

# 基于 GIS 的喀斯特地区耕地质量评价 ——以贵州省绥阳县为例

韩会庆<sup>1</sup>, 蔡广鹏<sup>2</sup>, 张凤太<sup>1,3</sup>, 郜红娟<sup>2</sup>, 朱建<sup>4</sup>

(1. 贵州师范学院 地理与旅游学院, 贵阳 550018; 2. 贵州师范大学 地理与环境学院, 贵阳 550001;  
3. 南京大学 地理与海洋科学学院, 南京 210093; 4. 贵州大学 资源与环境工程学院, 贵阳 550003)

**摘要:**喀斯特地区耕地质量评价是喀斯特地区耕地质量保护和管理的的重要手段。利用 MapGIS 采用多图层叠加确定评价单元并获取单元属性数据,选取土壤条件、环境条件和气候条件 3 组评价因子,建立耕地质量评价体系,运用层次分析法对绥阳县耕地质量进行综合评价。结果表明:绥阳县耕地质量中等,Ⅵ级至Ⅹ级地分别占 8.43%, 10.03%, 9.88%, 0.66%, 15.85%, 16.73%, 16.07% 和 6.05%。该县中南部以中高等地为主;北部、西部、东部以低中等地为主。经实地检验评价结果基本与实际情况相符。

**关键词:**GIS; 耕地质量; 喀斯特地区; 绥阳县

中图分类号:F323.211

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)06-0129-03

## GIS-Based Arable Land Quality Evaluation in Karst District —A Case Study in Suiyang County of Guizhou Province

HAN Hui-qing<sup>1</sup>, CAI Guang-peng<sup>2</sup>, ZHANG Feng-tai<sup>1,3</sup>, GAO Hong-juan<sup>2</sup>, ZHU Jian<sup>4</sup>

(1. College of Geography and Tourism, Guizhou Normal College, Guiyang 550018, China;  
2. College of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China;  
3. College of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;  
4. College of Resources and Environment Engineering, Guizhou University, Guiyang 550003, China)

**Abstract:** Arable land evaluation is the important foundation and critical condition for regional agricultural land sustainable development of social-economy in Karst region. With the aid of MapGIS, the multi-map superimposition method was used to define evaluation units and to extract unit attribute data, select factors from three aspects, i. e., soil conditions, environmental conditions, climatic conditions, and establish the evaluation system. The quality of regional cultivated land was evaluated by using analytic hierarchy. The results indicate that the arable land in this area is medium in quality and can be sorted into 8 levels, accounting for 8.43%, 10.03%, 9.88%, 0.66%, 15.85%, 16.73%, 16.07% and 6.05%. The middle and high quality arable lands distribute in the central and southern Suiyang County, lower-middle quality arable lands lie in the northern, western and eastern of Suiyang County. The results is roughly in accordance with the actual situation.

**Key words:** GIS; quality of arable land; Karst area; Suiyang County

近年来,人口增加与经济发展对土地资源的压力越来越大。人们也越来越关注土地资源的状况与管理,从而使得土地质量评价成为土地科学中最为活跃和前沿性的重要领域。目前,土地评价仍以土地生产力和适宜性评价、定性定量相结合为主流。国内外

对于土地质量的评价,从评价指标选择、阈值确定、评价方法以及 GIS、数学方法在土地质量评价中的应用等不同方面进行了大量研究<sup>[1-4]</sup>。就贵州而言,舒英格、刘元生、袁菊等人在耕地重金属污染评价、耕地土壤环境质量评价、喀斯特生态脆弱区土壤质量退化等

收稿日期:2011-03-29

修回日期:2011-05-26

资助项目:国家社科基金(10XJY044);贵州省科学技术基金(黔科合 J 字[2009]2030 号);贵州省教育厅青年基金(黔教 2008060)

作者简介:韩会庆(1983—),男,山东济南人,讲师,硕士研究生,研究方向:土地利用/土地覆被变化及脆弱生态整治研究。E-mail: huiqing2006@126.com

通信作者:蔡广鹏(1963—),男,贵州贵阳人,讲师,硕士研究生,主要从事土地利用与规划。E-mail: cjp0123@sina.com

方面做了一部分研究<sup>[5-7]</sup>,然而,目前对贵州耕地质量评价的研究还没有考虑喀斯特地区特有石漠化现象以及海拔因素,因此,本研究在 GIS 技术辅助下,以贵州省绥阳县为研究样地,运用最新的土地调查成果,开展以 1:1 万为基础比例尺的县域耕地质量评价研究,旨在探讨提高喀斯特地区耕地质量评价方法,以定量揭示区域耕地质量差异,为确保区域粮食安全和可持续土地利用规划与管理提供科学依据。

## 1 研究区域选择及其数据获取

### 1.1 研究区域概况

绥阳县位于贵州省北部,隶属贵州省遵义市。地处东经 106°57′22″—107°31′11″,北纬 27°49′22″—28°29′34″,总面积 2 544.52 km<sup>2</sup>。绥阳县喀斯特面积达 2 431.79 km<sup>2</sup>,占全县总面积的 94.77%。绥阳县属中亚热带湿润季风气候,气候温和,雨热同季,热量资源丰富。全县年平均气温 15.1℃,平均降雨量 1 160 mm,降雨量集中在 5—8 月,占全年降雨量的 77.1%。全县无霜期平均为 283 d,年日照时数平均为 1 114.2 h。

### 1.2 数据获取

(1) 15 个乡镇 1:1 万土地利用现状图(2010 年)、1:5 万土属图(2000 年)、1:1 万地形图(1986 年)、1:5 万行政区划图(2007 年)等资料由绥阳县国土局提供。

(2) 基准作物、指定作物、灌溉条件、土壤属性、标准耕作制度等属性数据由县国土局提供;作物光温/气候潜力指数由全国农用地分等技术指导小组提供;调查获取 2009 年作物单产;根据绥阳县统计年鉴获取 2009 年乡镇粮食作物播种面积和总产量。

## 2 耕地质量评价指标体系及评价方法

### 2.1 耕地质量评价指标体系及权重

在综合考虑“贵州省农用地分等”中采用的评价因子与绥阳县的实际情况,通过征求农业专家意见,增加了地表岩石露头率和海拔高度评价因子,从而确定绥阳耕地质量评价因子及权重如表 1 所示。

### 2.2 评价因子量化分级

为使评价工作规范化和便于数据处理,对各评价因子进行量化分级,并根据不同等级分别赋分。参考农用地分等规程及相关专家意见,将各评价指标量化,从好到差依次分成 1 级、2 级、3 级、4 级、5 级共 5 个等级,并相应给予 100,80,60,40,20 五级判分。

(1) 有效土层厚度、表土质地、土壤剖面构型、障碍层深度、岩石裸露率、排灌溉保证率等的分值确定标准均按照《农用地分等规程》执行。

(2) 地面坡度。根据贵州省的情况将《农用地分等规程》中的 6 级修订为 5 级,即<2°(坝地或山间盆地),2°~6°(盆周台地或河谷阶地),6°~15°(缓坡),15°~25°(急坡),≥25°(陡坡),其最高与最低等级分值均与《农用地分等规程》一致。

表 1 绥阳县耕地质量评价因子及权重值

评价因子		水田		旱地	
		水稻	油菜	玉米	小麦
土壤条件	剖面构型	0.10	0.10	0.05	0.05
	表土质地	0.10	0.10	0.10	0.10
	有效土层厚度	0.10	0.10	0.17	0.17
	有机质含量	0.10	0.10	0.15	0.10
	障碍层深度	0.10	0.10	—	—
	土壤 pH 值	0.05	0.05	0.08	0.08
环境条件	岩石裸露率	—	—	0.05	0.10
	海拔	0.05	0.05	0.05	0.05
	排灌溉保证率	0.10	0.10	—	—
	地形坡度	0.10	0.15	0.25	0.25
气候条件	≥10℃ 积温	0.05	0.05	0.05	0.05
	年降水量	0.10	0.05	0.05	0.05
	年日照时数	0.05	0.05	—	—

(3) 土壤有机质含量。分等因素中的土壤有机质含量根据水田、旱地的不同情况,采用不同的分值标准。即水田有机质含量 4%~5% 的为 100 分,<1% 或 ≥5% 均为 60 分,因贵州土壤有机质含量 >5% 的水田一般为排水不畅的烂泥田,水稻产量低,故分值也低。旱地则以土壤有机质含量 ≥4% 为 100 分,有机质含量愈低,分值也愈低。

(4) 土壤 pH 值。因贵州没有盐碱地,在水田种植水稻时不予考虑。旱地 pH 值的级别与分值在《农用地分等规程》的基础上作了一定调整,以 pH 值 6.5~7.5 的为 100 分,pH 值 5.5~6.5 与 7.5~8.0 的为 80 分,pH 值 5.0~5.5 与 8.0~9.0 的为 60 分,pH 值 4.5~5.0 的为 40 分,pH 值 <4.5 的为 20 分。

(5) 土壤障碍层深度。仅在水田采用,因障碍层距地表深度在 60 cm 以下时,对水稻生长已无明显影响,所以取深度 ≥60 cm 的为 100 分。

(6) 旱地的小麦、油菜系冬春季生长的小季作物,生长期间水热条件较差,产量相应较低,所以降低地面坡度与有效土层厚度的最高级别分为 100 分,使之切合小季作物的生产潜力。

### 2.3 评价方法

#### (1) 耕地自然质量等级指数<sup>[8-16]</sup>

$$R_i = \sum_j \alpha_{ij} \times (\sum_k f_{ijk} \times w_k / 100) \times \beta_j \quad (1)$$

#### (2) 耕地利用等级指数

$$Y_i = \sum_j \alpha_{ij} \times (\sum_k f_{ijk} \times w_k / 100) \times \beta_j \times K_{Lj} \quad (2)$$

#### (3) 耕地利用经济等级指数

$$G_i = \sum_j \alpha_{ij} \times (\sum_k f_{ijk} \times w_k / 100) \times \beta_j \times K_{Lj} \times K_{Cj} \quad (3)$$

式中:  $R_i$ ——第  $i$  个评价单元的耕地自然质量等级指数;  $Y_i$ ——第  $i$  个评价单元耕地利用等级指数;  $G_i$ ——第  $i$  个评价单元的耕地利用经济等指数;  $\alpha_{ij}$ ——第  $j$  种指定作物的光温(气候)生产潜力指数;  $f_{ijk}$ ——第  $i$  个评价单元内第  $j$  种指定作物第  $k$  个评价因子质量分值;  $w_k$ ——第  $k$  个分等因素的权重;  $\beta_j$ ——第  $j$  种指定作物的产量比系数;  $K_{Lj}$ ——第  $L$  个评价单元第  $j$  种指定作物的利用系数;  $K_{Cj}$ ——第  $C$  个评价单元第  $j$  种指定作物的利用系数。

### 3 评价结果

#### 3.1 耕地自然质量等别的分析

通过建立的自然质量等数据库,由附图7和图1可知:绥阳县耕地自然质量等级在6—12等之间,集中分布在8,9,10三个等别,这3个等级占全县耕地总面积的92.23%,主要分布于宽阔镇、太白镇、黄杨镇、茅垭镇、旺草镇等,合计67890.26 hm<sup>2</sup>;6,7等地占全县耕地总面积1.72%,主要分布于枳坝镇、青杠塘镇、小关乡、坪乐乡等,合计1251.54 hm<sup>2</sup>;而11,12等地只占全县耕地总面积的6.05%,主要分布于风华镇、蒲场镇、郑场镇等,合计4415 hm<sup>2</sup>。可见,根据“贵州省农用地分等”成果,贵州省耕地自然质量等级为3—13等,集中分布在6—11等。绥阳县耕地自然质量处于全省中上水平。

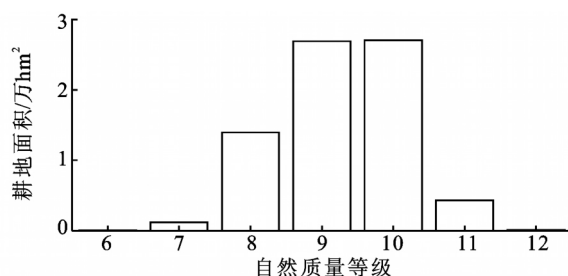


图1 绥阳县耕地自然质量等面积分布

#### 3.2 耕地利用等别的分析

通过附图7和图2可知,绥阳县耕地利用等介于5—20等之间,集中分布在8—17等之间。其中,5—9等地占全县耕地总面积的16.20%,主要分布在枳坝镇、青杠塘镇、小关乡等,合计11823.02 hm<sup>2</sup>;而10—16等地占全县耕地总面积的74.22%,主要分布于太白镇、黄杨镇、茅垭镇、宽阔镇等,合计54171.8 hm<sup>2</sup>;17—20等地占全县耕地总面积的9.58%,主要分布于风华镇、蒲场镇、郑场镇等,合计6989.95 hm<sup>2</sup>。与贵州省农用地利用等别集中分布在5—12等相比<sup>[17]</sup>,绥阳县耕地利用等别高于全省平均水平。

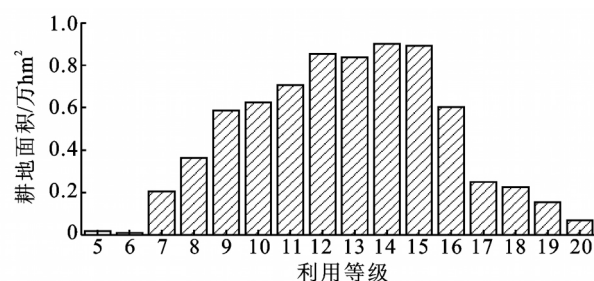


图2 绥阳县耕地利用等面积分布

#### 3.3 耕地经济等别的分析

通过附图7可知,绥阳县耕地经济等级介于4—16等之间,集中分布在8—13等之间。其中,4—7等地占全县耕地总面积的13.47%,主要分布在枳坝镇、青杠塘镇、小关乡等,合计923.02 hm<sup>2</sup>;而8—11等地占全县耕地总面积的75.71%,主要分布于太白镇、黄杨镇、茅垭镇、宽阔镇等,合计58391.6 hm<sup>2</sup>;12—16等地占全县耕地总面积的10.82%,主要分布于风华镇、蒲场镇、郑场镇等,合计8627.38 hm<sup>2</sup>。与贵州省农用地经济等别集中分布在5—11等相比<sup>[17]</sup>,绥阳县耕地利用等别高于全省平均水平。

### 4 结论

(1)绥阳县耕地质量整体上在全省处于中上等,耕地质量等别较高的集中分布于县城的中南部,即蒲场大坝、风华大坝、旺草大坝等,从而使该区域成为该县的粮食主产区;耕地质量等别较低的集中分布于该县的北部,西部和东部,这些区域分布于大娄山。

(2)绥阳县地处喀斯特山丘地区,水土流失严重,岩石裸露率较高,对可耕性造成较大不利影响。因此,在评价指标体系中也考虑了岩石裸露率这一评价因子。同时,绥阳县部分乡镇海拔较高,不同海拔地区的气候、土壤、作物种类、耕作制度和产量水平相差较大,甚至海拔过高还成为某些作物种植的限制因素。因此在评价指标体系中考虑了海拔评价因子。这两个评价因子选取基本符合绥阳县耕地质量评价的实际情况,如何将这两个评价因子应用到全省喀斯特地区,还需要进一步探索。

#### 参考文献:

- [1] 邢世和,黄吉,黄河,等.区域耕地质量评价与合理利用对策[J].土壤通报,2003,34(1):6-10.
- [2] 夏建国,李廷轩,邓良基,等.主成份分析法在耕地质量评价中的应用[J].西南农业学报,2000,13(3):378-381.
- [3] 刘秀珍,李志宏.土地质量评价方法的探讨[J].山西农业大学学报,1995,15(1):25-29.
- [4] 何鑫,李琼芳.马尔柯夫法在耕地质量动态评价中的应用[J].资源开发与市场,2004,41(1):9-10.

### 3 讨论

降雨是产生径流和土壤侵蚀的先决条件,径流量和侵蚀量的大小与降雨强度及降雨量非常密切,并且与土地利用也有一定的关系<sup>[9]</sup>。不同利用模式对红壤缓坡地的径流与土壤侵蚀量有很大的影响。自然裸露的地区,持水能力最小,径流量最大,同时抗蚀力最小,侵蚀量最大。地表覆盖物具有减小雨滴击溅,阻缓地表径流的产生和延长汇流时间等作用,使得土壤持水能力和抗蚀能力最强,径流量和侵蚀量最小,因此地面覆盖物能十分有效地减少侵蚀,覆盖层没有必要完整无缺,裸露土壤表面有60%的覆盖物,就能把侵蚀程度减少到原来的几分之一<sup>[10]</sup>。相反,树冠不能作为直接有效的地面覆盖物,除非它很低、很密。树冠本身只能减小大约10%的降雨侵蚀能力,因此单纯的种植果树并不能在很大程度上减少水土流失。由于雨水产生地表径流受多因素影响,要准确地量化描述出雨水产生地表径流过程,还需要大量的多类型区的长期定位实验研究的成果集成<sup>[11]</sup>。

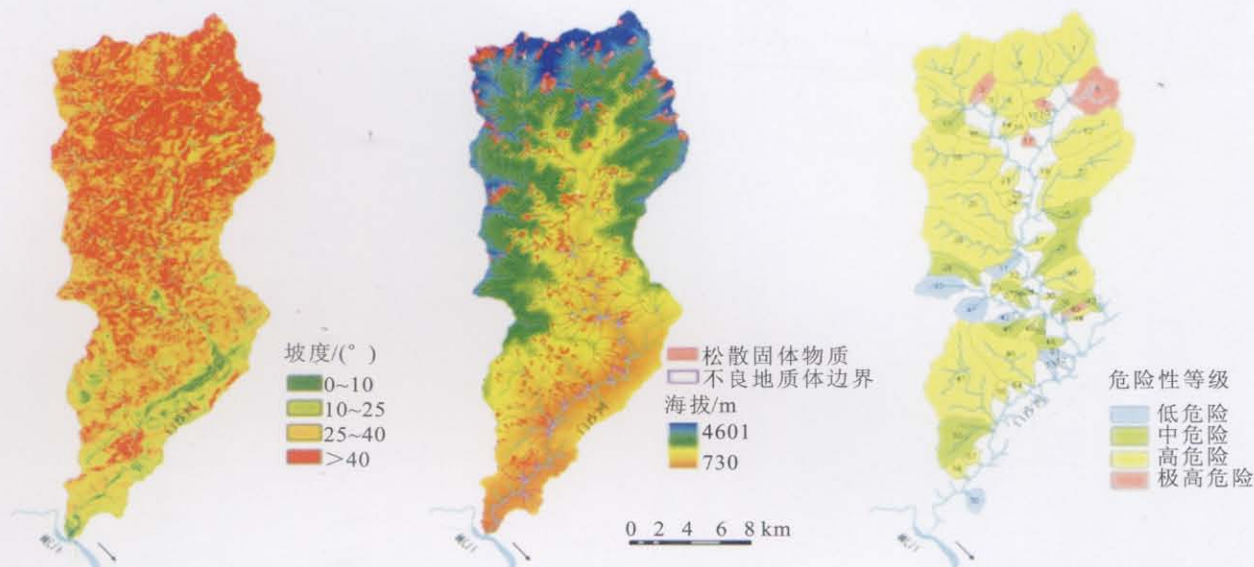
在低丘红壤的开发利用中,通过复合农林业技术达到植树种草、增加地面覆盖率、发展当地经济植物促进畜牧业发展,探索低丘红壤开发利用的新模式,科学合理地开发红壤资源,实现开发中保护。

长期径流观测结果表明,由于每年4—8月土壤含水量高且降雨集中,为径流产生的高峰期,该时段植被覆盖良好,所以需要通过改善土壤结构,提高土壤贮水能力,构建合理的农林复合生态系统才能进一步防治南方地区的水土流失<sup>[12]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 何电源. 南方土壤类型及分布[M]//中国南方土壤肥力及栽培作物施肥. 北京:科技出版社,1994:3-18,19-27.
- [2] 谢小立,王凯荣. 环洞庭湖丘岗地区水资源平衡及其管理[J]. 水土保持学报,2001,15(4):92-95.
- [3] 李文华,赖世登. 中国农林复合经营[M]. 北京:科学出版社,1994:66-88.
- [4] 黄欠如,贺湘逸,周慕卿,等. 红壤丘陵果农复合系统的小气候效应初步观察[J]. 江西农业学报,1998,10(2):76-83.
- [5] 李伟,胡庭兴,宫渊波,等. 川西低山区几种林(竹)一草复合经营模式水土保持能力对比研究[J]. 四川农业大学学报,2005,23(1):61-65.
- [6] 马祥庆,俞新妥,何智英,等. 不同林地清理方式对杉木幼林生态系统水土流失的影响[J]. 自然资源学报,1996,11(1):33-40.
- [7] 张成梁,程冬兵,刘士余. 红壤坡地果园植草的水土保持效应[J]. 草地学报,2006,14(4):365-369.
- [8] 李建生,何增化. 不同雨强下红壤坡地径流及土壤侵蚀研究[J]. 环境,2006(S1):10-11.
- [9] 李广,黄高宝. 模拟降雨与水土流失试验研究[J]. 农业系统科学与综合研究,2008,24(4):463-465.
- [10] 安东尼·杨格,谢明. 农林措施在控制水土流失中的作用[J]. 中国水土保持,1990(9):38-42.
- [11] 谢小立,王凯荣. 湘北红壤坡地雨水过程的水土流失及其影响研究[J]. 山地学报,2003,21(4):466-472.
- [12] 胡实,谢小立,王凯荣. 红壤坡地不同土地利用类型地表产流特征[J]. 生态与农村环境学报,2007,23(4):24-28.
- [13] 舒英格,何腾兵. 喀斯特山区旱耕地土壤环境质量评价:以贵阳市乌当区为例[J]. 农业环境科学学报,2007,26(3):1100-1106.
- [14] 袁菊,刘元. 贵州喀斯特生态脆弱区土壤质量退化分析[J]. 山地农业生物学报,2004,23(3):230-233.
- [15] 刘元生,何腾兵,罗海波,等. 贵阳市乌当区耕地土壤重金属污染现状及其评价[J]. 重庆环境科学,2003,25(10):42-45.
- [16] 全国农业技术推广服务中心. 耕地地力调查与质量评价[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [17] 顾志权,绍学新,钱卫费. 江苏省张家港市耕地地力定量评价及其意义[J]. 土壤学报,2007,44(3):354-359.
- [18] 农用地分等规程(TD/T 1004-2003)[S]. 北京:中国标准出版社,2003:1-3,9-11.
- [19] 农用地定级规程(TD/T 1005-2003)[S]. 北京:中国标准出版社,2003:1-2.
- [20] 农用地估价规程(TD/T 1006-2003)[S]. 北京:中国标准出版社,2003:1-3.
- [21] 贵州省国土资源厅. 贵州省农用地分等报告[R]. 2007.
- [22] 国土资源部,贵州省国土资源勘测规划院. 贵州省农用地分等定级与估计资料汇编[Z]. 2006:35-38,82,128-131,148-149,165-185.
- [23] Hudson G. A method land of evaluation including year to year weather variability[J]. Agricultural and Forest Meteorology,2001,101:203-216.
- [24] Kirkby M J, Bissonais Y L, Coulthard T J, et al. The development of land quality indicators for soil degradation by water erosion[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment,2000,81:125-133.
- [25] 韩敏,张慧,陈旭晖,等. 贵州省农用地(耕地)质量评价与应用研究[J]. 贵州农业科学,2010,38(4):88-91.

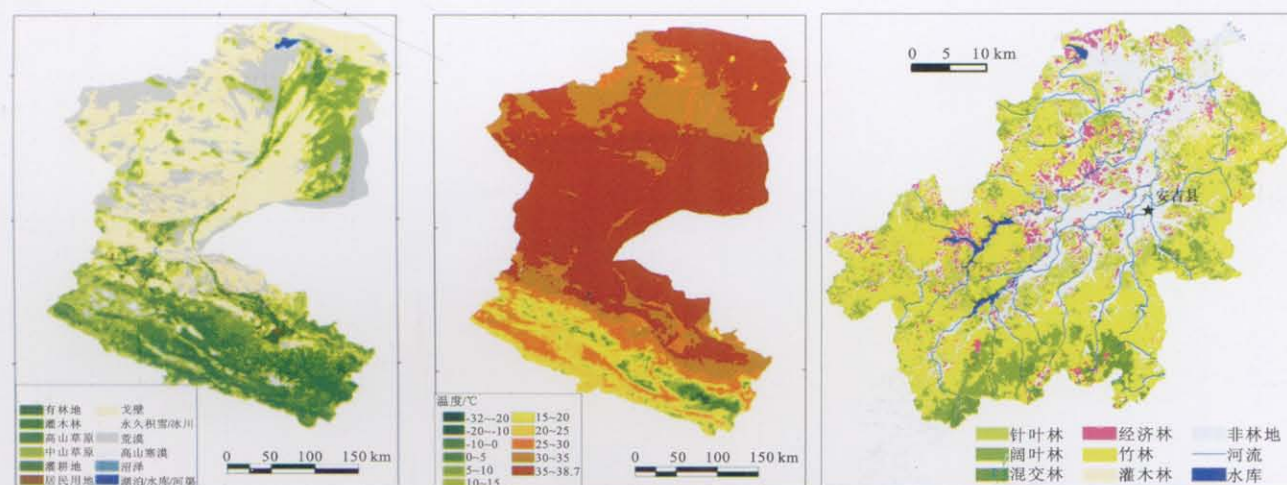
(上接第131页)



附图1 白沙河流域坡度分布图

附图2 白沙河流域松散固体物质分布图

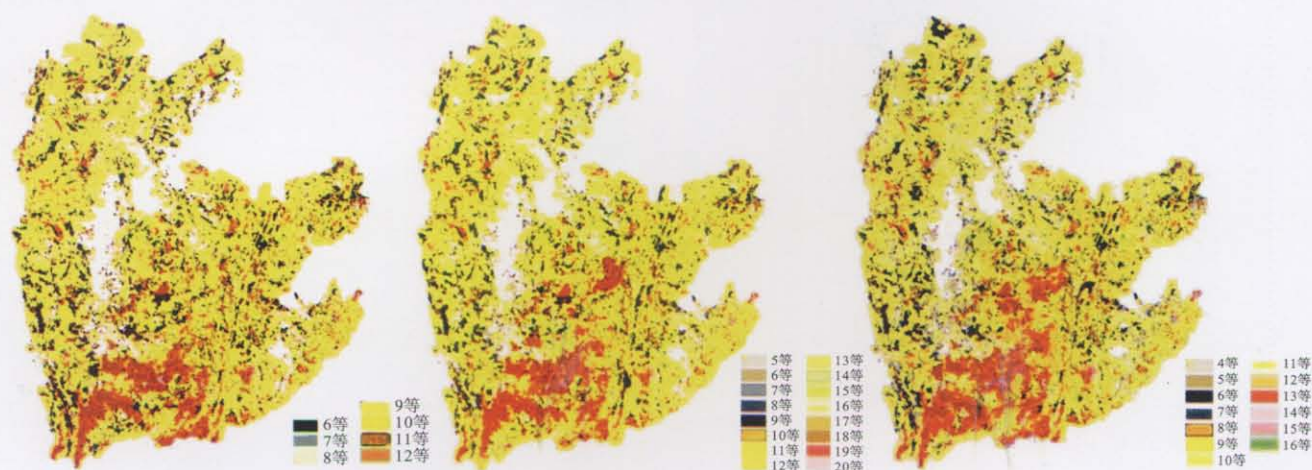
附图3 白沙河各小流域泥石流危险性



附图4 2000年黑河流域土地利用类型图

附图5 黑河流域地表温度反演图

附图6 安吉县森林资源分布图



附图7 绥阳县耕地自然质量等别、利用等别、经济等别分布图