

一种新型的重型挂篮组合式可旋转桥面吊机介绍

齐晓明

湖南中铁五新重工有限公司, 湖南 长沙 410300

[摘要]随着“一带一路”建设的不断推进,铁路的发展变化也令人欣喜,中国高铁不仅让人民出行更加便利,也带动了区域经济的发展,更成为我们国家一张亮丽的“名片”。沪渝蓉沿江高铁系国家“八纵八横”高速铁路网沿江高铁通道的重要组成部分,项目的建设对于深入贯彻落实长江经济带发展战略,进一步完善沿江高铁通道,构建长江经济带综合立体交通走廊,提升通道运输能力和服务品质,促进区域经济社会协调发展等具有重要意义。同时,沪渝蓉高铁将助力长江经济带的蓬勃发展。

[关键词]钢箱梁; 新型; 重型; 桥面吊; 结构

DOI: 10.33142/ect.v2i6.12397

中图分类号: U448

文献标识码: A

Introduction to a New Type of Heavy-duty Basket Combination Rotatable Bridge Deck Crane

QI Xiaoming

Hunan China Railway Wuxin Heavy Industry Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410300, China

Abstract: With the continuous progress of the "the Belt and Road" construction, the development and changes of the railway are also gratifying. Chinese high-speed railway not only makes people travel more convenient, but also drives the development of regional economy, and has become a bright "business card" of our country. The Shanghai Chongqing Chengdu Yangtze River high speed railway is an important component of the national "eight vertical and eight horizontal" high-speed railway network and the Yangtze River High speed Railway Channel. The construction of the project is of great significance for deeply implementing the development strategy of the Yangtze River Economic Belt, further improving the Yangtze River high speed railway channel, constructing a comprehensive three-dimensional transportation corridor for the Yangtze River Economic Belt, enhancing the transportation capacity and service quality of the channel, and promoting coordinated regional economic and social development. At the same time, the Shanghai-Chongqing-Chengdu high-speed railway will contribute to the vigorous development of the Yangtze River Economic Belt.

Keywords: steel box girder; new type; heavy-duty; bridge deck crane; structures

引言

据大数据显示,长江经济带的经济总量和人口规模均占到全国40%以上。沪渝蓉沿江高铁的建成,将辐射带动铁路沿线广阔腹地的各个中小城市发展,有利于优化长江经济带城镇化和城市群空间布局,拉近城市间时空距离,催生“同城效应”,形成贯通东西、通达南北的高速铁路网,从而有力促进长三角城市群、长江中游城市群和成渝城市群的协同发展。然而随着铁路建设越来越密集,新建铁路和既有铁路之间的相交现象越来越频繁,施工中实现一条铁路从另一条铁路的顶部跨过或者从底部穿越的要求也越来越多,施工的工法也越来越难,对新型设备的要求成了施工中安全、可靠的重要保障。沪渝蓉高铁作为新建铁路其中多处与既有铁路出现相交的施工情况,而南通地区连续钢混混合连接钢构与既有高速公路沈海高速的相交施工成为施工中的重点难点控制性工程,对本段施工中所采用的新型设备的研究和开发为国家后续重点工程建设起到了很好的借鉴作用。

1 项目工况

1.1 工况说明

沪渝蓉铁路南通地区站前1标位于江苏省南通市,

其承接的新建上海至南京至合肥铁路施工段有一段(90.7+210+90.7)m为钢混混合连续钢构跨吕运河,中心里程K154+866.180。主梁采用(90.7+210+90.7)m钢与混凝土混合结构,由预应力混凝土箱梁、钢箱梁以及钢—混接头构造组成。中心支点处名义梁顶线下梁高15m,中支点等高段长9m,边支点及主跨跨中名义梁顶线下梁高8m,主跨跨中等高线长84m,边跨等高段长28.5m,变高段梁底曲线按二次抛物线变化。主跨跨中84m段为钢箱梁,其余节段采用预应力混凝土箱梁。钢梁与预应力混凝土箱梁之间设置钢—混接头构造连接。如下图1所示。

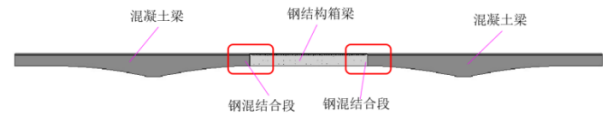


图1 (90.7+210+90.7)m连续梁结构模型

1.2 施工方法概述

(1)采用2套跨篮对称施工混凝土段,且在边跨在边跨挂篮上现浇边跨合拢段并养生,待混凝土强度达设计强度95%弹性模量达100%,且龄期不小于7天,张拉并锚固边跨合拢束和竖向预应力等钢束。

- (2) 将中跨的挂篮拆除，安装钢箱梁桥面吊机。
- (3) 钢梁节段进场，在拼装场拼装、焊接。
- (4) 焊接完成后桥面吊机前移，钢梁通过运梁车运输桥面吊机后侧，通过桥面吊机架设钢梁直至合拢。如图2所示。

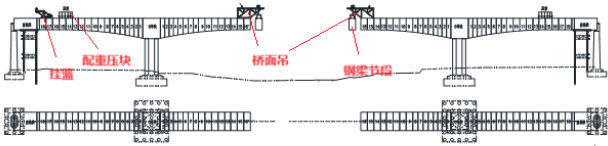


图2 (90.7+210+90.7) m 连续梁施工示意图

1.3 施工难点

(1) (90.7+210+90.7) m 钢混混合连续钢构梁不仅跨通吕运河，而且上跨既有沈海高速，钢—混接头构造与钢箱梁位于沈海高速临近上方和上方，全封锁施工的条件不具备。如图3所示。



图3 新建线路(红线区域内)与高速路关系示意图

钢—混接头构造段长度7m，自重约180t，混凝土浇筑完成后自重约673t，自重太大，要确保施工过程的安全是方案中的关键控制点。

通吕运河属于VI级航道，通航能力较差，加上由于受沈海高速影响，无法整根或分节段采用浮吊吊装法。

综上条件，只能采用一款重型挂篮与起重机结合的新设备完成从已施工完成的桥梁将钢梁节段从重型组合式起重机尾部吊装到前部进行安装，且由于钢梁顶板宽度为12.6m，而重型组合式起重机轨道只能位于钢梁腹板顶部，即8m跨度，起重机内部净宽度大约在5.5m左右，所以钢梁只能顺桥方向分为5m一节，起重机吊装起钢梁从尾部通过前端时钢梁与顺桥向成90°通过，然后再将钢梁节段旋转90°进行安装。见图4所示。

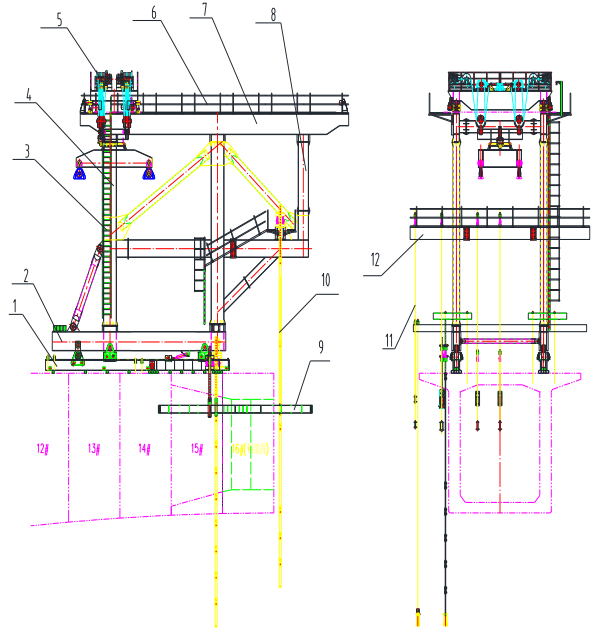


图4 桥面吊机施工示意图

由此，一款新型重型组合式可旋转桥面吊机产生。

2 结构介绍

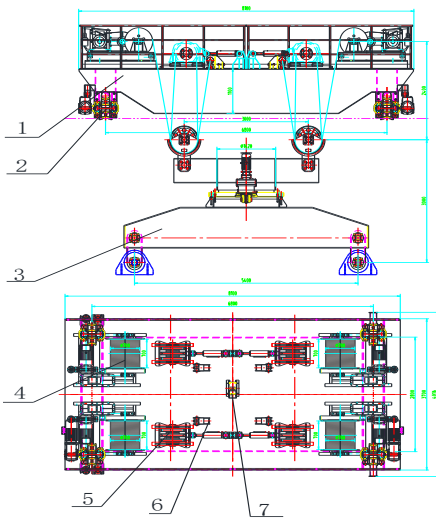
重型组合式可旋转桥面吊机由挂篮轨道梁、挂篮下横梁、登机梯、后支腿、小车、安全护栏、主梁、前支腿、工作台、吊带、锚杆、挂篮前横梁及稳定结构的其他杆件组成。下部采用菱形挂篮结构，双部采用双梁单悬臂起重机结构，有效悬臂5米，悬臂总长度约为9.5米，单台设备自重约290t。见图5所示：



挂篮轨道梁；2-挂篮下横梁；3-登机梯；4-后支腿；5-小车；6-安全护栏；7-主梁；8-前支腿；9-工作台；10-吊带；11-锚杆；12-挂篮前横梁。

图5 重型组合式可旋转桥面吊机结构示意图

起升小车由小车架、小车运行机构、旋转吊具、起升机构、可调节滑轮组、钢丝绳固定座、吊具电缆卷筒组成。其中小车架由2组主横梁和2组端梁组成，每个端梁上设置2组(1对)小车运行机构，由三合一减速机进行驱动。小车架设置4组起升机构，每组包含一个钢丝绳卷筒、一台电机、一台减速机和一台制动器。钢丝绳从卷筒出来后通过小车上的定滑轮组与吊具上的动滑轮组相连，钢丝绳末端固定在小车架的钢丝绳固定座上，形成起升机构。为了确保钢梁就位后精确对接，小车架上的定滑轮组由收缩油缸控制，左右可调节150mm，调节过程中钢梁也随之进行左右移动，最终确保精确对位。吊具中间位置设置一个回转支撑，由一台电机与行星减速机组合结构控制小齿轮围绕回转支撑旋转，实现吊具的360°转向，吊具顶部的小车架中间位置设置一个吊具电缆卷筒，方便小车吊具起升上下时收放控制电缆，小车架总长度8m，宽度3.7m，小车轨距6.8m，方便5m钢梁节段能够顺利通过。见图6所示：



小车架；2-小车运行机构；3-吊具；4-起升机构；5-定滑轮组；6-钢丝绳固定座；7-吊具电缆卷筒。

图 6 起升小车布置示意图

3 控制原理

3.1 小车机构控制

小车机构采用变频器 V/F 控制，共一台变频器同时驱动两个电机运行，经减速机，驱动小车轮实现小车前进后退。（此控制方法能够实现小车电机软启动，降低启动电流，提高电机运行稳定性）。

3.2 起升机构控制

起升机构采用变频器矢量控制，共四台变频器分别驱动四个起升电机，经减速机、卷筒，控制起升钢丝绳收放线，实现吊具上升下降。（此控制方法下，不仅在低频区域也能实现大转矩，还能在高速状态下快速响应，保持稳定性能）。

起升机构运行工况包括：

①吊具上升/下降

四个起升电机（1、2、3、4 号起升）同时上升/下降。

如图：1、2、3、4 号起升同时上升/下降（红色圆点标记证明有控制动作）

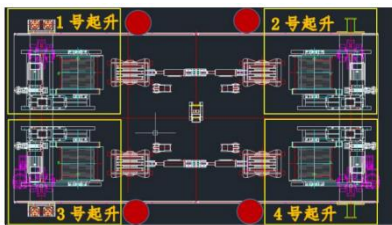


图 7 四个起升系统同时动作

②吊具前倾/后倾

1、2 号起升电机或者 3、4 号起升电机，其中一组电机静止，另一组电机同时下降。

如图：1、2 号起升同时下降，3、4 号起升保持静止（前倾）

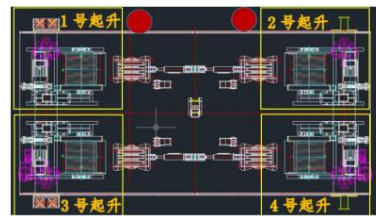


图 8 1、2 号起升系统动作，3、4 号起升系统静止

如图：1、2 号起升保持静止，3、4 号起升同时下降（后倾）

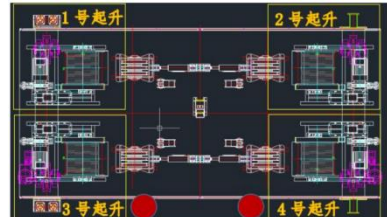


图 9 1、2 号起升系统静止，3、4 号起升系统动作

③吊具左倾/右倾

1、3 号起升电机或者 2、4 号起升电机，其中一组电机静止，另一组电机同时下降。

如图：1、3 号起升同时下降，2、4 号起升保持静止（左倾）

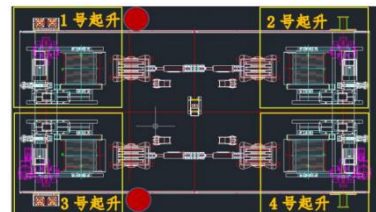


图 10 吊具左倾控制

如图：1、3 号起升保持静止，2、4 号起升同时下降（右倾）

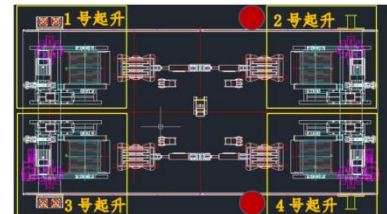


图 11 吊具右倾控制

④任意一个驱动电机单独运行上升/下降（更换钢丝绳）

如图：1、2、3、4 号起升，任意一个起升单独上升/下降

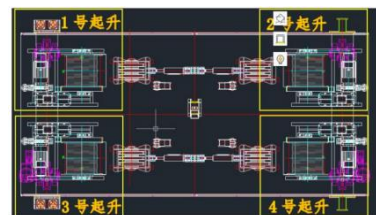


图 12 单个起升系统动作

3.3 吊具旋转机构

吊具旋转机构采用变频器 V/F 控制,共一台变频器驱动一个旋转电机,经减速机,驱动下吊具左右旋转运动。(此控制方法,能实现吊具平稳、高精度旋转运行,控制灵活性高)。

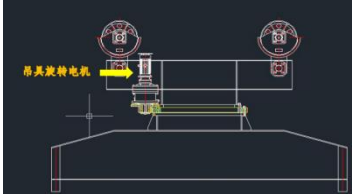


图 13 吊具旋转控制示意图

3.4 吊具平移机构

液压油缸或者电缸控制,通过横向缸体缩放,实现吊具平移功能。

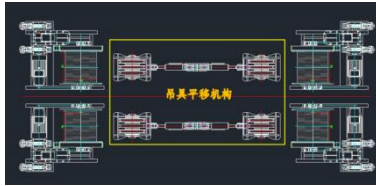


图 14 吊具平移装置图

3.5 整机操作系统

整机由两只台湾禹鼎无线遥控及本地按钮控制(防止遥控损坏,设备无法运转)遥控 1 控制吊具上升/下降/前倾/后倾/左倾/右倾/左移/右移/左旋/右旋以及小车前进/后退(一只遥控满足一般情况下作业)遥控 2 控制 4 个起升电机单独动作(满足特殊情况,例如,更换钢丝绳等)。

4 使用功能(施工方法)

①将钢混结合段顺桥方向分为 5m 段和 2m 段,其余钢箱梁按顺桥向分为 5m 一节。

②采用 2 台重型组合式可旋转桥面吊机对称施工。

③首先将重型组合式可旋转桥面吊机底部的挂篮与已完成的预应力混凝土箱梁锚固。

④通电,空载调试起重机各机构正常。

⑤将 5m 节段的钢混结合段由一台 350t 履带吊吊装到桥面后由平板运输车运送到重型组合式可旋转桥面吊机尾部下方,注意节段方向与顺桥方向呈 90°。

⑥吊装 5m 节段的钢混结合段静置 15min 试载(检验混凝土强度、桥面系稳定性、吊机性能稳定性),确保一切正常后由操作人员操纵遥控器将小车从重型组合式可旋转桥面吊机尾部移动至头部悬臂端,继续静置 15min(测试重型组合式可旋转桥面吊机的稳定性),确保一切正常后操作遥控器下降钢梁节段至已安装完成的预应力混凝土箱梁下部,操纵遥控器使吊具带动钢梁节段旋转 90°,然后继续操纵遥控器上升至与已安装完成的预应力混凝土箱梁平齐。操作遥控器控制吊具前后移动,完成钢

梁节段的精确对位。

⑦用吊带与挂篮锚固钢混结合段 5m 节段钢梁(起重机始终吊装钢梁直至焊接完成),安装钢梁底部作业平台。

⑧将钢混段钢梁与预埋件焊接,并进行 100%超声波探伤检测,完成钢混结合部分。

⑨按设计要求浇筑混凝土,同时张拉预应力,达到设计要求的数值。(注意混凝土浇筑过程中重型组合式可旋转桥面吊机的起吊力逐步减少或为 0,所有载荷应该由挂篮锚固结承载)。

⑩拆除重型组合式可旋转桥面吊底部挂篮的锚固,前移挂篮重新锚固。

⑪用同样的方法完成钢混结合段 3m 的吊装和施工作业。

⑫平移重型组合式可旋转桥面吊机,完成后续 5 米各节段的钢梁吊装作业。

⑬注意两侧的桥面吊应该同步施工。

5 其他注意事项

①重型组合式可旋转桥面吊机属于特种设备,必须由取得国家市场监督管理总局颁发的《中华人民共和国特种设备生产许可证》A 级资质的企业方可生产。

②必须由省级以上设计院担任设计开发,并由具有高级机械工程师且在起重机行业拥有 10 年以上的设计人员单位主任设计师。

③设备生产完毕后必须确定型式试验报告及检验合格证后方可投产使用。

④重型组合式可旋转桥面吊机属于新型设备,在生产、设计、制造、使用环节中应保证技术保密性,严禁篡改、挪用、侵占他人专利技术,非法牟利。

6 结语

这是一款适用于国家“十四五”规划重点工程沪渝蓉铁路沪宁合段南通地区中铁十局集团有限公司站前 I 标项目经理部二分部跨通吕河(90.7+210+90.7)m 为钢混混合连续钢构施工的设备,其施工效率高(起升速度 2m/min,小车运行速度 6m/min)、安全性能好、技术含量高、操控方便的新型设备。它的诞生将为国家建设、企业施工带来不可替代的作用。

[参考文献]

[1]中国铁路设计集团有限公司中铁大桥勘测设计院集团有限公司.GB 3811-2008 起重机设计规范[S].北京:中国国家标准化管理委员会,2008.

[2]国家起重运输机械质量监督检验中心.GB/T14406-2011 通用桥式和门式起重机[S].北京:中国国家标准化管理委员会,2011.

作者简介:齐晓明(1981—),男,太原科技大学毕业,本科,学士学位,机械设计高级工程师,起重机械设计技术总监。