

IO 系统的控制方式

作者: [vcjmhg](#)

原文链接: <https://ld246.com/article/1588086478478>

来源网站: [链滴](#)

许可协议: [署名-相同方式共享 4.0 国际 \(CC BY-SA 4.0\)](#)



[TOC]

概述

输入输出 (I/O) 系统作为计算机重要组成部分，其重要性也不言而喻。在面试中我们也常常遇到该部分的面试题，下边让我一起从系统结构角度来学习一下 **I/O系统**。

I/O 的组成与功能

要学习 I/O 系统，我们首先要知道什么是 I/O 系统，首先我们给出 I/O 系统的学术定义，

概念 I/O 系统，英文全称为 “Input output system”，中文全称为 “输入输出系统”，包括 I/O 设备，设备控制器及 I/O 有关软硬件，是计算机系统的重要组成部分。在计算机系统中，通常把处理器和存储器之外的部分称为输入输出系统。

学术定义比较枯燥，我们举一个简单例子来帮助大家理解。以打印机为例，打印机设备、连接线、驱动程序等整体便可以算作一个 **I/O系统**。

I/O系统 的主要功能是：对指定外设进行 I/O 操作，同时完成许多其他的控制。包括：外设编址，数通路的建立，向主机提供外设的状态信息等。

I/O 系统的控制方式

为了有效地实现物理 I/O 操作，必须通过硬件和软件技术，对 CPU 和 I/O 设备的职能进行合理的分配，以调节系统性能和硬件成本之间的矛盾。按照 I/O 控制器功能的强弱以及和 CPU 之间联系方式的不同，可以把 I/O 设备的控制方式分为五类：

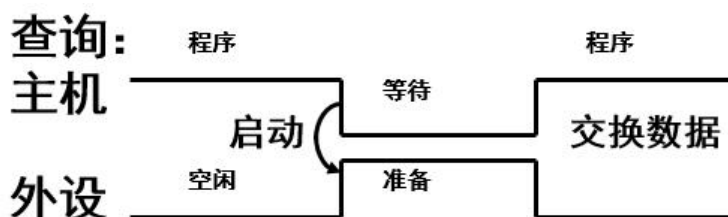
1. 程序控制
2. 中断方式

- 3. DMA 方式
- 4. CH (通道) 方式
- 5. PPU 方式

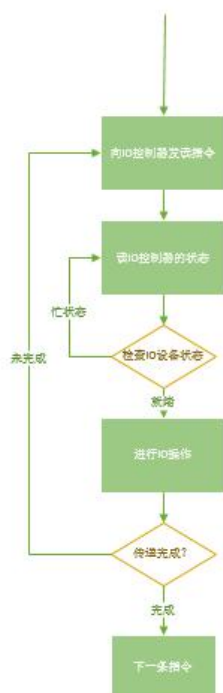
下边我们分五个小专题来对这五种方式来进行讲解。

程序控制方式

首先，我们能想到的，当然也是最容易的控制方式毫无疑问肯定是程序控制方式。程序控制方式由用进程直接控制主存或 CPU 和外围设备之间的信息传送。直接程序控制方式又称为询问方式，或忙/等方式。通过 I/O 指令或询问指令测试 I/O 设备的忙/闲标志位，决定主存与外围设备之间是否交换一字符或一个字。其整个过程的时序图如下所示：



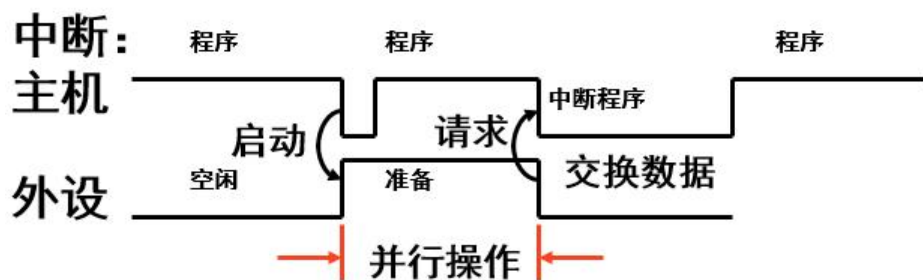
程序在执行到 IO 操作时，会以一定周期查询 IO 设备的状态标志位，如果处于“忙状态”程序会等一个周期后，再次进行查询，直到 IO 设备变为“闲状态”。整个过程的流程图如下所示：



直接程序控制方式虽然简单，不需要多少硬件的支持，但由于高速的 CPU 和低速的 I/O 设备之间的度上不匹配，因此，CPU 与外围设备只能串行工作，使 CPU 的绝大部分时间都处于等待是否完成 I/O 操作的循环测试中，造成 CPU 的极大浪费，外围设备也不能得到合理的使用，整个系统的效率很低因此，这种 I/O 控制方式只适合于 CPU 执行速度较慢，且外围设备较少的系统。

中断方式

为了减少程序直接控制方式下 CPU 的等待时间以及提高系统的并行程度，系统引入了中断机制。中断机制引入后，在需要 I/O 服务时才中断 CPU 的现行工作，转去执行 I/O 服务。在 I/O 设备输入每个数据的过程中，由于无需 CPU 的干预，一定程度上实现了 CPU 与 I/O 设备的并行工作。仅当输入或输完一个数据时，才需 CPU 花费极短的时间做中断处理。

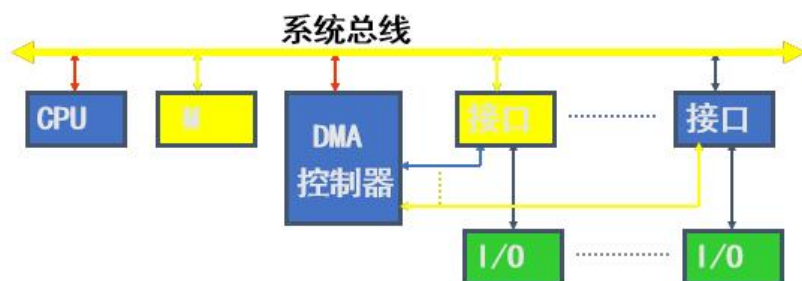


虽然说中断方式在一定程度上，提高了 CPU 的利用率，由于 I/O 操作直接由 CPU 控制，每传送一个符或一个字，都要发生一次中断，仍然占用了大量的 CPU 处理时间。

我们可以看到，上边两种方式本质上还是以 CPU 为中心，所有数据的 IO 操作都需要 CPU 来控制，CPU 的利用率仍然不是很高，为了进一步提高 CPU 利用率，尽量多的让 CPU 专注于运算工作，减少 IO 任务对 CPU 的干扰，人们又提出了下边三种方式。

DMA 方式

DMA (Direct Memory Access) 方式，或者说直接存储器访问控制方式，该种方式下，在 DMA 控制器的控制下，采用窃取或挪用总线控制权，在设备和主存之间开辟直接数据交换通道，成批地交换数，而不必让 CPU 干预。



DMA方式 直接依靠硬件在主存与 I/O 设备间进行直接的数据传递，在传递期不需 CPU 干预。但是意，虽然好多 IO 操作由 DMA 控制器完成，但是由于 DMA 方式没有自己的指令集，IO 指令的编码工作仍然需要由 CPU 参与。

它具有如下特点：

1. 对于高速外设可在很大程度上解放了 CPU(数据传送时，无须 CPU 干预)
2. 接口电路复杂
3. 仅属于初步解放 CPU
4. 交换数据时灵活性差。

通道 (CH) 方式

通道，独立于 CPU 的专门负责输入输出控制的处理机，它控制设备与内存直接进行数据交换。有自的通道指令，这些指令由 CPU 启动，并在操作结束时向 CPU 发出中断信号。

通道控制方式，实现了 CPU、通道和 I/O 设备三者的并行操作，从而更加有效地提高整个系统的资利用率。例如，当 CPU 要完成一组相关的读（或写）操作时，只需要向 I/O 通道发出一条 I/O 指令指出其所要执行的通道程序的首址和要访问的 I/O 设备，通道接收到该指令后，通过执行通道程序便完成 CPU 指定的 I/O 任务。可见，通道只是在 I/O 操作的起始和结束时向 CPU 发出 I/O 中断申请相对于之前的控制方式进一步减少了 CPU 的干预程度。

但是通道方式也有自己的不足，它虽然有自己的指令系统，但是通道指令功能简单，使用面窄，与 CP 共用一个主存，还不是独立的 I/O 处理机。

外围处理机方式（PPU）

用一个功能较弱的计算机管理 I/O，彻底解放 CPU，硬件结构最复杂。这个方式下，IO 操作几乎全由外围处理机来完成，此时外围处理机类似一个小型 PC。

总结

最后我们用一个表格来总结一下这五种 IO 控制方式的特点：

控制方式	特点
直接程序控制方式 >②对 CPU 的利用率不充分	①接口电路简单，控制方便
中断方式 U的利用率. ②接口电路较复杂 ③ 对高速外设有可能降低对 CPU 的利用率。	①对于中低速外设，可极大地提高对 C
DMA 方式 CPU(数据传送时，无须 CPU 干预) ②接口电路复杂 ③仅属于初步解放 CPU ④交数据时灵活性差。	①对于高速外设可在很大程度上解放了
通道方式 (CH 程序)。 ②执行通道程序时可与 CPU 的运行同时进行——并行性。 ③通道指令能简单，使用面窄，与 CPU 共用一个主存，还不是独立的 I/O 处理机。	①有自己的指令系统（CH 指令）和程
外围处理机方式 U，承担控制、通信、维护诊断等任务。 ②结构复杂成本高	①独立于主机工作，结构接近 C