

# 闵浦三桥自供应平台的应用

李 源

[上海公路桥梁(集团)有限公司,上海市 200433]

**摘 要:** 依托闵浦三桥工程,对大型河流中央水上作业平台进行了研究分析。充分考虑航道航运、河流宽度、周边环境和运输条件等影响,对水上施工平台建设规模、功能设计等进行了分析。重点介绍了水上平台功能区划分、泊位材料运输设计,电力和水源供应,混凝土拌站、塔吊、克令吊等重要设备布置和改造,以及平台安全防护。同时介绍平台的监测方法和监测结果。监测数据和平台功能应用情况表明平台在整个使用期间安全稳定,并且功能区划合理,充分满足了主墩、主塔的施工需求。

**关键词:** 水上施工平台;跨江大桥;混凝土拌站

**中图分类号:** U445

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2025)05-0335-04

## Application of Self-supply Platform in Minpu Bridge III

LI Yuan

[Shanghai Highway and Bridge Group Co., Ltd., Shanghai 200433, China]

**Abstract:** Relying on the Minpu Bridge III Project, the central water operation platform of large rivers is studied and analyzed. By fully considering the impacts of waterway navigation, river width, surrounding environment and transportation conditions, the construction scale and functional design of the over-water construction platform are analyzed. The division of functional areas, berth material transportation design, power and water supply, concrete mixing station, tower crane, cranes and other important equipment layout and reconstruction as well as the safe protection of platform are specially introduced. At the same time, the monitoring methods and results of the platform are introduced. The monitoring data and the application of platform functions indicate that the platform is safe and stable in the whole service period, and the functional zoning is reasonable to fully meet the construction needs of the main pier and main pylon.

**Keywords:** over-water construction platform; cross-river bridge; concrete mixing station

## 0 引 言

跨越大江大河的桥梁经常需要在水域之中施工桥墩、桥台。水域中桥墩、桥台常用的辅助施工方法有围堰、沉井,如明月峡长江大桥双壁钢围堰<sup>[1]</sup>、江津白沙长江大桥无封底组合围堰<sup>[2]</sup>、常泰长江大桥主塔钢沉井<sup>[3]</sup>等。除了围堰、沉井之外,水上施工作业平台也是水域中大桥桥塔施工中常用的辅助施工方法。通常围堰、沉井、水上作业平台等均为了桥墩、桥塔建设的立足点,其并不用于施工材料生产和加工的场地,在桥墩和桥塔的建设过程中绝大多数施工材料均需通过外运。但是对某些航运活动密集的河流,其河道中央施工桥墩、桥塔时,材料转运受到航运管制的严重阻碍,尤其是混凝土具有时效性

的材料转运成为桥墩、桥塔施工质量直接控制因素。因此常规的围堰、沉井、水上作业平台无法适应,需要建设具有施工材料自供应能力的水上作业基地。本文依托跨越黄浦江的闵浦三桥工程,介绍江心施工自供应水上平台的应用和研究,为今后类似工程做施工借鉴。

## 1 工程概况

### 1.1 工程简介

闵浦三桥工程位于上海市闵行区、奉贤区交界处,是上海市公路网规划中一条连接闵行、奉贤、金山三区的南北向的重要干线公路之一。大桥全长约1.94 km,桥宽21.4 m,主桥跨越黄浦江。主桥为独塔单索面连续钢-混凝土叠合梁斜拉桥,跨径布置为50 m+2×220 m+50 m,塔高136 m,见图1。

桥梁在江中设主墩,跨径布置为2×220 m,桥梁设计净空高度28.5 m,通航净宽大于110 m,桥梁竣

收稿日期: 2024-08-14

作者简介: 李源(1984—),男,本科,工程师,从事桥梁施工工作。



图1 闵浦三桥

工后,桥址处实施左右分道通航,航道满足3 000 t级杂货船双向通航。主桥主墩及桥塔是工程施工重难点之一。

### 1.2 周边环境

大桥施工场地周边以农业用地、绿化和工商业地块为主,车流、人流通行较为宽松,建筑为多层为主。桥址北岸沿线有闵行电厂、电力机械厂、燃料公司等企业码头,南岸沿线有浦江仓储公司、拓中大型管桩公司等企业码头及黄浦江支流巨潮港。

大桥桥址处黄浦江宽度约400 m,大桥桥墩处黄浦江巷道的正中央,桥墩、桥塔施工均需要在江中进行。在施工期间需要保证黄浦江巷道正常通行。

黄浦江航道船运业务繁忙,据统计结果,航道年通行船只数量达十万船次以上。工程区段进出港船舶以3 000 t级以下船舶为主,占比超过95%,其中1 000 t级及以下船舶占比在93%左右,2 000~3 000 t级船舶占比接近3%。最大通行船只达12 720 t,要求单向航道最大宽度92 m,对水上施工平台占用航道的宽度提出了限制。因此自供应平台的功能区及施工设备需要合理布置。

总体上,岸上对工程施工的制约较小,对工程制约较大的为黄浦江航道。

### 1.3 气象水文情况

上海属于北亚热带季风气候,多雨,受到台风影响较大。大桥桥址常年风速大风速为20.0 m/s,6级以上的大风天气,平均每年为27 d。

根据多年统计资料,在距工程处上游6.7 km的松浦大桥断面进行的大、小潮水文测验资料统计,大潮断面平均涨潮流速为0.55 m/s,最大测点流速为1.06 m/s;断面平均落潮流速0.51 m/s,最大测点流速为0.75 m/s。小潮断面平均涨潮流速为0.16 m/s,最大测点流速为0.38 m/s;断面平均落潮流速0.40 m/s,最大测点流速为0.58 m/s。

大桥桥址水域河宽390 m左右,10、8 m等深线

宽度分别约为180 m、280 m,5 m等深线宽度约320 m。该河段主槽略偏浦北侧,航道水深良好,桥址处最大水深10.8 m。桥区水域船舶上、下行航迹见图2。因此运输船运送人员、材料靠泊平台的泊位要根据行船习惯设置以及靠泊过程中需要对平台进行保护。

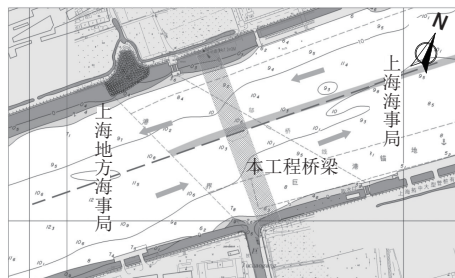


图2 桥区水域船舶上、下行航迹示意图

## 2 水上施工平台总体筹划

首先,主墩位于黄浦江航道中心,桥墩到岸边距离较远,并且黄浦江航道船运吨位较大,无法搭建陆岸连接的施工平台和栈桥,因此必须施工岛式水上作业平台。

其次,大桥主墩和主塔施工需要的材料、设备众多,黄浦江航道航运繁忙,通过船运从岸边发往江心作业平台将严重干扰航道。不仅不利于航道通行,而且对施工正常运转有较大影响。

最后,大桥施工应充分应用黄浦江优良航道的运输能力,解决大量材料、设备及时合理的转运问题。

基于以上原因,大桥主墩、主塔建设应采用岛式水上施工平台,并且平台应尽量具备生产加工大桥主墩、主塔所需材料、构件的能力,减少散货运输量、运输次数,增强平台自供应能力,提升施工材料供应的及时性,特别是混凝土等具有严格时效性的材料。

## 3 水上施工平台设计

### 3.1 水上施工平台结构设计

水上平台全长135 m,宽41.5 m,设计总面积4 183.8 m<sup>2</sup>。上部采用连续贝雷桁架+型钢组合,下部结构采用钢管桩基础。

贝雷桁架间距0.9 m,最大跨径为12 m。桥面系采用I10工字钢+8 mm花纹钢板,桥面系分配横梁为I25a工字钢,承重梁为双拼I40a工字钢。基础采用 $\phi 820$  mm $\times 10$  mm+ $\phi 630$  mm $\times 8$  mm钢管桩,钢管桩桩间连接系横向采用[20a槽钢,纵向 $\phi 325$  mm $\times 6$  mm钢管。

3.2 水上施工平台功能、布局

水上平台服务于大桥桥墩、桥塔作业施工。因此在尽可能满足施工物料自加工、自供给的前提下,所有场地区域按照生产需要进行功能区划分。主要功能区域包括混凝土生产区、钢筋加工区、模板制作区、生活区以及重要设备位等。所有区域以平台上交通道路连通,并且充分考虑船运对交通的替代性。

根据黄浦江航道通航要求,单向直线航道宽度为 92 m,在此范围内水深不得小于 8 m。在此条件下,结合平台功能需求,水上施工平台搭建宽度为 41.5 m。平台距离南岸 8 m 等深线距离为 135 m,距离北岸 8 m 等深线距离为 101 m,考虑平台泊位空间占据后仍然可满足航道通行要求。为保护平台安全,在平台上下游 200 m 外设置防护桩。

按照空间划分,水上平台划分为上游平台办公区、下游平台生产区和上下游连接区,见图 3。

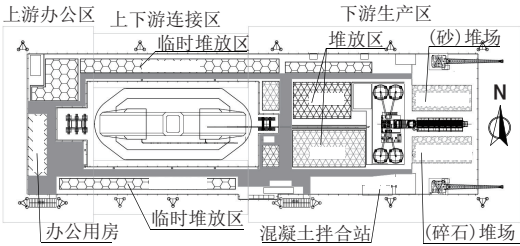


图3 水上施工平台功能区划分图

上游区域仅布置溢出办公用房和临时堆场。上下游连接区域主要围绕主墩进行,其核心功能为服务主墩的现场施工;在柱墩两侧布置一大一小两台塔吊。下游生产区为水平作业平台的核心区域,主要包括混凝土拌站、钢筋加工厂区、模板加工厂区等加工区。

3.3 平台泊位设计及材料能源供应

平台周边共设计 8 个泊位,其中南侧设置 6 个,北侧设置 2 个,明确各个泊位功能。1#、4#泊位为交通艇泊位,供工作人员登离平台。2#、3#、7#泊位服务钢筋、模板等材料由货船运送至水上平台。砂石料货船停靠 6#、8#泊位,水泥、粉煤灰、矿粉停靠 5#泊位。平台外侧根据泊位布置布置了靠泊桩,靠泊桩兼顾平台防撞桩,保护平台安全(见图 4)。

生产原材料主要由船运供应。生产动力主要依靠电力,电力依靠南岸陆上配置的 2 台 800 kVA 箱变,通过水下电缆供应水上平台施工用电;部分设备燃油需要,依靠船运将燃油运输到上游办公区的储油油管之中,保障设备能源。

水下电缆共布置 5 路,采用单根敷设,由粗至细

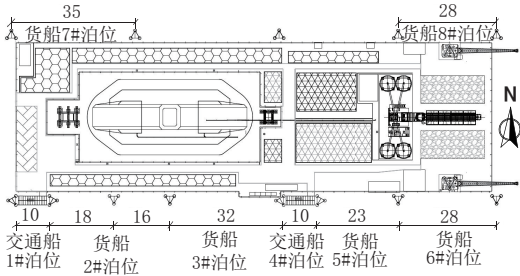


图4 泊位平面布置图(单位:m)

的顺序,从岸侧向水上平台侧的顺序进行敷设。水下电缆受自重影响会发生下沉的情况,且河床下 3 m 均为淤泥层。为防止水下电缆的自然下沉所造成的电缆损坏,因此适当放置余量有利于用电的安全。

水上钢平台电缆入水处设置 10 m 的余量;跨越河床面采用 S 型布置,提供电缆沉降后补偿。

水中主墩施工须考虑备用电源以防止突然断电以免造成不利影响。主要防止混凝土搅拌站生产中断、人员被困电梯、主梁起吊、塔机吊物停滞等因素。经过计算,维持以上设备运行的电源容量约 438 kW。因此,常备 550 kVA 柴油发电机作为备用电源。

3.4 设备布置及优化

3.4.1 混凝土拌合站

水上平台搭建混凝土拌合站需要充分考虑混凝土拌合站的选型、结构形式以及混凝土供应需要,并结合施工组织安排,本工程水上混凝土拌合站选用每小时生产 120 m<sup>3</sup> 的设备较为合适,水上平台混凝土原材料按照拌制 400 m<sup>3</sup> 的混凝土储备,可满足两个最大塔柱节段的混凝土用量。水上平台混凝土拌合站布置见图 5。

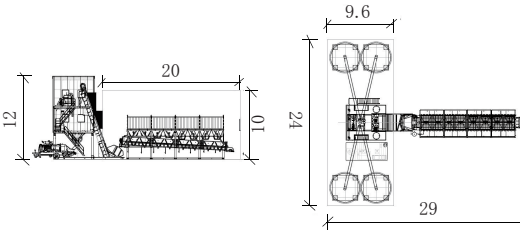


图5 混凝土拌合站优化后布局图(单位:m)

该混凝土拌合站两侧区域设立 2 个骨料存放区,每个存放区的平面尺寸为长 18 m、宽 7.725 m、高 2.5 m 的钢结构料仓。可存放黄砂与碎石各 347 m<sup>3</sup>,满足拌制 400 m<sup>3</sup> 混凝土的储备要求。

3.4.2 克令吊

混凝土砂石料仓由两台克令吊由驳船转运到平台料仓。为了减小克令吊起吊范围的无效距离,将克令吊大臂长度由标准 21 m 缩短至 19.5 m,最小吊

距因此由 7.5 m 缩短至 6.5 m, 使的吊机的有效使用范围提高了 1 m。经过改造, 混凝土生产区的布局紧密, 生产高效, 见图 6、图 7。

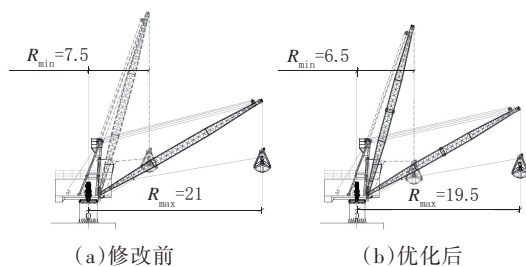


图6 克令吊(单位:m)



图7 克令吊实景图

### 3.4.3 塔机

塔机是主墩施工的重要起重设备, 在水上平台上设置的塔机需充分考虑工作半径和起重能力。在承台的上下游各安装一台塔机, 在繁忙的施工中, 为减少两台塔机之间的相互影响, 选用动臂式。上游安装 1 台 ZSL750 动臂塔机, 下游安装 1 台 ZSL260 动臂塔机, 其中 ZSL750 塔吊最大工作半径为 50 m, 塔身最大安装高度 120 m。ZSL260 塔吊最大工作半径为 39 m, 塔身最大安装高度 120 m。ZSL750 动臂塔机主要考虑上塔柱钢锚梁的安装, 待安装完成后可先行拆除。

## 3.5 安全防护设计

### 3.5.1 围挡护栏

水上平台作业机械较多, 前期需使用 70 t 履带吊参与作业, 当履带吊在平台上作业时, 回转半径区域距离地面仅 1.2 m, 将与护栏发生碰撞。根据要求, 护栏水平杆高度为 1.5 m。因此, 从整个施工阶段设计护栏结构样式, 需考虑施工机械在作业期间对护栏高度的限制。

护栏立杆采用 T 字形结构, 在立杆距地面 1 m 高度处设铰链实现折叠功能, 在履带吊作业时翻折护栏避免与机械发生碰撞, 见图 8、图 9。

### 3.5.2 落水防护护具

在平台四周每隔 9 m 设置一个救生圈, 浮绳配置 30 m, 救生圈采用活扣系到护栏之上。

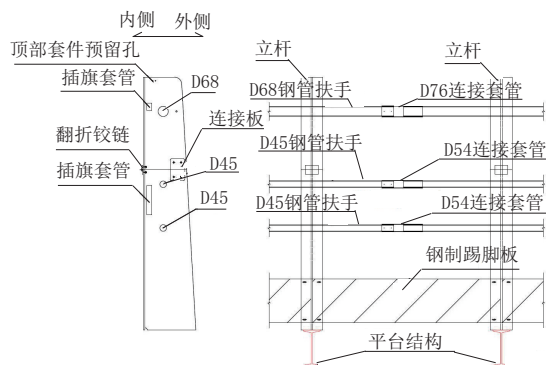


图8 可折叠护栏结构图



图9 可折叠护栏实际图

## 4 平台监测及防护

### 4.1 监测

平台需使用 3 a 时间, 必要的维护是维持平台使用寿命的有力保障, 应定期对平台进行全方位的检查和保养, 以确保平台的使用安全。具体的监测维护项目包括以下几点。

(1) 施工监控, 每月测量一次钢管桩标高, 保证相邻钢管桩基之间的相对沉降小于 3.5 cm, 如果出现相对沉降超限时, 应停止施工, 采取垫小钢板抬高贝雷梁, 减小相对沉降量; 及时修复或更换。

(2) 每月观测一次平台钢管桩位置的冲刷情况, 对于冲刷过大的钢管桩位置采用抛砂袋、片石的办法进行维护。

(3) 沉降观测点根据使用功能区设置, 在混凝土拌合站区域设 5 个观测点, 下游堆料区设置 4 个观测点, 上游办公区设 2 个观测点, 上下游连接区各设 2 个观测点。

冲刷观测点在平台纵向两端和靠近承台侧各设 3 个观测点。

### 4.2 监测数据分析

(1) 沉降: 水上平台投入使用前期混凝土拌合站区域相对沉降较大, 达到 2.1 cm, 其他区域最大为 1 cm。中、后期沉降趋于稳定。

(2) 冲刷: 黄浦江涨落潮流速在 0.51 ~ 0.55 m/s, 经测点测量, 整个使用期内, 最大冲刷深度在 0.5 m, 满足平台钢管桩设计的冲刷范围内。

监测情况反映水上作业平台在整个施工周期中