

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

单片机接口技术

主 编 龚运新 王润辉

副主编 杨劲松 刘南平



北京师范大学出版社

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

单片机接口技术

主 编 龚运新 王润辉

副主编 杨劲松 刘南平



北京师范大学出版社

内 容 简 介

单片机接口技术是单片机专业课,更进一步加深单片机知识,这是一门理论性、实践性和综合性很强的学科,同时本学科也是一门计算机软硬件有机结合的专业综合课。以前的教科书讲的主要是并口芯片,但现在大部分产品用的是串口芯片,并口芯片有退出市场的趋势。考虑到并口芯片还有一定市场以及以前的产品用的都是并行芯片,本书将同时讲解并行接口和串行接口,使学习更加轻松。本书是作者多年理论教学、实验教学及产品研发经验的结晶。

图书在版编目(CIP)数据

单片机接口技术/龚运新,王润辉主编. —北京:北京师范大学出版社, 2006.7
教育部推荐教材. 高职高专教材

ISBN 7—303—07359—0

I. 单… II. ①龚…②王… III. 单片微型计算机—高等学校:
技术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 001843 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街 19 号 邮政编码: 100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人: 赖德胜

唐山市润丰印务有限公司印装 全国新华书店经销
开本: 185 mm × 260 mm 印张: 20.75 字数: 427 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价: 29.00 元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。2005年~2006年期间,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”先后在昆明召开高职高专教材研讨会,对当前高职高专教材的改革与发展、高职院校教学、师资等进行了深入的探讨,同时推出了一批高职教材。这些教材特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以3年制为基础,兼顾2年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知

识,内容体系更趋合理。

2.教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教材出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材的编写得到了教育部相关部门的大力支持,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司高职推荐教材,并有25种教材列为“十一五”国家级规划教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院
山东劳动职业技术学院
济宁职业技术学院
辽宁省交通高等专科学校
浙江机电职业技术学院
杭州职业技术学院
西安科技大学电子信息学院
西安科技大学通信学院
西安科技大学机械学院
天津渤海职业技术学院
天津渤海集团公司教育中心
连云港职业技术学院
景德镇高等专科学校
徐州工业职业技术学院
广州大学科技贸易技术学院
江西信息应用职业技术学院
浙江商业职业技术学院
内蒙古电子信息职业技术学院
济源职业技术学院
河南科技学院
苏州经贸职业技术学院
浙江工商职业技术学院
温州大学
四川工商职业技术学院
常州轻工职业技术学院
河北工业职业技术学院
太原理工大学轻纺学院
浙江交通职业技术学院

保定职业技术学院
绵阳职业技术学院
北岳职业技术学院
天津职业大学
石家庄信息工程职业学院
襄樊职业技术学院
九江职业技术学院
青岛远洋船员学院
无锡科技职业学院
广东白云职业技术学院
三峡大学职业技术学院
西安欧亚学院实验中心
天津机电职业技术学院
漯河职业技术学院
济南市高级技工学校
沈阳职业技术学院
江西新余高等专科学校
赣南师范学院
江西交通职业技术学院
河北农业大学城建学院
华北电力大学
北京工业职业技术学院
湖北职业技术学院
河北化工医药职业技术学院
天津电子信息职业技术学院
广东松山职业技术学院
常州轻工职业技术学院
北京师范大学

山西大学工程学院
平顶山工学院
黄石理工学院
广东岭南职业技术学院
青岛港湾职业技术学院
郑州铁路职业技术学院
北京电子科技职业学院
北京农业职业技术学院
宁波职业技术学院
宁波工程学院
北京化工大学成教学院
天津交通职业技术学院
济南电子机械工程学院
山东职业技术学院
天津中德职业技术学院
天津现代职业技术学院
天津青年职业技术学院
无锡南洋学院
北京城市学院
北京经济技术职业学院
北京联合大学
大红鹰职业技术学院
广东华立学院
广西工贸职业技术学院
贵州商业高等专科学校
桂林旅游职业技术学院
河北司法警官职业学院
黑龙江省教科院
湖北财经高等专科学校
华东师范大学职成教所
淮南职业技术学院
淮阴工学院
黄河水利职业技术学院
南京工业职业技术学院
南京铁道职业技术学院
黔南民族职业技术学院
青岛职业技术学院

陕西财经职业技术学院
陕西职业技术学院
深圳信息职业技术学院
深圳职业技术学院
石家庄职业技术学院
四川建筑职业技术学院
四川职业技术学院
太原旅游职业技术学院
泰山职业技术学院
温州职业技术学院
无锡商业职业技术学院
武汉商业服务学院
杨凌职业技术学院
浙江工贸职业技术学院
郑州旅游职业技术学院
淄博职业技术学院
云南机电职业技术学院
云南林业职业技术学院
云南国防工业职业技术学院
云南文化艺术职业学院
云南农业职业技术学院
云南能源职业技术学院
云南省交通职业技术学院
云南司法警官职业学院
云南热带作物职业技术学院
西双版纳职业技术学院
玉溪农业职业技术学院
云南科技信息职业学院
昆明艺术职业学院
云南经济管理职业学院
云南农业大学
云南师范大学
昆明大学
陕西安康师范学院
云南水利水电学校
昆明工业职业技术学院

前 言

目前,51 系列单片机在我国의 各行各业都得到了广泛应用。在我国大专院校的应用电子专业、智能控制专业、自动化专业、电气控制专业、机电一体化专业、智能仪表专业开设了单片机课程,为了进一步加强单片机应用能力的培养和单片机知识的学习,又开设了单片机接口技术这门课。这是一门理论性、实践性和综合性都很强的学科,它需要模拟电子技术、数字电子技术、电气控制、电力电子技术等作为知识背景,同时也是一门计算机软硬件有机结合的产物。本书是作者多年理论教学、实验教学及产品研发经验的结晶。在教材编写过程中,始终将理论、实验、产品开发三者有机结合在一起。每一个程序都在 QTH-2008XS 实验仪上仿真调试成功,增加了程序的完整性和真实性。

若条件许可,教学可以安排在计算机机房或多媒体网络教室进行,边讲解边演示,结合多媒体课件,使教学内容直观、形象、通俗易懂,特别是进行软件仿真、硬件仿真与产品模拟时,效果会更好。

本书由无锡科技职业学院龚运新、无锡商业职业学院王润辉担任主编,常州轻工职业技术学院杨劲松、天津职业大学刘南平担任副主编。

由于编者水平有限,错漏之处在所难免,请广大读者批评指正。

编 者

2006 年 3 月

目 录

第 1 章 概论 (1)

1.1 接口 (1)

1.1.1 基本概念 (1)

1.1.2 接口的 4 大基本功能 (2)

1.2 串行接口知识 (4)

1.2.1 通用同步/异步收发器 (4)

1.2.2 主控同步串行端口 MSSP
——SPI 模式 (13)1.2.3 主控同步串行端口 MSSP
——I²C 模式 (18)

习题与思考题 (23)

第 2 章 中断接口扩展 (24)

2.1 中断系统 (24)

2.1.1 中断请求源和中断请求标志
..... (24)

2.1.2 中断控制 (26)

2.1.3 中断响应 (27)

2.1.4 外部中断触发方式 (29)

2.1.5 多个外部中断源系统设计
..... (29)2.1.6 MCS-51 对中断请求的撤除
..... (31)2.1.7 MCS-51 中断系统的初始化
..... (32)

2.1.8 应用举例 (33)

2.2 中断控制器 8259A (33)

2.2.1 8259 内部结构 (34)

2.2.2 8259 引脚功能 (35)

2.2.3 8259 命令字 (36)

2.2.4 8259 工作模式 (42)

2.2.5 8259 级联 (47)

习题与思考题 (48)

第 3 章 定时器/计数器扩展 (50)

3.1 MCS-51 内部定时器/计数器
..... (50)

3.1.1 定时器/计数器的结构 ... (50)

3.1.2 定时器/计数器的工作方式
..... (52)3.1.3 定时器/计数器的初始化
..... (52)3.1.4 定时器/计数器应用举例
..... (55)3.2 8253 定时器/计数器扩
展芯片 (55)3.2.1 8253 的内部结构和工作原理
..... (55)

3.2.2 8253 的工作方式 (59)

3.2.3 MCS-51 与 8253 的接口方法
..... (66)

习题与思考题 (67)

第 4 章 通信接口扩展 (68)

4.1 串行口通信 (68)

4.1.1 串行口控制寄存器 (68)

4.1.2 串行接口工作方式 (69)



4.1.3 波特率	(72)	6.3.1 键盘工作原理	(112)
4.2 可编程通用串行通信接口		6.3.2 键盘接口设计	(113)
8251A	(72)	6.4 ZLG7289A 串行接口 LED	
4.2.1 8251A 的基本特点	(72)	数码管及键盘管理器件	
4.2.2 8251A 的内部结构和引脚功能			(117)
.....	(73)	6.4.1 概述	(117)
4.2.3 8251A 的控制字	(76)	6.4.2 控制指令	(118)
4.2.4 8251A 的初始化	(78)	6.4.3 SPI 串行接口电路设计	
4.2.5 MCS-51 和 8251A 的接口			(122)
.....	(78)	6.4.4 接口程序	(124)
习题与思考题	(80)	习题与思考题	(134)
第 5 章 MCS-51 存储器扩展	(81)	第 7 章 模拟/数字转换器	(136)
5.1 程序存储器的扩展技术		7.1 概述	(136)
.....	(81)	7.1.1 算术 A/D 转换	(136)
5.1.1 访问外部程序存储器的时序		7.1.2 技术参数	(138)
.....	(81)	7.1.3 接口信号	(139)
5.1.2 EPROM 接口设计	(82)	7.1.4 基本引脚	(139)
5.1.3 E ² PROM 接口设计	(83)	7.2 10 位串行模/数转换芯片	
5.2 数据存储器的扩展设计		AD7810	(140)
.....	(88)	7.2.1 AD7810 的引脚功能	(140)
5.2.1 MCS-51 访问外部 RAM		7.2.2 AD7810 的工作模式	(140)
的定时波形	(88)	7.2.3 AD7810 的典型应用	(141)
5.2.2 数据存储器的扩展技术 ..	(89)	7.3 高精度 24 位 ADS1210/1211	
5.2.3 RAM 的掉电保护	(89)		(142)
5.3 串行(I ² C 总线)数据存		7.3.1 $\Sigma\Delta$ 调制器 A/D 原理简介	
储器的扩展技术	(91)		(142)
5.4 串行(SPI 总线)数据存		7.3.2 ADS1210/1211 内部结构	
储器的扩展技术	(97)		(144)
习题与思考题	(103)	7.3.3 内部寄存器	(146)
第 6 章 I/O 接口扩展	(104)	7.3.4 校准	(151)
6.1 8255 可编程并行接口芯片		7.3.5 主/从模式的串行接口设计	
.....	(104)		(151)
6.2 显示器接口扩展技术 ..	(109)	7.3.6 芯片与 8×C51 接口	(154)
6.3 键盘接口设计	(112)	7.3.7 源程序清单	(157)

7.4 应用设计实例	(165)	8.7.2 DAC0832 和 MCS-51 的接口	(193)
7.4.1 A/D 设计的一般考虑 ...	(165)	习题与思考题	(195)
7.4.2 设计实例	(166)	第 9 章 单片机的其他接口	(196)
7.5 并行 A/D 转换器与 8031 的接口设计	(166)	9.1 V/F 与 F/V 转换器	(196)
习题与思考题	(170)	9.1.1 VFC32	(196)
第 8 章 串行数字/模拟转换器	(171)	9.1.2 VFC320	(200)
8.1 D/A 的技术特性	(171)	9.2 实时时钟	(202)
8.2 8 位满幅型 MAX517/518/519	(172)	9.2.1 DS1305 特性综述	(202)
8.2.1 概述	(173)	9.2.2 内部寄存器	(204)
8.2.2 通信约定	(174)	9.2.3 串行通信接口	(207)
8.2.3 DAC 模块	(175)	9.3 液晶显示器(LCD)接口	(210)
8.3 10 位电压型 MAX504/515	(176)	9.3.1 接口信号说明	(211)
8.3.1 操作原理	(176)	9.3.2 控制器说明(KS108B 及兼容芯片)	(212)
8.3.2 应用设计	(177)	9.3.3 编程方法	(213)
8.4 16 位精密型 DAC714	(179)	9.4 LED 点阵显示接口	(223)
8.4.1 概述	(179)	9.4.1 LED 分类	(224)
8.4.2 应用设计	(181)	9.4.2 LED 点阵显示实例	(226)
8.5 24 位立体声音频 PCM1728	(184)	9.5 打印机接口电路	(229)
8.5.1 概述	(184)	9.5.1 TP μ P 系列微型打印机简介	(229)
8.5.2 系统时钟	(185)	9.5.2 TP μ P-16B 微型打印机应用实例	(231)
8.5.3 数据接口格式与复位 ...	(186)	习题与思考题	(237)
8.5.4 工作原理	(187)	第 10 章 IC 卡	(238)
8.5.5 应用设计	(189)	10.1 概述	(238)
8.6 应用设计实例	(190)	10.1.1 IC 卡的定义与分类	(238)
8.7 并行数/模(D/A)转换器电路接口设计	(191)	10.1.2 IC 卡的主要应用及国际标准	(239)
8.7.1 D/A 转换器与 8031 的接口设计	(193)	10.2 AT24C $\times\times$ 系列存储卡	(241)
		10.2.1 概述	(241)



10.2.2 工作原理	(242)	11.2 单线芯片的传输过程	(281)
10.3 逻辑加密存储卡 SLE4442	(245)	11.2.1 初始化	(281)
10.3.1 概述	(245)	11.2.2 读/写时序	(282)
10.3.2 芯片功能	(246)	11.2.3 ROM 功能命令	(283)
10.3.3 传送协议	(247)	11.2.4 ROM 搜索举例	(283)
10.3.4 芯片的操作命令	(249)	11.3 可寻址开关	(286)
10.3.5 芯片的复位方式	(251)	11.3.1 DS2405 概述	(286)
10.3.6 SLE4442 与 8031 的接口方法	(251)	11.3.2 DS2405 ROM 功能命令	(287)
10.4 智能卡 SLE44C42S ...	(260)	11.3.3 DS2406/DS2407	(288)
10.4.1 智能卡结构	(260)	11.4 数字温度计	(288)
10.4.2 SLE44C42S 芯片总体特性	(260)	11.4.1 概述	(288)
10.4.3 各部分的详细说明	(262)	11.4.2 温度测量	(289)
10.5 智能卡操作系统	(264)	11.4.3 其他功能原理	(291)
10.5.1 概述	(264)	11.5 A/D 转换器	(299)
10.5.2 COS 功能划分	(265)	11.5.1 概述	(299)
10.5.3 文件系统	(268)	11.5.2 存储器结构	(300)
10.5.4 安全体系	(271)	11.5.3 存储器功能命令	(302)
10.5.5 安全机制的实现	(271)	11.5.4 ROM 功能命令	(304)
习题与思考题	(276)	11.5.5 操作实例	(305)
第 11 章 单线芯片	(277)	11.6 存储器与计数器	(307)
11.1 概述	(277)	11.6.1 概述	(308)
11.1.1 芯片硬件结构	(277)	11.6.2 存储器操作	(309)
11.1.2 64 位 ROM	(278)	11.6.3 操作实例	(312)
11.1.3 CRC 生成器	(278)	11.7 单线芯片总览	(314)
11.1.4 寄生电源	(280)	11.8 iButton 系列	(316)
		习题与思考题	(317)

第1章 概 论

本章要点

单片机是在一块芯片上集成了中央处理部件(CPU)、存储器(RAM、ROM)、定时器/计数器和各种输入/输出(I/O)接口(如并行 I/O 口、串行 I/O 口和 A/D 转换器)等。由于单片机通常是为实时控制应用而设计制造的,因此,又称为微控制器(MCU)。

最初的单片机,片内只有并行输入/输出接口、定时器/计数器,它们的功能较弱,实际应用中往往需要通过特殊的接口扩展功能,从而也增加了应用系统结构的复杂性。

近年来,新型单片机内的接口,无论从类型和数量上都有很大的发展。这不仅极大地提高了单片机的功能,而且也极大地简化了系统的总体结构。例如,有些单片机的并行 I/O 口能直接输出大电流和高电压,可直接驱动荧光显示管(VFD)、液晶显示器(LCD)和数码显示管(LED)等,在应用系统中就不再需要外部驱动电路。再如有些单片机的片内含有 A/D 转换器,在一些实时控制系统中可省掉外部 A/D 转换器。目前,在单片机中已出现的各类型新型接口有数十种,如 A/D 转换器、D/A 转换器、DMA 控制器、CRT 控制器、LCD 驱动器、LED 驱动器、VFD 驱动器、正弦波发生器、声音发生器、字符发生器、波特率发生器、锁相环、频率合成器、脉宽调制器等。虽然一个单片机内含有若干种接口,但在开发设计产品中,产品功能要求多种多样,选一块芯片往往不能满足要求,总要进行一些功能扩展。在扩展时尽量少占用口线,这就为串行接口提供了广阔的空间。并行接口芯片在单片机功能扩展中有逐步淘汰的趋势,但考虑到并行接口产品还在广泛使用,在编写本书时串口、并口都进行介绍,重点介绍串口。

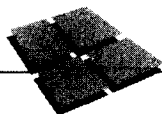
1.1 接口

计算机系统中有两类数据传送操作:一类是 CPU 和存储器之间的数据读/写操作;另一类则是 CPU 和外部设备(简称外设)之间的数据输入/输出(I/O)操作,如图 1-1(a)所示。

存储器和 CPU 都是半导体电路,具有相同的电路形式、相同的数据信号(电平信号),可以相互兼容直接使用,因此存储器与 CPU 之间采用同步定时工作方式。它们之间只要在时序关系上能相互满足就可以正常工作。正因为如此,存储器与 CPU 之间的连接相当简单,除了地址线、数据线之外,还有读/写选通信号,实现起来非常方便。

1.1.1 基本概念

计算机的 I/O 操作即 CPU 和外设之间的数据传送十分复杂,其复杂性主要表现在以下几个方面。



1. 外设工作速度差异

外设的工作速度差异很大。慢速设备如开关、继电器、机械传感器等每秒钟提供很少的数据；而高速设备如磁盘、CRT 显示器等每秒钟可传送成千上万的数据。面对速度差异如此之大的各类外设，CPU 无法按固定的时序与它们以同步方式协调工作。

2. 外设种类繁多

外设种类繁多，既有机械式的，又有机电式的，还有电子式的。不同种类的外设之间性能各异，对数据传送的要求也各不相同，无法按统一格式运行。

3. 外设的信号多种多样

外设的数据信号是多种多样的。既有电压信号，也有电流信号；既有高电平，也有低电平；既有数字形式的，也有模拟形式的。

4. 外设数据传送距离不同

外设的数据传送有近距离的，也有远距离的。因此有的使用并行数据传送，有的则使用串行传送方式。

5. 多台外设的识别问题

通常，CPU 要面对很多外设，如何寻找所需的那一台？

由于以上原因，我们很难甚至无法要求 CPU 独立解决上述所有的问题，而是把这些必须解决的关键任务交给 I/O 接口来完成。于是，各种各样的、功能各异的接口电路芯片应运而生。它们如同 CPU 和外设之间的“纽带”和“桥梁”，使得 CPU 与外设之间的交流畅通自如。一个接口电路中可能包括多个端口，如图 1-1(b) 所示，例如，保存数据的数据端口、保存状态的状态端口和保存控制信号的控制端口等。

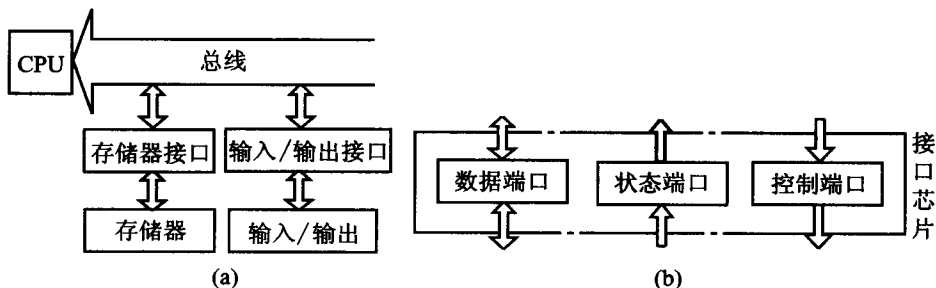


图 1-1 接口关系

在计算机硬件基础中，主要讲接口芯片及其应用。在本课程中，主要讲接口芯片的使用方法、与 CPU 的接口方法、编程方法。

1.1.2 接口的 4 大基本功能

1. CPU 与外设传递信息的缓冲站

(1) 锁存器

高速 CPU 向外界提供的数据在数据线 (DB) 上只保留很短的时间 (μs 、 ns 级)，而慢速的 I/O 设备根本无法可靠地“抓”住信号并较长时间地保持信号。因此在接口电路中设置了锁存器，把瞬时出现的信号锁存起来，可靠地提供给 I/O 设备，如图 1-2 所示。

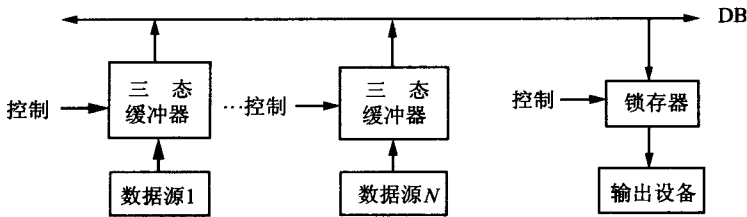


图 1-2 接口的数据缓冲功能

(2) 三态缓冲器

在计算机系统中,常常是多个数据源“挂”在同一 DB 上,CPU 在某一瞬间只能读某一数据源的数据,而不允许其他“源”向 DB 提供数据。这就要求所有未被访问的数据源必须与 DB “脱钩”,用术语来说,叫“隔离”或“准连接状态”。

三态缓冲器的高阻态用来隔离数据源和 DB。需要某个数据源时,加上对应的控制信号打开三态门,把数据放在 DB 上,CPU 快速“抓取”,然后关门,其他某个三态门打开,新的数据放在 DB 上……,如图 1-2 所示。

(3) 接口的数据转换功能

CPU 只能以并行的方式输入/输出电压数字信号,而 I/O 设备提供或需要的可能是其他种类的信号,这就要求接口芯片能具备 A/D、D/A、串/并、并/串以及电平转换等功能,如图 1-3 所示。

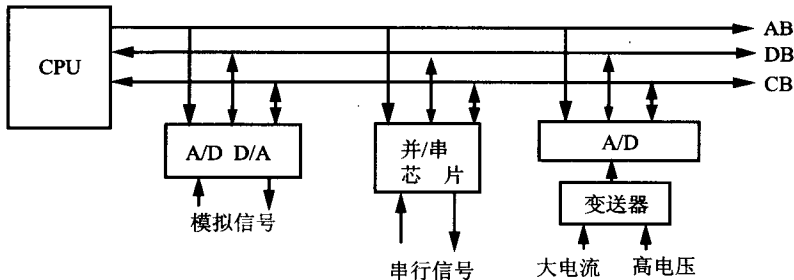


图 1-3 接口的数据转换功能

2. 多台外设的寻址

多台外设寻址也就是多台外设的识别问题。微机系统一般带有多种外设,即使同一种外设也可能配备多台,一台外设还可能包含多个 I/O 端口,这就要借助于接口中的地址译码电路对外设进行端口寻址。这种方式与存储器的片选、字选操作十分类似,如图 1-4 所示。

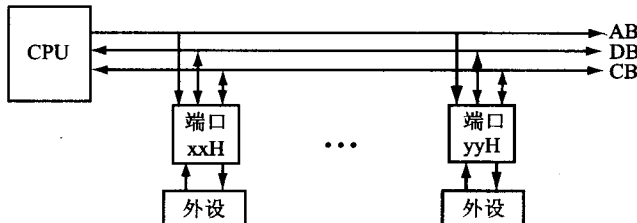


图 1-4 多台外设的寻址



3. 提供 CPU 与外设交换数据所需的控制逻辑和状态信号

在数据交换过程中,外设向 CPU 提供的数据和状态信号以及 CPU 向外设发出的控制信号是通过接口电路来完成的,如图 1-5 所示。

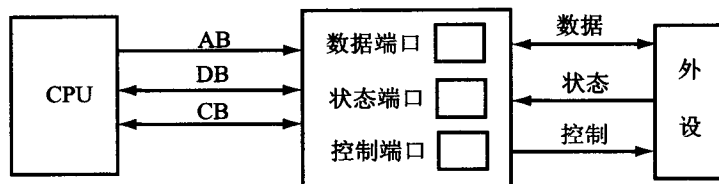


图 1-5 控制逻辑和状态信号

4. 中断管理

当外设需要及时得到 CPU 的服务时,特别是在出现故障时,在接口中设置中断控制器为 CPU 处理中断请求(如发出中断请求、进行中断优先级排队、提供中断向量等)。这样既实现了微机系统对外界的实时响应,又使 CPU 与外设并行工作,提高了 CPU 的效率。在后面的相关章节中,将深入讨论中断在系统中的具体应用。

1.2 串行接口知识

串行通信的实现,在制式、种类、形式、规范、标准、编码、检错、纠错、帧结构、组网方式、调制方式、主要用途等许多方面存在着多种类型、变化、选择和解决方案。例如,PHILIPS 公司发明的 I²C 总线;Intel 等公司提出的 SM Bus;美国达拉斯公司(DALLAS,现在已经并入 MAXIM 公司)推出的 1-Wire 总线;Intel 等公司提出的 USB 总线等都是与串行通信功能相关的技术和规范。在一本书中不可能全面论述这么多串行通信的技术和规范,只能将常用的技术和规范加以介绍。下面主要讨论 USART、I²C、SPI 等有关知识。

1.2.1 通用同步/异步收发器

1. 通用同步/异步收发器

计算机与外界所进行的信息交换经常被人们称为数据通信(有时也简称通信)。通信的基本方式又可以分为并行通信和串行通信两种。

并行通信是指一次可以同时传送一个数据字的传输方式(其中包含 8 位、16 位甚至更多位的数据)。其优点是传输速度快;缺点是需要同时连接的线数多,尤其是在通信距离较长时,传输线的成本会急剧增加,对于单片机而言,还需要占用多条宝贵的引脚资源。

串行通信是指把一个数据字逐位顺序分时进行传送的传输方式。其缺点是传送速度较慢,假设并行传送 n 位数据所需要的时间是 T ,那么,串行传送同样数据的时间至少为 nT ,实际工程中往往大于 nT 。原因是时间上需要额外的开销。突出的优点是仅需要数量很少的传输线,特别适合远距离传输。此外,对于单片机而言,串行通信的另一个重要优点就是需要占用较少的引脚资源。

单片机芯片内部常用两个类型不同的串行通信模块:通用同步/异步收发器 USART(Universal Synchronous/Asynchronous Receiver Transmitter)模块和主控同步串行端口 MSSP(Master Synchronous Serial Port)模块。前者的主要应用目标是系统之间的远距离串行通信(该项技术的应用历史比较久远);而后的主要应用目标是系统内部近距离的串行扩展。

首先讲解 USART 模块。在讲 USART 模块之前,有必要预先介绍一些有关串行通信的基本概念和基础知识。

2. 串行通信的基本概念

在通信中,串行通信存在着异步传送和同步传送两种基本方式。

(1) 异步传送方式

在线路上,异步传送的数据是以字符为单位传送的(即面向字符)。其特点是在线路上的传送过程中,各个字符可以是断续的,也可以是连续的,这完全由发送方根据需要来控制。另外,在异步传送时,起同步作用的时钟脉冲并不传送到接收方,即收、发双方使用自己的时钟源来控制发送的速率和接收的检测(采样)时刻。为了克服在数据传输时通信双方时钟的不一致性以及时钟偏差的积累而引起的数据接收错误,异步传送过程采用了两项技术:一是通信双方在通信频率、每个字符的总长度上必须预先约定;二是接收方需要采用字符再同步技术,即每接收一个字符都要进行一次起始位的识别和定位。

从物理线路的连接上看,进行异步通信双方之间的连线只有信息传输线,而没有时钟传输线。

由于字符的发送是随机进行的,因此,对于接收方来说就是判断何时字符到来、何时是一个新字符开始的问题。所以,在异步通信过程中,对被传送的字符必须进行必要的包装,预先规定一种双方认可的信息格式。每个字符的信息格式由4部分组成:起始位、数据位串、奇偶校验位和停止位。这样的一组信息就称为一个数据帧或简称一帧。一帧信息的传送由起始位开始,停止位结束。

① 起始位:是一个逻辑0,占用一位的时间,用来通知收信方一个新字符开始到来。在不传送字符期间,线路电平一直保持为逻辑1。接收方不断地检测线路上的状态,如果连续检测到逻辑1之后,又检测到一个逻辑0,就断定开始发来一个新字符,立刻准备接收数据。字符的起始位还被用来同步接收方的时钟,以保障后面的接收能够按照正确的节奏和正确的检测时刻进行。

② 数据位串:起始位后面紧接着就是多位数据,它可以是5位、6位、7位、8位或9位等。由于串行通信的速率与数据的位数有关,所以要根据实际需要来确定数据的位数,一般采用8位或9位者居多(尤其在单片机中更是如此)。另外,需要注意的是:在发送时,通常是数据的最低位在前,即紧挨起始位的是数据的最低位(Least Significant Bit, LSB)。其最高位(Most Significant Bit, MSB)后面紧接奇偶校验位。

③ 奇偶校验位:只占一位,但是它不是必需的,也可以规定不用奇偶校验位,或者将奇偶校验位替换为其他控制位,例如,用该位来确定这个字符所代表信息的性质(如地址、数据、命令或状态信息等)。该位的利用,需要通信双方预先做好软件上的约定。

④ 停止位:用来表示一个字符的结束,它被规定为逻辑1。停止位可以是1位、1.5位或者2位,采用1位的情况较为多见。接收方收到停止位时便得知一个字符接收完毕,同时为接收下一个字符做好准备,即只要再收到一位0,就是一个新字符的起始位。如果停止位后面不是紧接着传送下一个字符,则让线路上保持逻辑1。

图1-6(a)描述的是字符连续发送的情况,即上一个字符的停止位紧接下一个字符的起始位。图1-6(b)描述的是字符断续发送的情况,即上一个字符的停止位与下一个字符的起始位之间有不定数量的空闲位,空闲位自然填充1,线路处于等待状态。