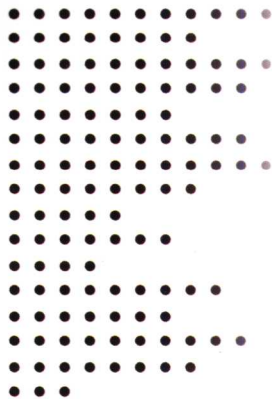
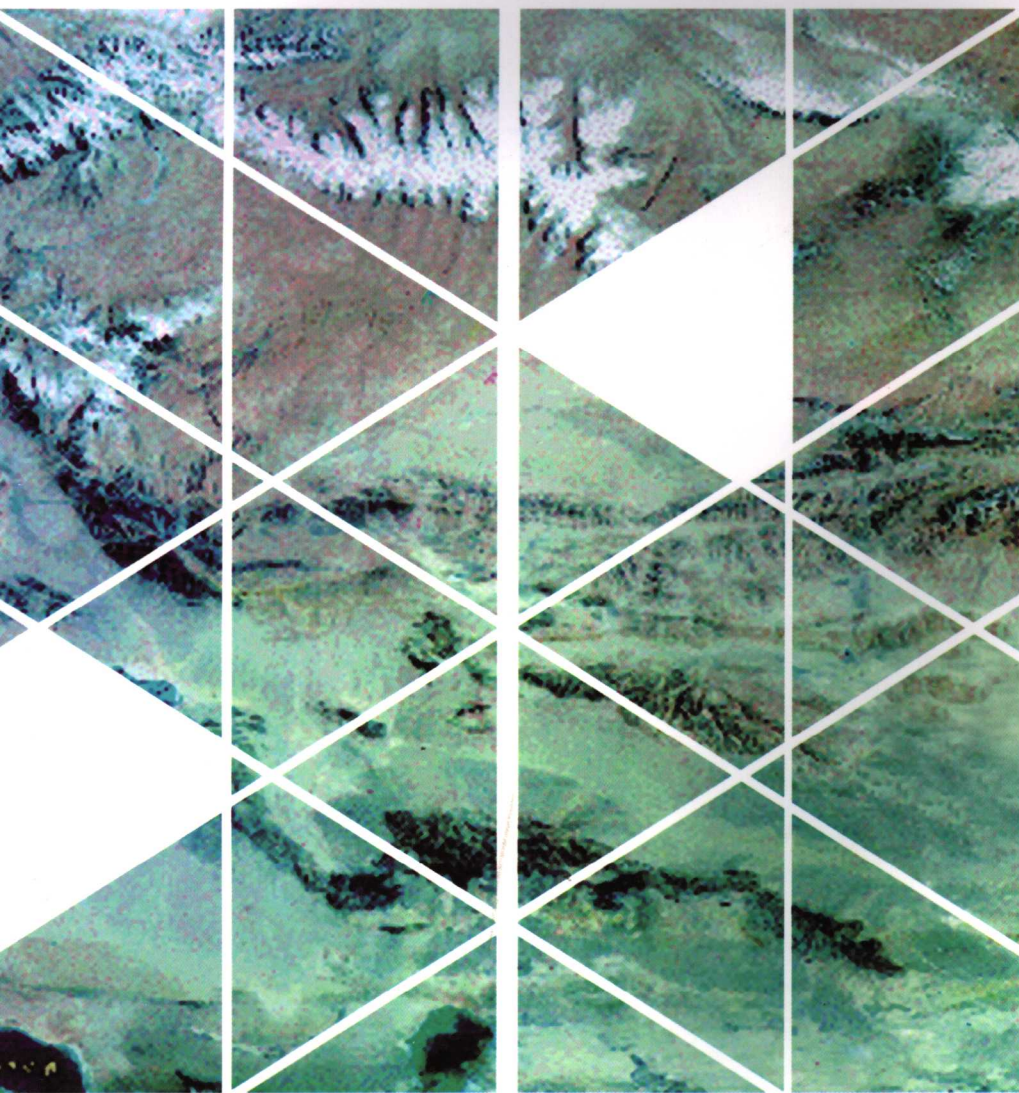




◎ 谭克龙 高会军 等 编著



中国半干旱生态脆弱带 遥感理论与实践



 科学出版社
www.sciencep.com

中国半干旱生态脆弱带 遥感理论与实践

谭克龙 高会军 等 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以我国半干旱地区为研究对象,从区域、重点区和典型区三个层面,按三种不同比例尺,以系统生态综合研究为主线,运用3S理论和技术手段,结合野外实际调查与综合分析,进行生态因子选择与分类、遥感信息源选择、生态专题信息提取和空间分析,对区域生态系统作了系统研究;划分出不同的生态区和亚区,建立数学模型,综合、定量地评价出生态质量的优、中、劣,对各区存在的生态问题提出了保护和治理对策;有针对性地对重点区和典型区的生态因子特征、存在问题和动态演替规律作了深入探讨。

本书可供生态、环境、地理、农业、林业、牧业、水土保持、土地利用、治沙、地质、遥感等方面的研究人员和技术人员、管理人员以及有关高等院校师生阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国半干旱生态脆弱带遥感理论与实践/谭克龙等编著. —北京:科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-017415-4

I. 中… II. 谭… III. 遥感技术-应用-干旱区-生态与环境-研究-中国 IV. X321.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 061742 号

责任编辑:朱海燕 罗吉 李久进 / 责任校对:宋玲玲

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年3月第一版 开本:787×1092 1/16

2007年3月第一次印刷 印张:14 3/4 插页:6

印数:1—2 500 字数:278 000

定价:45.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

《中国半干旱生态脆弱带遥感理论与实践》

编写人员名单

顾 问：任志远 孙海鹰 刘胤汉
景贵飞

编写人员：谭克龙 高会军 卢中正
周日平 邱少鹏 王晓峰
张光超 李团胜

序

区域的协调、可持续发展,是落实科学发展观、统筹循环经济、改变生产增长方式、构建节约型社会的重要组成部分。实施西部大开发,坚持退耕还林还草政策,加强生态修复能力建设和环境综合治理,又是我国“十一五”规划的战略重点之一。谭克龙教授的这部专著,是他在半干旱生态脆弱地区多年实践的经验总结,是精炼升华的理论和方法。研究区涉及72万 km^2 ,这是我国黄土堆积最厚,风蚀、水蚀强烈,水土流失最严重,防风固沙、淤坝蓄水、封山造林工程最密集的地区。书中反映了20世纪70~90年代生态与环境的历史演化和变迁。该书所总结的生态遥感监测与质量评价的经验,对于加深认识我国半干旱气候下,广袤的荒漠、半荒漠景观,极其复杂、脆弱而且难以修复的演替过程具有普遍意义。其中介绍的遥感动态监测、定量指标构建、数学模型设计、生态功能区划、生态质量定量评价等理论和方法,为相关研究者提供了十分宝贵的经验,借助它可以加深对生态全面、系统的理解。全书图文并茂、内容翔实、综合性强,从遥感信息深度开发与综合利用的角度来看,该书也是知识集成创新的成功范例。

20世纪,在西部大开发战略的指引下,遥感技术应用于自然资源勘测与环境调查,曾经取得了多方面的成就。例如,西北五省(自治区)的国土普查,黄金、煤炭、油气田、铀矿、稀土金属、钾盐、硼砂等矿产资源勘察,黄河、黑河、塔里木河、额尔齐斯河、伊犁河等流域的水资源、土壤普查和土地利用制图都进行过大规模的科学考察。围绕铁路、油气管道、风力发电等工程地质的基础条件,煤火自燃、滑坡、泥石流、地震、水土流失、飞蝗迁移等自然灾害及其预警防治方案,也曾布置了大量地图测绘、遥感监测和定位台站对其进行观测和分析。在前人的大量数据积累和研究成果的基础上,卫星与航空遥感并举,地球定位系统与地理信息系统集成,我国西部的生态监测与环境评估,逐步形成了全新的理念,达到了先进的技术水平。

我国西部半干旱地区,对于运用遥感监测技术具备许多特殊的有利条件:荒漠与半荒漠景观植被比较稀疏,构造或沉积地貌单元粗放,裸露面积广,人口密度低,绿洲分布,森林垂直带明显。全年少雨或暴雨,晴空无云天气多,日照丰富,气温高,光学影像对比强烈。微波雷达干涉纹理也格外清晰,并对干砂有一定穿透深度。天时地利,遥感应用大有作为,前途无限宽阔。

进入21世纪,在中长期科学技术规划的引导下,我国对西部地区生态与环境问题调查研究的战略需求将更加迫切,对遥感监测与评估的技术要求更高。首先,将由全

面普查转移到局部详查阶段，必将同时启用卫星与航空两级平台，利用国内外两种信息资源；其次，在绿洲、城市及交通沿线地带、国家自然保护区，亟须建立全面服务于工程设计、规划与管理的数字化网络信息平台；再次，由地表深入到地下深部，由目视解译、精细填图，进入到三维数字虚拟和模型预测。

这部专著承前启后，推陈出新，能引导读者从生态功能区划、生态质量评价入手，深入到应急预案和修复工程的规划和实施中，循序渐进，很有推广应用意义和理论、方法上的参考和借鉴价值。

中国科学院院士

陈述彭

2006年植树节

前 言

区域生态质量是区域社会经济可持续发展的核心和基础，研究区域生态质量及其演变，有助于制定区域经济发展计划，实现区域科学发展。区域生态是人与自然、环境交互作用的集中体现，受到自然因素和人文因素的共同影响。

西北干旱、半干旱地区是我国生态最脆弱的地区之一，该地区生态的好坏直接影响到我国的生态安全，并将严重制约我国社会经济的可持续发展。该地区幅员辽阔，地质、地貌、气候、土壤、植被等自然条件因素错综复杂，但是资源却极其丰富，有着后发的潜在优势。古丝绸之路和现代新亚欧大陆桥从本地区的中部穿过，在过去和现在都给这里的社会经济发展带来了机遇。现代重要的工农业生产基地正在逐渐形成，这里有全国最大的煤炭开采和深加工基地、天然气和水能开发基地、钢铁工业基地、有色金属工业基地、奶业基地、重要的能源战略接替基地、最有潜力的果、粮、畜产品深加工基地，向西开放的前沿阵地和丰富多彩的生态旅游基地等，显示出该地区在我国社会经济发展过程中所具有的独特而重要的作用。

该区域自然灾害众多，干旱、洪涝、大风、霜冻、冰雹、沙尘暴等自然灾害频繁出现，在脆弱的自然环境背景下，随着全球气候变暖，人口的增加，以及国民经济的发展，一些地区的生态与环境趋向恶化。特别是1978年改革开放以来，这里的资源开发和交通建设力度加大，工业化和城市化速度加快，但却忽略了对环境的保护和治理，人口、资源与环境的矛盾日益突出，一些生态脆弱地带产生或加剧了以水土流失、沙质荒漠化、草原退化、土壤盐渍化、水资源短缺等为代表的一系列生态与环境问题，严重影响了该区域的可持续发展。自20世纪90年代以来，黄河径流量已经减少了20%，在1972~1998年，黄河有22个年份发生断流，其中1997年断流时间最长达260天，长度704km；刘家峡大坝库区沿岸，由于植被稀疏，水土流失极其严重，大坝库区淤积加剧，库容严重萎缩，30余年来库容骤减了10亿 m^3 ；在陕晋交界的黄河峡谷，水土流失更加严重，河水混浊不堪，这一区域进入黄河的泥沙达到整个黄河泥沙量的4/5，但汇入黄河的水量却只有黄河水量的1/3。黄河上中游地区生态恶化，生物多样性丧失，黄河水量减少，泥沙含量增大，还将对中华文化、民族心理、社会经济产生不可估量的影响。通过高消耗追求经济数量增长和“先污染，后治理”的传统发展模式已经不再适应当今和未来发展的需要，必须寻求一条人口、资源、经济、社会和环境相互协调，既能满足当代人的需求而又不对满足后代人需求的能力构成威胁的模式，有效途径就是发展循环经济，实现经济发展与环境协调，把生态保护提高

到与经济发展同样重要的位置上。因此,开展对该地区生态的调查研究,为中央和各级地方政府提供生态与环境规划、建设、决策、管理的科学依据和动态监测信息,对区域生态建设及可持续发展有着特别重要的现实意义。

为了把人类对生态系统的干扰控制在合理的范围内,对生态的承载力要进行科学的测算,确定哪些不能扰动,哪些可以适度接近,哪些可以零距离接触。笔者近几年在原煤炭工业部 I 类项目“黄河上中游地区生态环境遥感调查”(煤规字 1999 第 185 号)、国家重大基础研究前期研究专项项目“干旱、半干旱地区的环境动力机制重大基础理论研究”(项目号:2003CCC01500)、国家自然科学基金项目“西部脆弱地区土地利用变化与生态安全定量分析”(项目号:40371003)等项目资助下,选择我国生态相当复杂、脆弱,而恢复难度又大的黄河上中游半干旱地区 72 万 km² 范围,运用 3S 理论和技术,从全区域、重点区和典型区三个层面上,对区域生态系统、主要生态问题、生态区划、生态质量定量评价、生态演替过程进行了全面、系统的遥感研究和实践,本书是在以上研究基础上撰写而成的。

全书共分五篇。第一篇主要介绍了目前国内外生态评价研究进展、发展趋势以及研究区生态背景和研究现状;第二篇主要论述了生态遥感的理论和方法;第三篇论述了研究区主要生态问题的遥感研究和实践;第四篇论述了生态分区、生态质量的定量评价和保护、治理对策;第五篇对重点区和典型区的生态因子特征、存在问题和动态演替规律进行了研究和深入探讨。全书主要由谭克龙、高会军撰写。参加编写的还有:卢中正、周日平、邱少鹏、王晓峰、张光超、李团胜。由谭克龙统稿、定稿、修订后成书。

在本书出版之际,谨向支持我们研究工作的原煤炭工业部领导、中国煤炭地质总局及中国煤炭地质总局航测遥感局的领导,陕西师范大学旅游与环境学院领导,以及范维唐院士,安芷生院士,任志远、孙海鹰、刘胤汉、马乃喜、康高峰、甘枝茂、李旭祥、司全印、高健翎、张延安、王桂梁、张大顺、杨勤科等教授的指导和帮助表示衷心感谢。书中不当之处在所难免,诚望读者指正。

作者

2006年6月

目 录

序
前言

第一篇 绪 论

第 1 章 研究进展	3
1.1 国内外生态评价进展与发展趋势	4
1.1.1 国内外生态评价进展	4
1.1.2 生态评价内容	5
1.1.3 区域生态评价研究方法进展	6
1.1.4 生态评价的发展趋势	8
1.2 研究区研究进展	9
1.2.1 研究概况	9
1.2.2 已有的主要研究成果	10
第 2 章 生态概况	14
2.1 区位与交通	14
2.1.1 区位	14
2.1.2 交通网络	14
2.2 自然条件	15
2.2.1 地貌	15
2.2.2 地质	16
2.2.3 气候	18
2.2.4 水资源	21
2.2.5 土壤	23
2.2.6 植被	23
2.3 社会经济	27
2.3.1 自然资源	27
2.3.2 社会经济	28
2.4 主要生态问题	29
2.4.1 水土流失	29
2.4.2 沙质荒漠化	29
2.4.3 土壤次生盐渍化	30

2.4.4	旱涝灾害	30
2.4.5	其他生态问题	31
第二篇 生态遥感技术理论基础		
第3章	生态因子的选取及分类系统	35
3.1	生态因子选取	35
3.1.1	选取原则	35
3.1.2	选取的生态因子	35
3.2	生态因子分类系统	37
3.2.1	水土流失分类系统	37
3.2.2	沙质荒漠化土地分类系统	38
3.2.3	土壤盐渍化分类系统	38
3.2.4	植被覆盖度分类系统	39
3.2.5	土地利用分类系统	39
3.2.6	生态地质背景分类	40
第4章	遥感信息源选取、处理与数字地理底图编制	41
4.1	遥感信息源选取	42
4.1.1	选取原则	42
4.1.2	类型选取	42
4.1.3	时相选择	43
4.1.4	时段确定	43
4.1.5	图像选用	43
4.2	数字地理底图编制	44
4.2.1	技术要求	44
4.2.2	数字化采集	45
4.2.3	地理底图产品	46
4.3	遥感图像处理	46
4.3.1	图像质量	46
4.3.2	图像处理	46
4.3.3	遥感图像产品	52
第5章	生态信息提取与综合分析	53
5.1	生态信息提取	53
5.1.1	解译标志建立与初步解译	53
5.1.2	野外调查与验证	53
5.1.3	专题图件编制及面积量算	55
5.2	信息综合分析	55
5.2.1	现状分析与成因分析	55

5.2.2	生态因子遥感动态分析	56
5.2.3	生态质量综合评价分析	58
第三篇 区域生态遥感实践研究		
第6章	水土流失	63
6.1	水土流失类型与强度判定	63
6.1.1	水土流失类型的确定	63
6.1.2	水土流失强度的判定	63
6.2	水土流失现状	65
6.2.1	水力土壤侵蚀	65
6.2.2	风力土壤侵蚀	69
6.2.3	冻融土壤侵蚀	71
6.3	主要粗泥沙来源区遥感分析	73
6.3.1	岗纳格玛错黄河干流区	73
6.3.2	玛曲黄河干流区	74
6.3.3	共和盆地黄河干流区	74
6.3.4	沙坡头至磴口黄河干流区	74
6.3.5	鄂尔多斯高原周缘覆沙丘陵区	74
6.3.6	鄂尔多斯东北部土石丘陵区	75
6.3.7	黄土高原北部砂黄土区	76
6.4	水土流失治理	76
6.4.1	成效	76
6.4.2	存在问题	77
第7章	沙质荒漠化	78
7.1	沙质荒漠化土地类型遥感特征	78
7.2	沙质荒漠化现状	79
7.2.1	沙质荒漠化土地分布	79
7.2.2	沙质荒漠化程度	80
7.3	沙质荒漠化分区及特点	80
7.3.1	青藏高原区	81
7.3.2	鄂尔多斯盆地周缘区	85
7.3.3	鄂尔多斯盆地	89
第8章	土壤盐渍化	97
8.1	土壤盐渍化类型遥感特征	97
8.2	土壤盐渍化现状	97
8.3	土壤盐渍化发展趋势	98
8.4	盐渍化土壤类型与分布	99

8.5	土壤盐渍化成因及其防治与改良	102
8.5.1	土壤盐渍化的成因	102
8.5.2	土壤盐渍化的防治与改良	104
8.5.3	存在问题与对策	106
第9章	植被覆盖度	107
9.1	植被覆盖度遥感特征	107
9.2	植被覆盖度现状	107
9.2.1	植被覆盖度	107
9.2.2	植被分区	108

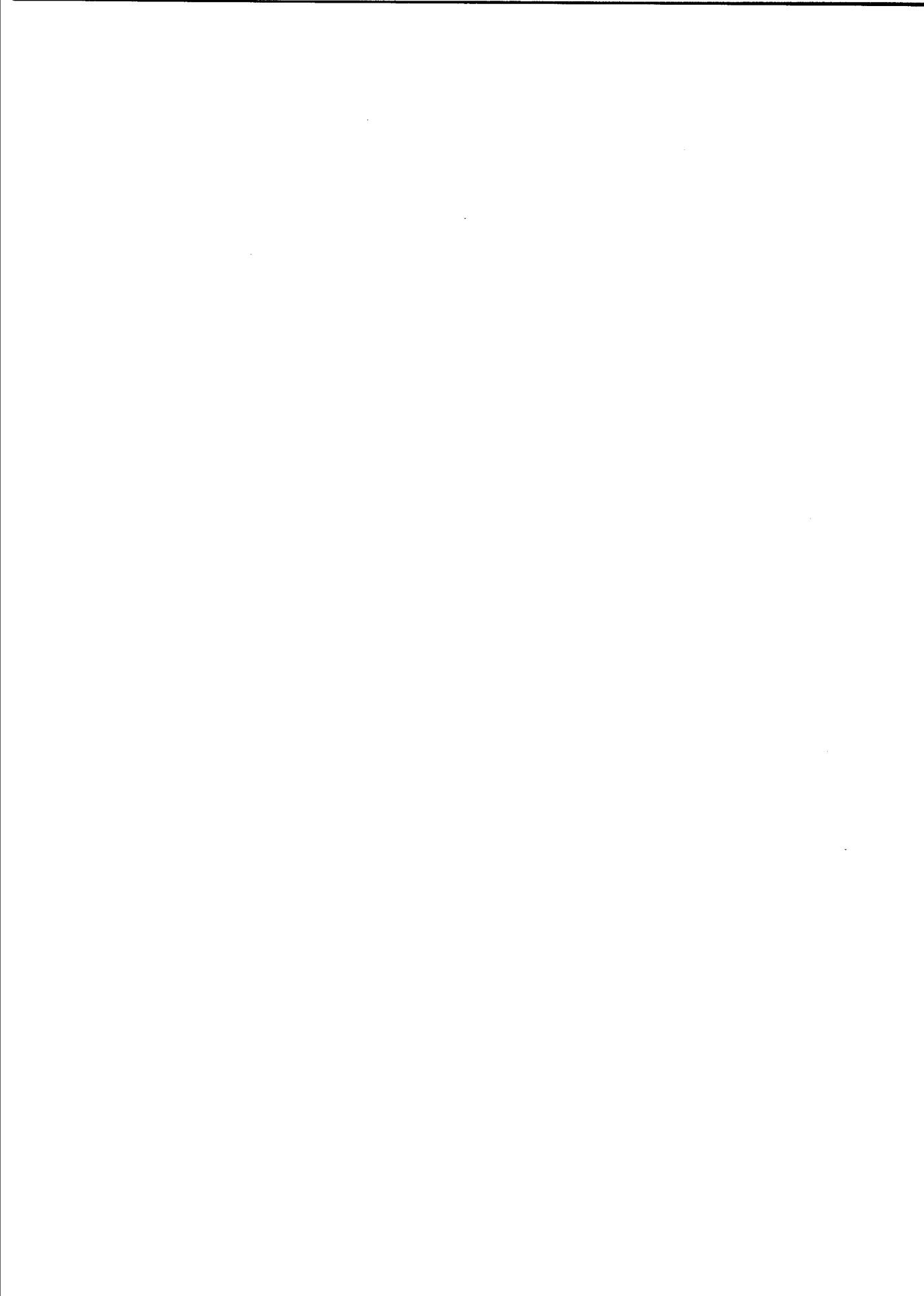
第四篇 生态分区、综合评价与治理

第10章	生态分区	123
10.1	目标与原则	123
10.1.1	分区目标	124
10.1.2	分区原则	124
10.2	生态分区	126
10.2.1	分区指标	126
10.2.2	分区结果	126
第11章	生态质量综合评价	128
11.1	评价指标选取与标准化	128
11.1.1	评价指标的选取原则	128
11.1.2	评价指标的确定	128
11.1.3	评价指标信息的获取	129
11.1.4	评价指标信息的标准化	129
11.2	权重的确定	131
11.2.1	专家知识库判定法	131
11.2.2	层次分析法	131
11.3	评价结果	135
11.4	生态区生态质量评述	135
11.4.1	黄土高原生态区	135
11.4.2	鄂尔多斯高原-河套平原生态区	145
11.4.3	青藏高原东北部生态区	152
第12章	生态治理对策	157
12.1	青藏高原东北部生态区	157
12.2	黄土高原生态区	158
12.3	鄂尔多斯高原-河套平原生态区	159

第五篇 重点及典型地区生态特征与动态变化遥感研究

第 13 章 重点地区生态遥感研究	165
13.1 区域概况	165
13.1.1 位置及交通	165
13.1.2 自然地理	165
13.1.3 社会经济	168
13.2 沙质荒漠化成因与动态变化分析	168
13.2.1 成因分析	168
13.2.2 沙质荒漠化现状和危害	178
13.2.3 沙质荒漠化遥感动态变化分析	182
13.3 水土流失现状与动态变化分析	190
13.3.1 水土流失发生、发展条件	190
13.3.2 水土流失类型与强度遥感特征	196
13.3.3 水土流失现状	197
13.3.4 水土流失遥感动态变化分析	199
13.4 植被覆盖度现状与动态变化分析	203
13.4.1 植被覆盖度遥感特征	203
13.4.2 植被覆盖度现状	204
13.4.3 植被覆盖度动态变化分析	207
第 14 章 典型区主要生态因子研究	210
14.1 1:5 万老高川幅水土流失遥感分析	210
14.1.1 概况	210
14.1.2 水土流失现状遥感分析	210
14.2 1:5 万镇罗堡幅土壤盐渍化遥感分析	213
14.2.1 概况	213
14.2.2 盐渍化土地类型遥感特征	214
14.2.3 土壤盐渍化现状	214
14.2.4 盐渍化土壤类型与分布	216
主要参考文献	217
图版	

第一篇 绪 论



第1章 研究进展

德国生物学家海克尔最早在 1886 年提出“生态”这一概念是用来描述有机体与环境之间的关系 (Robert, 1992)。如今生态通常是指与人类密切相关的、影响人类生活和生产活动的场所, 它一方面是人类生存和发展的主要物质来源, 另一方面, 又承受着人类活动产生的废弃物和各种作用结果。良好的生态是人类发展的重要前提, 同时也是人类赖以生存、社会得以安定的基本条件。

生态是由生物群落及非生物自然因素组成的各种生态系统所构成的整体, 主要或完全由自然因素形成, 并间接地、潜在地、长远地对人类的生存和发展产生影响。生态的破坏, 最终会导致人类生活环境的恶化。18 世纪以来的现代工业文明为人类社会的发展创造了前所未有的物质财富, 但在这 200 余年的历史进程中, 由于人类一直把自己视为自然的主人, 陶醉于对自然的征服之中, 因此对自然环境进行了前所未有的破坏, 导致了人与自然环境关系的恶化。特别是 20 世纪 50 年代以来, 随着经济的发展和工业化进程的加快, 环境污染与生态破坏日益严重, 温室效应、臭氧层破坏、酸雨区扩展、自然资源短缺、水土流失、土壤沙化、草地退化、洪涝灾害、水污染、大气污染等一系列环境问题, 以及发达国家不断出现的环境公害事件, 使我们生存的地球面临着越来越严峻的生态、环境问题的挑战与威胁, 成为地球环境与人类社会可持续发展的严重障碍。为了解决这些问题, 人类需要更深入地理解生态系统结构、功能和过程, 因而逐步在不同尺度范围内开展了生态评价研究。由于生态问题具有一定的区域性, 因此基于地域分异规律的生态分区评价就成为当前生态研究的重要内容和研究热点之一。

生态评价是对生态优劣的定量描述和评定, 其目的是准确反映生态质量和污染状况, 找出当前的主要环境问题, 为有针对性地采取措施, 制订生态与环境规划和有关管理、防治对策提供科学依据。目前生态评价工作主要有针对不同生态问题进行的生态评价, 如生态系统的脆弱性与稳定性、生物多样性、水土流失、荒漠化、生物入侵等; 有针对性生态类型进行的生态评价, 如城市生态系统评价、农田生态系统评价、森林生态系统评价、草地生态系统评价、沼泽生态系统评价、荒漠生态系统评价、河口以及江河源区生态评价等。在研究尺度上, 可分为景观尺度、区域尺度、国家尺度以及全球尺度的生态评价; 在评价方法上, 有定性评价、定量评价、定性和定量相结合的生态评价。常用的生态评价方法有指数法、景观生态学法、生态综合评价法、生物生产力评价法等。生态评价是目前国际上全球变化研究的热点之一。

1.1 国内外生态评价进展与发展趋势

1.1.1 国内外生态评价进展

1. 国外生态评价进展

西方国家在享受工业革命带来的物质文明的同时,也感受到了生态对其生存发展的瓶颈制约作用,于是引起了人们对生态的广泛关注,尤其是随着环境问题的日益严重,如以八大公害事件为代表的生态问题的出现,使生态环境备受重视。国外生态质量评价工作始于20世纪60年代,70年代蓬勃发展。一些组织或专门成立的生态研究机构,如世界银行(WB)、联合国粮农组织(FAO)、联合国开发计划署(UNDP)、联合国环境规划署(UNEP)等,相继组织开展了一系列生态评价工作。影响比较大的有美国科学院的长期生态研究网络项目(LTER),美国国家环境保护局90年代初开展的环境监测和评价项目(EMAP),以后该项目又发展成州域和小流域环境监测和评价项目(P-EMAP)。

评价理论的发展包括以可持续发展为目标的生态评价和基于景观生态学的生态评价两方面。在以可持续发展为目标的生态评价方面,影响较大的有希伯来大学提出的人类活动强度指数,联合国开发计划署创立的人文发展指数,Daly和Cobb建立的调节国民经济模型,牛文元 and 美国的约纳森及阿拉伯杜拉建立的可持续发展模型,世界银行制定的可持续发展新指标等。基于景观生态学的生态评价是应用景观生态学的理论与方法,从生态系统的结构、功能和动态变化进行评价。比较典型的有Forman等(1986)提出的最优景观的最佳形状概念,邬建国(1996)提出的生态学范式和等级斑块范式,另外,Solon(1995)对生态系统的稳定性进行了详细的研究。

在评价技术方法方面,景观生态学和遥感(RS)、地理信息系统(GIS)等方法、技术被广泛应用于区域生态评级研究中。Lathrop(1998)应用景观生态学理论和GIS技术从生态保护和开发利用协调发展的角度对生态敏感性进行了评估。Lee等(1999)指出景观质量与生态价值密切相关,并利用GIS技术和土地利用数据进行景观尺度的生态评价,评价结果可以满足管理政策制定的需要。Heggem等(2000)对特塞斯(Tensas)河流域进行了景观生态评价。

2. 国内生态评价进展

我国对生态的评价研究比西方国家起步晚,始于20世纪80年代初期。在初期阶段主要是学习国外的基本做法,针对生物群落的基本特点选择评价指标,进行生态评价,同时也对城市生态系统进行生态评价。90年代初期、中期,进入基本理论、方法