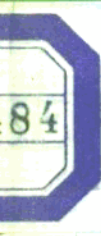


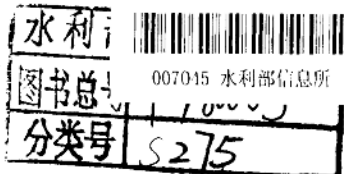


水利部农村水利司
主编



中国农业出版社





节 水 灌 溉

水利部农村水利司 主编

中 国 农 业 出 版 社

《节水灌溉》编委会

主 任：陈 雷

副主任：冯广志

委 员：沈秀英 任晓力 史 群

窦以松 王晓玲 曲 强

审 稿：冯广志 沈秀英 董冠群

董其林 任晓力 史 群

ZN63/04

节 水 灌 溉

水利部农村水利司 主编

* * *

责任编辑 林新华

中国农业出版社出版（北京市朝阳区农展馆北路2号 100026）

新华书店北京发行所发行 北京市密云县印刷厂印刷

787mm×1092mm16 开本 14.75 印张 330 千字

1998年7月第1版 1998年7月北京第1次印刷

印数 1~3000 册 定价 18.00 元

ISBN 7-109-05301-6/S·3370

（凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换）

集思广益把我国节水灌溉推向新阶段

(代序)

我国是一个水旱灾害频繁、水资源短缺的国家,虽然水资源总量居世界第6位,但人均水资源占有量只相当于世界人均水平的1/4,居世界第110位,被联合国列为世界上13个贫水国之一。由于有限的水资源在时空上分布很不均匀,南多北少,东多西少,夏秋多,冬春少,加之水土资源组合错位,占国土面积60%以上的北方地区拥有的水资源量不足全国总量的20%,季节性、区域性干旱缺水问题十分突出,农业的发展在很大程度上取决于灌溉的发展。

新中国成立后,在党和政府的领导下,全国各族人民发扬自力更生、艰苦奋斗的精神,积极兴修水利,大搞农田水利基本建设,发展灌溉农业,取得了显著成绩。目前,全国共建成各类水库8.5万座,万亩以上灌区5562处,机电井317万眼,各类排灌泵站50万座,机电排灌动力装机达到6824万千瓦。全国农业总供水量从1949年的1000亿 m^3 增加到4000亿 m^3 ,灌溉面积从1600万 hm^2 增加到5113.3万 hm^2 。在占全国耕地总面积1/3的灌溉面积上,生产的粮食、棉花、蔬菜分别占全国粮食、棉花、蔬菜总产量的75%、80%和90%。灌溉的发展,为农业乃至整个国民经济和社会的发展提供了重要保障。我国之所以能以占世界7%的耕地养活占世界22%的人口,正是由于农田灌溉发挥了至关重要的作用。

目前,我国灌溉发展中也还面临着一些突出的矛盾和问题,一是水资源严重短缺。近

十年来,随着人口的增加和经济的发展,大量农业用水转向城市、工业及乡镇企业,而农业生产规模却在不断扩大,致使农业供水严重不足。据粗略估算,全国灌区年缺水约300亿 m^3 ,每年因缺水而少收粮食350~400亿 kg ;还有0.8亿 hm^2 的旱地完全靠自然降水补给,干旱缺水已成为我国国民经济和社会发展的主要制约因素,在北方地区表现尤为突出。二是灌溉方式落后,农业用水的有效利用率低,浪费严重。由于农业灌溉技术落后,灌溉设施老化失修、效益衰减,有限的水资源得不到充分利用。目前,农业灌溉用水的有效利用率只有30%~40%,水份生产率只有1 kg 左右,每年要白白损失大量的宝贵水资源。农业用水占全国总用水量的73%,农业节水的潜力很大。

党的十四届五中全会通过的《建议》明确要求,在全国大力普及节水灌溉技术。江泽民总书记在党的十五大报告中又再次强调“大力推进科教兴农,发展高产、优质、高效农业和节水农业”。李鹏总理指出:中国非搞节水农业不可,要大力推广喷灌等节水灌溉技术。我们要认真贯彻党的十五大精神、江泽民总书记和李鹏总理的指示,把发展节水农业和普及节水灌溉新技术作为实现两个转变,实施两大战略的重要内容来抓,坚持开源与节流并举,建设与管理并重,大、中、小、微相结合,采取各种有效措施,从投入、科技和政策等方面向节水灌溉进行倾斜,加快节水灌溉普及的步伐。

近几年,我国的节水灌溉事业有了很大发展,目前,全国节水灌溉面积已达到2533.3万 hm^2 ,其中工程节水面积1666.6万 hm^2 ,非工程节水措施面积866.6万 hm^2 。经国务院批准,“九五”期间计划在全国发展节水灌溉工程面积666.7万 hm^2 ,建设300个节水增产重点县、节水型井灌区和高标准节水增产示范区,以点带面,推动全国节水灌溉普及工作的开展,以缓解农业干旱缺水的状况,建立节水型的高产、优质、高效、低耗农业,实现本世纪末粮食产量达到5000亿 kg 的增产目标。

过去20多年来,我们在节水灌溉技术的研究与示范推广、设备的开发和生产等方面做了大量工作,取得了很大成绩,积累了一定的经验,初步形成了具有中国特色,适合国情的节水灌溉模式和技术体系。由于我国节水灌溉工作起步较晚,经历过几次起伏,与国外相比还有很大的差距。目前,节水灌溉在理论研究、规划设计、系统选型、设备生产、工程建设、灌溉制度和用水管理等方面都还存在不少问题,需要进一步总结经验,吸取教训,发扬成绩,加大科技合作、攻关、交流与研讨的力度,学习和借鉴国内外各种先

进节水灌溉技术和经验,尽快提高我国节水灌溉技术水平。

为了更好地指导和推动全国节水灌溉事业的发展,尽快普及先进、适用的节水灌溉技术,提高我国节水灌溉技术水平,经过五个多月的准备,在有关单位和来自水利、农业、农机等部门专家的支持下,我们于1997年6月10日至14日在北京举办了“全国节水灌溉农业高效用水高级研讨班”。参加研讨班的都是来自各省、市水利厅、局,科研院所,大专院校,设备生产企业和节水灌溉第一线,具有丰富实践经验和较高理论水平的专家、学者和技术人员。为了开好这次研讨会,有些省市还针对有关问题进行了深入的调查研究,完成了专题调查报告。现将这次研讨班上的37篇论文和19篇专题调查报告汇集成册,供全国从事节水灌溉的同志和300个节水增产重点县的同志们学习、借鉴和参考。限于时间和编者水平,不妥之处在所难免,敬请大家多提宝贵意见。

农村水利司司长 陈雷

1998年1月28日

目 录

集思广益把我国节水灌溉推向新阶段 (代序)	陈 雷	 屈城乡 董体龙 琚东升 (82)
绪 论	(1)	论我国的农田沟、畦灌溉技术的 完善与改进
节水灌溉体系和正确处理节水灌溉工作 中的几个关系	冯广志 (4)	渠道防渗工程技术简述
中国节水灌溉的科研现状		李安国 (92)
..... 杨 刚 吴涤非 (11)		汪水灌溉(含坐水种)技术简介
论农业高效用水模式	贾大林 (16)	 刘永汉 袁辅恩 (96)
论近年来灌溉技术的变革	余开德 (23)	膜上灌经济效益与技术改进
中国节水灌溉技术推广与发展状况 综述	陈大雕 (27)	 米孟恩 (98)
试论我国农业高效用水技术指标 体系	李英能 (33)	宁南山区雨水集流节水灌溉技术推广 的调查报告
我国节水灌溉标准及标准化		李克文 (105)
..... 窦以松 (38)		新疆渠道防渗建设
我国节水灌溉设备综述	李世英 (44)	彭 俊 (108)
稻田灌区节水措施	钱佩杰 (49)	渠道测流发现的问题
河南省“九五”期间节水灌溉 技术路线	张成志 (54)	 刘伏英 沈章云 谭 凯 (111)
山西省“九五”期间发展节水灌溉技术 的对策与建议	山西省水利厅 (56)	井灌区低压管道输水有关技术 浅议
建立农业高效用水的完整体系 促进 吨粮田建设		余 玲 (115)
..... 山东省桓台县水利水产局 (60)		渠灌区管道输水灌溉技术
国外灌溉节水技术的进展及其启示		 周福国 王彦军 (119)
..... 周卫平 (65)		河北省发展低压管道输水技术效益显 著
谈谈我国灌溉科技总体水平与世界先进 水平的差距	吴景社 黄宝全 (69)	宋 伟 王玉坤 赵拥军 (124)
以色列农业高效用水技术	李光永 (74)	山东省低压管道输水技术应用的调查 报告
圆形和平移式喷灌机在国外的应用 金宏智 (78)		山东省水利厅农水处 (128)
级盘式喷灌机应用现状的调查报告		管道式喷灌在我国的应用和发展 吴涤非 (131)
		大型喷灌机技术在我国的应用与 发展
		金宏智 (136)
		略谈我国的卷管式喷灌机的开发和 应用
		王综武 (141)
		轻小型喷灌机组在我国的应用
		 许炳华 (148)
		半固定管道式喷灌推广应用的调查 报告
		徐小元 何 浩 (151)
		新疆自压喷灌
		朱志新 (153)

河南郑县恒压喷灌系统运行状况的 调查报告	廖永诚 (157)	报告	秦德刚 王培兴 (194)
黑龙江查哈阳农场大型喷灌机应用情况 的调查报告	冯 平 董文芝 (161)	柑桔固定式喷灌的调查报告	 四川省水电厅农水局 (197)
大型自走式喷灌机的使用情况简述	河北省宁晋县大曹庄农场 (164)	温室大棚微灌工程技术应用调查	 胡启中 张兴帮 (199)
大型自走式喷灌机在农场的应用		应用滴灌技术的调查报告	 高 杨 吕义明 (202)
微喷灌技术在我国的应用与发展	徐茂云 (170)	广西千万亩水稻节水灌溉技术开发的 意义及效益	吴锡瑾 高时端 (205)
我国微灌系统首部枢纽现状	董文楚 (174)	土壤墒情监测与灌水预报 ...	刘培斌 (211)
“小管出流”灌溉技术.....	刘斐谷 (179)	灌溉水的重复利用	 余开德 黄宝全 (215)
大田作物滴灌的研究与应用		灌区水量量测技术与节水 ...	朱嘉英 (218)
.....	刘云发 (182)	“FA 旱地龙”抗旱增产效果显著	 王志民 王晓玲 (222)
微灌技术发展中的问题	付 琳 (188)	劣质水在灌溉中的应用	谢家恕 (226)
燕山滴灌技术	邱为铎 (191)	湖南省水稻控水增产技术研究与推广 应用 ...	湖南省水利水电厅水管处 (229)
上海市郊蔬菜喷灌发展情况的调查			

绪 论

为了更好地指导“九五”期间 300 个节水增产重点县的建设,推动全国节水灌溉事业健康持续发展,为各地制定节水灌溉技术规划与设计提供科学依据,水利部农村水利司于 1997 年 6 月 10 日至 14 日在北京举办了“全国节水灌溉农业高效用水高级研讨班”。来自水利、农业、农机等系统有关科研院所、高等学校、水利水电(局)、节水灌溉设备生产厂家和经销公司等 39 个单位,长期从事节水灌溉工作的 50 多名专家、教授和科技人员参加了研讨班。研讨班共收到重点专题论文 44 篇,配合重点专题的典型调查报告 19 个。研讨班上,部分专家就节水灌溉农业高效用水所涉及的重点技术问题作了专题报告;分组进行了讨论研究。就节水灌溉的内涵交换了意见;肯定了推广节水灌溉技术中取得的成绩,找出了存在的问题;推荐了适合不同自然地理条件、不同社会经济发展水平的各种节水灌溉技术方案;提出了尽快提高我国节水灌溉总体技术水平的建议和对策。

(一)

水是人类生存活动须臾也离不开的最基本的要素之一。在人均水资源占有量排世界第 110 位、仅为世界平均水平 1/4 的我国,随着经济的发展,人口的增加,社会的进步,工业和城市用水量激增,农业用水量占全国总用水量的比重,已从 80 年代初的 85% 降到目前 73% 的水平。农业用水供需矛盾日益突出。干旱缺水成为制约我国农业发展的主要因素之一。一方面农业缺水,另一方面农业

用水浪费现象又普遍存在。农业灌溉节水潜力很大。走内涵发展的道路,通过普及节水灌溉,提高灌溉用水的利用率和利用效率,无疑是解决农业用水危机和缓解我国水资源供需矛盾的有效途径。

专家们感到欣慰的是,40 多年来,我国在农田灌溉工程建设及用水管理方面做了大量工作,取得一定成绩。如:在灌区坚持不懈地推广渠道防渗技术、渠系优化配水、平整土地、改进沟畦规格,降低灌水定额的技术;80 年代中期以后,北方井灌区广泛推广低压管道输水技术、喷灌微灌等先进灌水技术。据 1992 年统计:全国共有节水灌溉工程面积 0.133 亿 hm^2 (2 亿亩),其中喷灌面积 80 万 hm^2 (1 200 万亩),微灌面积 3.33 万 hm^2 (50 万亩),低压管道输水灌溉面积 266.7 万 hm^2 (4 000 万亩)。防渗衬砌渠道长度 55 万 km ,占渠道总长度的 18%,控制面积约 0.1 亿 hm^2 (1.5 亿亩)。节水灌溉的迅速发展,不仅在改善农业生产条件提高抗旱能力,促进农业稳产高产发挥了巨大的作用,而且许多灌区把节省下来的水,支援工业和城镇建设,为缓解我国水资源供需矛盾,促进国民经济发展也做出了贡献。

近几年,党中央国务院和各级政府对节水灌溉更加重视,党的十四届五中全会关于国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标的建议中,明确提出要大力普及节水灌溉技术,先后制定了一系列新的措施,“九五”期间在全国建设 300 个节水增产重点县和节水型井灌区;国家计委与水利部安排专项资金,支持各省建设一批高标准节水灌

溉示范区；国家科委把《农业节水技术与示范》列为“九五”重点攻关项目；中国人民银行和中国农业发展银行对节水灌溉安排了专项贷款，中央财政和地方财政给予贴息；河北省政府将1997年定为“节水年”；山东省给每个节水增产重点县补助100万元资金。广播、电视、报刊、杂志等各种新闻媒体对节水灌溉也加大了宣传力度。各级干部和广大群众的节水意识逐渐增强，多方筹集资金，投工投劳，修建节水灌溉工程，一个大力普及节水灌溉的新高潮正在形成。

专家们中肯地指出：从发展节水灌溉的实践中，特别是从300个节水增产重点县建设的情况看，还存在一些不容忽视的问题，主要表现是：对于当前应重点普及哪些节水灌溉技术；如何因地制宜地普及节水灌溉技术；在普及节水灌溉技术中要注意哪些问题，有待统一认识；有的地方对节水灌溉技术的指导思想不明确，决策缺乏科学论证；有关节水灌溉的技术标准体系不健全；质量监督体系不能充分发挥作用；有些器材、设备的性能和质量还不能让用户满意；有些示范项目技术含量不高，工程质量差；技术培训和技术推广服务工作没有受到应有的重视；节水管理工作比较薄弱；科研存在着选题方向不明确和水平重复等。

(二)

针对存在问题，结合专题报告和调查报告在理论，以及实践中总结的经验，专家们从不同角度，献计献策，提出了许多宝贵意见和建议，归纳起来有以下几个方面。

1. 在选择和确定节水灌溉技术方案时，要贯彻因地制宜的原则，进行科学的论证，切忌一刀切。要注意工程措施和非工程措施的结合；水利措施和农艺措施、管理措施的结合，形成节水灌溉的技术集成；注意所确定的节水灌溉技术与当地经济发展水平、生产

经营管理体制、农民科学文化素质相适应；当有多种节水灌溉技术形式同时适用时，应在技术经济比较和社会效益、环境效益分析的基础上，选择投资适中、技术先进，实用而易于掌握的形式。

就目前我国国情，在不同类型地区可选不同形式的节水灌溉技术：

(1) 地表水源灌区，输配水系统应以渠道防渗为主，有条件的地方，在支渠以下也可采用管道输水；田间节水技术可根据不同情况分别选择：水田应积极推广“浅、湿、晒”和旱育稀植等控制灌溉技术；旱作区，应以平整土地、改造沟畦规格为主，有条件的地方可积极发展喷灌，蒸发强烈的地区可发展膜上灌技术。

(2) 井灌区，输、配水系统应以采用管道输水技术为主，也可采用U型混凝土渠道防渗；田间节水可针对不同条件分别采用小畦灌、细流沟灌、半固定或移动管道式喷灌和小型机组移动式喷灌等方法。

(3) 果园、苗圃、露地蔬菜、保护地蔬菜、以及某些经济作物，可优先选用喷灌、微灌等技术。

(4) 在春季严重干旱，水源匮乏的地区，为抗旱出苗保苗可采用注水灌(含坐水种)技术。

(5) 多年平均降雨量在250mm以上的旱塬区，可推广雨水集蓄加微灌技术。

(6) 在实现适度规模经营的地方可采用卷盘式喷灌机。大型国营农场和新疆生产建设兵团以及草原牧场，可采用圆形、平移或滚移式喷灌机。在地形条件具备的地方，宜发展自压喷灌。

应当特别指出的是，目前和今后一段时间内，我国节水潜力最大的是在已建成的地面灌区。应在不断完善输配水系统和田间节水工程的同时，结合采用适宜的农艺节水技术措施和节水管理措施。

在农业灌溉中，既要重视节流，也应努力开源。应积极创造条件，利用微咸水和处理后达到灌溉水质标准的污水水进行灌溉。

2. 推广节水灌溉技术要注重实效。农民是节水灌溉的投资者、实施者、受益者，一定要让农民从节水灌溉中真正得到实惠，要把政府关注的节水社会效益和农民关心的增产增收统一起来，调动农民和其他各个方面从事节水灌溉的积极性。

3. 建立健全组织领导、技术指导和推广服务体系。把节水灌溉的推广由部门任务变为职能部门行为。在普及节水灌溉技术宣传中，应注意正确导向。要加强对节水灌溉工作的技术指导，落实技术推广经费，通过各层次的技术培训，把节水灌溉技术真正交给基层水利人员和广大农民。建立科研、生产、管理三结合的技术推广服务队伍和管水队伍，设立示范点、示范片，制定各项规章制度，以促进节水增产目标的稳步实现。

4. 狠抓节水灌溉器材、设备和工程的质量，加强技术监督保证体系。要按照“实用、成套、先进、可靠”的原则，组织各类节水灌溉器材和设备的生产。要加强专用材料和基础件的研究。通过扶持重点企业，改善加工条件，完善检测手段，加速实现节水灌溉器材、设备的产业化进程。对于引进国外先进技术与设备，要积极“消化、吸收、改进、创新”，加快实现国产化。要严格按照技术规范要求，进行节水灌溉工程的规划设计、施工安装以及运行管理，提高工程技术质量。

5. 鉴于目前在普及节水灌溉中采用的技术多是“六五”、“七五”、“八五”期间科技攻关成果，加上近年来科研投入不足，资金分散使用，节水灌溉的技术储备愈来愈少，对此要有危机感和紧迫感。要充分认识节水灌溉科研工作公益性较强和跨学科、技术比较密集的特点。大幅度增加节水灌溉科研攻关投入，选准攻关重点，避免低水平重复立项。改善科研条件和科技人员待遇，做到依靠科技进步，促进节水灌溉事业的发展。

6. 加强水利工程供水具有商品属性的宣传，增强全社会的节水意识，加快水费改革，完善有利于促进节水灌溉发展的政策、法规。加强量水技术和设备的研究，尽快实现按成本收取水费。运用政策法规和经济杠杆作用，推动节水灌溉发展。

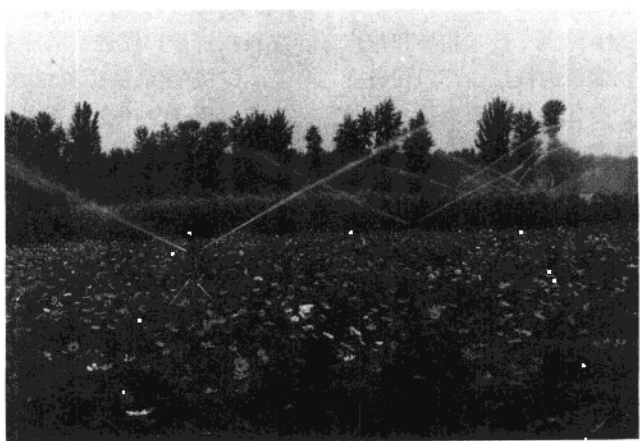
7. 国家和各地安排的不同类型节水灌溉示范区和样板工程，要有一定的科技含量和超前示范、引导意义。既不要低标准、低水平的粗放型建设，也不要脱离国情、盲目攀高求洋。应当从各地的实际出发，高起点、高标准、高质量、高效益，使它们对当地节水灌溉技术的推广应用，真正起到样板和指导作用。

8. 目前国家对节水灌溉的扶持力度不够。从中央到地方对主要依靠自筹资金、使用贷款完成节水和增产粮食任务的农民应给予一定的财政补助，贷款的贴息比例应高一些，贴息年限应长一些。希望能引起有关部门的重视。

节水灌溉体系和正确处理节水灌溉工作中的几个关系

冯广志

(水利部农村水利司)



一、节水灌溉的内涵及其在农业和国民经济发展中的作用

节水灌溉是根据作物需水规律及当地供水条件,为了有效地利用降水和灌溉水,获取农业的最佳经济效益、社会效益、生态环境效益而采取的多种措施的总称。

在我国,人们习惯用“节水”这一提法,更确切的提法应当是“高效用水”,国外同行多用后者。节水是相对的概念,不同的水资源条件,不同的气候土壤地形条件和社会经济发展水平,对节水有不同的要求。因此不同国家、不同地区、不同历史发展阶段,节水标准是不同的。

节水灌溉,主要是对符合一定技术要求的灌溉而言。节省灌溉用水,首先要提高天然降水利用率,同时把可以用于农业生产的

各种水源,如地面水、地下水、灌溉回归水、经过处理以后的污水以及土壤水等都充分、合理地利用起来。广义的节水灌溉包括了农业高效用水的许多措施,如雨水蓄集、土壤保墒、渠井结合、渠系水优化调配、农艺节水、用水管理等。

灌溉工作的主要任务之一是提高水的有效利用率,促使农业稳产高产。在建立社会主义市场经济体制,加快实现“两个根本性转变”的新形势下,普及节水灌溉意味着农业灌溉从粗放经营管理转向集约经营管理。大力普及节水灌溉,是进一步改善农业生产条件,缓解农业用水供需矛盾的需要,是加强农业基础设施建设,促使农业高产优质高效的有效措施,是农田水利基本建设的主要内容之一,节水灌溉已成为农田水利工作的主阵地。

千百年来,农田灌溉总是由农民用铁锹凭经验管水,对水的控制能力很低。现代的节水灌溉,特别是喷、滴灌技术,大量采用高分子材料、自动控制、计算机数据处理等先进科学技术和器材设备,能够科学地、有效地控制灌水时间、灌水量、灌水均匀程度等,大大促进了农田水利的科技进步,提高了灌溉的科技含量,节水灌溉已成为水利现代化的主要标志之一。普及节水灌溉不仅要研究作物需水与灌水,还要研究开发一系列与之密切相关的新材料、新设备、新工艺、新技术,节水灌溉具有跨学科、综合性、边缘性的特点。普及节水灌溉需要大量塑料管、塑料薄膜、薄壁铝管、镀锌薄壁钢管、喷灌机、滴灌设备等,这就带动和促进了新兴产业的发展。节水灌溉为农作物创造了比较适宜的水分条件,通过水的作用,影响土壤的肥、气、热等因素,促使作物稳产、高产,先进的灌水技术促进了农业耕作栽培技术改革、良种培育,节水灌溉与农机、施肥、植保、良种等其他现代农业科技相配套,成为农业现代化不可缺少的组成部分。普及节水灌溉,无论是比较简单的渠道防渗、管道输水,还是机械化自动化程度较高的喷灌、微灌,都不同程度地减轻了农民用于平地、挖渠、灌水的劳动强度和用工,节省出大批劳动力转向乡镇企业和其他行业,促进农村产业结构调整、农村经济发展和社会进步。普及节水灌溉,还促使水资源优化合理配置,节省出的部分水用于工业和城镇生活,缓解了城市和工业用水供需矛盾,为国民经济快速、健康、持续发展创造了条件。普及节水灌溉,可以减少地下水超采地区的地下水提取量,缓解由于水资源过度开发造成生态环境恶化的地区的用水矛盾,增加保护环境所需用水,是实现农业和国民经济可持续发展的得力措施。普及节水灌溉,还有利于促进人们在用水方面的思想观念更新,有利于水费改革,提

高用水管理水平,促进建立适应社会主义市场经济体制要求的供水、用水、节水、管水新机制。

节水灌溉是我国农业用水发展史上意义深远的一场重大变革。

二、节水灌溉体系

节水灌溉的最终目的是以最少的水量消耗获取尽可能多的农作物产量、最高的经济效益和生态环境效益。节水灌溉是一个完整的体系,由以下几部分组成:

(一) 水源开发与优化利用技术

1. 雨水集流技术 在我国北方干旱缺水地区,采取各种措施把有限的降雨汇集存储起来,供农村人畜饮水和农作物灌溉用。其主要做法有:

(1) 水窖 选择有一定产流能力的坡面、路面、屋顶,或经过夯实防渗处理的地方作为雨水汇集区,将雨水引入位置较低的水窖内储存。单个水窖蓄水量一般为 $30\sim 50\text{m}^3$ 。

(2) 蓄水池 在渠旁、村庄附近选择有可能汇集降雨径流或调蓄山泉、溪水的天然洼地或人工挖成蓄水池,实行蓄引结合,长蓄短用;还可以用渠道将各蓄水池串连起来形成“长藤结瓜”式系统。蓄水池容积从几百立方米到几千立方米。为减少渗漏,池底及池壁应进行防渗处理。

(3) 塘坝 在有较大汇水面积的洼地、溪谷筑坝拦蓄水。在我国南方一般称这种蓄水能力在 10万 m^3 以下的微型水库为“塘坝”。由于蓄水量较多,塘坝的拦水坝,取水及排洪建筑物等应参照小型水库的技术要求进行正规设计和施工。

2. 劣质水利用技术 在水源十分紧缺的地区,对一些劣质水源,如微咸水、污水等,在搞清水质的基础上,可根据土壤积盐状况、农作物不同生育期耐盐能力,直接利用微咸水进行灌溉,或者咸淡水掺混后使用。

利用微咸水灌溉时，特别要注意掌握灌水时间、灌水量、灌水次数，同时与耕作栽培技术措施密切配合，防止土壤盐碱化。城市或工矿企业排放的废水含有各种重金属元素、有害无机物或有机化合物、病原生物等，必须经过严格净化处理达到灌溉水质标准后，才能用于灌溉非直接食用的农作物。污水处理需要专门的技术与设施。我国有些地区直接引用污水进行灌溉或处理后的污水未达标准，即用来灌溉蔬菜等食用作物，不仅引起农业环境的污染，而且危害人体健康，应当引起重视。

3. 灌溉回归水利用技术 一些灌区渠系和田间产生的渗漏水、退水、跑水可收集起来作为下游地区的灌溉水源。使用回归水之前，要化验确认其水质是否符合灌溉水质标准。

4. 井渠结合——地表水、地下水互补技术 有些自流灌区在干旱季节地表来水少，轮灌周期长，供水不足，可采用井渠结合，打一部分机电井，提取地下水补充地表水的不足。而抽取地下水以后，地下水位降低，又能起到“腾空”地下库容，增加雨季降水及灌溉水入渗补给地下水的作用。地表水、地下水两者互为补充，提高了水资源的有效利用率。

5. 储水灌溉技术 把河流冬季多余的闲水引到田间灌溉，存储到土层中，供春季作物吸收利用，以缓解春季河流来水不足与供水紧张的矛盾。在南方地区也可将冬季的雨水、灌溉水储蓄于水田中，称为冬水田，以供次年春耕之用。

(二) 节水灌溉工程技术 它是节水灌溉技术的主体，主要有：

1. 喷灌技术 喷灌是把由水泵加压或自然落差形成的有压水通过压力管道送到田间，再经喷头喷射到空中，形成细小水滴，均匀地洒落在农田，达到灌溉的目的。喷灌几

乎适用于除水稻外的所有大田作物，以及蔬菜、果树等。它对地形、土壤等条件适应性强。在多风的情况下，会出现喷洒不均匀，蒸发损失增大的问题。与地面灌溉相比，大田作物喷灌一般可省水 30%~50%，增产 10%~30%。最大优点是使农田灌溉从传统的人工作业变成半机械化、机械化，甚至自动化作业，加快了农业现代化的进程。

2. 微灌技术 微灌是通过管道系统与安装在末级管道上的灌水器如滴头或微喷头，将有压水按作物实际耗水量适时、适量、准确地补充到作物根部附近土壤进行灌溉，它把灌溉水在输送过程中以及到了田间以后的深层渗漏和蒸发损失减少到最低限度，使传统的“浇地”变成“浇作物”。由于它只向作物根区土壤供水，故也称其为局部灌溉。微灌可分为微喷灌、滴灌等。微灌是用水效率最高的节水技术之一。它的另一特点是可以把作物所需养分掺混在灌溉水中，在灌水的同时进行施肥，既减少用工又提高肥效，促使作物增产。以色列、美国等国家的微灌技术达到了很高的水平，基本实现了灌溉过程自动化，但是造价昂贵，因此主要用于大棚和温室的蔬菜、花卉以及果树等高产值经济作物的灌溉。我国在学习、引进、消化吸收国外先进技术的基础上，初步形成了自己的产品生产能力。

3. 渠道防渗技术 我国各类灌区渠道总长度达数百万公里，大多数为土渠，水的渗漏损失很大。为了减少输水过程中的这部分损失，采用建立不易透水的防护层，如混凝土护面、浆砌石衬砌、塑料薄膜防渗等多种方法，进行防渗处理，既减少了水的渗漏损失，又加快了输水速度，提高浇地效率，深受群众欢迎，成为我国目前应用最广泛的节水技术之一。与土渠相比，混凝土护面可减少渗漏损失 80%~90%，浆砌石衬砌减少渗漏损失 60%~70%，塑料薄膜防渗减少渗漏

损失 90% 以上。

4. 低压管道输水技术 用塑料或混凝土等管道输水代替土渠输水,可大大减少输水过程中的渗漏和蒸发损失,水的利用率可达 95%。另外还可减少渠道占地,提高输水速度,加快浇地进度。由于缩短了轮灌周期,有利于控制灌水量,因而也有一定增产效果。管道输水系统通常由地下管道和地面移动管道(闸管)组成。如果不考虑将来发展喷灌的要求,通常采用低压管材。井灌区利用井泵余压可以解决输水所需压力问题,在我国北方井灌区低压管道输水技术推广较快。大型自流灌区如何以管道代替土渠输水,尚有若干技术问题待研究解决。

5. 膜上灌水技术 膜上灌水,俗称膜上灌,是在地膜覆盖栽培的基础上,把过去的地膜旁侧灌水改为膜上流水,水沿放苗孔和地膜旁侧渗水或通过膜上的渗水孔,对作物进行灌水。通过调整膜畦首尾的渗水孔数及孔的大小,来调整沟畦首尾的灌水量,可得到较常规地面灌水方法相对高的灌水均匀度。膜上灌投资少,操作简便,便于控制灌水量,加快输水速度,可减少土壤的深层渗漏和蒸发损失,因此,可以显著提高水的利用率。这种技术在新疆已大面积推广,与常规的玉米、棉花沟灌相比,省水 40%~60%,并有明显增产效果。

6. 抗早点浇技术 在我国东北和西南部分地区常因春季播种期干旱出苗率低而减产。苗期以后进入雨季,一般年份降雨基本可以满足作物生长对水分需要。为解决播种期土壤墒情不足问题,群众在实践中创造了抗早点浇——“坐水种”的方法,即在土坑内浇少量水,下种,覆土。过去靠人力作业,近年来已由机械将开沟、注水、播种、施肥、覆土等多道工序一次完成。

7. 沟畦灌水技术 渠道防渗和低压管道输水两项技术只解决减少输水损失问题,

田间灌水过程中还有很大节水潜力。沟畦灌已有漫长的历史,在当代科技发展日新月异的新形势下,一些新技术与之结合,使其重新焕发出生命力。例如,国外采用激光扫描仪控制平地机刀铲的吃土深度,可使地面高低差别控制在 $\pm 1\text{cm}$ 以内。另外缩短灌水沟长,采用涌流间歇灌水等都可使田间灌水有效利用率大幅度提高。这些先进技术在我国正在研究试验。目前生产上普遍推广的沟畦灌水技术是以人力为主,在精细平整土地基础上大畦改小畦,长沟改短沟,使沟畦规格合理化,可使灌水定额减少 $1/5\sim 1/4$,这种技术充分发挥了我国劳动力资源丰富的优势,花钱很少,技术简单易行。

8. 土壤墒情监测与灌水预报技术 用先进的科学技术手段,如张力计、中子仪、电阻法等监测土壤墒情,数据经分析处理后配合天气预报,预报适宜灌水时间、灌水量,做到适时适量灌溉,有效地控制土壤水分含量,达到既节水又增产的目的。这种技术要与其他节水技术措施配套使用。

9. 灌区输配水系统水的量测与自动监控技术 真正实现优化配水、合理调度、高效用水,还必须及时准确地掌握灌区水情,如水库、河流、渠道的水位、流量、含沙量乃至抽水灌区的水泵运行情况等技术参数,对几十万亩、几百万亩的大型灌区尤其必要。这是实施节水灌溉的基础技术工作。高标准的节水灌溉工程应在数据采集、数据计算机处理的基础上实现自动监测控制。

(三) 农业耕作栽培节水技术

1. 耕作保墒技术 采用深耕松土,镇压、耙耱保墒,中耕除草,增施有机肥,改良土壤结构等耕作方法,可以疏松土壤,增大活土层,增强雨水入渗速度和入渗量,减少降雨径流流失,切断毛细管,减少土壤水分蒸发,既提高天然降水的蓄集能力,又减少土壤水分蒸发,保持土壤墒情,是一项行

之有效的节水技术措施。

2. 覆盖保墒技术 在耕地表面覆盖地膜、秸秆等材料可以抑制土壤水分蒸发,减少降雨地表径流,起到蓄水保墒,提高水的利用率,促使作物增产的效果。这种技术除了保墒以外,还有提高地温、培肥地力、改善土壤物理性状的作用。覆盖的材料可以就地取材,用作物残茬、秸秆、草肥等。甘肃等地用砂石覆盖,叫做“砂田”。随着近代高分子材料工业的发展,塑料薄膜覆盖保墒栽培技术已广泛应用,成为保墒省水增产效果非常显著的新技术。据观测,地膜覆盖可增加耕作层土壤水分1%~4%,在干旱地区全生育期可节水1500~2250m³/hm²,增产40%以上。还可以施用特制的高分子化学物质如合成酸渣制剂等,在土壤表面形成一层覆盖膜,起到既阻隔土壤水分蒸发,又不影响降水入渗土壤的效果。

3. 施用化学制剂节水 施用化学制剂可以提高土壤保水能力,减少作物蒸腾损失。例如,喷施黄腐酸(抗旱剂一号)可以抑制作物叶片气孔开张度,使蒸腾减弱。又如,由具有强吸水性能的高分子材料制成土壤保水剂,它能使土壤在降水或灌溉后吸收相当自身重量数百倍、上千倍的水分,膨胀形成水分不易离析的凝胶,在土壤干旱时将所含水分慢慢释放出来供作物吸收利用,以后遇降水或灌水还可再吸水膨胀,重复发挥作用。我国从法国进口了少量这种保水剂,正在进行田间观测。

4. 优选抗旱品种,调整种植结构。

(四) 节水管理技术 用科学方法进行用水管理也可挖掘很大的节水潜力。只有在重视工程节水技术、耕作栽培节水技术的同时,重视和加强节水管理,才能收到事半功倍的效果。

1. 改进和完善灌溉制度,用节水型的灌溉制度指导灌水 广西等省、自治区推广的

水稻“浅、湿、晒”灌水技术为水稻生长创造良好的水、肥、气、热环境,既节水,又促进增产,比常规灌溉省水10%~20%,节水1500m³/hm²以上,增产5%~10%。

2. 制定适合不同地区自然和社会经济条件的农业节水技术政策,使干部和广大群众都明确在一定条件下应当优先采用哪些技术。

3. 制定和完善有利于节水的政策、法规例如确定合理水价,促使人们珍惜水、节约用水;制定鼓励和奖励政策,使为节水付出的代价得到合理补偿,奖励对节水做出贡献的单位和个人。

4. 建立健全节水管理组织和节水技术推广服务体系,完善节水管理规章制度,把节水管理责任落实到每项工程,每个干部职工,每个农民。总结交流推广先进经验,举办不同层次的节水技术培训班,普及节水科技知识,加强节水宣传,使节水观念深入人心,成为人们的共识和自觉行动。特别要重视对农民的培训教育,农民是直接用水者,应通过各种形式让农民参与灌溉用水管理,使其在节水灌溉工作中发挥更大的作用。

三、正确处理普及节水灌溉工作中的几个关系

(一) 节水与开源 缓解我国水资源危机,解决农业用水供不应求的问题,必须坚持节水与开源两手抓。节水与开源,都是为了更加科学、合理、有效地开发利用水资源,是一件事情的两个方面。节水与开源,两者相辅相成。在目前农田灌溉用水效率不高,损失浪费普遍存在的情况下,解决农业干旱缺水问题,首先要抓节水,这是费省效宏的办法,从这个意义上讲,节水比开源更重要。但是,节水只是把不应有的损失节省下来,它不能增加水资源量。减少渠道渗漏损失,对于灌溉水来说是节省,但对地上水、地下水

相互转化的水资源总量来说并没有节省。在一定的科技和自然经济社会条件下,节水是有限度的,作物生长发育消耗的水量以及合成单位重量干物质所需水量,大体上是个常数。因此,在水资源严重短缺,水的利用程度已经相当高的地方,必须想办法开辟新的水源。要发动群众多建分散的小型蓄水工程。有条件的地方,集中力量兴建骨干蓄、引、提工程、跨流域调水工程。新开辟的水源,代价较高,更要厉行节水。

(二) 速度与效益 在普及节水灌溉工作中,正确处理发展速度与经济效益两者之间的关系十分重要。条件允许的地方,能快尽量快,早实施早受益,多发展多受益。要增强紧迫感,克服畏难情绪和无所作为的思想。但是,在强调发展速度的时候,始终要把效益摆在第一位,效益是目的,有效益的工作才有生命力,才能使群众的积极性持续长久。效益好与差,要听群众的反映,要在实践中经得起时间的考验,不能只看一二年。如果一套喷灌设备只用三四年就坏了,滴灌设备使用三五年就出现堵塞、塑料管老化而报废,经济上是否合算就值得考虑。推广节水灌溉是技术性很强的工作,切忌“急功近利”,片面追求速度,搞高指标,强迫命令,一哄而起。一个地方每年能发展多少节水灌溉工程,除了主观努力外,还受资金、技术、经验、材料设备供应等客观条件的限制。四川省70年代末为了尽早实现山丘区水利化,不顾客观条件,土法上马,大搞喷灌,一年发展26.67多万 hm^2 。由于缺乏周密的规划设计,材料设备供应不上,建成的工程技术标准太低或不配套,二三年以后几乎全部废弃,造成了经济上的巨大损失。很长一段时间,农民一听喷灌就摇头。这个历史教训,应当认真吸取。

(三) 先进技术与简易方法 喷灌、滴灌等先进节水灌溉技术,不但水的利用率高,而

且还有很高的灌水劳动生产率和增产增收效果,它们吸收了大量的现代科技成果,代表了节水灌溉技术的最高水平,应积极推广应用。推广喷灌、滴灌要注意条件。如所需的材料、设备性能和质量是否过关,规划设计和使用的管理技术力量是否具备,作物种类、经营管理体制是否适合等。一般来说,滴灌、固定式喷灌不适用于大田粮食作物。

简易的节水技术,如“坐水种”、“小白龙”(薄膜塑料管输水)等,设施简单,方法易行。虽然技术含量不高,甚至算不上正规的灌溉,但它能解决当前生产中的实际问题,受群众欢迎,在节水灌溉中理所当然地占有一席之地,应当提倡推广。简易技术和“土办法”要符合最基本的科学原理。推广要有一定的程序,必须经过专家的严格评审鉴定,小面积试点,中间试验、示范,确实可行,再大面积推广。简易技术也可以发展成先进技术,如吉林省研制开发的“坐水种”播种机,把人工点浇播种变成机械化点浇播种。

(四) 节水的社会效益与经济效益 政府强调节水比较多的是从宏观上考虑水资源供需矛盾,改善农业生产条件,增加粮食产量。对于节水实施者——农民来说,由于节水的增产和产生的经济效益有限,水费标准又不可能定的很高,农民关心的往往与政府有所不同,可能对节水的其他效益更感兴趣。例如,对管道输水和喷灌,农民反映说:土渠输水地面灌溉,渗漏加跑水,几个小时水还进不了地,现在闸一合,水就进地了,节省了电费,缩短了浇地周期,过去二三十天才能浇一遍,现在7天就轮一回;过去要男劳力昼夜在田间沿渠巡视、改畦口,现在有个妇女劳力就行,甚至由喷灌专业队完全代劳。节水的效益比较多地体现为社会效益,政府应当在政策上给予更多的优惠扶持。

(五) 经济效益与生态效益 节水灌溉省下来的水能否用于扩大灌溉面积,增加产

量,涉及到经济效益与生态效益的关系。在水资源较充沛,开发利用程度不高的地方,这样做可以。在地下水严重超采,或河流上游水资源过度开发,下游生态环境恶化的地方,省下的水首先应当满足保护生态环境所需。如果从眼前和局部利益出发,盲目扩大灌溉面积,增加作物产量,只能是“竭泽而渔”。发展节水灌溉,既要讲究经济效益,又要兼顾生态效益。要站得更高些,考虑更长远些,把维持当前农业生产与下个世纪水资源可持续开发利用、农业可持续发展统筹考虑。

(六) 工程措施与管理措施 抓节水灌溉,首先要抓工程措施,这是搞好灌区节水的物质保障条件。如果一个灌区土地高低不平、渠系不健全、建筑物闸门破损、缺少量水设施,到处跑水、漏水、渗水,要想提高水的利用率是非常困难的。但是只重视工程措施,忽视管理措施,节水效果将会大打折扣。当前在一些地方存在着重工程节水,轻管理节水;重渠道防渗管道输水,轻视田间节水管理的倾向,节水管理规章制度不健全,管理责任制不落实。

我国节水灌溉事业已经取得很大成绩,积累了一些经验,有了一定的发展基础。但是,从整体上看,还处于发展初期。与先进国家相比,还有很大差距。一是对发展节水灌溉的必要性、重要性的认识尚未形成全社会的共识,有些地方和部门尚未摆到应有的位置给予重视;二是现有的节水灌溉面积中单项措施多,大多数工程标准低,科技含量不高;三是节水的政策法规不健全,还没有走上法制化、正规化的轨道;四是节水所用的材料、设备品种少,规格不全,工作可靠性、耐久性等较低;五是科研薄弱,后劲不足。

对于节水灌溉发展的客观规律,我们的认识还很浮浅,以往工作中的经验、教训应当认真记取,近年来各地的新经验需要深入调查、研究、总结、宣传。当前党中央、国务院对节水灌溉非常重视,我国节水灌溉事业正面临难得的发展机遇。只要我们努力认识规律、掌握规律、尊重规律,按客观规律办事,节水灌溉事业一定会迅速、健康发展。