

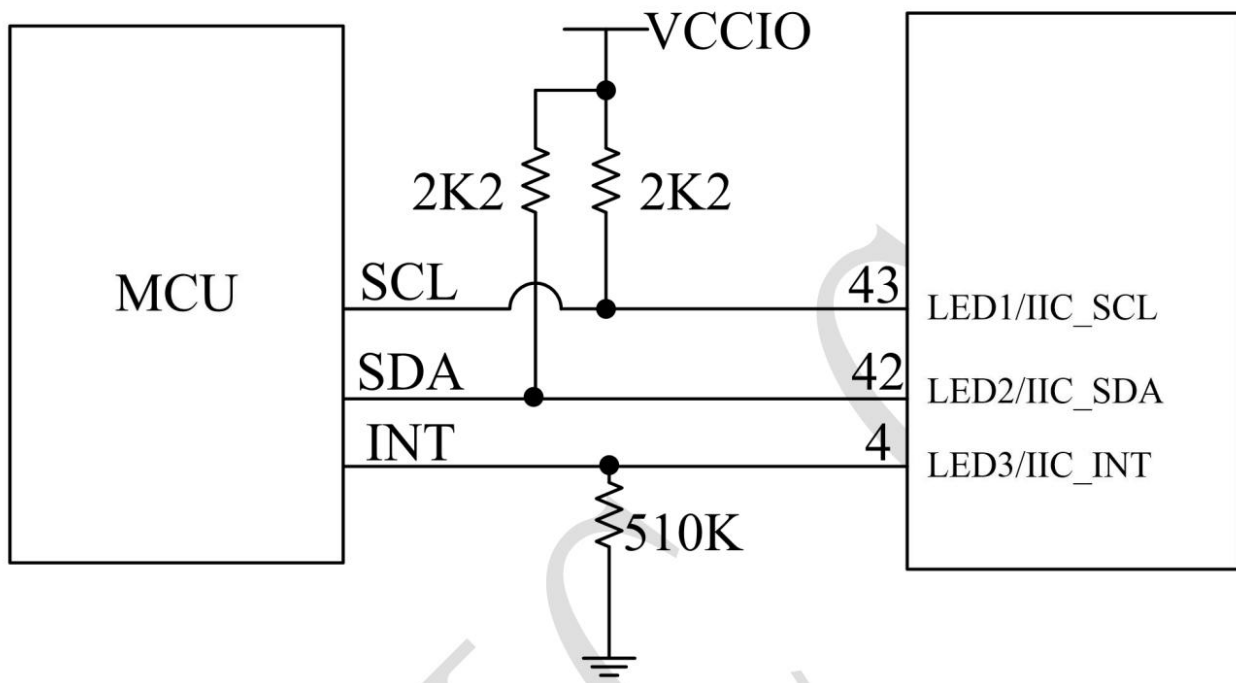


软件I2C搭配IP2368参考设计

V1.1
-- 彭博



IP2368 I2C接口硬件说明



(注：IP2368休眠时INT脚为input PIN，所以需要接下拉510K电阻保证MCU端读出来的信号为低电平，否则INT PIN的电压有可能处于不稳定状态，影响MCU正常判断)

IP2368通过三根线与MCU连接：

1、INT -- 用于指示IP2368的工作状态及MCU手动控制IP2368的工作状态，需要挂一个510K的电阻到GND；

a、当MCU需要获取IP2368状态时，MCU端的INT脚要设置为**input**，禁止MCU内部的上下拉电阻，打开INT脚的中断使能及中断唤醒使能；

b、当MCU需要控制IP2368的状态时，MCU端的INT脚要设置为**output**，输出1时唤醒IP2368或强制IP2368不进入休眠模式；

c、其它情形时，MCU的INT脚设置为**input**

2、SCL/SDA -- I2C通讯脚，按标准的I2C协议进行通讯，2.2K的上拉电阻需接到IP2368的VCCIO，非通讯状态下，MCU的SCL及SDA均为**input**，通过上拉电阻保持通讯线为高电平状态。

a、如果MCU的IO电平与VCCIO不匹配，则需要增加电平转换线路以实现稳定、准确的数据通讯；

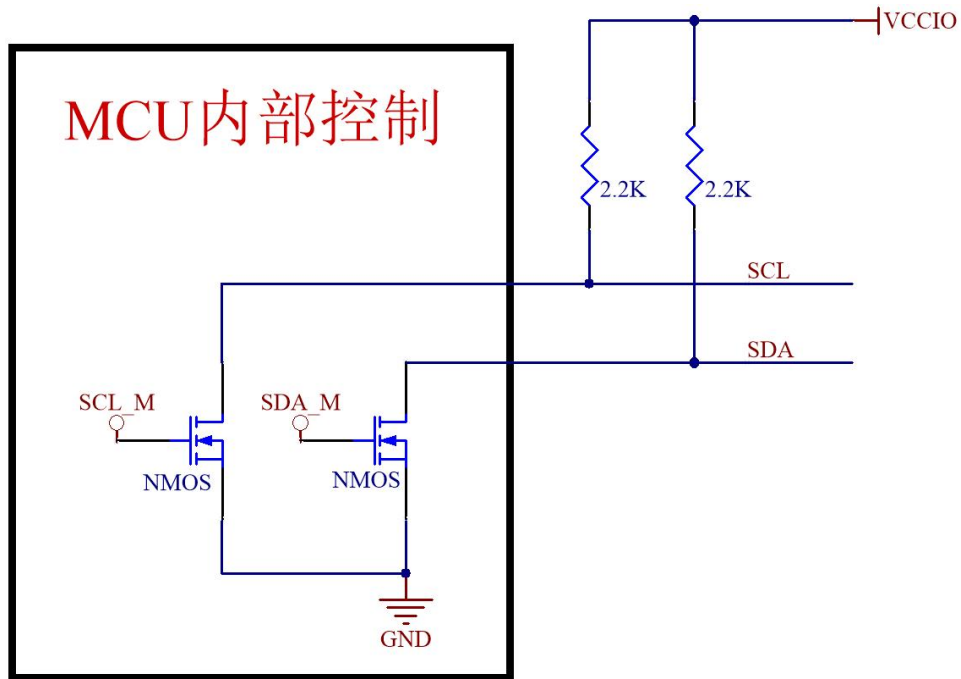
b、MCU需要输出SCL/SDA的高电平时，不能直接**output**高电平，需要配置IO为**input**，由外部的上拉电阻实现输出高电平。



- IP2368 INT 应用说明: IP2368 休眠时检测到 INT 为高就会唤醒, 唤醒之后, IP2368 主动拉高 INT, 100ms 之后, MCU 可进行 I2C 通信, 进行寄存器的读写操作; IP2368 在进入休眠之前, 会切换为输入高阻来检测 INT 状态, 如果为高电平, 则认为 MCU 不允许 IP2368 进入休眠, 如果为低电平, 则 IP2368 进入休眠; MCU 在检测到 INT 为低后, 16ms 内要停止访问 IC;

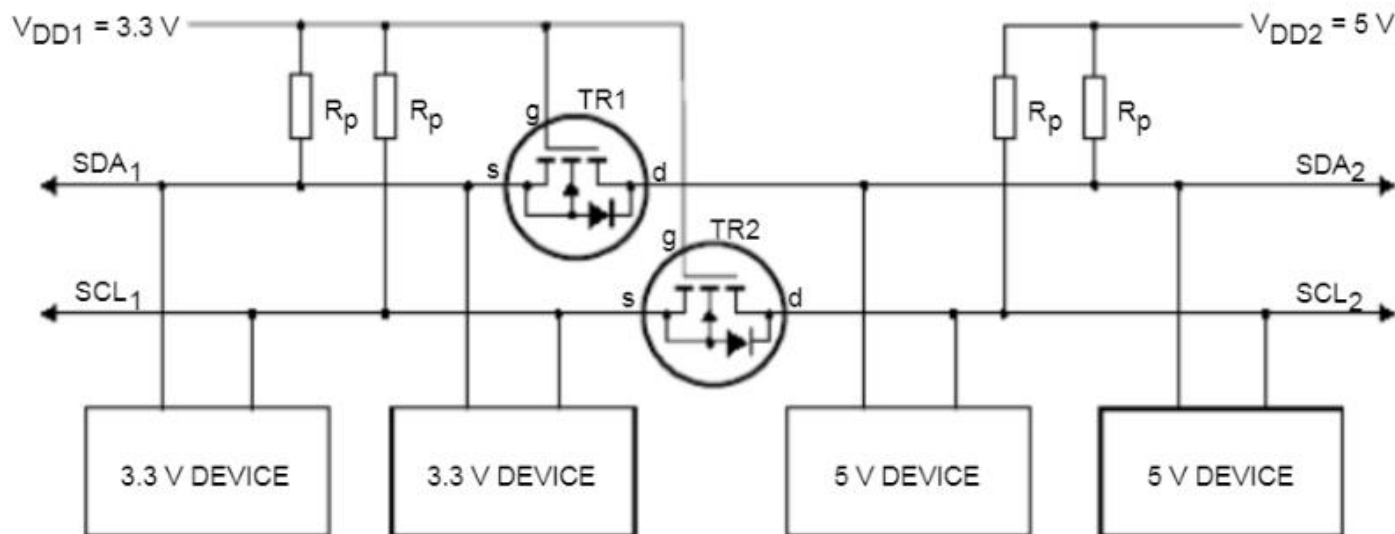
在这份文档说明里要注意以下几点:

- 1、IP2368正常的唤醒（充电、设备插入）,由IP2368来控制INT, 休眠前检测INT PIN是否被外部MCU拉高, 如果拉高, 则不进入休眠, 直到外部MCU的INT PIN撤消高电平。MCU在此应用场景需要把INT脚置为**input**, 并打开INT PIN的中断及中断唤醒, 使得MCU能**被唤醒**及快速响应IP2368的INT**状态变化**。
- 2、IP2368如果是由外部MCU的INT PIN高电平来唤醒的, IP2368唤醒后, INT PIN的控制权会转回IP2368, 高低电平表示工作/休眠状态, 外部INT可控制IP2368能不能进入休眠。
- 3、MCU的INT PIN控制可以唤醒IP2368、可以让IP2368不进入休眠, 但不能直接控制IP2368进入休眠状态, IP2368的休眠控制还是由内部的状态机决定。
- 4、根据文档描述, MCU读取INT PIN为0后, 16ms内要停止访问IP2368, 以此建议MCU在读写数据前判断一下INT的状态为高电平才开始读写, 为低电平 则不再读取IP2368的I2C数据。



根据I2C协议规定，连接到I2C总线的器件输出级必须是漏极开路或集电极开路才能执行线与的功能，而大部分MCU的GPIO可能没漏极开路功能，这样的话我们可以使用以下方式来**模拟漏极开路**：

- 1、把GPIO的上拉和下拉电阻**禁止**；
- 2、当MCU的SCL或SDA需要输出高电平时（或空闲状态时），把SCL/SDA的GPIO设置为**input mode**，靠外部的2.2K上拉电阻把SCL/SDA维持在高电平；
- 3、当MCU的SCL或SDA需要输出低电平时，把SCL/SDA的GPIO设置输出0，然后把GPIO设置为**output mode**（不同MCU的这个先后顺序可能不一样，需实测），GPIO输出0，把总线上的电平拉低（总线上的耗电电流为 $= VCCIO/2.2K$ ）；
- 4、通过上述的操作，实现漏极开路的总线输出

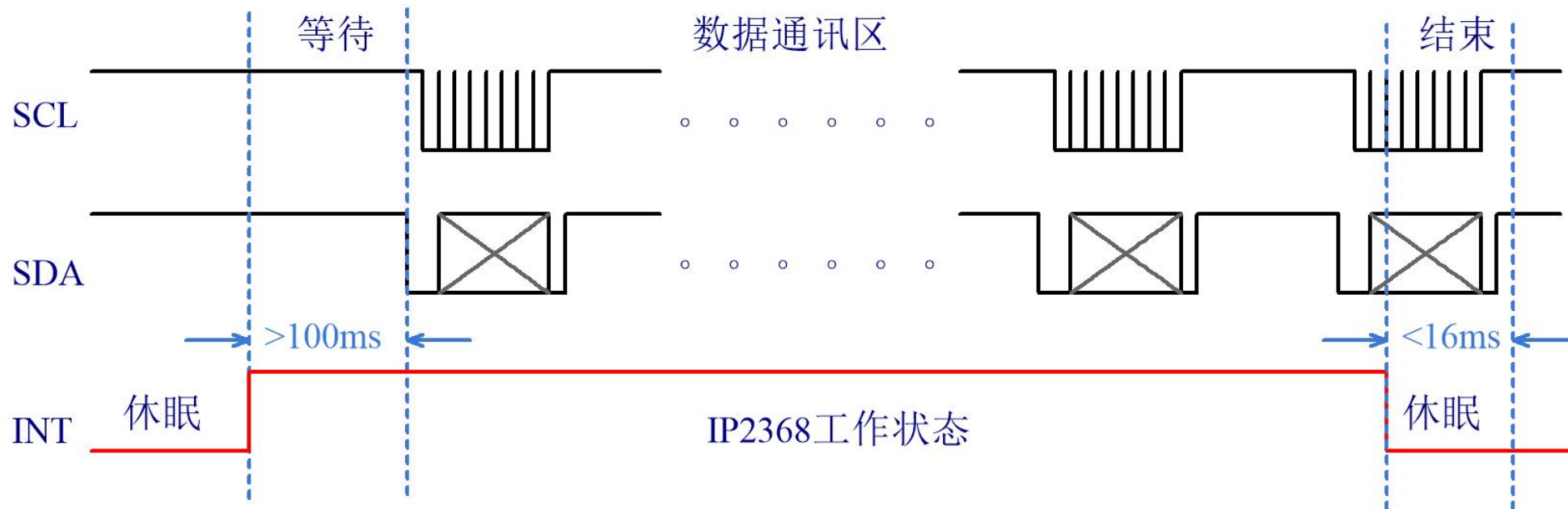


在实际实用中，IP2368使用的是3.3V的I2C总线电压，但MCU有可能使用5V或其它电压，这样IP2368与MCU连接时，需要加入电平转换电路，以匹配电压差。电平转换原理：

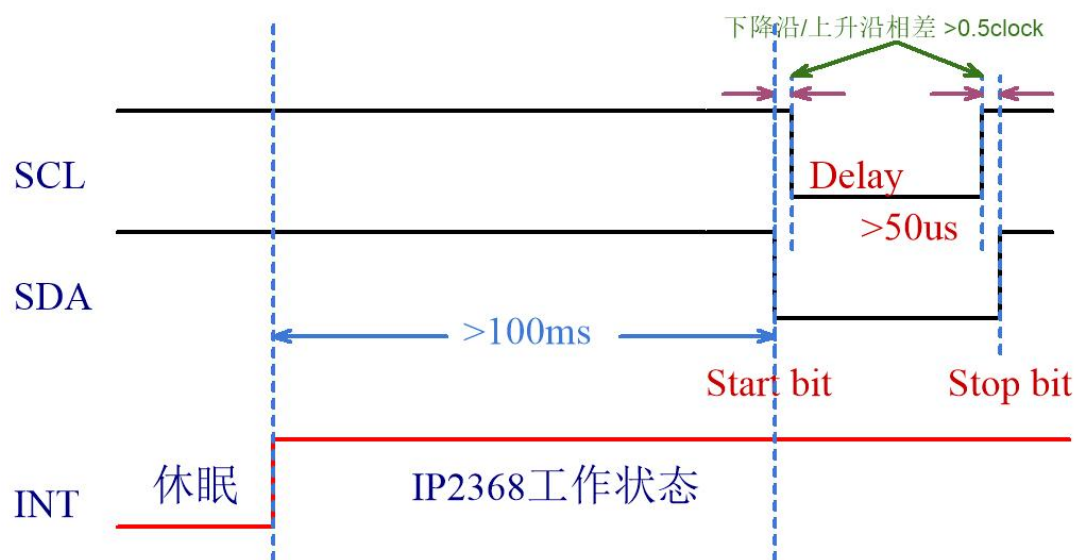
- 1、IP2368位于线路左端，使用3.3V系统，MCU位于线路右端，使用5V系统；
- 2、当SDA1、SCL1输出高电平时，SDA1、SCL1均由Rp上拉至3.3V，TR1、TR2的GS电压为0，不导通，SDA2及SCL2由Rp上拉到5V，实现电平转换；
- 3、当SDA2、SCL2输出高电平时，SDA2、SCL2均由Rp上拉至5V，TR1、TR2的GS电压为0，不导通，SDA1及SCL1由Rp上拉到3.3V，实现电平转换；
- 4、当SDA1、SCL1被IP2368拉到低电平时，TR1、TR2的GS电压为3.3V，DS极导通，SDA2、SCL2被SDA1、SCL1拉至低电平，实现电平转换；
- 5、当SDA2、SCL2被MCU拉到低电平时，TR1、TR2的GS电压为（3.3V-0.7V），DS极导通，SDA1、SCL1被SDA2、SCL2拉至低电平，实现电平转换。



INT信号与I2C数据总线的关系

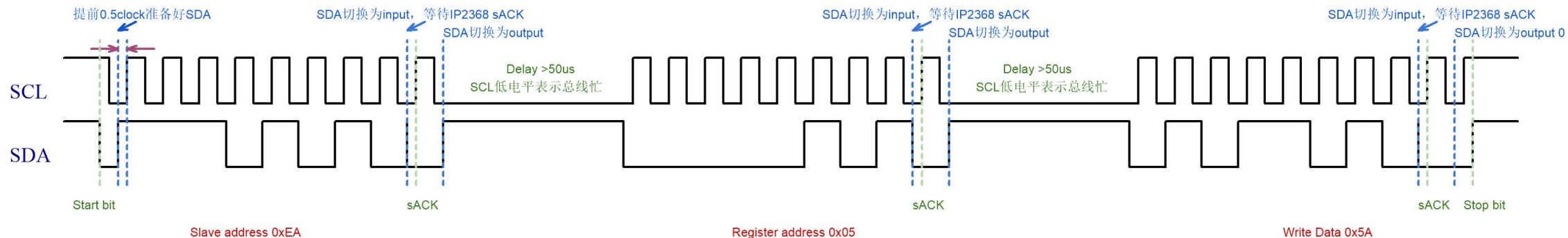


- 1、当IP2368休眠时，INT脚为持续的低电平，此时不可以进行I2C通讯；
- 2、当INT的上升沿发生时，不管是MCU强制拉高唤醒还是IP2368自行唤醒，都要等待大于100ms后才可以进行I2C通讯；
- 3、当INT的下降沿发生时，分两种情况：
 - a、IP2368是自行唤醒的，MCU检测到INT下降沿时，最好是即时停止I2C数据通讯，如果已经在通讯中，则需要实时检测从机的应答信号，以判断这帧数据是否有效，另外，INT下降沿后，控制16ms内完全停止I2C通讯；
 - b、IP2368是MCU拉高INT而唤醒的，MCU置INT为低电平时，IP2368此时并未直接进入休眠，而等待休眠条件成立，MCU可以通过读取寄存器及判断从机的应答信号，确定IP2368当前状态。



MCU在使用I2C访问IP2368时遵循以下规则:

- 1、I2C总线里定义，SCL和SDA为高电平持续高电平时为空闲状态，所以在未使用I2C时，需要MCU把SCL及SDA都设为 **input** PIN以保证空闲状态
- 2、IP2368从休眠唤醒后，需要间隔100ms以上再进行I2C控制
- 3、IP2368第一次休眠唤醒或I2C数据无sACK应答或长时间未进行I2C通讯，MCU可以在I2C总线上执行一次数据访问前的预操作（Start bit -> Stop bit），重置一下I2C总线上的数据时序，保证下一个数据帧正常启动
- 4、MCU需要实时监测INT脚状态，当IP2368输出INT上升沿时，说明IP2368被唤醒，在IP2368休眠前写入的I2C数据，唤醒后是会被复位为默认值的，如有数据写入需求的，则需要重新写入一次

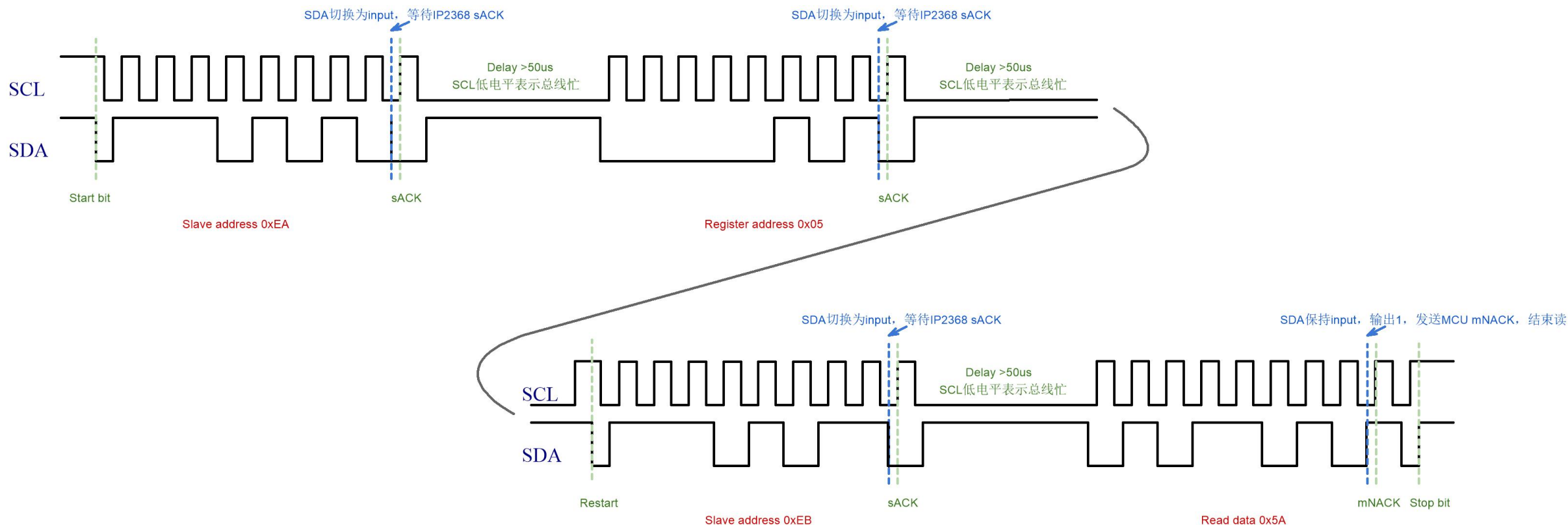


IP2368仅支持单字节的数据写入，不支持连续数据写入，单字节写入的时序波形如上图所示，请注意如下事项：

- 1、SCL与SDA的电平变化要相互间隔0.5个clock以上，以保证数据能被正确识别；
- 2、sACK为IP2368的应答信号，由IP2368驱动，低电平为有效应答，sACK之前，MCU需要把SDA PIN置为**input** PIN，确保检测SDA被IP2368拉低应答；
- 3、如果IP2368没有应答，说明I2C异常或未准备好，可以设定等待50us，如果时间到了还未见有sACK，则丢失数据帧，重新发送数据或执行总线重置预操作；
- 4、一个完整数据帧里面，每byte数据间要间隔50us以上，数据帧完成后，需要有一个Stop bit来结束数据帧。



I2C数据通讯详解--读数据 单字节

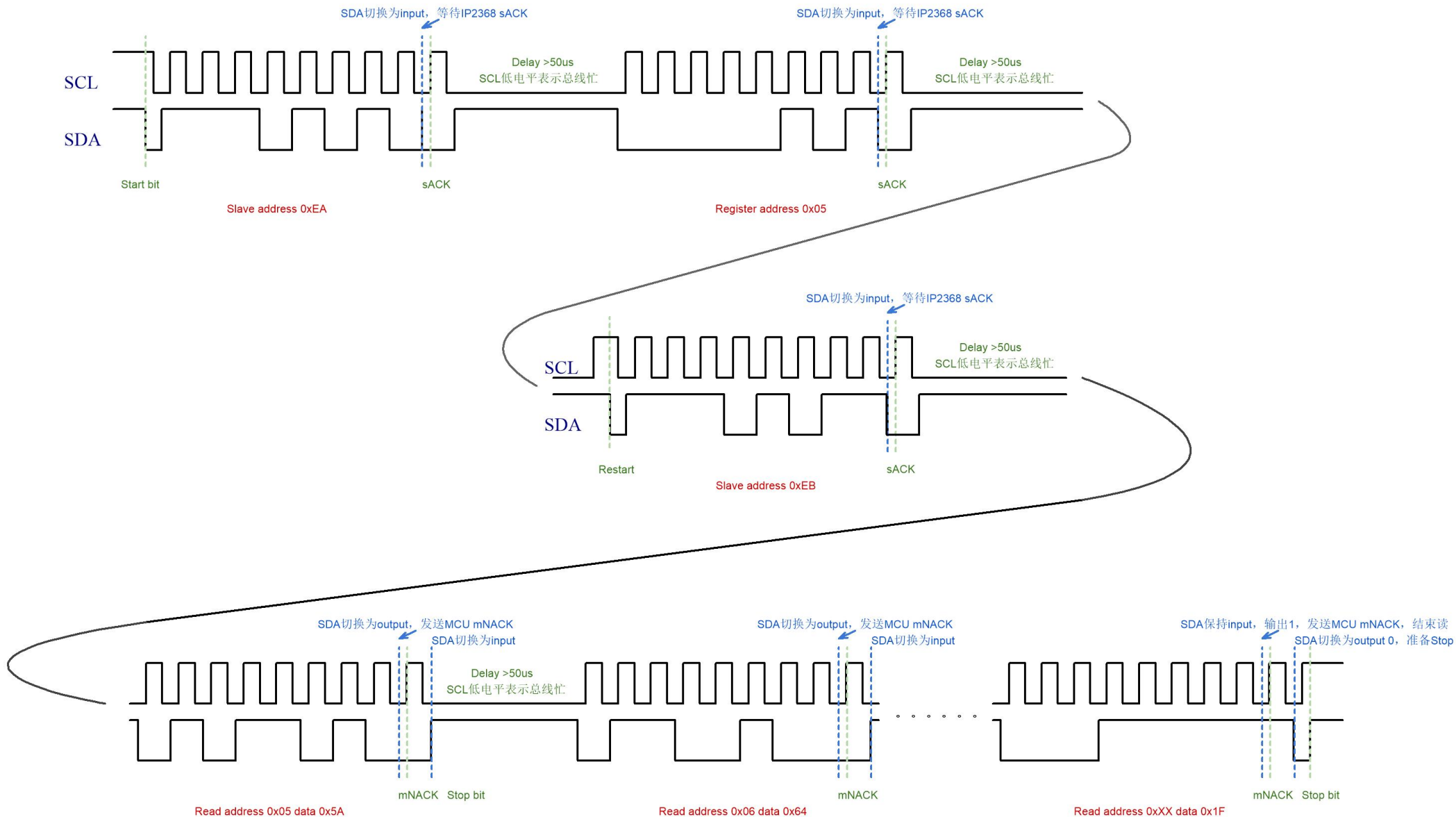


IP2368支持单字节的数据读取，单字节读取的时序波形如上图所示，请注意如下事项：

- 1、SCL与SDA的电平变化要相互间隔0.5个clock以上，以保证数据能被正确识别；
- 2、sACK为IP2368的应答，由IP2368驱动，低电平为有效应答，sACK之前，MCU需要把SDA PIN置为**input** PIN，确保检测SDA被IP2368拉低应答。如果IP2368没有应答，说明I2C异常或未准备好，可以设定等待50us，如果时间到了还未见有sACK，则丢失数据帧，重新发送数据或执行总线重置预操作；
- 3、数据字节读完后，mNACK由MCU应答，高电平表示数据已读完，然后Stop bit即可。



I2C数据通讯详解--读数据 多字节连续读





IP2368支持多字节的数据连续读取，多字节读取的时序波形如上页所示，请注意如下事项：

- 1、SCL与SDA的电平变化要相互间隔0.5个clock以上，以保证数据能被正确识别；
- 2、sACK为IP2368的应答，由IP2368驱动，低电平为有效应答，sACK之前，MCU需要把SDA PIN置为input PIN，确保检测SDA被IP2368拉低应答。如果IP2368没有应答，说明I2C异常或未准备好，可以设定等待50us，如果时间到了还未见有sACK，则丢失数据帧，重新发送数据或执行总线重置预操作；
- 3、每字节数据读完后，mNACK由MCU应答，如果还需要继续读下一字节数据（地址会自动+1），mNACK输出低电平，表示需要继续读数据，然后继续发送下一字节数据的SCL来读取数据；
- 4、如果所有数据已经读取完毕，则mNACK置为高电平表示数据已读完，然后Stop bit即可；
- 5、每个字节读取的间隔也是需要大于50us以上。



I2C数据通讯测试工具



¥258.00

USB转I2C适配器 模块 USB-IIC/GPIO/
I2C/SPI/UART

月成交 0笔 评价 0



¥88.00

FT232H/FT232HL模块USB转FIFO/S
鑫兴杰旗舰店

月成交 27笔 评价 16



¥440.00

高速USB转SPI I2C PWM ADC GPIO U
JSTXSZ旗舰店

月成交 0笔 评价 0



¥619.00

工业级USB转SPI I2C PWM ADC GPIO
JSTXSZ旗舰店

月成交 0笔 评价 0



¥688.00

工业级USB转SPI I2C PWM GPIO UAR
JSTXSZ旗舰店

月成交 0笔 评价 0



¥105.90

FT232H/FT232HL模块USB转FIFO/S
yourcee旗舰店

月成交 3笔 评价 28



¥2120.00

TP250310 Aardvark I2C/SPI 主机适配
佰斯浩数码专营店

月成交 0笔 评价 0



¥75.90

USB转I2C IIC SPI串口调试工具信号转
基雷西旗舰店

月成交 40笔 评价 40



¥50.00

原装CY7C65213-28PVXIT CY7C6521
轩业旗舰店

月成交 0笔 评价 0



¥820.00

原装 吉阳光电GY7512 USB-I2C Adapt
菲事尔旗舰店

月成交 0笔 评价 0



¥32.00

CJMCU-200 USB转I2C模块 FT200XD
鑫兴杰旗舰店

月成交 0笔 评价 0



¥880.00

高速USB转SPI I2C PWM ADC GPIO U
hbopob旗舰店

月成交 0笔 评价 0



¥1425.00

(NI USB-8451 USB-SPI/I2C)完全兼容
爱乐通旗舰店

月成交 0笔 评价 0



¥924.00

工业级高速USB转SPI I2C PWM GPIO
zyv旗舰店

月成交 0笔 评价 0



¥834.00

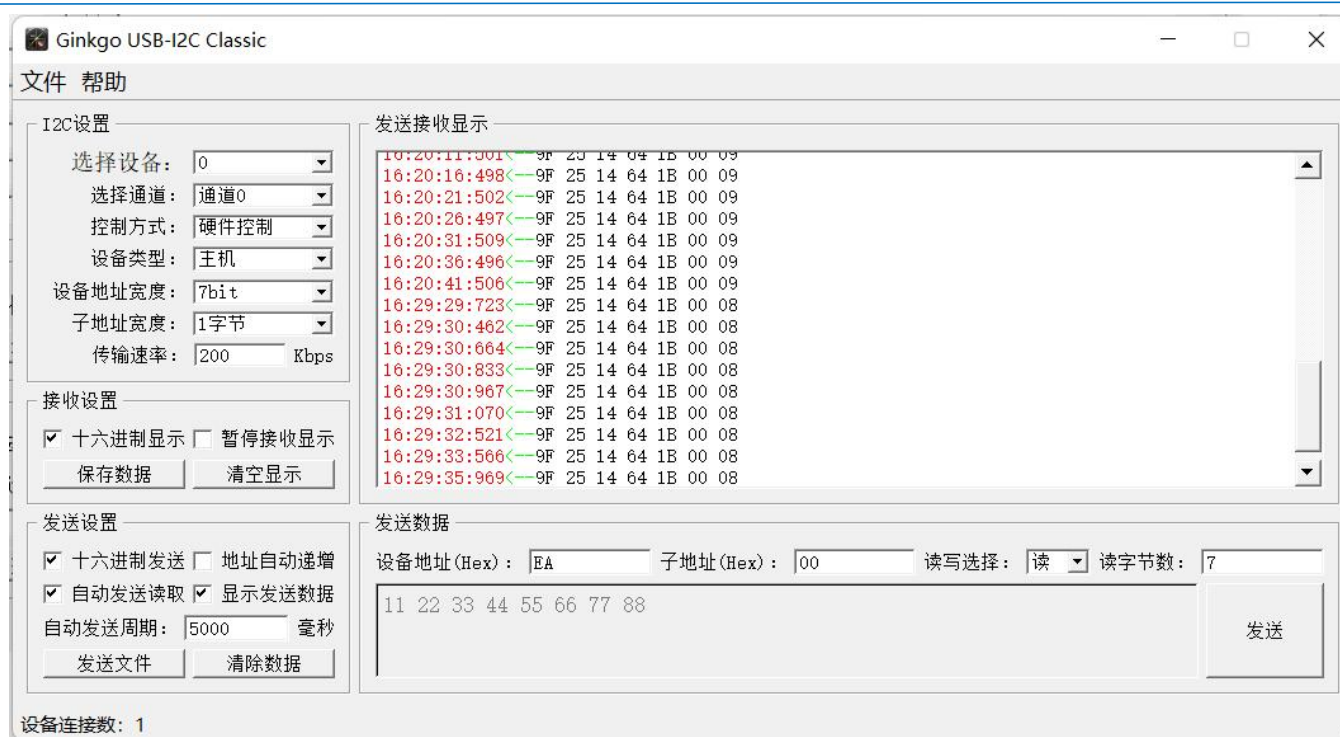
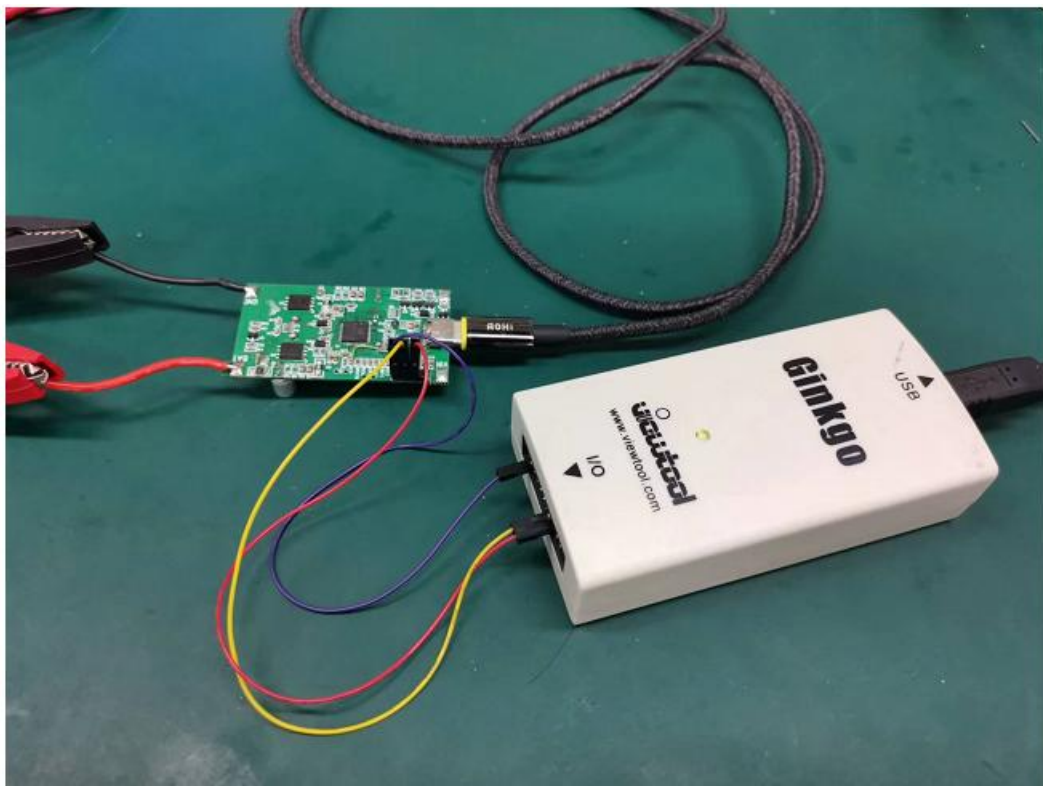
高速USB转SPI I2C PWM ADC GPIO U
zyv旗舰店

月成交 0笔 评价 0

开发工程师在使用IP2368的I2C之前，最好可以先购置一个USB转I2C的工具，先测试确认I2C工作正常，并可验证写各类寄存器的效果，在进行MCU软件I2C开发时，也可用于对比波形查找问题点。



I2C数据通讯测试工具



I2C工具使用如上图，工具与IP2368 demo板通过3根线连接：SCL、SDA、GND，在IP2368工作后（充电中或放电中）就可以进行数据读写，PC端的APP设置如右图，注意传输速率不要太高。



谢谢观阅！