

单片机通过 CH374 读写 U 盘时的注意事项

版本: 1A

<http://wch.cn>

1、概述

USB 总线接口芯片 CH374 支持 USB-HOST 和 USB-DEVICE, 可以用于单片机读写 U 盘。

本说明中的多数内容为建议性说明, 而非强制性说明, 建议的目的旨在提高最终产品的稳定性和可靠性, 很多内容只是针对一般情况和大多数用户而言, 而未考虑个别或者例外。

本说明中列举了一些发生在某些品牌 U 盘上的怪现象, 都是我们实际测试现象的描述, 我们并没有以此评价 U 盘的优劣, 因为实际上它们可能已经算是所有 U 盘中比较优秀的几种, 而且, 我们也不排除这仅仅是品牌 U 盘中的个别现象, 只是正好被我们碰到而已。

2、硬件

2.1. CH374 芯片

- 1) CH374 内部含有时钟振荡电路, 但是驱动能力比普通的单片机要弱一些, 振荡波形通常比较接近正弦波 (普通单片机的振荡波形接近方波), 这种弱振荡的优点是对外产生的电磁干扰较少, 缺点是理论上自身比较容易受外来的干扰, 当然, 如果电路及 PCB 设计良好则不会产生干扰。
- 2) CH374 的时钟可以使用普通 24MHz (也可选用 12MHz, 但需修改程序) 石英晶体或者普通有源晶振, 但是不能使用频率误差较大的陶瓷晶体 (虽然实际上也可以使用, 但是不符合 USB 规范)。对于普通石英晶体, 虽然 CH374 手册中标明振荡电容为 22pF, 但是原则上应该根据晶体厂家的推荐值选择匹配的振荡电容, 例如是 18pF、20pF、24pF、27pF、30pF 等。
- 3) 如果电源电压为 3.3V, 也可以将 X1 引脚的电容 C1 容量选用小些 (例如 18pF, 不是很有必要), 或者用有源晶振或者外部振荡电路为 CH374 的 X1 引脚提供时钟, 以保证时钟稳定性。
- 4) 为了降低电磁辐射, 并减少来自外界的干扰, 振荡电路的晶体 X1 的金属外壳应该接地, 晶体 X1 以及电容 C1、C2 应该尽量靠近 CH374, C1 和 C2 的 GND 端应该尽量接近 CH374 的 GND 端, 相关的 PCB 走线应该尽量短, 并且可以在周边环境接地线或敷铜。这一点非常重要!
- 5) CH374 时钟信号线的 PCB 周边不应该有大电流布线或者强脉冲信号布线, 以避免引入干扰。
- 6) CH374 的 CKO 引脚可以对外提供时钟信号, 但在 PCB 布线时要注意该信号线应该尽量简短, 避免对外产生较大的电磁干扰, 尤其是不能靠近 USB 信号线和其它模拟信号线。
- 7) CH374 芯片与单片机之间的连线距离不能太长, 建议在 10cm 以下, 否则传输过程中可能出错。
- 8) 额外的详细说明可以参考 CH375 (CH374) 电路设计注意事项 README.PDF 文档。

2.2. USB 信号

- 1) USB 信号属于高速模拟信号。USB 数据线 D+和 D-的 PCB 应该平行布线, 长度保持差不多, 并且应该尽量减少信号线上的过孔和焊盘以及分叉。对于双面板 PCB, 两侧应该环绕接地线或者敷铜。
- 2) USB 的 GND 与 CH374 的 GND 以及公共地线应该接触可靠, PCB 的 GND 走线不宜太长, 减少由于较大电源电流流过 GND 线而在两端之间产生的电压差。
- 3) 建议是 D+和 D-信号线的 PCB 宽度为 8mil, 两线之间的 PCB 间距为 8mil, 在这两线外侧间隔至少 10mil 以上再铺地 GND (敷铜)。可以理解为 D+和 D-夹在两个大面积的 GND 线之间进行 PCB 布线, D+和 D-以及 GND 的一端接 CH374, 另一端接 USB 插座。
- 4) 如果不直接连接 USB 插座, 而是通过排线等引到主机板或者其它位置, 那么应该像上述 PCB 布线一样, D+和 D-紧靠, 两侧各安排一根 GND 线。如果距离较长, 那么应该使用标准 USB 信号线。
- 5) 与 USB 设备或者计算机 USB 端口相连的 USB 线应该符合 USB 规范, 对于全速 12Mbps 信号, USB 线应该是带屏蔽层的绞线, 线的一端 USB 插头 (或者插座) 的外壳与另一端的 USB 插头的外壳相通, 但是与 USB 信号线中的 GND 线不通, 也就是说, 屏蔽层应该独立于 4 根 USB 信号线。实际测

试中,发现爱国者的部分超薄 U 盘(智慧棒 UC-P100E)对 USB 线的要求很高,USB 线长于 3 米或者线材差些(例如 GND 线径太细、无屏蔽层等),就会出现 U 盘插到计算机中找到未知 USB 设备的情况,经示波器测试,其 USB 信号波形不是很良好。

- 6) USB 信号线的 PCB 周边不应该有大电流布线或者强脉冲信号布线,以避免引入干扰。
- 7) 对于需要频繁带电插拔 USB 设备的应用以及静电较强的环境,建议在电路中添加 USB 信号瞬变电压抑制器件,为 CH374 的 USB 引脚 D+和 D-提供进一步的保护。额外的详细说明可以参考 CH375 (CH374) 电路设计注意事项 README. PDF 文档。
- 8) 更详细的说明可以参考 USB 规范。注意:虽然实际的常规测试很难看出上述做法的直接效果,但是建议在条件允许的情况下参考上述做法实施。

2.3. 电源

- 1) USB 电源必须是 5V,对于 USB-HOST 应用,必须对外部的 USB 设备例如 U 盘提供 5V 电源,供电电流视 U 盘而定,考虑 U 盘峰值电流,通常供电能力不能少于 200mA,建议为 500mA 以上。
- 2) CH374 芯片本身的供电电压可以选择 5V 电源或者 3.3V 电源,在 3.3V 电源时须将 V3 引脚与 VCC 引脚短接后共同输入 3.3V,在 5V 电源时须在 V3 引脚外接一个 4700pF 或者 0.01uF 的电容。
- 3) 如果操作 USB 外置硬盘或者耗电较大的 USB 闪存盘,需要考虑其电源供应,确保提供足够的工作电流,否则在其插入过程以及读写过程中会导致电源电压波动,甚至导致 CH374 以及单片机复位。建议在电源与地之间并联较大的电解电容,或者为 USB 插座单独提供一组 5V 电源,或者将限流电阻 R1 换成直流电阻较小的电感以减少对 CH374 的影响。
- 4) 如果需要减小电流消耗,可以在空闲时使 CH374 芯片进入低功耗睡眠挂起状态,当有 U 盘插拔时 CH374 会自动唤醒。在 CH374 睡眠期间,应该使 CH374 的各个 I/O 引脚(除 RSTI 引脚)处于悬空或者高电平状态,避免产生不必要的上拉电流。对于 USB 主机还可以置 BIT_CTRL_USB_POWER 寄存器位以关闭 V3 引脚的 USB 电源调节器。
- 5) 除了 USB 信号之外,UEN 引脚也可以用于唤醒处于睡眠过程中的 CH374 芯片。
- 6) CH374 芯片的 SLP 引脚可以用于控制外部电路的睡眠,例如通过带有基极电阻的 PNP 三极管控制其它电路的电源,睡眠时 SLP 为高电平故关闭其电源。

3、软件

3.1. 单片机程序

- 1) 以扇区为单位的文件读写子程序,速度较快,操作效率高,但是如果文件长度不是扇区的整数倍,那么就需要自行考虑文件长度的问题。文件越零碎,传输速度越慢。
- 2) 以字节为单位的文件读写子程序,占用 RAM 相对较少,能够自动处理文件长度,使用较为方便,但是速度比以扇区为单位的文件读写慢,并且频繁地向 U 盘中的文件写入零碎的数据,会缩短 U 盘中闪存的使用寿命。
- 3) 关于如何预估单片机读写 U 盘的速度,请参考评估板资料中 CH374EVT. PDF 文档。与 CH375 芯片相比,一般来说,当单片机速度高于 4MIPS 时,CH374 速度略快些,当单片机速度低于 4MIPS 时,CH375 速度略快些。
- 4) 在 WINDOWS 2000 或者 XP 下的磁盘管理工具,可以将 U 盘格式化成为指定的 FAT12、FAT16 或者 FAT32 文件系统,具体做法请参考评估板资料中 CH374EVT. PDF 文档。
- 5) 关于如何节约 CH374 子程序库所占用的 RAM,请参考评估板资料中 CH374EVT. PDF 文档。
- 6) 优先使用大写字母的文件名或者中文文件名,因为与小写字母的文件名和长文件名相比,前者的效率更高,对操作系统的兼容性更好。
- 7) 有关软件设计过程中的一些问题解答可以参考技术论坛 <http://bbs.wch.cn> 中的内容。
- 8) 做好 U 盘操作出错后的分析处理和状态恢复。例如,分析返回错误码以及 CH374DiskStatus 全局状态,如果是 U 盘断开(意外拔出)则重新等待 U 盘插上,其它错误则可先调用 CH374DiskReady 检查 U 盘是否就绪,然后再重新打开文件或者新建文件并读写等,如果仍然出错,则应该强行清除 CH374DiskStatus,再调用 CH374DiskReady 检查 U 盘连接和是否就绪等。

3.2. U 盘

- 1) 目前 CH374 支持市面上 95%以上的标准功能的 U 盘, 如果有 U 盘不支持, 首先下载网上最新的子程序库或者升级模块程序, 如果仍然不支持, 请将 U 盘型号发至沁恒电子的技术信箱, 若能直接将 U 盘寄至沁恒公司更好。CH374 不支持的 U 盘主要是非标准或带特定额外功能的 U 盘。例如加密型 U 盘, 钥匙型 U 盘, 外人自然是无法读写的, 否则由于数据无法保密就不能算是加密 U 盘了。
- 2) 有些 U 盘, 在刚刚插入 USB 插座后, 不能立即进入工作状态, 而需要一个上电稳定期 (类似于按键抖动), 所以单片机程序可以在检测到 USB 设备连接后, 等待数百毫秒再对其进行操作, 有些可做 U 盘的 MP3 的启动时间甚至达到几秒钟时间。建议参考 EXAM13 处理。
- 3) 在单片机向 U 盘写数据的时候禁止将 U 盘拔出, 否则会导致某些 U 盘损坏, 实际上是 FLASH 数据变成无效, U 盘厂家通常可以修复。有些 U 盘将产品信息例如名称、型号甚至控制程序 (节约成本) 放在闪存 Flash 的特定区域中, 偏偏对这块闪存区域又没有保护措施, 一旦应用程序因意外原因误写该闪存区域, 将导致该 U 盘无法正常使用, 有的现象是 U 盘名称、型号竟然变了。实际测试中发现朗科的超稳经典型 U 盘就有这种现象, 还有一款爱国者超薄 U 盘在单片机程序调试过程中因写入错误数据而无法使用, 现象为插到计算机中能找到 U 盘、有盘符但名称变了、无法读写也无法格式化, 后来尝试使用清空程序 (将所有扇区全部清 0) 竟然使其恢复。
- 4) 有些 U 盘在数据刚刚写入后还有一个延后写 FLASH 的过程, 所以这时也不允许拔出, 这种盘一般会在刚写进数据后还能看到指示灯在闪烁, 直到 U 盘内部完全写入完成。建议在向 U 盘写入数据后稍做延时再允许将盘拔出。实际测试中发现朗科的超稳经典型 U 盘就有这种现象, 其它 U 盘这种现象也比较多, 有的甚至要延时 3 秒。建议参考 EXAM12 实现 U 盘安全移除 (理论上可行)。
- 5) U 盘的物理存储介质是闪存 FLASH, 理论上有寿命, 会有永久失效的可能性。建议写完 U 盘后仍然保存本机的数据备份, 直到确信数据可以删除后再清理备份。或者再将数据读出进行校验确信写进 U 盘的数据是正确的。在计算机上进行测试时, 曾经发现个别 U 盘在闪存局部失效时实际写入 U 盘的数据出错而 U 盘本身不提示出错的现象, 结果使计算机误以为写入正确。
- 6) U 盘中的闪存 FLASH 的擦除次数是有限的, 建议不要太过于频繁的写 U 盘, 尽量缓冲和集中多个零碎数据, 然后合并起来成批成块写入, 减少擦写次数, 可参考 EXAM8。例如, 某 U 盘闪存 FLASH 的擦除次数是 100 万次, 如果两秒钟写一次, FLASH 盘就要至少擦除一次, 计算一下这个 U 盘只能用 23 天。实际上大多数 U 盘所用的 NAND 闪存芯片通常只有 10 万次擦写寿命。
- 7) 考虑到工业应用的实际情况, 可以参考沁恒电子 CH372DSK 自制专用 U 盘的方案, 使用带备用电池的 SRAM 静态随机存储器设计没有擦写次数限制的 U 盘。
- 8) 如果不要求 U 盘容量, 沁恒电子还可以提供基于 U 盘控制芯片 CH331 及外置串行 EEPROM 或者数据闪存 Flash 实现的低成本小容量 U 盘以及 USB-KEY 方案, 容量可从几 K 字节到几 M 字节。
- 9) CH374 子程序库除了支持直接连接 U 盘之外, 还支持通过一层 USB-HUB 后再接 U 盘, 端口不限, 可以与其它 USB 设备共存于同一个 HUB 中。目前市面上的 HUB 主芯片通常是 4 个端口, 有些 7 端口或 12 端口的 HUB 是由 2 个或者 3 个 4 端口 HUB 主芯片内部级联而成的, 所以这种多层 HUB 的多个端口中, 只有第一层 HUB 下的端口能被 CH374 支持。
- 10) CH374U 等芯片内置了 3 端口 ROOT-HUB 根集线器, 可以同时支持最多 3 个 USB 设备, 支持全速或者低速 USB 设备混合使用。