

DOI:10.20035/j.issn.1671-2668.2023.03.028

## 混凝土连续箱梁高架桥整体顶升抬高改造设计研究

吴云涛<sup>1</sup>, 顾赛辉<sup>2</sup>

(1.上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司 南京分公司, 江苏 南京 211135;

2.上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海 200092)

**摘要:**以江苏徐州市三环南路快速化改造工程高架桥混凝土连续箱梁顶升为例,分析现浇混凝土连续梁整体顶升的总体施工流程,阐述 Pm123 桥台、Pm124~Pm128 桥墩、抱柱梁、Pm123 横梁等主要构件的改造设计方案、施工流程及注意事项。

**关键词:**桥梁;高架桥;混凝土连续箱梁;顶升改造

中图分类号:U445.6

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2023)03-0132-04

随着桥梁顶升技术的发展,采用 PLC 液压同步控制系统对桥梁实施整体顶升,既能保证顶升过程中梁体的安全,又能使顶升后桥梁满足新的道路线形要求<sup>[1]</sup>,顶升技术逐渐成为市政桥梁改造的首选<sup>[2-3]</sup>。随着城市化的快速发展,为满足城市不断增长的交通需求,有些已建成高架桥需要继续延伸,此时桥梁顶升改造变得十分必要<sup>[4]</sup>。本文以江苏徐州市三环南路快速化改造工程高架桥混凝土连续箱梁顶升为例,研究高架桥混凝土连续箱梁整体顶升改造的设计要点。

## 1 工程概况

徐州市三环南路快速化改造工程顶升主体为三

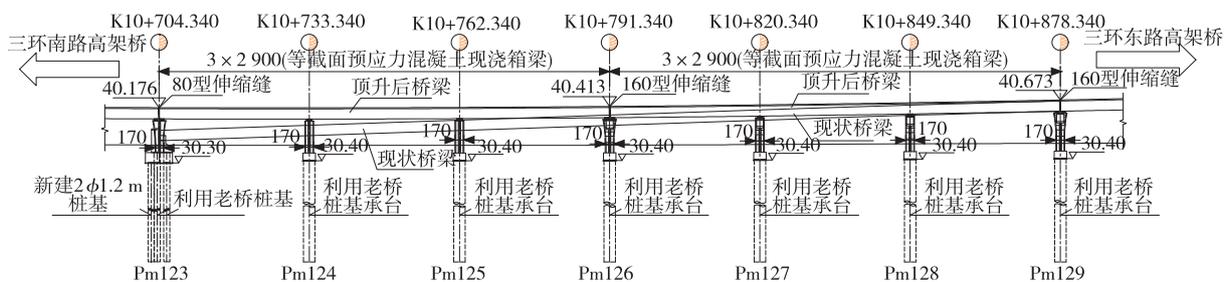


图 1 顶升桥梁立面图(单位:标高为 m,其他为 cm)

得多,除要保证改造后结构满足规范要求外,还要保证顶升过程中不同工况下结构安全性。

### 2.1 桥梁顶升总体施工流程

(1) 卸除 Pm123 桥台后填土,洗刨 Pm123~Pm129 两联连续梁的桥面铺装。

(2) 施工抱柱梁、新增桩基,新建 Pm123 桥墩承台,改造 Pm123 端横梁;设置临时支撑,布设千斤

环东路高架桥的落地段桥梁,上部结构为两联预应力混凝土现浇箱梁,跨径布置为(3×29+3×29)m,桥梁全宽 25.1 m,下部结构为双柱式花瓶墩、钻孔灌注桩基础(见图 1)。设计标准采用公路 I 级荷载,设计速度 80 km/h。该段桥梁投入运营时间不足 8 年,运营状况良好,根据建设单位意见,尽量利用既有桥梁结构。为实现三环南路高架桥与三环东路高架桥的顺接,通过桥梁顶升将现状该段桥梁由 3.18% 的上坡调整为 0.32% 的下坡,最大顶升位置位于原桥台处,顶升高度为 3.8 m。

## 2 顶升改造设计

相较于新建桥梁设计,桥梁顶升改造设计复杂

顶,同斜率顶升两联预应力混凝土连续梁。

(3) 根据最新桥墩布置与桥面设计标高,将 Pm123 桥台改造为桥墩,接高 Pm124~Pm128 桥墩立柱;重新调平梁底垫块。

(4) 安装支座,将两联预应力混凝土连续梁同斜率回落至最新墩顶位置,张拉 Pm123 横梁钢束。

(5) 同步释放千斤顶油压,拆除临时支撑,施工

混凝土铺装层拟合道路竖曲线,重新浇筑护栏,摊铺桥面沥青混凝土。

### 2.2 Pm123 桥台改造设计

Pm123 为原高架桥桥台,为重力式桥台,基础

为 7 根直径 1.2 m 的钻孔灌注桩,其构造见图 2。根据高架桥总体桥墩布置,需将 Pm123 桥台改造为桥墩,改造后 Pm123 桥墩构造见图 3。

主要改造内容: 1) 将原桥台拆除至桩基,利用

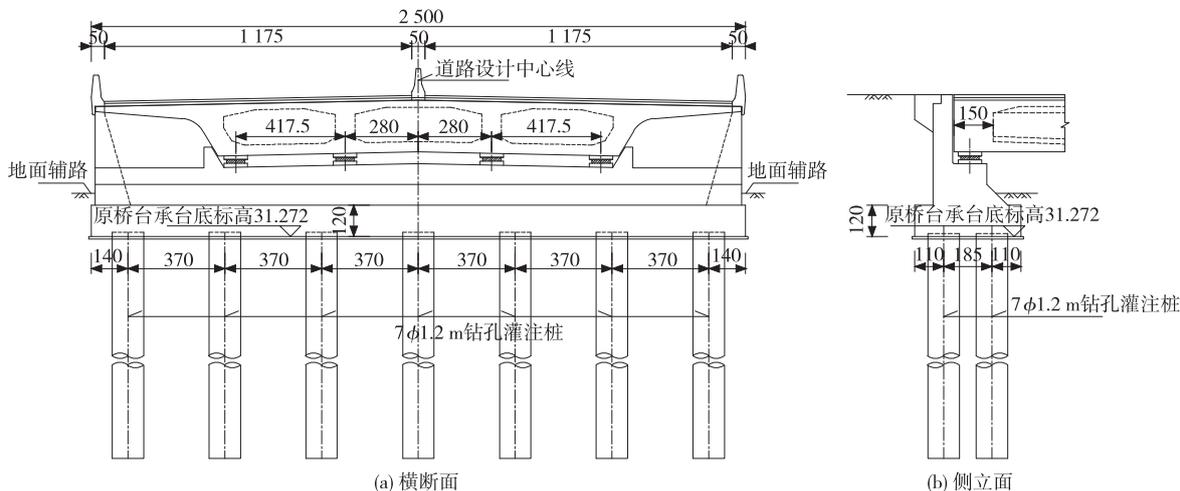


图 2 改造前 Pm123 桥台构造图(单位:标高为 m,其他为 cm)

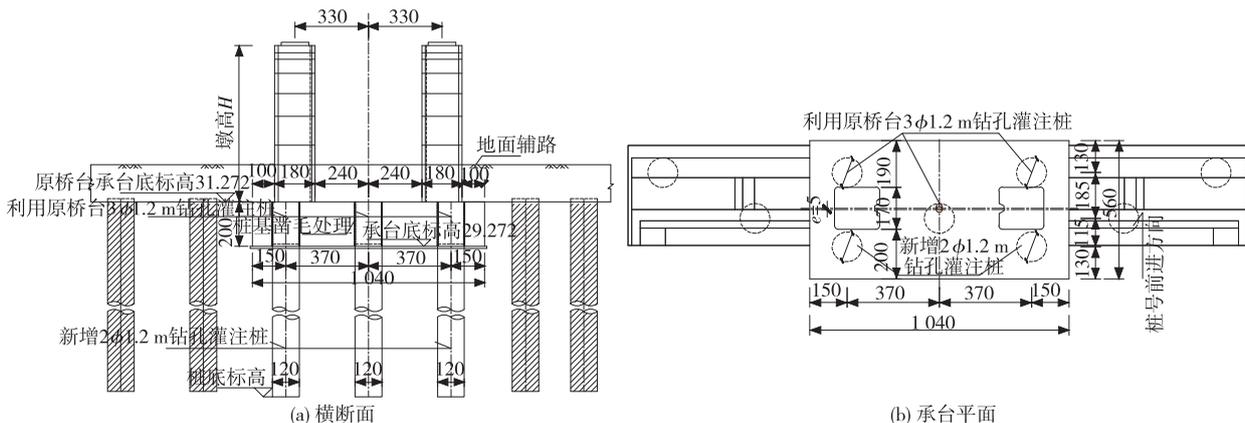


图 3 改造后 Pm123 桥墩构造图(单位:标高为 m,其他为 cm)

中间原有 3 根直径为 1.2 m 的桩基,新增 2 根直径为 1.2 m 的桩基。2) 根据结构受力新建 Pm123 桥墩承台,新建桥墩承台位于原桥台承台下方,且新建桥墩承台顶标高与原桥台承台底标高一致。3) 为加强原桩基与新建承台的锚固连接,对利用的原 3 根桩基外表面进行凿毛处理和植筋处理(呈梅花形布置)。4) 通过预埋锚固波纹管实现立柱主筋在承台中的锚固,预埋波纹管位置与立柱主筋匹配。

Pm123 桥台改造施工流程(见图 4):1) 清除桥台后填土,割除部分桥台背墙和挡块,改造临时支撑位置处桥台,保证切割后支撑位置处表面水平,满足后续横梁顶升施工需要;破除部分原桥台承台后施

工新增的 2 根直径为 1.2 m 的钻孔灌注桩。2) 按新建承台底标高开挖基坑,对利用的原 3 根老桩基外侧进行凿毛处理,凿除原桥台下垫层混凝土并涂刷脱模剂,以方便后期老桥桥台拆除;绑扎承台钢筋,预埋立柱钢筋波纹管,浇筑承台混凝土,确保原桥台底与承台顶紧密贴合。3) 按设计对 Pm123 横梁进行加固改造,包括横梁加宽、加长及预应力钢束管道形成,但不进行钢束张拉。4) 安装临时支撑装置,根据桥面设计标高及 Pm123 立柱施工要求,将主梁顶升到一定高度。5) 按设计尺寸切除新建立柱范围内原桥台,切除后原桥台承台与新建 Pm123 承台搭接长度为 50 cm。6) 新建 Pm123 桥墩立柱;施工梁底支座垫块,安装永久支座,调整梁

体至设计标高位置;待支座灌浆料达到强度后,张拉横梁预应力钢束并锚固、压浆。7)待预应力管道压

浆强度达到设计要求时,拆除临时支撑装置和剩余的桥台,进行后续施工。

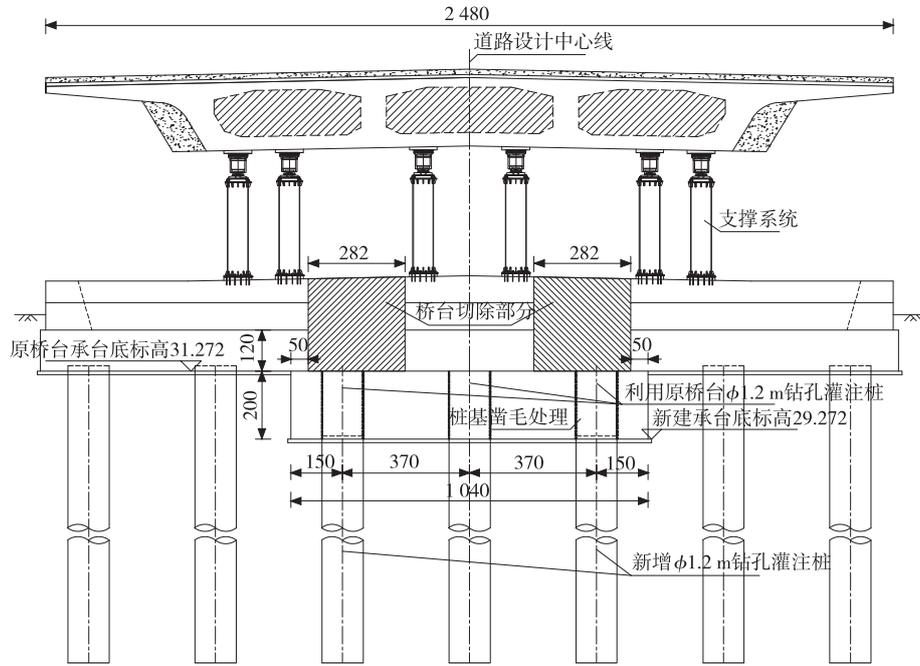


图4 Pm123桥台改造施工流程(单位:标高为m,其他为cm)

### 2.3 Pm124~Pm128桥墩改造设计

顶升到位后,根据新建高架桥的桥面设计标高,利用Pm124~Pm128原桥桩基和承台,仅对桥墩立柱进行接高改造。先将老桥桥墩立柱凿除至直线段,凿除过程中保留至少150 cm老桥立柱主筋。对新老混凝土分界面进行凿毛处理,要求凿毛均匀,粗

糙面凹凸深度不小于6 mm。接高立柱主筋与原立柱主筋,采用机械连接(间隔错位连接)。改造后Pm127桥墩构造见图5。

### 2.4 抱柱梁构造设计

由于Pm124~Pm128墩柱的原有承台平面位置空间不够布置多台千斤顶,不能直接作为顶升基

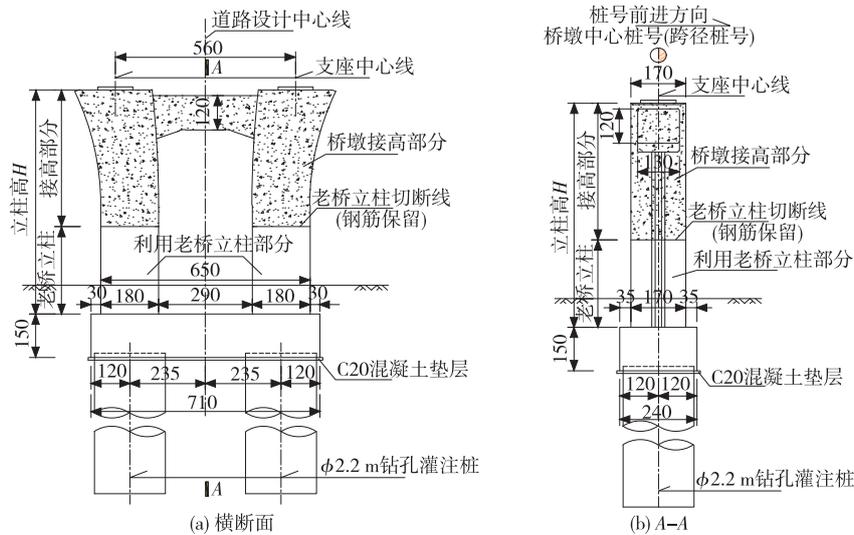


图5 改造后Pm127桥墩构造图(单位:cm)

础,在原承台上施工抱柱梁作为顶升的反力基础。以Pm127桥墩抱柱梁为例,抱柱梁高度为1.5 m,平面尺寸为8.7 m×3.8 m(见图6)。

抱柱梁施工流程:1)对每个墩柱抱柱梁位置进行准确测量放样。2)对桥墩立柱及承台接触面进行凿毛处理,凿毛深度不小于6 mm,凿毛后清除浮

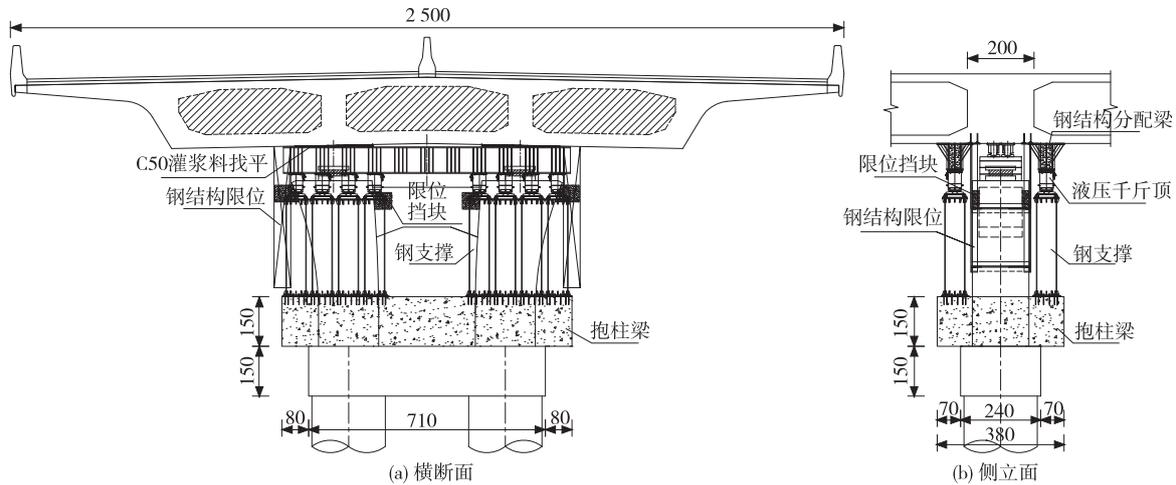


图 6 Pm127 桥墩抱柱梁构造图(单位:cm)

石并清洗干净。3) 绑扎钢筋,立模板,浇筑混凝土,混凝土浇筑前对凿毛面进行洒水湿润。4) 混凝土终凝后及时用土工布覆盖,并洒水保湿养生不少于 7 d。混凝土强度达到设计强度的 75%后方可拆模,混凝土强度达到设计强度后方可进行顶升。

### 2.5 Pm123 横梁改造设计

原 Pm123 横梁为四支座钢筋混凝土横梁,由于 Pm123 改造成桥墩后横梁受力体系发生变化,原钢筋混凝土横梁不能满足受力需求,需对 Pm123 横梁进行加固改造。主要改造内容:1) 原 Pm123 采用四支座横梁,改造后调整为两支座横梁,支座间距为

660 cm。2) 原 Pm123 横梁底宽 1 532.8 cm,改造后每侧加宽 100 cm,横梁底宽为 1 632.8 cm。3) 将原 Pm123 横梁顶加厚 25 cm 并在加厚层设置 34 cm×10 cm 伸缩缝预留槽。4) 通过穿孔及无缝钢管在横梁内形成预应力管道,横梁内新增 3 束  $\phi^s 15.2$  mm 钢束(1 束钢束由 17 根钢丝组成),横梁范围桥面板新增 4 束  $\phi^s 15.2$  mm 钢束(1 束钢束由 3 根钢丝组成)。5) 横梁两侧加长及顶层加厚部分主要采用植筋方式与原横梁锚固,且在横梁顶加厚混凝土内设置受力主筋,改善结构受力性能。改造后 Pm123 横梁构造见图 7,钢束布置见图 8。

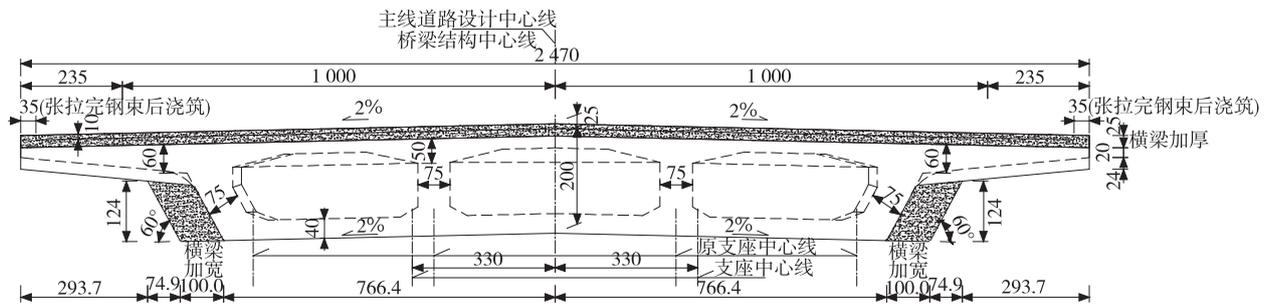


图 7 改造后 Pm123 横梁构造立面图(单位:cm)

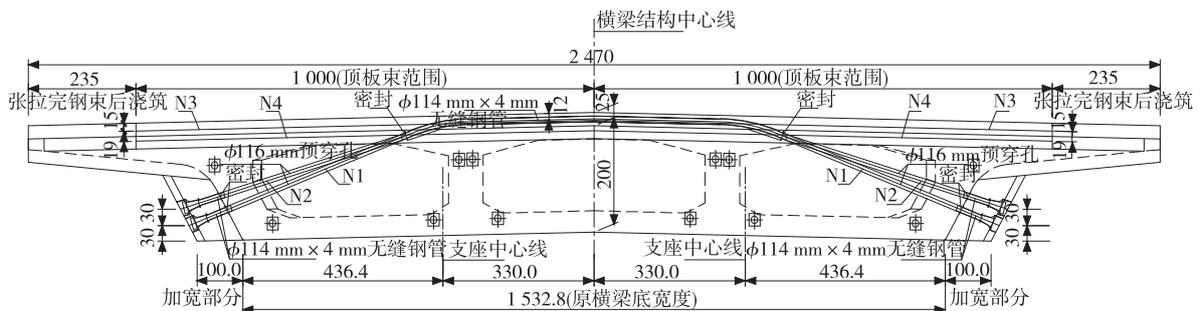


图 8 改造后 Pm123 横梁钢束立面图(单位:cm)

## 4 结语

本文以牂牁江特大桥主塔横梁施工中大型临时结构为例,实现 BIM 模型与结构分析模型之间数据信息传递,避免进行力学分析时的二次建模,并在力学分析后对结构进行优化,确保结构安全。将优化后计算模型导入 Revit 进行精细化建模及后续出图与工程量统计,大大减少建模时间,提高工作效率。

### 参考文献:

- [1] 袁问鑫,熊峰.BIM 模型与结构分析软件数据转换接口研究[J].建筑工程技术与设计,2017(17):3661-3662.
- [2] 赖华辉,邓雪原,刘西拉.基于 IFC 标准的 BIM 数据共享与交换[J].土木工程学报,2018,51(4):121-128.
- [3] 刘尚蔚,推晓伟,魏群.基于 IFC 标准的 BIM 信息互用研究[J].华北水利水电大学学报(自然科学版),2014,35(6):52-54.
- [4] HUANG Y C, DONG B, LAM K P, et al. A comparative study of the IFC and gbXML informational infrastructures for data exchange in computational design support environments[C]//YI J, ZHU Y X, YANG X D, et al. 10th International IBPSA Conference, Beijing: IBPSA China, 2007:1530-1537.
- [5] 朱伟铸,郑加柱.Web 端快速加载 BIM 模型的方法研

- 究[J].土木工程信息技术,2021,13(2):97-104.
- [6] 秦宏磊.基于 IFC 到 Shapefile 转化的 BIM 与 GIS 融合技术研究[J].中华建设,2020(增刊):46-49.
- [7] 王华兴,张社荣,潘飞.IFC4 流程实体在 4D 施工信息模型创建中的应用[J].工程管理学报,2017,31(2):90-94.
- [8] 艾山丁,毛宁,贺欣.基于 IFC4 扩展的轨道 BIM 数据存储标准研究[J].铁路技术创新,2017(4):48-54.
- [9] 杨杰,周良.BIM 信息流传递与重构在结构正向设计中的应用[J].中国市政工程,2019(3):24-27+133.
- [10] 陈远,康虹,范运昌.基于 IFC 与 gbXML 标准的建筑信息模型与绿色建筑分析软件互操作性测试与评估[J].图学学报,2018,39(3):530-537.
- [11] 朱慧娴,徐照.装配式建筑自上而下设计信息协同与模型构建[J].图学学报,2021,42(2):289-298.
- [12] MOON H J, CHOI M S, KIM S K, et al. Case studies for the evaluation of interoperability between a BIM based architectural model and building performance analysis programs[C]//Proceedings of Building Simulation 2011:12th Conference of International Building Performance Simulation Association. Sydney, 2011: 1521-1526.

收稿日期:2022-03-03

\*\*\*\*\*  
(上接第 135 页)

横梁改造施工流程:1) 洗刨桥面沥青铺装及 3.5 cm 混凝土现浇层,凿出护栏混凝土并保留部分护栏主筋;在横梁上准确定位后,按设计钢束线形进行打孔,严格控制打孔准确度,偏差不大于 1%。2) 横梁顶植筋,布置普通钢筋,安装钢束管道和锚具,浇筑横梁区域桥面现浇层及两侧加长混凝土。3) 安装梁底支座垫块、永久支座,调整梁体至设计标高位置。待支座灌浆达到强度后,张拉预应力钢束并锚固、压浆。

## 3 桥梁顶升改造注意事项

(1) 桥梁顶升改造设计必须根据具体顶升方案来确定,不能一概而论。

(2) 必须仔细分析顶升前后桥梁结构受力的变化,除进行不同工况受力分析外,还应采取适当的顶升安全防护措施,保证改造过程中结构安全及改造后结构良好的使用性能。

(3) 落地桥台改造为桥墩的整体顶升中应注意横梁受力体系的变化,既要满足桥梁顶升施工过程中的受力要求,也要满足顶升后桥梁运营过程中的受力要求。

(4) 桥梁顶升改造设计中除应考虑永久结构的设计(如横梁改造、墩台改造等)外,还应考虑顶升过程中临时构造的设计(如抱柱梁等)。

### 参考文献:

- [1] 董亚辉.桥梁顶升技术研究现状与应用前景[J].筑路机械与施工机械化,2011,28(6):22-27.
- [2] 祁恺飞.预应力砼连续箱梁调坡顶升工程设计要点浅析[J].中国水运(下半月),2020,20(9):159-160.
- [3] 肖宏宇,刘薇.桥梁整体同步顶升及监测技术[J].公路与汽运,2021(5):121-124+132.
- [4] 李建华,高猛,孙海波.现浇连续梁桥同步顶升设计[J].山东交通科技,2013(2):56-57.

收稿日期:2022-04-08