

基于地学信息图谱的生态环境质量评价 ——以黑龙江省绥化市为例

周利军, 张淑花, 彭万臣, 高 兴

(1. 绥化学院 旅游与资源管理系, 黑龙江 绥化 152061)

摘 要:为评价黑龙江省绥化市生态环境质量现状,利用地理信息系统作为数据挖掘手段,以 2004 年土地利用数据、土壤数据、气象数据等为基础,构建反映区域环境质量状况的图谱信息,来反映绥化市生态环境质量状况。结果表明,绥化市生态环境质量以良好为主,占全区总面积的 60.16%,主要分布在西部和中东部地带,环境质量为优的区域面积占 11.68%,主要集中在东北,而环境质量为一般的区域占 28.16%,主要分布在中北部地区。研究表明信息图谱不但但是区域生态环境质量评价的有效手段,还可以反映出区域内部生态环境质量的差异。

关键词:地学信息图谱; 生态环境质量评价; 地理信息系统; 绥化市

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)01-0052-04

Assessment of Eco-environmental Quality on the Basis of Geo-information Tupu —The Example of Suihua City of Heilongjiang Province

ZHOU Li-jun, ZHANG Shu-hua, PENG Wan-chen, GAO Xing

(1. Department of Tourist and Resource Management, Suihua College, Suihua, Heilongjiang 152061, China)

Abstract: To evaluate the eco-environment quality of Suihua, Heilongjiang province, this paper develops Tupu information which can reflect the quality state of regional environment on the basis of GIS technology, the land use data, soil data and weather data of the year 2004. The results show that the quality of Suihua eco-environment is mostly favorable, which accounts for 60.16% of the total area, mainly in western and middle eastern areas. The area with excellent quality of the environment accounts for 11.68%, primarily in the northeast. While the area with ordinary quality accounts for 28.16%, mainly in the central and northern regions. The study proves that the use of information Tupu not only is an effective means of quality assessment of regional eco-environment quality, also can reflect the quality differences of eco-environment in regional interior.

Key words: Geo-information Tupu; assessment of eco-environment quality; GIS; Suihua city

生态环境是人类生存、发展的基础,生态环境建设是经济发展的前提和保障。当今世界由于人口增长,经济发展而导致的环境问题是近年来的研究热点,全球环境变化已经影响到地区的经济可持续发展^[1]。生态环境质量评价是按一定的评价指标和评价方法,对一定区域内的生态环境质量进行定量的描述,以便查明研究区内的生态环境质量现状,确定影响生态环境质量的主要因素,掌握生态环境质量变化规律,为研究区的生态环境保护提供科学依据^[2]。目前关于生态环境质量评价的方法有层次分析法^[3]、模

糊评价法^[4]和人工神经网络法^[5]等等,这些方法多数是以统计数据为基础,以行政区划为研究单元,来评价整个行政区域的生态环境质量,而不能反映出区域内部生态环境质量的差别。地学信息图谱是应用地学分析的系列多维图解来描述现状,显示地球系统及各要素和现象的空间形态结构与时空变化规律,以及对地理过程的反演与预测,是一种同时反映并揭示事物和现象空间结构特征与时间变化规律的图形表现形式和分析手段^[6-7],为此本文从地学图谱信息出发,以绥化市为研究区域,以 2004 年的土地利用数据、土

壤类型数据和降水量等数据为基础,以地理信息系统为数据挖掘手段,构建反映区域环境质量状况的信息图谱,来全面反映绥化市生态环境质量状况。目的在于反映区域生态环境现状,寻求改善区域生态环境质量的方法,促进绥化市经济、社会和环境可持续发展。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

绥化市位于黑龙江省中部,松嫩平原的呼兰河流域。具体地理位置是东经 $124^{\circ}53'$ — $128^{\circ}35'$,北纬 $45^{\circ}10'$ — $48^{\circ}06'$,全市总面积 3.5 万 km^2 ,地势东北高,西南低,总体结构大体上是“二山一水七分田”。气候属温带大陆性季风气候,年平均气温 2.4°C ,年平均降雨量为 504 mm,土壤类型以草甸土、黑土、黑钙土和暗棕壤为主,共 9 类 24 个亚类。全市总人口 575.9 万人,其中农业人口占 73.88%,辖三市六县及一区。

绥化市土地利用以耕地为主,总面积 $20\,905$ km^2 ,占全区总面积的 60.0%;林地主要分布在绥棱、庆安和海伦,这三个县市林地的总面积占绥化市林地总面积的 98.11%;草地主要分布在安达、肇东、明水和青冈等县市;水域面积很小,只有安达县的水域面积最大,为 138.7 km^2 ,其次为海伦市,面积为 53.5 km^2 ,其它县市的水域面积都低于 50 km^2 ;绥化市的居民地总面积为 $1\,185.2$ km^2 ,占全市总面积的 3.4%,其中海伦、肇东和北林区的面积最大,绥棱面积最小;绥化市的滩涂主要分布在北林区、兰西和肇东三个县市,三个地区滩涂总面积为 692.6 km^2 ;盐碱地主要分布在安达、肇东、兰西和青冈,其它地区很少,盐碱地总面积为 745.7 km^2 ,占全区总面积的 2.14%;沼泽湿地各个县区都有,沼泽湿地面积最小的县区为明水和兰西分别只有 32.2 km^2 和 15.8 km^2 ,分布面积最大的是庆安,面积为 801.5 km^2 。

1.2 数据来源与处理

本文所用的土地利用数据来源于遥感影像人工目视解译的结果,遥感影像为 2004 年 TM 影像,空间分辨率为 30 m,土地利用数据的类型为 shape 格式,土壤类型数据来源于中国科学院 1:100 万的土壤矢量图,绥化市及其周边市县 1960—2004 年逐月的降水量由黑龙江省气象局提供,数字高程模型 (DEM) 来源于国际科学数据服务平台 (<http://srtm.datamirror.csdb.cn/search.jsp>),分辨率为 90 m。为保证不同数据在空间上的配准,把所有数据的投影方式都转换为等面积割圆锥投影 (Albers),中央经线为 105°E ,双标准纬线分别为 25°N 和 47°N ,最

后把所有的数据都转换为栅格数据 (grid),栅格大小为 $90\text{ m}\times 90\text{ m}$ 。

1.3 评价方法

本文以生态学理论为指导,借鉴国家环境监测总站生态环境评价方法^[8],对其评价指标进行修改,选择了生物丰富度指数、植被覆盖度指数、外界干扰指数、景观破碎度指数和土壤侵蚀度指数,将这五个指数构成评价绥化市生态环境质量状况的指标体系,来评价绥化市生态环境质量,具体计算方法为

$$\text{EQI} = P_i \times W_i \quad (1)$$

式中:EQI——生态环境综合指数; P_i ——评价指标,数值为 1~10 之间的整数,数值越大,表示该指标所代表的环境质量越好; W_i ——权重,根据万本太等人的研究结果并结合绥化市实际情况,利用层次分析法获取权重的具体数值,生物丰富度指数为 0.3,植被覆盖度指数为 0.2,景观破碎度指数为 0.1,土壤侵蚀度指数为 0.15,外界干扰度指数为 0.25,经检验一致性达到要求。

1.4 评价指标的获取

1.4.1 生物丰富度指数与植被覆盖度指数 生物丰富度指数是指衡量被评价区域内生物多样性的丰贫程度,植被覆盖指数是指被评价区域内林地、草地及农田三种类型的面积占被评价区域面积的比重。本文利用系统空间采样法,将研究区域以 $5\text{ km}\times 5\text{ km}$ 的范围进行空间采样,全区共采样 1 493 次,分别计算每个区域的生物丰富度指数和植被覆盖指数,具体计算方法为

$$\text{FFD} = (0.5L + 0.3S + 0.15C + 0.05Q) / A \quad (2)$$

$$\text{ZBGD} = (0.5L + 0.3C + 0.2G) \quad (3)$$

式中:FFD——生物丰富度指数;ZBGD——植被覆盖度指数; L ——林地面积; S ——水域面积; C ——草地面积; Q ——其他土地利用类型的面积; G ——耕地面积; A ——区域总面积。将计算的结果利用地理信息系统的地统计分析模块进行空间插值,生成研究区域的生物丰富度和植被覆盖度指数的栅格图。经过计算获得的生物丰富度指数和植被覆盖度指数数值为 0~1,但有些数值相差很大,为了便于比较与分类,需要将计算结果转化为 1~10 之间的整数,下文中有有关景观破碎化指数和外界干扰指数重分类的原因也是如此。利用地理信息系统的空间分析模块的重分类功能,将生物丰富度指数和植被覆盖度指数按照从小到大的顺序利用 Natural Breaks 分类方法进行重分类,分类后的数值为 1,2,3,...,7,8,9。

1.4.2 景观破碎化指数 景观破碎化指数表明景观被分割的破碎程度,与人类干扰有密切关系,景观破

碎度大说明人类干扰强烈^[9],其计算公式为

$$FS=1-1/ASI \quad (4)$$

$$ASI=\sum_{i=1}^m A_i SI_i/A \quad (5)$$

$$SI=P_i/(4\sqrt{A_i}) \quad (6)$$

$$A=\sum_{i=1}^m A_i \quad (7)$$

式中:FS——景观破碎度指数; A_i ——每个斑块的面积; P_i ——每个斑块的周长; m ——斑块总数。研究中利用系统空间采样法,将研究区域以 $5\text{ km} \times 5\text{ km}$ 的范围进行空间采样,分别计算每个区域的景观破碎化指数,然后根据计算的结果利用地理信息系统的地统计分析模块进行空间插值,生成研究区域的景观破碎化指数的栅格图;最后利用地理信息系统的空间分析模块的重分类功能,将景观破碎化指数按照从大到小的顺序利用 Natural Breaks 分类方法进行重分类,分类后的数值为 1,2,3,⋯,7,8,9。

1.4.3 外界干扰指数 外界干扰主要表现为人类开发土地资源时改变了原有的土地覆被类型而产生的对生态系统的干扰,在计算时同样采用系统空间采样法,分别计算每一单元内居民地、工矿用地和交通建设用地的总面积占每个单元的面积的百分比,以这个比值作为外界干扰程度的大小,比值越大,说明这个区域受到人为干扰的强度越大。利用这个比值进行空间插值生成栅格图,然后按照从大到小的顺序进行重分类,重分类后的数值分别为 1,2,3,⋯,7,8,9。

1.4.4 土壤侵蚀度指数 土壤侵蚀量的估算研究采用 W. H. Wischmeier 等人提出的修正的通用土壤流失方程 RUSLE 作为计算模型^[10-11],该模型的表达式由 6 个因子连乘的形式组成:

$$A=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (8)$$

式中: A ——年土壤流失量; R ——降雨侵蚀力因子; K ——土壤可蚀性因子; L, S ——坡度和坡长因子; C ——植被与经营管理因子; P ——水土保持措施因子。根据评价结果将绥化市土壤侵蚀状况分为 5 级:无明显侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强度侵蚀和极强度侵蚀,为了表征不同土壤侵蚀强度对区域生态环境的影响,将无明显侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强度侵蚀和极强度侵蚀的栅格值分别重新赋值为 10,8,6,4,2。重分类后各指数的空间分布图见附图 1a—e。

1.4.5 生态环境质量综合指数 按照公式(1)利用地理信息系统的栅格计算器将上述的生物丰富度指数、植被覆盖度指数、外界干扰指数、景观破碎度指数和土壤侵蚀度指数代入,得到绥化市生态环境质量综合指数分布图。根据各评价指标的赋值原则,生态环

境质量指数的范围应在 1~10,且数值越大,生态环境质量状况越好,评价结果见附图 1f。

2 结果与分析

2.1 生物丰富度指数与植被覆盖度指数

区域生物丰富度指数与植被覆盖度指数越高,表示自然背景状况越好,从附图 1a 和 1b 可以看出绥化市的东部和西部的生物丰富度指数较高,自然背景状况较好,而中部地区较差。这与绥化市土地利用的空间格局是密切相关的,绥化市的林地主要分布在东部的庆安县、绥棱县和海伦市,而草地主要分布在西部的肇东市和安达市,中间则以耕地为主。

2.2 景观破碎化指数

根据前面的分析,景观破碎度指数越小,所赋的值越大。从附图 1c 可以看出绥化市中北部地区的景观破碎化指数大,而东部、南部和西部景观破碎程度较小,特别是东部和西部的边缘地区破碎程度更低。景观破碎化指数的空间分布状态与土地利用状况是密切相关的,中北部地区破碎化程度高,主要是由于这个地区是耕地最集中的地区,同时也是居民点分布最密集的区域,大量的居民点分布在广大的耕地背景上,导致其破碎化程度较高,而东部以森林为主,西部以草原为主,景观完整性较好,因此破碎程度较低。

2.3 外界干扰指数

从外界干扰指数的空间分布附图 1d 中可以看出,在绥化市整个地区内,形成了若干个以县城所在地为中心的指数最高的区域,然后逐渐向外降低的趋势,而且主要集中在中部地区,东部和西部,特别是东部的外界干扰指数较低。

2.4 土壤侵蚀度指数

从土壤侵蚀状况来看,绥化市土壤侵蚀以轻度为主,轻度侵蚀集中成片分布,各区县都有,而中度以上侵蚀主要分布在河流沿岸,特别是河流阶地与河漫滩过渡的冲沟地带。从各市县的分布来看,兰西和青冈两个地区土壤侵蚀面积最大,而从中度以上土壤侵蚀的面积来看,面积最大的为望奎、北林和海伦三个地区。从土壤侵蚀与土地利用类型的关系来看,旱田所发生的土壤侵蚀最严重,面积也最大,未利用地所发生的土壤侵蚀以中度以上为主,林地和草地主要以轻度侵蚀为主。

2.5 生态环境质量评价综合指数

利用地理信息系统空间分析功能,按照公式(1)将各指标进行合并,获得绥化市生态环境质量综合指数空间分布图(附图 1f)绥化市生态环境质量综合指数最小值为 1.45,最大值为 8.20,平均值为 3.94。

根据万本太等人对中国环境质量评价的分级标准,结合绥化市实际情况,将绥化市生态环境质量分为 3 级,即一般、良好和优秀.利用地理信息系统的统计功能,按照确定的分级标准进行分类统计见表 1,从表 1 可以看出,绥化市生态环境质量为优的面积为 4 069.88 km²,占总面积的 11.68%,环境质量为良的区域面积有 20 970.87 km²,占总面积的 60.16%,环境质量一般的区域有 9 813.62 km²,占 28.16%。从空间分布来看,环境质量为优的区域主要集中分布在东北部和西南部,集中在庆安县、绥棱县和海伦市的东北部;环境质量为一般的区域主要分布在绥化市的中北部和县城所在的区域,环境质量为良的区域分布较广,主要集中在绥化市的西部广大地区,此外在中东部也有大面积的分布。

表 1 绥化市生态环境质量统计

等级	分级标准	栅格数	面积/km ²	所占比例/%
一般	1.45~3.00	1070134	9813.62	28.16
良	3.01~6.00	2286786	20970.87	60.16
优	6.01~8.20	443803	4069.88	11.68

3 结 论

本文从地学信息图谱出发,利用地理信息系统的空间分析功能,构建了生物丰富度指数、植被覆盖度指数、外界干扰指数、景观破碎度指数和土壤侵蚀度指数等反映绥化市生态环境质量的信息图谱,并对绥化市生态环境质量状况进行了分析。

(1)绥化市生态环境质量以良好为主,占总面积的 60.16%,主要分布在西部和中东部地带,环境质量为优的区域面积占 11.68%,主要集中在东北,而环境质量为一般的区域占 28.16%,主要分布在中北部地区。

(2)用信息图谱的方法来评价区域生态环境质量不但能够反映出区域内部各种评价因子的差异,还能够反映出区域内部整体生态环境质量的差异,改变了以往以行政区划为单元进行评价,而无法反映行政区划内部生态环境质量的差异。

(3)由于土地利用数据的限制,本文只评价了绥化市 2004 年的生态环境质量状况,没有评价其它年份,因此无法反映出绥化市生态环境质量的动态变化。

(4)从评价指标的选取上看,生物丰富度指数、植被覆盖度指数可以看作是自然因子,外界干扰指数、景观破碎度指数可看作是人为因子,而土壤侵蚀度指数则二者兼而有之,但并没有将人类活动所产生的废气和废水等纳入到评价指标体系中,如何将这些数据栅格化,并纳入到评价指标体系中是今后研究的一个重点。

参考文献：

[1] 杨达源,姜彤. 全球变化与区域响应[M]. 北京:化学工业出版社,2005:5-15.

[2] 崔淑卿. 黄山市生态环境质量评价与制图[D]. 合肥:安徽师范大学,2006.

[3] 王丽霞,任志远. 陕西省各地市生态环境质量评价与差异分析[J]. 干旱区地理 2005,31(2):210-214.

[4] 徐福留. 城市环境质量多级模糊综合评价[J]. 城市环境与城市生态,2001,14(2):13-15.

[5] 李丽,张海涛. 基于 BP 人工神经网络的小城镇生态环境质量评价模型[J]. 应用生态学报,2008,19(12):2693-2698.

[6] 陈菁,廖克. 基于地学信息图谱的福建省生态环境脆弱性分析[J]. 世界地理研究,2009,18(2):169-176.

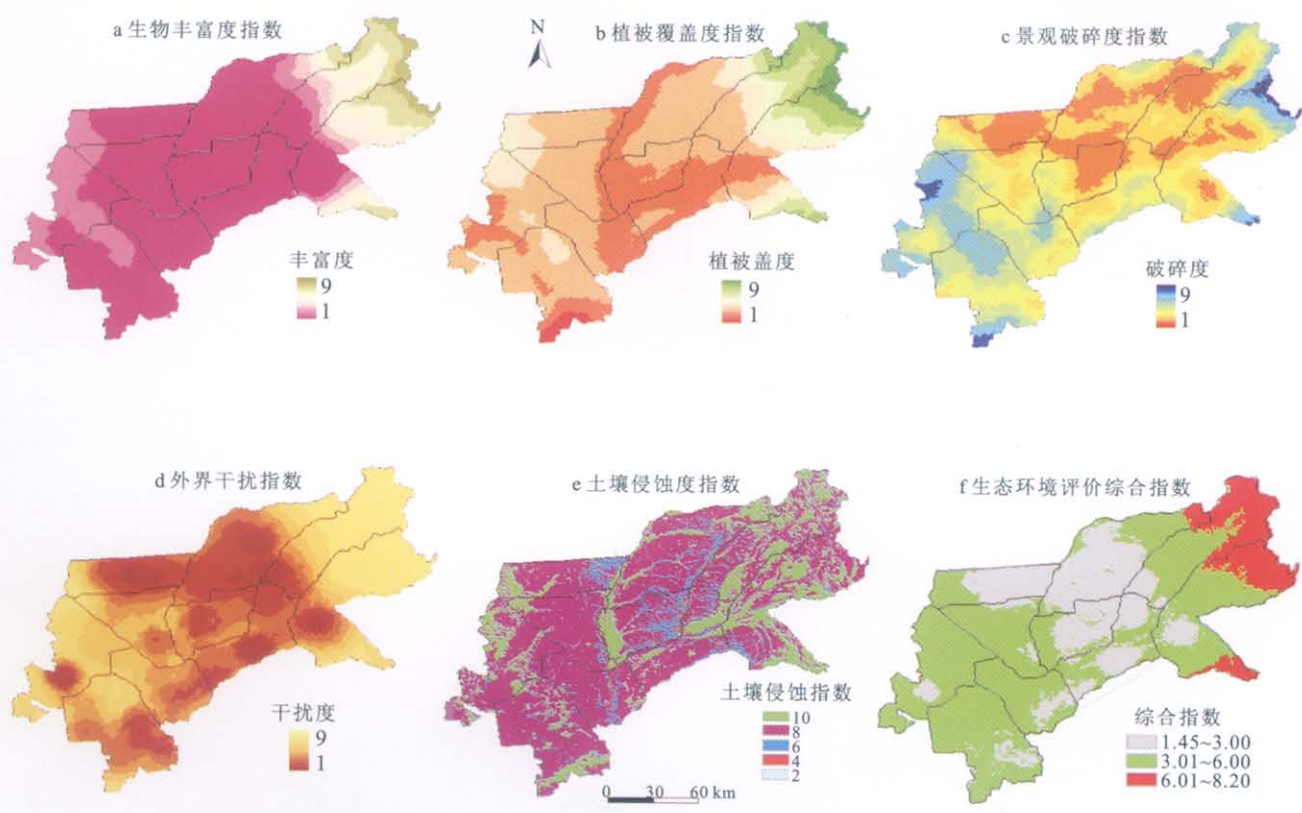
[7] 廖克. 地学信息图谱的探讨与展望[J]. 地球信息科学, 2002(2):14-20.

[8] 万本太,张建辉,董贵华. 中国生态环境质量评价研究 [M]. 北京:中国环境科学出版社,2004:22-28.

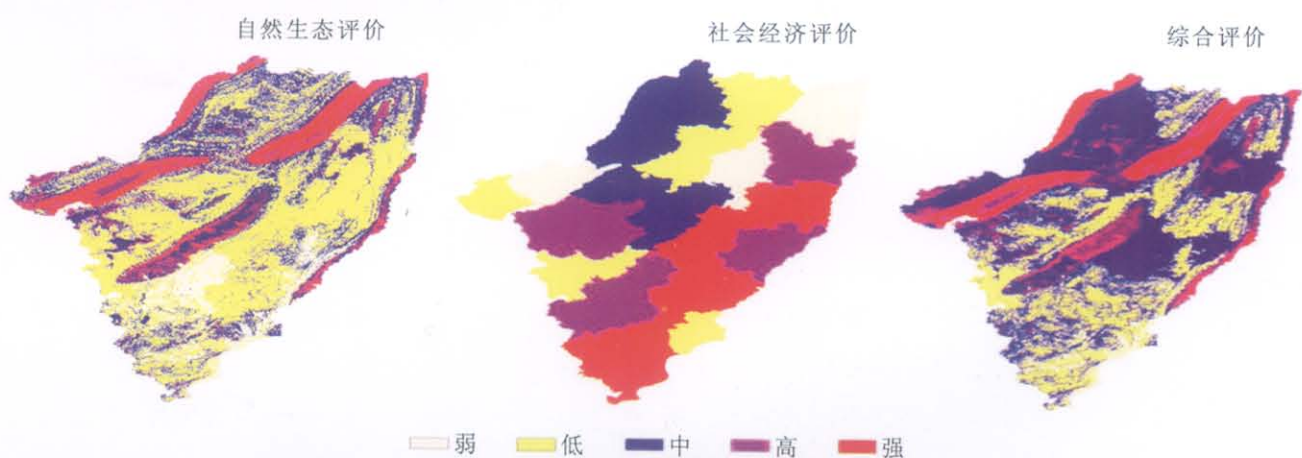
[9] 荆玉平,张树文,李颖. 基于景观结构的城乡交错带生态风险分析[J]. 生态学杂志,2008,27(2):229-234.

[10] Williams J, Neraring M A, Nicks A, et al. Using soil erosion models for global change studies[J]. Journal of Soil and Water Conservation,1996,51(5):381-385.

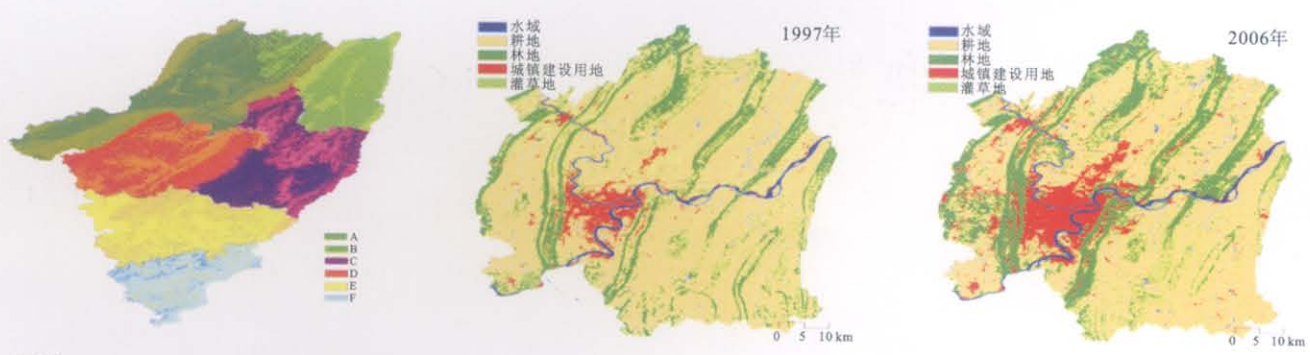
[11] Wischmeier W H, Smith D D. Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the rocky mountains: Agricultural Handbook[M]. Washington D C:USDA,1965.



附图1 标准化后的绥化市生态环境信息图谱



附图2 生态屏障建设的基础条件评价



(图内A, B, C, ..., F的含义见文章内注释)
附图3 永川区国土生态屏障功能区划

附图4 研究区1997年、2006年土地利用/覆盖图