

基于GIS和RS的蓄滞洪区和谐发展的技术路线

罗清元¹,刘丽娜²,张成才³

(1. 河南省水文水资源局,河南 郑州 450003;2. 河南省环境监测中心,河南 郑州 450003;
3. 郑州大学水利与环境学院,河南 郑州 450001)

摘要:应用遥感与地理信息系统技术构建基于GIS模型的蓄滞洪区空间数据库,对蓄滞洪区内的基础地理数据进行存储、管理,并对空间数据进行可视化和空间分析等操作;运用RS技术对蓄滞洪区内的土地利用、生态环境变化等情况进行动态监测,建立蓄滞洪区发展指标体系;探求蓄滞洪区的和谐发展模式,为蓄滞洪区的可持续发展提供科学依据。

关键词:遥感;地理信息系统;集成;蓄滞洪区;可持续发展;GIS;RS

中图分类号:TV873 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-9511(2018)04-0055-03

蓄滞洪区是江河防洪体系的重要组成部分^[1-2]。我国蓄滞洪区的发展还存在一些问题,主要表现在:蓄滞洪区的建设滞后、配套工程不全、法规制度不完善,对区内社会经济活动缺乏有效的管理与调节,区内居民的生存环境、生产条件等有待提高。

针对蓄滞洪区存在的问题,国家尝试出台和制定了一系列的政策进行解决,一些专家也提出:“蓄滞洪区的土地管理,土地利用、开发和各项建设必须符合防洪的要求,保证蓄洪滞洪容积,减少洪灾损失。要调整蓄滞洪区内经济结构和产业结构,限制蓄滞洪区内高风险区的经济开发活动,鼓励企业向低风险区转移或向外搬迁。要进一步加强区内的人口管理,适度控制区内人口增长。”但量化、系统化的研究较少。

本文从区域可持续发展的角度,综合经济、社会、资源、人口、生态环境与防洪等多种重要因素,探寻蓄滞洪区在防洪风险下的合理利用方式,以解决蓄滞洪区安全运用和经济发展等矛盾,实现蓄滞洪区各方面的和谐发展。通过研究建立一套适当的评价指标体系来表征蓄滞洪区的和谐发展程度和蓄滞洪区现状,进而为蓄滞洪区和谐发展管理提供决策依据。

1 蓄滞洪区防洪和发展关键技术

蓄滞洪区和谐发展就是要在协调防洪与区域经

济之间寻找一种平衡发展。既能在发生超标准洪水时,及时行蓄洪水,保护大局安全;又能在不启用蓄滞洪区时发展区域经济,改善群众生活。蓄滞洪区的和谐发展涉及因素众多,因此要从区域防洪安全与经济社会统筹协调发展的角度,针对社会、经济、资源、生态环境、防洪这五类因素指标进行评价和分析。对这些复杂因素进行量化研究,传统的设备和手段很难满足需要。地理信息系统(Geographic Information System, GIS)能够对洪水计算模型、和谐发展模型、指标评价体系中的基本要素进行管理与分析,其较强的空间数据管理能力,可以将以往的一维数据运算扩展为三维空间数据运算,对蓄滞洪区的社会经济数据、人口分布、安全避水设施、居民撤退道路和土地利用等信息进行有效的管理;通过地理信息系统的空间分析和模型功能,可以开展居民撤退路线选择、安全避水设施的合理性分析、洪水风险和保险研究、洪水主流区的三维可视化等工作^[3-4]。遥感(Remote Sensing, RS)技术具有快速、便捷、时效性强等特点,可以定期(卫星)和不定期(无人机)进行观测,及时掌握地面的动态信息,对蓄滞洪区的土地利用、工程建设情况进行动态监测^[5-6]。

采集的遥感影像、空间地理数据等信息,遥感技术和地面观测站网获取的动态监测信息,以及GIS支持下快速处理、系统分析、综合评价、预测预报等

基金项目:河南省科技攻关项目(152102210044),河南省基础与前沿项目(152300410189,142300410064)

作者简介:罗清元(1985—),男,工程师,硕士,主要从事水文水资源研究。E-mail:525837706@qq.com

综合技术优势,将为蓄滞洪区的和谐发展研究提供有力的技术支持。

1.1 构建基于 GIS 蓄滞洪区空间数据库

利用 RS 技术对遥感影像进行分析,获取地面实况的动态数据,并通过现场调查和研究区域统计资料获取人口、社会、经济、资源、防洪等信息,建立蓄滞洪区的空间数据库。应对蓄滞洪区内社会、经济、资源、生态环境和防洪信息进行采集、存储、分析、显示,并进行空间数据的可视化和空间分析(叠置分析、特征信息提取、居民最短撤退路线的选取等等)。蓄滞洪区的多种信息以 GIS 专题图的形式进行存储,如人口分布、避洪设施分布、乡镇、道路、土地利用等专题图,是蓄滞洪区分析研究的数据源。蓄滞洪区空间数据库是指标评价体系与和谐发展模型研究的数据源。

1.2 蓄滞洪区土地利用/覆被变化监测

土地利用/覆被变化作为资源和生态环境评价指标的重要影响因素,利用遥感技术对蓄滞洪区土地利用/覆被变化(Land Use and Land Cover Change, LUCC)进行动态监测,以各个时期不同分辨率的遥感影像作为基础数据,通过对遥感影像的提取和分析解译,建立区域的土地利用/覆被遥感影像数据库^[7]。同时,使用 GIS 强大的空间分析功能,研究蓄滞洪区内的人口分布、土地利用等监测要素的变化情况^[8]。

对蓄滞洪区内的土地利用/覆被、避洪设施以及城镇扩展等情况进行监测和分析。采用不同时期、不同分辨率的遥感影像,首先进行影像数据的几何校正,在校正时要注意地面控制点的选取,保证控制点的数目和精度的要求。然后采用最大似然和概率松弛相结合的分类方法,进行专题信息提取。同时,应用遥感影像的融合技术,将高分辨率遥感影像(如 SPOT 全色波段,2.5 m 分辨率;IKONOS,1 m 分辨率)与多光谱影像进行融合,可以提供更加精准的分析成果。依据不同地物对影像融合方法的敏感程度不同,来确定不同地物识别的影像融合方法。首先,应用目前常用的几种融合方式(如主成分分析法、HIS 变换法、高通滤波法、Brovey 变换法);其次,对各种融合的影像进行比较,通过提取各种地物相关参数,比较影像融合前后相关地物参数的变化,并对各种不同融合影像方法的地物判别精度进行分析,确定地物识别方法,并融合影像。还要与实地调查资料相结合,抽取有调查资料的部分影像进行对比分析,定量评价影像融合后数据的质量和精度,必要时,改进目前影像融合方法或研制新的影像融合方法。

应用高光谱遥感数据对土地利用/覆被进行识别。依据不同地物具有不同波谱的特性,探索区分地物的方法,对土地覆盖的高光谱影响进行分类判别,进而提高识别不同地物的精度。在高光谱遥感数据获取上,搭载于美国 EOS 系列 terra 和 aqua 卫星之上的 MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer,中分辨率成像光谱辐射计)是一个重要的遥感传感器,在我国有多个 MODIS 地面接收站,而且数据是共享的。MODIS 有 36 个波段,覆盖 0.4 ~ 14.5 μm 的光谱范围,具有探测大气、云、水汽、臭氧、海洋、冰雪、陆地表面等的光谱特性^[9]。其他高光谱遥感数据的获取,从获取方式和价格上有一定困难^[10]。

1.3 研制蓄滞洪区和谐发展模型

以蓄滞洪区和谐发展复合系统为研究对象,在对社会、经济、资源、生态环境和防洪进行综合分析的基础上,设计蓄滞洪区和谐发展指标体系。通过对致灾因子和承灾体的分析,研究蓄滞洪区洪水风险问题;通过对区内土地利用情况和生态环境的分析,研究土地的承载能力;进一步采用灰色系统和模糊数学理论,建立蓄滞洪区和谐发展模型。对蓄滞洪区和谐状况进行综合评价,明确蓄滞洪区内的非和谐因素,通过参数的调整,使和谐发展模型目标最大化。

2 蓄滞洪区防洪和发展研究路线

2.1 基于 Geodatabase 模型的蓄滞洪区空间数据库

采用 Geodatabase 数据库作为 GIS 空间数据库,因为它采用了面向对象技术,其对象类均由现实世界抽象而来,每个对象类有相关联系,但又有各自的规则和属性等特点。用户可以依据现有的地理数据模型来扩展符合自己需求的功能^[11]。与其他数据库相比,Geodatabase 数据库在支持要素类之间的关联、支持更加复杂的网络等方面都有更大优势,特别是对蓄滞洪区多格式、巨量的数据,能够更加便捷地存储、快速地处理,还可以将这些数据的属性有机地结合,这为蓄滞洪区和谐发展模型的分析与计算以及对不同数据格式的可视化提供了技术手段。

为保证蓄滞洪区数据的开放性、一致性、安全性和标准化,还能满足快速、高效空间分析和可视化的需要,采用统一建模语言 UML(Unified Model Language)和 Case 工具来建立 Geodatabase 模型。具体步骤是:①利用统一建模语言 UML 设计对象模型;②将模型输出到知识库;③使用 ArcCatalog 的 Schema(方案)生成向导,进而建立基于 Geodatabase 的蓄滞洪区空间数据库^[12]。利用这种方法的好处是,

原来使用 ARCGIS 创建的地理信息系统专题图层,也能够便捷地导入蓄滞洪区空间数据库。

2.2 RS 影像解译的自动化和智能化

在解译遥感影像时采用最大似然和概率松弛相结合的监督分类方法,来获取蓄滞洪区内不同时期的土地利用、城镇、道路和避洪设施等的变化情况。采用遥感影像的融合技术,根据不同影像融合方法对不同地物的敏感性,确定不同地物判识的融合影像和方法。研究高分辨率卫星数据与多光谱数据融合时,由于数据分辨率差别大,引起的光谱和地物特征缺失问题,应用分形理论,通过分形插值来获取高分辨率多光谱影像^[13]。借助于人工神经网络、小波分析和人工智能等工具,开发自动化和智能化的地物识别与提取系统。

2.3 RS 与 GIS 的无缝集成

蓄滞洪区和谐发展模型的开发是基于 GIS 平台将遥感数据直接导入模型中,作为模型的主要信息源。多时相、多种分辨率的影像经过融合将产生大量的数据,需应用影像存储的金字塔技术,解决海量数据的存储与检索问题。在 RS 与 GIS 集成时,采用无缝集成技术,将遥感影像数据存入 GIS 的影像库中,在进行影像的查询检索操作时,建立快速的索引机制,以保证数据的安全和 GIS 空间分析的高效快速进行。

2.4 蓄滞洪区和谐发展模型的建立

蓄滞洪区和谐发展模型应包括经济、社会、资源、人口、生态环境、防洪等子系统。为了让各子系统在相互依存的基础上和谐共发展,就必须先建立一套蓄滞洪区和谐发展指标体系。这个指标体系应具有以下作用:首先,要能够反映蓄滞洪区各个时期各子系统的发展现状;其次,要能够反映蓄滞洪区各个时期不同要素的变化率和变化趋势;最后,要能够反映蓄滞洪区各方面发展的统筹协调程度。基于这些原则,采用自下而上的方法,建立蓄滞洪区和谐发展评价指标体系。先设计单个因素的指标,再把整个系统归类为社会系统和自然系统两类指标,最后复合为蓄滞洪区和谐发展评价指标^[14]。蓄滞洪区空间数据库是建立蓄滞洪区和谐发展评价指标体系的基础,所有数据(包括遥感数据)都存放在该数据库中,利用 GIS 的空间分析和可视化功能,可以直观、准确地分析指标体系的合理性^[15]。

就和谐发展模型而言,由于评价指标和子系统对应状态的程度不明确,因此采用灰色系统方法进行建模。系统分目标层、准则层、指标体系层 3 个层次。目标层,用来衡量蓄滞洪区和谐发展水平;准则层,用于评价和谐发展状态;指标体系层,反映 5 个

子系统及其之间相互关系的指标。通过和谐发展模型,对蓄滞洪区的和谐发展程度进行综合评价,研究技术路线见图 1。

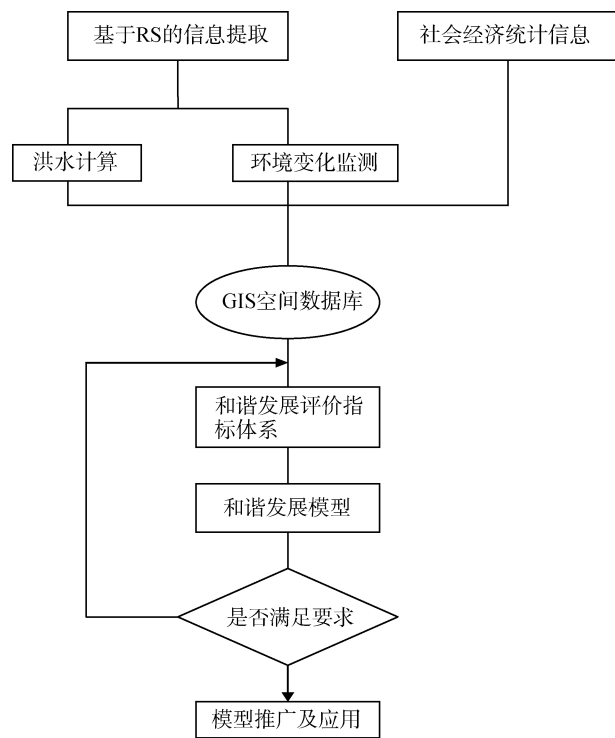


图 1 研究技术路线

3 结 语

蓄滞洪区的和谐发展涉及社会、经济、资源、生态环境和防洪等众多方面。近几年国内外对蓄滞洪区的发展已经取得不少的研究成果,可持续发展与蓄滞洪区管理研究有了初步结合。但是对防洪减灾和经济发展等各方面关系的研究定性分析多,定量研究少;对蓄滞洪区和谐发展模型的研究目前还比较少。本文把 GIS 和 RS 等技术应用到蓄滞洪区和谐发展研究中,提出了研究的主要内容,设计了技术路线,为蓄滞洪区的科学管理和可持续发展提供一种思路,也为进一步深入研究蓄滞洪区的和谐发展奠定了基础。

参考文献:

- [1] 张曼,周建军,黄国鲜. 长江中游防洪问题与对策[J]. 水资源保护,2016,32(4):1-10.
- [2] 水利部国际合作与科技司. 当代水利科技前言[M]. 北京:中国水利水电出版社,2006.
- [3] 杨朝俊,胡庭兴,刘波,等. 基于 GIS 的退耕还林工程区林地动态变化遥感监测研究[J]. 遥感信息,2006(1):38-40.
- [4] 原峰,姜彤. 荆江分洪区土地利用时空动态变化研究[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(5):649-654.

(下转第 62 页)

步增大,水资源有不可持续发展的风险。

(2) 为了实现无锡市水资源可持续发展需要采取以下措施:首先,无锡市的淡水生态足迹占其水生态足迹的60%以上且占比逐年增加,因此,应降低耗水率,调整优化用水结构,建立节水型的社会生产和消费体系;其次,无锡市在治水治污方面取得了一定成效,应在此基础上进一步加强无锡市水污染总量控制以减少水污染生态足迹;最后,无锡市过境水资源丰富,应充分利用过境水资源与本地水资源互为补充,缓解当地用水资源压力,提高无锡市水生态承载能力。

参考文献:

[1] 王浩,王建华. 中国水资源与可持续发展[J]. 中国科学院院刊, 2012, 27(3): 352-358.

[2] 丁文喜. 中国水资源可持续发展的对策与建议[J]. 中国农学通报, 2011, 27(14): 221-226.

[3] 王西琴,高伟,何芬,等. 水生态承载力概念与内涵探讨[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2011, 9(01): 41-46.

[4] 徐绪堪,赵毅,成春阳. 西安市水资源可持续利用预警分级[J]. 水资源保护, 2017, 33(5): 25-30

[5] 刘洋,毕军. 流域生态补偿理论及其标准研究综述[J]. 水利经济, 2018, 36(3): 10-15.

[6] 邓丽,李政霖,华坚. 基于系统动力学的重大水利工程项目社会经济生态交织影响研究[J]. 水利经济, 2017, 35(4): 16-23.

[7] 黄晶,王学春,陈阜. 水足迹研究进展及其对农业水资源利用的启示[J]. 水资源保护, 2016, 32(1): 135-141.

[8] 谭秀娟. 郑钦玉 我国水资源生态足迹分析与预测[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3559-3568.

[9] 于冰,徐琳瑜. 城市水生态系统可持续发展评价:以大

连市为例[J]. 资源科学, 2014, 36(12): 2578-2583.

[10] WACKERNAGEL M, ONISTO L, BELLO P, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept[J]. Ecological Economics, 1999, 29(3): 375-390.

[11] 洪思扬,王红瑞,朱中凡,等. 辽宁省水资源生态足迹与生态承载力分析[J]. 水利经济, 2016, 34(3): 46-52 + 81.

[12] 黄林楠,张伟新,姜翠玲,等. 水资源生态足迹计算方法[J]. 生态学报, 2008 (3): 1279-1286.

[13] 段锦,康慕谊,江源. 基于淡水资源账户和污染账户的生态足迹改进模型[J]. 自然资源学报, 2012, 27(6): 953-963.

[14] 焦雯珺,闵庆文,李文华,等. 基于 ESEF 的水生态承载力评估:以太湖流域湖州市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(1): 147-155.

[15] 刘子刚,郑瑜. 基于生态足迹法的区域水生态承载力研究:以浙江省湖州市为例[J]. 资源科学, 2011, 33(6): 1083-1088.

[16] 丁训静,姚琪,毛永根. 太湖流域水质模拟研究[J]. 水资源保护, 1998 (4): 10-14.

[17] 谭秀娟,郑钦玉. 我国水资源生态足迹分析与预测[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3559-3568.

[18] 刘某承,李文华. 基于净初级生产力的中国生态足迹均衡因子测算[J]. 自然资源学报, 2009(9): 1550-1559.

[19] 罗慧萍,逢勇,徐凌云. 无锡市水功能区划调整方案研究[J]. 水资源与水工程学报, 2015, 26(5): 114-120.

[20] 刘子刚,蔡飞. 区域水生态承载力评价指标体系研究[J]. 环境污染与防治, 2012, 34(9): 73-77.

[21] 胡永红,吴志峰. 基于 ARIMA 模型的区域水生态足迹时间序列分析[J]. 生态环境, 2006, 15(1): 94-98.

(收稿日期:2018-03-16 编辑:陈玉国)

(上接第 57 页)

[5] 刘新立. 区域水灾风险评估的理论和实践[M]. 北京: 北京大学出版社, 2005.

[6] 金时华. 遥感技术在土地利用动态监测中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2006, 29(1): 98-100.

[7] 向立云. 蓄滞洪区管理案例研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2003, 1(4): 260-265.

[8] 王超鹏,丁军. 土地利用动态遥感监测的认识[J]. 工程勘察, 2006(2): 46-47.

[9] MURRAY O, THOMS M, SCOTT R. The diversity of inundated areas in semiarid flood plain ecosystems[J]. Sediment Dynamics and the Hydromorphology of Fluvial Systems, 2006, 2(1): 277-286.

[10] MARTINUZZI S, GOULD W, RAMOS G. Land development, land use, and urban sprawl in Puerto Rico integrating remote sensing and population census data[J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 79(3): 288-297.

[11] KONDA A, YAMAMOTO H, KAJIWARA K, et al. The use of multiangular reflectance for remote sensing of land vegetation[C]//2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Seoul: IGARSS, 2005: 3247-3250.

[12] DEZSO Z, BARTHOLY J, PONQRACZ R, et al. Analysis of land-use/land-cover change in the Carpathian region based on remote sensing techniques [J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2005, 30(1): 109-115.

[13] 刘纪远,张增祥,李秀彬,等. 中国土地利用信息变化的遥感时空信息研究[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 19-40, 268-270.

[14] 张彬,朱东恺,施国庆. 蓄滞洪区社会经济问题研究综述[J]. 人民长江, 2007, 38(9): 143-147.

[15] 高学平,李静怡,韩延成. 蓄滞洪区蓄水模拟研究[J]. 中国农村水利水电, 2007(6): 16-19.

(收稿日期:2018-03-13 编辑:胡新宇)