

小半径平曲线钢箱梁顶推施工横移纠偏控制措施

宋 斌

中铁上海工程局集团有限公司 上海 201900

摘 要：上横高速公路露圩北枢纽A匝道桥上部结构为(55+65+55)m连续钢箱梁，横断面采用单箱三室截面，底板水平设置，顶板设6%的单向横坡，下部结构由2个墩柱和2个桥台支承，桥梁中心线处梁高3m，梁顶面总宽15.3m，梁底面总宽10.5m。主梁平曲线线型为圆曲线，曲率半径为280m，曲率半径小，顶推过程横移纠偏控制难度大，极易造成实际施工位置与虚拟位置偏差。本文主要阐述针对小半径平曲线钢箱梁的特点，在钢箱梁步履式顶推实施过程中，根据“定点定向，以直代曲，小纠慢纠”的原则，根据虚拟顶推行走路线与实际行走路线之间的差值，采用顶推设备横向、竖向千斤顶实现主梁横移纠偏，实时调整钢箱梁横向偏移量，防止顶推过程中主梁腹板脱离设备支承点导致造成结构受损或支承脱空。

关键词：钢箱梁；顶推；小半径；平曲线；纠偏控制；

1 工程概述

A匝道桥为(55+65+55)=175m连续钢箱梁桥，在第二跨上跨柳南双向八车道高速，顶推总重量达1802t，

平均每延米重10.3t。根据设计情况，主梁平曲线线型为圆曲线，曲率半径为280m，平面布置如图1所示，小半径顶推施工对主梁横移纠偏影响较大。

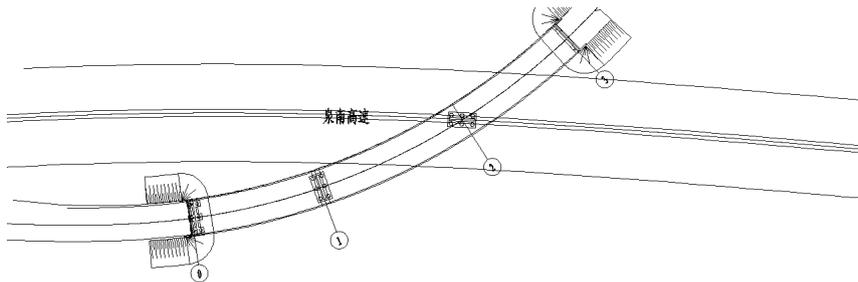


图1 主桥钢箱梁平面布置图

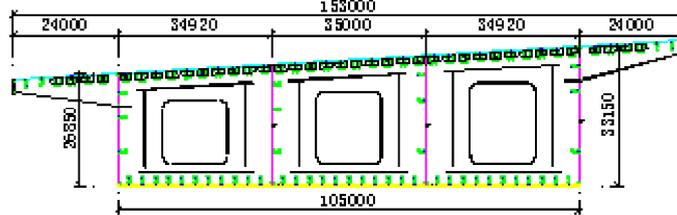


图2 钢箱梁横断面图(单位: mm)

结合周围施工环境、施工条件及总体规划，在A匝道桥0#台往小里程路基做为钢箱梁顶推布置及始发场地，拼装区最多可拼装2片梁，在始发场地设置1#-2#临时支墩；在0#台~3#台之间设置3#-6#临时支墩，如图3所示。

全桥钢箱梁划分成8个梁段，梁节段长度在16m~24m，最大分块重量为79.369t，最大梁节段重量约为255.965t，整个顶推分14个工况。首先通过运输车把导梁和钢梁运至顶推梁段拼装区，用220t汽车吊吊装至验收合格的支架上面进行拼装，并对连接完成的梁段进行涂

装，同时安装导梁^[1]。

2 主梁横移纠偏控制措施

2.1 方向拟定

步履式顶推装置包括四大结构三大系统：滑箱结构、滑道结构、顶升千斤顶结构、平移千斤顶结构、纠偏装置结构，液压泵站系统、分控制系统及总控系统。整套步履顶推设将传统的顶推顶、纠偏顶合为一体，竖向顶分离。由于步履顶推在施工过程中，钢箱梁需要随着设计的圆曲线进行顶推前进；但步履式千斤顶自身的

性能特点,只能先纵向顶推一个行程,再横向纠偏,以达到钢箱梁在顶推过程中按照设计线形进行顶推。

每一工况顶推启动前需要确定设备纵向千斤顶方向,以本项目工况十为例,如图3、图4所示,主梁位于4#~5#支墩之间,导梁前端已通过5#支墩,此工况下1#-5#

支墩均处于受力状态,即将向6#墩方向前行,将1#支墩、5#支墩中心点连成直线,以该直线做为钢箱梁顶推模拟“以直代曲”行走路线。以正北方向为固定参考方向,此时行走角度为75°,如图5所示,其余顶推工况行走角度类似。

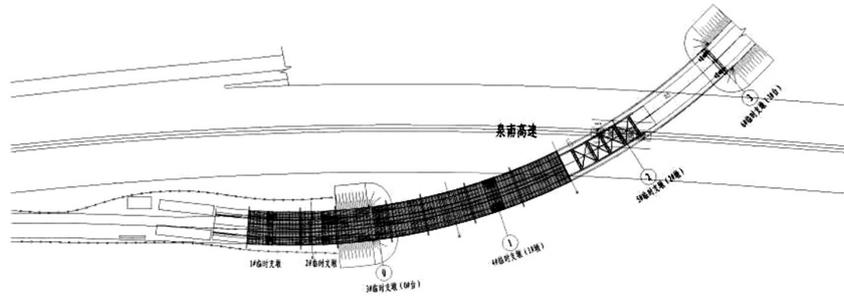


图3 工况十平面示意图

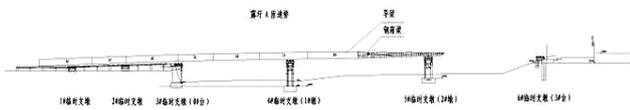


图4 工况十纵断面示意图

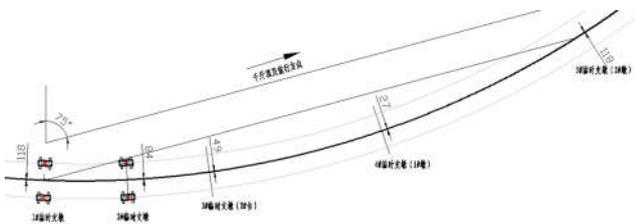


图5 顶推方向示意图

2.2 确定纵向行程

顶推纵向单次行程需根据行走角度、曲率大小、顶推设备横移纠偏能力等因素确定。如图6所示,顶推沿75°方向单次前行400mm后,横向偏移了118mm,由于本项目步履式千斤顶横向调整范围为300mm,因此,此工况下,钢箱梁最大可前行1000mm,就必须要进行横向纠偏后方可进行后续顶推。往外侧偏移过大将造成支承点脱离腹板,导致底板受力集中;往内侧偏移过大将会造成梁体支承点与设备受力脱空,因此,顶推时需预留有一定的操作空间。

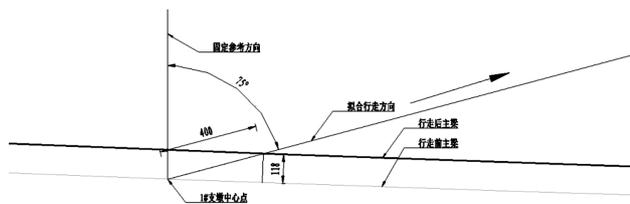


图6 前行及横移示意图

2.3 横移纠偏分析

根据图5中横移数据,整理汇总后如表1所示。假设1#支墩与5#支墩的中点为A点,根据数据显示,各支墩横移量不一致,两端1#、5#支墩处梁体横移量大,中间3#支墩处梁体横移量小,主梁轴心上任意一点横移量与其到A点的距离成线性相关关系;根据零点存在原理,2#支墩与3#支墩间必有一个点的横向偏移量为零,这个点与A点几乎重叠,可近似为整个梁体绕A点反向旋转后,偏移后的梁体结构线基本与设计结构线吻合,即A点为假想转动点,如图7所示,可通过将梁体整体绕A点顺时针转动某个角度后实现横移纠偏^[2]。

表1 梁体横向偏移量统计表

支墩编号	1#	2#	3#	4#	5#	
横移量/mm (内偏为正)	+118	+84	+49	-27	-118	
支墩间距/m	/	25	25	55	65	/

注:纠偏数据为千斤顶横移数据并非径向实际偏差,允许最大偏移量为滑箱宽度的一半。

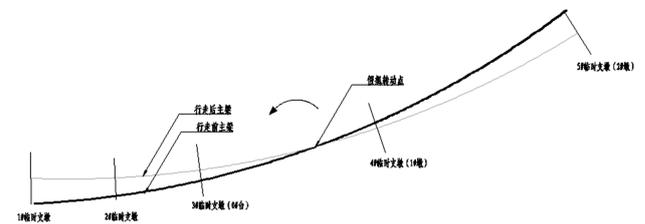


图7 假想转动施工示意图

2.4 横移纠偏控制

在各个支墩处顶推设备需严格按照拟定方向及距离同步前行、横移,否则梁体将可能因张拉、压缩、弯曲等因素产生内力,对结构不利。表面上是每一支墩处横向移动,其实更像是整个主梁在平面转动,将梁体转动

恢复至设计轴线位置，前行及调整循环进行。顶推横移纠偏施工过程转化为以“假想转动点”为中心的转动调整过程，如图7所示。

主梁横移纠偏主要通过滑箱横移、横向千斤顶、竖向千斤顶间配合完成，其步骤：梁体荷载作用于滑箱，存在横向偏移→横向千斤顶推动滑箱带动梁体横向移动纠偏→竖向千斤顶起顶，使梁体脱离滑箱，完成力系转换→横向千斤顶空载回程，复位等待→竖向顶回程，将荷载转移至滑箱，回到初始状态，重复以上步骤。

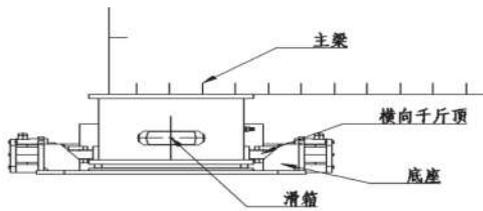


图8 步骤一：主梁存在左向偏移

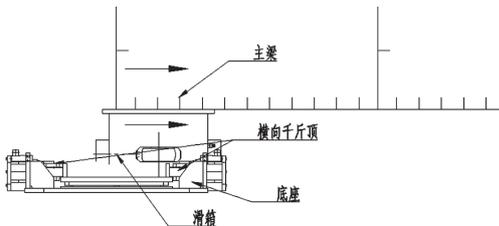


图9 步骤二：横向千斤推动滑箱、主梁右移

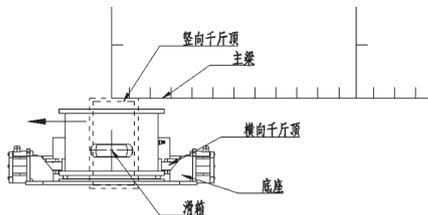


图10 步骤三：竖向千斤顶起顶，滑箱回程

每一工况完成初始纵向单次行程后，应记录各点的纵移量、横移量、支承点荷载等信息；比较各点的实际值和理论值，并根据实际荷载对各点荷载参数进行调整。各支墩支承点荷载是顶推梁体偏移的间接体现，如出现支承点荷载与计算模型荷载偏差较大，可从抄垫高度、梁体偏移角度初步分析原因。

在纠偏过程中防止每个顶推支墩上纠偏不一致，在每个支墩位置设置一个专人进行纠偏观察，当纠偏达到原位置后进行统计，看是否每个位置已恢复原位置，确保顶推和纠偏同步进行。测量人员应通过长距离传感器或钢卷尺配合测量各项推点位移的准确数值。

一个顶推行程及横向纠偏动作步骤如下：按照设定好的顶推方向顶推一个行程（前行）→在各顶推设备上操作人员测量各个步履式顶的横向调整距离→将各步履顶调整

数值输入进主控制台进行横向调整→使钢梁前后端点绕假想转动点反方向转动至设计曲线（纠偏）。通过前行和横移纠偏的往复操作使钢箱梁顶推至设计位置^[3]。

2.5 被动纠偏

顶推设备属于主动纠偏装置，还需要限位装置进行被动纠偏，当钢梁横向偏移超过限制后，横向纠偏滚轮限位限制钢梁偏移，达到纠偏效果，保证钢梁顶推线性符合设计线性，提高顶推效率，现场每个墩分配梁侧面安装被动纠偏装置，如图11、图12所示。

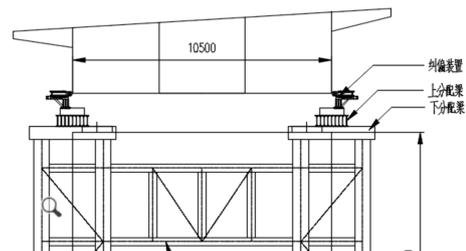


图11 限位装置立面图

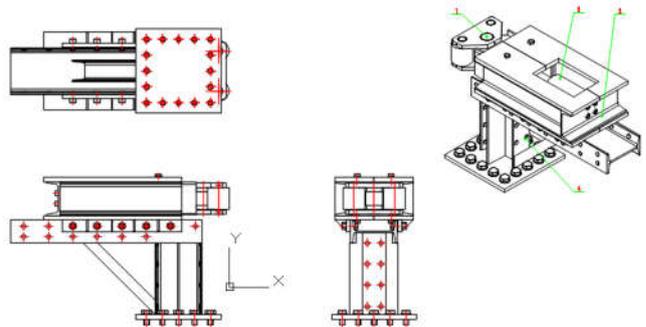


图12 限位装置结构图

3 结论

在顶推施工过程中，钢箱梁轴线发生偏移超过容许范围时，可以通过联合控制多台横向纠偏千斤顶实现横向主动纠偏，同时墩顶上的被动纠偏装置起到限位和被动纠偏的作业。钢箱梁顶推轴线通过被动和主动纠偏装置实现横向调整，保证钢梁轴线在顶推线性范围内^[4]。

横移控制和纠偏是主梁行走的成败关键，顶推过程中需加强测量监控，确保钢梁轴线和标高符合设计要求。

参考文献

- [1] 庞伟、韦干;多段组合竖曲线钢箱梁顶推施工线形控制措施;中国建筑;2022年第10期;
- [2] 余新贵;曲线钢箱梁顶推施工;科技创业;2010年第3期;
- [3] 李惊蛰;空间曲线连续钢箱梁顶推;铁道标准设计;2008年第10期;
- [4] 白文虎;大跨径钢桁梁步履式多点同步顶推施工技术;中国港湾建设;2016年第9期。