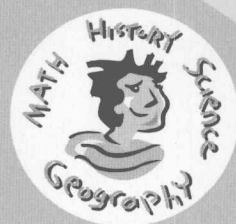


单片机应用与开发

(入门)

吴强 编著





单片机应用与开发

(入门)

吴强 编著

 复旦大学出版社

参考文献 六书例

1. 孙建出, 孙建出, 孙建出, 孙建出, 《计算机组成原理》, 1.1
2. 孙建出, 孙建出, 孙建出, 孙建出, 《计算机组成原理》, 1.2
3. 孙建出, 孙建出, 孙建出, 孙建出, 《计算机组成原理》, 1.3
4. 孙建出, 孙建出, 孙建出, 孙建出, 《计算机组成原理》, 1.4
5. 孙建出, 孙建出, 孙建出, 孙建出, 《计算机组成原理》, 1.5
6. 孙建出, 孙建出, 孙建出, 孙建出, 《计算机组成原理》, 1.6

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用与开发(入门)/吴强编著. —上海:复旦大学出版社, 2010.5

(复旦大学附属中学“大视野”教育书系)

ISBN 978-7-309-07202-0

I. 单… II. 吴… III. 单片微型计算机-青少年读物 IV. TP368.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 063052 号

单片机应用与开发(入门)

吴 强 编著

出品人/贺圣遂 责任编辑/梁 玲

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编:200433

网址: fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

同济大学印刷厂

开本 787×1092 1/16 印张 12.75 字数 287 千

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-07202-0/T·362

定价:26.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究



内容提要

本书依据《上海市中小学劳动技术课程标准》，结合复旦附中学生和课程设置特点编写而成。全书共分绪论、基础篇、实践篇、创新篇、附件5个部分。绪论介绍单片机的发展历史和单片机的基本概念；基础篇由3个项目组成，介绍单片机的信息获取、设计、制做和调试的方法；实践篇由4个项目组成，内容涉及LED灯、蜂鸣器、电机及传感器；创新篇由5个创新实践实例组成，提供创新实践的范例；附件由6个附件组成，收录了实验板使用、编程器使用、汇编程序出错信息查询、教学参考计划等。

本书可以作为上海市各中学教师、学生和家长的参考读物。

经过近 60 年坚韧不拔的努力,复旦大学附属中学已经初步发展成为一所特色鲜明、国际闻名的示范性品牌高中。很多国内外著名学校的师生、校长来复旦附中交流访问,在听课、座谈、参观之后,都提出希望能得到一套复旦附中的校本教材,以深入研究“复旦附中现象”。确实,通过教材,可以了解我们的办学思想、课程设置以及教学的设计、结构、内容与要求等等。在 2005 年,我们曾经出过一套六本“校本课程选辑”,受欢迎的程度还是比较乐观的。在此基础上,我们计划在 2008—2010 年里再出一批。其目的主要有三:一、编写的过程就是笔者学习思考的过程,可以提炼教师的专业水平和研究教学的能力,把他们个体手中的备课笔记整合成教研组集体的“讲义”(学校不可能出版“教材”),同时可以解决上课时多媒体技术使用日益频繁给学生记笔记带来不便等新问题,更方便他们自主学习(如预习和复习等);二、在提倡对通用教材二次开发的今天,各学校自编的校本教材五花八门、千姿百态,为便于同兄弟学校交流、分享教改成果,我们也应该出版一些基本成型的“讲义”;三、我们认为,这也是在记录我校教育发展的历程,透过这些书面的资料,促使我们自身理性地观察和对待学校近年的教育教学改革,积极推动高中素质教育的振兴,帮助我们不断迈向卓越。

已经或将陆续出版的这套《复旦大学附属中学“大视野”教育书系》,其宗旨在于“凸显教育眼光的开阔和深远,体现通识教育的理念”,也是对复旦附中教师长年教育教学实践智慧的总结,是真正意义上的“校本”。尤其是展现了复旦附中师生的教与学水平和教育方式方法,可以说,呈现给大家的是一份真切的“实惠”。但对某些学校而言未必适用,仅供参考之用。另外,限于编辑时间和各自的理解能力,我们展现给大家的只是部分思考心得,更多的切入点有待我们进一步挖掘,这是我们的愿望及努力方向。书中的疏漏之处,还望读者指正!

谢应平

2008 年 7 月 22 日

中国科协于 1999 年提出了《全民科学素质行动计划》，即“2049 计划”，该计划的目标是到 2049 年时，我国 18 岁以上全体公民在科学概念及科学知识、科学精神和世界观、科学探究能力和技术动手能力三个方面都能达到一定的科学素质标准，能了解必要的科学知识，并学会用科学态度和科学方法判断及处理各种事务。2003 年 10 月，《全民科学素质行动计划》首先在上海正式启动，上海市科协从青少年做起，成立了英才俱乐部，举办了一系列科技创新活动和比赛，吸引了大批青少年参加，对于培养青少年的创新意识和严谨学风起到了很好的促进作用。

上海市自动化学会作为上海市实施“2049 计划”的核心支持学会，积极组织了推动青少年科技创新的一系列活动，针对青少年在科技创新活动中的热情和他们的求知欲望，精心开展立题筛选、项目调研、制作辅导和参赛评选工作。围绕实施自动控制技术的核心部件——单片机所开展的科技培训和创新就是其中一项重要内容。众所周知，单片机技术今天已渗透到我们生活的各个领域，如导弹导航、飞机自动控制、计算机的网络通讯与数据传输，智能 IC 卡，轿车的安全保障系统，录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制，以及程控玩具、电子宠物等等。如何以单片机技术实施自动控制，已成为青少年必须掌握的技术。

本书作者积极参与了上海市自动化学会实施“2049 计划”的活动，通过多年来针对中学生的拓展性课程和科技创新教学，积累了丰富的单片机教学和辅导经验，形成了系统性的实践与创新辅导教材——《单片机应用与开发(入门)》。该教材从高中生甚至初中生的学习能力角度出发，以任务驱动的方式，手把手地引导学生由浅入深地学习单片机技术。教材还结合实践活动，用一些有意义的任务来激发学生的兴趣，使学生在实践中学习解决问题的思维方法，培养科学的精神和创新的态度，这是值得肯定的。

21 世纪是创新人才激烈竞争的时代。微电子技术作为信息

序

言

PREFACE

技术赖以迅猛发展的基础和关键技术,不仅是高科技的体现,而且对国家和民族的发展具有战略意义。重视这方面的人才培养,是一件意义重大的事。希望本书的出版能为广大中学生学习单片机技术提供系统性的学习材料,并由此推动青少年科技创新活动的开展。

序

上海市自动化学会理事长

2010年3月 上海

编者曾经为了准备一项赛事,以关键词“面向中学生的单片机应用与开发”进行查询,期望得到指点,但结果却令人失望。问题出在“面向中学生”上。2006年12月,在接待美国著名的教育专家、《纽约时报》时代杂志(New York Times Magazine)特约撰稿人 Ann·Hulbert 女士的访问中了解到,在美国这个单片机诞生的国度里,面向中学生的单片机知识教育也是一门新兴的课程。为此,Ann·Hulbert 女士在她为2007年《纽约时报》时代杂志四月(2007年4月1日)首刊撰写的题为“新教育”的特别报道中,将这门课程上课时的照片刊登于封面上。

编者一直有个愿望:在中学开展机器人教育,引导学生报考相关专业,为大学输送创新型学生,为强盛国家现代工业准备后备力量。为此,编者借助中学教育中必修课“劳动技术”的讲台,以机器人的重要技术——单片机技术教学为突破口来开展工作。但是,实际工作中存在3个难题:师资、教材和教具。对教材,编者以“任务驱动”的方式,将单片机的基础知识分解为几个在目标上独立、合起来构成比较完整的知识体系的任务来进行组织;对教具,开发开放全部资源并有自主创新实践空间的配套微系统实验板以及开放式系列教具;对师资,期望在教材、教具完备后开展培训活动,提高师资水平。经过4年的艰苦努力,在学校的大力支持下,面向约2000名学生进行教学尝试和研究,逐渐完善并形成了一门以高技术引领实践创新、提高技术素养、培养创新能力的新课程。课程问卷式调查结果显示,学生“满意”度达95%,其中“很满意”达86%;非雷同个性创意作品1500余种。这门课程成为学生津津乐道的一门课程,在与韩国KSA(科技英才)学校和其他国际交流中也获得好评。更可喜的是,应教育管理部门的要求,2009年10月起,在上海市杨浦区开展了本课程内容的师资培训活动。

研究中还发现,该课程在德育教育如爱国主义、防盗版和知

前言

FOREWORD

识产权教育等方面也能产生一定的作用。

编写中,复旦附中的杨士军、上海市教委教研室贺明菊、杨浦区教育学院王强春、杨浦区劳动技术中心陆忠良以及上海交通大学自动化系李少远教授等专家进行了指教;我校路叶燕、伍新宝老师给予了许多帮助;杨士军老师更是从本书的结构、方法和形式上进行了多次精心的指导并审核了全文。在此表示感谢!

由于水平有限,教材中可能存在不当甚至错误之处,敬请批评指正。

吴 强

2009年12月于复旦大学附属中学

本书依据《上海市中小学劳动技术课程标准》，结合复旦附中学生和课程设置特点编写而成。该课程已在复旦附中开设多年，内容为高中二年级《电子技术》的“控制技术”部分，拓展为《单片机技术》的“入门”（普及性）和“中级”（竞赛性）两本校本教材。本书技术方面以 AT89c2051 单片机的设计制作与开发应用、汇编语言程序设计入门为主体，结合电压比较器 LM393 和驱动芯片 L293D 以及光、热、红外、触碰传感器为载体，来提高技术素养；教学方式上，采用在高技术背景下，以任务驱动方式，培养创新能力。全书共 5 部分：

第一部分：绪论，介绍单片机的发展历史和单片机的基本概念。

第二部分：基础篇，由 3 个项目组成，介绍单片机的信息获取、设计、制作和调试的方法。通过训练，完成构建一个单片机实践平台，为后续学习打好基础。在每个项目的“知识宝库”模块中，简要地介绍常用工具的操作、常见电子器件的识别以及单片机的基础知识、编写程序的基础方法等内容，相当于知识铺垫。

第三部分：实践篇，由 4 个项目组成，内容涉及 LED 灯、蜂鸣器、电机及传感器。通过利用单片机平台进行实践活动，初步掌握一般电子电路的制作方法和运用程序实现控制输出信号、延时以及输入信号控制输出信号的方法，比较系统地掌握单片机的入门知识，提高对“控制”概念的理解，并在一定程度上进行创新活动。

第四部分：创新篇，由 5 个创新实践实例组成，提供创新实践的范例。为了贴近实际的创新实践活动，按层次进行编排：项目一、项目二、项目三比较具体，按照实例可以顺利完成；项目四、项目五介绍到实物设计和流程图为止，其余部分需要学习者自己完成。

第五部分：附件，由 6 个附件组成。收录了实验板使用、程序烧录、汇编程序出错信息查询、参考教学安排等 6 个附件，帮

内容介绍

CONTENT

助学生解决实践中的一些问题。

本课程为复旦附中面向全体学生的必修课程,目的在于完成入门知识的学习,重点在于对“控制”概念的理解,难点是突破硬件制作和程序设计的入门。为此,定时器、计数器、中断等较高要求的概念和控制技术没有纳入本教材,而放在后期(中级)教材中。为使程序具有可读性,编者尽可能地对程序进行了注释。为便于巩固知识,每个项目后都安排了练习。

为配合教学,开发有配套的学生实验板“复旦大学附属中学2008 V1.0”。为了增加动手实践机会和加深对器件的了解,实验板为裸板,元器件为散件,需要焊接完成;部分电路还需要进行设计。为便于开展创新活动,实验板上设有“自主开发区”。对于工程、机器人等项目制作者,利用现有的实验板资源,在“自主开发区”搭建所需要的电路,构成有个性特点的微控制小系统,满足各自的需要。

本书也适用于具有初中以上水平的初学者,对计算机语言的掌握和硬件制作水平没有特别的要求。也可用作中专、高职的电子与计算机专业的汇编程序设计课程入门教材。其他学历层次和电子技术爱好者也可参考使用。

- | | | |
|---|--------------|------------------------------|
| | 项 目 | 学习任务内容的名称 |
|  | 情景描述 | 对本学习任务的导出原因作一个描述,帮助学习者进入学习环境 |
|  | 我的任务 | 由本项目任务的学习目的而提出的应达到的目标 |
|  | 准备工作 | 完成本项目任务需要准备的器件、工具及知识 |
|  | 动手实践 | 完成本项目任务的实践方法 |
|  | 练 一 练 | 完成本项目任务后的练习 |
|  | 知识宝库 | 为完成本项目任务需要学习的基本知识和方法 |
|  | 内容预览 | 说明“知识宝库”中包含的内容 |
|  | 学习与思考 | 对本项目学习后的心得归纳和思考 |
|  | 小 故 事 | 与本项目研究相关的人和事的励志故事 |
|  | 小 贴 士 | 对实践中关键问题的提醒和经验的描述 |

绪 论	001
第一篇 基础篇	006
项目一 动手设计单片机	006
项目二 动手制作单片机	024
项目三 动手调试单片机	043
第二篇 实践篇	068
项目一 一只“红蜻蜓”	068
项目二 “您好/祝您走运”	082
项目三 幸福摩天轮	094
项目四 “神七”“体检”	116
第三篇 创新篇	131
项目一 喂饭机器人的设计与制作	131
项目二 多关节机器人的设计与制作	139
项目三 热水器冷水“零浪费”的研究	150
项目四 智能寻踪式节能电风扇的设计	158
项目五 盖被子机器人的设计	164

目 录

CONTENTS

附 件	170
附件一 单片机实验板使用说明	170
附件二 Top851/853 编程器使用方法	176
附件三 汇编程序出错信息查询表	184
附件四 2051 微系统的几种参考电路	186
附件五 教学参考计划	189
附件六 参考文献	191

绪 论

单片机是指将计算机的 CPU、RAM、ROM、定时数器和多种 I/O 接口集成在一块芯片上,为不同的应用场合做不同组合控制,形成的芯片级的计算机。

单片机也称为 MCU (MicroControllerUnit, 微控制单元)、SingleChip - Microcomputer (单片微型计算机)、Micro - Controllor (单片微控制器)、One - Chip Microcomputer、MPU (Micro Processing Unit) 等。

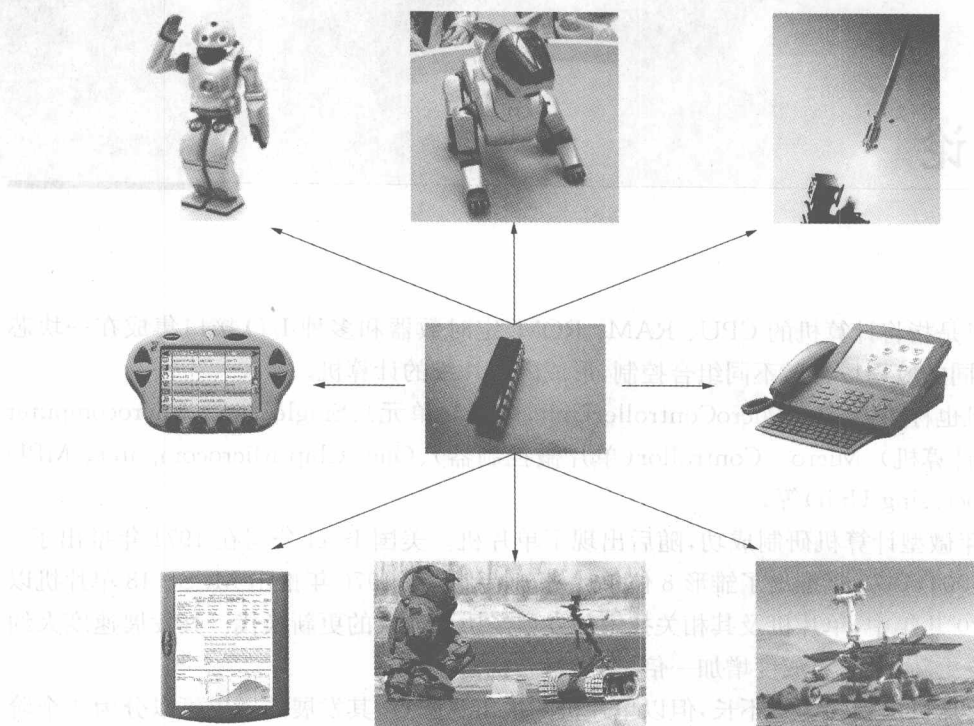
1970 年微型计算机研制成功,随后出现了单片机。美国 Intel 公司在 1971 年推出了 4 位单片机 4004,1972 年推出了雏形 8 位单片机。特别是在 1976 年推出 MCS - 48 单片机以后的短短 20 几年中,单片机及其相关技术的发展经历了数次的更新换代。其发展速度大约每三四年要更新一代,集成度增加一倍,功能翻一番。

尽管单片机出现的历史不长,但以单片机的推出为起点,其发展的历史可以分为 4 个阶段,如下表所示。

单片机的的发展历史

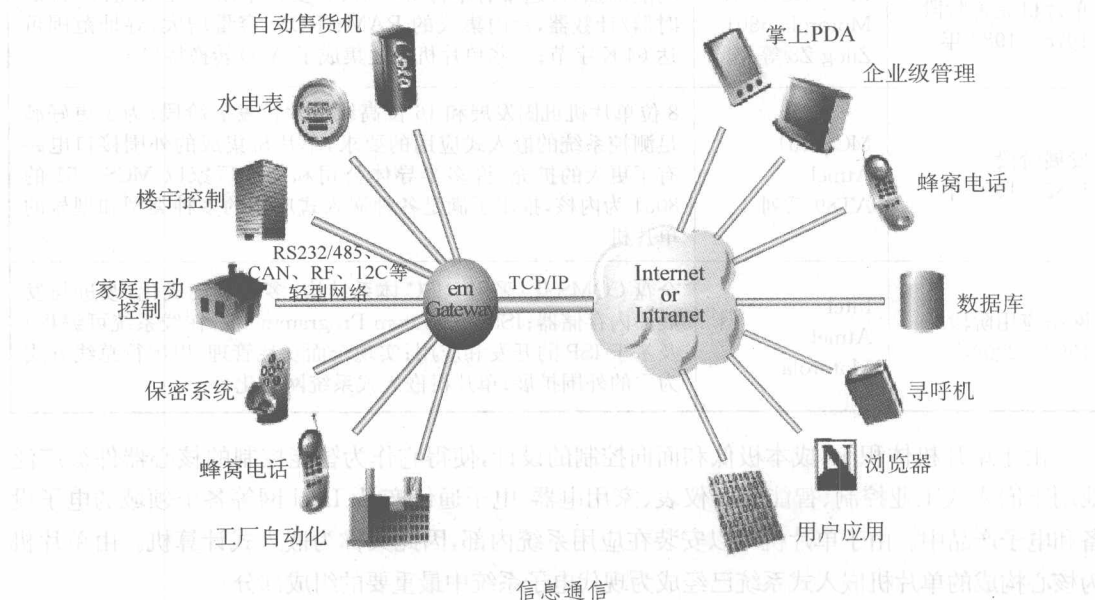
阶段	代表公司	技术特征
初级单片机阶段 1976—1978 年	Intel MCS - 48	单片机内集成有 8 位的 CPU、I/O 接口、8 位定时器/计数器,寻址范围不大于 4 K 字节,简单的中断功能,无串行接口
单片机完善阶段 1978—1982 年	Intel MCS - 51 Motorola 6801 Zilog Z8 等	功能加强;普遍带有串行 I/O 口、有多级中断处理系统、16 位定时器/计数器,片内集成的 RAM、ROM 容量增大,寻址范围可达 64 K 字节;一些单片机内还集成了 A/D 转换接口
发展阶段 1982—1992 年	MCS - 51 Atmel AT89 系列	8 位单片机巩固发展和 16 位高级单片机发展阶段;为了更好地满足测控系统的嵌入式应用的要求,单片机集成的外围接口电路有了更大的扩充;许多半导体公司和生产厂家以 MCS - 51 的 8051 为内核,推出了满足各种嵌入式应用的多种类型和型号的单片机
网络应用阶段 1992—2009 年	Intel Atmel Motorola	全盘 COMS 化;采用 RISC 体系结构;多功能集成化;改进与发展片内存储器;ISP(In System Programmable, 在线系统可编程)及基于 ISP 的开发和应用;实现全面功耗管理;以串行总线方式为主的外围扩展;单片机嵌入式系统网络化

由于单片机体积小、成本极低和面向控制的设计,使得它作为智能控制的核心器件被广泛用于嵌入式工业控制、智能仪器仪表、家用电器、电子通信产品、Intel 网等各个领域的电子设备和电子产品中。由于单片机可以安装在应用系统内部,因此又称为嵌入式计算机。由单片机为核心构成的单片机嵌入式系统已经成为现代电子系统中最重要的组成部分。



单片机嵌入式系统已成为现代电子系统中最重要的组成部分

作为终端设备,通过 Internet 或 Intranet 可以实现自动售货、水电煤气抄表、家庭自动控制、蜂窝电话等远程数据传输和控制;还可以通过掌上 PDA、计算机实现企业管理、数据库管理、网上浏览等现在与未来对信息通信的需要。





纵观多年发展,作为单片机嵌入系统的核心——单片机,正朝着多功能、多选择、高速度、低功耗、低价格、扩大存储容量和加强 I/O 功能等方向发展。目前全球年单片机产量数以亿计,随着科技水平的进一步提高,以及人们对现代化生活的需求,单片机的应用范围将进一步扩大,需求还将提高。



小故事

硅谷之父——罗伯特·诺伊斯的故事

你知道 Dot - come 吗?

Cisco?

Sun?

Pixar 动画工作室?

你知道 Microsoft 吗? 当然!

你知道 Google 吗? 当然!!

Intel 呢? 当然!!!

在这些著名的科技公司出现之前的 1957 年,美国有这样 8 位年轻人(其中 6 位博士,没有一人超过 32 岁),他们不喜欢自己的老板,决定创建自己的电子管公司。领导这一团队的年轻人名叫罗伯特·诺伊斯,他是后来的集成电路的发明者、Intel 公司的创始人和领导者;他于 1959 年发明了世界上首块意义巨大的集成电路板,并拥有 17 项专利;他先后分别接受过由卡特总统和里根总统颁发的“国家科学奖”和“国家技术奖”;他曾成为美国数百家报刊的头版头条,被誉为“改变世界的人”、“美国的缔造者”、“战后最伟大的美国人”。集成电路的发明也被誉为“人类有史以来最为重大的发明”。



罗伯特·诺伊斯



Intel 公司 3 位创始人

罗伯特·诺伊斯出生于美国一个带有浓烈中西部色彩的传统家庭,父亲是位牧师。他从小思维敏捷,聪颖活泼,学业优秀,对动手实践和创造情有独钟。在爱荷华州格林内尔的一个小镇上诺伊斯度过了“经历深刻”的童年生活:他为邻居打扫积雪来赚取外快,利用空闲的每一分钟制作他的摩托化动力雪橇,他还拥有镇上最棒的飞机航模。他说,“我喜爱手工”,“我喜爱它是因为它有用。你可以利用廉价的材料做一些价格不菲的东西。”他热爱运