

高等职业教育
计算机类课程规划教材

单片机原理与接口技术

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编 主审/王志军 主编/姜武中



GAODENG ZHIYE JIAOYU JISUANJILEI
KECHENG GUIHUA JIAOCAI



高等职业教育计算机类课程规划教材

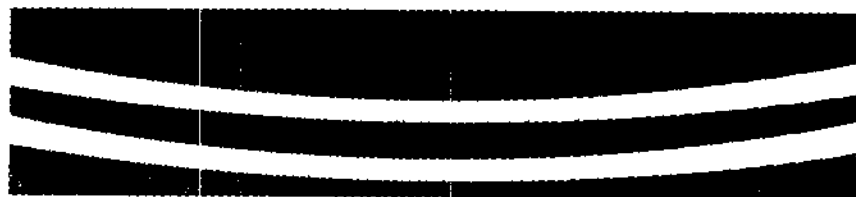
GAODENGZHIYE JIAOYU JISUANJILEI KECHENG GUIHUAJIAOCAI

单片机原理与接口技术

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主 审 王志军

主 编/姜武中 副主编/姜春霞 刘景春 彭雪峰



DANPIANJI YUANLI YU JIEKOUJISHU



A1026883

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与接口技术/姜武中主编. —大连:大连理工大学出版社,
2002.7

高等职业教育计算机类课程规划教材

ISBN 7-5611-1993-3

I.单… II.姜… III.①单片微型计算机-高等学校:技术学校-教材
②单片微型计算机-接口设备-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(2002)第 047406 号

大连理工大学出版社出版发行
大连市凌水河 邮政编码:116024
电话:0411-4708842 传真:0411-4701466
E-mail:dlutp@mail.dlptt.ln.cn
URL: <http://www.dutp.com.cn>
大连理工印刷有限公司印刷

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 字数:422 千字 印张:18.25
印数:1—5000 册

2002 年 7 月第 1 版

2002 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑:梁艾玲

责任校对:耿兆强

封面设计:王福刚

定价:24.00 元

教材建设指导委员会

主任委员:

戴克敏(大连职业技术学院院长 教授)

副主任委员(以姓氏笔画为序):

王 敏(辽宁商务职业学院院长 教授)

王永申(盘锦职业技术学院院长)

李竹林(河北建材职业技术学院院长 副教授)

范利敏(丹东职业技术学院院长 教授)

宛 力(沈阳电力高等专科学校副校长 教授)

聂云超(渤海船舶职业学院院长 副教授)

曹永安(黑龙江东亚学团董事长 齐齐哈尔职业学院院长 副教授)

常 佶(内蒙古工业大学副校长 教授)

鞠学孟(吉林财税高等专科学校校长 教授)

会员单位(排名不分先后):

沈阳电力高等专科学校

丹东职业技术学院

大连职业技术学院

辽宁商务职业学院

齐齐哈尔职业学院

青岛大学高等职业技术学院

烟台大学职业技术学院

广西财政高等专科学校

南昌水利水电高等专科学校

山东铝业职业技术学院

河北建材职业技术学院

燕山大学继续教育学院
承德石油高等专科学校
内蒙古工业大学职业技术学院
内蒙古财经学院高职教育部
内蒙古建筑职业技术学院
呼伦贝尔学院
包头钢铁学院职业技术学院
齐齐哈尔大学职业技术学院
大庆职业技术学院
佳木斯大学职业技术学院
黑龙江省建筑职业技术学院
牡丹江大学
吉林财税高等专科学校
吉林交通职业技术学院
吉林粮食高等专科学校
吉林大学应用技术学院
四平职业大学
沈阳师范学院高等职业技术学院
鞍山钢铁学院职业技术学院
鞍山师范学院职业技术学院
本溪冶金高等专科学校
渤海船舶职业学院
朝阳师范高等专科学校
大连大学
大连轻工业学院职业技术学院
大连国际商务职业学院
大连水产学院职业技术学院
辽宁对外经贸职业学院
辽宁机电职业技术学院
东北财经大学高等职业技术学院
抚顺师范高等专科学校
抚顺石油学院高等职业技术学院
抚顺职业技术学院
阜新高等专科学校
锦州师范高等专科学校
锦州师范学院
辽宁财政高等专科学校

辽宁大学高等职业技术学院
辽宁工程技术大学技术与经济学院
辽宁工程技术大学职业技术学院
辽宁工学院职业技术学院
辽宁公安司法管理干部学院
辽宁经济管理干部学院
辽宁农业管理干部学院
辽宁农业职业技术学院
辽宁省交通高等专科学校
辽阳职业技术学院
辽阳石油化工高等专科学校
盘锦职业技术学院
沈阳大学高等职业技术学院
沈阳大学师范学院
沈阳工业大学高等职业技术学院
沈阳建工学院高等职业技术学院
沈阳农业大学高等职业技术学院
铁岭师范高等专科学校
营口高等职业学院
辽宁金融职业技术学院
沈阳建工学院职业技术学院
辽阳信息职业技术学院
辽宁中医学院职业技术学院
沈阳电视大学
沈阳医学院职业技术学院
沈阳音乐学院职业艺术学院
沈阳职工大学
大连医学院丹东分院



总序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪的门槛。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育理论教学与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的应用型人才培养的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,迫人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的应用型人才培养的高等职业教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育的目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走理论型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,高等职业教育从专科层次起步,进而高职本科教育、高职硕士教育、高职博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高职教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)理论型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高等职业教育教材编审委员会就是由北方地区近百所高职院校和出版单位组成的旨在以推动高职教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职教材的特色建设为己任,始终会从高职教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的组织形式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职教学成果,探索高职教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高等职业教育教材编审委员会在推进高职教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门(如国家教育部、辽宁省教育厅)以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高等职业教育教材编审委员会

2001年8月18日

本书是“新世纪高等职业教育教材编审委员会”组编的计算机类课程规划教材之一。

单片机,顾名思义,就是由单一芯片构成的微型计算机系统。它具有体积小、功能强、速度快、易控制、抗干扰、价格廉等诸多优点。它作为实时控制和检测的核心部件,在机电设备、仪器仪表、家用电器等领域有着广泛的应用。

单片机“麻雀虽小,五脏俱全”。了解它内部各部分的具体构成及其细小入微的工作过程,不仅可使我们掌握许多灵巧的控制手段和神奇的数据处理能力,而且对进一步学习和掌握其他更为复杂的计算机控制系统具有十分现实的指导意义。

为了适应高等职业教育计算机应用专业教学的需要,我们在多年教学实践的基础上,组织编写了这本既便于学生理解,又便于应用操作的《单片机原理与接口技术》。

本教材以目前普遍适用的美国 Intel 公司推出的 MCS-51 系列单片机为主讲内容。在相关内容的合理阐述方面作了积极的突破性的尝试。同时站在不同的角度揭示和描述各部分之间的内在联系和相互作用。具体地说,就是当所讲内容不可避免地涉及其他相关问题时,给出必要的足以阐明其相互联系的恰到好处的介绍。这样做不仅有助于学生对所学知识的理解,尽快建立起单片机的整体概念,而且能够相应地免除抽象理论的枯燥乏味。

此外,本教材还具有下述一些特点:

第一,格调清新,生动活泼。本教材通篇采用即问即答的叙述方式,对调动学生的学习兴趣会大有帮助。

第二,详略得当,重点突出。本教材始终把该讲的内容务求详尽,不该讲的内容舍去不讲这一原则,决不允许因某些概念的交待不清或遗漏,而使陷入似懂非懂、一知半解的尴尬境地。

第三,理论叙述简约,突出实际应用。本教材充分考虑了高职学生学习目标与特点,在理论阐述方面力求简约明朗;而应用实例的介绍则注重针对性。同时,为了使学生能



方便地阅读理解这些实例,我们在每个实例后面都附加了思路分析,在每一条指令后面均添加了代码注释。此外,为了使学生能具体地利用单片机技术开发和设计诸如实时控制方面的实际应用系统,我们在第十章专门介绍了涵盖单片机各方面知识的若干综合实例。这些实例均通过实验获得成功,并附有详尽的设计过程,非常便于学生理解与把握。

应当说明的是,由于本教材有与其配套的实训教程,因此各章后没有赘述相关实训课题,只是附带了必要的有助于理解所学内容的习题。

《单片机原理与接口技术》由辽宁工程技术大学职业技术学院王志军主审;吉林粮食高等专科学校姜武中主编,丹东职业技术学院姜春霞、吉林粮食高等专科学校刘景春、佳木斯大学职业技术学院彭雪峰任副主编。各章的编写分工是:第一章、第二章由姜武中编写;第三章由刘景春编写;第四章、第五章由姜武中编写;第六章、第七章由姜春霞编写;第八章由彭雪峰编写;第九章由彭雪峰、姜武中编写;第十章由姜武中编写。

尽管我们在《单片机原理与接口技术》的特色建设方面已经做出了很大的努力,但不足之处和谬误在所难免,恳请各教学单位和读者在使用过程中给予批评指正,以便我们修订时进一步完善。

编 者

2002年7月



第1章 MCS-51 系列单片机的硬件结构	1
1.1 概 述	1
1.2 MCS-51 系列单片机的内部结构	4
1.3 MCS-51 系列单片机的引脚	7
1.4 MCS-51 单片机的存储器配置	17
1.5 CPU 的时序系统	26
习题	33
第2章 MCS-51 系列单片机的指令系统	34
2.1 指令和编程语言	34
2.2 寻址方式	37
2.3 寻址空间与符号约定	41
2.4 MCS-51 系列单片机的指令系统	42
习题	78
第3章 MCS-51 系列单片机的汇编语言程序设计	82
3.1 汇编语言源程序的设计方法	82
3.2 汇编语言源程序的基本结构	87
3.3 子程序设计	95
3.4 查表程序设计	100
3.5 散转程序设计	104
3.6 实用子程序举例	109
习题	125
第4章 MCS-51 系列单片机的中断系统设计	127
4.1 中断概念	127
4.2 MCS-51 系列单片机的中断源和中断请求	129
4.3 中断允许控制寄存器	131
4.4 中断响应优先级控制寄存器	132
4.5 中断响应优先级的自然排序和中断服务状态触发器	133
4.6 中断响应	136
4.7 中断功能的应用实例	142
习题	147
第5章 定时/计数器	149

5.1 定时/计数器概述	149
5.2 定时/计数器控制	152
5.3 定时/计数器的工作方式	153
5.4 定时/计数器的综合应用实例	167
习题	173
第6章 MCS-51 的串行接口	175
6.1 串行通信概述	175
6.2 MCS-51 串行接口	177
6.3 串行口的工作方式	179
6.4 波特率的设计	181
6.5 串行口的应用	183
习题	187
第7章 MCS-51 存储器的扩展	188
7.1 存储器概述	188
7.2 程序存储器的扩展	192
7.3 数据存储器的扩展	197
习题	207
第8章 MCS-51 系列单片机的外部接口	203
8.1 通用并行接口芯片 8255A 的工作原理及扩展应用	203
8.2 A/D 转换芯片 ADC0809 的扩展	212
8.3 D/A 转换芯片 DAC0832 及扩展	219
习题	224
第9章 MCS-51 系列单片机键盘/显示器扩展	227
9.1 单片机与键盘接口	227
9.2 单片机与显示器的接口	231
9.3 用 8255 扩展键盘/显示器接口电路举例	233
9.4 通用键盘/显示器接口芯片 8279 及应用	238
习题	250
第10章 MCS-51 系列单片机的综合应用实例	252
10.1 直流电机的转速测试	252
10.2 水位控制	258
10.3 自动往返小汽车	265
附录	276
附录1 MCS-51 指令表	276
附录2 MCS-51 指令矩阵表	280
附录3 MCS-51 的特殊功能寄存器的地址表及复位状态	281
附录4 ASCII(美国标准信息交换码)表	282

第 1 章

MCS-51 系列单片机的硬件结构

学习目的

要掌握计算机的工作原理,必须从计算机的硬件和软件知识入手。硬件是计算机的物质基础,软件只有通过硬件才能体现它的功能。因此,学习单片机硬件组成的目的,是为了进一步掌握它的整机工作原理。

学习要求

应重点掌握单片机各个引脚的功能及其工作原理。同时要熟练掌握存储器的内部配置、常用寄存器的基本用途以及 CPU 的时序概念。

1.1 概 述

自从世界上第一台电子计算机问世以来,在短短的几十年里,计算机的组成元件已经由电子管发展到今天的超大规模集成电路;它的运算速度由每秒五千次提高到今天的每秒上百亿次。近年来,计算机一方面向着高速、智能化的超巨型方向发展;另一方面向着高速度、高性能、高灵活性的微型机的方向发展。作为计算机的一个重要分支,单片机的发展也是突飞猛进,它的应有使传统的控制技术发生了革命性的变化,进而开创了现代控制技术的崭新领域。

1. 单片机的发展历史

在微型计算机的大家族中单片机以独特的魅力异军突起,发展迅猛。美国 Fairchild 公司在 1974 年生产出了第一台八位单片机 F8; Intel 公司在 1976 年 9 月又推出了 MCS-48 系列单片机。而后在短短的几十年中单片机如雨后春笋般大量涌现出来。其中比较典型的有 GI 公司、Rockwell 公司、Intel 公司、Zilog 公司、Motorola 公司、NEC 公司等世界上几大计算机公司推出的系列产品。它们从原来的 4 位已经发展到现在的 8 位和 16 位单片机,甚至 32 位超大规模集成电路单片机(如 T414)也开始投入使用。同时单片机的性能也在不断提高。如 Intel 公司的 8096 单片机,它拥有 16 位的 CPU 和 8k 字节的片内 ROM、256 个字节的片内 RAM;它可以进行加、减、乘、除运算和 8 级中断嵌套,且中断源多达 21 个;它的时钟频率为 12MHz,并具有 8 个模拟量输入通道、10 位 A/D 转换器、全双工异步通信接口和 4 个 16 位可编程定时器。

据统计,20世纪90年代全世界每6人就有一个单片机,美国及西欧国家已达到人均4片。目前单片机在工业、军事、家用电器等实时控制领域得到越来越广泛的应用。

单片机的发展历史大致划分为四个阶段:

第一阶段(1976~1978年):低性能单片机的探索阶段。以Intel公司的MCS-48单片机为代表,采用了单片结构,即在一块芯片内包含了8位CPU、定时器/计数器、并行I/O接口、ROM和RAM等。主要应用于工业控制领域。

第二阶段(1978~1982年):高性能单片机阶段,此时的单片机已经具有控制总线和较丰富的指令系统、8位数据线、16位地址线、可寻址范围达到64k字节,并具有串行I/O接口等。其代表为Intel公司的MCS-51系列单片机,其属于高性能、高档8位单片机。这类单片机的应用进一步得到推广,并在推广过程中自身的性能也不断地改善和提高。

第三阶段(1982~1990年):16位单片机阶段。其代表为Intel公司的MCS-96单片机。16位单片机除CPU为16位外,片内ROM和RAM容量进一步扩大,实时处理能力更加增强,体现了现代控制技术的鲜明特征。

第四阶段(1990年~):单片机全面发展阶段。各公司的产品在相互兼容的同时,向高速、强运算能力、大寻址范围以及小型廉价方向发展。

2. 单片机的发展方向

单片机的发展趋势将是向着大容量、高性能化和小容量、低价格化和外围电路内装化等几个方面发展。

●单片机的高性能化:主要是指进一步改进CPU的性能,加快指令运算的速度和提高系统控制的可靠性,并加强了位处理功能、中断和定时控制功能;采用流水线结构,指令以队列形式出现在CPU中,从而有很高的运算速度。有的单片机基本采用了多流水线结构,这类单片机的运算速度要比标准的单片机高出10倍以上。

●片内存储器大容量化:以往单片机的内部ROM为1~4kB、RAM为64~128字节。因此一些较复杂的应用系统中,存储器容量就显得不够,不得不外扩存储器。为了适应这种领域的要求,利用新工艺,将片内存储器的容量大幅度增加,内部ROM可以达到12kB。今后,随着微电技术的不断发展,片内存储器容量将进一步扩大。

●小容量、低价格化:与上述相反,小容量、低价格化的4位、8位单片机也是发展的方向之一。这类单片机主要用于儿童玩具等较小规模的控制系统。

●外围电路内装化:这也是单片机发展的主要方向。随着集成度的不断提高,有可能把众多的各种外围功能器件集成在片内。除了一般必须具备的CPU、RAM、ROM、定时/计数器等外,片内集成的部件还有模/数、数/模转换器,DMA控制器,声音发生器,监视定时器,液晶显示驱动器,彩色电视机和录像机用的锁相电路等。

●增强I/O接口功能:为了减少外部驱动芯片,进一步增加单片机并行口的驱动能力,现在有的单片机可直接输出大电流和高电压,以便直接驱动显示器。

●加快I/O接口的传输速度:有的单片机设置了高速I/O接口,能以更快的速度触发外部设备,也能以更快的速度读取数据。

3. 单片机的应用范围

所谓单片机,就是单片微型计算机(Single-Chip Microcomputer)的简称。它是在一块

芯片上集成了中央处理器(CPU)、只读存储器(ROM)、输入/输出接口、可编程定时器/计数器,有的甚至包含 A/D 转换器。总而言之,一块单片机芯片就相当于一台微型计算机。它具有高性能、体积小、低功耗、低电压、低成本等特点。由于单片机具有这些特点,因此它的应用范围越来越广泛。它主要用在以下几个方面。

(1) 单片机在仪器仪表中的应用

单片机被广泛地应用于各种仪器仪表中,除了完成原来仪器仪表的测量、控制外,还可以提高仪器仪表的测量自动化程度,可以对误差进行修正和对测量的数据进行线性化处理。可使测量、处理、控制于一体,可以简化硬件结构并提高性能价格比,使仪器仪表实现智能化。

(2) 单片机在机电一体化中的应用

单片机与传统的机械产品相结合,使传统的机械产品成为一个结构简单、控制智能化、操作方便的机电一体化新产品。比如数控机床、电传打字机。纺织机械、造纸工业、酿酒以及许多工业设备,由于采用了单片机控制技术,节省了大量的机械零件,而且它的功能和可靠性也得到显著的加强,设备的自动化、智能化程度也大大提高。

(3) 单片机在智能接口和多机系统中的应用

在计算机系统,特别在较大型的工业测控系统中,有许多外部设备与计算机的接口。如果完全由计算机管理势必造成主机负担过重,降低系统的速度。接口的管理水平也不可能提高。用单片机进行接口的控制和管理,可以使系统的运行速度大大提高,可以减少接口的通信密度,极大地提高接口的管理水平。在较复杂的系统中,常采取多机应用的模式。未来的高科技工程中多机模式为主要发展方向。多机系统可以分为功能离散系统、并行多机处理系统以及局部网络系统。

(4) 单片机在生活中的应用

目前,单片机已进入人类生活的各个领域,如家用电器中的冰箱、洗衣机、空调、彩电、电子玩具等。由于配上了单片机、增加了功能,实现了智能化,使人类生活更加缤纷多彩。单片机的应用除以上几个方面外,在航空航天、导弹、雷达等军事领域也有广泛的应用。单片机已成为计算机发展和应用的一个重要方面,学好单片机对我们每一个工程技术人员来说都是非常重要的。

4. 单片机的开发

所谓单片机就是一块芯片上集成了 CPU、ROM、RAM、定时/计数器和多种 I/O 接口电路等而具有一定规模的微型计算机。

尽管单片机相当于一台计算机,但它毕竟是一块孤立的芯片,因此不能像一台计算机那样,拿过来就能用。单片机在正式使用之前,要有一个开发过程。此过程必须在特定的环境下进行,我们称此环境为“单片机开发系统”(简称开发机)。在开发阶段,首先将单片机芯片插到开发机上的指定位置,然后在它的引脚上连接已经设计好的实验电路。下一步就是利用开发机所提供的编程功能,对其进行编程和调试。编程和调试过程中,开发机所使用的内存是它自己的随机存储器(RAM),因此程序可以随时进行修改。把调试成功后的程序,用专门的“写入器”由开发机的内存正式调入单片机的程序存储器中。最后,把单片机芯片从开发机上拔出来,拿到实际电路板上固定。同时在其引脚上重新焊接已经

成功的实验电路。至此,单片机的开发过程全部结束。此时,如果在电路板上只要接上电源,单片机就像普通计算机一样开始正常工作了。

过去,开发机上所使用的编程语言是以 16 进制数表示的单片机的机器语言,因此,它的记忆和书写都比较困难,编程过程中很容易出错。现在,开发机考虑到这个问题,为简化和方便用户编程,将它和微机连接在一起,借助微机的功能,为用户提供汇编语言的编程手段。由于汇编语言是用英文符号表示的,因此它容易记忆、书写方便,用户可以在微机屏幕上轻松自如地进行编程和修改。在微机上编写的汇编语言源程序,经汇编程序翻译成单片机的机器语言程序之后,把它传送到开发机的内存中来投入运行。

1.2 MCS-51 系列单片机的内部结构

MCS-51 系列单片机的内部结构如图 1.1 所示。

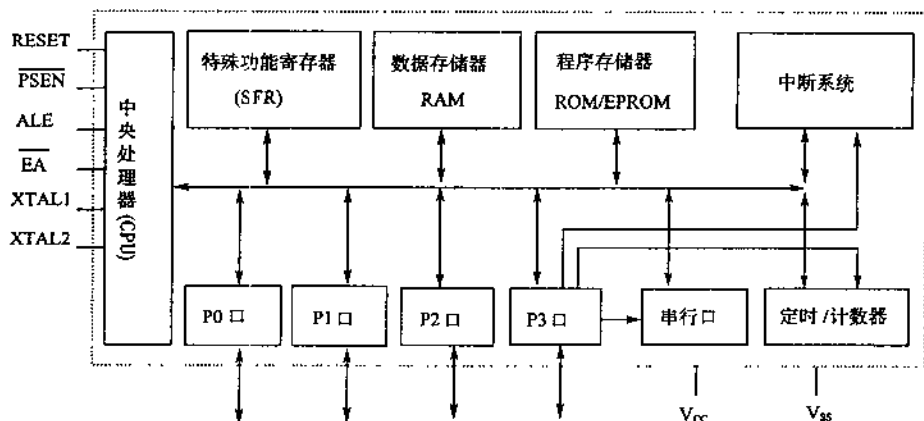


图 1.1 MCS-51 系列单片机的片内结构

MCS-51 系列单片机的内部结构如果按功能划分,共由 8 个部分组成。各部分之间是通过内部总线相连接的。那么什么叫总线呢?所谓总线,是用来传递信息的通道。总线又分 3 个类型:一为专门传递数据信息的数据总线;二为专门传递地址信息的地址总线;三为专门传递控制信息的控制总线。下面对这 8 个功能部件进行简要的说明:

1. 中央处理器 (CPU)

中央处理器是单片机的核心部件,单片机的所有计算和控制功能,都是在它的指挥和协调下完成。中央处理器主要由运算器和控制器两部分组成。运算器,顾名思义就是执行所有算术和逻辑运算功能;控制器,是用来形成和发布执行这些运算功能以及其他控制处理所需要的命令。因为每一个功能的执行步骤是有先后顺序的,所以控制命令的发布过程也需要分时处理。控制器的这一分时功能是靠它的时序系统来完成的。

2. 内部程序存储器

存储器是由许多存储单元所组成,人们习惯地把它叫做“字”。一个存储器中存储单元的长度是固定不变的,我们称它为字长。每个存储单元都有固定地址,俗称字地址。内部程序存储器,是用来存放用户所编写的应用程序。用户所编写的应用程序一般不能直

接写入此存储器内,必须通过写入器进行写入。程序一旦写进去就自然被固化,因此一般不能进行修改,而且停电之后也能保持。这样的存储器我们称它为只读存储器(ROM)。在这里“只读”的涵义是:只能读取不能写入(修改)。既然程序能够读取,它的运行也就不在话下了。

虽然 MCS-51 系列单片机内部程序存储器的程序是无法修改的,但它可以进行擦除(抹去原有程序)。擦除有不同方式, MCS-51 系列单片机的内部程序存储器只能用紫外线照射方式进行擦除。比如 8751 单片机芯片,它的表面有一个玻璃窗口,正对着内部程序存储器。如果用一定波长和强度的紫外光照射此玻璃窗口约 20 分钟,那么内部程序存储器的已存程序会被自动删除。因此这样的存储器我们称它为“紫外线擦除只读存储器”,英文简称 EPROM。程序存储器被擦除后,原有的程序不复存在。应用程序的调试修改通常是在微机上进行,经修改后的程序可以再度用写入器进行写入,写在被擦除之后的程序存储器中。这就是单片机程序的改写过程。

MCS-51 系列单片机有多种规格,如:8031、8051、8751 等。其中 8051 和 8751 单片机拥有容量为 4k 字节(4kB)的内部程序存储器,而 8031 则没有。因此,8031 单片机只能接片外的程序存储器。另外,8051 尽管有内部程序存储器,但它的内部程序存储器是不能擦除的,只有 8751 单片机才具备紫外线擦除功能。

内部程序存储器的字长为 1 字节。

3. 内部数据存储器

内部数据存储器,是用来存放应用程序中所使用的各种数据的。它是一个随机存储器(RAM),因此它既可以读也可以写。但掉电时除已采取保护措施的数据之外,其他数据一般不能保持。MCS-51 系列单片机的内部数据存储器容量通常为 128 字节(B),而且它的字长也是 1 字节。

4. 特殊功能寄存器

特殊功能寄存器,它的作用相当于一般计算机 CPU 内部的通用寄存器,只不过它那里存放一些具有特殊功能的数据而已。例如:A 和 B 是两个特殊功能寄存器。当两个 1 字节数进行乘法运算时,被乘数和乘数必须存放在这两个寄存器上,而且相乘后,积的低字节一定在 A 寄存器上,高字节一定在 B 寄存器上。特殊功能寄存器实际上离散地占据一个随机存储器(RAM)的某些单元。因此,这个随机存储器可以看做是内部数据存储器的扩充部分,也是由 128 个字节组成,因此它拥有地址编码。当程序指令访问该寄存器时,既可以用它的地址又可以用它的符号。这一点有别于其他计算机的通用寄存器。其他计算机的通用寄存器只有符号没有地址。

5. 内部并行接口

MCS-51 系列单片机的内部有 4 个并行接口 P0、P1、P2、P3。所谓接口,是指单片机内部的 CPU 与片外进行信息交换时所用的中间媒体。外界需要的信息,CPU 通过此接口向外发出;CPU 需要的信息也通过此接口往里输入。在这里所说的“并行接口”,是指 CPU 与片外进行信息交换时,一次可以传递多位二进制信息;在这里所说的“信息”,通常包括数据、地址、控制信号。MCS-51 系列单片机的内部并行接口,一次可以接收或发送 8 位二进制信息。

6. 串行接口

串行接口,也是单片机的 CPU 与片外进行信息交换时所用的中间媒体。它与并行接口不同的是:并行接口一次可传递 8 位二进制信息,而串行接口一次只传递一位二进制信息。串行接口主要用于远程通讯上。当单片机向远程设备发送信息或者从远程设备接收信息时,如果采用并行接口方式,则需要 8 根很长的传输线(单向传输)。线路越长信号衰减越厉害,再加上受并排长线的电容效应和外界电磁干扰的影响,可能导致传输信号的失真或者丢失,从而严重影响通讯质量;而如果采取串行接口方式,传输线只需要一根(单向传输),可以避免上面所说的种种弊端,从而确保通讯质量的较高水平。然而,串行接口的最大缺点,是它的传输速度较慢。比如,并行接口向外发送 8 位二进制信息只需发一次,而串行接口却需要连续发 8 次。

7. 定时/计数器

定时器和计数器在工业控制领域应用十分广泛。比如,要测试电机的转速,首先需要定时 1 秒,然后纪录这 1 秒钟电机的转数。在这里,前者靠的是定时器;后者靠的是计数器。再比如,在家用电器中诸如洗衣机、电冰箱、电饭锅、电风扇的定时作用等,凡此种种不胜枚举。由此不难看出,定时和计数功能在实时控制当中,是一个不可或缺的重要控制手段。MCS-51 系列单片机拥有两个 16 位定时/计数器,并提供多种工作方式,因此它的使用非常灵活。尤其值得称道的是,定时/计数器一旦被 CPU 启动,它以相对较慢的速度与快速的 CPU 基本保持“我干我的你干你的”,互不干预、相对独立的并行工作状态。于是大大地提高了 CPU 的运行效率。

8. 中断系统

“中断”是计算机技术中一个十分重要的概念。中断概念的引入,是旨在提高 CPU 的运行效率。那么什么是中断?它是如何提高系统的运行效率的呢?为了回答这个问题,不妨举一个这样的例子:

小王和小李正值期末总复习阶段。小王听说近期家里有人来学校看望他,但不知道具体到校时间,于是他天天去收发室,没完没了地向门卫老师傅打听,结果浪费了很多精力和时间,期末复习受到不少的影响;而小李也面临同样的问题,但他只去了一次收发室,给老师傅留下自己的班号和姓名,并告诉老师傅家里来人时一定要通知他,结果他的复习却没有受到任何影响。这是两个同学对随机发生的相同事件所采取的两种截然不同的对策。

计算机对突发事件的处理方式也有两种:一种是与小王同学非常类似的查询方式;一种是与小李同学十分相像的中断方式。用查询方式处理突发事件时,CPU 不停地向事件源进行被动的查询,结果无谓地浪费它的许多宝贵时间。可是用中断方式处理突发事件时,突发事件发生之前,CPU 一直在忙碌它自己的工作(执行主程序)。当突发事件发生时,由事件源主动向 CPU 通知,并向 CPU 请求服务,我们称为中断申请。此时,CPU 暂时中断它自己的工作,转去执行为突发事件服务的中断子程序,我们称它为中断响应。执行完中断子程序后,又重新回到原工作的暂停处(中断断点),继续进行原工作中尚未完成的部分。由于 CPU 执行中断子程序的时间非常之短,因此 CPU 的工作几乎不受突发事件的影响,从而提高它的运行效率。