

# 高速公路桥梁同步顶升更换支座监控关键技术研究与应用

余彦李 唐兴

岩土科技股份有限公司

DOI:10.12238/bd.v4i11.3566

**[摘要]** 桥梁顶升施工监控最基本要求是保证施工过程中桥梁结构安全,施工结束后的桥梁线形和内力状态符合设计要求。施工采用整体顶升方法,安装多台超薄型液压千斤顶进行横向同步顶升。顶梁过程中,虽然采用PLC控制液压同步系统进行顶升操作,但各千斤顶顶升速率仍有可能存在差异,导致梁体出现相对位移差,有可能使结构受到损伤,因此在施工过程中对主梁结构的位移进行实时监控是非常必要的,其目的是为了保证施工过程的安全,以及桥梁结构线形和受力在施工过程中和施工结束后能满足设计要求。

**[关键词]** 同步顶升; 更换支座; 监控技术; 交通工程

中图分类号: TN954 文献标识码: A

## 前言

控制千斤顶同步顶升, 更换支座, 是施工重点和难点。针对顶升容易出现的问题, 监控措施: (1) 泵站断电等原因不能提供动力; (2) 千斤顶不能提供压力; (3) 千斤顶压力异常; (4) 梁体两侧顶升速度不一致; 停止顶升, 分析原因。使梁体一侧(较高)千斤顶压力不动, 另一侧缓慢加压, 使其上升; 梁体处于平衡位置时, 停止“纠偏”, 两边同时加压。(5) 梁体出现结构变形或者裂缝; 停止施工, 异常情况评价分析, 根据评价结论采取措施, 加强监测。

## 2 施工监控的仪器、设备及软件

顶升监控拟投入的仪器、设备及软件见表1。

1. 拟投入使用仪器、设备			2. 拟投入使用的专业分析软	
名称	型号	功能	软件名称	主要功能
数码位移传感器	HY-65050F	主梁顶升位移监测	桥梁博士3.1	桥梁结构分析专业软件
无线数据发射器	HY-65L	实时监测数据发射	Midas 6.7	桥梁结构分析专业软件
无线数据接收器	HY-65PC	实时监测数据接收	ANSYS 10.0	通用有限元分析软件
精密水准仪	DS05	主梁线形测量		
监测数据采集软件		应力、位移数据采集		
笔记本电脑	Lenovo	数据记录、处理		

## 3 顶升施工监控关键技术

### 3.1 施工前桥梁结构状况调查

施工前对桥梁结构调查, 系统掌握结构物技术状况, 及时发现缺陷和病害, 分析其出现原因。通过对比顶升前后结构病害和缺陷发展情况, 分析顶升施工对结构的作用和影响程度。桥梁结构调查包括: 梁板混凝土结构有无裂缝、渗水、表面风化、剥落、露筋、钢筋锈蚀; 预应力钢筋锚固区段混凝土有无开裂, 沿预应力筋的混凝土表面有无纵向裂缝; 桥面铺装有无裂缝、坑槽、防水层漏水等; 伸缩缝是否破损、脱落、漏水、跳车; 桥面横坡、纵坡是否顺适, 有无积水; 桥梁支座调查包括: 橡胶支座是否老化、变形、脱空; 活动支座是否灵活, 实际位移量是否正常。调查方法目测为主, 辅以测量仪器, 包括直尺、裂缝显微镜等。

### 3.2 梁体监控的方法

梁体结构监控包含竖向位移监控、纵横向位移监控及应力监控。竖向位移及沉降监控采用直线数码位移传感器和苏光DS05精密水准仪; 纵横向位移监控采用徕卡TM30高精全站仪, 应力监控采用数码应变表面传感器。

### 3.3 梁板竖向位移监控

各项升点顶升高度不一致在结构内产生附加内力, 顶升时对结构竖向位移

监测至关重要。竖向位移监测包括顶升过程位移实时监测和阶段位移监测。①顶升过程位移实时监测: 位移实时监测指在顶升时对各项升点竖向位移的实时测量来判断主梁结构各测点位移是否协调一致, 避免因过大位移差异导致结构开裂或破坏。主梁每个桥墩截面均设置为监测截面, 每个截面布置两个位移传感器。主梁位移监测采用HY-65050F直线数码位移传感器。可通过RS232标准接口, 直接同微机连机使用。②阶段位移监测: 阶段位移监测指主梁每顶升1mm后, 对桥面高程进行一次全面测量, 确定各测点实际顶升高度, 避免多次顶升循环导致各测点产生过大累计高差。其超过限制值时, 相应测点高程调整。所有测点顶升高差均小于规定限值时, 下一阶段顶升施工。阶段位移监测截面布置同顶升位移实时监测, 每一监测截面在桥面设置两个高程测点, 位于行车道两侧, 每跨4个。主梁高程测量仪器采用苏光DS05精密水准仪, 外型及性能参数见表2。

### 3.4 主梁应力监控

根据桥梁受力特点, 支点处产生不均匀竖向位移时, 中间横隔梁部位产生较大附加弯矩, 因此T梁应力监控点布置在横梁下缘与T梁相交的位置, 全桥布置多个监测截面, 每跨1个。每个截面横向布置四个应力监测点。应力监测用

HY-65B3000B数码应变表面传感器(见表2)。传感器测量结构体在静荷载作用下产生的微应变。是采用磁感位置编码技术的新型应变传感器。内置霍尔芯片、钎钴合金材料、美国进口16位单片机等最前沿电子芯片。HY-65B3000B数码表面应变传感器由两部分组成:HY-65B3000B数码表面应变传感器宝石测头+微动测头。其微动测头采用磁性恒力吸附技术,任意姿势均不受重力影响,无蠕变。它直接以数码方式将测量值传送给专门配置的计算机显示。有线/无线传送距离可达1km或更远。

表2 HY-65B3000B应变传感器技术参数

仪器外形	技术指标	技术参数
	量程范围( $\mu\epsilon$ )	$\pm 1500$
	最小分辨率( $\mu\epsilon$ )	0.1
	标距(mm)	150
	非线性及准度	$\leq 1.0\%$ F.S.
	重复性及滞后	$\leq 0.5\%$ F.S.
	零点漂移	$\leq 4\mu\epsilon$ /4h
	温度漂移	$\leq 1\mu\epsilon$ /°C
	工作电压	DC+8~12V <30mA
	工作环境(°C)	-20~+60
	湿度	<100% RH
	防护等级	IP65

### 3.5 监测频率

施工工况实施监测: 桥梁称重: 根

据桥梁上部结构自重分布特点, 各项顶升点承受结构自重不完全相同, 为防止结构发生不均匀竖向位移, 实施前对上部结构称重, 合理分配各项顶升力。此阶段对梁体竖向位移实时监测, 确定合理顶升力。监测数据由计算机通过专门数据采集软件采集并实时显示。主梁顶升: 在各项顶升循环过程中, 对梁体竖向位移进行实时监测, 监测数据由计算机通过专门数据采集软件采集并实时显示, 采样频率为5次/min。顶升阶段完成: 将主梁每升高1mm设为一个顶升阶段, 最大高度控制在10mm以内。每一阶段顶升完成, 对桥面标高进行一次测量, 确定各测点实际标高与设计控制值的误差。误差小于预定的限值, 进行下一阶段顶升施工; 实测误差大于预定限值, 查明原因, 通过液压系统对高程进行调整。顶升全部完成: 顶升至6~8mm后, 取出支座, 对桥面标高进行测量, 确定各测点实际标高与设计控制值的误差。若误差小于预定的限值, 进行支座更换等施工。

### 3.6 监控注意事项

在顶升开始前, 应完成桥梁结构状况调查, 详细记录结构缺陷和病害具体位置、形态、规模等; 顶升过程中观察各构件缺陷和病害发展情况; 顶升开始前, 将所有监测断面的应变计安装完毕, 检查仪器工作情况, 记录初始数据。施工中密切注意结构的位移、应变数据的变化发展情况。发生下列情况, 立刻停止顶

升, 查明原因, 及时纠正。现有结构缺陷和病害有明显发展和恶化; 结构有新病害出现; 各项升点各循环累计高差超控。

### 4 结束语

施工监控的最终目标是: 支座更换施工完成后的桥梁线形应与设计线形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。根据这一目标, 按公路规范要求, 制定了高程误差及应力控制水平: 监控总目标是支座更换完成后桥面曲线高程与设计值误差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内。顶升过程中, 主梁每顶升1mm为一个阶段, 每阶段桥面曲线高程与设计值误差纵向控制在 $\pm 1\text{mm}$ 以内, 横向控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内。顶升过程中, 主梁附加应力处于合理范围内, 不出现新的裂缝, 原有裂缝宽度无明显增大, 满足相关规范要求。

### [参考文献]

- [1] 穆祥纯. 论基于创新理念的城市桥梁支座新技术[C]. 中国土木工程学会桥梁及结构工程分会. 第二十一届全国桥梁学术会议论文集(上册). 中国土木工程学会桥梁及结构工程分会: 中国土木工程学会, 2014: 274-280.
- [2] 吉家宙. 关于桥梁工程梁板整体同步顶升技术的研究[J]. 科技致富向导, 2014(9): 4.
- [3] 张东明. 应用型本科高校交通工程专业产教融合模式探索与实践[J]. 科技与创新, 2021(07): 85-86+89.