



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107806019 A

(43)申请公布日 2018.03.16

(21)申请号 201711085395.X

(22)申请日 2017.11.07

(71)申请人 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

(72)发明人 刘怀刚 谢明 高世强 肖向荣
杨卫平 吴建峰 费永忠 雷志超
李华彬 杨杰 赵升辉

(74)专利代理机构 北京市立方律师事务所
11330

代理人 刘延喜

(51)Int.Cl.

E01D 21/00(2006.01)

E01D 11/02(2006.01)

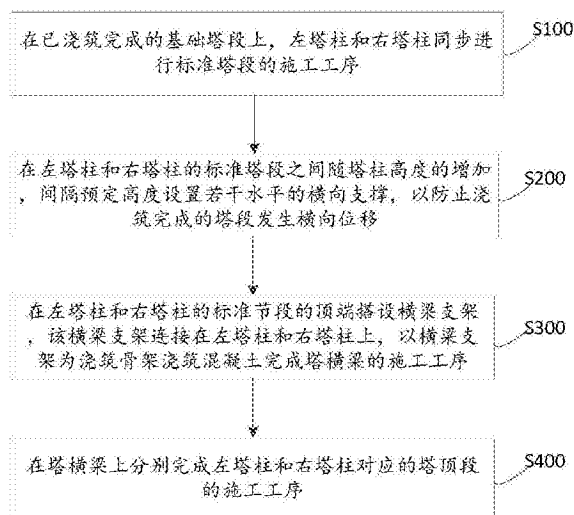
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

大跨度悬索桥门型索塔施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种大跨度悬索桥门型索塔施工方法,包括下列步骤:在已浇筑完成的基础塔段上,左塔柱和右塔柱同步进行标准塔段的施工工序;在左塔柱和右塔柱的标准塔段之间随塔柱高度的增加,间隔预定高度设置若干水平的横向支撑,以防止浇筑完成的塔段发生横向位移;在左塔柱和右塔柱的标准节段的顶端搭设横梁支架,横梁支架连接在左塔柱和右塔柱上,在横梁支架上完成塔横梁的施工工序;在塔横梁上分别完成左塔柱和右塔柱对应的塔顶段的施工工序。本发明提供的大跨度悬索桥门型索塔施工方法通过在同步施工的左右塔之间搭设横向支撑,并使横向支撑依照特定的高度间隔布设,能够良好保证施工质量,实现门型索塔的平稳安全施工。



1. 一种大跨度悬索桥门型索塔施工方法,所述门型索塔包括左塔柱\右塔柱和连接所述左塔柱和右塔柱的塔横梁,所述左塔柱和右塔柱从下至上分别包括基础塔段、标准塔段和塔顶段,其特征在于,所述施工方法包括下列步骤:

在已浇筑完成的基础塔段上,所述左塔柱和所述右塔柱同步进行标准塔段的施工工序;

在左塔柱和右塔柱的标准塔段之间随塔柱高度的增加,间隔预定高度设置若干水平的横向支撑,以防止浇筑完成的塔段发生横向位移;

在所述左塔柱和所述右塔柱的标准节段的顶端搭设横梁支架,所述横梁支架连接在所述左塔柱和所述右塔柱上,在所述横梁支架上完成所述塔横梁的施工工序;

在所述塔横梁上分别完成所述左塔柱和右塔柱对应的塔顶段的施工工序。

2. 根据权利要求1所述的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,其特征在于,所述基础塔段采用塔吊提升模板法浇筑完成,具体步骤至少包括:

设置第一层基础塔段的浇筑模板,在所述基础塔段塔身两侧的浇筑模板之间设置对拉螺杆,以防止塔身在浇筑过程中发生变形;

浇筑第一层基础塔段;

提升塔吊并拆除第一层基础塔段的浇筑模板,安装第二层基础塔段的浇筑模板,在所述基础塔段塔身的两侧浇筑模板之间设置对拉螺杆,浇筑第二层基础塔段。

3. 根据权利要求1所述的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,其特征在于,所述横向支撑以钢管制成。

4. 根据权利要求1所述的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,其特征在于,所述标准塔段的浇筑骨架由分节段搭接的劲性骨架组成,所述劲性骨架由角钢制成。

5. 根据权利要求1所述的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,其特征在于,所述间隔预定高度设置若干水平的横向支撑的步骤具体包括:

在所述左塔柱和所述右塔柱之间的待浇筑塔段上设置相对应的横撑预埋件,浇筑所述左塔柱和所述右塔柱的待浇筑塔段;

将所述横向支撑与所述横撑预埋件通过可拆卸连接件连接。

6. 根据权利要求1所述的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,其特征在于,所述预定高度的数值为预定函数变量。

7. 根据权利要求6所述的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,其特征在于,所述预定函数变量为等差变量。

8. 根据权利要求1所述的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,其特征在于,所述左塔柱和所述右塔柱镜像对称,所述左塔柱或所述右塔柱与竖直方向呈预定角度。

9. 根据权利要求1所述的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,其特征在于,所述横向支撑上设置施工通道。

10. 根据权利要求1所述的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,其特征在于,采用爬模施工工艺进行标准塔段的左塔柱和右塔柱施工,当爬模通过标准塔段上待施工的塔横梁区域后,搭设所述横梁支架进行塔横梁的施工,所述横梁支架采用钢管与桁架的组合支架;所述塔横梁的施工分两层进行。

大跨度悬索桥门型索塔施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁建筑工程领域,特别涉及一种大跨度悬索桥门型索塔施工方法。

背景技术

[0002] 近年来,我国交通基础工程建设发展迅猛,特别是以客运专线为代表的高速铁路以及公路工程中高速公路的发展尤为突出,交通建设日趋向我国纵深发展,地形条件越来越复杂,桥梁尤其是悬索桥的建设和使用也越来越多,门型索塔成为桥梁塔柱中一种经济合理的选择,它能够大大增加道路桥梁的跨度,节省工程投资,其经济效益非常明显,在实际工程中得到大量应用。

[0003] 然而,为了实现桥梁的大跨度,建设大跨度悬索桥,往往需要将牵引拉索的塔柱建的更高,并且门型索塔施工难度原本比传统塔柱的施工难度大,现要求其同时具备较高的高度,其施工难度更是进一步加大,对塔柱的施工工艺带来了更高的要求。

发明内容

[0004] 基于此,为解决较高高度的门型索塔的施工问题,提供一种大跨度悬索桥门型索塔施工方法。

[0005] 一种大跨度悬索桥门型索塔施工方法,所述门型索塔包括左塔柱\右塔柱和连接所述左塔柱和右塔柱的塔横梁,所述左塔柱和右塔柱从下至上分别包括基础塔段、标准塔段和塔顶段,所述施工方法包括下列步骤:

[0006] 在已浇筑完成的基础塔段上,所述左塔柱和所述右塔柱同步进行标准塔段的施工工序;

[0007] 在左塔柱和右塔柱的标准塔段之间随塔柱高度的增加,间隔预定高度设置若干水平的横向支撑,以防止浇筑完成的塔段发生横向位移;

[0008] 在所述左塔柱和所述右塔柱的标准节段的顶端搭设横梁支架,所述横梁支架连接在所述左塔柱和所述右塔柱上,在所述横梁支架上完成所述塔横梁的施工工序;

[0009] 在所述塔横梁上分别完成所述左塔柱和右塔柱对应的塔顶段的施工工序。

[0010] 在其中一个实施例中,所述基础塔段采用塔吊提升模板法浇筑完成,具体步骤至少包括:

[0011] 设置第一层基础塔段的浇筑模板,在所述基础塔段塔身两侧的浇筑模板之间设置对拉螺杆,以防止塔身在浇筑过程中发生变形;

[0012] 浇筑第一层基础塔段;

[0013] 提升塔吊并拆除第一层基础塔段的浇筑模板,安装第二层基础塔段的浇筑模板,在所述基础塔段塔身的两侧浇筑模板之间设置对拉螺杆,浇筑第二层基础塔段。

[0014] 在其中一个实施例中,所述横向支撑以钢管制成。

[0015] 在其中一个实施例中,所述标准塔段的浇筑骨架由分节段搭接的劲性骨架组成,所述劲性骨架由角钢制成。

- [0016] 在其中一个实施例中,所述间隔预定高度设置若干水平的横向支撑的步骤具体包括:
- [0017] 在所述左塔柱和所述右塔柱之间的待浇筑塔段上设置相对应的横撑预埋件,浇筑所述左塔柱和所述右塔柱的待浇筑塔段;
- [0018] 将所述横向支撑与所述横撑预埋件通过可拆卸连接件连接。
- [0019] 在其中一个实施例中,所述预定高度的数值为预定函数变量。
- [0020] 进一步的,所述预定函数变量为等差变量。
- [0021] 在其中一个实施例中,所述左塔柱和所述右塔柱镜像对称,所述左塔柱或所述右塔柱与竖直方向呈预定角度。
- [0022] 在其中一个实施例中,所述横向支撑上设置施工通道。
- [0023] 在其中一个实施例中,采用爬模施工工艺进行标准塔段的左塔柱和右塔柱施工,当爬模通过标准塔段上待施工的塔横梁区域后,搭设所述横梁支架进行塔横梁的施工,所述横梁支架采用钢管与桁架的组合支架;所述塔横梁的施工分两层进行。
- [0024] 本发明提供的大跨度悬索桥门型索塔施工方法通过在同步施工的左右塔之间搭设横向支撑,并使横向支撑依照特定的高度间隔布设,能够良好保证施工质量,实现门型索塔的平稳安全施工。

附图说明

- [0025] 图1为本发明一实施例中门型索塔整体结构示意图;
- [0026] 图2为本发明一实施例中门型索塔施工方法流程图;
- [0027] 图3为本发明一实施例中门型索塔的基础塔段的施工方法流程图;
- [0028] 图4为本发明一实施例中门型索塔(部分)横向支撑设置结构示意图;
- [0029] 图5为本发明一实施例中门型索塔的横向支撑设置方法流程图;
- [0030] 图6为本发明一实施例中门型索塔的横梁支架设置结构示意图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和示例性实施例对本发明作进一步地描述,其中附图中相同的标号全部指的是相同的部件。此外,如果已知技术的详细描述对于示出本发明的特征是不必要的,则将其省略。

[0032] 如图1所示,门型索塔一般包括左右两根塔柱,左塔柱220和右塔柱210以彼此为基准相对设置,在门型索塔的顶端还设有连接左塔柱220和右塔柱210的塔横梁300,为更准确地描述门型索塔,将门型索塔划段,左塔柱220和右塔柱210从下至上分别包括基础塔段100、标准塔段200和塔顶段400。本发明提供一种门型索塔的施工方法,如图2所示,该施工方法包括下列步骤:

[0033] 步骤S100:在已浇筑完成的基础塔段100上,左塔柱220和右塔柱210同步进行标准塔段200的施工工序。在进行门型索塔施工之前,须首先调查研究门型索塔所在地的地形、地质以及气候条件等重要参数,还要根据这些参数先期进行塔柱地基的搭建,其详细内容属于建筑工程领域的现有技术,此处不多加赘述。基础塔段100是整个门型索塔的基础,承载门型索塔的全部重量,由于该塔段直接扎根在地面,有其自身现成特有的施工工艺,在本

发明的一个实施例中采取塔吊提升模板法完成基础塔段100的浇筑,塔吊提升模板由独立的模板体系、操作平台系统和提升塔吊三部分组成,采用塔吊提升模板施工时,模板体系由定型模板组成,第一次安装完成的模板,浇筑砼结构后,进行第二次砼结构时,只拆除第一、第二块模板,用提升塔吊将其安装在第一次砼的模板之上,如此循环,即可完成全部的砼结构。塔吊选用及安装根据工程设计要求进行,在此亦不多赘述,现描述塔吊提升模板法浇筑的具体步骤,如图3所示,其至少包括:

[0034] 步骤S110:设置第一层基础塔段100的浇筑模板,在基础塔段100塔身两侧的浇筑模板之间设置对拉螺杆,以防止塔身在浇筑过程中发生变形。

[0035] 步骤S120:浇筑第一层基础塔段100。

[0036] 步骤S130:提升塔吊并拆除第一层基础塔段100的浇筑模板,安装第二层基础塔段100的浇筑模板,在所述基础塔段100塔身的两侧浇筑模板之间设置对拉螺杆,浇筑第二层基础塔段100。

[0037] 当基础塔段100的设计段高较大,需要采取多层浇筑时,可反复进行上述工艺,直到完成整个基础塔段100的浇筑施工。一般基础塔段100为方形或者类方形,在构成基础塔段100塔身的相对的两侧浇筑模板之间设置对拉螺杆是为模板结构的结构强度提供进一步保障,当浇筑模板面积较大时,其中间部位难免受到流体态的混凝土由中间向两边的冲击或挤压而变形,用对拉螺杆将两侧浇筑模板拉紧,可以大幅度对抗这种冲击或挤压造成的变形,确保基础塔段100的施工质量。另外,该对拉螺杆在混凝土凝固后留在基础塔段100内,也能够作为基础塔段100的混凝土骨架结构,进一步加强基础塔段100的力学性能和寿命。

[0038] 待施工完基础塔段100,构建好门型索塔的基础之后,即开始建造门型索塔的标准节段,标准塔段200包括左右塔两部分,由于是门型索塔,采取左右塔柱210同步施工,可以为工程施工提供更多便利。作为一个优选的方案,为使塔柱重心更加靠近建筑体的中间以及重心更低,标准塔段200上的左塔柱220和右塔柱210镜像对称,并且左塔柱220或右塔柱210与竖直方向呈一定的倾斜角,例如 5° 、 10° 等等根据工程实际情况预先设定好、计算好的角度。

[0039] 门型索塔主要为混凝土结构,该结构中必然会采取钢筋浇筑骨架,作为一个优选的方案,标准塔段200的浇筑骨架由分节段搭接的劲性骨架组成,而该劲性骨架由角钢制成。为详细描述劲性骨架的设置过程,现列举操作实例:塔柱首节3m高为实心段,开始进行塔柱劲性骨架安装,节段长度3.2m,塔柱间劲性骨架标准节段高按9m/节分节设置,局部节段随塔柱单次浇注调整。标准节段施工中,每节段塔柱浇筑完成后,劲性骨架相对于节段端面外露的预留长度为20cm,即钢筋骨架每次安装9m,与上一段中外露的劲性骨架搭接后,劲性骨架总高度为9.2m。每段劲性骨架拟作两次浇注高度使用。劲性骨架竖向采用 $L752 \times 8$ 角钢,横撑和剪刀撑采用 $L752 \times 6$ 角钢,考虑到塔的劲性骨架在施工中主要承受钢筋的倾斜重量的定位作用,为增加其刚度,特在劲性骨架的四角上做成小框架。再者,考虑到混凝土结构中主筋的安装精度,保持劲性骨架的外围尺寸比塔柱中外围结构物各边的尺寸小12cm。

[0040] 步骤S200:在左塔柱220和右塔柱210的标准塔段200之间随塔柱高度的增加,间隔预定高度设置若干水平的横向支撑500,以防止浇筑完成的塔段发生横向位移。如图4所示,由于门型索塔的高度较高,为保证左右塔柱210的施工质量,采用左右塔同步施工,且在左

右塔之间设置水平的横向支撑500,当左右塔同步施工到一定高度时,在二者之间设置一个横向支撑500,以保证左右塔整体的力学稳定性,避免其倾斜甚至倒塌,当达到另外一个新的高度时,再设置另一个横向支撑500。由于门型索塔可能采取不同的样式,比如塔柱的横截面不同,左右塔柱210可能与竖直方向呈一定的角度,而该角度亦随桥梁实际工作场所不同而有所不同,因而在左右塔段上间隔的预定高度是一个变量,优选的,其中一个实施例中该预定高度的数值为预定的函数变量,即可能以左右塔离基础塔段100塔顶的高度为自变量,以预定高度为应变量,或者以左右塔离基础塔段100塔顶的高度和左右塔与竖直方向的角度为自变量,以预定高度为应变量,函数关系可能是线性函数关系,例如该预定高度相同,具体为左右塔柱210每上升5m设置一横向支撑500,或是预定高度对应的预定函数变量为等差变量,假设左右塔柱210分三层,第一层5m、第二层4m、第三层3m,在每层顶端处设置一横向支撑500,如此横向支撑500之间的间距呈等差数列变化,因为随着高度的增加,塔柱越来越不稳定,设置更加密集的横向支撑500可充分维持塔柱的力学平衡状态;也可能是非线性函数关系,多元函数关系等,例如横向支撑500之间的间距呈等比变量关系。具体数值和数量关系的采用本领域设计人员能够知晓,在此不再详细叙述。

[0041] 横向支撑500可采取多种材料制备,如原木、钢材等,优选金属材质,例如钢管,钢管的具体尺寸根据实际需要选用,一般横向支撑500包括至少两根以上的钢管,确保其加固作用的实现。

[0042] 当确定好横向支撑500的设置间距以及使用的材料之后,就需要考虑将其装设在左塔柱220和右塔柱210之间,如图5所示,本发明一个优选的实施例中采取下列步骤的安装步骤:

[0043] 步骤S210:在左塔柱220和右塔柱210之间的待浇筑塔段上设置相对应的横撑预埋件,浇筑左塔柱220和右塔柱210的待浇筑塔段。设置横向支撑500之前,必须预先在塔柱上设置相关预埋件,待将塔柱浇筑完成,这些预埋件就成为塔柱上坚固的结构件。除横撑预埋件之外,在塔身的建设过程中需要设置的预埋件有很多,塔柱预埋件主要分为两类:永久预埋件和临时预埋件。永久预埋件为爬梯及电梯、检修平台、供配电设施及供电电缆、照明设施、索鞍预埋件、避雷设施、排水和通风设施等预埋件;临时预埋件为塔吊、施工电梯、泵管、养生水管、电缆定位、塔柱爬模、横向施工通道510、横梁施工支架、张拉平台等施工时所需预埋件。

[0044] 步骤S220:与横撑预埋件通过可拆卸连接件连接。待将横撑预埋件设置好之后,就可以将横向支撑500连接在左右塔分别对应的横撑预埋件上,形成对左右塔柱210的支撑,防止左右塔柱210在塔柱整个施工过程中发生横向的偏移。横向支撑500与横撑预埋件之间的连接采用可拆卸连接,在完成整个塔柱的施工之前,使横向支撑500保持塔柱的力学稳定性,在施工完成之后,依靠门型索塔自身横梁以及坚固的混凝土结构即可保持塔柱的力学平衡状态,可方便地将横向支撑500拆除。

[0045] 作为一个优选的方案,如图4所示,横向支撑500除了能够确保左右塔柱210在施工过程中的力学稳定性之外,还能够采取在横向支撑500上设置施工通道510的措施,提高施工过程的便利性。为便于施工人员在门型索塔左右两个塔柱之间施工的来往,在塔柱之间设置横向施工通道510,人员可通过在塔柱上预设的通道平台进行中转。例如,在搭设好横向支撑500之后,在横向支撑500上采用角钢搭设横截面为矩形的施工通道510,通道宽度为

2m左右,高度为1.2~1.5m,该施工通道510可在底面上提前搭设构建好,通过塔吊吊装到横向支撑500位置并与横向支撑500连接。优选的,在横向支撑500上还架设有与横向支撑500垂直的竖向支撑520,该竖向支撑520的支撑点设置在横向支撑500的中心,该竖向支撑520一端与地面连接,一端与横向支撑500的中心连接,或者一端与某层横向支撑500连接,另一端与该层的下一层横向支撑500连接,架设竖向支撑520能够增加整个支撑结构的结构强度,提高对塔柱的支撑力,另一方面还能够增加可能架设在横向支撑500上的施工通道510的安全性。

[0046] 步骤S300:在左塔柱220和右塔柱210的标准节段的顶端搭设横梁支架310,该横梁支架310连接在左塔柱220和右塔柱210上,在横梁支架310上完成塔横梁300的施工工序。主要施工流程依次为:混凝土凿毛处理、支架及底模安装、钢筋制作与安装、预应力制作与安装、模板设计及安装、混凝土浇筑、模板拆除、混凝土养生、预应力张拉、压浆。

[0047] 其中在横梁施工之前,需将对横梁截面范围内的混凝土面进行二次凿毛处理,第一次凿毛已在塔柱混凝土强度达到预定值(如10Mpa)时进行。并用水将结合面清洗干净,同时对横梁模板边口竖向连接缝范围内的砼面进行整平,并对相关预埋件如预埋钢筋套筒进行表面清洁。

[0048] 作为一个优选的方案,如图6所示,采用爬模施工工艺进行标准塔段200的左塔柱220和右塔柱210施工,当爬模通过标准塔段200上待施工的塔横梁300区域后,搭设所述横梁支架310进行塔横梁300的施工,所述横梁支架310采用钢管与桁架的组合支架;所述塔横梁300的施工分两层进行。横梁分两次搭建模板,两次浇筑混凝土,详细例如,第一次浇筑横梁底板及3.2m高腹板,合计4.0m高;第二次浇2.2m高腹板、顶板及1.3m高护墙,合计4.3m高。横梁施工采用钢管与桁架形式的组合支架,支架下端与预埋件连接固定,底板采用厚度较大的大块钢模,如10cm厚,侧面板采用大块钢模,而内模采用小钢管、顶托和竹胶板的组合形式。当塔横梁300区域的塔柱段施工完毕后,进行桁架承重梁以及底模的拼装,详细安装流程依次为:升高支撑钢管及焊接牛腿、支撑钢管上架设枕梁、在塔身预埋牛腿、搭设桁架承重梁、架设型钢横梁、架设分配梁、安装底模。进行混凝土浇筑并待混凝土达到强度后拆除内、外模板,拆除流程依次为:待底模降落脱离横梁底面混凝土,拆除底模、拆除分配梁、拆除型钢横梁、拆除桁架承重梁、拆除枕梁、拆除支撑钢管,最后拆除塔柱牛腿。

[0049] 步骤S400:在塔横梁300上分别完成左塔柱220和右塔柱210对应的塔顶段400的施工工序。完成塔横梁300的浇筑后,就进行门型索塔最后部分的施工,塔顶段400主要是塔冠,装设塔冠的作用一则令整个门型塔更加美观,二则从技术层面上还起到进一步固定锚具,确保即将在门型索塔上安装的桥索满足设计强度的作用。该塔顶段400的施工是在等待索缆施工之后进行,利用施工塔吊配合液压爬模进行施工。

[0050] 综上所述,使用本发明所提供的大跨度悬索桥门型索塔施工方法,能够良好保证施工质量,实现大跨度悬索桥门型索塔的安全平稳施工。

[0051] 虽然上面已经示出了本发明的一些示例性实施例,但是本领域的技术人员将理解,在不脱离本发明的原理或精神的情况下,可以对这些示例性实施例做出改变,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

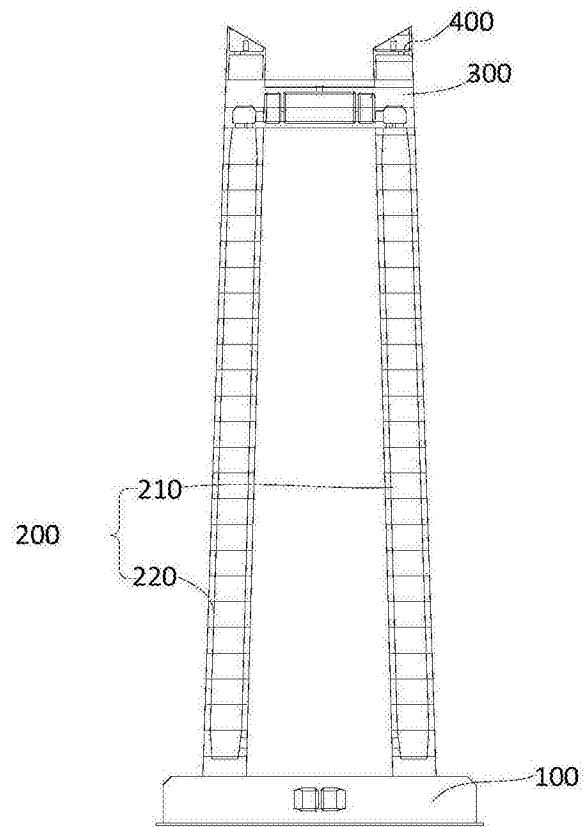


图1

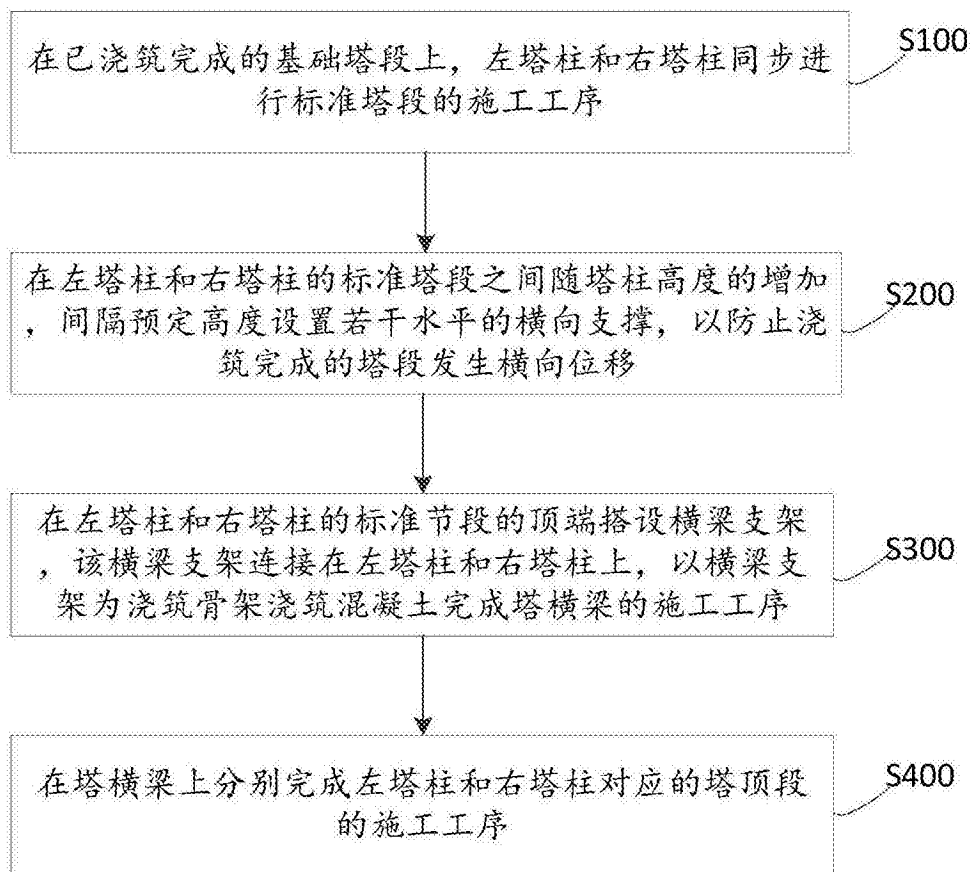


图2

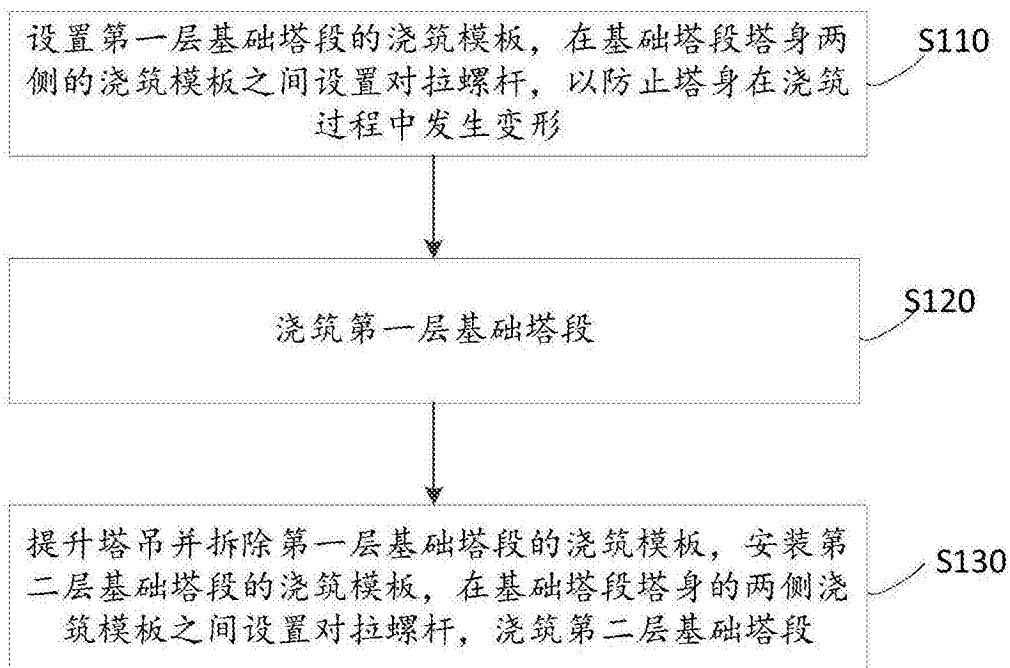


图3

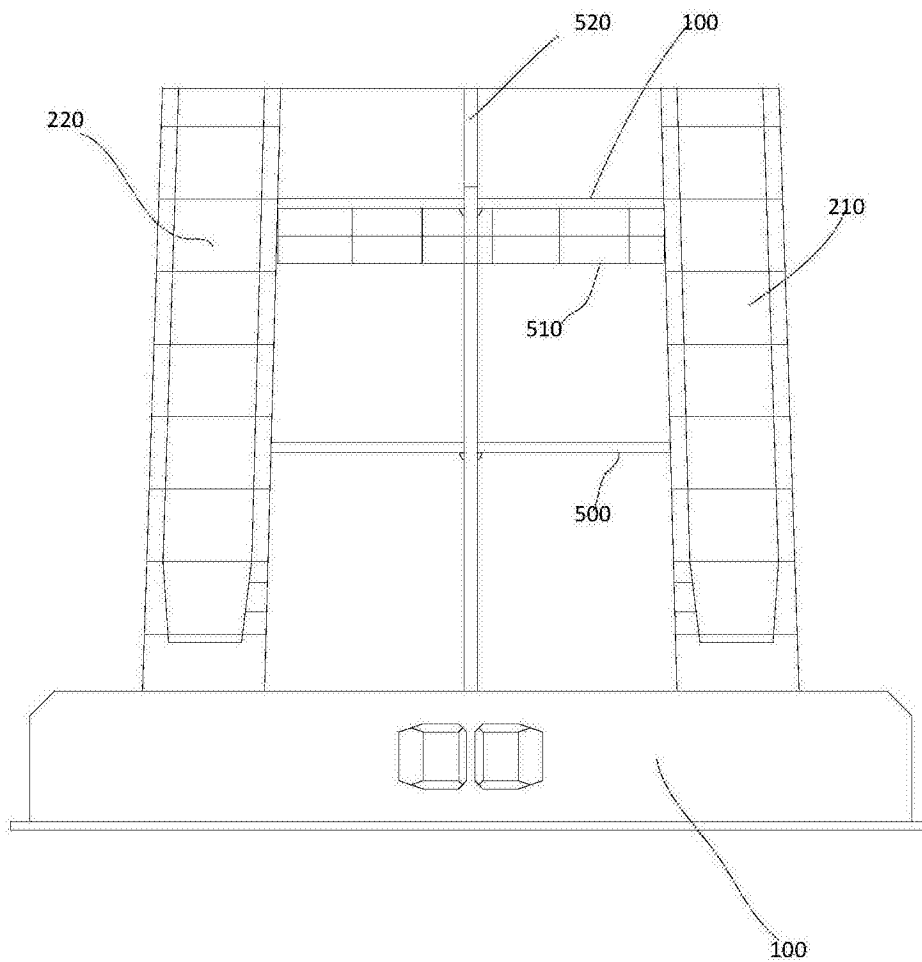


图4

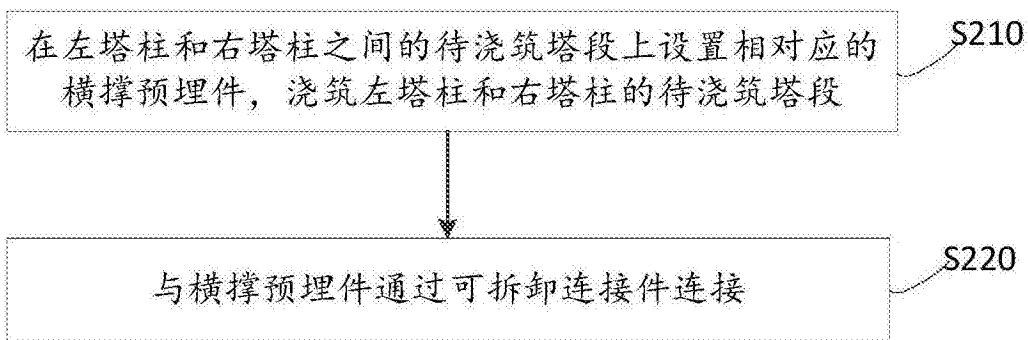


图5

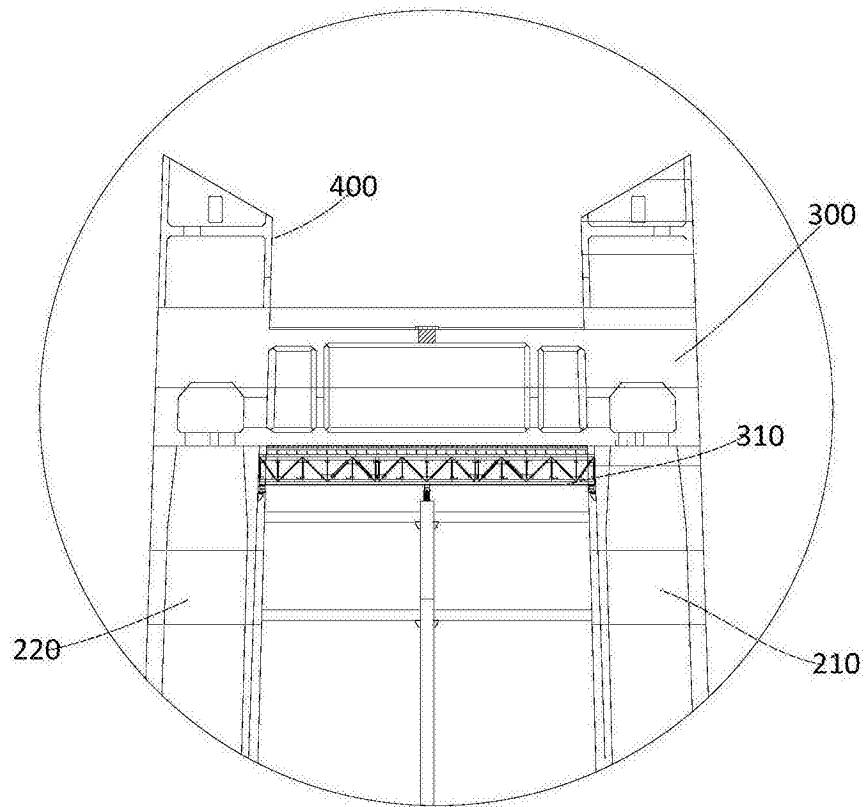


图6