

类别	内容
关键词	电流、电压、 $\pm 20\text{mA}$ 、 $\pm 10\text{V}$ 、采集
摘要	ZAM5404模块是一款内置电气隔离的高精度模拟量采集模块，集16位ADC、信号调理电路、信号隔离和电源隔离于一体，可实现高精度的电流和电压采集，适用于 $\pm 20\text{mA}/\pm 10\text{V}$ 工业标准传感器信号采集。

## 修订历史

版本	日期	原因
V1.00	2023/07/24	创建文档
V1.01	2024/06/05	更正 CRC 校验描述
V1.02	2024/6/12	更正描述

## 目 录

1. 功能简介 .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 产品特性 .....	1
1.3 应用场合 .....	1
2. 硬件说明 .....	2
2.1 产品外观 .....	2
2.2 引脚定义 .....	2
2.3 使用说明 .....	3
2.3.1 典型应用电路 .....	3
2.3.2 多模块级联推荐电路 .....	4
3. 功能配置 .....	5
3.1 功能描述 .....	5
3.1.1 数据转换 .....	5
3.1.2 通道配置 .....	5
3.1.3 数据输出率配置 .....	5
3.1.4 转换模式 .....	6
3.1.5 复位系统 .....	7
3.1.6 温度检测 .....	8
3.1.7 CRC 校验 .....	8
3.2 接口说明 .....	9
3.2.1 SPI 通信接口 .....	9
3.2.2 SPI 寄存器操作 .....	10
3.2.3 SPI 读操作时序 .....	10
3.2.4 SPI 写操作时序 .....	11
3.3 寄存器 .....	12
3.3.1 寄存器列表 .....	12
3.3.2 设备 ID 寄存器 (00h) .....	13
3.3.3 设备状态寄存器 (01h) .....	13
3.3.4 模式配置寄存器 (02h) .....	14
3.3.5 温度数据寄存器 (03h) .....	15
3.3.6 通道数据寄存器 (04~0Bh) .....	15
3.3.7 温度校准寄存器 (0Ch) .....	16
3.3.8 通道增益校准寄存器 (0D~14h) .....	16
3.3.9 通道失调校准寄存器 (15~1Ch) .....	17
3.3.10 7 通道数据寄存器 (1Dh) .....	17
3.3.11 缓冲数据寄存器 (1Eh) .....	18
4. 产品使用注意事项 .....	20
4.1 硬件使用注意事项 .....	20
4.2 程序设计注意事项 .....	20
5. 免责声明 .....	21

## 1. 功能简介

### 1.1 概述

ZAM5404 是一款标准工业模拟信号采集模块，具有 8 个采集通道。其中，CH1、CH2、CH3 为电流同步采集通道，CH6、CH7、CH8 为电压同步采集通道，电流采集通道 CH4 和电压采集通道 CH5 复用同一个同步 ADC。电压测量范围为  $\pm 10\text{V}$ ，采集精度为 0.1%FS。电流测量范围  $\pm 20\text{mA}$ ，采集精度为 0.1%FS。ZAM5404 模块采用 16bit 的 ADC，每通道数据输出率为 900SPS，内置精密电阻，每通道都进行了出厂校准，即插即用。

### 1.2 产品特性

- ◆ 标准工业信号采集；
- ◆ 电流精度： $\pm 20\text{mA}$ ，精度 0.1%FS；
- ◆ 电压精度： $\pm 10\text{V}$ ，精度 0.1%FS；
- ◆ 每通道数据输出率 900SPS；
- ◆ 内置温度测量传感器，测量精度  $\pm 5^\circ\text{C}$ ；
- ◆ 接触静电 4KV；
- ◆ 空气静电 8KV；
- ◆ 隔离耐压 2500VDC；
- ◆ 数据传输方式：SPI；
- ◆ 工作温度： $-40^\circ\text{C}\sim+85^\circ\text{C}$ 。

### 1.3 应用场合

- ◆ 工业控制；
- ◆ 传感器信号接收；
- ◆ 连接仪表；
- ◆ 变送设备；
- ◆ 控制设备。

## 2. 硬件说明

### 2.1 产品外观



图 2.1 ZAM5404 产品外观图

### 2.2 引脚定义

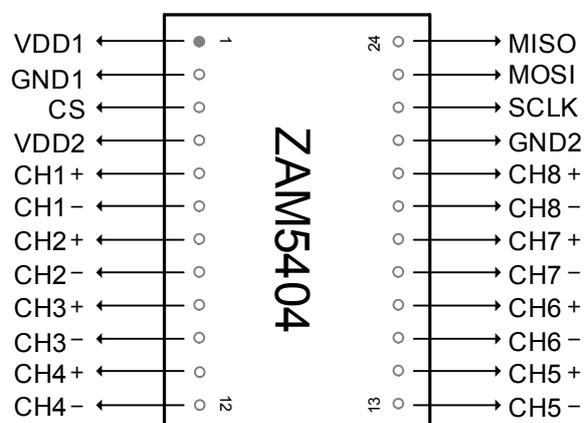


图 2.2 ZAM5404 引脚顶视图

ZAM5404 具有 24 个引脚，顶视图如图 2.2 所示，具体引脚定义如表 2.1 所示。

表 2.1 ZAM5404 引脚说明

引脚	名称	功能	引脚	名称	功能
1	VDD1	输入电源正	24	MISO	SPI 数据传输
2	GND1	供电电压地	23	MOSI	SPI 数据传输
3	CS	SPI 使能引脚	22	SCLK	SPI 时钟
4	VDD2	隔离电源（悬空即可）	21	GND2	隔离电源地
5	CH1+	电流 1 通道正	20	CH8-	电压 4 通道负
6	CH1-	电流 1 通道负	19	CH8+	电压 4 通道正
7	CH2+	电流 2 通道正	18	CH7-	电压 3 通道负
8	CH2-	电流 2 通道负	17	CH7+	电压 3 通道正
9	CH3+	电流 3 通道正	16	CH6-	电压 2 通道负
10	CH3-	电流 3 通道负	15	CH6+	电压 2 通道正
11	CH4+	电流 4 通道正	14	CH5-	电压 1 通道负
12	CH4-	电流 4 通道负	13	CH5+	电压 1 通道正

## 2.3 使用说明

### 2.3.1 典型应用电路

ZAM5404 模块是一款带有隔离功能的高精度模拟量采集模块，集 ADC、信号调理电路、电源和信号隔离电路于一体，实现高精度的电流和电压采集，可用于采集 $\pm 20\text{mA}/\pm 10\text{V}$  工业标准传感器输出信号。

ZAM5404 模块具有 8 个采集通道，包括 4 个电流采集通道和 4 个电压采集通道。其中 CH1、CH2、CH3 为电流同步采集通道，CH6、CH7、CH8 为电压同步采集通道，电流采集通道 CH4 和电压采集通道 CH5 复用同一个同步 ADC。

电流信号采集的典型应用电路如图 2.3 的电流输入部分所示，其中 D1 为 TVS 管，用于浪涌保护。F1、F2、D2、D3、L1、L2、R1、R2 组成过压保护电路。磁珠 L1、L2 能去除输入信号中的毛刺，压制尖峰。R1、R2、C3、C4、C5 组成 RFI 滤波器。

电压信号采集的典型应用电路如图 2.3 的电压输入部分所示，其中 D4 为 TVS 管，用于浪涌保护。C6、C7、C8 组成滤波器。

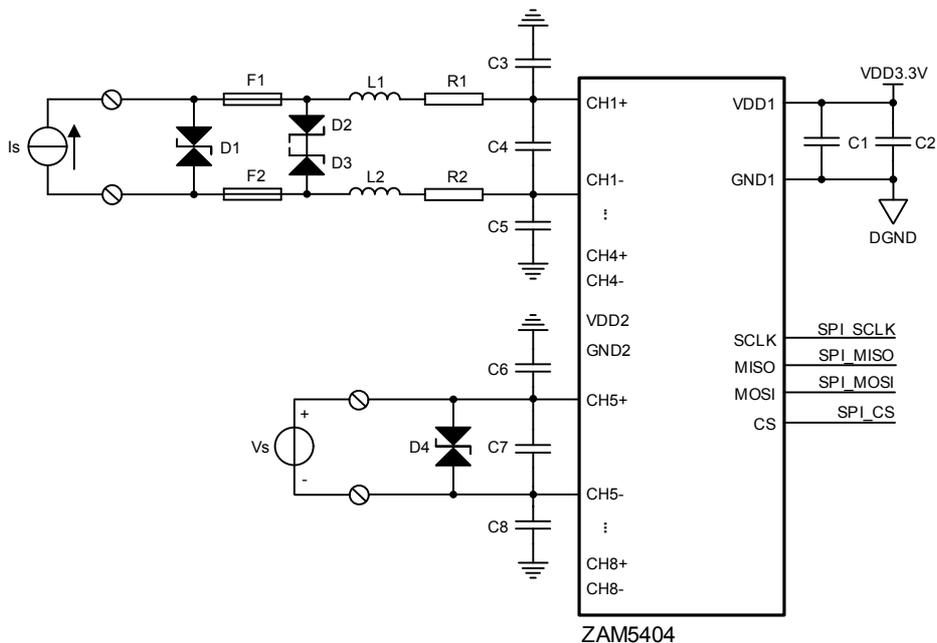


图 2.3 ZAM5404 典型应用电路

电流通道的推荐测量电路如图 2.3 的 CH1~CH4 所示，电压通道的推荐测量电路如图 2.3 的 CH5~CH8 所示。各元件的取值如表 2.2 所示。

表 2.2 ZAM5404 外围电路推荐参数表

标号	规格/型号	标号	规格/型号
R1、R2	68 $\Omega$ , $\pm 0.1\%$	D1、D4	SMBJ12CA
C1、C3、C5、C6、C8	0.1 $\mu\text{F}$ , 10%	D2、D3	MMSZ4683
C4、C7	1 $\mu\text{F}$ , 10%	F1、F2	SMD0805B010TF
C2	10 $\mu\text{F}$ , 20%	L1、L2	BH03Y314S600R

## 2.3.2 多模块级联推荐电路

ZAM5404 模块支持一主多从的 SPI 工作模式，其推荐电路如图 2.4 所示。

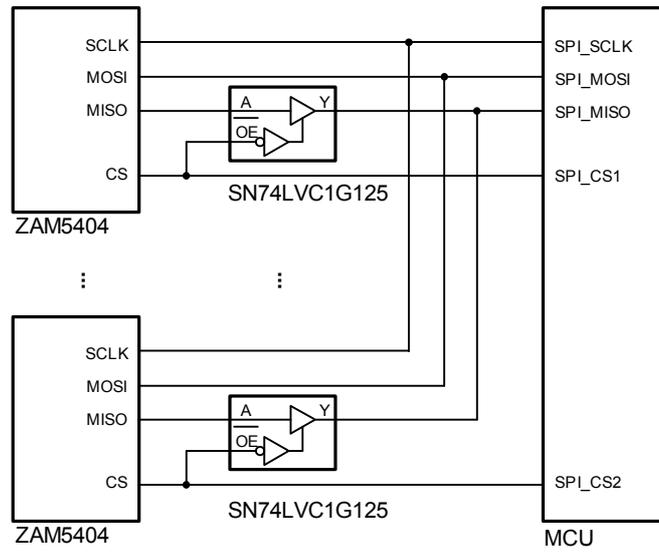


图 2.4 ZAM5404 多模块级联推荐电路

### 3. 功能配置

#### 3.1 功能描述

##### 3.1.1 数据转换

通道数据寄存器（04~0Bh）、7 通道数据寄存器（1Dh）和缓冲数据寄存器（1Eh）保存着电压、电流的采集数据。数据以 24 位有符号定点数存储，第 23 位为符号位，17~22 位为整数部分，0~16 位为小数部分，小数精度为  $1/2^{17}$ ，约为 0.0000076。负数以补码的形式存放。电压通道的单位为 V，电流通道的单位为 mA。将读取到的数据转换为 float 类型可以参考程序清单 3.1。

程序清单 3.1 整形转单精度

```
float uint32_to_float (uint32_t num)
{
    float temp;

    if (num >= (1 << 23)) {
        temp = -(float)((((1 << 24) - num) / (float)(1 << 17)));
    } else {
        temp = (float)(num / (float)(1 << 17));
    }

    return temp;
}
```

例如，读取到的值为 0x030000，转换为单精度类型即为 1.50000。

##### 3.1.2 通道配置

ZAM5404 可同步采集 7 通道数据，包括 3 通道电流（CH1、CH2、CH3）和 3 通道电压（CH6、CH7、CH8），以及电流通道 CH4 和电压通道 CH5 中的一个。CH4 和 CH5 的使能，可通过 SPI 接口操作模式配置寄存器（02h）的 ADM 位来实现，默认使能 CH4。

注：CH4 与 CH5 复用同一个同步 ADC，同一时间仅能使能其中一个通道。

当 ADM 置 0 时，ZAM5404 同步采集 CH1、CH2、CH3、CH4、CH6、CH7、CH8 的数据。置 1 时，ZAM5404 同步采集 CH1、CH2、CH3、CH5、CH6、CH7、CH8 的数据。

##### 3.1.3 数据输出率配置

ZAM5404 的数据输出率可通过 SPI 接口操作模式配置寄存器（02h）的 ODR 位进行配置。其中，ODR 位与 ZAM5404 数据输出率的关系如表 3.1 所示。

表 3.1 ZAM5404 数据输出率与 ODR 位的关系

ODR	00	01	10	11
数据输出率	900 SPS	450 SPS	225 SPS	保留

注：数据缓冲模式下修改数据输出率后，主机读取的前两次缓冲区数据都是修改之前的数据，修改数据输出率后的数据将在第三次缓冲区中更新。

### 3.1.4 转换模式

ZAM5404 支持连续转换和数据缓冲模式，可操作模式配置寄存器（02h）的 MODE 位进行配置，配置 00h 为连续转换模式，配置 01h 为数据缓冲模式，默认使能连续转换模式。

#### 1. 连续转换模式

ZAM5404 在连续转换模式下，会同步采集通道配置所设置的通道数据，并存储在通道数据寄存器（04~0Bh）和 7 通道数据寄存器（1Dh）中。当通道数据采集完成后，设备状态寄存器（01h）对应的 RDY\_DX（X：1~8）位会置 1，且 ZAM5404 的 MISO 引脚会在 CS 拉低后从高电平翻转为低电平，以表示数据更新信号，方便主机查询状态，以提高读数效率。

因此，在连续转换模式下，主机可参考以下三种方法读取通道的采集数据：

（1）主机先通过读取设备状态寄存器（01h）来判断通道数据是否更新。若已更新，再分别读取通道数据寄存器（04~0Bh）中所需通道的数据。时序图如图 3.1 所示。

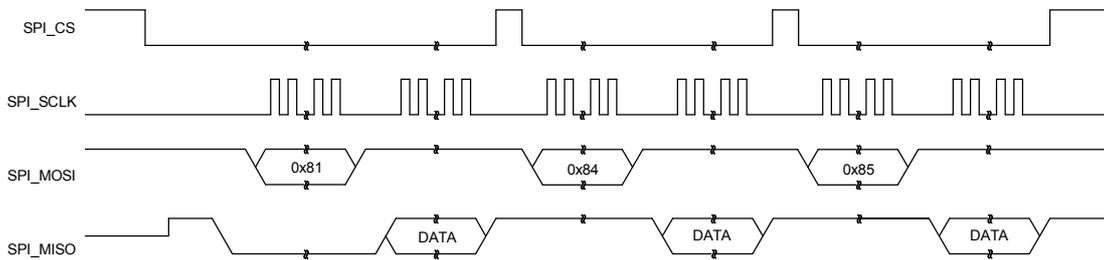


图 3.1 ZAM5404 连续转换模式通过状态寄存器读取所需通道数据

（2）主机将 MISO 引脚设置为中断输入并检测电平。CS 拉低后，若 MISO 产生下降沿并持续为低电平，则使能 SPI 接口，读取通道数据寄存器（04~0Bh）。时序图如图 3.2 所示。

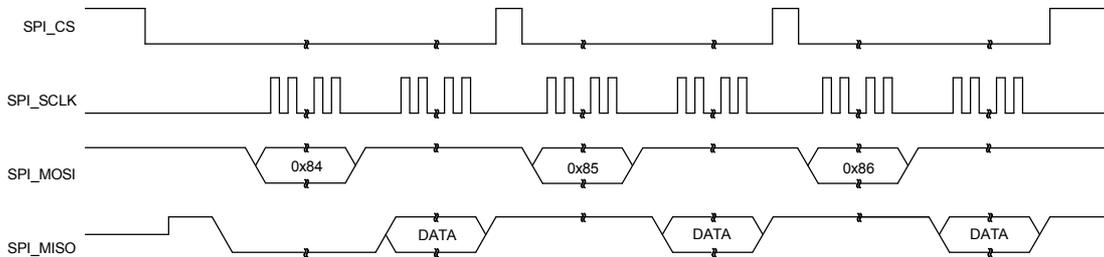


图 3.2 ZAM5404 连续模式通过中断读取所需通道数据

（3）若主机需读取 7 通道数据，可将 MISO 设置为中断输入并检测电平。当 CS 拉低后，若 MISO 产生下降沿并持续检测为低电平，则使能主机 SPI 接口，操作 SPI 读取 7 通道数据寄存器（1Dh）的数据。时序图如图 3.3 所示。

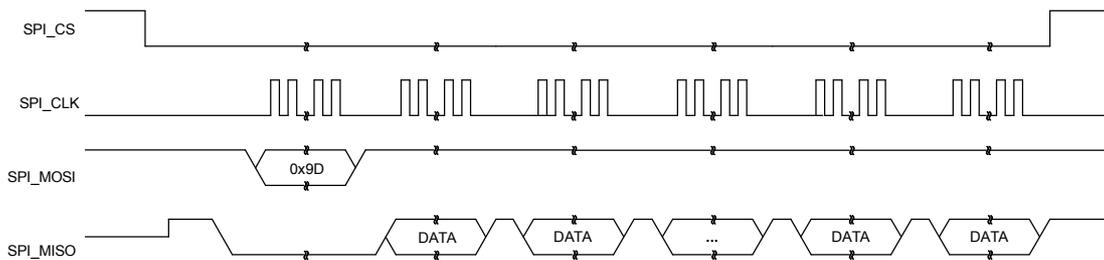


图 3.3 ZAM5404 连续模式通过中断读取 7 通道数据

## 2. 数据缓冲模式

ZAM5404 在数据缓冲模式下，会将通道配置所设置的通道数据存储在内部缓存区中。当通道配置为电流采集时，数据的存储顺序为 CH1、CH2、CH3、CH4、CH6、CH7、CH8。当通道配置为电压采集时，数据的存储顺序为：CH1、CH2、CH3、CH5、CH6、CH7、CH8。

数据缓冲区的数据存储长度取决于模式配置寄存器（02h）的 ODR 位。当 ODR=00 时，缓冲区的数据存储长度为：7（通道）×900（数据输出率）=6300；当 ODR=01 时，缓冲区的数据存储长度为：7×450=3150；当 ODR=10 时，缓冲区的数据存储长度为：7×225=1575。

缓冲区存满数据后，设备状态寄存器（01h）的 RDY\_FIFO 位会置 1，并且 ZAM5404 的 MISO 引脚会在 CS 拉低后从高电平翻转为低电平，以表示数据更新信号，方便主机查询缓冲区的存储状态，以提高读数效率。

ZAM5404 内置双缓存，当第一缓存区的 7 通道数据存满后，数据将被继续缓存在第二缓存区。为确保数据不丢失，主机需在第二缓冲区存满之前完成对第一缓冲区的数据读取。

因此，ZAM5404 在数据缓冲模式下，主机可参考以下两种方法读取缓存数据：

（1）主机通过 SPI 轮询 ZAM5404 的设备状态寄存器（01h），通过 RDY\_FIFO 位判断缓存数据是否更新。若数据已更新，再操作 SPI 读取 ZAM5404 的缓冲数据寄存器（1Eh）。时序图如图 3.4 所示。

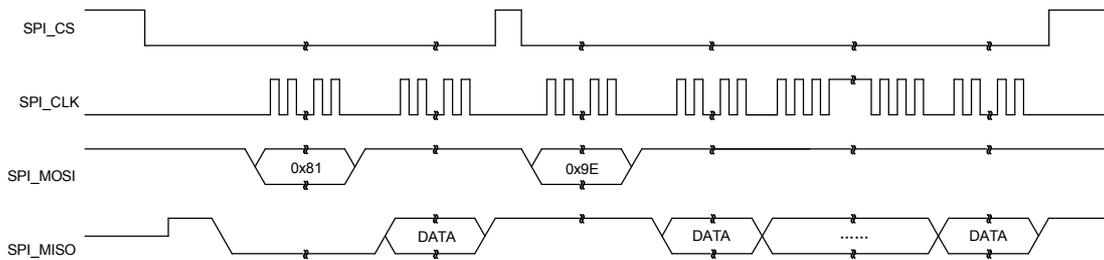


图 3.4 ZAM5404 轮询状态寄存器后开启数据缓冲模式

（2）主机将 MISO 设置中断输入，检测 MISO 引脚的输入电平。当 CS 拉低后，MISO 产生下降沿时，若持续判断 MISO 为低电平，则使能主机的 SPI 接口，操作 SPI 读取 ZAM5404 的缓冲数据寄存器（1Eh）。时序图如图 3.5 所示。

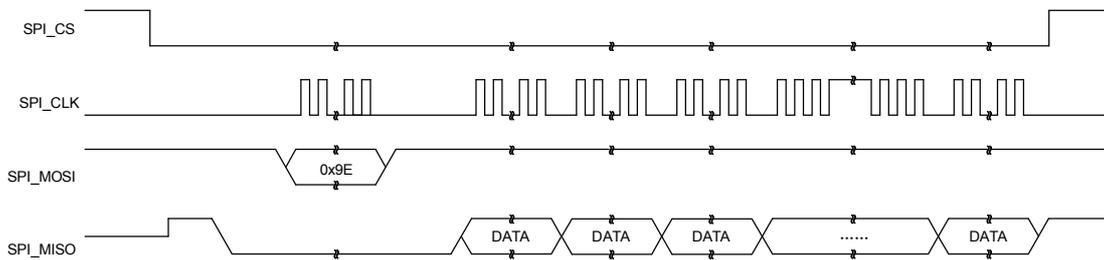


图 3.5 ZAM5404 检测 MISO 输入后开启连续转换模式

### 3.1.5 复位系统

当用户需要复位 ZAM5404 时，可通过 SPI 接口往模式配置寄存器（02h）中的 RESET 位写 1。写入成功后，ZAM5404 将触发软件复位，600ms 后完成复位。模块复位期间，SPI 读写操作无效。复位完成后，寄存器将恢复默认状态，内置的数据缓冲区也会进行初始化。时序图如图 3.6 所示。

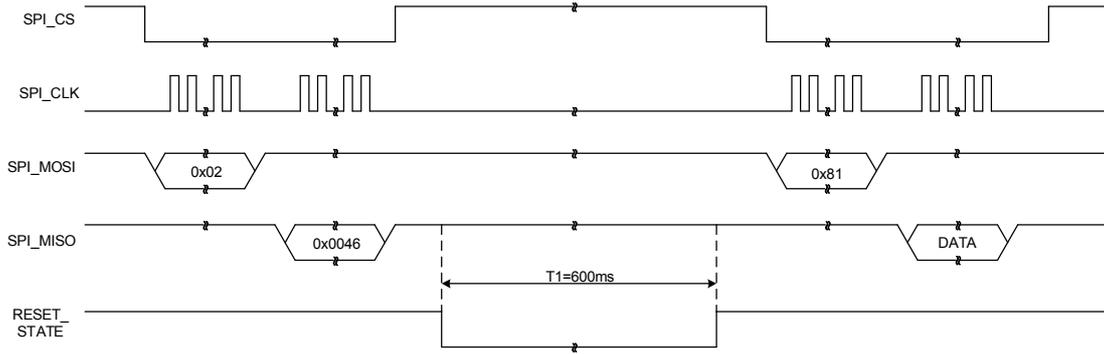


图 3.6 ZAM5404 模块复位操作及时序要求

### 3.1.6 温度检测

ZAM5404 内置温度传感器，可测量模块的环境温度。主机可通过 SPI 接口往模式配置寄存器（02h）的 TEM\_EN 位写 1 来使能内部温度传感器，写 0 禁能。

ZAM5404 默认开启温度传感器，数据存储在温度数据寄存器（03h）中。温度数据以 16 位有符号定点数存储，第 15 位为符号位，8~14 位为整数部分，0~7 位为小数部分，负数以补码的形式存放，采集的温度数据以 °C 为单位。

温度转换程序可以参考程序清单 3.2。

程序清单 3.2 定点数转单精度浮点型

```
static float __uint16_to_float (uint32_t num)
{
    float temp;

    if (num >= (1 << 15)) {
        temp = -(float)((((1 << 16) - num) / (float)(1 << 8)));
    } else {
        temp = (float)(num / (float)(1 << 8));
    }

    return temp;
}
```

### 3.1.7 CRC 校验

ZAM5404 具有校验和模式，默认不开启 CRC 校验，可操作模式配置寄存器（02h）的 CRC\_EN 位为 1 来开启。使用校验和可确保读写寄存器数据的有效性和准确性。如果寄存器写入期间发生错误，设备状态寄存器（01h）的 CRC\_ER 位将会置 1。

注：开启校验和模式后，若 ZAM5404 工作在数据缓冲模式下，则主机读取的缓冲数据无 CRC 校验和。

开启 CRC 校验后，读写操作期间的 CRC 校验和计算使用以下多项式：

$$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

CRC 校验和的计算程序，可以参考程序清单 3.3。

程序清单 3.3 CRC 校验和计算参考程序

```

static uint16_t __software_crc16 (uint8_t *p_frame, uint16_t len, uint16_t crc)
{
    int i;

    for (; len > 0; len--) {
        crc = crc ^ (*p_frame++ << 8);
        for (i = 0; i < 8; i++) {
            if (crc & 0x8000) {
                crc = (crc << 1) ^ 0x1021;
            } else {
                crc <<= 1;
            }
        }
        crc &= 0xFFFF;
    }
    return crc;
}

```

校验和附于每次读和写处理的末尾。写处理的校验和利用 8 位命令字和数据（取决于寄存器长度）计算。读处理的校验和利用命令字和数据（取决于寄存器长度）计算。使能 CRC 的 SPI 写处理如图 3.7 所示，SPI 读处理如图 3.8 所示。

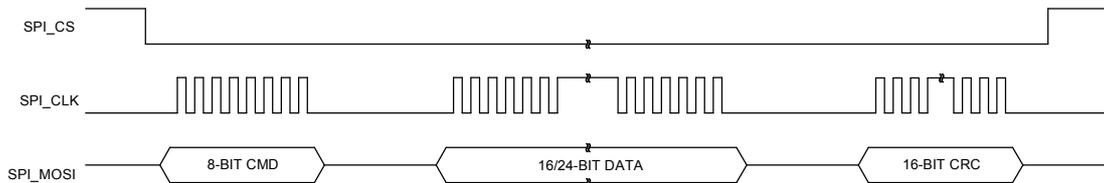


图 3.7 ZAM5404 使能 CRC 的 SPI 写处理

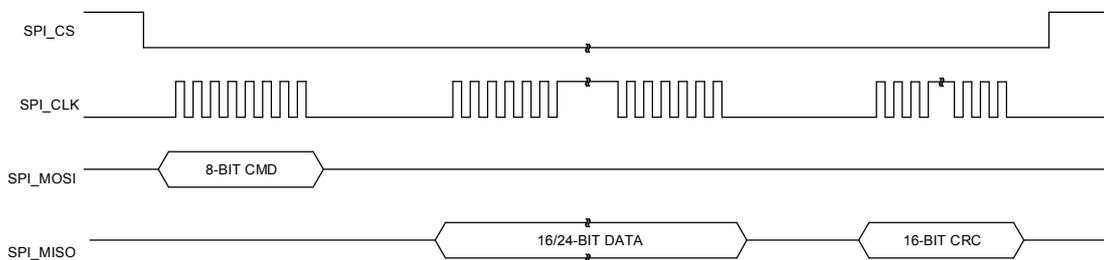


图 3.8 ZAM5404 使能 CRC 的 SPI 读处理

## 3.2 接口说明

### 3.2.1 SPI 通信接口

ZAM5404 提供一个速率最高为 10Mbit/s 的四线 SPI 接口，用户可使用 SPI 主机与 ZAM5404 进行通信。

ZAM5404 以 SPI 模式一（CPOL=0，CPHA=1）工作，SCLK 空闲时为低电平，SCLK 的上升沿为驱动沿，下降沿为采样沿。这意味着数据在下降/驱动沿输入，在上升/采样沿输出。且 CS 空闲时为高电平，数据长度 8 位，高位（MSB）在前，低位（LSB）在后传输。

### 3.2.2 SPI 寄存器操作

ZAM5404 在对寄存器进行读写之前，需要先发送一个 8 位的 CMD。其中包含此次传输是进行读操作还是写操作，以及待操作的寄存器地址，命令的具体定义如表 3.2 所示。

表 3.2 ZAM5404 命令格式说明

位	说明
7	0 代表写寄存器，1 代表读寄存器
6	保留
5	保留
[4:0]	5 位长度的待操作寄存器地址

### 3.2.3 SPI 读操作时序

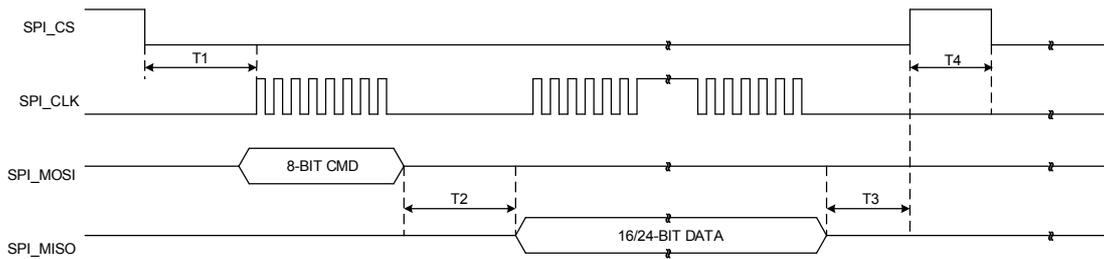


图 3.9 ZAM5404 SPI 读时序图

ZAM5404 的 SPI 读时序如图 3.9 所示。主机先通过 MOSI 引脚向模块发送 8 位命令，然后通过 MISO 引脚读取模块转换的 16/24 位数据，具体时序要求如表 3.3 所示。

表 3.3 ZAM5404 SPI 读时序要求

符号	参数	最小值 (us)
T1	片选有效至第一个时钟沿	40
T2	命令和数据之间的时间间隔	100
T3	数据传输完至片选无效	5
T4	片选无效至片选有效	50

注：数据缓冲模式下，T2 最小时间为 1000us。

## 3.2.4 SPI 写操作时序

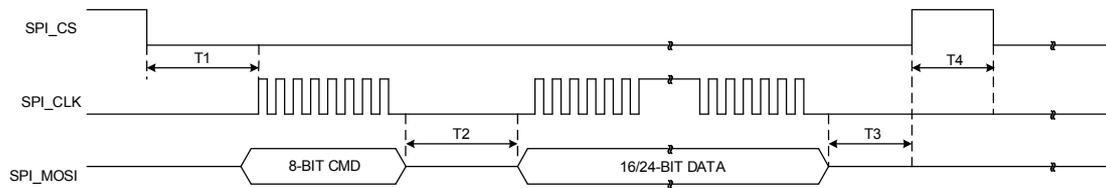


图 3.10 ZAM5404 SPI 写时序图

ZAM5404 的 SPI 写时序如图 3.10 所示，主机先通过 MOSI 引脚向模块发送 8 位命令，然后再发送 16/24 位的配置数据，具体时序要求如表 3.4 所示。

表 3.4 ZAM5404 SPI 写时序要求

符号	参数	最小值 (us)
T1	片选有效至第一个时钟沿	40
T2	命令和数据之间的时间间隔	100
T3	数据传输完至片选无效	5
T4	片选无效至片选有效	50

### 3.3 寄存器

#### 3.3.1 寄存器列表

表 3.5 ZAM5404 寄存器列表

地址	寄存器	位	说明	默认	读/写	掉电易失
0x00	ID	[23:0]	模块 ID 寄存器	0x5404XX	只读	是
0x01	STATUS0	[15:0]	模块状态寄存器	0x0000	只读	是
0x02	MODE0	[15:0]	模块配置寄存器	0x0000	读/写	是
0x03	DATA0	[15:0]	温度传感器数据	0x0000	只读	是
0x04	DATA1	[23:0]	通道 1 数据	0x000000	只读	是
0x05	DATA2	[23:0]	通道 2 数据	0x000000	只读	是
0x06	DATA3	[23:0]	通道 3 数据	0x000000	只读	是
0x07	DATA4	[23:0]	通道 4 数据	0x000000	只读	是
0x08	DATA5	[23:0]	通道 5 数据	0x000000	只读	是
0x09	DATA6	[23:0]	通道 6 数据	0x000000	只读	是
0x0A	DATA7	[23:0]	通道 7 数据	0x000000	只读	是
0x0B	DATA8	[23:0]	通道 8 数据	0x000000	只读	是
0x0C	TEMPCAL	[23:0]	温度传感器校准寄存器	0x020000	读/写	否
0x0D	PGCAL1	[23:0]	通道 1 增益校准寄存器	0x020000	读/写	否
0x0E	PGCAL2	[23:0]	通道 2 增益校准寄存器	0x020000	读/写	否
0x0F	PGCAL3	[23:0]	通道 3 增益校准寄存器	0x020000	读/写	否
0x10	PGCAL4	[23:0]	通道 4 增益校准寄存器	0x020000	读/写	否
0x11	PGCAL5	[23:0]	通道 5 增益校准寄存器	0x020000	读/写	否
0x12	PGCAL6	[23:0]	通道 6 增益校准寄存器	0x020000	读/写	否
0x13	PGCAL7	[23:0]	通道 7 增益校准寄存器	0x020000	读/写	否
0x14	PGCAL8	[23:0]	通道 8 增益校准寄存器	0x020000	读/写	否
0x15	OFCAL1	[23:0]	通道 1 失调校准寄存器	0x000000	读/写	否
0x16	OFCAL2	[23:0]	通道 2 失调校准寄存器	0x000000	读/写	否
0x17	OFCAL3	[23:0]	通道 3 失调校准寄存器	0x000000	读/写	否
0x18	OFCAL4	[23:0]	通道 4 失调校准寄存器	0x000000	读/写	否
0x19	OFCAL5	[23:0]	通道 5 失调校准寄存器	0x000000	读/写	否
0x1A	OFCAL6	[23:0]	通道 6 失调校准寄存器	0x000000	读/写	否
0x1B	OFCAL7	[23:0]	通道 7 失调校准寄存器	0x000000	读/写	否
0x1C	OFCAL8	[23:0]	通道 8 失调校准寄存器	0x000000	读/写	否
0x1D	DATA_7CH	[167:0]	7 通道数据	-	只读	是
0X1E	FIFO	-	缓冲数据入口寄存器	-	只读	是

注 1：当寄存器长度大于 1 字节时，按照低字节在前，高字节在后传输。

注 2：通道/温度校准寄存器用于模块二次校准，模块出厂均已校准，不建议再操作该寄存器。

## 3.3.2 设备 ID 寄存器 (00h)

表 3.6 ID 寄存器

Register:ID			Address:00H			Reset: 5404XXH		
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16
Access	R							
Name	DEV_ID [23:16]							
Reset	0	1	0	1	0	1	0	0
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
Access	R							
Name	DEV_ID[15:8]							
Reset	0	0	0	0	0	1	0	0
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Access	R				R			
Name	REV_V[7:4]				REV_ID[3:0]			
Reset	X	X	X	X	X	X	X	X

表 3.7 ID 寄存器说明

位	名称	读/写	复位	描述
[3:0]	REV_ID	R	Xh	设备版本子序列号 0~F
[7:4]	REV_V	R	Xh	设备版本号 A~F
[23:8]	DEV_ID	R	5404h	设备 ID

## 3.3.3 设备状态寄存器 (01h)

表 3.8 STATUS0 寄存器

Register:STATUS0			Address:01H			Reset:0000H		
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
Access	R	R	R	R	R	R	R	R
Name	REV	PG_S	REV	ADD_ER	CRC_ER	REG_ER	REV	RDY_FIFO
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Access	R	R	R	R	R	R	R	R
Name	RDY_D8	RDY_D7	RDY_D6	RDY_D5	RDY_D4	RDY_D3	RDY_D2	RDY_D1
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3.9 STATUS0 寄存器说明

位	名称	读/写	复位	描述
[7:0]	RDY_DX	R	00h	设备通道 1~8 数据采集完毕标志 (读清零) 0: 数据未采集完毕; 1: 数据采集完毕
8	RDY_FIFO	R	0h	设备 FIFO 数据采集完毕标志 (读清零) 0: 数据未采集完毕; 1: 数据采集完毕
9	REV	R	0h	保留位
10	REG_ER	R	0h	寄存器操作异常标志, 寄存器不可写入 (读清零) 0: 寄存器操作正常; 1: 寄存器操作异常

续上表

位	名称	读/写	复位	描述
11	CRC_ER	R	0h	CRC 校验异常标志（读清零） 0: CRC 校验正常; 1: CRC 校验异常
12	ADD_ER	R	0h	命令地址异常标志（读清零） 0: 命令地址正常; 1: 命令地址异常
13	REV	R	0h	保留位
14	PG_S	R	0h	电源状态标志（读清零） 0: 设备正常; 1: 设备电源异常
15	REV	R	0h	保留位

## 3.3.4 模式配置寄存器（02h）

表 3.10 MODE0 寄存器

Register:MODE0			Address:02H				Reset:0000H		
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
Access	RW								
Name	REV								
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
Access	RW		RW		RW	RW	RW	RW	
Name	MODE		ODR		ADM	TEM_EN	RESET	CRC_EN	
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 3.11 MODE0 寄存器说明

位	名称	读/写	复位	描述								
0	CRC_EN	R/W	0h	配置 CRC 校验功能是否使能 0: 关闭; 1: 使能								
1	RESET	R/W	0h	配置设备复位 0: 保持当前状态; 1: 模块复位								
2	TEM_EN	R/W	0h	配置温度传感器数据输出使能 0: 关闭; 1: 使能								
3	ADM	R/W	0h	配置模块采集电流/电压 0: 电流采集模式; 1: 电压采集模式								
[5:4]	ODR	R/W	00h	配置模块数据输出率 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>00</td> <td>01</td> <td>10</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>900</td> <td>450</td> <td>225</td> <td>保留</td> </tr> </table>	00	01	10	11	900	450	225	保留
00	01	10	11									
900	450	225	保留									
[7:6]	MODE	R/W	00h	配置设备工作模式 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>00</td> <td>01</td> <td>10</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>连续转换</td> <td>数据缓冲</td> <td>保留</td> <td>保留</td> </tr> </table>	00	01	10	11	连续转换	数据缓冲	保留	保留
00	01	10	11									
连续转换	数据缓冲	保留	保留									
[15:8]	REV	R/W	00h	保留位（写入无效）								

## 3.3.5 温度数据寄存器 (03h)

表 3.12 DATA0 寄存器

Register: DATA0			Address: 03H			Reset: 0000H		
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
Access	R	R						
Name	SIGN	INTEGER						
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Access	R							
Name	DECIMAL							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3.13 DATA0 寄存器说明

位	名称	读/写	复位	描述
[7:0]	DECIMAL	R	00h	温度传感器数据, 小数部分
[14:8]	INTEGER	R	00h	温度传感器数据, 整数部分
15	SIGN	R	0h	温度传感器数据, 符号位

## 3.3.6 通道数据寄存器 (04~0Bh)

表 3.14 DATAx 寄存器

Register: DATAx			Address: 04~0BH			Reset: 000000H			
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16	
Access	R	R							R
Name	SIGN	INTEGER							DECIMAL
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
Access	R								
Name	DECIMAL								
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
Access	R								
Name	DECIMAL								
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 3.15 DATAx 寄存器说明

位	名称	读/写	复位	描述
[16:0]	DECIMAL	R	00000h	通道数据, 小数部分
[22:17]	INTEGER	R	00h	通道数据, 整数部分
23	SIGN	R	0h	通道数据, 符号位

## 3.3.7 温度校准寄存器 (0Ch)

表 3.16 TEMPCAL 寄存器

Register:TEMPCAL		Address:0CH					Reset:020000H		
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16	
Access	RW	RW						RW	
Name	SIGN	INTEGER						DECIMAL	
Reset	0	0	0	0	0	0	1	0	
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
Access	RW								
Name	DECIMAL								
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
Access	RW								
Name	DECIMAL								
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 3.17 TEMPCAL 寄存器说明

位	名称	读/写	默认	描述
[16:0]	DECIMAL	R/W	0000h	温度校准数据, 小数部分
[22:17]	INTEGER	R/W	01h	温度校准数据, 整数部分
23	SIGN	R/W	0h	温度校准数据, 符号位

## 3.3.8 通道增益校准寄存器 (0D~14h)

表 3.18 PGCALX 寄存器

Register:PGCALX		Address:0D~14H					Reset:020000H		
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16	
Access	RW	RW						RW	
Name	SIGN	INTEGER						DECIMAL	
Reset	0	0	0	0	0	0	1	0	
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
Access	RW								
Name	DECIMAL								
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
Access	RW								
Name	DECIMAL								
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 3.19 PGCALX 寄存器说明

位	名称	读/写	默认	描述
[16:0]	DECIMAL	R/W	00000h	通道增益校准数据, 小数部分
[22:17]	INTEGER	R/W	01h	通道增益校准数据, 整数部分

续上表

位	名称	读/写	默认	描述
23	SIGN	R/W	0h	通道增益校准数据，符号位

### 3.3.9 通道失调校准寄存器（15~1Ch）

表 3.20 OFCALX 寄存器

Register: OFCALX			Address:15~1CH					Reset:000000H	
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16	
Access	RW	RW						RW	
Name	SIGN	INTEGER						DECIMAL	
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
Access	RW								
Name	DECIMAL								
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
Access	RW								
Name	DECIMAL								
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 3.21 OFCALX 寄存器说明

位	名称	读/写	默认	描述
[16:0]	DECIMAL	R/W	0000h	通道失调校准数据，小数部分
[22:17]	INTEGER	R/W	00h	通道失调校准数据，整数部分
23	SIGN	R/W	0h	通道失调校准数据，符号位

### 3.3.10 7 通道数据寄存器（1Dh）

表 3.22 DATA\_7CH 寄存器

Register: DATA_7CH				Address:1DH									
Byte	20	19	18	17	16	15	.....	5	4	3	2	1	0
REG	CH8_DATA			CH7_DATA			.....	CH2_DATA			CH1_DATA		

在连续转换模式下，为提高主机的读取效率，主机可通过该寄存器连续读取模块转换的 7 通道数据。该寄存器的长度为 21 个字节，每通道数据长度为 3 个字节。

注：在数据缓存模式下，主机读取该寄存器的数据为无效数据。

主机读取寄存器通道数据的顺序取决于通道配置：

- 当通道配置为电流模式时，主机读取的通道数据顺序为：CH1、CH2、CH3、CH4、CH6、CH7、CH8；
- 当通道配置为电压模式时，主机读取的通道数据顺序为：CH1、CH2、CH3、CH5、CH6、CH7、CH8。

每通道的数据格式如表 3.23 所示。

表 3.23 CHX\_DATA 数据格式

CHX_DATA					Reset:00000H			
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16
Access	RW	R						RW
Name	SIGN	INTEGER						DECIMAL
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
Access	R							
Name	DECIMAL							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Access	R							
Name	DECIMAL							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3.24 CHX\_DATA 说明

位	名称	读/写	默认	描述
[16:0]	DECIMAL	R	00000h	通道数据, 小数部分
[22:17]	INTEGER	R	00h	通道数据, 整数部分
23	SIGN	R	0h	通道数据, 符号位

### 3.3.11 缓冲数据寄存器 (1EH)

表 3.25 FIFO 寄存器

Register: FIFO							Address: 1EH						
Byte	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	...	5	4	3	2	1	0
REG	DATA (7×ODR-1)			DATA (7×ODR-2)			...	DATA1			DATA0		

在缓冲模式下, 该寄存器作为缓冲数据区的读取入口, 可用于主机连续读取模块的转换数据。

数据缓冲区的数据存储长度取决于模式配置寄存器 (02h) 的 ODR 位:

- 当 ODR=00 时, 缓冲区的数据存储长度为: 7 (通道) × 900 (数据输出率) = 6300;
- 当 ODR=01 时, 缓冲区的数据存储长度为: 7 (通道) × 450 (数据输出率) = 3150;
- 当 ODR=10 时, 缓冲区的数据存储长度为: 7 (通道) × 225 (数据输出率) = 1575。

主机读取寄存器通道数据的顺序取决于通道配置:

- 当通道配置为电流模式时, 主机读取的通道数据顺序为: CH1、CH2、CH3、CH4、CH6、CH7、CH8;
- 当通道配置为电压模式时, 主机读取的通道数据顺序为: CH1、CH2、CH3、CH5、CH6、CH7、CH8。

每通道的数据格式如表 3.26 所示。

表 3.26 DATAX 数据格式

DATAX					Reset:000000H			
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16
Access	RW	R						RW
Name	SIGN	INTEGER						DECIMAL
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
Access	R							
Name	DECIMAL							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Access	R							
Name	DECIMAL							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3.27 DATAX 说明

位	名称	读/写	默认	描述
[16:0]	DECIMAL	R	00000h	通道数据, 小数部分
[22:17]	INTEGER	R	00h	通道数据, 整数部分
23	SIGN	R	0h	通道数据, 符号位

## 4. 产品使用注意事项

### 4.1 硬件使用注意事项

1. ZAM5404 不支持热插拔，请断电后再对产品进行插拔操作；
2. 若需要更深入了解 ZAM5404 产品的电气参数，请参考《ZAM5404 数据手册》。

### 4.2 程序设计注意事项

1. 用户校准数据写入后至少需要等待 2s，校准数据才能写入模块的 Flash；
2. 因存储器寿命问题，不建议用户频繁写入校准数据；
3. 电流/电压模式设置后，需等待至少 1 个 FIFO 的采集时间后内部才能完成切换。

## 5. 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](http://www.zlg.cn)

欢迎拨打全国服务热线  
400-888-4005

