

文章编号:1673-0062(2013)04-0096-05

同步顶升技术在桥梁支座更换施工中的应用

甘采博¹, 李明^{1*}, 郭云峰², 陈均霞¹, 谭林利¹

(1. 南华大学 城市建设学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 衡南县公路局, 湖南 衡阳 421001)

摘要:桥梁顶升技术作为一项理想的加固纠偏新技术, 业已广泛地应用于旧桥改造等工程实践。与传统方法比较, 基于顶升技术的支座更换方法可减少中断交通时间, 缩短工期, 降低造价。结合某连续箱梁桥工程实例, 对支座更换的施工方案、控制要求进行总结和探讨, 对类似工程具有一定的参考意义。

关键词:同步顶升; 支座更换; 施工方案

中图分类号:U443.36 **文献标识码:**B

Application of Synchronous Jacking-up Technology on Bearing Replacement of bridges

GAN Cai-bo¹, LI Ming^{1*}, GUO Yun-feng², CHEN Jun-xia¹, TAN Lin-li¹

(1. School of Urban Construction, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China;

2. Highway Bureau of Hengnan County, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: The Synchronous Jacking up Technology of bridges, as a perfect rectification and reinforced approach, has been applied in reconstruction of old bridges. Compared to other conventional methods, the method of bearing replacement based on synchronous jacking up can decrease transportation disruption time, and cut down the period and the cost. Combined to an engineering example of continuous box-girder bridge, the research results, such as construction scheme and control requirement, are concluded and discussed in the paper, which is of great referential significance for other similar projects.

key words: synchronous jacking up technology; bearing replacement; construction scheme

随着我国交通事业的快速发展, 原有桥梁因净空不满足或年久失修等原因, 需进行改造或支座更换。桥梁同步顶升技术是在不改变之前桥梁

的整体形态前提下, 将桥梁顺利安全地顶升至设计高度, 从而达到桥梁纠偏加固的目的。相比于传统的支座更换技术, 桥梁同步顶升技术既可以尽

收稿日期: 2013-06-28

作者简介: 甘采博(1987-), 男, 湖南岳阳人, 南华大学城建学院硕士研究生。主要研究方向: 桥梁顶升加固技术。* 通讯作者。

量减少施工时对于周边环境和交通的不良影响,又能大大缩减施工时间和工程造价.从而实现了环保,经济,时效三方面的统一,所以整体顶升平移将越来越多地应用于旧桥的改造与利用上^[14].

1 工程实例

1.1 桥梁概况

江西省南昌市某立交桥于 1993 年 2 月竣工,全长 586 m.全桥为 16 × 25 m 一联钢筋混凝土连续箱梁桥.上部连续梁为单箱双室,下部为 2φ 1.5 m 的钻孔灌注桩基础配 H 形柱式墩台(墩径 1.2 m)与重力式桥台.原桥面铺装为 8 ~ 10 cm 厚 C40 混凝土.

该桥建成通车将近 20 年,经有关专业机构检测,该桥主体构件承载力满足要求,但巨大的交通量使得原有部分板式橡胶支座出现病害,具体表现为表面开裂、局部脱空、偏位、偏压、剪切变形过大等.支座病害直接影响桥跨结构和行车安全,因此需要对病害支座进行更换.考虑到设备安装、交通量等因素,本桥施工中采用“限制交通,整体同步顶升”的方案.桥墩处标准横断面如图 1 所示.

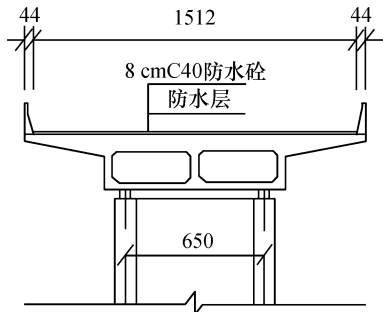


图 1 桥墩处标准横断面

Fig.1 Standard cross section of the piers

1.2 工程特点

1) 顶升规模大.总顶升力达到 10 320 t,顶升面积超过 6 000 m².大范围同步顶升对多点系统同步性精度要求非常高,应控制在 ±2 mm 内.

2) 投入设备多.工程量较大,本工程需要同时投入多套支撑系统及顶升系统,顶升控制系统及其配套泵站等设备人员.

3) 周围环境复杂.本桥为市区交通要道,桥下市政管网密度大,对现场施工带来了不少困难.顶升封闭施工也给市民生活带来许多不便,为此需协助交管部门做好交通管制、防护及告示工作.

2 顶升施工方案的实施

2.1 顶升施工基本要求

顶升施工之前必须对顶升梁段及其相应的上下部结构进行全面检测^[5],以避免造成新的损伤.鉴于桥梁同步顶升是一项技术难度大、安全风险高的工作,因此在具体实施中应确保结构的安全性、设备的可靠性及作业人员的安全,并对方案的可行性进行分析.

2.2 总体施工安排

该桥梁为 16 跨连续箱梁,桥墩最高处为 6.25 m,整体坡度比较大,为保证整体桥梁同步顶升施工过程中的稳定性,采用 609 钢管作为全桥顶升反力基础,并且在搭设前,对搭设地点采用钢筋混凝土基础加强,待整体同步顶升后进行支座更换.

总体顶升施工顺序为:基础开挖→植筋、立模、绑扎钢筋→预埋螺栓、浇筑混凝土→混凝土养护→安装顶升支撑体系→安装顶升及限位系统→断开桥面连接→顶升更换支座→恢复桥面→拆除顶升系统及支架→恢复路面.

2.3 顶升控制系统

液压同步顶升系统的采取是桥梁同步顶升的关键,本工程采用美国 ENERPAC 公司的 PLC 计算机控制液压同步顶升顶升系统.该系统配备了高精度的位移传感器和压力传感器以实现力和位移的双闭环的综合控制,实时显示顶升力值和顶升高度且实现位移同步,并能够通过计算机对各液压缸的压力和位移进行实时监测和动态调控,在达到预先设定的行程或负载限制时自动锁定.配置的千斤顶亦具有自锁功能,当油路发生故障时能自动锁定,保持千斤顶油压不降^[6].

2.4 桥梁顶升关键技术

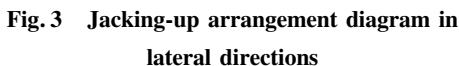
采用整桥同步顶升方案,顶升临时支撑采用钢垫块抄垫技术.本桥通过钢管支撑体系作为顶升的反力基础、分配梁作为顶升托盘的方法实现整体的抬高,预定的顶升高度以顶升过程中旧支座脱空能取出,新支座能顺利安装为宜.当顶升力接近梁体恒载吨位时需放慢速度,缓慢顶升至预定高度.顶升布置如图 2、图 3 所示.

2.4.1 反力基础

基础尺寸为 4 m × 3 m × 1.2 m,承台顶面离路面 10 cm,基础底部铺筑 10 cm 厚 C15 混凝土垫层.混凝土接触表面必须凿毛处理,基础与桥墩柱植筋连接,施工后,必须保证基础顶面平整度,控制在 ±3 mm 内.顶升基础布置如图 4 所示.

顶升支撑采用 609 钢管,每个桥墩周边布置 6 组 609 管,管规格有 3 m、2 m、1 m、20 cm 标准节,其中 2 m 节间通过剪刀撑连接,其余通过法兰螺栓连接以加强整体稳定性.水平连接为 12 槽钢,斜杆为 75 角钢.钢管底部通过螺栓与基础连接.桥墩处支撑体系布置如图 5 所示.

为避免顶升过程中桥梁产生横、纵向偏移,应设立限位装置^[7]. 限位支架应有足够的强度,并应在限位方向有足够的刚度. 利用 609 管往外扩拼、接高,卡住梁两侧腹板. 横、纵向限位方法为在桥台梁缝处设置四条方木,卡在梁缝间. 顶升限位如图 6 所示.



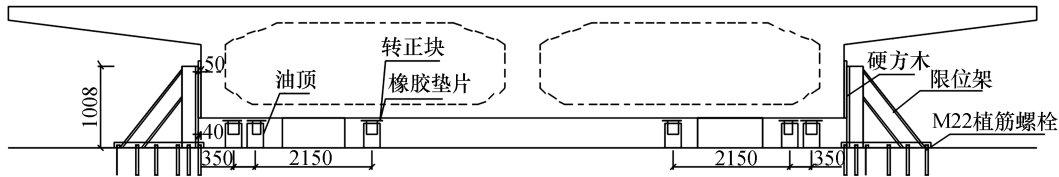


图 6 顶升限位布置图

Fig. 6 The limiting location arrangement diagram

2.4.4 试顶升

待所有准备工作全部完成后首先进行试顶升,其控制顶升速度不超过 1 cm/min,最大顶升高度不超过 2 cm. 顶升就位后,持荷 10 min,观察各梁体支撑点及设备状况. 如有异常情况应及时处理,观察若无问题则进行正式顶升.

2.4.5 正式顶升

本桥为盆式支座,顶升高度以取出支座为原则,尽量控制在 9 cm 以内,即:顶板约 5 cm + 螺帽及外伸螺杆约 3 cm + 1 cm 操作间隙. 如果还取不出支座,再进行认真调整. 梁底误差控制在 ± 2 mm 内.

2.4.6 顶升抄垫

当桥梁顶升到一行程后,立即用各种厚度的钢板抄垫. 由于桥梁为坡度桥,在顶升时需要按照坡度在梁底油顶处制作各种型号的楔形钢板抄垫,其下部设置卡槽并卡在油顶顶头上. 当临时支撑满足要求后,原支座沿梁顺桥向纵向取出,并采取技术措施确保上下预埋钢板成平行状态. 如果支座螺栓锈蚀严重,则可先用油浸,再用钢丝刷除锈.

3 更换支座

3.1 支座拆除

对要更换的支座进行确认和检查,现场记录支座位置、编号、病害情况并拍照记录. 顶升前,实测支座处墩柱顶与箱梁底的净高度及支座处梁底标高,作为箱梁同步回落至原状态的依据. 盆式支座如果支座螺栓锈死,可先用钢丝刷除锈,再涂油浸渍,如果还不能松动将螺栓凿除,再埋入新螺栓,并用环氧砂浆修复. 采用切割设备将既有支座钢盆与预埋钢板之间的焊缝切割分离. 箱梁顶升到位后,用薄钢板塞紧临时支撑,确保梁体底部和临时支撑接触紧密,临时支撑稳定后,用手动葫芦取出支座,并用叉车配合落地.

3.2 支座安装

支座应避免阳光直晒、雨雪浸淋,并保证清洁,严禁与酸、碱、油等有机溶剂与支座的物体接

触,且距热源 1 m 以上. 待旧支座拆除,上下钢垫板打磨平整后. 先进行新支座安装处的清扫工作,然后进行特殊材料的找平. 同时不得任意松动上、下支座板连接螺栓. 支座安装时,支座顺桥向中心线必须与主梁中心线平行. 同时安装时应保证平面两个方向的水平,否则将影响支座的使用性能. 支座必须按原标高恢复,以免产生附加应力.

3.3 落梁

支座更换后必须保持原有的工作状态,梁体就位后检查支座上下钢板与梁底之间的密贴情况,应尽量保证支座上下面全部密贴. 如果支座出现偏心受压、不均匀支承或脱空的现象,则应重新顶升梁体,并在支座下钢板下加设抄垫钢板进行微调(厚度规格为 1 mm ~ 3 mm),直至支座上下面全部密贴. 安装后不能产生新的强迫位移. 支座安装完毕后同步分级回落千斤顶,当箱梁距支座顶板约 5 mm 时,采用将灌注器将环氧砂浆注入间隙内,待固化并达到强度后回落箱梁至支座上,此时临时钢支撑仍须保留.

4 施工监控

顶升的动态过程中梁体应力会随梁体的纵横向偏差及支承点的相对变化而变化,为保证桥梁的整体姿态和结构受力控制在预期的目标状态内需进行顶升施工技术监控和安全监测^[8-9]. 为了确保顶升施工结构安全,建议业主邀请第三方进行监控.

4.1 顶升施工监控

顶升施工技术监测包括结构的平动、转动和倾斜以及结构的应力变化^[10]. 安全监测包括顶升设备故障、顶升支撑系统的安全、气象条件等. 施工监控贯穿于顶升施工全过程中,本工程具体监控项目如下:1) 桥面标高监测;2) 顶升行程监测;3) 支撑体系应力、应变监测;4) 环境温度、风力监测.

同步顶升时需做到对力与位移的监控,要求顶升/降落精度 $\leq \pm 0.50$ mm. 本工程同时对桥面高程、箱梁纵横向位移及顶升支架的应变与位移监测,以及时发现异常. (下转第 104 页)

4.2 箱梁体应力监测

由于梁体顶升的最大弯矩处在其支座处,因此每一跨均在支座附近选择一个截面进行应力测试.本工程中扭矩在梁体产生的内力通过测点处主应力来反映,其布置方向与箱梁轴线成 45° 夹角;弯矩在梁体产生的内力通过测点处正应力来反映,其布置方向与箱梁轴线平行.

5 结 语

通过本次工程实例证明了本桥采用“限制交通,整体同步顶升”的方式对支座进行更换是可行的.和传统的支座更换技术比较,首先大大缩短了工程工期,同时为改造工程节约了大量的资金,降低了环境污染.

施工所采用的 PLC 计算机控制液压同步顶升系统先进、安全可靠;安全监控系统行之有效;实时监测对梁体安全顶升发挥了重要作用.

对于大批量支座更换施工时可采取“小范围更换成功后,再全桥推广”的方法.这样既可以改进施工工艺又能检验新支座质量.

参考文献:

[1] 桂学.桥梁顶升技术研究[D].西安:长安大学,2005.

- [2] Pryke J F S. Underpinning, Framing, Jacking-up and moving brick and stone masonry structures[C] // Repair and renewal of buildings. Proceedings of ICE Conference. Telford T. London, 1983: 47-62.
- [3] Skelton H E, Ontario H, Orde C I. Lifting of transmission towers under live line conditions[J]. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 1982, 101(9): 3018-3021.
- [4] Morgenthal, Guidol Sham, Robin Schwarz, et al. The 4000 tonne lift of Stone cutters Bridge steel back-span[J]. H. K. Bridge Engineering, 2008, 16(4): 197-208.
- [5] 中华人民共和国交通运输部. JTG/T J23—2008 公路桥梁加固施工技术规范[S]. 北京:人民交通出版社, 2008.
- [6] 罗文林,陈雄飞,汪峰,等.同步顶升技术更换支座施工方案[J]. 现代交通技术, 2010, 7(6): 62-64.
- [7] 尹天军.高速公路上跨桥整体顶升技术方案[J]. 世界桥梁, 2009(1): 61-63.
- [8] 邱湧彬,刘世忠,李丽园.顶升技术在城市桥梁改造中的应用[J]. 施工技术, 2013, 42(5): 62-66.
- [9] 李丽园,刘世忠,陈智强,等.大宽跨比鱼腹式连续钢箱梁桥切割顶升优化分析[J]. 兰州大学学报, 2012, 31(3): 47-51.
- [10] 赵焯,李春轩,张充满.在役连续刚构桥顶升技术及应用[J]. 长安大学学报:自然科学版, 2007, 27(4): 52-56.