

闸站工程安全鉴定中的建筑物 复核计算

陈江华¹, 秦景洪²

(1. 泰州市高港区水利局, 江苏 泰州 225321; 2. 江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 250009)

摘要:为更好地应对平原地区水资源调度,在东部平原地区建设了较多闸站结合布置的枢纽工程。该布置形式具有紧凑且占地少的特点,兼具防洪、灌溉、排涝等功能。涉水建筑物历经多年运行,依据安全鉴定规程,需要对闸站的主要建筑物进行复核计算研究,进而对工程主要建筑物进行结构安全状态评估,以泰州市高港区友谊闸站为例进行分析。

关键词:闸站; 建筑物; 复核计算; 结构

中图分类号:TV52

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)01-0058-04

Recheck calculation of buildings in safety assessment of sluice station engineering

CHEN Jianghua¹, QIN Jinghong²

(1. Gaogang District Water Resources Bureau, Taizhou 225321, China;

2. Jiangsu Provincial Water Conservancy Survey and Design Institute Co., Ltd., Yangzhou 250009, China)

Abstract: In order to better cope with water resources scheduling in the plain area, a number of key projects were constructed in the eastern plain area. The layout has the characteristics of compact and less land occupation, and has the functions of flood control, irrigation and drainage. After years of operation, according to the safety assessment regulations, it's necessary to recheck and calculate the main buildings of the sluice stations, and then evaluate the structural safety status of the main buildings of the project. Youyi sluice station in Gaogang District, Taizhou City was taken as an example for analysis.

Key words: sluice station; buildings; recheck calculation; structure

近年来,随着国民经济的进一步提升,工程技术水平也随之不断进步,对于水利基础设施建设提出了更高的要求。平原地区河流众多,水系发达,为了应对地区地势特点,水利工程通常采取闸、泵站以及涵洞等型式进行设计。这样一定程度上满足防洪排涝的需求,也形成了既能防洪挡水,又能排涝抽水的功能。主要建筑物对于整个闸站枢纽是核心成分,其安全稳定性能直接影响

到工程的正常安全,基于此,需要在工程运行一定年限后进行安全鉴定^[1-2]。安全鉴定主要划分为全面安全鉴定和专项安全鉴定,建筑物、机电设备以及金属结构是鉴定的最主要部位。闸站安全鉴定主要有现状调查分析、现场安全检测、工程安全复核计算分析、安全综合评价等,本文主要以泰州市高港区友谊闸站为例进行建筑物的复核计算以及评价^[3-4]。

收稿日期:2020-05-27

作者简介:陈江华(1970—),男,工程师,本科,主要从事水利工程建设管理工作。E-mail:344323238@qq.com

1 工程概况

友谊闸站位于泰州市高港区口岸街道南官河东港堤上,距长江边 1 320 m 处。该闸站包括友谊闸和友谊排涝站 2 座建筑物,友谊闸始建于 1975 年,设计流量 $6 \text{ m}^3/\text{s}$,友谊排涝站始建于 1991 年,设计排涝流量 $3 \text{ m}^3/\text{s}$,该工程灌溉受益范围为高港区港口路、江平线以南、新港大道以西沿江圩区,排涝范围为口岸街道大石、城南、东南、新明、龙窝口等部分地区,同时对临港工业园生态用水调度水源发挥了部分作用,于 2014 年对排架进行维修加固,是一座具有防洪、灌溉、排涝及兼顾城区水资源调度的多功能水工建筑物。

友谊闸穿堤建筑物,浆砌块石构造,单孔闸净宽 2.3 m,闸底板顶高程 1.90 m(废黄河零点基面,下同),底板厚 0.5 m,闸顶高程 6.90 m,上下游翼墙均为重力式浆砌块石挡土墙,闸门结构型式为平面钢闸门,采用螺杆式启闭机。友谊排涝站,为墩墙式湿室型泵房,底板顶高程 0.5 m,底板厚 0.5 m,电机层楼板高程 4.5 m。南官河港堤位于南官河东岸,长 1.8 km。纯土堤段长约 0.8 km,堤顶高程 6.5 m;土堤加挡墙段长 1.0 km,墙顶高程约 7.5 m。堤顶为 4.5 m 宽水泥路面。临水侧边坡 1:3,采用灌砌石防护,背水侧边坡 1:2。泰州市长江洪水防御标准为 100 年一遇,区域洪水防御标准 50 年一遇。

2 建筑物存在的问题

友谊闸站自投入运行多年来,对高港区的排涝以及防洪起到了重要的作用。多年的运行,使得该建筑物的维修以及改造并未得到有效的保障,闸站的主要建筑物当前存在着以下问题。

(1) 闸身以及泵房内外墙粉刷层剥落现象明显,表明裂缝较多,管理房屋屋顶存在渗水现象。

(2) 出水池侧墙止水接缝脱落 2 处,排架中部混凝土胀裂,消力池底板混凝土开裂较为严重,左翼墙与边墩连接处止水脱落且漏水严重,上游左侧翼墙沉降开裂。

(3) 工作便桥大梁露筋、开裂。

3 建筑物复核计算分析与评价

3.1 复核水位组合

友谊排涝站复核水位组合见表 1 所示

3.2 防洪条件复核

根据《泵站设计规范》(GB 50265—2010),防洪

高程应按下式复核:

顶高程 \geq 设计运行水位 + 浪高 + 波浪中心线至静水面距离 + 安全超高;

浪高和波浪中心至静水面高度的计算,基本组合时,计算风速为 30 m/s ,特殊组合时计算风速为 20 m/s 。

由于排涝站的建筑物级别为 2 级,故对应的波列累积频率取 2%。

再根据《水闸设计规范》(SL265—2016),进行计算浪高及波浪中心线至静水面距离,计算结果见表 2。

由表 2 可知,友谊排涝站侧闸墩顶高程计算最大高程为 3.03 m,闸墩实际高程为 5.10 m,满足防洪要求。

3.3 渗流稳定复核

渗流计算采用上下游水位差最大时的水位进行计算。友谊排涝站友谊中沟侧水位为 $\nabla 1.70 \text{ m}$,墙后地下水位为 $\nabla 3.80 \text{ m}$,水位差为 2.10 m。

站身地下轮廓布置如图 1 所示。该持力层置于壤土夹砂壤土层上,根据规范允许渗径系数 C 取为 3~5,未设板桩。

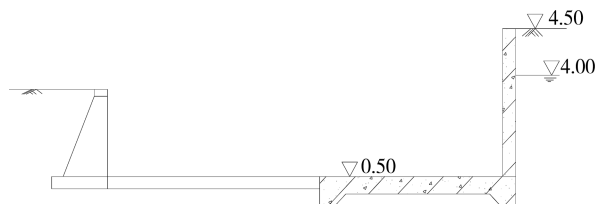


图 1 站身基础地下轮廓布置示意图(单位:m)

其实际长度: $L = 10.75 \text{ m}$; $\Delta H = 2.10 \text{ m}$;

$C = L/\Delta H = 10.75/2.10 = 5.11 > [C] = 3 \sim 5$;

故防渗长度满足规范设计要求。

根据地下轮廓的特点,采用改进阻力系数法计算,由图 1 可得到地下轮廓简化和分段,具体布置见图 2。

由于持力层为壤土,根据规范, $[J_x] = 0.25 \sim 0.35$, $[J_0] = 0.50 \sim 0.60$

渗流出口最大渗透坡降: $J_0 = \frac{0.2957}{0.8} = 0.370 <$

$[J_0] = 0.50$

水平段最大渗透坡降: $J_0 = \frac{1.0543}{6} = 0.176 <$

$[J_x] = 0.25$

故闸基渗流出口最大坡降及水平最大坡降均满足要求。

表 1 友谊闸站工程复核计算水位组合

计算工况		水位组合/m			备注
		H (友谊中沟侧)	H (南官河侧)	ΔH	
排涝站	工况 1	2.00	5.61	3.61	设计抽排水位
	工况 2	1.70	5.82	4.12	校核抽排水位
	工况 3	2.00	5.61	3.61	地震工况

表 2 友谊排涝站闸顶高程计算结果

单位:m

计算工况	水位	浪高	波浪中心至静水面距离	安全超高	顶高程
高水位	2.40	0.106	0.024	0.50	3.03

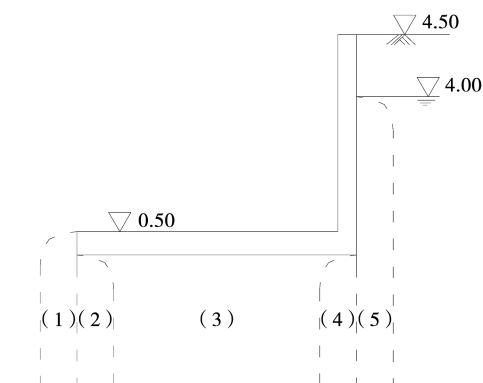


图 2 友谊排涝站地下轮廓分段布置图(单位:m)

3.4 稳定安全复核

排涝站主体采用钢筋混凝土结构,排涝站为单向排水。取主泵房为计算对象,站身底板顺水流方向长 6.0 m,垂直水流宽度为 9.4 m。站身底板底高程为 0.00 m,底板顶高程为 0.50 m,站身设 3 孔。

根据《泵站设计规范》(GB 50265—2010)第 6.3.9 条,在各种计算工况下,闸室平均基底应力小于地基允许承载力,最大基底应力小于地基允许承载力的 1.2 倍。

由工程地质勘察资料可知:本工程持力层为壤土层,地基允许承载力为 60 kPa。由表 3 可知:闸室基底应力的最大值为 55.01 kPa,小于地基允许承载力值 1.2 倍为 72 kPa。闸室基底应力的平均值为 40.44 kPa,小于地基允许承载力值 60 kPa。即在各种计算工况下,排涝站站身抗滑稳定安全系数和地基应力不均匀系数都满足规范要求,排涝站站身地基承载力满足要求。

3.5 结构强度复核

为了对该工程整体结构的受力状态有一个比较全面的了解,有必要采用三维有限元软件 ANSYS

WORKBENCH 对其整体强度和稳定性进行研究分析,并对其安全性进行评价。有限元算法是目前解决复杂空间结构力学问题最有效的数值方法之一。

3.5.1 闸站有限元模型

坐标系取为: x 轴顺水流方向指向上游, y 轴垂直水流方向左方, z 轴垂直指向上方。泵房与地基整体三维有限元模型及泵房整体三维有限元模型包括单元总数为 959 231 个,节点总数为 1 422 678 个。

3.5.2 材料性质及力学参数

友谊排涝站站身结构采用线弹性材料模拟,土体为弹塑性材料,假定服从 Mohr - Coulomb 屈服准则,由于土体自重产生的变形已基本完成,故计算中不计入土体自重引起的应变。本次复核计算的材料强度值应选取原设计强度等级与检测结果中的较小值。泵房结构与地基土材料计算参数见表 4。

3.5.3 计算结果

各工况下沉降差较小,最大沉降差为 0.6 mm,闸室地基沉降的最大值与最小值的比值约为 1.03 ~ 1.05。地基沉降量最大值为 12.6 mm,根据规范,地基最大沉降量不宜超过 150 mm,故地基沉降满足要求。

随着混凝土强度的研究进一步完善,混凝土拥有较强的抗压能力,但水工建筑物正常使用中,过低的抗拉能力常引发水工事故。结构应力的分析成为衡量建筑物安全使用的关键点。各结构在各工况下友谊排涝站站身底板的最大主拉应力主要分布在底板面层中心,最大值为 1.06 MPa,混凝土强度满足使用要求。

3.6 消能复核计算结果

友谊排涝站消能复核计算成果见表 5 所示。

表 3 主体结构稳定计算结果

计算工况	水位		地基应力			地基应力不均匀系数		抗滑稳定安全系数	
	$H_{\text{上}}$	$H_{\text{下}}$	P_{max}	P_{min}	P				
	m	m	kPa	kPa	kPa	η	$[\eta]$	K_c	$[K_c]$
工况 1	2.00	3.80	45.76	35.11	40.44	1.30	2.00	1.74	1.30
工况 2	1.70	3.80	45.39	34.19	39.79	1.33	2.50	1.64	1.15
工况 3	2.00	3.80	55.01	25.86	40.44	2.13	2.50	1.46	1.05

表 4 结构材料计算参数

部位	材料名	弹性模量	泊松比	容重
		MPa		kN/m ³
底板	C25 混凝土	2.8×10^4	0.167	24.0
墩墙	C25 混凝土	2.8×10^4	0.167	24.0
电机层	C25 混凝土	2.8×10^4	0.167	24.0

表 5 友谊排涝站消能复核计算成果

工 况	消力池深/m		消力池长度/m		消力池底板厚/m		海漫长度/m	
	计算值	实际值	计算值	实际值	计算值	实际值	计算值	实际值
消能计算		1.0	4.26	6.60	0.17	0.8	12.66	6.2

由表 5 可知,该排涝站出水后消力池池深、长度、底板厚度能满足要求,海漫长度不满足要求。

3.7 建筑物安全类别评价

(1) 防洪能力

友谊排涝站的防洪高程满足规范要求,满足近期防洪规划。

(2) 渗流安全

友谊排涝站的出口坡降、水平坡降满足规范要求。

(3) 结构安全

友谊排涝站各工况下抗滑稳定安全系数、基底应力比及地基承载力均满足规范要求。消力池池深、长度以及底板厚度满足要求,海漫长度不满足要求。通过三维有限元计算,排涝站底板、站墩等混凝土强度均满足抗拉强度要求。

(4) 抗震安全

在地震工况下,友谊排涝站的抗滑稳定安全系数、基底应力比及地基承载力均满足规范要求。

4 结 论

经过该闸站主要建筑物复核分析计算,结果表明该闸站主要建筑物是安全的,其运用指标基本达到设计标准,建筑物类别评定为二类,进而可以为后期的更新改造提供理论支持。建筑物需要定期进行安全鉴定以及复核,才可以保障安全稳定运行,发挥出应有的作用。

参考文献:

[1] 郭思怡. 临河圩泵站安全鉴定中的建筑物复核计算分析[J]. 山西建筑, 2018, 44(25):51-52.

[2] 梅其勇, 童海鸿. 红岩水轮泵站水闸工程安全状态评价[J]. 湖南水利水电, 2001(6):22-23.

[3] 张羽, 许可. 安全检测与安全性分级综合评价法在水利工程安全鉴定中的应用[J]. 江苏水利, 2016(12): 63-68.

[4] 戚蓝, 汪祥胜, 马洪霞, 等. 沿海地区水闸安全鉴定分析[J]. 中国农村水利水电, 2014(12):134-138.