

改进型闸门止水技术在小型水闸中的应用

朱步祥¹, 朱步刚¹, 王 慧², 刘敏红²

(1. 临沂市河东区水利水产局, 山东 临沂 276034; 2 临沂市水利勘测设计院, 山东 临沂 276000)

摘要:以小埠东灌区东干渠为例, 结合设计、施工、管理等方面的要求, 研制了适合灌排渠系中应用广泛的小型水闸的门后止水结构形式, 其止水橡胶与刚性支撑联合运行, 结构简单、合理, 加工、制作、安装方便, 造价降低, 止水效果良好。

关键词:小型灌区; 水闸; 止水技术

中图分类号:TV663

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)06-0059-02

小型水闸在灌排渠系中应用广泛, 多年来这些闸门的止水方式, 主要是依照大中型水闸采用的门前橡皮止水, 门后以滚轮作为支撑, 这种止水效果较好, 但结构较复杂, 加工、制作、安装要求高, 投资较大, 用于小型水闸还存在止水装置外露, 止水橡皮易被人为切割破坏的缺陷, 易导致止水装置失效, 造成闸门大量漏水。尽快研制一种加工制作简便、投资省、使用效果好的止水结构, 是当前灌区改造中亟待解决的问题。

临沂市葛沟灌区, 设计灌溉面积 2.4 万 hm^2 , 仅支渠以下就有小型水闸 615 座, 根据近期调查统计, 门体锈蚀、结构受损需更新的闸门有 330 扇, 其余 285 扇闸门也普遍存在止水失效、跑水、漏水现象。据测算, 这部分闸门漏水损失近 5%, 降低了渠系水的利用率, 加之其它工程设施不配套, 老化、退化严重, 目前灌区水的利用系数仅为 0.4, 水的浪费极为惊人。为此, 我们于 1998 年以新开发的小埠东灌区东干渠为基地, 对小型水闸止水结构进行研究。经过调查论证, 优选出适合小型水闸的门后止水方式, 并克服了单一钢止水和一些双重止水存在的缺点, 在结构形式、材料选取、加工制作等方面进行了优化。经过多次试验, 最终较好地完成了闸门止水技术的改进。在小埠东灌区东干渠 40 余座水闸中应用成功, 2 年来的运行实践表明, 该止水技术具有较好的止水效果, 实现了止水可靠、加工制作简便、节省资金的目的, 是一种值得推广应用的止水新形式。

1 改进型止水的主要技术特点

a. 形成连续封闭的止水系统。在设计上充分

考虑了止水布置的连续性和严密性, 根据小型水闸的受力特点, 把闸门的底止水、侧止水、顶止水布置成连续的, 并尽可能在同一平面上形成了封闭的止水系统, 起到了较好的止水效果。

b. 改善了闸门受力条件。改滚轮支撑为型钢支承, 闸门边梁受力由集中荷载变为均布荷载, 改善了受力条件, 减少了边梁材料用量, 减轻门体自重, 降低了造价。

c. 充分发挥支撑与止水的有机配合。支撑与止水布置在门体后侧, 联合运行, 使刚性材料既具有支撑作用又具有止水作用, 并具有较强的耐磨性。同时配合橡胶材料的柔软性所形成的止水体系, 达到了较好的止水效果。

d. 加工制作简单, 节省材料。该止水结构改前止水为后止水, 省去了上游侧止水预埋轨道; 用型钢支撑省去了滚轮, 使门槽宽度减小; 门体加工制作简便, 节约材料, 延长使用寿命, 节省资金。与目前滚动支撑单一侧止水型式相比较, 仅材料一项就可节省资金 30%, 特别是橡皮止水带与支撑型钢紧密相连, 关闭闸门时又被封闭在闸槽里, 从而防止了因橡皮外露被人为切割破坏这一工程管理中的难题, 大大延长了止水装置的使用寿命, 节约了维护投资。

2 止水的结构与制作安装

小型水闸止水分为侧止水、底止水和顶止水, 其中以侧止水作为研究改进的重点, 其结构主要由闸槽止水轨道、闸门支撑型钢和 P 型止水橡皮三部分组成(图 1); 底止水主要由平板止水橡皮和混凝土底坎组成(图 2); 顶止水主要用于设有胸墙、全封闭

作者简介: 朱步祥(1965—), 男, 山东临沂人, 工程师, 主要从事水利工程规划、设计、施工等工作。

的闸孔,止水由 P(PL)型橡皮与胸墙组成,为提高止水效果,保证低水位情况下闸门贴紧下游槽壁,对门高大于 2m 的闸门,在闸门顶端上游闸槽位置设置楔型角钢(与埋件相对应),可保证闸门在关闭时闸板在压力作用下自动后推,使止水橡皮贴紧槽壁,增加止水性能。

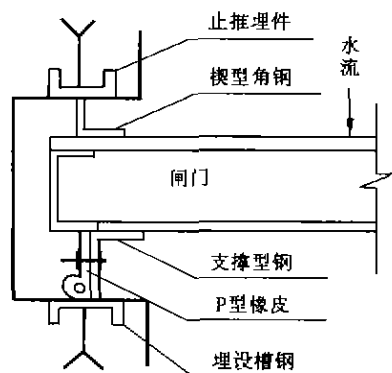


图1 侧止水结构示意图

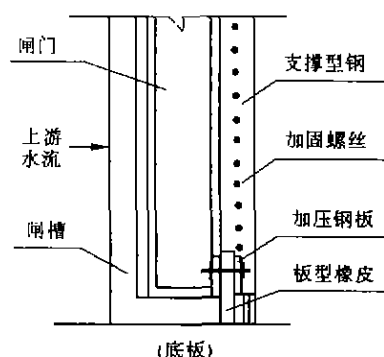


图2 底止水结构示意图

2.1 侧止水的制作安装

侧止水门体支撑型钢,既承担作用在闸门上水平方向的水压力,又可依靠与轨道的摩擦接触而起止水作用,同时又支撑橡皮准确地贴附在轨道上,要求型钢规格必须依据受水平力大小和运行时的正常刚度来选定,本研究选用优质角钢(对于受水平力较大的闸门也可选用槽型钢支承)。P型橡皮是主要止水材料,选材时必须采用优质定型原胶产品,要求质地均匀,外形尺寸偏差小于 2mm,严禁使用再生胶,以确保橡胶受到挤压时的变形均匀,其规格以突出止水型钢表面 3~5mm,作为受压变形余量;侧止水安装是在门体加工完后,将支撑型钢根据止水橡皮的加固位置沿纵向钻孔,间距为 200mm,直径为 12mm,然后将型钢焊接在闸门边梁的下游面。橡皮止水带的螺孔根据型钢上的螺孔位置确定;止水带的长度下部要与底止水齐平,顶部与顶止水搭接,然后进行安装,为确保止水带贴型钢,在橡皮的外侧附加压钢板,厚 4mm、宽 30mm,螺孔直径、间距与支撑

型钢位置相对应。

止水轨道位于闸门槽下游立面槽壁上,所用材料为槽型钢(或花岗岩板),并要求浇注闸槽时预埋。该研究选用 12 号标准槽钢,用 16mm II 级钢筋作为锚栓,长 15~20cm、间距 20cm。在预埋时,混凝土包边宽度控制在 3~5cm,并严格控制其垂直平整度。浇注时,将轨道材料固定在闸槽模板上,以确保其位置,使安装后的闸门与槽壁整体协调。

对设有楔型角钢的闸门,闸槽对应位置要设置埋件,布设在闸槽上游顶部,长 30~50cm。

2.2 底止水的制作安装

底止水主要由平板型橡胶带和加压钢板组成,利用闸门的自重与闸底板紧密结合而止水。小型闸闸门结构形式比较简单,制作时,先在闸门底梁型钢下游面钻孔,直径 12mm,间距 200mm,然后将止水橡皮凸出闸门底沿 10mm,钻孔后加压铁固定。压铁采用厚度 4mm、宽度 50mm 的优质钢板,应注意底止水和底止水交接处必须结合紧密,使下游立面橡皮止水带形成一个封闭的止水圈。

2.3 顶止水的制作安装

顶止水在小型水闸中使用较少,我们在渠首防洪闸及干渠与河道平交闸上采用了顶止水技术,结构形式同大中型水闸,止水带设置在胸墙式闸门顶部,止水材料用 PL 型橡皮,制作安装与底止水要求基本相同。

3 效益分析

改进型止水结构克服了目前小型水闸普遍采用的单一止水存在的弊端,取得了较好的止水效果,为进一步推广该技术积累了一定的设计、施工和管理经验,同时对现有小型水闸的止水改造具有较高的实用价值,其经济效益非常显著,小埠东灌区东干渠 49 扇闸门改造后综合经济效益如下:

a. 节省闸槽止水埋件数量。该止水结构将滑动部分和支撑、止水埋件融为一体,省掉了上游止水埋件,每扇闸门可节约 12 号、16 号槽钢及预埋钢筋 54.6kg,49 扇闸门共节约埋件钢材约 2673.5kg,可节省资金约 1.07 万元。

b. 节省承重支撑滚轮。每扇闸门省去 4 个支撑滚轮,用型钢代替,每扇闸门节约 160 元,49 扇闸门可节省资金 0.78 万元。

c. 减少加工、制作、安装费。因侧止水轨道门体支撑加工、制作和闸槽浇注均可简化,每扇闸门节省资金 60 元,49 扇闸门共节省资金 0.29 万元。

d. 延长止水使用年限。闸门关闭时,止水橡皮被封闭在闸槽里,防止人为切割破坏(下转第 63 页)

数均已确定),最大提升速度不超过 15 cm/min,遇大孤石(钻孔时将地层情况记录清楚,高压喷射灌浆时按照造孔时确认的地层情况进行高压喷射)或壤土、粘土层,提升速度降为 10 cm/min,高压喷射围井盖板时,提升速度降为 5~6 cm/min。

2.2.3 围井试验施工

施工难题有两个:一是工作面窄,现状坝顶宽仅 6 m,无法布置高喷台车等设备,为了解决这一难题,结合大坝加高,在施工安排上首先进行了现状坝顶以下的下游坝坡培厚工程施工,使坝顶工作面由原来的 6 m 增加至 13.8 m,满足了施工要求。二是围井要穿过 56 m 深的粘土心墙坝体,且心墙本身有裂缝等隐患,如何保护好坝体心墙,也是防渗处理的关键。最初设计方案为:心墙要求干钻,结束后,即下套管至心墙底部,下部砂卵石层用泥浆固壁钻进。经过一段时间的施工后发现,钻孔速度慢,尤其是 30 m 以下,小时进尺不足 0.5 m,随着深度的加大,需要机械动力不断增加,机械损坏时有发生,严重影响了施工进度。为了提高钻孔速度,经有关专家研讨,决定全孔采用粘土泥浆固壁钻进,心墙部分遇漏浆时,及时进行堵漏处理,心墙钻孔结束后,及时提钻下套管保护上部心墙,然后钻下部卵石层。为了确保大坝安全,要求在施工过程中,加强大坝变形及渗漏观测,发现问题,及时解决。

围井高压喷射灌浆分三序进行施工。施工程序是:钻机就位→调平机架→钻孔→测斜→下套管→钻机移位→高压喷射台车就位→调平→试喷→下高压喷射管→灌浆→起拔套管→封孔。钻下部砂卵石层时,如有漏浆现象,及时停钻,回填粗砂、中细砂及粘土堵漏,直至返浆正常,再继续钻进。施工中遇到的其它特殊情况,现场解决。

2.2.4 围井试验检验

为了查明围井成功与否,要进行一系列的检查和试验。因不能开挖检查,结合水库实际情况,对围井进行了注水试验,注水试验结束后,钻孔取样做渗透及

一些物理、力学指标测定。桩体密实,无漏喷现象。

坝上围井注水试验分两段进行,第一段:上下面高程分别为 449.5 m、444.5 m;第二段:上下面高程分别为 443.0 m、438.0 m,坝顶面高程为 507.3 m。围井墙体计算厚度考虑两种情况:①纯理想情况,即按设计影响半径,无孔斜计算最小搭接厚度,经计算为 1.2 m;②按照平均实测孔斜率计算最不利情况组台下的最小搭接厚度,围井试验 16 孔实测平均孔斜率为 0.27%,按此孔斜率计算最小搭接厚度为 95 cm。围井注水试验观测数据及计算成果见表 2。

表 2 围井注水试验计算成果

段号	试验水头 /m	流量 ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	计算墙厚 /m	周边渗透 面积/ m^2	渗透系数 $K/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$
上段	38	2.3×10^{-6}	0.95	12	0.48×10^{-6}
上段	38	2.3×10^{-6}	1.2	12	0.61×10^{-6}
下段	38	1.6×10^{-6}	0.95	12	0.33×10^{-6}
下段	38	1.6×10^{-6}	1.2	12	0.42×10^{-6}

表 2 中,做注水试验时,在大坝围井左右两侧均读取了测压管水位,但两管水位不同,计算采用平均水头;另外,计算围井渗透面积时,没有考虑上下盖板,故计算的渗透系数 K 值偏大。从表 2 可见,各种情况计算结果的 K 值均小于 $1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$,满足设计要求。由此可见围井试验是成功的。

3 结 语

通过试验,说明弓上水库采用高压喷射灌浆进行防渗处理的方案是合理的。弓上水库最大处理深度达 83 余 m,在实施过程中出现了一些问题,有一定的施工难度,但都得到了圆满解决。水库运行至今,防渗处理以来的最高运行水位 495 m,下游没有出现明流。经过查孔测试,形成的帷幕渗透系数均在 $1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 左右,取出的岩心强度等各项指标满足设计要求。弓上水库防渗工程实施后,每年可为林州市节水 800 余万 m^3 ,同时为以后地层工程的处理取得了宝贵的经验。

(收稿日期:1999-10-10 编辑:张志琴)

(上接第 60 页)

现象,延长止水橡皮的正常使用寿命,方便管理。

改进型闸门止水技术,既适用于新建水闸,包括平面钢闸门、混凝土闸门,同时也适用于现有灌排渠系上广泛分布的小型闸门的止水改造,在目前灌区节水改造配套中具有较高的推广价值。

参考文献:

[1] SL74-95,水利水电工程钢闸门设计规范[S].

[2] DL/T 5018-94,水利水电工程钢闸门制造安装及验收规范[S].

[3] 蔡正坤. 闸门与启闭机[M]. 第二版. 北京:水利电力出版社,1993. 165~181.

[4] SL101-94,水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程[S].

[5] 穆绪刚. 闸门止水的新形式[J]. 山东水利科技,1989(3): 35.

[6] 穆绪刚. 闸门双重止水技术及施工要求[J]. 山东水利科技,1997(3): 10~11.

(收稿日期:2000-07-14 编辑:张志琴)