

钢混组合结构桥在危桥快速改造中的应用

李秀金, 沈红军, 荆伟伟, 杨永平

(嘉善县交通运输局, 浙江 嘉兴 314100)

摘要: 钢混组合结构桥与混凝土梁桥相比具有自重轻、施工快、养护简单的优点, 本文以芦墟塘桥为例验证了钢混组合结构桥施工的高效性以及公路周边地形的良好适用性, 为我国的危桥快速改造施工提供新思路。

关键词: 钢混组合结构桥; 危桥改造

中图分类号: U443

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 10—0148—03

1 引言

桥梁是地区发展的纽带, 保障其正常运营是经济发展的必要条件。我国大量早期建设的桥梁在长时间运营后因原设计标准低, 重载交通、船舶撞击、环境侵蚀等因素影响, 出现裂缝、破损、露筋锈蚀等病害, 导致桥梁承载力下降, 成为危桥。为保障安全运营, 必须有计划地对这部分桥梁改造, 延长其使用寿命, 恢复其承载能力, 满足持续正常的交通运输需求。对桥梁损伤情况进行科学评估, 制定精细化的改造方案, 不仅避免拆除重建耗费大量资金, 也具有极大的社会和经济效益。

本文以杨汾线芦墟塘桥危桥改造为例, 对改造方案比选过程加以分析, 介绍其主要施工要点等, 可为同类工程参考。

2 钢混组合结构桥特点

钢混组合结构用于桥梁上部, 组成同一截面受力,

使钢材的抗拉性能和混凝土的抗压性能均得到充分发挥。此外, 钢混组合结构与钢筋混凝土结构相比, 还具有结构自重轻、截面小、抗震性能好、施工方便、经济耐用、养护简单等优点, 与单一钢梁结构相比用钢量少、造价低、稳定性好, 因此在桥梁工程中得到广泛应用。常用的钢混组合结构形式有钢板组合梁、钢箱组合梁、钢桁架组合梁、波纹钢腹板组合梁、钢桁腹杆组合梁等。其中钢板组合梁桥和钢桁架组合梁桥因结构简单、加工方便在农村公路的中、小桥建设中逐渐应用推广。

3 工程实例

3.1 桥梁概况

芦墟塘桥位于嘉兴市嘉善县县道杨汾线上, 于1986年建成通车, 跨径 $3 \times 27\text{m}$, 全长 88.8 米宽 9 米, 跨芦墟塘 VI 级航道。上部结构采用钢筋混凝土钢架拱桥 (图 1), 拱片间各设 1 道微弯板, 每道微弯板各设 8

统工程, 影响因素很多, 结合线路具体特点, 选出合适的系统制式不仅需要很渊博的专业知识, 还需要丰富的工程经验。对城市轨道交通制式选择的分析, 仍需进一步的研究优化已经建立的评价指标体系; 中低运量的城市轨道交通仍在发展阶段, 缺少作为依据的基础数据, 在今后的研究分析中, 要不断收集累计数据, 进行对比分析, 加强基础研究, 为优化评价指标体系提供依据。

参考文献:

- [1] 张金辉. 城市轨道交通车辆制式选择技术研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2008. DOI:10.7666/d.y1339810.
- ZHANG JinHui. Research on Train Location Method in Urban Rail Traffic [D]. Beijing Jiaotong University, Beijing, China, 2008. DOI:10.7666/d.y1339810.

- [2] 孔令洋. 城市轨道交通系统型式选择研究 [D]. 北京交通大学, 2009.

- KONG LingYang. Study on the Urban Rail Transit Category Selection [D]. Beijing Jiaotong University, Beijing, China, 2009.

- [3] 许莹. 中低运量城市轨道交通系统制式选择研究 [D]. 北京交通大学, 2014.

- [4] Farrell M J. The Measurement of Productive Efficiency [J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3):253-290.

- [5] Fare R, Grosskopf S, Lovell C A K. The Measurement of Efficiency of Production [J]. 1985, 10.1007/978-94-015-7721-2.

- [6] Fare R, Norris G M. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries: Reply [J]. American Economic Review, 1997, 87(5):1040-1043.

道横系梁。下部结构采用重力式桥台、扩大基础，桥墩为桩基础接拱座。



图1 桥梁所处地理位置图



图2 老桥原状图

3.2 桥梁受损情况

在此次船舶撞击事故发生之前，由于建造时间较久，车流量逐年增加，且该桥下弦杆多次遭船只刮蹭，曾于2018年对局部构件采用包钢法（Q235钢板）进行加固维修，并在桥上设置限高架、限宽墩，限载10t使用。

2020年10月17日，该桥K2-3#拱片再次遭受船舶撞击，导致小桩号侧拱腿破损断裂，根据检测单位评定，该桥梁技术状况等级为5类，需进行改建。桥梁拱腿破损断裂情况见图4。



图3 船舶撞击致拱腿破损断裂图



图4 桩基完整性芯样图

3.3 桥梁改造

3.3.1 现状分析

（1）老桥施工资料保存完整，下部结构桩基直径1.2m，C30钢筋混凝土，预估具有重复利用条件。

（2）老桥现状通航孔净空4.1m，航道提标要求现状桥下净空需提高0.5米，上部结构改建需要压缩桥梁建筑高度。

（3）桥梁现状纵坡1.9%~4.5%，两侧距道路交叉

口较近，按照安全要求需调整纵坡到3%限值以内，需要限制桥面标高。

（4）老桥禁行后，两侧居民出行需绕行至少3公里，群众呼吁加快改造。

3.3.2 方案比选

（1）老桥拆除后，根据对老桥桩基进行检测评估，桩基表面虽有微生物滋生但未见病害，取芯显示桩基完整性较好，经复核，强度满足要求（图4），因此决定上部结构拆除重建、下部结构加固利用。

（2）从受力角度分析，同等宽度下采用钢混组合结构相对钢筋混凝土结构自重轻，有利于减轻下部结构负载，降低下部结构加固难度和风险。

（3）从压缩桥梁建筑高度的角度考虑，采用小箱梁或钢混组合梁高度在1m~1.2m，不能满足通航净空要求，主跨选取钢桁架结构，可有效降低梁高，从而达到桥下净空和桥面标高要求。

（4）从施工角度看。边跨由于周边建筑物遮挡，且无通航需求，从吊装方便，造价低的角度选择钢混组合梁桥。

（5）从运营使用角度考虑，钢材的防腐技术日趋成熟，有效涂装后可保证10~15年，期间发生病害容易观察和处理，养护相对简单。

3.3.3 处置措施

该桥选用钢混组合结构，具体处置措施如下：

（1）下部结构凿除U形桥台向下凿除1.8m，设置长9.3m，宽1.55m的台帽，台帽与老桥U形桥台采用植筋连接。

（2）切除墩身和部分拱座，新建L型盖梁，引桥侧盖梁高2.57m，宽0.85m，主桥侧盖梁高1.6m，宽0.95米。拱座下接3根老桥桩基。

（3）主桥上部结构用钢桁架形式，主桁架梁高控制在0.45米。采用Q355C钢材，上下弦以及边斜腹杆采用箱型截面，斜腹杆及上平联风撑采用工字型截面，增强稳定性。同时为方便出行，桥面加宽至10.4米。桥面板采用14mm钢材，同时布置纵横加劲肋，横向采用1.35m标准跨局布置横梁与桥面板焊接成整体，加强横向整体性。主桥标准横断面图如图5所示：

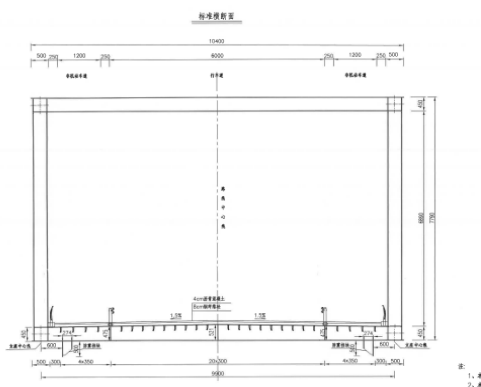


图 5 主梁标准横断面

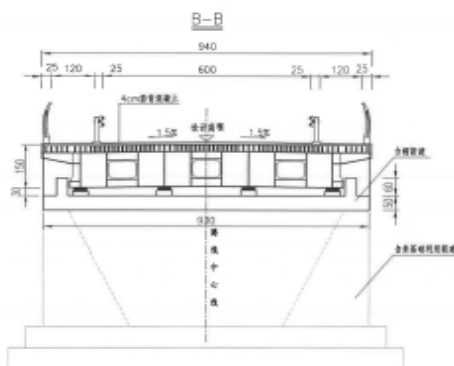


图 6 引桥横断面

(4) 引桥上部结构采用钢混组合梁，主梁间距 2.4m，高度 1.22m，组合梁总高 1.5m，引桥横断面如图 6。桥面板与钢主梁通过剪力钉连接，主梁之间采用横梁加强横向联系，支点采用开孔大横梁，跨内采用小横梁，焊接连接。

(5) 主桥桥面采用 8cm 钢纤维砼 +4cm 沥青铺装，钢纤维砼铺设钢筋网片，增强抗剪能力。引桥桥面板采用 C40 混凝土，进行横向调坡。

4 施工要点

4.1 施工步骤

周密、合理地组织施工工序，可有效节省工期，具体的施工步骤如下：

(1) 实施管线改迁，上部结构拆除，下部结构凿除，老桥下部结构检测验算评估。

(2) 下部结构重墩台、盖梁重建，钢桁架钢板梁同步工厂下料加工制作。

(3) 钢板梁构件运输，现场拼接后吊装，焊接横梁，涂装二次防腐。

(4) 钢桁架运输，现场拼装吊装（图 7）。

(5) 安装混凝土桥面板模板，绑扎钢筋，浇筑、养生。

(6) 安装附属结构，铺装，成桥。

4.2 施工注意事项

(1) 焊缝质量直接影响结构承载力和使用寿命，钢结构焊缝施焊前应进行焊接工艺的评定，并按照规定进行焊缝检测，达到焊缝的相应质量等级。

(2) 钢结构拼装时要考虑自重和焊接收缩影响，确定横向和竖向预拱度。

(3) 该桥上部结构拆除和钢梁吊装属于超一定规模危大工程，需要编制专项施工方案。

(4) 考虑到该桥下部通航船只较多，为保护新建桥墩台帽防止刚蹭破坏，增加钢板护舷。



图 7 钢桁架主跨吊装图



图 8 桥梁改造完工图

5 结束语

桥梁加固过程中保留和利用有价值的部分，避免拆除重建，可获得较好的经济和社会效益。芦墟塘危桥改造工程于 2021 年 5 月份开始施工，9 月份完工通车（图 8），工期仅四个月，改造速度快，获得较好的社会反响和群众赞誉。目前，桥梁的运营效果和使用状况良好，证明达到了预期的改造效果。

参考文献：

- [1] 黄继伟，于晓杰，贾舒阳等. 热轧 H 型钢钢混组合梁在中小跨径公路桥梁中的应用研究 [J]. 交通世界, 2021(31): 62-64.
- [2] 姜红. 工字钢-混凝土组合梁在危桥改造中的应用 [J]. 工程建设与设计, 2021(08): 134-136.
- [3] 朱静. 热轧型钢-混凝土组合梁在危桥改造工程中的应用 [J]. 北方交通, 2022(1): 25-27.
- [4] 班晓军. 公路改扩建工程钢混组合梁结构设计与应用 [J]. 黑龙江交通科技, 2021(7): 153-155.
- [5] JT/T 23-2008 公路桥梁加固施工技术规范 [S]. 人民交通出版社. 2008