

# 跨既有铁路钢箱梁顶推施工关键技术研究

文 / 惠林浩 中铁十一局集团第二工程有限公司

**摘要:** 以某铁路大桥跨既有铁路门式墩钢箱梁顶推施工为例, 提出了跨既有铁路门式墩钢箱梁顶推施工的技术方案和关键技术要点。实践结果表明: 跨既有铁路门式墩钢箱梁顶推施工技术安全可靠, 不仅缩短了施工工期, 减少了对邻近营业线的影响, 同时最大限度地保证施工安全, 相应的施工工艺可供类似工程参考。

**关键词:** 钢箱梁; 既有铁路线; 顶推施工; 门式墩

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.03.066

## Research on pushing construction technology of steel box girder across existing railway

HUI Linhao China Railway 11th First Group Second Engineering Co., LTD

**Abstract:** Taking the construction of steel cover beam of existing railway portal pier of a railway bridge as an example, the technical scheme and key points of the construction of steel cover beam of existing railway portal pier are put forward. The practical results show that the construction technology of steel cover beam pushing across the existing railway portal pier is safe and reliable. It not only shortens the construction period, reduces the impact on the adjacent business lines, but also ensures the construction safety to the maximum extent. The corresponding construction technology can be used as reference for similar projects.

**Keywords:** Steel box girder; Existing railway lines; Pushing construction; Portal pier

### 引言

顶推施工技术因其效率高、干扰小等优势被广泛应用于桥下空间有限的桥梁主梁架设。然而, 顶推施工工序复杂, 对顶推支架、顶推数据、顶推精度控制要求非常高。为确保桥梁顶推施工安全, 有必要开展桥梁顶推施工技术研究。目前, 众多学者对此已开展了广泛的研究, 针对性地提出了各种桥梁顶推施工技术, 解决了桥梁顶推施工的关键技术难题<sup>[1-4]</sup>。然而, 铁路门式墩钢箱梁基本采用吊装法施工, 少有顶推施工。此外, 受桥梁结构及施工条件等因素的制约, 桥梁顶推施工技术往往存在差异性, 现有研究成果无法直接套用。基于此, 本文以某铁路大桥的跨既有铁路门式墩钢箱梁顶推施工为例, 从顶推施工全过程介绍了施工技术方案和关键技术要点, 以更好地指导类似跨既有铁路门式墩钢箱梁顶推施工。

### 一、工程概况

某铁路大桥全长3.773km, 梁体于63#-64#墩处跨越运营支线, 设计采用2个双柱门式墩在DK91+249-DK91+345处上跨既有运营支线立体相交, 线路与运营支线立交角度156°。左侧紧邻既有运营支线(下行线), 右侧紧邻既有铁路线, 两个门式墩钢柱均位于既有水沟外侧, 箱梁底距接触网承力索垂直距离15.4m-15.8m, 门式墩钢柱距离接触网回流线水平距离6.9m-7.6m。施工场地复杂, 作业场地受限, 干扰大, 采取分节段顶推施工。

### 二、钢箱梁桥梁顶推技术方案

跨既有铁路门式墩钢箱梁顶推施工采用钢箱梁在桥位左侧设置滑道式拼装支架, 在支架上拼装钢箱梁板片, 待钢箱梁全部拼装完成后, 进行现场涂装防腐并检

测, 然后在钢箱梁前端设置20m长的钢板导梁, 采用连续顶推的方法将钢箱梁纵向拖拉滑移至桥位。拆除钢板导梁后对钢箱梁进行落梁施工, 最后拆除滑道式拼装支架, 浇筑剩余钢柱墩身内外混凝土, 钢箱梁成桥。

#### (一) 拼装支架基础

顶推施工场地表层3.2m覆盖层为全风化土状花岗岩, 基本承载力为200kPa; 下覆依次为1.7m厚的全风化中包裹弱风化花岗岩和弱风化花岗岩, 基本承载力为500kPa。桥址区地下水埋深1.5-3.3m, 地下水变化幅度1.0-2.0m。为满足地基承载力要求, 拼装支架采用C30钢筋混凝土扩大基础, 厚度0.6m, 基础中安装φ16mm@200mm的双层双向强化网片。

#### (二) 拼装支架构造

图1为钢箱梁顶推支架结构示意图, 支架钢管立柱为φ630\*10mm, 钢管立柱之间的水平支撑和斜撑均采用[20槽钢连接, 钢管立柱的顶部为2I56b工字钢分配横梁, 分配横梁上部设置纵向通长5I56b纵梁。前端承力支架采用两根φ810\*10mm钢管, 固定于承台上, 钢管立柱顶部设置3I56b工字钢分配横梁。分配横梁上部设置纵向通长5I56b纵梁。钢管立柱吊装到设计位置后, 与基础预埋钢板满焊固定, 另外每个立柱底部设置4块加劲板。

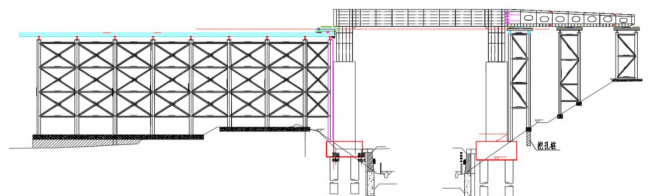


图1 钢箱梁顶推支架

钢导梁采用工字钢制成，其腹板和顶、底板材料为Q345B板，梁高为1.9~2.8m，腹板厚度20mm；翼缘板采用钢板组合结构。顶板与底板的宽度为400mm，板厚为20mm；横向连接筋布置在两侧。在纵桥的设计中，每隔2.5m使用一块竖向的加劲板，板厚为12mm；在距离顶板350mm和底板380mm的位置设置了水平加劲，其宽度为

150mm，板厚为12mm。

钢导梁结构如图2所示，它是将两块相同规格的工形钢板按一定角度对接成一体后再在两端焊合成整体结构。该结构在纵向上，每8~10m间隔配备横向水平支撑，支撑是由钢管钢焊接制成的支架；20m的工字形钢导梁是由两个部分通过焊接连接组成的。

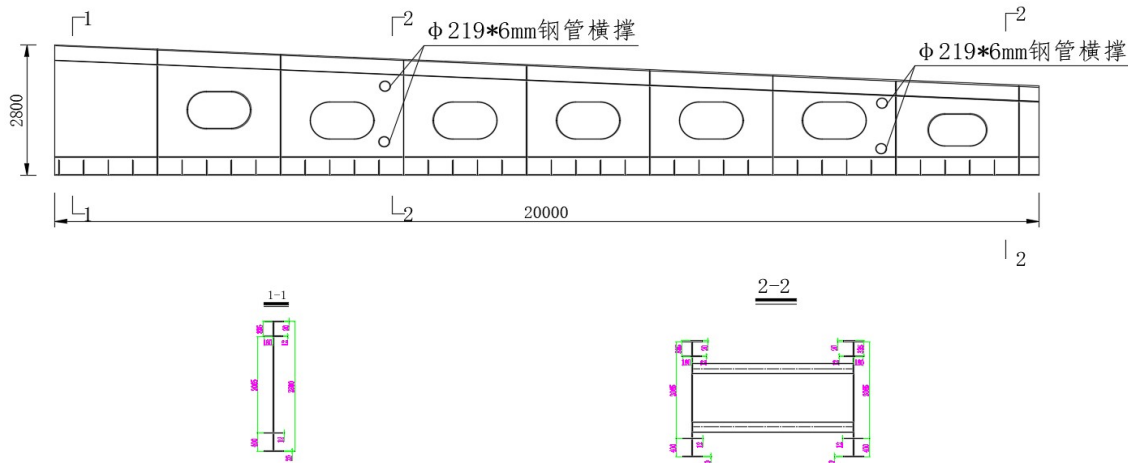


图2 导梁构造图

### (三) 顶推拖拉系统

顶推拖拉系统由2台ZLD60连续顶推千斤顶、2台液压泵站、1套ZLDK现场操作控制柜、电磁阀和高压油管等配套设备组成，如图3所示。两套ZLD60连续推进千斤顶的设备各配备2根φ15.24低松弛钢绞线作为其拖拉的动力源。钢绞线的后锚端通过锚具及夹片固定在千斤顶前方的第一台拖拉小车上。钢绞线另一端固定在千斤顶顶推拖拉方向后方的后锚梁上，采用2孔锚具，通过夹片的形式对钢绞线进行夹紧固定。锚具固定装置通过焊接的形式固定在后锚梁侧面与前端千斤顶保持在一条直线上。液压油泵将油压传递至液压缸，使其推动活塞做往复运动，从而实现对桥梁结构进行顶升或下放。两台ZLD60连续顶推千斤顶被分别安置在两根纵向滑道梁的端部位置，以确保在拖拉过程中能够有效地提供顶推力。在外腹板与横隔板交汇的地方设置了顶推支撑点，钢箱梁组装完毕后，拖拉滑靴被放置在滑道上。为确保梁垫完整性，箱梁底部采用了钢构件垫梁和钢板进行调平，并用[16槽钢进行包裹。

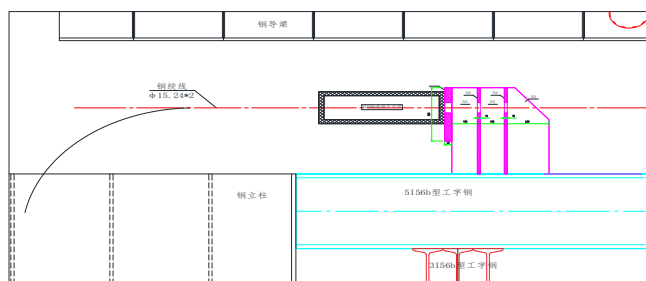


图3 顶推拖拉系统横桥向立面布置图

### (四) 顶推滑移装置

顶推支撑点设于外腹板与横隔板交叉部位下，拖拉滑靴在钢箱梁拼装完成后放置在滑道上，钢箱梁底部调平采用钢构件垫梁和钢板，并采用[16槽钢包裹，保持梁垫的整体性。拖拉滑靴布置位置，如图4所示。

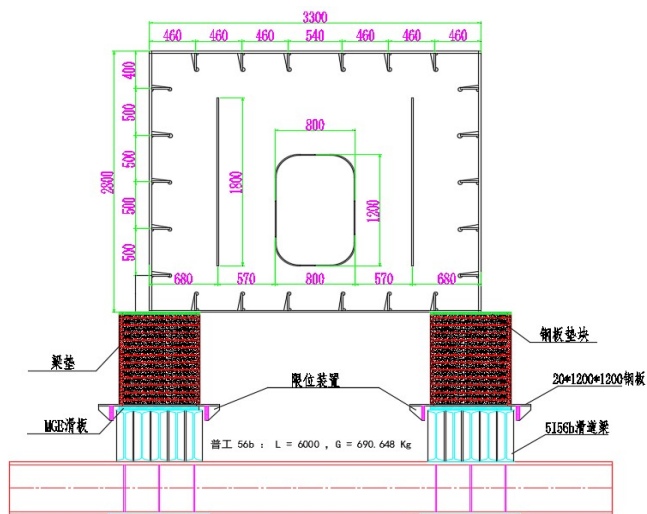
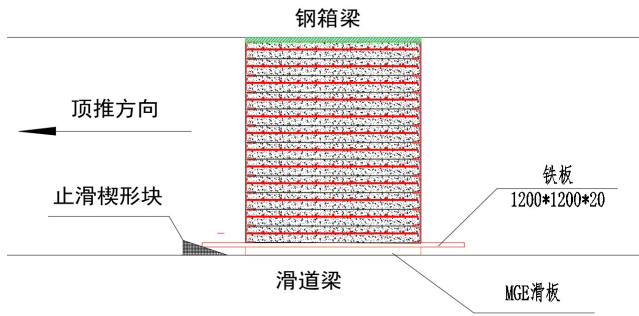


图4 顶推滑移装置

### (五) 顶推限位装置

由于千斤顶在拖拉过程中的移动速度相对较慢，因此无须进行纵向拖拉限制。当钢箱梁纵向拖拉即将完成时，拖拉滑靴下方设置一个型钢的止滑楔形块，如图5所示。当滑移至一定位置后，通过锁紧装置将其固定于混凝土上。采用该装置可以有效地防止钢箱横向滑移和

竖向位移，提高了施工效率。顶推拖拉的过程中，受多种因素影响桥梁可能出现横向偏位。为有效地解决偏转问题，必须使用限位装置施加推力以实现限位。当梁体发生位移时，调整限位装置使其保持不变。在设计限位受力点时优先考虑将其安置在结构纵向长度的起始和结束两端和中间区域。在进行顶推和拖拉移动的过程中，使用全站仪在钢梁的前后方进行间歇性的观测，以控制桥梁的中轴线，并持续监测中心线的偏移程度。



**(六) 拖拉抗倾覆验算**

拖拉过程中钢导梁未搁置到对面钢结构临时支架上时，此时钢箱梁+钢导梁为最大悬挑状态，悬挑段为28m，此时整体结构倾覆风险最大，悬挑部位包含钢导梁和钢箱梁，悬挑总重量为80t，支架上的钢箱梁重

量为110t+钢箱梁后部加设配重块40t，抗倾覆系数为 $150/80=1.87>1.3$ ，满足规范要求。

**(七) 拖拉最大拉力计算**

依据平衡力原理，顶推拖拉过程，拖拉最大拉力与摩擦力总和F相等。本工程中，结构自重作用下竖向反力为212.72kN，MGE滑板与铁滚动摩擦系数取0.05，摩擦力的不均匀系数取1.2，动荷载系数取1.05。摩擦力总和 $F=$ 竖向反力 $\times$ 动荷载系数 $\times$ 摩擦力的不均匀系数 $\times$ 摩擦系数 $=212.72\times 1.05\times 1.2\times 0.05=13.4$ kN。

**三、桥梁顶推施工关键技术**

**(一) 顶推施工步骤**

桥梁顶推的第一个阶段，钢导梁前端被放置在对面的钢结构临时支架之上。待钢主梁达到预定高度并固定好之后，再开始第二阶段的顶升工作。在第二个阶段，当钢箱梁被成功拖到预定位置后，应立即停止拖拽，并移除铁质的配重块。通过对钢箱桥结构特点及受力分析，确定了钢桁架梁顶推前的主要施工步骤和技术要点。使用100t竖向薄型千斤顶来移除钢箱梁下方的两个临时支撑滑靴的落架，接着进行第二轮的拖拉操作，直到达到预定的设计位置。确保拖拉速度维持在8m/h，并在3h之内完成各个阶段的拖拉任务。第三阶段对所有待更换部分均进行加固处理。进行一次顶升替换，时长为0.5h，钢导梁顶推过程中的精度控制应满足表1中的要求。

表1 钢箱梁顶推施工精度控制指标

控制参数	主梁高程偏差	桥面中位偏差	横坡	钢箱梁应力	桥面板应力
控制精度	中跨 $\pm 38$ mm；边跨 $\pm 31$ mm	$\leq 20$ mm	$\pm 0.15\%$	$>60$ MPa，误差 $\pm 10$ MPa 以内； $\leq 60$ MPa，误差 $\pm 6$ MPa 以内	$\pm 1.5$ MPa

**(二) 钢箱梁顶推过程横向偏位控制**

拖拉动力采用2台ZLD60型连续同步千斤顶，千斤顶的顶升速率较低，同时，加上电控措施的介入，便于两侧拖拉的同步控制。为防止拖拉时两侧小车的不同步导致横向偏位，在滑靴上设置钢滚轮限位，拖拉过程中发生较大偏移时，采用单侧控制千斤顶，点动拖拉的方式进行纠偏。

**(三) 钢箱梁落梁**

钢箱梁落梁系统包括4台100t薄型千斤顶、操作控制柜及电磁阀和高压油管等配套设备。提前将设备安装好，对油泵等全系统进行空载调试，确保设备运行正常。钢箱梁顶推完成后，在钢箱梁的后锚梁下方和前端导梁下方总共设置了4个100t的薄型千斤顶，确保钢箱梁能够稳固地支撑在千斤顶承力部位。利用千斤顶和钢拉杆对钢箱进行预压以提高其稳定性。在将钢箱梁抬高到一定的高度之后，移除高度为8cm的梁垫使千斤顶下降5cm，完成钢箱梁的落梁施工。

**(四) 拼装支架拆除**

拼装支架按照“先支后拆，后支先拆”的顺序依次拆除，先将横桥向通长5I56B分节吊装拆除，再吊装拆除顺桥向2I56B/3I56B，然后按照拆除一个钢管立柱的

连接系，拆除单根钢管的逐一循环顺序拆除。单根钢管拆除先用汽车吊将该钢管轻轻吊住，然后用氧炔将钢管顶底割开后，用汽车吊将钢管构件吊至平板车上运至铁路范围外。拆除时汽车吊尽量远离既有有线一侧。

**结论**

本文以某某铁路大桥顶推施工为例，从拼装支架基础、拼装支架结构、顶推拖拉系统和顶推限位装置和抗倾覆设计等角度阐述了钢箱梁顶推施工技术方案，并通过论述钢箱梁顶推施工和落梁施工，全面论述了钢箱梁顶推施工的技术要点。研究为本桥梁顶推施工的顺利施工奠定了基础，同时也可类似工程提供参考。

**参考文献**

[1] 阳志灿. 钢箱梁桥梁顶推施工关键技术研究[J]. 中国设备工程, 2023 (16): 197-199.  
 [2] 罗盛荣. 步履式顶推施工关键技术及在连续钢箱梁桥项目中应用[J]. 黑龙江交通科技, 2022, 45 (11): 90-92.  
 [3] 杨厚高. 桥梁钢箱梁顶推施工关键技术研究[J]. 运输经理世界, 2021 (36): 128-130.  
 [4] 卢相. 梅山特大桥钢箱梁顶推施工技术控制措施[J]. 工程建设与设计, 2023 (6): 204-206.