



张掖节水型社会建设中的农业节水关键技术及集成模式（许迪）

发布时间：2004-09-16

来源：

作者：

访问次数：

【字体：大 中 小】

[打印本页](#)

[关闭本页](#)



许迪 谢崇宝

国家节水灌溉北京工程技术研究中心、中国水利水电科学研究院水利研究所

(2004-09-16)

摘要：农业节水在张掖节水型社会建设中占有重要地位，研究适合当地条件的农业节水关键技术，建立和推广应用农业节水技术集成模式，对实现节水型社会的建设目标、确保农业可持续发展是十分必要的。张掖地区应在开展灌溉输配水技术、地面灌溉技术、以水权为中心的农户参与式灌溉用水管理技术、非充分灌溉条件下的作物灌溉制度、生物及农艺节水技术、区域地表水与地下水联合运用优化配置技术等农业节水关键技术研究基础上，建立和推广适宜当地大田粮食作物、大田高收益经济作物和设施高效益作物的农业节水技术集成模式。各类农业节水技术集成模式中采用不同的主体节水技术和相关配套技术以及针对不同应用对象的推广方式，技术集成模式推广中需要考虑和探索解决适用规模、节水灌溉技术选用准则、推广应用方式和推广服务体系建设等相关问题。

关键词：节水型社会；农业节水；技术；集成模式；推广应用

全面建设节水型社会是中国解决干旱缺水问题的战略举措。通过建设节水型社会可使资源利用效率得到提高，生态环境条件得以改善，可持续发展的能力逐渐增强，从而推动整个社会步入有序发展、人民生活富裕、生态环境友好的文明发展之路。近年来，水利部确立甘肃省张掖市等地区为首批全国节水型社会建设试点，探索建设节水型社会的经验，已初见成效。《张掖市节水型社会建设试点方案》所要达到的目标是适应黑河省际分水 and 综合治理的要求，维系良好的流域生态系统，通过水资源优化配置和高效利用来提高区域水资源和水环境承载能力，保障地区经济社会持续发展。通过张掖典型地区的试点建设，探索西北内陆河流域乃至北方缺水地区基于水资源承载力的现代水利建设和经济发展模式，为“十五”期间全面推进节水型社会建设提供技术、经济、体制、政策等方面的示范样板。目前，张掖市在对水权、水市场理论进行探讨的基础上，已初步形成了以总量控制、定额管理、水权交易为主的节水运行机制，在水量控制和经济诱因的驱使下，使各类用水户有了自主节水的动力，初步改变了传统的以行政手段和方式为主推动节水的模式，在有限的水资源条件下，取得了本地经济社会发展和

IWHRMail

用户名

密码



院2008科技英才

信息检索

站内搜索

水利专家

科技成果

院通讯录

下游地区生态需水双赢的结局。

农业节水在张掖节水型社会建设中占有重要的地位，其节水途径一是以黑河流域综合治理工程项目为载体，提高渠系和田间水利用系数，合理联合调控地下水与地表水，实现工程节水；二是依托节水型社会试点的强制性措施，通过政府调控、市场引导、公众参与等手段，实现以水权为核心的管理节水；三是以供定需，大力调整农业产业结构和种植业结构，实现结构调整节水；四是围绕主导产业和主要作物，综合集成常规节水技术和高新节水技术，实现产业节水。由此可见，在张掖节水型社会建设中，研究适合当地条件的农业节水关键技术，建立和推广应用农业节水技术集成模式，对实现节水型社会建设目标、确保农业可持续发展无疑是非常必要的。

1. 农业节水关键技术

随着当今高科技发展的突飞猛进，农业节水技术的发展呈现出多学科相互交叉、各单项技术互为渗透的明显特征，各种节水技术措施趋向于集成化发展，单一的农业节水技术已难以满足节水、增产、增效、节能、节肥、省工等多元化节水目标的需求，在节水效果上愈加注重农业节水对区域水资源与水环境的影响，多元化节水目标对农业节水技术措施选择的影响愈加显著。

农业节水关键技术通常可归纳为工程节水技术、农艺节水技术、生物节水技术和水管理节水技术等四种类型，其应用范围可大致分布在四个基本环节中：一是减少灌溉渠系（管道）输水过程中的水量蒸发与渗漏损失，提高农田灌溉水利用率；二是减少田间灌溉过程中的水分深层渗漏和地表流失，在改善灌水质量的同时降低单位灌溉面积上的用水量；三是减少农田土壤水分蒸发损失，有效利用天然降水和灌溉水资源；四是提高作物水分生产效率，减少作物水分奢侈性蒸腾消耗，获得较高的作物产量和用水效益。农业节水发达的国家都把提高上述环节中的灌溉（降）水利用率和作物水分生产效率作为重点，在建立了以高标准的衬砌渠道和压力管道输水为主的完善的灌溉输水工程系统和采用了以喷（微）灌技术和改进地面灌技术为主的先进田间节水灌溉技术后，正在将农业节水关键技术的研究重点从工程节水向农艺节水、生物节水、水管理节水等方向倾斜，尤其重视农业节水关键技术与生态环境保护技术的紧密结合。

针对干旱内陆河地区典型气候特点与水土资源条件，为解决当地水资源严重短缺、供需矛盾日益突出、农业用水比重过高、灌溉定额普遍较大、水源地生态系统状况堪忧等一系列问题，张掖地区在农业节水发展过程中应重点对以下农业节水关键技术开展研究：

（1）灌溉输配水技术

在灌溉输配水技术研究中，渠灌区应重点以渠系防渗抗冻胀新技术、渠系高效输配水技术为主，井灌区则重点以低压管道输水灌溉技术等为主，井渠结合灌区宜重点考虑以地表水、地下水联合利用技术为主进行关键技术的研究，构建内陆河灌区工程节水技术体系。具体研究内容是对加压管道灌溉输水系统的运行流量、压力、电能消耗等状况进行实测与分析，提出此类工程的技术可靠性、合理性和经济性等各项指标；借助变频技术实现灌溉输水系统流量的自动协调与联控，同时通过人工设定的方式实现灌溉系统灌水压力的自动协调，并对灌溉输水系统的通用出水口进行改进研制。

（2）地面灌溉技术

地面灌溉技术研究应包括膜下滴灌技术、覆盖贮水灌溉技术、膜孔灌溉技术、非充分灌溉技术、免耕及减少冬灌技术和膜垄沟灌技术等，其中以膜垄沟灌技术和免耕及减少冬灌技术是改进当地地面灌溉技术的重要举措，应加大研究力度和速度。

膜垄沟灌技术是在春小麦、玉米等大田作物生产中采用田间垄作技术，即在垄上覆膜种植作物，沟内进行灌溉，与传统地面灌技术相比可节水20%。当地研究结果初步表明，适宜密度条件下春小麦垄作较平作可增产31.5kg/亩，灌水量为240m³/亩。微垄沟灌栽培方式要比平作栽培方式提高春小麦千粒重2.6~5.4g，啤酒大麦的平均亩产分别为653.3和662.2kg。冬灌是保证当地次年作物播种墒情的传统方式，灌水量一般在120m³/亩以上，水量的渗漏损失和蒸发损失都较为严重，提高冬灌水利用效率已成为内陆河灌区实现农业节水的重要突破口之一。初步研究表明，免耕条件下可将冬储灌水量由120m³/亩以上降低至40m³/亩，能基本满足次年春小麦种子发芽和出苗所需的水分，纯收益高于传统耕作和灌溉水平1倍左右，将免耕秸秆覆盖技术与减少冬灌技术相结合形成的免耕覆盖及减少冬灌技术具有较大的节水潜力。

（3）以水权为中心的农户参与式灌溉用水管理技术

将水权、水价理论与当地灌区实际相结合，以建设灌溉用水户参与管理形式和用水计量及信息传输处理技术

为核心，构建以水权为中心的农户参与式灌溉用水管理成套技术。

结合节水型社会建设试点工作在张掖市实施的契机，当地在突出政府调控、市场引导、公众参与的管理体制基础上，建立了灌溉用水总量控制、定额管理、水权明晰、优化配置的水资源管理运行机制。通过建立“水管单位+用水者协会+用水户”的农户参与式灌溉管理模式和“定额用水平价收费、超额用水加价收费、水权允许交易”的实施办法，组建农户用水者协会。初步研究成果表明，通过对灌溉用水管理的改革可实现亩均节水90~135m³，节约水费6~9元/亩。目前在张掖地区，由于灌水量计量仅限于渠道斗口，而斗口以下农渠仍按灌水时间估算用水量的做法还无法实现配水到地块、按实际灌水量实施计量收费的目的。为此，应进一步开展农渠量测水技术与设备和信息传输处理技术的研究与开发，使精确用水量计量技术和管理运行形式相结合，实现真正意义上的灌溉用水商品化管理体系。

(4) 非充分灌溉条件下的作物灌溉制度

对各种灌溉方式下主要农作物非充分灌溉需水规律和灌溉制度开展研究，尤其要根据当地种植业结构调整的情况，侧重开展大田经济作物和温室经济作物灌溉制度的研究工作，重点从事蔬菜、花卉、中药材、抗旱树种等经济作物灌溉制度的研究。

当地研究成果表明，非充分灌溉条件下，经济产量大于450kg/亩、水分生产效率大于1.2kg/亩的春小麦全生育期灌溉定额为215m³/亩，总耗水量315m³/亩；产量高于650kg/亩的玉米全生育期灌溉定额为270m³/亩，总耗水量380m³/亩；地膜覆盖玉米产量为750kg/亩以上的灌溉定额是345m³/亩，总耗水量455m³/亩；高产模式下春小麦、玉米带田的优化灌溉定额为450m³/亩。

(5) 生物及农艺节水技术

节水型优质春小麦新品种筛选、以节水防沙为核心的保护性耕作技术、节水高效型农作制度与优化种植技术和新型多功能保水剂及蒸腾抑制剂是当地开展生物及农艺节水技术研究的重点。

初步研究成果表明，传统春小麦品种在生育期内需灌水3次，灌水定额100m³/亩，而节水型优质春小麦品种仅需灌水2次，减少灌溉定额100m³/亩，在大幅度提高作物水分生产效率的同时可维系产量不变或略有增加。采用免耕措施、加大秸秆覆盖量对土壤容重影响较大，尤其对上层土壤的影响较为显著。秸秆残留量越大，微生物量的增量越大，节水保墒、防止地面沙尘的效果就愈加显著。对张掖地区占种植业主体地位的粮食作物内部结构变化趋势进行分析后发现，夏粮面积呈持续缩减趋势而秋粮面积则呈增长态势，这对提高自然降水利用效率、优化配置有限的水资源无疑具有积极的促进作用。张掖地区种植业结构的调整范围及规模应适应当地的地表来水规律，建立与水资源承载力相适应的种植业结构体系。另一方面，张掖地区的种植业占农业的比例仍然过高，林、牧业比重较低的状态与当地优化生态环境、实现可持续发展的目标相矛盾，应通过农作制度研究对结构调整比例进行必要的优化，使农、林、牧之间的互补性进一步得到加强。采用保水剂及蒸腾抑制剂是解决当地干旱缺水、提高春小麦产量的有效措施，保水剂的叶面喷施可起到抑制水分蒸腾和调配二氧化碳浓度的作用，延长光合作用的有效时间，应加大对适合当地条件的保水剂研制与引进推广应用工作。

(6) 区域地表水与地下水联合运用优化配置技术

黑河流域地表水与地下水具有多次相互转化及重复利用的特点，转化过程中反映出地表水和地下水在成因上的内在联系。灌区节水改造对原有渠道进行衬砌或将渠道改为管道输水形式后，虽可有效提高渠系水利用系数，但却减少了对地下水的补给。与此同时，灌区地表水量的大幅减少将加大当地对地下水的开发利用程度，导致地下水资源采补失衡。为此，应结合该流域的特点，研究两种水源联合运用下的优化配置与调控技术和运行管理方法，提出地下水合理开发利用模式和井渠结合下高效经济用水的模式以及相应的灌排工程配套系统，并对平原水库调整、渠道衬砌、发展压力管道灌溉、推广应用田间节水灌溉技术等措施对区域地下水资源变化的影响和可能带来的水环境生态问题开展研究。

2. 农业节水技术集成模式

对地处西北内陆地区的张掖而言，开展农业节水的总体思路与目标应该是：针对当地水资源匮乏、灌溉用水浪费的特点和区域生态环境脆弱的现状，在研究农业节水关键技术的基础上，以提高农业用水效率和效益为核心，以抗旱节水作物产业为主导，对各单项节水技术进行有机地连接，建立具有区域特色的农业节水技术集成模式，以节水促进农业的增产和增效，提高农民生活质量，为区域生态环境改善奠定基础。

对农业节水关键技术进行集成的原因，一是农业节水技术并非是单纯的节水灌溉技术，也不是单纯的旱作节水技术，而是工程节水技术、农艺节水技术、生物节水技术和水管理节水技术的有机组合；二是农业节水必须与

种植业生产相结合，其中涉及到种植制度、作物布局、栽培技术、农作制度、耕作制度和施肥方法等诸多因素，而不能简单的就节水论节水；三是实施农业节水技术的根本目的是既要最大限度地提高水资源利用率，又要最大限度地提高水资源利用效率，并非单纯以提高水资源利用率为唯一目标。因此，根据地域特点对诸多单项农业节水技术进行筛选、组装和配套，使之形成为可操作性强、转化效率高的实用型技术集成模式，为当地水资源安全和粮食安全提供理论和实践依据以及必要的支撑手段，就显得尤为重要，是发展当地农业节水的必然选择。

考虑到张掖地区业已形成的区域四大主导产业：草畜、制种、果蔬、轻工原料等，构建农业节水技术集成模式的总体思路是：基于渠灌区、井灌区和井渠结合灌区，面向个体农户分散种植和龙头企业规模化种植，以工程节水技术、农艺节水技术、生物节水技术和水管节水技术为平台，按照低成本降耗型和高投入高效型的技术路线组装农业节水成套技术，形成适宜应用大田粮食作物、大田高收益经济作物和设施高效益作物为主要对象的农业节水技术集成模式：

（1）大田粮食作物农业节水技术集成模式

大田粮食作物主要包括：春小麦、玉米和啤酒大麦等；

主体农业节水技术：减免冬灌机械化免耕秸秆覆盖技术、膜垄沟灌技术、灌溉用水管理技术和灌溉输配水技术；

主要配套技术：节水耐旱作物品种、精量播种、喷（滴）灌技术、节水灌溉制度、配方施肥、农作制度、保护性耕作和施用保水剂等；

应用对象：分散经营生产的个体农户等；

推广方式：政府政策性引导与适当补助相结合。

（2）大田高收益经济作物农业节水技术集成模式

大田高收益经济作物主要包括：制种玉米、甜椒、番茄、啤酒花、酿酒葡萄、林草等；

主体农业节水技术：膜垄沟灌技术、膜下滴灌技术、喷灌和渗灌技术、灌溉输配水技术和灌溉用水管理技术；

主要配套技术：节水抗旱作物品种、地膜覆盖、配方施肥、育苗、节水灌溉制度、作物栽培等；

应用对象：加工企业、个体户定单农业、规模经营的农场农户等；

推广方式：企业主导与技术服务相结合。

（3）设施高效益作物农业节水技术集成模式

设施高效益作物主要包括：温室蔬菜、温室花卉和高附加值中药材等；

主体农业节水技术：膜下滴灌技术、微喷灌技术、精量控制灌溉技术、管道输水技术、水肥一体化自控与半自控技术和灌溉用水管理技术；

主要配套技术：名优特品种的筛选、节水灌溉制度、地膜覆盖、精确配方施肥、作物栽培等；

应用对象：科技型富裕农户、租赁经营农户、统一规划分散经营型农户协会、加工企业等；

推广方式：市场主导与技术有偿服务相结合。

3. 推广应用农业节水技术集成模式中需考虑的问题

（1）依据农业种植结构调整方案，确定各类农业节水技术集成模式的适用规模

对农业节水技术集成模式的推广应用规模应纳入《张掖节水型社会建设试点方案》提出的近期节水目标和种植结构总体布局中。基于全区生活、工业、农业、生态用水比例现状的调整，根据农业种植结构调整方案，即压缩耕地面积、扩大林草面积，压缩粮食面积、扩大经济作物面积，压缩高耗水作物面积、扩大低耗水作物面积，2003年取消全部水稻种植面积和2004年粮、经、草比例做必要调整的总体布局，针对与之相应的大田粮食作物、大田高收益经济作物和设施高效益作物种植面积，确定各类农业节水技术集成模式的适用规模，从而有效提高单方水的经济产出和效益。

（2）依据作物类型和水土条件，因地制宜地选用农业节水技术集成模式中的节水灌溉技术

应根据种植的作物类型和当地的农田水土条件，因地制宜地选用农业节水技术集成模式中的节水灌溉技术。对产出效益相对较低的大田粮食作物，在采用的农业节水技术集成模式中，应重点考虑以改进地面灌溉方式为主体的节水灌溉技术，加强对资金投入相对较小的减免冬灌机械化免耕秸秆覆盖技术和膜垄沟灌技术的研究和成果的推广应用，在具备特定条件的地区，也可适当选用投资相对较高的喷灌或滴灌技术。推广农业节水技术集成模式的

目的在于既要节水又要获得增产增效的结果，选择田间节水灌溉技术必须因地制宜地考虑投入与产出间的关系，否则选用的技术由于一次性投入资金多、运行管理费用高等原因是难以被农民接受的，对大田粮食作物不具备实际使用价值。

(3) 积极引导企业介入和农户参与，探索农业节水技术集成模式推广应用的方式

农业节水无疑是国家的战略目标，但不能简单地混同于是农户的目标。对企业或农户而言，若节水产生的收益不大于其为节水所投入的成本，她们就不可能将节水视为其自觉行动，节水必须能够促进增收才能推动节水技术的推广应用。

积极引导企业介入农业节水技术集成模式的推广应用是发展当地节水农业的重要途径之一，这对推广应用设施高效益作物农业节水技术集成模式显得尤为重要。企业对高附加值经济作物实行规模化、专业化、产业化的生产管理，通过采用高新节水技术和其他农业生产管理技术不仅可明显提高对水土资源和肥料的利用率及利用效率，降低生产成本，还能从中获得显著的集约化产出收益。在以农户为基本单元从事分散经营生产的现状下，采用“农户+企业”的产销合作方式是推广应用大田高收益经济作物农业节水技术集成模式的有效方式，节水技术可作为增加企业和农民收益、保障规模化生产的有效载体。当地政府在规模化经营基础上，对企业实施“政策引导型节水”或“强制性节水”措施，可将节水产生的部分效应传递给个体农户。目前，甘肃省的一些涉农企业，如兰州立信科技有限公司、甘绿集团、张掖农场、张掖市种子公司、石岗墩科技示范园等多家企业正在通过多种形式积极参与农业节水技术集成模式的示范推广工作，起到了推动节水农业发展的良性作用。

大田粮食作物农业节水技术集成模式的推广应用受水价、生产成本、管理运行机制等诸多因素的制约，农户中普遍存在节水意识欠缺、主动参与积极性不高的现象，节水技术的推广应用难度很大。为了鼓励节水主体（农户）采用节水技术的积极性和灌溉用水管理单位的自我维系能力，在推广应用以水权为中心的农户参与式灌溉用水管理技术并按用水量征收水费的同时，政府应积极探索建立行之有效的农业节水效益补偿机制，通过一定方式适当补偿农户因节水所增加的成本、补偿农业用水使用权转移而产生的额外投入或经济损失，建立农业节水经济效益与环境生态效益的互为补偿机制、行业用水转移和区域用水转移的效益补偿机制，以利于节水农业的发展。

(4) 加强推广服务体系建设，为农业节水技术集成模式的推广应用提供保障条件

农业节水技术推广服务体系的建立与完善应结合张掖地区的特点，探索不同形式的推广服务组织，使节水技术的推广服务工作逐步由零散分散型向专业化、系列化、社会化方向发展。节水技术推广服务体系应以地方科研单位和高等院校为主导、基层水利和农业服务组织（水管站、农业技术推广站）为实施主体、政府扶持和市场引导相结合的方式开展。地方政府应建立专项资金用于农业节水技术推广服务体系建设，允许地方科技人员参与技术服务、转让、承包的效益分配，加强基层技术人员和管理人员的业务培训，提高基层技术人员的专业素质和技术水平，培养一支掌握节水农业技术的农民技术队伍，带动广大农民把发展节水农业和增加收入结合起来。

参考文献

- [1] 汪恕诚. 建设节水型社会要点. 中国水利, 2003年, 第11期(A)
- [2] 石元春. 农业节水中的盲区与亮点. 科技日报, 2002年6月17日
- [3] 索丽生. 深入学习张掖经验 全面推进节水型社会建设试点工作. <http://www.watersite.com.cn>, 2003年
- [4] 王天雄. 张掖地区节水灌溉模式应用分析. 中国农村水利水电, 2002年, 第4期
- [5] 许迪, 康绍忠. 现代节水农业技术研究进展与发展趋势. 高技术通讯, 2002年, 第12期
- [6] 梁仲镆, 赵元忠. 在甘肃河西走廊示范推广滴灌技术发展现代精准农业的探讨. 高占义, 许迪 主编《农业节水可持续发展与农业高效用水》, 北京: 中国水利水电出版社, 2004年
- [7] 张掖市人民政府. 张掖节水型社会建设试点方案. 2002年
- [8] 韩忠卿. 推行节水措施 加大节水型社会建设力度. 中国水利, 2003年, 第5期(B)
- [9] 吴季松. 节水型社会水资源供需平衡的出路. 科技日报, 2003年10月28日
- [10] 甘肃农业大学. 甘肃河西干旱内陆河灌区节水农业综合技术体系集成与示范课题申请报告. 2002年
- [11] 胡鞍钢, 王亚华. 中国如何建设节水型社会. <http://www.ches.org.cn>, 2003年
- [12] 许平. 黑河流域中游灌区节水对策与措施. 中国水利, 2002年, 第8期
- [13] 王浩, 王建华, 陈明. 我国北方干旱地区节水型社会建设的实践探索——以我国第一个节水型社会建设试点张掖地区为例. <http://www.cws.net.cn>, 2003年
- [14] 甘肃农业大学. 甘肃张掖干旱内陆河灌区节水农业综合技术体系集成与示范课题中期检查报告. 2004年

- [15] 刘学红. 建立节水型社会实现可持续发展. 甘肃水利水电技术, 2003年, 第3期
- [16] 李建章. 创新理论 推进实践——从张掖试点看推进节水型社会建设. 中国水利报, 2004年1月7日
- [17] 钟玉秀, 刘洪先, 杨柠, 方旭洁. 张掖市节水型社会建设试点的经验与启示. 水利发展研究, 2003年, 第7期
- [18] 张凯, 张勃, 介小兵. 干旱区农业结构调整与草业发展-以张掖地区为例. 干旱区资源与环境, 2003年, 第4期
- [19] 柴守玺, 柴强, 黄高宝. 张掖市水资源利用现状与可持续发展. 干旱地区农业研究, 2001年, 第3期
- [20] 中共张掖市委, 张掖市人民政府. 突出制度建设 推进制度创新 积极探索建设节水型社会的途径. 中国水利, 2004年, 第2期
- [21] 柴强, 黄高宝. 灰色分析法在优化农业结构中的应用——张掖市农业结构调整方略研究. 农业系统科学与综合研究, 2002年, 第1期
- [22] 冉永军, 丁丽萍, 李庆会 等. 论西部大开发中张掖市生态环境建设问题. 干旱地区农业研究, 2003年, 第2期

相关信息

没有相关信息
