

电子技术教学小丛书

微处理器系统接口 ——原理与设计

古新生 编

高等教育出版社

电子技术教学小丛书

微处理器系统接口

——原理与设计

古新生 编

高等教育出版社

内 容 简 介

本书是高等学校工科电工教材编审委员会电子技术编审小组组织评选的“电子技术教学小丛书”之一。主要介绍微处理器系统接口的基本原理与设计方法。全书共四章,第一章介绍学习本书所需要的基本概念和微处理器系统接口的分类;第二章叙述接口原理;第三章讲述接口电路的设计;第四章介绍接口软件的设计。

本书可作为大学生扩大知识面的阅读材料,也可供有关教师和从事微处理器和微型计算机应用的科研、工程技术人员参考。

本书由浙江大学邓汉馨教授审阅。

本书责任编辑 张志军

JB463/22

电子技术教学小丛书
微处理器系统接口
——原理与设计
古新生 编

*

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
武汉市江汉印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 4.125 字数 84,000

1983年12月第1版 1984年9月第1次印刷

印数 00,001—19,700

书号 15010·0554 定价 0.66 元

序 言

计算技术和大规模集成电路技术已被公认为二十世纪重大科学技术的光辉成就，微处理器是这两项先进科学技术的巧妙结合的产物。从1971年世界上第一个微处理器研制成功以来，它就以惊人的速度向前发展，在短短的十多年中，已经历了四代的发展过程。

由于微处理器具有体积小、重量轻、功耗低、功能强、价廉以及灵活通用等优点，它已迅速地被应用于国民经济各个领域。从航天技术到深海探测技术，从钢铁、化工等重工业生产过程的自动控制到日常生活的管理，都成了微处理器施展其“本领”的场所。可以预期，在我国实现四个现代化的进程中，微处理器的普及和应用，必将会与日俱增。

应用微处理器的关键问题是怎样将它与各种具体的控制对象连接起来，形成既统一又协调的微处理器系统。这样的问题就是微处理器系统接口要研究的课题。

本书的目的是阐明微处理器系统接口原理和接口设计方法，因此，对从事微处理器和微型计算机应用的科学研究人员、工程技术人员、高等学校有关专业的教师、研究生以及大学生均有参考价值。

全书共分四章。第一章是导论，介绍学习本书必要的基本概念和微处理器系统接口的分类。第二章叙述接口原理。主要是输入与输出方法，包括数据传送的基本原理、常用的输

入输出方法以及高速数据传送方法。第三章介绍接口电路的设计。着重从硬件角度阐述接口电路设计的一般原则，并详细介绍简化接口电路设计的标准接口芯片和标准接口总线。最后一章介绍接口软件的设计。阅读本书的读者应具有电子技术基础、特别是数字电路的知识，对计算机硬件和软件也应有初步的了解。

本书定稿过程中，承蒙浙江大学邓汉馨教授审阅，提出许多宝贵意见，在此表示深切的谢意。

由于本人水平所限，本书尚有不少缺点和错误，恳切期望读者批评和指正。

编 者

目 录

第一章 导论	1
§ 1-1 微处理器系统接口的基本概念.....	1
§ 1-2 微处理器系统接口的类型及实例.....	9
第二章 微处理器系统的输入输出方法	18
§ 2-1 数据输入输出传送的基本原理.....	18
§ 2-2 微处理器系统常用的输入/输出方法.....	25
§ 2-3 直接存储器存取传送.....	37
第三章 接口电路的设计	42
§ 3-1 接口电路设计的一般原则.....	42
§ 3-2 标准接口芯片.....	50
§ 3-3 标准接口总线.....	80
第四章 接口软件的设计	100
§ 4-1 接口软件设计概述.....	100
§ 4-2 开发系统的软件手段.....	104
§ 4-3 开发系统的硬件手段.....	107
附录 I 国产微型机性能表(软件部分)	118
附录 II 目前通用的微处理器配套电路表	121
参考书目	124

第一章 导 论

内 容 提 要

本章介绍微处理器系统接口有关的基本概念以及微处理器系统接口的分类。对每类接口举出一个最常见的例子。本章内容是学习以后各章的基础。

§ 1-1 微处理器系统接口的基本概念

(一) 微处理器 (Microprocessor, 简称 μP)

由大规模集成电路工艺技术制成的具有运算和控制功能的器件,称为微处理器,简称 μP 。

从概念上来说,微处理器是一个数字部件,它接收二进制数字输入信息,并能根据存放于 μP 的指令,对数据进行处理,产生二进制数字的输出信息。也就是说,在任何一个给定时刻,微处理器的输出信息取决于下面两个因素:

- ① 在该时刻之前,输入到 μP 的全部信息情况;
- ② 存于 μP 内部的指令。

第一个因素是时序电路共有的特点。第二个因素则说明微处理器具有程序控制的功能。这点可说明如下:

首先,在设计微处理器时,设计人员在确定它的功能的同时,还须设计一套为实现这些功能并为 μP 所识别的机器语言,称为微处理器的指令系统。

其次,在应用 μP 时,使用者须根据所要解决的实际问题,应用 μP 指令系统中的各种指令编出相应的应用程序。通过程序告诉 μP 应当做些什么,先做什么,后做什么以及如何去做等等。对于同一个 μP ,如能编写出各种应用程序,就可以使 μP 应用于各种领域中。因此,程序控制是 μP 功能强,适应性广的关键所在。我们要应用 μP ,就必须学习编制程序的方法。

从微处理器的制造工艺技术来看, μP 是一种大规模集成电路(LSI),甚至是超大规模集成电路(VLSI)器件。因此,它具有这些集成电路的一切优点与缺点(集成度高、体积小、重量轻、可靠性高,但电路逻辑结构复杂)。

(二) 总线(Bus)

单靠一片微处理器是不可能发挥任何作用的。一般微处理器都有许多引出线(也称管脚)与外电路相连,通常将这些与外部电路的连线统称为总线,并可按功能区分为如下三种类型:

1. 数据总线(Data Bus)

所有与微处理器传送数据的线的总体称为数据总线。

例如,八位微处理器具有八位二进制数的数据线,每次传送八位二进制数据。通常,八位二进制数称为一个“字节”,而四位二进制数称为“半字节”。八位数据用符号 D_0 到 D_7 来表示。其中 D_0 称为最低有效数字位(LSB);而 D_7 称为最高有效数字位(MSB)。如图 1-1 所示。

微处理器的数据总线都有双向性,即每一根数据线既能输入数据,又能输出数据,当然同一时刻只能是其中之一。为

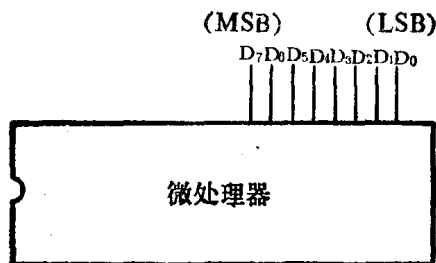


图 1-1 八位微处理器的数据总线

完成这一功能，通常都采用“三态门”。图 1-2 表示四位数据总线，其中每位都由两个三态门构成双向门来实现数据的双向传送。

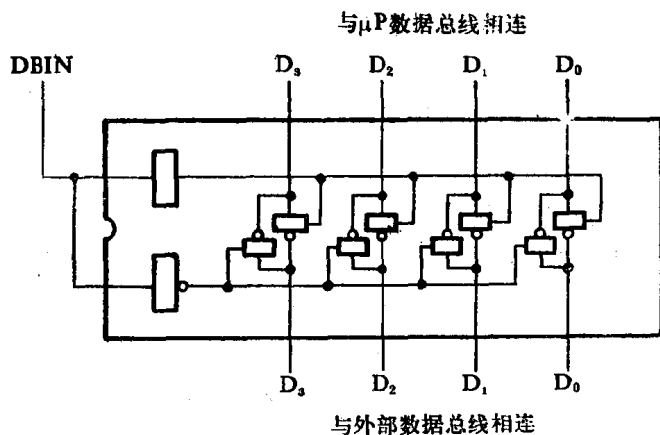


图 1-2 双向数据总线(DBIN=1, 输出; DBIN=0, 输入)

读者不难根据三态门的逻辑特点对此电路进行分析。

2. 地址总线(Address Bus)

为实现运算与控制功能，微处理器必须与存贮器交换信息，因为运算所需的数据和控制运算的程序都存于存贮器内。

存贮器有许多单元，每一个单元都有一个用以表示它的位置的“地址”，微处理器正是通过对地址线发出相应的信息来“选中”所要求通信的存贮单元的。专门用来传送地址信息的全部传输线称为地址总线。

通常我们将从存贮单元取出数据，并通过数据总线将数据送入微处理器的过程称为读存贮器。而把微处理器的数据通过数据总线存入存贮器的过程称为写存贮器。无论是读或写存贮器，微处理器都必须首先给出所需的存贮单元地址。也就是通过地址总线送出二进制数的地址；由于地址总线上的每一条线只能有 1 或 0 两个状态，因此 P 条地址总线，就能对 2^P 个存贮单元编排各不相同的地址。

3. 控制总线(Control Bus)

除了数据总线和地址总线之外，微处理器还有一组控制总线——输入控制线和输出控制线。通过它们使微处理器的工作与外部电路的工作同步。

控制总线上的任何一个控制信号，既可以是高电平起控制作用，也可以是低电平起控制作用。例如图 1-2 的双向工作电路，如果要使逻辑 1 作输入，逻辑 0 作输出，即与图中逻辑控制电平相反时，只须在控制信号名称 $\overline{DBIN}$ 上加‘非’号 ($\overline{DBIN}$) 即可。

有了上述三类总线的概念后，就能完整地画出微处理器管脚引线的模型，如图 1-3 所示。

(三) 存贮器

微处理器要充分发挥其信息处理的功能，必须有记忆程序和数据的部件，这个部件就是存贮器。其功能如图 1-4 所示。

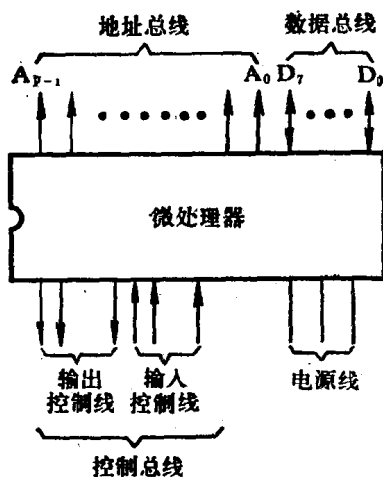


图 1-3 通用微处理器的管脚引线

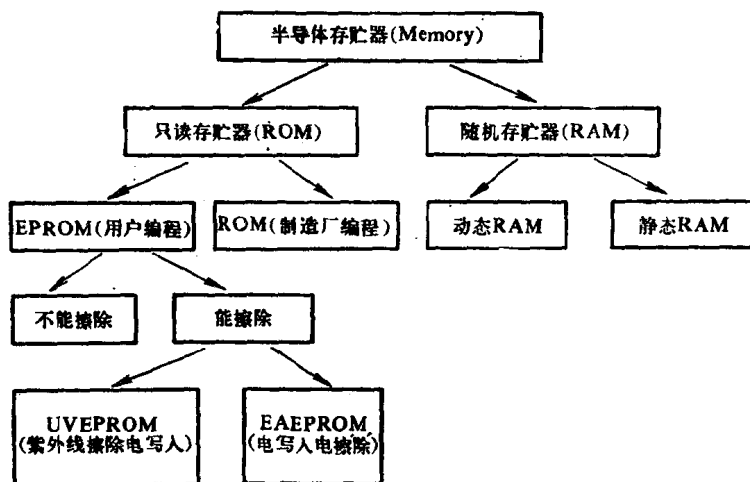


图 1-4 与微处理器相连的半导体存储器功能的说明

在一般情况下, 存储器都与微处理器分开, 以便于不断扩充存储信息的容量。只有单片微型计算机能在同一片芯片上集成微处理器、存储器和输入输出接口等部件。

微处理器所使用的存贮器都属于半导体存贮器。按照信息存贮的功能又可将半导体存贮器分为只读存贮器 (Read-Only Memory), 简称为 ROM, 以及读写存贮器, 也称为随机存贮器 (Random Access Memory) 两大类。它们之间的主要区别是:

1. 随机存贮器工作时, 既能读出已存入的数据, 又能用新的数据取代原有的数据。也就是说读或写操作可随时按需要进行。而只读存贮器则只能读出原来存入的程序或常数而不能随机地写入。

2. 随机存贮器的信息是用电写入的, 一旦断电, 所存信息就会消失, 因而属于易失性存贮器。而只读存贮器中的信息是预先用特殊方法写入的, 一旦写入信息就能可靠地存贮下来, 不会因断电而消失, 因而属于非易失性存贮器。

其次, 随机存贮器又有双极型与 MOS 型两类, 一般都采用 MOS 型。而 MOS 型又分为静态 RAM 与动态 RAM 二种。静态 RAM 的基本单元是双稳态电路, 而动态 RAM 的基本单元则依靠栅源电容的充放电。它们之间的比较见表 1-1。

表 1-1 静态与动态 RAM 的特性比较

特 性	静态 RAM	动态 RAM
存取时间(向存贮器取出或存入一个数的时间)	500ns	200ns
功耗(每位)	400 μ W	110 μ W
集成度(芯片面积同样大小)	4k	16k
供电电源电压种类	1 种	3 种
成本(投资/位)	\$3 元/位	\$1 元/位
使用难易程度	易使用	
是否需附加刷新电路	不需	需

由此可见,如果采用的存贮器容量较小,要求外加电路尽可能简单时,宜采用静态 RAM;而在存贮容量较大时,则宜采用动态 RAM。

只读存贮器(ROM)分为由工厂编程或由用户编程两种。工厂编程的 ROM 是在制造时通过集成电路的金属化掩膜来确定 ROM 的存贮单元状态,当这种工艺大量制造时,ROM 的成本是最低的。用户可编程的 PROM 有二种类型。用熔丝连接的 PROM 只能编程一次,而可擦除的 PROM 能够多次擦除和重新写入。其中一种称作紫外线擦除电写入的存贮器(UVEPROM),它是用强烈的紫外线透过石英玻璃照射芯片来擦除信息的。另一种是 EAEPROM,它是用电来擦除信息,由于它的价格远比 UVEPROM 贵,所以尚未普遍使用。

一般除应用半导体存贮器作为工作存贮(或短期存贮),即经常地与微处理器交换信息之外,还应有中期与长期存贮,例如对于大量的应用程序和数据(甚至是数据库),就应当采用中期或长期存贮。这些存贮器及其性能见表 1-2。

表 1-2 各种存贮器性能表

存贮器类型	短期工作存贮	中期存贮	长期海量存贮
采用的存贮器	半导体存贮器	软磁盘、盒式磁带、磁鼓、磁泡	磁带、纸带
存取时间	250ns~2μs	10μs~10ms	2ms~100ms
应用场合	经常与微处理器交换信息的主存贮器,容量为几 k 字	应用程序与数据容量约几十万字	巨大数据库以几亿字作为存贮容量

(四) 微型计算机(Microcomputer 或写为 μC)、微型计

算机系统(μCS)和微处理器系统(μPS)。

以微处理器为核心, 加上存贮器(包括RAM与ROM)以及输入/输出接口等所组装成的计算机就称为微型计算机, 用 μC 表示。

以微型计算机为中心, 加上计算机的外部设备, 如键盘、光电机等输入设备和显示终端、打印机、发光二极管七段显示器等输出设备, 以及电源辅助设备就构成微型计算机系统, 用 μCS 表示。

微处理器的主要用途是控制与数据处理两大类。当用于控制时, 要求以 μP 为核心, 加上RAM和ROM, 再通过接口电路与具体控制对象相连, 这样的系统称为微处理器系统。用 μPS 表示。自然, μCS 也属于 μPS 的一种型式。这时可认为控制对象就是计算机的外部设备。但 μPS 比 μCS 更侧重于 μP 的控制应用方面。图1-5表示 μC 与 μCS 或 μPS 的方框图。

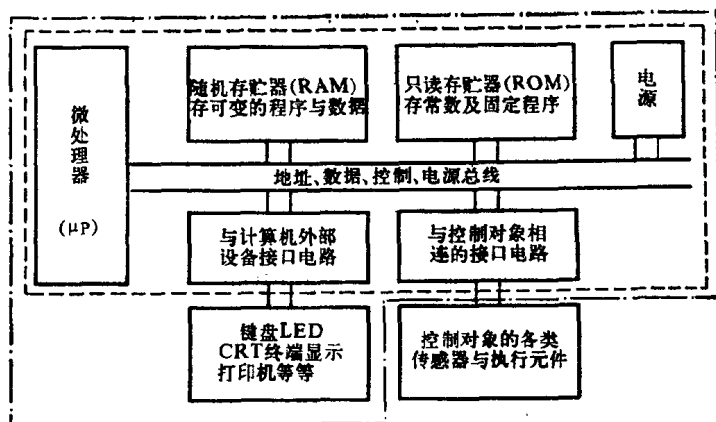


图 1-5 微处理器系统(μPS)

虚线框内表示微型计算机(μC), 点线框内表示微型计算机系统(μCS)。

§ 1-2 微处理器系统接口的类型及实例

为构成完整的并有一定控制和运算功能的系统而将一个部件与另外的部件连接起来, 这种连接就称为微处理器系统的接口。

微处理器系统的接口可分成四种基本类型, 它们是: 内务操作接口、用户通信接口、传感器接口以及控制接口。如图 1-6 所示。

微处理器的应用很广, 由它组成的系统千差万别, 类型繁多, 而且规模大小也十分悬殊。简单的 μPS 可以只有一两种接口类型, 而且每种类型仅有一至两个外部设备与之相连, 例如许多单板计算机, 就只有简单的键盘与 LED 显示器。但复杂的 μPS 则可以具有全部接口类型, 而且每类接口都有相当数目的外部设备。

(一) 内务操作接口 (Operational Overhead Interfaces)

μPS 的内务操作接口是使 μP 能发挥最基本的处理和控制功能所必须的接口。它包括各类总线驱动器, 数据锁存器及三态缓冲器等等。图 1-7 表示以 M6800 μP 为核心的内务操作接口实例。

总线驱动器用来增加 μP 对各类总线的驱动功率。由于 μP 大都用 NMOS 器件制成, 其驱动能力只有几个毫安的电流, 因此需要用驱动器来增加其输出功率, 以便与 TTL 电路

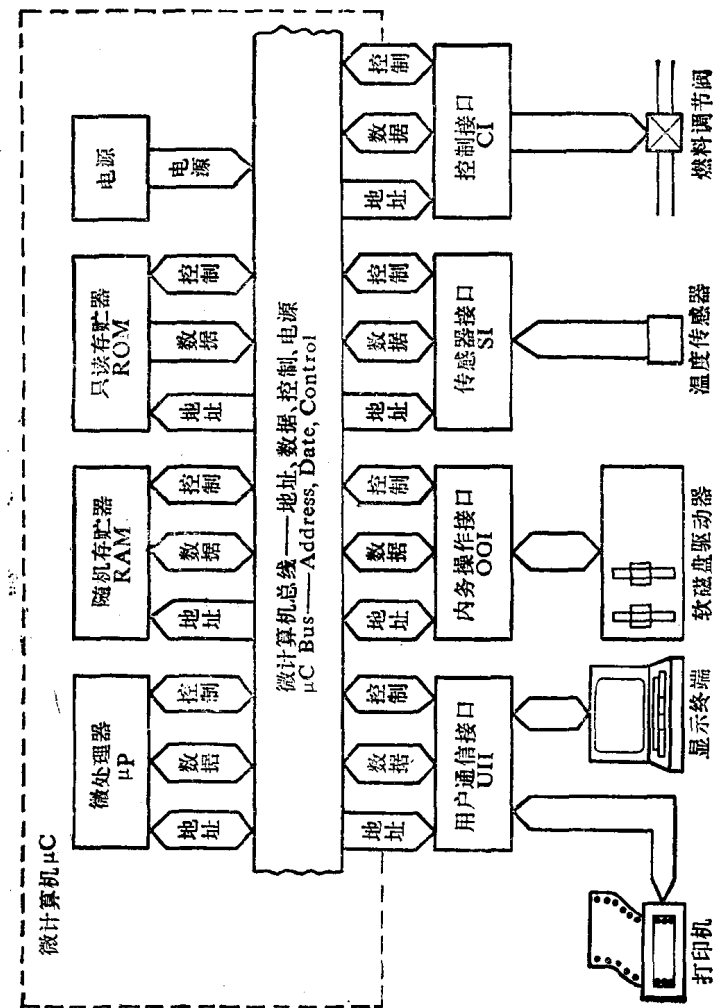


图 1-6 典型的微处理器系统及其接口

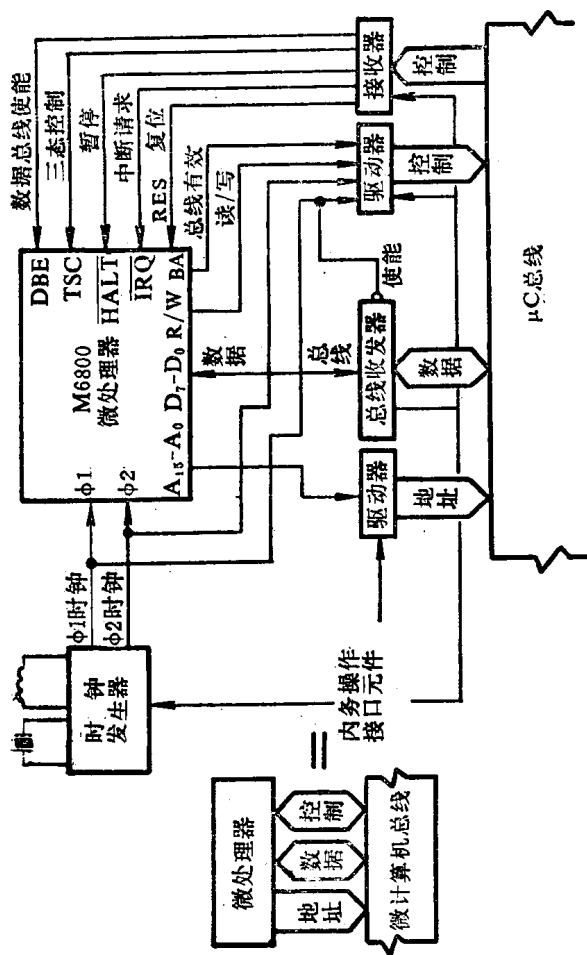


图 1-7 典型的微处理器系统内部任务操作接口