

低压管道输水与田间优化灌溉技术

阎 玮,江建华,缪海洋

(扬州大学水利科学与工程学院,江苏 扬州 225009)

摘 要:我国进入 20 世纪 80 年代以来,水资源日益紧缺,低压管道灌溉技术在农业生产中开始迅速发展。但由于技术、设备等原因,在华北的一些井灌区,虽然使用了管道输水技术,但仍然采用普通灌溉技术,致使节水效果不明显。分析了管道输水的优势,并讨论了其与优化的灌溉技术相结合的制约因素与前景。

关键词:低压管道输水;节水灌溉;田间工程

中图分类号:S275.3 **文献标识码:**B

The Low-Pressure Pipeline and The Field Irrigation Technique

YAN Wei, JIANG Jian-hua, MIAO Hai-yang

(Yangzhou University, Jiangsu Yangzhou 225009, China)

Abstract: Since the 80's, there is urgent lack of the water resource in our country. The low-pressure pipeline irrigation technique developed rapidly in agriculture. Because lack of the technique and equipments, some well-irrigated regions in Northern China, although have used the pipeline system were still use the common irrigation technique, cause the water saving not obvious. This paper analyzes the advantage of the low-pressure pipeline system, and discussed the limited factors and the foreground when it combined with the optimized irrigation technique.

Key words: low-pressure pipeline system; water-saving irrigation; field engineering

我国是一个水资源贫乏的国家,人均水资源占有量仅为世界人均占有量的 1/4,水资源量在时空分配上也很不平衡。因此,占总用水量 75% 以上的农业灌溉,在我国的全面节水中将起到重要的作用。在这种情形下,适应节水灌溉的低压管道输水灌溉技术逐步成熟起来。它是通过人工措施或自然压力给灌溉水加压,然后由低压管网将灌溉水输入田间给水栓进行灌溉,其工作压力范围为 0.02~0.2 MPa。该技术首先在冀、鲁、豫、京、津的井灌区开始应用并逐渐推广,取得了显著效益。

1 低压管道输水灌溉技术的优点

管道输水灌溉是以管道代替明渠输水灌溉的一种工程形式,其特点是出水口流量较大,出水口所需压力较低,管道不会发生堵塞。与土渠输水灌溉相比,管道输水减少了输水过程中的渗漏与蒸发损失,使得井灌区管道系统水利用系数达到 0.95 以上。并且管道比土渠输水节水 30% 左右,比土渠输水灌溉节能 20%~30%。渠灌区采用管道输水后,比土渠节水 40% 左右。这是非常有现实意义的,据统计我国目前农业用水量有一

半以上是在输水、配水和田间灌溉过程中被浪费掉的,如果将全国已建成的灌区灌溉水利用率提高 10%~20%,则每年可节约水量 380~760 亿 m^3 ,这对缓解我国水资源供需矛盾将起到很大作用。

土渠一般占耕地 1% 左右,管道埋入地下代替土渠之后可增加 1% 的耕地面积。渠灌区输水流量大,渠道占用耕地面积更大。所以,在渠灌区实现管道灌溉后,减少渠道占用耕地的优点尤为突出。对于我国土地资源紧缺,人均耕地面积不足 0.1 hm^2 的现实来说,具有显著的社会效益和经济效益。根据常州市郊区 1993 年统计,低压管道输水历年累计回收土地 82 hm^2 ,若按产量 11 250 kg/hm^2 计,则全年增加粮食 92.25 万 kg ,按每 100 kg 80 元计,可增加收入 73.8 万元。

管道输水灌溉比土渠输水快,供水及时,可缩短轮灌周期,改善田间灌水条件,有利于适时适量灌溉,从而及时有效地满足作物生长期的需水要求。特别是在作物需水关键期,土渠灌溉往往因为轮灌周期长,灌水不及时,而影响作物生长造成减产,管道输水灌溉较好地克服了这一缺点,从而起到了增产增

收的效果。以 2 km 的土渠为例,需要 2~2.5 h 才能到达终点,而管道只需 5~7 min 就能到达田块。管道代替土渠之后,避免了跑水漏水,节省管理用工,在渠灌区,省工的优点将更加明显。

管道输水灌溉还具有:减少渠道岁修,节省灌溉劳力;调节灌溉水温,有利于作物生长;路渠结合,有利于机耕作业;维修管理方便,有利于自动控制;减少血吸虫病,改善环境卫生等一系列优点。

2 田间灌水系统

2.1 低压管道输水小畦灌优势

管道输水灌溉系统由水源与取水工程、输水配水管网系统、田间灌水系统 3 部分组成。田间灌水系统指分水口以下的田间部分,是节水灌溉的重要组成部分。田间灌水解决不好,灌水浪费现象将依然存在。目前,我国乃至世界上的灌溉方法仍是以地面灌溉为主,地面灌溉约占全世界灌溉面积的 90% 以上。因此,先进的地面灌技术的推广和应用对于当前农业节水有重大影响。优化的地面灌溉主要有:小畦灌溉、水平畦田灌溉、波涌灌溉、隔沟灌溉、膜孔灌溉等。其中,小畦灌对灌溉的要求与普通地面灌相似,仅改善了畦田的规格,不影响原来的种植制度和耕作方式,而且应用广泛。

低压管道输水小畦灌,是强调了管道输水与小畦灌的结合。兼有管道输水和小畦灌的优点,而且采用管道输水,灌溉水易于控制,使自动分水成为可能,压力输水快且流量大,可以彻底改善小畦灌的灌水作业方式和灌水效果。因此,低压管道输水小畦灌具有灌溉水利用率高、节水效果好、占地少、机械化程度高、操作方便、省工省时的特点。

小畦灌只有与配套好、功能全的管道输配水系统结合,才能发挥其最大作用。现代农业使得灌溉成本成为农民重视的主要因素。这其中包括水费和输送水的费用,统一的管网化的输水设备和技术资源能充分发挥效能,比农民单户抽水灌溉能有效地降低每立方米水的成本。用水户不再考虑抽水机械和输水设备,只从出水口“买水”灌溉,这同样能达到水资源统一经营管理,农民不再像过去一样不关心水的利用率,而造成不必要的浪费。管道化输水小畦灌,使地面分水可以用配套的分水管进行,加快灌水速度,提高均匀度,减小灌水定额,并有望实现分水操作的自动控制。

2.2 低压管道输水小畦灌的主要技术进展

国内有关小畦灌的试验结果表明,小畦灌不仅灌水定额小,并且有较好的均匀度。河北省对不同类型土壤的畦田规格、土垄沟输水时间、距离、入渗强度、入渗量等进行定量研究。将方畦定义为方畦,畦长、畦宽满足:畦宽 < 畦长 < 2 倍畦宽。则当每公顷 180~330 个畦时,畦长为 6~9 m,畦宽为 4~7 m,实行方畦对浇为宜。采取低压固定管道与土垄沟相结合输水配小畦灌溉,可使灌溉水利用率达到 85%~90%,耕地利用率达到 92%~96%。既可免去再配地上移动软管或闸管,节省投资,又便于运行管理。

山东、陕西的试验资料表明:小畦灌在畦长 30~50 m、畦宽为 2.5~3 m 时灌水定额一般为 675~900 m³/hm²/次,均匀度

可达 90% 左右。畦长小于 50 m 时灌水定额一般不超过 675 m³/hm²/次。同时长畦分段灌溉可以达到小畦灌溉同样的节水效果。长畦上直接进行小畦灌,减小或免除了分割畦田的横垄,省工省地,畦长的调节更加灵活,可以根据需要选择合适的灌水定额和均匀度。

水利部农田灌溉研究所进行的多孔软管地面灌溉试验表明,在已有埋管灌溉区内,将软管直接连接在给水栓上,利用剩余水头可进行多孔软管地面灌溉。这种群众创造出来的灌溉技术,灌水方法简单,节省投资,机动灵活,适应性强,输水利用效率高,目前,已在农村广泛应用。在生产中表明,多孔软管地面灌溉灌水定额 375~450 m³/hm²/次,比常规的沟畦地面灌水技术灌溉速率提高 3~5 倍,节水 40%~60%。在小畦灌中采用多孔软管灌溉,可以弥补地面输水入渗不均匀的缺陷,进一步提高均匀度,同时可适当增加畦长,减少田面工程量。

2.3 低压管道输水小畦灌存在的问题

(1)在水资源日益紧张的地区,如河北、河南、山东、陕西等省管道输水小畦灌均有相当规模的推广和应用。小畦灌已是主要的节水灌溉方式,因为它不需额外的投资、简单、易掌握、节水效益明显。但由于对田间节水措施的推广不够重视,在华北井灌区,一些地方虽然采用了低压管道工程,但其田间仍用大畦灌水,导致节水效果不大。以小畦灌为代表的先进的田间灌溉技术还缺乏实用的成套设备,导致小畦灌的机械化程度不高,灌水控制方法的技术含量低。

(2)观念与认识还需更新,谈及节水,人们往往想到喷灌,较高的技术含量和机械化程度,甚至可实现自动化,灌溉时可同时施肥,有较高的效率。相比之下,对小畦灌,认识为虽然节水,但技术含量低,灌水作业效率低,灌水作业需更多的人工,劳动繁重。其实应在强调地面节水灌溉技术的同时,加强小畦灌技术的研究与相关配套产品的开发,按高标准高效率组装成管道输水小畦灌系统。小畦灌溉适用于井灌区和条件适宜的渠灌区,当前特别应强调在采用低压管道输水工程的地区推广普及。

(3)田面的平整度也会影响小畦灌的灌水效果。激光平地技术作为世界上最先进的土地平整方式已在欧美发达国家广泛应用,但是由于其成本过高,在我国并未广泛应用。根据实验,目前在华北平原井灌区内现有农田地面平整状况下,土地平整精度每改善 1 cm 所需投入的直接平地费用约为 83 元/hm²,这将加重农民的负担。在现有条件下的人工平地虽然程度不高,但由于年复一年的耕作,其土地的平整程度也能使小畦灌的效果达到令人满意的程度。相信随着国产的激光设备的生产,激光平整与机械化平整相结合的技术能够使费用降低到能让农民接受的程度。

(4)地面分水技术可谓制约小畦灌发展的瓶颈。主要是地面移动分水管操作机械化程度低,人工操作不够快捷方便,致使在水源较充足地区的农民不愿接受。现在的分水控制主要有:箱式控水阀、分水闸门、简易分流闸、多功能配水阀。应当开发出简易可控的设备,并使其定型化、标准化、质量好、成本低,吸引厂商的参与,促进先进的灌溉方法 (下转第 47 页)



图3 农用井查询的界面(北京市大兴区管理员级别用户)

实时查询到的农用井信息可以反映农用井当前的状态和流量。用户可以通过界面远程控制水井水泵的开启。

2.3.5 机井信息添加和修改

本系统还具有方便直观的机井信息的添加和修改功能。系统赋予水务管理员对机井信息进行添加和修改的权限。在需要新增机井时,管理员不用打开数据库添加信息,只要在地图中按照新增机井的经纬度坐标找到相应位置,就可以直接点击该位置,把机井的信息添加到数据库中。同样,管理员可以点击需要变更信息的机井,直接修改该井的信息。

2.3.6 统计图表动态显示

统计功能对用水的管理是十分重要的。本系统设计了农用井和用水的统计图表显示功能。管理人员根据自己的需要,选择需要统计的数据。地图上相应的位置可以动态地显示出表示统计结果的直方图、饼状图等图表。

系统对农用井的当前流量有实时监控的功能,即只要在地图中选择农用井就可以实时地看到该井中地下水流量情况的动态图表。此外,系统还对农用井的总流量具有统计和显示的功能。

2.4 系统的其他功能和特点

除结合 WebGIS 实现的农用井查询、管理和统计功能外,

(上接第 44 页) 的推广。同时,应开发简易耐用的计量装置,适应计量收费的需要。管道灌溉系统常用的水表有 LXS 型旋翼湿式水表和 LXL 型水平螺翼式水表。根据管道的流量,参考厂家提供的水表流量——水头损失曲线进行选择,尽可能使水表经常使用流量接近公称流量。用于管道灌溉系统的水表一般安装在野外田间,因此选用湿式水表选用较好。

3 结 语

低压输水管道与优化的灌溉方法相结合有着广阔的应用前景,但由于我国自从“七五”以来才对低压管道技术进行攻关。因此,与国外发达国家相比,技术上还未完全成熟。科研上还需研究:①水泵与管网的合理匹配。②复杂大型管网水量调配优化。③大面积管网合理布局。④施工运行中的检测技术。⑤管道灌溉的自动化管理等。并且我国还没有专门生产农用管道系列管材、管件及附属设备的厂家,特别缺乏适合大

系统还提供给用户以下 7 项功能:①专门的数据统计和报表打印功能;②水费的征收和管理功能;③用户查询、管理及挂失的处理;④政策法规的浏览、发布及管理功能;⑤留言板及其管理功能;⑥网上办公自动化功能;⑦帮助信息的查询和编辑功能。以上所有功能有机地结合在一起,为农用井用户和水务人员提供了一个操作平台。

此外,系统具有分级、分地区管理的特点;不同级别的用户登陆后有不同的权限,如普通农用井用户就没有添加机井的权限;不同地区的用户登陆后显示的界面也不同,如北京市大兴区的用户登陆后直接显示大兴区地图。这样既保证了系统的安全性,又方便了不同类型、不同权限级别用户的使用。

3 结 语

农用井用水计量管理系统结合 WebGIS 与 ASP 技术,采用 B/S 模式的系统设计,为 WebGIS 在水利方面的应用提出了解决方案。该系统为水务管理人员提供了一个方便的管理平台,为农用井用户提供了一个直观的查询平台,同时为水务工作人员和农用井用户之间搭起了相互交流的平台。本系统可以帮助各地区解决长期以来农用井管理落后和上门收费的难题,减轻了水务工作人员繁杂的收费和统计工作,并给今后的水务工作提供可靠的决策依据。经过在严重缺水的北京市初步示范应用结果表明,该系统可为水利系统提供一套功能完备齐全的用水计量管理系统,实现了“明白用水”和“明白收费”,有利于节约地下水资源。

参考文献:

- [1] 李纪人,黄诗峰.“3S”技术水利应用指南[M].北京:中国水利水电出版社,2003.
- [2] 龚健雅.当代地理信息系统进展综述[J].测绘与空间地理信息,2004,(2):5-11.
- [3] 宋关福,钟耳顺,王尔琪.WebGIS——基于 Internet 的地理信息系统[J].中国图形图像学报,1998,(3):251-254.
- [4] 汪晓平,钟军.ASP 网络开发技术(第 2 版)[M].北京:人民邮电出版社,2003.

型灌区发展管道输水灌溉技术的大口径管材。

总之,我国的管道输水灌溉技术还处在发展阶段,尽管还存在一些问题,但只要我们将集中力量认真对待,就会使这一技术更加成熟和完善,从而能够使管道输水与优化灌溉结合的农田节水灌溉在我国的节水计划中发挥更大作用。

参考文献:

- [1] 刘恩民,刘晓云,刘传收.低压管道输水小畦灌的优势与发展前景[J].灌溉排水学报,2003,22(3):37-40.
- [2] 谢礼贵,王玉坤,谢志勇.低压管道输水灌溉田间工程配套研究[J].节水灌溉,2001,(3):18-21.
- [3] 吴松林.城市郊区低压管道输水灌溉技术应用[J].农田水利与小水电,1995,(4):20-22.
- [4] 赵竟成.沟、畦灌溉技术的完善与改进[J].中国农村水利水电,1998,(3):6-9.
- [5] 李益农,许迪,李福祥.农田土地激光平整技术应用及初步评价[J].农业工程学报,1999,15(2):79-84.