

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2020.05-02

四面六边透水框架群护岸技术地方标准研究

熊 威, 胡松涛, 王莹子, 徐青蔚

(江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029)

摘 要: 针对目前在使用四面六边透水框架群进行护岸过程中缺乏相关技术标准及设计要点的问题, 本文在查阅相关文献的基础上, 分析归纳其研究成果, 提出了四面六边透水框架群护岸技术地方标准的体系架构和四面六边透水框架体主要设计参数的建议值, 由此为工程设计采用四面六边透水框架群提供依据。

关键词: 四面六边透水框架群; 护岸; 地方标准

中图分类号: TV861 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4701(2020)05-0320-05

0 引 言

四面六边透水框架群以其结构稳定、减速促淤和造价经济的特点, 被广泛应用于我省长江永安堤、益公堤、赤心堤, 赣江赣东大堤、南新联圩, 抚河抚东大堤、抚西堤等二十余处河道护岸工程, 护岸效果显著, 已逐渐成为主要护岸技术之一。四面六边透水框架群最早是水利部西北水利科研所韩瀛观教授提出, 并于 20 世纪 80 年代开展相关室内试验与工程应用^[1]。从 1995 年开始至今, 江西省水利科学研究所结合长江江堤整治工程不断地推广该技术在护岸固脚工程中的应用, 室内试验研究与工程实验并重, 先后在江西长江堤岸、赣江、抚河等河堤堤岸开展工程实验与应用, 得到了四面六边体内部水流变化规律及其减速机理等一大批研究成果, 为后续进一步开展相关研究奠定了良好基础^[2-3]。河海大学通过浑水冲淤试验、床面糙率试验以及框架群水槽试验等获取了四面六边框架群附近泥沙淤积规律、杆件长宽比取值范围、减速率与架空率之间的关系及护岸工程的实体抗冲方案。徐锡荣^[4]、刘刚^[5]等人在前人四面六边透水框架护岸型式的研究基础上, 通过系统的水槽试验定量研究了迎水面和组合形式的变化

对四面六边透水框架后水流结构的影响, 从理论上分析了四面六边透水框架群的水流特性和减速机理。以上研究成果系统地阐述了四面六边体的护岸机理和流水特性, 可为使用四面六边体进行护岸提供参考, 但目前仍缺乏可操作使用的相关技术标准及具体的设计要点供查阅。本文在查阅相关文献基础上, 通过总结已有研究成果, 提出四面六边透水框架群护岸技术地方标准的体系架构和四面六边透水框架主要设计参数的建议值, 可为工程设计采用四面六边透水框架群进行护岸提供依据。

1 四面六边透水框架群护岸机理

四面六边透水框架群(单个见图 1)护岸与其它护岸技术相比具有较强的抗冲刷能力和自身稳定性, 并

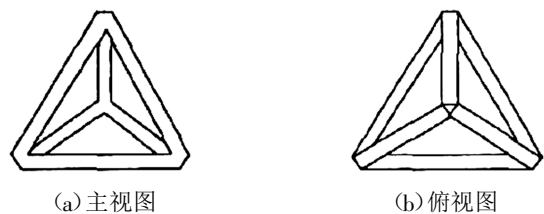


图 1 单个四面六边透水框架结构

收稿日期: 2020-04-16

项目来源: 江西省水利厅科技项目(201820BZ07)。

作者简介: 熊威(1989-), 男, 硕士, 工程师。

且不需经常性维护和加固,可适应不同工程地质条件下的护岸要求。四面六边透水框架群护岸机理主要是通过改变床面流速分布和输沙能力进而对河床形态产生影响,水流通过四面六边透水框架群时,受框架阻力影响产生能量损失,水体底部流速降低,在框架群附近减速促淤,从而保护岸坡不受水流冲刷。

根据水力学相关理论,一般采用周界阻力系数描述河道水流阻力,而阻力系数常采用谢才系数 C 和曼宁系数 n 表示。

谢才公式:

$$v=C\sqrt{RJ}=\frac{C}{\sqrt{g}}\sqrt{gRJ} \quad (1)$$

式中, v 为断面平均流速, m/s ; R 为水力半径, m ; J 为水力坡度; g 为重力加速度, m/s^2 ; C 为谢才系数。

曼宁公式:

$$v=\frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}}\sqrt{RJ}=\frac{R^{\frac{1}{6}}}{\sqrt{g}}\frac{1}{n}\sqrt{gRJ} \quad (2)$$

式中, n 为曼宁系数(糙率),其余符号意义同前。

摩阻流速:

$$v_0=\sqrt{gRJ} \quad (3)$$

因此有:

$$\frac{v}{v_0}=\frac{C}{\sqrt{g}}=\frac{R^{\frac{1}{6}}}{\sqrt{g}}\frac{1}{n} \quad (4)$$

由上式可知,断面平均流速和摩阻流速的比值 $\frac{v}{v_0}$ 可用谢才系数 C 和糙率 n 表示,因此,阻力问题本质上也就是流速分布问题。水流通过四面六边透水框架时,受杆件阻力作用流态发生改变,河道断面流速发生变化,框架群底部流速明显减小,低于泥沙起动力速,有利于泥沙淤积,从而保护了河岸。

2 四面六边透水框架群护岸技术地方标准的体系架构

从规范四面六边透水框架群护岸设计和施工的角度出发,四面六边透水框架群护岸技术地方标准应包含总则、规范性引用文件、术语和定义、四面六边透水框架设计要求标准、混凝土框架制作施工质量控制要点、混凝土框架群抛投施工要求及附录等 7 部分内容。体系架构见图 2。

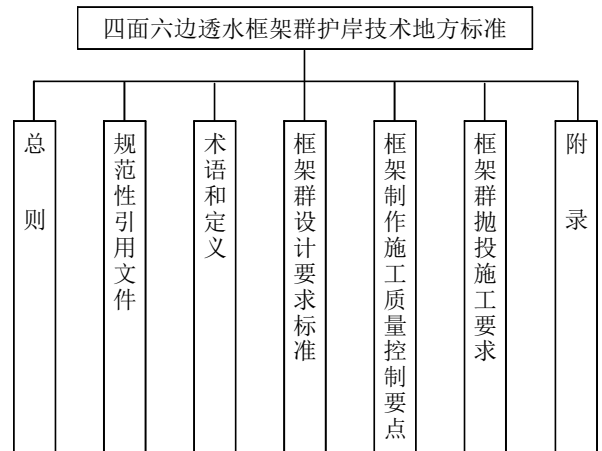


图 2 四面六边透水框架群护岸技术地方标准体系架构图

3 四面六边透水框架群主要设计参数的建议值

框架群设计要求是四面六边透水框架群护岸技术标准中的重要组成部分,本文在查阅相关文献^[6-10]基础上,分析归纳其研究成果,提出杆件、钢筋、混凝土、框架群流速控制临界值、框架群断面设计、框架群平面布置形式及框架群观测等 7 大类主要设计参数的建议值。

3.1 杆件

杆件常用截面形式为圆形、正方形、三角形,其中正方形减速效果最优,考虑制作方便、抛投可靠,减速效果好,建议采用正方形截面杆件。

杆件长宽比 (l/b) 和架空率 (ε) 是影响框架群减速率的主要因素。当架空率不变时,框架减速率随着杆件长宽比的增大而增大,但当杆件长宽比超过 16 时减速率则随着杆件长宽比的增大而减小。因此,框架群减速率与杆件长宽比相关,在工程实践中要根据工程投资、施工条件和杆件自身的材料强度等合理选择杆件的长度,以达到优化的目的。根据材料试验研究结果及实践经验,杆件长宽比建议取值范围为 10~15 为宜,杆件截面最小尺寸不小于 0.06m。

当杆件长宽比不变时,框架减速率随着框架群架空率的增大而增大,但当框架群架空率超过 5.3 时减速率则随着框架群架空率增大而减小,架空率 ε 建议取值范围 4.7~5.3。杆件长宽比 (l/b)、架空率 (ε) 与减速率

(η)关系见图3。

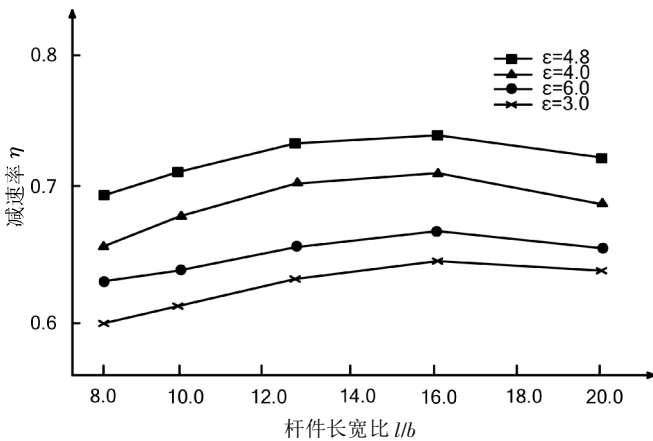


图3 杆件长宽比与减速率关系

3.2 钢筋

每根杆件需布设1根 $\Phi 10$ 钢筋作为立筋,立筋两端长出杆件15cm供焊接使用,焊接长度大于或等于8cm,6根杆件端部的钢筋3根1组焊接组成一个三角锥体。钢筋外露部分按相关规范要求做好防锈处理。

3.3 混凝土

混凝土标号采用C15以上,混凝土粗骨料宜选用碎石,最大粒径应小于20mm。

混凝土原材料,水泥、骨料、掺合料、外加剂、水等应符合SL677-2014《水工混凝土施工规范》的要求。单根杆件应达到设计强度的70%以上才能进行下一步焊接组装。

3.4 框架群流速控制临界值要求

从保护岸坡不受水流冲刷出现破坏失稳的角度出发,框架群的流速控制临界值应满足:

$$V_{\text{临}} < V_{\text{启动}}$$

式中, $V_{\text{临}}$ 为框架群抛投后的流速控制临界值,m/s;

$V_{\text{启动}}$ 为岸坡泥沙启动流速,m/s。

从促进泥沙淤积保护岸坡的角度出发,框架群的流速控制临界值应满足:

$$V_{\text{临}} < V_{\text{沉降}}$$

式中, $V_{\text{沉降}}$ 为泥沙的沉降流速,m/s。

3.5 框架群横断面设计要求

框架群抛投以后单个个体稳定性较好,如若加上框架之间相互的嵌入、套叠等作用,在水中可形成很陡的稳定坡度,但是考虑到其淤积之后的稳定性,建议框架群坡比应不大于1:1。

岸坡上部框架群抛护厚度应大于或等于两层抛投框架达到的最小厚度,岸坡底部抛护厚度应大于或等于三层抛投框架达到的最小厚度。

框架群抛护宽度应根据河岸具体水流特征和岸坡崩岸现状综合确定。对于河岸顶冲段,或者河床局部存在冲刷坑且深泓距岸在100米范围内时,建议抛至深泓;对于非河岸顶冲段,可根据河岸坡度情况,抛至岸坡坡度1:3~1:4处。固脚型工程横向抛护宽度一般为6~20m,宽度选取以保护坡脚免于冲刷为原则。

3.6 框架群平面布置形式

常见框架群的平面布置形式主要有平顺连续布置、平顺间隔布置和梳式布置等3种,布置形式的选取应根据工程实际情况合理选择。

平顺连续布置形式(见图4)是在顺水流方向沿岸坡连续不间断地抛投框架群。连续布置形式常用于流态、地形较复杂的堤岸段,如丁坝上下游和矾头的前后腮,其抛投施工较简单,施工质量易控制。

平顺间隔布置形式(见图5)的框架群在平面上呈不连续分段布置,间隔布置其间隔尺寸为 ΔL ,连续抛投长度为 L 。根据已有试验成果可知, ΔL 大于10m时减速效果下降,即 $\Delta L \leq 10\text{m}$, L 大于20m后,减速率变

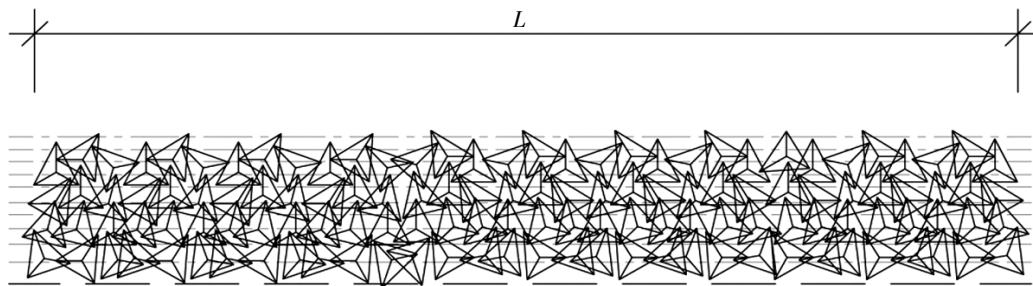


图4 平顺连续布置

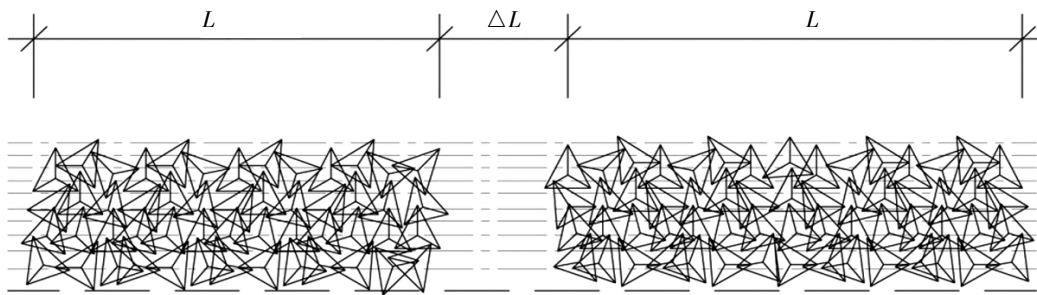


图5 平顺间隔布置

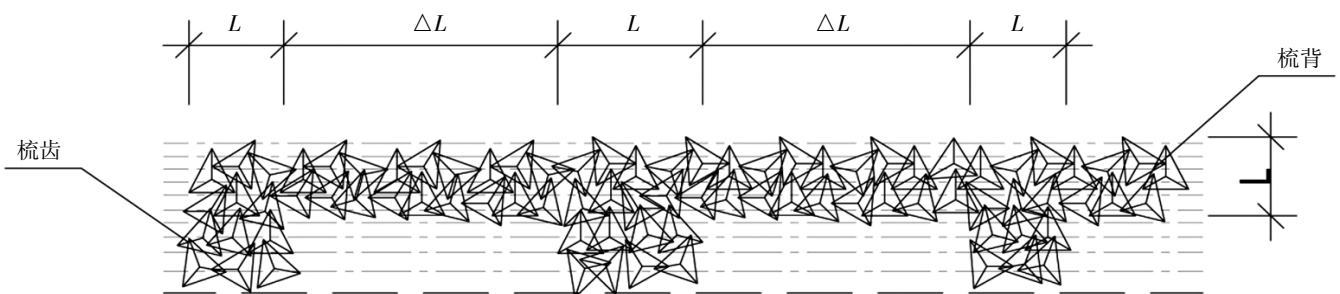


图6 梳式布置

化仅 1~2 个百分点,连续抛投长度 L 取 20m 为宜。间隔布置型式适用于岸线较顺直的堤岸段。

梳式布置形式(见图 6)的框架群在平面上呈连续梳齿状,可将其看做由梳齿和梳背组成。梳齿间隔尺度 ΔL 在 10~15m 范围内选择,梳齿、梳背宽度 L 取 2~3m。梳式布置与前两种布置形式相比其减速效果更优,适用于施工方便的枯水露床的河道。

四面六边体背流布置减速效果优于迎流布置,工程中可根据施工条件,采取 3~4 个一联抛投方式,抛投层数不少于两层,可得到较优的架空率,其相应的减速率较高。

3.7 框架群定期观测

四面六边体透水框架群竣工后,每隔 1~3 年进行一次地形观测,与竣工时地形对比,并进行安全稳定分析,以便及时提出维修方案。

4 结 语

本文在查阅相关文献的基础之上,分析归纳其研究成果,搭建了四面六边透水框架群护岸技术地方标

准的体系架构,并结合四面六边体框架护岸机理提出了四面六边透水框架群主要设计参数的建议值,研究成果可为工程设计使用四面六边透水框架群提供依据,并为洲滩治理、桥墩防护和航道整治等相近工程领域提供参考。

参考文献:

- [1] 张文捷,王玢,麻夏,等. 江河护岸新技术——四面六边透水框架群[M]. 中国水利水电出版社,2002年12月.
- [2] 张文捷,王南海,王玢,等. 四面六边透水框架群用于长江护岸固脚工程实例及设计要点 [J]. 江西水利科技,2002(1): 11~16.
- [3] 王南海,张文捷,王玢. 新型护岸技术——四面六边透水框架群在长江护岸工程中的应用[J].长江科学院院报,1999,16(2):11~16.
- [4] 徐锡荣,刘刚,徐松年,等. 透水框架四面体防洪护岸试验研究[J]. 水利水电科技进展,2007,27(5):65~68.
- [5] 刘刚. 透水框架体水流特性及护岸应用试验研究 [D]. 河海大学,2006.
- [6] 邵仁建,胡松涛,熊焕淮,等. 九江长江大堤实体护岸岸脚淘刷机理研究及防治对策[J]. 江西水利科技,2003(03):125~128+132.

- [7] 陈辉. 长江南京河段四面六边体设计施工研究 [D]. 河海大学, 2007.
- [8] 陈辉, 吴杰, 李益进. 四面六边体在长江八卦洲段护岸固脚中的应用[J]. 人民长江, 2009, 40(05): 71~73.
- [9] 高兴福, 王伟. 关于四面六边体护岸技术的几点浅见[J]. 水利规划与设计, 2010(5): 97~99.
- [10] 吴龙华, 周春天, 严忠民, 等. 架空率、杆件长宽比对四面六边透水框架群减速促淤效果的影响 [J]. 水利水运工程学报, 2003(03): 74~77.

编辑: 张绍付

Research on local standards for bank protection technology of permeable frame groups on four sides and six sides

XIONG Wei, HU Songtao, WANG Xuanzi, XU Qingwei
(Jiangxi Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China)

Abstract: In view of the current lack of relevant technical standards and design points in the process of using four-sided and six-sided permeable frame groups for revetment, on the basis of consulting relevant literature, this paper proposes a face-hexagonal frame group for revetment by summarizing existing research results. The system architecture of technical local standards and the recommended values of the main design parameters of the four-sided hexagonal frame. The research results can provide a reference for the promotion of the use of four-sided six-sided permeable frame groups, and provide technical support for the channel management of the middle and lower reaches of the Yangtze river and flood safety.

Key words: Four sides and six sides permeable frame group; Revetment; Local standards

翻译: 熊 威