



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112160246 B

(45) 授权公告日 2023. 05. 09

(21) 申请号 202010931512.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.09.07

E01D 21/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 陈敏

申请公布号 CN 112160246 A

(43) 申请公布日 2021.01.01

(73) 专利权人 中交路桥华南工程有限公司

地址 528400 广东省中山市东区兴政路1号  
中环广场3座19层

专利权人 中交路桥建设有限公司

(72) 发明人 余运良 邱鹏 王文 施恩

廖顺华 王畅 胡俊

(74) 专利代理机构 北京市立方律师事务所

11330

专利代理师 刘延喜

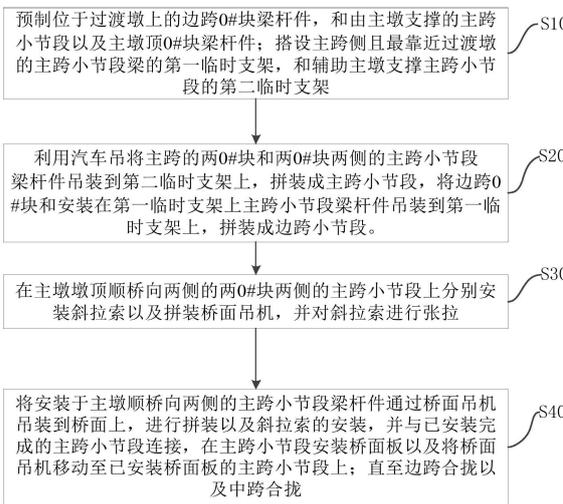
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

组合梁安装方法

(57) 摘要

本发明涉及组合梁安装方法,包括:预制位于过渡墩上的边跨0#块梁杆件,和由主墩支撑的主跨小节段以及主墩顶0#块梁杆件;搭设靠近过渡墩的主跨小节段梁的第一临时支架,和辅助主墩支撑主跨小节段的第二临时支架。利用汽车吊进行主墩顶上主跨小节段和边跨小节段的拼装。在主墩墩顶顺桥向两侧的主跨小节段上安装斜拉索以及拼装桥面吊机。通过桥面吊机进行主跨小节段梁杆件的拼装,并将其与已安装完成的主跨小节段连接以及将桥面吊机移动至已拼装完成的主跨小节段上;直至边跨合拢以及中跨合拢。本申请主墩上悬臂的主跨小节段采用桥面吊机,无需对桥面板进行改造,或者在桥面上预留桥面吊机安装孔,保证了桥梁结构的完整性,提高桥面板的使用寿命。



1. 一种组合梁安装方法,其特征在于,包括:

预制位于过渡墩上的边跨0#块梁杆件,和由主墩支撑的主跨小节段以及主墩顶0#块梁杆件;搭设主跨侧且最靠近所述过渡墩的主跨小节段梁的第一临时支架,和辅助主墩支撑主跨小节段的第二临时支架;

利用汽车吊将主跨的两0#块和两0#块两侧的所述主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,拼装成所述主跨小节段,将所述边跨0#块和安装在所述第一临时支架上主跨小节段梁杆件吊装到所述第一临时支架上,拼装成边跨小节段,所述主墩墩顶的横梁上设置有将两0#块与主墩顶上的索塔横梁临时固结的临时固结结构,所述临时固结结构包括一端与0#块底部连接,另一端与索塔横梁上的支座连接的横梁阻尼器,0#块横向梁端底的两临时挡块,以及索塔横梁上卡设在两临时挡块之间的纵向限位结构,所述纵向限位结构包括支撑0#块的支座垫石,以及两个位于支座垫石外侧且与临时挡块相对设置的纵向阻尼器垫石,所述临时固结结构还包括两排顺桥向设置且穿透纵向阻尼器垫石,预埋在索塔横梁中的预应力钢索;

在所述主墩墩顶顺桥向两侧的所述两0#块两侧的所述主跨小节段上分别安装斜拉索以及拼装桥面吊机,并对所述斜拉索进行张拉;

将安装于所述主墩顺桥向两侧的所述主跨小节段梁杆件通过所述桥面吊机吊装到桥面上,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的所述主跨小节段连接,在所述主跨小节段安装桥面板以及将所述桥面吊机移动至已安装桥面板的所述主跨小节段上,通过塔吊和所述桥面吊机安装梁杆件上桥的悬臂门架,通过所述悬臂门架提升桥面板、斜拉索以及主跨小节段梁杆件上桥,所述悬臂门架包括设置于桥面上的由钢管柱构成的门架基础,设置于钢管柱顶部的两承重梁以及分别设置于两所述承重梁上的两平行的门架轨道,一端与所述桥面连接、另一端与所述钢管柱顶部连接且位于门架框架外侧的两支撑结构,以及在所述门架轨道上滑移用于起吊的起重设备,所述承重梁一端伸出所述钢管柱垂直投影面形成悬臂;

直至边跨合拢以及中跨合拢,所述边跨合拢通过三向千斤顶调整所述边跨小节段线型,顺桥向移动所述边跨小节段与所述主跨小节段对接,完成边跨合拢,所述边跨合拢之后,在所述过渡墩墩顶上安装支撑所述边跨小节段的墩顶支座,对所述边跨小节段的梁段范围进行永久压重,在所述边跨小节段上安装所述桥面板,在所述边跨小节段之间浇筑边跨湿接缝,在所述边跨湿接缝达到预设强度后,对所述边跨湿接缝施加横向预应力。

2. 根据权利要求1所述的组合梁安装方法,其特征在于,所述在所述主墩墩顶顺桥向两侧的所述两0#块两侧的所述主跨小节段上分别安装斜拉索以及拼装桥面吊机,并对所述斜拉索进行张拉,包括:

在所述主墩墩顶顺桥向两侧的所述主跨小节段上安装第一对斜拉索并进行第一次张拉;

将桥面板安装在所述主墩墩顶的所述主跨小节段上,并在所述主墩墩顶的所述主跨小节段之间浇筑第一湿接缝;

在所述第一湿接缝达到预设强度后,对所述第一湿接缝施加横向预应力;

在安装桥面板的所述主墩墩顶顺桥向两外侧的所述主跨小节段上安装桥面吊机,并进行所述斜拉索的第二次张拉。

3. 根据权利要求2所述的组合梁安装方法,其特征在于,所述利用汽车吊将主跨的两0#块和两0#块两侧的所述主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,拼装成所述主跨小节段,包括:

从所述主墩墩身往外,通过汽车吊依次吊装两0#块、两0#块两侧的所述主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,进行拼装;

将拼装完成两所述0#块和两所述主跨小节段整体顺桥向移动到位;

通过三向千斤顶调整所述墩顶主跨小节段的位置,将两所述0#块与所述主墩墩顶的横梁临时固结;

调整两所述主跨小节段与两所述0#块对接。

4. 根据权利要求3所述的组合梁安装方法,其特征在于,所述将安装于所述主墩顺桥向两侧的所述主跨小节段梁杆件通过所述桥面吊机吊装到桥面上,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的所述主跨小节段连接,在所述主跨小节段安装桥面板以及将所述桥面吊机移动至已安装桥面板的所述主跨小节段上,包括:

将安装于所述主墩顺桥向两外侧的所述主跨小节段梁杆件通过所述桥面吊机依次吊装到桥面上,拼装成所述主墩顺桥向两外侧的两所述主跨小节段;

在两所述主跨小节段上安装第二对所述斜拉索并进行第一次张拉;

在两所述主跨小节段上安装桥面板,将所述桥面吊机移动至安装桥面板后的两所述主跨小节段上;

分别在两所述主跨小节段与已安装完成的所述主跨小节段之间浇筑第二湿接缝;

在所述第二湿接缝达到预设强度后,对所述第二湿接缝施加横向预应力,并对第二对所述斜拉索进行第二次张拉。

5. 根据权利要求4所述的组合梁安装方法,其特征在于,所述在所述第二湿接缝达到预设强度后,对所述第二湿接缝施加横向预应力,并对第二对所述斜拉索进行二张之后,包括:

通过塔吊和所述桥面吊机安装梁杆件上桥的悬臂门架;

通过所述悬臂门架提升所述桥面板、所述斜拉索以及所述主跨小节段梁杆件上桥;

通过桥面运输车将所述桥面板、所述斜拉索以及所述主跨小节段梁杆件运输至待拼装的所述主跨小节段的构件吊装位;

将安装于所述主墩顺桥向两侧的所述主跨小节段梁杆件通过所述桥面吊机吊装到安装位,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的所述主跨小节段连接,在所述主跨小节段安装桥面板以及将所述桥面吊机移动至已安装桥面板的所述主跨小节段上;直至边跨合拢。

6. 根据权利要求5所述的组合梁安装方法,其特征在于,所述在所述边跨小节段之间浇筑边跨湿接缝,在所述边跨湿接缝达到预设强度后,对所述边跨湿接缝施加横向预应力之后,包括:

通过所述桥面吊机依次吊装与所述边跨小节段对应的所述主跨小节段的所述主跨小节段梁杆件到桥面安装位,进行拼装;

在相对应的所述边跨小节段和所述主跨小节段上对称安装所述斜拉索并进行张拉;

对所述边跨小节段实施顺桥向的预应力束,对靠近所述边跨小节段的最后两段所述主

跨小节段范围内进行永久压重。

7. 根据权利要求5所述的组合梁安装方法,其特征在于,所述对所述边跨小节段实施顺桥向的预应力束,对靠近所述边跨小节段的最后两段所述主跨小节段范围内进行压重之后,包括:

通过所述桥面吊机吊装中跨合拢段,在所述中跨合拢段的连接端与所述主跨小节段的连接端之间的距离在预设间隙阈值范围内时,将所述中跨合拢段与所述主跨小节段连接;

安装所述中跨合拢段的所述桥面板,对所述中跨合拢段与所述主跨小节段之间浇筑中跨湿接缝;

解除所述主墩墩顶的所述0#块与所述主墩墩顶的横梁之间的临时固结;

在所述中跨湿接缝达到预设强度后,对所述中跨湿接缝施加横向预应力,并对所述主跨小节段实施纵向预应力束。

8. 根据权利要求1所述的组合梁安装方法,其特征在于,位于桥面上的所述承重梁通过垂直于桥面的所述钢管柱支撑,悬臂的所述承重梁通过倾斜设置的所述钢管柱支撑。

9. 根据权利要求1所述的组合梁安装方法,其特征在于,所述第二临时支架为搭设在所述主墩的承台上的塔式临时支架,所述塔式临时支架顺桥向对称搭设在所述主墩两侧。

## 组合梁安装方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁建筑技术领域,具体涉及一种组合梁安装方法。

### 背景技术

[0002] 现有的预制梁架设施工一般采用的方法如下:预制梁在梁场利用龙门吊提升,由运梁车运输至桥底,在两桥墩之间把梁提升上桥,换装至桥上运梁车,再由运梁车运输至待架墩位,最后由架桥机架设就位。提梁点位于两桥墩之间,因此两桥墩之间的地基需要先进行处理,增加了施工成本。现有技术中,通过在桥梁侧面架设悬臂提吊系统进行桥梁构件的提升,然而该悬臂提吊系统所采用的结构复杂,在桥面上搭建的空间较大,桥梁需要先施工出较长的节段才能够进行提吊系统的搭建,增加了施工成本和施工时间;同时在进行较高的索塔式桥梁搭建过程中,在桥梁进行杆件运输时,桥面板上需要预留桥面吊机的安装孔,同时还需要对桥面进行改造,以便于进行杆件的安装,且在安装索塔横梁上两0#块以及两0#块外侧的小节块时,受到横梁承载和空间的限制。

### 发明内容

[0003] 为克服以上技术问题,特别是悬臂提吊系统所采用的结构复杂,搭建空间大,采用桥面吊机安装时,索塔横梁上两0#块以及两0#块外侧的小节块,受到横梁承载和空间的限制的问题,特提出以下技术方案:

[0004] 本申请实施例提供了一种组合梁安装方法,包括:

[0005] 预制位于过渡墩上的边跨0#块梁杆件,和由主墩支撑的主跨小节段以及主墩顶0#块梁杆件;搭设主跨侧且最靠近所述过渡墩的主跨小节段梁的第一临时支架,和辅助主墩支撑主跨小节段的第二临时支架;

[0006] 利用汽车吊将主跨的两0#块和两0#块两侧的所述主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,拼装成所述主跨小节段,将所述边跨0#块和安装在所述第一临时支架上主跨小节段梁杆件吊装到所述第一临时支架上,拼装成所述边跨小节段;

[0007] 在所述主墩墩顶顺桥向两侧的所述两0#块两侧的所述主跨小节段上分别安装斜拉索以及拼装桥面吊机,并对所述斜拉索进行张拉;

[0008] 将安装于所述主墩顺桥向两侧的所述主跨小节段梁杆件通过所述桥面吊机吊装到桥面上,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的所述主跨小节段连接以及将所述桥面吊机移动至已拼装完成的所述主跨小节段上;直至边跨合拢以及中跨合拢。

[0009] 可选地,所述在所述主墩墩顶顺桥向两侧的所述两0#块两侧的所述主跨小节段上分别安装斜拉索以及拼装桥面吊机,并对所述斜拉索进行张拉,包括:

[0010] 在所述主墩墩顶顺桥向两侧的所述主跨小节段上安装第一对斜拉索并进行第一次张拉;

[0011] 将桥面板安装在所述主墩墩顶的所述主跨小节段上,并在所述主墩墩顶的所述主跨小节段之间浇筑第一湿接缝;

- [0012] 在所述第一湿接缝达到预设强度后,对所述第一湿接缝施加横向预应力;
- [0013] 在安装桥面板的所述主墩墩顶顺桥向两外侧的所述主跨小节段上安装桥面吊机,并进行所述斜拉索的第二次张拉。
- [0014] 可选地,所述利用汽车吊将主跨的两0#块和两0#块两侧的所述主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,拼装成所述主跨小节段,包括:
- [0015] 从所述主墩墩身往外,通过汽车吊依次吊装两0#块、两0#块两侧的所述主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,进行拼装;
- [0016] 将拼装完成两所述0#块和两所述主跨小节段整体顺桥向移动到位;
- [0017] 通过三向千斤顶调整所述墩顶主跨小节段的位置,将两所述0#块与所述主墩墩顶的横梁临时固结;
- [0018] 调整两所述主跨小节段与两所述0#块对接。
- [0019] 可选地,所述将安装于所述主墩顺桥向两侧的所述主跨小节段梁杆件通过所述桥面吊机吊装到桥面上,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的所述主跨小节段连接,在所述主跨小节段安装桥面板以及将所述桥面吊机移动至已安装桥面板的所述主跨小节段上,包括:
- [0020] 将安装于所述主墩顺桥向两外侧的所述主跨小节段梁杆件通过所述桥面吊机依次吊装到桥面上,拼装成所述主墩顺桥向两外侧的两所述主跨小节段;
- [0021] 在两所述主跨小节段上安装第二对所述斜拉索并进行第一次张拉;
- [0022] 在两所述主跨小节段上安装桥面板,将所述桥面吊机移动至安装桥面板后的两所述主跨小节段上;
- [0023] 分别在两所述主跨小节段与已安装完成的所述主跨小节段之间浇筑第二湿接缝;
- [0024] 在所述第二湿接缝达到预设强度后,对所述第二湿接缝施加横向预应力,并对第二对所述斜拉索进行第二次张拉。
- [0025] 可选地,所述在所述第二湿接缝达到预设强度后,对所述第二湿接缝施加横向预应力,并对第二对所述斜拉索进行二张之后,包括:
- [0026] 通过塔吊和所述桥面吊机安装梁杆件上桥的悬臂门架;
- [0027] 通过所述悬臂门架提升所述桥面板、所述斜拉索以及所述主跨小节段梁杆件上桥;
- [0028] 通过桥面运输车将所述桥面板、所述斜拉索以及所述主跨小节段梁杆件运输至待拼装的所述主跨小节段的构件吊装位;
- [0029] 将安装于所述主墩顺桥向两侧的所述主跨小节段梁杆件通过所述桥面吊机吊装到安装位,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的所述主跨小节段连接,在所述主跨小节段安装桥面板以及将所述桥面吊机移动至已安装桥面板的所述主跨小节段上;直至边跨合拢。
- [0030] 可选地,所述边跨合拢,包括:
- [0031] 通过三向千斤顶调整所述边跨小节段线型,顺桥向移动所述边跨小节段与所述主跨小节段对接,完成边跨合拢。
- [0032] 可选地,所述边跨合拢之后,包括:
- [0033] 在所述过渡墩墩顶上安装支撑所述边跨小节段的墩顶支座;

[0034] 对所述边跨小节段的梁段范围进行永久压重,在所述边跨小节段上安装所述桥面板;

[0035] 在所述边跨小节段之间浇筑所述边跨湿接缝,在所述边跨湿接缝达到预设强度后,对所述边跨湿接缝施加横向预应力。

[0036] 可选地,所述在所述边跨小节段之间浇筑所述边跨湿接缝,在所述边跨湿接缝达到预设强度后,对所述边跨湿接缝施加横向预应力之后,包括:

[0037] 通过所述桥面吊机依次吊装与所述边跨小节段对应的所述主跨小节段的所述主跨小节段梁杆件到桥面安装位,进行拼装;

[0038] 在相对应的所述边跨小节段和所述主跨小节段上对称安装所述斜拉索并进行张拉;

[0039] 对所述边跨小节段实施顺桥向的预应力束,对靠近所述边跨小节段的最后两段所述主跨小节段范围内进行永久压重。

[0040] 可选地,所述对所述边跨小节段实施顺桥向的预应力束,对靠近所述边跨小节段的最后两段所述主跨小节段范围内进行压重之后,包括:

[0041] 通过所述桥面吊机吊装中跨合拢段,在所述中跨合拢段的连接端与所述主跨大节段的连接端之间的距离在预设间隙阈值范围内时,将所述中跨合拢段与所述主跨大节段连接;

[0042] 安装所述中跨合拢段的所述桥面板,对所述中跨合拢段与所述主跨大节段之间浇筑中跨湿接缝;

[0043] 解除所述主墩墩顶的所述0#块与所述主墩墩顶的横梁之间的临时固结;

[0044] 在所述中跨湿接缝达到预设强度后,对所述中跨湿接缝施加横向预应力,并对所述主跨大节段实施纵向预应力束。

[0045] 可选地,所述悬臂门架包括设置于桥面上的由钢管柱构成的门架基础,设置于钢管柱顶部的两承重梁以及分别设置于两所述承重梁上的两平行的门架轨道,一端与所述桥面连接、另一端与所述钢管柱顶部连接且位于门架框架外侧的两支撑结构,以及在所述门架轨道上滑移用于起吊的起重设备,所述承重梁一端伸出所述钢管柱垂直投影面形成悬臂。

[0046] 可选地,所述位于桥面上的所述承重梁通过垂直于桥面的所述钢管柱支撑,悬臂的所述承重梁通过倾斜设置的所述钢管柱支撑。

[0047] 可选地,所述主墩墩顶的横梁上设置有临时固结结构。

[0048] 可选地,所述第二临时支架为搭设在所述主墩的承台上的塔式临时支架,所述塔式临时支架顺桥向对称搭设在所述主墩两侧。

[0049] 本发明与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0050] 本申请实施例提供的组合梁安装方法,包括:预制位于过渡墩上的边跨0#块梁杆件,和由主墩支撑的主跨小节段以及主墩顶0#块梁杆件;搭设主跨侧且最靠近过渡墩的主跨小节段梁的第一临时支架,和辅助主墩支撑主跨小节段的第二临时支架。利用汽车吊将主跨的两0#块和两0#块两侧的主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,拼装成主跨小节段,将边跨0#块和安装在第一临时支架上主跨小节段梁杆件吊装到第一临时支架上,拼装成边跨小节段。在主墩墩顶顺桥向两侧的两0#块两侧的主跨小节段上分别安装斜拉索以及

拼装桥面吊机,并对斜拉索进行张拉。将安装于主墩顺桥向两侧的主跨小节段梁杆件通过桥面吊机吊装到桥面上,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的主跨小节段连接,在所述主跨小节段安装桥面板以及将桥面吊机移动至已安装桥面板的主跨小节段上;直至边跨合拢以及中跨合拢。本申请仅需要在进行桥梁的搭建过程中,采用汽车吊进行安装索塔横梁上两0#块以及两0#块外侧的小节块时,避免了横梁承载和空间的限制,过渡墩上的节块和主墩上的节块能够同时进行施工,提高了施工效率。主墩上悬臂的主跨节段采用桥面吊机,无需对桥面板进行改造,或者在桥面上预留桥面吊机安装孔,在顺利实现桥梁的搭建时,保证了桥梁结构的完整性,提高桥面板的使用寿命。

[0051] 本申请实施例提供的组合梁安装方法,其中的悬臂门架包括设置于桥面上的由钢管柱构成的门架基础,设置于钢管柱顶部的两承重梁以及分别设置于两承重梁上的两平行的门架轨道,一端与桥面连接、另一端与钢管柱顶部连接且位于门架框架外侧的两支撑结构,以及在门架轨道上滑移用于起吊的起重设备,承重梁一端伸出钢管柱垂直投影面形成悬臂。位于桥面上的承重梁通过垂直于桥面的钢管柱支撑,悬臂的承重梁通过倾斜设置的钢管柱支撑。悬臂门架结构简单,且桥面无需预留较大空间进行悬臂门架的施工,提高了施工效率、节约了施工成本。

[0052] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,这些将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

## 附图说明

[0053] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0054] 图1为本发明组合梁安装方法的流程示意图;

[0055] 图2为本发明组合梁安装方法中在利用汽车吊进行边跨小节段以及主墩顶0#块和0#块外侧的主跨小节段拼装的结构示意图;

[0056] 图3为本发明组合梁安装方法中0#块外侧的主跨小节段安装有斜拉索以及拼装有桥面的结构示意图;

[0057] 图4为本发明组合梁安装方法中桥面上安装有悬臂门架的结构示意图;

[0058] 图5图4中为悬臂门架右视方向的结构示意图;

[0059] 图6图5中为悬臂门架左视方向的结构示意图;

[0060] 图7图5中为悬臂门架俯视方向的结构示意图;

[0061] 图8为本发明组合梁安装方法中边跨合拢之后的结构示意图;

[0062] 图9为本发明组合梁安装方法中中跨合拢之后的结构示意图。

## 具体实施方式

[0063] 下面详细描述本发明的实施例,实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0064] 本技术领域技术人员可以理解,除非特意声明,这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是,本发明的说明书中使用的措

辞“包括”是指存在特征、整数、步骤、操作,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作。

[0065] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语),具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语,应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样被特定定义,否则不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0066] 本申请实施例提供的一种组合梁安装方法,如图1所示,包括:S10,S20,S30,S40。

[0067] S10:预制位于过渡墩上的边跨0#块梁杆件,和由主墩支撑的主跨小节段以及主墩顶0#块梁杆件;搭设主跨侧且最靠近过渡墩的主跨小节段梁的第一临时支架,和辅助主墩支撑主跨小节段的第二临时支架。

[0068] 在本申请提供的实施例中,由于桥梁的主墩所在的浅滩区,桥梁各个节段不能够整段上桥拼装,因此,桥梁主梁采用散件上桥拼装,即实现桥梁主梁搭建的边主梁、横梁、小纵梁构成的组合梁,散件提吊上桥拼装,实现了采用小型运输工具对组合梁各杆件的运输。组合梁包括边主梁、横梁、小纵梁采用“工”字型钢构成,通过拼装各个组合梁以完成桥梁主梁的构建。在本申请提供的实施例中,由于是进行索塔式桥梁的搭建,为了满足施工现场的要求,便于进行斜拉索等各结构的安装,采用预制桥梁各个节段杆件,并将杆件运输到施工现场进行安装的方法。因此,在进行第一临时支架和第二临时支架搭建之前或者搭建完成之前,在工厂中进行主跨各小节段以及主跨边跨端各小节段组合梁中各梁杆件的制作,梁杆件包括:过渡墩上的边跨0#块梁杆件,和由主墩支撑的主跨小节段以及主墩顶0#块梁杆件。

[0069] 为了便于后期施工以及各个节段的连接,在斜拉索安装完成之前,过渡墩上的边跨0#块梁杆件以及主跨侧的一个小节段都能够被支撑,搭设主跨侧且最靠近过渡墩的主跨小节段梁的第一临时支架,该第一临时支架用于在主跨建造完之前,支撑主跨侧且最靠近过渡墩的主跨小节段梁。主墩顶两0#块安装之前,搭设第二临时支架,以用于支撑主墩顶上且为索塔横梁上的两0#块,以及两0#块外侧的主跨小节段。

[0070] 可选地,第二临时支架为搭设在主墩的承台上的塔式临时支架,塔式临时支架顺桥向对称搭设在主墩两侧。便于对称安装主墩顶对称两侧0#块梁杆件以及0#块外侧的主跨小节段的梁杆件,不会过多地占用地面以及地面到主墩顶之间空间,还能够为0#块梁杆件和0#块外侧的主跨小节段提供足够的支撑力。

[0071] S20:利用汽车吊将主跨的两0#块和两0#块两侧的主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,拼装成主跨小节段,将边跨0#块和安装在第一临时支架上主跨小节段梁杆件吊装到第一临时支架上,拼装成边跨小节段。

[0072] 如图2所示,在第一临时支架1和第二临时支架2搭建完成之后,则采用汽车吊3吊装边跨0#块4和安装在第一临时支架上主跨小节段5的组合梁梁杆件吊装到第一临时支架1上,拼装成整体的边跨小节段,即主跨到过渡墩上的边跨端的小节段;主墩6顶上的两0#块和两0#块外侧的主跨小节段5的的组合梁梁杆件同样也通过汽车吊3吊装到位,并进行拼装,得到两0#块和两0#块外侧的主跨小节段5。在本申请提供的实施例中,采用500t的汽车吊进行吊装。采用汽车吊进行安装索塔横梁上两0#块以及两0#块外侧的小节块时,避免了

横梁承载和空间的限制,过渡墩7上的节块和主墩6上的节块能够同时进行施工,提高了施工效率。主墩上悬臂的主跨节段采用桥面吊机,无需对桥面板进行改造,或者在桥面上预留桥面吊机安装孔,在顺利实现桥梁的搭建时,保证了桥梁结构的完整性,提高桥面板的使用寿命。由于过渡墩的横截面积较小,不便于安装桥面吊机或者其他吊装机构,采用汽车吊吊装梁杆件不仅实现了过渡墩顶0#块的安装,还不占用地面以及桥面面积,吊装完成即可将汽车吊撤走,安装便捷,汽车吊的移动也便捷。

[0073] 可选地,利用汽车吊将主跨的两0#块和两0#块两侧的主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,拼装成主跨小节段,包括:

[0074] 从主墩墩身往外,通过汽车吊依次吊装两0#块、两0#块两侧的主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,进行拼装;

[0075] 将拼装完成两0#块和两主跨小节段整体顺桥向移动到位;

[0076] 通过三向千斤顶调整墩顶主跨小节段的位置,将两0#块与主墩墩顶的横梁临时固结;

[0077] 调整两主跨小节段与两0#块对接。

[0078] 在通过汽车吊将的组合梁梁杆件吊装到位并拼装完成之后,将主跨上位于主墩顶上的两0#块和两0#块两侧的主跨小节段使用位移器整体顺桥向移动到位。在本申请提供的实施例中,是将主跨上位于主墩顶上的两0#块以及靠近面向过渡墩的0#块外侧的主跨小节段使用位移器整体顺桥向移动到位。然后,通过三向千斤顶精确调整两0#块和两0#块两侧的主跨小节段构成的整体的平面位置以及高程,并将两0#块与主墩顶上的索塔横梁临时固结,两0#块与主墩顶上的索塔横梁临时固结完成,则分别精确调整与0#块连接的主跨小节段的位置,并将该主跨小节段与0#块对接。

[0079] 为了便于固结,可选地,主墩墩顶的横梁上设置有临时固结结构。其中,临时固结结构包括一端与0#块底部连接,另一端与索塔横梁上的支座连接的横向阻尼器,0#块横向两端底的两临时挡块,以及索塔横梁上卡设在两临时挡块之间的纵向限位结构,纵向限位结构包括支撑0#块的支座垫石,以及两个位于支座垫石外侧且与临时挡块相对设置的纵向阻尼器垫石,该临时固结结构还包括两排顺桥向设置且穿透纵向阻尼器垫石,预埋在索塔横梁中的预应力钢索,该结构利用现有结构进行临时固件,减小了主跨悬臂段施工过程中不平衡载荷对整个主跨稳定性和安全性的影响。

[0080] S30:在主墩墩顶顺桥向两侧的两0#块两侧的主跨小节段上分别安装斜拉索以及拼装桥面吊机,并对斜拉索进行张拉。

[0081] 如图3所示,在两0#块和两0#块两侧的主跨小节段5连接完成,并精确到位后,则对两0#块两侧的主跨小节段5进行斜拉索8的安装并进行张拉,即进行第一对斜拉索8的安装和张拉,使得两0#块两侧的主跨小节段具有一定的承重能力,并具有较好的稳定性,以便在桥面上安装桥面吊机9,然后通过桥面吊机吊装其他主跨小节段5的的组合梁梁杆件以及上桥拼装。

[0082] 可选地,在主墩墩顶顺桥向两侧的两0#块两侧的主跨小节段上分别安装斜拉索以及拼装桥面吊机,并对斜拉索进行张拉,包括:

[0083] 在主墩墩顶顺桥向两侧的主跨小节段上安装第一对斜拉索并进行第一次张拉;

[0084] 将桥面板安装在主墩墩顶的主跨小节段上,并在主墩墩顶的主跨小节段之间浇筑

第一湿接缝；

[0085] 在第一湿接缝达到预设强度后,对第一湿接缝施加横向预应力;

[0086] 在安装桥面板的主墩墩顶顺桥向两外侧的主跨小节段上安装桥面吊机,并进行斜拉索的第二次张拉。

[0087] 对两0#块两侧的主跨小节段进行斜拉索安装以及张拉过程中,为了保证桥面连接的稳定性以及成桥后的线型,在安装完成第一对斜拉索并进行第一次张拉之后,在主跨小节段安装完成的组合梁梁杆件上安装桥面板,并进行湿接缝的浇筑,即完成第一湿接缝的浇筑,然后在湿接缝达到预设强度后,对第一湿接缝施工横向预应力,以保证桥梁成型后的线型以及减小不平衡载荷对桥梁整体结构体系的影响。为了对后续桥梁节段进行安装,在对第一湿接缝施工横向预应力后,在两0#块两侧的主跨小节段上安装桥面吊机,并对第一对斜拉索进行第二次张拉,保证成桥后,桥梁各个节段都能够具有一定的强度,使得斜拉索的预应力能够达到设计的预应力。

[0088] 在本申请提供的实施例中,可选地,桥面吊机为WD35T移动全回转桥面吊机,该桥面吊机包括吊钩、吊臂、变幅拉索、三角架、转台、底盘、支顶、锚固装置和走行轨道等结构。为了保证桥面吊机连接的稳固性,在本申请提供的实施例中,桥面吊机顺桥向的走行轨道置于主跨小节段的横梁上,主跨小节段的横梁采用工字钢制成,走行轨道间距12.5m;支腿与钢梁上焊接的耳板连接锚固,支撑横间距11.2m,纵间距7.8m。在20m工作半径内额定吊装重量35t。

[0089] 在本申请提供的实施例中,为了节约桥面吊机拼装时间,提高桥面吊机和桥梁的施工效率,采用在地面进行桥面吊机主要结构的拼装。桥面吊机拼装过程中,在地面上使用50t汽车吊拼装成下车体总体、回转总成、上车体、大臂总成等部件,在主墩顶上0#块梁段临时固结到主墩顶上的索塔横梁上后,对主墩顶上0#块梁段进行桥面板的安装,使用500t汽车吊先分块提吊桥面吊机上桥进行中跨整体结构拼装。拼装完成后,桥面吊机自行移动至中跨,然后继续拼装边跨桥面吊机。通过该方式,使得桥面吊机在桥面上的拼装时间减少,提高了桥面上桥面吊机的拼装效率,节约了桥面吊机关键的拼装线路时间。

[0090] S40:将安装于主墩顺桥向两侧的主跨小节段梁杆件通过桥面吊机吊装到桥面上,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的主跨小节段连接,在主跨小节段安装桥面板以及将桥面吊机移动至已安装桥面板的主跨小节段上;直至边跨合拢以及中跨合拢。

[0091] 桥面吊机安装完成,则可以采用桥面吊机对后续主跨小节段进行拼装并进行斜拉索的安装和张拉,直到边跨合拢以及中跨合拢。在本申请提供的实施例中,主墩顶上的0#块为第一主跨小节段,0#块外侧并与0#块连接的主跨小节段为第二主跨小节段,0#块之后的各后续主跨小节段的命名依次类推,主墩顶对称两侧的主跨小节段命名相同。

[0092] 可选地,将安装于主墩顺桥向两侧的主跨小节段梁杆件通过桥面吊机吊装到桥面上,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的主跨小节段连接,在所述主跨小节段安装桥面板以及将桥面吊机移动至已安装桥面板的主跨小节段上,包括:

[0093] 将安装于主墩顺桥向两外侧的主跨小节段梁杆件通过桥面吊机依次吊装到桥面上,拼装成主墩顺桥向两外侧的两主跨小节段;

[0094] 在两主跨小节段上安装第二对斜拉索并进行第一次张拉;

[0095] 在两主跨小节段上安装桥面板,将桥面吊机移动至安装桥面板后的两主跨小节段

上；

[0096] 分别在两主跨小节段与已安装完成的主跨小节段之间浇筑第二湿接缝；

[0097] 在第二湿接缝达到预设强度后，对第二湿接缝施加横向预应力，并对第二对斜拉索进行第二次张拉。

[0098] 利用桥面吊机吊装后续主跨小节段进行拼装过程中，利用桥面吊机吊装主墩顶两侧的第二主跨小节段的组合梁梁杆件到桥面进行拼装，其中组合梁梁杆件包括边主梁、横梁及小纵梁。在拼装过程中，利用桥面吊机依次吊装边主梁、横梁及小纵梁到桥面进行拼装，得到第二主跨小节段。然后在第二主跨小节段上安装第二对斜拉索并进行第一次张拉，安装第二主跨小节段上的桥面板，并将桥面吊机前移，即移动到第二主跨小节段上，以便于桥面吊机吊装下一节段主跨小节段的梁杆件。桥面吊机前移并定位安装完成之后，进行第二主跨小节段的第二湿接缝的浇筑，在第二湿接缝达到预设强度后，对第二湿接缝施加横向预应力，并对第二对斜拉索进行第二次张拉。以便第二主跨小节段完成后，桥梁第二主跨小节段具有一定的强度，使得斜拉索的预应力能够达到设计的预应力，同时能够承载桥面吊机的重力以及起吊杆件过程中对桥面所产生的压力。

[0099] 可选地，在第二湿接缝达到预设强度后，对第二湿接缝施加横向预应力，并对第二对斜拉索进行二张之后，包括：

[0100] 通过塔吊和桥面吊机安装梁杆件上桥的悬臂门架；

[0101] 通过悬臂门架提升桥面板、斜拉索以及主跨小节段梁杆件上桥；

[0102] 通过桥面运输车将桥面板、斜拉索以及主跨小节段梁杆件运输至待拼装的主跨小节段的构件吊装位；

[0103] 将安装于主墩顺桥向两侧的主跨小节段梁杆件通过桥面吊机吊装到安装位，进行拼装以及斜拉索的安装，并与已安装完成的主跨小节段连接以及将桥面吊机移动至已拼装完成的主跨小节段上；直至边跨合拢。

[0104] 为了便于后续主跨小节段的安装，在本申请提供的实施例，如图4，通过塔吊和桥面吊机吊装搭建悬臂门架10的杆件，以便从侧面喂梁杆件，并将梁杆件运送到桥面吊机9后方，便于桥面吊机进行其他主跨小节段的拼装。在本申请提供的实施例，能通过悬臂门架10提升主跨小节段5的组合梁梁杆件、桥面板、斜拉索等构件上桥，通过桥面的运梁车将桥面板、斜拉索以及主跨小节段梁杆件运输至待拼装梁段后方，待拼装梁段后方也是便于桥面吊机提吊的后方，相应的，本申请采用的桥面吊机为桅杆式全回转桥面吊机，进而不需要在桥面板上预留桥面吊机的安装孔，桥面吊机能够安装于主跨小节段的钢横梁上，避免了对桥梁结构进行改造以及损坏，保证桥梁结构的完整性。

[0105] 在运梁车将桥面板、斜拉索以及主跨小节段梁杆件运输至待拼装梁段后方之后，采用桥面吊机依次对称拼装的组合梁构成的第三主跨小节段的边主梁、横梁、以及小纵梁，安装第3对斜拉索并进行第一次张拉，安装第三主跨小节段的桥面板，再将桥面吊机前移，对第三主跨小节段与第四主跨小节段之间的第三湿接缝进行浇筑，在第三湿接缝达到预设强度后，对第三湿接缝施加横向预应力，并对第三对斜拉索进行第二次张拉。同第二主跨小节段一样，便于第三主跨小节段完成后，桥梁第三主跨小节段具有一定的强度，使得斜拉索的预应力能够达到设计的预应力，同时能够承载桥面吊机的重力以及起吊杆件过程中对桥面所产生的压力。由于斜拉索对主跨小节段具有一定的拉力，主跨小节段在搭建过程中不

会出现垮塌的现象,同时不需要进行过多的临时支架的搭建支撑施工过程中的主跨小节段,也不需要后期在进行斜拉索的安装,提高了施工效率、节约了施工成本。

[0106] 在本申请提供的实施例中,重复第二主跨小节段和第三主跨小节段的拼装步骤,并且每一个主跨小节段施工完成之后,采用一个主跨小节段搭建完成,浇筑一次湿接缝方式进行各个主跨小节段的连接,直至边跨的合拢以及中跨的合拢。

[0107] 在本申请提供的实施例中,可选地,如图5-图7,悬臂门架10包括设置于桥面上的由钢管柱101构成的门架基础,设置于钢管柱101基础顶部的两承重梁102以及分别设置于两承重梁102上的两平行的门架轨道103,一端与桥面连接、另一端与钢管柱101基础顶部连接且位于门架框架外侧的两支撑结构104,以及在门架轨道103上滑移用于起吊的起重设备105,承重梁102一端伸出钢管柱101基础垂直投影面形成悬臂。可选地,位于桥面上的承重梁102通过垂直于桥面的钢管柱101支撑,悬臂的承重梁102通过倾斜设置的钢管柱101支撑。

[0108] 悬臂门架采用钢管柱结构便实现了搭建,结构简单,便于操作,同时斜撑能够对悬臂门架进行支撑,以便悬臂门架在进行组合梁梁杆件的提升以及在桥面的移动过程中,具有一定支撑力,不易发生倾覆,由于组合梁梁杆件提升到桥面高度以上之后,需要进行旋转,因此支撑结构设置位置不会阻碍组合梁中各梁杆件旋转。在本申请提供的实施例中,图6中带箭头的圆形示出了组合梁中各梁杆件的旋转方向,悬臂门架将梁杆件提升到桥面的高度以上后,通过起重设备将其移动到桥上,并将梁杆件旋转 $90^{\circ}$ ,以便于组合梁的梁杆件的纵向与桥向相同,进而不需要搭建需要较大空间的悬臂门架,提高了施工效率、节约了施工成本,悬臂门架上设置有挡块106,挡块106用于限制起重设备滑移的起点和终点,支撑结构104布置的位置不限制梁杆件的旋转。

[0109] 可选地,边跨合拢,包括:

[0110] 通过三向千斤顶调整边跨小节段线型,顺桥向移动边跨小节段与主跨小节段对接,完成边跨合拢。

[0111] 在本申请提供的实施例中,如图8所示,边跨合拢主要是指最后的两块主跨小节段合拢5,其中最后的两块主跨小节段5包括与过渡墩7墩顶上0#块连接的主跨小节段5,以及从主墩6顶往过渡方向搭建过来的最后一段主跨小节段5。最后一段主跨小节段5搭建过程中,利用桥面吊机9对称拼装从主墩6顶往过渡墩7方向搭建过来的最后一段主跨小节段5,在对称的该主跨小节段5上对称安装一对斜拉索8并进行第一次张拉,安装该主跨小节段5的桥面板,并进行湿接缝的浇筑,对该主跨小节段上安装的斜拉索8进行第二次张拉,通过三向千斤顶精确调整边跨小节段线型,顺桥向移动边跨小节段与从主墩6顶往过渡墩方向搭建过来的最后一段主跨小节段5对接,完成边跨合拢。

[0112] 可选地,边跨合拢之后,包括:

[0113] 在过渡墩墩顶上安装支撑边跨小节段的墩顶支座;

[0114] 对边跨小节段的梁段范围进行永久压重,在边跨小节段上安装桥面板;

[0115] 在边跨小节段之间浇筑边跨湿接缝,在边跨湿接缝达到预设强度后,对边跨湿接缝施加横向预应力。

[0116] 在边跨合拢之后,为了保证第一临时支架拆卸完成后,避免主跨顺桥向过多的移动,同时过渡墩能够支撑主跨,在过渡墩墩顶安装墩顶支座,对边跨小节段的梁段范围进行

永久压重,保证成桥后,桥梁受到不平衡载荷影响,并将该不平衡载荷传递给桥墩时,或者桥墩受到外力影响时,桥墩不会出现移位或者晃动的现象,保证桥墩能够稳定位于建造的位置。边跨合拢且永久压重之后,在边跨小节段上安装桥面板,并在边跨小节段之间浇筑边跨湿接缝,在边跨湿接缝达到预设强度后,对边跨湿接缝施加横向预应力,使得桥梁的各梁段都能够连接成一个整体。

[0117] 可选地,在边跨小节段之间浇筑边跨湿接缝,在边跨湿接缝达到预设强度后,对边跨湿接缝施加横向预应力之后,包括:

[0118] 通过桥面吊机依次吊装与边跨小节段对应的主跨小节段的主跨小节段梁杆件到桥面安装位,进行拼装;

[0119] 在相对应的边跨小节段和主跨小节段上对称安装斜拉索并进行张拉;

[0120] 对边跨小节段实施顺桥向的预应力束,对靠近边跨小节段的最后两段主跨小节段范围内进行永久压重。

[0121] 完成边跨桥面板之间的连接之后,为了保证主墩顺桥向两侧的节段对称,通过桥面吊机依次吊装与边跨小节段对应的主跨小节段的主跨小节段梁杆件到桥面安装位,进行拼装,安装边跨小节段以及主墩另一侧与边跨小节段对称的主跨小节段的斜拉索,并张拉到预应力,以保证该边跨小节段和与边跨小节段相对应的主跨小节段具有足够的承载力。然后施工边跨顺桥向预应力束,对主墩靠近过渡墩的最后两主跨小节段范围内进行永久压重,扩大对过渡墩的压重,在正常运营载荷下,过渡墩的支座不会出现上拔力,确保主桥的稳定性。

[0122] 可选地,对边跨小节段实施顺桥向的预应力束,对靠近边跨小节段的最后两段主跨小节段范围内进行压重之后,包括:

[0123] 通过桥面吊机吊装中跨合拢段,在中跨合拢段的连接端与主跨大节段的连接端之间的距离在预设间隙阈值范围内时,将中跨合拢段与主跨大节段连接;

[0124] 安装中跨合拢段的桥面板,对中跨合拢段与主跨大节段之间浇筑中跨湿接缝;

[0125] 解除主墩墩顶的0#块与主墩墩顶的横梁之间的临时固结;

[0126] 在中跨湿接缝达到预设强度后,对中跨湿接缝施加横向预应力,并对主跨大节段实施纵向预应力束。

[0127] 在边跨完成之后,则进行中跨的合拢,在主跨的各个节段施工完成,两主墩之间的中跨安装完成合拢段之后,实现中跨的合拢。在本申请提供的实施例中,通过桥面吊机吊装中跨合拢段到安装位置,中跨合拢段的安装采用升温法进行施工。在全天最低温时段将组合梁构建的中跨合拢段的边主梁吊装到安装位之后,将中跨合拢段的边主梁与主跨小节段栓接,在温度升高过程中,实时检测中跨合拢段两端与构成中跨的主跨小节段之间的间距,在间距到达连接安装要求后,向中跨合拢段打如冲钉,完成中跨合拢段边主梁与主跨小节段的高强螺栓连接,然后安装中跨合拢段的横梁和小纵梁,在中跨合拢段梁杆件连接成整体并完成桥面板的安装之后,对中跨合拢段和主跨小节段之间的中跨湿接缝进行浇筑,并解除索塔横梁与主墩顶上0#块上的临时固结,中跨湿接缝混凝土达到设计强度的90%后,张拉横向预应力钢束,对中跨合拢段张拉中跨顺桥向预应力,完成中跨的合拢施工。

[0128] 在本申请提供的实施例中,如图9所示,图9为桥面吊机9吊装中跨合拢段梁杆件到桥面拼装完成后的全桥,全桥包括两主墩6和两过渡墩7,除了主墩顶上0#块未安装斜拉索

8,其他的主跨小节段均安装了斜拉索8,中跨合拢段两侧的主跨小节段能够同时施工,同一主墩两侧悬臂的主跨小节段同时施工,不仅便于对称安装斜拉索,以保证两侧斜拉索对主跨小节段施加的预应力相同,还能保证桥梁的线型,进一步地提高了施工效率。

[0129] 综上,本申请提供的组合梁安装方法包括如下有益效果:

[0130] 本申请实施例提供的组合梁安装方法,包括:预制位于过渡墩上的边跨0#块梁杆件,和由主墩支撑的主跨小节段以及主墩顶0#块梁杆件;搭设主跨侧且最靠近过渡墩的主跨小节段梁的第一临时支架,和辅助主墩支撑主跨小节段的第二临时支架。利用汽车吊将主跨的两0#块和两0#块两侧的主跨小节段梁杆件吊装到第二临时支架上,拼装成主跨小节段,将边跨0#块和安装在第一临时支架上主跨小节段梁杆件吊装到第一临时支架上,拼装成边跨小节段。在主墩墩顶顺桥向两侧的两0#块两侧的主跨小节段上分别安装斜拉索以及拼装桥面吊机,并对斜拉索进行张拉。将安装于主墩顺桥向两侧的主跨小节段梁杆件通过桥面吊机吊装到桥面上,进行拼装以及斜拉索的安装,并与已安装完成的主跨小节段连接,在所述主跨小节段安装桥面板以及将桥面吊机移动至已安装桥面板的主跨小节段上;直至边跨合拢以及中跨合拢。本申请仅需要在进行桥梁的搭建过程中,采用汽车吊进行安装索塔横梁上两0#块以及两0#块外侧的小节块时,避免了横梁承载和空间的限制,过渡墩上的节块和主墩上的节块能够同时进行施工,提高了施工效率。主墩上悬臂的主跨节段采用桥面吊机,无需对桥面板进行改造,或者在桥面上预留桥面吊机安装孔,在顺利实现桥梁的搭建时,保证了桥梁结构的完整性,提高桥面板的使用寿命。

[0131] 本申请实施例提供的组合梁安装方法,其中的悬臂门架包括设置于桥面上的由钢管柱构成的门架基础,设置于钢管柱顶部的两承重梁以及分别设置于两承重梁上的两平行的门架轨道,一端与桥面连接、另一端与钢管柱顶部连接且位于门架框架外侧的两支撑结构,以及在门架轨道上滑移用于起吊的起重设备,承重梁一端伸出钢管柱垂直投影面形成悬臂。位于桥面上的承重梁通过垂直于桥面的钢管柱支撑,悬臂的承重梁通过倾斜设置的钢管柱支撑。悬臂门架结构简单,且桥面无需预留较大空间进行悬臂门架的施工,提高了施工效率、节约了施工成本。

[0132] 以上仅是本发明的部分实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

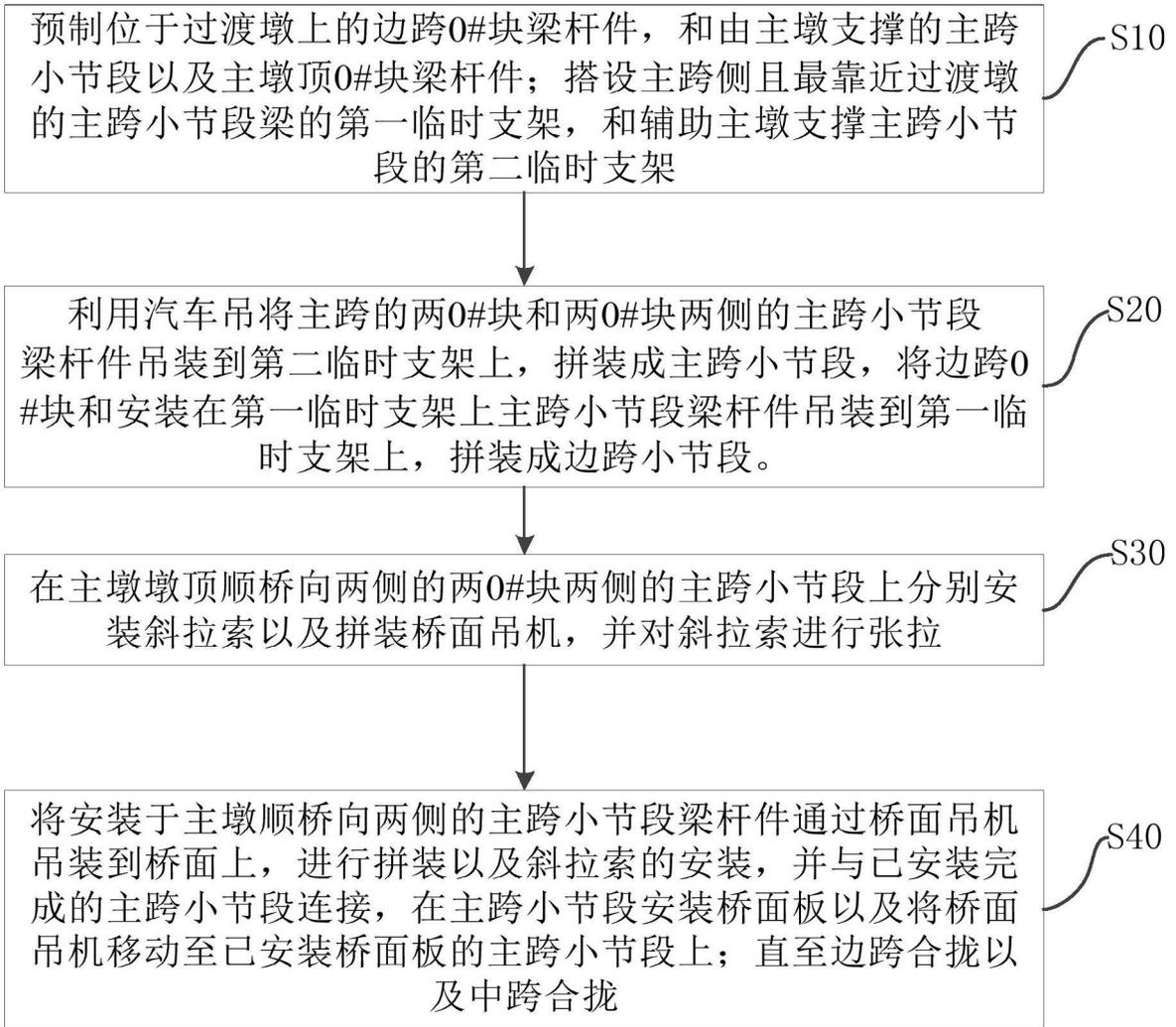


图1

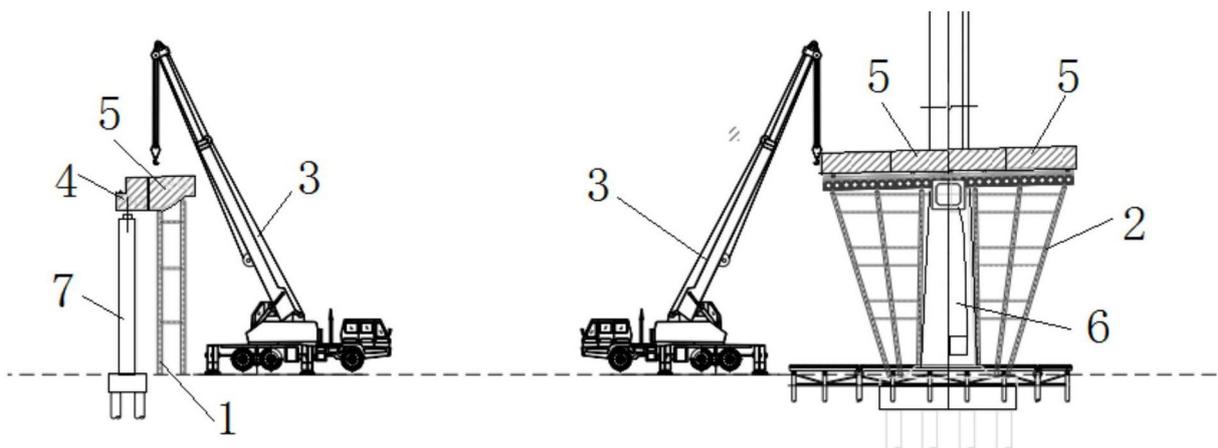


图2

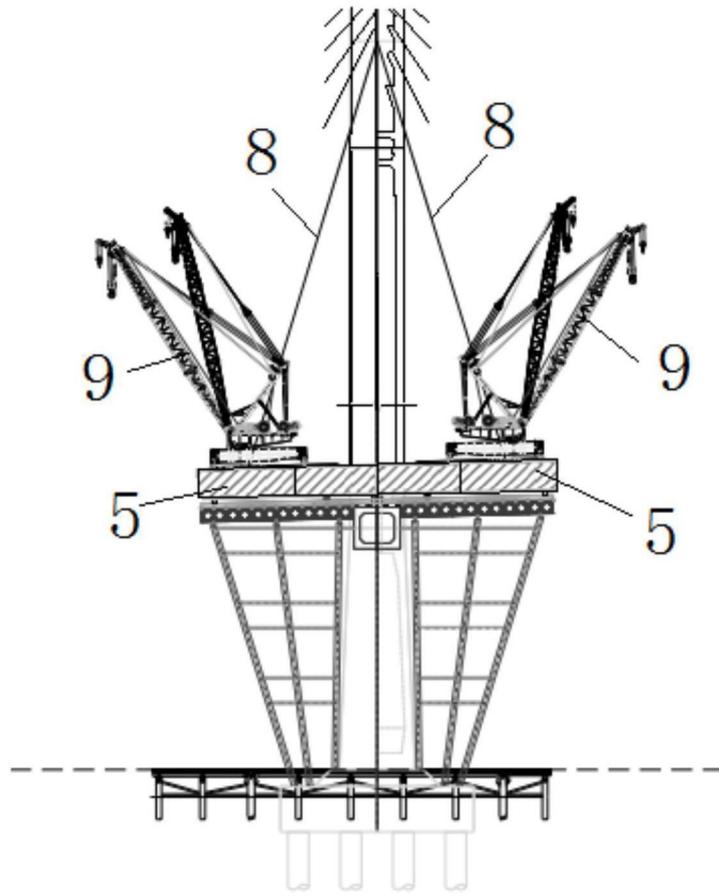


图3

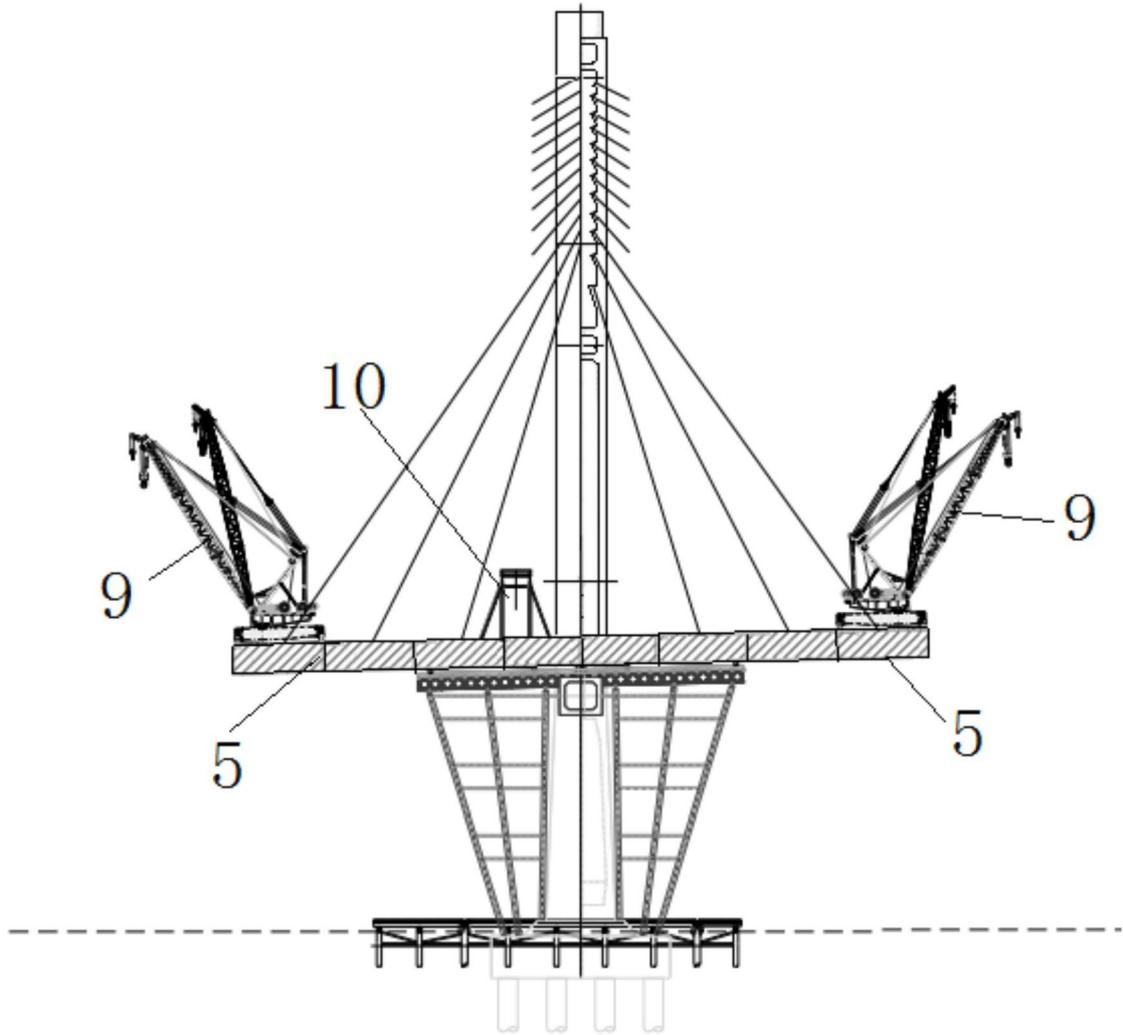


图4

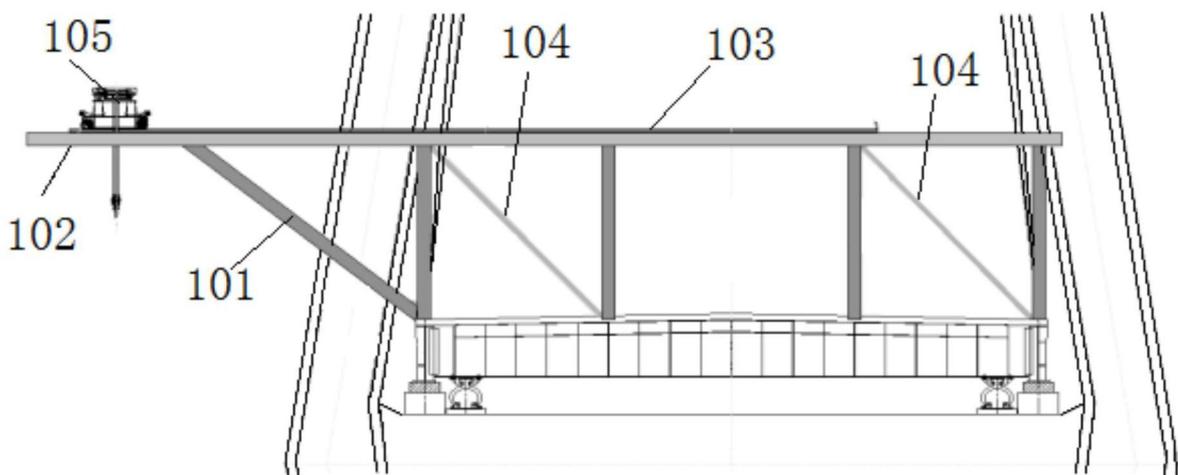


图5

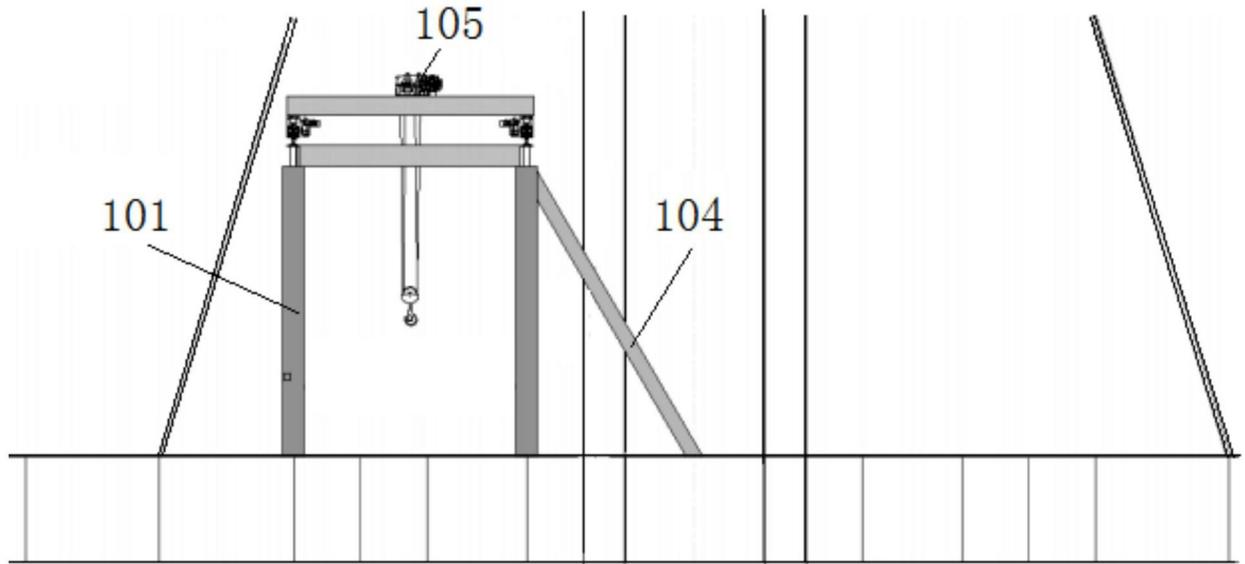


图6

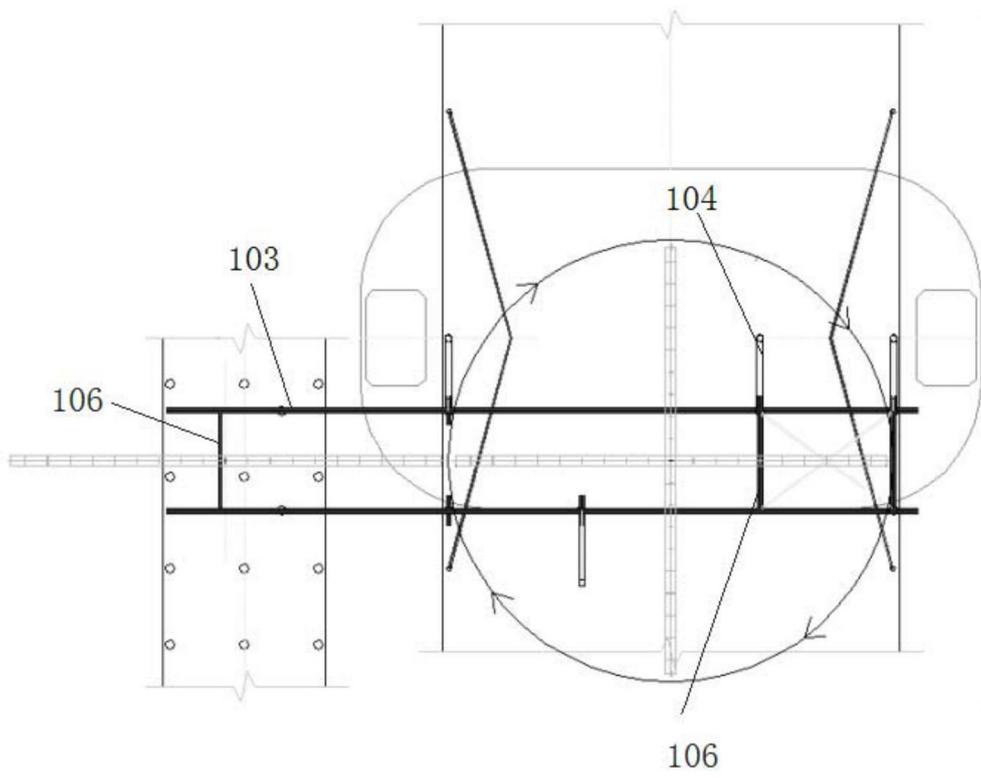


图7

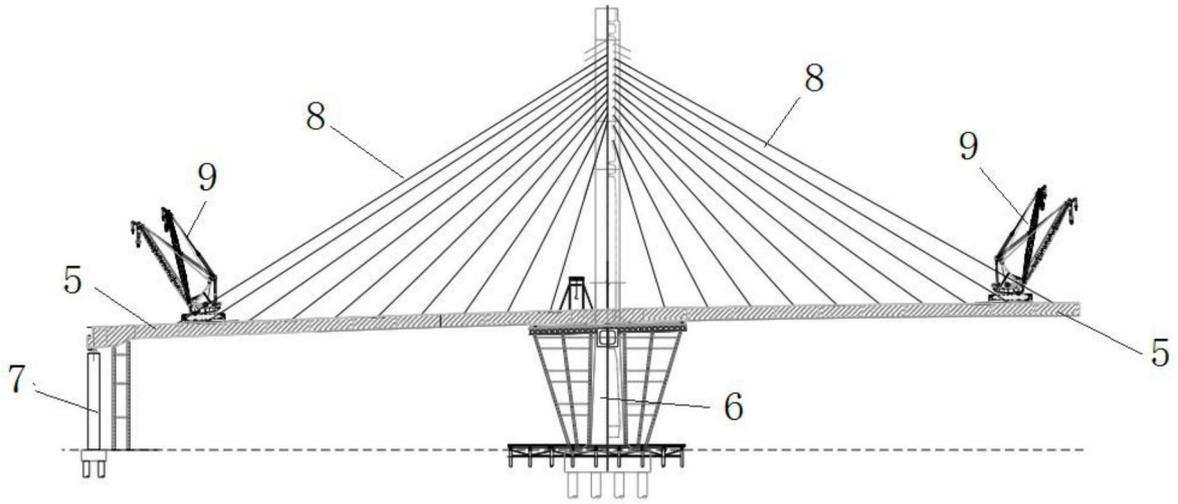


图8

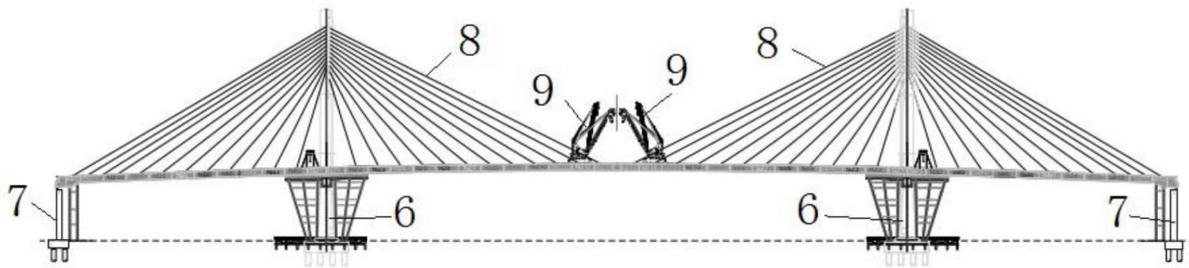


图9