



(10) 授权公告号 CN 113756172 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 10

(21) 申请号 202110934884.8

(22) 申请日 2021.08.16

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113756172 A

(43) 申请公布日 2021.12.07

(73) 专利权人 中铁华铁工程设计集团有限公司

地址 100071 北京市丰台区丰台北路36号

(72) 发明人 王建设 廉永胜 张家旺 王云

张毅新 黄中华 张鑫佳 王文勇

胡团勇 鄢爱新 颀建中 赵振伟

曹旭 陈强

(74) 专利代理机构 北京捷诚信通专利事务所

(普通合伙) 11221

专利代理师 王卫东

(51) Int. Cl.

E01D 11/04 (2006.01)

E01D 21/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 212925815 U, 2021.04.09

CN 111926705 A, 2020.11.13

CN 106812058 A, 2017.06.09

US 2018291569 A1, 2018.10.11

任征. 福厦客运专线乌龙江特大桥主桥方案研究.《铁道标准设计》.2018,

任征. 福厦客运专线乌龙江特大桥主桥方案研究.《铁道标准设计》.2018,

吴运宏等. 基于无应力状态法的钢箱梁斜拉桥成桥目标线形的实现.《桥梁建设》.2012,

杨培诚. 鄂东长江大桥钢箱梁安装施工技术.《施工技术》.2010,

李辉. 大跨度混合梁斜拉桥合龙施工控制技术.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 II 辑》.2021,

王冰等. 高速铁路主跨332m高低塔混合梁斜拉桥设计优化.《铁道建筑》.2019,

廖贵星等. 武汉青山长江公路大桥中跨钢箱梁施工控制关键技术.《桥梁建设》.2020,

甘强. 钢箱梁风嘴安装施工方法.《西部交通科技》.2018,

审查员 唐顺梅

权利要求书3页 说明书9页 附图3页

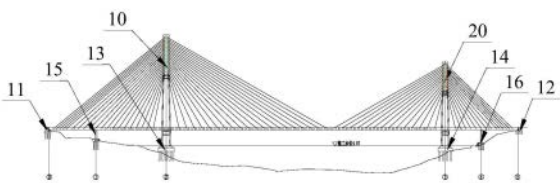
(54) 发明名称

一种大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥施工方法,该方法包括:浇筑施工高、低塔侧现浇段混凝土;施工高塔侧钢混结合段,并与高塔侧辅助墩进行墩顶塔梁临时锁定;采用顶推法施工高塔侧边跨钢箱梁;在高塔侧钢箱梁的前端拼装架梁吊机,在低塔中跨侧钢混结合段前端拼装另一台架梁吊机,在桥塔两侧对称、同步吊装中跨悬拼施工,直至合龙段。本发明,高塔侧为混凝土主梁与钢箱梁结合结构,低塔侧边跨全部采用混凝土主梁,高塔侧边跨钢箱梁采用顶推施工,边跨钢箱梁顶推施工时风嘴随梁段吊装但暂不安装,所有边跨钢箱梁节段顶推到位后,

利用桥面汽车吊吊装并安装风嘴,确保结构强度,提高了施工效率。



1. 一种大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥施工方法,大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥,包括高塔和低塔,用于通过斜拉索连接桥面结构,所述高塔和低塔分别坐落在高塔墩身和低塔墩身上,所述桥面结构包括:

高塔侧边跨,采用混凝土主梁与钢箱梁结合结构,并设有高塔侧桥台和高塔侧辅助墩;

低塔侧边跨,全部采用混凝土主梁,并设有低塔侧桥台和低塔侧辅助墩;

中跨,采用钢箱梁,并分别与高塔侧边跨和低塔侧边跨连接;

其中,混凝土主梁和钢箱梁之间设置钢混结合段,高塔侧钢-混分界点位于高塔侧辅助墩朝向中跨侧M米处,低塔侧钢-混分界点位于中跨距离低塔N米处,M、N为20-50;

其特征在于,大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥施工方法包括以下步骤:

构建高塔侧和低塔侧边跨桥台和辅助墩,构建高塔墩身和低塔墩身;依次构建高塔侧边跨混凝土梁现浇支架、边跨钢箱梁顶推支架、高塔墩旁托架和低塔侧混凝土梁现浇支架,顶推支架上设置顶推调整系统;

浇筑施工高塔侧第一段现浇段混凝土和低塔侧边跨第一段现浇段混凝土,并分别与对应的桥台临时固结,混凝土达到设计强度后,张拉本段预应力;

浇筑施工高塔侧和低塔侧边跨的下一段现浇段混凝土,解除与对应的桥台的临时固结,并分别与对应的辅助墩临时固结;

施工高塔侧钢混结合段,并与高塔侧辅助墩进行墩顶塔梁临时锁定,钢混结合段混凝土浇筑完成后,挂设斜拉索;

施工低塔侧钢混结合段,钢混结合段混凝土浇筑完成后,挂设斜拉索,完成低塔侧边跨混凝土梁段施工;

采用顶推法施工高塔侧边跨钢箱梁;

在高塔侧钢箱梁的前端拼装架梁吊机,在低塔中跨侧钢混结合段前端拼装另一台架梁吊机,在桥塔两侧对称、同步利用架梁吊机吊装中跨钢箱梁进行标准梁段的悬拼施工,并对称挂设张拉斜拉索,直至合龙段;

采用主动合龙方式进行合龙段施工;

拆除桥面吊机及其余大临结构,进行桥面及附属工程施工,按照设计调整索力及线形,静载、动载试验后交付运营。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

高塔侧钢混结合段长15.5m,包含4.9m混凝土箱梁过渡段、4.7m钢混过渡段、4.4m钢箱梁过渡段、1.5m钢箱梁段共4部分;其中4.7m钢混过渡段采用梯形填充混凝土前后承压板式钢-砼接头,通过将结合段钢箱梁的顶板、底板、腹板与隔板和端承压板之间围封组成钢格室,其内填充混凝土,与混凝土箱梁顶板、底板和腹板平顺过渡;

钢格室侧板布置PBL剪力键,纵向预应力索以及钢格室顶、底板布置剪力钉;

施加的横向预应力使钢格室内的混凝土在横向也处于受压状态;

钢-砼结合段的钢格室顶板上开设浇筑孔,隔板上设置连通孔;

钢格室上角点及适当位置设置出气孔,在下角点预留压浆孔;

钢格室箱体内侧钢板设穿孔钢筋及搭焊钢筋与混凝土梁内钢筋连成整体。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,边跨钢箱梁顶推施工时风嘴随梁段吊装但暂不安装,所有边跨钢箱梁节段顶推到位后,利用桥面汽车吊吊装并安装风嘴。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,钢箱梁的顶板U肋采用栓接固定。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在中跨标准梁段悬拼施工时,首先进行临时连接,所述临时连接包括梁段粗匹配和梁段精匹配两个阶段。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述梁段粗匹配包括以下步骤:

步骤101,用桥面吊机中的变幅机构中的纵向调位油缸,推动提升到位的箱梁节段至已安装箱梁节段边缘50mm内;

步骤102,松开吊具扁担梁上的螺纹杆锁定系统,利用扁担梁上的调平油缸调整吊装钢箱梁的纵坡与已安梁段相匹配;

步骤103,用单台桥面吊机升、降,调整箱梁节段与已安装箱梁节段横向相匹配;

步骤104,用桥面吊机中的变幅机构中的纵向调位油缸,推动提升到位箱梁节段至已安装好箱梁节段边缘10mm内,重复步骤102和步骤103,直至横向位置、坡度与已架设节段匹配;

步骤105,用桥面吊机中的卷扬机调整待安装梁段标高,使其与已安装梁段连接端口位置处于同一标高上;

步骤106,用桥面吊机中的变幅机构中的纵向调位油缸推动提升到位箱梁节段至与已安装好箱梁节段相接触,准备将这两块节段相接。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述梁段精匹配包括以下步骤:

步骤201,进行悬臂前端局部测量,测量相邻3个梁段控制点的相对平面位置及高程,确定所需调整量;

步骤202,稍微放松匹配件螺栓,根据调整量,调整梁段上、下游控制点相对高差;

步骤203,在钢箱梁的腹板位置布置千斤顶调整钢箱梁轴线;

步骤204,复测悬臂前端局部线形与轴线,满足精度控制要求后,焊接固定止顶板处交叉限位板,拧紧匹配件螺栓,锁定吊机;

步骤205,腹板和顶板局部残余高差用马板配合千斤顶调整。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,合龙段施工流程如下:

步骤301,进行合龙口对温度敏感性分析、合龙口对斜拉索敏感性分析以及顶拉力对和龙口影响;并根据在各温度条件下合龙口两端已安装钢箱梁总长,推算出合龙口两端已安装钢箱梁在设计温度下的总长,由此计算出合龙段钢箱梁在设计温度下的长度值,计算合龙段的制造参数;合龙段的制造参数包括:合龙段梁长切割量,合龙段与梁段预拼装时的拼装角度;由合龙口长度的实测值与理论值的误差计算合龙段梁长切割量;根据主塔两侧悬臂端各三个梁段的标高实测值与理论值的误差确定合龙段梁段预拼装时的拼装角度,在施工现场的运梁船上对合龙段进行精确切割;合龙口U肋拼接板连接节段一侧高栓孔现场配钻;

步骤302,拆除梁面临时施工荷载,包括梁端张拉平台、吊索桁吊、挂索用卷扬机;

步骤303,对最靠近合龙口处的斜拉索进行二次精确张拉;

步骤304,低塔侧桥面吊机行走至吊装合龙段的位置,高塔侧架梁吊机根据监控指令调整位置;

步骤305,合龙段由低塔侧架梁吊机起吊,通过桥面吊机吊具重心调节装置调节梁的空中姿态,保证起吊平稳;

步骤306,起吊合龙梁段,使合龙梁段顶面与左侧端部梁段顶面持平;将合龙梁段、左侧梁段通过匹配件栓接,使顶底板、腹板对齐;在合龙段安装支撑型钢;

步骤307,桥面吊机缓慢落钩,使合龙段逐步下降,两侧梁段高差减小;最终将合龙段重量平均分配到合龙段两侧梁段;

步骤308,对合龙段初调,保证合龙段梁段与两侧梁段的缝宽;通过对拉手拉葫芦调整合龙口两侧梁段的轴线对齐;

步骤309,在晚上气温恒定时,调整最近合龙口处的斜拉索索力,使合龙口两侧钢箱梁高程相同;

步骤310,通过千斤顶调整合龙梁段的姿态及焊缝宽度;横桥向调整轴线;焊缝宽度及梁段高差满足要求后,迅速将合龙梁段与合龙口两侧钢箱梁匹配、打码;

步骤311,解除低塔和高塔侧辅助墩墩梁临时固结,合龙段两侧焊缝同时开始焊接;梁段焊接完成,拆除桥面吊机。

9.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,斜拉桥预拱度设置竖向预拱度及纵向压缩补偿,其中;

主梁竖向预拱度:通过梁端之间的相对折角 θ 实现,相对折角 θ 通过一侧的梁端上、下翼缘的长度差实现,所有高程以箱梁内高不变为原则;

主梁纵向压缩补偿:每个梁段按其制造长度为20℃时考虑成桥弹性压缩补偿和桥梁纵坡后进行长度修正,现场根据接缝形式、温度变化、焊接收缩自行调整。

一种大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁施工技术领域,具体涉及一种大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥及其施工方法。

背景技术

[0002] 斜拉桥作为一种拉索体系,比梁式桥的跨越能力更大,是大跨度桥梁的最主要桥型。其中,混合式组合梁斜拉桥同时具有混合梁斜拉桥和组合梁斜拉桥的特点,即边跨采用自重和刚度较大的混凝土主梁,能够提高边跨的锚固作用和中跨的跨越能力。中跨采用钢混组合梁,钢材和混凝土的结合可充分发挥混凝土和钢材的材料特性,进而提高结构力学性能,降低工程造价。

[0003] 中国实用新型专利CN 207552905 U公开了一种钢桁梁与混凝土梁混合的短边跨斜拉桥结构,包括主跨钢桁梁、边跨混凝土梁和斜拉索,所述主跨钢桁梁、边跨混凝土梁通过钢混结合段过渡连接在一起,所述钢混结合段处设置有主桥桥塔,主桥桥塔下端通过承台与基础固定,所述主桥桥塔通过多跟斜拉索与主跨钢桁梁或/和边跨混凝土梁侧连接,提供荷载力。本实用新型能够克服传统斜拉桥主跨跨越能力受局限,边跨需要较大的长度以与主跨配重平衡的问题,边跨长度较常规缩短约40%,方便了山区峡谷地区斜拉桥桥跨布置,提高了斜拉桥的适用范围。

[0004] 由于斜拉索索力的不同和施工方法的不同,其最终的成桥受力状态会出现明显不同。因此,大跨径混合梁斜拉桥的施工工艺对于成桥质量尤为重要。

[0005] 有鉴于此,急需对研究先进的大跨径混合梁斜拉桥的施工方法,以提高施工效率和成桥质量。

发明内容

[0006] 针对上述缺陷,本发明所要解决的技术问题在于提供一种大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥施工方法,以提高施工效率和成桥质量。

[0007] 为此,本发明提供的大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥,包括高塔和低塔,用于通过斜拉索连接桥面结构,所述高塔和低塔分别坐落在高塔墩身和低塔墩身上,所述桥面结构包括:

[0008] 高塔侧边跨,采用混凝土主梁与钢箱梁结合结构,并设有高塔侧桥台和高塔侧辅助墩;

[0009] 低塔侧边跨,全部采用混凝土主梁,并设有低塔侧桥台和高塔侧辅助墩;

[0010] 中跨,采用钢箱梁,并分别与高塔侧边跨和低塔侧边跨连接;

[0011] 其中,混凝土主梁和钢箱梁之间设置钢混结合段,高塔侧钢-混分界点位于高塔侧辅助墩朝向中跨侧M米处,低塔侧钢-混分界点位于中跨距离低塔N米处,M、N为20-50。

[0012] 在上述大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥中,优选地,

[0013] 斜拉桥预拱度设置竖向预拱度及纵向压缩补偿,其中;

[0014] 主梁竖向预拱度:通过梁端之间的相对折角 θ 实现,相对折角 θ 通过一侧的梁端上、下翼缘的长度差实现,所有高程以箱梁内高不变为原则;

[0015] 主梁纵向压缩补偿:每个梁段按其制造长度为20℃时考虑成桥弹性压缩补偿和桥梁纵坡后进行长度修正,现场根据接缝形式、温度变化、焊接收缩自行调整。

[0016] 本发明还提供了上述大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥的施工方法,包括以下步骤:

[0017] 构建高塔侧和低塔侧边跨桥台和辅助墩,构建高塔墩身和低塔墩身;依次构建高塔侧边跨混凝土梁现浇支架、边跨钢箱梁顶推支架、高塔墩旁托架和低塔侧混凝土梁现浇支架,顶推支架上设置顶推调整系统;

[0018] 浇筑施工高塔侧第一段现浇段混凝土和低塔侧边跨第一段现浇段混凝土,并分别与对应的桥台临时固结,混凝土达到设计强度后,张拉本段预应力;

[0019] 浇筑施工高塔侧和低塔侧边跨的下一段现浇段混凝土,解除与对应的桥台的临时固结,并分别与对应的辅助墩临时固结;

[0020] 施工高塔侧钢混结合段,并与高塔侧辅助墩进行墩顶塔梁临时锁定,钢混结合段混凝土浇筑完成后,挂设斜拉索;

[0021] 施工低塔侧钢混结合段,钢混结合段混凝土浇筑完成后,挂设斜拉索,完成低塔侧边跨混凝土梁段施工;

[0022] 采用顶推法施工高塔侧边跨钢箱梁;

[0023] 在高塔侧钢箱梁的前端拼装架梁吊机,在低塔中跨侧钢混结合段前端拼装另一台架梁吊机,在桥塔两侧对称、同步利用架梁吊机吊装中跨钢箱梁进行标准梁段的悬拼施工,并对称挂设张拉斜拉索,直至合龙段;

[0024] 采用主动合龙方式进行合龙段施工;

[0025] 拆除桥面吊机及其余大临结构,进行桥面及附属工程施工,按照设计调整索力及线形,静载、动载试验后交付运营。

[0026] 在上述技术方法中,优选地,高塔侧钢混结合段长15.5m,包含4.9m 混凝土箱梁过渡段、4.7m钢混过渡段、4.4m钢箱梁过渡段、1.5m钢箱梁段共4部分;其中4.7m钢混过渡段采用梯形填充混凝土前后承压板式钢-砼接头,通过将结合段钢箱梁的顶板、底板、腹板与隔板和端承压板之间围封组成钢格室,其内填充混凝土,与混凝土箱梁顶板、底板和腹板平顺过渡;

[0027] 钢格室侧板布置PBL剪力键,纵向预应力索以及钢格室顶、底板布置剪力钉;

[0028] 施加的横向预应力使钢格室内的混凝土在横向也处于受压状态;

[0029] 钢-砼结合段的钢格室顶板上开设浇筑孔,隔板上设置连通孔;

[0030] 钢格室上角点及适当位置设置出气孔,在下角点预留压浆孔;

[0031] 钢格室箱体内侧钢板设穿孔钢筋及搭焊钢筋与混凝土梁内钢筋连成整体。

[0032] 在上述技术方法中,优选地,边跨钢箱梁顶推施工时风嘴随梁段吊装但暂不安装,所有边跨钢箱梁节段顶推到位后,利用桥面汽车吊吊装并安装风嘴。

[0033] 在上述技术方法中,优选地,钢箱梁的顶板U肋采用栓接固定。

[0034] 在上述技术方法中,优选地,在中跨标准梁段悬拼施工时,首先进行临时连接,所述临时连接包括梁段粗匹配和梁段精匹配两个阶段。

[0035] 在上述技术方法中,优选地,所述梁段粗匹配包括以下步骤:

[0036] 步骤101,用桥面吊机中的变幅机构中的纵向调位油缸,推动提升到位的箱梁节段至已安装箱梁节段边缘50mm内;

[0037] 步骤102,松开吊具扁担梁上的螺纹杆锁定系统,利用扁担梁上的调平油缸调整吊装钢箱梁的纵坡与已安梁段相匹配;

[0038] 步骤103,用单台桥面吊机升、降,调整箱梁节段与已安装箱梁节段横向相匹配;

[0039] 步骤104,用桥面吊机中的变幅机构中的纵向调位油缸,推动提升到位箱梁节段至已安装好箱梁节段边缘10mm内,重复步骤102和步骤103,直至横向位置、坡度与已架设节段匹配;

[0040] 步骤105,用桥面吊机中的卷扬机调整待安装梁段标高,使其与已安装梁段连接端口位置处于同一标高上;

[0041] 步骤106,用桥面吊机中的变幅机构中的纵向调位油缸推动提升到位箱梁节段至与已安装好箱梁节段相接触,准备将这两块节段相接。

[0042] 在上述技术方法中,优选地,所述梁段精匹配包括以下步骤:

[0043] 步骤201,进行悬臂前端局部测量,测量相邻3个梁段控制点的相对平面位置及高程,确定所需调整量;

[0044] 步骤202,稍微放松匹配件螺栓,根据调整量,调整梁段上、下游控制点相对高差;

[0045] 步骤203,在钢箱梁的腹板位置布置千斤顶调整钢箱梁轴线;

[0046] 步骤204,复测悬臂前端局部线形与轴线,满足精度控制要求后,焊接固定止顶板处交叉限位板,拧紧匹配件螺栓,锁定吊机;

[0047] 步骤205,腹板和顶板局部残余高差用马板配合千斤顶调整。

[0048] 在上述技术方法中,优选地,合龙段施工流程如下:

[0049] 步骤301,进行合龙口对温度敏感性分析、合龙口对斜拉索敏感性分析以及顶拉力对和龙口影响;并根据在各温度条件下合龙口两端已安装钢箱梁总长,推算出合龙口两端已安装钢箱梁在设计温度下的总长,由此计算出合龙段钢箱梁在设计温度下的长度值,计算合龙段的制造参数;合龙段的制造参数包括:合龙段梁长切割量,合龙段与梁段预拼装时的拼装角度;由合龙口长度的实测值与理论值的误差计算合龙段梁长切割量;根据主塔两侧悬臂端各三个梁段的标高实测值与理论值的误差确定合龙段梁段预拼装时的拼装角度,在施工现场的运梁船上对合龙段进行精确切割;合龙口U肋拼接板连接节段一侧高栓孔现场配钻;

[0050] 步骤302,拆除梁面临时施工荷载,包括梁端张拉平台、吊索桁吊、挂索用卷扬机;

[0051] 步骤303,对最靠近合龙口处的斜拉索进行二次精确张拉;

[0052] 步骤304,低塔侧桥面吊机行走至吊装合龙段的位置,高塔侧架梁吊机根据监控指令调整位置;

[0053] 步骤305,合龙段由低塔侧架梁吊机起吊,通过桥面吊机吊具重心调节装置调节梁的空中姿态,保证起吊平稳;

[0054] 步骤306,起吊合龙梁段,使合龙梁段顶面与左侧端部梁段顶面持平;将合龙梁段、左侧梁段通过匹配件栓接,使顶底板、腹板对齐;在合龙段安装支撑型钢;

[0055] 步骤307,桥面吊机缓慢落钩,使合龙段逐步下降,两侧梁段高差减小;最终将合龙

段重量平均分配到合龙段两侧梁段；

[0056] 步骤308,对合龙段初调,保证合龙段梁段与两侧梁段的缝宽;通过对拉手拉葫芦调整合龙口两侧梁段的轴线对齐;

[0057] 步骤309,在晚上气温恒定时,调整最近合龙口处的斜拉索索力,使合龙口两侧钢箱梁高程相同;

[0058] 步骤310,通过千斤顶调整合龙梁段的姿态及焊缝宽度;横桥向调整轴线;焊缝宽度及梁段高差满足要求后,迅速将合龙梁段与合龙口两侧钢箱梁匹配、打码;

[0059] 步骤311,解除低塔和高塔侧辅助墩墩梁临时固结,合龙段两侧焊缝同时开始焊接;梁段焊接完成,拆除桥面吊机;监控单位确定索力是否调整。

[0060] 由上述技术方案可知,本发明提供的大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥及其施工方法,解决了现有技术施工效率和成桥质量不高的问题。与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0061] 高塔侧和低塔侧边跨采用不同的结构形式,高塔侧为混凝土主梁与钢箱梁结合结构,低塔侧边跨全部采用混凝土主梁,高塔侧边跨钢箱梁采用顶推施工,中跨采用高塔侧和低塔侧两侧对称、同步利用架梁吊机吊装中跨钢箱梁进行标准梁段的悬拼施工,确保结构强度,提高了施工效率。由于钢箱梁两侧的风嘴与塔柱冲突,所以边跨钢箱梁顶推施工时风嘴随梁段吊装但暂不安装,所有边跨钢箱梁节段顶推到位后,利用桥面50t汽车吊吊装并安装风嘴。

附图说明

[0062] 为了更清楚地说明本发明的实施例或现有技术中的技术方案,下面将对本发明实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做出简单地介绍和说明。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的部分实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0063] 图1为本发明提供的大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥的示意图;

[0064] 图2为本发明提供的大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥的桥面结构划分示意图;

[0065] 图3为本发明中构建桥台、塔墩以及辅助墩的示意图;

[0066] 图4为本发明中浇筑施工高塔侧和低塔侧第一段现浇段混凝土的示意图;

[0067] 图5为本发明中浇筑施工高塔侧和低塔侧第二段现浇段混凝土,以及施工高塔侧钢混结合段的示意图;

[0068] 图6为本发明中施工低塔侧钢混结合段的示意图;

[0069] 图7为本发明中施工高塔侧边跨钢箱梁的示意图;

[0070] 图8为本发明中高塔侧和低塔侧施工中跨钢箱梁的示意图;

[0071] 图9为本发明中采用主动合龙方式进行合龙段施工的示意图;

[0072] 图10为本发明中钢混过渡段的示意图;

[0073] 图11为本发明中边跨钢箱梁顶推施工时风嘴随梁段吊装的示意图。

具体实施方式

[0074] 下面将结合本发明实施例附图,对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描

述,显然,以下所描述的实施例,仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下,所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0075] 为了对本发明的技术方案和实现方式做出更清楚地解释和说明,以下介绍实现本发明技术方案的几个优选的具体实施例。

[0076] 需要说明的是,本文中“内、外”、“前、后”及“左、右”等方位词是以产品使用状态为基准对象进行的表述,显然,相应方位词的使用对本方案的保护范围并非构成限制。

[0077] 如图1所示的具体实施例中,高低塔双索面混合梁斜拉桥为半飘浮体系,两侧边跨各设置一个辅助墩和一个桥台,即高塔10侧边跨端头的高塔侧桥台11和边跨侧的高塔侧辅助墩15;低塔20侧端头的低塔侧桥台12和边跨侧的低塔侧辅助墩16。高塔10坐落在高塔墩身13上,低塔20坐落在低塔墩身14上。

[0078] 主梁高塔侧边跨采用混凝土主梁与钢箱梁结合结构,低塔侧边跨全部采用混凝土主梁,混凝土主梁和钢箱梁之间设钢混结合段。中跨采用钢箱梁,基础采用钻孔灌注桩。

[0079] 其中,如图2所示,高塔侧钢-混分界点位于高塔侧辅助墩15朝向中跨侧23m处;低塔侧钢-混分界点位于中跨距离低塔22m处。

[0080] 本具体实施例中,桥预拱度设置竖向预拱度及纵向压缩补偿。

[0081] 主梁竖向预拱度:通过梁端之间的相对折角 θ 实现,相对折角 θ 通过一侧的梁端上、下翼缘的长度差实现,所有高程以箱梁内高不变为原则。

[0082] 主梁纵向压缩补偿:每个梁段按其制造长度为20℃时考虑成桥弹性压缩补偿和桥梁纵坡后进行长度修正,现场根据接缝形式、温度变化、焊接收缩等因素自行调整,并与监控、设计单位确认。

[0083] 上述具体实施例的施工方法,包括以下步骤:

[0084] 步骤110,构建高塔侧桥台11,低塔侧桥台12,高塔墩身13、低塔墩身14以及高塔侧辅助墩15和低塔侧辅助墩16,如图1所示。

[0085] 步骤120,依次构建高塔侧边跨混凝土梁现浇支架21、边跨钢箱梁顶推支架22、高塔墩旁托架23和低塔侧混凝土梁现浇支架24,顶推支架22上设置顶推调整系统,如图3所示。

[0086] 墩旁托架采用承台预埋件+钢管立柱+分配梁+滑道梁结构形式。滑道梁布置对应斜拉索锚箱靠近主塔侧腹板正下方。

[0087] 顶推支架采用打入钢管桩+分配梁+滑道梁结构。

[0088] 步骤130,浇筑施工高塔侧第一段现浇段混凝土31和低塔侧边跨第一段现浇段混凝土32。

[0089] 具体地,自桥头和桥尾开始,分别浇筑施工高塔侧第一段现浇段混凝土31和低塔侧边跨的第一段现浇段混凝土32,并分别与高塔侧桥台11和低塔侧桥台12临时固结,混凝土达到设计强度后,张拉本段预应力,如图4所示。

[0090] 步骤140,浇筑施工高塔侧和低塔侧边跨的下一段现浇段混凝土,解除高塔侧桥台和低塔侧桥台临时固结,并将本段现浇段混凝土分别与高塔侧辅助墩15和低塔侧辅助墩16临时固结,如图5所示。

[0091] 步骤150,施工高塔侧钢混结合段,并与高塔侧辅助墩15进行墩顶塔梁临时锁定,

钢混结合段混凝土浇筑完成后,挂设斜拉索,如图5所示。

[0092] 具体地,采用500t浮吊吊装钢混结合段的钢箱梁至高塔处墩旁托架顶的中跨侧滑道梁的滑块上,然后由滑道梁上滑座自带的顶推系统由中跨侧往边跨方向顶推至设计位置;之后,采用三向千斤顶精确调整结合段钢箱梁姿态,将其分别与高塔侧辅助墩15临时锁定,并浇筑高塔侧结合段混凝土,混凝土达到设计强度后,张拉本段预应力,然后挂设斜拉索,完成高塔侧边跨混凝土梁段施工。

[0093] 钢混结合段长15.5m,包含4.9m混凝土箱梁过渡段、4.7m钢混过渡段、4.4m钢箱梁过渡段、1.5m钢箱梁段共4部分。

[0094] 如图10所示,其中4.7m钢混过渡段采用梯形填充混凝土前后承压板式钢-砼接头,通过将结合段钢箱梁的顶板、底板、腹板、隔板和端承压板之间围封组成钢格室,其内填充混凝土,与混凝土箱梁顶板、底板和腹板平顺过渡。钢格室侧板(腹板、隔板)布置PBL剪力键,纵向预应力索以及钢格室顶、底板布置剪力钉,保证了力的可靠传递和扩散。施加的横向预应力使钢格室内的混凝土在横向也处于受压状态,在一定程度上增强了 PBL剪力板的抗剪作用。

[0095] 为了方便混凝土浇筑及自由流动,钢-砼结合段的钢格室顶板上开设浇筑孔,隔板上设置连通孔;为保证钢格室角点混凝土密实,在上角点及适当位置设置出气孔,在下角点预留压浆孔;为确保连接的可靠性,钢格室箱体内侧钢板设穿孔钢筋及搭焊钢筋与混凝土梁内钢筋连成整体。

[0096] 步骤160,施工低塔侧钢混结合段,钢混结合段混凝土浇筑完成后,挂设斜拉索,完成低塔侧边跨混凝土梁段施工。

[0097] 低塔侧结合段长18.5m,包含4.9m混凝土箱梁过渡段、4.7m钢混过渡段、4.4m钢箱梁过渡段、4.5m钢箱梁段共4部分。其中,4.5m钢箱梁段拆分成2部分,第一部分为1.5m钢箱梁段,第二部分为3m钢箱梁段,第二部分3m钢箱梁段单独吊装施工,其余与高塔侧的结合段结构相同,施工方法也相同。

[0098] 具体地,采用500t浮吊吊装结合段钢箱梁(不含第二部分)至边跨现浇支架上,精确调整结合段钢箱梁姿态后,浇筑结合段混凝土,并与低塔处塔梁临时固结,解除与低塔侧辅助墩16的临时锁定,塔梁临时固结利用塔支座及主桥纵向钢阻尼,预应力张拉完成后,挂设斜拉索,如图6所示。

[0099] 步骤170,施工高塔侧边跨钢箱梁。

[0100] 重复钢箱梁吊装→顶推→起顶调整→转移滑块施工步骤,按照节段顺序依次架设后续边跨钢箱梁节段,直至全部边跨节段吊装、安装完成,对称挂设张拉斜拉索,如图7所示。

[0101] 该步骤中,由于钢箱梁两侧的风嘴与塔柱冲突,所以边跨钢箱梁顶推施工时风嘴随梁段吊装但暂不安装,所有边跨钢箱梁节段顶推到位后,利用桥面50t汽车吊吊装并安装风嘴。如图11所示。

[0102] 步骤180,高塔侧和低塔侧施工中跨钢箱梁。

[0103] 具体地,在高塔侧钢箱梁的前端拼装400t架梁吊机,在低塔中跨侧钢混结合段前端拼装另一台400t架梁吊机,在桥塔两侧对称、同步利用架梁吊机吊装中跨钢箱梁进行标准梁段的悬拼施工,并对称挂设张拉斜拉索,直至合龙段,如图8所示。架梁吊机采用的是变

幅式桥面吊机。

[0104] 标准梁段的悬拼施工顺序为：

[0105] 运梁船抛锚定位/存梁支架梁段滑移准备→桥面吊机吊具与钢箱梁连接→起吊→精确对位→顶板U肋栓接→边腹板、环焊缝焊接→挂索并第一次张拉→前移桥面吊机就位→第二次张拉斜拉索→施工下一节梁段。

[0106] 为了防止钢箱梁在吊至桥面高度时与已拼装梁段发生碰撞，被吊梁段与已安装好梁段之间留有10cm距离。当钢箱梁被吊至桥面高度时，通过架梁吊机前端顶面的纵移油缸将吊装梁段缓慢靠近已装梁段，在即将靠近时停止，进行通过吊具上的纵向调整油缸以及同侧两台吊机的提升高度进行纵、横坡调整。最后与已拼梁段完全靠拢并进行临时连接。

[0107] 钢箱梁的定位应在环境温度变化较小的时候进行，并在此时根据监控单位发出的指令值，测定并控制钢箱梁的安装标高。

[0108] 在中跨标准梁段悬拼施工时，首先进行临时连接，临时连接包括梁段粗匹配和梁段精匹配两个阶段。

[0109] (1) 梁段粗匹配

[0110] 步骤101，用桥面吊机中的变幅机构中的纵向调位油缸，推动提升到位箱梁节段至已安装箱梁节段边缘50mm内。

[0111] 步骤102，松开扁担梁上的螺纹杆锁定系统，利用扁担梁上的调平油缸调整吊装钢箱梁的纵坡与已安梁段相匹配。

[0112] 步骤103，用单台桥面吊机升、降调整箱梁节段与已安装箱梁节段横向相匹配。

[0113] 步骤104，用变幅机构中纵向调位油缸推动提升到位箱梁节段至已安装好箱梁节段边缘10mm内，然后重复步骤102和步骤103，直至横向位置、坡度与已架设节段匹配。

[0114] 步骤104，用桥面吊机中的卷扬机调整待安装梁段标高，使其与已安装梁段连接端口位置处于同一标高上。

[0115] 步骤106，用变幅机构中纵向调位油缸推动提升到位箱梁节段至与已安装好箱梁节段相接触，然后准备将这两块节段相接。

[0116] (2) 梁段精匹配

[0117] 当达到施工控制条件(钢箱梁顶、底板温差小于 2°C)时进行精匹配作业。

[0118] 步骤201，首先进行悬臂前端局部测量(测量相邻3个梁段控制点的相对平面位置及高程)，对比控制指令，确定所需调整量。

[0119] 步骤202，稍微放松匹配件螺栓，根据调整量，调整梁段上、下游控制点相对高差。

[0120] 步骤203，在腹板位置布置千斤顶调整钢箱梁轴线。

[0121] 步骤204，复测悬臂前端局部线形与轴线，满足精度控制要求后，焊接固定止顶板处交叉限位板，拧紧匹配件螺栓，锁定吊机。

[0122] 步骤205，腹板和顶板局部残余高差用马板配合千斤顶调整。

[0123] 步骤190，采用主动合龙方式进行合龙段施工，如图9所示，施工流程如下：

[0124] 步骤301，进行合龙口对温度敏感性分析、合龙口对斜拉索敏感性分析以及顶拉力对和龙口影响。并根据在各温度条件下合龙口两端已安装钢箱梁总长，推算出合龙口两端已安装钢箱梁在设计温度下的总长，由此计算出合龙段钢箱梁在设计温度下的长度值，计算合龙段的制造参数。合龙段的制造参数包括：合龙段梁长切割量，合龙段与梁段预拼装时

的拼装角度。由合龙口长度的实测值与理论值的误差计算合龙段梁长切割量;根据主塔两侧悬臂端各三个梁段的标高实测值与理论值的误差确定合龙段梁段预拼装时的拼装角度。在施工现场的运梁船上对合龙段进行精确切割。

[0125] 鉴于主梁U肋采用栓接,为了保证合龙精度,合龙口U肋拼接板连接节段一侧高栓孔现场配钻。

[0126] 步骤302,拆除梁面临时施工荷载,如梁端张拉平台、吊索桁吊、挂索用卷扬机等)。

[0127] 步骤303,对最靠近合龙口处的斜拉索进行二次精确张。

[0128] 步骤304,低塔侧桥面吊机行走至吊装合龙段的位置,高塔侧架梁吊机根据监控指令调整位置;

[0129] 步骤305,合龙段由低塔侧架梁吊机起吊,通过桥面吊机吊具重心调节装置调节梁的空中姿态,保证起吊平稳。

[0130] 步骤306,起吊合龙梁段,使合龙梁段顶面与左侧端部梁段顶面持平;将合龙梁段、左侧梁段通过匹配件栓接,使顶底板、腹板对齐;在合龙段安装支撑型钢。

[0131] 步骤307,桥面吊机缓慢落钩,使合龙段逐步下降,两侧梁段高差减小;最终将合龙段重量平均分配到合龙段两侧梁段。

[0132] 步骤308,对合龙段初调,保证合龙段梁段与两侧梁段的缝宽;通过对拉手拉葫芦调整合龙口两侧梁段的轴线基本对齐。

[0133] 步骤309,晚上气温恒定时,调整最近合龙口处的斜拉索索力,使合龙口两侧钢箱梁高程相同;

[0134] 步骤310,通过千斤顶调整合龙梁段的姿态及焊缝宽度;横桥向调整轴线;焊缝宽度及梁段高差满足要求后,迅速将合龙梁段与合龙口两侧钢箱梁匹配、打码。

[0135] 步骤311,解除低塔和高塔侧辅助墩墩梁临时固结,合龙段两侧焊缝同时开始焊接。梁段焊接完成,拆除桥面吊机;监控单位确定索力是否调整。

[0136] 步骤200,拆除桥面吊机及余大临结构,进行桥面及附属工程施工,按照设计调整索力及线形,静载、动载试验后交付运营。

[0137] 综合以上具体实施例的描述,本发明提供的大跨径高低塔双索面混合梁斜拉桥施工方法,与现有技术相比,具有如下优点:

[0138] 首先,高塔侧和低塔侧边跨采用不同的结构形式,高塔侧为混凝土主梁与钢箱梁结合结构,低塔侧边跨全部采用混凝土主梁,高塔侧边跨钢箱梁采用顶推施工,中跨采用高塔侧和低塔侧两侧对称、同步利用架梁吊机吊装中跨钢箱梁进行标准梁段的悬拼施工,确保结构强度,提高了施工效率。

[0139] 其次,为了方便混凝土浇筑及自由流动,钢-砼结合段的钢格室顶板上开设浇筑孔,隔板上设置连通孔;为保证钢格室角点混凝土密实,在上角点及适当位置设置出气孔,在下角点预留压浆孔;为确保连接的可靠性,钢格室箱体内侧钢板设穿孔钢筋及搭焊钢筋与混凝土梁内钢筋连成整体。

[0140] 第三,由于钢箱梁两侧的风嘴与塔柱冲突,所以边跨钢箱梁顶推施工时风嘴随梁段吊装但暂不安装,所有边跨钢箱梁节段顶推到位后,利用桥面50t汽车吊吊装并安装风嘴。

[0141] 第四、在标准梁段悬拼施工时,采用梁段粗匹配和梁段精匹配两个阶段的临时连

接,保证了悬拼施工质量。

[0142] 最后,还需要说明的是,在本文中使用的术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个…”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0143] 本发明并不局限于上述最佳实施方式,任何人应该得知在本发明的启示下做出的结构变化,凡是与本发明具有相同或相近的技术方案,均落入本发明的保护范围之内。

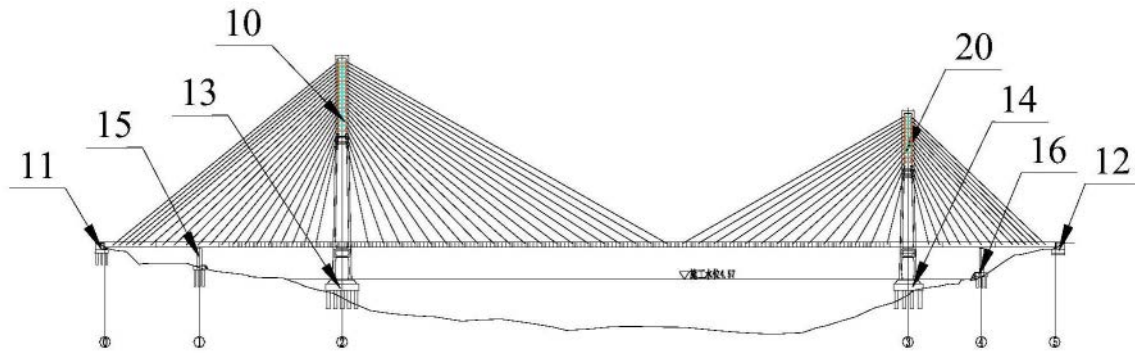


图1

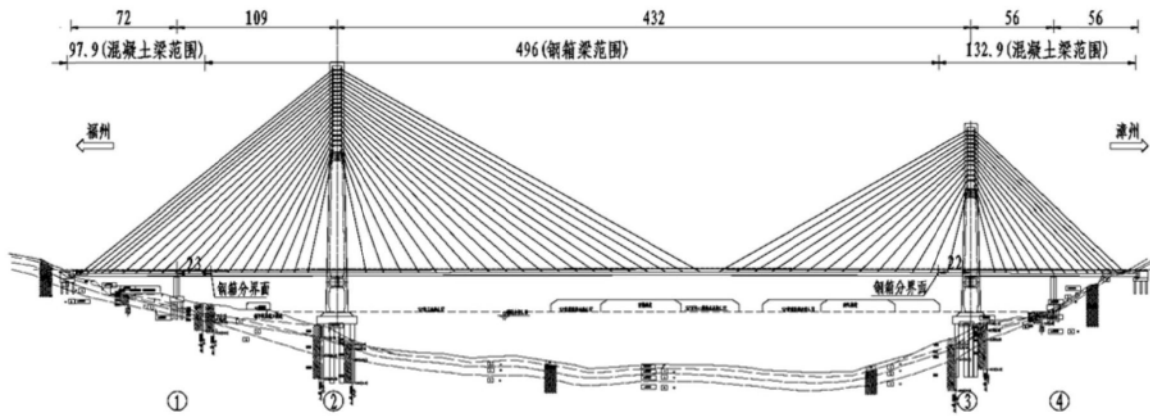


图2

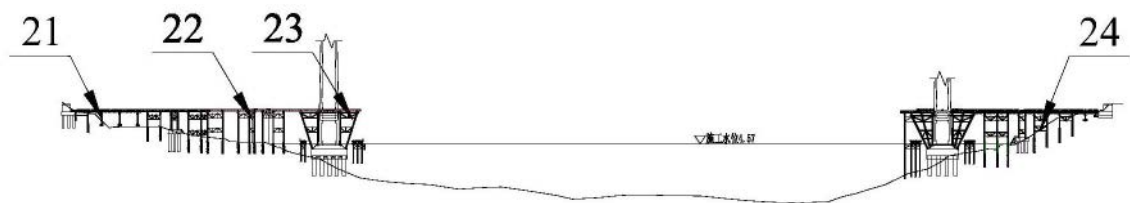


图3



图4

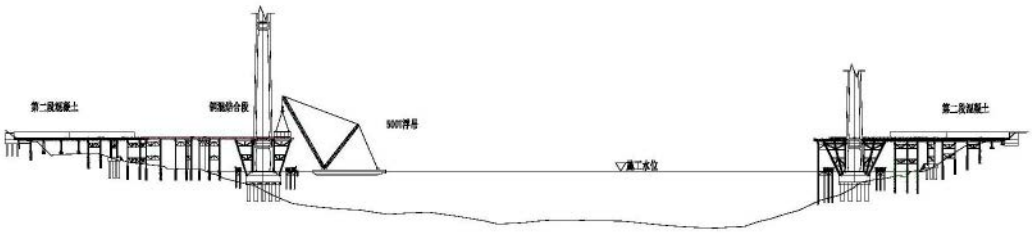


图5

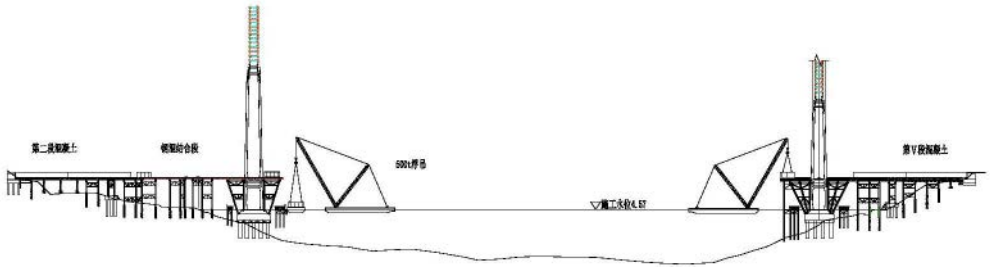


图6

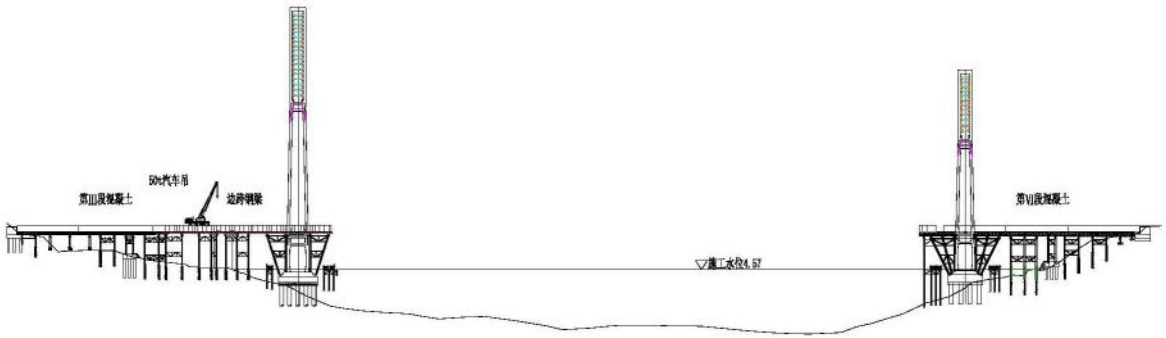


图7

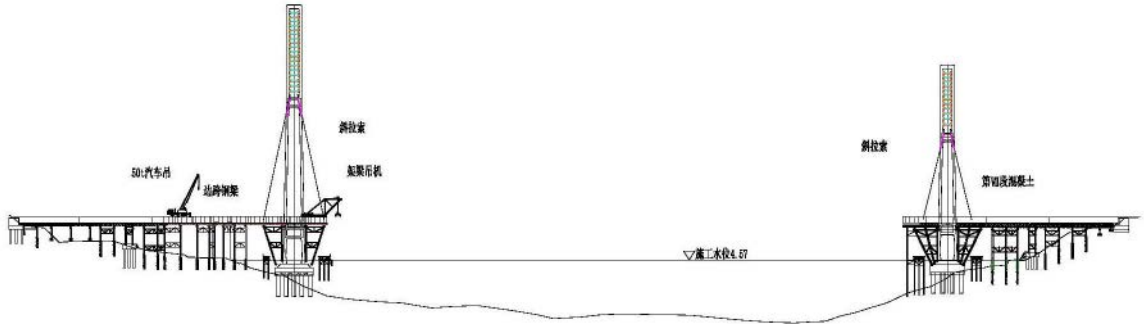


图8

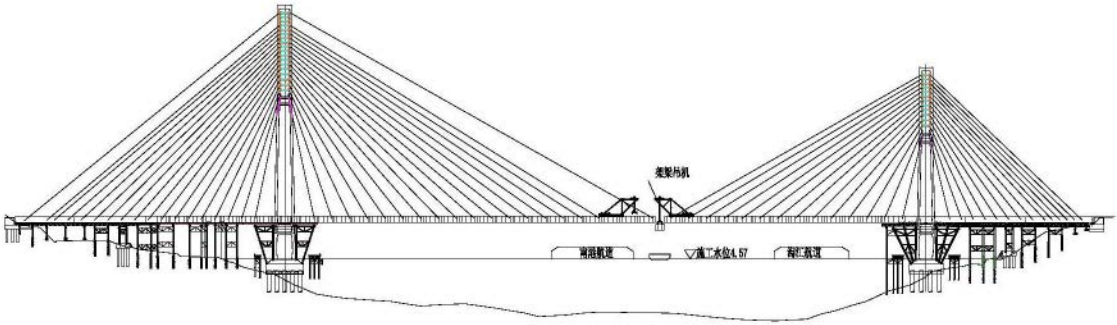


图9

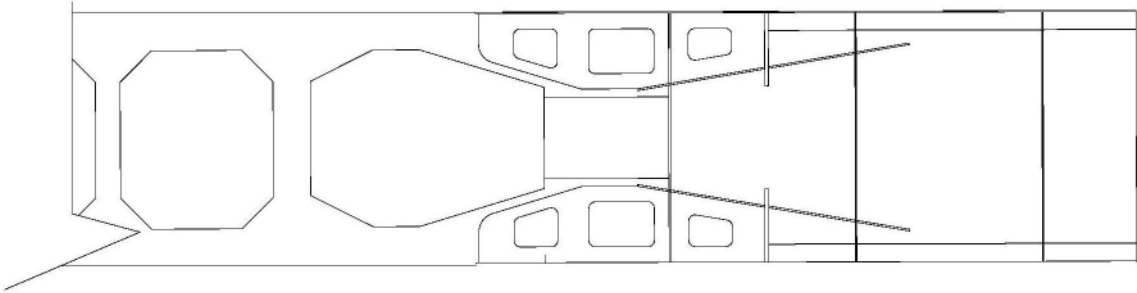


图10

QY50D531汽车吊

风嘴

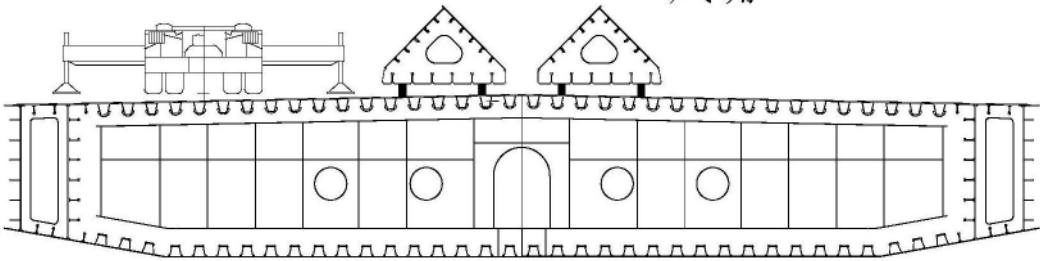


图11