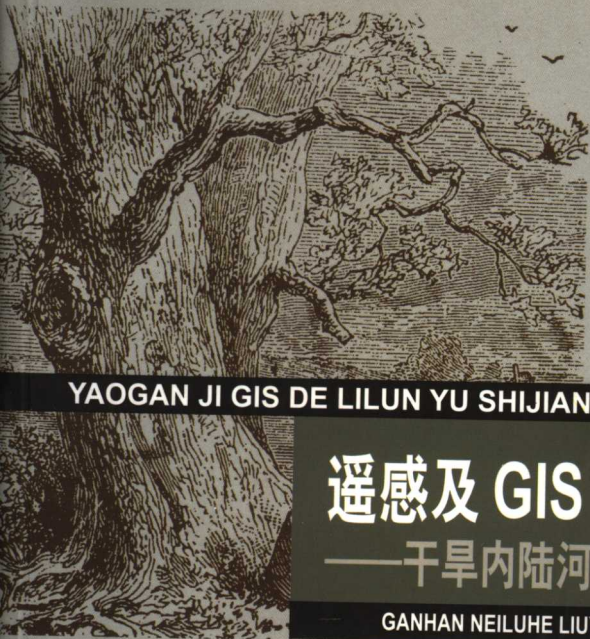


王让会
著



YAOGAN JI GIS DE LILUN YU SHIJIAN

遥感及 GIS 的理论与实践

——干旱内陆河流域脆弱生态环境研究

GANHAN NEILUHE LIUYU CUIRUO SHENGTAI HUANJING YANJIU



北京林业大学优秀博士论文基金资助丛书

中国环境科学出版社

X321.2

W-679

北京林业大学优秀博士论文基金资助丛书

遥感及 GIS 的理论与实践

——干旱区内陆河流域脆弱生态环境研究

王让会 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

遥感及 GIS 的理论与实践: 干旱区内陆河流域脆弱生态环境研究/王让会著. —北京: 中国环境科学出版社, 2004.7

(北京林业大学优秀博士论文基金资助丛书)

ISBN 7-80163-845-X

I. 遥… II. 王… III. ①干旱区—内陆河—流域—生态环境—研究—中国②地理信息系统—应用—干旱区—生态环境—研究—中国 IV. X321.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 038322 号

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>
电子信箱: bjzhouyu@126.com
电话(传真): 010—67112734

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2004 年 9 月第一版 2004 年 9 月第一次印刷
印 数 1—3000
开 本 850×1168 1/32
印 张 5.625 彩 页 2
字 数 143 千字
定 价 20.00 元

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

作者简介



王让会, 男, 1963年9月生, 汉族, 陕西岐山人, 曾获农学学士、工学硕士和工学博士学位。现为博士生导师、研究员, 兼任中国科学院研究生院教授, 中国遥感技术应用协会理事, 中国环境遥感协会理事, 中国生态学会污染专业委员会委员, 新疆生态学会秘书长, 《干旱区研究》、《遥感技术与应用》等编委, 享受国务院特殊政府津贴。曾获得国家及省部级科技成果奖8项, 以第一作者发表学术论著百余篇(部), 部分被EI、SCI等收录。目前, 致力于生态系统的生态过程、地理信息耦合关系以及3S应用研究。代表性成果有《地理信息科学的理论与方法》和《生态系统耦合的原理与方法》等。

导师简介



游先祥, 教授, 博士生导师。主要研究方向为3S技术及其在资源环境中的应用。1960年毕业后在北京林业大学工作至今。1982.4~1984.5在德国Freiburg大学进修航空摄影测量及遥感应用。主持和参加过国家攻关课题、横向课题、国家自然科学基金、北京自然科学基金等多项科学研究, 获得过林业部科技进步一等奖、三等奖, 中科院科技进步奖, 主编了《森林资源调查、动态监测及信息管理的研究》、《再生遥感应用研究》、《再生遥感应用研究文集》、21世纪教材《遥感原理及在资源环境中的应用》, 参加编写了《森林火灾遥感监测评价》、《再生资源遥感理论及其技术应用》, 即将出版主编的《数字林场研制的研究》、《北京森林与生态环境的研究》等专著。



第二辑

- 1 遥感及 GIS 的理论与实践
- 2 杨树抗冻性机理及分子生物学研究
- 3 银杏种质资源评价与良种选育(上、下册)
- 4 国外优良草本植物在黄土高原引种的
适应性及生态经济价值
- 5 木材裂纹扩展及其断裂行为的研究

北京林业大学优秀博士论文基金资助丛书

编辑委员会

主 任 朱金兆

副主任 尹伟伦 马履一

委 员 (按姓氏笔画)

王礼先 王向荣 任恒祺 张启翔 李凤兰 孟宪宇

罗菊春 赵广杰 顾正平 续九如 翟明普 贾黎明

秘 书 何艺玲 钟 艳

序

科学技术水平是知识经济时代评价一个国家国力的重要标准。科技水平高则国力强盛，无论在政治、经济、文化、信息、军事诸方面均会占据优势；而科技水平低则国力弱，就赶不上时代的步伐，就会在竞争日趋激烈的国际大舞台上处于劣势。江泽民同志在庆祝北京大学建校 100 周年大会上也强调指出：“当今世界，科学技术突飞猛进，知识经济已见端倪，国力竞争日益激烈。”因此，提高科学技术水平，提高科技创新能力已为世界各国寻求高速发展时所共识。我国将“科教兴国”作为国策也表明了政府对提高科技水平的决心。博士研究生朝气蓬勃，正处于创新思维能力最为活跃的黄金年龄，同时也是我国许多重要科研项目中的中坚力量，他们科研成果水平的高低在一定程度上影响着—一个高校、一个科研院所乃至我国科研的整体水平。国务院学位委员会每年一度的“全国百篇优秀博士论文”评选工作是对我国博士研究生科研水平的集体检阅，已被看做是博士研究生的最高荣誉，对激励博士勇攀科技高峰起到了重要的促进作用。北京林业大学不仅积极参加“全国百篇优秀博士论文”的推荐工作，还依此为契机每年评选出三篇校级优秀博士论文并设立专项基金全额资助论文以丛书形式出版，这是一项非常有意义的工作，对推动学校科研水平的提高将发挥重要作用。

从人才培养的角度来看，如何提高博士研究生的创新思维能力和综合素质，高质量地向社会输送人才备受世人关注。提高培养质量的措施很多，但在培养中引入激励机制，评选优秀博士论文并资助出版，不失为一种好方法。博士生和导师可据此证明自

己的学术能力，确立自己的学术地位；也可激励新入学的研究生尽早树立目标，从而在培养的全过程严格要求自己，提高自身的素质。

因学科的特殊性，要想出色完成林业大学的博士论文有许多其他学科所不会遇到的困难，如研究周期长，野外条件难于严格控制，工作条件艰苦等等。非常欣慰的是北京林业大学的博士生们不仅克服困难完成了学业，而且已经有人中选“全国百篇优秀博士论文”。而该丛书资助出版的“校级优秀博士论文”所涉及的研究领域、研究成果的水平也属博士论文中的佼佼者，令我欣喜。对这些博士生所取得的成果我表示祝贺，同时也希望他们以及今后的同学们再接再厉，取得更好的成绩报效祖国。

中国工程院副院长、院士

沈国舫

2002 年 8 月 10 日

Abstract

Based on the features of fragile eco-environment in Tarim River Basin, depended on ARC/INFO and MAPGIS softwares, some remote sensing sources which include W/B PAN in 1959 and 1983 and color IR photos in 1992 and JERS-1 images in 1996 have been used for making thematic maps. As a result, the vegetation type maps and sandy desertification type maps are mapped in the middle and lower reaches of Tarim River respectively. The result shows that vegetation condition has improved. Between 1983 and 1992, the areas of desert riparian forest and plain low shrubbery are increased by 4.84% and 0.22% respectively. In contrast, the area of plain low shrubbery in 1996 is decreased by 11.9 km² and 13.63 km² compared with which of in 1983 and in 1992. In the meantime, the cultivated land area is increased quickly. The change came from the reduction of vegetation area. It is indicated that the areas of sandy desertification in Alagan is increased from 86.98% in 1959 to 94.78% in 1996, which declared that the fragility is intensified and environmental degradation is dominated in the ecosystems while the stability of ecosystems are destroyed.

Using some remote sensing data of CBERS-1 CCD4,3,2 and NOAA/AVHRR CH1, CH2 and CH4 in 2000, relaying on GRS99 and IDRISI, the standard image that did landscape pattern analysis is decided. During the process, richness of information of composite images should be discriminated according to object feature in typical

area and principles of image and graphics. Furthermore, the coupling relationship and digital quality characteristics among some elements of landscape pattern are analyzed with principles and methods of remote sensing and landscape ecology. Affected by natural and artificial factors, especially the hydrological condition changes, the great changes of indigenous natural ecological pattern have happened. The man-made oasis in the upper reaches has been become a dominated landscape in the Tarim River Basin. Fragmentation degree and uniformity and diversity of landscape are 0.0035 and 0.1856 and 1.276 respectively in the main stream. It is indicated that the landscapes are relatively integrity. Moreover, Fragmentation degree is low. At the same time, landscape type is relatively simple. The landscape dominance is highly by 3.068, which reveals that a few landscape types are dominated the whole landscape pattern. As a result, the transformation of material and energy and information are confined, which is a typical fragile eco-environment landscape in the continental river basin in arid zone. The upper and middle and lower reaches of the Hetian River Basin is located in mountainous area and oasis and desert system (MODS). MODS are connected with formation and transformation and consumption of water resources. It is a typical coupling model of three systems in a basin in arid.

Based on differences of natural resources and eco-environment in Tarim River Basin, the assessment indicator system and ecological fragility index (EFI) of eco-environment are built up. The assessment results are as follows. Because EFI is only 0.08 in Akesu River Basin, it belongs to slight fragility area. EFI of Yarkant River Basin and upper reaches of Tarim River Basin are 0.23 and 0.25 respectively, both of them belong to general fragility areas. Meanwhile, EFI of Hetian River Basin and middle reaches of Tarim River Basin are 0.32

and 0.49 respectively, they all belong to middle fragility areas. Furthermore, the lower reaches of Tarim River Basin belong to severe fragility area because EFI is 0.87.

The maladjustment among water with hot and land as well as salt are hindrance of energy transfer and material circulation and information transmission. It is also the main reason that caused eco-environment fragility. At present, under the guidance of systematology, information theory and cybernetics, people should obey eco-environment succession pattern so as to take aim at well circulation of eco-environment and harmonious development between man and earth relations. Meanwhile, with the improvement of public consciousness on ecological protection and sustainable development, degradation mechanism and restoration model of fragile eco-environment should be studied. Furthermore, some scientific bases are provided for optimizing structure and strengthening function of eco-environment.

摘 要

在分析以塔里木河为代表的内陆河流域脆弱生态环境特征的基础上,利用 1959 年及 1983 年全色片和 1992 年彩红外片及 1996 年 JERS-1 黑白影像等遥感信息源,在 ARC/INFO 及 MAPGIS 支持下,编制完成不同时期干流中下游典型区的植被类型图及土地沙漠化类型图。结果表明,英巴扎地区的植被状况有所改善。1983—1992 年荒漠河岸林和平原低地灌丛面积增加,其增长率分别达到 4.84% 及 0.22%,反映了抚育管理取得了良好效果。1996 年平原低地灌丛面积却比 1983 年及 1992 年分别减少了 11.9 km² 和 13.63 km²,但耕地面积逐渐增加,这种变化是以各种植被面积的减少为代价的。同时,对土地沙漠化的研究表明,阿拉干地区的沙漠化土地面积百分率由 1959 年的 86.98%,增长到 1996 年的 94.78%。说明生态系统的稳定性破坏后,系统的脆弱性加强,环境退化居于主导地位。

利用 2000 年 CBERS-1 CCD 4,3,2 波段及 NOAA/AVHRR CH1,CH2,CH4 通道数据,在 GRS99 及 IDRISI 支持下,根据典型区的地物特征及遥感图象上丰富的信息,进行景观格局制图。利用遥感和景观生态学的原理和方法,分析景观格局相关要素的耦合关系及其数量特征。受自然及人为因素的干扰影响,特别是水文状况的变化,原有的自然生态格局发生了很大的改变。塔里木河上游的人工绿洲已是该区的主要景观。但就整个干流而言,景观的破碎度和多样性仅分别为 0.0035 和 1.276,景观的均匀度为 0.1856,反映出景观较完整,破碎程度低;但景观类型相对较简单,且景观的优势度高达 3.068,反映了几种少数的景观类

型占据着整个景观格局的主导地位。这种状况不利于物质、能量以及信息的交流,是干旱区内陆河流域一种典型的脆弱生态环境景观。和田河流域上中下游,分别处于山地、绿洲及荒漠系统中,它们又以水资源的形成、转化、消耗和物质、能量及信息的传递为纽带,把三者联系起来,在同一流域体现了三大系统的耦合关系,是干旱区典型的系统耦合范例。

针对塔里木河流域自然资源及生态环境的地域差异,建立脆弱生态环境评价的指标体系,构建生态脆弱性指数(EFI)。评价结果表明,阿克苏河流域 EFI 为 0.08,属于轻微脆弱区,叶尔羌河流域及塔里木河上游 EFI 分别为 0.23 和 0.25,属于一般脆弱区,和田河流域及塔里木河中游 EFI 分别为 0.32 和 0.49,属于中等脆弱区,而塔里木河下游 EFI 为 0.87,属于严重脆弱区。

在塔里木河流域,水热、水土及水盐平衡失调,导致了系统的能量转换、物质循环及信息传输过程的受阻,是造成生态环境具有脆弱性的主要原因。目前,要在系统论、信息论、控制论的指导下,遵循生态环境演替规律,以实现生态环境良性循环以及人地关系的和谐发展为最终目标。同时,在增强公众的生态保护及可持续发展意识的前提下,重点进行脆弱生态环境退化机理及恢复模式研究,为优化脆弱生态环境的结构和增强其功能提供科学依据。

前 言

2003 年 10 月 15 日，中国“神舟”5 号载人飞船成功发射，而这一天，也正好是我乘飞机由乌鲁木齐赴北京的日子，可以说，我与中国首次载人飞船同在蓝天上。飞船经过 21 个小时的载人飞行，绕地球 14 圈后，于 10 月 16 日，安全返回预定地点。这是一个令人振奋的伟大时刻！这一伟大壮举实现了中国人几千年的“飞天”梦想，极大地鼓舞了中国人民建设有中国特色的社会主义市场经济体制，全面建设小康社会的决心与信心。也是在这一刻，中国人杨利伟与前苏联的加加林——实现人类第一次遨游太空的宇航员、美国的阿姆斯特朗——人类第一位涉足月球的宇航员，永远地载入了人类进军太空的光辉史册。而在这日新月异的新世纪，人们也创造出了三个词汇，即 Cosmonaut, astronaut 以及 shenzhounaut，并把它们与乘前苏联“联盟”号飞船的宇航员，乘美国“阿波罗”飞船的宇航员和乘中国“神舟”号飞船的宇航员相提并论。中国载人航天的首次成功，是继“两弹一星”之后，中国在高科技领域规模最大、系统最复杂、技术难度最高的大型工程。中国是火药的祖先，也是火箭的故乡。嫦娥奔月、夸父追日等神话故事更是妇孺皆知。《西游记》中孙悟空的跃空与驾云之术以及敦煌壁画中“飞天”的传神与抑美之态，都使人们对太空充满了无限的遐思和向往；而在明朝时我国还出现了万户飞天的壮举！上中学时，在语文课中曾学习过一篇题为《云赋》的散文，文章中所描绘的天空中的神奇美景，至今还在自己的脑海中萦回。

人类进入新的世纪之后，载人航天已经成为人类开发和利用

空间资源的重要手段，是各国综合国力的标志，是世界科技史上最动人心魄的乐章，中国的航天事业正在蒸蒸日上，快速发展。2003 年 10 月 21 日，中国又用“长征四号乙型”火箭，将中国与巴西联合研制的“中巴资源一号 B 星”与中国科学院研制的“创新一号”小卫星成功发射。作为从事航天及航空遥感与 GIS 应用研究的科技工作者，为这样的重大事件倍受鼓舞，也为祖国所取得的巨大成就而骄傲。目前国际上的航天计划层出不穷，不同的遥感平台与传感器，为遥感工作者提供了丰富的信息源，也为我们进行资源环境与社会经济的一系列工作，提供了重要的信息保障，成为“数字地球”战略的重要组成部分以及实施可持续发展的重要手段之一。正是由于航天和航空事业的不断发展，才极大地促进了包括遥感信息科学在内的地球信息科学等相关学科的快速的发展。从一定程度上讲，20 世纪的后十年，是科学技术以前所未有的速度发展的十年，信息科学与技术在过去的十年里取得了举世瞩目的成就。一批软硬件随着应用的需要不断问世，一批专业技术人员逐步地成长了起来，一些信息产业领域也在逐步的孕育和发展之中。这为我们进行遥感领域的研究创造了难得的机遇和有利的条件。

从 1993 年 9 月，自己作为专题会议主席首次出席 ISCTD 国际科学大会，到 2003 年 8 月出席“塔里木河流域受损生态系统恢复与重建中德国际学术论坛”，整整过去了十年时间。在这十年时间里，自己参与了一系列的国际性学术交流和国际合作活动，获取了相关学科领域一系列前沿性重大信息，为从事生态过程、环境演变、系统耦合、地理信息、专题制图等领域的研究奠定了基础。生态环境问题是国际社会广泛关注的重要议题，对于生态问题或者是环境问题的认识有一个逐步发展的过程。近年来，在干旱区研究领域，关于“退化生态系统”、“生态安全”、“生态水文”、“生态伦理”、“过渡带”、“交错带”、“脆弱性”以及“生态产业”与“绿色产业”等问题，逐步受到了广大生态环境工作

者的重视,但对于内陆河流域的脆弱生态的理论等问题,涉及并不广泛。因此,应用遥感、地理信息系统以及全球定位系统等理论与方法,从生态脆弱性的角度研究探索干旱区内陆河流域的生态环境问题,是干旱区生态科学、环境科学、地理科学研究的重要基础性问题,具有重要的理论创新、方法创新和实践创新价值,也具有重大的基础性、前瞻性和创造性。

对于塔里木河流域相关问题的研究,经历了曲折复杂的发展阶段,形成了目前人们对塔里木河流域一系列问题的诸多观点。一些专家以人们对于水资源的利用程度和利用方式划分流域的开发阶段;一些专家以土地开发的程度和规模界定流域的生产发展水平;一些专家从自然的演变过程来划分环境的演变阶段和变化类型;一些专家则以人为活动特征结合历史考古发现,分析流域的资源与环境 and 人文历史问题。随着科学技术的发展,许多学科的交叉与融合愈来愈明显,新的理念、新的思维方式、新的方法论等,促使人们对于塔里木河流域的相关问题,进行全面地系统地科学地探讨。作者直接从事塔里木河流域的研究工作已有十多年的时间,而这个阶段正是国家对于塔里木盆地以及塔里木河流域实施重大整治决策的前期阶段。在该阶段,作者直接参与了“塔克拉玛干综合科学考察”、中国科学院可持续发展中心前期项目暨新疆软科学项目“塔里木河流域水资源利用、生态环境整治与经济可持续发展研究”、中国科学院“九五”资源与生态环境重大项目“荒漠河岸林生态系统的生态过程”、国家“九五”攻关项目“塔里木河干流水资源与生态环境保护”、国家973项目“西部干旱区生态环境演变与调控”等研究工作,对于塔里木河流域的一系列工作,有了更为全面的了解和更为深刻的认识。特别是1999年作为专家组成员参与了新疆维吾尔自治区计划发展委员会等部门代表自治区人民政府组织实施的塔里木河考察,以及具有重大意义的《塔里木河水资源和生态环境问题及其对策》报告的研究工作,自己直接起草了《塔里木河流域生态环境问题及其

对策》的报告,该报告与《塔里木河水资源分配》、《塔里木河水资源管理》,作为新疆维吾尔自治区人民政府与中华人民共和国水利部共同上报国家报告的支撑报告,在社会各界的共同努力下,于 2000 年 2 月 28 日,总理办公会议原则通过;并于 2000 年夏季正式批准《塔里木河流域近期整治规划》,配套 107 亿元人民币资金付诸实施,成为西部开发中,国家投资力度最大的生态环境项目,这对于自己的思想也是一次重大的震撼。

在这里主要试图从研究者的角度,简要分析前人对塔里木河流域考察、探索与研究的相关工作,力图对塔里木河流域研究工作的进展作一回顾,也希望对于干旱区内陆河流域脆弱生态环境问题的研究有所启示。第一个阶段可以说是从 19 世纪末期至 20 世纪 40 年代以前,主要以国外科学家、探险家的科学考察和探险为特征,代表性人物首推瑞典著名地理学家、探险家斯文·赫定。斯文·赫定的《丝绸之路》、《罗布泊探秘》、《游移的湖》等一系列的科学考察和探险性著作是该时期科学工作的综合性反映。有文字曾这样记载这位智慧和毅力十分超群的学者——斯文·赫定以非凡的勇气和坚忍不拔的毅力,在亘古荒原对罗布泊——一个世纪之谜进行探求。他在极端艰苦的条件下,从事着极为严谨的科学探索,极其详尽地记录了塔里木地区的水文、地质、人口的状况,以及扑朔迷离的罗布人,神秘莫测的楼兰古国……最终融汇为《罗布泊》——一部令人叹为观止的学术著作。而在塔里木河终端、一片漂忽不定的水域、罗布人最后的伊甸园,终于实现了他近半个世纪梦绕魂牵的夙愿——“游移的湖”,一个世纪之谜的延续,一个至今仍被世界关注的热点。第二阶段主要在 20 世纪 50 年代至 20 世纪 70 年代,主要特征是资源的系统调查、产业的发展、环境的典型调查等。代表性研究与成果包括塔里木河流域及其周边地区的土地资源、草地资源、水资源、水果园艺、自然环境等。第三阶段是 20 世纪 80 年代初至 90 年代末期,强调资源合理利用、合理配置、产业结构调整、生态农业、PRED