

桥梁整体同步顶升及监测技术

肖宏宇, 刘薇

(江西省瑞寻高速公路有限责任公司, 江西 会昌 342600)

摘要: 湖州市长兴县港口大桥顺利完成全桥整体同步顶升 3.0 m, 该项升高度为国内较高值, 且未发现新增桥梁结构病害。文中介绍该桥整体同步顶升施工方案和各类型荷载托换、千斤顶布置及主桥施工期间的监测方案, 监测实测值在理论值控制范围内, 整体同步顶升施工方案可行。

关键词: 桥梁; 整体同步顶升; 荷载托换; 监测技术

中图分类号: U445.6

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2021)05-0121-04

桥梁整体同步顶升技术在既有桥梁提高通航净空、调整桥梁纵向线形等改造工程中应用较多, 相比拆除重建, 该技术在施工周期、造价、交通组织等方面优势明显。浙江省湖州市长兴县港口村长和公路上港口大桥整体同步顶升 3.0 m, 高度较大, 施工、监测方案的制订及实施关系到项目质量、安全能否达到目标要求。

1 工程背景

港口大桥原桥长 471 m, 主桥为 (45+80+45)

m 预应力砼连续箱梁, 两侧引桥为 20 m 简支板梁和 30 m 先简支后连续组合箱梁结构, 全桥配跨为 3×20 m+2×30 m+(45+80+45) m+6×30 m。主桥主墩采用群桩基础加承台, 下部结构采用实体桥墩; 引桥基础采用单排桩基础, 无承台, 下部结构为双柱桥墩加盖梁, 桥台采用桩接盖梁式台。

该桥上跨长湖申线航道, 目前通行净空不能满足Ⅲ级航道标准。为此, 将全桥整体同步顶升 3.0 m, 两岸各增设 3 跨 20 m 空心板梁桥接顺引道。同步顶升重量见表 1, 工艺流程见图 1。

表 1 港口大桥全桥同步顶升重量

墩台号	上部恒载 反力/kN	下部结构 自重/kN	总恒载/ kN	墩台号	上部恒载 反力/kN	下部结构 自重/kN	总恒载/ kN
0 [#] 台	1 683	—	1 683.0	8 [#] 墩	4 160	0.0	4 160.0
1 [#] 墩	3 366	407.5	3 773.5	9 [#] 墩	4 400	625.0	5 025.0
2 [#] 墩	3 366	407.5	3 773.5	10 [#] 墩	4 550	507.5	5 057.5
3 [#] 墩	3 916	635.5	4 551.5	11 [#] 墩	4 400	540.0	4 940.0
4 [#] 墩	4 410	612.5	5 022.5	12 [#] 墩	4 550	540.0	5 040.0
5 [#] 墩	4 213	0.0	4 213.0	13 [#] 墩	4 410	520.0	4 930.0
6 [#] 墩	21 400	0.0	21 400.0	14 [#] 台	2 181	—	2 181.0
7 [#] 墩	21 400	0.0	21 400.0				
合计					92 405	4 795.5	97 150.5

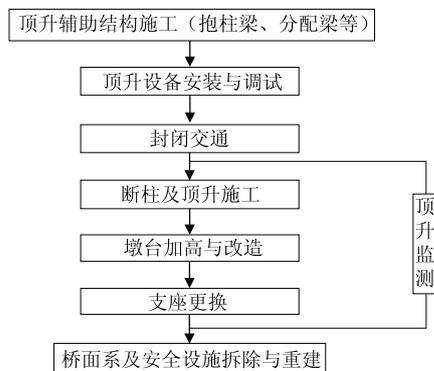


图 1 全桥整体同步顶升施工流程

2 各墩顶升千斤顶布置与荷载托换方案

2.1 主桥主墩 6[#]、7[#]墩

主墩采用直接顶升法, 利用承台作为反力基础, 在承台与梁底之间安装液压千斤顶、交替机械千斤顶、支撑系统进行顶升。在梁底安装钢分配梁, 钢分配梁采用双拼 36a 工字钢, 调平后固定。钢分配梁与梁底间缝隙采用高强度灌浆料填充, 强度 40 MPa。单墩布置 200 t 墩顶升千斤顶和交替机械千斤顶各 20 台 (见图 2、图 3)。

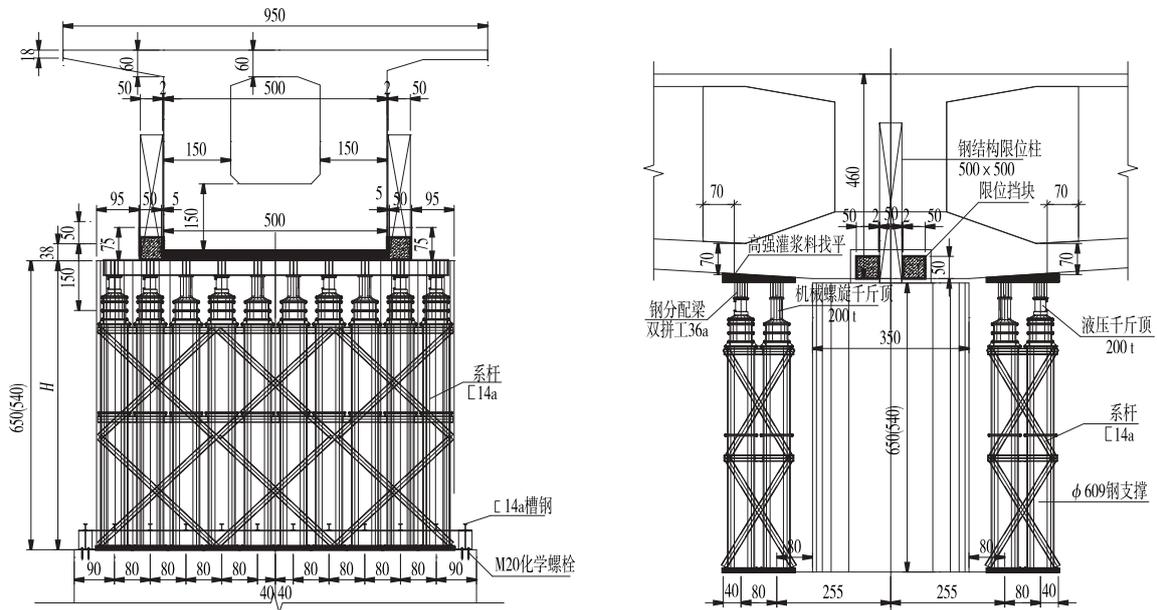


图2 主桥主墩顶升布置立面图(单位:cm)

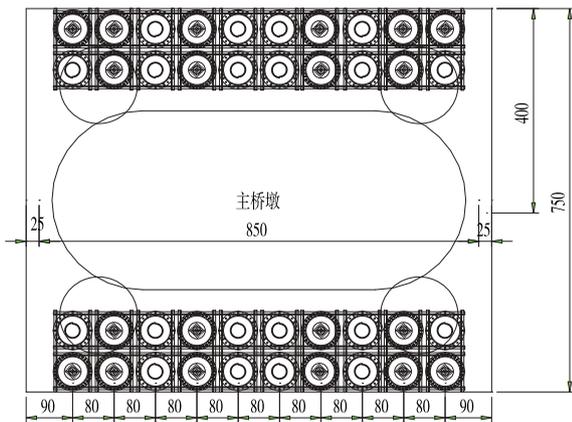


图3 主桥主墩顶升布置平面图(单位:cm)

2.2 主引桥过渡墩5#、8#墩

主引桥过渡墩采用直接顶升法,过渡墩两侧分属2个施工段。利用承台作为反力基础,在承台与梁底之间安装液压千斤顶、交替机械千斤顶、支撑系统进行顶升。在梁底安装钢分配梁,调平后固定,钢分配梁与梁底间缝隙采用高强灌浆料填充。引桥一侧布置200 t顶升顶和交替机械千斤顶各4台,主桥一侧布置200 t顶升顶和交替机械千斤顶各4台(见图4~7)。

2.3 引桥桥墩

引桥桥墩采用断柱顶升法,由于基础未设置承台,在桥墩适当高度浇筑钢筋砼抱柱梁,为顶升提供反力,在抱柱梁与盖梁之间安装液压千斤顶、交替机械千斤顶、支撑结构,切断桥墩完成荷载托换,盖梁

倒角植筋浇筑砼找平。箱梁单墩布置500 t墩顶升千斤顶和400 t交替机械千斤顶各4台,板梁单墩布置200 t墩顶升千斤顶和200 t交替机械千斤顶各4台(见图8)。

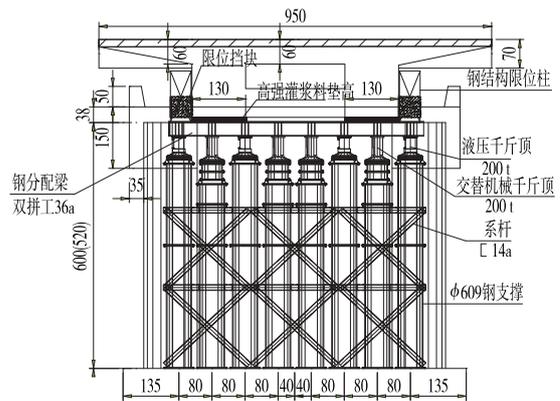


图4 引桥侧顶升布置正立面图(单位:cm)

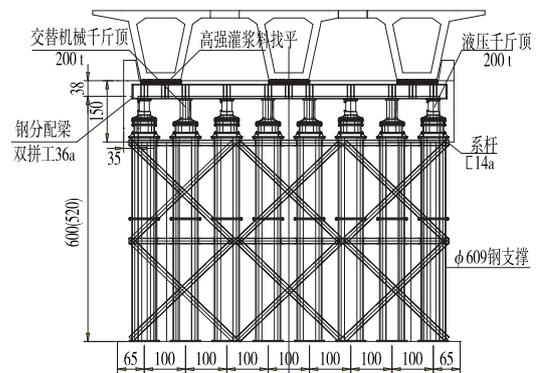


图5 主桥侧顶升布置正立面图(单位:cm)

受力点,在地基梁与钢分配梁之间安装千斤顶进行顶升。单台布置 200 t 墩顶升千斤顶和交替机械千斤顶各 4 台;静压锚杆桩采用 300 mm×300 mm 砼方桩,单台布置 10 根。

2.5 千斤顶配置(见表 2)

表 2 千斤顶配置

墩台号	顶升顶配置/t	交替机械顶配置/t	安全系数	荷载/t
0# 台	800	800	4.8	168.3
1# 墩	800	800	2.1	377.4
2# 墩	800	800	2.1	377.4
3# 墩	800	800	2.0	455.2
4# 墩	2 000	1 600	4.0	502.3
5# 墩	1 600	1 600	3.8	421.3
6# 墩	4 000	4 000	2.0	2 140.0
7# 墩	4 000	4 000	2.0	2 140.0
8# 墩	1 600	1 600	3.8	416.0
9# 墩	2 000	1 600	4.0	502.5
10# 墩	2 000	1 600	4.0	505.8
11# 墩	2 000	1 600	4.0	494.0
12# 墩	2 000	1 600	4.0	504.0
13# 墩	2 000	1 600	4.0	493.0
14# 台	800	800	3.7	218.1

3 施工监测

桥梁顶升过程中由于纵、横向各支点理论上无法达到完全同步施工,还存在纵、横向位移的可能性,给桥梁顶升施工带来一定风险。加上该桥施工顶升力和位移均较大,为保证施工安全和质量,对主桥(6~8 跨)进行施工监测。

3.1 监测方案

(1) 位移及线形监测。该桥顶升设计维持原设计纵坡,整体顶升 3.0 m。顶升前对既有桥梁进行全面测量,获得线形初始值,以此为基准计算线形控制目标值。梁体整体脱空离开原支座后,以位移控制为主,顶升过程中保持顶升的同步性,随时监测梁体顶升过程中的位移。桥面植入膨胀钉布置测点,梁底及墩顶布置小棱镜、LXW 精密拉绳位移传感器测点。

(2) 高程监测。桥梁的高程控制即控制顶升过程中高差是施工控制重点,其目标是保证桥梁顶升过程的同步性和稳定性,确保安全并达到设计标高。

(3) 应力监测。根据理论计算分析,应力测点布置本着“少而精”的原则。对于顶升施工连续梁

桥,施工过程中主梁中支点的弯矩最大,且在不同施工工序下主梁顶、底板应力变化幅度最大,故选择中支点截面作为主要应力测试断面;由于边跨 2/3 位置截面高度小,当边支点顶升过程中位移误差较大时,该截面的应力变化幅度也较大,在此处设置应力测试断面可辅助判断结构的受力情况;跨中合龙段作为连续梁桥的关键节段,有必要进行应力监测。应力监测从顶升开始,逐段监测,一直到顶升到位、支座安装完成。

3.2 监测频率(见表 3)

表 3 顶升施工监测频率 次/d

监测项目	每顶升工况施工前	每顶升工况施工后	顶升施工结束后 1 周内
主桥桥面沉降	1	2	1
桥面水平位移	1	2	1
主桥应力	1	2	1
主桥裂缝	1	2	1

3.3 监测控制标准

建立该桥主桥连续梁有限元计算模型,计算理论控制值(见表 4)。

表 4 监测控制标准和实测值

控制项目	控制标准	实测值
边墩与其他桥墩的相对位移差/mm	≤10	6
中墩与其他桥墩的相对位移差/mm	≤5	2
边墩横桥向两支点相对位移差/mm	≤5	3
中墩横桥向两支点相对位移差/mm	≤5	3
纵向位移差/mm	±20	10
横向位移差/mm	±10	5
高程误差/mm	±10	4
桥面同步顶升不同步位移/mm	±2	1.5
桥面同步顶升不同步沉降(累计)/mm	≤4	2
同一桥墩千斤顶顶升力总误差/%	≤5	2
不同桥墩千斤顶顶升力之和相对误差/%	≤5	2.5
上缘拉应力增量/MPa	≤1.0	0.6
下缘拉应力增量/MPa	≤0.5	0.2

3.4 监测结论

全桥顶升共历经 11 d,累计顶升高度为 3.0 m,监测结果见表 4。该桥顶升高度为国内较高值,顶升施工完成后未发现新增桥梁结构病害,施工过程中监测实测值在理论值控制范围内。

参考文献:

- [1] 徐志元.佛开高速公路大修工程桥梁整体同步顶升技
(下转第 132 页)

程度病害,分析了在特定环境下这些病害的形成原因,同时借助有限元软件分析评价其承载能力,结果表明该桥能满足公路Ⅱ级荷载的要求,但安全储备有所不足。通过对常用吊杆更换方法的对比分析,选择临时吊杆法进行吊杆更换,说明了其施工流程及监控要点,确保吊杆更换的顺利进行。

参考文献:

[1] 陈宝春.拱桥技术的回顾与展望[J].福州大学学报(自然科学版),2009,37(1):94-106.
 [2] 《中国公路学报》编辑部.中国桥梁工程学术研究综述·2014[J].中国公路学报,2014,27(5):1-96.
 [3] 彭霞,王行耐.单孔斜跨曲梁异形拱桥空间数值分析[J].公路,2009(7):187-193.
 [4] 李生智,王玮瑶,邹妙年.异形拱桥[M].北京:人民交通出版社,1995.
 [5] 曾革助,李传习,刘扬.长沙黄柏浏阳河大桥异型系杆拱桥施工控制研究[J].湖南交通科技,2008,34(3):96-98.

[6] 刘耿,舒昌信.长沙市黄柏浏阳河大桥异型拱的施工控制[J].湖南交通科技,2007,33(3):84-85.
 [7] 单巍巍,高晨珂,徐岳.钢导梁兜吊法在拱桥吊杆更换中的应用[J].湖南交通科技,2013,39(3):113-116.
 [8] 李磊磊.大跨径中承式拱桥吊杆更换理论分析与设计方法研究[D].西安:长安大学,2012.
 [9] 熊学玉,汪继恕,汪克来.拱桥的吊杆更换设计中的索力调整与优化[J].建筑结构,2006,36(增刊1):296-298.
 [10] 陈双聪.拱桥吊杆更换若干关键问题研究[D].杭州:浙江大学,2014.
 [11] 冷冰峰.浙江某系杆拱桥吊杆更换的施工研究[D].上海:同济大学,2009.
 [12] 李磊磊.大跨径中承式拱桥吊杆更换理论分析与设计方法研究[D].西安:长安大学,2012.
 [13] 胡尚,杜召华,蒋鑫,等.某钢管混凝土拱桥吊杆更换设计与施工方法研究[J].公路工程,2018,43(3):119-124+189.

收稿日期:2020-11-16

(上接第124页)

术[J].公路与汽运,2011(3):168-170.
 [2] 严定坤,陈亿胜.桥梁整体同步抬升技术[J].山西建筑,2020,46(21):126-128.
 [3] 陶梁,季亚萍,吴建扬,等.钢板桩围堰在吴江城市干线太浦河大桥施工中的应用[J].西部探矿工程,2009(5):184-187.
 [4] 李伟彬.公路桥梁工程梁板整体同步顶升技术的探讨

[J].建材与装饰(下旬),2010(11):203-205.
 [5] 宋虎,张道彬,喻青儒.明挖地铁车站下穿高架桥桩基托换施工关键技术[J].公路与汽运,2018(2):137-140.
 [6] 张超.桥梁同步顶升技术在公路改建中的应用[J].工程机械与维修,2021(4):224-225.

收稿日期:2020-12-04

(上接第127页)

(2)对金利互通立交原位改造方案进行A形与Y形方案比选,从工程规模及造价等角度推荐采用A形单喇叭。

参考文献:

[1] 中交第一公路勘察设计研究院有限公司.公路工程技术标准:JTG B01-2014[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2014.
 [2] 中交第一公路勘察设计研究院有限公司.公路路线设计规范:JTG D20-2017[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2017.
 [3] 广东省交通规划设计研究院股份有限公司.广昆高速公路粤境横江至马安段改扩建工程可行性研究报告[R].广州:广东省交通规划设计研究院股份有限公司,

2020.
 [4] 刘培俭.广州北环高速公路沙贝—广清西段扩建方案研究[J].公路与汽运,2019(2):93-96.
 [5] 陈清廉.广清高速改扩建方案选择及路面拼接研究[D].长沙:长沙理工大学,2015.
 [6] 黄治炉.互通式立交设置及出入口研究[D].西安:长安大学,2016.
 [7] 韦可,张艳,谭山川.喇叭形互通式立体交叉改扩建方案探讨[J].公路与汽运,2015(2):185-187.
 [8] 王顺.高速公路互通式立交改造方案研究[J].交通标准化,2013(4):90-92.
 [9] 王秋颖.陈村互通立交改扩建方案探讨[J].广东公路交通,2017(4):47-50.

收稿日期:2020-11-24