

# 不同透水率对水力插板透水丁坝 防冲促淤效果的试验研究

任志, 李玉建, 侍克斌, 周庆庆

(新疆农业大学 水利与土木工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 水力插板透水丁坝新型护岸结构的提出提高了新疆粉细沙河床上治河工程的防洪护岸效益。本文为了探讨透水率对水力插板透水丁坝防冲促淤效果的影响,利用动床模型水槽试验研究了水力插板透水丁坝缓流效果、局部冲刷及坝后最大淤积高度随透水率的变化规律,为透水率这个重要工程设计参数的合理选取提供理论依据。试验结果表明:水力插板透水丁坝坝后流速的减缓效果明显,且透水率对坝后流速的影响较小;坝头最大冲刷深度随着透水率的增大而变小;坝后最大淤积高度随透水率的增加先增加后减小;当透水率为30%左右时,水力插板透水丁坝的防冲促淤效果达到最佳。

**关键词:** 水力插板透水丁坝; 透水率; 局部冲刷深度; 最大淤积高度

中图分类号:TV863

文献标识码:A

文章编号:1672-643X(2016)01-0172-03

## Experiment of scour prevention and sedimentation promotion effect for hydraulic flashboard permeable spur dike in different water permeability rates

REN Zhi, LI Yujian, SHI Kebin, ZHOU Qingqing

(College of Hydraulic and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** The use of new revetment structure of hydraulic flashboard permeable spur dike increases the benefits of flood control and revetment engineering at Xinjiang silt sand bed. In order to explore the influence of water permeability rate on scour prevention and sedimentation promotion effect of hydraulic flashboard permeable spur dike, the paper used movable-bed model test to study the change law of slow flow effect, local scour depth and maximum sedimentation height with water permeability rate so as to provide theory reference for the reasonable selection of engineering design parameters. The result showed that hydraulic flashboard permeable spur dike has a significant effect on reducing flow velocity after dam. The water permeability rate has less influence on velocity of flow behind dam. The maximum scour depth decreases with the increase of water permeability rate. The maximum sedimentation height of dam firstly increases and then decreases along with the increase of water permeability rate. When water permeability rate is 30 percent, the scour prevention and sedimentation promotion effect of the dam gets the best.

**Key words:** hydraulic flashboard permeable spur dike; water permeable rate; local scour depth; maximum sedimentation height

## 1 研究背景

在治河工程中,丁坝是应用广泛的水工建筑物。由丁坝组成的护岸工程,能控导流势,保护堤岸,又有束狭河床、堵塞岔口和淤填滩岸的作用。其中坝

身透水的丁坝称为透水丁坝,透水丁坝可将一部分水流挑离河岸,起控导水流作用,另一部分水流透过丁坝流向坝田,减缓流速,使泥沙沉积,缓流落淤效果较好。透水丁坝通过改变坝体附近的水流流态,对水流有导有透,使通过空隙的水流与在透水丁坝

收稿日期:2015-07-16; 修回日期:2015-10-17

基金项目:国家自然科学基金项目(51469032);新疆维吾尔自治区高校科研计划科学研究重点项目(20130522230200640);新疆水利水电工程重点学科基金项目(xjzdk-2002-10-05)

作者简介:任志(1991-),男,湖南沅江人,在读硕士研究生,主要从事内陆河治理与防洪工程研究工作。

通讯作者:李玉建(1967-),男,山东德州人,博士,副教授,主要从事内陆河治理与防洪工程研究工作。

后产生的回流互相作用<sup>[1-4]</sup>。新疆粉细沙河床或者软土地基中修建的堤防工程河床抗冲蚀强度低、易液化、不宜承重,因此造成传统的护岸工程施工速度慢,工程造价高,稳定性差,平时维护工作量大,尤其在突发洪水时极易遭到破坏,危急时刻在堤坝上进行防洪抢险也相当困难,导致堤防工程无法充分发挥防洪护岸、稳定河势的作用<sup>[5-6]</sup>。近几年来,水力插板技术成功地应用于新疆粉细沙河床上的水利工程中<sup>[7-9]</sup>,尤其是水力插板透水丁坝在粉细沙河床基础防冲促淤方面有明显的优越性。刘国起<sup>[10]</sup>针对水力插板透水丁坝优越性进行了初步的研究。本文在前人研究的基础上探究了不同透水率(指在某一流量下,丁坝断面范围透水的面积与河床面以上至水面以下的面积之比,用百分比表示)的水力插板透水丁坝的防冲促淤效果,为水力插板透水丁坝的透水率这个重要工程设计参数的合理选取提供参考。

2 试验概况

2.1 模型设计

试验水槽位于新疆农业大学农业水利水电工程实验室,由混凝土建成,长 7.0 m,宽 1.2 m,高 0.4 m。试验段水槽底部铺设粉煤灰,容重为 2.1 g/cm<sup>3</sup>,干容重 0.78 g/cm<sup>3</sup>,中值粒径为 0.06 mm,铺设厚度约 0.18 m。试验中水力插板透水丁坝模型材料采用 PVC 聚氯乙烯板,厚度为 1.8 mm。试验水槽平面布置和横剖面图如图 1 和图 2 所示。

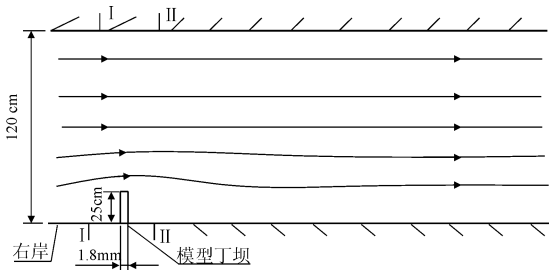


图 1 动床模型试验水槽平面布置图

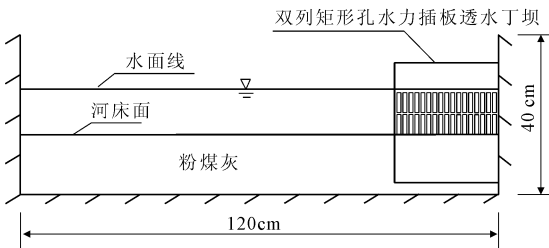


图 2 动床模型试验水槽横剖面示意图

2.2 测量方法

试验进口流量由梯形量水堰控制,堰上测针精度为 0.1 mm,水位由尾门控制,上下游水位由测针读取,流速由 LGY - II 型便携式流速仪量测,冲刷深度和淤积高度均由卷尺、刻度尺和水准仪测量。

2.3 方案设计

试验在清水条件下进行的,水力插板透水丁坝坝长为 25 cm,透水孔型式为双列矩形,挑角为正挑 90°,试验在 14.72 L/s 和 15.77 L/s 两种流量下进行,放水时间均为两小时,考虑透水丁坝在实际工程上的应用,每种流量下分别选用了 10%、20%、30%、40% 等 4 组透水率来了解不同透水率下水力插板透水丁坝防冲促淤的影响规律。

3 试验结果分析

当透水率较大时,坝后作用区流速也较大,不利于坝后的落淤造滩,当透水率较小时,水流对坝头附近的河床冲刷较为严重,不利于坝体自身的稳定性,透水率的合理选择,直接影响水力插板透水丁坝坝后作用区的流速大小,而坝后作用区流速应小于河床及岸坡泥沙起冲流速,否则将会造成坝后河床泥沙的起冲,达不到水力插板透水丁坝防冲促淤,保岸护堤的作用。所以可以综合考虑坝后作用区的缓流效果、局部冲刷深度、坝后最大淤积高度等因素选择合理的透水率范围。

3.1 透水率对缓流效果的影响

由图 3、图 4 可知:两组流量下不同透水率水力插板透水丁坝下游 5cm 断面处流速分布规律基本相似,主要分为 3 个区:

(1)流速缓慢增大区。在 5 ~ 25 cm 内,流速随离右岸(坝根)距离的增加而缓慢增大,但增幅较小。由于水力插板透水丁坝坝身可以过水,一部分水流从透水丁坝的透水孔流向下游,减少了流向坝头水流的流量,另一部分水流受到丁坝的导流作用,沿着坝轴面由坝根处流向坝头,形成绕坝水流,因此随着坝根到坝头流速呈递增的趋势。

(2)流速迅速增大区。在 25 ~ 35 cm 内,流速随着离右岸(坝根)距离的增加而迅速增大,流速增幅较大。由于此区域超过水力插板透水丁坝阻水区,当水流沿坝头流向主槽,与主槽水流交汇,流速迅速增加至主槽流速,所以此范围内流速呈现迅速增大趋势。

(3)流速稳定区。在 35 ~ 100 cm 内,流速随离右岸距离的增加而变化不大,基本处于稳定状态。

由于水力插板透水丁坝属于短丁坝,主槽水流流速受丁坝的影响不大,主槽流速会出现略微的降低,但降低幅度不大,所以此区域流速基本平稳。

观察放置水力插板透水丁坝前后的坝后下游 5 cm 断面处流速,在流量为 15.77 L/s 和 14.72 L/s、透水率为 30% 的情况下,坝后 5 cm 断面处的流速均下降 38% 左右,结果如图 3、图 4。可知水力插板透水丁坝作用区的流速相对未放置丁坝时的流速有大幅度下降。说明水力插板透水丁坝起到了很好的缓流效果。

在不同透水率的情况下,水力插板透水丁坝坝后下游 5 cm 断面处流速随着透水率的增大变化不明显,这是由于水力插板透水丁坝具有一定的透水率,通过透水空隙的过坝水流与丁坝坝后产生的回流互相作用,从而在水力插板透水丁坝坝后形成相对静水区,所以它们之间流速变化不大。

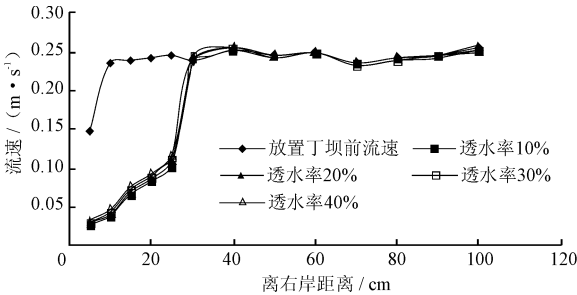


图3 流量 14.72 L/s 时不同透水率水力插板透水丁坝下游 5 cm 断面处流速分布图

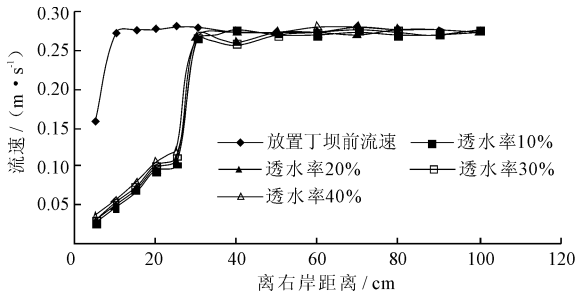


图4 流量 15.77 L/s 时不同透水率水力插板透水丁坝下游 5 cm 断面处流速分布图

3.2 透水率对局部冲刷的影响

由图 5、图 6 可知:两组流量下不同透水率的水力插板透水丁坝局部冲刷深度都呈 V 形槽,当透水率为 10% 时,水力插板透水丁坝坝前冲刷深度大于坝后冲刷深度,其最大冲刷深度发生在坝头上游 5 cm 处,当透水率为 20% ~ 40% 时,其局部最大冲刷深度均发生在坝头处,在其他条件不变的情况下,水力插板透水丁坝坝头最大冲刷深度随着透水率的

增大而逐渐减小。

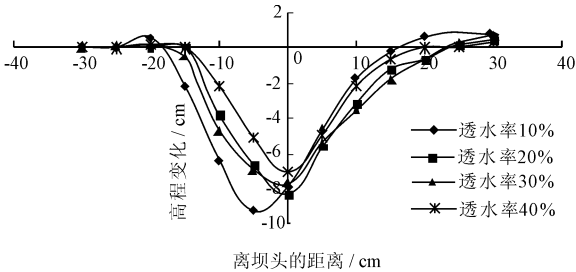


图5 流量 14.72 L/s 时不同透水率的水力插板透水丁坝坝头纵剖面图

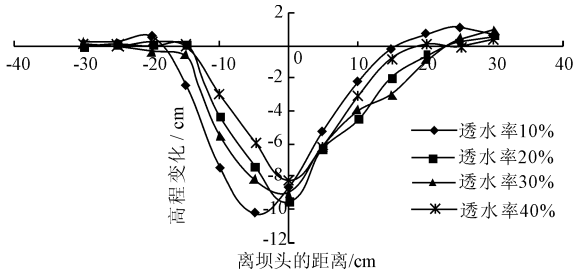


图6 流量 15.77 L/s 时不同透水率的水力插板透水丁坝坝头纵剖面图

上游水流行近水力插板透水丁坝附近时,在坝前分为 2 部分:一部分是直接透过水力插板透水丁坝的过坝水流,另一部分是受到水力插板透水丁坝的导流作用,改变流向方向绕过坝头的主槽水流。透水率 10% 时,水流通过透水孔流向下流的流量也较少,大部分的坝前水流受到丁坝阻挡后形成横向水流,由坝根流向坝头处的流速递增,形成坝前冲槽,且坝头绕坝水流流速较大使得对坝头的冲刷最为严重。透水率为 20% ~ 40% 时,由于透过丁坝水流的流量随着透水孔面积的增加而增加,进而水力插板透水丁坝阻挡水流作用下降,使得坝前横向水流减小,减少了坝前的冲刷,同时绕坝水流流速随之减小,降低坝头最大冲刷深度。

3.3 透水率对坝后最大淤积高度的影响

当绕坝水流对水力插板透水丁坝坝基进行冲刷时,带动了部分泥沙向下运动,此时穿过透水空隙的过坝水流与绕坝水流产生的回流相互作用,在水力插板透水丁坝坝后形成了流速减小区,使得水力插板透水丁坝坝后作用区流速小于河床及岸坡泥沙起冲流速,进而导致水流挟带到下游的泥沙在坝后流速减小区形成淤积。两组流量下水力插板透水丁坝坝后最大淤积高度随着透水率的增大先增加后减小,结果见图 7。在透水率约为 30% 时,坝后最大淤

(下转第 179 页)

## 4 结 论

本文通过选用天然砾石骨料和破碎砾石作为心墙沥青混凝土的粗骨料,对比两者的力学性能,可得出以下结论:

破碎砾石作为粗骨料的棱角效应在心墙沥青混凝土中明显减弱,部分力学性能与天然砾石相当。

天然砾石骨料所构成的沥青混凝土在单轴压缩和小梁弯曲这两项试验中的强度较之破碎砾石骨料偏低,但满足设计规范要求。

粗骨料在心墙沥青混凝土中受力后骨架结构变化需进一步做微观研究,本次优先配合比试验推荐该水库心墙沥青混凝土粗骨料可用天然砾石。

### 参考文献:

[1] 岳跃真,郝巨涛,孙志恒,等. 水工沥青混凝土防渗技术[M]. 北京:化学工业出版社,2007.

[2] 陈国明,谭忆秋,石昆磊,等. 粗集料棱角性对沥青混合料性能的影响[J]. 公路交通科技,2006,23(3):6-9.

[3] 王德辉. 粗骨料对自密实混凝土工作性能的影响[J]. 重庆建筑,2010(5):20-23.

[4] 严琳,杨长辉,王冲. 粗骨料颗粒形状指数、级配对自密实混凝土工作性能的影响[J]. 混凝土,2011(1):75-77+80.

[5] 叶永,陈洪凯. 沥青混凝土中粗集料影响实验研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2014,38(1):21-30.

[6] 张飞,高辉,朱浩然. 沥青路面失稳性车辙成因浅析[J]. 石油沥青,2007,21(5):62-66.

[7] 谢兆星. 集料特性对沥青混合料性能影响研究[D]. 西安:长安大学,2006.

[8] 张怀生. 水工沥青混凝土[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005:222-223.

[9] Wang Weibiao, Zhang Yingbo, Hoeg Kaare, et al. Investigation of the use of strip-prone aggregates in hydraulic asphalt concrete[J]. Construction & Building Materials, 2010,24(11):2157-2163.

[10] 孙君森,王为标,林鸿镁. 碾压混凝土坝的沥青防渗[M]. 西安:陕西人民出版社,2003.

(上接第 174 页)

积高度达到最大值,因此从坝后最大淤积高度结果可知,水力插板透水丁坝的透水率范围应低于 30%。

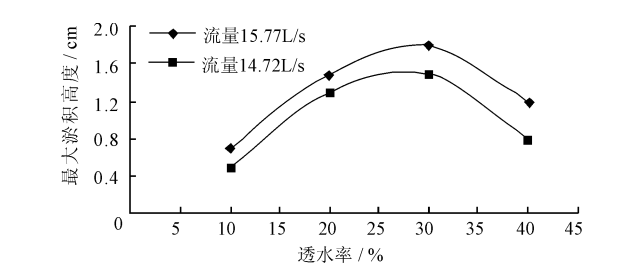


图 7 不同透水率的水力插板透水丁坝坝后最大淤积高度图

## 4 结 论

本文通过水槽试验,对不同透水率下水力插板透水丁坝坝后作用区的缓流效果、局部冲刷深度、坝后最大淤积高度进行了研究,由试验结果分析总结出以下结论:

- (1)水力插板透水丁坝坝后流速的减缓效果明显,但不同透水率下坝后的缓流效果近乎相同。
- (2)水力插板透水丁坝坝头最大冲刷深度随着透水率的增大而减小。
- (3)随着透水率的增加,水力插板透水丁坝坝后最大淤积高度先增加后减小。在透水率越 30% 时,坝后最大淤积高度达到最大值。因此,为使水力

插板透水丁坝达到较好的防冲促淤效果,其透水率应选为 30% 左右。

### 参考文献:

[1] 周银军,刘焕芳,何春光,等. 透水丁坝局部冲淤规律试验研究[J]. 水利水运工程学报,2008(1):57-60.

[2] 周银军,刘焕芳,何春光,等. 桩柱透水丁坝水流特性试验研究[J]. 泥沙研究,2009(5):58-62.

[3] 赵渭军,严盛,宣伟丽,等. 涌潮河口桩式丁坝的护滩保塘效果分析[J]. 水利学报,2006,37(6):699-703.

[4] 李玉建,侍克斌,周峰. 游荡型河道透水整治建筑物研究综述[J]. 人民黄河,2002,24(11):15-17.

[5] 刘国起,李玉建,侍克斌,等. 水力插板透水丁坝在新疆多沙河流上优越性的初步研究[J]. 水资源与水工程学报,2014,25(1):122-126.

[6] 李玉建. 塔里木河干流泥沙治理途径及井桩桩透水丁坝研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2008.

[7] 库尔班·依明,阿里木江胡达拜地. 水力插板技术在新疆粉细沙河床防洪工程中的应用[J]. 水利科技与经济,2012,18(9):92-93.

[8] 程军. 水力插板技术在第三师水利工程中的应用[J]. 中国水运(下半月),2014,14(12):211-212+198.

[9] 库尔班·依明. 浅析新疆叶尔羌河东河滩段防洪堤基础防冲处理方案[J]. 人民珠江,2014,35(3):64-66.

[10] 刘国起. 水力插板透水丁坝数值模拟初步研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2014.