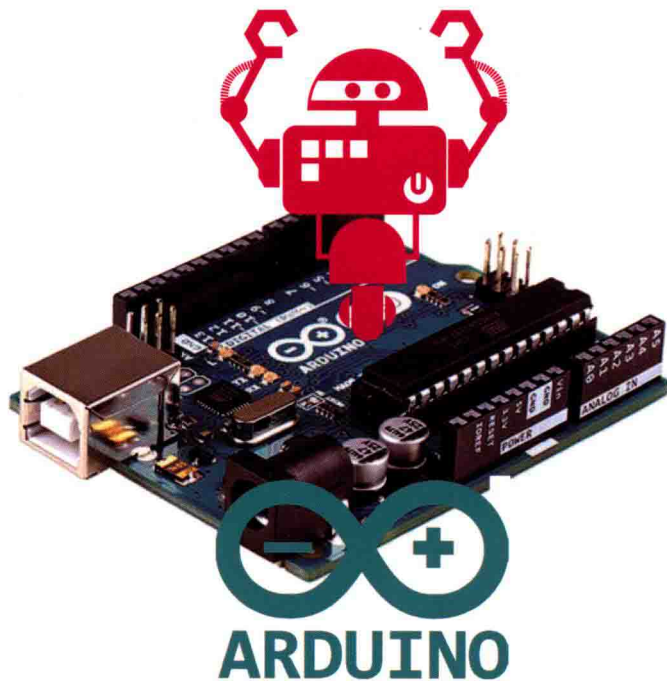


中关村智能硬件产业联盟推荐用书

Arduino原创项目开发案例，可二次开发利用

清华

开发者书库



Practical Guide for the Software and Hardware Co-design in  
Arduino Platform, Second Edition

# Arduino软硬件协同设计 实战指南

(第2版)

李永华 王思野◎编著

Li Yonghua Wang Siye

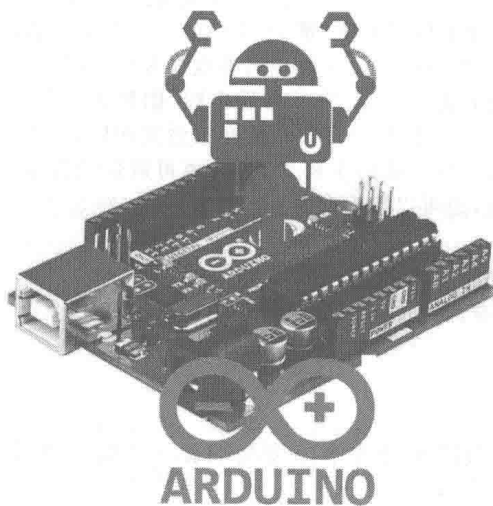
清华大学出版社



借外

清华

开发者书库



Practical Guide for the Software and Hardware Co-design in  
Arduino Platform, Second Edition

# Arduino软硬件协同设计 实战指南

(第2版)

李永华 王思野◎编著

Li Yonghua Wang Siye

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书以物联网和智能开源硬件的发展为背景,总结了基于 Arduino 开源硬件的开发方法,并给出了系统开发 Arduino 智能硬件产品的实际案例。主要内容分四个方面:Arduino 开源硬件产品、开发环境及编程语言(第 1~3 章)——主要介绍当今常用的开发板,以及 Arduino IDE 的使用和相关的编程语言等;Arduino 开发产品的基本方法(第 4~6 章)——主要介绍硬件设计方法 Fritzing 的使用、Arduino 程序设计和扩展板的使用;外围硬件及传感器使用方法(第 7~10 章)——主要介绍智能开源硬件平台、各种传感器和模块;综合案例的开发(第 11~20 章)——主要介绍游戏类开发、控制类开发、交互类开发、物联网开发以及大型综合项目开发。本书内容由浅入深、先思考后实践,创新思维与实践案例相结合,以满足不同层次读者的需求;同时,本书配有实际项目的硬件设计图和软件实现代码,可供读者学习使用。

本书可作为高校信息与通信工程专业的本科生教材,也可以作为智能硬件爱好者的参考用书。对于从事物联网开发的专业技术人员,也可以作为参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

Arduino 软硬件协同设计实战指南/李永华,王思野编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,2018  
(清华开发者书库)  
ISBN 978-7-302-48842-2

I. ①A… II. ①李… ②王… III. ①单片微型计算机—程序设计—指南 IV. ①TP368.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 285931 号

责任编辑:盛东亮 赵晓宁

封面设计:李召霞

责任校对:李建庄

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:186mm×240mm 印 张:25.25

字 数:567千字

版 次:2015年5月第1版 2018年4月第2版

印 次:2018年4月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:89.00元

产品编号:076523-01

# 前言

## PREFACE

进入 21 世纪,信息技术的发展日新月异,特别是近五年的快速发展,移动互联网、物联网、智能硬件给社会带来了巨大的冲击,个性化、定制化和时尚化的智能硬件设备已经成为未来的发展趋势。大学作为传播知识、科研创新和服务社会的最主要机构,为社会培养具有创新思维的现代化人才是责无旁贷的,而具有时代感的教材又是培养现代化人才的基础,所以,教材的重要性不言而喻。

人类工业的发展阶段为大规模生产—电气化生产—自动化生产—智能定制化生产。不同的社会发展阶段对人才的需求是不同的,因此,人才的培养模式在不同的时代背景下应该具有不同的要求。作者依据当今信息社会的发展趋势,结合智能硬件的发展需求,基于工程教育教学经验,探索了创新工程教育的基本方法,并将其提炼为适合我国国情、具有自身特色的创新实践教材。尽管这个理想是非常远大的,却是一次大胆的尝试。因此,本书将实际教学中应用智能硬件的工程教学案例进行总结,包括基本开发方法、产品设计、产品实现和具体应用,希望对教育界及工业界有所帮助,起到抛砖引玉的作用。

本书以当前物联网和智能开源硬件的发展为背景,总结 Arduino 开源硬件的开发方法,给出了系统开发 Arduino 智能硬件产品的实际案例。主要内容分四个方面:Arduino 开源硬件产品、开发环境及编程语言(第 1~3 章),为开源硬件开发提供基本的知识和方法,主要介绍常用的开发板以及 Arduino IDE 的使用和相关的编程语言等;Arduino 开发产品的基本方法(第 4~6 章),包括硬件设计方法 Fritzing 的使用、Arduino 入门程序设计和扩展板的使用;外围硬件及传感器使用方法(第 7~10 章),包括智能开源硬件平台、各种传感器和模块,从功能、使用方法、电路连接和实例程序等方面介绍其使用方法;综合案例的开发(第 11~20 章),包括游戏类开发、控制类开发、交互类开发、物联网开发及大型综合项目开发。

本书的内容和素材来源,除了引用的参考文献之外,主要来自于以下几方面的教学和科研工作:首先,是作者所在学校近几年承担的教育部和北京市的教育、教学改革项目的成果,在此特别感谢林家儒教授的鼎力支持和悉心指导;其次,是作者指导的研究生在物联网和智能硬件方面的研究工作及成果总结,在此特别感谢郑铖、谭扬、黄旭新、顾铁钥、高凡石和陈佳丰等研究生同学的大力协助;再次,是北京邮电大学信息工程专业的同学的成果,通过基于 CDIO 工程教育的方法,创新产品得到了实现,不但学到了知识、提高了能力,而且为本书提供了第一手素材和资料,在此向信息工程专业的所有同学表示感谢。最后,感谢父母妻儿在精神上给予的支持与鼓励,才使得此书得以问世!

本书的编写得到了教育部电子信息类专业教学指导委员会、信息工程专业国家第一类特色专业建设项目、信息工程专业国家第二类特色专业建设项目、教育部 CDIO 工程教育模式研究与实践项目、教育部本科教学工程项目、信息工程专业北京市特色专业项目、北京高等学校教育教学改革项目和北京邮电大学教育教学改革项目(2017JY04)的大力支持,在此表示感谢!

本书内容由浅入深、先思考后实践,创新思维与实践案例相结合,以满足不同层次的人员需求;同时,本书附有实际项目的硬件设计图和软件实现代码,供读者自我学习和自我提高。本书可作为大学信息与通信工程及相关领域的本科生教材,也可以作为智能硬件爱好者的创新手册使用,还可以为创客的需求产生、分析产品、设计生产、实现产品提供帮助。对于从事物联网、创新开发和设计的专业技术人员,本书也可以作为主要的技术参考书。

本书主要由李永华、王思野编著。此外,李和禹、陈河泉、陈向梅、张秋彤、李昕烨、张国利也参与了部分内容的编写。由于作者水平有限,书中的不当之处在所难免,衷心地希望各位读者多提宝贵意见及具体的整改建议,以便作者进一步修改和完善。

李永华于北京邮电大学

2018年1月

# 目录

## CONTENTS

---

第 1 章	Arduino 开源硬件	1
1.1	Arduino UNO	2
1.1.1	概述	2
1.1.2	技术规范	3
1.2	Arduino YUN	6
1.2.1	概述	6
1.2.2	技术规范	8
1.3	Arduino DUE	12
1.3.1	概述	13
1.3.2	技术规范	14
1.4	Arduino MEGA 2560	17
1.4.1	概述	18
1.4.2	技术规范	19
1.5	Arduino LEONARDO	22
1.5.1	概述	22
1.5.2	技术规范	23
1.6	Arduino ETHERNET	25
1.6.1	概述	26
1.6.2	技术规范	27
1.7	Arduino ROBOT	29
1.7.1	概述	30
1.7.2	技术规范	31
1.8	Arduino NANO	35
1.8.1	概述	35
1.8.2	技术规范	36

<b>第 2 章 Arduino 软件开发平台</b>	39
2.1 Arduino 平台特点	39
2.2 Arduino IDE 的安装	39
2.3 Arduino IDE 的使用	42
<b>第 3 章 Arduino 编程语言</b>	45
3.1 Arduino 编程基础	45
3.2 数字 I/O 口的操作函数	46
3.3 模拟 I/O 口的操作函数	48
3.4 高级 I/O 操作函数	51
3.5 时间函数	54
3.6 中断函数	57
3.7 串口通信函数	61
<b>第 4 章 Arduino 硬件设计平台</b>	70
4.1 Fritzing 软件简介	70
4.1.1 主界面	70
4.1.2 项目视图	70
4.1.3 工具栏	73
4.2 Fritzing 使用方法	79
4.2.1 查看元件库已有元件	79
4.2.2 添加新元件到元件库	80
4.2.3 添加新元件库	87
4.2.4 添加或删除元件	88
4.2.5 添加元件间连线	88
4.3 Arduino 电路设计	89
4.4 Arduino 样例与编程	95
<b>第 5 章 Arduino 开发基础</b>	98
5.1 入门开发例程	98
5.1.1 Blink	98
5.1.2 AnalogReadSerial	100
5.1.3 DigitalReadSerial	101
5.1.4 Fade	102
5.1.5 ReadAnalogVoltage	104

5.2	数字信号处理开发例程 .....	105
5.2.1	BlinkWithoutDelay .....	105
5.2.2	Button .....	107
5.2.3	Debounce .....	108
5.2.4	DigitalInputPullup .....	110
5.2.5	StateChangeDetection .....	112
5.2.6	toneKeyboard .....	114
5.2.7	toneMelody .....	116
5.2.8	toneMultiple .....	117
5.2.9	tonePitchFollower .....	119
5.3	模拟信号处理开发例程 .....	120
5.3.1	AnalogInOutSerial .....	121
5.3.2	AnalogInput .....	122
5.3.3	AnalogWriteMega .....	125
5.3.4	Calibration .....	127
5.3.5	Fading .....	129
5.3.6	Smoothing .....	130
<b>第 6 章</b>	<b>Arduino 扩展板 .....</b>	<b>133</b>
6.1	Arduino Ethernet Shield .....	133
6.1.1	概述 .....	134
6.1.2	技术规范 .....	134
6.2	Arduino GSM Shield .....	135
6.2.1	概述 .....	135
6.2.2	技术规范 .....	136
6.3	Arduino Motor Shield .....	137
6.3.1	概述 .....	137
6.3.2	技术规范 .....	138
6.4	Arduino 9 Axes Motion Shield .....	139
6.4.1	概述 .....	140
6.4.2	技术规范 .....	140
6.5	Arduino WiFi Shield .....	141
6.5.1	概述 .....	142
6.5.2	技术规范 .....	143
6.6	Arduino 的库函数 .....	144



<b>第7章 Arduino 数据采集</b> .....	146
7.1 温湿度采集 .....	146
7.1.1 原理 .....	146
7.1.2 实验代码 .....	146
7.2 水位采集 .....	148
7.2.1 原理 .....	148
7.2.2 实验代码 .....	149
7.3 光强采集 .....	149
7.3.1 原理 .....	149
7.3.2 实验代码 .....	151
7.4 气体传感器 .....	152
7.4.1 原理 .....	152
7.4.2 实验代码 .....	153
7.5 超声波传感器 .....	153
7.5.1 原理 .....	153
7.5.2 实验代码 .....	154
7.6 压力传感器 .....	156
7.6.1 原理 .....	156
7.6.2 实验代码 .....	157
7.7 风速传感器 .....	158
7.7.1 原理 .....	158
7.7.2 实验代码 .....	158
7.8 拍照模块 .....	159
7.8.1 原理 .....	159
7.8.2 实验代码 .....	160
<b>第8章 Arduino 显示控制</b> .....	163
8.1 LED .....	163
8.1.1 原理 .....	163
8.1.2 电路图 .....	164
8.1.3 实验代码 .....	164
8.2 数码管 .....	165
8.2.1 原理 .....	165
8.2.2 电路图 .....	165
8.2.3 实验代码 .....	167

8.3	点阵 .....	171
8.3.1	原理 .....	171
8.3.2	点阵的使用方法 .....	171
8.3.3	实验代码 .....	172
8.4	液晶 LCD .....	174
8.4.1	原理 .....	174
8.4.2	电路图 .....	174
8.4.3	引脚扩展 .....	176
8.4.4	实验代码 .....	176
<b>第9章</b>	<b>Arduino 电流控制 .....</b>	<b>181</b>
9.1	直流电机 .....	181
9.1.1	原理 .....	181
9.1.2	电路图 .....	182
9.1.3	实验代码 .....	182
9.2	步进电机 .....	183
9.2.1	原理 .....	183
9.2.2	电路图 .....	184
9.2.3	实验代码 .....	184
9.3	舵机 .....	185
9.3.1	原理 .....	185
9.3.2	电路图 .....	185
9.3.3	实验代码 .....	186
9.4	继电器 .....	186
9.4.1	原理 .....	186
9.4.2	电路图 .....	187
9.4.3	实验代码 .....	188
<b>第10章</b>	<b>Arduino 通信控制 .....</b>	<b>189</b>
10.1	SPI 串口通信 .....	189
10.1.1	原理 .....	189
10.1.2	电路图及使用 .....	189
10.1.3	实验代码 .....	190
10.2	红外线通信 .....	193
10.2.1	原理 .....	193
10.2.2	电路图及使用 .....	194

10.2.3 实验代码 .....	194
10.3 RFID 通信 .....	196
10.3.1 原理 .....	196
10.3.2 电路图及使用 .....	197
10.3.3 实验代码 .....	197
10.4 Ethernet 通信 .....	207
10.4.1 原理 .....	207
10.4.2 电路图及使用 .....	208
10.4.3 实验代码 .....	209
10.5 WiFi 通信 .....	215
10.5.1 原理 .....	215
10.5.2 电路图及使用 .....	216
10.5.3 实验代码 .....	216
10.6 BlueTooth 通信 .....	219
10.6.1 原理 .....	219
10.6.2 电路图及使用 .....	220
10.6.3 实验代码 .....	221
10.7 XBee 通信 .....	222
10.7.1 原理 .....	222
10.7.2 电路图及使用 .....	222
10.7.3 实验代码 .....	225
<b>第 11 章 游戏类开发 .....</b>	<b>227</b>
11.1 Jumping Pong .....	227
11.1.1 功能构思 .....	227
11.1.2 设计原理 .....	228
11.1.3 参考代码 .....	230
11.2 打地鼠游戏机 .....	245
11.2.1 功能构思 .....	245
11.2.2 设计原理 .....	245
11.2.3 参考代码 .....	246
<b>第 12 章 控制类开发 .....</b>	<b>249</b>
12.1 蓝牙控制智能车 .....	249
12.1.1 功能构思 .....	249
12.1.2 设计原理 .....	249

12.1.3 参考代码 .....	250
12.2 可抓取机械手臂 .....	254
12.2.1 功能构思 .....	254
12.2.2 设计原理 .....	254
12.2.3 参考代码 .....	255
<b>第 13 章 交互类开发 .....</b>	<b>257</b>
13.1 虚拟架子鼓 .....	257
13.1.1 功能构思 .....	257
13.1.2 设计原理 .....	257
13.1.3 参考代码 .....	259
13.2 触摸按键交互设计 .....	263
13.2.1 功能构思 .....	263
13.2.2 设计原理 .....	263
13.2.3 参考代码 .....	265
<b>第 14 章 物联网开发 .....</b>	<b>267</b>
14.1 植物生长助手 .....	267
14.1.1 功能构思 .....	267
14.1.2 设计原理 .....	268
14.1.3 参考代码 .....	269
14.2 环境信息采集系统 .....	275
14.2.1 功能构思 .....	275
14.2.2 设计原理 .....	275
14.2.3 参考代码 .....	277
14.3 家居灯光控制系统 .....	282
14.3.1 功能构思 .....	282
14.3.2 设计原理 .....	282
14.3.3 参考代码 .....	283
<b>第 15 章 智慧农业设计与开发 .....</b>	<b>285</b>
15.1 简介 .....	285
15.2 系统逻辑结构图 .....	286
15.3 开发板选型 .....	287
15.3.1 开发板简介 .....	287
15.3.2 参考代码 .....	288

15.4	感知层的设计 .....	291
15.4.1	流程图 .....	292
15.4.2	Arduino 的 GET、POST 程序 .....	292
15.5	平台层的设计 .....	297
15.5.1	创建 RESTFul WCF 服务 .....	298
15.5.2	相关数据库设计 .....	300
15.5.3	平台数据接口开发 .....	302
15.5.4	Fiddler 测试 REST 服务 .....	303
15.5.5	编写平台图片数据接收 .....	305
15.5.6	Arduino 请求平台 .....	306
<b>第 16 章</b>	<b>手势图案解锁门项目设计 .....</b>	<b>308</b>
16.1	项目背景 .....	308
16.2	创意描述 .....	308
16.3	功能及总体设计 .....	308
16.3.1	功能介绍 .....	309
16.3.2	总体设计 .....	309
16.3.3	模块介绍 .....	310
16.4	产品展示 .....	318
16.5	故障及问题分析 .....	319
16.6	元器件清单 .....	320
<b>第 17 章</b>	<b>激光雕刻机项目设计 .....</b>	<b>321</b>
17.1	项目背景 .....	321
17.2	创意描述 .....	321
17.3	功能及总体设计 .....	322
17.3.1	功能介绍 .....	322
17.3.2	总体设计 .....	322
17.3.3	模块介绍 .....	324
17.4	产品展示 .....	336
17.5	故障及问题分析 .....	337
17.6	元器件清单 .....	338
<b>第 18 章</b>	<b>App 遥控四轴飞行器项目设计 .....</b>	<b>339</b>
18.1	项目背景 .....	339
18.2	创意描述 .....	339

18.3	功能与整体设计 .....	340
18.3.1	功能介绍 .....	340
18.3.2	总体设计 .....	340
18.3.3	模块介绍 .....	341
18.4	产品展示 .....	360
18.5	故障及问题分析 .....	360
18.6	元器件清单 .....	361
<b>第 19 章</b>	<b>肩带式转向警示器项目设计 .....</b>	<b>362</b>
19.1	项目背景 .....	362
19.2	创意描述 .....	362
19.3	功能及总体设计 .....	363
19.3.1	功能介绍 .....	363
19.3.2	总体设计 .....	363
19.3.3	模块介绍 .....	364
19.4	产品展示 .....	371
19.5	故障及问题分析 .....	372
19.6	元器件清单 .....	373
<b>第 20 章</b>	<b>变声器项目设计 .....</b>	<b>374</b>
20.1	项目背景 .....	374
20.2	创新描述 .....	374
20.3	功能及总体设计 .....	374
20.3.1	功能介绍 .....	375
20.3.2	总体设计 .....	375
20.3.3	模块介绍 .....	378
20.4	产品展示 .....	385
20.5	故障及问题分析 .....	385
20.6	元器件清单 .....	386
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>388</b>
<b>附录 A</b>	<b>面包板的使用 .....</b>	<b>389</b>

## 第 1 章



# Arduino 开源硬件

电子电路是人类社会发展的重要成果,在早期的硬件设计和实现上都是公开的,包括电子设备、电器设备、电脑设备及各种外围设备的设计原理图,大家认为公开是十分正常的事情。所以,早期公开的设计图并不称为开源。1960 年左右,很多公司由于自身利益,选择了闭源,由此也就出现了贸易壁垒、技术壁垒、专利版权等问题,也造成了不同公司之间的互相起诉。例如,国内外的 IT 公司之间由于知识产权而法庭相见的事情屡见不鲜。虽然这种做法在一定程度上有利于公司自身的利益,但是,不利于小公司或个体创新者的发展。特别是在互联网进入 Web 2.0 的个性化时代,更加需要开放、免费和开源的开发系统。

因此,在“大众创业,万众创新”的时代背景下,Web 2.0 时代的开发者思考硬件是不是可以重新进行开源。电子爱好者、发烧友及广大的创客一直致力于开源的研究,推动开源的发展,最初从很小的东西发展,到现在已经有 3D 打印机、开源的单片机系统等。一般认为,开源硬件是指与开源软件采取相同的方式进行设计各种电子硬件的总称。也就是说,开源硬件是考虑对软件以外的领域进行开源,是开源文化的一部分。开源硬件是可以自由传播硬件设计的各种详细信息,例如电路图、材料清单和电路板布局数据,通常使用开源软件来驱动开源的硬件系统。本质上,共享逻辑设计、可编程的逻辑器件重构,也是一种开源硬件,是通过硬件描述语言代码实现电路图共享。硬件描述语言通常用于芯片系统,也用于可编程逻辑阵列或直接用在专用集成电路中,这在当时称之为硬件描述语言模块或 IP cores。

众所周知,Android 就是开源软件之一,开源硬件和开源软件类似,通过开源软件可以更好地理解开源硬件,就是在之前已有硬件的基础上进行二次开发。二者也有差别,即在复制成本上,开源软件的成本几乎是零,而开源硬件的复制成本较高。另一方面,开源硬件延伸着开源软件代码的定义,包括软件、电路原理图、材料清单、设计图等都使用开源许可协议,自由使用分享,完全以开源的方式去授权,避免了以往 DIY 分享的授权问题。同时,开源硬件把开源软件常用的 GPL、CC 等协议规范带到硬件分享领域,为开源硬件的发展提供了规范。

目前比较流行的开源硬件包括 Arduino、Raspberry Pi、BeagleBone、Netduino 等。其中,Arduino 的开发板种类很多,包括 Arduino UNO、YUN、DUE、LEONARDO、ETHERNET、ESPLORA、MEGA、MINI、NANO、FIO、PRO 等,随着开源硬件的发展,将会

出现更多的开源产品。

Arduino 开发板是基于开放原始代码的 Simple I/O 平台,并且具有使用类似 Java、C/C++ 语言的开发环境。可以快速使用 Arduino IDE 开发平台,实现各种创新的作品。Arduino 开发板可以使用各种电子元件,例如,各种传感器、显示设备、通信设备、控制设备或其他可用设备。Arduino 开发板也可以独立使用,成为与其他软件沟通的平台,如 Flash、Processing、Max/MSP、VVVV 及其他互动软件。

本章将介绍 Arduino 系统的几种典型开发板的使用方法、Arduino 开发板的特性以及 Arduino 开发板的总体参数,以便更好地应用 Arduino 开源硬件进行开发创作。

## 1.1 Arduino UNO

Arduino UNO 是 Arduino 系列的旗舰版,适合初学者和高级用户。Arduino UNO 是 Arduino 系列开发板中最常用的。如果刚开始使用 Arduino 进行开发,这是很适合的开发板,如图 1-1 所示。

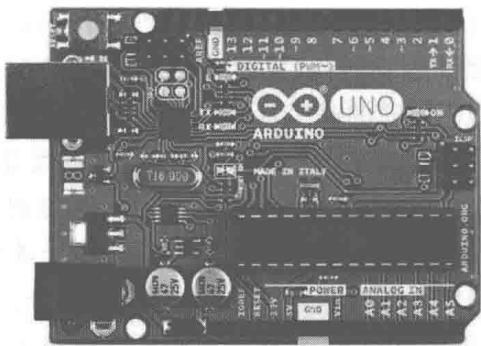


图 1-1 Arduino UNO

### 1.1.1 概述

Arduino UNO 是基于 ATmega328 的微控制器板。它有 14 个数字输入输出引脚(其中 6 个可用作 PWM 输出)、6 个模拟输入、16MHz 陶瓷谐振器、USB 连接、电源插孔、ICSP 接头连接器和复位按钮。它包含支持微控制器所需的一切功能,只需使用 USB 电缆将其连接到计算机或使用 AC 到 DC 适配器或电池供电即可开始使用。

Arduino UNO 与以前的开发板的不同之处在于它不使用 FTDI USB 到串行驱动芯片。相反,它将 ATmega16U2(ATmega8U2 R2 版本)编程为 USB 到串行转换器。

Arduino UNO 开发板的第二版,有一个电阻将 8U2 HWB 线拉到接地端,使其更容易进入 DFU 模式。

Arduino UNO 第三版具有以下新功能:

引脚排列:添加靠近 AREF 的 SDA 引脚、SCL 引脚以及放置在 RESET 引脚附近的另



外两个引脚,IOREF 允许为扩展板上提供电压,将来,扩展板与开发板兼容,其中,AVR 采用 5V 工作电压,Arduino DUE 使用 3.3V 工作电压,第二个是未连接的引脚,用于将来的扩展;

更强的 RESET 电路;

ATmega16U2 代替 8U2。

Arduino UNO 是该系列的参考版本,不断向前推进。Arduino UNO 是 Arduino USB 系列产品中最早的,也是 Arduino 平台的参考模型。其微控器的参数及开发板参数如表 1-1 和表 1-2 所示。

表 1-1 Arduino UNO 微控制器参数

Arduino 微控制器	
微控制器	ATmega328
架构	AVR
工作电压	5V
闪存	32KB(其中引导加载程序使用 0.5KB)
SRAM	2KB
时钟速度	16MHz
模拟量 I/O 引脚	6
EEPROM	1KB
每个 I/O 引脚的直流电流	I/O 引脚上为 40mA; 3.3V 引脚为 50mA

表 1-2 Arduino UNO 总体参数

输入电压	7~12V
数字 I/O 引脚	20
PWM 输出	6
PCB 尺寸	53.4mm×68.6mm
重量	25g
产品代码	A000066(TH); A000073(SMD)

## 1.1.2 技术规范

本部分主要介绍 Arduino UNO 开发板的电源、存储器、输入和输出、通信、编程、自动复位(软件)。USB 过流保护和物理特性。

### 1. 电源

Arduino UNO 可以通过 USB 连接或外部电源供电,电源自动选择。

外部(非 USB)电源可以来自 AC 到 DC 适配器(壁式)或电池。可以通过将 2.1mm 中心正极插头插入电路板的电源插孔来连接适配器。电源线可以插入电源接头的 GND 和 Vin 引脚。

该板可以在 6~20V 的外部电源工作。然而,如果提供的电压小于 7V,则 5V 引脚的供