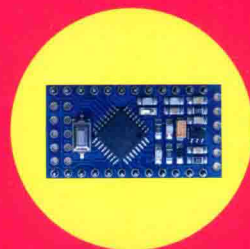
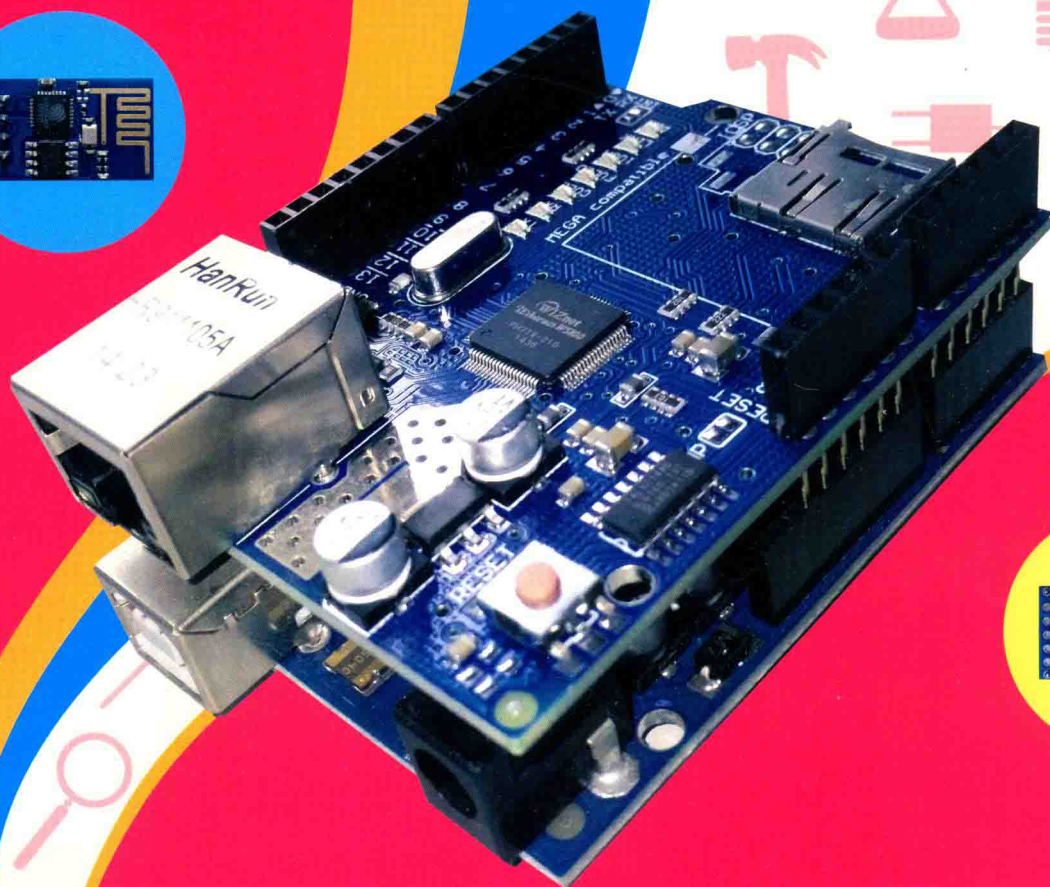
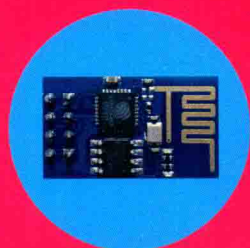


中小学创客教育执委会推荐教材



罗亮 编著



Arduino物联网入门

——通信篇



清华大学出版社



常州大学图书馆
藏书章

Arduino 物联网入门 ——通信篇

罗 亮 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书从使用Arduino构建物联网通信基础知识入手,介绍了Arduino串口通信、软串口通信、I²C通信、SPI通信,在此基础上深入浅出介绍了红外遥控、蓝牙通信、WiFi通信、rfid通信、nfc通信、nRF24L01通信,315MHz/433MHz自组网基本原理与相关应用案例。本书可作为中学生科技课教材,也可作为Arduino学习者的入门读物。

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 物联网入门.通信篇/罗亮编著. —北京:清华大学出版社,2018

(创客教育)

ISBN 978-7-302-48207-9

I. ① A… II. ①罗… III. ①单片微型计算机—应用—通信网—研究 IV. ① TN915

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第209669号

责任编辑:张弛

封面设计:傅瑞学

责任校对:李梅

责任印制:李红英

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

印装者:北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:203mm×260mm

印 张:10

字 数:170千字

版 次:2018年1月第1版

印 次:2018年1月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:42.00元

产品编号:075026-01

丛书编委会

主编 郑剑春

副主编 张春昊 刘 京

委员（以姓氏拼音为序）

曹海峰	陈 杰	陈瑞亭	程 晨	付志勇	高 山
管雪枫	黄 凯	梁森山	廖翊强	刘玉田	楼 燕
马桂芳	毛 勇	彭丽明	秦赛玉	邱信仁	沈金鑫
宋孝宁	孙效华	王继华	王 蕾	王旭卿	翁 恺
吴向东	谢贤晓	谢作如	修金鹏	杨丰华	叶 雨
殷雪莲	于方军	余 翀	袁明宏	张建军	赵 凯
钟柏昌	周茂华	祝良友			

序／ 人人创客 创为人人

少年强则国强。风靡全球的创客运动一开始就与教育有着千丝万缕的联系。这种联系主要体现在两个方面：一是像3D打印、智能机器、创意美食等融合了“高大上”的最新科技和普通人可以操作的、方便快捷的新福利，本身就有很强的吸引力，很多青少年是被其吸引过来而不是被叫过来，这样自然意味着创客教育有很大的教育意义。二是创客教育对教育的更大挑战是，让这些青少年真正地面对真实社会。在自媒体的时代，信息传播的成本基本为零，任何一个人在任何一个年龄段都可以分享自己的创意，甚至这个创意还在雏形阶段，“未成形，先成名”。社交网络上的真诚点赞和可能带来的潜在商机，让投身创客学习模式的青少年在锻炼动手能力和创新思维的同时，找到了一个和社会直接对接的端口。

那么，一个好的创客应该具备什么样的品质呢？首先是“发现问题”，发现自己和身边人的任何一个微小需求，哪怕它很“偏门”，比如一个用来检测紫外线强度是否过强的帽子。但是根据“长尾理论”，有了互联网，世界各地的朋友能够搜索到这种小众的发明，然后为其付费。其次是“质感品位”，做一个有设计思维的人，能够用设计师的方式去思考，当别人看到自己设计的东西时有一种“工匠精神”之感——确实花了很多心思去设计，真诚地为自己点赞。也可以在开始时就有自己的品牌特色，比如设计一个商标或者统一外部特征。物像人一样，我们可以察觉到它们的不同个性，好的设计像一个富有个性的人一样有它的特色。通过欣赏好的设计，并且去制造它，可以提高自己对质感的把握能力和对品位的理解能力，使自己的创客作品能够超越“粗糙发明”的状态，成为一个精致的造物。再次是要能够驾驭价值规律，可以从很多现成的套件入手，但是最终一定要能够驾驭原始材料，如基础控制板、电子元器件、木头、塑料、铝等，因为只有这样才能驾驭成本。几乎没有小饭馆会采用从大酒店订餐然后再卖给自己的顾客的做法，因为它们无



法卖出大酒店的价格。同样，用现成套件搭建的作品也卖不出去，因为它的成本太高，只是一个很好的入门途径。通过一步步的学习，最终学会了驾驭原始材料，就能够实现物品的使用价值和成本之间的飞跃。就像我们用废旧物品制作一个机器人一样，它仿佛在对你说：“谢谢你给予了我新的生命，原来我一文不值，现在却成为大家眼里的明星。”而这种价值提升的过程也是创客特别引以为傲的地方。最后就是“资源和限制”，知道自己擅长什么、不擅长什么，才能很好地寻找合作伙伴，所有的创新都在有限资源和无限想象力之间“妥协”。通过了解物和人的资源及限制，就可以驾驭自己无限的想象力了。你肯定会想：“哦，我明白了，创客就是对于任何一个自己或者别人微小的需求都能够用有质感和品位的方式来满足，从中得到价值上的提升，并且能够组建团队创造性地解决问题的一群人。”那么我会回答：“嗯……我也不太清楚，因为创客领域的所有答案都要你亲自动手去解决，你先去做，然后告诉我，我说得对不对。”“那么，我要怎么做呢？”

《创客教育》系列丛书提供了充分选择的空间，里面琳琅满目的创客项目，总有一款适合你。那么，亲爱的朋友，如果你现在能够对自己说，第一，我想学，而且如果一时找不到老师，我愿意自学；第二，我想去做一个快乐、自由的创造者，自己开心也能够帮助身边的人解决问题，那么你在思想上已经是一个很优秀的创客了。试想，一个“人人创客、创为人人”的社会应该是怎样的呢？我们认为一定是一个每个人都能够找到自己最愿意干的事，每个人都能够找到适合自己的项目“搭档”的世界。我们说得到底对不对呢？请大家动动手，亲自验证吧！

丛书编委会

2015年6月

前言

物联网是继计算机、互联网之后的第三次信息产业革命，几乎各行各业都有数据联网的需求，联网设备已经不再局限于智能手机和计算机等而是覆盖到智能家居、交通物流、工业检测、个人健康等各种领域。物联网概念已久，但一直未能真正走入生活，原因就在于物联设备成本过高，所以迟迟未能大面积应用。如今各射频生产商、网络设备设计巨头均已纷纷占据这个市场，相互竞争，给消费者带来福音。相应的物联设备尤其是 WiFi 设备价格大幅降低，趋势如此，物联网进入普通百姓家庭指日可待！

萧山中学科学教师于 2014 年下半年开始接触 Arduino 并开设了 Arduino 系列相关课程，罗亮老师对 Arduino 与物联网通信进行了专项研究，精心选用大众化普及型器材，力争做到以最低的成本完成相应的通信试验。罗亮老师根据自己的亲身体验与教学经验编写入门型案例，让读者通过案例了解每一类通信技术的基本原理并通过实践操作加深理解，关键程序代码均有注释，通信试验关键点均有提醒，通信原理与实际布线均有图示，以便于更好地理解。

本书要求阅读者具有初步的程序设计知识及进位计数制转换基本常识，描述案例均有连接线路图且是完全验证通过的程序。

学习完本书内容后，您可以做到根据需要自制万能红外遥控器、制作蓝牙音箱，使用手机或笔记本电脑通过蓝牙、WiFi、nRF24L01 控制小车以及远程控制家里的电器设备；您可以通过 RFID、NFC 读取对应卡片上的信息，并给予相应的应用，如门禁刷卡；您还可以通过 315MHz、433MHz 无线模块建立自组网收集传递相应数据或对设备进行相应的指令控制，最终可以根据实际应用情景需求，合理选择相应的通信方式进行设计，完成数据传输与控制。

为方便广大爱好者根据书本内容进行自学，我们在 <http://www.xxjskc.cn> 设



立了相应的网络课程，您可以访问此网站，注册成为其中一员，就能下载到更加详细的学习资源，也可以访问微信公众号 linkallStudio 直接向罗亮老师提出学习过程中存在的疑惑。相关的试验器材在 <http://ckjywz.lezhiyun.com/>、猫友汇（<http://www.maoyouhui.org>）已列出详细清单，大家可以根据自己的需要选择购买。

目录

第1章	Arduino 初步	1	1.6.6	启动 Python 并进行初步通信调试	37
1.1	认识 Arduino	1	1.6.7	趣味拓展：随论坛在线人数变化的灯	38
1.1.1	Arduino 概述	1	第2章	红外专题	40
1.1.2	Arduino 主控板类型	1	2.1	红外遥控系统概述	40
1.1.3	Arduino 安装	3	2.1.1	红外线常识	40
1.1.4	Arduino 启动	10	2.1.2	红外遥控系统组成	41
1.1.5	烧录简单程序	12	2.1.3	红外发射管	42
1.2	本机通信	14	2.1.4	红外接收管与接收头	44
1.2.1	认识串口	14	2.2	红外遥控原理	46
1.2.2	认识串口监视器	15	2.2.1	NEC 协议之 38kHz 载波	47
1.2.3	主机与 Arduino 互动	16	2.2.2	NEC 协议之 PPM 调制	47
1.3	软串口通信	21	2.2.3	NEC 协议组成	49
1.3.1	配置一个软串口	21	2.3	万能红外遥控器制作	50
1.3.2	配置两个软串口	23	2.3.1	程序模拟发射红外遥控信号	50
1.4	I ² C 通信	24	2.3.2	通过 IRemote 库采集与发射红外遥控信号	53
1.4.1	I ² C 通信简介	24	2.3.3	通过逻辑分析仪采集分析与发射信号	56
1.4.2	I ² C 通信协议	25	第3章	蓝牙专题	60
1.4.3	I ² C 通信试验设想	26	3.1	初识蓝牙	60
1.5	SPI 通信	28	3.1.1	蓝牙简介	60
1.5.1	SPI 通信简介	28	3.1.2	蓝牙协议	60
1.5.2	SPI 通信协议	29	3.1.3	蓝牙优势	61
1.5.3	SPI 通信试验设想	30	3.1.4	蓝牙应用	61
1.6	用 Python 控制 Arduino	34	3.1.5	蓝牙系统状态	63
1.6.1	上位机与下位机	34	3.1.6	蓝牙地址	64
1.6.2	上位机操纵软件 Python	34			
1.6.3	Python 安装与启动	35			
1.6.4	Pyserial 安装	35			
1.6.5	启动 Arduino IDE 作为下位机进行通信调试	36			

3.1.7	蓝牙与 WiFi	65	4.3	无线网络 WiFi 通信	102
3.1.8	蓝牙与 ZigBee	65	4.3.1	初识 WiFi 模块	102
3.2	蓝牙通信		4.3.2	ESP8266 最小系统搭建	104
3.2.1	常见蓝牙模块及选购要点	66	4.3.3	ESP8266 指令初步调试	105
3.2.2	蓝牙模块与 Arduino 电路 连接	67	4.3.4	ESP8266 进阶调试指令	110
3.2.3	Arduino 通信控制示例 程序	67	4.3.5	ESP8266 访问网页	113
3.2.4	计算机与蓝牙通信	68	4.3.6	Web 控制 LED 灯闪烁	118
3.2.5	手机与蓝牙通信	74	4.3.7	ESP8266 使用心得	119
3.3	蓝牙指令设置	75	第 5 章	近距离通信专题	120
3.3.1	蓝牙指令设置常识	75	5.1	RFID	120
3.3.2	USB 转 TTL 串口模块 设置蓝牙指令	76	5.1.1	初识 RFID	120
3.3.3	Arduino 程序设置蓝牙 指令	82	5.1.2	RDM6300	124
3.3.4	蓝牙模块 HC-05 主从 互联	84	5.1.3	结语及练习	129
第 4 章	网络专题	86	5.2	NFC	129
4.1	初识网络	86	5.2.1	初识 NFC	129
4.1.1	网络概述	86	5.2.2	RC522	132
4.1.2	MAC 地址	86	第 6 章	无线自组网专题	136
4.1.3	Internet 地址	87	6.1	nRF24L01 模块自组网	136
4.1.4	Client/Server	91	6.1.1	线路连接	137
4.2	有线网络通信	93	6.1.2	简单收发通信	137
4.2.1	初识有线网络模块	94	6.1.3	一对多通信	141
4.2.2	网页访问简单原理	95	6.2	315MHz、433MHz 无线模块 自组网	142
4.2.3	访问网页	96	6.2.1	使用 rcswitch 库	143
4.2.4	Web 服务器	98	6.2.2	使用改造红外库控制 315MHz 无线模块	145
4.2.5	异地访问	101	6.2.3	影响传输效果的因素	146
			参考文献与网站		148

第 1 章

Arduino 初步

1.1 认识 Arduino

1.1.1 Arduino 概述

Arduino 是一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台，包含硬件（各种型号的 Arduino 主控板）和软件（Arduino IDE）两部分。Arduino 能通过如光敏、温 / 湿度、压力之类传感器来感知环境，通过控制灯光、电动机和其他的装置来反馈、影响环境。使用 Arduino 编程语言（基于 Wiring）和 Arduino 开发环境（基于 Processing）编写相应的程序，然后烧录进入 Arduino 主控板，就可以达到上述目的。基于 Arduino 的项目，可以只包含 Arduino，也可以包含 Arduino 和其他一些在 PC 上运行诸如 Visual Basic、Python 之类的软件，彼此之间可以互相通信，进而实现控制。

Arduino 因为开源而成为全球最流行的电子原型开发平台，也成为硬件开发的趋势。Arduino 简单的开发方式使得开发者更关注创意与实现，更快地完成自己的项目开发，大大节约了学习成本，缩短了开发周期。如今大学里的自动化专业、软件专业或艺术专业，甚至高中都纷纷开设了 Arduino 相关课程，也有许多开发人员使用 Arduino 进入物联网领域，做出了许多令人惊讶的作品，比如博客直播小猫自动喂食、远程遥控家用电器等。

1.1.2 Arduino 主控板类型

Arduino ProMini 如图 1-1 所示，是 Arduino Mini 的半定制版本，所有外部

引脚通孔没有焊接，与 Mini 版本管脚兼容。Arduino ProMini 的处理器核心是 ATmega168，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，一个晶体谐振器，一个复位按钮。有两个版本，即工作在 3.3V 和 8MHz 时钟与工作在 5V 和 16MHz 时钟。

Arduino Mega2560 如图 1-2 所示，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 I/O，特别适合需要大量 I/O 接口的设计。Mega2560 的处理器核心是 ATmega2560，同时具有 54 路数字 I/O 口（其中 16 路可作为 PWM 输出），16 路模拟输入，4 路 UART 接口，一个 16MHz 晶体谐振器，一个 USB 口，一个电源插座，一个 ICSP header 和一个复位按钮。Arduino Mega2560 也能兼容成为 Arduino UNO 设计的扩展板。

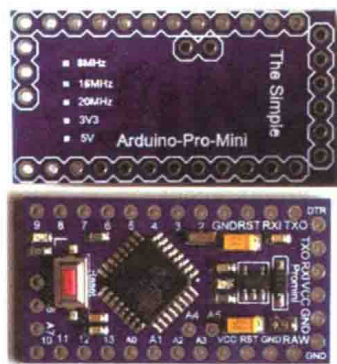


图 1-1 Arduino MiniPro

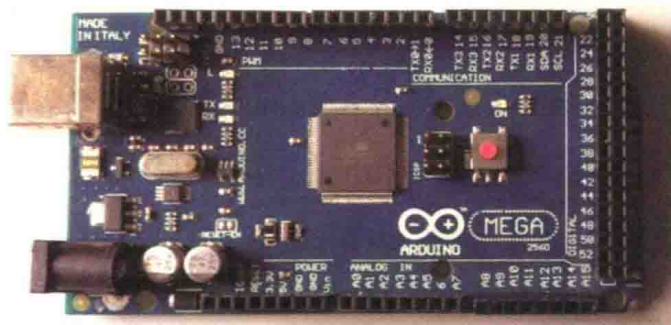


图 1-2 Arduino Mega

Arduino UNO 如图 1-3 所示，是 Arduino USB 接口系列版本，作为 Arduino 平台的参考标准模板。UNO 的处理器核心是 ATmega328，同时具有 14 路数字 I/O 口（其中 6 路可作为 PWM 输出），6 路模拟输入，一个 16MHz 晶体谐振器，一个 USB 口，一个电源插座，一个 ICSP header 和一个复位按钮。

Arduino Leonardo 如图 1-4 所示，是基于 ATmega32u4 一个微控制器板。它有 20 个数字 I/O 引脚（其中 7 个可用于 PWM 输出、12 个可用于模拟输入），一个 16MHz 的晶体谐振器，一个 Micro USB 接口，一个 DC 接口，一个 ICSP 接口，一个复位按钮。它包含了支持微控制器所需的一切，可以简单地通过把它连接到计算机的 USB 接口，或者使用 AC-DC 适配器，再或者用电池来驱动它。Leonardo 直接

使用了 ATmega32u4 的 USB 通信功能, 取消了 USB 转 UART 芯片, 可以作为一个虚拟的 (CDC) 串行 / COM 端口, 还可以作为鼠标或者键盘连接到计算机。可以说 Arduino Leonardo 是 Arduino UNO 的升级版, 建议先学 Arduino UNO 如何使用, 然后再学习 Arduino Leonardo 的控制使用。

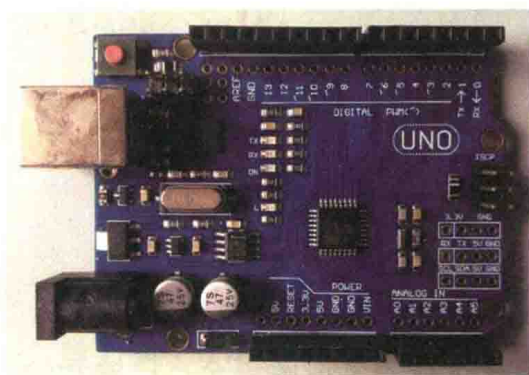


图 1-3 Arduino UNO

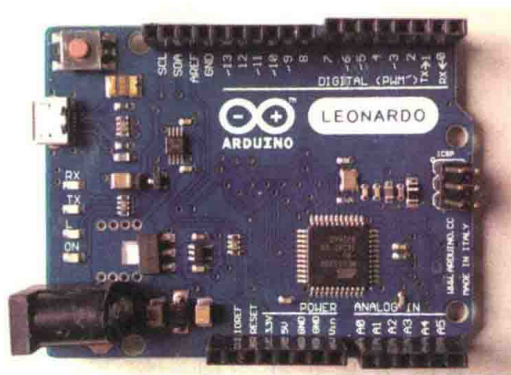


图 1-4 Arduino Leonardo

1.1.3 Arduino安装

Arduino 安装包括 IDE 集成开发环境安装与主控板驱动程序安装。

1. Arduino IDE 官方下载

官方下载网址：<http://arduino.cc/en/Main/Software>。

访问该网址后, 首先可以看到该 IDE 最新版本信息, 根据安装 Arduino 计算机的操作系统选择相应的 IDE 下载。对于 Windows 用户而言建议选择 Windows zip file for non admin install 下载, 如图 1-5 所示。

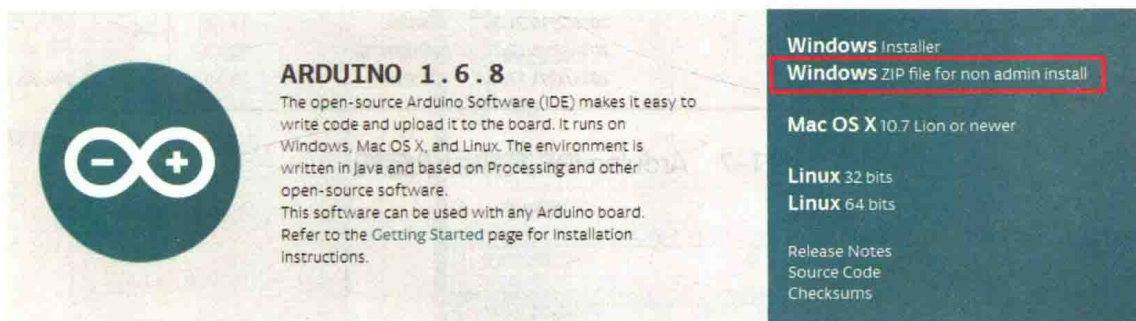


图 1-5 Arduino IDE 下载

若需要以前的 IDE 版本, 可以根据图 1-6 所示, 下载 Arduino 00 × × versions、Arduino 1.0.x、Arduino 1.5.xBeta version、previous version of the current release。

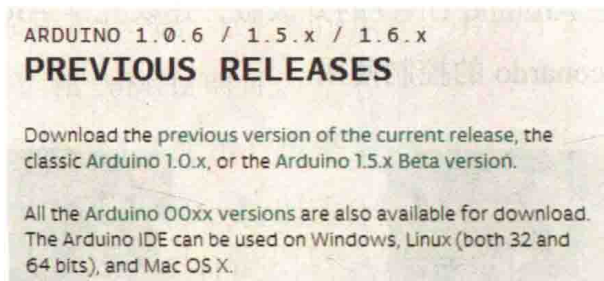


图 1-6 Arduino IDE 以往版本下载

2. Arduino IDE 安装

IDE 安装非常简单, 将下载的安装包文件直接运行安装或解压至自己熟悉的文件夹中, 如 C:\ 即可。IDE 文件目录结构如图 1-7 所示。

名称	修改日期	类型	大小
drivers	2014/10/1 17:21	文件夹	
examples	2014/10/1 17:23	文件夹	
hardware	2014/10/1 17:23	文件夹	
java	2014/10/1 17:30	文件夹	
lib	2014/10/1 17:23	文件夹	
libraries	2014/10/1 17:23	文件夹	
reference	2014/10/1 17:23	文件夹	
tools	2014/10/1 17:23	文件夹	
arduino.exe	2014/10/1 17:23	应用程序	844 KB
arduino_debug.exe	2014/10/1 17:23	应用程序	383 KB
cyg gcc_s-1.dll	2014/10/1 17:21	应用程序扩展	102 KB
cygiconv-2.dll	2014/10/1 17:21	应用程序扩展	986 KB
cygwin1.dll	2014/10/1 17:21	应用程序扩展	3,041 KB
cygz.dll	2014/10/1 17:21	应用程序扩展	73 KB
hs_err_pid4060.log	2016/2/16 21:36	文本文档	31 KB
libusb0.dll	2014/10/1 17:21	应用程序扩展	43 KB
revisions.txt	2014/10/1 17:21	文本文档	55 KB

图 1-7 Arduino IDE 文件目录结构

3. Arduino 驱动安装

Windows 7 是目前比较常见的操作系统, 其他 Windows 操作系统安装 Arduino

驱动程序的过程均类似,故在此只介绍 Windows 7 环境下安装 Arduino 驱动程序的过程及常见问题的解决办法。

4. Windows 7 环境下 Arduino 驱动安装

第一次将 Arduino 主控板与计算机通过方形口 USB 线连接好以后,Arduino 主控板电源指示灯 ON 会亮,默认情况会出现图 1-8 所示状态提示信息。



图 1-8 Arduino UNO 主控板未成功安装驱动程序状态提示

单击图 1-9 中的“我的计算机”,右击“计算机”在弹出的快捷菜单中选择“管理”命令,或者单击左下角的  按钮,在弹出菜单中选择“控制面板”(图 1-10),选择“硬件和声音”(图 1-11),在弹出界面中单击“设备管理器”(图 1-12),均可进入“设备管理器”窗口(图 1-13)。



图 1-9 进入设备管理器方式一



图 1-10 进入设备管理器方式二第 1 步



图 1-11 进入设备管理器方式二第 2 步



图 1-12 进入设备管理器方式二第 3 步

在“设备管理器”(图 1-13)界面中找到新增“未知设备”, 右击并选择快捷菜单中的“更新驱动程序软件”命令。在图 1-14 中单击“手动查找并安装驱动程序软件”选项。

在图 1-15 所示界面中单击“浏览”按钮, 确定 Arduino 驱动程序位置, 默认在 Arduino IDE 安装文件夹中的子文件夹 drivers 中, 然后单击“下一步”按钮继续安装。安装过程中会出现“Windows 安全”提示对话框(图 1-16), 此时可以单击“安装”按钮继续安装。出现图 1-17 所示界面后表示安装成功!



图 1-13 更新未知设备驱动程序

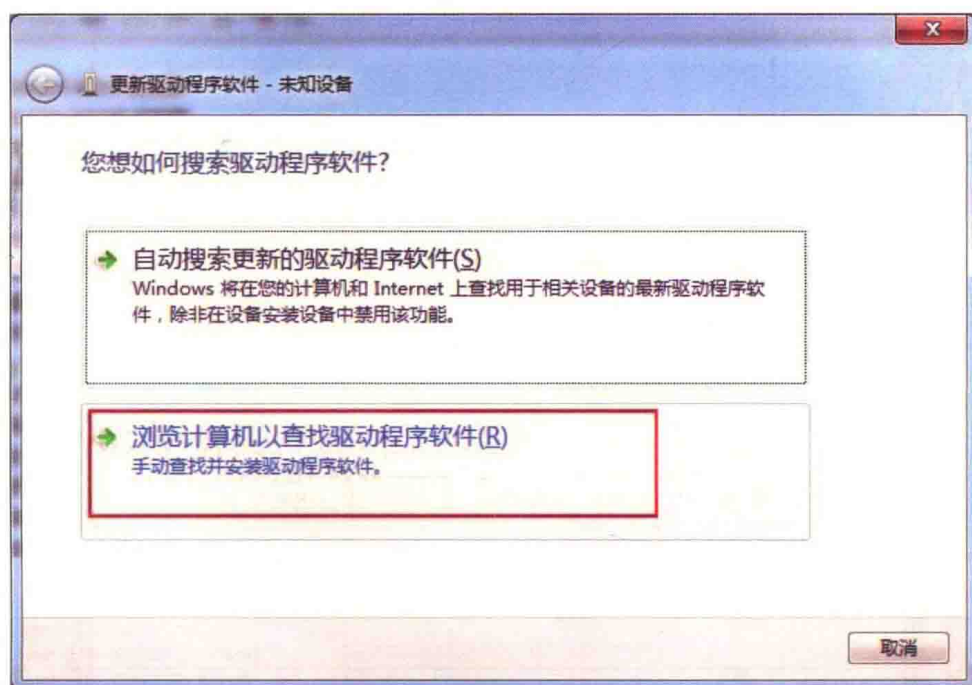


图 1-14 搜索驱动程序方式选择