

灌区渠道防渗技术及其自动化量测应用

赵建国

淮南市水利勘测设计研究院有限公司新疆分公司

DOI:10.12238/hwr.v8i3.5281

[摘要] 在农业水利工程飞速发展的今天,灌区渠道防渗技术显得越来越重要。文章系统地阐述灌区渠道防渗技术及自动化量测在灌区渠道防渗中的运用,并结合新疆地区实例进行分析。首先对该项目进行基本介绍,主要包括设计理念及项目需求。其次对当前灌区渠道所采用的土工膜防渗,混凝土防渗及复合防渗系统3种主要防渗技术及其施工工艺进行分析。进一步介绍自动化量测技术用于渠道防渗的情况,包括系统组成,作用,数据采集和传输方法等,并对数据处理和分析技术进行分析。自动化量测的运用实现灌溉用水量计量、调配水数字化和信息化、无人值守远程调控,实现灌溉水资源的优化配置,可持续发展的目标。

[关键词] 灌区渠道; 防渗技术; 土工膜

中图分类号: TV146+.2 **文献标识码:** A

Imprevention technology of channel in irrigation area and its automatic measuring application

Jianguo Zhao

Huai'an Water Resources Investigation, design and Research Institute Co. , Ltd

[Abstract] With the rapid development of agricultural water conservancy projects, the seepage control technology in irrigation area is becoming more and more important. This paper systematically expounds the application of channel seepage prevention technology and automatic measurement in irrigation area, and analyzes it with the examples in Xinjiang region. First of all, the basic introduction of the project, mainly including the design concept and project requirements. Secondly, the three main technologies of seepage control and concrete seepage control and composite seepage control system used in the current irrigation area are analyzed. Further introduce the automatic measurement technology for channel seepage prevention, including the system composition, function, data acquisition and transmission methods, and analyze the data processing and analysis technology. The application of automatic measurement realizes the goal of irrigation water quantity measurement, water allocation digitization and information, unattended remote control, and realizes the optimization of irrigation water resources allocation and sustainable development.

[Key word] Irrigation area channel; seepage prevention technology; geomembrane

引言

在干旱缺水的新疆地区,灌区渠道作为关键的农业水利设施,其防渗问题显得格外重要。有效运用防渗技术,不仅能够提升水资源利用效率,而且有利于地下水水质保护。近几年来,在新材料、新技术不断开发的情况下,灌区渠道防渗技术有了明显改进。文章从土工膜防渗、混凝土防渗、复合防渗系统几个角度对防渗技术分类、应用和施工工艺进行了分析。同时对灌区渠道工程自动化量测技术进行论述,这一技术是实现灌区水资源科学高效的配置与调度,提高灌区的用水效率和办公水平。

1 工程概况

霍城县大西沟中型灌区项目位于伊犁州霍城县,涉及大西

沟乡及清水河镇,控制灌溉面积达156,000亩。自从20世纪70年代该灌区的水利设施完工以后,其设计质量已经不再满足现代农业水利的需求。在近40年的运营过程中,相关设施出现了老化和损坏的问题,目前渠道的防渗效果仅为15%,这直接导致了渠道的输水能力大幅下降,同时干支渠的供水能力也大大降低。不但如此,水土流失还比较严重,大量水资源浪费使得水供需矛盾显得特别尖锐,农作物由于水资源短缺得不到有效灌溉导致产量下降,灌区农牧业生产与社会经济可持续发展遇到明显冲击。为了解决上述提到的问题,该项目计划对56.125公里长的主渠和支渠进行改造和防渗处理,并配套建设331座渠系建筑和自动化量测水设备。本次改建工程是为贯彻国家有关中型灌区节水

表1 灌区渠道防渗技术比较表

防渗技术	材料/系统	主要特点	防渗效率 (cm/s)	施工要点	注意事项
土工膜防渗	HDPE	高强度、耐化学稳定性、抗老化性能优良	1×10^{-13}	铺平、接缝密封、防护措施	寒冷地区需考虑耐寒性能
	LLDPE		依材料规格而定	铺平、接缝密封、防护措施	
	PVC		依材料规格而定	铺平、接缝密封、防护措施	
混凝土防渗	水泥、砂、碎石屑	传统防渗材料、坚实阻隔层	1×10^{-10}	搅拌均匀、计量准确、严格养护	养护时间至少7天,防止裂缝
复合防渗系统	多种材料组合	结构稳定、多层次防渗	依设计和材料而定	保证各层相容性和整体性	确保排水层透水系数不低于 $1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$

改建政策要求而设计的,是根据《灌溉排水工程项目初步设计报告编制规程》进行编制的,霍城县水利局下达我院的《霍城县大西沟中型灌区续建配套与现代化改造项目》设计任务翔实。在大量野外勘察及多方案比选基础上,对工程选址,断面形式,防渗型式及抗冻胀设计几个方面进行综合考虑,优选出最优化改建方案。

2 灌区渠道防渗技术

2.1 土工膜防渗

在灌区渠道防渗技术运用方面,土工膜以其优良防水性能得到广泛应用。土工膜这种以聚合物材料为主要原料的合成层是利用物理阻隔降低土壤渗透性的一种有效途径。该项技术关键是选用适宜的土工膜材料,控制施工质量。常见的土工膜种类有高密度聚乙烯、聚氯乙烯和复合土工膜等几种。HDPE土工膜由于具有高强度,良好的耐化学稳定性和抗老化性能而被广泛用于水利工程。根据《土工合成材料应用技术规范》(GB/T50290-2014),HDPE土工膜的厚度一般在0.5mm至3.0mm之间,其防渗效率可达到 $1 \times 10^{-13} \text{cm/s}$ 时,明显优于常规粘土层防渗效率。施工时,强调土工膜铺平,接缝密封性及土工膜防护措施等。接缝处需要通过热熔焊接或者化学粘接保证接缝处防渗性能和土工膜本体匹配。土工膜在使用过程中,也需关注与土壤相容性和环境温度适应性等问题。比如HDPE土工膜可能会在低温环境下易碎,所以寒冷地区的土工膜易采用复合土工膜。

2.2 混凝土防渗

混凝土这一传统防渗材料对灌区渠道防渗措施起到了决定性作用。混凝土防渗层一般是用水泥,砂,碎石或碎石屑与水按一定配比混合而成,防渗性能主要取决于混凝土质量与施工工艺。对于混凝土防渗层设计提出了更高的要求,需要从强度,抗渗性以及耐久性等方面进行全面考虑。依据《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010)的规定,在设计阶段,水灰比不应过高,以确保混凝土具有良好的密实性和防渗性能。在实际的工程应用中,混凝土的防渗层厚度一般在8-30cm之间,其防渗效果可以达到 $1 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 。为改善防渗性能,在混凝土中加入多种添加

剂如减水剂,防冻剂及防渗剂来改善混凝土工作性及耐久性。混凝土施工工艺关键是密实度与均匀性控制。在施工中需要保证搅拌均匀,计量准确,养护管理严格。养护过程是混凝土终极性能的关键,一般要求湿养护时间不低于七天。

2.3 复合防渗系统

就灌区渠道防渗技术而言,复合防渗系统由于具有防水效果突出、结构稳定性好等特点越来越受到人们关注。这一体系一般是由若干层不同的材料组成,其目的是将各材料的长处结合在一起,从而实现更加有效地防渗,多用于渠基渗透性较大、湿陷性严重的渠道。复合防渗系统结合了土工膜的高效防渗特性和混凝土板的稳定性,形成了一个双重防护层,以提高整体的防渗效果,构成多层次防渗结构。其中混凝土板、土工膜层担负着直接防渗的任务,砂浆保护层用于防护土工膜免受机械损伤,砂砾料支撑层为整个系统提供了一个稳固的基石。复合防渗系统的设计关键在于保证各个防渗层的相容性与整体性。如土工膜和保护层需很好地接触才能避免水流形成二者间通道。技术规范规定保护层材料粒径应能有效地对土工膜进行防护,不得造成穿孔和破坏。在实践中,复合防渗系统防渗效果会受到很多因素的影响,例如各种材料物理化学性能,体系的结构设计以及施工时的质量控制。如表1所示:

3 自动化量测技术在灌区节水改造工程中的应用

3.1 自动化闸门控制系统在灌区节水改造工程中的应用

霍城县大西沟中型灌区工程改造项目以更新灌溉系统,提高水资源利用效率为目标。其中自动化量测控制系统在灌区节水改造工程中起到关键作用。该系统可对渠道内水流进行准确控制,满足不同灌溉需求的同时降低人为操作失误造成水资源浪费。自动控制系统经传感器反馈后,可实时调节闸门开度以确保水流恒定准确,达到准确分配水分,节水目的。采用自动化闸门也可由于减小水流作用于渠道壁时的冲击压力而减小渠道破损危险。该压力通常由人工操作时瞬时大流量放水引起,自动化控制能使水流流畅并缓解渠道物理冲击。另外自动化量测水系统与渠道防渗改造相配合,实现灌区干支渠的水位、流量实时监

测,为水量调度、水费计收提供依据。通过自动化控制闸门,又可实现夜间灌溉及非人工值守时段水量调配等功能,使灌区渠道即使在人烟稀少时仍可保证有效灌溉及合理用水。这一智能化管理方式显著提高了灌溉效率,对农作物稳产起到了强有力保证,也为霍城县农牧业生产和社会经济可持续发展打下基础。

3.2 实时流速与流量自动测量技术在防渗管理中的运用

在现代灌溉系统中,实时流速和流量自动测量技术必不可少。该技术应用于霍城县大西沟中型灌区工程改造中渠道水流监测准确。在渠道内设置高科技流量、流速传感器,可实时采集、记录水流动态变化情况,从而为灌溉管理提供科学数据支持。自动测量技术能够在准确监测的基础上即时检测出流速不正常波动情况,这可能是由于水道内部存在漏洞或者不正常渗漏造成。在对此类状况进行监控后,该系统能够快速做出反应,并采取自动或者半自动调节措施来对供水量进行调节,以保证水资源得到合理配置与高效使用。这一技术手段在提高水资源利用率的同时,还有利于防止和减轻对渠道造成进一步的破坏。在此基础上,利用实时流速和流量测量技术对灌区水资源管理进行科学决策。在这些资料的帮助下,管理者能够把握各时段水资源的利用状况、合理制定灌溉计划、实现水资源优化配置等。这一自动化测量技术应用使灌区可以灵活处理不同农作物需水量的变化乃至气候变化所造成的冲击,增强灌溉系统韧性及突发事件处理能力。

3.3 数据集成与智能监控系统在灌区渠道维护中的应用

数据集成及智能监控系统是霍城县大西沟中型灌区工程的核心。系统通过采集自动化闸门控制及实时流速流量测量设备数据创建综合信息平台。平台可对渠道状态进行实时监测,给灌区管理者以直观操作界面及决策工具。通过该集成系统管理者可以快速地获得灌区内包括水位,流速,流量和渠道渗漏等全面信息,从而达到全方位控制灌溉系统的目的。智能监控系统可以

对采集的海量数据进行分析,并利用算法来评价与预测渠道运行状态。这样灌区管理者就能及时发现存在的问题,采取调整灌溉计划,对系统作必要维护或更新等措施。另外,该系统能够依据预测结果对灌溉策略进行自动调整,以优化水利设施运行效率、降低能耗、减少人为干预等,实现灌区智能化管理。在遭遇突发状况,例如极端气候或渠道受损的情况下,智能监控系统的快速响应能力变得尤为关键。该系统能自动启动应急预案和调整灌溉模式,以便在紧急状况下作出反应并将损失降到最低。从长远看,该集成化智能监控系统在确保灌区平稳运行的同时,也促进灌溉系统可持续性与农业生产稳定性的提高。

4 结束语

对新疆地区灌区渠道防渗技术及自动化量测应用情况进行研究可见,该技术对于提高灌溉水利用效率和保护生态环境起到了显著的效果。今后随着科学技术的发展,自动化技术也在不断地完善,灌区渠道防渗及维护管理也会趋于更智能,更高效,这对水资源可持续利用及农业可持续发展都提供了稳固的技术支撑。

[参考文献]

- [1]段丽芳.灌区节水改造工程中农田灌溉渠道防渗关键技术研究[J].南方农机,2023,54(18):178-180.
- [2]郭洪发.灌区防渗工程施工设计研究[J].黑龙江水利科技,2023,51(07):79-80+114.
- [3]邓日荣.灌区渠道防渗改建工程施工技术与管理要点[J].新疆有色金属,2023,46(03):65-66.
- [4]别江平.某灌区渠道改造措施[J].河南水利与南水北调,2023,52(02):24-25.

作者简介:

赵建国(1990--),男,汉族,新疆人,本科,研究方向:农业水利工程。