

全球气候变化趋势下西北生态环境建设的动态响应

张丽萍^{1,2}, 张锐波³

(1. 浙江大学环境与资源学院, 土地资源与环境研究所, 杭州 310029; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨陵 712100; 3. 浙江大学城市学院, 杭州 310015)

摘 要: 西北地区深居内陆, 东距太平洋遥远, 南有世界屋脊青藏高原的屏障作用, 阻碍印度洋水汽的进入, 青藏高原对大气环流的热力作用和动力作用, 致使西北气候更加干燥。根据全新世大暖期鼎盛时期的气温、降水和植被带与现在的相应要素进行对比, 推得西北地区目前正处于气候转暖的初期阶段, 暖干是其主要特征。在全球气候转暖的大环境下, 叠加人为作用的负效应, 对西北的生态环境建设提出了许多新的挑战。由此, 提出在今后西北生态环境的建设过程中, 应适当分区调整修复措施, 加强水利工程建设和水资源保护措施, 以扩大草原面积为主, 适当发展灌木林地, 减少乔木林的栽种面积。以适应气候转暖情况下生物过程的特殊规律, 促进生态环境的良性演化。

关键词: 气候转暖; 西北地区; 环境建设; 措施调整

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)04-0120-04

Development Coordination for Eco-environment Rehabilitation with World Climatic Variation in Northwest China

ZHANG Liping^{1,2}, ZHANG Ruibo³

(1. Institute of Soil and Water Resource and Environment Sciences, College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310092, China; 2. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Institute of Water and Soil Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi, China; 3. College of City, Zhejiang University, Hangzhou 310015, China)

Abstract: The northwest China locates the mainland inner part, where is far away from the Pacific Ocean by east. There is the Tibetan plateau by south, which obstructs the Indian Ocean water vapor entering into the northwest China. So the climate of northwest China is very dry. In addition to, the dynamic and thermodynamic forcing functions of Tibetan plateau make the climate of northwest China be much drier. According to the contrasting air temperature, precipitation and vegetation zones in the most warm stage of Holocene Epoch with nowadays, it can be inferred that climatic conditions in northwest China is in the early stage of changing of global climatic warming, and its main characteristics are dry and warm. Under the global climatic warm conditions, adding human action negative effects to the eco-environment, lot of new challenges are bringing up in the processes of rehabilitation eco-environment of northwest China. Therefore, some new measures are suggested in the processes of rehabilitation eco-environment of northwest China, enhancing hydraulic engineering construction to protect the water resources, extending the steppe area, appropriately developing shrub area, reducing the planting area of tall tree wood. For these, the purposes are to adapt vegetations growing to the warming and dry circumstance and promote the eco-environmental positive to evolve.

Key words: climatic warming; northwest China; eco-environment; recondition measure adjustment

中国西北地区位于大陆内部, 气候非常干燥, 大部分地区降水量小于 400 mm; 地表绝大部分由沙漠和易遭受侵蚀

的黄土组成, 生态环境非常脆弱。然而, 西北地区蕴藏着丰富的能源资源, 这些能源资源是开发西北的驱动物质, 也是西

收稿日期: 2003-05-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(40271071); 中国科学院黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金项目(10501-113)。

作者简介: 张丽萍(1960-), 女, 博士后, 教授, 主要从事土壤侵蚀与环境地学、灾害环境的教学与科研。

北经济发展的物质起点。但是, 中国西北脆弱的生态环境限制了这些资源的大规模开发, 其中最为明显的是干旱缺水。反过来讲, 在资源开发的同时, 对脆弱的生态环境造成了一些无形的压力, 出现了一些新的环境问题, 这些问题又加重了生态环境的脆弱性, 并阻碍资源的进一步开发。由此可见, 西北的生态环境建设是目前的重点, 当务之急。然而, 在全球气候变化的大背景条件下, 对西北生态环境的建设提出了许多新的挑战。

在全球气候大幅度变化的大环境下, 许多专家学者专注于全球气候对中国西北地区生态环境所带来的影响。其观点大致可分为三种: 一种观点认为, 在全球气候转暖的大环境下, 中国西北地区有向暖湿方向演化的趋势; 另一种观点认为, 随着气候的变暖, 蒸发量相应增加, 高山冰川融化, 雪线上移, 西北地区的气候将向干热方向演化, 干旱程度将会加重; 还有一种观点认为, 全球气候变化将导致中国西北地区气候频繁波动。

一个地区气候环境的形成演化是多种因素综合作用的结果。在全球气候转暖的大环境下, 中国西北地区的气候环境到底将向什么方向演化? 在中国西北生态环境重建中, 应该如何进行动态协调? 这些问题是非常复杂的, 但是必须回答的, 因为它们是中国西北生态环境重建具体措施部署的决定性依据。就此问题, 从中国西北干旱环境形成的地质历史原因、气候环境要素的综合过程等方面, 谈谈作者的看法。

1 西北干旱环境形成的地质背景

西北内陆干旱环境的形成在很大的程度上归结为青藏高原隆升的产物。在青藏高原隆升之前, 我国大部分地区受行星风系的控制, 中纬度地带属西风带控制, 气候温暖湿润, 全球降水量增加, 分布有大面积的森林^[1]。在距今 45~38 Ma, 印度板块向北漂移与亚洲板块碰撞以来, 青藏高原进入隆升过程。地面隆升导致了环流形势的改变, 增强了海陆间的热力差异, 尺度小、强度弱的海陆季风开始孕育^[2]。但由于当时气候温暖, 侵蚀风化强烈, 青藏高原遭受剥蚀, 高度和面积没有达到现在的规模, 行星风系仍占主导地位, 仅在东亚沿海存在一个狭窄的季风带。经过 20 Ma BP 前后的青藏高原二次隆起, 青藏高原所达到的水平尺度和高度, 足以改变环流形势。青藏高原的热力作用叠加在海陆热力差异上, 导致古季风的出现^[3]。在季风的作用下, 中国东部的干旱草原带大收缩, 湿润的森林带大发展, 在 N₂ 的红土中发现了大量的森林草原环境中的动物化石。在 3.4~2.5 Ma BP 前后, 青藏高原进入整体强烈抬升时期, 高原的平均高度达到 2 000 m 以上, 高原的动力作用也表现出来。在高原强大的热力作用和动力作用影响下, 东亚季风环流初步接近于现代格局。在季风环流的作用下, 西风波的波动幅度加剧, 西北区

的气候向干冷方向波动演化, 开始了巨厚的黄土堆积。后期, 随着青藏高原的继续抬升, 到 0.8~0.6 Ma BP, 高原面上升到 3 000~3 500 m^[4], 高原季风加强, 蒙古高压的范围和强度增加, 二者叠加, 中国东西气候环境差异加大, 伴随当时的全球降温, 东部降水量增加, 西部越趋干旱。从发生在 0.15 Ma BP 的青藏运动到现今的高度, 喜马拉雅山普遍超过了 6 000 m, 青藏高原的平均高度达到了 4 000 m 以上, 严重阻碍印度洋水汽的进入, 东亚季风环流加强, 中国的西北进一步变干, 冬季风变得更加强大^[5]。

由此可见, 西北干旱气候环境的形成, 不是简单的温度变化所能左右的, 他是在特定的地形格局控制下, 气候环流复杂演化的结果。

2 气候要素的综合作用

全球气候转暖已是公认的事实, 是当前全球气候变化之中最明显并起主导作用的因素。从理论上讲, 全球变暖使更多的水汽从海洋与陆地蒸发, 促进水循环, 增加降水, 有利于缓解西北的干旱环境。但是, 一方面, 降水的变化并非与温度呈直线相关, 而是要比温度变化复杂得多; 另一方面, 在西北干旱、半干旱以至半湿润地区, 气候的干湿变化, 不能简单的归于降水变化, 主要还取决于降水与蒸发的平衡状态。只有当降水增加大于蒸发增加的情况下, 气候才能变得暖湿; 进一步来分析, 目前, 在全球气候变暖趋势下的环境变化, 人为因素起着很大的作用, 与全新世大暖期气候与环境的变化响应过程应有很大差异。

近几十年来, 许多专家研究显示, 随着近百年来全球气温升高, 降水的地区不平衡现象更加明显。在黄河中游地区, 年降水量并没有发现明显的增加, 反而, 呈现出减少的趋势^[6]。

3 气候变化与生物过程的滞后性

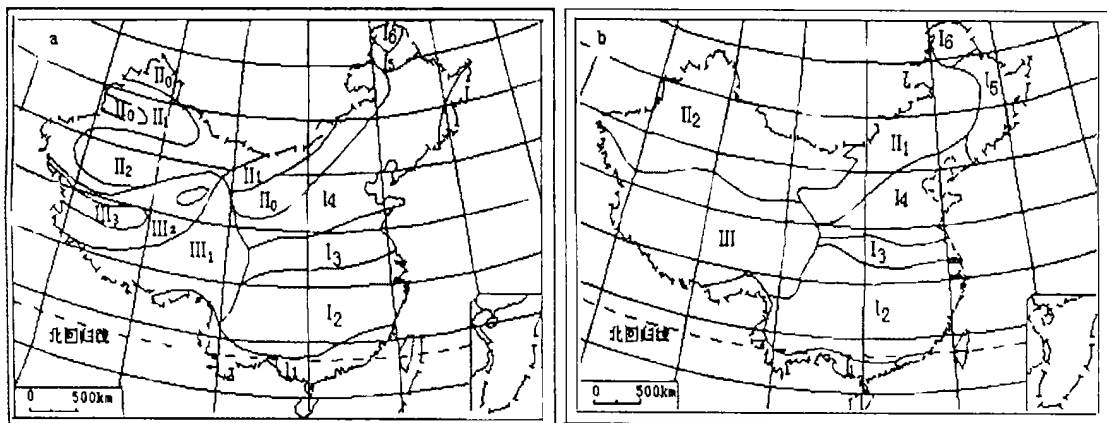
在全球范围气候转暖的情况下, 由于海陆热容量的差异, 陆地升温快于海面, 导致可能蒸发量上升, 干旱程度加重; 随着气温的持续上升, 海水升温, 水汽蒸发加强, 促进了水循环, 大气降水趋于增加。因此, 在全球升温的大环境下, 生态环境存在一个由暖干向暖湿演化的过渡期。

黄土—古土壤系列剖面特征说明, 第四纪以来, 气候发生过多次的温湿—干冷的交替波动, 相应的植被也发生了森林—森林草原—干草原—荒漠草原的多次交替旋回。在由一种植被类型向另一种植被类型演化的过渡时期, 生态环境会出现大的波动, 地表侵蚀加剧^[7]。作者曾根据生态系统的演化规律, 研究了黄土高原第四纪土壤侵蚀旋回模式。强烈的土壤侵蚀均发生在干冷向温湿环境演化过渡的早期阶段, 即温度上升而降水、植被演替滞后的温干期^[8]。在这一

时期, 温度升高, 蒸发量上升, 森林草原退化, 土壤侵蚀加重, 生态环境趋于恶化。目前, 西北地区正处在这样的过渡阶段。

一些专家曾做过这样的研究, 全球温度升高将导致潜在的蒸散作用(PET)加强, 如果气温以目前的速度增加, 在美国 PET 将上升 50~100 mm/a, 植物可利用的有效水分减少, 森林植被逐渐退化^[9]。

施雅风等人为了预测 21 世纪, 全球升温情况下的环境演化, 将全新世大暖期阶段的气候与环境的演化过程作为重要的参照。将大暖期鼎盛阶段的植被分区与现代植被分区进行了对比(图 1), 分析结论显示随着升温和湿度的增大, 西北植被带出现了经向西迁, 表现出草原的范围扩大和荒漠缩小^[10, 11]。



注: I₁ 热带季雨林; I₂ 常绿阔叶林; I₃ 常绿落叶阔叶混交林; I₄ 落叶阔叶林; I₅ 针阔混交林; I₆ 北方针叶林;

II₀ 森林草原; II₁ 草原; II₂ 荒漠; III₁ 高原森林草原; III₂ 高原草原; III₃ 高原荒漠

图 1 中国全新世大暖期植被分区(a)与现代植被分区(b)图^[11]

在这一研究成果的启发下, 我们可以根据大暖期初期到鼎盛期的升温 and 植被演替过程, 来推断目前西北地区生物环境所处的演化阶段和未来的演化趋势。在全新世大暖期鼎盛时, 西部年平均温度较现代估计升高 3~4℃, 降水量也比今多 100~200 mm。根据预估, 到 2030 年, 全球气温将比现在升高 1℃^[12], 到 2100 年为 2.5℃。它远不及全新世大暖期鼎盛时的温度, 这可以推得西北地区目前还是处于气候转暖的初期, 降水量的增加滞后于温度升高, 蒸发增大, 植被生长受到限制。

4 人类活动的气候效应

西北大面积的干旱荒漠是漫长地质历史时期环境演化作用的产物。但是, 自从人类社会以来, 人类活动对短期内环境变化的影响很大。第一, 随着人口的大量增加和生活水平的提高, 对资源需求量呈指数增加, 一些不合理的资源开发或超载利用, 引起了一些资源的退化, 荒漠化面积的扩大, 水土流失加重; 第二, 在西北内陆灌区, 土壤的次生盐渍化现象严重; 第三, 资源的集中开发, 新兴城市的出现, 城市热岛效应明显, 造成了局部的增温干旱。

这些人类活动所造成的新的环境问题, 对气候的非线性反馈影响, 导致了气候的干热化, 生态环境的进一步恶化。在沙漠或沙漠化的地区, 夏季是高温中心, 空气干燥, 对流降雨

难以形成; 在冬季, 沙漠反射率高, 太阳高度角小, 上空任何高度的辐射平衡温度都比附近地区小得多, 普遍发生空气下沉, 从而阻止海洋水汽的进入, 降水显著减少^[13]。沙漠化的面积越大, 对气候的反馈影响就越大^[14]。严重的水土流失, 使高低起伏的地形变得更加崎岖, 地表的裸露面积加大, 土壤退化, 持蓄水能力下降, 有雨发生水土流失, 无雨造成严重干旱, 使得植物生长的有效水分减少, 不利于植物的生长。CO₂ 的温室效应和城市化发展的热岛效应是 21 世纪全球气候变化的主要影响因素。在气温升高的初期阶段, 将会导致气候波动, 容易发生自然灾害。

5 全球气候变化趋势下西北生态环境建设的动态响应

综合分析可知, 西北地区目前正处在全球气候波动的暖干期。在未来的几十年甚至近百年中, 在全球气候转暖的大环境下, 西北地区降水量的变化也不容乐观, 反而温度升高, 蒸发量加大。脆弱的生态环境, 叠加人为活动的影响, 对生态环境建设的难度加大。面临这样的环境条件, 在今后西北生态环境的建设过程中, 应适当调整修复措施, 以适应气候转暖情况下生态环境的良性演化。

5.1 加大水利工程措施的力度

西北干旱区的地表水资源主要来源于 6 大山系的冰川、

积雪和内陆河流、湖泊。在气候转暖的初期,气候暖干化现象严重,温度上升,冰川积雪融化,雪线上升,水资源趋于萎缩^[12, 15-17]。面临这一问题,我们应采取应急的工程措施,一方面,在冰川、积雪融化区,修建蓄水工程,将融化的水保存起来,这些工程要强调防渗和减少蒸发;另一方面,在灌区要改变传统的灌溉方式,实行节水灌溉,充分利用和保护这些水资源。

5.2 调整生物措施

由图 1a 和 b 比较,虽然全新世大暖期的植被带向北、西方向大推进,但其主要的植被类型仍以草原为主体。这一结论告诉我们,在全球气候转暖的长期过程中,即使期中发生一些次一级波动,西北地区生态环境建设的生物措施,应以草原建设为主体。尤其在目前气候转暖初期的暖干阶段,更应发挥草地的作用。由生态学的原理和 SPAC 系统进行分析,种草与种树相比,草的成活率高于树;草生长的耗水量少于树木;从防风固沙和保持水土的功能来讲,草被的作用也不亚于树木植被。鉴于此,应当适量调整生物措施的比例结构,扩大草原的面积,适当发展灌木林面积,减少乔木林的栽种面积。在一些水源较充足的地方,适当的发展乔木林地。

在草地面积扩大的同时,对草地资源的保护更为重要,坚决杜绝草地超载,提倡舍饲牧业,退耕还草,建立生态畜牧业,旨在保护水资源,促进生态系统良性循环。

5.3 调整产业结构

退耕还林还草,意味着耕地面积要缩小,要实行高投入、高产出的集约化农业。这样就会有剩余的劳动力。各级政府部门要调整产业结构,发挥当地的资源优势,大力发展乡镇企业,提高农村第二、第三产业的比例,提高农村经济收入,为提高生态环境建设投资提供可能,使生态环境建设得以顺利进行。

5.4 建立资源开发与环境修复法规的监督机制

西北地区是我国的主要能源基地,能源开发是西北经济发展的主要途径。但是,在早些时期,能源开发未能与环境建设相协调,引发了许多新的环境问题,鉴于此,国家相关部门,制订了相应的政策法规。为了能使这些政策法规落实到位,应该制订相应的监督机制和经济手段。资源开发前应落实资源开发过程中的环境治理规划方案,接着预算环境治理投资经费,然后先将环境治理投资经费的 50% 押资到监督部门,直到环境治理达标验收后,返回其押金。

参考文献:

- [1] L A 费雷克斯 地质时代的气候[M] 赵希涛,甄勇毅,李文范译 北京:海洋出版社,1984 230- 263
- [2] 施雅风,汤懋苍 青藏高原二次隆起与亚洲季风孕育关系探讨[J] 中国科学(D 辑),1998,28(3): 263- 271
- [3] 潘保田,李吉均 青藏高原:全球气候变化的驱动机和放大器[J] 兰州大学学报,1996,32(1): 108- 113
- [4] 施雅风,李吉均,李炳元,等 晚新生代青藏高原的隆起与东亚环境变化[J] 地理学报,1999,54(1): 10- 21
- [5] 李吉均,方小敏 青藏高原隆起与环境变化研究[J] 科学通报,1998,43(15): 1569- 1574
- [6] 刘晓东,安芷生,方建刚,等 全球气候变暖条件下黄河流域降水的可能变化[J] 地理科学,2002,22(5): 513- 519
- [7] 唐克丽,陈永宗,景可,等 黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径[M] 北京:中国科学技术出版社,1990 213- 222
- [8] 张丽萍,杨达源,朱大奎 黄土高原第四纪土壤侵蚀旋回分析[A] 中国应用第四纪研究论文集[C] 成都:成都科技大学出版社,2000 139- 146
- [9] 肖辉林 森林衰退与全球气候变化[J] 生态学报,1994,14(4): 430- 436
- [10] 施雅风,孔昭宸,王苏民,等 中国全新世大暖期的气候波动与重要事件[J] 中国科学(B 辑),1992,22(12): 1300- 1308
- [11] 施雅风,孔昭宸,王苏民,等 中国全新世大暖期鼎盛阶段的气候与环境[J] 中国科学(B 辑),1993,23(8): 865- 873
- [12] 施雅风,张祥松 气候变化对西北干旱区地表水资源的影响和未来趋势[J] 中国科学(B 辑),1995,25(5): 968- 973
- [13] 董光荣,申建友,金炯 试论全球气候变化与沙漠化的关系[J] 第四纪研究,1990(1): 91- 98
- [14] 卢琦 荒漠化对全球气候变化的响应[J] 中国人口·资源与环境,2002,12(1): 95- 98
- [15] 施雅风,刘时银 中国冰川对 21 世纪全球变暖响应的预估[J] 科学通报,2000,45(4): 454- 438
- [16] 施雅风 可预见的青藏高原环境大变化(摘录)[J] 盐湖研究,2001,9(1): 2- 3
- [17] 李筱艳 全球气候变化对内陆干旱区水资源的影响及区域气候响应[J] 水利水电科技进展,2001,21(增 1): 107- 108