

中国西北地区 水资源开发战略 与利用技术

主 编：吴普特

副主编：蒋定生 汪有科 冯 浩

范兴科 郭索彦



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国西北地区 水资源开发战略 与利用技术

国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心

主 编 吴普特

副主编 蒋定生 汪有科 冯 浩

范兴科 郭索彦



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 简 介

本书为中国西北地区水资源开发利用论文集,属中国科学院知识创新内容。全书共分两篇:第一篇论述西北地区水资源开发战略;第二篇论述水资源的高效利用技术。论文作者均来自基层水行政主管部门的专家和从事农田水利的大学及研究所的教授、专家、博士、硕士,内容广泛,资料丰富。

本书可供国家和西北各省(区)有关部门在水资源开发决策时参考,亦可供大专院校和有关科研单位从事农田水利与水资源工作的人员和师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国西北地区水资源开发战略与利用技术/吴普特主编. —北京:中国水利水电出版社, 2001

ISBN 7-5084-0618-4

I. 中… II. 吴… III. ①水利资源开发-经济战略-研究-西北地区②水资源-综合利用-技术-西北地区 IV. TV213

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 17341 号

书 名	中国西北地区水资源开发战略与利用技术
作 者	主编 吴普特
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 29.5 印张 700 千字
版 次	2001 年 6 月第一版 2001 年 6 月北京第一次印刷
印 数	0001—1600 册
定 价	85.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《中国西北地区水资源开发战略与利用技术》 编辑委员会

主任委员 徐乾清

副主任委员 王宏广 冯广志 陈泮勤 李 靖

委 员 (依姓氏笔画为序)

王世江 (新疆维吾尔自治区水利厅厅长)

田均良 (中国科学院 水利部水土保持研究所所长,
西北农林科技大学副校长)

刘 耀 (青海省水利厅厅长)

肖云刚 (宁夏回族自治区水利厅厅长)

盛维德 (甘肃省水利厅厅长)

吴普特 (国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心主任)

彭 谦 (陕西省水利厅厅长)

《中国西北地区水资源开发战略与利用技术》

编写组成员

主 编 吴普特

副主编 蒋定生 汪有科 冯 浩 范兴科 郭索彦

编 委 (依作者在书中出现先后为序)

刘万铨	郑新民	程国栋	康尔泗	刘海潮	马啸非
刘 耀	杨培君	王新军	蒋定生	狄美良	景 可
申元村	邢大伟	张玉芳	栗晓玲	刘明云	汤宝澍
王德让	席思贤	吴普特	史 鉴	刘文兆	李英能
吕宏兴	费良军	缴锡云	王文焰	门 旗	宋松柏
林性粹	李世卿	刘建国	屈忠义	贺培立	张俊茹
李喜梅	张岁歧	山 仑	范兴科	邓西平	辛小桂
王恒俊	贾志宽	王俊鹏	汪有科	冯 浩	程冬玲
高 鹏	金彦兆	郑惠艳	杨新民	郭索彦	黄占斌
李秧秧	高建恩	张正斌	刘小勇	张新燕	蔡焕杰
徐学选	杨世伟	李安国	上官周平	薛增召	邵明安
汪志农	康绍忠	熊运章	王密侠	周荣敏	王新坤
曹 兵	穆兴民	牛文全	李 靖	喻黎明	吴淑芳
员学锋					

序

我国西北大部分属于旱、半干旱地区。干旱地区无灌溉即无农业；半干旱地区降水量虽在允许从事农田生产的范围之内，但处于低限，加之地形地貌复杂，土地利用不合理，故造成严重水土流失和频繁干旱，生态环境十分脆弱。就我国广大西北地区整体而言，水资源贫乏是其主要特征。近年来，因受全球气候变暖和灌溉面积扩大而灌水技术又很落后的影响，西北地区不少湖泊和河流呈现萎缩趋势，生态环境进一步恶化。随着西部大开发的实施，水的供需矛盾将会日趋尖锐。因此，在西北地区，大力推行节水灌溉，提高水的生产效率；提高工业用水的循环利用率，增加单方水万元产值效益；节约生活用水；杜绝污水无处理排放。各行各业厉行节约用水，建立起节水型社会机制，乃是西部大开发成功的保证。因此，《中国西北地区水资源开发战略与利用技术》一书的出版，对我国西部大开发无疑会产生积极的影响。

本书虽为多位作者独立论述的汇集，但都围绕水资源开发战略与利用技术这一中心，总体上反映了这一领域目前国内研究状况和发展趋势。本书的突出特点是：第一，撰稿者均来自水行政主管部门和大专院校、研究所的专业人员，就自己熟悉的问题作深入探讨，观点鲜明，资料翔实，论证入微，言之有物；第二，考虑到地面灌溉仍是西北地区的主要灌水方法，因而对渠系水的优化调度、灌排信息管理决策支持系统的建设、新型地面灌水技术的推广应用、特殊土基渠道防渗技术的研究给予了充分的重视；第三，注意到西北黄土高原地形破碎，水资源匮乏，编撰者对雨水汇集的规划布局、雨水集流模式、集流场下垫面处理技术、雨水径流净化存储技术、窖水高效利用技术，均有充分论述，荟集了这一领域的最新研究成果；第四，西北黄土高原生态建设对水环境这一热点问题，书稿有关论文也进行了有益的探索。

本书的出版，将会对我国西部大开发和西北秀美山川的建设带来思路上的诸多启发和有力的实际帮助。

中国工程院院士 山仑

2000年10月于杨凌

前 言

我国西北地区包括陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆五省（区）的全部和内蒙古自治区的西部，面积 360 多万 km^2 ，幅员辽阔，物产富饶，境内煤、铁、石油、天然气、有色金属、化工原料储量丰富，是我国能源、有色金属和化工产品的重要基地。加之区内光温资源丰富，果品（如苹果、葡萄等）、棉花、小麦、畜产品等在全国也占有十分重要的地位。但本区位于我国大陆西北边陲，生态环境脆弱。全国 95% 以上的沙漠、戈壁覆盖本区；约 70% 以上的地区多年平均降水量不足 400mm；据统计，全区可开发利用的水资源为 1972.95 亿 m^3 ，人均 2222.4 $\text{m}^3/\text{人}$ ，耕地平均为 15042.4 m^3/hm^2 ，均低于全国的平均水平，而且约 39% 的可开发利用的水资源分布在黄河流域和汉江流域。近年，由于受全球气候变暖和工农业急速发展的影响，加之农业灌水技术落后，本区用水频频告急。祁连山、天山雪线上移，许多内陆河流萎缩，享誉全球的高原明珠青海湖，平均每年损失水量 4.5 亿 m^3 ，素有“弱水三千”的黑河下游居延海早已干枯见底。因此，水资源是制约西北地区经济发展的瓶颈。水资源的合理配置利用与生态环境的保护和建设，是西北地区经济可持续发展的两大支撑条件。

随着我国西部大开发的启动，工农业用水和生态环境建设用水的供需矛盾将会日趋尖锐。各地水行政主管部门和科研院（所）对各省（区）的水资源开发战略和节水灌溉技术，已开展了卓有成效的研究，取得了许多有价值的研究成果，为中央在西北地区水资源开发利用决策，提供了科学依据。

本着“未雨绸缪”的精神，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心特邀请了西北各省（区）水行政主管部门的专家和一些大学、研究所的教授、专家、博士、硕士撰稿，为西北地区水资源的开发和高效利用献计、献策，为我国西部大开发世纪战略行动添砖加瓦。今撷其精华，特编撰《中国西北地区水资源开发战略与利用技术》一书，全书共分两篇，即水资源开发战略篇和水资源利用技术篇。本书资料均来自专家们的多年研究成果，是他们辛勤耕耘的结晶。

本书由吴普特、蒋定生统稿，徐乾清院士审定。今借本书付梓之机，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心谨向陕西省水利厅、甘肃省水利厅、青海省水利厅、宁夏回族自治区水利厅、新疆维吾尔自治区水利厅、西北农林科技大学、

西安理工大学、中国农科院与水利部新乡灌溉研究所、中国科学院地理科学与资源研究所、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、中国科学院水利部水土保持研究所为本书热心撰稿的专家、教授们致以衷心的感谢。

**中国科学院 水利部水土保持研究所
西北农林科技大学
国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心**

2000 年 10 月

目 录

序

前言

第一篇 中国西北地区水资源开发战略

关于农田灌溉节水问题的几点认识	徐乾清 (3)
黄河流域水资源开发利用发展战略探讨	刘万铨 郑新民 (6)
西北干旱区冰川水资源和出山径流	程国栋 康尔泗 等 (20)
陕西水资源开发和有效利用的目标思路与对策	陕西省水利厅西部大开发课题组 (34)
论甘肃省水资源开发战略	马啸非 (47)
青海省西部大开发中水资源的严重制约作用及解决途径	刘 耀 (57)
宁夏回族自治区水资源开发战略	杨培君 王新军 (62)
论新疆水资源的开发与利用	章 毅 邓铭江 等 (69)
中国西北地区节水灌溉分区方案探讨	蒋定生 狄美良 (76)
大西线南水北调之我见	景 可 (92)
黄土高原水土保持对未来水资源影响的研究	景 可 申元村 (97)
黄河水资源需求管理与水量调配	邢大伟 张玉芳 等 (103)
解决陕西省关中地区水资源短缺的重要途径	
——关于陕西省内南水北调方案的设想与建议	汤宝澍 王德让 等 (111)
渠灌类型区农业高效用水模式初探	
——以陕西渠灌类型区农业高效用水示范区为例	吴普特 汪有科 等 (121)
对陕西省节水灌溉发展思路的探讨	史 鉴 (132)
黄土高原农田水分产量效应的优化调控	刘文光 (138)
流域水资源平衡与农业节水	邢大伟 (158)
国内外节水灌溉设备发展趋势与展望	李英能 (164)

第二篇 中国西北地区水资源高效利用技术

灌溉渠道流量优化调度与水力模拟	吕宏兴 (177)
泾惠渠灌区节水灌溉潜力与水资源可持续利用对策	栗晓玲 邢大伟 等 (187)
浑水波涌畦灌特性与技术要素试验研究	费良军 (194)
覆膜灌溉理论与技术要素的试验研究	缴锡云 王文焰 (202)
覆膜灌溉条件下的灌溉决策体系研究	门 旗 (211)
内蒙古河套灌区灌排信息管理决策支持系统	宋松柏 林性粹 等 (221)

有限灌溉技术的可行性及其应用研究	张岁岐 山 仑 等	(233)
旱作农田微集水种植技术对提高降水利用效率的研究	贾志宽 王俊鹏	(244)
黄土高原植被建造高效用水技术	汪有科 吴普特 等	(251)
我国北方旱区农业高效用水与节水灌溉技术	林性粹 程冬玲	(260)
黄土高原丘陵沟壑区水资源梯层开发利用模式	蒋定生 高 鹏	(267)
甘肃省雨水集蓄利用技术的发展与实践	金彦兆 郑惠艳	(280)
北方缺水地区雨水利用与农业发展	杨新民 郭索彦	(289)
我国西北地区汇集雨水的高效利用技术研究	黄占斌 李秧秧 等	(301)
集流场设计中几个问题的探讨	高建恩	(308)
论窖灌农业中水窖的配置模式与窖水高效利用技术	蒋定生	(320)
渭北旱塬雨水汇集技术参数及灌溉模式试验研究		
——以富平县底店乡“窖灌农业”示范区为例	刘小勇 吴普特	(326)
雨水集蓄灌溉利用系统优化模型的设计	张新燕 蔡焕杰 等	(338)
人工模拟条件下不同下垫面材料的产流特征实验研究	冯 浩	(345)
水窖沉沙池结构形式的优化试验研究	蒋定生 高 鹏 等	(355)
黄土丘陵沟壑区沟道有限水资源的开发利用模式与节水灌溉技术		
.....	范兴科 汪有科 等	(361)
对高效设施农业中水分调控与节水灌溉技术的探讨	程冬玲 林性粹	(369)
渠道防渗工程抗冻胀技术	李安国 常次勤	(376)
新疆节水农业发展现状、问题和对策	张江辉	(383)
旱地作物需水量预报专家系统	上官周平 薛增召 等	(390)
节水灌溉管理决策专家系统研究	汪志农 康绍忠 等	(398)
应用单亲遗传算法进行树状管网优化布置	周荣敏 林性粹	(405)
自压式树状管网的两级优化设计模型与神经优化设计	周荣敏 王新坤 等	(411)
新疆兵团农八师单井滴灌系统管网优化设计	王新坤 林性粹 等	(416)
黄土高原农林草地土壤水分地带性分布研究	徐学选 穆兴民	(432)
陕西省干旱规律及预测研究	牛文全 李 靖	(438)
国内外几种主要喷头水力性能抽样检测及评价	喻黎明 吴普特 等	(446)
SGF 型与 SGZ 型施肥过滤罐技术性能测试报告	蒋定生 喻黎明	(455)

Contents

Preface

Forewords

PART 1 DEVELOPMENT STRATEGY OF WATER RESOURCES IN NORTHWEST REGION IN CHINA

Discussion on the Problems of Water saving irrigation in agriculture

..... Xu Qianqing (3)

Discussion on the water resources Development Strategy in Yellow River Watershed

..... Liu Wanquan Zheng Xinmin (6)

Glacial Water Resources and Mountain Runoff in the Arid Area of Northwest China

..... Cheng Guodong Kang Ersi et al. (20)

The Aim, Thinking and Countermeasures of Developing and Utilizing Water
Resources Efficiently in Shaanxi Province

..... The project group of developing west region of water in Shaanxi province (34)

Discussion on Development Strategy of Water Resources in Gansu Province

..... Ma Xiaofei (47)

The Serious Restrictive Effect of Water Resources and Its Solving Approach in
Developing West Region in Qinghai Province

..... Lui Yao (57)

The Water Resources Development Strategy in Ningxia Hui Clan Municipality

..... Yang Peijun Wang Xinjun (62)

The Development and Utilization of Water Resources in Xinjiang Wei Municipality

..... Zhang Yi Deng Mingjiang et al. (69)

Discussion of the Water Saving Division Plan in Northwest Region in China

..... Jiang Dingshen Di Meiliang (76)

Discussion on the Big West Line Project of Carrying South Water to North

..... Jing Ke (92)

Effects of Soil and Water Conservation on Future Water Resources in the Loess Plateau

..... Jin Ke Shen Yuan cun (97)

- Water Amount Arrangement and Need Management of Water Resources in Yellow River
..... *Xing Dawei Zhang Yu fang et al.* (103)
- Important Way on Solving Water Resources Shortage in Guanzhong Area , Shaanxi
Province—Idea and suggestion of carrying south water to north plan in
Shaanxi Province
..... *Tang Baoshu Wang Derang et al.* (111)
- The Primary Study on the Mode of Using Agriculture Water Efficiently in the Type
Region of Trench Irrigation
..... *Wu Pute Wang Youke et al.* (121)
- Discussion on the Thought of Developing Water Saving Irrigation in Shaanxi Province
..... *Shi Jian* (132)
- Optimal Management of the Yield Effect of Field Water in the Loess Plateau
..... *Liu Wenzhao* (138)
- Valley Water Resources Balance and Agriculture Water Saving
..... *Xing Dawei* (158)
- Expectation and Development Trend of Water Saving Irrigation Equipment in
Domestic and Overseas
..... *Li Yingneng* (164)

PART I TECHNOLOGY OF WATER RESOURCES USE EFFICIENTLY IN NORTHWEST CHINA

- Optimal Arrangement and Hydraulic Simulation of the Irrigation Ditch Flow
..... *Lu Hongxing* (177)
- Water Saving Irrigation Potential and Water Resources Sustainable Utilization Measure
in Jinghui Irrigation District
..... *Su Xiaoling Xing Dawei et al.* (187)
- Experimental Study on Surge Flow Border Irrigation Characteristics and Technical
Factors With Muddy Water
..... *Fei Liangjun* (194)
- Research on Theory and Technical Parameters of Irrigation With Plastic Film Mulch
..... *Jiao Xiyun, Wang Wenyan* (202)
- The Study and Application of Crop Irrigation Decision System in Xinjiang
..... *Men Qi* (211)
- The Decision Support System of Irrigation and Drainage Management in Irrigation
District of Hetao Region in Inner Mongolia
..... *Song Songbai Lin Xingcui al.* (221)
- Study on Feasibility and Application of Limited Irrigation
..... *Zhang Suiqi Shan lun et al.* (233)

- Research on Increasing Rainfall Use Efficiency by Adopting the Planting Technique
of Micro-Harvesting Rain in Dry Land
..... *Jia Zhikuan Wang Junpeng* (244)
- The High Efficiency Water Use Technique for Vegetation Construction in
the Loess Plateau
..... *Wang Youke Wu Pute et al.* (251)
- Agricultural Water Use Efficient and Water Waving Irrigation Technique in the North
Arid Region in China
..... *Lin Xingcui Cheng Donling* (260)
- Ladder-like Development Model of Water Resources in Hilly-gully Region in the Loess
Plateau
..... *Jiang Dingsheng Gao Peng* (267)
- The Practice and Development of Rainwater Catchments and Utilization Techniques
in Gan Su province
..... *Jin Yanzhao Zheng Huiyan* (280)
- Rainfall Collecting and Utilization and Agriculture Development in Northern Region
Lacking Water
..... *Yang Xinmin Guo Suoyan* (289)
- Study on High Efficient Use Technology of Rainwater-harvesting in Northwest Area
of China
..... *Huang Zhanbin Li Yangyang et al.* (301)
- Investigations of Some Key Problems on Design of the Rainwater Collecting Fields
..... *Gao Jianen* (308)
- Discussion on the Cellar Disposition Model of Cellar Irrigated Agriculture and It's
High Efficient Utilization
..... *Jiang Dingsheng* (320)
- Study on the Technique's Parameters and Irrigation Model for Rainwater Harvesting
in Weibei Dry Plateau——A case study on Didian Town, Fuping County
..... *Liu Xiao yong Wu Pute* (326)
- Study of the Optimizing Model of the Rainwater Collecting Irrigation System
..... *Zhang Xinyan Cai Huanjie et al.* (338)
- Study on the Runoff Yield Law of Different Ground Materials in the Condition of
Artificial Precipitation Stimulation
..... *Feng Hao* (345)
- A Trial Study on the Design of Settling Tank for Runoff Harvesting
..... *Jiang Dingsheng Gao Peng et al.* (355)
- The Model of Development and Utilization of Water Resources and the Technology
of Saving Water Irrigation in Loess Hilly-Gully Region

.....	<i>Fan Xingke Wang Youke et al.</i>	(361)
Probes into the Moisture of Regulate and Control and Water Saving Irrigation Technique in the High Benefit Installation Agriculture		
.....	<i>Cheng Dongling Lin Xingcui</i>	(369)
The Technique of Freezing-Swelling Resisting in the Engineering of Seepage preventing ditches		
.....	<i>Li Anguo Chang Ciqin</i>	(376)
Current Situation , Problems and Countermeasures of Water Saving Agriculture in Xinjiang Province		
.....	<i>Zhang Jianghui</i>	(383)
Expert System of Water Requirement Forecast for Dryland Crop		
.....	<i>Shangguan Zhouping Xue Zengzhao et al.</i>	(390)
Study on Management and Decision-making Expert System for Water Saving Irrigation		
.....	<i>Wang Zhinong Kang Shaozhong et al.</i>	(398)
Two-level Optimal Design Model Networks Optimal Design of Gravity of tree pipe Networks		
.....	<i>Zhou Rongmin Lin Xingcui</i>	(405)
Application of Single Parent Genetic Algorithms to Tree Pipe Network Optimal Layout		
.....	<i>Zhou Rongmin Wang Xin kun et al.</i>	(411)
The Optimum Planning of Drip Irrigation System for Single Well in the Eighth Agricultural Division in Xinjiang		
.....	<i>Wang Xinkun Lin Xingcui et al.</i>	(416)
An Study on the Arable-forestry-pasture Land Soil Water Geo-zonal Distribution in the Loess Region of China		
.....	<i>Xu Xuexuan Mu Xingmin</i>	(432)
Study on the Drought Principles and Prediction in Shaanxi Province		
.....	<i>Niuwenquan Lijing</i>	(438)
The Test and the Remark of the Hydraulic Performance of Several Main Sprinklers at Demotic and Oversea Countries		
.....	<i>Yu Liming Wu Pute et al.</i>	(446)
The Test Report of the Functions About the SGF Type and SGZ Type of Fertilization-filter Facility Technology		
.....	<i>Jiang Dingsheng Yu Liming</i>	(455)

第一篇

中国西北地区水资源开发战略

原书空白页

关于农田灌溉节水问题的几点认识

徐乾清

(中华人民共和国水利部 北京 100761)

摘 要 在我国干旱、半干旱地区,农田灌溉用水一般占总用水量的60%~90%,农田灌溉节约用水是社会节约用水的核心。本文分析了我国当前农田灌溉用水浪费的主要原因;指出农田灌溉节约用水必须采取综合措施;在开展农田灌溉节约用水时应注意处理好几个关系;发展灌溉要开源、节流和保护并举,三者不可偏废。

关键词 农田灌溉 节水 综合措施

Discussion on the Problems of Water Saving Irrigation in Agriculture

Xu Qianqing

(The Ministry of Water Resources, the People's Republic of China Beijing 100761)

Abstract In arid and semiarid regions in our country, generally, the irrigation water are about 60~90 percents of the total water resources. So, the water Saving irrigation is the core of social water saving. The article analyzed the major reasons of water waste in field irrigation at present and suggested that we must take comprehensive measures to treat it. At the same time, we should attend the several relationship in field water saving irrigation, and combine the increasing new sources, saving the available resources with protecting the resources. We shouldn't neglect any measures of above and emphasize only one measure other than three together.

Key words Field irrigation Water Saving Comprehensive measures

节约、高效用水是缓解水危机的关键措施,在中国北方地区尤其如此。农田灌溉用水在干旱、半干旱地区一般占总用水量的60%~90%,农田灌溉节约用水是社会节约用水的核心。节约用水涉及科学技术和社会经济的各个方面,是一个极其复杂的问题,必须全面分析用水浪费的各种原因,针对性地采取综合措施,才能收效。

1. 当前农田灌溉用水浪费现象的分析

(1) 灌溉水源缺乏保证,难以适时适量灌水,促使农民在有水时力求多灌,避免缺水