



第2章 STC单片机硬件知识

何宾
2019.03

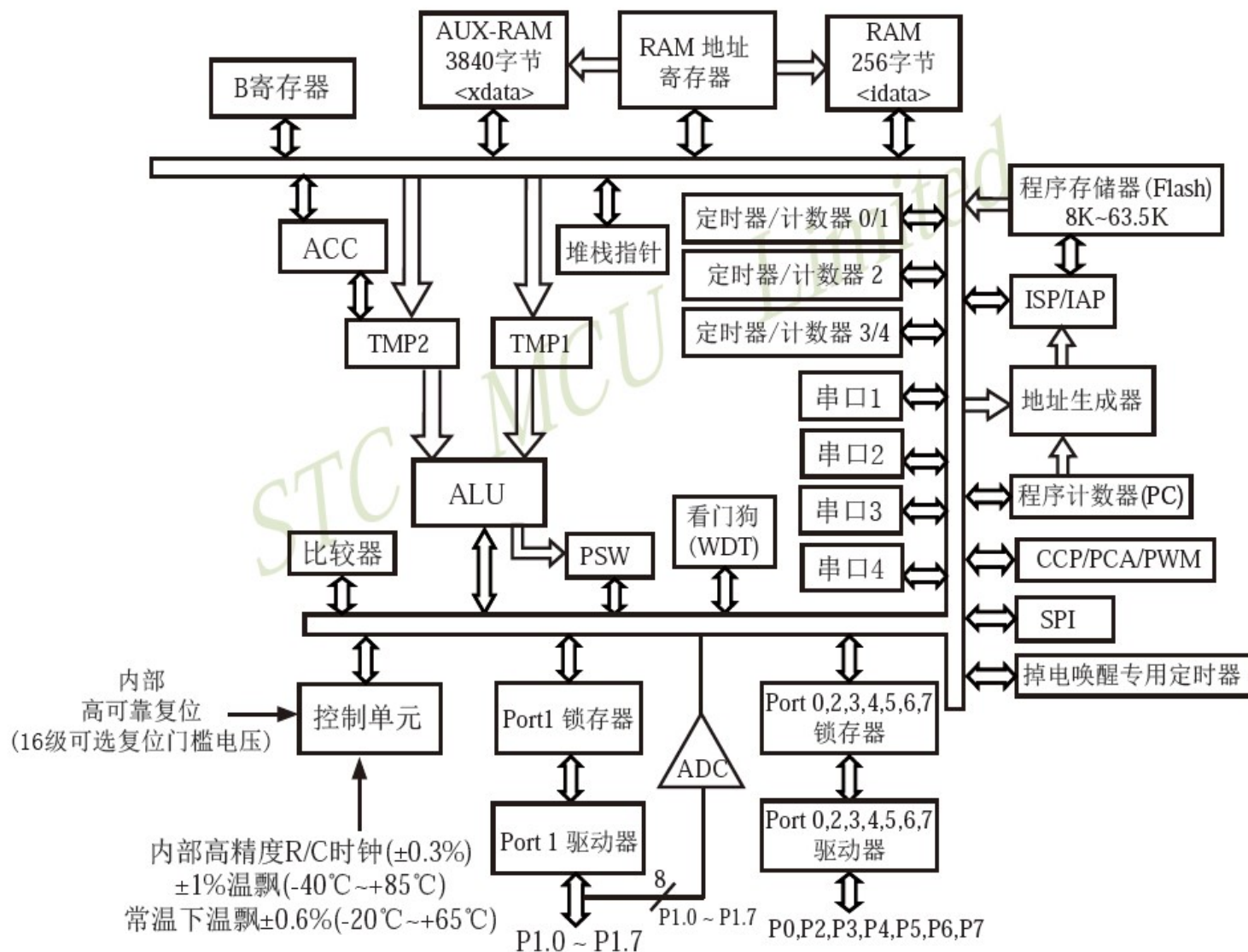
单片机所实现的功能

--STC15系列单片机功能

- 该型单片机属于STC15W4K32S4系列，提供了下面的功能
 - 在系统可仿真
 - 在系统可编程
 - 无需专用仿真器
 - 可远程升级
- IAP15W4K58S4单片机本身就是仿真芯片。

单片机所实现的功能

--STC15系列单片机架构



STC架构及功能

--STC15W4K32S4系列特点

- 片内集成高达4K字节的RAM数据存储空间。包括
 - 内部基本RAM
 - 内部扩展RAM
- 采用了增强型8051 CPU内核
 - 达到1个时钟/一个机器周期的性能
 - 比传统的8051速度快7~12倍
- 采用宽电压供电技术
 - 工作电压范围为2.5~5.5V

STC架构及功能

--STC15W4K32S4系列特点

- 采用低功耗设计技术，该系列单片机可以工作在：
 - 低速模式
 - 空闲模式
 - 掉电模式
- 内部集成高可靠复位电路
 - 不需要不需外部复位
- 内部集成R/C时钟电路
 - 不需要使用外部晶体振荡器

STC架构及功能

--STC15W4K32S4系列特点

- 集成大量的掉电唤醒资源，包括：
 - INT0/INT1(上升沿/下降沿中断均可), INT2/INT3/INT4(下降沿中断);
 - CCP0/CCP1/ RxD/RxD2/RxD3/RxD4/T0/T1/T2/T3/T4管脚;
 - 内部掉电唤醒专用定时器。
- 该系列单片机集成了16KB、32KB、40KB、48KB、56KB、61KB、63.5KB容量的片内Flash程序存储器，擦写次数10万次以上（B表示字节）。
- 大容量片内EEPROM功能，擦写次数10万次以上。

STC架构及功能

--STC15W4K32S4系列特点

- 内部集成8通道10位的高速模拟-数字转换器（Analog to Digital Converter, ADC），采样速度可达30万次采样/秒。
- 内部集成比较器模块。可以实现：
 - 可当1路ADC使用，并可作掉电检测；
 - 支持外部引脚CMP+与外部引脚CMP-进行比较，可产生中断，并可在引脚CMPO上产生输出(可设置极性)；
 - 也支持外部管脚CMP+与内部参考电压进行比较。
- 内部集成6通道15位带死区控制的专用高精度脉冲宽度调制（Pluse Width Modulation, PWM）模块。

STC架构及功能

--STC15W4K32S4系列特点

- 片内提供多达7个定时器/计数器模块，其中：
 - 5个16位可重装载定时器/计数器，包括：T0/T1/T2/T3/T4（T0和T1和普通8051单片机的定时器/计数器模块兼容），均可实现时钟输出。
 - 此外，引脚MCLKO可将内部主时钟进行分频（分频因子为1、2、4、16），输出分频时钟。
 - 2路CCP可再实现2个定时器。
- 片内提供可编程时钟输出功能
 - 实现对内部系统时钟或外部管脚的时钟输入进行时钟分频输出。
- 片内提供四个完全独立的超高速串口/UART。
- 片内提供硬件看门狗定时器（WatchDog Timer, WDT）模块。

STC架构及功能

--STC15W4K32S4系列特点

■ 该系列单片机采用了先进的指令集结构

- 兼容普通8051指令集。
- 提供了硬件乘法/除法指令

■ 该系列单片机提供了通用IO（GPIO）资源。

- 根据具体器件的不同，可提供26、30、42、38、46、62个GPIO端口。
- 当对单片机复位后：准双向IO口/弱上拉，这传统8051单片机是一样。
- 在复位后，可设置四种模式：准双向口/弱上拉；强推挽/强上拉；仅为输入/高阻，以及开漏。
- 每个I/O口驱动能力最大可达到20mA，但是注意整个芯片的电流最大不要超过120mA。

STC架构及功能

--STC15W4K32S4系列特点

STC是system chip的缩写

- 随着半导体工艺的不断演进和发展，以及摩尔定律指引的框架范围内，在STC公司的8051单片机芯片内将要集成越来越多的外设。
- 芯片性能不断提高。
- 价格不断降低。

STC架构及功能

--STC8系列单片机的特性

在STC最新的8系列单片机中性能又有了很大的提升，主要体现在：

- 当依次顺序执行完全部的111条指令，仅需要147个时钟，而传统的8051则需要1944个时钟。
- 内部提供了3个可选的时钟源，即内部24MHz高精度IRC时钟、内部32kHz的低速IRC、外部4~33MHz晶振或外部时钟信号。
- 提供两种低功耗模式，即IDLE模式和STOP模式。

STC架构及功能

--STC8系列单片机的特性

- 与IAP15W4K58S4相比，数字外设功能进一步增强，包括
 - 4个串口
 - 5个定时器
 - 4组PCA
 - 8组增强型PWM
 - I2C接口
 - SPI接口
- 模拟外设功能也进一步增强
 - 速度高达800k的12位15路ADC
 - 比较器

STC架构及功能

--STC8系列单片机的特性

- 从上可知，STC的8051单片机朝着**片上系统**的方向发展
 - 集成的外设越来越多
 - 芯片成本越来越低
 - 器件的整体性能不断提高
- 对于8051单片机开发人员而言，需要站在**系统级的角度**来把握整体设计思路，软件和硬件
 - 协同设计
 - 协同仿真
 - 协同调试

STC单片机的I/O驱动原理

--驱动模式

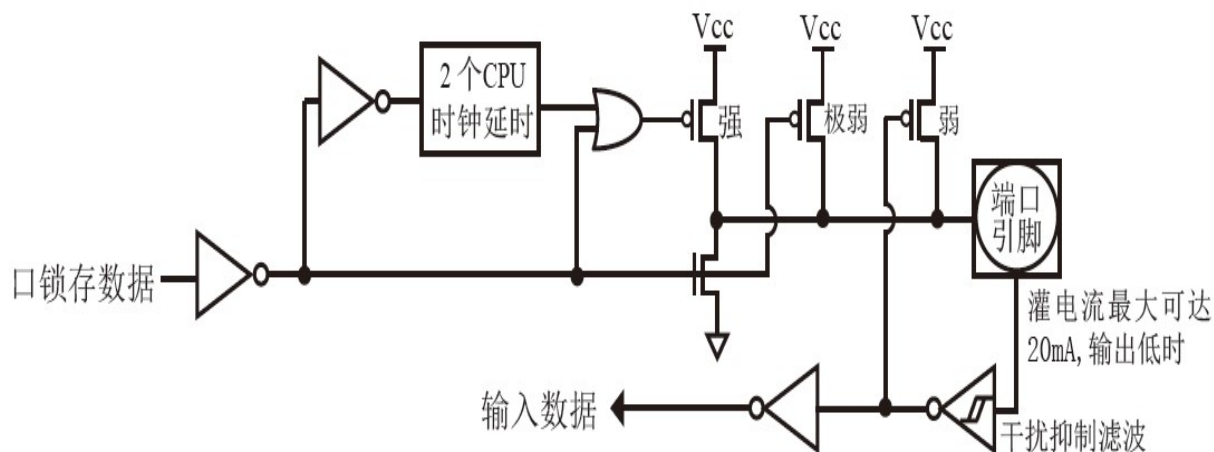
四种可选的驱动模式

- 准双向输出配置
- 强推挽输出配置
- 仅为输入（高阻）配置
- 开漏输出配置

STC单片机的I/O驱动原理

--准双向输出配置

- I/O可用作输出和输入功能，而不需要重新配置I/O口输出状态。
 - 当I/O输出为高时，驱动能力很弱，允许外部设备将其拉低（要尽量避免出现这种情况）；
 - 而当引脚的输出为低时，驱动能力很强，可吸收很大的电流。
- 在准双向口提供3个上拉晶体管（“弱上拉”、“极弱上拉”和“强上拉”）以满足不同的要求。

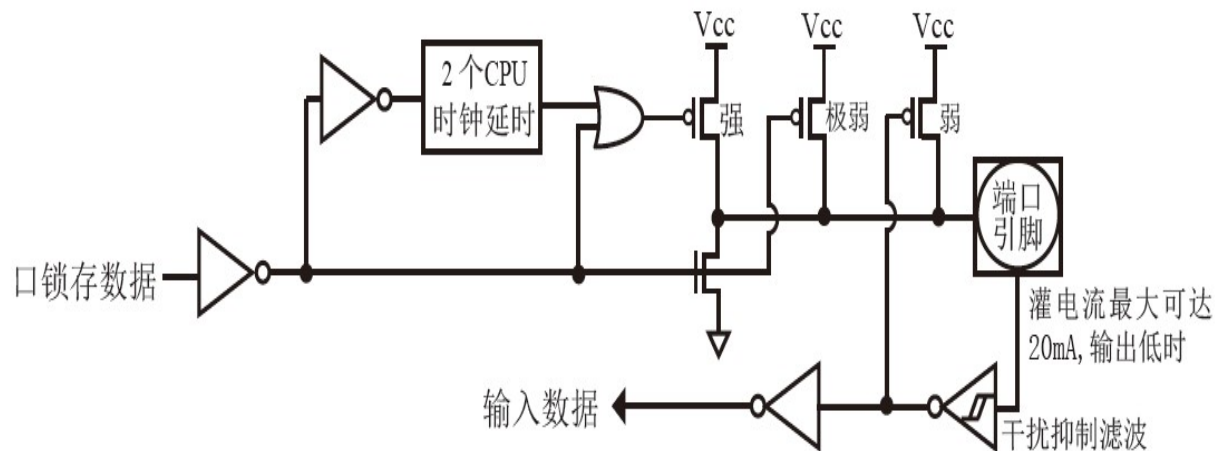


STC单片机的I/O驱动原理

--准双向输出配置

第1个晶体管，称为弱上拉晶体管。

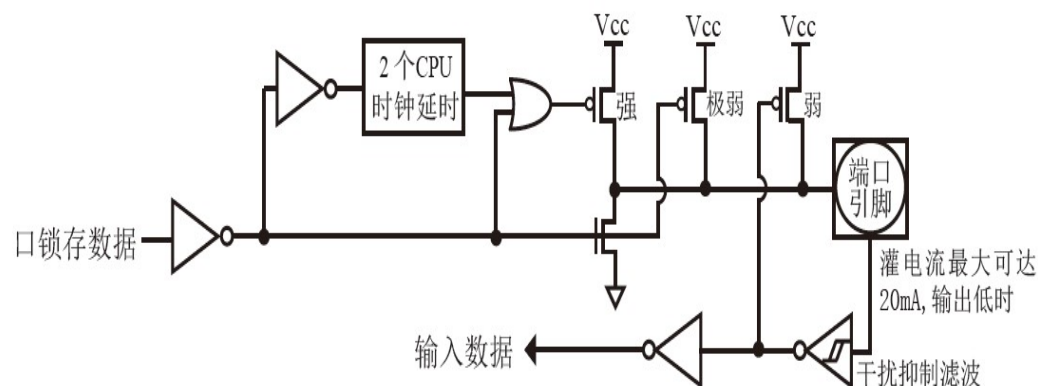
- 当口锁存数据置1且引脚本身为1时打开，此上拉提供基本驱动电流使准双向口输出为1。



STC单片机的I/O驱动原理

--准双向输出配置

- 如果一个引脚输出为1而由外部设备下拉到低时，弱上拉晶体管关闭而极弱上拉晶体管维持打开状态。
 - 为了把这个引脚强拉为低，外部设备必须有足够的灌电流能力使引脚上的电压降到门限电平以下。
 - 对于5V供电的单片机来说，弱上拉晶体管的电流大约为250 μ A；
 - 对于3.3V供电的单片机来说，弱上拉晶体管的电流大约为150 μ A。

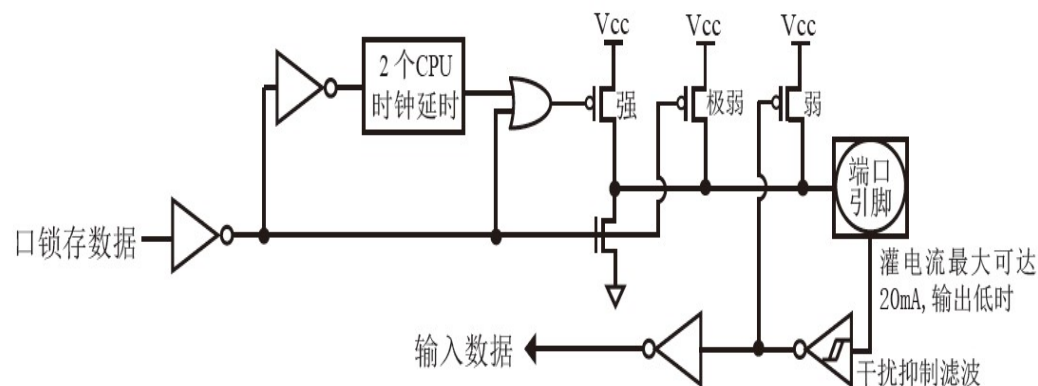


STC单片机的I/O驱动原理

--准双向输出配置

第二个上拉晶体管，称为极弱上拉晶体管。

- 当I/O口锁存数据置为1时，该晶体管导通。
- 当引脚悬空时，这个极弱的上拉源产生很弱的上拉电流将引脚上拉到高电平。
- 对于5V供电的单片机来说，极弱上拉晶体管的电流约为18 μ A；
- 对于3.3V单片机来说，极弱上拉晶体管的电流约为5 μ A。

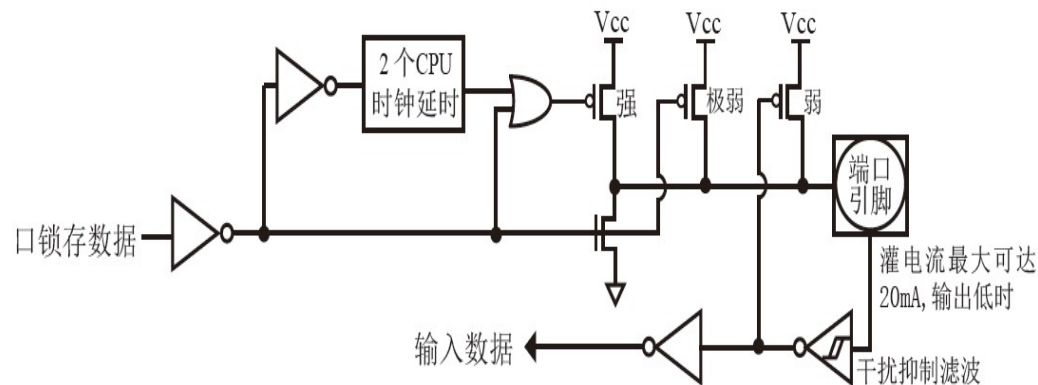


STC单片机的I/O驱动原理

--准双向输出配置

第三个上拉晶体管，称为强上拉晶体管。

- 当I/O口锁存数据由0变化到1时，这个上拉用于加快准双向口由逻辑0到逻辑1的转换。
- 当出现这种情况时，强上拉打开约2个时钟以使引脚能够迅速地上拉到高电平。

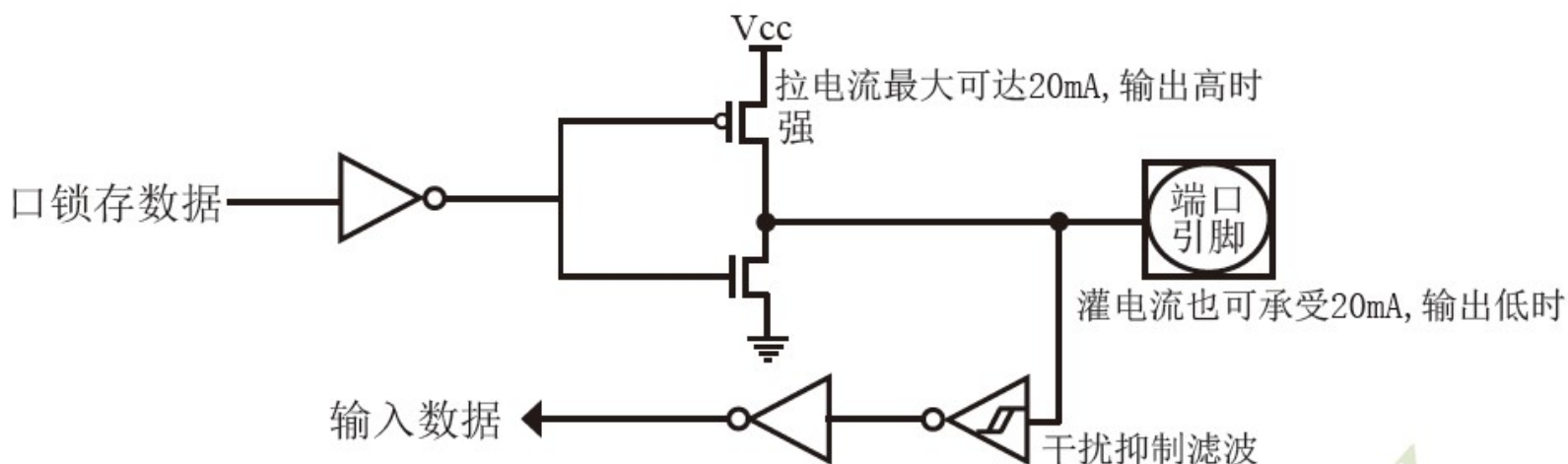


STC单片机的I/O驱动原理

--强推挽输出配置

强推挽输出配置的下拉结构与开漏输出以及准双向口的下拉结构相同。

- 当I/O口锁存数据为1时，提供持续的强上拉
- 用于需要更大驱动电流的应用场合

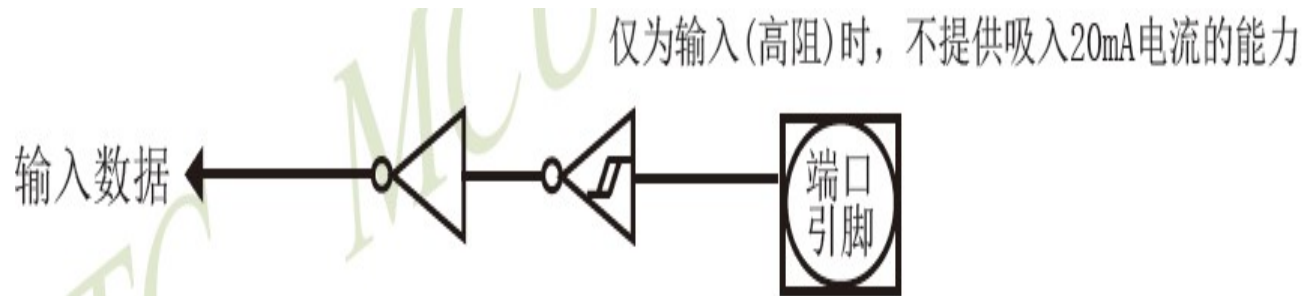


STC单片机的I/O驱动原理

--仅为输入（高阻配置）

输入口包含下面两部分

- 一个施密特触发器输入
- 一个干扰抑制电路

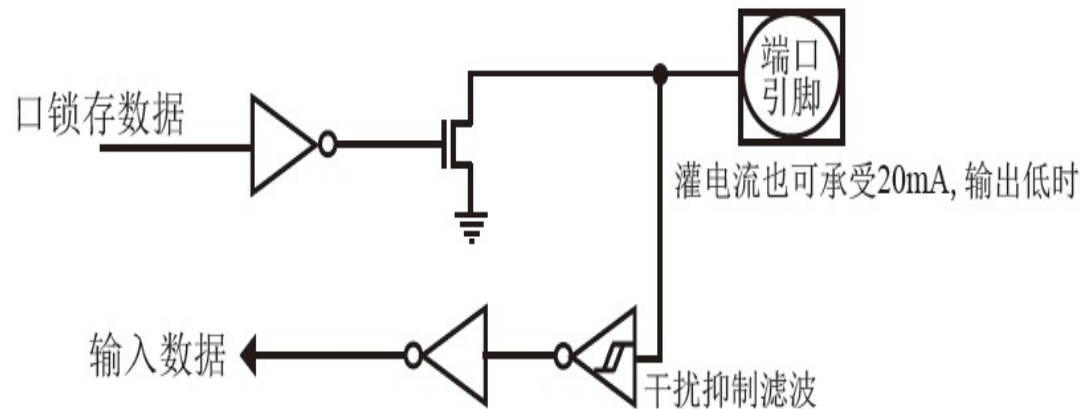


STC单片机的I/O驱动原理

--开漏输出配置

既可以读取外部状态也可以对外输出高电平/低电平。

- 要正确地读取外部状态或者需要对外部输出高电平时，需要外加上拉电阻。

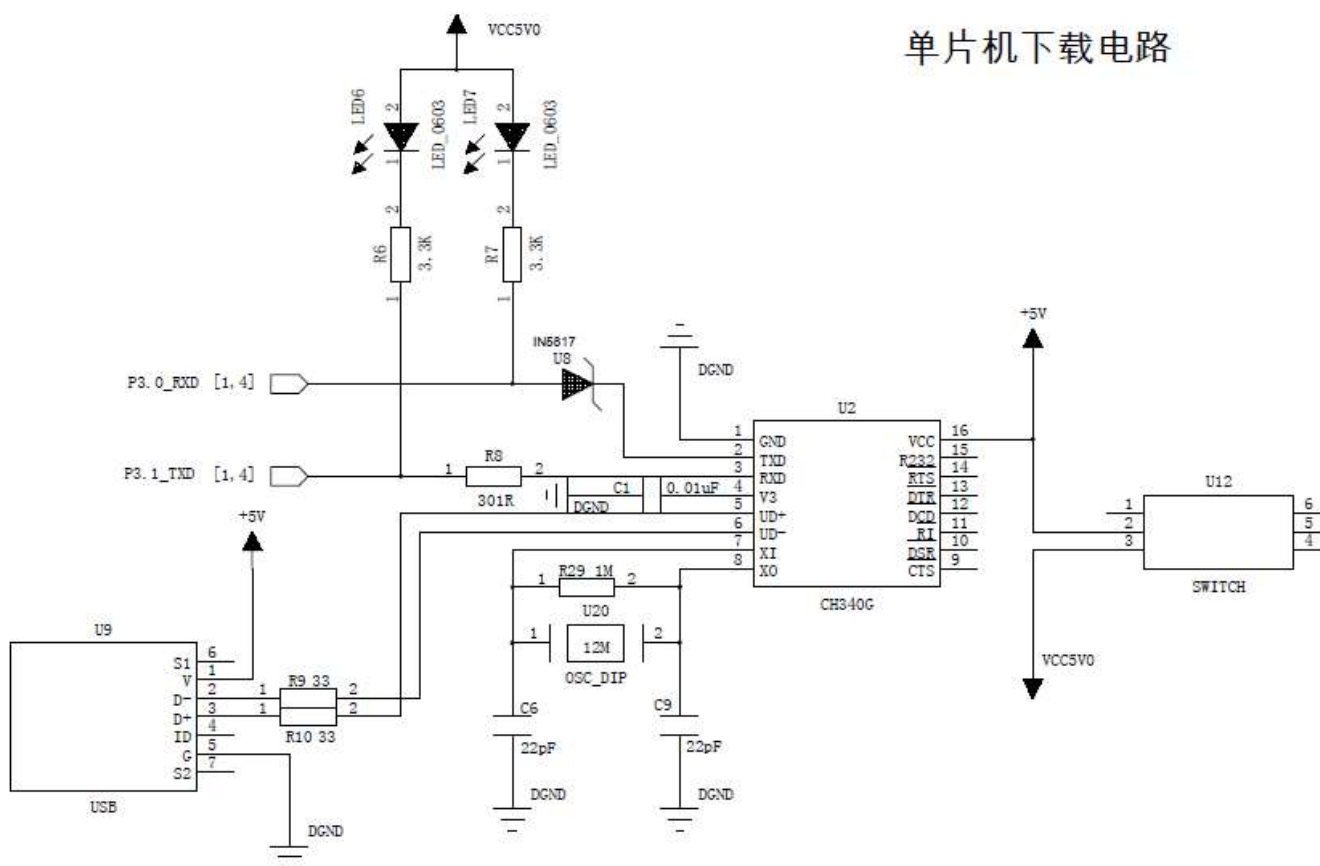


注：由于8051 CPU的时钟速度较高。因此，当软件执行由低变高的指令后，加入1~2个空操作延迟指令，再读取外部状态。

STC单片机硬件下载电路设计

--通过USB-串口芯片的下载电路

通过CH340G芯片，实现PC/笔记本USB接口与IAP15W4K58S4单片机的串口连接。



STC单片机硬件下载电路设计

--通过USB-串口芯片的下载电路

特别注意，由于IAP15W4K58S4单片机的P3.0和P3.1口作为下载/仿真使用（下载和仿真时仅可以使用P3.0和P3.1口），因此STC公司建议用户将串口1放在P3.6/P3.7或者P1.6/P1.7。

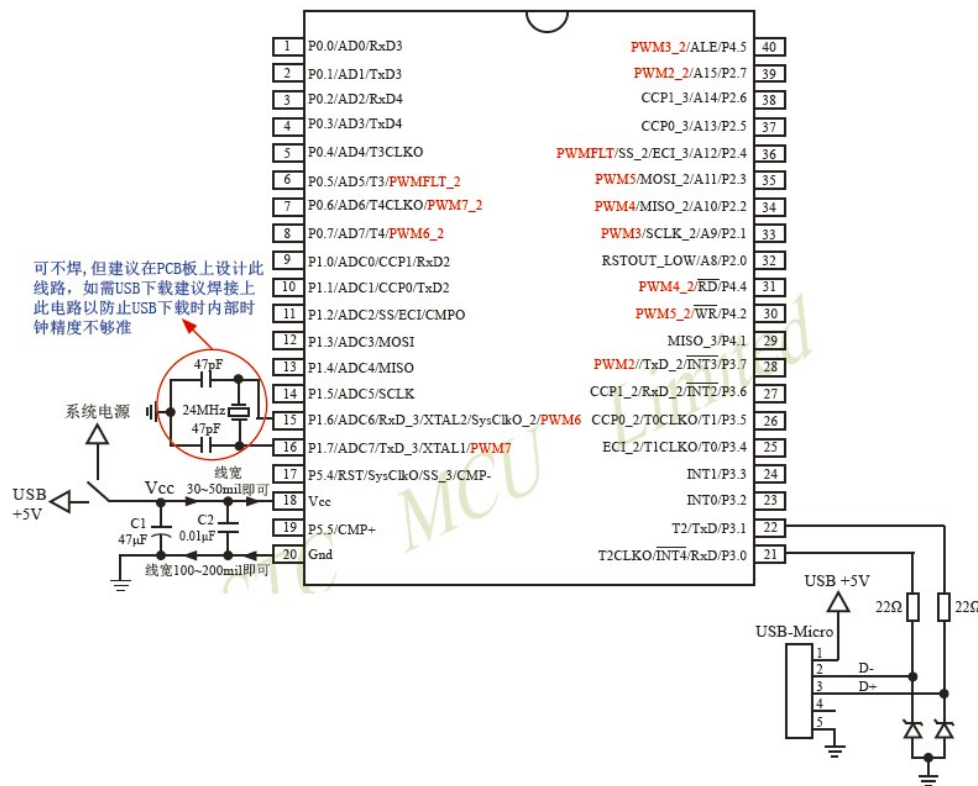
如果读者不想切换，坚持使用P3.0/P3.1或作为串口1进行通信，则必须在下载程序时，在STC-ISP软件中，在软件上勾选“下次冷启动时，P3.2/P3.3为0/0时才可以下载程序。

STC单片机硬件下载电路设计

--USB直接下载编程电路

STC公司提供了通过USB直接下载编程电路。

- 在这种下载模式中，单片机的P3.0/P3.1直接连接电脑USB的D+和D-信号线。



STC单片机硬件下载电路设计

--USB直接下载编程电路

注：（1）用USB直接下载编程电路，不能实现硬件仿真/硬件在线调试功能。

（2）使用USB直接下载方式时，要注意STC公司USB驱动程序对WINDOWS操作系统的支持程度。

STC单片机电源系统设计

读者自己设计的单片机系统的电源可以由电脑USB供电，也可不用电脑USB供电，而由系统电源供电。

- 如果读者设计的单片机系统直接使用USB供电，则在将读者自己设计的单片机系统插到PC/笔记本的USB口时，电脑就会检测到IAP15W4K58S4单片机插入到PC/笔记本USB接口。如果读者第一次使用该电脑对IAP15W4K58S4单片机进行ISP下载，则该电脑会自动安装USB驱动程序，而IAP15W4K58S4单片机则处于等待状态，直到PC/笔记本安装完驱动程序并发送“下载/编程”命令给它。

STC单片机电源系统设计

- 如果读者自己开发的单片机系统使用系统电源供电，则该单片机系统必须在停电（即关闭系统电源）后才能插上电脑USB口。在单片机系统插到PC/笔记本电脑USB接口并且打开单片机上的系统供电电源后，电脑会检测到IAP15W4K58S4单片机插入电脑USB接口，如果读者第一次使用电脑对IAP15W4K58S4单片机进行ISP下载，则该电脑会自动安装USB驱动程序，而IAP15W4K58S4单片机则自动处于等待状态，直到电脑安装完驱动程序，并且发送“下载/编程”命令给单片机系统。