

# 节 水 灌 溉

喷灌技术

卷盘式喷灌机

雾化灌溉技术

注水灌溉技术

窑窖集蓄雨水及微灌高效利用技术

高效农用节能水泵

水稻旱种节水灌溉技术

低压管道输水技术

灌区量水技术

人工牧草节水高产综合技术

一千瓦级太阳能提水灌溉装置

灌溉节水增产自动监测技术



# 喷灌技术

## 一、主要用途

喷灌是利用专门的喷灌设备将有压水送到灌溉地段，并喷射到空中散成细小的水滴，均匀地洒落到地面进行灌溉。喷灌能够省水、保肥、促进生产，适宜于灌溉各类作物。喷灌不要求地面平整，适用于各种地形，特别是在地形复杂、土壤透水性大等进行地面灌溉有困难的地方采用喷灌，优于其他灌溉方式。喷灌比传统地面灌溉一般可节水50%左右，而且灌水质量高，还能够起到降温、增湿和调节田间小气候等作用。

## 二、技术要点

与地面灌溉相比较，喷灌要求有一定的机械、设备和动力，投资较大，技术也较为复杂，其技术要点如下：

### 1. 喷灌机械与设备

在各有关部门的共同努力下，我国已研制出一批适合国情的喷灌机具、设备和管道系列，并取得成果和经验。大型喷灌机如时针式和滚移式等，已在国内制造出来，并应用于生产。在借鉴美国、以色列等国家先进经验基础上，我国研制出适应于各种压力、不同射程的各种系列喷头，可用于喷灌和微喷灌。

### 2. 喷灌系统

喷灌系统分为机组式和管道式两类。通常，前者由厂家成套生产，后者根据管道可移动程度，又分为固定式、半固定式和移动式。

### 3. 喷灌工程规划设计

(1) 规划：根据当地技术条件、社会条件和经济条件，通过全面分析比较，选择最适合本地的喷灌类型和系统形式。例如，根据动力与水源条件，平原区选取加压（包括恒压）式，山丘区可利用天然地形发展自压喷灌。对于蔬菜地、果园和苗圃可采用固定式，对于大田作物则对半固定式和移动式进行比较选择。

(2) 设计：通过多年来的生产实践和试验研究，我国已总结出一套适合喷灌技术发展需要的喷灌工程设计方法。主要包括：通过水力计算确定管道系统的布置，喷头的选择与间距组合，水源、动力的选择，运行方案（包括灌溉制度）的制定和设备投资预算及经济分析。其方法及具体规定已纳入有关规范和规程中，并在设计手册中有详细论述。此外，为适应大面积推广应用要求，对某些适用性强的喷灌工程还作出了定型设计。

### 4. 喷灌工程系统的施工和管理

正确合理的施工是保证喷灌工程系统正常发挥作用和取得效益的关键。在推广应用时必须严格遵照有关规定的程序施工，并进行监督，保证质量。施工完成后须按有关规定进行科学管理与合理运行，包括机械设备的运转、维护和保管。

### 三、适用范围

固定式喷灌系统适用于灌水次数频繁，经济价值较高的蔬菜地、果园、苗圃和经济作物区以及城市园林、花卉和绿地的喷灌；移动式 and 半固定式系统则主要适用于各种大田作物。平原地区适用加压式喷灌，山丘区则可

利用自然地形发展自压喷灌。

#### 四、预期效益

根据重点试验区实测，使用半固定式系统喷灌粮食作物(如小麦)，一般灌水4~6次，每亩灌水量 $180\text{m}^3$ 左右，亩次用水 $26\sim 35\text{m}^3$ ，优于地面灌溉，比井灌省水50%，比自流灌省水60%，每亩可增产粮食50kg左右，增产幅度达25%~30%。我国适宜发展喷灌的平原耕地和坡耕地超过亿亩，若推广应用此种先进灌水技术，其效益将十分巨大。

#### 五、资料来源

农田灌溉研究所，中国水利水电科学研究院，中国农业工程研究院，武汉水利电力大学，陕西机械学院，中国农业大学水利与土木工程学院，各省(市、自治区)水利科研院所等部门。

## 卷盘式喷灌机

### 一、主要用途

引进奥地利先进技术研制的卷盘式喷灌机，是以固定和移动方式将灌溉水通过喷灌系统进行喷洒作业的一种半机械化喷灌机组，作业时由泵体形成具有一定压力的水，通过喷头射到空中，呈水滴状态，洒落在土壤表面，为作物生长提供必要的水分，主要用于农业灌溉。

### 二、技术要点

卷盘式喷灌机由泵体、输水管、绞盘、喷洒安全装置、自动调速装置、变速系统等部分组成。其结构设计

巧妙，体积小，操作灵活，通过操作手柄可改变转速。根据不同地形和土质，可采用固定式与旋转式两种机型。该机配有快速回收、起吊装置，由动力机带动喷灌水泵抽水加压。在绞盘上设有自动调速装置，随着绞盘有效直径的改变而改变制动力，控制流量达到节水的目的。实践证明，同样的灌溉面积比渠灌节水 30% 以上，水源工程投资节省 40% 以上。在喷洒过程中，其组合喷洒均匀，喷灌强度低，性能优良，能满足喷洒要求。

### 三、适用范围

此种喷灌机除可广泛应用于平原、丘陵及各种地形上的喷灌作业外，还可用于城市绿地和码头、电厂、体育场等需要防尘的地方。现在已广泛应用于新疆生产建设兵团、东北大型农场及淮河流域的丘陵地带，以后还将向全国推广应用。

### 四、预期效益

该产品是我国节水灌溉技术中重点推广应用的机型之一，对缓解我国对节水喷灌设备的需求具有重大的现实意义。完成该项目，每年可替代进口产品 1 000 台左右，节省费用约 500 万元左右，每年可节水 50 亿  $m^3$ ，节地 200 万亩，增产 600 亿 kg。

### 五、资料来源

江苏省水利厅。

# 雾化灌溉技术

## 一、主要用途

该项技术用于灌溉作物，具有灌溉水的雾化程度高，能增加株间湿度，改善田间小气候等特点，同时，雾状雨滴直接供应到叶片，又缓慢到达地面，既增加土壤水分，又不破坏土壤结构，兼有降温，增湿效果，节约用水作用十分明显。

## 二、技术要点

雾灌是通过有压管网将首部加压的水输送到田间，再经过特制的雾化喷头将水喷洒呈雾状进行灌溉。雾灌雨滴直径小于 0.5mm，使作物处于云雾覆盖之中，特别是在干旱、高温、低湿时，雾灌能使作物株间湿度提高 20% 以上，温度降低 3~5℃，叶片相对含水量增加 10%~15%，从而减缓或消除因高温、低湿抑制作物光合作用的“午睡”现象，促使作物正常生长。由于雾滴很小，无打击力，不会损伤作物的嫩叶幼芽，不会引起土壤板结。研制的高雾化塑料微喷头及其配件，具有结构简单、体积小、易安装、工作性能稳定、价格低、使用方便等特点。现已由 WP-1 型发展到 WP-6 型 其主要技术指标如下：喷头进水孔径 2.0mm；出水孔径 1.0mm；工作压力  $P=100\text{kPa}$ ；额定流量  $q=50\text{L/h}$ ；雾化指标  $Pd=1\ 000$ ；流态指数  $X=0.5$ ；制造偏差系数为 0.035~0.055；喷洒半径 1.3m；雨强为 6.0mm/h。与其配套的  $\phi 4\text{mm}$  小旁通是微管与毛管的连接件，也可用作

微管的接头。 $\phi 12 \times 600\text{mm}$  套管支架，既是微喷头的支杆又是微管的保护管。新研制的补偿式稳流器也可与其匹配，不但可以简化雾灌系统的设计，更能提高雾灌的均匀度。

### 三、适用范围

适用于柑橘、苹果、茶叶、食用菌、蔬菜、花卉、苗圃以及热带经济作物如胡椒等。对地形、土壤、水源等条件适应性强。不论是平原还是山丘以及不适宜采用其它灌溉技术的地方都可以采用。一般说来，对各种土壤都适应，特别是透水性强的沙土和砾石沙地，应用雾灌技术可以防止水肥的渗漏和流失。对水源的要求是水质清洁，适宜利用山泉、小溪以及其它灌溉方式不便使用的分散水源。雾灌系统可大可小，大到几千亩一个系统，小到一家一户庭院经营的几株果树、几架木耳或几盆花卉。

### 四、预期效益

该技术具有省水、节能、增产、效益显著等优点，较传统的地面灌溉省水 70% 以上，较喷灌节能 50% 左右。雾灌柑橘可增产 30% 以上，苹果可增产 20%~30%，黑木耳增产 1~2 倍，胡椒增产 30%~40%。目前雾灌技术已在全国 19 个省（市）推广应用约 10 万余亩，均取得了较高的经济效益和社会效益。应用雾灌技术较多的有江西、山东、陕西、河北、海南等省。

### 五、资料来源

农田灌溉研究所等有关科研与生产单位。

## 注水灌溉技术

注水灌溉是通过活动水源的运水车，利用注水器具将水直接注入土中，达到抗旱保苗目的。它属于局部灌溉方式。

### 一、主要用途

注水灌溉技术主要用于播种期及苗期的抗旱保苗，促进苗齐、苗全和苗壮。

播种期的坐水播种是利用暗式坐水（注水）灌溉点播机来完成。黑龙江省水利科学研究所研制的 2BFS—1 暗式坐水（灌水）点播机，一次可完成松土、灌水、开沟、播种、施肥、覆土、压土等七项作业。

苗期的中耕补灌是利用苗期注水灌溉机具来完成。一次可完成灌水、追肥、覆土等作用。

### 二、技术要点

在有可靠水源、运水设备及注水器具的前提下，为保证注水灌溉质量及提高田间作用效率，应注意以下技术要点：

#### 1. 暗式注水机具主要技术参数

黑龙江省水利科学研究所研制的 2BFS—1 暗式坐水（灌水）点播机主要用于播种期的灌水、播种和施肥。其配用动力可为四轮拖拉机或马车。在此基础上，黑龙江省先后又研制出 2BFS—2 暗式注水点播机及 2BT<sub>1</sub>S、2BT<sub>1</sub>AS 和 2BT<sub>2</sub>S 系列产品。其共同技术参数：

适于垄幅：65~70cm；

适于作物：玉米、大豆、高粱、甜菜；

注水量：15~75t/hm<sup>2</sup>，可调；

施肥量：0~450kg/hm<sup>2</sup>，可调。

## 2. 田间作业技术要点

地要整细，清除地里的茬子和塑膜；掌握作物需水关键时期，尤其抓住“保苗水”和“救命水”两次灌溉时期，适时进行注水灌溉；③适量注水。通过浸润使其与底墒相接，使底墒水分克服土壤毛管中的空气阻力向上运移，达到以水引墒目的。播种期注水量可按不同水文年确定。一般为45~75t/hm<sup>2</sup>，局部灌溉水深可达30~50mm。严重干旱年份应大于90t/hm<sup>2</sup>。苗期注水量可参照上述确定；注水灌溉后要覆土，播种期要轻压，防风保墒；为使作物在最佳播种期内播完，运水距离不宜超过500m。井的单位出水量(t/h)的控制面积不宜超过2亩/d(指一种作物)。

## 三、适用范围

(1) 适用作物：玉米、大豆、高粱、甜菜等垄作栽培作物。

(2) 适宜区域：中国北方寒冷、播期干旱和水资源缺乏的省、自治区。

(3) 不受地形条件限制

## 四、预期效益

(1) 墒情好、出苗率高 据调查 黑龙江省西部地区，春旱严重。春播期土壤水分大多数在田间持水量的60%以下，很多地区在40%以下，干土层达10cm 满足不了作物播种出苗期对水分的需要。而注水灌溉可使局部水

分达到田间持水量的 80%~90%，出苗率达 98% 以上，较不进行注水灌溉的出苗率提高 30% 左右。

(2) 提高抗旱能力：据吉林省水利科学研究所及黑龙江省水利科学研究所最新研究成果表明，播期注水灌溉后，因具有蓄水保墒和引墒作用，从出苗那天算起，抗旱天数可达 30~40d。所以，一般水文年份可与雨期相接。

(3) 利于增产增收：采用催芽坐水种植可提前 7~10d 出苗，增加积温 70~100℃。有利于抗御低温早霜，实现大幅度增产增收。据黑龙江省肇东市玉米产区高、中、低产三种类型 6 年间跟踪调查分析，每公顷增产 702.6~1 463kg 增产幅度 16% 左右，增收幅度 28%。

(4) 有利于提高肥效：由于能充分溶解养分，提高肥效 20%~30% 致使种芽发育快、根系壮、苗势旺盛。据黑龙江省调查分析，播种后 9d，灌比不灌的种子发芽长度平均长 0.6cm，根系长度平均长 1.0cm。

(5) 作业效率提高 10 倍以上，同地面灌比较节水 70%~80%。

注水灌溉是实现大面积抗旱保苗的理想灌溉方式。

## 五、资料来源

黑龙江省水利科学研究所，吉林省水利科学研究所。

# 窑窖集蓄雨水及 微灌高效利用技术

## 一、主要用途

主要用于半干旱地区以及北方干旱山区，解决人畜用水和发展农业用水。

## 二、技术要点

水分不足是半干旱地区农田生产力的主要限制因素，在一般年份，黄土丘陵区旱地粮食产量低下的原因，不是降水不足，而是对降水利用率太低。由于水土流失严重（坡耕地流失水量  $15\sim 30\text{m}^3/\text{亩}$ ）土面蒸发强烈（夏季休闲期降水量的  $60\%\sim 70\%$  被蒸发掉）对土壤深层储水利用不足（仅利用  $2\text{m}$  土层水量的  $50\%$ ）以及单位水量生产效能过低等原因，加剧了干旱，制约了农业的发展，因此以窑窖集蓄雨水为中心，提高降水的利用率，是半干旱地区战胜干旱、发展高效农业的主要手段。

在干旱地区利用窑窖集蓄雨水，进行节水微灌，既不同于一般灌区的节水灌溉，也有别于降水拦蓄入渗。而是将道路、庭院、山坡、山沟等地表径流导入窑窖集蓄起来，防止径流损失和蒸发，利用降水和作物需水的季节差和空间差，进行时空调节，将有限的降水资源集蓄起来，在作物需水敏感期和关键期，进行膜上灌、渗灌、注灌等节水补灌，达到高效利用。这一技术不仅适用于大田生产，而且在果园、菜园等庭园经济中效果更加显著，是北方干旱山区发展高效节水农业的一条新路。

### 三、适用范围

宁夏南部、甘肃东部及陕西渭北等半干旱地区。

### 四、预期效益

在上述干旱地区，采用窑窖蓄水。西瓜每亩可增产 2000kg，玉米每亩可增产 350kg。同时也可供人畜用水，社会效益显著。

### 五、资料来源

中国科学院，水利部水土保持研究所，甘肃省水利厅，宁夏自治区水利厅。

## 高效农用节能水泵

### 一、主要用途

新型农用节能水泵包括轴流泵、混流泵和离心泵三大类，用于农田排灌工程。离心泵一般用于扬程较高的灌溉工程，而轴流泵则主要用于扬程较低的平原地区的灌溉和排涝工程。

### 二、技术要点

这些新型水泵都具有结构和进出水流道设计合理的特点，比其他同类型的水泵，效率一般要高 4%~6%，配用的动力机功率比同类型水泵有较大幅度的下降。以口径 75mm、扬程 50m、流量 50m<sup>3</sup>/h 的离心泵为例，BA 型水泵的配套电机为 17kW，而新型的 IS、IB 型水泵为 15kW 其突出的优点是运行可靠，使用寿命长，水泵体积小，与电机的组合紧凑，可使泵房面积减少，从而降低建设投资。

### 三、适用范围

新型水泵的流量和扬程的覆盖范围宽，从低平地区的灌溉、排水至山地的灌溉，均可选到适当的、能在高效区运行的水泵，在国内，IS、IB型离心泵已取代老式的B型和BA型水泵，新型的ZL型轴流泵也已在江、浙平原地区推广使用。

### 四、预期效益

我国机电排灌的动力保有量为68000MW，若全国都采用节能型水泵，效率提高5%，则装机容量可减少3400MW，这相当于两座龙羊峡水电站的装机容量；如果每台水泵每年平均运行3个月，则可节约电能73.44亿kW·h，电价按0.50元/(kW·h)计，则每年可节省电费36.72亿元。

### 五、资料来源

中国水利水电科学研究院；福建龙岩水泵厂，浙江缙云农机厂。

## 水稻旱种节水灌溉技术

### 一、主要用途

水稻是高产作物，但传统的栽培方式需要大量的灌溉用水，长期淹灌不仅渗漏损失严重，而且致使肥料流失。采用水稻旱种节水灌溉技术，从根本上改变了水稻的栽培与灌溉方式，改育秧插秧为直播，改淹灌为定水分次灌溉，从而将水稻的淹灌习性培养成为旱作习性，不仅大幅度节约灌溉用水，而且起到增产增收作用，效益

显著。

## 二、技术要点

麦茬旱作水稻是直播水稻的一种栽培方式，机播、耩播、人工开沟撒种均可，其每亩播种量杂交稻为 4~5kg，常规稻为 8~10kg。整个生长期不淹灌，不保持水层，采用定水分次灌溉的灌水方法，其生态需水大大减少，不育秧、无需秧田用水；不移栽无需泡田用水；不建立水层，定水分次灌溉没有田间深层渗漏，整个生长期稻田土壤处于非饱和状态，提高了降雨的有效利用，大大节省了灌溉用水量。例如，在豫北地区，一般降雨年麦茬旱作水稻全生育期需灌水 7~8 次，每次 55~60mm，其需水临界期为幼穗发育期，即在拔节-抽穗这一阶段，时间在 7 月下旬至 8 月下旬，此间的需水量占全生育期的 35%左右，每天需水 9~10mm，耕层 30cm 土层土壤含水量要求保持在田间持水量的 90%左右，因此在这一生育阶段要特别注意通过灌溉充分保证其对土壤水分的要求。各生育期土壤水分指标（占田间持水量）为苗期 72%~84% 分蘖期为 80%~90% 孕穗期 88%~96% 抽穗灌浆期 72%~90%。全生育期灌溉用水量为 450mm 左右。

## 三、适用范围

此技术适应我国北方半干旱、半湿润气候特点，在灌溉条件较好的小麦-玉米轮作区，减少一部分玉米面积，积极发展水稻旱作，改变秋粮种植单一化，生产优质米进入商品市场，其前景广阔。在低洼易涝地区压缩不耐涝的旱作物，推广水稻旱作，变水害为水利，达到

稳产增收的目的。

#### 四、预期效益

旱作水稻可比插秧稻省水近  $2/3$  ,省工近  $1/2$  ,成本低  $1/3$  ,还能防止泥沙和次生盐碱化,建立良好生态环境。河南省已推广 40 万亩,年创经济效益 3000 万元。

#### 五、资料来源

农田灌溉研究所等有关科研及生产单位。

## 低压管道输水技术

### 一、主要用途

低压管道输水灌溉技术简称“管灌”,它是以管道代替明渠输水灌溉系统的一种工程形式,灌水时使用较低的压力,通过压力管道系统,将水直接输送到田间沟畦灌溉农田。

### 二、技术要点

低压管道输水灌溉系统一般由水源、输配水管网系统和田间灌水系统等部分组成。由于水源不同,可分为井灌区管灌和渠灌区管灌,目前北方平原地区发展的绝大多数水源为机井,为井灌区管灌系统。输配水管网系统包括管道和管件是管灌系统的主体,管道的投资约占整个系统投资的  $70\% \sim 80\%$ ,所用管材当前主要有塑料管和混凝土管,七五'国家科技攻关研制的薄壁 PVC 管和双壁波纹管,造价低、易于安装、适合我国国情,群众乐于接受,推动了我国北方井灌区管灌的发展。田间灌水系统是指管道系统给水栓以下部分,是节水关键部

位，田间灌水系统有待进一步改进和提高。

与土渠输水相比，低压管道输水灌溉主要有如下优点：

(1) 省水：以管道代替土渠输水，减少输水过程中渗漏和蒸发损失，可使亩毛灌水定额减少 30% 左右。

(2) 节能：由于提高了水的利用率，井灌区从井中抽取水量大大减少，因而减少了能耗，一般节约能耗 25% 以上。

(3) 节地：管道埋在地下，减少土渠占地，井灌区可减少土渠占有耕地 2% 左右。水库自流灌区和大中型机电扬水灌区可减少占地 3%~5%。

(4) 增产增收：节约水量扩大了灌溉面积或增加灌水次数，改善田间灌水条件，缩短了轮灌周期，有利于适时适量灌溉，提高了单位水量的产量产值，粮食作物一般增产 10%~15%。

### 三、适用范围

我国现有井灌面积约 1 200 万  $\text{hm}^2$  (1.8 亿亩) 从技术条件分析，大部分都可实现管道化输水灌溉。这项技术，近年开始应用到水库自流灌区，大中型机电扬水灌区以及黄河下游引黄灌区的田间更新改造工程。

### 四、预期效益

该节水灌溉技术，对“九五”期间国家建成 300 个节水增产重点县、发展节水灌溉面积 333 万  $\text{hm}^2$  (5 000 万亩) 有着现实意义。完成以上目标可以达到年节水 60 亿  $\text{m}^3$ ，节地 6.6 万  $\text{hm}^2$  (100 万亩) 增产粮食 80 亿  $\text{kg}$ 。