

农田水利工程技术培训教材

节水灌溉规划

水利部农村水利司
中国灌溉排水发展中心 组编



黄河水利出版社

农田水利工程技术培训教材

水利部农村水利司 组编
中国灌溉排水发展中心

节水灌溉规划

主 编 高 峰
副主编 孔 东

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书系农田水利工程技术培训教材的第一分册。全书共分 12 章,主要包括概述、规划的原则与内容、区域水资源评价和可供水量分析、区域需水量分析、区域土地资源调查与评价、区域水土资源供需平衡分析、工程类型与布局、灌溉管理、工程概(估)算、效益分析与经济评价、环境影响评价、实例和附录等。

本书主要供培训基层水利人员及从事节水灌溉规划的工作者使用,也可供相关专业院校师生及科研人员在教学、科研、生产工作中参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

节水灌溉规划/高峰主编. —郑州:黄河水利出版社,
2012.8

农田水利工程技术培训教材

ISBN 978-7-5509-0337-1

I. ①节… II. ①高… III. ①节约用水-灌溉规划-
技术培训-教材 IV. ①S274.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 191883 号

出 版 社:黄河水利出版社

网址:www.yrcp.com

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:hhslcbs@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:18

字数:416 千字

印数:1—5 000

版次:2012 年 8 月第 1 版

印次:2012 年 8 月第 1 次印刷

定价:48.00 元

农田水利工程技术培训教材

编辑委员会

主任委员：王爱国 李仰斌

副主任委员：李远华 吴文庆 顾斌杰 倪文进

赵乐诗 李 琪 闫冠宇 韩振中

邓少波 曹云虎

编委：（排名不分先后）

王留运 王晓玲 王厚军 王彦军

冯保清 刘云波 许建中 李元红

吴玉芹 何武全 张绍强 张敦强

严家适 季仁保 周世峰 姚 彬

高 峰 阎存立 郭慧宾 彭世彰

蔡守华 潘云生

加强农田水利技术培训

· 增强服务“三农”工作本领

——农田水利工程技术培训教材总序

我国人口多，解决 13 亿人的吃饭问题，始终是治国安邦的头等大事。受气候条件影响，我国农业生产以灌溉为主，但我国人多地少，水资源短缺，降水时空分布不均，水土资源不相匹配，约二分之一以上的耕地处于水资源紧缺的干旱、半干旱地区，约三分之一的耕地位于洪水威胁的大江大河中下游地区，极易受到干旱和洪涝灾害的威胁。加强农田水利建设，提高农田灌排能力和防灾减灾能力，是保障国家粮食安全的基本条件和重要基础。新中国成立以来，党和国家始终把农田水利摆在突出位置来抓，经过几十年的大规模建设，初步形成了蓄、引、提、灌、排等综合设施组成的农田水利工程体系，到 2010 年全国农田有效灌溉面积 9.05 亿亩，其中，节水灌溉工程面积达到 4.09 亿亩。我国能够以占世界 6% 的可更新水资源和 9% 的耕地，养活占世界 22% 的人口，农田水利做出了不可替代的巨大贡献。

随着工业化城镇化快速发展，我国人增、地减、水缺的矛盾日益突出，农业受制于水的状况将长期存在，特别是农田水利建设滞后，成为影响农业稳定发展和国家粮食安全的最大硬伤。全国还有一半以上的耕地是缺少基本灌排条件的“望天田”，40% 的大中型灌区、50% 的小型农田水利工程设施不配套、老化失修，大型灌排泵站设备完好率不足 60%，农田灌溉“最后一公里”问题突出。农业用水方式粗放，约三分之二的灌溉面积仍然沿用传统的大水漫灌方法，灌溉水利用率不高，缺水与浪费水并存。加之全球气候变化影响加剧，水旱灾害频发，国际粮食供求矛盾突显，保障国家粮食安全和主要农产品供求平衡的压力越来越大，加快扭转农业主要“靠天吃饭”局面任务越来越艰巨。

党中央、国务院高度重视水利工作，党的十七届三中、五中全会以及连续八个中央一号文件，对农田水利建设作出重要部署，提出明确要求。党的十七届三中全会明确指出，以农田水利为重点的农业基础设施是现代农业的重要物质条件。党的十七届五中全会强调，农村基础设施建设要以水利为重点。2011 年中央一号文件和中央水利工作会议，从党和国家事业发展全局出发，对加快水利改革发展作出全面部署，特别强调水利是现代农业建设不可或缺的首要条件，特别要求把农田水利作为农村基础设施建设的重点任务，特别制定从土地出让收益中提取 10% 用于农田水利建设的政策措施，农田水利发展迎来重大历史机遇。

随着中央政策的贯彻落实、资金投入的逐年加大，大规模农田水利建设对农村水利

工作者特别是基层水利人员的业务素质和专业能力提出了新的更高要求，加强工程规划设计、建设管理等方面的技术培训显得尤为重要。为此，水利部农村水利司和中国灌溉排水发展中心组织相关高等院校、科研机构、勘测设计、工程管理和生产施工等单位的百余位专家学者，在 1998 年出版的《节水灌溉技术培训教材》的基础上，总结十多年来农田水利建设和管理的经验，补充节水灌溉工程技术的新成果、新理论、新工艺、新设备，编写了农田水利工程技术培训教材，包括《节水灌溉规划》、《渠道衬砌与防渗工程技术》、《喷灌工程技术》、《微灌工程技术》、《低压管道输水灌溉工程技术》、《雨水集蓄利用工程技术》、《小型农田水利工程设计图集》、《旱作物地面灌溉节水技术》、《水稻节水灌溉技术》和《灌区水量调配与量测技术》共 10 个分册。

这套系列教材突出了系统性、实用性、规范性，从内容与形式上都进行了较大调整、充实与完善，适应我国今后节水灌溉事业迅速发展形势，可满足农田水利工程技术培训的基本需要，也可供从事农田水利工程规划设计、施工和管理工作的相关人员参考。相信这套教材的出版，对加强基层水利人员培训，提高基层水利队伍专业水平，推进农田水利事业健康发展，必将发挥重要的作用。

是为序。



2011 年 8 月

《节水灌溉规划》

编写人员

主 编：高峰（中国农业科学院农田灌溉研究所）

副主编：孔东（中国灌溉排水发展中心）

编写人员：（按姓氏笔画排序）

王国庆（南京水利科学研究院）

王晓玲（水利部农村水利司）

刘颖（南京水利科学研究院）

孙仕军（沈阳农业大学）

许建中（中国灌溉排水发展中心）

刘翠善（南京水利科学研究院）

苏飞（浙江省水利河口研究院）

张玉欣（中国灌溉排水发展中心）

杨路华（河北农业大学）

晏云（北京市水利建设管理中心）

曹京京（黄河水利职业技术学院）

温立平（中国灌溉排水发展中心）

主 审：李英能（中国农业科学院农田灌溉研究所）

副主审：裴源生（中国水利水电科学研究院）

前 言

“节水灌溉”一词在我国出现于 20 世纪 80 年代中期。但从 20 世纪 50 年代起我国围绕提高灌溉用水效率就进行了计划用水、渠道防渗、改进沟畦灌溉技术等工作，在全国建立了数百个灌溉试验站，提出了主要农作物的灌溉制度，为灌溉工程规划设计、灌区灌溉管理、编制计划用水方案等提供了依据。截至 2010 年年底，全国节水灌溉工程面积达到 4.10 亿亩；同时，以改造沟畦灌、水稻控制灌溉为主的节水技术措施也得到了广泛的应用，全国每年推广的面积达到 1 亿亩以上。纯井灌区节水灌溉发展的比重较大，节水灌溉工程面积达到 1.36 亿亩左右，约占全国井灌面积的 51%，占全国节水灌溉工程面积的 1/3。节水灌溉规划是为节约灌溉用水、合理开发利用水土资源而制定的总体安排，是节水灌溉工程建设的重要前期工作。20 世纪 90 年代以来，为了宏观指导我国节水灌溉发展，以水利部为主的各有关部门积极开展了与节水灌溉有关的专业规划编制工作。相继编制了《全国节水灌溉规划》、《节水灌溉与旱作农业规划》、《全国节水灌溉“十一五”规划》、《大型灌区续建配套与节水改造规划》、《全国重点中型灌区节水配套改造建设规划》、《全国牧区草原生态保护水资源保障规划》、《全国小型农田水利建设规划》、《县级农田水利建设规划》等一批全国性或区域性的节水灌溉专业规划和相关规划。与此同时，为了指导节水灌溉规划编制、提高规划编制水平，以水利部为主的各有关部门相继颁布和制定了相关的技术规范和规程，包括《节水灌溉工程技术规范》、《灌区规划规范》、《灌区改造技术规范》等一批技术标准；出版了《节水灌溉工程实用手册》、《最新农田水利规划设计手册》等一批有关节水灌溉规划的工具书。这些技术标准的颁布执行和工具书的出版，有力地促进和指导了相关节水灌溉规划的编制，规范了节水灌溉工程标准，提高了节水灌溉规划的编制水平。在规划的应用上，已对规划具有的法律地位有了初步的认识，如在安排大中型灌区续建配套和节水改造项目时，都要求预先进行规划工作，按照规划内容来安排建设计划。在编制《县级农田水利建设规划》时，水利部强调必须通过县级人大或政府的审批，并以此作为选择小农水重点县建设项目的必要条件。

当前我国已进入一个水利发展的新时期，是加强水利重点薄弱环节建设、加快民生水利发展的关键时期，是深化水利改革、加强水利管理的攻坚时期，也是推进传统水利向现代水利、可持续发展水利转变的重要时期。节水灌溉快速发展的同时也面临诸多问题，节水灌溉的发展速度、发展规模、发展平衡程度尚难以适应当前我国经济社会发展的要求。因此，节水灌溉规划编制要适应新时期对水利发展的要求，准确把握中央的指示精神、满足发展的需求、顺应人民的期盼，充分利用国家财力快速增长、建设能力显著提高的有利条件，科学规划节水灌溉发展目标、投资规模和建设步伐，尽快从根本上扭转节水灌溉建设滞后、灌溉用水管理薄弱的局面。随着我国水资源日益短缺，发展节水灌溉已成为我国的一项基本国策和战略任务，编制和修订节水灌溉相关规划是一项长

期的工作和任务。随着科学技术的进步，节水灌溉规划将会真正起到宏观指导我国节水灌溉事业发展的重要作用。

本书以近 10 多年来我国在节水灌溉科学研究和生产实践中积累的大量成果与经验为基础，以我国已颁布实施的一批与节水灌溉规划相关的技术标准为准则，借鉴国外先进的节水灌溉技术和工程管理经验，同时参考了 1999 年版《水土资源评价与节水灌溉规划》的部分内容编写而成，是一部实用性很强的专业工具书。

本书共分 12 章，主要内容包括概述、规划的原则与内容、区域水资源评价和可供水量分析、区域需水量分析、区域土地资源调查与评价、区域水土资源供需平衡分析、工程类型与布局、灌溉管理、工程概（估）算、效益分析与经济评价、环境影响评价、实例及附录等。

本书各章编写分工如下：第一章由王晓玲、张玉欣编写，第二章由高峰、许建中编写，第三章由王国庆、刘翠善、刘颖编写，第四章由苏飞、孔东编写，第五章由孙仕军编写，第六章由孙仕军、孔东编写，第七章及第八章由高峰编写，第九章及第十一章由晏云、曹京京、温立平编写，第十章由晏云、孔东编写，第十二章由杨路华、苏飞、孙仕军编写，附录一至附录四分别由张玉欣、王国庆、孙仕军、高峰编写。本书由高峰担任主编，孔东担任副主编。

本书由李英能担任主审，裴源生担任副主审。在本书编写过程中，得到了冯广志、赵竟成、王留运等有关专家和领导的大力支持与帮助，并参考和引用了许多国内外文献，在此一并表示衷心的感谢！

限于编者水平有限，书中缺点和疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2012 年 2 月

目 录

加强农田水利技术培训 增强服务“三农”工作本领

陈 雷

前 言

第一章 概 述	(1)
第一节 节水灌溉在我国农业发展中的作用	(1)
第二节 节水灌溉发展概况	(4)
第三节 节水灌溉规划的重要作用	(9)
第四节 节水灌溉规划现状与展望	(12)
第二章 规划的原则与内容	(17)
第一节 规划原则	(17)
第二节 规划内容	(18)
第三章 区域水资源评价和可供水量分析	(27)
第一节 水资源量分析	(27)
第二节 水质状况评价	(36)
第三节 水资源利用现状	(41)
第四节 可利用量与可供农业水量分析	(45)
第四章 区域需水量分析	(52)
第一节 需水结构分析	(52)
第二节 用水定额分析	(56)
第三节 需水量分析	(62)
第五章 区域土地资源调查与评价	(69)
第一节 土地资源利用分类	(69)
第二节 土地资源调查	(72)
第三节 土地适宜性评价	(74)
第四节 土地经济评价	(81)
第六章 区域水土资源供需平衡分析	(82)
第一节 水土资源供需平衡分析内容与原则	(82)
第二节 水资源供需平衡分析方法	(83)
第三节 土地资源供需平衡分析方法	(93)
第四节 区域水土资源综合评价	(95)
第七章 工程类型与布局	(97)
第一节 工程类型的选择	(97)
第二节 工程设计标准	(105)
第三节 工程设计流量	(106)

第四节 水源工程及水源的供水能力 (118)
 第五节 工程水量平衡分析 (126)
 第六节 工程总体布局 (129)
 第八章 灌溉管理 (138)
 第一节 管理体制变革与能力建设 (138)
 第二节 灌溉工程运行管理 (146)
 第三节 试验与监测 (157)
 第九章 工程概(估)算 (165)
 第一节 概(估)算的基本类型及基本方法 (165)
 第二节 工程量的计算 (166)
 第三节 项目设计编制程序 (169)
 第四节 概算编制原则和依据 (172)
 第五节 编制方法及计算标准 (180)
 第六节 投资估算 (188)
 第七节 工程概算主要表格 (188)
 第十章 效益分析与经济评价 (195)
 第一节 经济分析原则和方法 (195)
 第二节 国民经济评价 (197)
 第三节 财务评价 (202)
 第四节 技术经济指标 (204)
 第五节 社会效益和环境生态效益 (207)
 第十一章 环境影响评价 (208)
 第一节 概 述 (208)
 第二节 环境影响评价程序及内容 (209)
 第十二章 实 例 (213)
 第一节 区域水土资源供需平衡分析实例 (213)
 第二节 节水灌溉发展规划实例 (222)
 第三节 节水灌溉工程规划实例 (233)
 附 录 (254)
 附录一 节水灌溉技术标准体系 (254)
 附录二 水文及水文地质参数 (259)
 附录三 土地利用现状分类 (268)
 附录四 部分果树的 K_c 值 (271)
 参考文献 (275)

第一章 概述

第一节 节水灌溉在我国农业发展中的作用

水是生命之源、生产之要、生态之基。我国是一个干旱缺水的国家，水资源短缺已成为我国国民经济和社会发展的严重制约因素。大力实施节约用水战略，不断提高水资源的利用率和利用效率，建立节水型农业、节水型工业和节水型社会，是缓解我国水资源供需矛盾，实现以水资源的可持续利用保障经济社会可持续发展的有效措施和根本出路，也是我国今后必须长期坚持的一项基本国策。农业是用水大户，农业节水潜力巨大，深入普及和大力推广节水灌溉，不但关系到广大农民群众的切身利益，而且关系到我国农业基础地位的巩固和农村经济的发展，是整个节水工作中最重要、最核心的组成部分。

(1) 节水灌溉是保障粮食安全和农业可持续发展的战略措施。

我国多年平均水资源总量约 2.8 万亿 m^3 ，但人均水资源占有量仅为世界人均占有量的 1/4，耕地单位面积水资源占有量仅为世界平均水平的 1/2。受季风气候影响，各地降水不但经常与作物生长不同步，而且在时间和空间上极不均衡，干旱是我国最主要的自然灾害之一。20 世纪 70 年代，全国农田受旱面积平均每年约 1.7 亿亩^①，20 世纪 90 年代则达到每年 4 亿 ~ 5 亿亩，近 10 多年来，全国旱情有进一步加重趋势，干旱范围不断扩大，全国灌区每年缺水约 300 亿 m^3 ，每年由于干旱缺水损失粮食 400 亿 kg 以上，约占各种自然灾害损失总量的 60%，给农业生产造成重大损失。目前，我国农业用水量占总用水量的比重约为 62%，西北等一些地区则高达 90% 以上，随着经济社会的快速发展和用水要求的不断增加，供水的竞争性不断加剧，水资源供需矛盾日益突出，灌溉可用水量不足。今后我国提高粮食产量在很大程度上要依靠扩大有效灌溉面积，而新增有效灌溉面积将会进一步增加农业用水需求。党的十四届五中全会和十五届三中全会相继提出“大力普及节水灌溉技术”和“大力发展节水农业，把推广节水灌溉作为一项革命性措施来抓，大幅度提高水的利用率，努力扩大农田有效灌溉面积”。因此，加大农业灌溉节水力度、大力推广节水灌溉技术、大规模发展节水灌溉，不仅是保障国家粮食安全的重要举措，也是支撑农业可持续发展的根本战略措施。

(2) 节水灌溉是缓解农业水资源供需矛盾的根本途径。

灌溉是用水大户，灌溉用水状况直接关系国家水安全。随着农业结构战略性调整和高效率农业、现代农业的发展，农业对水提出了更高要求。但随着经济社会的发展，生活、工业等用水量不断提高，农业用水比例将逐渐降低；而由于农业产业结构调整，

① 1 亩 = 1/15 hm^2 。

渔、副、牧业用水量比重将加大,种植业灌溉用水将成为用水最紧缺的部门,灌溉农业面对巨大挑战。在全球气候变暖、北方部分地区水资源利用率已达极限、部分地区出现生态危机、全国来水减少、污染加剧、水质恶化、河床淤积、湖泊萎缩、排地面积面临减少、粮食单产已达一定水平的情况下,要进一步扩大农业生产能力,确保不断增长的人口的粮食安全和其他农产品供给,维系良好的生态环境,有赖于大力发展节水灌溉。同时,为了保障经济社会持续健康发展,根据我国水资源条件和经济社会发展对水的需求,今后相当长的时间内灌溉用水总量不可能有较大增加,灌溉用水总量应实现零增长并大体维持在现有水平,以便将新增水资源用于支撑工业化和城镇化发展,同时提高农业综合生产能力,支持种植结构和农业结构的调整,促进农村经济的快速发展。由于工程设施不配套、管理粗放等,目前灌溉用水效率不高,浪费严重,全国平均灌溉水利用率仅为 50% 左右,节水潜力很大。因此,要缓解日趋严重的灌溉用水供需矛盾,必须从根本上调整发展思路、转变增长方式,把发展节水灌溉放在更加突出的位置,厉行高效用水、节约用水。农业灌溉应选择节约挖潜的内涵发展模式,大力普及节水灌溉技术是缓解农业水资源供需矛盾的根本途径。

(3) 节水灌溉是发展农业生产,增加产量的重要保障。

稳定和提高农业生产能力不仅是经济发展的需要,也是社会和政治稳定的需要,是国家安全保障的重要组成部分。预计到 2020 年,我国人口将超过 14 亿,面临着农产品需求增加与水资源不足、耕地减少等尖锐矛盾。由于我国特殊的自然气候条件,灌溉在农业生产中具有不可替代的重要地位。灌溉面积上的粮食平均亩产是全国平均亩产的 1.8 倍,是旱地的 2.9 倍,而且产量相对稳定。因此,要稳定和提高农业生产能力,必须改善和扩大有效灌溉面积、提高灌溉保证率,从而提高复种指数和单产。由于农业用水总量不可能大幅度增加,在水资源不足已成为制约国民经济和农业可持续发展的“瓶颈”因素时,保障农产品供给只有通过节水灌溉建设,提高农业用水效率,走内涵挖潜式节水增产的道路,实现在灌溉用水总量基本不增长的前提下,提高现有灌溉面积的灌溉保证率并适度增加有效灌溉面积,提高农业生产能力,这是保障国家农产品供给安全的重要基础。当前我国正处于经济和社会快速发展时期,农业生产不仅要保障粮食安全,而且要满足 14 亿多人在生活水平普遍提高情况下对农副产品的广泛需求。“菜篮子”工程是城市发展的重要支撑条件,城市周边地区只有采取有效的节水措施、提高水资源利用效率,才有可能在农业用水被挤占的情况下,继续为城市提供丰富的农副产品。近 10 年来,农业用水量占全社会用水量的比例从 69% 降低到 62% 左右,灌溉用水总量基本保持了零增长,但同期粮食产量却由 4 621.5 亿 kg 增加到 5 258 亿 kg,充分体现了发展节水灌溉对农业生产的保障作用。

(4) 节水灌溉是遏制农业水环境恶化、改善生态的紧迫要求。

缺水是导致严重的农业生态环境问题的主要因素。由于干旱等,我国北方不少地区水资源开发利用程度已经高于世界公认的警戒线,超过了水资源承载能力,致使河道断流,污染加剧,地下水位下降,天然绿洲萎缩,草原退化、沙化,浮尘扬沙天气频繁,引发了一系列生态环境问题,对农业生产构成严重威胁。农业分布的广泛性决定其活动对于生态系统具有重要影响,同时又是生态环境恶化的主要承载者,不仅要承受自身活

动造成生态环境恶化的后果，而且要承受工业和城市活动造成生态环境恶化的后果。因此，遏制农业水环境恶化、改善生态条件是进一步发展农业生产的紧迫要求。由于节水灌溉的发展，近 10 年来灌溉用水量基本没有增长，部分缓解了生态环境的压力，而且对生态环境和农村生活环境改善产生了积极的影响：一是通过发展节水灌溉，节约的灌溉水量除缓解农业用水紧缺状况外，还支持了生态环境用水；二是节水灌溉有助于减轻农田面源污染，通过科学合理进行农田灌溉，提高灌溉用水效率，促进合理施肥，可减少灌溉退水和渗入地下水量，对减轻农业面源污染和地下水污染起到积极作用；三是结合节水灌溉建设，疏浚河网，整改渠道，平整改良土地，促进农村道路建设，绿化美化农村环境，大力改善农业生产条件与农村生态环境。当前，随着国家为恢复生态环境采取的一系列政策措施，毁林开荒、毁草开荒、围湖造田等做法已得到初步遏制，但解决水资源过度开发问题还需要长期艰苦的努力。尤其在生产用水挤占生态环境用水的地区要大力发展节水灌溉，缓解农业与生态环境的用水矛盾，为恢复生态环境创造有利条件。

（5）节水灌溉是发展农村经济、增加农民收入的基础条件。

农业实现经济体制由计划经济向市场经济转变，经济增长方式由粗放型向集约型转变，是新时期发展农村经济、增加农民收入的战略决策。实现这两个转变首先面临的是调整并完善农业结构，调整畜产品、优质农产品、专用农产品、特色农产品以及水果、蔬菜的生产与供应，特别是加入 WTO 后发展外向型农业是农业结构调整的重要内容。发展农村经济，持续稳定地提高农民收入，必须发展节水高效农业，推进农业增长方式的转变，优化农业结构，实现生产集约化、产品优质化、经营产业化。农业结构调整是发展农村经济、提高农民收入的重要手段。进行种植结构调整，推广优质农作物品种、发展经济作物一般需要较好的农田水分条件。而发展节水灌溉则可以提高水资源利用效率、改善灌排条件、提高灌溉保证率，从而显著提高农业综合生产能力，为调整农业种植结构提供基础条件。因此，在现有灌溉工程设施不足的地区，需要发展节水灌溉提高土地生产能力；在灌溉水源紧缺的地区，需要通过发展节水灌溉提高灌溉保证率；在粮食主产区，需要在保证粮食作物灌溉面积的前提下，通过节水改造把节约的水用于发展经济作物；在牧区和农牧交错带，需要通过发展节水灌溉饲草料地，为促进改善畜种结构、畜群结构创造条件，提高畜牧业经济效益；在干旱丘陵山区，通过兴建小塘坝、小水池、小水窖等雨水集流工程发展节水灌溉，可以保障山丘区农业生产，提高农民收入，加快脱贫致富步伐。另外，发展节水灌溉将为加强灌溉管理、推进体制改革提供基础条件，显著提高灌溉管理效率，节约管理成本，减少水费支出，并为农村富余劳动力直接提供就业机会，提高农民的收入水平和生活水平。

总之，面对我国资源紧缺的严峻形势以及经济社会发展尤其是农村经济发展与国家粮食安全保障的迫切要求，大力发展节水灌溉、大幅度提高水的利用效率和效益，是缓解农业和经济社会用水矛盾的根本途径，是促进农业结构调整、发展农村经济、加快农业现代化进程、实现农业可持续发展的必由之路。发展节水灌溉对建设资源节约型社会、保障国家粮食安全、增加农民收入、保护和改善生态环境、建设社会主义新农村具有十分重要的作用。

第二节 节水灌溉发展概况

一、发展历程

节水灌溉是根据作物需水规律及当地供水条件,高效利用降水和灌溉水,获取农业最佳经济效益、社会效益、生态环境效益而采取的综合措施。节水灌溉不是简单地减少灌溉用水量或限制灌溉用水,而是更科学地用水,在时间和空间上合理地分配与使用水资源。节水灌溉是相对的概念,不同的水源条件、自然条件和经济社会发展水平,对节水灌溉的要求不同;不同国家、不同地区、不同历史发展阶段,节水灌溉的阶段性目标与任务不同。

“节水灌溉”一词在我国出现于20世纪80年代中期。随着经济社会的发展,工农业争水、城乡争水矛盾日益突出,农业对于旱缺水的敏感程度增大,受旱面积增加,经济发达地区传统农业向现代农业转变的进程加快,对灌溉提出了新的、更高的要求,开始用灌溉经济学和系统工程学的原理评价灌溉行为,逐渐形成了近代灌溉目标,并逐步引起各级政府的重视,即不但要取得最优的灌溉效果,同时要具有更高的灌溉效率。以有限的费用,最大限度地获得单位水量的最佳灌溉效益为目标的这种灌溉,国外叫“高效用水”,我国则称“节水灌溉”。随着我国经济社会的迅速发展,水资源供需矛盾日益突出,农业用水越来越紧张,节水灌溉也随之得到了大规模的发展。

20世纪50年代至60年代末,围绕提高灌溉用水效率主要进行了计划用水、渠道防渗、改进沟畦灌溉技术等工作。在全国建立了数百个灌溉试验站,提出了主要农作物的灌溉制度,为灌溉工程规划设计、灌区灌溉管理、编制计划用水方案等提供了依据。南方总结推广了水田“新法泡田、浅水灌溉”,北方则提倡旱地采用沟灌和畦灌,研究试验合理的沟长、畦块的大小、沟中放水流量、畦田放水流量和改畦的时间。同时在全国普遍推广平整土地、修筑水平梯田、灌溉耕作园田化,实行灌排渠系与道路、绿化、农作、桥、涵、闸等结合,统筹考虑,既提高了耕作水平,又对改进灌水方式和提高灌溉水利用率起到了推动作用。

到20世纪70年代,渠道防渗、平整土地、大畦改小畦等节水措施开始较大面积的推广,并开始研制、开发、引进节水灌溉技术和设备,在对国内外各种节水灌溉设备进行检测、试验和分析的基础上,组织国内科研院所、大专院校、生产企业进行联合攻关,对各种不同的节水灌溉技术进行组装、集成和配套,形成了具有中国特色的喷灌、滴灌、微喷灌、低压管道输水灌溉技术和产品。但总体而言,节水技术研究范围较窄,推广规模不大,发展速度不快,灌溉管理比较粗放,用水效率较低。

到20世纪80年代,工农业争水、城乡争水矛盾日益突出。农业对于旱缺水的敏感程度增大,受旱面积增加,经济发达地区传统农业向现代农业转变的进程加快,都对灌溉提出了新的、更高的要求,节水灌溉逐渐引起重视。全国普遍推行了泵站与机井节能节水技术改造,制定并颁布了一系列有利于节水的管理和考核办法;重点推广了低压管道输水灌溉;并于20世纪80年代后期,从奥地利引进了喷头、铝合金管快速接头等移

动管道式喷灌设备生产线,使移动式喷灌系统达到了 80 年代初期的国际先进水平;在进一步开展喷灌、微灌技术的试点试验和示范的基础上,开始了较大规模的推广应用;群众在生产实践中创造的注水点灌保苗(东北俗称“坐水种”)和膜上灌技术得到逐步完善,作为简易局部灌溉技术,在适宜地区得到了大面积推广。不足之处是节水灌溉技术的研究与推广多偏重单项技术,影响了节水效果。

20 世纪 90 年代,党的十四届五中全会和十五届三中全会相继提出“大力普及节水灌溉技术”和“大力发展节水农业,把推广节水灌溉作为一项革命性措施来抓,大幅度提高水的利用率,努力扩大农田有效灌溉面积”等指示精神,极大地促进了我国节水灌溉的发展。20 世纪 90 年代初期,先后从以色列、美国、澳大利亚等国引进了微喷灌、滴灌、脉冲微灌等设备生产线,并在学习、借鉴、消化吸收国外先进节水灌溉技术的基础上,组织国内节水灌溉设备生产企业自主研制了具有 90 年代初期国际先进水平、适合我国国情的滴灌、微喷灌等设备和技术。“九五”期间,节水农业技术与示范被列入国家攻关项目,从节水灌溉技术的节水机制、节水灌溉制度、水资源合理利用、节水灌溉设备等全方位进行深入与综合研究。美国、以色列、奥地利、意大利、法国、澳大利亚等国家的节水灌溉设备生产企业也纷纷进入我国节水灌溉设备市场推销产品,并在全国各地建立了一些节水灌溉示范工程。很多省、市先后引进了一些国外较为先进的节水灌溉技术。通过技术引进、消化和吸收,我国也已能生产各种不同类型和系列的移动管道式喷灌系统、卷盘式喷灌机、中心支轴式喷灌机、平移式喷灌机、第四代滴灌设备、微喷灌设备、脉冲微灌设备、渗灌管,各种机、泵、管、带、阀和首部控制系统等节水灌溉设备。国家还加大了扶持力度,提供了大量专项节水贴息贷款和专项建设资金,建设了一批节水增产重点县和节水灌溉示范项目,进行了大型灌区续建配套与节水改造,使节水灌溉进入了快速发展的新阶段。在雨水集蓄利用方面,开展了较大范围的试点示范工作,甘肃省定西、天水、平凉等 10 个地区(市),宁夏南部地区 10 个县以及陕北、山西、河南、北京等地都建立了相应的试点。通过大范围试点示范,使雨水集蓄利用工作从单项集雨技术变成农业系统集成技术,从传统集雨利用走向高效利用,从理论探讨、技术攻关走向实用阶段,从零星试点示范形成规模发展,雨水集蓄高效利用工作开始全面展开。

进入 21 世纪,节水灌溉得到了国家及各有关部门的高度重视,“十五”期间国家加大了对发展节水灌溉的投入。“十一五”期间,国家对节水灌溉工程建设投入更是逐步加大,大型灌区续建配套与节水改造、中央财政小型农田水利工程建设补助专项资金等农田水利重点项目资金规模增长较快。据不完全统计,2007~2010 年平均每年从水利部门下达的节水灌溉工程中央投资达到 94.7 亿元,国土整治、农业综合开发、商品粮基地、病险水库除险加固等相关工程间接投资达到 118.5 亿元,平均每年节水灌溉投入共计达到 213.2 亿元。在此 10 年间,科技部分别启动了“农业高效用水科技产业示范工程”、“现代节水农业技术体系及新产品研究与开发”、“大型农业灌区节水改造工程关键支撑技术研究”、“现代节水农业技术与产品”等重大科技项目。通过对这些项目的实施,提高了我国节水灌溉的应用基础理论研究水平,推广了先进实用的技术,开发出了一系列节水灌溉产品与新材料并实现了产业化生产,在全国范围内建设了一批

不同类型的现代节水农业技术示范区,形成了一批技术成熟、推广价值高、示范作用显著的技术储备,在大中型灌区续建配套与节水改造、小型农田水利工程建设、节水灌溉示范等项目中进行试点、示范,有力地促进了全国节水灌溉事业的快速发展,掀起了一个大规模发展节水灌溉的新高潮。

二、发展现状

截至 2010 年年底,全国节水灌溉工程面积达到 4.10 亿亩,其中渠道防渗输水灌溉面积 1.74 亿亩,低压管道输水灌溉面积 1.00 亿亩,喷灌面积 0.45 亿亩,微灌面积 0.32 亿亩,其他节水灌溉工程面积 0.59 亿亩。同时,以改造沟畦灌、水稻控制灌溉为主的节水技术措施也得到了广泛的应用,全国每年推广的面积达到 1 亿亩以上。

纯井灌区节水灌溉发展的比重较大,节水灌溉工程面积达到 1.36 亿亩左右,约占全国井灌面积的 51%,占全国节水灌溉工程面积的 1/3。在喷灌面积中,管道式喷灌占 60%,轻、小型喷灌机组喷灌占 26%;大、中型喷灌机喷灌占 14%。近年来,由于土地规模化经营的带动,大、中型喷灌机在内蒙古自治区、宁夏回族自治区、黑龙江省等地发展较快。微灌面积中,大田作物占 81%、设施农业面积占 19%。大田作物微灌面积主要集中在新疆及西北和东北地区。

从区域上看,北方地区对低压管道输水灌溉、喷灌、微灌等先进节水灌溉技术推广应用程度较高,北方 15 个省(自治区、直辖市)共计发展 16 336 万亩,占全国低压管道输水灌溉、喷灌、微灌节水灌溉工程面积的 92%。东北、西北、华北(黄淮海平原)等北方地区喷灌和微灌面积最大,约占全国喷微灌总面积的 93%。东北地区喷灌面积发展很快,约占全国总喷灌面积的 60%;西北地区微灌面积发展迅速,约占全国微灌总面积的 79%;华北地区低压管道输水灌溉面积最大,约占全国低压管道输水灌溉面积的 68%。从分省(自治区、直辖市)情况看,北京市对低压管道输水灌溉、喷灌、微灌等先进节水灌溉技术应用程度最高,占灌溉面积的 78%;山西、河北次之,分别占灌溉面积的 50%、45%。从技术分类上看,黑龙江省喷灌面积最大,约占全国总喷灌面积的 30%;新疆维吾尔自治区微灌面积最大,约占全国总微灌面积的 76%;河北省低压管道输水灌溉面积最大,占全国低压管道输水灌溉面积的 30%。

在节水灌溉技术推广方面,已初步形成了生产企业、科研单位、大专院校结合,基础理论研究、应用技术开发、产品设备制造相配套,覆盖国家、省、市、县和基层乡(镇)三级的节水灌溉技术推广服务体系。许多先进技术和科研成果逐步转化为生产力,为生产单位和农民提供服务,提高了我国节水灌溉的技术水平。

节水灌溉的发展还带动了节水灌溉设备、材料的生产。截至 2010 年年底,全国从事先进节水灌溉设备制造、产品营销、工程施工和技术服务的企业已逾千家(包括境外企业在中国的代表机构和独资、合资企业),其中制造类企业约占总数的一半,生产制造能力基本能够满足国内市场需求。

三、取得的成效

(1) 显著提高了水资源利用效率。