

水利枢纽工程水闸消能防冲新技术探究

李英

沙湾市金沟河水管站

DOI:10.12238/hwr.v5i9.4006

[摘要] 随着时代发展,我国的建筑行业快速进步。文章在相关山区中水利工程建设资料以及实际工程案例的基础上,探究水利工程中水闸消能防冲方面存在的问题,并根据现有工艺及材料,分析适用于水利枢纽工程的水闸消能的工程措施。根据研究结果显示,水闸底板与消力池底板在应用纤维混凝土材料后,结构裂缝发生率显著减少,并且具有一定的耐磨性,同时,石笼网以及抛石混凝土技术应用在高抛石防冲槽结构处能够显著地提升其抗冲击特性。

[关键词] 水利工程; 水闸; 防冲槽; 消能防冲; 纤维混凝土

中图分类号: TV61 文献标识码: A

Research on New Technology of Energy Dissipation and Erosion Prevention of Sluice in Water Control Project

Ying Li

Jingouhe Water Management Station Shawan City

[Abstract] With the development of the times, China's construction industry has made rapid progress. Based on the construction data of water conservancy projects in relevant mountainous areas and practical engineering cases, this paper explores the problems existing in sluice energy dissipation and erosion prevention in water conservancy projects, and analyzes the engineering measures of sluice energy dissipation suitable for water conservancy projects according to the existing technology and materials. According to the research results, the occurrence rate of structural cracks is significantly reduced and has certain wear resistance after the application of fiber concrete materials in the bottom plate of sluice and stilling basin. At the same time, the application of gabion net and riprap concrete technology in the structure of high riprap anti scour groove can significantly improve its impact resistance.

[Key words] hydraulic engineering; sluice; anti scour groove; energy dissipation and erosion prevention; fiber reinforced concrete

引言

水闸是一种具有调节水位和控制过闸流量的水利建筑物,可同时发挥拦水和泄水作用,因此在防汛、抗旱、输水、发电等水利工程中占据极为重要的地位,但由于闸基前后水位高程不等,水闸上下游落差会将水体的势能大量转化为动能,导致过闸水流流速大大提高,从而对下游河床及两岸产生严重的机械冲刷和侧向侵蚀,特别是底部冲刷引起的溯源侵蚀,会使冲刷范围从下游不断后退到达闸室地基,进而造成水闸空悬甚至发生崩塌。因此,在水闸设计中加入有效的

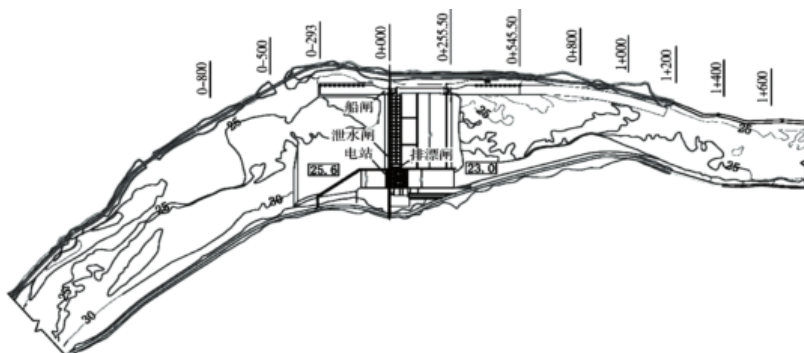


图1 工程布局及工程段河道平面

消能防冲措施,对于确保水利枢纽的工程安全是至关重要的。水闸消能防冲有底流消能、挑流消能和面流消能三种方

式,具体方式的选择主要取决于过闸水流流量、上下游水位差、水利工程的运行状态,以及工程的地质背景等因素。

表1 河道不冲流速及允许流量计算成果表

工况	下游水位/m	河道过水面积/m ²	湿周 χ /m	水力半径R/m	R^0	$V_{不冲}/(m \cdot s^{-1})$	允许流量/(m ³ ·s ⁻¹)
工况一/工况三	2.60	135	57.17	2.36	1.24	0.93	125.55
工况二/工况四	2.00	102	43.97	2.32	1.23	0.92	93.84

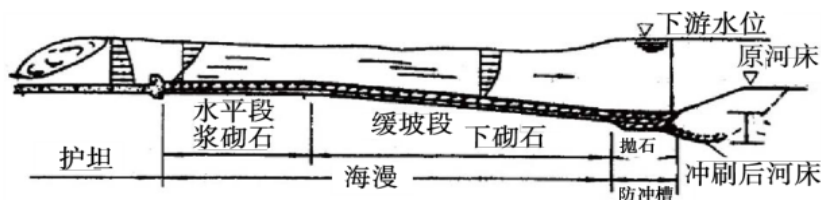


图2 海漫的末端位置设置防冲槽结构

1 工程情况分析

某水利工程是一座II等大(2)型水利工程,主要具有防洪、供水作用,并兼顾生产生活供电、航运河道、农业灌溉以及改善下游自然生态等作用。工程有效控制流域面积为 $2.66 \times 104 \text{ km}^2$ 。本工程由泄水闸、电站厂房、航运船闸、鱼类洄游通道、挡水坝以及河岸连续建筑物等结构构成。本工程的正常蓄水位为40m,总库容为 $3.7 \times 108 \text{ m}^3$,其中防洪库容为 $2.7 \times 108 \text{ m}^3$ 。工程的总装机容量为100MW。工程布局及工程段河道平面图如图1所示。

本工程设计可抵御百年一遇洪水($P=1\%$),水库的设计洪水位47.5m;校核设计可抵御千年一遇洪水($P=0.1\%$),水库的校核设计洪水位47.5m。其中工程中消能防冲结构设计可抵御五十年一遇洪水($P=2\%$)。水库大坝中部设置有18孔泄水闸道,下游为底流消能。本工程所在地区流域河道弯曲较多且狭窄,河道最宽处为300m~400m,下游800m处河道原始宽度为200m,经过工程改造后扩宽至280m。工程所在流域的河床覆盖层为10m~28m厚的粗砂层,坝址基岩为花岗岩层,并且岩性较为单一,具有完整性。

综上所述,本工程具有泄洪量大、水头高、河道弯曲狭窄、河道通航情况复杂、河床基较且厚、下游河道易受到冲刷等特点。

2 新技术在消能防冲方面的应用分析

2.1 河道不冲流速及允许流量

根据勘察报告,该工程河道岸坡位于②1层灰黄色粉质黏土、③1层灰色淤泥质粉质黏土。根据《灌溉与排水工程设计标准》(GB50288—2018)附录F,当水力半径 $R=1$ 时,取河道的不冲流速 $V_{不冲}=0.75 \text{ m/s}$ 。当河道水力半径 R 不等于1时, $V_{不冲}'=V_{不冲} \times R^\alpha$, α 取1/4。经计算,不同工况下河道的计算不冲流速和允许流量见表1所列。

2.2 水闸底流海漫与防冲槽搭建

针对消力池消能后底流中剩余的能量,本文采用海漫与防冲槽搭建的方法将剩余能量尽可能的消除,并调整在消力池中水流的流速分布,从而恢复原本水流的状态,降低底流对河床造成的不利影响。首先从海漫的功能需求角度出发,海漫的结构应当具备一定的柔韧性,并保证较高的表面粗糙程度。其次对海漫的长度进行设计,综合水闸整体涉及的各项因素。通常情况下,海漫外侧的水位相对较高,因此还需要增设防渗装置,在海漫外侧利用钢筋混凝土材料对其进行防渗加固处理,在实际施工过程中保证钢筋混凝土结构的厚度不低于0.45m。为了进一步实现对水闸底流消能防冲处理,还需要在海漫的末端位置设置防冲槽结构,如图2所示。

防冲槽的作用与海漫相同,主要用于保证河床以及水闸闸室的安全。防冲槽的尺寸大小应当按照水闸底流可能产生的冲刷深度设置,防冲槽的下游坡率选取比例为2:1。在防冲槽中放置石块,

保证其体积比水闸底流冲刷后护坡石块的方量更大。

根据实际情况的不同需要,还可以设置与防冲槽类似的防冲结构,例如尾坎、消力墩等。在防冲槽实际应用中,下游的消能防冲设施会进行不断地改建以适应下游水位的变化,因此应当选择大型防冲槽,壅高下游水位,从而抵抗下游水位在大幅度降低的过程中造成对水闸、河岸的冲刷。

为进一步实现对水闸底流的消能防冲作用,还应当在控制底流冲刷的过程中,控制下游水位的下降。通过护岸、护底的方式,抑制水闸底流冲刷的发展,并通过缩窄河宽、减小水流的方式,在保证流量一定的情况下,增加下游过流水深。

2.3 石笼网技术

石笼网即可在其内部填充石块的网格结构,主要由钢制网兜、生态网格箱体及网格护垫等构成,其中钢制网兜与网箱均由镀锌低碳钢丝制作,具有韧性好、强度高的特性,在网兜中填充石块抛入河床过程中钢丝不会发生断裂。根据相关数据显示,石笼网在使用过程中破损率极低,加之石笼网材料韧性较好,沉入河床后可以更好地贴合水底地形,整体将达到一定的强度,不易被水流冲击移位。石笼网具有柔性挠曲性好、渗透性好、造价低、施工速度快、较高的填堵的成功率以及维护简便等特性被广泛应用于防洪堤挡墙护岸和河道护坡中。

2.4 纤维混凝土技术

顾名思义,纤维混凝土是由纤维物质与混凝土进行结合形成的一种材料,依据掺入的纤维性质不同,可分为金属纤维混凝土、无机物纤维混凝土以及有机物纤维混凝土。在实际的工程应用中,主要以钢纤维混凝土(金属混凝土)及聚丙烯纤维混凝土(有机物混凝土)为主。聚丙烯纤维混凝土是目前较为新式的一种混凝土增强材料,通过在混凝土中加入聚丙烯纤维可有效地增强混凝土的抗裂、防冲、抗摩擦以及防渗漏等特性,聚丙烯纤维混凝土主要有波状、网状以及束状三种形式,且制作工艺较为简单,造假低廉,在实际施工中具有较高的应

用价值。

根据资料显示,聚丙烯纤维混凝土被广泛应用于消能防冲结构中,如闸底板、消力池斜坡段底板面层部位以及铺盖等区域,此外,聚丙烯纤维混凝土还可以应用到护坦及海漫段的结构施工中。在进行聚丙烯纤维施工前无需改变原有混凝土的配比比例,仅需在进行搅拌时投入聚丙烯纤维及骨料,混凝土在进行搅拌过程中应不断地向内加水,并适当延长60s以上。

3 结语

水闸消能历来是水利工程中备受关注的重要课题之一,由于过闸水流受上下游落差作用,大部分势能会转化为动能,使其流速急剧增加并在下游产生剧烈紊乱的现象,若无适当的消能措施,其强大的冲刷能力将会对下游河床及堤岸产生侵蚀破坏,存在严重的安全隐患。因此,在设计水闸时应根据水力学理论,分析过闸水流的动力学特性,选择合适的消能方式并准确计算对应设施的结构尺寸,保证水闸运行的工程安全。

[参考文献]

- [1]舒恒.水利水电工程中水闸的设计及简析方法[J].建筑技术开发,2018,45(11):28-29.
- [2]杨聿,王建平,张金明.大藤峡水利枢纽工程消能防冲优化试验研究[J].人民珠江,2016,(12):42-47.
- [3]SL265-2016.水闸设计规范[S].北京:中国水利出版社,2016.
- [4]吴持恭.水力学[M].北京:高等教育出版社,1982.

中国知网数据库简介:

CNKI介绍

国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure, NKI)的概念由世界银行《1998年度世界发展报告》提出。1999年3月,以全面打通知识生产、传播、扩散与利用各环节信息通道,打造支持全国各行业知识创新、学习和应用的交流合作平台为总目标,王明亮提出建设中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI),并被列为清华大学重点项目。

CNKI 1.0

CNKI 1.0是在建成《中国知识资源总库》基础工程后,从文献信息服务转向知识服务的一个重要转型。CNKI1.0目标是面向特定行业领域知识需求进行系统化和定制化知识组织,构建基于内容内在关联的“知网节”、并进行基于知识发现的知识元及其关联关系挖掘,代表了中国知网服务知识创新与知识学习、支持科学决策的产业战略发展方向。

CNKI 2.0

在CNKI1.0基本建成以后,中国知网充分总结近五年行业知识服务的经验教训,以全面应用大数据与人工智能技术打造知识创新服务业为新起点,CNKI工程跨入了2.0时代。CNKI 2.0目标是将CNKI 1.0基于公共知识整合提供的知识服务,深化到与各行业机构知识创新的过程与结果相结合,通过更为精准、系统、完备的显性管理,以及嵌入工作与学习具体过程的隐性知识管理,提供面向问题的知识服务和激发群体智慧的协同研究平台。其重要标志是建成“世界知识大数据(WKBD)”、建成各单位充分利用“世界知识大数据”进行内外脑协同创新、协同学习的知识基础设施(NKI)、启动“百行知识创新服务工程”、全方位服务中国世界一流科技期刊建设及共建“双一流数字图书馆”。