



张 军 宋 涛 编著
飞思科技产品研发中心 监制

- ◆ 汇集一线AVR单片机程序开发专家多年实践经验
- ◆ 实例典型、丰富，代表性和指导性强
- ◆ 项目的设计思路及开发步骤阐述详细

引脚配置 硬件结构

集成开发 人机接口

接口扩展 网络通信

数据采集 综合系统

AVR 单片机C语言 程序设计实例精粹

本书实例源文件请到<http://www.fecit.com.cn>的“下载专区”进行下载。



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

www.phei.com.cn



AVR

张 军 宋 涛 编著
飞思科技产品研发中心 监制

单片机C语言 程序设计实例精粹

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书从实用的角度出发,通过大量工程实例,详细介绍了 AVR 单片机程序设计的方法与技巧。全书共分 5 篇,第 1 篇为 AVR 单片机基础知识篇,简要介绍了 AVR 单片机的引脚配置、硬件结构、内部资源与集成开发环境;第 2 篇至第 5 篇为 AVR 单片机设计实例篇,通过 13 个设计实例,详细介绍了 AVR 单片机在人机接口、接口扩展及网络通信、数据采集与测量系统,以及综合系统开发方面的技术和技巧。书中实例全部来自于实践,代表性和指导性强,利于读者举一反三,是作者多年开发经验的推广与总结。

本书结构清晰、内容合理,13 个 AVR 单片机设计实例,典型实用、易学易懂,全部调试通过,涵盖了 AVR 单片机的大量开发技术与应用。同时全书对 AVR 单片机项目开发的步骤和设计思路进行详细讲解,穿插介绍开发经验、技巧与注意事项,对程序代码进行详细注释,利于读者理解和巩固知识点。

本书适合计算机、自动化、电子等相关专业的大学生,以及从事 AVR 单片机开发的科研人员使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

AVR 单片机 C 语言程序设计实例精粹 / 张军, 宋涛编著. 北京: 电子工业出版社, 2009.1

ISBN 978-7-121-07889-7

I. A… II. ①张…②宋… III. ①单片微型计算机—程序设计②C 语言—程序设计 IV. TP368.1 TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 184469 号

责任编辑: 杨 鹂

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 29.25 字数: 748.8 千字

印 次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定 价: 49.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

前言

AVR 单片机是 Atmel 公司于 1997 年推出的一款基于 RISC 指令构架的高性能、低功耗的 8 位单片机。AVR 单片机分为低、中、高三档，分别为 ATtiny 系列、AT90 系列和 ATmega 系列，它们的基本结构都比较相近。AVR 单片机拥有精简指令集 RISC，通过优选使用频率最高的简单指令，避免复杂指令，同时采用固定指令长度，减少指令格式和寻址方式等方法来缩短指令周期，提高处理器的运算速度。因此 AVR 系列的单片机具备高速处理能力，得到了许多用户的认可，特别在工业控制、数据采集与测量、网络通信开发方面得到了深入应用。目前市场上都是一些介绍基础原理的书，很少有实例引导书，本书的出版正好可以填补这种空白。

全书从实用的角度出发，通过大量工程实例，详细介绍了 AVR 单片机程序设计的方法与技巧。全书共分 5 篇，第 1 篇为 AVR 单片机基础知识篇，简要介绍了 AVR 单片机的引脚配置、硬件结构、内部资源与集成开发环境；第 2 篇至第 5 篇为 AVR 单片机设计实例篇，通过 13 个设计实例，详细介绍了 AVR 单片机在人机接口、通信总线及接口扩展、数据采集与测量系统，以及综合系统开发的技术和技巧。书中实例典型、丰富，全部来自于实践并且调试通过，代表性和指导性强，利于读者举一反三，是作者多年开发经验的推广与总结。

与同类型书相比，本书具有下面的特色：

- 本书结构清晰，内容合理，讲解从零开始，循序渐进，基础知识与大量实例相结合，边讲边练。
- 本书提供了 13 个丰富的 AVR 单片机设计实例，这些实例典型、实用，易学易懂，全部调试通过，涵盖了 AVR 单片机的大量开发技术与应用。
- 全书对 AVR 单片机项目开发的步骤和设计思路进行详细讲解，穿插介绍开发技巧与注意事项，对程序代码进行详细注释，利于读者理解和巩固知识点，起到举一反三的作用。

本书适合计算机、自动化、电子等相关专业的大学生，以及从事 AVR 单片机开发的科研人员使用。

本书由张军、宋涛编著。另外，唐清善、邱宝良、周克足、刘斌、李亚捷、李永怀、李宁宇、刘伟捷、黄小欢、严剑忠、黄小宽、李彦超、付军鹏、张广安、贾素龙、王艳波、金平、徐春林、谢正义、郑贞平、张小红等在资料收集、整理和技术支持方面做了大量的工作，在此一并向他们表示感谢！

由于时间仓促，加之作者的水平有限，书中难免存在一些不足之处，欢迎广大读者批评和指正。

编 著 者

联系方式

咨询电话：(010) 68134545 88254160

电子邮件：support@fecit.com.cn

服务网址：<http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址：计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

第 1 篇 AVR 单片机基础知识

第 1 章 AVR 单片机的硬件结构.....3	
1.1 AVR 单片机简介3	
1.2 ATmega 16 单片机的特点4	
1.3 ATmega 16 单片机的 引脚配置.....5	
1.4 ATmega 16 单片机的 中央处理器.....7	
1.5 ATmega 16 单片机的 存储器组织.....9	
1.6 ATmega 16 单片机的 系统控制.....12	
1.7 实例小结17	
第 2 章 ATmega 16 单片机的工作原理19	
2.1 ATmega 16 单片机的 I/O 端口.....19	
2.1.1 I/O 端口的工作原理19	
2.1.2 I/O 端口相关的 寄存器20	
2.2 ATmega 16 单片机的定时/ 计数器 0..... 23	
2.2.1 T/C0 的工作原理23	
2.2.2 T/C0 相关的寄存器25	
2.3 ATmega 16 单片机的定时/ 计数器 1..... 28	
2.3.1 T/C1 的工作原理28	
2.3.2 T/C1 相关的寄存器31	
2.4 ATmega 16 单片机的定时/ 计数器 2..... 36	
2.4.1 T/C2 的工作原理36	
2.4.2 T/C2 相关的寄存器38	
2.5 ATmega 16 单片机的 EEPROM 存储器..... 41	
2.5.1 EEPROM 存储器概述 ...41	
2.5.2 EEPROM 存储器 相关的寄存器42	
2.6 ATmega 16 单片机的模拟 比较器..... 43	

2.6.1 模拟比较器的结构及 工作原理	43	3.3.2 工具栏	68
2.6.2 模拟比较器相关的 寄存器	44	3.3.3 编辑区	69
2.7 ATmega 16 单片机的 A/D 转换器	45	3.3.4 编译区	69
2.7.1 A/D 转换器的工作 原理	45	3.3.5 工程区	70
2.7.2 A/D 转换器相关的 寄存器	47	3.4 ICC AVR 的设置	70
2.8 ATmega 16 单片机的 TWI 接口	51	3.5 创建一个工程项目	73
2.8.1 TWI 接口的工作原理	51	3.6 ICC AVR 的库函数	76
2.8.2 TWI 接口相关的寄存器	53	3.6.1 寄存器说明头文件	76
2.9 ATmega 16 单片机的看门狗 定时器	56	3.6.2 宏定义头文件	76
2.9.1 看门狗工作原理	56	3.6.3 库函数头文件	76
2.9.2 看门狗定时器相关的 寄存器	56	3.7 ICC AVR 硬件访问的 C 编程	80
2.10 ATmega 16 单片机的中断 系统	57	3.7.1 ICC AVR 支持的数据 类型	80
2.10.1 ATmega 16 单片机的中 断系统	57	3.7.2 访问程序存储器和 数据存储器	81
2.10.2 中断相关寄存器	59	3.7.3 位操作	81
2.11 实例小结	61	3.7.4 访问 UART	82
第 3 章 集成开发环境 ICC AVR	63	3.7.5 访问 EEPROM	82
3.1 集成开发环境 ICC AVR 简介	63	3.7.6 中断操作	83
3.2 ICC AVR 的安装和注册	63	3.8 实例小结	83
3.2.1 安装 ICC AVR	64	第 4 章 AVR 单片机系统开发流程	85
3.2.2 注册 ICC AVR	64	4.1 需求分析	85
3.3 ICC AVR 的 IDE 环境	65	4.2 系统总体设计	86
3.3.1 菜单栏	66	4.2.1 设计方案描述	86
		4.2.2 绘制工作总框图	87
		4.2.3 总体结构设计	87
		4.2.4 设计工作的筹备	87
		4.3 系统硬件设计	88
		4.3.1 元器件选择	88
		4.3.2 电路设计	89
		4.3.3 硬件电路的计算机 辅助设计	90
		4.3.4 单片机应用技术	92

4.3.5 硬件可靠性设计	95	4.5 调试与系统仿真	102
4.4 系统软件设计	97	4.5.1 软件调试	102
4.4.1 软件总体设计	97	4.5.2 系统仿真	105
4.4.2 程序设计	99	4.6 AVR 单片机程序下载	110
4.4.3 软件可靠性设计	100	4.7 实例小结	112

第 2 篇 人机接口系统

第 5 章 交通灯控制系统设计	115	6.5.1 程序结构	139
5.1 实例说明	115	6.5.2 程序源代码	140
5.2 设计思路分析	115	6.6 实例小结	149
5.3 硬件设计	117	第 7 章 字符型 LCD 显示应用设计	151
5.3.1 ATmega 16 资源分配 ...	117	7.1 实例说明	151
5.3.2 电路原理图	118	7.2 设计思路分析	151
5.4 软件设计	118	7.3 硬件设计	151
5.4.1 状态转换	118	7.3.1 ATmega 16 资源分配	152
5.4.2 时间显示	119	7.3.2 电路原理图	152
5.4.3 中断	120	7.3.3 主要元器件工作原理	152
5.4.4 模式转换	121	7.4 软件设计	155
5.5 程序源代码	122	7.4.1 显示控制	156
5.5.1 程序结构	122	7.4.2 按键侦测	156
5.5.2 程序源代码	122	7.4.3 中断	157
5.6 实例小结	133	7.5 程序源代码	157
第 6 章 大屏幕 LED 显示系统设计	135	7.5.1 程序结构	157
6.1 实例说明	135	7.5.2 程序源代码	158
6.2 设计思路分析	135	7.6 实例小结	173
6.3 硬件设计	136	第 8 章 点阵型 LCD 显示应用设计	175
6.3.1 ATmega 16 资源分配 ...	136	8.1 实例说明	175
6.3.2 电路原理图	137	8.2 设计思路分析	175
6.4 软件设计	137	8.3 硬件设计	175
6.4.1 显示字模	137	8.3.1 ATmega 16 资源分配	176
6.4.2 显示控制	138	8.3.2 电路原理图	176
6.4.3 中断	139	8.3.3 主要元器件工作原理 ...	176
6.5 程序源代码	139		

8.4	软件设计	179
8.4.1	点阵型 LCD 显示原理.....	179
8.4.2	软件设计思路.....	180
8.4.3	主要程序流程图	181

8.5	程序源代码	182
8.5.1	程序结构	182
8.5.2	程序源代码	182
8.6	实例小结	202

第 3 篇 接口扩展与网络通信

第 9 章	I2C 总线接口扩展设计	205
9.1	实例说明	205
9.2	设计思路分析	205
9.3	硬件设计	205
9.3.1	ATmega 16 资源分配.....	205
9.3.2	电路原理图	206
9.3.3	主要元器件工作原理	206
9.4	软件设计	208
9.4.1	软件设计思路.....	208
9.4.2	主要程序流程.....	208
9.5	程序源代码	209
9.5.1	程序结构.....	209
9.5.2	程序源代码.....	210
9.6	实例小结	227
第 10 章	RS232 通信接口应用设计	229
10.1	实例说明	229
10.2	设计思路分析	229
10.3	硬件设计	231
10.3.1	ATmega 16 资源分配	231
10.3.2	电路原理图	231
10.3.3	主要元器件工作原理.....	232

10.4	软件设计	232
10.4.1	RS232 通信协议结构.....	232
10.4.2	协议解析	233
10.4.3	数据格式转换	234
10.5	程序源代码	234
10.5.1	程序结构	234
10.5.2	程序源代码	235
10.6	实例小结	258
第 11 章	SPI 总线与 TLC2543 接口 设计	259
11.1	实例说明	259
11.2	设计思路分析	259
11.3	硬件设计	265
11.4	软件设计	266
11.5	实例小结	271

第 12 章	I2C 总线读写外部存储器	273
12.1	实例说明	273
12.2	设计思路分析	273
12.3	硬件电路设计	278
12.4	软件设计	280
12.5	实例小结	283

第 4 篇 数据采集与测量系统

第 13 章	基于 USB 传输的数据采集 系统	287
13.1	实例说明	287

13.2	系统方案与设备选型	287
13.2.1	系统方案设计	287
13.2.2	应用系统结构设计	288

13.2.3 设备选型	288	14.3.2 电路原理图	326
13.3 硬件设计	288	14.3.3 主要电路单元	327
13.4 软件设计	302	14.4 软件设计	327
13.5 实例小结	324	14.4.1 采样参数计算	327
第 14 章 市电电压频率测量设计	325	14.4.2 主要程序流程	328
14.1 实例说明	325	14.5 程序源代码	329
14.2 设计思路分析	325	14.5.1 程序结构	329
14.3 硬件设计	326	14.5.2 程序源代码	330
14.3.1 ATmega 16 资源分配	326	14.6 实例小结	337

第 5 篇 综合应用系统

第 15 章 多任务模拟系统设计	341	16.4 软件设计	377
15.1 实例说明	341	16.4.1 LCD 显示设计	377
15.2 设计思路分析	341	16.4.2 程序流程图	379
15.3 硬件设计	342	16.5 程序源代码	384
15.3.1 ATmega 16 资源分配	342	16.5.1 程序结构	384
15.3.2 电路原理图	342	16.5.2 程序源代码	385
15.4 软件设计	343	16.6 实例小结	411
15.4.1 内核设计	343	第 17 章 无线步测仪系统设计	413
15.4.2 内核主要函数	344	17.1 实例说明	413
15.4.3 任务接口	347	17.2 设计方案与设备选型	413
15.4.4 主要程序流程	348	17.2.1 系统方案设计	413
15.5 程序源代码	349	17.2.2 应用系统结构设计	414
15.5.1 程序结构	349	17.2.3 设备选型	414
15.5.2 程序源代码	350	17.3 硬件电路设计	415
15.6 实例小结	372	17.3.1 加速度计电路设计	417
第 16 章 LCD 菜单综合系统设计	375	17.3.2 无线收发电路设计	420
16.1 实例说明	375	17.3.3 基站电路设计	429
16.2 设计思路分析	375	17.4 软件设计	430
16.3 硬件设计	376	17.4.1 软件结构设计	430
16.3.1 ATmega 16 资源分配	376	17.4.2 系统程序	432
16.3.2 电路原理图	376	17.5 系统集成	457
		17.6 实例小结	457

第 1 篇

AVR 单片机基础知识

第 1 章 AVR 单片机的硬件结构

AVR 单片机是 Atmel 公司于 1997 年推出的一款基于 RISC 指令构架的高性能、低功耗的单片机。Atmel 公司的 AVR 单片机分为低、中、高 3 档，分别为 ATtiny 系列、AT90 系列和 ATmega 系列，它们的基本结构都比较相近。本章以 ATmega 16 单片机为例介绍 AVR 单片机的硬件结构。

1.1 AVR 单片机简介

AVR 单片机是 Atmel 公司推出的一款基于 RISC 指令架构的高性能、低功耗的 8 位单片机。所谓精简指令集 RISC (Reduced Instruction Set Computer) 是 20 世纪 90 年代开发出来的，它是综合了半导体集成技术和软件技术性能的新型微处理器架构，是相对于复杂指令集 CISC (Complex Instruction Set Computer) 而言的。RISC 先使用频率通过最高的简单指令、避免复杂指令、采用固定指令长度、减少指令格式和寻址方式等方法来缩短指令周期，提高处理器的运算速度。采用这种 RISC 结构，使得 AVR 系列的单片机具备 1MIPS/MHz 的高速处理能力。

AVR 单片机的快速存取寄存器文件由 32 个通用寄存器组成。32 个寄存器全部直接与运算逻辑单元 (ALU) 相连，每一个寄存器都可以代替累加器工作。这使得微处理器可以在执行当前指令时取出要执行的下一条指令，从而避免了传统的累加器结构造成累加器和存储器之间的数据传输瓶颈效应，提高了系统性能。

在传统的 CISC 结构中，单片机外部振荡器的时钟被分频降低到内部执行周期。AVR 单片机没有对外部时钟分频，它用一个时钟周期来执行一条指令。

AVR 单片机采用哈佛 (Harvard) 总线结构，程序存储器和数据存储器是分开的。微处理器直接访问全部程序存储器和数据存储器。

Atmel 公司将高密度、非易失性存储器技术运用在了 AVR 单片机上面，使得 AVR 单片机都具有 ISP (In System Programming) 的功能。即使在程序运行时，也可以对系统进行重新编程。

Atmel 公司在 AVR 高端产品 ATmega 系列部分单片机中还集成了在线调试单元，通过 JTAG 即可实现在线调试和程序下载功能。这使得 AVR 单片机成为一种能满足多种需求的

高灵活性和低成本的高速微处理器。

AVR 单片机除了支持汇编语言编程外还支持 C 和 Basic 等高级语言编程。采用高级语言对系统开发是单片机应用发展的一个趋势。采用高级语言编程能有效地进行系统的开发和程序的移植。

1.2 ATmega 16 单片机的特点

ATmega 16 单片机是 ATmega 系列 AVR 单片机中内部接口丰富、功能齐全、性能价格比较高的产品,它具有如下特点。

- 高性能、低功耗的 8 位 AVR 微处理器。
- 先进的 RISC 结构。
 - 由 118 条指令构成的精简指令集,大多数为单指令周期。
 - 32 个 8 位通用寄存器。
 - 工作在 16MHz 时具有 16MIPS 的性能。
 - 只需两个时钟周期的硬件乘法器。
- 非易失性程序和数据存储器。
 - 16KB 的在线可编程 Flash 存储器,擦写 10 000 次以上。
 - 具有独立锁定位的可选 Boot 代码区实现系统内编程,真正地同时进行读写操作。
 - 512B 在线可编程 EEPROM,寿命为 100 000 次。
 - 1KB 的片内 SRAM。
- 外围器件特点。
 - 两个具有比较模式的可预分频 8 位定时器/计数器。
 - 1 个具有预分频功能、比较功能、捕捉功能的 16 位定时器/计数器。
 - 具有独立振荡器的实时计数器 RTC。
 - 8 路 10 位 ADC。
 - 面向字节的两线串行接口。
 - 两个可编程的串行 USART。
 - 可工作于主机/从机的 SPI 串行接口。
 - 具有独立片内振荡器的可编程看门狗定时器。
 - 片内模拟比较器。
- 处理器特点。
 - 上电复位电路及可编程掉电检测。
 - 片内经过校准的 RC 振荡器。

- 片内/片外中断源。
- 6 种睡眠模式。
- I/O 接口和封装。
 - 32 个可编程 I/O 接口。
 - 40 引脚 DIP 封装, 44 引脚 TQFP 封装及 MLF 封装。
- 工作电压。
 - ATmega 16L: 2.7~5.5V。
 - ATmega 16: 4.5~5.5V。
- 速度等级。
 - ATmega 16L: 0~8MHz。
 - ATmega 16: 0~16MHz。
- ATmega 16L 在 1MHz、3V、25℃ 条件下的功耗。
 - 正常模式: 1.1mA。
 - 空闲模式: 0.35mA。
 - 掉电模式: <1μA。

1.3 ATmega 16 单片机的引脚配置

ATmega 16 单片机有 PDIP、TQFP 和 MLF 3 种封装形式, 如图 1-1 所示。

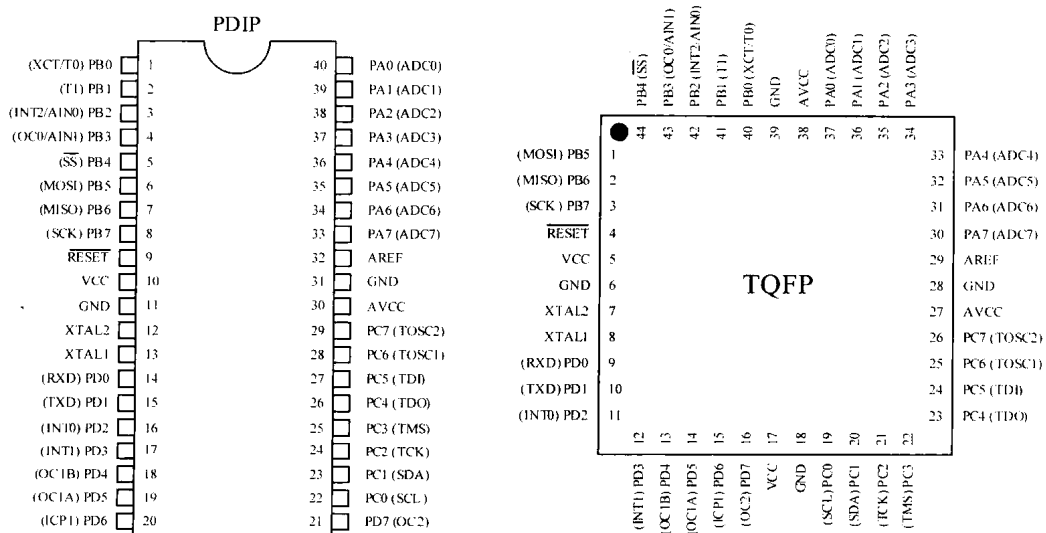


图 1-1 ATmega 16 单片机的芯片封装

表 1-1 是 PDIP-40 封装的 ATmega 16 单片机的引脚功能配置。

表 1-1 ATmega 16 单片机的引脚功能配置

引 脚	符 号	功 能
1	XCK/T0/PB0	USART 外部时钟输入/定时/计数器 0 外部计数输入端/PB 口第 0 位
2	T1/PB1	定时/计数器 1 外部计数输入端/PB 口第 1 位
3	INT2/AIN0/PB2	外部中断 2 输入/模拟比较输入端 0/PB 口第 2 位
4	OC0/AIN1/PB3	T/C0 输出比较匹配输出/模拟比较输入端 1/PB 口第 3 位
5	SS/PB4	SPI 从机选择端/PB 口第 4 位
6	MOSI/PB5	SPI 主机输出从机输入端/PB 口第 5 位
7	MISO/PB6	SPI 主机输入从机输出端/PB 口第 6 位
8	SCK/PB7	SPI 串行时钟输入端/PB 口第 7 位
9	RESET	复位端, 低电平有效
10	VCC	数字电源端
11	GND	数字地
12	XTAL2	振荡器输出端
13	XTAL1	振荡器输入端
14	RXD/PD0	USART 数据接收端/PD 口第 0 位
15	TXD/PD1	USART 数据发送端/PD 口第 1 位
16	INT0/PD2	外部中断输入 0/PD 口第 2 位
17	INT1/PD3	外部中断输入 1/PD 口第 3 位
18	OC1B/PD4	T/C1 输出比较 1B 匹配输出/PD 口第 4 位
19	OC1A/PB5	T/C1 输出比较 1A 匹配输出/PD 口第 5 位
20	ICP/PD6	T/C1 输入捕获端/PD 口第 6 位
21	OC2 /PD7	T/C2 输出比较匹配输出/PD 口第 7 位
22	SCL/PC0	I ² C 时钟线/PC 口第 0 位
23	SDA/PC1	I ² C 数据线/PC 口第 1 位
24	TCK/PC2	JTAG 测试时钟/PC 口第 2 位
25	TMS/PC3	JTAG 测试模式/PC 口第 3 位
26	TDO/PC4	JTAG 测试数据输出/PC 口第 4 位
27	TDI/PC5	JTAG 测试数据输入/PC 口第 5 位
28	TOSC1/PC6	实时时钟引脚 1/PC 口第 6 位
29	TOSC2/PC7	实时时钟引脚 2/PC 口第 7 位
30	AVCC	模拟电源端
31	AGND	模拟地
32	AREF	模数转换参考电压
33	ADC7/ PA7	模数转换输入端 7/PA 口第 7 位
34	ADC6/ PA6	模数转换输入端 6/PA 口第 6 位
35	ADC5/ PA5	模数转换输入端 5/PA 口第 5 位
36	ADC4/ PA4	模数转换输入端 4/PA 口第 4 位
37	ADC3/ PA3	模数转换输入端 3/PA 口第 3 位
38	ADC2/ PA2	模数转换输入端 2/PA 口第 2 位
39	ADC1/ PA1	模数转换输入端 1/PA 口第 1 位
40	ADC0/ PA0	模数转换输入端 0/PA 口第 0 位