

上海松江叶榭塘水利枢纽工程设计

王艳明,李春光

(上海市政工程设计研究院,上海 200092)

摘 要:对上海松江区叶榭塘水利枢纽工程的特征参数、平面布置与主体结构型式及枢纽运行安全控制进行了详细的阐述。设计中对枢纽功能与环境景观的和谐统一、结构优化以及实现枢纽运行自动化控制方面有充分的考虑与尝试。

关键词:水利枢纽;节制闸;套闸;设计;建筑景观;上海松江区

中图分类号:TV61 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)01-0079-03

1 工程概述

叶榭塘水利枢纽工程位于黄浦江南岸,松江区叶榭镇松浦大桥的东侧,北入黄浦江,南接金山区的龙泉港。它是黄浦江上游干流段防洪工程中南岸重要的支河河口控制建筑物工程,也是浦南东片北面控制工程中的一项目核心工程,其主要任务是保证浦南东片北部区域防洪、排涝,并有通航要求,根据上海市城市总体规划和内河航运规划,叶榭塘航道是上海市重要内河航道,属上海市骨干内河航道“一环十射”中的重要“一射”,是上海市化学工业区、规划金山嘴港区和金山区东南地区通往黄浦江的主要通道。

2 主要特征参数

叶榭塘水利枢纽工程的有关特征参数如表1:

3 总平面布置

叶榭塘水利枢纽工程的设计范围为距河口265~1365 m的河段。为便于航运,套闸布置在河道西面裁弯取直的新开河道上,新开河道总长约186 m,外河引航道(包括过渡段)长399.6 m,内外闸首、闸室段长约249.0 m,内河引航道长约437.6 m(包括过渡段)。节制闸布置在原河道上,与套闸外闸首基本平行,节制闸与套闸中间形成的人工岛占地约5 hm²,其中设立枢纽管理区。为解决跨越叶榭塘水利枢纽的场内、外交通,在节制闸和套闸外闸首的外河侧设公路桥,桥面净宽5 m;公路桥在人工岛处与填土构筑的景观路堤相连接,路堤的布置综合考虑场内、外交通及花园式人工岛区的景观要求,并充分

表1 叶榭塘水利枢纽工程有关特征参数

序号	特征参数	数量/内容
1	工程等级	二等工程
2	主要水工建筑物	3级
3	抗震设计烈度	7度
4	防洪标准	50 a一遇洪水
5	排涝标准	20 a一遇最大24 h暴雨量200 mm
6	航道等级	V级
7	特征水位	
7.1	黄浦设计洪水位	4.25 m
	设计低水位	0.64 m
	最高通航水位	3.72 m
	最低通航水位	1.35 m
7.2	内河设计高水位	3.6 m
	控制常水位	2.5~3.0 m
	设计低水位	2.0 m
	最高通航水位	3.0 m
8	最低通航水位	2.0 m
	节制闸主体建筑物	
8.1	孔径	3×8 m
8.2	底板面高程	-1.5 m
8.3	公路桥梁底标高	≥7.5 m
9	套闸主体建筑物	
9.1	闸首口门宽	12 m
9.2	闸室有效宽度	20 m
9.3	闸室有效长度	200 m
9.4	公路桥梁底标高(外闸首)	≥8.8 m
9.5	底板面 外闸首	-1.1 m
	高程 内闸首	-1.0 m
10	公路桥	
	桥面净宽	5.0 m

利用填方土源充沛的工程条件,就势造景,将连接两闸首公路桥的填土路堤布置成阶梯错落的圆弧状大型“花坛”,形成人工岛区标志性景观。控制室位于高程较高的“花坛”区域,布置在节制闸闸首和套闸外闸首之间,有利于操作人员对进出套闸的船只和节制闸河道实现全景观察。管理楼位于中心岛的中间位置,通过台阶亭廊与控制室连通,便于工作人员的

收稿日期:2005-08-16

作者简介:王艳明(1968-),男,湖北大冶人,高级工程师,设计分院副总工程师,从事水利工程设计。

全天候快捷往来,详见枢纽平面效果布置图(图1)。



图1 叶榭塘水利枢纽工程效果图

4 空间布局与建筑景观

叶榭塘水利枢纽工程管理区位于人工岛域,四面临水,河道两侧绿树成荫、荷塘星罗棋布,呈现出典型的田园风光。管理区的空间布局与建筑景观除满足枢纽的功能要求外,更注重中心岛与自然环境的协调,并因地制宜,就势造景。在人工岛管理区的总体布局上,充分利用挖方土源充沛的特点,将连接两端外闸首公路桥的填土路就势拓宽,形成管理区的中心花坛绿地,构成枢纽工程标志性景观中心;中心花坛呈台阶状错落,富有层次变化的节律。控制室布置在中心花坛的第二级平台处,为满足观察视点要求,控制室架空布置,非常有利于控制管理人员对整个枢纽的观察及管理。

为解决管理区岛内的交通,在中心花坛两侧分别布置5 m宽坡道接至管理楼前沿附近地坪;两侧公路桥均通过13 m跨简支梁桥同管理区中心花坛的主干道路相连接,并预留4.0 m净空,确保人工岛周边形成环岛通道,并同中心花坛两侧的坡道相互贯通,构成管理区内的快捷交通网。

闸首启闭机房布置成架空的廊桥,廊桥顶部立面采用微曲的圆弧线型,与两侧楼梯的立面协调一致;两侧的楼梯间呈椭圆形平面。在随圆形楼梯间的两端布置垂直采光带,与启闭机房廊桥的两侧立面上布置的圆角通窗相互映衬,增强了闸首构筑物的现代感,构成一幅具有时代感的田园风景画。

管理楼布置在人工岛的中心位置,位于中心花坛的南侧,其建筑造型同闸首构筑物、控制室等建筑单体相互映衬,建筑风格协调一致;管理楼坐北朝南布置,正立面采用渐变的圆弧墙面,中间部分结合采光、通风的功能适当较其它屋面突出,错落有致,西侧布置休憩平台,并饰以弧形轻质穹顶,显示出现代的动感气质,整栋楼的造型与色彩宛然跳动的音符,

给整个管理区增添了活力和时代气息。

控制室坐落于人工岛中心的花坛上;为同花坛部分的景观协调,控制楼采用圆形亭塔式建筑,因布置在填土区,同时为了方便望过往套闸船只的功能要求,采用底层架空的二层亭塔,通过两边的旋转式楼梯与底层连接,二层作为中央调度控制室,室内安设自控系统的集中控制部分。控制室的外墙采用通透性好的玻璃幕墙,既满足了功能要求,又富有现代气质;屋顶结合防雷设施的布置采用轻型银灰色铝板屋面,在建筑风格上同管理楼保持一致。

5 主体构筑物设计

5.1 节制闸

节制闸闸首长度为15 m,外河侧和内河侧消力池长度分别为20 m和15 m,外河和内河海漫、防冲槽总长度分别为56 m和46 m,闸首外河侧设公路桥与管理区交通干道相接;节制闸外河侧和内河侧闸墙、防汛墙顶高程分别为5.24 m和4.00 m。

节制闸闸孔净宽为 3×8 m,闸首段长15 m,宽28.2 m,中墩厚1.1 m,边墩厚1.0 m,因闸河配套系数较小,为保证过流能力,综合考虑各方面因素,闸底板面高程定为-1.50 m,底高程为-3.00 m,底板厚度为1.5 m;闸门采用升卧式平面钢闸门,启闭机型号为QPQ2×16,启闭机房工作桥面高程为10.30 m,平面尺寸为 $4.5 \text{ m} \times 28.2 \text{ m}$,由两侧楼梯间沟通上、下交通;闸上公路桥梁底标高为7.34~8.02 m,桥梁跨度为5跨 $13.0 \text{ m} + 9.1 \text{ m} + 9.1 \text{ m} + 9.1 \text{ m} + 13.0 \text{ m}$,总长53.3 m。桥面板采用C30钢筋混凝土预制空心板梁,板梁高度为0.52 m。

节制闸闸首采用钢筋混凝土整体坞式结构,混凝土强度等级为C30,闸首基础采用天然地基基础,底板四周设 $L=7 \text{ m}$ 的防渗封闭板桩;内、外河消力池均采用分离式底板和天然地基基础;外河侧部分挡墙及内、外河翼墙均采用前板桩后方桩的高桩承台直立挡墙,板桩为 $25 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 10 \text{ m}$ C35预制钢筋混凝土板桩,方桩为 $30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 10 \text{ m}$ C35预制钢筋混凝土方桩;海漫段为复式断面,采用灌砌块石护底、护坡及悬臂式挡土墙结构。

5.2 套闸

套闸内、外闸首闸孔净宽12 m,套闸外河侧和内河侧闸墙、防汛墙顶高程分别为5.24 m和4.00 m。闸室段按最高通航水位3.72 m与船舶空载最大干舷高度考虑,侧墙顶标高为4.50 m。

外闸首长15 m,宽21.1 m,闸孔净宽12 m,两

侧边墩各宽 4.55 m, 底板门槛标高 -1.10 m, 底板厚 1.70 m; 外闸首采用 C30 钢筋混凝土坞式结构, 边墩厚度为 1.2~1.7 m, 顶标高 4.00 m, 在闸门墩两侧分别采用顶标高为 5.24 m 和 4.50 m 的挡墙与外河引航道及闸室挡墙连接; 闸门采用升卧式平面钢闸门, 闸门宽 11.94 m, 高 5.85 m, 顶标高 4.75 m, 启闭机采用 QPQ2×16 电动卷扬启闭机, 工作桥面高程为 12.30 m, 两侧各建封闭式楼梯间; 在升卧式钢闸门两侧各设置一道检修门槽。外闸首外河侧设公路桥与管理区交通干道连接。

套闸闸首、镇静段及闸室均采用钢筋混凝土整体坞式结构, 混凝土强度等级为 C30, 闸首基础采用天然地基基础; 其余导航段与停泊段均采用前板桩后方桩的高桩承台直立式挡墙结构, 板桩为 30 cm×50 cm×13 m C35 预制钢筋混凝土板桩, 方桩为 30 cm×40 cm×13 m C35 预制钢筋混凝土方桩。

6 枢纽运行与安全控制

6.1 节制闸运行控制流程

节制闸运行控制流程如表 2 所示:

表 2 节制闸运行控制工况表

运行工况	节制闸运行状态
挡潮期	当 $L_w \leq 2.00$ m 或 $L_w \geq 3.00$ m 时, 节制闸关闭断流, 其余时间节制闸开启。
枯水期	涨潮时: 当 $L_w - L_N \leq 0.20$ m 时, 节制闸开启引水。 落潮时: 当 $L_w \leq 2.00$ m 和 $L_N - L_w \leq 0.20$ m 时, 节制闸关闭蓄水, 其余时间节制闸开启。
非挡潮 (其它时间)	涨潮时: 全关 落潮时: 当 $L_N \geq 2.50$ m 和 $L_N - L_w \leq 0.20$ m 时, 节制闸开启排水
汛期	涨潮时: 当 $L_N \geq 2.50$ m 和 $L_w - L_N \leq 0.20$ m 时, 节制闸关闭 落潮时: 当 $L_N \geq 2.50$ m 和 $L_N - L_w \leq 0.20$ m 时, 节制闸开启排水
汛期 (根据雨量、 防汛及气象 预报决定)	前提: 服从防汛统一调度 涨潮时: 全关 落潮时: 当 $L_N \geq 1.50$ m 和 $L_N - L_w \leq 0.20$ m 时, 节制闸开启, 突击预降内河水位。
特殊情况	可紧急开启节制闸, 控制闸门开启度, 开启度由键盘人工输入

6.2 套闸运行控制

套闸的功能是确保内、外河水位在满足最低通航水深及最高允许通航水深的条件下, 提供上、下游船只的安全顺利通航。

在内、外河水位基本齐平的情况下, 套闸闸门可按中央控制室要求, 直接开启。

在内、外河水位存在水位差(一般大于 0.2 m)时, 套闸应先局部开启内闸首或外闸首闸门, 待闸室水位与内河或外河侧的水位基本齐平时, 再开启相应闸门, 如此循环进入下一步操作, 实现船只过闸通航。

具体控制流程如表 3 所示:

表 3 套闸控制工况表

工 况		河道水位	套闸内外闸首运行情况	
允许直航		$-0.20\text{ m} \leq L_w - L_N \leq 0.20\text{ m}$ 时	套闸内外闸首可全开, 允许直航。	
通 航		$L_w - L_{SH} \geq 0.20\text{ m}$ 或 $L_w - L_{SH} \leq -0.20\text{ m}$ 时	先内闸首关闭, 后外闸首控制开度开启。	
		上	外闸首完全开启, 船进闸室后关闭外闸首。	
		启 行	$L_N - L_{SH} \geq 0.20\text{ m}$ 或 $L_N - L_{SH} \leq -0.20\text{ m}$ 时	内闸首控制开度开启
		门 下	$-0.20\text{ m} \leq L_w - L_{SH} \leq 0.20\text{ m}$ 时	内闸首全开, 船开闸室进入内河。
		输 水	$L_N - L_{SH} \geq 0.20\text{ m}$ 或 $L_N - L_{SH} \leq -0.20\text{ m}$ 时	先外闸首关闭, 后内闸首控制开度开启
		后 通 航	$-0.20\text{ m} \leq L_w - L_{SH} \leq 0.20\text{ m}$ 时	内闸首完全开启, 船进闸室后关闭内闸首。
行		$L_w - L_{SH} \geq 0.20\text{ m}$ 或 $L_w - L_{SH} \leq -0.20\text{ m}$ 时	外闸首控制开度开启。	
		$-0.20\text{ m} \leq L_w - L_{SH} \leq 0.20\text{ m}$ 时	外闸首全开, 船出闸室进入外河。	
不通航		$L_w \geq 3.72\text{ m}$ 或 $L_w \leq 1.35\text{ m}$ 时 $L_N \geq 3.00\text{ m}$ 或 $L_N \leq 2.00\text{ m}$ 时	套闸全关, 禁止通航	

注: ① L_w 为河外(黄浦江)水位, L_N 为内河水位, L_{SH} 为闸室水位。

② 套闸闸门控制开度开启指闸门开度小于 0.5 m。

③ 套闸闸门控制开度开启的启门时间不应短于 30 s。

7 设计总结

(1) 在枢纽平面布置上, 充分考虑工程选址的特点及其涉及的征地、水流、航运、交通、施工及投资等诸多因素, 通过深入研究与比较论证, 确定节制闸和套闸的布置, 管理区的规划与建筑景观在满足枢纽管理功能的基础上, 较完好地体现了环境景观与枢纽功能的和谐统一。

(2) 在结构优化方面, 考虑该工程土方过剩及土方回填量大的特点, 对位于两闸首之间的土台基础采用真空堆载联合预压, 有效地节省了工程工期, 且经济合理。

(3) 在实现枢纽运行自动化控制方面, 在水工模型试验成果基础上, 首次尝试编制实现枢纽运行自动化控制的各工况组合, 实现集中远程控制, 充分体现了以人为本的设计理念。