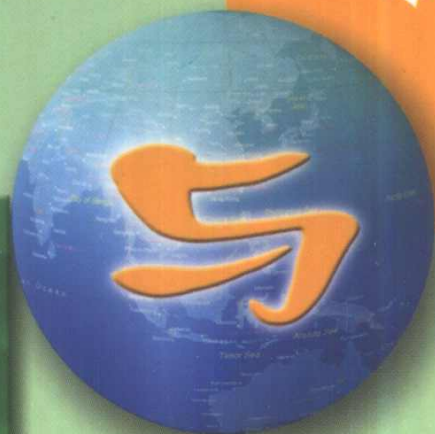


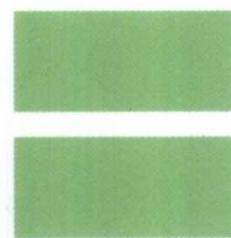
生态安全

李文华 王如松 主 编

前沿·热点



生态建设



生态出版社

.1-53

生态安全与生态建设

李文华 王如松 主编

气象出版社

内 容 简 介

《生态安全与生态建设》遴选了中国科协 2002 年学术年会第 19 主会场大会交流论文 42 篇。内容涉及生态安全与区域生态;生物多样性与恢复生态;生态工程与系统生态;生态健康与农业生态等方面。集中反映了近年来生态学研究热点和前沿动态以及我国生态学工作者在城乡生态建设和可持续发展中做出的成果与贡献。本书对生态学及其相关领域的科研、管理人员,高等院校师生以及各级领导干部有重要参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

生态安全与生态建设/李文华,王如松主编. —北京:气象出版社,2002.8

ISBN 7-5029-3431-6

I . 生… II . ①李…②王… III . 生态环境-环境保护-文集 IV . X171.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 062134 号

Shengtai Anquan yu Shengtai Jianshe

生态安全与生态建设

李文华 王如松 主编

气象出版社出版发行

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081)

责任编辑:郭彩丽 薛元立 终审:周诗健

封面设计:王伟 责任技编:都平 责任校对:时人

*

北京科技印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:378 千字

2002 年 8 月第一版 2002 年 8 月第一次印刷

印数:1—2500 定价:38.00 元

前 言

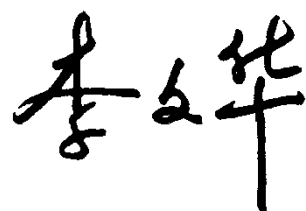
出版这本论文集,恰逢里约热内卢联合国环发大会后的第十个年头,世界各国政府首脑、科学家、企业家以及社会各阶层的代表将云集约翰内斯堡,回顾环发大会 10 年以来的历程、取得的成就以及经验教训,并在此基础上展望人类未来的前途以及应采取的行动。在 10 年前的联合国环境与发展大会上,确定了以可持续理念为基础的《21 世纪议程》。该议程是人类对环境相互关系以及人类自身发展在认识上的突破,是一次具有历史意义的观念革命。她既指出了人类所面临的环境问题的严重性和迫切性,同时也提出了解决这些问题的途径:即把环境保护与社会经济发展统一起来,并提出了一系列具体的行动计划。但是回顾过去这 10 年内的历史进程,我们取得的成绩距离先前的期望却还相差甚远。这突出地表现在世界环境保护工作进程缓慢,虽然在局部地区环境得到了改善,但整体形势却依然十分严峻。在经济发展与环境保护的问题上,环境保护仍然处于被漠视的角落。发达国家和发展中国家的部分富人依然维持着高消费的生活方式,并有继续增长的趋势,而世界范围内广泛存在的贫穷问题则被忽略。对发达国家而言,无论是在环境保护、资源合理利用还是在帮助发展中国家摆脱贫困方面,远远没有达到在里约热内卢会议上所做出的承诺。为了解决生态环境的安全问题,联合国秘书长安南近来号召要把 30 年前人类环境大会和 10 年前环发大会的承诺变为现实的行动,并提出要在如下 5 个领域中取得明显的效果:即水和卫生、能源、农业生产、生物多样性和生态系统管理(缩写为 WEHAB)。可以说从斯德哥尔摩对环境问题认识的开始惊醒,到约翰内斯堡可持续发展观念和人口、资源、环境与发展(缩写为 PRED)综合认识论的提出,再到 WEHAB 行动领域的制定,可持续发展正在从感性认识到理性认识以及实际行动的过程中得到不断完善和发展。

我国所面临的生态环境问题同样也十分严峻。但同时也应该看到,近年来人们对生态和环境保护的意识迅速提高,政府对生态安全问题也日益重视。中国不仅以严肃的态度履行签署的国际公约,同时在国内大力开展生态建设,为此采取的多项措施的力度及规模都是空前的。农业生态建设、林业六大工程以及西部大开发、生态省、生态市、生态县以及生态村等不同层次的生态建设就是其中的一些突出代表。

生态安全问题的提出和生态建设的开展迫切需要科学技术的支撑,而生态学作为一门研究包括人类在内的生物及其周围环境相互关系的学科,在这方面有着不可推卸的责任和义务。我们高兴地看到我国的生态学工作者,正积极地投入到这方面的研究和建设实践中。在国家 863 和 973 的研究计划中,生态学研究占了相当的比重,在国家基金委的研究项目中生态学科的研究也愈来愈受到重视。中国科协 2002 年学术年会专门为生态科学的学术交流设立了主会场。广大的生态学工作者正在多个地区和领域结合生态建设进行研究,并向各级政府和有关部门提出了许多极富建设性的建议。

这本论文集是中国生态学会在中国科协 2002 年学术年会上有关生态学专题学术报告的汇编。共遴选老中青生态学工作者的学术论文 42 篇。她以生态安全与生态建设为中心议题,对生态安全与区域生态、生物多样性与恢复生态、生态工程与系统生态、生态健康与农业生态等领域进行了探讨,不同程度地提出了独到见解。所有论文中涉及的理论、方法、观点与建议均代表作者本人意见。我们希望这本论文集既能促进我国生态学理论和实践在新时代要求下的发展,同时也能对国家的生态建设提供参考,并作为我国生态学工作者对国际 RIO+10 会议的积极响应。

本文集的出版,得到中国科学技术协会、中国科学院生态环境研究中心、气象出版社的大力支持,中国生态学会学术部做了大量组织协调工作,在此一并表示衷心的感谢。由于编写时间仓促,错误在所难免。欢迎批评指正。期望本书能引起社会各界对生态安全与生态建设等重大问题的关注。

A handwritten signature in black ink, reading '李文华' (Li Wenhua). The characters are written in a cursive, flowing style.

2002 年 7 月

目 录

第 I 篇 生态安全与区域生态

西部大开发中有关生态学的几点思考·····	李文华(3)
全面科学认识沙尘暴·····	祝廷成 周守标(7)
三峡库区的生态安全问题及其重要性 ·····	钟章成 王 力(13)
遵循自然 适度开发——论西部生态脆弱区的开发与保护 ·····	徐凤翔(17)
干旱区生态安全研究的意义与方法 ·····	肖笃宁(23)
现代化垃圾处理技术与生态安全 ·····	刘培哲(28)
西部开发中的生态安全问题与对策 ·····	苏智先(35)
西部生态功能区区划的方法与应用研究 ·····	欧阳志云 刘 康 徐卫华等(40)
干旱区绿洲生态系统的稳定性机理与安全维护 ·····	潘晓玲 顾峰雪(48)
西北地区的水资源安全问题与对策探讨 ·····	闵庆文(55)
陆地生态系统碳循环:不确定性与研究展望·····	王效科 欧阳志云 苗 鸿等(62)

第 II 篇 生物多样性与恢复生态

生物多样性研究进展与入世后的对策 ·····	蒋有绪(71)
加强常绿阔叶林研究 迎接新世纪挑战 ·····	宋永昌(75)
干旱区生态恢复与生物多样性的相关研究 ·····	黄培佑(80)
我国天然林保护与可持续经营 ·····	刘世荣 唐守正(85)
恢复生态学研究进展与我国发展战略 ·····	彭少麟(90)
生物多样性与生态系统功能的内涵与外延探讨 ·····	王 刚 袁建立(98)
长江口湿地生态修复关键技术和规划理念的研究·····	陆健健 何文珊 童春富(104)
退化喀斯特森林恢复评价和修复技术·····	喻理飞 朱守谦 祝小科等(110)
环境微生物生态研究方法进展·····	谢 冰 徐亚同(116)
WTO 与中国野生动植物的国际贸易 ·····	蒋志刚(122)
WTO 与中国城市生态林的规划发展——以上海浦东为例 ·····	王祥荣(130)

第 III 篇 生态工程与系统生态

城乡生态建设的三大理论支柱——复合生态 循环经济 生态文化·····	王如松(139)
------------------------------------	----------

再谈三峡库区生态环境建设与移民迁建·····	徐 琪(145)
我国海滨盐土可持续发展的模式研究·····	钦 佩(147)
生态是旅游“入世”的“签证”和品牌·····	韩也良(153)
实施高效生态经济工程 在良好的环境上创造最佳效益·····	王树清(157)
产业转型的生态系统工程·····	颜京松 王如松 蒋菊生等(164)
深圳市西部地区滩涂湿地生态改造与修复示范研究·····	陈桂珠 彭绍坚 王震宇等(178)
非线性动力学分析方法在生态学中的应用与发展·····	马祖飞 李典谟(182)
污染生态学研究展望·····	周启星(188)
大米草的功与过·····	唐廷贵 张万钧(194)

第Ⅳ篇 生态健康与农业生态

生态系统健康的理论和技术研究进展·····	沈佐锐 沈文君 王小艺等(201)
面向新世纪的草地生态学研究·····	陈佐忠 王艳芬 汪诗平(207)
关于害虫生态防治若干概念的讨论·····	盛承发 苏建伟 宣维健等(212)
再造雅安秀美山川 发展国家西部生态畜牧经济·····	蒲朝龙(218)
试论农田生态系统健康与农产品安全生产·····	梁文举 武志杰 闻大中(222)
发展绿色-有机食品 打破绿色技术壁垒 ·····	吴文良 乔玉辉 孟凡乔(227)
湿地变化及其环境效应·····	吕宪国 高俊琴 刘红玉等(234)
东北松嫩草地家畜放牧生态学的研究·····	王德利 王 旭 刘 颖等(241)
“绿色贸易壁垒”与恢复生态农业·····	张洪勋(248)
WTO 与中国天然橡胶产业的生态转型 ·····	蒋菊生 王如松(251)

第 I 篇

生态安全与区域生态

Shengtai Anquan yu Quyu Shengtai

西部大开发中有关生态学的几点思考

李文华

(中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101)

关键词:生态建设 生态安全 西部开发

西部大开发是党中央的伟大战略决策,加强生态环境保护 and 建设是这一战略的关键。西部既是我国社会经济发展的资源保障基地,更是生态环境极为脆弱的地区,在西部大开发过程中,应当把生态建设放在优先的地位,并以生态经济学的理论,指导西部大开发的实施。本文拟就西部大开发中的有关生态建设和生态安全的问题,从生态学的角度,谈几点个人看法。

1 进行生态评价,分类有序实施

西部地区面积辽阔,自然条件复杂,生物多样性地域性分异明显,民族传统文化丰富,生态环境脆弱,不同地区人为干扰程度有明显的差别。因此,在进行西部大开发和生态建设前应按照不同的自然地理区域进行综合的生态环境评价。在此基础上,做出总体规划并根据具体情况,因地制宜,提出不同的生态建设模式和方法,分期分批、有序地开展生态建设工作。在这方面既要注意对当前情况的调查分析,又要充分利用过去长期的科学积累。

2 对西部地区生态环境现状的认识要有历史的观点

西部生态环境现状的形成、生态系统的结构、组成与分布格局,是一个由自然因素和人类活动长期演化的结果。西部的生态环境建设,也必须基于对这一情况进行科学的认识,才可能取得成功。为此在对西部的环境进行分析时,要借助一切可能的手段,通过多方的论证,使这一难度很大的环境再建,尽可能地符合其真实的面貌,为今日植被和环境的恢复与再建提供重要的参考。

例如,最近对青藏高原和黄土高原的研究揭示了我国黄土高原发育风尘堆积的各种环境条件在2 200 万年前就已形成,并持续发展至今,它揭示出亚洲内陆荒漠化和亚洲冬季风环流起源于2 200 万年前。又如,关于黄土高原历史上植被状况的争论,就是一个极具代表性的例子。一种观点认为黄土高原历史上曾经森林茂密,而另一种观点则认为不仅现在没有森林,而且在地质时期的第三纪就已经没有森林了。据历史地理学家史念海 20 世纪 70 年代对黄土高原全面系统的考证和研究,认为早期的森林和草原的分布范围与现代大致是吻合的。

史书记载是获取信息的一个重要源泉。但是在此过程中,特别要注意的是不要用局部

的、片段的历史记载推而广之,概括全局;也不要将自然界自身的动态规律和长时期历史形成的事件,与当代人类的活动造成的后果混为一谈。

3 西部地区生态恢复与建设应当遵从自然生态规律

生态环境建设是一项复杂的系统工程,并具有鲜明的地域性特征,这在西部地区表现得更为明显。西部地区总面积 538 万平方公里,南北纵跨 28 个纬度,东西横跨 38 个经度。在如此辽阔的国土面积上,在大气环流、特别是青藏高原隆起对本区环境的巨大影响下,在气候条件方面呈现出明显的地理分异特征;在历史演化和自然因素的综合作用下,形成了复杂的土壤和植被类型和独特的分布格局;在河流下切作用下,形成高山峡谷地貌,河流南北纵贯,相间并列,高差很大,自然地理条件独具一格。

气候、植被和土壤明显的三维分布特点和独特的景观类型,使各地区在发展过程中的环境限制因子各异。具体表现在:西北地区干旱少雨,水资源缺乏成为地区发展和生态建设的限制因素;黄土高原地区土质疏松,水土流失严重;西南地区地质构造的年轻性和变动性,河流下切作用强烈,坡度陡峭,基质疏松,生态过渡带出现频繁,生态环境十分脆弱。另外,西部地区的生态环境还具有变化敏感和影响范围广泛深远的特点。西部地区位于许多大河上游,这一地区生态环境的变化,对于全国以及东亚地区有着重要影响。

西部地区生态建设的核心问题,就是要因地制宜,切忌一刀切。概括地说,西北部地区干旱少雨,水资源匮乏,森林植被稀少,草原、灌丛、荒漠为自然生态格局;西南地区气候湿润,原始植被繁茂,垂直带分布明显,但山高坡陡,构造疏松,土层瘠薄,生态系统脆弱。在每个地区中又可以根据综合的自然条件,分为不同的亚区,因为即使是在一个区域内部,也分布着不同的植被带。例如,在黄土高原就可看到半湿润区的落叶阔叶林带、半湿润半干旱区的森林草原带、半干旱的草原带和干旱的荒漠草原带。基于这种情况,从生态学的角度理解,只有遵循自然、社会经济规律和文化历史特点,通过对生态系统的保育(conservation)、恢复(restoration)和重建(rehabilitation),将地区建设成多样化景观,为生产创造可持续的条件,为人居和生活提供优美和适宜的空间,才可能实现再造秀美山川的伟大目标。

4 地区生态环境建设要适应全球化的趋势,注意生物多样性保护和生物安全

当今世界的一大特征就是全球化,不仅表现在经济发展上,而且也表现在资源利用和环境污染以及生物安全等方面。

从污染转移方面看,主要是全球化过程伴随着发达国家在全世界特别是对发展中国家的污染转移。据统计,仅在 1986 年至 1992 年间,就有 1.63 亿 t 危险废弃物由工业发达国家转移到发展中国家。中国 1997 年的危险废弃物进口量高达 1 078 万 t,进口额为 29.5 亿元,占全国进口额的 2.1%。1992 年以后,中国境内的清洗、制冷、泡沫是外商投资集中的行业,占同期外商在华投资企业总数的 96.03%。危险和有害废弃物的转移、污染密集型产业的转移对发展中国家的生态环境、人类健康造成了灾难性的后果。

从生物多样性保护和生物安全方面看,我国西南地区是生物种类和生态系统最为丰富的地区之一,至少有 7 000 多种高等植物,600~700 种当地特有种,横断山和喜马拉雅东部山地生物富含古老和孑遗类型,并且是许多物种的分化中心和珍稀濒危物种的分布中心。

4 □ 生态安全与生态建设

但随着全球化的发展和加入 WTO,全球贸易(尤其是旅游业)迅速发展,商品、人类的流动性不断增加,为侵入性物种的迁移创造了条件。尽管引进外来种也有成功的案例,但有时也可能出现一些意想不到的后果,有些地方有毒有害植物和危险生物的侵袭达到了瘟疫的程度。根据初步统计,我国目前已知外来有害植物有近 100 种。

外来种的有害生态影响包括:(1)与本地种争夺资源,使本地种被排斥;(2)有时外来入侵者携带某种隐匿的病原体或寄生昆虫,使本地种易被感染;(3)外来种通过对环境的改变,不利于本地种的生长;(4)外来种侵入后与本地种杂交,从而使本地基因库淹没于外来基因之中。

因此,在西部生态环境建设过程中,应当十分注意当地生物资源的保护,有效控制外来有害植物,特别是政府部门,应当制定一种鼓励充分利用本地物种的政策,无论是构建景观、栽培行道树、防治侵蚀,还是林业经营、牧场管理、水产养殖,各个方面都应当尽可能地采用本地或相近纬度、类似环境的种类,以避免外来物种的危害和当地生物多样性的丧失。此外,由于不合理的采伐和放牧,西部地区面临着林地和草地上的有毒有害灌草危害农业和畜牧业发展的问题。因此,进一步研究国外有害生物可能入侵的途径、危害,以及预防与根治的措施,对于为国际贸易中发生有关问题的仲裁提供科学依据,具有重要的意义。

5 西部地区的生态环境建设要引入资本运作的机制

由于生态建设效应的长期性和现行经济核算体系的片面性,人们往往形成了一种错误的观念,即认为生态建设是一项政府投资的“花钱”的事业。但通过近来对生态系统服务功能的研究,人们越来越看清了生态建设给社会带来的巨大的社会和经济利益,向生态要效益已成为社会的共识。

一是要充分认识生态系统的生态环境服务功能及经济发展中的生态资本投入。长期以来,在市场和资本运作中主要考虑的是生产资料和人力资本,而把生态系统的环境效应,特别是将那些不具备市场价格的生态资本忽略不记。但据 Costanza 等和 Goulder 等的研究,生态系统每年提供的服务功能价值至少要在 33 万亿美元。其中,调节大气化学组成的功能相当于 1.3 万亿美元;在缓解环境的波动方面相当于 1.8 万亿美元;消化废弃物和污染防治方面相当于 2.3 万亿美元;养分循环方面相当于 17 万亿美元。

二是如何进行生态环境建设中的市场运作。应当重点考虑这样几个方面的问题:(1)改变目前国民经济核算方法,逐步建立生态-经济复合核算体系,将生态资本纳入经济发展的核算之中;(2)建立市场运营机制,强化生态环境保护和建设的经济价值;(3)建立生态补偿制度,通过生态环境税收、生态环境效益补偿等,完善保护与建设机制。

三是通过大力发展生态产业,实现生态系统的服务功能价值。生态产业把不同工艺流程进行横向耦合,实现资源共享,变污染负效益为资源正效益。它表现为集生产、流通、消费、回收、环境保护及能力建设为一体,从源到汇再到源的纵向耦合;第一、二、三产业在企业内部形成完备的功能组合,从而为产业转型、企业重组、产品重构提供方法论基础;创造新的社会就业机会,从根本上扭转产业发展中环境污染的被动局面,并为全球环境变化、生态产品推广和生态企业孵化提供数据和信息支持。生态产业的范围很广,它包括生态农业、生态工业、生态交通、生态旅游、生态能源以及环境污染防治等多个方面。在这方面,我国的生态农业就是突出的代表。

6 在生态建设的过程中正确处理现代化与保持和发扬民族文化传统的关系

科学技术是第一生产力。西部大开发必须依靠先进的科学技术和包括人才培养在内的能力建设。但是另一方面我们又必须重视地区人民在长期生产和生活实践中创造出的传统的文化遗产。特别是我国西部又是少数民族聚集的地区之一,各民族具有自己的民族习俗和本土宗教信仰,这里的民族文化与本区自然环境的多样性和特殊性有着密切关系,这是它所以能源远流长的根本所在。例如,西北地区在农田的保墒技术、以台儿井为代表的旱区灌溉系统以及干旱区绿洲农业的传统经验;西南地区的龙山为代表的生物多样性保护以及农林复合经营等方面的丰富经验等,都值得很好地发掘、推广和提高。

7 西部地区的生态环境建设应当纳入区域可持续发展的轨道

可持续发展的核心是经济发展与环境建设的统一。西部地区的生态环境建设是与区域可持续发展密不可分的有机组成部分。从可持续发展的角度认识西部的生态环境建设,应当着重考虑这样两个方面的问题:

一是强调区域发展的系统性与整体性,即综合地解决人口、资源、环境与发展关系,实现经济发展与生态环境改善的协调统一,以经济发展促进生态保护与建设,以生态建设促进经济的进一步发展。

二是要从更广泛的意义上理解生态建设的内涵。广义的生态建设不仅应该包括生态环境的改善和生态产业的内容,同时也包括生态文化的建设。生态文化是物质文明与精神文明在自然与社会生态关系上的具体表现,是生态建设的原动力,它具体表现在管理体制、政策法规、价值观念、道德规范、生产方式、消费行为等诸多方面。对这方面工作的艰巨性和长期性必须有充分的认识和准备,才能保证生态建设和区域可持续发展的真正实现。

作者简介:李文华,男,1932年生,中国工程院院士,国际欧亚科学院院士,中国科学院地理科学与资源研究所研究员,博士生导师。现为国际科联环境问题顾问委员会委员,联合国人与生物圈计划中国国家委员会委员,中国生态学会理事长。长期从事生态学、自然保护和农林复合经营等研究。已发表12部专著和百余篇研究论文,先后13次荣获国家和省部级科技奖,并多次获得荣誉称号,被国务院授予有突出贡献的科学家称号。通讯地址:北京中国科学院地理科学与资源研究所(邮编:100101) 联系电话:010-62943823/64856537

全面科学认识沙尘暴

祝廷成 周守标

(东北师范大学国家草地生态工程实验室,吉林长春 130024)

关键词:科学 沙尘暴

近年来,我国北方地区连续发生沙尘暴和沙尘天气,引起社会各界的广泛关注。沙尘暴的起沙源地、动态、规律以及对环境的影响等问题正在引起科学界和公众的广泛注意。开展对沙尘暴源区生态环境及其沙尘暴运移规律等课题的研究已迫在眉睫。本文初步探讨了沙尘暴的历史渊源、频发原因、三维空间浮动、存在一定的周期性等;着重论述了沙尘暴在净化大气、中和酸雨、提供植物矿质营养和太阳伞效应等四方面的生态效益,使人们对沙尘暴有更全面的科学认识。

1 沙尘暴的历史渊源

我国科学家对中国北方黄土高原的红土研究发现,我国的干旱在 2200 万年前就有发生。根据地质记录,在过去的几百万年里,亚洲中纬度干旱和半干旱区已经是全球沙尘暴发生的源地之一,大量的大气粉尘被搬运到黄土高原、北太平洋等地。如果从黄土堆积年代开始计算,我国西北地区沙尘暴吹袭,已经有二三百万年了。黄土高原 200 多米巨厚的黄土堆积就是新生代第四纪以来西方沙漠地带松散的细粒沉积物,被沙尘暴吹向东南方降落堆积而成。由此可见历史时期沙尘暴频繁程度之一斑。因此,沙尘暴在人类出现之前就已经频繁发生。

据汉书记载,公元前就有沙尘暴的记录,有“(汉)成帝建治元年(公元前 32 年)四月辛丑,夜,西北有如火光。壬寅晨,大风从西北起,云气赤黄,四塞天下终日夜。下著地者,黄土尘也……”的记载。据明、清史资料,明末清初曾比较频繁地发生过沙尘暴,如“成化 21 年(1485)三月戊子,大风名霾,自辰迄申,红黄满空,俄黑如夜,已而雨沙,数日乃止。京师自正月至三月,风霾不雨”,“隆庆三年(1568)正月元旦,大风扬砂走石,白昼晦冥,自北畿抵江浙皆同”。由此可见沙尘暴面积之广阔,一直延伸到江苏、浙江。

沙尘暴在世界各地是“春天来了!”信息的传递者,非洲北部撒哈拉大沙漠每年 3~4 月刮起沙尘暴,吹到欧洲南部,天空呈砖红色,特称为“西罗科(sirocco)”。从蒙古高原刮起的强风,携带着沙尘,可刮到日本群岛,日本称之为“春霞”。美国的加利福尼亚州,直到现在,春季仍常有从南方沙漠吹来的沙尘。由此可见,沙尘暴古今中外都有发生。

2 沙尘暴形成要素和起沙源地

沙尘暴是沙暴(sandstorm)和尘暴(duststorm)的总称。沙尘暴的发生需要强劲的风动力、丰富的沙尘源和不稳定的空气层结(即大气环流)三个基本要素。沙尘天气分类标准有三级:

尘土、细沙均匀浮游在空中,水平能见度大于 10.04 km 的称为浮尘;由于大风将地面沙尘吹起,使空气浑浊,水平能见度在 1.00 至 10.00 km 之间的称为扬沙;由于强风将地面大量沙尘吹起,使空气很浑浊,水平能见度小于 1.00 km 的称为沙尘暴。世界上有四大沙尘暴区:即俄罗斯、蒙古人民共和国、哈萨克斯坦及中国西北部等亚洲中部沙尘暴区;澳大利亚中部的沙尘暴区;美国中西部的沙尘暴区;非洲撒哈拉沙漠的中非沙尘暴区。沙尘暴源区均位于干旱、半干旱地区。亚洲中纬度干旱、半干旱区西起里海,东到大兴安岭,南达黄土高原,北抵蒙古人民共和国北部。我国沙尘暴的起沙源地有两大类:一是荒漠带中的沙漠,如塔克拉玛干沙漠、戈壁;二是草原带中的沙地、如科尔沁沙地、浑善达克沙地。近来有关专家指出,北临腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠,境内有 12 万 km^2 的沙地。甘肃省河西走廊以及内蒙古阿拉善盟,由于生态环境恶化以及人为因素的影响,北方强冷空气南下在这些区域引起的“狭管效应”,使得这些地区已经成为目前中国北方强度大的沙尘暴起源地之一。

3 沙尘暴频发的主要原因

近几年来,我国的沙尘暴有增加的趋势,可能是亚洲中部沙尘暴区趋于活跃所致。沙尘暴的形成原因是多方面因素造成的,主要原因有:

3.1 天气因素

西部半干旱和干旱地区,降水稀少,而且春季降水只占全年的 10% 左右;近年出现罕见的暖冬,冬季温度持续偏高,春季升温迅速;部分地区气温偏高幅度为近 40 年以来少见;加之在冷空气到来的同时有温带气旋在内蒙古到东北地区一带强烈发展,导致风速 $\geq 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的日数较多;强大风动力出现的时间与春季干旱同步,给沙尘暴提供了气象条件。

3.2 地面因素

受全球气候变暖的影响,近三四年以来,降水持续偏少,春夏连旱,冬季温度偏高,本来地表在冬天就没有冻实,一到春天气温升高,地表干燥,土壤失墒严重,土地颗粒疏松,浮土较多,农牧生态交错带(ecotone)大面积的开垦,草原带退化严重,使我国沙化土地面积达 168.9 万 km^2 , 约占国土陆地总面积的 17.6%, 沙漠化土地以每年 3 500 km^2 的速度在扩展(石元春 2002);不断扩大的沙尘源,给沙尘暴增加了物质条件。沙尘暴的频发是气候的暖干化与土地荒漠化扩大发生了“共振效应”的结果。

3.3 我国东南部森林砍伐

我国南部和东部过度砍伐森林,尤其是涵养水分能力强的天然林遭到砍伐,导致从沿海向内陆输送的水分减少。如果森林保护完好,能够涵养大量的水分,水分通过蒸腾和蒸发,进一步向内陆输送;如果缺少森林覆盖,本来向内陆输送的湿润空气,在形成最初降雨后,“过门不入”,返回海洋,从而使内陆降水减少,干旱加剧。这也是造成沙尘暴增加的原因之一。

4 沙尘暴三维空间浮动与运行

沙尘暴的三维浮动空间如何? 以 2001 年 4 月 10 日的沙尘暴为例(据美国宇航局地球观测卫星“希维斯”号记录,日本东京大学气候研究中心解读)(图 1),沙尘暴的起沙源地是亚洲

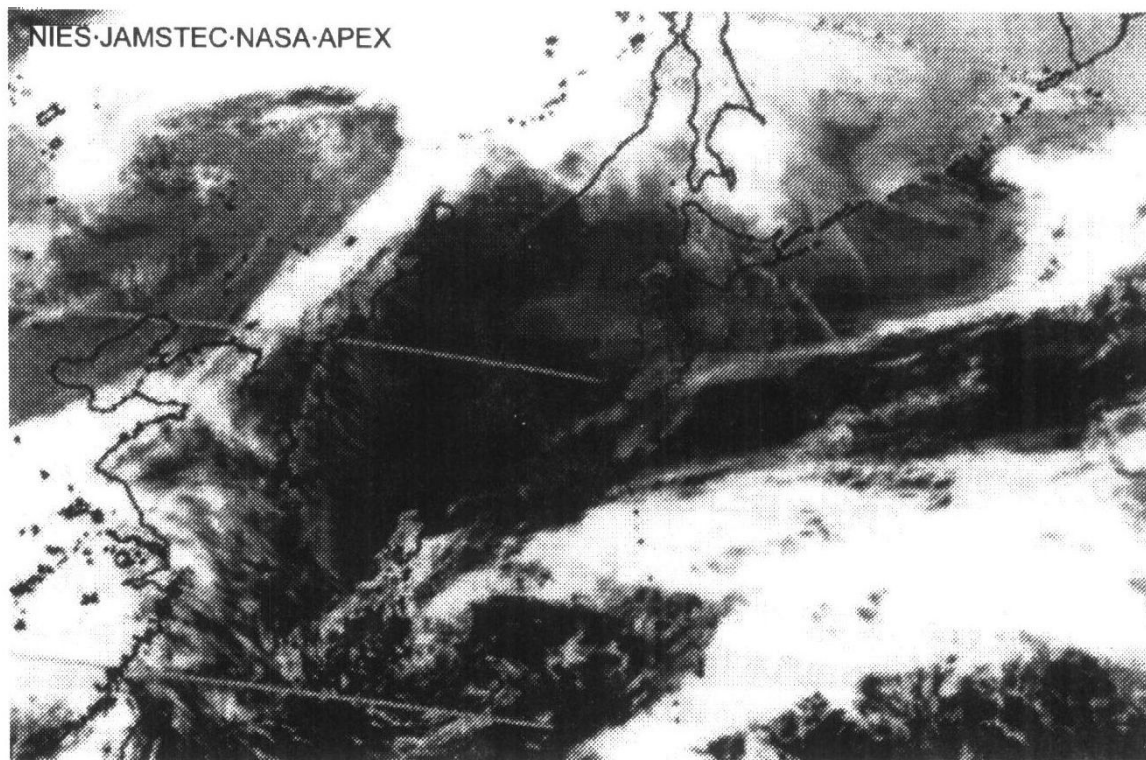


图1 沙尘暴三维浮动空间

中纬度干旱、半干旱区,我国境外的蒙古人民共和国南戈壁、俄罗斯、哈萨克斯坦荒漠,我国境内的戈壁沙滩、塔克拉玛干沙漠、浑善达克沙地、科尔沁沙地及黄河流域的黄土地带等。这些沙源地的沙粒和黄土,可以上百万吨地被强风卷起吹扬,沙尘浓度 $1\,000\sim 2\,046\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,在 $2\,000\sim 5\,000\ \text{m}$ 的高空中移动,分上下两层飘扬过海。沙尘暴以大约 $800\ \text{km}\cdot\text{d}^{-1}$ 的速度,通过太平洋上空的大气环流,从中国北部跨越朝鲜半岛、日本群岛、千岛列岛,远送到阿拉斯加。沙尘暴经过 2 万多千米的长距离的移动,一直撒布到北大西洋。2001 年 4 月 18 日,美国海洋大气局宣称,在北美洲,从阿拉斯加到亚利桑那州和落基山山麓丘陵都有中国沙尘的覆盖。

5 沙尘暴的生态效应

笔者认为,沙尘暴是一把“双刃剑”,有正负两方面的作用。沙尘暴导致铁路、航空运输中断,部分工厂停产;在户外的人们感到呼吸困难等不利影响是不辩的事实,因此,每当沙尘暴吹来时,人们焦躁和恐惧,只看到它的负面影响,完全忽略了它的正面效应。本文从以下四方面试论沙尘暴的生态效益。

5.1 沙尘暴是天然的“清洁剂”

京津地区每年约有 100 万 t 沙尘吹过。沙尘暴颗粒吸附酸性气体。以汽车排放气体中的 NO_x 为例来计算,沙尘暴在京津地区的年可吸附量约为 1 万 t(按美国 GM 车的排放量,单位 $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$, $\text{NO}_2:0.7\sim 1.1$),相当于吸附了 30 万辆机动车尾气的年硝酸排放量。沙尘暴中的细微颗粒在空气中大规模飘荡、大范围清洗,减轻了废气过度积累造成的污染,有净化大气的作用。

5.2 沙尘暴是天然的“中和剂”

据乘飞机采集沙尘暴样品分析,沙尘本应呈微碱性,但越过日本群岛的沙尘样品,二氧化硫的含量增高了2倍,变成了酸性,这是沙尘暴经过酸雨地带中和了酸沉降的缘故。模拟试验表明,将沙尘暴样品装入圆形量筒中,分别注入 SO_2 和 NO_2 后,测定量筒进口和出口处的浓度得知,即使 SO_2 量增加较多,也能被沙尘吸附,而 NO_2 量再增加时,不能被沙尘继续吸附;注入 SO_2 和 NO_2 混合气体后,沙尘吸附 SO_2 能力不受 NO_2 浓度的影响。

从我国吹到日本的沙尘,每年约100万~300万t,降落到地面的沙尘大约 $2\sim 3\text{ t}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 。沙尘暴含有较多的Ca、Mg等碱性成分,中和了日本降雨中的酸性离子10%~20%。可以把日本3~5月份的酸雨(pH值4.7)中和成普通雨水(pH值5.6),相当于增加降水量200 mm。沙尘暴好比从空中倾泻的天然的“中和剂”,把酸雨沉降的二氧化硫(SO_2)和氮氧化物(NO_x)等酸性气体中和,同时也延缓了土壤酸化进程。

5.3 沙尘暴是天然的“填加剂”

沙尘暴随着气流越过太平洋,远达北美洲。一路上落下的沙尘含有矿质营养成分,成为陆地和海洋生态系统的无机营养供给源。沙尘暴吹袭的时期,正是陆地植物萌发的季节,需要矿质营养的供给。落入海中的沙尘,是浅水浮游生物和深水海藻的重要营养供给源,有利于海洋生物的生长发育。沙尘暴在速度逐渐变慢的移动过程中,组成成分也在不断变化。大的沙粒先行降落,当接近终点时,微细颗粒多,这种正面效应表现得更加突出。

日本海周围的边缘海域,海盆深度大,大陆架面积小,滨海矿藏不丰富。朝鲜半岛和日本群岛多山地及丘陵,河流短小而急湍,流域面积狭小,河流携带入海的陆源矿物质元素相对较少。日本群岛受第三纪地层和第四纪火山喷出物的覆盖较多,铁矿奇缺,导致海中缺铁。然而铁是形成叶绿素的关键元素,缺铁会引起植物患“缺绿症”,呈现“黄化现象”,沙尘暴在一定程度上弥补了这方面的缺欠。如果浮游性植物增加或者“疯长”,则大量吸收二氧化碳,放出氧气,从而缓和“温室效应”。

5.4 沙尘暴的“太阳伞效应”

沙尘在高空大气中悬浮,形成沙雾,遮挡阳光,使阳光减弱;另一方面,吸收太阳光,蓄存热量,温暖了周围的大气,有促进云层形成的作用;同时,大气的粉尘适合作水汽的“凝结核”,促进雨滴降落,每次沙尘暴都往往伴随着降雨或降雪。沙尘暴过后所引起的降水过程可能有缓解春旱的作用,这是沙尘暴的另一个比较重要的正面效应。

沙尘暴上述的生态效益(图2),不容忽视。良好的生态效益孕育着昂贵的经济效益。

6 沙尘暴是导致人类呼吸系统疾病的根源

沙尘暴能否诱发呼吸系统疾病?这是人们很关心的问题。悬浮颗粒物(SPM)有可能影响呼吸道及肺泡。但近年的医学研究表明, NO_x 导致呼吸系统疾病比SPM更为普遍。韩国汉城2000年3月29日的沙尘暴引起人们的喉咙疼痛,据分析是沙尘携带来的致病细菌、铝、铁、锌、铬等金属元素,在长距离飞行过程中,路过工业地带,与污染性有害金属元素一起运行和沉降的结果;饮用传统的生姜茶、花梨茶即已治愈。