

黄河流域青海片土地利用景观空间格局分析

隋欣¹, 童飞², 姚长青², 杨志峰²

(1. 清华大学 公共管理学院 公共政策研究所, 北京 100084;

2. 北京师范大学 环境学院 水环境模拟国家重点实验室, 北京 100875)

摘要: 应用 GIS、RS 技术与景观格局分析软件 FRAGSTATS 研究了 2001 年黄河流域青海片土地利用和青海片内景观格局的空间分布, 并根据构建的景观弹性度指数分析了研究区域的景观生态系统稳定性。结果表明, 黄河流域青海片总体上以低覆盖和高中覆盖草地为主, 景观不规则, 较为复杂且不稳定, 但无明显破碎化现象。片内黄河源头区域景观多样性和弹性度相对较低; 片内黄河干流区域景观多样性、均匀度和景观弹性度相对较高。西宁市景观破碎度较高而景观弹性度较低, 受人为干扰较强。

关键词: 黄河流域青海片; 景观格局; 土地利用; 生态系统稳定性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)02-0123-05

中图分类号: X43

Landuses and Landscape Patterns of Qinghai Province in the Yellow River Basin

SUI Xin¹, TONG Fei², YAO Chang-qing², YANG Zhi-feng²

(1. Institute of Public Policy, School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. School of Environment, Beijing Normal University, State Key Laboratory of Water Environmental Simulation, Beijing 100875, China)

Abstract: Landuses and spatial landscape patterns of Qinghai Province in the Yellow River Basin in the year of 2001 are analyzed based on the technology of GIS and RS and using software of FRAGSTAT. An index of landscape resilience is further proposed to analyze the stability of landscape ecosystem in the studied region. Results obtained show that the studied region is mainly covered with grassland, and its landscape is complex and unstable, but has no obvious fragmentation. The diversity and landscape resilience indices of the headwaters of the Yellow River are lower than those of other counties, whereas the diversity, equality and landscape resilience indices of the main stream of the Yellow River are higher than those of other counties in the studied region. In addition, the fragmentation of Xi'ning City is higher, whereas the landscape resilience index is lower than that of other counties in the studied regions, indicating that the Xining City meets with relative higher human disturbance than others.

Keywords: Qinghai Province in the Yellow River Basin; landscape pattern; landuse; stability of ecosystem

景观空间格局分析是景观生态学研究的核心问题, 对于大尺度区域生态环境现状评价及发展趋势分析都是十分有效的手段^[1]。由于地处“世界屋脊”的青藏高原, 黄河流域青海片生态系统结构较为简单, 抵抗外来干扰能力弱, 自我调节能力差, 易于破坏, 且恢复十分困难^[2]。青海片生态环境状况直接影响着我国相当一部分地区气候的稳定性, 以及长江、黄河中下游流域的生态安全^[3]。同时, 把握大尺度黄河源区景观空间格局, 是流域景观生态安全评价的前提与基础, 具有重要意义^[4-5]。然而, 现有研究多集中于青海片内生态环境现状及个别地区的土地利用研究^[6-8], 有关片内大尺度土地利用和景观格局的动态评价尚未见报道。

本文根据 ERDAS 遥感影像解译结果, 应用景观格局指数对黄河流域青海片内土地利用现状和景观空间格局进行分析, 并基于构建的景观弹性度指数研究了青海片景观生态系统的稳定性, 旨在为黄河流域青海片内土地资源的可持续利用提供科学依据。

1 研究区概况

黄河流域青海片包括源头区、黄河干流区东段、湟水流域、大通河流域以及大夏河和洮河流域, 控制流域面积 $1.57 \times 10^5 \text{ km}^2$, 占流域总面积的 21%, 多年平均出境天然径流量 $2.82 \times 10^{10} \text{ m}^3$, 占黄河流域总流量的 49.2%^[9], 是黄河流域最大的产水区和水源涵养区。青海片共包括 1 个地级市, 1 个地区, 5 个

收稿日期: 2006-03-13

修稿日期: 2006-09-28

资助项目: 中国博士后科学基金资助项目(023299016)

作者简介: 隋欣(1973—), 女(汉族), 吉林省吉林市人, 博士后, 主要从事环境评价、环境管理和流域管理的研究。E-mail: suixin@mail@sohu.com.

民族自治州, 34 个县级行政单位。青海片源头区为牧业区, 源头区以下至出省境的河湟流域区为农耕地, 其中河湟谷地是人口最集中、工农业基础较好、发展水平较高的地区。截至 1998 年底, 青海片人口为 4.27×10^6 人, 占青海省总人口的 89%; 国内生产总值(GDP)为 1.62×10^{10} 元, 占青海省 GDP 的 73.7%; 粮食产量 1.09×10^6 t, 占全省粮食总产量的 84.9%。总体上, 片内以牧业为主的西段区域, 生态环境尚好; 东段以农为主的河谷川台, 工业比较发达, 水力资源丰富, 但水土流失严重, 生态环境中等至较好。主要的生态环境问题包括: 水资源减少, 局部地区水污染严重; 土地退化; 草场退化; 生物多样性衰退; 自然灾害加剧。

2 研究方法

2.1 信息源

为分析黄河流域青海片景观空间格局分布, 本文选取 2001 年 7—9 月青海省东部 34 个县的 Landsat-5 TM 数据(地面分辨率为 $30\text{m} \times 30\text{m}$, 轨道号 132/35), 青海省 1998 年 1:100 万土地利用现状图, 黄河流域 1:400 万水系图(电子地图), 国家基础地理信息系统青海省 1:25 万地形数据库以及国民经济统计资料为主要信息源。

2.2 景观类型划分

本文景观类型的划分以我国土地利用现状分类系统为依据, 参考研究区土地利用特征, 确定区分 8 种土地利用和地表覆盖景观类型: 沙地、林地、旱地、灌木疏林、高中覆盖度草地、低覆盖度草地、水域、裸土裸岩。

2.3 景观空间格局分析

选取原始 Landsat-5 TM 数据中的 4, 3, 2 (R, G, B) 波段合成假彩色图像, 对各波段匹配处理后进行拼接(34 个县域), 以黄河流域水系图和青海省地形数据图控制影像, 对拼接后数据进行了几何纠正, 并切割得到研究区的遥感影像。进一步对遥感影像进行增强处理, 参考青海省土地利用现状图并结合地面调查进行了监督分类, 对分类图进行精度检验和景观类型分类编码, 获得青海片景观类型的矢量数据与属性数据, 建立 GIS 数据库, 并利用 ARC/INFO, ARCVIEW 等 GIS 软件绘制研究区域土地利用图。运用景观空间格局分析软件 FRAGSTATS 和数据库软件 EXCEL 进行景观指数的计算。

采用景观单元特征指数中的斑块总面积(TA)、斑块数(NP)和分维数(FRACYT)及景观异质性指标中的 Shannon 多样性指数(SHDI)、Shannon 均匀度

(SHEI)和破碎度(FN1)反映青海片景观格局分布^[10-12]。借鉴已有研究方法^[13], 提出青海景观弹性度指数(Landscape resilience, R), 分析流域景观的稳定性和生态系统健康程度。 R 值越高, 流域生态系统受压力胁迫后, 保持系统结构和功能的能力越大, 系统越健康。景观弹性度计算公式为:

$$R = 100 \times \sum_{i=1}^n w(i) \times s(i) \quad (1)$$

式中: R ——景观弹性度; $w(i)$ ——第 i 种土地覆盖类型的景观弹性度分值; $s(i)$ ——第 i 种土地覆盖类型面积占总面积比例。根据研究区域生态系统的特点, 多方咨询专家将不同地物覆盖进行景观弹性度进行分级, 并赋予分值, 具体结果见表 1。

表 1 不同地物覆盖的景观弹性度赋值和意义

土地覆盖类型	分值	对维持流域景观格局的意义
水域	1	极其重要, 维持景观稳定和流域生态系统健康
林地	0.9	极其重要, 维持景观稳定和流域生态系统健康
灌木疏林	0.8	重要意义, 维持景观稳定和流域生态系统健康
中高覆盖草地	0.7	重要意义, 维持景观稳定和流域生态系统健康
旱田	0.4	一定意义, 如过分干扰, 易退化, 导致景观弹性度下降
低覆盖草地	0.2	一定意义, 如过分干扰, 易退化, 导致景观弹性度下降
裸土裸岩	0	贡献较小
沙地	0	贡献较小

3 结果与分析

3.1 土地利用

2001 年青海片土地利用类型图见附图 10, 各市(县)不同类型土地占总面积的比例见表 2。图 1 和表 2 表明, 总体上黄河流域青海片以低覆盖和高中覆盖草地为主, 其中, 黄河源头区域果洛藏族自治州和玉树藏族自治州以低覆盖草地和高中覆盖草地为主, 各县高、中、低覆盖草地面积比例均在 50% 以上; 海北藏族自治州以林地和旱地为主; 黄河干流区域龙羊峡水库及其下游各县裸土裸岩比例较高, 其中, 共和县和贵南县裸土裸岩面积比例分别为 20.7% 和 19.2%。

3.2 景观空间格局

黄河流域青海片县域景观空间格局指数见图 1。分维数说明嵌块体的自相似性, 越接近于 1, 说明人

为干扰越强。计算结果表明, 片内 27 个县分维数指数均比较大, 都在 1.3 左右, 说明各县景观不规则, 较为复杂且都不稳定。

图 1 表明, 青海片内海南藏族自治州各县的多样性指数和均匀度均高于片内其它区域, 其中贵南县多样性指数为 1.705, 均匀度指数为 0.776, 为片内最高值, 表明黄南州景观多样性相对最高。黄南藏族自治州的尖扎和泽库县、海东地区行政公署的化隆和循化县、西宁市的湟源县多样性和均匀度也相对较高。黄河源头区域多样性和均匀度相对低于片内其它区域, 其中, 玛沁县多样性指数分别为低于 0.428, 均匀度指数低于 0.220, 为片内各县的最低值, 表明该县景观多样性低, 均匀度小, 以 1 种或 2 种景观为主。

景观破碎度指景观被分割的破碎程度, 值域为 $[0, 1]$, 反映景观斑块异质性, 景观破碎度越大, 景观异质性越高。

经计算, 片内各县的景观破碎度指数均小于 0.015(图 1), 表明县域景观相对比较完整, 无明显破碎化现象。但是, 西宁市区、湟源、同德、兴海、尖扎和泽库 5 市(县)破碎度指数较高。

景观弹性度以青海省西宁市区、贵德县、循化县以及黄河源头区域的果洛州和玉树州较低, 海北藏族自治州和黄南藏族自治州相对较高(详见图 1), 这表明黄河源头区域受人为干扰后维持景观稳定性的能力相对较低, 而黄河干流区域受人为干扰后维持景观稳定性的能力相对较高。

表 2 黄河流域青海片各市(县)不同类型土地的面积比例

%

行政区划	沙地	林地	旱田	裸土裸岩	水域	疏木灌林	中、高覆盖度草地	低覆盖度草地	
西宁市	西宁市区	14.1	0.0	1.8	10.1	0.0	1.4	10.0	62.7
	大通县	2.8	0.0	9.2	0.4	0.0	71.0	7.7	8.9
	湟中县	0.8	0.0	7.2	1.2	0.0	30.8	30.3	29.8
	湟源县	1.3	0.1	18.5	0.5	0.0	25.4	27.1	27.1
海东地区	平安县	0.6	0.0	1.8	1.0	0.0	32.9	16.5	47.2
	互助县	3.6	0.0	8.5	3.1	0.1	63.0	7.2	14.5
	乐都县	0.7	0.0	9.1	1.0	0.0	29.5	7.3	52.4
	民和县	1.1	0.0	2.0	5.3	0.0	17.3	1.0	73.2
	化隆县	12.7	0.0	6.7	7.0	0.0	20.8	6.6	46.2
	循化县	13.2	0.0	13.5	13.4	0.0	3.9	10.7	45.3
海北州	门源县	10.1	0.0	7.1	0.5	0.5	64.5	7.8	9.5
	海晏县	1.0	0.0	47.0	0.1	0.0	34.4	10.3	7.4
	祁连县	11.8	0.0	52.4	0.1	0.1	22.4	1.4	11.8
	刚察县	6.6	0.0	51.7	0.0	0.2	18.9	10.1	12.6
海南州	共和县	0.8	6.9	8.8	20.7	5.4	2.0	7.4	48.0
	同德县	5.5	0.3	20.3	2.8	1.7	10.9	30.9	27.6
	贵德县	36.3	0.0	1.8	16.3	0.0	3.0	17.7	25.0
	贵南县	8.5	0.0	18.5	19.2	0.5	4.6	22.1	26.5
	兴海县	0.7	2.3	39.7	8.2	2.7	3.6	26.2	16.6
黄南州	同仁县	6.6	0.0	10.7	6.2	0.0	10.4	37.8	28.4
	尖扎县	8.4	0.0	2.7	11.5	0.0	25.0	18.4	34.1
	泽库县	0.6	0.0	7.8	1.8	0.2	3.2	47.1	39.4
	河南县	0.0	0.0	8.8	1.7	0.4	7.5	70.9	10.6
果洛州	玛沁县	1.9	0.0	29.3	11.0	1.1	7.2	21.0	28.7
	玛多县	0.5	0.0	10.6	21.1	3.6	0.7	33.3	30.1
玉树州	曲麻莱县	0.0	0.0	0.0	14.5	0.2	0.0	23.8	61.5
	称多县	0.0	0.0	0.0	3.7	1.9	0.0	26.0	68.4

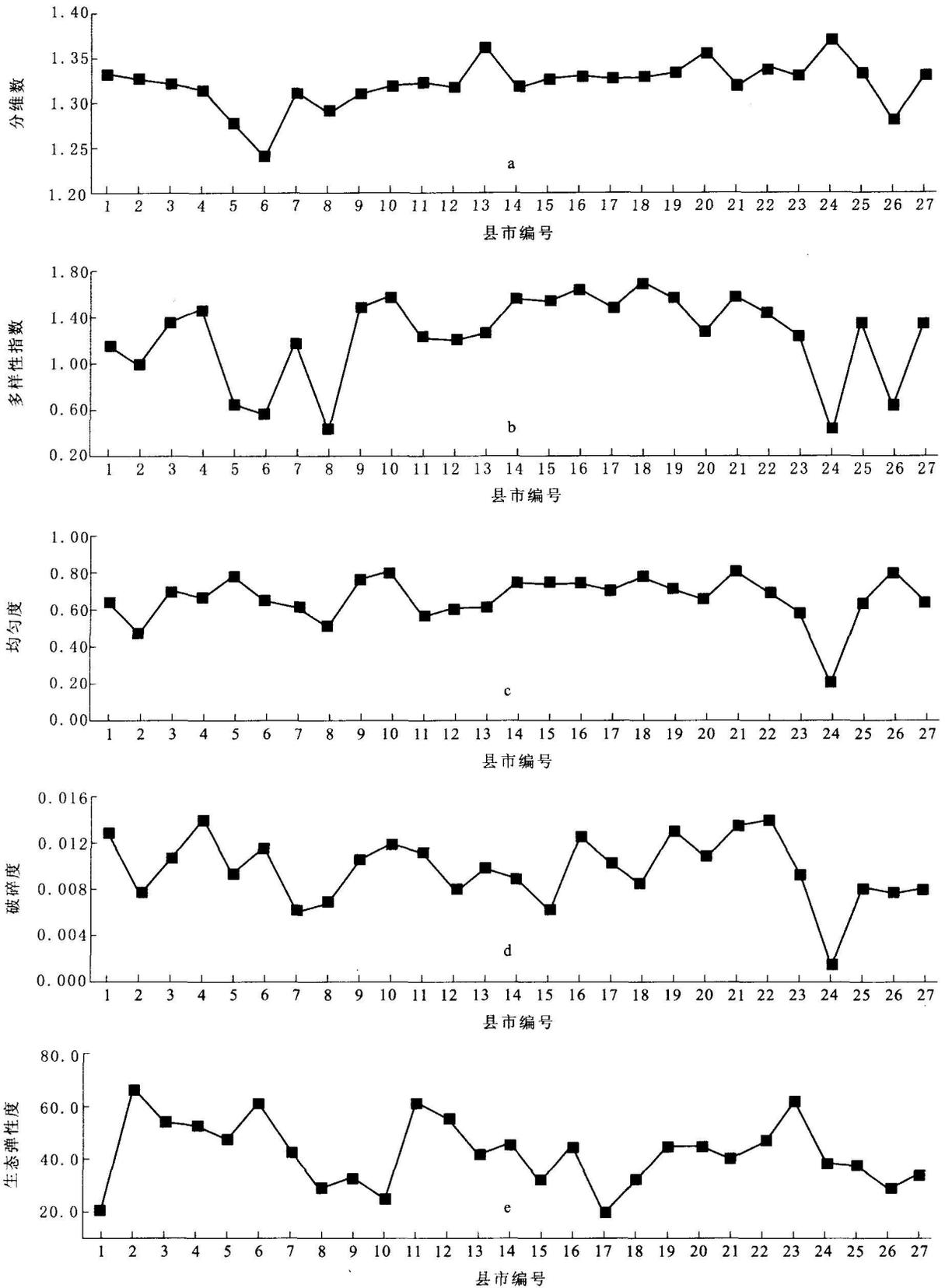


图 1 黄河流域青海片县域景观空间格局指数

1. 西宁市区; 2. 大通县; 3. 湟中区; 4. 湟源县; 5. 平安县; 6. 互助县; 7. 乐都县; 8. 民和县; 9. 化隆县; 10. 循化县; 11. 门源县; 12. 海晏县; 13. 祁连县; 14. 刚察县; 15. 共和县; 16. 同德县; 17. 贵德县; 18. 贵南县; 19. 兴海县; 20. 同仁县; 21. 尖扎县; 22. 泽库县; 23. 河南县; 24. 玛沁县; 25. 玛多县; 26. 曲麻莱县; 27. 称多县

4 结论

(1) 黄河流域青海片总体上以低覆盖和高中覆盖草地为主, 景观不规则, 较为复杂且不稳定, 但景观相对完整, 无明显破碎化现象。

(2) 青海片内黄河源头区域果洛藏族自治州和玉树州藏族自治低覆盖和高中覆盖草地占总面积 50% 以上, 景观多样性相对较低, 景观弹性度相对较低, 流域生态系统健康状态相对较低。

(3) 青海片内黄河干流区域海南藏族自治州、海南藏族自治州和海东地区行政公署景观多样性和均匀度相对较高, 景观弹性度相对较高, 流域生态系统健康状态也相对较高。

(4) 西宁市景观破碎度较高而景观弹性度较低, 受人为干扰较强。

[参 考 文 献]

- [1] 宋冬梅, 肖笃宁, 张志城, 等. 甘肃民勤绿洲的景观格局变化及驱动力分析[J]. 应用生态学报, 2003, 14(3): 535—539.
- [2] 张海峰. 青海省黄河流域生态环境的治理与可持续发展研究[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 1999(2): 53—56.

- [3] 徐明. 改善青海生态刻不容缓[J]. 青海环境, 2000, 10(3): 125—129.
- [4] 吕一河, 陈利顶, 傅伯杰. 县域人类活动与景观格局分析[J]. 生态学报, 2004, 24(9): 1933—1938.
- [5] 傅伯杰, 陈利顶. 景观多样性的类型及其生态意义[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 454—462.
- [6] 郑杰, 蔡平. 青海省三江源区生态保护与建设[J]. 青海科技, 2005(1): 9—12.
- [7] 刘耀. 青海省生态环境建设现状与对策[J]. 中国水利, 2003(6): 30—32.
- [8] 张耀生, 赵新全, 关定国. 青海省生态环境面临的问题与综合治理[J]. 青海科技, 2002(6): 12—15.
- [9] 朱晓原, 张学成. 黄河水资源变化研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1999. 54—71.
- [10] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 99—109.
- [11] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [12] 江源, 高清竹, 何立环. 基于 Landsat—TM 数据的农牧交错带景观结构研究——以内蒙古自治区兴海县为例[J]. 应用生态学报, 2002, 13(4): 403—408.
- [13] 刘建军. 基于遥感和 GIS 的巢湖流域生态系统健康评价[D]. 中科院研究生院博士学位论文, 地球化学研究所, 2002. 33.

(上接第 106 页)

支撑主要用于陡崖下移民住宅密集, 清除措施风险较大, 而且单纯靠锚固措施难以准确控制的坠落式危岩体。支撑主要措施是采用 C25 砼修筑连续拱形墙。拱形墙净跨 3~4 m, 拱高 0.6~0.8 m。对于局部斜坡地形较陡的地段要增加支撑墙高度。为加强支撑墙自身的稳定性, 于墙身脚部设 @3.0 m×3.0 m 加固锚杆, 嵌入中风化基岩以内不少于 3.0 m。为防止部分危岩可能发生倾倒破坏, 须对危岩进行抗倾锚固处理。

在危岩治理期间, 也对重点危岩进行了监测工作, 其益处就是能够及时反馈治理的效果和存在的问题, 为综合治理的有效实施提供资料。

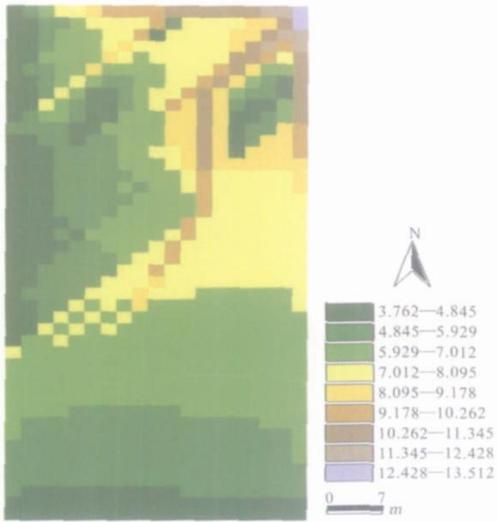
6 结语

危岩治理首先要查明危岩区的地质环境条件, 认真调查分析影响危岩稳定性的因素, 在此基础上采用

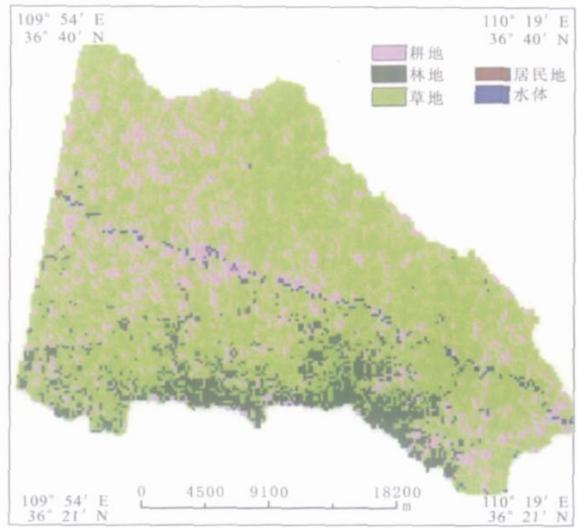
各种措施进行治理, 并加强排水和监测工作, 可以较为成功地解决危岩的危害性。监测结果表明, 该危岩在从施工完毕到现在, 稳定性良好, 没有再出现崩塌事故。该危岩成功治理实践说明, 尽管危岩发育的环境条件各异, 影响因素众多, 但通过综合治理, 可以很好地保证危岩整体及局部稳定性, 为人民的安全生产、正常生活提供保障。

[参 考 文 献]

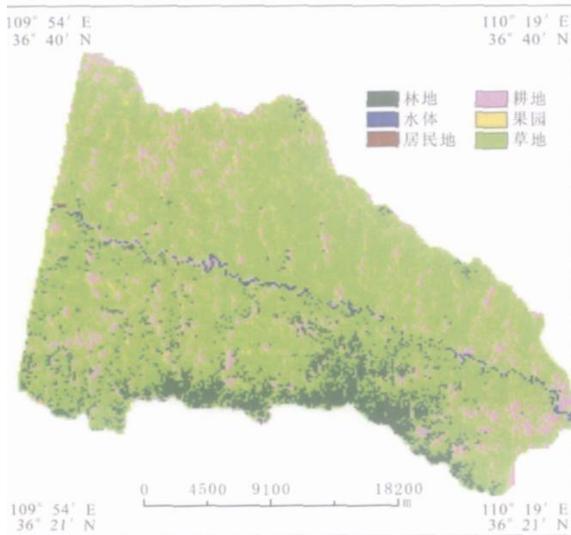
- [1] 陈洪凯, 欧阳仲春, 廖世荣, 等. 三峡库区危岩综合治理技术及应用[J]. 地下空间, 2002, 22(2): 97—107.
- [2] 陈洪凯, 唐红梅, 王蓉, 等. 三峡库区危岩稳定性计算方法及应用[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(4): 614—619.
- [3] 重庆市国土资源和房屋管理局. 重庆市三峡库区滑坡与危岩防治工程设计技术规定(暂行)[S].
- [4] DB50/5029—2004. 地质灾害防治工程设计规范[S].



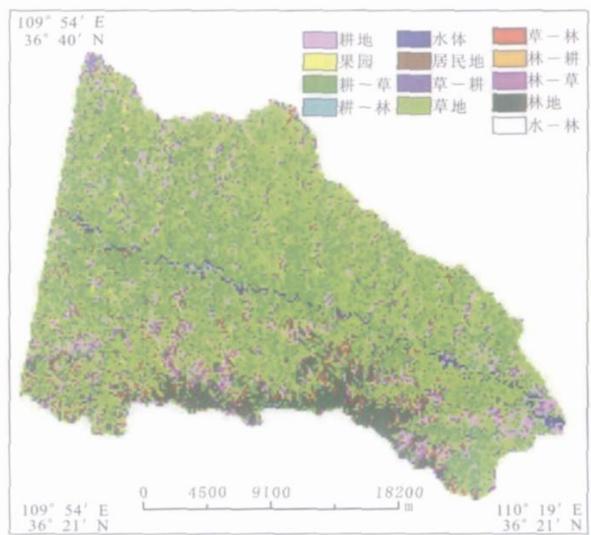
附图5 小区地形指数 $\ln(\alpha/\tan\beta)$



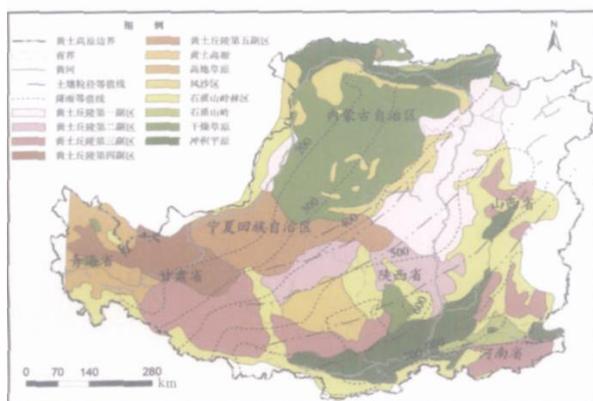
附图6 1997年延河下游土地利用图



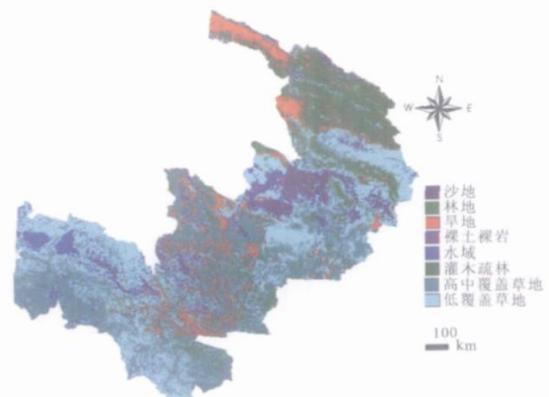
附图7 2005年延河下游土地利用图



附图8 近10年延河流域下游土地利用变化图



附图9 黄土高原土壤粒径因子、降雨因子等值线及侵蚀分区



附图10 2001年黄河流域青海片土地利用图