

# 桥梁结构整体顶升施工技术的应用

余平磊

江西隆锦生态环境建设有限公司

**摘要:** 城市建设规模增大的同时, 交通运输压力也随之增大, 尤其是私家车已经成为当前人们出行的主要代步方式, 如不能及时优化交通运输网络, 则会经常出现交通拥挤的状况, 为人们出行质量带来较大影响。桥梁结构作为交通运输系统中的关键组成部分, 在建设交通路网的同时也需积极进行桥梁结构改造和维护, 使其满足新时期的行车需求, 并在今后的交通运输中持续发力。桥梁结构整体顶升技术是目前来讲较为可靠的技术体系, 不仅可以满足多种桥梁改造和维护需求, 且能够很大程度上降低桥梁维护和改造的成本, 同时对交通运输的影响较小, 施工效率较高。因此, 下文以具体的桥梁结构改造工程为例, 分析整体顶升施工技术应用要点, 以期充分发挥技术优势, 促进桥梁建筑事业的健康发展。

**关键词:** 桥梁结构; 整体顶升施工技术; 桥梁改造

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.09.092

## 引言

整体顶升技术的优势在于能够在不改变桥梁结构形式的情况下对桥梁结构进行整体抬高, 且不会对下方交通的正常运行构成影响。通常情况下, 该项技术被应用于旧桥改造和维护中, 即当桥梁支座损坏或者承载力不足的情况下, 可通过整体顶升作业手段对桥梁支座进行高效更换, 部分情况下, 面临交通路网重组问题, 需进行桥梁调坡处理, 也可通过整体顶升技术来实现。与其他桥梁工程改造技术相比, 整体顶升施工技术呈现出高效率、低成本、对交通影响小等优势, 因此, 成为桥梁工程改造中的关键技术手段, 对其应用方法展开研究的意义也十分重大。

## 一、工程概况

某桥梁结构由上部和下部两个部分组成, 其中的上部结构是规格为5m×30m的箱梁(混凝土结构), 以简支结构为主要表现形式, 梁宽是34m, 各跨均设有高为1.6m的箱梁, 下部结构则由8根直径为1.5m, 长度为55m的桩体, 14.5m×9.0m的承台和截面为2.0m×1.8m的桥墩组成, 其中桥墩的间距是7.2m。该桥梁于1998年建成投入使用, 但当地进行城市化建设时, 对该区域的市政工程进行了重新规划, 在规划方案中该桥梁需要与新建的立交桥连接, 但因该桥面高度明显低于立交桥桥面的高度, 要想保障市政工程的顺利施工, 则要对已有桥梁进行改建, 如将其拆除后重新建设需要投入更大的成本, 且该桥梁距离有效使用年限还有几十年时间, 综合考虑之下, 决定采用整体顶升技术进行工程改造。

## 二、整体顶升方案的设计

整体顶升施工中, 较为常见的顶升方法有盖梁顶升

和板梁顶升两种, 其工艺原理和顶升方式上存在一定的差异, 且各具优缺点。其中的盖梁顶升法在实际施工中, 当盖梁结构被顶升至特定的标高时容易出现纵向坡度的变化, 致使一侧的楔形钢板以及橡胶支座需要承受更大的压应力, 特别是在顶升作业的过程中, 由于两侧板梁不能保持平衡状态, 可能引发一系列安全隐患。而在板梁顶升作业中, 会对盖梁施工的空间产生限制, 且施工周期相对较长, 很容易在桥面铺装位置产生纵向裂缝。鉴于此, 在本次桥梁改造工程中采取先顶升盖梁, 并接高立柱后再顶升板梁的施工作业手段, 此举不仅保留了原有的桥面铺装结构, 且同时发挥了盖梁顶升法和板梁顶升法的技术优势。

因该桥梁工程的桥面属于简支结构, 各跨间的连接刚度偏小, 如在顶升期间的力度控制不到位, 则很可能造成跨间结构开裂的问题。因此, 在具体施工前, 需要采取仿真分析的方式对结构受力状况以及稳定状况进行明确。根据该桥梁工程的结构特点来看, 在顶升过程中很可能由于顶升坡度过大造成楔形量减小的问题, 为此要求对千斤顶进行合理控制, 使其能够与楔形量相匹配。这里采取斜向旋转的方式进行顶升施工, 根据各跨的分布特点和受力特点, 对每一步顶升的高度进行科学设计。具体设计参与见表1所示:

表1 顶升参数

墩号		0	1	2	3	4	5
顶升高度/mm	第一步	2.215	1.752	1.318	0.796	0.431	0.00
	第二步	3.092	2.421	1.759	1.105	0.431	0.00
	第三步	3.529	2.759	1.918	1.105	0.431	0.00
	第四步	3.586	2.741	1.918	1.105	0.431	0.00
	第五步	3.591	2.741	1.918	1.105	0.431	0.05

### 三、桥梁顶升施工准备要点

#### (一) 构建顶升控制系统

整体顶升施工中的顶升控制系统是保障桥梁改造施工质量的关键, 需要根据实际工程状况对顶升控制系统进行优化设计, 这里选用计算机液压同步控制系统, 借助计算机工控软件来下达顶升命令, 实现对液压泵站和液压元件的合理控制, 使其符合桥梁改造施工需求。其中配置的应力传感器以及位移传感器可实时反馈结构顶升的基本信息, 在计算机系统中, 可以通过对相关控制参数的修改及时调整顶升状态, 达成同步顶升和集中控制的目标。

#### (二) 监控检测设备就位

准备监测检测设备的主要目的是动态掌握桥梁结构的顶升状态, 确保在发生突发状况时能够及时反馈给顶升控制系统, 并且根据反馈的信息动态调整顶升计划, 以保障顶升作业的顺利施工。常见的监控检测设备包括标高、位移、沉降测量、裂缝宽度检测和应力测试设备等。用于进行位移测量的设备主要涉及直尺、卷尺和水准仪等; 用于进行裂缝测量的则为专业的裂缝观测仪器; 应力测量主要依靠应力传感器和相关的传感器读数仪来实现。

#### (三) 顶升限位装置选择

在顶升施工中的要点是保障每个千斤顶的同步顶升, 对千斤顶的横向和纵向位移差进行严格控制, 以起到均匀受力, 保护桥梁结构的作用。如在施工中出现超出位移差值的状况, 则会使桥梁结构产生不均匀的作用力, 一旦这个作用力超出桥梁结构的承受极限, 便会引发桥梁结构开裂的问题。因此, 为能实现千斤顶同步顶升的目标, 这里选用PLC作为主要控制程序, 通过有效的编程处理, 使千斤顶始终处于同步顶升状态<sup>[1]</sup>。

### 四、整体顶升施工技术在桥梁结构改造中的具体应用

#### (一) 系统检查原有桥梁结构

具体顶升施工之前, 要先对桥梁结构的桥面标高进行全面测量, 之后重点检查桥梁使用状态, 确定是否存在裂缝表现。具体检查方法如下: 第一, 全面检查桥梁结构性能和使用状态, 分析在后续的顶升施工中可能面临哪些施工风险; 第二, 做好桥梁结构的测量工作, 为

顶升设计方案的确定提供可靠的依据; 第三, 根据前期检查结果, 生成桥梁检测报告, 其中应就关键桥梁结构的性能和质量进行有效评估, 同时提出对应的安全施工建议, 为后期的安全施工奠定良好的基础; 第四, 对于顶升段的桥梁结构进行仔细检查, 重点查看有无裂缝表现; 第五, 对伸缩缝的宽度进行测量, 并且明确在工程改造后的伸缩缝最小宽度值; 最后, 对于桥台结构中不合理的板缝进行预处理, 先将桥梁端部缝隙中的垃圾全部清除, 再将不合理的梁缝切割下来, 接着进行顶升施工<sup>[2]</sup>。

#### (二) 安装和调试顶升系统

根据已有施工方案完成顶升系统的安装作业后, 便需进入调试环节, 在此过程中, 要对现场施工组织进行有效优化, 对各个系统构成的调试责任进行明确划分, 保障各项调试工作的顺利开展。其中现场要设置一个专门调试小组, 包括一个指挥者、作业小组、监测小组、控制小组和液压小组, 重点做好如下几方面的调试工作。

(1) 为保障系统元件质量, 所有顶升系统元件均选用国际知名品牌。系统元件安装完成后为验证其运行可靠性, 进行试运行, 即在80%顶升力的条件下保压5h, 之后检查千斤顶装置的使用状况; (2) 检测液压系统中液压油的质量和清洁水平, 要根据相关标准要求, 将液压油的质量控制在标准范围之内。尤其是其中的液压连接软管在出厂时便需经过清洗之后再密封运至施工现场, 且一般安装完成后, 先进行空载将其中的杂物排出; (3) 通过设置顶升高度值检验顶升系统的闭环控制能力, 正常情况下, 顶升至设计值之后便会停止顶升。如达到设计高度后并未及时停止顶升则编程控制存在问题, 排除问题后再投入施工。

#### (三) 试验施工

为确保顶升系统的作业稳定性, 在正式施工前还需进行一次试验施工, 以保障各个系统元件和系统控制能力处于可靠状态。在试验施工阶段便需做好施工准备工作, 即先将桥梁端部缝隙中的杂物清除, 并对其中不合格的梁缝做切割处理, 将其与梁板的联系解除后方可进行顶升施工。顶升施工前, 还需做好如下工作, 即对顶升系统的运行可靠性进行验证; 布设顶升液压装置; 测

试顶升系统：设置好观测点；对施工参与人员进行系统培训。人员培训中主要涉及专业技能培训、安全作业培训和操作方法培训等，目的是提高施工作业队伍的综合素质，降低因人为因素引发的施工安全风险。上述准备工作完成后便可进入试验施工环节，主要试验方法为采取分级加载的方式验证顶升系统的运行质量。一般每完成一级加载作业后，便需递增20%继续加载至临界值，保压5min，以此类推。可将1mm、2mm、5mm和10mm作为分级顶升的单位对PLC系统的控制能力和液压顶升系统的运行可靠性进行检验<sup>[3]</sup>。

### （四）顶升施工作业

#### 1. 顶升施工过程

经过试验顶升后，基本可以保障顶升系统控制的可靠性，可以进入正式顶升环节。主要施工过程如下：

1) 在系统中设置顶升位移量；2) 在系统指令下液压千斤顶做顶升动作，千斤顶跟随顶升动作；3) 达成系统设计顶升位移量之后，将跟随千斤顶拧紧固定，此时可将液压千斤顶收回部分并添加垫块；4) 再次控制液压千斤顶上升使之顶紧垫块后，可控制跟随千斤顶收缩并添加垫块；5) 反复重复上述步骤，直至顶升高度达到设计要求。

#### 2. 顶升质量控制要点

为能保障顶升作业的质量，在实际顶升的作业过程中，还需做好如下控制工作：第一，要使相邻两个桥墩桥面标高的相对误差被控制在10mm以内；第二，桥面横向水平位移差和纵向水平位移差均要在10mm以下；第三，一个桥墩的两个立柱的顶升高度差要小于2mm；第三，同一个横截面上的桥面标高应被控制在2mm以下；第四，桥面构成的同步控制精度允许偏差为5mm以内。通常情况下，预警值是桥面同步顶升设计精度的40%。即相邻桥墩桥面的标高设计偏差要控制在4mm以内，纵向和横向的水平位移差均需控制在4mm以下。同时，同一个桥墩分布的两根立柱的顶升差为1mm以下，同一桥面的标高差为1mm以下，桥面施工中需将同步顶升的误差控制在3mm以下。

### （五）支座安装与落梁施工

根据本次桥梁工程的使用情况，无需对桥墩做特殊改造处理，只需在桥墩的顶部位置增设规格合适的调平

钢垫板即可。主要施工方法为，顶升之后，先将原有桥墩结构最上部分的圆弧形结构拆除，并将直线段墩身的混凝土结构凿除，只保留该段的主筋结构，采取机械连接的方式将接高部分的桥墩主筋直接连接在原有桥墩主筋上。顶升作业完成后，可将桥梁的筒支座结构拆除，并对支座底部进行凿毛处理，以保障后期支座安装的质量，提升新支座与桥墩的契合水平。将支座拆除之后便可进入落梁环节，这里需要继续保持千斤顶的顶升状态，先在桥墩顶部安装好调平钢垫板之后，再进行落梁操作。这里需要特别注意的是，当控制桥梁结构整体回落时，要注意用力的均匀性，使其处于平稳下落状态。整体下落之后，对桥梁结构的水平状态进行测试，如不符合设计要求，则需重现顶升桥梁结构后再次下落，直至其水平状态符合施工要求。上述施工完成，并质量合格后，可将顶升设备、监控设备和限位装置等全面拆除。经整体顶升改造后的桥梁结构桥面高程与新建立交桥的桥面处于同一水平线上，有效提升了桥梁结构的连接质量。

### 结语

整体顶升施工技术在推出之后便备受关注，这主要是由于其为桥梁改建和维护施工提供了更为可靠的技术支持，且形成了一种全新的施工思路，不仅桥梁改造和维护质量有保障，且施工效率高、成本低等优势也使得其在众多施工技术中脱颖而出。在现阶段城市化建设规模不断增大的形势下，对交通运输系统也提出了更高的要求，桥梁改造的需求也更加迫切，在此种背景下，整体顶升施工技术必定会具备更好的应用前景。因此，极为有必要不断研究和探索新的顶升施工思路，在其中融入更多新技术，以提升顶升控制的自动化水平，使其满足更多桥梁工程的改建施工需求。

### 参考文献

- [1] 李岗, 吴海平, 吕品阳, 等. 上跨沪杭高速桥梁整体顶升落梁施工技术研究[J]. 浙江交通职业技术学院学报, 2021, 22(03): 19-27.
- [2] 张毅毅. 大跨度网壳结构分区顶升施工技术[J]. 施工技术, 2020, 49(20): 21-23.
- [3] 范珉. 研究桥梁结构整体顶升施工技术运用[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(06): 136-137.