

GIS 地图符号共享研究进展与展望

陶陶^{1),2)} 闫国年²⁾ 张书亮²⁾ 李艳娜³⁾

¹⁾(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,重庆 400045)

²⁾(南京师范大学地理信息科学江苏省重点实验室,南京 210097) ³⁾(重庆工商大学旅游学院,重庆 400067)

摘要 地图符号是 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,但封闭的、格式不一的地图符号系统给 GIS 领域地图符号的共享带来很大的困难。为了实现地图符号在 GIS 中的共享,从 GIS 地图符号标准化和现有 GIS 地图符号共享方法两个方面入手,分析了国内外 GIS 地图符号共享研究的进展及其存在的问题与不足,并提出了 SLD(styled layer descriptor implementation specification 式样化图层描述符执行规范,简称 SLD)“符号模式”共享方法,该方法将打破现有各 GIS 软件因地图符号系统孤立而无法实现共享的僵局,以实现地图符号信息在多个 GIS 软件之间的共享。

关键词 GIS 地图符号 共享 “符号模式”

中图法分类号: P208 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2007)08-1326-07

Research Progress and Prospect of Map Symbol Sharing in GIS

TAO Tao^{1),2)}, LV Guo-nian²⁾, ZHANG Shu-liang²⁾, LI Yan-na³⁾

¹⁾(College of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400045)

²⁾(Jiangsu Provincial Key Laboratory of Geographical Information Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097)

³⁾(College of Tourism, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067)

Abstract Map symbol is a main method of GIS to portray the features and distribution laws of the earth's elements intuitively and visually, but different and inconsistent map symbol systems make it difficult to share. The paper analyzes both domestic and overseas research progress of GIS map symbol sharing with standardization and current sharing methods, and concludes research problems as well. Then, map symbol sharing method based on SLD symbol schema is put forward, through which the sharing deadlock, formed by isolated map symbol systems, will be broken and map symbol sharing can be realized.

Keywords GIS, map symbol, sharing, symbol schema

1 引言

地图符号是地图的图解语言,也是地表要素在地图上的表达形式,它是用来沟通客观世界、制图者和用图者,传输地图信息的媒介^[1]。虽然,随着计算机的出现,地理语言已经逐步由地图演化为地理信息系统(geography information system, GIS)^[2],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,如今,这些封闭的、格式不一的地图符号系统

已给 GIS 领域地图符号的共享带来很大的困难。

目前,有关地理信息系统中的地图符号共享研究的成果较少,主要成果有 3 个方面^[3]:一是以 ISO/TC211 和 OGC(open GIS consortium)为代表的地理信息标准与规范制定部门制定的关于地图符号存储、表达和服务的规范^[4-7];二是众多 GIS 厂商在它们的 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);三是 GIS 研究和应用人员已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

收稿日期:2006-04-03;改回日期:2006-06-30

第一作者简介:陶陶(1975~),女,讲师。2006 年获南京师范大学博士学位。主要研究方向为地理信息共享技术。E-mail: jlpatao@126.com

果对推动 GIS 地图符号的标准化和规范化具有积极的作用,也或多或少地解决了 GIS 领域的地图符号共享难题,但并没有从根本上消除 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。

本文通过分析国内外的 GIS 地图符号共享研究进展及其存在的问题与不足,提出了样式化图层描述符执行规范(styled layer descriptor implementation specification, SLD)“符号模式”共享方法,该方法可以打破现有各 GIS 软件地图符号系统孤立而无法实现共享的僵局,以便实现地图符号库信息在多个 GIS 软件之间的共享。

2 国内外的 GIS 地图符号共享研究进展

2.1 GIS 地图符号标准化与规范化研究

实践表明,没有统一的地图符号标准和规范就没有地图符号的共享,由于 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,因此

只有大家都遵循共同的标准才能最终消除 GIS 地图符号共享的障碍,以便实现地图符号的互操作^[8]。因此,GIS 地图符号共享研究的一个重要内容就是地图符号标准的制定。

2.1.1 国外地图符号相关标准

国外很多地理信息标准研究部门(OGC、ISO/TC211)和专门制图机构针对通用地图符号和行业专用符号的标准进行了研发和制定,产生了大量与地图符号有关的标准和文献(见表 1)。实践证明,建立科学合理的 GIS 地图符号体系及地图符号库标准,对促进地理空间信息共享和 GIS 地图的应用都是非常必要的^[9]。

2.1.2 国内地图符号相关标准

国内的一些标准化研究机构和权威地图制图部门在地图符号信息分类与编码、地图符号库建立、普通地图和专题地图符号的绘制等方面都制定了相关规定(见表 2),并对具体的制图过程进行了相关说明和限制,这不仅为制图者提供了可参考的依据,也为读者带来了阅读上的便利。

表 1 国际上与地图符号有关的主要标准和文献

Tab.1 International map symbol specifications and literatures

文献名称	研制单位	发布时间
Geography Markup Language (地理标记语言,简称 GML) V3.0 Implementation Specification; Default Style(GML3.0 默认式样)	OGC	2002-09-06
Geographic Information——Portrayal(地理信息 图示表达)	ISO/TC211	2002-02-14
Styled Layer Descriptor Implementation Specification 1.0.0(式样化图层描述符执行规范,简称 SLD)	OGC	2002-08-19
Web Map Service Implementation Specification 1.3(网络地图服务执行规范,简称 WMS)	OGC	2004-08-02
OGC Style Management Service 0.0.9(OGC 式样管理服务,简称 SMS)	OGC	2002-01-20
Geographic Information——Spatial schema(空间模式)	ISO/TC211	2001-06-21
Geospatial Symbols for Digital Display(Geosym)	NIMA(美国国防部影像制图局)	2000-06-05
FCGxx: Symbology and Annotation for Maps and Imagery(SAMI)	ISO/IEC12071(国际电工委员会)	2000-06-05
Topographic Map Symbols	USGS(美国地质调查局)	1990

表 2 国内与地图符号有关的主要标准和文献

Tab.2 Domestic map symbol specifications and literatures

标准名称	起草单位	实施时间
城市基础地理信息系统技术规范	建设部	2004-05-01
专题地图信息分类与编码	中国测绘科学研究院	2001-09-01
地图符号库建立的基本规定	国家测绘局标准化研究所	2001-04-01
地图用公共信息图形符号、通用符号	中国标准化与信息分类编码研究所	1999-09-01
地图学术语	国家测绘局标准化研究所	1998-02-01
(系列比例尺)地形图图式	国家测绘局标准化研究所	1996-05-01
省、地、县地图图式	国家测绘局标准化研究所	1993-10-05
国土基础地理信息分类与编码	国家基础地理信息中心	1993-07-01
林业地图图式	林业部	1975 年试用,1982 年实施

图式规范长期以来一直扮演着地图符号共享的中介者,人们通常通过制定图式,规定每种地图符号的绘制式样、尺寸和颜色等信息来规范地图制图中的符号设计,人们也通过图式对地图符号的含义和图形表现达成一致的认识,以达到实现对地图符号信息共享的目的。即使制图方式从纸质制图变为机助制图,制图者也必须在不同的制图环境下按照图式的规定设计地图符号库,以维持对地图语言认知的约定。

当然,也有些地图符号研究人员试图把纸质图式规范转换成一种电子图式规范^[10]。这种电子图式虽然消除了人们按照图式规范转制数字地图符号库过程中信息传输的噪音干扰,以有利于对地图符号的信息共享,但由于没有解决地图符号库的多平台显示问题,因此还必须在不同的 GIS 平台设置地图符号库;而且由于不同 GIS 地图符号软件对符号语法和语义定义的差异,也将导致同类型地图符号库在不同 GIS 平台里可能有不同的图形表现和属性特征。

2.2 GIS 产品对地图符号共享的支持

除了地图符号标准与规范的制定以外,GIS 软件厂商作为地理信息共享的主力军,其产品对地图符号共享的支持也是推动 GIS 地图符号共享的重要力量。GIS 产品对地图符号共享的支持主要经历了以下 3 个阶段:

(1) 封闭式

GIS 软件平台虽为用户提供了地图符号库,但用户还不能编辑和修改符号,也不能对地图符号库进行扩展。这一阶段 GIS 软件的地图符号库对用户来说就是一个黑箱,即是一个完全封闭的地图符号系统。

(2) 半封闭式

GIS 软件提供给用户某些符号编辑功能和相应的用户界面,用户可以根据自己的需要扩展地图符号库。但由于 GIS 软件没有为用户和开发人员提供可编程的接口,因此用户只能利用系统内置的符号编辑功能进行符号的设置,还不能对地图符号进行自定义。另外,这一阶段的 GIS 软件一般都支持 TrueType 字体,并可将 TrueType 字体库里的点符号直接作为 GIS 软件地图符号库的点符号或点符号的组成部分。这一时期的 GIS 地图符号系统处于半封闭状态。

(3) 准开放式

某些 GIS 软件除了提供相应的地图符号编辑工

具之外,还为用户开放了地图符号调用和显示的接口,从而从真正意义上实现了地图符号的用户自定义扩展。如 MapObjects 和 ArcObjects 可以按照图层的某个字段值进行地图渲染,其开放了 SetupDC, Draw 和 ResetDC 3 个地图刷新接口,并支持对地图符号系统的自定义。

2.3 GIS 地图符号共享现状

目前,在具体的 GIS 系统开发和应用过程中,人们主要采用以下 4 种方法来实现对地图符号信息的共享。

2.3.1 数据格式转换

数据格式转换方法是指将计算机辅助设计 (CAD) 数据 (*.DXF, *.DWG) 转换为其他格式数据 (*.TAB, *.SHP 等) 时,是通过将 CAD 图形的点要素图块分解为多个几何要素,并分别写入目标文件,以实现将 CAD 的点符号图形信息存储于目标文件中(见图 1)。

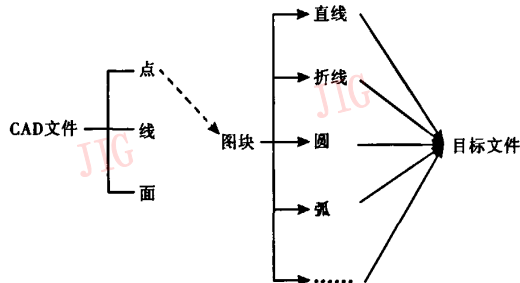


图 1 数据格式转换示意图

Fig. 1 Sketch of data transformation

以 CAD 文件向 MapInfo 转换为例,CAD 文件中所有点要素都按其图块组成分解为 MapInfo 中独立的线和多边形。数据在转换后不仅没有点要素的概念,也不再具有地图符号的含义,而是一些具有定位坐标的独立几何要素所构成的符号表象。这样的后果不仅会影响用户对数据的理解,还会使数据文件膨胀,而且这种膨胀会随着点要素的增多以及点符号复杂程度的增加而成倍增长。

2.3.2 符号格式转换

主流的大型 GIS 平台软件,如 ArcGIS、MapInfo 和 SuperMap 等都使用文件方式来存储和管理地图符号库资源,使点符号库、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,因为首先,要实现系统间的符号共享,就必须知道源系统与目标系统地图符号库的数据格式,但由于这些数据格式一般都是 GIS 软件的内部格式,数据格式不公开,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,需要针对不同的数据格式编写针对性的程序,不仅工作量大,而且一旦某个地图符号库在存储格式上发生变化,那么所有与它有关的格式转换程序都需要修改^[11]。

2.3.3 TrueType 字体库

按照 TrueType 格式制作的 TrueType 字体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,这就给 GIS 系统间符号信息的直接无损共享提供了可能(如图 2 所示)^[12]。几乎现有的专业 GIS 软件都支持对 TrueType 字体符号的显示, TrueType 字体符号库虽可以解决不同 GIS 环境下地图符号的共享问题,但 TrueType 字体符号有两个最大的不足:(1)只能设计点符号,对于线符号和面符号则无能为力;(2) TrueType 点符号只能有一种颜色信息,尚不能为不同的符号组成部分设置不同的颜色。由此可见,采用 TrueType 字体符号库,其共享程度和地图表现能力都是很有局限的。

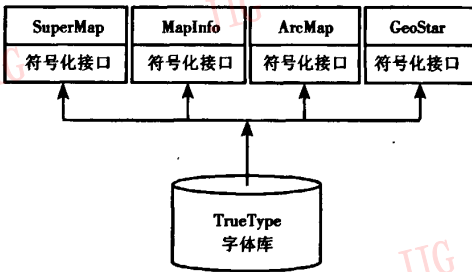


图 2 TrueType 字体库共享

Fig. 2 Sharing based on TrueType symbol library

2.3.4 符号对应表

通过数据转换虽可以实现 GIS 空间数据在不同系统间的迁移,但要想通过地图符号格式转换来实现符号库信息的迁移却很难,而采用符号对应表则可以实现地理信息共享过程中地图符号信息的原样显示。当 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,并将该符号副本追加到平台 B 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,就可根据符号对应表使空间数据与平台 B 地图符号库关联,并可通过符号化模块实现平台 B 空间要素的符号化(如图 3 所示)。

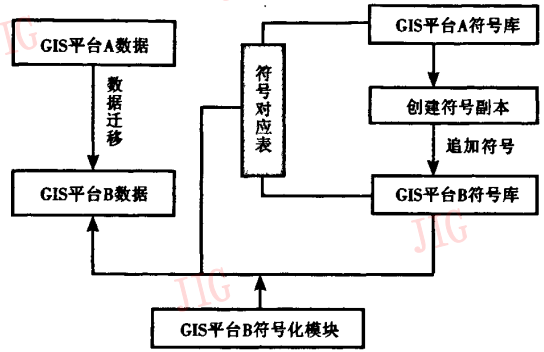


图 3 符号对应表实现流程

Fig. 3 Implementing flow of symbol corresponding table

由于现有的 GIS 软件都包含点、线、面符号编辑模块,因此采用符号对应表方法可以达到在目标 GIS 平台里显示和源 GIS 平台一样符号的目的,这就从工程上实现了符号信息的共享显示^[13]。由于通过数据格式转换、符号格式转换和 TrueType 字体库都存在数据失真、难度较大或共享有限等局限,所以符号对应表是目前最常用的一种 GIS 空间数据符号信息的共享方式。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,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有差异,因此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。

3 GIS 地图符号共享存在的问题

由于大多数 GIS 地图符号库都是系统的内部格式,也未公开读写的接口和方法,从而给不同 GIS 地图符号库之间符号要素的对应和交互带来极大的困难。虽然, GIS 研究人员从不同角度提出了突破或回避这些障碍的办法,但仍没能很好地解决 GIS 实际应用中的地图符号共享难题。

3.1 GIS 地图符号标准的研究与应用脱节

尽管目前已有很多关于地理信息的标准和规范,其中也不乏有专门针对地图符号的规范,如 SLD

和 SMS(表 1),但这些规范由于和具体的应用脱离,因而很少得到 GIS 软件的支持。现以 SLD 为例进行说明,由于符号支持的图素较少,这不但造成符号的表现单一,且符号的配置只能实现比较简单的地图可视化,不适合表达丰富多彩的地图图形信息,所以,虽然 OGC 等地理信息标准制定部门制定了地图符号规范,却很少被 GIS 软件在系统中采纳。

3.2 GIS 地图符号共享方法的局限性

现有 GIS 地图符号共享方法大多只是从某个角度解决了地图符号共享的难题,尚没有全面综合地提出 GIS 地图符号共享体系和框架上的思路。其主要体现在:(1)对实现环境要求很高,当应用环境改变时,这些共享方式就不能发挥作用了,如符号格式转换方法只针对那些开放符号格式的符号库,而目前绝大多数的符号库格式都是不公开的;(2)共享实现过程繁琐,通常需要很多操作,甚至大量编程才能实现,如符号对应表方法的实现需要通过在目标环境里重建符号库来建立两个符号库的对应关系,才能编程实现符号的关联等操作;(3)点符号共享的成果较多,而线符号和面符号的共享成果则较少。由于各 GIS 软件平台对点符号的语法结构定义和存储方式基本一致,因此只要公开点符号库的格式,那么都可以实现点符号信息的转换与共享,再加上 TrueType 字体符号这个中间纽带,点符号共享具有较宽的实现通道,但由于在线符号和面符号的语法结构定义上还存在很大差异,所以很难实现对它们的共享;(4)共享效果不理想。如 TrueType 字体符号只能是单色显示,但由于对地图符号语法结构定义有差异,从而导致了符号格式转换和符号对应表模式的符号显示与原有状态存在一定偏差。

这些单个的、片面的共享方式虽然为 GIS 地图符号共享提出了一些好的理论基础和实践经验,但并没有从根本上消除地图符号共享的障碍。研究表明,只有建立一个基于国际标准的、通用的地图符号共享方法,才能从根本上消除 GIS 地图符号共享的障碍,进而实现对 GIS 地图符号信息的共享。

4 GIS 地图符号共享展望——SLD “符号模式”共享

4.1 SLD“符号模式”

ISO TC/211 和 OGC 制定了大量与地图式样(地图符号)有关的规范,但不不管是地理信息国际标准的

图式表达规范和 GML3.0 的要素默认式样,还是 WMS 的图层式样,它们都只能对元素进行简单的式样设置,比如为整个图层设置一种简单式样,或者根据元素的属性值为其配置相应的简单符号。显然,这些单调的地图式样根本不能满足人们对地图符号表达的要求,所以 OGC 几乎在推出 GML3.0 的同时又推出了 SLD 规范,这就为图层的自定义式样提供了 XML 文档模式,其文档元素框架如图 4 所示。

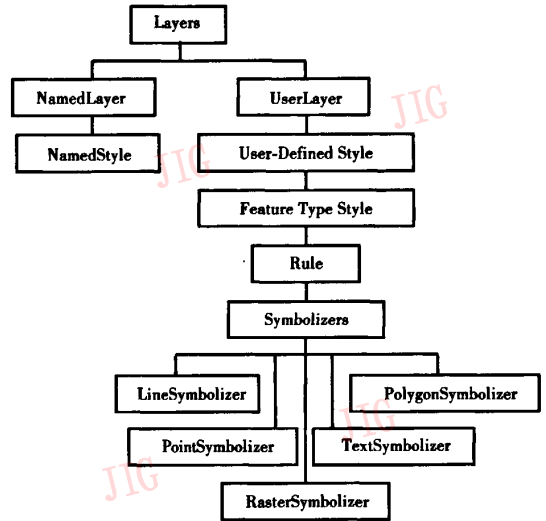


图 4 SLD 文档元素框架

Fig. 4 Frame of SLD document elements

SLD1.0.0 可以分成以下 4 个不同的部分(模式文件):“StyledLayerDescriptor. xsd”、“FeatureStyle. xsd”、“Symbol. xsd”以及“Common. xsd”。其中,“Symbol. xsd”模式(“符号模式”)包括所有的符号化元素,其可以将符号作为独立和完整的对象来处理,并能创建可重用的地图符号库。

正如 OGC 通过制定地理标记语言(geography markup language, GML)来规范地理信息的传输、存储和编码一样,OGC 制定式样化图层描述符执行规范也是用来规范地理要素符号信息的传输、存储和表达。由于 OGC 一直认为“数据与表示法(符号)要严格分离”,以及考虑到现实地图符号表达的千差万别,所以,他们在制定 GML3.0 时,只是提供了设置要素简单式样的方法,而 SLD 的推出正是 GML3.0 的有益补充。在 SLD 的“符号模式”中,对点、线、面、文本和栅格符号化元素及子元素进行了详细的描述,它不仅可以通过符号化元素的组合实

现对各种地图要素的符号自定义,而且能基本满足在单机条件或网络环境下的地图符号显示要求。

4.2 SLD“符号模式”共享

SLD的“符号模式”作为一个地理信息国际标准,为地理信息的符号表达提供了一个可供参考的

规范,只要各 GIS 软件厂商提供对这种符号格式的读写操作,则就能实现地图符号库信息在多个 GIS 软件之间的共享,以打破现有各 GIS 软件由于地图符号系统孤立而无法实现共享的僵局(如图 5 所示)。它可以从两条途径实现地图符号的共享:

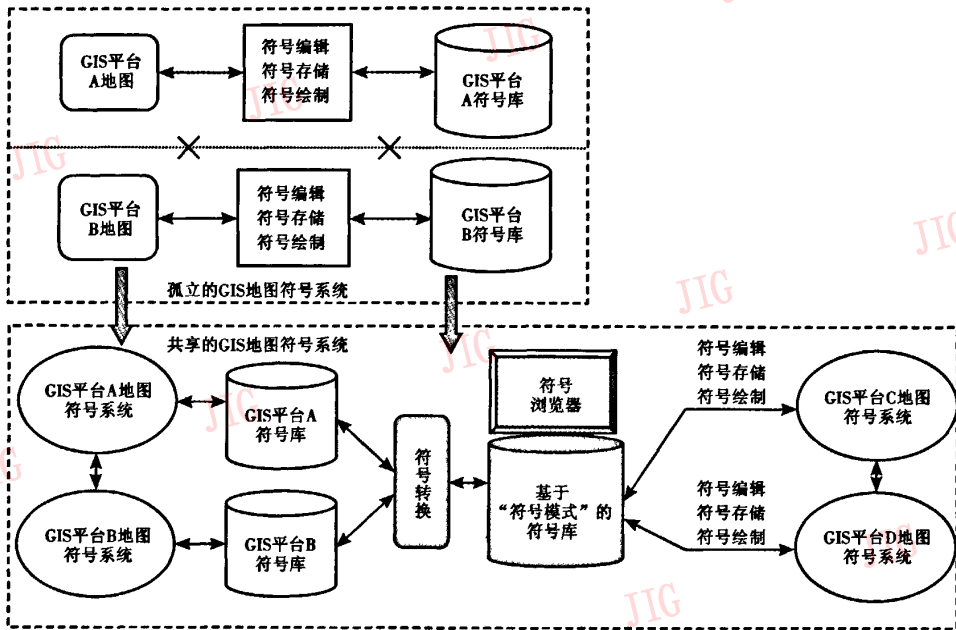


图 5 孤立的 GIS 地图符号系统到共享的 GIS 地图符号系统

Fig. 5 Independent GIS map symbol system to sharing GIS map symbol system

(1) 作为地图符号格式转换标准

每个 GIS 软件都拥有自己内部的地图符号格式和地图符号化系统,由于地图符号格式的不公开,以及数据结构定义的差异,因此通过传统的符号格式转换方法很难实现地图符号信息的交互与共享。而根据“符号模式”设计的地图符号库格式作为一种符号格式转换标准,只要各 GIS 平台提供对这种标准符号格式的转入和转出接口,那么就可以方便地进行符号格式转换,而且同样的符号标准由于可以减少符号格式转换过程中的信息损失,从而使得符号格式转换更加趋于标准化和科学化。

(2) 作为通用的标准地图符号库

各种地图符号库格式的差异是形成 GIS 地图符号信息孤岛的主要原因。只要各 GIS 软件都支持对这种标准地图符号库的读写,那么就可使标准地图符号库成为一种通用的地图符号库格式。统一的地图符号数据格式将使地图符号共享的障碍不复存在,从而真正实现对地图符号信息的无损共享。

4.3 问题与不足

虽然 SLD“符号模式”可以灵活地设置地图符号式样,但 SLD1.0.0 作为一个初期版本,在地图符号设计和表达上还存在很多需要完善的地方,这些问题与不足也直接影响了地图符号共享的效果及其在 GIS 软件中的应用,如

(1) 地图符号语法结构混乱

“符号模式”定义了 5 种符号化元素,通常情况下,每种符号化元素用以符号化它们所对应的几何要素,如点符号化要素用来定义点对象的符号,线符号化要素用来定义线对象的符号。同时它们可以被交叉引用,如点对象可引用线符号化元素,线对象和面对象可引用点符号化元素,面对象可引用线符号化元素。这种交叉引用虽然可以丰富对象的符号化表达方式,但由于对这种交叉引用没有进行具体的应用说明,因而很难将它们有效地应用到地图符号的设计中。此外,“符号模式”只是将对象的符号化元素堆积在一起,并没有为其设置一个有序的、有效

的存储和管理办法。

(2) 地图符号表达不完善

根据“符号模式”设计虽可以得到一些基本的点、线、面符号,但对于一些较复杂的符号却无法生成,如点符号里没有弧、矩形、多边形、任意直线和折线、椭圆等图素;线符号不能用点符号、切线和圆点绘制符号;而面符号更是简单,只有小图片填充和颜色填充,而且最常用的线填充和点符号填充都没有实现。这些都直接影响了地图的表现效果。

5 结 论

从空间数据共享的历程(数据格式转换→GML)可以看出,基于国际标准的共享是信息共享的必然趋势。目前 SLD 仍然备受 GIS 软件厂商的冷落,几乎没有支持 SLD“符号模式”的模块出现。其原因是多方面的,一是由于 SLD“符号模式”本身表达不够完善,二是因为 GIS 研究和应用人员对地图符号共享的重视程度远不如对 GIS 数据的共享那样重视,从而导致对地图符号共享的研究和成果很少。所以该地图符号共享方法至今仍只是一个蓝图,还没有得到 GIS 研究者、开发者和应用者的热烈响应。

笔者认为,与空间数据共享相比,GIS 的地图符号共享有更美好的前景,因为对于 GIS 软件厂商而言,数据显然比地图符号更有保密价值。一旦 GIS 业界对地图符号共享的必要性有了一致的认识,那么地图符号共享将会比空间数据共享更加彻底。如果有完善的地图符号存储表达模式,加上 GIS 厂商的支持,这种 SLD“符号模式”共享方法将会得到推广和实现。

参考文献 (References)

- 1 Lu Shu-fen. Geography and cartography [J]. Acta Geographica Sinica, 1984, 39(3): 315 ~ 320. [陆淑芬. 地理学与地图学[J]. 地理学报, 1984, 39(3): 315 ~ 320.]
- 2 Chen Shu-peng. Geography and geographic information system [J]. Acta Geographica Sinica, 1991, 46(1): 1 ~ 7. [陈述彭. 地理系统与地理信息系统[J]. 地理学报, 1991, 46(1): 1 ~ 7.]
- 3 Tao Tao. Study on Map Symbol Sharing in GIS [D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2005. [陶陶. 地理信息系统中的地图符号共享方法研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2005.]
- 4 OGC 02-023r1. Geography Markup Language (GML) Implementation Specification 3.0 [S]. Open GIS Consortium, 2002-09-06.
- 5 OGC 03-031. Style Management Service (SMS) 0.0.9 [S]. Open GIS Consortium, 2002-01-20.
- 6 OGC 04-024. Web Map Service (WMS) 1.3 [S]. Open GIS Consortium, 2004-08-02.
- 7 OGC 02-070. Styled layer descriptor (SLD) implementation specification 1.0 [S]. Open GIS Consortium, 2002-08-19.
- 8 Du Dao-sheng. Development status of geographic information standards [J]. Geo-information Science, 2003, (2): 74 ~ 78. [杜道生. 地理信息标准化的最新进展[J]. 地球信息科学, 2003, (2): 74 ~ 78.]
- 9 Wang Jun, Wang Hong, Chen Xiang-dong. The symbology standards for the electronic cartography [J]. Geo-information Science, 2003, (2): 16 ~ 19. [王均, 王红, 陈向东. 数字制图中地图符号的标准化研究[J]. 地球信息科学, 2003, (2): 16 ~ 18.]
- 10 Symbol System of Digital Map [EB/OL]. <http://www.csi.gov.cn/viewstm.asp?tmid=2>. [数字地图符号系统 [EB/OL]. <http://www.csi.gov.cn/viewstm.asp?tmid=2>.]
- 11 Yang Jian-jun. The Research and Application of Map Symbol Interoperability Based on MSDT Engine [D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2004. [杨建军. 基于 MSDP 引擎的地图符号互操作的研究与应用[D]. 南京: 南京师范大学, 2004.]
- 12 Li Dong-ping. Research on Automation of Cross-platform Forestry Mapping Based on MapInfo and VB [D]. Lanzhou: Northwest Normal University, 2003. [李东平. 基于 MapInfo 和 VB 的林业地图跨平台制图自动化研究[D]. 兰州: 西北师范大学, 2003.]
- 13 Qi Hua-bin, Ai Ting-hua, Hu Ke. Construction of symbol database and implementation of visualization based on ArcGIS [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2003, (1): 14 ~ 17. [祁华斌, 艾廷华, 胡珂. 基于 ArcGIS 的地图符号库建立及符号化实施[J]. 测绘通报, 2003, (1): 14 ~ 17.]