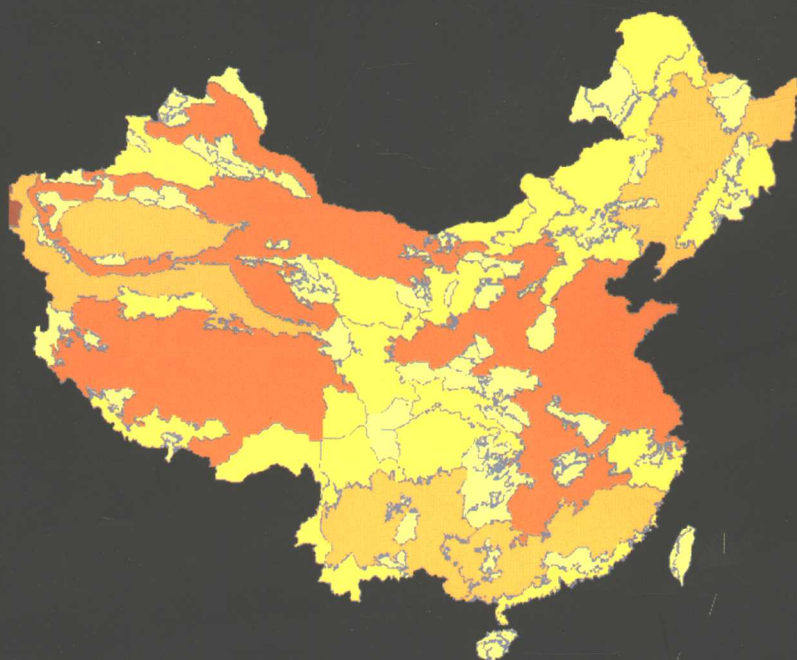


基于遥感的宏观生态 监控技术研究

王桥 王文杰 编著



JIYU YAOGAN DE
HONGGUAN SHENGTAI
JIANKONG JISHU
YANJIU

中国环境科学出版社

基于遥感的宏观生态 监控技术研究

王 桥 王文杰 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

基于遥感的宏观生态监控技术研究/王桥, 王文杰编
著. —北京: 中国环境科学出版社, 2006.7

ISBN 7-80209-345-7

I. 基… II. ①王… ②王… III. 遥感技术-应用-土地分类 IV. F301

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 071358 号

责任编辑 周 煜 马琦杰

责任校对 扣志红

封面设计 耀午书装

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2006 年 9 月第一版
印 次 2006 年 9 月第一次印刷
印 数 1—2000
开 本 787×1092 1/16
印 张 14
字 数 316 千字
定 价 38.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

编写人员：王 桥 王文杰 罗海江 张 峰

申文明 刘晓曼 王昌佐 吴传庆

熊文成 魏 斌 何立明 历 青

孙中平 杨一鹏 李瑞改 龙江华

目 录

第一章 绪 论	1
第二章 土地生态分类方案	5
1 介绍	5
2 国内外土地生态分类研究现状	7
2.1 美国 USGS (ANDERSON) 分类法	7
2.2 欧盟 CORINE 土地利用/土地覆盖分类法	7
2.3 FAO (联合国粮农组织) 土地生态分类法	8
2.4 LUCC 土地分类法	8
2.5 中国科学院分类法	8
2.6 国土资源部土地分类法	9
3 分类的必要性	9
3.1 生态分类方法的稀缺性决定了分类的必要性	9
3.2 挖掘环境卫星星座系统在环保领域的应用有十分迫切的需求	9
3.3 环保事业的发展需要相应的土地分类系统	10
4 分类的目的	10
5 土地生态分类的对象和原则	10
5.1 土地生态分类的对象	10
5.2 分类原则	10
6 土地生态类方案	12
第三章 土地生态分类分区技术	19
1 概述	19
2 分类分区的目的、原则和方法	20
2.1 分类分区目的	20
2.2 分类分区的原则	20
2.3 分类分区具体要求	20
2.4 分类分区的方法	21
3 分类分区的尺度	23
4 分类分区数据预处理	23
4.1 遥感数据预处理	23

4.2 气象数据	24
4.3 DEM 数据预处理	24
4.4 土壤区划数据处理	25
4.5 地貌分区	26
5 全国气候分区技术流程	28
6 生态分类分区	31
6.1 全国生态分类分区一级区划划分	31
6.2 生态分类二级区划划分	32
6.3 全国生态分类分区成果运行	33
7 分区结果验证	33
7.1 分类分区结果验证方法	33
7.2 全国生态分类分区一级区划结果验证	34
7.3 全国生态分类分区二级区划结果验证	36
8 生态分类分区三峡典型示范区	37
8.1 三峡库区自然地理特征分析	37
8.2 三峡库区典型示范区生态分类分区	41
第四章 土地生态分类遥感提取方法与生物物理参数反演	42
1 土地生态分类遥感提取方法研究	42
1.1 研究的提出	42
1.2 分类技术综述	42
1.3 基于遥感数据建立土地生态数据库的关键技术	46
1.4 决策树分类	49
1.5 面向对象分类方法	65
1.6 典型应用示范 (三峡库区)	76
2 基于遥感的生物物理参数反演研究	81
2.1 植被指数	81
2.2 叶面积指数 (LAI)	85
2.3 生物量 (NPP)	85
2.4 雷达估算森林生物量监测	97
2.5 土壤水分反演	99
3 GIS 支持下小流域非点源污染的监测研究方法 ——以 SWAT 模型在开县小江流域应用为例	106
3.1 国内外研究进展	108
3.2 SWAT 模型的原理	114
3.3 实例研究——SWAT 模型在开县小江流域非点源污染中的应用	118
第五章 基于遥感的三峡库区生态服务影响评价	124
1 概述	124

1.1 项目背景	124
1.2 研究现状	125
1.3 研究区范围	125
1.4 研究重点	126
1.5 研究目标	127
1.6 研究的理论基础	127
1.7 数据源	128
1.8 工作流程	129
2 三峡库区概况	130
2.1 三峡库区自然概况	130
2.2 社会环境概况	133
2.3 生态环境状况	133
3 库区城市化进程研究	141
3.1 城市化的历史基础及发展现状	141
3.2 城市化的发展特点	144
3.3 城市化水平现状评价指标体系	149
3.4 城市化水平现状评价的方法及标准	150
3.5 城市化现状的分析评价及其发展趋势预测	151
4 库区生态系统服务功能评价	162
4.1 库区的生态系统服务功能	162
4.2 库区生态系统服务功能评价指标体系	167
4.3 生态系统服务功能评价指标的计算	172
4.4 库区主要生态系统服务功能评价的方法及标准	172
4.5 库区生态系统服务功能评价结果分析	174
4.6 库区生态系统服务功能分区	181
5 库区城市化对主要生态系统服务功能的影响研究	185
5.1 库区城市化过程对库区景观格局的影响分析	185
5.2 库区城市化过程对生态系统产生和维持生物多样性功能的影响分析	187
5.3 库区城市化过程对生态系统水质/水量保持功能的影响分析	187
5.4 库区城市化过程对库区生态系统生产功能的影响分析	188
5.5 库区城市化过程对生态系统生态防护功能的影响分析	189
5.6 未来库区生态系统服务功能预测分析	189
6 对策分析	190
 第六章 基本成果与结论	 193
1 三级土地生态分类系统	193
2 土地生态分类分区的目的、原则和方法	193
3 基本结论	195
4 对策与建议	195

附 录	198
ANDERSON 分类法	198
欧盟 (CORINE) 土地分类系统	200
LUCC 土地分类系统	202
中国科学院土地利用/土地覆盖分类法	204
国土资源部土地分类系统	205
参考文献	207

第一章 绪论

2003 年 2 月,国防科工委、国家计委和财政部批复国家环保总局、中国国际减灾委员会与中国航天科技集团公司《关于建立灾害与环境监测预报小卫星星座的立项报告》(中减灾字[2000]02 号),批准环境与灾害监测预报小卫星星座的立项(科工计[2003]101 号)。该卫星星座的总体目标是通过建立由多颗遥感小卫星组成的星座,提高我国综合减灾和环境监测能力,实现大范围、全天候、全天时、动态的环境和灾害监测,保障国民经济和社会持续稳定发展。2003 年 5 月,国家环保总局正式成立总局环境卫星领导小组及领导小组办公室,负责环境卫星应用发展规划、地面系统建设等重大事项的组织与协调;成立国家环保总局环境卫星中心筹备办公室,负责环境卫星地面系统建设立项、环境遥感应用、环境卫星应用中心建设等具体业务工作的实施。至此,国家环保总局关于地面系统建设方案、环境卫星应用预研以及环境卫星中心建设相关工作在总局环境卫星领导小组及其办公室的组织、领导下,按照环境卫星发射日程表进度计划有条不紊地进行。

根据《国防科工委、国家计委、财政部关于批准环境与灾害监测预报小卫星星座立项的通知》批复要求,我国“十五”期间先建立由 2 颗光学小卫星和 1 颗合成孔径雷达小卫星组成的“2+1”星座。其中,两颗光学小卫星采用相同的近中午太阳同步轨道,轨道高度约 650 km,夹角 180°;雷达小卫星采用晨昏太阳同步轨道,轨道高度约 500 km。按此方案,对同一地区的平均重访周期为 48 h,要求对各类自然灾害和生态环境监测的技术指标满足度平均为 80%左右,加上综合利用我国现有和将要发射的多颗遥感卫星的有关数据,初步形成对我国大部分地区环境与灾害情况的及时、动态监测预报。两颗光学小卫星中一颗装载中高分辨率的宽覆盖 CCD 相机和超光谱干涉成像仪;另一颗装载中高分辨率的宽覆盖 CCD 相机和红外相机。雷达小卫星装载 S 波段合成孔径雷达。“2+1”卫星星座研制周期为 2001—2005 年,预计卫星星座于 2006 年左右发射,各遥感器的具体指标与参数详见表 1-1、表 1-2。

在科技部的支持下,我们以环境卫星 CCD 相机数据为主要目标数据,从生态监测业务化的工作目标出发,以土地生态分类系统业务化及生物物理参数提取实体,开展相关预研究工作。通过对土地生态分类系统建立的原则、方法、基于遥感的土地生态分类分区框架、生态土地分类方法及生物物理参数提取等关键技术的预研究,结合环保生态监测业务,建立起一套以环境卫星遥感数据为主,综合国内外相关业务化遥感卫星数据的生态环境遥感监测技术系统与指南,旨在服务于国家区域生态动态监测、管理和决策。

表 1-1 光学小卫星主要技术指标

项目	子项目	指标
轨道	类型	太阳同步
	高度	~650 km
	降交点地方时	~10：30 AM
重量	整星	~450 kg/~460 kg
	平台	279.5 kg（含推进剂 13 kg）
	有效载荷	147 kg/157 kg
	余量	23.5 kg
尺寸	星体	1 200 mm×1 100 mm×980 mm
	发射状态最大包络	Φ1 900 mm×1 200 mm
宽覆盖 CCD 相机	波段数	4 波段
	地面像元分辨率	30 m
	幅宽	大于 720 km
红外相机	波段数	4 波段
	地面像元分辨率	150 m/300 m（仅热红外）
	幅宽	720 km
超光谱成像仪	波段数	128
	地面像元分辨率	100 m
	幅宽	50 km
	发射频率	460 MHz
数传	频段	X 波段
	码速率	~57 Mbit/s 或 70 Mbit/s
	存储容量	8Gbit
姿轨控	三轴姿态稳定，太阳同步轨道保持	
	指向精度	俯仰、滚动≤0.4°；偏航≤0.5°
	指向稳定度	三轴≤0.01°/s
	测量精度	俯仰、滚动≤0.2°；偏航≤0.3°
测控	体制	S 波段测控体制
	定轨系统	GPS
星务管理	指令条数	直接指令 48 条
		间接指令多于 100 条
	遥测路数	多于 300 路
电源	电池阵面积	5.54 m ²
	输出功率	初期 618 W/末期 554 W
	蓄电池容量	30 Ah
热控	方式	被动为主，主动为辅
	舱内	0~45℃
	舱外	±65~±70℃
寿命	3 年	
可靠度	0.6（3 年末）	

表 1-2 小型合成孔径雷达卫星主要技术指标

项目	子项目	指标	注释
轨道	类型	太阳同步	
	高度	~500 km	
	降交点地方时	~6:00 AM	
重量	整星	~690 kg	含裕量 31 kg
	平台	461 kg (含推进剂 80 kg)	
	有效载荷	198 kg	
尺寸	卫星本体尺寸	1 200 mm×1 100 mm×3 000 mm; 星箭对接尺寸为直径 937 mm;	
SAR 成像指标	工作频段	S 波段	
	工作模式	每颗小卫星单一模式	
	地面分辨率	20 m (4 视)	
	成像带宽度	100 km	
	辐射分辨率	3 dB	
	极化方式	HH 或 VV (一个卫星采用一种固定极化方式)	
	入射角	25°~47°	
	量化 bit 数	4 (BAQ)	
	定位精度	≤500 m	
	在轨工作时间	最长 10 分/圈	
	数据传输速率	~280 Mbit/s	
	存储器容量	8 Gbit	
	发射频率	460 MHz	
姿轨控	三轴姿态稳定, 太阳同步轨道保持		
	指向精度	三轴≤0.3°	
	指向稳定度	三轴≤0.001°/s	
	测量精度	三轴≤0.2°	
	抖动幅值	待定	
	推进剂类型/质量	无水肼/80 kg	
	姿态机动能力	俯仰: ±90°, 俯仰机动角速度待定	

实施本课题的意义在于:

(1) 环境卫星星座应用预研究的需要

按照对地观测卫星发射的一般流程, 对地观测用户需求是遥感器指标确定的首要环节, 需要组织应用科研部门进行野外实验、理论推断等科学手段确定诸如光谱设置、空间分辨率、信噪比、量化级别以及星上数据处理方式等遥感器的性能指标。但由于我国遥感卫星发射仍处于一个学习、借鉴国外先进经验阶段, 尚未严格按照用户原则, 从而造成卫星遥感应用的诸多不确定性。因此, 通过本研究的实施, 对于确定环境卫星各遥感器在生态监测中的应用及其关键技术的解决具有十分重要的意义。

(2) 国家生态监测能力建设与业务化的需要

与发达国家相比, 我国对于区域生态环境状况、变化及趋势的掌握程度仍处于初级阶段, 现有的生态监测手段与生态监测网络尚不能形成全面掌握与监控生态系统状况与

变化的能力。虽然我国于“九五”就提出了“污染防治与生态保护并重”，加大了生态保护的力度，但由于监测手段、现有监测与研究网络的能力尚不足以支持国家对生态保护的要求。通过本研究的实施，一方面研究环境卫星遥感数据处理、信息提取的关键技术，为国家生态环境监测提供技术支持；另一方面，通过对生态保护技术支持系统业务化的分析，提出国家宏观生态监测业务化系统指标、方法与技术指南，为国家生态监测能力建设与业务化服务。

（3）相关工作积累的必然

自 20 世纪 80 年代以来，国家有关部门组织开展了诸如土地利用现状调查、水土流失普查等专题区域大尺度的生态环境研究，特别是国家环保总局在“九五”期间的“全国生态环境现状调查”项目实施中，积累了大量的生态环境调查指标体系、遥感调查方法、区域生态评估方法等技术资料。但由于这些工作均是具有行业性或阶段性，尚未形成统一的生态环境业务监测技术流程与方法。随着国家对于生态保护与生态恢复工作的日益重视，国家需求促使关于区域生态监测规范化手段及业务流程的出台，以满足宏观生态管理与快速反应的需要。

综上所述，通过本研究的开展，既是服务于国家环境卫星应用，解决环境卫星应用中的关键技术与方法；同时又是基于我国生态环境保护工作的需要，从国家现有的实际情况出发，切实解决当前生态监测中新手段、新技术应用中的关键技术与方法，形成我国生态环境遥感监测的技术规范与指南，从而推动我国生态保护工作的发展。

第二章 土地生态分类方案

1 介绍

随着计算机、通讯、网络技术的发展,近二十年来遥感技术得到飞速的发展,遥感技术已经成为构筑当前空间基础设施的重要组成部分。从应用来看,遥感应用的领域日益扩大,几乎覆盖了国民经济发展的各个行业,农、林、牧、渔、城市建设、资源调查、天气预报、军事等众多领域都已深深打上了遥感的烙印;已经从传统以地图制图、定性类型判读为目的发展到从遥感机理出发的定量反演、全天候、全天时的动态监测。

世界遥感应用技术最为发达的地区主要集中于欧美一些发达国家,尤以美国领先。在生态监测技术上,美国是最早系统研究基于陆地资源卫星(资源卫星系列已经持续运行了 30 多年,成为目前对地观测最重要的遥感信息源)进行生态系统分类的国家,早在 20 世纪 70 年代就系统地提出了土地生态分类类型,并在世界多个国家得到了较为广泛的应用。美国很早就开始探索各种传感器谱段与环境地物响应的规律,提出了一系列基于遥感监测的指标和方法,诸如 *NDVI* 指数、水土流失定量遥感模型、温度定量遥感反演模型等,在生态监测、城市化发展、生态保护、环境规划等方面发挥了重要的作用。美国 EPA 在 20 世纪 80 年代后期启动的生态监测与评价计划(EMAP),将地面网络监测与遥感技术结合起来,对地表各种生态资源的现状、动态、变化趋势进行全面监测与评估,其中的 Regional Landscape 计划的重点工作之一就是利用航天遥感技术,对土地利用/土地覆盖(MRLC)进行连续、动态的监测,为区域生态评估提供区域生态基础;许多大学、研究所利用遥感技术,进行了 GAP 分析、碳循环估算、生物量监测等工作,建立了一批生态监测与评估的指标、定量反演算法与模型;基于空间生态系统、景观生态学方法对中尺度的生态格局与生态过程进行分析,建立许多景观格局分析方法与模型。在欧洲,大尺度生态遥感监测如 CORINE 计划,建立了生态土地分类系统与评价方法,开展了典型生态功能区域的生态保护遥感监测与研究,如鸟类栖息地保护规划、濒危物种生境保护规划等,收到了良好的社会效益与经济效益。

中国科学院和部分高校开展生态遥感监测与评价的工作起步相对较早,主要利用遥感技术来进行局部区域的生态环境研究或生态保护规划与生态恢复,如 20 世纪 80 年代开展的“京津唐”地区生态环境调查与保护规划。这一阶段主要停留在遥感技术目标定性判别上,尚未形成一套成熟、系统的方法与规范。我国环保系统全面、系统地利用遥感技术进行生态环境监测与评估始于 20 世纪 90 年代后期,如配合西部大开发开展的西部地区生态环境现状调查和此后完成的中东部地区生态环境现状调查,均是利用遥感技

术进行大尺度的生态环境监测与评估,比较系统地、全面地了解国家尺度的生态环境状况,为环境管理与决策提供了技术保障。

从生态遥感监测技术的发展趋势来看,总体表现为遥感数据平台的多样化,多种平台数据综合提取生态环境信息以及遥感信息提取的定量化、监测目标的多样化。就遥感平台而言,从多光谱主导的资源监测型卫星发展到多光谱、高光谱、主动型雷达卫星并存的全天候遥感卫星监测系列,空间分辨率覆盖了米级至公里级,重复周期从几小时到数星期,为生态环境保护与研究提供了强有力的技术支持。

生态系统现状、变化与趋势的调查与评估具有很强的地域性与空间性,采用单纯的地面监测方法不仅费时、费力,而且远远不能满足环境管理与决策的需要。利用遥感技术,由于其宏观、多尺度、多光谱及动态、快速的特征,为生态学,特别是宏观生态学的研究提供了强有力的技术手段,在一定程度上促进了生态学的学科分化(如景观生态学)与研究手段的提高。我国利用遥感技术进行生态调查与研究范围很广,涉及生物多样性保护、区域生态安全规划、生态功能区规划、生态恢复、生态重建、生态灾害监测、生态灾害预警等各个方面。国家环境保护总局组织的中西部生态遥感调查是我国第一次大范围、全面、系统地采用遥感技术进行区域生态学研究。该研究采用了空中遥感监测、地面调查与统计相结合的手段,完成西部十二省市生态环境现状调查,并在此基础上,完成了八个典型流域/区域的生态环境现状、变化及驱动因子的深入研究,提出了生态恢复和重建的对策与建议。这些研究工作的开展,一方面为国家生态保护提供了强有力的技术支持,同时也暴露了我国利用遥感技术进行生态监测与调查的不足。比较突出的问题是目前尚缺乏统一的、系统的生态遥感监测指标系统、生态遥感信息提取统一的方法及区域评价的标准,给生态评估带来了很大的局限性,同时也阻碍了生态遥感监测技术本身的推广与应用。

经过建国后几十年的发展,我国的经济水平已经发生了翻天覆地的变化,社会财富迅速增长,人们的物质生活逐步得到改善和提高。由于经济发展的同时,没有切实保护好我们赖以生存的地球,我国范围内出现了明显的环境污染,生态也遭到了比较明显的破坏,环境污染和破坏已经严重威胁和制约了我国经济的持续、快速和稳定增长。在此背景下,国家环境保护总局适时改变了环境保护政策,由原来单纯的污染防治和治理改为污染防治和生态保护并举的环境保护战略。生态恢复和保护的重要性显得尤为突出。2000年,国防科工委将“环境与灾害监测预报小卫星星座”计划列入“民用航天‘十五’计划和后10年规划思路”。2001年9月国防科工委立项,并将“环境与灾害监测预报小卫星星座系统”计划纳入《中国航天白皮书》民用卫星发展重点。2002年国防科工委正式将“环境与灾害监测预报小卫星星座”命名为“环境一号卫星(HJ-1)”。2002年9月国务院正式同意“环境一号卫星”立项。2003年2月国防科工委、国家计委、财政部下发了《国防科工委、国家计委、财政部关于批准环境与灾害监测预报小卫星星座立项的通知》(计工计划[2003]101号),标志着该项工作进入实施阶段。根据计划,“环境与灾害监测小卫星星座系统”拟采用分步实施战略。即在“十五”期间,实施“2+1”方案,即发射两颗光学小卫星和一颗合成孔径雷达小卫星(分别称为环境一号A星(HJ-1A)、环境一号B星(HJ-1B)和环境一号C星(HJ-1C)。环境一号A星(HJ-1A)光学有效载荷为两台宽覆盖高光谱可见光相机和一台超光谱成像仪,环境一号B星(HJ-1B)光学

有效载荷为两台宽覆盖高光谱可见光相机和一台红外相机,环境一号 C 星(HJ-1C)有效载荷为合成孔径雷达,初步形成对我国环境和灾害的监测能力;在“十一五”期间,实施“4+4”方案,即发射 4 颗光学小卫星和 4 颗合成孔径雷达小卫星组成的星座,实现对我国及周边国家、地区的环境动态监测。环境小卫星星座项目的立项和实施,是我国生态监测和生态恢复工作的“及时雨”,为生态监测提供了不可缺少的数据源。必将为今后的环境保护和生态恢复重建发挥重要作用。

在环境小卫星星座系统即将发射之际,我国利用遥感手段进行生态系统的监测、评价却远远跟不上这种迫切的需求。目前,我国对生态系统的监测和评价尚处于摸底调查阶段,对于区域生态的现状、变化及过程、变化与变化驱动因子的关系研究尚有待深入;在生态调查与研究的方法论、生态监测指标、监测手段和评价方法等诸多方面,尚未形成一套行之有效的指南、规范或标准;这与生态管理与决策要求的全面、动态地掌握全国生态环境质量状况尚存在较大差距。

为了充分恢复环境小卫星星座在我国环境保护中的重要作用,实现对我国的地表生态系统进行持续动态的遥感监测,构建我国的土地生态数据库,就显得十分必要。为了完成上述目标,就必须进行如下工作:一是构建适合我国的土地生态分类体系;二是进行分区,以期提高分类的精度;三是进行分类方法研究,实现遥感数据的自动分类、土地生态专题信息的自动提取,做到土地生态专题数据的批量生产,从而提高环境卫星星座的利用水平。

土地生态分类系统就是在上述背景下,广泛学习和研究国内外现存分类系统的基础上进行的,吸取了国内外现有分类系统的优点,又突出了我国环境保护系统对生态保护的需求,体现出了一定的生态特色。

2 国内外土地生态分类研究现状

国内外现存分类体系主要有六种:美国 USGS (ANDERSON) 分类法,欧盟 CORINE 分类法,FAO (联合国粮农组织) 分类法,LUCC 土地分类法,中国科学院土地分类法,国土资源部的土地分类法。

2.1 美国 USGS (ANDERSON) 分类法

该分类法目前应用最广的土地分类法,美国国家农业部、地质调查局、环境保护局等政府部门都在使用,欧盟的部分国家也使用 ANDERSON 分类法。ANDERSON 分类法共分城市、农业用地、森林、水体、湿地、牧场、苔原、裸地和冰雪覆盖区共 9 大类,二级分类为 37 类。ANDERSON 分类法是根据美国的自然特点设计的。中国与美国一样,国土广阔,类型多样;且中国的土地生态类型要远比美国复杂和破碎,照搬 ANDERSON 分类法是行不通,但其比较有借鉴意义,需要进行较大的修正才可能在我国应用。

2.2 欧盟 CORINE 土地利用/土地覆盖分类法

该分类法应用范围较 ANDERSON 分类法窄,主要是欧共体内的一些国家。欧盟的土

地分类一级分类系统分为：人造区域、农业区、森林和半自然区、湿地、水体共 5 类。二级分类分为 21 类。CORINE 分类法比较适宜于欧洲这种土地范围较大，地表覆盖较高的区域。由于欧洲地中海式气候与我国的温带大陆季风性气候对自然植被的影响差别特大，借鉴意义不明显；但 CORINE 分类法分类原则比较严格，体系清楚，在这方面具有借鉴意义。

2.3 FAO（联合国粮农组织）土地生态分类法

FAO 土地利用分类方法的出发点是基于人类活动的影响程度及其活动目的进行划分的，是 LUCC 土地分类体系中针对世界农业生产问题的土地分类系统。

FAO 土地利用不同等级采用的分类原则完全不同，对生产用地的各级分类的分类原则非常严格，具体如下：

一级分类原则：自然生态的传统功能被改变或替代的严重程度；

二级分类的原则：农业生产的类型；

三级分类的原则：生产的决定因素（主导因素）的管理和自然地表覆盖的人工替代；

四级分类原则：生产限制因素的管理和耕种（如能量来源、水分调节结构、营养物质平衡管理等）；

五级分类的原则：对减产因素的管理（如杂草的清除管理、虫害、疾病管理等）。

FAO 的土地分类法：可以认为是一个部门分类法，目的是服务于农业活动。作为一个国家级的分类法不完善，但它的分类体系严谨、分类原则明确，非常值得学习和借鉴。

2.4 LUCC 土地分类法

LUCC 关注土地覆盖/土地利用的动态变化，关注世界土地退化，土地沙漠化等的动态变化，关注国际气候变化、温室气体排放、是全球变化研究的主要关注点之一。LUCC 在一个总体分类的基础上，对农业、森林生态系统有对应的分类。LUCC 分类法关注的领域更为宏观，国家倾向于全球变化的研究。

LUCC 以人类活动对土地覆盖造成的影响程度和人类对自然生态系统的保护状况为着眼点，其土地利用分类共分三级，各级分类的关注主要对象如下：

一级分类：依据人类对自然生态系统改变的程度（3 类）；

二级分类：土地利用的功能和目的（15 类）；

三级分类：针对土地利用的管理手段（27 类）。

2.5 中国科学院分类法

该方法是中国科学院进行资源调查所采用的土地利用分类体系，采用三级分类体系：一级分为耕地、林地、草地、水体、城乡、工矿和居民用地及未利用土地 6 类，主要根据土地的自然生态和利用属性；二级分为 25 个类型，主要根据土地经营特点、利用方式和覆盖特征；三级主要分析地形、坡度等土地的自然属性特征，将耕地进一步分为山区、丘陵、平原和坡度大于 25° 几种类型。

该土地分类法有明显的资源调查特色，为我国的资源调查发挥了较大的作用，但缺少生态特色，离环境保护的需求有明显的差距。

2.6 国土资源部土地分类法

该分类法主要是为了摸清土地资源利用状况，总结土地利用的经验和存在的主要问题，提出合理的土地利用目标、途径和潜力，强化土地管理。其分类体系共分 8 大类，47 小类。

国土资源部土地利用分类体系能比较好地满足土地资源部门对土地利用动态变化的监测，及时发现土地利用中存在的问题，为宏观管理提供依据；主要缺陷是分类体系中的多数用地类型必须依赖于大量地面调查或勘察的资料辅助，各类地物的可遥感性差，自动分类的难度则更大。

3 分类的必要性

进行土地生态分类的必要性主要体现在如下几个方面：

3.1 生态分类方法的稀缺性决定了分类的必要性

目前，国内外有几种应用较为广泛的土地分类方法：美国 USGS 土地分类法（ANDERSON 分类法），欧盟 CORINE 分类法，FAO（联合国粮农组织）分类法，LUCC 土地分类法，中国科学院土地分类法，国土资源部土地分类法。欧盟 CORINE 分类法主要考虑的是人类对地表土地系统的影响程度，FAO 分类法也是从人对土地的影响及管理角度进行的，LUCC 分类法是从土地覆盖及其变化的角度进行。中国科学院及国土资源部的土地分类法主要是针对土地资源调查进行设计的，在我国开展的土地资源调查中发挥了比较重要的作用，但针对宏观生态监测、生态恢复和管理而言，缺少生态特点和管理特色，比较难以应用。上述分类方法中，美国的 ANDERSON 分类法离生态管理的需求最近，是我们借鉴的重要基础。总体来说，现存的土地生态分类方法远远不能满足生态保护的需求，对生态的监测、评价和管理远远不够，发展符合环境保护需求的土地生态分类体系是十分必要的。

3.2 挖掘环境卫星星座系统在环保领域的应用有十分迫切的需求

环境小卫星星座的发射可以说是已经进入了倒计时阶段，离卫星的在轨运行已经十分近了，考虑到卫星的成本及运行寿命，如果不在卫星上天前解决卫星数据的应用问题，可以说是对国家财力的极大浪费，是对纳税人不负责任的体现。从环境卫星的传感器特征看，作为我国四大民用卫星系列的环境卫星星座的主要应用范围在于生态监测上，其他方面的应用大多处于实验室的试验阶段，只能从一定的角度定性的分析问题，很难进行真正的业务化运行。可以说，环境卫星在生态遥感方面应用的成功与否是关系到环境卫星星座系统成果与否的关键。充分利用环境卫星的数据，发现、分析、解决生态问题就是环境卫星星