

TSL2561 是光-数字转换器，它将光强转换成数字信号输出，具有直接 I2C 接口或者 SMBus 接口。每个设备都连接一个带宽的光敏二极管和在单独 CMOS 集成电路上面的一个红外响应的光敏二极管，这个集成电路具有提供 20bit 动态范围的近-适光响应的能力。两个集成的 ADCs 将光敏电流转换成一个数字输出，这个数字输出表示测量每一个通道的发光。这个数字输出可以是一个微处理器的输入。在这个微处理器里亮度（周围光的水平）使用试验化公式来得到。TSL2560 设备允许 SNB

TSL256x 是 TAOS 公司推出的一种高速、低功耗、宽量程、可编程灵活配置的光强传感器芯片。本文简要介绍了 TSL256x 的基本特点、引脚功能、内部结构和工作原理，给出了 TSL2561 的实用电路、软件设计流程连同核心程式。

关键词 光强传感器 TSL256x I2C 总线 积分式 A/D 转换器

1 TSL256x 简介

TSL2560 和 TSL2561 是 TAOS 公司推出的一种高速、低功耗、宽量程、可编程灵活配置的光强度数字转换芯片。该芯片可广泛应用于各类显示屏的监控，目的是在多变的光照条件下，使得显示屏提供最好的显示亮度并尽可能降低电源功耗；还能够用于街道光照控制、安全照明等众多场合。该芯片的主要特点如下：

- ◇ 可编程配置许可的光强度上下阈值，当实际光照度超过该阈值时给出中断信号；
- ◇ 数字输出符合标准的 SMBus (TSL2560) 和 I2C (TSL2561) 总线协议；
- ◇ 模拟增益和数字输出时间可编程控制；
- ◇ 1.25 mm×1.75 mm 超小封装，在低功耗模式下，功耗仅为 0.75 mW；
- ◇ 自动抑制 50 Hz/60 Hz 的光照波动。

2 TSL256x 的引脚功能

TSL256x 有 2 种封装形式：6LEAD CHIPSCALE 和 6LEAD TMB。封装形式不同，相应的光照度计算公式也不同。图 1 为这两种封装形式的引脚分布图。

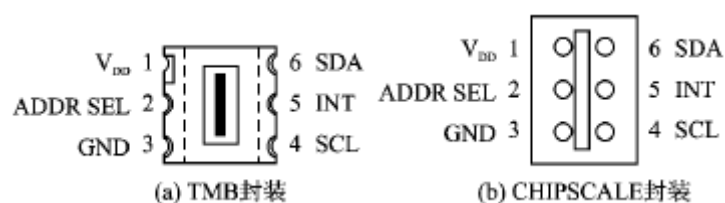


图 1 TSL256x 封装

各引脚的功能如下：

脚 1 和脚 3： 分别是电源引脚和信号地。其工作电压范围是 2.7~3.5V。

脚 2： 器件访问地址选择引脚。由于该引脚电平不同，该器件有 3 个不同的访问地址。访问地址和电平的对应关系如表 1 所列。

表 1 器件访问地址和引脚 2 电平的对应关系

ADDR SEL 电平	FC 从器件访问地址	SMBus 器件地址
GND	0101001	0001100
Float	0111001	0001100
V _{DD}	1001001	0001100

脚 4 和脚 6： I2C 或 SMBus 总线的时钟信号线和数据线。

脚 5： 中断信号输出引脚。当光强度超过用户编程配置的上或下阈值时，器件会输出一个中断信号。

3 TSL256x 的内部结构和工作原理

TSL256x 是第二代周围环境光强度传感器，其内部结构如图 2 所示。通道 0 和通道 1 是两个光敏二极管，其中通道 0 对可见光和红外线都敏感，而通道 1 仅对红外线敏感。积分式 A/D 转换器对流过光敏二极管的电流进行积分，并转换为数字量，在转换结束后将转换结果存入芯片内部通道 0 和通道 1 各自的寄存器中。当一个积分周期完成之后，积分式 A/D 转换器将自动开始下一个积分转换过程。微控制器和 TSL2560 可通过标准的 SMBus (System Management Bus) V1.1 或 V2.0 实现，TSL2561 则可通过 I2C 总线协议访问。对 TSL256x 的控制是通过对其内部的 16 个寄存器的读写来实现的，其地址如表 2 所列。

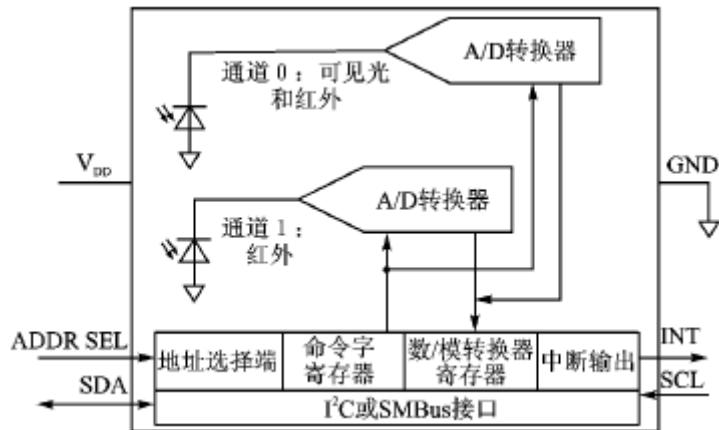


图 2 TSL256x 内部结构图

表 2 TSL256x 内部寄存器地址及作用

寄存器地址	寄存器名称	作用
—	命令字寄存器	指定要访问的内部寄存器地址
00h	控制寄存器	控制芯片是否工作
01h	时间寄存器	控制积分时间和增益
02h	门限寄存器	低门限低字节
03h	门限寄存器	低门限高字节
04h	门限寄存器	高门限低字节
05h	门限寄存器	高门限高字节
06h	中断寄存器	中断控制
08h	校验寄存器	生产商测试用
0Ah	器件 ID 寄存器	区分 TSL2560 和 TSL2561
0Ch	数据寄存器	通道 0 低字节
0Dh	数据寄存器	通道 0 高字节
0Eh	数据寄存器	通道 1 低字节
0Fh	数据寄存器	通道 1 高字节

4 TSL256x 应用设计

TSL256x 的访问遵循标准的 SMBus 和 I2C 协议,这使得该芯片软件和硬件设计变得很简单。这两种协议的读写时序虽然很类似,但仍存在不同之处。下面仅以 TSL2561 芯片为例,说明 TSL256x 光强传感器的实际应用。

4.1 硬件设计

TSL2561 能够通过 I2C 总线访问，所以硬件接口电路很简单。假如所选用的微控制器带有 I2C 总线控制器，则将该总线的时钟线 and 数据线直接和 TSL2561 的 I2C 总线的 SCL 和 SDA 分别相连；假如微控制器内部没有上拉电阻，则还需要再用 2 个上拉电阻接到总线上。假如微控制器不带 I2C 总线控制器，则将 TSL2561 的 I2C 总线的 SCL 和 SDA 和普通 I/O 口连接即可；但编程时需要模拟 I2C 总线的时序来访问 TSL2561，INT 引脚接微控制器的外部中断。硬件连接如图 3 所示。

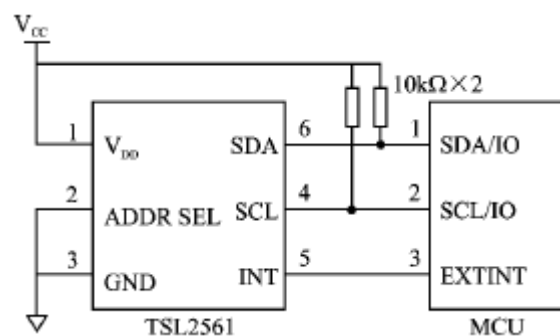


图 3 微控制器和 TSL2561 的硬件连接图

4.2 软件设计

微控制器能够通过 I2C 总线协议对 TSL2561 进行读写。写数据时，先发送器件地址，然后发送要写的数据。TSL2561 的写操作过程如下：先发送一组器件地址；然后写命令码，命令码是指定接下来写寄存器的地址 00h~0fh 和写寄存器的方式，是以字节、字或块（几个字）为单位进行写操作的；最后发送要写的数据，根据前面命令码规定写寄存器的方式，能够连续发送要写的数据，内部写寄存器会自动加 1。

对于 I2C 协议具体的读写时序，能够参考相关资料，在此不再赘述。

TSL2561 的软件设计流程如图 4 所示。

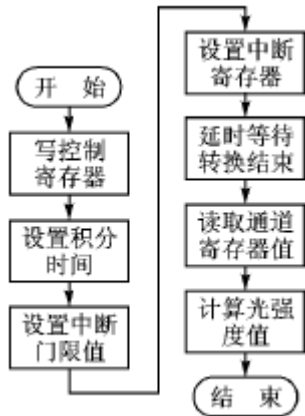


图 4 软件设计流程

限于篇幅，在此给出对 TSL2561 读写操作的部分程式：

```
unsigned char TSL2561_write_byte(unsigned char addr, unsigned char c) {  
    unsigned char status=0;  
    status=twi_start(); //开始  
    status=twi_writebyte(TSL2561_ADDR|TSL2561_WR); //写 TSL2561  
    地址  
    status=twi_writebyte(0x80|addr); //写命令  
    status=twi_writebyte(c); //写数据  
    twi_stop(); //停止  
    delay_ms(10); //延时 10 ms  
    return 0;  
}
```

```

}

unsigned char TSL2561_read_byte(unsigned char addr, unsigned
char *c) {
unsigned char status=0;
status= twi_start(); //开始
status=twi_writebyte(TSL2561_ADDR|TSL2561_WR); //写 TSL2561
地址
status=twi_writebyte(0x80|addr); //写命令
status=twi_start(); //重新开始
status=twi_writebyte(TSL2561_ADDR|TSL2561_RD); //写 TSL2561
地址
status=twi_readbyte(c, TW_NACK); //写数据
twi_stop();
delay_ms(10);
return 0;
}

```

当积分式 A/D 转换器转换完成后，能够从通道 0 寄存器和通道 1 寄存器读取相应的值 CH0 和 CH1，但是要以 Lux（流明）为单位，还要根据 CH0 和 CH1 进行计算。对于 TMB 封装，假设光强为 E（单位为 Lux），则计算公式如下：

① $0 < CH1/CH0 \leq 0.50$

$$E = 0.0304 \times CH0 - 0.062 \times CH0 \times (CH1/CH0)^{1/4}$$

② $0.50 < CH1/CH0 \leq 0.61$

$$E = 0.0224 \times CH0 - 0.031 \times CH1$$

③ $0.61 < CH1/CH0 \leq 0.80$

$$E = 0.0128 \times CH0 - 0.0153 \times CH1$$

④ $0.80 < CH1/CH0 \leq 1.30$

$$E = 0.00146 \times CH0 - 0.00112 \times CH1$$

⑤ $CH1/CH0 > 1.30$

$$E = 0$$

对于 CHIPSCALE 封装，计算公式能够查看相应的芯片资料。

5 结论

采用 TSL256x 实现光强度实时监测的系统，具备精度高、成本低、体积小等长处。芯片内部整合了积分式 A/D 转换器，采用数字信号输出，因此抗干扰能力比同类芯片强。该芯片在光强监测控制领域已得到广泛应用。

参考文献

- [1] Texas Advanced Optoelectronic Solutions Inc.
TSL2560, TSL256 LIGHTTODIGITAL CONVERTER, 2005.

[2] <http://www.smbus.org/specs>.

[3] <http://www.semiconductors.philips.com/logic/i2c>