

一种新型双扉挡潮闸在海花岛1#桥闸中的应用

游孟陶, 胡添翼, 常智慧

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要:近年来,随着全球气候变暖加剧,极端天气日益频发,滨海地区一线挡潮闸承担了愈发重要的防洪防潮功能。由于直面风浪袭击,风浪强,潮差高,跨度大,受力条件复杂,一线挡潮闸的设计难度较大。以海南自贸港海花岛1#桥闸工程为例,介绍了一种新型的上下双扉门型闸门,在确保防潮安全的前提下,优化了水闸的受力结构,改善了水闸的景观效果,降低了工程投资,值得进一步推广应用。

关键词:挡潮闸;双扉门;防洪防潮

中图分类号:TV663

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2022)02-0144-03

0 引言

近年来,随着全球气候变暖加剧,极端天气日益频发。滨海地区一线挡潮闸在日益频繁的风暴潮及洪水的侵袭下,承担了愈发重要的防洪防潮功能。由于直面风浪袭击,风浪强,潮差高,跨度大,受力条件复杂,一线挡潮闸始终是防潮工程设计中的重要难点。目前应用较多的闸门型式包括直升门、升卧门、弧形门、双扉门、钢坝闸等^[1],但是由于自身的局限,上述门型都存在各自的应用盲区。如何扬长避短,优化创新,寻找更具普适性的闸门型式,是今后挡潮闸研究的重要方向。本文以海南自贸港海花岛1#桥闸工程设计为例,介绍了一种新型的上下双扉门型闸门,在确保防潮安全的前提下,优化了水闸的受力结构,改善了水闸的景观效果,有效降低了工程投资,值得进一步推广应用。

1 挡潮闸概述

挡潮闸多位于河道入海口,与一线海塘连接,直面海洋风暴袭击,同时承受河道行洪压力,兼具防潮、防洪的重要功能,目前应用较多的闸门型式主要包括直升门、升卧门、弧形门、双扉门、钢坝闸等。

1.1 平面钢直升门

直升式平面钢闸门作为一种传统的门型,广泛应用于各种节制闸工程。该门型结构简单、布置容易、运行可靠、便于维护、造价较低,可以满足双向挡

水、动水局部开启控制流量的要求。但该门型需要较高的排架和启闭机房,景观效果较差(见图1)。



图1 直升门示意图

1.2 升卧门

升卧门是平面直升门的一种变型,具有结构简单、布置容易、运行可靠、便于维护、造价较低等优点,同时闸门开启后横卧于工作桥下,能适当降低启闭机排架的高度,景观效果优于直升门(见图2)。

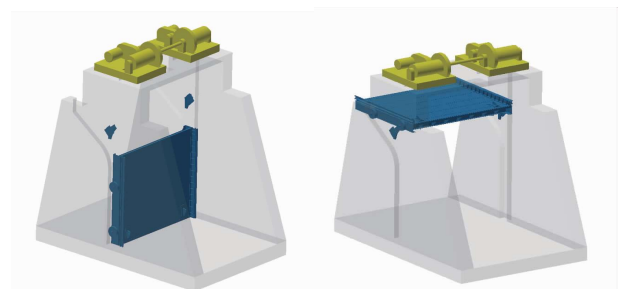


图2 升卧门示意图

1.3 上下双扉门

上下双扉门为平面直升门的改进型,将传统的一扇直升门分为上、下两扇门,在保证防潮安全的同时,

收稿日期:2021-08-18

作者简介:游孟陶(1978—),男,硕士,高级工程师,从事工程设计工作。

适当降低了启闭机排架的高度(见图3)。

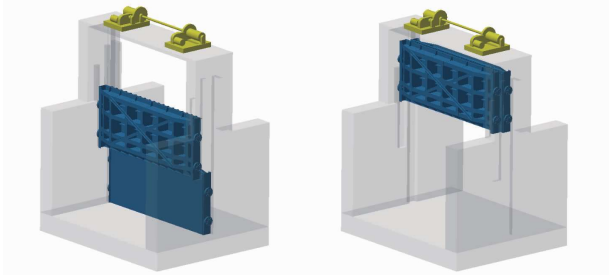


图3 双扉门示意图

1.4 钢坝闸

钢坝闸是近年较为流行的一种闸门型式,该闸门主要由液压启闭机、传动底轴、门页三部分组成。闸门平时藏于水下,关闸时通过启闭机带动底轴翻转门页关闭。该门型景观效果好,但是运行可靠性略差,适用于安全要求较低的景观水闸(见图4)。



图4 钢坝闸示意图

2 海花岛1#桥闸工程

恒大海花岛位于海南自贸港西部,是我国著名的海岛旅游度假区,其中1#桥闸工程连接1#岛与3#岛,既承担了区域防潮的重要功能,也是区域内重要的景观节点工程(见图5)。

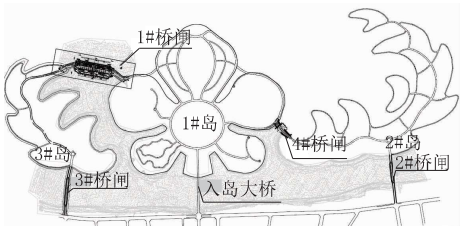


图5 海花岛1#桥闸工程区位图

海花岛1#桥闸工程防潮标准为100a一遇高潮位+12级台风,主桥总长度478m,水闸孔口净宽354m,引堤长580m,为国内最大的跨海桥闸工程。为确保满足区域防洪挡潮的重要功能,又有效满足桥闸景观功能,本工程采用了“桥+闸+桥”的总体布置方案,将水闸隐藏在桥梁中间,有效改善了桥闸景观(见图6)。

本工程共布置29孔闸门,其中1孔为通航孔,单孔净宽18m,其余28孔净宽均为12m,总净口宽354m,单孔闸高10m。本次设计在吸收传统升卧门、上下双扉门优缺点的基础上,闸门采用了直升门

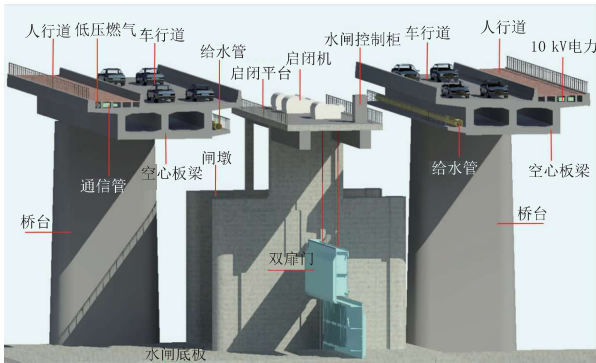


图6 海花岛1#桥闸典型断面

加升卧门的新型上下双扉门型式(见图7)。下扉门为升卧门,为露顶式平面滚轮支承钢闸门结构,主要承受静水压力和部分波浪压力;上扉门为直升门,为露顶式平面滑块支承钢闸门结构,主要承受波浪压力。

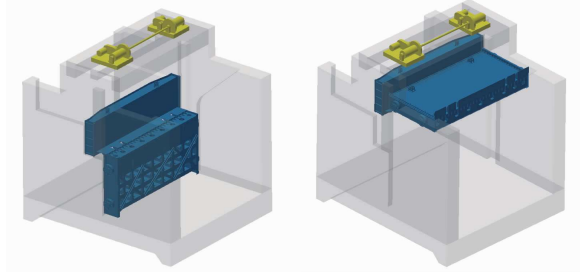


图7 新型双扉挡潮闸门示意

该门型降低了单扇闸门高度,降低了单扇闸门尺寸及重量(尤其和上下等厚的单扇闸门方案相比,双扉门中的上扉门不承受静水压力,尺寸重量容易控制,双扉门方案整体重量相较单扇闸门方案更小),降低了闸门生产、运输及安装的难度,也降低了单台启闭机的起吊重量,有效节省了工程投资;该门型下扉门采用升卧门,启门后平躺于启闭机平台下方,较传统上下扉门进一步降低了启闭机平台高度,可有效改善桥闸景观效果;根据物模受力分析,该门型闸门在挡潮工况下的应力条件明显改善,有效提升了闸门长期运行的安全可靠;根据物模试验,该门型越浪量很小,可完全满足相关要求,桥闸整体效果图见图8。



图8 海花岛1#桥闸整体效果

3 闸门特性物理模型试验研究

3.1 试验方法

为了对闸门的工作情况做进一步分析,根据前

文布置方案,通过波浪断面物理模型试验的方法,对闸门的波压力、越浪量等内容进行研究。试验分为两组,一组为前文介绍的新型双扉挡潮闸门;另一组为单扇升卧门方案,作为对照组(见图9、图10)。



图9 单扇升卧门模型



图10 双扉门模型

3.2 试验结果及分析

3.2.1 闸门波压力

在100 a一遇高水位下100 a一遇波浪作用下,采用单扇升卧门设计方案时:非通航闸门最大正向波压力为194.23 kPa,最大负向波压力为40.78 kPa;通航闸门最大正向波压力为195.36 kPa,最大负向波压力为40.06 kPa;最大正向波压力出现在静水面附近位置,最大负向波压力则出现在靠近闸底部位置处(见表1)。

采用双扉闸门设计方案时:非通航闸门最大正向波压力为169.75 kPa,最大负向波压力为49.88 kPa;通航闸门最大正向波压力为174.73 kPa,最大负向波压力为48.36 kPa;最大正向波压力出现在静水面附近位置,最大负向波压力则出现在靠近闸底部位置处。

试验结果表明,双扉门最大波压力比一体式升卧门方案减小12%左右,闸门所受波压力明显减小,初步推测是由于上下扉闸门的两扇门之间顺水流方向前后错位,相较于传统单扇闸门方案起到一定的消浪效果;由于采用分体式闸门设计,单个闸门的受力更加明确合理,便于分别进行设计。

3.2.2 闸门越浪量分析

在100 a一遇高水位+100 a一遇波浪情况下,闸门口顶高程+7.0 m时,采用单扇闸门设计方案,越浪量为0.27 m³/m/s;采用双扉门设计方案,由于下扉门是升卧门,需要在防浪结构预留吊孔,越浪量稍大,为0.29 m³/m/s,但两种闸门方案的越浪量差别不大。

表1 闸门波压力对比

测点位置	测点号	单扇升卧门方案		双扉门方案	
		正向波压力 最大值/kPa	负向波压力 最大值/kPa	正向波压力 最大值/kPa	负向波压力 最大值/kPa
非通航 闸门	1	118.88	-2.02	111.38	-1.14
	2	136.54	-4.63	121.73	-2.46
	3	167.42	-6.48	142.72	-7.69
	4	194.23	-10.75	169.75	-12.67
	5	164.06	-19.53	149.61	-20.8
	6	136.12	-27.34	134.79	-30.37
	7	97.97	-35.79	107.97	-43.21
	8	91.69	-39.75	91.69	-44.31
	9	87.8	-40.78	86.48	-49.88
	10	85.35	-39.84	82.35	-46.36
通航 闸门	11	116.99	-2.49	103.98	-2.41
	12	149.8	-3.83	122.63	-6.13
	13	164.49	-3.6	139.64	-8.13
	14	195.36	-9.17	174.73	-16.34
	15	172.82	-21.5	153.27	-19.9
	16	122.4	-26.27	138.21	-45.33
	17	107.42	-35.89	106.52	-40.71
	18	89.18	-31.63	103.72	-47.67
	19	87.63	-39.5	96.43	-48.36
	20	82.75	-40.06	94.79	-46.74
	21	75.11	-36.27	89.32	-45.37

4 结 论

本文以海花岛1#桥闸工程为例,应用了一种新型双扉挡潮闸门,下扉门为露顶式平面滚轮支承钢闸门,上扉门为露顶式平面滑块支承钢闸门。物理模型试验结果表明,和传统单扇升卧门相比,这种闸门所受浪压力明显小于传统单升卧门方案,结构受力更加合理;与此同时,这种闸门的挡浪效果和传统单扇升卧门相近。综上所述,本文提出的新型双扉挡潮闸门景观效果优秀、经济性良好、受力也十分合理,值得进一步应用和推广。

参考文献:

[1] 王正中,徐超.国内外大跨度挡潮闸应用评述[J].长江科学院院报,2018,35(12):1-11.

[2] 肖洋,冯雯,张亚群.国内外河口挡潮闸效益及影响分析[J].中国水利,2017(14):25-28.

[3] HOFFMAN R N, DAILEY P, HOPSCH S, et al. An Estimate of Increases in Storm Surge Risk to Property from Sea Level Rise in the First Half of the Twenty-First Century [J]. Weather, Climate, and Society, 2012, 2(4): 271-293.

[4] JONKMAN S N, HILLEN M M, NICHOLLS R J, et al. Costs of Adapting Coastal Defenses to Sea-Level Rise-New Estimates and Their Implications [J]. Journal of Coastal Research, 2013, 29(5):1212-1226.