

GIS 应用与开发丛书

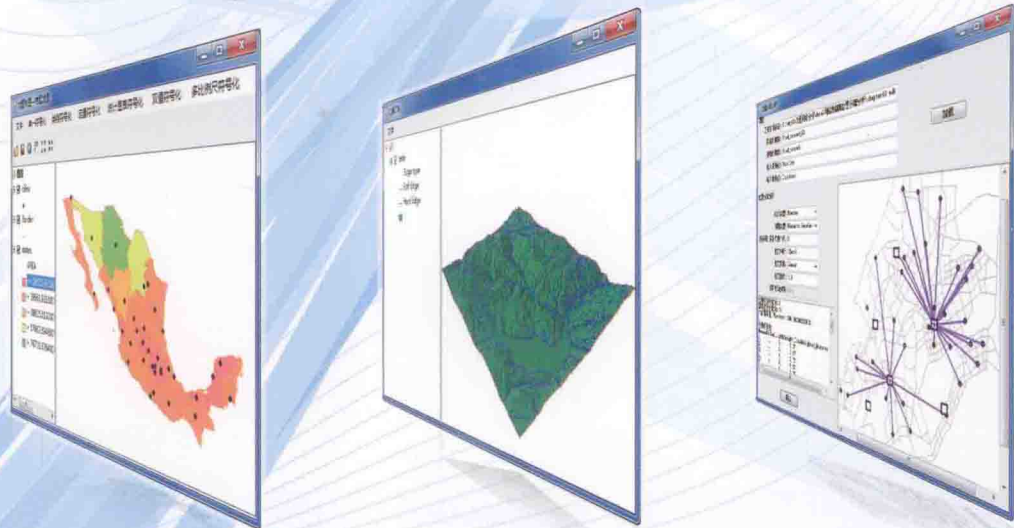
内附光碟

# ArcGIS Engine

## 地理信息系统开发教程

牟乃夏 王海银 李丹 高松峰 戴洪磊 主编

### 基于C#.NET



测绘出版社

GIS 应用与开发丛书

内容简介

# ArcGIS Engine 地理信息系统开发教程

## ——基于 C#.NET

ArcGIS Engine Tutorial: Based on C#.NET

牟乃夏 王海银 李丹 高松峰 戴洪磊 主编

测绘出版社

·北京·

©牟乃夏 2015

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

本书基于 ArcGIS Engine 10,以 C#.NET 2010 为开发语言进行讲解。

本书是作者在总结多年 GIS 教学与软件开发经验的基础上,综合考虑本科生、研究生的知识结构、技术水平和实践技能编写而成的。内容包括 ArcGIS Engine 编程基础、桌面 GIS 应用软件的开发方式、地图基本操作、查询统计、地图制图、数据编辑、矢量与栅格数据空间分析、管网几何网络分析、交通网络分析、三维分析等。为使读者特别是在校本科生和研究生全面掌握 ArcGIS Engine 的编程,特将 Esri 杯中国大学生 GIS 软件开发大赛总决赛一等奖的获奖作品编入本书,并提供了全套代码和数据。本书配有大量具有实际背景的编程案例,并给出实现思路和代码详解,随书光盘中包含所有实例的源代码和数据,供读者对照练习。

本书强调实用性、全面性和实战性,案例丰富、由易及难、便于自学,可作为高等学校地理信息科学、测绘工程、遥感科学与技术、地理科学、土地管理等测绘类专业本科生和研究生的教材,也可供计划学习 GIS 编程的其他行业的从业人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

ArcGIS Engine 地理信息系统开发教程:基于 C#.NET/牟乃夏等  
主编. — 北京:测绘出版社,2015.4

ISBN 978-7-5030-3575-3

I. ①A… II. ①牟… III. ①地理信息系统—应用软件—教材 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 312954 号

责任编辑	贾晓林	封面设计	李 伟	责任校对	曹 平	责任印制	喻 迅
出版发行	测绘出版社			电 话	010-83543956(发行部)		
社 址	北京市西城区三里河路 50 号				010-68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010-68531363(编辑部)		
电子信箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.sinomaps.com		
印 刷	三河市世纪兴源印刷有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	184mm×260mm						
印 张	34.75			字 数	865 千字		
版 次	2015 年 4 月第 1 版			印 次	2015 年 4 月第 1 次印刷		
印 数	0001-2000			定 价	72.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-3575-3/P·759

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。

## 本书编写组

主 编：牟乃夏 王海银 李 丹 高松峰 戴洪磊

副主编：张灵先 李乃林 冯 群 杨腾飞 王普乐

祝帅兵 刘永涛 张园园 詹云军 骆 川

洪平卫

参 编：杨佰义 张昌景 郭俏琳 赵雨琪 张 娟

朱海川 徐玉静 赵明月 林尚纬

## 前言

桌面 GIS、WebGIS 和移动 GIS 是 GIS 软件开发的三种模式。桌面 GIS 的功能更为丰富,软件设计更加灵活,加之历史溯源,GIS 软件开发的初学者往往都是从桌面 GIS 的开发入门,这也符合软件开发的一般学习规律。具体到 ArcGIS 的开发,就需要学习者从 ArcGIS Engine 入手。由于 ArcGIS 的桌面、服务器和移动端是采用一套 ArcObjects 构建的,因此学习者在掌握了 ArcGIS Engine 的开发思路和开发接口以后,会很容易地过渡到 WebGIS 和移动 GIS 的开发上来。同时,由于基于 ArcGIS Engine 进行二次开发已经成为业界桌面 GIS 开发的事实上的标准,因此 GIS 行业的开发者大都是从学习 ArcGIS Engine 开始的。

地理信息科学专业学生的专业技能往往被简单描述为:掌握 GIS 的基础理论(可以理解为本科所学的理论课程),掌握一门 GIS 软件(往往特指 ArcGIS),学会使用一种语言进行 GIS 软件开发(基于 ArcGIS Engine 使用 C# 语言开发是最常见的方式)。以作者多年的教学经验来看,绝大多数学生经过四年的学习能够基本掌握 GIS 的理论知识,大部分学生能够熟悉 ArcGIS 软件的操作,只有少数学生能够掌握 ArcGIS 软件的开发。这是因为,一个专业的所有理论课程是一个前后衔接、互相支持的体系,当所有课程学完这个体系也就比较容易建立起来。ArcGIS 软件尽管体系庞大,学习有一定难度,但它是专业理论知识的体现和印证,经过多次练习也是能够掌握其操作过程的。软件开发不仅需要熟悉编程语言,熟悉 ArcGIS Engine 纷繁芜杂的接口,还要熟悉软件架构与软件设计的有关知识,而且软件开发具有一定的灵活性和创造性,学习难度较大,学生普遍存在畏难心理。因此,尽管许多学习者存在强烈的学习愿望,实践上却往往停留在语言的语法学习和 ArcGIS Engine 的接口学习层面上,一遍遍翻阅书本却不去写下一行代码,以致眼高手低、心有余而力不足。当然缺少一本合适的参考书也是一个重要的因素。

本书站在学生的角度,面向工程的实际应用,充分兼顾不同层次读者的知识结构和知识水平来设计。具有权威性、全面性和实战性,由易及难、由浅入深、循循善诱、内容丰富,既使基础比较薄弱而又有强烈的 ArcGIS Engine 开发欲望的读者容易入门,又使具有一定基础的读者有提高水平的余地。

全书分为 4 篇 12 章。第 1 篇是入门篇,包括第 1~2 章,在总体上介绍了 ArcGIS Engine 编程的基本概念和开发桌面 GIS 应用软件的几种不同的方式。第 2 篇是数据篇,包括第 3~6 章,主要讲解地图的基本操作、空间查询与统计、地图制图和数据编辑等。这一部分内容是任何一个 GIS 系统都必须具备的功能。第 3 篇是分析篇,包括第 7~11 章,主要讲解矢量和栅格数据空间分析、几何网络分析、交通网络分析和三维分析等内容。第 4 篇是实例篇,包括第 12 章,介绍了 Esri 杯全国软件开发大赛总决赛一等奖的获奖作品,并提供了全套的源代码,供读者学习参考。

在学习过程中,建议所有读者都读一下第 1 章和第 2 章,从总体上了解 ArcGIS Engine 编程的概念和方法。第 2 章介绍的 ArcGIS 二次开发的历史有助于读者了解 ArcGIS Engine 的由来,便于更好地理解 ArcGIS Engine 的程序设计与架构。第 3 章是地图的基本操作,包括数

据加载、地图浏览、量测、书签、数据视图和布局视图、鹰眼和图层控制等内容。这一章是初学者必须认真学习的章节：一是该章内容是所有 GIS 软件必备的，二是该章接口较少、相对简单、便于自学。从未进行过编程的读者，建议将这一章的代码按照光盘逐字逐句地重新敲一遍，以体会软件编译与简单调试的技巧。第 4 章查询与统计对应于 ArcGIS 的选择菜单，包括属性查询、空间查询和图形查询，还包括选择集的设置和统计分析等功能。第 5 章介绍地图的样式与符号化、专题制图、地图整饰等内容。第 6 章数据编辑以一个编辑流程的操作顺序为主线进行空间数据编辑的详细讲解。这几部分内容是一个 GIS 软件的功能框架，如果读者特别是在校学生能够熟练掌握这些内容，也就能算一个基本合格的 GIS 程序员了。空间分析篇的内容有一定的深度，读者可以根据需要有选择地学习。第 7 章矢量分析介绍了空间拓扑和空间关系、叠加分析、数据格式转换、添加 XY 数据和使用 GP 工具进行分析等内容。第 8 章栅格分析的内容对应于 ArcGIS 的空间分析，可实现空间插值、填挖方的计算、密度分析等工程中常用的功能。鉴于广大读者对网络分析很感兴趣，而现有的教材和参考书对这一部分往往语焉不详，或者概念不甚清楚，本书特意安排了第 9 章几何网络分析和第 10 章交通网络分析两章供读者甄别学习。第 9 章几何网络分析主要解决城市管线的网络分析，对应于 ArcGIS 的 Utility Network Analyst 工具条；第 10 章交通网络分析用于模拟现实世界的交通网络，对应于 Network Analyst 工具条。第 11 章三维分析介绍了 MultiPatch 和 TIN 的各种分析，还给出了 SceneControl 和 GlobeControl 进行三维可视化的方法，并给出了一个三维数字校园的综合实例，贴近学生生活，激发学习兴趣。第 12 章是 Esri 大赛全国总决赛一等奖的获奖作品，全部由在校本科生完成。读者特别是在校学生可以此为对照，看看自己的编程水平处在一个什么样的位置。在认真学习完本书并掌握了本书的内容后，你的编程水平定会超过获奖作品的水平。

本书读者应该特别注意光盘代码和数据的配合使用。本书代码都经过严格测试，确保都能正确运行，如果在使用中发现不能正常运行的情况，首先应该检查自己的软件配置和数据情况，然后再去考虑代码是否存在错误。本书的代码来源于作者的长期积累，包括很多实际工程的代码，其中必然有来自于 ArcGIS Engine 帮助和网上的代码，但是这些代码经过了多次加工，已无法溯源，也就无法一一标引。因此，尽管本书的代码大多来源于工程实践且具有很强的工程价值，但作者并不授权读者将这些代码应用于商业活动。为了方便读者的学习，本书在编入这些代码时减弱了很多代码的封装力度，但是考虑工程上往往具有较强的封装性，在本书的后几章中对代码进行了适度封装，读者要注意哪些函数是自己编写的，哪些函数是系统提供的。还有，不同章节在实现类似功能的时候，代码也不完全一样，作者刻意保留了这些差别，目的是使读者认识到同一个功能可以具有不同的实现方法，便于开阔视野、打开思路。

除了第 3 章建议从未编过程序的读者一个个字母敲入之外，当掌握了代码输入的基本技巧和熟悉了基本的调试方法后，其他章节的代码建议直接拷贝到自己的工程中，或者直接运行光盘的代码，在你体会到程序正确运行的喜悦的同时，也进一步激发了你学习编程的兴趣和克服困难的信心，这对于快速入门是大有裨益的。因为很多初学者都是在学习了较长一段时间后，发现自己的代码总是不能运行而慢慢地磨掉了学习的信心和乐趣，从而放弃学习编程。

此外读者在学习 ArcGIS Engine 编程的时候，要注意编程实现的功能和 ArcGIS 已有功能的联系。实际上，大多工程项目的功能如果不编写程序，仅仅使用 ArcGIS 也基本上可以满足要求，之所以还要编程，目的无非是更便捷化、智能化、个性化一些。从某种程度上来讲，编

程不就是把软件多次点击实现的功能合并成一次点击而实现吗?从这种意义上说,读者要想学好编程,首先应该熟悉 ArcGIS 软件,在实现一些功能的时候,建议先在 ArcGIS 中操作一遍,看看它是如何设计和操作的,这将有助于优化代码编写和功能实现的流程。

为使本书博采众长,特意邀请了多个高校的教师和企事业单位的一线程序员参加编写。本书由山东科技大学牟乃夏、戴洪磊,青岛市勘察测绘研究院王海银,南阳师范学院李丹,河南城建学院高松峰任主编,负责总体架构和目录设计;由山东科技大学张灵先、杨腾飞、王普乐、祝帅兵、张园园,青岛积成电子有限公司李乃林,北京洛斯达科技发展有限公司刘永涛,济南大学冯群,武汉理工大学詹云军、福建省地质测绘院厦门分院洪平卫等任副主编,分别承担部分内容的编写;参加本书编写的还有我的研究生骆川、杨佰义、张昌景、郭俏琳、赵雨琪、张娟、朱海川、徐玉静、赵明月等,他们对各章节的文稿和代码进行了反复的检查和测试。为了验证初学者,特别是在校本科生对本书的需求与期望,本科生林尚纬等人也对部分文稿进行了学习和编程,他们从一个初学者的角度提出了中肯的意见。测绘出版社的编辑为本书的出版付出了大量心血,在此一并表示衷心感谢!

本书从 2012 年开始规划和编写,由于体系庞大,参与人员众多,着实遇到了不少困难,加之我个人工作的羁绊、中途个别参编人员的更换,也曾有过放弃的念头。但此时我以山东省高级访问学者和博士后身份来到中科院地理所陆锋研究员的团队进行学习和科研,这个团队奋发向上的激情、精益求精的理念、团结务实的态度和孜孜以求的精神使我在各种困难中学会了坚持和坚强,也促使了本书的出版,再次特别向这个团队表示感谢和敬意!

尽管本书近 90 万字,但是依然不能全面阐述 ArcGIS Engine 编程的所有内容。ArcGIS Engine 的帮助才是最全面、最丰富的编程知识库,读者在熟悉了 ArcGIS Engine 的编程后,要学习和习惯使用它的帮助来完成本书所没有覆盖的功能。

虽然本书编写用了两年半的时间,所有章节多次易稿,但由于我们水平所限,错误与不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。读者的批评和建议请致信 [mounaixia@163.com](mailto:mounaixia@163.com),或者访问作者的新浪博客和微博@山东科大牟乃夏老师 GISer,作者将不定期发布本书的勘误,读者的建议、意见和学习指导等。

牟乃夏

于青岛开发区洞门山下

2015 年 2 月

## 目 录

010	.....	出屏图例	01.8
011	.....	返回图例	01.8
012	.....	控制	01.8
013	.....	本章小结	01.8
014	.....	.....	.....
015	.....	.....	.....
016	.....	.....	.....
017	.....	.....	.....
018	.....	.....	.....
019	.....	.....	.....
020	.....	.....	.....
021	.....	.....	.....
022	.....	.....	.....
023	.....	.....	.....
024	.....	.....	.....
025	.....	.....	.....
026	.....	.....	.....
027	.....	.....	.....
028	.....	.....	.....
029	.....	.....	.....
030	.....	.....	.....
031	.....	.....	.....
032	.....	.....	.....
033	.....	.....	.....
034	.....	.....	.....
035	.....	.....	.....
036	.....	.....	.....
037	.....	.....	.....
038	.....	.....	.....
039	.....	.....	.....
040	.....	.....	.....
041	.....	.....	.....
042	.....	.....	.....
043	.....	.....	.....
044	.....	.....	.....
045	.....	.....	.....
046	.....	.....	.....
047	.....	.....	.....
048	.....	.....	.....
049	.....	.....	.....
050	.....	.....	.....
051	.....	.....	.....
052	.....	.....	.....
053	.....	.....	.....
054	.....	.....	.....
055	.....	.....	.....
056	.....	.....	.....
057	.....	.....	.....
058	.....	.....	.....
059	.....	.....	.....
060	.....	.....	.....
061	.....	.....	.....
062	.....	.....	.....
063	.....	.....	.....
064	.....	.....	.....
065	.....	.....	.....
066	.....	.....	.....
067	.....	.....	.....
068	.....	.....	.....
069	.....	.....	.....
070	.....	.....	.....
071	.....	.....	.....
072	.....	.....	.....
073	.....	.....	.....
074	.....	.....	.....
075	.....	.....	.....
076	.....	.....	.....
077	.....	.....	.....
078	.....	.....	.....
079	.....	.....	.....
080	.....	.....	.....
081	.....	.....	.....
082	.....	.....	.....
083	.....	.....	.....
084	.....	.....	.....
085	.....	.....	.....
086	.....	.....	.....
087	.....	.....	.....
088	.....	.....	.....
089	.....	.....	.....
090	.....	.....	.....
091	.....	.....	.....
092	.....	.....	.....
093	.....	.....	.....
094	.....	.....	.....
095	.....	.....	.....
096	.....	.....	.....
097	.....	.....	.....
098	.....	.....	.....
099	.....	.....	.....
100	.....	.....	.....

## 第 2 篇 数据篇

第 3 章	地图基本操作 .....	57
3.1	空间数据与工作空间 .....	57
3.2	MapControl 控件接口 .....	59
3.3	数据加载 .....	60
3.4	地图文档保存 .....	81
3.5	地图浏览 .....	84
3.6	书签 .....	88
3.7	ICommand 和 ITool 命令操作地图 .....	90
3.8	量测 .....	92
3.9	要素选择操作 .....	101



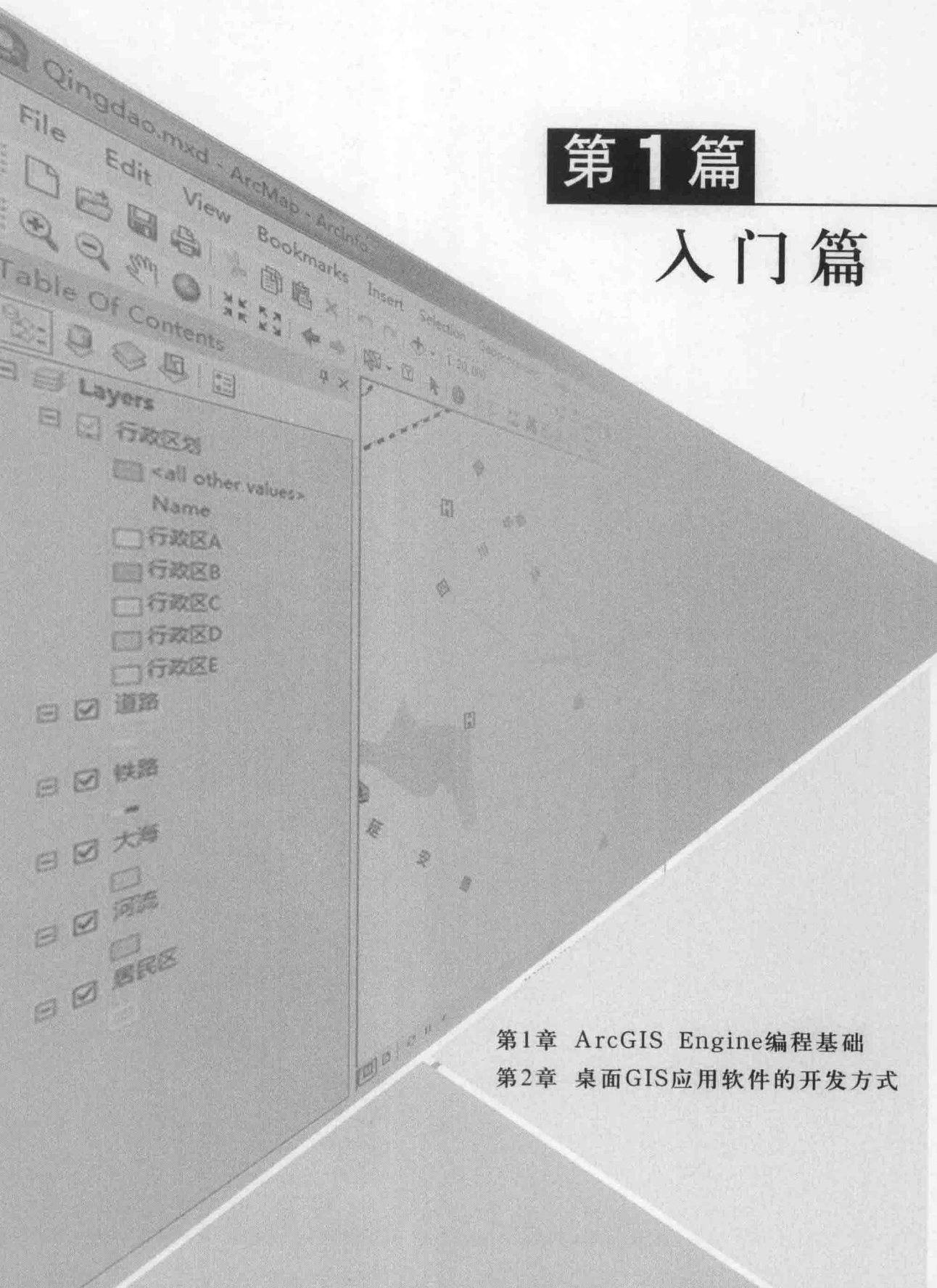
3.10	地图导出	103
3.11	视图同步	110
3.12	TOCControl 控件	116
3.13	本章小结	123
<b>第 4 章 查询统计</b> 124		
4.1	属性查询	124
4.2	空间查询	133
4.3	图形查询	139
4.4	选择集	141
4.5	查询选项设置	146
4.6	统计分析	150
4.7	本章小结	155
<b>第 5 章 地图制图</b> 156		
5.1	颜色模型	156
5.2	地图符号化	159
5.3	地图标注	172
5.4	专题地图制图	176
5.5	地图整饰	196
5.6	制图模板	209
5.7	空间参考	212
5.8	打印输出	216
5.9	本章小结	221
<b>第 6 章 空间数据编辑</b> 222		
6.1	简介	222
6.2	编辑对象	224
6.3	开始编辑	231
6.4	设置编辑图层	233
6.5	设置编辑任务	233
6.6	编辑操作	234
6.7	节点编辑	247
6.8	属性编辑	271
6.9	保存编辑	275
6.10	结束编辑	275
6.11	本章小结	276

014	第 3 篇 分析篇	0.01
101	第 7 章 矢量数据空间分析	279
101	7.1 空间拓扑分析	279
101	7.2 空间关系运算	286
101	7.3 叠加分析	290
101	7.4 数据格式转换	294
101	7.5 添加 X、Y 数据	302
101	7.6 使用 GP 工具进行空间分析	309
101	7.7 本章小结	314
110	第 8 章 栅格数据空间分析	315
110	8.1 环境设置	315
110	8.2 空间插值	317
110	8.3 栅格表面分析	327
110	8.4 栅格计算	338
110	8.5 栅格统计	342
110	8.6 密度分析	344
110	8.7 提取分析	350
110	8.8 距离分析	354
110	8.9 重分类	363
110	8.10 条件分析	371
110	8.11 本章小结	373
110	第 9 章 管网几何网络分析	374
110	9.1 几何网络	374
110	9.2 显示网络流向	378
110	9.3 网络追踪分析	384
110	9.4 爆管分析	400
110	9.5 本章小结	405
110	第 10 章 交通网络分析	406
110	10.1 网络数据集	406
110	10.2 最短路径分析	409
110	10.3 查找服务区分析	424
110	10.4 最近设施点分析	432

10.5	OD 成本矩阵分析 .....	439
10.6	多路径配送分析 .....	445
10.7	位置分配分析 .....	454
10.8	本章小结 .....	463
<b>第 11 章 三维分析 .....</b>		
11.1	三维数据模型 .....	464
11.2	多面体 .....	465
11.3	TIN 数据 .....	480
11.4	SceneControl 三维可视化 .....	497
11.5	GlobeControl 三维可视化 .....	505
11.6	实例:基于 GlobeControl 的三维数字校园 .....	511
11.7	本章小结 .....	516
<b>第 4 篇 实例篇</b>		
<b>第 12 章 Esri 杯中国大学生 GIS 软件开发大赛总决赛一等奖作品分析</b>		
	——崂山森林火灾扩散模拟分析与决策系统 .....	519
12.1	数据准备 .....	519
12.2	系统功能介绍 .....	522
12.3	代码阅读指南 .....	538
12.4	本章小结 .....	544

# 第1篇

## 入门篇



第1章 ArcGIS Engine编程基础

第2章 桌面GIS应用软件开发方式

第1章

# 人口篇

第1章 ArcGIS Engine 基础  
第2章 ArcGIS 应用软件的安装及

# 第1章 ArcGIS Engine 编程基础

ArcGIS Engine 是美国 Esri 公司 (Environmental Systems Research Institute, 环境系统研究所) 在 2004 年推出的用于开发 C/S (客户端-服务器) 架构地理信息系统 (GIS) 应用软件的工具包, 它是将用于构建 ArcGIS 一整套产品的组件库——ArcObjects 的部分功能进行封装而成的一个独立的软件产品, 目的是使开发人员能够快速、方便地开发出自定义的 GIS 桌面应用程序。ArcGIS Engine 提供完善的地图制图、数据处理与空间分析等功能, 能够灵活地实现从简单到复杂的不同规模的 GIS 应用软件的开发。因此, ArcGIS Engine 一经问世, 很快就成为 GIS 桌面应用程序开发的主流软件。特别是在国内, C/S 架构的 GIS 桌面应用程序的开发绝大多数采用了基于 ArcGIS Engine 的开发方式。因此, 掌握 ArcGIS Engine 的开发技能是地理信息相关专业在校学生和从业人员必备的基本功, 同时学习 ArcGIS Engine 开发也是进一步学习 ArcGIS Server 和移动 GIS 开发的基础。本章首先介绍 ArcGIS Engine 的基本概念、所包含的类库和控件以及开发使用的资源, 然后介绍 Esri 公司在不同时期提供的不同的 GIS 应用软件的开发方式, 以及开发所必须掌握的重要技能——对象模板图 (OMD 图) 的阅读及使用等, 最后详细介绍 ArcGIS Engine 软件及开发环境的安装步骤, 便于初学者开始练习。

## 1.1 ArcGIS Engine 概述

### 1.1.1 ArcGIS Engine 简介

在 GIS 领域, Esri 公司具有举足轻重的地位, 从桌面端到 Web 端、移动端, 它的产品线引领着 GIS 理论与技术发展的潮流。ArcObjects 是构建这些软件产品 (如 ArcGIS Desktop、ArcGIS Server 等) 的组件库, 通俗的理解就是这些产品都是基于 ArcObjects 开发而成的。ArcObjects 为开发人员提供了大量的、细粒度的 GIS 功能函数, 开发人员可以利用这些函数根据实际需求快速地构建自己的应用程序。但在以前未提供独立开发组件的情况下, 这些应用程序不能脱离“宿主”而存在, 如基于 ArcGIS Desktop 开发的应用程序必须在桌面环境中运行 (如 VBA 开发方式), 这既不利于应用程序的部署, 又增加了系统分发的成本。因此, Esri 公司将 ArcObjects 的部分功能封装起来, 构建了一个独立的软件包, 使得基于它开发的应用程序不需要安装 ArcGIS 桌面程序, 只需安装 ArcGIS Engine Runtime (即 ArcGIS Engine 运行时) 即可正常运行, 这个产品就命名为 ArcGIS Engine。它在 ArcGIS 产品中的地位如图 1.1 所示。

从 ArcGIS 10.0 版本起, Esri 公司将 ArcGIS Desktop SDK (Software Development Kit, 软件开发工具包) 与 ArcGIS Engine SDK 两个开发包合并为 ArcObjects SDK 一个开发包, 在进行 ArcGIS Engine 开发时, 开发人员只需根据不同的操作系统平台和软件开发环境安装相应的 ArcObjects SDK 即可。

ArcGIS Engine 是基于 COM 的集合, 可以被任何支持 COM 的编程语言所调用, 如 C#、

Visual Basic .NET、Java、Visual Basic、C/C++ 等语言。使用它不仅可以编写功能复杂的独立应用程序,也可以将 GIS 的相关功能嵌入到现有的软件(如微软公司的 Word、Excel)中,真正实现 GIS 功能的灵活配置。

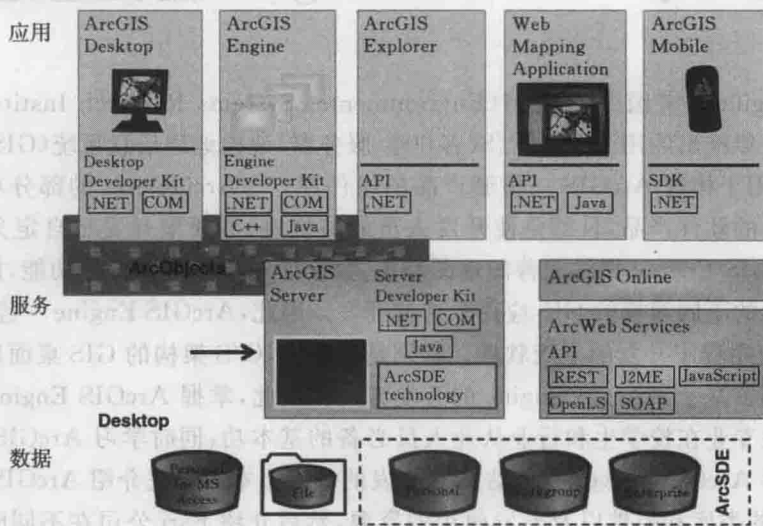


图 1.1 ArcGIS Engine 在 ArcGIS 产品中的地位

在产品架构上,ArcGIS Engine 由两部分组成:一是构建 GIS 应用软件所用的开发工具包(ArcGIS Engine Developer Kit);二是可分发的、为应用程序提供运行基础的运行时(ArcGIS Engine Runtime)。

### 1. ArcGIS Engine 开发工具包

ArcGIS Engine 开发工具包是一系列软件开发接口的集合,它不是一个终端用户产品,而是一个开发人员开发应用程序所用的工具包,适用于为 Windows、UNIX 或 Linux 等用户构建 GIS 应用,它的组成如图 1.2 所示。所谓的基于 ArcGIS Engine 的软件开发,就是根据系统需求设计采用特定的开发语言,综合使用已提供的各种不同 GIS 功能的接口,完成一个 GIS 应用软件的过程。

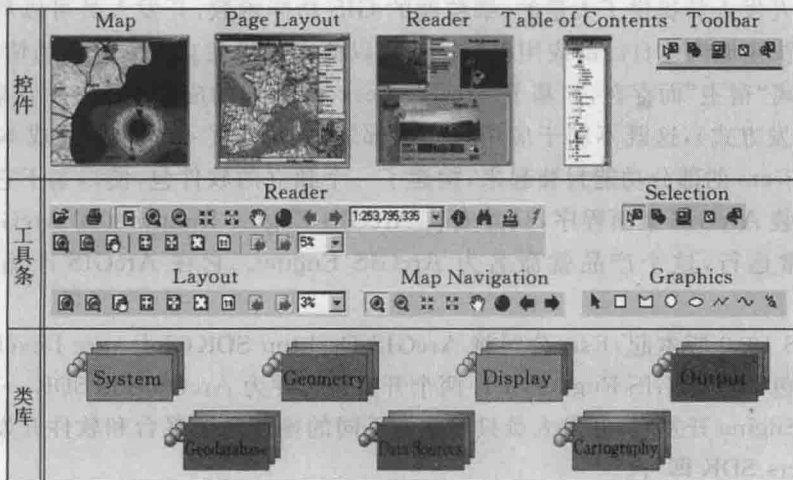


图 1.2 ArcGIS Engine 开发工具包的组成

ArcGIS Engine 开发工具包包含以下四方面的内容:

(1)基本服务。包含了核心的 ArcObjects 组件,几乎所有的 GIS 组件都需要调用它们,如地图显示、地理要素的操作等。

(2)数据存取。包含访问矢量数据、栅格数据等各类数据的所有接口及组件。

(3)地图表达。包含用于数据显示、数据符号化、要素标注、专题图制作等功能的接口和组件。

(4)开发组件。不仅包含进行项目开发所需的全部可视化控件(如 MapControl、PageLayoutControl、SceneControl、GlobeControl、TOCControl、ToolbarControl、SymbologyControl、LicenseControl 等),还包含内置的可由 ToolbarControl 控件调用的按钮、工具等,它们极大地简化了软件开发工作,同时还包含了一个用于高效开发的综合帮助系统。

## 2. ArcGIS Engine 运行时

ArcGIS Engine 运行时是运行由 ArcGIS Engine 开发的应用程序的基础软件环境。如果用户安装了 ArcGIS Desktop 软件,则无须安装 ArcGIS Engine 运行时即可执行基于 ArcGIS Engine 开发的应用程序。

ArcGIS Engine 运行时是可伸缩的,这种可伸缩性体现在 ArcGIS Engine 运行时的级别上。在安装 ArcGIS Engine 运行时,需根据应用程序的需要,选择不同级别的授权文件。

ArcGIS Engine 运行时的授权级别有如下几种:

(1)标准 ArcGIS Engine 运行时。提供所有 ArcGIS 应用程序的核心功能,是运行由 ArcGIS Engine 开发的应用程序的标准模块,主要对数据访问、地图制图、数据处理、空间查询等功能提供支持。如支持对多种矢量和栅格数据格式的访问,支持创建、编辑 Shapefile 文件和个人地理数据库,支持地图制图的符号化及制图表达的创建与显示,支持各种属性查询和空间查询等。

(2)地理数据库更新运行时。增加了创建和更新多用户地理数据库的功能。如构建和更新企业级多用户地理数据库,进行版本管理,构建拓扑、子类和进行网络分析等。

(3)ArcGIS Engine 运行时空间分析扩展模块。增加了对应于 ArcGIS Desktop 中空间分析工具条的空间分析功能,提供了强大的空间建模和空间分析功能。用户可以创建、查询、分析栅格数据,如进行栅格分类和显示,同时在多个栅格数据上进行逻辑查询和代数运算,执行整合的栅格和矢量分析,从栅格数据中提取各种信息等;还支持坡度、坡向计算和用数字高程模型生成等高线等功能。

(4)ArcGIS Engine 运行时 3D 分析扩展模块。增加了 3D 分析和显示的功能。能够对表面数据进行高效的可视化及分析。用户可以从不同的视点观察表面、查询表面、确定从表面上某一点观察时其他地物的可见性,还可以将栅格和矢量数据贴在表面上以创建一幅真实的透视图。

(5)StreetMap USA 运行时。提供了美国街道制图、地址匹配和基本路径选择功能。如对 StreetMap 图层进行自动管理,进行地图要素的标注及绘制(如地方里程碑、街道、公园、水体等要素的标注及绘制),生成丰富的美国街道网络地图等。

在 ArcGIS 10.1 之后的版本中,ArcGIS Engine 软件产品仍然包含两个部分,但命名发生了变化:一部分为 ArcGIS Engine 开发工具包(ArcGIS Engine Developer Kit),另一部分为 ArcGIS Engine(即之前的 ArcGIS Engine 运行时——ArcGIS Engine Runtime,在 ArcGIS 10.1 中改名为 ArcGIS Engine),两者的功能与之前版本相关部分的功能基本类似。本书以



ArcGIS 10.0 版本为准讲述 ArcGIS Engine 开发,因此下面讲到的 ArcGIS Engine 开发对应称为 ArcGIS Engine 开发工具包。目前 ArcGIS 软件版本升级较快,各个产品模块名称有所变动,请读者及时关注 ArcGIS 网站产品的相关信息。

### 1.1.2 ArcGIS Engine 功能

使用 ArcObjects SDK 可以实现的功能主要有地图基本操作、信息查询、专题图制作、数据编辑、网络分析、空间统计分析、三维分析等。

#### 1. 地图基本操作

地图基本操作主要包括加载矢量、栅格数据,浏览、缩放地图,保存地图,在地图上显示文本注记,绘制点、线、面几何体等。

#### 2. 信息查询

信息查询主要通过矩形、圆形或多边形来选中地图上的要素,或通过 SQL 语句进行要素的属性查询操作等。

#### 3. 专题图制作

专题图制作就是使用各种渲染方式(如分级渲染、柱状图渲染、点密度渲染、依比例尺渲染等)绘制地图图层,生成不同的专题图。

#### 4. 数据编辑

数据编辑功能即对数据进行编辑操作以满足各种需求,如对 GIS 矢量数据进行添加、删除,对节点进行移动、添加、删除,对属性信息进行修改等操作。

#### 5. 网络分析

网络分析分为交通网络分析与几何网络分析。在交通网络分析中,可以实现最短路径分析等相关分析功能;在几何网络分析中,可以进行爆管分析、查找源和汇等有关操作。

#### 6. 空间统计分析

空间统计分析主要分析数据的空间关系和空间特征,可以实现距离制图、密度制图、栅格插值、坡度和坡向提取、单元统计、分区统计等。

#### 7. 三维分析

三维分析是实现数据的三维可视化显示,该功能主要使用 GlobeControl 和 SceneControl 来实现,在 ArcGIS10 中,新添加了 3D 显示性能、3D 数据管理和 3D 矢量分析等功能。

### 1.1.3 ArcGIS Engine 与 ArcObjects

ArcObjects 是 Esri 公司 ArcGIS 系列产品的开发平台,它基于 Microsoft COM 技术构建,面向的不是最终用户而是 GIS 开发人员。ArcObjects 具有很强的开放性和可扩展性。开放性体现在开发环境的选择方面,ArcObjects 可以在 VBA、VB、VC++、Delphi、.NET 等多种支持 COM 标准的语言工具中进行开发,因此开发人员可以使用自己熟悉的开发环境,利用 ArcObjects 进行 GIS 软件开发。可扩展性是指对 ArcObjects 组件没有提供的功能进行的补充,如要定义一种新的数据格式,开发人员可以利用编程语言来实现,以完成对 ArcObjects 组件库的功能扩展与补充。

在早期版本未提供独立开发组件的情况下,利用 ArcObjects 开发的软件产品,必须要运行在安装了 ArcGIS Desktop 软件的环境中。为此,Esri 将 ArcObjects 的部分功能封装起来,