

漓江上游森林生态系统恢复研究进展与启示

王金叶, 黄昭信*

(桂林工学院 旅游学院, 广西 桂林 541004)

摘要:漓江因独特的山水资源发展旅游而成为一条具有国际影响力和知名度的河流,同时由于流域枯水期径流不能满足旅游需要,甚至影响桂林市居民用水等水资源矛盾突出的生态问题对流域旅游发展和生态安全产生的不良影响引起了社会各界的高度关注,围绕漓江流域复合生态系统主体水源林保护与退化生态系统恢复广泛开展了研究与实践,结果总体认为:(1)流域水源林对水资源分配等生态问题具有决定性的作用,水源林保护与退化生态系统恢复是漓江流域生态问题解决的重要途径;(2)水源林保护与恢复途径与措施研究有待进一步深入,需要通过观测试验和调查分析,研究生态恢复过程中森林群落结构及重点保护群落铁杉林和优先保护群落水青冈林的更新问题;(3)流域退化生态系统恢复要按照流域生态系统管理的要求采取明确管理目标、确定合适指标、实行多目标管理、开展全社会节水、协调保护与发展关系等措施加快进程。

关键词:水源涵养林;流域生态系统;水资源与水环境;生态系统恢复;保护研究

中图分类号:S718.557 文献标识码:A 文章编号:1001-7461(2008)05-0173-05

Enlightenment and Progress on the Researches of Forests Ecosystem Restoration in the Upper Reaches of Lijiang River

WANG Jin-ye, HUANG Zhao-xin*

(College of Tourism, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: Lijiang river has become a river having international influence and reputation on account of its unique landscape resource and development of tourism. However, since severe water resources contradiction such as the runoff deficiency for tourism need and even the water consumption shortage of citizens during dry season has been arisen, there are great concerns in its negative effects on tourism development and ecological safety. Thus, the research and the practice had been extensively carried out referring to the protection of water resource conservation forest and the recovery of degraded ecosystem in the multiplex ecosystem of Lijiang catchments. Conclusion had been made as follows: First, the water resource conservation forest played a crucial role on ecological problems, such as water allocation; Second, the ways and measures of the protection and recovery of water conservation forest should be furthered by experiment and research analysis in order to study the structure of forest community, and the regeneration of the key protection community of *Tsuga chinensis* forests and the priority protection community of *Fagus longipetiolata* forests; Third, the recovery of degraded ecosystem in the watershed should be in accordance with the demanding of ecosystem management to accelerate the process, such as establishing specific management objects, assuring appropriate indicators, practicing multi-objects management, advocating the whole society water conservation, coordinating the relationship between protection and development to expedite the recovering process.

②) 收稿日期:2007-10-18 修回日期:2008-03-05

基金项目:桂林工学院人才基金项目“漓江流域水源林生态保护与旅游业可持续发展”。

作者简介:王金叶,男,教授,博士,主要从事森林生态水文研究与生态旅游教学工作。E-mail:wangjy66@sohu.com

* 通讯作者:黄昭信,男,桂林工学院旅游学院 2005 级研究生。

Key words: water resource conservation forest; valley ecosystem; water resources and water environment; ecosystem restoration; protection research

退化生态系统(degraded ecosystem)恢复与重建属于恢复生态学的范畴^[1-3],是实施区域可持续发展战略的重要措施之一,已成为当今生态学研究热点^[4-7]。流域生态系统保护和退化生态系统恢复是生态系统管理的重要内容,对于保障流域生态、环境、资源、社会、经济、文化可持续发展具有重要作用^[8-12]。漓江因桂林依托漓江特色山水资源发展旅游而成为一条具有国际影响的河流^[13-14],同时也由于漓江水资源问题,如流域枯水期径流较少,使流域内旅游发展受到了严重影响,同时影响了流域生态安全等问题,引起了社会各界的高度重视和关注,开展了多项探索解决漓江流域生态问题的研究和实践^[15-24],其中流域上游水源林生态系统保护和退化生态系统恢复的研究和实践是焦点之一^[25-29]。多年保护与恢复使森林覆盖率有了明显提高,水源地之一的猫儿山国家级自然保护区森林覆盖率已达96.6%*,达到森林恢复的极限,但流域水资源问题仍然很突出。总结分析对漓江上游退化森林生态系统恢复实践与研究进展,探寻研究与实践在解决流域生态问题上存在的不足及生态建设的科技需求,为今后漓江流域生态研究和恢复提供参考与指导,促进通过森林生态系统解决流域生态问题的科学研究与生态工程建设进程。

2 漓江流域概况

漓江为珠江水系的桂江上游河段,发源于广西兴安县、资源县交界处的越城岭猫儿山北面海拔1 732 m的老山界南侧。漓江最初称“离水”或“漓水”,历史上曾名桂水或桂江、癸水、东江^[30];漓江流经兴安、灵川、桂林、阳朔,至平乐县恭城河口止;干流全长214 km,流域总面积12 285 km²,占桂林市总面积的43.9%^[28]。流域属中亚热带湿润季风气候区,全年光照充足,四季分明,平均气温约17.8℃~19.1℃,年降雨量1 814~1 941 mm,年蒸发量1 377~1 857 mm,无春旱,雨热基本同期^[26];年径流量相当丰富,但全年分布极不均匀,3~8月为汛期,径流占年径流近80%,其中5~6月占年径流40%,9月到次年2月为枯水期,最枯月1月径流仅占年径流的2%。

漓江流域地带性植被为常绿阔叶林,主要位于流域源头和山地;此外,还分布有天然马尾松,人工湿地松、杉木,以及油桐、油茶、银杏、橘、桔等经济林树种。植被具有明显的垂直地带分布,海拔400 m以下主要为马尾松林、经济果木林及聚居地风景林;

400~800 m多为马尾松、杉木、毛竹和常绿阔叶林;800~1 400 m为山地常绿阔叶林;1 800 m以上为山地矮林和山地草甸^[31-32,23]。漓江流域根据降水、地形、径流特征等分为上、中、下游,桂林以上为上游(桂林水文站至源头),桂林至阳朔为中游(桂林水文站至阳朔水文站),阳朔以下至恭城河口为下游。漓江干流上游长105 km,流域面积2 762 km²;中游83 km,流域面积5 585 km²(包括流域上游面积);下游26 km,流域面积12 285 km²(包括流域上中游面积)。漓江流域上游为多雨区,是流域最重要的水源区,水能资源丰富,有猫儿山、海洋山、青狮潭3个水源林保护区;漓江中下游岩溶地貌发育,山青水秀,洞奇石美,是最重要的旅游胜地。漓江“黄金水道”从桂林到阳朔,全长83 km,河道沿碳酸盐岩石峰穿行,形成了特有的山水景观。

3 漓江上游水源林保护与变迁

3.1 水源林保护进展

漓江上游水源林自古以来就作为重要的生态屏障而受到重视和保护,文献记载清朝嘉庆年间(180年前)对漓江源实行“戒严”,依法对漓江上游的水源林实行保护。解放后,国家和地方政府进一步加强了对漓江上游水源林的保护,1976年建立了猫儿山水源林保护站,1982年升为自治区级自然保护区,2003年纳入国家级自然保护区网络,保护区面积扩大至1.70万hm²;1982年建立了青狮潭、海洋山2个自治区级水源涵养林自然保护区,青狮潭保护区面积4.74万hm²,海洋山保护区面积9.04万hm²^[33],漓江上游水源林保护走上了法制化轨道,取得了较为明显的保护效果。漓江上游猫儿山、海洋山和青狮潭3大水源林保护区面积已扩大至17.45万hm²,源头所在地兴安和灵川县森林覆盖率自70年代以来,逐年在增加^[34],流域上游森林覆盖率从1979年的37.93%提高到1997年的53.71%^[24];2001年森林覆盖率达62.14%;2005年,漓江源头的兴安、灵川一带已经形成近百万亩连片森林,覆盖率达66.46%;茂密的森林植被有效防止了水土流失,净化了水质,涵养了水源^[35]。

3.2 水源林退化动态研究

在人类利用自然资源与环境推动社会历史发展的过程中,对自然资源 and 环境的保护与破坏往往同

(2) * 猫儿山自然保护区森林资源调查报告, 2005.

步出现。自清朝嘉庆年间对漓江源实行“戒严”以来,漓江上游水源林并没有得到有效保护;新中国成立以后,漓江上游水源林仍然经历了不同程度的破坏。杨永德等人根据卫星遥感影像资料研究,从 20 世纪 50 年代到 90 年代,漓江上游水源林面积呈下降趋势,2002 年与 1950 年相比已减少 50%^[22];水源林面积在近 20 a 多的时间里经历了从小增大再减小的变化过程,从 1981 年的 15.84 万 hm^2 减少到 2002 年的 12.23 万 hm^2 ,减少 22.8%^[22]。据林业部门统计,1958 年猫儿山水源林面积为 4 万多 hm^2 ,到 1980 年已下降至 1.77 万 hm^2 ;80 年代以后组织人工造林,水源林面积恢复到 3.08 万 hm^2 ,但比 1958 年以前仍然减少 25%^[36]。漓江上游水源林在 1958 年至 1959 年以及 1981 年至 1982 年 2 次遭受大规模的乱砍滥伐^[22]。

3.3 水源林动态差异性原因分析

漓江上游水源林变迁是在自然和人为因素共同作用下经历了破坏与恢复并存的过程,其中人为因素起主导作用,其变化直接受制于人类活动;水源林变化的总体趋势是保护与恢复正在走上规范化、法制化道路,但也存在 2 种截然相反的观点。其主要原因是研究缺乏系统性、方法存在差异、资料来源不一致。利用统计资料研究认为漓江上游水源林面积在不断增加,整个上游森林覆盖率已到达较为理想的结果;但利用卫星遥感影像研究认为漓江上游水源林面积 2002 年比 1981 减少 22.8%,表明统计资料和遥感影像资料之间存在差异或研究方法有误差。比较客观的结论认为,漓江上游 3 大林区森林面积逐年增加,森林覆盖率也逐年上升;但事实上,森林疏密度、单位蓄积量和总蓄积量却在下降,原因是成林变幼林、密林变稀林,所谓增长的森林覆盖率其增加的林种,多为经济林、速生林以及竹林^[37];漓江流域上游高海拔地带的森林植被保存较好,低山、丘陵地带大都为杉木、松类、毛竹、柑橘等人工林所代替。说明只用面积和覆盖率作为衡量水源林状况的指标有一定的局限性,往往掩盖了水源林的真实面目,造成森林面积增加了、覆盖率提高了,而森林生态功能却在下降,如流域枯水期径流在不断减少。

4 水源林与生态环境问题研究

4.1 水源林与生态环境关系研究

漓江是一个完整而又非常复杂的自然生态系统,上游水源涵养林是漓江流域复合生态系统的主体,水源林保护与发展通过影响流域径流的产生和分配,特别是枯水期径流量与比例,对整个流域生态安全和社会经济发展产生重要影响。水是漓江的灵

魂和漓江旅游的命脉,没有漓江上游丰富的水资源,就没有奔流不息的漓江和具有国际影响的旅游。在漓江流域上游水源林结构及质量变化的影响下,流域水生态问题表现出相应的变化规律,随着漓江流域水源林质量降低其涵养水源能力呈下降趋势,猫儿山林区 1985 年的储水能力比 1959 年下降了 27%,流域雨季洪灾加剧,枯水期流量减少,枯水期越来越长,枯水期由 20 世纪 40 年代的每次 4 个月延长至 90 年代的 6 个月^[28],进入 90 年代后期每年枯水期断航时间长达 3 个多月之久,短时间也有近 1 个月。

4.2 流域主要生态问题及原因研究

漓江流域水资源的数量和质量及其分配是影响流域发展的主导生态要素,水资源问题是流域主要的生态问题。漓江水资源紧张状况多数是由于人为因素破坏森林造成的,过去 30 a 里,漓江上游水源林森林蓄积量共减少 34.2%,平均每年减少 1.14%,由此造成涵养水量下降,加速暴雨迅速倾泻,水土流失,漓江含沙量增加,河床淤积抬高,沙滩增多,河流水位相应抬高,从而加剧洪涝灾害^[38]。漓江上游源头由于乱砍滥伐严重,猫儿山原始林区过去森林茂密,地下水丰富,常年补给河流的情况现在已看不到;源头六洞河过去枯季水深 1~2 m,鱼虾随时可见,行人过河需乘船过渡。如今河水变浅,河床裸露,鱼虾灭绝。目前,在漓江源头仍有木材加工厂 6 家(源头部分林地属集体所有),每年砍伐木材达数千立方米,除此之外当地群众伐木烧炭和生活烧柴仍为普遍。长期以来的乱砍滥伐造成水源林面积减少,导致生态环境恶化,河流水量减少,部分支流干枯断流。

4.3 流域生态问题解决与水源林恢复

漓江流域主要的生态问题是枯水期径流量不能满足流域旅游发展的需要,在特别干旱年份甚至不能满足城市生活用水。林学专家通过深入研究与讨论认为:广种树、多养水是解决难题的最好办法。桂林市提出在漓江上游修建 3 座水库,将淹没约 20 km^2 土地(包括部分林木)。桂林市林业局高级工程师梁晓峰提出按照 3 个水库设计的库容标准 2.46 亿 m^3 (指防洪库容),只需要 2.73 万 hm^2 的阔叶林(1 hm^2 阔叶林可涵养水源 9 023 m^3)便可达到。如果再把生态和环保等方面的影响综合在一起,恢复漓江上游的森林植被,全流域大面积植树造林,就可解决缺水的问题,种植涵养水分大的阔叶林比花费十几亿元建设 3 个水库好得多^[36]。邓世宗等人在 1994 年提出,漓江上游增加阔叶林 2.65 万 hm^2 ,森林覆盖率达到 60.4%,漓江枯水期各月就完全可能增加 4 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,使平均最低流量达到 14.8 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,枯水期

就可能由现在的 6 个月缩短为 2 个月或以下^[38]。

5 启示与对策

5.1 实行流域系统管理

生态系统管理是 20 世纪 90 年代以来兴起旨在解决区域管理中相关因子的协调问题,使不同领域的专家学者能够综合各方面的研究成果,在超越研究领域的更高层面上提出解决区域发展的对策的理论。漓江流域是一个大的生态系统,在长期的发展过程中,由于认识不足、人类活动加剧,又疏于管理,具有强大水源涵养功能的阔叶林遭到不断乱砍滥伐,加之上游河道破坏严重,导致漓江目前面临十分突出的水生态环境问题。洪涝灾害、干旱缺水、水域污染日趋严重、水生态系统失衡,已严重威胁着百里漓江的山川地形、景观名胜的安全与健康。在认识到漓江的危机以后,各行各业都采取了相应措施,投入了大量的资金和人力进行水生态系统保护与修复,但仍然没从根本上解决漓江水危机的问题,其主要原因是所采取的对策措施缺乏生态系统管理的理念。因此,需要按照生态系统管理的要求,树立漓江流域的整体发展观,在按照系统原理的要求解决关键问题的基础上,按照生态系统完整性与和谐统一的理念提出相应的管理对策与措施。

5.2 明确水源林生态恢复目标与方向

多年来,漓江上游水源林保护与建设总体比较好,但仍然存在不少令人担忧的问题,如水源林中幼林增多了,但成熟林却减少了;经济林木增多了,但涵养水源能力强的阔叶林却减少了;森林覆盖率提高了,但单位面积蓄积量却下降了。上游水源林生态系统恢复存在的主要问题是具有强大水源涵养功能的阔叶林、针阔混交林面积没有得到保护与恢复,甚至仍在持续不断下降,多年来仅仅恢复了水源涵养效能相对较差的竹林、经济林;而且,林分结构趋向纯林化和单层化。水源林保护与恢复形势不容乐观,森林涵养水源的能力还是不理想。因此,要明确漓江上游水源林生态系统恢复的目标和方向,重点恢复阔叶林、针阔混交林,适度发展竹林和经济林;培育森林复层结构。

5.3 森林覆盖率作为森林植被恢复的主要指标存在许多弊端

以覆盖率为主要指标的森林生态系统恢复往往不能从根本上实现森林恢复之目的,漓江流域水源区森林覆盖率通过保护与建设已达到 66.46% (2005),源头猫儿山保护区森林覆盖率高达 96.6% (2005),但漓江流域水资源分配不均、水资源危机的问题却没有得到解决。其原因之上是在森林覆盖率

上升的同时,森林生态系统调节水资源分配的能力却在不断下降。说明以森林覆盖率为主要指标评价森林生态系统恢复效果不准确、不科学。森林覆盖率高只能说明区内森林面积比,但不能说明真正具有水源涵养功能的森林面积与比例,实际上提高的仅仅是水源涵养效益较差的竹林和经济林等,而具有较高水源涵养效益的阔叶林、混交林却在不断减少。据刘金荣 1999 年研究,漓江流域上游猫儿山、海洋山、青狮潭 3 个水源林保护区森林覆盖率为 51.4%,整个流域森林覆盖率只有 38.8%,而水源林的覆盖率仅占 30%^[39]。因此,今后在制定水源林保护与恢复方案时,把森林覆盖率、树种、林型、群落结构、权属、分布区域等指标综合在一起考虑。

5.4 水源区森林生态系统恢复要突出主体功能,兼顾其他目标

漓江流域水源区森林生态系统恢复主要目的是通过森林系统涵养水源能力提高,解决目前漓江流域水资源分配不均或水资源短缺影响流域旅游发展的问题。森林生态系统恢复的主要群落类型应该是具有较强水源涵养功能的阔叶林或针阔混交林,同时还要兼顾其他目标:如生产、环境、景观、文化、生物多样性保护等等,实现多目标管理与经营。并针对流域上游猫儿山保护区内分布有品位较高且丰富的旅游资源,如红军长征途经陆定一题词的老山界,华南第一峰等,以及保护区周边群众生活还不很富裕的现实,在恢复水源林的同时兼顾林区社会经济发展与文化保护目标。

5.5 大力推进节水型社会建设,缓解森林生态系统恢复压力

众多的治水实践证明,解决水资源短缺的根本途径是节水。桂林通过大力推进节水型社会建设,到 2010 年,使渠道渠系水利用系数由现状 0.4 左右提高至 0.6,农田灌溉毛用水定额由现在的 $65 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 下降到 $39 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$;工业万元产值耗水量从 137 m^3 降低至 40 m^3 ;提高中水回用率。采取节水措施和实施生态补水后,当来水保证率为 90% 时,漓江流域可实现水资源供需平衡且略有余水^[40],从而减轻对提高涵养功能强的水源林的要求,缓解森林生态系统恢复压力。

5.6 保护与发展关系协调是森林生态系统恢复的关键

漓江上游的水源林属于国有林仅为 346 万 hm^2 ,占 15%,其余均为集体林,而集体林大部分都分产到户,砍伐林木是水源林区林农主要的经济来源。为了强化水源林的生态功能严禁采伐林木,种植经济价值相对较低的阔叶树等,必然会影响到林

农的生活和生产。根据调查统计,漓江上游水源林区限伐后,林区内的18个乡镇中,林农人均减少收入 $500 \text{元} \cdot \text{a}^{-1}$ 以上的有9个乡镇;减少 $300 \sim 500$ 元的有6个乡镇;减少 $200 \sim 300 \text{元} \cdot \text{a}^{-1}$ 的有3个乡镇。青狮潭水源林保护区有4个乡镇,2.33万人,水源林禁伐后,每年减少木材采伐 $18 \text{万} \text{m}^3$,少收入700多万元,人均减少300元。而且,林区乡镇的财政收入60%来自于木材生产,水源林禁伐后,以杂木为生产原料的企业基本上倒闭,乡镇的经济收入急剧下降。如兴安县县乡两级财政因此减少收入 $500 \text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$ 多^[41]。可见水源林保护和恢复与地方经济发展,特别是林区林农经济发展之间存在一定的矛盾,协调保护与发展是关系森林生态系统恢复与保护的关键。

5.7 深入研究提供决策依据

不同领域的专家对水源林保护与恢复研究结果有很大差距,政府部门的统计和研究数据之间差距也很大,其主要原因是对于水源林的理解不统一,研究深度不够。政府部门在统计森林覆盖率时,把区域内的所有树木、森林全部计算在内,而研究人员统计时只关注水源涵养功能强大的森林,造成研究结果不统一,甚至出现截然相反的结论,影响水源林生态保护与恢复决策。因此,需要通过新技术使用深入研究漓江流域森林变化动态,特别是要对流域内森林群落结构变化动态与流域水量平衡各分量指标的变化动态进行观测研究,为水源林生态恢复提供正确的决策依据。同时,要根据源头猫儿山自然保护区主要保护对象铁杉群落和优先保护对象水青冈群落更新差的问题,开展试验研究。

5.8 建立水源林封育保护与恢复生态补偿机制

漓江上游水源林生态系统保护与恢复主要目的是为了促进漓江流域生态问题解决,特别是枯水期径流问题,关注的焦点则是水源林生态功能的发挥。在恢复树种、群落类型等的选择上首要指标是生态保护功能,往往不能很好的实现与经济功能的统一,建设需要大的资金投入。建立森林生态补偿机制,制定《桂林市生态公益林补偿办法》,落实森林生态效益补偿资金,是确保水源林保护与建设有一个稳定的来源,加大水源林保护与恢复的重要措施。生态补偿资金根据“谁受益,谁补偿”的原则,建议采取由政府财政投入和受益单位出资相结合的办法来筹集。一是每年从市财政预算中安排部分资金;二是从市、县林业局收取的“两金一费”中解决一些;三是从水电企业即水厂、自来水公司、水力发电厂(站)、一些大中型水库流域所收取的水费的总收入中提取一定的比例;四是从漓江船票、以森林资源为主的风

景区(点)的门票中适当加收。补偿资金统一由市财政局按年度收取,并成立森林生态补偿资金管理委员会,负责对补偿资金的管理和使用。补偿资金用于生态效益林的营造、抚育、保护和管理,扶持水源林区农民发展生产,加强对水源林区管理机构的基础设施建设、研究和偿还处于漓江两岸造林的世行贷款利息等。

参考文献:

- [1] 任海,彭少麟. 恢复生态学导论[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [2] 章家恩,徐琪. 恢复生态学研究的一些基本问题探讨[J]. 应用生态学报,1999,10(1):109-113.
- [3] 高素萍,王晓炜. 退化生态系统的恢复与重建[J]. 中国林业,2002(3):25-25.
- [4] 彭少麟,陆宏芳. 恢复生态学焦点问题[J]. 生态学报,2003,23(7):249-257.
- [5] 包维楷,陈庆恒. 退化山地生态系统恢复和重建问题的探讨[J]. 山地学报,1999,17(1):22-27.
- [6] 何正盛. 退化森林生态系统恢复与重建的基本理论及其应用[J]. 重庆教育学院学报,2003,16(3):59-62.
- [7] 白降丽,彭道黎,庾晓红. 退化生态系统恢复与重建的研究进展[J]. 浙江林学院学报,2005,22(4):464-468.
- [8] 蔡晓明. 生态系统生态学[M]. 北京:科学技术出版社,2002:304-311.
- [9] 刘国华,傅伯杰,陈利顶,等. 中国生态退化的主要类型、特征和分布[J]. 生态学报,2000,20(1):13-19.
- [10] 任海,郭建国,彭少麟,等. 生态系统管理的概念及其要素[J]. 应用生态学报,2000,11(3):455-458.
- [11] 于贵瑞. 生态系统管理学的概念框架和生态学基础[J]. 应用生态学报,2001,12(5):787-795.
- [12] 余作岳,彭少麟. 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究[M]. 广州:广东科技出版社,1996.
- [13] 黄冬梅. 绝色漓江 另类桂林[J]. 民间文化旅游杂志,2001(9):12-15.
- [14] 王咏. 守护漓江之源[J]. 沿海环境,2002(6):22-23.
- [15] 吕仕洪,向悟生,李先琨,等. 漓江上游植被类型的水文特征与功能评价[J]. 水土保持通报,2002,22(5):24-28.
- [16] 叶文培,李先琨,吕仕洪,等. 漓江流域红壤区生态恢复过程中植被结构动态和生物量变化[J]. 生态与农村环境学报,2006,22(1):5-10.
- [17] 张合平,徐刚标. 漓江流域森林植被景观恢复与规划研究[J]. 广西林业科学,2001,30(4):163-167.
- [18] 胡淙淳. 悠悠漓江待丰盈—聚焦漓江补水工程[N]. 桂林日报,2002-3-18(1).
- [19] 李先琨. 广西水土流失重点区域生态恢复试验研究[J]. 水土保持通报,1997,17(6):1-6.
- [20] 王晓英,吕仕洪,李先琨,等. 漓江流域红壤侵蚀区植被恢复及水土保持试验[J]. 中国水土保持,2005(6):28-31.
- [21] 邱桔,李际平,杨永德. 漓江上游水源林生态恢复研究[J]. 学术论坛,2005(12):123-128.
- [22] 杨永德,吴虹,郭建,等. 漓江源及上游生态环境变化遥感调查[J]. 桂林工学院学报,2005,25(1):36-40.

