

区域经济与环境发展协调性的定量判别研究——以兰州市西固区为例

侯雅楠, 仝纪龙, 袁九毅, 陈振华

(1. 兰州大学资源环境学院, 甘肃兰州 730000; 2. 兰州大学环境质量评价研究中心, 甘肃兰州 730000)

摘要 从能耗、水耗、废水量及污染物排放量等角度分别考虑, 采用了能耗强度、水耗强度、万元工业产值废水量、污染物排放强度4个指标, 形成区域经济发展与环境质量变化关联分析指标体系, 对兰州市西固区1993年与2004年区域经济与环境发展协调性进行了实证分析。结果表明, 在这一时期内, 该区域社会经济快速发展的同时, 各项经济环境关联指标均有所下降, 但燃料结构仍以燃料煤、燃料油为主, 且二氧化硫、烃类、挥发酚等个别污染物排放量仍有所增加。

关键词 区域经济与环境; 协调性; 定量判别; 兰州市西固区

中图分类号 F321 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)31-13838-04

Quantitative Discrimination Study on the Coordination between Regional Economy and the Environmental Development

HOU Ya-nan et al (College of Resources and Environmental Science, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000)

Abstract From the aspects of energy consumption, water consumption, the amount of wastewater, the pollutant emission amount and so on, 4 indices of energy consumption intensity, water consumption intensity, wastewater amount per ten thousand yuan industrial output value and the discharge intensity of pollutants were used to form the analysis index system for the coordination between the regional economic development and the environmental quality changes. The empirical analysis was made on the coordination between the regional economy and the environmental development in Xigu District of Lanzhou City in 1993 and 2004. The results showed that all the associated indices with the economic environment decreased in this period when the social economy developed rapidly. However, the fuel structure was still concentrated on coal and oil, the discharge amount of the pollutants such as sulfur dioxide, hydrocarbon and volatile phenol still increased.

Key words Regional economy and environment; Coordination; Quantitative discrimination; Xigu District of Lanzhou City

随着社会的不断发展, 人地矛盾的日益突出, 保证社会的可持续发展, 做到区域乃至整个社会经济和环境的协调发展势在必行。区域经济与环境的协调发展是一个复杂的, 具有强综合性的系统, 对该系统的研究, 将成为衡量区域发展协调性的指标, 也势必能为区域的可持续发展提供一定的借鉴和指导作用。目前, 已有很多学者从不同的角度对区域经济与环境的关系进行了研究和分析, 提出了各自的指标体系^[1-8], 但这些指标体系普遍存在指标繁多复杂的问题, 因此适用性较差。兰州市西固工业区是20世纪50~60年代建设起来的老工业区, 是我国西北石油化工基地^[9-10]。西固区是一个处于河谷盆地之中, 环境污染比较严重的老工业区, 地形条件十分复杂, 大气扩散条件较差, 环境容量较小, 特殊的地形及稳定的边界层条件使得该地区污染物难以扩散。粗放式的发展模式及落后的生产技术, 必然会加速区域环境质量的恶化。因此, 在经济飞速发展的同时, 必须做到环境保护与经济发展并重, 以环境保护优化经济发展, 找到区域经济发展与环境保护的最佳契合点, 以实现经济与环境的双赢。笔者从对环境造成直接影响和间接影响等多方面同时考虑和制定指标, 从不同角度衡量区域经济发展与环境质量变化的关系, 形成简洁而全面的指标体系, 以兰州市西固区为实例进行了分析, 旨在为区域经济与环境的协调发展提供指导。

1 研究方法及其指标体系的建立

1.1 指标筛选 经济与环境形成一个复杂的系统, 其关系需要很多不同指标来衡量。笔者从能耗、水耗等间接影响因子以及废水量、污染物排放量等直接影响因子2个角度分别考虑, 形成评价指标体系。

能源是工业的动力来源。工业能源的利用状况取决于

地区工业结构以及工业技术发展水平, 与生产工艺技术、企业管理水平以及工业布局等都有着密切的联系^[11]。被用作工业燃料的一次能源消耗量及其分布, 对环境尤其是工业集中城市的大气环境有着极其重要的影响。能耗强度在该处指一定时期内区域工业生产部门使用各种能源的总和与同期区域工业总产值的比值。能耗强度体现了经济发展对能源的依赖程度, 同时也能间接反映区域环境污染状况。

水耗强度即一定时期内区域工业生产部门的用水总量(指工业企业取用的新鲜水量, 不包括企业内部的重复利用量)与同期区域工业总产值的比值。水耗强度反映了经济发展对水资源的依赖水平, 可以综合反映地区的产业结构、水资源利用技术、水循环技术以及水资源的管理水平, 同时也能间接地反映一个地区的水污染状况。

万元工业产值废水量是指在一定时期内区域工业生产部门向环境排放的废水量与同期区域工业总产值的比值。它直接体现了区域废水排放情况, 直观展示出区域水环境污染的概况。

污染物排放强度是指一定时期内区域工业生产部门的污染物排放总量与同期区域工业总产值的比值, 是反映随经济发展造成环境污染程度的指标和直接衡量经济与环境相联系的指标。相比于能耗强度和水耗强度, 该指标在反映地区经济社会发展与环境污染水平之间关系的同时, 也能反映地区主导产业, 地区产业结构、技术水平以及污染物治理水平。

因此, 笔者选取直接指标万元工业产值废水量、重点控制污染物(地区大气、水体污染物总量控制因子)排放强度和间接指标能耗强度、水耗强度等对区域经济发展与环境质量变化的关系进行分析。

1.2 指标简介

(1) 能耗强度。

$$E_1 = T_E / P$$

(1)

式中, E_1 为能耗强度($t/10^4$ 元); T_E 为能源消耗总量, 以标准煤计($10^4 t$), 原煤和原油及其制品、天然气、电力(不包括低热值燃料、生物质能和太阳能); P 为工业总产值 10^8 元。

(2) 水耗强度。

$$W_1 = T_w / P \quad (2)$$

式中, W_1 为水耗强度($m^3/10^4$ 元或 $t/10^4$ 元); T_w 为总用水量($10^4 m^3$ 或 $10^4 t$)。

(3) 万元工业产值废水量。

$$WW_1 = T_{ww} / P \quad (3)$$

式中, WW_1 为万元工业产值废水量($t/10^4$ 元); T_{ww} 为排放总废水量($10^4 t$)。

(4) 污染物排放强度。

$$P_1 = T_p / P \quad (4)$$

式中, P_1 为污染物排放强度($t/10^4$ 元); T_p 为污染物排放总量($10^4 t$)^[11]。在文中主要考虑如下指标: 废气 SO_2 、 NO_x 、烟尘、 C_nH_m ; 废水 NH_3-N 、COD、石油类、挥发酚(即该地区大气、水体污染物总量控制因子)。

1.3 体系确立 笔者选取万元工业产值废水量、重点控制污染物(地区大气、水体污染物总量控制因子)排放强度等直接指标, 以及能耗强度、水耗强度等间接指标对区域经济发展与环境质量变化的关系进行分析, 形成体系(图1)。

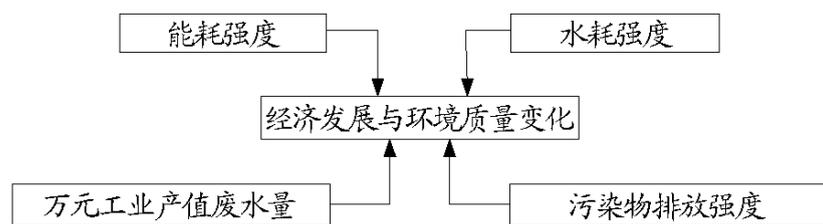


图1 经济发展与环境质量变化相关指标体系

Fig.1 The related index system of economic development and environmental quality changes

通过指标从各个方面揭示区域经济与环境关系, 并发现存在的问题, 有针对性地提出发展建议。

2 兰州市西固区经济发展与环境质量变化协调性分析

2.1 区域能源结构比较结果 区域的能源结构反映了区域工业技术的发展水平, 也间接地影响着区域大气污染物的排放情况。因此, 在各项指标分析之前, 首先对西固区能源结构的变化进行分析。

由表1可知, 较1993年, 2004年西固区燃料煤消耗量增加了23.11%, 燃料油增加了40.36%, 液化气增加了78.40%; 2004年天然气使用量达到521.69万 m^3 , 仅占到燃料总量的0.3%, 说明其在能源构成比重方面仍有巨大潜力。从能源结构上来看, 2004年区域消耗能源仍以煤为主, 且占总标准煤量与1993年基本持平, 其次为燃料油, 说明在一定时期内, 燃料煤将仍然是西固区能源的主导, 这也使得区域环境空气

表1 1993年和2004年西固区能源结构

Table 1 The energy structure in Xigu District in 1993 and 2004

燃料 Fuel	消耗量 Consumption			折标准煤量 万t Converted amount of standard coal		占总标煤量 % Proportion in total amount of standard coal	
	1993年 1993	2004年 2004	变化情况 % Change situations	1993年 1993	2004年 2004	1993年 1993	2004年 2004
燃料煤 Fuel coal	192.04	236.42	23.11	137.54	170.17	79.44	79.54
燃料油 Fuel oil	23.54	33.04	40.36	33.66	41.25	19.44	19.29
焦炭 Coke	0.26	0	-100.00	0.25	0	0.15	0
天然气 Natural gas	0	521.69	-	0	0.63	0	0.30
煤气 Coal gas	1 008.90	0	-100.00	0.57	0	0.33	0
液化气 Liquefied gas	6 103.15	10 888.28	78.40	1.11	1.87	0.64	0.87
合计 Total	-	-	-	173.13	231.94	100.00	100.00

注: 天然气和煤气消耗量单位为万 m^3 ; 液化气消耗量单位为 t 。

Note: The consumption unit of natural gas and coal gas are tenthousand m^3 and that of liquefied gas is t .

SO_2 污染情况无法得到实质性好转。

2.2 能耗强度、水耗强度和万元产值废水量比较结果 由表2可知, 2004年兰州市西固区实现工业总产值104.06亿元, 比1993年翻了一番, 区域能耗增加了34.31%, 能耗强度降低32.90%, 表明在这10年内, 西固区在保持经济高速发展的同时, 能耗强度有了大幅度下降, 这与区域企业生产工艺的改进和管理体制的不断完善是分不开的。2004年西固区工业用新鲜水量较1993年下降了64.40%, 同时, 重复用水率增加了15.27%, 水耗强度仅为1993年的17.76%, 变化较大的企业主要为西固热电有限责任公司, 该公司2002年新建一座冷水塔, 使得其重复用水量大大增加。另外, 在2004年, 兰州铝业公司淘汰了老的电解铝生产工艺, 在红古区新建先进的电解铝生产工艺, 原西固地区的铝厂废弃不进行生产, 这些都使该区域用水量及废水排放量大幅度下降。2004年西固区万元工业产值废水量较1993年减小了70.96%, 主要得益于区域

企业积极推行节水方案, 提高新鲜水重复利用率, 加强生产工艺改革, 从而减少了废、污水的排放量。

上述分析表明, 在促进经济发展的同时, 政府和各企业加强管理, 推行节能降耗措施, 取得了良好的效果, 使得全区工业基本朝着健康的方向发展。

2.3 区域总量控制污染物排放强度比较结果 由表3可知, 2004年西固区工业废气污染物总量控制的4项控制指标中, 从排放量来看, SO_2 和 C_nH_m 都有所增加, NO_x 、烟尘都有所减少, 其中, 烟尘排放量降低程度较大, 其原因在于兰州石化公司合成氨装置经技术改造后, 主要燃料由煤变为天然气后生产工艺发生较大变化, 同时区域锅炉、火炉、烟囱实施了综合整治, 以及清洁燃料天然气、液化气的使用量有了一定的增加。从排放强度来看, 4项指标均不同程度地降低, 其中 SO_2 和 NO_x 降低幅度较大。

由表4可知, 较1993年, 西固区2004年工业废水污染物

总量控制的4项指标中,从排放量来看,除挥发酚之外都有较大程度的下降。同时,各项污染物的排放强度均大幅下降。水体中的挥发酚增幅达到约60%,其来源比较广,焦化厂、城市煤气厂、炼油厂和石油化工厂等都会产生大量的含酚废水,随着工业的发展和产品产量的增加,水体污染物挥发酚

就会随之增加。

综上,从排放强度来看,8项主要污染物排放强度都有不同程度的减少,其中,氮氧化物、氨氮、化学需氧量、石油类排放强度减少幅度超过50%。有3类污染物排放量有所增加,其原因见表5。

表2 1993年与2004年西固区能耗强度、水耗强度及万元产值废水量

Table 2 The energy consumption intensity, water consumption intensity and wastewater amount per tenthousand yuan output value in Xigu District in 1993 and 2004

年份 Year	全年工业 总产值 亿元 Total industrial output value in the whole year	总能耗 万t Total energy consumption	能耗强度 t/万元 Energy consumption intensity	工业用水 新鲜水量 万t Fresh water consumption for industry	重复用 水率 % Water reuse rate	水耗强度 t/万元 Water consumption intensity	废水排 放量 万t Discharge amount of wastewater	万元产值 废水量 t/万元 Wastewater amount per tenthousand yuan output value
1993	51.923 3	159.29	3.07	14 804.53	80.53	285.10	6 302.15	121.38
2004	104.060 0	213.94	2.06	5 269.74	92.83	50.64	3 668.34	35.25
变化情况 % Change situations	100.41	34.31	- 32.90	- 64.40	15.27	- 82.24	- 41.79	- 70.96

表3 1993年和2004年西固区工业废气污染物排放情况

Table 3 The emissionsituations of industrial exhaust gas pollutant in Xigu District in 1993 and 2004

项目 Item	排放量 Emission			排放强度 Emission intensity			
	1993年 万t	2004年 万t	变化情况 Change situations %	1993年 t/万元	2004年 t/万元	变化情况 Change situations %	
SO ₂	3.343 179	4.004 262	19.77	0.064	0.038	- 40.63	
NO _x	1.890 205	1.759 394	- 6.92	0.036	0.017	- 52.78	
烟尘 Dust	1.795 649	0.765 906	- 57.35	0.035	0.007	- 80.00	
C _n H _m	1.297 562	2.240 316	72.66	0.025	0.022	- 0.12	

表4 1993年和2004年西固区工业废水污染物排放情况

Table 4 The emissionsituations of industrial wastewater pollutant in Xigu District in 1993 and 2004

项目 Item	排放量 Emission			排放强度 Emission intensity			
	1993年 t	2004年 t	变化情况 Change situations %	1993年 t/万元	2004年 t/万元	变化情况 Change situations %	
NH ₃ -N	4710.40	586.12	- 87.56	9.0 × 10 ⁻⁴	5.6 × 10 ⁻⁴	- 93.78	
COD	6991.83	3189.60	- 54.38	13.0 × 10 ⁻⁴	3.0 × 10 ⁻⁴	- 76.92	
石油类 Petroleum	306.10	194.16	- 36.57	5.9 × 10 ⁻⁴	1.9 × 10 ⁻⁴	- 67.80	
挥发酚 Volatile phenol	5.12	8.18	59.77	9.9 × 10 ⁻⁶	7.9 × 10 ⁻⁶	- 20.20	

表5 各排放量增加污染物及增加原因

Table 5 The emission increase of different pollutants and their increasing reasons

污染物种类 Pollutant kinds	增幅 % Increase amplitude	排放量增加原因 Increasing reason of emission
SO ₂	19.77	炼油部门原油中硫含量增加;西固热电厂生产能力提高
C _n H _m	72.66	兰州石化公司生产能力扩大;流动源废气
挥发酚 Volatile phenol	59.77	炼油部门及兰州石化公司生产能力扩大

3 结论与讨论

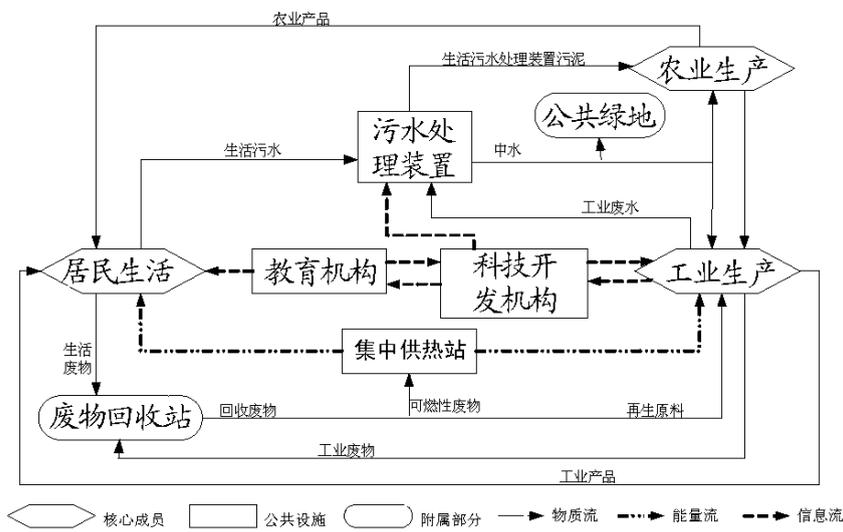
3.1 结论 兰州市西固区2004年经济发展较1993年有了一个大的飞跃,经济发展与环境质量关联指标能耗强度、水耗强度、万元工业产值废水量、重点控制污染物排放强度都有一定程度的下降,但同时,二氧化硫、烃类、挥发酚等污染物排放仍在增加,且区域能源结构仍以燃料煤、燃料油为主,决定了区域环境质量难有本质上的好转。因此,区域在进行大规模技术改革的同时,还应注重清洁能源的开发与应用,

加大天然气、液化气等的使用力度,同时,着力有效控制区域汽车保有量,实现区域环境质量的彻底改善。

3.2 区域可持续发展对策 西固区地处我国西北干旱、半干旱区域内,生态环境非常脆弱,一旦被破坏,便会快速恶化并且难以恢复^[12],因此,要实现经济发展与环境保护的双赢,便需要在经济发展的同时注重环境保护,经济的发展为环境保护提供充裕的资金和先进的技术,而优美的环境为经济发展创造良好的发展条件。依靠科技改进生产工艺,实现节能降耗,推广新型清洁能源,减少排污量,实现企业绿色化发展^[13]。

在区域内部逐渐形成循环经济圈。发展循环经济必须从资源开采、资源消耗、废弃物产生、再生资源产生、社会消费5个环节入手,大力提高资源综合开发和回收利用率,大力提高资源利用效率,大力开展资源综合利用,大力回收和循环利用各种废旧资源,大力提倡绿色消费,逐步形成并完善西固区生态工业共生系统(图2)。

加快炼厂改造,生产清洁汽、柴油产品。有效规划,控制



注:西固区污水处理系统共有炼油生产污水处理装置、化工污水处理装置、催化剂-含硫污水综合处理装置和生活污水处理装置4套污水处理装置。资料来自《兰州市西固区循环经济发展规划专题研究》。

Note: The wastewater treatment system in Xigu District has 4 sets of wastewater treatment equipments including the wastewater treatment equipment of oil refining production, the wastewater treatment equipment of chemical industry, the comprehensive treatment equipment of catalyst and sulfur-containing wastewater and the wastewater treatment equipment of domestic wastewater. The data are from Circulation Economy Development and Planning Special Research in Xigu District of Lanzhou City.

图2 西固区生态工业共生系统示意

Fig.2 The ecology-industry symbiosis system in Xigu District

区域汽车保有量,减少汽车尾气污染。多方筹集资金,增大环保投资力度。除了国家增加环保投入外,更要深化环保体制改革,提高投资效益,同时提高治理技术水平,降低治理成本。对公众及企业职工加强环境保护的宣传和教育。只有全民行动起来,投入到环保事业中来,才能真正地从根本上改善环境状况,实现区域可持续发展。

参考文献

- [1] 林逢春,王华东.区域PRED系统的通用自组织演化模型[J].环境科学学报,1995(4):488-496.
- [2] 吴跃明,郎东锋,张子珩,等.环境-经济系统协调度模型及其指标体系[J].中国人口·资源与环境,1996(2):47-50.
- [3] 冯玉广,王华东.区域人口-资源-环境-经济系统可持续发展定量研究[J].中国环境科学,1997(5):402-405.
- [4] 于瑞峰,齐二石,毕星.区域可持续发展状况的评估研究及应用[J].系统工程理论与实践,1998(5):1-6.
- [5] 蔡宁.经济环境协调标准及辅助决策模型的研究[J].系统工程理论与实践,1999(1):85-90.
- [6] 马金,王浣尘,陈明义,等.区域产业投资与环保投资的协调优化模型及其试用[J].系统工程理论与实践,1999(7):47-50.
- [7] 李本刚,陶澍.地理信息系统在环境模型研究中的应用[J].环境科学,1998(3):87-90.
- [8] 高志强,刘纪远,庄大方.基于遥感和GIS的中国土地资源生态环境质量同人口分布的关系研究[J].遥感学报,1999(1):66-70.
- [9] 兰州市统计局.兰州市统计年鉴(2003)[Z].北京:中国统计出版社,2004.
- [10] 兰州市统计局.兰州市统计年鉴(2004)[Z].北京:中国统计出版社,2005.
- [11] 李勇,王金南.经济与环境协调发展综合指标与实证分析[J].环境科学研究,2006(2):62-65.
- [12] 马治鑫.论环境保护与经济可持续发展[J].商业时代,2003(7):27-28.
- [13] 蔡宁.经济与环境协调发展理论与实证[M].北京:中国环境科学出版社,2001.
- [14] 蔡宁.经济与环境协调发展理论与实证[M].北京:中国环境科学出版社,2001,14(1):59-63.
- [15] 弗莱斯曼·C·M.泥石流[M].姚德基,译.北京:科学出版社,1986.
- [16] 丁锡祉.我国泥石流研究现状和今后任务[J].泥石流论文集(1).重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1981.
- [17] 田连权,张信宝,吴积善.试论泥石流的形成过程[J].泥石流论文集(1).重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1981:54-57.
- [18] 崔鹏.泥石流起动条件及机理的实验研究[J].科学通报,1991(21):1650-1652.
- [19] 褚君达.高浓度浑水的基本性质[J].第二届河流泥沙国际学术讨论会论文集,1983:265-270.
- [20] 陈光曦.泥石流防治[M].北京:铁道出版社,1983.
- [21] IVERSON R M, REID M E, IVERSON N R. Acute sensitivity of landslide rates to initial soil porosity[J]. Science, 2000,290:513-516.
- [22] EMMANUEL J GABET, SIMON M MUDD. The mobilization of debris flows from shallow landslide[J]. Geomorphology, 2006, 180(8):162-174.
- [23] 王裕宜,邹仁元,刘柚峰.泥石流启动与渗透系数的相关研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1997,3(4):76-82.
- [24] LETERRIER J, MAURY R, THONON P, et al. Clinopyroxene composition as a method of identification of the magnetic affinities of paleo-volcanic series[J]. Earth and Planetary Science Letters, 1982,59(1):139-154.
- [25] CAWOOD P A. Characterisation of intra-oceanic magmatic arc source terranes by provenance studies of derived sediments[J]. New Zealand Journal of Geology & Geophysics, 1991,34:347-358.
- [26] GRESSE P, WEWORA A. Origin and diagenesis of blue green clays and volcanic glass in the pleistocene of the cote d'ivoire ghana marginal ridge (ODP Leg 159, Site 959)[J]. Sedimentary Geology, 1999,127(3/4):247-269.
- [27] PARK YA, KHIMBK. Clay minerals of the recent fine-grained sediments on the Korean continental shelves[J]. Continental Shelf Research, 1990,10(12):1179-1191.

(上接第13837页)

tion: A review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy[J]. Geomorphology, 1999,31:181-216.

- [44] SAHA A K, GUPTA R P, ARORA M K. GIS based landslide hazard zonation in the Bhadrathi (Ganga) Valley, Himalayas[J]. International Journal of Remote Sensing, 2002,23:357-369.
- [45] DAI F C, LEE C F. Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong[J]. Environmental Geology, 2001,40(3):381-391.
- [46] SANTIACANA N, BAEZA B, COROMINAS J, et al. A GIS based multivariate statistical analysis for shallow landslide susceptibility mapping in La Pobla de Lillet Area (Eastern Pyrenees, Spain)[J]. Natural Hazards, 2003,30:281-295.
- [47] DOMINGUEZ CUESTA M, JIMENEZ SNCHEZ M, BERREZUELA E. Landslides in the Central Coalfield (Cantabrian Mountains, NW Spain): Geomorphological features, conditioning factors and methodological implications in susceptibility assessment[J]. Geomorphology, 2007,89:358-369.
- [48] 唐川,朱静.云南滑坡泥石流研究[M].北京:商务印书馆,2003:14-25.
- [49] 张红兵.影响云南滑坡泥石流活动的几个自然因素[J].水文地质与工程地质,2004(5):38-41.
- [50] 丛威青,潘懋,李铁锋.基于GIS的滑坡、泥石流危险性区划关键问题研究[J].地学前缘,2006,13(1):185-190.
- [51] 唐川.金沙江流域(云南境内)山地灾害危险性评价[J].山地学报,2004,22(4):451-460.
- [52] 唐川.云南怒江流域泥石流敏感性空间分析[J].地理研究,2005,24(2):178-185.
- [53] 高淑琴,孙芬花,付燕,等.浅谈土石山区泥石流发生机理与坍塌量模型[J].南水北调与水利科技,2003,1(2):41-43.
- [54] 韦方强,谢洪,钟敦伦.四川省泥石流危险度区划[J].水土保持学报,