

## 【综合】

# “数字石羊河”技术体系建立及应用探讨

赵 军<sup>1</sup>,王雪平<sup>1</sup>,金 蓉<sup>2</sup>

(1. 西北师范大学 GIS 开发与应用研究中心,甘肃 兰州 730070; 2. 西北师范大学 地理与环境科学学院,甘肃 兰州 730070)

**摘要** 由于气候变化、水资源锐减、人口剧增以及石羊河上游用水量加大等因素,导致下游民勤绿洲生态用水逐年减少、生态环境严重恶化,成为我国第四大沙尘暴策源地。为了恢复石羊河流域的绿洲生态环境,需要建立流域公平的用水机制,在水资源管理技术上建立“数字石羊河”体系:以通信网络、电子地图与数字高程模型和基础数据库作为“数字石羊河”的基础平台,为沙尘暴的防治提供决策依据、信息 模拟治理效果,实施动态监测、质量评价,为监督和管理提供必要的技术支持。

**关键词**: 通信网络; 数据库; 电子地图; 数字高程模型; “数字石羊河”

中图分类号: TV213, TP391 文献标识码: A 文章编号: 1000-1379(2005)06-0006-03

“数字石羊河”是“原型石羊河”的虚拟对照体,就是借助现代化的数据采集、传输手段,把“石羊河装进计算机”,进行数据集成,从而模拟、分析、研究有关石羊河的自然现象,探索其内在规律,为石羊河治理、开发和管理提供科学的技术支持。“数字石羊河”的基础设施包括数据采集、传输、存贮管理系统;应用系统则包括水量调度、水质监控、水土保持、水利工程管理和电子政务系统等,连接基础设施和应用系统的是一个巨型信息服务平台<sup>[1]</sup>。

我们从甘肃省民勤县变为我国第四大沙尘暴策源地的现实情况出发,利用“3S”技术强大的空间分析处理能力和流行的开发语言,建立了“数字石羊河”技术体系。

## 1 研究区域概况

石羊河流域位于甘肃省河西走廊东部,属河西走廊三大内陆河流域之一,在行政区划上包括武威市的凉州区、民勤县、古浪县的全部以及天祝县乌鞘岭以西的部分地区和金昌市。地理位置大致为东经 $101^{\circ}22' \sim 104^{\circ}14'$ ,北纬 $37^{\circ}07' \sim 39^{\circ}24'$ ,流域面积约 $4.11 \text{ km}^2$ 。石羊河流域水资源包括地表水、地下水、降水和冰川融水。石羊河由大靖河、古浪河、黄羊河、杂木河、金塔河、西营河、东大河、西大河汇集而成,20世纪50年代石羊河流域水系年均径流量为 $17.83 \text{亿 m}^3$ ,90年代为 $12.00 \text{亿 m}^3$ ,比50年代减少了近 $6.00 \text{亿 m}^3$ 。由于气候变化、水资源锐减、人口剧增和上游用水量加大等因素的影响,使得流入下游地区民勤绿洲的径流量逐年减少,20世纪50年代年径流量为 $5.94 \text{亿 m}^3$ ,70年代为 $3.00 \text{亿 m}^3$ ,80年代为 $2.30 \text{亿 m}^3$ ,90年代为 $1.50 \text{亿 m}^3$ ,目前仅为 $0.80 \text{亿 m}^3$ <sup>[2]</sup>。

由于地下水连年超采,地下水位迅速下降,武威市已形成了总面积达 $900 \text{ km}^2$ 、降深 $10 \sim 20 \text{ m}$ (民勤县一些地方甚至达 $40 \text{ m}$ )的大漏斗。同时水质也逐渐恶化,尤其是民勤绿洲地下

水矿化度年平均升高 $0.12 \text{ g/L}$ ,湖区地下水矿化度由20世纪60~70年代的 $2.00 \sim 3.00 \text{ g/L}$ 上升到90年代的 $5.60 \text{ g/L}$ ,已不能用于人畜饮用和农田灌溉。地下水水质恶化造成如下结果:一是人畜饮水发生困难。民勤县人畜饮水困难的范围涉及到17个乡镇的13.99万人、18.3万头牲畜,并且范围仍在扩大。二是土地严重盐碱化。地下水水质较差地区,用高矿化度地下水灌溉,使土壤盐分迅速增加,土壤和地下水处于高浓缩积盐状态。年均增加盐碱地面积近 $0.67 \text{万 hm}^2$ ,仅民勤湖区弃耕地就已达 $2.00 \text{万 hm}^2$ ,尤其是绿洲北部,群众生产、生活已经发生了严重危机。三是沙尘暴越来越频繁。地下水位下降,绿洲植被枯死,土地日趋荒漠化、沙化,原先已经固定的沙丘开始活化扬沙,沙尘暴天气越来越频繁。据气象部门记载,20世纪50年代发生沙尘暴5次,60年代发生8次,70年代发生13次,80年代发生14次,90年代增加到23次,仅2002年就发生7次。目前民勤绿洲已有 $0.3 \text{万 hm}^2$ 沙枣树和红柳假死、 $0.56 \text{万 hm}^2$ 枯梢,面积 $13.33 \text{万 hm}^2$ 的三渠柴湾绿洲现仅存 $7.33 \text{万 hm}^2$ ,且有50%退化、20%沙化,造成已固定的沙丘开始活化,沙漠每年以 $15 \sim 20 \text{ m}$ 的速度向绿洲逼近<sup>[3]</sup>。

水资源的严重短缺和过量开采地下水,造成农业生产条件和生态环境日益恶化。针对这种掠夺式开采水资源的现状,如不及时进行水资源的可持续利用研究和有效管理,石羊河下游民勤绿洲地下水枯竭之时,将是民勤绿洲消亡之日,流沙进而淹没武威、金昌两市已绝非危言耸听。石羊河流域概况,见图1。

收稿日期 2005-03-03

基金项目 国家自然科学基金资助项目(40301037)。

作者简介 赵军(1963-),男,山西河津人,教授,从事地理信息系统及应用研究。

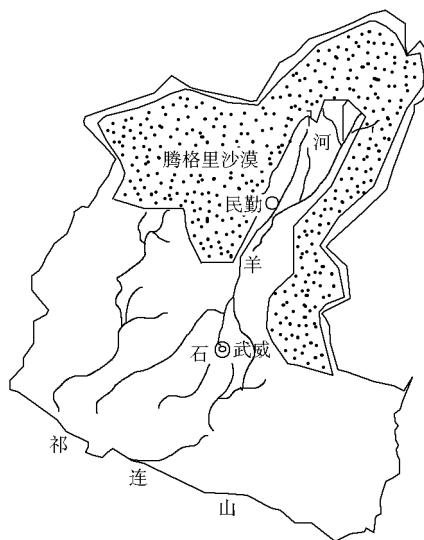


图1 石羊河流域概况

## 2 “数字石羊河”技术体系

“数字石羊河”由5个环节构成，即数据采集、数据传输、数据存储及处理、数学模拟和决策支持<sup>[4-6]</sup>。“数字石羊河”框架体系见图2。

### 2.1 “数字石羊河”工程的基础平台

(1)通信网络。各部门或单位采集的信息，包括各种数据、声音、图像等，通过一定带宽的通信网进行传输。因此，要对石羊河流域及其相关专区的通信网，在“数字石羊河”建设目标下进行全面规划。“数字石羊河”包括三级计算机网络：第一级为部委机关(黄河水利委员会，包括各种管理及指挥中心)，第二级为直属单位(石羊河流域管理局)，第三级为各重要信息采集站点。

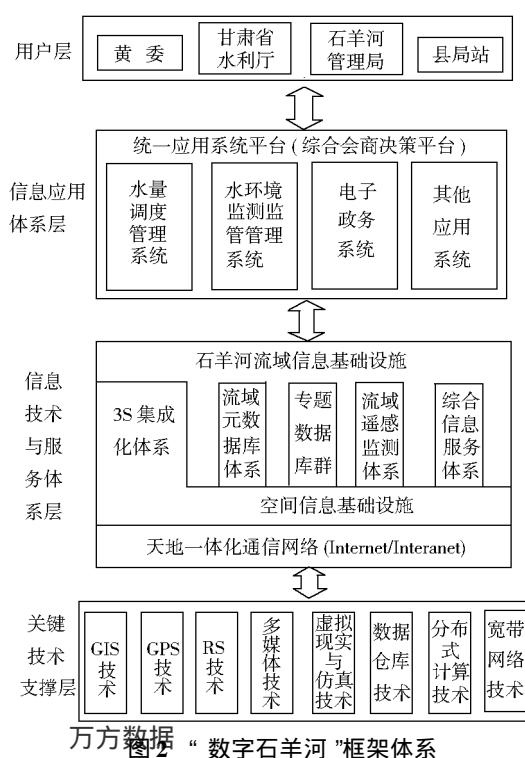


图2 “数字石羊河”框架体系

(2)电子地图与数字高程模型。电子地图和数字高程模型是“数字石羊河”工程建设最为基础的平台之一，各应用系统建设应在统一的平台上进行。

(3)基础数据库。“数字石羊河”工程建设必须建立统一标准和规范的基础数据库系统，主要包括水文数据库、水量分配数据库、水质数据库、水库及河道断面数据库、工情数据库及人口、经济、社会资料数据库等。

### 2.2 “数字石羊河”工程的基本功能

(1)水量调度。水量调度是“数字石羊河”工程建设的主要目标，“数字石羊河”工程首先从“数字水量调度”开始。随着石羊河流域及相关地区社会经济的飞速发展，石羊河流域水资源的供需矛盾日益尖锐，为了使有限的水资源得到合理的分配，建设石羊河水量调度中心有重大意义。需要完成的工作包括：枯水期径流预报，下游地区生态模拟模型系统，水资源实时调配系统，引水口的自动监控系统和地下水观测系统。

(2)水质监控。在石羊河干流区际断面和主要支流入石羊河口设置水质监测断面，对各断面水质状况进行实时监测，并建立实时监测数据库。通过构造河流中的污染物的扩散转移模型，对污染物的扩散及转移进行模拟分析，进而对河流水质状况及其变化进行预测，为用户特别是为民勤农田灌溉的引水口进行水质预警预报。

(3)水土流失治理及监测。“数字石羊河”工程把石羊河水土流失治理与监测作为重要内容。通过GPS的准确定位，借助RS及时获取水土流失及其治理信息，了解和掌握某一小流域、某一区域的水土流失状况及治理程度动态，在GIS支持下对水土流失治理的经济、社会效益作出宏观的评价。

(4)水利工程运行与管理。建立石羊河干流控制性水利工程(水库)的运行和管理系统。通过远程视频技术的应用，适时了解和掌握石羊河干流上重要的水利枢纽工程的运行状况，为水资源的统一调度提供依据。

(5)电子政务。电子政务能够实现办公自动化和信息资源化，提高办公效率。要实现这一目标，当前要重点加强各有关数据库的建设，如文档及档案资料数据库、科技资料数据库、政策法规数据库、人事管理数据库、行政管理资料数据库和水利多种经营数据库等，以实现在局域网上的信息交换、信息发布、信息服务、视频会议和决策支持。

## 3 “数字石羊河”在沙尘暴防治中的应用

基于现代通信网络的“3S”集成技术建立的“数字石羊河”，可以在未来该地区生态环境建设和经济建设中起到一定作用。

### 3.1 提供决策依据

在石羊河流域水土流失治理与周边沙漠监测系统中，可以通过GPS的准确定位，借助RS及时获取水土流失及沙漠监测信息，了解和掌握石羊河流域或周边沙漠动态变化情况，同时借助GIS对水土流失治理的经济、社会效益作出宏观调控，也可以根据天气状况的变化对沙尘暴天气作出预报。

### 3.2 信息和资源共享

石羊河流域生态环境恶化，民勤绿洲萎缩，使其成为了沙

尘暴的策源地。可以通过“数字石羊河”的平台向外界发布石羊河流域生态恶化状况,争取社会各界的帮助。利用“3S”和网络可以迅速地发布有关的信息,包括各种图件、统计数据,实现信息和资源共享。

### 3.3 治理动态监测

用人工的方式全面地了解和调查石羊河治理的结果是非常困难的,而利用RS、GIS进行分析、判断却是轻而易举的事。利用数月甚至数天一换的遥感影像可以适时了解石羊河治理的进度和治理后的成效,因而进行准确、规范的管理也就水到渠成。

### 3.4 治理效果模拟和质量评价

GIS的处理分析软件能进行多时相、多数据源的融合分析,模拟治理的效果。在GPS定位的基础上,利用遥感技术收集对石羊河治理的具体情况、工作进度、工作量和治理成效,利用GIS的空间分析功能进行分析、评价。

### 3.5 政策监督和管理

在石羊河流域统一调水管理系统中,可以通过GIS强大的空间分析对全流域的水量以及武威市和其他用水单位的用水量进行科学的计量,通过计算机网络下达分水的指令。

## 4 结语

通过“数字石羊河”工程建设,能够实现石羊河流域集遥感数据、多尺度地形数据、社会经济数据、规划数据等的统一采集

(上接第5页)

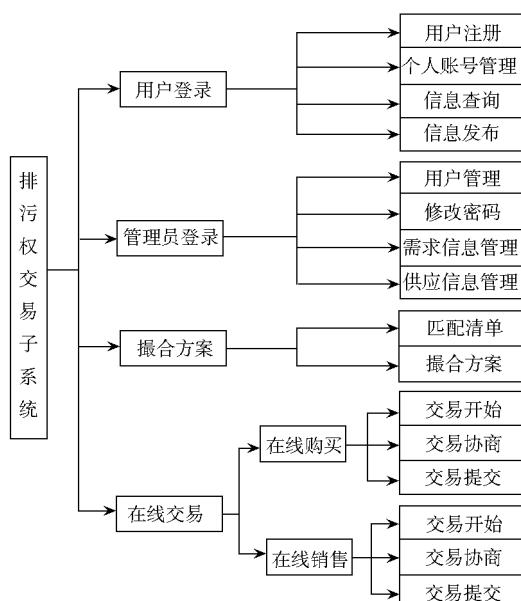


图4 排污权交易子系统结构

(2)提高排污权交易效率,保证总量控制目标的顺利实施。通过ETDSS,各用户将能及时全面地了解交易市场信息,并能预测交易情况,简化交易过程,使交易活动规范化,实现排污权交易的实时性、准确性和快速性,从而保证总量控制目标的顺利实施。万方数据

与管理,对民勤绿洲的保护和防治该地区沙尘暴有着积极的作用。随着石羊河开发建设规划的实施,利用该平台能够实现该区域规划和建设的信息化管理。今后,应探索“数字石羊河”建设的深度、广度,并针对实践中存在的问题,不断完善相关技术,开辟更多的应用领域。

### 参考文献:

- [1] 周海燕,周铜,王青山.“3S”技术在“数字黄河”中的应用[J].测绘学院学报,2003,20(1).
- [2] 张勃,石培基,赵军.甘肃石羊河流域武威绿洲水资源系统分析[J].西北师范大学学报(自然科学版),1994,30(3).
- [3] 宋冬梅,肖笃宁,张志诚,等.石羊河下游民勤绿洲生态安全时空变化分析[J].中国沙漠,2004,24(3).
- [4] 刘汀南,黄方,王平.地球信息科学导论[M].长春:吉林教育出版社,2002.
- [5] 李宗华,王琳,彭明军,等.“数字汉江”建设及其在城市规划中的应用[J].武汉大学学报(工学版),2003,36(3).
- [6] 刘长星.流域治理与3S技术应用研究[J].水土保持学报,2002,16(6).

【责任编辑 赵宏伟】

(3)环境保护机构或地方政府部门作为该系统的管理者,通过ETDSS,能有效地对排污权交易实施监督,及时、全面了解到当地各企业的排污状况和总量控制的实施情况,从而做出科学合理的决策。

(4)有利于我国排污权交易市场的完善。目前,我国对排污权交易理论的研究还不够,排污权交易方法还不规范,交易体系也不完善,而且对交易缺少有效的监控,还没有形成良好的排污权交易市场。随着排污权交易的推广和各种监督手段的完善,排污权交易市场将会逐步健全。

### 参考文献:

- [1] 马中,杜丹德.总量控制与排污权交易[M].北京:中国环境科学出版社,1999.
- [2] 孙世民.决策支持系统(DSS)及其在农业上的应用[J].山东农业大学学报,1999,30(3).
- [3] 杨雪菲.电子商务中的协商交易系统[D].西安:西安交通大学,2002.
- [4] 孙淑丽.基于面向对象技术的广东电子类商品交易系统的设计与实现[D].广州:华南理工大学,2001.
- [5] 曾维华,程红光,鱼京善,等.广州市南沙黄阁地区污染物总量控制方案研究报告[R].北京:北京师范大学,2003.

【责任编辑 张智民】