

秦大河 总主编

中国西部 环境演变评估

第二卷 中国西部环境变化的预测

丁一汇 主编



科学出版社

www.sciencep.com

秦大河 总主编

中国西部环境演变评估

第二卷 中国西部环境变化的预测

丁一汇 主编

科学出版社

2002

内 容 简 介

本卷按照 IPCC(政府间气候变化专门委员会)评估报告的模式对我国西部未来 10~50 年气候、生态、环境的自然变率和人类活动引起的变化进行了预测和不确定性分析,给出了未来西部气候、生态环境变化的可能情景,可供政府部门在制定西部开发长远规划中作为决策参考。

本卷可供高等院校教师、博士后、博士生、硕士生,以及研究院所研究人员和政府决策管理部门的干部阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国西部环境变化的预测/丁一汇主编. —北京:科学出版社,2002.2

(中国西部环境演变评估;第二/秦大河主编)

ISBN 7-03-010049-2

I. 中… II. 丁… III. ①环境预测—西南地区 ②环境预测—西北地区 IV. X321

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 001011 号

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>

深圳美光彩色印刷股份有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2002 年 2 月第一次印刷 印张: 16 1/2 插页: 5

印数: 1—6 000 字数: 356 000

定价: 60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



中国西部地区位置略图



《中国西部地区环境演变评估》主要编写人员合影

中国科学院知识创新工程重大项目

西部生态环境演变规律与水土资源可持续利用研究

项目编号：KZCX1-10

项目负责人：秦大河 丁永建

中国西部气候、生态环境演变综合分析与评估

KZCX1-10-08

课题负责人：秦大河

中国西部环境演变评估

评审专家(按汉语拼音排列)

安芷生	陈梦熊	陈宜瑜	方宗义	傅伯杰
高广生	胡鞍钢	胡兆量	林海	刘东生
陆大道	马福臣	施雅风	孙鸿烈	陶诗言
王邦中	王遵亲	谢金南	尹改	章申
章国材	张兰生	赵济	周秀骥	邹逸麟

中国科学院知识创新工程重大项目

西部生态环境演变规律与水土资源可持续利用研究

项目编号:KZCX1-10

项目负责人:秦大河 中国科学院资源与环境科学技术局(现任中国气象局局长)

丁永建 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

中国西部气候、生态环境演变综合分析与评估

KZCX1-10-08

科学顾问:陈宜瑜 中国科学院

孙鸿烈 中国科学院地理科学与资源研究所

施雅风 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

安芷生 中国科学院地球环境研究所

周秀骥 中国气象科学研究院

课题负责人:秦大河 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所(现任中国气象局局长)

主 笔:(按汉语拼音顺序排列)

陈伟烈 中国科学院植物研究所

丁一汇 中国气象局国家气候中心

董光荣 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

李培基 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

林而达 中国农业科学院气象中心

刘潮海 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

刘春蓁 中国水利部水利信息中心

曲耀光 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

余之祥 中国科学院南京地理与湖泊研究所

石广玉 中国科学院大气物理研究所

王绍武 北京大学地球物理系

王守荣 中国气象局国家气候中心

王苏民 中国科学院南京地理与湖泊研究所

叶舜赞 中国科学院地理科学与资源研究所

技 术 组:孙惠南 中国科学院西部行动计划领导小组办公室

张 锦 中国气象局国家气候中心

王文华 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

效存德 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

喻小生 中国科学院西部行动计划领导小组办公室

中国西部环境演变评估

评审专家名单

(按汉语拼音顺序排列)

安芷生	中国科学院地球环境研究所
陈梦熊	中国科学院南京土壤研究所
陈宜瑜	中国科学院
方宗义	国家卫星气象中心
傅伯杰	中国科学院资源与环境科学技术局
高广生	国家发展计划委员会地区司气候办公室
胡鞍钢	清华大学国情研究中心
胡兆量	北京大学城市与环境科学系
林海	国家自然科学基金委员会
刘东生	中国科学院地质与地球物理研究所
陆大道	中国科学院地理科学与资源研究所
马福臣	国家自然科学基金委员会
施雅风	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所
孙鸿烈	中国科学院地理科学与资源研究所
陶诗言	中国科学院大气物理研究所
王邦中	中国气象局
王遵亲	中国科学院南京土壤研究所
谢金南	甘肃省气象局
尹 改	国家环保总局科学技术顾问委员会
章 申	中国科学院地理科学与资源研究所
章国材	中国气象局科教司
张兰生	北京师范大学资源与环境科学系
赵 济	北京师范大学资源与环境科学系
周秀骥	中国气象科学研究院
邹逸麟	复旦大学历史地理研究中心

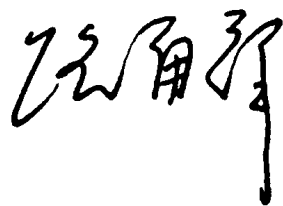
序 一

实施西部大开发,加快中西部地区发展,是以江泽民同志为核心的党中央根据邓小平同志关于我国现代化建设“两个大局”的战略思想,高瞻远瞩,审时度势,总揽全局,面向新世纪作出的重大战略决策,对于加快我国现代化建设的历史进程,维护国家安全和社会稳定,实现中华民族的伟大复兴,具有十分重大而深远的意义。近几年来,在全社会的共同努力下,西部地区在基础设施建设、生态环境保护 and 建设、产业结构调整、科技和教育发展、加大改革开放力度等方面稳步向前推进,西部开发迈出了实质性步伐。中国科学院作为国家科研机构,为实施西部大开发战略,推出了“西部行动计划”,目的是配合西部开发进行基础性、战略性和前瞻性的研究,并为中央决策提供科学依据。

我国西部地区自然环境复杂多样,生物多样性独特丰富。长期以来,生态的敏感性和环境的脆弱性、资源开发和环境保护之间矛盾突出。保护和改善生态环境,是西部地区开发建设必须首先研究和解决的一个重大课题。中国科学界在西部地区经过几代人的努力,有着丰厚的工作积累,在此基础上,中国科学院联合全国专家,共同努力,在一年多的时间内完成了《中国西部环境演变评估》这一课题。这部四卷约 130 万字的专著,从自然、社会和经济等多学科入手,对西部环境特征及其演变、未来环境变化预测、以及环境演化对中国西部发展的影响及对策等问题进行了综合分析和评估。我向为完成这一专著付出辛勤劳动的全体专家表示敬意和感谢!今后,我们将要组织力量,进一步深入研究与西部地区相关的科学问题,为西部大开发做出新的贡献。

在中国历史上,曾进行过多次西部开发,积累了丰富的经验。历史上的西部开发,常常是以环境作为代价来换取的。而今天的西部大开发则是史无前例的国家战略性系统工程,我们不仅要促进西部发展,获得经济和社会效益,而且也一定要在环境保护方面获得成功,达到西部地区社会经济和生态环境协调持续发展的双赢目标,并为我国整体生态环境改善作出重大贡献。党中央和国务院要求中国科学院面向国家需求,认真抓好与西部大开发有关的科学研究工作,为中央决策服务,这也完全符合中国科学院的办院方针。今天,我们正面临难得的发展机遇,我国综合国力不断提高,我们也已有了较丰厚的

科技积累,和前人的经验可资借鉴。我们坚信,在党中央的正确领导下,只要坚持依靠科技进步与创新,依靠广大人民群众,解放思想,实事求是,与时俱进,开拓创新,西部大开发的宏伟事业必将获得胜利,取得造福人民,并为世人瞩目的辉煌成就!

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, likely '梁仲原' (Liang Zhongyuan).

(中国科学院院长、中国工程院院士、中国科学院院士)

2002 年 1 月 18 日

序 二

我国西部自然环境独特、资源丰富、民族众多,但生态脆弱、社会经济发展水平较低等基本特点,决定了该区在全国国民经济建设总体布局中的位置和在全球变化研究中的特殊地位。为了给国家西部大开发战略决策提供历史的和现实的依据,促进全球变化研究相关学科的发展,中国科学院启动了“西部行动计划”,结合知识创新工程设立了院级重大项目(组)“中国西部环境演变、生态建设与资源持续利用研究”。主要包括三个方面的研究内容:

一、西部生态环境演变规律与水土资源持续利用研究

通过对西部生态环境在全球变化中的时空定位、演变规律、发展趋势和影响机理的研究,揭示地质历史时期(晚新生代以来)西部自然环境演化过程、近2000年来西部地区环境演变与人类活动的关系,特别是近50年来西部资源与环境的变化及其影响机制。对西部重大而且有争议或尚不甚清楚的科学问题作出明确的科学结论;在整理、集成、分析西部现有资源环境数据基础上,查漏补缺,构建西部地区资源环境数据库和综合信息系统平台;通过对影响西部经济可持续发展的水资源、水土流失、荒漠化、产业结构等进行研究,为西部生态环境与社会经济协调发展、水土资源可持续利用提供科学依据。

二、西部典型区生态环境建设试验示范研究

依托中国科学院在西部建立的野外工作站和试验示范区,结合国家西部生态环境建设重点工程项目和西部基础设施建设的总体部署,设立了黄土高原水土保持与生态环境建设、黑河流域水—生态—经济系统综合管理、塔里木河中下游荒漠化治理与绿洲生态系统管理、浑善达克沙地与京北农牧交错区生态环境综合治理、岷江上游生态环境综合整治与试验示范区;利用现有工作基础和条件,通过对已有技术的集成组装,探索受损生态系统的恢复重建模式,引进、开发、集成、组装生态环境建设技术,确立西部不同类型区生态建设、资源利用和经济发展三者协调持续发展的基本模式,为西部生态建设提供典型范例,带动区域生态环境建设和社会经济发展。

三、高新技术的开发、集成与试验推广

主要针对西部大开发对高新技术的需求,充分发挥中国科学院在高新技

术方面的优势,组织力量对适合西部地区的高新技术进行开发、集成组装、试验示范和推广,形成西部大开发高新技术支撑体系。已经启动的项目是“具有自主知识产权的新型生物药研究”。发挥西部地区特有的生物资源和生物多样性优势,以及院内外在生物多样性研究和生物工程等方面高新技术的优势,结合中草药的标准化、藏药综合利用和农业野生资源的开发,寻找对于人类重大疾病具有很高疗效的药物,并初步形成产业化规模。另外,围绕西部特殊资源(盐湖)的开发利用,也设立了相应的项目。

总之,本项目将通过对西部生态环境的演变过程、现状、发展趋势以及影响机理等重大科学问题的研究,提出西部不同区域的生态环境时空变化模式与调控机制;在不同类型区建立生态建设试验示范区,探讨受损生态系统修复模式;开发、集成、推广环境整治与资源利用的关键技术,为西部大开发决策提供科学依据和技术支撑。

《中国西部环境演变评估》系列专著是西部项目的组成部分之一,是第一批拿出的项目成果。该专著以已有的科学研究成果为依据,对西部环境的基本特征、演变规律、发展趋势进行综合评估,内容丰富,观点鲜明,特别是对未来 50 年全球变暖、社会经济发展条件下的西部环境演变情景的预测,采用了国际上 IPCC 第三次评估报告的方法,科学性强,方法先进,在国内尚属首次,有重要的科学和实用价值。在此基础上凝练并提出了具有前瞻性和战略性的对策建议,不但对当前正在进行的西部大开发行动具有重要的现实意义,而且对进一步研究西部气候生态环境也有很大的参考价值。

陈宜瑜

(中国科学院副院长、中国科学院院士
中国科学院西部行动计划领导小组组长)

2002 年 1 月 19 日

前 言

西部大开发战略是邓小平理论和实践的重要组成部分。小平同志早在改革开放初期就明确提出了“两个大局”的思想,他谈到“从战略上看,沿海地区先发展起来并继续发挥优势,这是一个大局,内地要顾全这个大局。发展到一定时候沿海多做一些贡献支持内地发展,这也是大局”。这是一个富有远见的符合我国经济发展客观进程和各地区生产力实际状况的战略思想。以江泽民同志为核心的党中央第三代领导集体,总揽全局,审时度势,面向新世纪,适时地做出了西部大开发的重大战略决策。自1997年到2000年,江泽民同志多次强调,加快开发西部地区是全国发展的一个大战略、大思路。他指出,加快开发西部地区,既要有紧迫感,抓紧研究方案、步骤和政策策略,又要做好长期奋斗的思想准备。1999年,党中央国务院决定实施西部大开发战略。江泽民同志指出,不失时机地实施西部大开发战略,直接关系到扩大内需,促进经济增长,关系到民族团结、社会稳定和边防巩固,关系到东西部协调发展和最终实现共同富裕,具有重要的现实意义和深远的历史意义。中央认为,现在实施西部大开发战略的条件基本具备,时机已经成熟,决定自2000年起,在继续加快东、中部地区发展的同时,西部大开发必须迈出实质性步伐。初步设想到2050年,用50年时间,使西部地区的经济社会面貌发生根本性的变化。当前西部大开发的重点是加快基础设施建设,实行生态建设和环境保护,进行产业结构调整,发展科技教育,加快改革开放,等等。这是党中央总揽全局、面向新世纪作出的重大决策。国家有关部委也要结合“十五”计划的内容,研究重大问题,制定西部开发规划,并分阶段实施。

1998年8月,国务院科教领导小组批准中国科学院实施“知识创新工程”,目的是为我国经济发展、国防建设和社会进步做出基础性、战略性、前瞻性的创新贡献。当务之急就是要站在我国现代化建设全局和长远发展的高度,把思想统一到中央决策和江泽民同志指示精神上来,组织力量积极参与西部大开发,使其成为“知识创新工程”的重要内容之一。中国科学院作为有别于地方和国务院各部门的国家科研事业单位,以什么样的方式参加西部大开发,并做出应有的贡献,这个问题引起了中国科学院上上下下的讨论。西部大开发的战略和方针必须建立在正确的科学认识和结论上。目前有不少同志认为西部地区的现状是人为造成的,是森林过度开采、植被破坏的结果。有的甚

至认为,西部的过去秀美如江南,只要加强保护,种草种树,恢复植被,就可以再造一个江南。对这个问题,领导层也有不同认识。西部地区的过去究竟是什么样子?究竟是什么原因使西部地区演变成现在这个样子?搞清这些问题十分必要和迫切,这对于理清思路,确定方向,正确制订西部大开发的战略和方针至关重要。中央希望中国科学院组织力量开展这方面的研究,为国家决策提供历史的和现实的依据。这是广大科技工作者义不容辞的光荣任务。经过认真研究和准备,中国科学院推出了“西部行动计划”,陈宜瑜副院长任领导小组组长。本专著《中国西部环境演变评估》是该计划下的知识创新重大项目“西部生态环境演变规律与水土资源可持续利用研究”中的第八课题,目的是通过本课题研究,理清思路,确定方向,为制订西部大开发的战略和方针,为人民群众认识上述问题提供科学依据。

本专著借鉴国际研究规范,从自然、人文和社会等多学科入手,以2000年以前正式发表的研究成果(以近50年为主)为依据,引用权威结论、权威数据,对中国西部环境特征及其演变、未来环境变化的预测、以及环境演化对中国西部发展的影响及对策等问题进行综合分析和评估,以此为基础,凝练出具有前瞻性和战略性的咨询建议,为国家西部大开发战略决策提供科学依据。需要指出的是,评估工作必须对大量的,甚至个别观点对立的科学素材进行加工、分析、判断,最后做出评估,这是一种创造性的工作,是本项研究的一个特点。本专著根据已发表的关于中国西部地区科学研究成果,在阐述西部环境特征及演变规律的基础上,采用全球和区域海洋大气耦合模式进行再研究,预测了中国西部地区未来50年气候生态环境的变化情景,以此为依据对中国西部生态环境变化和社会经济发展进行预测,提出适应和减缓这些变化的方略。这种建立在未来气候变化条件下的中国西部环境和社会经济变化的预测,在国内尚属首次,是本项研究的又一特点。

“中国西部环境演变评估”课题由三卷专著、一卷综合报告及对策报告共4卷组成。全书22章约130万字,160多幅图。第一卷(第1至第7章):中国西部环境特征及其演变;第二卷(第8至第15章):中国西部环境变化的预测;第三卷(第16至第22章):环境演变对中国西部发展的影响及对策;综合卷:中国西部环境演变评估综合报告(是对1~3卷的概括和综合,并根据客观实际和需求,按重大问题阐述,更加通俗易懂)。

《中国西部环境特征及其演变》(第一卷)分析了西部地区自然环境的特殊性与存在的主要问题,指出其多山地、高原、盆地的地貌特征和荒漠、草原、森林、石山等自然特点,在刻画出近现代环境背景基本格局的基础上,以“厚今薄古”为原则,依据温度、降水与水汽输送等气候特征,气候形成的大气环流条

件,着重描述了过去 2 000 年西部气候变化背景和变化特点。中国西部在全新世大暖期期间因为资料有限,难以得到与中国东部相比的图像,但大体上还是认为气候比现在偏暖湿。

近 2 000 年来,西部人口增长,农耕区扩展,对天然植被产生了不利影响,如黄土高原土壤侵蚀加剧,西南地区土地开发、森林覆盖率减少,导致长江上游水土流失,西北干旱区绿洲扩大对土地退化产生影响等。本卷还对西北地区历史时期(周秦汉,隋唐和清代)三次开发高潮进行了分析,为当前的西部大开发提供经验和借鉴,如对农牧交错带开垦所导致的环境后果的分析,强调保护生态环境,阐述环境承载力与社会经济发展和西部大开发之间的辩证关系等,都有很重要的现实意义。

自有人类强烈活动以来(最近 50 年),西部自然环境,特别是冰川、冻土、湖泊、沙漠等发生了很大变化。如中国现代冰川近 40 年来显著退缩,面积比 60 年代又减少 2%~4%,雪线上升约 30m。近 50 年沙漠化的状况是局部得到治理,整体仍在发展,从 1980 年到 1990 年,沙漠化土地累计扩大 8.46 万 km^2 。同期,天然湖泊环境也受到人类活动影响,偏离了自然演化过程,出现萎缩、咸化、干涸、消亡现象,极大地影响了西部生态环境和区域可持续发展。此外,近 50 年来西北干旱区地下水资源减少,盐渍化土地增加,西北西南山地灾害频繁,水土流失加重,生物多样性减少等等,都与人类活动影响气候生态环境密切相关。近 50 年来,中国西部气候变暖,西北地区降水增加,增温主要出现在 1970 年后,到 20 世纪末的 30 年间,升温将近 1°C ,这可能与人类活动导致的全球变暖相关。降水量变率是以多年平均降水量的百分率计算的,西北地区虽然降水量增加了,但绝对值并不大,而且也无确凿的证据说明近些年西部的变湿与温室气体浓度的增加有直接关系。

人类活动通过改变大气成分,改变土地覆盖和利用状况等影响气候生态环境,从这个意义上讲,人类的生产和社会活动对气候生态环境的影响,其数量级已达到甚至超过了自然变化的影响,必须引起我们的极大警惕和关注。如果将这些与《政府间气候变化框架公约》联系起来,其意义则更大。

为了客观地描述未来西部生态环境的情景,《中国西部环境变化的预测》(第二卷)回顾了气候、生态与环境预测的历史,对预测的时间尺度和主要变量,影响预测的主要因子与不确定性进行分析讨论,提出了发展区域气候与环境情景的方法,以及改进预测的途径。第二卷采用了经验性(物理)气候预测方法和气候数理统计预测方法及模型、气候模式等预测气候自然变化,利用我国特有的 2 600 年来的太阳黑子爆发记录中反映的气候变化规律,预测未来 10 年、30 年和 50 年(个别达 100 年)西部气温、降水等变化趋势。通过人类活

动情景设计,采用温室气体与硫化物气溶胶的气候效应(全球环流模式的模拟和中国区域气候模式的模拟),预测未来 10 年、30 年和 50 年人类活动影响下的西部气候变化,并以此为据,对西部地区的水资源、沙漠化、黄土高原与长江上游地区水土流失、山地灾害、冰冻圈、植被/生态系统和人类健康等自然环境变化趋势作了预测。这里我们借鉴了 IPCC(政府间气候变化专门委员会)预测未来地球气候变化趋势的方法,将其推广到更多的生态环境领域,尽管仍有不尽如人意之处,但对指导决策意义重大。

利用 10 个全球大气耦合海洋环流模式,参考前人约 20 个模式的预测结果,考虑到人类活动温室气体排放趋势,预测到 2050 年,西北和西南地区分别平均升温 2.0°C 和 1.8°C ,降水量分别平均增加 19% 和 12%。本世纪末,两地分别平均升温 $2.0\sim 8.5^{\circ}\text{C}$ 和 $1.9\sim 5.1^{\circ}\text{C}$,其变暖趋势甚于 20 世纪。当然,变暖趋势的时空差异也非常显著。青海湖水位在 2010 年前呈下降趋势,30~50 年后可能有所回升。西南地区水文要素将发生变化,由于径流对气候变化的敏感性,最大洪峰流量更加难以预报。气候变暖,山地冰川退缩,预计 2030~2050 年为冰川融水高峰期,之后山地冰川大量萎缩。根据社会经济发展、人口增加和生态环境保护的需要(已考虑到节水),西部地区到 2010 年、2030 年和 2050 年分别缺水 200 亿 m^3 、200 亿 m^3 和 100 亿 m^3 ,气候变暖对沙漠化,水土流失,山地灾害,如崩塌、滑坡、泥石流、雪灾以及植被/生态系统等,均产生巨大影响,直接关系社会发展和经济建设,关系到西部大开发的结果,因此,具有特别重要的实际意义。

第三卷是《环境演变对中国西部发展的影响及对策》。我国西部地区生态环境脆弱,气候变化对农业、畜牧业、林业等影响很大。极端气候事件如干旱、沙尘暴、寒潮、洪涝等灾害性天气过程,也极大地阻碍甚至破坏社会经济。对西部国民经济发展影响较大的因素有水资源,土地退化,山地灾害,人体健康等。在探讨西部经济发展问题,提出未来西部生态环境与经济社会协调发展的对策与建议时,必须先对这些问题进行评估。

水资源及其变化对西部发展至关重要。西北地区地广人少,径流贫乏,是我国水资源最紧张的地区,资源性缺水非常严重。而西南却是水多地少,河川径流丰富,是我国地表水资源最丰富的地区,但工程性缺水仍很严重。认识气候变化条件下的水资源变化及其承载力,合理调配和开发水资源,是西部大开发成败的关键。未来 50 年内西部地区气候虽有变暖趋势,但新疆塔里木河、玛纳斯河和甘肃黑河等流域,如果切实抓好节水农业,顺利度过今后 10~20 年工业快速发展期的困难,这些流域的水资源承载力仍可望提高,本世纪中叶达到中等发达国家经济水平是可行的。未来 50 年内,西南地区的升温多雨不