

第三章 系统总线

1. 计算机硬件系统由中央处理器、存储器、I/O 系统以及连接它们的系统总线组成。

2. 早期多采用**分散连接方式**(各部件之间使用单独的连线)。

它以运算器为中心，内部连线十分复杂，尤其当 I/O 与存储器交换信息时，需要经过运算器，使运算器停止运算，严重影响了 CPU 的工作效率。后来改进了以存储器为中心，I/O 与主存交换信息可以不经运算器，仍然无法解决 I/O 设备与主机之间连接的灵活性。

后来出现了**总线连接方式**(将各部件连到一组公共信息传输线上)。

总线是连接多个部件的信息传输线，是各部件共享的传输介质。而且某一时刻只允许有一个部件向总线发送信息，但多个部件可以同时从主线上接受相同的信息。

3. 总线的分类

按连接部件的不同，总线可以分为：

片内总线，芯片内部的总线。

系统总线，连接 CPU、主存、I/O 设备(通过 I/O 接口)各部件之间的信息传输线。

通信总线，连接计算机系统之间或计算机与其他系统之间的信息传输线。

4. 系统总线

系统总线是指 CPU、主存、I/O 设备(通过 I/O 接口)各大部件之间的信息传输线。由于这些部件通常都安放在主板或各个插件板上，故又称板级总线或板间总线。

按系统总线传输信息的不同，又可以分为数据总线、地址总线和控制总线三类。

数据总线用来传输各功能部件之间的数据信息，它是双向传输总线。其位数与机器字长、存储字长有关，一般微 8 位、16 位或 32 位。数据总线的位数称为数据总线宽度。

地址总线主要用来指出数据总线上源数据或目的数据在主存单元的地址或 I/O 设备的地址。

控制总线是用来发出各种控制信号的传输线，如控制各部件能在不同时刻占有总线使用权。

5. 总线特性

从物理角度来说，总线由许多导线直接印制在电路板上，延伸到各个部件。

CPU、主存、I/O 这些插板(插卡)通过插头与水平方向总线插槽(按总线标准用印刷电路板或一束电缆连接而成的多头插座)连接。

为了保证机械上的可靠连接，必须规定其**机械特性**。

为了保证电气上正确连接，必须规定其**电气特性**。

为了保证正确地连接不同部件，还需规定其**功能特性**和**时间特性**。

随着计算机的发展，现在的微型计算机已将 CPU 芯片直接安置在主板上，而且许多插卡已做成专用芯片，减少了插槽，使其结构更加合理。

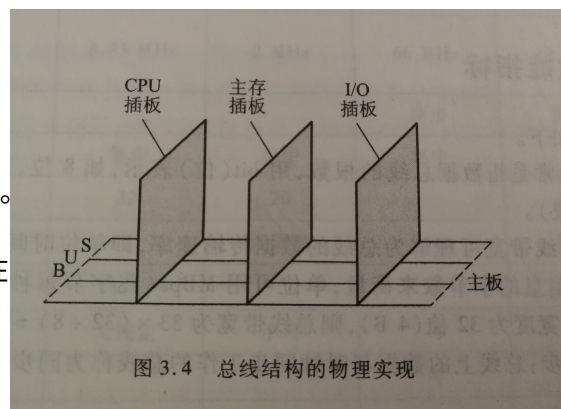


图 3.4 总线结构的物理实现

6. 总线性能指标

总线宽度、总线带宽、时钟同步/异步、总线复用、信号线数、总线控制方式、负载能力等其他指标。

7. 总线结构

单总线结构和多总线结构。

8. 总线控制

由于总线上连接者多个部件，什么时候由哪个部件发送信息，如何给信息传送定时，如何防止信息丢失，如何避免多个部件同时送达，如何规定接收信息的部件等一系列问题都需要由**总线控制器**统一管理。主要包括总线判优控制和总线通信控制。

总线判优控制可分为集中式和分布式两种，前者将控制逻辑集中在一处(如在 CPU 中)，后者将控制逻辑分散在各个部件或设备上。

常见的集中控制优先权仲裁方式有链式查询、计时器定时查询、独立请求方式。

总线通信控制主要解决通信双方(主设备、从设备)如何获知传输开始和传输结束，以及通信双方如何协调如何配合。

总线传输周期指完成一次总线操作的时间。

通常有四种方式：同步通信、异步通信、半同步通信和分离式通信。

链式查询方式只需一根总线请求线(BR)、一根系统忙线(BS)和一根总线同意线(BG 线)。BG 像链条一样，串联所有的设备，设备的优先级是固定的，结构简单，容易扩充设备，但对电路故障十分敏感，一旦某个设备的接口电路有故障，这个设备之后的设备都不能进行工作。

计数器定时查询方式的总线请求(BR)和忙(BS)线是各设备共用的，但还需 $\lg N$ (N 为设备数)根设备地址线实现查询。设备的优先级可以不固定，控制比链式查询复杂，电路故障不如链式查询方式敏感。

独立请求方式控制线数量多， N 个设备共有 N 根总线请求线和 N 根总线同意线。总线仲裁线路更复杂，但响应速度快，且设备优先级的次序控制灵活，可以预先固定，也可以通过程序来改变优先次序，还可在必要时屏蔽某些设备的请求。

同步通信采用公共时钟，有统一的传输周期。异步通信没有公共时钟，采用应答方式通信，没有固定的传输周期。

异步通信没有公共时钟，采用应答方式通信，没有固定的传输周期。

半同步通信既有公共时钟，又允许速度不同的模块和谐工作，采用插入等待周期的措施来协调通信双方的配合问题。

分离式通信总线上的每个模块都可以成为主模块，将总线传输周期分为两个子周期，每个子周期可供不同模块占用，总线上无空闲等待时间，最充分地发挥了总线的有效占用。

选择题

3. 微型计算机中控制总线提供的完整信息是**所有存储器和 I/O 设备的时序信号和控制信号，来自 I/O 设备和存储器的响应信号**。
9. 关于 PCI 总线，**PCI 总线是一个与处理器时钟频率无关的高速外部总线**。
10. 连接计算机和计算机之间的总线属于**通信总线**。
11. 在计时器定时查询方式下，若每次计数从上一次计数的终止点开始，则**每个设备使用总线的机会相等**。
15. 系统总线中数据线、地址线和控制线是根据**总线传输的内容**来划分的。
20. 总线中数据信号和地址信号分别用一组线路传输，这种传输方式称为**并行传输**。
21. 总线复用方式可以**减少总线中信号线的数量**。
25. **AGP 总线**是显示卡专用的局部总线。
26. 计算机之间的远距离通信除了可以由网卡经网线传输外，还可以用 **RS-232 总线**通过载波电话线传输。

填空题

2. 按连接部件不同，总线通常可分为**片内总线、系统总线和通信总线**。
3. 系统总线是连接 **CPU、主存、I/O 设备**之间的信息传送线，按传输内容的不同，又可分为**地址线、数据线、控制线**，分别用来传送**地址、数据、控制信号，响应信号和时序信号**。
4. Plug and Play 的含义是**即插即用**。**PCI 总线**和 **USB 总线**具有这种功能。
5. 一个总线的传输周期包括**申请分配阶段、寻址阶段、传输阶段和结束阶段**。
6. 总线的**主模块**是指对总线具有控制权的模块，**从模块**是指被主模块访问的模块，只能响应主模块发过来的各种总线命令。
7. 总线的通信控制主要解决**通信双方如何获知传输开始和传输结束，以及通信双方如何协调如何配合**。通常有**同步通信、异步通信、半同步通信和分离式通信**。
8. **同步通信**的主要特点是通信双方由统一时钟控制数据的传输，一般用于总线长度较短，总线上各部件存取时间比较一致的场合；**异步通信**的特点是通信双方没有公共的时钟标准，采用应答方式通信，一般用于总线上各部件进度不一致的场合。
9. 每个总线部件一般配有三态门电路，以避免总线访问冲突，当某个部件不占用主线时，由该电路禁止向总线输出信息。
10. 总线同步通信影响总线效率的原因是**必须按最慢速度的部件来设计公共时钟周期**。
11. 在总线的异步通信方式中，通信的双方可以通过**不互锁、半互锁和全互锁**三种类型联络。
12. ISA 总线的最大数据宽度是 16 位，EISA 总线的最大数据宽度是 32 位，PCI 总线的数据宽度位 32 位，可扩展到 64 位。
13. **USB 总线**便于实现 PC 与外设的简单快速连接，**AGP 总线**有利于多媒体计算机处理三维数据。
14. **总线宽度**是指数据线的宽度，**总线带宽**是指单位时间内总线上传输数据的位数。
15. 按数据传送方式不同，总线可分为**串行传输总线**和**并行传输总线**。
16. **单向总线**只能将信息从总线的一端传到另一端，不能反向传输。
17. 总线的判优控制可分为**集中式**和**分布式**。
18. 在同步通信中，设备之间没有问答信号，数据传输在**公共时钟**的控制下进行。
19. 在异步通信中，没有固定的总线传输周期，通信双方通过**应答(握手)**信号联络。
20. 在计时器实时查询方式下，采用**每次从上次计数的终止点开始计数**的方式，可是每个设备使用总线的优先级相等。
21. **总线复用技术**是指不同的信号共用同一组物理线路，分时使用。此时需配置相应的电路。
22. **半同步通信**既有统一的时钟信号，又允许不同速度的模块和谐工作。为此需要增设一条**等待响应信号线**。

23. 假设总线的时钟频率为 100MHz，总线的传输周期为 4 个时钟周期，总线的宽度为 32 位(4 Byte)，则总线的数据传输率为 100MBps。

25. **分离式通信**充分利用了总线的有效占用，总线上所有模块都能成为**主模块**。

26. 在异步串行传输系统中，欲传送十六进制数据 A4H，则其实际后面紧跟的二进制位是 **0**。

问答题

1. 解释下列概念

答：**总线**是连接多个部件(模块)的信息传输线，是各部件共享的传输介质。

系统总线是指 CPU、主存、I/O 设备(通过 I/O 接口)各大部件之间的信息传输线。按传输内容的不同，又分为数据总线、地址总线和控制总线。

通信总线是连接计算机系统之间或计算机系统与其他系统(如控制仪表、移动通信等)之间的信息传输线。

总线主设备是指获得总线控制权的设备。

主设备从设备是指被主设备访问的设备，只能响应从主设备发来的各种总线命令。

总线仲裁即主设备判优，主要解决在多个主设备申请占用总线时，由总线控制器仲裁出优先级别最高的设备，允许其占有总线。

2. 总线管理包括哪些内容？简要说明各种管理措施。

答：总线管理主要包括判优控制和通信控制。

主设备判优，主要解决在多个主设备申请占用总线时，由总线控制器仲裁出优先级别最高的设备，允许其占有总线。

总线的通信控制主要解决通信双方如何获知传输开始和传输结束，以及通信双方如何协调如何配合。

判优控制又分集中式和分布式两种。

集中式总线判优逻辑有链式查询、计数器定时查询和独立请求三种方式。

通信控制有同步通信、异步通信、半同步通信和分离式通信四种。

3. 什么是总线判优，为什么需要总线判优？

答：总线判优就是当总线上各个主设备同时要求占用总线时，通过总线控制器，按一定的优先等级顺序确定某个主设备可以占用总线。

因为总线传输的特点是在一个时刻，只允许一个部件向总线发出信息，如果有两个以上的部件同时向总线发送信息，势必导致信号冲突传输无效，故需用判优来解决。

4. 什么是总线通信控制？为什么需要总线通信控制？

答：总线通信主要解决通信双方如何获知传输开始和传输结束，以及通信双方如何协调配合。

因为总线是众多部件共享的，在传送时间上只能用分时方式来解决，所以通信双方必须按某种约定的方式进行通信。

5. 什么是总线标准？为什么要制定总线标准？

答：总线标准是国际公布或推荐的互联各大模块的标准，这个标准为各模块互联提供一个标准界面(接口)，这个界面对它两端的模块都是透明的，即界面的任一方只需根据总线标准的要求来完成自身一方接口的功能，而不必考虑对方与界面的接口方式。

制定总线标准使系统设计简化，便于模块生产批量化，确保其性能稳定，质量可靠，实现可移化，便于维护等，较好地解决了系统、模块、设备与总线之间不适应、不通用及不匹配等问题。

6. 异步通信和同步通信的主要区别是什么？说明通信双方如何联络。

答：同步通信和异步通信的主要区别是前者有公共时钟，总线上所有设备按统一的时序，统一的传输周期进行信息传输，通信双方按约定好的时序联络；

后者没有公共时钟，没有固定的传输周期，采用应答方式通信，具体的联络方式有不互锁、半互锁和全互锁三种。

不互锁方式通信双方没有相互制约关系；半互锁方式通信双方由简单的制约关系；全互锁方式通信双方由完全的制约关系。其中全互锁通信可靠性最高。

7. 在高档 PC 中，流行使用三主线(系统总线、PCI 总线、ISA 或 EISA 总线)结构。说明这三种总线的连接关系，并举例说明每种主线上所连接的部件。

答：在高档 PC 机中，系统总线主要连接 CPU 和存储器；PCI 总线主要连接多媒体卡、高速局域网适配器、高性能图形板等高速部件；ISA 或 EISA 总线连接图文传真机、调制解调器、打印机等低速部件。

系统总线和 PCI 总线通过 PCI 桥路连接，PCI 总线又通过标准总线控制器与 ISA 和 EISA 总线相连。

8. 计算机中采用总线结构有何优点？

答：计算机中采用总线结构便于故障诊断与维护，便于模块化结构设计和简化系统设计，便于系统扩展和升级，便于生产各种兼容的软、硬件。

9. 串行传输和并行传输有何区别？各应用于什么场合？

答：串行传输是指数据在一条线路上按位依次进行传输，线路成本低，但速度慢，适合于远距离的数据传输。并行传输是每个数据位都有一条独立的传输线，所有的数据位同时传输，其传输速度快、成本高，适用于近距离、高速传输的场合。

10. 某总线在一个总线周期中可并行传送 8 个字节数据，假设一个总线周期等于一个时钟周期，总线的时钟频率为 66MHz，求总线的带宽。

答： $8\text{B} \times 66 \times 10^6 \text{Hz} = 528 \times 10^6 \text{Bps}$ (byte per second)