(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101787678 B
(45)授权公告日 2012.03.21

(21)申请号 201010107366.0

(22)申请日 2010.02.08

(73)专利权人 中铁一局集团有限公司
地址 710054 陕西省西安市雁塔路北段 1 号

(72)发明人 安国勇 张国强 崔学民 孔凡强 朱汝威 谭崇杰 纪彦飞 宋程辉

(74)专利代理机构 西安创知专利事务所 61213
代理人 谭文琰

(51)Int.Cl.
E01D 21/00(2006.01)

(56)对比文件

JP 昭 55-30017 A,1980.03.03, 全文.

CN 201598572 U,2010.02.08, 权利要求 1-4.

JP 特开平 11-81242 A,1999.03.26, 全文.

CN 101435181 A,2009.05.20, 全文.

CN 1103689 A,1995.06.14, 全文.

CN 101324053 A,2008.12.17, 全文.

CN 101250854 A,2008.08.27, 全文.

贾筱煜. 客运专线中等跨度预应力混凝土箱梁造桥机节段预制拼装技术研究.《铁道标准设计》.2008,42-45.

张世奎等. 移动支架节段拼装造桥机施工技术.《桥梁建设》.2009,(第 6 期),54-57.

杨江朋. 移动支架造桥机箱梁节段拼装施工技术.《建筑机械化》.2009,77-79.

审查员 曹燕

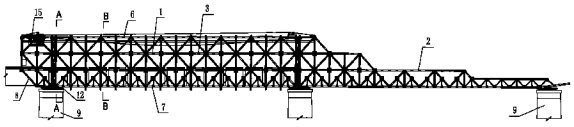
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

(54)发明名称

大跨度节段拼装造桥机及其拼装施工工艺

(57)摘要

本发明公开了一种大跨度节段拼装造桥机及其拼装施工工艺,其造桥机包括造桥机主体结构、天车系统和前移系统,所述造桥机主体结构包括左右主桁架以及上平联和下平联;两片主桁架由主梁和导梁组成且导梁为三层阶梯式桁架结构,多个连接杆件包括八七军用梁和异型杆件;其拼装施工方法包括以下步骤:一、拼装施工单孔梁或拼装施工多孔梁中的第一孔梁,造桥机主体结构前移跨孔施工下一孔梁,重复施工直至完成所施工桥梁的整体施工和拆除造桥机主体结构。本发明所采用的造桥机结构设计合理、跨度大、加工制作及拼装安装方便且承重能力强、投资成本低,所用拼装施工方法简单、实现方便且能有效适用至跨度为 64m 及 64m 以下梁段的拼装施工过程。



CN 101787678 B

1. 一种大跨度节段拼装造桥机，包括由多个连接杆件拼装组成的造桥机主体结构、安装在造桥机主体结构上部且用于吊装及移送所施工桥梁节段的天车系统和拖动所述造桥机主体结构整体水平向前移动的前移系统，所述前移系统布设在所述造桥机主体结构上，其特征在于：所述造桥机主体结构包括左右两片对称布设的主桁架 (3) 以及安装在左右两片主桁架 (3) 间上下两侧的上平联 (4) 和下平联 (5)，所述左右两片主桁架 (3)、上平联 (4) 和下平联 (5) 连接组成一个整体式桁架结构；所述左右两片主桁架 (3) 的结构相同，且二者均由主梁段 (1) 和安装在主梁段 (1) 前端部且与主梁段 (1) 拼装为一体的导梁段 (2) 组成；所述主梁段 (1) 为三层式桁架结构，且导梁段 (2) 为三层阶梯式桁架结构；所述主桁架 (3)、上平联 (4) 和下平联 (5) 均由上弦杆 (6)、下弦杆 (7) 以及安装在上弦杆 (6) 和下弦杆 (7) 间的腹杆 (8) 组成；所述主桁架 (3)、上平联 (4) 和下平联 (5) 中的所有腹杆 (8) 由多个矩形钢管和多个八七军用梁组成，所述主桁架 (3)、上平联 (4) 和下平联 (5) 中的所有上弦杆 (6) 和下弦杆 (7) 均为八七军用梁；所述前移系统主要由 2 台 1 吨卷扬机、1 台 10 吨卷扬机及动静滑轮构成，其中，2 台 1 吨卷扬机固定在下平联 (5) 上，1 台 10 吨卷扬机固定在采用所述造桥机主体结构已施工完成梁的后部砼梁面上，动滑轮固定在所述造桥机主体结构的后支撑横梁上，静滑轮固定在已施工完成梁的砼梁前端。

2. 按照权利要求 1 所述的大跨度节段拼装造桥机，其特征在于：所述导梁段 (2) 的纵向长度为 72 米。

3. 按照权利要求 2 所述的大跨度节段拼装造桥机，其特征在于：所述主梁段 (1) 的纵向长度为 78 米。

4. 一种利用如权利要求 1 所述的大跨度节段拼装造桥机进行拼装施工的工艺，所拼装施工的桥梁为单孔梁或多孔梁，且所拼装施工桥梁中的每一孔梁均由多个节段梁拼装组成，所述每一孔梁分别通过两个位于其前后两端底部的桥墩 (9) 进行支撑固定，其特征在于该工艺包括以下步骤：

步骤一、拼装施工单孔梁或拼装施工多孔梁中的第一孔梁，其施工过程包括以下步骤：

101、走行系统布设：在用于支撑所述单孔梁或第一孔梁的前后两个桥墩 (9) 间设置临时支墩 (10)，之后再在两个桥墩 (9) 和临时支墩 (10) 上部分别布设水平移动所述造桥机主体结构的走行系统；

102、造桥机主体结构拼装及前移就位：由前至后对所述造桥机主体结构进行分段拼装，且拼装时左右对称进行拼装，并在已拼装完成的部分造桥机主体结构上安装前移系统；拼装过程中，采用边拼装边向前拖拉移动的方式进行拼装和移位，移动时利用所述前移系统和步骤 101 中布设的走行系统，将拼装完成的部分造桥机主体结构向前拖动，直至将拼装完成整个造桥机主体结构并将整个造桥机主体结构前移到位；

103、天车系统安装：在拼装完成并前移到位的造桥机主体结构内部安装天车系统；

104、单孔梁或第一孔梁拼装施工：采用天车系统将组成所述单孔梁或第一孔梁的多个节段梁依次吊装并移送到所述整个造桥机主体结构的下平联 (5) 上，并对移送到下平联 (5) 上的多个节段梁进行预拱度线型精确调整定位；之后，按照常规桥梁节段拼装施工方法，对精确就位后的多个节梁段进行拼装施工，直至完成所述单孔梁或第一孔梁的整体施工；

步骤二、当所拼装施工桥梁为多孔梁时，则继续进行下一孔梁施工，其施工过程如下：

201、走行系统布设：在用于支撑所述下一孔梁的前后两个桥墩 (9) 上部分别布设水平移动所述造桥机主体结构的走行系统；

202、造桥机主体结构前移跨孔：利用所述前移系统和步骤 201 中布设的走行系统，将所述造桥机主体结构及安装在其上的天车系统整体水平向前移动至下一孔梁；

203、下一孔梁拼装施工：按照步骤 104 中所述的单孔梁或第一孔梁拼装施工方法，完成所述下一孔梁的整体施工；

步骤三、重复步骤二，直至完成所施工桥梁的整体施工；

步骤四、拆除所述造桥机主体结构。

5. 按照权利要求 4 所述的大跨度节段拼装造桥机拼装施工工艺，其特征在于：步骤四中所述的拆除所述造桥机主体结构时，分多个节段进行拆除，且采用边拆除边向前拖拉移动的方式进行拆除。

6. 按照权利要求 5 所述的大跨度节段拼装造桥机拼装施工工艺，其特征在于：步骤四中所述的采用边拆除边向前拖拉移动的方式进行拆除时，向前拖拉移动的动力源为卷扬机，且拆除时能利用拆除的八七军用梁在已施工完成的桥梁前方搭设龙门吊或施工用便桥。

7. 按照权利要求 4、5 或 6 所述的大跨度节段拼装造桥机拼装施工工艺，其特征在于：步骤三中当所施工桥梁的最后一孔梁与隧道相接且导梁段 (2) 的长度大于前方空地的长度时，则在将所述造桥机主体结构及安装在其上的天车系统整体水平向前移动至最后一孔梁时，则边向前移动边根据具体需要从前至后拆除相应长度的导梁段 (2)。

8. 按照权利要求 4、5 或 6 所述的大跨度节段拼装造桥机拼装施工工艺，其特征在于：步骤 101 和步骤 201 中所述的走行系统为滚轮箱 (12)，所述造桥机主体结构主桁架 (3) 的下弦杆 (7) 安装在滚轮箱 (12) 上的滚轮上。

9. 按照权利要求 4、5 或 6 所述的大跨度节段拼装造桥机拼装施工工艺，其特征在于：所施工桥梁的每一孔梁均为跨度为 64m 以下的整孔梁。

大跨度节段拼装造桥机及其拼装施工工艺

技术领域

[0001] 本发明属于桥梁施工技术领域，尤其是涉及一种大跨度节段拼装造桥机及其拼装施工工艺。

背景技术

[0002] 西山寺特大桥桥墩为薄壁空心墩，墩高为 49.5 ～ 56 米；上部结构设计为 10 跨 64 米节段拼装箱梁，梁长 66.2 米，梁高 4.9 米，梁顶宽 5.3 米，每孔梁重约 1300 吨，因而施工难度较大。现如今，所使用的常规拼装式造桥机的跨度均在 56 米以下，因而不能满足西山寺桥特大桥主 64 米梁桥跨的施工需要，因而切需对现有的节段拼装式造桥机结构进行改进，设计一种桥跨满足施工需求、拼装施工工艺简单且施工效果好的节段拼装造桥机。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足，提供一种结构设计合理、跨度大、加工制作及拼装安装方便且承重能力强的大跨度节段拼装造桥机。

[0004] 为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是：一种大跨度节段拼装造桥机，包括由多个连接杆件拼装组成的造桥机主体结构、安装在造桥机主体结构上部且用于吊装及移送所施工桥梁节段的天车系统和拖动所述造桥机主体结构整体水平向前移动的前移系统，所述前移系统布设在所述造桥机主体结构上，其特征在于：所述造桥机主体结构包括左右两片对称布设的主桁架以及安装在左右两片主桁架间上下两侧的上平联和下平联，所述左右两片主桁架、上平联和下平联连接组成一个整体式桁架结构；所述左右两片主桁架的结构相同，且二者均由主梁段和安装在主梁段前端部且与主梁段拼装为一体的导梁段组成；所述主梁段为三层式桁架结构，且导梁段为三层阶梯式桁架结构；所述主桁架、上平联和下平联均由上弦杆、下弦杆以及安装在上弦杆和下弦杆间的腹杆组成；所述主桁架、上平联和下平联中的所有腹杆由多个异型杆件和多个八七军用梁组成，所述主桁架、上平联和下平联中的所有上弦杆和下弦杆均为八七军用梁。

[0005] 所述导梁段的纵向长度为 72 米。

[0006] 所述主梁段的纵向长度为 78 米。

[0007] 所述异型杆件为矩形钢管。

[0008] 同时，本发明还提供了一种施工步骤简单、实现方便、所施工桥梁质量高且能施工跨度为 64m 及 64m 以下梁段的大跨度节段拼装造桥机拼装施工工艺，所拼装施工的桥梁为单孔梁或多孔梁，且所拼装施工桥梁中的每一孔梁均由多个节段梁拼装组成，所述每一孔梁分别通过两个位于其前后两端底部的桥墩进行支撑固定，其特征在于该工艺包括以下步骤：

[0009] 步骤一、拼装施工单孔梁或拼装施工多孔梁中的第一孔梁，其施工过程包括以下步骤：

[0010] 101、走行系统布设：在用于支撑所述单孔梁或第一孔梁的前后两个桥墩间设置临

时支墩，之后再在两个桥墩和临时支墩上部分别布设水平移动所述造桥机主体结构的走行系统；

[0011] 102、造桥机主体结构拼装及前移就位：由前至后对所述造桥机主体结构进行分段拼装，且拼装时左右对称进行拼装，并在已拼装完成的部分造桥机主体结构上安装前移系统；拼装过程中，采用边拼装边向前拖拉移动的方式进行拼装和移位，移动时利用所述前移系统和步骤 101 中布设的走行系统，将拼装完成的部分造桥机主体结构向前拖动，直至将拼装完成整个造桥机主体结构并将整个造桥机主体结构前移到位；

[0012] 103、天车系统安装：在拼装完成并前移到位的造桥机主体结构内部安装天车系统；

[0013] 104、单孔梁或第一孔梁拼装施工：采用天车系统将组成所述单孔梁或第一孔梁的多个节段梁依次吊装并移送到所述整个造桥机主体结构的下平联上，并对移送到下平联上的多个节段梁进行预拱度线型精确调整定位；之后，按照常规桥梁节段拼装施工方法，对精确就位后的多个节梁段进行拼装施工，直至完成所述单孔梁或第一孔梁的整体施工；

[0014] 步骤二、当所拼装施工桥梁为多孔梁时，则继续进行下一孔梁施工，其施工过程如下：

[0015] 201、走行系统布设：在用于支撑所述下一孔梁的前后两个桥墩上部分别布设水平移动所述造桥机主体结构的走行系统；

[0016] 202、造桥机主体结构前移跨孔：利用所述前移系统和步骤 201 中布设的走行系统，将所述造桥机主体结构及安装在其上的天车系统整体水平向前移动至下一孔梁；

[0017] 203、下一孔梁拼装施工：按照步骤 104 中所述的拼装施工方法，完成所述下一孔梁的整体施工；

[0018] 步骤三、重复步骤二，直至完成所施工桥梁的整体施工；

[0019] 步骤四、拆除所述造桥机主体结构。

[0020] 上述步骤四中所述的拆除所述造桥机主体结构时，分多个节段进行拆除，且采用边拆除边向前拖拉移动的方式进行拆除。

[0021] 上述步骤四中所述的采用边拆除边向前拖拉移动的方式进行拆除时，向前拖拉移动的动力源为卷扬机，且拆除时能利用拆除的八七军用梁在已施工完成的桥梁前方搭设龙门吊或施工用便桥。

[0022] 上述步骤三中当所施工桥梁的最后一孔梁与隧道相接且导梁段的长度大于前方空地的长度时，则在将所述造桥机主体结构及安装在其上的天车系统整体水平向前移动至最后一孔梁时，则边向前移动边根据具体需要从前至后拆除相应长度的导梁段。

[0023] 上述步骤 101 和步骤 201 中所述的走行系统为滚轮箱，所述造桥机主体结构主桁架的下弦杆安装在滚轮箱上的滚轮上。

[0024] 所施工桥梁的每一孔梁均为跨度为 64m 或 64m 以下的整孔梁。

[0025] 本发明与现有技术相比具有以下优点：

[0026] 1、所用造桥机结构设计合理、跨度大、加工制作及拼装安装方便且承重能力强。

[0027] 2、所用的造桥机主体结构整体连接可靠，且组装方便，主要采用“军用八七梁”为基本杆件拼装而成，并搭配有多根矩形钢管等异型杆件，用于简支单线铁路箱梁预制节段块整孔组拼、辅助湿接缝施工和张拉成梁施工。

[0028] 3、采用的拼装施工方法施工步骤简单、实现方便且所施工桥梁质量高。

[0029] 4、主要采用“军用八七梁”拼装而成，用于 64m 及以下跨度的桥梁施工，最重承重可达 1300 吨，对于采用“军用八七梁”拼装如此大跨度的造桥机，在国内尚属首次，属于新产品新设备。

[0030] 5、本造桥机在设计过程中按照导梁的受力特点，桁架高度和受力大小相匹配，即采用阶梯型形式布置，减轻了造桥机的重量，节约材料从而降低了成本。本造桥机主桁架由主梁和导梁组成，在造桥机前行施工至最后一跨时，如导梁施工空间不足，例如导梁前方有隧道，导梁可以根据空间容纳能力部分拆除，拆除方便，而不影响正常使用功能和整体平稳，对施工空间的适应能力强，此为一大创新。拆除部分杆件可以重复利用，如搭设施工设施龙门吊、便桥等，材料得到充分利用从而节约成本。

[0031] 6、实用价值高，不但能适应 64m 跨度的节段拼装造桥，也可适应 56m 及 48m 跨度节段拼装造桥，跨度变化方便，只需拆除部分桁架结构，即可实现预定的孔跨要求，比钢箱梁型造桥机方便，适用范围更广泛。

[0032] 7、采用临时支墩，并且在曲线地段采用千斤顶顶推滚轮箱横移，实现曲线造桥施工，解决了节段拼装在曲线上施工的难题。

[0033] 综上所述，本发明所采用的造桥机结构设计合理、跨度大、加工制作及拼装安装方便且承重能力强、投资成本低，配套采用的拼装施工方法施工步骤简单、实现方便且所施工桥梁质量高，能有效适用至跨度为 64m 及 64m 以下梁段的拼装施工过程。

[0034] 下面通过附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0035] 图 1 为本发明大跨度节段拼装造桥机的结构示意图。

[0036] 图 2 为图 1 的 A-A 剖视图。

[0037] 图 3 为图 1 的 B-B 剖视图。

[0038] 图 4 为本发明施工第一孔梁时造桥机主体结构的拼装结构示意图。

[0039] 图 5 为本发明施工最后一孔梁时造桥机主体结构的拼装结构示意图。

[0040] 附图标记说明：

[0041] 1- 主梁段； 2- 导梁段； 3- 主桁架；

[0042] 4- 上平联； 5- 下平联； 6- 上弦杆；

[0043] 7- 下弦杆； 8- 腹杆； 9- 桥墩；

[0044] 10- 临时支墩； 12- 滚轮箱； 13- 走行轮；

[0045] 14- 隧道口； 15- 喂梁系统。

具体实施方式

[0046] 如图 1、图 2 及图 3 所示的一种大跨度节段拼装造桥机，包括由多个连接杆件拼装组成的造桥机主体结构、安装在造桥机主体结构上部且用于吊装及移送所施工桥梁节段的天车系统和拖动所述造桥机主体结构整体水平向前移动的前移系统，所述前移系统布设在所述造桥机主体结构上。所述造桥机主体结构包括左右两片对称布设的主桁架 3 以及安装在左右两片主桁架 3 间上下两侧的上平联 4 和下平联 5，所述左右两片主桁架 3、上平联 4

和下平联 5 连接组成一个整体式桁架结构。所述左右两片主桁架 3 的结构相同，且二者均由主梁段 1 和安装在主梁段 1 前端部且与主梁段 1 拼装为一体的导梁段 2 组成。所述主梁段 1 为三层式桁架结构，且导梁段 2 为三层阶梯式桁架结构。所述主桁架 3、上平联 4 和下平联 5 均由上弦杆 6、下弦杆 7 以及安装在上弦杆 6 和下弦杆 7 间的腹杆 8 组成。所述主桁架 3、上平联 4 和下平联 5 中的所有腹杆 8 由多个异型杆件和多个八七军用梁组成，所述主桁架 3、上平联 4 和下平联 5 中的所有上弦杆 6 和下弦杆 7 均为八七军用梁。

[0047] 本实施例中，所述导梁段 2 的纵向长度为 72 米，所述主梁段 1 的纵向长度为 78 米。所述异型杆件为矩形钢管。所述造桥机主体结构的外形尺寸为长 146.5m，宽 9.9m，高 14.2m。所述主桁架 3 为单排三层桁架结构。

[0048] 所述造桥机主体结构的多个连接杆件间的连接方式主要为栓接，同时为方便施工，下平联 5 中的下横梁与主桁架 3 之间采用销接，剪刀撑与下横梁之间采用销接。为避免节段梁吊运过程中出现的晃动与主桁架 3 出现接触，确定翼板边至主桁架 3 内侧的净距离为 0.6m，两片主桁架 3 间的中心距为 6.7m。

[0049] 天车系统主要由 3 台 5 吨卷扬机、天车、吊装节段梁用的吊具、轨道及动静滑轮构成。所述天车在轨道上行走且采用 1 台卷扬机牵引天车牵引所吊装的节段梁走行，所述轨道安装在上平联 4 上，2 台卷扬机同时动作来完成节段梁的起降吊装，吊装节段梁用的起重绳绕绳根数为 12，吊装时所用滑轮轴承采用滚动轴承。另外，牵引绳根数为 1，安装在需向前移送的节段梁底部的走行轮 13 的走行轮轴承采用滚动轴承，走行轮轴径按 100mm，走行轮 13 按直径 400mm 进行设置，并且选一台 5 吨卷扬机来进行牵引。走行与起降在电气上实现互锁，即避免走行与起降同时动作；2 台用于起降的 5 吨卷扬机的同步主要通过电气控制加手动调整来实现，卷扬机既可以同时启停，也可以单独动作；正常起降时，2 台卷扬机同时起停，起降过程中，卷扬机会因荷载变化自动趋于同步；出现较大差异时，可停下来，通过单动其中的卷扬机来调整姿态以使其工作在理想状态。吊装节段梁起降过程中天车的行程限位：在天车行走的轨道两端安装限位开关，当天车触碰限位开关时，牵引天车的卷扬机断电；并且限位开关后安装止挡，防止电气失灵后，天车冲出轨道。起升高度限位：在天车梁上安装重力式限位开关，当吊具起升托起重锤时，限位开关动作，通过由对讲机改造的装置将信号发射出去，起升卷扬机一侧的接收装置拉接收到信号后，断开起升卷扬机的电源，从而实现起升高度限位。起升重量限位：由于移动支架的天车吊装最大重量就是节段梁，节段梁的重量是确定的，天车不存在超载的可能，故不设置起升重量限制器。防风装置：由于天车由卷扬机牵引，停止状态下，卷扬机处于制动状态，故不需要单独设置防风装置。

[0050] 所述前移系统主要由 2 台 1 吨卷扬机、1 台 10 吨卷扬机及动静滑轮构成。其中，2 台 1 吨卷扬机固定在下平联 5 上，1 台 10 吨卷扬机固定在采用所述造桥机主体结构已施工完成梁的后部砼梁面上，动滑轮固定在所述造桥机主体结构的后支撑横梁上，静滑轮固定在已施工完成梁的砼梁前端。

[0051] 同时，还需布设作业平台和爬梯，在下平联 5 的左右两侧铺设走道，为减轻重量，走道采用钢木组合结构；并且还需布设湿接缝底模及外模安装平台。在造桥机主体结构的主桁架 3 前后端设计扶梯，以方便人员上下。检修时通过走道完成主桁架 3 下部及下平联 5 的连接接头的检修，通过天车完成主桁架 3 上部及上平联 4 的连接接头的检修。

[0052] 结合图 4、图 5，本发明所述的一种大跨度节段拼装造桥机拼装施工工艺，所拼装

施工的桥梁为单孔梁或多孔梁，且所拼装施工桥梁中的每一孔梁均由多个节段梁拼装组成，所述每一孔梁分别通过两个位于其前后两端底部的桥墩 9 进行支撑固定，其施工工艺包括以下步骤：

[0053] 步骤一、拼装施工单孔梁或拼装施工多孔梁中的第一孔梁，其施工过程包括以下步骤：

[0054] 101、走行系统布设：在用于支撑所述单孔梁或第一孔梁的前后两个桥墩 9 间设置临时支墩 10，之后再在两个桥墩 9 和临时支墩 10 上部分别布设水平移动所述造桥机主体结构的走行系统。

[0055] 本实施例中，所施工桥梁为十孔梁，所施工桥梁的每一孔梁均为跨度为 64m 或 64m 以下的整孔梁。所述造桥机主体结构的组装主要在预制场的存梁场地上进行，存梁场地最大可利用场地长度在 60 米以内，由于预制场场地不能满足造桥机主体结构的整体拼装施工要求，因而为满足造桥机主体结构的安装要求，在第一跨处设置临时支墩 10，同时将 60 米以内拼装移动支架的路基下挖 3.2 米，确保所述造桥机主体结构安装拖拉就位正常进行，实际施工时，具体采用人工配合倒链的方法进行临时支墩 10 的搭设。

[0056] 所述走行系统为滚轮箱 12，所述造桥机主体结构的主桁架 3 下部的下弦杆 7 安装在滚轮箱 12 上所安装的滚轮上，也就是说，所述主桁架 3 通过滚轮箱 12 支撑在桥墩 9 上。在临时支墩 10 上安装滚轮箱 12 时，利用临时支墩 10 的临时独角拔杆进行滚轮箱 12 的分件垂直吊运，然后在临时支墩 10 顶部滚轮箱 12 的设计位置进行人工组装滚轮箱 12 的施工。

[0057] 102、造桥机主体结构拼装及前移就位：由前至后对所述造桥机主体结构进行分段拼装，且拼装时左右对称的拼装方式进行拼装，并在已拼装完成的部分造桥机主体结构上安装前移系统；拼装过程中，采用边拼装边向前拖拉移动的方式进行拼装和移位，移动时利用所述前移系统和步骤 101 中布设的走行系统，将拼装完成的部分造桥机主体结构向前拖动，直至将拼装完成整个造桥机主体结构并将整个造桥机主体结构前移到位。

[0058] 实际对造桥机主体结构进行拼装时，主要包括以下组拼原则：边拼边拖，必须保证其倾覆稳定系数大于 1.3；先拼杆件不妨碍后面杆件的拼装；拼装时应尽快将主桁架 3 拼成闭合的三角形，形成稳定的体系，并尽快安装横联（即上平联 4 和下平联 5），以保证钢梁结构的空间稳定；对主桁架 3 的连接杆件进行拼装时，应左右对称进行，以防偏载。

[0059] 所述造桥机主体结构的前移跨孔采用“卷扬机和滑轮组拖拉法”。墩顶上装有滚轮箱 12 作为下滑道，上滑道为下弦杆 7。在主梁尾部中弦处临时装有临时横梁，横梁下面装两组小车，作为造桥机主体结构前移的后支点，滚轮箱 12 上装有导向轮，后支点小车在已安装好的梁顶部钢轨上走行，两者都起导向作用。所述造桥机主体结构过桥墩 9 时，将邻近墩顶的下横托梁放到地面，过墩后再将下横托梁提起安装就位，依次反复完成所述造桥机主体结构的前移跨孔施工。

[0060] 103、天车系统安装：在拼装完成并前移到位的造桥机主体结构内部安装天车系统。

[0061] 所述造桥机主体结构拼装完成后，及时对天车系统进行安装，安装顺序为轨道牛腿、轨道梁、轨道、走行桁吊（即天车和吊具）以及卷扬机就位和导向滑轮即走行轮 13 的安装。其次，进行下托梁安装，下托梁两端分别与主桁架 3 的下弦节点外侧的“牛腿”用直径为 Φ60mm 的钢销相连。之后，铺设纵梁及联接系，纵梁是直接承受混凝土节段梁重量的杆

件。最后，安装防护安全网和护栏，铺设人行道板。实际操作过程中，也可以先安装天车系统，之后再进行造桥机主体结构前移就位。

[0062] 104、单孔梁或第一孔梁拼装施工：采用天车系统将组成所述单孔梁或第一孔梁的多个节段梁依次吊装并移送到所述整个造桥机主体结构的下平联 5 上，并对移送到下平联 5 上的多个节段梁进行预拱度线型精确调整定位；之后，按照常规桥梁节段拼装施工方法，对精确就位后的多个节梁段进行拼装施工，直至完成所述单孔梁或第一孔梁的整体施工。

[0063] 本步骤中，所述常规桥梁节段拼装施工方法为节段拼装湿接缝施工工艺，且在所述节段拼装湿接缝施工工艺中依次进行预应力筋穿束施工、湿接缝施工、预应力筋张拉、预应力孔道压浆施工和张拉槽封锚施工。据以施工过程如下：

[0064] 首先，进行节段梁的运输、吊装和就位：实际操作时，将所述造桥机主体结构拖拉到位后，应马上开始各种测量及准备工作，包括：测量两桥墩 9 间离和高差，支承垫石位置及高度；检查并复核桥墩 9 的纵横向中心线；检查节段梁支承垫石上锚栓孔位置及深度；摆正节段梁的支座位置；检查桁吊、运梁平车的安全使用性能；组装好移梁小车。

[0065] 实际进行运输时，节段梁采用 100t 龙门吊把梁段直接放到运梁平车上，运梁平车采用 50KW 的发电机作牵引动力，运梁平车前行到所述造桥机主体结构内的桁吊下方，节段梁由桁吊提运至安装位置。节段梁的初步就位是直接用走行桁吊（也就是说，所述走行桁吊组成的本发明的喂梁系统 15，且所述喂梁系统 15 布设在所述造桥机主体结构后部）将节段梁按顺序编号布置在移动支架腹内纵梁上。将节段梁放在高度可调的螺旋千斤顶上，螺旋千斤顶通过扣件与纵梁扣牢，以增加其稳定性。节段梁初步就位后用双座标千斤顶（即调整纵向和横向）进行反复精确调整就位，节段梁精确就位后（精确就位是指节段梁纵向、横向和竖向三个方向的调位均满足设计和规范要求），用螺旋支承支于纵梁上。

[0066] 其次，将吊装到位的多个节段梁进行拼装，其拼装顺序是根据所述造桥机主体结构的构造情况和施工的快捷方便而制定的。

[0067] 由于每一个梁段均放在四个螺旋支撑上，并且每个支撑点都有三个自由度，这三个自由度相互制约，调整其中一个必将影响其余两个。所以梁段调位是一个反复调整，逐渐趋近的过程，故在施工中按先纵向调整，再横向调整，再竖向调整，之后再纵向调整的次序进行反复循环调整，直至达到设计要求。

[0068] 随后，进行湿接缝施工，主要包括以下步骤：

[0069] I、连接波纹管和穿钢绞线：采用人工和机械牵引相结合的方式穿钢绞线。钢绞线穿好后，将插在孔道内的波纹管拉出，连通孔道，两头用砂浆密封，然后检查波纹管有无损坏，如有损坏应马上采取更换措施，确保波纹管湿接缝处严密不漏浆。波纹管的定位准确，管道顺畅。

[0070] II、湿接缝钢筋制作：按设计图纸绑轧钢筋，要求梁段腹板接茬钢筋要上下排列绑扎，留出振捣棒插入空间，以利振捣。

[0071] III、湿接缝模板制作：湿接缝段采用竹胶模即底模、侧模和内模均采用 1.5cm 的竹胶板制作。

[0072] 同时，在模板与梁段接触处贴上薄海绵条，以防漏浆。立模的顺序依次为底模、侧模和内模。底模由四台 5 吨机械千斤顶支承，外侧模与内侧模用对拉螺杆拉紧与梁段密贴。

[0073] 然后，进行湿接缝砼浇筑施工：湿接缝按底板、两侧腹板、顶板的顺序浇筑，中间不

能停顿。塌落度应控制在 12 ～ 14cm 之间，初凝时间控制在 8 小时左右，浇筑混凝土要对称进行，依次从两端向中间进行。整孔梁的所有湿接缝必须一次浇筑完成，中间不得停顿。

[0074] 接着，进行湿接缝砼拆模和养生：当混凝土强度达到设计强度的 70％后，拔出对拉螺杆拆除内外模板。拆出模板后应及时在新浇筑混凝土表面洒水养生。

[0075] 最后，进行节段箱梁的预应力施工，主要包括以下步骤：

[0076] ①钢绞线下料：

[0077] 根据钢绞线线盘的直径加工放线架，将钢绞线盘放入放线架内，四周卡紧，下料头从内圈抽出。在下料场用钢尺丈量，用砂轮切割机切割。在切割头两端 5cm 处用 20 号铁丝绑扎，以免接头钢丝散乱。下好的料，存放在防雨干燥处，并挂牌标识，待施工时运至梁上施工。

[0078] 钢绞线的下料长度应根据工艺设备的具体尺寸进行计算后确定。下料长度计算公式如下：

[0079] L ＝ L+2(L1+L2+L3+80)

[0080] 其中 L---- 梁体的孔道长度 mm；

[0081] L1---- 夹片式工具锚厚度 mm；

[0082] L2---- 穿心式千斤顶长度 mm；

[0083] L3---- 加片式工具锚厚度 mm；

[0084] ②钢绞线编束：

[0085] 按照设计根数进行编束，编束时一端至另一端必须顺直无交叉，并尽量使各根钢绞线的松紧一致，且单根钢绞线无折弯、烧伤等缺陷。

[0086] 同束钢绞线应采用同炉、同批、同强度的预应力钢材，钢绞线束应按图纸设计进行编束，并每隔 1 ～ 1.5m 绑扎 - 道铁丝，铁丝扣向里，编束要顺、直、匀，绑扎应牢固。

[0087] 编好的钢绞线束应编号挂牌并置于平坦的场地妥善保管，在堆放、运输和安装过程中均不得发生物理和化学损伤。

[0088] ③钢绞线穿束：

[0089] 穿束前应用压力水冲洗孔道内的杂物，并观查孔内有无串孔现象，而后用风吹干孔内的水份。穿束采用引线进行，先由人工穿入引线，再用卷扬机将编好束的钢绞线穿入。

[0090] ④张拉：当梁段之间湿接缝的强度达到设计张拉的强度后，即可按设计要求开始张拉。

[0091] 预应力张拉、锚固、灌浆等机具使用前必须校正检测。预应力张拉施工须进行两端张拉，按照张拉力和伸长值指标双控，以张拉力控制为主，伸长量作为校核。

[0092] 张拉程序：0-0.1σK（测初始伸长值、测工具锚夹片外露）-0.2σK（测初始伸长值、测工具锚夹片外露）-σK（测伸长值、测工具锚夹片外露、持荷 5min）- 回油到 0（测总回缩量、工作锚夹片外露量）。

[0093] ⑤孔道压浆及封端：

[0094] 第二阶段预应力筋张拉完毕后 48 小时内应进行压浆施工。压浆前应检查预应力筋锚固无异常情况，方可采用砂轮切割机对钢绞线余头切割，切割时外露余头钢绞线按不小于 5cm 考虑。压浆采用一次真空压浆工艺，在所有的孔道压浆完成之后，对箱梁端部进行绑轧封端钢筋，立封端模板，浇筑封端混凝土等的施工。

[0095] 节段箱梁的预应力筋张拉时，按一期张拉和二期张拉两个阶段进行。张拉按设计张拉力和伸长量复核后进行施工控制，张拉时采取“双控即张拉力和伸长量”，应力控制为主。一期张拉：当湿接缝砼强度达到设计 80％以上时进行一期预应力筋的张拉，一期张拉后梁体能承受自重和施工荷载，能保证节段梁运输和移动支架行走通过安全。二期张拉：当湿接缝砼强度和弹性模量达到设计要求，且龄期不少于 15 天时进行二期预应力筋的张拉。张拉主要设备为：YCW250 穿心式千斤顶和 400 吨液压千斤顶，ZB3-500 电动油泵。张拉前应对张拉设备进行标定及预应力材料检验。预应力筋张拉是关键工序，施工前必须精心组织、策划，严格按照预应力筋施工操作程序操作，确保预应力筋施工质量和施工安全。

[0096] 步骤二、当所拼装施工桥梁为多孔梁时，则继续进行下一孔梁施工，其施工过程如下：

[0097] 201、走行系统布设：在用于支撑所述下一孔梁的前后两个桥墩 9 上部分别布设水平移动所述造桥机主体结构的走行系统；

[0098] 202、造桥机主体结构前移跨孔：利用所述前移系统和步骤 201 中布设的走行系统，将所述造桥机主体结构及安装在其上的天车系统整体水平向前移动至下一孔梁。

[0099] 前移跨孔作业时，在所述造桥机主体结构后方的下弦杆 7 上安装止挡，以防异常情况下所述造桥机主体结构冲出桥墩 9。所述造桥机主体结构前移之前，先根据下横梁所处位置决定拆除部分与桥墩 9 墩台干涉的纵梁及下横梁，纵梁通过平行移动至主桁架 3 附近，并临时固定在主桁架 3 上。在天车吊具上临时固定 2 个 1 吨的卷扬机，容绳量大于 60m，通过这 2 个小卷扬机将下横梁与十字撑杆下落到地面上，并转运至桥墩 9 的另一侧，待安装位置移出墩台后立即安装，安装过程与拆除过程反向操作即可。平移用的滚轮箱 12 通过天车吊运至所述造桥机主体结构中部，再通过人工经导梁走道滑移至所述造桥机主体结构的前支点，并通过人力安装就位。

[0100] 203、下一孔梁拼装施工：按照步骤 104 中所述的拼装施工方法，完成所述下一孔梁的整体施工；

[0101] 步骤三、重复步骤二，直至完成所施工桥梁的整体施工。本实施例中，直至完成最后一孔梁即第十孔梁的施工。

[0102] 步骤三中当所施工桥梁的最后一孔梁与隧道相接且导梁段 2 的长度大于前方空地的长度时，则在将所述造桥机主体结构及安装在其上的天车系统整体水平向前移动至最后一孔梁时，则边向前移动边根据具体需要从前至后拆除相应长度的导梁段 2。

[0103] 本实施例中，第九跨节段梁施工完成后，由于最后端的桥墩 9 的台胸墙至隧道口 14 仅有 7.2 米，且隧道仰拱标高比 10# 台处设计箱梁底标高高 4.2 米，所述造桥机主体结构跨孔前移时需要边托拉边拆除，计划在最后端的桥墩 9 处安装一台 8 吨简易龙门吊以满足移动支架前移拆除。所述造桥机主体结构每拆除 8 米再向前托拉 8 米，依次循环直至所述造桥机主体结构托拉就位。然后，再进行第十跨节段梁的拼装施工。

[0104] 步骤四、拆除所述造桥机主体结构。

[0105] 拆除所述造桥机主体结构时，分多个节段进行拆除，且采用边拆除边向前拖拉移动的方式进行拆除。并且采用边拆除边向前拖拉移动的方式进行拆除时，向前拖拉移动的动力源为卷扬机，且拆除时能利用拆除的八七军用梁在已施工完成的桥梁前方搭设龙门吊或施工用便桥。

[0106] 本实施例中，第十跨节段梁拼装施工完成后，利用 8 吨简易龙门吊拆除所述造桥机主体结构，边拆除边用运梁小车从已安装完成的箱梁顶运至预制场存放，所述造桥机主体结构拆除时前移后支点不变，拖拉动力为卷扬机，卷扬机安置在隧道口 14；每拆除 8 米再向前托拉 8 米，依次循环直至拆除完成整体造桥机主体结构。

[0107] 施工过程中，电气系数控制采用集中控制与分散控制相结合的方式，即总控可对所有动作进行操作，在总控室许可的情况下，作业人员也可以通过手柄对就近的部分动作进行操作。这样即保证了安全，也增加了操作的灵活性。

[0108] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例，并非对本发明作任何限制，凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化，均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

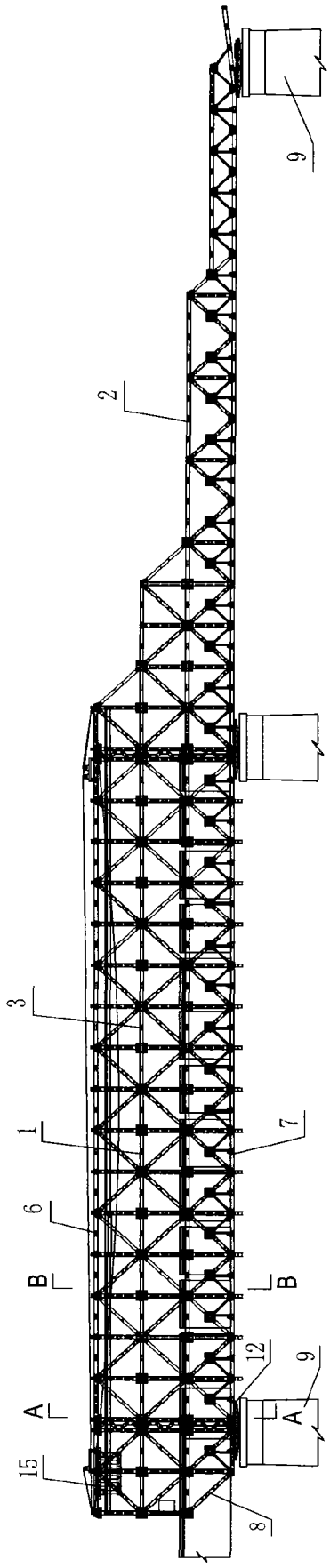


图 1

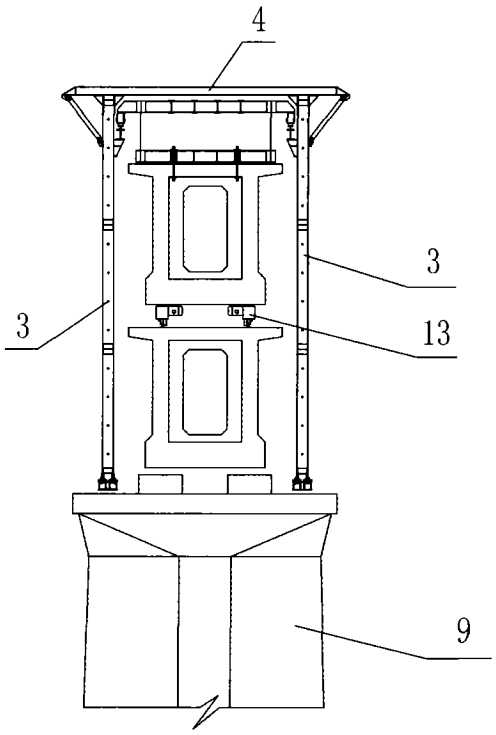


图 2

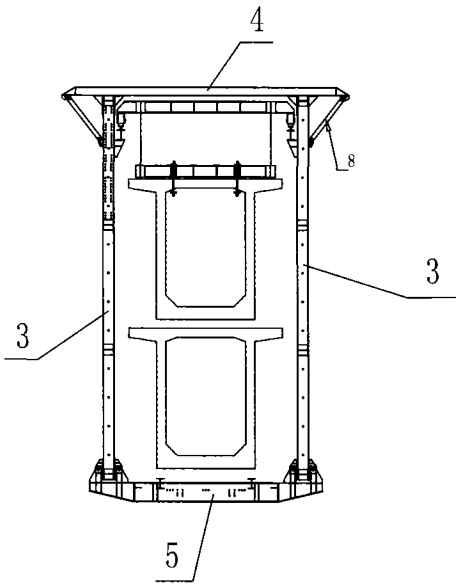


图 3

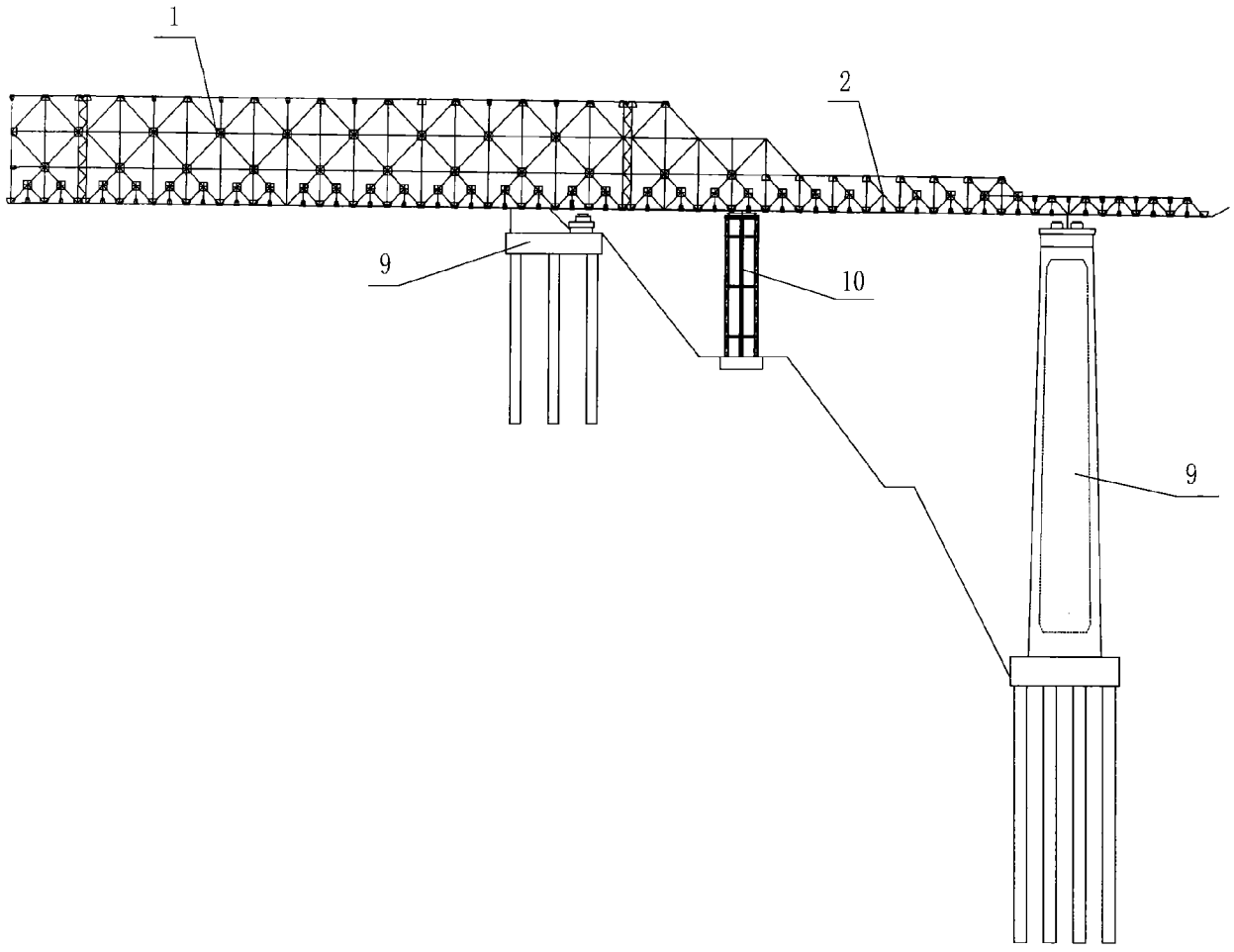


图 4

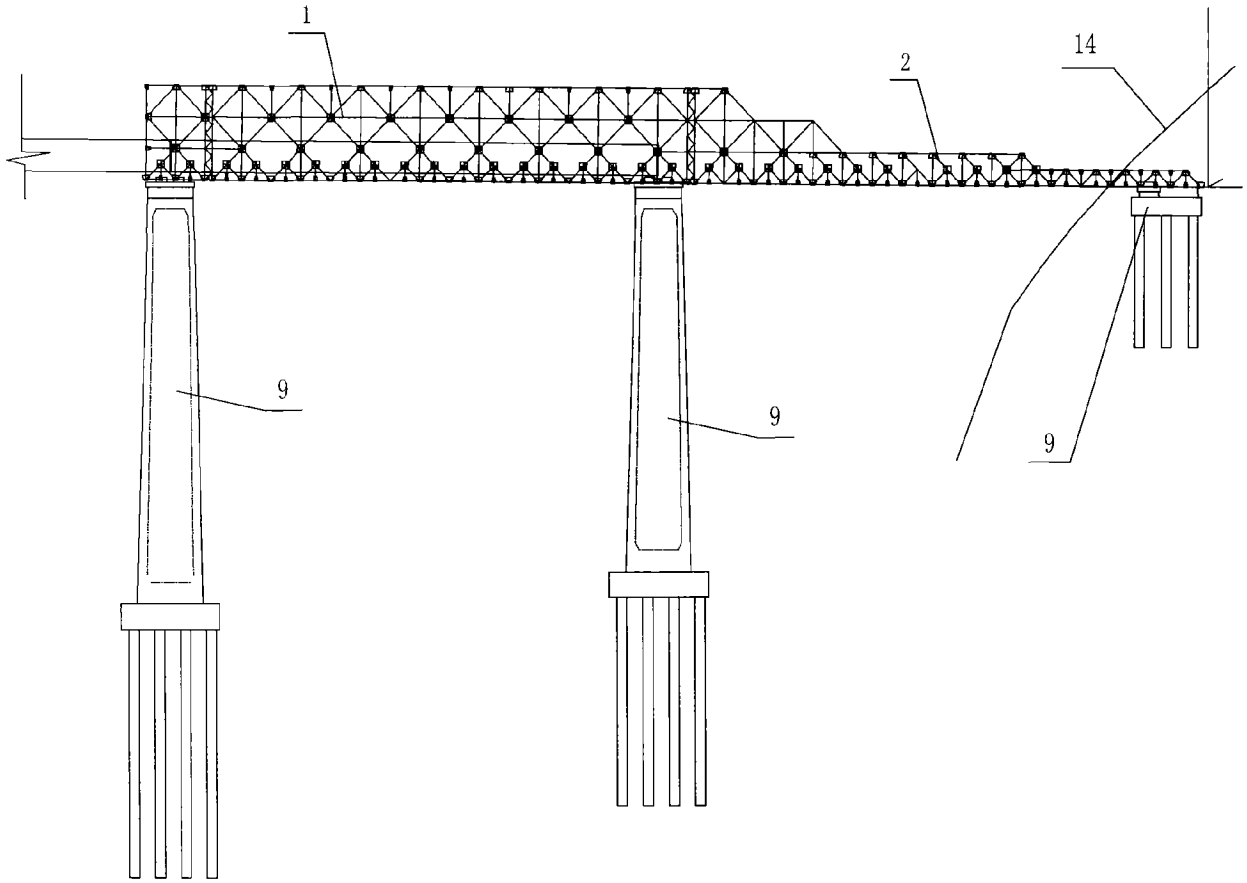


图 5