

城市轨道交通既有桥梁改建设计探讨

王 浩

中铁二院华东勘察设计有限责任公司 浙江 杭州 310009

摘 要：随着我国城市轨道交通建设规模的增加，尽量减少盾构施工对既有桥梁的影响成为一个引人关注的课题。本文从设计要点、施工工艺等方面介绍在城市轨道交通建设过程中，既有市政桥梁在运营状态下的改建，并着重从设计方面进行了技术总结。

关键词：轨道交通；改建桥；磨桩；拆除重建；设计总结

目前，轨道交通网络的建设正在各地逐步兴起，并已成为城市基础设施建设的重点。由于大多数城市的近、早期规划中未考虑到地铁线路的规划，因此地铁隧道穿越既有桥梁基础施工的案例时有发生，这不仅给隧道施工带来困难，同时也对既有桥梁造成桥梁桩基移位、桥面沉降和开裂等病害，当盾构断面与桥梁桩基抵触时，将不得不进行桥梁拆除重建。既有桥梁拆复建经验，将各种工艺设计成果归纳总结，形成较为完整既有桥梁改建设计体系。

1 改建桥梁方案简介：

1.1 盾构直接磨桩穿越

盾构磨桩穿越市区主干道桥梁时，由于存在管线迁改、交通导改等问题，对桥梁进行拆除重建存在比较大的困难，本方案结合实例对盾构机磨桩穿越桥梁方案进行论述。

1.1.1 工程概况

杭州地铁2号线西北段建国路站~中河路站区间沿凤起路敷设，区间需下穿凤起桥。因原桥桩基阻碍盾构掘进，直接截取桩基对地铁盾构施工及桥梁结构本身受力存在安全隐患；且凤起桥地处市中心，周边环境复杂，交通流量大，拆桥重建存在巨大困难，故需对其主动桩基托换处理，以满足盾构穿桥的要求，地铁盾构需截断10根主桥桩基及若干桥下游步道预制方桩。

桥梁上部结构采用20m后张法预应力砼空心板，桥面宽度32m（老桥），梁高为95cm，共设29块中板及2块边板，下部结构为轻型桥台，台高为3.95m~4.03m；基础为24根（全桥） $\Phi 100\text{cm}$ 钻孔灌注桩基础，承台尺寸为31.9m $\times$ 2m $\times$ 1m（横 $\times$ 顺 $\times$ 高），台后采用浆砌片石挡墙衔接。

1.1.2 影响分析

由于凤起桥地处市中心，周边环境复杂，交通流量大，拆桥重建存在巨大困难且施工周期长。地铁2号线通

过桥台桩基后，桥台桩基由12根减少为7根，需对桥台及挡墙复合地基进行加固。若用盾构机直接截断桩基施工，对盾构机及桥梁结构本身受力均存在安全隐患，故先对桩基进行托换，而后截桩施工。

1.1.3 下部结构加固托换方案设计

由于上部结构在施工的过程中需保证正常的行车功能，上部梁板不拆除；桥下净空无法满足新建桩基的要求，故设计考虑对老桥进行改造加固，以满足盾构穿桥的要求。

盾构磨桩前需对凤起桥基础的托换加固，以筏型基础代替原桩基础来承受上部带来的荷载，主要托换盾构穿越范围的桥梁基础^[1]。待桥梁基础托换加固后进行盾构磨桩。详见图1。

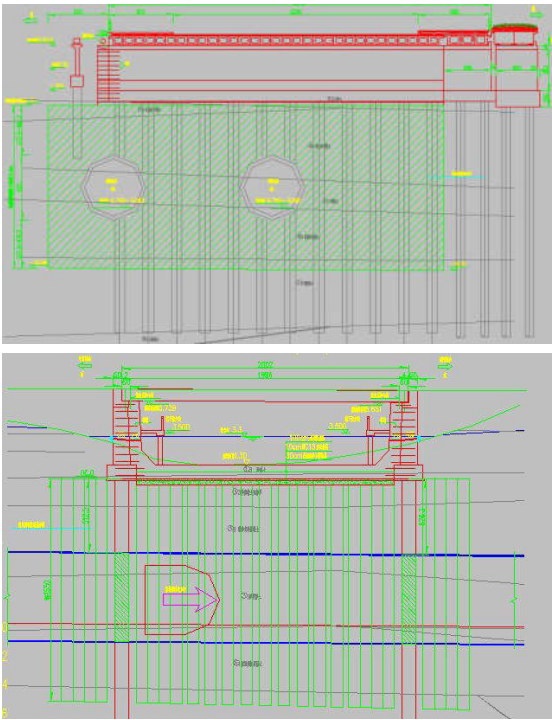


图1 凤起桥改建与盾构区间立面图

1.1.4 方案设计要点

(1) 复合地基承载力特征值 $f_{spk} \geq 400\text{Kpa}$ (非咬合加密段)、 $f_{spk} \geq 700\text{Kpa}$ (咬合加密段); 单桩竖向承载力特征值 $R_a \geq 296.88\text{KN}$; 桩体试块标准养护28d的立方体抗压强度平均值 $f_{cu} \geq 2\text{Mpa}$ 。

(2) 由于施工需要凿除部分老桥承台, 故施工过程中应加强对老桥的检测, 以防止在凿除部分承台时桥梁出现破坏。

(3) 下部结构受力情况与土体刚度有关, 故高压旋喷桩对土体承载力、强度及压缩模量提升值应经过试验确定后, 再进行下一步工作。

(4) 考虑结构不均匀沉降对上部结构的影响。

(5) 为掌握结构运营状态下的性能、评估长期运营的可靠性提供必要的资料, 需对结构的主要部位进行定期检测。长期制定完善的监控项目及指标各项监测。工作的监测频率根据施工进度确定, 结构变形过大或场地情况变化时应加密监测, 有事故征兆时则需连续监测。每次监测工作结束后, 及时提交监测结果和处理意见^[2]。

1.1.5 方案优缺点分析

(1) 方案避免了桥梁结构的拆复建, 减小了对周边环境的影响, 施工期间交通不断流, 对于地处市区主干道的桥梁改造具有很大的参考意义。

(2) 桥梁残桩位于盾构管片正上方, 为保证安全, 本段盾构管片需采用超深埋或钢管片, 且对桥梁的沉降控制要求较高。

(3) 由于本方案采用盾构硬磨, 施工前需对盾构机刀盘进行改造, 改造价值不菲。

1.2 既有桥梁拆除重建

1.2.1 工程概况

现状官河桥沿金城路铺设, 为20m预应力砼空心板桥梁, 斜交角 49.5° , 空心板梁高90cm, 是重力式桥台, 钻孔灌注桩基础, 桩径1.2m, 纵桥向桩间距为3m, 横向桥桩间距呈不规则布置, 该桥为跨越官河而设。因杭州地铁5号线一期工程施工, 盾构区间与现状桥梁北侧桩基存在冲突, 为保证施工期间桥墩桩基安全及盾构施工顺利进行, 需将桥梁拆除还建。

1.2.2 改建桥方案

改建后的桥梁上部结构采用1x30m后张法预应力小箱梁, 梁高160cm。下部结构采用承台接盖梁式桥台, 保留原桥台作为挡土墙作用。为避开地铁盾构区间, 盖梁分三幅布置, 桥台盖梁截面尺寸为 $200 \times 350\text{cm}$ (宽×高), 其中125cm嵌入承台内, 北半幅桩间距为12.4m (正交), 中间幅桩间距为12.6m (正交), 南半幅桩间距为

6.0m (正交)。基础为摩擦桩, 采用直径 $\phi 150\text{cm}$ 钻孔灌注桩基础, 桩尖沉渣厚度取10cm。

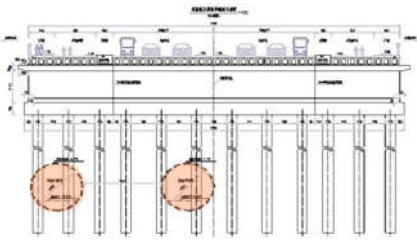


图2 既有桥台和盾构的位置关系



图3 现状桥照片

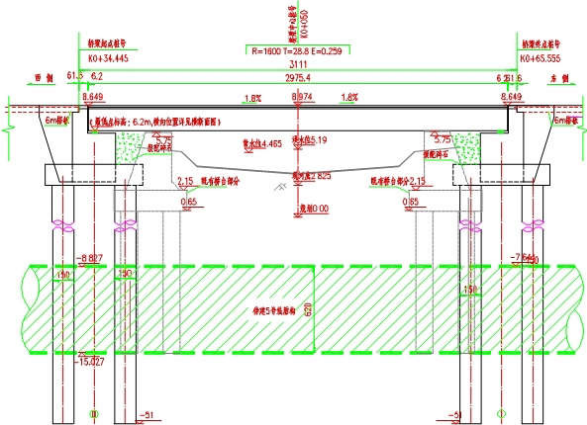


图4 改建桥桥型布置图

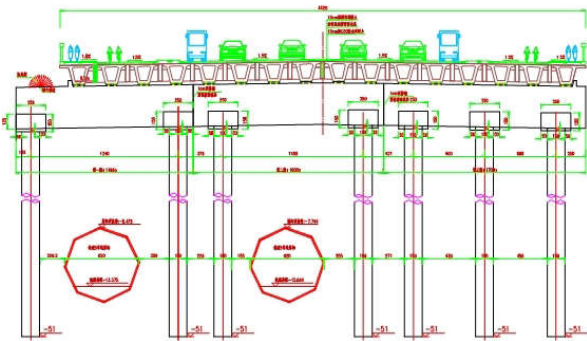


图5 改建桥桥横断面图

1.2.3 桥梁施工

1.2.3.1 桥梁对河道的影响

因官河桥涉及到文物保护, 因此官河桥的横向宽度保持既有宽度44.2m (正交), 相比既有桥, 改建桥梁跨

度由20m增加为30m,既有桥台保留,作为部分挡土作用,在台后新建桥台。

1.2.3.2 老桥桩基拔除及新建桩基对周边的影响^[3]。

在新桥台施工过程中,老桥台桩基将会对新建桥台产生冲突,因此,在新建桥台施工前,须对有冲突的老桥桥台进行拔除。拔桩采用全回转清障拔桩工法。

另外,在杭州地铁2号线一期工程西北段下穿古荡湾桥、冯家河桥、益乐河桥、莲花港桥工程中,2号线隧道与四座桥梁既有桩基冲突,为确保盾构顺利通过,同样采取围堰及拔桩措施拔除与隧道冲突桩基,已顺利实施完成,对河道及两侧驳岸影响较小。

拔桩施工需在靠近东、西侧桥台的现状河道中各打设2排直径800mm钢管桩,用于拔桩平台的搭建。钢管桩施工完毕后,对现状河道流水断面基本无影响。官河无大型船只的通航要求,日常仅有约1m宽的清洁船需过往清洁河道,钢管桩施工完毕后,中间仍有净宽8.5m的通道,可以保证清洁船的正常通行。

1.2.3.3 老桥桩基拔除及新建桩基施工过程中控制措施

(1)进一步优化拔桩平台方案,尽可能少的在河道中施工,减少对河道的扰动,河道施工过程中,专业监管人员实时跟进,实时观察,发现河水浑浊时,立即停止施工。(2)与河道及文物保护单位建立三方联动体系,加强沟通及联系,发现问题第一时间反馈。(3)施工前,委托有资质的单位定期对河水进行检测及处理。

(4)拔桩过程中,优化钢管密封方法,以防止油渍进入河水。钢套管旋转回收过程中,降低旋转及提升速度,以尽量减小对土体的扰动。(5)新建桩基施工过程中,在施工场地内配置泥浆箱用于储存泥浆,并及时外运,坚决杜绝向河道排放泥浆现象。

2 改建桥梁设计技术总结

2.1 桥梁设计应遵循适用、安全、经济、美观和与环境相协调的基本原则。

2.2 根据既有桥梁资料、既有桥梁病害调查情况,产权单位、河道及航道管理部门相关意见,结合周边环境及交通导改方案,合理选择桥梁整幅或半幅拆除拆复建方案。

2.3 桥梁拆复建方案应与交通导改方案相匹配。基坑围护方案应注意基坑开挖深度因素;当有水中墩时,基坑围护范围应结合栈桥及水上施工平台综合考虑,以利行洪。

2.4 制定桥梁拆复建方案及基坑围护等施工辅助措施方案时,应注意核实桥址处有无国防光缆、高压电力线、电力走廊、高压燃气管线、雨、污水管线、供水管线等重要管线及构筑物的安全保护要求。

2.5 拆复建桥梁若存在路面抬升,应注意计列顺接老路范围内拆除及恢复工程量。

2.6 桥梁复建后预留盾构穿越条件,保证管片与新建桥之间净距不小于1.5m。

2.7 新建桥梁(涵)宽度、跨径应符合规划道路和河道要求;梁底高程原则不低于现状桥梁(涵)底高程,满足城市建设主管部门的相关要求,并符合防洪评价专题要求;有通航、通船要求时需满足相应的等级要求。

2.8 新建桥梁宜采用预制装配、预制吊装、横向顶推(有相应施工条件)等快速成桥的施工工法,以尽量减少对路面交通的影响。

2.9 新建桥梁(涵)结构按现行荷载设计标准,保留利用的既有桥维持原设计荷载标准,新建桥梁基础设计应预留后续按规划标准进行改造的条件,即后续改造应不涉及桥梁基础,以避免对轨道交通运营的影响。

2.10 桥梁改建应满足河道综合整治景观、施工便捷性、施工期间交通组织要求,确保结构安全、河道防洪排涝顺畅,盖梁、承台等结构非必要不应突出桥面和河堤护坡。

2.11 旧桥的拆除应满足《城市梁桥拆除工程安全技术规范》(CJJ 248-2016)的相关要求。

2.12 对于与地下结构冲突的旧桥桥梁基础,在施工条件可行的情况下优先采用拔桩先行处理措施,既有桥桩应拔除至盾构底板以下2m,对于位于河道内的桥桩拔桩孔宜采用M10水泥砂浆进行回填^[4]。困难情况下,经充分论证后可采用人工

综上所述,既有桥梁改建方案仍以旧桥拆除、新桥结构跨越盾构区间的方案最为经济合理;在特殊桥梁无法进行拆复建的地段,可以考虑采用盾构磨桩穿越方案,但仍需要进行安全评估及经济指标的对比。综上所述,既有桥梁改建方案仍以旧桥拆除、新桥结构跨越盾构区间的方案最为经济合理;在特殊桥梁无法进行拆复建的地段,可以考虑采用盾构磨桩穿越方案,但仍需要进行安全评估及经济指标的对比。

参考文献

- [1]魏新江主编:《地基处理》,浙江大学出版社,2007(01)
- [2]陈建平.市政桥梁下部构造工程施工技术与质量控制探讨[J].广东建材,2008,(02)
- [3]叶生.旧桥整体加宽中若干问题的研究[D].合肥:合肥工业大学,2006.
- [4]程航.如何提高桥梁设计安全性和耐久性[J].中华建设,2014,01:104-105.