

社会发展科技司
国家科委农村科技成果司
水利部科技教育司
农业部科技司

农业节水技术



水利电力出版社

农业节水技术

社会发展科技司
国家科委 农村科技司
科技成果司
水利部 科技教育司
农业部 科学技术司

水利电力出版社

内 容 提 要

该书汇集了全国近年来农业、水利和化工行业的技术水平高、示范作用强、推广效果显著的节水农业技术和节水灌溉技术的新成果。主要包括：抗旱节水品种和秸秆覆盖、少耕免耕、节水增产栽培等农业技术；化学抗旱剂、保水剂在农业中的应用；低压管道输水灌溉、渠道防渗、喷灌、微灌等节水灌溉技术及灌溉制度等。这些技术成果均经过有关部门的鉴定和诸多专家的评估，并多数已列为国家或部门的推广项目。

农 业 节 水 技 术

社会发展科技司

国家科委 农村科技司

科技成果司

水利部 科技教育司

农业部 科学技术司

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

水利电力出版社印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 9.5印张 247千字

1992年3月第一版 1992年3月北京第一次印刷

印数 0001—2990册

ISBN 7-120-01550-8/TV·562

定价 8.50元

开展科学
研究，为节水
型农业做出更
大的贡献。

李响

一九九〇年六月
十五日于新乡

主 编：唐兴信
副主编：杜宝善 张 华
编 委：李英能 李成秀 任俊贤
王宗礼 王一鸣

前 言

我国是一个水资源相当贫乏的国家，农业是用水大户，占总用水量的 80%，发展节水型农业，不仅是缓解当前农业用水紧缺的重要途径，也是发展我国农业的一项长期战略任务。近十年来，国家和有关部门对农业节水的研究和应用十分重视，在科研、教学和生产单位的努力下，取得了一批农业节水技术研究成果，生产实践证明节水增产效果显著。为了加速这些成果的推广应用，促进我国特别是北方地区农业持续稳定发展，国家科委社会发展科技司、农村科技司、科技成果司，水利部科教司，农业部科技司，于 1991 年 1 月 25 日至 29 日在北京，由中国农业科学院承办联合召开了“全国农业节水技术评估会”。

会议聘请贾大林研究员，陈炯新教授级高工，陶毓汾研究员等 22 位专家，对中国农业科学院，水利水电科学院，北京农业大学等单位及 13 个省、市、自治区申报的 150 多项技术，逐一进行评估，其中的重点技术，还组织专家到现场考察。经会议质疑答辩，专家集中讨论，选出技术成熟、可大面积推广应用的技术 36 项，尚需进一步扩大试验经完善提高后方可大面积推广的第二类技术 16 项。这些技术均已通过有关部门鉴定，并多数已列入国家或部门的推广计划。

为广泛宣传推广节水增产技术，促使科技成果在较大范围内转化为生产力，我们根据报送的材料分类整理，编辑了《农业节水技术》一书。书中所列的科技成果项目中，有几项技术是在不同地区不同单位完成，技术内容也各有特点，为便于因地制宜地采

用，则分别立题编入，属于结合当地条件需试验完善的第二类技术，选部分项目编入；另外，对专家现场考察时发现的一些管水、用水组织推广节水技术的好经验，也一并编入，供参考。

由于我们水平所限，整理之中难免有错漏之处，请批评指正。

编 者

1991.7

目 录

前言

我国农业节水技术发展现状与展望·····	1
----------------------	---

作物栽培与节水灌溉

海河低平原限水灌溉节水种植系列技术·····	6
河北省低平原旱地提高水分利用效率的综合配套技术 ···	10
关中灌区主要农作物高产稳产低成本灌溉综合技术 ·····	15
旱作农区农牧业优化节水技术 ·····	20
水稻高产节水栽培技术 ·····	26
水稻节水型栽培技术 ·····	29
水稻浅湿灌溉技术 ·····	32
北方稻区节水型灌溉技术 ·····	36
水稻优化灌溉技术 ·····	40
辽西风沙半干旱地区农业增产技术体系* ·····	47
甘肃灌区春小麦节水增产栽培技术体系* ·····	49
小麦优化灌溉技术* ·····	52

秸秆覆盖保墒

秸秆覆盖对农田水分作用效率的影响 ·····	59
北方旱地秸秆盖田保墒增产技术 ·····	65
秸秆覆盖免耕节水技术 ·····	71
旱地少免耕整秸秆半覆盖节水增产技术 ·····	75

抗旱节水小麦新品种

小麦抗旱节水品种——农大 146 ·····	80
节水高产小麦品种——平阳 27 ·····	83

高产节水型小麦品种——冀 84-5418*	87
-----------------------	----

抗旱、保墒、保水剂

抗旱剂一号 (FA) 在抗旱节水中的应用技术	91
吸水剂在农业上的应用与推广	94
水分蒸发抑制剂	98
土面增温保墒剂	102
钙-赤 (Ca-GA) 合剂处理种子抗旱节水技术	108

管道输水灌溉

北京农田灌溉综合节水万亩示范工程	115
天津低压塑料管道输水灌溉工程技术	122
山东莱州井灌区低压管道输水灌溉技术	129
山东平原井灌区低压管道输水灌溉技术	132
山东邹平井灌区低压管道输水灌溉技术	137
河北景县机井灌区配套改造技术	141
薄壁 PVC 塑料管的应用技术	145
内光外波纹双壁聚氯乙烯塑料管的应用技术	147
内衬塑膜外护水泥管及其机械施工技术*	151
新型管材——PVC 卷绕管在农田灌溉中的应用技术*	156

渠道防渗

渠道防渗与施工技术	158
-----------	-----

喷 灌

北京市顺义县大田半固定喷灌技术	163
轻小型移动式机组喷灌技术	164
自压喷灌技术	167
半固定管道式自压喷灌技术	177

DYP-415 型电动圆形喷灌机喷灌技术	184
蔬菜喷灌技术	188
恒压喷灌技术*	191
PSH 系列互控射流喷头*	197

微 灌

雾灌技术	202
提蓄滴灌技术	209
山丘区高产值滴灌技术	213
燕山滴灌技术	218
双上孔薄壁微灌管灌溉技术	221
滴灌成套设备和低压大流量滴头灌溉技术	226
微灌人饮联用工程技术	234
滴灌双壁管的应用技术*	239

综 合 节 水 技 术

商丘试区节水农业技术体系	243
山西省翼城县利民灌区水资源高标准开发利用技术	248
山东省引黄灌区分级供水、用水计量、节水扩灌技术	253
河西百万亩节水增产灌溉技术	258
膜上灌技术	264
灌溉渠系量水技术	271
土工织物在水井工程中的应用技术*	275

农业节水技术推广经验

济宁市推广地下管道灌溉的作法	280
加强水资源统一管理, 实行节水灌溉	282
以承包方式推广节水灌溉技术	288

注: 带※号者为第二类技术, 需进一步扩大试验完善、提高后方可大面积推广。

我国农业节水技术 发展现状与展望

我国河川径流总量 2.7 万亿 m^3 ，居世界第六位，但按人均占有水量仅为世界人均水量的 1/4、美国的 1/5，苏联的 1/7。耕地平均分摊水量也只有世界的一半。另外，水资源时空分布不均，受季风气候影响，年内和年际差异很大，特别是在北方地区，春旱秋涝，旱涝无常。地区分布也不均，45% 的国土年降水量少于 400 mm。黄河、淮河、海河流域径流量仅为全国的 7.5%，而耕地确占全国的 36.5%，按光、热条件，可一年两熟或两年三熟，而降水不能满足需要，光热资源难以充分利用。特别是西北干旱地区的新疆、青海等地，无灌溉即无农业。半干旱地区甘肃、宁夏、内蒙和辽西等地，在大力推行旱地农业增产技术的同时，也应发展节水灌溉。南方水稻灌溉面积 3.7 亿亩，雨量虽多，也有合理利用水资源、发展节水技术的问题。为此，发展农业节水技术，改善耕地的水分条件，是我国农业增产的重要途径。

近十年来，国家对农业节水的研究与应用极为重视，在科研、教学和生产单位的努力下，取得了一批科研成果，推广应用效果显著。这些成果涉及农业、水利和化学等行业和学科，有单项技术，也有综合技术，都已通过有关部门的鉴定和验收。普遍具有技术水平高，示范作用强，应用面广，经济效益和社会效益好的特点。充分反映了当前我国农业节水技术在理论研究和应用方面所取得的新进展。

节水农业是指在充分利用降水和可用的水资源时，采取农业和水利措施提高水的利用率和水的利用效率的高产农业。农业节水技术包括节水农业技术和节水灌溉技术。

(一)

节水农业技术，包括抗旱节水品种、秸秆覆盖、少耕免耕、节

水增产栽培、农业结构调整，以及抗旱剂、保水剂在农业上的应用。这些措施都具有节水增产效果，技术成熟，推广前景广阔，是节水农业的重要组成部分。

抗旱节水作物品种。在节水农业中占有重要位置，投资少，易推广，增产节水效果显著。如冬小麦平阳 27，农大 146 品种，在减少 1~2 次灌水的条件下，比对照品种增产 30% 左右，已推广 300 多万亩。

农田秸秆覆盖。抑制蒸发，兼有肥田作用，可就地取材，节水增产效果明显。小麦、玉米田，经用秸秆覆盖后，可增产 50 kg/亩以上，目前推广面积已达数百万亩。

少、免耕技术。有保水增产效果，待进一步研究改进，将有良好的推广前景。

节水栽培技术。近年取得了新的进展，水稻节水高产栽培，节水 145~200 m³/亩，增产 45 kg/亩，水分利用效率从 0.56 kg 提高到 0.78 kg，此技术在东北地区已推广 800 万亩以上。海河低平原限水农田种植系列技术，累计推广面积 1659 万亩，取得了明显的经济、社会效益。在旱农地区，以提高水的利用效率为中心的栽培技术，通过调整播种，使作物需水与当地雨热同步，更好地利用自然降水，肥、水配合，充分发挥水的生产效率。

调整农业结构。在宁夏回族自治区推行旱地农牧业优化结构，强化农田生态系列的物质循环。扩种苜蓿，发展草食家畜，使农牧比例和粮、经、副比例优化，提高整体的节水功能。经 8 年努力，耗水系数从 10 以上，下降到 3.85。

化学节水措施。抗旱剂、保水剂、蒸发抑制剂等，可调控农田水分和作物耗水，有广阔发展前景。抗旱剂 1 号（黄腐酸）有抗蒸腾、调节生长功能，节水增产性能稳定，每亩用量 50~70 kg，增产 10% 左右，已在全国推广 800 万亩。保水剂具有较强的吸收性能，用于种子包衣，苗木沾根有较好的保水效果，提高出苗率。土面、水面抑制蒸发剂，性能稳定，能有效地控制土面、水面蒸发，保水增温。

(二)

节水灌溉技术，包括灌溉节水技术、灌溉节水制度、区域水资源平衡，在此基础上进行综合配套应用。

低压管道输水灌溉技术。灌溉输水管道化已是国际上灌溉系统田间输水的主要方向。在“七五”期间，由水利部主持组织了十多个部属及地方水利科研单位，在北方井灌区对此项技术进行研究，取得了一批成果，有力地推动了低压管道灌溉技术的发展。研制成功的薄壁PVC管、内光波纹双壁聚氯乙烯管、内衬塑膜外护水泥管等不同管材，以及相应的配套管件、保护装置等，为低压管道输水的推广应用提供了良好技术装备。实践说明低压管道输水技术具有明显的节水、节地、节能、增产的效果，且技术简便、投入较低，值得进一步大力推广应用。今后应在地下输水管道研究基础上加强地上配水和田间灌水技术的研究，提高田间水的利用效率，同时应逐步研究渠灌区的管道输水技术，使渠灌区的节水灌溉有一个新的发展。

渠道防渗技术。是提高渠道利用水有效系数的工程措施，通过研究、实践已取得混凝土衬砌、塑料薄膜防渗、现浇混凝土U形防渗渠和机械化施工技术成功经验，并提出复合防渗、季节性冻土区采用梯形渠道坡角抛物线形断面，以改善渠道衬砌防冻性能取得明显效果。我国灌溉面积中，渠灌区占75%以上，对大型灌区渠道防渗可使渠系水利用系数提高0.2~0.4，减少渠道渗漏损失50%~90%。

喷灌技术。此项技术虽然经历了一段相对曲折的道路，但从80年代以来，随着喷灌机具、管道、管件和设备的研制完善、喷灌技术基础理论的研究、国家和农村经济实力的发展，喷灌技术已进入了相对稳定提高健康发展的阶段。目前喷灌不仅在经济作物或丘陵地区得到较大面积推广应用，近年来还在平原大田作物的半固定式喷灌也取得了较快的发展。这次交流的山丘地区自压喷灌系统、移动式小型喷灌机组、圆形喷灌机组的研制都已有成

熟的经验。今后应大力研制镀锌薄壁钢管，以降低造价，不断完善小型喷灌机组，提高运行可靠性。

微灌技术。包括滴灌和雾灌。与地面灌溉相比较，节水 50%~60%，增产 20%~30%。在经济作物和城市蔬菜灌溉中得到了推广应用，现已有滴灌面积 25 万余亩。我国在滴灌技术方面，针对滴头堵塞等技术问题和滴灌设备的制造工艺水平，研制了多种形式价格低廉、构造简单的滴头。双上孔薄壁管滴灌技术、双壁滴灌管等微灌设备也得到了小范围的生产应用。微灌技术在茶园、柑桔园亦逐步推广，补偿式滴头也已初步研制成功。这些都从不同的方面推动了微灌技术的发展。今后应加强研究使其进一步完善，同时应重视补偿式滴头和过滤器的研制。

节水灌溉制度。根据作物在不同生育阶段的耗水规律和适宜水分指标，充分利用天然降水和土壤的调蓄能力，在保证作物正常生理需水的前提下，确保作物需水关键时期的水分供给，减少灌水次数，抑制田间水分的无效消耗，使有限的水资源获得较高的产量，提高田间水的利用效率和单位耗水量的效益。各地在试验研究基础上，近年来对小麦、玉米、棉花、水稻等主要作物的关键灌水时期和节水灌溉制度，取得新的突破。

(三)

节水灌溉管理是节水灌溉的重要环节。评估项目中有较多的节水灌溉典型，利民灌区水资源高标准利用、引黄灌区分级供水、用水计量、节水扩灌、河西和关中灌区因地制宜地采取传统技术认真管理等，均取得显著效果。

节水型农业是技术进步的产物，是现代化农业的重要内涵，其核心是运用各种手段把农业用水的利用率和利用效率提高到一个新的水平，它不能一蹴而就，只能在现代技术的支撑下逐步向更高标准靠近。在这方面我们已经取得了一批成果，为建立适合我国国情的节水型农业技术体系，打下了一个良好的基础。今后的任务是，在继续研究向更高标准靠近的同时，应着力于现有节

水技术的综合推广应用，同时开展一些软件研究，解决好运行机制问题，从政策、法规、管理体制和服务体系等方面，不断调整、完善，以调动社会各方面对节约用水的积极性。我们相信在中国共产党与各级政府的重视和领导下，在农业节水科技人员、管理人员和广大农民的积极努力下，我国农业节水技术及运行机制，将日益发展、完善，并牢固地建立起具有我国特色的节水型农业，这将是我們这一代和以后几代人的历史责任。

全国农业节水评估会专家组成员：

贾大林	陈炯新	陶毓汾	董冠群
余开德	六振达	李维质	熊运章
陶鼎来	惠士博	任俊贤	过益先
冷石林	江爱良	郑 平	胡恒觉
张跃崇	王维敏	王笑曾	刘巽浩
蒋震宇	胡荣海		

作物栽培与节水灌溉

海河低平原限水灌溉节水种植系列技术

针对海河低平原水资源严重不足,干旱日趋加重的现状,粮油作物研究所在全面分析主要气象要素及水土条件的前提下,以种植业为基础,以节水为中心,以水肥调控为重点,深入系统地研究了限水农田土壤水分消长动态,主要作物的生长发育特点,需肥、需水规律及配套应用技术。探明了限水粮、棉农田 0~200 cm 不同层次及周年土壤水分运动规律。指出了主要作物及不同时期水分调控重点,并明确了 100 cm 以下深层土壤水分是重要抗旱水资源。找到了充分利用深层土壤水分的有效途径,即增加不充分灌水条件下的施肥量和苗期的适当水分亏缺。发现了限水棉花明显比水地棉的结铃期短、部位集中,吸收氮磷高峰在现蕾至开花期的特殊生长发育规律。并发现在限水条件下小麦吸收氮量与施用氮量是线性关系,而对磷呈较稳定的需肥规律。揭示了限水农田主要作物耗水量、产量、水分利用效率及与其他因素的关系。明确了灌水量 250 mm、耗水量 400 mm 为小麦最佳产量水平(300 kg)的经济需水量界限。确定了棉花以上一年雨季降雨量计算灌底墒水的定额;提出的限水条件下冬小麦“前重型最佳等量施肥,后重型高效期灌水”,棉花“前重型深施肥”,“短季栽培”,“夏秋两熟,整体效应”等观点。打破了缺水条件下小麦的“以水定肥”和棉花的“长季栽培”等习惯认识和作法。并通过调整种植结构,调控水肥运用,选择抗旱喜肥型品种,采取节水耕作栽培措施等,形成了限水农田以节水为中心的适应种植、合理配水、

水肥配合、纵横调控的节水型种植结构及相应的节水种植技术。使工程节水、农艺节水、生物节水有机结合，达到“节水、高产、高效”的目的。经生产实践证明，粮棉增产率 11.6%~25.6%，耕地亩节水 30.8%，粮田水分利用效率大面积示范 0.88 kg/(mm·亩)，高者达到 1.00~1.19 kg/(mm·亩)。

该项技术无论分解单项应用，还是综合系列应用，均有显著的增产节支效果，适宜在黑龙港区域限水灌溉农田推广应用，对北方广大缺水地区也有普遍参考价值。目前在南宫市应用普及率 85% 左右，平均节约水量 4500 m³，在邢台地区广泛应用，邯郸地区部分应用，年推广面积 700 多万亩，效益 1.8 亿元。

主要技术要点如下。

(1) 做好农田节水灌溉工程。用管道或防渗垄沟输水，平整土地，小畦灌溉，畦田规格化，亩畦 10~20 个。

(2) 调整作物布局，建立节水型农田种植结构。在满足需要、讲究效益、协调发展的前提下，兼顾省水和增收，压缩耗水多的作物，增加抗旱稳产作物，建立适应型和节水型农田种植结构，水源统一调度，即 10~1 月份进行设备维修或冬灌果树等，2~3 月份棉花及其他春播作物储墒灌溉，4~6 月份小麦生育期灌关键水及夏播造墒，7~8 月份伏旱补水灌溉，9 月份小麦灌底墒水。

(3) 采取节水抗旱耕作措施。粮田推广秸秆覆盖和蓄雨保墒措施，并逐步实行深浅轮耕制，强调小麦冬春锄划；对棉田及春播田改变过去秋耕晒垡的作法，实行秋季施肥，耕后耙盖，顶凌耙盖，雨后耙盖；采用抗旱剂，保墒剂等措施。

(4) 冬小麦以“前重型最佳等量施肥，后重型高效期灌水”为核心的节水型模式化栽培技术。

1) 品种：淘汰抗旱耐瘠型稳产而生产潜力小的品种，选择抗旱喜肥型丰产潜力大的品种，如冀麦 26 号，C₄102-5，冀麦 7 号，冀 5 103 等。

2) 施肥：破除传统的“以水定肥”，提高不充分灌水条件下的施肥量，浇 1~3 水条件下等量亩施氮素 10~15 kg，P₂O₅ 7~10