

称重仪表电路设计中的电平兼容

□上海耀华称重系统有限公司 李虎

【摘要】本文介绍了物联网时代称重仪表电路设计中电平兼容的重要性，以及一些电平兼容电路的设计分析。除此之外，还有本人的一些实践经验分享。

【关键词】物联网；称重仪表；电平兼容

文献标识码：B 文章编号：1003-1870 (2023) 06-0023-03

引言

随着物联网的迅速发展，一些无线模块行业已然崛起，同时也让各行各业乘着物联网时代的春风发展壮大。计量行业也奋勇赶超，取得了累累硕果。对硬件设计而言，物联网模块加入到传统仪表中，通信电路的设计就必然会面对电平兼容的问题。如果电平兼容这个问题处理不好，MCU与物联网模块通信跟不上，或者发送接收中出现乱码，部分数据正常，部分数据乱码，当然也有全部乱码的，故电平兼容在电路设计中尤为重要。

1 常见的几种电平信号

1.1 TTL 电平

TTL 集成电路的全名是晶体管—晶体管逻辑集成电路 (Transistor- Transistor Logic)。它是由双极型晶体管构成，静态功耗相对较大，是电流驱动型器件。TTL 电平的高和低的逻辑判断是固定的。输出电平标准：低电平 $L < 0.8V$ ，高电平 $H > 2.4V$ ；输入电平标准：低电平 $L < 1.2V$ ，高电平 $H > 2.0V$ 。TTL 电路不使用的输入端悬空为高电平^[5]。

1.2 COM 电平

CMOS 集成电路的全名为互补对称金属氧化物半导体 (Compiementary symmetry metal oxide semiconductor)，电路的许多基本逻辑单元都是用增强型PMOS。

晶体管增强型NMOS 晶体管是按照互补对称形式连接的，静态功耗很小，是电压驱动型器件。CMOS

电平的高和低的逻辑判断是和CMOS 电路的供电电压有关的。CMOS 电路供电电压VCC 是宽范围的，在5V-15V 均能正常工作。COM 电平标准：低电平 $L < 0.1VCC$ ，高电平 $H > 0.9VCC$ ；输入电平标准：低电平 $L < 0.3VCC$ ，高电平 $H > 0.7VCC$ 。CMOS 电路不使用的输入端不能悬空，否则会造成逻辑混乱^[5]。

1.3 RS232 电平

RS232 电平标准：逻辑1，-3V~-15V；逻辑0，+3V~+15V，电平反相一次。RS232 的逻辑电平和TTL 不一样但是协议是一样的^[5]。一般都是使用RS232 接口芯片，将UART 接口TTL 电平转换成232 电平^[6]。

1.4 RS485 电平

RS485 是一种串口接口标准，半双工（逻辑1：+2V—+6V 逻辑0：-2V—-6V）这里的电平指AB 两线间的电压差。为了长距离传输采用差分方式传输，传输的是差分信号，即通过AB 两根线的电压差作为电平信号。差分信号能有效地抵御外界因素的干扰，因为干扰对两根线影响是一样的，两根线的电压差不变，信号传递也就不会受干扰。与TTL、RS232 只能一对一连接不同，RS-485 在总线上是允许连接多达128 个收发器^[5]。和RS232 接口同理，一般都是使用RS485 接口芯片，将UART 接口TTL 电平转换成RS485 电平^[6]。

而在称重仪表电路系统中，单片机和无线模块的通信接口一般都是UART 接口，且系统也都会存在

着混合电压的情况^[3]，故电平兼容技术的应用意义很大。

2 常见的无线模块和电平兼容方法

2.1 蓝牙, WIFI, 2G, 4G, LORA 等无线模块是称重行业最为常用的。其中2G 现在要慢慢地退出历史舞台了, 取而代之的是4G+2G 的CAT1 模块, 兼容2G 频带, 且价格相对便宜。这些模块多数都是用UART 接口和单片机通信, 也有少数的因为数据速率问题需要使用USB 接口通讯。对于大多数的情况, UART 的数据速率完全满足称重行业的需求, 故电平兼容的重要性显得尤为突出。

2.2 电平兼容方法:

(1) 在UART 的TX 与RX 串接电阻的方法, 这种方法比较经济实用。

(2) MOS 管或者三极管搭建的电路, 主要还是利用它们的饱和状态开关原理。

(3) 逻辑芯片74xHCT 系列芯片, 凡是输入与5V TTL 电平兼容的5V CMOS 器件都可以用作3.3V →5V 电平转换。这是由于3.3V CMOS 的电平刚好和5V TTL 电平兼容(巧合)^{[1][2]}, 而CMOS 的输出电平总是接近电源电平的。廉价的选择如74xHCT(HCT/AHCT/VHCT/AHCT1G/VHCT1G/……) 系列(字母T 表示TTL 兼容)。

(4) 专用的电平兼容芯片, 目前也有很多。国内品牌的有润石和艾为等。

(5) 使用隔离芯片也是一种电平兼容的手段。输入和输出可以共用GND, VCC 使用对应电平的电源, 这样就可以使两侧的电平兼容。隔离芯片的品牌, 还有通道数量都可以选择, 而且磁隔离、容隔离、光隔离都是比较成熟的技术。

3 电平兼容的案例

3.1 MOS 管搭建的电平兼容电路

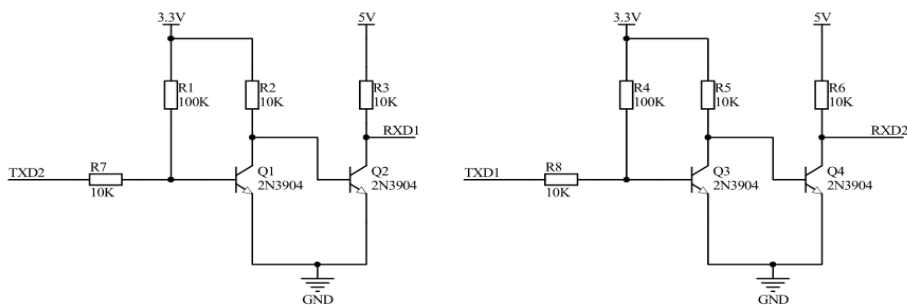


图1 MOS管搭建的电平兼容电路

3.2 三极管搭建的电平兼容电路

如图2 所示, TXD1 与RXD1 是5V 的TTL 电平, TXD2, RXD2 是3.3V 的TTL 电平。和MOS 管搭建的电平兼容电路运用的原理差不多, 这个电路运用的是三极管在饱和状态下的开关原理^[1]。下面就图2 电路进行分析。

当TXD2 (默认为高电平) 为高电平时, Q1 导通, Q2 的基极被拉低, Q2 截止。RXD1 被R3 上拉,

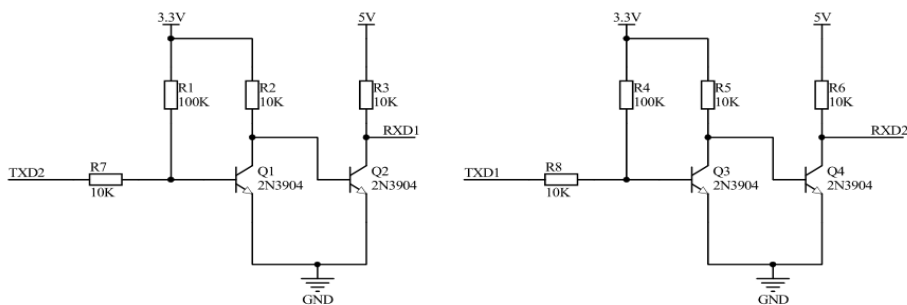


图2 三极管搭建的电平兼容电路

此时RXD1（默认为高电平）为高电平；当TXD2为低电平，Q1截止，Q2的基极仍然为高，Q2导通，此时RXD1通过Q2接到GND，为低电平。

当TXD1（默认为高电平）为高电平时，Q3导通，Q4的基极被拉低，Q4截止。RXD1被R6上拉，此时RXD1（默认为高电平）为高电平；当TXD1为低电平，Q3截止，Q4的基极仍然为高，Q4导通，此时RXD2通过Q4接到GND，为低电平。

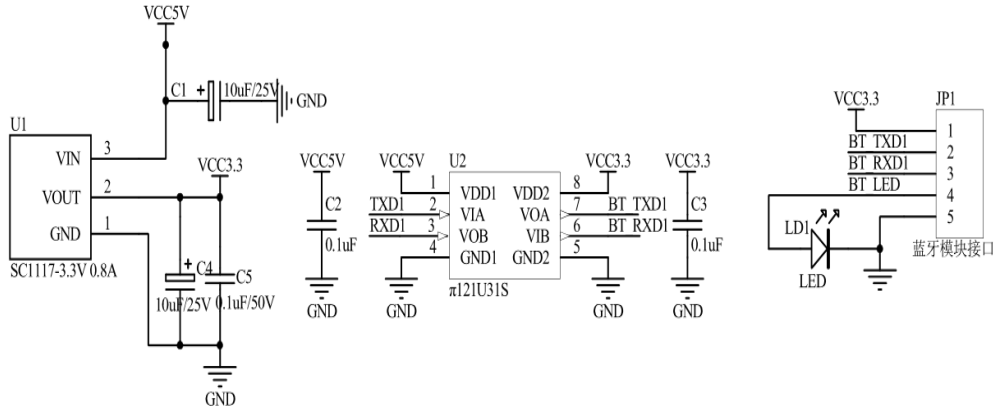


图3 隔离芯片搭建的电平兼容电路

3.4 专用的电平兼容芯片

专用的电平兼容芯片国内国外品牌的都有很多，比如TI公司的可配置电压转换的双电源总线收发器^[4]SN74LVC2T45，同一功能的Microchip公司也有相应的收发器，还有TI公司的电平转换器TXS0108EPWR等。国内品牌的有润石的RS0102，上海艾为电子有限公司的AW39102等。

4 实践案例

案例1 在设计其中一种物联网称重仪表调试中，曾经遇到过因为UART的电平兼容问题导致数码管不显示的现象。这款仪表做的是2G物联网通讯，MCU是合泰的一款M0核，32位的单片机。当时为了查找问题，做了大量的监测工作。捕捉瞬间的DCDC电源波动情况，和数码管驱动芯片的SPI信号。电源无足够大波动，使得单片机失去作用。后来在尝试找问题的时候，拔掉2G模块，发现这个数码管突然不显示的现象消失了。通过这个现象再通过程序的在线调试，MCU就是在与2G模块进行交互数据时，那个现象才出现。经过查阅2G模块和MCU的资料，着重分析2G模块的UART接口能兼容2.8V和3.3V的TTL电平这个信息，MCU的UART是3.3V的TTL电

3.3 隔离芯片搭建的电平兼容电路

如图3所示电路，使用的是国产的容隔离芯片U2。这个电路没有使用该芯片的隔离功能，仅使用了容隔离两端不同电源供电，通道电平根据供电不通而不同。例如在U2左侧，TXD1和RXD1都是5V的TTL电平；U2的右侧，BT_TXD1, BT_RXD1都是3.3V的TTL，这样就实现了电平兼容的目的。

平，于是就降低MCU的供电电压，变为2.8V供电，让其UART电平也在2.8V，问题就得到了解决。这个也是由于电平不兼容导致的一个问题，所以这方面的电路设计中电平兼容很重要。

案例2 设计一款带4G功能的物联网称重仪表，4G模块为采购物料，品牌有移远，美格，SIMCOM，移柯。但是不同品牌的4G模块，它们的UART电平都是很低的。以移远的EC200S为例，UART是1.8V的TTL电平。而常用的MCU单片机都是3.3V或者5V供电，其UART都是3.3V或者5V的，中间串接电阻的方案不能满足其电平兼容的条件，这个压差比较大。于是就想用MOS或者三极管搭建的电平兼容电路，这个的价格比较便宜。后来由于这款物联网称重仪表的成本空间还有余量，而且PCB线路板空间有限，就选用了一颗两通道电平转换芯片，测试通信稳定性都是可以的。如果没有电平兼容的电路，4G模块就一定无法与MCU通讯，所以电平兼容的技术应用很关键。

5 结语

本文着重强调电平兼容在物联网称重仪表中的重要性，以及一些常用电平兼容的电路和方法。其

次就是电路中电平种类和工作中的一些案例。电平兼容是一种不可忽视的技术，面对那么多的电平兼容方法，需要对项目整体把控，在成本有余量的项目中，建议使用集成的电平转换芯片。为了降低成本的项目，则使用MOS管或者三极管搭建的电平兼容电路。物联网是称重仪表的一个发展趋势，电平兼容的重要作用，也悄然体现在每个物联网称重仪表硬件电路设计中。

参考文献

- [1] 康华光, 邹寿彬. 电子技术基础(数字部分, 第四版). 北京; 高等教育出版社, 2000:40-76.
- [2] 吉利久, 沈悌明, 等. C-MOS 电路输入级的设计—与TTL 电平兼容, 北京大学计算机系, 微处理机, 1986, 第4期.
- [3] 方虎生, 芮挺, 等. 混合电压系统与板级总线逻辑电平转换, 解放军理工大学野战工程学院, 无线互联科技, 2013, 第4期.
- [4] Nadira Sultana and Chris Cockrill, Texas

Instruments Voltage-Level-Translation Devices. Texas Instruments, 2009.

[5] wS06f9589Gu7. TTL、CMOS、RS232、RS485 的区别和联系.

https://wenku.baidu.com/view/1c9e4d97f221dd36a32d7375a417866fb84ac0b2.html?fr=income2-doc-search&_wks_=1683859367883&wkQuery=TTL%E3%80%81CMOS%E3%80%81RS232%E3%80%81RS485%E7%94%B5%E5%B9%B3%E5%B7%AE%E5%BC%82.html, 2018.07.24.

[6] 郭天祥. 51 单片机C 语言教程入门、提高、开发、拓展全攻略[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009: 127-130.

作者简介

李虎, (1992—), 男, 本科学历, 助理工程师, 现供职于上海耀华称重系统有限公司, 从事称重仪表硬件开发工作。