

XIBEI DIANXING QUESHUI DIQU SHUIZIYUAN
KECHIXULIYONG YU ZONGHE TIAOKONG YANJIU

西北典型缺水地区水资源 可持续利用与综合调控研究

王 煜 彭少明 刘 钢 张新海 杨立彬 李清波 万伟锋 等著



黄河水利出版社

基金资助:

国家“十二五”科技支撑计划项目(2013BAC10B02)黄河流域旱情监测与
水资源调配技术开发与应用

国家国际科技合作项目(2013DFG70990)变化环境下流域最严格水资源
管理决策方法与策略研究

西北典型缺水地区水资源 可持续利用与综合调控研究

王 煜 彭少明 刘 钢 张新海 杨立彬 李清波 万伟锋 等著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书针对西北地区水资源特点和面临的主要资源环境问题,开展了西北典型缺水地区水资源可持续利用与综合调控研究。以鄂尔多斯市为典型地区,深入研究西北缺水地区水资源与经济社会、生态环境耦合机制,系统开展了理论、技术和方法的研究,形成了西北典型缺水地区水资源可持续利用与综合调控的技术体系,在环境剧烈变化地区水资源评价方法、地下水循环及评价、水资源与国民经济互动关系、多水源多目标优化决策技术等方面具有突破和创新。

本书可供从事水资源规划、研究的科研工作者以及大中专院校的学生、教师和研究生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

西北典型缺水地区水资源可持续利用与综合调控研究/王煜等著. —郑州:黄河水利出版社,2014.9

ISBN 978-7-5509-0934-2

I. ①西… II. ①王… III. ①水资源利用-可持续性发展-研究-西北地区 IV. ①TV213.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 227058 号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:hhsllwlp@126.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:22.5

字数:520 千字

版次:2014 年 9 月第 1 版

印数:1—1 000

印次:2014 年 9 月第 1 次印刷

定价:78.00 元

序 一

水资源不仅是生态环境的控制因素,还是经济社会发展的物质基础。随着工业化、城镇化的快速发展以及全球变化影响的不断深化,我国水资源面临的形势更加严峻,提高水资源调控水平的需求越来越迫切,合理调配有限的水资源、以水资源可持续利用保障经济社会与生态环境的良性发展,是当前水利科技工作者需要研究的一个重大课题。

我国西北地区地域广袤,资源丰富,然而水资源短缺、生态环境脆弱、水土资源不匹配造成资源开发过程中问题突出,经济社会发展与水资源利用及保护之间出现了严重的不协调,并成为制约经济社会发展的关键瓶颈要素。

水资源的合理开发、高效利用、有效保护,必须处理好十大基本关系:①水资源利用与保护的关系;②近期、中期和远期水资源利用的关系;③国民经济用水、生活用水与生态环境用水的关系;④节流与开源的关系;⑤生产力布局与水资源承载能力的关系;⑥各旗(区)水资源利用的关系;⑦地表水利用和地下水利用的关系;⑧常规水源与非常规水源利用的关系;⑨平水年供水与特殊枯水年应急调配保障的关系;⑩工程措施与非工程措施的关系。十大基本关系的协调需要在全面摸清区域水资源数量、质量及其分布规律、水资源开发利用现状和存在的主要问题、生态环境现状及演化规律以及社会经济发展历程的基础上,依据可持续发展观点,深入研究地区国民经济发展用水和生态环境用水的关系,探索西北地区生态环境保护目标及适宜的经济社会发展模式,提出符合国民经济发展和生态环境保护的水资源合理配置方案,为我国正在实施的西部大开发战略提供科学的决策依据。

黄河勘测规划设计有限公司长期以来一直从事流域和区域水循环模拟以及水资源配置、调度的研究工作,先后承担和参加了多项国家“973”、“八五”、“九五”科技攻关、“十一五”、“十二五”科技支撑计划以及“世行”项目等研究,取得了大量的创新性成果,为水资源优化配置、实时调度管理以及重大工程论证提供了重要的科技支撑,推动了水资源系统分析理论和方法的发展。

项目研究以鄂尔多斯市水资源可持续利用规划为依托,针对上述十大问题开展研究,在理论创建、技术方法研究、模型开发和应用管理等方面取得了一系列的创新性成果,形成西北典型缺水地区水资源可持续利用和综合调控的技术体系:在理论研究方面,创建了水资源与国民经济互动关系理论和区域水资源综合调控的柔性决策理论;在模型与方法方面,提出了环境剧烈变化地区水资源评价方法,建立了区域水资源多维尺度优化模型,创建了缺水地区水资源供需的三次平衡框架;在应用方面,采用多因子综合判别方法,提出了复杂地下水流系统深层水、浅层水的划分标准,并提出了区域水资源多水源联合调配、丰枯调剂的可持续利用方案;在支撑管理方面,从适应现代水资源管理方面提出了可持续利用的管理制度框架和政策性建议。研究成果为鄂尔多斯市未来经济社会发展布局、水资源开发利用格局指明了方向,对指导我国西北缺水地区水资源的合理开发、高效

利用和有效保护具有广泛的指导作用。

《西北典型缺水地区水资源可持续利用与综合调控研究》一书是在国家“十二五”科技支撑计划重大项目“黄河流域旱情监测与水资源调配技术研究与应用”课题研究成果以及“鄂尔多斯市水资源可持续利用规划”的基础上提炼而成的,凝聚了作者多年来的科研成果,系统地总结了在“十二五”科技支撑课题和相关重大规划中取得的创新性成果。该专著的出版将会对缺水地区水资源系统的优化理论的发展与完善起到巨大的推动作用,促进水资源系统分析向更加广阔的视野和更加深入的方向发展。

中国工程院院士:



2014 年 8 月

序 二

水资源是基础性的自然资源和战略性的经济资源,水资源的合理开发是支撑经济社会发展、环境保护和实现可持续发展的重要前提。

黄河是我国西北、华北地区重要的水源,流域内土地、矿产资源特别是能源资源丰富,在我国经济社会发展战略格局中具有十分重要的地位,但黄河水资源总量不足、供需矛盾突出,长期以来一直制约着流域经济社会的发展。黄河上中游的大部分地区地处我国西北,能源矿产富集,依托资源禀赋逐步发展成为重要的能源化工基地。然而区域干旱少雨、生态脆弱、水土矛盾突出,生态需水刚性大、水资源可利用量相对较少,可持续发展面临重大挑战,亟需从技术和管理层面破解水资源开发利用和保护的重大技术问题。

《西北典型缺水地区水资源可持续利用与综合调控研究》以黄河中上游的鄂尔多斯市为典型地区,历时3年多,通过细致调查区域水资源条件,系统梳理经济社会发展与水资源利用之间存在的问题,深入剖析区域国民经济-生态环境-水资源的互动耦合关系,综合研究强化节水、高效用水、适度开源、合理配水、严格管理等调控手段,全面构建了不同时期鄂尔多斯市水资源合理开发、高效利用与有效保护的方案和布局。

研究在环境剧烈变化下水资源演变情势领域取得了新认识,在水资源与国民经济互动关系理论研究方面取得了新突破,在多水源、多目标优化技术方面取得了新进展,在水资源综合调控技术等方面取得了新成果,形成西北典型缺水地区水资源可持续利用和综合调控的技术体系。研究了制约水资源可持续利用的三大瓶颈问题:一是经济社会发展格局问题,基于水资源时空分布格局提出产业结构、规模和布局优化的方案,协调水资源与经济社会的关系;二是水资源高效利用问题,基于各种水源条件分析提出多水源的联合调配的方案,提高水资源调控水平和供水保障能力;三是水资源有序管理问题,按照现代水资源管理的要求建立事权清晰、分工明确、运转协调的水资源管理机制,实现区域水资源的一体化管理。研究提出的方案和策略具有促进鄂尔多斯市节水型社会建设、缓解水资源供需矛盾、支撑经济社会持续发展、促进人与自然和谐、适应新时期水资源管理需求等五个方面效果。研究中坚持问题导向,以破解水资源瓶颈制约为主攻目标,提出的近、中、远期对策措施有较强的针对性和可操作性,对于提高干旱缺水地区水资源可持续利用水平具有重要意义。

《西北典型缺水地区水资源可持续利用与综合调控研究》为我国西北缺水地区的水

资源合理开发、高效利用和有效保护提供了系统性研究成果和解决方案,对黄河流域及其他缺水地区的水资源利用与管理具有重要的示范意义和借鉴作用。

黄河水利委员会副主任、总工程师:

薛松贵

2014 年 8 月

前 言

水是生命之源,人类社会的产生和发展都与水息息相关。水资源是基础性的自然资源、战略性的经济资源和生态环境的控制因素,水资源的合理开发、高效利用、有效保护是解决干旱缺水问题、保障经济社会可持续发展、全面实现建设小康社会战略目标的重要措施,是落实科学发展观、促进人与自然和谐发展的必然要求。西北地区面积占我国国土面积的 1/3,水资源短缺、生态环境脆弱,水资源的合理利用对支持区域经济社会持续快速发展、维持生态环境健康具有十分重要的意义。

鄂尔多斯市能源矿产资源十分丰富,拥有各类矿藏 50 多种,含煤面积约占全市面积的 70%,目前煤炭已探明储量 1 496 亿 t,占内蒙古自治区的 1/2,约为全国的 1/6,是中国产煤第一地级市;天然气探明储量约占全国的 1/3。丰富的煤炭、天然气等资源为鄂尔多斯市发展能源和化工产业开辟了广阔的资源空间,依托丰富的能源矿产资源,鄂尔多斯市成为内蒙古自治区乃至我国西部经济最为活跃的地区。目前,鄂尔多斯已经初步完成了经济结构的战略性调整,经济增长方式由粗放型转向集约型,经济形态由资源导向型转向市场导向型,产业结构由单一型转向多元化,从一个自然条件恶劣、经济落后的贫困地区一跃成为全国经济发展最快速的地区之一。随着经济社会的快速发展、工业化和城镇化进程的加快,对水资源的需求不断上升,水资源供需矛盾日益突出。从战略高度和可持续发展角度系统研究经济社会发展布局与水资源利用格局,构建支撑经济协调发展的水资源可持续利用框架体系是鄂尔多斯市当前亟需解决的战略命题。

针对西北地区水资源的特点和面临的重大资源环境问题,以鄂尔多斯市为典型地区深入研究西北缺水地区水资源与经济社会、生态环境耦合机制,创建了水资源与国民经济互动关系理论和水资源综合调控的柔性决策理论,提出了地下水流系统之间相互转换的阈值概念以及复杂地下水流系统深、浅层水的划分标准,建立了区域水资源多维尺度优化模型,完善了缺水地区水资源供需的三次平衡框架体系,并建立了区域水资源管理的制度和策略。在水资源与国民经济互动关系、地下水循环及评价、多水源优化技术等方面取得多项突破和创新,并成功应用于鄂尔多斯市经济社会的重大规划和建设中,经济社会和生态环境效益显著,对我国西北干旱半干旱缺水地区经济社会发展和生产力布局、生态环境保护以及水资源的开发、利用、保护和管理等均具有重要的指导意义。

本书共分 14 章:第 1 章为概述,介绍研究背景,相关领域的国内外研究状况以及项目研究技术路线;第 2 章为研究区现状,介绍研究区域——鄂尔多斯市经济社会、水资源及生态环境状况;第 3 章为环境剧烈变化地区水资源评价,分析气候变化和人类活动等因素对区域水资源的影响,采用分离-耦合方法构建具有物理机制的二元水循环模型,评价区域水资源量及其可利用量;第 4 章为鄂尔多斯市地下水系统研究,从地下水系统及地下水

流系统出发,采用地下水循环和地下水更新的理论和方法,评价研究区域的地下水资源量;第5章为水资源与国民经济互动关系研究,系统提出水资源与国民经济互动关系的理论,建立宏观经济模型,定量分析水资源对国民经济的支撑作用,剖析水资源对国民经济发展的制约,揭示了鄂尔多斯市水资源与国民经济互动关系的演变与发展;第6章为区域水资源高效利用模式与节水潜力研究,研究各部门节水标准,分析节水潜力,研究农业、工业和城镇生活节水分析方法,提出各部门节水量;第7章为经济社会发展预测,分析经济学关于区域经济增长的理论,在分析区域经济社会发展历程及现阶段特征的基础上,判断区域发展面临的宏观经济形势和机遇,提出区域发展态势和总体格局预测;第8章为经济社会及生态环境保护对水资源的需求分析,研究水资源需求预测方法和机理,预测研究水平年鄂尔多斯市水资源需求形势;第9章为区域水资源系统优化研究,引入多目标柔性决策的概念、理论和决策方法,研究区域水资源多目标利用的耦合关系,建立融合社会、经济与生态环境综合效益的水资源多目标优化模型体系;第10章为面向可持续利用的水资源综合调控与合理配置,根据区域水资源与国民经济及生态环境协调的要求,提出区域水资源可持续利用的水资源分析及配置方案;第11章为基于水环境承载能力的水资源保护,以水域水环境承载能力为约束条件,制定了入河污染物总量控制方案,提出了水环境综合保护措施;第12章为水资源可持续利用方案研究,在水资源供需分析和配置的基础上提出了各分区近期和中期的水资源配置方案;第13章为水资源可持续利用的效果评价,以保障水资源可持续利用、经济社会持续发展、生态环境良性维持为主线,建立一套水资源科学的评价指标体系,综合评价区域水资源利用和保护效果;第14章为水资源可持续利用的管理制度与政策建议,从促进区域水资源可持续利用的角度,提出适应现代水资源管理的7项制度和4项政策性建议。

本书编写人员及编写分工如下:第1章由王煜、彭少明、刘钢、张新海、杨立彬编写;第2章由杨立彬、刘争胜、靖娟、毛陆春编写;第3章由张新海、蒋桂芹、靖娟、彭少明、何桥、张志斌、齐宝林编写;第4章由李清波、万伟锋、邹剑锋、张海丰、苗旺、王耀邦编写;第5章由赵勇、严登华、肖伟华、蒋桂芹编写;第6章由贾冬梅、肖素君、彭少明、贺丽媛编写;第7章由彭少明、王煜、靖娟、张新海、毛陆春编写;第8章由贺丽媛、肖素君、陈红莉、刘争胜编写;第9章由彭少明、王煜、张新海、何刘鹏、胡德祥、武见编写;第10章由王煜、张新海、彭少明、杨立彬编写;第11章由崔长勇、郑小康、王莉编写;第12章由王煜、张新海、靖娟编写;第13章由彭少明、王煜、张新海编写;第14章由王煜、刘钢、周丽艳、张新海、杨立彬编写。全书由王煜、彭少明、张新海统稿。

本书的编写得到了中国水利水电科学研究院王浩院士,黄河水利委员会副主任、总工程师薛松贵教授,黄河水利委员会科技委主任陈效国教授、副总工程师刘晓燕教授的悉心指导,来自水利部水资源司、黄河水利委员会、黄河水利委员会水资源管理与调度局、中国水利水电科学研究院、清华大学、内蒙古自治区水利厅、内蒙古水文总局、鄂尔多斯市人民政府、鄂尔多斯市水利局等单位的领导和专家对书稿的编制、修改、完善提出了诸多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢!向所有支持本书出版的单位及个人一并表示感谢!

由于我国西北缺水地区地域广阔,水资源利用和生态环境问题极为复杂,作者水平有限,加之时间仓促,对复杂水资源系统优化问题研究还不够深入,提出的理论方法还不尽完善,难免有所纰漏,希望广大读者批评指正。

作 者

2014 年 8 月

目 录

序 一	
序 二	
前 言	
第 1 章 概 述	(1)
1.1 鄂尔多斯市水资源利用的主要问题	(1)
1.2 区域水资源可持续利用研究概况	(4)
1.3 研究目标、内容和技术路线	(7)
1.4 主要研究成果与创新	(10)
第 2 章 研究区现状	(13)
2.1 自然地理概况	(13)
2.2 河流水系	(17)
2.3 经济社会发展状况	(20)
2.4 水资源开发利用现状	(25)
2.5 生态环境状况	(33)
2.6 本章小结	(36)
第 3 章 环境剧烈变化地区水资源评价	(38)
3.1 水文要素分析	(38)
3.2 区域环境变化研究	(43)
3.3 剧烈变化环境地区水资源评价方法研究	(46)
3.4 剧烈变化环境下的水资源量评价	(54)
3.5 区域地表水资源可利用量评价	(62)
3.6 本章小结	(64)
第 4 章 鄂尔多斯市地下水系统研究	(65)
4.1 鄂尔多斯市地下水系统划分	(65)
4.2 鄂尔多斯市浅层地下水与深层地下水划分	(71)
4.3 浅层地下水资源量评价	(86)
4.4 基于更新速率的深层地下水资源量评价	(93)
4.5 地下水资源总量	(99)
4.6 地下水可开采量	(101)
4.7 地下水资源质量	(102)
4.8 本章小结	(102)

第5章 水资源与国民经济互动关系研究	(104)
5.1 水资源对国民经济增长贡献研究	(104)
5.2 水资源投入产出模拟分析	(108)
5.3 虚拟水贸易分析	(117)
5.4 水资源与国民经济协调度分区评价	(119)
5.5 水资源与国民经济关系整体形势判断	(125)
5.6 水资源与国民经济布局适应性分析	(128)
5.7 本章小结	(131)
第6章 区域水资源高效利用模式与节水潜力研究	(132)
6.1 区域用水特点和节水标准研究	(132)
6.2 节水分析方法	(134)
6.3 节水潜力分析	(136)
6.4 节水量计算	(137)
6.5 产业结构升级的节水效应分析	(142)
6.6 本章小结	(145)
第7章 经济社会发展预测	(146)
7.1 经济增长理论	(146)
7.2 鄂尔多斯市经济发展态势	(147)
7.3 人口及城镇化预测	(150)
7.4 经济社会发展预测	(153)
7.5 产业发展预测	(157)
7.6 本章小结	(168)
第8章 经济社会及生态环境保护对水资源的需求分析	(169)
8.1 水资源需求预测方法综述	(169)
8.2 生活需水预测	(170)
8.3 工业需水预测	(174)
8.4 建筑业及第三产业需水预测	(184)
8.5 农牧业需水预测	(188)
8.6 生态环境建设及需水预测	(199)
8.7 需水总量预测	(202)
8.8 本章小结	(206)
第9章 区域水资源系统优化研究	(207)
9.1 区域水资源利用的多目标特征	(207)
9.2 水资源多维尺度优化模型	(209)
9.3 区域水资源优化方法	(214)
9.4 决策指标体系的构建	(219)
9.5 模型求解方法	(223)
9.6 水资源优化的决策支持系统	(225)

9.7 本章小结	(229)
第10章 面向可持续利用的水资源综合调控与合理配置	(230)
10.1 区域可供水量分析	(230)
10.2 水资源供需分析的总体思路与调配原则	(244)
10.3 水资源供需平衡分析	(246)
10.4 水资源合理配置	(259)
10.5 本章小结	(264)
第11章 基于水环境承载能力的水资源保护	(265)
11.1 区域水质现状	(265)
11.2 水环境承载能力分析	(267)
11.3 地下水资源保护	(286)
11.4 重点城镇饮用水水源地保护	(294)
11.5 本章小结	(297)
第12章 水资源可持续利用方案研究	(299)
12.1 分区水资源利用与保护	(299)
12.2 重点领域水源保障	(314)
12.3 本章小结	(325)
第13章 水资源可持续利用的效果评价	(326)
13.1 水资源系统的总体效率评价	(326)
13.2 方案实施的效果	(330)
13.3 本章小结	(334)
第14章 水资源可持续利用的管理制度与政策建议	(336)
14.1 管理制度研究	(336)
14.2 促进区域水资源可持续利用的政策建议	(341)
14.3 本章小结	(343)
参考文献	(344)

第1章 概述

西北地区面积约占我国总面积的 1/3,深居我国内陆,气候干燥、降水稀少,地区水资源匮乏、生态环境脆弱,在气候变化背景下水资源短缺问题日益突出、洪旱灾害频发,严重制约了区域经济社会的可持续发展和生态环境的良性维持,急需开展多学科交叉的理论与方法研究、探索水资源可持续利用的有效途径。

鄂尔多斯市地处黄河上中游,属西北内陆地区,气候干旱,水资源贫乏。鄂尔多斯市能源矿产资源丰富,近年来随着城市化进程的不断加快、社会经济的快速发展,经济社会的发展与水资源利用及保护之间出现了严重的不协调,面临深层次水资源问题并成为制约经济社会发展的关键瓶颈要素。2010 年鄂尔多斯市政府委托开展《鄂尔多斯市水资源可持续利用规划》,针对区域突出的水资源问题,按照经济发展、社会和谐、环境改善和维系良好生态对水资源的要求,科学调控经济规模布局和水资源利用格局,提出水资源合理利用和有效保护方案,支撑水资源的可持续利用。针对缺水地区水资源可持续利用的关键技术问题,设立了“西北典型缺水地区水资源可持续利用与综合调控研究”研究专题,为规划编制提供了技术支撑。研究以鄂尔多斯市为典型地区,分析西北地区水资源特点和面临的主要资源环境重大问题,研究区域水资源支撑经济社会可持续发展与维持生态环境系统的理论方法和关键技术,形成西北典型缺水地区水资源可持续利用和综合调控的技术体系,促进缺水地区水资源可持续利用和科学调控。

1.1 鄂尔多斯市水资源利用的主要问题

1.1.1 水资源短缺,供需矛盾突出,开发利用潜力不大

鄂尔多斯市水资源贫乏,是我国缺水最严重的地区之一,境内河流有外流河和内流河两部分,内流河均属季节性河流,径流量小,开发利用价值低;外流河均属黄河水系,黄河从西、北、东三面流过,是鄂尔多斯市主要的供水水源,但受制于黄河分水指标,可取水量受限。

2009 年鄂尔多斯市供水量 19.46 亿 m^3 ,而现状实际需水量已达到 19.63 亿 m^3 ,现状缺水 0.17 亿 m^3 ,一方面表现为农业未得到充分灌溉,另一方面则表现为工业项目由于缺少水源而无法立项,缺水已制约了区域经济社会的发展。随着经济社会的快速发展,对水资源需求的不断增长,可以预见未来区域水资源供需矛盾将更加突出,水资源短缺成为制约鄂尔多斯市经济社会发展的“第一瓶颈要素”。

常规水资源开发潜力不大。根据调查分析结果,鄂尔多斯市 2009 年黄河流域地表水供水量 7.59 亿 m^3 ,折算消耗黄河地表水量已达 6.32 亿 m^3 。按照《黄河可供水量分配方案》,在黄河多年平均来水条件下,鄂尔多斯市分水指标为 7.0 亿 m^3 ,地表水可利用的潜

力仅 0.68 亿 m^3 。2009 年鄂尔多斯市浅层地下水开采量 10.77 亿 m^3 , 根据《鄂尔多斯市水资源评价》成果, 鄂尔多斯市浅层地下水可开采量为 12.54 亿 m^3 , 地下水尚有开采潜力, 但总体来看常规水资源开发利用潜力不大。

1.1.2 水资源利用效率不高, 尚有节水潜力

近年来, 鄂尔多斯市通过大力推进节水型社会建设, 2009 年万元 GDP 用水量降低到 90.1 m^3 , 用水水平和利用效率有了较大提高, 但与国内先进地区和发达国家相比仍存在较大差距, 尚有节水潜力。

农业灌溉存在一定节水潜力。在黄河南岸灌区实施一期水权转换之后, 鄂尔多斯市农业用水水平和用水效率得到了明显改善, 当前农业灌溉以地下水为主的占灌溉用水量的 61%, 农业灌溉水综合利用系数从 2000 年的 0.39 提高到 0.65, 但节水多以常规渠道节水为主, 高新技术节水面积不大、田间节水发展不足, 农业节水管理工作薄弱, 施肥、耕作、秸秆覆盖、保水剂应用等农艺技术推广应用力度不够, 未形成综合节水模式。

工业用水重复利用率不高。鄂尔多斯市当前工业用水以火电和煤炭开采为主, 除一些新型的化工项目外, 多数工业项目工艺水平落后, 工业用水重复率仅为 70.5%, 需要加强工业用水工艺的更新和技术改造, 提高工业项目内部水循环和处理利用水平, 提高工业用水重复利用率。

城镇供水管网漏失率偏高、节水器具普及率偏低。现状鄂尔多斯市城镇(包括东胜区和主要旗府)供水管网的漏失率为 19%, 跑、冒、漏现象普遍存在, 城镇供水管网漏损率偏大, 远高于目前我国城乡建设部颁布的标准(不高于 12%)。目前, 城镇居民生活节水器具的普及率仅为 40%, 用水节制性差, 用水指标偏高, 影响用水总体效率。

1.1.3 供用水结构不合理, 有待调整优化

鄂尔多斯市供水结构不尽合理, 地表水利用相对较多、地下水开采分布不合理, 非常规水源利用量偏少。2009 年鄂尔多斯市黄河地表供水量已达到 7.59 亿 m^3 , 耗水已达 6.32 亿 m^3 , 接近黄河分水指标, 在地表水供水中, 对黄河取水依赖程度高, 而一些支流由于缺乏调蓄工程不能形成有效供水。现状浅层地下水开采量总体不超过可开采量, 但由于地下水开采过于集中, 已在东胜区、达拉特旗树林召和鄂托克旗的部分地区造成地下水位下降并出现地下水漏斗等生态环境和地质问题。据统计, 2009 年鄂尔多斯市地下水不合理开采量(指浅层地下水超采量)约 0.38 亿 m^3 , 其中东胜区浅层地下水超采 0.03 亿 m^3 , 达拉特旗浅层地下水超采 0.20 亿 m^3 , 鄂托克旗地下水超采 0.15 亿 m^3 。

现状鄂尔多斯市非常规水源尚未得到有效利用, 非常规水源利用量仅 0.74 亿 m^3 , 仅占总供水量的 3.8%。城镇污水处理厂多在建设阶段, 运用的不多, 处理后回用率不高; 煤炭矿井水的利用仅限于煤炭洗选和附近电厂利用, 远未达到统一收集、统一分配、合理利用的水平; 区域的微咸水及其他劣质水尚未得到合理利用。鄂尔多斯市水资源短缺, 供水结构和布局不合理也加剧了区域水资源短缺的问题。

农业用水过多, 结构不合理。2009 年农业用水量占总用水量的 80% 以上, 是鄂尔多斯市的第一用水大户, 而农业增加值低, 对 GDP 的贡献率不足 3%; 农业用水结构本身也

不尽合理,高附加值作物种植面积较少。农业用水量过大影响了工业项目的发展用水。

1.1.4 局部水污染问题突出,水环境保护亟须加强

主要河流水环境以有机污染为主,局部水污染问题突出。达拉特旗境内十大孔兑的下游均有不同程度的污染,主要超标因子为高锰酸盐指数和 COD;准格尔旗境内的地表水水质现状污染严重,其中黑岱沟、皇甫川、孤山川水质现状基本为 V 类至劣 V 类,主要超标项目为 COD;伊金霍洛旗境内窟野河水水质现状为 III 类至劣 V 类,个别河段污染严重,主要超标项目为氨氮和氟化物;乌审旗境内无定河水水质现状为 IV 类至劣 V 类,主要超标项目为 COD;杭锦旗境内摩林河是鄂尔多斯市境内最长的内陆河,常年有水,水质现状为劣 V 类,主要超标项目为 COD、砷和汞。

区域结构性水污染突出。目前流域粗放型的经济增长模式造成资源消耗大、污染物排放强度高,煤炭、能源化工、有色金属冶炼等行业的 COD 排放量占流域工业排放量的 80% 以上,结构性污染问题突出。随着区域经济社会用水需求的不断增长,水环境压力将越来越大。

城镇污水处理率远低于国内先进水平,污水回用率低。区域现状污水处理率尚不足 50%,工业污水回用率仅为 13%,与鄂尔多斯市国家重要能源化工基地的定位以及水资源严重短缺的局面不符。

水环境监测能力不足,尤其是对水功能区、省(区)界、水源地、排污口等监测断面和频次不能满足区域水资源保护监督管理的需要。

1.1.5 水土流失依然严重,需进一步治理

鄂尔多斯市严重水土流失面积 4.73 万 km^2 , 占总面积的 54.1%, 其中强度沙漠化面积 2.77 万 km^2 , 占总面积的 31.6%, 年侵蚀总量约 1.9 亿 t, 每年向黄河输沙 1.5 亿 t 左右, 其中粗沙约 1 亿 t。近年来, 通过实施一系列治理措施, 已累计治理水土流失面积 1.54 万 km^2 , 占水蚀面积的 32.6%, 累计减少入黄泥沙 3 亿 t。

鄂尔多斯市境内水土流失以十大孔兑最为严重。十大孔兑位于黄河河套内, 发源于鄂尔多斯台地, 流经库布齐沙漠腹地, 横穿下游冲洪积平原后泄入黄河。十大孔兑丘陵起伏, 地表支离破碎, 沟壑纵横, 植被稀疏, 水土流失严重, 沟壑密度 3~5 km/km^2 , 水土流失面积 8 361.7 km^2 , 占流域总面积的 77.6%。十大孔兑水土流失对下游及黄河干流内蒙古河段造成了严重的危害, 特别是山洪灾害, 每逢暴雨, 山洪爆发, 洪水挟带大量泥沙倾入下游沿河平原区, 造成房屋倒塌、农田冲毁、交通中断等。此外, 还造成土地资源沙化, 生态环境恶化; 大量的泥沙淤积在下游河槽, 使下游河床不断淤积抬高。十大孔兑水土保持生态建设始于 20 世纪 50 年代初期, 以“大量繁育牧草, 保护牧场, 严禁开荒”为目标, 收到了很大的成效。1980 年以后, 水土流失治理速度明显加快, 通过多年治理, 有效地拦截了泥沙, 改善了生态和生产条件, 促进了水土流失治理区的经济发展, 提高了当地农牧民群众的生活水平。

尽管国家和地方政府均加大了对十大孔兑水土保持生态环境建设的力度, 但由于投入资金有限, 治理规模小, 目前治理度仅达 27.1%, 远没有达到中游的平均治理水

平 46%。

1.1.6 水资源高效利用的管理机制尚未形成,不适应现代水资源管理的需要

水资源统一、高效管理的制度尚未建立。目前,鄂尔多斯市水资源的开发利用及其管理属于不同部门,地表水、地下水的开发利用分别由水利、地矿、农业、城建等部门“多龙管水”,水利工程建设、调度和管理分属不同部门和各级政府。鄂尔多斯市现行的水资源管理体制与机构已不足以应对缺水和水污染的挑战,违背了水资源的自然规律。水资源管理的责、权、利不明确,造成多个部门管水,各部门之间各自为政、相互掣肘。

体现资源稀缺性的水价形成机制仍未建立。目前,鄂尔多斯市由于现行水价构成不是全成本水价,水价处于偏低状态,不利于节水工作的健康发展和水资源的合理配置;水价分摊补偿机制不健全,制约鄂尔多斯市城市供水企业的可持续发展。水价严重背离成本也是造成浪费水现象的重要原因,鄂尔多斯市大部分自流灌区水价不及成本的 40%。由于水价严重偏低,丧失了节约用水的内在经济动力,阻碍了节水工程建设和节水技术的推广使用。水资源利用方式粗放,用水效率较低,浪费仍较严重,与区域水资源总量缺乏、供需矛盾突出的形势形成强烈反差。

促进非常规水资源开发利用激励机制不完善。现状鄂尔多斯市城镇废污水再处理利用率仍十分低,煤炭矿井水未得到有效利用,非常规水资源缺乏合理利用,既污染了水生态环境,又浪费了水资源,促进各行业节水的激励机制不完善。长期以来节水工作主要靠工程建设和行政推动,缺乏促进自主节水的激励机制和适应市场经济的管理体制,节水主体与节水利益之间没有挂钩,节水主体和利益不能充分体现,难以调动用户自主、自愿节水的积极性,致使公众参与节水的程度和意识受到一定影响。

鄂尔多斯市自然地理特点和水资源条件、水资源开发利用状况、经济社会发展和环境保护的需要,破解鄂尔多斯市水问题必须走水资源可持续利用之路。实施水资源可持续利用战略必须遵循人与自然和谐相处的客观规律,因此必须按照科学发展观要求,科学调控,协调区域经济、水资源、生态环境的关系,构建经济持续发展的布局、水资源高效利用的格局、生态环境良性保护的框架。

1.2 区域水资源可持续利用研究概况

1996 年,联合国教科文组织(UNESCO)国际水文计划工作组将可持续水资源利用定义为“支撑从现在到未来社会及其福利而不破坏它们赖以生存的水文循环及生态系统完整性的水的管理与使用”。水资源可持续利用特别强调了未来变化、社会福利、水文循环、生态系统保护这样完整性的水的管理。

目前对水资源可持续利用比较认可的界定是:在人口、资源、环境和经济协调发展战略下,水资源开发利用在促进经济增长和社会繁荣的同时,注重保护生态环境(包括水环境),避免单纯追求经济效益的弊端,保证可持续发展顺利进行,实现人与自然的和谐相处。