

复杂条件下城市桥梁设计

罗宗保¹ 张胜栋²

1. 宁波市城建设计研究院有限公司; 2. 宁波市轨道交通集团有限公司

摘要: 某城市桥梁需拆除改造, 上部受梁底标高及路面标高制约, 下部受地下管线、地铁隧道影响, 复杂的地形条件制约着该桥的设计和施工。综合与规划、水利、交通、管线、地铁等部门沟通的实际情况, 对桥梁布置、上部结构、下部结构、台后处理、河道开挖进行了多方案比选。研究表明上部采用2x25m工字钢叠合梁、下部采用排架式桥墩、河道通水开挖施工是一个较优的组合方案。经有限元计算分析进一步明确了桥梁各项指标及地铁隧道变形均在设计要求和相关规范控制范围之内, 可为该类型复杂条件下桥梁设计方案的比选提供借鉴。

关键词: 复杂条件; 城市桥梁设计; 方案比选; 叠合梁

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.086

引言

城市桥梁在设计上受到多种因素的制约, 例如: 周

围建筑物、地下管线、障碍物、河道规划、现状道路标高、施工条件等。如何在错综复杂的条件下选择一个最优的设计方案则常常需要设计人员不拘一格, 开阔思路, 综合分析, 从不同的角度来打磨设计方案。从而全面提高设计总体水平, 创建更加精细的设计方案, 全面助力项目的总体建设^[1]。以下以宁波市宁穿路改造工程2号桥为例, 重点介绍复杂条件下城市桥梁设计方案的比选。

一、工程概况

现状宁穿路12m宽, 根据规划为36m宽城市次干路, 以交通性为主。现状2号桥位于宁穿路与东外环路交叉口以西108米处, 为2x13m简支梁桥, 桥宽12m, 该桥拟拆除并按规划宽度重建。道路桥梁设计方案的基础就是具体问题具体分析^[2], 该桥设计制约因素众多, 主要列表如下:

方案设计之前对地下障碍物进行了探查。现状桥位处平面图详见图1。

表1 制约因素

制约因素	概况	要求
桥梁西南角3组轨交盾构隧道	结构顶标高一组约为-7m、另二组约为-15m	1. 与桩基净距不小于3.5m (1号台最南侧桩基除外) 2. 盾构上浮不超过10mm
桥梁东侧斜穿DN800高压燃气管	钢管, 标高-5m	与桩基净距不小于5m
北侧110KV电力拖拉管	PE管, 标高-2.6m~-4.3m	与桩基净距不小于5m
梁底控制标高	桥下通行保洁船只	不小于3.43m
河道开挖	现状河道宽度约34m、河底标高约-0.9m	规划河道河道宽度40m、河底标高-1.87m

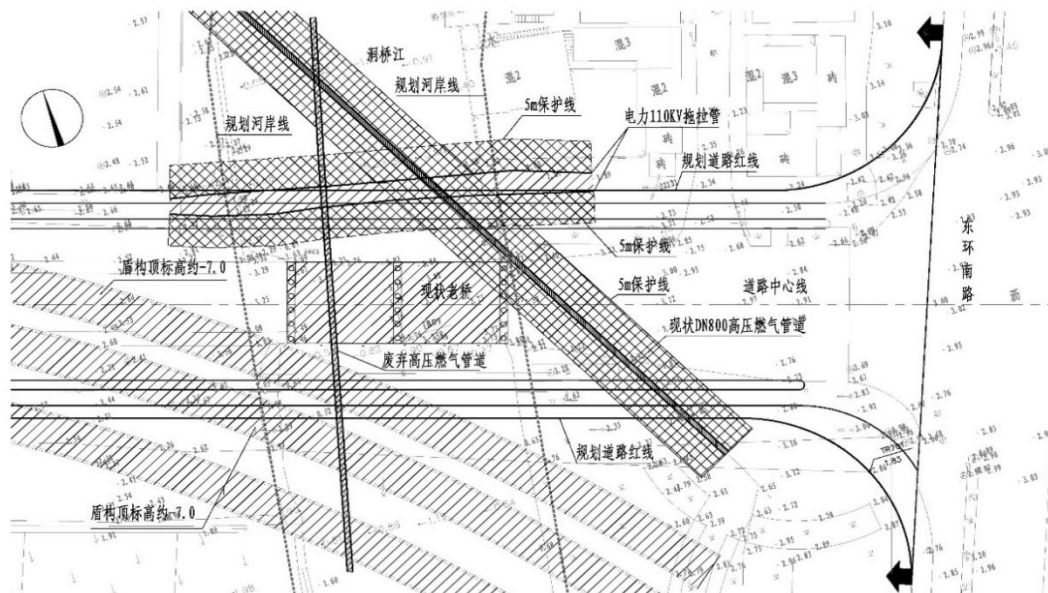


图1 现状平面图

二、跨径布置比选

因本桥特殊的地形条件及规划道路断面，桥梁定位为以实现交通功能为主，桥型原则上选择梁桥。桥梁跨越现状洞桥江，桥位处现状河道宽约34m，按规划要求拓宽至40m。最东边桥台桩基布置受110KV电力拖拉管、DN800高压燃气管保护范围制约，西侧桥台临近规划河岸线布置，墩台平行河道方向，据此得出桥梁合适长度为50m。现按三跨方案和二跨方案比较其合理性。方案一：16+18+16m（见图2）；方案二：25+25m（见图3）。比选过程见表2。

表2 布跨比选

	方案一	方案二
布置形式	16+18+16m	25+25m
是否与废弃高压燃气管冲突	是	否
是否与老桥桩基冲突	否	否
最大桩间距 (m)	25.7	25.7
盖梁最大挑臂 (至道路红线) (m)	13.3	9
结构高度	1.05m (含铺装)	1.3m以上 (含铺装)
对通航 (保洁船只) 影响	影响小	有一定影响

方案一主要问题存在于1号桥墩，其一，1号桥墩盖梁挑臂长达13.3m，盖梁及边桩受力极不合理，其次，桩基与废弃的高压天然气钢管冲突，即使调整墩位改变跨径避免直接冲突，但因缺乏足够精确的资料，一旦桩基与钢管冲突很难处理。方案二桥跨大，需要采取措施降低梁高方能与现状道路标高衔接，其次，方案二桥墩位于河道中央，对通航安全有一定影响，需设置通航警示标志。经上分析可知，方案一结构设计难度极大且若与废弃钢管冲突难以处理，而方案二采取一定措施能克服对通航的不利影响，故选择方案二。

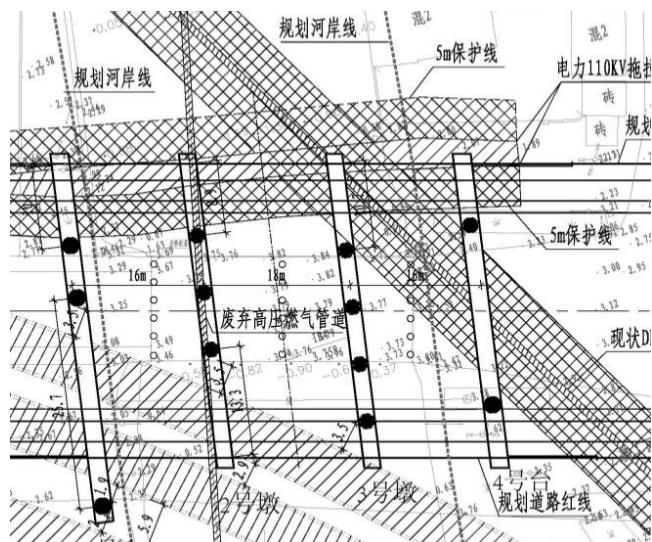


图2 方案一桥梁平面图

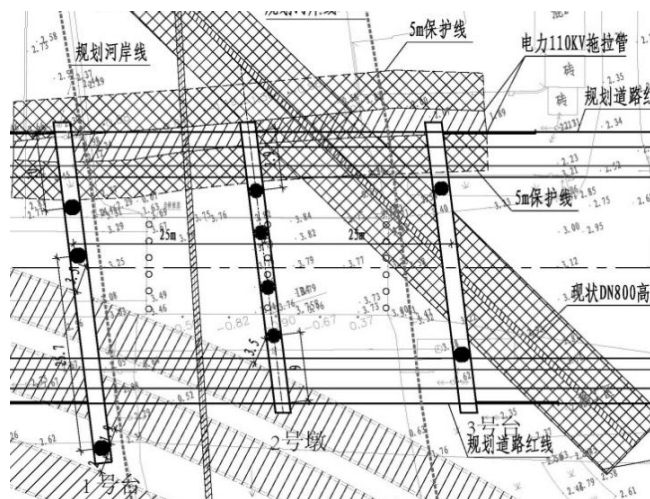


图3 方案二桥梁平面图

三、上部结构比选

25m桥跨上部结构一般为预制箱梁、预制T梁或钢(组合)结构，三者比选过程见表3。

表3 上部结构比选

	预制箱梁方案	预制T梁方案	工字钢叠合梁
梁高	1.6m	1.9m	1.3m
自重	16KN/m ²	19KN/m ²	10KN/m ²

可见采用工字钢叠合梁方案能降低梁高、减小与交叉路口接坡难度，并大大减少了桥梁荷载，有利于下部结构及基础。

四、下部结构比选

1号桥台桩基被两组盾构分隔，桩距达25.7m，对基础形式按大承台方案、小承台方案及单排桩3方案进行了比较分析，比选过程见表4。

经上分析可知，大承台方案不能施打基坑围护桩，挖土较多，对盾构影响大；小承台方案因基坑维护安全距离要求，加大了桥墩间距，使桥梁下部结构受力更为不合理。大承台、小承台方案桩基数量皆为单排桩方案二倍，施工风险点增多。单排桩方案单桩竖向受力较大，选择2m直径钻孔灌注桩经计算90m桩长能满足设计承载力，故选择排架方案作为下部结构形式，但需通过其他措施减少台后土压力对桥台的不利影响。采用预应力盖梁结构，合理配束，强度、应力及挠度均能满足规范要求。

五、台后地基处理

为消除台后水平土压力对桥台的不利影响、降低台后填筑对轨道结构不利影响和减少台后路面沉降，台后30m范围采用气泡混合轻质土填筑，适度考虑向下将原路基换填，泡沫土厚度以台后地基不产生附加应力为原则。桥台盖梁后设U型槽钢筋砼结构，将台后填料与桥台盖梁隔离，清除水平压力产生的不利影响。

六、河道开挖方案

根据规划河道要求，现状河道需向两岸拓宽3m并将河底加深约1m。为研究河道施工对已运营地铁盾构的影响，提出三种河道施工方案：方案一排水直接开挖、

表4 下部结构比选

	大承台方案	小承台方案	单排桩方案
布置形式	整体大承台、群桩基础	多个小承台、每个承台双桩一柱	单排桩、排架式桥墩
抵抗水平土压力能力	强	较强	弱
对盾构影响	桩数多、挖土多、影响大	桩数多、挖土较少、基坑围护对盾构影响大	桩数少、挖土少、影响小
后期维护	承台需配置预应力，埋置较深、不易维护	盖梁需配置预应力，出露地面、容易维护	盖梁需配置预应力，出露地面、容易维护
施工难度	难度大，基坑围护桩与盾构冲突	难度，基坑围护桩	无需基坑围护

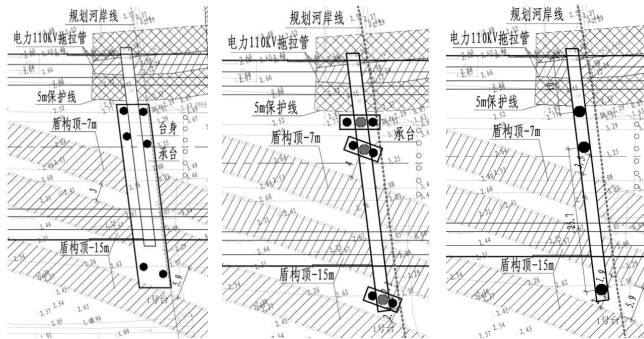


图4 大承台方案 图5 小承台方案 图6 单排桩方案

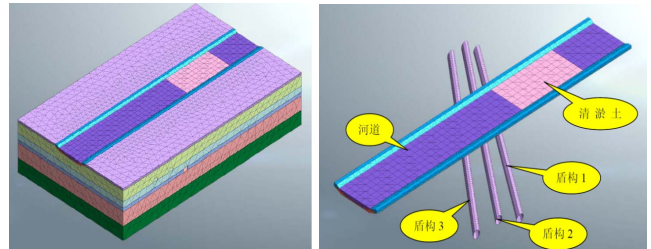


图7 三维模型

图8 河道与盾构位置关系

综合比较，通水开挖方案对盾构影响较小、工期短、造价低，故选择河道通水开挖施工方案。

七、结语

通过对本桥设计条件分析比较及理论计算，提出了宁穿路2号桥合理跨径布置、上、下部结构形式及涉坑河道开挖施工方案，解决了设计阶段关键性技术问题，保证了工程顺利开展，也可为其他类似复杂条件下城市桥梁设计提供参考。

参考文献

- [1] 龚一琼. 市政桥梁设计中存在的隐患与解决方案[J]. 中国公路, 2018 (18): 109-110.
- [2] 曾晖. 道路桥梁设计中的关键问题分析[J]. 科技创新与应用, 2014 (04): 191.

作者简介:

罗宗保, 1978年10月, 男, 汉族, 湖南郴州, 高级工程师, 硕士。主要从事市政道桥设计。

方案二 MJS桩加固后开挖、方案三通水开挖。用Midas GTS软件建立三维模型，计算显示三种方案对两组标高为-15m的盾构影响均在可接受范围；方案一对浅埋的盾构一影响最大，盾构上浮28mm，方案二影响最小，盾构上浮6.3mm，方案三盾构上浮8.4mm。河道开挖施工方案比选见表5。

表5 河道开挖施工方案比较

	方案一排水开挖	方案二MJS桩加固	方案三通水开挖
对轨道影响	上浮28mm	上浮6.3mm	上浮8.4mm
对河道影响	分幅实施河道开挖、影响河道通水	分幅实施河道开挖、影响河道通水	维持河道正常通水
工期	较长	长	短
经济性	造价低	造价高	造价低

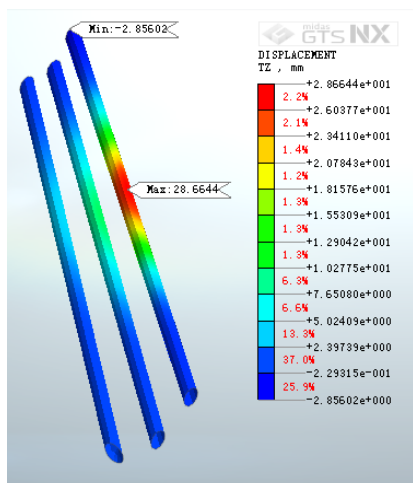


图9 排水开挖轨道变形云图

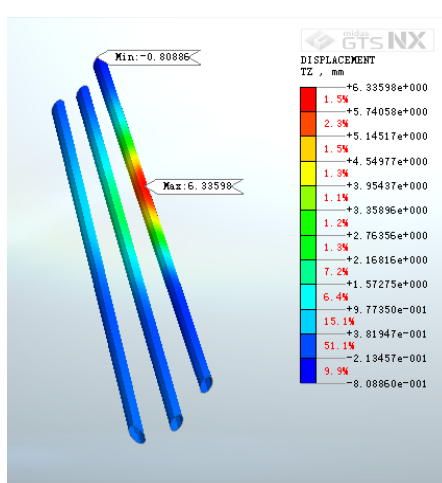


图10 MJS加固开挖轨道变形云图

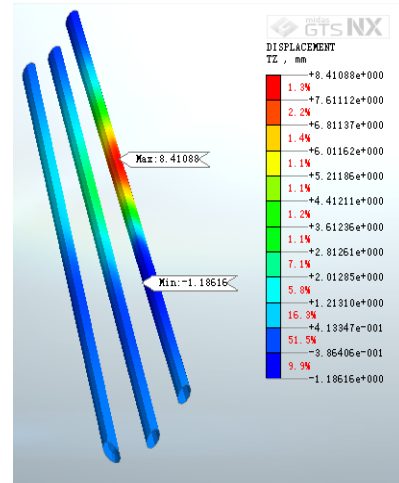


图11 通水开挖轨道变形云图