

城区景观河道上大跨度节制闸控制型式选型 ——以十八港南枢纽节制闸设计为例

陈浩, 吕犇, 施巍巍

(江苏省太湖水利规划设计研究院有限公司, 江苏 苏州 215128)

摘要: 针对城区景观河道上大跨度节制闸的控制型式设计, 综合考虑工程造价、优缺点和景观要求等多方面因素, 按结构可靠、投资省、景观效果好的原则, 最终确定橡胶坝的方案, 有效的解决了水工建筑物与城区景观的协调统一, 为以后城区水利设施的设计提供新的思路。

关键词: 橡胶坝; 大跨度; 城区景观; 节制闸

中图分类号: TV87 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 10-0032-06

Type selection of large span sluice control mode on urban landscape river ——take design on sluice of south hub in Shiba Harbor as an example

CHEN Hao, LV Ben, SHI Weiwei

(Jiangsu Taihu Planning and Design Institute of Water Resources Co., Ltd, Suzhou 215128, Jiangsu)

Abstract: For the design of large span sluice control mode on the urban landscape river, the rubber dam scheme is eventually determined through comprehensive consideration of multiple factors such as cost of the project, advantages and disadvantages and the landscape requirements etc. The decision is made in principle of whether the structure is reliable, less investment and good landscape effect. It effectively solves the coordination and unification of hydraulic structure and city landscape, and provides a new method of the design about the urban water conservancy facilities in the future.

Key words: rubber dam; large span; urban landscape; control mode

0 引言

随着城市的不断发展与进步, 对位于城区的水利设施提出了新的要求, 力求在改善城区水环境、提高城市防洪能力实现自身功能的前提下要求与周边的城区景观相协调, 实现水利设施、水、城区景观融合整体化, 使水利设施成为城区景观的一道亮丽风景, 为提升城市品位、打造宜居城市、营造城市水上景观等方面发挥重要作用。

同时, 随着社会的进步, 新技术的不断涌现, 已具备了使水利设施与城区景观协调统一的技术条件, 但必须处理好技术先进性和经济合理性两者之间对立统一的关系, 在满足水利功能要求的基础上, 注重城市景观要求并兼顾投资效益, 满足“技术先进、兼顾景观、经济合理”的原则。

1 工程概况

太仓城区水环境整治工程是在控源、截污的

收稿日期: 2016-07-22

作者简介: 陈浩 (1982-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事水工设计工作。

基础上,实现城区全面活水、定期换水的水环境保护工程。工程实施后城区河道水体自净能力增强,水环境容量加大,水质逐步改善,河道生态能力恢复,有利于形成生物多样性的自然生态环境,将从根本上改善城区面貌,进一步提升城市形象。

十八港南枢纽工程是太仓城区水环境整治工程的配套工程之一,位于新浏河风光带与十八港沿河风光带交界处,属于城市公益性和基础性水利设施,由节制闸和泵站两个部分组成。其中节制闸具有排水、引水、挡水的功能,同时兼顾现状通航的要求。

工程建成后在改善城区水环境、提高城市防洪能力以及提升城市品位、打造宜居城市、营造城市水上景观等方面将发挥重要作用,可使城区河道水质大部分达到Ⅳ类水的要求,水体透明度^[1-2]达到景观用水的要求,使河道水环境明显改善,对保障太仓经济社会全面、协调、可持续发展和构建和谐社会具有十分重要的意义。

2 节制闸控制型式选型的引入

由于工程建成后位于太仓城区主干道旁,对工程建设的景观方面提出了非常高的要求,要求必须将水工建筑物完全融入到城区水上景观环境中,创造一种和谐、融合的新景观。因此,要求本工程中节制闸规模的确定在满足水利工程挡水、过流、过船等基本功能的前提下,主要服从于城区河道水上景观功能的要求,侧重于城市景观功能的需要,并做到闸孔处水面宽度接近河道水面宽度,实现河道景观通透、连续,尽量避免出现阻挡视线的水上建筑物。

基于景观的需要,本工程在满足引排控制基本功能的基础上,兼顾城区和水上景观的要求来确定闸孔宽度。同时考虑河道整体的水面通透性,根据拟建位置的场地条件,选择了16m单孔上卧式闸门控制方案(方案一)、2×12m双孔下卧式闸门控制方案(方案二)、28m单孔下沉式闸门控制方案(方案三)、28m单孔底轴翻板门控制方案(方案四)和28m单跨橡胶坝方案(方案五)进行了比选。

3 节制闸控制方案设计

由于本工程位于城市景观河道上,水上景观要求高,在满足工程挡水、过流的基本功能要求以及河道连续、开阔、通透的城区景观功能要求和游船通航需要的前提下,对节制闸的控制型式,选取上述5个方案进行比选。

3.1 16m单孔上卧式闸门控制方案(方案一)

此方案为水工设计中的常规设计方案,选用升卧式门型^[3]来实现节制闸的控制,与之配套的水工建筑物自水下至水上将河道阻断,河道连续的水面及两岸景观将被隔断,该方案虽然无法满足河道水面通透、两岸连续的城区景观要求,但由于该方案中水上建筑物体量较大,可与本工程中泵站部分的厂房连为一体,达到充分利用水上建筑物的目的,并通过高品位的建筑设计,将水工建筑物与建筑美学互相融合、协调,主动地美化枢纽工程的外貌景观,使得水利工程的水上建筑成为城市景观的点缀和亮点,达到锦上添花的效果。方案一闸室结构立面图见图1。

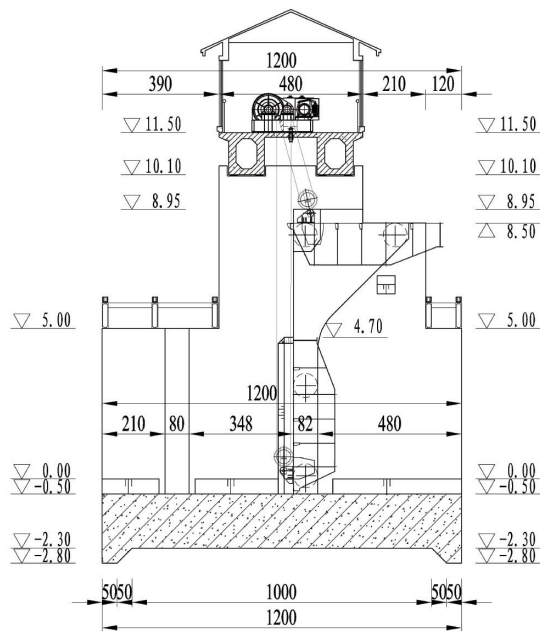


图1 方案一闸室结构立面图

3.2 2×12m双孔下卧式闸门控制方案(方案二)

此方案采用两孔平面中枢下卧式门型,将常规下卧门体水下固定铰改成可动式水平铰轴,该方案在节制闸不控制时,闸门平卧于闸室底板上的门库内(河底);启闭时,门体绕门槽内可动水平铰轴转动,门顶和门底均可过水,可利用门体下部水流对水下淤泥进行清除;检修时,可先拆除门槽内水平铰轴锁定装置,再将整个门体吊出闸室,进行现场陆上维修;类似工程已有建成经

验,且投入使用效果优良。考虑整体吊装,单孔孔径最大仅为12m。该方案的闸孔地面之上无需修建体量较大的水上建筑,可较好地满足水面通透的景观要求。方案二闸室结构立面图见图2。

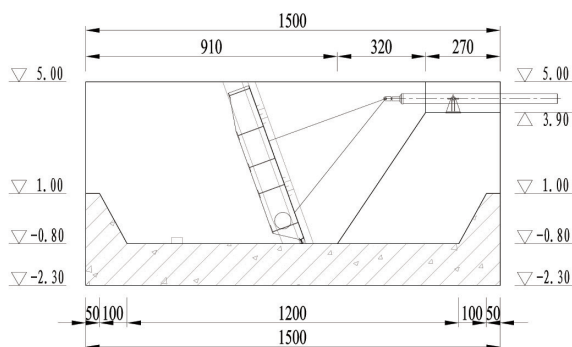


图2 方案二闸室结构立面图

3.3 28m 单孔下沉式闸门控制方案(方案三)

此方案采用单孔大跨径下沉式门型控制方案,该方案在节制闸不控制时,闸门下沉并竖立搁置于空箱式闸室底板内的门库内(河底之下),当需要控制时,由液压启闭机垂直启动门体上升就位后挡水,检修时,因门体结构尺寸较大,按现场就地检修考虑,利用底板空箱结构布置现场检修门库,门体下沉进入门库后,抽排检修门库内积水进行现场检修;闸室底板下的主闸门门库设廊道与河道相通,并设廊道闸门,当需要启闭主闸门时,打开廊道闸门。通过主闸门门体在门库内的上下启闭运动,迫使门库内的蓄水与河道间不断换水,进出流动的水流可消除门库淤积问题。该方案的闸孔地面之上无需修建体量较大的水上建筑,可最大限度地满足水面通透的景观要求。方案三闸室结构立面图见图3。

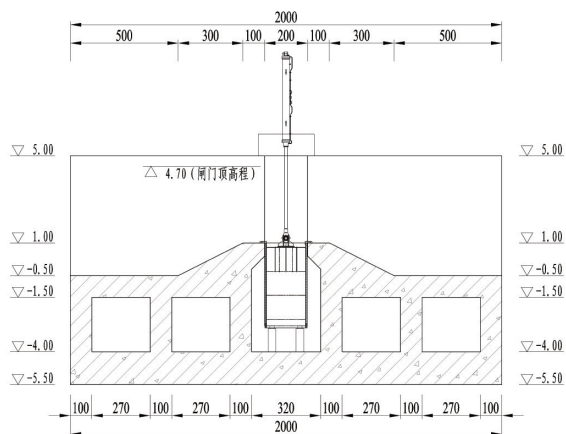


图3 方案三闸室结构立面图

3.4 28m 单孔底轴翻板门控制方案(方案四)

此方案采用底轴驱动翻板门^[4]型式,工作闸门为底轴驱动翻板式钢闸门,通过液压启闭机进行无级启闭控制。液压启闭系统、电控设备及冲淤系统的高压水泵等均布置在两侧的空箱内,空箱顶部与现状驳岸同高,上布景观小品、绿化等,做到与现有景观及未来规划景观协调一致。该方案启闭设备等均布置于地下的空箱内,上部无需布置建筑物,门顶溢流时可形成人工瀑布的景观效果,节制闸在不控制的时候,闸门平卧在闸底板上,对水面没有任何影响,能较好地满足水面通透的景观要求,而且由于没有地面以上的建筑,因此景观及绿化等能统筹考虑,不存在相互冲突的问题,能最大限度的实现景观的统一性,满足城市景观协调统一的相关要求。方案四闸室结构立面图见图4。

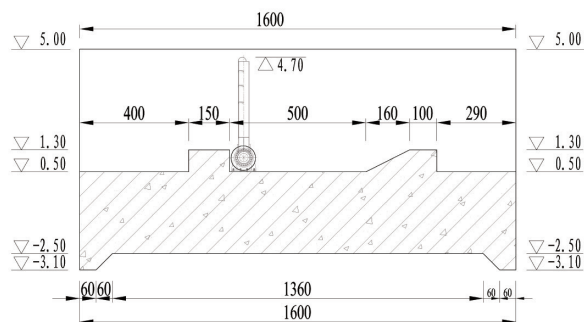


图4 方案四闸室结构立面图

3.5 28m 单跨橡胶坝方案(方案五)

橡胶坝为21世纪新兴的一种低水头挡水建筑物,其特点是单跨长度大,能最大限度地保证水面宽度。此外,还具有结构简单、施工期短、造价低、抗震性能好、操作灵活和管理方便^[5-6]等优点。橡胶坝坝袋中可充气或水,采用橡胶坝挡水与常规节制闸相比,无需设钢闸门及其启闭设备,通过对橡胶坝袋充排水、气介质,使坝袋起落来代替常规钢闸门的升降,实现了坝袋高度的可调节,而且,坝袋的充排系统可设置于地下空箱内,使得橡胶坝建成后没有水上建筑,能最大限度的保证水面通透的景观要求,又能使驳岸的景观实现统一规划,满足城市景观的相关要求,而且造价相对低廉,可达到环保、节约的目标。方案五闸室结构立面图见图5。

4 节制闸控制方案比较分析

根据以上方案设计,5个方案在技术上均可

行。为了进一步确定节制闸控制型式的推荐方案，应从工程造价、优缺点和景观等几个方面进行综合比较，按结构可靠、投资省、景观效果好的原则，综合确定节制闸的控制方案。

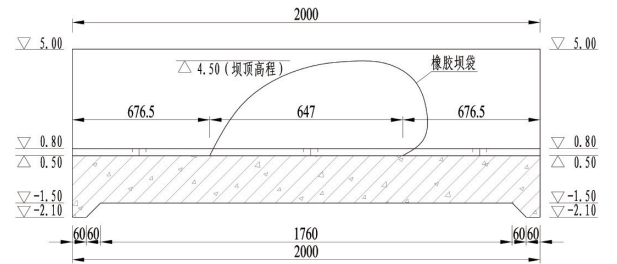


图 5 方案五闸室结构立面图

4.1 经济比较

对 5 个节制闸控制方案分别进行工程量统计，对照相应子目编制其单价，并分别列出分项目造价，汇总后得出各方案造价，见表 1。

表 1 节制闸控制方案造价比选汇总表

单位: 万元						
序号	项目内容	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五
1	水工建筑物	335.0	415.0	665.0	585.0	455.0
2	房屋建筑	95.0	15.0	15.0	15.0	15.0
3	金属结构	105.0	195.0	435.0	385.0	35.0
4	机电设备	45.0	95.0	155.0	115.0	125.0
5	其它差异	15.0	40.0	85.0	65.0	25.0
6	Σ (1 ~ 5)	595.0	760.0	1355.0	1165.0	655.0
7	差值比较	0	+135	+760	+570	+30
8	倍比比较	100%	128%	228%	196%	110%

注：水工建筑物造价仅统计了闸室段投资，其它投资相同部分未计入。

表中造价比较显示，单孔 16m“常规”方案比其它宽孔“非常规”方案更为节省，造价最低。而橡胶坝方案中，由于坝袋替代闸门结构，不仅大大节省金属结构投资，水工建筑物、房屋建筑投资也较为节省，在 4 个宽孔非常规方案中，橡胶坝方案造价最省，且橡胶坝方案与 16m“常规”方案的工程投资基本相当。

4.2 优缺点分析

对 5 个节制闸控制方案的布置特点、优缺点进行分析比较，具体见表 2。

根据各方案比选归纳成果，其中，橡胶坝方案具有结构简单、施工期短、造价低、抗震性

能好、操作灵活和管理方便等优点，橡胶坝虽然单跨长度大，但水工结构可通过分缝减小跨度，相比其他方案，结构布置和控制运用最为简便，可最大限度地保证水面通透的景观要求。

4.3 景观效果比较

方案一采用升卧式常规控制型式，该型式需设排架并建启闭机房，因此造成水面上有较大体量的建筑物，阻断视线及河道连续的水面及两岸景观，无法满足河道水面通透、两岸连续的城区景观的要求；方案二、方案三、方案四闸门均隐藏于水下，启闭控制系统均设于地下，对水面及地面基本没有影响。其中，宽孔方案均满足水面开敞、通透、连续的城区景观要求；对于两孔方案，由于河道中间需设置隔墩，破坏了水面连续、开敞特性要求。方案五采用宽孔橡胶坝，既满足了水面开敞、通透、连续的城区景观功能要求，又能突破水利常规，通过坝袋的色彩，美化和亮化周围环境，打造城区河道新的水上景观，为城市景观创造新的亮点。因此，采用宽孔橡胶坝方案，不仅能满足城市景观功能要求，更能为城区河道增添新的景点，最大限度地实现水利功能与城市景观要求之间的和谐与统一。

4.4 工程技术比较

方案一采用常规升卧式门型，是目前最常用的节制闸形式，技术成熟，但受闸孔净宽的限制，无法保证过水断面达到城区景观所要求的宽度；方案二两孔下卧式门型及方案三下沉式门型的控制技术目前尚待进一步的开发和研究，工程设计、施工以及控制运用技术要求相对较高；方案四底轴翻板门型，这是一种新型的可调控门型，由于采用底轴驱动的类型，大跨径因素决定了对轴承和启闭设备有较高的要求，要求轴承的支撑结构在同一块底板上，以防止结构变位对轴承造成影响而导致闸门无法正常工作；方案五的橡胶坝，该型式水工结构最为简单，控制技术最为简便、灵活，作为挡水结构的橡胶坝袋为柔性结构，能较好的适应不同结构的沉降，因此大跨度结构可以分缝，变形适应性较强，抗震和抗冲击性能好。因此，方案五的橡胶坝具有很好的可操作性，施工亦方便，对于大跨度的结构尤为适用。

4.5 运行管理比较

方案一升卧门是目前江苏平原地区最为普

表 2 节制闸控制型式各方案优缺点比选表

序号	控制方案	布置特点	优 点	缺 点	备注
方案一	单孔升卧式门型方案	常规升卧式门型，水上建筑体量较大，可主动美化景观外貌。	①常规控制型式，技术成熟，运行可靠；②升卧式门型工作桥排架高度相对较低；③结构简单，闸室相对较短；④运行操作简单，检修方便。	①钢丝绳浸泡在水中，易锈蚀，使用寿命短；②单孔净宽小，不满足河道水面连续的要求；③上部设工作桥及启闭机房，水面不通透。	“常规”控制方案，孔径小，跨度小，控制运用和检修维护相对较为简便。
方案二	两孔下卧式门型方案	平面中枢下卧式门型，门顶门底均可过水，单孔跨度小，按两孔布置。	①门顶和门底均可过水，门底水流可用于冲淤清洗②无水上建筑，水面通透③检修时闸门整体拆除、安装较迅速；④运行操作简单，技术成熟，运行可靠。	①受限于跨度，需布置为两孔，河道中间的隔墩对水面通透、连续的景观功能要求不利；②需整体吊出检修，平时位于水下，维护不便。	
方案三	下沉式门型控制方案	闸门隐藏于底板下的门库内，无水上建筑，单孔大跨度水面连续、通透。	①闸门垂直升降，可隐藏于底板下的门库内；②可利用河底门库加大底板厚度，实现单孔大跨度的水面连续功能；③水上无建筑，水面连续、通透	①由于跨度较大如配置永久检修设备，一次性投资较大，检修期可筑坝断流；②河底之下土工建筑物工程量较大；③技术交叉较多，设计、施工和控制技术复杂、运用要求高、管理难度大。	“非常规”控制方案，孔径大，跨度大，控制运用和检修维护技术要求高、难度大。
方案四	底轴翻板门控制方案	将悬臂式门体固支于底轴上，利用底轴旋转实现闸孔控制，无水上及地面建筑	①门顶能溢流，溢流时可形成水流跌落景观；②无水上建筑，水面通透、连续；③闸门卧倒后，不影响游船通航；④运行操作简单，检修方便。	①由于跨度较大如配置永久检修设备，一次性投资较大，检修期可采用筑坝断流方案；②由于跨度较大，底轴转动驱动闸门，底轴扭矩较大，底轴设计和运行技术要求较高；③传动轴承长期位于水下，平时维护较困难。	
方案五	橡胶坝控制方案	利用橡胶坝的充盈程度调节坝体高度，对闸孔进行控制，单孔跨度大，水面开敞、连续、通透。	①型式新颖，水工结构和机电设备布置最为简单；②外型美观，坝高可调，运行操作简便，控制方式灵活多变；③跨度大，柔性结构，变形适应性强，抗震和抗冲击性能好；④坝袋沉底后，不影响游船通航；⑤坝体安装简便，施工期短；⑤无水上建筑，水面开敞、通透、连续；⑥兼顾景观功能，投资省。	①设计寿命期内需更换坝袋；②由于跨度较大，如配置永久检修设备，一次性投资较大，检修期可采用筑坝断流方案。	孔径大，跨度大，但技术可行且最为经济合理，为首选推荐方案。
造价排序 (降序)			方案三 > 方案四 > 方案二 > 方案五 > 方案一		见表 1

遍的门型，运行管理的模式最为成熟，通过上部启闭机房内的启闭设备来控制闸门的启闭，但由于部分钢丝绳泡在水中，容易锈蚀，需及时关注检修，防止出现安全隐患；方案二下卧门及方案三下沉门，由于控制技术目前尚待进一步的开发和研究，对控制设备的要求较高，平时的维护要求也较高，可参考的经验及案例较少，对运行管理要求高、难度大；方案四底轴翻板门，由于是通过启闭设备驱动底部轴承来实现闸门转动升降，对轴承的要求较高，运行管理中应重点关注轴承的磨损情况，而轴承长期处于水下，对检修维护带来很大的不便；方案五的橡胶坝，通过对橡胶坝坝袋充排水或气来实际坝体的升降，运行和维护简单，平时定期检查坝袋有无破损即可，运行操作极为简便。比较下来，橡胶坝的运行管理最为方便，控制运用灵活多变，可操作性好，运行、维护的成本最低，相比于其它方

案优势最为明显。

4.6 综合比选

侧重于城市景观功能的需要，不考虑阻断视线或隔断水面的“常规”水闸方案，重点考察方案三、方案四、方案五“宽孔非常规”方案，在造价方面，橡胶坝方案造价最为节省；在景观功能方面，满足城区景观河道的水面通透和两岸风光带连续的要求，与河道等宽的单孔方案的水面通透性明显优于两孔平面中枢卧倒门型方案，其中，橡胶坝方案打破水利常规，利用彩色橡胶的美化、亮化作用，可为城区河道增添新的水上景观；在工程技术方面，橡胶坝水工结构及机电设备布置最为简单，控制技术最为简便、灵活，单孔大跨径下沉式门型和底轴翻板门的控制技术尚待作进一步的开发研究。工程管理运用方面，橡胶坝方案运行操作最为简便。注重景观效果，橡胶坝方案在经济技术等各方面的综合优

势最大,可最大限度地实现水利功能与城市景观要求之间的和谐与统一,为首选推荐方案。

5 结语

对于城区景观河道上大跨度节制闸的设计,通过本工程的综合比选,推荐优先采用橡胶坝方案,突破了水利常规,不但具有结构简单、跨度大、造价低、抗震性能好、操作灵活和管理方便等优点,而且可做到以水面衔接的景观为主,使得工程景观功能与水工建筑物功能互相渗透、交融,使得水工建筑物成为城区景观的一道风景线。在满足了城区引排水及游船通航要求的同时,做到了河道水上无高耸建筑物,最大限度地保证城区景观河道的水面通透和两岸风光带连续的景观要求,解决了河宽及城市景观匹配统一的问题,有利于与周围景观协调统一,有助于“小桥、流水、人家”的水乡风貌融入现代都市文明,丰富城市

旅游内容。为以后城区水利设施的设计提供新的方法, 开拓新的思路。

参考文献:

- [1] 龚蕾婷, 蔡颖, 刘华等. 生态治理工程对太湖入湖河道水环境改善效果的研究 [J]. 安徽农业科学, 2012, 40 (28): 13905-13909.
- [2] 陶明清, 洪惠林. 镇江内江水环境容量影响因素的研究. 中国环境科学学会学术年会优秀论文集 [C], 2007, 941-945.
- [3] 罗江红. 现代水工闸门与启闭设备的种类和选型 [J]. 黑龙江水利科技, 2012, 40 (12): 176-177.
- [4] 丁少纯, 苏长刚. 液压翻板闸在城市河域景观中的应用 [J]. 黑龙江水利科技, 2014, 42 (3): 54-55.
- [5] 郭勇. 橡胶坝的特点及适用工程 [J]. 建筑与预算, 2013, 201 (1): 37-38.
- [6] 陈辉. 橡胶坝的发展方向 and 前景 [J]. 中国橡胶, 2004, 20 (8): 12-13.

(责任编辑:王宏伟)