

图解电子创新制作

ATtinyAVR

单片机

精品项目开发



[印] Dhananjay V. Gadre 著
Nehul Malhotra
李学海 等 译

35 项目

图解电子创新制作

ATtinyAVR 单片机 精品项目开发

[印] Dhananjay V. Gadre 著
Nehul Malhotra
李学海 等 译

科学出版社

北 京

图字: 01-2011-3538 号

内 容 简 介

本书以小巧可爱、经济实用、高性价比的 ATtinyAVR 系列单片机为智能核心,基于 C 程序设计语言,系统、全面、详细地讲解了 35 个(含附录 C 的项目)趣味性超强、实用价值极高的小型智能产品项目。项目类型涉及 LED、LCD、传感器、音频、替代电源等实用技术。实战经验极其丰富的原著者不仅精心为每个项目专门设计了 C 语言程序,还量身定做了专用的 PCB 电路板。为了便于读者借鉴和仿制,免费提供了源程序文件、原理图和印版图文件的下载网页。

本书适合单片机初学者、电子爱好者、电子竞赛参与者、电子工程技术人员、单片机授课教师作为实验、实训、毕业设计的指导书,也适合作为全国大学生电子设计大赛、高校教师教学及电子产品研发参考书。

图书在版编目(CIP)数据

ATtinyAVR 单片机精品项目开发/(印) Dhananjay V. Gadre, Nehul Malhotra 著;李学海等译. —北京:科学出版社,2012

(图解电子创新制作)

ISBN 978-7-03-033986-7

I. A… II. ①D…②N…③李… III. 单片微型计算机-系统开发 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 062554 号

责任编辑:喻永光 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:朱 平

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳艺恒彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012 年 6 月第一次印刷 印张: 21

印数: 1—4 000 字数: 408 000

定 价: 48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



译者序

原著作者是一位具有深厚知识储备和技术功底、丰富开发经验和动手能力,以及丰富教学经验、写作经验、文武双全的实干家,为读者奉献了一部学术和技术价值极高的经典力作和优秀专著,值得我们拥有和细品。

译者精心提炼了一些翻译体会和本书特色,供读者参考,也有些阅读指南的作用。

- 这是一部难得的好书,也是一部实用价值很高的技术专著。在近一年的时间里,译者浏览了百余部英文原著,关注的是电子制作、单片机和嵌入式系统类的科普图书、大学教程或学术专著,从中发现了一些好书,这部原著就是突出代表,其原因是作者功力深厚、技术娴熟、经验丰富。
- 总共介绍了 35 个完整项目(包含附录中的 1 个项目)的开发制作过程,每个项目的记述过程都分成了“设计要求、设计说明、电路构建、程序设计、运行测试”等几个不同环节,并且进行了顺序、全面、细致、精心地讲解。
- 项目软件基本全部采用的是 C 语言编程,只有【项目 20】采用的是汇编语言。
- 书中选用的 ATtinyAVR 单片机,型号齐全、品种丰富、封装多样(如有 8 脚、14 脚、18 脚、20 脚、28 脚等多种封装形式),具有很好的教学价值和指导意义。
- 书中的制作实例丰富多彩、特色纷呈,并且全部采用项目化描述,讲解过程规范、整齐划一,便于读者学习和借鉴。
- 原著作者为每个项目都单独设计或搭建了一款专用的 PCB 电路板,做工细致、制作规范、精益求精。对于业余电子制作爱好者,具有很大的启发意义和参考价值。
- 所有项目的程序代码、电路原理图、印刷电路板图,全部开源,可以到指

定网站免费下载,以便于爱好者自制和仿制。

- 第1章内容广泛涵盖了关于完整有效地开发 AVR 单片机应用项目所涉及的各种话题,包括了后续章节中所涉及的一些基本概念、基础知识、通用技术、硬件工具、软件工具、编程语言、项目要素、设计思路、电源规划、AVR 单片机架构、电路板选型、电路板制备、典型项目范例等。
- 第1章之外的其余各章,内容都是聚焦一个主题,每章开头部分都会讲解一些本章项目所涉及的一些特殊技术和专用器件,为后续的项目制作扫清障碍。

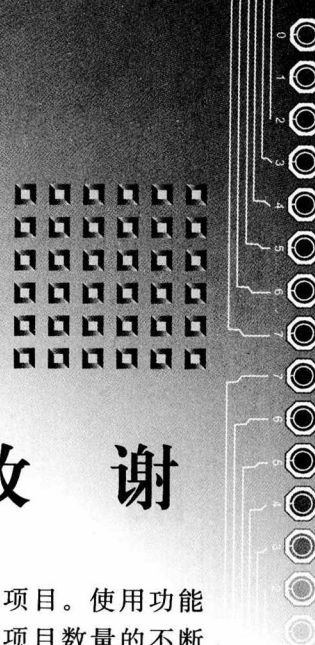
受科学出版社委托,本书由石家庄邮电职业技术学院电信工程系的老师们翻译而成。其中,第1章由李学海翻译;第2章由范兴娟翻译;第3章由李影和李建龙合译;第4章由刘保庆翻译;第5章由李影和曲文静合译;第6章由孙群中翻译;第7章由卜新华翻译;附录 A~C 由吴蓬勃翻译;附录 D 由李学海和一优电子的张学怡编写。全书由石家庄邮电职业技术学院的高级工程师李学海进行统稿和审校。

在此感谢科学出版社的资深编辑刘红梅给予的鼎力支持与热情鼓励;感谢一优电子(etuMCU)和张学怡先生在 AVR 单片机实验板和学习资料等方面的大力协助。

我们十分钦佩原著作者这种精雕细刻、精益求精的敬业精神,感谢他和他同事们的辛勤劳作,也感谢他慷慨无私地让人分享制作经验、研究成果、智慧结晶的奉献精神!



Email: lixuehai@tom.com



致 谢

几年前,我们就开始利用 ATtinyAVR 单片机制作一些项目。使用功能有限的单片机来设计项目是一种挑战和激励。慢慢地,随着项目数量的不断积累,我们就想到把它们记录下来并且与他人分享,结果就写成了这本书。

许多学生从这本书所描述的项目的开发过程中得到了帮助。他们是 Anurag Chugh, Saurabh Gupta, Gaurav Minocha, Mayank Jain, Harshit Jain, Hashim Khan, Nipun Jindal, Prateek Gupta, Nikhil Kautilya, Kritika Garg 和 Lalit Kumar。一如往常, NSIT 电子设计与技术 (CEDT) 中心的 Satya Prakash 对许多项目的制作与加工给予了很大的帮助。

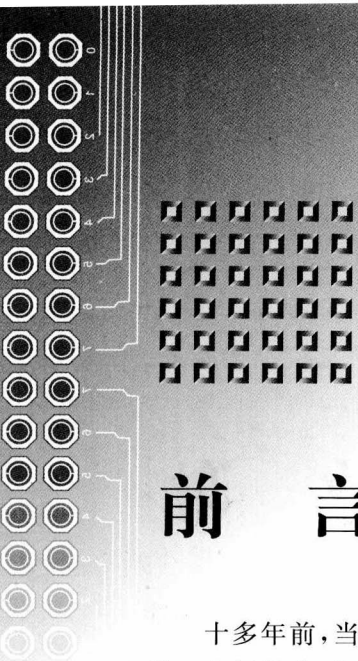
最初,这些项目利用的是通用电路板或者通过 PCB 制造商订购的定制电路板。自从 2008 年,麻省理工学院媒体实验室 Bits and Atoms 中心的教授 Neil Gershenfeld 先生为我提供了一台 MDX20 铣床,自行制作 PCB 的速度和易用性才得到显著提高。利用 MDX20 铣床,我们能够在几个小时之内就制好一块原型电路板,按我们先前的速度则是一块电路板需要一个星期。对于 Neil Gershenfeld 教授提供的慷慨帮助和许多建议我们深表谢意。还要感谢 Bits and Atoms 中心项目经理 Sherry Lassiter 先生对于我们的活动所提供的支持。

Atmel 公司的 Lars Thore Aarrestead, Marco Martin Joaquim 和 Imran Shariff 先生,在器件样品和开发工具方面提供了帮助。

感谢麦格劳-希尔出版社编辑部主任 Roger Stewart 先生,他对这本书的构思抱有很大的信心;感谢版权收购协调员 Joya Anthony 先生,即使在最后期限都被错过的时候,仍然保持温和的态度,做了许多有说服力的协调。在我们发送每章书稿给编辑之前,对于最终手稿的编写和成型, Vaishnavi Sundararajan 先生做了大量的工作。一句话:谢谢了,伙计们!

Nehul Malhotra 是在几个项目上给予合作的一位学生,他做出了重大的贡献,也成了本书的作者之一。他的毅力和能力以及持之以恒地辛勤工作,是值得同学们学习的。

没有 Sangeeta 和 Chaitanya 的支持就不可能有这本书,他们既是我的家人,也是我生命中最重要的人。谢谢你们的耐心和毅力!



前 言

十多年前,当我撰写关于 AVR 单片机的书时,AVR 还是单片机领域中的一个新品种,许多人没有听说过。我已经厌倦使用 8051 单片机,理由是它没有提供足够的功能来满足更复杂的需求,因此我就开始尝试 AVR 单片机的应用。尽管 AVR 单片机是新品种,但是由 Atmel 公司提供的软件工具却是非常强大的。在我第一次使用之前,花了几天的时间,读了所有关于这种单片机及其编程的资料。由于这种器件才刚刚面市,配套的高级语言工具不容易获得,或者漏洞还很多,或者编译后产生的代码过于冗长,即使源程序很简单。因此,在那本书中,所有应用 AVR 的项目,其程序都是利用汇编语言编写的。不过,现在的情况大不相同。目前,AVR 单片机系列产品日趋稳定和普及,已经成为全球第二大畅销的 8 位单片机品种,专为 AVR 系列配套的多款高质量的 C 语言编译器也容易获得。AVR 单片机也被 GCC(GNU C Compiler)编译器所支持,人称 AVRGCC 编译器。这意味着,当你选择使用 AVRGCC 时,不需要再为 C 编译器花费一分钱。

当我十多年前开始使用 AVR 单片机时,几个 8 脚的小器件引起了我的注意。仅从封装这一点来看,一片 8 脚集成电路就相当于一片 741 运放或一片 555 定时器芯片。然而,这里却是把一个完整的计算机集成在了 8 脚封装之内。一看到这样的小计算机我就被迷住了,更迷人的是应用它们来设计项目。多年来我对此一直迷恋不已。此外,Atmel 公司对于这个小巧的单片机系列并没有停滞不前,而是不断地给该系列产品扩容,还给它起了一个新颖的名称——ATtinyAVR 单片机。这些陆续增添的型号众多的单片机器件,其封装从 6 脚到 28 脚,应有尽有。这些器件的售价也非常低廉,甚至低到每片 25 美分。

今天,单片机已经是无处不在,从电视遥控器到微波炉、移动电话等。为了学习如何应用和给这些单片机编程,人们创建了各种学习工具、学习套件和开发环境。比如,Arduino 就是这样一种很流行的学习环境和平台。Arduino



支持 AVR 系列单片机,无需学习汇编语言或 C 语言,Arduino 有一套自己的语言,并且简单易学,在一天之内就能够上手使用。它被推崇为一种“低学习门槛”的单片机学习系统。简单、小巧的 Arduino 平台使用的是一片 28 脚的 AVR,即 ATmega8 或 ATmega168、ATmega328 单片机,成本只有大约 12 美元。但是,如果你的项目中想仅控制几个 LED 或只需要几个 I/O 端口引脚,这时你可能会问,为什么要用一片 28 脚的型号呢?其实,借助于该平台几乎可以学习和开发所有型号的 ATtinyAVR 单片机!

在这部专著中详细地介绍了 34 个完整的 AVR 应用项目,所有这些项目都是用 ATtinyAVR 系列单片机实现的,并且分别被安排在了 7 个章节中。第 1 章是 ATtinyAVR 系列单片机概览,具体讲解了 ATtinyAVR 单片机的架构、一个单片机应用项目的构成要素、电源方面的考虑等。34 个项目涵盖了六大主题,包括 LED 应用项目、高级 LED 应用项目、图形 LCD 应用项目、传感器应用项目、音频应用项目和替代能源供电项目,其中一些项目已经成为流行的产品。由于这些项目的细节都在这本书中做了详细描述,因此这些项目可以作为创客或 DIY 爱好者们一起来玩转 AVR 单片机的创意源泉。在这些项目中提出的观点,当然可以被引用和改进。所有项目的电路原理图和 PCB 版图文件都可以下载,并且可用于向 PCB 制造商订购 PCB 板。项目中用到的大部分器件可以通过供应商 Digikey 或 Farnell 订购。

这些项目的文件,如电路原理图、PCB 版图文件、视频和照片都可以在我们的网站上下载:www.avrgenius.com/tinyavr1。以下罗列的是本书各章所讲解的主要内容。

■ 第 1 章 ATtinyAVR 单片机概览

(1) ATtinyAVR 单片机的架构,ATtinyAVR 的重要特征,应用单片机的设计方法,适用于便携式项目的电源设计方法。

(2) 构建项目所需的软硬件工具,制作电路板的方法,一个简易项目“你好!单片机世界”的开发全程。

■ 第 2 章 LED 应用项目开发实例

(1) LED 的类型、特点,LED 的控制方法。

(2) 4 个项目:LED 蜡烛,RGB LED 混色器,随机颜色和音乐发生器,LED 笔。

■ 第 3 章 高级 LED 应用项目开发实例

(1) 采用各种复杂技术来控制大量的 LED。

(2) 8 个项目:心情灯,音量表,电压表,自动量程切换频率计数器,摄氏和华氏温度计,极客时钟(Geek Clock),RGB 骰子,RGB 井字棋。

■ 第4章 LCD应用项目开发实例

(1) LCD(液晶显示器)操作方法,LCD的类型,诺基亚3310图形式LCD简介。

(2) 6个项目:温度绘图仪,脸谱显示,游戏人生,井字游戏,滑稽时钟,起床和上课闹钟。

■ 第5章 传感器应用项目开发实例

(1) 用于检测光照、温度、磁场等参数的多种类型的传感器及其操作方法。

(2) 8个项目:LED用作传感器和指示器,LED情人心形显示器,火柴仿真电路,旋转动态LED信息显示屏,非接触式测速表,基于感应线圈的汽车探测器和计数器,可吹灭的电子生日蜡烛,冰箱关门提醒器。

■ 第6章 音频应用项目开发实例

(1) 应用单片机来生成音乐和声音的方法。

(2) 4个项目:音频播放器、冰箱关门提醒器升级版、RTTTL播放器、音乐玩具。

■ 第7章 替代电源项目开发实例

(1) 运用法拉第定律来产生感应电压,并用于便携式项目的供电。

(2) 3个项目:免电池的电视机遥控器,免电池的电子骰子,免电池的POV玩具。

■ 附录A AVR单片机C语言编程

一篇快速入门读物,可使读者能够尽快适应在嵌入式应用项目中使用C命令,并使用C语言为ATtinyAVR单片机编程。

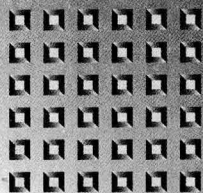
■ 附录B 设计和制作PCB

一种原理图设计和电路板布线软件工具——EAGLE。在这本书的项目中所使用的电路板,都是使用EAGLE的免费版本完成的。电路板可从PCB供应商那里定制,也可以使用Modela(或其他型号)PCB铣床自制。对于制作PCB的其他替代方法也进行了讨论。

■ 附录C 带LED照明的放大目镜

自制一款很酷的基于单片机的带LED照明的放大目镜,并且介绍了3个制作版本。

我们希望你有尽可能多的乐趣来制作这些项目,正如我们十分乐于与你分享这些项目。



目 录

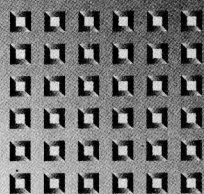
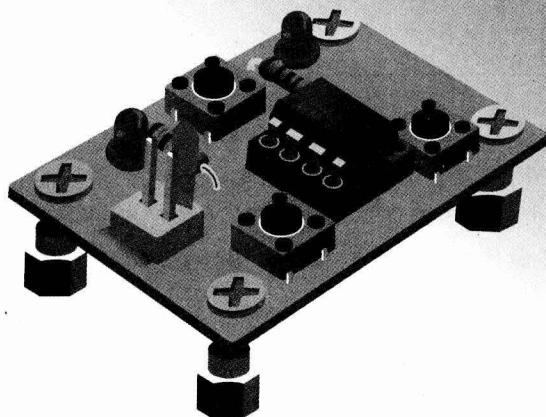
第 1 章	ATtinyAVR 单片机概览	1
1.1	本书简介	2
1.2	ATtinyAVR 系列单片机型号	2
1.3	ATtinyAVR 系列单片机器件	4
1.4	ATtinyAVR 系列单片机架构	5
1.5	一个项目的构成要素	12
1.6	电源规划	16
1.7	硬件开发工具	23
1.8	软件开发工具	26
1.9	规划自己的电路板	32
1.10	【项目 1】您好！单片机世界	36
1.11	总 结	40
第 2 章	LED 应用项目开发实例	41
2.1	LED 简介	41
2.2	LED 分类	44
2.3	LED 控制	45
2.4	【项目 2】LED 蜡烛	49
2.5	【项目 3】RGB 三色 LED 混色器	55
2.6	【项目 4】随机色彩和随机声音发生器	60
2.7	【项目 5】LED 发光笔	64
2.8	总 结	72
第 3 章	高级 LED 应用项目开发实例	73
3.1	驱动 LED 的多路复用方式——Multiplexing 技术	74

3.2 驱动 LED 的多路复用方式——Charlieplexing 技术	85
3.3 【项目 6】心情灯	86
3.4 【项目 7】20 点 LED 音量表	93
3.5 【项目 8】电压表	99
3.6 【项目 9】摄氏和华氏温度计	106
3.7 【项目 10】自动量程切换频率计数器	108
3.8 【项目 11】极客时钟(Geek Clock)	111
3.9 【项目 12】RGB 骰子	119
3.10 【项目 13】RGB 井字棋	123
3.11 总 结	127
 第 4 章 LCD 应用项目开发实例	129
4.1 LCD 工作原理	130
4.2 Nokia 3310 图形式 LCD 模块	131
4.3 【项目 14】温度绘图仪	136
4.4 【项目 15】Tengu 脸谱玩具	141
4.5 【项目 16】生命游戏	146
4.6 【项目 17】井字游戏	152
4.7 【项目 18】古怪的时钟	155
4.8 【项目 19】起床闹钟	161
4.9 总 结	166
 第 5 章 传感器应用项目开发实例	167
5.1 背景知识	167
5.2 【项目 20】LED 用作传感器和指示器	169
5.3 【项目 21】可感知距离的 LED 心形显示器	174
5.4 【项目 22】电子火柴	180
5.5 【项目 23】可显示信息的 LED 陀螺	184
5.6 【项目 24】非接触式测速计	190
5.7 【项目 25】基于感应线圈的汽车探测器和计数器	195
5.8 【项目 26】可吹灭的电子生日蜡烛	202
5.9 【项目 27】冰箱关门提醒器	208
5.10 总 结	213



第 6 章 音频应用项目开发实例	215
6.0 背景知识	215
6.1 【项目 28】音频播放器	217
6.2 【项目 29】冰箱关门提醒器升级版	223
6.3 【项目 30】RTTTL 播放器	226
6.4 【项目 31】音乐玩具	235
6.5 总 结	241
第 7 章 替代电源项目开发实例	243
7.1 替代电源的制作	243
7.2 【项目 32】免用电池的红外线遥控器	248
7.3 【项目 33】免用电池的电子骰子	254
7.4 【项目 34】免用电池的视觉暂留玩具	261
7.5 总 结	265
附录 A AVR 单片机 C 语言编程	267
A.1 标准 C 语言与嵌入式 C 语言的区别	268
A.2 数据类型和运算符	269
A.3 高效管理 I/O 端口	273
A.4 几款重要的头文件	277
A.5 函 数	278
A.6 中断处理	279
A.7 数 组	281
A.8 更多的 C 功能	281
附录 B 设计和制作 PCB	285
B.1 EAGLE 简化版	285
B.2 EAGLE 的工作窗口	286
B.3 EAGLE 教程	288
B.4 添加新库	288
B.5 元器件布局和布线	288
B.6 PCB 铣床	289

附录 C 带 LED 照明的放大目镜	301
C.1 第 2 版 LED 照明放大目镜	304
C.2 第 3 版 LED 照明放大目镜	306
 附录 D 介绍一款 AVR 单片机开发板	 309
D.1 AVR 开发板总体简介	309
D.2 单元电路详解	313



第 1 章

ATtinyAVR 单片机概览

依据摩尔定律,硅芯片的集成度几乎每 18 个月就翻一倍。这意味着每经过一年半,半导体集成电路(IC)制造商可以在相同的硅芯片面积上,挤入两倍数量的晶体管或其他元件。这一重要定律是由英特尔公司创始人之一——戈登·摩尔于 20 世纪 60 年代中期第一次提出的,令人惊奇的是至今仍然在某种程度上是灵验的。现在,台式个人计算机(PC,或称个人电脑)的尺寸已经显著减小了。从桌面上应用的台式 PC,到轻薄的便携式 PC,再到袖珍的掌上型 PC,我们都已经用上了。最近,另一种更小的计算机正出现在人们的面前——SFF(Small Form Factor,小型化)计算机。SFF 概念表述的是,为个人用户提供既小巧又通用的具有很高的利用率的计算机系统,这类计算机系统不需要运行定制软件的专业化嵌入式系统。摩尔定律的影响不仅体现在个人计算机的尺寸上,而且还体现在我们日常使用的各种电子设备上。例如,我当前使用的移动电话,不仅提供了许多前所未有的新性能,而且体积上也比以前的手机小得多!

提到“计算机”这个名词,通常指的是被我们用来进行文字处理、上网浏览等活动的常规计算机装置。但是,我们目前使用的所有电子装置内部几乎都配备了计算能力(或者计算机芯片)。这样的计算机被称为嵌入式计算机(即嵌入到对象系统中的、软/硬件可裁减的专用计算机),原因是这种计算机芯片被“嵌入”到某些较大的专用装置内部,使得这些装置比没有嵌入“计算机”时更聪明了,能力也更强了。

我们在追求体积更小、更新潮的计算机系统和电子元器件的过程中,也把注意力投向追求计算机芯片更小的引脚封装:TFF(Tiny Form Factor,微型化)计算机(芯片技术)。与其他计算机不同,这些都属于专用的计算机系统,小得可以装进衬衣口袋。许多制造商可以提供这种计算机的芯片(甚至裸片),其中 Microchip 和

Atmel 公司就是位居前列的领跑者。这类芯片与一个 6 脚封装的芯片一样小,比一粒米还小,它们需要的所有外围电路也只有电源和接口电路。录入自己的用户软件,你就拥有了独一无二的个性化小器件。

这么小的嵌入式计算机能做什么?它们能有什么用处?后面我们将展示它们有多么小,以及它们能做些什么。

1.1 本书简介

这本书规划为 7 章,其中 2~7 章为项目制作专题。分布在每章中的这些项目,都被安排成围绕一个特定的主题,如关于发光二极管(LED)的或关于传感器的。对于这些专题章的先后排列没有特定的顺序,可以由读者按自己需要随机阅读。不过,如果你是一位初学者,还是建议你遵循本书编排的章节顺序进行阅读。第 1 章包含一些引导性信息,是关于项目开发过程、软硬件工具、电源获取方案等内容的。即使你是一位高水平的读者,也强烈建议首先阅读本章,以便你轻松地了解和熟悉本书作者在后续章节中所采用的叙述风格和项目开发流程。

1.2 ATtinyAVR 系列单片机型号

目前,ATtinyAVR 系列单片机中设计了许多不同风格的品种(AVR 系列是由美国 ATMEL 公司研制的单片机芯片,其中又可以细分为两个作为重点发展的分支系列:ATtinyAVR 系列和 ATmegaAVR 系列。本书只关注 ATtinyAVR 系列——译者注)。输入/输出(I/O)引脚的数量从只有 4 个的型号(如最小的 6 脚封装的 ATtiny4/5/9/10 系列)到 28 个的型号(如 32 脚封装的 ATtiny48/88 系列)。ATtiny48/88 系列中另有一些封装形式(28 脚封装),只有 24 个 I/O 引脚。一种被广泛应用的型号是 ATtiny13,它总共有 8 个引脚,有两个引脚必须分配给电源,因此留给用户的只有 6 个 I/O 引脚。这听起来好像不太现实,但是结果表明,仅仅利用这 6 个 I/O 引脚,就可以圆满完成很多任务,甚至不必使用额外的 I/O 扩展电路。

对于表 1.1 中提到的一些 ATtinyAVR 单片机,在本章之后介绍的一些实践项目中,我们选择了 ATtiny13、ATtiny25/45/85、ATtiny261/461/861 等型号。它们基本代表了整个 ATtinyAVR 家族的产品。所有这些型号的芯片内都有一个(容量不等的)静态存储器(SRAM),这是一个运行 C 语言程序所必需的存储空间。ATtiny13 只有 1KB 的程序存储器(Flash ROM),而 ATtiny861 和 ATtiny85 则有 8KB。ATtiny13 和 ATtiny25/45/85 是引脚兼容的(都是 8 脚封装),但是后者具



有更大的程序存储器和更多的特性。每当程序代码在 ATtiny13 中放不下时,可以替换成 ATtiny25/45/85 等型号,这取决于对程序存储空间的需求。

表 1.1 ATtinyAVR 单片机家族中的一些主要型号

序 号	器件型号	特 性
1	ATtiny4/5/9/10 (6 脚或 8 脚封装)	最大 4 个 I/O 脚,1.8~5.5V 电源,32 字节 SRAM;ATtiny4/5 有 0.5KB 的 Flash,ATtiny9/10 有 1KB 的 Flash 程序存储器;ATtiny5/10 有 ADC,在 12MHz 系统时钟下具有高达 12MIPS(兆指令/秒)的执行速度
2	ATtiny13 (8 脚封装)	最大 6 个 I/O 脚,1.8~5.5V 电源,64 字节 SRAM,64 字节 EEPROM,1KB 的 Flash 程序存储器,有 ADC,在 20MHz 系统时钟下具有高达 20MIPS 的执行速度
3	ATtiny24/44/84 (14 脚封装)	最大 12 个 I/O 脚,1.8~5.5V 电源,128/256/512 字节 SRAM,128/256/512 字节 EEPROM,2/4/8KB 的 Flash 程序存储器,有 ADC、温度传感器、通用串行接口 USI,在 20MHz 系统时钟下具有高达 20MIPS 的执行速度
4	ATtiny25/45/85 (8 脚封装)	最大 6 个 I/O 脚,1.8~5.5V 电源,128/256/512 字节 SRAM,128/256/512 字节 EEPROM,2/4/8KB 的 Flash 程序存储器,有 ADC、通用串行接口 USI,在 20MHz 系统时钟下具有高达 20MIPS 的执行速度
5	ATtiny261/461/861 (20 脚封装)	最大 16 个 I/O 脚,1.8~5.5V 电源,128/256/512 字节 SRAM,128/256/512 字节 EEPROM,2/4/8KB 的 Flash 程序存储器,有 ADC、通用串行接口 USI,在 20MHz 系统时钟下具有高达 20MIPS 的执行速度
6	ATtiny48/88 (28 脚或 32 脚封装)	最大 24/28 个 I/O 脚(与封装形式有关),1.8~5.5V 电源,256/512 字节 SRAM,64 字节 EEPROM,4/8KB 的 Flash 程序存储器,有 ADC、SPI 接口,在 12MHz 系统时钟下具有高达 12MIPS 的执行速度
7	ATtiny43U (18 脚封装)	最大 16 个 I/O 脚,0.7~1.8V 电源,256 字节 SRAM,64 字节 EEPROM,4KB 的 Flash 程序存储器,有 ADC、温度传感器、通用串行接口 USI,在每兆赫系统时钟下得到 1MIPS 的执行速度,片内电源升压功能可以把 0.7V 提升为稳定的 3V 电源电压

为这本书规划的一些项目具有明显的特色。在所有这些项目中最迷人的和最具有视觉吸引力的形式当属基于 LED 的大个显示器。一种新的接口技术(称为 Charlieplexing)能够驱动较大数量的 LED,却仅使用数量相对较少的 I/O 引脚。例如,仅用 5 个 I/O 引脚就可以驱动多达 20 个 LED。这种技术已经被用来制作吸引人的图形显示器,或者给需要读数的项目添加 7 段 LED 数码管型显示器。在其他没有利用 LED 显示器的项目中,有些选用的是图形点阵式 LCD 显示器模块。

每个项目都可以只利用一个周末来完成,并且可以被当做一种有益的电子玩具或者电子仪器来使用。

1.3 ATtinyAVR 系列单片机器件

ATtinyAVR 系列单片机的不同型号之间设计了各种不同形式的变化。例如, I/O 引脚的数量变化;存储器(包含 RAM、ROM、EEPROM)的容量变化;封装形式的变化,有双列直插封装(Dual In-Line Package, DIP),有小外形集成电路封装(Small Outline Integrated Circuit, SOIC),有接近于芯片级尺寸的微引线框架封装(Micro Lead Frame, MLF);配备外围模块功能的变化;配备通信接口的变化等。图 1.1(a)展示的是些 DIP 封装的 ATtinyAVR 型号,在图 1.1(b)中展示的一些 ATtinyAVR 型号则是适合用做表面贴装器件(Surface Mount Device, SMD)的 SOIC 封装形式。图 1.2 中则展示的是目前体积最小的 SOT23-6 封装的 ATtinyAVR 单片机(译者补充)。ATtinyAVR 单片机家族的完整清单是高度动态化的,是不断被刷新的,因为 ATMEL 公司一直在定期添加新型号来取代旧型号。若要查看最新的变化,可以跟踪网站信息:www.avrgenius.com/tinyavr1。

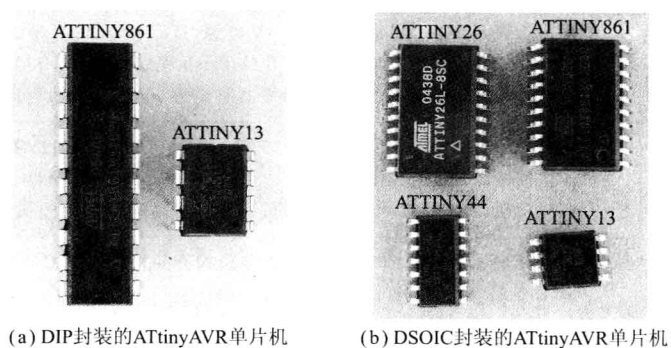


图 1.1 几款 8 脚封装的 ATtinyAVR 单片机

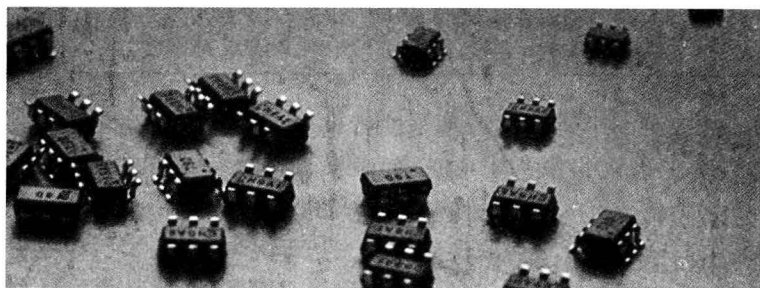


图 1.2 SOT23-6 封装的 ATtinyAVR 单片机

在 ATtinyAVR 单片机的大家族中,大多数的不同型号成员之间的变化或差别也仅体现在少数几个特征上,如存储器的容量等。该单片机系列中的几个主要