

钢桁梁拖拉施工技术研讨

康万里 付小莲
中铁九桥工程有限公司

摘要：钢桁梁作为钢桥梁的主要形式，在桥梁设计中广泛应用且更适于工业规模化制造，其现场安装方法主要有满堂支架散拼法、节段安装法、单跨预拼整体吊装法、拖拉法等，其中拖拉法具有很好的跨越性，也是钢梁施工中难度较大的施工方法。本文结合某工程实例，对拖拉施工工序、支架及拖拉系统设计、施工监控技术展开探讨，得出了一些有益的结论。

关键词：铁路线施工；钢桁梁；拖拉法；纠偏

引言

拖拉法最早是1959年在奥地利的阿格尔桥上使用。其适用条件是：作业场所限定在一定范围内，或桥梁跨越通道、河道等，不能在正常跨度内进行施工。连续梁的拖拉跨径30~50m最为经济有利，如果跨径大于此值，则需要临时墩等辅助手段。用拖拉法施工，设备简单，施工平稳，噪声低，施工质量好，可在深谷和宽深河道上的桥梁、高架桥以及等曲率曲线桥、带有曲线的桥和坡桥上采用。

本文以跨某铁路特大桥1-64m钢桁梁拖拉施工为例，对钢桁梁拖拉施工技术进行研讨。

一、工程概况

跨胶济铁路大桥中心里程为JJLDK66+924.95，全长225.6m。大桥6#墩、7#墩之间采用1-64m钢桁梁跨越铁路。1-64m钢桁梁全长65.3m，计算跨度64m，单线铁路，设计净空6.55m。主桁为无竖杆整体节点平行弦三角桁架下承式有砟桥面简支钢桁梁，整跨钢桁梁总重500吨。

二、工程特点

- 1) 本工程所处地形及环境复杂。胶济铁路，为既有线专业施工。施工须按铁路相关要求，在铁路列车运行天窗期间进行施工，并确保安全。
- 2) 工期短，任务重。工程施工跨越铁路时仅在天窗时间施工，则要求在短时间内跨越胶济铁路，施工难度较大，安全风险高。
- 3) 本工程施工风险等级分析，见表1。

表1 64m单线简支钢桁梁施工时邻近营业线等级划分

序号	项目	施工内容	预定施工等级	使用机械
1	临时墩施工	承台开挖、混凝土浇筑、钢管立柱安装及拆除、钢管立柱混凝土浇筑	C	挖掘机、泵车、吊车、混凝土罐车
2	临时支架吊装	分配梁吊装、滑道梁吊装、导梁拼装	C	吊车
3	钢桁梁施工	钢桁梁拖拉、钢桁梁落梁、钢桁梁涂装	B	

居于以上原因，该钢桁梁安装采用拖拉施工方法，直接跨越既有运营铁路。

三、关键施工技术

钢桁梁拖拉施工原理：通过对已拼装完成的钢桁梁施以一定的水平力，使梁通过克服自重作用下的摩擦力而向前运动，从而使梁悬臂跨越到达指定支承点。导梁的采用与否在于桁梁结构强度及倾覆安全能否满足跨越要求。

(一) 主要施工工序

主要施工工序：桩基础施工→搭支架→铺垫梁，测支架标高→拼装钢导梁→拼装主桁下弦、桥面系→吊装腹杆→安装上弦→安装桥门架、横联及上平纵联→调整线形→高栓施拧→拖拉→拆除钢导梁→落梁(检查各部件连接等)→浇筑混凝土桥面板→安装桥面附属设施→钢桁梁涂装→拆除支架等→完成。

(二) 拖拉施工步骤

步骤一：在滑块上拼装钢导梁和钢梁，调整好钢梁线性并在E0节段安装拉锚器。完成钢桁梁的钢结构安装，控制预拱度。见图1。

步骤二：利用穿心千斤顶对整个钢梁进行拖拉作业，第一阶段将钢梁从6#支墩支架拖拉至7#支墩上，共需用时10个小时，在钢梁上7#墩之前，因钢梁悬臂64米，前端会有下挠，此时需在7#墩上用70吨千斤顶将钢梁顶起，使钢梁平稳搭在垫梁上。见图2。

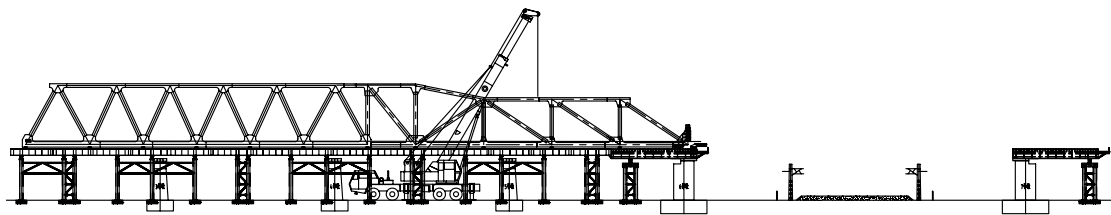


图1 步骤一示意图

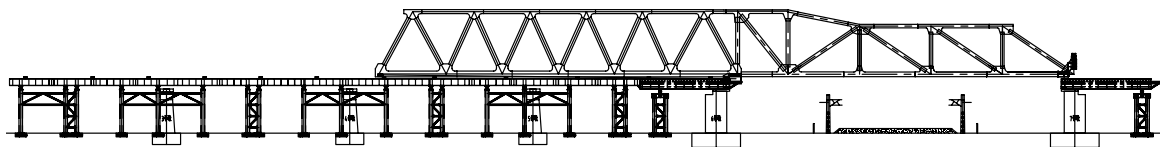


图2 拖拉示意图

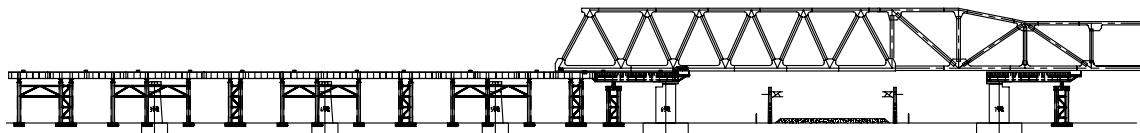


图3 过主墩后拖拉导梁拆除示意图

步骤三：将钢梁继续向前拖拉，每拖拉一个节段拆除钢导梁一个节段。见图3。

步骤四：支架拆除，落梁，附属设施施工。

(三) 支架及拖拉系统设计

钢桁梁拖拉采用支架总拼导梁及钢梁，利用滑块和滑道，配合拖拉施力系统，将已拼装完成的导梁及钢梁向前拖拉至设计位置。

1、总拼支架系统

支架设计以拖拉时滑道梁强度及刚度控制的原则进行支架布置及结构设计。钢桁梁在小里程端进行拼装，临时支墩采用φ630×8的钢管为主肢，[20的槽钢为连接系，上设纵横向分配梁。基础均采用扩大基础形式。

2、导梁

因本次施工处于既有线路范围内，拖拉跨越整跨墩位，即64m，须采用钢导梁辅助拖拉。在拖拉各工况中，段考虑钢桁梁、导梁的强度及倾覆稳定性，全长为60m，为便于安拆，采用栓接整体节点桁架形式，总重240t。

3、拖拉结构系统

拖拉结构系统含滑道梁、滑块、拖拉拖拉点、拖拉施力点

及横向纠偏装置组成，其中横向纠偏装置设置于6号墩顶。

拖拉力计算：青连铁路64米钢桁梁重量为G钢=500t，导梁重量为G导=240吨，偏载系数为1.2；

滑座与滑道摩擦系数μ=0.1（滑道面涂润滑油），设置2套拖拉装置，则拖拉装置需要的拖拉力为：

$$F = \mu G / 2 = 740 \times 1.2 \times 0.1 / 2 = 44.4t$$

式中：G为钢梁+钢导梁的自重

考虑到摩擦力的不均匀因素，选用2台100t穿心千斤顶，安全系数2.25。

4、横向限位及纠偏

在钢梁拖拉过程中，因两桁施力不同步等原因，可能产生横向偏移，因此在墩顶支架的两侧设置横向限位及纠偏装置，安装于钢梁两侧，钢梁通过墩顶时对钢梁整体纠偏，再安装限位装置。限位装置安装时与钢梁底板边缘保留50mm间隙。

(四) 拖拉导梁上墩及顶落梁

1、拖拉导梁上墩：钢桁梁拖拉导梁上墩前，此时结构强度及倾覆均处于最不利工况，最大支反力为432t，最大应力为103MPa，最大位移为202mm，各参数均满足设计要求，挠度小于滑块高度（350mm），可安全到7号墩顶梁道上。见图4、5。

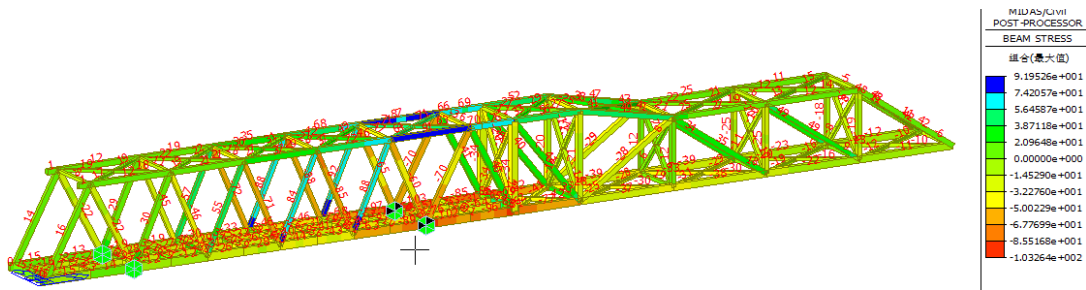


图4 导梁将达墩顶工况应力图

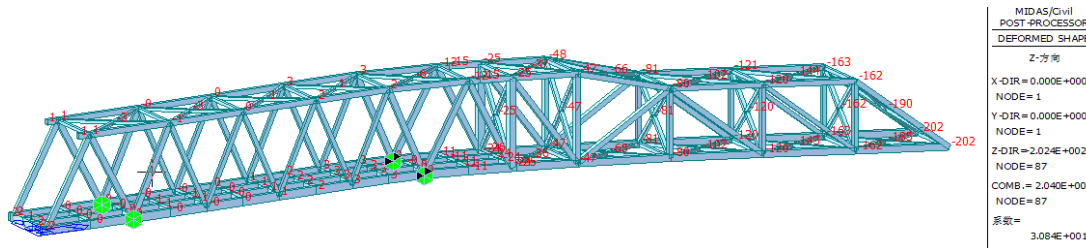


图5 导梁将达墩顶工况位移图

2、顶落梁：滑道梁支承于墩顶支座垫石上，经计算落梁高度为1.9m，落梁较高，风险较大，采用牢固的抄垫钢墩以确保安全，分级落梁。

顶落梁工艺为：钢梁就位后拆除支架及导梁→安装永久支座→安装落梁千斤顶及安全保险梁→同步操作落梁千斤顶分级降落梁，每级80mm→直到钢梁降落至设计标高。

(五) 拖拉过程的监测

为保证钢桁梁轴线顺直，拱度符合设计要求，应全过程对钢桁梁安装及拖拉作业过程进行监控量测，发现问题及时处理。

监控量测项目：

(1) 横向位移监控，拖拉过程中出现横向位移大于20mm，现场及时纠偏，至桥设计位置时，按设计要求进行横向调整定位；

(2) 钢桁梁及导梁挠度监控：当钢梁和导梁挠度与设计计算大于10mm以上时，立即采取安全措施，确保安装后方可继续施工；

(3) 钢桁梁及导梁应力监控，当钢梁及导梁应力大于于设计计算应力的10%或大于规范要求时，立即采取安全措施，确保安装后方可继续施工；

(4) 落梁时永久支座的反力监控，须满足设计要求；

结束语

本工程于2018年12月完成拖拉，安全就位，拖拉工期约一周，在施工过程中，遇到并解决如下问题：

1、因本次滑块与滑道为利旧，结构匹配性差、摩擦力不同而使两桁拖拉不同步，拖拉过程中易横向偏移，采用增加限位和持续纠的方法确保确保安全和质量，经后须更加注重滑移装置质量；

2、因拖拉采用钢绞线传力，线路较长，拖拉启动时力较大，且两桁摩擦力有所不同，本次启动力达70t，一旦启动后动静摩擦差别大而使钢梁突然加速，钢梁往前窜，安全风险大，因此施工中采用在拖拉起点增设辅助顶推启动千斤顶，与拖拉装置同时施力，规避了钢梁突然启动前窜的风险。

3、本次落梁的高度较大，达1.9m，风险较大，造成落梁高度大的原因是滑道梁较高，后其改进主墩处滑道梁高度，控制落梁高度小于1.0m。

参考文献

[1]周洪顺. 大跨度连续钢桁梁无支墩顶推施工可行性分析, 水利与建筑工程学报, Vol. 12No. 4, Aug. 2014
 [2]张晓东. 桥梁顶推施工技术[J]. 公路, 2003 (09)
 [3]马如娟. 跨铁路线78m钢桁梁顶推施工度[J]. 铁道建筑, 2006 (02): 16-17.