果小于 12V，可以联系我司更换限流电阻。当使用 12~24V 电压的时候可以串联 R_x ，如果大于 24V，则需要串联 R_x ，保证通过 R_{in} 的电流不超过 2mA。

3.6 光隔离数字量输出连接

本设备的 D01~D08 是光耦输出器件，DOVCC 为用户提供的供电电源，主要是为了驱动感性负载时将内部的二极管并入电路，这样可以在输出关断时为电流提供释放回路，防止光耦损坏。用户接线方法见下图：

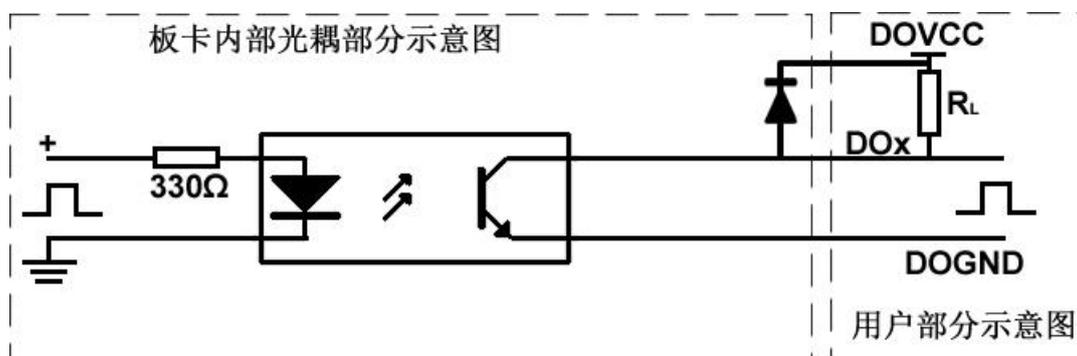


图 3-8 光隔离数字量输出连接

其中 R_L 是负载电阻，如果需要提供电流驱动负载，则使用负载代替 R_L ，本卡单通道最高可以提供 20mA 的电流。如果仅仅是为了获得高低电平，则 R_L 可以是 10K 的电阻。

注意：必须要确保有限流电阻或者等效的负载电阻，如果电压直接连接到 DOx 上，有可能会造成无法维修的损坏。

第四章 原理说明

4.1 数据采集触发方式详解

4.1.1 采样时钟

采样时钟是决定采样频率的周期性脉冲，在采样开始后，每次采样时钟脉冲的上升沿到来时，设备都会进行一次数据转换。

本设备支持内部和外部两种采样时钟源。使用内部时钟时，采样时钟由设备自身生成，采样频率由用户通过软件设定；使用外部时钟时，采样时钟由用户通过外时钟引脚(ECLK)接入，采样频率由外部输入时钟的频率决定。

4.1.2 触发信号

触发信号决定何时开始采样，当触发信号满足条件时，设备开始按照采样时钟设定的频率进行数据采集。触发信号根据触发方式的不同，可以是电平，也可以是脉冲，**脉冲宽度不能小于 0.1 μ S**。

本设备支持内部和外部两种触发信号源。使用内部触发信号时，用户通过设置启停信号的高低来控制开始和停止采样的时间；使用外部触发信号时，用户需要先在外触发引脚（ETR）接入触发信号，然后将启停信号设置为高电平，这样当外触发信号满足启动条件后设备开始采样。

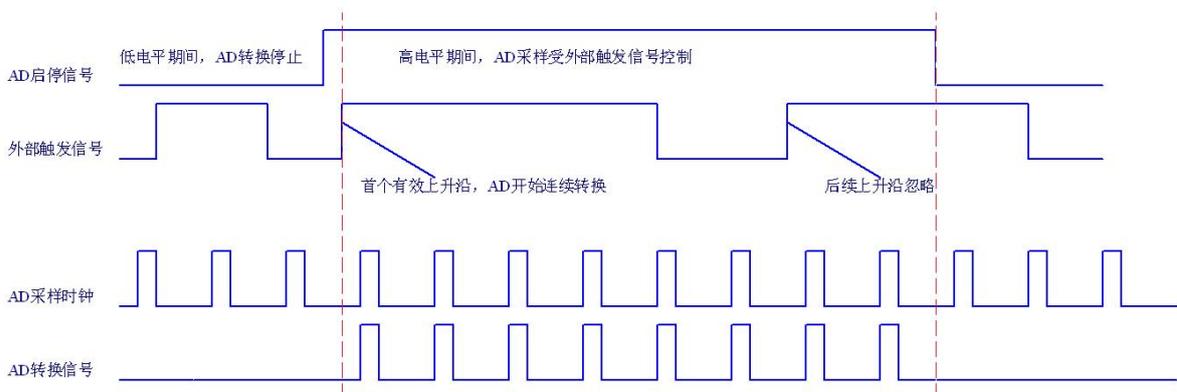
后面的小节将详细介绍各种外触发方式。

4.1.3 边沿触发

使用外触发信号的上升沿或者下降沿作为触发条件，来决定设备是否进行采集。下面以上升沿为例说明当满足触发条件后设备的采集情况。

1.连续采集

将“外触发采集组数”设成 0，然后将启停信号设为高电平，在外触发信号上升沿到来后，设备将按照采样时钟的频率开始采集数据，直到启停信号被设为低电平，设备停止采集。

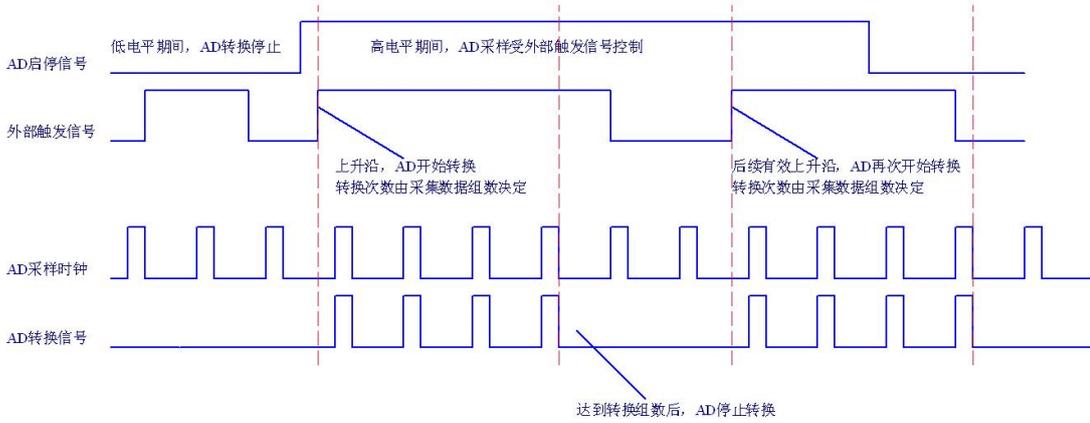


上升沿触发图例（采集数据组数为0）

图 4-1 外触发边沿方式连续采集波形图

2.采样固定组数

将“外触发采集组数”设成大于 0 的值，这个值称为“组数”，然后将启停信号设为高电平，在外触发信号上升沿到来后 AD 将按照采样时钟的频率开始采集数据，采样到指定组数后暂停采集，等到下一次上升沿到来后继续采集指定组数的数据。将启停信号设为低电平后，外触发信号不会引发采集。



上升沿触发图例（采集数据组数为4）

图 4-2 外触发边沿方式指定组数波形图

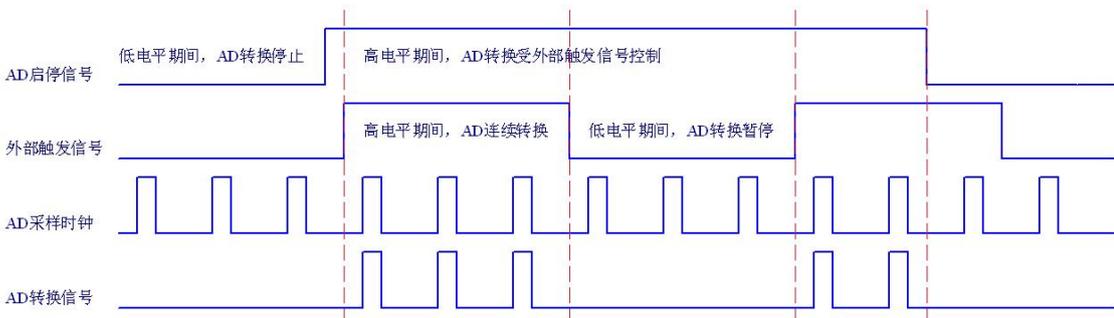
组数：“组”是指每次采样时钟到来后进行采样的通道数，这样每次外触发信号到来后设备的总采样数是“外触发采集组数*采样通道数”，比如设定全部 16 路 AD 使能，外触发采集组数设成 4，则每次外触发信号到来后，设备将采样 64 个数据（16*4）。

下降沿触发的原理和上升沿触发相同。

4.1.4 电平触发

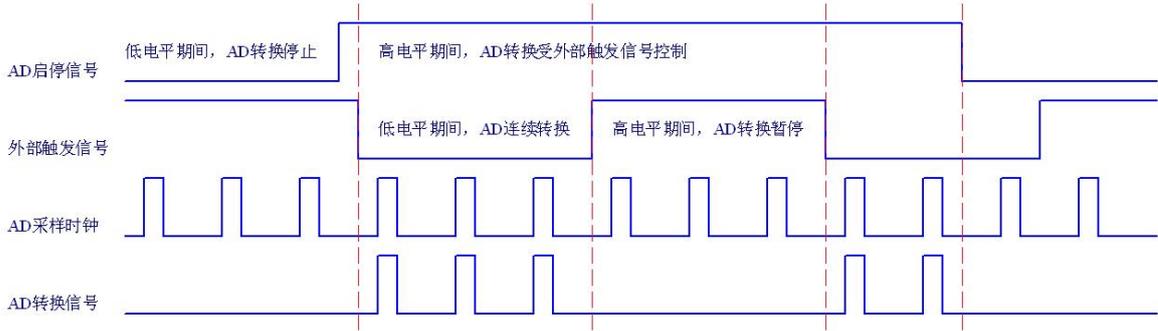
使用外触发信号的高电平或者低电平作为触发条件，来决定设备是否进行采集。下面以高电平为例说明当满足触发条件后设备的采集情况。

将启停信号设为高电平后，若外部触发信号为高电平，则 AD 按照采样时钟的频率连续采样。若外部触发信号为低电平，AD 暂停采样。将启停信号设为低电平后，AD 采集处于停止状态，外触发信号不会引发 AD 采集。



高电平触发图例

图 4-3 外触发高电平波形图



低电平触发图例

图 4-4 外触发低电平波形图

当使用电平方式时，“外触发采集组数”设定无效。

4.2 电流测量原理

本设备在测量 0~20mA 时，使用的是±5V 测量范围。电流信号通过板上 249Ω 精密电阻转换为电压信号。只有用户在订货时说明是要测量 0~20mA 信号，设备出厂时才会加装精密电阻。

本设备使用的电阻精度为千分之一，因此本设备在测量电流信号时的绝对精度就是千分之一，如果用户希望更高精度的电流测量，可和销售人员联系说明情况定制。

4.3 数字量接口电路

本设备 DIO0~7 和 DIO8~15 各使用一片 74LVC8T245 作为缓冲，使用 5V 供电，因此可以提供 5V CMOS 电平。它的原理如下：

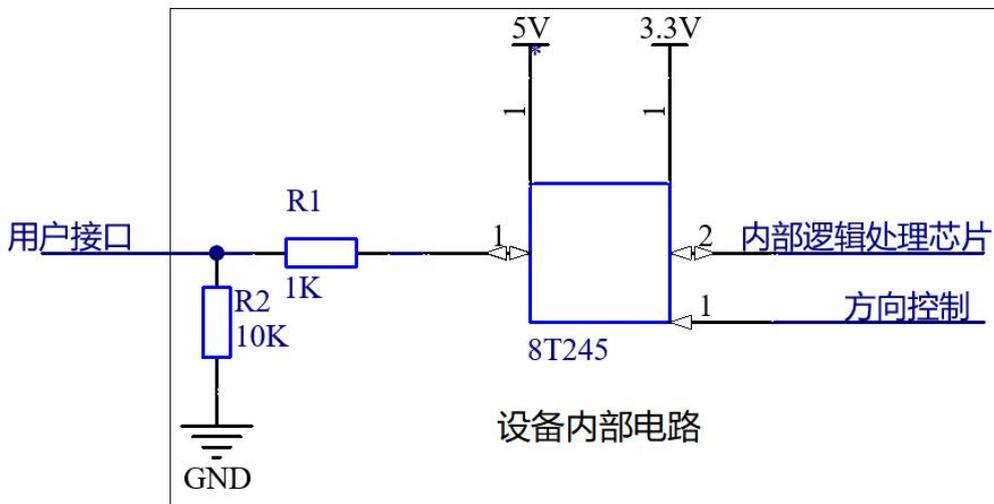


图 4-5 DIO 接口原理图

4.4 差分共模信号范围

本设备受 AD 芯片限制，差分方式输入时，ADx+和 ADx-信号对地幅值有一定的要求。在±10V 输入时，最大电压 V_{max+} 不得超过 7.5V，最低电压 V_{max-} 不得低于-7.5V。在±5V 输入时，最大电压 V_{max+} 不得超过 2.5V，最低电压 V_{max-} 不得低于-2.5V。

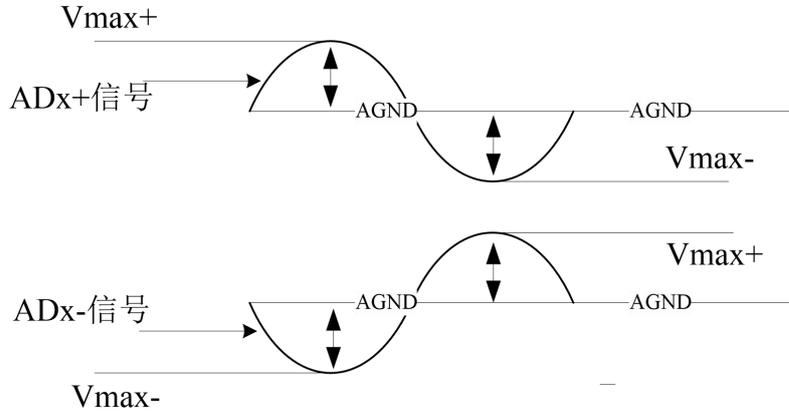


图 4-6 差分信号输入示意图

4.5 满度误差

本设备使用的 AD 芯片在输入接近满量程电压时，有可能会在略小于满度电压的时候到达码值的最大值，因此会比测量范围略小，比如±10V 范围内，输入信号到达 9.995V 后就达到最大值，9.995V 以上的电压都返回 9.995V，这个误差我们称为满度误差，一般小于 10mV，如果用户需要测量到接近满度电压 10mV 以内的电压值，可与我公司技术人员联系获取解决方案。

4.6 指示灯功能详解

指示灯位置如下：



4.6.1 红灯，电源指示灯

电源灯，设备加电后此灯常亮

4.6.2 绿灯，运行指示灯

a. 1S 频率闪烁

表明设备已经进入工作状态，还没有用户连接设备，此时可以对下位机进行操作。

b. 常亮

表明有用户连接设备，但是硬件控制采集（高速采集）没有开始

c. 小于 0.5S 频率闪烁

开始硬件控制采集后根据采集速度闪烁，闪烁速度越快表明采集速度越快。

d. 熄灭

加电 30S 后绿色指示灯仍然处于熄灭状态，则说明产品有问题，需要返厂维修。

4.6.3 黄灯，存储指示灯

a. 熄灭

设备没有或者没有识别到存储体

b. 常亮

设备识别到存储体

c. 1S 闪烁

正在存盘

4.7 DA 波形输出

本设备有两组 DA（DA0~DA3 一组，DA4~DA7 一组），分别拥有 512KB 缓冲区，因此可以实现定时输出，只要在缓冲区里填充不同的设定值，可以输出任意波形。两组 DA 可以设置不同频率，每组 DA 的四个通道输出频率只能设置成一样的。每组 DA 输出是同步的，两组 DA 输出不同步，也就是输出相同波形会有相位差，如果用户需要 8 路 DA 同步输出，可联系我公司定制实现。

下面首先明确几个名词的定义：

使能通道：允许指定 DA 通道使用缓冲区中的数据，只有使能的 DA 通道才会从缓冲区中读取数据

循环字节数：启动 DA 自动输出后，DA 芯片将会从缓冲区中读出**设定值**设置 DA **输出值**，读取循环字节数后就会从头开始读，每次 DA 都要从缓冲区中读取能够满足所有使能通道所需的数据量，循环字节数设定有如下限制条件：

1. 必须是使能通道数*2 的整数倍，其中的 2 是因为每个 DA 数据占用 2 个字节。
2. 必须是 16 的整数倍。
3. 最大设定值是 1*512*1024(512KB)。

循环输出缓冲区：它是 DA 缓冲区的一部分，大小就是循环字节数，DA 将会从此缓冲区中循环读取**设定值**来设置**输出值**。

循环个数：指每个通道在循环缓冲区中的数据个数。

$$\text{循环个数} = \text{循环字节数} / \text{使能通道数} / 2$$

输出频率：每组 DA 的使能通道数量共用一个输出频率，输出频率/使能通道数量，就是 DA 输出时钟脉冲的频率，所有使能通道是同步输出的。在启动 DA 输出，并且 DA 缓冲区内数据字节数达到循环字节数后，每一个输出时钟脉冲将会导致 DA 从缓冲区内读出使能通道个**设定值**设定 DA **输出值**。例如输出频率设置为 100KHz，使能了本组内所有 4 路 DA，则每路 DA 的输出频率是 100/4=25KHz。

波形周期：DA 输出一次所有循环输出缓冲区中的数据所需时间，波形周期计算公式如下：

$$\text{波形周期} = \text{循环个数} / \text{输出频率} * \text{使能通道数量}$$

幅值系数：幅值系数和 8192 的比值，可以确定将 DA 设定值缩小的程度，详见下面的输出值计算公式。

直流偏移：DA 输出波形时，会围绕某一个固定值上下震荡，这个固定值就称为**直流偏移**

校准值：为保证输出波形可以围绕直流偏移值上下震荡而传递给设备的寄存器值，详见下面的输出值计算公式。

设定值：循环缓冲区中填充的值，设定值和输出值的关系请见下面的公式。

输出值：指最终传递给 DA 的原码值，DA 芯片会将此原码值转换成电压或者电流值。

$$\text{校准值} = \text{直流偏移} - \text{直流偏移} * \text{幅值系数} / 8192 \quad (\text{校准值计算公式, 校准值传递给设备})$$

$$\text{输出值} = \text{设定值} * \text{幅值系数} / 8192 + \text{校准值} \quad (\text{输出值计算公式, 设备计算出输出值})$$

目前本设备只支持自动波形输出方式，也就是在 DA 循环输出缓冲区填满后，DA 自动从缓冲区中读出数据循环设置输出值。可以通过调整输出频率和幅值系数的方式来改变输出波形的频率和幅值。

本设备使用 8192 作为 DA 输出值的缩小基准，因此在 10V 范围内，最小粒度是 10/8192 (V)，再加上 DA 输出的固有误差，因此最大误差范围在 4mV 左右，如果想要获得大于 4mV 的精度，则在自动输出的时候不能够动态改变幅值，原始波形的幅值精度将在 2mV 以内。

第五章 编程说明

5.1 概述

可以使用通用共享库 `ztdaq` 来操作本设备，`ztdaq` 是我公司为了简化用户编程而编写的共享库文件，共享库封装了操作采集卡所需的全部函数。在《`ztdaq` 共享库使用手册》（后面简称**使用手册**）文档中有详细的使用说明，下面几节将介绍本设备的具体功能所对应的**使用手册**章节。

在 windows 下，用户需要将 `ztdaq.dll` 放到应用程序目录下，`em9308dev.dll` 放置到应用程序的 `ztdevice` 目录下。

在 linux 下，请将 `libztdaq.so` 放到 `/lib` 目录下，`em9308dev.so` 放到应用程序的 `ztdevice` 目录下，有可能需要先编译对应库文件，具体请看**使用手册**。

5.2 示例程序

本设备需要的所有示例程序均在 `ZTDaqDll` 压缩包中，和本设备相关的目录结构与说明如下：

在 windows 下，可以直接使用 VS2022 打开 `ZTDaqDll.sln` 工程文件浏览

`ZTDaqDllVXXXXXXXXXX.zip` `VXXXXXXXXXX` 表示版本号，会随版本升级不断变动

```

|----CPP_Demo C++示例程序
|-----NetADClkRead 模拟量输入定时采集示例程序
|-----NetADReadOnce 模拟量输入量单次采集示例程序
|-----NetDAClkAuto 模拟量波形输出示例程序
|-----NetDAWriteOnce 模拟量单次输出示例程序
|-----NetDIReadOnce 开关量输入单次采集示例程序
|-----NeDOWriteOnce 开关量单次输出示例程序
|-----NetIOReadOnce 可编程开关量单次采集示例程序
|-----NetIOWriteOnce 可编程开关量单次输出示例程序
|-----NetVCTest1 使用 VS2022 编写的有界面的测试程序源程序
|-----public.h 设备信息宏定义，取消掉对应设备的注释则示例程序重新编译后就可以操作相应设备
|----device 设备动态库源程序
|-----em9308dev EM9308 动态库源程序
|----Release 32 位发布模式输出目录，里面包含 32 位必要库文件和头文件，用户可以直接拿来使用
|-----NetVCTest1.exe 测试程序，可用于测试 EM9308
|-----ztdevice 设备共享库目录，包含了具体设备的共享库
|-----ztdaq.dll ztdaq 通用库文件
|-----ztdaq.lib ztdaq 导入库文件
|-----ztdaq.h ztdaq 函数声明文件
|-----ZT_Type.h ztdaq 类型声明文件
|----tools 一些工具性代码
|----x64 64 位输出目录
|-----Release 64 位输出目录，里面包括 64 位必要库文件，头文件可以使用 32 位发布里面的
|-----NetVCTest1.exe 64 位测试程序
|-----ztdevice 64 位设备共享库目录，包含了具体设备的共享库
|-----ztdaq.dll ztdaq 64 位通用库文件
|-----ztdaq.lib ztdaq 64 位导入库文件
|----ZTDaqDll ztdaq.dll 的源程序
|----clear.bat 清理编译过程文件，减小目录体积

```

|----ZTDAQDll.sln VS2022 的项目管理文件

5.3 单次采集

单次采集就是调用函数返回一次采集结果，采集间隔由用户程序控制，由于应用程序使用计算机软件时钟作为采集间隔，所以会受到系统定时不准确的影响导致采集时间间隔不准确，但是它可以马上返回数据，对于需要实时控制的应用会有更好的响应，一般响应时间可以达到 1~10mS，具体和操作系统有关。

本设备支持单次采集 AD、开关量输入和可编程开关量输入

单次采集 AD：请参考 NetADReadOnce 示例程序，本设备 AD 原码值是 16 位整型，因此 ZTDAQ_AdReadOnce 函数中的 adCode 参数对应的是有符号 16 位整型数组。

开关量输入：请参考 NetDIRedOnce 示例程序

可编程开关量输入：请参考 NetIOReadOnce 示例程序

5.4 高速采集

高速采集只是相对于单次采集的一种叫法，实际它的采集速度未必比单次采集更快，但是由于高速采集是受到采集卡硬件时钟控制，所以采集间隔会比较准确，精度可以达到微秒级。它先将数据放到缓冲区中，积攒一批数据上传一次，因此它虽然可以获得频率较高的采集数据，每批数据的间隔往往是几十毫秒。

本设备目前只支持 **AD 高速采集**，请参考 NetADC1kRead 示例程序

5.5 单次输出

单次输出就是调用函数输出一次，时间间隔由用户程序控制，由于应用程序使用计算机软件时钟作为采集间隔，所以会受到系统定时不准确的影响导致输出时间间隔不准确，但是它可以马上输出数据，适合于需要实时控制的应用，一般响应时间可以达到 1~10mS 左右，具体和操作系统有关。

本设备支持 DA 单次输出、开关量单次输出和可编程开关量单次输出。

DA 单次输出：请参考 NetDAWriteOnce 示例程序

开关量单次输出：请参考 NeDOWriteOnce 示例程序

可编程开关量单次输出：请参考 NetIOWriteOnce 示例程序

5.6 高速输出

高速输出只是相对于单次输出的一种叫法，实际它的输出速度未必比单次输出更快，但是由于高速输出是受到采集卡硬件时钟控制，所以输出间隔会比较准确，精度可以达到微秒级。它先将数据放到缓冲区中，启动输出后硬件将会根据时钟脉冲自动从缓冲区中取出数据设置 DA。

5.6.1 DA 自动定时输出

本设备目前只支持 DA 自动定时高速输出，因此只要参考 NetDAC1kAuto 示例程序即可。

所谓自动定时高速输出，就是设备提供固定大小的缓冲区，启动高速输出后，硬件自动从缓冲区中取出数据，顺次输出到使能通道。缓冲区大小可以由函数设定，以字节为单位，必须得满足以下三个条件：

1. 使能通道数目*2 的整数倍
2. 16 的整数倍

3. 最大值不能超过 1*512*1024 (512KB)

在启动输出后，缓冲区内的数据不能更改，用户可以通过改变输出比例的方式来改变输出大小。对于本设备，可以通过调用 ZTDaq_DaSetWaveAmp 和 ZTDaq_DaFifoSetAdjValue 两个函数来完成，

ZTDaq_DaSetWaveAmp 通过参数 waveAmp 和 daAmp 的比值来生效，比如 waveAmp 设置为 5，daAmp 设置为 10，则表示将设置值的 5/10 输出到 DA 上，也就是设备将会从缓冲区中取出值除以 2 后传递给 DA 输出。

ZTDaq_DaFifoSetAdjValue 设置 DA **直流偏移**，以及是否使能校准，在使能校准的情况下，设备将会以**直流偏移**为中心进行缩小。比如单极性时**直流偏移**设置为 5V，daAmp 设置为 10，waveAmp 设置为 10，则缓冲区中的值对应 0V 的时候 DA 将会输出 0V，对应 10V 的时候将会输出 10V；如果 daAmp 设置为 10，waveAmp 设置为 5，则缓冲区中的值对应 0V 的时候 DA 将会输出 2.5V，对应 10V 的时候将会输出 7.5V；禁止校准时，设备将缓冲区中的原码值直接缩小 waveAmp/daAmp。

