

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2022.05.034

桥梁调坡顶升施工技术应用

杨国章

[上海浦东路桥(集团)有限公司, 上海市 200135]

摘 要: 针对桥梁调坡顶升施工技术在实际施工过程中的应用,通过动态检测来控制调坡顶升的误差。采用济阳路(卢浦大桥—闵行区界)快速化改建工程 1 标施工中涉及的地面跨线桥的桥梁调坡顶升施工作业数据,通过相关限位设置、施工监测等方式来达到控制调坡顶升施工误差的效果,完成桥梁同步顶升过程。
关键词: 济阳路;调坡顶升;限位设置;施工监测;控制效果
中图分类号: U445 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2022)05-0134-04

0 引 言

在现代老桥改建等项目中,桥梁顶升比桥梁拆除重建具有明显的优势。在老桥相关数据满足生产工作条件的前提下,顶升施工工艺是一种效率高、周期短、资源利用率高且环境污染低的新型工艺。该工艺充分体现了“绿色建造、快速施工”的理念^[1]。

桥梁顶升施工使用千斤顶、PLC 变频同步顶升系统、钢支撑等能重复使用的设备,设备周转率高。施工作业中采用脚手架环绕作业,能够较好地减少扬尘等污染,给施工人员提供安全的作业环境。

课题组现以济阳路(卢浦大桥—闵行区界)快速化改建工程 1 标段的杨思路跨线桥顶升为研究对象,并根据相关标准要求,讨论介绍调坡顶升施工工艺。

1 工程概况

杨思路跨线桥为现有东、西两幅分离式地面跨线桥,西幅跨线桥上部结构为空心板梁,下部结构为倒 T 盖梁、方形立柱、承台,基础为钻孔灌注桩基础。JYLW76# 墩为跨线桥中间区域,顶升高度最小为 2.342 m。JYLW72# 墩和 JYL80# 墩为跨线桥起点和终点区域,顶升高度分别为 5.226 m 和 5.158 m,起点(终点)与跨中顶升的高差为 2.884(2.816)m。在顶升过程中,对高差 2.888(2.816)m 的调整即调坡顶升。顶升高度和顶升跨数见表 1。

2 桥梁调坡顶升方案比选

对于简支板梁调坡顶升,本项目采用安装分配

表 1 顶升高度和顶升跨数 单位:m

顶升部位(墩号)	顶升高度	顶升前墩高	顶升后墩高
JYLW72	5.226	3.757	8.983
JYLW73	4.171	4.705	8.876
JYLW74	3.180	5.593	8.773
JYLW75	2.562	6.109	8.671
JYLW76	2.342	6.227	8.569
JYLW77	2.515	5.952	8.467
JYLW78	3.097	5.272	8.369
JYLW79	4.074	4.173	8.247
JYLW80	5.158	3.089	8.247

梁的方式进行盖梁和板梁同步顶升。对于各墩顶升至设计高度的顺序有两种方案可供选择。

2.1 方案一:各墩按照比例同步顶升,同时到达设计高度

同一施工段内各墩顶升速度比按照各墩顶升高度比进行设定,各墩整体同步顶升、同步到达设计高度。

该方案的优点为:(1)各墩按照比例同步顶升,在顶升初步阶段就可以通过监测顶升速率最大的墩柱的误差,同时控制其他墩柱的顶升误差。(2)在顶升过程中,同比例顶升有利于减小线型改变而引起的各项应力。但由于各墩千斤顶的行程是相同的,而各墩顶升速度是不同的,各墩千斤顶完成一个行程的时间是不同的,所以该方案各墩支撑垫块的时间是不同的。

由以上分析可知,该方案施工效率较低、顶升用时长、劳动力利用率低。

2.2 方案二:各墩同步顶升、分步到达设计高度

第一步:同一施工段内所有桥墩进行整体同步顶升,直至设计顶升值最小的桥墩顶升至设计高度,然后该桥墩退出顶升。

第二步:其余桥墩进行整体同步顶升,直至设计

收稿日期: 2021-08-01
作者简介: 杨国章(1987—), 男, 本科, 工程师, 从事市政道路与桥梁施工工作。

顶升值次小的桥墩顶升至设计高度,然后该桥墩退出顶升。

第 n 步:按照以上步骤进行顶升,直至设计顶升值最大的桥墩顶升至设计高度,完成顶升施工。

采用该方案进行顶升时,仅将顶升到位的桥墩与其相邻的已经到位的桥墩之间的这一跨梁板处于调坡状态,其他正在顶升的桥跨处于整体同步顶升状态,其他顶升完成的桥跨处于静止状态。

该方案的优点是:(1)只有单跨桥梁处于调坡状态,对监控比较有利。(2)逐步有桥墩及相应的工人退出顶升施工,进入桥墩改造等后续工序施工,对工期和提高劳动效率有利。(3)有利于各跨梁板由于坡度变化引起的投影长度变化在跨内由支座剪切变形吸收。

经过对以上两方案的比较,方案二在顶升控制难度、工期、效率等方面,均具有明显的优势。因此,跨线桥简支板梁调坡顶升采用“方案二”。

3 桥梁调坡顶升主要施工方案

- 第一步:既有桥梁检测;桥梁现场检查复核。
- 第二步:桥梁基础顶升工作坑土方开挖。
- 第三步:安装各项设备(梁底分配梁安装;顶升钢支撑;千斤顶及液压设备;纵横向限位结构)。
- 第四步:液压系统调试;预顶升。
- 第五步:切断桥墩。
- 第六步:交替式顶升到位。
- 第七步:墩柱接高。
- 第八步:钢支撑拆除;道路修复。

4 调坡顶升控制指标

按照施工图设计及《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2017)^[2]、《桥梁顶升移位改造技术规范》(GB/T 51256—2017)^[3]、《城市桥梁工程施工与质量验收规范》(CJJ 2—2008)^[4]的要求,调坡顶升施工的最终目标是:桥梁顶升施工完成后的线型与设计线型在各测点的误差均控制在规范规定和设计要求的范围之内。施工前,制定了如下控制标准:

- (1)顶升施工总目标是成桥后桥面高程与设计值误差控制在 +10 mm 以内。
- (2)成桥后,纵横偏位与设计值误差控制在 ± 20 mm 以内。
- (3)成桥后,墩柱垂直度不大于 $0.3\%H$ 且不大于 20 mm。

5 调坡顶升指标控制措施

5.1 纵向限位

调坡顶升过程中,梁体的水平投影会变长。同时,混凝土梁的热胀冷缩导致梁体长度发生改变,会对顶升设备和梁体本身结构产生不利影响。为了防止该不利影响的产生,需要保证伸缩缝部位的宽度大小,同时保证桥梁不能无限制地纵向位移。在伸缩缝部位安装推拉装置,保证伸缩缝的宽度,同时也起到一部分横向限位作用。

顶升前纵向限位装置立面图和实景见图 1、图 2。

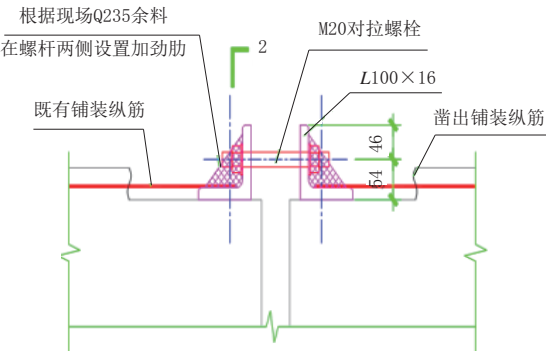


图 1 顶升前纵向限位装置立面图(单位:mm)



图 2 纵向限位照片

5.2 横向限位

简支梁桥和墩柱顶升高度较大,顶升过程中上部结构易出现水平位移偏差。利用钢支撑在桥墩周围焊接 14 号槽钢限位装置(限位装置四周距离桥墩表面 5 mm),限制桥墩位移,确保桥墩连接对位准确。即在每个墩柱做格构柱限位装置,在墩柱四周的承台上安装格构式钢结构限位,切割后的上端墩柱卡在该格构柱内上升,起到限位效果。

横向限位平面设置和立面设置见图 3、图 4。

5.3 梁端切割

板梁调坡顶升时,板梁端面与倒 T 盖梁之间的缝隙会发生变化,各条缝隙的变化值应在顶升前完

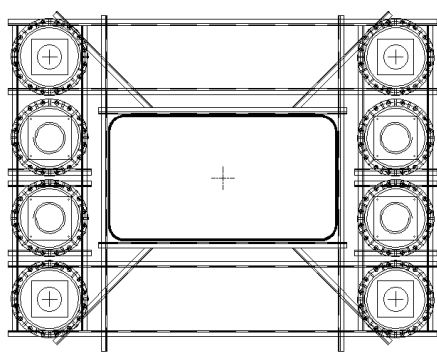


图3 横向限位平面设置

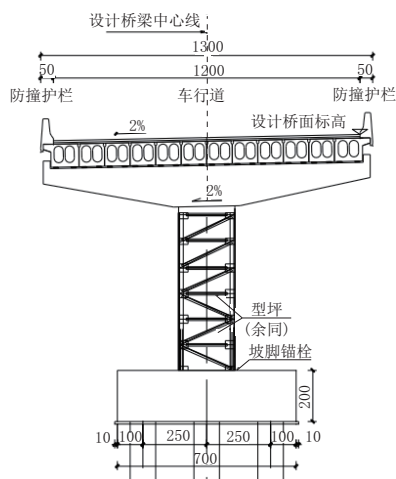


图4 横向限位立面设置(单位:mm)

成计算。当板梁与盖梁可能发生碰撞时,应事先对板梁端部进行切割。不会发生碰撞时,可在顶升完成后再进行切割。切割以不伤害梁体主筋和预应力筋为宜。

5.4 施工监测

施工监测指顶升过程中为保证桥梁的变化情况在可控范围内所进行的测量控制,包括沉降、位移、压力等,贯穿于顶升全过程中。本监测措施应与第三方监测独立进行,以便相互验证分析。

5.4.1 监测点布置

监测点布置以能有效反映桥梁顶升过程中各部位的变化情况为宜。控制区域设置位移传感器控制位移的同步性,精度控制在 3 mm。位移传感器与顶升控制室连接形成位移的循环控制进而实现顶升过程中位移的精准把控^[5]。

位移传感器固定于切割断面以上的墩柱侧面上,顶升时,记录梁体顶升高度并控制梁体的位移和姿态^[5]。

板梁顶升监测点布置见图 5。

5.4.2 顶升监测内容及部位

PLC 顶升控制系统上配置的位移传感器和压力传感器(见图 6、图 7),属于实时监测。其他包括承台

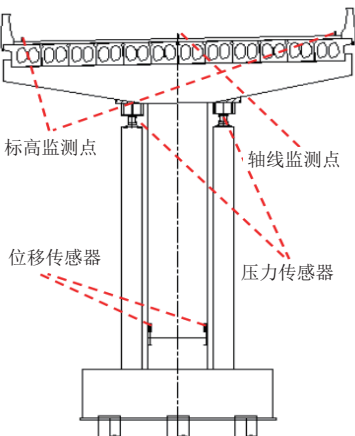


图5 板梁顶升监测点的布置图

沉降、桥面标高、水平位移偏差、纵向位移偏差、墩柱偏移等监测,属于动态监测(见表 2)。监测数据及时发送到顶升控制室,为后续顶升施工控制提供依据。

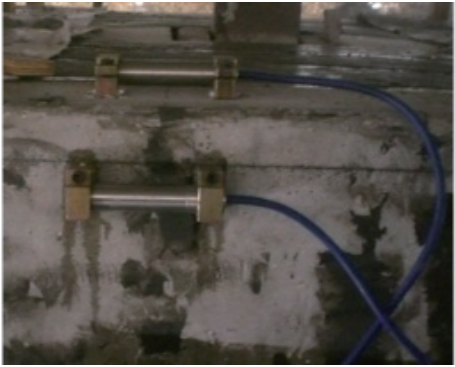


图6 应力传感器



图7 位移传感器

表2 施工监测点位和监测内容

检测内容	测点位置	测点数	监测内容	报警值	检测仪器
承台沉降	承台上方	每承台 2 点	相对标高	2 mm	水准仪
单程顶升误差	墩柱两侧	每墩 2 点	相对标高	2 mm	位移传感器
累计顶升误差	梁部端头	每跨 4 点	相对标高	5 mm	水准仪
横向位移	梁部端头	每墩 2 点	相对位移	20 mm	全站仪
纵向位移	墩柱处	每墩 2 点	相对位移	10 mm	钢卷尺
压力监测	千斤顶处	每墩 4 点	压力	5%F	压力传感器
墩柱偏移	墩柱处	每墩 2 点	垂直度	0.3%H	经纬仪

(1)承台沉降观测。顶升前,在墩柱两侧的承台上布置沉降观测点。顶升时,测量承台沉降值,如超出预警值,及时分析原因,采取相应的补救措施。

(2)顶升过程位移及同步性监测。采用位移传感器进行顶升过程的位移和同步性监控,位移传感器对应于千斤顶分组,对称布置于桥墩切割面两侧。桥面高程观测用来推算每个桥墩的实际顶升高度。测点设在桥面上,在每个墩柱位置的桥面两侧设置 2 个测点,每跨共设 4 个高程监测点。

(3)横向位移偏差。每一跨桥面中线布置 2 个点,用全站仪测量桥面横向(轴向)偏移量。

(4)纵向位移观测。顶升过程中,梁体纵向位移和立柱垂直度采用以下方法控制:在桥梁纵向的立柱侧面从上到下弹出一整条墨线,并保证墨线在墩柱切割面以下,在墨线上方盖梁处悬挂垂球。通过垂球线与墨线的相对关系确定梁体的纵向位移,并与计算值进行比较^[5]。

(5)液压压力监测。采用压力传感器进行千斤顶液压压力的监控,压力传感器内置于液压泵站内,每组液压千斤顶对应安装一只液压传感器,每个墩柱取 4 个点计算。

(6)墩柱偏移。用经纬仪测墩柱垂直度,仪器架设夹角为 90°方向,每个墩柱取 2 个点计算。

5.4.3 监测过程控制

顶升施工前,由顶升技术人员和操作人员共同测量初始值。顶升施工开始后,每隔 2 个小时对位移传感器、纵向位移偏差、横向位移偏差、千斤顶液压压力,以及各桥面高程变化情况做一次全面测量并记录数据。通过数据分析,将实测值与预先设定的目标值进行比较。若在目标值范围内,则可进行后续顶升。若超出目标值,应立即停止顶升作业,分析产生偏差的原因,找到应对措施并及时进行偏差调整。调整后的数据均满足目标值的要求后,方可继续顶升。

5.4.4 第三方监测

为保证顶升过程中各项位移和应力值在设计范围内,并确保顶升过程中的施工安全,在施工中应全过程、全方位配置第三方监测。第三方监测应由有资质能力的单位负责实施。施工前监测主要是对各监测点取得各项监测参数的初值,主要包括纵向位移、横向位移、桥面高程、墩柱垂直度、千斤顶(钢支撑)应力、局部裂缝、温度等。

在施工现场,监测单位与施工单位在同一个地点进行顶升控制和顶升监测,及时沟通,对每一个顶升

行程均应进行数据的相互比较,保证桥梁顶升可控。

6 调坡顶升实施效果

通过以上横向限位、纵向限位、施工监测和第三方监测,能有力地保证桥梁在顶升期间和顶升后满足标准规范的要求。现以杨思路西幅跨线桥顶升前与顶升完成后的实测数据(见表 3)来说明。由表 3 的数据分析可知:

(1)桥梁顶升后的高程与设计高程差值范围在 +3~+9 mm 之间,满足规范 +10 mm 的要求。

表 3 各项偏差				单位:mm
顶升部位 (墩)	高程偏差	横向偏差	纵向偏差	垂直度偏差
JYL72	+6	+12	+10	5
JYL73	+9	-8	-12	4
JYL74	+4	-11	-15	2
JYL75	+5	-6	-8	6
JYL76	+7	+3	+4	3
JYL77	+8	+7	+10	4
JYL78	+2	+13	+15	3
JYL79	+4	+16	+14	2
JYL80	+3	+17	+13	1

注:横向偏差以路线前进方向左正右负,纵向偏差以路线前进方向前正后负。

(2)横向偏移与设计值偏差在 -11~+17 mm 之间,满足规范要求的 ± 20 mm 的要求。

(3)纵向偏移与设计值偏差在 -15~+15mm 之间,满足规范要求的 ± 20 mm 的要求。

(4)墩柱垂直度与设计值偏差在 1~6 mm 之间,满足规范要求(按最小顶上高度 2.342m 计算)的 7 mm 的要求。

桥梁顶升过程是一个动态过程,除了顶升施工的监测系统外,引进独立的第三方监测单位对施工进行全过程、全面、全方位实时监控很有必要。通过实测的回归分析数据对结构计算参数进行识别和修正,并预报下一阶段工作状态,以便及时进行调整,使桥梁顶升移位改造始终处于安全控制之中^[3]。

7 结 语

桥梁调坡顶升规模大、专业性强、顶升高度和难度均较大,如何保证施工质量是工程重点、难点之一。为确保顶升过程中梁体位移轨迹始终在允许误差范围内,施工前方案设计中应加强纵向限位和横向限位设计,并确保装置具有足够的刚度,满足纵向限位、横向限位的要求。

(下转第 146 页)

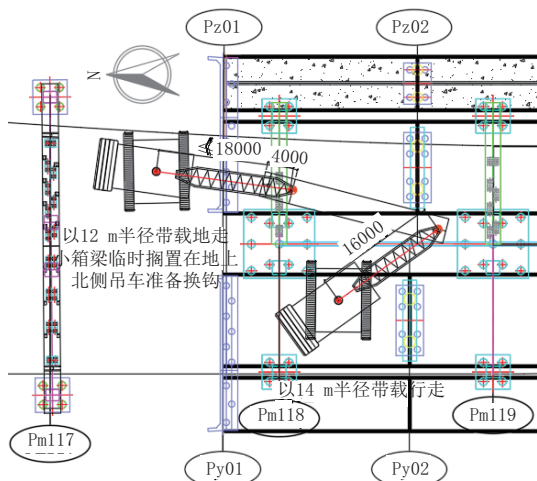


图 19 双机抬吊换钩前工况平面图

用双机抬吊、行走,精确调整位置后完成小箱梁就位。

(5)采用相同方法将该跨第3片小箱梁临时叠放在第1片上后,完成第2片梁安装,完成后再将叠放的小箱梁就位,完成门墩下地面机动车桥小箱梁的安装。

5 结 语

本标段六灶港北区预制构件吊装正顺利实施,

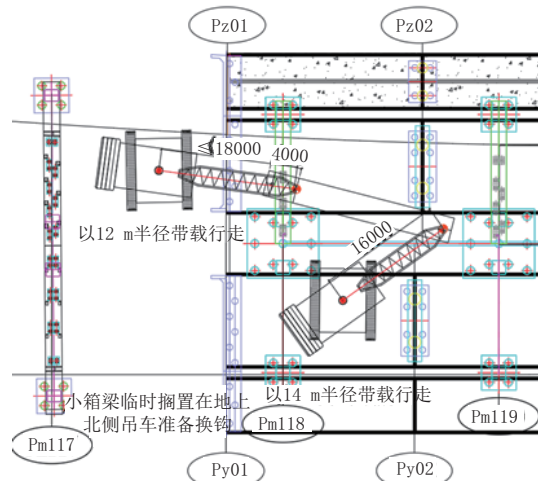


图 20 双机抬吊带载行走工况平面图

已进入尾声。实践表明:采取的吊装施工技术达到了预期目标,吊装方案合理可靠、具有很强的可操作性,吊装设备选用合理,吊装顺序安排合理,实际吊装进度比预期提前约15d,吊装施工成本较低。本文以六灶港北区桥梁预制构件吊装施工为例,论述了复杂环境下的桥梁预制构件吊装施工技术,可为今后类似项目的吊装提供参考和借鉴。

(上接第137页)

参考文献:

- [1] 林耿雄,姜海波.桥梁顶升技术的探讨[J].广东建材,2008(10):65-68.
- [2] JTG F80/1—2017,公路工程质量检验评定标准[S].
- [3] GB/T 51256—2017,桥梁顶升移位改造技术规范[S].
- [4] CJJ 2—2008,城市桥梁工程施工与质量验收规范[S].
- [5] 李蕊,郑小素.浅谈整体同步高效顶升技术在桥梁加固施工中的应用[J].建筑规划与设计,2013(1):138-141.