

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.08.041

双层钢桁桥原位大修施工组织及安全管理

钱国辉

(上海市道路运输事业发展中心, 上海市 200025)

摘要: 以上海松浦大桥原位大修为工程实例, 针对大桥在改造过程中需保障过江非机动车通行正常, 同时大桥邻近运营中的金山铁路, 且上跨黄浦江航道, 施工组织及安全管理难度极大等难题, 项目实施中采用了多阶段的总体施工组织及多项安全措施, 有效保障了项目顺利实施, 可为类似项目改造提供经验。

关键词: 双层钢桁桥; 原位大修; 不中断交通; 施工组织; 安全管理

中图分类号: U445

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)08-0148-04

0 引言

桥梁是城市基础设施的重要组成部分, 我国自 20 世纪 40 年代起开始了自主桥梁建设, 相继建成了钱塘江大桥、南京长江大桥、柳州大桥、泖港大桥等。20 世纪 90 年代至今, 我国桥梁建设开始大跨步发展, 相继建设了南浦大桥、虎门大桥、东海大桥、港珠澳大桥等。这些桥梁在经过三四十年的长期运营后, 基本均存在一定病害, 同时随着社会的发展及交通需求的转变, 部分桥梁还存在一些功能不足问题。因此, 城市桥梁更新维护也逐渐成为一个迅速发展的行业方向。目前国内许多桥梁进行大规模维护更新, 包括九江长江大桥^[1]、南京长江大桥^[2]、上海外白渡桥、浙江路桥^[3]、杨浦大桥等。

不同于新建工程, 桥梁大修项目受制于既有结构特点及外在环境限制, 其施工组织常常还需考虑现状通行情况, 实施难度较大。同时, 施工风险点也较新建项目多, 除去常规施工风险外, 还需考虑施工期间对周边环境及运行设施的安全影响, 安全管理难度较大。

1 项目概况

松浦大桥为跨越黄浦江的双层公铁两用桥, 大桥于 1976 年 6 月建成, 是黄浦江上的第一座桥, 也是黄浦江上游目前重要的过江通道。主桥上部结构为两联 96 m+112 m 连续铆接钢桁梁, 下部基础为钢管桩基础。主桥上层原设计为双向 2 车道公路, 实

际通行中, 非机动车过江需求较大, 上层实为机非混行状态; 下层原设计为单线铁路, 2012 年桥位东侧约 15 m 左右新建了专用铁路桥, 自此下层原铁路停运。松浦大桥总体布置示意及现状如图 1、图 2 所示。

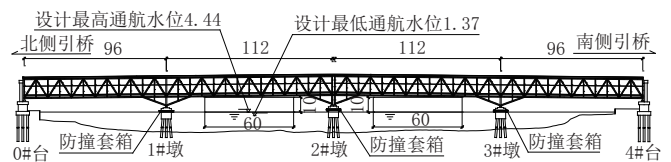


图 1 松浦大桥立面图(单位:m)



图 2 松浦大桥现状照片

2 设计方案及施工内容

结合松浦大桥原结构状态及现状功能需求, 对其进行原位大修改造设计。主桥上层进行创新性拓宽设计, 在维持两片主桁结构及基础不变条件下, 通过新建组合桥面拓宽上层桥面, 对拓宽后受力不足的杆件及节点进行加固, 改建后设置双向 6 车道; 下层拆除原铁路废弃结构, 新建钢桥面作为非机动车专用道, 改建原下层铁路桥两侧检修道, 作为行人通道(见图 3)^[4]。大修中同时对主桥原结构病害如锈蚀、船撞变形等进行修缮。

根据设计方案, 松浦大桥主桥大修主要施工内容包括: (1) 拆除原下层铁轨及废弃铁路设施、拆除原上

收稿日期: 2022-01-27

作者简介: 钱国辉(1977—), 男, 本科, 高级工程师, 从事道路桥梁建设管理工作。

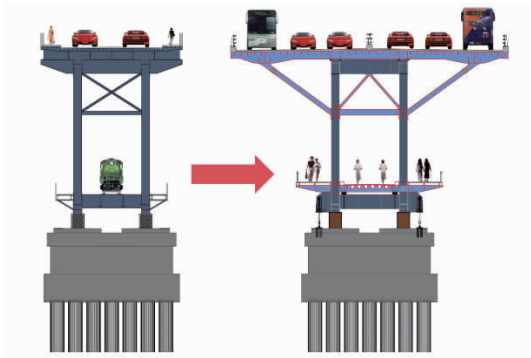


图3 主桥大修前后结构断面(单位:m)

层钢桥面、拆除废弃附属设施等;(2)原主桥保留主桁钢结构原位涂装;(3)新建主桥下层人非专用桥面;(4)主桥支座更换;(5)主桁部分节点、杆件加固;(6)新建主桥上层组合桥面;(7)部分船撞变形杆件进行矫正修复。

3 项目实施重难点

松浦大桥作为G320国道跨越黄浦江的重要节点,是连接松江、金山与市区的主要通道,同时还是两岸居民非机动车过江的重要途径,周边施工环境复杂,存在运营铁路、航道等设施,整体施工组织限制条件较多(见图4)。项目实施难点主要包括:

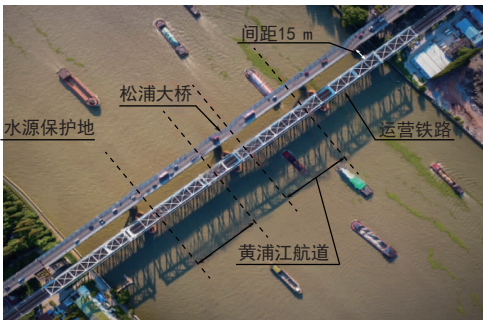


图4 松浦大桥周边环境

(1)保障通行要求高,施工组织困难

作为周边10 km范围内唯一可供非机动车通行的越江桥梁,松浦大桥对周边居民出行有着极为重要的意义,为此施工期间非机动车正常通行是需要重点保障的。同时,由于其作为区域内重要的经济通道及交通要道,交通部门要求上层公路封交时间不能超过18个月。但是,松浦大桥大修工程施工内容特别繁杂,如何在通行条件及封交条件限制下,合理组织各专业施工,从而保证施工在各项约束条件下顺利完成,这给施工组织提出了极高的要求。

(2)施工限制多,项目安全风险大

松浦大桥距离主桥东侧新建的铁路专用路线较近,拓宽前距离约15 m,拓宽后最近距离约9 m,同时上层桥面高出运营铁路轨面约10 m。考虑到铁路

运营安全,铁路部门对大型机械施工、危大工程施工时间、桥面作业人员管理等都有相关要求。

松浦大桥跨越黄浦江三级航道,桥下通行船只流量极高、吨位较大。松浦大桥是黄浦江上通航净高最低的桥梁,在运营期间曾多次被过往船舶撞击。因此,海事部门要求施工中需采取有效措施保障施工期间船舶通行及桥梁结构的安全。

结合该项目施工内容分析,施工中存在高空作业、起重吊装、水上作业等多项危大工程,且作业持续时间长、涉及范围广,实施安全风险较大,项目安全管理要求很高。

(3)设计方案难度大,施工管理要求高

受制于桥位周边环境条件,考虑既有过江资源的充分利用,该项目在松浦大桥主桥拓宽时创新采用了基础不变条件下维持两片桁架的总体方案。项目实施过程中需在原位持荷条件,对主桁部分杆件及节点进行加固,且根据设计要求,杆件加固需在整体荷载较轻时进行。这种原位持荷条件下全桥大规模的整体加固在国内为首次实施。如何在保证既有桥梁安全的基础上很好地实现设计意图,对项目整体施工组织及管理提出了很大的挑战。

4 施工组织总体方案

项目实施中,结合设计要求及意图,充分考虑现场施工条件、交通需求及相关设施权属单位管理要求等。松浦大桥大修总体施工分为三个阶段进行。

第一阶段:下层人非专用通道改建施工。本阶段主要施工内容为主桥下层废弃设施拆除、主桁保留结构涂装、主桥下层桥面安装、主桁加固件临时安装、主桁横联更换、下层临时附属设施施工等(见图5)。该阶段不影响松浦大桥的原上层交通。



图5 松浦大桥下层改建

第二阶段:临时开放下层非机动车道,封闭上层公路交通,进行主桥上层大修改造施工。本阶段主要施工内容为主桥上层原桥面拆除、主桥支座更换、主

桁加固修缮、主桥上层桥面架设、上层附属设施施工。该阶段松浦大桥原上层机动车绕行,非机动车通过下层过江(见图6)。



图6 松浦大桥上层施工下层通行

第三阶段:开放上层公路,封闭下层人非通道,进行主桥下层永久附属设施施工。本阶段主要施工内容为拆除下层临时施工设施、下层永久附属设施施工。该阶段松浦大桥机动车及非机动车均在上层通行。

施工完成后,松浦大桥全面开放,上层为双向6车道公路,下层为非机动车及行人专用通道。

5 施工管理及安全管理措施

5.1 主桥大修施工管理

松浦大桥主桥施工改造施工内容多,施工组织复杂,如何科学组织并在施工过程中加强管理极为重要。针对本项目的特点,在施工组织及管理方面主要有以下几个重点:

(1)做好重点专项施工方案协调

鉴于项目外在影响条件多,施工中应做好各方的协调工作,确保施工方案的可行性与可操作性。特别是要协调好主桥大修中需占用航道及利用铁路天窗期施工的相关工作。经过多次协商沟通,最终铁路及航道部门同意在夜间天窗期内采用浮吊吊装上层桥面,吊装期间临时封闭单侧航道。这种施工方式在黄浦江上为首次。现场实施中吊装工作顺利实施,单日4小时天窗期内可吊装2片梁。

(2)加强各项工序衔接管理

上层主桥改造期间,主桥顶升、主桥加固、主梁架设等工序尤其要加强衔接管理。提前做好人员、设备等检查,加强每道工序、每个节点的进度管理,确保各项工作按计划完成,保障整体封交时间可控。现场施工时,在主桥上层拆除期间安排进行顶升施工准备,拆除完成后实施顶升,顶升过程中开展主桁加固,所有施工分联进行,确保整体施工流水作业在可

控范围内最大化提高施工效率,缩短施工工期。实施中主桥上层封交总计16个月,比交通部门的要求缩短了2个月。

(3)严抓方案及计划落实管理

下层改造期间,上层改造提前实施部分的工作落实及主桥加固的进度计划尤其要严抓落实,因为这两部分工作直接影响整体施工的进展。实施过程中,组织设计、施工、监理单位,对下层改造期间上层改造能提前实施的部分工作进行排查,制定合理的施工方案及计划,将主桥主桁加固件临时安装及横联更换工作提前进行,在确保加固效果及结构安全的前提下,加快项目整体进度。主桥加固过程中,通过对高强螺栓和铆钉施工两只关键队伍的合理安排和管理,协调两者同步推进,提升整体加固效率,为后续主梁架设创造有利条件。

5.2 主桥大修安全管理

松浦大桥主桥大修期间涉及高空作业、水上作业、拆除作业、吊装作业、涉铁及跨航道作业、施工作业与交通通行交叉进行等高风险点,整个施工期间安全管理要求极高。项目管理期间为保障整体安全,采取了多项有效措施。

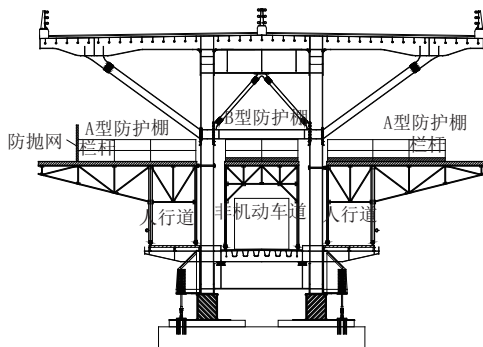
(1)强化安全意识,加强对现场管理人员和作业人员的安全教育。

本项目由于存在涉铁及跨航道作业,存在机械侵占航道、侵入铁路限界等大型风险点,也存在小型工具或杂物落水、易飘物侵害铁路接触网等临散风险点。其中临散风险点由于其作业面广且分散、作业持续时间长,现场管理难度较大,因此提高作业人员的安全意识尤其重要。施工中通过接受铁路及航道部门的安全培训、安全晨会教育、观看警示片等方式,提高作业面工人的安全意识,在主桥大修改造期间做到工具及时收纳、现场工完料清,消除施工期间安全隐患。

(2)设置合理安全设施,确保主桥改造期间施工安全。

主桥改造期间,为保证施工期间航道、非机动车临时通行等安全,设置了多项安全设施,提供足够的安全保护。根据总体施工安全要求,主桥上层施工期间,下层将开放给非机动车通行,如何确保施工期间社会车辆通行的安全,成为本项目安全管理的重点。项目实施过程中,在充分考虑施工便利及安全防护需求的条件下,专门设计了一套模块化移动式安全防护棚架,在主桥上层施工期间在相应作业面以下

设置该防护棚架,并张贴相关警示标志,同时在桥面两侧设置钢丝网围栏及临时塑料防撞护栏,确保施工期间通行车辆及人员安全(见图7、图8)。



(a)防护棚架横向分块设计图



(b)防护棚架照片

图7 防护棚架示意图



(a)下层通行防护及警示 (b)上层拆除期间下层防护

图8 下层通行警示及防护棚架

(3)加强安全检查及管理,督促监督各项安全措施落实到位。

由于项目施工作业面广、安全风险多,现场工人安全意识参差不齐,因此除必要的教育以外,还重点

加强日常检查,特别是关键作业点的安全措施落实检查,包括安全绳佩戴、易飘物管理、警示标志摆放等。同时,加强与铁路及海事部门的联系,涉铁及跨航道作业时,邀请铁路及航道专业监管人员参与项目检查,发现常规施工不常见风险点,确保铁路及航道运行安全。

6 结语

该项目属于原位持荷且不中断全部交通条件下的双层钢桁梁桥梁大修工程,在国内属于首次实施,整个项目中的持荷加固、不中断交通施工等工作具有鲜明的技术特点及较高的管理难度。

项目实施过程中,结合项目设计意图,提出多阶段施工组织方式,最大程度地节约了施工工期,也保障了施工期间不中断非机动车通行。同时,通过有效的附加安全措施及全覆盖安全管理,消除边通行边施工带来的极大安全隐患,保证了无安全事故发生。

针对外部环境复杂、安全风险点多的特点,积极组织协调各设施管理单位,制定可靠方案,施工中加强多方联系及沟通,确保了施工影响范围内其他设施的安全运行。

该项目的管理经验可为后续类似桥梁改造项目提供参考,同时也为城市桥梁更新积累更多的施工及管理经验,有助于提升城市建设管理水平。

参考文献:

- [1] 蔡国强,王亚龙,娄松.九江长江大桥公路桥面改造施工关键技术[J].桥梁建设,2020,50(6):110-115.
- [2] 淳庆,杨红波,金辉,等.南京长江大桥公路桥维修与文物保护技术研究[J].建筑遗产,2019(3):24-35.
- [3] 张春雷.浙江路桥鱼腹式铆接钢桁梁大修设计[J].城市道桥与防洪,2017(1):86-89.
- [4] 郭骏.黄浦江松浦大桥大修工程设计[J].城市道桥与防洪,2017(11):95-97.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿邮箱:cdq@smedi.com 电话:021-55008850 联系网站: <http://www.csdqyfh.com>