

## 单片机系统的数码管显示驱动和键盘扫描

以单片机为核心的很多仪器都需要数码管显示驱动和键盘扫描，三种具体方案如下供参考：

### 一、经典方案：使用 8279 芯片

40 个引脚的 8279 芯片是由 Intel 于 80 年代首先推出的，参考资料较多，应用比较成熟。

优点：最通用。缺点：元器件多，面积大，电路复杂，综合成本较高。

- 8279 的驱动电流较小，所以需要加上驱动电路 ULN2003，或者使用 8 个三级管及相应的基极限流电阻。一般情况下的 8279 外围电路中，需要 16 个电阻、一个 74LS138 芯片、一个 ULN2003 芯片、8 个 PNP 三极管。元器件较多，占用较大的 PCB 面积。
- 8279 需要外部为其提供上电复位信号和时钟信号，所以电路比较复杂。
- 8279 在显示驱动方面的功能较少。

### 二、自由方案：使用辅助单片机

也就是在仪器的主控单片机之外，另外使用一个辅助的单片机专门做显示驱动和键盘扫描，最近市面上出现的一些产品就是以兼容 PIC 系列等的单片机实现的。

优点：最灵活。缺点：元器件多，速度慢，易受干扰，综合成本高。

其特征是：需要额外的时钟电路例如晶体、电容或电阻；需要外接按键扫描的 8 个下拉电阻；产品说明书中通常没有标明电流驱动能力；引脚定义尤其是 CLK/RTCC/RST 引脚通常与 PIC16C57 或 PIC16C54 相似；单片机程序中有比较多的延时指令和延时程序。

- 由于辅助单片机的驱动电流比较小，按单片机厂商的说明，通常每个引脚不大于 20mA，如果长时间驱动大电流则容易损坏。如果将辅助单片机的引脚直接用作字驱动，则 20mA 平均到数码管的 8 个段上，每个段的电流只能分配到 3mA，所以只能驱动较小的数码管。而如果外接驱动电路，例如 595 芯片或者 8 个三极管及相应的基级电阻，则电路面积增大，总体成本增加。
- 为了节约辅助单片机的端口线，一般使用串行输入输出。由于辅助单片机一条指令只能处理一位数据，并且在接收到数据后还需要将其移位转换为字节数据或者直接作为命令进行解释，所以速度非常低。一般要求主控单片机的串行接口的位时钟不能高于 200KHz（每个位数据要保持几微秒，才能被辅助单片机检测到并及时处理），所以单片机接口程序需要不断地延时等待。
- 如果辅助单片机采用定时中断方式进行显示驱动和键盘扫描，则在进入中断后有可能来不及响应外部的操作请求，所以辅助单片机一般采用查询方式进行显示驱动和键盘扫描，而采用中断方式接收外部的操作请求。如果主控单片机频繁访问辅助单片机，则因为辅助单片机分身无术，所以显示驱动和键盘扫描就可能无法顾及，出现亮度不均和键盘失灵。
- 为了提高串行接口的速度，辅助单片机需要尽可能高的系统时钟，而参考单片机厂商的说明，采用低成本的外部阻容振荡是很难稳定地工作在 10MHz 以上的。所以在工业现场，辅助单片机很有可能因为阻容振荡频率太高而受到干扰，甚至内部程序跑飞或者意外死锁。

### 三、新方案：使用 CH45X 芯片（CH452 芯片、CH451 芯片、CH450 芯片、CH453 芯片）

CH45X 芯片是以硬件实现的多功能外围芯片，使用串行接口，支持显示驱动和键盘扫描以及  $\mu P$  监控，外围元器件极少，非常适合作为单片机的外围辅助芯片。

优点：外围电路简洁，接口速度快程序效率高，性能稳定，多功能。

- CH451 具有大电流驱动能力，段电流不小于 25mA，字电流不小于 150mA，平均段电流是辅助单片机方案的 8 倍，而且非连续的电流驱动能力更高。
- CH451 是以硬件实现的，串行接口、显示驱动、键盘扫描、 $\mu P$  监控之间相互独立不受干扰，串行接口的位时钟能够支持到 10MHz，数据传输速度比辅助单片机方案提高了 40 倍，即使主控单片机频繁操作也完全不会影响显示驱动和键盘扫描以及  $\mu P$  监控。
- CH451 的串行接口以硬件实现，不需要时钟；而显示驱动和键盘扫描使用约 0.75MHz 的全内置主时钟多次分频后的扫描时钟，所以在工业现场不易受到干扰。即使受到强干扰，也能够干扰后立即正常工作，不会影响串行接口、显示驱动和键盘扫描的后续操作。
- CH451 内置振荡和上电复位以及看门狗，不但不需要外部提供时钟和外部复位输入，还能够向外部的单片机提供上电复位和看门狗，进一步降低产品的成本，提供产品的可靠性。

### 三种方案的综合性能比较（仅供参考）

比较项目名称	8279 方案	辅助单片机方案	CH451 方案	简评
基本功能	数码管/LED 驱动 键盘扫描	数码管/LED 驱动 键盘扫描	数码管/LED 驱动 键盘扫描/监控	芯片功能越多， 外围电路越简单
段电流能力	需要外接驱动器	约 20mA	25mA	驱动电流越大 显示亮度越高， 因为每个数码管含 8 个段所以除以 8
字电流能力	需要外接驱动器	约 20mA 瞬时 100mA	150mA 瞬时 200mA	
平均到各段的 电流驱动能力	因为外接驱动 所以电流很大	20mA 除以 8 平均电流约 3mA	150mA 除以 8 平均电流约 20mA	
接口传输速率	并口 5MB 相当于串口 40Mb 可快可慢	串口 0.3Mb 再高则不稳定 太慢则影响显示	串口 10Mb 可快可慢 最慢为静态 0	传输速度越快， 主程序效率越高； 主控单片机不必 降低时钟屈就
允许频繁操作	硬件并行接口， 支持频繁操作	影响显示和键盘， 可能来不及刷新	硬件串行接口， 支持频繁操作	
数码管显示 方面的功能	较为单一	灵活：BCD，闪烁， 移位，循环，位控	BCD，闪烁，移位， 循环，位控制等	功能多可以简化 主程序的工作量
对外提供上电 复位或看门狗	不但不能提供，还要 外部复位输入	多数产品 内置上电复位	内置上电复位，可向 外部提供复位	对主程序而言是 安全可靠的保障
工作时钟信号	要外部输入时钟	一般外接阻容振荡	全内置时钟振荡	内置时钟更稳定
按键扫描电路	不需要	需要外接下拉电阻	内置按键下拉电阻	
抗干扰能力及 受干扰后恢复	功能以硬件实现， 不易受干扰，可恢复	功能以软件实现， 易受干扰，难恢复	功能以硬件实现， 不易受干扰，可恢复	工业现场要求高
与主控单片机 之间的接口线	并行 8 位数据/片选 /读/写/时钟/复位	2 线、3 线、4 线， 假 2 线需另加中断	4 线，CH452 可 2 线， 真正 2 线可含中断	主控单片机的 端口资源有限
芯片封装及 PCB 板面积	40 脚 DIP/QFP 封装 外围器件多面积大	多种封装	SOP20 和 DIP20 或 SOP28 和窄 DIP24S	电子产品趋向于 低功耗、小体积

### CH45X 芯片的选型参考（包含 CH452 和 CH451 以及 CH450 芯片，合称为 CH45X）

- 考虑占用单片机 I/O 引脚数量（注：4 线接口中 DCLK、DIN 可与其它电路共用）
  - CH452 的真正 2 线接口，含低电平脉冲按键中断在内，只需要 2 个 I/O 引脚，兼容 IIC 时序
  - CH452/CH450 的 2 线接口，不含按键中断为 2 个 I/O 引脚，含按键中断为 3 个 I/O，兼容 IIC 时序
  - CH452/CH451 的 4 线接口，不含按键中断为 3 个 I/O 引脚，含按键中断为 4 个 I/O，类似 SPI 时序
- 考虑 LED 或数码管显示亮度（驱动电流越大则亮度越高），考虑数码管极性及尺寸
  - CH451 无需外围电路直接驱动 LED 或共阴数码管时亮度较高，总电流 150mA
  - CH452/CH450 无需外围电路直接驱动 LED 或共阴数码管时亮度一般，总电流 80mA
  - CH45X 通过外扩电路驱动多 LED 串联大尺寸数码管或共阳数码管时亮度最高，总电流可达 1000mA
- 考虑单片机接口速度（速度越快则单片机程序效率越高）
  - CH451 的 4 线接口速度最快，命令无需任何等待，最快 10MHz，最慢为静态 0Hz
  - CH452 的 4 线接口速度较快，最快 2MHz，最慢为静态 0Hz
  - CH452 的 2 线接口速度一般，内置超时处理，最快 200KHz，最慢 500Hz
  - CH450 的 2 线接口速度较快，命令无需任何等待，最快 4MHz，最慢为静态 0Hz
- 考虑芯片抗干扰能力及受到干扰后的恢复能力
  - CH452 的 4 线接口抗干扰能力较好
  - CH451/CH450 的抗干扰能力一般，但是受到干扰后通过重发命令就可以立即恢复，永不停机
  - CH452 的 2 线接口抗干扰能力一般，内置超时处理
- 考虑其它特性，支持更多 LED 或者数码管及按键，考虑硬件成本
  - CH45X 支持多片级联，支持更多数码管和按键，2 线接口支持并联，4 线接口支持并联或串联
  - CH451/CH450 静态功耗较低，CH452 支持睡眠，可由单片机命令唤醒或由按键唤醒并通知单片机
  - CH451 价格低，CH452 价格更低（约比 CH451 低 2 元），CH452 零售价 6 元，10K 批量仅 4 元 5 角