

# 低压管道输水灌溉工程建设和管理探讨

赵晨伊<sup>1</sup>, 郭相平<sup>1</sup>, 刘敏昊<sup>2</sup>, 翟林鹏<sup>2</sup>, 吴七斤<sup>3</sup>

(1. 河海大学 农业工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 江苏省水利厅农水处, 江苏 南京 210029;  
3. 江宁区水务局, 江苏 南京 211100)

**摘要:**分析江苏省低压管道输水灌溉工程存在的技术和管理问题,得出建设和运行费用高、规划设计不够合理、管护复杂、管理人员技术水平以及管护经费不足等是影响工程建设和效益发挥的主要因素。提出加大财政投入,拓宽融资渠道,提高规划设计水平,加强管护人员培训以及改革管护模式等对策。

**关键词:**低压管道; 输水灌溉; 建设与管理

**中图分类号:**[TV93] **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2020)08-0033-05

## Discussion on construction and management of low – pressure pipeline irrigation project

ZHAO Chenyi<sup>1</sup>, GUO Xiangping<sup>1</sup>, LIU Minhao<sup>2</sup>, ZHAI Linpeng<sup>2</sup>, WU Qijin<sup>3</sup>

(1. College of Agricultural Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;  
2. Water Resources Department of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China;  
3. Gaochun Water – affair Authority, Nanjing 211100, China)

**Abstract:** By analyzing the technical and management problems of low – pressure pipeline irrigation project in Jiangsu province, it's concluded that the main factors affecting the construction and performance of the project were high construction and operation costs, unreasonable planning and design, complicated management and protection, insufficient technical level of management personnel and management and protection funds. Therefore, countermeasures of increasing financial input, broadening financing channels, improving planning and design level, strengthening training of management and protection personnel and reforming management and protection mode were put forward.

**Key words:** low – pressure pipeline; water conveyance irrigation; construction and management

农业是江苏省最大的用水户。随着工业发展,工农业用水矛盾加剧。目前江苏省灌区主要采用渠道衬砌技术减少渗漏损失。但当渠道衬砌率达到一定程度时,灌溉水利用系数的增长趋缓<sup>[1]</sup>。低压管道输水灌溉工程(以下称“管灌”)具有节水省地、自动化程度高的优点,在江苏省,尤其是苏南地

区,得到了迅速推广<sup>[2]</sup>。在管灌工程建设和使用过程中,也出现了一些技术和管理方面的问题。如建设和运行成本高、运行维护复杂、维护经费不足等问题,影响了工程建设和效益发挥。本文结合调研成果,对上述问题进行了分析,并提出了相应的对策,以期对工程建设和管理有所裨益。

收稿日期:2020-03-21

基金项目:江苏省水利科技项目(2019071-9)

作者简介:赵晨伊(1996—),女,硕士研究生,研究方向为灌溉理论与技术。E-mail:839364385@qq.com

通信作者:郭相平(1968—),男,教授,博士,主要从事农业水土资源高效利用研究。E-mail:xpguo@hhu.edu.cn

## 1 存在的主要问题与分析

### 1.1 建设和运行成本高

与传统防渗渠道相比,管灌工程建设一次性投入较高。通过对涟水、东台等苏北和苏中地区的调查,管灌投资在  $133.3 \sim 166.7 \text{ hm}^2$  ( $2\,000 \sim 2\,500$  元/亩)之间,苏南等发达地区在  $200 \text{ 元/hm}^2$  以上,较传统的混凝土防渗渠道  $66.7 \sim 100 \text{ hm}^2$  ( $1\,000 \sim 1\,500$  元/亩)高出 1 倍左右。考虑到大田作物(主要是水稻)生产的低效益性,用水户主动采用管灌技术的积极性不高。建设主要依靠政府财政投入。

由于管道过水断面较小,水头损失大,管灌工程中水泵扬程和配套电机功率高于相同控制面积下的渠道输水。如平原区小型渠灌泵站水泵扬程一般  $3 \sim 5 \text{ m}$ ,而管灌泵站扬程通常在  $10 \sim 15 \text{ m}$ 。管灌单位水量的电费较渠道高  $2 \sim 3$  倍。对于大部分灌区而言,两种输水模式下的灌溉用水量差别一般在  $15\%$  以内,管灌工程电费普遍偏高。根据徐州市新沂、南京市江宁区、盐城市阜宁县的调查,渠灌区水稻提水电费在  $120 \sim 180 \text{ 元/hm}^2$ ,而管道灌溉在  $225 \sim 450 \text{ 元/hm}^2$  左右,费用增加影响了管灌技术的推广使用。在取水方便的地区,有些农户采用流动水泵就近提水,造成管灌工程闲置。

### 1.2 规划设计不够合理

规划设计方面存在的问题包括:①管灌控制面积过大;②较少考虑配置变频器;③给水栓设计流量偏小或数量不足;④管径偏小;⑤水泵选型不够合理。根据郭相等<sup>[3]</sup>的分析,以建设和后期运行、管理和维护费用最小为目标,提出管灌工程控制灌溉面积以  $23 \sim 30 \text{ hm}^2$  ( $350 \sim 450$  亩)为宜。奕永庆<sup>[4]</sup>认为,规模小型化是喷滴灌技术推广应用的基础, $6.67 \sim 13.33 \text{ hm}^2$  ( $100 \sim 200$  亩)最为适宜。在南京和盐城地区的调查发现,个别管灌工程面积过大,输水管道布置长度增加,水头损失和运行能源费用较高;控制面积越大,轮灌组划分越多,越容易产生用水纠纷。

管灌运行过程中,距离泵站较远的轮灌组水头损失差异较大而近处较小。为满足远处水压要求,设计人员一般按照最远轮灌组的压力要求进行水泵选型,使得近处轮灌组水头富余,造成电量浪费。在轮灌过程中若实际工作的放水口数小于设计放水口数,则放水口压力增大,会产生冲刷。若使用变频调速技术,通过改变输入电机的电源频率调整电机转速,实现水泵的恒(水)压或恒(流)量供水,

能减少水头损失,节约电费。而且具有启动平缓、随时调整出力、实现软停止消除水锤等优点<sup>[5]</sup>,方便管护。调查发现,该技术尚未在江苏省管灌工程中得到普遍使用。

水稻前茬作物一般为旱作物(小麦或油菜),泡田定额一般为  $1\,200 \sim 1\,800 \text{ m/hm}^2$ ,是水稻灌溉用水最紧张的时期。由于农民外出务工比例较大,返乡时间段。希望在小麦收割后  $3 \sim 5 \text{ d}$  或更短的时间完成泡田和插秧。这就需要较大的给水栓流量。在盐城、淮安和南京的某些区(县)调查发现,部分管灌工程设计的出水管管径偏小(有些给水栓采用管径  $55 \text{ mm}$  出水管),出水量不足,影响正常使用。另外有些出水管未考虑消能设施,造成田块冲刷。

给水栓数量不足是影响管灌使用的另一因素。对于非流转农田,散户格田宽度  $15 \sim 20 \text{ m}$ ,放水口间距  $50 \sim 60 \text{ m}$  时,每个给水栓需控制  $2 \sim 3$  块格田。此时必须设置长度  $20 \text{ m}$  左右的输水毛渠,需占用一部分耕地。若相邻田块的用水户不同意共用出水口,或者给水栓所在田块的用水户不愿意在自己承包地内修建公用毛渠,灌溉季节易产生用水矛盾。但若保证每户具有独立的供水口,会导致工程建设成本增加。

水泵选择不合理,扬程过高是造成电费偏高的重要原因。除山丘区外,江苏省大部分水稻种植区水源水位距离田面高差小于  $2 \text{ m}$ ,管灌所需的水泵扬程通常不大于  $10 \text{ m}$ ,采用混流泵比较合适。部分地区出于使用习惯,认为水泵配套电机功率越高,灌溉出水量越有保证,要求设计单位增加扬程以确保用水。在实地调研中发现部分地区使用的水泵扬程达到  $25 \text{ m}$  以上,造成电费增加。

### 1.3 管理复杂,维修不方便

相对于渠道而言,低压管道运行操作更为繁琐。管水员需要经过一定技术培训才能胜任。操作时要求严格按照规范操作水泵,按照轮灌顺序关闭闸门。不规范的操作,如未严格执行设定的轮灌工作制度,会导致末端出水量不足而首部过大;闸阀启闭速度过快,容易产生水击造成管道破坏。若采用混流泵或离心泵,还需要开启真空阀或者开机前灌水等,管理要求较高。

土渠和防渗渠道维修主要指修补渠道裂缝及破损、防渗层翻修等内容,使用材料以土料和砂石水泥为主,费用低,工艺简单。大部分管水员经过简单培训即可胜任。管灌多采用 PVC 或 PE 塑料管。PVC 管抗冲击性较差,材质硬脆易老化。在农

事操作时,地理管道易受大型机械的破坏。目前PVC管道主要采用承插式连接方式,虽然维修工艺简单,但在更换时需要增设伸缩节。由于建设单位在施工完成后一般不考虑预留类似维修管件,在破损点维修时,往往需要开挖较长未破损管段<sup>[6]</sup>,依靠管道的变形完成管道对接,工程量大,维修成本高。PE管抗变形能力强,多采用热熔连接。若需维修,管件破损处附近要有电力供应,且需要专门的热熔设备和技术人员,技术复杂,维修费用高。因此,当管道破损时,泵站管水员需逐级上报,申请安排技术人上门服务,响应速度慢,用水户意见较大。另外,给水栓采用塑料竖管时,还容易发生机械碰撞损坏,维修不便。一旦破损,则影响整个系统的运行。

#### 1.4 管护人员素质偏低

根据射阳、涟水、东台等地的调查,管水员多由60~70岁老年人兼职担任,主要负责泵站的开关机以及管(渠)道维护。灌溉水从农渠(管道)进入农田的环节,由农户自行解决。该模式下存在的问题是:用水紧张时期往往出现抢水现象,科学的轮灌制度难以实施,用水纠纷较多;农户存在少灌吃亏的思想,造成水量和电量浪费。

调研发现,经过简单培训的灌水管水员,一般只能进行水泵和放水口的启闭,或者发现和处理诸如管道或电路连接处松动等简单问题。若出现管道渗漏、断裂、真空破坏或配电柜故障等严重问题,需由管水员上报村集体进行维修。若村集体不具备维修能力或资金不足时,需上报街道或镇政府,其再联系具有维修能力的技术人员(多为当地农技站、水利站)进行维修。灌溉需求的即时性和维修逐级上报落实的延迟性,影响了管灌使用。有些工程,仅仅因为泵站或者管道某个阀门的小问题,导致整个系统无法运行,甚至因闲置而被人为破坏。

#### 1.5 管护经费不足,使用程序繁琐

现行管灌工程的管理经费主要来自水费和财政补贴的专项资金。日常维护经费主要来自水费。由于现行水费定价偏低,加上部分地区水费收取不到位,工程维修费用难以落实。根据调查,经过竞价获得经营权的灌水管水员,其收入来自灌溉水费。收费标准一般是在电费的基础上每亩加收10~20元。以单个泵站控制面积13.3~26.7 hm<sup>2</sup>(200~400亩)计算,扣除电费后一般只有4000元左右的盈余(包含工资),可用于工程维修的经费有限。

财政经费是管灌工程维护经费的主要来源。

主要包括县(区)以上水利工程管护资金和农村水价改革经费、乡镇(街道)维修专项经费和补助资金等。前者由财政部门拨付,经费总量有限。其中乡镇(街道)维修专项经费负责维修经费的兜底,所占比例较高。对于经济较为发达的地区,乡镇和村集体维护资金筹集难度不大。但对经济较差的地区,维修资金数量不足。随着工程逐渐老化,需要投入的运行维护费用逐渐增加,导致部分已建成的管道工程出现问题不能及时解决,影响灌溉系统的正常使用。

维护资金使用程序繁琐是工程维修不及时的另一重要因素。按照目前财务制度,维修服务需要管水员提供人工费、设备费发票等票据才能报销。但调研发现,乡镇一级的维修单位,或者个体经营户,对于小额的维修费用,实际上很少能提供正规发票。加上管水员对财务制度的理解有限,往往给维修工作带来难度。

## 2 对策与建议

### 2.1 加大财政投入,拓宽融资渠道

#### (1) 加大财政投入力度

管灌工程是缓解用水紧张,保障粮食安全的重要手段,具有很强的公益性,属于准公共产品。由于农业生产的低效性,除个别种田大户和国营农场外,依靠社会资金投入难度较大,财政投入是管灌工程建设的主要来源。因此,需要国家和各级政府以发展高效节水灌溉为契机,加大管道灌溉工程投入。对中央和省财政下拨的水利资金,基层政府不得以任何理由挤占挪用。对需要地方配套的项目资金,上级财政要监督下级财政,保证配套资金按时足额到位。同时,要注重整合水利、农业、自然资源等部门资金,促进财政资金效益最大化,避免重复建设。

目前管灌工程的水费收缴水平一般只能支付灌水管水员工资和日常的维护。对机电工程大修、管道破损等较大数额的维修费用,需要设置财政专项经费,通过合理的补贴形式或工程维修申请予以支付。

#### (2) 完善“以奖代补”政策,鼓励用水户投资建设。

在财政投入为主的前提下,通过完善“以奖代补”和“先建后补”政策,明确管灌工程奖补标准、建管制度、资金拨付办法等内容。构建政府引导、社会资本参与的新型工程建设与管理模式,鼓励用水

者协会、农业合作经济组织、种田大户、家庭农场等单位或个人投资。对民间资本兴建且验收合格的管灌工程,除补贴建设成本外,另外给予一定奖励,作为风险收益,激励民间资本参与建设和管理。

(3)探索 PPP 建设模式,鼓励社会资本投入。

PPP(Public-Private Partnership)模式是政府和社会资本合作建设公共基础设施的一种项目运作模式。在该模式下,政府鼓励私营企业、民营资本与政府进行合作,参与公共基础设施的建设和后期管理,并从运行管理中获得收益。该模式将政府的公益性、宏观性监管职能与企业的微观性科学化管理有机结合,将政府不好管、管不好的事情交给企业管理,充分利用社会资源,降低行政成本<sup>[7]</sup>。

考虑到管灌工程的准公共产品性质,该模式下,政府和投资单位可通过协商形式,获得一定数量的工程建设资金支持,以降低企业风险。

(4)落实管护经费

除县(区)以上水利工程管护资金和农村水价改革经费、乡镇(街道)维修专项经费以及补助资金外,政府还可以通过精准补贴、节水补贴等形式,对管灌工程维修经费进行补贴,并建立畅通的维修申报渠道,确保工程得到良好的维护。

## 2.2 提高设计质量,方便用水管理

要建立起完善的工程建设评价体系,明确管灌工程的适宜发展条件,优先在国营和家庭农场等管理水平较高地区发展管灌。对于非规模经营的散户,适当缩小管灌工程的控制面积和管道级别。管道级别一般以 1~2 级为主。非大户经营的工程,控制面积在 13.3 hm<sup>2</sup>(200 亩)左右。连片或农场经营的,以不超过 30 hm<sup>2</sup>(450 亩)为宜。

为加快灌水速度和降低提水费用,在流失满足管道不淤积的情况下,对于散户种植为主的管灌工程,适当增加输水管道管径。尽可能加装变频设备,或使用一体化泵站。在输水流量控制、水泵选型、配套给水装置的选用等方面严格把控,避免扬程浪费。

## 2.3 加强人员培训,提高管护水平

对管水员进行必要的专业技能培训,包括水泵的正确启闭方法;轮灌时放水口的开启关闭顺序;控制闸阀的开启与关闭;常见故障的诊断与维修等。有条件的地区,可定期或不定期组织管水员进行培训与经验交流,分享管灌工程运行管理中存在的问题以及解决方法。

管道维修需要专业设备,且技术性较强,对于

管灌面积较大的县(区),应配置专业维修人员或技术联系人,并将其联系方式告知灌水管,或张贴于泵房内。

## 2.4 改革管理模式,完善激励机制

根据阜宁等地的调研成果,江苏省管灌工程推荐以下管理模式:

(1)全托式灌溉服务模式。

主要内容包括:①管水员竞争上岗。对建成的管灌工程,由产权所有者对外招聘。相同条件下,亩均水费低者优先。每 1~2 年竞聘 1 次。一般聘用当地人员,以便于管理;②预收部分或全部水费,实行总额包干,节约部分归管水员使用;③由管水员一人负责管灌区内工程维护到田间灌水全过程;④对入选者进行必要的岗前培训,经考核合格后方准上岗。

与传统管水员仅负责开关机和泵站、管(渠)道工程维护相比,该模式的优点是:①工程维护质量提高。由于农户每亩缴纳的水费总量固定,管道和田间跑水、漏水会增加用电成本,直接关系到管水员收入,因此管水员有更强的责任心进行工程管护和田间灌水管理;②有助于节约灌溉用水量。江苏省绝大部分管灌工程需要水泵加压,灌水量与用电量成正比。为增加收入,管水员会主动采取节水灌溉技术,减少无效损失。并按照科学的轮灌方式实施,减少水头损失和电量浪费;③有助于解放农村劳动力,减少用水矛盾和协调成本。将全部灌溉任务移交管水员,既可解决散户在外务工者的后顾之忧,也有利于通过提高水肥增加管水员收入。而且由于整个灌水过程不需要农户参与,对于零散地块,可有效减少用水纠纷;④容易推广。管水员一般为当地行政村或者自然村居民,了解当地情况,灌水习惯和管理模式容易为民众接受,协调成本较低。

该模式适合一般管灌工程,尤其适于非种田大户或企业承包、土地分散经营的地区。

(2)企业管理模式

企业管理模式是将管灌工程的管理权通过竞争或委托方式转移给具有管理能力的企业,将政府的服务职能社会化,以降低行政成本。该模式适于管灌工程数量较多的县(区)。企业委派具有技术能力的职工提供灌溉服务。可以利用规模优势,配备一定数量的专业维修人员,缩短维修响应时间,改善服务质量。

政府修建管灌工程的目的在于提高灌溉用水

效率和农民收入,而企业参与管理的目的在于获得经济回报。在现行水价条件下,为了不增加农民负担,需要政府给予企业适当补贴,保证企业获得足够盈利。企业盈利的计算:企业盈利=水费+地块面积×每亩政府补贴+政府节水奖励-考核扣费-运管费用。其中运管费用包括人员工资、动力费和维修费用。

该模式下,财政支出包括两部分,即政府补贴和节水奖励。前者用于工程维修,可参照目前管灌工程维修的平均标准制定。节水补贴的计算:节水补贴=(灌溉用水定额×灌溉面积-实际用水量)×奖励水价。

奖励水价可实行阶梯奖励水价。即根据节水幅度制定不同单方水奖励价格,节水幅度越大,奖励价格越高。将节水与企业收益挂钩,可以刺激企业加强管理,推广节水灌溉技术。

现有管理模式,政府负责部分维修费用(相当于每亩政府补贴),一般不包含节水奖励。虽然灌水管员可通过节省电费提高收益,但由于农业电价本身较低,通过节水获得的收益不大,节水激励的强度有限。尤其在经济条件较好的地区,维修费用(机电设备和管道维修等)最终由政府或村组兜底,灌水管员工程维护的积极性未能充分发挥。而在企业管理模式下,所有费用均需自行承担,企业有更强的意愿通过加强管理,减少维护成本。

### (3) 自管模式

由种田大户或农场经营的土地,管灌工程的受益人单一或较少,管理协调成本较低,可采用由受益人自行管理的办法。即建成后的管灌工程,直接委托给农场或大户管理。对于节水效益明显的工

程,政府进行补贴和节水奖励。补贴和奖励标准,可参照企业管理模式执行。

## 3 结 语

江苏省在全国属于经济发达省份,管灌技术具有良好的发展前景和社会效益。从调查分析来看,建设成本高,资金不足是限制工程建设的主要因素。规划设计不够合理、管护水平低、维修复杂和维修资金不足,则会影响建成后工程效益的正常发挥。因此,除加大财政资金支持力度外,引入社会资本参与管灌工程建设和管理,提高规划设计水平,加强管护人员培训,并通过明确工程产权,落实管护责任,是促进管灌工程建设和提供管护水平的有效手段。

### 参考文献:

- [1] 肖雪,王修贵,谭丹,等.渠道衬砌对灌溉水利用系数的影响[J].灌溉排水学报,2018,37(09):56-61.
- [2] 夏晶,王洁,张礼华.浅谈江苏低压管道灌溉工程发展的技术路径[J].江苏水利,2018(12):28-30.
- [3] 郭相平,王敏,刘敏昊,等.江苏省稻作区低压管道灌溉适宜控制规模研究[J].灌溉排水学报,2019,38(11):28-35.
- [4] 奕永庆.经济型喷滴灌技术[J].2012全国节水高效灌溉先进技术与设备专刊,2012,1-3.
- [5] 李伟.变频设备在灌溉泵站工程设计中的应用[J].湖南水利水电,2014(3):45-47.
- [6] 廖艳华,肖春云.供水工程中PVC-U供水管道的安装与维修探究[J].建材与装饰,2019(28):224-225.
- [7] 裴永刚,毛德发.北京市农业节水灌溉项目PPP运作模式探讨[J].中国水利,2017(23):44-45.