

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

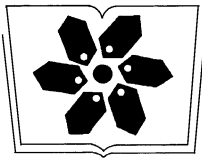
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第10期 Vol.31 No.10 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 10 期

2011 年 5 月 (半月刊)

目 次

大熊猫取食竹笋期间的昼夜活动节律和强度·····	张晋东, Vanessa HULL, 黄金燕, 等 (2655)
高枝假木贼的胎生萌发特性及其生态适应·····	韩建欣, 魏 岩, 严 成, 等 (2662)
准噶尔盆地典型地段植物群落及其与环境因子的关系 ·····	赵从举, 康慕谊, 雷加强 (2669)
喀斯特山地典型植被恢复过程中表土孢粉与植被的关系·····	郝秀东, 欧阳绪红, 谢世友, 等 (2678)
青藏高原高寒草甸土壤 CO ₂ 排放对模拟氮沉降的早期响应·····	朱天鸿, 程淑兰, 方华军, 等 (2687)
毛乌素沙地南缘沙漠化临界区域土壤水分和植被空间格局·····	邱开阳, 谢应忠, 许冬梅, 等 (2697)
雪灾后粤北山地常绿阔叶林优势树种幼苗更新动态·····	区余端, 苏志尧, 解丹丹, 等 (2708)
四川盆地四种柏木林分类型的水文效应·····	龚固堂, 陈俊华, 黎燕琼, 等 (2716)
平茬对半干旱黄土丘陵区柠条林地土壤水分的影响·····	李耀林, 郭忠升 (2727)
连栽杉木林林下植被生物量动态格局·····	杨 超, 田大伦, 胡日利, 等 (2737)
近 48a 华北区太阳辐射量时空格局的变化特征·····	杨建堂, 刘 勤, 严昌荣, 等 (2748)
中型景观尺度下杨树人工林林分特征对树干病害发生的影响——以河南省清丰县为例·····	王 静, 崔令军, 梁 军, 等 (2757)
耕作措施对冬小麦田杂草生物多样性及产量的影响·····	田欣欣, 薄存瑶, 李 丽, 等 (2768)
官山保护区白颈长尾雉栖息地适宜性评价·····	陈俊豪, 黄晓凤, 鲁长虎, 等 (2776)
花椒园节肢动物群落特征与气象因子的关系·····	高 鑫, 张晓明, 杨 洁, 等 (2788)
沙漠前沿不同植被恢复模式的生态服务功能差异·····	周志强, 黎 明, 侯建国, 等 (2797)
大豆出苗期和苗期对盐胁迫的响应及耐盐指标评价·····	张海波, 崔继哲, 曹甜甜, 等 (2805)
不同耐盐植物根际土壤盐分的动态变化·····	董利苹, 曹 靖, 李先婷, 等 (2813)
短期 NaCl 胁迫对不同小麦品种幼苗 K ⁺ 吸收和 Na ⁺ 、K ⁺ 积累的影响 ·····	王晓冬, 王 成, 马智宏, 等 (2822)
套袋微域环境对富士苹果果皮结构的影响·····	郝燕燕, 赵旗峰, 刘群龙, 等 (2831)
畜禽粪便施用对稻麦轮作土壤质量的影响·····	李江涛, 钟晓兰, 赵其国 (2837)
土霉素胁迫下拟南芥基因组 DNA 甲基化的 MSAP 分析·····	杜亚琼, 王子成, 李 霞 (2846)
甲藻孢囊在长山群岛海域表层沉积物中的分布·····	邵魁双, 巩 宁, 杨 青, 等 (2854)
湖南省城市群生态网络构建与优化 ·····	尹海伟, 孔繁花, 祈 毅, 等 (2863)
基于多智能体与元胞自动机的上海城市扩展动态模拟 ·····	全 泉, 田光进, 沙默泉 (2875)
城市道路绿化带“微峡谷效应”及其对非机动车道污染物浓度的影响 ···	李 萍, 王 松, 王亚英, 等 (2888)
专论与综述	
北冰洋微型浮游生物分布及其多样性·····	郭超颖, 王桂忠, 张 芳, 等 (2897)
种子微生物生态学研究进展 ·····	邹媛媛, 刘 洋, 王建华, 等 (2906)
条件价值评估的有效性与可靠性改善——理论、方法与应用·····	蔡志坚, 杜丽永, 蒋 瞻 (2915)
问题讨论	
中国生态学期刊现状分析 ·····	刘天星, 孔红梅, 段 靖 (2924)
研究简报	
四季竹耐盐能力的季节性差异·····	顾大彤, 郭子武, 李迎春, 等 (2932)
新疆乌恰泉地震前后泉水细菌群落的变化·····	杨红梅, 欧提库尔·玛合木提, 曾 军, 等 (2940)
两种猎物对南方小花蝽种群增长的影响及其对二斑叶螨的控害潜能 ·····	黄增玉, 黄林茂, 黄寿山 (2947)
学术信息与动态	
全球变化下的国际水文学研究进展: 特点与启示 ——2011 年欧洲地球科学联合会会员大会述评·····	卫 伟, 陈利顶 (2953)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 302 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 34 * 2011-05



封面图说: 藏酋猴 (*Macaca thibetana*) 属猴科 (*Cercopithecidae*) 猕猴属 (*Macaca*) 又名四川短尾猴、大青猴, 为我国特有灵长类之一, 被列为国家二级保护野生动物; 近年来, 由于人类活动加剧, 栖息环境恶化, 导致藏酋猴种群数量和分布日趋缩小; 本照片摄于四川卧龙国家级自然保护区 (拍摄时间: 2010 年 3 月)。

彩图提供: 中国科学院生态环境研究中心张晋东博士 E-mail: zhangjd224@163.com

沙漠前沿不同植被恢复模式的生态服务功能差异

周志强¹, 黎明¹, 侯建国³, 李剑凌³, 刘彤^{2,*}

(1. 东北林业大学森林植物生态学教育部重点实验室, 哈尔滨 150040; 2. 东北林业大学林学院, 哈尔滨 150040;
3. 新疆奇台县林业局, 奇台 831800)

摘要: 沙漠是具有生态脆弱性和生态功能特殊性的生态系统, 其生态系统的恢复与重建, 更多的是考虑其防风固沙、生物多样性的产生与维持、气候调节、土壤保护等非实物型生态服务功能的发挥。根据植被样地调查、土壤分析和风因子监测等相关数据, 开展了新疆奇台县沙漠前沿不同植被恢复模式的生态服务功能差异研究。结果表明: 人工植被恢复模式较天然植被恢复模式对风速和风动能的消抵作用明显, 人工植被恢复区比天然植被恢复区多 58.8 d/a 无风天; 年均降低风速 0.88 m/s, 消抵 65.2% 的风动能, 人工植被恢复对北向和西北向风的消抵作用最显著, 对西南向风的消抵作用最弱; 不同植被恢复模式的生物多样性保育功能差异较大, 天然植被恢复的植物群落较之人工植被恢复的植物群落, 物种丰富度指数和 Shannon-Wiener 指数更高, Pielou 指数则相对较低, 天然恢复的植物群落的稳定性更高, 其维持、繁衍和保持植物多样性的能力更强; 不同植被恢复模式对土壤部分化学性质的影响有明显差异, 人工植被恢复模式能够通过植物的生理代谢, 降低沙漠前沿土壤的含盐量和 pH 值, 但对土壤有机质含量影响不显著。上述研究结果可以为高效的沙漠前沿植被恢复模式的筛选提供必要的理论支撑。

关键词: 生态服务; 植被恢复; 风; 植物多样性; 土壤化学性质

The differences of ecosystem services between vegetation restoration models at desert front

ZHOU Zhiqiang¹, LI Ming¹, HOU Jianguo³, LI Jianling³, LIU Tong^{2,*}

1 The Key Laboratory of Forest Plant Ecology, Ministry of Education, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 School of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

3 Forestry Bureau of Qitai County, Qitai 831800, China

Abstract: Desert is a fragile ecosystem with special function. The restoration of desert ecosystem is positioned on its functions of wind defending, biodiversity conservation, climate regulation, and soil fertility. Based on the data of vegetation structures, soil properties, and wind factors, the difference of ecosystem services was assessed between two restoration models, the natural and planted vegetation restoration areas in the desert of Qitai County, Xinjiang Uygur Autonomous Region, NW China. The results showed that, there were 58.8 more days without wind per year in the planted than in the natural vegetation restoration area. Average wind velocity and kinetic wind energy were lowered by 0.88 m/s and 65.2%, respectively, in the planted than in the natural vegetation restoration area. Compared with the natural recovered area, the planted area was better in reducing winds from the north and the northwest, but weaker in reducing wind from the southwest. Compared with the planted restoration model, the natural recovery model was better in conserving plant biodiversity, the species richness and Shannon-Wiener index of plant communities in the natural recovery area were much higher than those in the planted restoration area, but the tendency of Pielou index was on the contrary. The plant community in the natural recovery area was more stable in that its soil salt and pH were higher than those in the planted restoration area. These results might be meaningful for selecting effective restoration model at desert front.

基金项目: 国家科技支撑项目 (2006BAD26B0904)

收稿日期: 2010-07-08; 修订日期: 2011-03-04

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: fraulitong@yahoo.com.cn

Key Words: ecosystem services; plant diversity; soil property; vegetation restoration; wind

生态系统服务功能是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,包括对人类生存及生活质量有贡献的生态系统产品和生态系统功能两个方面^[1-21]。与其它陆地生态系统不同,沙漠是具有生态脆弱性和生态功能特殊性的生态系统,也是主要的陆地退化生态系统类型^[22]。沙漠前沿生态系统的恢复与重建,更多的是考虑其防风固沙、生物多样性的产生与维持、气候调节、土壤保护等非实物型生态服务功能的发挥。

新疆奇台县地处我国第二大沙漠-古尔班通古特沙漠南缘,县域有近 10000 km² 的面积属于沙漠区域,2000 年以来,该县陆续实施防沙治沙、荒漠生态公益林保护等国家重点林业工程,生态环境得到了明显改善,沙漠前沿已经形成了 50000hm² 天然恢复较好的荒漠植被和 20000hm² 人工梭梭防沙治沙基干林带,但对天然和人工恢复的生态系统服务功能一直缺乏深入的生态学理解。以奇台县天然和人工恢复生态系统为研究对象,开展不同恢复模式生态服务功能差异的研究,可以为该区域生态系统服务功能的保育与管理提供科学依据。

1 研究地概况

本研究在新疆维吾尔自治区奇台县进行。奇台县位于天山北麓,古尔班通古特沙漠南缘,地理坐标 N: 43°25′—45°29′, E: 89°13′—91°22′。地貌特征为砾质戈壁和流动、半流动沙丘,地形由南向北渐缓,海拔高度在 650—710 m 之间。气候属大陆中温带干旱、半干旱气候,热量充足,全年日照时数超过 3000 h,年平均气温 5.2℃,年平均降雨量 110—150 mm,年均无霜期 156 d。该区域在植被区划上属新疆荒漠植被区、北疆荒漠植被亚区、准噶尔荒漠植被省、乌苏奇台县^[23]。

研究地点芨芨湖和西北湾均位于沙漠前沿,芨芨湖周边是天然植被恢复区(国家重点生态公益林),2000 年开始实施封育,天然沙漠植被发育良好,根据前期的植被研究成果^[24],芨芨湖主要分布着芦苇+芨芨草、梭梭-枇杷柴+西伯利亚白刺、梭梭-心叶驼绒藜-白茎娟蒿等 4 个群落类型。西北湾周边植被是人工植被恢复区(防沙基干林带),2000 年开始,依托国家重点林业工程,植造的人工梭梭林,株行距为 3 m×1 m 或 3 m×2 m,群落类型以白梭梭单优群落为主。

2 研究方法

2.1 野外监测与植被调查

分别在芨芨湖天然植被恢复区和西北湾人工植被恢复区设置 CAMPBELL CR23X-XT MICROLOGGER 环境监测系统各 1 套,该系统的旋桨式风速风向传感设备(RM Young 05103)距地面 2.5 m,每 30 min. 自动测量水平方向的风向和风速,并将数据传输至数据采集器。通过 3a 的野外监测,共获得天然植被恢复区和人工植被恢复区的风向、风速数据 10.5 万条。

天然植被恢复区和人工植被恢复区的植被数据是根据 2006 年野外样地调查结果,野外植被调查采用机械布设样线和样线上随机布设样地的方法进行,在天然植被恢复区和人工植被恢复区,沿沙漠纵深方向,每间隔 1 km 布设 1 条样线,随机布设的植被样地(20 m×10m)间隔不小于 300 m,每个样地进一步划分成 8 个 5 m×5 m 的样方,记录样方内出现的小半乔木、灌木的种类、多度、高度、种盖度等,每个 25 m² 中,梅花状设置 1m² 样方 5 个,记录样方内草本植物的种类、多度、高度和种盖度等指标。共获得 61 个植被样地数据。

土壤取样在植被样地中心挖土壤坑,分别不同深度(0、10、30、50、80cm)取样,共获得 20 组(天然和人工植被恢复区各 10 组)土壤样本,其化学性质的测定,在实验室采用 pHs-2 型酸度计、水土比烘干残渣法和重铬酸钾法分别测定不同深度土样的 pH 值、含盐量和有机质含量。

2.2 数据整理与分析

根据所获得的 3a 不同植被恢复区的相关数据,应用 SPSS 和 EXCEL 进行统计分析,并应用 Vista Data Vision 软件将风向风速拟合成风玫瑰图。根据野外植被调查数据,计算生物多样性相关指数:

$$\text{Shannon-Weiner 指数 } H' \quad H' = - \sum P_i \times \ln P_i$$

物种丰富度指数 R

Pielou 均匀度指数 J

Simpson 优势度 D

$R=S$

$J = (- \sum Pi \times \ln Pi)/\ln S$

$D = 1 - \sum Pi \times Pi$

3 结果分析

3.1 不同植被恢复模式对防风固沙的影响

风的特点是一个二维向量数值,这个向量是可以通过它在局部直角坐标系中的成分^[25]或者是由它的方向和速度所指定^[26]。根据 2006—2009 年间对古尔班通古特沙漠前沿人工植被恢复区和天然植被恢复区风向、风速的监测数据,绘制了不同植被恢复区的风玫瑰图(图 1),直观上可以看到,天然植被恢复区和人工植被恢复区年际间的风向、风速基本稳定,不同植被恢复区年际的盛行风向有一些共同特征:西南方向的风是影响该区域的主导风向,分别占天然和人工植被恢复区全年有风天的 39% (3a 平均)和 51% (3a 平均),但两者的差别也非常显著,主要体现在:人工植被恢复区年际间东北方向风所占比例(24%)明显高于天然植被恢复区(8.7%);人工植被恢复模式对风的抵消作用明显;

人工植被恢复区年际间东北方向风比例较高,可能是人工造林方式引起的,奇台县从 2000 年开始,依托国家重点林业工程的实施,在沙漠前沿植造人工梭梭林,造林主要采用了行状配置,方向以西南-东北方向为主,由于人工林与该区域主风向平行,客观上形成了风的通道,导致年际间东北方向风的比例较之天然植被恢复区域高。

人工植被恢复较之天然植被恢复,对风的抵消作用体现两个方面:一是无风天的比例,一是对各方向风速和动能的抵消作用。根据 3a 的数据统计,人工植被恢复区年平均无风天的比例为 19.8%,而在天然植被恢复区该比例仅为 3.7%,相当于人工植被恢复区每年的无风天比天然植被恢复区多 58.8d。

不同植被恢复模式对风速和动能的影响差异,可以通过表 2 和表 3 的相关数据进行分析:从全年平均风速的尺度上,天然植被恢复区 3a 的平均风速在 2.11—2.17m/s 之间,而人工植被恢复区 3a 的平均风速在 1.08—1.47m/s,显而易见,人工植被恢复模式较之天然植被恢复模式对风速的抵消相当明显。

表 2 不同植被恢复区各方向的年均风速及风动能消减

Table 2 Annual wind velocities of 8 directions in natural and planted vegetation restoration areas and the percentage of wind kinetic energy decreasing

风向	天然植被恢复区年均风速 $V_1/(m/s)$			人工植被恢复区年均风速 $V_2/(m/s)$			消减动能百分比 $(V_1^2-V_2^2)/V_1^2/\%$		
	Annual average wind velocity of the natural vegetation restoration area V_1			Annual average wind velocity of the planted vegetation restoration area V_2			Kinetic wind energy decreasing in percentage $(V_1^2-V_2^2)/V_1^2$		
	2006—2007	2007—2008	2008—2009	2006—2007	2007—2008	2008—2009	2006—2007	2007—2008	2008—2009
北向 North	1.75	1.51	2.13	0.70	0.50	0.64	84.1	89.3	90.8
东北向 Northeast	1.74	1.58	1.61	0.93	0.77	0.71	71.6	75.9	85.5
东向 East	3.12	1.73	1.70	1.00	0.82	0.89	88.8	77.6	72.4
东南向 Southeast	1.41	1.21	1.30	0.82	0.82	0.74	65.9	55.0	66.8
南向 South	1.21	1.19	1.20	0.73	0.72	0.64	93.1	63.7	71.4
西南向 Southwest	2.12	2.16	2.04	1.72	1.66	1.61	40.6	41.2	37.5
西向 West	3.35	3.16	3.25	1.67	1.59	1.91	75.2	74.7	65.3
西北向 Northwest	3.17	3.16	3.09	1.32	1.09	1.17	79.5	88.1	85.5

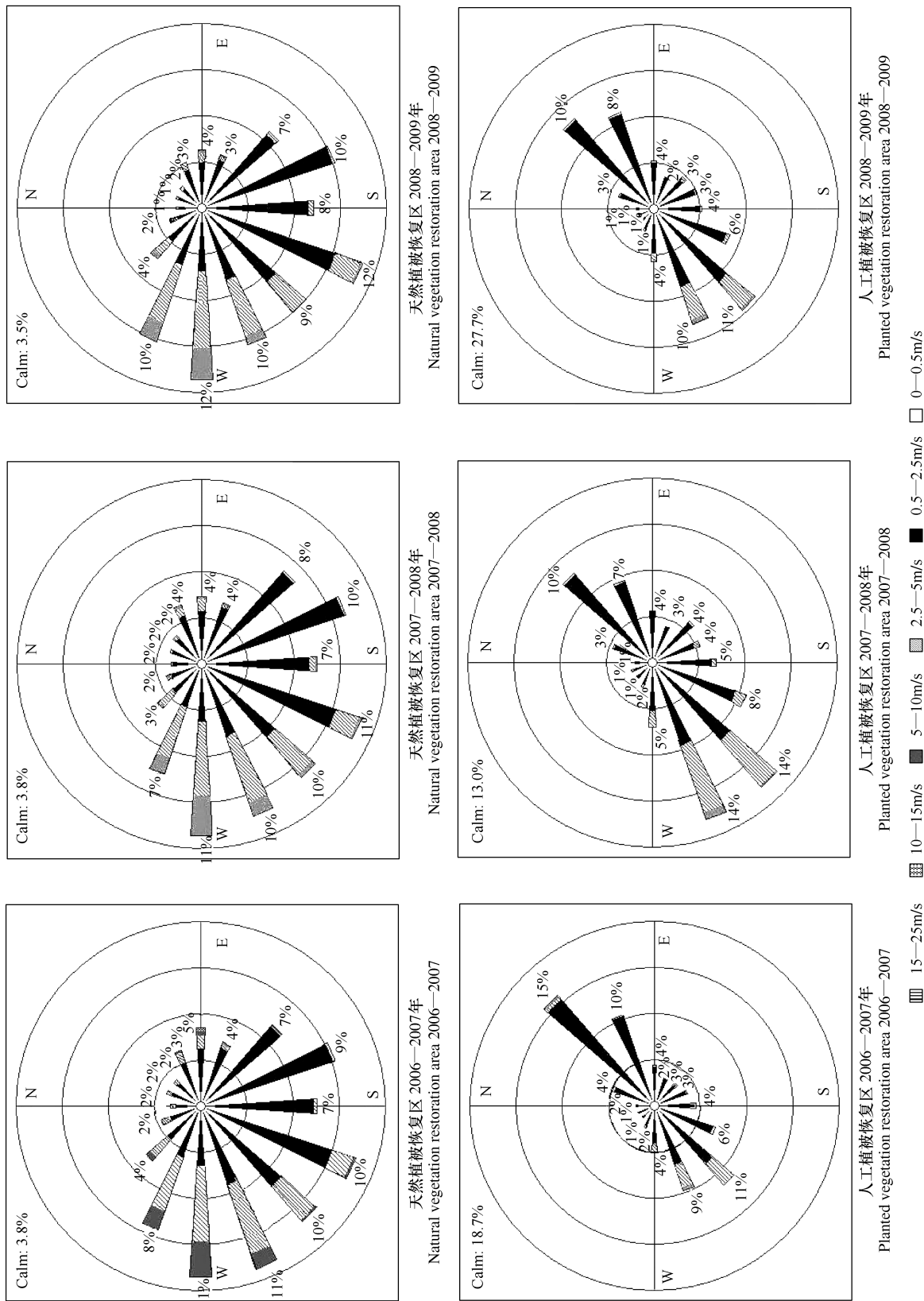


图1 年际风玫瑰图
Fig.1 Annual distribution of the wind velocities in all directions

从动能的角度分析,由于动能的 $E=mv^2/2(E_{\text{天}}-E_{\text{人}})/E_{\text{天}}$ 计算;即为人工植被恢复相对于天然植被恢复抵消的风能百分比,该值可以通过简化公式 $(v_1^2-v_2^2)/v_1^2$ 获得,如果以年均风速为基准,人工植被恢复较之天然植被恢复能多消抵 51.5%—74.1% 的风能,平均为 65.2% (表 1)。如果将风速数据分解到 8 个方向(表 2),人工植被恢复对北向(平均 88.1%)和西北向(平均 84.4%)风动能的抵消作用最明显,对西南向风动能的抵消作用最弱(平均 39.8%),对其他 5 个方向的风动能消抵均超过 60%。

Table 3 Annual wind velocities and the percentage of wind kinetic energy decreasing in natural and planted vegetation restoration areas			
年份 Year	天然植被恢复区平均风速/(m/s) Annual average wind velocity of the natural vegetation restoration area V_1	人工植被恢复区平均风速/(m/s) Annual average wind velocity of the planted vegetation restoration area V_2	消减动能百分比 Kinetic wind energy decreasing in percentage $(V_1^2-V_2^2)/V_1^2$
2006—2007	2.17	1.19	69.9%
2007—2008	2.11	1.47	51.5%
2008—2009	2.12	1.08	74.1%

3.2 不同植被恢复模式对植物多样性的影响

根据对天然植被恢复区和人工植被恢复区共 61 个植被样地的调查数据(表 4),分别计算了不同植被恢复模式下的植物多样性指数(表 5):

Table 4 The basic information of plots in different restoration areas					
恢复区类型 Restoration area	群落类型 Community type	群落年龄/a Community age	植被样地数 Plot number	群落高度/m Community height	群落盖度 Community coverage/%
人工植被恢复区 Planted restoration area	白梭梭 Ass. <i>Haloxylon persicum</i>	5	13	2.79	44.71%
天然植被恢复区 Natural restoration area	梭梭-枇杷柴+西伯利亚白刺 Ass. <i>Haloxylon ammodendron</i> - <i>Reaumuria songarica</i> + <i>Nitraria sibirica</i>	7	18	2.06	16.78%
	梭梭-心叶驼绒藜-白茎蒿 Ass. <i>Haloxylon ammodendron</i> - <i>Ceratoides ewersmanniana</i> - <i>Seriphidium terrae-albe</i>		20	2.22	15%
	心叶驼绒藜-骆驼刺 Ass. <i>Ceratoides ewersmanniana</i> - <i>Alhagi sparsifolia</i>		10	0.85	16%

Table 5 Comparison of plant diversity indexes in different restoration areas					
不同植被恢复区 Restoration Areas		Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener Index	物种丰富度指数 Species richness Index	Pielou 均匀度指数 Pielou Index	Simpson 优势度指数 Simpson Index
天然植被恢复区 Natural Restoration Area	灌木 Shrub	3.300	14	1.250	0.176
	草本 Herb	3.093	21	1.092	0.759
人工植被恢复区 Planted Restoration Area	灌木 Shrub	0.538	3	0.488	0.553
	草本 Herb	1.163	10	0.723	0.841

从植被样地的数据统计和计算结果上看,天然植被恢复区灌木层和草本层的物种丰富度指数远高于人工植被恢复区,天然植被恢复区的灌木种类包括:梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、白梭梭(*Haloxylon persicum*)、琵琶柴(*Reaumuria songarica*)、淡枝沙拐枣(*Calligonum leucocladum*)、多枝怪柳(*Tamarix ramosissima*)、心叶驼绒藜(*Ceratoides ewersmanniana*)、白茎娟蒿(*Seriphidium terrae-albae*)等 14 种,而人工植被恢复区出现的灌木种

类仅有白梭梭、心叶驼绒藜和琵琶柴等 3 种;天然植被恢复区草本种类包括:长刺猪毛菜(*Salsola paulsenii*)、猪毛菜(*Salsola collina*)、大藜草(*Leymus racemosus*)、盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、对节刺(*Horaninowia ulicina*)、刺毛碱蓬(*Suaeda acuminata*)、角果藜(*Ceratocarpus arenarius*)、绒藜(*Londesia eriantha*)、盐蓬(*Halimocnemis longifolia*)、盐生草(*Halogeton glomeratus*)、灰毛棒果芥(*Sterigmostemum incanum*)、羽毛三芒草(*Aristida pennata*)、芨芨草(*Achnatherum splendens*)、芦苇(*Phragmite saustralis*)、倒披针叶虫实(*Corispermum lehmannianum*)、苦苣菜(*Sonchus oleraceus*)、沙蓬(*Agriophyllum squarrosum*)、早熟禾(*Poa annua*)等 21 种,人工植被恢复区出现的草本种类仅有长刺猪毛菜、大藜草、羽毛三芒草、沙蓬、盐生草、角果藜、盐爪爪等 10 种。这样的结果在 Shannon-Wiener 指数上得到了很好的反映,天然植被恢复区灌木层和草本层的 Shannon-Wiener 指数值分别是人工植被恢复区的 6.13 倍和 2.66 倍。作为物种均匀度度量的 Pielou 指数计算结果也显示,天然植被恢复区灌、草层的物种均匀度(1.25,1.092)远高于人工植被恢复区(0.488,0.723),而植物多样性的反面即集中性度量尺度的 Simpson 指数呈相反的规律。

上述结果表明,天然植被恢复区的植物群落尽管在植物密度和群落盖度上低于人工群落,但其物种组成更丰富,植物群落的稳定性更高,其维持、繁衍和保持植物多样性的能力更强,对于物种保育的生态服务功能更强。

3.3 不同植被恢复模式对土壤理化特征的影响

为比较不同的植被恢复模式对土壤化学性质的影响,在人工植被恢复区和天然植被恢复区各进行了 10 组分层土壤取样,根据实验室获得的相关数据,得到表 6。

表 6 不同植被恢复模式下的土壤化学性质比较
Table 6 Chemical properties comparison of soil layers in different restoration areas

恢复区类型 Restoration area	土壤 pH 值 pH value of soil			土壤全盐含量/(g/kg) Total salt content of soil			土壤有机质含量/(g/kg) Organic matter content of soil		
	表层 (0cm)	浅层 (10—30cm)	深层 (50—80cm)	表层 (0cm)	浅层 (10—30cm)	深层 (50—80cm)	表层 (0cm)	浅层 (10—30cm)	深层 (50—80cm)
天然植被恢复区 Natural vegetation restoration area	8.436	8.677	8.742	23.21	17.95	14.085	2.23	2.311	1.924
人工植被恢复区 Planted vegetation restoration area	8.064	7.982	8.106	12.928	11.65	11.541	2.109	2	2.076

从结果上看,不同植被恢复模式对土壤的化学性质有一定影响。人工植被恢复区不同深度的土壤 pH 值都较天然植被恢复区低;不同深度土壤含盐量的变化则更为明显,人工植被恢复区土壤表层、浅层和深层的含盐量显著低于天然植被恢复区的相应值。造成这样结果的原因可能是人工植被恢复区灌木层物种密度远高于天然植被恢复区,大量的灌木(白梭梭等)通过生理代谢作用,使得土壤化学性质得到一定程度的改善,表现为土壤含盐量大大降低,土壤 pH 值降低。而在不同植被恢复区,不同深度的土壤有机质含量差异不大,表明人工植被恢复模式尽管显著增加了植物群落盖度和物种密度,但对土壤有机质含量没有显著影响。

4 结论与讨论

根据前文不同植被恢复模式对风速和风动能、生物多样性和土壤化学性质的影响分析,得到如下主要结论:

(1)西南方向的风是奇台县沙漠前沿的主导风;人工植被恢复较之天然植被恢复,对风速和动能的消抵作用明显,人工植被恢复区比天然植被恢复区多 58.8d/a 的无风天;人工植被恢复比天然植被恢复年均降低风速 0.88m/s,多消抵 65.2% 的风动能,人工植被恢复对北向和西北向风动能的消抵作用最显著,对西南向风动能的消抵作用最弱。

(2)不同植被恢复模式的生物多样性保育功能差异较大,天然植被恢复的植物群落较之人工植被恢复的

植物群落,物种组成更丰富,群落的稳定性更高,其维持、繁衍和保持植物多样性的能力更强。

(3)不同植被恢复模式对土壤部分化学性质的影响有明显差异,人工植被恢复模式下,植物种群密度高,通过大量的植物生理代谢,降低了土壤的含盐量和 pH 值,但对土壤有机质含量的影响不显著。

本文根据野外调查和观测数据,初步比较了不同植被恢复模式对风、植物多样性和土壤部分化学性质的影响,但受条件所限,这些要素与生态服务功能间的相关关系,有待在后续研究中补充完善。因此,上述分析结论有一定的局限性,很难代表干旱区的普遍规律。文中有关人工植被恢复较之天然植被恢复对风的消抵作用明显的结论,是基于野外监测数据的分析得到的。从机理上讲,这种消抵作用必然与植被类型、年龄、群落结构及微地形等诸多环境因素相关,但现有的植被和环境因子特征数据不完整,不足以建立其关联性。对已知的群落数据进行分析,人工植被恢复对风的消抵作用明显,可能主要是受密度效应和灌木生长势的影响,人工植被恢复模式下灌木密度和盖度分别为天然植被恢复模式下的近 2 倍和 2.8 倍,而人工植被恢复模式下白梭梭的年高生长量较天然恢复模式下高近 1 倍。人工植被恢复模式下植物多样性水平较低,其主要原因在于,沙漠区的水资源非常有限,试验区年降雨量在 50—90mm(全县年均降雨量 110—150 mm)之间,人工种植形成的单优群落,白梭梭根系发达、生长速度快,在水资源竞争上占有明显优势,抑制了其他种类灌木、草本的生长,同时,人工白梭梭林密度较高,其他物种的种群扩散受其影响较大。不同植被恢复模式对土壤部分化学性质有影响,但这种影响的植物生理代谢机制尚不清楚,有待深入研究。

References:

- [1] Daily G C. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington D C: Island Press, 1997.
- [2] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 607-613.
- [3] SCEPT (Study of Critical Environmental Problems), Matthews W H. *Man's Impact on the Global Environment: Assessment and Recommendations for Action*. Cambridge MA: MIT Press, 1970.
- [4] Huang Q, Sun H B, Wang R H, Zhang H Z. Effect of oasis land-use and land-cover change on ecosystem service values in typical mountain-oasis-desert system in arid region. *Journal of Desert Research*, 2007, 27(1): 76-81.
- [5] Zhao J, Yang K. Valuation of ecosystem services: characteristics, issues and prospects. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(1): 347-356.
- [6] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg k, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 386(6630): 253-260.
- [7] Pimentel D, Wilson C, McCulum C, Huang R, Dwen P, Flack J, Tran Q, Saltman T, Cliff B. Economic and Environmental benefits of biodiversity. *Bioscience*, 1997, 47(11): 747-757.
- [8] Sutton P C, Constanza R. Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service valuation. *Ecological Economics*, 2002, 41(3): 509-527.
- [9] Gren I M, Groth K H, Sylvén M. Economic values of Danube floodplains. *Journal of Environmental Management*, 1995, 45(4): 333-345.
- [10] Dixon J. Analysis and management of watersheds//Dasgupta P, Goran-Mäler K, eds. *The Environment and Emerging Development Issues*. Oxford: Clarendrom Press, 1997.
- [11] Pauutanayak S K. Valuing watershed services: concepts and empirics from Southeast Asia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2004, 104(1): 171-184.
- [12] Turner R K, van den Bergh J C J M, Söderqvist T, Barendregt A, van der Straaten J, Malthby E, Van Ierland E C. Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy. *Ecological Economics*, 2000, 35(1): 7-23.
- [13] Hanley N D, Ruffell R J. The contingent valuation of forest characteristics: two experiments. *Journal of Agricultural Economics*, 1993, 44(2): 218-229.
- [14] Loomis J, Kent P, Strange L, Fausch K, Covich A. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics*, 2000, 33(1): 103-117.
- [15] Lal P. Economic valuation of mangroves and decision-making in the Pacific. *Ocean & Coastal Management*, 2003, 46(9/10): 823-846.
- [16] Jakobsson K M, Dragun A K. *Contingent Valuation and Endangered Species: Methodological Issues and Applications*. Cheltenham: Edward Elgar Press, 1996.
- [17] de Mendonça M J C, Sachsida A, Loureiro P R A. A study on the valuing of biodiversity: the case of three endangered species in Brazil *Ecological*

- Economics, 2003, 46(1): 9-18.
- [18] Bandara R, Tisdell C. The net benefit of saving the Asian elephant: a policy and contingent valuation study. *Ecological Economics*, 2004, 48(1): 93-107.
- [19] Ouyang Z Y, Wang R S, Zhao J Z. Ecosystem services and their economic valuation. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(5): 635-640.
- [20] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 607-613.
- [21] Chen Z X, Zhang X S. The benefits of China ecosystem. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(1): 17-22.
- [22] Li Y B, Wang G. Ecological value of vegetation services in Minqin desert oasis. *Journal of Lanzhou University*, 2006, 42(1): 45-49.
- [23] Xinjiang Expedition of CAS and IB-CAS. The Vegetation and Utilization in Xinjiang. Beijing: Science Press, 1978: 80-224.
- [24] Zhou Z Q, Wei X X, Liu T. The numerical classification of desert vegetation and soil interpretation in Qitai County, Xinjiang. *Biodiversity Science*, 2007, 15(3): 264-270.
- [25] Holton J R. An Introduction to Dynamic Meteorology. 4th ed. California: Elsevier Academic Press, 2004.
- [26] WMO. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. 7th ed. Switzerland: Chairperson, Publications Board, 2006.

参考文献:

- [2] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. *生态学报*, 1999, 19(5): 607-613.
- [4] 黄青, 孙洪波, 王让会, 张慧芝. 干旱区典型山地-绿洲-荒漠系统中绿洲土地利用/覆盖变化对生态系统服务价值的影响. *中国沙漠*, 2007, 27(1): 76-81.
- [5] 赵军, 杨凯. 生态系统服务价值评估研究进展. *生态学报*, 2007, 27(1): 347-356.
- [19] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价. *应用生态学报*, 1999, 10(5): 635-640.
- [20] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. *生态学报*, 1999, 19(5): 607-613.
- [21] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值. *科学通报*, 2000, 45(1): 17-22.
- [22] 李有斌, 王刚. 民勤荒漠绿洲植被的生态服务功能价值化研究. *兰州大学学报*, 2006, 42(1): 45-49.
- [23] 中科院新疆综合考察队和中科院植物所. 新疆植被及其利用. 北京: 科学出版社, 1978: 80-224.
- [24] 周志强, 魏晓雪, 刘彤. 新疆奇台荒漠植物群落的数量分类及土壤环境解释. *生物多样性*, 2007, 15(3): 264-270.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 10 May, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Circadian activity pattern of giant pandas during the bamboo growing season	2655
..... ZHANG Jindong, Vanessa HULL, HUANG Jinyan, et al	
The vivipary characteristic of <i>Anabasis elatior</i> and its ecological adaptation	2662
..... HAN Jianxin, WEI Yan, YAN Cheng, et al	
Relationships between plant community characteristics and environmental factors in the typical profiles from Dzungaria Basin	2669
..... ZHAO Congju, KANG Muyi, LEI Jiaqiang	
The relationship between pollen assemblage in topsoil and vegetation in karst mountain during different restoration period of typical vegetation community	2678
..... HAO Xiudong, OUYANG Xuhong, XIE Shiyong, et al	
Early responses of soil CO ₂ emission to simulating atmospheric nitrogen deposition in an alpine meadow on the Qinghai Tibetan Plateau	2687
..... ZHU Tianhong, CHENG Shulan, FANG Huajun, et al	
Spatial pattern of soil moisture and vegetation attributes along the critical area of desertification in Southern Mu Us Sandy Land	2697
..... QIU Kaiyang, XIE Yingzhong, XU Dongmei, et al	
Dynamics of dominant tree seedlings in montane evergreen broadleaved forest following a snow disaster in North Guangdong	2708
..... OU Yudian, SU Zhiyao, XIE Dandan, et al	
A comparative analysis of the hydrological effects of the four cypress stand types in Sichuan Basin	2716
..... GONG Gutang, CHEN Junhua, LI Yanqiong, et al	
Effect of cutting management on soil moisture in semi-arid Loess Hilly region	2727
..... LI Yaolin, GUO Zhongsheng	
Dynamics of understory vegetation biomass in successive rotations of Chinese fir (<i>Cunninghamia lanceolata</i>) plantations	2737
..... YANG Chao, TIAN Dalun, HU Yueli, et al	
Spatial and temporal variation of solar radiation in recent 48 years in North China	2748
..... YANG Jianying, LIU Qin, YAN Changrong, et al	
Impact of stand features of short-rotation poplar plantations on canker disease incidence at a mesoscale landscape: a case study in Qingfeng County, Henan Province, China	2757
..... WANG Jing, CUI Lingjun, LIANG Jun, et al	
Effects of different soil tillage systems on weed biodiversity and wheat yield in winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) field	2768
..... TIAN Xinxin, BO Cunyao, LI Li, et al	
Habitat suitability evaluation of Elliot's pheasant (<i>Syrnaticus ellioti</i>) in Guanshan Nature Reserve	2776
..... CHEN Junhao, HUANG Xiaofeng, LU Changhu, et al	
Relationships between arthropod community characteristic and meteorological factors in <i>Zanthoxylum bungeanum</i> gardens	2788
..... GAO Xin, ZHANG Xiaoming, YANG Jie, et al	
The differences of ecosystem services between vegetation restoration models at desert front	2797
..... ZHOU Zhiqiang, LI Ming, HOU Jianguo, et al	
Response to salt stresses and assessment of salt tolerability of soybean varieties in emergence and seedling stages	2805
..... ZHANG Haibo, CUI Jizhe, CAO Tiantian, et al	
Dynamic change of salt contents in rhizosphere soil of salt-tolerant plants	2813
..... DONG Liping, CAO Jing, LI Xianting, et al	
Effect of short-term salt stress on the absorption of K ⁺ and accumulation of Na ⁺ , K ⁺ in seedlings of different wheat varieties	2822
..... WANG Xiaodong, WANG Cheng, MA Zhihong, et al	
Effects of the micro-environment inside fruit bags on the structure of fruit peel in 'Fuji' apple	2831
..... HAO Yanyan, ZHAO Qifeng, LIU Qunlong, et al	
Enhancement of soil quality in a rice-wheat rotation after long-term application of poultry litter and livestock manure	2837
..... LI Jiangtao, ZHONG Xiaolan, ZHAO Qiguo	
MSAP analysis of DNA methylation in <i>Arabidopsis</i> (<i>Arabidopsis thaliana</i>) under Oxytetracycline Stress	2846
..... DU Yaqiong, WANG Zicheng, LI Xia	
Distribution of dinoflagellate cysts in surface sediments from Changshan Archipelago in the North Yellow Sea	2854
..... SHAO Kuishuang, GONG Ning, YANG Qing, et al	
Developing and optimizing ecological networks in urban agglomeration of Hunan Province, China	2863
..... YIN Haiwei, KONG Fanhua, QI Yi, et al	
Dynamic simulation of Shanghai urban expansion based on multi-agent system and cellular automata models	2875
..... QUAN Quan, TIAN Guangjin, SHA Moquan	
"Micro-canyon effect" of city road green belt and its effect on the pollutant concentration above roads for non-motorized vehicles	2888
..... LI Ping, WANG Song, WANG Yaying, et al	
Review and Monograph	
The abundance and diversity of nanoplankton in Arctic Ocean	2897
..... GUO Chaoying, WANG Guizhong, ZHANG Fang, et al	
Advances in plant seed-associated microbial ecology	2906
..... ZOU Yuanyuan, LIU Yang, WANG Jianhua, et al	
Improving validity and reliability of contingent valuation method through reducing biases and errors: theory, method and application	2915
..... CAI Zhijian, DU Liyong, JIANG Zhan	
Discussion	
The analysis of Chinese ecological academic journals	2924
..... LIU Tianxing, KONG Hongmei, DUAN Jing	
Scientific Note	
Seasonal variations in salt tolerance of <i>Oligostachyum lubricum</i>	2932
..... GU Daxing, GUO Ziwu, LI Yingchun, et al	
Variation of a spring bacterial community from Wuqia Sinter in Xinjiang during the pre- and post-earthquake period	2940
..... YANG Hongmei, OTKUR Mahmut, ZENG Jun, et al	
Comparison of the effect of two prey species on the population growth of <i>Orius similis</i> Zheng and the implications for the control of <i>Tetranychus urticae</i> Koch	2947
..... HUANG Zengyu, HUANG Linmao, HUANG Shoushan	

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 10 期 (2011 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 10 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元