

悬挂式横拉门在水利工程中的应用

倪琴丽

(上海市水利工程设计研究院, 上海 200063)

摘 要:随着上海市对水利工程景观的要求越来越高, 悬挂式横拉门可作为一种适用的门型。该文通过对闸门门型分类与适用性分析、门型结构改进, 详细介绍了悬挂式横拉门结构及其使用情况。

关键词:节制闸; 门型结构; 悬挂式横拉门; 上海市

中图分类号: TV663 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)01-0076-03

0 前言

上海市是平原地区, 市区河网稠密, 流经市区的主要河道有黄浦江、苏州河等。这些河流上游与太湖沟通, 下游均汇流入黄浦江。黄浦江是贯穿上海市的一条平原感潮河流, 是上海的主要港城, 也是太湖流域的重要排水骨干河道。黄浦江潮水变化主要受天文潮和气象因素支配。威胁市区防洪安全的主要是台风高潮, 台风袭击时如遇上长江、太湖流域的洪水及暴雨, 则会给市区带来极大的危险。目前全市的防洪、调水主要依靠节制闸来实现, 而节制闸不仅在汛期防洪、排涝, 保障人们的生命和财产的安全, 在平时则可利用潮差对水系进行调水, 以改善河道的水质, 使人们有一个优质的水环境, 提高人们的生活质量。随着城市环境的改善, 在工程建设中对建筑物外形、造型方面的要求不断提高, 对于节制闸工程, 其建造造型往往取决于闸门的门型, 因此, 在该类工程的设计中, 门型的选择成了至关重要的一环。

1 闸门门型选择

1.1 闸门门型综述与适用性分析

水利工程中常用的门型按其开启时的位置分为三大类, 即水上类、半潜类和水下类。水上类闸门门型有直升门, 双扉直升门、升卧门等。这类门型运行灵活, 安全可靠, 适用于双向挡水, 能在动水中启闭。其启闭机房设置在闸首上, 闸门开启闭合时, 能灵活地上下移动, 开启高度可有多种选择, 闸门开启时悬挂于闸位上方, 维护检修方便, 因此被广泛用于水利工程中。半潜类门型有人字门、横拉门等, 特点是开启时门体置于岸墙两侧, 航道净空不受限制, 对景观环境影响较小, 但不宜在动水中启闭, 一般用于船闸作工作闸门。水下类门型有下卧式平面钢闸门、浮体卧倒门等。开启时闸门平卧在河底, 挡潮时将闸门拉(浮)起, 对景观环境无影响。但由于闸门常年位于水下, 由于河道中杂物较多, 闸门启闭容易发生故障, 它的检修非常困难, 要保证它的安全可靠运行难度很大, 并且工程投资较大。因此, 一般用于环境景观要求极高的重点工程。

1.2 门型选择

节制闸的主要功能是防洪、除涝、引水、排水, 基

收稿日期: 2005-01-10

作者简介: 倪琴丽(1961-), 女, 上海人, 工程师, 从事水利工程金属结构设计。

泵站建设过程中, 未能与专业管理单位保持密切联系, 专业管理单位的意见也难以在工程中落实, 直到泵站工程完工后, 造成泵站移交投用的困难, 加上非专业管理, 工程效益的发挥也大打折扣。

有关部门应尽快建立一套有效的监管机制, 以协调建设和管理单位之间相互脱节, 确保泵站排水系统在建成后能及时发挥效能。同时, 需进一步明确, 防汛排水泵站在未移交到专业排水管理单位前, 建设单位有责任发挥相关泵站的防汛排水功能, 并由相关建设单位承担相应的防汛责任。

2.5 加强对地下空间防汛设施的管理

在“麦莎”台风影响期间, 由于疏于对道路立交、地道等排涝设施设备的管理, 还导致市中心城区三处地道严重积水, 其中祁连山路立交桥更被全部淹没, 排除积水用了数十小时。因此, 有关部门应加强对立交桥、隧道、人行地道、地下车库、地下商场、地铁等地下空间设施的管理, 完善防汛排水的预案和应急处置机制, 添置一些新型的抢险设备, 以便更好地组织针对下立交、隧道、人行地道的防汛抢险工作。

本运行要求是双向挡水、灵活调度。节制闸的门型选取原则是根据节制闸的基本功能及运行要求,选择的门型应能双向挡水、能在动水中启闭;运行安全可靠、灵活方便;结构简单、便于运行维护与检修;工程投资节省。

随着社会的发展,人们对环境建设越来越重视,希望有一个人与自然较为和谐的生活环境。为了推进城市的生态建设,近几年来,在上海的城市生活园区建设了许多水系工程,使人们能生活在有水有树的自然环境中。这些工程一般以泵闸工程为主,主要为园区防洪、排涝、水资源调度,改善水环境。对于这些建在城市生活园区的节制闸,要求工程设施对景观环境影响尽可能小,外形尽可能隐蔽。因此传统的水利工程建设中只注重功能、造价而忽视环境优美的治水思想已不再适应,自然、生态的水环境建设的理念成了一种需求,工程设计中闸门门型的合理选型对整个工程的安全、自然和优美的水环境建设起到了关键性的作用,使工程建设能营造出功能、结构、形态并重,人文、自然、地理和谐、安全、资源、环境统一的境界。

综合以上门型,水上类闸门门型虽然能满足功能并具有安全可靠、便于维护与检修等优点,但其上部结构难以满足景观要求;水下类闸门虽然对景观没影响,但其维护和检修非常困难,要保证它的安全可靠运行难度大;半潜类的门型对景观影响不大,但都需设输水设备,而且人字门一般只能挡单向水头,常规的横拉门虽然能承受双向水头,却不能在动水中操作运行,门库较大,容易淤积,检修维护较困难。

目前,上海城市道路建设取得了很大的成就,陆上交通成了主流,水上交通逐渐萎缩,许多河道停止了通航。对于建在这类河道上的水利工程节制闸,可以考虑在闸孔上方设置横梁,对常规横拉门的结构作改进设计,采用悬挂式横拉门,使其不仅能满足景观要求,也能满足动水中操作的要求。

2 横拉门改进设计

2.1 常规横拉门的特点及受力

常规的横拉门在门底设置滚轮以支持闸门自重,闸门启闭时可沿设置在闸底的轨道横向行走,当内外河有水位差时,闸门受水压力作用,产生倾覆力矩,导致倾倒。

为了防止倾覆,一般采用加厚门叶厚度并在门上设置配重以抵抗倾覆力矩,使闸门平衡,因此启闭力和门库均增大。另外,由于河底容易堆积垃圾污

物,或由于地基不均匀沉降造成轨道不平整,滚轮在轨道上行走时容易发生故障,对闸门的安全运行带来困难,检修也较麻烦。这种常规的横拉门一般用于有通航要求、闸门启闭时水位差不大的工程。

2.2 悬挂式横拉门的特点及受力

对于不通航或通航净空不高,偶尔过小船或游船的工程,为了使横拉门能在动水中启闭,闸孔上方设置横梁(通航的节制闸,梁底高程不低于通航净空),闸门采用悬挂式横拉门。

悬挂式横拉门是一种将原设置在门底的行走滚轮移至门顶并在门叶顶底梁上分别安装两组侧向挡轮(上滚轮和下滚轮)的门型,在闸孔上方的横梁和闸底均设门槽,上下滚轮分别支承在上下门槽的侧向轨道上,在闸门挡水或动水中启闭时作水压力支承 R_{TL} 和 R_{CL} ,抵抗动水启闭时闸门受水压力作用所产生倾覆力矩。行走滚轮采用两组悬挂滚轮,安装在闸门顶梁上用以支承闸门重力 G 并可在横梁的轨道上行走,不让下滚轮与下门槽底部接触,防止闸门被槽底的垃圾卡住。

2.3 悬挂式横拉门的启闭设备

悬挂式横拉门的启闭设备可采用卷扬式或液压式闸门启闭机。卷扬式启闭机启闭横拉门需配置滑轮组,启闭系统复杂。液压式启闭机直接将横拉门和启闭机的活塞杆连在一起,简单、方便。液压式启闭机有常规的液压启闭机和集成式启闭机。常规的液压启闭机由液压泵站(电动机、油泵、阀组、油箱等)、工作油缸、管路组成,是一个液压启闭系统,液压泵站一般布置在泵房内。一个液压泵站可以控制多个油缸,因此一般用于多个闸门的工程比较经济合理。

集成式启闭机是一种机电液一体化结构,电机、油泵及油路集成块与油缸连接在一起,工作油路循环于油缸外围无压的封闭钢筒里,没有液压泵站和管路系统,不需要泵房,结构紧凑,安装、检修、维护保养都很方便,一般用于单个闸门的工程。

2.4 悬挂式横拉门的止水及布置

悬挂式横拉门的止水一般采用 P 型橡胶止水带,将其分别对称安装在闸门的内外河两侧,当任何一侧水位高时,水压力会将闸门推向另一侧,使 P 型橡胶头压紧在另一侧止水座上,以达到双向止水。止水座布置在门槽内,内外河两侧的止水座之间的间距略大于门叶和橡胶止水的总尺寸,一般设计为 $1\sim 2\text{ mm}$,这样闸门在启闭过程中止水带与止水座之间的摩擦阻力就大大减小,同时也减少了止水带的磨损。

对于门库布置在泵站的出水水道上的悬挂式横拉门,止水可采用双P型橡胶止水带,将其安装在闸门的内侧,以达到双向止水。

2.5 悬挂式横拉门的结构设计

闸门门叶采用多主梁式钢结构,以减小门叶的厚度,不致门槽宽度太大。梁系均采用型钢梁,既能简化闸门的制造,降低制造成本,又能减少闸门焊接所产生的变形。启闭连接耳设置在靠近门库侧的边梁上,并使启闭机坑顶高程与闸门横梁顶高程一致,悬挂轮上部用压板挡住,保证闸门在启闭过程中沿轨道灵活地水平移动。

2.6 清淤问题

对于横拉门,特别是常开的闸门,河底的门槽容易淤积,对闸门的启闭带来隐患。太浦河亭子港节制闸是一座常开的闸门,设计时在闸门顶端的下方设置了一个“犁”状的清淤装置,闸门关闭过程中它像“犁”一样将门槽内的淤积清出。该工程已竣工使用,清淤效果良好。

2.7 横拉门的布置

2.7.1 横拉门的常规布置

在节制闸工程中,横拉门的门库及启闭机一般布置在岸的一侧。门库应大于闸门的宽度及高度,门库旁为启闭机坑,门库和机坑顶部均用活动盖板封闭。

2.7.2 泵闸工程中横拉门的布置

采用横拉门的泵闸工程平面可布置成“泵+闸”结合的形式,泵集中设置在闸的一侧,横拉门的门库及启闭机一般布置在岸侧与站身连成一体,形成一个无任何设施的平台,也可利用泵站尾部空间(即泵站的出水水道)设置横拉门门库。前者结构简单,施工便利,需建门库,后者减少了门库和启闭机平台的工程量及工程占地,结构布置紧凑,但其止水结构对门槽的要求较高,施工难度较大,聚四氟乙烯双P型橡胶止水带价格也较贵。

2.8 检修和安装

悬挂式横拉门的检修、安装非常容易。安装时,把整扇闸门吊入门槽,装上悬挂轮压板即可;检修时,只要将悬挂轮压板拆下,就可把整扇闸门吊出来检修。

3 应用实例

3.1 樱桃河泵闸工程

樱桃河泵闸工程位于筹建中的上海紫竹科学园区范围,工程规模为设计流量为 $8\text{ m}^3/\text{s}$ 的排水泵站一座及闸孔净宽 6 m 的节制闸一座,工程平面布置

成“泵+闸”结合的形式,泵集中设置在闸的一侧,将门库及启闭机布置在岸侧。节制闸闸底高程 -0.50 m ,最高防洪水位 4.78 m ,不通航。

由于园区的建设和开发将强调高起点的规划、现代化的建设、生产化的环境、人文化的氛围。因此,工程不仅要满足功能,而且还要符合紫竹科学园区的建设和开发规划的要求。在该工程设计中,闸门门型采用悬挂式横拉门,闸孔上方设置横梁,梁底高程 4.20 m 。通过计算和结构设计得闸门门宽 6.35 m ,门高 4.68 m ,门厚 0.408 m ,门槽宽度 0.51 m 。启闭设备采用集成式启闭机,启闭力 150 kN ,行程 6.5 m 。由于闸门不高,悬挂轮压板的顶高程取 5.40 m ,与站身顶部同高,与站身连成一体,使泵站顶部形成一个无任何设施的平台。

3.2 清水港泵闸工程

清水港泵闸工程位于上海市青浦区练塘镇镇御乡村,工程规模为设计流量为 $20\text{ m}^3/\text{s}$ 的排水泵站一座及闸孔净宽 6 m 的节制闸一座。在该工程设计中,工程平面布置成“泵+闸”结合的形式,泵集中设置在闸的一侧,利用泵站的出水水道设置横拉门门库。

节制闸闸底高程 -0.60 m ,最高防洪水位 4.22 m 。闸门门型也采用悬挂式横拉门,由于工程有通航要求,净空高程要求不低于 6.3 m ,因此在设计中,闸孔上方横梁的底高程取 6.30 m 。通过计算和结构设计得闸门门宽 6.6 m ,门高 7.115 m ,门厚 0.508 m ,门槽宽度 0.658 m 。闸门的启闭设备采用集成式启闭机,启闭力 150 kN ,行程 6.5 m 。

该工程在设计中充分利用站身结构兼设门库,减少了门库和启闭机平台的工程量及工程占地,结构布置紧凑,外观和谐、简洁,工程投资省。

4 结束语

悬挂式横拉门能适应双向挡水、启闭安全可靠、灵活方便;能在动水中启闭;结构简单、便于运行维护与检修;闸门开启后,门叶隐藏在门库里不影响周边环境。这种门型不但能满足节制闸防洪、除涝、引水、排水的功能,而且也能满足自然、生态的水环境建设,在上海市区的水利工程建设中尤其在非通航河道上可以推广应用。以上只是本人在工作中的一些总结,仅为水利工程的门型选择作参考。门型的选择还需因地制宜,为此可以根据工程所在的周边环境、选择能满足功能要求、结构简单、维护方便的门型,配上与周边环境相应的建筑造型,使工程与环境融为一体。