

文章编号:1007-4929(2003)01-0004-02

渠道防渗

渠道防渗抗冻新材料与新技术

何武全¹, 邢义川¹, 蔡明科¹, 刘三虎²

(1. 西北农林科技大学 水利部西北水利科学研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省水电工程局, 陕西 西安 710065)

摘要: 渠道防渗技术是目前中国应用最广泛的节水工程技术措施。本文论述了渠道防渗技术发展现状, 介绍了渠道防渗抗冻新材料与新技术, 提出目前渠道防渗技术由单一防渗材料向复合防渗材料, 由单一防渗结构形式向复合防渗结构形式发展, 指出必须加强跨学科研究和跨行业合作, 加大渠道防渗抗冻新材料与新技术的研究和推广应用力度。

关键词: 渠道防渗; 新材料; 新技术

中图分类号: TV698 **文献标识码:** A

1 渠道防渗技术发展现状

随着全球淡水资源危机的加剧, 合理利用水资源引起了世界各国政府和科学家的高度重视, 并采用了多种对策。在解决水资源的对策中, 除兴建必要的蓄水、引水工程, 扩大水源外, 更重要的是节约用水, 提高水的利用率, 防止水的污染等。世界各国如美国、日本、前苏联等, 由于农业灌溉用水浪费严重, 特别是渠道渗漏损失的水量很大, 均非常重视并积极研究推广渠道防渗技术。

渠道防渗技术是我国目前应用最广泛的节水工程技术措施, 它可以极大地减少农业灌溉用水的浪费, 节水潜力巨大。农业用水是我国的用水大户, 据统计, 1999 年我农业年用水总量为 3860 亿 m^3 , 约占全国总用水量的 69%, 其中农田灌溉用水量为 3560 亿 m^3 , 占农业总用水量的 92%, 占全国总用水量的 64%。同时, 我国农业灌溉用水浪费现象十分严重, 输水渠道渗漏是灌溉用水浪费的主要方面。目前我国渠系水利用系数平均不到 0.5, 也就是说, 50% 以上的灌溉水在渠道输水的过程中就损失掉了, 每年由灌溉渠道损失的水量为我国总用水量的 1/3, 为农业总用水量的 45%, 灌溉用水浪费相当惊人。采用渠道防渗技术后, 可以减少渗漏损失的 70%~90%, 极大地提高灌溉渠系水利用系数, 缓解农业用水供需矛盾, 节约

的水可扩大灌溉面积, 进一步促进农业生产的发展。可以减少渠道占地 3%~5%, 防止渠道冲刷、淤积及坍塌, 节约运行管理费用, 有利于灌区的管理。可以降低地下水位, 防止土壤盐碱化及沼泽化, 有利于生态环境和农业现代化建设。渠道防渗是节约用水、实现节水型农业的重要内容, 如按我国渠系水利用系数提高 0.1 计算, 则每年可节约用水量 344.5 亿 m^3 , 由此可见, 渠道防渗的节水效益十分显著。

渠道防渗常用土料、水泥土、石料、膜料、混凝土和沥青混凝土等材料建立防渗层, 其中混凝土防渗具有防渗效果好、糙率低、强度高、便于管理等优点, 已成为渠道防渗应用最广泛的材料之一。20 世纪 60 年代以来, 国内外大量采用塑膜作为防渗材料, 取得了较为理想的防渗效果, 一般可减少渗漏量的 90% 以上, 特别是采用埋铺式膜料防渗, 塑膜埋入保护层下避免了紫外线和光的照射, 大大延长了使用寿命, 一般使用年限可达 20~30 年左右。近年来, 混凝土和塑膜复合防渗结构形式得到快速发展。防渗技术由单一材料向复合材料, 由单一结构向复合结构发展。在渠道防冻胀技术措施方面, 国外发达国家近年来采用“抵抗”冻胀的技术措施, 提高防渗材料强度, 增设换层等。我国经过多年的研究实践, 提出了“允许一定冻胀位移量”的设计标准, 采用“适应削减冻胀”的防冻害原则和技术措施, 大大降低了工程造价。在渠道防渗施工技术方面,

[基金项目] 国家高技术研究发展计划(863 计划)项目(2001AA242071)。

[作者简介] 何武全(1967-), 男, 汉族, 陕西合阳人, 主要从事节水灌溉理论与技术研究。

[收稿日期] 2002-06-25

国外发达国家以机械化施工为主,我国目前仍以人工施工为主,与国外差距较大,但已逐渐向半机械化和机械化施工方向发展。小型 U 形混凝土衬砌渠道,研制推广了系列的渠道开槽机械和混凝土浇筑机械,使 U 形渠道得到了大面积推广应用。

2 渠道防渗抗冻新材料

2.1 新型复合土工合成材料 GCL (Geosynthetic Clay Liner)

新型复合土工合成材料 GCL 是在压实性粘土衬垫 CCL (Compacted Clay Liner) 基础上发展而来的,GCL 最早用于工程是在 1986 年美国的一座垃圾填埋场衬垫系统中,大约在同一时期,德国也研究应用了另一种 GCL 产品,并成功地应用于渠道防渗、运河衬垫系统、垃圾填埋场衬垫系统等,取得了较好的防渗漏效果。

GCL 的结构组成是两层土工合成材料之间夹封膨润土,通过针刺、缝合或粘合而成,也有的 GCL 产品只有一层土工膜,其上有有用粘合剂粘合的一层薄薄的膨润土。GCL 是利用膨润土的膨胀性防渗,利用土工织物来承载和护面的结构形成,它与土工膜同属土工合成材料,在渠道防渗应用中除具有土工膜的所有优点外,还具有柔性极好,抗张应变的能力强,在张应变达 20 % 的情况下,其渗透率不增大。具有极强的自愈合功能,由于膨润土具有遇水膨胀性,它会在土工织物刺破处自我愈合,同时上下层土工织物在针刺或缝合纤维的作用下也约束了膨润土的迁移,进一步提高了自愈合能力。抗干湿循环和抗冻融循环的能力强,GCL 受热后会出现干缩现象,但复水后出现的裂缝会自动闭合,且渗透系数不变,经冻融试验,其抗冻能力也较强。比土工膜搭接方便,安装简单,施工速度快。

2.2 新型固化土防渗材料

土壤固化剂是一种新型固化土防渗材料,具有其它传统防渗材料所不具备的一些特点,其作用对象是各类土壤,材料来源丰富,应用范围广,并且有很好的防渗效果,渗透系数一般为 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$,国外目前已广泛应用到各类工程中,我国从 20 世纪 80 年代开始引进这项技术,90 年代初应用于渠道防渗工程中,取得了较好的防渗效果。

土壤固化剂加入土壤中,可增强土体憎水性或降低土体水的冰点,阻止或减弱土体冻结时的水分迁移,从而减轻或消除冻胀,提高了土体防渗抗冻性能。土壤固化剂按照其固化土壤原理,可分为电离子类土壤固化剂和水化类土壤固化剂,电离子类土壤固化剂是由各种强离子化学剂组成的水溶性材料,其与土壤混合后,通过电离子交换,改变了土壤中水分子和土颗粒电离子特性,破坏孔隙毛细管结构,在压力作用下,孔隙中游离的水分子、气分子被挤出,使土颗粒粘结,从而提高土体的抗压强度和防渗抗冻性能,这类土壤固化剂适用于颗粒较细的壤性土。水化类固化剂多为固体粉末物质,加入土体后经过压实,固化剂与土壤中水分子发生水化作用,实现水硬性反应,提高了土体的强度和防渗抗冻性能,这类土壤固化剂适用于砂石类土壤。

固化土的物理力学性能随土壤性能、固化剂类别及掺量、含水量、施工条件等有所不同,一般强度为 $1 \sim 10 \text{ MPa}$,渗透系

数为 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ 。陕西省宝鸡峡灌区和山东省葛沟灌区在全国大型灌区节水改造中进行了土壤固化剂防渗渠道的试验应用,证明土壤固化剂用于渠道防渗工程上,具有可就地取材,工程造价低,施工简单方便,防渗效果较好等优点,但存在抗冻性不稳定,耐久性差。为此,我国已开始研究固化土复合防渗结构,它是利用土壤固化剂对渠基土进行处理,达到防渗的目的,并形成具有一定厚度的保温体,减弱基土冻胀,再利用混凝土等刚性材料作为保护层,组成防渗、耐冲、抗冻胀、耐久性好的复合防渗衬砌结构。

2.3 纳米改性防渗材料

2.3.1 纳米改性混凝土防渗材料

混凝土防渗是目前广泛采用的一种渠道防渗技术措施,它具有防渗效果好,一般能减少渗漏损失的 90 % ~ 95 % 以上,糙率小 ($n = 0.014 \sim 0.017$),允许流速大,一般为 $3 \sim 5 \text{ m/s}$,缩小渠道断面,减少工程量和占地面积,强度高,耐久性好,便于管理和适应性广泛等优点,但其抗冻性能较差。国内外建筑业已开始利用纳米材料改进混凝土和钢筋混凝土的性能研究,并应用于高速公路路面及路缘石施工中,结果表明可显著提高混凝土的耐久性,抗冻性提高 20 倍。在渠道防渗方面,我国已开始在不显著提高成本情况下利用纳米材料改进混凝土防渗抗冻性能的研究。

2.3.2 纳米改性复合土工膜

土工膜是一种薄型、连续、柔软的防渗材料,具有防渗性能好,适应变形能力强,施工方便,工期短和造价低等优点,但是,土工膜较薄,在施工、运行期易被刺穿,使得防渗能力大大降低,同时,其抗冻性能差。利用纳米材料对普通塑料进行改性,生产的新型复合土工膜兼有有机、无机特点。纳米改性复合土工膜的厚度约为普通聚乙烯土工膜的 $3/4 \sim 2/3$,可大幅度降低工程造价,其强度和抗穿刺性能明显提高,扩大了土工膜的应用范围。

3 渠道防渗抗冻新型结构形式

3.1 混凝土 U 形防渗渠道

混凝土 U 形防渗渠道是采用底部为半圆或弧形,上部为一定倾角的直线段的断面形式,目前我国中、小型渠道上大量推广应用。其具有防渗效果显著,比梯形渠道湿周短、流速快、裂缝少,因而输水损失小,小型 U 形混凝土渠道的渠道水利用系数可达 $0.97 \sim 0.98$ 。水流条件好,流速快,渠道输水输沙能力强,不易产生淤积现象。混凝土砌体下部为反拱,整体性好,抗外力和抗冻胀性能好,渠道占地少,投资小,一般占地面积仅为梯形渠道的 $1/2 \sim 1/4$,比梯形渠道省料 25 % ~ 30 %。便于管理,混凝土 U 形渠道不易淤积,且整修堤岸、补修裂缝等维护工作量大大减少,一般较混凝土梯形渠道节省管理用工 60 % ~ 70 %。

在大型输水渠道上,近年来我国推广应用了弧形底梯形、弧形坡脚梯形断面渠道,取得了较好的防渗抗冻胀效果,但施工技术和施工机械尚不完善。

3.2 复合材料防渗结构形式

实践证明,采用单一的防渗材料很难达到 (下转第 11 页)

5.2 系统控制面积

闸管灌溉系统的控制面积与灌水沟长、轮灌期内系统可移动的次数有关。由田间试验情况分析,在现有土地平整状况条件下,灌水沟长度可为 100~150 m;经过平地后,灌水沟的长度可达 200 m 以上。闸管灌溉系统可以移动使用,移动次数越多,系统控制面积越大。但移动次数越多,田间运行管理难度越大,同时越容易损坏软管。一般而言,可移动次数控制在 3 次以内。表 3 给出了对应不同灌溉水沟长度及系统移动次数的系统控制面积。

表 3 不同灌水沟长度和系统移动次数下的系统控制面积 hm^2

移动次数	灌水沟长度/ m		
	100	150	200
不移动	1	1.53	2
1 次	2	3.07	4
2 次	3	4.60	6
3 次	4	6.13	8

5.3 系统每公顷投资

闸管灌溉系统投资包括管道、闸阀及进水口建筑物。其中管道和闸阀的投资见表 2。进水口建筑物部分属固定工程,一次投资,可长期受益,具体投资可参考 127 团基建科的预算。因此,在下面估算系统每公顷投资时,仅考虑了管道和闸阀两部分的投資。

当计算系统的每公顷投资时,不仅要考虑系统不同移动次数下不同的控制面积,还要考虑系统的使用年限,得到采用闸管灌溉系统时每年的每公顷投资。影响系统使用年限的主要因素是软管的正确使用和保管。从国内外经验看,在正常使用

和保管下,闸管灌溉系统的使用年限可在 2~3 年。根据表 2 和 3 的结果,即可分别计算出使用年限为 2 年和 3 年时闸管灌溉系统的每公顷投资,见表 4。

表 4 不同使用年限下的系统每公顷投资 元

移动次数	使用年限及灌水沟长度/ m					
	2 年			3 年		
	100	150	200	100	150	200
不移动	480	315	240	315	210	165
1 次	240	165	120	165	105	90
2 次	165	105	90	105	75	60
3 次	120	75	60	75	60	45

由表 4 结果可知,按使用年限最低 2 年、系统移动次数为 1~2 次、灌水沟长度为 100~150 m,系统的每公顷投资在 105~240 元。当使用年限按 3 年考虑时,系统的每公顷投资在 75~165 元。由此可见,闸管灌溉系统的投资强度较低,是值得大力推广的一种地面灌溉技术。

[参 考 文 献]

- [1] 许迪,李益农等. 田间节水灌溉新技术研究与应用[M]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [2] 杨继富,李益农等. 新疆规模化农业类型区改进地面灌溉技术的初步成果[J]. 节水灌溉,2001,(4).
- [3] 水利部. 低压管道输水灌溉工程技术规范(井灌区部分)[M]. 北京:中国水利水电出版社,1995.
- [4] 喷灌工程设计手册编写组. 喷灌工程设计手册[M]. 北京:水利电力出版社,1989.

(上接第 5 页)理想的防渗抗冻效果和耐久性。近年来随着防渗膜料的发展,采用了复合材料防渗的结构形式,即采用柔性膜料作为防渗层,主要起防渗作用。在膜料防渗层上,再用混凝土等刚性材料或土料作保护层,保护膜料不被外力所破坏,防止老化,延长工程寿命的作用。两种材料互相扬长避短,显示了明显的经济技术性能,是目前渠道防渗的发展趋势。其具有防渗效果好,其渗漏量是现浇混凝土防渗的 1/5,是预制混凝土板防渗的 1/7。施工工期短,造价低。混凝土板和膜料均可进行工厂化生产,对旧渠改建工程,在停水期施工,工期短,不影响行水。混凝土保护层可以由防渗用的 10~14 cm 减薄至 4~8 cm,从而降低了工程造价。抗冻胀性能好,膜料防渗层可以保温,且防渗漏性能好,降低了渠基土的水分,从而减轻的冻胀破坏。

4 结 论

随着科学技术的不断发展和我国国民经济能力的提高,对渠道防渗技术提出了更高的要求,目前,我国渠道防渗技术由单一防渗材料向复合防渗材料,由单一防渗结构向复合防渗结构和由以人工施工为主向半机械化、机械化施工方向发展,因此,渠道防渗技术涉及面越来越广,技术要求越来越高,为此建议,必须加大渠道防渗的科研投入,加强跨学科研究和跨行业

合作,加大渠道防渗抗冻新材料与新技术的研究和推广应用力度。

[参 考 文 献]

- [1] 邢义川,丁昆仑等. 现代渠道管网高效输水新技术及新产品(863 计划)课题申请书[R]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,水利部西北水利科学研究所,2001.9.
- [2] 何武全. 我国渠道防渗工程技术的发展现状与研究方向[J]. 防渗技术,2002,(1):31-33.
- [3] 周正兵,王钊. 用于渠道防渗的两种新型土工复合材料[J]. 防渗技术,2002,(3):1-5.
- [4] 李安国. 渠道防渗工程技术[J]. 节水灌溉,1998,(4):6-8.
- [5] 何武全,张英普等. 论大型灌区节水改造对策[J]. 西北水资源与水工程,2002,(1):50-52.
- [6] 郭慧滨,李振海等. 渠道防渗工程[J]. 节水灌溉,1999,(6):26-29.
- [7] 王慧,朱步祥等. 渠道防渗新材料——土壤固化剂及其应用[J]. 节水灌溉,2000,(6):35-37.
- [8] 王世忠. 纳米材料与新型材料[J]. 中国建材科技,2001,(1):1-6.

Application of VRT in Precision Irrigation

Jin Hongzhi, He Jianqiang, Qian Yichao

Abstract By introducing the basic concept of precision irrigation system, This paper put forward that VRT (Variable Rate Technology) is the pivotal technology of precision irrigation. It also expounded the application of VRT and variable rate devices in linear irrigation system and center pivot irrigation system, pointed out some remarkable questions in the application.

Key words precision agriculture/ precision irrigation/ variable rate technology/ sprinkler irrigation machine

New Material and New Technology for Canal Seepage Control and Anti - freeze

He Wuquan, Xing Yichuan, Cai Mingke, Liu Sanhu

Abstract This paper discussed the present developmental situation of canal seepage control technique, introduced new material and new technology for canal seepage control. The author points out that canal seepage control technology has developed from single seepage control material to compound material, from single seepage control structure to compound structure, so we must strengthen multisubject research and multitrade cooperation, increase research and spread of new material and new technology for canal seepage control.

Key words canal seepage control/ new material/ new technology

Gated - pipe Irrigation Technology and Its Field - project System Design

Li Yinong, Yang Jifu, Liu Changan, Li Jie, Li Wei

Abstract Through example engineering, this paper introduced gated - pipe irrigation technology and design process of its field - project system, presented design example and simple economy analysis. The analysis result proves that the invest of gated - pipe irrigation technology is lower and it is a worthy spreading surface efficient irrigation for cotton in Xinjiang district.

Key words gated - pipe irrigation technology/ field system/ design

Elementary Analysis of Several Problems in Canal Seepage Control Project

Zhang Mingguang, Shi Jintang

Abstract This paper presented several problems and solutions in canal seepage control project, such as seepage control material, seepage control structure and - anti - freeze.

Key words canal seepage control/ lining

Several Problems of Drip - irrigation System Design in Hothouse of Plastic Shed

Zhao Baocheng, Zhang Chaopin

Abstract This paper discussed several problems and solutions in the design process of drip - irrigation in hothouse or plastic shed, such as manage model, style selection, constant - pressure water supply through frequency conversion technique, the selection of design work point of emitter and combination of different irrigation style.

Key words problem/ design/ drip irrigation system/ hothouse or plastic shed