

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

——水污染防治卷——

西北地区
水污染防治对策研究

主 编 钱 易

副主编 汤鸿霄



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

水污染防治卷

西北地区
水污染防治对策研究

主 编 钱 易

副主编 汤鸿霄

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是《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:水污染防治卷》。主要内容分为三部分:第一部分为西北地区水污染现状及原因分析,重点对西北地区水污染现状进行了评价,并根据现状对西北地区水环境进行特征分区,对形成污染的原因作了阐述。第二部分为西北水污染发展趋势预测与情景分析。第三部分为西北地区水污染防治战略对策。

本书可供政府决策管理人员,水资源、环境、生态、农林牧、工业及地理等方面的科技工作者和相关院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

西北地区水污染防治对策研究/钱易主编;汤鸿霄副主编. —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:水污染防治卷)

ISBN 7-03-012682-3

I. 西… II. ①钱…②汤… III. 水污染—污染防治—研究—西北地区
IV. X52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 122981 号

责任编辑:吴三保等/责任校对:刘小梅

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:13

印数:1—2 500

字数:209 000

定价:40.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

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

西北地区水污染防治对策研究

编辑委员会

主 编	钱 易				
副主编	汤鸿霄				
编 委	张 杰	李圭白	文湘华	李云生	
	杜鹏飞	黄廷林	邵益生	司全印	
	周玉文	陈吉宁	席德立	占新民	
	刘 毅	夏 青	张忠祥	常 青	
	崔树彬	刘文新			

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

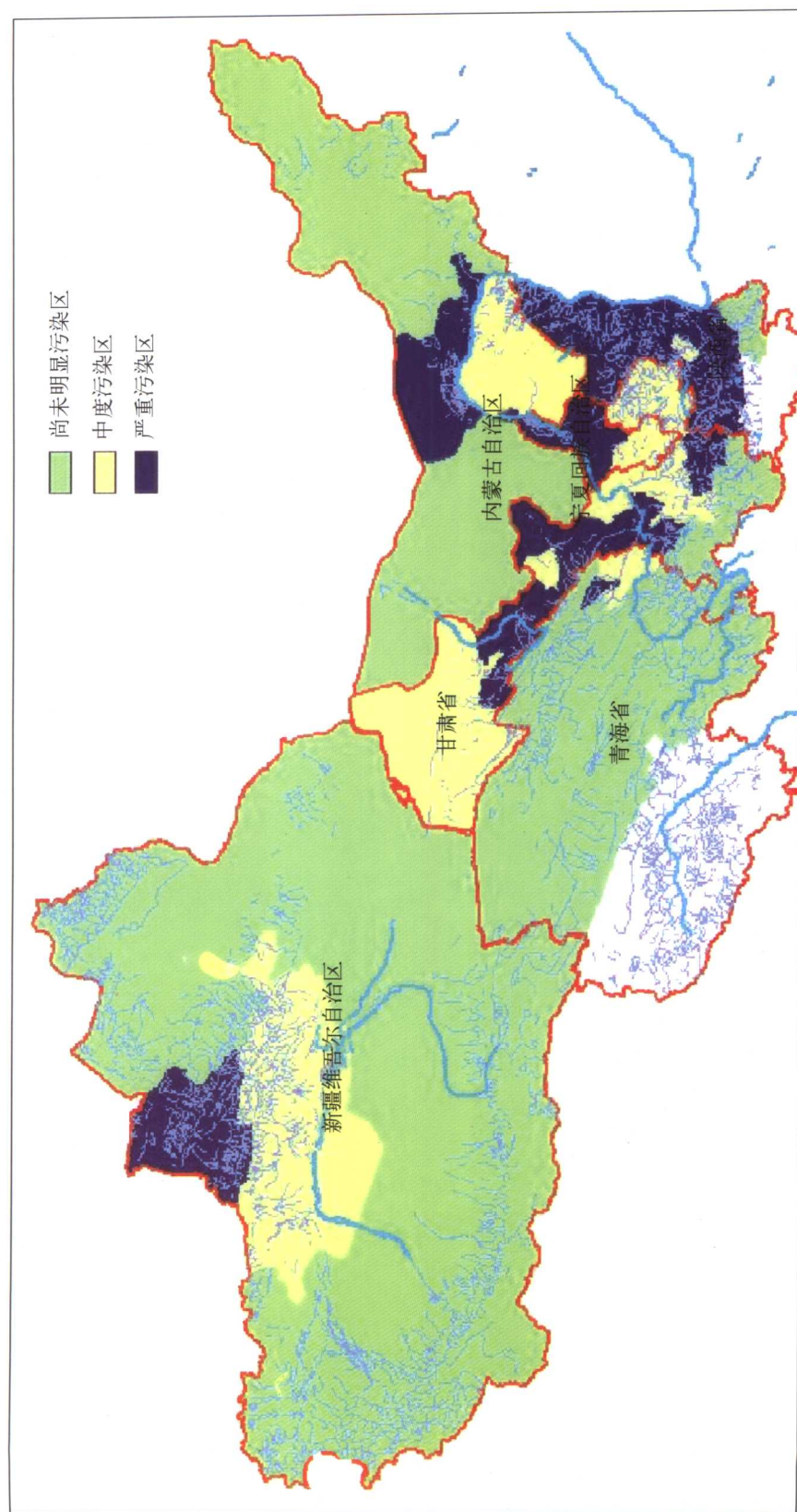
前 言

本书是中国工程院“西北地区水资源合理配制、生态环境建设和可持续发展研究”项目课题八“西北地区防污减灾对策研究”成果的总结。

课题组于2001年初开始筹备,4月1日召开了第一次工作会议,初步确定了课题的研究大纲,组织工作形式。在随后的近3年的时间内,专家们查阅了大量相关资料,参加了多次综合考察活动,先后考察了青海、甘肃、内蒙古、新疆和渭河流域等地区,还对美国进行了考察。完成了6份考察报告:①青海省归来话污染(占新民、汤鸿霄);②甘肃河西地区三大流域水污染现状分析(常青、周玉文);③内蒙古重点城市水环境状况(李云生、席德立);④新疆水环境污染与城市污水处理的调研及建议(施汉昌);⑤城市、工矿与防污组考察渭河流域汇报(钱易);⑥美国缺水地区的水资源管理系统和技术(钱易、汤鸿霄)。针对课题的研究内容,先后召开了近20次座谈会及讨论会,听取考察专家及西北地区专家的报告,反复研讨了西北地区水污染的主要问题及应采取的相应战略对策。

本书是按照课题的研究思路整理编写的。第一部分为课题研究综合报告。第二、三、四部分分别为三个专题的研究报告。即专题一,西北地区水污染现状及原因分析;专题二,西北地区水污染及其防治态势的预测与情景分析;专题三,渭河流域水污染控制对策研究。专题一重点研究了西北地区水污染的现状,分析了产生这些问题的原因,并对西北地区水污染特征进行了区划;专题二运用情景分析手段,分别对西北地区工业及城市水污染及防治态势进行了分析,为制定防治对策奠定了基础;专题三重点研究和讨论了渭河的水污染问题及对策。课题综合报告对各专题的研究成果进行了总结,并回顾了我国东部水污染防治的经验教训,提出了西北地区水污染防治战略对策建议。

由于各种条件的限制,本书中的内容与数据可能有不够准确之处,欢迎大家批评指正。



西北地区水环境特征分区示意图

课题组成员名单

- 组 长** 钱 易 清华大学环境科学与工程系教授,中国工程院院士
- 副组长** 汤鸿霄 中国科学院生态环境研究中心研究员,中国工程院院士
- 院 士** 钱 易 清华大学环境科学与工程系
汤鸿霄 中国科学院生态环境研究中心
张 杰 哈尔滨工业大学
李圭白 哈尔滨工业大学
- 专 家** 邵益生 建设部城市水资源中心 研究员
夏 青 中国环境科学研究院 研究员
李云生 中国环境科学研究院 研究员
张忠祥 北京环境科学研究院 研究员
席德立 清华大学环境科学与工程系 教授
陈吉宁 清华大学环境科学与工程系 教授
杜鹏飞 清华大学环境科学与工程系 教授
施汉昌 清华大学环境科学与工程系 教授
文湘华 清华大学环境科学与工程系 教授
占新民 清华大学环境科学与工程系 讲师
刘 毅 清华大学环境科学与工程系 讲师
李王峰 清华大学环境科学与工程系
周玉文 北京工业大学 教授
李 星 北京工业大学 教授
常 青 兰州铁道学院 教授
黄廷林 西安建筑科技大学 教授
崔树彬 黄河流域水资源保护局 研究员
司全印 陕西省环境科学研究所 研究员
刘文新 北京大学 副教授

课题工作组长(兼秘书) 文湘华

目 录

序言
前言

综合报告

西北地区水污染防治对策研究综合报告	1
一、西北地区水污染现状及原因分析	1
(一) 水环境污染现状评价	1
(二) 水环境污染特征分区	5
(三) 污染成因分析	7
二、西北地区水污染及其防治的态势预测与情景分析	11
(一) 方法概述	12
(二) 工业水污染防治情景分析	12
(三) 城市水污染防治情景分析	18
(四) 城市污水处理设施建设投资费用估算	21
(五) 结果讨论	24
三、西北地区水污染防治战略对策	25
(一) 东部地区水污染防治的教训	25
(二) 西北地区水污染防治战略对策	28
(三) 西北地区水污染防治分区对策	34

分 论

专题一 西北地区水污染现状及原因分析	38
--------------------------	----

一、分省(区)水环境污染现状评价	39
(一) 新疆维吾尔自治区	39
(二) 青海省	41
(三) 甘肃省	43
(四) 宁夏回族自治区	46
(五) 内蒙古自治区	47
(六) 陕西省	49
二、西北黄河流域水污染特征	51
(一) 溶解氧	51
(二) 高锰酸盐指数	52
(三) 生化需氧量	54
(四) 氨氮	56
(五) 挥发酚	58
(六) 石油类	59
三、西北地区的地下水污染现状	60
四、西北地区的水污染现状评价结论	60
(一) 内陆河流域水环境总体较好	61
(二) 西北黄河流域污染严重	62
五、西北地区水环境特征分区	63
(一) 严重污染区	64
(二) 中度污染区	64
(三) 尚未明显污染的地区	65
六、污染成因分析	65
(一) 排污强度大大超过全国平均水平	65
(二) 城市污水处理率低	67
(三) 工业废水排污量大	67
(四) 农业面源污染分析	73
专题二 西北地区水污染及其防治态势的预测与情景分析	98
一、研究内容与方法学	98
(一) 研究内容	98
(二) 预测方法概述与选择	98
(三) 情景分析方法	101

二、技术路线	106
(一) 数据资料来源	106
(二) 预测方法	106
(三) 情景变量	108
(四) 情景设计一览	108
三、工业水污染防治情景分析	110
(一) 现状分析	110
(二) 工业用水基准线	114
(三) 工业水污染控制情景	116
(四) 讨论	121
四、城市居民生活水污染防治情景分析	122
(一) 城市生活水污染排放基准线	122
(二) 城市生活水污染处理途径	126
(三) 城市生活水污染控制情景	130
五、城市基础设施建设投资费用估算	139
(一) 达到建设部规划要求	139
(二) 城市生活 BOD_5 排放量不增加	141
(三) 削减城市生活 BOD_5 排放量	143
(四) 小结	145
六、结果讨论	146
专题三 渭河流域水污染控制对策研究	149
一、渭河水污染现状及原因分析	149
(一) 水污染现状与评价	149
(二) 渭河水环境污染成因分析	158
二、渭河水污染发展与防治前景预测及分析	162
(一) 主要污染因子预测	162
(二) 渭河主要污染物总量控制	168
三、渭河流域水污染防治战略对策	169
(一) 优先保证河道生态需水量	169
(二) 强化污染防治,推行清洁生产	170
(三) 面源污染控制	176
(四) 加快城镇基础设施建设	176
(五) 大力推广城镇污水资源化利用	178

(六) 规划建设南北两山水源涵养林	180
四、水环境监督能力建设	181
(一) 监测网络	181
(二) 监督管理	182
(三) 水环境管理中亟待研究的几个政策问题	183
五、渭河水环境污染综合治理效益分析	185
(一) 环境效益	185
(二) 社会效益	186
(三) 经济效益	186
六、结论与建议	186
主要参考文献	190

综合报告

西北地区水污染防治对策研究综合报告

一、西北地区水污染现状及原因分析

西北地区是指包括新疆、青海、甘肃、宁夏、陕西和内蒙古境内的内陆河流域和黄河流域,全区总面积 345 万 km^2 ,2000 年总人口 9175 万。

西北地区河流众多。黄河干流发源于青海,流经甘肃、宁夏、内蒙古和陕西 4 省(区),主要支流有渭河、湟水河、洮河、延河、无定河等。内陆河流域由新疆、青海、甘肃和内蒙古 4 省(区)的内陆河流组成,主要水系包括新疆的额尔齐斯河、伊犁河等国际河流、塔里木河流域、准噶尔盆地流域,青海的柴达木盆地流域,甘肃的石羊河流域、黑河流域和疏勒河流域等。

西北地区湖泊众多,大多分布在封闭、半封闭的内陆盆地内,入湖河流较短,往往形成小流域。主要湖泊有新疆的艾比湖、玛纳斯湖、博斯腾湖,青海的青海湖、可可西里湖,甘肃的黑山湖,内蒙古的乌梁素海、哈素海等。

(一) 水环境污染现状评价

1. 评价断面的筛选

为了全面合理而又有重点地反映西北地区的水环境状况,依据以下原则筛选主要水域对其进行水质评价。

(1) 坚持以人为本的原则

选取城市集中式饮用水源地和城市排污河道等与城市发展、人民生活紧密相关的水域。这些水源水质受人类活动的直接影响,同时也直接影响着人们的生活。

(2) 突出流域特征的原则

选取地跨行政区且容易引起交界水质纠纷的河流。这些河流汇水面积较大,上游地区的排污往往影响下游水质,因而容易造成跨界水污染纠纷。

(3) 突出可监控特征的原则

选择具有多年连续监测资料、能够保证评价数据充分可靠性的水域。

按照以上原则,根据西北地区水系分布、主要排污城镇位置和水环境功能区划,选择了 195 个水质监测断面(其中湖泊水质监测点 59 个),作为对西北地区水环境质量进行水质评价的代表。

2. 内陆河流域水环境现状

西北内陆河流域河流水质总体较好,根据 2000 年 68 个河流水质监测断面的数据:50 个达到了国家地表水环境质量Ⅱ、Ⅲ类标准,占 73.6%;9 个断面水质属于Ⅳ类,占 13.2%;9 个断面水质为Ⅴ类或劣Ⅴ类,占 13.2%。

西北内陆河流域湖库水质总体较好,根据 2000 年 44 个湖泊水质监测点的数据:31 个达到了国家地表水环境质量Ⅱ、Ⅲ类标准,占 70.5%;3 个属于Ⅳ类,占 6.8%;10 个为Ⅴ类或劣Ⅴ类,占 22.7%。西北内陆河流域水质状况见图 0.1。

内陆河流域污染比较严重的河流有:新疆的伊犁河伊宁市段(Ⅳ类)、额尔齐斯河干流阿勒泰市下游河段(Ⅳ类)、塔里木河的阿克苏市河段(Ⅳ类)、准噶尔盆地奎屯河的乌苏市段(Ⅴ类)、甘肃石羊河武威市段(劣Ⅴ类)、黑河流域的山丹河(劣Ⅴ类)、疏勒河流域的石油河玉门市段(Ⅴ类)。主要超标指标为 COD_{Mn} 、 BOD_5 和氨氮。

内陆河流域污染比较严重的湖泊有:新疆的博斯腾湖(Ⅴ类)、艾比湖(Ⅴ类)、柴窝堡湖(Ⅳ类),内蒙古的岱海(Ⅴ类)、东居延海(Ⅴ类)和西居延海(Ⅴ类)。污染比较严重的水库主要在甘肃,分别为黄羊水库(劣Ⅴ类)、南营水库(劣Ⅴ类)、西营水库(Ⅴ类)、双塔水库(Ⅴ类)、赤金峡水库(Ⅳ类)。湖泊水库的主要污染超标指标为总氮。