

屈家店枢纽北运河节制闸安全鉴定分析

李洪蕊¹ 郭建琦² 高 诚¹

(1. 中水北方勘测设计研究有限责任公司 天津 300222;

2. 天津龙源风力发电有限公司 天津 300270)

摘 要 屈家店北运河节制闸是屈家店枢纽的重要组成部分,其主要功能是向海河下泄清水,控制汛期永定河洪水注入海河。工程始建于1932年,1990年对该闸进行了除险加固,1991年竣工。根据《水闸安全鉴定规定》(SL214-98)要求,在竣工19年后首次对北运河节制闸进行安全鉴定,使工程质量得到保证。鉴定计算结果表明,北运河节制闸满足规范要求,评定为一类闸。

关键词 节制闸;永定新河;安全鉴定

中图分类号:TV66

文献标识码:B

1 原工程概况

北运河节制闸位于天津市北辰区永定新河和北运河汇流处,距永定新河入海口62km。北运河节制闸是屈家店枢纽的重要组成部分,其功能主要是向海河下泄清水,控制汛期永定河、北运河洪水注入海河,是海河的控制性工程。本工程Ⅰ等工程,主要建筑物为1级建筑物。工程总体布置见图1。

节制闸为带胸墙式水闸,胸墙底高程为5.25m,顶高程8.5m,孔高4.45m。全闸共分6孔,单孔净宽5.8m,闸墩厚1.8m,总净宽34.80m,闸室总宽43.80m。闸室上游设钢筋混凝土铺盖,下游采用两级消力池消能,其中一级消力池长13.3m,其前以1:4的斜坡段与闸室相接,池底高程-0.5m,消力坎顶高程0.8m,为连续式梯形尾坎。二级消力池长10m,

池底高程由-0.5m降至-0.8m,底坡为1:28.33,坎顶高程-0.1m。海漫长34m。均为钢筋混凝土结构。

闸室底板由五块中墩底板和两块边孔底板组成。底板长21.1m,板顶高程0.8m。中墩底板为承台结构,1990年除险加固前闸室底板基础为木桩,每块底板下有木桩117根,1990年加固时,每块底板下增设14根灌注桩,分两排对称布设于靠中墩两侧。

闸墩上下游两端分别布置检修桥和交通桥。上游检修桥宽2.90m,桥面高程8.50m,下游检修桥桥面宽1.80m,桥面高程6.00m。交通桥位于闸室下游侧,桥面净宽7.0m,桥面高程7.30m。

工作闸门采用6扇平板定轮钢闸门,由液压启闭机启闭。该6孔闸门可同时操作,亦可单孔操作。

2 水闸安全调查分析

现场调查调研情况和所收集到的资料表明,目前工程并未遇到影响正常运行的问题。根据现场测量复核,主要问题是地区沉降,闸底板顶高程由0.8m降至-0.017m,沉降量为0.817m。

与此相对应,闸室上下游水位并没有发生变化。水位相对水闸的上升造成了一系列影响:①水流情况发生变化,水闸的泄流与消能情况均发生变化,故需要复核其过流能力与消能防冲能力。②水闸所承受的水平荷载发生变化,必须复核桩的水平承载力。③扬压力发生变化,需要复核水闸的渗流稳定。④闸顶、交通桥与检修桥的超高是否能满足规范要求,需要重新确认。

3 现场安全检测

3.1 混凝土检测

(1)北运河节制闸交通桥、检修桥、工作门导向柱、闸墩、上下游翼墙和减载空箱上未发现裂缝,未发现钢筋外露和锈蚀现象,上下游堤岸砌石护坡完好,没有砌石剥落、塌陷情况。

(2)北运河节制闸交通桥混凝土碳化深度在13.5mm~15.3mm之间;检修桥混凝土碳化深度在10.5mm~12.5mm之间;工作门导向柱混凝土碳化深度在6.2mm~6.8mm之间;闸墩混凝土碳化深度在6.8mm~7.3mm之间;翼墙混凝土碳化深度在20.7mm~24.2mm之间。

(3)采用回弹法和钻芯法进行混凝土抗压强度检测。节制闸交通桥、检修桥、工作门导向柱回弹法检测强度推定值在25.3MPa~28.6MPa之间,钻芯法检测强度值在27.8MPa~30.2MPa之间,均满足C25的设计要求;闸墩和翼墙回弹法检测强度推定值在

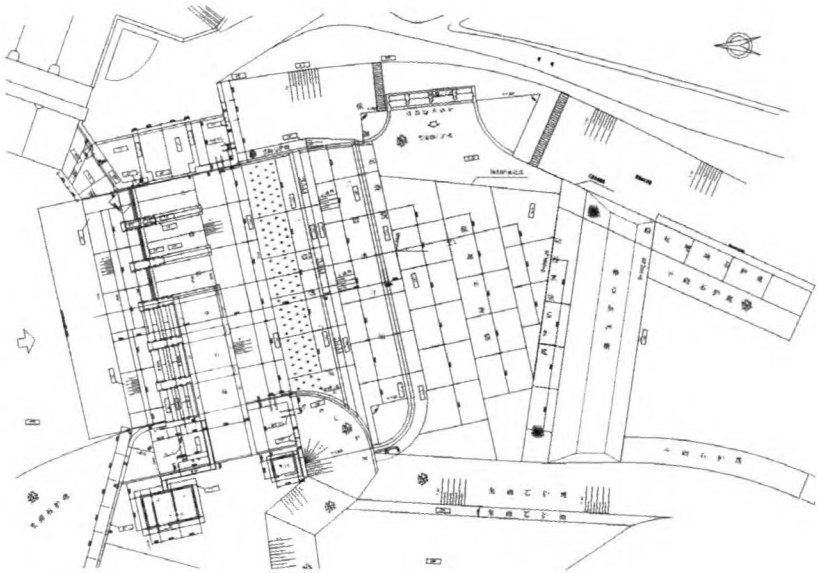


图1 屈家店北运河节制闸布置图

表 1 过流 400m³/s 所需闸门开度

上游水位	下游水位	闸门开度	流量(m ³ /s)
5.75m	5.19m	6 孔, he=3.7m	395
6.5m	5.19m	6 孔, he=2.8m	391
		4 孔, he=3.8m	397

表 2 渗流稳定计算成果表

运用工况		水位(m)		水头差 (m)	闸底水力坡降		允许渗流坡降	
		闸上	闸下		水平段	出口段	水平	出口段
设计 水位	下游无水	5.75	0.68	5.07	0.039	0.12	0.25~0.35	0.5~0.6
	下游有水	5.75	5.19	0.56	0.004	0.01		
校核水位		6.5	5.19	1.31	0.01	0.02		

表 3 消能防冲计算成果表

闸门开启情况	上游水位(m)	下游水位(m)	泄量(m ³ /s)	一级消力池		二级消力池		海漫长度(m)
				池深(m)	池长(m)	池深(m)	池长(m)	
6 孔开度 e=3.7m	5.75	5.19	395	淹没出流				22.36
6 孔开度 e=2.8m	6.5	5.19	391	淹没出流				27.06

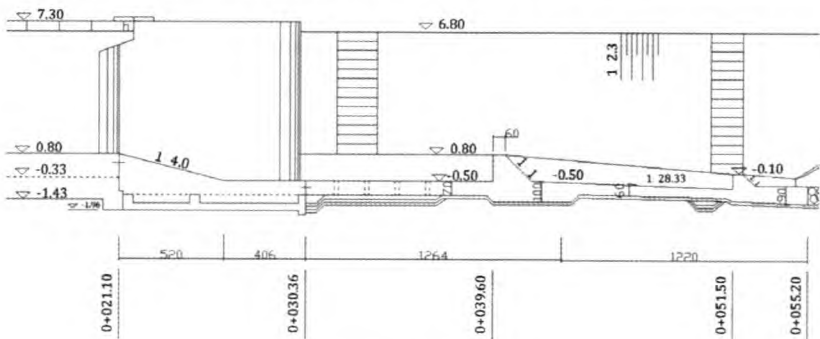


图 2 消力池纵剖面图

22.7MPa~29.9MPa 之间,钻芯法检测强度值在 26.6MPa~32.5MPa 之间,均满足 C20 的设计要求;闸底板混凝土钻芯法检测强度值为 41.7MPa,满足 C20 的设计要求。

3.2 金属结构检测

北运河节制闸与闸门和启闭机相关的水力学条件、水工建筑物无异常迹象,附属设施完善、有效。北运河节制闸整体及主要构件无折断、损伤和局部明显变形,闸门和启闭机的零部件也无损伤、变形、脱落情况,闸门止水装置完好,闸门表面涂层完好,未见锈蚀现象。

4 水闸安全复核计算

4.1 泄流能力复核

设计洪水位为 5.75m,控制泄流量为 400m³/s,相应下游水位为 5.19m;校核洪水位为 6.5m,控制泄流量 400 m³/s,相应下游水位为 5.19m。

节制闸为平底胸墙式水闸。计算工况

下,水流流态为孔流。根据水闸设计规范进行计算,控制泄流 400m³/s 所需闸门开度见表 1。

从表 1 可知,设计水闸过流能力可以满足控制泄 400 m³/s 的要求,并且有一定的富裕度。

4.2 闸顶高程复核

根据水闸设计规范,挡水时,闸顶高程不应低于水闸正常蓄水位(或最高挡水位)加波浪计算高度与相应安全超高之和;泄水时,闸顶高程不应小于设计洪水位(或校核洪水位)与相应安全超高值之和。北运河节制闸以泄水为主,挡水不起控制作用。北运河节制闸级别为 1 级,相应的水闸安全超高下限值分别为 1.5m (设计洪水位)和 1.0m (校核洪水位)。经过计算,确定节制闸的闸顶高程应为 7.5m。闸顶现状高程为 7.683m,满足规范要求。

4.3 渗流稳定复核

采用规范推荐的改进阻力系数法进行计算。

对三种工况进行计算:①上游水位 5.75m,下游水位 0.68 m;②上游水位 5.75m,下游水位 5.19 m;③上游水位 6.5m,下游水位 5.19 m。计算结果见表 2。

复核结果表明:北运河节制闸水平段允许渗流坡降,出口段允许渗流坡降。三种工况下,闸底的水力坡降均小于允许渗流坡降,闸室渗流稳定满足要求。

4.4 闸室稳定复核

原设计闸室基础稳定由木桩和灌注桩共同承担,其桩径和桩数由水平荷载来确定,故本次复核仍以水平荷载复核其闸室的稳定。

本工程,地震工况为最危险工况,故选取地震工况对闸室受力进行复核。据 1:400 万《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2001),工程区地震动峰值加速度为 0.15g,相当于地震烈度Ⅶ度。

由于桩基础的物理性质与力学参数均未发生变化,因此仍沿用原设计的桩的承载力。木桩的水平承载力为 7kN,灌注桩的水平允许承载力为 206kN。

中墩底板为承台结构,1990 年除险加固前闸室底板基础为木桩,每块底板下有木桩 117 根,1990 年加固时,每块底板下增设 14 根灌注桩,分两排对称布设于靠中墩两侧。增设灌注桩后,每根灌注桩周边的 3 根木桩不能充分发挥作用,设计中为安全计不考虑其水平承载力。另外,每孔闸下有 11 根木桩不在计算范围之内,故每孔闸只有 64 根木桩能充分发挥作用。

由荷载计算可知,地震工况下,承台承受的水平荷载为 3323.3kN。

每根木桩的水平承载力为 7kN,每根灌注桩的水平承载力为 206kN,故桩基总体的承载力为:

$$64 \times 7 + 206 \times 14 = 3332 \text{ kN} > 3323.3 \text{ kN}$$

故桩基承载力满足水平承载力要求。

4.5 消能防冲复核

本工程消能工为综合式消力池,消力池纵剖面见图 2。

在控制泄量 400m³/s 的情况下,水流冲击最大,消能情况最不利。故分设计洪水位、校核洪水位两种工况,根据水闸计算规范,分别计算最大泄量下的消能情况。计算成果详见表 3。

由表 3 可知:消力池内可达到淹没出流,满足消能要求;海漫长度为 34m,大于计算值,满足消能要求。故节制闸消能工可以良好解决下泄水流消能问题。

4.6 闸门及启闭机复核

经金属结构检测单位对闸门检测,

风积沙用作大型渠道填筑料的试验研究

李 刚

(新疆伊犁河流域开发建设管理局 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要 风积沙作为大型渠道填筑料目前在我国已建大型渠道工程中非常少,本文作者通过现场长达二个多月的试验,分析掌握了风积沙的特性,从风积沙天然含水状态到调整至最优含水进行碾压试验,试验分为四个阶段,收集了大量数据进行分析研究,得出结论:风积沙在最优含水状态下压实指标可达到设计要求,风积沙作为大型渠道填筑料是可行的。

关键词 渠道;风积沙;填筑材料;碾压试验

中图分类号:TV672

文献标识码:B

新疆某河北岸干渠工程涉及近 20km 风积沙填筑渠道,填筑方量近 200 万方,在料场勘查成果确定后,作者通过现场承包商、监理、设计三方共同现场做碾压试验一个多月,复核设计提出的相对密度 $Dr \geq 0.80$ 的压实指标,同时确定压实机械类型、机械参数、施工参数的最优组合及施工工艺等。现场采用多种试验组合,分阶段收集相对密度 Dr 值,文中从风积沙特性及风积沙碾压试验阐述,论证风积沙在新疆某河北岸干渠填筑中的应用。

1 工程概况

新疆某河北岸干渠全长 128.189km,为 I 等大(1)型工程,北岸干渠渠道为梯形断面,底宽 4.0m ~ 5.0m,内边坡 1 : 2.0,外边坡为 1 : 1.75,纵坡为 1/5000 ~ 1/10000,渠深 3.1m ~ 5.2m,设计流量 60m³/s,加大流量为 68m³/s。风积沙填筑最高 8m,总填筑方量约为 200 万 m³,填筑设计指标为:相对密度 $Dr \geq 0.80$,全线提供 S1#、S2# 两处取料场。

2 风积沙特性

依据相关规程对风积沙 S1# 沙料场进行

了复查,挖掘机开挖探坑,刻槽取样共 8 组,进行了颗粒分析、击实和相对密度等试验。

颗粒分析试验结果: >2mm 的细砾含量为 0.0 ~ 0.3%, 平均值为 0.2%; 2mm ~ 0.5mm 粗沙含量为 0.3% ~ 3.7%, 平均值为 1.0%; 0.5mm ~ 0.25mm 中沙含量为 0.8% ~ 4.8%, 平均值为 3.1%; 0.25mm ~ 0.075mm 细沙含量为 80.6% ~ 94.5%, 平均值为 88.8%; <0.075mm 细粒组含量为 4.4% ~ 11.8%, 平均值为 7.1%; 有效粒径 0.066mm ~ 0.100mm, 不均匀系数为 1.4 ~ 2.4, 曲率系数为 1.2 ~ 1.7。复查表明,料场风积沙颗粒整体较细,分布均一。

通过试验料场沙料天然干密度在 1.46 g/cm³ ~ 1.53g/cm³ 之间, 平均值为 1.50 g/cm³, 含水率为 0.8% ~ 4.2%, 平均值为 2.1%,

相对密度试验结果: 最大干密度为 1.70 g/cm³ ~ 1.72 g/cm³, 平均值为 1.71g/cm³; 最小干密度为 1.38 g/cm³ ~ 1.41g/cm³, 平均值为 1.40 g/cm³。

击实试验采用轻型击实和重型击实两种类型, 轻型击实单位体积击实功能 592.2kJ/m³, 重型击实单位体积击实功能为 2684.9kJ/m³。击实试验从干燥状态开始逐渐加水进行, 直至找出最优含水率和最大干密度。

轻型击实试验结果: 最优含水率为 13.5%

~ 15.5%, 平均值为 14.7%, 最大干密度为 1.60 g/cm³ ~ 1.71g/cm³, 平均值为 1.66g/cm³。

重型击实试验结果: 最优含水率为 12.0% ~ 13.5%, 平均值为 12.7%, 最大干密度为 1.54 g/cm³ ~ 1.63g/cm³, 平均值为 1.59g/cm³。

轻型击实试验最大干密度大于重型击实试验最大干密度, 说明重型击实单位体积击实功能过大, 产生过击, 由此推测风积沙采用较大吨位的碾压机械, 过多的碾压遍数不一定达到良好效果。

根据料场复查成果, 相对密度试验结果大于击实试验结果, S1# 沙料场风积沙填筑控制应以相对密度控制。鉴于风积沙料场颗粒整体较细, 分布均一, 级配变化不大, 相对密度试验最小干密度为 1.38 g/cm³ ~ 1.41 g/cm³, 平均值为 1.40g/cm³; 最大干密度为 1.70 g/cm³ ~ 1.72 g/cm³, 平均值为 1.71 g/cm³。因此, 填筑碾压试验相对密度控制, 取最大干密度为 1.71 g/cm³, 最小干密度为 1.40g/cm³ (已报监理和业主批准), 填筑设计指标为相对密度 ≥ 0.80 。

3 风积沙现场碾压试验

本次碾压试验场地选择在左岸渠堤(已报监理和业主批准), 距 S1# 料场约 1km。试验场

闸门表面涂层基本完好。在设计水位下, 工作闸门面板、主梁、次梁、吊耳、主轮及主轨强度、刚度及稳定性均满足要求。启闭机容量满足要求。检修闸门及启闭设备满足要求。

4.7 机电设备复核

通过对现场进行调研, 目前北运河节制闸用电负荷及设备项目没有发生变化, 且经每年例行的检修和维护, 目前电气设备运行良好, 未遇到问题, 满足规范和运行要求。

5 北运河节制闸安全评价

根据对北运河节制闸的现状调查、安全检测和工程计算复核成果的分析, 北运河节制闸运用指标能达到设计标准, 无影响正常运行的缺陷, 按常规维修养护即可保证正常运行。本次安全鉴定将北运河节制闸评定为一类闸。

节制闸在汛期运用中, 小开度泄洪情况较多, 由于闸控楼与闸室的位置基本在一轴线上, 在操作中对开度控制很困难, 建议增设闸

门开度显示装置。

水闸安全鉴定是确保水闸安全运行的重要措施, 也是实施水闸除险加固的重要的前期工作, 为确保工程的安全运行, 充分发挥工程效益, 提供必要可靠的依据。通过此次水闸安全鉴定, 可直观了解北运河节制闸的安全状态, 有利于防汛调度和运行管理, 并为今后类似除险加固工程的安全鉴定提供参考和借鉴。陕西水利

(责任编辑:黄灵芝)