

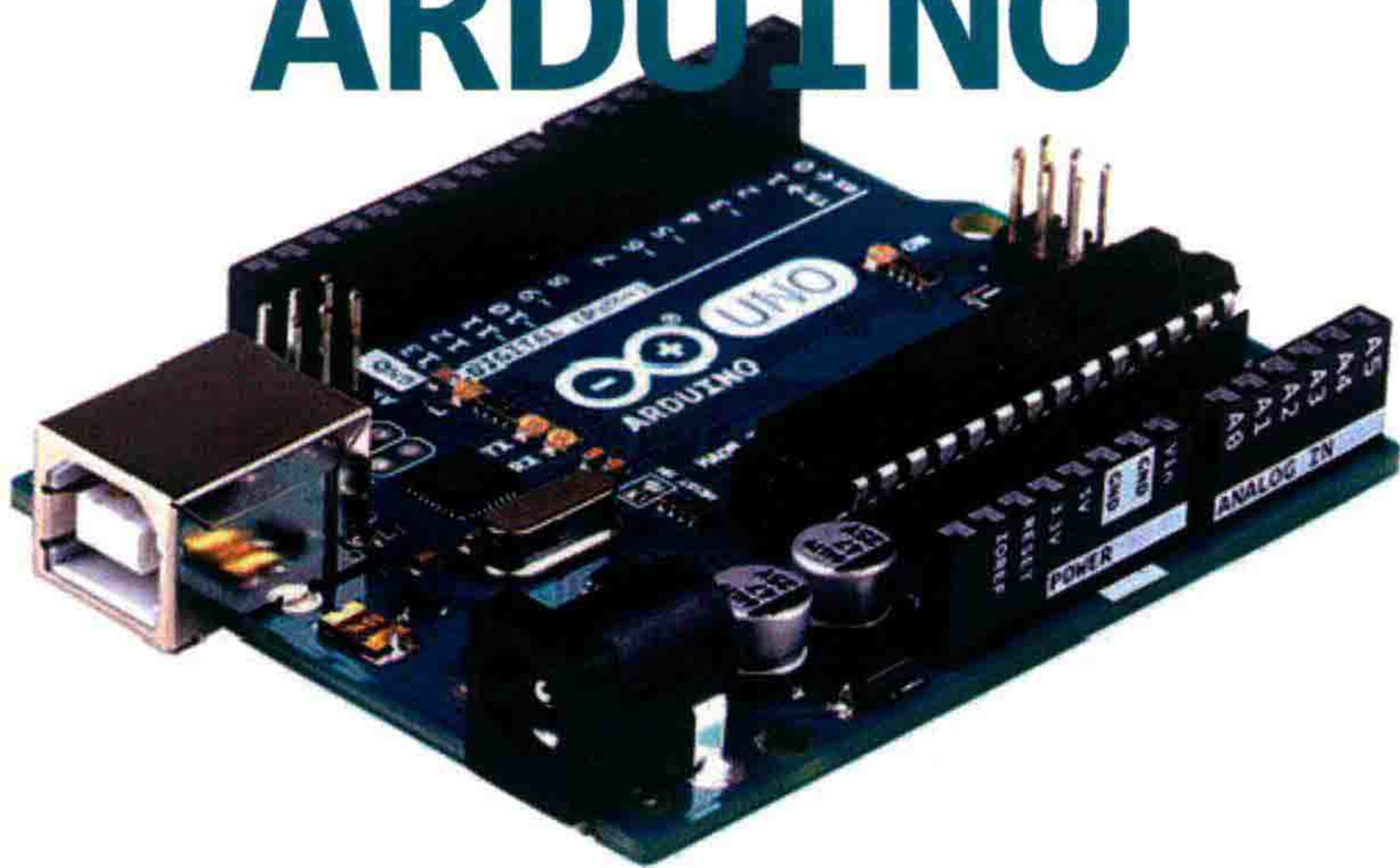
Arduino原创项目开发案例，中关村智能硬件产业联盟推荐用书
配套工程文件，可二次开发利用

清华

开发者书库

∞+

ARDUINO



Arduino Case in Action

Arduino案例实战

(卷 I)

李永华 王思野 乔媛媛◎编著
Li Yonghua Wang Siye Qiao Yuanyuan

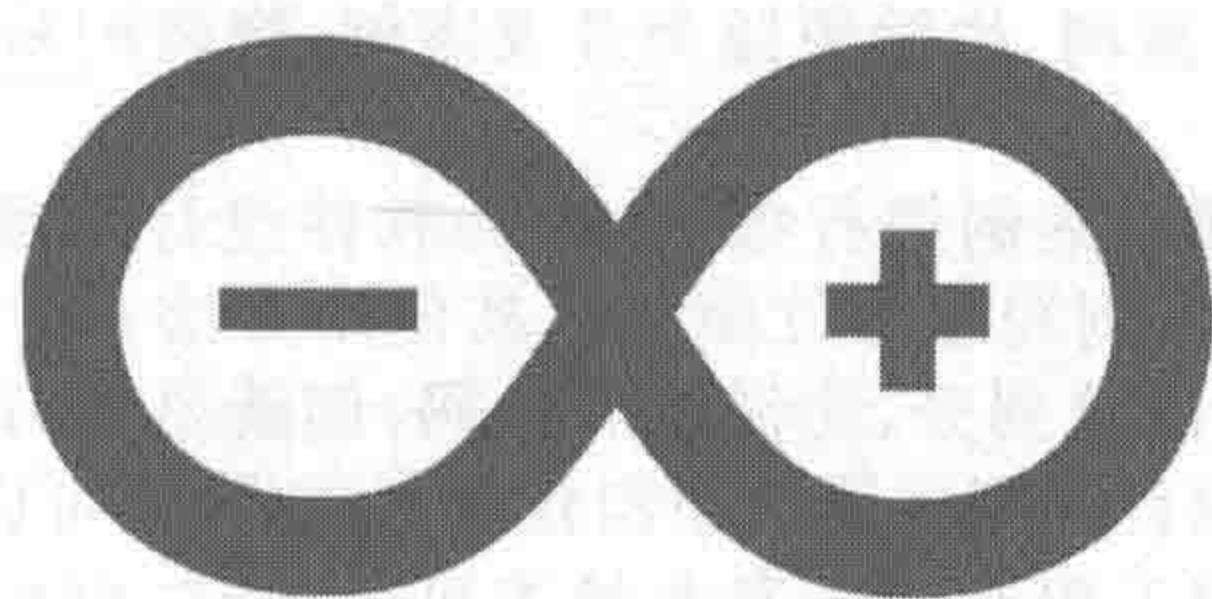


赠源代码

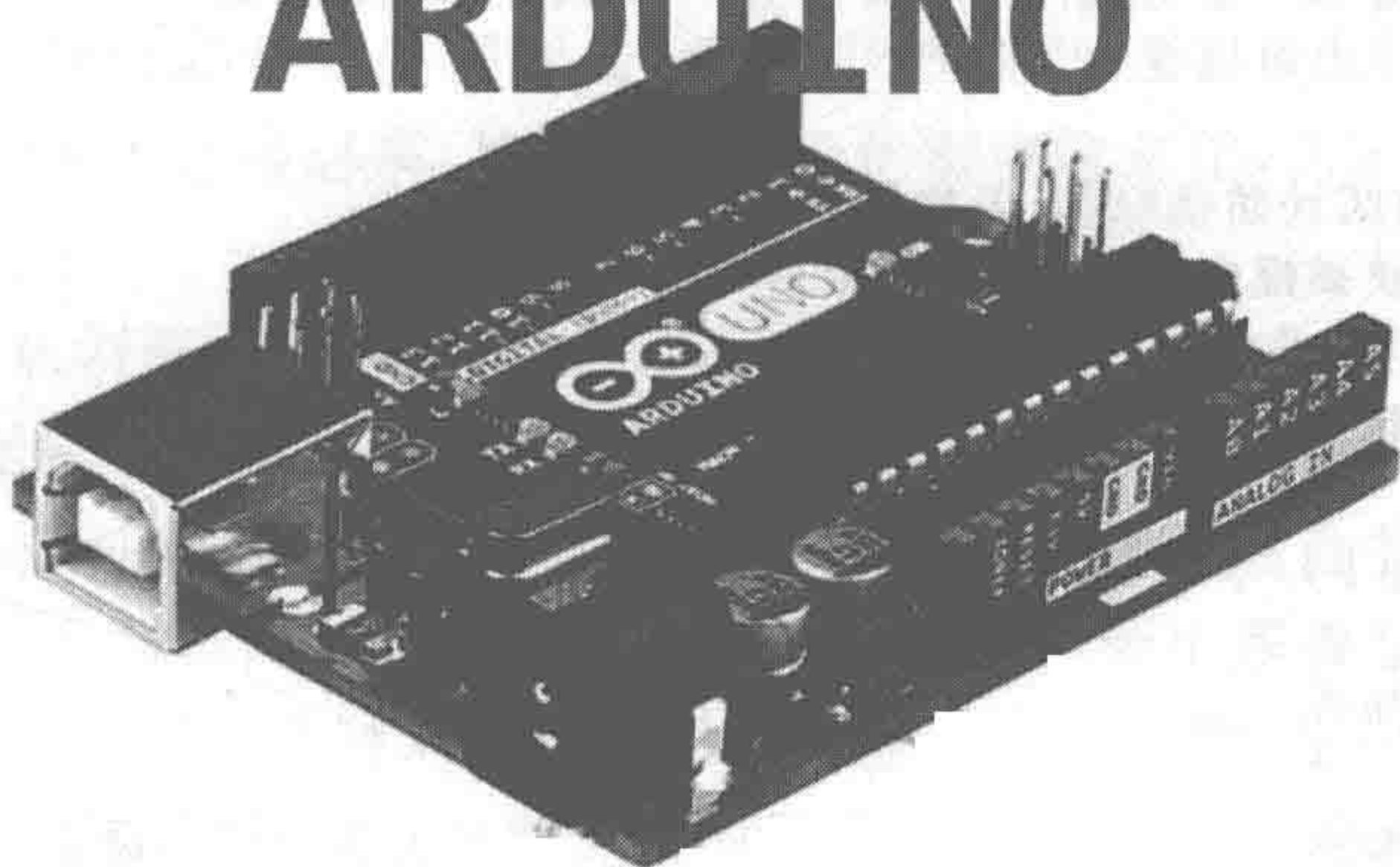
清华大学出版社

清華

开发者书库



ARDUINO



Arduino Case in Action

Arduino案例实战

(卷 I)

李永华 王思野 乔媛媛◎编著

Li Yonghua

Wang Siye

Qiao Yuanyuan

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以“大众创业万众创新”为时代背景,以物联网和智能开源硬件发展为技术背景,总结信息时代创新模式、创新方法和创新产品。以 CDIO(Conceive-Design-Implement-operate)方法为指导,构建创新产品,将北京邮电大学信息工程专业同学的创新产品开发案例进行总结,其基本内容包括 Arduino 设计基础和 22 个案例,主要涉及智能控制类开发案例、生活便捷类开发案例、物联网络类开发案例、人机交互类开发案例和其他创意类开发案例。

本书主要针对创新产品的实际开发案例进行描述,包括软件设计流程图、硬件电路图、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;综合应用各种技术,提高产品的总体性能和可实现性。本书案例的内容由总到分、先模块后代码,创新思维与实践案例相结合,以满足不同层次人员的需求;同时,本书附有实际项目的硬件设计图和软件实现代码,可供读者自我学习和自我提高使用。

本书可作为高等院校信息与通信工程及相关专业的本科生教材,也可以作为智能硬件爱好者创新手册使用,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 案例实战(卷 I)/李永华,王思野,乔媛媛编著. —北京:清华大学出版社,2017
(清华开发者书库)
ISBN 978-7-302-47496-8

I. ①A… II. ①李… ②王… ③乔… III. ①单片微型计算机—程序设计 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 140415 号

责任编辑:盛东亮
封面设计:李召霞
责任校对:李建庄
责任印制:杨 艳

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

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

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

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:186mm×240mm 印 张:24.25

字 数:557千字

版 次:2017年11月第1版

印 次:2017年11月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:79.00元

产品编号:074024-01

前言

PREFACE

物联网、智能硬件和大数据技术给社会带来了巨大的冲击,个性化、定制化和智能化的硬件设备成为未来的发展趋势。中国制造 2025 计划、德国的工业 4.0 及美国的工业互联网,都是将人、数据和机器连接起来,其本质是工业的深度信息化,为未来智能社会的发展提供制造技术基础。

在“大众创业万众创新”的时代背景下,人才的培养方法和模式,也应该满足当前的时代需求。作者试图依据当今信息社会的发展趋势,结合 Arduino 开源硬件的发展及智能硬件的发展要求,探索基于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。本书将实际教学中应用智能硬件的创新工程教学经验进行总结,包括具体的创新方法和开发案例,希望对教育教学及工业界有所帮助,起到抛砖引玉的作用。

本书系统地介绍了如何利用 Arduino 开发平台进行产品开发,包括相关的设计、实现与产品的应用。传统 Arduino 方面的书籍仅侧重介绍硬件开发平台的实现方法,而很少关注具体创新案例的开发及工程教育方法应用。因此,本书试图面向未来的工业创新与发展,通过 CDIO 的工程教育方法,以智能开源硬件平台为基础,培养面向工业 4.0 的创新型人才。

本书的内容和素材主要来自于作者所在的学校近几年承担的教育部和北京市的教育、教学改革项目和成果,是北京邮电大学信息工程专业的所有同学,通过基于 CDIO 工程教育方法的实施,使得创新产品的整个过程得到了实现,同学们不但学到了知识,提高了能力,而且为本书提供了第一手素材和资料。本书的主要内容包括 Arduino 项目设计基础和 22 个开发案例,涉及智能控制类开发案例、生活便捷类开发案例、物联网络类开发案例、人机交互类开发案例及其他创意类开发案例。

对于书中的每个案例从项目背景、创意描述、功能及总体设计、具体电路图、系统流程图、子模块介绍、产品展示、故障及问题分析以及每个案例所用元器件进行详细讲解,使读者可以从不同层面对开发案例进行分析、理解和具体实现。

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建设、北京市教育教学改革项目及北京邮电大学教学综合改革项目的大力支持,在此表示感谢!

同时,也特别感谢林家儒教授的鼎力支持和悉心指导,感谢谭扬、郑铖、黄旭新、顾铁玥等研究生同学的大力协助,感谢北京邮电大学信息工程专业所有同学,感谢父母妻儿在精神

上给予的支持与鼓励,才使得本书得以问世!

本书由北京市教育科学“十二五”规划重点课题(优先关注)和北京市职业教育产教融合专业建设模式研究(ADA15159)资助,特此表示感谢!

本书内容由总到分、先思考后实践,创新思维与实践案例相结合,以满足不同层次人员的需求;同时,本书附有实际项目的硬件设计图和软件实现代码,可供读者自我学习和自我提高使用。本书可作为大学信息与通信工程及相关专业的本科生教材,也可以作为智能硬件爱好者创新手册使用,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。

由于作者的水平有限,书中难免存在不当之处,衷心地希望各位读者提出宝贵意见及具体的整改措施,以便作者进一步修改和完善。

李永华

2017年9月

于北京邮电大学

学习说明

Study Shows

配书源代码文件

可到清华大学出版社本书页面下载 <http://www.tup.com.cn>。

教学资源及学习交流

可加入作者创办的“开源硬件学习群”(QQ 群号 605892846)进行学习交流,反馈意见。



目录

CONTENTS

第 1 章 Arduino 项目设计基础	1
1.1 开源硬件简介	1
1.2 Arduino 开源硬件	2
1.2.1 Arduino 开发板	2
1.2.2 Arduino 扩展板	5
1.3 Arduino 软件开发平台	6
1.3.1 Arduino 平台特点	7
1.3.2 Arduino IDE 的安装步骤	7
1.3.3 Arduino IDE 的使用方法	10
1.4 Arduino 编程语言	12
1.4.1 Arduino 编程基础	12
1.4.2 数字 I/O 口的操作函数	12
1.4.3 模拟 I/O 口的操作函数	13
1.4.4 高级 I/O 函数	14
1.4.5 时间函数	15
1.4.6 中断函数	17
1.4.7 串口通信函数	19
1.4.8 Arduino 的库函数	20
1.5 Arduino 硬件设计平台	21
1.5.1 Fritzing 软件简介	21
1.5.2 Fritzing 使用方法	29
1.5.3 Arduino 电路设计	40
1.5.4 Arduino 样例与编程	45
第 2 章 基于 Arduino 的四轴飞行器	49
2.1 项目背景	49
2.2 创意描述	49

2.3	功能及总体设计	50
2.3.1	功能介绍	50
2.3.2	总体设计	50
2.3.3	模块介绍	51
2.4	产品展示	69
2.5	故障及问题分析	71
2.6	元器件清单	71
第3章	智能自动捡球机	73
3.1	项目背景	73
3.2	创意描述	73
3.3	功能及总体设计	74
3.3.1	功能介绍	74
3.3.2	总体设计	74
3.3.3	模块介绍	77
3.4	产品展示	90
3.5	故障及问题分析	92
3.6	元器件清单	93
第4章	智能泊车系统	94
4.1	项目背景	94
4.2	创意描述	94
4.3	功能及总体设计	95
4.3.1	功能介绍	95
4.3.2	总体设计	95
4.3.3	模块介绍	97
4.4	产品展示	108
4.5	故障及问题分析	108
4.6	元器件清单	109
第5章	北邮艇	110
5.1	项目背景	110
5.2	创意描述	110
5.3	功能及总体设计	110
5.3.1	功能介绍	111
5.3.2	总体设计	111

5.3.3	模块介绍	112
5.4	产品展示	124
5.5	故障及问题分析	126
5.6	元器件清单	126
第6章	无人停车库	127
6.1	项目背景	127
6.2	创意描述	127
6.3	功能及总体设计	128
6.3.1	功能介绍	128
6.3.2	总体设计	128
6.3.3	模块介绍	129
6.4	产品展示	142
6.5	故障及问题分析	143
6.6	元器件清单	144
第7章	多功能模型小车	145
7.1	项目背景	145
7.2	创意描述	145
7.3	功能及总体设计	146
7.3.1	功能介绍	146
7.3.2	总体设计	146
7.3.3	模块介绍	146
7.4	产品展示	151
7.5	故障及问题分析	152
7.6	元器件清单	152
第8章	App 遥控四轴飞行器	153
8.1	项目背景	153
8.2	创意描述	153
8.3	功能与整体设计	154
8.3.1	功能介绍	154
8.3.2	总体设计	154
8.3.3	模块介绍	155
8.4	产品展示	174
8.5	故障及问题分析	174

8.6	元器件清单	175
第 9 章	红外遥控智能小车	176
9.1	项目背景	176
9.2	创意描述	176
9.3	功能及总体设计	176
9.3.1	功能介绍	176
9.3.2	总体设计	176
9.3.3	模块介绍	178
9.4	产品展示	186
9.5	故障及问题分析	187
9.6	元器件清单	187
第 10 章	蓝牙手柄避障小车	189
10.1	项目背景	189
10.2	创意描述	189
10.3	功能及总体设计	189
10.3.1	功能介绍	190
10.3.2	总体设计	190
10.3.3	模块介绍	191
10.4	产品展示	200
10.5	故障及问题分析	200
10.6	元器件清单	201
第 11 章	红外遥控自动避障小车	202
11.1	项目背景	202
11.2	创意描述	202
11.3	功能及总体设计	202
11.3.1	功能介绍	203
11.3.2	总体设计	203
11.3.3	模块介绍	205
11.4	产品展示	212
11.5	故障及问题分析	213
11.6	元器件清单	214

第 12 章 自行车测速里程计	215
12.1 项目背景	215
12.2 创意描述	215
12.3 功能及总体设计	215
12.3.1 功能介绍	216
12.3.2 总体设计	216
12.3.3 模块介绍	217
12.4 产品展示	226
12.5 故障及问题分析	227
12.6 元器件清单	228
第 13 章 超声波自动避障小车	229
13.1 项目背景	229
13.2 创意描述	229
13.3 功能及总体设计	229
13.3.1 功能介绍	230
13.3.2 总体设计	230
13.3.3 模块介绍	230
13.4 产品展示	238
13.5 故障及问题分析	240
13.6 元器件清单	240
第 14 章 DIY 四轴飞行器	242
14.1 项目背景	242
14.2 创意描述	242
14.3 功能及总体设计	242
14.3.1 功能介绍	242
14.3.2 总体设计	243
14.3.3 模块介绍	243
14.4 产品展示	249
14.5 故障及问题分析	249
14.6 元器件清单	250
第 15 章 拍照密码锁	251
15.1 项目背景	251

15.2	创意描述	251
15.3	功能及总体设计	251
15.3.1	功能介绍	251
15.3.2	总体设计	252
15.3.3	模块介绍	252
15.4	产品展示	259
15.5	故障及问题分析	260
15.6	元器件清单	261
第 16 章	手势图案解锁门	262
16.1	项目背景	262
16.2	创意描述	262
16.3	功能及总体设计	262
16.3.1	功能介绍	263
16.3.2	总体设计	263
16.3.3	模块介绍	264
16.4	产品展示	272
16.5	故障及问题分析	273
16.6	元器件清单	274
第 17 章	智能窗户	275
17.1	项目背景	275
17.2	创意描述	275
17.3	功能及总体设计	275
17.3.1	功能介绍	276
17.3.2	总体设计	276
17.3.3	模块介绍	278
17.4	产品展示	285
17.5	故障及问题分析	287
17.6	元器件清单	287
第 18 章	App 四宫格手势解锁门	288
18.1	项目背景	288
18.2	创意描述	288
18.3	功能及总体设计	289
18.3.1	功能介绍	289

18.3.2	总体设计	289
18.3.3	模块介绍	291
18.4	产品展示	299
18.5	故障及问题分析	300
18.6	元器件清单	301
第 19 章	RFID 智能门锁设计	302
19.1	项目背景	302
19.2	创意描述	302
19.3	功能及总体设计	302
19.3.1	功能介绍	303
19.3.2	总体设计	303
19.3.3	模块介绍	304
19.4	产品展示	315
19.5	故障及问题分析	316
19.6	元器件清单	316
第 20 章	光立方	318
20.1	项目背景	318
20.2	创意描述	318
20.3	功能及总体设计	319
20.3.1	功能介绍	319
20.3.2	总体设计	319
20.3.3	模块介绍	320
20.4	产品展示	334
20.5	故障及问题分析	336
20.6	元器件清单	336
第 21 章	灯光棋盘	337
21.1	项目背景	337
21.2	创意描述	337
21.3	功能及总体设计	338
21.3.1	功能介绍	338
21.3.2	总体设计	338
21.3.3	模块介绍	340
21.4	产品展示	344

21.5	故障及问题分析	345
21.6	元器件清单	346
第 22 章	贪吃蛇游戏	347
22.1	项目背景	347
22.2	创意描述	347
22.3	功能及总体设计	347
22.3.1	功能介绍	348
22.3.2	总体设计	348
22.3.3	模块介绍	348
22.4	产品展示	355
22.5	故障及问题分析	356
22.6	元器件清单	356
第 23 章	MakeyMakey 手柄	358
23.1	项目背景	358
23.2	创意描述	358
23.3	功能及总体设计	358
23.3.1	功能介绍	359
23.3.2	总体设计	359
23.3.3	模块介绍	359
23.4	产品展示	368
23.5	故障及问题分析	369
23.6	元器件清单	370
参考文献		371



Arduino 项目设计基础

1.1 开源硬件简介

电子电路是人类社会发展的重要成果,早期的硬件设计和实现都是公开的,包括电子设备、电气设备、计算机设备以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,早期公开的设计图即可以称为开源。1960 年左右,很多公司根据自身利益,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,导致不同公司之间互相起诉。例如,国内外的 IT 公司之间由于知识产权而法庭相见。虽然这种做法在一定程度上有利于公司自身的利益,但是,不利于小公司或者个体创新者的发展。因此,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存在。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的各种电子硬件的总称。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等,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,通过开源软件可以更好地理解开源硬件,开源硬件和开源软件类似,就是在之前已有硬件的基础之上进行二次开发。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。另外,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,避免了以往的 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。

1.2 Arduino 开源硬件

本节主要介绍 Arduino 开源硬件的各种开发板和扩展板的使用方法、Arduino 开发板的特性以及 Arduino 开源硬件的总体情况,以便更好地应用 Arduino 开源硬件进行开发创作。

1.2.1 Arduino 开发板

Arduino 开发板是基于开放原始代码的 Simple I/O 平台,并且使用类似 Java、C/C++ 语言的开发环境,可以快速使用 Arduino 语言与 Flash 或 Processing 软件,实现各种创新的作品。Arduino 开发板可以使用各种电子元件、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,例如 Flash、Processing、Max/MSP、VVVV 或其他互动软件。Arduino 的开发板种类很多,包括 Arduino Uno、Yun、Due、Leonardo、Tre、Zero、Micro、Esplora、Mega、Mini、Nano、Fio、Pro 以及 LilyPad Arduino。随着开源硬件的发展,将会出现更多的开源产品。下面介绍几种典型的 Arduino 开发板。

如图 1-1 所示,Arduino Uno 是 Arduino USB 接口系列的常用版本,作为 Arduino 平台的参考标准模板。Arduino Uno 的处理器核心是 ATmega328,同时具有 14 路数字输入输出(其中 6 路可作为 PWM 输出)、6 路模拟输入、1 个 16MHz 晶体振荡器、1 个 USB 口、1 个电源插座、1 个 ICSP 插头和 1 个复位按钮。

如图 1-2 所示,Arduino Yun 是一款基于 ATmega32U4 和 Atheros AR9331 的单片机开发板。Atheros AR9331 可以运行基于 Linux 和 OpenWRT 的操作系统 Linino。这款单片机开发板具有内置的 Ethernet、WiFi、1 个 USB 端口、1 个 Micro 插槽、20 个数字输入输出端口(其中 7 个可以用于 PWM、12 个可以用于 ADC)、1 个 Micro USB、1 个 ICSP 插头和 3 个复位开关。



图 1-1 Arduino Uno

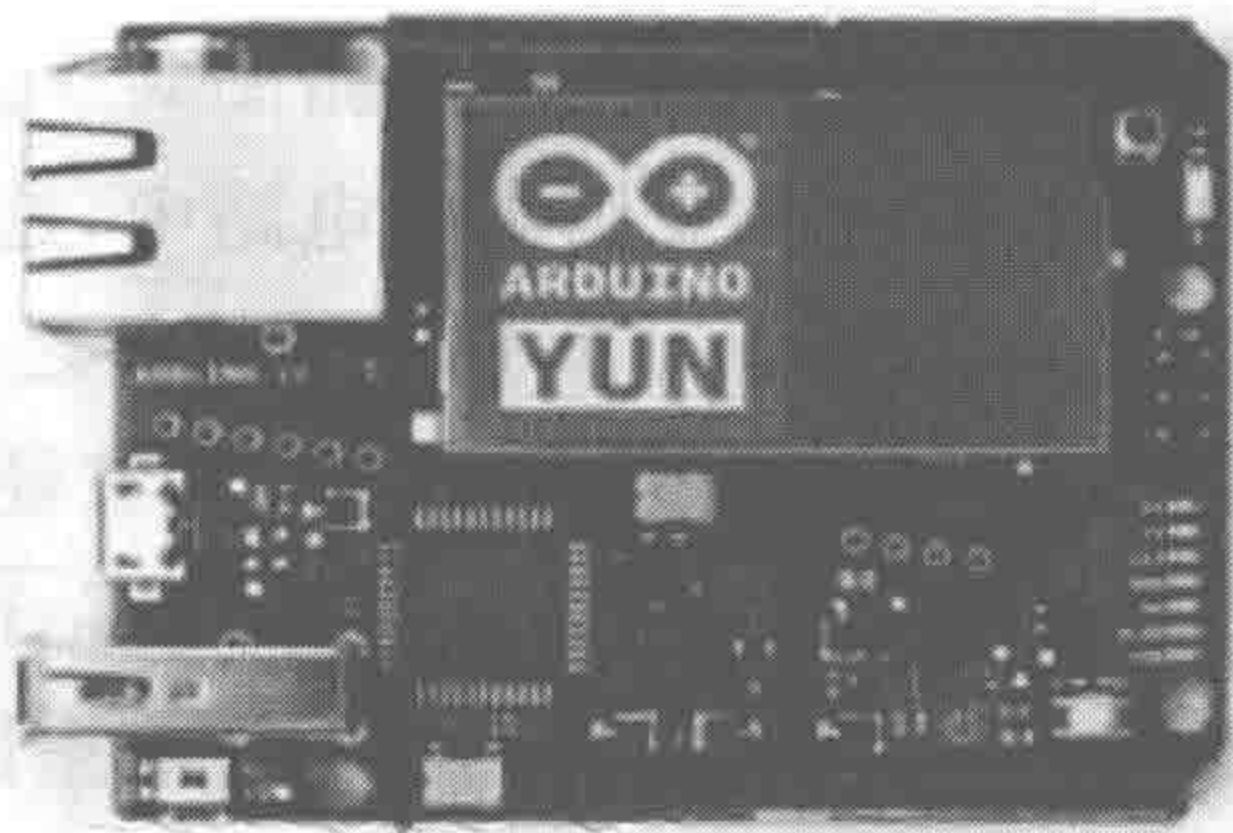


图 1-2 Arduino Yun

如图 1-3 所示,Arduino Due 是一块基于 Atmel SAM3X8E CPU 的微控制器板。它是第一块基于 32 位 ARM 核心的 Arduino 开发板,它有 54 个数字输入输出接口(其中 12 个可用于 PWM 输出)、12 个模拟输入口、4 路 UART 硬件串口、84 MHz 的时钟、1 个 USB OTG 接口、2 路 DAC(模数转换)、2 路 TWI、1 个电源插座、1 个 SPI 接口、1 个 JTAG 接口、1 个复位按键和 1 个擦写按键。

如图 1-4 所示,Arduino Mega 2560 也是采用 USB 接口的核心电路板,它最大的特点就是具有多达 54 路数字输入输出接口,特别适合需要大量输入输出接口的设计。Mega 2560 的处理器核心是 ATmega2560,具有 54 路数字输入输出接口(其中 16 路可作为 PWM 输出)、16 路模拟输入、4 路 UART 接口、1 个 16MHz 晶体振荡器、1 个 USB 口、1 个电源插座、1 个 ICSP 插头和 1 个复位按钮。Arduino Mega 2560 也能兼容为 Arduino Uno 设计的扩展板。Arduino Mega 2560 已经发布到第三版,与前两版相比有以下新的特点:

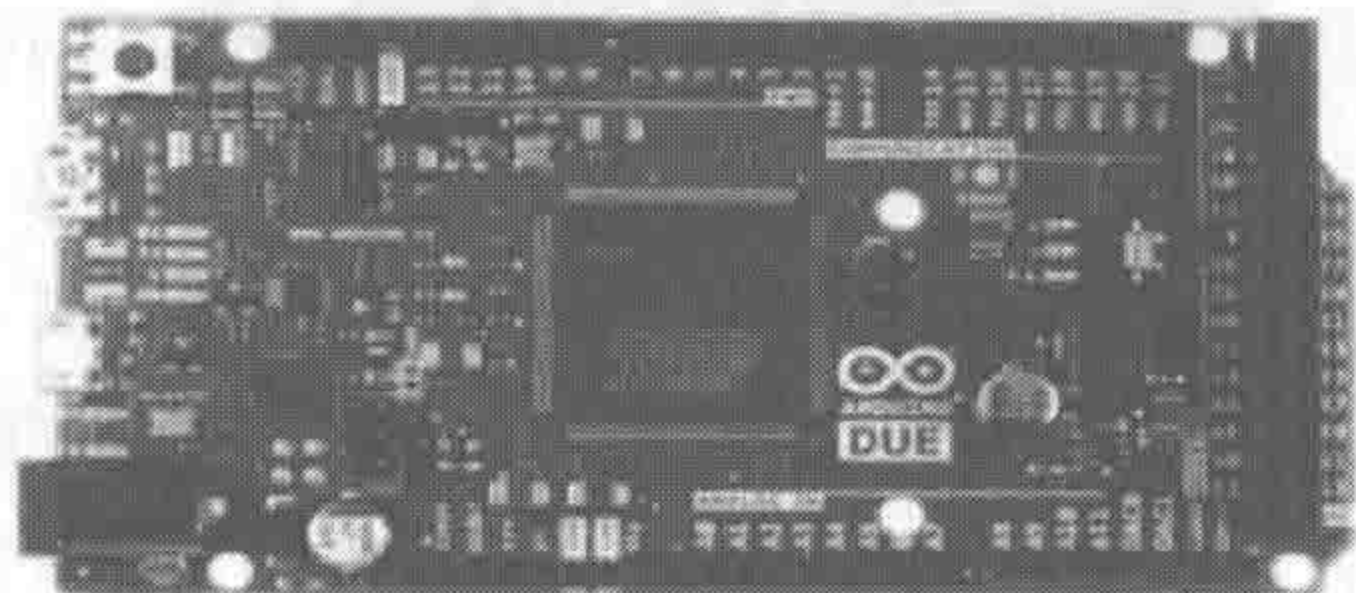


图 1-3 Arduino Due

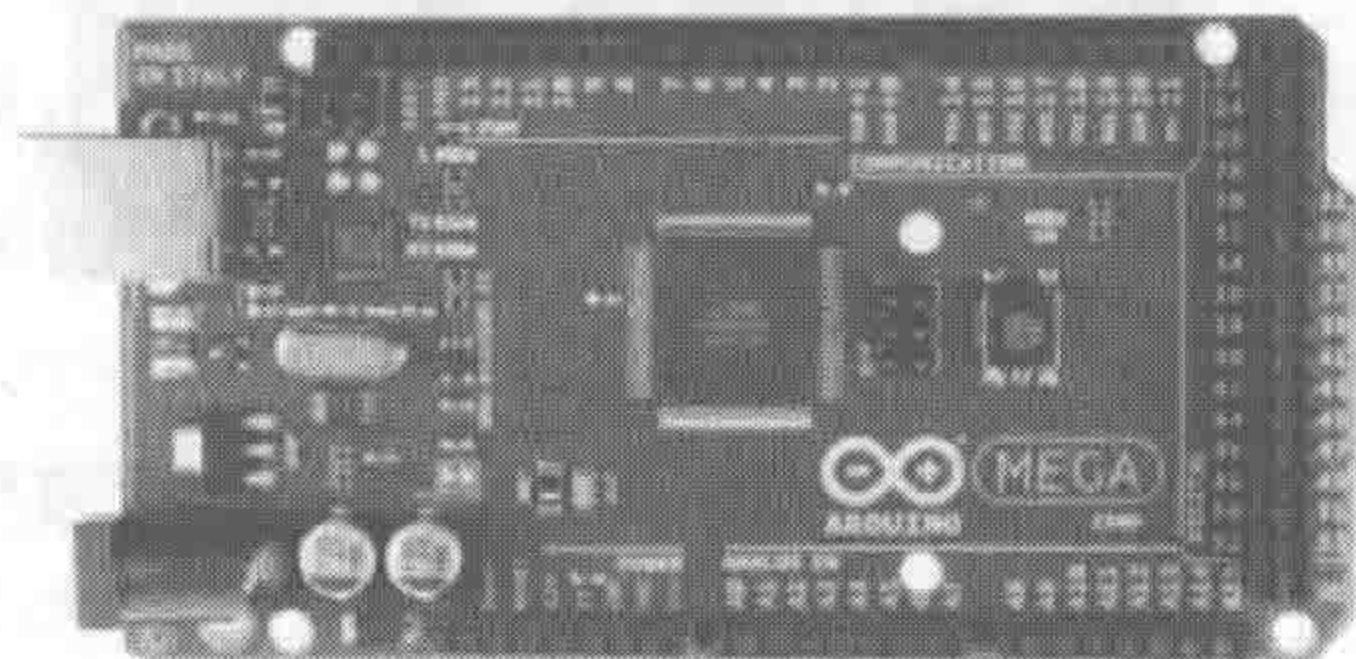


图 1-4 Arduino Mega 2560 开发板

(1) 在 AREF 处增加了两个引脚 SDA 和 SCL,支持 I2C 接口;增加 IOREF 和 1 个预留引脚,以便将来扩展板能够兼容 5V 和 3.3V 核心板;改进了复位电路设计;USB 接口芯片由 ATmega16U2 替代了 ATmega8U2。

(2) 第三版可以通过 3 种方式供电:外部直流电源通过电源插座供电;电池连接电源连接器的 GND 和 Vin 引脚供电;USB 接口直接供电。而且能自动选择供电方式。

电源引脚说明如下:

(1) Vin: 当外部直流电源接入电源插座时,可以通过 Vin 向外部供电,也可以通过此引脚向 Mega 2560 直接供电;Vin 供电时将忽略从 USB 或者其他引脚接入的电源。

(2) 5V: 通过稳压器或 USB 的 5V 电压,为 Mega 2560 上的 5V 芯片供电。

(3) 3.3V: 通过稳压器产生的 3.3V 电压,最大驱动电流 50mA。

(4) GND: 接地引脚。

如图 1-5 所示,Arduino Leonardo 是一款基于 ATmega32U4 的微控制器板。它有 20 个数字输入输出引脚(其中 7 个可用作 PWM 输出、12 个可用作模拟输入)、1 个 16 MHz 晶体振荡器、1 个 Micro USB 接口、1 个电源插座、1 个 ICSP header 和 1 个复位按钮。它包含了支持微控制器所需的一切功能,只需通过 USB 电缆将其连至计算机或者通过电源适配器、电池为其供电即可使用。

Leonardo 与之前的所有电路板都不同,ATmega32U4 具有内置式 USB 通信,从而无须