

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

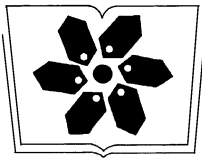
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第21期 Vol.31 No.21 **2011**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

中国科学院科学出版基金资助出版

第 31 卷 第 21 期

2011 年 11 月 (半月刊)

目 次

基于景观格局理论和理想风水模式的藏族乡土聚落景观空间解析——以甘肃省迭部县扎尕那村落为例·····	史利莎,严力蛟,黄璐,等 (6305)
武夷山风景名胜区景观生态安全度时空分异规律·····	游巍斌,何东进,巫丽芸,等 (6317)
旅游地道路生态持续性评价——以云南省玉龙县为例·····	蒋依依 (6328)
城市空间形态紧凑度模型构建方法研究·····	赵景柱,宋瑜,石龙宇,等 (6338)
丹顶鹤多尺度生境选择机制——以黄河三角洲自然保护区为例·····	曹铭昌,刘高焕,徐海根 (6344)
西南喀斯特区域水土流失敏感性评价及其空间分异特征·····	凡非得,王克林,熊鹰,等 (6353)
流域尺度海量生态环境数据建库关键技术——以塔里木河流域为例·····	高凡,闫正龙,黄强 (6363)
雌雄异株植物鼠李的生殖分配·····	王娟,张春雨,赵秀海,等 (6371)
长白山北坡不同年龄红松年表及其对气候的响应·····	王晓明,赵秀海,高露双,等 (6378)
不同高寒退化草地阿尔泰针茅种群的小尺度点格局·····	赵成章,任珩,盛亚萍,等 (6388)
残存银杏群落的结构及种群更新特征·····	杨永川,穆建平, TANG Cindy Q, 等 (6396)
濒危植物安徽羽叶报春两种花型的繁育特性及其适应进化·····	邵剑文,张文娟,张小平 (6410)
神农架海拔梯度上 4 种典型森林的乔木叶片功能性状特征·····	罗璐,申国珍,谢宗强,等 (6420)
不同植被恢复模式下煤矸石山复垦土壤性质及煤矸石风化物的变化特征·····	王丽艳,韩有志,张成梁,等 (6429)
火烧对黔中喀斯特山地马尾松林分的影响·····	张喜,崔迎春,朱军,等 (6442)
内蒙古高原锦鸡儿属植物的形态和生理生态适应性·····	马成仓,高玉葆,李清芳,等 (6451)
古尔班通古特沙漠西部梭梭种群退化原因的对比分析·····	司朗明,刘彤,刘斌,等 (6460)
白石砬子国家级自然保护区天然林的自然稀疏·····	周永斌,殷有,殷鸣放,等 (6469)
黑龙江省东完达山地区东北虎猎物种群现状及动态趋势·····	张常智,张明海 (6481)
基于 GIS 的马铃薯甲虫扩散与河流关系研究——以新疆沙湾县为例·····	李超,张智,郭文超,等 (6488)
2010 年广西兴安地区稻纵卷叶螟发生动态及迁飞轨迹分析·····	蒋春先,齐会会,孙明阳,等 (6495)
B 型烟粉虱对寄主转换的适应性·····	周福才,李传明,顾爱祥,等 (6505)
利用 PCR-DGGE 方法分析不同鸡群的盲肠微生物菌群结构变化·····	李永洙, Yongquan Cui (6513)
鸡粪改良铜尾矿对 3 种豆科植物生长及基质微生物量和酶活性的影响·····	张宏,沈章军,阳贵德,等 (6522)
铜绿微囊藻对紫外辐射的生理代谢响应·····	汪燕,李珊珊,李建宏,等 (6532)
10 种常见甲藻细胞体积与细胞碳、氮含量的关系·····	王燕,李瑞香,董双林,等 (6540)
冬季太湖表层底泥产毒蓝藻群落结构和种群丰度·····	李大命,孔繁翔,于洋,等 (6551)
城市机动车道颗粒物扩散对绿化隔离带空间结构的响应·····	蔺银鼎,武小刚,郝兴宇,等 (6561)
新疆城镇化与土地资源产出效益的空间分异及其协调性·····	杨宇,刘毅,董雯,等 (6568)
山东潍坊地下水硝酸盐污染现状及 $\delta^{15}\text{N}$ 溯源·····	徐春英,李玉中,李巧珍,等 (6579)
增温对宁夏引黄灌区春小麦生产的影响·····	肖国举,张强,张峰举,等 (6588)
一种估测小麦冠层氮含量的新高光谱指数·····	梁亮,杨敏华,邓凯东,等 (6594)
黄河上游灌区稻田 N_2O 排放特征·····	张惠,杨正礼,罗良国,等 (6606)
专论与综述	
植物源挥发性有机物对氮沉降响应研究展望·····	黄娟,莫江明,孔国辉,等 (6616)
植物种群更新限制——从种子生产到幼树建成·····	李宁,白冰,鲁长虎 (6624)
研究简报	
遮荫对两个基因型玉米叶片解剖结构及光合特性的影响·····	杜成凤,李潮海,刘天学,等 (6633)
学术信息与动态	
科学、系统与可持续性——第六届工业生态学国际大会述评·····	石海佳,梁赛,王震,等 (6641)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 340 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 37 * 2011-11	



封面图说: 鹤立——丹顶鹤是世界 15 种鹤数量极小的一种,主要栖息在沼泽、浅滩、芦苇塘等湿地,以捕食小鱼虾、昆虫、蛙蚺、软体动物为主,也吃植物的根茎、种子、嫩芽。善于奔驰飞翔,喜欢结群生活。丹顶鹤属迁徙鸟类,主要在我国的黑龙江、吉林、俄罗斯西伯利亚东部、朝鲜北部以及日本等地繁殖。在长江下游一带越冬。在中国文化中有“仙鹤”之说。被列为中国国家一级重点保护野生动物名录,濒危野生动植物种国际贸易公约绝对保护的 CITES 附录一物种名录。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

高凡, 闫正龙, 黄强. 流域尺度海量生态环境数据库关键技术——以塔里木河流域为例. 生态学报, 2011, 31(21): 6363-6370.

Gao F, Yan Z L, Huang Q. Construction of an eco-environmental database for watershed-scale data: an example from the Tarim River Basin. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(21): 6363-6370.

流域尺度海量生态环境数据库关键技术 ——以塔里木河流域为例

高 凡^{1,*}, 闫正龙², 黄 强¹

(1. 西安理工大学 西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 西安 710048; 2. 国家测绘局陕西基础地理信息中心, 西安 710054)

摘要:流域尺度海量生态环境数据库构建是生态环境精准化研究的基础。以塔里木河流域生态环境数据库构建为例, 对流域尺度海量生态环境数据库构建的无缝数据拼接、建库规范设计、要素代码设计、空间索引设计、特征展示表及一键入库设计等关键技术进行了探讨。针对流域跨带裂缝问题, 从缝隙源出发, 通过分离物理数据层和逻辑数据层并区分矢量数据和栅格数据, 在统一的多尺度空间框架体系下实现了海量数据的跨带无缝拼接; 数据库规范设计和要素代码设计是数据入库前的关键工作, 针对流域实际, 分别采用规范化英文字母和图形数据比例尺设置数据库命名规范和建立代码标准; 在 ArcSDE 框架下, 采用格网索引设计和多级金字塔结构分别构建矢量数据和栅格数据的空间索引, 提高了数据的快速检索和浏览; 通过建立特征展示表并提出“一键入库”策略, 提高了系统响应及数据入库效率等。通过构建流域尺度海量生态环境数据库系统, 实现了流域尺度多源、多类型、跨带海量生态环境数据的有效存储和管理, 为流域一体化管理和生态环境研究提供了基础数据支撑。

关键词:塔里木河流域; 生态环境数据库; 3S; SDE; 空间数据仓库; 一键入库; 特征展示表

Construction of an eco-environmental database for watershed-scale data: an example from the Tarim River Basin

GAO Fan^{1,*}, YAN Zhenglong², HUANG Qiang¹

1 Key Laboratory of Northwest Water Resources and Environment Ecology of MOE at XAUT, Xi'an 710048, China

2 Shaanxi Geomatics Center of State Bureau of Surveying and Mapping of China, Xi'an 710054, China

Abstract: A watershed is not only a complete natural geographical unit, with a defined ecological and hydrological pattern, but is also an area with concentrated human activity. Because of these features, it is widely recognized as the optimal scale to analyze ecological environments. However, one of the problems that arise when analyzing data at the watershed scale is how to store and manage the necessarily large data sets, specifically through database design and implementation. In China, there has been a lack of database design and application for multi-source, multi-scale, cross-band environmental data. Theory of the integrative spatial and attribute data, the “3S” (geographic information system; remote sensing and global positioning system), a spatial data engine (SDE) and spatial data warehouse techniques were used to build a large environmental database to analyze the present situation and the future requirements of the Tarim River Basin. In this paper, several important issues are discussed including methods for seamless integration of multi-source data, database specification design, element coding design, spatial index design, characteristic display table design, and input with one key design, among others. Initially, the physical data layer and logical data layer are separated, followed by the vector data and the raster data, and data is fully integrated in a unified multi-scale space frame system for the crack problems after cross-band operation in the Tarim River Basin. Database specification design, particularly the database naming convention, is an

基金项目: 国家公益性行业科研专项 (201101049-01)

收稿日期: 2010-07-27; 修订日期: 2011-05-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: gutongfan@hotmail.com

important part of data design and storage. Based on the relevant principles, and standards, the names of six categories of data sources, metadata and index graph were standardized by English abbreviations to improve user access of the large database. Element coding design aims to provide a unified correspondence for data storage, query, and analysis. Element coding design standards can be established according to the scales of graphics data, which is the basis for information sharing. Spatial index design is a key determinant of the efficiency of database access. The use of ArcSDE to provide a spatial index of vector data and the construction of a multi-level pyramid structure for raster data can improve the efficiency of data search. The characteristic display table is based on a data dictionary and meta table, mainly for its system information display service. By constructing the characteristic display table, the corresponding code is only called by the system when it is needed, which greatly improves the efficiency of display and response. Input with one key is proposed to solve problems associated with ineffective data storage and complicated operations, and to promote the reliability of data storage. Collectively, the above steps help achieve seamless integration and unified management of multi-source, multi-type, and large scale eco-environmental data collected at the watershed scale, which can offer possible data support for dynamic monitoring of the environment. The theory and practical application of this study can be extended to other basins or other database types.

Key Words: Tarim River Basin; eco-environmental database; 3S; spatial data engine (SDE); spatial data warehouse (SDW); input with one key; characteristic display table

变化环境下,受全球气候变化和人类活动影响,地球生命系统内生态环境问题日益突出,较短时空尺度或针对局地问题的生态环境研究,已不足以解释复杂且综合的现象,不能满足区(流)域经济发展和社会协调的需要^[1-2]。随着 3S、空间数据仓库等高新技术的应用,开展较大时空尺度,包括全球、国家、区域及流域层面上的生态环境系统动态监测、演变趋势及驱动机制研究正成为国内外科学界关注的热点^[3-6]。其中,流域不仅是完整的自然地理单元,拥有相对完整的生态水文格局,而且是人类活动的集中载体,是目前公认的生态环境研究的最佳尺度^[4]。基于流域尺度的生态环境研究面临的问题之一便是如何存储和管理呈几何级数持续增长的海量数据,核心即海量生态环境数据库系统的设计与实现。数据库是以特定的数据格式存储相关联的数据集合。自 20 世纪 60 年代起,数据库的存储从最初的文件存储发展到文件结合关系型数据库管理^[4],直至目前的利用空间数据仓库存储空间和属性数据^[7]等,以适应海量空间数据的增长。我国生态环境数据库研究起步较晚,但成果显著,比较有代表性的包括中国科学院资源环境所建立的我国第一个大型空间数据库“中国资源环境数据库”、中国科学院新疆生态与地理研究所承建的“新疆资源生态环境数据库”、中国环境科学院完成的“全国生态环境综合数据库及监测信息网络”等^[4-8]。目前,我国生态环境数据库建设中仍存在 3S 技术与数据库集成度弱、网络数据共享困难、数据库规范差、海量数据入库效率低等问题,且基于流域尺度的,集成 3S、空间数据引擎(SDE)及空间数据仓库(SDW)等技术构建的,包含多源、多尺度、跨带海量生态环境数据库的设计与应用较少。基于此,本文以塔里木河流域生态环境数据库构建为例,对涉及流域尺度海量生态环境数据建库的无缝数据拼接、数据库规范设计、要素代码设计、空间索引设计、特征展示表及一键入库设计等若干关键问题进行探讨,其成果可为流域尺度空间数据库建设提供有益借鉴,同时可为流域生态环境精准化研究提供数据支撑。

1 塔里木河流域数据管理现状及趋势

塔里木河(简称塔河)流域是我国最大的内陆河流域,流域面积 51.75 万 km²,目前由和田河、叶尔羌河、阿克苏河、孔雀河与干流共同组成“四源一干”的水系格局。自 20 世纪 50 年代以来流域以大规模水土开发为代表的人类活动持续至今,流域生态水文格局发生了深刻的变化,并衍生了一系列生态环境问题^[4-11],威胁流域水安全、生态安全及社会经济的可持续发展。为此,国家和地方政府采取积极措施,拯救流域脆弱的生态环境,同时构建塔河流域水量调度管理系统,以适应数字塔河建设需求。塔河流域生态环境数据库系统基于

此背景建设,可为水量调度管理系统提供基础数据支撑。

国家对塔河流域进行过多次大型综合考察,积累了包括专题图件、多媒体数据、社会经济以及生态水文等大量基础数据,为塔河信息化管理提供了宝贵的基础资源。但这些数据多采用纸图、磁带、光盘、硬盘等存储介质,已建的数据库往往自成体系,规范性差,且多采用文件或关系数据库方式单独管理,无法解决海量空间数据的存储、管理及网络共享等问题,也没有考虑基于 3S 技术的多源、多尺度、跨带空间数据集成管理,更不能以空间范围为条件进行查询,给流域一体化管理带来局限。随着 3S 等技术的发展,利用空间数据仓库(SDW)技术,基于图属一体化思想,以 GIS 为平台构建空间数据引擎(SDE),实现塔河流域多源、多尺度、跨带海量生态环境数据的有效存储和集成管理,是流域信息化建设的基础,并顺应流域一体化管理趋势,具有重要意义。

2 基础数据源、建库思想及系统架构体系

2.1 基础数据源

收集流域近 50 年资料,选取数字线划图(DLG)、数字高程模型(DEM)、数字栅格图(DRG)、遥感影像图(DOM)、属性及多媒体数据等 6 类基础数据源,覆盖范围为塔河流域“四源一干”,覆盖面积为 25.86 km²,构建塔河流域地理空间基础框架^[4-6,8],见表 1。

表 1 塔里木河流域生态环境基础数据源
Table 1 Basic data sources of eco-environment in the Tarim River Basin

数据类型 Data type	名称 Name	尺度 Scale	覆盖范围 Coverage	说明 Explanation
数字线划图 DLG	基础背景数据	1:1;1:5	塔河干流	控制点、居民地、地名、交通、管线、水系、境界、地貌地质、植被等图层信息
		1:10	塔河干流、四源一干	
		1:50	四源一干	
	历史专题数据	1:20	典型区	1980 年后草场、地貌、胡杨林、水系、土地利用、植被、土壤、草地、含水岩组、水化学分区、水资源、水文地质等图形
		1:50	四源一干	
		1:100	塔河干流	
	现状专题数据	1:1	塔河干流、典型区、中下游区	水系、植被、土地利用、植被盖度、植被类型、土壤盐渍化、土地沙漠化等遥感解译数据
		1:5	塔河干流	
		1:10	干流上游、干流下游、四源一干	
遥感影像图 DOM	MODIS	1:50	四源一干	分别监测 2003—2004 年四源一干植被长势、地表温度、土壤湿度、洪水淹没信息;1999—2000 年四源一干土地利用、干流中下游植被、下游土地沙漠化现状;1999—2000 年四源一干土地利用现状;2003—2005 年典型区植被覆盖及类型;2002 年干流土地利用、水系、植被现状
	TM/ETM ⁺	1:10	四源一干、干流中下游、下游	
	CBERS	1:10	四源一干	
	SPOT5	1:1	乌斯满、喀尔达依	用于研究区三维虚拟仿真及其他子系统应用分析
	QuickBird	1:1	台特玛湖	
	航空像片	1:1	塔河干流	
	数字高程模型 (DEM)	1:1	塔河干流	是基础背景数据获取的基础,用于遥感影像的几何校正和快速配准
		1:10	四源一干	
	数字栅格图 (DRG)	1:5	塔河干流	包括水文站历史资料、水文实时数据、水利工程数据、社会经济数据、生态环境数据等静态属性信息
		1:10;1:50	四源一干	
属性数据 Attribute Data				包括重大会议及野外考察拍摄照片及录像、涵闸监控系统的实时监测资料、流域典型地段的虚拟成果等
多媒体数据 Multimedia Data				

空间数据仓库(SDW)是在 GIS 空间数据库基础上,利用数据库、元数据及网络技术对海量空间数据进行集成、管理、查询、应用的一类数据库^[7],可有效解决海量空间数据的集成存储管理问题。塔河流域生态环境数据库系统即采用该数据库及相关技术,基于图属一体化思想,在相应规范、标准及原则指导下^[4,6-8],采取集

中式数据存储方案,分别构建数据库、GIS、Web、Office Automatization(OA)等4个服务器;构建基础数据库、成果数据库、主题数据库等3大类数据库系统,其中基础数据库系统由水文数据库、社会经济/水资源数据库、水利工程数据库、生态环境数据库、多媒体数据库、遥感数据库、图形数据库及元数据库等8个子系统构成;数据库采用客户机/服务器(C/S)体系构建,为基于网络的空间数据访问提供有效手段;具体开发中,图形数据库及元数据库基于 ArcGIS 平台 AO 控件采用 VC、VB、Net 等语言进行二次开发,其他子数据库则基于底层开发;以 ESRI 公司的 ArcSDE 为框架构建空间数据索引,动态信息通过地理编码或关键字与空间信息进行关联显示^[12],以实现海量空间数据的有效存储;各子系统与其他数据库之间通过数据库管理平台完成数据的传输、交换、备份等操作;同时建立相应的数据维护、更新系统,最终形成运行化的塔河流域海量生态环境数据库系统服务平台,系统架构体系见图1。

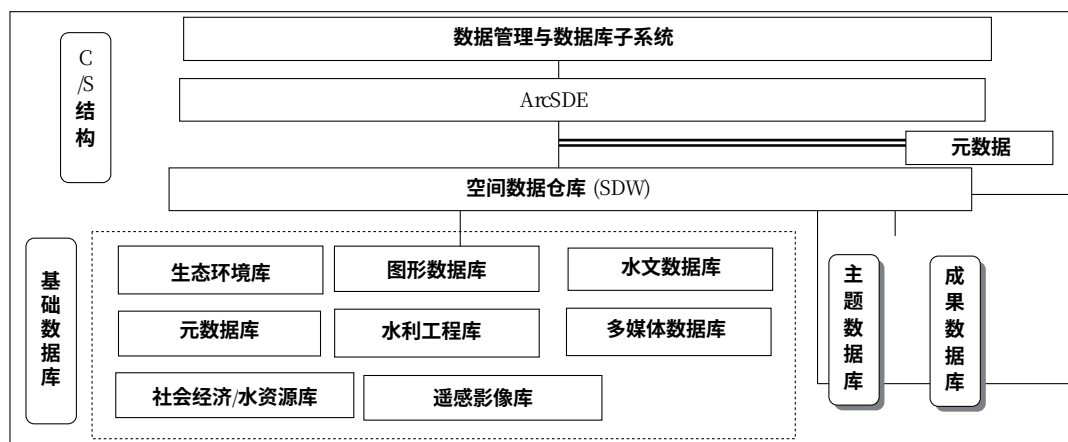


图1 塔里木河流域生态环境数据库系统架构体系

Fig.1 System of eco-environment database in Tarim River Basin

3 塔里木河流域海量生态环境数据建库若干关键技术

塔河流域生态环境数据库的构建主要包括基础数据源分析、数据获取与处理、数据入库、数据库优化及安全设计、维护与更新系统建立等步骤^[8]。为保证系统高效、准确、安全的存储和管理流域海量生态环境数据,满足用户需求,本文以塔河流域基础数据库构建为例,探讨流域尺度海量生态环境数据建库中的若干关键技术。

3.1 无缝数据拼接与无缝数据库建立

与现实世界中连续的地理空间不同,计算机世界中由于数据获取、表达与组织方式、处理方法、以及多源异构数据共享等原因^[8],以数字化形式表示的地理信息常被分割为不连续的子空间,即产生“缝隙”。数据缝隙分为物理缝隙和逻辑缝隙。实现无缝数据拼接和建立无缝数据库的关键在于物理有缝的数据库向逻辑无缝数据库的转换^[4,8],即在合适的空间信息框架上实现多源异构数据的融合,其中框架是基础,融合是手段。

塔河流域横跨高斯-克吕格投影6°分带4个投影带(13、14、15、16带),中央子午线分别为75°、81°、87°、93°,由于跨带裂缝产生了不能对流域尺度数据进行连续可视化管理、不适合多分辨率的定向结构、不利于动态变化和扩张、难以在复杂二维度量空间内定义三维甚至多维等问题,给系统分析和客观模拟现实世界带来弊端。为实现数据的无缝拼接,首先,从缝隙源开始,通过分离物理数据层和逻辑数据层,在统一的空间信息框架下,将物理层归化至逻辑层,消除逻辑层的缝隙,实现用户级的逻辑无缝空间数据库;其次,须处理好投影、坐标系统、比例尺和数据精度等问题,采用统一的数学基础及规范的数据入库格式,在统一的多尺度空间信息框架下进行海量数据的无缝拼接。其中,对于矢量数据,根据研究区实际情况,通过高斯投影直角坐标系到经纬度地理坐标系变换的方法实现数据无缝拼接^[13-14](图2);对于栅格数据,因数据量较大,拼接工作主要包括数据检查、坐标转换、数据裁减和数据拼接等4个步骤。数据检查是通过人工或程序检查图内、图边高程

值是否合理;数据裁减是将外扩一定距离的栅格数据使用 ArcTools 工具裁减,使用图内高精度栅格数据;数据拼接是将经过坐标转换、裁减后的栅格数据使用 Spatial Analyst、Raster Calculator 进行拼接存储。

3.2 数据库规范设计

海量数据入库前的关键工作即对数据库进行规范设计,主要包括数据库存储空间规划、数据库表空间设计及数据库命名规范设计等工作。

存储空间规划须估算数据容量。由于塔河流域包括 6 种基础数据源,数据容量在 2005 年接近 600G,数据更新每年约 20G^[4,6,8]。根据系统空间需求及数据安全和可靠性等方面考虑,系统选用 1 台光纤磁盘阵列、2 台光纤通道交换机构建冗余通道链路,并以 RAID0+1 方式进行数据存储,以满足系统目前和未来 10a 数据增长的实际需要。

数据库命名规范是数据库设计中的关键环节。基于研究区多因素及相关原则、规范、标准^[8],对 6 类基础数据源及元数据、索引图进行规范,统一采用英文缩写字母编写,以 DLG、DRG、DEM、DOM 为例,介绍数据库命名规范设计(表 2)。其中,比例尺用 3 位数字表示(包括 1:100 万数据),如 010 表示 1:10 万尺度数据;GSX 中的 X 代表几度分带,如 GS6 代表 6 度分带;卫星名称包括 MODIS、LANDSAT7、CBERS、SPOT5、QUICKBIRD、ASTER 等。

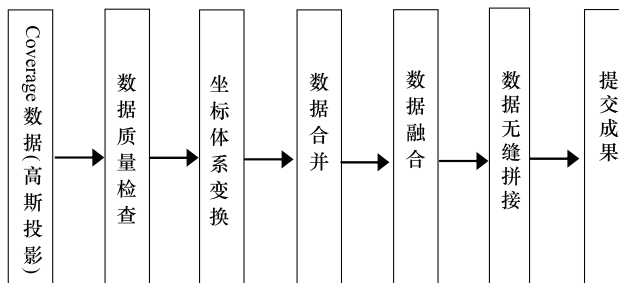


图 2 矢量数据无缝拼接流程图

Fig.2 Seamless contiguity flow chart of vector data

表 2 数据库命名规范设计

Table 2 Standardization design of database naming

数据类型 Data type	坐标体系 Coordinate system	命名规范 Naming	示例 Example
DLG 数据	LB	POINT_要素_比例尺	POINT_VALLEY_010
		LINE_要素_比例尺	LINE_VALLEY_010
		AREA_要素_比例尺	AREA_VALLEY_010
		NOTE_要素_比例尺	NOTE_VALLEY_010
DRG 数据	LB	DRG_比例尺_LB	DRG_010_LB
	GS	DRG_比例尺_GSX_带号	DRG_010_GS6_13
DEM 数据	LB	DEM_比例尺_LB	DEM_001_LB
	GS	DEM_比例尺_GSX_带号	DEM_001_GS3_27
DOM 数据	LB	DOM_比例尺_卫星名称_LB	DOM_010_LANDSAT7_LB
	GS	DOM_比例尺_卫星名称_GSX_带号	DOM_010_LANDSAT7_GS6_13

3.3 要素代码设计

要素代码设计的目的是为数据的存储、查询、分析等操作提供统一的对应关系。针对塔河流域多源(包括 1:1 万、1:5 万、1:10 万、1:20 万、1:50 万及 1:100 万等 6 种)、多类型(包括 DLG、DEM、DRG、DOM、多媒体及属性数据等 6 种)海量数据,为便于数据入库管理,以等长性、唯一性、可扩充性、实用性、规范性等为原则,依据图形数据比例尺建立要素代码设计标准。其中,DLG 图形数据编码根据国标《1:5 000 1:10 000 1:25 000 1:50 000 1:100 000 地形图要素分类与代码》分为九个大类,并依次细分为小类、一级和二级,分类代码采用四位数字层次码组成,大类码、小类码、一级代码和二级代码分别用数字顺序排列(图 3);DRG、DOM、DEM 图形数据编码参照相关行业标准规范执行,分为产品分类代码(1 位)和图幅号(10 位)两部分,由 11 位数字码组成(图 4)。

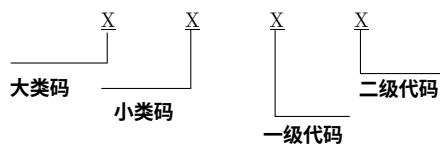


图3 DLG图形数据编码设计

Fig.3 DLG graphics data code design



图4 DRG、DOM、DEM图形数据编码设计

Fig.4 DRG, DOM and DEM graphics data code design

3.4 空间索引设计

空间索引设计是衡量数据库访问效率的关键标志^[7]。基于塔河流域海量数据,在ESRI公司ArcSDE技术框架体系下完成矢量数据和栅格数据的空间索引设计。其中,矢量数据采用格网索引方式建立空间索引,原理是将空间区域划分成大小合适的正方形格网,并记录每一个格网内所包含的空间实体(对象),以及每一个实体的封装边界范围,当用户进行空间查询时,首先计算出用户查询对象所在格网,通过格网号,就可以快速检索所需的空間实体,但确定合适的格网级数、单元大小是建立空间格网索引的关键。若格网太大,在一个格网内有多个空间实体,查询检索的准确度将降低,反之索引数据量则成倍增长,导致检索效率低下。具体应用时,每一个数据层可采用不同大小、不同级别的空间索引格网单元,但每层最多级数不能超过3级。通过ArcSDE建立多级图层空间索引,避免了检索整个表及数据记录量,从而减少了磁盘输入/输出的操作,加快了对空间数据查询的速度。

栅格数据通过建立多级金字塔结构来实现空间索引设计,具体方式是以高分辨率栅格数据为底层,通过逐级抽取数据,建立不同分辨率的数据金字塔结构,逐级形成较低分辨率的栅格数据。该方法尽管会增加20%左右的存储空间,但可以明显提高栅格数据的显示速度,在数据库查询检索时,通过调用合适级别的栅格数据,可大大提高浏览和显示速度。

3.5 特征展示表设计

特征展示表是建立在数据字典和元数据表基础之上的一类数据表,主要为系统的信息显示服务。通常GIS系统对数据的线型、符号、颜色等辅助信息进行显示或将数据导出为其它格式时,需在程序中编写大量程序代码才能实现,为系统的升级、移植及维护等工作带来不便,无法满足当前系统开发和管理的需求。在塔河流域数据库构建中,针对此弊端,提出构建特征展示表策略,即在点、线、面、文本原数据表的基础上设计一个特征表,用于存储所有点状符号的名称、大小、颜色等,线状要素的线型名称、颜色、粗细等,面状要素的边线颜色、粗细、是否填充、填充颜色,注记要素的字体、字号、颜色、大小等。系统显示时仅需调用特征展示表相应编码即可,大大提高了系统检索速度和运行效率。

3.6 一键入库设计

流域尺度下,常规的数据处理及入库方式已不能满足研究区海量数据管理需要。塔河流域矢量数据均为Coverage格式,栅格数据分别为非压缩的Geotif格式(DRG、DOM)和Arc/Info Grid格式(DEM),考虑到ArcGIS平台支持脚本命令,在塔河流域数据库构建中,可通过程序对预入库数据进行相应规整,生成一系列入库脚本,提出“一键入库”数据处理策略,可大大提高流域尺度海量数据的入库效率。

“一键入库”的前提是预入库数据须保证质量合格、安全无毒、网络畅通、平台稳定等要求。操作中,用户仅需选择预入库的路径、数据格式、坐标体系、数据类型等基本信息,点击“一键入库”按钮后系统便会自动获取相应数据的点、线、面等信息,并按照坐标转换、字段检查、自动配置、脚本生成、数据入库、信息显示等步骤自动完成数据入库,以提高数据入库效率。其中,坐标转换是将高斯坐标数据转换为地理坐标体系脚本;字段检查是检查入库数据的字段项与本地数据库相应数据类型的字段项是否一致;自动配置是自动生成相应数据类型的字段项脚本,所有预入库分幅数据均需添加图幅号、制作日期、比例尺3个字段,拼接数据需添加制作日期、比例尺2个字段,矢量数据需添加图层名称字段,栅格数据需添加备注字段,以方便数据管理和各应用

子系统的调用;脚本生成是根据预入库数据的类型、尺度等信息生成入库脚本文件,入库脚本主要包括坐标转换脚本、字段配置脚本、属性添加脚本、SDE 入库命令脚本等,并采用加密的 bat 文本文件存储;数据入库指系统执行入库脚本进行入库;信息显示是对系统的执行过程进行记录和显示,记录内容包括数据类型、处理时间、处理过程、入库状态等信息,用户可随时打开记录文件查阅数据执行的详细过程及入库状况。

4 结论及讨论

流域尺度海量生态环境数据库的设计和运行是生态环境精准化研究的基础和前提,适应流域一体化管理的趋势。针对目前我国生态环境数据库建设和实践中存在的若干问题,本文基于图属一体化思想,将 3S、空间数据引擎(SDE)与空间数据仓库(SDW)等技术耦合应用于塔里木河流域生态环境数据库构建中,实现了流域尺度的多源、多类型、跨带海量生态环境的有效存储和管理,并针对建库中的若干关键技术进行了研究,有效解决了当前生态环境数据库构建中包括 3S 技术与数据库集成度弱、海量数据入库效率低、网络数据共享困难等诸多问题,取得了一定的成果。

(1)通过收集流域近 50a 基础数据资料,选取数字线划图(DLG)、数字高程模型(DEM)、数字栅格图(DRG)、遥感影像图(DOM)、属性及多媒体数据等 6 类基础数据源,在相应规范、标准及原则指导下,基于图属一体化思想,采用集中式数据存储方案,分别构建了基础数据库、成果数据库、专题数据库等三大类数据库,最终形成运行化的塔河流域海量生态环境数据库系统服务平台,实现了流域尺度多源、多类型、跨带海量生态环境数据的有效存储和管理,为流域快速、准确获取生态环境动态信息,实施一体化管理提供了重要支撑,具有现实和科学意义。

(2)以塔河流域基础数据库构建为例,针对无缝数据拼接、建库规范设计、要素代码设计、空间索引设计、特征展示表及一键入库设计等若干关键技术进行了探讨。如通过分离物理数据层和逻辑数据层并区分矢量数据和栅格数据,在统一的多尺度空间框架体系下解决了海量数据的跨带无缝拼接问题;采用英文字母编写规范解决了数据命名规范设置;依据图形数据比例尺建立代码设计标准解决了网内信息共享问题;在 ArcSDE 技术框架下对塔河流域矢量数据和栅格数据分别采用格网索引设计和多级金字塔结构构建空间索引,实现了数据的快速检索及浏览;通过特征展示表设计大大提高了系统响应及显示的效率;“一键入库”策略设计可自动获取相应数据信息,大大提高了数据入库的效率和可靠性。

(3)目前该数据库已投入运行,它实现了塔河流域管理模式由纸质化管理向数字化管理的转变。各部门及用户可根据需要,快速、准确地查询、提取、分析、打印数据,并可以方便的进行更新和维护,为生态环境动态研究、流域一体化管理提供了可靠的基础数据支撑。

(4)利用空间数据仓库(SDW)技术实现流域尺度海量生态环境数据的存储和管理,是目前及今后生态环境研究和流域一体化管理的趋势。随空间信息技术的不断发展,今后生态环境数据库构建应进一步加强 3S、SDE、SDW 与空间数据的有效集成,制定完善的数据共享策略。同时,针对基础数据源的变化,需对数据库进行不断的补充和完善,确保数据的现势性和准确性,以更好地为其它应用系统服务。

References:

- [1] Fortlage C A. Environmental Assessment: A Practical Guide. Hunts: Gower Publishing Company limited, 1990: 4-6.
- [2] Harrop D O, Nixon J A. Environmental Assessment in Practice. London: Routledge Publishers, 1999: 12-13.
- [3] Wang G X, Qian J, Chen G D. The method of regions eco-environmental assessment and its usage in the case of Heihe river basin. Journal of Lanzhou University: Natural Science Edition, 2001, 37(2):131-140.
- [4] Yan Z L. Research on Ecological Environment Dynamic Changes and Ecological Water Demand in the Tarim River Basin Based on RS and GIS. Xian: Xian University of Technology, 2008.
- [5] Yan Z L, Huang Q, Zhang H B. Key issues in design of basic database for the Tarim river watershed. Arid Land Geography, 2005, 28(3): 377-380.
- [6] Tan K L. The Study and Development of Dynamic Monitoring System of Ecological Environment in Tarim River Drainage Area. Xian: Shanxi Normal University, 2007.

- [7] Liu H X. Research on Several Critical Technologies of Spatial Database Engine. Wuhan: Wuhan University, 2004.
- [8] Air China Coal (Group) Industry Development Co, Ltd of the Commonwealth. The annex III of water resources management system detailed design in Tarim river—data management and detailed design of the database subsystem. Xian, 2006.
- [9] Wang R H, Ma Y J, Lu X M. Identification and analysis of few problems with Tarim River basin in Xinjiang. Journal of Safety and Environment, 2003, 3(2): 3-7.
- [10] Gao F, Huang Q, Yan Z L. Study on dynamic monitor of ecological level and ecological water requirement in the main stream of Tarim River based on 3S technology. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 2010, 38 (1): 188-124.
- [11] Chen Y N, Li W H, Chen Y P, Xu C C, Zhang L H. Water conveyance in dried\up riverway and ecological restoration in the lower reaches of Tarim River, China. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(2): 538-545.
- [12] Zhao Y D. Data warehouse and establishment method. Oil\Garfield Surface Engineering, 2003, 22(2): 74-75.
- [13] Miao X L, Zhang W A, Wei B Q. Without gap joints for DLG and DEM datum of 1:100000 maps in the Tarim River Basin Area. Journal of Northwest Hydroelectric Power, 2006, 22(2): 47-49.
- [14] Feng F J. Oracle Database Architecture and Management. Beijing: Tsinghua University Press, 2003.

参考文献:

- [3] 王根绪, 钱鞠, 程国栋. 区域生态环境评价 (REA) 的方法与应用——以黑河流域为例. 兰州大学学报: 自然科学版, 2001, 37(2): 131-140.
- [4] 闫正龙. 基于 RS 和 GIS 的塔里木河流域生态环境动态变化与生态需水研究. 西安: 西安理工大学, 2008.
- [5] 闫正龙, 黄强, 张海波. 塔里木河流域基础数据库设计关键问题研究. 干旱区地理, 2005, 28(3): 377-380.
- [6] 谭克龙. 塔里木河流域生态环境动态监测系统研究与开发. 西安: 陕西师范大学, 2007.
- [7] 刘会侠. 空间数据库引擎的若干关键技术研究. 武汉: 武汉大学, 2004.
- [8] 煤航(集团)实业发展有限公司联合体. 塔里木河流域水量调度管理系统详细设计 附件三——数据管理与数据库子系统详细设计. 西安, 2006.
- [9] 王让会, 马英杰, 卢新民. 关于中国塔里木河流域若干问题的辨识. 安全与环境学报, 2003, 3(2): 3-7.
- [10] 高凡, 黄强, 闫正龙. 基于 3S 的塔里木河干流生态水平动态监测及生态需水研究. 西北农林科技大学学报: 自然科学版. 2010, 38(1): 188-124.
- [11] 陈亚宁, 李卫红, 陈亚鹏, 徐长春, 张丽华. 新疆塔里木河下游断流河道输水与生态恢复. 生态学报. 2007, 27(2): 538-545.
- [12] 赵蕴冬. 数据仓库及其建设方法. 油气田地面工程, 2003, 22(2): 74-75.
- [13] 苗小利, 张文安, 魏炳乾. 塔里木河流域 1:10 万 DLG、DEM 数据无缝拼接的实现. 西北水力发电, 2006, 22(2): 47-49.
- [14] 冯凤娟. Oracle 数据库体系结构和管理. 北京: 清华大学出版社, 2003.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 21 November, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Landscape spatial analysis of a traditional tibetan settlement based on landscape pattern theory and feng-shui theory; the case of Zhagana, Diebu, Gansu Province	SHI Lisha, YAN Lijiao, HUANG Lu, et al (6305)
Temporal-spatial differentiation and its change in the landscape ecological security of Wuyishan Scenery District	YOU Weibin, HE Dongjin, WU Liyun, et al (6317)
Evaluation of eco-sustainability of roads in a tourism area; a case study within Yulong County	JIANG Yiyi (6328)
Study on the compactness assessment model of urban spatial form	ZHAO Jingzhu, SONG Yu, SHI Longyu, et al (6338)
A multi-scale analysis of red-crowned crane's habitat selection at the Yellow River Delta Nature Reserve, Shandong, China	CAO Mingchang, LIU Gaohuan, XU Haigen (6344)
Assessment and spatial distribution of water and soil loss in karst regions, southwest China	FAN Feide, WANG Kelin, XIONG Ying, et al (6353)
Construction of an eco-environmental database for watershed-scale data; an example from the Tarim River Basin	GAO Fan, YAN Zhenglong, HUANG Qiang (6363)
Reproductive allocation in dioecious shrub, <i>Rhamnus davurica</i>	WANG Juan, ZHANG Chunyu, ZHAO Xiuhai, et al (6371)
Age-dependent growth responses of <i>Pinus koraiensis</i> to climate in the north slope of Changbai Mountain, North-Eastern China	WANG Xiaoming, ZHAO Xiuhai, GAO Lushuang, et al (6378)
Fine-scale spatial point patterns of <i>Stipa krylovii</i> population in different alpine degraded grasslands	ZHAO Chengzhang, REN Heng, SHENG Yaping, et al (6388)
Community structure and population regeneration in remnant <i>Ginkgo biloba</i> stands	YANG Yongchuan, MU Jianping, TANG Cindy Q., et al (6396)
Reproductive characteristics and adaptive evolution of pin and thrum flowers in endangered species, <i>Primula merrilliana</i>	SHAO Jianwen, ZHANG Wenjuan, ZHANG Xiaoping (6410)
Leaf functional traits of four typical forests along the altitudinal gradients in Mt. Shennongjia	LUO Lu, SHEN Guozhen, XIE Zongqiang, et al (6420)
Reclaimed soil properties and weathered gangue change characteristics under various vegetation types on gangue pile	WANG Liyan, HAN Youzhi, ZHANG Chengliang, et al (6429)
Influence of fire on stands of <i>Pinus massoniana</i> in a karst mountain area of central Guizhou province	ZHANG Xi, CHUI Yingchun, ZHU Jun, et al (6442)
Morphological and physiological adaptation of <i>Caragana</i> species in the Inner Mongolia Plateau	MA Chengcang, GAO Yubao, LI Qingfang, et al (6451)
A comparative study on reasons of degenerated of <i>Haloxylon ammodendron</i> population in the western part of Gurbantunggut desert	SI Langming, LIU Tong, LIU Bin, et al (6460)
Self-thinning of natural broadleaved forests in Baishilazi Nature Reserve ...	ZHOU Yongbin, YIN You, YIN Mingfang, et al (6469)
Population status and dynamic trends of Amur tiger's prey in Eastern Wandashan Mountain, Heilongjiang Province	ZHANG Changzhi, ZHANG Minghai (6481)
The relationship between the occurrence of Colorado Potato Beetle, <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , and rivers based on GIS: a case study of Shawan Country	LI Chao, ZHANG Zhi, GUO Wenchao, et al (6488)
Occurrence dynamics and trajectory analysis of <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> Guenée in Xing'an Guangxi Municipality in 2010	JIANG Chunxian, QI Huihui, SUN Mingyang, et al (6495)
Adaptability of B-biotype <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) to Host Shift	ZHOU Fucui, LI Chuanming, GU Aixiang, et al (6505)
Structural change analysis of cecal bacterial flora in different poultry breeds using PCR-DGGE ...	LI Yongzhu, Yongquan Cui (6513)
Effect of chicken manure-amended copper mine tailings on growth of three leguminous species, soil microbial biomass and enzyme activities	ZHANG Hong, SHEN Zhangjun, YANG Guide, et al (6522)
Physiological response of <i>Microcystis</i> to solar UV radiation	WANG Yan, LI Shanshan, LI Jianhong, et al (6532)
Relationship between cell volume and cell carbon and cell nitrogen for ten common dinoflagellates	WANG Yan, LI Ruixiang, DONG Shuanglin, et al (6540)
The community structure and abundance of microcystin-producing cyanobacteria in surface sediment of Lake Taihu in winter	LI Daming, KONG Fanxiang, YU Yang, et al (6551)
Influence of green belt structure on the dispersion of particle pollutants in street canyons	LIN Yinding, WU Xiaogang, HAO Xingyu, et al (6561)
Spatio-temporal variation analysis of urbanization and land use benefit of oasis urban areas in Xinjiang	YANG Yu, LIU Yi, DONG Wen, et al (6568)
Nitrate contamination and source tracing from NO_3^- - $\delta^{15}\text{N}$ in groundwater in Weifang, Shandong Province	XU Chunying, LI Yuzhong, LI Qiaozhen, et al (6579)
The impact of rising temperature on spring wheat production in the Yellow River irrigation region of Ningxia	XIAO Guoju, ZHANG Qiang, ZHANG Fengju, et al (6588)
A new hyperspectral index for the estimation of nitrogen contents of wheat canopy	LIANG Liang, YANG Minhua, DENG Kaidong, et al (6594)
The feature of N_2O emission from a paddy field in irrigation area of the Yellow River	ZHANG Hui, YANG Zhengli, LUO Liangguo, et al (6606)
Review and Monograph	
Research perspective for the effects of nitrogen deposition on biogenic volatile organic compounds	HUANG Juan, MO Jiangming, KONG Guohui, et al (6616)
Recruitment limitation of plant population: from seed production to sapling establishment	LI Ning, BAI Bing, LU Changhu (6624)
Scientific Note	
Response of anatomical structure and photosynthetic characteristics to low light stress in leaves of different maize genotypes	DU Chengfeng, LI Chaohai, LIU Tianxue, et al (6633)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 21 期 (2011 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 21 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元