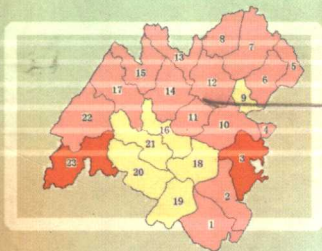


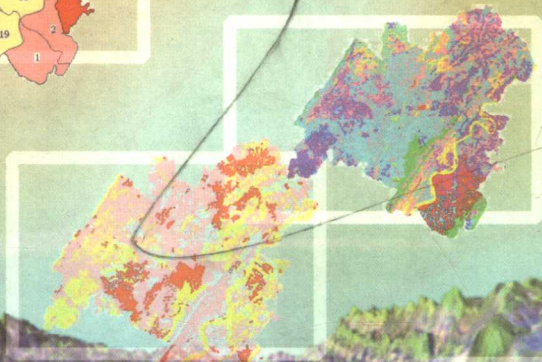
测绘科技专著出版基金资助

基于RS、GIS的区域生态安全综合评价研究

——以长江三峡库区忠县为例



左伟 著



测绘出版社

测绘科技专著出版基金资助

基于 RS、GIS 的区域
生态安全综合评价研究

——以长江三峡库区忠县为例

左伟 著

测绘出版社

·北京·

内容简介

本书以区域生态环境系统的安全评价概念框架为理论基础,以遥感、GIS和评价模型相结合的技术方法为手段,将长江三峡库区典型区——重庆市忠县作为实验区,对区域尺度(中尺度)的生态环境系统安全进行评价与制图,并分析实验区生态安全问题的成因机理和提出调控措施。

本书主要读者对象为环境和地学领域的研究人员,相关领域的研究生和各级环境管理人员,对从事遥感、地理信息系统的应用研究人员及地图制图人员也具有较大参考价值。

© 左伟 2004

图书在版编目(CIP)数据

基于RS、GIS的区域生态安全综合评价研究:以长江三峡库区忠县为例/左伟著. —北京:测绘出版社, 2004. 8

ISBN 7-5030-1229-3

I. 基... II. 左... III. 生态环境—安全性—综合评价—忠县 IV. X321.271.94

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第022403号

基于RS、GIS的区域生态安全综合评价研究

左伟 著

测绘出版社出版发行

地址:北京市西城区复外三里河路50号 邮编:100045

电话:(010)68512386 68531558 网址:www.sinomaps.com

北京通州区次渠印刷厂印刷 新华书店经销

成品尺寸:148毫米×210毫米 印张:6.5字数:150千字

2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

印数:0001—5000册

ISBN 7-5030-1229-3/G·394

定价:16.80元

如有印装质量问题,请与我社发行部联系



作者简介

左伟，男，汉族，博士，中共党员，1963年2月生，江西省星子县人。1984年6月毕业于江西师范大学地理系，获学士学位。1984年7月至1990年8月在江西省九江市第三中学从事地理教学工作。1990年9月至1993年6月攻读硕士研究生，师从陕西师范大学地理学系张治勋教授，方向为区域自然地理，获硕士学位。1993年7月至今在中国地图出版社从事地图编制工作，历任编辑、副编审。1999年7月至2002年6月，在南京师范大学地理科学学院与中国科学院南京土壤研究所攻读地图学与GIS博士研究生，导师为中国科学院南京土壤研究所周慧珍研究员和国家环境保护总局信息中心王桥研究员，研究方向为地图学理论与实践、遥感和GIS与区域可持续发展研究。攻读博士学位以来，先后在《测绘学报》、《土壤学报》、《山地学报》、《人文地理》、《长江流域资源与环境》、《地理科学》、《地理学与国土研究》等学术刊物上发表研究论文20余篇。

前 言

在全球范围内,生态安全形势越来越严峻,局部地区的生态安全态势甚至已经损坏了社会经济与农业可持续发展的基础。区域生态安全是遥感(RS)、地理信息系统(GIS)的重要研究内容,但实际上区域生态安全评价的研究水平较低,没有形成完整的概念体系和系统的操作方法。同时,基于遥感的区域生态安全评价研究及评价结果的尺度转换问题,亦仍是十分薄弱的研究领域,并且该领域的研究理论、技术方法还远未成熟。

本书研究的内容是以遥感数据为主要数据源,利用地理信息系统技术、遥感技术和通过评价模型,实现了县域生态安全从像元到小流域、到县域的评价结果的尺度转换与制图,为基于遥感手段进行区域生态安全评价研究提供了一个较为成功的实例。

全书以区域生态环境系统安全评价概念框架为理论基础,利用RS、GIS和评价模型相结合的技术方法,以长江三峡库区典型区——重庆市忠县为实验区,对区域尺度(中尺度)的生态环境系统安全进行评价与制图,并分析实验区生态安全问题的成因机理和提出调控措施。

本书是在作者的博士论文基础上完成的,是作者近年来在遥感生态安全研究领域所取得的研究成果的总结,同时还包括了国内外同行的部分相关研究成果。本书主要研究内容包括以下三个方面:

- 1)建立了生态环境系统和生态环境系统的概念。通过文献调研和分析,以生态环境系统对人类社会经济系统的服务功能为理论支点,采用国际上先进的P-S-R(压力—状态—响应)模型和AHP(层次分析法)为技术支点,创建了区域生态环境系统安全综合评价的概念框架(理论基础),并扩展形成区域生态环境系统安全综合评价指标选取的概念框架。这一成果可为区域生态环境系统安全评价研究和生态环境管理实践提供理论依据。

2)在实验数据的基础上,对区域生态环境系统安全评价的区域尺度、制图尺度、成图视觉效果、数据精度、数据量负荷之间的辩证关系进行了系统的研究,并得出了区域尺度(中尺度)生态环境系统安全评价的数字研究环境框架。

3)在分析现有各个环境与生态评价模型方法优、缺点的基础上,建立了最优化的区域生态环境系统安全综合评价模型,即层次分析—变权—模糊—灰色关联复合评价模型。

根据本书的区域生态环境系统安全综合评价指标选取的概念框架,建立了三峡库区重庆市忠县生态环境系统安全综合评价指标体系。采用遥感技术和 GIS 技术中的多种模型与方法,实现了指标体系各指标因子的数据采集和信息提取,形成了定量反映区域生态环境系统安全状态的研究成果;并对土地覆被、植被覆盖、水土流失等主要因子进行了遥感分析和 GIS 空间分析,获取一些具有新意的结论。

本书研究证明,基于科学正确的指标体系和合理的指标因子权重结构,以模型技术和 RS、GIS 技术相结合的技术应用为核心,开展区域生态环境系统安全综合评价研究,可以充分分析和表达区域生态环境系统安全性状态的空间和时间特性,其评价结论更加具有时空针对性。因此,研究成果可为区域生态环境系统安全调控、以及为区域社会经济与农业可持续发展决策提供支持。

作为新的学科增长点,本书不仅及时跟踪了学科的国际发展动态,而且密切地结合国家建设和区域可持续发展,从理论基础到技术实现对遥感区域生态安全研究进行了系统的探索,具有十分重要的理论和应用价值。由于本书研究的内容涉及多门学科,并且都处于发展之中,加之作者水平有限,书中错误及不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

作者

2003年9月

目 次

引言	(1)
第 1 章 绪论	(6)
1.1 相关概念	(6)
1.2 国内外生态环境质量评价与生态安全评价研究进展	(13)
1.3 长江三峡库区及忠县典型区生态环境评价研究进展	(20)
1.4 本书主要研究内容及技术路线	(22)
1.5 本章小结	(32)
第 2 章 区域生态环境系统安全综合评价方法论的研究	(33)
2.1 区域生态环境系统安全评价的概念框架	(33)
2.2 区域生态环境系统综合评价指标体系研究	(37)
2.3 区域生态环境系统质量与区域生态环境系统安全综合评价标准研究	(43)
2.4 区域生态环境系统安全综合评价模型研究	(50)
2.5 有关区域生态环境系统安全评价研究的技术与方法	(66)
2.6 本章小结	(72)
第 3 章 典型区选择和数字研究环境建立	(73)
3.1 典型研究区选择	(73)
3.2 忠县概况	(75)
3.3 地图投影与数据库比例尺	(78)
3.4 空间尺度的选择与确定	(80)
3.5 综合评价分析单元的建立——基于数字地形分析的小流域分割技术	(85)
3.6 本章小结	(90)

第 4 章 主要生态环境系统安全因子遥感分析	(91)
4.1 遥感数据源与信息提取技术流程	(91)
4.2 忠县土地覆被遥感分析	(92)
4.3 忠县水土流失遥感分析	(111)
4.4 忠县植被盖度遥感分析	(118)
4.5 本章小结	(132)
第 5 章 指标体系及评价因子 GIS 数据库建立	(133)
5.1 评价因子 GIS 数据库建立技术流程	(133)
5.2 评价指标体系的建立与指标因子权重的确定	(134)
5.3 指标因子数据采集与评价因子 GIS 数据库建立	(142)
5.4 基于小流域单元的景观结构指数信息提取方法	(150)
5.5 本章小结	(155)
第 6 章 忠县生态环境系统安全综合评价与制图	(156)
6.1 评价模型	(156)
6.2 数值标准化与隶属函数的建立	(158)
6.3 综合评价制图与分析	(164)
6.4 本章小结	(184)
第 7 章 结束语	(186)
参考文献	(190)
后记	(198)

引 言

写作本书主要基于以下四个方面的原因。

第一,区域生态环境质量与区域生态系统安全问题,是当今全人类共同面对的、必须优先研究并且迫切需要解决的重大问题。

区域生态安全是国家安全和社会经济安全的基础。因为如果人类或群落的生存环境受到威胁,人类赖以生存的自然生态系统遭到破坏就会威胁到国家和社会安全。越来越多的事实表明,生态破坏将使人们丧失大量适于生存的空间,由此产生大量生态灾民将冲击周边地区的社会稳定和生态安全。保障国家和区域的生态环境系统安全,是生态环境保护的首要任务,而生态环境系统安全评价研究是维护生态环境系统安全的科学基础。

第二,从科学研究的角度看,环境监测、模拟、评价和管理,在世界范围内是环境学科发展的前沿领域,但直至目前尚无公认的和成熟的理论体系和技术方法,有待于不断地探索和发展。区域生态环境系统的安全问题,只是在最近一二年内才引起重视的,而学术层面上的区域生态安全研究,尚未真正开展起来,甚至没有完整和成型的概念体系和研究框架。

现代资源和环境的研究,从世界范围和历史发展来看,许多发达国家已从第一阶段的侧重调查、分类和制图,进入到第二阶段的侧重模拟、监测、评价和管理。环境评价研究尤其是生态环境评价研究是环境科学的核心研究内容,其理论依托主要有景观生态学、生态学、地理学、可持续发展的理论等等,但还没有整合成本身的完整和成熟的理论体系;方法论上有定性描述法、地理制图法、景观生态指数法、环境指数法乃至美国国家环境保护局(EPA)的GAP(The General Assistance Program)方法和美国及西方发达国家较多采用的EMAP(The Environmental Monitoring and Assessment Program)方法等,可谓方法多样,各具特色,但由于受到

学科理论体系不成熟和研究方法本身不成熟的制约,至今尚没有一种完善、成熟并能得到广泛推广应用的环境评价方法。在技术上,由于计算机硬件技术和软件技术的飞速发展,3S^①技术的崛起和3S技术与模型技术的结合,以及计算机数据库技术、局域网技术、万维网技术的兴起,也给环境质量评价学的发展提供了新的契机。

第三,生态系统评估已经成为国际上相关学科的前沿和热点研究领域。与之相比,我国学者在该领域内研究成果的水平就显得十分的相形见绌,不能满足生态环境保护和国民经济发展的要求。

国际上,美国EPA的EMAP项目,完成了像Middle Atlantic区域环境评估研究等多个区域生态环境评估的典型实例,开创了区域生态系统评估的先河并走在了该研究领域的前列。联合国UNEP也于2001年6月5日启动了全球区域合作的千年生态系统评估项目。我国政府作为对UNEP千年生态系统评估项目的积极响应,亦于同日组织中国科学院、国家环境保护总局、国土资源部等部门的科研机构相关领域的科学家,对中国的生态系统评估进行了立项研究(笔者作为国家环境保护总局的专家代表出席了这次专家协调会),中国科学院地理研究所、中国科学院生态环境研究中心、中国环境监测总站、中国环境科学研究院等在我国的环境质量评价、生态系统健康评估、环境生态监测等方面,开展了研究工作并取得了一定的进展,但研究水平在总体上还比较低。

第四,在案例选择上,依据环境与发展紧密关联的原则,选择了我国生态环境本底状况堪忧、区域开发活动与生态环境质量矛盾尖锐突出的长江三峡库区典型区——重庆市忠县。

^① 3S即GPS(Global Position System)、Gis(Geography Information System)、RS(Remote Sensing)。

当今世界,发达国家十分重视环境评价研究工作及环境建设和环境管理工作。需要指出的是:发达国家多数已经渡过了环境与发展矛盾尖锐对立的痛苦时期,而且他们还常常仰仗着雄厚的财力和先进的科学技术,往往不负责任地把环境负荷甚至环境危机转嫁到发展中国家和天空之中;而在发展中国家,人一地关系的矛盾更加尖锐,其结果就是环境问题突出,同时由于其经济实力水平薄弱和科技水平很低,环境管理的水平和环境建设的能力十分低下,加之还要承受发达国家转嫁过来的环境负担,使得其环境现状更加恶劣,环境退化的趋势难以得到有效的遏制。我国是世界上最大的发展中国家,人口数达全球总数的 1/5,人均资源、人均生存空间都十分紧缺,区域开发及经济发展活动对环境造成的压力很大,加之在此前较长的一段时期内,对环境问题严重性的认识及环境保护、生态建设的力度很不够,导致出现很多的环境污染、生态退化甚至环境灾害等问题,诸如水旱灾害频繁、沙尘暴的频度和强度越来越大、河湖水体遭受污染等等。

长江三峡正在建设特大型水利工程——三峡工程,该工程对生态环境的影响十分显著,有利有弊,利的方面主要出现在长江中游和长江下游地区;弊的方面主要集中在三峡库区地区。这样,就把三峡库区生态环境问题推向到了举世瞩目、举国关心、刻不容缓的风口浪尖的高度。

作为地学工作者,我们有责任、有义务从事针对环境问题以及生态安全的环境科学研究。并对相关领域的科技发展,以及解决相应领域社会经济面临问题做出自己力所能及的努力。有鉴于此,笔者以区域生态环境系统安全评价为主题,选择人类活动强度较大、生态安全形势较为严峻的长江三峡库区的重庆市忠县作为研究区,探讨区域生态环境系统安全评价的理论、方法与实践。并试图在该领域的研究中取得一定的进展。

本书是在作者博士论文基础上完成的,是作者近年来在 RS、GIS 应用与生态安全研究领域研究成果的总结,同时也借鉴了国

内外同行的部分研究成果。

全书共分 7 章。

第 1 章综述了国际上和我国在生态环境系统安全评价领域的研究进展,生态安全形势愈发严峻而从学科层面上的研究工作尚未形成体系和规模的现状,介绍了本书的研究内容和提出了全书研究的技术路线。

第 2 章解决的几个问题是全书研究的基础。包括建立区域生态环境系统安全综合评价的概念框架;建立评价的评判等级标准和各指标因子的标准化量值与综合评判等级的概念关联;建立区域生态环境系统安全综合评价模型。

第 3 章论证了典型研究区的选择与确定。并且在实验数据的研究基础上,建立了区域尺度(中尺度)生态环境系统安全评价的数字研究环境框架。

第 4 章在对典型研究区忠县区域 TM 遥感数据进行波谱信息特征分析和图像处理基础上,通过人机交互目视判读解译和模型模拟研究,实现了 TM 遥感数据的区域生态环境系统安全评价指标体系中土地覆被、水土流失、植被指数和植被盖度等因子的信息提取。通过 GIS 空间分析,揭示了忠县土地覆被和水土流失的时空分异特征,得出了一些颇有新意的结论。

第 5 章建立了忠县典型区生态环境系统安全评价的指标体系及评价指标因子 GIS 数据库。在评价指标因子 GIS 数据库建库时,部分因子信息提取的思路与方法有所创新;对指标因子信息提取过程中遇到的各类技术问题进行了探索并得以解决。

第 6 章是忠县区域生态环境系统安全的综合评价与制图。是本书研究的最终集成成果,对评价结果和评价模型进行了讨论。提出了忠县区域生态安全调控的对策建议。

第 7 章是全书研究成果的总结。对本研究领域的前景进行了展望。

由于生态安全研究是一门涉及多门学科的综合学科,其学

科理论性、社会政治性、应用实践性等都非常强,并且处于飞速发展之中,加之作者学识有限,本书中一定存在不少不足甚至错误之处,敬请读者批评指正。

第 1 章 绪 论

1.1 相关概念

1.1.1 生态环境系统与生态环境系统安全

1.1.1.1 生态系统与生态环境系统

生态系统与生态环境系统,从根本上说,是一个事物的两个方面。本书为了研究和论述的方便,对生态系统与生态环境系统的概念作了如下约定。

生态系统是指在一定区域空间范围内由生物群落与其非生物环境间各要素之间不断进行物质循环、能量流动、信息传递的,具有结构、过程、功能的系统整体。生态系统具有诸如草地生态系统、森林生态系统、农田生态系统等不同的类型种类;也有从局部区域生态系统到全球生物圈的不同区域的空间尺度层次。人们一般着重从系统结构、过程、功能方面去认知、理解和研究生态系统。生态系统主要从类型去认识生态与环境问题,其研究对象是某一个生态类型或几个甚至多个生态类型的组合。换句话说,其研究对象保持生态类型的完整性。

生态环境系统即人们通常所说的生态环境。是以人类社会为中心的,支撑人类社会经济与农业生产可持续发展的,由一定区域内生物、土壤、水体、空气、地质、地貌等在内的生态环境要素组成的整体环境综合系统。我们主要从系统所呈现的状态和系统为人类所提供的服务功能及其变化趋势等方面去认知、理解和研究生态环境系统。生态环境系统不必考虑生态类型的完整性,而

是从不同空间尺度层次的区域上去界定不同等级的研究对象。也就是说,当生态环境系统作为研究对象时,它一定是区域性的。

生态环境系统是本书研究的客体对象。在本书研究中选定的区域是长江三峡库区典型区——重庆市忠县区域。

1.1.1.2 生态环境系统安全

20世纪下半叶以来,随着全球社会经济快速发展和人口迅速增长,人类对自然资源的开发加快、消耗飙升,人类对于生态的破坏越来越严重,水土流失、干旱洪涝、沙尘暴、泥石流、水污染、大气污染,垃圾问题等都在威胁着人类的健康和发展,威胁着我们生存的环境。其实,人们是有一定忍耐力的,如果这些对于生态的破坏只是让自己生活的有一点不舒服也就罢了,但是如果连基本的生存都受到威胁,那是应该考虑生态环境系统安全的问题了。

国家环保总局崔书红博士认为,生态(环境系统)安全同国防安全、政治安全、经济安全、信息安全等一样,是国家安全的重要组成部分,而且是非常基础性的部分。由水、土、大气、植被、海洋、生物组成的自然生态环境系统是人类赖以生存、发展的物质基础。当一个国家或地区所处的自然生态环境状况能够维系其经济社会可持续发展时,它的生态环境系统是安全的;反之,就不安全。

可见,所谓生态环境系统安全,是指一个国家或区域生存和发展所需的生态环境系统处于不受或少受破坏与威胁的状态,即自然生态环境系统能满足人类和群落持续生存与发展需求,而不损害自然生态环境系统的潜力。生态环境系统安全是国家安全和社会稳定的一个重要组成部分。

当今国际社会,由生态问题引发的国际冲突与摩擦的比例日益增大。主要表现为一些发达国家以邻为壑,损害别国和本国管辖范围以外的环境,大肆开发利用别国的自然与生态资源,向发展中国家转移污染和危害环境的工业、设备、产品和有害废物,进行生态侵略和生态殖民。如日本为了保护本国的森林高覆盖率和良好的生态环境,从东南亚大量进口木材;而美国出于同样的目的,

对亚马孙河流域的热带雨林进行大肆采伐；再如加拿大受到来自美国的酸雨伤害；富国向穷国倾倒核废料等等。由于生态问题对国家安全的影响，它已不单纯是经济问题或科技问题。有人甚至认为，生态安全应当提到政治安全、军事安全、经济安全、科技安全同一层次上，构成国家安全的又一种外延。实际上，中外历史上生态安全问题及生态灾难问题从未间断。

国外已有学者从生态安全的角度研究国家和社会安全。如2000年Mark Halle将人类安全网络系统分为经济安全子系统、政治安全子系统、人口安全子系统、文化安全子系统和生态安全子系统等。1997年Cynil Obi曾专题研究生态安全与国家安全的关系。

在我国，生态安全作为学科研究尚未全面展开，但国家和区域的生态安全问题严重存在。历史上，生态问题危及国家安全的例子就曾多次出现过。如新疆塔里木盆地东部的楼兰古国，汉代时曾是一个环境宜人、经济繁荣的文明之邦，也是丝绸之路上重要的驿站和商贸之地。随着塔里木河上、中游人口的增多，区域开发活动的加强，楼兰人赖以生存的塔里木河水水量急剧减少，甚至经常出现断流，楼兰地区生态环境因缺水而不断恶化，最终因沙漠化而亡国。今天的人们只能从流行曲《楼兰姑娘》的优美曲调中，去寻找楼兰古国，看到的只是一片漫漫黄沙。

据中央电视台2001年4月21日焦点访谈栏目报道，几年前一群生态灾民由于原先居住地过分干旱、不适于生存，迁徙到甘肃省古浪县麻黄苔村建立了新家，在这里，他们同样以开垦荒地为生。于是，形成了一个恶性循环的怪圈：受害者—迁徙新地—在沙地上开垦—新居住地被破坏—受害者。位于首都北京上风向的内蒙古浑善达克沙地及河北坝上地区，由于过度放牧和滥伐森林，生态环境急剧恶化，对京津地区的生态安全构成了严重威胁，也是2001年春季沙尘暴的主要来源地之一。荒漠化现象的日益加剧，严重威胁着我国的生态安全乃至国家安全。

1998年6~9月,长江流域发生全流域性特大洪水灾害。这次洪水,流域汛期降雨总量仅为1954年的80%~90%,入江径流总量比1954年少350亿 m^3 ,但洪峰之多、水位之高、持续时间之长、受灾范围之广、损失之大、情势之严重,都是历史上所不多见的(张永春,1999)。长江上、中、下游流域大范围的生态严重破坏是造成1998年“中水量、高水位、大灾害”洪水的根本原因。从这次洪水中,国内有识之士认识到了生态安全的重要性。生态安全已关系到一个流域生态系统、区域生态系统的安全,关系到一个国家的安全(徐海根,2000)。

由于生态灾害和环境污染在我国每年造成的经济损失占GDP(Gross Domestic Product,国内生产总值)的8.5%~10%(Wu C,2000)。1996年,仅水灾造成的经济损失就达2200亿人民币,生态破坏和环境污染造成的直接经济损失,约占当年GDP的14%。可见,我国生态安全态势已经制约着国民经济的增长和社会经济的可持续发展。

越来越多的事实表明,生态破坏将使人们丧失大量适于生存的空间,由此产生大量生态灾民将冲击周边地区的社会稳定和生态安全。保障国家和区域的生态环境系统安全,是生态环境保护的首要任务,而生态环境系统安全评价研究是维护生态环境系统安全的科学基础。

1.1.2 生态环境系统质量评价与生态环境系统安全评价

1.1.2.1 生态环境系统质量评价与生态环境系统安全评价

生态环境系统质量评价是根据选定的指标体系,运用综合评价的方法评定某区域生态环境系统质量的优劣。生态环境系统质量评价可作为生态环境现状评价的参考标准,也可为环境规划和环境建设提供基本依据。生态环境系统质量评价还可用于资源评价中。

生态环境系统安全评价,是指在生态环境系统质量评价成果