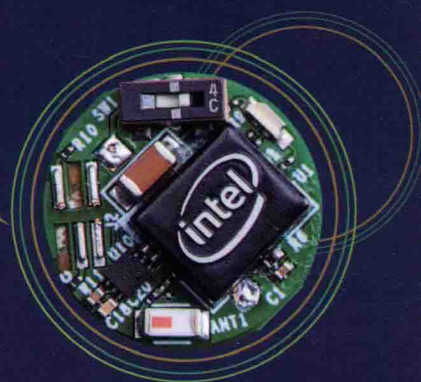


创客训练营

Arduino LabVIEW 嵌入式设计与开发

温漠洲 肖明耀 郭惠婷 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

创客训练营

Arduino LabVIEW 嵌入式设计与开发

温漠洲 肖明耀 郭惠婷 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

通常 Arduino LabVIEW 嵌入式设计过程经过两次编译实现。本书介绍的编译器是将 LabVIEW 图形化编程语言编译成 Arduino IDE 平台识别的文本语言, 然后再经 IDE 编译成机器码下载到硬件中, 整个过程一键操作完成。因传统嵌入式设计开发要经历长久的 C 和 C++ 语言的学习实践, 还要花费太多心思熟悉某款单片机各寄存器的细节内容, 很难响应快速多变的市场需求。

本书介绍的是世界首款 LabVIEW 针对 8 位、32 位单片机嵌入设计软件包, 使读者在图形化编程环境实现项目功能需求。书中的 VIs 全部在总目录下, 条理清晰, 拖拽方便, 有些跟 PC 主机相类似的原生 VIs 没重复介绍, 一笔带过, 其他硬件类 VIs 均加以详述, 并附上 25 个范例供操练验证, 是初学者案头必备书。基于廉价丰富的 Arduino 硬件主板和扩展板, 读者可开箱即用, 享受图形化嵌入编程设计带来的乐趣。

本书全面介绍 LabVIEW for Arduino 编译器的基础知识和应用技巧, 可以作为 Arduino LabVIEW 嵌入设计用户手册使用, 也可供 Arduino LabVIEW 嵌入设计与开发工程师、技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

Arduino LabVIEW 嵌入式设计与开发/温漠洲, 肖明耀编著. —北京: 中国电力出版社, 2016. 10

(创客训练营)

ISBN 978-7-5123-9750-7

I. ①A… II. ①温… ②肖… 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 (2016) 第 213268 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

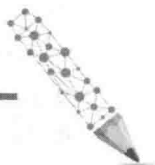
*

2016 年 10 月第一版 2016 年 10 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.25 印张 258 千字
印数 0001—2000 册 定价 32.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

“创客训练营”丛书是为了支持大众创业、万众创新，为创客实现创新提供技术支持的应用技能训练丛书，本书是“创客训练营”丛书之一。

Arduino 是开源硬件和软件的代名词，出现于 2009 年，这几年来发展迅速，推出了许多令人惊叹的产品。工程师、开发人员无偿的为之添砖加瓦，从而形成世界级的队伍，开发出来大量的硬件板和软件库。LabVIEW 采用图形化编程语言，发展至今已 30 年，由 NI 公司创建，之前主要由科学家们专用，价高和寡，现在推广到民间，价位也更加亲民。

之前 LabVIEW 软件工程师编写的程序一般在 PC 机上运行，用数据采集卡构造虚拟仪器。现在为了进一步应用于工程实际，用 LabVIEW 编写 8 位单片机的程序，不具体拘泥于单片机内核和寄存器内容，将图形化 LabVIEW 与 Arduino 结合，开创出 Arduino 应用的新天地。可直接面对功能需求，将一个个项目快速的迭代，通过将一个个 VI 搭积木般的拖拽，实现最终的功能。

Arduino LabVIEW 嵌入式设计编译器作为一种跨界创新产品，架构了一座闭源和开源生态圈间的桥梁，为工程师们、创客们打造了一个工具和平台，从此可站在世界百万级工程师的肩膀上，巧妙地运用、整合他们分享的功能库，“人人为我，我为人人”，这正是一个知识分享、经济分享，循环发展的时代。

本书全面介绍 LabVIEW for Arduino 编译器的基础知识和应用技巧，内容包括 Arduino LabVIEW 编译器使用的结构选板、编译选板、数组选板、数值选板、布尔选板与字符串选板、比较与定时器选板、三角函数选板、实用工具选板、LCD 选板、模拟量选板、数字量选板、串口选板、中断选板、SD 卡选板、SPI 选板、I²C 选板、伺服选板等，介绍各种选板中的 VI 组件及其应用，利用图形化 LabVIEW 编程，通过 VI 搭积木般的拖拽，实现 Arduino 的控制功能。

本书介绍的 Arduino LabVIEW 嵌入式设计编译器有两种版本：一为家庭教育版，客户群为创客、学生和 LabVIEW 粉丝，也是院校机构教育工作者的绝佳工具；二为标配版，用作公司企业测控领域的商业用途。目前两种版本功能相同，只是前者多了水印标志，不能在公司进行联网注册。

本书采用的 Arduino IDE 版本为 V1.6.8，Arduino LabVIEW 嵌入式设计编译器版本为 V1.0.0.21，开发环境推荐 Windows 7 以上（Windows XP 系统下编译会出错，不建议），LabVIEW 为 2014 基础版及以上。书中的大部分范例作者均编译下载验证过，且某些针对中文语境下的 case 条件结构语句，如条件端为布尔类型输入，判断帧会出现“真”“假”中文字符，这样会导致编译出错，因此将涉及的程序框图修改过来了。如果读者在实践中发现范例编译出错，可查看本书中的解释说明。

兼容 Arduino IDE 平台的硬件板，均可使用本书介绍的编译器来做嵌入式设计开发，官方验证过的板件型号如下：

- Arduino Yun
- Arduino Uno
- Arduino Due
- Arduino Mega
- Arduino Leonardo
- Arduino Nano

注：Intel 公司针对穿戴市场推出的基于 Curie 芯片的 Arduino/Genuino 101 板，相关驱动库的安装过程跟本书述及的 Arduino Due 板操作相同。

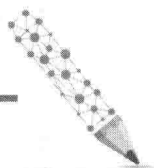
本书仅是 LabVIEW 嵌入式设计的开始，后续团队会继续推出物联网 LabVIEW 嵌入式设计，及针对 Raspberry（树莓派）LabVIEW 嵌入式设计，无论 Pi 1、2、3 均支持，敬请关注。

特别感谢 Steffan Benamou 为本书出版提供的大量帮助。

本书由温漠洲、肖明耀、郭惠婷编著。

由于编写时间仓促，加上作者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正，请将意见发至 xiaomingyao@963.net，不胜感谢。

编 者



目 录

前言

第 1 章	Arduino LabVIEW 编译器	1
1.1	快速入门指引	2
1.2	动手安装实践	2
1.3	问答集	9
1.4	重要注意事项	11
1.5	授权许可	21
1.6	移植 Arduino 库到 LabVIEW	22
第 2 章	编译	34
2.1	Arduino LabVIEW 的编译选板	34
2.2	编译	34
2.3	命令行	35
第 3 章	结构选板与数组选板	37
3.1	Arduino LabVIEW 的结构选板	37
3.2	Arduino LabVIEW 的变量	37
3.3	Arduino LabVIEW 的数组选板	38
第 4 章	数值	39
4.1	Arduino LabVIEW 的数值选板	39
4.2	确定范围的随机数	41
4.3	随机数种子	41
第 5 章	布尔选板与字符串选板	42
5.1	布尔选板	42
5.2	字符串选板	42
5.3	布尔至字符串转换	43
5.4	字符串替代	43
第 6 章	比较选板与定时选板	45
6.1	比较选板	45
6.2	定时选板	45

6.3	毫秒延时	46
6.4	微秒延时	46
6.5	微秒时间计数器	46
6.6	插入 NOP 指令	46
第 7 章	三角函数选板和实用工具	48
7.1	Arduino LabVIEW 的三角函数选板	48
7.2	实用工具	48
7.3	检查未使用的内存	48
7.4	休眠掉电模式	49
7.5	EEPROM 读	49
7.6	EEPROM 写	49
7.7	读程序存储器	50
7.8	写程序存储器	50
7.9	调试工具	50
第 8 章	模拟量选板	52
8.1	Arduino LabVIEW 的模拟量选板	52
8.2	模拟量读	52
8.3	模拟量写	53
8.4	模拟量参考	53
8.5	模拟量读分辨率	54
8.6	模拟量写分辨率	54
第 9 章	数字量选板	55
9.1	Arduino LabVIEW 的数字量选板	55
9.2	数字量读	55
9.3	数字量写	55
9.4	数字量端口读	56
9.5	数字量端口写	56
9.6	引脚模式	57
第 10 章	中断	58
10.1	Arduino LabVIEW 的中断选板	58
10.2	启用中断	58
10.3	禁止中断	58
10.4	中断配置	59
10.5	关闭中断	59
10.6	定时器 1 中断配置	59
10.7	Due 定时器中断配置 VI	60
第 11 章	音频	61
11.1	Arduino LabVIEW 的音频选板	61
11.2	音频开始	61

11.3	音频停止	61
第 12 章	I²C LCD	63
12.1	Arduino LabVIEW 的 I ² C LCD 选板	63
12.2	I ² C LCD 初始化	63
12.3	I ² C LCD 快速初始化	64
12.4	LCD 清屏	64
12.5	LCD 原点位	65
12.6	LCD 背光设置	65
12.7	LCD 背光引脚设置	65
12.8	LCD 光标设置	66
12.9	LCD 卷回左端	66
12.10	LCD 卷回右端	66
12.11	LCD 写 I8 数据	67
12.12	LCD 写 I16 数据	67
12.13	LCD 写 I32 数据	68
12.14	LCD 写 U8 数据	68
12.15	LCD 写 U16 数据	68
12.16	LCD 写 U32 数据	69
12.17	LCD 写单精度浮点数	69
12.18	LCD 写双精度浮点数	70
12.19	LCD 写布尔值	70
12.20	LCD 写字符串	70
第 13 章	RGB LED	72
13.1	Arduino LabVIEW 的 RGB LED 选板	72
13.2	RGB LED 初始化	72
13.3	设置 RGB LED 像素颜色	73
13.4	设置 RGB LED 亮度	73
13.5	写 RGB LED	73
第 14 章	串口	75
14.1	Arduino LabVIEW 的串口选板	75
14.2	打开串口	75
14.3	打开串口 1	76
14.4	打开串口 2	76
14.5	打开串口 3	76
14.6	串口字节校验	77
14.7	串口清空	77
14.8	串口读取字节	77
14.9	串口读取字节直到检测到终端字符	78
14.10	写二进制数到串口	78
14.11	写字符串到串口	78

14.12	设置串口溢出时间	78
14.13	关闭串口	79
第 15 章	SD 卡	80
15.1	Arduino LabVIEW 的 SD 卡选板	80
15.2	SD 打开	80
15.3	SD 创建目录	81
15.4	SD 移除目录	81
15.5	SD 文件是否存在	81
15.6	SD 文件打开	81
15.7	SD 文件窥取	82
15.8	SD 文件位置	82
15.9	SD 文件可能字节数	82
15.10	SD 文件刷新	83
15.11	SD 文件读取	83
15.12	SD 文件查询	83
15.13	SD 文件大小	83
15.14	SD 文件写入数组	84
15.15	SD 文件写入字符串	84
15.16	SD 文件关闭	84
15.17	SD 文件移除	84
15.18	SD 格式化 CSV 数据	85
15.19	SD 数据记录	85
第 16 章	SPI	86
16.1	Arduino LabVIEW 的 SPI 选板	86
16.2	SPI 打开	86
16.3	SPI 快速打开	87
16.4	SPI 设置移位次序	87
16.5	SPI 设置时钟分频	87
16.6	SPI 设置数据模式	88
16.7	SPI 数据传输	88
16.8	SPI 关闭	88
第 17 章	I²C	89
17.1	Arduino LabVIEW 的 I ² C 选板	89
17.2	I ² C 打开	89
17.3	I ² C 1 打开	89
17.4	I ² C 可读取的字节	90
17.5	I ² C 读	90
17.6	I ² C 读取所有字节	90
17.7	I ² C 消息请求	91
17.8	I ² C 写数组	91

17.9	I ² C 写字节	91
17.10	I ² C 写字符串	92
17.11	I ² C 接收中断配置	92
17.12	I ² C 请求中断配置	93
第 18 章	伺服选板	94
18.1	Arduino LabVIEW 的伺服选板	94
18.2	伺服初始化 VI	94
18.3	伺服写角度 VI	94
18.4	伺服写脉宽 VI	95
18.5	伺服读角度 VI	95
18.6	伺服关闭 VI	95
第 19 章	范例	97
19.1	Arduino LabVIEW 编译器	97
19.2	数字量输入-轮询按键	97
19.3	数字量输出-LED 灯闪烁	98
19.4	模拟量输入-采集温度	99
19.5	模拟量输入-3 轴加速度	100
19.6	模拟量输出-PWM	102
19.7	中断-下降沿触发	103
19.8	中断-定时触发	104
19.9	中断-Due 定时器	105
19.10	音频-播放音乐	106
19.11	串口-GUI 监视	107
19.12	内存优化-子 VI	110
19.13	内存优化-程序存储器装载数据	110
19.14	调试-内存泄漏崩溃	111
19.15	I ² C LCD-4 行 LCD	112
19.16	I ² C LCD-2 行 LCD	114
19.17	I ² C LCD-两 LCD 同时在线	114
19.18	EEPROM-读写	117
19.19	RGB LED-串行模式	119
19.20	RGB LED-彩虹模式	121
19.21	SD 卡-读数据	122
19.22	SD 卡-记录数据	124
19.23	SPI-MAX6675 热电偶访问	125
19.24	I ² C-DS1307 实时时钟 (I ² C-DS1307 Real Time Clock) 访问	127
19.25	I ² C-主机从机模式	130
19.26	Digilent 公司模拟扩展板-采集访问	131
19.27	伺服-设置转角	132

第 20 章	软件安装图文详解	133
20.1	下载安装 LabVIEW for Arduino 编译器	133
20.2	Arduino LabVIEW 编译器应用于 Arduino Due 板	146
20.3	软件激活	149

第1章

Arduino LabVIEW 编译器

Arduino LabVIEW 嵌入设计编译器是将 VI 编译成 Arduino 平台语言的嵌入设计编译器(见图 1-1),通过它将代码下载到相关硬件板中,使 VI 可脱离 PC 机,嵌入到 Arduino 硬件中独立运行。编译器支持嵌套子 VI,相关应用请参照安装后的 VI 选板和帮助文档,以便进一步了解相关性能和 API 函数。由于硬件存储空间有限,所以编程时要严格限制使用大动态数据类型,比如字符串和数组,针对 Uno 这种 8 位机更应小心为是。

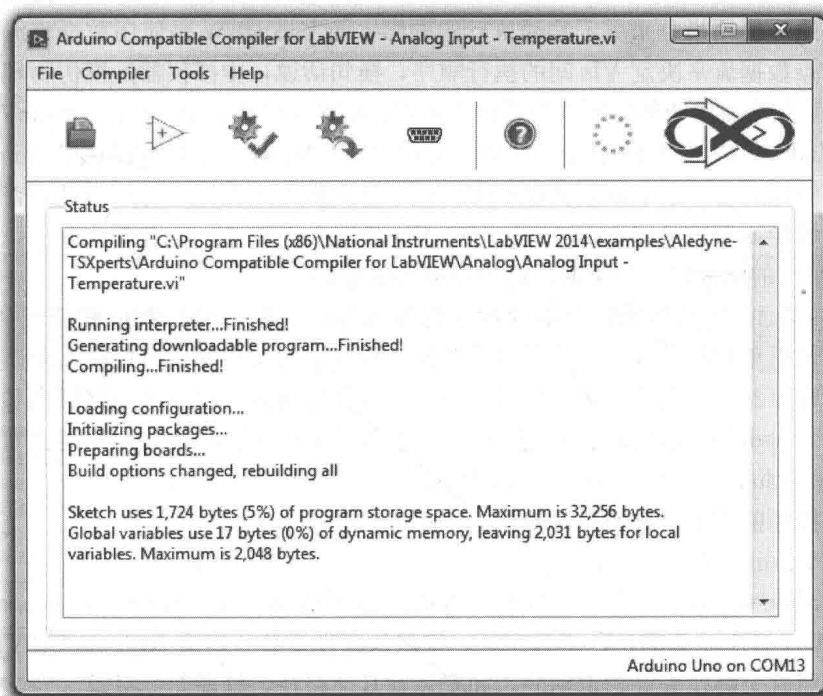


图 1-1 Arduino LabVIEW 嵌入设计编译器

在使用这款编译器之前,必须在 Arduino 官网: <http://arduino.cc/en/main/software> 下载安装 Arduino IDE 1.5.7 以上版本。

技术服务支持邮箱: support@tsxperts.com

Arduino™: Arduino 组织的商标。

LabVIEW™: 美国国家仪器 (NI) 有限公司的商标。

2016 TSXperts/Aledyne: 公司版权所有。

1.1 快速入门指引

这部分将详细介绍“Arduino LabVIEW 嵌入设计编译器”是如何工作的，只有理解其工作方式，才能顺畅地编写 LabVIEW 嵌入设计 VIs，从而无误地编译下载到 Arduino 硬件平台中。其中还包括“Arduino LabVIEW 嵌入设计编译器”编程和指令步骤等内容，另附有相关 API 和参考例程。指南由三个主要部分组成：授权许可、动手入门和编程前重要注意事项。强烈建议编程人员先期完全理解这些内容。

1.2 动手安装实践

Arduino LabVIEW 嵌入设计编译器是一款基于 NI 公司的 LabVIEW（虚拟仪器工程实验室平台）产品，LabVIEW 是一款使用图标代替文本行来创建应用程序的图形化编程语言。文本编程语言是通过使用指令来决定编程执行的顺序，而 LabVIEW 是使用数据流编程，其间通过程序框图节点数据流来决定 VIs 间的执行顺序，换句话说，虚拟仪器是模仿物理仪器来编程的。关于 LabVIEW 编程的基础知识可访问 LabVIEW 官方网站：www.ni.com/labVIEW。

Arduino LabVIEW 嵌入设计编译器是名副其实的，VI 图式是被编译成 Arduino IDE 识别的文本，进而编译成机器码下载到硬件板中，整个过程称为嵌入设计应用编程。普通工具包提供的 VIs 和能编译成可被 Arduino 硬件执行的 VIs 是完全不同的，这点要注意！一般来说兼容 Arduino IDE 平台的硬件板，均可通过此编译器来编程。

Arduino 跟桌面 PC 机相比，与物理世界更贴近些，获取传感器数据和控制执行更直观。它是一款基于简单单片机的开源硬件平台，开发环境和软件编程都以板接口来阐述，摒弃了单片机太多底层寄存器记忆内容，输入信号可以是按键和传感器，输出可控制灯光和电动机。软件编程下载后，Arduino 硬件就可脱机运行。关于 Arduino 硬件的相关知识可浏览 Arduino 官方网站：www.arduino.cc/en/Guide/HomePage。

下面介绍操作前需要了解的背景知识。

1. 安装 Arduino IDE 1.5.7

先安装 Arduino IDE 1.5.7 以上版本，可通过以下链接下载：www.arduino.cc/en/Main/Software。提醒读者应注意的是，下载完后，按默认路径安装！目前 Arduino LabVIEW 嵌入设计编译器是按照这个路径去寻找识别的，如安装到其他路径，编译器会报错。

下列 Arduino 硬件板经完整测试验证过：

- Arduino Yun
- Arduino Uno
- Arduino Due
- Arduino Mega
- Arduino Leonardo
- Arduino Nano

下列 Arduino 硬件板经过编译验证，但没代码下载过。虽然在编译器中均排一列，但 TSXperts/Aledyne 官方建议使用上面那些型号。

- Arduino Mega 2560
- Arduino Mega ADK

- Arduino Diecimila
- Arduino Micro
- Arduino Esplora
- Arduino Mini
- Arduino Ethernet
- Arduino Fio
- Arduino BT
- LilyPad Arduino
- Arduino Pro
- Arduino Pro Mini
- Arduino NG
- Arduino Robot Control
- Arduino Robot Motor

上面任何一款型号，均可通过 USB 连线到桌面 PC 机运行编译器。

2. 配置 Arduino 硬件板

(1) 确保 Arduino 硬件板已连接到桌面 PC 机上，查看相应驱动是否已安装成功。

1) 打开计算机上的设备管理器，展端口，如自动安装成功的话，能看到 Arduino 硬件板的型号（见图 1-2）。

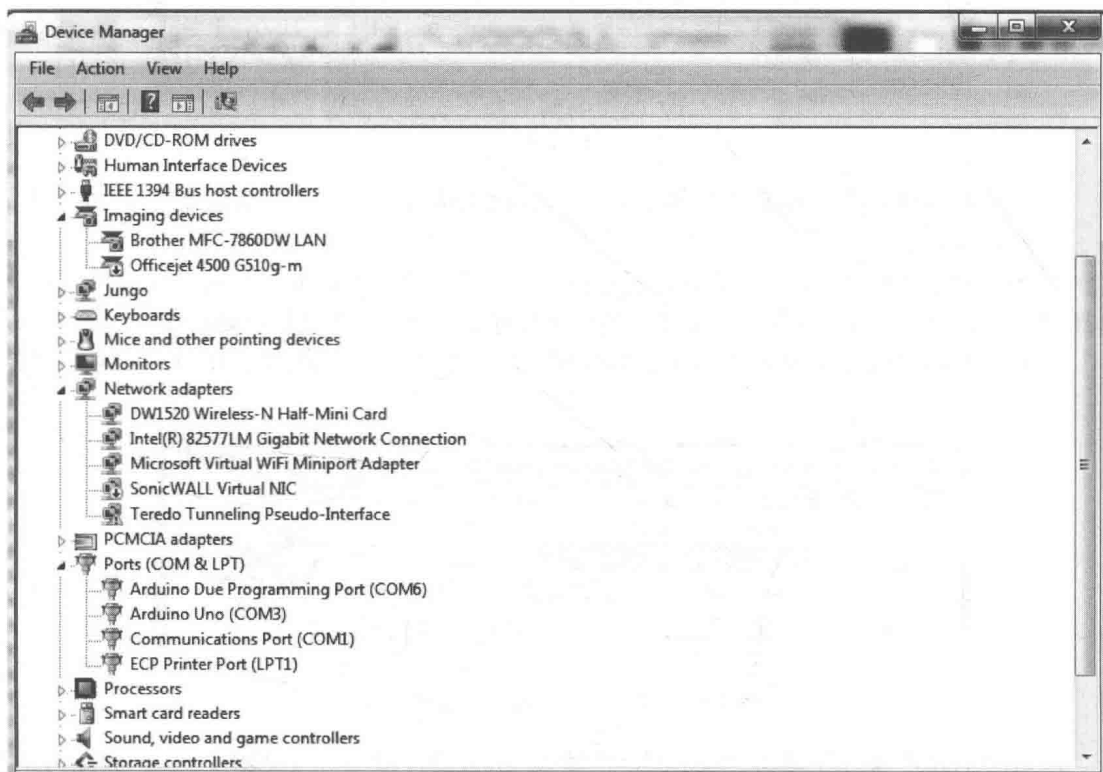


图 1-2 查看 Arduino 硬件板配置



2) 查看如图 1-2 所示的“Ports”节点, 可看到显示已安装 Arduino 硬件板, 代表 Arduino 硬件板已安装到桌面 PC 机上了, 在 LabVIEW “工具” 菜单中, 单击“Arduino Compatible Compiler for LabVIEW”, 打开编译器界面 (见图 1-3)。

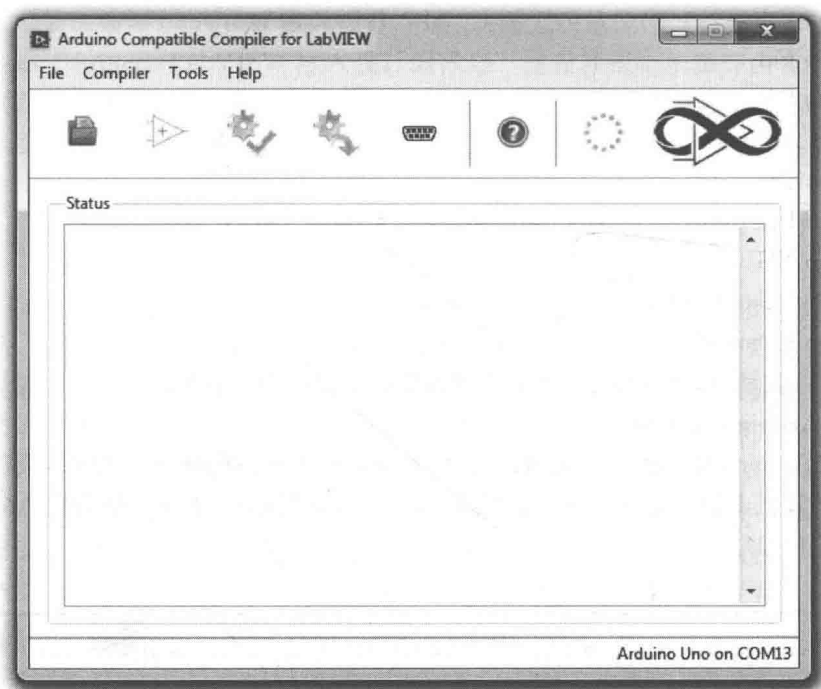


图 1-3 打开编译器界面

(2) 下载用户的 VIs。如要将你做的 VIs 下载到硬件板上, 可按照下面步骤操作。

1) 在编译器主屏, 选择“Tools”菜单。

2) 编译器主屏打开后, 如果有硬件板连接上了, 需要刷新连接端口, 在“Tools”菜单下选择“Detect Ports”完成此操作, 如果开始已连接好了, 就没必要刷新检测端口。

3) 在“Tools”菜单下单击“Port”, 选择相应的外连 Arduino 硬件板的串口 (见图 1-4)。

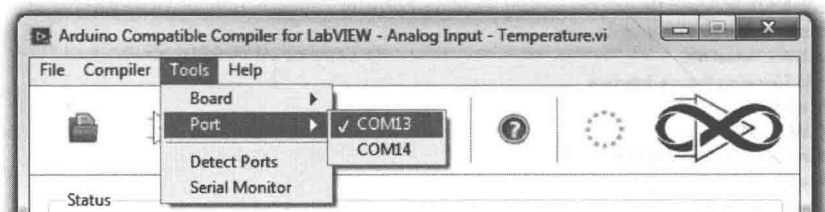


图 1-4 选择 Arduino 硬件板的串口

4) 在“Tools”菜单下单击“Board”, 选择 Arduino 硬件板型号 (见图 1-5)。到此为止, 编译器已准备好了编译下载的配置。

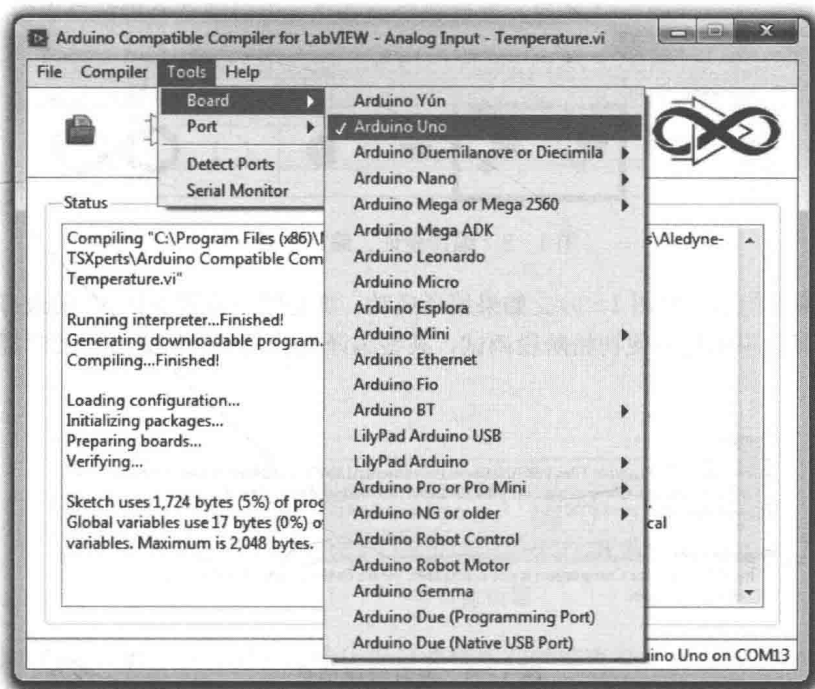


图 1-5 选择 Arduino 硬件板型号

3. 编译下载 LabVIEW VI 到 Arduino 硬件板

(1) 单击“File”菜单（见图 1-6）。

(2) 选择“Load VI”，装载要编译下载到硬件板的 VI，选择“Open Front Panel”打开刚才 VI 的前面板，这两项分别为工具栏中第一、二个图标。

(3) 单击“File”菜单下的“Recent VIs”，可打开下级的相关子菜单，选择最近编辑过的 VIs（见图 1-7）。

(4) 编译验证、编译下载（见图 1-8）。VI 装载后，可选择工具栏中第三、四图标：“Compile (Verify)”“Compile and Download”。前者为仅编译验证，后者先编译完后下载到相连配置好的 Arduino 硬件板中，两者的操作均会在状态栏中显示过程信息。

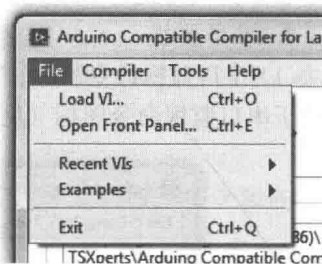


图 1-6 单击“File”

（文件）菜单

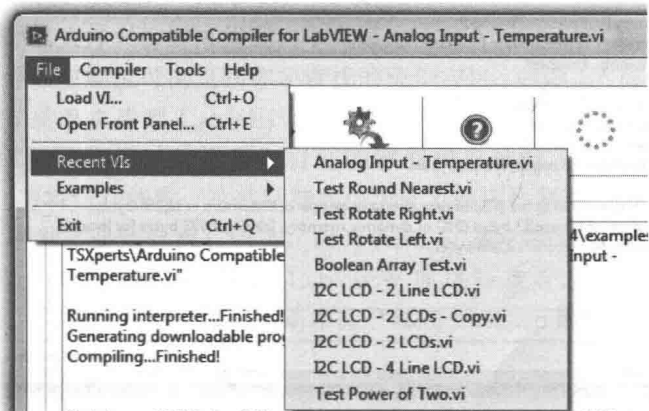


图 1-7 选择最近编辑过的 VIs

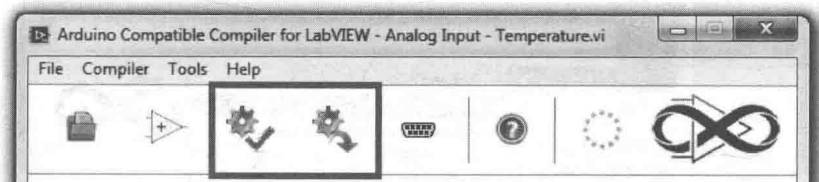


图 1-8 编译验证、编译下载

(5) 查看编译信息 (见图 1-9)。如果编译成功, 那是唯一设置验证 VI 的最好方式。状态栏中提供的编译结果信息方便初始阶段调试, 某些编译失败和错误信息也会及时提醒编程者注意加以修改。

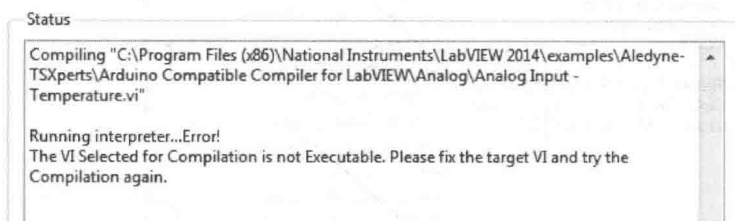


图 1-9 查看编译信息

(6) 一旦 VI 测试成功了, 就可单击工具栏中的第四个图标进行下载, 这个过程有些长, 请耐心等待, 完成后 Arduino 硬件板就可脱离 PC 机独立运行刚才的 VI 功能。

4. 串口监视

(1) 串口监视命令图标。“LabVIEW Arduino 嵌入设计编译器”主屏工具栏第五个图标即用于串口监视命令图标 (见图 1-10)。

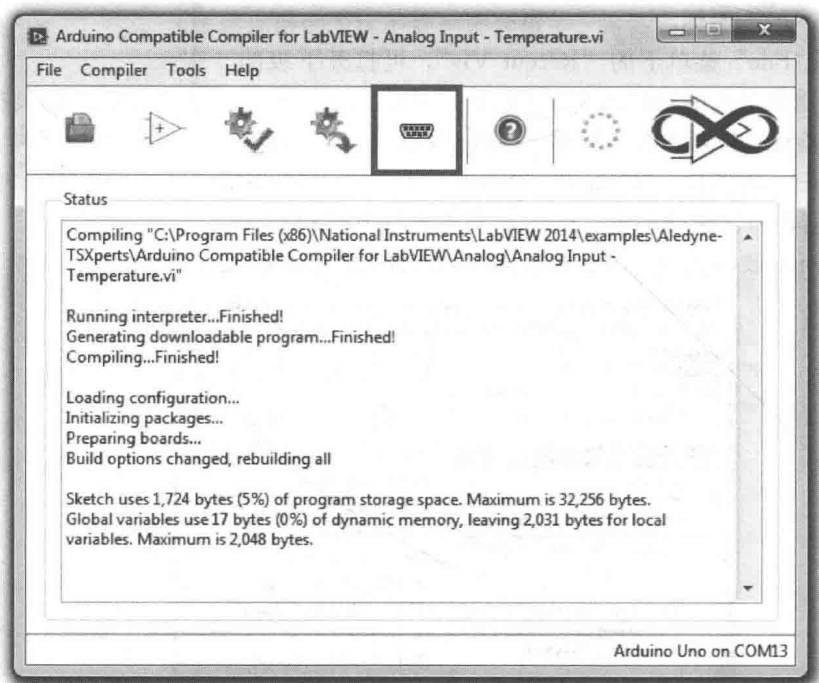


图 1-10 串口监视命令图标