

文峪河灌区开栅高耗水区节水改造喷灌工程的分析

索海生

(长治市石子河水利工程管理处,山西 长治 046000)

摘要 文峪河灌区开栅高耗水区紧靠文峪河水库,位于灌区最上游,受土壤和地质条件限制,水资源浪费非常惊人。为此,对本灌区进行了节水改造设计,文中仅对改造设计中遇到的一些问题加以分析论述,以论证该灌区进行节水改造的合理性和必要性。

关键词 灌区工程;高耗水;节水;调压池

中图分类号 S274.4 **文献标识码** A **文章编号** 1004-693X(2005)01-0069-03

Analysis on the water saving modified spray irrigation project in high water consumption area of the Wenyu River irrigation district

SUO Hai-sheng

(Shizi River Water Conservancy Project Management Bureau in Changzhi City, Changzhi 046000, China)

Abstract The high water consumption area of the Wenyu River irrigation district, which is close to the Wenyu River reservoir, lies in the upper region of the irrigation area. The waste of water resources is amazing because of the limitation of soil condition and geological condition in the irrigation area, so a modified system for water saving is designed. Problems in the process of design are presented and analyzed, and the reasonability and necessity of the water saving modification project in the irrigation district are demonstrated.

Key words Irrigation district project; high water consumption; water saving; pressure regulating tank

文峪河灌区位于山西省内的吕梁山东麓,是山西省六大自流灌区之一,其中开栅高耗水区紧靠文峪河水库,位于灌区最上游,是开栅镇等九村灌溉面积的总称,有灌溉面积 872 hm²,为文峪河灌区灌溉面积的 2.3%。文峪河河道贯穿整个高耗水区,将灌区分为东西两部分,其中西部灌溉面积 260 hm²,涉及受益村庄 5 个。整个高耗水区内地势平坦,地面高程在 800 m 以下,属山前洪积平原区。

该灌区主要采用水库供水,并采用部分地下水作为补充灌溉用水。灌区设置总干、干、支、斗、农五级固定渠道向田间分水。由于该区质地为砂石河床,土壤覆盖层薄,透水性能强,保水性能弱,致使年灌溉次数多达 10 余次,灌溉时间长达 230 多天。目前引用库水明渠灌溉,年均毛用水量 31 245 m³/hm²,而灌区其他面积年均用水量只有 2 250 m³,前者是后

者的 14 倍,水资源浪费之惊人在全省绝无仅有,严重制约着文峪河灌区现有水利设施效益的发挥。

1 高耗水原因分析

1.1 耕作层薄,土层结构透水性强

根据土壤调查资料分析,高耗水区表层耕作土壤较薄,多在 0.5 ~ 1.0 m 之间,局部为 0.4 ~ 0.8 m,土壤田间持水量低,最大持水量为 1 680 m³/hm²;土壤成分以砂壤土和粉砂为主,结构疏松,孔隙发育,渗透系数为 0.1 ~ 0.3 m/d,透水性强;下部为砂卵石层,具有良好的渗漏条件。因此,该区田间灌溉用水渗漏严重。据文峪河灌区灌溉实验站测试资料,渗漏量占灌水量的 46.86% ~ 48.1%。

1.2 渠系沿程损失严重,有效利用系数低

本灌区干支渠大都为 20 世纪 60 年代修建,工

程质量差 ,防渗渠道仅占灌溉渠道总长的 8.4% ,加之投资不足、年久失修 ,严重老化损坏的防渗渠道长度达 70% ,严重老化损坏的配套建筑物达 59.7% ,故渠系水利用系数仅为 0.426。

1.3 耕地种植率高 ,需水量大

高耗水区人均耕地少 ,水源有保证 ,多年形成了两年五茬的种植习惯。近年来复播秋菜比例逐渐增大 ,浇水次数达 10 次以上。由于采用传统的地面灌溉 ,水的利用系数很低 ,只有 16.7% ,且费工费时 ,水肥流失严重 ,灌水质量差 ,占地多 ,特别是该区土层结构为上层砂壤土、下层砂砾石 ,田面深层渗漏无法解决 ,使得本来已紧缺的水源更为紧张 ,严重制约着现有水利工程效益的发挥和整个文峪河灌区经济的发展。

2 自压喷灌设计方案中若干问题分析

2.1 工程设计

节水灌溉工程技术是节水灌溉的主体 ,结合本灌区的特点 ,可采用的灌溉技术主要有以下几种 :

a. 喷灌是把由水泵加压或自然落差形成的有村水通过压力管道送到田间 ,再经喷头喷射到空中 ,形成细小水滴 ,均匀地洒落到田间 ,达到灌溉目的。喷灌几乎适用于除水稻外所有的大田作物 ,以及蔬菜、果树等。它对土壤、地形等条件适应性强。与地面灌溉相比 ,大田作物喷灌一般可省水 30% ~ 50% ,增产 10% ~ 30%。

b. 微灌技术是通过管道系统与安装在末级管道上的灌水器将有压水按作物耗水量适时、适量、准确地补充到作物根部附近土壤进行灌溉 ,它把灌溉水在输送过程中以及到了田间以后的深层渗漏和蒸发损失减少到最低限度 ,但其造价相当昂贵 ,因此主要用于大棚和温室的蔬菜、花卉等高产值经济作物的灌溉。

c. 在现有渠系条件下运用渠道防渗技术 ,这样虽可提高渠系水利用系数 ,但不能从根本上解决田间渗漏问题。

d. 低压管道输水技术是用塑料、混凝土等管道代替土渠输水 ,可大大减少输水过程中的渗漏和蒸发损失 ,水的利用率可达 95% ,但仍然解决不了田间渗漏 ,无法解决高耗水区的主要矛盾。

综上所述 ,本高耗水区最适宜采用的节水方法是喷灌技术。因此 ,本文以西部灌区为例 ,对两种喷灌方式进行了比较 ,即固定管道式自压喷灌系统和半固定管道式自压喷灌系统 ,其各项指标的比较见表 1。

从表 1 中数据可以看出 ,半固定管道式喷灌系

表 1 两种喷灌系统经济指标比较

方案	年节水量 /万 m ³	总投资 /万元	年运行费 /万元	管理 运行	设备 利用率
固定管道式 自压喷灌	604.4	699.35	17.5	操作方便 , 设备损坏率低	低
半固定管道 式自压喷灌	604.4	552.41	22.8	操作不方便 , 设备损坏率高	高

统除运行管理较固定式为复杂外 ,其较后者可节约近 150 万元的投资 ,经测算 ,差额投资经济内部收益率为 17.1% ,高于 12% ,具有明显的经济效益。

2.2 水源设计

按水源设计主要有两种方法 ,自压喷灌和井灌。高耗水区内含水层砂砾石层厚度大 ,导水能力强 ,地下水径流畅通 ,水力坡降平缓 ,富水性强 ,单位涌水量 25 ~ 80 m³/h ,易于开采。地下水的主要补给来源是基岩山区裂隙水的侧向补给 ,其次是降水、灌溉回归及河道渗漏的补给。目前 ,开栅高耗水区的地下水已严重超采 ,且高耗水区的灌溉渗漏水是该地区地下水的重要补给水 ,据水文地质分析 ,高耗水区的田间灌溉回归入渗补给量是 710.4 万 m³/a ,节水工程实施后 ,高耗水区的地下水补给量将大减少 ,所以在本地区不宜实行井灌。

自压喷灌具有不需要能源 ,投资少 ,运行成本低 ,操作方便 ,群众易接受的特点 ,但实行自压喷灌 ,必须在耕地高点有水源为首要条件。开栅高耗水区毗邻文峪河水库 ,位于文峪河灌区的最上游 ,文峪河库水就是一个很好的水源。高耗水区位于文峪河山前洪积扇顶部 ,总的地形北高南低 ,和水库的地形高差在 30m 以上 ,且灌区内地形平缓 ,地面坡度为 2% 左右 ,宜于在本灌区实行水库水源自压喷灌。

2.3 调压池设计

自压喷灌水源为文峪河水库 ,设计水流从文峪河水库位电站压力钢叉管引出。文峪河水库为年调节水库 ,兴利水位为 836.6m(晋中水利高程系) ,死水位 814.8m ,水库在此区间运行 ,水位变幅达 21.8m ,如喷灌工程直接从水库取水 ,管网压力较大且频繁 ,设计压力确定 ,喷头压力时大量小 ,影响喷灌系统正常工作 ,缩短其使用寿命。因此考虑在水库下游右岸黄土台地上做一个调压池来调节水流流态 ,使喷灌系统管网的压力保持稳定 ,即水库水流通过电站压力钢管和喷灌引水叉管进入调压池 ,再引入喷灌管网。

a. 设计水位确定。调压池水位是控制本区能否进行自压喷灌的首要条件。如果设计水位高 ,则水库低水位运行时 ,库水不能进入调压池 ,影响喷灌用水量 ,设计水位低 ,一是影响喷灌区喷头的选取 ,二是喷灌输水总干管的管径将加大 ,增加工程投资。根据调查 ,每年汛后开始蓄水到次年三月中旬 ,此间

库水位较高,一般在12月到次年3月达到最高库水位,近年统计资料为823.88~835.52 m(晋中水利高程系),而农作物在此阶段用水量较少,故每年高水位不能作为喷灌设计水位。每年3月中旬开始春浇,此时用水集中,用水量大,春浇完毕至汛前,库水位较低,近十年统计资料表明,每年最低库水位在3~8月份,最低水位为811.95~824.53 m,在此期间,小麦、蔬菜用水集中,用水时间长、次数多,故以此阶段的较低水位确定调压池设计水位。根据近年运行情况,把水库死水位814.8 m扣除输水系统水头损失2 m,以812.8 m作为调压池最低水位,考虑喷灌系统压力允许范围确定调压池最高水位为814.8 m,灌区地面高程为780~755 m,地形落差为36~61 m,根据灌区喷头的选择情况,能够满足自压喷灌要求。

b. 进出水流量调节控制。根据高耗水区的灌溉面积设计喷灌引水流量为 $1.26\text{ m}^3/\text{s}$,西部灌区的引水设计流量为 $0.35\text{ m}^3/\text{s}$,设计时仅以西部灌区为示范先例,东部灌区为远期规划项目,但调压池的设计必须考虑远期规划要求,同时,由于喷灌用户是面向农村、日需水量不完全相同的,因此调压池就有一个流量调节问题,只有进、出水流量平衡,才能保证调压池安全、正常地进行工作。为此,设计上采取了一系列的措施。首先,必须制定严格的运行管理制度,保证稳定的需水量,调压池最高设计水位上设计了0.7 m的安全储备空间,以防下游流量突变时管理人员有足够的时间来调节阀门;在进水阀室里安装了自动调节电动蝶阀,即调压池中水位变幅通过安装在调压池的水位计将信号传送到自动调节器,进而调整电动蝶阀的开启度,严格控制进出水量的平衡。

c. 调压池体形的选择。本次调压池的体形选择拟采用我国标准清水池图集,即方形和圆形。从结构上讲,圆形体有利,但如果采用圆形调压池,即布置进出水管的距离就太近,且在同一方向,水库高水位运行时压力流不经过消能便进入进水管,导致掺气水流进入喷灌管网,破坏喷灌管网,而矩形池则能充分利用其空间布置消能设施,使水流平稳进入喷灌管网,避免上述问题。所以结合文峪河下游黄土台地的地形特点,选用了钢筋混凝土矩形水池。

d. 库水消能问题。因调压池是按东、西两个总干管同时运行设计,存在大流量(东西灌区的总设计流量为 $1.26\text{ m}^3/\text{s}$,本灌区的设计流量仅为 $0.35\text{ m}^3/\text{s}$)、水库高水位进水的运行工况(水库的正常设计水位为836.60 m)。所以,水库水流在进入调压池后必须进行充分消能方能进入喷灌管网,这也是调压池的

功能所在,所以消能问题是调压池设计的关键问题。在设计这个问题的过程中,我们先后参照了国内外的先进经验,最后选用了工程类比法,参考引黄工程连接段类似消能问题(已做模型试验),在调压池再设1 m深消力池,出水管下弯进池,水流进消力池后再溢流到调压池达到消能目的。

e. 溢流问题。喷灌区的用户为农户个体,所以存在用水不统一的现象,也有个别用户有突然停止用水的现象,因此,在取水流量有突然变化时,为控制进出水流量的平衡,防止事故发生,保证调压池不出现壅水破坏而能安全运行,在调压池有足够安全储备容积的情况下,必须设置溢流设施。为此,我们进行了方案比选,设计了溢流管($\varnothing 600$)和涵洞溢流两个方案。由于调压池的容积较小,而对出水流量的变化又比较敏感,溢流管不能满足流量变化要求,而增大管径显然又是很不经济的;因此选择泄水涵洞是较经济而在技术上也是可行的。泄水涵洞进水口布设在出水管侧池壁814.8 m高程(最高设计水位),高0.7 m,宽1.0 m,外接宽、深均为1.0 m的浆砌石泄水涵洞,底坡为1/800,渠顶设盖板,上覆土回填至地面。

3 结 论

本灌区通过节水改造以后,年用水量节约600多万 m^3 ,可大大提高本灌区的年用水率。

缺水问题是整个文峪河灌区面临的主要矛盾,在开棚高耗水区实行节水只是一种新型灌溉方式的试验推广,在整个灌区实行节水灌溉,逐步实现“两高一优”的农业现代化,是灌溉事业发展的必由之路。

(收稿日期 2003-07-25 编辑 高渭文)

