

跨黄河高墩、大跨、超长联钢桁梁多点、同步顶推施工工法

中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司

赵耀 王宏毅 盖青山 林再志 曾凡强

1. 前言

随着我国桥梁技术的飞速发展，铁路的全面提速，对跨江、跨河大桥的需求不断增加。随着 2013 年铁道部并入交通部跨江、跨河公铁两用大桥已经成为现有大跨桥梁的主流。三门峡黄河公铁两用特大桥为 11 跨连续钢桁结合梁桥桥梁，平均墩高为 66m，顶推重量、长度、设计活载均为世界第一。在高墩上采用多点同步顶推方案，施工过程中保证多点顶推同步性、三桁受力均匀性、墩旁托架顶推过程的安全性，墩身偏心弯矩值控制是顶推架设方案成功实施的难点。因此中铁建大桥工程局蒙华铁路项目三工区结合以往施工经验，对传统的施工方法进行了改进，采用混凝土托梁+双滑块的多点同步顶推顶推施工方案，解决了大跨、长联钢桁梁桥墩身偏心弯矩大、反力作用点距墩中心线越远、墩旁托架安全风险高等困难，经不断总结形成本工法。

本工法的关键技术《高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥建造技术》于 2017 年 8 月 4 日经中国铁建股份有限公司组织的成果评审，达到了国际领先水平，并获得 2017 年度中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司科技进步特等奖。

2. 工法特点

2.1 拼装品台上用精轧螺纹钢将滑块连接在一起，滑块从被动受力变为主动拖拉，防止滑块脱空，使三主桁受力更加均匀，增加了主体结构稳定性。

2.2 钢梁在整个顶推过程中最大反力作用位置一直在墩顶范围内。从而大大减少了高墩所承受的墩身偏心弯矩，确保了主体结构的施工安全。

2.3 通过两个滑靴支撑有效防止了由于节点支撑位置偏心，造成节点应力偏大。

2.4 通过设置双滑靴，解决了顶推过程中滑靴存在重复拆解安装的问题，提高了工作效率。

2.5 采用混凝土托梁受力结构统一，结构在受力时传力均匀。安全稳定性高。

2.6 减少了临时结构钢材用量，节约成本。

3. 适用范围

本工法适用于跨大江大河、高墩位、大跨度、长联、重量大（支点反力大）的钢桁梁桥顶推施工。

4. 工艺原理

4.1 施工工艺原理

采用单向多点顶推施工方法，即在拼装平台逐节间拼装钢导梁和钢桁梁，然后通过 1-11#的水平顶推系统将钢梁向前顶推，直至钢梁顶推到位。多点顶推系统由水平顶推系统、顶升系统、纠偏系统及顶推滑移体系四部分组成。各系统分墩顶布置方法和拼装平台布置方法。混凝土托梁与墩帽一同浇筑形成整体，前滑靴支撑在钢桁梁节点偏心处（允许偏心值），后滑靴支撑在正对钢桁梁节点处，此时相邻节点都有支撑，墩身偏心弯矩较小。向前顶推，通过前后两滑靴倒换，前后竖向千

千斤顶及中部千斤顶的起顶回落，减小钢桁梁最大反力位置与墩顶中心的距离，从而减小高墩所受偏心弯矩，使结构更加安全。

4.2 见原理图 4.2、4.3、4.4。

钢桁梁（3）在相邻节点都有支撑的情况下，节点支撑位置可以适当偏心。如摘要附图 4.2 所示，即将顶推状态，前滑靴支撑在钢桁梁（3）节点偏心处（允许偏心值），后滑靴（2）支撑在正对钢桁梁（3）节点处，此时相邻节点都有支撑，墩身偏心弯矩较小。向前顶推，通过前（1）、后（2）两滑靴倒换，前（5）、后竖向千斤顶（7）及中部千斤顶（6）的起顶回落，减小钢桁梁最大反力位置与墩顶中心的距离，从而减小高墩所受偏心弯矩。顶推过程中，滑块重复拆解安装，将使工作效率大大降低，采用双滑靴顶推施工方法，解决了滑靴存在重复拆解安装的问题，提高了工作效率。

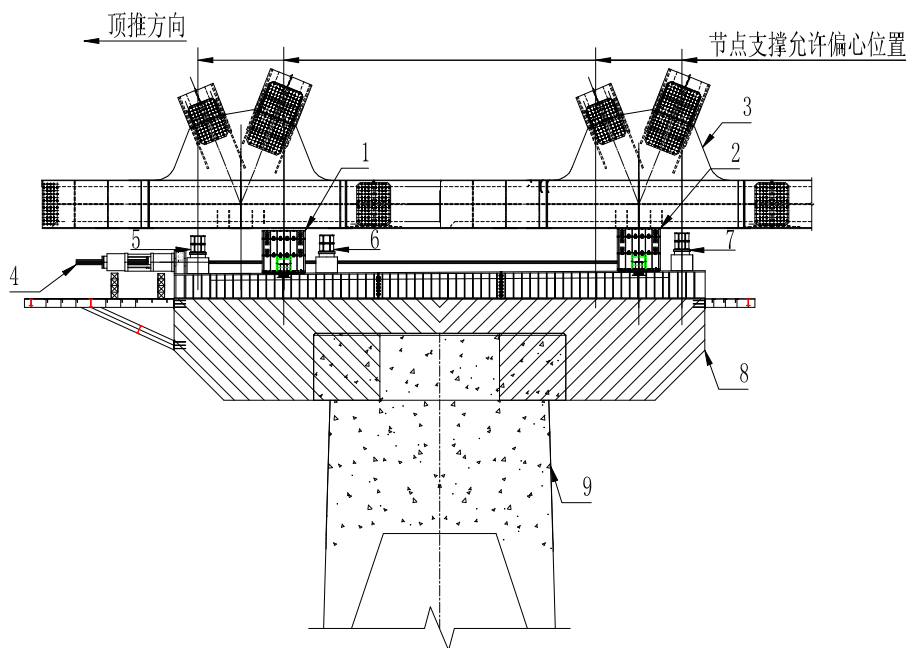


图 4.2 墩顶布置图

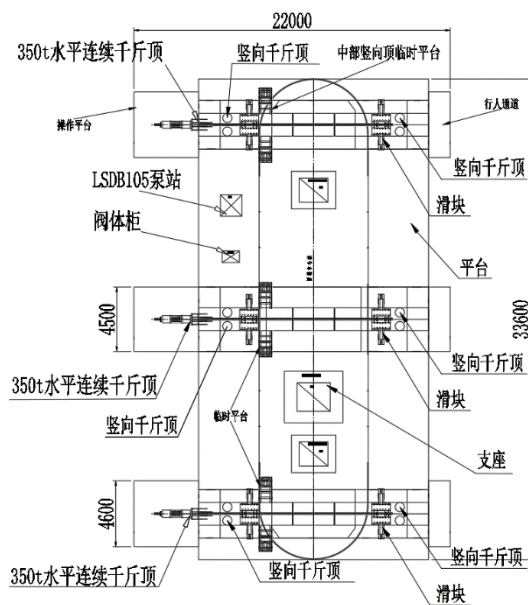


图 4.3 墩顶布置平面图

在顶推滑移过程中，由于在 11# 墩处墩顶支反力较小，因此边桁只需在每个滑道梁前端布置 2 台竖向千斤顶，中桁需在滑块前后端各布置 2 台竖向千斤顶，其中中桁为 800t、边桁 900t。在起顶梁体时确保千斤顶纵向设置在下弦横隔板位置；千斤顶横向均布于钢梁下弦腹板位置处。

在拼装平台每个中、边桁滑道梁后端各布置 2 台 300t 竖向千斤顶，用于拼装时钢梁调节标高。倒换滑靴时，平台上每个滑靴均配备 2 台 200 吨级竖向顶，用于整体顶升拼装平台梁体，以达到整体起顶梁体后再倒换滑靴的目的。

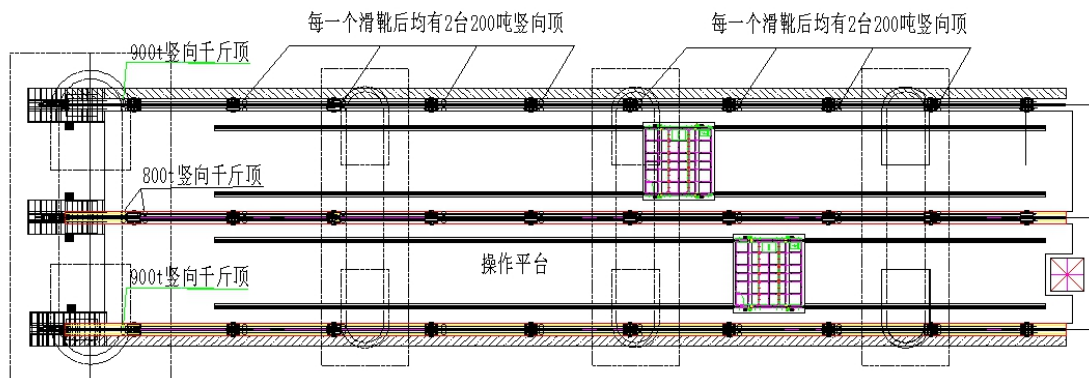


图 4.4 11#~S03#墩墩顶布置图

5. 施工工艺流程及操作要点

5.1 顶推工艺流程图（见图 5.1）

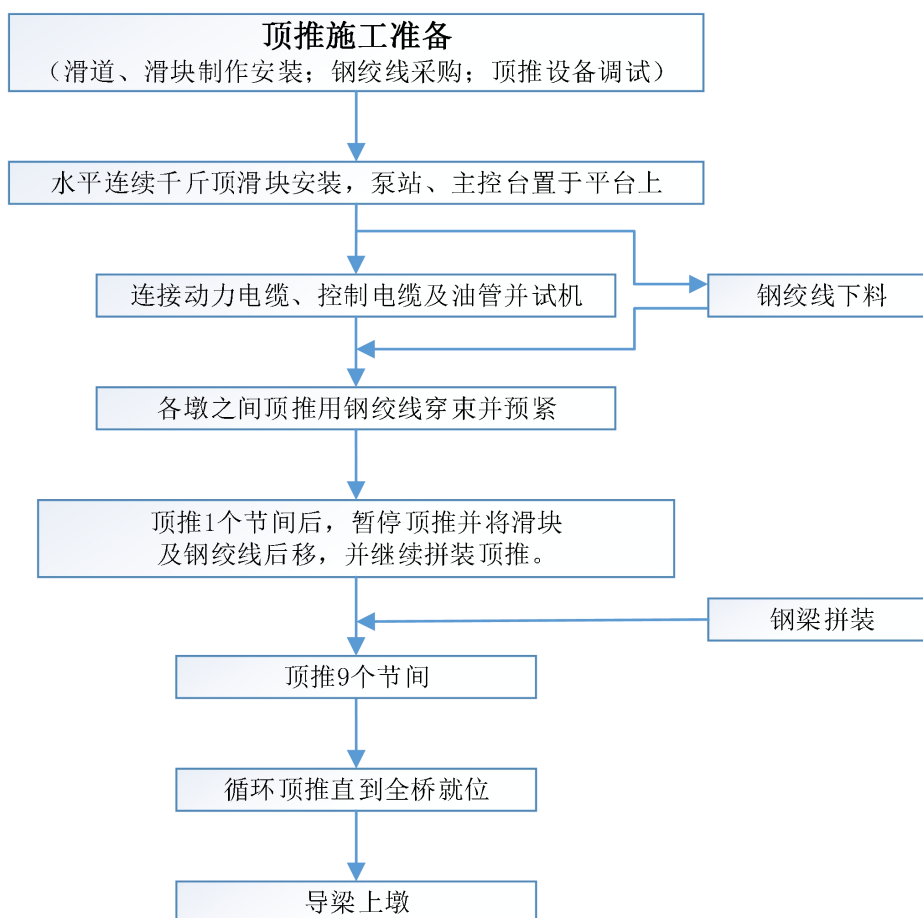


图 5.1 顶推施工工艺流程图

5.2 操作要点

5.2.1 水平顶推系统

水平顶推系统由水平连续千斤顶、液压泵站及控制系统组成。

根据钢桁梁为三片桁的结构特点及所需的最大顶推力，在 11#~1#墩 11 个主墩边桁各设置一台水平连续千斤顶，全桥共计布置 33 台 350t 水平连续千斤顶。

钢梁最大顶推重量达 43000t（含高栓、剪力钉），顶推施工采用 MGE 板-不锈钢复合板摩擦副，摩擦系数按 0.1 计算，则摩擦力 $f=G \times 0.1=4300t$ 。根据水平千斤顶布置方案，此时可用水平千斤顶数量为 350 吨 33 台，因此动力储备系数为 $(350 \times 33) / f=2.69 > 1.25$ ，满足使用要求。

每台千斤顶配备 30 根 $\Phi 15.24\text{mm}$ 钢绞线，钢绞线穿过水平千斤顶空腔，固定在滑块的后锚上。钢绞线的安全系数为： $30 \text{ 根/台} \times 26\text{t/根} / 350\text{t}=2.23 > 1.5$ ，满足要求。

5.2.2 竖向顶升系统

竖向顶升装置包括竖向千斤顶、配套液压泵站及控制系统，其中液压泵站与控制系统与水平顶推系统共用，竖向顶升装置依据设计文件的最大支反力进行布置。在 0#~11#墩墩三片主桁下方均布置竖向千斤顶，千斤顶布置在钢梁下弦杆件的腹板下方。竖向顶升千斤顶布置示意图 5.2。

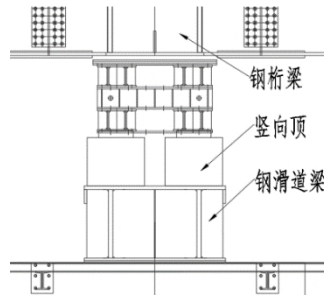


图 5.2 竖向顶升千斤顶布置断面示意图

5.2.3 横向纠偏系统

由于钢梁与滑道之间摩擦阻力的不同与变化、滑道间高差变化、梁体重心变化、风向、温差等原因，钢梁在顶推移动过程中将必然会出现横向位置偏移。为确保钢梁在顶推过程中不存在较大偏移及对出现的偏移进行及时纠正，需设置顶推滑移过程限位装置即动态纠偏装置；同时在顶推就位位置为了实现精确调整需设置强力反力座，当梁体就位静止时利用大吨位千斤顶将纠偏力直接施加于滑块上，通过滑块带动梁体实现纠偏调节。本方案采取的就是动、静态纠偏双结合的纠偏措施，更有利于各种纠偏工况的有效实现。

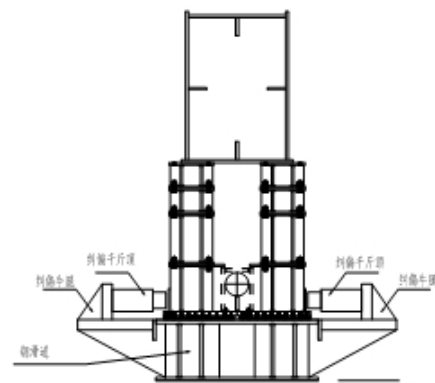
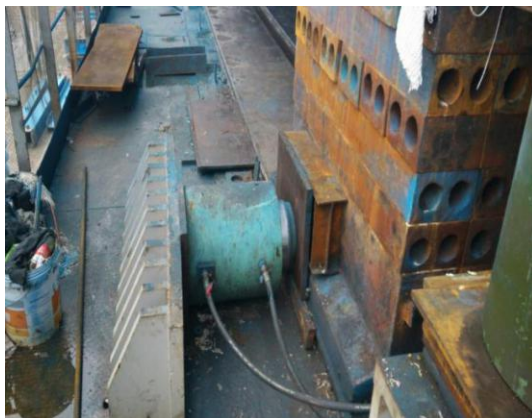


图 5.3 静态纠偏装置示意图

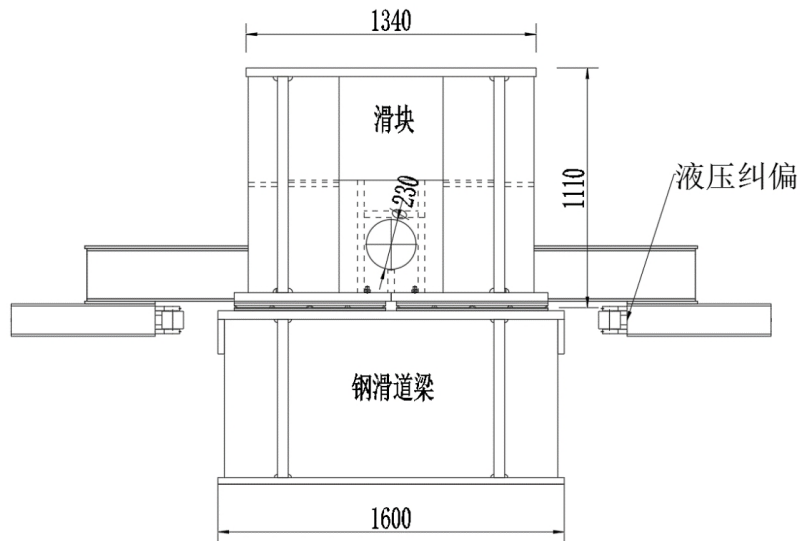


图 5.4 滑块两侧动态纠偏示意图

5.2.4 顶推滑移体系

顶推滑移体系由滑道及滑块组成。

(1) 滑道

1) 1#-10#墩钢滑道

1#-10#墩的三条混凝土托架顶部纵向铺设一条滑道梁，滑道梁长 17.6m，分 3 个节段，分节是为了方便支座就位，滑道梁高 747~853mm，宽 1.6m，腹板厚 50mm，顶面板厚 50mm，顶面板上再焊接 14mm (10+4mm) 不锈钢复合板，与滑靴底部的 MGE 复合板组成摩擦副。如下图 5.5

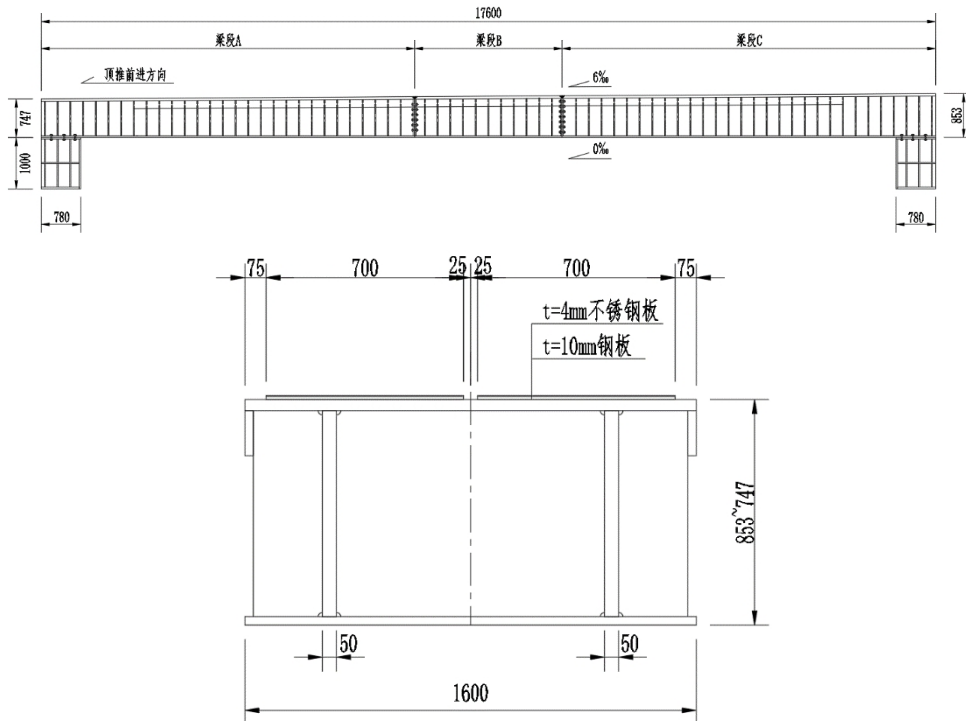


图 5.5 1#~10#墩顶滑道结构图

2) 拼装平台滑道

顶推平台根据三桁布置三条滑道梁，滑道顶设 6‰纵坡(三门峡到运城为下坡)，滑道梁顶面采用 4mm 不锈钢板作为滑动面，滑道梁安装到位，高程、纵坡及表面平整度满足要求并验收合格后，再在滑道梁顶面焊接不锈钢板。

三门峡公铁两用大桥的滑道梁安装是主桥安装前的重要环节，它是施工过程中主桥支撑和行走的平台。滑道梁总重约 723t，每条滑道梁分为 15 段出厂，共计 45 段，单条滑道梁纵剖面图如下 5.6:

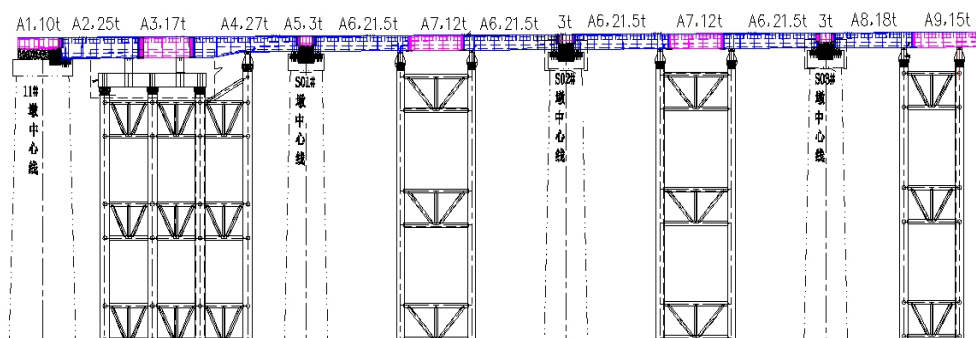


图 5.6 滑道梁纵剖面图

(2) MGE 滑板

顶推滑动采用不锈钢板与 MGE 滑板组成摩擦副，不锈钢复合板的厚度为 11mm，MGE 板厚度为 30mm。

MGE 性能参数表见表 5.1:

表 5.1 MGE 性能参数表

序号	项目	单位	滑板型号
			MGE
1	密度	g/cm ³	1.0-1.1
2	拉伸强度	Mpa	≥30
3	冲击强度	KJ/m ²	≥75
4	压缩强度	Mpa	≥65
5	邵氏硬度	D	50—70
6	线联系数	1/°C	8-9.1×10 ⁻⁵
7	磨损率	mg/N.m	32×10 ⁻⁷
8	吸水率	%	≤0.03
9	使用温度	°C	-40~+90
10	老化寿命	年	>50
11	极限 PV 值	Mpa.m/s	≥8
12	摩擦系数	干态	0.045~0.065
		水润滑	0.022~0.04
		油润滑	0.016~0.03

根据顶推工况计算，钢桁梁在顶推过程中单点最大支反力为 2233t，每个滑块底部 MGE 板面积为 1×0.9×2=1.8m²。则该处 MGE 滑板承受的压应力为 (2233×10×1000)/(1.8×1000000)=12.4MPa，由于 MGE 板的压缩强度 ≥65Mpa，因此 MGE 滑板受压满足要求。

不锈钢板表面粗糙度小于 $Ra5 \mu m$ 。滑块表面涂硅脂油或黄油以减少顶推摩阻力，滑道表面的粗糙度要保证、保持清洁并避免划伤（污物侵入滑道和滑板磨损变形或折皱摩擦系数增大）。

(3) 滑块

1) 1#-10#墩滑块

采用单层箱式结构，材料选用 Q345D, 腹板采用 Q370qe。顶推千斤顶通过钢绞线拉滑块带动钢桁梁前移。1#—10#墩滑块数量为 66 套（每个滑道梁上配置 2 个滑块使用）。

1#-10#滑块形式立面图见图 5.7。

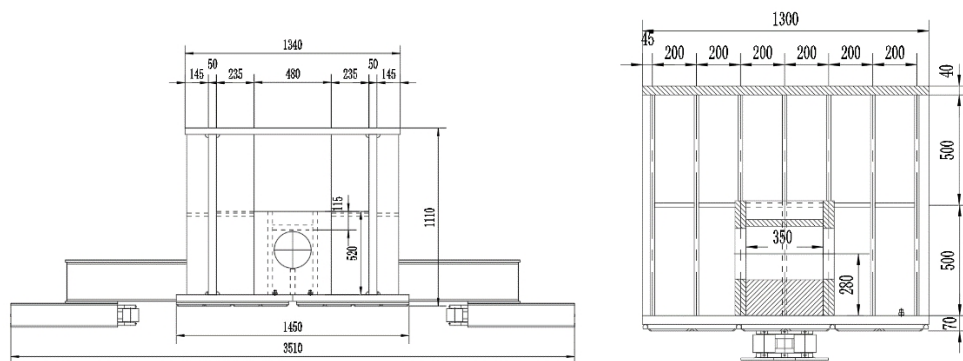


图 5.7 滑块形式立面图

2) 拼装平台及主桥 0#墩

因支反力较小，滑块采用分体设计，方便快速拆装。滑块形式立面图见图 5.8。

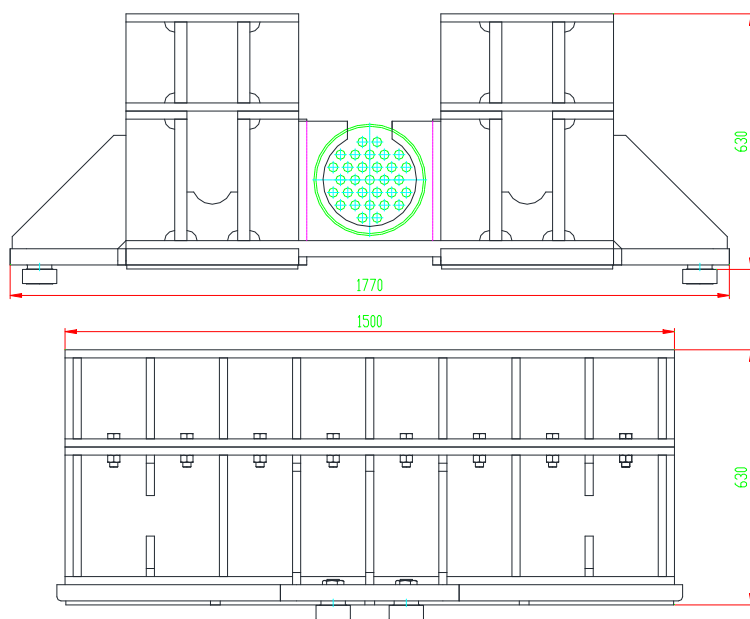


图 5.8 顶推平台及主桥 0#墩顶滑块形式立面图

5.2.5 顶推前的准备工作

- (1) 熟悉钢梁结构设计图、设计说明书、杆件应力、重量表。
- (2) 桥墩结构图及竣工里程，标高，中线测量资料。
- (3) 拼装平台及墩顶布置检查等资料。
- (4) 清理滑道梁不锈钢板上的焊渣及飞溅物等，减小污垢对摩擦的影响。滑道梁经检查合格后，在滑道梁上涂黄油进行润滑。

(5) 墩顶滑块摆放位置要居中，不能偏向一边或与钢梁顶推方向有夹角，以防对顶推产生不利影响。

(6) 对钢绞线进行预紧，最大限度减少每组钢绞线的受力不均匀程度。钢绞线应严格对中，且成一条直线。

(7) 每次顶推之前，检查滑块底的 MGE 板是否被挤压变形，以便及时更换。

(8) 检查顶推各设备是否正常及各线路连接是否正确。

(9) 滑块倒运完毕；

(10) 钢梁架设节间封闭；

(11) 滑块钢板抄垫满足预拱度要求；

(12) 滑块看护人员就位，确保润滑系统准备完善，在顶推过程监护滑块，有异常情况立即暂停顶推，问题解决后继续顶推；

(13) 顶推系统准备就绪，试顶推 10-50cm，确保多点同步顶推，避免桥体扭曲偏位，增加纠偏次数；

(14) 测量人员就位，在顶推过程中，实时测量钢桁梁直线度，若出现横向偏位超过 5cm，应进行主动纠偏。

5.2.6 顶推施工步骤

为在顶推过程中，尽量减少竖向支反力产生的偏心弯矩的影响，同时为减少拆除倒换滑靴的时间，则将顶推施工步骤设计为 3 个竖向起顶点，2 滑块 1.3 米+9.4 米+1.3 米的顶推方式。

顶推步骤如下：

步骤一：前后竖向顶分别位于墩顶身心线 7.3m 的滑道梁上。前滑块距离墩身中心线 4.7m，后滑块距离墩身中心 6m，双滑块受力。

滑块受力，竖向顶悬空，钢绞线分别穿过前、后端滑块并用锚具固定。顶推时，钢绞线拉动前、后滑块移动。

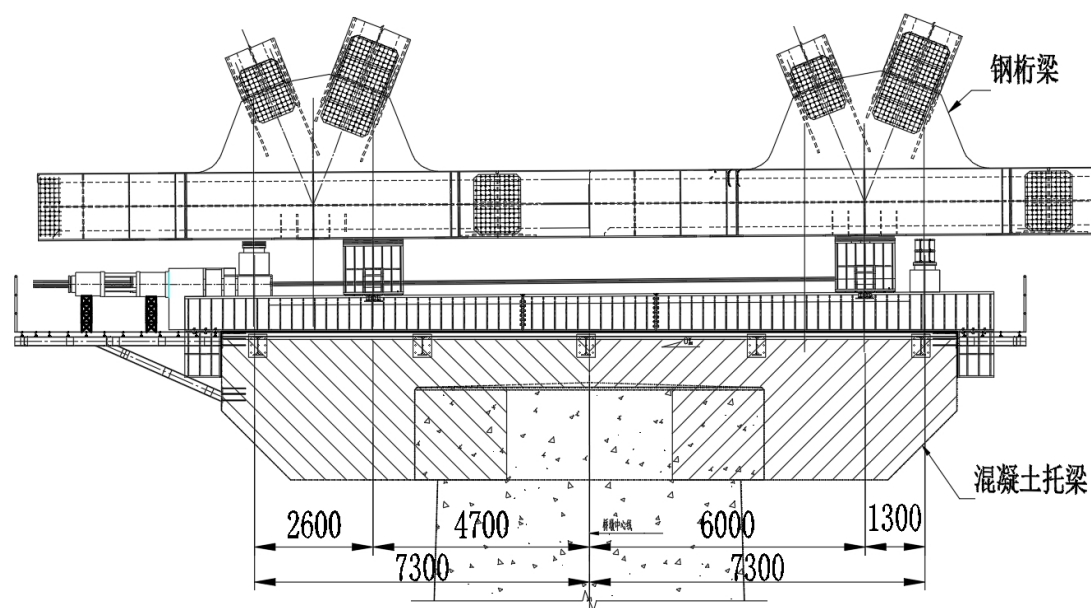


图 5.9 顶推初始状态

步骤二：顶推钢梁 1.3m，后竖向顶前移 1.3m。

钢绞线卸载，水平千斤顶松前后锚。前后竖向顶加塞抄垫块，做好顶升桁架梁准备。

此时状态，前竖向顶距墩身中心线 7.3m，后竖向顶距墩身中心线 6m。前滑块距离墩身中心 6m，后滑块距离墩身中心 4.7m，双滑块受力。

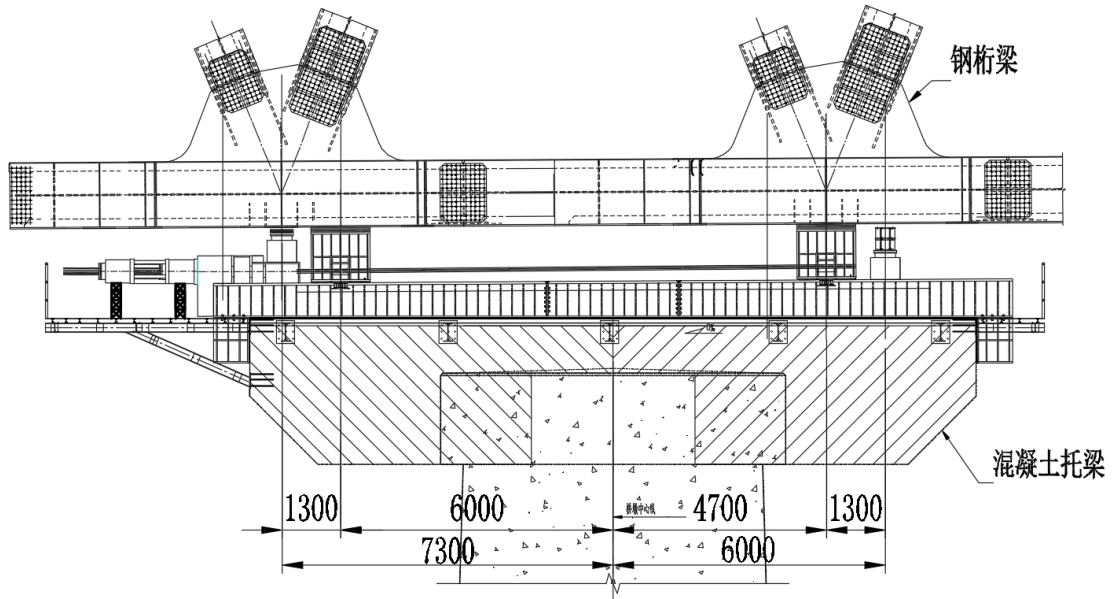


图 5.10 顶推 1.3m 状态

步骤三：竖向顶上方进行抄垫，做好顶升桁架梁准备。

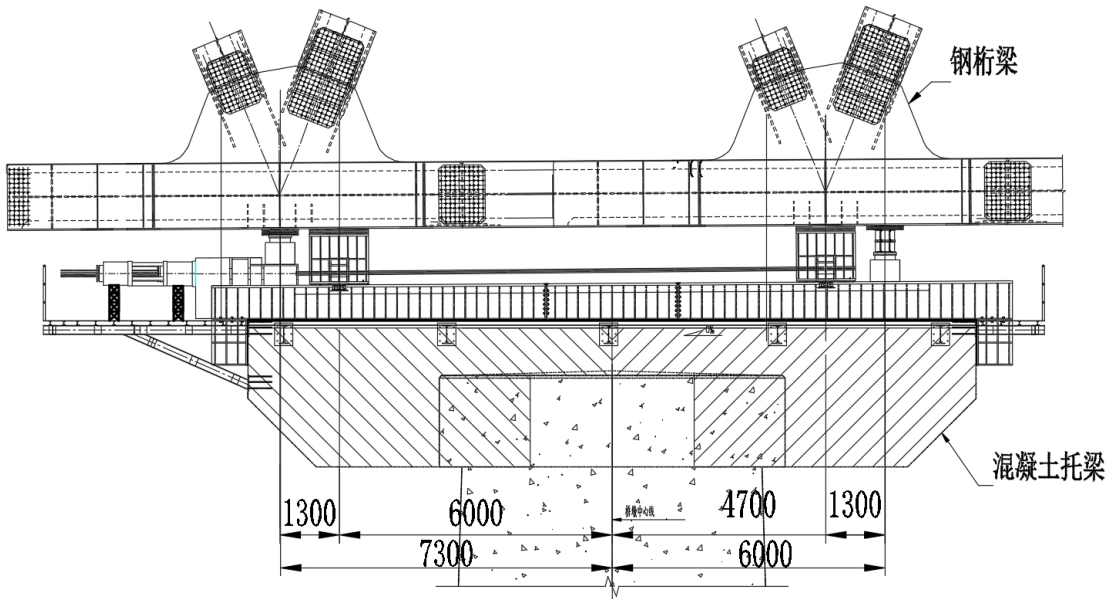


图 5.11 第一次顶升准备状态

步骤四：顶升钢桁梁，前后滑块脱空，拆除前滑块上层抄垫块；竖向顶落梁，后滑块受力。

此时状态：后竖向顶距墩身中心线 6m。前滑块脱空，后滑块距离墩身中心 4.7m。

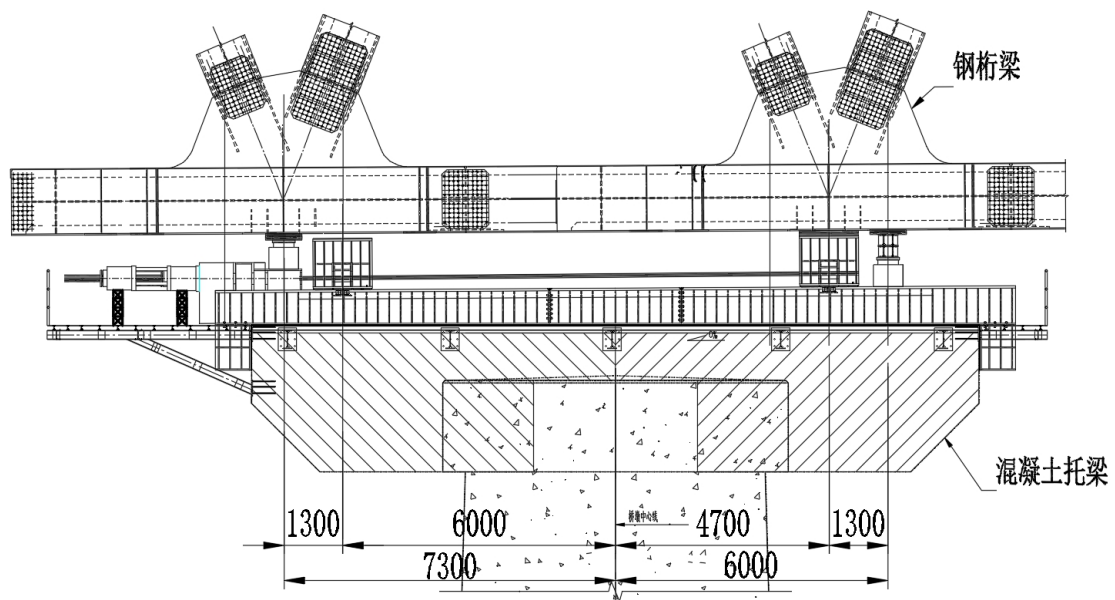


图 5.12 前滑靴上方抄垫拆除状态

步骤五：顶推钢梁 9.4 米，同时后竖向顶都向后移 1.3 米。

此时状态：后竖向顶距墩身中心线 7.3m。前滑块距离墩身中心 6m，后滑块距离墩身中心 4.7m，后滑块受力。

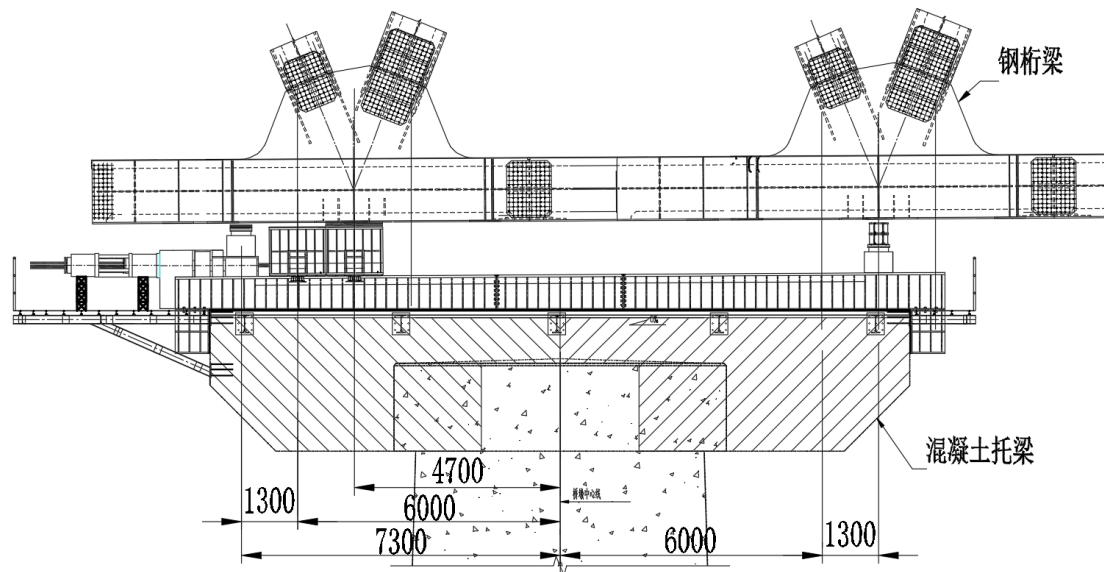


图 5.13 顶推 9.4m 状态

步骤六：增加中部竖向千斤顶，中、后竖向千斤顶做好顶升钢桁梁准备；

此时状态：前竖向顶距墩身中心线 7.3m，后竖向顶距墩身中心线 7.3m；中竖向顶距墩身中心线 3.4m。前滑块距离墩身中心 6m，后滑块距离墩身中 4.7m。

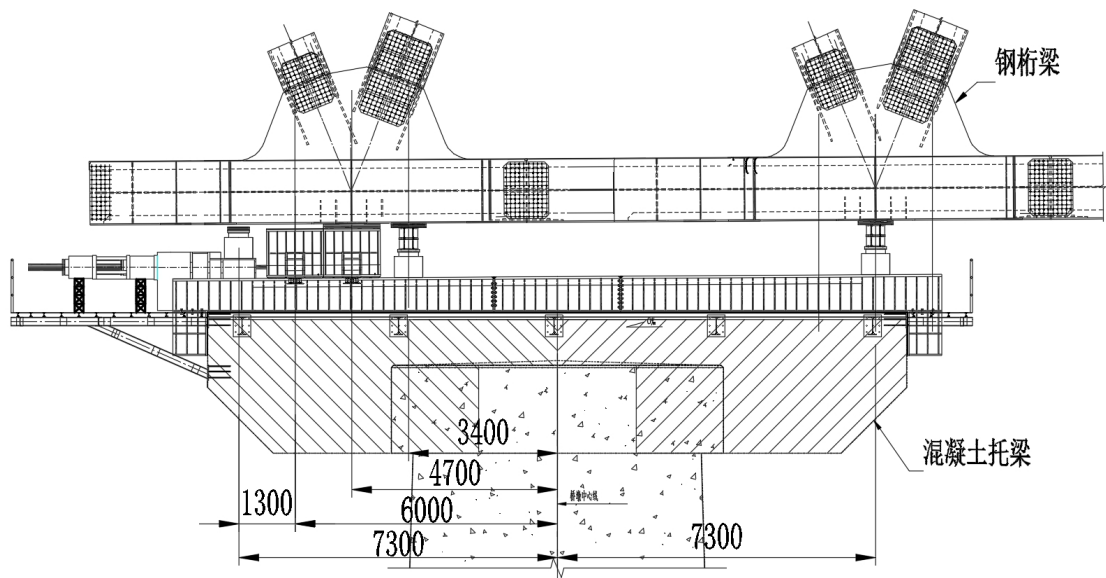


图 5.14 第二次顶升准备状态

步骤七：顶升钢桁梁后，拆除后滑靴上方的部分抄垫钢板；在前滑靴上方抄垫适当抄垫钢板（与原后滑靴上方抄垫钢板厚度一致）；进行中部竖向顶卸载操作（此时注意控制好竖向顶的压力值变化范围，一旦后竖向顶压力上升超过原支撑力的 10%，则对后竖向顶适当卸载，保持后竖向顶压力增大值 $<10\%$ ）。

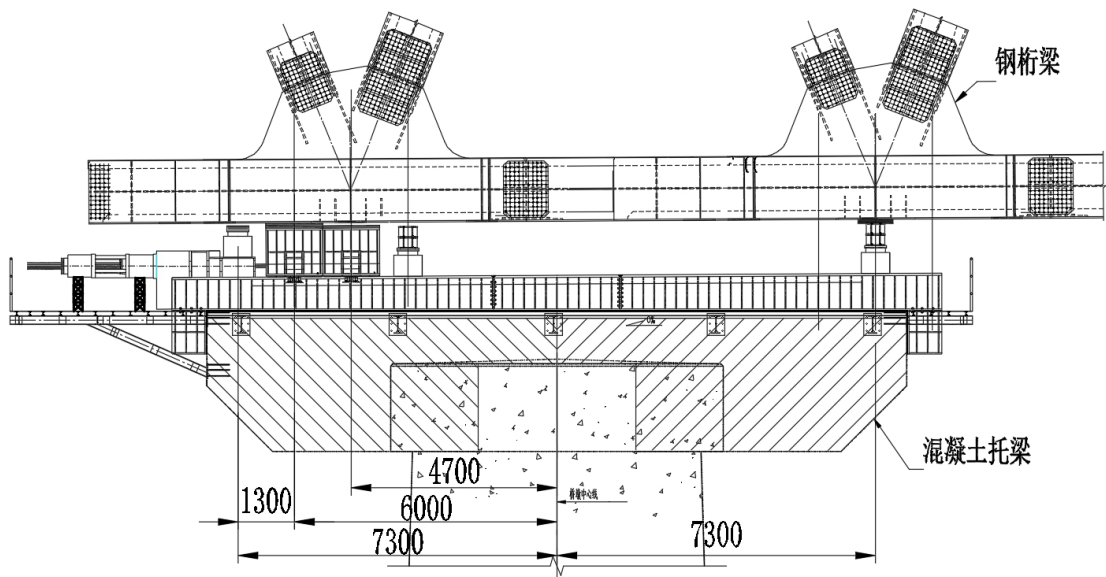


图 5.14 前滑块及后竖向顶同时受力状态

步骤八：移除中部竖向顶。

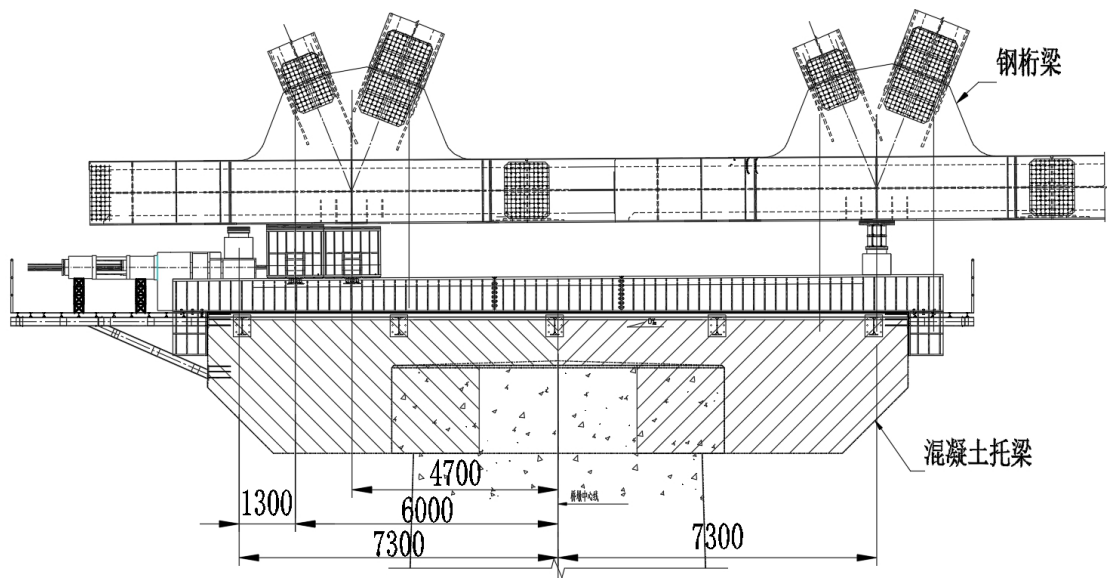
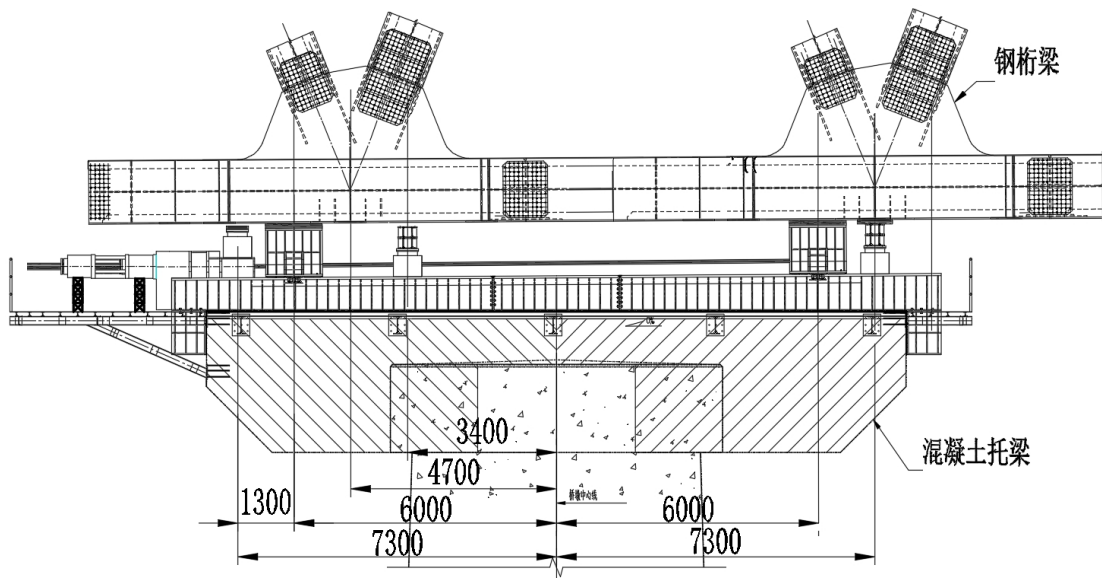


图 5.15 第一次移除中部竖向顶时状态

步骤九：后滑块后移 10.7m；后移过程中重新安装中部竖向顶。

此时状态：前滑块距离墩身中心 6m，后滑块距离墩身中心 6m。前滑靴及后竖向顶同时受力。



5.16 后滑块后移完成时状态

步骤十：中部竖向顶进行适当抄垫。中部竖向顶起顶钢桁梁（注意控制后竖向顶压力变化，一旦发现后竖向顶压力降低值超过 10%时，适当加压。直至将后滑块抄垫至与前滑块一致）。

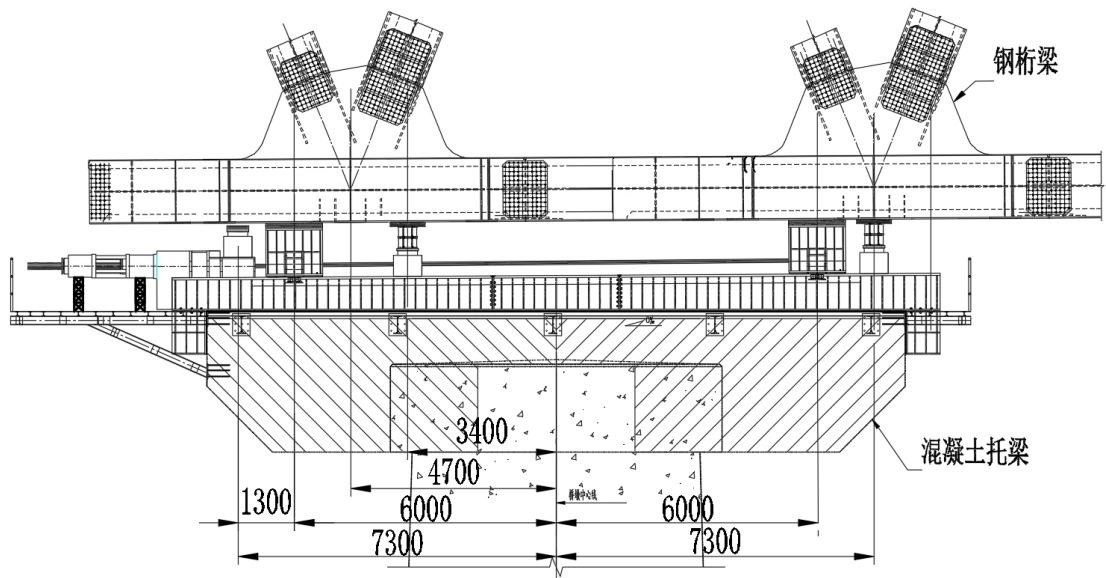


图 5.17 第三次顶升完成状态

步骤十一：前、后滑块后移 1.3m。

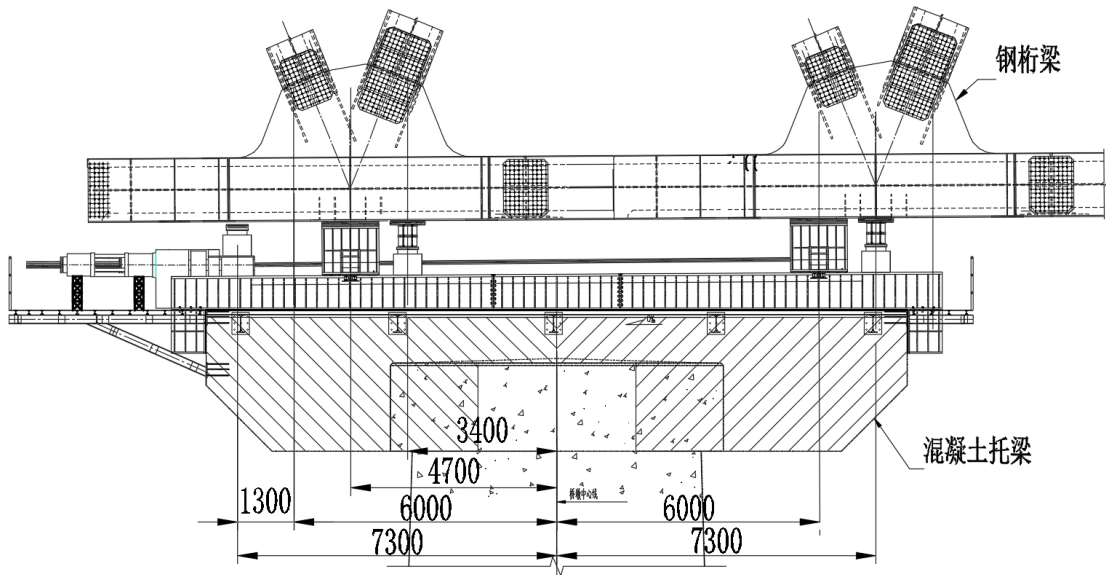


图 5.18 前滑靴后移完成状态

步骤十二：中部及后部竖向顶卸载，前后滑块同时受力。

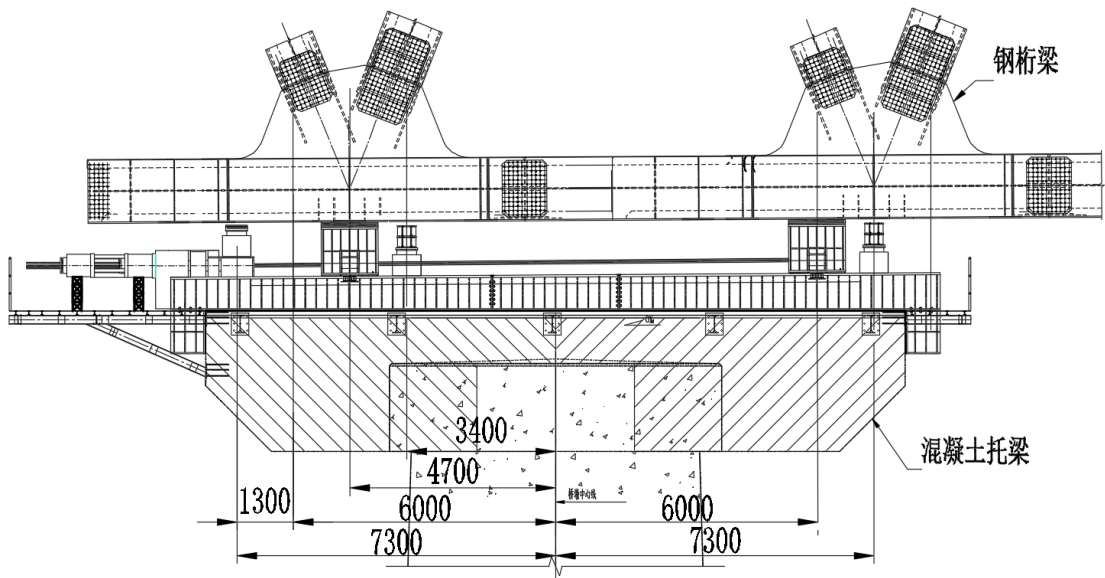


图 5.19 前后滑块受力状态

步骤十三：顶推 1.3m。前后竖向顶进行抄垫，做好顶升钢桁梁的准备。

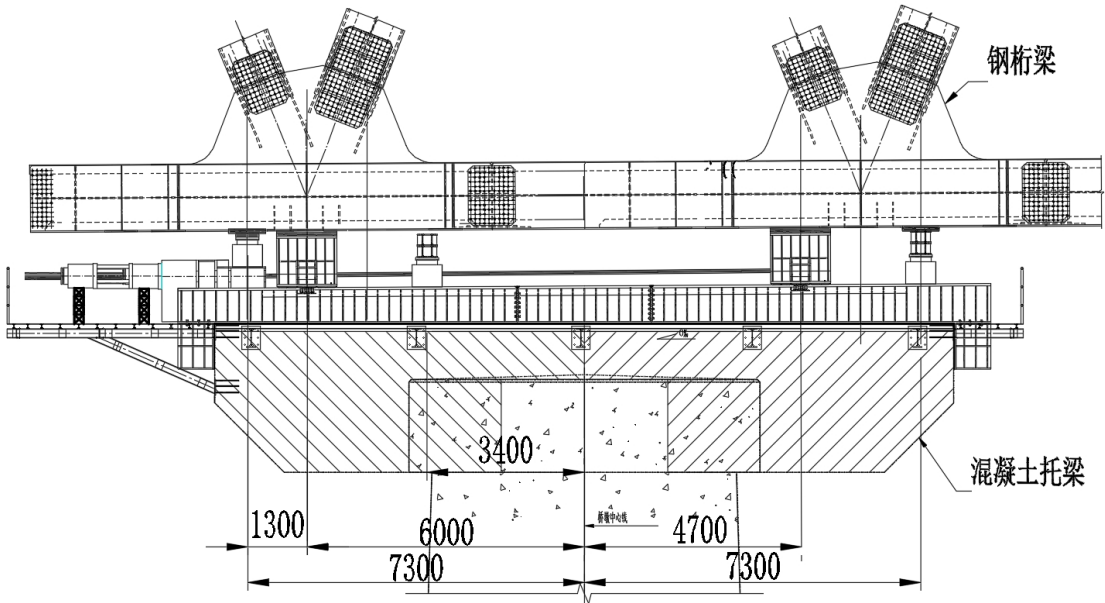


图 5.20 顶推完成 1.3 米状态

步骤十四：顶升钢桁梁，前、后滑靴悬空后，将前、后滑块后移 1.3m（尽量减少滑块的悬空高度 $\leq 3\text{mm}$ ）；拆除中部竖向顶。

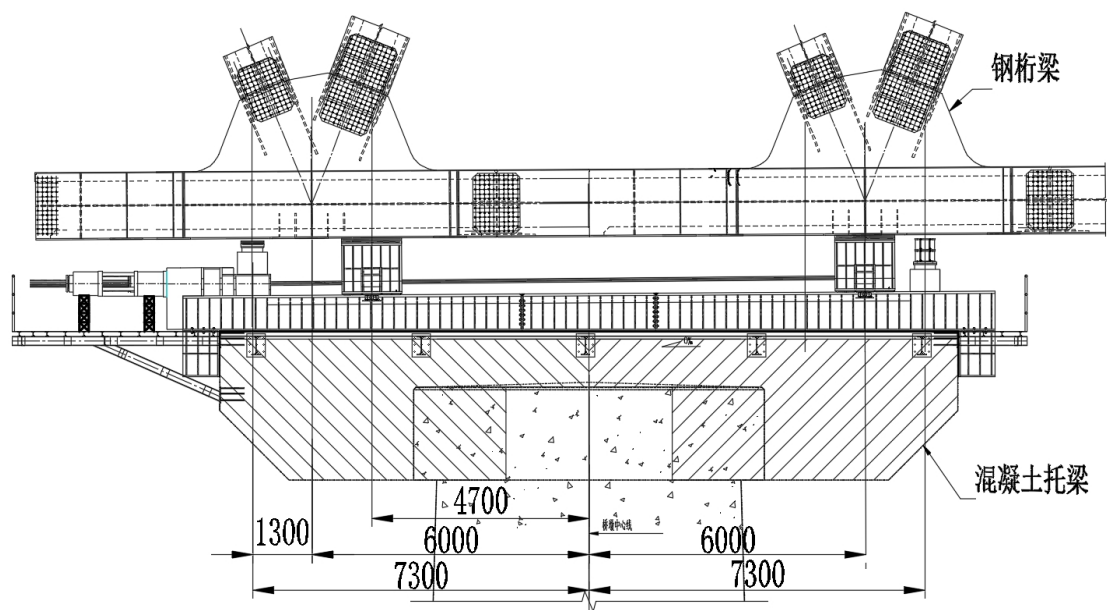


图 5.21 第四次顶升及第三次拆除中部竖向顶完成状态

5.2.7 导梁上墩施工步骤

钢梁最大悬臂为导梁即将上墩的时候，为了钢桁梁安全上墩，钢梁接近墩时，通过对顶推过程中杆件应力及桥梁线形实时监控，并尽快顶推上墩。

当导梁前端进入滑道梁上方时，利用导梁前端 100 吨小吨位液压千斤顶起顶导梁，将导梁下弦底面与滑块之间用抄垫块抄实，带导梁顶升到足够高度后将千斤顶撤除，更换前墩的竖向顶继续顶升导梁，直至使得导梁头到达设计标高，然后塞入滑块继续顶推，从而实现上墩。

根据拼装平台处梁底面距离墩顶面净标高为：3305mm（拼装平台梁底距离滑道面净空 800mm+11 号墩墩顶滑道梁高度 1260mm+垫石高度 1245mm），顶推标高与设计标高平行，则梁体在上墩后梁底面距离墩顶面净标高也应该为：3305mm。

考虑下挠梁最大值为：470mm，则导梁在上墩前导梁底面距离滑道梁顶面的最小距离为： $3305-1211$ （最高垫石高度） -848 （最高滑道梁高度） -470 （最大下挠量） $=776$ mm。我司 0~10 号墩投入使用的竖向千斤顶最大高度为 635mm。则导梁到达前墩时导梁底部与滑道面的距离大于我司竖向顶的高度（ $776 > 635$ ），即我司竖向顶可以直接放置于导梁端头下方顶升导梁从而实现上墩操作。

顶推过程中，导梁端部标高是不断变化的。为了保证导梁顺利通过临时墩，在导梁接近临时墩时，应对其标高进行监测。如导梁标高不满足施工要求，则通过调整后支点高程来使导梁上墩施工满足要求。同时为了尽量减少钢桁梁的悬臂长度，当导梁鼻梁刚刚上墩时就及时进行相应抄垫。

充分考虑下挠量的不确定因素后，假定出现导梁到达前墩准备上墩前，导梁底面实际低于滑道面的工况下制定的如下导梁上墩步骤：

步骤一：在导梁前端增设鼻梁结构。鼻梁结构示意如下图 5.22。此时利用小吨位 100 吨液压千斤顶支垫于鼻梁前端，小吨位液压千斤顶下方抄垫一块 MGE 滑板。原墩顶竖向千斤顶位于鼻梁后部，竖向顶紧贴滑道梁后端。上墩布置如下图 5.23。

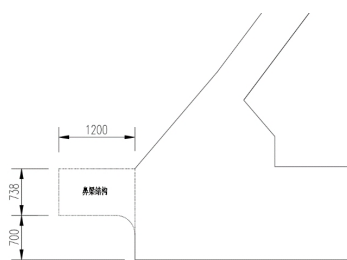


图 5.22 鼻梁结构外形图

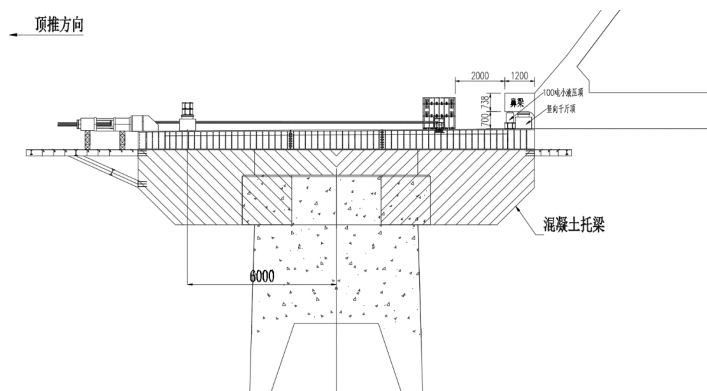


图 5.23 导梁上墩步骤一

步骤二：100吨液压顶顶升导梁，在竖向顶上填塞抄垫块，100吨液压小顶上加塞抄垫块后继续顶升导梁，再在竖向顶上方加塞抄垫块，往复操作直至导梁底面距离滑道顶面距离到达700mm。

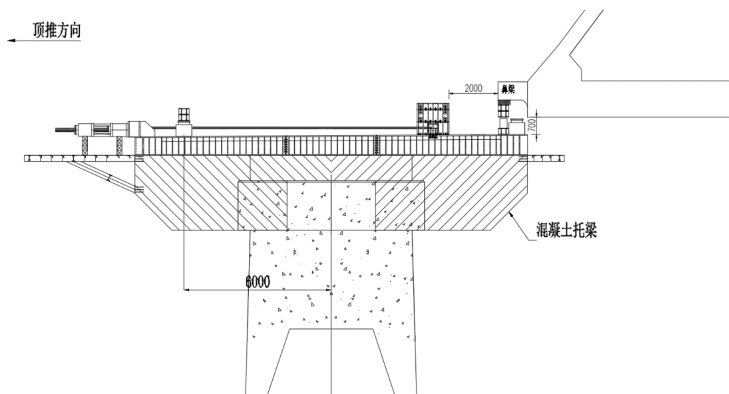


图 5.24 导梁上墩步骤二

步骤三：竖向千斤顶上方抄垫清空，100吨液压千斤顶带载和导梁一起继续向前顶推2米。顶推后，在竖向顶上方加塞抄垫。

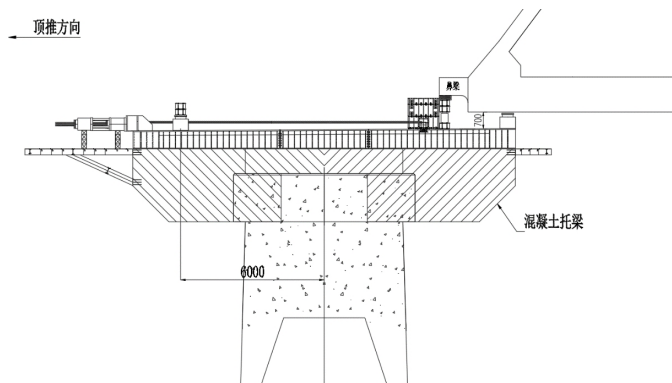


图 5.25 导梁上墩步骤三

步骤四：100 吨液压小千斤顶卸载，拆除 100 吨液压千斤顶及其上方抄垫块，将滑块向后移至鼻梁后部。

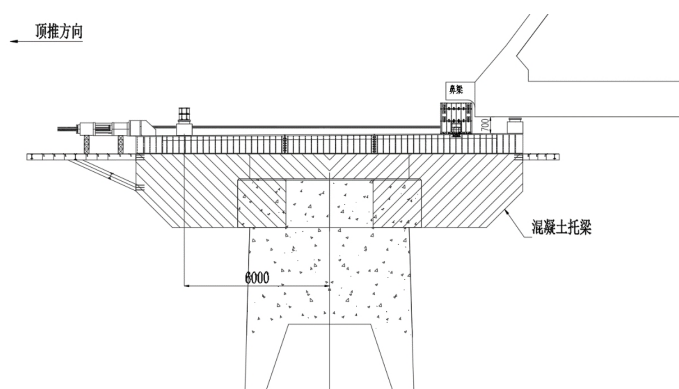


图 5.26 导梁上墩步骤四

步骤五：竖向顶开始顶升导梁，在滑块上加塞抄垫，如此往复，直至导梁底面与滑道顶面距离为 1300mm。拆除滑块上方多余的抄垫。

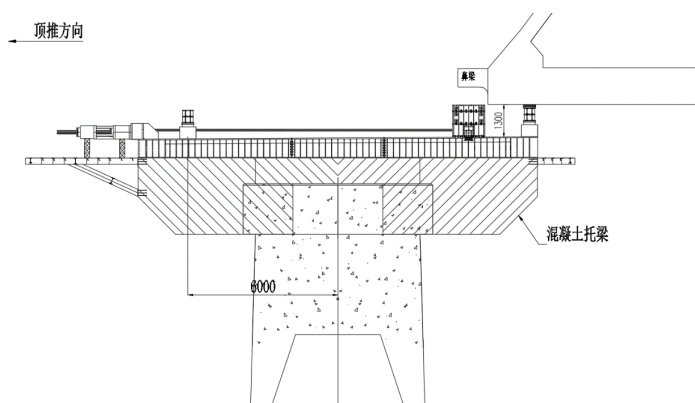


图 5.27 导梁上墩步骤五

步骤六：将滑块后移至导梁前端节点正下方，竖向千斤顶卸载，拆除竖向千斤顶上方多余抄垫。导梁上墩完成，可以继续顶推。

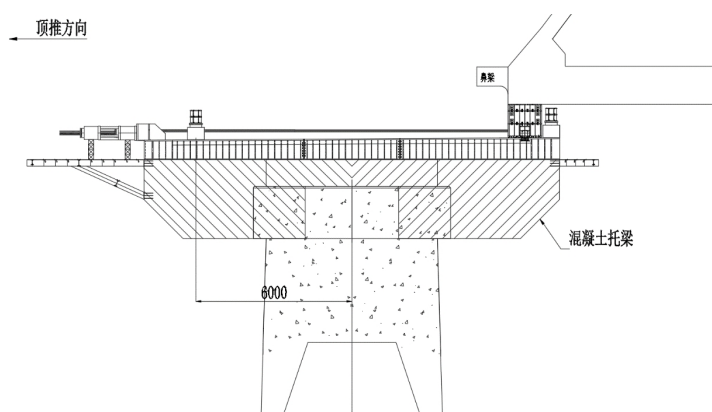


图 5.28 导梁上墩步骤六

5.3 劳动力组织

本工法人员配备需求见表 5.3。

表 5.3 作业人员安排表

序号	工种	工人数量	备注
1	操作手组	20 人	负责特种机械操作。
2	拼装组	20 人	负责倒运滑块及顶升抄垫
3	观测组	5 人	负责顶推过程中观测标高、位移等钢梁状态。
4	临边防护组	2 人	周围防护栏杆、上下通道施工。

6. 材料与设备

6.1 主要材料（见表 6.1）

表 6.1 主要材料统计表

序号	名称	规格	型号	技术性能	能耗及数量	使用部位
1	钢板	10mm-40mm	Q345D	国标	603T	滑块及抄垫
2	MGE 板	30mm	/	压缩强度 $\geq 65\text{Mpa}$		滑块
3	不锈钢复合钢板	11mm	/	粗糙度小于 $Ra5\ \mu\text{m}$	194.8 m^2	滑道

6.2 主要设备（见表 6.2）

表 6.2 主要设备统计表

序号	设备名称	单位	规格、型号、功率	数量	使用部位	备注
1	液压千斤顶	台	50t	33	顶推平台	主动纠偏
2	液压千斤顶	台	100t	3	顶推平台	导梁迎墩
3	液压千斤顶	台	300t	48	顶推平台	拼装平台整体起顶
4	液压千斤顶	台	300t	6	顶推平台	拼装平台调梁
5	液压千斤顶	台	500t	6	0#墩	0#墩起落梁
6	液压千斤顶	台	650t	80	1~10#墩	1~10#墩边桁起落梁
7	液压千斤顶	台	800t	44	1~10#墩	1~10#墩中桁及 11#墩中桁起落梁
8	液压千斤顶	台	900t	4	11#墩	11#墩边桁起落梁
9	液压千斤顶	台	1600t	32	1~10#墩	4 个墩桥面结合边桁同时起落梁
10	液压千斤顶	台	2100t	16	1~10#墩	4 个墩桥面结合中桁同时起落梁
11	水平连续千斤顶	台	350t	33	顶推平台、墩顶	顶推
12	液压泵站	台	LSDB105	13	顶推平台、墩顶	顶推、提升
13	主控系统	台	LSDKC-16	3	顶推平台、墩顶	顶推、提升
14	阀体柜	台	TSF50	13	顶推平台、墩顶	顶推、提升
15	提升千斤顶	台	LSD750-500	8	顶推平台、墩顶	提升
16	电动油	台	ZB10/320-4/800B	43	顶推平台、墩顶	迎墩、纠偏、拼装平台整体起落梁

(1) 通过对钢梁顶推施工过程进行模拟计算，计算结果见表 6.3。

表 6.6 S1#~S3#墩千斤顶配置方案

位 置		1#滑块	2#滑块	3#滑块	4#滑块	5#滑块	6#滑块
竖向顶	边桁	2-200t	2-200t	2-200t	2-200t	2-200t	2-200t
	中桁	2-200t	2-200t	2-200t	2-200t	2-200t	2-200t
	边桁	2-200t	2-200t	2-200t	2-200t	2-200t	2-200t
位 置		6#滑块	7#滑块	8#滑块			
竖向顶	边桁	2-200t	2-200t	2-200t			
	中桁	2-200t	2-200t	2-200t			
	边桁	2-200t	2-200t	2-200t			

表 6.7 千斤顶设备配备表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
1	液压千斤顶	YD5000-200	台	6	
2	液压千斤顶	YD6500-200	台	80	
3	液压千斤顶	YD8000-200	台	44	
4	液压千斤顶	YD9000-200	台	4	
5	液压千斤顶	LSD3500-300	台	33	
6	液压千斤顶	YD200-100	台	48	

钢梁顶推就位后，根据公路桥面板结合顺序，对 1#~10#墩竖向千斤顶进行补充或组合，以满足公路桥面板结合起顶力的要求。配置见表 6.8。

表 6.8 桥面板结合顶落梁千斤顶配置方案

位置	千斤顶配置	单墩千斤顶配置
边桁	16-1600t	4-1600t
中桁	16-2100t	4-2100t
边桁	16-1600t	4-1600t

说明：配置千斤顶数量按四个墩位同时起顶。

7. 质量控制

7.1 执行的标准或规范

《客货共线铁路桥涵工程施工技术指南》（TZ203-2008）；《铁路桥涵工程施工质量验收标准》（TB10424-2010）。

7.2 质量控制措施

7.2.1 多点顶推同步性措施

采用压力和位移交替控制来实现顶推的同步性，分两步进行。即顶推分级加载预紧，然后再进行位移同步顶推。在倒换滑块起顶时，确定各个墩顶的支反力，按照实测滑块的静摩擦系数计算出摩阻力，再根据摩阻力来确定千斤顶需施加的顶推力。将顶推时的顶推力分成 5 个等级，分别是 30%、50%、70%、80%、85%，顶推时按等级加载。加载等级的压力根据下表和千斤顶参数 14KN/MPa 确定。

顶推工作就绪后，首先选择手动模式，逐一将顶推顶前后主顶的活塞回到行程开关位置后开始手动顶推。主控台操作人员按下“前顶进”按钮，观察操作界面的压力显示，在 30%、50%、70%、80%、85%，在其牵引力状态下，检查各受力结构变形情况。检查油泵，顶推顶，前后夹持器，前后监控器，压力表，钢绞线是否异常，如有异常立即报告。

加载 85%后, 各水平千斤顶的受力均一致, 转换至自动运行模式, 以位移控制下进行自动连续顶推。各墩分控系统收集水平千斤顶位移信号加以运算, 并发送至工程控制主机系统; 主控机对数据分析后再下令各墩分控系统执行相应的指令, 在此过程中, 主控机和各墩分控系统不断地收集信号、运算、执行相应指令, 形成一种闭环控制。

在以位移控制顶推过程中, 顶推压力作为辅助控制, 各墩液压泵站均有压力限定装置, 分控系统有压力监控措施, 主控机上显示所有分控监控措施。滑块跟滑道的摩擦力变化时, 顶推压力也相应地变动, 在压力不超过一定范围值内, 系统不报警。

当超压时, 分控系统会报警, 并在显示上体现出来, 液压泵站限压装置启用, 使水平千斤顶压力不再升高, 顶推力不会增大, 保护钢梁和主墩安全。

当墩顶上突然停电时, 主控机上监控立即显示停电分控系统, 并下令其它分控系统停止执行当前指令, 防止其它水平千斤顶压力超压, 保护钢梁和所有主墩的安全。

主控机发出指令给各分控系统执行是同步性的, 即主控机同时对各分控系统发出指令, 各分控系统同时执行指令, 各墩的水平千斤顶同时动作, 使得主墩受到较小的水平力, 保护主墩安全。

7.2.2 顶升同步性措施

顶升施工原理与顶推相同, 也是采用压力和位移交替控制来实现顶升的同步性。先加载预紧, 再进行等压同步, 位移为辅顶升。

根据监控单位针对当前顶升状态提供的各点顶升力, 设定好起顶力, 各点按照设定好的起顶力等压起顶。待滑块向后滑移完成后, 将滑块上方抄垫钢板, 抄垫至梁底等高状态(各桁滑块上方抄垫钢板顶部距离三桁底板均距离 3mm), 抄垫误差控制在 $\leq 3\text{mm}$ 。如此可有效保证每次滑块倒换落梁完成后每个滑块受力均维持在合理范围内。

顶升工作准备后, 主控机上选择顶升操作系统, 启动顶升指令, 各分控系统执行顶升预紧, 使各竖向千斤顶的压力达到相同的值。这时各分控系统收集信号加以运算后发送给主控机, 主控机分析后, 发送下一道指令各分控系统执行, 开始以位移控制顶升。在顶升过程中, 压力也在不断地辅助位移控制顶升, 在压力不超过一定值时, 系统不报警。

顶升过程中千斤顶超压时, 液压泵站限压装置启用, 分控和主控系统也报警; 当压力超过千斤顶的限压值时, 下令全桥分控系统停止执行当前指令, 并显示超压千斤顶, 要求千斤顶低于限压值后才能恢复顶升指令, 保护钢梁安全。

当墩顶上突然停电时, 主控机上监控立即显示停电分控系统, 并下令其它分控系统停止执行当前指令, 防止其它竖向千斤顶压力超压, 保护钢梁的安全。

在顶推施工过程中, 根据测桥墩应力状态和桥墩墩顶位移和转角等数据, 随时调整水平千斤顶油压。

7.2.3 顶推过程控制措施

(1) 顶推力的确定

在倒换滑块起顶时, 可确定各个墩顶的支反力, 按照实测滑块的静摩擦系数计算出摩阻力, 再根据摩阻力来确定千斤顶需施加的顶推力。滑块和滑槽的相对位置采用自动加黄油的装置, 确保顶

推过程中同步性和减少摩擦力；

刚开始顶推时，顶推启动顺序建议先拼装平台后 1#—10#桥墩，纵向行走时当 12m 顶推走完 6m 之后，1#—10#桥墩滑块纵向启动早于平台纵向启动。

将顶推时的顶推力分成 5 个等级，分别是 30%、50%、70%、80%、85%等级加载。刚开始顶推时，拼装平台水平千斤顶加载至 85%，1#—10#桥墩水平千斤顶加载至 70%，再同步顶推；顶推走完 6m 之后，停止顶推，放钢绞线使滑块不受力再重新加载，拼装平台水平千斤顶加载至 70%，1#—10#桥墩水平千斤顶加载至 85%，再次同步法顶推至 12m。

(2) 导梁上墩高度调整

顶推过程中，导梁端部标高是不断变化的。为了保证导梁顺利通过临时墩，在导梁接近临时墩时，应对其标高进行监测。根据标高来确定，如导梁标高过低时，利用导梁前端 100 吨小吨液压千斤顶起顶导梁，然后塞入滑块继续顶推，从而实现上墩。

(2) 顶推过程中钢梁受力控制

主梁顶推过程中监控测量钢梁的应力，一旦出现异常，则立即停工，查找原因，并予以调整。处理完问题后再继续顶推。

(4) 顶推过程中桥墩受力及变形控制

根据结构的受竖向支反力可知，在桥墩受最大支反力作用时，桥墩受最大弯矩为 260040kN.m，假设滑块摩擦系数为 0.05，桥墩受最大纵向水平力为 $43340 \times 0.05 = 2167\text{kN}$ 。由最大弯矩引起的纵向位移为： $0.0137 \times 260040 / 1000 = 3.6\text{cm}$ ；由最水平力引起的纵向位移为： $0.7 \times 2167 / 1000 = 1.5\text{cm}$ ；最不利纵向为两者叠加为 5.1cm，所以要求墩顶纵向位移不能超过 5cm，如顶推能达到多点同步，墩顶纵向位移不超过 4cm。

在主墩墩顶进行线形监测，将监测数据和实际理论数据对比。当超出预警值，立即停止顶推工作，通过增加或减少水平力、抄垫，进行纠偏等办法解决后再进行下一步工作。

(5) 顶推后的线形调整

在顶推后拼装钢桁梁前需对钢梁线形进行测量调整。在测量出数据后，竖向千斤顶起顶，调整三桁标高差在规范允许范围之内（5mm），然后通过横向纠偏装置进行轴线调整，再落梁使滑块受力，使钢梁线形达到规范和设计要求。

7.2.4 关键部位质量控制点、方法

(1) 钢梁拼装线形标准

按照国家相关标准规程及设计图纸的要求，顶推过程中轴线偏差不得超过 5cm，三桁高差不超过 5mm。

(2) 顶推支反力控制标准

顶推施工过程中保证支点不脱空，因纵向支点高度误差导致的支反力偏差不大于其正常情况下理论值的 5%（要求纵向整体高度偏差在 2cm 以内），因横向支点高度误差导致的支反力偏差不大于其正常情况下理论值的 10%（以主动落梁的方式使滑块受力，要求横向支点高度相对偏差在 3mm 以内）。

(3) 顶推过程位移标准

顶推钢梁横向偏位不大于 5cm，墩顶纵向偏位不大于 4cm，各个桥墩的滑靴和桥墩的相对位置偏差在 1cm 以内。

(4) 顶推过程控制应力标准

取理论计算结果和应力监测结果的最大值乘以 1.4 作为其代表值，桥墩墩身拉应力代表值不超过混凝土抗拉强度标准值，托架混凝土压应力代表值不超过混凝土抗压强度标准值，托架钢筋应力代表值不超过抗拉强度标准值。

8. 安全措施

8.1 钢桁梁开始顶推前，把架梁使用的材料、工具、梯子等摆放在不影响顶推作业的地方。

8.2 在顶推过程中要派专人了解天气状况，若有情况立即通知施工部门采取安全措施，风力达 6 级和 6 级以上时停止顶推。

8.3 顶推时，必须有固定的信号指挥。信号员、顶推人员要密切配合、指挥得当、操作准确，信号员的哨音手势应宏亮、正确、清楚。

8.4 液压油缸必须远离火源或电焊，必须电源焊接，可用隔板隔离，让液压装置远离明火与 65 度的高温。

8.5 软管和油缸的快换接头，不使用时必须使用防尘帽保护，且安装时必须擦净接头外部污染物。不要弯折软管，不要让重物碾过或掉在软管上，不要用软管来提携液压装置。

8.6 千斤顶应根据实际情况定期进行维修、清洗及内部保养，如发现千斤顶在工作中有故障、漏油、工作表面刮伤等现象应停止使用进行维修。

8.7 在千斤顶有油压情况下，不得拆卸油压系统中的任何零件。

8.8 顶推施工中，应及时反馈千斤顶的顶推读数，顶推钢绞线两侧应进行有效防护，防止钢绞线拉断等突发事故。

8.9 顶推施工前，应将上弦螺栓施拧平台的脚手板进行固定，防止意外事故，同时在顶推施工时，应停止涂装施工，避免立体交叉施工。

8.10 冬季顶推钢桁梁时要特别做好防冻、防滑等安全防护工作，夜间作业用工作灯应使用安全电压。

9. 环保措施

9.1 认真学习并深入贯彻执行国家有关环境保护方面的法律、法规和施工技术细则规定的强制性条款，认真做好向全体施工人员的宣传教育工作，提高认识，加强全员的环保意识。

9.2 无条件地接受业主、环保监督部门的检查、指导和监督，定期检查施工范围内环保工作的执行情况，发现问题立即整改。

9.3 严格按照防噪声、防震、防污染措施组织施工，减少对施工现场的干扰，保护施工人员健康。夜间施工尽可能采取降噪措施，或不安排夜间施工。

9.4 采取有效措施控制现场的各种粉尘、废气、污水、固体垃圾及噪声振动对环境的污染和危害，不在现场燃烧各种有毒有害的物质。

9.5 在钢桁梁上设置垃圾箱，钢桁梁上产生的垃圾分类入箱，防止污染。

9.6 施工中的建筑垃圾、机械油污、生活污水、生活垃圾等事先合理规划排放处理地点，不得污染当地水源与环境。

9.7 其他地上设施应放置平稳，对不稳定设备进行加固，设备应进行明显标识，大型设备四周由彩钢板进行围护。

9.8 竣工后环境要做到人走场清。工程完工后应将临房等临时设置全部拆除，及时清理施工现场，归还施工临时占地，施工垃圾运至环保部门指定的位置处理。

9.9 弃碴、排污等按相关规定办理，并与环保等有关部门签订协议，按规定进行处理。

10. 效益分析

10.1 经济效益

通过采用托梁及顶推施工方法，使钢桁梁顶推过程中的反力始终传至墩顶滑动面上，使钢梁反力作用在墩顶可控范围之内，大大减小了墩顶所受偏心弯矩对结构的影响；克服了传统拖拉式顶推的缺点，且托梁结构简单，受力明确，钢材使用量少。与传统的落地支架及墩旁托架法相比，大大节省了材料，提前工期 2 个月，减少各种费用约 800 万元。综合计算，该工法在三门峡公铁两用大桥施工中所创造的经济效益达 960 多万元。

10.2 节能环保效益

本工法对施工现场的干扰小，施工过程中通过采取有效措施控制现场的各种粉尘、废气、污水、固体垃圾及噪声振动对环境的污染和危害，不在现场燃烧各种有毒有害的物质。在钢桁梁上设置垃圾箱，施工过程中产生的垃圾分类入箱，防止污染。机械动力均为电动，墩顶全部封闭防止液体渗漏，2017 年本工程被三门峡市水利局评为“环境保护示范工程”，达到了节能和环保的各项要求，节能和环保效益显著。

10.3 社会效益

该工法通过采用混凝土托梁+双滑块施工，具有施工干扰小，可控制程度大等优势，可在高墩位条件下保证施工安全，具有较大的创新性。吊装、拼装杆件快，极大的加快了施工进度。在施工过程中受到社会各界的广泛关注，三门峡电视台、三门峡生活网、天津电视台、中国铁道建筑报等多家媒体对桥梁顶推施工进行了专题报道或新闻报道，在国内建筑行业产生了巨大影响，同时培养了一批优秀的复杂环境条件下桥梁工程施工专业的技术人员，创造了良好的社会效益。

11. 应用实例

三门峡黄河公铁两用大桥主桥全长 1142.5m，主桥钻孔桩 456 根，主桥钢结构总重约 41408t，主要材质 Q370qE。主桥横向为三片桁架，中、边桁架中心间距 13.6m，桁架高 15m，公路桥面总宽度为 31.6m。主桁架采用无竖杆三角桁式，节间长度 12m，全桥共 95 个节间。桥跨布置：84m+9x108m+84m，总长 1140m。通过采用本工法，工程施工工期可控，完全满足施工组织设计要求，施工期间安全可靠，没有出现任何安全、质量事故。在施工中得到建设单位、监理单位、质量监督单位的好评，取得了良好的经济、社会效益，具有很高的推广应用价值。

建议密级	
批准密级及编号	

科技成果评审证书

编号：（2017）中铁建科评字169号

成果名称：高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大
桥建造技术

完成单位：中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司

中国铁建大桥工程局集团有限公司

组织评审单位：中国铁建股份有限公司

评审形式：会议评审

评审日期：2017年8月4日

一、成果简要说明及主要技术指标

1、任务来源

蒙西至华中地区铁路煤运通道是我国新的“北煤南运”战略运输通道，是国家“十二五”规划的重大交通基础设施和“十二五”铁路规划的重点项目，北起我国煤炭资源富集的内蒙古鄂尔多斯地区，途经陕西、山西、河南省，进入煤炭资源匮乏的湖北、湖南、江西省。线路全长约1750公里，按照国铁 I 级标准、双线电气化铁路标准建设，近期运量1亿吨，远期2亿吨以上，投资约1700亿元。

三门峡黄河公铁两用大桥设计范围为蒙西通道 DK639+106.184 ~ DK644+769.938段，桥梁全长5663.754m；其中预留运三铁路为与蒙西通道合建段，长2254.55m（运三铁路左线长），公路仅设计公铁合建部分，公路中心线长1763.21m。

三门峡黄河公铁两用大桥主桥为11跨连续钢桁结合梁桥，主桥位于6‰的单向纵坡上（三门峡至运城方向为下坡方向），桥跨布置为84+9×108+84m，主桥全长1142.5m。主桥承受四线铁路和六车道高速公路，其中下层为四线铁路，分别为双线“蒙西通道”（线间距4.0m）、双线“运三铁路”（线间距4.2m），上层为六线公路。主桁采用三角形桁式，桁高15m，横向为3片桁架，中边桁中心距13.6m，上层公路桥面全宽32m。

中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司于2015年在中国铁建大桥工程局集团有限公司开始立项研究（合同编号 Cr13gk-2015-21），课题组攻克了其关键技术难题，总结并形成了“高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥建造技术”，对后期同类型桥梁建设具有重大理论指导与应用示范意义。

2、应用领域和技术原理

(1) 应用领域

该项目的成果可广泛应用于跨越大江、大河深水基础大直径、变径钻孔桩，大尺寸双壁钢围堰，高墩、超长联、大跨钢桁梁顶推法施工中。

(2) 技术原理

通过室内试验、理论分析和数值模拟分析的基础上，结合现场施工进度和设计文件，采用理论计算和现场施工相结合的方法进行研究，确定步履式顶推或拖拉式顶推的合理性，对钢桁梁及主墩基础的结构受力、变形、稳定性进行检算，确保结构安全。总结已有施工经验，分析研究大跨长联钢桁梁顶推架设技术中的计算机控制原理及牵引系统各组成部分的技术要求，形成系统结构设计标准化，

编写并完善计算机自动控制软件及施工操作安全规程。为今后的类似工程提出建议。

①大直径、超长、变径钻孔桩施工技术研究

三门峡黄河公铁两用大桥主桥(1~9号墩)基础采用40根 ϕ 2.3m-2.0m变径钻孔桩,呈行列式布置。桩长为88-96m(有效桩长)

三门峡黄河公铁两用大桥主桥1#~9#墩位处地质层有粉土层、粉细砂层、粉质粘土层、细圆砾土层,其中粉细砂层和粉质黏土层为主要地层。粉细砂层密实饱和,细砂为主局部夹砂砾胶结层;粉质粘土质地坚硬,主要有粉粒及粘粒组成,质地均匀。针对复杂的地质条件选择合适的钻机、钻头,针对超长、变径选取合理的工艺可以保证成孔质量,是本工程施工的重点。

②深水、大尺寸双壁钢围堰精确定位、下沉控制技术研究

三门峡黄河公铁两用大桥位于黄河三门峡段水库库区,水库汛期3个月为低水位标高约+303.808m,非汛期高水位+316.808m,主河槽低点标高约+301.808m,桥位区水深一年约9个月时间维持在15m左右;每年调水调沙期间(6月份),库区水位落差变化达13m,为达到冲沙效果,水位降低变化几乎在一天之内完成,水位落差大及水位的快速变化对主桥施工影响大。

主要地层:粉土层、粉细砂层、粉质粘土层、细圆砾土层,其中粉细砂层和粉质黏土层为主要地层。粉细砂层密实饱和,细砂为主,靠近摊岸表层为淤泥质土及粉质黏土

本桥双壁钢套箱围堰平面尺寸为46.5m \times 28.8m,壁厚2m,围堰内壁距离承台边缘10cm。围堰由侧板、内支撑和封底混凝土组成。水深超过十米的深水基础一般采用浮船浮运、拼装、下沉钢围堰的方法施工水中承台。利用浮船运输、拼装机下放钢围堰需要水位及流速稳定,但本桥所处库区都不能满足浮船下放的条件。在本桥深水基础施工中采用先桩后围堰的施工方法。即先施工桩基础,利用桩基础钢护筒拼装、下放钢围堰。在复杂的地质、水文条件下精确定位、下沉本桥钢围堰是本工程顺利行进的关键。

③高墩翻模法施工技术研究

三门峡黄河公铁两用大桥主桥铁路墩身高55-72m,数量多、截面尺寸大、结构形式复杂,高空施工安全风险高、质量控制难度大;引桥公铁合建段门式框架墩位于铁路墩顶部,与铁路梁作业相互干扰,高空作业安全风险高,施工技术难度大。为确保高墩施工安全,针对公路墩与铁路梁互相干扰,确定合理的施工组

织与安全技术研究，确保施工安全。

④长联、大跨钢桁梁顶推及控制系统研究

三门峡黄河公铁两用特大桥最大顶推长度为1140m，是目前世界上最大的单向顶推长度。基于三门峡黄河公铁两用特大桥上部结构特点及单向顶推施工工艺，上部结构的施工将会面临以下几个方面的难题。

第一，三门峡黄河公铁两用特大桥采用单侧长距离顶推施工，上部结构的顶推长度超过1000m。这对顶推施工设计中的导梁系统、滑道系统、顶推系统和辅助系统等几个方面均提出了更高的要求。需要对导梁系统、滑道系统、牵引系统和辅助系统及相应的施工技术进行细化研究以保证导梁满足长、大结构的顶推施工工艺。

第二，由于施工荷载的随机性，各构件在施工过程中的变形及应力分布具有明显的不均现象，个别构件的内力会被低估，其稳定性与安全将会受到极大挑战。顶推施工将使上部结构出现多次的体系转换，构件的内力及变形也将出现波动性变化，同时由于施工、环境及其他原因，顶推过程无法完全均衡匀速的进行，这些必将导致构件的实际受力及变形与原设计时考虑的情况存在较大的差异。因此，为了保证结构的施工安全及施工质量，需要对施工过程进行精细化仿真分析及现场的监测、监控以保证项目的安全、合理施工。

第三，顶推施工是一复杂的施工过程，千米级长联钢桁梁的顶推施工工艺对自动化控制系统及牵引体系的各组成部分提出了更高的技术要求，需要对智能控制系统进行细化研究，建立精细的多点同步顶推智能控制系统，确保长距钢桁梁顶推施工的精细化监控。

第四，千米级的长距离单侧顶推施工技术对滑动材料提出了更高的力学性能要求。因此，需要对滑动材料进行力学性能试验，研究适用于长距离单侧顶推的新型滑动材料。

3、性能指标

各项性能指标满足设计、规范和合同要求。

4、与国内外成果对比

(1) 大直径、超长、变径钻孔桩施工技术研究

针对该桥桥址区复杂的地质条件的特点，参考国内外当前铁路钻孔桩的施工经验，邀请石家庄铁道大学的教授及中铁大桥局设计院等专家对主桥钻孔桩施工方案进行了多次论证，并不断优化完善，最终确定采用气举反循环钻机施工主桥

钻孔桩，成功克服了在复杂地质条件下钻孔桩成孔难、易塌孔、施工速度慢等施工难题，确保了工程质量和施工安全。其成套的施工技术和施工工艺填补了国内同类工程施工的空白，并积累了宝贵的经验，对今后类似工程的施工具有重要的借鉴作用和推广价值。

采用气举反循环钻机进行钻孔桩施工，具有施工干扰少，可控制程度大，可在复杂地质条件下保证施工安全，施工成孔质量好，不易塌孔，加快施工进度，设备磨损小，钻头寿命长，钻进效率高等诸多优点，此方法可减少钻机设备的投入数量，节约施工成本。

(2) 深水、大尺寸双壁钢围堰精确定位、下沉控制技术研究

三门峡黄河公铁两用大桥位于黄河三门峡段水库库区，水库汛期3个月为低水位标高约+303.808m，非汛期高水位+316.808m，主河槽低点标高约+301.808m，桥位区水深一年约9个月时间维持在15m左右；每年调水调沙期间（6月份），库区水位落差变化达13m，为达到冲沙效果，水位降低变化几乎在一天之内完成，水位落差大及水位的快速变化对主桥施工影响大。水深超过十米的深水基础一般采用浮船浮运、拼装、下沉钢围堰的方法施工水中承台。利用浮船运输、拼装机下放钢围堰需要水位及流速稳定，但本桥所处库区都不能满足浮船下放的条件。因此结合以往施工经验，对传统的施工方法进行了改进。在本桥深水基础施工中采用先桩后围堰的施工方法。即先施工桩基础，利用桩基础钢护筒拼装、下放钢围堰。

采用该工法在施工桩基础的同时进行钢围堰整体加工，减少施工周期；利用永久钢护筒设置定位导向装置，受力稳定不容易发生破坏，可以保证钢围堰安装及下放精度。同时受水位及流速影响较小，降低了施工的安全风险。

(3) 高墩翻模法施工技术研究

大跨度门型空心高墩门洞圆弧段拱形支架封顶施工中，横梁上设置拱形支架的施工方法与传统的落地钢管支架相比，拱形支架施工抬高支撑点位置，牛腿与横梁采用螺栓连接，实现方便拆卸，循环倒用的目的；没有钢管空中接长焊接施工，空中悬空作业时间短，保证施工安全；钢材消耗量小、安装拆除方便，节约成本投入。拱形支架施工方法与传统的桁架满堂脚手架的施工方法相比，传统方法依靠桁架自身刚度承担上部荷载，在跨度较小的情况下能够满足施工需求。可随着跨度的增大，桁架刚度要求过高，截面尺寸不断加大，安装设备随之加大，施工进度、成本增加；拱形支架利用自身受力特点，将何在传递至横梁牛腿位置，

自身重量轻、刚度大，实现了普通设备辅助大跨度门式空心高墩圆弧封顶施工。

(4) 长联、大跨钢桁梁顶推及控制系统研究

钢桁梁架设的主要施工方法有：悬臂施工法，一面拼装，一面逐渐向前推进，其特点是不受桥渡水文条件、通航、流水、墩高和季节的限制，而且专用辅助结构和辅助设备费用较少；纵向拖拉施工法，即是将钢梁在路堤上或在脚手架上以及已拼好的钢梁上进行拼装，通过滑车组、绞车等牵引设备，沿桥轴纵向拖拉钢梁至预定的桥孔，最后拆除附属设备落梁就位；除此之外还有整节段架设法、走行吊机施工法、门吊施工法、浮吊施工法、缆索吊机施工法、横移施工法等。

我国钢桁梁架设从上世纪 50 年代武汉长江大桥开始，一直延用架梁吊机悬臂架设或者在支架上采用龙门吊机安装施工，采用单根杆件吊装的方法，安装速度较慢，工期较长。近年来，随着我国桥梁科学技术的突飞猛进，对桥梁建设质量、工期等要求不断提高，与传统的现场单杆件散拼安装方法相比，顶推法施工方法将现场的很多工序转移到固定台座上进行，加工质量更容易保证；桥上高空作业工作量减少，便于提高工效，实现了现场作业的工厂化、高空作业地面化、水上作业陆地化、散拼作业整体化。

课题组总结了高墩大跨超长联连续钢桁梁快速拼装施工技术、高墩大跨超长联连续钢桁梁同步顶推施工技术，研究高墩大跨超长联连续钢桁梁施工过程中精调及线性控制方法，通过对高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥施工过程中关键步骤及工序进行控制，提高施工质量，这对发展跨越大江、大河高墩位、大吨位、大跨度公铁两用钢桁梁特大桥具有重要意义。

5、成果的创造性、先进性

(1)在顶推墩位后方设置长平台可满足一次拼装整孔钢桁梁，顶推平台后方采用 1200t 塔吊作为提升站，提升钢梁至顶推平台上的运梁小车，运梁小车将钢梁运至拼装位置处，采用 70t 全回转吊机进行钢梁拼装施工，解决了高墩位拼装平台拼装机械安拆机施工安全风险高，大跨度钢梁不利工况多施工安全风险大，钢梁长度大连续作业传统机械拼装效率低等缺点。

(2)采用单向多点顶推施工方法，墩顶布置为三排竖向千斤顶两个滑块，同时配有动态及静态纠偏系统，减小钢桁梁最大反力位置与墩顶中心的距离，从而减小高墩所受偏心弯矩，使结构更加安全。

(3)采用长线台座法同时对 13 块尺寸为 $12.55\text{m} \times 2.83\text{m} \times 0.3\text{m}$ 预制板进行大吨位整体张拉作业，有效的加快施工进度，节约了施工成本。

(4)自制钢结构提升系统，使用竖向千斤顶和钢绞线，将大吨位钢构件（最大吨位78.241t，尺寸4.08*3.63*1.09m），提升至72米高墩顶。提升重量大，提升高度高。提升系统由钢板焊接拼装而成，可实现多次倒用，节约施工成本。

(5)采用先焊接后制孔的方法对钢桁梁整体节点钢桥面板单元件现场组拼，解决了先制孔后焊接过程中由于焊接变形导致孔位偏差较大、拼装困难的问题，提高钢桁梁拼装效率，节约经济成本。

(6)横梁上设置拱形支架的施工工法利用拱形受力特点，完美实现了施工及主体结构荷载传递，降低了对横梁的刚度要求，进而降低施工对大型起吊设备的依赖；同时利用拱架刚度大特点实现了“支撑系统在跨度大下的情况下降低变形量”的目标；通过横梁上设置拱形支架实现了大跨度高墩的拱形主体结构高质量、无风险施工。

二、推广应用前景及效益预测

1、推广应用情况

课题组针对本工程特点及难点，成立了“高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥建造技术”科技攻关小组，在桥梁施工过程中，通过针对复杂的地质条件选择合适的钻机、钻头，针对超长、变径选取合理的工艺保证了成孔质量点；深水基础施工中采用先桩后围堰的施工方法在复杂的地质、水文条件下精确定位、下沉钢围堰；通过理论分析和数值计算，现场研制门式空心墩封顶拱形骨架，为后续高墩位门式空心墩提供先决条件；总结了高墩大跨超长联连续钢桁梁快速拼装施工技术、高墩大跨超长联连续钢桁梁同步顶推施工技术，研究高墩大跨超长联连续钢桁梁施工过程中精调及线性控制方法，并提出相应注意事项等关键技术，有效确保了施工安全及质量，创造了良好的社会及经济效益，为后续同类桥梁施工顺利开通打下了良好基础。

2、效益预测

课题组开展了大直径、超长、变径钻孔桩施工技术研究；深水、大尺寸双壁钢围堰精确定位、下沉控制技术研究；高墩翻模法施工技术研究；长联、大跨钢桁梁顶推及控制系统研究。通过针对复杂的地质条件选择合适的钻机、钻头，针对超长、变径选取合理的工艺保证了成孔质量点，深水基础施工中采用先桩后围堰的施工方法在复杂的地质、水文条件下精确定位、下沉钢围堰，为今后同类型桥梁施工提供借鉴作用；通过理论分析和数值计算，现场研制门式空心墩封顶拱形骨架，为后续高墩位门式空心墩提供先决条件；总结了高墩大跨超长联连续钢桁梁快速拼装施工技术、高墩大跨超长联连续钢桁梁同步顶推施工技术，研究高墩大跨超长联连续钢桁梁施工过程中精调及线性控制方法，并提出相应注意事项。通过对高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥施工过程中关键步骤及工序进行控制，提高施工质量，这对发展跨越大江、大河高墩位、大吨位、大跨度公铁两用钢桁梁特大桥具有重要意义。

三、评审意见

1、课题组提交的技术文件内容齐全、数据翔实，符合成果评审要求。

2、针对蒙华铁路三门峡黄河公铁两用大桥桥址区复杂地质特点，选择合适的钻机、钻头，针对超长、变径选取合理的工艺，克服了钻孔桩成孔难、易塌孔、施工速度慢等施工难题，确保了工程质量和施工安全。

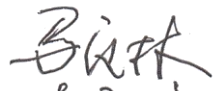
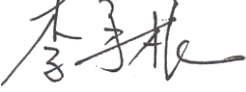
3、深水基础施工中采用先桩后围堰的施工方法，减少施工周期，保证了钢围堰安装及下放精度，降低了施工的安全风险。

4、通过理论分析和数值计算，现场研制门式空心墩封顶拱形骨架，降低了高空施工安全风险和质量控制难度、避免了公路墩与铁路梁施工干扰。

5、提出、采用了顶推墩位后方设置长平台一次拼装整孔钢桁梁、单向多点顶推施工、采用长线台座法同时对预制板进行大吨位整体张拉、自制钢结构提升系统、先焊接后制孔的方法对钢桁梁整体组拼、横梁上设置拱形支架等技术，确保了顶推长度 1142.5 米、顶推总重量将近 4.3 万吨的连续钢桁梁施工安全、质量、进度和成本。

综上所述，高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥建造技术成果达到**国际领先水平**。

建议：进一步形成工法、推广应用。

评审委员会主任： 
副主任： 

2017年08月04日

四、主持组织评审单位意见

同意评审意见。



五、主要技术文件目录及提供单位

1、工作报告：中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司、中国铁建大桥工程局集团有限公司

2、研究报告：中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司、中国铁建大桥工程局集团有限公司

3、科技查新报告：黑龙江省科技信息中心

4、经济效益证明：中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司

5、应用情况证明：蒙西华中铁路股份有限公司晋豫指挥部

6、单位工程验收报告：中国铁建大桥工程局集团有限公司

蒙西华中铁路股份有限公司晋豫指挥部

7、学术论文

8、应用专利

六、主要研究单位

中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司

中国铁建大桥工程局集团有限公司

七、主要研究人员名单

序号	姓名	年龄	文化程度	所学专业	职务职称	工作单位	对成果创造性贡献
1	王宏毅	37	大本	土木工程	高工	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	施工方案实施
2	林再志	33	研究生	交通土建工程	高工	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	施工方案实施
3	盖青山	44	研究生	桥梁工程	教高	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	施工方案策划
4	耿冰	42	大本	交通土建工程	高工	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	施工方案实施
5	赵耀	28	大本	道路桥梁工程	工程师	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	施工方案实施
6	李朝智	47	大本	桥梁工程	高工	中国铁建大桥工程局集团有限公司	理论与数据分析
7	巨宏亮	32	大本	桥梁工程	工程师	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	数据分析
8	朱雪松	26	大本	土木工程	助工	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	施工方案实施
9	宁浩杰	27	大本	道路桥梁工程	助工	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	施工方案实施
10	黄群广	26	大本	铁道工程	助工	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	施工方案实施
11	张锁	24	大本	土木工程	助工	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	现场监测
12	王晨光	24	大本	桥梁工程	助工	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	现场监测
13	曾凡强	42	大本	桥梁工程	高工	中国铁建大桥工程局集团有限公司	施工方案策划
14	王刚	40	大本	安全工程	高工	中国铁建大桥工程局集团有限公司	施工方案策划
15	孙刚	29	大本	道桥工程	工程师	中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司	现场监测

八、评审委员会名单

序号	评审会职务	姓名	所学专业	现从事专业	工作单位	职务 职称	签字
1	主任委员	马庭林	桥梁工程	桥梁工程	中国中铁二院工程集团有限责任公司	设计大师/教高	马庭林
2	副主任委员	李承根	桥梁工程	桥梁工程	中铁第一勘察设计院集团有限公司	副总工/教高	李承根
3	委员	王清明	桥梁工程	桥梁工程	中国铁建股份有限公司	副总工/教高	王清明
4	委员	赵青山	桥梁工程	桥梁工程	中铁第五勘察设计院集团有限公司	原总工/教高	赵青山
5	委员	薛照钧	桥梁工程	桥梁工程	中铁第四勘察设计院集团有限公司	副总工/教高	薛照钧
6	委员	徐 伟	桥梁工程	桥梁工程	中铁大桥勘测设计院集团有限公司	副总工/教高	徐 伟
7	委员	涂满明	桥梁工程	桥梁工程	中铁大桥局集团有限公司	副总工/教高	涂满明

报告编号：2017170201676N

查新委托人要求密级：非密

科技查新报告

项目名称：高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥建造技术

委托人：中铁建大桥工程局集团第四工程有限公司

委托日期：2017年 11月 17日

查新机构(盖章)：黑龙江省科技信息中心

查新完成日期：2017年 11月 23日

中华人民共和国科学技术部

二〇〇〇年制

查新项目 名称	高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥建造技术					
查新机构	名称	黑龙江省科技信息中心				
	通信地址	黑龙江省哈尔滨市中山路 204号			邮政 编码	150001
	查新远程委托网址	http://cx.hljkj.cn				
	联系人	李丽娜	电话	82619721	传真	82660946
查新 委托人	课题技术 负责人	王宏毅	电话号	13502053637		
一、查新报告用途 用于项目报奖。						
二、查新项目科学技术要点 <p>本项目以蒙华铁路三门峡黄河公铁两用大桥施工为工程依托，开展了大直径、超长、变径钻孔桩施工技术研究；深水、大尺寸双壁钢围堰精确定位、下沉控制技术研究；高墩翻模法施工技术研究；长联、大跨钢桁梁顶推及控制系统研究。通过针对复杂的地质条件选择合适的钻机、钻头，针对超长、变径选取合理的工艺保证了成孔质量点，深水基础施工中采用先桩后围堰的施工方法在复杂的地质、水文条件下精确定位、下沉钢围堰，为今后同类型桥梁施工提供借鉴作用；通过理论分析和数值计算，现场研制门式空心墩封顶拱形骨架，为后续高墩位门式空心墩提供先决条件；总结了高墩大跨超长联连续钢桁梁快速拼装施工技术、高墩大跨超长联连续钢桁梁同步顶推施工技术，研究高墩大跨超长联连续钢桁梁施工过程中精调及线性控制方法，并提出相应注意事项。通过对高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥施工过程中关键步骤及工序进行控制，提高施工质量，这对发展跨越大江、大河高墩位、大吨位、大跨度公铁两用钢桁梁特大桥具有重要意义。</p>						

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址：<http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

三、查新点与查新要求

查新点:

(1)在顶推墩位后方设置长平台可满足一次拼装整孔钢桁梁，顶推平台后方采用 1200t 塔吊作为提升站，提升钢梁至顶推平台上的运梁小车，运梁小车将钢梁运至拼装位置处，采用 70t 全回转吊机进行钢梁拼装施工，解决了高墩位拼装平台拼装机械安拆机施工安全风险高，大跨度钢梁不利工况多施工安全风险大，钢梁长度大连续作业传统机械拼装效率低等缺点

(2)采用单向多点顶推施工方法，墩顶布置为三排竖向千斤顶两个滑块，同时配有动态及静态纠偏系统，减小钢桁梁最大反力位置与墩顶中心的距离，从而减小高墩所受偏心弯矩，使结构更加安全。

(3)采用长线台座法同时对 13 块尺寸为 12.55m×2.83m×0.3m 预制板进行大吨位整体张拉作业，有效的加快施工进度，节约了施工成本。

(4)自制钢结构提升系统，使用竖向千斤顶和钢绞线，将大吨位钢构件（最大吨位 78.241t，尺寸 4.08*3.63*1.09m），提升至 72 米高墩顶。提升重量大，提升高度高。提升系统由钢板焊接拼装而成，可实现多次倒用，节约施工成本。

(5)采用先焊接后制孔的方法对钢桁梁整体节点钢桥面板单元件现场组拼，解决了先制孔后焊接过程中由于焊接变形导致孔位偏差较大、拼装困难的问题，提高钢桁梁拼装效率，节约经济成本。

(6)横梁上设置拱形支架的施工工法利用拱形受力特点，完美实现了施工及主体结构荷载传递，降低了对横梁的刚度要求，进而降低施工对大型起吊设备的依赖；同时利用拱架刚度大特点实现了“支撑系统在跨度大下的情况下降低变形量”的目标；通过横梁上设置拱形支架实现了大跨度高墩的拱形主体结构高质量、无风险施工。

关键词:

70t 全回转吊机

1200t 塔吊

三排竖向千斤顶两个滑块

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址：<http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

大吨位整体张拉 大吨位钢构件 先焊接后制孔

拱形支架

查新要求:

现要求检索国内文献。对上述查新点与相关的国内科技文献、专利文献及其他公开报道进行分别和综合对比分析;证明在国内是否有与上述查新点相同或类似的报道。

四、文献检索范围及检索策略

1. 本查新机构具备的科技文献资源类别及检索系统

(1) 文献类型: 政府科技鉴定成果(国外政府科技报告)、国家专利、学术期刊、学位论文、学术会议论文、报纸科技报道、技术标准、高新技术产品、网络主页确切数据等;

(2) 专业类: 数学、物理、化学、海洋学、气象学、地球物理学、化工、材料、生物、医药卫生、中医药、农业、水利、林业、建筑、建材、食品、电子、计算机、冶金、机械、纺织、造纸、电力、能源、石油、石化、环境、地质、交通运输、航空、航天、以及社会科学等领域。

(3) 国内数据系统: 国家科技图书文献中心(NSTL); 中国科学院文献服务系统(CSCD); 中国科技情报所系统(万方); 中国科技情报所西南分院系统(维普); 清华同方系统(CNKI); 全球产品样本数据库 Global Product; 中国知识产权局中国知识产权局信息中心系统; 中国技术监督局标准化研究所标准检索及文献系统; 中国电力信息中心系统; 中国化工文献系统; 中医药文献检索系统; 国家食品药品监督管理局信息检索系统; 中国生物卫生文献检索系统; 超星数字图书馆; 黑龙江省科技成果检索系统; 黑龙江省创新产品检索系统。此外还将应用 Internet 网页上的确切数据。

(4) 国外数据系统: Dialog(美)、STN(德、日、美)等综合性国际联机检索系统。其中包括: 科学引文索引(SCI, 美)、工程索引(Ei, 美)、科学技术会议录索引(ISTP, 美)、化学文摘(CA)、科学文摘(INSPEC, 英), 科学文摘(PASCAL, 法)、人文科学引文索引(SSCI, 美)、德温特专利, 联合国教科文专利, 欧洲、美国、日本、俄罗斯专利等 600 多种国外权威检索系统的科技、经贸及商业数据。此外, 还将利用 Internet 网页上的确切数据。

2. 本次查新范围及检索使用的数据资源:

本次查新范围:

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

国内数据资源:

通用文献数据库: 中国科技成果数据库 (STAC) 1981-; 国家级科技授奖数据库; 黑龙江省科技成果数据库 (<http://cg.hljkj.cn/>); 黑龙江省高新技术产品认定数据库 (<http://hljh.hljkj.cn/gxjscp/>); 中国适用成果数据库 (CSTAD) 1983-; 全国科技成果交易库 (NDSTRTI) 1987-; 中国新产品数据库 (XCP); 中国科技经济新闻数据库 1992-; 中国科技期刊全文数据库 (CNKI) 1994-中国学位论文数据库 (CDDDB) 1981-; 中国学术会议数据库 (CACP); 中国科技经济新闻数据库; 中国企业产品数据库; 中国重要报纸数据库; 国家科技文献中心 (NSTL)

知识产权检索数据库: 中国专利数据库 (IPC) 1985-; 中国专利服务中心数据库; 计算机软件著作权登记数据库

专用数据库: 1986-; 工程科技数据库; 中国机械工程文摘数据库

互联网网站:

3、主题词或关键词:

钢桁梁; 大桥; 高墩; 大跨; 超长; 公; 铁; 建造; 平台; 顶推; 塔吊; 转吊机; 拼装; 施工; 单向多点; 墩顶; 长线台座法; 预制板; 提升系统; 制孔; 焊接; 拱形支架; 千斤顶; 钢绞线; 钢板

4、检索策略

(该检索策略不针对具体数据源; 凡检索式行尾为逻辑符, 下行首将重复该符以示两行为同一检索式)

国内系统

S1 钢桁梁 AND 大桥 AND (高墩 OR 大跨 OR 超长 OR 公铁 OR 建造 OR 平台 OR 顶推 OR 塔吊 OR 转吊机 OR 拼装 OR 施工 OR 单向多点 OR 墩顶 OR 长线台座法 OR 预制板 OR 提升系统 OR 制孔 OR 焊接 OR 拱形支架)

S2 钢桁梁 AND 大桥 AND 提升系统 AND (千斤顶 OR 钢绞线 OR 钢板)

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

五、检索结果

根据委托人提供的查新点内容和查新要求,我们开展了充分地国内文献系统检索和网络搜索引擎数据检索,检索结果说明如下:

1、命中相关文献数目

相关文献 15 篇,均为一般相关文献。

2、国内系统命中文献

[1] 期刊论文“高墩大跨超长联连续刚构桥设计”涉及介绍高墩大跨超长联连续刚构的设计特点,如设计时考虑主墩截面特殊设计、合拢时顶推方法解决主梁位移较大及其产生的边主墩较大内力等问题。

[2] 期刊论文“设置 TMD 的高墩大跨铁路钢桁梁桥减震分析”涉及以一座 $2 \times 98\text{m}$ 的高墩(墩高 86~92m)大跨铁路钢桁梁桥为研究对象,采用有限元软件 MIDAS 建立全桥空间动力计算模型,对仅在墩顶设置 TMD、在墩顶和桥墩中部同时设置 TMD 两种工况下结构的地震反应进行分析。

[3] 期刊论文“大跨度公铁两用钢桁梁斜拉桥结构地震响应特征研究”。

[4] 期刊论文“郁江双线特大桥钢桁梁斜拉主桥建造技术”涉及阐述主桥下部基础钻孔桩与钢围堰同步施工,围堰不分仓封底混凝土浇筑施工,主塔与钢桁梁拼装同步施工,以及主桥钢桁梁不对称悬拼及跨中合龙等新技术、新工艺,取得良好效果。

[5] 期刊论文“郑焦城际铁路黄河桥钢桁梁顶推施工控制关键技术”涉及顶推施工前对大型临时结构中的拼装支架、滑道梁安装进行施工控制,顶推过程中对三桁起(落)顶高差、横向偏位、顶推里程进行控制,实现了对钢桁梁三向精确控制。

[6] 期刊论文“钢桁梁斜拉桥顶推施工支架设计”涉及采用顶推施工方法。同时为降低钢材使用数量,利用钢管贝雷片支架搭设顶推施工拼装平台,并利用贝雷片替代大型钢箱作为顶推滑道。

[7] 学位论文“大跨度斜拉桥斜主桁钢桁梁架设及施工控制措施研究”涉及对称双悬臂架设过程中发明了一种自平衡抗风装置来确保大风情况下钢桁梁结构安全;发明了专用三维空间可调节吊具解决了多角度空间倾斜腹杆安装难题;研制了整体可移动施工脚手平台来提高钢梁架设过程本质安全。

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

[8] 期刊论文“复杂条件下大跨度钢桁梁桥施工技术研究”涉及系统地阐述了大跨度钢桁梁顶推施工的拼装拆卸、导梁、滑道、牵引、顶升等五大系统设计及需要注意的主要问题,为实现施工方案的标准化、系统化设计提供参考。

[9] 期刊论文“顶推法用于大跨连续钢桁梁桥施工的探讨”涉及针对已建成的跨径组合为 112+208+112 m 的三桁式刚性悬杆加劲连续钢桁梁桥的工程特点,利用 ANSYS 有限元软件,对顶推法施工方案进行了施工过程受力分析和进一步探讨。

[10] 期刊论文“中宁黄河特大桥钢桁梁整体节点制孔工艺”涉及制作了专用制孔胎具和确定了制孔的工艺措施,使得中宁黄河大桥钢桁梁的制造精度满足了设计要求并顺利地完成了安装施工。

[11] 期刊论文“兰州中山桥 5 跨简支钢桁梁整体提升关键技术”涉及采用 MIDAS Civil 建立 5 跨钢桁梁整体模型及桥墩(台)提升支架模型,进行提升安全评价,计算结果表明:提升结构满足使用要求。提升系统由提升支架、吊点构造、提升设备及辅助设施组成。

[12] 专利“用于架设斜拉桥钢桁梁的牵索式架梁吊机及施工方法”涉包括两个主纵梁,每个主纵梁的前部设有前端锚固点,中部设有中吊挂,后部设有抗剪后锚固件;抗剪后锚固件与中吊挂之间设有挂梁和反压轮;主纵梁的前部架设有提升系统及。

[13] 专利“一种高墩大跨度钢桁梁桥的浮拖锚固定位系统”涉及包括浮运装置、浮拖体系及锚固定位系统。浮运装置由至少两只浮船组成,所述浮拖体系由设置于浮墩支架顶端的浮墩支点上滑道钢梁尾部节点上滑道构成两点简支浮拖系统。

[14] 专利“在低限高条件下的大跨度连续钢桁梁桥施工方法”涉及在大跨度连续钢桁梁桥所有桥墩的设计位置上,浇筑形成桥墩下半部分的已浇墩身,在已浇墩身的顶部进行钢桁梁架设直至合龙;在已浇墩身的顶部顶升拼装完成的钢桁梁至设计标高。

[15] 成果“鼎山(粉房湾)长江大桥大跨径公轨两用钢桁梁斜拉桥设计施工关键技术”涉及倒梯形截面空间三角形钢桁梁架梁技术、宝塔形超高曲线混凝土索塔施工技术、高温酸雨条件下钢桥面铺装技术、透水性砂卵石地层开挖技术和大直径挖孔桩施工技术等一系列施工关键技术成功探索与运用,解决了大跨径公轨两用钢桁梁斜拉桥一系列施工难题,可指导类似桥梁的施工建设。

在以上命中文献之外,未发现与查新点更加密切相关的国内文献。

六、查新结论

据上述检索及分析结果,命中文献 15 篇均为一般相关文献。

其中与查新点较为接近的是:

[1] 期刊论文(中交第二公路勘察设计研究院有限公司)“高墩大跨超长联连续刚构桥设计”; [7] 学位论文(中南大学)“大跨度斜拉桥斜主桁钢桁梁架设及施工控制措施研究”; [9] 期刊论文(中铁十三局集团第一工程有限公司)“顶推法用于大跨连续钢桁梁桥施工的探讨”; [12] 专利(中铁大桥局集团有限公司)“用于架设斜拉桥钢桁梁的牵索式架梁吊机及施工方法”; [15] 成果(重庆市交通规划勘察设计院)“鼎山(粉房湾)长江大桥大跨径公轨两用钢桁梁斜拉桥设计施工关键技术”,上述文献均涉及但未涵盖本项目技术特征点。

经与上述对比分析,可见本项目研究的高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥建造技术的以下内容具有独特性:

(1)在顶推墩位后方设置长平台可满足一次拼装整孔钢桁梁,顶推平台后方采用 1200t 塔吊作为提升站,提升钢梁至顶推平台上的运梁小车,运梁小车将钢梁运至拼装位置处,采用 70t 全回转吊机进行钢梁拼装施工。

(2)采用单向多点顶推施工方法,墩顶布置为三排竖向千斤顶两个滑块,同时配有动态及静态纠偏系统,减小钢桁梁最大反力位置与墩顶中心的距离,从而减小高墩所受偏心弯矩,使结构更加安全。

(3)采用长线台座法同时对 13 块尺寸为 $12.55\text{m} \times 2.83\text{m} \times 0.3\text{m}$ 预制板进行大吨位整体张拉作业。

(4)钢结构提升系统,使用竖向千斤顶和钢绞线,将大吨位钢构件(最大吨位 78.241t,尺寸 $4.08 \times 3.63 \times 1.09\text{m}$),提升至 72 米高墩顶。提升重量大,提升高度高。提升系统由钢板焊接拼装而成,可实现多次倒用,节约施工成本。

(5)采用先焊接后制孔的方法对钢桁梁整体节点钢桥面板单元件现场组拼,解决了先制孔后焊接过程中由于焊接变形导致孔位偏差较大、拼装困难的问题,提高钢桁梁拼装效率,节约经济成本。

(6)横梁上设置拱形支架的施工工法利用拱形受力特点,完美实现了施工及主体结构荷载传递,降低了对横梁的刚度要求,进而降低施工对大型起吊设备的依赖;同时利用拱架刚度大特点实现了“支撑系统在跨度大下的情况下降低变形量”的目标;通过横

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

梁上设置拱形支架实现了大跨度高墩的拱形主体结构高质量、无风险施工。

综上所述，目前在国内“鼎山(粉房湾)长江大桥大跨径公轨两用钢桁梁斜拉桥设计施工关键技术”研究已有报道，但技术方案与本项目特征点不同。

可见，在国内，具有本项目上述特征的高墩大跨超长联公铁两用钢桁梁特大桥建造技术研究未见报道。

查新员(签字):

查新员职称: 工程师

审核员(签字):

审核员职称: 高级工程师



2017年 11 月 23 日

七、附件清单(如本清单内说明附文献全文, 该全文在报告总页数之外)

1. 国内相关文献文摘 15 篇;

八、备注

1. “国内相关文献”指在国内数据源和工具中检索命中的文献。不排除在国内检索系统中命中国外人士发表的文献、专利或报道。反之亦然。出自本查新委托人文献,在不影响证明项目新颖性前提下不全部载入附件。

2. 报告中命中的文献题目、相关情况说明、摘要及提供的全文均为相关数据库原文字内容,未经文字改动,未加入任何查新人员理解内容。

3. 我们按照科技查新规范进行查新、文献分析和审核,并得出上述查新结论。本报告共 15 页。

4. 本机构及我们个人获取的报酬与本报告中的分析、意见和结论无关,也与本报告的使用无关。

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

附件

1

高墩大跨超长联连续刚构桥设计

作者：曾照亮王勇张安国

单位：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

摘要：以贵州镇(宁)胜(境关)高速公路虎跳河特大桥主桥设计为背景,重点介绍高墩大跨超长联连续刚构的设计特点,如设计时考虑主墩截面特殊设计、合拢时顶推方法解决主梁位移较大及其产生的边主墩较大内力等问题。

关键词：镇胜高速；虎跳河；高墩；大跨；超长联；连续刚构；

分类号：U448.23

2

设置 TMD 的高墩大跨铁路钢桁梁桥减震分析

作者：朱开才

单位：兰州新区城市发展投资有限公司

摘要：为研究设置 TMD 对高墩大跨铁路钢桁梁桥的减震效果,以一座 $2\times 98\text{m}$ 的高墩(墩高 86~92m)大跨铁路钢桁梁桥为研究对象,采用有限元软件 MIDAS 建立全桥空间动力计算模型,对仅在墩顶设置 TMD、在墩顶和桥墩中部同时设置 TMD 两种工况下结构的地震反应进行分析。结果表明:TMD 可作为高墩桥梁减小地震反应的有效措施之一;对于高墩桥梁,在墩身内部设置 TMD 装置不能仅对其 1 阶振型设计 TMD,应考虑第 2 阶或更高阶振型的动力贡献,才能获得最优的减震效果;TMD 对高墩墩顶位移以及墩底弯矩减震效果较明显,但对墩底剪力减震效果相对较差。

关键词：铁路桥；钢桁梁桥；高墩；地震反应；TMD；减震；有限元法；

分类号：U442.55

3

大跨度公铁两用钢桁梁斜拉桥结构地震响应特征研究

作者：阮怀圣屈爱平何友娣苗润池李龙安

单位：中铁大桥勘测设计院集团有限公司

摘要：大跨度公铁两用钢桁梁斜拉桥是一种技术复杂的特殊桥梁,为系统地把握该类型桥梁结构在地震作用下的动力响应规律,总结该类桥梁的总体结构特征,统计分析 5 座公铁两用大桥的结构动力特性值,利用有限元数值仿真方法分析不同结构抗震约束体系的地震响应特点,统计粘滞阻尼器的减震效果并解释效果差异的原因。研究表明:大跨度公铁两用斜拉桥的竖向刚度与公路斜拉桥相比有明显差异,前者的竖弯基频比后者平均高 20%左右;在多种结构抗震约束体系中,具有耗能显著特点的液体粘滞阻尼器体系是一种较为理想的结构抗震支承体系;采用粘滞阻尼器后,6 座大桥桥塔的弯矩减震率呈现 20%左右与 60%以上两种不同表现结果,该现象主要与地震动输入的长周期成分取值有关;由于剪力比弯矩的阶次低,导致桥塔剪力比弯矩的减震效果低;粘滞阻尼器对梁端位移的减震效果显著,可达到 60%~80%。

基金：铁道部科技研究开发计划项目(2010G004-B)~~~;

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址：<http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

关键词: 公路铁路两用桥; 斜拉桥; 钢桁梁; 动力行为; 动力特性; 抗震支承体系; 阻尼器; 减震效果;
分类号: U448.27

4

郁江双线特大桥钢桁梁斜拉主桥建造技术

作者: 刘峰

单位: 南广铁路有限责任公司

摘要: 郁江双线特大桥主桥(36+96+228+96+36)m 是国内首座高速铁路钢桁梁斜拉桥。高速铁路高平顺性及安全性要求,对大跨度钢桁梁斜拉桥结构设计及建造技术均提出了更高的要求,需要系统研究与解决。根据主桥钢桁梁主桥塔梁结构半漂浮体系及上弦锚箱挂索结构设计创新特点,结合桥位地质、通航等复杂因素影响,对钢桁梁斜拉桥建造主要技术进行综述,并重点阐述主桥下部基础钻孔桩与钢围堰同步施工,围堰不分仓封底混凝土浇筑施工,主塔与钢桁梁拼装同步施工,以及主桥钢桁梁不对称悬拼及跨中合龙等新技术、新工艺,取得良好效果。

关键词: 高速铁路; 钢桁梁斜拉桥; 半漂浮结构; 桩堰同步; 跨中合龙; 建造技术;
分类号: U445.4

5

郑焦城际铁路黄河桥钢桁梁顶推施工控制关键技术

作者: 许颖强尹筱

单位: 中铁大桥局股份有限公司设计分公司长春市市政工程设计研究院北京分院

摘要: 郑焦城际铁路黄河桥主桥为 11-(2×100)m 下承式连续钢桁梁桥,两孔一联共 11 联,总长 2200 m。钢桁梁采用顶推与悬拼相结合方式进行架设。顶推施工前对大型临时结构中的拼装支架、滑道梁安装进行施工控制,顶推过程中对三桁起(落)顶高差、横向偏位、顶推里程进行控制,实现了对钢桁梁三向精确控制,确保拼装线形与设计线形一致。

关键词: 连续梁桥; 钢桁梁; 三主桁; 顶推施工; 支架; 滑道梁; 高差; 横向偏位; 控制;
分类号: U448.215;U445.462

6

钢桁梁斜拉桥顶推施工支架设计

作者: 廖万辉李炎肖涛

单位: 贵州省公路工程集团有限公司贵州科达公路工程咨询监理有限公司贵州高速公路集团有限公司

摘要: 主要以北盘江大桥上部构造边跨钢桁梁顶推施工为实例,叙述顶推施工支架设计。该特大桥位于在高山峡谷地区,受地形条件限制,运输条件困难,无大面积拼装场地,因地制宜采用顶推施工方法。同时为降低钢材使用数量,利用钢管贝雷片支架搭设顶推施工拼装平台,并利用贝雷片替代大型钢箱作为顶推滑道。

基金: 都格北盘江大跨度钢桁梁斜拉桥建设与养护管理关键技术研究; 项目编号:201231835250;

关键词: 钢桁梁; 斜拉桥; 顶推; 支架设计;

DOI: 10.16402/j.cnki.issn1008-3383.2016.06.058

分类号: U445.462

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

7

大跨度斜拉桥斜主桁钢桁梁架设及施工控制措施研究

作者：邓永锋

单位：中南大学

摘要：公路和铁路相比,具有的车辆繁多、机动灵活特点,对此在公铁两用桥中近年来出现了一种公路桥面宽、铁路桥面窄的斜主桁钢桁梁斜拉桥。文中首先介绍了国内外大跨度钢桁梁斜拉桥的发展历史和现状;然后主要依托黄冈公铁两用长江大桥的工程实例背景,开展大跨度斜拉桥斜主桁钢桁梁架设及施工控制措施研究。黄冈公铁两用长江大桥主桥为(81+243+567+243+81)m 的双塔双索面斜主桁钢桁梁斜拉桥,是拥有当今世界已建成同类型桥梁“主桥跨度、斜主桁倾斜度、支座抗拉吨位、斜拉索索力”四项第一的重大工程。通过本文研究,解决了斜主桁钢梁架设的技术难题,并首次应用了架梁吊机直接架设主塔墩顶节间钢梁的新方法,减少了大型浮吊投入;对称双悬臂架设过程中发明了一种自平衡抗风装置来确保大风情况下钢桁梁结构安全;发明了专用三维空间可调节吊具解决了多角度空间倾斜腹杆安装难题;研制了整体可移动施工脚手平台来提高钢梁架设过程本质安全。黄冈长江大桥整个钢桁梁架设过程安全顺利,成桥线形流畅,各项指标完全满足设计要求的实践表明,研究形成的一整套“安全、质量、工期和效益”四者有机结合全面创优的施工及控制方法,能有效确保钢梁架设顺利进行。

关键词：斜拉桥; 公铁两用桥; 斜主桁; 钢桁梁架设; 桥梁施工; 架设方法; 施工控制;

导师：郭向荣; 潘东发;

分类号：U448.27;U445.4

8

复杂条件下大跨度钢桁梁桥施工技术研究

作者：李闻

单位：中铁第五勘察设计院集团有限公司

摘要：以黄陵至韩城至侯马铁路新黄河特大桥 156 m 简支钢桁梁桥施工为背景,简述了大跨度钢桁梁主要施工方法及其适用条件。详细论述在复杂条件下施工方案选择及现场施工条件的影响,简述本桥顶推施工的总体规划,以钢桁梁顶推施工工艺为主线,系统地阐述了大跨度钢桁梁顶推施工的拼装拆卸、导梁、滑道、牵引、顶升等五大系统设计及需要注意的主要问题,为实现施工方案的标准化、系统化设计提供参考。施工结果表明,采用上述五大系统的顶推施工方案,可以保证施工过程中结构安全可靠、施工过程安全可控。本工程的顺利实施可为类似条件下大跨度钢桁梁施工提供借鉴。

关键词：复杂条件; 铁路; 钢桁梁; 顶推施工;

分类号：U445.462

9

顶推法用于大跨连续钢桁梁桥施工的探讨

作者：刘尧庆

单位：中铁十三局集团第一工程有限公司

摘要：针对已建成的跨径组合为 112+208+112 m 的三桁式刚性悬杆加劲连续钢桁梁桥的工程特点,利用 ANSYS 有限元软件,对顶推法施工方案进行了施工过程受力分析和进一步探讨,为类似桥梁的施工方案的选择提供了借鉴、参考。

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址：<http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

关键词: 钢桁梁桥; 顶推法; 探讨;

DOI: 10.13319/j.cnki.sjztdxzbzrb.2012.04.019

分类号: U445.462

10

中宁黄河特大桥钢桁梁整体节点制孔工艺

作者: 祝岚

单位: 武桥重工集团股份有限公司

摘要: 中宁黄河特大桥钢桁梁采用整体节点,由于在整体节点处有不同平面的杆件交汇,所以制孔的精度十分重要。为确保各种杆件能准确连接,制作了专用制孔胎具和确定了制孔的工艺措施,使得中宁黄河大桥钢桁梁的制造精度满足了设计要求并顺利地完成了安装施工。

关键词: 钢桁梁; 整体节点; 整体制孔胎模; 接孔样板; 施工工艺;

分类号: U445.472

11

兰州中山桥 5 跨简支钢桁梁整体提升关键技术

作者: 朱慈祥王蔚马小云李少芳

单位: 武汉二航路桥特种工程有限责任公司

摘要: 兰州中山桥为 1909 年建成的 5 跨简支铆接钢桁梁桥,属于全国重点文物保护单位。为满足现有规范对桥梁的正常使用要求并综合考虑文物保护的要求,决定将该桥提升 1.2m。结合改造前对该桥工程状况的评估制定提升基本原则,并进行桥梁提升方案比选,最终决定采用计算机同步控制提升技术及合点提升技术对钢桁梁进行整体提升。采用 MIDAS Civil 建立 5 跨钢桁梁整体模型及桥墩(台)提升支架模型,进行提升安全评价,计算结果表明:提升结构满足使用要求。提升系统由提升支架、吊点构造、提升设备及辅助设施组成。采用具有自回复力的 12 束柔性钢绞线对钢桁梁进行整体同步提升,提升按 60 级进行,每级 20mm,采用限位装置及支撑钢垫盒进行实时限位保护,对提升的稳定性和同步性进行控制,实现每级提升高差控制在 2mm 以内。

基金: 中交二航局“兰州中山桥维修加固成套技术研究”基金资助项目;

关键词: 简支钢桁梁桥; 桥梁改建; 整体提升; 计算机同步控制技术; 合点提升技术;

分类号: U445.6

12

用于架设斜拉桥钢桁梁的牵索式架梁吊机及施工方法

【申请号】 CN201510919924.6 【申请日】 2015-12-11

【公开号】 CN105544413A 【公开日】 2016-05-04

【申请人】 中铁大桥局集团有限公司 【地址】 430050 湖北省武汉市汉阳区汉阳大道 38 号

【发明人】 朱云萍;李方峰;唐勇;潘东发;李军堂;高振东;许佳平;张瑞霞;张文斌;涂满明;毛伟琦;吕磊;胡杰;王达;黄亭

【专利代理机构】 北京捷诚信通专利事务所(普通合伙) 11221 【代理人】 王卫东

【国省代码】 42

【摘要】 本发明公开了一种用于架设斜拉桥钢桁梁的牵索式架梁吊机及施工方法,涉及桥梁工程技术领域。该架梁吊机包括两个主纵梁,每个主纵梁的前部设有前端锚固点,中部设有中吊挂,后部设有抗剪后锚固件;抗剪后锚固件与中吊挂之间设有挂梁和反压轮;主纵梁的前部架设有提升系统。施工在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

时,先将斜拉索与前端锚固点连接,通过中吊挂和抗剪后锚固件将架梁吊机锚固;再利用提升系统提升待架钢桁梁;待架钢桁梁安装后,将斜拉索转换至已架钢桁梁上,利用挂梁和反压轮行走至下一安装位置进行架设;重复以上步骤,直至所有钢桁梁架设完毕。本发明利用斜拉桥的拉索结构减轻了架梁吊机的重量,从而减少了钢桁梁的承载负荷,有效提高了施工的可靠性及安全性。

【主权项】 一种用于架设斜拉桥钢桁梁的牵索式架梁吊机,其特征在于:包括沿顺桥向平行设置的两个主纵梁(9),每个主纵梁(9)的前部设置有用于与斜拉索(11)连接的前端锚固点(10),每个主纵梁(9)的中部设置有用于与钢桁梁的上弦杆(7)锚固的中吊挂(6),每个主纵梁(9)的后部设置有用于与钢桁梁的上弦杆(7)锚固的抗剪后锚固件(1);抗剪后锚固件(1)与中吊挂(6)之间设置有用于悬挂架梁吊机的挂梁和用于保证架梁吊机平衡的反压轮,挂梁固定于主纵梁(9)的顶部,反压轮横插于主纵梁(9)内;该架梁吊机还包括用于提升待架钢桁梁的提升系统(8),提升系统(8)架设于两个主纵梁(9)的前部。

【页数】 14

【主分类号】 E01D21/10

【专利分类号】 E01D21/10

13

一种高墩大跨度钢桁梁桥的浮拖锚固定位系统

【申请号】 CN201320809296.2 **【申请日】** 2013-12-10

【公开号】 CN203684099U **【公开日】** 2014-07-02

【申请人】 中铁二院工程集团有限责任公司 **【地址】** 610031 四川省成都市通锦路3号

【发明人】 朱敏;任万敏;刘晓琴;王江辉;侯勇;任杰;张宁;梁向东;方国开;冯超

【专利代理机构】 成都惠迪专利事务所 51215 **【代理人】** 王建国

【国省代码】 51

【摘要】 一种高墩大跨度钢桁梁桥的浮拖锚固定位系统,以增加钢桁梁浮拖过程中的稳定性、节约工期,简化浮拖计算方法,大幅提升浮拖过程中安全性及可靠性。它包括浮运装置、浮拖体系及锚固定位系统。浮运装置由至少两只浮船组成,所述浮拖体系由设置于浮墩支架顶端的浮墩支点上滑道钢梁尾部节点上滑道构成两点简支浮拖系统,锚固定位系统由各通过钢丝绳与浮运装置连接定位的岸边锚固装置、既有桥墩锚定和锚定船。

【主权项】 一种高墩大跨度钢桁梁桥的浮拖锚固定位系统,包括浮运装置、浮拖体系及锚固定位系统,其特征是:所述浮运装置由至少两只浮船(20)组成;所述浮运体系包括纵向间隔设置在浮运装置的两个浮墩支架(21),设置于浮墩支架(21)顶端的浮墩支点上滑道(11)与钢梁尾部节点上滑道(11b)构成两点简支浮拖系统;所述锚固定位系统由各通过钢丝绳(36)与浮运装置连接定位的岸边锚固装置(30)、既有桥墩锚定(31)和锚定船(32)。

【页数】 6

【主分类号】 E01D21/00

【专利分类号】 E01D21/00

14

在低限高条件下的大跨度连续钢桁梁桥施工方法

【申请号】 CN201410729602.0 **【申请日】** 2014-12-04

【公开号】 CN104452599A **【公开日】** 2015-03-25

【申请人】 中铁大桥局集团有限公司 **【地址】** 430050 湖北省武汉市汉阳区汉阳大道38号

【发明人】 刘玲晶;潘东发;陈治任;毛伟琦;涂满明;马涛;刘翠云;胡文静;张睿智;王跃年;刘崇亮;李艳哲;唐明;刘志燕;赵小静;洪立

【专利代理机构】 北京捷诚信通专利事务所(普通合伙) 11221 **【代理人】** 魏殿坤;庞炳良
在科技项目管理信息系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

【国省代码】 42

【摘要】 本发明公开了一种在低限高条件下的大跨度连续钢桁梁桥施工方法,涉及大跨度连续钢桁梁桥施工领域。该方法包括以下步骤:在大跨度连续钢桁梁桥所有桥墩的设计位置上,浇筑形成桥墩下半部分的已浇墩身,在已浇墩身的顶部进行钢桁梁架设直至合龙;在已浇墩身的顶部顶升拼装完成的钢桁梁至设计标高;顶升钢桁梁的同时,分节段分区域在已浇墩身的顶部交替浇筑待浇墩身,通过已浇筑的待浇墩身支撑钢桁梁;顶升至设计标高的钢桁梁位于浇筑完成的待浇墩身的顶部。本发明通过“原位降低钢梁拼装标高”的方式拓展钢桁梁顶面的施工空间,能够在低限高条件下进行施工的同时保证安全,不仅施工过程简单,而且施工成本低,施工周期短。

【主权项】 一种在低限高条件下的大跨度连续钢桁梁桥施工方法,其特征在于,包括以下步骤: S1: 在大跨度连续钢桁梁桥所有桥墩的设计位置上,浇筑形成桥墩下半部分的已浇墩身(2),在已浇墩身(2)的顶部进行钢桁梁(1)架设直至合龙,转到步骤 S2; S2: 在已浇墩身(2)的顶部顶升拼装完成的钢桁梁(1)至设计标高;顶升钢桁梁(1)的同时,分节段分区域在已浇墩身(2)的顶部交替浇筑待浇墩身(3),通过已浇筑的待浇墩身(3)支撑钢桁梁(1);顶升至设计标高的钢桁梁(1)位于浇筑完成的待浇墩身(3)的顶部,转到步骤 S3; S3: 通过顶升装置调整钢桁梁(1)至设计位置后,在钢桁梁(1)顶部安装正式支座,完成钢桁梁(1)的施工,结束。

【页数】 16

【主分类号】 E01D21/00

【专利分类号】 E01D21/00

15

鼎山(粉房湾)长江大桥大跨径公轨两用钢桁梁斜拉桥设计施工关键技术

【成果完成人】 曹正洲;冯玉涛;廖海黎;耿波;向中富;王殿永;黄明庆;马奎;谭科;沈逢俊;陶飞;靳春尚;权戈冰;王琦

【第一完成单位】 重庆市交通规划勘察设计院

【关键词】 公轨两用;钢桁梁斜拉桥;宝塔形桥塔;船撞设防;钢桁梁架设

【中图分类号】 U448.27

【学科分类号】 580.20

【成果简介】 1. 课题来源与背景 本课题为 2010 年度重庆市交通委员会科技计划项目(于交委科[2010]第 21 号)。 2. 技术原理及性能指标 1) 技术原理 作为目前国内最大跨度的公轨两用钢桁梁斜拉桥,粉房湾长江大桥在设计施工过程中遇到一系列需要解决的关键性技术问题。本项目针对粉房湾长江大桥跨度大(主跨 464 米)、上下桥面跨度差大、轨道桥面荷载大、轨道对大桥结构刚度要求高,规划航电枢纽水位变化条件下大桥主墩存在船撞风险,长江库岸风振动影响大,轨道动载作用下锚固区疲劳风险大,宝塔形超高曲线混凝土索塔结构设计复杂、施工难度大,大桥基础水下施工和钢桁梁架设难度大等诸多特点,课题组开展了公轨两用钢桁梁斜拉桥结构合理形式、力学性能及仿真分析,桥塔船撞设防标准及结构安全性评价,大桥节段模型风洞试验,主桁斜拉索锚固区疲劳试验,施工关键技术等专题研究。涉及的技术原理包括公轨荷载作用下双层钢桁梁桥面系各种形式截面受力技术、钢桁梁结构力学性能及有限元仿真技术、宝塔型超高曲线形混凝土桥塔理论及设计施工关键技术、船撞设防标准及结构安全评价、结构风振动特性、动态荷载作用下锚固区疲劳技术、水下基础施工及钢桁梁架设技术等。大跨径公轨两用钢桁梁斜拉桥设计施工关键技术是个多学科综合性课题,内容综合性强,研究难度大,对结构设计理论和足尺模型试验技术要求高。 2) 性能指标 (1) 通过理论分析、试验与工程实施,形成了大跨径公轨两用钢桁梁斜拉桥设计、施工成套技术。该研究成果可用于大跨径公轨两用斜拉桥的研究和建设,为我国建设更大跨径的公轨两用斜拉桥提供理论基础和工程借鉴。(2) 相关的风洞试验、船撞设防及安全性评价、锚固区疲劳试验这些基础性研究,为粉房湾大桥结构设计质量提供了基础性保障,为大桥的安全建设和成功运营提供了技术保障,确保大桥主体结构能在设计寿命内安全运营。(3) 在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同添写样例及其它科技信息咨询服务内容。

在国内首次采用了钢筋混凝土宝塔形超高曲线桥塔,不仅为大桥增添了景观,而且也今后为宝塔形桥塔的设计提供经验。(4)倒梯形截面空间三角形钢桁梁架梁技术、宝塔形超高曲线混凝土索塔施工技术、高温酸雨条件下钢桥面铺装技术、透水性砂卵石地层开挖技术和大直径挖孔桩施工技术等一系列施工关键技术成功探索与运用,解决了大跨径公轨两用钢桁梁斜拉桥一系列施工难题,可指导类似桥梁的施工建设。(5)江津粉房湾长江大桥在本课题的强力支持下,已于2013年6月26日成功建成通车,使得江津这座区座城市,彻底摆脱了区位劣势,积极融入了主城区,对整个江津区域经济和路网的完善具有重大的经济效益。

3.技术的创造性与先进性 通过本项目的研究,课题取得了如下创新成果: 1)提出了一整套可用于指导大跨径公轨两用钢桁梁斜拉桥设计和施工的关键技术; 2)采用倒梯形截面空间三角形钢桁梁和正交异性钢桥面板组合结构,解决了公轨两用桥上下层桥面宽度差过大的难题; 3)提出了基于三概率参数积分路径的船桥碰撞分析方法,解决了规划航电枢纽水位变化条件下粉房湾长江大桥的船撞风险评估问题; 4)研发了宝塔形超高曲线混凝土索塔设计、施工技术;在透水性砂卵石地基上采用止水帷幕技术,进行了主墩承台基坑开挖;针对本桥特点,改进了钢桁梁架设技术。上述成果达到了国际先进水平,填补了国内大跨径公轨两用斜拉桥设计和施工建设成套技术的空白。

4.技术的成熟程度,适用范围和安全性 应用本技术建设的江津鼎山(原粉房湾)长江大桥已于2013年6月38日成功建成通车,目前已安全运营5个月,交工验收各项指标良好,说明本技术已达到成熟应用程度。本项技术成果除适用于指导大跨径钢桁梁共轨两用斜拉桥设计和施工建设外,同时也适用于单一交通斜拉桥的设计和施工建设。

5.应用情况及存在的问题 该项技术成果已成功运用于江津鼎山(原粉房湾)长江大桥的建设过程,并于2013年6月28日建成通车至今,各项指标良好。在项目研究过程中进行了船撞设防标准及安全性评价,该研究是在现有的技术条件、通航条件和通航船舶(现状及预测)情况下进行的船撞风险评估,由于通航条件的改变等都可能引起评估结果的变化,因此本报告中关于2050年的船撞风险仅供参考,远期的船撞风险建议对该桥进行相应的修正或重新评估。

6.历年获奖情况 1)应用本成果建设的江津鼎山(原粉房湾)长江大桥荣获2013年度重庆市优秀勘察设计二等奖 7.本成果简介自登记之日起,可向国内外公开。

【成果类别】 应用技术

【成果水平】 国际先进

【研究起止时间】 2009-01~2013-05

【评价形式】 验收

【成果入库时间】 2014

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。