

# 单线梁 550t 架桥机的设计与应用

苏六帅

( 中铁十一局集团汉江重工有限公司 湖北 襄阳 441006 )

**摘要:** 针对山区桥隧相连段隧道口架梁、单线单箱梁及双箱并置梁的架设难题, 本文提出了一种单线梁架桥机, 简要介绍了架桥机的组成, 通过对架桥机重要部件的结构计算和架桥机两种特殊工况施工方法的阐述, 说明整机结构设计和功能满足特殊工况施工要求。此单线梁架桥现场已成功应用, 为特殊工况的施工提供参考。

**关键词:** 单线梁架桥机; 设计; 特殊工况

## 1 概述

随着我国高铁建设不断的建设发展, 在地质条件复杂和梁型多样的情况下, 存在双线铁路和单线铁路的线路相连接和山区多隧道的情况, 针对这些特殊路段, 单线梁架桥机需要站在双线上施工单线梁, 并且要解决隧道口架梁的难题, 提出了一种新型单线梁架桥机, 该架桥不仅适用于城际铁路、客运专线 550t 级单线箱梁、单线并置箱梁的架设, 还能够通过自身操作折叠, 利用运梁车驮运通过单、双线隧道, 实现隧道出口架梁。

## 2 550t 架桥机的组成

550t 架桥机主要由主梁、前后起重小车、后支腿、

前支腿、辅助支腿、电液系统等组成, 架桥机如图 1 所示。

整机采用一跨式结构, 主梁采用 2 个箱梁结构, 单侧主梁有 6 个节段组成, 前中后 3 个联系梁把 2 个主梁连接为一个整体刚性结构, 主梁上部设计有走行轨道, 为起重小车走行轨道, 前端三节主梁下部设计有耳梁结构, 为前支腿过孔走行轨道。前后起重小车卷扬和走行集成一体, 使整机结构型式简单。后支腿采用 O 型结构形式, 下部设计两根横移轨道梁, 可进行整机横移作业, 实现双线并置梁架设。前支腿用于支撑主梁, 可自行纵移变位。为了架设不同坡度、不同高度的箱梁, 立柱设置伸缩节, 伸缩量  $\pm 900\text{mm}$ , 斜撑同步伸缩。辅助支腿由多级伸缩立柱组成, 通过液压系统来实现辅助支腿整体高度的调整, 满足隧道口等特殊工况作业。

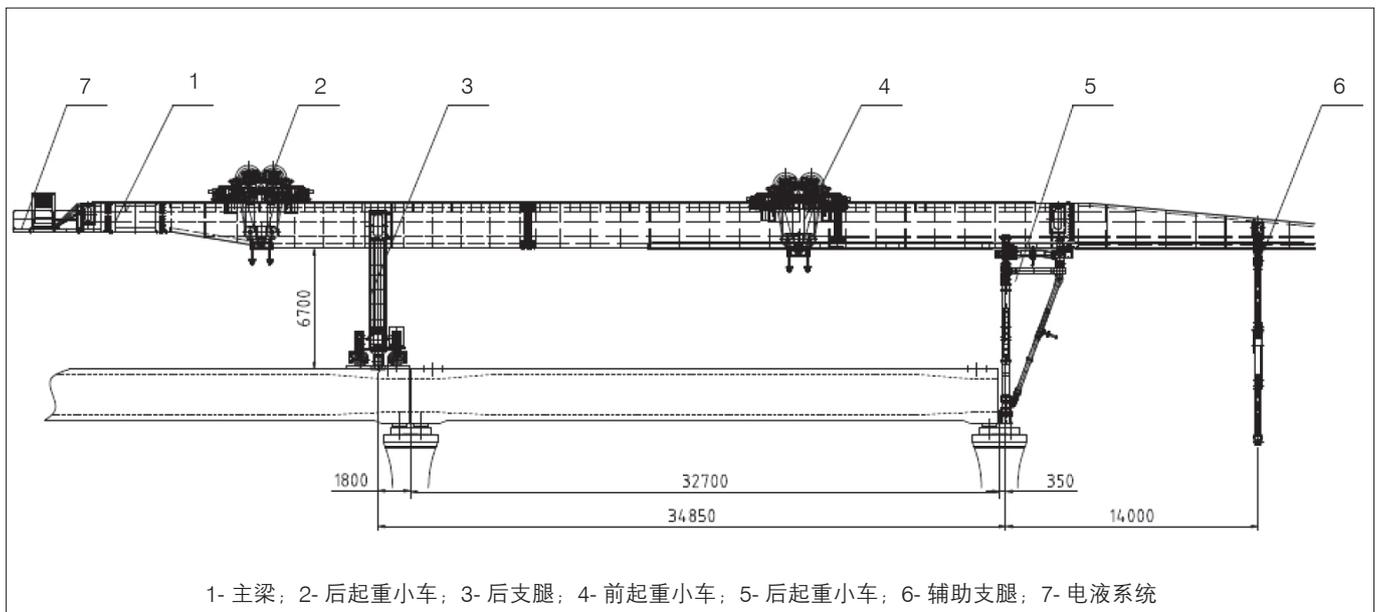


图 1 550t 架桥机方案示意图

### 3 架桥机参数

550t 架桥机主要技术参数，如表所示。

### 4 关键部件设计计算

#### 4.1 主梁设计

主梁采用箱梁结构，当前小车位于跨中吊梁时，主梁受力最大，通过公式计算最大应力为 165MPa。此时，主梁产生的挠度值为：

$$f = 67\text{mm} < \frac{34800}{500} = 69.6\text{mm}$$

主梁有限元计算如图 2 所示。

通过有限元分析可知，前小车带载运行至跨中时，主梁的应力值为 160MPa，满足《钢结构设计标准》Q355C 钢板，其许用应力设计值为  $[\sigma]=230\text{MPa}$ 。主梁产生的挠度值为 53mm，静刚度满足《起重机设计规范》要求。主梁强度和刚度通过有限元分析与公式计算结果基本一致，满足相应设计要求。

表 550t 架桥机主要技术参数

序号	项目	技术参数
1	额定起重量	550t
2	适应坡度	±30‰
3	最小曲线	600m
4	起吊高度	7m
5	天车运行速度	0 ~ 0.5m/min
6	过孔速度	0 ~ 3m/min
7	整机重量	385t

#### 4.2 辅助支腿设计

辅助支腿的最危险工况是隧道口架设工况，其反力最大为 160t。辅助支腿的截面中，伸缩内柱截面最小，为最不利截面，以其截面参数控制计算，公式计算最大应力为 118.2MPa。

由有限元分析（图 3）可知，辅助支腿主体结构最大应力为 122MPa，最大位移 1.7mm，材质使用低合金结构钢 Q355C。因此，辅助支腿主体结构满足架桥机运行过程中结构强度要求。

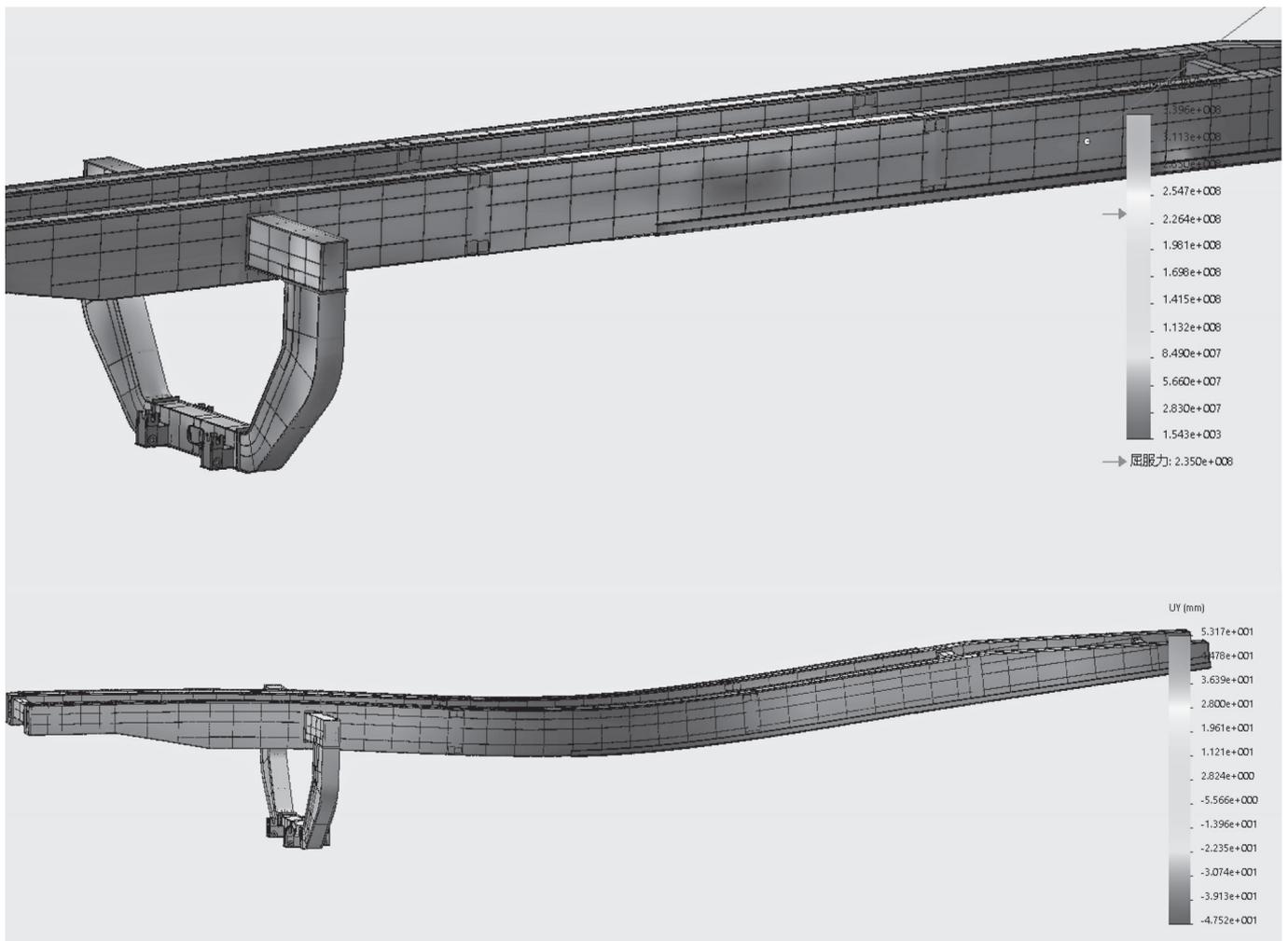


图 2 主梁应力与位移示意图

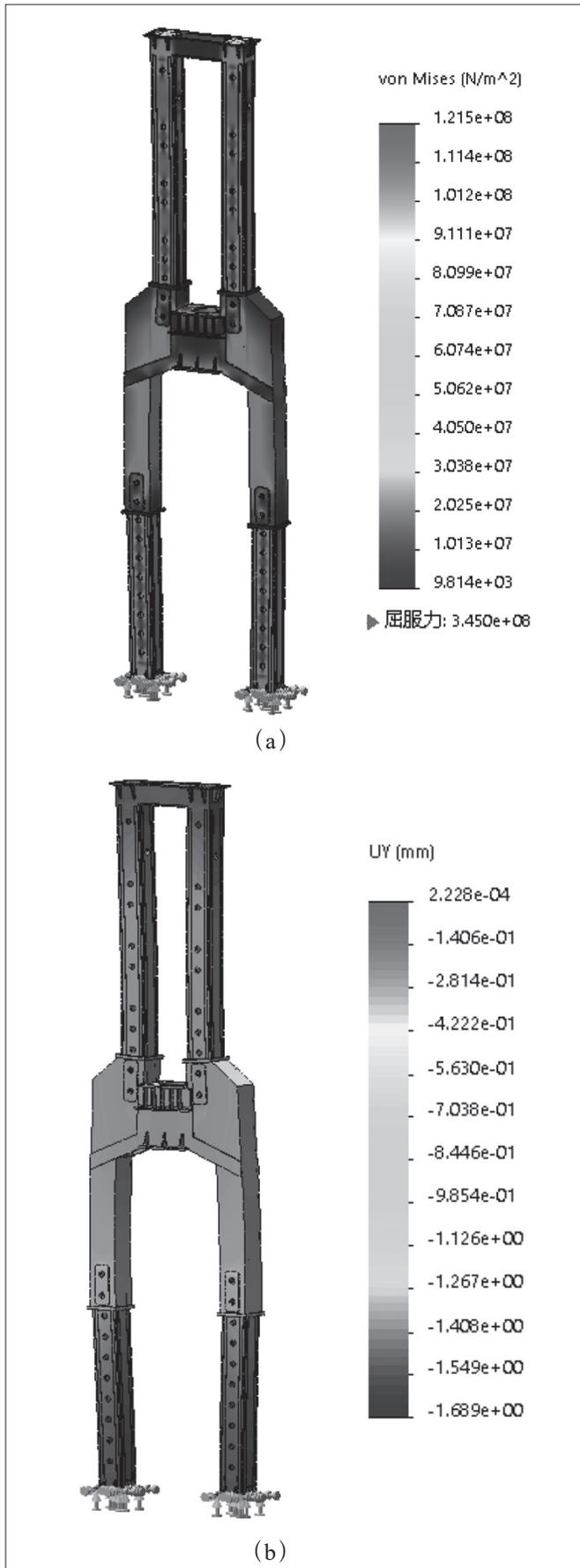


图3 辅助支腿应力与位移示意图

### 4.3 起重小车

起重小车为吊梁的重要受力构件，车架有限元分析如图4和图5所示。

车架结构最大应力为196.5MPa，车架结构材质使用低合金结构钢Q355C。因此，满足设计要求。车架挠度为1.8mm < 2930/1000=2.93mm，车架刚度满足设计要求。

## 5 特殊工况施工

### 5.1 驮运过隧及隧道口架梁

(1) 运梁车低位驶入架桥机尾部，后驮运支架支撑架桥机尾部，利用吊具吊挂后支腿底横梁，并脱离后支腿走行轨道。

(2) 起重小车提吊后支腿走行机构运行至前端靠近前支腿停止，用翻转折叠机构对架桥机后支腿进行翻转折叠，架桥机第一次后退利用辅助支腿支撑架桥机前端至前支腿脱空。

(3) 前支腿后移，收缩辅助支腿，使前支腿支撑架桥机前端，前后支腿翻折。

(4) 利用驮运支架扁担梁及油缸横梁倒换的方式，对架桥机进行高度降低。到达低位时，运梁车驮运架桥机穿过隧道。

(5) 前支腿恢复末孔架桥工况状态，前驮架支撑架桥机，使前支腿上垫石。辅助支腿后移并腿顶升架桥机后驮运支架及辅助支腿油缸，使架桥机整体上升至正常架梁高度。

(6) 恢复前支腿为长支腿，然后收缩辅助支腿，使前支腿主立柱受力，恢复后支腿达到架梁状态，锁紧后支腿走行轨道夹轨器，准备隧道口架梁(图6)。

### 5.2 架设双线并置梁

架桥机后支腿站双线梁进行单线梁的架设时，后支腿中线与单线梁线路中线重合或者偏移100mm。安装后支腿横移轨道梁下的分载梁，后支腿支撑时，分载梁下应铺设薄薄的一层细沙层，确保分载梁均匀分载至双线梁顶面；架桥机其他调整与正常架桥一致，架完一侧后，通过前后支腿横移油缸，使整机横移，实现双线并置梁的架设。

## 6 功能特点

(1) 整机结构简单、施工流程简洁，满足双线并置梁及大坡度线路的架设。

(2) 采用一跨筒支结构，施工过程受力明确，小曲线架设适应能力强。

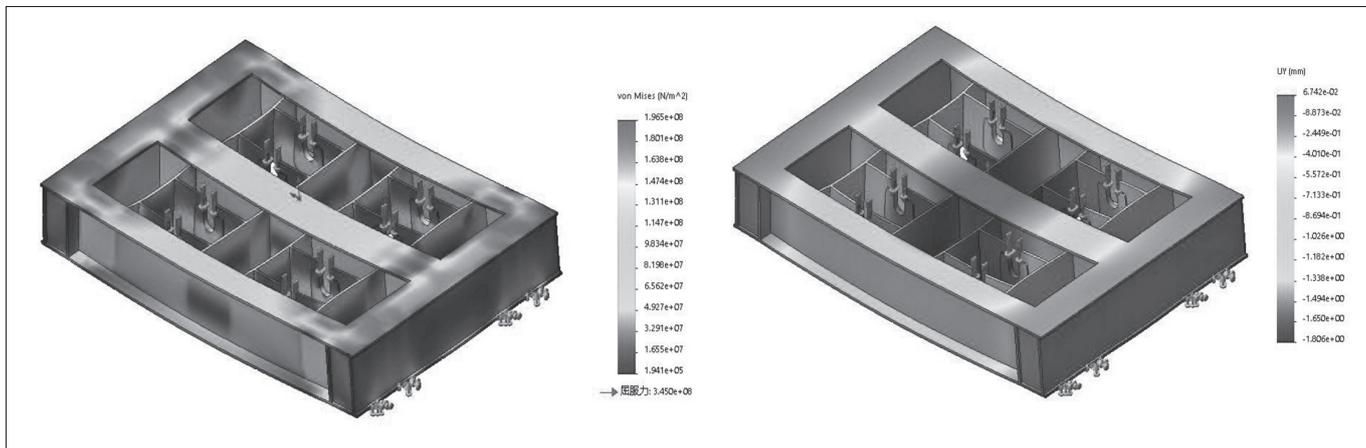


图4 上车架应力与位移示意图

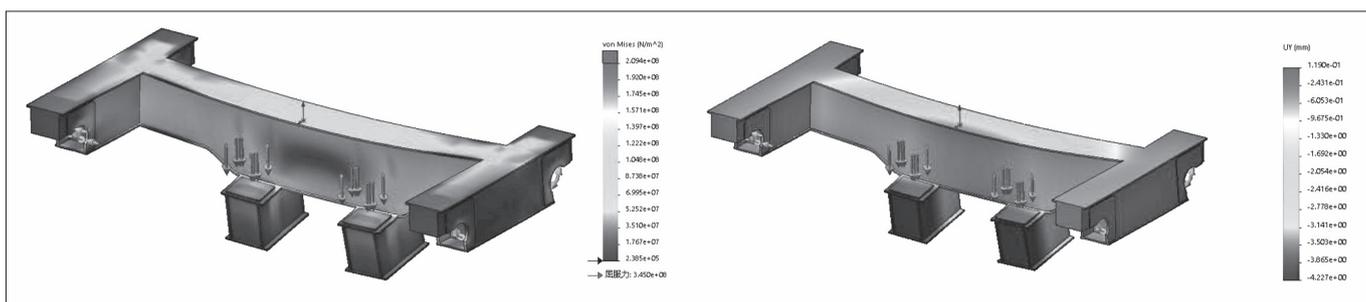


图5 下车架应力与位移示意图

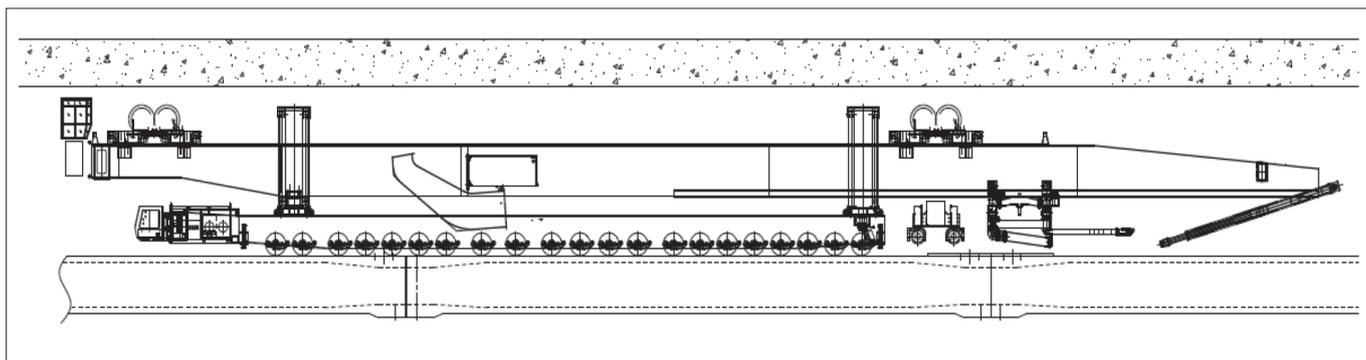


图6 架桥机过隧示意图



图7 首孔架设双线并置梁

(下转第24页)

分利用了推杆的强大推力和自锁能力，可以保障偏摆运动的稳定。切割范围可覆盖输电线下半径 2.7m，角度  $\pm 18.5^\circ$  的扇形区域，同时提高了刀具运动的稳定性和灵活性。本设计的机械臂部分由 4 段 U 形槽组成，由伸缩电机带动同步带和同步轮使机械臂进行伸缩运动，在大风天气环境下，不切割树枝时可将机械臂缩至 1.22m，减小巡线机器人的晃动，同时可以更灵活地选择切割树枝的角度。偏摆动作使用推杆电机可以很好地提高稳定性能，推杆电机因自身丝杆结构的自锁特性，即使在切割时产生剧烈变化的反作用力也可以保持偏摆不发生变化，根据伸缩和偏摆机构完成了软硬件的设计，最终在实际试验中，机械臂可流畅地进行伸缩和偏摆运动，稳定性和可靠性远高于现有的技术方案。实际测试现场的照片如图 14 所示。



图 14 实际测试现场图

参考文献:

[1] 李永阳. 爬树修枝机器人机械系统的设计与试验 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.  
 [2] 李中秋. 以 433MHz 无线通讯技术为基础的 LED 智能路灯照明系统研究 [D]. 南京: 东南大学, 2019.

[3] 刘悦沅. 基于 ZigBee 的智能滴灌系统 [D]. 成都: 四川大学, 2021.  
 [4] 张洋, 刘建粉. 基于 STM32 的新型智能防盗门 [J]. 电子设计工程, 2022, 30 (03): 58-62.  
 [5] QB/T 4288-2012, 直流电动推杆 [S].

(上接第 19 页)

(3) 后车走行机构采用液压均衡，降低支腿高度，有效降低喂梁高度。首末孔桥架设能力强，同时保持轮轨走行机构，实现快速过孔。

(4) 通过运梁车配套自行折叠驮运穿越隧道，出隧无需其他设备辅助即可自行恢复架梁，过隧道拆解少、难度小、过隧周期短。

7 结语

目前，单线梁 550t 架桥机配合运梁车在盐通铁路已成功应用，同时该架桥机已实现双线并置梁的架设、驮运转场、曲线和上下坡度架设，使用结果表明架桥机设计各项指标均达到设计指标，满足使用要求。现场架设双线并置梁照片见图 7。该机的成功应用为以后

特殊工况提供了参考价值，同时，该机还能够满足城市轨道交通 500t 级双线箱梁的架设和系杆拱桥架梁，满足施工工况较多、自动化程度高、施工效率较高，具有广阔的应用前景和市场发展潜力。

参考文献:

[1] 马福辉. 客运专线 500t 单线简支箱梁架设施工技术 [J]. 安徽建筑, 2011(06): 138-139.  
 [2] 房亮. 高铁客专 550t 单线箱梁运架技术研究 [J]. 桥梁工程, 2017(09): 40-41.  
 [3] 王艳芳, 王亮, 高振凯, 等. HZQ550 型架桥机扩展使用探讨 [J]. 建筑机械化, 2011(02): 49-52.