

全新打造的Qt开源社区!

短期即可入门及提高的优秀Qt系列书籍!

Qt应用编程系列丛书



霍亚飞 程 梁 编著

# Qt 5 编程入门

第2版

- **全新**，基于 Qt 5.12 编写，全面涉及 Qt Quick!
- **经典**，植根于 Qt 网络博客教程，可无限更新!
- **基础**，对每个知识点详尽讲解，并设计了示例程序!
- **系统**，与《Qt Creator 快速入门 (第3版)》相辅相成!



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

Qt 应用编程系列丛书

# Qt 5 编程入门

(第 2 版)

霍亚飞 程 梁 编著



北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书是基于 Qt 5.12 的 QML 和 Qt Quick 入门书籍,详细介绍了 QML 语言的语法和编写 Qt Quick 程序需要用到的基本知识点。本书内容主要包括 Qt 5 的介绍、QML 语法、Qt Quick 基础知识以及在图形动画、数据处理、多媒体和移动开发方面的应用等。与第 1 版相比,本书使用 Qt 5.12.0 和 Qt Creator 4.8.0 进行了全书修订,主要添加了图表、3D 可视化、移动开发等章节;对其他章节内容进行了大量更新,重写了 Qt Quick 控件、设计器、与 C++ 进行集成等章节,从而帮助初学者快速入门 Qt Quick 编程。

本书内容源于网络博客,作者会在网上及时解答读者疑问、更新修改内容、发布相关教程和配套资料,敬请读者关注 Qt 开源社区([www.qler.org](http://www.qler.org))的相关内容。

本书侧重讲解 Qt 5 中 QML 和 Qt Quick 的内容,适合希望学习 QML 编程以及希望使用 Qt 开发移动应用的读者。对于没有任何 Qt 基础或者想学习 Qt C++ 编程的读者,可以学习《Qt Creator 快速入门(第 3 版)》一书。

### 图书在版编目(CIP)数据

Qt 5 编程入门 / 霍亚飞, 程梁编著. --2 版. --北  
京: 北京航空航天大学出版社, 2019. 10  
ISBN 978-7-5124-3111-9

I. ①Q… II. ①霍… ②程… III. ①软件工具—程序  
设计 IV. ①TP311.561

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 206428 号

版权所有,侵权必究。

### Qt 5 编程入门(第 2 版)

霍亚飞 程 梁 编著  
责任编辑 董立娟

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: [emsbook@buaacm.com.cn](mailto:emsbook@buaacm.com.cn) 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:710×1 000 1/16 印张:32.25 字数:687 千字

2019 年 10 月第 2 版 2019 年 10 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-3111-9 定价:105.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

# 前言

《Qt 5 编程入门》出版至今已经 4 年多了,在这期间,Qt 和 Qt Creator 发布了多个版本,添加了多个新的模块,也废弃了一些内容,一些开发流程和细节做了很多改动。最主要的是,QML 和 Qt Quick 日趋完善。为了避免初学者因一些内容的改变产生不必要的问题、浪费宝贵的学习时间,我们将本书按照 Qt 5.12.0 进行了全面的修订。

《Qt 5 编程入门(第 2 版)》基于 Qt 5.12.0 和 Qt Creator 4.8.0,将书中所有示例代码进行了重构,更新了旧版几乎所有的图片;新增图表、3D 数据可视化、移动开发等章节;对其他章节的内容进行了全面更新;重写了 Qt Quick 控件、设计器、与 C++ 进行集成等章节,从而帮助初学者快速入门 Qt 开发。

## Qt 应用编程系列丛书

本系列丛书现在包括 3 本:《Qt Creator 快速入门(第 3 版)》、《Qt 及 Qt Quick 开发实战精解》和《Qt 5 编程入门(第 2 版)》。由于历史原因,这些书名可能无法全面表述其内容。我们也希望通过这次改版,进一步明确这 3 本书的定位。下面简单说明,以方便读者的选购和学习。

《Qt Creator 快速入门(第 3 版)》讲解了经典的 C++ Widgets 编程,是 Qt 最基础、最核心的内容,也是 Qt 开发入门必学的内容。

《Qt 5 编程入门(第 2 版)》讲解了 QML 语言、Qt Quick 编程和移动开发的相关内容,主要用于为移动设备等开发动态触摸式界面。QML 和 Qt Quick 虽然是全新的语言和内容,但是直接包含在 Qt 框架之中,很多机制和理念都与经典的 C++ Widgets 编程一致,所以建议先学习《Qt Creator 快速入门(第 3 版)》,再来学习本书。

《Qt 及 Qt Quick 开发实战精解》(以下简称《精解》)的早先版本包括 C++ Widgets 综合实例程序和 Qt Quick 的基础内容。由于这次更新将 Qt Quick 的基础内容移至《Qt 5 编程入门(第 2 版)》,未来《精解》的定位专注于 C++ Widgets 综合实例程序和 Qt Quick 综合实例程序。

## Qt 的历史

Qt 是由奇趣科技公司(Trolltech)的两位创始人 Haavard Nord 和 Eirik Chambe -

Eng 合作开发而成,首个版本完成于 1991 年,而第一个商业版本则是在 1995 年才正式推出。

Qt 的名字来源于一个有趣的故事。当时这个工具之所以取名为 Qt,是因为在 Haavard 的 Emacs 字体中,字母 Q 看起来非常漂亮;而字母 t 的灵感则来源于当时的另外一个工具 Xt(X toolkit)的取名。

初版 Qt 只有两个版本:适用于类 Unix 平台的 Qt/X11 和适用于 Windows 平台的 Qt/Windows。其中,Windows 版本只有专利授权,这意味着如果需要将使用 Qt/X11 编写的开源应用移植到 Windows 平台,必须购买专利授权。

2001 年底,奇趣科技发布 Qt 3.0。从这个版本起,Qt 增加了对 Mac OS X 平台的支持。不过,直到 2003 年 6 月之前,Mac OS X 版本的 Qt 也只有专利授权。当 Qt 3.2 发布的时候,奇趣科技增加了 Mac OS X 平台的 GPL 授权。

2005 年 6 月 28 日,奇趣科技发布了 Qt 4.0。这是一个全新的版本,与之前的 3.x 系列不仅二进制不兼容,甚至 API 也不兼容。这在一定程度上一些开发者对此颇有微词。

2008 年 6 月 17 日,诺基亚公司宣布以公开竞购的方式收购奇趣科技,连同奇趣科技旗下的 Qt。同年,诺基亚将 Qt 的名字更改为 Qt Software,然后又更改为 Qt Development Framework。在诺基亚的领导下,Qt 的工作重心由桌面系统转移至诺基亚旗下的手持设备。2009 年 5 月 11 日,诺基亚宣布 Qt 源代码在著名的 git 托管平台 Gitotious 面向公众开放,标志着 Qt 正式成为面向社区的开源框架。不过,尽管诺基亚承诺 Qt 开放源代码,但事实上 Qt 的代码提交与维护仍然牢牢掌握在诺基亚手中。2009 年 12 月 1 日,Qt 4.6 发布,这是第一个移植到 Symbian S60 平台的版本。

2011 年 2 月,诺基亚宣布放弃自己的 Symbian 平台,转而投向微软公司的 Windows Phone 平台。一个月之后,诺基亚宣布将 Qt 的商业授权和专业服务出售给 Digia 公司。后者启动了 Qt Project,同时宣布将努力促使 Qt 支持 Android、iOS 和 Windows Phone 三大平台,并且继续关注于桌面和嵌入式平台的开发,这意味着 Qt 正在努力成为一个全平台的开发框架。现在看来,在一定程度上,Digia 的确做到了这一点。

Qt 4 之后的下一个大的版本 Qt 5 原计划于 2012 年 6 月发布,但是由于诺基亚的政策调整和出售 Qt 的缘故,直到 2012 年 12 月 19 日,Qt 5.0 才正式发布。这是继 Qt 4 之后的另一个大的升级。表面看来,Qt 4 到 Qt 5 的改动并不比 Qt 3 到 Qt 4 来的激进,但是 Qt 5 引入了全新的硬件加速图形处理,并且将 QML 和 JavaScript 提升到与 C++ 等同的地位。传统的基于 C++ 的 Qt Widgets 仍将继续支持,但是全新的架构所带来的性能提升则更多作用于 QML 和 JavaScript。

值得一提的是,Qt 5 的开发真正由 Qt Project 社区驱动,现在 Qt 已经允许诺基亚和 Digia 之外的开发人员提交并审核代码。

## Qt 的授权

Qt 的授权一直比较复杂,既包括商业授权,又包括开源授权,并且不同版本之间的授权并不一致。下面详细介绍下有关授权的问题。

首先需要说明的是,Qt 自发布以来一直都有一个商业授权,这个商业授权允许开发者开发专有程序。同时,Qt 商业授权除了包含 Qt 开源版的一切功能外,还包括一些企业应用的组件,比如 Qt Charts、Qt Data Visualization 等,以及 Digia 公司官方提供的 Qt 培训等内容。

真正复杂的是 Qt 开源授权。Qt 1.45 之前,Qt 的源代码一直遵循 FreeQt 协议。该协议既不符合 Open Source Initiative 定义的开放源代码原则,也不符合 Free Software Foundation 定义的自由软件。在此协议下,Qt 的源代码虽然可用,但是并不允许重新发布修改过的版本。

1998 年,基于 Qt 的 KDE 成为 Linux 最流行的桌面环境之一。不过,因为 Qt 协议的问题,很多人担心这将给 KDE 桌面环境的发展带来影响。这也正是日后 Qt 协议问题的根源之一。

Qt 2.0 的开源授权由 FreeQt 更改为 Q Public License(QPL)。这是一个自由软件协议,但是与 GPL 不兼容,而后者才是 Linux 遵循的协议。作为妥协,KDE 团队与当时的奇趣科技达成协议,即使奇趣科技濒临破产,也不能使 Qt 的协议比 QPL 更加专有。直到 2000 年,Qt/X11 2.2 正式以 GPLv2 协议发布,才终结了这一授权的法律问题。

2002 年,KDE on Cygwin 项目开始将 GPL 授权的 Qt/X11 移植到 Windows 平台。此时,Windows 平台还没有一个开源版本的 Qt。不过,该项目并没有取得成功,但却直接导致奇趣科技在 2005 年 6 月将 Qt/Windows 4 以 GPL 授权的形式发布。至此,Qt 4 在全部主流桌面平台都有了基于 GPL 协议的开源版本。随着 GPLv3 发布,Qt 又增加了具有额外条款的 GPLv3 协议。这个“额外条款”允许将 Qt 编写的最终应用程序以不兼容 GPL 的自由软件/开源协议发布。

虽然此时的 Qt 已经有了自己的开源版本,但是作为一个类库,使用 GPL 协议开源具有一定的危险性。由于 GPL 的传染性,GPL 不允许发布闭源程序。这种协议将极大地限制 Qt 在商业软件领域的应用。2009 年 1 月 14 日,Qt 4.5 终于众望所归地增加了 LGPL 协议,允许使用 Qt 开发闭源程序。

## 本书特色

本书是经典的 Qt 应用编程系列丛书继《Qt Creator 快速入门(第 3 版)》和《精解》之后的又一力作,是市面上为数不多的全面介绍 QML 和 Qt Quick 的入门书籍。与其他相关书籍最大的不同之处还包括,本书是基于网络教程的。综合来说,本书主

要具有以下特色:

- ▶ 最新(截至本书完成时)。本书基于最新的 Qt 5.12.0 和 Qt Creator 4.8.0 版本进行编写,Qt 5.12.0 是 Qt 5 最新的长期支持版本。
- ▶ 基于社区。本书以 Qt 开源社区(qter.org)为依托,由社区站长合作完成。读者可以通过论坛、邮件、QQ 群等方式和作者零距离交流。
- ▶ 持续更新。本书对应的网络教程是持续更新的,本书已经是该网络教程衍生的第三本书了。
- ▶ 全新风格。本书力求以全新的视角,引领开发者进行程序代码的编写和升级,同时以初学者的角度进行叙述,每个小知识点都以一个完整的程序来讲解。尽量避免晦涩难懂的术语,使用初学者易于理解的平白的语言编写,目标是让初学者在快乐中掌握知识。
- ▶ 授之以渔。在整书的编写过程中,都是在向读者传授一种学习方法,告诉读者怎样发现问题、解决问题,怎样获取知识,而不是向读者灌输知识。本书的编写基于 Qt 参考文档,所讲解的知识点多数是 Qt 参考文档中的部分内容,大家在学习时一定要多参考 Qt 帮助文档。在本套书籍讲解的所有知识点和示例程序中,都很明显地标出了其在 Qt 帮助中对应的关键字,从而让读者对书中的内容有迹可循。

### 使用本书

本书着重讲解 Qt 5 中 QML 和 Qt Quick 的编程知识:首先对 QML 和 Qt Quick 进行了整体介绍,然后讲解了 QML 语法和 Qt Quick 的基础内容,后面的几章讲解了 Qt Quick 在图像特效、绘画、多媒体、数据显示和处理、移动开发等方面的高级应用。对于 QML 初学者,建议先学习 QML 和 Qt Quick 的基础知识,等有了一定的基础后再学习后面的内容。

本书假设读者已经具有一定的 Qt 编程基础,因而不会对 Qt 的基础面面俱到。如果读者希望系统地学习 Qt 编程,最好先自行学习基于 C++ 的 Qt Widgets 编程方面的内容。可以参考 Qt 应用编程系列丛书中的《Qt Creator 快速入门(第 3 版)》一书,其写作风格与本书一致。

对于学习过《精解》一书的读者,这里做一个解释:虽然《精解》一书中也包含了 Qt Quick 的内容,但那是 Qt 4.7 时代的 Qt Quick,因为是新引进的技术,所以非常不成熟。本书中的 QML 和 Qt Quick 的内容是基于最新的 Qt 5。新版本的 Qt Quick 已经进行了大幅更新。另外,在以后《精解》一书再版时,其中的 Qt Quick 内容会被删除。

在学习过程中,建议读者多动手,尽量自己按照步骤编写代码。只有在遇到自己无法解决的问题时,再去参考本套书籍提供的源代码。每当学习一个知识点时,书中都会给出 Qt 帮助中的关键字,建议读者详细阅读 Qt 帮助文档,看下英文原文是如

何描述的。不要害怕阅读英文文档,因为很难在网上找到所有文档的中文翻译;有时即使翻译,也可能偏离原意,最终还是要自己去读原始文档。Qt 文档非常详细,学会看参考文档是入门 Qt 编程的重要一步。不要说自己英文不好,只要坚持,掌握了一些英文术语和关键词以后,阅读英文文档是不成问题的。

## 书中使用的 Qt 版本的说明

本书主要基于 Windows 平台 Qt 5.12.0 和 Qt Creator 4.8.0 版本,它们是本书完稿时的最新版本。为了避免读者使用不同的操作系统而产生不必要的问题,本书采用了常用的 Windows 7 操作系统。这里要向对 Qt 版本不是很了解的读者说明一下,对于 Qt 程序开发,只要没有平台相关的代码,无论是在 Windows 系统下进行开发,还是在 Linux 系统下进行开发;无论是进行桌面程序开发,还是进行移动平台或者嵌入式平台的开发,都可以做到编写一次代码,然后分别进行编译。这也是 Qt 最大的特点,即所谓的“一次编写,随处编译”。值得注意的是,这一特点要求没有平台相关代码。在实际应用中,由于种种原因(主要是性能以及平台特色),做到这一点并不容易。也就是说,读者需要学好本书中 Qt 的基本内容,然后编写代码,使用 Qt 不同的版本进行移植、编译即可。

在学习本书时,推荐读者使用指定的 Qt 和 Qt Creator 版本,因为对于初学者来说,任何微小的差异都可能导致错误的理解。当然,也可以使用其他版本,Qt 的下载地址为:[http://download.qt.io/official\\_releases/qt/](http://download.qt.io/official_releases/qt/)。

## 致 谢

首先要感谢北京航空航天大学出版社的编辑,是他们的鼓励和支持,才让我们更有信心继续前行,使得 Qt 应用编程系列丛书更加丰富。

感谢那些关注和支持 Qt 开源社区的朋友们,是他们的支持和肯定,才让我们有了无穷的动力。感谢曾对本书出版做出贡献的周慧宗(hzzhou)、刘柏燊(紫侠)、Joey\_Chan、白建平(XChinux)、吴迪(wd007)、董世明的大力支持。是众多好友的共同努力,才使本书可以在最短的时间内以较高的质量呈现给广大读者,这里一并对他们表示感谢。

由于作者技术水平有限,Qt 5 中又是全新的技术和概念,并且没有统一的中文术语参考,所以书中难免有各种理解不当和代码设计问题,恳请读者批评指正。读者可以到 Qt 开源社区([www.qlter.org](http://www.qlter.org))下载本书的源码,查看与本书对应的、不断更新的系列教程,也可以与作者进行在线交流和沟通,我们在 Qt 开源社区等待大家。

编 者

2019 年 8 月

# 目 录

第 1 章 走进 Qt Quick 的世界 .....	1
1.1 全新的 QML 和 Qt Quick .....	1
1.1.1 历史变迁 .....	1
1.1.2 QML .....	2
1.1.3 Qt Quick .....	2
1.1.4 Qt QML 和 Qt Quick 框架 .....	3
1.2 Qt Quick 项目 .....	4
1.2.1 Qt 5 的下载与安装 .....	4
1.2.2 创建 Qt Quick 应用 .....	6
1.2.3 创建 Qt Quick UI 项目 .....	11
1.2.4 运行示例程序 .....	13
1.2.5 Qt Quick 程序的发布 .....	14
1.3 小 结 .....	16
第 2 章 QML 语法 .....	17
2.1 QML 语法基础 .....	17
2.2 import 导入语句 .....	20
2.2.1 模块(命名空间)导入语句 .....	20
2.2.2 目录导入语句 .....	21
2.2.3 JavaScript 资源导入语句 .....	23
2.3 QML 类型系统 .....	24
2.3.1 基本类型 .....	24
2.3.2 JavaScript 类型 .....	26
2.3.3 对象类型 .....	26
2.4 对象特性 .....	26
2.4.1 id 特性 .....	27
2.4.2 属性特性 .....	28
2.4.3 信号和信号处理器特性 .....	36
2.4.4 方法特性 .....	40

2.4.5	附加属性和附加信号处理器	41
2.4.6	枚 举	43
2.5	集成 JavaScript	43
2.5.1	JavaScript 表达式	43
2.5.2	从 JavaScript 动态创建 QML 对象	49
2.5.3	在 QML 中定义 JavaScript 资源	53
2.5.4	在 QML 中导入 JavaScript 资源	56
2.5.5	JavaScript 宿主环境	58
2.6	QML 文档	59
2.6.1	通过 QML 文档定义对象类型	60
2.6.2	QML 组件	62
2.6.3	作用域和命名解析	64
2.6.4	资源加载和网络透明性	70
2.6.5	QML 的国际化	71
2.6.6	QML 的编码约定	75
2.7	QML 模块	78
2.7.1	定义一个 QML 模块	78
2.7.2	支持的 QML 模块类型	79
2.8	小 结	79
<b>第 3 章</b>	<b>Qt Quick 基础</b>	<b>80</b>
3.1	基础可视项目	81
3.1.1	Item	81
3.1.2	Rectangle	85
3.1.3	Text	85
3.1.4	TextInput	92
3.1.5	TextEdit	97
3.2	布局管理	99
3.2.1	定位器	99
3.2.2	基于锚的布局	103
3.2.3	Layouts	106
3.3	事件处理	110
3.3.1	MouseArea	110
3.3.2	鼠标事件和滚轮事件	112
3.3.3	拖放事件	114
3.3.4	键盘事件和焦点作用域	117
3.3.5	定时器	123

3.4 使用 Loader 动态加载组件	124
3.4.1 Loader 的大小与行为	124
3.4.2 从加载的项目中接收信号	125
3.4.3 焦点和键盘事件	126
3.5 小 结	127
<b>第 4 章 Qt Quick 控件</b>	<b>128</b>
4.1 Qt Quick 控件基础	129
4.2 按钮类控件	139
4.2.1 AbstractButton	139
4.2.2 Button	141
4.2.3 CheckBox	142
4.2.4 RadioButton	144
4.2.5 ButtonGroup	145
4.2.6 RoundButton	146
4.2.7 Switch	147
4.2.8 DelayButton	148
4.2.9 Action 和 ActionGroup	149
4.3 指示类控件	151
4.3.1 Label	151
4.3.2 ProgressBar	151
4.3.3 BusyIndicator	152
4.3.4 PageIndicator	153
4.4 输入类控件	154
4.4.1 TextField	154
4.4.2 TextArea	155
4.4.3 ComboBox	156
4.4.4 SpinBox	159
4.4.5 Dial	162
4.4.6 Slider	163
4.4.7 RangeSlider	165
4.4.8 Tumbler	166
4.5 菜单类控件	167
4.5.1 Menu	167
4.5.2 MenuBar	171
4.6 容器类控件	173
4.6.1 Pane	173

4.6.2	Frame	174
4.6.3	GroupBox	174
4.6.4	Page	175
4.6.5	ScrollView	176
4.6.6	ScrollBar 和 ScrollIndicator	178
4.6.7	StackView	180
4.6.8	TabBar	185
4.6.9	ToolBar	187
4.6.10	SwipeView	188
4.7	弹出类控件	190
4.7.1	Overlay	190
4.7.2	Popup	191
4.7.3	Dialog	194
4.7.4	ToolTip	195
4.7.5	Drawer	196
4.8	标准对话框	197
4.8.1	ColorDialog	197
4.8.2	FileDialog	198
4.8.3	FontDialog	199
4.8.4	MessageDialog	200
4.9	Qt Quick Controls 2 配置文件	202
4.10	共享业务逻辑代码	202
4.10.1	图片查看器	203
4.10.2	文件选择器	207
4.10.3	重构图片选择器	207
4.11	小结	212
<b>第 5 章</b>	<b>图形动画基础</b>	<b>213</b>
5.1	颜色、渐变和调色板	213
5.1.1	颜色	213
5.1.2	渐变	216
5.1.3	系统调色板	216
5.2	图片、边界图片和动态图片	217
5.2.1	图片	217
5.2.2	边界图片	219
5.2.3	动态图片	221
5.3	缩放、旋转和平移变换	221

5.3.1	使用属性实现简单变换 .....	221
5.3.2	使用 Transform 实现高级变换 .....	223
5.4	状 态 .....	224
5.4.1	创建状态 .....	225
5.4.2	默认状态和 when 属性 .....	226
5.5	动画和过渡 .....	227
5.5.1	使用属性动画 .....	227
5.5.2	使用预定义的目标和属性 .....	229
5.5.3	在状态改变时使用过渡 .....	230
5.5.4	使用默认的行为动画 .....	231
5.5.5	使用并行或顺序动画组 .....	232
5.5.6	使用动画师动画 .....	233
5.5.7	控制动画的执行 .....	234
5.5.8	共享动画实例 .....	235
5.6	精灵动画 .....	236
5.6.1	精灵引擎介绍 .....	236
5.6.2	AnimatedSprite .....	240
5.7	Flickable 和 Flipable .....	241
5.7.1	弹动效果 .....	241
5.7.2	翻转效果 .....	243
5.8	小 结 .....	244
<b>第 6 章</b>	<b>图形效果</b> .....	<b>245</b>
6.1	混合效果 .....	245
6.2	颜色效果 .....	248
6.3	渐变效果 .....	251
6.3.1	锥形渐变 .....	251
6.3.2	线性渐变 .....	252
6.3.3	辐射渐变 .....	253
6.4	变形效果 .....	254
6.5	阴影效果 .....	255
6.5.1	投 影 .....	255
6.5.2	内阴影 .....	256
6.6	模糊效果 .....	257
6.6.1	快速模糊 .....	257
6.6.2	高斯模糊 .....	258
6.6.3	递归模糊 .....	259

6.6.4 遮罩模糊 .....	260
6.7 动感模糊效果 .....	261
6.7.1 方向模糊 .....	261
6.7.2 径向模糊 .....	262
6.7.3 缩放模糊 .....	263
6.8 发光效果 .....	263
6.8.1 发光 .....	263
6.8.2 矩形发光 .....	264
6.9 遮罩效果 .....	266
6.9.1 不透明遮罩 .....	266
6.9.2 阈值遮罩 .....	267
6.10 小结 .....	268
<b>第 7 章 粒子系统</b> .....	<b>269</b>
7.1 ParticleSystem .....	269
7.2 发射器 .....	271
7.3 渲染器 .....	272
7.4 TrailEmitter .....	275
7.5 粒子组 .....	276
7.6 随机参数 .....	278
7.7 影响器 .....	279
7.7.1 Age .....	279
7.7.2 Attractor .....	280
7.7.3 Friction .....	281
7.7.4 Gravity .....	281
7.7.5 Turbulence .....	282
7.7.6 Wander .....	282
7.7.7 GroupGoal .....	282
7.7.8 SpriteGoal .....	283
7.8 小结 .....	284
<b>第 8 章 Canvas 2D</b> .....	<b>285</b>
8.1 Canvas 的使用 .....	285
8.2 绘制操作 .....	287
8.2.1 绘制参数设置 .....	288
8.2.2 绘制矩形 .....	290
8.2.3 状态的保存与恢复 .....	291
8.2.4 绘制文本 .....	293

8.2.5 绘制路径 .....	294
8.3 渐变填充 .....	299
8.3.1 线性渐变 .....	299
8.3.2 辐射渐变 .....	300
8.3.3 锥型渐变 .....	301
8.4 阴影 .....	301
8.5 使用图像 .....	302
8.6 坐标变换 .....	304
8.6.1 平 移 .....	305
8.6.2 缩 放 .....	305
8.6.3 旋 转 .....	306
8.6.4 斜 切 .....	307
8.6.5 transform()函数总结 .....	308
8.7 小 结 .....	309
<b>第 9 章 模型和视图</b> .....	<b>310</b>
9.1 模型/视图架构简介 .....	310
9.2 数据模型 .....	312
9.2.1 整数作为模型 .....	312
9.2.2 ListModel .....	313
9.2.3 WorkerScript .....	315
9.2.4 ObjectModel .....	316
9.2.5 DelegateModel .....	317
9.2.6 Package .....	319
9.2.7 XmlListModel .....	320
9.2.8 LocalStorage .....	322
9.2.9 使用 C++ 扩展 QML 模型 .....	326
9.3 视图类型 .....	330
9.3.1 ListView .....	330
9.3.2 GridView .....	336
9.3.3 视图过渡 .....	338
9.3.4 PathView .....	341
9.4 调整性能 .....	344
9.5 小 结 .....	345
<b>第 10 章 Qt 图表</b> .....	<b>346</b>
10.1 创建一个图表项目 .....	347
10.2 坐标轴 Axes .....	348

10.2.1	数值坐标轴和对数数值坐标轴	349
10.2.2	分类坐标轴	350
10.2.3	柱形图分类坐标轴	351
10.2.4	日期时间坐标轴	352
10.2.5	坐标轴的共有属性	354
10.3	图例 Legend	354
10.4	ChartView	356
10.4.1	设置主题	357
10.4.2	启用动画	358
10.5	使用外部数据动态创建图表	359
10.6	常用图表类型	362
10.6.1	折线图、曲线图和散点图	362
10.6.2	面积图	364
10.6.3	柱形图、堆积柱形图、百分比堆积柱形图	365
10.6.4	饼状图	366
10.6.5	盒须图(箱形图)	367
10.6.6	蜡烛图(K线图)	368
10.6.7	极坐标图	369
10.7	小结	371
<b>第 11 章</b>	<b>Qt Data Visualization 数据可视化</b>	<b>372</b>
11.1	3D 柱形图	372
11.1.1	3D 坐标轴	375
11.1.2	数据代理	377
11.1.3	3D 系列	380
11.2	自定义 3D 场景	381
11.3	设置主题	382
11.4	选择模式和切片视图	385
11.5	3D 散点图	387
11.6	3D 曲面图	389
11.7	小结	391
<b>第 12 章</b>	<b>多媒体应用</b>	<b>392</b>
12.1	多媒体模块介绍	392
12.2	播放音频	393
12.2.1	播放压缩音频	393
12.2.2	播放未压缩音频	395
12.3	播放视频	396

12.3.1	使用 Video 播放视频文件	396
12.3.2	对视频使用图形效果	397
12.4	媒体播放器	399
12.4.1	播放音视频	399
12.4.2	使用 Windows 平台附加功能	400
12.5	小 结	406
<b>第 13 章</b>	<b>QML 与 C++ 的集成</b>	<b>407</b>
13.1	快速选择正确的集成方式	408
13.2	QML 运行时的 C++ 类	411
13.2.1	QQmlEngine	411
13.2.2	QQmlContext	412
13.2.3	QQmlComponent	414
13.2.4	QQmlExpression	415
13.3	在 QML 中使用 C++ 特性	416
13.3.1	数据类型处理和所有权	416
13.3.2	数据类型的转换	416
13.3.3	使用 C++ 属性	419
13.3.4	使用函数和槽	423
13.3.5	使用信号	425
13.4	注册 QML 类型	426
13.4.1	注册可实例化对象类型	426
13.4.2	注册不可实例化对象类型	427
13.4.3	注册单例类型	427
13.4.4	类型的修订和版本	428
13.5	定义 QML 特定类型和属性	429
13.5.1	提供附加对象注解数据	429
13.5.2	属性修饰符类型	432
13.5.3	指定 QML 对象类型的默认属性	434
13.5.4	接收对象初始化通知	435
13.6	在 C++ 中使用 QML 对象	436
13.6.1	使用 C++ 加载 QML 对象	436
13.6.2	使用对象名字访问加载的 QML 对象	438
13.6.3	使用 C++ 访问 QML 对象成员	439
13.7	小 结	442
<b>第 14 章</b>	<b>使用 Qt Quick 设计器</b>	<b>443</b>
14.1	Qt Quick UI 表单文件	444