

沙地开发中的节水灌溉系统

Water-saving Irrigation System in the Sand Development

王 贤

(北京林业大学水土保持学院, 副教授 北京 100083)

地球上的总水量是丰富的,但其 96.5% 储存在海洋之中,淡水只有 2.53%。而这部分淡水大部分(占淡水的 69.6%)又被固定在地球的南北两极和高山冰川带和冻土带。我国水资源虽然在世界上占第六位,但人均占有量只相当世界人均占有量的 1/4,为 2695 立方米,排在第 88 位,说明我国的水资源很不丰富。我国陆地降水量折合降水深为 628 毫米,低于全国植被正常生长蒸发散失的消耗量。这本不丰富的降水在地区的分布上又极不平衡,水土资源的组合极不协调。降水 800 毫米以上的湿润地区在秦岭、淮河以南及东北中部、东部局部地区。作为地理中心的兰州,降水仅为 270 毫米,处在半荒漠的边缘。我国东北西部、华北北部和西北的广大地区,总面积有 504 万平方公里处在降水小于 500 毫米的干旱半干旱地区,可以说自古以来中国北方的农牧业生产发展始终受水分条件的制约。干旱造成的灾害无论从范围上、时间上、严重程度都是影响最大、最危险的自然灾害,降水的丰欠基本上决定了农牧业生产的状况。

建国几十年来,由于人口大量增长,工农业生产迅速发展,城乡人民生活水平不断提高,水的需要量越来越大,以至不得不长期严重超采地下水,造成地下水位大幅度下降。以大兴县桑马房为例,60 年代以前沙地里几乎到处有水,除低洼处尽是水塘外,沙地上挖几十厘米就是水。1965 年前田间地下水位在 1 米左右,1965~1970 年降到 2~3 米,1975~1980 年降到 6 米,1980~1985 年降到 7 米,1985 年以后降到 8 米,6~7 月干旱时挖到 12 米还不见水,这一实例反映了北京地区的普遍趋势。上游修建水库,断绝了补充水源,加剧了这一趋势的发展。近年来水分供需矛盾日益突出,水危机日趋严重,原本工农业用水水库的密云水库不得不转向城市供应生活用水,成为城市的生命线。水源不足已成为社会、经济发展的严重的制约因素。

沙荒地开发如不采取灌溉措施,肯定是低效益、无效益,甚或负效益,更不可能集约经营。但沙

地表面蒸发强烈,渗漏又极其严重,一般土渠输水灌溉方法水分利用率极低,加之近年各种水电设备价格猛涨,因此在沙地开发中,如何建立适合沙地特点的节水灌溉系统,最大限度地提高水分利用率,特别是在水缺地广的干旱地区充分发挥有限水分的生产能力以取得最大效益,乃是今天急需解决的重大问题。因此,必须寻求既节约水资源又提高经济效益、投资上又可以接受的先进灌溉技术。为此,我们对永定河现有的各种灌溉方法进行了调查研究与分析比较。其简要的分析和评价如下。

1. 土渠输水灌溉

是一种长期使用的传统的粗放的地面灌溉方法,其优点是田间工程简单,一次性建设投资小,但对平整土地要求严格,在大面积开发中平地成本较高。其主要特点是主干支各级渠道和灌水田面渗漏十分严重,利用系数低,浪费大。我国灌溉平均水分利用系数为 56%,渠系渗漏达 44%,沙地灌溉渠道渗漏更为严重。桑马房 360 米土渠,开机 6 小时后,水才流进田面。在灌溉开始前主支渠道已渗漏损失 240 立方米,在水流进入田面后,渠道渗漏并未停止,只是速度减缓。在柏村,250 米长沙土渠道也要开机 6 小时水流才开始进入田面。所抽 198 立方米水已在渠中全部渗漏,水流进入田面后,因渠道继续渗漏,水流很小,以致于灌溉 116 米长树行需要 24 小时,平均每分钟水流仅前进 8 厘米。这一树行若均匀灌水仅 17.4 立方米就够了,而实际抽水 792 立方米,水分利用有效系数仅为 2.90%,97.1% 的水分浪费于渠道和田间的深层渗漏中,变为无效水。这 2.9% 的水分中又有一部分为地面蒸发所消耗。植物吸收利用于蒸腾的水分仅占很小一部分。在沙性稍强的沙地上,渠道超过 300 米,机井抽水将全部为渠道所渗漏,已没有灌溉意义,经济上已完全是负效益。据材料,桑马房、刘园、北关、柏村四个点的土渠灌溉水分利用系数平均为 26.20%,北关最高为 39.8%,刘园最低为 15.8%。可见,土渠灌水在沙地上利用率极低,极大地浪费了水资源,

同时也大大地浪费了能源、人工、时间,严重延误灌溉时机,降低灌溉质量。由于浪费大,单井控制面积小(仅60亩),增加了建井数和井电费用。还淋洗了耕层的肥分和矿物质,造成土壤退化。在今天水电设备、劳力等价格猛升、时间更为重要的情况下,沙地土渠灌溉应坚决废止。

在沙地上消除渠道渗漏是改进灌溉技术、提高水分利用系数最主要的措施之一。

2. 低压管道输水灌溉

是用埋入地下的塑料管道代替土渠把水输至田间出水口进行地面畦灌的方法。该技术在我国始于70年代,目前正在北方有条件地区推广。其主要优点是基本消除了干支渠道的严重渗漏与蒸发损失,渠系有效利用系数可达96%,与土渠灌溉相比有显著的节水、节能、省地省工省井、快速省时、适应性强、便于管理、易推广等优点。特别适宜在沙地上推广。因土渠换了管道输水系统,故一次性建设投资比土渠灌溉要高,但比喷灌、滴灌要低。近年百亩管道设备及施工的价格约需1万元左右(不包括平地、打井配电、线路、变压器等内容);而1992年春才6000元。但其节能、省工、省井、省地、及时灌溉、提高质量和产量的效果总值就超过管道设备投资的一半,另一半可通过林果初期间作收入来补偿。其经济效益和社会效益非常显著。近年在永定河沙地上已大面积推广。

据材料所载,以低压管道输水灌溉取代土渠灌溉,百亩沙地全年可节水58~83%,其中果树地节水25000~52800立方米,为73~83%;小麦节水35860立方米,为58%。节电59~73%,为2500~7000度。其中果树地节电2600~7000度,为70~73%;小麦地节电5000度,为59%;省工72~303个,为73~79%,其中果树地省工72~165个,为73~77%,小麦地省工303个,为79%;可减少打井0.84~0.91眼,节约土地1.16~5%,增加了作物种植面积。土渠灌水一遍需6.2~29天,低压管道只1.4~7.5天,省时4.8~22天,对于及时满足作物对水分需要,促进生长提高产量质量有重要作用。该技术的上述优越性将全部转化为经济与社会效益,促进了沙地的开发与集约经营,但沙地灌溉存在的地面蒸发与田间过量灌水造成的深层渗漏问题,尚有待解决。

3. 地面软塑管输水灌溉

在无力设置或无处购置低压管道时,可用软塑管来代替,在地面输水灌溉。用时安装,浇水后收回保存备用,可起到与低压管道同样的灌溉效果。其最大的优点是除需平地外不需特殊的田间工程,省去了管道设备和安装施工所需的大量一次性建设资金。软塑管价格低廉,1992年初是1元1米(4寸口径),灌300亩沙地有300米软塑管就可满足,费

用仅300元。为最廉价而有效的节水灌溉方法。主要缺点是(1)耐用性差,只能使用一年;(2)管壁易为地上硬刺状物所扎破(如硬草根、蒺藜刺等)。当前主要问题是软塑管质量还不够理想,缺乏经久耐用又比较价廉的软塑管。在偏远落后经济不发达的沙区,此法是比较理想的节水措施。若用拖拉机或柴油机代替电动机抽水,整个电力系统(电动机、线路、变压器等)均可省去。再加上覆盖等节水措施及科学管理,就成为最简便最经济的节水灌溉系统。但如何消除田间的深层渗漏与蒸发,进一步提高水的利用率,亦是软管灌溉面临的问题。

4. 喷灌

即是水在较高压力下通过管道到达按一定距离安装在管道上的喷头上,象下雨一样喷洒在地面上的灌溉方式。其始于19世纪末,20年代前仅用于蔬菜地、苗圃、果园,40年代以后用于大田。由于材料工业的发展,喷灌发展很快,1960年全世界喷灌面积达3750万亩,1978年超过1.5亿亩,在一些国家几乎全部采用喷灌,建国以后我国开始研究,仅用于蔬菜,1958年曾掀起高潮。

其优点很多:(1)灌溉效率高,水分利用系数达到或超过75%,可大幅度节约用水,沙壤可省水70%以上。据测算,百亩小麦喷灌全生育期比土渠节水4.8万立方米(少80%),比管道节水1.3万立方米(少51%)。(2)便于严格控制土壤水分和湿润深度,可完全避免过量灌水,不产生深层渗漏和土壤侵蚀,不会导致渍化。最有利于保持土壤肥力和补充的养分。(3)有利于改善田间小气候,提高田间空气湿度,冲去茎叶灰尘,利于呼吸和光合作用,能提高产量。(4)适用于多种田间条件,对平整土地无严格要求。(5)浇水、施肥、打药可一次完成。(6)具有节约劳力、少占耕地、快速省时、省井、省工等诸多优点。百亩沙地喷灌比土渠灌溉省工324个,少84%;比管道省工20个,少25%;比土渠省5%或更多的土地。百亩灌溉3天完成,比土渠快13天,比管道快3.7天,这在干旱季节对抗灾和保证作物生长有很大意义。喷灌单井可控制土地250亩,比土渠省井3.2眼,比管道省井1.1眼。

喷灌也有缺点:(1)一次性建设投资高。大兴种羊场固定式喷灌系统1990年每亩投资为293元(不包括平地、打井、电力增容、变压器),是限制推广的主要原因。但采用半固定或移动式喷灌可大幅度节省资金。(2)喷灌需要较高的工作压力,运行耗能高。喷灌百亩小麦,耗电比管道多1.5倍,也略高于土渠。是各种灌溉方式中耗能最高的,这在我国电价贵而又不断上涨、农村用电又无保证的情况下是一个不容忽视的问题。移动式喷灌可大幅度降低用电量。喷灌受风的影响大,3级以上的风不能作业;蒸发损失大,干旱时可达10%,植物拦截可达

5%。因此表土较湿润,深层湿润常不足。喷灌有效地防止了深层渗漏,但仍存在地面蒸发问题。

6. 滴 灌

即是将具有一定压力的水通过滴灌系统从滴头一滴一滴进入植物根层土壤的灌溉方法。滴灌最适合沙地使用,尤其在沙漠地区有显著优越性。其优点是:

(1)滴头以2~10升/时的速度向植物根层供水,形成点水源,每个点水源在根层土壤中形成葱头状湿润区,因此无需严格平整土地。

(2)各滴头流量相等,供水均匀,毛管距离(行距)、滴头距离(株距),可根据需要调节。可按任何时间和间隔供水。能形成最有利于植物生长的水分条件,导致作物产量高、质量好、成熟早和成熟一致等显著特点。

(3)滴灌也是利用盐水灌溉的唯一方法,这在高盐水地区(沿海、干旱区)有特殊意义。

(4)滴灌除不产生深层渗漏,其在地面形成的湿润区也很小,且湿润区几乎全在阴影之下,所以表土蒸发量很小,可谓基本消除了地面蒸发。大部分水分消耗于蒸腾作用,是最节水最理想的沙地灌溉技术。据测定,滴灌比土渠灌溉节水96%,比管道节水86%,百亩果树年灌水仅需2600多立方米,在沙地开发中有重大意义。

(5)滴灌系统可同时完成供水、施肥甚至打药的任务。

(6)滴灌所需要的工作压力低,又最省水,所以耗能最少,比土渠节电92%,比管道节电73%,因此年运行费用最低。滴灌控制面积大,灌溉速度最快,具备最省井、省工省时的优点。滴灌一井能控制400亩,比土渠灌溉可少打井5.7眼,比管道少打井2眼;现在打一眼井要1万元。滴灌百亩果园浇水一遍需0.33~0.5天,是灌水速度最快、最省时省工的灌溉方法,比土渠省工94%,比管道省工75%。即使加上检查处理堵塞等事故用工,仍然是最省工的。滴灌不占地面耕地,不影响地面作业活动,具有最佳的灌溉效果。有关专家多年研究与实践证明,几乎所有的果树、蔬菜、花卉、草莓等都适合滴灌。大田作物因其收益较低,过去使用滴灌较少,但随着工业的发展及农副产品价格的调整,今后可能会有很大变化。

滴灌也存在缺点:

(1)一次性建设投资较高。据固安农专实验场材料,滴灌系统设备(机房设备、各类塑管、滴头、三通等)1986年价格百亩设备7200元,加上施工费约

1万元。而据固安华达(沙地开发实验农场)材料,1989年滴灌设备每亩平均200~300元。

(2)滴灌的普遍问题是滴头易堵塞,检查处理较费事,且对水质要求较高。滴头堵塞是其普遍存在的问题,但并非不能解决。固安农专实验场七年来滴灌系统一直处于良好应用状态。倒是田间老鼠找水经常咬坏毛管造成麻烦。每年春天使用之前要进行检查维修,解决堵塞咬管等问题。滴头堵塞原因很多,有生物沉淀堵塞、化学沉淀、络合物及泥沙堵塞等。故对水质有较高要求,不合要求的水应先行处理,而后滴灌。随着科学技术的发展,彻底解决堵塞问题可能为时不远。滴灌在沙地开发中必将得到大发展。

在上述各节水灌溉系统中,如电力昂贵或财力不足,可用柴油机、拖拉机代替电力能源,在灌溉系统中既可省去电力设备,又可节省生产中的耗电费用。

在沙地开发中,除采用节水灌溉技术,地面上应采取相应的减少蒸发的措施,如各种材料的覆盖。同时针对不同作物不同生育期和土壤特点制定科学的灌溉制度。在管道和软管输水灌溉系统中,应加强管理,变长畦宽畦为窄而短的小畦,以长50米、宽3米,面积在150平方米为宜,畦内要平,以提高灌溉质量。

在上述各项灌溉方法中,土渠灌溉水分利用系数最低,水资源浪费最严重,且浪费能源、人工、时间、土地,增加了打井数,灌溉质量差,尽管不需较大的一次性投资,在沙区也应该坚决地逐步淘汰;低压管道输水灌溉消除了各级渠道的严重渗漏与蒸发损失,且具有显著的节水、节电、省时、省工、省井、省地等效果,灌溉质量好。尽管还存在着田间渗漏与蒸发,但一次性建设投资较低,比较适合或接近当前农村的经济水平,适合大面积推广;具有与低压管道同样效果的软塑管输水灌溉由于价格最低廉,适合于边远和贫困沙区推广;喷灌消除了渠道的渗漏与蒸发,也消除了田间的深层渗漏,节水效果优于低压管道,适宜沙地使用。但其一次性建设投资高,尤其是每年的运行费用高,应在果树、蔬菜及其它高值作物上使用;滴灌既消除了各级渠道的渗漏与蒸发,也消除了田间的深层渗漏与大部分地面蒸发,是当前沙地上最理想的节水灌溉技术。它有最好的灌溉效果,具有省水、电、工、时、井、土地的最好效果及最低的运行费用,是沙地上最有前途的节水灌溉技术,只是一次性投资较高。应在有条件的沙区及干旱区推广。(责任编辑 王宏章)