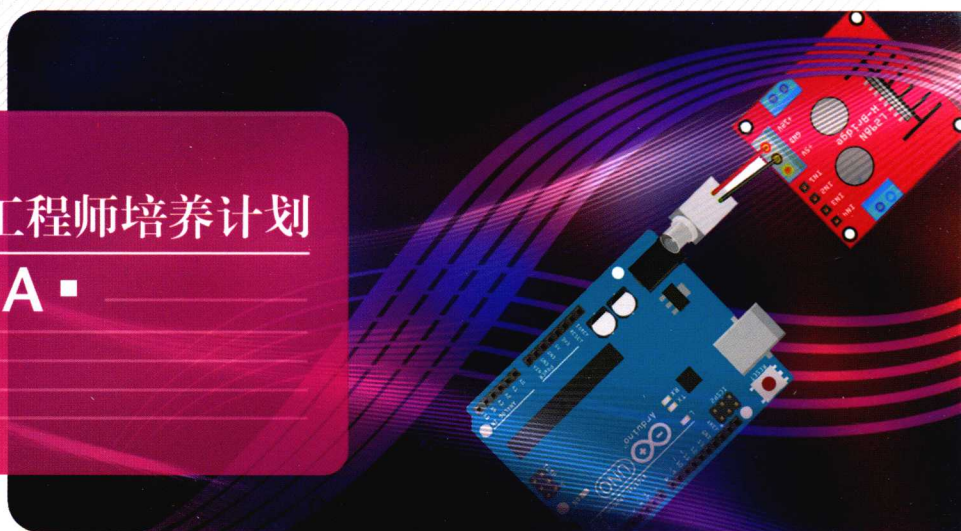




卓越工程师培养计划

▪ EDA ▪



周润景 邵盟 李楠 编著



基于Proteus的

Arduino

可视化设计



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

卓越工程师培养计划·EDA

基于 Proteus 的 Arduino 可视化设计

周润景 邵盟 李楠 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是基于 Proteus 8.5 的 Visual Designer 教程, 围绕 Arduino 328 开发板的一些具体实例进行讲解, 包括软件操作、设计原理、可视化程序设计、系统仿真等。本书首先从 Visual Designer 的界面入手, 对界面的编辑环境和调试环境进行了详细介绍, 使得初学者能够快速熟悉、掌握 Visual Designer 的各项功能; 其次对 Arduino 开发板及其与外围设备在 Visual Designer 中的应用进行了详细介绍, 其中包括 Arduino 开发板的结构、性能、特点、相关参数、可视化命令等, 以及各种类型外围设备的原理、可视化命令、实例等, 使读者进一步掌握 Arduino 开发板及其外围设备在 Visual Designer 中的应用; 最后以实例的形式由浅入深地进行了分析, 以使读者更全面地掌握 Visual Designer 项目的制作及可视化程序设计。

本书讲解深入浅出、图文并茂, 不仅适用于 Arduino 初学者, 也可作为从事 Arduino 开发板相关设计的技术人员的参考用书, 还可作为高等院校相关专业的教学用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

基于 Proteus 的 Arduino 可视化设计/周润景, 邵盟, 李楠编著. —北京: 电子工业出版社, 2020. 1
(卓越工程师培养计划)

ISBN 978-7-121-38164-5

I. ①基… II. ①周… ②邵… ③李… 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 (2019) 第 274599 号

策划编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

责任编辑: 韩玉宏

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 20.5 字数: 524.8 千字

版 次: 2020 年 1 月第 1 版

印 次: 2020 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 78.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: zhang@phei.com.cn。

序

Labcenter 公司推出的系统级仿真设计工具 Proteus，由于其强大的系统仿真功能、支持主流微控制器、丰富的外围设备与虚拟仪器模型，大大推进了电子与嵌入式系统设计的自动化程度与效率，得到了企业和教育界的一致推崇。

在中国教育领域，Proteus 仿真平台已经成为电子信息类专业实验教学不可或缺的仿真平台，在数字电路、模拟电路、单片机原理与应用、嵌入式系统、计算机硬件和电子设计等课程中，Proteus 仿真平台精确地模拟了系统运行的细节，揭示了电路运行的秘密，呈现了代码、处理器与外围设备的相互作用关系，为电子课程群的实验教学提供了强大的技术支持，使理虚实一体化教学成为现实。

随着电子技术向智能硬件技术、物联网技术方向演绎，Arduino、Raspberry Pi 等标准硬件应运而生，这大大降低了智能硬件、物联网系统的开发门槛，开发者不需过多关注硬件细节，只需采用通用程序开发技术就可快速形成系统。

Proteus Visual Designer for Arduino 就是 Labcenter 公司为 Arduino 系统的仿真开发提供的又一强大的设计平台，它把基于流程图的可视化设计技术与 VSM 强大的仿真技术结合，使得开发者甚至只需设计流程图就可生成代码，并在设计电路上仿真运行及调试，然后下载到实际硬件上，设计就完成了。Labcenter 还为系统增加了两款机器人模型，使得设计循迹小车、避障机器人等项目变得简单有趣。

本书是周润景教授及其团队共同努力的成果和智慧的结晶，详尽阐述了 Proteus Visual Designer for Arduino 的技术细节、开发技巧，并收集与开发了大量案例，使得 Labcenter 的这个可视化设计利器可以很快地服务中国的开发者、教师与学生。

本书除可作为开发者的指导用书外，在教学领域还可作为机器人、物联网等方向的创客课程教学教材，也可作为单片机、嵌入式系统等课程先导课程的教材。

广州市风标电子技术有限公司

匡载华

前 言

Proteus 可视化设计软件包含 Arduino 功能扩展板和外围设备模块。库包括所有常用的显示器、按钮、开关、传感器和电机，以及更强大的器件（如 TFT 显示屏、SD 卡和音频播放器）。用户以拖放的方式和相对少的手动输入来设计原理图，可视化设计简化了编程和控制外围设备的方式，用户仅需要掌握微控制器的基本架构，就可以进行可视化设计，大大降低对编程和控制逻辑的设计要求。完整的 Arduino/Grove 工程可在没有硬件设备的情况下，进行仿真功能设计和开发，节省硬件验证的时间。用户也可以继续在 Proteus VSM 工作环境下用 C++或汇编语言对同一个硬件进行编程。

本书介绍了 Visual Designer 的各种功能及实例工程和演示。对传统编程而言，学习 C 或 C++抑或其他一些机器代码语言的难度极高，熟练运用其进行设计就更难了。对单片机来说，传统的 8 位单片机有着非常烦琐和复杂的控制逻辑，更不用说 32 位单片机了。对一般的外围设备而言，其对存储器级别往往有着非常复杂的控制方式。对程序设计经验不是很丰富的工作者来说，这些问题会给系统设计带来极大的不便，但是 Visual Designer 的出现，无疑让以上问题得以解决。

本书分为 6 章，其主要内容如下。

第 1 章：介绍 Visual Designer 可视化程序设计编辑环境、编辑技巧、流程图模块，以及调试布局环境、仿真与调试技巧。

第 2 章：介绍 Arduino 开发板的基础知识，以及 Arduino 开发板在 Visual Designer 中的使用方法。

第 3 章：介绍 Visual Designer 外围设备，包括 Adafruit 扩展板、Breakout Board 分线板、Grove 传感设备和电机控制。本章对各种类型的设备模块均从概念、电路原理图、可视化命令、简单实例等方面做了详细的介绍。

第 4 章：介绍 5 个基本功能简单的教程实例，包括闪烁的 LED 灯、迷你夜灯、数据存储、电机控制、外围设备设计。

第 5 章：介绍利用 Visual Designer 进行仿真的多个电路实例，包括数控直流稳流电源电路、温室环境测量电路、电阻测量、步进电机、信号发生器、智能窗帘、新型交通灯、数控稳压电源和室内天然气泄漏报警装置。

第6章：以介绍机器人控制为例详细介绍可视化命令的使用方法，让读者以点概面地对可视化设计有更加深刻的认识。

本书由周润景、邵盟、李楠编著，其中第1章和第4~6章由周润景编写，第2章由邵盟编写，第3章由李楠编写。全书由周润景教授统稿和定稿。本书参考了广州市风标电子有限公司提供的 Arduino 设计相关资料，在此表示衷心的感谢。

在本书编写过程中，作者力求完美，但由于水平有限，书中难免存在不妥及疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 Proteus Visual Designer	1
1.1 认识 Visual Designer	1
1.2 Visual Designer 编辑环境	2
1.3 Visual Designer 编辑技巧	7
1.4 Visual Designer 流程图模块	18
1.5 Visual Designer 调试布局环境	24
1.6 Visual Designer 仿真与调试技巧	27
1.6.1 系统级仿真	27
1.6.2 调试技巧	29
思考与练习	32
第 2 章 Arduino 开发板	33
2.1 Arduino 的历史	33
2.2 Arduino Uno 概述	33
2.3 Arduino Uno R3/ATmega328 芯片硬件功能	35
2.4 Visual Designer 中的 Arduino	39
思考与练习	55
第 3 章 Visual Designer 外围设备	56
3.1 Adafruit 扩展板	56
3.1.1 16 通道 PWM 伺服器	56
3.1.2 Relay 继电器	58
3.1.3 Arduino 数据记录器	61
3.1.4 IL9341 TFT 显示器	64
3.1.5 Adafruit NeoPixel Shield	66
3.1.6 ST 7735R 显示器	68
3.1.7 Adafruit 网格屏	68
3.1.8 Wave Shield	70
3.1.9 气象站模拟器	72
3.2 Breakout Board 分线板	76
3.2.1 Arduino 16×2 字符型液晶显示器	76
3.2.2 Arduino BMP180 数字压力温度传感器	79
3.2.3 数字开关按钮	82
3.2.4 蜂鸣器模块	85
3.2.5 Arduino 压电发声器模块	86
3.2.6 DHT11 温湿度传感器模块	88

3.2.7	HYT271 数字温湿度传感器模块	91
3.2.8	通用输入电压模块	94
3.2.9	Virtual GPS	96
3.2.10	霍尔效应电流传感器模块	99
3.2.11	基于 AD8495 的 K 型热电偶放大器测温模块	102
3.2.12	Arduino LED 模块	104
3.2.13	Arduino MCP23008 I/O 扩展器	106
3.2.14	MCP3208 12 位模数转换器	110
3.2.15	MCP4921 12 位数模转换器	112
3.2.16	Arduino MPX4250AP 气压计	114
3.2.17	Arduino PCD8544 诺基亚 3310 液晶显示屏	117
3.2.18	Arduino DS1307 实时时钟模块	122
3.2.19	Arduino 旋转角度传感器模块	123
3.2.20	SPI 接口的 SD 卡模块	125
3.2.21	Arduino 伺服电机模块	127
3.2.22	Arduino 开关模块	130
3.2.23	Arduino TC74 温度传感器模块	132
3.2.24	基于 MCP23008 的 Arduino 键盘模块	134
3.3	Grove 传感设备	135
3.3.1	Grove 128×64 OLED 显示屏	135
3.3.2	Grove 4-Digit Display Module	138
3.3.3	Grove Button	140
3.3.4	Grove Buzzer	142
3.3.5	Grove Differential Amplifier Module	144
3.3.6	Grove I2C 12-bit ADC	146
3.3.7	Grove Infrared Proximity Sensor Module	148
3.3.8	Grove RGB LCD Module	149
3.3.9	Grove LED bar Module	152
3.3.10	Grove LED	154
3.3.11	Grove Light Sensor	155
3.3.12	Grove Luminance Sensor	157
3.3.13	Grove Relay	159
3.3.14	Rotary Angle Sensor	159
3.3.15	Grove RTC Module	161
3.3.16	Grove Servo	163
3.3.17	Grove Sound Sensor	166
3.3.18	Grove Switch	167
3.3.19	Grove Temperature Sensor	168
3.3.20	Grove Terminal Module	170
3.3.21	Grove Touch Sensor Module	172
3.3.22	Grove Ultrasonic Ranger Module	174

3.3.23 Grove Voltage Divider Module	177
3.4 电机控制	179
3.4.1 具有直流电机及步进电机的电机模块	179
3.4.2 带两个步进电机的电机模块 V2	183
3.4.3 带 4 个直流电机的电机模块 V2	186
3.4.4 带直流电机的 Arduino 电机模块 (R3)	188
3.4.5 带步进电机的 Arduino 电机模块 (R3)	192
3.4.6 Arduino 智能机器人 Turtle	194
思考与练习	197
第 4 章 教程实例	198
4.1 闪烁的 LED 灯	198
4.2 迷你夜灯	204
4.3 数据存储	210
4.4 电机控制	214
4.5 外围设备设计	221
思考与练习	226
第 5 章 电路实例仿真	227
5.1 数控直流稳流电源电路	227
5.2 温室环境测量电路	235
5.3 电阻测量	242
5.4 步进电机	245
5.5 信号发生器	251
5.6 智能窗帘	259
5.7 新型交通灯	265
5.8 数控稳压电源	276
5.9 室内天然气泄漏报警装置	284
思考与练习	289
第 6 章 智能机器人与可视化命令	290
6.1 智能小车	290
6.2 避障小车	292
6.2.1 工程设置	292
6.2.2 可视化编程设计	295
6.2.3 仿真和调试	298
6.2.4 设置断点	299
6.2.5 物理小车编程	301
6.3 可视化命令参考	301
6.3.1 Funduino 小车	303
6.3.2 Zumo 小车	307
6.3.3 机械力	316
思考与练习	316
参考文献	317

第 1 章 Proteus Visual Designer

Proteus Visual Designer 是由英国 Labcenter Electronics 公司开发的 EDA 工具软件 Proteus 8.5 中的一项新功能，它是一款通过简单流程图界面来进行嵌入式系统设计，同时能进行仿真和调试的软件。它的集成开发环境最有意义的变革是将代码程序以类似于搭积木式的流程图来取而代之，这在很大程度上降低了编程的难度。



1.1 认识 Visual Designer

Visual Designer 是一个独特的开发工具，使用流程图和 Arduino 允许拖放的扩展板 (Shields, 也称盾牌) 来创建基于 Arduino 的嵌入式系统，如图 1-1 所示。

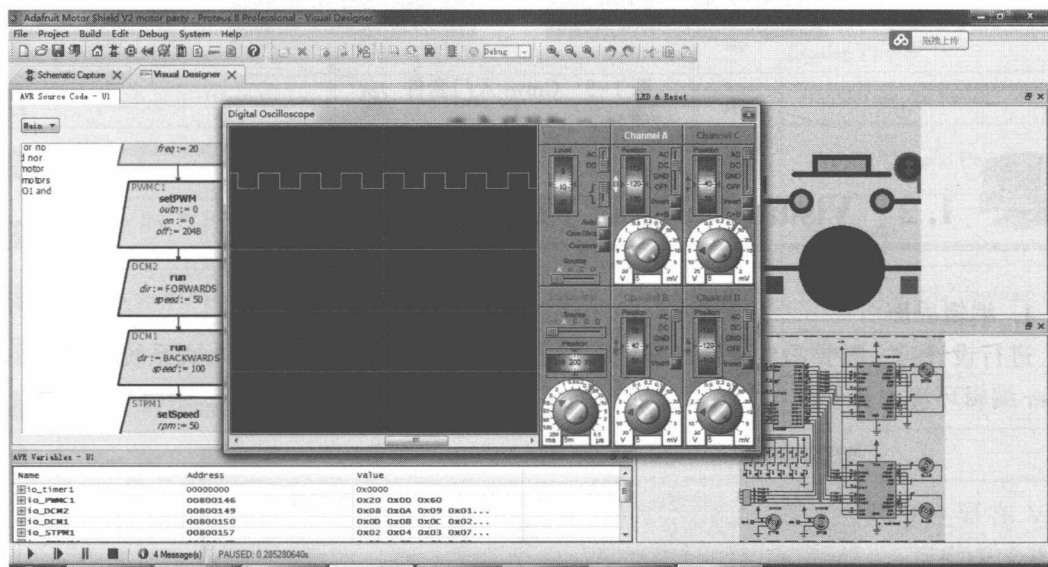


图 1-1 Adafruit Motor Shield 的单步调试过程

本书将介绍 Visual Designer 的各种功能，并包括若干个实例工程和演示。Proteus 系统中的其他模块 (如原理图设计和常规仿真) 具有自己的帮助文件，可以通过原理图设计模块的帮助菜单或通过 Proteus 主页上的帮助部分找到这些帮助文件，如图 1-2 所示。

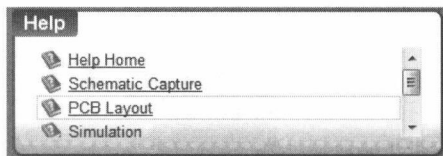


图 1-2 帮助中心

1. Arduino 和 Genuino

Arduino 和 Genuino 是一个开源计算机硬件和软件机制，是基于微控制器的工程和用户

社区,设计和制造用于构建数字设备和交互式对象的套件,可以感知和控制物理世界中的对象。

该工程基于微控制器板设计,由若干个供应商制造,使用各种微控制器。这些系统提供了可以连接到各种扩展板和其他电路的数字和模拟 I/O 引脚组。

Arduino 和 Genuino 的名称和图标由 Arduino LLC 注册。

2. Grove

Grove 是一个用于快速原型设计的模块化电子平台。每个模块都有一个功能,如触摸感应、创建音频效果等。只需将需要的模块插入底座,就可以测试想法了。

Grove 入门套件是初学者和学生开始使用 Arduino 的好方法。Arduino 可以连接多达 16 个 Grove 模块,并且很容易连接其他分线板和传感器到 Arduino。Grove 入门套件如图 1-3 所示。

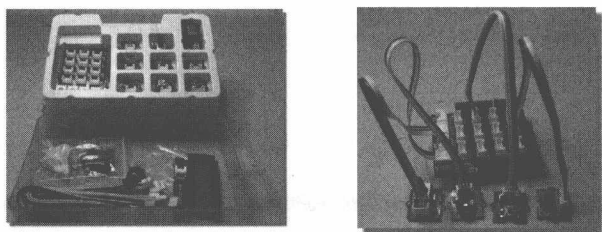


图 1-3 Grove 入门套件



1.2 Visual Designer 编辑环境

1. 编辑界面

进行设计时,需要添加硬件外围设备和嵌入式控制逻辑来创建嵌入式系统。Visual Designer 编辑环境主要分为 6 个区域,如图 1-4 所示。

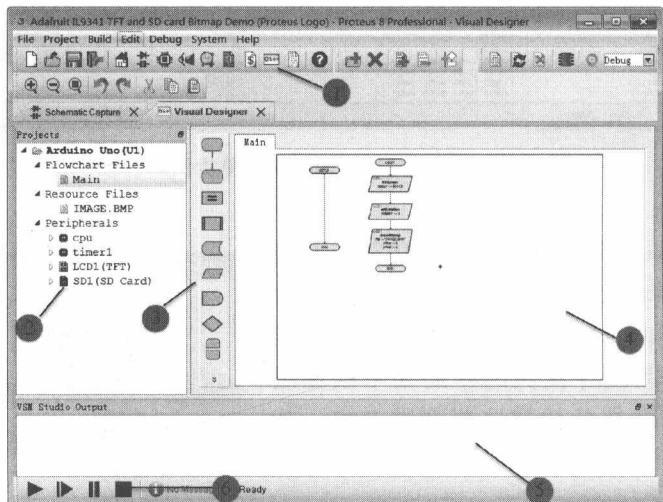


图 1-4 Visual Designer 编辑环境

1) 菜单栏、工具栏、选项卡

Visual Designer 的菜单栏、工具栏、选项卡如图 1-5 所示。顶部菜单命令对大部分用户来说是十分熟悉的，相关教程及参考资料中有对菜单对应功能的具体说明。工具栏图标的功能如表 1-1 所示。

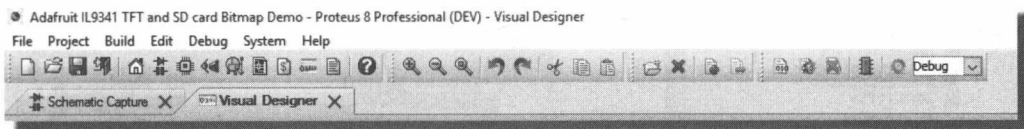


图 1-5 Visual Designer 的菜单栏、工具栏、选项卡

表 1-1 工具栏图标的功能

图 标	说 明	图 标	说 明	图 标	说 明
	New Proteus Project		Open VSM Studio/Visual Designer		Create New Firmware Project
	Open Project		Open Project Notes		Delete Existing Firmware Project
	Save Project		Open the Help Files		Add Source Files to the Existing Project
	Close Project		Zoom In		Remove Source Files from the Existing Project
	Open Proteus Home Page		Zoom Out		Build/Compile Project
	Open Schematic Capture Program		Zoom All		Rebuild/Compile Project
	Open the PCB Layout Program		Undo		Stop Build
	Open the 3D Viewer		Redo		Attached to IDE/Hardware
	Open the Gerber Editor		Cut		Project Settings
	Open the Design Explorer		Copy		Type of Build
	Open the Bill of Materials		Paste		

用户可以通过选项卡实现设计过程中不同工作区域的切换。我们将主要在 Visual Designer 内部工作，我们要构建一个嵌入式系统，并创建一个原理图设计。当向 Visual Designer 添加外围设备时，原理图将自动绘制，但可以随时切换到原理图选项以查看虚拟硬件。如果要同时查看这两个模块，甚至可以将选项卡拖放到不同的显示器上，如图 1-6 所示。

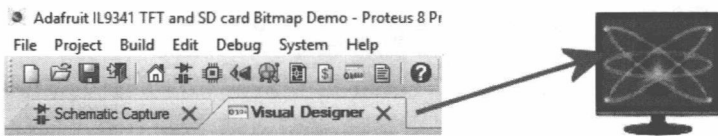


图 1-6 拖曳选项卡至拓展屏

2) 工程树

在可视化设计中，工程树（如图 1-7 所示）具有以下 3 个主要作用。

(1) 图纸的控制。当开始设计一个新的工程时，会在设计窗口默认得到一张图纸，名称为 Main。如果程序描述起来较为复杂，则可以添加更多的图纸，如图 1-8 所示。

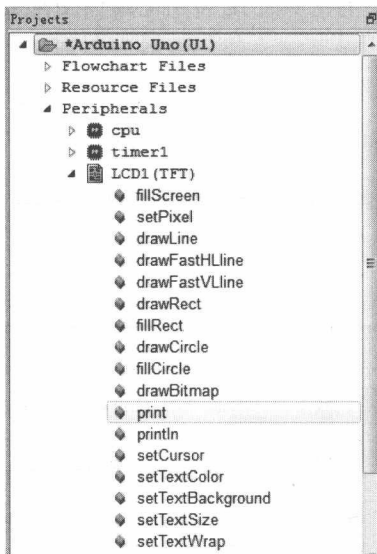


图 1-7 工程树

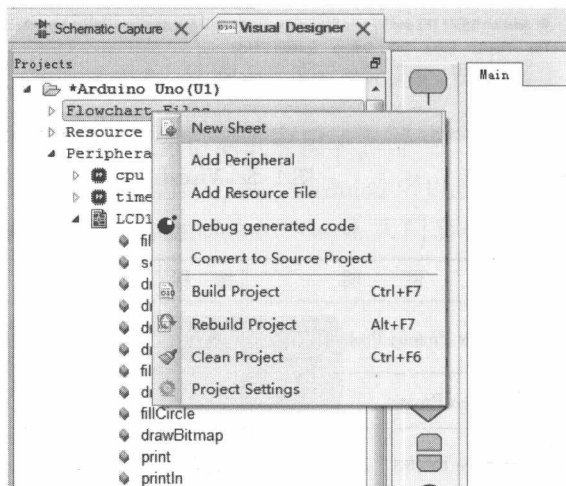


图 1-8 添加新图纸

当工程中有多张图纸时，可以通过双击工程树中的图纸名称快速在图纸之间移动；或者，可以从编辑窗口顶部的图纸选项卡中选择要导航到的图纸。

(2) 嵌入式系统资源文件的控制。资源文件可以将图片与音频文件添加至工程中。可以在工程树中通过右键快捷菜单选择添加或删除资源文件。如果当前工程中有资源文件，则可以直接将其拖至流程图程序的设计规则中进行分配。

(3) 嵌入式系统外围设备的控制。对于一个完整的嵌入式系统开发，可视化设计具有其先进的开发环境。外围设备模块包括 CPU 的板载外围设备及外部外围设备（支持的 Arduino 扩展板或 Grove 传感器），可以通过添加这些外围设备来构建硬件设计。当启动一个新工程时，会看到两个或 3 个外围设备，可通过工程树中的 Peripherals 右键快捷菜单或通过工程菜单中的命令添加额外的外围设备，如图 1-9 所示。

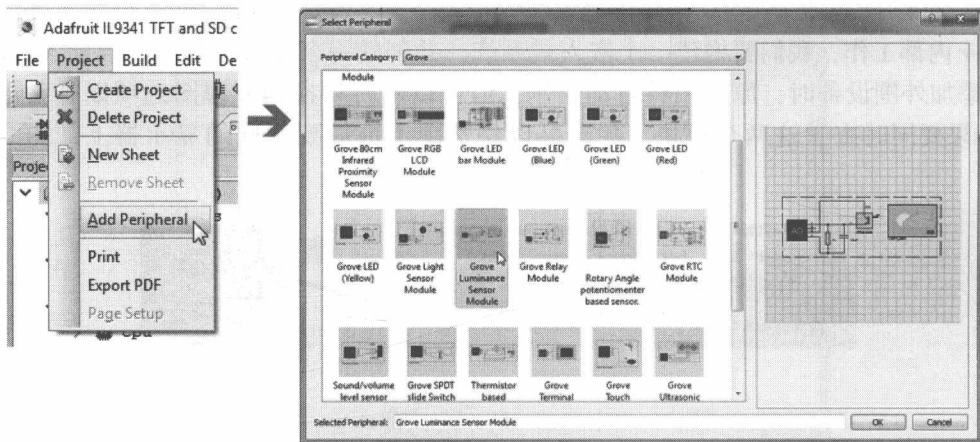


图 1-9 添加外围设备到当前工程中

然后，可以看到外围设备所有可执行的方法，这意味着可以与硬件进行互动，并且可以通过简单拖放的方式将这些方法加入到流程图程序中，如图 1-10 所示。

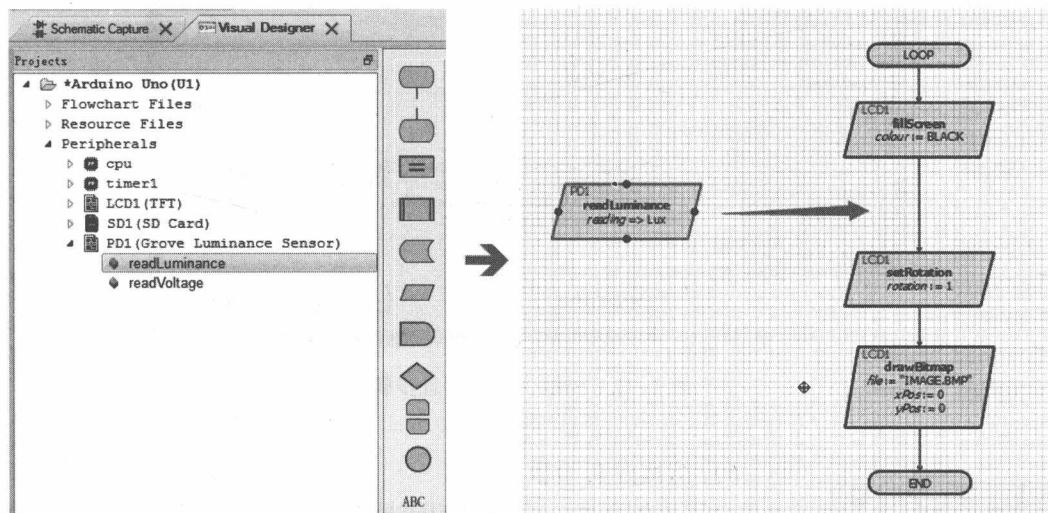


图 1-10 将外围设备方法拖放到流程图程序中

当添加外围设备时，可以重新命名外围设备。这里有非常实用的实例，如果有一些按键或者 LED 在工程中需要特别命名，则可以直接在外围设备上右击，在弹出的快捷菜单中选择重命名命令即可。

3) 流程图工具栏

流程图工具栏中的模块是程序编译的模块。可以直接从工程树中相应外围设备下或者从流程图工具栏中拖放外围设备方法到流程图编辑窗口中。事实上，一些设计功能（如延迟模块、循环构造、时间触发等）只可以在流程图工具栏中找到并使用。

4) 流程图编辑窗口

流程图编辑窗口（可简称编辑窗口）是放置目前设计的流程图和创建程序的地方。对于需要多张图纸进行编辑的程序或者流程图，流程图编辑窗口提供一些图纸选项卡，可以实现当前图纸和其他图纸间的切换，如图 1-11 所示。

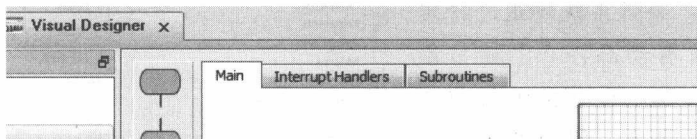


图 1-11 可视化设计中的 3 张图纸，目前显示的是 Main

可以选择工程菜单中的页面设置命令来调整图纸的大小。图纸大小的设置步骤如图 1-12 所示。

☺ 当需要打印物理纸张时，图纸将自动适应页面。

☺ 可以通过鼠标滚轮或者按 F6 键（放大）和 F7 键（缩小）调整编辑窗口。

5) 输出窗口

输出窗口提供状态信息存储，并在编译流程图或编程物理硬件时列出所有的错误。

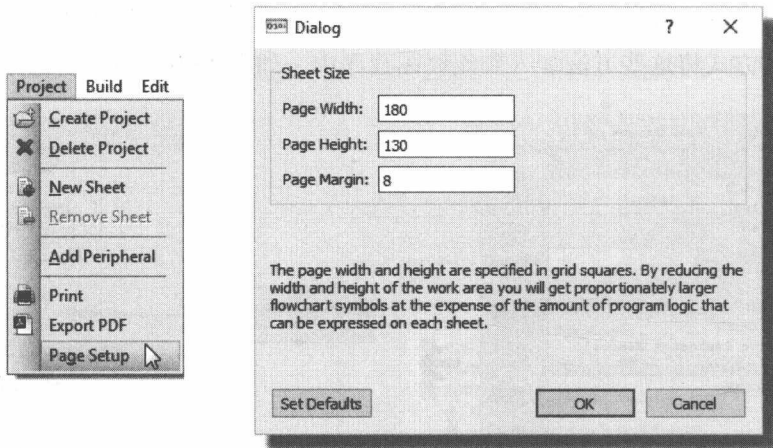


图 1-12 图纸大小的设置步骤



图 1-13 仿真控制面板

6) 仿真控制面板

交互式仿真由一个简单的面板控制，其行为就像一个普通的远程遥控。默认情况下，仿真控制面板位于屏幕的左下角，有 4 个按钮用于控制仿真，如图 1-13 所示。

☺ PLAY 按钮：开始仿真。

☺ STEP 按钮：允许以定义的速率逐步浏览动画。如果单击该按钮并释放，则仿真进行一个时间步长；如果该按钮按下，则动画连续前进，直到该按钮被释放。可以从系统菜单中的动画电路配置对话框中调整单步时间增量。步骤时间对于更密切地监视电路是有用的，并且在慢动作中看到什么影响什么。

☺ PAUSE 按钮：单击该按钮可以暂停仿真，然后通过再次单击该按钮或通过单击 STEP 按钮单步恢复。如果遇到断点，则模拟器将进入暂停状态。

☺ STOP 按钮：告诉系统停止进行实时仿真，所有动画停止，模拟器从内存中卸载，所有指示器都复位到其无效状态，但制动器（开关等）保持其现有设置。

2. 编辑设置

在可视化设计中，可以根据自己的喜好设置字体、颜色和流程图的风格，如图 1-14 至图 1-16 所示。若要对这些进行修改，则只需打开系统菜单中的编辑器配置。

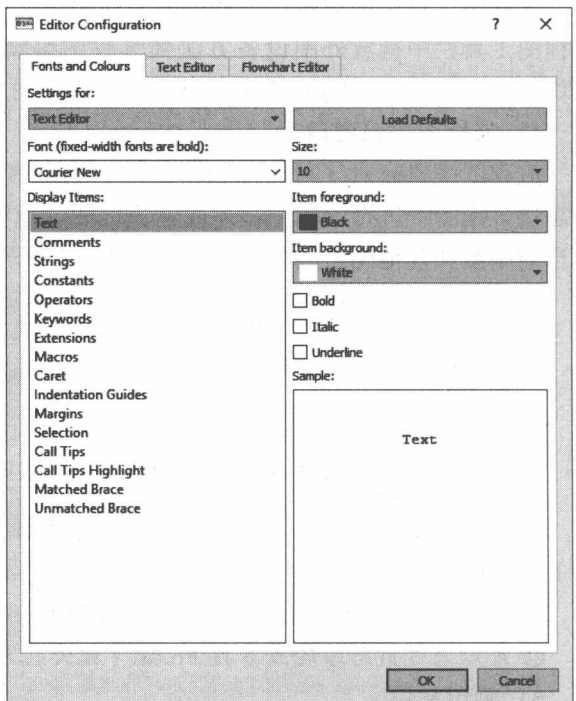


图 1-14 设置字体和颜色



图 1-15 文字编辑器

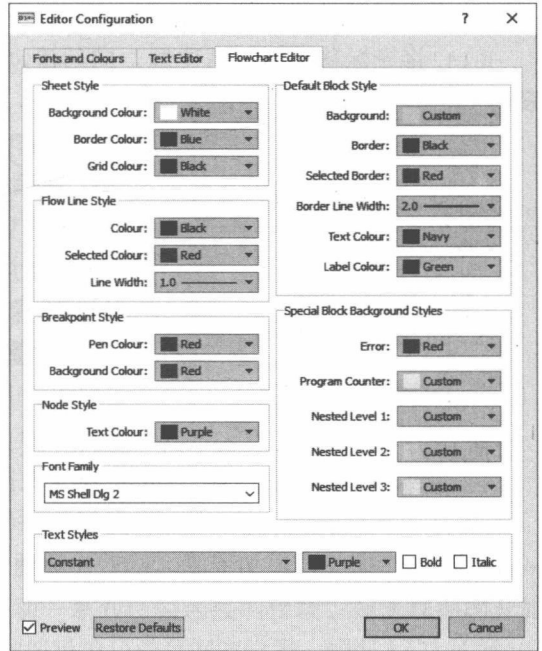


图 1-16 流程图编辑器



1.3 Visual Designer 编辑技巧

本节主要介绍使用软件和创建工程项目的必备技巧。仿真和调试是分开讲解的，同时结合更多详细的题目来说明。

1. 放大和缩小编辑窗口

(1) 放大/缩小按钮和编辑窗口如图 1-17 所示。滚动鼠标中间滚轮，可以以鼠标指针为中心放大和缩小编辑窗口。

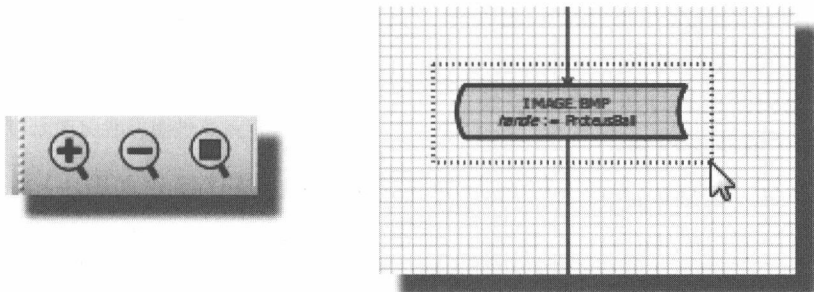


图 1-17 放大/缩小按钮和编辑窗口

(2) 单击放大/缩小按钮，可以以编辑窗口中心为中心进行放大和缩小。

(3) 按 F6 键，放大；按 F7 键，缩小；按 F8 键，显示整张图纸。

(4) 在按下 Shift 键时，用鼠标左键选中元器件或者流程图，然后释放鼠标左键可以放大和缩小。

2. 在编辑窗口中平移图纸

(1) 将光标移动到所需位置，向后滚动鼠标中间滚轮，缩小显示；向前滚动鼠标中间滚轮，放大显示。

(2) 按住 Shift 键，将指针靠在编辑窗口的侧面，可在编辑窗口中平移图纸。

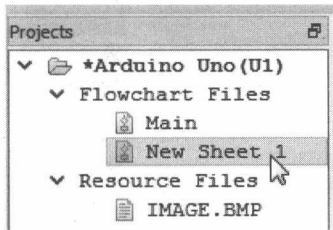


图 1-18 在工程树中双击所需的图纸

3. 在编辑窗口中切换图纸

在编辑窗口的图纸选项卡上单击所需的图纸；也可在工程树中双击所需的图纸，如图 1-18 所示。

4. 放置、选择、删除模块

1) 放置一个流程图模块

(1) 外围设备模块：如图 1-19 所示，右击工程树中的 Peripherals，在弹出的快捷菜单中选择添加外围设备命令，再将外围设备方法拖放到编辑窗口中。

(2) 存储模块：如图 1-20 所示，通过工程树中的 Resource Files 快捷菜单添加资源，然后拖放到编辑窗口中。

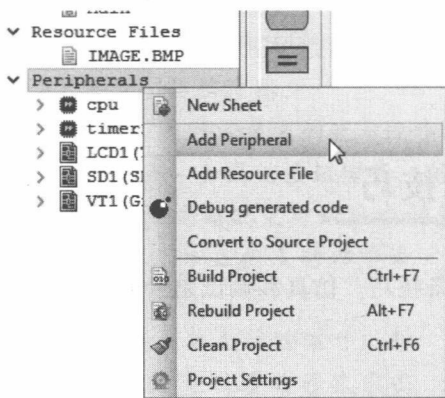


图 1-19 Peripherals 快捷菜单

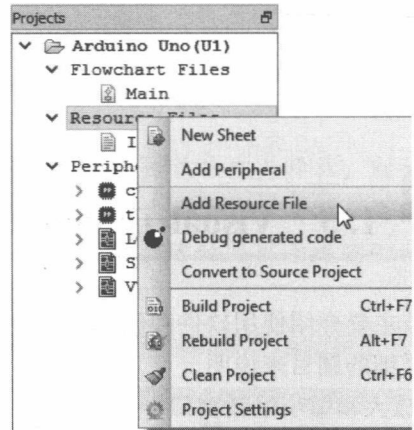


图 1-20 Resource Files 快捷菜单

(3) 其他类型的模块：将相应的流程图工具栏中的模块拖放到编辑窗口中。

2) 选择一个流程图模块

单击一个流程图模块即可选择该模块。

3) 选择多个流程图模块

按住鼠标左键，拖出一个框，框选需要选择的部分，具体操作如图 1-21 所示，按住 Shift 键并单击模块。



许多动作是特定于单个流程图对象的，因此虽然可以将选定的对象作为一个组移动，但将无法执行其他块操作。

4) 删除一个流程图模块

(1) 将鼠标指针移到需要删除的模块上，右击，在弹出的快捷菜单中选择删除命令。

(2) 将鼠标指针移到需要删除的模块上，连续双击鼠标右键。