

文章编号: 1007-6301 (2001) 增刊-0046-06

中国国家自然地图集 Internet 版 的设计和研制^①

池天河, 齐清文, 廖 克, 王 雷

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 本文系统阐述了国家自然地图集 Internet 版的设计和研制过程中的若干问题, 包括系统的概念设计、系统开发中的 WebGIS 技术和策略, 系统的主要功能和特色, 以及系统维护和更新方案等。本系统从概念设计来看分为服务器端软件模块、浏览器端软件模块、国家自然地图集数据库支持等几个部分。系统开发中采取的 WebGIS 技术和策略有: 兼顾服务器端和客户端的综合型 WebGIS 策略, 基于 Java Applet 的 WebGIS 浏览器开发技术, 基于 Map Object (MO) 的 WebGIS 服务器开发技术等 3 个方面。在系统的主要功能特色方面, 本文从以下 5 个方面进行了论述: 科学有序的内容结构、清晰精练并带导航的界面、富有特色的信息查询功能、多重表达的地图可视化效果、一定的空间信息分析和制图功能。在系统维护和更新方案上, 本文从网络技术、数据更新、功能开发 3 个方面介绍了计划, 并对今后的发展趋势进行了展望。

关 键 词: 国家自然地图集; WebGIS; 空间数据浏览; 地图多重表达; 空间信息分析和统计制图

中图分类号: P209; P283.7 **文献标识码:** A

中华人民共和国国家自然地图集 Internet 版是一个综合的、集成的、多功能的系统, 其设计目标是实现国家自然地图集信息向全社会的发布与共享, 使其产生更大的社会效益。在国际互联网上如何有效地表达空间与属性一体化的信息, 是当前地球信息科学、地球科学等领域的国际前沿课题之一。国家自然地图集 Internet 版在充分利用迅速兴起的 Internet 技术、WebGIS 技术、Web 数据库、元数据库、网络动态数据模型等多项技术及它们间的有机结合的基础上, 解决了系统开发和研制中所涉及到的一些空间信息共享关键技术问题, 成功地实现了国家自然地图集信息的共享。用户可以上网查询、浏览、检索所需要的数据, 并可动态制图和进行统计分析。本文阐述的就是中国国家自然地图集 Internet 版设计和研制中的若干问题。

收稿日期: 2001-08; **修订日期:** 2001-09

^① 该地图集网址: www.npac.sdinfo.edu.net

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目课题 6 (KZCX2-308-6)

作者简介: 池天河 (1961-), 男, 研究员。主要从事地理信息系统方法、技术和应用研究, 网络共享与 WebGIS 技术研究, 地图学的技术体系研究等, 发表论文数十篇, 专著数部。

E-mail: chith@263.net

1 系统概念设计

中国国家自然地图集 Internet 版的数据基础是国家自然地图集数据库，它由专题地图数据组、栅格图像数据组、辅助说明数据组 3 类数据组成。以此为基础，开发出了服务器端和浏览器端两端的 Internet 软件系统；前者用于对国家自然地图集数据库的存贮、管理和发布，后者则用于对国家自然地图集数据库的共享、表达和应用（图 1）。服务器端软件由元数据库查询、数据库查询、数据分析应用、地图生成等 4 个模块组成，浏览器端软件则由查询分析界面、地图显示、专题图制作、辅助功能等 4 个模块构成。该系统的运行机制是：当从浏览器端发出信息查询或信息分析请求时，服务器端响应请求，向浏览器端发送所要求的信息。浏览器端接收到信息后，进行地图显示、专题地图和图表制作、地图图例生成、地图投影转换、符号库选择等操作，完成自然地图集的网络共享和信息查询、表达和应用。

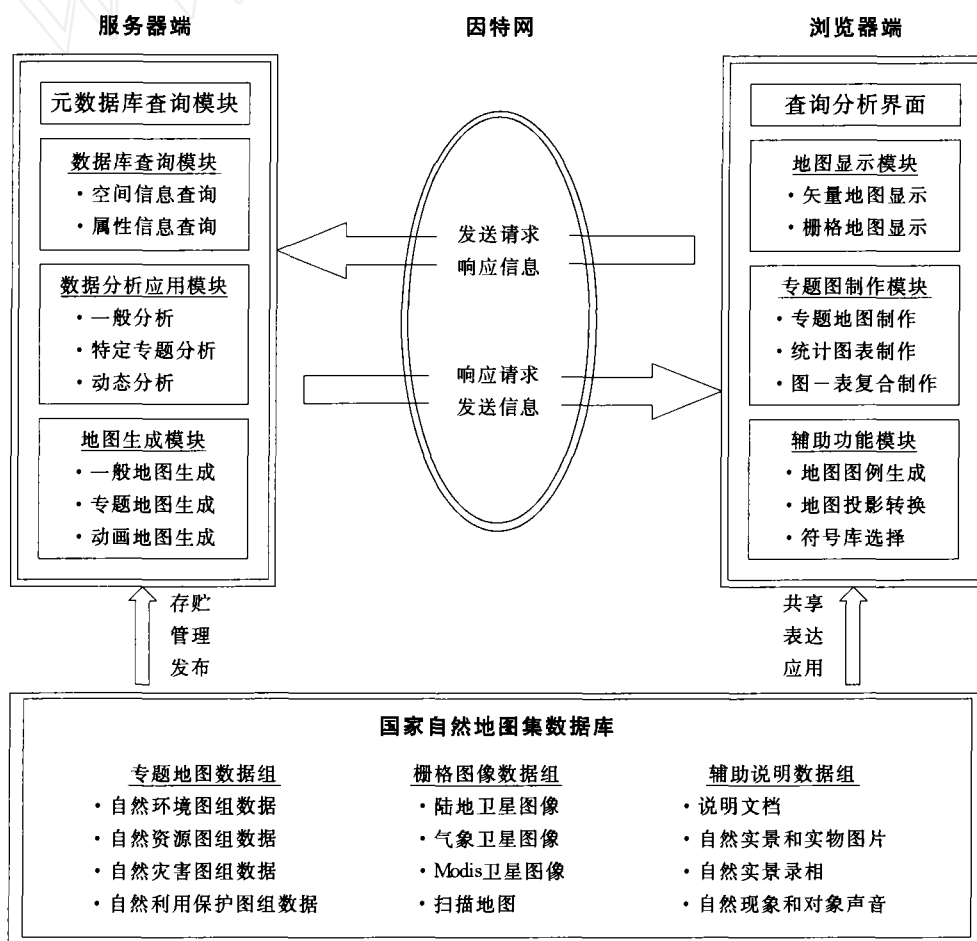


图1 国家自然地图集Internet版概念设计

Fig.1 Conception design of the internet version of NPAC

2 系统开发中的 WebGIS 技术和策略

2.1 兼顾服务器端和客户端的综合型 WebGIS 策略

在 WebGIS 的开发技术中, 纯粹的侧重服务器或纯粹的侧重客户端的策略都存在明显的局限。因此本系统采用一种综合型的 WebGIS 开发策略, 即兼顾服务器端和客户端双方的优势和潜力, 合理地分配双方的运算和传输负担, 双方共享彼此的计算能力, 使整个系统的性能达到最高。涉及到繁重的数据库操作或复杂分析的任务时, 让性能高的一方来承担, 一般来说是服务器; 涉及到用户控制的任务, 则让客户端来承担。

为实现上述综合策略, 比较理想的方式是提供一种智能化的任务分担功能, 使系统自动根据客户端和服务端上的处理能力, 对数据处理任务进行自动分配, 这样系统可以具有对服务器—客户机性能状况的自适应能力。但依目前的技术水平还无法实现这种智能化的目标。因此本系统通过以下方式来实现: 首先把数据处理任务或将要提供的信息服务功能划分成若干相对独立的任务单元, 其次对服务器—客户机可能的性能状况进行分类, 再次针对每一种类型提出一种任务分配方案。这样, 当系统运行时, 首先判别当前的服务器—客户机性能组合类型, 然后决定所使用的任务分配方案, 并按照该方案向用户提供服务。

2.2 基于 Java Applet 的 WebGIS 浏览器开发技术

WebGIS 是一个典型的基于 Internet 的应用系统。本系统的浏览器端是采用 Java Applet 开发实现的。Java Applet 是用 Java 开发的运行于浏览器中的小程序, 它具有 Java 所带来的一切优点, 最大优点是用户与系统的交互能力强。它通过 HTML 标记被嵌入到 Web 页面中, 并随 Web 页面被传送到用户的计算机上, 然后在客户端通过 WWW 浏览器程序来执行。这样就大大提高了浏览器前端对大量信息处理能力。本系统采用 Java Applet, 开发了基于图形用户接口的 WebGIS 浏览器, 使用户在浏览器端就能方便地实现了 WebGIS 中的地图显示、放大、缩小、漫游、专题图制作、图例制作等一系列功能。

2.3 基于 Map Object (MO) 的 WebGIS 服务器开发技术

MapObjects (MO) 是美国 ESRI 公司开发的一组供应用开发人员使用的制图与 GIS 功能组件。它由一个 OLE 控件和一系列可编程 OLE 对象组成, 其中的 MO IMS 为用户准备了建立动态的互联网地图发布应用所需的所有工具, 因此开发人员可以利用它在应用程序中添加制图和 GIS 功能。在本系统中, 我们利用 VB、MO 和 MO IMS 开发出了能够接收浏览器 GET 或 POST 请求的服务器端应用程序, 使我们和网络客户能够轻松自如地在 WEB 上管理、发布和浏览动态的自然地图集地图和数据。该系统的服务器端应用程序在接到浏览器请求后开始运行 (作为由 IIS 加载的 DLL 或 IIS 直接解释脚本执行来实现)。浏览器可以给这个程序传递参数, 服务器程序响应浏览器端所传来的命令和参数进行处理, 完成所需要的操作, 并将结果以转成 GIF 图像的形式传给浏览器段。这种方式在现有网络的传输速率下具有很大的优势, 基本上可以满足用户浏览国家自然地图集数据的需要。

3 系统主要功能和特色

作为一部成功的地学信息产品, 它一定具有独特的个性和功能特色。中国国家自然地图

图集 Internet 版是二十世纪地学领域在中国自然环境、自然资源、自然灾害、自然利用和保护等方面的最高水平研究成果的网络信息发布和共享产品。它无论在内容和系统结构、浏览界面, 还是信息查询、可视化效果, 抑或在空间分析和制图功能等方面, 都具有独特的功能和特色。具体来说, 有以下功能和特色:

3.1 科学有序的内容结构

《中华人民共和国国家自然地图集》包括序图、自然环境、自然资源、自然灾害、自然利用与保护等 5 个部分 18 个图组, 共 540 幅地图, 115 个图表与照片, 以及近 30 万字的地图说明。在其 Internet 版中, 这些内容经过了数据标准化规范化发行, 创建了独特的中国自然科学数据分类和编码体系, 并采用了投影转换、形状纠正等方法对空间数据进行配准处理, 然后把这些数据转换为网络文件所需要的数据格式(矢量数据转为 shape 格式, 栅格数据转为 TIF 格式, 其它属性数据转换为支持 ODBC 的通用 RDBMS 数据格式)。下一步, 又对数据库进行了结构改造, 使数据项能够很好的反映数据特征, 又应具有最小冗余度。

在上述数据准备和数据处理的基础上, 把系统中的所有内容组织成科学有序的树形多层次结构。为避免内容的组织混乱给读者阅读造成困难, 在编制系统的网络文件时, 我们以一定的方式把多个主页组合成一个有机整体, 共同描述这组完整的信息, 使其达到结构清晰、内容精练(见图版 6 中图 2)。

3.2 清晰精练并带导航的界面

国家自然地图集 Internet 版从网络主页到各个页面的设计都很独特。首先, 系统的主页设计很有创建性(见图版 6 中图 3): 在“中华人民共和国国家自然地图集”标题两边, 是两条龙在“守护”; 标题正下方是中国地图, 图上在不同的区域镶嵌有各区域的特色景观照片, 例如大西北从新疆的西域骆驼和沙漠, 到内蒙古的蒙古包和草原上的羊群, 再到东北的长白山松林和冰天雪地上的东北虎, 再到华北的长城和渤海湾的渔港, 到华中的长江三峡和江南水网, 再往南到庐山的三迭泉瀑布、华南的热带雨林景观, 往西南方向到四川九寨沟风景和金丝猴、大熊猫, 西双版纳的热带作物景观, 以及青藏高原的高山冰川景观等。在中国地图两边, 是象征 Internet 光缆的兰色光环, 上面点缀着体积由小到大的地球, 意味着数字地球由远而近地逐渐接近人类, 被用户所认识、表达和共享。

其次, 该系统的各个页面设计颇有特色, 都带有导航工具, 当用户查询信息时, 使用户很方便快速地找到目标、了解有关信息; 特别是当需要用户提交信息时, 可以一步步引导用户正确操作。这样就可以高效地获取所需要的中国自然环境、自然资源、自然灾害、自然利用和保护等各个方面的信息和数据。

3.3 富有特色的信息查询功能

本系统有 3 类不同数据结构的信息, 分别是文本信息、存放在关系数据库中的信息和空间信息。它们的查询都十分方便, 富有特色。

文本信息以超文本的格式存在于 WEB 页面中, 其查询与一般网络信息查询相同。

关系数据库的查询是通过一定的查询界面实现的。用户在查询界面上输入查询的条件, 服务器执行这些查询条件, 并把满足条件的查询结果转换成 WEB 页面返回给用户。

空间数据的显示、查询是在 WebGIS 技术的支持下实现的。它能够在 Web 页面上(或它弹出的窗口中)实现 GIS 的前端, 在后端服务器的支持下实现传统 GIS 系统的功能。这些查询结果包括地图和其它空间数据。在 Web 浏览器上, 用户可以完成基本的对图形及其

属性的查询,包括由图查询属性和由属性查询图。由图查询属性时,用户用鼠标点取感兴趣的空間对象,发送查询命令后,就可以得到来自后端服务器上的查询结果。由属性查询图时,可以输入要查询的条件,在显示查询到的属性数据的同时,图形窗口中会突出显示选中的空間对象。

3.4 多重表达的地图可视化效果

本系统在地图显示和可视化表达上采用多重表达的手段,即每幅图由多个图层组成,在查询显示过程中可由用户根据需要在图旁边的“图层板”上增加和减少图层,控制某些要素是否显示;同一个专题又由一组图构成联合表达组,例如“中国降水量图”由不同月份的降水量和年平均降水量共 13 个分幅组成,它们相互配合,构成多重表达效果。这种多重表达手段与基本的地图浏览工具相结合,即在不同图层或分幅图的切换表达的同时,可以配合拉框放大和缩小地图、显示全图,以及当地图的大小超过了显示窗口的大小时在地图上的漫游等。通过上面的操作,用户可以获得最满意的观察效果。

3.5 一定的空間信息分析和制图功能

用户可以在浏览器端根据需要制作专题地图。最常见的是制作分类专题图。用户根据属性数据库选择作图变量并制作分类专题图。此外,系统提供了属性信息的简单统计分析功能,主要应用于分类专题图,系统将自动计算每种类别的面积汇总及其在所有的类别中所占比例,从而使用户可以从宏观上了解整个类别的分类状况。例如“黄河下游河床和三角洲地貌图”中给出按照不同类型的三角洲(例如前低地平地、三角洲前缘斜坡地、现代水下三角洲台地、古河道淤积高地等)划分的每种类型的面积及其所占比例(见图版 7 中图 5)。

4 系统维护和更新方案

中国国家自然地图集 Internet 版在目前的技术条件下已取得了令人满意的效果。但我们仍需对它进行长期的系统维护和版本更新,以使其水平不断地随着网络信息技术的发展而提高,并能够满足用户不断增长的新的需求。对于该系统的维护和更新,有以下计划:

首先,在网络技术上,计划每 3 年检测并更新一次,确保使用届时最新的 WebGIS 技术,使其能够适应上网查询用户数量的不断增加以及他们对网络速度、带宽的新要求。

其次,在数据方面,由于自然环境、自然资源、自然灾害、自然利用与保护等方面的地学内容更新远比社会经济领域的数据慢,因此计划每 4 年更新一次。主要目标是逐步提高数据的比例尺和分辨率,并进一步提高数据的精度;对于一些倍受用户关心的区域(例如西部地区)和专题(资源开发、灾害防治等),计划增加一些新的地图内容。

再次,在功能方面,计划进一步增强信息表达和分析决策两方面的功能。就信息表达而言,应该增加地图的三维立体表达、地图的时态动画显示以及信息的虚拟构建与表达等功能。在分析决策方面,计划归纳并为用户提供中国自然环境、自然资源、自然灾害、自然利用与保护等方面的新的指标体系,并给用户提供按照这些指标进行信息深加工的工具,使用户能够根据新的需求自行制作一批新的专题地图,大大增加国家自然地图集 Internet 版在满足国家经济布局、资源开发、环境保护、灾害防治、自然利用与保护等方面的国家战略需求的程度。

参考文献：

- [1] 廖克. 中国国家自然地图集的特点与创新[J]. 地理学报, 2000, 55(1).
- [2] 陈述彭. 超前决策与知识创新——国家大地图集的经历和启示. 地球信息科学, 1999(1).
- [3] 王雷, 池天河, 廖克 等. 国家自然地图集网络发布的 WebGIS 解决方案[J]. 地理学报, 2001(增刊).
- [4] 池天河 等. 中国可持续发展信息共享系统的 WebGIS 解决方案[J]. 资源科学, 2001, 23(1).
- [5] 池天河 等. 中国可持续发展信息共享网络系统研究[J]. 中国图象图形学报, 1999(增刊).
- [6] Andreas. Neumann and Daniel Richard, Internet Atlas of Switzerland——New developments and improvements [C]. Ottawa ICA/ACI 1999—Proceedings, 1999.
- [7] Jean Carrière. Atlas of Québec and it's regions; a multimedia cartography product on the tool Internet[C]. Ottawa ICA/ACI 1999—Proceedings, 1999.
- [8] Christian Resch, Peter Jordan. Characteristics in Data Management within a Scientific Multinational Internet Atlas [C]. Proceedings of ICC 2001 Beijing, China, 2001.

The Design and Development of Internet Version of National Physical Atlas of China

CHI Tian-he, QI Qing-wen, LIAO Ke, WANG Lei

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: This paper described several points in designing and developing the Internet Version of National Physical Atlas of China (NPAC), including conceptual designing, WebGIS technology and strategy in development, main functions and characteristics, as well as maintenance and data updating of the system. As for the conceptual designing, the system consists of three parts, i. e. , software of server, software of browser, and support of NPAC database. The technology and strategy of the system includes the strategy of concentrating both server end and client end, the browser technology based on Java Applet, and the server technology based on Map Object. The functions and characteristics of the system includes five points, i. e. , scientific and logic structure of the content, clear and concise interface, special information query function, multiple representation of maps, and functions of spatial information analysis and mapping. In the scheme of system maintenance and data updating, the paper expounds from three points on, i. e. , network technology, data updating, and function expanding.

Key words: National Physical Atlas of China; WebGIS; spatial data query; multiple representation of maps; spatial information analysis and statistical mapping