

淮北东岗楼立交桥改造设计关键技术

崔海¹, 冯淑珍²

(1. 中铁大桥(南京)桥隧诊治有限公司, 江苏 南京 210032; 2. 南京铁道职业技术学院)

摘要: 桥梁改造是一项综合性系统工程。该文结合安徽省淮北市东岗楼立交桥改造项目, 详细介绍其桥梁病害分析、改造思路及方案提出、细节设计等关键技术; 阐述桥梁改造设计的要点和逻辑关系。东岗楼立交桥改造于2014年6月完成, 目前运营状态良好。该改造方案科学、有效, 为混凝土箱梁牛腿改造提供了可供参考和选择的方案。

关键词: 立交桥; 牛腿; 改造

1 概述

牛腿构造在中国汉代已经出现, 在古建筑中起到了装饰和传力的作用。中国的设计师巧妙地将牛腿构造引用到了桥梁结构中。在20世纪80年代中国建设的桥梁中, 出现了较多的悬臂梁与挂梁、筒支体系等含有牛腿构造的桥梁结构。丰富了桥梁形式, 推动了桥梁事业的发展。

梁牛腿受力及构造复杂, 是设计和施工关注的重点和焦点。然而在运营中的另外一个问题也应当引起高度的重视, 即梁牛腿构造中支座和伸缩装置的养护

问题。一方面, 主梁上下牛腿之间通常采用板式橡胶支座, 主梁间隙很小, 一般不足10 cm; 另一方面, 主梁下牛腿两侧设置抗震挡块, 导致梁牛腿间的垃圾难以清理, 支座及伸缩装置维护困难。

近年来, 梁牛腿构造在桥梁中应用较少, 和管理维护困难有很大关系。但是早期建设的梁牛腿构造桥梁管养及维护也是管养单位不得不面对的问题。

2 项目概况

淮北市东岗楼立交桥为部分苜蓿叶加半定向匝道三层全互通立交。主线桥为预应力混凝土连续梁, 联

发生, 应充分考虑加固前桥梁内力重分布带来的不利影响。依托实际工程项目, 提出了斜拉调载加固法, 可得如下结论:

(1) 加固前, 尽可能地卸掉桥梁恒载, 减少原结构由恒载产生的内力。

(2) 通过斜拉调载法调整桥梁内力分布, 然后再对桥梁进行加固, 使加固后的桥梁内力分布合理, 桥梁承载力满足规范要求。

(3) 将斜拉调载加固法应用于实际工程项目, 通过理论计算分析与应用该方法加固后的试验结果进行对比, 证明了调载加固法的可行性。

(4) 斜拉调载加固法作为一种较新颖的桥梁加固方法, 主要适用于主梁刚度较小的大跨梁式桥加固, 也可作为其他小刚度桥梁加固工程参考。实际应用中需

注意结构计算模型必须考虑结构损伤, 从而得到损伤后内力重分布情况, 调载必须保证桥梁在所有施工阶段结构始终处于安全状态, 且成桥阶段承载能力满足规范要求。

参考文献:

- [1] JTJ 023-85 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [2] JTJ 021-89 公路桥涵设计通用规范[S].
- [3] JTG/T J22-2008 公路桥梁加固设计规范[S].
- [4] JTG/T J23-2008 公路桥梁加固施工技术规范[S].
- [5] 毛建平, 蒙方成, 覃乐勤, 等. 大跨径SRC拱桥拱肋裂缝分析及维修加固方案[J]. 中外公路, 2018(6).
- [6] GB/T 714-2000 桥梁用结构钢[S].
- [7] JTG 01-88 公路工程技术标准[S].

间采用牛腿搭接构造,主线桥立面布置如图1所示。

主线桥第二联的联端均设置为上牛腿;第三联靠近第四联侧的端部设置上牛腿。牛腿搭接部位均设置

板式橡胶支座,支座高度75 mm,横桥向布置5块,如图2所示。

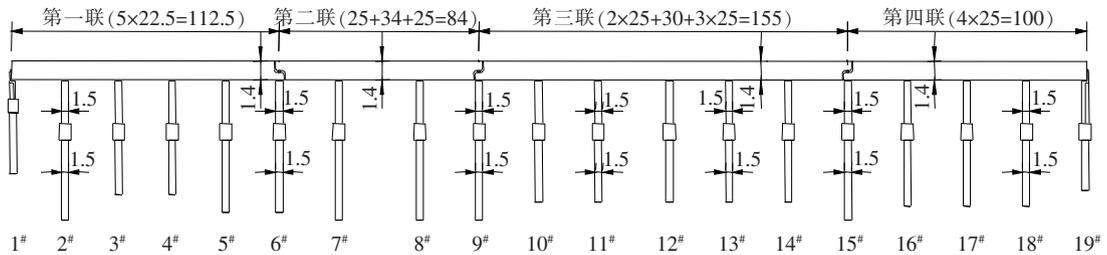


图1 主线桥立面布置图(单位:m)

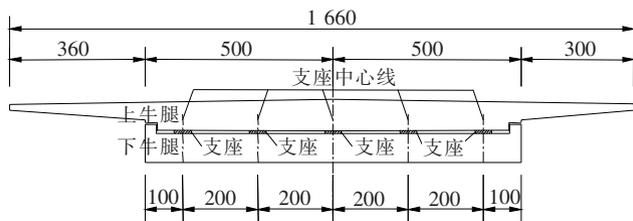


图2 改造前牛腿间板式橡胶支座布置(单位:cm)

桥梁运营多年后伸缩装置止水带破损,桥面垃圾在梁缝内淤积。而桥梁管理单位为了保证行车舒适性,直接用沥青混合料堵塞梁端间隙。持续高温作用下,主梁自由伸长受阻,梁体间相互挤压现象显著。

2012年监测中发现,主线桥固定墩根部普遍出现环向裂缝。其中17#桥墩开裂最为严重,根部受拉侧最大裂缝宽度达到0.5 mm,受压侧混凝土出现了压溃状,混凝土剥落明显,病害照片如图3所示。



(a) 受拉侧混凝土裂缝

(b) 受压侧混凝土剥落

图3 主线桥17#墩根部病害照片

监测数据显示:匝道桥及主线桥梁伴有梁体的偏位。主线桥第三联、第四联偏位明显,如图4所示。主线桥第三联9#~11#墩和13#~15#墩运动方向相反,近似于环绕固定墩(12#墩)发生了旋转。同时从位移监测数据分析,H1~H4测点位移较大,H5、H6测点位移较小,基本上与距12#墩的距离成正比,偏位监测数据如表1所示。

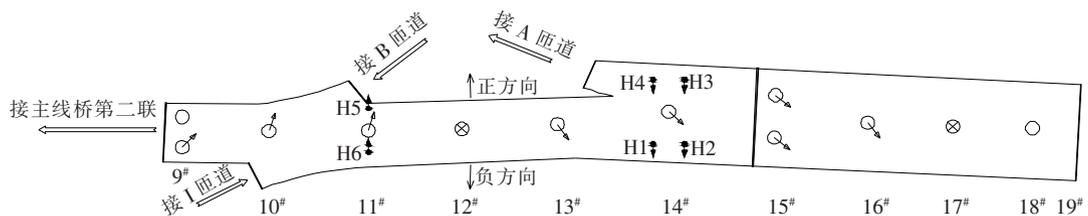


图4 主线桥第三联、第四联平面偏位示意图

表1 主线桥第三联监测测点位移统计

墩号	位移/mm		
	横桥向	纵桥向	竖向
H1	-21.9	14.9	4.4
H2	-21.4	12.0	-1.0
H3	-30.5	13.9	-1.1
H4	-29.7	17.9	1.5
H5	10.0	18.0	1.7
H6	9.2	14.3	2.8

主线桥第四联活动墩有整体向一侧偏移的趋势,并且这趋势与17#墩病害的特征基本吻合。

桥梁结构安全受到严重影响,在2012年末该桥即限制通行大型车辆荷载,仅允许小型客车通行。

3 总体改造思路

改造设计的首要目标是保证桥梁结构安全,同时避免次生病害。目前桥梁构件已经呈现一定的损伤,

首先应分析其病害原因,再进行结构及构件加固。梁牛腿“L”接缝管养十分不方便,运营多年后梁缝内垃圾堵塞导致梁体自由伸长受阻,在持续高温作用下主梁发生了偏转和推挤,最终导致桥墩根部开裂。因此必须对梁牛腿“L”接缝进行改造。具体细节设计中涉及到桥墩、梁端横隔板等构件,应保证构件安全。

改造内容中涉及到梁体纠偏处治方案。梁体纠偏具有施工难度大、控制严格、施工风险高、投资大等特点。目前检测显示主梁尚未观测到裂缝等病害。同时,梁牛腿“L”接缝改造后,主梁间将不存在相互推挤现象。因此不进行梁体纠偏处治。

针对第四联,固定桥墩损伤严重,已经不能再承担

固定墩,对其加固后作为活动墩使用。对相邻的活动墩进行增大截面加固后作为固定墩使用。

4 关键细节设计

依据梁牛腿“L”接缝改造为垂直“I”形接缝的思路,改造方案中涉及到固定墩、交界墩增大截面加固、交界墩墩顶纵桥向增设混凝土牛腿、主梁端横隔板下方增设钢结构横梁以转移支点位置、梁牛腿切割及修补等。改造设计总体布置图如图5所示。加固细部构造见图6。

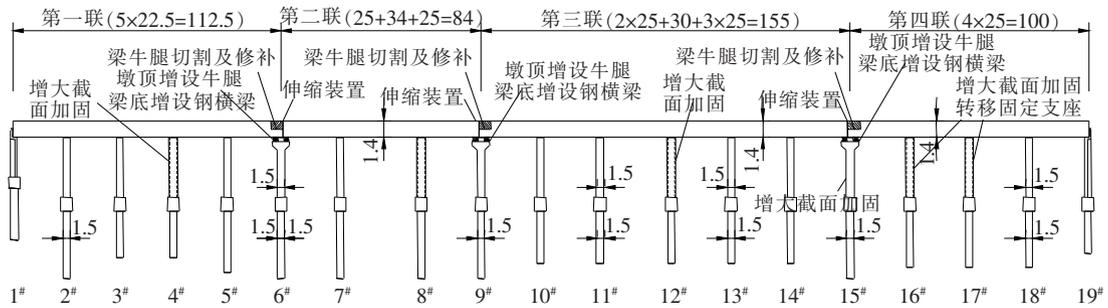


图5 东岗楼立交桥改造总体布置图(单位:m)

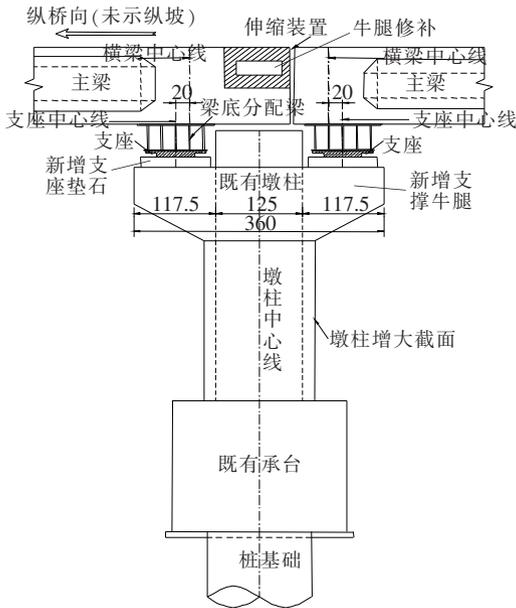


图6 加固细部构造(单位:mm)

4.1 墩柱增大截面加固

增大截面加固主要针对每联的固定墩和交界墩。固定墩根部已经出现环向裂缝,必须加固以保证结构安全。尤其第四联第16#墩由原来的活动墩改造为固定墩。经检算,圆形桥墩直径由1.5m增大至1.8m

后承载能力安全系数能提高到2.54。改造以后交界墩受力模式发生了较大改变。改造前是轴心受压构件,即所有的支反力均作用于墩柱中心。改造后相邻两联的反力均通过后期增加的牛腿承受并转移到墩柱。支点中心到墩中心的距离为1.2m。因此在恒载和活载作用下均会造成墩柱偏心受力。仅恒载作用下,支点反力分别为2801、4029kN;在最大偏心工况下,支点反力分别为2698、5674kN。最大的偏心距为447mm。改造后将墩柱直径由1.25m增大至1.6m,经检算为小偏心受压构件,受力满足要求。

4.2 墩顶增设混凝土牛腿

墩顶增设混凝土牛腿是改造设计的关键控制点。牛腿总长度3600mm,宽度1600mm,高度1400mm。相对于既有墩柱边界,牛腿悬臂1175mm。牛腿内配筋采用双层钢筋骨架,主筋直径25mm,通过后锚固技术植入既有墩柱内,植入深度不小于25mm(图7)。

牛腿设计依据GB50010—2010《混凝土结构设计规范》,以裂缝宽度和配筋率控制。

4.3 梁底钢横梁设计

改造后箱梁的支点由5个减少至2个;支座间距

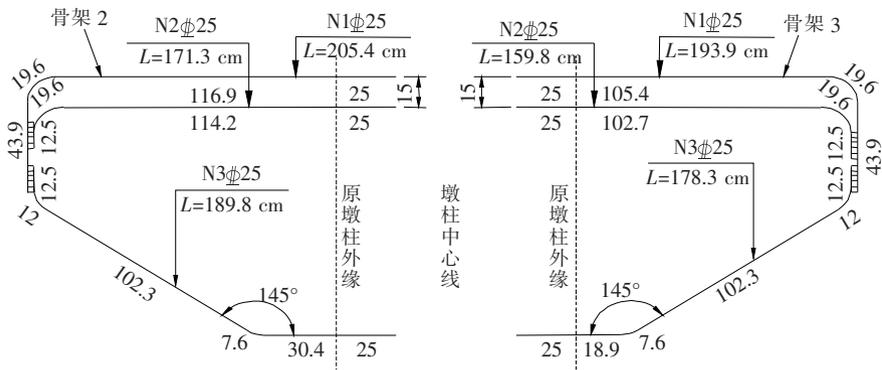


图7 墩顶牛腿骨架构造示意图(单位:mm)

由2 m增大至5 m。主梁端横隔板受力发生较大改变。端部横隔板处虽然配筋密集,但是改造后抗弯、抗剪承载能力及裂缝宽度验算均不满足规范要求。基于此在端横隔板下方增设500 mm高钢结构横梁进行加固(图8、9)。

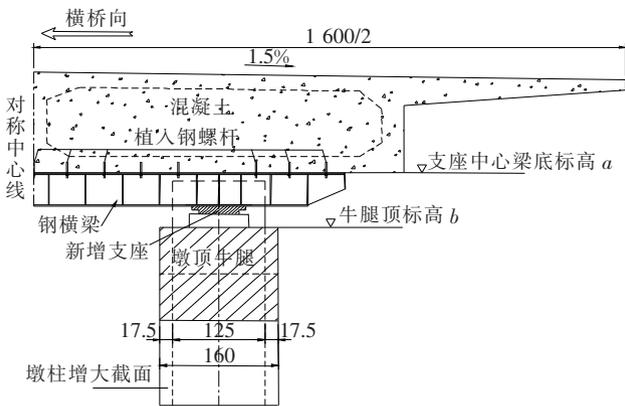


图8 主梁底部钢横梁横断面布置(单位:cm)

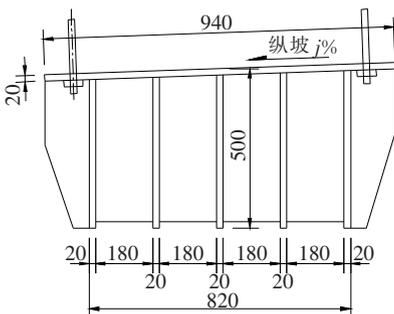


图9 钢桁梁横断面构造图(单位:mm)

钢纵梁与既有混凝土箱梁之间通过植入锚栓及粘贴钢板技术连接为整体共同受力。连接钢板厚度20 mm,横向设置5道腹板。

由于主梁横隔板内配筋密集,植入锚栓位置难以

理论确定,在保证植入数量及深度的前提下根据现场实际进行调整,同时根据实际植入锚栓位置放样钢横梁中的孔位。钢横梁安装后应保证底部水平以保证支座的安装精度。

4.4 梁牛腿切割及修补

主梁上牛腿在改造基本完成后通过绳锯切割;下牛腿则浇筑混凝土修补,具体布置见图7。为了保证新旧混凝土黏结质量,界面应凿毛、植筋并喷洒界面剂,同时应采用自密实混凝土。伸缩装置采用普通的型钢嵌挤型,割除上牛腿一侧通过植入钢筋后锚固技术与既有主梁锚固连接。下牛腿修补一侧则通过常规的预埋钢筋的方式实现伸缩装置的锚固。

5 结语

东岗楼立交桥于2014年6月改造完成,运营至今状态良好。该桥的改造设计思路清晰,在基本上不改变桥梁受力体系的前提下,通过局部的改造实现梁牛腿“L”形接缝的“I”形改造,彻底整治了桥梁结构病害。同时该桥的改造施工可行性较高、施工造价低、工期短,其牛腿改造设计方案对类似改造工程具有参考价值。

参考文献:

- [1] 姚玲森. 桥梁工程[M]. 2版. 北京:人民交通出版社, 2008.
- [2] JTG D62-2004 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [3] JTG/T J22-2008 公路桥梁加固设计技术规范[S].
- [4] JTG/T J23-2008 公路桥梁加固施工技术规范[S].
- [5] GB 50010-2010 混凝土结构设计规范[S].