

大跨径钢箱梁桥整体跨越高速智能化顶推施工技术研究

谭奎 陈祖勤 庄伟

1. 江苏金领建设发展有限公司 2. 泰州市交通产业集团有限公司 3. 泰州城投建设工程有限公司

[摘要]随着桥梁建设的不断发展,顶推工艺也不断完善,日愈成熟顶推方式呈现多样化,从用水平加竖向千斤顶直接顶推梁体到只用水平千斤顶并通过拉杆(索)顶拉梁体,从单点集中推到多点分散顶推,从间歇式顶推到连续顶推,顶拉机具设备和材料从个别拼凑到形成比较完整的顶拉锚固体系,顶推法适用范围也不断扩大。

[关键词]步履式;智能化;过程控制

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.11.1824

一、研究背景

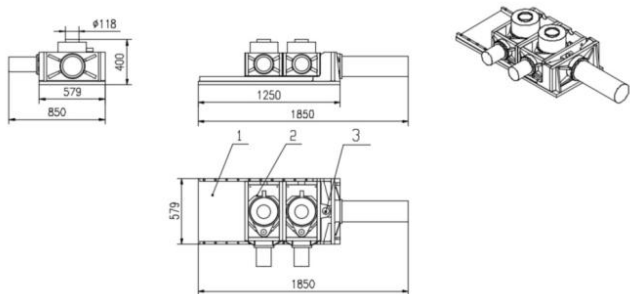
新建江苏省353省道与盐靖高速交叉,原设计为了降低桥梁规模,在中分带设墩,采用30米组合箱梁分两跨越,高速公路按双向八车道预留。为解决现状高速公路拓宽和线形调整的矛盾,结合现场施工情况和跨高速公路安全施工需要,桥型布置,主桥跨度69m,采用等高单箱双室钢箱梁,梁高3.0m,高跨比为1/23。桥梁全宽(单幅)12m,宽跨比为1/5.7,桥面净宽11m。

二、技术路线

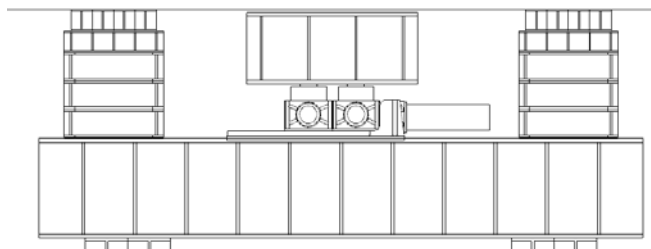
根据“位移同步,负荷跟踪”的控制策略,基于每个设备顶升缸的顶升力,以顶推缸的水平力和感应位移为控制参数,实现线性推力和位移的综合控制。在施工过程中,结合预先设置在箱梁内部的顶推腹板、横隔板,桥面板等部位的应力传感器,进行实时监控和测量,随时报告超出范围的数值,及时调整顶升反作用力。同时,结合桥面各测控点,进行顶推线式监控,使其按照预先模拟的推线式前进。

三、关键设备研究

组装步履式顶推施工用千斤顶,配置:滑箱、平推油缸、顶升油缸和纠偏油缸;滑箱包括滑动配合的滑槽和滑块,滑槽的一端设有反力架,滑块上设有与所述滑槽配合且为框架式的导向架;平推油缸安装在反力架上,平推力作用于导向架上;顶升油缸安装在滑块上的导向架内,顶升油缸上设有与其球铰接的顶板,导向架上设有用于对顶板转动限位的导向孔;纠偏油缸安装在导向架上,纠偏力作用于顶升油缸上。通过滑箱的设置,能够实现平推油缸、顶升油缸和纠偏油缸这三者的整合,具有三向同步顶推的功能。



由于箱梁顶推施工现场条件的限制,其作用力是复杂且多变的,通过计算机软件对现场或远程控制进行集中管理,通过



灵活配置设备功能,可以实现多个顶推设备的同步统一。由安装在顶缸上的压力传感器检测到的压力值转换为支撑反作用力值,然后将转换后的值传输到顶缸设定压力。油缸根据所需压力提供顶推力,并控制两侧临时墩上的顶推油缸同步顶推。在一个推进行程完成之后,所有的顶推油缸都缩回到下一个行程的起点,并且可以进行下一个行程的顶推操作。

四、智能化施工的构思

建立智能化施工监控平台,实测数据实时采集;运行监测程序,实现对数据智能分析。根据力学原理,监测大跨径钢箱梁结构在移位过程的应力应变变化情况、位移状态。监控平台根据数值分析,预测运行规律及临界值,提示调整行走参数,通过顶推力的数值大小与移动方向的修正,实现按轨迹运行。每一步顶推完成后平台系统再根据运行结果对运行轨迹进行数值反演,基于每一步运行状态优化下一步顶推数值,优化调整前进方案。通过连续不断获取运行数据来验证系统运行是否正常,通过对运行参数进行跟踪,通过智能修正精确指导每一步施工。智能化施工过程中,通过同步数值模拟分析方法,追踪施工过程,实时提供理论指导,保障顶推施工的合理有序进行和安全文明施工。保障钢箱梁顶推安全就位。

五、实施应用

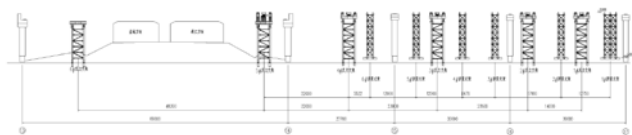
主梁在制造厂内加工、匹配,受道路运输限制,主梁节段进行分块运输,分块运输原则为纵桥向按图纸设计长度方向68.838m分7段,横桥方向分为2×3块。块体单元在23-42吨,运输至现场后放置在存放区。

主梁安装工艺,69m主桥采用顶推施工。所有梁段均采用块体单元在拼装支架上组拼为整节段,再组拼成桥梁的方式,块体单元的起吊,利用260吨汽车吊在临时支架上组装,260吨吊车在桥的东、西、南侧站位,南侧箱梁组装结束后,在北侧顶推到位后,再横移到南侧桥位,落梁,南侧箱梁安装结束。

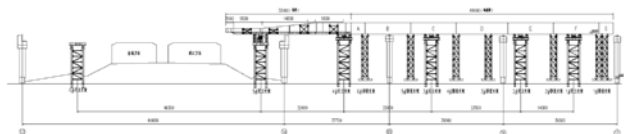
北侧箱梁在北侧临时支架上组装, 260吨吊车在东、西、南侧站位, 北侧箱梁组装结束后, 在北侧顶推到位后, 落梁, 全桥安装结束。

钢箱梁的顶推成功的关键, 首先是顶推设备的布置, 将系统电路和油路等连接就位, 并分别在自动以及手动模式下对设备进行调试, 确保各执行元件运动方式正常。在进行联机调试工作时, 施工人员应首先启动泵站, 并在手动模式通过主控台对执行元件进行缩缸以及伸缸工作操作, 以确认其运行状态。同时还要对行程检测设备的相关元件进行调节。在完成系统的手动调试后, 应切换到自动模式, 对千斤顶的同步性和协调性进行检测。如在检测中发现异常, 应及时进行故障排查, 直至系统所有动作协调正常。

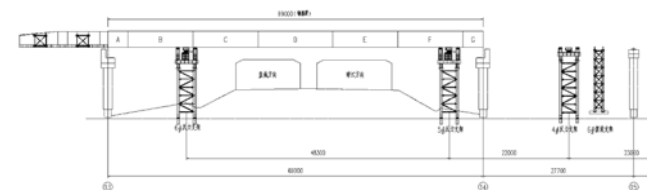
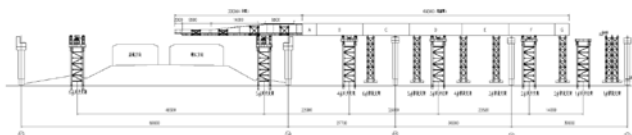
步骤一: 根据支架布置图, 在现场布置好顶推支架、拼装支架和顶推拼装支架。并在顶推支架顶部布置步履式顶推设备。



步骤二: 按从小里程往大里程的顺序拼装导梁、梁段并组焊成整体。



步骤三: 将南侧钢箱梁整体顶推86.6m, 直至到位。



步骤四: 拆除全部导梁; 利用横移设备将在南侧钢箱梁由北向南横移12.7m;

步骤五: 利用反力支架上的步履式顶推设备将南侧钢箱梁落梁到位。

步骤六: 根据钢箱梁拼接工艺, 在顶推支架和拼装支架上拼装导梁及北侧钢箱梁。

步骤七: 将南侧钢箱梁整体顶推86.6m, 直至到位。

步骤八: 利用反力支架上的步履式顶推设备将北侧钢箱梁落梁到位; 完成整个北侧钢箱梁的顶推落放作业。

步骤九: 拆除所有设备及支架, 完成整个顶推施工。

六、全过程控制

运用对有限元的分析和计算获得顶推施工过程控制指标的理论值, 然而, 这是在理想状态下计算得出的, 现场实施过程很难达到理想的状态, 理想状态往往只能模拟运行变化趋势, 而实际情况却与模拟状态有较大差异, 大跨径钢箱梁智能化顶推运行监控平台将实时监测数据与前期利用理论计算获取的变形数据进行对比, 系统根据修正算法进行调整后续施工参数, 控制安装变形误差, 实现安全施工, 保障施工全过程稳定进行。实践证明, 顶推运行时实际监测应力值与有限元数值分析比较, 整体变化范围是合理的, 过程是可控的; 理想状态模拟数值和现场实测数值变化趋势是有规律的, 差值很小。分析其原因, 主要是现场监测点位容易受顶推运行状态钢箱梁及临时支架微震的影响, 模拟状态没有考虑现场顶推运行时会产生微震的变化, 但可以满足整体安全要求。根据钢箱梁支架横向构件应变传感器监测数据显示, 系统实时调整运行参数, 前后两次顶推运行构件应变差值显著缩小。钢箱梁顶推运行过程载入了实时跟踪的应变监测和数据变化分析, 以监测与分析的结果为依据, 对施工参数进行修正, 保障了顶推运行轨迹正确, 实现全过程同步性, 运行安全性得到提高。

七、总结

(1) 智能化顶推运行是集垂直抬升、水平前进、微调于一体, 确保顶推运行中对整个钢箱梁的位置控制, 同时可以适应桥梁坡度、竖曲线等变化桥型的顶推作业。

(2) 计算机智能控制系统采用总控制与分控制协同的方式, 有效地保证顶升推设备的同步, 智能顶推施工的过程安全可控。

(3) 使用先进的液压千斤顶能有效地监测支墩的反作用力。如果运行的顶推力超范围, 可以实时修正调整, 避免事故发生。

(4) 由于运行滑移面不在钢箱梁的底部, 能保证智能顶推设备与桥梁主体结构之间的可靠接触, 使钢箱梁的受力改善, 更加接近理想状态, 实现支墩不受水平荷载, 实现桥梁永久结构受力状态自由。使顶推运行在平衡状态下得以实现, 保护主体结构。

(5) 将顶推运行设备架设在支墩上, 形成多点同步顶推, 以确保步履式顶推施工过程中钢箱梁的前进方向不偏斜, 减小中心轴线的偏斜。

参考文献:

[1] 张运涛. (2014). 大跨钢箱梁桥顶推施工安全控制研究. (Doctoral dissertation, 长安大学).

[2] 李洪明. (2013). 跨铁路钢箱梁桥顶推法施工关键技术研究. (Doctoral dissertation, 西南交通大学).