

测绘科技专著出版基金资助

城市规划管理 信息系统的动态构建

CHENGSHI GUIHUA GUANLI XINXI XITONG DE DONGTAI GOUJIAN

孙毅中 著

测绘出版社



测绘科技专著出版基金资助

城市规划管理信息 系统的动态构建

CHENGSHI GUIHUA GUANLI XINXI
XITONG DE DONGTAI GOUJIAN

孙毅中 著

测绘出版社

· 北京 ·

内容简介

本书全面、系统地论述了 UPMIS 动态构建的基本原理、分析方法和实现途径。主要包括：UPMIS 静态与动态结构分析及模型建立，UPMIS 工作流（业务流、图形流、控制流）同步流转及角色模型构建，UPMIS 领域分析、领域模型和框架建立，UPMIS 对象模型映射与存储，UPMIS 软件复用与定制方法。

本书可供城市规划与管理专业人员，地理信息系统研究、设计人员和相关的软件开发人员，以及大专院校相关专业的师生阅读参考。

© 孙毅中 2005

图书在版编目 (CIP) 数据

城市规划管理信息系统的动态构建/孙毅中著. —北京：测绘出版社，2005.3
ISBN 7-5030-1256-0

I. 城... II. 孙... III. 城市规划—城市管理—
管理信息系统 IV. TU984

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 008765 号

城市规划管理信息系统的动态构建

孙毅中 著

测绘出版社出版发行

地址：北京市西城区复外三里河路 50 号 邮编：100045

电话：(010) 68512386 68531558 网址：www.sinomaps.com

北京通州次渠印刷厂印刷

新华书店经销

开本：890mm×1240mm 1/16 印张：9 字数：278 千字

2005 年 3 月第 1 版

2005 年 3 月第 1 次印刷

印数：0001—3000 册

ISBN 7-5030-1256-0/P·401

定价：25.00 元

如有印装质量问题，请与我社发行部联系

序

地理信息系统 (GIS) 是地理空间数据与计算机技术相结合的产物, 萌发于 20 世纪 60 年代, 历经数十年的研究、开发和应用, 已形成一门广为世人瞩目的信息工程技术和应用基础学科。

城市地理信息系统 (UGIS) 是 GIS 的一个重要分支, 作为城市现代化管理的主要支柱, 我国许多城市正在规划和建设以空间信息为核心的城市信息系统。在这个关键时刻, 孙毅中博士的专著《城市规划管理信息系统的动态构建》获得出版, 这是作者对我国城市信息化事业做出的贡献, 是我国 UGIS 同行的一个福音, 我特意热忱地向大家郑重推荐!

该书以作者原博士论文为基础, 融入其多年从事城市规划管理和信息化建设的科研成果, 较全面系统地阐述了 UPMIS 动态构建的原理、方法和实现途径, 重点介绍将业务流和系统集成方法引入 UPGIS 建设, 形成一套基于定制理念的系统设计框架和开发流程, 并结合常州市规划管理系统的建设实践, 在以下几方面取得创新和进展:

(1) 综合运用 UML、领域工程和工作流技术, 对城市规划管理领域进行分析, 提出了基于定制技术和软件复用方法及应用 GIS 软件进行系统设计开发的定制理念;

(2) 提出了一套城市规划流程的概括和简化的方法, 解决与灵活定制之间的概括和简化方法, 解决了灵活定制之间的矛盾, 并具有一定的通用性;

(3) 建立和提炼了城市规划管理的业务流、数据流和控制流的类型节点及其相互关系, 实现了系统中三者的同步流转, 具有重要的实际意义;

(4) 将 UPMIS 公共构建、通用构建、专用构建和定制构建集成, 并在统一的共享平台上有效解决了 OA, MIS, GIS 和 Workflow 的集成。

总之, 该书内容新颖, 结构合理, 深入浅出, 实用性强, 一定能使您获益匪浅, 并伴随你取得事业的成功!

孙毅中

2004年8月于南京大学

前言

信息技术,特别是地理信息技术的应用在我国城市规划管理行业起步于20世纪80年代后期,经过近15年的发展,城市规划管理行业已经成为我国地理信息系统(GIS)应用最有影响、发展速度最快、取得实际成果最多的行业。GIS的应用为城市规划管理提供了快捷有效的信息获取手段、信息分析方法、新的规划管理技术、新的规划方案表现形式、新的公众参与形式和公众监督机制。

城市规划管理信息系统(Urban Planning and Management Information System,简称UPMIS)是为满足城市规划管理信息化需求而构建的业务化GIS应用系统,其发展过程经历了办公为主阶段、图形为主、办公为辅阶段和图文一体、同步流转阶段,实现了城市规划管理业务联网办案和图文档案管理一体化。但是,由于城市规划管理业务运行有其自身特点,其业务需求常常需要调整,并且这种变化必然会引起系统功能相应的改变。而现有的系统其设计方法主要是基于E-R(实体关系)模型的,其构建方式是围绕系统中最容易变化的功能构建,因此,就产生了当需求发生变化时,势必影响到系统全局。一方面已建成的系统无法适应需求的变化,需要重新开发;另一方面耗费大量人力和物力在甲地开发的系统无法移植到乙地等问题。这严重影响了UPMIS的应用推广,制约着UPMIS的进一步发展。为此,需要采用新的软件工程与分析方法,研究和发展动态构建的UPMIS成为当前一个具有重要理论和实用价值的研究方向。本书在分析国内外UPMIS发展动态的基础上,提出以定制技术和软件复用方法为支撑的动态构建研究课题,围绕动态构建这一主线,综合运用了统一建模语言(UML)、领域工程、 workflow技术就UPMIS动态构建的相关问题进行了系统的研究,提出了一些概念和方法,主要包括以下方面。

(1) 运用UML进行UPMIS的需求和业务分析,并从静态和动态两个角度描述系统结构,进而构造系统的静态和动态模型。

(2) 针对城市规划管理这一特定应用领域,在领域分析的基础上,构建了领域模型,通过UPMIS领域的共性与特性分析,提取领域构架/构件,提炼和细化UPMIS领域的共同知识——用户领域、案卷领域、流程领域、图形域和档案域。针对其领域中可变因素和不变因素,分别采用动态构建和领域复用技术达到快速建立UPMIS的目的。

(3) 按照复用和定制的动态构建技术,将UPMIS构件划分为公共构件、通用构件、专用构件和定制构件,并在面向对象构件开发平台上,开发了相应构件并进行了系统集成,有效地解决了办公自动化系统(OA)、管理信息系统(MIS)、GIS的集成,解决了用户可根据需求在公共构件和通用构件的基础上,有选择地组合专用构件,快速地建造适合用户的UPMIS,并通过开发的动态构建平台对需要变化的功能进行定制,实现了工作流与业务应用、功能的有效结合与集成。

(4) 为合理地解决UPMIS工作流简化与灵活定制的矛盾,通过UPMIS的业务分析,简化并提炼UPMIS工作流(业务流、图形流和控制流)模型。针对以过程为中心的业务流、以处理数据为中心的图形流和以触发事件为中心的控制流的特点,结合城市规划管理操作过程,提炼出三种类型流的节点,通过建立这些节点的关联形成统一的汇入和汇出节点。将汇入和汇出节点上的主体(用户、角色、权限)及主体所需处理的各类数据抽象成为定制对象,定义它们之间的相互关系,分析和描述工作流对象的约束和流程选择条件。在定义的基础上,进行定制对象的数据设计和数据访问控制。通过控制这些节点实现了UPMIS业务流、图形流和控制流同步流转。

(5) 运用数据库的三级模式,采用一定策略和规则,将UML对象模型映射到关系数据库基表,并形成相应对象基表,通过表与表的关系实现对象之间的关系,从而实现系统对象的存取。

(7) 通过实例研究,采用本书提出的理论与方法开发的动态构建平台可以随用户的需求而灵活调整或重新定制系统,具有更强的柔性、自适应性和自维护性等特点,从而可以有效地延长系统使用寿命,其灵活、方便的定制能力又弥补了传统图文办公系统灵活性方面的不足,在案例中,基于动态构建的常州市规划国土局“一书四证”图文办公系统经过2001年底机构改革的验证,当规划国土局分为规划局和国土局时,其业务、流程、组织机构、人员均发生了较大变化,系统程序在没有进行大幅度修改的前提下,通过系统定制功能和构件的增减,在不到一个月的时间内完成了系统的“机构改

革”。因此，本书提出的 UPMIS 动态构建研究，有着明显的实用价值，并为类似系统的开发提供了有益经验。

本书提出了 UPMIS 动态构建，并从概念、方法和实现三个层次提出了具体的解决方案，从而为此类系统设计与实现提供了一种新的思维与方法，这样可以极大地提高相同领域多个类似系统的研究开发效率。本系统的设计与方法已经在常州市规划管理信息系统开发、拉萨市规划管理信息系统开发、宜兴市规划管理信息系统构建、丽水市规划管理信息系统构建实践中得到验证，具有广泛的实际应用价值。

本书共分七章，重点介绍 UPMIS 动态构建的理论、技术、方法和应用。第一章主要在介绍 UPMIS 特点、发展现状、存在问题及发展趋势基础上，引出 UPMIS 动态构建的概念；第二章主要阐述动态构建的含义与内容，介绍 UPMIS 动态构建的方法；第三章主要阐述 UPMIS 领域工程、领域分析、领域框架和领域构件，以及 UPMIS 的集成；第四章运用 UML 对 UPMIS 的静态和动态结构进行分析；第五章阐述 UPMIS 工作流的特点及动态构建的角色模型；第六章主要介绍面向对象的关系数据库及 UPMIS 对象模型的映射；第七章主要介绍 UPMIS 动态构建平台的实例研究。

本书是在作者博士论文的基础上修改完成的。在本书撰写过程中，始终得到了黄杏元教授、闫国年教授、周慧珍研究员、李满春教授的指导和帮助。广州阿尔法信息技术有限公司崔秉良总经理和上海数慧系统技术有限公司曹健总经理、苏乐平副总经理给予了大力支持，并提供了相关材料。

由于全面系统地对 UPMIS 动态构建的研究还是初步的，作者还缺乏足够的经验，错误与不足之处在所难免，恳请专家学者与读者批评指正。

作者

2004 年 7 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
§ 1.1 城市规划管理信息系统概述	(1)
1.1.1 UPMIS	(1)
1.1.2 UPMIS 的业务特点	(1)
§ 1.2 UPMIS 及其关键技术研究进展	(2)
1.2.1 UPMIS 研究进展	(2)
1.2.2 workflow 技术研究进展	(3)
§ 1.3 UPMIS 动态构建	(4)
1.3.1 UPMIS 及关键技术存在的问题	(4)
1.3.2 UPMIS 动态构建 (用户定制、积木搭建) 阶段的提出	(7)
§ 1.4 UPMIS 动态构建研究的意义与研究重点	(7)
1.4.1 研究意义	(7)
1.4.2 研究思路与重点	(7)
1.4.3 本书的内容安排	(9)
§ 1.5 小结	(9)
第 2 章 UPMIS 动态构建研究与实现方法	(10)
§ 2.1 UPMIS 动态构建	(10)
2.1.1 定义	(10)
2.1.2 可定制的 UPMIS	(10)
2.1.3 可复用的 UPMIS	(10)
2.1.4 UPMIS 动态构建的稳定与变化因素分析	(11)
2.1.5 UPMIS 动态构建的技术路线	(12)
§ 2.2 UPMIS 动态构建的分析方法	(13)
2.2.1 基于 UML 的面向对象分析方法	(13)
2.2.2 面向对象的 UML	(14)
2.2.3 UML 构建的信息模型组织系统	(15)
2.2.4 UML 对面向对象方法的支持	(15)
2.2.5 UPMIS 可视化建模	(16)
§ 2.3 UPMIS 动态构建的静态和动态建模方法	(17)
2.3.1 静态建模——结构建模	(17)
2.3.2 动态建模——行为建模	(17)
§ 2.4 UPMIS 动态构建的软件复用方法	(18)
2.4.1 软件复用研究现状	(18)
2.4.2 UPMIS 领域软件复用	(18)
2.4.3 UPMIS 领域工程	(19)
2.4.4 UPMIS 领域分析	(19)
2.4.5 UPMIS 领域构件	(20)
2.4.6 GIS 构件	(21)
2.4.7 UML 对构件的支持	(21)
§ 2.5 UPMIS 动态构建数据库设计与实现	(21)
§ 2.6 小结	(21)

第3章 UPMIS 动态构建的软件复用与系统集成	(23)
§ 3.1 UPMIS 领域分析	(23)
3.1.1 UPMIS 需求分析与描述	(23)
3.1.2 UPMIS 领域构架/领域模型	(24)
§ 3.2 UPMIS 领域设计	(24)
3.2.1 UPMIS 分层系统	(24)
3.2.2 UPMIS 领域体系结构	(25)
3.2.3 UPMIS 领域主题文档	(26)
§ 3.3 UPMIS 领域构件体系	(27)
3.3.1 UPMIS 构件体系结构	(27)
3.3.2 领域构件	(28)
3.3.3 UPMIS 构件提取	(29)
3.3.4 构件之间的相互关系	(36)
3.3.5 构件连接与开发	(36)
3.3.6 UPMIS 构件环境	(37)
§ 3.4 基于构件/构架复用的 UPMIS 集成	(39)
3.4.1 构件式 GIS 及其与 OA 的一体化集成模式	(39)
3.4.2 工作流与 GIS 集成	(40)
3.4.3 GIS 与 MIS 的集成	(41)
§ 3.5 小结	(42)
第4章 UPMIS 动态构建的静态与动态结构	(43)
§ 4.1 UPMIS 动态构建的静态建模机制	(43)
4.1.1 Use Case	(43)
4.1.2 Use Case 的确定	(44)
§ 4.2 UPMIS 的 Use Case 和 UPMIS 的业务 Use Case	(47)
4.2.1 UPMIS 的 Use Case	(47)
4.2.2 UPMIS 的业务 Use Case	(47)
4.2.3 UPMIS 的 Use Case 模型之间的关系及可视化表示	(47)
4.2.4 Use Case 的实现	(49)
§ 4.3 UPMIS 对象模型	(50)
4.3.1 对象概念与特征 (属性、操作)	(50)
4.3.2 对象之间的关系	(51)
4.3.3 类的接口和实现	(52)
§ 4.4 UPMIS 对象领域	(52)
4.4.1 工作流域	(53)
4.4.2 用户域	(56)
4.4.3 文档域和案卷域	(57)
4.4.4 图形域和图形类	(57)
4.4.5 UPMIS 二元关系及其表示形式	(59)
4.4.6 UPMIS 实体定制	(62)
§ 4.5 UPMIS 的动态建模机制	(64)
4.5.1 基于 UML 的动态行为建模方法	(64)
4.5.2 对象的行为	(64)
4.5.3 对象之间的交互——消息	(64)
4.5.4 UPMIS 的状态图	(64)

4.5.5	UPMIS 序列图	(65)
4.5.6	UPMIS 活动图与流程图	(66)
4.5.7	UPMIS 的静态模型与动态模型的相互关系	(67)
§ 4.6	小结	(67)
第 5 章	UPMIS 动态构建的工作流及角色模型	(68)
§ 5.1	工作流概述	(68)
5.1.1	UPMIS 工作流的特点	(68)
5.1.2	UPMIS 工作流与业务应用程序的结合	(68)
5.1.3	基于构件 GIS 的 UPMIS 工作流	(69)
§ 5.2	UPMIS 动态构建的工作流	(70)
5.2.1	工作流程的静态分析与动态解释	(70)
5.2.2	UPMIS 工作流程编辑器及功能	(71)
5.2.3	UPMIS 表单编辑器	(71)
5.2.4	UPMIS 工作流定义及类型	(71)
§ 5.3	UPMIS 动态构建的工作流模型及实现	(75)
5.3.1	UPMIS 工作流时序控制	(75)
5.3.2	UPMIS 工作流动态变化处理	(76)
5.3.3	UPMIS 中 GIS 与 MIS 结合的工作流	(77)
5.3.4	工作流实体的数据模型	(78)
§ 5.4	UPMIS 动态构建的角色模型	(80)
5.4.1	角色模型	(80)
5.4.2	角色的静态和动态属性	(80)
5.4.3	基于角色的访问控制	(81)
5.4.4	基于角色的计算机支持协同工作访问控制	(82)
§ 5.5	小结	(85)
第 6 章	UPMIS 动态构建的对象模型映射与存储	(86)
§ 6.1	UPMIS 数据管理方法	(86)
6.1.1	全部采用文件管理	(86)
6.1.2	文件结合关系数据库管理	(86)
6.1.3	全部采用关系数据库管理	(86)
6.1.4	采用面向对象数据库管理	(87)
§ 6.2	面向对象的关系数据库	(88)
6.2.1	面向对象的关系数据库的特点	(89)
6.2.2	UML 对面向对象的关系数据库的支持	(89)
6.2.3	对象标识	(89)
§ 6.3	对象—关系型映射	(91)
6.3.1	对象模式扩充三级模式	(91)
6.3.2	对象模型到表的映射	(92)
6.3.3	UPMIS 权限映射	(94)
§ 6.4	数据存取与查询	(95)
6.4.1	数据存储结构	(95)
6.4.2	访问数据库的三种模式	(96)
6.4.3	存储过程	(97)
6.4.4	定义视图	(98)

6.4.5	多图幅地图数据的组织	(99)
6.4.6	案卷属性与案卷的红线图关联与索引	(99)
6.4.7	案卷的编号及不同阶段案卷的关联	(100)
§ 6.5	小结	(101)
第 7 章	UPMIS 动态构建案例	(102)
§ 7.1	案例背景	(102)
§ 7.2	UPMIS 动态构建平台总体思路	(102)
§ 7.3	案例	(103)
7.3.1	创建业务类型	(103)
7.3.2	业务类型调整	(104)
7.3.3	创建工作流程	(107)
7.3.4	业务程流调整	(111)
7.3.5	组织机构建模及业务部门调整	(112)
7.3.6	角色设置与调整	(114)
7.3.7	角色与人员关联	(117)
7.3.8	权限调整	(117)
7.3.9	工作组业务模型定义	(118)
7.3.10	定义打印表单及表单调整	(118)
7.3.11	定义工作内容	(124)
§ 7.4	小结	(127)
	参考文献	(128)
	缩写词表	(132)

第 1 章 绪 论

§ 1.1 城市规划管理信息系统概述

1.1.1 UPMIS

城市规划管理信息系统（Urban Planning and Management Information System，简称 UPMIS）是以“一书两证”办理过程中的申报、跟踪督办、流转控制、周期控制、核发“证、书”为核心，覆盖城市规划实施管理全过程的图文一体化办公自动化系统。系统紧密围绕规划管理业务，按照设定的工作流程和权限，对报建项目的案件受理、审批、发证、红线图审核与绘制、存档的全过程实现计算机信息管理。其技术特点是将办公自动化系统（OA）、管理信息系统（MIS）与地理信息系统（GIS）有机结合，实现图、文、表管理一体化。UPMIS 是城市规划信息系统中的子系统，如图 1.1 所示。

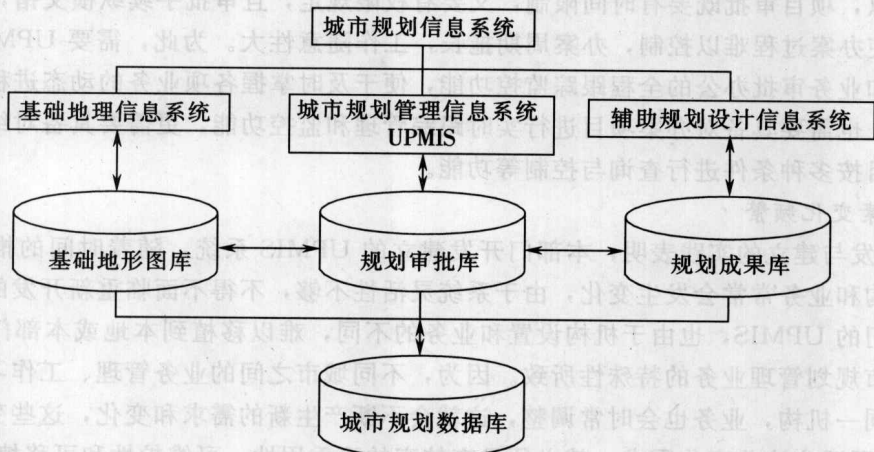


图 1.1 城市规划信息系统与 UPMIS 的关系

1.1.2 UPMIS 的业务特点

城市规划的主要工作是对城市空间发展进行管理、控制和监督，其管理过程与手段较其他政府部门特殊而复杂。规划管理工作的特点是日常工作离不开图和表，需要与大量的图形、表格和法规文献打交道，因此，规划管理部门是各类政府管理机构中最具特色的。城市规划管理信息系统具有图、文、表数据一体化管理，群体协同办公、图文一体流转，专用的红线绘制与管理工具，审批项目动态跟踪和实时查询，以及系统因素变化频繁等特点，如表 1.1 所示。

表 1.1 UPMIS 的特点

序号	特 点	内 容
1	图、文、表数据一体化管理	地形图、规划图、专题图、审批表、统计表、申报表
2	群体协同办公、图文一体流转	各类数据共享，图、表等同时流转
3	专用的红线绘制与管理工具	绘制规划图、红线图、专题图，证书打印等
4	审批项目动态跟踪和实时查询	各类项目审批过程、结果等全程督办
5	系统因素变化频繁	机构、职能、业务、人员、数据时常变化

1. 图、文、表数据一体化管理

城市规划管理审批过程和审批结果最终是以图、文、表和证的形式来表现。审批过程中各环节需要交叉引用图形、表格作为参考与对比，各过程、各环节又要产生新的图和表，并进行不同类别条件的统计，同时需使用大量的绘图、编辑、量算、比较等图形工具进行红线图的绘制与输出（朱光，2001）。凡此种种都要求图、文、表贯穿于整个规划管理的全过程。

2. 群体协同办公、图文一体流转

城市规划审批流程复杂、涉及面广，既有上下级部门及人员之间的案卷处理，又有同级部门及人员之间的协作办文，且审批过程中需处理文字、数据、表格和图形信息。因此，UPMIS 是基于图文数据的业务审批和流转系统，它既要群体协同办公，又要图文一体流转，这与办公自动化（OA）和计算机辅助设计（CAD）系统有很大的差异。

3. 专用的红线绘制与管理工具

规划用地红线绘制是城市规划管理部门“一书两证”项目审批过程中的一项重要工作。绘制的各类规划红线图是具有法律效力的最终结果。但是，通用的 GIS 平台并不具备红线绘制以及红线图的属性管理所需要的专门功能，因此，必须在 GIS 平台上开发审批办案过程中必须的红线绘制、面积自动量算、图形与文字注记、打印出图和办案前后的红线图查询、统计、专题图制作等规划管理专用图形功能。

4. 审批项目动态跟踪和实时查询

城市规划项目审批的过程是一项纵横向都有联系的群体性协同工作，由于这项工作的政策性和严肃性较强，所以，项目审批既要有时间限制，又要有权限规定，且审批手续纵横交错，案卷资料传递环节繁琐，致使办案过程难以控制，办案周期拖长，工作随意性大。为此，需要 UPMIS 具有工作流程的时限管理和业务审批办公的全程跟踪监控功能，便于及时掌握各项业务的动态进程和可视化显示图文办案进度，也需要具备对办案项目进行实时跟踪管理和监控功能，更需要具备对结案、在办、暂停等状态的项目按多种条件进行查询与控制等功能。

5. 系统因素变化频繁

UPMIS 开发与建立的实践表明，本部门开发建立的 UPMIS 系统，随着时间的推移等诸多因素影响，导致机构和业务常常会发生变化，由于系统灵活性不够，不得不面临重新开发的困难境地，而其他城市或部门的 UPMIS，也由于机构设置和业务的不同，难以移植到本地或本部门使用。究其原因，主要是城市规划管理业务的特殊性所致。因为，不同城市之间的业务管理、工作习惯常常有很大差异，即使在同一机构，业务也会时常调整，这就会不断产生新的需求和变化，这些变化如表 1.2 所示。UPMIS 为了适应这些变化需求，就必须具有较高的可重用性、可维护性和可移植性。

表 1.2 UPMIS 因素变化表

系统变化因素	业务内容	机构组成	管理过程	项目承诺制时间
变化内容	工作表格变化 工作地图变化 统计、报表变化 审批证书变化	职务调整 处室调整 局职能调整 处室职能调整	业务增加与减少 业务流程变化 受理方式变化	总时间变化 分工及时间变化

§ 1.2 UPMIS 及其关键技术研究进展

1.2.1 UPMIS 研究进展

自 20 世纪 90 年代中后期以来，UPMIS 从侧重文档的管理，发展到文档与空间信息一体化管理模式；从采用 FoxPro、dBase 等数据库收文、发文、办文等管理技术，到采用面向对象和网络技术，基本实现了城市规划管理业务联网办案和图文管理一体化。其发展过程经历了文档管理、辅助办公，

图形为主、办文为辅和图文一体、同步流转三个阶段（蒋捷，2000），目前正处于第四个发展阶段——用户定制、积木搭建。

1. 文档管理、辅助办公阶段

在这个阶段中，系统以办文管理为主线，用商业化 workflow 管理软件（如 Lotus Notes, Workflow Manager 等）进行文字处理、事务跟踪、文件收发、文档管理、报表处理、行文办理等日常办公事务性工作，这在一定程度上提高了业务办公的效率和质量。与其他行业管理中的 MIS 系统相仿，以数据库管理软件完成对文档信息进行简单的存储、查询等操作。但此类系统不能满足规划部门的业务办公及信息管理的要求，特别是对图形信息处理无能为力。

2. 图形为主、办文为辅阶段

这一阶段，系统主要以图形管理为主，将办文审批的案卷内容作为图形的属性来管理，并通过一定的编码将图形系统与案卷的处理结合在一起，系统采用跨平台开发方式，其中 MIS 功能在数据库管理软件平台上开发，GIS 功能在 GIS 平台上开发。这样，MIS 与 GIS 是相互独立的，办案人员需要不断地在这两个部分切换才能完成“一书两证”的业务审批工作。而实际工作中图文是需要同步流转的，因而，这类系统难以实现图文实时联网通讯和空间数据实时更新，更难以保证图文信息的可靠性和一致性，从而形成图归图，文归文的局面，即“图文”严重分离。

3. 图文一体、同步流转阶段

这一阶段的主要特征是将图文数据管理与业务处理合为一体，实现图文同步流转。用关系数据库管理文档，用商业化 GIS 软件管理图形数据，采用工作中的“控制流”和“数据流”来表达系统的执行过程和对图文数据的操作与控制。这种方法基本上能够实现对图文信息的集成管理。但由于程序中将业务流程固化，很难适应流程的变化。

UPMIS 发展阶段的特点见表 1.3。

表 1.3 UPMIS 发展阶段的特点

阶 段	采用方法与技术	特 点	不 足
1985—1989 年	数据库管理软件管理属性数据	纯数据库管理信息系统	无 GIS 功能
1990—1995 年	采用 workflow 管理软件 CAD 等管理图形数据	系统以办文管理为主线，用商业化 workflow 管理软件（如 Lotus Notes, Workflow Manager 等）来实现信息交流、过程建模、任务自动化处理与追踪	图形与属性分离
1995 年—1997 年	MIS 功能在数据库管理软件平台上开发，GIS 功能在 GIS 平台上开发	图形管理为主线，办文审批内容作为图形的属性来管理	两部分切换繁、不稳定，系统的扩充性、可维护性受到限制
1997 年—2001 年	关系数据库管理文档，商业化 GIS 软件管理图形数据，用“控制流”和“数据流”来表达系统的执行过程和对图文数据的操作	基本上能够实现对图文信息的集成管理并支持日常业务处理和监控	业务流程常会由于机构调整、业务改组、系统扩展等原因发生变动，这就需要经常修改控制表，系统的灵活性大受影响

1.2.2 workflow 技术研究进展

1. workflow 技术发展回顾

workflow（Workflow）术语的广泛使用是在 20 世纪 80 年代中期，其技术的演变来自于 70 年代的办公信息系统。发展过程总体上可以划分为三个阶段。第一阶段，主要为应用于某些特定领域的、相对独立的应用系统，如图像、文档管理系统；第二阶段，主要表现为具有底层的通信基础结构、能够实现任务协作的应用系统，比如具有消息传递功能的 workflow 系统；第三阶段，具有图形用户界面的过程定义、用户定义与任务执行完全分离的 workflow 系统。

从 Ellis 和 Nutt（1980）开始描述办公信息系统的需求，并建立了办公处理程序模型（Workflow

Management System, 简称 WFMS) (Gary J N et al, 1996), 办公信息系统及其 workflow 技术一直引起人们的广泛重视。但传统的办公自动化系统存在着不能适应业务流程变动、机构和人员的调整及其他一些情况的变化而要做大量的程序调整和修改工作的问题。为此, Bogia D P 等 (1995) 提出特例工作流 (ad hoc flow), 即用特定角色改变工作流或选择下一个发送的人 (pass the buck) 的方法 (Bogia D P, 1995), Kappel G (1995) 提出基于对象、规则、代理和角色的工作流管理系统: 一是将组织结构 (部门、代理人和角色) 建模; 二是通过使用活动嵌套来指定活动顺序, 减少工作流的复杂性; 三是通过使用文件夹和工作列表方式指定代理交流 (数据流) (Kappel G et al, 1995)。Weske Mathias (1996) 等提出了科学工作流管理 (Scientific Workflow Management) 和 WASA (Workflow-based Architecture to support Scientific Applications) 环境。他们认为: 科学工作是关于数据, 本质是收集、分析、处理和产生大量不同种类的数据, 科学活动是在评估前一步成果后再执行下步工作, 所以灵活性是科学工作的主要特性。因此, 部分的工作流能够重用是其基本功能。它与传统的工作流 (OA 工作流管理) 的主要区别是: 一是动态的; 二是重用的; 三是可以从错误中学习的 (Weske M et al, 1996)。Weske Mathias (1996) 认为 WFMS 更多地注重工作流建模和支持工作处理, 而对模拟工作流的执行研究较少, 为此, 提出一种新的模拟工作流执行方式——基于事件 (Event-based) 的工作流模型, 将工作流模型分为过程模型 (process model) 和环境模型 (environment model)。过程模型中包括活动的限制条件和它们的关系, 如执行限制和数据流控制。环境模型包括执行工作主体的特性, 并抽象出执行过程的实体, 即过程实体 (包括人、信息系统、应用软件和硬件), 并引入角色的概念, 实体是通过触发事件开始。WFMS 通过控制和调整工作流处理实体完成工作执行, 每一个活动能够被单一的处理实体执行, 每一个处理实体能够完成若干活动 (Weske M, 1996)。Hruby P (1998) 在文献中提出用 UML 对面向对象的工作流管理系统进行形象化描述和建模, 并认为商业系统的描述包括过程和静态结构, 而最直观的过程模型是通过执行活动和任务顺序实现目标。因此 UML 顺序图和活动图适合于表达过程模型 (动态模型), 静态结构 (如组织机构图) 也能够被 UML 静态图表达 (Hruby P, 1998)。Kallák B (1998) 和 Mohan C (1998) 认为因为处理过程都是在工作流系统外部进行, 而工作流系统并不能提供领域信息 (如约束、条件和指导), 因而缺乏领域知识表达, 而工作流系统仅仅是控制和管理应用过程中行动之间的条件, 因此提出了面向对象工作流管理, 并引入人工智能如规则推本、智能主体概念, 以使工作流管理更加有效和灵活, 同时提出将工作流与面向对象技术和专家系统结合 (Kallák B et al, 1998)。Bauzer C 等 (1996) 提出了地理科学工作流 (GEO-WASA) 环境。该环境是用统一的用户界面将面向过程视图的工作流管理与面向数据视图的地理处理结合。GIS 作为被动的系统响应用户请求 (Bauzer C et al, 1996)。Weske M 等 (1998) 进一步探讨了工作流支持下的地理处理 (Weske M et al, 1998), 提出了地理工作流 (Geo-Workflow) 概念。Dragos A. M 等 (1999) 认为大多数面向对象工作流系统仅使用静态模型, 限制了工作流的应用领域, 为此提出了动态对象模型作为补充 (Dragos, 1999)。Liou J (2001) 提出了工作流应该涉及角色、语义、活动、原因、作用、空间和时间七个方面因素, 建议用 UML 表达地理活动 (Liou J 2001)。其工作流发展过程见图 1.2。

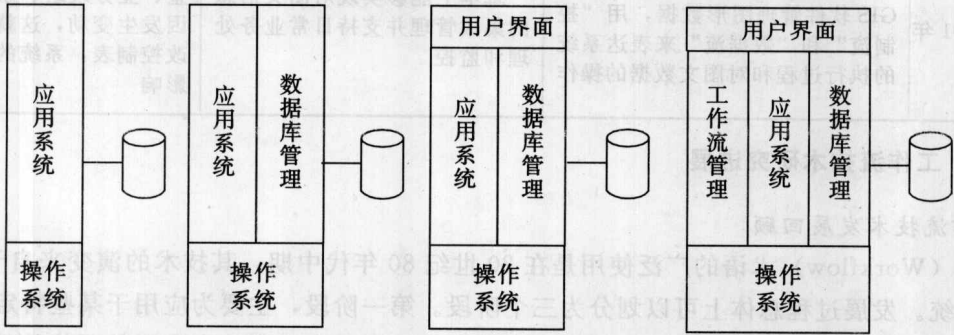


图 1.2 工作流技术发展阶段

2. 工作流技术的主要研究内容及发展方向

工作流按工作机制可以划分基于数据库和基于电子邮件两种。基于数据库的工作流主要依赖数据

库共享实现 workflow。基于电子邮件的 workflow 只需利用电子邮件的编程接口即可。workflow 按任务项传递机制划分三类：一是基于文件的 workflow 系统，以共享文件的方式来完成的任务；二是基于消息的 workflow 系统，通过用户的电子邮件系统来传递文档信息；三是基于 Web 的 workflow 系统，通过 WWW 来实现任务的协作。

从上述 workflow 的发展回顾可总结出其主要研究内容有：第一，workflow 管理系统结构的研究；第二，workflow 模型与 workflow 定义语言；第三，workflow 的事务特征；第四，workflow 的实现技术（包括面向对象技术、图形用户界面、消息通信、数据库等）；第五，workflow 的仿真与分析方法（异构应用系统的集成以及不同 workflow 系统之间的互操作问题）；第六，workflow 的集成与互操作技术；第七，workflow 与经营和业务过程重组。基于上述分析，workflow 的进一步发展方向如下。

第一，由基于图像和文件路径方式变化到中间件方式支持过程自动和应用综合。发展 workflow 应用构件，朝着以 workflow 标准框架为基础的定制的执行环境。

第二，基于 Web 的 workflow。随着世界范围内 Web 技术的逐渐发展和普及，许多 workflow 管理软件的生产商将产品扩展到了 WWW 上。各个产品对 Web 的支持程度不同，一部分产品允许用户从 Web 浏览器中启动和控制一个 workflow 实例的运行。有的产品还支持通过 Web 来管理任务项列表。总体上，目前的工作流产品支持用户使用 Web 浏览器来实现 workflow 管理系统在客户方的功能。支持 Web 技术给用户带来了许多好处，客户无须安装专门的软件就可以调用 workflow 服务器端的功能。

第三，一是支持异构和分布环境中的应用系统的集成和互操作，workflow 管理系统的结构已经由原来的只能支持单一的工作组环境发展到现在可以支持企业级（甚至企业间）的 workflow 环境。一个 workflow 实例可以通过局域网、广域网分布在不同服务器和客户端。而且服务器由故障所造成的影响将被减少到最小。这提高了系统的可扩展性、实用性和管理能力。二是基于 Web 技术的工作流管理系统。三是一种跨学科的研究，涉及 CSCW（计算机支持的协同工作）、人机交互、数据库、管理学、社会学等学科。

第四，workflow 模型的分析 and 仿真工具。目前越来越多的用户要求能够对模型进行评估和特性测试、仿真和性能监控工具将不可避免地成为新一代 workflow 产品的发展趋势。

第五，具有处理地理空间信息的 workflow 将有更快的发展。

此外，workflow 的形式化描述，workflow 的事务模型，workflow 的设计分析方法，分布式数据获取，数据流和控制流的约束都将是研究发展的方向。

§ 1.3 UPMIS 动态构建

1.3.1 UPMIS 及关键技术存在的问题

(1) 目前，UPMIS 基本上能够实现对图文信息的集成管理。但对于机构调整、业务职能重组、系统功能扩展等变化需求，主要是采用修改数据库基表的方式。它的解决办法是事先为客户考虑好所有的情况，类似于程序测试中的穷举法。然而，这种方法在业务对象简单的情况下还可以做到，但当业务复杂、情况变化多端时，不要说穷举难以做到，就是在时间上也不允许。这样一方面给系统维护与持续发展造成极大麻烦，也使系统的灵活性大受影响，导致开发的系统作废现象经常发生；另一方面由于不同用户单位的业务流程不尽相同，因而很难将系统直接应用到另一个用户单位，这需要进行系统的重新设计，致使系统的普遍性较差。

(2) 当前 UPMIS 软件复用的范围广度不够。系统是“一对一式”的开发，一个城市做一套系统，一方面造成系统没有稳定成熟的推广应用价值，另一方面 UPMIS 仅实现部分软件复用和部分数据复用，而对软件构架复用、功能复用、行政业务审批模块复用研究较少，特别是对 workflow 在具有地理处理特点的行政管理领域的应用基本没有涉及。因此，如何采用面向对象方法更有效地将 workflow 与 UPMIS 应用领域及具有地理处理特征的红线划拨地理 workflow 结合有待研究。

(3) 实体分析普遍采用的 E-R 图方法存在局限性。其一，这只能反映概念间的静态关系，无法反映动态关系。要想体现这种动态关系，只能使用面向对象的方法，这是一种更直观、更自然、更易

于理解的概念模型化方法（雷光复，2000）。其二，这虽然方便了数据库模型的设计，推动了数据库设计不断规范化、标准化，但当用户要求变高、数据库变复杂时，则逐渐暴露出不利于准确地映射问题域和反映系统责任等问题，也不能适应规划管理信息系统业务的发展、变化和重组。如果其中一个阶段发生变化或改动，势必影响到全局（王军鹏，2001）。由于这些问题的存在，使得一种能够克服以上困难的、科学的、规范的、面向对象的数据库建模方法的出现成为迫切的要求（古力，2001）。

（4）城市规划行业较早地引入 OA 和 GIS 技术以期解决图文一体同步流转的办公自动化问题。然而，传统 GIS 软件是一个独立的系统——自我包含、自成体系，是与统计、办公等主流管理信息系统相分离的系统，因此与 OA 集成非常困难。城市规划部门处理的信息不仅仅是以文字为代表的简单数据，而且还有复杂的图形信息。因此，单纯的 OA 技术不能完全满足规划行业需要和解决问题。解决这一矛盾的方法是将两者有机结合，这也是当前 UPMIS 重要的发展趋势（李成名，1999）和当前 GIS 专业及城市规划部门所关心的一个热点（朱英浩，1997）。根据宋关福博士的研究，传统 GIS 基础软件的集成方案主要有如图 1.3 所示（陈颖彪，2002）的四种模式。这四种模式概括了传统 GIS 与其他应用分析模型之间的集成方案，也代表了传统 GIS 与 OA 松散集成的四种模式。

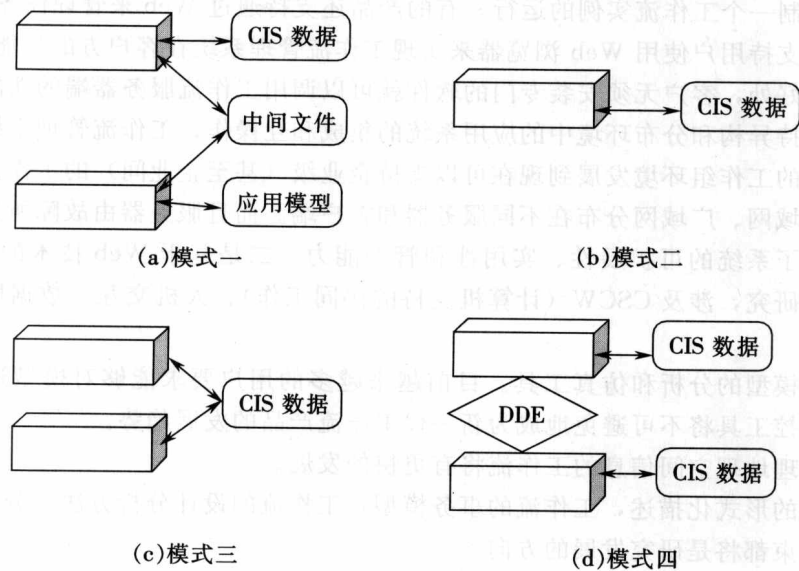


图 1.3 图文数据库集成

模式一，通过存取中间文件的方式建立 GIS 软件与应用分析模型之间的数据交换通道如图 1.3 (a) 所示。这种模式不适合于大量而频繁交换数据的情况，而且 GIS 软件与应用分析模型之间相互独立，系统整合性差。

模式二，直接使用 GIS 软件提供的二次开发语言编制应用分析模型，如图 1.3 (b) 所示。该模式解决了模式一的缺陷。但是 GIS 所提供的二次开发语言往往不能与 C、C++ 等专业程序设计语言相比，难以开发复杂的应用模型。

模式三，利用专业程序设计语言开发应用模型，并直接访问 GIS 软件内部数据结构，如图 1.3 (c) 所示。其优点在于，可以开发出复杂的应用模型，而且用户可以选择使用各自熟悉的高级语言。但直接访问 GIS 软件数据结构无疑增加了应用开发难度。

模式四，通过动态数据交换（DDE）建立 GIS 与应用模型之间的快速通信，如图 1.3 (d) 所示。但是，GIS 与应用模型是分离的，这种拼接仍然是“有缝”的。

因此，无论使用上述哪种方案，传统 GIS 都很难实现与 OA 在界面、功能和数据之间的无缝集成以及图文一体化。

为此，需要在基本实现图文一体化管理的基础上，以动态构建思路和方法，运用面向对象思想和 UML 建模工具，采用新的软件工程与分析方法、工作流技术和构件技术等，分析、表达和提取其中的共性和个性实体和功能，设计成可复用的软件模块与构件，以解决工作流一些变化频繁部分的功能定制，研究和发展相应的集成技术，将 GIS 和 OA 两个跨平台系统很好地集成，建立 UPMIS 动态构

建平台。

1.3.2 UPMIS 动态构建（用户定制、积木搭建）阶段的提出

综上所述，仅仅依靠单一的方法，难一解决存在的问题，特别是不能适应系统诸多因素的变化。不同地方、不同单位的业务运作千差万别，行业办公内容特点和行业需求也有所不同，往往在实际 UPMIS 应用中与 GIS 结合较弱，而使其在应用中受到限制。这样，需求的易变性导致功能的易变性。因此，需要运用新的软件分析与建模方法，开发具有可重用性、可维护性、可扩充性、柔性较强的 UPMIS 已成为时势所趋。本文在总结 UPMIS 三个发展阶段以及相应发展模式和形态特点的基础上，认为 UPMIS 正在进入“用户定制、积木搭建”这一新的发展阶段，其发展模式应该是以对象模型为核心，实现以复用构件与定制为技术特点的动态构建平台。图 1.4 和图 1.5 归纳了 UPMIS 的四个阶段及其演变过程。

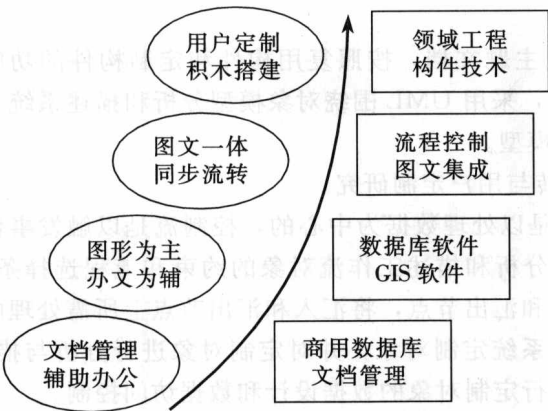


图 1.4 UPMIS 的发展趋势

模式	形态	特点
工作流为主线 传统办公自动化模式	珍珠项链式	·规范但复杂 ·文档处理为主（一书两证）
以专业系统应用为特点	星罗棋布式	·灵活开发与应用 ·专业功能较强 ·相关性差
以图文一体为标志	金字塔式	·综合应用 ·图文一体化,图形处理为主 ·灵活性较差
以对象模型为核心	积木式	·特定领域应用 ·图文一体化 ·构件化技术 ·定制方法

图 1.5 UPMIS 的演变过程

§ 1.4 UPMIS 动态构建研究的意义与研究重点

1.4.1 研究意义

- (1) OA、GIS 和 MIS 多种系统集成是当前学科技术发展的前沿，领域工程、UML 是当前研究的热点，实现 UPMIS 动态构建就必然要涉及这些学科技术发展的前沿，也需要将这些前沿技术应用到 UPMIS 领域中。
- (2) UPMIS 发展中存在的问题，严重制约了 UPMIS 的发展和应用。规划行业迫切的应用需求，需要研究与解决这些现实中存在问题。事实上，一旦 UPMIS 工作流模型建立起来后，它就是一个小的实验室，能通过工作流程仿真和模拟业务办公，验证其正确性、完整性及可操作性，可以改进和优化现有业务运用模式。因此，UPMIS 动态构建的研究具有重要的实用价值和现实意义。
- (3) 面向对象思想的广泛应用，软件复用、工作流和 GIS 构件技术的快速发展，为 UPMIS 动态构建的实现提供了技术支撑。
- (4) 本人经过多年从事此类系统设计与开发的实践，掌握丰富的第一手资料，而在新一轮常州 UPMIS 开发中采用本文提出思路与方法，已经得到有力的验证。

1.4.2 研究思路与重点

1. 研究思路

本文的研究思路总体上分为三个步骤。第一，分析与提出问题。在回顾 UPMIS 发展的过程中，分析存在的不足，参考同类系统和文献，为解决存在的不足和满足应用的需求，提出 UPMIS 动态构建概念与解决目标。第二，分析、研究和解决所提出的问题和目标，提出软件复用和定制的方法支撑