

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,加强生态环境保护和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 民族文化传统丰富 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重建,尽可能地符合其真实的面貌,为今日植被和环境的恢复与重建提供重要的参考。

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。

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、环境与发展的关系 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,已经有二二百万年了。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”<sup>〔1〕</sup>;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 之间的称为扬尘；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<sup>2</sup> 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<sup>2</sup>，约占国土陆地总面积的 17.6%，沙漠化土地以每年 3 500 km<sup>2</sup> 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

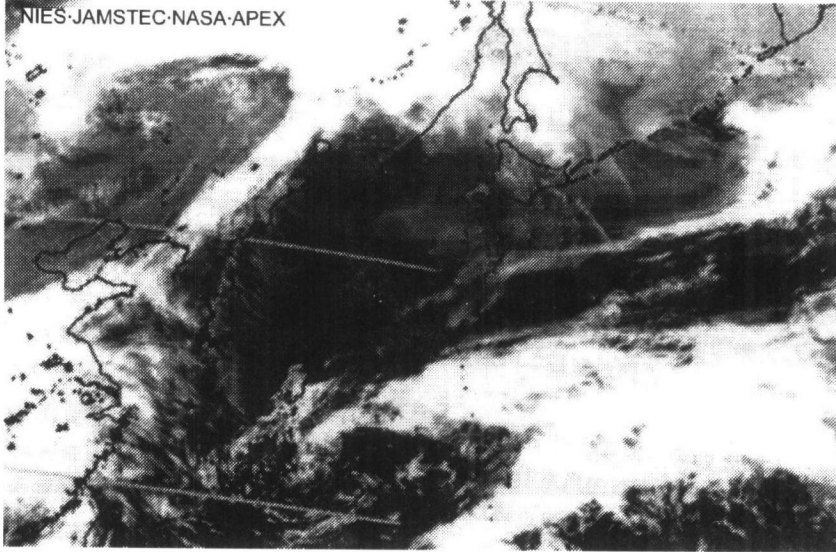


图 1 沙尘暴三维浮动空间

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  $\text{NO}_x$  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  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_2$  后, 测定量筒进口和出口处的浓度得知 即使  $\text{SO}_2$  量增加较多 也能被沙尘吸附 而  $\text{NO}_2$  量再增加时, 不能被沙尘继续吸附; 注入  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_2$  混合气体后 沙尘吸附  $\text{SO}_2$  能力不受  $\text{NO}_2$  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  $\text{SO}_2$  和氮氧化物  $\text{NO}_x$  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“填充剂”

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,  $\text{NO}_x$  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。

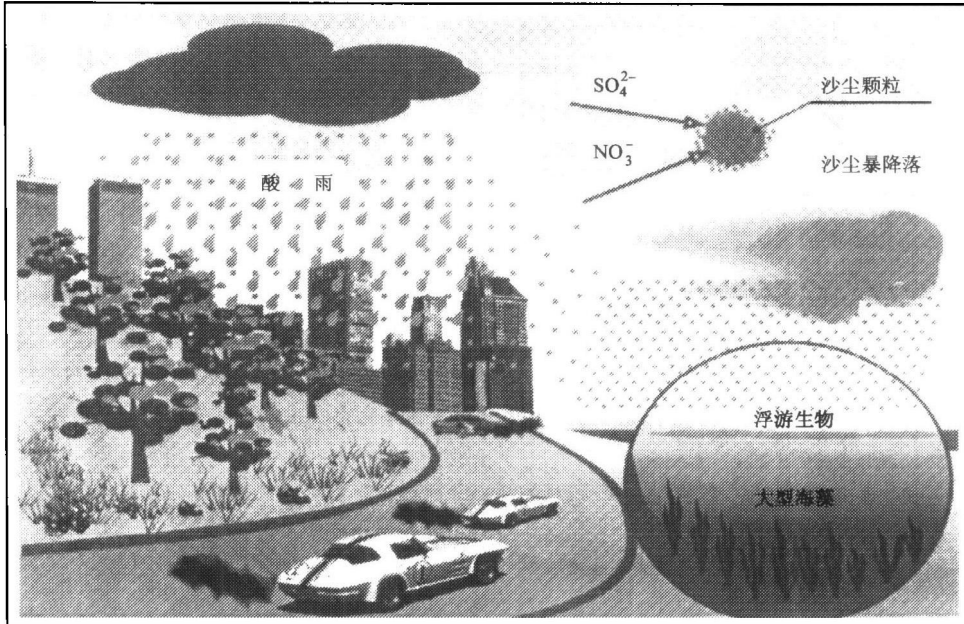


图 2 沙尘暴的生态效益

## 7 沙尘暴存在一定的周期性循环

从本质上讲，沙尘暴是规模巨大的天气系统的自然现象，但好像也有一定的周期性，如表 1。

表 1 吉林省白城市沙尘暴天气年际平均日数（据廉毅等 2002）

年 代	平均日数(d)
1951~1960	4.8
1961~1970	1.1
1971~1980	2.3
1981~1990	1.3
1991~2000	0.2
2001~2002	7.0

尽管类似沙尘暴这样的自然现象，其周期性有边界不很清晰的特点。但从表 1 仍可见吉林省白城市 20 世纪下半纪，沙尘暴每隔 20 年间出现一次循环。进入 21 世纪（2001 年春 3~5 月）出现 7 天次沙尘天气。2002 年春，据预测可能不止于 7 天 超过了 20 世纪 50 年代到 90 年代沙尘暴出现的平均日数，这表明吉林省西部 2001 年沙尘天气转入活跃期，开始进入新的周期循环。这与韩国的观测结果相同。

## 8 科学认识沙尘暴

人类的生产与生活必须尊重自然规律。人类进行无度的工农业生产、长期超负荷地利用自然资源、大规模地战争以及违背自然规律地改造环境和污染，对自然界产生破坏效果，当积累到一定程度时，必然遭到自然界突发和激烈的报复。这种报复大多以天气变化的形式表现出来。大自然的这种现象既是在警告人类和惩罚人类，同时又是大自然本身的自我净化

和自我保护。我国位于典型的东亚季风气候区，冬春季西北风盛行，而西北地区又多沙漠和沙地，出现沙尘暴是不可避免的。北京出现沙尘暴，受到暂时的影响，不要怨天尤人。沙尘暴可称为“陆上台风”来势迅猛，漫天遍野。既然是台风，海上台风带来的危害比陆上台风还大。尽管如此，谁能够阻止海上台风发生呢？反之，如果没有台风，就不可能给陆地带来大的降雨。记得曾有人建议扔氢弹爆炸，改变台风登陆的方向，企图用人为的能力去改变地球的自然现象，这算是保护环境吗？人类控制天气的能力还非常有限，面对陆上台风这种不可抗拒的天气系统，只能躲一躲，在局部区域内被动地抵御，不宜倡导根治，也是无法彻底根治的。目前，在环京津地区动用了数百亿元，兴师动众，提出“把沙尘暴阻挡在承德以北”及“十年灭了沙尘暴”等口号，修建防沙林，好像穿衣服扣错了纽扣。

我们需要调整思路，全面科学地认识沙尘暴。沙尘暴是由天气过程和地面过程共同作用的产物，天气现象我们尚难以改变，只能尽量控制地面的沙尘源。目前一方面要重点防治中国草原带和农牧交错带这两个重要生态空间的进一步沙化，另一方面要建立和完善沙尘天气的监测和预警系统。一项名为“春季朦胧”的研究计划（是国际地球大气化学合作研究计划 IGAC 的组成部分，有 6 个国家参加）开始在亚洲东部地区研究造成“春季朦胧”的沙尘气溶胶（aerosol）在大气中的动态及其对环境的影响，预计四年后将会有初步结论。只有科学严谨地掌握沙尘暴的规律，才能在减弱沙尘暴的实践中取得预期的效果。

#### 主要参考文献：

- 廉毅等. 2002. 吉林省西部近几年来气候变化的暖干倾向及其沙尘暴对周边国家影响的初步分析. 中韩沙漠化防治及沙尘暴国际学术研讨会论文集, 1~8.
- 石元青. 2002. 走出治沙与退耕误区. 科技时报, 2002-02-25

作者简介 祝廷成 男, 1926 年生, 博士生导师, 东北师范大学资深教授。研究草地生态五十余年，把生态学的基础理论率先创造性地应用到草地的科研和生产实践中。发表论文 274 篇，出版主编专著 6 部，培养硕士 20 名，博士 17 名，博士后 7 名。获吉林省重大科研成果奖、教育部及农业部科技进步奖共 7 项。通讯地址：长春市东北师范大学草地所（邮编：130024）电话：0431-5662860

# 三峡库区的生态安全问题及其重要性

钟章成 王力

(西南师范大学生态环境资源研究院 重庆 400715)

关键词：三峡库区 生态安全

## 1 影响三峡库区生态环境安全的因素

该地区因长期以来过度垦殖，生态环境恶劣，水土流失严重，山地灾害频繁。但这些地区山高坡陡 生态环境脆弱 生态恢复困难 加大了环境治理的难度。

三峡库区是重庆市最贫困的地区之一，广大群众对脱贫致富的愿望，要求我们对资源进行深度的、高强度的开发，而这将对三峡库区的生态环境安全造成巨大的压力。

三峡工程建设造成大规模移民，移民开发和安置将对三峡库区的生态环境造成空前巨大的压力。

三峡水库形成后，三峡库区生态环境系统将发生巨大的变化，从而影响到一些物种的生存条件。

三峡水库建设过程中，大规模的资金投入和人口迁移，必然导致库区生态经济系统的再建过程。

## 2 三峡库区当前的主要生态安全问题

### 2.1 水土流失问题

严重的水土流失问题是三峡库区主要的生态环境问题。目前重庆市水土流失面积 433 万  $\text{hm}^2$ ，占重庆市幅员面积的 53.6% 远远高于全国 17% 的平均水平。按流失的强度分 轻度流失面积 124 万  $\text{hm}^2$  中度流失面积为 153 万  $\text{hm}^2$  强度流失的面积 116 万  $\text{hm}^2$  极强度流失面积 36 万  $\text{hm}^2$ ，剧烈流失面积约 4 万  $\text{hm}^2$ 。分别占水土流失面积的 28.6%、35.4%、26.8%、8.3% 和 0.9%。年侵蚀总量近 2 亿 t 侵蚀模数为  $4\ 555\ \text{t}\cdot\text{km}^{-2}$ 。

造成严重水土流失的原因主要是陡坡垦殖和森林植被的破坏，二者又是相互关联的。

### 2.2 移民生态问题

三峡水库移民迁移线以下淹没面积约 1 084  $\text{km}^2$  其中陆域面积为 638  $\text{km}^2$ 。据 1985 年调查 淹没区内计有耕地 2.38 万  $\text{hm}^2$  (其中水稻田 0.73 万  $\text{hm}^2$  柑橘地 0.49 万  $\text{hm}^2$ ) 人口 72.6 万人 (其中农村人口 33.3 万人 城镇人口 39.3 万人 农村人口约占 46%) 考虑到人口自然增长及其他因素，规划迁移安置人口约 113 万人。淹没涉及的城市有 13 个 包括万县

市、涪陵市两个中等城市,4 个需要另迁新址,其余可依托旧城,就近开辟新城区。三峡工程淹没集镇 116 个 工厂 1 599 个(1992 年调查,下同)公路 824.25 km。

大规模、高强度的移民开发对三峡库区生态环境的影响是该地区生态环境面临的重大问题之一。建设三峡库区可持续发展的人居环境,恢复库区城市、乡村人民生存环境的良性生态平衡关系,是三峡工程建设的重要内容。

### 2.3 库岸生态环境问题

库岸是库区水域与周边环境之间的过渡地带,是随着水库水位涨落而形成的水陆交互生态系统。库岸问题是三峡库区的重大生态环境问题之一。三峡水库建成后,将成为长约 600 km 的河谷型水库,加上水库两侧的数十条支流河谷,库岸总长度约 2 000 km。遭受水淹后形成的新库岸,由于岩土水分条件发生骤变,库水起落和风浪的冲击破坏,库岸的稳定性将发生很大改变,有可能导致库岸不稳定甚至发生滑坡、崩塌、坍岸等地质灾害,影响到库岸生态环境的良性循环和水库的正常运行。

另一方面,三峡库区地质环境极其复杂,三峡工程中后期城乡建设量巨大,库区城乡建设对地质环境的可建程度提出了很高的要求。对不同可建程度区域的地质灾害、高切坡等问题作全面的预测预报及成套的开挖与支护技术研究,对三峡工程的中后期建设具有十分重要的意义。

再一方面,三峡水库采用“蓄清排浑”的运行方式,水库水位冬升夏降,库岸成为冬水夏陆的水陆交互生态系统,具有水陆周期转移的动态特点。受未来水库水位周期性涨落的影响,库岸成为库区生态系统中的活跃地带,即生态环境脆弱带,对外界变化极其敏感,是三峡库区特殊的生态环境问题。

### 2.4 库区水污染问题

重庆是我国六大老工业基地之一,全市高耗能、重污染型的工业企业占有很大比重,工业设备陈旧落后,城区工业布局集中,城市基础设施建设滞后,水污染十分严重。目前,重庆每年约有 12 亿 t 废水直接或间接排入两江,其中工业废水 9 亿 t,只有 2.5 亿 t 经过处理,生活污水 3 亿 t,几乎全部未经处理直接排入江河。特别是主城区,长江主城区段长达 30 km,嘉陵江主城区段长达 23 km,两岸居住着 242 万人口,分布着 800 余家重点企业,年排放废水 9.4 亿 t(工业废水 6.6 亿 t,生活污水 2.8 亿 t)。导致水体污染,水质日趋恶化。

三峡成库后,长江由河流变成水库,其水文特征会发生较大变化。两江水体自净能力和输送污染物的能力大大减弱,污染物扩散能力降低,水环境容量减小。据计算,在成库后,重庆所排放的厂放污染物在涪陵只降解 17%,在奉节才能完全降解;而现在这些污染不到涪陵时已降解了大半。三峡工程建成后,重庆城区长江岸边污染带将至少加宽 0.85 倍,嘉陵江将加宽 1.33 倍,带内污染物平均浓度增高 1.63 倍,并且,其水污染可能扩展到整个库区。

三峡水库建成后,对重庆市给排水系统也有重大影响。长江、嘉陵江既是重庆市的供水源,又是排水的通道。三峡水库按 175 m 运行后,重庆有 183 个较大排污口,一年至少有 3~4 个月连续被江水淹堵,形成有压排水,导致排水不畅,与之相应的总长度为 210 km 的管道将被淹没。排水管被淹没后,不仅排水设施受到破坏,而且内外水压失衡,易造成水毁事故,排水口段经淹没破坏后,相邻排水系统可能改变流向,加重相邻管道压力,连锁破坏相邻系

统。成库后排水出口被淹，污水排放受阻，管内轻质油类、有机溶剂、厌氧作用产生的沼气大量并存，遇高温明火引起燃烧、爆炸的隐患增加。

## 2.5 生物多样性物种资源保护问题

三峡库区动植物资源较为丰富，据不完全统计，重庆市现有动植物资源 6 500 多种，占全国动植物种类的 20% 左右，其中动物资源 520 种，植物资源 6 000 多种。在动物资源中有兽类 81 种，鸟类 251 种，爬行类 33 种，两栖类 25 种，鱼类 130 多种；属国家保护的有 55 种，其中一级保护 6 种，二级保护的 22 种，三级保护的 27 种。

三峡库区具有特别丰富的第三纪孑遗植物，三峡水库建成后，部分珍稀濒危植物的原产地将被淹没，直接威胁到这些物种的生存，大规模的移民开发将不同程度地破坏这些珍稀濒危物种原产地的生境条件，加速这些物种的濒危。努力保护好三峡库区这一特殊地区的丰富的物种多样性已成为当务之急，它既是三峡库区生态平衡的基础，同时也具有重要的经济、科研和文化价值。

特大型的三峡大坝对生态环境的负面影响远不止此，不在此展开讨论。

## 3 三峡库区生态安全的重要性

生态安全是当今世界的一个全球性问题，特别是在第三世界，中国也非常严重。生态安全指自然生态和人类生态意义上生存和发展的风险大小。

三峡库区位于长江上游的下段，随着三峡水库的建设和移民工作的全面展开，三峡库区将成为长江流域生态环境变化最剧烈和环境压力最大的地区。三峡库区目前正面临着水土流失、水体污染、移民迁建、生物多样性保护、水库成库后的库岸保护等严重而必须重点解决的生态环境问题。研究三峡库区的生态环境问题，对于解决上游地区的生态环境问题、保障三峡水库的运营安全、根治长江水患、促进整个长江流域经济社会的持续发展都具有十分重要的意义，具体表现在以下几个方面：

第一，三峡工程举世瞩目，是长江水资源开发利用的最大工程，是我国最大的跨世纪工程，是世界最大的水利枢纽工程之一。成库后将形成长 600 余千米，水面面积 1 084 km<sup>2</sup>，总库容为 393 亿 m<sup>3</sup> 的巨型水库，其规模世界罕见，成库后将造成库区环境的重大变化，如气候变化、库岸再造过程所带来的地质灾害、水流速度变缓所带来的表层水污染以及对某些物种生态习性的影响等，都是世界瞩目的生态环境问题。因此研究三峡库区未来的环境变化具有重大的科学意义和应用价值。

第二，在未来的经济发展中，三峡库区将面临越来越巨大的生态环境的压力。主要表现在：(1) 三峡库区是上海—重庆长江经济带上经济发展水平最低、贫困面最大的地区，贫困人口比例是全国平均值的 2 倍多，扶贫对资源开发和生态环境有巨大的压力。(2) 三峡工程淹没了库区大片土地，三峡工程动态移民逾百万，其中农村移民约占 45%，居世界水力移民之最大范围的土地开发、大量城镇的迁建，将对库区环境造成空前巨大的压力。(3) 重庆是我国六大老工业基地之一，全市高耗能、重污染型的工业企业占有很大比重，污染严重，三峡工程建成蓄水后，库区水体自净能力减弱，水环境容量降低，库区水环境污染将加重。

第三，长江三峡库区段是长江上游的末段，三峡出口是长江上、中游的自然分界点，水库建成后，三峡库区将成为长江上游流域的侵蚀基准面，对上游地区的流水侵蚀、地貌演变将

产生长远、甚至是决定性的影响。对下游地区的水动力特征、泥沙运动规律、河床演变及洪涝灾害等也有很大影响。可见，三峡水库建成后，上游地区的生态环境问题、重庆本地的生态环境问题都将集中地表现在三峡库区，而三峡水库的运营又将对下游地区的生态环境产生深刻而长远的影响。

第四，围绕是否上三峡工程，科技工作者作了大量的论证和可行性研究，争论了数十年，但当时的工作主要集中在是否上三峡，而且主要结论是基于模拟基础上的预测。随着三峡工程的建设进程，出现了许多新的生态环境问题，包括移民方针也出现了重大调整，而且对当时的许多结论也已经可以进行实证分析和研究，如库尾淤积问题已经可以从支流的泥沙运动中去作实证分析、库岸再造与地质灾害、水环境容量变化等问题的研究，这对三峡工程的后期建设无疑是完全必要的。

鉴于上述原因，三峡工程及库区环境问题已经引起了全世界学术界、工程界和各国舆论的广泛关注。三峡库区的生态环境建设具有国际影响，意义重大，对三峡工程的长治久安、三峡库区的繁荣稳定和长江经济带的形成和发展具有直接而重大的作用。

#### 主要参考文献

钟章成. 1999. 重庆三峡库区主要生态环境问题与对策. 重庆环境科学, 21(1):1~3

作者简介 钟章成 男, 1929年12月出生, 1954年7月于东北师范大学植物学研究生毕业, 现任西南师范大学教授、博士生导师。主要成果有: 常绿阔叶林生态学研究, 获四川省科技进步二等奖; 常绿阔叶林生态系统研究, 获国家教委科技进步三等奖; 植物生态学研究进展, 获中国高校科学技术二等奖。通讯地址: 西南师范大学生命科学学院 (邮编: 400715) 电话: 023-68252569

# 遵循自然 适度开发

## 一论西部生态脆弱区的开发与保护

徐凤翔

(北京灵山生态研究所 北京 102300)

关键词 保护生态 适度开发

开发西部是我国现阶段经济发展的重大举措,因而西部生态环境的状况、自然资源的消长、社会的需求以及与全国的关系等问题均形成了各方趋动、众目关注的热潮。而其根本点即是生态保护与建设的思维和开发力度与合理性这两方面能否真正并重与协调的问题。若要能协调好这两方面的关系,清醒地认知西部生态环境与资源的特点与现状,将是规划决策的前提。

### 1 我国西部地区生态环境的主要特点

我国的地势在大范围内具有西高东低的特点,西部地区以不同高度的大型山脉、高原和构造盆地骨架,与东部平原丘陵区形成鲜明的对照。西部的自然地域大体上位于大兴安岭—吕梁山—秦岭—大巴山—巫山—雪峰山一线以西,主要包括内蒙古高原、黄土高原、四川盆地、云贵高原、西北高山盆地和青藏高原等地域,涉及的行政区为内蒙古、宁夏、新疆、甘肃、陕西、云南、贵州、四川、重庆、广西、青海、西藏等 12 个省区(市),占国土陆地面积的 71.7% 人口占全国的 28.5%。

这一广袤的地域包含了地形、气候和自然资源特点颇不相同的亚地理单元,从地形来看,蒙新及黄土高原地区直至四川的山缘高地,海拔多为 1 000~2 000 m 盆地则趋于低平或丘陵 构成了西部大高原范畴东沿的第一级台阶 至云贵高原 上升到 2 000~3 000 m 属大高原的第二级台阶;青藏高原则达 3 000~4 000 m 以上 为最高级 第三级 台阶。

在气候方面区域性及小区段有着显著的分化,从干荒的程度来看,西北、西多半干旱-干旱 极干旱 年降水量一般低于 400 mm 至 250 mm 以下。而西南山地沟谷则多半湿润区-湿润区乃至高湿区,年降水量一般在 1 000 mm 左右 更有高达 2 000~3 000 mm 以上的地段。因而存在着生物多样性和丰富度的差别 在西北部草原、荒漠和高山荒原区(带)生物区系虽具特色但相对贫乏 而西南的森林及湿润高山区(带)则拥有丰富的物种 形成了资源的宝库。

西部地区尽管有内部条件的差异,但整体特征仍然十分明显,可以归纳为下列几点:

(1) 以山地、高原为主体 地势基础高 生态环境独特多样

纵观整个西部地区,主要是由若干山系和高原所组成,盆地和河谷属于山系、高原的一部分。东段自北向南依次为阴山—内蒙古高原、黄土高原—秦岭、大巴山—四川盆地、川西高原—横断山脉、云贵高原,西段自北向南依次为阿尔泰山—准噶尔盆地—天山—塔里木盆