

GIS 和遥感技术在水土流失定量监测中的应用

邱超

(浙江省水文局,浙江 杭州 310009)

摘要:以浙江省仙居县为例,分析了地理信息系统和遥感技术在水土流失定量监测和调查中的应用。在地理信息系统和遥感技术的支持下,选取6个评价因子,并对各个因子进行评分,然后根据层次分析法以及和积法确定各个因子的权重,最后进行综合评价得到仙居县水土流失分布图。研究表明:应用该方法进行水土流失调查与监测可行而高效,得出的水土流失空间分布特征与实际调查结果基本一致。

关键词:地理信息系统;遥感;定量监测;水土流失
中图分类号: S157.1 **文献标识码:** A

1 概述

土壤侵蚀是制约人类可持续发展的重大资源问题之一,运用地理信息系统和遥感技术对水土流失进行监测是一个方便快捷的调查方法。国内诸多专家学者在这方面做了大量研究,如应用该技术在平原上和大小流域上进行水土流失调查等。以上研究采用了光谱特性作为单一分类的数据源,对于水土流失分级有很大的局限性。由于水土流失实际情况复杂,应复合应用多种信息,本研究突破单一信息源和只依靠光谱特性的限制,还考虑了土壤、岩性、植被、坡度和降水量等因子的影响,提高了分级的精确性,为调查土壤侵蚀提供了一种新的研究方法。

2 研究区概况和数据收集

2.1 研究区概况

仙居县位于浙江省东南丘陵山区,地处括苍山脉中段北麓,介于北纬 $28^{\circ}28'14''\sim 28^{\circ}59'48''$,东经 $120^{\circ}17'6''\sim 120^{\circ}55'51''$ 之间。全县总面积 $1\,996.09\text{ km}^2$,县境南北宽 57.6 km ,东西长 63.6 km 。地势从北向南倾斜,略向东倾。县境周围均为山地,中间少量丘陵、盆地和河谷平原,全县山地占 81% ,平原占 11% ,溪滩水域占 8% ,有“八山一水一分田”之说。仙居县气候属典型的亚热带季风型,温暖湿润,四季分明,2002年年降水量达到 $1\,434\text{ mm}$,全年降水量最多的3个月份(6、7、8月份)的多年平均月降雨量均在 200 mm 以上。仙居县水文属陆地河川水文,流域属永安溪流域,为灵江流域主要组成部分,总集雨面积为 $2\,689\text{ km}^2$,境内最大河流为永安溪。

2.2 数据获取

在“3S”技术支持下的区域资源可持续利用模式研究项目的支持下,仙居县基本数据资料都已经完成入库工作,本次研究主要选取数字化的2001年变更的土地利用现状图、1999年拍

摄的航片、仙居县土壤类型分布图、仙居县水系分布图、仙居县地质图、仙居县1:1万的数字高程模型、《仙居县国民经济统计年鉴》、《椒江流域防洪规划报告》、《仙居土壤》以及20个气象站点和5个水文站点的气象资料、仙居县土壤侵蚀调查资料和图件。

3 评价因子分析

地表反射波谱分类分析只是地表各种影响因子的一个综合反映,但却抽象而定性。由于水土流失实际情况复杂,这种分析可能会忽略和弱化对水土流失有较大影响的因子,因此,在水土流失定量监测中还有必要考虑水土流失成因的其他相关因素。

基于上述考虑,选取了地表反射波谱分类、土壤、岩性、植被、坡度和降水量等6项作为评价因子,然后根据一定方法确定各因子分值和权重来计算最后的评价值。分析评价工作利用GIS软件辅助完成,极大提高了工作效率和准确性。

3.1 地表反射波谱分类处理

首先根据实地调查和搜集得到仙居县水土流失调查图件,选取不同强度等级的面状样本若干个,并进行监督分类,然后参照土地利用现状图做相应调整后确定流失等级,最终定为6类。

3.2 土壤因子

仙居县的土壤有红壤、黄壤、岩性土、潮土4个土类,共有黄筋泥、红泥壤、红粘土、亚黄筋泥、黄泥土、黄红泥土、砂粘质红土、粉红泥土、红砂土、石砂土、扁石砂土、岩壳、山地黄泥土、幼黄壤、钙质紫色土、潮土16个土属。本文根据土壤特性和不同土壤对水土流失的抵抗性将土壤分为6类^[1,2](见表1),然后由土壤图矢量化后转为栅格得到土壤因子的栅格图像。

3.3 岩性因子

岩石是抵抗水土流失的一个重要因子,此处主要考虑母质的性质,基于其对水土流失的作用被划分为6类^[2,3](见表2),

收稿日期:2008-10-08

作者简介:邱超,男,浙江省水文局,工程师。

由地质图矢量化栅格得到岩性因子的栅格图像。

表 1 根据土壤类型划分水土流失的标准

强度级	土壤类型	土壤细分
1	水稻土	黄泥田、山地黄泥田、红泥田、红砂田、紫泥田、白粉泥田、棕黄筋泥田、洪积泥沙田、黄泥砂田、泥砂田、泥质田、培泥砂田、粉泥田、烂泥田、烂灰田、烂田
2	潮土	泥砂土
3	紫砂土、粗骨土	红紫砂土、石砂土、白岩砂土、片石砂土、红砂土、黄泥骨土
4	红壤、黄壤、饱和红壤	黄筋泥、砂粘质红泥、红泥土、红粘泥、山黄泥土、砂粘质山黄泥、山地石砂土、棕红泥
5	黄红壤、红壤性土	亚黄筋泥、黄泥土、黄红泥土、砂粘质黄泥、黄粘泥、潮红土、红粉泥土
6	侵蚀型壤、侵蚀型黄壤	岩壳

表 2 根据地质类型划分水土流失的标准

项目	强度级					
	1	2	3	4	5	6
地质类型	超基性岩、冲击流纹质含砾层、冲击洪积凝灰层、流层、辉绿辉岩、纹质凝灰基性岩脉、巨砾岩、凝灰质岩、砂岩	粗面斑岩、石英脉、正长斑岩、中酸性岩脉	红色砂岩、石安山玢岩、钙质泥质英二长斑岩、粉砂岩、钾长花岗岩、安山石英细晶岩屑熔结凝灰岩、流纹岩、闪岩、石英闪长纹斑岩、流纹岩、英长岩、安岩、英安玢岩			

3.4 植被覆盖度

增加植被覆盖是水土保持的一项重要措施,不管利用哪种方法开展水土流失调查,植被覆盖度都是不可缺少的一个因子。通常情况下,植被覆盖度的计算方法可分为地表实测法和遥感监测法^[5]。对于小范围区域,实测法准确可靠,但是对于县域范围,由于植被覆盖度具有显著的时空分异特性,进行实测不仅费时费力,而且也是不现实的。遥感监测法又可分为经验模型法和植被指数转换法,其中经验模型需要建立实测植被覆盖度数据与植被指数之间的经验模型来求取大面积植被覆盖度,局部使用效果可能较好,大范围推广应用则受到限制。植被指数转换法不依赖于实测的植被覆盖度数据,而是在分析光谱信号的基础上建立植被指数与植被覆盖度的转换关系来直接估算植被覆盖度,目前应用比较广泛的是 Gutman 提出的一种根据归一化差值植被指数(NDVI)来计算植被覆盖度的方法。唐世浩等提出了一种新的计算方法^[5],即利用三波段梯度差法估算植被覆盖度,公式如下:

$$A = \frac{\frac{R_{v,r} - R_r}{\lambda_v - \lambda_r} - \frac{R_r - R_g}{\lambda_r - \lambda_g}}{\frac{R_{v,r} - R_{v,r'}}{\lambda_v - \lambda_r} - \frac{R_{r,r'} - R_{r,g}}{\lambda_r - \lambda_g}} \quad (1)$$

式中 R_v 、 R_r 、 R_g 分别为近红外、红、绿波段的反射率; λ_v 、 λ_r 、 λ_g 分别为近红外、红、绿波段的中心波长; v 代表植被; $R_{v,r}$ 、 $R_{v,r'}$ 、 $R_{r,g}$ 分别为全植被覆盖时不同波段的光谱值。其中 λ_v 、 λ_r 、 λ_g 已知,在 TM 图象中, R_v 、 R_r 、 R_g 分别为 4、3、2 波段的灰度值,全植被覆盖时波段光谱可以查纯植被光谱图得到,由此可以计算出仙居县的植被覆盖栅格图。按照植被覆盖值的大小可将其分为 6 类,其值分别为 0.1、0.1~0.3、0.3~0.5、0.5~0.7、0.7~0.9、0.9~1,然后利用 GIS 软件对栅格图象重新分类,得到植被覆盖

等级栅格图。

3.5 坡度

仙居县的坡度栅格图利用 GIS 软件中空间分析模块的 Slope 命令得到,并分为 6 类,其值分别为 0°~2°,2°~10°,10°~20°,20°~25°,25°~35°,35°~87.09°。

3.6 降水

降雨是水土流失的最直接因素,为了计算基于栅格的降雨因子,利用仙居县水文站和括苍山气象站校正后的月降水量资料 and 海拔高度数据按月份分别进行回归分析,得出了 1 a 中 12 个月的降水量和海拔高度间的一元二次关系式,如 1 月份的降水量和海拔、经纬度的关系式为: $R_1 = -291.74 - 47.51W + 14.25J + 0.00259H$,然后利用 20 m×20 m 的 DEM 进行栅格运算得到 12 个月的降水量分布栅格图,进而得到年降雨量分布栅格图。由于土壤侵蚀是多年降雨的综合影响结果,所以应考虑年平均值,而不应用月降水量。通过对得到的 12 个月的降水量分布栅格图进行求和运算,并按照不同降水量对土壤侵蚀的作用大小将其分为 6 类,其值分别为 1 473.64~1 600、1 600~1 711、1 711~1 814、1 814~1 910、1 910~2 009、2 009~2 180.41 mm,得到仙居县累年年均降水量分级栅格图。

4 结果和讨论

根据专家的意见,并结合 6 个因子对水土流失各强度级别的判断能力进行评分,建立各因子的重要性分值表,见表 3,按层次分析法原理,分值最大取 9,最小取 1。

表 3 各因子的重要性分值

因子	分值					
	1	2	3	4	5	6
坡度	2	3	5	6	7	8
植被	9	8	6	3	2	1
土壤	8	6	4	4	6	8
光谱类	2	2	4	5	6	7
降雨量	3	4	5	6	7	8
岩性	5	5	5	5	7	8

权重分配矩阵根据象元点上的因子组合状态按上面的因子重要性得分矩阵构造,不同的因子组合状态含有不同的因子权重分配矩阵,例如按前述定义的因子集顺序,读入的象元向量即单因子评语为 {2,1,3,1,5,4},各因子的权重为 {3,9,4,2,7,5},则因子权重分配矩阵为:

$$\begin{Bmatrix} 1 & 3/9 & 3/4 & 3/2 & 3/7 & 3/5 \\ 9/3 & 1 & 9/4 & 9/2 & 9/7 & 9/5 \\ 4/3 & 4/9 & 1 & 4/2 & 4/7 & 4/5 \\ 2/3 & 2/9 & 2/4 & 1 & 2/7 & 2/5 \\ 7/3 & 7/9 & 7/4 & 7/2 & 1 & 7/5 \\ 5/3 & 5/9 & 5/4 & 5/2 & 5/7 & 1 \end{Bmatrix} \quad (2)$$

由于计算的是该县所有栅格不同因子的得分值和权重,所以上述评语和矩阵中的数据应该是研究区每一栅格的数值。利用和积法^[6]求解出的最大特征值所对应的特征向量即所求的权重向量,根据权重向量和以上因子图层进行运算便可得到最后的水土流失评价图(见图 1),统计得到水土流失等级(见表 4)。

水,测量渗流量随时间的变化,评价围岩在高压渗流长期作用下的抗渗稳定性。

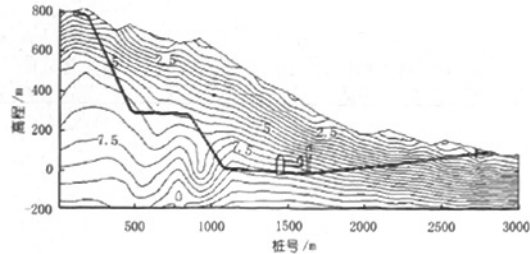


图3 引水系统剖面最小主应力分布

表2 阳江抽水蓄能电站高压隧洞控制点抗水力劈裂参数

隧洞布置	洞中心 高程/m	最大静水 压力 P_0 /MPa	最小主应力 σ_3 /MPa	视安全系数 $K = \sigma_3/P_0$
上平洞至上斜井转折点	728.2	0.455	1.6	3.4
上斜井至中平洞转折点	285.3	4.884	7.2	1.5
中平洞至下斜井转折点	274.0	4.997	5.6	1.1
下斜井至下平洞转折点	-0.1	7.738	8.3	1.1
高压岔管起点	-7.5	7.812	9.0	1.2

根据阳江抽水蓄能电站高压岔管区测孔水力劈裂试验资料,该区岩体力学劈裂压力值一般在 10.0 MPa 左右,岩体抵抗高水头压力作用的能力较强,这表明高压隧洞裂隙岩体在 800 m 水头压力的作用下不会产生劈裂。另围岩在 9.67 MPa 压力作用下岩体透水性 q 为 0.09~0.28 Lu,因此可采用钢筋混凝土衬砌,且只需采用一般的固结灌浆。

(上接第 36 页)

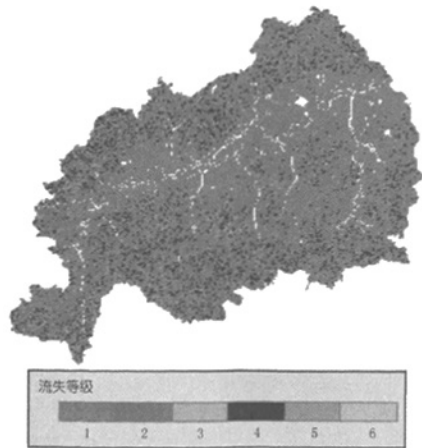


图1 仙居县水土流失分布

5 结语

通过水土流失分布图可以看出,仙居县土壤侵蚀大部分属于微度侵蚀和轻度侵蚀,高达 80%,且微度侵蚀几乎都分布在坡度非常小且植被覆盖较好的永安溪流域,而重度以上侵蚀则分布在植被情况不好的山区和半山区地区。通过与仙居县小流域地质灾害调查、水土流失灾害统计等信息的对比分析可看出,除去人类活动的影响(部分水土流失情况的发生是由人类活动造成的),该水土流失分布图基本上真实反映了仙居县目前的

4 结语

本文归纳总结了水工压力隧洞围岩承载设计准则所涉及的 4 个方面:围岩类别、抗抬理论准则、最小主应力准则、渗透准则,并从此 4 个方面出发分析了阳江抽水蓄能电站高压隧洞稳定性,得出一致结论:高压隧洞各洞段上覆岩层厚度足够,围岩能完全承受高压隧洞内水压力,因此可以采用钢筋混凝土衬砌方案满足围岩稳定性要求,内水压力不会引起围岩的开裂。而对于支管部位,建议仍采用钢衬方案。

参考文献:

[1] 王江明,张辅刚,王著杰等.抽水蓄能电站砼衬砌高压隧洞工程地质条件探讨.广东水利水电,2006,(11):8-14.
[2] 谷兆祺,李新新,郭军.挪威水电工程经验介绍.挪威:泰比亚出版公司,1985.
[3] 水利部东北勘测设计研究院.水工隧洞设计规范(SL279-2002).北京:中国水利水电出版社,2003.
[4] 刘允芳.岩体地应力与工程建设.武汉:湖北科学技术出版社,2000.
[5] 郭怀志,马启超,薛玺成等.岩体初始应力场的分析方法.岩土工程学报,1983,5(3):64-75.
[6] 杨林德,丁文其.渗水高压引水隧洞衬砌的设计研究.岩石力学与工程学报,1997,16(2):112-117.
[7] 李青猷,何其诚.压力隧洞衬砌计算方法.水力发电学报,1998,(3):24-33.
[8] 谷兆祺,陈敏中,吕明.压力隧洞围岩承担内水压力的能力,见:地下工程经验交流会论文集.北京:地质出版社,1986.
[9] 侯靖,胡敏云.水工高压隧洞结构设计中若干问题的讨论.水力学报,2001,(7):36-40.

(编辑:赵凤超)

表4 仙居县水土流失等级分布

级 别	栅格数	面积/hm ²	比例/%
微度侵蚀	3515062.00	140602.48	70.44
轻度侵蚀	743245.00	29729.80	14.89
中度侵蚀	190504.00	7620.16	3.82
强度侵蚀	466384.00	18655.36	9.35
极强度侵蚀	63305.00	2532.20	1.27
剧烈侵蚀	11724.00	468.96	0.23
合 计	4990224.00	199608.96	100.00

水土流失现状,与实际调查数据基本吻合。

此外,通过水土流失分布图和坡度等级图的叠加分析得出,剧烈侵蚀和极强度侵蚀大多数分布于坡度最陡的一级,说明地面坡度对侵蚀量的影响非常大。同样,通过植被图和水土流失图的对比分析发现,由于植被覆盖和水土保持措施的实施,使得很多地区虽然坡度陡,侵蚀量并不是太大,因此对于山区,特别是地质条件不好的山区,尤其应该加大植被覆盖度和采取其它相关水土保持措施来减少山区的水土流失。

参考文献:

[1] 朱祖祥.土壤学.北京:农业出版社,1983.
[2] 柯克比等.土壤侵蚀.北京:水利电力出版社,1987.
[3] 刘吉祯.地质学基础.北京:北京师范大学出版社,1988.
[4] 陈晋,陈云浩,何春阳等.基于土地覆盖分类的植被覆盖率估算亚像元模型与应用.遥感学报,2001,5(6):416-423.
[5] 唐世浩,朱启疆,周宇宇等.一种简单的估算植被覆盖度和恢复背景信息的方法.中国图形学报,2003,8(11):1304-1308.
[6] 张登荣,赵元洪,徐鹏伟.水土流失遥感方法与土地资源评价.北京:原子能出版社,1996.

(编辑:朱晓红)

作者: [邱超](#), [QIU Chao](#)
作者单位: [浙江省水文局, 浙江, 杭州, 310009](#)
刊名: [人民长江](#) 
英文刊名: [YANGTZE RIVER](#)
年, 卷(期): 2009, 40(9)
被引用次数: 0次

参考文献(6条)

1. 朱祖祥. [土壤学](#) 1983
2. 柯克比. [土壤侵蚀](#) 1987
3. 刘吉祯. [地质学基础](#) 1988
4. 陈晋, 陈云浩, 何春阳. [基于土地覆盖分类的植被覆盖率估算亚像元模型与应用](#) [期刊论文] - [遥感学报](#) 2001 (06)
5. 唐世浩, 朱启疆, 周宇宇. [一种简单的估算植被覆盖度和恢复背景信息的方法](#) [期刊论文] - [中国图象图形学报](#) 2003 (11)
6. 张登荣, 赵元洪, 徐鹏炜. [水土流失遥感方法与土地资源评价](#) 1996

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [毕华兴, 中北理](#) [遥感和地理信息系统与水文学整合研究进展](#) - [水土保持学报](#) 2002, 16 (2)
近20年来, 遥感和地理信息系统在水文学中的应用有了长足的发展, 特别是近几年来, 遥感和地理信息系统与水文学模型的整合研究从技术上变得切实可行, 从而为水文学的研究开创了新的研究领域. 从遥感和地理信息系统与水文学整合研究的起源、遥感和地理信息系统在水文学中的应用, 及其三者的整合研究现状进行了综述. 可以看出: 面对水文模型的全球化、分布化及复杂化发展趋势, 遥感、地理信息系统与水文学的整合, 不仅可加速水文学的发展, 同时对水资源管理也必将发挥重要的作用.
2. 学位论文 [白景昌](#) [基于遥感与地理信息系统的洪灾风险区划研究](#) 2004
近年来, 遥感和地理信息系统 (GIS) 技术快速发展, 为洪灾风险管理提供了有力的支持. GIS 在空间地理数据的输入、存储、查询、检索、分析、处理、显示和输出等方面具有明显的优势; 而遥感, 因为获取数据的实效性、大面积的同步观测、获取信息的非实地性等优点而被广泛利用. 该文进行的是基于遥感和地理信息系统的洪灾风险区划方面的研究, 从灾害系统论的观点出发, 用孕灾环境、致灾因子和承灾体等要素和指标来描述洪灾的组成, 并且详细论述了洪灾风险区划要素和指标——洪水淹没范围、洪水频率、洪灾致灾因子、社会经济要素等的获取. 洪灾风险区划, 应该针对不同的区域、不同的环境, 选用不同的要素和指标, 采用不同的区划方法. 该文选择了广东省北江流域的两处区域——滨江小流域和潞江天然蓄滞洪区, 进行洪灾风险区划的研究.
3. 会议论文 [毛其智, 毛锋](#) [试论遥感、地理信息系统与人居环境科学](#) 1999
该文着重讨论两个问题: 1、遥感、地理信息系统与人居环境系统关系; 2、基于遥感、地理信息系统进行人居环境研究的方法和结构体系. 作者着重强调将遥感、地理住处系统用于人居环境科学研究不仅是现实的, 而且是必然的.
4. 学位论文 [厉青](#) [重磁、遥感及地理信息系统在油气预测中的应用研究](#) 1999
该论文是在“华北及江淮深部构造地质研究”项目中的一子课题“重磁反演深部构造”的基础上, 结合遥感资料, 利用地理信息系统完成的. 论文的主要目的是对华北研究区的重点区冀中盆地及黄骅盆地部分区域进行油气预测. 在进行油气预测中运用了矿床统计的相似-类比, 求异及定量组合三大理论. 在重磁资料处理方面不仅进行常规的重磁异常提取, 而且进行了视密度填图工作和深度界面 (古生界顶界面) 的反演工作, 增加了深部地质有利信息, 为研究矿体的三维特性提供了有利的条件. 近年来, 遥感、地理信息系统在地质上的综合应用越来越广泛, 该论文对重点研究区的遥感资料进行了数字图像处理, 并做了宏观上的构造分析. 该论文利用地理信息系统进行了重磁、遥感方面的成矿有利因素的分析, 通过遥感和地理信息系统的有机结合, 研究已知油气区遥感影像特征, 有效地对未知区进行了预测, 实现了多因素定量组合进行成矿预测的设想. 不仅有图形显示, 而且能方便地查询出有利因素的有利值范围及其它相关属性.
5. 会议论文 [胡明星, 郭达志](#) [基于遥感和地理信息系统的区域现代构造应力场定量分析](#) 1998
该文介绍利用遥感资料, 解释水系和岩性分布, 以地貌学和构造力学的理论与方法, 研究水系的展布特征、规律及形成时的条件, 并借助GIS计算现代构造应力场的主应力方向和大小, 所得成果, 对制定矿区开发规划、设计, 正确布置主要井巷的位置和方向有着重大价值.
6. 会议论文 [秦其明](#) [遥感图象解译专家系统设计与实现](#) 1998
遥感图象解译专家系统是遥感图象解译知识同人工智能技术相结合的产物. 它在地理信息系统的支持下, 应用人工智能技术, 存储遥感图象解译专家的评价经验和方法, 模拟遥感图象解译的具体思维过程, 形成一个解决复杂的遥感图象解译问题的软件系统, 因此, 它起到遥感图象解译专家的作用. 利用遥感图象专家系统, 逐步实现遥感图像的自动解译, 这是地理信息系统中数据采集自动化研究的一个方向, 也是实现遥感图象自动理解的基础研究之一. 该文从计算机技术实现的角度, 针对遥感图象解译任务和数据来源的不同, 给出遥感图象解译专家系统的逻辑结构设计, 在此基础上, 分别探讨了遥感图象解译专家系统的知识获取的实现.
7. 学位论文 [马刚](#) [应用地理信息系统与遥感一体化技术进行苏南城镇扩展监测的研究](#) 1996
地理信息系统与遥感技术是地学领域强有力的研究工具. 遥感是地理信息系统的一个重要数据源和强有力的更新手段. 地理信息系统作为一种空间数据管理、分析的有效技术, 可以为遥感提供各种有用的辅助信息和分析手段. 因此, 二者的一体化技术更是当前地学领域新技术的热点. 一体化技术, 就是指地理信息系统与遥感一体化的信息获取、信息处理、信息应用技术. 该文描述了应用地理信息系统与遥感一体化技术, 利用地图、卫星像片、数字图像等多种信息源, 获得多个时期的苏南城镇扩展范围的过程; 介绍了利用 Visual Basic 开发一个基于 Windows 的电子地图系统的方法.
8. 期刊论文 [袁媛](#), [YUAN Yuan](#) [遥感与地理信息系统在农业干旱研究中的应用](#) - [安徽农业科学](#) 2010, 38 (14)
旱灾是我国影响范围最广的农业自然灾害, 如何利用遥感与地理信息系统数据进行实时的旱情监测, 并提出有效的应对措施, 对农业生产有重要意义. 综述了农业旱灾遥感监测的模型和方法, 总结了地理信息系统技术在农业干旱研究中的思路及技术手段, 最后对遥感与地理信息系统在农业干旱研究中的

应用前景和趋势作出了展望.

9. 学位论文 [庄大方](#) [土地利用/土地覆盖变化空间信息的遥感和地理信息系统方法研究](#) 2001

该文在遥感和地理信息系统技术的支持下,对土地利用和土地覆盖时空信息的获取、处理与分析利用初步探讨.文章首先综述了当前国内外土地利用/土地覆盖变化研究的现状,以及国内外在这一领域的研究理论、方法、最新进展及主要成果.在此基础上,论述了国内外土地利用/土地覆盖信息的基本特点及几种主流的土地利用分类指标体系.进而探讨了土地利用/土地覆盖信息的遥感获取方法、土地资源遥感调查中的静态信息采样方法、耕地城镇动态变化空间采样技术以及基于中国资源环境数据库的中国人口空间化模型.文章前一部分重在土地利用/土地覆盖变化研究的理论方法上的探讨,而后一部分则把重点放在基于现有土地利用/土地覆盖变化数据库的应用研究.

10. 期刊论文 [孟宪智](#) [遥感与地理信息系统技术在海河流域水土保持工作中的应用与发展](#) -海河水利2002(6)

遥感是进行大范围水土流失调查的主要技术手段,在海河流域水土保持工作中应用十分广泛.遥感与地理信息系统技术的综合运用,不仅具有遥感技术信息丰富、宏观性强等特性,还充分发挥了地理信息系统强大的空间分析与管理功能,目前已成为水土保持动态监测先进、有效的技术手段.随着水土保持生态环境建设和监测工作的深入开展,遥感与地理信息系统技术在水土保持信息管理、动态监测及水土保持生态建设效果评价等方面将存在着广阔的应用前景.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_rmj200909013.aspx

授权使用: 西北农林科技大学(xaxbn1kjdx), 授权号: 880be197-bf37-4022-adcc-9e9b008be398

下载时间: 2011年3月3日