

Arduino 编程指南

Mc
Graw
Hill
Education

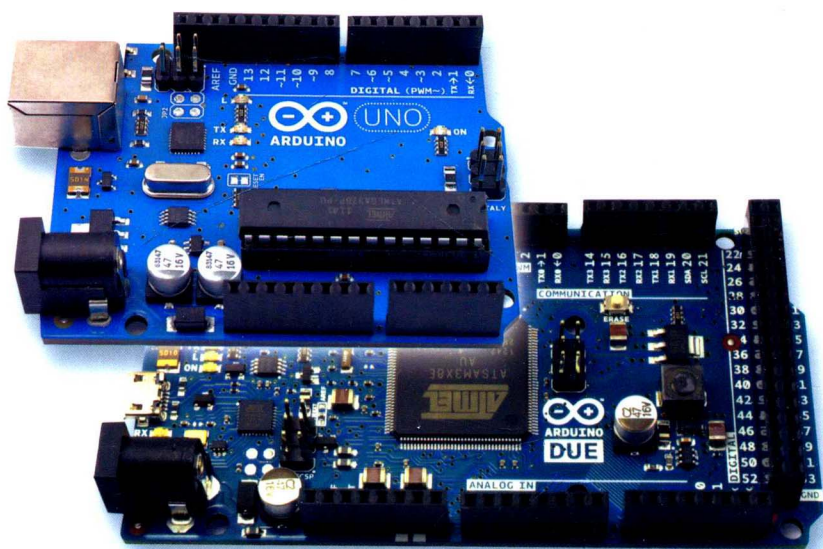


75个智能硬件程序设计技巧

Programming Arduino Next Steps:
Going Further with Sketches

[英] Simon Monk 著

张佳进 陈立畅 孙超 杨彦鑫 张悦 高泉 译



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

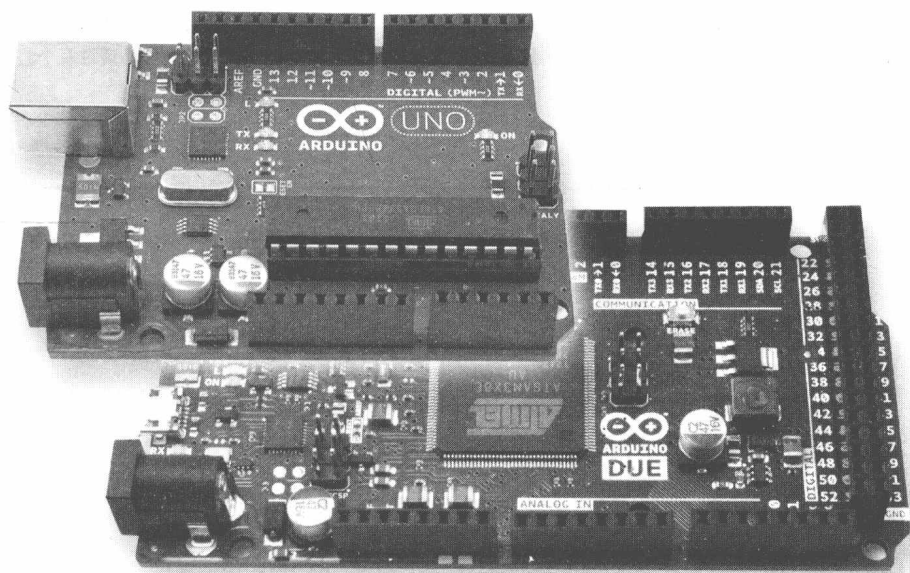
Arduino 编程指南

75个智能硬件程序设计技巧

Programming Arduino Next Steps:
Going Further with Sketches

[英] Simon Monk 著

张佳进 陈立畅 孙超 杨彦鑫 张悦 高泉 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

Arduino编程指南：75个智能硬件程序设计技巧 /
(英) 蒙克(Monk, S.) 著；张佳进等译. —北京：人
民邮电出版社，2016.2
(i创客)
ISBN 978-7-115-41448-9

I. ①A… II. ①蒙… ②张… 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(2016)第005767号

版权声明

Programming Arduino Next Steps: Going Further with Sketches

By Simon Monk, ISBN: 978-0-07-183025-6.

Copyright ©2014 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and POSTS & TELECOM PRESS.

This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright ©2016 by McGraw-Hill Education and POSTS & TELECOM PRESS.

Copies of this book sold without a McGraw-Hill Education sticker on the cover are unauthorized and illegal.

版权所有，未经出版人事先书面许可，对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播，包括但不限于复印、录制、录音，或通过任何数据库、信息或可检索的系统。本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和人民邮电出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。版权©2016由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与人民邮电出版社所有。本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签，无标签者不得销售。

内容提要

本书从提高Arduino使用效率、数据库打包、硬件融合、USB编程、网络编程、数字信号编程等几个方面，来综合讲解Arduino的晋级应用方法。书中迅速带过Arduino的基础知识，进入能力提升的主题，通过多个实例帮助读者快速提升Arduino编程能力。

-
- ◆ 著 [英] Simon Monk
 - 译 张佳进 陈立畅 孙超 杨彦鑫 张悦 高泉
 - 责任编辑 马涵
 - 责任印制 周昇亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本：700×1000 1/16
印张：13.75 2016年2月第1版
字数：252千字 2016年2月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字：01-2015-2399号

定价：49.00元

读者服务热线：(010) 81055339 印装质量热线：(010) 81055316

反盗版热线：(010) 81055315

广告经营许可证：京崇工商广字第0021号

致谢

首先，非常感谢McGraw-Hill Education出版社的所有同仁，本书的出版得益于他们辛勤的劳动。另外，特别要感谢编辑Roger Stewart、Vastavikta Sharma、Jody McKenzie、LeeAnn Pickrell和Claire Splan。

同时，我也要感谢Adafruit、SparkFun和CPC供应商。在我准备写作本书之前，它们给我提供了许多模块和器件。

最后，再次感谢Linda的耐心和宽宏大量，她给了我写作的空间。

前言

由于简单易用、成本低、扩展板异常丰富，Arduino已成为微控制器的标准，在创客、艺术家和教育工作者中得到了广泛应用。插件式的扩展板添加到Arduino基础板上，可以把Arduino扩展应用于互联网、机器人和家庭自动化领域。

简易的Arduino项目是很容易完成的。当你遇到本书未涉及到的领域时，你会发现事情迅速变得令人困惑和沮丧，因为其复杂性（所有程序员的敌人）会伫立在你的面前，阻止你的前行。

本书是畅销书*Programming Arduino: Getting Started with Sketches*的姊妹篇。虽然本书也简要回顾了Arduino程序设计的基础内容，但是它给读者介绍了更多的Arduino程序设计的高级功能。特别是针对以下方面，将会给你提供帮助：

- 只需最少存储器即可有效工作
- 支持多任务工作模式，不需要奢侈的多线程
- 支持把你的代码生成库函数供别人使用
- 使用硬件和定时器产生中断
- 最大性能
- 最小功耗
- 支持不同类型的串行通信总线(I²C、1-Wire、SPI和serial串行口)
- 支持USB编程
- 支持网络编程
- 数字信号处理DSP

下载

本书提供了75个开源的sketch示例，可以访问作者的网站：www.simonmonk.org，在本书的页面上，你将能下载这些代码和最新的勘误表。

我需要的是什麼？

本书偏向软件。所以，对于书中很多例子，你只需要一块Arduino开发板、一个LED或者一个万用表。话虽如此，如果你有其他的Arduino扩展板，它们迟早会

派上用场。对于第12章，你也将需要以太网、Wi-Fi扩展板。在整本书中，几个不同类型的模块用于说明不同的接口。

虽然本书关注的是Arduino Uno开发板（以Arduino为核心，最流行的开发板），但是也介绍了其他类型Arduino的特殊功能，例如，支持USB编程和数字信号处理的Leonardo和Arduino Due。本书的末尾列出了提供这些零配件的供应商。

本书的使用方法

每一章涉及Arduino编程的特定主题。除了介绍、回顾Arduino基础知识的第1章外，剩余的章完全可以按照你的喜好来进行阅读。

如果你是一个在其他领域有经验的开发者，估计你会喜欢先阅读第14章，然后把Arduino编程放到特定的语义场景中。接下来对每一章进行介绍。

第1章“Arduino编程”包含了Arduino程序设计的归纳与总结。对于需要快速掌握Arduino基础知识的人，这是入门章节。

在第2章“内部机理”中，我们探索了Arduino的软件是如何工作的，它来自哪里。

第3章“中断和定时器”。新手常常会避开使用中断，其实他们完全不必这样，因为有时采用中断是很方便的，同时所涉及相关代码也不复杂。虽然中断也有一些缺陷，本章将告诉你需要知道哪些内容。

第4章“让Arduino更快”。Arduino的处理器速度慢、功耗低，所以有时你需要尽可能挖掘它们的潜力。例如，内嵌digitalWrite函数是安全和简单易用的，但其效率低，特别是同时对多个输出进行设置时更加突出。在这章里，你将寻求提高性能的方法，同时学习其他技术来编写时效性强的sketch。

第5章“低功耗的Arduino”。当你用电池或太阳能电池给Arduino供电时，你需要考虑把功耗降到最低。此外为了优化硬件设计，你也可以通过编写代码来降低Arduino的功耗。

第6章“内存”。在本章中，我们在sketch内探寻最小化内存的使用及其优势，以及动态使用内存所带来的风险。

第7章“I²C总线的使用”。Arduino的I²C接口能很容易实现与模块和器件间的通信，能减少所需引脚的数量。这一章阐述了I²C工作原理及其使用方法。

第8章“1-Wire器件接口”。本章着眼于1-wire总线器件，例如，Dallas家族中非常流行，用于Arduino的温度传感器。你能学习1-wire总线的工作原理和使用方法。

第9章“SPI器件接口”。Arduino的另一个接口标准是SPI。本章将探索它的工作原理和使用方法。

第10章“UART串行编程”。通过USB或Arduino的Rx和Tx引脚，在外设和其他Arduino之间，串行通信提供了非常重要的数据交换通道。在本章中，你可以学习到串行通信的工作原理及其使用方法。

第11章“USB编程”。本章介绍了具有USB接口的Arduino使用的各个方面。你将学习由Arduino Leonardo提供的键盘和鼠标模拟功能。以及允许USB键盘或鼠标连接到内嵌Arduino设备的相反过程。

第12章“网络编程”。Arduino在物联网中是一个常见的器件。在本章中，你将学习Arduino的互联网编程方法。其主题涉及Wi-Fi和以太网扩展板、Web服务的使用以及把Arduino作为迷你Web服务器。

第13章“数字信号处理”。Arduino具有初步的信号处理能力。本章讨论了各种技巧，从对来自模拟输入端的信号进行滤波（使用的是软件技术而不是额外的电子部件），到采用傅里叶变换技术，用其计算一个信号中各种频率的相对大小。

第14章“管理一个进程”。有大型系统编程背景的程序员接触到Arduino时，往往会把Arduino中缺乏多线程和并发机制作为某种缺陷。在这章中，我试着修正和展示如何采用嵌入式系统的单线程模型。

第15章“编写程序库”。总有一天，考虑到别人能够使用，你会把事情做得确实很好，因为这是把代码打包生成库函数并将其向全世界发布的时代。本章介绍了它的实现方法。

资源

作者网站 (www.simonmonk.org) 为本书提供了相关支持。按照本书的链接，你会找到所有的源代码以及其他资源，如勘误表等。

目录

第1章 Arduino编程	1
什么是 Arduino?.....	1
软件安装和IDE	3
Arduino概览	6
Arduino 开发板	8
编程语言	12
修改Blink sketch.....	12
变量	14
If	15
Loops.....	16
函数	17
数字量输入	18
数字量输出	20
串口监视器	20
数组和字符串	22
模拟量输入	23
模拟量输出	25
使用库	26
Arduino数据类型.....	28
Arduino 指令	29
总结	30
第2章 内部机理	31
Arduino发展概况	31
Arduino内部结构.....	31
AVR微控制器	32

Arduino 和Wiring	35
从sketch到Arduino	38
AVR Studio	41
安装引导程序	43
总结	46
第3章 中断和定时器	47
硬件中断	47
启用和禁用中断	53
定时器中断	53
总结	56
第4章 让Arduino更快	57
Arduino到底有多快?	57
Arduino开发板之间的比较	58
算法加速	59
查找与计算	60
快速I/O	62
模拟量输入的加速	68
总结	69
第5章 低功耗的Arduino	70
Arduino开发板的功耗	70
电流和电池	72
降低时钟频率	73
关闭一些模块	75
休眠	76
输出数字量控制功耗	80
总结	82
第6章 内存	83
Arduino内存	83
减少RAM的使用	84
最小化闪存占用	89
静态与动态内存分配对比	90
字符串	91
EEPROM的使用	95

使用闪存	100
使用SD卡存储数据	102
总结	104
第7章 I²C总线的使用	105
I ² C硬件	106
I ² C协议	107
Wire库	108
I ² C示例	110
总结	116
第8章 1-Wire器件接口	117
1-Wire硬件	117
1-Wire协议	118
OneWire 程序库	118
使用DS18B20	121
总结	122
第9章 SPI器件接口	123
位操作	123
SPI硬件	127
SPI协议	129
SPI库	129
SPI 示例	131
总结	134
第10章 UART串行编程	135
串行硬件	135
串行通信协议	137
串行命令	138
软件串行通信库	140
串行通信示例	141
总结	148
第11章 USB编程	149
键盘和鼠标仿真	149
USB主机编程	152

总结	159
第12章 网络编程	160
网络硬件	160
Ethernet库	163
以太网示例	167
WiFi库	173
WiFi示例	174
总结	175
第13章 数字信号处理	176
数字信号处理介绍	176
读数求均值	177
滤波介绍	179
构建一个简易低通滤波器	180
Arduino Uno 的数字信号处理	181
Arduino Due数字信号处理	183
滤波器代码生成	185
傅里叶变换	188
总结	192
第14章 管理一个进程	193
转变大型系统的编程习惯	193
为什么你不需要线程	194
设置和循环	194
Timer库	197
总结	198
第15章 编写程序库	199
何时编写程序库	199
使用类与方法	200
库示例 (TEA5767 Radio)	200
测试库文件	205
发布这个库	205
总结	206

附件A 器件	207
Arduino开发板	207
扩展板	207
器件与模块	208
供应商	208

第1章 Arduino编程

本章介绍了Arduino的基础知识。如果你对Arduino完全不熟悉，那么你或许会发现阅读《爱上Arduino》这本书对你会很有帮助。

什么是 Arduino？

Arduino这个词用来描述两个部分——Arduino开发板（其中最流行的是Arduino的Uno型）和Arduino的整个系统。该系统还包括需要在你的计算机上运行的软件（为了在开发板上写入程序）和一个可以插入Arduino开发板的外围扩展板。

要使用Arduino，你还需要一台“合适”的计算机。这可能是一台Mac、Windows PC、Linux PC，甚至跟Raspberry Pi一样简单的计算机。你需要计算机的最主要原因是你可以下载程序到Arduino开发板，一旦安装在Arduino上，这些程序就可以独立运行。

图1-1为Arduino Uno。

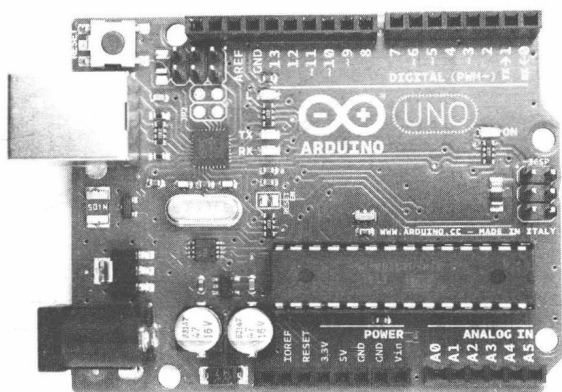


图1-1 Arduino Uno

Arduino还可以通过USB与你的计算机通信。当连接计算机时，你可以双向发送信息。图1-2给出了Arduino和计算机之间的关系。

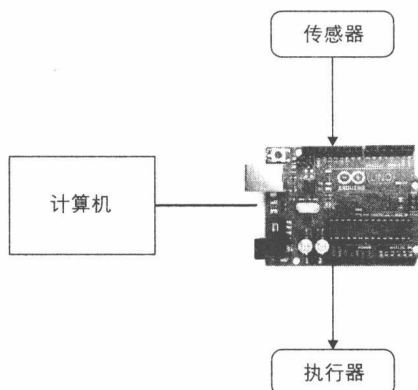


图1-2 Arduino和你的计算机

Arduino不同于传统的计算机，因为它几乎没有存储器、操作系统、键盘、鼠标或显示器接口。

Arduino借助传感器和执行器来实现控制目的。因此，你可能会外加一个传感器来测量温度，然后通过继电器来控制加热器的电源等。

如图1-3所示，你可以添加一些设备到Arduino开发板上。毫无疑问还有更多类型的设备，可以连接到Arduino。

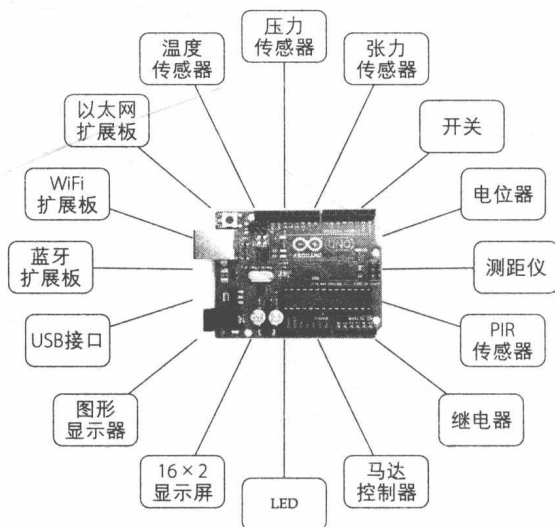


图1-3 Arduino 接口

这里仅选取了几个基于Arduino的神奇项目：

- Bubblino——一台连着Arduino的泡泡机器，可以使用推特（Twitter）让它吹出泡泡!
- 3D LED立方体
- 盖革计数器
- 乐器
- 遥感传感器
- 机器人

软件安装和IDE

你使用的Arduino编程软件叫做Arduino集成开发环境（IDE）。如果你是一个软件开发人员并且习惯使用复杂的IDE，例如Eclipse或者Visual Studio，那么你会发现Arduino IDE很简单，同时可能会发现自己希望的库已经集成了，还有完备的指令等。如果你对编程相对陌生，你会喜欢Arduino的简单性和易用性。

安装IDE

第一步是从Arduino官网上下载适合你的计算机的软件：<http://arduino.cc/en/Main/Software>。

一旦下载了软件，你就可以在这里找到每个平台的详细安装说明：<http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>。

关于Arduino的好处之一是，一开始你所需要的只是一个Arduino、一台计算机以及一个连接它们的USB电缆。Arduino甚至可以通过USB连接由计算机为其供电。

闪烁

为了表明Arduino正处于工作状态，我们将通过程序让Arduino开发板上的标有“L”的LED闪烁，这里用“L”代表LED。

首先启动计算机上的Arduino IDE。然后，从File菜单（见图1-4）选择Examples|01 Basics|Blink。

为了使非编程人员对Arduino编程听起来不那么气馁，Arduino编写的程序被称为sketches。

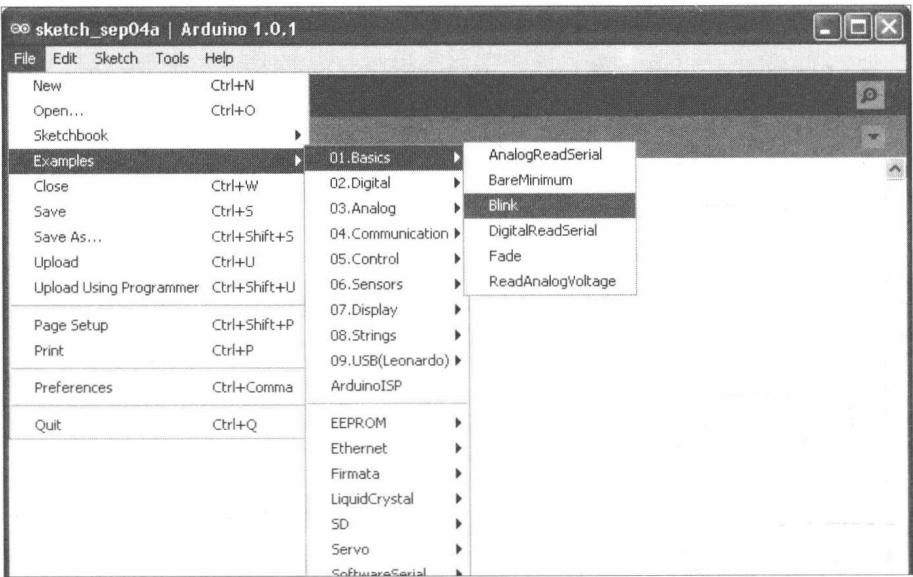


图1-4 Arduino IDE 中加载Blink示例程序

在你发送Blink sketches到Arduino之前，你需要告诉Arduino IDE使用的是哪种类型的Arduino。最常见的类型是Arduino Uno，在这一章，假定你使用的是Arduino Uno。所以从Tools|Board菜单中，选择Arduino Uno（见图1-5）。

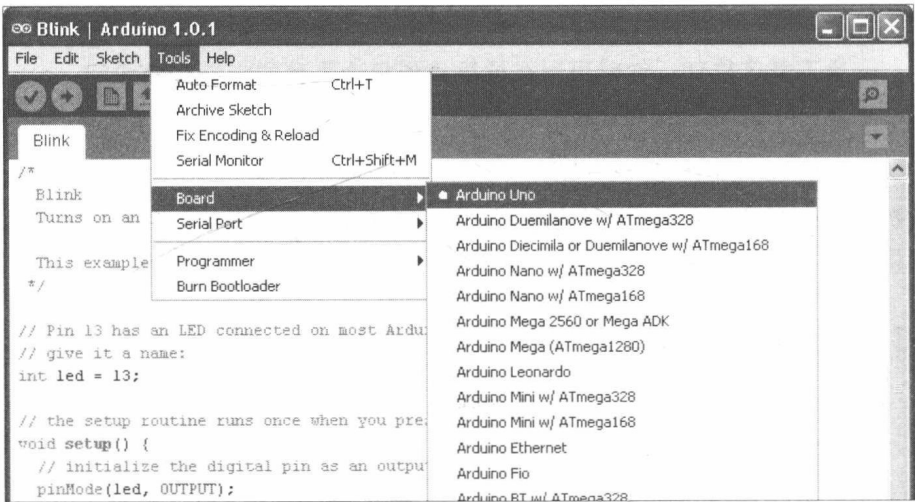


图1-5 选择开发板类型

和选择开发板类型一样，你还需要选择连接端口。在Windows中这是很容易做到的，因为它通常是COM4，并且它可能是端口列表中唯一的一个（见图

1-6)。在Mac或Linux的计算机上，通常列表中有更多串行设备。Arduino IDE首先显示最近连接的设备，所以你的Arduino开发板应该在列表的顶部。

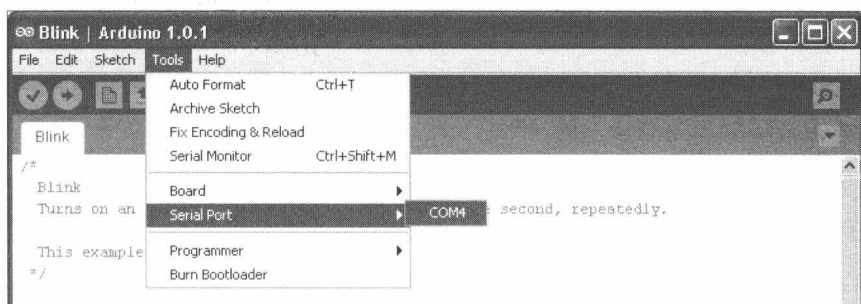


图1-6 选择串行端口

点击工具栏上的Upload按钮，就可以把sketch下载到Arduino开发板。这是第二个工具栏上的按钮，如图1-7上高亮度显示的按钮。

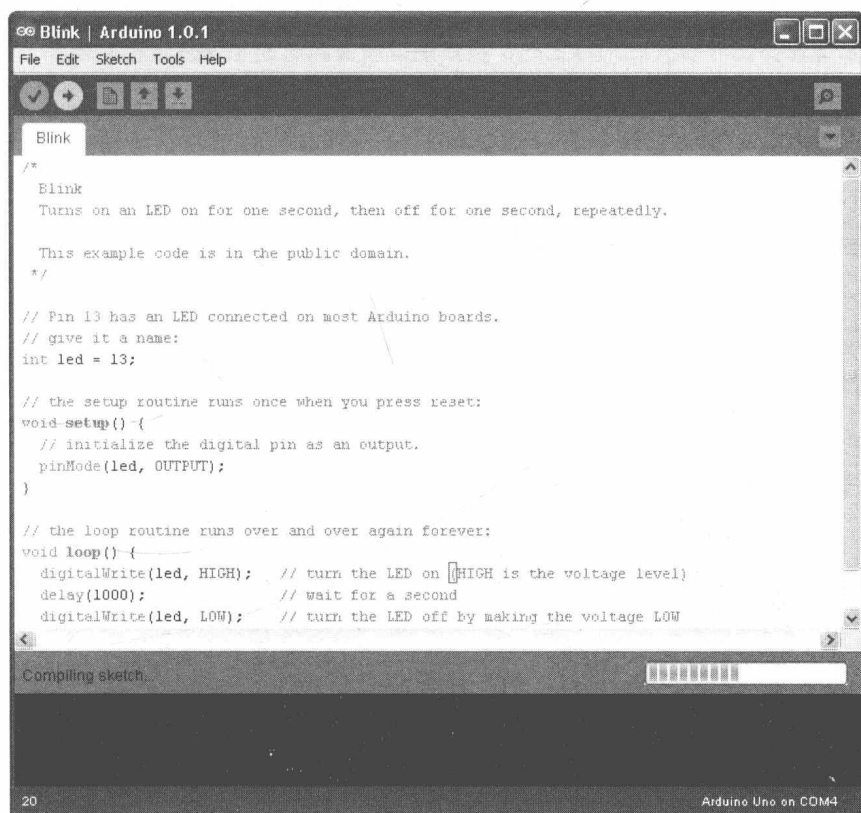


图1-7 下载Blink sketch