

中国工程院重大咨询项目

西北地区 水资源配置生态环境建设 和可持续发展战略研究

— 生态环境卷 —

西北地区
生态环境建设区域配置
及生态环境需水量研究

主 编 刘昌明
副主编 王礼先 夏 军

 科学出版社
www.sciencep.com

中国工程院重大咨询项目

西北地区 水资源配置生态环境建设 和可持续发展战略研究

生态环境卷

西北地区生态环境建设
区域配置与生态环境需水量研究

主 编 刘昌明

副主编 王礼先 夏 军

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为《西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究:生态环境卷》。

全书分为综合报告和分论两大部分,共7章。主要内容包括:生态需水及生态环境建设研究概论,西北地区植被分区与恢复途径,西北地区生态环境需水估算的理论与方法,西北重点地区及全区生态环境需水量估算实例,西北地区典型内陆河流域生态环境建设区域配置,西北地区黄河流域生态环境建设区域配置,以及生态环境建设问题的讨论、认识与建议等。

本书可供政府决策管理部门、科研单位有关人员和高等院校有关师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

西北地区生态环境建设区域配置与生态环境需水量研究/刘昌明主编;王礼先,夏军副主编. —北京:科学出版社,2004

(西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究:生态环境卷)

ISBN 7-03-012797-8

I. 西… II. ①刘…②王…③夏… III. 生态环境—环境保护—生态环境需水—对策研究—西北地区 IV. X321.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 004755 号

责任编辑:吴三保 李久进/责任校对:钟 洋

责任印制:钱玉芬/封面设计:黄华斌

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>

深圳中华商务安全印务股份有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2004年4月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004年4月第一次印刷 印张:21 1/4 插页:2

印数:1—2 500 字数:434 000

定 价: 58.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

西北地区水资源配置生态环境建设 和可持续发展战略研究

编辑委员会

主 副 编	编	钱正英				
	主	编	沈国舫	潘家铮		
	编	委	钱正英	沈国舫	潘家铮	张光斗
			师昌绪	王淀佐	徐乾清	陈志恺
			王浩	刘东生	李泽椿	丁仲礼
			刘昌明	王礼先	张宗祜	石玉林
			任阵海	雷志栋	石元春	任继周
			唐华俊	卢良恕	贾大林	周干峙
			邵益生	李东英	胡见义	邱定蕃
			卢耀如	钱易	汤鸿霄	宁远
			吴以鳌			
		编委会办公室	谢冰玉	孙雪涛	王振海	

西北地区生态环境建设 区域配置与生态环境需水量研究

编辑委员会

主 编 刘昌明

副主编 王礼先 夏 军

编 委 李丽娟 张志强 徐程扬 谢 平 丰华丽 郑红星

编写人员

章序	负责人	参加人				
第一章	刘昌明 王礼先	夏 军 常丹东	李丽娟	丰华丽	张志强	
第二章	徐程扬	翟明普	招礼军	谢 平		
第三章	夏 军	谢 平 刘昌明	丰华丽 张万顺	郑红星 窦 明	李丽娟	
第四章	夏 军	陈亚宁 李丽娟	谢 平	丰华丽	孙雪涛	
第五章	张志强	谢宝元	陈丽华	范庆莲	王秀珍	
第六章	王礼先	余新晓 刘志军	张洪江 常丹东	刘 霞	刁鸣军	
第七章	刘昌明	郑红星 张志强	王礼先 曾 燕	夏 军	李丽娟	

序 言

2001年5月,经国务院批准,中国工程院“西北地区水资源配置、生态环境建设和可持续发展战略研究”项目正式启动。这是在“中国可持续发展水资源战略研究”咨询项目完成后,进行的又一综合性咨询项目。

西北地区地域广阔,资源丰富,民族众多,在我国的经济建设、社会稳定和国防安全方面都具有重要的战略地位;同时,由于其特殊的自然地理条件,又是我国极其重要的生态环境屏障。中央确定“西部大开发”的战略,并明确西北地区开发要和生态环境建设相协调的方针后,各方面行动积极。但在具体工作中,对生态环境建设应如何具体掌握,生态环境建设与经济建设的用水矛盾应如何解决,以及西北地区的有限水资源能否支持社会经济的可持续发展等问题,仍存在着各种不同的看法和做法。近年来北方地区干旱严重,沙尘暴加重,更引起许多议论和忧虑。为此,中国工程院决定以“西北地区水资源配置、生态环境建设和可持续发展战略研究”为题,以自然地理范畴的西北地区为研究范围,以水资源为中心,以生态环境的保护和建设为重点,以工业、农业和城镇建设都能可持续发展和缩小东西部差距为目标,开展跨学科、跨部门的综合性、战略性研究。

在国务院有关部委、中国科学院、许多高等院校、科研院所和西北6省、自治区的大力支持下,本项目组织了覆盖地理、地质、气象、水文、农业、林业、草业、牧业、水利、土地、水土保持、生态、环境、城市建设、历史、考古、社会经济以及石油、天然气、煤炭、冶金等学科的35位院士和近300位院外专家,并有西北6省、自治区130多位有关领导和专家参与有关的研究工作,共设9个课题组:

- (1)西北地区水资源及其供需发展趋势分析
- (2)西北地区自然环境演变及其发展趋势
- (3)西北地区生态环境建设区域配置及生态环境需水量研究

- (4) 西北地区土地荒漠化与水土资源利用研究
- (5) 西北地区农牧业可持续发展与节水战略
- (6) 西北地区城镇发展及水务对策研究
- (7) 西北地区工矿资源开发的用水对策研究
- (8) 西北地区水污染防治对策研究
- (9) 西北地区水资源重大工程布局研究

在近两年的研究工作过程中,向国务院领导提交了“关于抢救内蒙古高原生态环境的报告”等6个阶段性报告和建议。经过多层次的实地考察及反复研讨,在9个课题研究成果报告的基础上,形成了项目的综合报告。

2003年1月20日,温家宝同志在中南海主持会议,回良玉同志及原国家计委、科技部、财政部、国土资源部、建设部、水利部、农业部、林业局、环保局、气象局等19个部委,以及陕西、甘肃、宁夏、内蒙古、青海和新疆6省、自治区的领导同志参加,听取了成果汇报。汇报后,温家宝同志强调指出:“这个研究项目,从酝酿策划到出研究成果,历时近两年;有35位院士、300余位专家参加,大家为这一成果付出了巨大心血和辛勤劳动,来之不易。参加研究的院士和专家们,从民族的、历史的和综合国力竞争的战略高度,审视我国西北地区可持续发展问题,站得高、看得远,充分体现了我国广大科技工作者忧国忧民的历史责任感和振兴中华的强烈愿望。同时,研究报告充分体现了院士和专家们的科学态度和负责精神。……因此,对这份经过长时间研究的重大成果,一定要运用好。”他要国务院办公厅将成果汇报印发各地区、各部门。同时,希望新闻宣传单位,采取各种生动活泼的形式宣传此项科研成果。

温家宝同志指出:“党中央、国务院一直在努力推进决策的科学化和民主化。如何发挥两院院士和各方面专家的作用,为党中央、国务院提供咨询服务,中国工程院组织的‘中国可持续发展水资源战略研究’和‘西北地区水资源配置、生态环境建设和可持续发展战略研究’是一个好的形式和成功的实践。紧密结合现代化建设实际,选准课题,组织科研人员,集中力量,大力协同,深入研究,不仅向党中央、国务院提出了重要的咨询意见,而且在研究过程中形成了一个跨地区、跨院所、跨学科的研究群体,形成了综合研究复杂问题的行之有效的机制,为科学和民主决策探索出一种可行的、有效的形式。对这种组织方式、研究机制、工作方法应当给予充分肯定,希望今后继续坚持、完善和发展。”

根据温家宝同志的讲话精神,项目组的院士、专家又经过 2003 年近 1 年时间,针对西北各省区的重点问题进行了专题回访和继续研讨,进一步丰富和完善了综合报告和各课题的研究成果,形成了一套共 10 卷的研究专集。这套专集以项目综合报告、课题报告和专题报告三个层次,提供相关领域的研究背景、覆盖内容和主要论点,奉献给关心和支持我国西北地区大开发的各位读者。

这套书是多个课题研究成果的集合,其主要观点和结论在项目综合报告中取得了共识,但在各领域的一些特定问题上,课题组仍可能有自己独特的视点,对某些具体问题的看法和提法也没有必要取得完全统一。我们认为,这样更有利于启发读者的思考和促进研究的继续深入。由于本项目是以自然地理范畴的西北地区为研究范围,和西北地区的行政区划不完全一致,虽然一些基本数据尽可能地按研究范围做出统计,但由于条件限制,有一些数据只能按行政区划统计。在各课题的研究报告中,由于取得资料的途径不同,有些数据不完全一致,请读者予以谅解。

参加研究和编撰工作的全体人员,虽然做出了极大努力,但由于各种条件的限制,仍可能有疏漏或错误之处,请读者批评指正。

编辑委员会

2004 年 1 月

前 言

本书是中国工程院重大咨询项目“西北地区水资源合理配置、生态环境建设和可持续发展战略研究项目”中课题3“西北地区生态环境建设区域配置与生态环境需水量研究”的研究成果总结。分析了西北地区生态环境建设面临的问题,提出西北地区的植被分区、生态环境需水量的初步估算和生态环境建设区域配置有关建议。承担课题研究的主要单位有中国科学院地理科学与资源研究所陆地水循环及地表过程重点实验室、北京林业大学和武汉大学水资源与水电工程国家重点实验室。

自2001年开展课题研究以来,课题组多次到实地开展调查,取得第一手资料。通过进一步的研究分析、总结与讨论,在时间比较紧的情况下,提出了本报告的研究成果。内容包括:生态需水及生态环境建设研究概论,西北地区植被分区与恢复途径,西北地区生态环境需水估算的理论与方法,西北重点地区生态环境需水量估算实例,西北地区典型内陆河流域生态环境建设区域配置,西北地区黄河流域生态环境建设区域配置,生态环境建设问题的讨论、认识与建议等共七章。这些成果为综合报告中提出的宏观战略研究提供了支撑与参考。本项研究是在中国工程院综合组对课题研究目标和研究思路与方法的指导下与西北六省、自治区政府领导及地方领导大力支持下完成的,特此表示感谢。

由于时间有限和专题的难度,本书提出的生态需水和生态环境建设区域配置的分析结果尚存在有待进一步深入研究的问题。希望同行专家与广大读者提出批评与指正。

目 录

序言
前言

综合报告

西北地区生态环境建设区域配置及生态环境需水量研究综合报告	1
一、西北地区的主要生态环境问题	1
(一) 干旱、半干旱区的风蚀荒漠化面积呈扩大趋势	2
(二) 黄土高原水土流失仍然十分严重,水蚀荒漠化面积亦呈扩大趋势	3
(三) 干旱区内陆河流域挤占生态环境用水,导致河流断流,地下水位下降,天然绿洲衰亡,尾间湖泊消失	3
(四) 草地退化沙化严重	4
(五) 森林植被遭受破坏,覆被率低,不能充分发挥防护功能	5
(六) 灌溉方式不合理,导致人工绿洲土地盐渍化,水质恶化	5
二、生态环境建设的区域配置	6
(一) 干旱内陆区典型流域生态环境建设区域配置	6
(二) 半干旱草原区生态环境建设区域配置	13
(三) 西北地区黄河流域生态环境建设区域配置	16
三、西北地区生态环境需水计算	22
(一) 生态环境需水有关概念的初步界定	22
(二) 西北地区生态环境需水量的估算方法	25

(三) 西北地区生态环境需水量估算结果 30

四、主要结论与建议 35

(一) 挤占生态环境用水是西北地区生态环境退化的主要原因 35

(二) 确立西北地区“生活、生产与生活”用水共享的生态水利观念 36

(三) 尊重自然规律,因地制宜地进行生态环境建设配置 37

(四) 生态环境需水量的合理配置是实现人与自然和谐共处的重要措施 38

(五) 全面理解生态环境建设的实质,保护与改善并重,以保护为主 38

(六) 以小流域为单元,水土保持综合治理、开发与扶贫相结合 39

(七) 加强宜林区域与天然次生林保育,实事求是地执行退耕还林政策 39

(八) 加强生态环境建设各部门之间的协调与统一 40

(九) 突出重点,科学地确定西北地区主要流域的生态保育格局与重点 41

(十) 进一步提高对西北地区生态环境建设的艰巨性与长期性的认识 42

主要参考文献 43

分 论

第一章 生态需水及生态环境建设研究概论 45

一、生态需水研究主要进展 45

(一) 国外研究现状 46

(二) 国内研究现状 49

(三) 存在的问题和研究展望 52

二、生态环境建设研究主要进展 54

(一) 国外生态环境建设研究现状 54

(二) 我国生态环境建设研究主要进展 56

三、生态环境建设的战略目标与研究任务	59
(一) 中国生态环境建设的战略目标	59
(二) 西北地区生态环境建设战略研究的目的与任务	65
主要参考文献	68
第二章 西北地区的植被分区与恢复途径	71
一、西北地区植被及建设现状与问题	71
(一) 地带性植被现状	72
(二) 地带性植被分布规律	76
(三) 非地带性植被现状	77
(四) 植被建设现状	77
(五) 植被建设潜力	79
(六) 植被建设存在的问题	81
二、西北地区植被建设分区	88
(一) 分区的原则与方法	89
(二) 不同植被建设区的特点	96
三、不同植被建设区植被恢复与建设途径	108
(一) 植被恢复与建设的原则	108
(二) 西北地区植被恢复与建设途径	111
主要参考文献	124
第三章 西北地区生态环境需水估算的理论与方法	125
一、生态环境需水有关概念的初步界定	125
(一) 生态环境需水	126
(二) 生态环境耗水	127
(三) 生态环境用水	128
(四) 生态环境供水类型	128
(五) 不同概念的辨析	129
二、生态环境需水研究的理论基础	130
(一) 生态水文学理论基础	130
(二) 水文水资源学理论	133
(三) 其他相关理论	135
三、生态环境需水研究方法	135
(一) 生态水文分区	135
(二) 生态需水研究方法	140

主要参考文献·····	153
第四章 西北重点地区及全区生态环境需水量估算实例 ·····	155
一、新疆塔里木河生态需水估算·····	155
(一)塔里木河流域干流生态需水估算·····	157
(二)维系塔里木河下游生态安全的最小需水量研究·····	163
二、河西走廊内陆区典型流域生态需水估算·····	188
(一)黑河流域生态环境需水估算·····	189
(二)石羊河流域生态需水估算·····	193
三、西北地区生态环境需水量初步估算·····	195
(一)西北六省区生态需水估算与水分适宜性分析·····	196
(二)西北地区三大片生态需水量初步估算·····	198
四、生态环境需水量估算的不确定性·····	201
主要参考文献·····	202
第五章 西北地区典型内陆河流域生态环境建设区域配置 ·····	204
一、塔里木河流域生态环境建设区域配置与分析·····	205
(一)流域生态环境现状与评价·····	205
(二)塔里木河流域生态环境建设分区·····	208
(三)各分区生态环境建设模式·····	210
二、黑河流域生态环境建设区域配置与分析·····	216
(一)流域概况·····	216
(二)黑河流域生态环境建设分区·····	223
(三)上游祁连山水源保护区生态环境建设模式·····	228
(四)中游人工绿洲农牧区生态环境建设模式·····	231
(五)下游天然绿洲保护区生态环境建设模式·····	238
三、柴达木盆地生态环境建设区域配置与分析·····	243
(一)区域概况·····	244
(二)柴达木盆地生态环境建设分区·····	248
(三)生态环境建设对策·····	250
主要参考文献·····	252
第六章 西北地区黄河流域生态环境建设区域配置 ·····	253
一、西北地区黄河流域生态环境建设分区·····	253
(一)分区目的与原则·····	253
(二)分区方法·····	254

(三) 分区成果	256
二、黄河流域各分区生态环境建设配置	265
(一) 风 沙 区	265
(二) 黄土丘陵沟壑区	270
(三) 黄土高原沟壑区	275
(四) 沿河阶地与平原区	280
(五) 土石山区	284
(六) 河 源 区	287
三、西北地区黄河流域生态环境建设减水减沙作用分析	287
(一) 研究方法	287
(二) 计算成果	288
主要参考文献	292
第七章 生态环境建设问题的讨论、认识与建议	300
一、西北地区生态环境的退化及其原因	300
(一) 西北地区生态环境的退化	300
(二) 西北地区生态环境退化的原因	303
二、西北地区生态环境建设的内涵	307
(一) 生态环境建设的目的	307
(二) 生态环境建设的准则	307
(三) 生态环境建设的依据	309
三、生态环境建设中的水资源配置	311
(一) 水在生态环境建设中的主导性	311
(二) 水与生态关系的复杂性	311
(三) 生态水利联系的多样性	312
(四) 生态需水配置的合理性	313
四、西北地区生态环境建设的若干建议	314
(一) 生态环境建设的建议	314
(二) 重点地区生态环境建设	318
主要参考文献	320

综合报告

西北地区生态环境建设区域配置及生态环境需水量研究综合报告

生态环境建设的任务是在区域(或流域)水土资源合理利用的基础上,保护、恢复与改善以水土为中心的再生自然资源与环境,其中生态环境建设的区域配置及其相关的生态环境需水估算是十分重要的问题。本报告在论述西北地区主要生态环境问题的基础上,研究了生态环境建设区域配置和生态环境需水量。最后,提出了西北地区生态环境建设的对策与建议。

一、西北地区的主要生态环境问题

生态环境是指某一区域(或流域)的复合系统,它是复杂的生物群落及其所处的环境(包括大气、水、土、岩石等)相互依存和制约、相对稳定和有自组织功能的一个系统。所谓生态环境问题,是指人类为其自身生存和发展,在利用和改造自然资源与环境的过程中,违背了人与自然和谐共存的发展方针,破坏和污染自然环境所产生的危害人类与生物的各种负面效应。

由于干旱缺水,西北地区的生态环境十分脆弱。在长期历史演变特别是人类活动的不合理干预、水资源的不合理利用过程中,已经出现了种种严重的生态环境问题,如干旱缺水、植被退化、土壤侵蚀、土地沙化、河湖干涸等等。

经综合分析认为,本区生态环境的主要危机综合表现为土地荒漠化,即干旱区、半干旱区、干旱亚湿润地区的土地退化(UNCCD,1994)。这里所说的“土地”是指具有陆地生物生产力的系统,由土壤、植被、其他生物区系和在该系统中发挥作用的能流与物流过程组成。“土地退化”是指由于使用土地或由于一种营力或数种营力结合致使干旱区、半干旱区和干旱亚湿润区雨浇地、水浇地或草原、牧场、森林和林地的生物或经济生产力和复杂性下降或丧失,其中包括:①土壤风蚀和水蚀;②土壤的物理、化学、生物特性或经济特性退化;③自然植被长期丧失。改革开放以来,国家先后在西北地区实施了生态环境建设与保护措施,如建设“三北”防护林、黄河上中游防护林等林业生态工程、开展黄河等流域水土保持工程、加快水土流失综合治理、加大荒漠化治理速度、推广旱作节水农业技术、加强草原和生态农业建设等。1998年以来又大规模开展了退耕还林还草,使我国西北地区的生态环境建设取得了初步成就。但是由于我国西北地区水资源分布极不均匀、人口压力大(由新中国成立时的3300万人增加到2000年底的9178万人)、水土资源过度开发利用,加之随着我国经济建设和发展步伐的加快,不合理的开发建设项目等经济活动造成了新的生态环境破坏,致使我国西北地区生态环境恶化的趋势还未得到遏制,生态环境问题仍很严重,主要表现在:

(一) 干旱、半干旱区的风蚀荒漠化面积呈扩大趋势

我国是世界上荒漠化面积较大、危害严重的国家之一。我国荒漠化面积几乎全部分布在我国西北地区。西北地区土地荒漠化主要类型有风蚀荒漠化(亦称土地沙化)、水蚀荒漠化、冻融荒漠化、土壤盐渍化等。据国家林业局2000年调查结果,全国荒漠化土地总面积为267.4万 km^2 ,占国土总面积的27.9%,其中风蚀荒漠化面积(沙化面积)187.3万 km^2 ,水蚀荒漠化26.5万 km^2 ,冻融荒漠化36.3万 km^2 ,土壤盐渍化面积17.3万 km^2 。全国每年因荒漠化造成的直接经济损失高达540亿元(中国可持续发展林业战略研究项目组,2002)。本课题研究范围内风蚀荒漠化面积为172.2万 km^2 ,占全国风蚀荒漠化面积的92%。

党中央和国务院十分重视西北地区的生态环境建设。各级党政做了大量的工作,防治沙化取得了初步成绩。但由于历史遗留的面积太大,治理起来相当困难。不少地方不重视保护生态环境,边治理、边破坏,加上近几年北方气候持续严重干旱,以致沙化治理进度滞后于其扩展的速度。目前,风蚀荒漠化扩展速度还在不断加快。据调查,20世纪50~60年代每年扩展

1560km²,80年代每年扩展2100km²,90年代初每年扩展2460km²,90年代后期达到3436km²(中国可持续发展林业战略研究项目组,2002)。

(二)黄土高原水土流失仍然十分严重, 水蚀荒漠化面积亦呈扩大趋势

黄土高原地处半干旱区及干旱亚湿润地区,其水土流失区亦即我国水蚀荒漠化发生区,本课题研究区内的水蚀面积21.2万km²,占全国水蚀荒漠化总面积的80%。

对比西北地区的陕、甘、宁、青、内蒙古5省区1989~1999年10年水蚀面积的变化情况,可以看出,陕西、宁夏、内蒙古减少水蚀面积合计达12180.01km²。由于人为不合理的土地利用活动,甘肃省10年来水蚀面积增加了12433.17km²,青海省水蚀面积增加了13076.70km²(中华人民共和国水利部,2002),两省合计,平均每年增加水土流失面积约2500km²。见表0.1。

表0.1 陕、甘、宁、青、内蒙古5省区土壤水蚀面积遥感调查表(km²)

省名	1989年调查	1999年调查	增减面积
陕西	120404.95	118096.51	-2308.44
甘肃	106936.83	119370.00	+12433.17
宁夏	22897.11	20907.67	-1989.44
青海	40060.30	53137.00	+13076.70
内蒙古	158101.13	150219.00	-7882.13

另据调查统计,黄河流域自新中国成立以来,已建成大中小型水库万余座,较大的有3505座。其中大型水库11座,总库容436.7亿m³;支流水库3494座,总库容86.3亿m³。由于黄土高原严重的水土流失,1950~1998年各类水库泥沙淤积量143.23亿t,干、支流水库的淤积量分别占淤积总量的56.7%和43.3%(孟庆枚,1997)。大量的入黄泥沙淤积下游河床,导致河床抬高,增加了洪水威胁。

(三)干旱区内陆河流域挤占生态环境用水,导致河流断流, 地下水位下降,天然绿洲衰亡,尾间湖泊消失

从总体上看,我国西北地区气候干旱、水资源严重短缺。但是,长期以