

图 5.31 I/O 接口的基本组成

能,但可通过硬连线逻辑来实现不同的功能(如 Intel 8212)。

③ 按通用性分类有通用接口和专用接口。通用接口可供多种 I/O 设备使用,如 Intel 8255、Intel 8212;专用接口是为某类外设或某种用途专门设计的,如 Intel 8279 可编程键盘/显示器接口;Intel 8275 可编程 CRT 控制器接口等。

④ 按数据传送的控制方式分类,有程序型接口和 DMA 型接口。程序型接口用于连接速度较慢的 I/O 设备,如显示终端、键盘、打印机等。现代计算机一般都可采用程序中中断方式实现主机与 I/O 设备之间的信息交换,故都配有这类接口,如 Intel 8259。DMA 型接口用于连接高速 I/O 设备,如磁盘、磁带等,如 Intel 8237。有关这两类接口,将在 5.5 和 5.6 节中讲述它们的基本组成原理。

5.4 程序查询方式

5.4.1 程序查询流程

由 5.1.4 节已知,程序查询方式的核心问题在于每时每刻需不断查询 I/O 设备是否准备就绪。图 5.32 是单个 I/O 设备的查询流程。

当 I/O 设备较多时,CPU 需按各个 I/O 设备在系统中的优先级进行逐级查询,其流程图如 5.33 所示。图中设备的优先顺序按 1 至 N 降序排列。

为了正确完成这种查询,通常要执行如下 3 条指令。

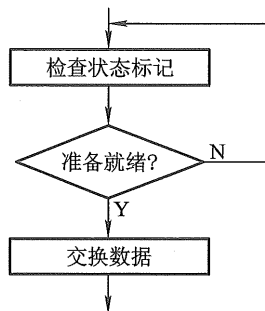


图 5.32 单个 I/O 设备的查询流程

- ① 测试指令,用来查询 I/O 设备是否准备就绪。
- ② 传送指令,当 I/O 设备已准备就绪时,执行传送指令。
- ③ 转移指令,若 I/O 设备未准备就绪,执行转移指令,转至测试指令,继续测试 I/O 设备的状态。

图 5.34 所示为单个 I/O 设备程序查询方式的程序流程。当需要启动某一 I/O 设备时,必须将该程序插入现行程序中。该程序包括如下几项,其中①~③为准备工作。

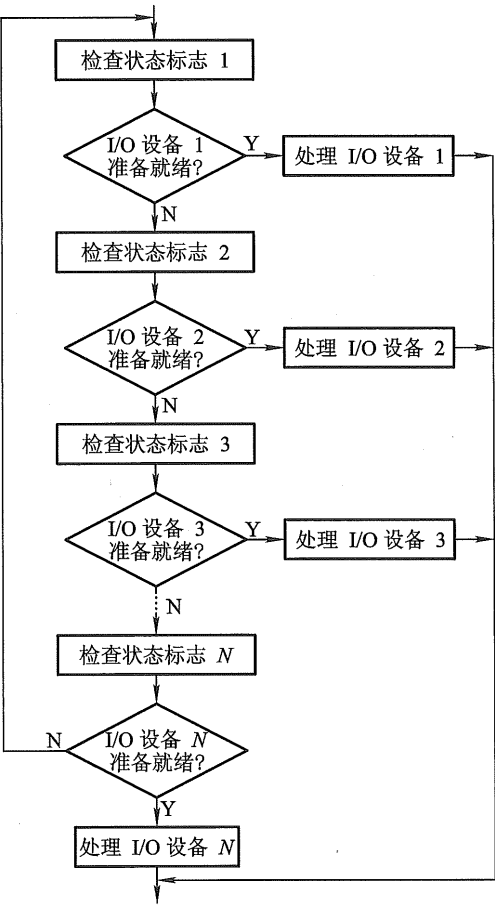


图 5.33 多个 I/O 设备的查询流程

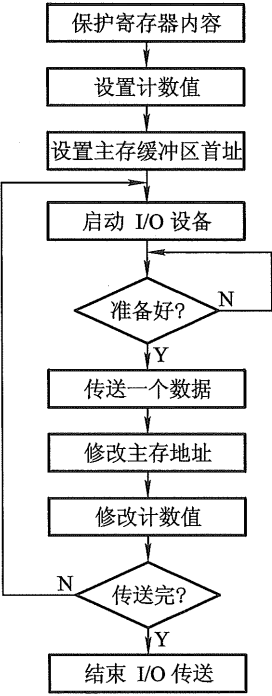


图 5.34 程序查询方式的程序流程

- ① 由于这种方式传送数据时要占用 CPU 中的寄存器,故首先需将寄存器原内容保护起来(若该寄存器中存有有用信息)。
- ② 由于传送往往是一批数据,因此需先设置 I/O 设备与主机交换数据的计数值。
- ③ 设置欲传送数据在主存缓冲区的首地址。

④ CPU 启动 I/O 设备。

⑤ 将 I/O 接口中的设备状态标志取至 CPU 并测试 I/O 设备是否准备就绪。如果未准备就绪,则等待,直到准备就绪为止。当准备就绪时,接着可实现传送。对输入而言,准备就绪意味着接口电路中的数据缓冲寄存器已装满欲传送的数据,称为输入缓冲满,CPU 即可取走数据;对输出而言,准备就绪意味着接口电路中的数据已被设备取走,故称为输出缓冲空,这样 CPU 可再次将数据送到接口,设备可再次从接口接收数据。

⑥ CPU 执行 I/O 指令,或从 I/O 接口的数据缓冲寄存器中读出一个数据,或把一个数据写入 I/O 接口中的数据缓冲寄存器内,同时将接口中的状态标志复位。

⑦ 修改主存地址。

⑧ 修改计数值,若原设置计数值为原码,则依次减 1;若原设置计数值为负数的补码,则依次加 1(有关原码、补码的概念可参阅 6.1 节)。

⑨ 判断计数值。若计数值不为 0,表示一批数据尚未传送完,重新启动外设继续传送;若计数值为 0,则表示一批数据已传送完毕。

⑩ 结束 I/O 传送,继续执行现行程序。

5.4.2 程序查询方式的接口电路

由程序查询流程和 5.3.2 节所述的接口功能及组成,得出程序查询方式接口电路的基本组成,如图 5.35 所示。

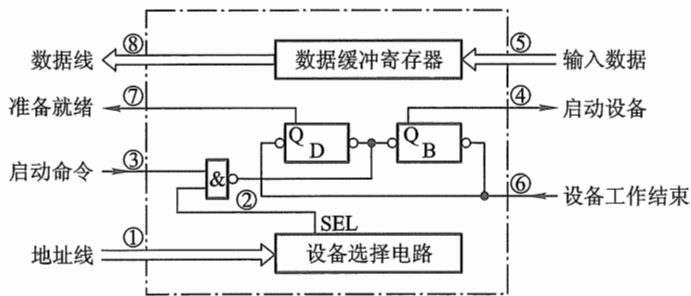


图 5.35 程序查询方式接口电路(输入)的基本组成

图中设备选择电路用以识别本设备地址,当地址线上的设备号与本设备号相符时,SEL 有效,可以接收命令;数据缓冲寄存器用于存放欲传送的数据;D 是完成触发器,B 是工作触发器,其功能如 5.3.2 节所述。

以输入设备为例,该接口的工作过程如下:

① 当 CPU 通过 I/O 指令启动输入设备时,指令的设备码字段通过地址线送至设备选择电路。

② 若该接口的设备码与地址线上的代码吻合,其输出 SEL 有效。

③ I/O 指令的启动命令经过“与非”门将工作触发器 B 置“1”,将完成触发器 D 置“0”。

④ 由 B 触发器启动设备工作。

⑤ 输入设备将数据送至数据缓冲寄存器。

⑥ 由设备发设备工作结束信号,将 D 置“1”,B 置“0”,表示外设准备就绪。

⑦ D 触发器以“准备就绪”状态通知 CPU,表示“数据缓冲满”。

⑧ CPU 执行输入指令,将数据缓冲寄存器中的数据送至 CPU 的通用寄存器,再存入主存相关单元。

例 5.1 在程序查询方式的输入输出系统中,假设不考虑处理时间,每一次查询操作需要 100 个时钟周期,CPU 的时钟频率为 50 MHz。现有鼠标和硬盘两个设备,而且 CPU 必须每秒对鼠标进行 30 次查询,硬盘以 32 位字长为单位传输数据,即每 32 位被 CPU 查询一次,传输率为 2 MBps。求 CPU 对这两个设备查询所花费的时间比率,由此可得出什么结论?

解:(1) CPU 每秒对鼠标进行 30 次查询,所需的时钟周期数为

$$100 \times 30 = 3\,000$$

根据 CPU 的时钟频率为 50 MHz,即每秒 50×10^6 个时钟周期,故对鼠标的查询占用 CPU 的时间比率为

$$[3\,000 / (50 \times 10^6)] \times 100\% = 0.006\%$$

可见,对鼠标的查询基本不影响 CPU 的性能。

(2) 对于硬盘,每 32 位被 CPU 查询一次,故每秒查询

$$2\text{ MB} / 4\text{ B} = 512\text{ K 次}$$

则每秒查询的时钟周期数为

$$100 \times 512 \times 1\,024 = 52.4 \times 10^6$$

故对磁盘的查询占用 CPU 的时间比率为

$$[(52.4 \times 10^6) / (50 \times 10^6)] \times 100\% = 105\%$$

可见,即使 CPU 将全部时间都用于对硬盘的查询也不能满足磁盘传输的要求,因此 CPU 一般不采用程序查询方式与磁盘交换信息。

5.5 程序中断方式

5.5.1 中断的概念

计算机在执行程序的过程中,当出现异常情况或特殊请求时,计算机停止现行程序的运行,转向对这些异常情况或特殊请求的处理,处理结束后再返回到现行程序的间断处,继续执行原程