

经全国中小学教材审定委员会 2005 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书 通用技术·选修 3

简易机器人制作



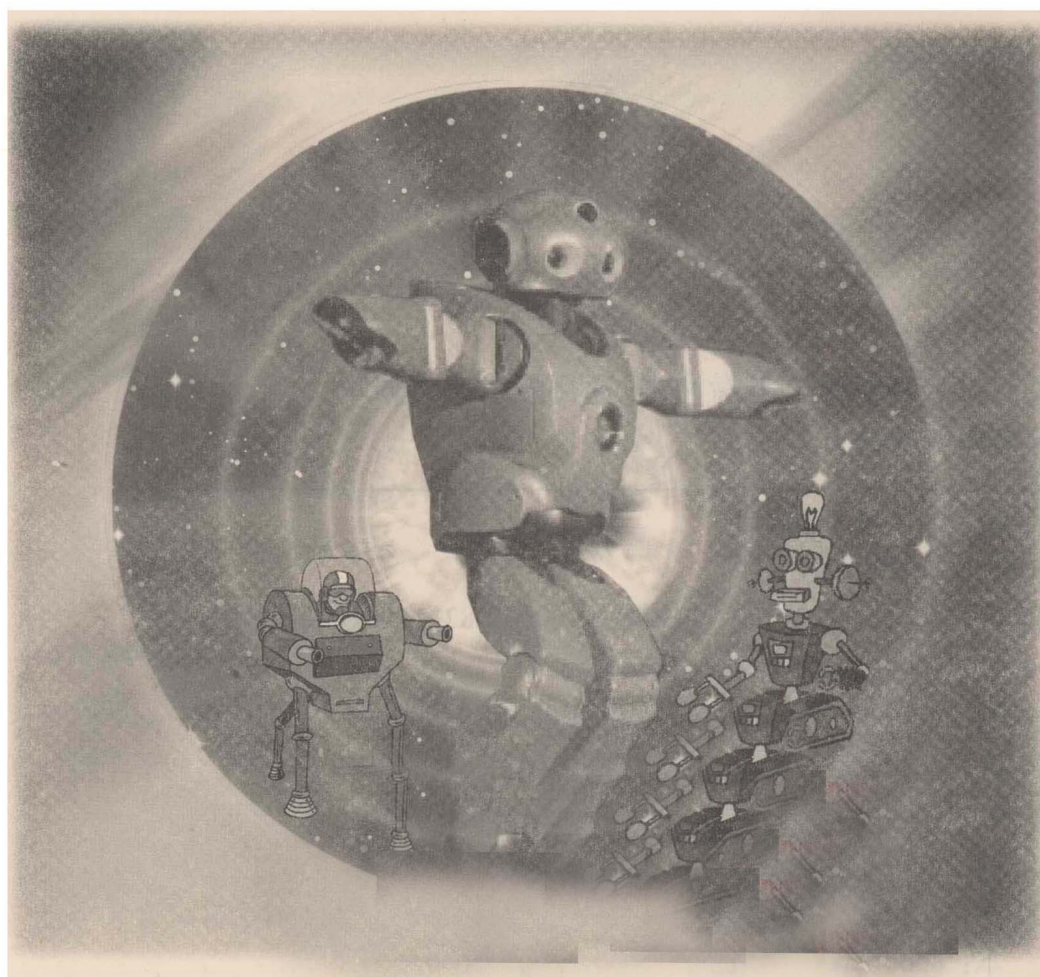
地质出版社

经全国中小学教材审定委员会 2005 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书 通用技术·选修 3

简易机器人制作

《通用技术》编写组 编



地质出版社

· 北京 ·

主 编：孙世强 鲍 珑 陈玲玲

本册主编：崔世钢

主 审：贾培发

普通高中课程标准实验教科书 通用技术·选修3
简易机器人制作

责任编辑：王永奉 刘振山

出版发行：地质出版社

咨询电话：(010) 82324599 (编辑室)；(010) 82324519 (办公室)

网 址：<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱：wyf8232@sohu.com；zjklzs@163.com

传 真：(010) 82310759；(010) 82310758

社址邮编：北京市海淀区学院路31号，100083

经 销：各地新华书店

印 刷：山东省招远市新华彩印有限公司

开 本：890mm × 1240mm 1/16

印 张：7.0

版 次：2005年5月第1版·2005年5月第1次印刷

定 价：9.00元

书 号：ISBN 7-116-04028-5/G·759

(如对本书有建议或意见，敬请致电本社；如本书有印装问题，本社出版处负责调换)

目 录

致同学们

第一章 机器人概述	(2)
第一节 机器人的诞生与发展	(2)
第二节 机器人的构成及应用	(5)
第二章 简易机器人的控制电路	(10)
第一节 初识单片机	(10)
第二节 单片机的硬件结构	(14)
第三节 单片机的外部输入	(17)
第四节 单片机的外部输出	(22)
第三章 简易机器人的编程语言	(28)
第一节 编程语言基础	(28)
第二节 Palbo-C 语言的开发环境及其程序开发过程 ..	(32)
第三节 将程序载入机器人	(37)
第四节 简易机器人的输出控制	(39)
第五节 简易机器人的基本动作与发声	(42)
第六节 简易机器人的循环动作	(46)
第七节 简易机器人的条件动作	(50)
第四章 简易机器人的编程实践	(56)
第一节 电机控制练习	(56)
第二节 机器人走直线、曲线练习	(57)
第三节 机器人避障练习	(59)
第五章 简易机器人的机械传动	(62)
第一节 常见的机械传动方式	(62)
第二节 机械传动的应用	(68)
第三节 机械零件及简易机器人介绍	(75)

第六章 简易机器人的制作	(80)
第一节 寻迹简易机器人	(80)
第二节 FOLLOW ME	(85)
第三节 安全行驶机器人	(91)
* 第四节 铲球机器人	(95)
第五节 简易机器人制作与竞赛	(101)

致同学们

自世界上第一台机器人问世以来,虽然至今只有几十年的历史,但其发展异常迅猛,已成为现代自动化技术的一颗耀眼明珠。现在,机器人被广泛应用于机械、冶金、汽车、电子、海洋、原子能及化工等诸多领域,成为20世纪三大科学技术之一。

《简易机器人制作》课程以应用性设计为主,具有实践性强的特点,并为同学们提供了宽广而丰富的想像空间。在学习活动中,同学们要有敢于大胆的想像、怀疑和批判的勇气,要有敢于创新、善于创造的精神,要积极参加“技术实习”等实践活动,使同学们的创造潜能得到充分的开发,实践能力得到进一步提高。

通过学习《简易机器人制作》这门课程,同学们可以获得如下的经历和感受:

(1) 在学习过程中,从策划、设计到制作、测试及评价等一系列活动均由同学们自己亲手完成。面对自己的劳动成果,你会体验到成功的快乐,成就感便会油然而生。

(2) 如果你有机会参加机器人竞赛活动,你会体验到竞赛时紧张与激动的心情。

(3) 如果你成为一位机器人爱好者,便可以向具有无限开发潜力的机器人领域进行永无止境的挑战。

《简易机器人制作》涉及到计算机、传感、人工智能、控制和机械等基础技术,体现了现代信息技术与传动机械技术的综合、软件技术与硬件技术的结合,是知识和技能的综合运用。同学们在高中这段对人生的发展起着重要作用的花样年华时期,有这样一个与高新技术接触的经历,有这样一个运用先进技术和先进技术思想方法的机会,对提高自身的技术素养,促进自己全面而有个性的发展,乃至创新精神的形成和人生规划能力的提高都将起到积极的作用,为同学们应对未来挑战、实现终身发展奠定坚实的基础。学好《简易机器人制作》这门课程,会使大家受益终身。

人类的很多梦想，如上天、入地、千里眼、顺风耳等，现今已成为现实。机器人，也是人类千百年来追求的梦想，现代科技已使这个梦想变成现实。机器人正在向我们走来，它将成为我们人类社会的重要组成部分。

原中国工程院院长宋健院士指出：“机器人学的进步和应用是20世纪自动控制最有说服力的成就，是当代最高意义的自动化。”

第一节 机器人的诞生与发展

一、机器人的产生过程

机器人的产生和发展是人类社会，特别是工业社会发展的客观要求，也是科学技术发展的必然结果。

机器人技术是一门综合性学科，它综合了多种基础学科、技术学科及新兴科技领域的多方面知识，突出地体现了当代科学技术发展的高度分化而又高度综合这一特点。

几千年来，人类一直在梦想能创造出自己的复制品，即一种像人一样的机器，以便代替人完成各种工作。然而，机器人一词的出现和世界上第一台工业机器人的问世都是近几十年的事情。

现代机器人的研究始于20世纪中期，其技术背景是计算机、自动化和机械加工技术的发展及应用。

社会的需求是机器人产生的原动力。机器人是现代工业社会的产物。现代社会的分工越来越细，在各个领域中，人们越来越强烈地需要某种能够代替自己从事简单劳动的机器。

制造大批量产品的迫切需求，推动了自动化技术的发展进程。具有运算和记忆功能的控制器——计算机的问世、先进的机械零件加工工具——机床的产生、控制电机和驱动装置技术的成熟，为机器人的诞生奠定了技术基础。

20世纪50年代，美国科学家英格伯格(J.Engleberger)研制出世界上第一台工业机器人的试验样机。机器人产品问世于20世纪60年代，美国Unimation公司研制成世界上第一台实用机器人(图1-1)，并在美国通用汽车公司投入使用，这标志着第一代机器人的诞生。

二、认识机器人

1. 机器人(robot)一词的由来

机器人不是人,是机器。虽然科幻小说和电影中大量描写了与人一样,甚至比人聪明的机器人,但是,到现在为止,这都还只是科学幻想。虽然机器人实现了某些类人的功能,但是,它们的智能和人相比,还相差甚远。

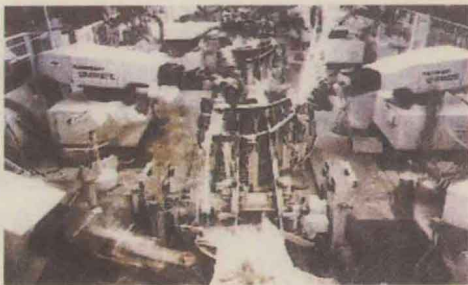


图 1-1 世界上第一台工业机器人

机器人这个词,最初出现时并不是一个技术名词,只是反映了人类希望有类似人的机器,能够代替人工作的愿望。机器人一词,来自1920年捷克的一个反映科幻内容的话剧。剧中的一个角色名叫Robota(捷克文,意为苦力、奴隶),是一家公司发明的形状像人的机器,可以听从人的命令做各种工作,该剧轰动一时。从此以后,作为技术名词,“机器人”的英文被定为robot,是从捷克文的robota衍生而来的。我国将robot译成“机器人”,可能会给人造成一种错觉,似乎研究机器人就是要研究能够如何制造“机器的人”,或者机器人一定有类人的外形。其实,这也反映了人类的一个研究目标,即力图使机器人具有人的功能,可以代替人从事各种工作。



小资料

西周时期,偃师研制出了能歌善舞的伶人,这是我国有记载的最早“机器人”。东汉时期,张衡发明的指南车是我国早期研制的机器人雏形。三国时期,蜀国丞相诸葛亮成功地创造出了“木牛流马”,并用其运送军粮。此外,我国古代的能工巧匠还发明了记里车(测距机器人)。

2. 机器人的概念

机器人已经被广泛应用,而且越来越受到人们的重视。然而,机器人还没有一个统一、严格、准确的定义。随着机器人技术的发展,机器人的概念不断更新。不同的国家、不同的学者在不同的时期给出的定义不尽相同。

被称为“工业机器人之父”的美国科学家英格伯格认为:“机器人只是以人类的某种方式工作的一种机器,它们的外貌完全可以不像人,而关键是必须适应工作”。



问题思考

依照机器人的定义,你能否找出现实生活中应用机器人的实例?

中国机器人专家蒋新松院士指出：“机器人是‘进化了’的机器。今天的工业机器人，只不过是进行特定作业，并通过编程可以任意改变作业顺序的更灵活的机器，是一种拟人功能的机械电子装置。”

一般地说，我们可以将机器人定义为由程序控制，具有人或生物的某些功能，可以代替人进行工作的机器。

3. 简易机器人的三要素

简易机器人是一种具有机器人基本功能的机械电子装置，它应具备以下三种功能：

- (1) 感知：检测外界环境条件的变化。
- (2) 思维：机器人的“大脑”，通过控制机器人的程序，对感知的信息进行分析、推理及判断，控制机器人的行动。
- (3) 行动：在大脑思维的控制下，机器人通过执行一系列的动作进行工作，完成预定的作业任务。



阅读材料

机器人的三个发展阶段

1. 第一代机器人

第一代机器人是“示教再现”型机器人。Unimate这个最早的工业机器人是示教再现型机器人的典型代表。它由操作员“手把手”地进行“示教”，即人操纵机械手做一遍应当完成的动作，或操作人员通过操作示教盒发出指令让机械手臂动作，控制机器人一步一步地运动，完成作业任务。在示教过程中，机器人会自动将这一过程存入记忆装置。当机器人工作时，依照操作员教给的运动顺序和速度进行运动，并能自动重复地执行，即所谓的“再现”。这种机器人不具有对外界信息进行反馈的能力，不能适应环境的变化。



第一代机器人

2. 第二代机器人

第二代机器人是有感觉的机器人。它们对外界环境有一定感知能力，具有听觉、视觉及触觉等功能。



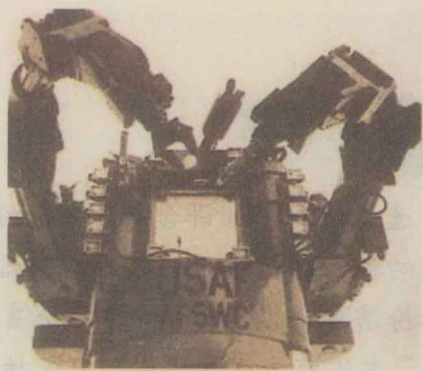
第二代机器人

机器人工作时,根据感觉器官(传感器)获得的信息,灵活调整自己的工作状态,保证在适应环境的情况下完成工作。如焊接机器人,能通过传感器感知焊缝的位置,再通过反馈控制,自动跟踪焊缝。有触觉的机械手可轻松自如地抓取物体。

3. 第三代机器人

第三代机器人是具有智能的机器人,是靠人工智能技术进行规划、控制的机器人。它们根据感知的信息,进行独立思维、识别及推理,并作出判断和决策,不用人的参与就可以完成一些复杂的工作任务。它能在变化的环境中,自主决定自身的行为,具有高度的适应性和自治能力。这类机器人具有自主地解决问题的能力,也被称为自治机器人。如医用服务机器人、导游机器人等。

智能机器人在许多方面都具有人工智能的特点。但严格来说,此类机器人还处于研究阶段。随着机器人技术的不断发展与完善,机器人的智能水平将不断提高。



第三代机器人

第二节 机器人的构成及应用

一、简易机器人的基本结构

简易机器人由传感器、控制器和执行机构组成。机器人的外貌,有的像人,有的却不具有人的模样,但其组成与人很相似。传感器是机器人的感知器官,它可以感知机器人自身状态或外部环境变化,相当于人的眼、耳、皮肤等。控制器相当于人的大脑,是机器人的指挥中心,它可以存储程序,接收传感器的信息,控制机器人的执行机构动作。执行机构能完成机器人预定的作业任务,它包括机械手和移动机构,机械手相当于人的手,可完成各种工作;移动机构相当于人的脚,机器人靠它来“走路”(图1-2)。

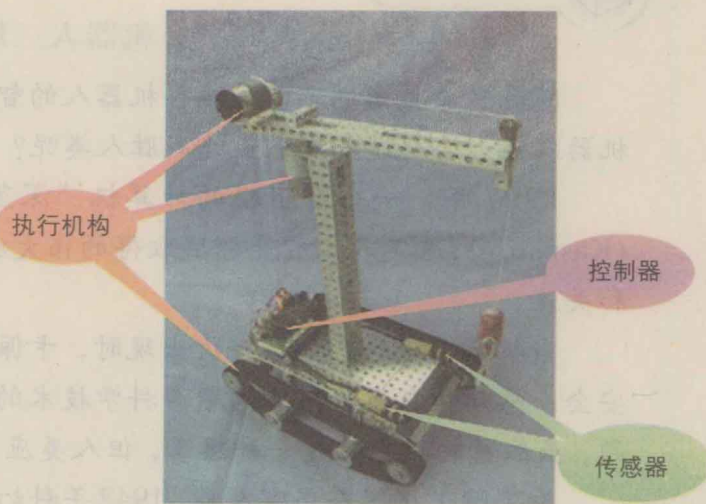
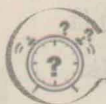


图1-2 简易机器人基本结构实例图

二、简易机器人的工作原理



问题思考

根据机器人的定义,你能说出机器人的结构吗?

简易机器人通过传感器感知外部环境变化,并把检测到的信息传递给控制器,控制器在程序的支配下进行信息处理,经分析、判断、推理和决策之后,控制机器人的执行机构做出相应的动作(图1-3)。

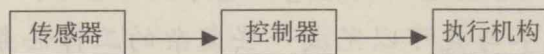


图1-3 机器人的工作原理框图



试一试

选三位同学到讲台前,分别扮演执行机构、传感器及控制器。其中,执行机构和控制器的扮演者须蒙上眼睛,控制器、传感器扮演者并排站列。当传感器扮演者用手拍控制器扮演者的左肩时,控制器扮演者吹哨一声,执行机构扮演者开始迈小步前进;当“传感器”发现前方有障碍时,用手拍“控制器”右肩,“控制器”吹哨两声,“执行机构”停止前进。



讨论交流

根据机器人的定义、结构及工作原理,遥控车能否被称为机器人,为什么?



阅读材料

机器人三原则

随着科学技术的不断进步,机器人的智能水平也在不断提高。那么,将来的机器人能否会超过人类,最终战胜人类呢?

1997年,一个会下棋的计算机“深蓝”战胜了国际象棋大师卡斯帕罗夫(Kasparov),这是人工智能领域取得的伟大成就。这一事件引发了人们更多的思考和关注。

当机器人这一名词第一次出现时,卡佩克(Karel Capek)就提出了机器人的安全、感知和自我繁殖等问题。科学技术的进步很可能引发人类不希望出现的问题。虽然科幻世界只是一种想像,但人类应及早采取措施,避免类似事件的发生。

为了防止机器人伤害人类,1942年科幻小说作家阿西莫夫(Isaac Asimov)提出了“机器人三原则”:

- (1) 机器人不可伤害人,或看到人将遇害而袖手旁观。
- (2) 机器人必须服从人的命令。但是,如果其命令违反第一条时可不服从。

(3) 机器人必须在不违反第一条和第二条规定的情况下保护自己。

这是人类所公认的约束机器人行为的基本准则，给机器人赋予的伦理性纲领。机器人专家一直将这三原则作为机器人开发的准则；否则，人类创造机器人的壮举就会失去意义。

三、机器人技术的应用

机器人是具有一定程度感觉和智能，灵活、聪明的机器，它可以代替人在危险或有毒、有害的环境中工作；它能安心可靠地干最脏、最累、最危险的工作；它是人类忠实可靠的帮手。工业机器人的应用提高了劳动生产率和产品质量，降低了生产成本，为人类创造了巨大的财富。

机器人的广泛应用，不仅大大提高了生产的自动化程度，而且将不可避免地改变人的工作方式和生活方式。服务机器人将是本世纪最有发展潜力的应用领域。专家们预测：从长期看，服务机器人的数量将会超过工业机器人。

人类社会的发展史也是工具发展的历史，机器人将推动人类社会的发展和进步。

按应用领域不同，机器人可分为下面几种类型：

(1) 工业机器人：现今，世界各国工业机器人的总量已超过100万台，主要是用于点焊、弧焊、喷漆、搬运、装载、包装及装配等的工业机器人（图1-4）。

(2) 服务机器人：这类机器人又可分为以下几种。

医用机器人：如护士助手、脑外科机器人及遥控操作手术机器人等。

公用机器人：如高层建筑清洗机器人（图1-5）、警卫机器人、防暴机器人（可以帮助人制服恐怖分子）、消防机器人、汽车加油机器人及太阳能割草机器人等。

家用服务机器人：如个人机器人、扫地机器人及家庭服务机器人等。

商用机器人：如导购机器人、迎宾机器人及导游机器人等。



图 1-4 工业机器人

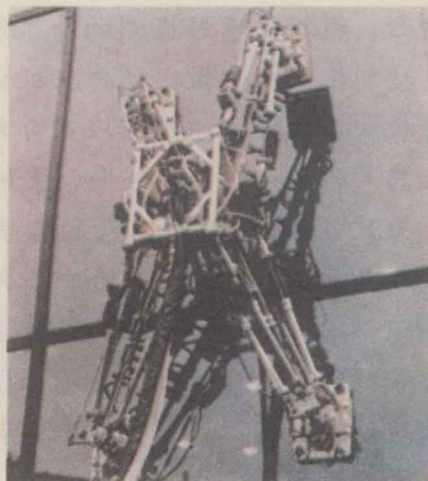


图 1-5 服务机器人

(3) 农林业机器人: 如蔬菜嫁接机器人、采摘机器人、树枝修剪机器人、伐树机器人等(图1-6)。

(4) 娱乐机器人: 如影视机器人、足球机器人、玩具机器人、演奏机器人及动物机器人等(图1-7)。

(5) 空间机器人: 如火星探测机器人、月球机器人、行星探测车、舱外助手机器人及自由飞行机器人等(图1-8)。

(6) 军事机器人: 如排爆机器人、扫雷机器人、保安机器人、爆炸物处理机器人、战场机器人、遥控侦察机器人及无人飞机、微型无人机、隐形无人机、哨兵无人机及微型鱼雷等(图1-9)。



图 1-6 农林业机器人



图 1-7 娱乐机器人

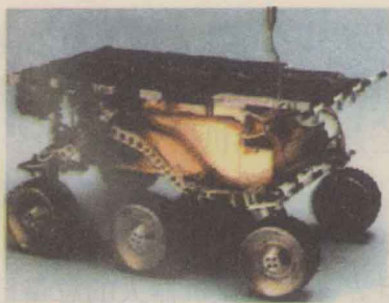


图 1-8 空间机器人



图 1-9 军事机器人



阅读材料

PALBO (派尔博) 教学机器人是集信息技术和光、机、电一体化的综合性高科技教学产品, 是素质教育和研究型学习的教学平台。它由电气控制平台、机械平台、软件平台三部分组成。电气控制平台以美国ATMEL公司最新生产的ATMEGA48单片机为核心, 根据传感器检测的外界条件变化, 由控制单元分析、判断、推理和决策之后, 控制执行机构做出动作。机械平台包括积木式组装板、组装条、组装片和各種执行机构。积木式组件可以充分发挥同学们的想象, 自己设计制作机器人, 完成各种机器人作业任务。软件平台采用Palbo-C开发语言, 提供了编辑、编译、下载等功能, 为PALBO教学机器人的程序设计和开发提供了软件开发环境。

通过简易机器人的学习与制作, 同学们从中可以学到有关机械、电子、计算机等技术知识, 培养多方面的能力和素养, 如动手能力、创新能力、学习能力和团队合作能力等, 同时开发了智力, 增强了自信心、责任心。此外, 同学们可以亲身体验将抽象理论变成实际成果的过程, 享受到成功的喜悦, 从而实现了“轻松教育, 开心学习”的教育理念。



讨论交流

试说明程序设计在机器人设计中的地位。



小结与评价

一、小结

机器人是一种“智能化”的机器，机器人的产生是科学技术发展的必然结果；机器人的发展是由低级到高级不断前进的。

通过本章的学习，应理解机器人的基本概念；知道机器人的三个发展阶段；了解机器人的基本结构和基本工作原理；知道机器人在国内外的应用领域和发展现状，以及机器人在生产、生活、军事等方面的作用和重要意义。

二、评价

以小组为单位讨论：“深蓝”战胜国际象棋大师卡斯帕罗夫是否说明机器人会在智能上超过人类，为什么？

评价提示：

机器人与人类智能的区别是什么？

自我评价：

同学评价：

老师评价：

第一节 初识单片机

一、单片机

自从1946年世界上第一台电子计算机问世以来,计算机的发展可谓突飞猛进,日新月异。它的应用也日益广泛和深入。比如“神州5号”载人飞船,它的成功就离不开计算机的工作。科学技术在进步,计算机也在不断朝着高速度、大容量、高性能的方向发展。然而,在实际工作中,并不是任何需要计算机的场合都要求计算机有很高的性能。例如,一个控制电冰箱温度的计算机,采用奔腾4处理器合适吗?显然,这不仅是大材小用,并且提高了冰箱的成本。我们知道,应用的关键是看它是否能满足设计要求,是否有很好的性能价格比。为了满足不同应用的需求,计算机也在朝着更微型化、更廉价的方向发展,由此就出现了单片机(图2-1)这一新事物。



图 2-1 ATMEGA48 单片机

简单地说,PC机是将CPU(中央处理单元)、数据存储器、程序存储器、输入/输出设备(如串行口、并行输出口等)这些部分分成若干独立的模块,然后安装在一个称之为主板印刷电路板上。而在单片机中,这些部分全部被集成到一块集成电路芯片中,所以就称为单片微型计算机,简称单片机。由于它常常是针对工业控制以及与控制有关的数据处理而设计的,故又被称为微控制器(microcontroller)。单片机从20世纪70年代诞生以来,在功能与性能上不断地改进与提高,迄今为止,已经历了四次更新换代。



阅读材料

单片机从问世到现在,近30年的发展。最早在1974年,美国仙童(Fairchild)公司推出了世界上第一台单片微型机F8,并由此掀开了单片机发展的篇章。单片机的发展过程通常分为以下几个阶段:

第一代单片机(1974~1976年):这是单片机发展的起步阶段。这个时期生产的单片机,采用了双片形式,集成度低,制造工艺落后。其代表产品有Fairchild公司的F8和Mostek387公司的3870等。

第二代单片机(1976~1978年):这是单片机的第二个发展阶段。这个时期生产的单片机,虽然已能在单块芯片内集成多个功能部件,但性能低,品种少,应用范围也不是很广。其代表产品有Intel公司的MCS-48系列单片机。

第三代单片机(1979~1982年):这是单片机发展成熟的阶段。这一代单片机和前两代相比,功能显著增强,有的甚至集成了串行通信接口电路。而且,这一时期生产的单片机品种齐全,可以满足各种不同领域的需要。其代表产品有Intel公司的MCS-51系列单片机等。

第四代单片机(1983年以后):这是高速、高性能单片机发展的时代。此时的单片机,集成度高,工艺先进,内部功能强,速度快,其应用渗透到人们工作和生活的各个角落,几乎是“无所不在,无所不为”。其代表产品有Intel公司的MCS-96系列、TI公司的TMS9900等。

二、单片机的特点

随着信息化社会 and 知识经济的发展,单片机广泛地渗透到各行各业,从通信、交通、智能仪表到家用消费产品、办公自动化、汽车电子等广大领域,它的身影无处不在,并且越来越引起人们的重视。根据资料显示,在20世纪90年代,全世界平均每6人就有一个单片机,美国平均每个人有64个单片机;预计到了2010年,一个成年人每日会接触到351个单片机。可以毫不夸张地说,我们生活在一个单片机的世界里。那么,为什么单片机会会有如此广阔的应用领域呢?这与它的特点息息相关。

长寿命:这里所说的长寿命,一方面是指用单片机开发的产品可以稳定可靠地工作10年、20年;另一方面是指与PC机相比的长寿命。我们都知道,电脑更新换代的速度越来越快,以286、386、486为代表

的微处理器，早已被淘汰出局；而传统的单片机，如 8051 等的年龄已有 20 岁，但其产量仍在上升。一些成功上市的相对年轻的单片机，也因其功能模块的不断丰富，有着相当长的生存周期。

体积小：单片机能用一个只有人指甲大小的芯片来实现大规模集成电路的功能。但最早发明的计算机却重达 30 余吨，体积庞大。即便是今天的计算机，也仍然比单片机大上千倍。在短短的几十年里，单片机能够做到如此高度的集成化，这是在市场需求的强大推动下，不断进行改进和技术创新的结果。体积小有利于产品的小型化，使单片机应用领域更为广阔。

低电压与低功耗：几乎所有的单片机都有等待、暂停、睡眠及空闲等省电运行方式，而且允许使用的电源电压范围也越来越宽。一般单片机都能在 3~6 V 电压范围内工作。如果单片机采用电池供电，则也不需要电源采取稳压措施。目前，有的单片机最低供电电压已由 2.7 V 降至 2.2 V、1.8 V，甚至有 0.9 V 供电电压的单片机问世。这就使单片机可以用于需要节电的场合，如便携式仪器、节能冰箱等。

抗干扰：各单片机商家在单片机内部电路中都采用了一些新的技术措施，如增加看门狗定时器、抗电磁干扰电路等。这样可以提高单片机的抗干扰能力，使其更能适应恶劣的工作环境，拓宽了它的应用领域。

单片机有这么多优点，是不是可以替代 PC 机呢？显然不行。实际上，单片机和 PC 机是计算机发展中的两个分支。与 PC 机相比，单片机的确有许多优势，比如价格低、体积小等，但单片机在运算速度、计算精度以及可靠性等方面却远远不及 PC 机。

三、单片机的应用

单片机的应用可分为单机应用和多机应用。

单机应用是指在一个应用系统中，只用一个单片机。这是目前应用最多的方式，主要有以下几方面应用领域。

测控系统：如智能型全自动远程测控系统（图 2-2），能对压力、液位、电压、电流、温度等实施监测和控制。

机电一体化产品：如数控车床（图 2-3）。



图 2-2 智能型全自动远程测控系统



图 2-3 数控车床