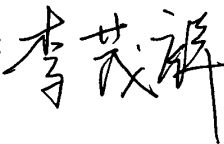


独创性声明

学位论文题目：基于生态安全的三峡库区土地利用功能分区研究—以重庆市忠县为例

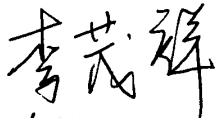
本人提交的学位论文是在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。论文中引用他人已经发表或出版过的研究成果，文中已加了特别标注。对本研究及学位论文撰写曾做出贡献的老师、朋友、同仁在文中作了明确说明并表示衷心感谢。

学位论文作者： 签字日期：2015 年 6 月 2 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解西南大学有关保留、使用学位论文的规定，有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅。本人授权西南大学研究生院（筹）可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

（保密的学位论文在解密后适用本授权书，本论文：☒不保密，☐保密期限至 年 月止）。

学位论文作者签名： 导师签名：
签字日期：2015 年 6 月 2 日 签字日期：2015 年 6 月 2 日



目录

摘要	I
Abstract	IV
第 1 章绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	2
1.2.1 理论意义	2
1.2.2 现实意义	2
1.3 研究内容	3
1.4 研究方法与技术路线	4
1.4.1 研究方法	4
1.4.2 数据来源	5
1.4.3 技术路线	6
1.5 研究的重点、难点	7
1.5.1 研究的重点	7
1.5.2 研究的难点	7
1.6 研究目标	7
第 2 章文献综述	9
2.1 理论基础	9
2.1.1 可持续发展理论	9
2.1.2 景观生态学	9
2.1.3 反规划理论	9
2.2 核心概念界定	10
2.2.1 生态安全概念界定	10
2.2.2 土地利用功能分区概念界定	11
2.2.3 生态敏感性概念界定	11
2.2.4 生态系统服务功能概念界定	12
2.2.5 生态系统概念界定	12
2.3 生态安全研究综述	13
2.3.1 国外生态安全研究综述	13
2.3.2 国内生态安全研究综述	14
2.4 土地利用功能分区研究综述	15
2.4.1 国外土地利用功能分区研究综述	15
2.4.2 国内土地利用功能分区研究综述	17
第 3 章基于生态安全的土地利用功能分区评价方法	19
3.1 区域生态环境分析	19
3.2 区域生态环境敏感性分析	19
3.2.1 土壤侵蚀敏感性	20
3.2.2 石漠化敏感性	21
3.2.3 生境敏感性	22

3.3 区域生态系统服务功能重要性分析.....	22
3.3.1 水源涵养服务功能重要性评价.....	23
3.3.2 土壤保持服务功能重要性评价.....	24
3.3.3 食物生产服务功能重要性评价.....	24
3.4 基于生态安全的土地利用功能分区研究.....	25
第4章 忠县基本情况.....	27
4.1 忠县概况.....	27
4.1.1 忠县自然环境概况.....	27
4.1.2 忠县社会经济概况.....	27
4.2 忠县土地利用现状分析.....	28
4.2.1 土地资源现状分析.....	28
4.2.2 土地资源利用情况.....	28
4.3 忠县生态环境现状.....	28
第5章 忠县生态环境敏感性评价.....	31
5.1 土壤侵蚀敏感性评价.....	31
5.1.1 土壤侵蚀敏感性单因子评价.....	31
5.1.2 土壤侵蚀敏感性综合评价.....	33
5.2 石漠化敏感性评价.....	35
5.3 生境敏感性评价.....	37
5.4 忠县生态环境敏感性综合评价.....	39
第6章 忠县生态系统服务功能重要性评价.....	41
6.1 水源涵养服务功能重要性评价.....	41
6.2 土壤保持服务功能重要性评价.....	42
6.3 食物生产服务功能重要性评价.....	43
6.4 忠县生态系统服务功能重要性综合评价.....	45
第7章 忠县土地利用功能分区研究.....	47
7.1 忠县生态安全综合评价.....	47
7.1.1 忠县生态安全风险指数评价.....	47
7.1.2 忠县生态红线区划分.....	48
7.2 基于生态安全的忠县土地利用功能分区.....	49
7.2.1 土地利用功能分区原则.....	49
7.2.2 忠县土地利用功能分区.....	49
第8章 结论与讨论.....	53
8.1 研究结论.....	53
8.2 研究讨论.....	54
8.2.1 研究不足.....	54
8.2.2 研究创新.....	54
8.2.3 研究展望.....	55
参考文献.....	57
致谢.....	63

基于生态安全的三峡库区土地利用功能分区研究

——以重庆市忠县为例

土地资源管理专业硕士研究生 李茂祥

指导教师 廖和平 教授

摘 要

近年来,随着人类社会不断进步,人类活动已经可以更加深层次、大范围的影响全球生态环境,人类社会工业化发展也在全球范围内造成了一系列的生态环境问题,国外不少发达国家在经历了环境问题的恶果之后,其国内的专家学者和相关部门通过不断的努力,提高社会环保意识,并切实改善环境保护治理,实现了生态环境的修复和改善。中国随着改革开放的不断深入,在我党科学、先进的带领下,正在实现全面建成小康社会的宏伟目标,各项事业都取得了可喜的成绩,经济总量更是跃居世界第二,但经济连续十几年的高速增长、工业生产能力的大幅度提高,带来的后果则是中国日益严峻的生态环境问题,PM2.5、雾霾、沙尘暴、酸雨、盐碱化、石漠化,越来越多的环境问题名词出现在生活中,这些问题不仅影响着人们的生产生活,甚至危害着人们的生命安全。因此加强生态文明建设,保护生态环境已经是一个刻不容缓的难题。而土地是人类开展生产生活行为的重要场所,同时也是大部分生态环境问题发生的主要载体,因此科学、规范、有序的在土地上开展人类活动,是保护生态环境的重要手段,基于这两者之间的相互关系,本文立足生态安全的角度,来进行生态安全评价和土地利用功能分区研究,促进地区生态环境良性发展。

本文以重庆市忠县为例,忠县位于长江中上游地区,处于三峡水库核心地区,属于重庆五大功能分区中的渝东北生态涵养发展区,县城地区属于半淹县城就地后靠新建类型,自然环境保护和人类活动矛盾冲突剧烈,各类自然灾害发生较频繁。本文主要是采用生态学、土地规划学、生态规划学、生态红线理论、功能分区理论、“反规划”理论等学科理论的研究方法,对忠县生态安全及土地利用功能分区进行研究。根据三峡库区本身所存在的生态环境敏感、生态环境问题严峻等实际情况,运用多指标生态安全评价模型,对忠县生态安全进行评价,得到忠县生态安全综合评价指数,并进行土地利用功能分区。研究结果如下:

(1) 截止 2013 年,忠县全年空气质量优良天数达 344 天,空气质量满足 II

的频率达到 93.9%，城市环境基础设施经费投入 9369 万元。忠县全年污水处理量 622.2 万立方米，生活污水集中处理率达到 87%，生活垃圾无害化处理率达到 100%。其中工业废水排放总量 120.3 万吨，工业废水排放达标率 95.7%，排放工业废气排放总量 210 亿标立方米，工业二氧化硫排放量 0.71 万吨，烟尘排放量 0.21 万吨。忠县县级自然保护区数量 5 个，自然保护区面积 2.5 万公顷，保护区面积占忠县县域国土面积的 11.43%，生活污水中 COD 排放量为 0.53 万吨。忠县县城区域环境噪声平均值为 57.6 分贝，主城区道路交通噪声为 64.4 分贝，饮用水源水质达标率为 100%。忠县工业三废污染与全市平均水平相比呈较低水平，但水土流失、石漠化等生态环境问题处于较为敏感的情况。

(2) 忠县生态环境敏感性综合评价中，不敏感区总面积为 432.26km^2 ，占忠县县域土地总面积的 19.80%。敏感区域 1725.80km^2 ，占忠县县域土地总面积的 79.06%，其中极敏感区域 72.11km^2 ，占忠县县域土地总面积的 3.3%；高度敏感区域 376.85km^2 ，占忠县县域土地总面积的 17.26%，主要分布在忠县中北部地区；全县生态环境敏感性主要呈现中度敏感，中度敏感区总面积为 992.47km^2 ，占土地总面积为 45.47%，这主要是由于权重较大的土壤侵蚀因子和石漠化因子引起的。轻度敏感区面积为 284.36km^2 ，占忠县县域土地总面积的 13.03%。由于忠县地处长江三峡，县域内土壤侵蚀情况和石漠化情况比较严重，造成全县环境敏感性指数较高，受到人类破坏后，极容易发生生态环境问题。

(3) 忠县生态系统服务功能重要性评价当中，生态系统服务功能极重要地区总面积为 263.65km^2 ，占土地总面积的 12.08%；高度重要地区总面积为 367.36km^2 ，占土地总面积的 16.83%，中等重要地区总面积为 658.64km^2 ，占土地总面积的 30.17%。一般重要地区总面积为 541.96km^2 ，占土地总面积的 24.83%，不重要地区总面积为 326.45km^2 ，占土地总面积的 14.96%。全县生态系统服务功能主要分布在中等及以上区域，说明全县范围内生态系统提供的服务功能处于一个较高的水平，应该进行严格的保护。

(4) 在进行土地利用功能分区的时候，首先根据生态环境敏感性和生态系统服务功能重要性评价为基础，得到忠县生态安全风险指数，然后依据风险指数的分布情况，划分出极高风险、高风险、中风险、低风险和无风险五个区域，并以此为基础，在考虑自然界线完整、行政界线完整、融合细碎图斑之后，把全县划分为生态红线区、粮食主产区、生态廊道区、城市开发拓展区和城市开发区。生态红线区面积为 271.06km^2 ，这一区域对于保护地区生态环境，缓解地区生态问题，加强地区生态环境良性发展具有重要作用；粮食主产区面积为 822.52km^2 ，这一区域在全县分布广阔，可以合理的开展现代种植业和现代农业、观光农业和旅游农业，有助于保障地区粮食供给，稳定地区社会经济发展；生态廊道区面积为

861.72km²，主要是为了缓解和削弱人类活动对于自然环境的影响，这一地区生态环境的优化，能够有力的促进整个区域内的生态环境良性发展；城市开发拓展区面积为 182.16km²，此类区域主要是围绕中心城市周边布局，能够增加建设用地的弹性指标，促进人类社会的发展；城市开发区面积为 20.77km²，此类地区重在更好的促进地区经济发展，保证人们的成产生活便利，在符合环境标准的情况下，可以进行高强度开发建设。

生态环境保护意义重大，人类活动离不开土地利用开发，而在进行土地利用开发工作的时候，按照优先保护生态环境的原则，控制好开发边界，可以有效的促进生态环境的保护，促进忠县县域、长江三峡地区、渝东北生态涵养发展区的生态环境的不断改善，也能够为社会经济发展更好的保驾护航。

关键词：生态安全，生态红线，土地利用功能分区，三峡库区，忠县

Study on functional zoning of land use in the Three Gorges Reservoir Area Based on Ecological Safety

——Taking Chongqing city of Zhongxian as an example

Master of Land Resources Management Li Maoxiang

Tutor Pro. Liao He-ping

Abstract

In recent years, with the continuous progress of human society, human activities have more deep, affect a wide range of global ecological environment, human society industrialization development also caused a series of ecological and environmental problems in the world, many developed countries in the aftermath of the environmental consequences, the domestic experts and scholars and the relevant department through continuous efforts, improve the social awareness of environmental protection, and effectively improve the environmental protection, the ecological environment restoration and improvement. China along with the deepening of reform and opening up, our party in the leading scientific, advanced, is to achieve the grand goal of building a moderately prosperous society, various undertakings have made gratifying achievements, economic output is ranked second in the world, but the rapid economic growth, more than ten years of continuous industrial production capacity is greatly improved, the as a consequence Chinese ecological environment problem increasingly serious, PM2.5, haze, dust, acid rain, soil salinization, desertification, environmental problems are becoming more and more nouns appear in life, these problems not only affect people's production and life, and even endanger the life safety of people. Therefore, strengthening the construction of ecological civilization, the protection of the ecological environment has been a brook no delay problem. And the land is an important place to carry out production and life of human behavior, the main carrier is also the most ecological and environmental problems, therefore, scientific, standardized and orderly development of human activities on the land, is an important means for the protection of the ecological environment, the relationship between the two is based on, based on the ecological safety point of view, to carry out eco study on the functional division of safety assessment and land use, and promote the sound development of the

ecological environment.

In this paper, taking Chongqing city as an example of Zhongxian, Zhongxian is located in the upper reaches of the Yangtze River area, in the core area of Three Gorges reservoir, which belongs to the Chongqing five functional areas of development of ecological conservation area northeast of the county area, belong to new type of semi submerged in the County, the protection of the natural environment and human activities in fierce contradictory conflict, all kinds of natural disasters occurred frequently. This paper mainly uses the ecology, land planning, ecological planning, ecological red line, function division theory, theory of "negative planning" theory and other disciplines theory research methods, to the Zhongxian ecological security and land use regionalization research. According to the sensitivity, ecological environment of the Three Gorges reservoir itself exists serious environmental problems such as the actual situation, the use of ecological security evaluation model of multi index, to evaluate the ecological security of Zhongxian, comprehensive evaluation of ecological security of Zhongxian index, and land use zoning. The results are as follows:

(1) As of 2013, Zhongxian county forest coverage rate reached 1006.02 hectares, the forest coverage rate reached 46%. The number of days of good air quality in Zhongxian for 344 days, the air quality can meet the second frequency reached 93.9%, city environmental infrastructure funds invested 93690000 yuan. Zhongxian's sewage treatment capacity of 6222000 cubic meters, sewage treatment rate reached 87%, garbage harmless treatment rate reached 100%. Among the total 1203000 tons of industrial waste water, industrial wastewater discharge compliance rate of 95.7%, the discharge of industrial waste gas discharge 21000000000 cubic meters, industrial sulfur dioxide emissions 7100 tons, 2100 tons of soot emissions. Zhongxian County nature reserve number 5, nature reserve area of 25000 hectares, the protected area accounts for 11.43% of the land area of Zhongxian County, the emission of COD in the sewage capacity of 5300 tons. Zhongxian city regional environmental noise average was 57.6 decibels, city road traffic noise of 64.4 dB, urban area of inhalable particulate matter in the daily average of 0.089 mg / cubic meter, drinking water quality compliance rate of 100%. Zhongxian industrial pollution and the average level is low, but the soil erosion, desertification and other ecological and environmental problems in a more sensitive.

(2) Comprehensive evaluation of eco environmental sensitivity in Zhongxian, not the total area of sensitive area is 432.26km², the total area of Zhongxian county land 19.80%. The sensitive area of 1725.80km², the total area of Zhongxian county land

79.06%, which extremely sensitive area of 72.11km², the total area of Zhongxian county land 3.3%; highly sensitive area of 376.85km², the total area of Zhongxian county land 17.26%, mainly distributed in the north central part of the Zhongxian area; ecological environment sensitivity shows the main County moderately sensitive, moderately sensitive area for 992.47km², the total land area of 45.47%, this is mainly due to the weight of soil erosion and rocky desertification factor. The area of slight sensitive area is 284.36km², the total area of Zhongxian county land 13.03%. Because Zhongxian is located in the Three Gorges of the Yangtze River, the soil erosion and rock desertification is very serious, resulting in the county's environmental sensitivity index is higher, due to human destruction, very prone to problems of ecological environment.

(3) Evaluation of the service function of Zhongxian the importance of ecosystem, the total area of ecosystem service function is very important for 263.65km², the total land area of 12.08%; the total area of highly important area is 367.36km², the total land area of 16.83%, the total area of the secondary important area is 658.64km², the total land area of 30.17%. The total area of important area is 541.96km², the total land area of 24.83%, the total area is an important area for 326.45km², the total land area of 14.96%. The ecosystem service function of the main distribution area in the middle and above, provide the function of ecosystem service within the county is in a higher level, should be strictly protected.

(4) Land use zoning in time, according to the importance of ecosystem service function and sensitivity evaluation of the ecological environment as the foundation, Zhongxian ecological security risk index, and then according to the distribution of the risk index, divided into high risk, high risk, low risk, the risk and non risk in five areas, and on this basis, after considering the natural boundary, administrative boundary integrity, complete fusion of small patches, the county is divided into ecological red line areas, major grain producing areas, the ecological transition zone, the conditional construction area and construction area to allow. The area of ecological red line area is 271.06km², the area for the protection of the ecological environment, ecological problems, plays an important role in strengthening the benign development of ecological environment in the area of the main grain producing areas; for 822.52km², the area in the county wide distribution, the development of modern farming and modern agriculture, sightseeing agriculture and tourism agriculture, contribute to food security area, stable social and economic development in the region; area of ecological transition zone for the 861.72km², mainly in order to alleviate and weaken the impact of

human activity to the natural environment, the optimization of the ecological environment in this area, can effectively promote the healthy development of the ecological environment in the region as a whole; area construction area of 182.16km^2 , this area is mainly around the layout of central city, can increase the elastic index construction, promote the development of human society; allow the construction area is 20.77km^2 , the area is to better promote regional economic development, ensure the production life convenience to people, in compliance with environmental standards, can be the development and construction of high strength.

The protection of the ecological environment of great significance, human activities cannot do without the development and utilization of land, and in the work of land use development, according to the priority of the principle of protecting the ecological environment, control the development of boundary, can promote the protection of the ecological environment effectively, promote the ecological environment in Zhongxian County, Three Gorges of the Yangtze River area, development of ecological conservation area northeast of Chongqing the improvement of social and economic development, also can better escort.

key word: Ecological security, Ecological red line, Land use regionalization, The Three Gorges Reservoir Area, ZhongXiancounty.

第 1 章 绪论

1.1 研究背景

随着人类社会生产活动的不断扩大,全球范围内出现了一系列的环境问题,如切尔诺贝利核电站的核泄露、海湾战争的油井大火、温室效应引起的全球变暖、洛杉矶光化学烟雾事件等^[1]。进入 21 世纪以来中国成为了世界工厂,第二产业保持着高速的发展,同时也带来了大量的环境问题:土地退化加剧、雾霾气候频发、水生态平衡失调、沙尘暴日益严重、水土流失加剧、林草植被破坏严重和生物多样性锐减等^[2-4]。大量的环境问题,不仅仅造成人类居住环境的恶化、自然资源的枯竭,更是对生态环境的可持续发展以及国家安全都产生极大的危害^[5-7]。根据国内外诸多学者对国家安全新的定义,认为生态安全是同国防安全、政治安全和经济安全这三大安全同等重要的,一个国家地区稳定发展的生态环境、稳定的生态结构对于其余三大安全要素以及国家的长治久安,起着极大的推动作用^[8,9]。十八大报告中提出,必须大力推进生态文明建设,建设生态文明,是关系人民福祉、关乎民族未来的长远大计,并提出从四个方面加强生态文明建设:一是优化国土空间开发格局;二是全面促进资源节约;三是加大自然生态系统和环境保护力度;四是加强生态文明制度建设。

三峡库区(Three Gorges Reservoir Area)地处我国中西结合部的长江咽喉地带,上守青、藏、云、贵、川、渝、甘、陕百川汇集,下接鄂、湘、皖、赣、浙、江、沪诸省水资源的开发利用^[10]。通过查阅相关文献发现,三峡库区地处山脉与河谷切割活动剧烈地区,山高坡陡。在地质地貌上地处西南喀斯特地貌区,石灰岩分布广泛,土壤肥力低、粘性较小且土层较薄,水土流失风险因子高,其次该地区整体社会经济状况发展落后,人们生产意识传统,生态观念淡薄^[11]。长期以来过度垦殖,毁林开荒和滥用各类化学肥料,进一步刺激地区生态环境恶劣,加剧了水土流失现象,这一系列问题导致了三峡库区成为全国典型的生态敏感脆弱区^[12,13]。在三峡库区各类生态环境问题中,水土流失问题尤其严重,这主要是其特殊的地质地貌、气候条件以及人为活动引起的,目前库区每年流失面积约为 433 万 hm^2 ,占重庆市整体幅员面积的 63.6%,相比全国 17%的水平,超过的较大的范围。年侵蚀土地总量近 2 亿吨,侵蚀模数为 $4555\text{t}\cdot\text{km}^{-2}$,同时由于库区水位线上升,库区淹没面积 638km^2 ,涉及搬迁人口约为 113 万人,涉及淹没区县 13 个,如此大范围、集中性的搬迁移民造成当地土地利用强度以及热度不断提高,并使得库区发生生态风险程度提高^[14]。这些生态问题和社会问题对于三峡库区环境可持续发展和生态安全造成了极大的威胁。

1.2 研究意义

1.2.1 理论意义

当前国内外学者普遍认为,生态安全意义非凡,对地区可持续发展有着至关重要的作用,将生态安全纳入了国家安全的范畴之类,并认为一个国家的生态安全是包括政治安全、经济安全、军事安全三类安全的必要保障^[15, 16]。国内外众多学者已经对此领域开展了大量的研究,生态安全研究也已经成为当前地理学、资源与环境科学以及生态学研究的前沿任务和重要领域^[17-19]。本文通过对生态安全的研究,可以促进国家实现科学发展观,为实现中国梦提供生态安全保障,为生态问题的分析提供理论支持和方法模型。

可持续发展作为生态安全问题研究的重点,指的是既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展,它包括“需要、发展”两重概念^[20]。满足现代人的生产生活需要是可持续的一个侧面,而实现这一目标的首要条件,则是需要保证有一个安全的生态环境;在实现现代人的发展之后,自然环境还要有为后代发展的机会提供潜力存在,当代人不能不应使自然资源枯竭^[21-23]。只有在实现了生态安全之后,才可以实现外在环境的稳定,才可以为人类生产生活保驾护航,促进人类社会的健康可持续发展^[24-26]。因此为了实现可持续发展目标和科学的发展目标,有必要保护生态安全。

西部大开发是我国重要的发展政策,其内涵是为了把东部发达地区剩余的经济发展能力转移到西部地区并推动其发展,而在实施西部大开发的过程中,保护生态安全,实现资源环境的可持续发展是重中之重^[27, 28]。我国西部地区自然资源比较丰富,但是由于自然环境恶化,导致开发难度较大,且自然环境状况十分敏感,容易导致土地资源退化严重,生物资源不断被消耗以致衰减,水环境自净能力弱等。恶劣的环境造成人们的生产生活条件难以有效提高,经济、社会发展的生态环境支撑能力十分有限^[29]。因此一味的为了发展而发展,不断消耗自然环境资源,不断造成环境问题,将会使得西部地区进入“加速发展-环境恶化-资源枯竭-贫困落后-加速发展-加剧环境恶化”的恶性循环之中^[30, 31]。且事物之间是相互联系的,西部地区的环境恶化,将会通过大气圈层、水圈等圈层的流动和循环,通过降雨、江河的运输,把环境恶化的后果带到东部地区和长江中下游,影响整个流域的经济发展^[32]。因此保障西部地区在进行开发和发展的同事,保护生态安全和可持续发展,对于我国整体社会的发展意义重大。

1.2.2 现实意义

三峡库区地处四川盆地与长江中下游平原的结合部,是长江水系重要的生态

屏障区和西部大开发重要的生态环境区，因此实现三峡库区的生态安全意义重大。但库区内由于地形地势条件较差，人类开发利用方式粗放等原因，导致库区自然环境脆弱，水土流失较严重。同时由于人类活动的加剧，土地利用强度的不断加大，进一步激化了库区生态环境问题。三峡库区严峻的生态环境现状，不仅仅对周边地区产生一定的威胁，对于整个三峡水利枢纽工程、长江下游沿岸地区都会产生较大的影响。本文通过研究三峡库区境内忠县县域自然社会基本情况，生态环境基本情况，运用生态安全综合指标法，针对三峡库区生态环境进行评价分析，并基于各区域反馈出的生态敏感性不同，以生态安全的角度绘制土地利用功能分区图，用以指导忠县土地利用开发与使用，为进一步促进三峡库区生态环境保护，提出方法和建议，有着重要的现实意义。

1.3 研究内容

本文通过梳理国内外学者关于生态安全评价以及土地利用功能分区相关的研究方法和案例，了解前人在相关领域所取得的研究成果和目前遇到的研究瓶颈，掌握生态安全评价的模型方法和指标体系。结合忠县位于三峡库区的实际生态特征，运用生态安全综合指标评价方法，通过逐级分析法建立其指标体系，并利用层次分析法确定评价的指标权重，最终得到研究区内生态安全综合敏感指数，并借助 ArcGIS9.3 软件的空间分析功能，以生态视角对忠县土地利用进行功能分区。具体研究内容包括：

（1）理论与方法的探讨

通过阅读前人文献，通过大量文献的梳理和阅读，掌握区域生态安全评价方法，探讨基于生态安全的土地利用功能分区的相关理论、方法，提出分区原则、程序、步骤等，并以忠县为例进行实证研究。

（2）重庆市忠县土地利用现状分析

成渝城市群的快速发展，长江经济带的逐步建立，重庆城乡统筹综合改革配套实验区的不断发展，这些都给忠县的经济社会带来新的机遇和机会。社会经济的进一步发展，所对应的是不断增加的土地需求和城市建设任务，只有在科学合理的对土地资源进行现状分析后，才能够更好的了解土地供需方面的矛盾和问题，才可以更好的促进土地的供应和保持地区生态平衡。

（3）忠县生态安全指标体系的建立

本文主要采用综合指标法对忠县生态安全进行研究，分别从生态环境敏感性、生态功能服务价值以及生态风险性三大目标进行分析。并充分考虑忠县自然地理实际情况建立评价指标层，对于提出的评价指标，分别利用掌握的模型进行测算，得到单因素评价结果，然后对多个指标进行综合评价，测算其综合指数，得到忠

县生态安全风险分布图。

(4) 基于生态安全的忠县土地利用功能分区研究

本文通过生态安全综合指标法得到忠县生态安全空间分布图，在结合土地利用功能分区研究的相关概念，把忠县土地利用分为生态红线区、粮食主产区、生态廊道区、城市开发拓展区和城市开发区，用于指导忠县土地利用方式和布局，缓解人类社会发展和生态保护的矛盾问题。

1.4 研究方法与技术路线

1.4.1 研究方法

本文采用生态学、土地规划学、生态规划学、生态红线理论、功能分区理论、“反规划”理论等学科理论的研究方法，对生态安全评价及土地利用功能分区进行研究。

(1) 理论分析与实证研究相结合的方法

通过运用生态学、地理学、景观格局理论、生态系统服务功能理论等，对生态安全评价及土地利用功能分区进行深入的理论研究，其次以重庆市忠县为实证研究对象，对忠县生态安全进行评价分析，开展理论研究与实证研究相结合的方法。

(2) 定性与定量分析相结合

在定性分析上，本文通过文献研读和梳理，掌握现有生态安全评价及土地利用功能分区的相关理论、模型和方法，对本文所要研究的内容进行及相关概念进行辨析。其次参考国内外学者的研究成果，在指标建立模型分析方面学习一定的经验，在通过数据收集分析等，建立指标模型进行定量的分析。最终通过定性与定量相结合的方式，得到本文的研究结果。

(3) 空间分析法

对于地形分析以及地貌状况分析，使用 ArcGIS9.3 软件的空间分析模块建立不规则三角网 TIN 和数字高程模型 DEM，并运用栅格计算器，进行模型分析和数据提取；对于多指标评价结果，通过空间赋值以及空间叠置分析的手段，进行综合指标的图形表达。

(4) 多指标综合评价法

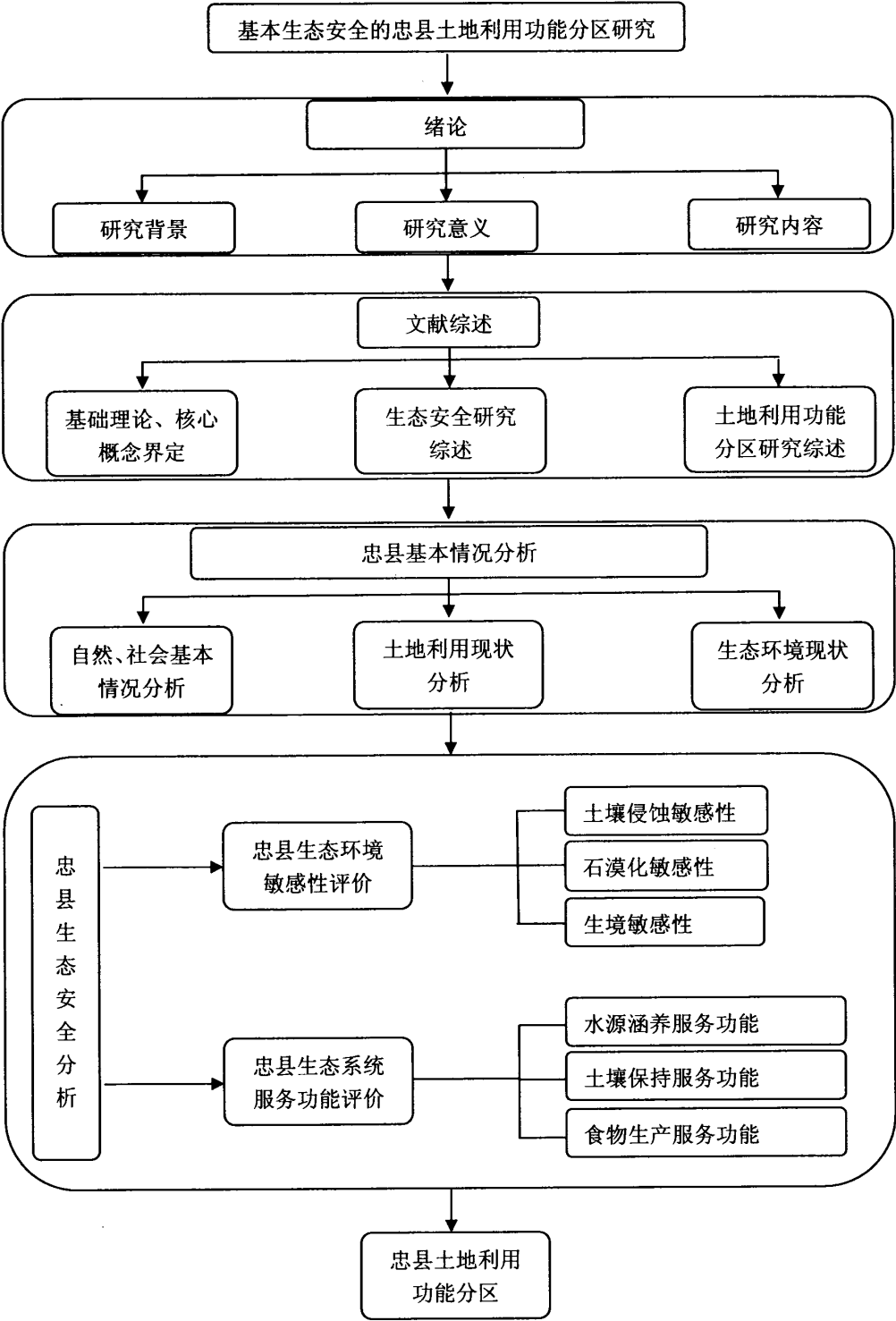
通过生态环境敏感性评价和生态服务功能重要性评价两方面，建立多指标的评价模型。对于各评价指标进行模型分析，并通过加权求和最终得到忠县生态安全综合评价结果，并依据评价结果，划定土地利用功能分区。

1.4.2 数据来源

本研究的数据来源主要有：

- (1) 重庆市忠县第二次土地调查数据库、台帐等资料；
- (2) 重庆市忠县 2010-2013 年统计年鉴；
- (3) 重庆市忠县 2010-2013 年土地利用变更数据；
- (4) 《重庆市忠县土地利用总体规划（2006-2020 年）》的数据库，图件和文本；
- (5) 《重庆市忠县国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》；
- (6) 重庆市忠县地质灾害发生、治理图；
- (7) 忠县土壤分布图；
- (8) 忠县数字高程模型；
- (8) 忠县岩性分布图；
- (9) 忠县自然保护区分布图；
- (9) 忠县水系分布图分布图；
- (10) 重庆市忠县其他相关研究资料。

1.4.3 技术路线



1.5 研究的重点、难点

1.5.1 研究的重点

本文研究的重点主要有以下两个方面：

一是生态安全的评价。本文主要是通过进行生态安全评价，以评价结果为基本蓝底，来进行后续的研究，因此为更好的评价分析忠县生态环境的现状问题、所需解决的困境，以及目前生态环境区域差异性等生态问题和特征，本文需要选择有代表性的、易于获取的评价指标，才能更好的得到生态安全的评价结果，对本研究结果有着重大的意义。

二是土地利用功能分区。经过模型分析和评价，得到忠县生态安全综合评价结果，结合忠县社会经济发展情况和整体定位，划分忠县土地利用功能分区，设立分区管制规则。

1.5.2 研究的难点

一是为了充分体现忠县区域内的生态环境问题，三峡库区所处的地理环境和生态特点的实际情况，如何取得科学合理，而且代表性评价指标？

二是为突出评价结果的准确性和科学性，在进行指标的评价时，如何选取可行且易于理解的评价模型，而对于无法采用评价模型的指标，采取何种方式，对其生态环境影响情况进行表达？

三是本文采用多指标综合评价，采用何种模型确定指标权重，使得评价结果更具有参考性、合理性？

四是对于文中使用的评价模型，在针对三峡库区实际情况时，如何对评价模型进行修正和创新？

1.6 研究目标

通过本文的撰写，需要达到以下两个目标：

一是通过前期大量的文献阅读，需要了解国内外学者关于生态安全及土地利用功能分区的研究热点和当前的主要研究内容，在其他相关领域如生态学、环境资源学等学科的研究重点难点和所取得的成绩等。掌握前人关于生态安全研究和土地利用功能分区研究所采用的思路、方法和模型等，同时需要对生态安全和土地利用功能分区的基本概念、涉及学科的基本理论等进行全面的梳理。

二是结合三峡库区本身所存在的生态环境敏感、生态环境问题严峻等实际情况，运用多指标生态安全评价模型，对忠县生态安全进行评价，得到忠县生态安全综合评价指数。依据土地利用功能分区的研究方法，结合评价结果划定忠县土

地利用的生态红线区、粮食主产区、生态廊道区、城市开发拓展区和城市开发区。用以指导忠县土地利用状况，促进忠县生态安全实现可持续发展，为忠县社会经济发展做好保障。促进重庆关于五大功能区的构架，保障渝东北生态涵养发展区的定位顺利实现，促进三峡库区生态恢复重建、生态环境治理的有序进行。

第2章 文献综述

2.1 理论基础

2.1.1 可持续发展理论

可持续发展理论的诞生时间较晚,最早是在美国、日本等西方发达国家开始得到提出和研究,并随着各国学者的不断探索得到不断的发展^[33]。在20世纪80年代,国外学者巴比埃(Barbier)在前人研究的成果上,提出了大量经济与可持续发展之间相互关系的学术观点得到广泛关注^[34]。在同一时期,由世界环境与发展委员会发布的《Our common future》提出了可持续发展的概念定义,这一报告的提出标志着可持续发展理论的证实诞生,并将其定义为:既满足当代人的需要,又不损害后代人满足需要的能力的发展^[35]。在这段时期里,可持续发展理论研究的重点和核心内容主要是经济发展和环境承载力相关耦合关系的以及与人类社会发展的相互协调^[36]。

2.1.2 景观生态学

20世纪40年代,景观生态学的定义首次由德国学者特罗尔(Carl Troll)提出,将其解释为在一个相对封闭和较大的区域内,水循环生态系统、动植物生态系统、土地生态系统等多个不同系统所组成的景观的空间结构、物质循环等变化的新兴学科^[37]。

随着景观生态学理论的不断发展和完善,国内外学者针对该理论也取得了不少的成果,给生态学的研究带来了新的思路和方法,同时景观生态学的研究对象也在不断进行丰富,如景观空间格局、生态功能过程及空间动态变化,研究尺度也在得到不断丰富,不过主要还是以中尺度的研究内容较为丰富^[38, 39]。根据众多学者对景观生态学的研究内容、研究目标和研究尺度的相关理解,其景观生态学概念的定义同样分为广义和狭义两种解释:广义的定义是指生态系统在不同尺度,包括微观中观宏观上的,空间单元的异质性;狭义的解释为在一定的范围内,由不同生态系统组成的地理异质单元,常见的景观有耕地、园地、森林、江河等^[40, 41]。

2.1.3 反规划理论

反规划(Anti-planning)是相对于传统规划方法而言的,其思想起源于一个多世纪以前,最早是由艾里奥特(Eliot)和迈克哈格(McHarg)等学者提出^[42]。在我国“反规划”方法是作为一种新的城市规划方法由我国学者俞孔坚首先提出来的,并且在当代的城市规划、旅游规划等领域已经得到一定的应用^[43]。传统的城市规划方法以人口-规模-性质为核心,总是先预测城市经济发展水平和中远期的城镇人口数

量,然后根据相关规定,按照人均城镇用地面积,对城市建设范围进行规划^[44, 45]。这种传统方法有诸多弊端:一是各类红线的划定,从根本上忽视了土地利用生态系统的有机关联性;二是经济社会的不断发展,流动人口的增多,城市常驻人口总量难以精确进行预测,到时城镇用地常常出现短缺或者闲置等情况;三是当前的规划意识,还没把城市绿地、生态走廊、生态基础设施等概念和对象充分考虑到规划编制当中,往往是在划定城市建成区后,按照规划编制标准,选择部分生态效果较差的地区作为绿地的构成部分,难以达到生态安全的目的^[46]。

生态基础设施在反规划中有着重要的意义,在反规划的整体布局中,可以起着基础性的作用,具体来说生态基础设施就是人类社会运行和发展必不可少的生态系统景观的表现形式,包括主要是生态廊道、生态连接线和景观格局传输通道等^[47, 48]。

2.2 核心概念界定

2.2.1 生态安全概念界定

生态安全也叫环境安全(environment security)或者资源安全(resource security),属于一门交叉学科的研究热点,其研究内容跨生态学、资源科学、环境科学等多门学科,目前研究领域关于生态安全的概念尚存在诸多说法,到目前还未形成比较统一的定义,但从根本上说生态安全是指一种生态环境上的不受外来因素破坏和影响的一种安全^[49, 50]。生态安全提出已经有了二三十年的历时,在约20世纪80年代的时候,国际应用系统针对全球生态问题频发等问题,提出了要建立完善的全球生态安全检测系统,并提出了居民的生活健康、快乐、获得能源、食物、稳定的社会秩序等各方面不受到破坏^[51]。美国学者迈尔斯(Norman Myers)就美国发动的局部战争战略意图,指出生态安全是美国国家安全的重点,并主张地区资源战争和生态环境威胁会对全球的政治经济产生不利影响^[52]。雷蒙德·罗杰斯(Raymond A Rogers)通过运用系统概念和持续发展的观点,认为生态安全是指在保证生态系统各部分的完整和功能的正常时,生物发展的安全型和可持续性,并且能够对于外在的风险进行对抗^[53]。

国内也有部分学者对生态安全提出自己的看法,2000年11月26日国务院颁布的《全国生态环境保护纲要》指出,国家安全不仅仅是社会稳定、政治安全还包括生态安全,而国家生态安全的含义是指一个国家健康稳定的发展不受到生态的制约和破坏,因此应把生态安全归属于国家安全的一个重要的范畴^[54]。国内学者崔胜辉认为:生态安全主要是指人与自然关系之间相互协调,相互促进的发展状态,并认为生态安全有两方面的本职,一是生态风险性二是生态脆弱性^[55]。学者王三认为:生态安全是指区域人类社会的发展与运行不受到生态环境的威胁而

处于瘫痪的状态^[56]。吕光辉对生态安全理解为：一定时间尺度内，包括生物安全、环境安全和生态系统安全这几方面组成的安全体系，在保持其自身正常结构与功能，且满足人类持续发展需要的状态^[57]。王伟认为生态安全就是人与自然之间处于一种相对不受威胁，没有自然灾害、事故等风险的正常的生存和发展状态，是人类用来保障生命存在的一种思维^[58]。

本文认为生态安全就是在满足人类可持续发展的及自然生态系统实现功能自我恢复的基础上，在维持人类生产生活所需的条件下，生态系统的良性发展，功能与结构保持完整，生态圈层不受到破坏。

2.2.2 土地利用功能分区概念界定

有关土地利用功能分区的概念，国内多数学者认同土地利用学前辈王万茂先生等所著《土地利用规划学》中土地利用功能分区的定义，即在分析行政区域内不同地区的功能定位、发展方位、发展现状和发展潜力、资源环境承载力的基础上，根据区域发展和土地用途管制的要求，将本行政区域划分为若干个功能区片^[59]。国内还有部分其他学者提出了自己的看法，马智民等认为，土地利用功能分区就是依照研究区域内土地的自然质量和自然环境条件，以及在当前社会经济和技术条件下土地空间的科学合理利用及其相互关系，将研究区域划分为功能不同的土地区域^[60]。陈星怡认为，土地利用分区就是在突出区域土地资源特点的情况下，按照当地未来社会经济的发展需要，将区域划分为若干个地区^[61]。学者欧阳志云认为：土地功能分区主要是根据区域内生态环境现状情况、环境敏感情况和功能分区情况，按照区域异质化的不断分布情况，进行土地功能分区并为区域内的生产布局 and 环境保护以及经济社会发展提供科学的用地布局方案^[62]。

本文认为土地利用功能分区就是依据行政区域所处的自然条件、植被、气候、土壤、地质地貌等综合分析，根据区域定位和发展思路，在实现生态、社会、经济协调发展的情况下，依据区域所共有的某种属性，进行功能的划定。

2.2.3 生态敏感性概念界定

生态敏感性最早是在 20 世纪 80 年代提出，是指区域内自然和人类活动干扰的敏感程度，即在不损失或不降低环境质量的情况下，主要的生态环境指标对于外来破坏能力的抵抗能力^[63, 64]。敏感性高的地区易受到人类活动的影响，而敏感性低的地区不容易受到人类活动的影响，因此应该严格保护生态环境敏感性地区。在我国的生态环境中，生态敏感区种类较多，包括：水源地、各级自然保护区、风景区、文物保护单位，基本农田保护区、天然湿地、珍稀动植物栖息地、红树林以及文教区等区域^[65, 66]。

2.2.4 生态系统服务功能概念界定

首次提的此概念是在 1970 年联合国大学发表的《人类对全球环境的影响报告》中,同时列举了生态系统对人类的环境服务功能^[67]。在随后的一段时间,有大量学者对生态系统服务功能进行了大量研究,但是直到 20 世纪 90 年代,Robert Costanza 等学者在 Nature 上发表的研究成果《世界生态系统服务功能价值和自然资本》,极大促进生态服务价值在国际上得到了更进一步的发展,而 Costanza 对于生态服务价值模型的研究也得到领域内众多学者的广泛应用^[68]。由世界卫生组织、联合国环境规划署和世界银行等机构等组织开展的国际合作项目“千年生态系统评估(MA)”将“生态系统服务”定义为:人类从生态系统中获得的各种收益^[69,70]。总的来说,生态系统服务价值可以分为五类:一是直接利用价值(direct use value)指的是生态系统直接生产出的产品价值,如农产品、矿石、食物、等;二是间接利用价值(indirect use value)代表生态系统循环过程中对环境的进化作用,如森林对空气质量的改变,湿地对于水源涵养的保护等;三是选择价值(option value)指人们对于还未使用的资源,拥有着一种主观选择的权利,这种选择分三种情况,可以把资源留给未来的自己使用、可以留给自己的后代使用以及可以留给其他人来使用;四是存在价值(existence value)指人们为了能够在将来使用某种价值,而支付的费用,这只价值与现在无关。五是遗产价值(bequeath value)指的是为后代预留出生存所需的自然资源价值,而进行支付的费用^[71]。

2.2.5 生态系统概念界定

英国生态学家亚瑟·乔治·坦斯利爵士(Sir Arthur George Tansley)于 1935 年首次明确提出,他认为生态系统是“系统的”整体,他认为这个系统主要包括各种有机物质和无机物质,这一系统在全球广泛的存在,并由此形成了整个环境^[72]。20 世纪 40 年代左右美国生态学家 R.L.林德曼(R.L.Lindeman)的研究在生态学界产生了较大的影响,他在对赛达伯格湖(Cedar Bog Lake)进行科学准确的检测和研究之后,得到了能量流动的一个基本规律,他提出:能量在生态系统中的传递不可逆转能量传递的过程中逐级递减,传递率为 10%~20%这也就是著名的林德曼定律^[73]。1993 年 A. G. Tansly 提出生态系统是指在一定空间内所有生物与非生物环境通过能量流动和物质循环相互作用、相互依存所形成的具有一定结构和功能的系统^[74]。

2.3 生态安全研究综述

2.3.1 国外生态安全研究综述

国外生态安全研究也处于较短的历史,但研究成果和研究内容较为丰富,其中学者莱斯特·R·布朗最早将自然环境的变化等因素引入到生态安全内,并在20世纪80年代初出版了《The establishment of a sustainable society》一书,并提出:由于第二次世界大战的结束以及联合国的成立,发生在国家之间的大型战争会越来越少,但是由于人类和自然环境之间不协调的举动,会带来越来越多的威胁,如石油危机、温室效应等^[75]。威斯汀(Westing)在前人研究的基础上,对生态安全进行的拓展,并定义为全面安全,指出全面安全包括政治和环境两方面,政治安全包括经济社会稳定,环境安全包括环境保护和资源可持续利用等^[76]。

由于全球范围内生态环境危机已经不断恶化,与1996年签署的《面对全球生态安全的市民条约》中提出了,为保护全球范围内的生态环境安全,资源利用的可持续,要求各个国家和个人都要尽可能的相互协调,履行保护生态环境的职责,由此来尽可能减缓生态环境问题,实现人类社会的健康发展^[77]。来自欧洲的学者乌尔里希·贝克(Ulrich Beck)面对日益发展的全球工业生产能力,由于工业生产的随意性、持续性,和全球范围的转移速度加快,对生态安全造成了极大的风险,认为工业生产时导致生态安全危机的制度性危机^[78]。

而在21世纪出由各国学者联合发表的《The ecological security and the United Nations system》一文中,众多的学者针对生态安全提出了各自不同的观点和看法,对于生态安全可能造成的后果以及治理的难度等问题,学者们都出现较大的分歧,有过分悲观的,也有过于乐观的^[79]。尼古拉斯(Nicholas P.C)针对当前世界各国各地区经济发展水平的差异以及对于生态安全问题重视程度的差异,提议建立一种全球式的合作模式,用来保证建立有效的生态安全治理方法,确保世界范围内的生态安全^[73]。

总的来说,生态安全究其重要性而言还是不如资源、领土、军事等方面受到重视,但生态安全已经在国际社会上得到了一定的发展,并有着大量的拥护者如《Our common future》一文报告主席布伦特兰(Gro Harlem Brundtland)、美国前任副总统乔治(Al Gore)等国际领导人^[80]。迈尔斯(Norman Myers)是发展和宣扬生态安全概念的先行者之一,在他的著作《最后的安全》中对诸如地区资源战争和全球生态威胁等焦点问题作了大量案例分析,并由此得到结论生态环境问题的出现必将导致经济和社会的不稳定等问题^[52]。法国学者帕特里夏(Patricia)将生态安全定义为:由于人类活动对自然环境造成各种威胁和风险,并导致人类社会和国际关系处于一种紧张和对立的状态^[81]。

本文通过梳理最近半个世纪,国外对于生态安全的研究发现,国外研究主要集中在五方面:一是对于生物工程微生物等方面的微观生态安全研究。二是对于生物工程项目上的部分研究,通过对一些工程建设可能造成的生态安全影响,取得了部分研究成果。三是针对农业生产的生态安全,对于农业用药的生态安全研究。四是由于全球人口的持续增加以及人们对于物质生活水平提高的需求,资源环境的压力不断增大,尤其是在发展中国家。五是针对突发性的自然灾害对于生态安全的影响,例如飓风、火山喷发、地震等。可以发现,国外在针对问题的研究上,取得的显著的成果,但是在就整个地区综合生态系统的评价上,尚有部分不足。

2.3.2 国内生态安全研究综述

我国生态安全方面的研究较国外更晚,大约在1990年左右才被学者们重视起来,在近年来随着社会经济的发展,生态问题不断频发,由此不断得到人们的重视,尤其是在《全国生态环境保护纲要》的颁布后,我国首次明确提出了“维护国家生态环境安全”的目标,认为保障国家生态安全,是生态保护的首要任务,国内不少学者针对生态安全的理论方法、指标模型、研究目标及案例分析等都做了大量的科学研究^[82, 83]。

程漱兰教授认为生态安全对国家安全意义重大,并提出为了更好的实现国家生态安全的目标,需要对生态安全的概念模型等方面进行深入的分析,并由此得到较为科学的生态安全评价结果^[84]。著名学者虹德苑原始主持的国家基础研究:长江流域生物多样性变化、可持续利用与区域生态安全的研究这一重大课题,通过深入的研究和科学的评价,利用五年的时间,对生态安全进行的摸底研究,并提出了生态安全的格局模式^[85, 86]。学者崔书红指出:生态安全是国家安全的必不可少的一部分,为了实现国家社会的健康发展和科学发展,经济社会的不断进步,有必要保护好各类自然资环,促进国家安全的顺利实现^[87-89]。几位学者通过对生态安全不断深入的解读和研究,对生态安全概念进行了界定,提出了生态安全格局模式,生态安全研究的区域协调关系等理念。

曲格平教授通过对生态安全深入的分析和理解,从两个层次对生态安全进行了分析:一是资环资源枯竭对我国社会不断发展产生的威胁;二是生态环境问题对区域内的居民造成的身心伤害,其后还针对如果进行生态安全保护和预防进行了介绍^[90]。学者吕文利通过对国外文献的研究,提出了压力-状态-响应模型(PRS),该模型主要是针对生态安全的各项指标,建立指标体系和模型,并利用层次分析法进行指标权重的确定,最终通过杭州市进行实证研究,研究结果认为该市生态情况处于较为缓和的状态^[91]。徐海根教授主要对自然保护区的生态安全进行相关

的研究,在梳理相关文献和资料的基础上,提出了种群异质理论,对我国关于自然保护区的社会提出了自己的想法,并以建立丹顶鹤保护区为案例,进行实证研究^[92]。曲格平等几位学者通过对生态安全问题的分析,运用了PRS、熵值法等模型,进行了生态安全评价,并对自然保护区做了分析。

邹长新教授在目前已经的研究基础上,通过文献综述的方式,大量阅读生态安全的相关文献,提出了生态安全研究尺度应从小范围逐渐扩大到较大的范围,由此来实现区域内的生态安全^[93]。肖笃宁在对生态安全进行研究的过程当中,主要对生态安全的研究内容进行了深入的挖局,提出了生态风险分析、生态安全预警等内容,并对绿洲生态安全和内陆河流的生态安全进行了分析和研究^[94,95]。张利针对我国城镇化的快速发展,导致生态用地破碎、生物多样性锐减等较为突出的环境问题,对土地生态安全造成了极大的威胁,因此采用生态连接度指数,对曹妃甸区进行评价^[96]。许熙巍通过对城市中心城区建设用地布局与生态安全两者之间关系的辨析,运用多学科的结合研究方法,构架了“定量-定位”双平衡的城市用地生态安全、防灾减灾开发利用的规划方法论^[97]。邹长新等几位专家从区域研究入手,对生态安全进行健康诊断,并对城市建设造成的土地破碎化,对土地生态安全造成极大的威胁。

学者余健主要是通过运用物元分析法和熵权法,对生态安全评价中的信息屏蔽和主观性问题进行修正,通过实证研究对多指标综合评价法进行比较,认为熵权物元法比多指标综合评价法更好的体现出一个地区的生态状况^[98]。秦建成认为资源、生态环境是区域可持续发展的核心和基础,讨论了三峡库区可持续发展的基本过程和方法,并运用资源生态环境压力、质量、保护整治等15项指标,通过生态不安全指标阈值的确定和不安全指数的计算方法,来进行生态安全评价^[10]。刘雪华教授针对环渤海地区的产业规划,利用生态敏感性、生态功能和自然灾害风险程度等指标,来进行区域内的生态安全评价,并划分了不同的分区^[99]。宋戈等人主要是利用了计算机来进行生态安全分析,通过MATLAB编程之后,利用神经网络模型的特点,进行了相关性分析,并以耕地生态系统进行了实证的研究,提出了影响耕地安全的形成机制^[100]。余健等几位学者运用物元分析法来对生态安全评价模型进行修正,并利用编程等新的技术手段,采用多种方法对生态安全进行评价。

2.4 土地利用功能分区研究综述

2.4.1 国外土地利用功能分区研究综述

最早有土地利用分区概念,被认为是1826年德国农业经济学家冯·杜能在代表作《孤立国对于农业及国民经济之关系》中,运用孤立法的思想来从农业生产布

局的角度集中提出了农业土地利用最优区位布局的理论模式^[101]。到十八世纪末期来自德国哈雷大学的近代地理学区域学派奠基人赫特纳(Hettner Alfred)指出,区域就其概念而言,就是整体的逐层分解,而地理区域就是以一定的地理现象、规律为依据,对整个地理区域进行同质化的分解,同时必须满足两个条件,一是各部分在空间上的非断裂性,二是部分类型的分散性^[102]。同样来至德国的另两位科学家洪堡(A von Humboldt)和霍迈尔(H G Hommeyer)也分别提出自己的观点。洪堡在基于温度视角下,通过考虑气候的维度、海拔高度、距海远近以及植被的影响等因素,划分出温度的地理分区^[103]。而霍迈尔结合地区范围内的地理现象等因素,提出了地表的自然区划和地理区域内分区的概念,促进了现代地理学地理分区的研究^[104]。1909年,韦伯的《工业区位论》诞生,提出了具有划时代意义的工业区位理论,奠定了区位研究的基础^[105]。

1898年,美国地理学家 Merriam 对当地地理生物生命特征群和农作物带进行了实证研究,并分区域进行划分,这在世界上是首次以生物作为分区的指标。道库恰也夫通过研究土壤地带性的分析方法和结论,研究发现生物、植被和气候三者之间,存在着一种分布上的趋势性,因此认为可以根据其分布的状况,将全球划分为若干地带^[106]。美国学者贝利(R G Bailey)首次引入了生态地理分区的观点,将地理分区中的分级单位引入生态系统中,并将美国生态系统划分为森林、草地、生产用地等用地类型以方便管理^[107]。1922年,在美国的田纳西流域,美国的地理学家运用土地利用综合分区,来指导流域内的土地综合开发利用,取得了显著的效果^[108]。总的来看,国际社会对于地理区域划分的理论和方法,以及划分对象都较多的停留在现象的表面层次,对概念的理解和认识还不够具体,缺乏对规律性本质性的研究。

1898年,来至英国的地理学家霍华德(Ebenezer Howard)在其代表著作《明日的花园城市》中,提出了一个新的概念,基于城市发展与农村发展的不同用地特点,认为“城市应与乡村相结合”思想,这是现代国土规划思想重要特显^[109]。1905年,来自英国的地理学家赫柏生(A. J. Herbertson)以英国区域地理位研究主体,率先提出自然区为框架来研究世界自然地理的理论和方法,并就世界生态区地理分区的重要性做了详细的解释^[110]。1915年,盖迪斯(Patrick Geddes)认为,通过运用实地的区域调查与区域气候、地质地貌、土壤、生物、植被等因素的综合分析,提出了城市规划统一发展思想,扩大了城市规划的范围,并明确的编制城市规划的重点和难点^[111]。在20世纪30年代,英国采用创新的方法结合土地资源调查成果,并编制的土地利用图,成为世界上最早实现全国土地利用分区的国家^[112]。

1980年以来,随着信息化制图以及3S技术的不断发展和应用,不断有新的模型和方法被运用到土地利用分区当中,土地利用分区的研究内容也在不断的得到

丰富和发展,研究目标和研究的对象也在随之进行着深化。例如 GIS 技术 BP 神经网络模型和元胞自动机等,对现代市场经济冲击下的土地利用,建立了更加科学的区划模型^[113, 114]。而 1987 年 2 月在日本召开的世界环境与发展委员会提出的报告《our common future》以后再五年后的巴西召开的联合国环境与发展大会通过的《21 世纪议程》等多次重要会议,都提出了可持续的发展思路,为各国学者提供了更多可持续发展的思路来指导土地利用功能分区^[115, 116]。在随后的时间里,各国专家学者充分的认识到在土地利用分区的过程当中,需要着重谢天自然环境与人类生产的有机集合,保证生态环境与可持续发展,才可以为人类社会的进步提供更好的动力支持^[117, 118]。

2.4.2 国内土地利用功能分区研究综述

我国地理区域规划思想萌芽时间比国外要早,早在公元前 770 年—公元前 221 年时期,在《尚书禹贡》中就通过山脉、河流等作为自然界线,对区域地理进行简单的分区^[119]。西汉史学家司马迁在《史记·货殖列传》中,对于地理区划有了更进一步的发展,综合考虑了更多的影响因素,如自然环境、植被、物产、交通条件、人口分布等因子,并在此基础之上,把全国划分为若干地理分区^[120, 121]。

但在近现代,由于受到一系列历史事件的影响,我国土地利用功能分区方面研究较西方起步要晚^[122]。竺可桢老师在 20 世纪 30 年代,通过研究自然地域的气候特征、覆盖范围、分布规律等完成了《中国气候区域论》,开创了我国地理区划领域研究的先河^[123]。在 20 世纪 40 年代,黄秉维先生在对全国各地植被类型的分布规律进行深入研究之后,首次对全国各区域内各地植分布规律进行科学的划分,并提出了各个分区的特点,李旭旦教授与 1947 年发表的《中国地理区域之划分》通过相近的对中国东中西各个区域内的地理环境进行了分区划定,在国际土地利用分区领域中引起了较大的影响^[124]。由于我国经济社会的不断进步以及改革开放以来不断融入的新思想,我国于 1987 年进行了第一轮土地利用总体规划编制的各项工作,通过此本次规划的研究成果,极大的促进了我国经济社会的发展,也对我国土地分区理论的研究起到了极大的推动作用^[125, 126]。

在最近十几年,已有大量学者针对我国所处的自然地理特征以及社会经济状况,对土地利用分区做了大量的研究工作。兰秀美等主要进行了林业用地的分区研究,通过对上思县林业用地进行深入分析和调研之后,将其分为五大功能区,并根据不但分区的分区特点和自然地理环境的差异,提出了不断的分区管制规则和保护措施^[127]。周金星通过运用 ISODATA 模糊聚类分析法,以生态学理论基础为依据,选择了生态环境指标、社会发展指标和经济发展指标,把三峡库区划分为四个生态类型区,通过研究后发现并三峡库区目前生态环境形势严峻,需要进

行较为严格的保护措施^[128]。

韩书成通过文献综述式的研究,探讨了土地利用分区体系和不同尺度土地利用功能分区的功能和重点,辨析了土地利用分区和其他相关分区的区别和联系^[129]。李纪宏学者认为为了更好的促进自然保护区的管理,更好的实现其保护自然环境的功能,通过阻力层、阻力值等指标的确定来构建评价模型,并进行土地利用功能分区,可以得到较为准确的结果,并以大熊猫自然保护区进行实证研究,进行了深入的分析^[130]。陈星怡认为土地利用功能分区时土地利用总体规划的修编的核心内容,在剖析出基本概念和内涵的基础上,对土地利用功能分区的理论基础和技术方法进行了综合评述^[61]。

蒙莉娜等学者为了更好的进行土地利用功能分区,通过研究区域内的生态位理论,以实现区域内生态安全为主要目标,基于耦合关系下构建出评价模型,并以济南市进行了实证研究,发现济南市土地利用生态位处于较为紧张的状态^[131]。谢高地教授从分区的方法进行了深入研究,认为空间功能分区应该分为三个步骤:针对不同地区关键领域的功能识别与确定、区域空间功能发展目标导向确定和区域空间发展工具确定,而区域多种功能的识别和定量以及主体功能的选择可采用区域空间功能函数群方法,区域空间功能分区的整个流程可用决策树方法将区域空间功能分区结果表达在空间上形成一系列主题功能区图谱^[132]。罗翀等学者认为土地利用功能分区应更加关注生态敏感性和生态功能之间的相互关系和分布规律,因此利用地理信息系统,对三峡库区进行了实证研究,为三峡库区进行了土地利用功能分区,促进了库区的保护和治理^[133]。在2011年,随着我国社会经济发展的需要,我国颁布了《全国主体功能区规划》,此规划是根据我国各个区域不同的功能定位,资源环境承载力,产业发展规划等各方面因素,进行了一个总体的功能分区,通过此规划把全国划分为四个区,通过分区规则的指定,可以更好的促进各类开发活动的科学性,更好的进行环境的保护和资源的协调利用^[134]。

第3章 基于生态安全的土地利用功能分区评价方法

3.1 区域生态环境分析

首先是对研究区基本概况进行简要分析,主要分为社会经济概况和自然资源概况。社会经济概况分析包括人口、民族、行政区域设置、经济、投资、产业布局和生活水平等,自然资源概况分析包括土地资源、矿产资源、水文、植被、地质地貌、生物、自然保护区等。

其次是对研究区的主要生态环境问题进行现状分析,包括水土流失情况、酸雨侵蚀、固体废弃物、大气污染等。通过对研究区主要环境问题的了解和分析,有助于掌握研究区生态环境现状特点,辅助后文进行生态安全分析。

3.2 区域生态环境敏感性分析

生态环境敏感性指生态系统对人类活动干扰和自然环境变化的反映程度,敏感性的高低用来解释区域生态环境问题的治理难易程度和发生可能性大小,而分析区域生态环境敏感性的关键则是区域内生态群落的外在特征,具体来说就是如在同样的人类活动强度影响或外力作用下,生态系统出现各类生态危机的风险值^[135]。生态环境敏感性会因生态系统的不同而不同,而敏感性与稳定性有内在的联系,稳定性越强,对外界扰动的敏感性就越低,则说明区域内发生生态环境问题的可能性越低,也越不容易出现生态不安全的状况;反之如果一个区域内生态环境敏感性较高,内部各要素之间的稳定性较差,则很容易因为外力尤其是人类活动能产生环境问题,也越容易出现生态安全问题,也就越加需要加强生态环境保护。

敏感性评价应明确区域可能发生的主要生态环境问题类型与可能性大小,如水土流失、土壤侵蚀、生物多样性等。敏感性评价应根据主要生态环境问题的形成机制以及与人类活动的相互影响关系,分析生态环境敏感性的区域分异规律,明确特定生态环境问题可能发生的地区范围与可能程度。生态敏感性评价第一步是对区域内的生态环境现状问题进行分析和评价,然后在现有生态环境问题的基础上,对典型的生态环境问题进行敏感性评价,并得到区域内敏感性差异分布情况。

目前针对生态环境敏感性的研究内容比较丰富,涉及到的敏感性问题主要有:土壤侵蚀敏感性、沙漠化敏感性、盐渍化敏感性、石漠化敏感性、生境敏感性、酸雨敏感性等一系列敏感性因子。本文对忠县的生态环境现状进行分析后,针对忠县所在的区域特征和三峡库区主要生态环境问题如土壤侵蚀、水土流失、石漠化等,并考虑到重庆市五大功能区划分的结果,选择了土壤侵蚀敏感性、石漠化

敏感性和生境敏感性等三个敏感性指标来对忠县县域生态环境敏感性进行整体评价。在评价过程中主要采用定性与定量相结合的方法进行，同时利用遥感数据、地理信息系统技术及空间模拟等先进的方法与技术手段。在进行敏感性分级时，将敏感性分为 5 级，为极敏感、高度敏感、中度敏感、轻度敏感和不敏感。根据对所评价的生态环境问题敏感性区域差异划分出不同级别的敏感区，并运用地理信息系统（GIS）技术绘制区域生态环境敏感性空间分布图，并在各种生态环境问题敏感性分布的基础上，进行区域生态环境敏感性综合分区。

3.2.1 土壤侵蚀敏感性

是指在不损失或不降低环境质量的情况下，土壤生态系统对外界压力或变化的适应能力。土壤为植物的生长提供营养和水源，是生态圈进行物质循环和能量转换的重要场所，能够促进环境的改善。土壤侵蚀敏感性评价主要是利用土壤侵蚀方程，根据研究区域内降水、植被、地质地貌等基本情况，建立科学的评价指标体系，并运用 ArcGIS9.3 软件进行空间模拟和分析，最终得到评价结果，通过评价得到的敏感性结果，可以更好的促进区域内的土壤环境的保护，减少因人为活动而使得土壤侵蚀情况的加剧和恶化。评价公式为：

$$A = R \times K \times LS \times C$$

式中 A：土壤侵蚀量（t/hm².a）；R：降水侵蚀力因子（Ft.T.In/A.h）；K：土壤质地因子；LS：坡长坡度因子；C：地表覆盖因子。

为更好的理解和运用土壤侵蚀方程，本文对土壤侵蚀各个影响因子进行简单的介绍。降水侵蚀力（R）是指降水量及其强度对土壤表层产生的侵蚀动能（单位是焦/平方米，一般可用年降水量及每一次大于 30 分钟的降水强度等采用有关公式计算而得，而且能得出区域的等 R 值线图）；土壤质地因子（K）为土壤质地与结构（用野外及室内实验皆能求出该土壤的质地及其渗水速度值以求出 K 值），如粘性较差的细砂土、砂粉土等 K 值就会较小，而粘性较大的红壤、砖红壤等 K 值就会较大；坡长坡度因子（L、S）为土壤所处地面的坡长与坡度（可用一些标准地或标准模型水槽而求出其相对比值），由于地形地貌的复杂性，单纯进行坡长或者坡度的计算难以有效的表征地形变化的大小，因此此文采用地形起伏度的变化大小，来对坡长坡度因子造成的影响进行表征，并以评价结果来更好的进行土壤侵蚀的评价；地表覆盖因子（C）为植被盖度（单位为%），植被有着极强的土壤保持能力，植被利用根系的吸附能力，能够较好的固定一定范围内的土壤免受侵蚀和流失，因此地表覆盖因子越高，土壤侵蚀敏感指数越低。

土壤侵蚀敏感性综合评价，在完成土壤侵蚀单因子评价之后，为得到土壤侵蚀综合评价指数，需要进行综合评价，同时结合忠县土壤侵蚀实际情况，公式为：

$$SES = \sum_{i=1}^4 S_i \times w_i$$

式中：为土壤侵蚀综合敏感性指数； S_i 为*i*因子敏感性等级值， w_i 为*i*种因素的权重。

表 3-1 土壤侵蚀敏感性影响因子分级标准

Table3-1 The classification standard of influence factors on soil erosion

分级	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
R 值	<500	500-800	801-1100	1101-1400	>1400
土壤质地	石砾、重粘	中粘	轻粘、重壤	中壤、轻壤	砂壤、砂土
地形起伏度 (米)	<25	25-50	51-100	101-300	>300
植被	水体、草本沼泽、稻田	阔叶林、针叶林、草甸、灌丛和萌生矮林	稀疏灌木草原、一年二熟粮作、一年水旱两熟	荒漠、一年一熟粮作	无植被
分级赋值(C)	1	3	5	7	9
分级标准(SS)	1.0-2.0	2.1-4.0	4.1-6.0	6.1-8.0	>8.0

3. 2. 2 石漠化敏感性

石漠化问题在中国西南地区普遍存在尤其是部分山区，是由于南方地区受到的亚热带季风性气候，雨热同期雨量充沛，同时由于恶劣的自然环境，植被破坏情况较为严重，植被的破坏造成土壤表层裸露，受降雨等侵蚀土壤流失，基岩裸露，无法进行农业生产活动。而本文进行的石漠化敏感性评价主要是侧重在人类活动对石漠化的影响，评价因人类活动对石漠化问题发生情况的风险大小。

表 3-2 石漠化敏感性影响因子分级标准

Table3-2 The classification standard of influence factors on rocky desertification sensitivity

敏感性	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
喀斯特地形	不是	——	是	——	——
坡度(O)	<6	6-15	15-25	25-35	>35
植被覆盖	水体、建筑用地	林地	园地	耕地、草地	裸露地

根据石漠化的发生成因和形成的基本情况，在进行评价指标的选择时，本文根据评价区域是否喀斯特地貌、坡度大小以及植被覆盖度等进行评价。喀斯特地区丰富的碳酸盐岩具有易淋溶、成土慢的特点，是石漠化形成的物质基础，因此

区域内是否为喀斯特地区是判断生态敏感高低的重要参考。坡度的大小和植被覆盖程度对石漠化敏感性同样有着重要作用,坡度越高、植被覆盖程度越低,则更容易形成石漠化高敏感区,反之坡度越低、植被覆盖程度高,则石漠化敏感性越低。

3.2.3 生境敏感性

生境敏感性是反映地区珍稀物种活跃程度的一个重要参考,是指受到人类活动影响,而导致对珍稀物种的威胁程度。随着人类社会的不断发展、科技的不断进步,人类活动的范围也不断的扩大,带来的则是物种灭绝速度的不断增加。根据相关学者的研究成果显示,在工业革命之前,物种灭绝速度是一个均匀的过程,而在人类第一次工业工业开始之后,人类的科学技术得到了快速的进步,而物种灭绝的速度也随着不断加快,甚至提高了几十上百倍,并预测到21世纪中叶,地球上将会有接近一半的物种遭受灭绝^[136]。大量珍稀物种遭受灭绝,造成生物圈层的完整性和系统性遭到破坏,生态系统丧失平衡,进而间接产生危害人类生存的环境问题,因此人类社会在进步的同时,应当注重保护生态环境的多样性和稳定性。本文所研究的生境敏感性,主要是指一些重要物种生存上的敏感程度,这些重要物种包括国家和地方保护的珍稀动物、植物。如果一个地区保护的珍稀物种越多,保护范围越大,则其受人类活动影响的可能性就越大,即生境敏感性越高。具体分级标准可参照下表。

表 3-3 生境敏感性影响因子分级标准

Table 3-3 The classification standard of influence factors on environmental sensitivity of

biodiversity	
保护物种等级	生境敏感性等级
国家一级	极敏感
国家二级	高度敏感
省级保护物种	中度敏感
地区保护物种	轻度敏感
无保护物种	不敏感

3.3 区域生态系统服务功能重要性分析

生态系统服务功能价值理论阐述了生态系统的各种服务功能及其价值的量化方法,其中生态系统服务功能是指生态系统服务和生态系统功能的综合,指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件和效用。在我国谢高地等专家对生态系统服务价值有着较为深入的研究,并对西藏的生态系统服务价值进行了估算。谢高地等专家在 Costanza 等提出的评价模型的基础上,对国

内 200 多位生态学者进行问卷调查,得出了“中国生态系统生态服务价值当量因子表”^[137]。谢高地等通过研究生态系统服务功能当量因子表的特点,把生态系统服务功能分为九大类,分别是:气体调节、气候调节、水源涵养、土壤形成与保护、废弃物处理、生物多样性维持、食物生产、原材料生产、文化娱乐。其中气候调节功能的价值中包括了 Costanza 等(1997)体系中的干扰调节,土壤形成与保护包括了 Costanza 等(1997)体系中的土壤形成、营养循环、侵蚀控制 3 项功能,生物多样性维持中包括了 Costanza 等(1997)体系中的授粉、生物控制、栖息地、基因资源 4 项功能。谢高地等根据实证研究,发现生态系统服务功能的大小与该生态系统拥有的生物量成线性正相关,也就是说一个生态系统内,生物量越大其生态系统服务价值也就越大^[138]。本文主要是在前人对生态系统服务功能价值研究的基础上,梳理生态系统服务价值的概念、内涵和外延,针对区域典型生态系统,通过评价该区域内生态系统服务功能的重要性,研究该区域内生态系统服务功能的综合特征。结合忠县生态系统服务功能实际情况,分析忠县生态系统服务功能的区域分异规律,明确生态系统服务功能的重要区域。

本文针对忠县自然生态环境特征和现状生态环境问题,考虑到忠县处于渝东北生态涵养发展区的区位特点,选取水源涵养、土壤保持和食物生产等服务功能进行评价。在对这三个服务功能进行分析评价时,主要是通过对各项生态服务功能概念内涵特点的把握,参考前人对生态系统服务功能的研究,选取准确合理的指标来进行评价。在对每一个服务功能综合其评价结果后,按照其综合重要性划分出不同级别,明确此种服务功能重要性的空间分布差异。本文在进行生态系统服务功能重要性评价时,把生态系统服务功能重要性分 5 级,分为极重要、高度重要、中等重要、一般重要和不重要。

3.3.1 水源涵养服务功能重要性评价

水资源是生命之源,水对人类社会的重要程度毋庸置疑。水源涵养功能通过自然生态系统的含水蓄水功能,能够较好的保护水资源,改善水文状况、调节区域水分循环、防止河流、湖泊、水库淤塞,对人类社会的生产生活有着至关重要的作用。水源涵养能力受到各种因素和环境的影响而表现出不同的能力大小,其中植被类型、土壤类型、土地利用类型等都是重要的影响因素,尤其是植被的覆盖情况更是主要是影响因素之一。绿色植被由于其自身特殊的进化方式,使得其根部能够牢牢的吸附住大范围的土壤,并通过其发达的根系,对区域内的水源进行涵养,在水循环中扮演者重要的角色。此外对于水源涵养有着重要贡献功能的还有大型湿地和江河水源区等,这些景观类型通过发达的水循环系统,能够较好的对水源进行保护和调节。因此对水源涵养服务功能重要性评价主要是从区域森

林和水体的覆盖程度来进行评价的。

表 3-4 水源涵养服务功能重要性评价分级标准

Table 3-4 The classification standard of importance of water conservation function

重要性等级	评价因子	分级赋值
极重要	江河沿岸、大型湖泊、大型湿地	9
高度重要	江河直流、水库周边、小型湖泊湿地	7
中等重要	林地、水田	5
一般重要	园地、旱地、荒草地	3
不重要	建筑用地、裸露地	1

3.3.2 土壤保持服务功能重要性评价

土地是财富之母，而土壤作为土地的重要组成部分，其自身的维持和循环，对于地区生态环境有着重要的意义。土壤保持服务功能重要性评价主要是依据土壤侵蚀后，对生态环境产生的危害程度大小来划分，如土壤侵蚀发生后对地区生态环境产生恶劣的影响，则土壤保持服务功能就显得十分重要，如土壤侵蚀后地区生态环境受到的影响较小，则土壤保持服务功能的重要性较小。忠县位于长江三峡库区，这一地区土壤侵蚀产生的生态环境问题主要表现在水土流失情况比较严重，导致水库易淤积、河床抬高，对水库大坝及周边地区产生威胁，其次土壤侵蚀发生后，还会导致土层变薄，耕作层流失，肥力下降，导致土壤贫瘠、石漠化。因此本文基于分析土壤侵蚀敏感性的基础上，分析其可能造成的生态环境问题，来评价土壤保持服务功能的重要程度。

表 3-5 土壤保持服务功能重要性评价分级标准

Table 3-5 The classification standard of importance of soil conservation

重要性等级	评价因子	分级赋值
极重要	土壤侵蚀极敏感区或岩溶峰丛、峰丛地貌区，主干河流水库汇水区	9
高度重要	土壤侵蚀高敏感区或中小型水库汇水区、陡坡地分布区	7
中等重要	土壤侵蚀中度敏感区或植被覆盖情况较差地区	5
一般重要	土壤侵蚀轻度敏感区	3
不重要	土壤侵蚀不敏感区	1

3.3.3 食物生产服务功能重要性评价

在生态系统提供的各个服务功能中，食物生产功能是指人类通过自身有意识的活动，利用自然生态系统的生产功能，为人类提供生存必不可少的食物的一种服务功能。中国人多地少，人均耕地资源一直处于世界平均水平之下，保持国家的粮食安全也一直是重要的基本国情，因此一个区域内的食物生产功能的强弱程

度对于区域的稳定和发展是十分重要的。在进行评价的过程中，区域内食物生产能力是评价的关键，本文通过分析忠县县域内土地食物生产功能的能力差异，把生产能力较高的高标准基本农田划定了极重要区，把一般农田和园地划定为重要区，其余地类分别划分为中等重要、一般重要和不重要区。具体分级标准参考下表。

表 3-6 食物生产服务功能重要性评价分级标准

Table 3-6 The classification standard of importance of food production		
重要性等级	评价因子	分级赋值
极重要	高标准基本农田区	9
重要	一般农田、园地	7
中等重要	森林、草地	5
一般重要	荒草地	3
不重要	建筑用地、裸露地	1

3.4 基于生态安全的土地利用功能分区研究

在对区域生态环境现状问题进行深入分析之后，依据区域生态环境敏感性的综合评价结果和生态系统服务功能重要性的评价结果，测算忠县生态安全风险值，依据生态安全风险值，在进行图斑细碎处理和保持自然界限和行政界线完整的情况下，把忠县土地利用划分为生态红线区、粮食主产区、生态廊道区、城市开发拓展区和城市开发区。

此页不缺内容

第4章 忠县基本情况

4.1 忠县概况

4.1.1 忠县自然环境概况

忠县位于长江上游地区、重庆东部，地处三峡库区腹心地带，东邻万州，南接石柱，西界丰都、垫江，北壤梁平，是三峡移民搬迁重点县，地处东经107°32′~108°14′，北纬30°03′~30°53′之间。

地形地貌方面：忠县境内低山起伏，溪河纵横交错，其地貌由金华山、方斗山、猫耳山三个背斜和其间的拔山、忠州两个向斜构成，最高海拔1680米，最低海拔210米，属典型的丘陵地貌。

气候方面：忠县地处暖湿亚热带东南季风区，属亚热带东南季风区山地气候。温热寒凉，四季分明，雨量充沛，日照充足。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温5787 $^{\circ}\text{C}$ ，年均温18.2 $^{\circ}\text{C}$ ，无霜期341天，日照时数1327.5小时，日照率29%，太阳总辐射能83.7千卡/平方厘米，年降雨量1200毫米，相对湿度80%。

水文方面：忠县境内有溪河28条，均属长江水系，从长江北岸汇入的有10条，南岸汇入的有11条，流经垫江、丰都后汇入的有7条，其中流域面积大于50平方公里的有8条。最大的溪河是黄金河，其次是汝溪河。

4.1.2 忠县社会经济概况

忠县是一个人口大县、资源大县、农业大县，同时也是一个移民大县，全县辖22个镇、5个乡、1个土家族乡。

人口方面：截止2013年，全国第六次人口普查数据显示，忠县常住人口为76.17万人，比2000年的77.29万人减少1.12万人，平均每年减少861人，年平均减少率为0.07%；户籍人口为105.18万人，比2000年的98.06万人增加7.12万人，平均每年增加5476人，年平均增长率为0.41%。

社会经济条件：2013年，忠县实现地区生产总值1124111万元，增长13.2%。按产业划分，第一产业增加值198231万元，增长6.3%；第二产业增加值471845万元，增长22.9%；第三产业增加值437104万元，增长15.9%。三次产业结构为18.9:42.3:38.8。三次产业对经济增长的贡献率分别为8.6%、53.0%和38.4%，三次产业分别拉动忠县经济增长1.3、8.8和6.4个百分点。

4.2 忠县土地利用现状分析

4.2.1 土地资源现状分析

根据 2013 年土地利用现状变更调查以及基数转换的相关规定，忠县土地总面积 218708.37 公顷。其土地利用结构为：

农用地 191849.55 公顷，占土地总面积的 87.72%。其中，耕地 82531.27 公顷，园地 6431.09 公顷，林地 49958.89 公顷，其他农用地 52928.30 公顷，分别占农用地总面积的 43.02%、3.35%、26.04%和 27.59%。建设用地 17806.06 公顷，占土地总面积的 8.14%。其中，城乡建设用地 13258.37 公顷（其中建制镇 975.33 公顷，独立建设用地 171.82 公顷，农村居民点用地 12039.08 公顷，采矿用地 72.14 公顷），交通水利及其他建设用地 4547.69 公顷，分别占建设用地总面积的 74.46%和 25.54%。其他土地 9052.76 公顷，占土地总面积的 4.14%。其中，水域 7209.44 公顷，自然保留地 1843.32 公顷，分别占其他土地总面积的 79.64%和 20.36%。

4.2.2 土地资源利用情况

（1）土地垦殖率及农业利用率

2013年，全县净耕地82531.27公顷，土地垦殖率为37.74%；以附属于耕地的田（土）坎在内的毛耕地面积计算，垦殖率高达59.17%；将园地同列为农业用地中的种植业用地，则种植业用地面积为135837.73公顷，种植业用地率为62.11%，达到同类型地区的较高水平。全县复种指数为209.00%，这在亚热带地区仅为中等水平。

（二）土地利用率

全县218708.37公顷土地中，其他土地仅为9052.76公顷，土地利用率为95.86%，表明忠县土地利用已经处于较高水平，未利用土地的开发潜力较小。2013年耕地的田坎系数高达16.22%，为新一轮规划中土地整理和用地调整提供了有利条件。

（三）土地利用综合经济效益

2013 年，全县实现生产总值达 43.871 亿元，每平方公里土地创造国内生产总值 200.59 万元（2.01 万元/公顷、1337 元/亩），在全市 40 个区县中排名偏后，土地经济效益比较低。

4.3 忠县生态环境现状

截止 2013 年，根据忠县基础资料分析，忠县全县森林覆盖率达到 1006.02 公顷，森林覆盖率达到 46%。全年空气质量优良天数达 344 天，空气质量满足 II 的频率达到 93.9%，城市环境基础设施经费投入 9369 万元。全年污水处理量 622.2

万立方米，生活污水集中处理率达到 87%，生活垃圾无害化处理率达到 100%。其中工业废水排放总量 120.3 万吨，工业废水排放达标率 95.7%，排放工业废气排放总量 210 亿标立方米，工业二氧化硫排放量 0.71 万吨，烟尘排放量 0.21 万吨。自然保护区数量 5 个，自然保护区面积 2.5 万公顷，保护区面积占国土面积的 11.43%，生活污水中 COD 排放量为 0.53 万吨。县城主城区区域环境噪声平均值为 57.6 分贝，主城区道路交通噪声为 64.4 分贝，饮用水源水质达标率为 100%。经过分析可以发现，忠县在酸雨危害、废气废水废物等三废排放量、水体富营养化相比较全市污染的平均水平，忠县良好的状态。但忠县在水土流失量、石漠化问题等方面问题，比较严重。这些问题也会加剧三峡水库的泥沙淤积，影响大坝以及下游地区群众的生命财产安全。

此页不缺内容

第 5 章 忠县生态环境敏感性评价

5.1 土壤侵蚀敏感性评价

5.1.1 土壤侵蚀敏感性单因子评价

本文利用土壤侵蚀方程为评价模型,综合考虑降水因子、土壤质地因子、地貌因子和植被因子等四个评价因子,运用 ArcGIS9.3 软件来评价土壤侵蚀敏感性及其空间分布特征。评价公式为:

$$A = R \times K \times LS \times C$$

式中 A: 土壤侵蚀量 (t/hm².a); R: 降水侵蚀力因子 (Ft.T.In/A.h); K: 土壤质地因子; LS: 坡长坡度因子; C: 地表覆盖因子。

(1) 降水侵蚀力因子 (R)

降水侵蚀力 (R) 是指降水量及其强度对土壤表层产生的侵蚀动能 (单位是焦/平方米,一般可用年降水量及每一次大于 30 分钟的降水强度等采用有关公式计算而得,而且能得出区域的等 R 值线图)。忠县所发生的土壤侵蚀现象,绝大部分都是由于植被破坏,土壤裸露并降雨引起。R 值可以通过以下公式来进行量度

$$R = 0.009 \times P^{0.564} \times I_{60}^{1.155} \times I_{210}^{0.56}$$

其中: R 为多年平均 R 值; P 为多年平均降雨量 (mm); I_{60} 为多年一小时最大降雨量平均值 (mm); I_{210} 为多年一日最大降雨量平均值 (mm)。

通过公式计算得到忠县各个降水观测点的多年平均 R 值,并利用 ArcGIS9.3 软件的空间分析功能,采用栅格值法中的克里格插值法,克里格插值法的基本原理是根据相邻变量的值,利用变异函数揭示区域化变量的内在联系来估计空间变量数值。通过计算可以得到忠县 R 值的等值线分布图。参考前人的研究成果,结合忠县土壤侵蚀敏感性的空间差异和忠县降雨强度特点,划分降水侵蚀力敏感性分级标准和分级赋值。根据划分出的分级标准,利用 ArcGIS9.3 软件来绘制忠县土壤侵蚀降水因子敏感性级别图。

表 5-1 忠县土壤侵蚀降水因子敏感性分级标准

Table 5-1 The classification standard of precipitation on sensitive of soil erosion in Zhongxian

分级	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
R 值	<500	500-800	801-1100	1101-1400	>1400
分级 赋值	1	3	5	7	9

(2) 土壤质地因子 (K)

土壤质地 (K) 指土壤质地与结构的组成情况和分类, 包括组成土壤的主要成分以及土壤中不同组成部分的颗粒大小情况等。土壤质地根据土壤颗粒组成划分, 一般分为沙土、粘土和壤土三大类, 其中直径在 0.01mm-1mm 大小的颗粒为物理性砂砾, 而颗粒直径 $<0.01\text{mm}$ 的颗粒为物理性粘粒。粘粒由于其特殊的组成方式, 以及其较小的颗粒直径, 导致其粘性加大, 通水性能较差, 养分和营养物质保存能力较好, 在国际制中, 根据粘粒含量将质地分为三类即: 粘粒含量小于 15% 为砂土类、壤土类, 粘粒含量 15%~25% 为粘壤土类, 粘粒含量大于 25% 为粘土类。如粘性较差的细砂土、砂粉土等 K 值就会较大, 也越敏感, 而粘性较大的红壤、砖红壤等 K 值就会较小, 敏感程度较低。本文主要是通过评价土壤质地, 来对土壤可侵蚀性进行综合分析并进行敏感性分级。

表 5-2 忠县土壤侵蚀土壤因子敏感性分级标准

Table 5-2 The classification standard of soil texture on sensitivity of soil erosion in Zhongxian

分级	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
土壤质地	重粘	中粘	轻粘、重壤	中壤、轻壤	砂壤、砂土
分级赋值	1	3	5	7	9

忠县土壤形成情况较为简单, 主要划分为水稻土、冲积土、紫色土、黄壤土等 4 个土类。在这四种土壤类型中, 又以水稻土和紫色土较为常见, 分布范围比较广泛, 占了全县土壤分布情况的 88% 左右。

紫色土发育于亚热带地区石灰性紫色砂页岩母质土壤, 全剖面呈均一的紫色或紫红色, 层次不明显, 紫色土的形成主要是受到了风化作用和侵蚀作用的影响下形成的, 其过程特点是: 物理风化强烈、化学风化微弱, 紫色土富含钙、磷和钾等营养元素, 土层肥沃, 利于作物生长, 但是紫色土水土流失快, 母岩疏松, 易于崩解。因此综合分析认为其应该属于高度敏感的土壤。

水稻土是指发育于各种自然土壤之上、经过人为水耕熟化、淹水种稻而形成的耕作土壤。水稻土由于长期受到水的覆盖, 氧化反应较为迟钝, 且部分地区中的氧化铁受影响转化为氧化亚铁, 当土壤排水后或受稻根的影响 (水稻有通气组织为根部提供氧气), 氧化亚铁又被氧化成氧化铁沉淀, 形成锈斑、锈线, 土壤下层较为粘重, 且水稻土地块多受到人类的精耕细种, 水土保持措施普遍良好, 因此其不易发生水土流失, 综合分析认为其应该划入属于不敏感级别土壤。

(3) 坡长坡度因子 (LS)

坡长坡度 (L、S) 为土壤所处地面的坡长与坡度, 由于地形地貌的复杂程度较高, 因此简单的计算坡长坡度因子相对来说比较困难也不够精确。因此本文采

用地形起伏大小来进行分析，并利用计算结果来对土壤侵蚀敏感性进行评价。

本文主要是利用 ArcGIS9.3 软件的空间分析功能，首先利用忠县的等高线，建立忠县数字高程模型（DEM），利用空间分析的邻域统计功能，设置大小为 8×8 的矩形，分别设置最大值和最小值，两者相减即可得到地形起伏度，建立忠县地形起伏度模型后，利用软件重分类对忠县的地形起伏度进行分析。因重力作用产生的动能对水土流失的贡献率极大，因此地形起伏度大的地方，水土流失发生的机会就会比较大，发生的情况也会比较严重，导致生态安全敏感性越高。因此根据这一特点，确定了忠县地形起伏度敏感性分级标准和忠县土壤侵蚀地形因子敏感性级别图。

表 5-3 忠县土壤侵蚀地形因子敏感性分级标准

Table 5-3 The classification standard of terrain on sensitivity of soil erosionin Zhongxian					
分级	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
地形起伏度	<25m	25-50m	51-100m	101-150m	>150m
分级赋值	1	3	5	7	9

（4）地表覆盖因子（C）

地表覆盖因子（C）为评价区域内植被盖度程度，植被有着极强的土壤保持能力，植被利用根系的吸附能力，能够较好的固定一定范围内的土壤免受侵蚀和流失，因此地表植被覆盖因子越高，土壤侵蚀敏感指数越低。针对忠县实际情况，本文主要采用地块属性类型来进行评价，如地块为有林地、灌木林地等，则属于较低敏感程度，如地块属性为荒草地、裸露地等，则为高敏感地区。通过忠县 2013 年土地利用变更调查的基础数据，经过分析后得到了忠县地表覆盖因子敏感性分级标准和忠县地表覆盖因子土壤侵蚀敏感性级别图。

表 5-4 忠县土壤侵蚀地表覆盖因子敏感性分级标准

Table5-4 The classification standard of terrene covering on sensitivity if soil erosionin Zhongxian					
分级	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
土地利用类 型	水域、坑塘、 水田、滩涂	有林地、灌 木林地	疏林地、园 地、草地	旱地、居民 点	裸露地、采 矿用地等无 植被地区
分级赋值	1	3	5	7	9

5.1.2 土壤侵蚀敏感性综合评价

本文在分别对降水侵蚀力因子、土壤质地因子、地形因子和地表覆盖因子进

行单因子分析后，得到了忠县土壤侵蚀敏感性的单因子评价结果，为了综合、全面的对忠县土壤侵蚀敏感性进行有效评价，还需要进行多因子的综合分析，才可以得到全县土壤侵蚀敏感性的评价结果，在进行综合分析时，采用的公式如下：

$$SES = \sum_{i=1}^4 S_i \times W_i$$

式中， SES 为土壤侵蚀综合敏感指数； S_i 为第 i 种因子的敏感等级值（范围 1-9）， W_i 为第 i 种因子的贡献权重，权重的确定主要利用层次分析法，该方法是美国运筹学家匹茨堡大学教授萨蒂于 20 世纪 70 年代初，主要是通过对各指标之间进行两两对比之后，然后按 9 分位比率排定各评价指标的相对优劣顺序，依次构造出评价指标的判断矩阵^[139]。根据层次分析法得到的因子权重，利用 ArcGIS9.3 软件的空间叠加和分析功能，把四个因素进行连续叠后根据权重，计算出综合得分，得到忠县土壤侵蚀敏感性综合评价图，在融合处理细碎图版，保持自然景观相对完整的情况下，形成较为稳定的边界线，根据评价标准，进行敏感性分级。

表 5-5 忠县土壤侵蚀敏感性单因子权重

Table 5-5 The weight of a single factor sensitivity of soil erosion in Zhongxian	
因子	权重
降水侵蚀力因子	0.24
土壤质地因子	0.22
坡长坡度因子	0.28
地表覆盖因子	0.26

忠县土壤侵蚀敏感性共分为五级，如表中所示分别为极敏感、高度敏感、中度敏感、轻度敏感和不敏感。

表 5-6 忠县土壤侵蚀综合敏感性分级标准

Table 5-6 Grading standards of comprehensive sensitivity of soil erosion in Zhongxian					
分级	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
SES	<2	2-4	4-6	6-8	>8

经过分析发现，忠县土壤侵蚀敏感区域总面积为 1926.42km²，占全县土地总面积的 88.25%。土壤侵蚀不敏感区域总面积为 231.63km²，占全县土地总面积的 10.61%。其中轻度敏感区总面积为 401.72km²，占全县土地总面积的 18.40%。不敏感区和轻度敏感区在全县分布都比较少，主要分布在花桥镇、拔山镇、马灌镇三镇接壤地区、忠县中北部地区。这一区域内地形起伏度较小，地势平躺，植被保护较好，土壤侵蚀问题较为缓和。中度敏感区总面积为 997.09km²，占土地总面积

的 45.68%。中度敏感区在全县广泛的分布，主要是受到地形起伏度的影响，忠县整体地形属于深丘低山地区，多为起伏度较大的地区，因此导致土壤侵蚀情况比较严重。高度敏感区总面积为 379.98km²，占土地总面积的 17.41%，极敏感区总面积为 147.63km²，占土地总面积的 6.76%。高度敏感区和极敏感区在忠县都分布较少，在县域内主要分布在地形起伏度极大的地区，如金华山、猫耳山、石子乡等地区，这些区域植被破坏较为严重，土壤裸露受到重力作用影响，造成了土壤侵蚀敏感性严重的区域。

可以发现对于土壤侵蚀敏感性而言，忠县土壤侵蚀情况比较严重，大部分土地主要集中在中度敏感区，会造成水土流失情况加重，库区河床太高，威胁大坝安全。但是由于植被保护等情况较好，高度敏感区域和极敏感区域面积较少。

忠县土壤侵蚀敏感性综合评价图

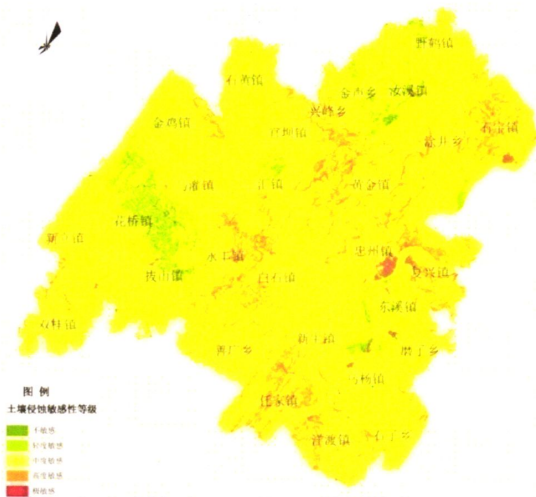


图 5-1 忠县土壤侵蚀敏感性综合评价图

Figure 5-1 the sensitivity of soil erosion comprehensive evaluation map in Zhongxian

5.2 石漠化敏感性评价

石漠化敏感性评价主要是为了分析石漠化地区，人类活动对石漠化造成危害的加速行为，也就是在受人类影响后，石漠化问题发生的风险大小。石漠化对生态环境会造成严重的影响，会导致区域内土壤肥力下降、土层变薄，基岩裸露，给农业生产活动带来极大危害。忠县位于长江三峡库区，气候类型属亚热带季风气候区，受自然条件影响，岩溶地质类型比较发达，容易发生石漠化问题。同时受到三峡水库蓄水移民的影响，库区部分县城就地后靠，城市开发建设使得人类活动的强度不断增加，植被破坏严重，进一步加剧了石漠化的发生风险。在评价石漠化发生敏感性时，主要考虑了喀斯特地貌、坡度、植被覆盖度等因素影响的，

如一个地区为喀斯特地貌区域，则较容易产生石漠化问题，而坡度和植被覆盖两个因子，前者越大越容易产生石漠化问题，敏感性越高，后者越大则越容易减缓石漠化的发生，敏感性越低。具体分级标准如下表：

表 5-7 忠县石漠化敏感性影响因子分级标准

Table 5-7 The classification standard of influence factors on rocky desertification sensitivityin Zhongxian

敏感性	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
喀斯特地形	不是	——	是	——	——
坡度(°)	<6	6-15	15-25	25-35	>35
植被覆盖	水体、建筑用地	林地	园地	耕地、草地	裸露地
分级赋值	1	3	5	7	9

本文利用 ArcGIS9.3 软件，在分析喀斯特地形因子时，主要结合忠县岩性分布图，在分析坡度因子时，主要采用忠县等高线图，利用数字高程模型进行分析，在分析植被覆盖情况时，主要采用有无植被覆盖作为判断依据。最后通过叠加功能，得到忠县石漠化敏感性评价图。忠县石漠化敏感性主要是分为五级，分别是极敏感、高度敏感、中度敏感、轻度敏感和不敏感。

忠县石漠化敏感性评价图

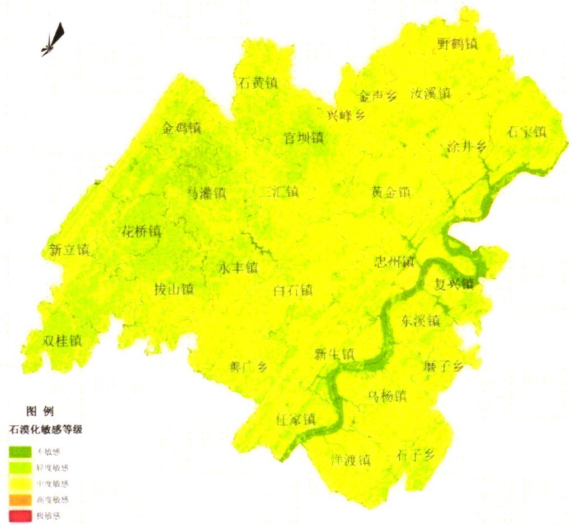


图 5-2 忠县石漠化敏感性评价图

Figure 5-2 the sensitivity evaluation of rocky desertification map in Zhongxian

经过分析可知，忠县石漠化敏感面积 1829.06km²，占全县土地总面积的 83.79%。具体情况如下

轻度敏感区、中度敏感区：面积分别为 653.73km²、789.31km²，占全县土地

总面积的 29.95%、36.16%。在全县均匀分布，可以看出忠县属于典型的石漠化环境问题重点区域，整个县域之内受到西南地区岩溶地貌大环境的影响，以及比较充沛的降雨量，导致忠县石漠化问题普遍。

高度敏感区、极敏感区：面积分别为 268.42km²、117.63km²，占全县土地总面积的 12.30%、5.39%，总面积较小，主要分布在中心城区、忠县北部地区以及忠县南部地区有少量分布。高度敏感区和极敏感区形成的极端条件，主要是由于落差极大的山脉地区和地貌变化剧烈地区，这些地区受到自然重力影响，形成了全县石漠化发生高度敏感的重点区域。

不敏感区：总面积为 328.97km²，占全县土地总面积的 15.07%。主要分布在长江沿岸地区以及忠县西北角。近年来，长江沿岸地区防护林建设得到高度重视，并取得的一定的效果，使得沿江地区植被覆盖率高，保水保土能力增强。忠县西北地区，地形平坦地势较低，人类开发建设活动强度较低，植被覆盖保护较好，减少了石漠化的发生机会。

5.3 生境敏感性评价

生境敏感性评价主要是为评价地区珍稀生物种类的丰沛程度。一个地区有数量丰富、种类齐全的动植物种类，可以更容易形成一个稳定、持续的生态圈。因此各类自然保护区在生境上都是极为重要的，另外根据相关专家的研究成果，就生境发展程度与土地利用类型的关系来看，一般来说林地、水源等地类的生境活跃度较耕地或裸露地等更丰富；而如裸露地、荒草地等地类，其对于生物提供生境的能力则较低，则为不重要区域。且忠县在珍稀生物保护方面，无国家级珍稀物种保护区，因此在进行评价时，把国家级野生动物活动范围和未开发的山区划分为极敏感区和高度敏感区，把园地、草地划分为中低度敏感区，把建筑用地、裸露地划分为不敏感地区。具体分级标准如下。

表 5-8 忠县生境敏感性分级标准

Table 5-8The classification standard of influence factors on environmental sensitivity of biodiversity in Zhongxian		
评价指标	生境敏感性等级	分级赋值
有国家保护物种、县级自然保护区	极敏感	9
林地、水域	高度敏感	7
园地	中度敏感	5
耕地、草地	轻度敏感	3
建筑用地、裸露地	不敏感	1

本文在进行分析时，主要结合了忠县自然保护区分布图、忠县珍稀动物分布图等基础资料，结合 ArcGIS9.3 软件来进行分析。根据评价结果得到忠县生境敏感性评价图，敏感等级分为五级，分别是极敏感、高度敏感、中度敏感、轻度敏感

和不敏感。

根据忠县基础资料，忠县有野生动物百余种，其中国家保护物种十余种，如金猫、云豹、豹、水獭等等。其主要活动范围根据相关资料进行大致划定。

经过分析可以发现，全县生境敏感性区域总面积为 1820.25km²，占全县土地总面积的 87.97%。

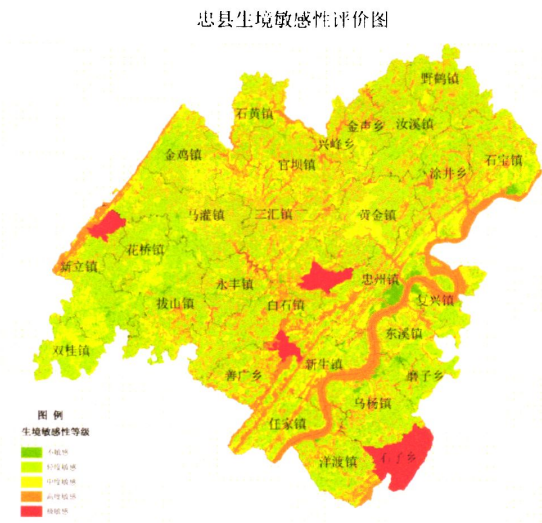


图 5-3 忠县生境敏感性评价图

Figure 5-3 habitat sensitivity evaluation map in Zhongxian

轻度敏感区总面积分别为 811.35km²，占全县土地总面积分别为 37.17%，主要为全县的耕地区域，此区域在全县分布较为广泛，会受到人类一定的影响，可以为一般生物提供较弱生存环境，但由于人类耕作的影响以及机械化农业的逐渐普及，生物生存空间将被逐渐缩小；中度敏感区总面积分别为 368.96km²，占全县土地总面积分别为 16.90%，主要为全县的园地区域，此类区域在忠县主要表现为柑橘园地，同样受到较为强烈的人类活动，但由于园地区域生长周期普遍较长，人类活动强度较低，同时大量林木的存在，可以更好的实现保土保水的功能，促进植被和生物的生存；高度敏感区总面积为 568.61km²，占全县土地总面积的 26.05%，主要分布在忠县长江水系大型水库、中部北部地区以及金华山、猫耳山、方斗山三个山脉的林地覆盖区，水域部分能够为水生生物和部分陆生生物提供较好的栖息环境，林木资源丰富且郁闭度较高，同样能够提供较为理想的生态环境，这些区域地广人稀人类生产生活及农耕活动较少，人类活动强度较低，能够为大部分生物提供生存空间；极敏感区总面积为 71.33km²，占全县土地总面积的 3.27%，主要分布在白石镇巴营村、新立镇精华村、石子乡、新生镇天池村，这些区域多为天然国有林场或者县级自然保护区，能够为生物的栖息和繁衍提供良好的生态

环境，属于生境敏感性重点保护区。不敏感区：总面积为 362.57km²，占全县土地总面积的 16.03%，主要为城镇地区和人类活动强大剧烈地区，此类区域主要为人类生活生产区域，人类活动痕迹明显，不适宜野生动物生存。

5.4 忠县生态环境敏感性综合评价

在上文中，分别对生态环境敏感性造成影响的土壤侵蚀敏感性因子、石漠化敏感性因子和生境敏感性因子等敏感因子进行了深入的分析，并分别得到了敏感性的评价结果。为了得到忠县生态环境敏感性综合评价结果，本文利用 ArcGIS9.3 软件的空间分析功能，把各个敏感性因子进行叠加分析，同时采用层次分析法进行权重的确定，并结合忠县实际情况进行权重的修正。根据单因子敏感性评价结果，利用如下公式，进行生态环境敏感性综合评价：

$$ESE = \sum_{i=1}^3 Si \times Wi$$

式中 ESE 为忠县生态环境敏感性综合评价结果；Si 为第 i 种敏感因子的敏感等级；Wi 为第 i 种因子的权重。

表 5-9 忠县生态环境敏感性综合评价因子权重

Table 5-9 The weight of the ecological environment comprehensive evaluation of sensitivity factor in Zhongxian

因子	权重
土壤侵蚀敏感性	0.43
石漠化敏感性	0.34
生境敏感性	0.23

根据 ArcGIS9.3 的分析结果，把忠县生态环境敏感性分为极敏感、高度敏感、中度敏感、轻度敏感和不敏感。

忠县生态环境敏感性综合评价中，不敏感区总面积为 432.26km²，占全县土地总面积的 19.80%。敏感区域 1725.80km²，占全县土地总面积的 79.06%，其中极敏感区域 72.11km²，占全县土地总面积的 3.3%，主要分布在全县山区和部分县级保护区内，此区域内生态环境极度敏感，生态环境极易受到破坏；高度敏感区域 376.85km²，占全县土地总面积的 17.26%，主要分布在忠县中北部地区，此类区域也极为敏感，极易发生生态环境问题；中度敏感区总面积为 992.47km²，占土地总面积为 45.47%，全县生态环境敏感性主要呈现中度敏感，这主要是由于权重较大的土壤侵蚀因子和石漠化因子引起的。整个县域之内土壤侵蚀情况和石漠化情况比较严重，其中土壤侵蚀中度敏感区总面积为 997.09km²，占土地总面积的

45.68%。石漠化中度敏感区总面积为 789.31km²，占全县土地总面积的 36.16%；轻度敏感区总面积为 284.36km²，占全县土地总面积的 13.03%，主要分布在忠县中西部地区，这些地区自然生态环境比较不敏感，不容易发生环境问题，但也应注意环境保护。

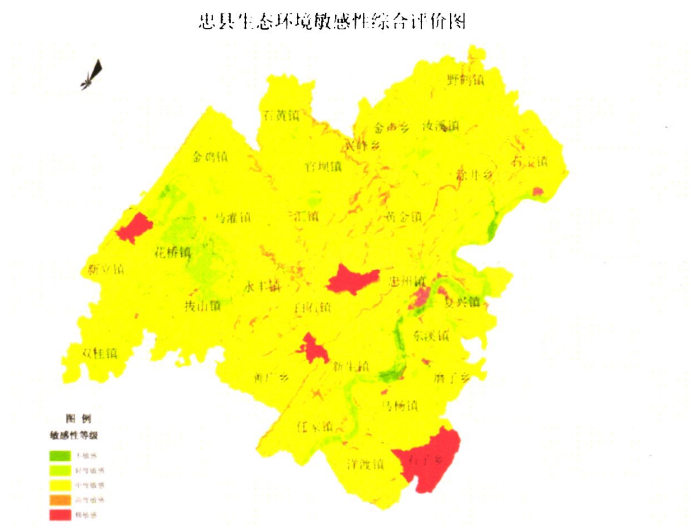


图 5-4 忠县生态环境敏感性综合评价图

Figure 5-4 A comprehensive evaluation map of the sensitivity of ecological environment in Zhongxian

第 6 章 忠县生态系统服务功能重要性评价

6.1 水源涵养服务功能重要性评价

生态系统服务功能里的水源涵养功能是指地区生态系统在保护水资源，涵养水资源方面的功能，如地区水源涵养功能及其发达，则可以有效的保持地区水资源，在进行重要性评价是，应评价为极重要地区；反之如果某地区基本无水源涵养功能，则其对于水源涵养无任何贡献，也就位于不重要地区。而对水源涵养起着较大贡献的主要为大型自然水体、森林等，因此本文主要从土地利用类型的角度出发来进行评价，评价结果分别为极重要、高度重要、中等重要、一般重要和不重要。

表 6-1 忠县水源涵养服务功能重要性分级标准

Table 6-1 The classification standard of importance of water conservation function in Zhongxian

重要性等级	评价因子	分级赋值
极重要	江河沿岸、大型湖泊、大型湿地	9
高度重要	江河直流、水库周边、小型湖泊湿地	7
中等重要	林地、水田	5
一般重要	园地、旱地、荒草地	3
不重要	建筑用地、裸露地	1

本文主要结合忠县土地利用现状图、忠县水系分布图，利用 ArcGIS9.3 软件，进行水源涵养服务功能重要性的评价，最终生成忠县水源涵养服务功能重要性分布图。

忠县水源涵养服务功能重要性评价分布图



图 6-1 忠县水源涵养服务功能重要性评价分布图

Figure 6-1 Water conservation function importance evaluation map in Zhongxian

经过分析可以发现，忠县水源涵养服务功能极重要区域主要集中的长江沿线，总面积为 107.74km²，占土地总面积的 4.94%，这些区域对于忠县水源涵养及其重要，也是保护当地和下游地区生产生活用水的重要区域，应该进行高度保护。

高度重要区域总面积为 351.74km²，占土地总面积的 16.11%，主要分布是一些大型水库、河流支流和小型河流等，这些地区在全县零星分布，能够在局部上很好的起到保水功能，防止水源渗漏和流失，能够有效促进区域内的生产生活以及促进当地农业生产，对于局部地区有着重要作用；中等重要区域总面积为 745.49km²，占土地总面积的 34.15%，这一区域范围分布广泛，且主要的森林植被地区，植被有着良好的蓄水功能，做好这一区域的保护工作，对于水源涵养可以起到基础性的保护作用；一般重要区域总面积为 793.32km²，占土地总面积的 36.34%，主要是分布在人类农业生产区域，这些区域受到人类活动的影响，保水蓄水能力较差；不重要区域总面积为 159.77km²，占土地总面积的 7.32%，主要为全县范围内的农村居民点、裸露地等无法进行保水蓄水的区域。

6.2 土壤保持服务功能重要性评价

土壤保持服务功能重要性评价主要是结合前文中的土壤侵蚀敏感性评价结果，结合忠县的水系分布情况，进行重要性评价。忠县多岩溶地貌，受到人类活动影响，以及随之带来的植被破坏，土壤裸露造成土壤保持能力较弱，因此有必要进行土壤保持功能重要性评价，加强地区土壤保护。评价分为五级，分别是极重要、高度重要、中等重要、一般重要和不重要

表 6-2 忠县土壤保持服务功能重要性评价分级标准

Table6-2 The classification standard of importance of soil conservationin Zhongxian

重要性等级	评价因子	分级赋值
极重要	土壤侵蚀极敏感区或岩溶峰丛、峰丛地貌区，主干河流水库汇水区	9
高度重要	土壤侵蚀高敏感区或中小型水库汇水区、陡坡地分布区	7
中等重要	土壤侵蚀中度敏感区或植被覆盖情况较差地区	5
一般重要	土壤侵蚀轻度敏感区	3
不重要	土壤侵蚀不敏感区	1

在土壤侵蚀极敏感地区，降水极容易导致水土流失加剧，加速土壤侵蚀的进程，因此土壤保持重要性和土壤侵蚀敏感性成正相关，而水源携带泥沙汇集到各河流支流、干流并最终汇入长江，因此各个重要水源地及周边是土壤保持功能的重要区域。

经过分析可以发现，土壤保持服务功能极重要地区总面积为 108.56km²，占土

地总面积的 4.97%，主要位于土壤侵蚀极敏感地区和长江沿岸地区，此区域对于土壤保持功能及其重要，需要进行严格保护；高度重要区总面积为 385.42km²，占土地总面积的 17.66%，主要分布在忠县东北部部分地区、中部偏西地区、河流支流地区；中等重要区域总面积为 1300.87km²，占县域土地总面积的 59.60%，在全县广泛分布；一般重要区域总面积为 265.33km²，占县域土地总面积的 12.16%，主要为全县土壤侵蚀轻度敏感区域，这些区域较少发生土壤流失现象，有利于保持区域内的土壤续存；不重要区域总面积为 97.88km²，占县域土地总面积的 4.48%，主要分布在忠县北部和中西部地区，这些区域土壤保持功能较好，不易发生水土流失。总的来看，全县土壤保持功能与土壤侵蚀敏感性的分布大致相同，主要表现为土壤保持中等重要区域面积广泛分布，全县土壤水土流失情况较为严重。

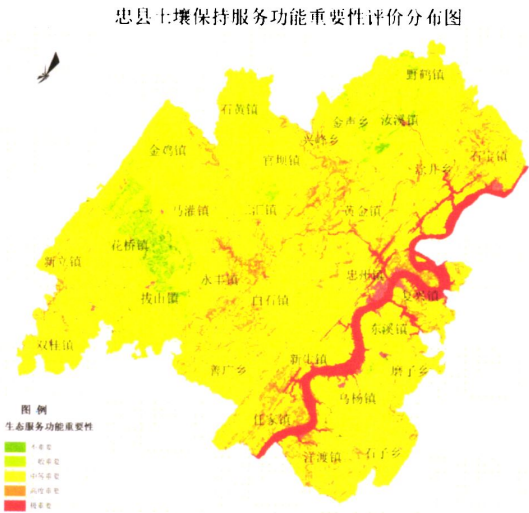


图 6-2 忠县土壤保持服务功能重要性评价分布图

Figure 6-2 The soil conservation service function importance evaluation map in Zhongxian

6.3 食物生产服务功能重要性评价

在自然生态系统提供的各类服务功能中，食物生产服务功能与人类的生存和发展有着息息相关的联系。我国人多地少，人均耕地资源处于世界平均水平之下，确保耕地总量 18 亿亩红线更是我国的基本国情，因此开展食物生产服务功能重要性评价，对于忠县生态系统服务功能综合评价意义重大。人类主要从种植、饲养和捕捞等方式获得食物原料，结合忠县实际情况，土地的食物生产能力是本文评价的关键。具体分级标准如下。

表 6-3 忠县食物生产服务功能重要性评价分级标准

Table 6-3 The classification standard of importance of food production in Zhongxian

重要性等级	评价因子	分级赋值
极重要	高标准基本农田区	9
高度重要	一般农田、园地	7
中等重要	灌木林地、草地、河流	5
一般重要	荒草地、有林地、其他林地	3
不重要	建筑用地、裸露地	1

本文在进行食物生产服务功能重要性评价时，主要是通过评价地块的食物生产功能强弱来进行分析，如高标准基本农田的食物生产功能最高，则为极重要区域，如荒草地、建筑用地在食物生产功能上，并无直接贡献，则为不重要区域。在进行分析时，本文主要参考了忠县 2013 年土地利用现状变更数据，并结合 Arc GIS9.3 软件进行评价，最终得到忠县食物生产服务功能重要性评价分布图。

忠县食物生产服务功能重要性评价分布图

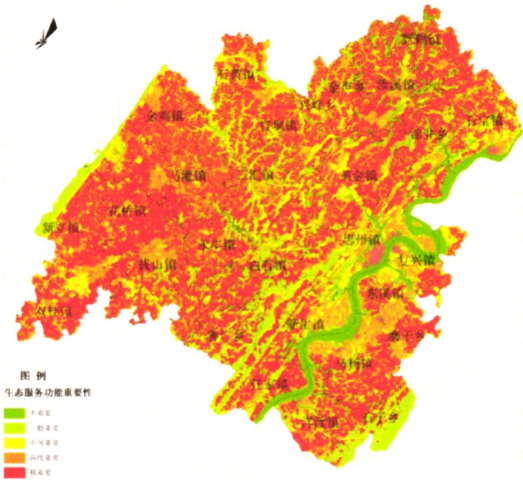


图 6-3 忠县食物生产服务功能重要性评价分布图

Figure 6-3 Evaluate the importance of food production services distribution map in Zhongxian

可以发现，忠县食物生产服务功能极重要区域有 843.12km²，占全县土地总面积的 38.36%，主要为全县土地利用总体规划划定的高标准基本农田的范围基础上，扣除坡度过大不适宜地区、地质灾害区和生态屏障保护区，最终得到的食物生产功能极重要区域，此区域承担着食物生产的主要功能，对于促进地区社会经济发展，稳定人民的生产生活，有着重要作用；高度重要区域总面积为 284.30km²，占全县土地总面积 13.02%，主要分布在高标准基本农田外围区域，也承担着一部分食物生产的功能；中等重要区域总面积为 141.47km²，占全县土地总面积的 6.48%，

在全县少量分布；一般重要区域总面积为 605.97km²，占土地总面积的 27.76%，主要分布在忠县南部、中部部分地区，主要为全县部分林地、荒草地等；不重要区域总面积为 283.20km²，占土地总面积的 12.97%，主要为无法进行食物生产的部分区域，如裸露地、采矿用地等地区。

6.4 忠县生态系统服务功能重要性综合评价

在上文中，分别对生态系统服务功能的水源涵养功能、土壤保持功能和食物生产功能等服务功能的重要性进行了分析，并分别绘制了重要性分布图。为了能够得到忠县生态系统服务功能重要性综合评价结果，需要把单因素服务功能进行叠加评价。考虑到忠县处于三峡库区，水源涵养功能有助于保护长江水源，保障当地及下游地区用水安全；土壤保持功能可以有效针对石漠化及水土流失造成的土壤不断流失，进行分区重点保护；食物生产功能有助于提高地区粮食供需平衡，保障社会稳定。在进行综合评价时，三个评价指标的权重都想当重要，因此本文采用层次分析法进行权重的确定，最终得到如下因子权重表。

表 6-4 忠县生态系统服务功能重要性评价因子权重

Table 6-4The weight of the assessment of ecosystem service importance factor in Zhongxian

指标	权重
水源涵养功能	0.33
土壤保持功能	0.39
食物生产功能	0.28

根据单因素服务功能重要性评价结果，利用如下公式，进行生态环境服务功能重要性综合评价：

$$ECO = \sum_{i=1}^3 Si \times Wi$$

式中 ECO 为忠县生态系统服务功能重要性综合评价结果；Si 为第 i 种因子重要性评价结果；Wi 为第 i 种因子的权重。

经过分析可以发现，忠县生态系统服务功能重要性综合评价中，不重要区域面积为 326.45km²，占全县土地总面积的 14.96%，主要分布在县城附近及工业园区附近区域，这些区域内人类活动强度大，工业产业比较发达，但生态系统服务功能贡献极低；一般重要区域总面积为 541.96km²，占全县土地总面积的 24.83%，主要分布在忠县中北部和中西部地区，这些区域内地形地势比较平坦，农业活动比较发达，人类活动痕迹较多，能提供一定的生态服务功能；中等重要区域总面

积为 658.64km²，占全县土地总面积的 30.17%，主要分布在忠县南部、中东北地区，这些区域的生态服务功能已经比较高，需要高度的保护；高度重要区域总面积为 367.36km²，占全县土地总面积的 16.83%，在全县分布比较广泛，与中等重要区域一起，对全县生态系统服务功能起着支撑和基础作用；极重要区域总面积为 263.65km²，占全县土地总面积的 12.08%，主要分布在长江沿线和石子乡、精华村、白营村等几个地区。该区域能提供极重要的生态服务功能，应该严格保护。

忠县生态系统服务功能重要性综合评价分布图

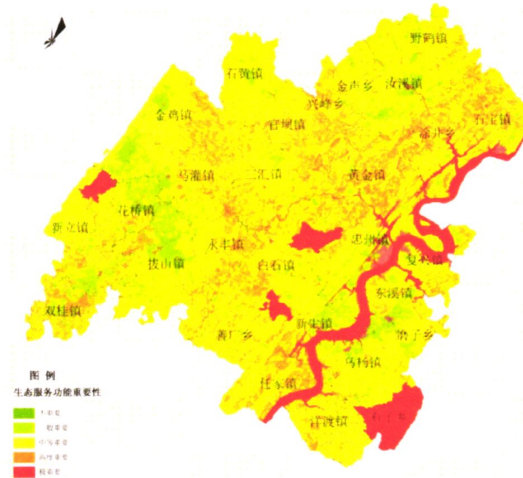


图 6-4 忠县生态系统服务功能重要性综合评价分布图

Figure 6-4 ecosystem service function of comprehensive evaluation of the importance of distribution in Zhongxian

第 7 章 忠县土地利用功能分区研究

7.1 忠县生态安全综合评价

7.1.1 忠县生态安全风险指数评价

在进行忠县生态安全风险指数评价时，主要是根据忠县生态环境敏感性评价结果和忠县生态系统服务功能重要性评价结果来进行分析。生态环境敏感性评价从不敏感到极敏感，等级越高越容易发生生态环境问题；生态系统服务功能重要性评价从不重要到极重要，等级越高则表示发生环境问题后，造成的生态后果越加严重。因此通过深刻分析两者内涵，将两者叠加分析所得到的结果定义为生态安全风险指数，忠县生态安全风险性分为五级，无风险、低风险、中风险、高风险和极高风险。若某一地区生态环境极敏感或者生态系统服务功能极重要，那么其发生生态环境问题的可能性和后果就及其的严重，因此应该划入生态安全风险性极高的区域。相反若生态环境不敏感或者生态系统服务功能不重要，则该地区极不容易发生生态环境问题且发生问题后造成的生态环境后果也不严重，因此划分为无风险区域。经过分析可以得到忠县生态安全风险等级评价图：

忠县生态安全风险等级评价图

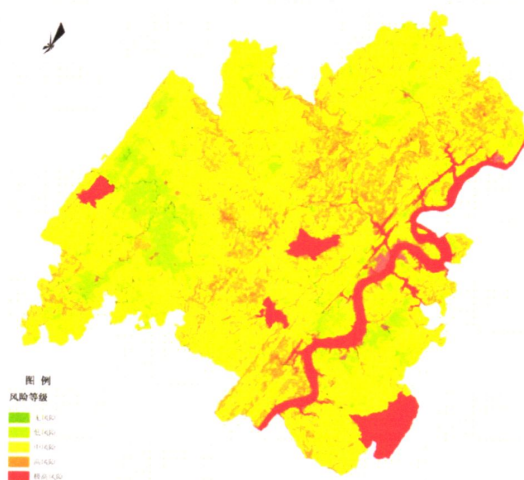


图 7-1 忠县生态安全风险等级评价图

Figure 7-1 The risk grade of ecological security evaluation map in Zhongxian

经过分析可以得到的，忠县生态安全无风险地区面积为 86.52km²，占全县土地总面积的 3.96%，主要分布在忠县县城周边、中西部地区，拔山、花桥片区等区域，主要是由于这一区域内地势较为平坦，或则是已经进行了人为开发，不易发生生态环境问题且环境后果不严重；低风险区域总面积为 168.82km²，占全县土地总面

积的 7.73%，主要分布在乌杨镇、新生镇、东溪镇交界地区，汝溪镇、野鹤镇一带，这一区域内生态风险较小，可以接受一定程度的人类活动；中风险区域总面积为 884.92km²，占全县土地总面积的 40.54%，主要分布在全县中西部地区、北部地区和南部部分地区，该区域如果环境受到破坏，已经会产生一定的生态环境问题和环境后果，需要一定程度的保护；高风险区域总面积为 774.63km²，占全县土地总面积的 35.47%，在全县由西南-东北走向一带，忠县北部部分地区，这些地区的生态风险已经相当高，较容易产生各类生态环境问题且环境后果非常严重；极高风险区域总面积为 243.34km²，占全县土地总面积的 11.15%，主要分布在长江沿线和石子乡、巴营村、精华村、方斗山等几个区域，这些区域内生态风险值极高，极容易受到人类活动影响而产生严重的生态环境后果，应进行严格的保护。

7.1.2 忠县生态红线区划分

在进行忠县生态红线区划分时，结合忠县现状生态环境问题，根据忠县生态环境敏感性综合评价结果和生态系统服务功能重要性评价结果，以及忠县生态安全风险指数评价结果，把极敏感地区、极重要地区和极高风险区域划分为生态红线区，在划定时，考虑行政界线和自然分界线的完整性，对边界和范围进行了一定处理。经过分析得到忠县生态红线区，总面积为 271.06km²。具体划分方案为：

忠县生态红线区划分方案分布图



图 7-2 忠县生态红线区划分方案分布图

Figure 7-2 Scheme of ecological red line area distribution map in Zhongxian

长江沿岸水源涵养生态红线区、石子乡片区森林保护生态红线区、巴营村森林植被生态红线保护区、方斗山生物多样性生态红线保护区、天池林场生物多样性生态红线保护区。划入生态红线保护区的还有蝴蝶村水库、任家沟水库、文革

水库、马耳坝水库、晨溪村水库、万盛水库、碾盘村水库、高洞水库、黄钦水库、齐心村水库、苟家沟水库、双石村水库、白石水库、梅花水库、长冲水库、八一水库、联合水库、杨柳村水库、东风水库、金星水库、石桥水库、龙桥村水库、磨子水库、瓦坝水库、石龙水库、金竹村水库等 26 个水源涵养生态红线保护区。

7.2 基于生态安全的忠县土地利用功能分区

7.2.1 土地利用功能分区原则

1、严格保护生态红线原则

加强生态文明建设，切实保护和改善生态环境，协调土地利用与生态环境建设的矛盾，强化三峡库区生态与景观保护，保障土地资源可持续利用。

2、严格保护耕地原则

严格控制非农建设占用耕地，切实有效保护耕地特别是优质耕地，提高农业综合生产能力，提高粮食产量。

3、因地制宜原则

根据全县土地资源利用条件和现状，转变土地利用方式，因地制宜、节约集约利用土地，提高土地利用综合效益，减少土地资源的消耗。

4、城乡统筹原则

统筹安排各类工业用地，优化结构和布局，构建城乡统筹发展、功能定位清晰有序的土地利用新格局。坚持土地供给制约和引导土地需求，科学合理地确定建设用地规模，优先保障重点区域和重大基础设施用地需求。

7.2.2 忠县土地利用功能分区

土地利用功能分区以土地利用地域分异规律为理论基础，是土地利用规划的关键内容，也是实行土地用途管制的重要手段，对科学制定土地利用方向、合理确定土地利用结构、提高土地利用集约化程度、促进区域协调发展具有重要意义。一般来说，土地利用功能分区主要是结合地区的功能定位、经济发展状况、发展潜力、资源环境承载力、自然环境状况等综合条件进行综合分析后，对土地使用管理进行分区管理。本文与传统方法有一定区别，本文在进行土地利用功能分区划定时，仅仅基于生态安全的角度，认为生态安全是进行一切人类活动的范围底线，因此在进行分区时主要考虑区域内的生态安全状况。本文在进行生态安全状况分析时，主要是根据土地利用现状情况和生态环境现状情况，在进行功能分区时，主要是结合生态环境敏感性和生态系统服务功能重要性评价的基础上，根据生态安全风险指数进行功能分区。

在进行忠县土地利用功能分区的时候，主要是借鉴了俞孔坚教授的反规划学

的思想^[140]，根据上文的研究结果，首先确定忠县的生态红线区，这是保护生态环境的底线，坚决不容破坏，这些区域主要是有生态环境极敏感地区和生态服务功能极重要地区组成，极敏感地区代表着极容易发生生态环境问题，而极重要地区代表着生态系统对人类有着巨大的服务功能，这些地方如果发生环境问题，对地区的生态环境和人类生产生活都有着巨大的破坏；其次划定粮食主产区，通过稳定的粮食生产和攻击，可以促进地区社会经济健康稳定发展，同时加大粮食主产区的现代化农业、旅游农业和观光农业的规划与发展，通过现代化的耕作手段，一方面可以促进地区经济的发展，增加农村地区人均收入，另一方面通过现代化的耕作手段，改变传统耕作时破坏环境的情况，在一定程度上也有利用保护生态环境，减少部分地区农业生产的不合理行为，该地区主要由生态安全高风险区和部分中风险区域组成。第三是划定生态廊道区，划定该区域主要是为了减缓人类活动对自然生态环境的影响，同时也通过该区域的过渡，能够缓解人类活动对自然环境的破坏里，更好的保护生态环境；最后是划定城市开发拓展区和城市开发区，该区域和人类生产生活和现代化工业的核心发展区，主要是为了满足人类生产发展需要，原则上以土地利用效率和集约节约利用为主。具体分区如下：

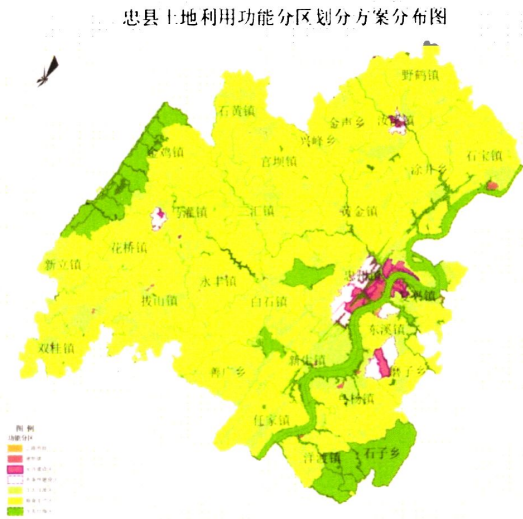


图 7-3 忠县土地利用功能分区划分方案分布图

Figure 7-3 The distribution functional zoning scheme of land use map in Zhongxian

(1) 优先安排生态红线区

生态红线区总面积为 271.06km²，占全县土地总面积的 12.44%。主要分布在长江沿线、石子乡片区、巴营村森林植被保护区、方斗山生物保护区、天池林场生物保护区等。这一区域应该实行严格的生态红线保护规则，禁止进行人类开发活动。

（2）坚决保障粮食主产区

为更好的实现 18 亿亩耕地和 12 亿亩高标准基本农田的耕地保护目标，保障国家粮食安全。在进行忠县土地功能分区时，主要以忠县土地利用总体规划中划定的全县高标准基本农田为本底范围，利用前文研究的结果，扣除部分坡度不适宜区，避开重要的生态红线区后，划定适宜农业发展的区域。区域总面积为 822.52km²，占全县土地总面积的 37.75%。主要分布在忠县西部北部广大区域。这一区域内，应该大力进行现代农业发展和精细化耕作，减少氮肥、磷肥、钾肥等肥料的使用，提高农业的生产能力，减少农业对生态环境造成危害。

（3）合理优化生态廊道区

在完成生态红线区和粮食主产区的划定后，由于这两个区域易受到人类活动的影响，因此通过划定生态廊道区，主要作用为缓冲人类活动对自然生态系统造成直接的影响。通过生态廊道区的划定，人类在进行各项生产生活的活动时，通过生态廊道区的减弱作用，能够更好的保护生态红线区和粮食主产区。生态廊道区总面积为 861.72km²，占全县土地总面积的 39.55%。主要是围绕生态红线区和粮食主产区外部分布。

（4）科学规划城市开发拓展区和城市开发区。

在考虑城市开发拓展区和城市开发区时，主要考虑增强建设用地的弹性指标，通过城市开发拓展区的划定，可以与城市开发区内进行指标的置换，增加了城市开发区的弹性。在进行区域的选择时，主要考虑避开的地质灾害区、生态红线区、粮食主产区和生态廊道区，同时以现有城区为基础，进一步完善基础设施。两个区域总面积为 202.47km²，占全县土地总面积的 9.29%，其中城市开发拓展区面积为 181.70km²，主要分区在核心区周边拓展区域，城市开发区面积为 20.77km²，主要分布在现有中心城区及周边拓展区、拔山片区、乌扬片区。

此页不缺内容

第8章 结论与讨论

8.1 研究结论

三峡水库自修建以来其带来的防洪、发电、航运等功能与其产生的直接、间接生态环境问题一直是广大学者研究的热点。本文主要是考虑到三峡水库由于大坝修建蓄水,造成区域内生态脆弱的基本情况,以三峡库区半淹县城忠县为研究对象,通过综合分析生态环境敏感性和生态系统服务功能重要性两方面来对忠县的生态安全进行评价,并根据评价结果进行土地利用功能分区,以此促进生态环境的治理和保护。具体研究结果如下:

(1) 忠县生态环境敏感性综合评价中,主要是针对土壤侵蚀敏感性、石漠化敏感性和生境敏感性等敏感性指标评价的基础上,通过权重模型进行分析得到综合评价结果。结果显示不敏感区域总面积为 432.26km^2 , 占全县土地总面积的 19.80%, 敏感区域 1725.80km^2 , 占全县土地总面积的 79.06%, 其中极敏感区域 72.11km^2 , 占全县土地总面积的 3.3%, 高度敏感区域 376.85km^2 , 占全县土地总面积的 17.26%, 主要分布在忠县中北部地区, 此类区域也极为敏感, 极容易发生生态环境问题; 中度敏感区总面积为 992.47km^2 , 占土地总面积为 45.47%, 全县生态环境敏感性主要呈现中度敏感, 这主要是由于权重较大的土壤侵蚀因子和石漠化因子引起的。整个县域之内土壤侵蚀情况和石漠化情况比较严重, 其中土壤侵蚀中度敏感区总面积为 997.09km^2 , 占土地总面积的 45.68%。石漠化中度敏感区总面积为 789.31km^2 , 占全县土地总面积的 36.16%; 轻度敏感区总面积为 284.36km^2 , 占全县土地总面积的 13.03%, 主要分布在忠县中西部地区, 这些地区自然生态环境比较不敏感, 不容易发生环境问题, 但也应注意环境保护。忠县全县生态环境敏感性分布范围广泛, 部分地区在受到人类活动影响后, 极容易发生生态环境问题, 应加强生态环境保护, 尤其是应该加强植被保护, 加大植树造林力度, 扩大森林和植被的覆盖面积, 减少水土流失和石漠化带来的威胁。

(2) 在进行生态系统服务功能评价时, 本文结合忠县实际情况, 主要评价了水源涵养功能、土壤保持功能和食物生产功能, 并综合评价了忠县生态系统服务功能各个区域重要性的差异, 经过分析可以发现, 忠县生态系统服务功能重要性综合评价中, 不重要区域面积为 326.45km^2 , 占全县土地总面积的 14.96%, 一般重要区域总面积为 541.96km^2 , 占全县土地总面积的 124.83%, 中等重要区域总面积为 658.64km^2 , 占全县土地总面积的 30.17%, 高度重要区域总面积为 367.36km^2 , 占全县土地总面积的 16.83.05%, 极重要区域总面积为 263.65km^2 , 占全县土地总面积的 12.08%。总体来看忠县生态系统服务功能绝大部分处于中等重要及以上, 这说明忠县所处的地区内, 生态系统服务功能价值重要, 需要加强生态环境保护,

为生态系统提供更好的服务功能打好基础工作，也有助于更好的实施地区生态保护项目，避免无序的开发建设活动。

(3) 根据忠县生态安全的评价结果，按照生态优先原则和粮食稳定原则，充分考虑建设用地指标的弹性，对忠县土地利用功能分区进行划定，分别为生态红线区、粮食主产区、生态廊道区、城市开发拓展区和城市开发区。其中生态红线区总面积为 271.06km^2 ，占全县土地总面积的 12.44%。主要分布在长江沿线、石子乡片区、巴营村森林植被保护区、方斗山生物保护区、天池林场生物保护区等；粮食主产区总面积为 822.52km^2 ，占全县土地总面积的 37.75%。主要分布在忠县西部北部广大区域，这一区域内，应该大力进行现代农业发展和精细化耕作；生态廊道区总面积为 861.72km^2 ，占全县土地总面积的 39.55%。主要是围绕生态红线区和粮食主产区外部分布；城市开发拓展区面积为 181.70km^2 ，主要分区在核心区周边拓展区域，城市开发区面积为 20.77km^2 ，主要分布在现有中心城区及周边拓展区、拔山片区、乌扬片区。通过本次划定充分保障了区域内的生态功能，有利于改善人居生态环境，加强生态文明建设；提高土地集约节约利用效率和建设用地利用效率。

8.2 研究讨论

8.2.1 研究不足

(1) 基础资料和指标体系不够完善

本文在进行研究时，受现实社会条件影响，基础资料还不够完善和准确，导致研究结果的准确性有待提高，因此希望进一步完善基础资料，充实评价基础数据，减少误差的发生。同时本文在进行生态环境敏感性和生态系统服务功能重要性评价中，对于部分指标的评价过程比较粗糙和简单，评价的思路和方法有待深化和细化，希望更够在今后的研究中，对于单因素评价方法能够更好合理和科学。

(2) 研究思路有待全面

本文在进行研究的过程中，通过生态安全评价结果来进行土地利用的分区，能够在一定程度上实现保护生态环境，改善环境质量的效果。但人类社会的一切活动都是在积极变化的，本文没有很好的考虑到社会经济因素和政策方面的因素对土地利用方面的影响，而目前来看，这两个方面恰恰是对土地利用起着重要影响的因素，因此这可能会导致本文的分区结果在实用性上有所欠缺，希望能够在今后的研究中，能够对评价指标进行进一步的优化，加强研究结果的实用性。

8.2.2 研究创新

(1) 在进行区域生态安全状况评价时，采用生态环境敏感性与生态系统服务

功能相结合的方式，分别选取土壤侵蚀、石漠化、生境保护、水源涵养、土壤保持、食物产生等几个指标进行单因子评价加综合分析的方法，在进行综合评价后，利用评价结果来表征一个地区的生态风险程度，得到生态安全风险等级评价图，丰富了生态安全评价方法，采用的评价指标和评价方法有一定可取之处。

(2) 采用反规划学的思想，在基于生态安全风险值的评价后，根据评价结果进行土地利用功能分区，首先确定生态红线区和粮食主产区以及生态廊道区等区域，然后在进行建设用地的布局，此种方法能够有效保护地区生态环境，促进人居环境的改善，协调人地矛盾，为今后的土地规划研究提供一种新的研究角度和研究内容。

(3) 本文采用定性与定量评价相结合的方式，首先是定性的进行现状分析和背景分析，然后进行定量的评价、比较，通过定量分析的结果，在进行定性的整体分析，并利用 ArcGIS9.3 软件对评价结果进行空间表现，有利用评价结果的准确性，丰富了土地利用功能分区研究。

8.2.3 研究展望

本文主要是针对生态安全视角下忠县土地利用功能分区的评价分析，在进行研究的过程中，通过评价生态敏感性和生态系统服务功能来进行生态安全评价，并采用土地规划学的思想进行了功能分区；虽有可取之处，但对于生态安全各项指标的剖析还不够深刻，方法科学性也有所欠缺，希望在今后的研究中，更多采用生态学的分析方法和实验方法，对部分生态安全指标能够通过实验数据进行长期监测，以此完善现有的评价指标体系，保证评价结果的准确性和科学性。

此页不缺内容

参考文献

- [1] 陈贝贝. 半城市化地区的识别方法及其驱动机制研究进展[J]. 地理科学进展, 2012, 31(2): 210-220.
- [2] 邓红兵, 陈春娣, 刘听, 等. 区域生态用地的概念及分类[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1519-1524.
- [3] 荣冰凌, 李栋, 谢映霞. 中小尺度生态用地规划方法[J]. 生态学报, 2011, 31(18): 5351-5357.
- [4] 宋国利, 臧淑英, 钟婷婷. 温州市乐清湾土地利用的生态风险: 基于 RS 和 GIS 的分析[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(6): 76-85.
- [5] 白杨, 郑华, 欧阳志云, 等. 海河流域生态功能区划[J]. 应用生态学报, 2011, 22(9): 2377-2382.
- [6] 孙洪波, 杨桂山, 苏伟忠, 等. 沿江地区土地利用生态风险评价: 以长江三角洲南京地区为例[J]. 生态学报, 2010, 30(20): 5616-5625.
- [7] 王千, 金晓斌. 河北省耕地生态安全及空间聚集格局[J]. 农业工程学报, 2011, 27(8): 338-344.
- [8] 高桂芹, 韩美. 区域土地资源生态安全评价[J]. 水土保持研究, 2005, 271-274.
- [9] 龚建周, 夏北成, 刘彦随. 基于空间统计学方法的广州市生态安全空间异质性研究[J]. 生态学报, 2010, 30(20): 5626-5634.
- [10] 秦建成, 高明. 三峡低山丘陵区生态系统安全评价_以重庆市忠县为例[J]. 山地学报, 2007, 22(1): 73-78.
- [11] 钟章力, 王力. 三峡库区的生态安全问题及其重要性 [M]. 加入 WTO 和中国科技与可持续发展——挑战与机遇、责任和对策 (上册). 2002: 13-16.
- [12] 谢花林. 土地利用生态安全格局研究进展[J]. 生态学报, 2008, 28(12): 6305-6310.
- [13] 郑度, 葛全胜, 张雪芹, 等. 中国区划工作的回顾与展望[J]. 地理研究, 2006, 24(3): 330-344.
- [14] 周宝同, 高明, 谢德体. 重庆市三峡库区未利用的土地资源及其开发模式[J]. 国土与自然资源研究, 2001, 12(4): 27-29.
- [15] 常学礼, 赵文智, 李秀梅, 等. 基于生态服务价值的张掖绿洲生态安全评价[J]. 自然资源学报, 2010, 25(3): 396-405.
- [16] 陈浩, 周金星, 陆中臣, 等. 荒漠化地区生态安全评价-以首都圈怀来县为例[J]. 水土保持学报, 2003, 17(1): 58-62.
- [17] 张雪萍. 生态学原理[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [18] 赵凤琴, 汤洁, 王晨野, 等. 生态脆弱地区土地生态环境安全初探[J]. 水土保持通报, 2005, 25(1): 99-103.
- [19] 李玉平, 蔡运龙. 河北省土地生态安全评价[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2007, 43(6): 783-789.
- [20] 虞继进, 陈雪玲, 陈绍杰. 基于遥感和 PSR 模型的城市景观生态安全评价——以福建省龙岩市为例[J]. 国土资源遥感, 2013, 25(1): 143-149.
- [21] 吴国庆. 区域农业可持续发展的生态安全及其评价探讨[J]. 生态经济, 2001, 7(8): 22-25.
- [22] 赵惠惠. 国家重点基础研究发展规划项目: 长江流域生物多样性变化、可持续利用与区域生态安全项目简介[J]. 植物学报, 2000, 42(8): 879-880.
- [23] 周炳中, 杨浩, 包浩生, 等. PSR 模型及在土地可持续利用评价中的应用[J]. 自然资源学报, 2002, 17(5): 342-350.
- [24] 黄辉玲, 罗文斌, 吴次芳, 等. 基于物元分析的土地生态安全评价[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3): 316-322.

- [25] 黄宁, 杨绵海, 林志兰, 等. 厦门市海岸带景观格局变化及其对生态安全的影响[J]. 生态学报, 2012, 31(12): 3193-3202.
- [26] 李明月, 赖笑娟. 基于 BP 神经网络方法的都市土地生态安全评价——以广州市为例[J]. 经济地理, 2011, 31(2): 289-293.
- [27] 韦仕川, 刘勇, 栾乔林, 等. 基于生态安全的黄河三角洲未利用地开垦潜力评价[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4): 221-226.
- [28] 叶长盛, 冯艳芬. 基于土地利用变化的珠江三角洲生态风险评价[J]. 农业工程学报, 2013, 29(19): 224-232.
- [29] 杜军, 杨青华. 基于土地利用变化和空间统计学的区域生态风险分析:以武汉市为例[J]. 国土资源遥感, 2010, 22(2): 102-106.
- [30] 杨永峰, 孙希华, 王百田. 基于土地利用景观结构的山东省生态风险分析[J]. 水土保持通报, 2010, 30(1): 232-235.
- [31] 周锐, 苏海龙, 钱欣, 等. 城市生态用地的安全格局规划探索[J]. 城市发展研究, 2014, 21(6): 21-27.
- [32] 陆汝成, 黄贤金, 张兴榆, 等. 区域土地利用转移及生态风险分析:以江苏省环太湖地区为例[J]. 生态经济, 2009, 1(9): 34-37.
- [33] 方创琳, 张小雷. 干旱区生态重建于经济可支持发展研究进展[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1163-1170.
- [34] Cambridge: Study of Critical Environmental Problems, 1970.
- [35] Zurlinia G, Müllera F. Environmental Security[J]. Encyclopedia of Ecology, 2008, 8(5): 1350-1356.
- [36] 许研, 梁斌, 鲍晨光, 等. 渤海生态红线划定的指标体系与技术方法研究[J]. 海洋通报, 2013, 32(4): 361-3678.
- [37] Nicholas P. Cheremisinoff. Environmental security: the need for international policies[J]. Industry voices, 2002, 8(13): 124-130.
- [38] 肖笃宁, 李秀珍. 当代景观生态学的进展和展望[J]. 地理科学, 1997, 17(4): 356-364.
- [39] 左伟, 周慧珍, 王桥. 区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究[J]. 土壤, 2003, 2(1): 2-7.
- [40] 李晖, 易娜, 姚文瑕, 等. 基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划[J]. 生态学报, 2011, 31(20): 5928-5936.
- [41] 刘森, 胡远满, 布仁仓, 等. 岷江上游耕地景观变化研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(7): 82-86.
- [42] 罗文斌, 吴次芳, 汪友洁, 等. 基于物元分析的城市土地生态水平评价:以浙江省杭州市为例[J]. 中国土地科学, 2008, 22(12): 31-38.
- [43] 俞孔坚, 李迪华, 刘海龙. “反规划”途径[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [44] 李中才, 刘林德, 孙玉峰, 等. 基于 PSR 方法的区域生态安全评价[J]. 生态学报, 2010, 30(23): 6495-6503.
- [45] 彭德胜. “反规划”理论在城市总体规划中的应用——以沅江市城市总体规划为例[J]. 城市规划, 2005, 12(1): 31-36.
- [46] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局[J]. 生态学报, 1999, 19(1): 8-15.
- [47] 俞孔坚, 王思思, 李迪华, 等. 北京城市扩张的生态底线——基于生态系统服务及其安全格局[J]. 城市规划, 2010, 34(2): 19-24.
- [48] 俞孔坚, 张蕾. 基于生态基础设施的禁建区及绿地系统——以山东菏泽为例[J]. 城市规划, 2007, 31(12): 89-92.
- [49] 高杨, 黄华梅, 吴志峰. 基于投影寻踪的珠江三角洲景观生态安全评价[J]. 生态学报, 2010,

- 30(21): 5894-5903.
- [50] 李月臣. 中国北方 13 省市区生态安全动态变化分析[J]. 地理研究, 2008, 27(5): 1150-1160.
- [51] Blume H P. Towards sustainable land use[J]. *Geoderma*, 2000, 96(1): 155-160.
- [52] 诺曼·迈尔斯. 最终的安全[M]. 上海: 上海译文出版社, 2001.
- [53] Raymond A. Rogers. Are Environmentalists Hysterical or Paranoid? Metaphors of Care and Environmental Security[J]. *Ethics and the Environment*, 2000, 5(2): 211-217.
- [54] 陈利顶, 傅伯杰, 赵文武. “源”“汇”景观理论及其生态学意义[J]. 生态学报, 2006, 26(5): 1089-1095.
- [55] 崔胜辉, 洪华生, 黄云凤, 等. 生态安全研究进展[J]. 生态学报, 2005, 25(4): 861-868.
- [56] 王三. 重庆市“一小时经济圈”生态安全评价研究[D]; 西南大学, 2010.
- [57] 吕光辉. 中国西部干旱区生态安全评价预警与调控研究-以新疆地区为例[D]; 新疆大学, 2005.
- [58] 王伟. 转型期中国生态安全与治理: 基于 CAS 理论视角的经济学分析框架[D]; 西南财经大学, 2012.
- [59] 王万茂, 韩桐魁. 土地利用规划学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [60] 马智民, 乔亮. 聚类分析在土地利用功能分区中的应用_以西安市雁塔区为例[J]. 国土资源科技管理, 2007, 15(6): 90-93.
- [61] 陈星怡, 杨子生. 土地利用功能分区若干问题探讨-以云南德宏州为例[J]. 自然资源学报, 2012, 27(5): 845-855.
- [62] 欧阳志云. 中国生态功能区划[J]. 中国勘察设计, 2007, 8(3): 70.
- [63] 凡非得, 罗俊, 王克林. 桂西北喀斯特地区生态系统服务功能重要性评价与空间分析[J]. 生态学杂志, 2011, 30(4): 804-809.
- [64] 刘勇, 张红, 尹京苑. 基于土地利用变化的太原市土地生态风险研究[J]. 中国土地科学, 2009, 23(1): 52-57.
- [65] 刘彦随, 杨子生. 我国土地资源学研究新进展及其展望[J]. 自然资源学报, 2008, 23(2): 354-360.
- [66] 王娟, 崔保山, 姚华荣, 等. 纵向岭谷区澜沧江流域景观生态安全时空分异特征[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1681-1690.
- [67] 刘亚波, 王安氨, 王彤. 设计理想城市[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2008.
- [68] D Costanza R, Arge R, Groot R, 等. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387(253-260).
- [69] 邓小文, 孙贻超, 韩士杰. 城市生态用地分类及其规划的一般原则[J]. 应用生态学报, 2005, 16(10): 2003-2006.
- [70] 李春越, 谢永生. 黄土高原土地资源生态经济适宜性评价指标体系初步研究[J]. 水土保持通报, 2005, 25(2): 53-56.
- [71] Eckersley R. Ecological security dilemmas [M].
- [72] Millennium. Ecosystems Assessment. Ecosystems and Human Well-being: A framework for assessment[M]. Washington: DC: Island Press, 2003.
- [73] E, Helmut. Taking action for sustainable land use: results from 9th ISCO conference in Bonn Germany[J]. *AMBIO*, 1996, 25(6): 480-483.
- [74] K-J Yu. Security patterns and surface model and landscape planning[J]. *Landscape and Urban Plan*, 1996, 36(5): 1-7.
- [75] Leister R. Brown. Building a society of sustainable development[M]. Beijing: Scientific and Technological Literature Press, 1984.

- [76] Westing. The environmental component of comprehensive security[J]. Bulletin of Peace Proposals, 1989, 20(2): 129-134.
- [77] Bhandari B S, M. G. Analysis of livelihood security: A case study in the Kali-Khola watershed of Nepa[J]. Journal of Environmental Management, 2007, 85(4): 47-26.
- [78] 乌尔里希·贝克. 世界风险社会[M]. 南京: 南京大学出版社, 20004.
- [79] Beesley K B, Ramsey D. Agricultural Land Preservation[J]. International Encyclopedia of Human Geography, 2009, 25(6): 65-69.
- [80] Wu Fulong, Christopher J W. Simulation of natural land use zoning under free[J]. Environment and Urban Systems, 1998, 22(3): 241-256.
- [81] Kuhlmann. A Introduetion to safety seience[M]. NewYork: spronger verlegheie, 1986.
- [82] 边淑娟, 黄民生, 李娟, 等. 基于能值生态足迹理论的福建省农业废弃物再利用方式评估[J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2678-2686.
- [83] 陈百明. 中国土地利用与生态特征区划[M]. 北京: 气象出版社, 2003.
- [84] 程漱兰, 陈焱. 高度重视国家生态安全战略[J]. 生态经济, 1999, 5(1): 9-11.
- [85] 俞艳, 何建华. 基于生态为适宜度的土地生态经济适宜性评价[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 124-128.
- [86] 张林波, 李伟涛, 王维, 等. 基于 GIS 的城市最小生态用地空间分析模型研究——以深圳市为例[J]. 自然资源学报, 2008, 23(1): 69-78.
- [87] 崔书红. 沙尘暴雪暴频频来袭, 我国生态安全危机四伏 [M]. <http://www.news.sohu.com/20010209/file/0936,004,100234.html>.
- [88] 游和远, 吴次芳, 林宁, 等. 基于数据包络分析的土地利用生态效率评价[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 309-316.
- [89] 赵松乔, 陈传康, 牛文元. 近三十年来我国综合自然地理学的进展[J]. 地理学报, 1979, 34(3): 187-199.
- [90] 曲格平. 关注生态安全之一: 生态环境问题已经成为国家安全的热门话题[J]. 环境保护, 2002, 5(1): 3-5.
- [91] 吕文利, 刘玲, 翟皿琪. 基于 PSR 模型的杭州市生态安全评价[J]. 安徽师范大学学报:自然科学版, 2013, 36(5): 489-492.
- [92] 徐海根. 自然保护区生态安全设计的理论与方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000.
- [93] 邹长新, 沈渭寿. 生态安全研究进展[J]. 农村生态环境, 2003, 19(1): 56-59.
- [94] 肖笃宁. 干旱区生态安全研究的意义与方法[M]. 北京: 气象出版社, 2002.
- [95] 肖笃宁, 陈文波, 郭福良. 论生态安全的基本概念和研究内容[J]. 应用生态学报, 2002, 13(3): 354-358.
- [96] 张利, 陈亚恒, 门明新, 等. 基于 GIS 的区域生态连接度评价方法及应用[J]. 农业工程学报, 2014, 30(8): 218-226.
- [97] 许熙巍. 生态安全目标导向下天津市中心城区用地优化研究[D]; 天津大学, 2010.
- [98] 余健, 房莉, 仓定帮, 等. 熵权模糊物元模型在土地生态安全评价中的应[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 260-266.
- [99] 刘雪华, 程迁, 刘琳, 等. 中国环境科学学会学术年会议论文, 2010.
- [100] 宋戈, 王越, 雷国平. 松嫩高平原黑土区耕地资源安全的驱动机制分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(24): 241-248.
- [101] 杜能. 孤立国同农业和国民经济的关系[M]. 北京: 商务印书馆, 1986.
- [102] Dyson J S. Eeological safety of parequa twith Particular reference to soil[J]. Planter, 1997, 73(5): 45-50.

- [103] Samersov V., Treggshko L. Power consumption of system of plant protection as criterion of their ecological safety[J]. Archives of Phytopathology and plant protection, 1998, 31(4): 78-81.
- [104] Collins M G, Steiner F R, Rushman M J. Land use suitability analysis in the United States: Historical development and promising technological achievements[J]. Environmental Management, 2001, 28(5): 611-621.
- [105] 阿尔弗雷德韦伯. 工业区位论[M]. 上海: 商务印书局, 1909.
- [106] Bohle, Hans Georg. Vulnerability and criticality[J]. Perspectives from Social Geography, 2001, 7(1): 3-5.
- [107] Ullman Richard H. Redefining Security[J]. International Security, 1983, 8(1): 129-134.
- [108] Noaon S B, Rodier D J. A Framework For Ecological Risk Assessment at the EPA[J]. Environ Toxic Chemi, 1992, 11(1663-1672).
- [109] 埃比尼泽·霍华德. 明天的花园城市[M]. 上海: 商务印书局, 1898.
- [110] Roe E, Vaneeten M, Threshold. Based Resource Management: A Framework for Comprehensive Ecosystem Management[J]. Environmental Management, 2001, 27(2): 195-214.
- [111] Patricia MM. Ecological security & the UN system: past present and future[M]. 1998.
- [112] 郎文聚, 范金梅. 我国土地利用分区研究进展[J]. 资源与产业, 2008, 12(2): 13-18.
- [113] 王建英, 李江风, 张丽琴, 等. 基于生物多样性保护的土地利用结构预测[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4): 221-226.
- [114] 钟祥浩, 刘淑珍, 王小丹, 等. 西藏高原生态安全研究[J]. 山地学报, 2010, 28(1): 1-10.
- [115] 刘铤, 康慕谊, 吕乐婷. 海南岛海岸带土地生态安全评价[J]. 中国土地科学, 2013, 27(8): 75-80.
- [116] 徐健, 周寅康, 金晓斌, 等. 基于生态保护对土地利用分类系统未利用地的探讨[J]. 资源科学, 2007, 29(2): 137-141.
- [117] 高珊, 黄贤金. 基于 PSR 框架的 1953-2008 年中国生态建设成效评价[J]. 自然资源学报, 2010, 25(2): 342-350.
- [118] 王千, 金晓斌, 周寅康, 等. 河北省耕地生态经济系统能值指标空间分布差异及其动因[J]. 生态学报, 2011, 31(1): 247-256.
- [119] 吴次芳. 土地资源安全研究的理论与方法[M]. 北京: 气象出版社, 2004.
- [120] 安佑杰, 尹占娥, 殷杰, 等. 上海城市土地利用变化及生态风险研究[J]. 地域研究与开发, 2011, 30(1): 130-134.
- [121] 陈爽, 刘云霞, 彭立华. 城市生态空间演变规律及调控机制——以南京市为例[J]. 生态学报, 2008, 28(5): 2270-2278.
- [122] 陈昌笃. 论地生态学[J]. 生态学报, 1986, 6(4): 289-294.
- [123] 竺可桢. 中国气候区域论 [M]. 泛太平洋学术会议. 1931.
- [124] 吴次芳, 徐保根. 土地生态学[M]. 北京: 中国大地出版社, 2003.
- [125] 任志远, 张艳芳, 李晶, 等. 土地利用变化与生态安全评价[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [126] 吴传均, 郭焕成. 中国土地利用[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [127] 兰秀美, 梁志广. 上思县林地功能各功能分区的保护利用方向与措施[J]. 林业调查规划, 20004, 37(4): 95-98.
- [128] 周金星, 魏远漆, 良华, 等. 基于 ISODATA 法的三峡库区生态区划[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(3): 446-450.
- [129] 韩书成, 濮励杰. 土地利用分区内容及与其他区划的关系[J]. 国土资源科技管理, 2008, 25(3): 11-16.
- [130] 李纪宏, 刘雪华. 基于最小费用距离模型的自然保护区功能分区[J]. 自然资源学报, 2006,

- 8(2): 217-224.
- [131] 蒙莉娜, 郑新奇, 赵璐, 等. 基于生态位适宜度模型的土地利用功能分区[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 282-287.
- [132] 谢高地, 鲁春霞, 甄林, 等. 区域空间功能分区的目标、进展与方法[J]. 地理研究, 2009, 28(3): 561-570.
- [133] 罗翀, 周志翔, 王鹏程, 等. 三峡库区生态功能区划研究[J]. 人民长江, 2010, 41(7): 27-31.
- [134] 裴欢, 魏勇, 王晓妍, 等. 耕地景观生态安全评价方法及其应用[J]. 农业工程学报, 2014, 30(9): 212-249.
- [135] 宋晓龙, 李晓文, 白军红, 等. 黄河三角洲国家级自然保护区生态敏感性评价[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4836-4846.
- [136] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国生态环境敏感性及其区域差异规律研究[J]. 生态学报, 2000, 20(1): 9-12.
- [137] Costanza R. . The Value of Ecosystem Services[J]. Ecological Economics, 1998, 25(1-2).
- [138] 李茂祥, 廖和平. 基于生态理论视角的三峡库区规划评价研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(11): 181-188.
- [139] 曲福田, 赵海霞, 朱德明. 江苏省土地生态安全问题及对策研究[J]. 环境保护, 2005, 2(1): 57-59.
- [140] 俞孔坚, 乔青, 李迪华. 基于景观安全格局分析的生态用地研究——以北京市东三乡为例[J]. 应用生态学报, 2009, 20(8): 1932-1939.

致谢

岁月如梭，如歌。转眼间，三年的研究生求学生活即将结束，也是我在西南大学的第七年学习的结束，站在毕业的门槛上，回首往昔，奋斗和辛劳成为丝丝的记忆，甜美与欢笑也都尘埃落定。西南大学以其优良的学习风气、严谨的科研氛围教我求学，以其博大包容的情怀胸襟、浪漫充实的校园生活育我成人。值此毕业论文完成之际，我谨向所有关心、爱护、帮助我的人们表示最诚挚的感谢与最美好的祝愿。

首先衷心的感谢恩师廖和平教授，正是在恩师的引导下，我才顺利的进入研究生学习，三年来恩师渊博的专业知识，严谨的治学态度，精益求精的工作作风，诲人不倦的高尚师德，朴实无华、平易近人的人格魅力对我影响深远。恩师不仅授我以文，而且教我做人，虽历时三载，却赋予我终生受益无穷之道。本论文是在恩师的悉心指导之下完成的。从选题到完成，几易其稿，倾注了她大量的心血，在此我向我的恩师廖和平教授表示深切的谢意与祝福！

感谢李国胜老师、马泽忠老师、周启刚老师、王孝德老师、邵景安老师、熊晓山老师、骆东奇老师，谢谢你们从开题到答辩以来，对我不断的引导、帮助和建议，才让我能够顺利的完成本篇论文。感谢国土资源研究所的学友杨伟、朱琳、李涛、潘卓、张甜、赵振洋、刘明、魏中龙、杨岚杰、褚远恒、罗锦泽、杨俊、时仅、雷滢滢、王静怡、李健楠，感谢我的同窗学友陈天才、李靖、庄伟、tom，感谢你们在科研过程中给我以许多鼓励和帮助，同时还要感谢我的同学胡菡，谢谢你给我的支持。回想整个论文的写作过程，虽有不不易，却让我除却浮躁，经历了思考和启示，也更加深切地体会了学术的精髓和意义，因此倍感珍惜。

感谢父母在我求学生涯中给与我无微不至的关怀和照顾，一如既往地支持我、鼓励我，让我最终完成学业。

最后对所有未提及到但对本论文顺利完成的朋友表示感谢！

李茂祥

2015年4月于西南大学