



(配套数字资源)

GIS软件开发实践教程

Practical Tutorial for GIS Software
Development

亢孟军 蔡忠亮 王明军 编著

武汉大学地理信息科学国家一流专业建设规划教材
高等学校地理信息科学系列教材



测绘出版社

高等学校地理信息科学系列教材
武汉大学地理信息科学国家一流专业建设规划教材

GIS 软件开发实践教程

Practical Tutorial for GIS Software Development

亢孟军 蔡忠亮 王明军 编著

测绘出版社

· 北京 ·

©亢孟军 蔡忠亮 王明军 2026
所有权利（含信息网络传播权）保留，未经许可，不得以任何方式使用。

内容简介

本书是地理信息系统软件开发入门操作实践教材，在简要介绍 C++ 语法和 GIS 基本原理的基础上，围绕“编码和解码”和“Mini-GIS”两个案例，从软件开发环境配置、GIS 原理到 GIS 基础功能的设计开发三个方面，详细介绍了数据处理的操作步骤、程序结构的搭建方法和关键算法的实现过程，最终开发完成了一个集成空间数据渲染、空间数据和专题数据检索、空间分析等基本功能的小型 GIS，实现了“手把手”式的 GIS 软件开发指导。

本书可作为高等院校地理科学类、测绘类以及海洋科学、计算机等相关专业本科生的入门学习教材，也可作为地理科学类和测绘类相关行业从业人员的参考书籍。

图书在版编目（CIP）数据

GIS软件开发实践教程 / 亢孟军, 蔡忠亮, 王明军编
著. -- 北京 : 测绘出版社, 2026. 2. -- (高等学校地
理信息科学系列教材) (武汉大学地理信息科学国家一流
专业建设规划教材). -- ISBN 978-7-5030-4533-2
I . P208.2
中国国家版本馆CIP数据核字第2024KS1010号

GIS 软件开发实践教程
GIS RUANJIAN KAIFA SHIJIAN JIAOCHENG

责任编辑	安 扬	责任设计	李 伟	责任印制	陈姝颖
出版发行	测 绘 出 版 社	电 话	010 - 68580735（发行部） 010 - 68531363（编辑部）		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号	网 址	https://chs.sinomaps.com		
邮政编码	100045	经 销	新华书店		
电子信箱	smp@sinomaps.com	印 刷	建工社（河北）印刷有限公司		
成品规格	184mm×260mm	字 数	568 千字		
印 张	22.75	印 次	2026 年 2 月第 1 次印刷		
版 次	2026 年 2 月第 1 版	定 价	68.00 元		
印 数	0001—1000				
书 号	ISBN 978-7-5030-4533-2				
审 图 号	GS 京（2025）2018 号				
本书如有印装质量问题，请与我社发行部联系调换。					

丛书序

武汉大学地理信息科学专业肇始于1956年创建的地图制图学专业,60多年来,为国家培养了大批地图学、地理信息科学人才,专业获批多项国家级平台和荣誉,并于2019年获批教育部首批国家级一流本科专业建设点。自20世纪50年代起,历代专业教师都非常重视教学内容优化和教学经验积累,并把教材建设作为专业发展的重要目标和任务,编写出版了一大批优秀的、在国内享有盛誉的教材。

2018年,武汉大学重新修订了地理信息科学专业本科培养方案,根据地理信息科学专业特色和专业创新人才培养目标,设计规划了“高等学校地理信息科学专业系列教材”,希冀在原教材基础上吐故纳新、优化知识体系,服务专业教学、提升学习效率,并为国内同行提供交流参考。“高等学校地理信息科学专业系列教材”涵盖了地理信息科学、地图学、遥感科学和计算机科学与技术等几大教学模块,立足面向资源环境可持续发展与新时代信息化建设需求,旨在培养具有坚实的地理信息科学基础理论知识、工程实践能力和创新、创造思维,掌握地理学、测绘科学与信息科学等基本理论与技术方法,具有坚实政治素养、国际视野、人文情怀和创新精神,能够胜任科研机构、高等院校、行业领域和政府部门等岗位的拔尖创新与高级专门人才。

本系列教材是武汉大学地理信息科学专业教师团队多年科研实践和教学经验的积累,内容体系完备、知识点深入浅出,贴合教师教学一线,符合学生学习规律。系列教材也是地理信息科学专业教师践行“以本为本”教学理念的实际行动,希望能为全国同类专业教学贡献有限力量。



武汉大学地理信息科学国家级一流本科专业负责人
中国地理信息产业协会地图工作委员会主任委员
自然资源部数字制图与国土信息应用重点实验室常务副主任
地理信息系统教育部重点实验室常务副主任
国务院学位委员会第八届学科评议组成员

2023年1月

前 言

地理信息科学专业是由地理学、测绘科学与技术、计算机科学等多门学科交叉支撑的一门专业，其与信息技术的深度融合让培养的学生具备地理学的理论素养、测绘学的工程素质和计算机科学的信息技术处理能力。武汉大学的地理信息科学专业发端于地图制图专业，伴随国家建设与开发的重大工程需要，较早开展了计算机制图、地理信息系统研发应用等研究工作，并付诸教学，培养了大批地理信息科学人才，形成了培养和强化学生信息技术能力的专业特色。

《GIS 软件开发实践教程》是专业核心课程“面向对象 GIS 软件开发”的配套实践教材，是课程组多年教学探索和实践经验的积累。在内容上，全书选取了两个具有代表性与实践价值的案例，详尽诠释了 GIS 软件从选型配置到系统结构设计，从编码实现到测试优化，直至部署应用的全过程。在编写逻辑上，本书以 GIS 软件开发实践操作为主线，辅以理论说明，告诉读者如何做、为何如此做，对于初学者有非常强的指导作用。

通过本书的学习，读者不仅能掌握 GIS 软件开发的基本操作和技术原理，而且能通过案例实践，培养解决实际问题的能力，真正实现理论与实践的无缝对接，为今后从事 GIS 软件开发及相关领域研究工作打下坚实的基础。

本书分为 10 章，具体结构为：第 1 章介绍开发实践需要的相关软件及其安装配置；第 2 章简要介绍与案例开发相关的 C++ 语法基础知识；第 3 章简要介绍与案例相关的 GIS 原理知识点，与第 2 章的目的相一致，为案例开发作知识储备；第 4 章是案例一“编码和解码”，这是入门案例，介绍如何应用面向对象思想设计并实现一个简单的软件系统，同时训练了文件读写和排序算法；第 5 章到第 9 章分模块详细介绍综合案例“Mini-GIS”，包括案例背景、数据解析、空间数据渲染、数据检索和空间分析 5 个部分，并以操作实践为主线，讲解操作关联的技术原理，使读者操作有依、理解有据；第 10 章介绍系统分析与测试的方法，使读者了解软件系统发布前的检测流程。

本书编写历时两年有余，是作者近十年主讲“面向对象 GIS 软件开发”课程的经验总结，也是对学生在该课程学习过程中难点和痛点的归纳，适合本科一、二年级地理信息科学专业学生使用，具有非常强的针对性。本书相关数据整理、案例编码测试由团队研究生完成，包括何欣阳、成婷、陈舒颖、蔡自蕊、江乐怡、葛军、李研博、王纪元、张心宇等。

本书的编著与出版得到武汉大学地理信息科学国家一流专业建设、“双一流”学科建设等项目的资助。配套课程内容已完成线下课堂实录，可提供真实教学场景的沉浸式体验，目前正在武汉大学珞珈在线上线，相关课件亦可在该课程平台和测绘出版社数字资源平台（中图融媒）获取。

目 录

第1章

开发环境配置

1.1	QGIS 安装、配置与应用	001
1.2	Qt Creator 安装配置与应用	003
1.2.1	Qt Creator 安装	004
1.2.2	编译器安装配置	009
1.2.3	程序编译的流程	012
1.2.4	Qt Creator 说明	013
1.2.5	Qt Creator 程序调试	015
1.2.6	帮助文档的使用	018
1.3	PostGIS 安装配置与应用	020
1.3.1	PostGIS 安装配置	020
1.3.2	PostGIS 应用	022

第2章

C++语法基础

2.1	数据类型、变量和函数	028
2.1.1	基本数据类型	028
2.1.2	变量和常量	029
2.1.3	函数和函数重载	030
2.1.4	声明和定义	032
2.1.5	内存结构和指针变量	034
2.1.6	函数参数传递的方式	036
2.2	语句控制结构	038
2.2.1	顺序结构	038
2.2.2	条件结构	038
2.2.3	循环结构	039
2.3	类和封装	040
2.3.1	类的定义和形式	040
2.3.2	构造函数和析构函数	042
2.3.3	在 Qt Creator 中创建一个类	043
2.3.4	定义类的对象——对象变量和对象指针	045

2.3.5	构造函数和析构函数的调用.....	046
2.3.6	类的内部和外部.....	047
2.3.7	二维对象指针.....	049
2.4	继承.....	050
2.4.1	继承的定义和形式.....	050
2.4.2	Qt Creator 创建类的继承.....	053
2.4.3	继承的内存结构和访问权限.....	054
2.4.4	继承的二义性和虚继承.....	055
2.4.5	继承的构造和析构过程.....	059
2.5	多态.....	060
2.5.1	多态的定义.....	060
2.5.2	多态的形式.....	060
2.5.3	多态的内存结构.....	062
2.6	标准模版库	062
2.6.1	标准模版库简介.....	062
2.6.2	vector 容器.....	063
2.6.3	list 容器.....	065
2.6.4	迭代器.....	067
2.6.5	map 容器.....	068
2.6.6	泛型函数.....	069

第3章

GIS原理知识点

3.1	空间数据模型.....	071
3.2	简单要素规范	071
3.2.1	简单要素规范内容.....	071
3.2.2	简单要素规范几何形态.....	073
3.3	图层样式描述符	074
3.4	空间数据文件	076
3.4.1	shapefile	076
3.4.2	Coverage	077
3.4.3	GeoJSON	078
3.4.4	TopoJSON.....	078
3.4.5	GeoTIFF.....	079
3.4.6	数字高程模型.....	081
3.5	空间检索与空间索引.....	082
3.5.1	空间检索的定义与原理.....	082
3.5.2	空间检索的应用.....	082
3.5.3	网格索引.....	083
3.5.4	四叉树索引.....	084

3.5.5 R 树索引	085
3.6 属性检索及专题索引	086
3.6.1 属性数据的定义和结构	086
3.6.2 属性检索的应用	086
3.6.3 分类检索	086
3.6.4 全文检索与倒排索引	087
3.7 空间分析	088
3.7.1 空间分析数理基础	088
3.7.2 空间分析应用场景	088
3.8 缓冲区分析	089
3.9 叠置分析	090
3.10 核密度分析	091
3.11 可达性分析	092

第4章

► 编码和解码开发案例

4.1 任务要求	094
4.2 案例背景知识	095
4.2.1 类的抽象	095
4.2.2 二进制文件和文本文件	095
4.2.3 文件读写及其效率比较	096
4.2.4 排序算法	099
4.2.5 字符的处理	101
4.3 案例代码与解析	103
4.3.1 主要类结构及类关系	103
4.3.2 解码的实现	105
4.3.3 编码的实现	108

第5章

► Mini-GIS案例背景

5.1 案例任务要求	114
5.2 案例开发选型	114
5.3 编码规范和代码注释	115
5.3.1 编码规范	115
5.3.2 代码注释	117
5.3.3 Doxygen 工具的使用	119
5.4 Mini-GIS 主要功能	121
5.5 Mini-GIS 技术路线	122
5.6 案例数据及数据结构	123
5.7 案例的地图配置	123
5.7.1 行政区划符号配置	123

5.7.2	轨道符号配置.....	126
5.7.3	公路符号配置.....	129
5.7.4	酒店符号配置.....	131
5.8	案例文件的导出.....	132

第6章

▶ Mini-GIS案例的数据解析

6.1	Qt Widgets Application 工程创建.....	135
6.2	Qt Widgets Application 工程的类.....	141
6.3	GeoJSON 文件解析.....	145
6.3.1	JSON 结构说明.....	146
6.3.2	JsonCpp 库.....	147
6.3.3	把 JsonCpp 库引入工程.....	149
6.3.4	空间要素类结构体系.....	151
6.3.5	空间要素类的实现.....	156
6.4	SLD 文件解析.....	160
6.4.1	XML 结构说明.....	160
6.4.2	rapidxml 库.....	162
6.4.3	把 rapidxml 引入工程.....	163
6.4.4	符号类结构体系.....	165
6.4.5	符号类的实现.....	173

第7章

▶ Mini-GIS案例的空间数据渲染

7.1	空间数据与渲染数据.....	182
7.2	矢量渲染数据的组织.....	183
7.2.1	宏观上的渲染数据组织策略.....	183
7.2.2	基于 OpenGL 渲染机制的顶点组织.....	183
7.3	Qt 中 OpenGL 的配置.....	185
7.3.1	OpenGL 说明.....	185
7.3.2	渲染管线.....	185
7.3.3	Mini-GIS OpenGL 环境配置.....	189
7.4	OpenGL 坐标系与转换.....	193
7.4.1	OpenGL 坐标系.....	193
7.4.2	坐标转换实验.....	199
7.5	矢量图形的绘制及优化渲染.....	200
7.5.1	OpenGL 绘制方法.....	200
7.5.2	Mini-GIS 渲染器的实现.....	208
7.6	注记渲染.....	215
7.6.1	注记贴图.....	215
7.6.2	创建纹理.....	216

7.6.3	纹理环绕、过滤与多级渐进纹理.....	217
7.6.4	注记坐标确定.....	219
7.6.5	纹理渲染的实现.....	221
7.7	栅格图像渲染 (基于纹理).....	226
7.7.1	栅格图像纹理制作.....	226
7.7.2	栅格格网生成.....	227
7.7.3	栅格图像渲染的实现.....	228
7.8	DEM 渲染.....	231
7.8.1	DEM 文件读取.....	231
7.8.2	格网数据生成.....	234
7.8.3	DEM 渲染的实现.....	236

第8章

Mini-GIS案例的数据检索

8.1	空间索引概述	238
8.2	空间索引的类结构	239
8.3	空间索引的初始操作.....	240
8.3.1	QGIS 中空间索引的创建	240
8.3.2	创建工程.....	242
8.4	网格索引设计与实现	243
8.4.1	网格索引原理.....	243
8.4.2	网格索引类结构.....	244
8.4.3	网格索引的实现.....	246
8.4.4	网格索引的应用.....	247
8.5	R 树索引设计与实现	249
8.5.1	R 树索引原理.....	249
8.5.2	R 树索引类结构.....	251
8.5.3	R 树索引的实现.....	254
8.5.4	R 树索引的应用	262
8.6	四叉树索引设计与实现	263
8.6.1	四叉树索引原理.....	263
8.6.2	四叉树索引类结构.....	264
8.6.3	四叉树索引的实现.....	266
8.6.4	四叉树索引的应用.....	269
8.7	属性检索设计与实现.....	270
8.7.1	Trie 树索引原理	270
8.7.2	Trie 树索引类结构	271
8.7.3	Trie 树索引的实现.....	272
8.7.4	Trie 树属性检索的应用	274

8.8 模糊检索及全文检索	275
8.8.1 基本概念.....	275
8.8.2 SQLite 的全文检索.....	277
8.8.3 SQLite 全文检索的操作过程.....	278
8.8.4 用 C++ 访问 SQLite3 数据库文件.....	283

第9章

Mini-GIS案例的空间分析

9.1 缓冲区分析及其算法	286
9.1.1 缓冲区生成原理及示例.....	286
9.1.2 缓冲区生成算法的类结构.....	288
9.1.3 缓冲区生成算法的实现.....	289
9.1.4 缓冲区生成算法的调用.....	295
9.2 叠置分析及其算法.....	297
9.2.1 叠置分析原理及示例.....	297
9.2.2 叠置分析算法的类结构.....	298
9.2.3 叠置分析算法的实现.....	300
9.2.4 叠置分析算法的调用.....	317
9.3 核密度分析及其算法.....	320
9.3.1 核密度分析原理及示例.....	320
9.3.2 核密度分析算法的类结构.....	322
9.3.3 核密度分析算法的实现.....	327
9.3.4 核密度分析算法的调用.....	334
9.4 可达性分析及其算法.....	336
9.4.1 可达性分析原理.....	336
9.4.2 可达性分析算法的类结构与调用.....	338
9.4.3 两步移动搜索算法的实现.....	339
9.5 界面设计与集成	341

第10章

系统分析与测试

10.1 内存泄漏检测	345
10.1.1 静态分析技术.....	345
10.1.2 使用 Heob 工具.....	348
10.2 功能测试.....	349
10.3 效率测试.....	350



第 1 章

开发环境配置

本实践教程包含两个实验，实验一为“编码和解码”，实验二为“Mini-GIS 案例”。

实验一是入门训练，主要目标是：完成开发环境的安装配置，学习了解开发环境，熟悉 C++ 语法，利用 C++ 完成文本和二进制文件的读写，能够编写简单的排序算法；同时，通过对面向对象程序设计思想的学习，能够不断优化改进程序结构，最终构建一个符合面向对象程序设计要求的结构。

实验二是综合实验，包含了空间数据处理、解析、渲染和检索等基本 GIS 操作，涵盖了 GIS 软件的主要功能，是对 GIS 基础知识的综合应用，对学习能力要求较高，提升效果也较显著。

本教程采用的软件开发环境配置如下：

- (1) 空间数据处理软件采用 QGIS。
- (2) 集成开发环境采用 Qt Creator。
- (3) 应用程序开发框架采用 Qt 框架（Qt Framework）。
- (4) 数据库软件采用 PostGIS 和 SQLite。

1.1 QGIS 安装、配置与应用

QGIS 是一款基于 Qt 框架、用户界面友好、跨平台（支持 Windows、macOS、Linux 等操作系统）的开源地理信息系统软件，使用 C++ 开发，与 ArcGIS Desktop 功能一致。

2002 年，为使 GIS 数据能够在 Linux 系统上浏览，加里·谢尔曼（Gary Sherman）开发了 QGIS，并将其源代码托管到 SourceForge 网站，发布了首个版本，该版本的 QGIS 仅具备显示 PostGIS 数据的能力。2007 年，QGIS 成为开源地理空间基金会（OSGeo）的官方项目。2009 年 1 月，QGIS 1.0 版本正式发布，开始提供稳定的接口供用户进行自定义开发，随后越来越多的合作者加入其中，使得 QGIS 的功能不断完善。截至 2025 年 12 月，QGIS 已经更新至 3.44.6 版本^①。

① 用户可从 QGIS 官网下载，下载地址为 <https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>。

QGIS 安装流程如下：

(1) 点击 OSGeo4W 安装文件，按照提示，选择默认设置逐步安装。

(2) 在选择安装程序时，搜索 QGIS，选择并下载对应安装包（图 1.1 和图 1.2），等待安装完成即可。

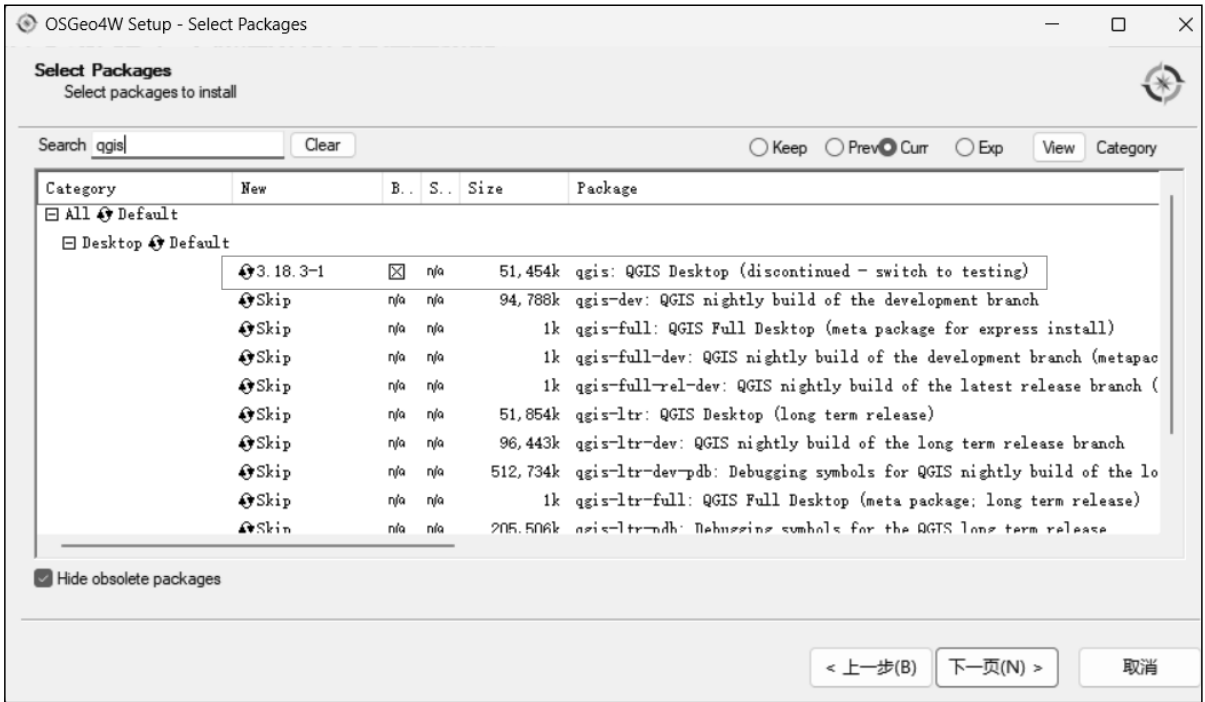


图 1.1 OSGeo4W 安装包选择一

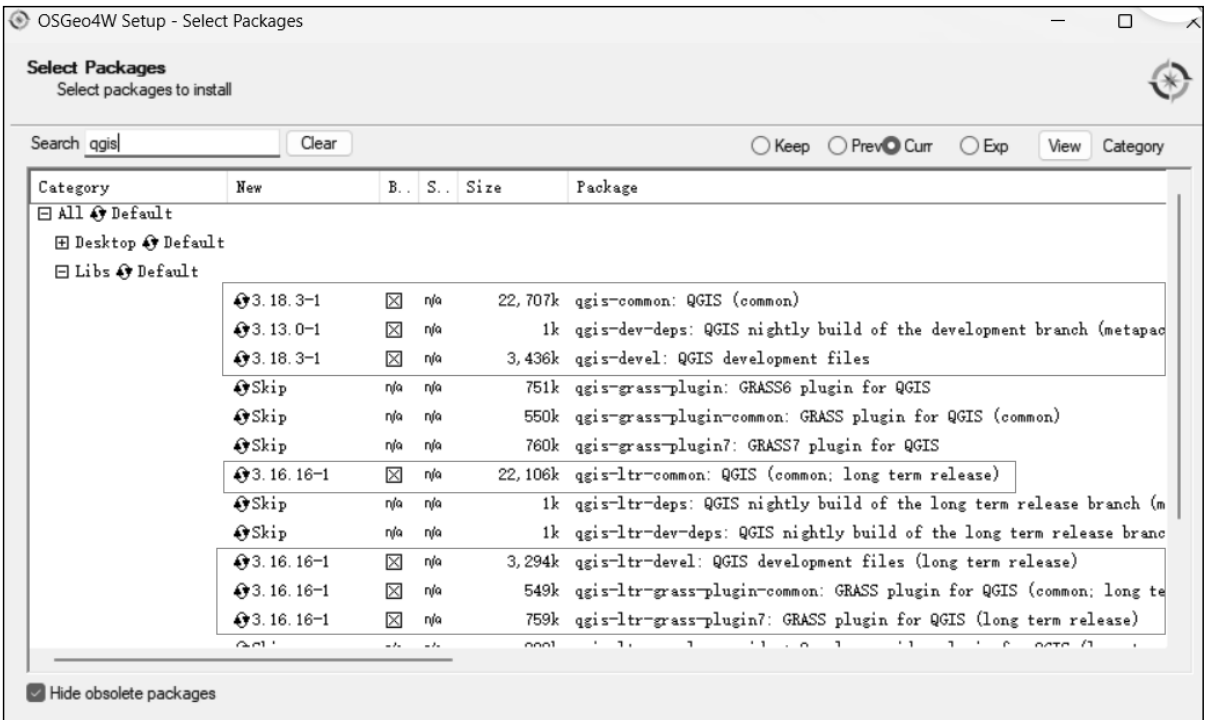


图 1.2 OSGeo4W 安装包选择二

(3) 安装完成后, 打开 QGIS 应用程序即可使用。

如图 1.3 所示, QGIS 界面主要包含 5 个板块, 分别为菜单栏①、工具条②、面板③、地图视图窗口④、状态栏⑤。

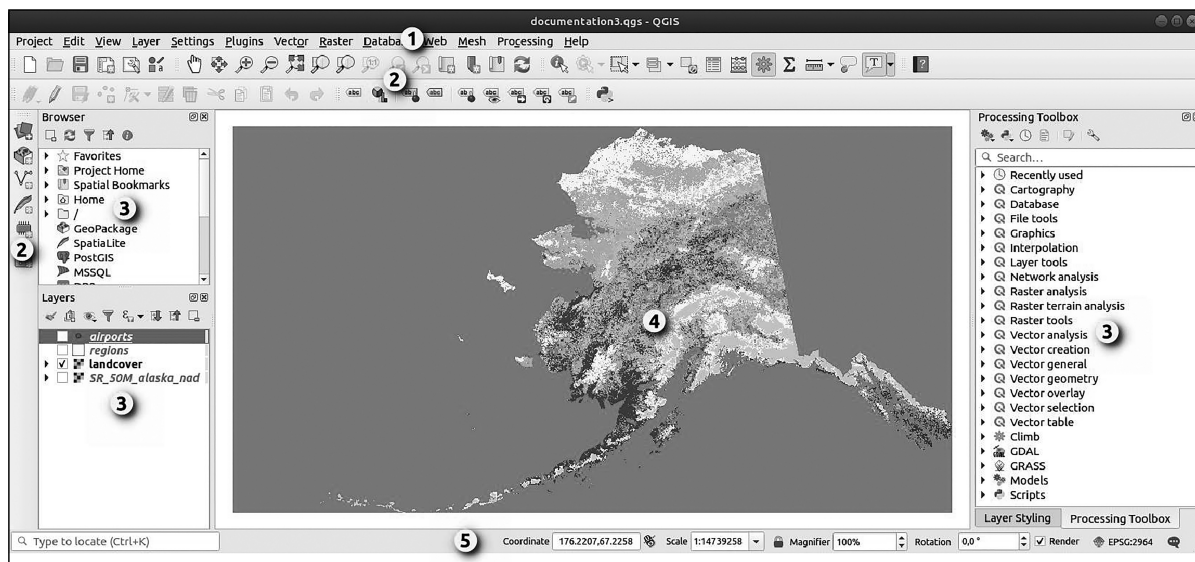


图 1.3 QGIS 界面

QGIS 支持空间数据管理、空间分析、地图制图等功能, 为用户提供了丰富的 GIS 功能, 同时可与其他开源 GIS 软件连接和互操作, 包括 PostGIS (空间数据库软件)、GRASS GIS (空间数据处理软件) 和 GeoServer (空间数据服务器软件) 等。其主要特性如下:

(1) 支持多种 GIS 数据格式和空间数据库的远程访问, 并能显示 (渲染) 矢量数据和栅格数据。此外, 借助第三方插件 (plugin), 可支持三维场景渲染。

(2) 提供创建、编辑、管理和导出多种格式的矢量数据和栅格数据等功能。

(3) 支持丰富的空间数据分析。

(4) 支持地图设计、编制。

(5) 可直接访问并加载网络地图服务 (web map service, WMS)、网络地图瓦片服务 (web map tile service, WMTS)、网络覆盖服务 (web coverage service, WCS)、网络要素服务 (web feature service, WFS) 和 OAPIF (OGC API Features) 等地图和数据服务。

(6) 支持 Python、C++ 等程序语言进行二次开发, 可通过插件开发扩展功能。

1.2 Qt Creator 安装配置与应用

集成开发环境 (integrated development environment, IDE) 是提供程序开发环境的应用程序, 是集成代码编写、分析、编译、调试等功能的一体化软件开发服务, 简化了软件开发流程。常见的集成开发环境有 IBM 公司开发的 Eclipse、微软公司的 Visual Studio, 以

及本教程所使用的 Nokia 公司的 Qt Creator 等。

集成开发环境一般有代码编辑器、编译器、调试器、版本控制系统、构建工具、自动化测试工具等一系列基础工具，以及其他实用工具，如自动补全代码工具、语法高亮工具等。主要工具及功能如下：

（1）代码编辑器，用于编写和编辑代码，是一组基于字符、符号或信号码元，以离散形式表示信息的规则体系。它通常提供语法高亮、自动补全代码、自动缩进等功能，可以提高代码编写的效率与质量。代码编辑器通常不执行代码，只为程序员提供一个方便编辑代码的界面。

（2）编译器，是一种将源程序代码转换为可执行文件的工具。在本教程中，编译器将 C++ 代码翻译为计算机能够理解的低级语言（如汇编语言），检查代码是否符合语法规则或语义规则，并进行代码优化等操作。

（3）调试器，又称为 Debugger，是一种用于调试程序、进行代码逻辑检测与验证的重要工具。它可以帮助程序员找出程序中的错误和问题，并提供多种调试功能，如断点、单步执行、变量监视等。调试器通常需要与编译器配合使用，以便程序能够被正确地编译和调试。

1.2.1 Qt Creator 安装

Qt Creator 是一款跨平台的轻量级集成开发环境，可在 Windows、Linux 和 macOS 桌面操作系统运行，允许程序员开发能够运行在桌面、移动或嵌入式平台上的应用程序^①。

下载之前，需要在 Qt 官网注册账户。根据操作系统的不同，选择对应的下载链接，如图 1.4 左侧所示，点击后跳出弹窗填写“下载免费评估版”（Free Evaluation）信息（图 1.5），下载安装包。

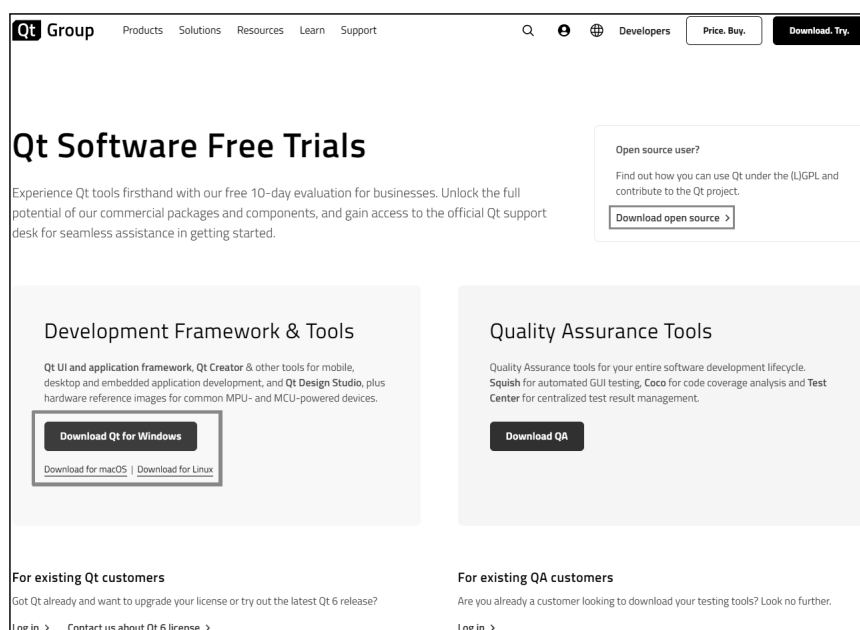
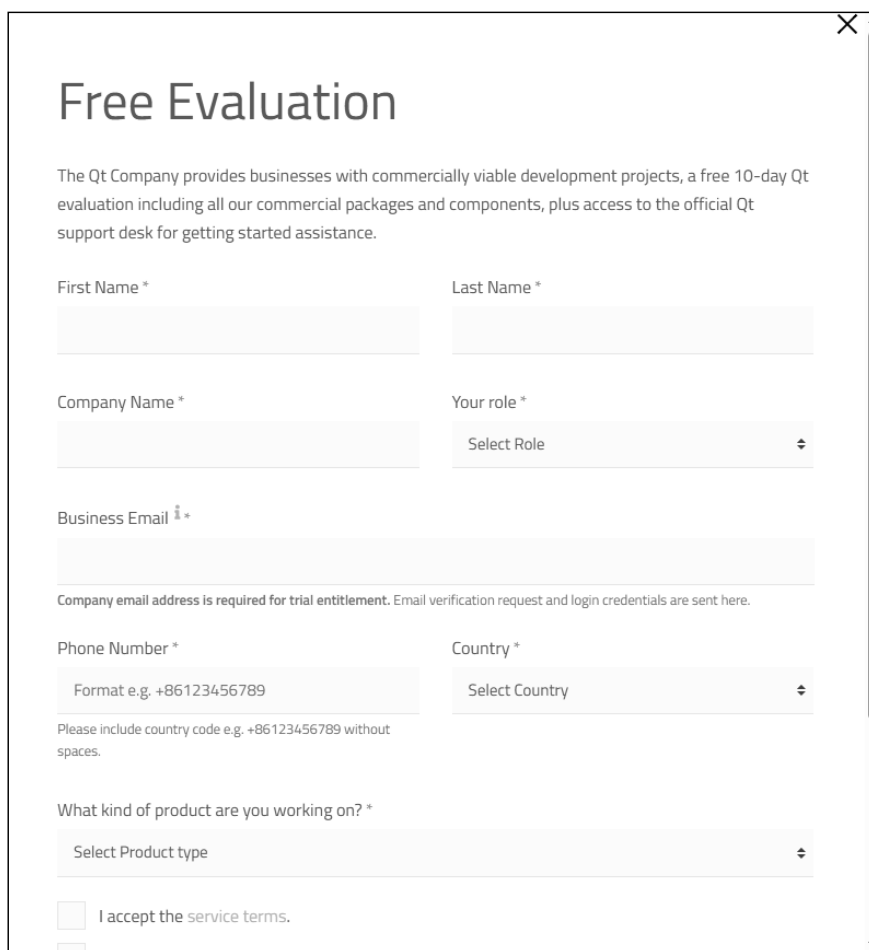


图 1.4 Qt 安装包下载界面

^① 下载地址为 <https://www.qt.io/download>。



The Qt Company provides businesses with commercially viable development projects, a free 10-day Qt evaluation including all our commercial packages and components, plus access to the official Qt support desk for getting started assistance.

First Name * Last Name *

Company Name * Your role *

Business Email ⓘ+ Select Role

Company email address is required for trial entitlement. Email verification request and login credentials are sent here.

Phone Number * Country *

Format e.g. +86123456789 Select Country

Please include country code e.g. +86123456789 without spaces.

What kind of product are you working on? *

Select Product type

☐ I accept the service terms.

图 1.5 Qt Free Evaluation 填写界面

注意：一定要注册账户并填写信息，否则下载到的很可能是企业版（Enterprise）。企业版有更丰富的团队协作开发功能，而开源版适合初学者使用。

若没有“下载免费评估版”的弹窗或下载的仍为企业版，请在注册账户后点击“下载开源版”（Download open source），如图 1.4 右上方所示，跳转进入“Qt 开源开发”（Qt for Open Source Development）界面，下拉至底部找到“下载 Qt 在线安装包”（Download the Qt Online Installer）按钮并点击（图 1.6），跳转至在线安装包下载界面，选择对应系统版本进行下载。

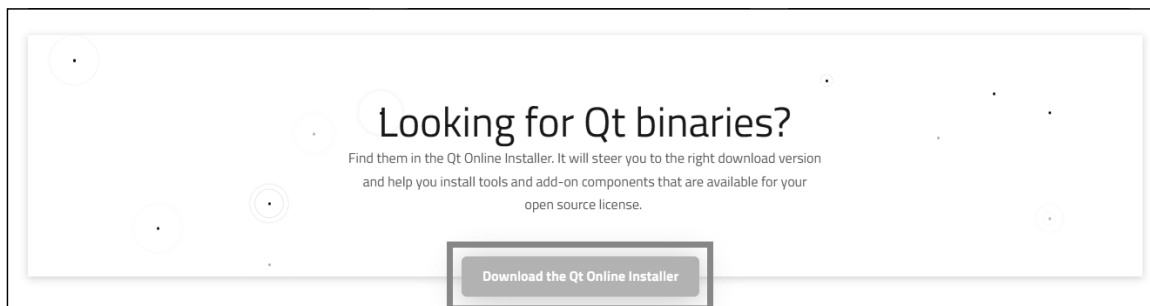


图 1.6 Qt 在线安装包下载界面

安装包下载完成后，接下来在本地安装 Qt，其安装流程如下：

(1) 以管理员身份运行安装包。输入 Qt 官网注册的电子邮箱与密码（图 1.7）；选择同意使用开源 Qt 的条款和条件，点击“下一步”按钮，如图 1.8 所示（这里已经可以看出下载的安装包是否为开源版，如果不是，请返回上一步下载安装包）；再点击“下一步”按钮，如图 1.9 所示，这一步是询问是否允许在使用 Qt 的过程中跟踪用户的匿名使用数据，以帮助改进 Qt，这里选择“禁止发送匿名使用数据”（Disable sending pseudonymous usage statistics in Qt Creator）的选项。



图 1.7 登录 Qt 账户



图 1.8 签订 Qt 开源使用义务协议

从 C++ 基础到 GIS 实战， 一站式掌握 GIS 软件开发全流程。

- **零基础起步，全流程覆盖**

从 C++ 基础语法到 GIS 案例实战，系统梳理软件开发全链路，助力初学者快速构建 GIS 核心知识体系。

- **聚焦主流工具，强化工程实操**

深度融合 Qt、QGIS、PostGIS 等开源工具，将环境搭建与工程实践紧密结合，真正做到学以致用。

- **剖析核心原理，夯实底层逻辑**

以经典案例为牵引，深入浅出讲解 GIS 核心机制，让读者不仅“知其然”，更“知其所以然”。

- **完整项目驱动，无缝对接实战**

依托 Mini-GIS 全流程实战项目，提供完备的代码解析，将理论知识直接转化为实际工程开发能力。



中国地图出版社京东店



中国地图出版社天猫店



测绘出版社书店



微信公众号

ISBN 978-7-5030-4533-2



9 787503 045332 >

定价：68.00 元

GS京 (2025) 2018号