

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.09.020

郑州市北三环彩虹桥改建方案研究

宁正芳

(中铁工程设计咨询集团有限公司, 河南 郑州 450001)

摘要: 郑州市北三环彩虹桥上跨郑州北编组站,随着北三环快速化和交通流量不断增加,桥梁结构出现病害,结合现状桥梁结构病害研究了加固方案,又结合现状北三环存在的交通问题和桥梁结构的设计使用年限研究了拆除后新建方案,详细比较了加固方案和拆除新建方案的工期、经济性、技术标准和使用寿命等。

关键词: 拱桥;拆除新建;编组站;加固

中图分类号: U448.22

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)09-0082-04

1 工程概况

郑州市北三环彩虹桥位于北三环与郑州北编组站交叉位置处,京广快速路与北三环交叉位置西侧;郑州市规划快速路网系统采用“环形+放射”结构,京广快速路和北三环是其中的重要快速通道。北三环彩虹桥西起电厂路东至南阳路立交,高架桥沿线跨越电厂路、郑州北编组站、京广路立交桥、京广铁路;该桥1993年设计,1994年建成,原设计执行《公路桥涵设计通用规范》(JTJ 021—89),荷载标准采用汽超-20,横断面布置双向4车道+非机动车道+人行道,彩虹桥主跨122 m+62 m+62 m+122 m 钢管混凝土拱桥,主桥长368 m,两端引桥上部结构空心板,下部采用柱式墩,扩大基础,桥梁全长1 561 m,见图1。

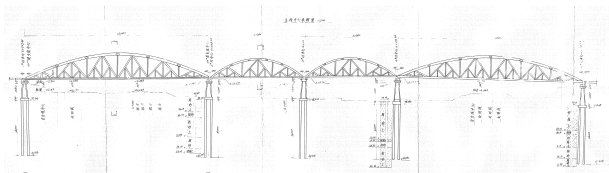


图1 郑州市北三环彩虹桥主桥^[1]

2013年建设北三环快速路,设计荷载采用城-A级,横断面采用双向6车道;北三环快速路建设过程中,彩虹桥主桥(跨铁路编组站大桥)维持双向4车道,两侧非机动车道和人行道封闭;彩虹桥引桥改为双向6车道,两侧非机动车道取消。

2 结构病害及整治

2008年9月至今,彩虹桥已经进行过多次外观

检查和荷载试验;外观检查发现桥面多处有较严重纵缝、横缝,严重坑槽,部分桥面混凝土松散、破损致使桥面不平整;伸缩缝内杂物堵塞严重,局部伸缩缝钢板脱落,混凝土锚固区开裂,伸缩缝处错台较严重;上部拱圈结构个别竖杆、斜杆被撞凹陷;南北两道纵梁渗水碱化较严重、纵梁钢板锈蚀、锈胀严重;部分桥道板下挠,板底有横向裂纹;支座垫石锈胀,支座钢板有锈蚀现象、部分支座聚四氟乙烯板滑出;墩台渗水碱化、钢筋锈胀较严重^[4]。荷载试验表明彩虹桥主桥、引桥上部结构不能满足设计荷载汽-超20要求,运营状况不安全;桥梁实际刚度减弱,储备不足(2008年检测与2018年检测结果对比);2014年检测发现,62 m跨东侧端横梁发生断裂。

2019年检测报告表明,北三环彩虹桥桥面系、上部结构、支座及下部结构评价均为不合格,总体评价不合格;桥面铺装层、伸缩缝、上部结构渗水等病害发展较明显,主桥钢结构锈蚀及钢筋局部锈胀、混凝土剥落等病害均有一定发展;该桥整体状况不断恶化,安全形势严峻,需尽快封闭交通禁止通行,并对桥梁进行全面加固维修。桥梁病害见图2~图4。

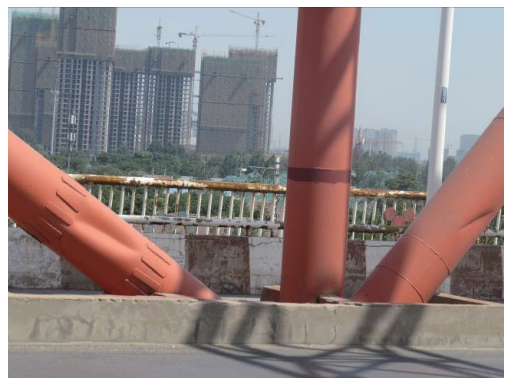


图2 彩虹桥主桥病害图-斜杆凹陷

收稿日期: 2021-10-27

作者简介: 宁正芳(1984—),女,硕士,高级工程师,从事桥梁设计工作。



图 3 彩虹桥主桥病害图 - 支座锈蚀

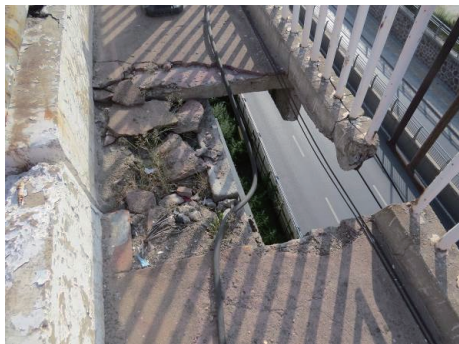


图 4 彩虹桥主桥病害图 - 桥面破损

3 方案研究

结合彩虹桥现状病害和交通情况,方案研究主要针对以下几方面问题:

(1)现状彩虹桥主桥高架双向 4 车道,通行能力与现状北三环快速路高架双向 6 车道不匹配,彩虹桥主桥 4 车道形成交通“瓶颈”。

(2)北三环与京广快速路立交为半互通立交,不满足快速路与快速路交叉口设置全互通要求。

(3)科学大道立交与京广路立交间距约 800 m、京广快速路立交与南阳路立交间距约 450 m,距离均不满足设计规范 1 020 m,易形成立交与立交之间交通拥堵。

(4)彩虹桥现状已出现较为严重病害,危机桥下北三环辅道交通通行和铁路运营安全。

彩虹桥存在的问题严重制约了区域交通,影响人民生活出行,亟待加固或改建解决存在问题;本文针对上述问题,主要研究了桥梁加固方案、两侧新建桥梁方案、拆除新建桥梁方案。

4 桥梁加固方案

桥梁加固主要研究以下 3 个方案:

(1)加固方案(彩虹桥在电厂路至南阳路立交段全桥加固),工期 20 个月,估算 4.5 亿^[3];

(2)部分加固部分改扩建方案(彩虹桥在电厂路

至京广路立交之间加固,京广路立交至南阳路立交之间改扩建),工期 22 个月,估算 6.0 亿^[3];

(3)近远期结合优化方案(京广路立交以西采用桥梁加固方案,京广路立交以东拆除老桥并新建双向 6 车道高架桥,同时在南北两侧各增加 4 车道高架,并设置匝道与京广路立交匝道和彩虹桥连接),工期 26 个月,估算 12.1 亿^[3]。

加固方案存在以下优点:加固方案工程投资较低;加固方案整体工期较短。存在以下缺点:加固方案未能彻底根除桥梁的结构病害问题,彩虹桥设计使用寿命 50 a,加固段桥梁使用寿命 30 a 与 2013 年新建北三环快速化高架桥使用寿命 100 a 不一致,彩虹桥到达使用寿命后仍需拆除,将造成京广路立交和东侧北三环交通中断;京广快速路和南阳路立交之间路段距离短,车道数少,交通拥堵问题没有得到解决;加固方案除后期正常养护费外,需增加使用期间的连续监测,后维护期费用更高。

针对加固方案存在的缺点,增加两侧新建和拆除新建方案研究。

5 两侧新建桥梁方案

两侧新建桥梁方案主要为对现状北三环彩虹桥加固,同时两侧新建从科学大道立交至南阳路立交双向 6 车道高架桥,工期 20 个月,估算 15.8 亿。

方案存在以下优点:现状彩虹桥及两侧新建辅道桥,加固工程及新建工程可同时实施,且工期仅需 20 个月;同时存在以下缺点:(1)彩虹桥属于危桥,加固后需实时监测,影响桥下通行安全;(2)交通功能不完善,现状京广路立交东向南、北向东转向功能无法使用,科学大道主线交通流与南阳路立交无法衔接,南阳路立交丧失功能;(3)投资费用 15.0 亿,整体较高;(4)新建辅道桥两侧增加占地约 73 亩;(5)景观效果差;(6)铁路净空没有改善。

6 拆除新建桥梁方案

科学大道立交西向东交通流向由南向东、西向东、北向东组成,其中西向东 2 车道、北向东 1 车道(双车道匝道,单车道入口)在合流处合为 2 车道,与南向东 3 车道再合流,形成 5 车道断面向东延伸,在电厂路下桥匝道分流 2 车道后,主线以单向 3 车道向东延伸,在彩虹桥西渐变变为 2 车道,本次改造将主线双向 4 车道改为双向 6 车道方案;科学大道立交与京广立交之间的距离不到 800 m,京广立交与南阳

路立交之间的距离不到 450 m, 因立交之间距离较近, 需增设集散车道, 北三环在科学大道立交与京广路立交、京广路立交与南阳路立交间均设置为 3+1 车道, 见图 5。



图5 科学大道立交至南阳路立交交通图

拆除新建桥梁方案拆除现状北三环彩虹桥, 原位新建双向 8 车道(单向 3 个快车道, 1 个集散车道)高架桥, 同时完善京广快速路与北三环互通立交改建为全互通立交。

彩虹桥拆除方案按照逆施工的方法进行, 彩虹桥新建时在 2 孔 62 m 拱桥位置处进行拼装 122 m 拱桥, 拼装完成后拖拽至铁路上方, 然后再拼装 62 m 拱桥, 因此拆除方案结合新建时施工工序, 按照以下步骤拆除。

步骤一: 拆除纵梁顶混凝土(同时切割、吊装桥面系), 工期 2 个月;

步骤二: 安装临时支撑、同步拆除两个 62 m 拱肋,(同步拆除 122 m 纵梁顶混凝土, 切割、吊装桥面系), 工期 1.5 个月;

步骤三: 拆除纵横梁(同步加固 122 m 拱圈), 工期 1 个月;

步骤四: 加固桥墩、122 m 纵横梁、顶升、安装导梁、安装拖拉系统并完成调试(同步拆除西侧引桥并搭设支架), 工期 4 个月;

步骤五: 将铁路范围内 122 m 拱桥拖拽至空处, 工期 2 个月;

步骤六: 安装拱肋临时支撑, 拆除导梁、拱肋、纵横梁(同步拆除下部结构), 工期 3.5 个月;

拆除现状北三环彩虹桥采用拖拽施工方法, 工期 14 个月, 估算 1.1 亿。

新建方案一: 采用历史传承和纪念意义的拱桥, 顶推施工, 新建工期 20 个月, 估算 12.2 亿; 拆除与新建工期交叉施工 1 个月, 本方案总工期 33 个月, 总估算 13.3 亿。

新建方案二: 采用结构新颖的斜拉桥方案, 转体施工, 新建工期 27 个月, 估算 13.1 亿; 拆除与新建工期交叉施工 1 个月, 本方案总工期 40 个月, 总估

算 14.2 亿。

新建方案存在以下优点: 完善了科学大道与南阳路立交之间的交通功能, 立交与立交之间双向 8 车道, 从根本上消除了彩虹桥的交通“瓶颈”问题; 可同步改建京广路立交, 满足快速路与快速路交叉需设置立交要求; 拆除新建方案使用寿命更长, 运营阶段正常养护, 养护费用相对较低; 缺点主要为: 工程投资相对较高, 拆除 + 新建整体工期相对较长。

7 方案比选及建议

综合上述桥梁加固方案、两侧新建桥梁方案、拆除新建斜拉桥方案、拆除新建拱桥方案等 4 个方案, 分别从造价、工期、使用年限、运营维护、交通功能、技术标准及对铁路的影响等方面进行比较分析, 见表 1。

通过方案对比分析表可以看出, 加固方案具有造价低、工期短的优点, 但是彩虹桥加固使用寿命 20 ~ 30 a, 平均至每年的摊销仍然相对较高, 经济性相对较差; 同时彩虹桥使用寿命到期后仍需面临拆除问题, 对北三环交通存在二次影响; 拆除新建方案从使用年限、后期运营维护、对铁路通行净空改善、交通功能完善及技术标准等方面, 均具有明显优势; 综合比较后推荐拆除新建拱桥方案。

郑州市北三环彩虹桥所处地理位置特殊, 无论是现状桥加固, 还是拆除新建, 对北三环的交通和下方铁路均存在较大影响, 建议: 彩虹桥拆除位于铁路编组站咽喉区, 施工过中存在一定的风险和难度, 对铁路运营干扰大, 具体实施方案需铁路局批复; 桥梁拆除新建过程中, 现场条件复杂, 干扰因素多, 建设单位需提前做好风险评估。

8 结 语

郑州市北三环彩虹桥原设计采用 122 m+62 m+62 m+122 m 拱桥, 位于郑州北编组站咽喉区上方, 承担北三环快速路交通功能, 其结构形式复杂、地理位置和交通功能重要; 北三环彩虹桥改造需综合多方面因素考虑, 既要保证铁路运营安全, 又要满足城市建设的发展需要, 本文结合北三环彩虹桥原设计情况、现状桥梁结构病害、拆除施工方法、交通功能完善、新建桥结构形式等因素, 从造价、工期、技术标准和运营维护等方面进行比较分析, 为北三环彩虹桥方案的最后决策提供参考依据, 也可为类似项目的实施提供借鉴。

表 1 方案对比分析表

项 目	拆除新建拱桥方案	拆除新建斜拉桥方案	加固方案 + 两侧新建方案	加固方案	对比分析
造价 / 亿	彩虹桥主桥 7.2 引桥 4.0 匝道 2.1 总计 13.3	8.1 4.0 2.1 14.2	7.6 5.4 2.0 15	2.9 1.6 / 4.5	拆除新建方案造价高(包含完善京广路立交为全互通 2.1 亿元),但全寿命周期内相比更经济
工期 / 月	33	40	20	20	加固方案工期短,但使用寿命到期后仍需拆除,新建斜拉桥工期最长
使用年限 /a	100	100	加固(20~30)新建 100	20~30	拆除新建方案使用寿命更长
运营维护	正常养护	正常养护	正常养护 + 监测	正常养护 + 监测	加固方案除后期正常养护费外,增加连续监测,后期费用更高
对铁路影响	铁路净空 8.5 m	铁路净空 8.5 m	铁路净空 7.8 m	铁路净空 7.8 m	拆除新建方案铁路净空改善
交通功能	完善了科学大道 - 南阳路立交交通功能,立交与立交之间双向 8 车道	完善了科学大道 - 南阳路立交交通功能,立交与立交之间双向 8 车道	加固车道宽度双向 6 车道,新建双向 6 车道,两侧新建与京广快速路、南阳路立交不能衔接	加固后车道宽度双向 6 车道	拆除新建方案完善科学大道 - 南阳路交通功能,立交与立交之间双向 8 车道,完善京广路立交为全互通(或预留条件);两侧新建与京广快速路、南阳路立交不能衔接
荷载等级	城 -A 级	城 -A 级	加固城 -B 级 新建城 -A 级	城 -B 级(主桥) ^[2]	城 -B 级 =0.75 倍 × (城 -A 级)
行车速度	80 km/h	80 km/h	加固 50 km/h 新建 80 km/h	50 km/h(主桥)	
推荐意见	推 荐				

参考文献:

[1] 郑州铁路局郑州勘测设计院.郑州市北环路上跨铁路枢纽站 122 m+62 m+62 m+122 m 曲线下承式钢管混凝土桁梁立交桥施工图设计[Z].1994.
[2] 河南省交通规划设计研究院股份有限公司,中铁工程设计咨询集团有限公司.郑州市北环跨铁路编组站大桥主桥大修改造工程施工图设计[Z].2016.

[3] 郑州市政工程勘测设计研究院.彩虹桥引桥加固及交通优化方案汇报[R].2019.
[4] 河南省公路工程试验检测中心有限公司.郑州市北环跨编组站大桥定期检测及安全状态实时监控项目桥梁检查报告[R].2019.
[5] 陈宝春.钢管混凝土拱桥设计与施工[M].北京:人民交通出版社,1999.
[6] 王庭英,金志展.钢管混凝土桥梁钢结构制造与安装[M].北京:人民交通出版社,2003.

(上接第 66 页)

通过对大桥上、下部构造尺寸进行严谨的设计,并且通过仿真软件的验算分析,各项指标均满足规范要求,可为同类型桥梁设计、计算提供参考。

参考文献:

[1] 陈冠华.独塔斜拉桥组合桥塔设计与受力性能分析[J].中国市政工

程,2021(5):74-81.
[2] 牛伟迪.神农湖独塔斜拉桥设计分析[J].城市道桥与防洪,2021(6):79-84.
[3] 王子文,徐世文,邓露,郭金龙.变截面椭圆形独塔斜拉桥塔—梁结合段模型试验研究[J].中外公路,2019(4):83-88.
[4] JTG/T 3365-01—2020,公路斜拉桥设计规范[S].