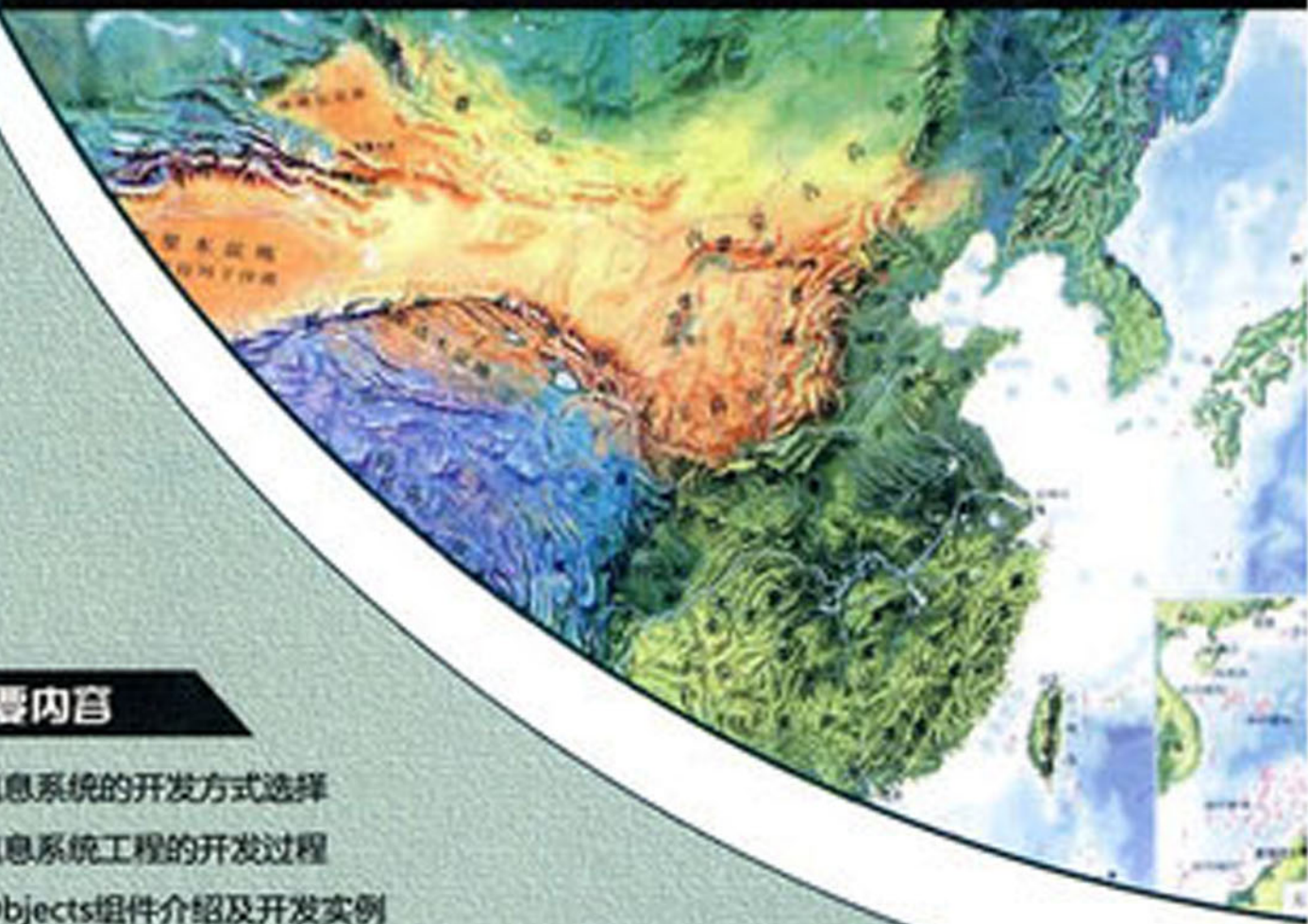


cbblayersList.ItemIndex = -1 then exit  
if cbblayersList.ItemIndex = 0 then  
FCurrentMap.Bounds := FCurrentMap.Layers.Bounds  
procedure TMainForm.MapMaster1MouseDown(Sender: TObject,  
Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);  
begin



柳锦宝 张子民 张永福 姚云军 编著

# 组件式GIS 开发技术与案例教程



## 本书主要内容

- ◆ 地理信息系统的开发方式选择
- ◆ 地理信息系统工程的开发过程
- ◆ MapObjects组件介绍及开发实例
- ◆ MapX组件介绍及开发实例
- ◆ SuperMap Objects组件介绍及开发实例
- ◆ MapGIS组件介绍及开发实例
- ◆ ArcGIS Engine组件介绍及开发实例



清华大学出版社

# 组件式 GIS 开发技术与案例教程

柳锦宝 张子民 张永福 姚云军 编著

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书是作者平时进行项目开发以及教学实践中的经验总结和知识积累。组件式软件开发技术已经成为当今软件技术的潮流之一，并为用户开发系统提供了极大的方便。本书首先从总体上介绍了组件式 GIS 的基本概念，然后具体介绍现在主流的一些 GIS 组件产品，并结合各个平台给出了开发实例。本书所涉及的内容都是目前组件式 GIS 系统开发的最主要技术问题。

全书共分为 6 章，内容包括：GIS 开发技术简介；基于 MapObjects 的 GIS 开发技术与应用案例；基于 MapX 的 GIS 开发技术与应用案例；基于 SuperMap Objects 的 GIS 开发技术与应用案例；基于 MapGIS 组件的 GIS 开发技术与应用案例；基于 ArcGIS Engine 的 GIS 开发技术与应用案例。为了方便广大 GIS 开发人员快速熟悉这些平台，作者对这些主流的 GIS 组件平台进行了系统的介绍，并针对每个平台，提供实际的开发案例供读者参考，希望这些应用案例对正在或将要从事 GIS 系统开发的读者有所帮助。

本书可作为测绘、地理信息系统等专业的本科生和研究生教材；也可以为测绘、国土资源、城市规划、交通、环境保护等部门的研究和开发人员提供参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

组件式 GIS 开发技术与案例教程/柳锦宝，张子民，张永福，姚云军编著. —北京：清华大学出版社，2010.5  
ISBN 978-7-302-22350-4

I. 组… II. ①柳… ②张… ③张… ④姚… III. 地理信息系统—软件开发—教材 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 056506 号

责任编辑：章忆文 邹 杰

装帧设计：杨玉兰

责任校对：李玉萍

责任印制：

出版发行：清华大学出版社 地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者：

装 订 者：

经 销：全国新华书店

开 本：185×260 印 张：25.5 字 数：620 千字

附光盘 1 张

版 次：2010 年 5 月第 1 版

印 次：2010 年 5 月第 1 次印刷

印 数：1~4000

定 价：39.00 元

---

产品编号：

# 前 言

GIS 软件产品种类繁多，并且功能也在逐渐完善，但这些 GIS 软件产品的针对性不是很强，不能也不可能通过 GIS 软件来解决所有问题。因此针对具体的专业问题，如区域地理信息系统和专题地理信息系统而言，进行 GIS 系统的开发来满足不同用户的需求是不可避免的。由于底层开发难度偏大，耗时耗力，开发周期长，所以为了快速开发出客户需求的系统，基于 GIS 组件的系统开发已成为当今开发 GIS 系统的主流技术。国内外 GIS 软件厂商都提供了二次开发的平台，借助于这些平台进行集成二次开发给开发人员提供了极大的方便。但很少有书籍对这些二次平台进行过系统的介绍，而且缺乏实际的参考案例。

为了快速搭建 GIS 系统，选择 GIS 组件进行系统开发是一种不错的选择。本书对现在流行的组件产品进行了系统介绍，并给读者提供了大量的开发案例，填补市面上缺少此类图书的空白。本书第 1 章是对 GIS 开发技术的一个简单介绍，从第 2 章开始就是对各种 GIS 组件产品的系统介绍和案例演示。本书选择介绍的 GIS 组件产品有：MapObjects、MapX、SuperMap Objects、MapGIS 组件和 ArcGIS Engine，这些组件由于所封装的功能不同，通过这些组件开发出的系统所具有的功能也不尽相同，读者可以根据每个平台的特点进行组件产品的选择与学习。

本书介绍的平台比较多，这些平台都是在实际项目开发中经常采用的，读者可以有选择地阅读相关内容；在系统地介绍完每个平台之后，作者都会提供一个实际案例供读者参考，从而为开发人员学习开发提供借鉴；书中对每个平台的介绍都具有由浅入深、结构清晰、重点突出的特点。目前高校很缺乏此类开发技术的教材，因此本书可谓是测绘、地理信息系统等专业的老师和学生不可多得的参考资料。本书的案例和示例代码所采用的语言均为 Visual Basic，便于读者快速上手，迅速掌握各种组件产品的应用。

本书在编写和创作过程中，得到了清华大学出版社第三事业部章忆文女士和邹杰女士的大力支持和帮助，得到了成都理工大学地球科学学院何政伟教授和北京师范大学地理学与遥感科学学院杨华副教授的热心指导，在此一并向他们表示衷心的感谢！特别感谢成都信息工程学院资源环境学院的老师们对我们工作上的关心和帮助，正是这个团结、上进的集体为我写本书创造了良好的氛围。最后还要感谢的是一直在默默付出，给我无限关爱的父母、岳父母和妻子，正是由于他们的鼓励和支持，我才有动力和耐心完成本书的撰写。

全书写作提纲由柳锦宝、张子民拟定，并完成统稿、改稿和定稿工作。参加本书编写的主要人员有成都信息工程学院的柳锦宝老师、山东建筑大学土木学院的张子民老师、西北工业大学航天学院的张永福老师、北京大学遥感与地理信息系统研究所的姚云军博士等。由于时间仓促且作者水平有限，书中难免存在不足和疏忽之处，恳请读者批评指正。



以下是作者的联系方式：

电话：13980499710

E-mail：liujinbao1107@163.com

衷心希望广大读者能够和我们联系、沟通和交流，提出宝贵的意见和建议，以便我们不断提高和进步。

编 者



# 目 录

第 1 章 GIS 开发技术简介.....1	2.3.3 基于比例尺显示图层.....35
1.1 地理信息系统工程开发方法 .....1	2.4 图层的基本功能开发.....35
1.1.1 结构化设计方法 .....1	2.4.1 使用程序加载图层文件.....36
1.1.2 “自底向上”方法 .....1	2.4.2 图层基本属性设置.....37
1.1.3 快速原型法 .....2	2.4.3 图层标注 .....38
1.1.4 面向对象设计方法 .....3	2.4.4 图层控制 .....39
1.1.5 企业系统规划法 .....3	2.5 几何对象 .....41
1.2 地理信息系统的开发方式 .....4	2.5.1 几何对象 .....42
1.2.1 独立开发 .....4	2.5.2 图形的绘制 .....47
1.2.2 单纯二次开发 .....4	2.5.3 几何对象的运算(交, 并, 差, 异或).....54
1.2.3 集成二次开发 .....5	2.6 坐标系和投影对象 .....56
1.2.4 三种开发方式的比较 .....8	2.6.1 控件坐标和地图坐标.....56
1.3 地理信息系统工程开发过程 .....8	2.6.2 地图坐标和控件坐标的 转换 .....58
1.3.1 系统分析 .....8	2.6.3 投影相关对象 .....59
1.3.2 系统设计 .....9	2.6.4 图层数据投影转换实例.....70
1.3.3 系统实施 .....11	2.7 与数据查询相关的对象.....73
1.3.4 系统维护与评价 .....12	2.7.1 数据查询相关对象的分类.....73
1.4 本章小结 .....13	2.7.2 根据属性查询空间要素.....79
第 2 章 基于 MapObjects 的 GIS 开发技术与应用案例 .....14	2.7.3 根据空间要素查询属性.....84
2.1 MapObjects 概述.....14	2.8 地图渲染对象 .....88
2.1.1 MapObjects 的组成.....14	2.8.1 唯一值渲染对象 ValueMapRenderer .....88
2.1.2 MapObjects 的特点和功能 .....15	2.8.2 密度渲染对象 DotDensityRenderer .....90
2.1.3 MapObjects 支持的数据源.....15	2.8.3 分类渲染对象 ClassBreaksRenderer .....91
2.2 MapObjects 程序设计入门.....17	2.8.4 图表渲染对象 ChartRenderer.....93
2.2.1 建立开发环境 .....17	2.8.5 组合渲染对象 GroupRenderer.....96
2.2.2 MapObjects 基础入门.....19	2.8.6 高程渲染对象 ZRenderer.....97
2.2.3 使用 Toolbar 进行功能 合成的简单示例 .....23	
2.3 地图图层相关对象 .....27	
2.3.1 图层与数据 .....27	
2.3.2 地图图层相关对象 .....28	



2.9	开发实例——基于 MapObjects 的中国耕地面积变化信息系统设计与实现.....	99	3.8.1	Themes 集合.....	151
2.9.1	系统结构与框架.....	99	3.8.2	Theme 对象.....	153
2.9.2	系统数据库设计.....	100	3.8.3	定义专题图例.....	155
2.9.3	系统开发与集成.....	101	3.9	开发实例——基于 MapX 的土壤质量数据库的设计与实现.....	156
2.10	本章小结.....	102	3.9.1	土壤质量数据库设计.....	157
<b>第 3 章 基于 MapX 的 GIS 开发技术与应用案例.....</b>		<b>103</b>	3.9.2	土壤质量数据库实现.....	158
3.1	MapX 入门与基础.....	103	3.10	本章小结.....	160
3.1.1	MapX 入门.....	103	<b>第 4 章 基于 SuperMap Objects 的 GIS 开发技术与应用案例.....</b>		<b>161</b>
3.1.2	MapX 基础.....	107	4.1	SuperMap Objects 开发基本知识.....	161
3.2	MapX 的地图和图层对象.....	111	4.1.1	基本概念.....	161
3.2.1	MapX 的地图对象 Map.....	111	4.1.2	空间数据组织.....	166
3.2.2	MapX 的图层相关对象.....	114	4.1.3	控件的加载、连接与断开.....	169
3.3	MapX 的 Features 和 Selection 对象.....	117	4.1.4	SuperMap Objects 的开发帮助.....	172
3.3.1	基本概念.....	117	4.2	空间数据的显示和基本操作.....	173
3.3.2	Features 集合.....	118	4.2.1	打开数据源.....	173
3.3.3	Feature 对象.....	123	4.2.2	空间数据的显示.....	175
3.3.4	Selection 集合.....	124	4.2.3	地图放大、缩小、漫游等基本操作.....	178
3.4	MapX 的图元编辑.....	126	4.2.4	图层管理.....	180
3.4.1	通过分配新 Feature 对象创建图元.....	127	4.3	空间查询.....	183
3.4.2	使用 Map 对象的 FeatureFactory 方法创建图元.....	130	4.3.1	图查属性.....	183
3.5	MapX 的图层标注和注释.....	138	4.3.2	属性查图.....	185
3.5.1	为图层生成标注.....	138	4.3.3	空间关系查询.....	188
3.5.2	为地图添加注释.....	141	4.3.4	与查询有关的其他接口.....	190
3.6	数据绑定.....	142	4.3.5	小结.....	191
3.6.1	DataSet 对象和 DataSets 集合.....	142	4.4	空间编辑.....	193
3.6.2	常用的数据绑定方法和示例.....	146	4.4.1	几何对象的增加、修改和删除.....	193
3.7	MapX 查询相关操作.....	149	4.4.2	新增属性字段.....	196
3.7.1	从属性——图元的查询.....	149	4.4.3	修改属性字段值.....	198
3.7.2	从图元——属性的查询.....	151	4.4.4	编辑功能相关的其他接口.....	201
3.8	专题图.....	151	4.4.5	小结.....	203
			4.5	跟踪层的应用.....	205
			4.5.1	添加几何对象到跟踪层.....	205
			4.5.2	移动跟踪层上的几何对象.....	208



4.5.3	模拟跟踪 .....	209	MapGIS 工程 .....	254
4.5.4	鹰眼图 .....	212	5.4 开发实例——成都市旅游交通	
4.5.5	小结 .....	215	信息系统的设计与开发 .....	255
4.6	制图 .....	216	5.4.1 系统设计方法 .....	255
4.6.1	地图制作 .....	216	5.4.2 系统框架 .....	255
4.6.2	地图排版 .....	220	5.4.3 数据库设计 .....	256
4.7	开发实例——基于 SuperMap Objects		5.4.4 系统功能 .....	257
	的成都旅游信息系统 .....	223	5.5 本章小结 .....	258
4.7.1	系统设计 .....	223	<b>第 6 章 基于 ArcGIS Engine 的 GIS</b>	
4.7.2	数据组织 .....	224	开发技术与应用案例 .....	259
4.7.3	系统实现 .....	226	6.1 ArcGIS Engine 简介 .....	259
4.8	本章小结 .....	229	6.1.1 ArcGIS Engine 产品概览 .....	259
<b>第 5 章 基于 MapGIS 组件的 GIS</b>			6.1.2 ArcEngine 的关键特性 .....	259
开发技术与应用案例 .....	230		6.1.3 ArcGIS Engine 的功能 .....	261
5.1 MapGIS 概述 .....	230		6.1.4 开发资源库 .....	261
5.1.1 MapGIS 的主要特点 .....	230		6.2 使用 Arcgis Engine 控件进行开发 .....	262
5.1.2 MapGIS 的系统结构 .....	230		6.2.1 MapControl 控件 .....	263
5.1.3 MapGIS 的空间分析			6.2.2 PageLayoutControl 控件 .....	272
子系统 .....	231		6.2.3 TOCControl 控件 .....	273
5.1.4 MapGIS 的 SDK 概述 .....	231		6.2.4 ToolbarControl 及相关对象 .....	275
5.2 MapGIS 集成二次开发原理 .....	232		6.2.5 SymbologyControl 控件 .....	279
5.2.1 MapGIS 的二次开发环境 .....	232		6.3 地图和地图布局相关对象 .....	280
5.2.2 MapGIS 集成二次开发中的			6.3.1 地图相关对象 .....	280
相关术语 .....	233		6.3.2 地图布局相关对象 .....	284
5.2.3 MapGIS 的数据管理及			6.4 几何对象 .....	289
工作区分类 .....	235		6.4.1 几何对象模型 .....	289
5.2.4 MapGIS 的空间实体及其			6.4.2 几何对象 .....	290
数据组织 .....	236		6.4.3 空间参考 .....	301
5.3 基于 VB 的 MapGIS 集成二次			6.5 空间数据管理 .....	301
开发过程 .....	239		6.5.1 访问数据 .....	303
5.3.1 MapGIS 组件开发平台 .....	239		6.5.2 创建数据 .....	311
5.3.2 MapGIS 组件对象 .....	241		6.5.3 数据编辑 .....	315
5.3.3 MapGIS 实体属性及属性			6.5.4 数据转换 .....	323
结构 .....	243		6.6 数据显示 .....	325
5.3.4 MapGIS 控件开发 .....	245		6.6.1 颜色的设置 .....	325
5.3.5 在 Visual Basic 中使用			6.6.2 符号的设置 .....	330
MapGIS 组件及控件 .....	247		6.6.3 Display 对象 .....	334
5.3.6 在 Visual Basic 中开发			6.6.4 渲染 .....	335



6.6.5 打印和导出 .....	358	6.8.1 空间拓扑运算 .....	368
6.7 数据查询 .....	362	6.8.2 空间关系运算 .....	373
6.7.1 Cursor 对象 .....	362	6.8.3 空间距离运算 .....	378
6.7.2 QueryFilter 对象与 SpatialFilter 对象 .....	363	6.8.4 叠加分析 .....	379
6.7.3 SelectionSet 要素选择集 对象 .....	365	6.9 开发实例——成都市空气质量监测 管理信息系统的构建与实现 .....	390
6.7.4 QueryDef 对象 .....	367	6.9.1 系统设计 .....	390
6.8 空间分析 .....	368	6.9.2 系统实现 .....	392
		6.10 本章小结 .....	397



# 第 1 章 GIS 开发技术简介

地理信息系统工程是应用系统工程的原理和方法，针对特定的实际应用目的与要求，统筹设计、优化、建设、评价、维护实用地理信息系统的全部步骤和过程。它最基本的原理就是系统工程原理，即从系统的观点出发，立足于整体，统筹全局，同时又将系统分析和系统综合有机地结合起来，采用定量的方法或定性定量相结合的方法，提供合理的地理信息系统建设思路 and 模式。

## 1.1 地理信息系统工程开发方法

与一般信息系统一样，地理信息系统工程开发必须采用一定的策略。地理信息系统的开发策略有 5 种：结构化设计方法、“自底向上”方法、快速原型法、面向对象设计方法和企业系统规划法。

### 1.1.1 结构化设计方法

结构化设计方法是软件发展早期形成的，所谓“结构化”就是有组织、有计划和有规律的一种安排。结构化设计方法是利用工程分析的有关概念，将系统描述分为若干层次，采用自上向下划分模块，逐步求精的一种系统方法。

结构化设计方法的步骤是：首先对问题进行仔细分析，确定其输入、输出数据，写出程序运行的主要过程和任务；然后从大的功能方面把一个问题解决过程分成几个子问题，每个子问题形成一个模块，逐层细分，逐步求精，直到整个问题可用程序设计语言明确地描述出来为止。

结构化设计方法的特点是：先整体后局部，先抽象后具体，结构描述清晰，便于掌握系统全貌，也可以逐步细化为程序语句；对下层系统的实施往往缺乏约束力，从而因工作量大而影响具体细节的考虑，致使开发周期拉长、费用增加、评价标准难以确定等；缺乏一定的灵活性和适应性。

### 1.1.2 “自底向上”方法

“自底向上”方法出现于早期的计算机管理应用系统。它是从现行的业务现状出发，先实现一个具体的初级功能，然后由低到高，增加计划、控制和决策等功能，实现总目标。

“自底向上”方法的步骤是：首先对系统的底层模块进行分析和设计，当下层子系统分析完成后，再进行上一层系统的分析和设计，将下层不同功能模块集中起来，这样逐层



进行综合和集中，直至完成总的地理信息系统分析和设计。

“自底向上”方法的特点是：由表及里、由浅入深地解决问题，使得地理信息系统的开发易于适应组织机构真正的需要；有助于发现系统的增长需要，所获得的经验有助于下一阶段的开发，易于控制和管理。但“自底向上”方法只注重局部而忽视了对整体的把握，使地理信息系统难以实现其整体性；同时由于系统未进行全局规划，致使数据的一致性和完整性难以保证；而且为了保证系统性能的需求，往往要重新调整，甚至重新设计系统。

鉴于此，在实际应用中，经常采用将“自底向上”方法与结构化设计方法相结合的综合方法。综合方法充分发挥了结构化设计方法和“自底向上”方法的优点。采用综合方法进行地理信息系统软件开发的具体思路是：在开发过程中，首先建立系统的顶层模型，并对其进行模拟、分析和调整；其次，将顶层模型自顶向下地进行分解，建立该系统各个子系统的模型，对这些子系统模型进行模拟、分析和调整，如有不适，则进行修改。因此，综合方法是一个“自顶向下建模，由底向上修改”的反复叠代的过程。简而言之，是在需求牵引下，自顶向下分层细化地建模，然后通过对模型的虚拟执行，由底向上逐层进行修改，直至各层的模拟结果都满足需求为止。

### 1.1.3 快速原型法

早期系统设计方法大多采用线性模型，即将系统设计与系统实施处理成无回归的单向发展过程。随着地理信息系统技术的发展，这种线性模型的设计方法已经不能适应地理信息系统的系统设计，其原因在于地理信息系统的服务对象(即用户)的需求不是固定不变的，而是逐渐发展的，因此，初期拟定的目标和系统数据规范等很难保持一成不变。与此相反，不断地进行修改和完善是必然的。此外，现代技术的发展变化很快，要使地理信息系统的应用跟上新技术的发展常常也需要改变原有的设计。为了适应这些发展和变化的要求，地理信息系统的设计人员对传统设计方法中的原型法(Prototype Method)进行了研究和发展，使之更能适合于地理信息系统的设计工作。

原型法要求在系统建设的早期阶段，生成一个实实在在的系统原型，然后将该原型提供给用户使用，听取用户的批评意见，根据反馈信息修正系统原型，补充新的数据、数据结构和应用模型，再提交给用户使用。

原型法的基本步骤是：①识别基本要求，做出基本设想；②开发工作模型，提出一定的宏观控制模型；③程序编制和模型修正，通过软件编制不断发现技术上的扩大点，并通过与用户的交流取得对系统要求和开发潜力的新认识，调整系统设计方案；④原型设计完成，根据一定的标准判断用户需求是否已被体现，从而来决定系统是继续改进还是终止。

原型法的特点是：不必一开始就清晰地描述一切，而是当明确任务后，在软件的实现过程中，逐步对系统进行定义和改造，直至系统完成。其优点是：在系统设计过程中，包含有一个再设计阶段，它是一种动态的设计技术；而且该方法能够创立一个看得见摸得着的样板系统，便于用户试用和提出修改意见，这样就更有利于吸引用户介入系统设计工作；同时该方法对于较复杂和具体有不确定性的系统目标有较强的适应性，可以使设计与实施达到更为紧密的结合。

因此，原型法能够比较好地适应现代地理信息系统工程的建设特点，是地学人员更愿

意采用的一种开发策略。

#### 1.1.4 面向对象设计方法

面向对象设计方法是近年来发展起来的一种新的程序设计技术，其基本思想是：将系统所面对的问题，应用继承和封装机制，按其自然属性进行分隔，并按照人们通常的思维方式描述，建立每个对象的领域模型和联系，既模拟信息实体的内在结构又模拟其动力机制，使设计出的软件尽可能直接地表现出问题求解的过程。整个系统由对象组成，对象之间的联系通过消息进行。由于采用了将数据和操作行为封装在一起的模块化结构，从而使系统很容易重组。

面向对象设计方法的基本步骤包含以下几个方面。

(1) 系统分析：用问题空间中的实体(或对象)及其相互关系建立系统逻辑模型，以一种更加自然的方式描述系统的需求及体系结构。由于问题空间中的对象是相对稳定的，即使有变化，通常也只影响系统的局部或将系统需求的变化局部化，因此系统具有一个相对稳定的结构。

(2) 系统构造：系统构造包括系统设计和系统实现，在系统设计过程中，将需求模型和分析模型输入，考虑具体的实现环境，设计分析模型中的每一个对象及对象之间的相互关系，形成设计模型，最后用某种具体的编程语言描述设计模型，形成以源代码为主要内容的实现模型。

(3) 系统测试：测试过程根据需求与设计模型验证模型的正确性，形成系统测试模型。测试模型描述系统的单元测试、集成测试、系统测试过程及其测试结果。

面向对象设计方法的优点是：更接近于描述问题而不是对程序的描述，软件设计带有智能化的性质，这种形式更便于程序设计人员与应用人员的交流，软件设计也更具有普遍意义，尤其在地理信息系统的智能化要求和专家系统技术不断提高的形势下，面向对象设计方法是更有效的途径。

#### 1.1.5 企业系统规划法

企业系统规划法认为开发一个信息系统应具备以下几个条件。

(1) 必须支持企业的战略目标。

(2) 应当表达企业的各个管理层次(即战略管理层、策略管理层、操作管理层)的需求，针对不同的管理活动，建立一个合理的框架，并据此定义信息系统。

(3) 应该向整个企业提供一致的信息。由于计算机在发展中的原因，系统的分模块开发会形成信息的不一致性，包括形式上的不一致、定义上的不一致和时间上的不一致。因此，要制定关于信息一致性定义、技术实践等策略和规程。

(4) 应该经得起组织机构和管理体制的变化，即信息系统应具有可变更性或对环境变更的适应性。

(5) 首先应进行“自顶向下”的识别，再进行“自底向上”的设计。企业系统规划法



的基本方法是“自顶向下”地识别系统目标、识别企业过程、识别数据，“自底向上”地分步设计系统。

## 1.2 地理信息系统的开发方式

应用型地理信息系统的开发通常分为两种方式：独立开发和二次开发。其中二次开发又分为单纯二次开发和集成二次开发。

### 1.2.1 独立开发

独立开发是指不依赖于任何地理信息系统工具软件，从空间数据的采集、编辑到数据的处理分析及结果输出，所有的算法都由开发者独立设计，然后选用某种程序设计语言，如 Visual C++、Delphi、C++ Builder、Visual Basic 等，在一定的操作系统平台上编程实现。

这种方式的好处在于不需要依赖任何商业地理信息系统工具软件，减少开发成本，同时由于程序员可以对程序的各个方面进行总体控制，因此，系统各组成部分之间的联系最为紧密，综合程度和操作效率最高。但由于地理信息系统的复杂性，工作量十分庞大，开发周期长，对于多数开发者来说，由于能力、时间、财力方面的限制，使其开发出来的产品很难在功能上与商业化地理信息系统工具软件相比，而且在购买地理信息系统工具软件上省下的钱可能还抵不上开发者在开发过程中所付出的代价。地理信息系统发展初期一般采用这种方式，目前，地理信息系统的开发已经很少采用这种开发方案。

### 1.2.2 单纯二次开发

单纯二次开发是指完全借助于地理信息系统工具软件提供的二次开发语言进行应用系统开发。目前，商业化的地理信息系统工具软件已经相当成熟，它们大多提供了用户进行二次开发的宏语言，如 ESRI 的 ArcView 提供了 Avenue 语言，Mapinfo 公司研制的 Mapinfo Professional 提供了 MapBasic 语言等。用户可以利用这些宏语言，以原 GIS 工具软件为开发平台，针对不同应用对象，开发自己的应用程序。

具体开发时，可首先采用可视化开发平台动态链接库(DLL)，以实现地理信息系统工具软件未提供或难以实现的功能，然后在二次开发宏语言中调用动态链接库，从而既能充分利用二次开发语言操纵地图对象的强大功能，又避免了二次开发语言功能上的不足。

这种方式省时省心，但进行二次开发的宏语言，作为编程语言只能算是二流，功能极弱，用它们开发应用程序的界面不美观，仍然不尽如人意。同时二次开发语言对用户和应用开发者而言也存在学习上的负担，而且，使用系统所提供的二次开发语言进行开发往往受到限制，难以处理复杂问题。

### 1.2.3 集成二次开发

集成二次开发是指利用专业地理信息系统工具软件或其提供的组件来实现地理信息系统的基本功能,同时,采用通用软件开发工具尤其是可视化开发工具,如 Delphi、Visual C++、Visual Basic、Power Builder 等作为开发平台,进行两者的集成开发。

集成二次开发目前主要有 OLE/DDE 和组件式两种开发方式。

#### 1. OLE/DDE 开发方式

DDE(Dynamic Data Exchange, 动态数据交换)起初是作为一种基于消息的协议在 Windows(3.x 之前)中实现,用来在不同的 Windows 应用程序之间交换信息。但是 DDE 的最初形式很复杂,在实际的应用程序开发中较少使用。随着 Windows 3.0 的发布, DDE 得到了很大程度上的简化,组合到应用程序的工作也变得较为容易。DDE 服务包含了大约 25 个以最初的基于消息的协议概念为基础的函数,利用应用程序编程接口(API)调用它则能够实现应用程序与 DDE 服务器之间的交流。

OLE(Object Linking Embedding, 对象链接与嵌入)相比 DDE 出现得较晚,它是一个服务可控制、结构可扩展,基于对象集成组件的、统一的服务环境,是应用程序共享对象的工业标准,其实质是在应用程序中嵌入其他程序提供的对象和数据,从而获得特定功能的程序设计方法。

OLE 提供的服务有:OLE 自动化(自动化能使程序向其他客户应用程序提供对象属性和方法,从而使客户应用程序可以对 OLE 服务器所提供的对象进行操作)、可视化编程(指客户应用程序直接编辑 OLE 文档中的对象,而不必切换到服务器应用程序)、OLE 复合文档(包含多个应用程序的窗口或文档)、拖放(拖放是指用户通过从一个应用程序中拖动信息并放入另一个应用程序中交换数据)。

OLE 自动化允许一个程序模块控制其他程序模块的执行,换句话说,支持自动化的程序模块的行为是可以通过编程来控制的。这种控制通过应用程序对自动化支持程序所提供的对象的访问来完成,OLE 自动化实质是两个不同的应用程序之间以客户机/服务器(C/S)方式进行的动态信息交换过程,作为服务器一方的应用程序提供一组具有特定方法和属性的对象,客户程序则使用标准的通信接口对其进行访问和控制。

采用 OLE 自动化技术或利用 DDE 技术进行地理信息系统集成二次开发的思路是:用软件开发工具开发前台可执行应用程序,以 OLE 自动化方式或 DDE 方式启动地理信息系统工具软件在后台执行,利用回调技术动态获取其返回信息。采用这种方法能够充分利用地理信息系统工具软件强大的地理空间数据和属性数据管理能力,以及可视化开发平台的面向对象开发功能,实现应用地理信息开发。

使用 OLE/DDE 技术的应用型地理信息系统应用程序与其支持的工具型地理信息系统之间是一种同时并行运行的关系,其在功能上十分灵活,就像应用程序使用操作系统的资源一样,但同时也增大了系统开销与不稳定性。



## 2. 组件式开发方式

伴随着软件开发技术的发展,地理信息系统软件模式经历了多个阶段。组件式地理信息系统以其面向对象、可扩展性强等特点和优势,目前已经成为地理信息系统的主要平台。

### 1) 组件技术

随着软件开发技术的发展,尤其是面向对象(Object Oriented)技术出现以后,软件开发模式出现了重大变化。以 C++面向对象技术为基础发展起来的 COM(组件对象模型)技术实现了在二进制代码级的对象重用,且不依赖于特定的编程语言。在组件技术的概念模式下,软件系统可以被视为相互协同工作的对象集合,其中每个对象都会提供特定的服务,发出特定的消息,并且以标准形式公布出来,以便其他对象了解和调用。组件间的接口通过一种与平台无关的语言 IDL(Interface Define Language)来定义,而且是二进制兼容的,使用者可以直接调用执行模块来获得对象提供的服务。早期的类库,提供的是源代码级的重用,只适用于比较小规模的开发形式;而组件则封装得更加彻底,更易于使用,并且不限于 C++之类的语言,可以在各种开发语言和开发环境中使用。

COM(Component Object Model, 组件对象模型)是组件之间相互接口的规范,其作用是使各种组件和应用软件能够用一种统一的标准方式进行交互。COM 本身不是一种面向对象的语言,而是一种与源代码无关的二进制标准。它所建立的是一个软件模块与另一个软件模块之间的链接,当这种链接建立之后,模块之间就可以通过称为“接口”的机制来进行通信。COM 标准增加了保障系统和组件完整的安全机制,较容易扩展到分布式环境。

基于分布式环境下的 COM 被称作 DCOM(Distribute COM, 分布式组件对象模型)。DCOM 实现了 COM 对象与远程计算机上的另一个对象之间直接进行交互。由于接口的定义和功能保持不变,DCOM 组件开发者可以改变接口功能,为对象增加新功能,用更好的对象来代替原有对象,而建立在组件基础上的应用程序几乎不用修改,从而大大提高了代码的重用性。

COM 在地理信息系统中的应用已经引起国内外一些著名软件厂商的重视。它们先后推出了各自基于 COM 的地理信息系统软件,如 Mapinfo 公司的 MapX ESRI 公司的 MapObjects 和 Arcgis Engine、北京超图软件股份有限公司的 SuperMap Objects 和中地数码集团的 MaPGIS 等。

### 2) 组件式地理信息系统

面向对象技术的应用,改变了地理信息系统的传统设计方法与思想,于是出现了组件式地理信息系统。组件式地理信息系统的基本思想是把各大功能模块划分为几个 ActiveX 标准组件,每个组件完成不同的功能,诸如空间数据获取、坐标转换、图形编辑、数据存储、数据查询、数据分析和制图表示等。组件的生产建立在严格的标准之上,具有良好的通用性和兼容性,不依赖于特定的开发语言,可以嵌入通用的开发环境(如 Visual C++、Delphi、C++ Builder、Visual Basic 等)中:各个控件之间,通过可视化的软件开发工具集成起来,形成最终的地理信息应用系统。

与传统的地理信息系统专门开发环境相比,组件式地理信息系统技术是一种质的飞跃。地理信息应用系统开发进入了控件加通用开发语言的阶段。组件式地理信息系统代表着当今地理信息系统发展的潮流,已成为业界标准。相对于传统的地理信息系统开发环境,组

件式地理信息系统有以下特点。

(1) 使用组件式地理信息系统可实现高效、无缝的系统集成。地理信息系统组件可直接嵌入通用开发工具中。地理信息系统组件与用户和客户程序之间主要通过属性、方法和事件进行交互。对于专业应用模型,可实现代码级控制、组件间协同工作,可实现高效、无缝的系统集成。

(2) 空间数据的高效存储与管理。组件式地理信息系统采用关系数据库管理空间数据,解决了海量空间数据的管理问题和数据安全性问题;同时,也为多用户并发操作、历史空间数据的管理提供解决方案,使地理信息系统的 C/S 结构得以真正的实现,为 B/S 结构的发展奠定了基础。利用 SQL 进行空间数据与非空间数据的操作,大大减少了编程量。目前,Oracle 和 Informix 等厂商都推出了各自的空间数据的解决方案,如 Oracle Spatial、InformixSpatial Blade。新的技术极大地提高了数据存储能力和访问速度,也为地理信息系统的进一步推广奠定了基础。

(3) 组件式地理信息系统在与 MIS 耦合方面有明显优势。由于 MIS 发展时间较长,许多单位已经具有 MIS 系统。在开发过程中,用户往往要求充分利用已有系统中的属性数据,因此,地理信息系统平台与 MIS 系统的耦合能力非常重要。同时,在企业的 MIS、ERP、CRM 等系统开发中,也可以利用控件技术,将地理信息系统技术融入其中,从而更加有效地实现资源共享。

(4) 良好的扩展性。组件式地理信息系统利用 ActiveX 组件技术,将功能进行适当分割,将传统集成式地理信息系统的功能分配在相对独立而又具有有机联系的标准 ActiveX 组件上,降低了开发难度,缩短了开发时间,并减少了开发成本。用户在购买开发平台软件时,可根据自己的需要灵活采购所需要的地理信息系统组件。

(5) 易于开发。组件式地理信息系统功能齐备,开发者可以很快掌握地理信息系统的开发方法,充分利用已有的经验和技能,开发出功能强大、界面友好的地理信息应用系统。

### 3) 组件式地理信息系统开发方法

组件式地理信息系统开发方法是把地理信息系统的功能模块划分为多个控件,每个控件完成不同的功能,各个地理信息系统控件之间,以及地理信息系统控件与其他非地理信息系统控件之间,通过可视化的软件开发工具,根据需要把实现各种功能的“积木”搭建起来,实现地理信息系统的各种功能以及应用系统。

在这种新的软件开发方式下,软件公司以开发组件为主要业务,提供规格化的组件。系统集成商则汇总组件,组合成能完成不同功能的组件,将自己的核心技术组件化。正是这两者之间分工的泾渭分明,使得软件行业工业化逐渐走向成功。

### 4) GIS 组件的应用及评价

软件的组件化已成为软件技术发展的潮流。基于 DCOM 的 ActiveX 组件实现,已成为软件工业的一种标准。伴随着未来其他非 Windows 平台对 ActiveX 的支持,ActiveX 组件化的 GIS 软件系统将对 GIS 的体系结构和 GIS 将来的应用前景产生深远影响。

虽然采用 GIS 组件在开发上有许多优势,但是不可避免的也存在一些功能上的欠缺和技术上的不成熟,主要包括以下几个方面。

(1) 与专业的 GIS 客户端软件相比,采用组件技术不可避免地带来效率上的相对低下,这在访问超大空间数据(如大数据量的遥感图像)的时候表现得尤为明显。



(2) 支持的空间数据量有限。

(3) 支持的功能有限，由于是组件，只覆盖了 GIS 系统的部分功能，于是对于特殊领域，它就显得无能为力。

(4) 系统的可靠性、容错性有待提高。DCOM 的一大特点是：开发及使用过程中必须时刻注意 Windows 系统 OLE 系统注册表的正确性。

## 1.2.4 三种开发方式的比较

由于独立开发难度太大，单纯二次开发受地理信息系统工具提供的编程语言的限制差强人意，因此，结合地理信息系统工具软件与当今可视化开发语言的集成二次开发方式也就成为地理信息系统应用开发的主流。它的优点是既可以充分利用地理信息系统工具软件完备的空间数据库管理、分析功能，又可以利用其他面向对象可视化开发语言具有的高效、方便等编程优点，集二者之所长，不仅能大大地提高应用系统的开发效率，而且使用可视化软件开发工具开发出来的应用程序具有更好的外观效果，更强大的数据库功能，可靠性好，易于移植，便于维护，尤其是利用地理信息系统组件进行集成开发，更能表现出这些优势。

当然，在进行地理信息系统设计时，具体选用哪种方法，则需要考虑系统本身的性质和特点，以及设计者自身的具体情况来确定。一般来说，对于一些大型的地理信息系统开发项目，如一个地区的综合信息管理系统等，因为其图形平台、容量和可靠性等各方面的要求，一般宜于选择已经成熟的地理信息系统开发工具来组织开发。对于一些小型的地理信息系统，特别是一些以数据管理、决策研究和辅助设计等具体应用为主的系统，或者是在某个行业中需要推广使用的实用系统，因为这些系统对矢量图形平台要求不是太高，开发的重点在于地理信息系统技术的实际功能，因此，可考虑采用 Visual Basic、Visual C++ 等开发语言来组织系统的开发，进而开发出具有自主知识产权的软件产品。

## 1.3 地理信息系统工程开发过程

地理信息系统工程是一个系统工程，其开发周期较长，涉及多个学科领域，包含内容也十分广泛。为了使地理信息系统达到预期目标，就必须针对地理信息系统的特点，根据软件工程的思想，采用科学的开发步骤和技术，对系统建立的全过程进行控制与协调。

地理信息系统工程开发步骤可分为系统分析、系统设计、系统实施和系统维护与评价。

### 1.3.1 系统分析

系统分析的基本思想是从系统观点出发，通过对事物进行分析与综合，找出各种可行的方案，为系统设计提出依据，系统分析阶段也称为系统逻辑设计阶段。所谓逻辑设计，就是建立系统的逻辑模型，在逻辑上规定新系统的功能而不涉及具体的物理实现，也就是解决“系统干什么”而不是“系统如何去干”的问题。