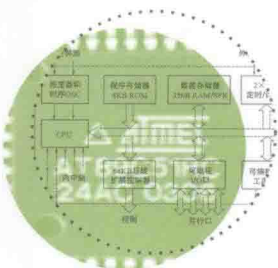
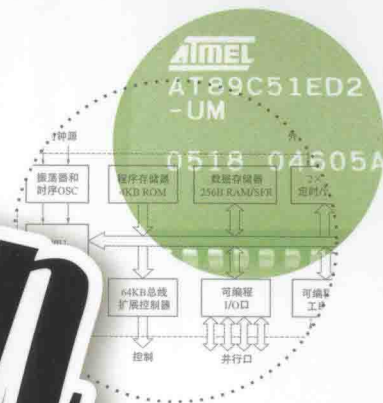


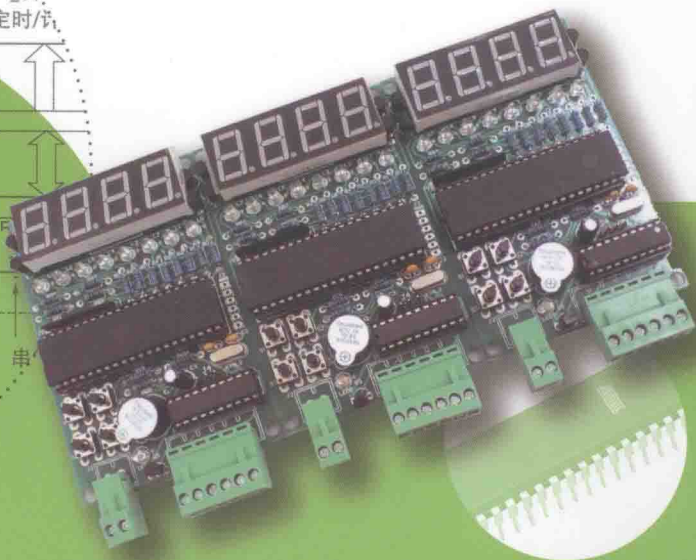
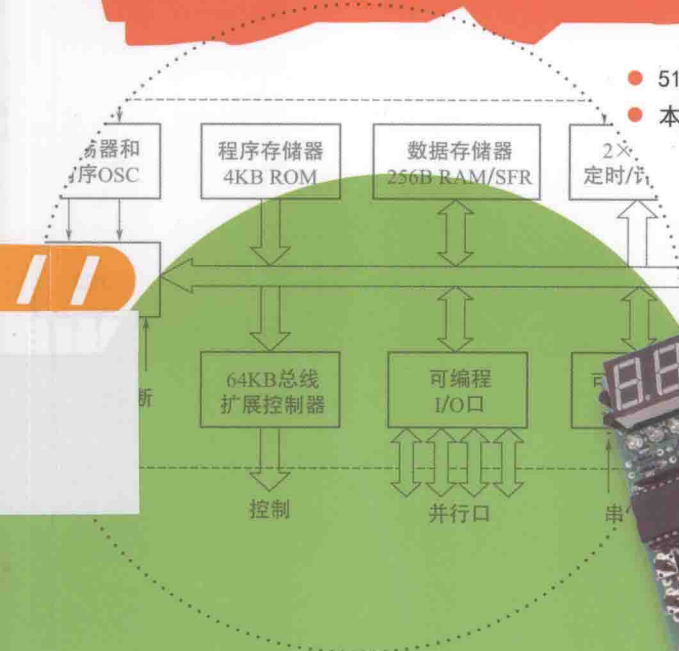
阮喻 扈啸 刘鹏 杨光瑜 编著

让单片机更好玩



零基础学用51单片机

- 51单片机是什么？它能做什么？
- 本书将带我们走近这个神奇的世界，揭开单片机神秘的面纱。



化学工业出版社

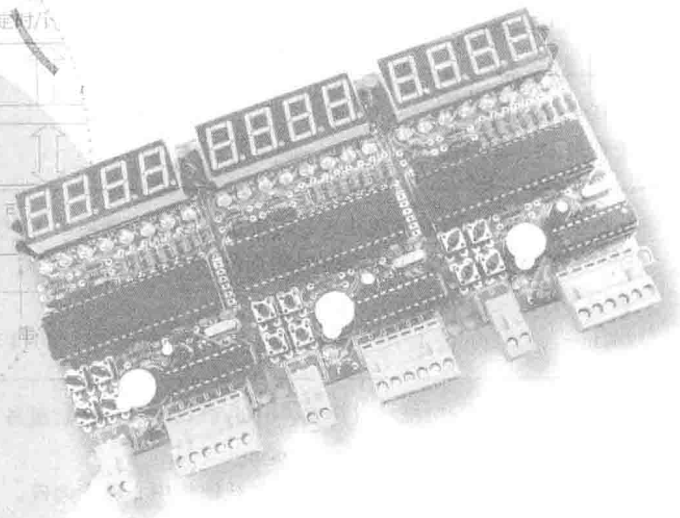
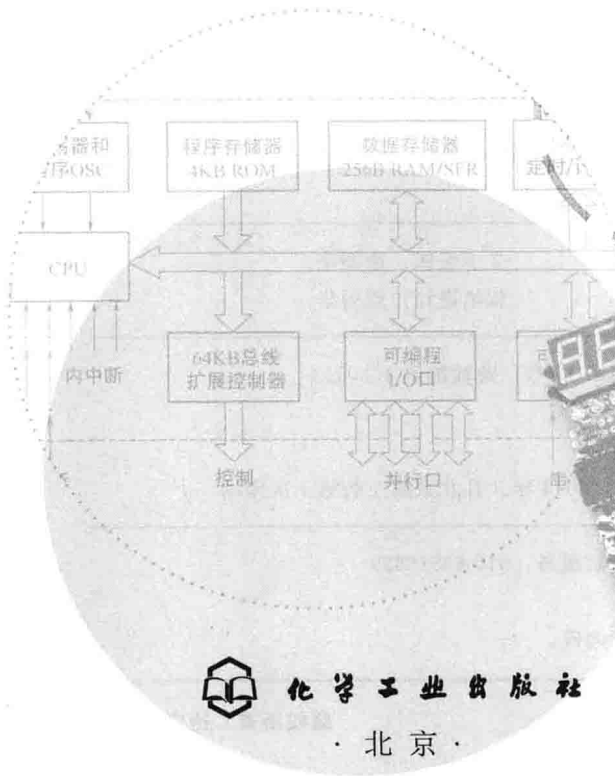
阮喻 扈啸 刘鹏 杨光瑜 编著



让单片机更好玩



零基础学用51单片机



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

让单片机更好玩：零基础学用 51 单片机/阮喻等编著.
北京：化学工业出版社，2013.12

ISBN 978-7-122-18786-4

I. ①让… II. ①阮… III. ①单片微型计算机-基本知识
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 252742 号

责任编辑：高墨荣

文字编辑：徐卿华

责任校对：宋 玮

装帧设计：刘丽华

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 24½ 字数 578 千字 2014 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：88.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着单片机在现代工业控制、智能化仪表、机电一体化、电子产品、家用电器等领域的广泛应用，其应用与开发技术成为热点。MCS-51 单片机（或简称为 51 单片机）作为单片机家族中最经典的产品，在我国拥有最多的用户和最广泛的应用市场，已成为单片机的代名词。

目前市面上关于单片机的教材、培训教程、技术开发书籍相当多，其中很多已经成为经典。编者之所以要动笔写下这本书，主要是基于这些年在教学实践中所指导的毕业设计的一些思考，很多学生在使用 51 单片机进行毕业课题设计时，老是抱怨很多问题都不懂，课本上写得又不详细，具体开发时总是错漏频出。

动心思写这本书，希望有一定的趣味性与可读性。既不希望偏重于理论，追求大而全的内容体系，对单片机的应用开发只是蜻蜓点水、一带而过；也不希望过于浅薄，在热热闹闹的跑马灯、电子音乐之后，读者对单片机的理论体系只是雾里看花、朦朦胧胧，以致根本不具备设计开发能力。

编者结合十几年的单片机教学、科研开发经验，力求用一种轻松、有趣的方式，将单片机开发的理论体系、编程实践、应用开发以“舞”的方式有机连接起来，期待奉献给广大单片机爱好者一份美味的技术食粮。

全书共分 8 章，第 1 章是引入，第 2 章系统介绍了单片机家族，第 3 章详细分析了 51 单片机的特点，第 4 章、第 5 章分别重点介绍了 51 单片机的硬件组成与指令系统，第 6 章着重关注了汇编语言编程，第 7 章是 51 单片机的系统扩展，最后的第 8 章则用 6 个典型的实例阐述了如何进行单片机应用系统的设计。

本书有特点如下。

1. 行文独特。它不同于一般的教科书，讲述方式独特，每章节开始都有个引子，用轻松风趣的语言开始讲解，以引起读者学习的兴趣；文中有小提示提醒读者学习注意事项及拓展相关知识；每章有小结，总结本章的学习要点。

2. 零基础开始，内容循序渐进。从认识单片机讲起，然后介绍单片机的基础知识、内部结构、功能、指令系统，进而讲述汇编程序设计、系统扩展，最后列举典型应用系统设计实例。

3. 教学实践。本书部分内容已经在教学中实施，学生课堂反应热烈。说明这种教学方式很受欢迎。

本书由阮喻、扈啸、刘鹏、杨光瑜等编著。其中，阮喻、刘安才、文武松、谭坚文、王华清负责第1~5章的编写，扈啸、李世刚、杜明磊、朱真兵、王培文负责编写第6章，杨光瑜、金钊、宋思洪、张传富编写第7章，阮喻、刘鹏、王建立、王盛春、徐嘉锋、刘选俊、刘晓军和部分毕业设计学生共同编写第8章。晏妮、赖欢、陈琴、唐敬萍、曹春兰、邵锦萍、李赟等为本书收集与整理了大量资料，于龙飞、王骁雄、马晃照、梁洪、温柔、李和林等在插图绘制和程序调试中做了大量工作，本书第8章的实例则完全来自于近几年学生的毕业设计，他们以不同形式参与了这本书的编写，此处不再一一列出，在此谨向本书所有的参与者表示衷心的感谢！

读者如需要本书应用设计实例的汇编程序、配套学习课件及单片机应用电路设计常用芯片资料，请发邮件至 fisher2012@tom.com。

由于编写时间仓促和编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编著者

化学工业出版社电气类图书推荐

书号	书 名	开本	装订	定价/元
06669	电气图形符号文字符号便查手册	大 32	平装	45
06935	变配电线路安装技术手册	大 32	平装	35
10561	常用电机绕组检修手册	16	平装	98
10565	实用电工电子查算手册	大 32	平装	59
16475	低压电气控制电路图册（第二版）	16	平装	48
03742	三相交流电动机绕组布线接线图册	大 32	平装	35
12759	电机绕组接线图册（第二版）	横 16	平装	68
05718	电机绕组布线接线彩色图册	大 32	平装	49
08597	中小型电机绕组修理技术数据	大 32	平装	26
13422	电机绕组图的绘制与识读	16	平装	38
15058	看图学电动机维修	大 32	平装	28
05081	工厂供配电技术问答	大 32	平装	25
15249	实用电工技术问答（第二版）	大 32	平装	49
00911	图解变压器检修操作技能	16	平装	35
12806	工厂电气控制电路实例详解（第二版）	16	平装	38
04212	低压电动机控制电路解析	16	平装	38
04759	工厂常见高压控制电路解析	16	平装	42
08271	低压电动机控制电路与实际接线详解	16	平装	38
01696	图解电工操作技能	大 32	平装	21
15342	图表细说常用电工器件及电路	16	平装	48
15827	图表细说物业电工应知应会	16	平装	49
15753	图表细说装修电工应知应会	16	平装	48
15712	图表细说企业电工应知应会	16	平装	49
16559	电力系统继电保护整定计算原理与算例（第二版）	B5	平装	38
09682	发电厂及变电站的二次回路与故障分析	B5	平装	38
05400	电力系统远动原理及应用	B5	平装	29
04516	电气作业安全操作指导	大 32	平装	24
06194	电气设备的选择与计算	16	平装	29
08596	实用小型发电设备的使用与维修	大 32	平装	29
10785	怎样查找和处理电气故障	大 32	平装	28
11454	蓄电池的使用与维护（第二版）	大 32	平装	28
11271	住宅装修电气安装要诀	大 32	平装	29
11575	智能建筑综合布线设计及应用	16	平装	39

续表

书号	书 名	开本	装订	定价/元
11934	全程图解电工操作技能	16	平装	39
12034	实用电工电子控制电路图集	16	精装	148
12759	电力电缆头制作与故障测寻(第二版)	大 32	平装	29.8
13862	电力电缆选型与敷设(第二版)	大 32	平装	29
09381	电焊机维修技术	16	平装	38
14184	手把手教你修电焊机	16	平装	39.8
13555	电机检修速查手册(第二版)	B5	平装	88
13183	电工口诀—详解版	16	平装	48
12880	电工口诀—插图版	大 32	平装	18
12313	电厂实用技术读本系列——汽轮机运行及事故处理	16	平装	58
13552	电厂实用技术读本系列——电气运行及事故处理	16	平装	58
13781	电厂实用技术读本系列——化学运行及事故处理	16	平装	58
14428	电厂实用技术读本系列——热工仪表与及自动控制系统	16	平装	48
14478	电子制作技巧与实例精选	16	平装	29.8
14807	农村电工速查速算手册	大 32	平装	49
13723	电气二次回路识图	B5	平装	29
14725	电气设备倒闸操作与事故处理 700 问	大 32	平装	48
15374	柴油发电机组实用技术技能	16	平装	78
15431	中小型变压器使用与维护手册	B5	精装	88
16590	常用电气控制电路 300 例(第二版)	16	平装	48
15985	电力拖动自动控制系统	16	平装	39
15777	高低压电器维修技术手册	大 32	精装	98
15836	实用输配电速算速算手册	大 32	精装	58
16031	实用电动机速查速算手册	大 32	精装	78
16346	实用高低压电器速查速算手册	大 32	精装	68
16450	实用变压器速查速算手册	大 32	精装	58
16151	实用电工技术问答详解(上册)	大 32	平装	58
16802	实用电工技术问答详解(下册)	大 32	平装	48

以上图书由**化学工业出版社 电气出版分社**出版。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。

地址:北京市东城区青年湖南街 13 号(100011)

购书咨询:010-64518888

如要出版新著,请与编辑联系。

编辑电话:010-64519265

投稿邮箱: gmr9825@163.com

目录

第 1 章 欢迎来到神奇的单片机世界

»»»»»»»»»»	
1.1	无处不在的单片机 2
1.1.1	从比尔·盖茨的豪宅来认识智能化、信息化时代 2
1.1.2	应用广泛的单片机 5
1.1.3	单片机的应用模式 7
»»»»»»»»»»	
1.2	一个典型的单片机应用实例 8
1.2.1	会跳“双截棍”的机器人 8
1.2.2	它有一颗单片机的“芯” 10
»»»»»»»»»»	
1.3	小结 11

第 2 章 揭开单片机的神秘面纱

»»»»»»»»»»	
2.1	认识一下神秘的单片机 14
2.1.1	她的样子 14
2.1.2	她的名字 14
2.1.3	她的专长 15
»»»»»»»»»»	
2.2	单片机的成长史 16
2.2.1	单片机的发展阶段 16

2.2.2 单片机走向何方.....	18
--------------------	----

>>>>>>>

2.3 好一个大家族	19
-------------------------	-----------

2.3.1 丰富多彩的单片机家族.....	19
-----------------------	----

2.3.2 我是 MCS-51 单片机.....	21
--------------------------	----

>>>>>>>

2.4 小结	23
---------------------	-----------

第 3 章 入场：51 单片机基础知识

>>>>>>>

3.1 数制与编码	26
------------------------	-----------

3.1.1 进位计数制.....	26
------------------	----

3.1.2 原码、反码和补码.....	28
---------------------	----

3.1.3 二进制编码.....	30
------------------	----

>>>>>>>

3.2 常用逻辑电路	31
-------------------------	-----------

3.2.1 基本逻辑门电路.....	32
--------------------	----

3.2.2 组合逻辑电路.....	34
-------------------	----

3.2.3 时序逻辑电路.....	36
-------------------	----

>>>>>>>

3.3 微型计算机工作原理	37
----------------------------	-----------

3.3.1 计算机基本术语.....	37
--------------------	----

3.3.2 微型计算机的基本结构.....	38
-----------------------	----

3.3.3 微型计算机的工作过程.....	40
-----------------------	----

>>>>>>>

3.4 小结	41
---------------------	-----------

第 4 章 凝眸：全面剖析 51 单片机

>>>>>>>

4.1 51 单片机的内部结构	44
------------------------------	-----------

4.1.1 51 单片机的基本组成	44
-------------------------	----

4.1.2 关注 51 单片机的大脑——CPU	45
-------------------------------	----

>>>>>>>

4.2 51 单片机的引脚及功能	48
-------------------------------	-----------

4.2.1 51 单片机的封装形式与引脚	48
----------------------------	----

4.2.2	51 单片机的引脚功能	49
>>>>>>>>		
4.3	51 单片机的时钟及复位电路	52
4.3.1	时钟电路	52
4.3.2	CPU 时序逻辑	53
4.3.3	复位及复位电路	54
>>>>>>>>		
4.4	51 单片机的存储器结构	56
4.4.1	程序存储器	57
4.4.2	内部数据存储器	58
4.4.3	特殊功能寄存器 (SFR)	59
4.4.4	位寻址区	61
4.4.5	外部数据存储器	61
>>>>>>>>		
4.5	51 单片机的 I/O 端口	62
4.5.1	P0 口结构与工作原理	63
4.5.2	P1 口结构与工作原理	64
4.5.3	P2 口结构与工作原理	65
4.5.4	P3 口结构与工作原理	65
4.5.5	I/O 口的操作特点	67
>>>>>>>>		
4.6	51 单片机的定时/计数器	67
4.6.1	定时/计数器功能	67
4.6.2	定时/计数器功能控制寄存器	68
4.6.3	定时/计数器的工作模式	70
>>>>>>>>		
4.7	51 单片机的串行接口	73
4.7.1	串行通信的基本概念	74
4.7.2	串行口的结构	76
4.7.3	串行口的工作方式	79
4.7.4	波特率的设定方法	83
>>>>>>>>		
4.8	51 单片机的中断系统	85
4.8.1	什么是中断	85
4.8.2	51 单片机的中断系统	86
4.8.3	中断控制寄存器	86
4.8.4	51 单片机的中断响应过程	89

4.9	小结	90
-----	----	----

第 5 章 携手：51 单片机指令系统详解

5.1	51 单片机的指令格式和寻址方式	92
5.1.1	侃侃“指令”	92
5.1.2	聊聊“伪指令”	93
5.1.3	讲讲“寻址”	96
5.2	51 单片机的指令系统	101
5.2.1	数据传送类指令	102
5.2.2	算术操作类指令	107
5.2.3	逻辑操作类指令	112
5.2.4	控制转移类指令	116
5.2.5	位操作类指令	125
5.3	小结	127

第 6 章 起步：51 单片机汇编程序设计

6.1	汇编语言程序概述	130
6.1.1	程序设计语言	130
6.1.2	汇编语言程序设计的基本步骤与方法	132
6.2	简单结构程序设计	133
6.2.1	简单结构程序设计方法	133
6.2.2	简单结构程序设计实例	134
6.3	分支结构程序设计	138
6.3.1	分支结构程序设计方法	138
6.3.2	分支结构程序设计实例	140
6.4	循环结构程序设计	147
6.4.1	循环结构程序设计方法	147

6.4.2	循环结构程序设计实例	149
>>>>>>>>		
6.5	查表程序设计	153
6.5.1	查表程序设计方法	153
6.5.2	查表程序设计实例	154
>>>>>>>>		
6.6	子程序设计	157
6.6.1	子程序设计方法	157
6.6.2	子程序设计实例	158
>>>>>>>>		
6.7	中断程序设计	165
6.7.1	中断程序设计方法	165
6.7.2	中断程序设计实例	166
>>>>>>>>		
6.8	定时/计数器应用程序设计	169
6.8.1	定时/计数器应用程序设计方法	170
6.8.2	定时/计数器应用程序设计实例	171
>>>>>>>>		
6.9	串行口应用程序设计	177
6.9.1	串行口应用程序设计方法	177
6.9.2	串行口应用程序设计实例	178
>>>>>>>>		
6.10	小结	185

第 7 章 轻舞：51 单片机的系统扩展

>>>>>>>>		
7.1	51 单片机的扩展概述	188
7.1.1	51 单片机最小化应用系统	188
7.1.2	单片机扩展三总线结构	190
>>>>>>>>		
7.2	存储器的扩展	192
7.2.1	存储器扩展常用芯片	192
7.2.2	连接与编址技术	197
7.2.3	程序存储器的扩展	199
7.2.4	数据存储器的扩展	201

7.2.5	外扩 E ² PROM	204
>>>>>>>		
7.3	并行 I/O 口的扩展	205
7.3.1	扩展简单 I/O 口	206
7.3.2	并行接口芯片 8255A 的扩展	209
7.3.3	并行接口芯片 8155 的扩展	217
>>>>>>>		
7.4	D/A 与 A/D 转换器扩展	222
7.4.1	D/A 转换原理及性能指标	222
7.4.2	常用 DAC 芯片 DAC0832 及其接口	223
7.4.3	A/D 转换原理	227
7.4.4	常用 ADC 芯片 ADC0809 及其接口	229
>>>>>>>		
7.5	小结	232

第 8 章 飞扬：典型 51 单片机应用系统设计

>>>>>>>		
8.1	51 单片机应用系统设计概述	234
8.1.1	单片机应用系统设计基本内容	234
8.1.2	单片机应用系统设计基本准则	235
8.1.3	单片机应用系统设计基本方法	236
>>>>>>>		
8.2	简易智能交通灯设计	241
8.2.1	总体方案设计	242
8.2.2	系统硬件设计	244
8.2.3	系统软件设计	250
>>>>>>>		
8.3	粮仓害虫监测系统设计	260
8.3.1	总体方案设计	261
8.3.2	系统硬件设计	262
8.3.3	系统软件设计	267
>>>>>>>		
8.4	自行车里程/速度表设计	278
8.4.1	总体方案设计	280
8.4.2	系统硬件设计	282
8.4.3	系统软件设计	283

>>>>>>>>	
8.5	智能电子密码锁设计 298
8.5.1	总体方案设计 299
8.5.2	系统硬件设计 301
8.5.3	系统软件设计 308
>>>>>>>>	
8.6	四路红外遥控系统设计 325
8.6.1	总体方案设计 326
8.6.2	系统硬件设计 330
8.6.3	系统软件设计 334
>>>>>>>>	
8.7	三十二路燃料电池单片电压巡检系统设计 344
8.7.1	总体方案设计 345
8.7.2	系统硬件设计 346
8.7.3	系统软件设计 353

附 录

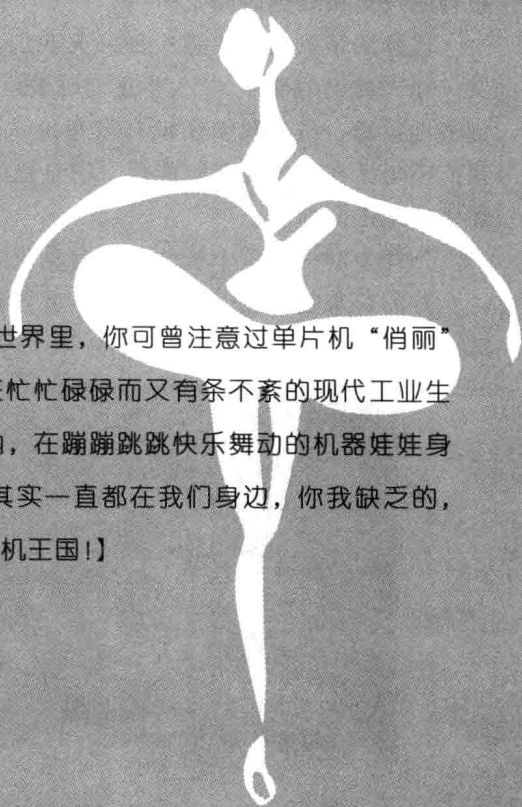
>>>>>>>>	
附录 1	常用 51 系列单片机产品一览 366
>>>>>>>>	
附录 2	51 单片机的指令表 367
>>>>>>>>	
附录 3	51 单片机特殊功能寄存器 (SFR) 与位地址空间 373
>>>>>>>>	
附录 4	51 单片机常用电子电路芯片 375
>>>>>>>>	
参考文献 378

第①章



欢迎来到神奇的单片机世界

【闭上眼睛，想象一下，这个多姿多彩的世界里，你可曾注意过单片机“俏丽”的身影？在一年四季温暖如春的空调房里，在忙忙碌碌而又有条不紊的现代工业生产线上，在手中掌控随意切换的视频遥控器内，在蹦蹦跳跳快乐舞动的机器娃娃身体里……不用怀疑，有一个奇妙的小小世界其实一直都在我们身边，你我缺乏的，是一双发现美丽的眼睛。欢迎来到神奇的单片机王国！】



本章是全书的引入部分，主要是通过我们现实生活中的一些实际应用来初步介绍一下单片机，让大家对这个近在咫尺的神奇世界有一个比较感性的认识。

1.1 无处不在的单片机

【这个神奇的单片机小小世界距离我们的现代生活是如此接近，实际上，我们随时随地都可能与她们邂逅、交流、互动。在这样一个智能化、信息化的大时代里，怎么能少了她们可爱的身影呢？】

1.1.1 从比尔·盖茨的豪宅来认识智能化、信息化时代

每一天清晨，你照例在悦耳的手机闹铃声中按时起床，按下遥控打开电视，一边倾听今天的新闻一边洗漱；在对国内外股市震荡和政府又一次提高银行利率的担忧中，匆匆吃完微波炉中定时烹制的早餐；驱车或是乘坐地铁前往公司，路上接到几个客户的电话，有几笔业务在不知不觉中慢慢敲定；到公司刷卡签到，打开办公电脑，在浩瀚的商业信息海洋中奋力遨游；下班后驱车回家，路上通过手机信息开启家中的电饭煲，经过小区的菜市场时下车去买几样喜爱的小菜；打开家门前的邮箱，发现有几笔网上购物的快递要签单，银行的按揭快要到时间了……

这样的场景是否熟悉？每一天我们都在上演这样的情景剧。正如美国经济学家阿尔文·托夫勒说的那样，“人类正面临着巨大的飞跃，它正面临有史以来最深的社会巨变和创造性重建，虽然我们还没有清楚地认识它，但我们正从头开始建立一个崭新的文明。”我们正生活在一个高度智能化、信息化的时代里，而且，这个时代的脚步还在一步一步更加坚实地走向前方。

怎样生动描述这个智能化、信息化的时代呢？

好的，来吧，我们来参观一下世界首富比尔·盖茨在美国西雅图华盛顿湖畔的豪宅，如图 1-1 所示。他花了 7 年时间，耗资 1 亿美元打造了这样一个科幻的世界。也许，我们

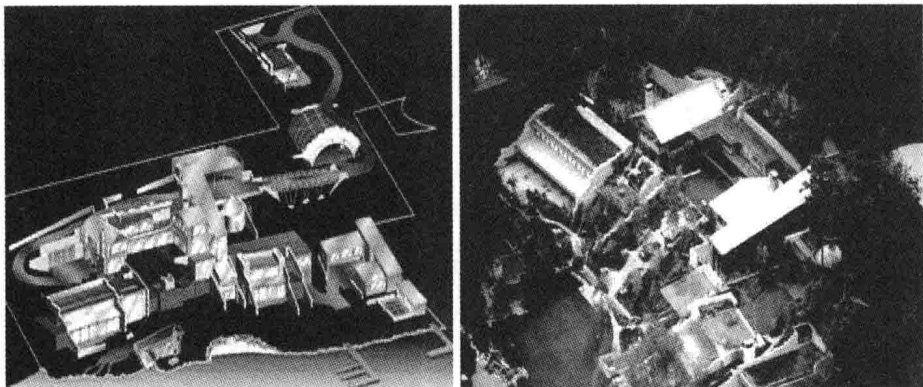


图 1-1 传说中比尔·盖茨的智能化豪宅（左为结构示意图，右为实际外形）

可以从中明白什么是“智能化”、“信息化”。

每一个来访的客人都是可以得到一个别在身上的胸针，里面内置了一块处理器芯片，客人在别墅里活动的资料都可以通过它传至中心处理机。地面上有各种各样的感应器和隐藏的摄像机，记录着来访者的一举一动。这样一是为安全考虑，同时也可以为来访者提供非常个性化的服务。因为这些信息会源源不断传送给房屋的控制中心，记录下每一位来访者对于温度、湿度、灯光、音乐、画作等的爱好，无论你走到哪里，中央电脑都会贴心地将环境调整到宾至如归的境地。

走进大厅，空调已将室温乖乖地调整到最舒适，高级音响忙活起来，它同样掌握客人的不同欣赏口味，依照你的口味播放舒伯特或者爵士乐。灯光也见风使舵，迎合人的情绪增减光亮、调换色调。墙上的大屏幕液晶电视，会自动显示你喜欢的名画或影片……这些察言观色的讨好动作都是自动完成，根本不需要谁拿着遥控器摁来摁去。大厅、餐厅、客房、健身室、图书馆……似乎每个角落都站着忠心耿耿的仆从，这些量身打造的“变色龙”，令人感到身心愉悦。

别墅院中有一颗比尔·盖茨钟爱的已有140年树龄的老橡树，因为安装了精密的电子检测系统，一旦树叶有点发黄，电脑马上命令自动喷水系统启动。

在这座房子里，共铺设了83km的电缆，将房内的所有电气设备连接成一个绝对标准的家庭网络。豪宅的大门设有气象情况感知器，电脑可根据各项气象指标，控制室内的温度和通风的情况。住宅门口安装了微型摄像机，除主人外，其他人欲进入门内，必须由摄像机通知主人，由主人向电脑下达命令，大门方可开启，否则任何人无法进入。

住宅的厨房内，装有一套全自动烹调设备。电脑住宅的厕所里，安装了一套检查身体的电脑系统，如发现异常，电脑会立即发出警报。主人在回家途中只需启动遥控装置，浴缸就自动放水调温，做好一切准备迎候。地板中的传感器能在15cm的范围内跟踪到人的足迹，在感应到有人到来时就自动打开照明系统，在离去的同时自动关闭。

当然，房屋的安全系数也有足够的保证，当一套安全系统出现故障时，另外一套备用的安全系统则自动启动；当主人需要时，只要按下“休息”开关，设置在房子四周的防盗报警系统便开始工作；当发生火灾等意外时，住宅的消防系统可通过通信系统自动对外报警，显示最佳营救方案，关闭有危险的电力系统，并根据火势分配供水。

图1-2是网络上“流出”的这套豪宅的部分内部装饰图。毋庸置疑，世界首富的智能化豪宅令人叹为观止！这栋住宅的一切生活元素，都实现了人性化的配置与智能化、信息化的管理，真的是“只有想不到，没有做不到”。那么，这一切人造奇迹的背后，又隐藏着什么样的秘密呢？

让我们来看看图1-3所示的比尔·盖茨智能化豪宅的原理示意图吧。是的，豪宅内令人啧啧称奇的灯光、音乐、卫浴、安防等，都是由一个中央控制室通过遍布地下的信息网络来实现智能控制的，而这个智能网络的核心，便是控制室内部的一台控制主机以及遍布在不同电气设备中的嵌入式微机——单片机！正是有了它们的存在，不断采集、分析、处理各种有用的信息与数据，发出相应的控制命令，才让豪宅内的灯光、音乐、空调、厨具、卫浴、消防、门禁等变得如此的善解人意、随心而动。

再来看一下图1-4。

这是一张某套智能家居的方案设计图，看起来功能是不是很强大？各种传感器、开