



跨世纪青年农民科技培训工程全国统编教材

节水灌溉

技术

农业部科教司 财务司
财 政 部 农 业 司 审 定
团 中 央 青 农 部

农业部农民科技教育培训中心 组编

中国农业出版社



跨世纪青年农民科技培训工程
全国统编教材

节水灌溉技术

农业部科教司 财务司
财 政 部 农 业 司 审 定
团 中 央 青 农 部

农业部农民科技教育培训中心 组编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

节水灌溉技术/农业部农民科技教育培训中心组编.
北京: 中国农业出版社, 2001. 7
跨世纪青年农民科技培训工程全国统编教材
ISBN 7-109-07038-7

I. 节... II. 农... III. 节约用水-灌溉-技术培训-
教材 IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 038113 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)
出版人: 沈镇昭
责任编辑 刘 存

中国农业出版社印刷厂印刷
2001 年 9 月第 1 版 2005 年 11 月北京第 2 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 6.625
字数: 162 千字 印数: 7 001~10 000 册

定价: 8.50 元

凡本教材出现印刷、装订错误, 请向农业部农民科技教育培训中心教材处调换
联系地址: 北京朝阳区麦子店街 20 号楼; 邮编 100026; 电话: 64194440
网址: www.ngx.net.cn

序言



1999年，农业部、财政部和团中央决定共同组织实施跨世纪青年农民科技培训工程（以下简称“青年农民培训工程”）。温家宝副总理对这一工作非常重视，他指出，“实现农业现代化，需要千千万万高素质的农业劳动者。从现在起，就应着手培养造就一大批觉悟高、懂科技、善经营的新型农民，使他们成为下世纪建设社会主义新农村的中坚力量。农业部、财政部和团中央提出实施跨世纪青年农民科技培训工程，是贯彻落实十五届三中全会精神和科教兴国战略的具体行动，是一件很有意义的事情。”

两年多来，在各级党委、政府的关心支持下，三部门在全国198个县开展的试点工作已取得明显成效，先后培训青年农民52万人。各试点县在培训工作中，坚持“办一班、兴一业、富一方”的办班原则，发挥“户带组、组带村、村带乡”的示范联动作用，促进了当地“一村一品、一乡一业”产业格局的形成，有力地推动了当地农业产业结构调整 and 农民增收。很多学员经过培训后，依靠科技进行生产，依靠信息从事经营，依靠法律保护自己，很快成为当地的种植、养殖、加工专业大户和科技致富典型；一些优秀学员走上了专业化生产和产业化经营的路子，对提高当地农

XUYANXUYAN

序言

业产业化经营水平和加快农业现代化步伐发挥着积极作用。试点地区广大干部群众认为，青年农民培训工程是政府实施的一项投入少、见效快、作用大的科教兴农工程，也是政府为群众办实事的一项“民心工程。”

从2001年开始，青年农民培训工程将在总结试点经验的基础上转入全面实施阶段，“十五”期间，计划完成500万青年农民的培训，任务是十分艰巨的。

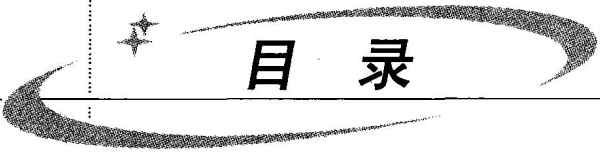
教材是开展培训的重要基础。为配合青年农民培训工程的全面实施，结合农业部重点推广和引进技术，农业部、财政部和团中央委托农业部农民科技教育培训中心，按照培训目标要求，组织专家编写了《跨世纪青年农民科技培训工程全国统编教材》，供各地开展培训使用。希望各地在用好这套培训教材的基础上，能结合本地实际，加强省统编培训教材和乡土培训教材的编写，扎实做好青年农民培训工作，努力培养一大批适应新世纪农业和农村经济发展需要的新型农民。

XUYANXUYAN

农业部部长

陈耀邦

2001年6月



目 录

序言

第1章 绪 论 1

第一节 节水灌溉技术的特点	1
第二节 节水灌溉设备的分类与组成	2
一、供水设备	3
二、输水设备	4
三、田间配水设备	5
第三节 如何正确选购和使用节水灌溉设备	7
第四节 国内外节水灌溉技术的发展概况	8

第2章 小型灌溉泵站及常用水泵 15

第一节 小型灌溉泵站的组成及特点	15
一、小型灌溉泵站的组成	16
二、小型灌溉泵站的特点	17
第二节 节水灌溉常用水泵	18
一、离心泵的基本构造	18
二、离心泵的工作原理	21
三、离心泵的性能参数	22



四、离心泵性能参数之间的关系——性能曲线	26
五、自吸式离心泵	27
六、长轴井泵	29
七、井用潜水电泵	31
第三节 水泵的并联和串联	31
一、水泵的并联	31
二、水泵的串联	32

第3章 地面灌溉新技术

35

第一节 波涌灌溉技术与设备	36
一、波涌灌溉的灌水方式	36
二、波涌灌溉的节水机理	37
三、波涌灌溉设备	37
第二节 膜上灌溉技术	40
一、膜上灌的类型	41
二、膜上灌技术的优点	44
三、膜上灌的缺点和不足	45

第4章 低压管道输水灌溉技术

48

第一节 管道输水灌溉系统的分类与组成	48
一、管道输水灌溉系统的分类	48
二、管道输水灌溉系统的组成	48
第二节 低压管道输水灌溉规划设计	50
一、规划布置的原则	50
二、规划布置的步骤	51
三、主要技术参数	52
四、管网布置	52
五、水力计算	58
第三节 低压管道器材与施工技术	61

一、低压管道器材	61
二、施工技术	62

第5章 喷灌技术与设备

69

第一节 喷灌设备的组成与分类	69
第二节 管道式喷灌机	71
一、管道式喷灌系统的组成	72
二、管道式喷灌系统的运行方式	73
三、管道式喷灌系统管网的布置	75
四、喷头的选择与布置	76
五、水泵与动力机配套选择	78
六、调控设备的选择	79
第三节 轻小型喷灌机	79
一、小型喷灌机组的种类	80
二、轻小型喷灌机的田间供水系统	84
三、轻小型喷灌机的使用维修	85
第四节 绞盘式喷灌机	88
一、绞盘式喷灌机的种类与组成	88
二、绞盘式喷灌机的特点	91
三、田间运行规划与设备配套	92
四、绞盘式喷灌机的安装调试与运行操作	99
五、绞盘式喷灌机的维修与保养	101
第五节 滚移式喷灌机	102
一、滚移式喷灌机的组成与特点	102
二、滚移式喷灌机中央驱动车的传动系统	104
三、滚移式喷灌机的安装、调试与 运行操作	105
四、滚移式喷灌机的维修保养	111
第六节 电动圆形喷灌机	112
一、电动圆形喷灌机的组成与特点	112
二、电动圆形喷灌机的安装、调试与	



运行操作	115
三、电动圆形喷灌机的维修保养	124
第七节 电动平移式喷灌机	126
一、电动平移式喷灌机的组成与特点	126
二、电动平移式喷灌机的田间供水系统的 规划与配套	129
三、电动平移式喷灌机的安装、调试与 运行操作	131
四、电动平移式喷灌机的维修保养	134

第6章 微灌技术与设备 139

第一节 微灌的种类及特点	139
第二节 微灌系统的组成与分类	140
一、微灌系统的组成	140
二、微灌系统的分类	142
第三节 微灌设备	143
一、灌水器	143
二、管道及连接件	146
三、控制、测量及保护装置	148
四、过滤装置	151
五、施肥、施药装置	156

第7章 集雨灌溉技术与器材 162

第一节 雨水资源的开发与利用	162
一、雨水利用技术国内外发展概况	162
二、雨水资源开发与利用的意义	163
三、雨水集蓄利用的分类与组成	164
第二节 雨水集流场的设计	166
一、雨水集流场设计的主要原则	166
二、影响集流效率的主要因素	167
三、集流面的设计	168

第三节 雨水集蓄水源工程的结构	
设计	172
一、储水体容积的确定	173
二、储水体的结构设计	177
三、水源净化设施的确定	189
第四节 灌溉的几种模式	192
主要参考资料	199

第 1 章

绪 论

第一节 节水灌溉技术的特点

节水农业是提高农业用水有效性的农业，它包括农艺节水、工程节水、管理节水三大部分。工程节水措施是节水灌溉的主要内容。所以，节水灌溉是节水农业的核心之一，也是水利现代化的主要标志之一。

节水灌溉目的就是用少量的水，获取最多的农作物产量、最好的经济效益和最佳的生态环境。其最大的特点是在科学灌溉制度指导下，运用节水灌溉设备与设施，实现农业高效用水，使农作物增产获利。

农业是用水大户，我国的农业用水约占全国总用水量的 $\frac{3}{4}$ ，由于在落后的灌溉制度指导下，采用传统的地面漫灌方式，使灌溉水的利用率仅有 $0.3 \sim 0.4$ 左右，灌溉水的生产效率不足 1.0 千克（粮）/ 米^3 （水），均远远落后于发达国家的先进指标：灌溉水的利用率为 $0.7 \sim 0.8$ ，灌溉水的生产效率为 2 千克/ 米^3 。所以，落后的灌溉制度和传统的灌溉方式已经制约了节水灌溉技术的推广。

推广节水灌溉技术是我国农业可持续发展的基础，它的核心内容包括科学的灌溉制度和节水灌溉设备。

科学的灌溉制度就是根据土壤的持水能力，特别是作物根系的持水能力、土壤的水分入渗率、作物不同生育期的根系状况



及需水量与蒸腾量等因素,研究影响水流运动、水分保持和利用土壤与作物的物理特性,科学地制定出作物不同生育期所需要的灌水定额、灌溉周期等重要指标,因地制宜的选择不同的节水灌溉设备进行适时、适量的科学灌溉。

节水灌溉设备是指实现节水灌溉机械化所采用的机电装置和金属与塑料制造的器材。从某种意义上讲,使用什么样的生产工具进行农业灌溉,也是那个时代生产力发展水平的客观标志。千百年来,人们从锹镐开渠的引水灌溉到机械化的人工降雨浇田,其演变过程就是一部生动的节水灌溉设备发展史。由于传统的农业灌溉,要付出的劳务很繁重,约占农业生产全部投劳的50%以上。因此,人们不断地在寻找提高劳动生产率、改善灌溉作业劳动条件的灌溉工具。尤其是进入20世纪以来,随着日新月异的科学技术进步,20年代出现的自压管道式人工降雨系统,30年代出现的摇臂式喷头,40年代出现的滴灌技术,这是节水灌溉机械化史上的一次革命。在50年代,当自动化宽幅喷洒作业的圆形喷灌机出现时,美国著名科技刊物《科学美国》评价道:“圆形喷灌机是自从拖拉机取代耕畜以来,意义最重大的农业机械发明。”进入60年代以后,绞盘式喷灌机、微喷、渗灌、小管出流灌、坐水种灌、膜上灌、集雨灌、虹吸灌、波涌灌、闸管灌等设备和器材相继投入使用,极大地丰富了节水灌溉设备市场,基本上能满足不同自然地貌的使用条件和不同经济条件的选购空间。

节水灌溉机械化是农业机械化的重要组成部分。所以,节水灌溉设备只有在科学灌溉制度指导下与农艺相结合,与其他农机具相结合,才能真正发挥出综合经济效益优势。只要有了经济效益,我们才可以说:今天的灌溉是为了明天的丰收。

第二节 节水灌溉设备的分类与组成

质高价廉的节水灌溉设备是推广节水灌溉技术的基础,是实

施节水灌溉工程的保障。所以，详细了解节水灌溉设备的适用范围、主要技术性能和特点，对用户正确选购节水灌溉设备是十分必要的。

节水灌溉设备按其用途分，主要由供水设备、输水设备和田间配水设备组成。

一、供水设备

供水设备是泵站（固定或移动）从水源（地表水、地下水、处理水）提水，为喷滴装置或各种地面灌溉模式提供压力水的机电设备。主要由水泵、动力机、电气设备、阀件、管道和闸门等组成。常见的农用水泵种类如下：

1. 离心泵 是利用叶轮旋转产生的离心力来抽水，应用范围较广。主要泵型有 IS、IB 型单级单吸式离心泵，其特点是扬程较高，流量较小，结构简单，使用方便；S、SH 型单级双吸式离心泵，其特点是扬程较高，流量较 IS、IB 型泵大，维修方便；D 型多级式离心泵，其特点是扬程高，流量小，结构复杂，多用于高山引水工程；ZB 型自吸泵，其特点是自吸性能好，操作简便，用于轻小型喷灌机组和人工拆移管道式喷灌系统的配套；WB 型微型离心泵，其特点是流量小、重量轻，使用方便，广泛用于小面积的农田、果园、温室和苗圃。

2. 轴流泵 是由下往上沿泵轴方向出水，其特点是流量大，扬程低、效率高，外形尺寸小，主要用于平原河网地区的灌溉，ZLB 型是常用的中小型轴流泵。

3. 混流泵 是叶轮旋转时不但产生离心力还产生推力，水流进入叶轮时方向是倾斜的，主要分 HW 型卧式混流泵和 HL 立式混流泵。其特点是扬程中等，流量较离心泵稍大，结构简单，体积小，重量轻和使用方便，适合农村灌排需要。

4. 井泵 是专门从井中抽水进行灌溉的水泵，有浅井泵和深井泵之分。其动力位于地面，通过长轴驱动水泵，在无电地区



也可用柴油机驱动。JC/Q 型浅井泵的特点是结构简单, 安装可靠, 工作效率高, 适用于浅水井地区的灌溉。JC/S 型深井泵的特点是结构复杂, 属于多级泵, 规格较多, 流量和扬程选择范围广, 可从几十米到几百米深井中抽水, 安装、检修较困难, 价格较贵。

5. 潜水电泵 是一种用立式电机和水泵直接装在一起, 全部潜入水中工作的泵。其中, 潜入井水里的泵称为井用潜水泵, 其型号与深井泵一样, 常以最小井径划分, 目前有 QJ 系列产品。潜入池塘或江湖里的泵称为作业面潜水泵, 主要型号有 QX 型干式下泵型、Q 型干式上泵型、QY 型充油上泵型和 QS 型充水上泵型。潜水电泵具有结构简单、体积小、重量轻、安装使用方便、适应性强和不怕雨淋水淹等特点, 是较理想的供水设备。

二、输水设备

由渠道或管道组成的输水设施, 能将灌溉水按所需要的流量、水头输送至农田的灌溉系统上, 确保良好的灌水质量。不同的灌水方式, 采用不同的输水设施, 其中输水设备主要是管道。

管道灌溉是通过管道进行输水灌溉的一种手段。近年来, 由于合成树脂的飞速发展, 以其重量轻、耐腐蚀、不生锈、导热系数低、输水阻力小和施工安装方便等优点, 逐渐替代了水泥管和金属管等传统管材。常用塑料管材有 HDPE (高密度聚乙烯)、LDPE (低密度聚乙烯)、UPVC (硬聚氯乙烯)、PP (聚丙烯) 管材及管件。其中 HDPE 和 LDPE 管脆化温度低, 有较强的抗冲击力, 是适合低温使用的优质管材。但在冻、融状态下, 受力变形较大 (变形率为 9.5%), 在小于 0.7 米浅埋时要慎重。但对于 UPVC 管, 理论上讲不宜在 0℃ 以下使用, 可实践证明只要施工期间温度不低于 0℃, 埋深不低于 0.7 米, 其适应温度可达 -10 ~ -5℃。因为它的变形率为 5%, 在经受冻、融循环变化时, 其强度损失甚微。虽然 PP 管脆化温度同样为 0℃, 但尚无

冻层浅埋的成功经验，因此要慎用。

三、田间配水设备

田间配水设备也称田间灌水设备。通过它将输送到田头的灌溉水均匀地分配到农作物生长最需要的根系或叶面上。有什么样的灌水方法就有什么样的灌水设备。常用的田间灌水设备有：

1. 喷灌设备 借助于喷洒器将压力水喷到空中，散成细小雨滴，均匀地洒布在田间，滋润农作物生长。这种在空中进行田间配水的设备，就叫做喷灌设备。按供水设备、输水设备和配水设备的集成组合特点，可分为管道式喷灌系统和喷灌机组。管道式喷灌系统的特点是供水、输水和配水三部分设备是分散布置在田间里，而不是集为一体的机组。喷灌机组的特点是供水、输水、配水三部分设备集为一体，或输水和配水两部分设备集为一体的机电装置。

管道式喷灌系统按喷洒支管的移动方式又可分为固定、半固定和移动管道式喷灌系统。固定管道式喷灌系统的全部管道在整个灌溉季节里固定不动，其操作方便，易实现自动化控制，易管理，生产效率高；缺点是设备利用率不高，投资高，适合于价值、高的经济作物和蔬菜产区采用。半固定管道式喷灌系统是干管固定，支管移动，支管用量少，投资低，但劳动强度较大，适合我国北方农村小麦产区。移动管道式喷灌系统的干管、支管全部移动，设备利用率高，投资低，但劳动强度大，应用较少。

喷灌机组按配套动力分有大型机组（圆形、平移和滚移式喷灌机，配套动力 37 千瓦以上）、中型机组（绞盘式、双臂式和拖拉机悬挂远射程喷灌机，配套动力 11~37 千瓦）、轻小机组（配套动力 2~11 千瓦）。按喷洒支管移动方式分，有支管静止喷水式机组（滚移式、端拖式、拖拉机悬挂远射程式和轻小型喷灌机）、支管移动喷水式机组（圆形、平移、绞盘式和双臂式喷灌机）。



大中型喷灌机单台机组控制喷灌面积较大，自动化和机械化程度较高，适用于大面积农田、草场和劳力紧张地区。轻小型喷灌机组结构紧凑，操作简单，维修方便，一次投资少，但劳动强度较大，适用于分散的小田块和山丘坡地上的农作物与果树。

2. 微灌设备 就是微型灌溉设备，属于局部灌溉技术。灌溉水和溶解水中的化肥通过地上或地下低压管路，由滴头或微喷头、毛管、渗管等灌水器以水滴或微细流状态直接供给植物根部吸收利用。按灌水方法可分为滴灌、微喷、渗灌和小管出流灌等设备。典型的微灌设备由泵机组、首部控制、输配管网和灌水器组成。微喷设备多用于叶类蔬菜、花卉和秧苗等作物；滴灌设备多用于果树、葡萄、瓜豆类蔬菜和棉花等作物；小管出流设备多用于果树和葡萄等作物；渗灌设备技术成熟度偏低，应用较少。

3. 地面灌溉设备 不是传统的地面灌溉工具铁锹，而是精细的地面灌溉设备。如波涌灌溉设备、虹吸输水设备、膜上灌器材和低压管道输入设备等。

波涌灌溉设备是由波涌阀和控制器两部分组成。当灌水量一定时，该设备以波涌流形式实行间歇性向垄沟或畦田中灌水，水很快流到田间末端，减少上游渗漏，灌水较均匀。

虹吸输水设备是“压力流”和“重力流”输水形式之外的第三种输水灌溉形式。根据虹吸现象，利用大气压强与真空存在的压差和势能的原理研制的设备。其特点是长年运行输水不耗用动力和能源，无故障且不用看管。

膜上灌器材就是在地膜栽培的基础上，把膜侧流水改为膜上输水，通过放苗孔或再增打专门渗水孔向土壤中渗水进行灌溉。特点是不增加地膜投入，节约灌溉用水，增加地温，提高农产品品质。缺点是渗水孔易堵，地膜回收困难，土地易污染。

低压管道输水设备是输水设备的主要组成部分，其特点是

输水水头偏低，到田间出水口后，经一段土毛渠再漫灌到小畦田上。若采用闸管膜和闸阀设备，就可直接进入沟畦进行灌溉，减少 20 ~ 30 米的土毛渠，完善了低压管道输水灌溉技术。

4. 集雨灌溉设备与器材 是利用自然坡面、路面或人工集雨场收集雨水，再以窖、旱井、水池和塘坝等形式蓄起来，采用滴灌、微喷、渗灌和坐水种等灌水设备进行灌溉，适用于北方黄土高原丘陵沟壑区与干旱缺水山区。

5. 坐水种设备 是通过活动水源（水箱车）利用注水器具将水直接注入种床，达到抗旱、保苗、节水和增产的目的，多用于穴播和条播作物。

第三节 如何正确选购和使用节水灌溉设备

虽然节水灌溉设备的种类、规格和型号很多，但它们在适应性和技术性能方面都是相互补充的，而不是相互排斥的。它们都有各自的适用市场，只是市场份额多少不均而已，这是由自然地貌和用户购买力不同所决定的。当用户选购节水灌溉设备时，一定要考虑如下几点主要因素：

1. 要因地制宜 当用户在为一块需要灌溉的土地选择灌溉模式或购买节水灌溉设备之前，必须请有关设计部门或厂家根据用户的土地、作物、气候、供水和田间管理等条件，再对照厂家提供的节水灌溉设备特点、适用范围、技术性能指标和技术成熟度，搞一个合理的灌溉规划设计，并符合国家行业标准 SL207 - 98《节水灌溉技术规范》。

2. 要严格把好产品质量关 在灌溉规划设计中；灌溉方案和设备选型均已确定，但在采购设备时一定要严把产品质量关。因为近年来，各级政府对节水灌溉日益重视，加大了投资力度，使得节水灌溉设备市场发展迅猛：喷头生产厂家由原来几家发展