

张希明 · Michael Runge 主编

塔克拉玛干沙漠边缘植被 可持续管理的生态学基础



科学出版社
www.sciencep.com

塔克拉玛干沙漠边缘植被 可持续管理的生态学基础

张希明 Michael Runge 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是中国-欧盟合作研究项目“亚洲中部荒漠区本土植被可持续管理的生态学基础”的主要研究成果。内容涉及研究区域的自然背景与环境特征、植被变化与景观分析、植物水分关系、植被生产力、植物营养与繁殖、绿洲生态经济与植被可持续管理等问题。研究视角新颖,研究对象集中。书中的资料是多学科、多专业定位和半定位研究所获得的第一手野外试验数据。本书通过对不同研究途径和方法所获得试验资料的分析,得到了一些新的结论与观点,为人们认识该区域的植被可持续管理问题提供了依据,同时为人们重新认识一些长期无法澄清的基本问题提供了资料。

本书可供生态系统和自然资源管理、荒漠化防治等领域的科研人员和其他相关专业研究生,以及关注塔克拉玛干沙漠-绿洲生态环境、植被问题的各级政府管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

塔克拉玛干沙漠边缘植被可持续管理的生态学基础/张希明等主编. —北京:科学出版社, 2006

ISBN 7-03-013357-9

I. 塔… II. 张… III. 沙漠-绿洲-生态环境-植被 IV. P. 1476

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 096702 号

责任编辑:朱海燕 李久进/责任校对:张 琪

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>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006 年 1 月第一次印刷 印张:12 1/2 插页:2

印数:1—1 500 字数:279 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

中国-欧盟合作研究项目“亚洲中部荒漠区本土植被可持续管理的生态学基础”得到欧盟委员会 INCO 计划的资助，项目合同编号：ERBIC18-CT-980275

由德国格廷根大学生态与生态系统研究所和中国科学院新疆生态与地理研究所共同主持的“塔克拉玛干沙漠河流绿洲防护林植被可持续管理学术研讨会”2003 年 4 月 2~3 日在中国新疆乌鲁木齐举行，研讨会得到欧盟委员会的资助。合同编号：ICA4-CT-2002-50036

本书的出版得到欧盟 INCO-DEV 项目的资助。合同编号为 ICA4-CT-2002-50036。书中资料由作者负责，不代表欧盟的观点。对本出版物的资料发表权欧盟不承担责任

本书的出版得到中国科学院新疆生态与地理研究所绿洲学者出版计划的资助

前 言

一条由为数不多的乡土植物种所构成的过渡带植被将塔克拉玛干沙漠与其边缘的绿洲分隔开来,这条植被带保护着绿洲的耕地、居民点免遭流沙危害。在极端干旱的自然条件下,塔克拉玛干沙漠南部边缘的绿洲之所以能够存在,是因为季节性河流能够将冰雪融水从昆仑山带到沙漠边缘。绿洲的稳定与维持,是通过由本地灌木和乔木组成的植被带阻挡风沙和来自沙漠的沙砾沉积来实现的。所以,由乡土植物构成的绿洲边缘防护带是绿洲生态系统不可缺少的组成部分。此外,对当地居民来说,它也是牲畜饲料、燃料和建筑材料的重要来源。

20 世纪下半叶,由于人口的快速增长和不合理的过度开垦,防护带遭到了大面积的破坏,这种破坏为风沙提供了通道。结果导致了流沙灾害,大面积耕地被流沙吞没,并产生了饲料短缺以及燃料匮乏等严重问题。

为解决这一威胁塔克拉玛干沙漠南缘绿洲生态安全的问题,中国学者做出了长期不懈的努力,提出了解决其中一些问题的方法与措施,并通过恢复和建立防护带来阻止流动沙丘的前移,防止耕地沙化。然而,重建防护植被带使其达到足够的面积,提高它们的防护作用,达到满足绿洲生态安全需要的问题,仍然没有得到很好的解决。

该区域的特殊性以及相关研究工作相对缺乏,引起了中外学者的广泛关注和兴趣。我们作为较早介入这一区域生态环境研究的中国学者,则期待着通过国际合作改善手段,提高水平,锻炼和培养人才队伍。

经过长期的酝酿和准备,1995 年 10 月 12 日在我的老师、德国著名生态学家、格廷根大学生态与生态系统研究所所长 Michael Runge 教授主持下,通过欧盟项目渠道,申请研究塔克拉玛干沙漠南缘植被可持续管理问题的国际合作项目列出了时间表,步入正式申请过程。1996 年 9 月申请书按时完成,送达布鲁塞尔欧盟总部。虽然这次申请没能通过,但却得到了评审专家的肯定与积极评价。1997 年,还是在 Michael Runge 教授的组织下,我们进行了第二次申请。1998 年春,项目得到了批准。

为了进一步积累解决上述问题所必需的生态学知识,在欧洲 INCO 计划框架内组织了中国-欧盟合作研究项目“亚洲中部荒漠区本土植被可持续管理的生态学基础”(协议号 ERBIC18-CT-980275)。研究在塔克拉玛干沙漠南缘的策勒绿洲前沿完成,那里有中国科学院新疆生态与地理研究所设立的策勒沙漠研究站可以使用。

参加项目的单位有德国格廷根大学生态与生态系统研究所、中国科学院新疆生态与地理研究所、奥地利维也纳大学生态与保护生物学研究所、兰州大学干旱农业生态国家重点实验室和新疆社会科学院经济研究所。

项目从 1998 年 7 月正式开始组织实施,于 2001 年 7 月结束。

合作研究项目紧密结合塔克拉玛干沙漠南缘生态环境问题的实际,即植被的破坏导致了荒漠化的发生与发展。植被遭受破坏的主要原因,是由于人类对饲料和燃料需求不断增长的压力所导致的过度利用。确定的研究目标是:为塔克拉玛干沙漠南缘植被恢复

重建和未来的可持续管理提供资料。这些资料将有助于制定一种生态系统的管理方法和制度。这种方法和制度不仅可以保证植被的可持续利用,而且可保持它的生态保护功能,防止沙漠化的扩大。

水分是研究区域的主要限制性因素。因此,对植被更新和演替状况的研究,尤其是主要物种的生产力和水分利用效率的研究成为这个项目的重要研究内容,研究中,确定年生物量增量的方法被优化。另外,研究表明,充分的营养供给(尤其是氮)和植物种对无规律干旱期的适应能力是所研究物种能否持续利用的前提。

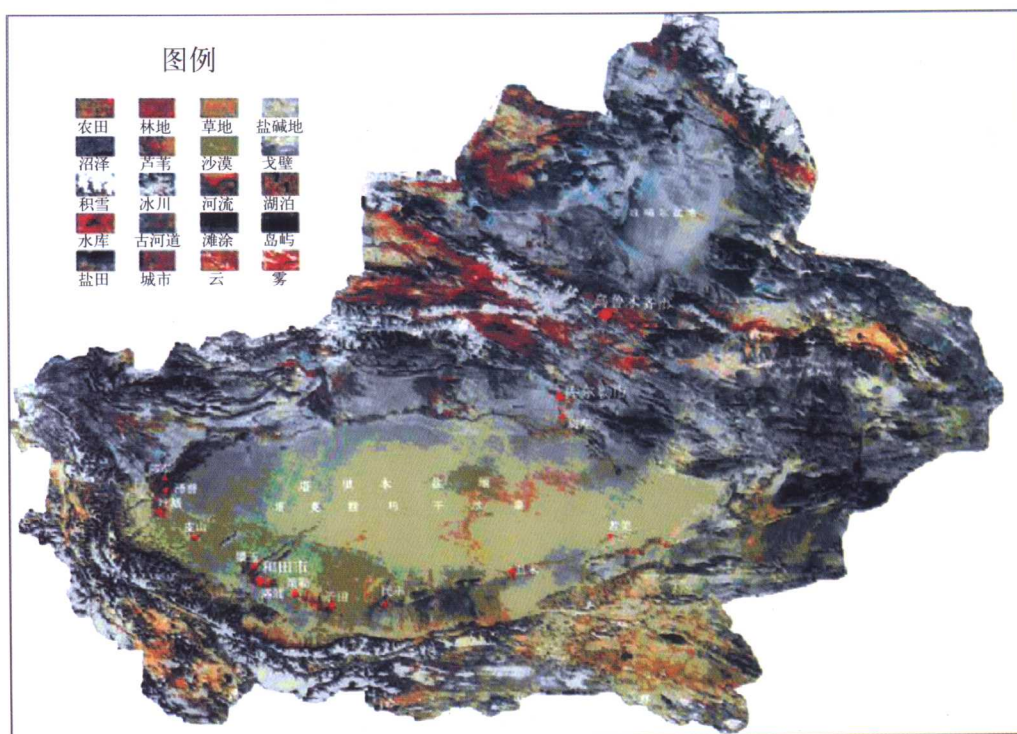
项目完成后,为了使研究成果得到广泛的交流,同时使当地政府行政主管部门的官员了解项目研究成果的主要内容,以便将相关的思路和研究成果应用于该区域相关决策与管理工作中。在欧盟附加方案的支持(协议编号 ICA4-CT-2002-50036)下,由中国科学院新疆生态与地理研究所和德国格廷根大学生态与生态系统研究所共同主持的“塔克拉玛干沙漠河流绿洲防护植被可持续管理研讨会”于2003年4月2~3日在乌鲁木齐举行。本书是在项目成果和会议交流论文的基础上,经过重新编排而成的。

本项目的主要试验和野外工作集中在策勒绿洲边缘进行,考虑到塔克拉玛干沙漠边缘虽然地域广袤,但所存在的植被和生态环境问题、它们两者之间的关系以及解决这些问题的基本原则和制订治理措施的原理较为相似,研究结论对塔克拉玛干沙漠边缘具有普遍意义。同时,部分研究工作已经涉及整个塔克拉玛干沙漠边缘,因此,本书定名为《塔克拉玛干沙漠边缘植被可持续管理的生态学基础》。

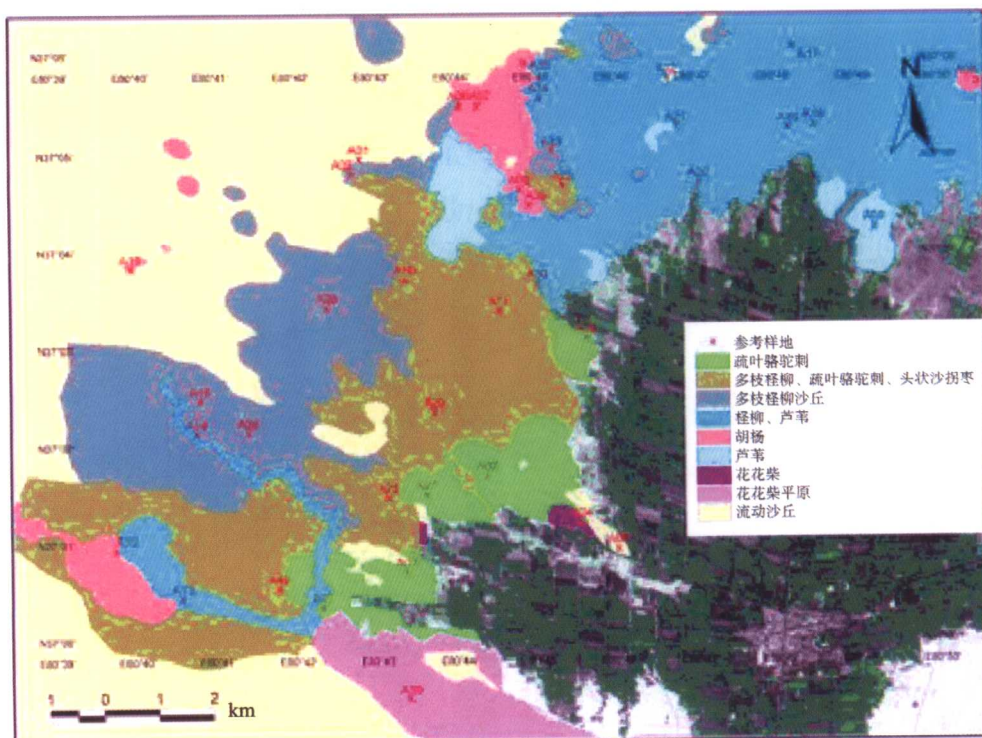
全书共21章。编写分工如下:第1章,张希明;第2章,高前兆;第3章,张希明;第4章, Helge Bruelheide、Ute Jandt;第5章,王今之、王刚;第6章, Sophie Graefe、Stefan Siebert、Helge Bruelheide、Andreas Buerkert;第7章, Frank M. Thomas;第8章, 曾凡江;第9章,李向义;第10章, Andrea Foetzki;第11章, Frank M. Thomas;第12章, Stefan K. Arndt、Andrea Foetzki、Mark A. Adams;第13章,邓雄、李小明;第14章, Dirk Gries;第15章, Stefan Siebert、Dirk Gries、Michael Runge、Andreas Buerkert;第16章, Ansgar Kahmen、Christina Arampatsis、Stefan K. Arndt;第17章,李良、肖洒、王刚;第18章, Helge Bruelheide、Melanie Manegold、Ute Jandt;第19章,曾大昭;第20章,曾大昭、刘甲金;第21章, Michael Runge。

在合作项目实施过程中,中国和欧洲参与者们获得了许多宝贵的经验。我们认为,尽管存在着因严酷的环境条件所引发的许多技术困难,但并没有因此而影响主要成果的获得。我们感谢欧盟委员会对本项目、研讨会和本书出版所给予的资助。感谢中国科学院新疆生态与地理研究所为项目的实施提供了策勒沙漠研究站的工作和生活条件及对项目参与者和本书出版所提供的大力支持。感谢中国科学院新疆分院院长周俊林研究员对本书出版所给予的支持与帮助。同样我们要感谢科学出版社朱海燕、李久进编辑等为本书出版所给予的帮助和所付出的辛勤劳动!

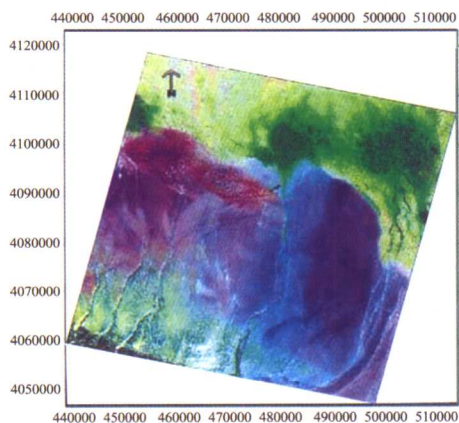
作 者



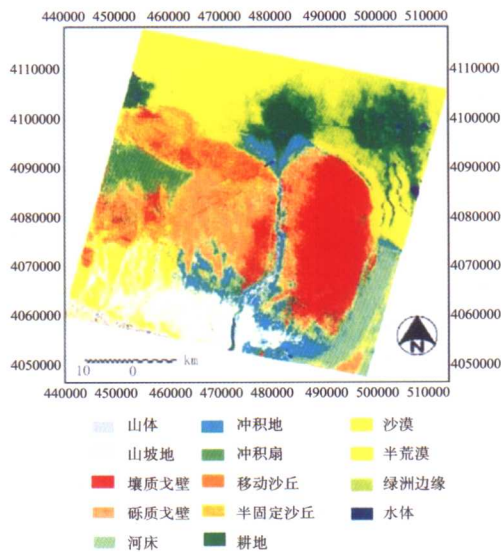
彩图1 新疆维吾尔自治区卫星影像图



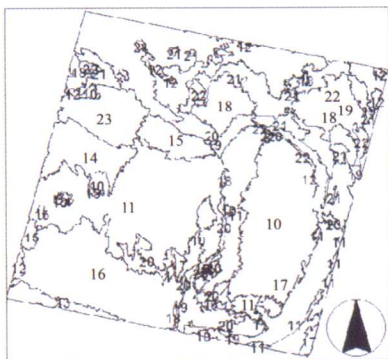
彩图2 策勒绿洲前沿植被图
红色数字代表地面参考点的位置



A. 策勒绿洲 SPOT 图像的自然景观图

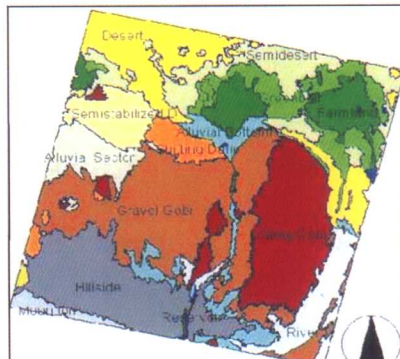


B. 策勒绿洲景观分类图



10. 壤质戈壁 11. 砾质戈壁 12. 沙漠
13. 山体 14. 冲积扇 15. 移动沙丘
16. 山坡地 17. 河床 18. 耕地
19. 水体 20. 冲积地 21. 半荒漠
22. 绿洲边缘 23. 半固定沙丘

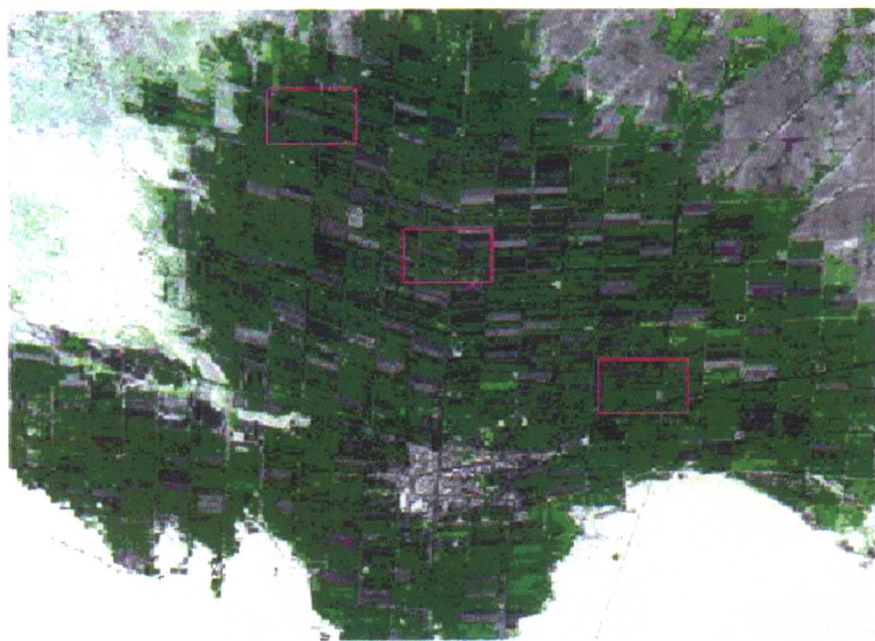
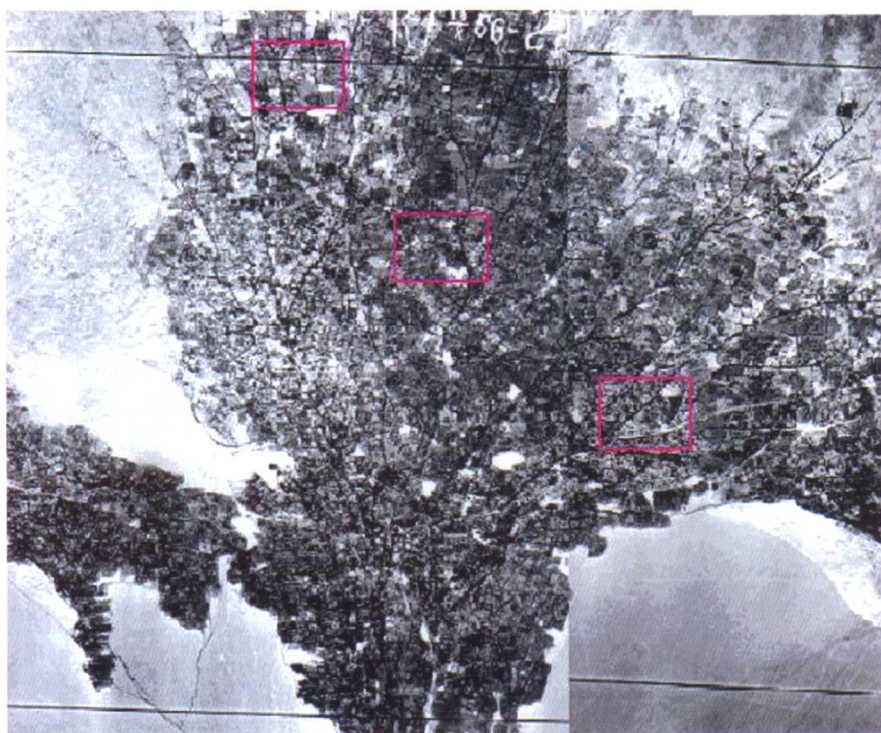
C. 策勒绿洲矢量分类图



- 山体 冲积地 沙漠
山坡地 冲积扇 半荒漠
壤质戈壁 移动沙丘 绿洲边缘
砾质戈壁 半固定沙丘 水体
河床 耕地

D. 策勒绿洲矢量分类图

彩图3 策勒绿洲景观分类图

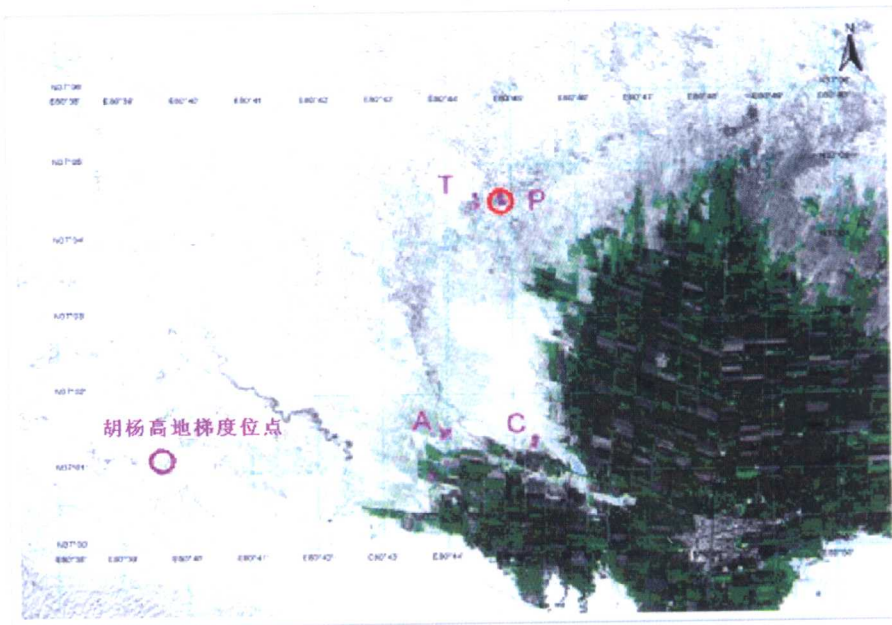


0 1 2 km

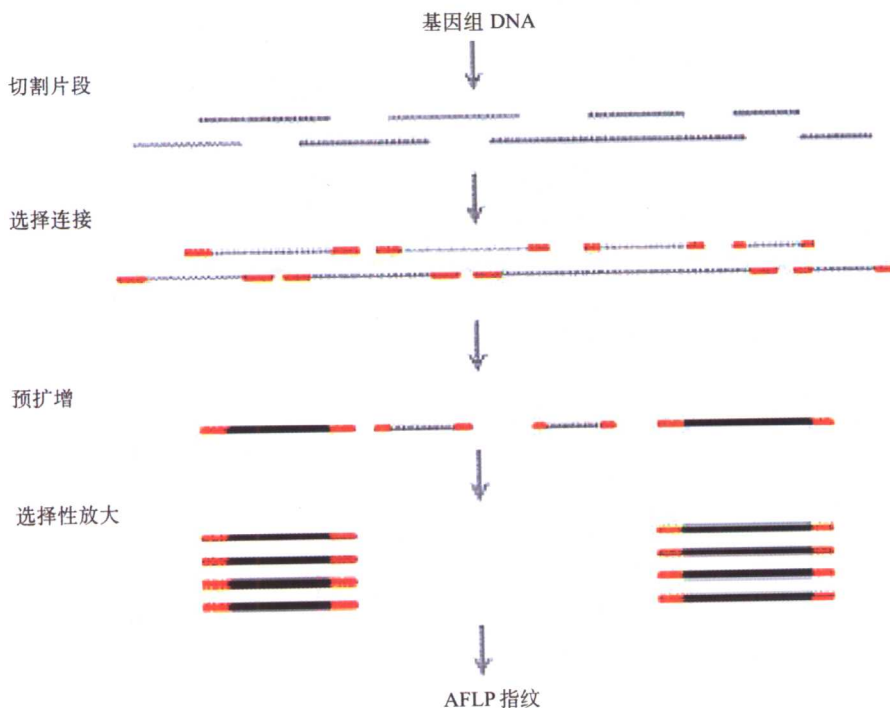
选定的样地



彩图4 策勒绿洲1956年航空像片(上)和1998年SPOT卫星像片(下)中选定的样地



彩图5 策勒绿洲前沿植物遗传分析采样点分布
图中A为骆驼刺位点；P为胡杨位点；PEG为胡杨高地梯度位点



彩图6 AFLP(amplified fragment length polymorphism)技术鉴定胡杨DNA指纹图解
改编自 www.keygene.com/html/aflp.htm.

步骤：1. 使用EcoRI和MseI限制性内切核酸酶消化DNA。2. 片段末端被连接到接头上，DNA单链长度为10bp，用红色标在图上。3. 用引物进行预扩增，一个附加的核苷酸添加到接头和限制性位点序列，这导致片段数目减少1/16。4. 通过引物进行主要的扩增，引物与预扩增时一样，但另选三个核苷，导致片段数目进一步减少1/256

目 录

前言

第一篇 塔克拉玛干沙漠南缘自然背景与环境特征

第 1 章 塔克拉玛干沙漠南缘的自然条件	3
1.1 地理位置	3
1.2 地貌	3
1.3 气候	4
1.4 土壤	7
1.5 植被	7
第 2 章 塔克拉玛干沙漠南缘的水资源及其环境效应	9
2.1 干旱气候条件下河流、绿洲、沙漠与人类生存环境的特点	9
2.2 区域水资源与地下水补给	11
2.3 气候变化与人类活动影响下地表水与地下水的变化	14
2.4 水资源开发利用对绿洲生态环境的负效应	16
2.5 保障绿洲生态安全的水资源可持续开发利用	19
第 3 章 塔克拉玛干沙漠南缘的沙漠化	20
3.1 绿洲边缘的风沙危害	20
3.2 自然条件对绿洲边缘沙漠化的作用	23
3.3 人类活动对绿洲边缘沙漠化的影响	24
3.4 绿洲边缘的沙漠化治理	26

第二篇 塔克拉玛干沙漠南缘植被变化与景观格局分析

第 4 章 策勒绿洲边缘植被现状与变化	31
4.1 植被调查分析方法	31
4.2 现状植被类型与分布	31
4.3 近 50 年来的绿洲变化	32
4.4 策勒绿洲西北部变化原因分析	34
第 5 章 策勒沙漠-绿洲景观格局定量分析	36
5.1 研究区域和研究方法	36
5.2 策勒沙漠-绿洲景观分类	37
5.3 策勒沙漠-绿洲格局分析	39
5.4 策勒沙漠-绿洲景观格局分析的意义	43
第 6 章 策勒绿洲内部农业景观的变化	45

6.1 绿洲内部农业景观分析方法	45
6.2 20 世纪中期绿洲内部的农业景观	45
6.3 绿洲内部现状农业景观	49

第三篇 塔克拉玛干沙漠南缘植物水分关系

第 7 章 植物水分关系实验设计与研究方法	53
7.1 研究对象、研究地点、试验处理	53
7.2 研究方法	54
第 8 章 关键种的水势	58
8.1 各关键种的清晨水势	58
8.2 关键种的水势日变化	60
8.3 不同处理对关键种水势的影响	61
8.4 关键种与地下水联系的水势测量证据	62
第 9 章 关键种的 PV 参数	65
9.1 渗透势的季节变化	65
9.2 相对含水量和饱和含水枝条水分比率的季节变化	67
9.3 渗透势差值和最大体积弹性模量的季节变化	67
9.4 灌溉对 PV 参数的影响	68
9.5 植物水分生理适应类型	70
第 10 章 关键种的耗水问题	72
10.1 蒸腾与茎流量	72
10.2 灌溉对蒸腾和茎流量的影响	76
10.3 植被利用对植物水分状况的影响	76
第 11 章 关键种的水分利用	78
11.1 灌溉对土壤水分状况的影响	78
11.2 灌溉对植物水分状况的影响	80
11.3 植物水分来源问题	82
11.4 植物的水分消耗与水分利用效率	84
第 12 章 关键种稳定性碳氧同位素分析	87
12.1 稳定性碳氧同位素的研究意义	87
12.2 气候因子和水分状况与植物 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ 同位素季节变化的关系	88
12.3 C_3 植物的碳同位素组成	91
12.4 C_4 植物的碳同位素组成	94
12.5 氧同位素组成	95

第四篇 塔克拉玛干沙漠南缘植被生产力

第 13 章 关键种的气体交换	99
13.1 研究方法	99

13.2	关键种气体交换日变化及其季节动态	99
13.3	关键种光合作用的光响应曲线及相关参数	102
13.4	种间光合作用速率和水分利用效率的比较	104
第 14 章	关键种的生物量和产量	106
14.1	植物生物量与年产量的测算方法	106
14.2	确定枝条、植株或灌丛生物量的非破坏性方法	107
14.3	基于面积的现存生物量和产量估计	109
14.4	植物种群高生物量的水分支撑	111
14.5	洪水灌溉对生物量的影响	112
14.6	植被的利用对生物量的影响	113
第 15 章	骆驼刺植被干物质量的非破坏性估测	115
15.1	区域条件与方法	115
15.2	回归方程的建立	117
15.3	回归方程的校验	119
15.4	样方植株的干物质量	120
15.5	区域种群干物质量	121

第五篇 塔克拉玛干沙漠南缘植物营养与繁殖

第 16 章	多年生植物的氮代谢与养分供应	127
16.1	研究方法	127
16.2	土壤和水样中的养分含量	129
16.3	地下水和植物组织的盐分浓度	129
16.4	叶片中硝酸还原酶的活性和氮浓度	130
16.5	气态氮固定	131
16.6	植物的养分来源	133
第 17 章	乡土植物种子库与种子产量	136
17.1	研究方法	136
17.2	种子库	137
17.3	种子产量	137
17.4	种子萌发	138
17.5	种子更新的可能性	139
第 18 章	多年生植物的更新方式与种群结构	140
18.1	自然现象观察	140
18.2	分子标记采样与分析	140
18.3	胡杨的遗传结构	142
18.4	克隆繁殖对荒漠地区植被的意义	144

第六篇 塔克拉玛干沙漠边缘绿洲生态经济与植被可持续管理

第 19 章 天然植被的经济价值及合理利用对策	147
19.1 沙漠边缘天然植被概况	147
19.2 沙漠边缘天然植被的利用价值	148
19.3 沙漠边缘天然植被经济利用中存在的主要问题	152
19.4 合理利用沙漠边缘天然植被的对策	154
第 20 章 塔克拉玛干沙漠边缘绿洲生态经济与可持续发展	157
20.1 沙漠边缘绿洲概况	157
20.2 沙漠边缘绿洲生态系统的特点	158
20.3 沙漠边缘绿洲经济系统的特点	160
20.4 绿洲生态系统与绿洲经济系统的关系	164
20.5 绿洲生态经济可持续发展思考	166
第 21 章 植被可持续管理的若干重要问题	170
21.1 研究要点回顾	170
21.2 洪水和前沿植被	170
21.3 地下水和前沿植被	172
21.4 前沿植被的可持续管理	173
21.5 绿洲生态系统	174
主要参考文献	177
后记	186

第一篇

塔克拉玛干沙漠南缘自然背景 与环境特征

第1章 塔克拉玛干沙漠南缘的自然条件

塔克拉玛干沙漠南缘是中国沙漠化发生和发展最为严重的区域之一。由于它远离中心城市、交通不便、自然条件严酷,十几年前能在这里进行科学研究的中国学者尚属少数,外国学者就更难涉足。因此,这一广阔的、极端干旱地区的研究工作基础显得非常薄弱。为期4年的中国-欧盟合作项目是迄今为止在这一区域所进行的、有限的几个国际合作研究项目之一。中外学者们通过在这一特殊区域所进行的定位和半定位研究,获得了大量第一手科学资料。而这些涉及塔克拉玛干沙漠南缘生态环境与植被问题的资料和成果都与这里的自然条件背景息息相关。为了便于对这一区域的生态环境与植被问题感兴趣的读者更好地理解本书所介绍的研究成果,有必要对该区域的自然条件背景做一个概括的介绍。

1.1 地理位置

塔克拉玛干沙漠南缘是指位于我国最大的内陆盆地——塔里木盆地中央的塔克拉玛干沙漠南部边缘的广大区域。对塔克拉玛干沙漠南缘的地域概念,研究者们一般根据自己的研究区域加以描述(新疆荒地资源综合考察队,1985;张立运等,1994),截至目前尚缺乏关于该地域统一的区域范围界定。本书根据新疆维吾尔自治区行政区划和塔克拉玛干沙漠地理位置(见书后彩图1)与张立运先生等(1994)的意见一致将塔克拉玛干沙漠南缘的区域范围界定为:其东西界线与行政区划中的县境边界一致,即东起巴音郭楞蒙古自治州若羌县、西至喀什地区叶城县,东西跨越10个经度,长约1000km;以昆仑山北缘山地和阿尔金山北坡山麓线为南界,北至塔克拉玛干沙漠南部的广大山前洪积-冲积平原。

由于政府的统计资料均以行政区划为单位进行统计,对跨行政区划范围的资料进行分割非常困难。考虑到塔克拉玛干沙漠南缘自然环境背景情况比较类似,在出现资料分割困难时,则将讨论范围加以限制,在东西方向上进行收缩,这时其东部界限被确定为由和田地区的民丰县东界起,西部界限到皮山县西界止。这一区域在行政区划上与和田地区一致,包括和田市和民丰、于田、策勒、洛浦、和田、墨玉、皮山等7个县。土地总面积为24.8万 km^2 ,占新疆土地总面积的14.89%;人口171.7872万人,占新疆总人口的9.01%(新疆维吾尔自治区统计局,2003)。

1.2 地貌

塔里木盆地总面积为56万 km^2 ,大部分为沙漠所占据,仅在山前地下水溢出带发育着面积不大的绿洲和沼泽。塔克拉玛干沙漠南缘山区河流由南而北流入盆地,多数消逝于沙漠之中。和田河则贯穿盆地,汇入塔里木河。盆地西端中部有近东西向的麻扎塔格,