

广西生态环境质量状况评价*

Assessment on the Ecological and Environmental Quality of Guangxi

黄良美, 邓超冰**, 廖平德, 黎 宁

HUANG Liang-mei, DENG Chao-bing, LIAO Ping-de, LI Ning

(广西壮族自治区环境监测中心站, 广西南宁 530022)

(Guangxi Environmental Monitoring Center, Nanning, Guangxi, 530022, China)

摘要:以 Landsat TM5 及中国环境卫星数据为主要信息源, 结合相关部门的统计数据, 依据生态环境状况评价技术规范(HJ/T192-2006)对 2005~2010 年广西生态环境质量现状及其动态变化趋势进行分析评价。结果表明: (1) 2005~2010 年广西生态环境质量状况总体处于优级水平, 地市级生态环境质量空间格局沿桂林-柳州-来宾-贵港-钦州-防城港划线成东西两块, 东部呈优级生态环境质量状况, 西部呈良级生态环境质量状况。(2) 在生物丰度指数和植被覆盖指数有所下降的情况下, 广西的环境质量指数有所提高, 体现广西在节能减排、污染防治方面取得了明显成效。林地面积逐年下降, 而建设用地、耕地和未利用地都有不同程度的增加, 体现广西城市化迅猛发展的主要趋势, 及基本农田保障体制的有力执行成效。(3) 广西生态环境质量状况受众多因素影响, 主体自然环境因子变化幅度小, 保障了广西生态环境质量状况的优良级别, 然而, 强烈的人为干扰因子引起局部区域生态环境质量状况的明显改变。该研究对于制定广西生态环境保护与加快经济发展的宏观战略和决策, 建设生态文明型社会, 促进自然资源可持续利用, 实现生态、经济和社会的和谐发展具有重要意义, 也可为其他相关研究领域提供技术与方法的参考依据。

关键词:生态环境 质量评价 遥感监测 技术规范

中图法分类号: X8 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2013)03-0186-06

Abstract: As one of the most important research fields for ecological and environmental science, eco-environmental quality assessment provide basis for the ecological planning and environmental manage of the government. This study, referred to the rules of ecological and environmental assessment (HJ/T192-2006), evaluates the ecological and environmental quality of Guangxi province during the period from 2005 to 2010. The results showed as following during this period, also called the Eleventh Five Plan of China: (1) the eco-environmental quality was in a very high level. Along with the cities such as Guilin, Liuzhou, Laibing, Guigang, Qinzhou, Fangchengang, the spatial distribution of eco-environmental quality in the eastern part is better than that in the western part for the Guangxi Province; (2) the index of plant coverage and the biological abundance index decreased continuously, while the environmental quality index increased. This situation indicated that the government of Guangxi has conducted intensive environment protect strategies and pollution control measures to prevent the ecosystem degradation and environmental deterioration, which produced positive effects on the local environment; (3) the eco-environmental quality had been affected by different and complex factors. The decrease on the change range in

收稿日期: 2013-01-14

修回日期: 2013-03-16

作者简介: 黄良美(1977-), 男, 博士, 从事城市生态与环境监测方面的研究。

* 国家 863 计划项目子课题(2009AA06A416)和广西壮族自治区自然科学基金项目(2010GXNSFE013003)共同资助。

** 通讯作者: 邓超冰(1962-), 男, 博士, 教授, 主要从事环境污染监测技术研究。Email: dc715@sina.com。

environmental quality index increased. This situation indicated that the government of Guangxi has conducted intensive environment protect strategies and pollution control measures to prevent the ecosystem degradation and environmental deterioration, which produced positive effects on the local environment; (3) the eco-environmental quality had been affected by different and complex factors. The decrease on the change range in

the main ecological factors can ensure the good eco-environmental quality, while the intense human disturbance factor can change the eco-environmental quality in certain degree. Therefore, the government should pay more attention to energy conservation and emission reduction. The study provided the scientific and technological references for the sustainable and harmonious construction of the society, and the other similar research field.

Key words: ecological, environmental assessment, remote sensing monitoring, rules of technology

广西作为中国西部大开发区域中唯一的沿海沿边省份,紧抓西部大开发及北部湾建设历史机遇,迎来了经济社会的迅猛发展^[1]。经济的快速发展与社会的飞跃进步对自然资源提出了极大需求,进而增加对自然环境开发的强度,由此导致局部乃至区域的生态环境发生变化,使得广西的生态环境保护工作日趋严峻,任重道远。

生态环境质量评价是以一定生态系统区域为研究对象,从生态系统的结构、输入与输出、过程与效能等方面^[2],以生态系统可持续性与和谐发展为目标,通过构建生态系统构成与格局、功能与活力、抗性与协调性^[3]等方面指标,来综合评估生态环境状况的过程^[4~6],是研究生态环境质量现状及其变化趋势的重要手段。影响生态环境质量评价结果的因素很多,这些因素之间的关系也错综复杂,如何选择具有代表性、可比性、可操作性的评价指标和方法^[7,8],对生态环境质量的优劣程度进行定性或定量的分析和判别,如何从大量因素或数据中提取出主导因素^[8]是进行生态环境质量评价研究的关键之所在。

遥感技术因其强大的功能已在环境保护与监测领域得到了广泛应用,在环境监测中已突破传统污染监测方法的局限,着力于将空间遥感卫星、地面定点监测站、数据传输与处理系统 GIS 相结合,实现准确、客观、动态、简便、快速地对生态环境质量进行监测评价与发展趋势进行预报^[9,10],进而提高管理工作的集成化、自动化、智能化程度,实现环境保护和综合治理,为保护生态环境的平衡、提高人们生存环境的质量作出贡献。因此,采用卫星遥感监测这一先进手段来开展全面、系统、连续的生态环境监测^[8],了解现状并掌握其动态变化趋势,对于制定广西生态环境保护与加快经济发展的宏观决策和战略措施,建设生态文明型社会,促进自然资源可持续利用,实现生态、经济和社会的和谐发展具有重要意义。

本文以 Landsat TM5 及中国环境卫星数据为

主要信息源,结合相关部门的统计数据,综合分析了 2005~2010 年间广西生态环境现状及其变化趋势,旨在为广西的生态环境管理、生态广西建设、国家重点生态功能区县域生态环境质量考核和自然保护区管理提供技术支持。

1 基础数据及研究方法

1.1 基础数据来源

以 2005~2010 年 Landsat TM 影像为主。Landsat TM 图像是以县(市、区)为单位的 Landsat TM 4、3、2 波段合成的 Landsat TM 图像,地面分辨率为 30 m。部分区域存在缺失影像或精度不符合要求时由环境卫星影像辅助。

2005~2010 年河流长度数据来源于 1:250000 广西电子地图,土地侵蚀数据来源于 2002 年全国第二次水土流失遥感调查,SO₂、COD 和固体废物排放量、水资源量和降水量数据来源于环境保护、水资源和气象部门的统计数据。

1.2 生态环境质量评价技术路线

广西生态环境质量评价技术路线见图 1。

1.3 生态环境质量评价指标体系

根据国家环境保护部颁布实施的《生态环境状况评价技术规范》(试行)^[11](HJ/T192-2006),采用生态环境状况指数(EQI)表征被评价区域生态环境质量状况。该评价指标体系包括生物丰度指数、植被覆盖指数、水网密度指数、土地退化指数和环境质量指数等 5 个一级指标,及林地、草地、耕地、水域、建设用地和未利用地等 6 个土地利用二级指标,以及有林地、灌木林地、疏林地、其他林地、高覆盖草地、中覆盖草地、低覆盖草地、河流沟渠、湖泊、水库、冰川积雪、海涂、滩地、水田、旱地、建设用地、农村居民点、其他建设用地、沙地、盐碱地、戈壁、沼泽地、裸地、裸岩、其他未利用地、河流长度、近岸海域面积、土地轻度侵蚀面积、土地中度侵蚀面积、土地重度侵蚀面积、水资源量、降雨量、COD 年排放量、SO₂ 年排放量、固体废物年排放量等共 31 个三级指标。

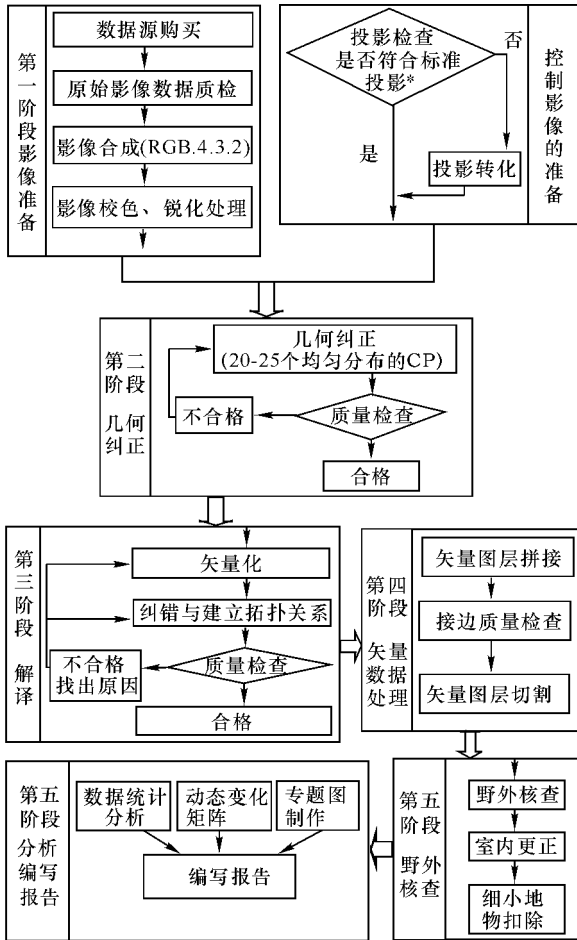


图1 广西生态环境质量评价技术路线

* 标准投影 Albers Conical Equal Area, 参数: 椭球体为 Krasovsky, 中央经线为东经 110°, 双标准纬线为北纬 25° 和北纬 47°, 投影起始纬度 12°, 中央经线偏差和起始点偏差都为 0。

1.4 计算方法

生态环境状况指数采用分层计算法, 一级指标由二级和三级指标按不同权重计算生成, 有关权重分配、归一化系数、省-市-县行政单元计算模式详见《生态环境状况评价技术规范》^[11](试行)(HJ/T192-2006)要求, 其中生态环境状况指数 (EQI) 计算方法如下:

$$EQI = 0.25 \times \text{生物丰度指数} + 0.2 \times \text{植被覆盖指数} + 0.2 \times \text{水网密度指数} + 0.2 \times (100 - \text{土地退化指数}) + 0.15 \times \text{环境质量指数}。$$

表1 生态环境质量分级

级别	优 (EQI ≥ 75)	良 (55 ≤ EQI < 75)	一般 (35 ≤ EQI < 55)	较差 (20 ≤ EQI < 35)	差 (EQI < 20)
状态	植被覆盖度高, 生物多样性丰富, 生态系统稳定, 最适合人类生存	植被覆盖度较高, 生物多样性较丰富, 基本适合人类生存	植被覆盖度中等, 生物多样性一般水平, 较适合人类生存, 但有不适人类生存的制约性因子出现	植被覆盖较差, 严重干旱少雨, 物种较少, 存在着明显限制人类生存的因素	条件较恶劣, 多属戈壁、沙漠、盐碱地、秃山或高寒山区, 人类生存环境恶劣

根据生态环境质量指数, 将生态环境质量分为五级, 即优、良、一般、较差和差, 见表 1。

根据我国生态环境质量变化幅度, 将生态环境质量变化幅度分为 3 级, 即无明显变化、明显变化 (好或差)、显著变化 (好或差)。无明显变化是指生态环境质量 (EQI) 变化幅度在 -5 ~ +5; 明显变化是指生态环境质量变化幅度在 -5 ~ -10 (生态环境质量明显变差) 或 5 ~ 10 (生态环境质量明显变好); 显著变化是指生态环境质量 (EQI) 变化的绝对值大于 10, 称为生态环境质量显著变差 ($\Delta EQI \leq -10$) 或生态环境质量显著变好 ($\Delta EQI \geq 10$)。

另外, 采用 Danniell 趋势检验的 spearman 秩相关系数法, 对 2005~2010 年广西生态环境状况指数及其 5 个一级指标值的年际变化进行定量趋势分析, 将秩相关系数值 ρ_s 与临界值 W_p (显著性水平 0.05, $n = 6$ 时 $W_p = 0.886$) 进行比较, ρ_s 绝对值大于等于 W_p 时, 表明变化趋势有显著意义。实际上

$$\rho_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

式中, n 为样本数, 即年份数; d_i 为变量 X_i 和变量 Y_i 的差值; $d_i = X_i - Y_i$, X_i 为周期 1 到周期 N 按指数值从小到大排列的序号, Y_i 为按时间顺序排列的序号。

2 结果与分析

2.1 广西生态环境质量影像与解译图库

经遥感影像波段合成、几何纠正、切割裁剪、合并融合, 2005~2010 年历年影像以行政区划单元形成广西省域影像 6 幅、地市级影像 84 幅、县级影像 534 幅, 以及其数据元与数据库 6 个。

解译工作以室内目视判读与人机交互相结合的方式, 并开展野外核查提高解译精度, 同样按省、地市和县 3 级行政单元制作基本现状矢量图层与动态矢量图层 1248 件, 同时按管理需求制作相应的国家重点生态功能区专题图层 400 件, 以及其历年数据元与数据库 12 个。另外, 根据学科交流、研究需求、

市场化服务制作了海量的专题指标研究性图层与竣工验收项目图层。

通过野外核查,建立起解译样本库,汇集历年核查点位信息照片近1万张。历年的一级地类解译精度均在95%以上,二级地类解译精度在87%以上。

2.2 广西生态环境质量组成结构变化情况

依据技术规范计算的广西生态环境质量状况指数及其一级指标如表2。

表2 广西2005~2010年生态环境质量指数

年度/趋势	生物丰度指数	植被覆盖指数	水网密度指数	土地退化指数	环境质量指数	生态环境状况指数
2005	78.0	81.0	54.6	85.3	88.8	77.0
2006	77.6	80.7	64.7	85.3	95.4	79.9
2007	76.6	79.8	56.4	85.3	95.7	77.8
2008	75.5	78.9	70.9	85.3	96.3	80.3
2009	75.9	79.3	56.6	85.3	96.0	77.6
2010	75.8	79.1	57.7	85.3	96.2	77.8
ρ_s	-0.829	-0.829	0.371	0	0.829	0.174
趋势判别	逐年下降明显	逐年下降明显	逐年增加,但不明显	无相关	逐年增加明显	逐年增加,但不明显

由表2可以看出:

(1)生态环境状况指数。2005年广西生态环境状况指数77.0,呈优级状况;14个地市的生态环境状况指数范围为64.5~92.6,均在良级以上,其中,防城港、梧州、贺州、玉林、桂林、柳州、钦州、贵港等城市的生态环境状况达到优级水平。2010年广西生态环境状况指数77.8,呈优级状况;14个地市的生态环境状况指数范围为69.9~91.9,均在良级以上,其中,防城港、梧州、贺州、玉林、桂林、柳州、钦州、贵港和来宾等9个城市的生态环境状况达到优级的水平。2005~2010年,广西生态环境质量状况指数呈逐年上升但不明显的趋势。与2005年比较,2006~2010年质量状况均略有上升,其中以2008年的80.3为最好,这与2008年国家为保障北京奥运会的胜利召开,大力开展全国性的生态环境质量综合整治有关。2010年广西生态环境质量状况指数较2005年上升了0.8,达到优级的地级城市个数也比2005年的8个增加了1个,县级城市则比2005年的28个增加了2个。

(2)生物丰度指数。2005年广西生物丰度指数78.0,14个地市的生物丰度指数范围为54.8~100.0,其中,防城港、梧州、贺州、玉林、桂林等5个城市的生态丰度指数较高。2009年广西生物丰度指数75.7,14个地市的生物丰度指数范围为54.3~100.0,其中,仍以防城港、梧州、贺州、玉林、桂林

等5个城市的生态丰度指数较高。2005~2010年,广西生物丰度指数呈明显的下降趋势,其中2010年广西生物丰度指数较2005年下降了2.2。

(3)植被覆盖指数。2005年广西植被覆盖指数81.0,14个地市的植被覆盖指数范围为60.0~100.0,其中,防城港、梧州、贺州、玉林、桂林等5个城市的植被覆盖指数较高。2010年广西植被覆盖指数79.1,14个地市的植被覆盖指数范围为59.4~100.0,其中,仍以防城港、梧州、贺州、玉林、桂林等5个城市的生态丰度指数较高。2005~2010年,广西植被覆盖指数呈明显下降趋势,其中2010年广西植被覆盖指数较2005年下降了1.1。

(4)水网密度指数。2005年广西水网密度指数54.6,14个地市的水网密度指数范围为38.0~81.8,其中,北海和桂林2个城市的水网密度指数较高,在69以上。2010年广西水网密度指数57.7,14个地市的水网密度指数范围为35.3~90.6,其中,以北海、防城港、贵港、梧州、柳州、桂林等5个城市的水网密度指数较高。2005~2010年,广西水网密度指数在2006年和2008年有较大提高,其他3年相比2005年变化较小,但总体为上升趋势。

(5)环境质量指数。2005年广西环境质量指数88.8,14个地市的环境质量指数范围为32.2~96.8,除来宾市外的13个城市的环境质量指数均较高。2010年广西环境质量指数96.2,14个地市的环境质量指数范围为89.7~98.7,14个城市的环境质量指数均较高。2005~2010年,广西环境质量指数为明显上升趋势,其中,2010年广西环境质量指数较2005年提高了7.6。

总体而言,广西生态环境质量状况2005~2010年期间均在优级水平,尤其是在生物丰度指数和植被覆盖指数分别下降了2.2和0.9的情况下,广西的环境质量仍然指数提高了7.6,水网密度指数也提高了3.1,表明广西在节能减排、污染防治和工程蓄水方面取得了明显成效。

2.3 广西生态环境质量的时空格局变化

按市和县两级行政单元的样本数及其所占国土面积统计广西生态环境质量的时空格局变化情况,结果见表3。

由表3可知,2005~2010年广西生态环境质量指数呈优级的地级城市个数为8~10,占国土面积比为46.8%~53.9%,县级城市个数为28~42个,占国土面积比为31%~43.2%。2005~2010年,以2006年和2008年生态环境质量优级状况最明显。

表3 广西2005~2010年生态环境质量指数优级市县对比情况

年度(年)	优级市(个)	占国土面积百分比(%)	优级县(个)	占国土面积百分比(%)
2005	8	46.8	28	31.0
2006	10	53.8	42	43.2
2007	8	48.0	29	32.1
2008	10	53.9	38	41.1
2009	9	52.4	30	33.6
2010	9	52.4	30	33.6

从图2~5可以看出,广西地级市以桂东北、桂东南和偏西南的城市呈优级生态环境质量状况,桂中、桂西北和桂西南呈良级生态环境质量状况。大体可以沿桂林-柳州-来宾-贵港-钦州-防城港划线分成东西两半,东半部呈优级生态环境质量状况,西半部呈良级生态环境质量状况。县级城市大体保持了地级市域优良等级分布状况,但略往东部偏移,形成沿融水苗族自治县-融安县-永福县-荔浦县-金秀瑶族自治县-平南县-兴业县-浦北县-防城港市本区-上思县界线呈东西两半,东部的桂林市本区、平乐县、富川县、北海市也呈良级生态环境质量状况。

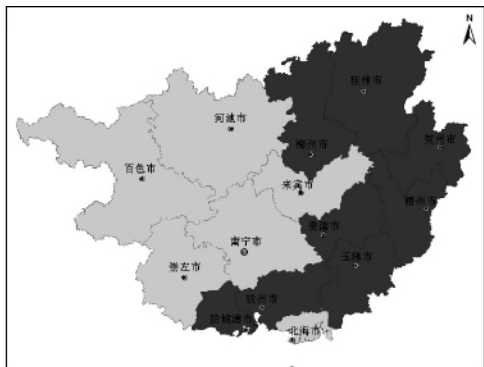


图2 2005年广西地级市生态环境质量状况分布特征
□:优,所占面积比例46.77%; □:良,所占面积比例53.23%。

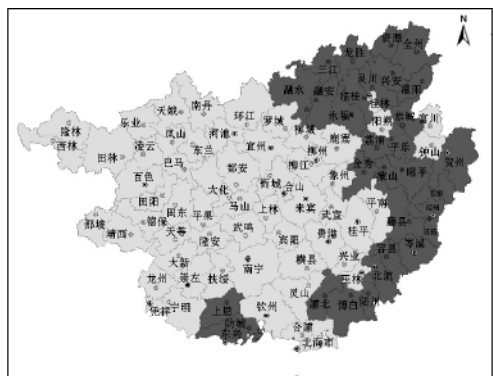


图3 2005年广西县级生态环境质量状况分布特征
□:优,所占面积比例32.85%; □:良,所占面积比例67.15%。

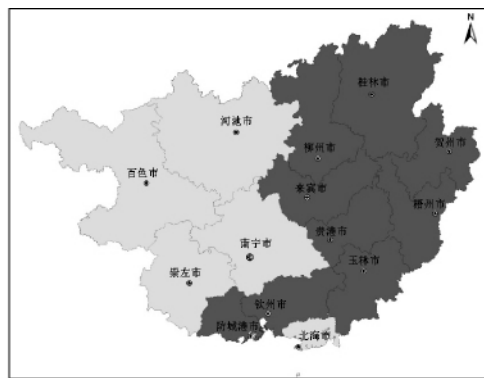


图4 2010年广西地级市生态环境质量状况分布特征
□:优,所占面积比例52.45%; □:良,所占面积比例47.55%。

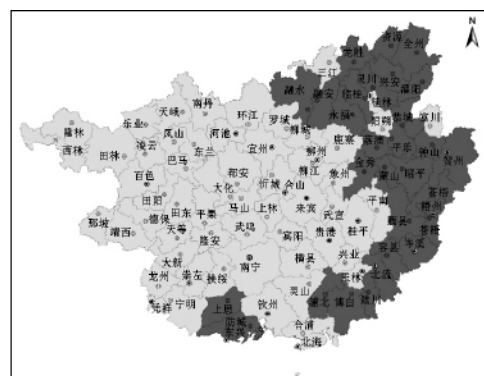


图5 2010年广西县级生态环境质量状况分布特征
□:优,所占面积比例32.60%; □:良,所占面积比例67.40%。

2.4 广西土地利用类型变化

从表4可以看出,2005~2010年,广西土地利用类型以林地占主要比例,均在62%以上,耕地次之,占国土面积比范围为22.9%~23.9%,草地占国土面积比范围8.8%~9.0%,水域湿地占国土面积比在1.99%~2.07%,建设用地占国土面积比在1.99%~2.18%,未利用土地占很小的比例,仅为0.02%左右。

广西林地面积逐年下降,由2005年的152847.8km²减少到2009年的148641.7km²,同比占国土面积下降了1.7%,但2009年林地下降趋势得到控制,且2010年林地面积较2009年增长6.57km²,可见林地进入一个新的恢复增长期。

从图6可以看出,耕地、草地、水域湿地、建设用地和未利用地都有不同程度的增加,其中耕地增幅最明显,但2009和2010年均呈小幅度的下降趋势,说明耕地被占用情况仍难遏制,政府应重视这种趋势,实施措施给予调控。草地的增加主要是林地减少转化而来,与林地相反,2009年和2010年草地开始减少。建设用地2006年出现一个下降的趋势,现象较为异常,可能与旧城改造有关,而进入2007年

表 4 广西主要土地利用类型变化趋势

年度 (年)	林地		草地		水域湿地		耕地		建设用地		未利用地	
	面积 (km ²)	占国土面 积比(%)	面积 (km ²)	占国土面 积比(%)	面积 (km ²)	占国土面 积比(%)	面积 (km ²)	占国土面 积比(%)	面积 (km ²)	占国土面 积比(%)	面积 (km ²)	占国土面 积比(%)
2005	152847.8	64.4	20104.7	8.5	4697.56	2.0	54079.3	22.6	4700.61	1.95	45.33	0.02
2006	151901.7	64.0	20340.0	8.6	4783.22	2.0	54728.2	23.4	4664.85	1.97	45.88	0.02
2007	150589.5	63.4	20765.0	8.8	4836.40	2.0	55377.0	23.7	4884.60	2.07	64.47	0.03
2008	148645.9	62.8	21177.5	9.0	4869.62	2.0	56607.7	24.2	5158.56	2.07	69.08	0.03
2009	148641.7	62.7	21177.1	9.0	4869.87	2.0	56605.5	24.2	5165.85	2.08	68.63	0.03
2010	148648.3	62.7	21163.7	9.0	4888.29	2.0	56595.5	24.2	5171.82	2.08	62.55	0.03

和 2008 年,广西迎来一个大开发建设期,这可能与北部湾经济区获批有关,而到 2009 年和 2010 年增长幅度减缓。

水域湿地均有增长,但 2009 年偏低,这可能与 2008 年底冰雪灾害造成第二年生态环境恶化,极端天气异常,西南片区干旱及水资源时空分布不均有关。

未利用土地有小幅度增长,但 2009 年和 2010 年开始减少,2010 年减少 6.08km²。可能的原因是建设开发力度增强,同时生态恢复力度也增加,两者均往未利用地的空间延伸。

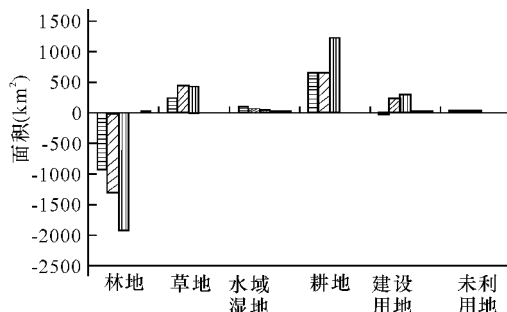


图 6 2005~2010 年广西土地利用逐年变化情况
■:2006, ■:2007, ■:2008, ■:2009, ■:2010.

3 结论

(1)广西生态环境质量状况 2005~2010 年均均在优级水平。生态环境质量状况沿桂林-柳州-来宾-贵港-钦州-防城港划线分成东西两块,东部呈优级生态环境质量状况,西部呈良级生态环境质量状况。县域分级时此线略有东移,部分县域优级生态环境质量沿西南线伸入。

(2)在生物丰度指数和植被覆盖指数有所下降的情况下,广西的环境质量指数有所提高,体现广西在节能减排、污染防治方面取得了明显成效。林地面积逐年下降,而耕地、建设用地和未利用地都有不同程度的增加,体现了广西城市化迅猛发展的主要趋势,及基本农田保障体制的有效执行力度。

(3)广西生态环境质量状况受众多因素影响,目前,广西自然环境因子主体变化幅度小,保障了广西

生态环境质量状况的优良级别,然而,强烈的人为干扰因子引起局部区域生态环境质量状况的明显改变。

广西西南片区生态系统脆弱,但服务功能重要,是珠江水系西江干流的主要分布区,国家和自治区人民政府极为关注上游区域的生态保护与恢复^[12],环境综合整治力度较大。然而,西江干流区域市县均为粗放经营的资源型产业结构,存在着较大的环境与发展矛盾,未来应该优化西部片区的产业发展模式,加大重点生态功能区域保护资金投入,建立生态补偿机制。

参考文献:

- [1] 陈文捷,温丽玲.广西北部湾经济可持续发展研究[J].生态经济,2010,228(8):79-83.
- [2] 万本太,张建辉,董贵华,等.中国生态环境质量评价研究[M].北京:国环境科学出版社,2004:12-21.
- [3] Robert P Mcintosh.生态学概念和理论的发展[M].徐嵩龄,译.北京:中国科学技术出版社,1992.
- [4] 邝奕轩,杨芳.对我国城市化进程引入生态环境质量评价的思考[J].国土与自然资源研究,2005,2:54-55.
- [5] 鲁敏,张月华,胡彦成,等.城市生态学与城市环境研究进展[J].沈阳农业大学学报,2002,33(1):76-81.
- [6] 王发曾.城市生态系统的综合评价与调控[J].城市环境与城市生态,1991,4(2):26-30.
- [7] 叶亚平,刘鲁君.中国省域生态环境质量评价指标体系研究[J].环境科学研究,2000,13(3):33-36.
- [8] 张建辉,吴忠勇,王文杰,等.态监测指标选择一般过程探讨[J].中国环境监测,1996,12(4):3-6.
- [9] 王瑶,宫辉力,李小娟.基于 GIS 的北京市生态环境质量监测与分析[J].国土资源遥感,2008,75(1):91-95.
- [10] 王娟敏,杨联安,高雪玲,等.陕西省生态遥感监测与评价研究[J].水土保持通报,2006(6):51-54.
- [11] 国家环境保护总局. HJ/T192-2006 生态环境状况评价技术规范(试行)[S]. 2006.
- [12] 朱懿,韩勇,齐先朴.广西全面建设生态文明示范区的思考[J].广西科学院学报,2011,27(2):132-136.

(责任编辑:尹 闯)