

深切峡谷叠合梁斜拉桥上构安装施工技术

任雷,卢亮,董正良

(中交第二航务工程局有限公司,湖北 武汉 430040)

摘要:针对横跨深切峡谷叠合梁斜拉桥上构安装难题,该文从叠合梁起吊、梁上运梁、叠合梁安装3个方面进行研究,提出附塔桁吊、提梁门机、大型塔式起重机3种起吊工艺及全回转桥面吊机散件拼装、桁架式桥面吊机整节段拼装两种安装工艺,并进行相关对比分析,解决该类型桥梁上构无法垂直吊装的难题,可为同类型斜拉桥施工提供参考。

关键词:斜拉桥;深切峡谷;叠合梁起吊;梁上运梁;叠合梁安装

中图分类号:U445.4

文献标志码:A

0 引言

钢混叠合梁斜拉桥主要由钢构件和钢筋混凝土桥面板两部分组成,两者通过剪力连接件叠合,从而形成整体共同受力。这种结构充分利用了钢梁优秀的抗拉性能及混凝土桥面板良好的抗压能力,同时自身重量较轻。此外,钢梁和桥面板均可在工厂预制,现场进行吊装安装,施工工效高、工期短,具有巨大优越性,所以在在大跨度桥梁领域广泛应用^[1-3]。

对于横跨江河的大跨径叠合梁斜拉桥,上构施工可采用水上浮运、桥面吊机或大型起重船垂直吊装施工。但当斜拉桥跨越深切峡谷时,由于地形限制,钢混叠合梁无法像水上作业进行垂直起吊,钢梁及混凝土桥面板的起吊和安装需考虑其他方案。为了解决这一难题,本文从叠合梁起吊、梁上运梁、叠合梁安装等方面展开研究,以为为同类型斜拉桥施工提供参考。

1 叠合梁起吊工艺

斜拉桥受地形限制时,叠合梁起吊主要考虑在墩柱处进行,主要有3种方案:附塔桁吊起吊、提梁门机起吊、大型塔式起重机起吊。

1.1 附塔桁吊起吊

附塔桁吊为依附在主塔上的起吊装置,一般由

型钢、钢管、贝雷、桁车等构件组成。塔柱施工时提前预埋埋件,上构施工前将附塔桁吊安装完成,作为钢梁及桥面板起吊装置。

湖北忠建河大桥^[4]主桥为(46+134+400+134+46)m双塔钢桁梁斜拉桥,钢桁梁最大杆件质量为16.8t,单片主桁最大质量为45.8t,主塔设置50t附塔桁吊作为起吊装置,桁吊设计图如图1所示。

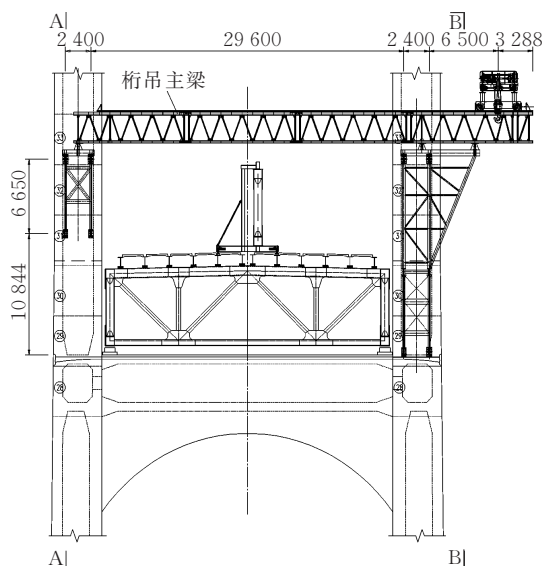
在主塔0号块位置设置拼装支架,作为塔区梁段拼装平台。在附塔桁吊下方承台侧设置30m×4.5m拼装平台,可同时进行两片主桁拼装,利用50t吊车进行辅助拼装。位于50t附塔桁吊范围内的主桁拼装完成后可直接起吊至拼装支架上,另一片主桁拼装完成后先平移至桁吊起吊范围内,再起吊至拼装支架上。塔区梁段在拼装支架上采用平移的方式依次完成中跨1[#]节段、0[#]节段、边跨1[#]节段钢梁及桥面板的拼装,如图2所示。附塔桁吊作为后续上构施工的起吊装置。

1.2 提梁门机起吊

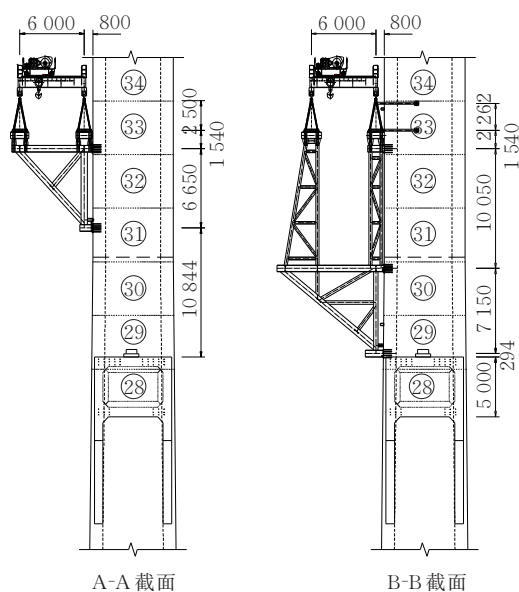
当主桥区地形无法满足钢梁及桥面板起吊条件时,可考虑在引桥区设置提梁门机起吊,梁上运梁至主桥区安装。

图3为一种50t提梁门机钢桁梁提梁设计图。该引桥距离地面高度约60m,由于主桥区无法满足提梁要求,在引桥起步段搭设拼装支架,拼装支架下方设置桁片拼装平台。桁片拼装完成后,利用50t提梁门机将桁片起吊至拼装平台上方进行组拼,组拼

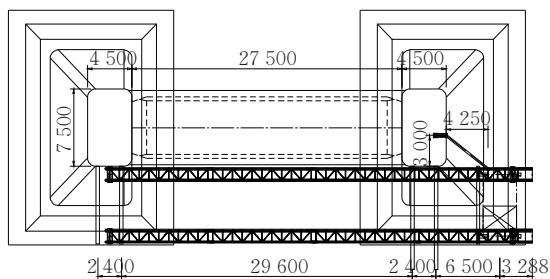
完成后安装桥面板。提梁门机作为后续上构施工的起吊装置。



(a) 正面图



(b) 设计图



(c) 平面图

图 1 50 t 桁吊设计图(单位:mm)

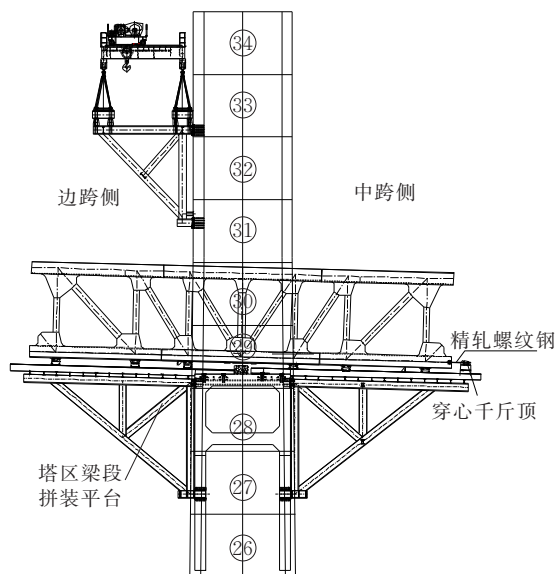


图 2 塔区梁段拼装完成

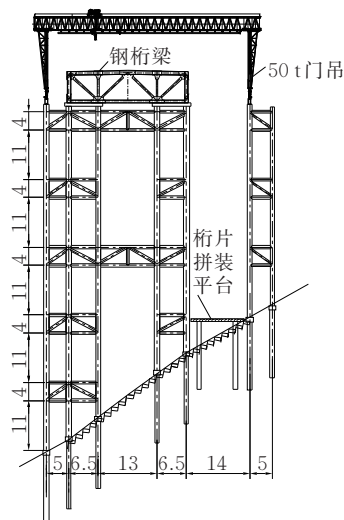


图 3 50 t 提梁门机起吊(单位:m)

1.3 大型塔式起重机起吊

大型塔式起重机起吊是较为便利的起吊方式,即直接利用主塔施工起重机吊装,但由于起重机租赁费用较高,此方案一般成本较大。

江苏灌河大桥^[5]为跨径(60.8+117.2+400+117.2+60.8)m双塔斜拉桥,上构为双边工字钢叠合梁,叠合梁最重构件质量为36.6t,现场在主塔侧布置M900D塔吊一台,塔吊起吊性能如表1所示。

贵州平塘大桥^[6]为(249.5+550+550+249.5)m三塔斜拉桥,上构为双边工字钢叠合梁,最重构件质量为34.4t,现场塔侧布置一台ZSL1250动臂塔吊,完成上构钢梁及桥面板吊装,动臂塔吊性能参数见表2。

表1 M900D塔吊起重性能(吊臂60 m)

吊幅/m	吊重/t	吊幅/m	吊重/t
21.5	50.0	45	18.9
25	41.4	50	16.2
30	32.8	55	14.0
35	24.9	60	12.3
40	22.3		

表2 ZSL1250动臂塔吊起重性能(吊臂60 m)

半径/m	角度/(°)	吊重/t	半径/m	角度/(°)	吊重/t
19.2	85~72.5	64.0	40.0	51.2	24.2
20.0	71.7	60.8	45.0	45.2	20.1
25.0	66.9	46.2	50.0	38.5	16.9
30.0	61.9	36.4	55.0	30.6	14.2
35.0	56.7	29.4	60.0	20.0	19.2

2 叠合梁梁面运梁

叠合梁起吊上桥后需运送至梁端桥面吊机处进行安装,运梁通常采用轨道运梁小车。从施工安全考虑,运梁小车通常设置动力及制动系统,配备编码器监控距离,确保运梁安全及运送过程中梁体受力平衡。80 t运梁小车结构图如图4所示,设备参数如下:①运行速度:0~40 m/min;②适应纵坡:≤3%;③最大载重:80 t;④减速机型号:FA87-23.68-5.5 kW/4P;⑤电动机型号:YVPJ132S-4;⑥行走轮直径:φ500 mm;轨道间距:2 m;⑦工作风力:≤6级。

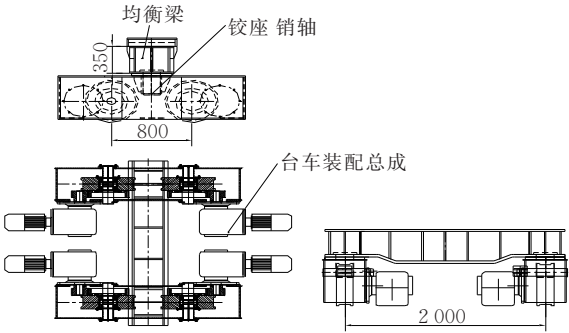


图4 80 t运梁小车结构图(单位:mm)

3 叠合梁安装工艺

跨越深切峡谷叠合梁斜拉桥上构安装通常采用散件安装或整节段安装工艺,其中散件安装通常分为两种:①按照钢梁杆件逐根安装;②主桁(主梁)安装完成后安装其他杆件,若整节段拼装需提前

拼装整个节段,再利用运梁小车喂梁整节段安装。

3.1 叠合梁散件安装

桥面全回转吊机为叠合梁散件安装的常见设备,待塔区梁段安装完成后,利用起吊设备安装全回转桥面吊机。

图5为灌河大桥钢梁安装平面图,采用40 t步履式全回转桥面吊机安装,最大杆件质量为36.6 t,施工流程为:①桥面吊机对称拼装边主梁;②桥面吊机由里往外安装横梁;③桥面吊机由中往外安装小纵梁;④斜拉索第一次张拉;⑤安装混凝土桥面板并进行施工缝施工;⑥桥面吊机前移,斜拉索第二次张拉;⑦开始施工下一节段。

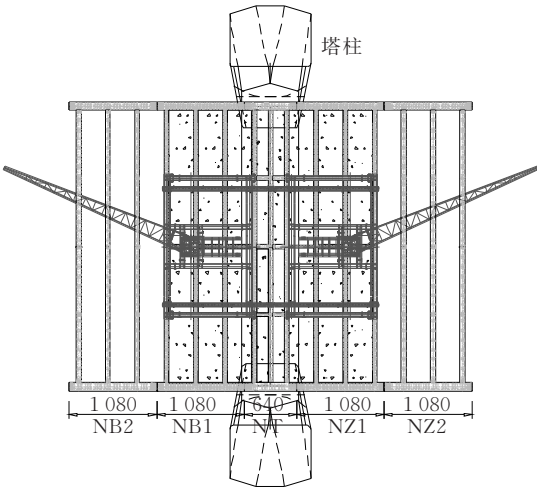


图5 40 t步履式全回转吊机安装平面图(单位:cm)

3.2 叠合梁整节段安装

考虑施工进度及钢梁散拼难度,叠合梁也可采用整节段安装,由于传统全回转桥面吊机无法满足整节段安装吊重要求,整节段安装通常采用桁架式桥面吊机。

平塘大桥最大整节段质量为139.8 t(不包含桥面板),现场采用160 t桁架式桥面吊机施工安装。

桁架式桥面吊机尺寸一般较大(平塘大桥160 t桥面吊机长度超过20 m),塔区梁段施工完成后,其长度一般难以满足2台桁架式桥面吊机拼装,为解决此难题,可考虑将桥面吊机优化为连体式桁架桥面吊机。当某梁段安装完成后,将桥面吊机进行解体,再施工其他标准节段。

桥面吊机解体完成后,标准梁段施工工艺流程如下:塔区梁段上设置拼装胎架→钢梁杆件起吊至塔区梁段上→钢梁拼装→运梁小车运梁至桥面吊机

起吊范围→桥面吊机整体起吊至设计回转位置→钢梁旋转 90°整体安装→斜拉索第一次张拉→安装桥面板及湿接缝施工→斜拉索第二次张拉→桥面吊机前移锚固→下一节段叠合梁施工。

3.3 叠合梁合龙施工

斜拉桥合龙段施工是全桥施工的一道关键工序,叠合梁合龙段施工常采用温度合龙法和顶推合龙法^[7]。

灌河大桥合龙段边主梁根据现场精确丈量尺寸进行加工,施工工艺为:桥面吊机前移至悬臂段最后

一节锚固→悬臂段梁段施加配重→增设轴线调整装置→边主梁下料加工→气温较低时段安装边主梁→调整临时配重施拧高强螺栓→解除轴线调整装置安装横梁及小纵梁→桥面板施工,合龙完成。

4 叠合梁安装工艺对比

上述叠合梁起吊、安装工艺的适用性、施工难度、质量控制、工期、成本对比见表 3。

表 3 叠合梁起吊及安装工艺对比

对比项目	叠合梁起吊			叠合梁安装	
	附塔桁吊	提梁门机	大型塔式起重机	全回转吊机散件拼装	桁架式桥面吊机整节段拼装
适用性	适用于主塔处具备起吊条件的桥梁,起吊区域较小	适用于引桥处具备起吊条件的桥梁	适用于主塔处具备起吊条件的桥梁,起吊区域较大	设备要求较低,施工工效要求较低,梁面无需大型拼装场地	设备要求较高,施工工效要求较高,塔区梁面需要较大拼装场地
施工难度	需进行详细设计及计算,操作难度较大,施工难度较高		专业特种设备操作,施工难度相对较小	钢梁需在悬臂状态下拼装,施工难度大	钢梁在梁面进行拼装,拼装难度较小,但整节段吊装难度较高
质量控制	施工质量均能保证			悬臂状态下拼装钢梁,施工质量控制难度大	整节段拼装,施工质量控制难度相对较小
工期	起吊装置施工需占用关键线路,工期延长		起吊装置不占用关键线路,工期可控	叠合梁悬臂散拼,节段施工周期较长	整节段拼装,节段施工周期较短
成本	与大型起重设备相比成本较低		需租赁大型起重设备,成本较高	需针对具体桥型进一步核算	

由表 3 可知:

(1) 叠合梁起吊工艺中,附塔桁吊和大型起吊设备适用于主塔区具备起吊条件的桥梁,提梁门机往往适用于引桥区具备起吊条件的桥梁。

(2) 对比而言,大型起吊设备成本较高,但其较为便利,不占用施工关键线路。

(3) 全回转吊机散件拼装与桁架式吊机整节段拼装相比,后者要求梁面较大的拼装场地,且拼装效率一般高于散件拼装。

(4) 叠合梁散件悬臂施工质量控制难度一般大于整节段拼装,且施工工期一般较长,两者经济性对比需结合具体桥梁进一步分析。

5 结语

叠合梁斜拉桥具有特有的结构优势,但跨越深切峡谷斜拉桥上构施工无法采用较为便利的水上浮

运+垂直起吊工艺。本文从叠合梁起吊、运梁及安装 3 个方面,通过对上部结构垂直及水平运输、散拼及整拼施工工艺进行对比研究,所得结论可为同类型叠合梁斜拉桥上构施工提供参考。

参考文献:

- [1] 张健. 叠合梁斜拉桥施工工序及辅助墩设置优化研究[D]. 广州:华南理工大学, 2019.
- [2] 彭元诚, 刘新华. 大跨度混合式叠合梁斜拉桥设计特点与关键技术[J]. 中外公路, 2017, 37(1): 135-138.
- [3] 吴正安, 高何杰. 大跨叠合梁斜拉桥主梁有效宽度分析与研究[J]. 中外公路, 2016, 36(6): 179-182.
- [4] 夏培华, 朱浩, 黄灿. 山区特大公路钢桁梁斜拉桥架设方案研究[J]. 施工技术, 2014, 43(S2): 227-230.
- [5] 谢道璇, 郑建明. 临海高等级公路灌河大桥钢梁定时合龙施工技术[J]. 工程质量, 2017, 35(4): 47-51.
- [6] 陈应高. 山区超高三塔斜拉桥结构设计探讨[J]. 交通科技, 2017(3): 33-36.
- [7] 林元培. 斜拉桥[M]. 北京:人民交通出版社, 2004.