

◎ 魅力 · 实践 · 发现

Qt 5

开发及实例

◎ 陆文周 主编

1

- 展现 Qt 5 神奇魅力
- 适合 Qt 5 学习开发
- 提供大小实例完整代码



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



含光盘1张

014009581

TP311.56
1156

魅力·实践·发现

Qt 5 开发及实例

陆文周 主 编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



北航

C1696194

TP311.56
1156
P

内 容 简 介

Qt 是诺基亚公司的 C++ 可视化开发平台, 目前最新版本为 Qt 5。本书以 Qt 5 作为平台, 每个章节在简单介绍开发环境的基础上, 用一个小实例, 介绍 Qt 5 应用程序开发各个方面, 然后系统介绍 Qt 5 应用程序的开发技术, 一般均通过实例介绍和讲解内容。最后通过三个大实例, 系统介绍 Qt 5 综合应用开发。光盘中包含本书教学课件和书中所有实例源代码及其相关文件。

通过学习本书, 结合实例上机练习, 一般能够在比较短的时间内掌握 Qt 5 应用技术。

本书既可作为 Qt 5 的学习和参考用书, 也可作为大学教材或 Qt 5 培训用书。

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

Qt5 开发及实例 / 陆文周主编. —北京: 电子工业出版社, 2014.1

(魅力·实践·发现)

ISBN 978-7-121-21635-0

I. ①Q… II. ①陆… III. ①软件工具—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 238755 号

责任编辑: 张 慧

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 787×1092 1/16 印张: 43.75 字数: 1120 千字

印 次: 2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 99.00 元 (含光盘 1 张)

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。

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

服务热线: (010) 88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为，歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

前 言

Qt 是诺基亚公司的 C++ 可视化开发平台。与 Visual C++ 相比，Qt 简单方便、功能完善、跨平台、扩展能力强，可以用于嵌入式开发。Qt 目前最新版本为 Qt 5。

1996 年，Qt 进入商业领域，已成为全世界范围内数千种成功应用程序的基础。它也是目前流行的 Linux 桌面环境 KDE 的基础。Qt 是一个跨平台的 C++ 图形用户界面应用程序框架（C++ GUI），能够为应用程序开发者提供建立艺术级图形用户界面所需的所有功能。它是完全面向对象的，很容易扩展，并且可应用于组件编程。

Qt 商业版为商业软件提供开发。它们为传统商业软件提供发行版并在协议有效期内提供免费升级和技术支持服务。而 Qt 开源版提供了与商业版本同样的功能，在通用公共许可证下它是免费的。从 Qt 4.5 起，Qt 增添新开源 LGPL 授权选择，并且将 Qt 源代码库面向公众开放，Qt 开发人员可通过为 Qt 及其相关项目贡献代码、翻译、示例及其他内容，协助引导和塑造 Qt 未来的发展。

如果需要可视化学习 C++，需要利用 C++ 开发应用系统，Qt 是最佳的选择。

本书首先以 Qt 5 为平台，循序渐进，通过不同实例对内容加以说明，知识和能力融为一体。每个章节在简单介绍开发环境的基础上，用一个小实例，介绍 Qt 5 应用程序开发的各个方面，然后系统介绍 Qt 5 应用程序开发技术，通过实例介绍来理解内容。最后利用大实例综合应用 Qt 5 主要内容。

本书介绍内容时使用了很多实例，为了方便读者上机练习，在书中实例介绍时提供源代码编号 CH×××（如 CH201 是第 2 章的 01 例），这些代码可在华信教育资源网上免费下载。

通过学习本书，结合实例上机练习，一般能够在比较短的时间内掌握 Qt 5 应用技术。

本书由陆文周主编。参加本书编写的还有郑进、陶卫冬、邓拼搏、严大牛、韩翠青、王海娇、刘博宇、陈瀚、孙德荣、吴明祥、周何骏、徐斌、孙承龙、袁永福等。

本书配有光盘，光盘中包含本书教学课件和书中所有实例源代码及其相关文件。华信教育资源网提供其他的服务，网站地址为 <http://www.hxedu.com.cn>。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，敬请广大读者、师生批评指正。

意见、建议邮箱：easybooks@163.com。

编 者

2013.10

目 录

第 1 章 Qt 概述	1
1.1 什么是 Qt	1
1.2 Qt 5 的安装	2
1.2.1 下载 Qt 5 Creator	2
1.2.2 运行 Qt 5 Creator	2
1.2.3 Qt 5 开发环境	4
1.3 Qt 5 开发步骤及实例	6
1.3.1 Qt 5 Designer 设计简单实例	7
1.3.2 代码实现简单实例	16
L1.2 Qt 5 安装：概念解析	19
伙伴编辑模式 (Edit Buddy)	19
L1.3 Qt 5 开发步骤及实例：概念解析	19
L1 信号和槽机制 (Signal&Slot)	19
L2 Qt 5 元对象系统	22
L3 布局管理器	22
第 2 章 Qt 5 模板库、工具类及控件	23
2.1 字符串类	23
2.1.1 操作字符串	23
2.1.2 查询字符串数据	25
2.1.3 字符串的转换	26
2.2 容器类	28
2.2.1 QList 类、QLinkedList 类和 QVector 类	29
2.2.2 QMap 类和 QHash 类	35
2.3 QVariant 类	38
2.4 算法及正则表达式	41
2.4.1 Qt 5 常用算法	42
2.4.2 基本的正则表达式	43
2.5 控件	44
2.5.1 按钮组 (Buttons)	44
2.5.2 输入控件组 (Input Widgets)	46
2.5.3 显示控件组 (Display Widgets)	48

2.5.4	空间间隔组 (Spacers)	49
2.5.5	布局管理组 (Layouts)	49
2.5.6	容器组 (Containers)	50
2.5.7	项目视图组 (Item Views)	53
2.5.8	项目控件组 (Item Widgets)	55
2.5.9	小综合例子	60
L2.1	字符串类 QString: 概念解析	65
L1	隐式共享	65
L2	内存分配策略	66
L2.5	Qt 5 控件: 概念解析	67
Qt5::WindowFlags	枚举类型	67
第 3 章	Qt 5 布局管理	70
3.1	分割窗口 QSplitter 类	70
3.2	停靠窗口 QDockWidget 类	72
3.3	堆栈窗体 QStackedWidget 类	76
3.4	基本布局 (QLayout)	79
3.5	综合例子: 修改用户资料	86
第 4 章	Qt 5 基本对话框	99
4.1	标准文件对话框类	104
4.1.1	函数说明	104
4.1.2	创建步骤	105
4.2	标准颜色对话框类	106
4.2.1	函数说明	106
4.2.2	创建步骤	107
4.3	标准字体对话框类	108
4.3.1	函数说明	108
4.3.2	创建步骤	108
4.4	标准输入对话框类	109
4.4.1	标准字符串输入对话框	113
4.4.2	标准条目选择对话框	114
4.4.3	标准 int 类型输入对话框	115
4.4.4	标准 double 类型输入对话框	116
4.5	消息对话框类	117
4.5.1	Question 消息框	121
4.5.2	Information 消息框	122

4.5.3	Warning 消息框	123
4.5.4	Critical 消息框	124
4.5.5	About 消息框	124
4.5.6	About Qt 消息框	125
4.6	自定义消息框	125
4.7	工具箱类	128
4.8	进度条	134
4.9	调色板与电子钟	139
4.9.1	QPalette 类	139
4.9.2	QTime 类	147
4.9.3	综合例子	147
4.10	可扩展对话框	151
4.11	不规则窗体	156
4.12	程序启动画面 (QSplashScreen)	159
第 5 章	Qt 5 主窗体	162
5.1	Qt 5 主窗体构成	162
5.1.1	基本元素	162
5.1.2	典型案例 (文本编辑器)	163
5.1.3	菜单与工具栏的实现	168
5.2	Qt 5 文件操作功能	174
5.2.1	新建文件	174
5.2.2	打开文件	175
5.2.3	打印文件	178
5.3	Qt 5 图像坐标变换	181
5.3.1	缩放功能	181
5.3.2	旋转功能	183
5.3.3	镜像功能	184
5.4	Qt 5 文本编辑功能	186
5.4.1	设置字体	189
5.4.2	设置字号	190
5.4.3	设置文字加粗	191
5.4.4	设置字体倾斜	191
5.4.5	文字加下画线	191
5.4.6	设置文字颜色	192
5.4.7	设置字符格式	193

5.5	Qt 5 排版功能	193
5.5.1	实现段落对齐	195
5.5.2	实现文本排序	196
第 6 章	Qt 5 图形与图片	200
6.1	Qt 5 位置相关函数	200
6.1.1	区别概述	200
6.1.2	使用举例	201
6.2	Qt 5 基础图形的绘制	206
6.2.1	绘图框架设计	206
6.2.2	绘图区的实现	207
6.2.3	主窗口的实现	212
6.3	Qt 5 双缓冲机制	228
6.3.1	原理与设计	228
6.3.2	绘图区的实现	230
6.3.3	主窗口的实现	235
6.4	显示 Qt 5 SVG 格式图片	239
L6.4	Qt 5 SVG 格式图片显示方法：概念解析	246
	XML	246
第 7 章	Qt 5 图形视图框架	247
7.1	图形视图体系结构	247
7.1.1	Graphics View 的特点	247
7.1.2	Graphics View 的三元素	248
7.1.3	GraphicsView 的坐标系统	249
7.2	图形视图	251
7.2.1	飞舞的蝴蝶实例	252
7.2.2	地图浏览器实例	257
7.2.3	各种图元创建及实例	264
7.2.4	图元旋转、缩放、切变和位移及实例	277
第 8 章	Qt 5 模型 / 视图结构	286
8.1	概述	287
8.1.1	基本概念	287
8.1.2	模型 / 视图类	288
8.2	模型 (Model)	290
8.3	视图 (View)	295
8.4	代理 (Delegate)	310

第 9 章 Qt 5 文件及磁盘处理	321
9.1 读写文本文件.....	321
9.1.1 QFile 类读写文本.....	321
9.1.2 QTextStream 类读写文本.....	323
9.2 读写二进制文件.....	325
9.3 目录操作与文件系统.....	327
9.3.1 文件大小及路径获取实例.....	328
9.3.2 文件系统浏览实例.....	330
9.4 获取文件信息.....	335
9.5 监视文件和目录变化.....	341
第 10 章 Qt 5 网络与通信	344
10.1 获取本机网络信息.....	344
10.2 基于 UDP 的网络广播程序.....	348
10.2.1 UDP 协议工作原理.....	349
10.2.2 UDP 编程模型.....	349
10.2.3 UDP 服务器编程实例.....	350
10.2.4 UDP 客户端编程实例.....	353
10.3 基于 TCP 的网络聊天室程序.....	357
10.3.1 TCP 协议工作原理.....	357
10.3.2 TCP 编程模型.....	357
10.3.3 TCP 服务器编程实例.....	358
10.3.4 TCP 客户端编程实例.....	366
10.4 Qt 网络应用开发初步.....	373
10.4.1 网页浏览实例.....	374
10.4.2 文件下载实例.....	375
第 11 章 Qt 5 事件处理	380
11.1 鼠标事件及实例.....	380
11.2 键盘事件及实例.....	383
11.3 事件过滤及实例.....	391
第 12 章 Qt 5 多线程	397
12.1 多线程的简单实例.....	398
12.2 多线程控制.....	402
12.2.1 互斥量.....	403
12.2.2 信号量.....	405
12.2.3 线程等待与唤醒.....	409

12.3	多线程应用	413
12.3.1	服务器编程实例	413
12.3.2	客户端编程实例	420
第 13 章	Qt 5 数据库	426
13.1	数据库基本概念	426
13.2	常用 SQL 命令	430
13.2.1	数据查询	430
13.2.2	数据操作	434
13.3	Qt 操作数据库实例	436
13.3.1	Qt 操作 SQLite 数据库	436
13.3.2	Qt 操作主 / 从视图及 XML	444
第 14 章	Qt 5 多国语言国际化	481
14.1	概念	481
14.1.1	国际化的支持的实现	482
14.1.2	翻译工作：“*.qm”文件的生成	483
14.2	实例	483
14.2.1	实例 1	483
14.2.2	实例 2	488
第 15 章	Qt 5 单元测试框架	494
15.1	QTestLib 框架	494
15.2	简单的 Qt 单元测试	495
15.3	数据驱动测试	499
15.4	简单性能测试	504
第 16 章	Qt 5 综合实例：汽车销售管理系统	506
16.1	功能介绍与界面设计	506
16.1.1	功能简介	506
16.1.2	主界面设计	507
16.1.3	菜单设计	508
16.2	实现品牌车管理功能	511
16.2.1	出售车辆	511
16.2.2	日销售清单	517
16.3	销售统计图表功能	524
16.3.1	视图设计	524
16.3.2	界面设计	528
16.4	添加登录界面	531

第 17 章 综合实例: Qt 版 Word 字处理软件	535
17.1 核心功能界面演示.....	535
17.2 界面设计与开发.....	537
17.2.1 建立 MDI 程序框架.....	537
17.2.2 菜单系统设计.....	542
17.2.3 工具栏设计.....	556
17.2.4 子窗口管理.....	561
17.2.5 界面生成试运行.....	569
17.3 基本编辑功能实现.....	573
17.3.1 打开文件.....	573
17.3.2 保存文件.....	577
17.3.3 文本操作.....	581
17.4 文档排版美化功能实现.....	583
17.4.1 字体格式设置.....	583
17.4.2 段落对齐设置.....	587
17.4.3 颜色设置.....	588
17.4.4 段落标号、编号.....	590
17.4.5 文档打印与预览.....	593
第 18 章 综合实例: Qt 版聊天软件	597
18.1 核心功能界面演示.....	597
18.2 界面设计与开发.....	599
18.2.1 创建“抽屉盒”.....	599
18.2.2 设计聊天窗口.....	604
18.2.3 将图片按钮与聊天窗关联.....	607
18.3 基本聊天会话功能实现.....	612
18.3.1 基本原理.....	612
18.3.2 消息类型与 UDP 广播.....	613
18.3.3 会话过程的处理.....	618
18.3.4 聊天程序试运行.....	621
18.4 文件传输功能实现.....	622
18.4.1 需求方案.....	622
18.4.2 服务器开发.....	623
18.4.3 客户端开发.....	631
18.4.4 主界面的控制.....	637
18.4.5 文件传输试验.....	641

18.5	附加功能实现	641
18.5.1	更改字体、字号和颜色	641
18.5.2	字体切换	644
18.5.3	保存和清除聊天记录	645
第 19 章	Linux 下 Qt 的安装和简单使用	648
19.1	安装 Qt 步骤	648
19.2	Hello World 例子	650
19.2.1	通过编写代码实现	651
19.2.2	通过 Qt Designer 实现	654
附录 A	C++相关知识	660
A.1	C++程序结构	660
A.2	C++预处理	661
A.3	C++异常处理	664
A.4	C++面向对象编程	667
附录 B	Qt 5 调试	679
B.1	修正语法错误	679
B.2	设置断点	680
B.3	程序调试运行	681
B.4	查看和修改变量的值	682
B.5	qDebug()的用法	684

第 1 章

Qt 概述

本章介绍什么是 Qt，如何安装 Qt 及其开发环境。通过一个计算圆面积的小实例详细介绍 Qt 的开发步骤，使读者对利用 Qt 进行 GUI 应用程序（Qt Designer）开发有一个初步的认识。同时，通过信号和槽机制（Signal&Slot）完成 Qt 应用程序的用户界面操作的响应，介绍事件关联的问题。本书提供大部分例子的源代码，如代码 CH101 就是第 1 章的第一个例子的源代码，以后以此类推。提供这些代码是为了方便读者上机模仿，书中的内容本身是系统的、完备的。



1.1 什么是 Qt

Qt 是一个跨平台的 C++ 图形用户界面应用程序框架。它为应用程序开发者提供建立艺术级图形用户界面所需的所有功能。它是完全面向对象的，很容易扩展，并且允许真正的组件编程。

Qt 是诺基亚公司的一个产品。1996 年，Qt 进入商业领域，已成为全世界范围内数千种成功的应用程序的基础。它也是目前流行的 Linux 桌面环境 KDE 的基础，KDE 是主要的 Linux 发行版的一个标准组件。

Qt 支持的平台有：

MS/Windows——95、98、NT 4.0、ME、2000、XP 和 Vista；

UNIX/X11——Linux、Sun Solaris、HP-UX、Compaq Tru64 UNIX、IBM AIX、SGI IRIX 和其他很多 X11 平台；

Macintosh——Mac OS X；

Embedded——有帧缓冲（framebuffer）支持的 Linux 平台、Windows CE；
Symbian/S60——目前已经可以提供技术预览版本。

Qt 按照不同的版本发行，分为商业版和开源版。Qt 商业版为商业软件提供开发，它们提供传统商业软件发行版并且提供在协议有效期内的免费升级和技术支持服务。而 Qt 开源版是为了开发自由而设计的开放源码软件，它提供了和商业版本同样的功能，在 GNU 通用公共许可证下，它是免费的。

从 2009 年 3 月发布的 Qt 4.5 起，诺基亚公司已为 Qt 增添了新的开源 LGPL 授权选择。

从 2009 年 5 月 11 日起，诺基亚公司宣布 Qt 源代码库面向公众开放，Qt 开发人员可通过为 Qt 及与其相关的项目贡献代码、翻译、示例及其他内容，协助引导和塑造 Qt 未来的发展。

2011 年 Digia 公司（芬兰的一家 IT 服务公司）从诺基亚公司收购了 Qt 的商业版权。

2012 年 8 月 9 日，作为非核心资产剥离计划的一部分，诺基亚公司宣布将 Qt 软件业务正式出售给 Digia 公司。



1.2 Qt 5 的安装

首先在 Qt 的官方网站上下载 Qt Creator，然后运行 Qt Creator 就可以安装 Qt。

1.2.1 下载 Qt 5 Creator

下载地址：<http://qt-project.org/downloads>，下载页面如图 1.1 所示。

当前最新的版本为 Qt 5.0，本书选择 Windows 版本：

Qt 5.0.2 for Windows 32-bit (MinGW 4.7, 650 MB)(Info)

这个版本无须微软公司 VS 2010/2012 环境的支持，可独立生成 Windows 平台中可执行的应用程序。

下载完成后，按照默认设置直接安装即可。

1.2.2 运行 Qt 5 Creator

点击运行 Qt Creator，出现欢迎界面，如图 1.2 所示。

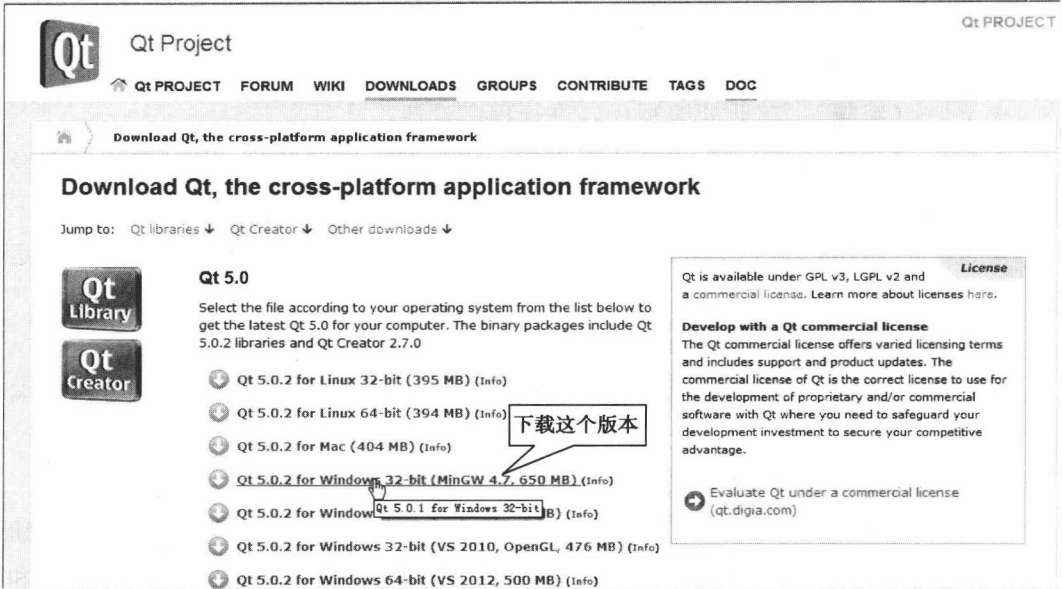


图 1.1 Qt 下载页面

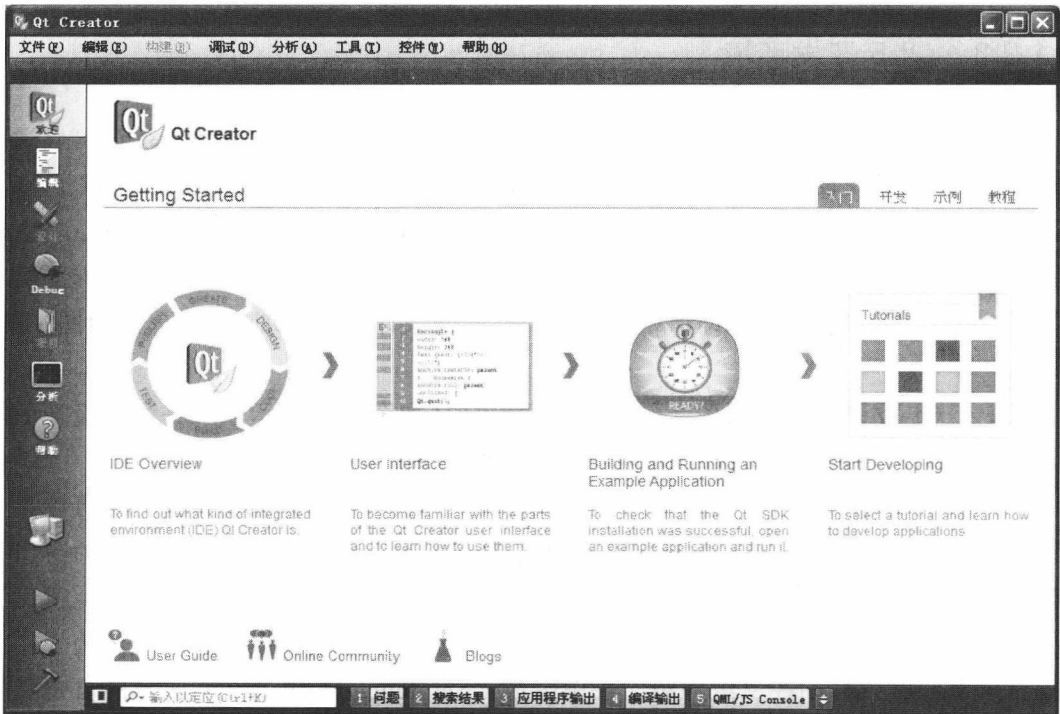


图 1.2 Qt Creator 欢迎界面

在欢迎界面中可以看到最左端的一栏按钮，该栏按钮功能分别如下。













-  **(欢迎)**: 在此处可以选择自带的例子演示, 在下次打开欢迎界面时能够显示最近一次的一些项目, 免除自己再去查找的麻烦。
-  **(编辑)**: 在此处编写代码进行程序设计。
-  **(设计)**: 在这里设计图形界面, 进行部件属性设置、信号和槽设置及布局设置等操作。
-  **(Debug)**: 在此界面下可以根据需要调试程序, 以便跟踪观察程序的运行情况。
-  **(项目)**: 在此界面下可以完成开发环境的相关配置。
-  **(分析)**: 可以使用 QML、Valgrind 分析器进行应用程序性能分析和调试。
-  **(帮助)**: 可以在此处输入关键字, 查找相关信息。

图 1.2 中左下角的三个按钮、和分别是“启动运行”按钮、“启动调试”按钮和“启动编译”按钮。顾名思义, 这三个按钮相对应的功能分别为启动运行、启动调试和启动编译。

1.2.3 Qt 5 开发环境

在 Qt 程序开发过程中, 除了可以通过手写代码实现软件开发功能, 还可以通过 Qt 的 GUI 界面设计器 (Qt Designer) 进行界面的绘制和布局。该工具提供了 Qt 基本的可绘制窗口部件, 如 QWidget、QLabel、QPushButton 和 QVBoxLayout 等。在设计器中通过鼠标直接拖曳这些窗口部件, 能够高效、快速地实现 GUI 界面的设计, 界面直观形象, 所见即所得。GUI 用户界面设计 (Qt Designer) 界面如图 1.3 所示。

进入 Qt 设计器主界面后, 看到的中间部分 (如图 1.4 所示) 就是将要设计的顶层窗口部件 (顶层窗口部件是其他子窗口部件的载体)。

在 Qt 设计器的左侧“组件箱”栏列出了经常使用的 Qt 标准窗口部件, 可以直接拖曳相应的窗口部件图标到顶层窗口部件的界面上。同时, 也可以将设计的窗口部件组合 (通过布局管理器对 Qt 标准窗口部件进行布局和组合) 或放置其他窗口部件的 Qt 容器类 (见“组件箱”栏的“Containers”组) 直接拖曳到“组件箱”栏中, Qt 设计器会自动在“组件箱”栏中生成“Scratchpad”组, 并生成新的自定义的窗口部件。此后可以像使用 Qt 提供的标准窗口部件一样使用新创建的窗口部件。