

广州铁路职业技术学院资助出版
职业教育校企合作双元开发工作手册式教材
高等职业院校技能型人才培养新形态一体化教材

Arduino 嵌入式系统

应用开发

主 编

刘国成

副主编

张 杨 霍 睿 丁 妤

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

Arduino 嵌入式系统应用开发 / 刘国成主编. — 成都 : 西南交通大学出版社, 2020.11
ISBN 978-7-5643-7766-3

. A... . 刘... . 单片微型计算机 - 程序设计 . TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 209284 号

Arduino Qianrushu Xitong Yingyong Kaifa
Arduino 嵌入式系统应用开发
主编 刘国成
责任编辑 李晓辉

助理编辑 赵永铭
封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)
邮政编码 610031
发行部电话 028-87600564 028-87600533
网址 <http://www.xnjdcbs.com>
印刷 四川玖艺呈现印刷有限公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 18.5
字数 427 千
版次 2020 年 11 月第 1 版
印次 2020 年 11 月第 1 次
定价 68.00 元
书号 ISBN 978-7-5643-7766-3

课件咨询电话：028-81435575
图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562



前言

PREFACE

本书是针对高职高专院校项目化教学需要编写的一本教材。校企合作双元开发、工作手册式、新形态信息化教学、“教、学、做”一体是本书的特点。在考虑学生知识发展和技能需求的基础上，本书打破了以讲授知识为主线的传统教学方式和学习方法，把知识点、技能点、经验点融合在一起，嵌入到项目教学中。在项目中，以项目任务方式在课堂上引导学生完成技能和知识的学习，同时讲解相关的必要知识要点，通过设置技能训练任务让学生积累项目开发经验，最后以总结形式介绍项目开发方法和技巧。每个项目的设计和每个任务的编排都力求由易到难、由小到大、螺旋式逐渐推进。本书的内容基本涵盖了 Arduino 嵌入式编程的常用开发技术，为后续课程学习奠定了基础。通过完成教程中的项目和任务，可以达到 Arduino 嵌入式项目开发的基本技能和知识要求，满足 Arduino 嵌入式开发的需求。

本书适用于计算机应用技术、物联网应用技术、人工智能应用技术、虚拟现实应用技术等专业，本书采用“项目导向、任务驱动”架构、以工作手册式新形态教材理念来编写，并配套开发有相应的信息化课件及教学资源。

本书按照项目式的要求来编写，根据实际工作中 Arduino 嵌入式项目开发的常见技术要求，组织了 6 个循序渐进的项目。项目内容涉及嵌入式系统开发平台搭建、嵌入式系统灯控原理及装置设计、嵌入式系统常用元件原理与使用、嵌入式系统显示原理及编程、嵌入式系统传感器件原理与应用、嵌入式系统无线遥控原理与控制等，涵盖了嵌入式基础开发技术和实践技能。依照 Arduino 嵌入式开发的典型工作过程实施“教、学、做”一体的教学思路，通过工作任务实施和任务拓展，将 Arduino 嵌入式开发技术中的“知识点、技能点、经验点”有机结合在一起。通过

教，记住知识点；通过学，掌握技能点；通过做，获得经验点。在学习每个项目时，建议读者先对任务有个了解，然后通过任务实施来掌握相应知识点和技能点，并通过技能实战训练（工作拓展）来进一步提升技能和获取经验。

本书参考学时为 76 学时，其中建议教师讲授 38 学时，学生实训 38 学时，理论和实践比例为 1 : 1，学时分配表如下：

项 目	课程内容	学时分配	
		讲 授	实 训
项目 1	嵌入式系统开发平台搭建	4	4
项目 2	嵌入式系统灯控原理及装置设计	8	8
项目 3	嵌入式系统常用元件原理与使用	8	8
项目 4	嵌入式系统显示原理及编程	5	5
项目 5	嵌入式系统传感器件原理与应用	8	8
项目 6	嵌入式系统无线遥控原理与控制	5	5
课时小计		38	38
总课时合计		76	

本书项目 1、项目 2、项目 3、项目 4（不含任务 4-3、任务 4-4、任务 4-5）参考文献由主编刘国成撰写完成（约 24 万字），项目 5 和任务 4-3 由副主编张杨撰写完成（约 9 万字），项目 6 和任务 4-4 由副主编霍睿撰写完成（约 6.6 万字），项目 4 任务 4-5 由副主编丁妤撰写完成（约 1.1 万字）。

本书由广州铁路职业技术学院刘国成博士等人与华为技术有限公司、荔峰科技（广州）有限公司、广州可口可乐软件科技有限公司、广州飞瑞敖电子科技有限公司、上海影创公司、深圳学必优教育科技有限公司等企业合作开发。本书内容能够对接智能计算平台应用开发“1+X”职业技能等级证书（中级）、虚拟现实应用开发“1+X”职业技能等级证书（中级）、计算机视觉应用开发“1+X”职业技能等级证书（中级）等的相关知识和技能。本书开发过程中得到了上述企业肖茂财、林明静、刘勋、闵瑞、梅宇、彭瀚林、丁妤、李伟、陈俊、李凯、刘余和、李新等人的支持和帮助，在此表示由衷感谢！

由于编者水平有限，时间仓促，书中可能存在不妥之处，敬请批评指正。



本书源码下载

编 者

2020年7月



目录

CONTENTS

项目 1 嵌入式系统开发平台搭建	001
任务 1-1 嵌入式开发平台搭建	002
任务 1-2 嵌入式系统程序设计	011
任务 1-3 嵌入式开发环境测试	018
任务 1-4 嵌入式系统电路设计	024
项目小结	032
项目评价	032
实训与讨论	033
项目 2 嵌入式系统灯控原理及装置设计	034
任务 2-1 嵌入式 LED 灯控装置设计	035
任务 2-2 嵌入式交通灯装置制作	041
任务 2-3 嵌入式广告灯装置制作	048
任务 2-4 嵌入式小夜灯装置制作	055
任务 2-5 嵌入式抢答器装置制作	062
任务 2-6 嵌入式呼吸灯装置制作	069
任务 2-7 嵌入式感光灯装置制作	076
任务 2-8 嵌入式炫彩灯装置制作	082
项目小结	089
项目评价	089
实训与讨论	090
项目 3 嵌入式系统常用元件原理与使用	091
任务 3-1 嵌入式警报系统设计	092
任务 3-2 嵌入式防倾装置设计	099
任务 3-3 嵌入式继电器装置设计	106
任务 3-4 嵌入式步进电机使用	112
任务 3-5 嵌入式舵机使用	119

任务 3-6 嵌入式摇杆装置设计	125
任务 3-7 嵌入式矩阵键盘使用	131
任务 3-8 74HC595 芯片使用	138
项目小结	146
项目评价	146
实训与讨论	147
项目 4 嵌入式系统显示原理及编程	148
任务 4-1 一位数码管模块显示编程	149
任务 4-2 四位数码管模块显示编程	159
任务 4-3 点阵模块显示编程	168
任务 4-4 LCD 液晶屏模块显示编程	175
任务 4-5 OLED 屏模块显示编程	184
项目小结	192
项目评价	192
实训与讨论	193
项目 5 嵌入式系统传感器件原理与应用	194
任务 5-1 温度传感器应用	195
任务 5-2 温湿度传感器应用	201
任务 5-3 火焰传感器应用	207
任务 5-4 水位传感器应用	214
任务 5-5 气体传感器应用	220
任务 5-6 气压传感器应用	226
任务 5-7 超声波传感器应用	233
任务 5-8 粉尘传感器应用	240
项目小结	248
项目评价	248
实训与讨论	249
项目 6 嵌入式系统无线遥控原理与控制	250
任务 6-1 嵌入式声音遥控装置控制	251
任务 6-2 嵌入式激光感应装置控制	257
任务 6-3 嵌入式红外遥控装置控制	264
任务 6-4 嵌入式蓝牙遥控装置设计	271
任务 6-5 嵌入式 Wi-Fi 遥控装置设计	277
项目小结	286
项目评价	286
实训与讨论	287
参考文献	288

项目 1

嵌入式系统开发平台搭建



项目 1 PPT

知识目标

- 认识 Arduino 开发环境。
- 了解 Arduino 编程技术。
- 掌握 Arduino 软件的安装方法。
- 掌握 Arduino 开发环境的搭建流程。
- 掌握 Arduino 应用程序项目的创建方法。

技能目标

- 懂 Arduino IDE 软件的安装与配置。
- 会创建和运行 Arduino 应用程序项目。
- 能独立搭建 Arduino 嵌入式系统开发环境。

工作任务

- 任务 1-1 嵌入式开发平台搭建
- 任务 1-2 嵌入式系统程序设计
- 任务 1-3 嵌入式开发环境测试
- 任务 1-4 嵌入式系统电路设计

任务 1-1 嵌入式开发平台搭建



项目 1 操作视频

【任务要求】

1. 任务目标

完成 Arduino 嵌入式编程开发环境的搭建，效果如图 1-1 所示。

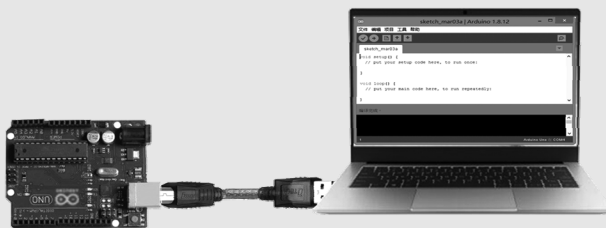


图 1-1 Arduino 程序开发环境

2. 任务描述

Arduino 开发平台搭建包括硬件安装和软件安装等 2 部分。其中硬件安装需要计算机、Arduino 开发板和 USB 数据线。软件安装需要安装 Arduino IDE 软件和配置 Arduino UNO 开发板驱动程序。

3. 任务分析

Arduino 嵌入式开发平台的硬件安装非常简单，只需要将 Arduino UNO 开发板与计算机（台式电脑或笔记本电脑）通过 USB 数据线连接好即可。USB 数据线使用 A 型公口转 B 型公口，其中 USB 数据线的 B 型公口连接 Arduino UNO 开发板，A 型公口连接计算机的 USB 接口。

Arduino 嵌入式开发平台的软件安装需要到 Arduino 官网（www.arduino.cc）下载 Arduino IDE 安装软件，然后在计算机中运行安装程序，最后在操作系统中配置好 Arduino UNO 开发板的驱动程序。

【工作准备】

1. 材料准备

Arduino 嵌入式开发平台搭建需要准备好计算机、Arduino UNO 开发板、USB 数据线等硬件设备和材料，如表 1-1 所示。

表 1-1 任务 1-1 设备及材料清单

序号	元件名称	规格	数量
1	计算机	台式电脑或笔记本电脑	1 台

2	开发板	Arduino UNO	1 个
3	数据线	USB	1 条

2. 注意事项

- (1) 作业前请检查是否穿戴好防护装备（护目镜、防静电手套等）。
- (2) 检查电源及设备材料是否齐备、安全可靠。
- (3) 作业时一定要注意摆放好设备材料，避免伤人或造成设备材料损伤。

【任务实施】

1. 下载 Arduino IDE 软件

在浏览器地址栏中输入 Arduino 官网网址“www.arduino.cc”，在 Arduino 官网首页中选择【SOFTWARE】菜单项，进入 Arduino IDE 软件下载页面，如图 1-2 所示。点击“Windows 免安装 ZIP 包”，下载 Arduino IDE 免安装 ZIP 包。



图 1-2 下载 Arduino IDE 免安装 ZIP 包

2. 安装及设置 Arduino IDE 编程环境

(1) 双击下载后的 Arduino IDE 免安装 ZIP 包（这里下载的是 arduino-1.8.12 免安装 ZIP 包，使用 WinRAR 软件进行解压），将 Arduino IDE 免安装 ZIP 包解压到本地磁盘（C:），如图 1-3 所示。

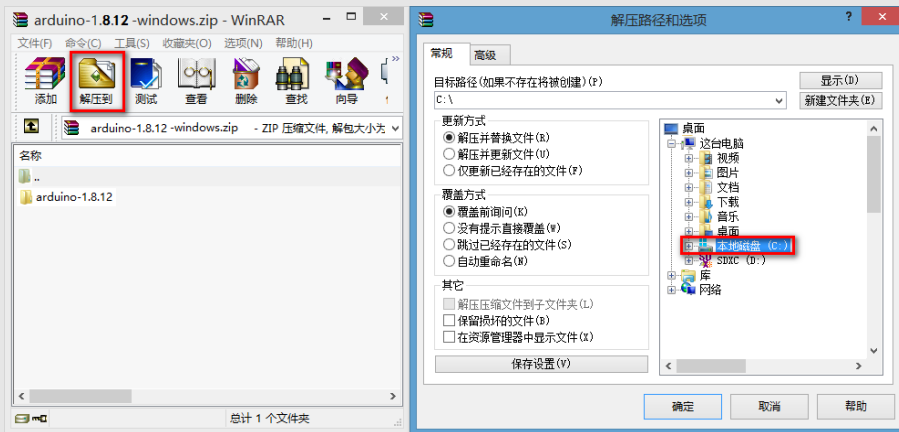


图 1-3 解压 Arduino IDE 免安装 ZIP 包

(2) 解压完成后，打开文件目录“C:\arduino-1.8.12\”，可以看见如图 1-4 所示目录。

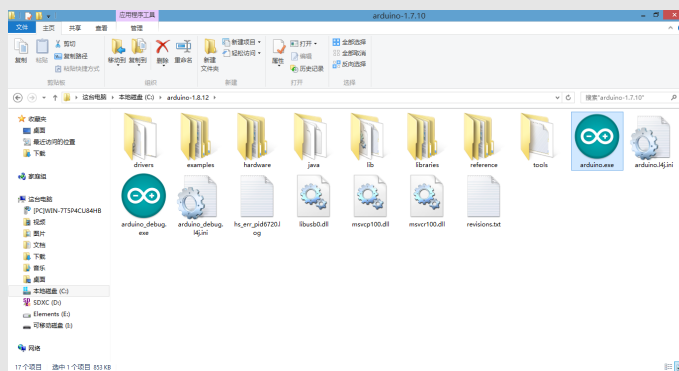


图 1-4 解压完成后的 Arduino 目录

3. 配置 Arduino 驱动程序

(1) 用配备的 USB 数据线将 Arduino UNO 开发板和计算机的 USB 接口连接起来，如图 1-5 所示。

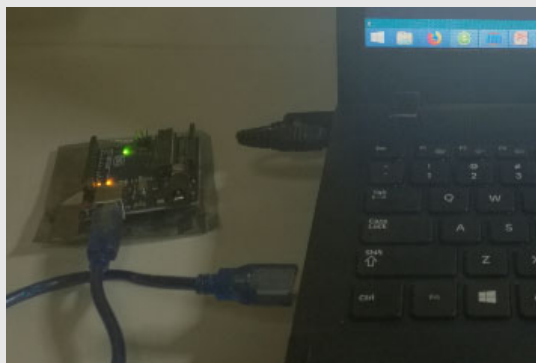


图 1-5 Arduino UNO 开发板和计算机的连接

(2) 打开设备管理器，如图 1-6 所示，右键点击端口（COM 和 LPT）下的

USB 设备（若设备出现红叉则表示没有安装驱动程序），选择更新驱动程序，在弹出的“更新驱动程序软件”对话框中选择“浏览计算机以查找驱动程序软件”进入下一步。

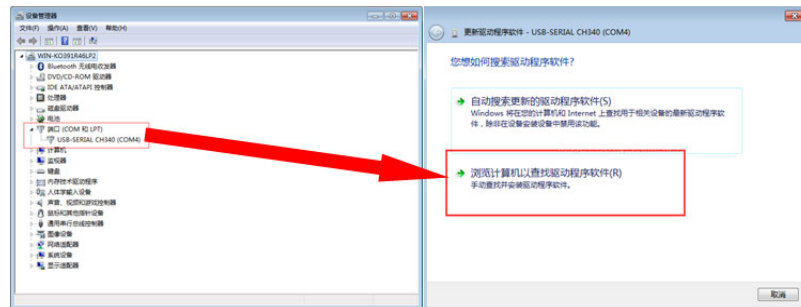


图 1-6 安装 Arduino UNO 开发板驱动程序

(3) 将查找驱动程序的位置指定到 Arduino IDE 的安装目录下的驱动目录，例如“C:\arduino-1.8.12\drivers”，如图 1-7 所示。点击“下一步”按钮，等待计算机自动搜索并安装驱动。

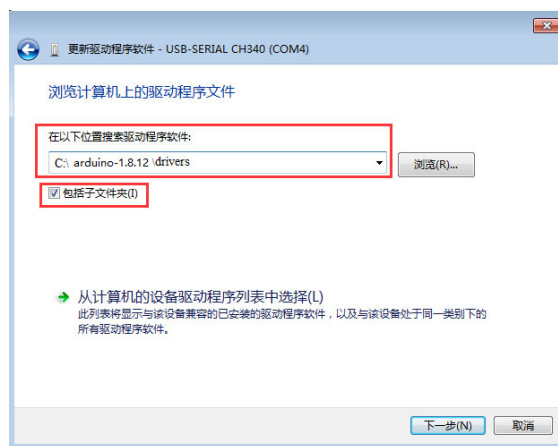


图 1-7 指定搜索驱动程序软件的目录

(4) 驱动安装正确之后在设备管理器中会显示如图 1-8 所示内容，点击“关闭”按钮完成驱动程序软件的安装。



图 1-8 驱动程序软件安装成功

(5) 运行 Arduino IDE 软件。打开解压后的 Arduino IDE 的目录，双击

“arduino.exe”，启动 Arduino IDE 软件。

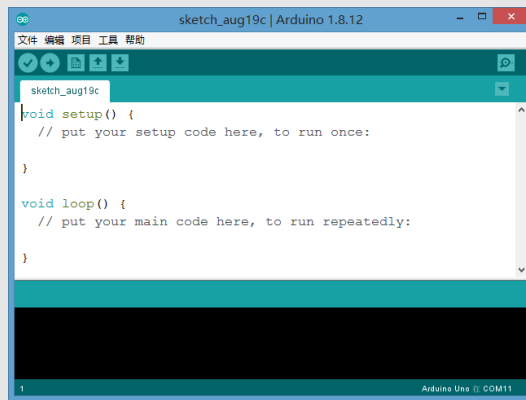


图 1-9 启动 Arduino IDE 软件

【技术知识】

1. 认识 Arduino

Arduino 是源自意大利的一个开放源代码的硬件项目平台，该平台包括一块具备简单 I/O 功能的电路板以及一套程序开发环境软件。它可以被用来制作许多有趣的创意电子制作，比如电子时钟、四轴飞行器、宠物喂食机、3D 打印机、电子显微镜等。目前，全球 Arduino 电子爱好者们还在不断开发基于 Arduino 的创意电子制作。

对于普通人来说，传统的集成电路应用比较烦琐，一般需要具有一定电子知识基础，并懂得如何进行相关程序设计的工程师才能熟练使用。但是 Arduino 的出现让曾经只有专业人士才能使用的集成电路变为平易近人的电子设计工具，即使没有程序设计基础，也可以通过简单的学习，掌握使用 Arduino 的方法。为了实现这一目标，Arduino 从两方面进行了努力与改进。首先，在硬件方面，Arduino 本身是一款非常容易使用的印刷电路板。电路板上装有专用集成电路，并将集成电路的功能引脚引出方便我们外接使用。同时，电路板还设计有 USB 接口方便与计算机连接。其次，在软件方面，Arduino 提供了专门的程序开发环境 Arduino IDE。其界面设计简洁，没有接触过程序设计的爱好者们也可以轻松上手。

Arduino 是一款不错的电子设计工具，它简单易用、开源、资料丰富，它不仅给专业人士提供了电子开发的便捷途径，更是普通人实现自己创意设计的开发平台。

2. 认识 Arduino UNO 开发板

Arduino UNO 开发板是一款基于 ATmega328P 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、16 MHz 晶振时

钟、USB 连接、电源插孔、ICSP 接头和复位按钮，如图 1-10 所示。只需要通过 USB 数据线连接电脑就能供电、程序下载和数据通信。

Arduino UNO 开发板的一些重要引脚：

Power 引脚：开发板可提供 3.3 V 和 5 V 电压输出，Vin 引脚可用于从外部电源为开发板供电。

Analog In 引脚：模拟输入引脚，开发板可读取外部模拟信号，A0~A5 为模拟输入引脚。

Digital 引脚：UNO R3 拥有 14 个数字 I/O 引脚，其中 6 个可用于 PWM（脉宽调制）输出。数字引脚用于读取逻辑值（0 或 1），或者作为数字输出引脚来驱动外部模块。标有“~”的引脚可产生 PWM。

TX 和 RX 引脚：标有 TX（发送）和 RX（接收）的两个引脚用于串口通信。其中标有 TX 和 RX 的 LED 灯连接相应引脚，在串口通信时会以不同速度闪烁。

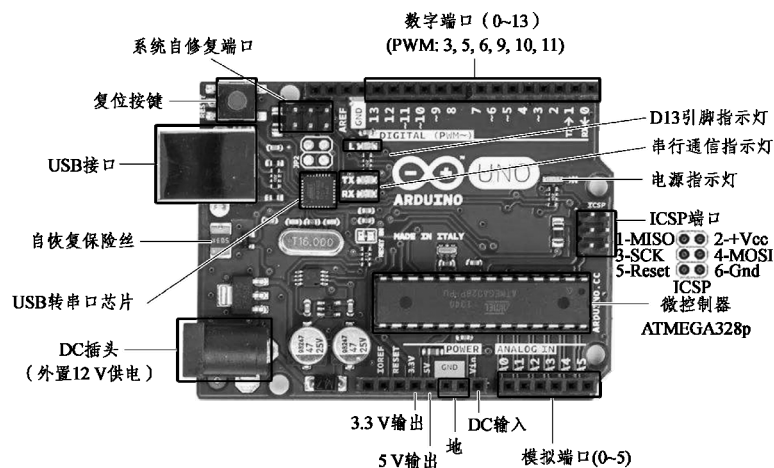


图 1-10 Arduino UNO 开发板

13 引脚：开发板标记第 13 引脚，连接板载 LED 灯，可通过控制 13 引脚来控制 LED 灯亮灭。一般拿到开发板上电板载灯都会闪烁，可辅助检测开发板是否正常。

3. 认识 Arduino IDE 编程软件

Arduino IDE 是一款用于 Arduino 开发板的编程开发工具。在开发 Arduino 项目时，一般都会使用 Arduino IDE。它易于使用，支持目前所有主流的 Arduino 开发板，并且它有一个内置的库管理器，非常方便也容易使用。此外，Arduino IDE 非常人性化，没有太多选项，你不必担心它是如何工作的，只关注开发过程即可。使用 Arduino IDE 可以轻松编写 Arduino 代码，并将编译后的代码上传到 Arduino 开发板中。Arduino IDE 编程软件的主界面如图 1-11 所示，可以分为菜单栏、工具栏、代码编辑区、调试提示区等部分，其中工具栏上还有一个串口监视器，用于监视串口数据的传输。

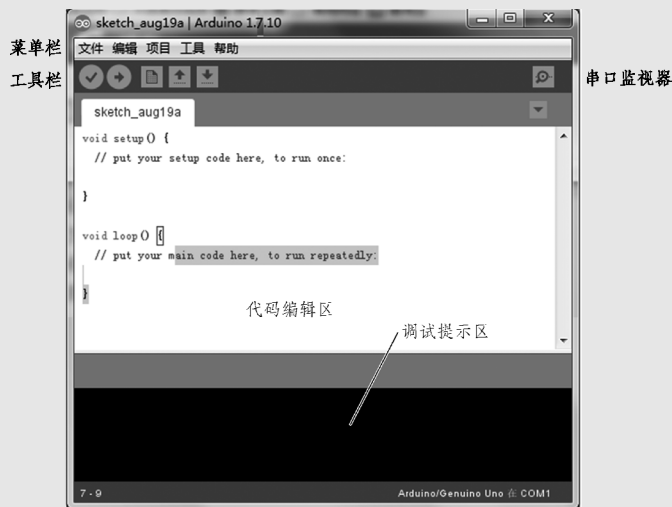


图 1-11 Arduino IDE 主界面

Arduino IDE 工具栏设置了 5 个常用的工具按钮，提供了快捷便利的执行功能，如图 1-12 所示。从左到右的顺序按钮的功能依次是：编译、上传、新建程序、打开程序、保存程序、串口监视器。

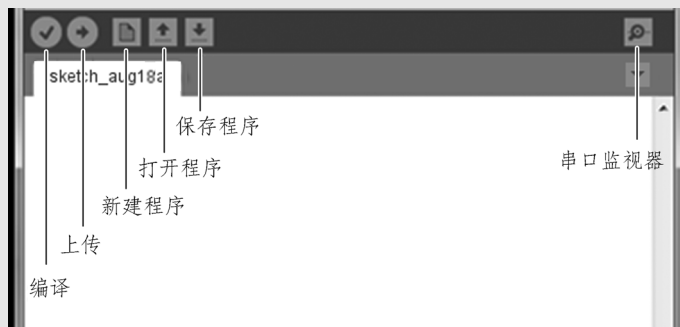


图 1-12 Arduino IDE 主界面工具栏

各个工具按钮的功能如表 1-2 所示。

表 1-2 各个工具按钮的功能

按钮名称	功能
编译	验证程序是否编写有错误，如果没有错误则编译该项目
上传	将程序下载到 Arduino 控制器上，就是所谓的烧录
新建	新建一个项目，新建项目会打开一个新的 IDE 窗口
打开	打开一个项目
保存	保存当前 IDE 的项目
串口监视器	IDE 自带的一个串口监视程序，可以查看发送或接收的数据

【工作拓展】

根据上述操作方式，在自己的电脑上完成 Arduino IDE 编程软件的安装和驱动配置。

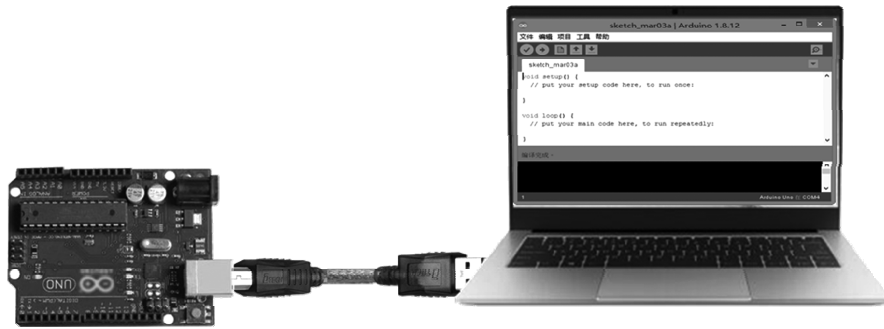


图 1-13 Arduino 连接示意图

【考核评价】

1. 任务考核

表 1-3 任务 1-1 考核表

考核内容		考核评分		
项目	内容	配分	得分	批注
工作准备 (30%)	能够正确理解工作任务 1-1 内容、范围及工作指令	10		
	能够查阅和理解技术手册，确认 Arduino UNO 开发板技术标准及要求	5		
	使用个人防护用品或衣着适当，能正确使用防护用品	5		
	准备工作场地及器材，能够识别工作场所的安全隐患	5		
	确认设备及工具量具，检查其是否安全及正常工作	5		
实施程序 (50%)	正确辨识工作任务所需的 Arduino UNO 开发板	10		
	正确检查 Arduino UNO 开发板有无损坏或异常	10		
	正确选择 USB 数据线	10		
	正确选用工具进行规范操作，完成装置安装、调试和维护	10		

	安全无事故并在规定时间内完成任务	10		
完工 清理 (20%)	收集和储存可以再利用的原材料、余料	5		
	遵循维护工作程序清洁垃圾、清洁和整理工作区域	5		
	对工具、设备及开发板进行清洁	5		
	按照工作程序，填写完成作业单	5		
考核 评语		考核 成绩		
	考核人员：	日期：	年	月
			日	

2. 任务评价

表 1-4 任务 1-1 评价表

评价项目	评价内容	评价成绩	备注
工作准备	任务领会、资讯查询、器材准备	A B C D E	
知识储备	系统认知、原理分析、技术参数	A B C D E	
计划决策	任务分析、任务流程、实施方案	A B C D E	
任务实施	专业能力、沟通能力、实施结果	A B C D E	
职业道德	纪律素养、安全卫生、器材维护	A B C D E	
其他评价			
导师签字：		日期：	年 月 日

注：在选项“ ”里打“ ”，其中 A：90~100；B：80~89；C：70~79；D：60~69；E：不合格。