

数字流域的结构与功能研究

李壁成^{1,2}, 李晓燕³, 闫慧敏⁴, 李世华⁵

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所; 2. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100;

3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

4. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012;

5. 中国科学院遥感应用研究所遥感科学国家重点实验室, 北京 100101)

摘要: 论文对“数字流域”的结构、功能进行了分析与探索, 在流域空间数据库、图形库、空间数据基础框架等方面进行了系统研究, 提出了数字流域的构建模式及实现方法。

关键词: 数字流域; 空间数据; 基础框架; 矢栅叠加

中图分类号: TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)03-0101-03

Research on the Function and Construction of Digital Watershed

LI Bi-cheng^{1,2}, LI Xiao-yan³, YAN Hui-min⁴, LI Shi-hua⁵

(1. Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR;

2. Northwestern Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun, Jilin 130012, China;

4. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

5. The State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: The authors analysed and explored the construction and function of digital watershed, and studied on spatial database, graphic database and basic frame of spatial data systematically, in which the model to build the digital watershed and the method to realize the model spatial data are brought forward.

Key words: digital watershed; spatial data basic frame; vector-grid overlap

1 “数字流域”的总体框架

1.1 框架结构

“数字流域”总体表现为在流域应用支撑平台上建立的小流域信息体系的空间数据库、模型库、方法库、知识库群, 面向流域内外的各种信息实体和用户实体提供的电子化、数字化、虚拟化、精确化的应用结果, (见图 1)。

1.2 信息模型与逻辑结构

“数字流域”的逻辑表达式为:

DW { 电子地图+ 空间定位+ 属性特征+ 虚拟现实+ …… }

即流域的现实实体和现象的过去、现在和未来在信息化空间的数字化模拟、仿真、表现和预测分析。“数字流域”的数字化信息化将包括与空间、时间表示有关的空间数据, 以及在这些

时空状态下的相关实体和现象的特征数据的集合。信息体系是数字流域的核心部分, 也是数字流域实现的基础, 研究中是以 MapGIS 为基础平台, 在“4D”本底数据的基础上建立的。

1.3 功能体系与应用集成

基于“数字流域”应用支撑平台, 面向流域内外各种信息实体和用户进行精确定位应用及信息传输服务, 是流域数字化的最终目的。决策模型是“数字流域”应用的主要方面, 其目的是为流域水土保持、土壤侵蚀、环境动态监测、综合治理规划等管理决策提供可视化模型。应用支撑平台主要包括空间数据中心、公共信息平台、代理服务台、网络监控中心、应用代理部门等。

2 “数字流域”的体系结构

由以下四大部分组成:

¹ 收稿日期: 2004-12-22

基金项目: 国家“十五”重大科技攻关课题(2001BA606A-4)

作者简介: 李壁成(1945-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事水土保持与流域生态管理 3S 应用研究及生态农业综合研究。

2.1 数据获取与更新

数字流域构建所需数据包括不同比例尺的流域空间图形数据、专题属性数据、时相变化数据、社会经济数据等。流域空间信息基础框架数据是“数字流域”的“血液”，包括大、中比例尺的空间数据及所有相关的元数据；多来源、多类型、多时相、多分辨率的影像数据；以文本形式表现的有关可持续发展、地理、环境、生态系统的不同类别的数据。

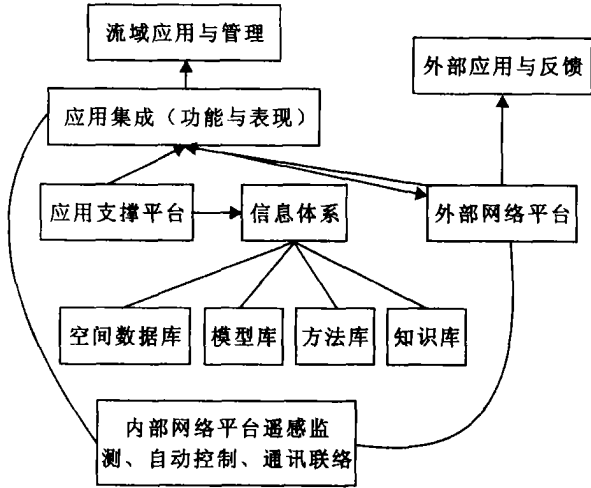


图 1 数字流域总体框架图

数据获取与更新体系就是对以上各类数据获取的各种平台，包括各类遥感设施，如高分辨率遥感、数据地面接收设施、地面站台、GPS 接收设施及人文、社会、经济属性等数据获取设施等。

2.2 数据处理储存、信息提取与分析

数据处理、储存体系包括高密度高速率的海量数据储存设施、多分辨率海量数据实时地存贮、压缩、处理技术，元数据管理技术，空间数据仓库等。数据信息提取与分析体系是根据流域信息共享的目标，充分了解用户或服务对象现有和今后可能的需求，进行数据互操作，源数据集成，信息智能提取与分析，海量空间数据的智能提取与分析，决策支持等设施与技术。

2.3 数据管理

数据管理包括对空间图形数据和专题属性数据库的数据库管理；矢量栅格数据一体化的图形库管理；基于网络化的信息管理和维护等。其中流域网络化包括服务器端 Web Server 的构建，数据库网络化和标准化改造，基于网络的分布式计算操作系统，基于对象的分布式网络服务，分布处理和互操作协议等。专业人员的配备、标准及规范的制定、互操作的实现是“数字流域”顺畅运行的保障系统。

2.4 数据应用

应用模型体系为用户提供实际应用的解决方案，利用它能够更好地认识和分析所观测到的海量数据，从中找出规律和知识。科学计算可以突破实验和理论科学的限制，通过建模和模拟可以更加深入地探索流域空间信息基础数据。专业软件包括数字图像处理软件、GIS 软件、统计分析软件、数据可视化软件等，是完成流域信息处理、实现“数字流域”功能

的基本工具。

3 数据结构

“数字流域”以“4D”系列产品作为基础数据，对多来源、多类型的图形、图像数据采用栅量和矢格两种数据结构，采用影像为基底的栅矢一体化建模方式进行表达。在矢量栅格一体化显示和编辑的基础上，统一空间基底集成来自不同数据源的数据，通过对不同数据层的互操作，进行线、多边形等的空间分析及变化更新，对采集到的空间数据，建立栅格-矢量一体化的空间数据库进行管理。矢量结构中以点、线、面分别表示点状、线状、面状实体，在栅格结构中以单个像素表示点状实体、通过同属性像素的分类表示线或面状实体。由于矢量数据不能直接建立位置与地物的关系，多边形的中间区域是空洞，这给不同比例尺数据转换时的制图综合带来了困难，而栅格模型中的各个对象不能直接聚集所有的地物信息，尤其是其拓扑关系。将两者结合起来，有显著优点：在信息表达方面，影像能客观反映地面真实景观，信息量丰富，易于更新，使用户对信息的了解不再受数据结构、数据组织形式的限制，从而对整个流域信息有整体认识和了解；在检索分析方面，将矢量和栅格数据结合起来能够使一些统计分析结果更为准确可信、更有说服力；在数据更新方面，根据栅格数据现势性强的特点，以它作为大量数据更新的信息源可大大缩短更新周期。建立以影像为基底的流域基础信息库可以使人们在进行空间分析时对地形或地理背景增加感性认识，更进一步了解现实世界。

4 空间数据模型

对具有逻辑意义的地理实体进行抽象后，数据对象分为三类，第一类是系统中表示地理实体的数据，主要包括地理要素的几何数据，属性数据等；第二类是表现这些地理实体的可视化数据，如所采用的符号、线型和填充样式等数据；第三类是管理用户操纵地理实体的数据，称为地图数据，包括地图的比例尺范围、投影方式和图层数等。

二维地理数据归纳为三个层次：地图、图层和地理要素。三维采用矢量栅格一体化数据模型。空间位置都采用 x 、 y 、 z 三个分量来表达，其中点状地物和线状地物采用三维矢量表达，栅格化后的面状地物和数字地形采用栅格表达。采用游程编码进行压缩，影像数据主要采用 * .MIS 格式。

数字流域构建采用面向对象空间模型自下而上对空间数据进行抽象概括和组织。主要是以层、类的方式对数据进行管理。根据数据类型的不同可从四个层次上进行：对于各专题要素按照其形态特征、制图比例尺大小、概括原则的不同分为点、线、面三种类型，每一类有不同的描述参数，每一对象具有惟一的 ID 号与参数及附加的专题属性进行联接；从专题制图实用性角度出发以上每一类又可以分为若干层，如线类中可以把水系、道路、流域界线等单独分层记入层名词典，也可将若干种地物类型组成一个专题层；地图由多个层类组成，在统一的椭球体参数、投影参数、比例尺等地图参数的地理坐标系下完成多类、多层对象的集成，并以工程为

单位对单幅地图各要素进行管理,对于海量地图以库形式进行统一管理。

5 数据库结构

5.1 基本结构

流域数据库采用地理关系数据模型来组织数据。将专题属性、规则或试验等数据归结为满足一定条件的二维表,行表示实体的空间位置,列表示实体的属性(如土地利用、土地类型、坡度等)。分别建立起存储图形点、线、面等空间特征的数据文件,作为具有拓扑关系的空间数据存储格式。通过对每一空间地物特征图形建立起的拓扑关系,和对该空间地物建立起的惟一标识,形成地物—图形—数据库之间的一一对应关系,从而达到对空间数据和属性数据有机的存储目的。

点实体默认的属性字段为ID号;线实体默认的属性字段为ID号、周长;面实体默认的属性字段为ID号、周长、面积。在编辑属性结构并设置数据项后,其他对象作为单独的列,可添加到数据库的表中,使得现有的数据库数据地图化;其它没有地图的数据也可和数据库中的地图数据进行关系的连接,实现了数据的地图化。在进一步的编辑过程中,也可避免因操作的疏忽或错误使得具有某项相同属性的图斑与其它属性数据发生替代变化而产生的数据错误。这样不仅增强了流域对空间数据管理功能,而且提高了空间数据的检索效率、实现了空间数据的动态更新。

5.2 数据库更新

数据库是数字流域信息体系的重要组成部分。空间数据的采集是制约流域空间信息库建设的“瓶颈”,仅凭地图扫描、手扶跟踪数字化或解析测图已不能适应信息化进程的需求,多种信息源数据采集的技术集成,是加速信息化的必然要求。3S技术及数字摄影测量技术的渗入使这一难题迎刃而解。数字摄影测量系统(DPS)与遥感技术(RS)实现全数字化与自动、半自动化获取空间信息,地理信息系统(GIS)与网络技术(INTERNET)的发展使空间信息走向电子化、网络化,反映了现代测绘领域高新技术的集成与相互渗透。由4D作为数据更新的数据源有许多优点:在先进计算机软硬件技术支持下,与传统的矢量数据获取技术相比,生产成本低;数据结构上,兼有栅格结构和矢量数据,便于数据的配

参考文献:

- [1] 陈述彭. 数字地球百问[M]. 北京, 科学出版社, 2000.
- [2] 第一届国际数字地球会议. “数字地球”北京宣言[J]. 遥感信息, 1999, (4): 9- 10.
- [3] 李德仁. 国家信息技术设施、国家空间数据基础设施与“数字地球”[J]. 测绘学报, 1999, 12(1): 13- 16.
- [4] 林宗坚. 关于构建数字地球基础框架的思考[J]. 测绘软科学研究, 1999, (4): 2- 4.
- [5] 徐冠华. 构筑“数字地球”, 促进中国和全球可持续发展[J]. 遥感信息, 1999, (4): 10- 12.
- [6] 张书煌, 吕良寿, 等. 全数字摄影测量与4D技术探讨[J]. 遥感信息, 2000, (4): 12- 17.
- [7] 杨勤科, 李锐. 论数字黄土高原建设的若干问题[J]. 水土保持通报, 2000, 20(1): 33- 36.
- [8] 李壁成. 小流域水土流失与综合治理遥感监测[M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [9] AL Gore, The Digital Earth Understanding Our Planet in the 21st Century[R]. Los Angeles CA: the California Science Center (CSC), 1998.
- [10] National Academy of Public Administration. Federal Government's Needs and Programs for Geographic Information System, 1997, 57(4): 110- 116.

准、叠加处理;正射影像图既保持了丰富的景观信息,又满足地图的几何精度要求,直观性强,成图周期短,以此为基础提取专题信息,现势性强、精确度高;通过影像、GPS快速发现地表变化、利用最新DOQ可快速更新数据库。

以“4D”产品为代表的数字空间信息产品,已被相关行业确认为国家基础地理空间框架数据的基本信息源。美、英、加拿大、新西兰等国都普遍生产和使用正射影像地图,作为地形图的替代或补充。我国已将“4D”产品纳入规模化生产并在全国范围推广,“十五”期间建设国家基础信息数据库的目标重点是完成全国1:5万“4D”数据库的建设。在GIS环境下利用数字正射影像快速更新数据库被认为是今后重要发展方向。目前已有利用DOQ更新基础地理信息库中主要矢量数据层的报道。以“4D”用为数字流域数据库更新的主要信息源具有显著优势。

6 “数字流域”的功能

“数字流域”的建立为流域研究提供一种全新的工作环境,即数字化环境,在水土保持领域数字流域有以下主要功能:

- (1) 基于网络的流域空间信息共享。
- (2) 流域多维动态信息管理。
- (3) 流域环境仿真模拟。
- (4) 土壤侵蚀动态演变及水土流失预报模拟。

“数字流域”将整个流域的虚拟现实作为一个平台,整个流域是一个电脑的三维模型,用户可以从中选择所需要的服务,例如对流域空间信息互操作进行查询、编辑、了解某一空间特性的分布及量化数值;通过无级比例尺缩放,在虚拟流域环境内漫游,了解环境的动态变化,并通过与专业模型的集成进行综合分析,提供流域治理及规划的优化决策方案。同时在流域内通过固定的数码相机和适当的装备连成一体,将农田、森林、工程等实况输送进网络。基于“数字流域”应用支撑平台,可以面向流域内外的各种信息实体和用户实体提供电子服务,通过网络了解外面发生的一切,也可让外面更多的了解流域的发展动态,为流域发展提供更多契机,使流域与信息化社会融为一体。