

国家自然科学基金
重庆市科技攻关重点项目
中央高校基本科研业务费

基金支持

GIS 地图符号共享研究

陶 陶 著



GIS

DITU FUHAO GONGXIANG YANJIU



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

014032356

P208-33
03

国家自然科学基金(40701149,51178480,51178478)

重庆市科技攻关重点项目(cstc2012gg-yyjsB00001)

中央高校基本科研业务费(106112012CDJZR19006)
(106112013CDJZR19008)

资助出版

GIS 地图符号共享研究

陶 陶 著



重庆大学出版社



北航

C1720728

P208-33

03

内容提要

本书从分析现有 GIS 地图符号共享技术及其存在的问题入手,提出了一种基于 OGC 符号编码规范(SE)等具有多种可操作性的 GIS 地图符号共享方法,使人们在共享地理空间数据的同时,实现同一地图符号库在多个 GIS 软件之间以及在互联网环境下的共享。

图书在版编目(CIP)数据

GIS 地图符号共享研究/陶陶著. —重庆:重庆大学出版社,2014.3

ISBN 978-7-5624-7841-6

I. ①G… II. ①陶… III. ①地理信息系统—应用软件—研究 IV. ①P208-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 274471 号

GIS 地图符号共享研究

陶 陶 著

策划编辑:杨粮菊

责任编辑:杨 敬 版式设计:杨粮菊

责任校对:谢 芳 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:8.5 字数:213千

2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5624-7841-6 定价:48.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

地图符号是地图的图解语言,是地表要素在地图上的表达形式,是用来沟通客观世界、制图者和用图者并传输地图信息的媒介。虽然,地理语言已经逐步由地图演化为地理信息系统(GIS),但地图符号仍然是 GIS 用以直观、形象地表达地物要素特征和分布规律的主要手段。每个 GIS 软件平台都通过内置的地图符号系统来实现对符号的编辑、存储和绘制,但这些封闭的、格式不一的地图符号系统给 GIS 领域地图符号的共享带来了很大的困难。

为了实现 GIS 地图符号的共享,人们尝试了多种方法,如数据格式转换、符号格式转换、TrueType 字体和建立符号对应表等。虽然这些地图符号共享成果或多或少地解决了 GIS 应用领域的地图符号共享问题,但并没有根除 GIS 软件平台之间地图符号系统的差异。虽然 OGC 制定的“符号模式”为地图符号共享带来了一丝曙光,人们希望通过各 GIS 软件产品支持读写基于该“符号模式”地图符号库的接口,实现对地图符号库信息的共享,但由于“符号模式”的图素单一,加上人们对 GIS 领域地图符号共享的重要性认识不足,使得基于“符号模式”的共享研究成果微乎其微。

鉴于此,本研究提出了基于通用地图符号库的地图符号共享框架,即由通用地图符号编辑器、通用地图符号库以及地图符号多平台显示技术组成的通用 GIS 地图符号系统。它屏蔽了各 GIS 软件内置地图符号系统这个阻碍地图符号共享的最大障碍,成为支持各 GIS 软件空间数据符号化的独立系统,实现了地图符号库的“一库多用”和地理信息共享中地图符号信息的同步共享。该地图符号共享框架还提供了通用地图符号库与其他多种地图符号库的交互与共享机制,扩展了通用地图符号库的共享范围。

本书主要从以下 5 个方面探讨了 GIS 地图符号共享的研究和实践:①基于通用地图符号库的地图符号共享框架。通

过建立一个通用的 GIS 地图符号系统,使 GIS 数据的符号化从原来的 GIS 内置符号系统中独立出来,从而实现对通用地图符号库信息的共享。②通用地图符号编辑器。不依附于现有的任何 GIS 平台,研究、设计与开发出一个系统稳定、功能完善的通用地图符号编辑器,有效地实现对通用地图符号库的操作和管理。③通用地图符号库。通用地图符号库具有存储与调用地图符号的通用性,可以将地图符号存储为文件形式,也可提供多种数据库格式存储,为大型 GIS 应用系统开发提供统一的地图符号库支持。通用地图符号库表达了丰富的地图符号语法结构和语义特征,使地图符号真正成为一种认知对象,具有更多的共享价值。④地图符号多平台显示技术。地图符号多平台显示技术是以地图符号渲染绘制组件为核心,将通用地图符号库中的点线面符号读出,并实现地图符号在多种 GIS 地图上的绘制。当在不同的 GIS 环境里进行地图符号化时,分别调用相应的渲染组件和绘制组件,实现通用地图符号库在不同 GIS 地图上的显示和地图符号信息的共享。⑤GIS 数据共享中地图符号信息的同步共享。基于通用 GIS 地图符号系统的 GIS 数据在数据迁移后,空间数据的地图符号信息将带入新的 GIS 软件环境中,只要调用当前 GIS 环境下的地图符号渲染绘制组件,就可以将数据原有的地图符号信息绘制出来,真正实现了对地图符号信息的同步共享。

本书是笔者在攻读博士学位阶段的学习积累以及到重庆大学工作后所负责的国家自然科学基金项目:GIS 地图符号共享机制(40701149)的研究成果。借此书,首先向笔者的博士生导师——南京师范大学的闫国年教授致以深深的谢意。闫教授渊博的知识、敏锐的洞察力及严谨的学者风范一直感染着笔者;他的悉心指导和教诲,帮笔者开阔思路和确定方向,使笔者受益匪浅。笔者还要衷心感谢黄家柱研究员、张书亮副教授以及笔者的研究生同学们对笔者学习与生活上的关心和帮助。感谢笔者的硕士导师——西南大学的刁承泰教授,他的关心和鼓励使笔者感受到了父亲般的温暖。

笔者博士毕业后,到重庆大学建筑城规学院山地城镇建设与新技术教育部重点实验室工作,学院和重点实验室提供了很好的教学科研平台,数字技术实验室具备各种软、硬件实验研究环境,使笔者能在重庆大学潜心研究,并在 2007 年获得了国家自然科学基金青年基金的资助。在国家自然科学基

目 录

金和中央高校基本科研业务费的资助下,笔者得以继续博士阶段的研究方向,相关学术论文分别发表在《中国图象图形学报》《计算机辅助设计与图形学学报》《测绘科学》和《计算机工程》等核心期刊上。本书中涉及的研究工作,也得到了重庆大学建筑城规学院山地城镇建设与新技术教育部重点实验的艾及熙副教授和尹轶华博士的热心支持,在此一并表示诚挚的谢意。同时,向被本书引用的文献的作者表示衷心的感谢。

由于时间仓促,笔者对 GIS 地图共享方面的研究还有待进一步深入和完善。书中不足之处在所难免,敬请专家、学者与读者批评指正,以便笔者修正。

陶 陶

2013 年 10 月于重庆大学

1.3.1 GIS 地图符号共享的内涵	2
1.3.2 GIS 地图符号共享的意义	2
1.3.3 GIS 地图符号共享现状	4
1.3.4 GIS 地图符号共享的意义	6
1.4 GIS 地图符号共享国内外研究进展	7
1.4.1 GIS 地图符号共享国外研究进展	7
1.4.2 地图符号共享国内研究进展	10
1.4.3 GIS 地图符号共享研究存在的问题	12
1.5 研究的目的和意义	13
1.6 研究思路、方法和技术路线	13
1.7 研究内容	15
参考文献	15
第 2 章 GIS 地图符号	18
2.1 地理语言的发展	18
2.1.1 地图与地图可视化	19
2.1.2 GIS 与 GIS 可视化	21
2.2 地图可视化的挑战	24
2.3 地图符号学(地图语言学)	25
2.3.1 符号与地图符号	25
2.3.2 地图符号的语法结构	27
2.3.3 地图符号的语义特征	30
2.3.4 地图符号的语用功能	32
2.3.5 地图符号的状态行为	33
2.4 GIS 地图符号系统	34
2.4.1 GIS 地图符号系统与传统地图符号系统的区别	34
2.4.2 GIS 地图符号系统的组成结构	36

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 研究背景	1
1.2 项目支撑	2
1.3 GIS 地图符号共享	2
1.3.1 GIS 地图符号共享的内涵	2
1.3.2 GIS 地图符号共享的障碍	3
1.3.3 GIS 地图符号共享现状	4
1.3.4 GIS 地图符号共享的意义	6
1.4 GIS 地图符号共享国内外研究进展	7
1.4.1 GIS 地图符号共享国外研究进展	7
1.4.2 地图符号共享国内研究进展	10
1.4.3 GIS 地图符号共享研究存在的问题	12
1.5 研究的目的是和意义	13
1.6 研究思路、方法和技术路线	13
1.7 研究内容	15
参考文献	15
第2章 GIS 地图符号	18
2.1 地理语言的演变	18
2.1.1 地图与地图可视化	19
2.1.2 GIS 与 GIS 可视化	21
2.2 地学可视化的挑战	24
2.3 地图符号学(地图语言学)	25
2.3.1 符号与地图符号	25
2.3.2 地图符号的语法结构	27
2.3.3 地图符号的语义特征	30
2.3.4 地图符号的语用功能	32
2.3.5 地图符号的状态行为	33
2.4 GIS 地图符号系统	34
2.4.1 GIS 地图符号系统与传统地图符号系统的区别	34
2.4.2 GIS 地图符号系统的组成结构	36

2.4.3 主流 GIS 软件的地图符号系统	39
参考文献	43

第3章 基于通用地图符号库的共享框架

3.1 基于符号格式转换的共享框架	47
3.1.1 实现原理	47
3.1.2 问题与不足	47
3.2 基于 TrueType 字体库的共享框架	48
3.2.1 实现原理	48
3.2.2 特点与不足	49
3.3 基于“符号模式”的共享框架	49
3.3.1 地理信息符号标准与规范	49
3.3.2 实现原理	61
3.3.3 问题与不足	63
3.4 基于通用地图符号库的共享框架	64
3.4.1 实现原理	64
3.4.2 共享特点	65
参考文献	66

第4章 通用地图符号编辑器和通用地图符号库

4.1 通用地图符号编辑器的研制思路	67
4.1.1 通用地图符号编辑器的设计原则	67
4.1.2 地图符号的绘制算法	67
4.2 通用地图符号编辑器的界面与功能	68
4.3 通用地图符号库的结构	70
4.3.1 地图符号的语义特征	70
4.3.2 地图符号的语法结构	71
4.4 通用地图符号库的存储与索引	79
4.5 通用地图符号库的特点	79
参考文献	81

第5章 地图符号多平台显示技术(MSDP)

5.1 MSDP 体系架构	82
5.2 MSDP 地图符号渲染绘制组件	83
5.2.1 MSDP 组件结构	83
5.2.2 有自定义符号显示接口的渲染绘制组件(以Map-Objects 为例)	83

151	5.2.3 无自定义符号显示接口的渲染绘制组件 (以 SuperMap III 和 MapX 为例)	87
151	5.3 MSDP 的特点	90
153	5.3.1 通用地图符号库的共享性	90
153	5.3.2 渲染组件的可扩展性	92
153	5.3.3 HDC 绘制组件的开放性和重用性	92
153	参考文献	93
153	第 6 章 通用地图符号库的开放与交互机制	94
	6.1 通用地图符号库与 CAD 图块库的交互	94
	6.1.1 CAD 图块(Block)	94
	6.1.2 共享框架	95
	6.1.3 应用实例	96
	6.2 通用地图符号库与 TrueType 字体库的交互	99
	6.2.1 TrueType 字体库	99
	6.2.2 共享框架	101
	6.2.3 字体库向通用地图符号库转换的应用实例	101
	6.3 通用地图符号库与其他 GIS 地图符号库的交互 (以 SuperMap 矢量地图符号库交换文件格式为例)	103
	6.3.1 smi 文件格式	103
	6.3.2 共享框架	103
	6.3.3 应用实例	105
	6.4 通用地图符号库支持网络环境下的符号共享	106
	参考文献	108
	第 7 章 地理信息共享中的地图符号共享	110
	7.1 地理信息共享中的地图符号共享实现环境	110
	7.1.1 实现环境	110
	7.1.2 数据语义转换	111
	7.2 地图符号共享实例	112
	7.2.1 共享 CAD 数据时的图块符号共享	112
	7.2.2 共享 MapInfo 数据时的字体符号共享	116
	参考文献	120

第8章 结论与展望	121
8.1 研究结论	121
8.2 研究成果与主要创新点	122
8.2.1 研究成果	122
8.2.2 主要创新点	122
8.3 研究的局限性	123
8.4 研究展望——基于“符号编码规范”的 GIS 地图 符号共享方法	47 123

息共享的障碍,实现对地图符号语法和语义信息的完全共享。

第二,地图符号库的转换与共享。对于数据格式开放的地图符号库,可以通过对地图符号库信息的解析,找出两种符号文件格式数据结构的对应方式,有针对性地编程,从而实现地图符号库的转换。

第 1 章 绪 论

地图符号是地理空间的抽象,是用来修饰地图上对象的图形。根据地图符号的视觉变量和排列顺序来区分地物的类型、属性以及分布规律,也是 GIS 表达地理信息和空间概念的主要形式。

1.1 研究背景

地图符号是地理空间的抽象,是用来修饰地图上对象的图形。根据地图符号的视觉变量和排列顺序来区分地物的类型、属性以及分布规律,也是 GIS 表达地理信息和空间概念的主要形式。

地图符号一直是 GIS 的一个热点研究领域。随着 GIS 应用的普及和深入, GIS 软件厂商和二次开发商都逐步认识到地图符号在 GIS 中的重要作用,加大了其产品对符号的支持力度,并都开发了针对自身软件的地图符号系统。而各 GIS 软件地图符号系统之间的独立性和差异性成为地图符号共享最大的障碍。过去, GIS 工作者对地理信息共享的研究主要集中在空间数据的转换与互操作上,不公开的符号格式使转换后的地图符号都用简单的点、线、面来代替,地图符号中蕴涵的地理信息全部丢失。这已成为地理信息共享的一大障碍,也是 GIS 数据语义共享的一大难题。

目前,有关地理信息系统中的符号共享的研究成果较少,主要有 3 个方面:一是以 ISO/TC211 和 OGC 为代表的地理信息标准与规范制定部门制定了一些关于地图符号的存储、表达和服务的相关框架和规范^[1,2]。二是众多 GIS 厂商在他们的 GIS 产品中增加了对其他地图符号库(TrueType 字体符号库)的支持,有些甚至提供了地图符号库的交换格式和地图符号库的绘制接口(如 SuperMap)^[3]。三是 GIS 研究和应用人员提出了多种地图符号共享方法,如数据格式转换、符号格式转换、 TrueType 字体和建立符号对应表。虽然这些成果对推动 GIS 地图符号标准化和规范化具有积极的作用,也或多或少地解决了 GIS 应用领域地图符号共享问题,但并没有根除 GIS 软件平台之间地图符号系统的差异,致使它们对 GIS 地图符号的共享程度极为有限。本研究主要分析了地图符号共享的原理和机制,构建了基于通用地图符号库的地图符号共享框架,实现了通用地图符号库在多个 GIS 平台的显示以及地理信息共享中地图符号信息的同步共享。

为 GIS 系统建立通用符号库,因此,为了使 GIS 能利用所设面式

1.2 项目支撑

本书是笔者主持的国家自然科学基金课题“GIS 地图符号共享机制”(课题编号:40701149)的主要研究成果。该课题提出,从分析现有 GIS 地图符号共享技术及其存在的问题入手,提出了一种基于 OGC 符号编码规范(SE)的 GIS 地图符号共享机制。在系统分析 SE 符号要素数据模型的基础上,结合现有主流 GIS 软件地图符号数据模型和编辑器,完善 SE 符号数据模型,并研究和设计一个可视化的 SE 地图符号编辑器;研制基于 SE 符号文档的地图符号绘制引擎。由此形成的通用地图符号系统将理论上的国际地图符号规范转变成具有可操作性的 GIS 地图符号共享方法,该共享方法将打破现有各 GIS 软件地图符号系统孤立而无法实现共享的僵局,使人们在共享地理空间数据的同时,实现同一地图符号库信息在多个 GIS 软件之间以及在互联网环境下的共享。

此外,南京市科委课题“城市管线网应用地理信息系统共享平台”(项目编号:2001ZB0103)、南京市路灯地理信息系统、南京市排水规划地理信息系统、浙江丽水综合管网地理信息系统、江苏省苏北地区水资源配置监控调度系统工程取水许可与地下水管理信息系统和南京数字房产共享平台等应用项目,也为本书的研究提供了翔实的研究素材和客观的实验环境。

1.3 GIS 地图符号共享

1.3.1 GIS 地图符号共享的内涵

GIS 部分由地图脱胎而来,是机助制图的发展,是地图数据库的延伸。传统的纸质地图是一种模拟、静态的 GIS,而 GIS 是地图学在信息时代的发展^[4]。与传统的地图符号相比,虽然 GIS 地图符号在存储方式、绘制方法和表现方式上都有所不同,但在符号分类、符号设计和符号结构等方面都极为一致。地图符号是 GIS 表达地理信息和空间概念的主要形式,通过建立合理、有效的地图符号模型,准确地传递空间信息,满足 GIS 用户对空间信息的直观需求,是 GIS 的主要功能之一^[5]。

广义的 GIS 地图符号共享是指在计算机及空间数据基础设施等技术支撑下的对 GIS 地图线画符号、色彩符号、立体符号、名称注记和地图投影、比例尺与方向等地图信息的共享。狭义的 GIS 地图符号共享是指对 GIS 地图线画符号、色彩符号、立体符号和名称注记等信息的共享^[6,7]。

本书所讨论的 GIS 地图符号共享属于狭义的 GIS 地图符号共享范畴,共享对象是 GIS 软件平台里地图符号通常所包含的内容:点符号、线符号和面符号。具体地说,包括以下 3 个方面。

第一,地图符号库在多种 GIS 环境下的应用,即“一库多用”。只要解决了通用格式的地图符号库信息在多种 GIS 环境下的显示,就可完全克服过去孤立的 GIS 地图符号系统之间信

息共享的障碍,实现对地图符号语法和语义信息的完全共享。

第二,地图符号库的转换与共享。对于数据格式开放的地图符号库,应可以通过对地图符号库信息的解析,找出两种符号文件数据结构的对应方式,有针对性地编程,从而实现地图符号库的转换。

第三,地理信息共享中的地图符号信息共享。空间数据经过数据格式转换后,地图符号信息也应原样显示。

1.3.2 GIS 地图符号共享的障碍

阻碍 GIS 地图符号共享的因素很多,大致表现在以下几个方面。

1) 地图符号数据格式的差异

地图符号数据包括语法(图形)数据和语义(属性)数据两部分,其中,语法数据是符号的图形信息,如地图符号各个图素的绘制参数;语义数据是地图符号的描述信息,如符号编码、符号名称、符号分类、符号描述等。造成地图符号数据格式差异的原因主要有以下4点:①存储介质不同。有些地图符号设计系统把地图符号库存储在数据库中,用数据表来记录地图符号的图形信息和属性信息。地图符号的数据库存储方式比较适合于大型的 GIS 应用系统,这种存储方式能保证地图符号信息的一致性和共享性。用文件存储符号,存取速度快,而且易于管理和复制,所以一般的 GIS 软件平台的地图符号都采用文件方式存储。②符号的语法结构各异。每个符号都是由一个或多个要素组合起来的,不同的符号组成要素给地图符号库的交互和共享带来了极大的困难。以点符号为例,Truetype 字体文件只有曲线和直线组成的多边形,而 ArcGIS 的点符号可以是箭头、正方形、圆、菱形、十字、图片或字体,SuperMAP 的点符号则可以是点、折线、圆弧、多边形、椭圆、矩形、圆角矩形、文本等^[8,9]。③构图规律不同。GIS 软件中地图符号的构图规律相当灵活,如线符号有些采用分层叠加方法,有些采用符号循环块方式。④符号的绘制原理不同。有些符号是矢量符号,有些是栅格符号,还有些是栅格和矢量混合符号^[10,11]。符号数据格式的差异是实现 GIS 中地图符号共享最主要的障碍。

2) 地图符号设计方式的差异

纵观目前的 CAD 和 GIS 软件,地图符号设计方式主要有以下6种:①文本编辑设计方法,如 AutoCAD 的图形文件、线文件和阴影文件,其特点是设计速度慢、不能实时观察所设计的符号。②采用系统提供的二次开发语言编程,如原 ArcInfo 的 AML 语言、MGE 的 MDL 等,它们提供了编程实现符号的绘制接口。这种符号编辑模式对符号设计者的编程水平要求较高、难度较大。③利用系统的图形编辑功能,如 AutoCAD 的块文件(block)、MGE 的单元(cell)。但这种方式受系统图形编辑功能的限制,且只能设计点符号。④使用字体编辑器软件来设计符号,很多 GIS 软件,如 ArcGIS 和 MapInfo 都支持对字体文件的显示,可以将创建好的字体文件引入点符号库里。但这种字体符号只适用于点符号,而且是单色的。⑤用 GIS 平台软件提供的地图符号编辑模块,如 ArcGIS、MapInfo、MapGIS、SuperMap 等都有自己的符号编辑模块。⑥使用主流编程语言开发的地图符号设计系统。

3) 地图符号化接口的差异

由于符号设计的目的是为 GIS 系统建立地图符号库,因此,为了使 GIS 能调用所设计的符号,并在地图上进行绘制,必须为地图符号库的显示设置符号化接口。有些 GIS 软件为了支持用户自定义的符号而为开发人员提供了可编程的接口,如 MapObjects 和 ArcObjects^[12];

而有些 GIS 软件没有开放符号化接口,用户必须自己编程以实现对自定义地图符号库信息的调用和绘制,如 MapX、SuperMap、GeoStar 等。

1.3.3 GIS 地图符号共享现状

目前 GIS 地图符号共享方法主要有以下 4 种:数据格式转换、符号格式转换、TrueType 字体符号和符号对应表。

1) 数据格式转换

数据格式转换方法主要针对 CAD 的数据(*.DXF, *.DWG)向其他格式数据(*.TAB, *.SHP 等)转换的情况,它通过将 CAD 数据文件中的每个点要素图块的图形要素(Line, PolyLine, Circle 等)分解为多个几何要素写入其他格式文件,这样 CAD 中的符号信息就显示在其他数据文件中了(见图 1.1)。

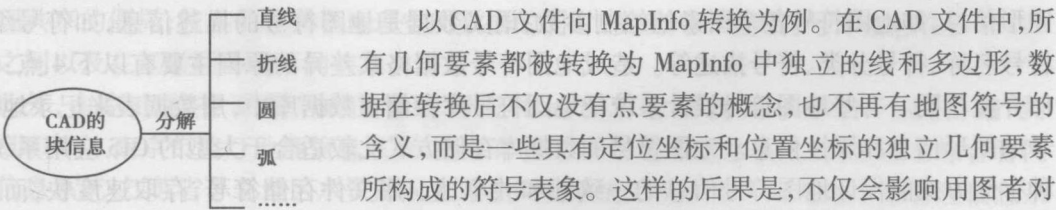


图 1.1 CAD 图块信息分解示意图

2) 符号格式转换

目前主流的大型 GIS 平台软件,如 ArcGIS、MapInfo、SuperMap 和 GeoStar 等都使用文件方式来存储和管理地图符号库资源,点符号库、线符号库和面符号库分别或一起存储在符号文件中。地图符号格式转换方法就是把其他格式的地图符号数据通过专门的格式转换程序,转换成该系统的地图符号,并复制到当前系统的地图符号库中。但采用这种方式实现系统间的符号共享比较困难。首先,要实现系统间的符号共享,就必须知道源系统地图符号库与目标系统地图符号库的数据格式。但这些数据格式一般都是 GIS 软件所特有的内部格式,多不公开,因此,很难在现有的各个系统之间提供相应的转换模块。其次,采用这种模式需要针对不同的数据格式编写针对性的程序,工作量大。而且,一旦某个地图符号库在存储格式上发生变化,所有与它有关的格式转换程序都需要修改^[13]。

3) TrueType 字体库

按照 TrueType 格式制作的 TrueType 字体地图符号库因为遵循统一标准,所以符号数据结构、符号编码、数据存储方式、接口函数、操作系统和软件平台等影响矢量符号共享的因素将不再是不同系统间 TrueType 符号共享的障碍,从而给 GIS 系统间符号信息的直接无损共享提供了可能^[13,14]。几乎现有的专业 GIS 软件都支持对 TrueType 符号的显示, TrueType 字体符号库可以解决不同 GIS 环境下地图符号的共享问题。但 TrueType 地图符号库有两个最大的不足:①TrueType 地图符号库只能设计点符号,对于线符号和面符号则无能为力。②TrueType 点符号只能有一种颜色信息,不能为不同的符号组成部分设置不同的颜色。所以,采用 TrueType 地图符号库,其共享程度和地图表现能力都是很有限的。

4) 符号对应表

目前,通过数据转换,可以很容易地实现 GIS 空间数据在不同系统间的迁移,但想通过地

图符号格式转换实现符号库信息的迁移却很难。而采用符号对应表,可以实现地理信息共享过程中地图符号信息的原样显示。可以在目标 GIS 系统里利用其自带的符号编辑模块创建一套和源系统地图符号库一致的符号文件,建立一个符号对应表,使源地图符号库和目标地图符号库里的符号编码一一对应^[15]。当目标系统显示 GIS 数据时,对于数据中的每一个空间对象,首先获取该对象在源系统中的符号编码,然后在符号对应表中找出与该编码匹配的目标系统的符号编码,最后在目标系统中根据相关地图符号库信息对该空间对象进行符号化,实现地图符号信息的原样显示(见图 1.2)。



图 1.2 符号对应表原理图

图 1.3 所示为基于符号对应表实现地理信息共享过程中地图符号共享的流程:GIS 平台 A 数据迁移到 GIS 平台 B 时,首先创建平台 A 的地图符号库副本,并按照平台 B 的符号组织方式将符号副本追加到 B 平台的地图符号库中,再根据平台 A 地图符号库与平台 B 地图符号库的对应关系建立符号对应表。空间数据迁移到 GIS 平台 B 后,根据符号对应表使空间数据与平台 B 地图符号库关联,通过符号化模块对平台 B 空间要素符号化。

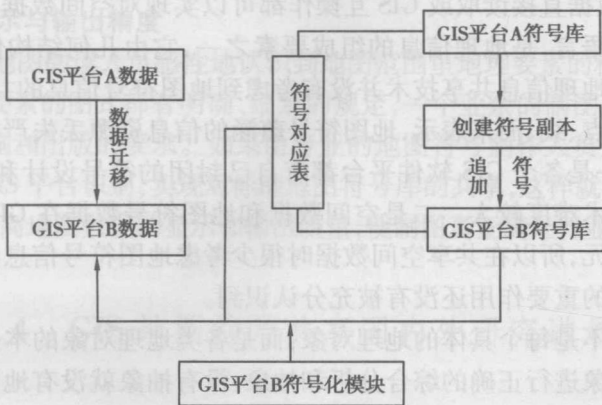


图 1.3 符号对应表实现流程

GIS 引入符号对应表可以实现在数据的迁移过程中数据的表现形式基本保持不变。部分 GIS 厂商,如 MapGIS 和 SuperMap 已经支持符号对应表模式的符号迁移。如 MapGIS 提供了一套用于和 AutoCAD 进行符号迁移的对应表,包括符号对应表 arc_map. pnt、线形对应表 arc_map. lin、颜色对应表 Arc_map. clr、层对应表 arc_map. tab。对应表都是文本格式,用户可以根据应用需要进行编辑。SuperMap 提供的 srt 格式的对对应表由对应表表头、字体对应表部分和线形对应表 3 部分组成。用户可以生成对应表文件,指定原数据中的线形、字体、符号和填充模式与 SuperMap Deskpro 式样的一一对应关系。Srt 对应表能使其他 GIS 软件或 CAD 软件与

SuperMap 之间进行地图符号库的迁移。

由于现有的 GIS 软件基本都包括点、线、面符号的编辑模块,采用符号对应表方法可以达到在目标 GIS 平台里显示与源 GIS 平台一样的符号的目的,从工程上实现了符号信息的共享显示^[16]。但是,由于通过数据格式转换方式、符号格式转换方式和 TrueType 字体库方式都存在数据失真、难度较大或共享有限等局限性,所以符号对应表是现在最常用的一种 GIS 数据迁移后共享符号信息的途径。但从本质上说,目标 GIS 平台里显示的还是本平台地图符号库里的符号,而且不能脱离 GIS 的地图符号编辑模块独立存在。此外,由于各 GIS 软件的地图符号系统对符号的语法结构定义的差异,很难实现对符号图形信息的完全共享。可见,符号对应表方法并没有从根本上解决地图符号信息的共享问题。

1.3.4 GIS 地图符号共享的意义

1) 地理信息共享的重要组成部分

地理信息共享是指以计算机及空间数据基础设施等技术硬件为依托,在标准、政策、法律等软环境支持下,对地理信息进行的共同使用,即允许知晓、操作、利用自身或非自身生产或者持有的地理信息的过程,这里的地理信息包括数据、设备、人员及服务^[17]。可以看出,对地理信息共享的认识一般来源于两种角度:第一为组织方面,认为地理信息共享是各类社会组织之间的一种关系,是一种互动行为。第二为技术方面,涉及地理信息的互操作、拷贝等方面^[18]。本书中所讨论的地理信息共享主要针对共享技术,即如何用计算机技术来消除地理信息共享的障碍。

过去,研究者对地理信息共享的研究主要集中在对空间数据的共享与互操作上,无论是采用数据转换技术、数据直接读取或 GIS 互操作都可以实现对空间数据的共享^[19,20,21,22,23,24]。地图符号作为地图的语言,是地理信息的组成要素之一,它由几何结构信息和属性语义信息两部分组成。现有的地理信息共享技术并没有考虑到地图符号信息的共享,共享后的 GIS 数据的要素都用简单的点、线、面来表示,地图符号蕴涵的信息资源丢失严重。造成这种现状主要有以下 3 个原因:一是各个 GIS 软件平台都有自己封闭的符号设计和绘制模块,实现地图符号信息的共享的技术难度较大。二是空间数据和地图符号数据在 GIS 操作系统里一直都是两个相对独立的单元,所以在共享空间数据时很少考虑地图符号信息的共享。三是地图符号在 GIS 地图表达中的重要作用还没有被充分认识到。

地图符号表示的不是每个具体的地理对象,而是各类地理对象的本质特征。建立地图符号系统必须对地图对象进行正确的综合分析和抽象,没有抽象就没有地图符号。当人们创造和运用符号时,把概念转换为形象,或者说创造了一个物质表象并赋予它一定的含义。当人们读取符号时,则由物质表象转换为相应的概念^[25,26]。可见,任何一套地图符号系统都包含 GIS 设计人员对现实世界的抽象信息,这些信息对认识地图和运用地图都非常重要。因此,地图符号的共享是地理信息共享的重要组成部分。

2) 推动 GIS 地图符号标准化和专业化

人们在长期的制图实践过程中,形成了一些具有普遍认同度与约束力的图式规范和地图符号库。如《1:5 000、1:10 000 地形图图式》(GB/T 5791—1993)和《1:500、1:1 000、1:2 000 地形图图式》(GB/T 7229—1995)都对各种制图比例尺下的地物、地貌要素的符号、注记和整饰,使用符号的原则、方针和要求进行了明确的规定。根据这套国标图式产生了很多行

业应用的标准图式。如南京市测绘勘测研究院依据有关的国家标准,参考已出版的城市规划图集,在 MapGIS、Coreldraw 和 AutoCAD 3 种绘制软件上,建成了以城市总体规划为主的城市规划图例地图符号库(City Planning Symbol Base,简称 CPSB)。CPSB 内容较为全面,共选择了 26 个规划专题,几乎涵盖了目前我国所有的规划专题。该地图符号库的建立,不仅可以减少规划制图人员的劳动强度、提高工作效率,而且为我国城市规划部门出台城市规划图例符号规范提供了科学的参考依据^[27]。但由于没有解决符号共享难题,这个标准地图符号库的应用非常有限,在有些不支持这 3 种格式符号的 GIS 环境下,必须重建一套地图符号库。

如果解决了 GIS 地图符号共享的关键技术,那么国家相关地图符号标准制定部门在制定图式规范的同时,就可以请权威的专业地图符号制作人员制作标准数字地图符号库,配以图式规范,对数字地图符号库作相关文字说明。在地图符号共享技术的支撑下,GIS 开发和使用人员只需将它应用于各个 GIS 平台即可,这将有力地推动符号的标准化和专业化进程。

3) 充分利用地图符号库资源,减少重复劳动

为了在不同 GIS 平台的地图上显示地物的类型和特征,系统设计人员必须在该 GIS 平台的符号编辑模块里设计一套能形象地描述地物特征的地图符号库。地图符号的设计要求必须简明、形象、易读,特别是一些有国际标准和国家标准和行业图式,一条线的长度要求精确到 0.1 mm,这对地图符号的设计人员来说,是一项细致烦琐的工作。但由于各 GIS 平台符号格式的不公开,当基础数据或行业数据转到另一个 GIS 平台后,必须在这个平台的符号编辑系统里重建一套地图符号库,才能达到数据正常的显示效果。如果一种地图符号库可以被不同 GIS 软件共享,或者地图符号库可以实现无损交换,那么建好的地图符号库即可直接或通过符号转换在不同 GIS 软件里显示。这不仅充分利用了地图符号库资源,而且也会明显减少系统开发人员的重复劳动。

4) 提高数据的显示与输出精度

地图符号可以使地图阅读人员感性地认识到地图范围里地理要素的种类、数量以及分布特征。很多行业对地图要素的图式都有明确、细致的规定,一个业余的制图人员设计的地图符号往往不能满足地图印刷和出版的要求。如果由专业的地图符号制作人员来设计行业标准地图符号库,并为大多数 GIS 平台识别,实现对标准地图符号库的共享,这样就可以消除地图符号设计过程中的随意性,提高地图数据的显示和输出质量,使制图真正满足行业精度要求。

1.4 GIS 地图符号共享国内外研究进展

1.4.1 GIS 地图符号共享国外研究进展

1) GIS 国外地图符号标准化与规范化研究进程

实践表明,如果没有统一的地图符号标准和规范,就没有地图符号共享,GIS 地图符号的标准和规范是实现 GIS 地图符号共享的前提和保障。只有大家都遵循一个 GIS 地图符号标准,才能最终消除 GIS 地图符号共享的障碍,实现符号的互操作^[28,29,30]。因此,GIS 地图符号共享研究的一项重要内容就是地图符号标准的制定。国外很多地理信息标准研究部门(OGC [Open Geospatial Consortium]、ISO/TC211 [国际标准化组织地理信息标准化技术委员会]、FG-DC)和专业制图机构(美国国防部影像制图局、国际电工委员会、美国地质调查局)针对通用