(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115387234 A
(43)申请公布日 2022.11.25

(21)申请号 202211099835.8
(22)申请日 2022.09.09
(71)申请人 中铁广州工程局集团桥梁工程有限公司
地址 510800 广东省广州市花都区新华街松园大道26号办公楼302(仅限办公用途)
申请人 中铁广州工程局集团有限公司
(72)发明人 单翔 王贵羽 王少鹏 贺清华 毛洪建 张应红 贾帅兵 孟庆 张纪林 皮胜
(74)专利代理机构 北京维正专利代理有限公司 11508
专利代理师 杨云
(51)Int.Cl.
E01D 21/00(2006.01)

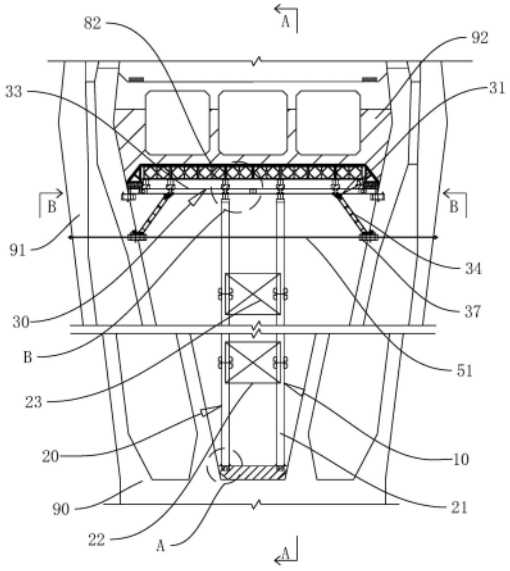
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统及施工方法

(57)摘要

本申请公开了一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，包括设置于塔墩顶部的横梁支架，横梁支架包括若干根钢管立柱以及设置于钢管立柱远离塔墩的一端的牛腿托架，塔墩顶部设有第一预埋件，第一预埋件的一端预埋于塔墩内，另一端伸出塔墩与钢管立柱固定连接，相邻的两根钢管立柱之间设有用于连接固定两者的连接组件；相邻的两个牛腿托架之间设有用于使得两者相互固定的托架连接系，牛腿托架包括至少两个相互拼接的半托架，两个半托架的交接处设有连接板，牛腿托架上设有贝雷梁。本申请具有有效地减少了安装横梁支架的用钢量，并且保证了贝雷梁对底模模板的支撑强度，又有效减轻了采取钢牛腿与钢拱架进行支撑的吊装工作量与安装难度的效果。



CN 115387234 A

1.一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，包括设置于塔墩(90)顶部的横梁支架(10)，其特征在于：所述横梁支架(10)包括若干根钢管立柱(20)以及设置于钢管立柱(20)远离塔墩(90)的一端的牛腿托架(30)，塔墩(90)顶部设置有第一预埋件(40)，所述第一预埋件(40)的一端预埋于塔墩(90)内，另一端伸出塔墩(90)与所述钢管立柱(20)固定连接，相邻的两根所述钢管立柱(20)之间设置有用于连接固定两者的连接组件；相邻的两个所述牛腿托架(30)之间设置有用于使得两者相互固定的托架连接系(60)，所述牛腿托架(30)包括至少两个相互拼接的半托架(31)，两个所述半托架(31)的交接处固定设置有连接板(32)，所述牛腿托架(30)上设置有用于支撑底模模板的贝雷梁(82)。

2.根据权利要求1所述的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，其特征在于：所述半托架(31)包括水平杆(33)以及设置于水平杆(33)朝向塔墩(90)的一侧的牛腿(34)，下塔柱(91)的侧壁设置有第二预埋件(35)，所述第二预埋件(35)远离下塔柱(91)的一端固定设置于所述水平杆(33)朝向塔墩(90)的一侧，下塔柱(91)的侧壁还设置有第三预埋件(37)，所述第三预埋件(37)远离下塔柱(91)的一端与所述牛腿(34)远离所述水平杆(33)的一端固定连接，所述牛腿(34)远离所述第三预埋件(37)的一端固定连接于所述水平杆(33)的底侧，所述钢管立柱(20)的底端设置有第一分配梁(11)，所述第一分配梁(11)背离所述钢管立柱(20)的一侧固定连接于所述水平杆(33)。

3.根据权利要求1所述的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，其特征在于：所述托架连接系(60)包括若干根纵杆(61)以及设置于相邻的两根纵杆(61)之间的斜杆(62)，所述纵杆(61)的两端分别固定设置于相邻的两个所述半托架(31)的水平杆(33)上，所述斜杆(62)的两端固定设置于相邻的两根所述纵杆(61)。

4.根据权利要求1所述的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，其特征在于：所述钢管立柱(20)包括若干根相互拼接的钢管柱(21)，上下的两根所述钢管柱(21)之间通过法兰固定连接，所述钢管柱(21)的底端与所述第一预埋件(40)固定连接。

5.根据权利要求4所述的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，其特征在于：所述第一预埋件(40)包括若干根设置于塔墩(90)内的勾持钢筋(41)以及设置于勾持钢筋(41)的顶端的固定板(42)，所述固定板(42)朝向所述勾持钢筋(41)的一侧抵接于塔墩(90)的顶面，所述固定板(42)背离塔墩(90)的一侧设置有若干块支撑板(43)，所述支撑板(43)与所述钢管柱(21)的底端固定连接。

6.根据权利要求2所述的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，其特征在于：所述水平杆(33)背离所述第二预埋件(35)的一侧设置有若干块侧向限位钢板(70)，所述侧向限位钢板(70)之间设置有钢楔块(71)，所述钢楔块(71)上设置有第二分配梁(72)，所述第二分配梁(72)的一端抵接于所述钢楔块(71)。

7.根据权利要求6所述的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，其特征在于：所述第二分配梁(72)背离所述钢楔块(71)的一侧设置有三角支架(80)，所述三角支架(80)设置于所述贝雷梁(82)朝向下塔柱(91)的一侧，所述三角支架(80)与所述贝雷梁(82)之间设置有用于将两者顶紧的抵紧部(83)。

8.根据权利要求7所述的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，其特征在于：所述三角支架(80)内设置有支撑杆(81)，所述支撑杆(81)的两端分别设置于所述三角支架(80)的直角边与斜边。

9.根据权利要求4所述的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，其特征在于：所述连接组件包括连接杆(22)，所述连接杆(22)的两端分别固定连接于相邻的两根所述钢管柱(21)，相邻的两根所述连接杆(22)之间还设置有斜撑杆(23)。

10.一种超高菱形塔墩下横梁的施工方法，采用权利要求1至9任意一项所述模板系统，其特征在于：包括，

S1、施工放线：根据图纸说明及施工要求，在菱形索塔的塔墩(90)顶部进行施工放线；

S2、钢管立柱(20)以及第一预埋件(40)安装：在塔墩(90)顶部预埋第一预埋件(40)，并在第一预埋件(40)上安装钢管立柱(20)，并将钢管立柱(20)安装于两根下塔柱(91)之间，钢管立柱(20)包括若干根相互拼接的钢管柱(21)，将两根钢管柱(21)通过法兰相互固定，并在相邻的两根钢管立柱(20)之间安装多根连接杆(22)与斜撑杆(23)；

S3、第一分配梁(11)安装：在钢管立柱(20)的顶端设置桩帽(24)，并在第一分配梁(11)与每组钢管立柱(20)的桩帽(24)的交接处通过焊接固定；

S4、牛腿托架(30)、第二预埋件(35)以及第三预埋件(37)安装：在下塔柱(91)的侧壁预埋第二预埋件(35)与第三预埋件(37)，并吊装半托架(31)至两根下塔柱(91)之间，使得水平杆(33)与第二预埋件(35)固定连接，并在水平杆(33)靠近下塔柱(91)的一端设置第二分配梁(72)，使得水平杆(33)的结构强度得到加强；牛腿(34)远离水平杆(33)的一端与第三预埋件(37)固定连接，待两个半托架(31)均固定后，再在两个半托架(31)的交接处焊接连接板(32)；

S5、第三分配梁(13)与贝雷梁(82)安装：在水平杆(33)上安装沙箱(12)，并在沙箱(12)上搭设第三分配梁(13)，水平杆(33)和第三分配梁(13)的相交处均放置沙箱(12)；然后用塔吊将贝雷梁(82)吊装至第三分配梁(13)上；

S6、第四分配梁(84)与底模安装：在贝雷梁(82)上沿纵向搭设第四分配梁(84)，并将底模模板安装于第四分配梁(84)上；

S7、底模钢筋骨架、腹板钢筋骨架以及预应力钢绞线安装：横梁支架(10)预压后，将底模钢筋骨架安装至底模模板上，并在底模钢筋骨架上绑扎腹板钢筋骨架，然后将腹板内、外模板安装于腹板钢筋骨架的两侧；在第三预埋件(37)的两侧开设预应力拉杆预留孔道(50)，并在预应力拉杆预留孔道(50)内安装预应力钢绞线；

S8、混凝土浇筑：对底模钢筋骨架、腹板钢筋骨架以及腹板内、外模板形成的浇筑区域进行第一次混凝土浇筑，待混凝土养护完后，对预应力钢绞线进行第一次张拉；然后安装下横梁顶板支架以及顶模模板，并绑扎顶板钢筋骨架，然后对其进行第二次混凝土浇筑；

S9、横梁支架(10)拆除：当施工完成后，对横梁支架(10)进行拆除，利用沙箱(12)放沙后进行拆除，然后对预应力钢绞线进行第二次张拉。

一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统及施工方法

技术领域

[0001] 本申请涉及桥梁施工技术领域，尤其是涉及一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统及施工方法。

背景技术

[0002] 斜拉桥，又称斜张桥，是一种将主梁用许多拉索直接拉在桥塔上的桥梁，是由承压的塔、受拉的索和承弯的梁体组合起来的一种结构体系。由于斜拉桥具有造型美观、跨度大降低建筑高度，减轻了结构重量等优点，被广泛应用于桥梁建造设计中。

[0003] 斜拉桥主要由索塔、主梁、斜拉索组成，索塔结构有多种类型，主要根据拉索的布置要求、桥面宽度以及主梁跨度等因素进行选用。而在土木工程中，尤其在山区地带，菱形索塔施工工程较多。菱形索塔包括塔墩、下塔柱、中塔柱以及上塔柱，塔墩竖直设置于地面，两根下塔柱向外倾斜，两根中塔柱与上塔柱向内倾斜。其中，下横梁设置在下塔柱与中塔柱的折线相交处，下横梁位置受力复杂，结构尺寸大，混凝土方量量大，属高空施工作业，是斜拉桥施工中的一个高风险环节。现有技术中，下横梁的施工方式主要包括两种，一是下横梁离地不高的情况下，采用落地钢支架作为横梁支架，支撑下横梁的底模模板从而对下横梁进行施工；二是离地高的横梁采用钢牛腿加钢拱架作为横梁支架，支撑底模模板从而对下横梁进行施工。

[0004] 然而，现有的对下横梁进行施工的施工方式需要较多的钢管材料，同样需要安装较多的支架附墙埋件，导致所需的用钢量大，并且横梁支架的安装和拆除时吊装工作量较大，安装难度也较大。

发明内容

[0005] 为了改善相关的对下横梁进行施工的施工方式所需的用钢量大，且吊装工作量较大，安装难度较大的弊端，本申请提供一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统及施工方法。

[0006] 本申请提供的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统采取如下的技术方案：

一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，包括设置于塔墩顶部的横梁支架，所述横梁支架包括若干根钢管立柱以及设置于钢管立柱远离塔墩的一端的牛腿托架，塔墩顶部设置有第一预埋件，所述第一预埋件的一端预埋于塔墩内，另一端伸出塔墩与所述钢管立柱固定连接，相邻的两根所述钢管立柱之间设置有用于连接固定两者的连接组件；相邻的两个所述牛腿托架之间设置有用于使得两者相互固定的托架连接系，所述牛腿托架包括至少两个相互拼接的半托架，两个所述半托架的交接处固定设置有连接板，所述牛腿托架上设置有用于支撑底模模板的贝雷梁。

[0007] 通过采用上述技术方案，在对下横梁进行施工前，需要在塔墩顶部安装横梁支架，首先在塔墩顶部预埋第一预埋件，再将钢管立柱与第一预埋件相互固定，有效地减少了相关技术中安装横梁支架的用钢量。当钢管立柱安装完成后，在两根下塔柱之间安装牛腿托架，首先将半托架固定安装于下塔柱的侧壁，再用连接板焊接于半托架的交接处，通过牛腿

托架的设置，既保证了贝雷梁对底模模板的支撑强度，又有效减轻了采取钢牛腿与钢拱架进行支撑的吊装工作量与安装难度。

[0008] 优选的，所述半托架包括水平杆以及设置于水平杆朝向塔墩的一侧的牛腿，下塔柱的侧壁设置有第二预埋件，所述第二预埋件远离下塔柱的一端固定设置于所述水平杆朝向塔墩的一侧，下塔柱的侧壁还设置有第三预埋件，所述第三预埋件远离下塔柱的一端与所述牛腿远离所述水平杆的一端固定连接，所述牛腿远离所述第三预埋件的一端固定连接于所述水平杆的底侧，所述钢管立柱的底端设置有第一分配梁，所述第一分配梁背离所述钢管立柱的一侧固定连接于所述水平杆。

[0009] 通过采用上述技术方案，在安装牛腿托架时，首先在下塔柱的侧壁安装第二预埋件与第三预埋件，再将水平杆靠近下塔柱的一端与第二预埋件固定连接，再将牛腿的一端与水平杆固定连接，牛腿远离水平杆的一端固定连接于第三预埋件，通过设置多根水平杆，辅以牛腿的设置对水平杆进行支撑，既保证了对底模模板的支撑强度，又有效减轻了采取钢牛腿与钢拱架进行支撑的吊装工作量与安装难度。

[0010] 优选的，所述托架连接系包括若干根纵杆以及设置于相邻的两根纵杆之间的斜杆，所述纵杆的两端分别固定设置于相邻的两个所述半托架的水平杆上，所述斜杆的两端固定设置于相邻的两根所述纵杆。

[0011] 通过采用上述技术方案，当设置好牛腿托架后，在相邻的水平杆之间设置纵杆与斜杆，使得相邻的两个牛腿托架相互连接固定，有效地增强了牛腿托架对贝雷梁的支撑强度。

[0012] 优选的，所述钢管立柱包括若干根相互拼接的钢管柱，上下的两根所述钢管柱之间通过法兰固定连接，所述钢管柱的底端与所述第一预埋件固定连接。

[0013] 通过采用上述技术方案，在对下横梁进行施工前，首先在塔墩内预埋第一预埋件，再将钢管柱与第一预埋件固定连接，然后将多根钢管柱通过法兰固定连接，从而对牛腿托架进行支撑。

[0014] 优选的，所述第一预埋件包括若干根设置于塔墩内的勾持钢筋以及设置于勾持钢筋的顶端的固定板，所述固定板朝向所述勾持钢筋的一侧抵接于塔墩的顶面，所述固定板背离塔墩的一侧设置有若干块支撑板，所述支撑板与所述钢管柱的底端固定连接。

[0015] 通过采用上述技术方案，当钢管柱的底端放置于固定板上时，支撑板抵接于钢管柱的侧壁，再对支撑板与钢管柱的抵接处进行焊接，从而使得钢管柱与第一预埋件相互固定。

[0016] 优选的，所述水平杆背离所述第二预埋件的一侧设置有若干块侧向限位钢板，所述侧向限位钢板之间设置有钢楔块，所述钢楔块上设置有第二分配梁，所述第二分配梁的一端抵接于所述钢楔块。

[0017] 通过采用上述技术方案，在侧向限位钢板之间设置钢楔块与第二分配梁，从而加强了水平杆的结构强度，进而加强了牛腿托架对下横梁的支撑强度。

[0018] 优选的，所述第二分配梁背离所述钢楔块的一侧设置有三角支架，所述三角支架设置于所述贝雷梁朝向下塔柱的一侧，所述三角支架与所述贝雷梁之间设置有用于将两者顶紧的抵紧部。

[0019] 通过采用上述技术方案，当将贝雷梁吊装至牛腿托架的上方时，贝雷梁两侧的三

角支架对贝雷梁起到限位的作用，并且通过抵紧部的设置，有效地减少在对贝雷梁进行固定时贝雷梁发生移位的情况。

[0020] 优选的，所述三角支架内设置有支撑杆，所述支撑杆的两端分别设置于所述三角支架的直角边与斜边。

[0021] 通过采用上述技术方案，从而提升了三角支架的结构强度。

[0022] 优选的，所述连接组件包括连接杆，所述连接杆的两端分别固定连接于相邻的两根所述钢管柱，相邻的两根所述连接杆之间还设置有斜撑杆。

[0023] 通过采用上述技术方案，当钢管柱安装完成后，在相邻的两根钢管柱之间安装连接杆，从而连接固定相邻的两根钢管柱，配合斜撑杆的设置，进一步增强了钢管立柱对牛腿托架的支撑强度。

[0024] 本申请的目的二在于提供一种超高菱形塔墩下横梁的施工方法。

[0025] 本申请提供的一种超高菱形塔墩下横梁的施工方法采取如下方案：

一种超高菱形塔墩下横梁的施工方法，包括，

S1、施工放线：根据图纸说明及施工要求，在菱形索塔的塔墩顶部进行施工放线；

S2、钢管立柱以及第一预埋件安装：在塔墩顶部预埋第一预埋件，并在第一预埋件上安装钢管立柱，并将钢管立柱安装于两根下塔柱之间，钢管立柱包括若干根相互拼接的钢管柱，将两根钢管柱通过法兰相互固定，并在相邻的两根钢管立柱之间安装多根连接杆与斜撑杆；

S3、第一分配梁安装：在钢管立柱的顶端设置桩帽，并在第一分配梁与每组钢管立柱的桩帽的交接处通过焊接固定；

S4、牛腿托架、第二预埋件以及第三预埋件安装：在下塔柱的侧壁预埋第二预埋件与第三预埋件，并吊装半托架至两根下塔柱之间，使得水平杆与第二预埋件固定连接，并在水平杆靠近下塔柱的一端设置第二分配梁，使得水平杆的结构强度得到加强。牛腿远离水平杆的一端与第三预埋件固定连接，待两个半托架均固定后，再在两个半托架的交接处焊接连接板；

S5、第三分配梁与贝雷梁安装：在水平杆上安装沙箱，并在沙箱上搭设第三分配梁，水平杆和第三分配梁的相交处均放置沙箱；然后用塔吊将贝雷梁吊装至第三分配梁上；

S6、第四分配梁与底模安装：在贝雷梁上沿纵向搭设第四分配梁，并将底模模板安装于第四分配梁上；

S7、底模钢筋骨架、腹板钢筋骨架以及预应力钢绞线安装：横梁支架预压后，将底模钢筋骨架安装至底模模板上，并在底模钢筋骨架上绑扎腹板钢筋骨架，然后将腹板内、外模板安装于腹板钢筋骨架的两侧。在第三预埋件的两侧开设预应力拉杆预留孔道，并在预应力拉杆预留孔道内安装预应力钢绞线。

[0026] S8、混凝土浇筑：对底模钢筋骨架、腹板钢筋骨架以及腹板内、外模板形成的浇筑区域进行第一次混凝土浇筑，待混凝土养护完后，对预应力钢绞线进行第一次张拉。然后安装下横梁顶板支架以及顶模模板，并绑扎顶板钢筋骨架，然后对其进行第二次混凝土浇筑；

S9、横梁支架拆除：当施工完成后，对横梁支架进行拆除，利用沙箱放沙后进行拆除，然后对预应力钢绞线进行第二次张拉。

[0027] 综上所述，本申请包括以下至少一种有益技术效果：

1.通过在塔墩顶部设置钢管立柱，有效地减少了相关技术中安装横梁支架的用钢量，并在钢管立柱远离塔墩的一端设置牛腿托架，在两个下塔柱之间预埋第二预埋件与第三预埋件，使得牛腿托架稳固地安装于两个下塔柱之间，有效减轻了采取钢牛腿与钢拱架进行支撑的吊装工作量与安装难度；

2.通过在相邻的牛腿托架之间设置托架连接系，使得相邻的牛腿托架之间相互连接固定，有效地增强了牛腿托架对贝雷梁的支撑强度。

附图说明

[0028] 图1是本申请实施例的整体结构示意图。

[0029] 图2是图1中A部分的放大图。

[0030] 图3是图1中B部分的放大图。

[0031] 图4是图1中沿A-A方向的剖视图。

[0032] 图5是本申请实施例中用于体现三角支架与贝雷梁之间关系的结构示意图。

[0033] 图6是图5中C部分的放大图。

[0034] 图7是图1中沿B-B方向的剖视图。

[0035] 附图标记说明：

10、横梁支架；11、第一分配梁；12、沙箱；13、第三分配梁；20、钢管立柱；21、钢管柱；22、连接杆；23、斜撑杆；24、桩帽；30、牛腿托架；31、半托架；32、连接板；33、水平杆；34、牛腿；35、第二预埋件；36、螺纹钢；37、第三预埋件；40、第一预埋件；41、勾持钢筋；42、固定板；43、支撑板；50、预应力拉杆预留孔道；51、预应力拉杆；60、托架连接系；61、纵杆；62、斜杆；70、侧向限位钢板；71、钢楔块；72、第二分配梁；80、三角支架；81、支撑杆；82、贝雷梁；83、抵紧部；84、第四分配梁；90、塔墩；91、下塔柱。

具体实施方式

[0036] 以下结合附图1-7对本申请进一步详细说明。

[0037] 实施例一：

参照图1，本申请公开的一种超高菱形塔墩下横梁的模板系统，包括安装于塔墩90顶部的横梁支架10，横梁支架10沿索塔的高度方向设置，且横梁支架10位于两个下塔柱91之间。本实施例中，横梁支架10作为下横梁施工的主承重结构。

[0038] 参照图1和图2，具体的，横梁支架10包括两组竖直安装于塔墩90顶部的钢管立柱20以及四组安装于钢管立柱20远离塔墩90的一端的牛腿托架30，牛腿托架30的纵截面大致呈“兀”字状设置，四组牛腿托架30沿下塔柱91的宽度方向等间距设置，且牛腿托架30的两端分别安装于两个下塔柱91相互朝向的一侧。两组钢管立柱20沿塔墩90的长度方向相对设置，每组钢管立柱20的数量为三根，三根钢管立柱20沿塔墩90的宽度方向等间距设置。具体的，钢管立柱20由多根相互拼接的钢管柱21组成，上下两根钢管柱21之间通过法兰连接。塔墩90内预埋有第一预埋件40，第一预埋件40沿塔墩90的高度方向设置，且第一预埋件40的数量与钢管立柱20的数量相同。具体的，第一预埋件40包括若干根预埋于塔墩90内的勾持钢筋41以及设置于塔墩90顶部的固定板42，固定板42朝向勾持钢筋41的一侧抵接于塔墩90的顶面，若干根勾持钢筋41均匀分布于固定板42抵接于塔墩90顶面的一侧，勾持钢筋41的

顶端固定焊接于固定板42朝向塔墩90的一侧，且勾持钢筋41呈“L”型设置。

[0039] 参照图1和图2，本实施例中，固定板42为钢板材质制成，且固定板42的横截面呈圆形设置。固定板42背离塔墩90的一侧安装有若干块支撑板43，支撑板43为钢板材质制成，支撑板43呈直角梯形状设置，支撑板43用于使得钢管柱21与塔墩90之间相互固定，且若干块支撑板43沿固定板42的周向方向均匀分布，使得若干块支撑板43之间形成的腔室恰好可容纳钢管立柱20的底端，当钢管立柱20的底端插入腔室后，再对支撑板43与钢管柱21之间进行焊接使得二者相互固定。通过在塔墩90顶部安装钢管立柱20，所需的钢管材料少于采用落地钢支架时所需的钢管材料，并且不需要过多的支架附墙埋件，有效地减少了用钢量。

[0040] 参照图1和图2，相邻的两根钢管立柱20之间设置有多组连接组件，多组连接组件沿钢管立柱20的长度方向等间距设置，且连接组件用于连接固定相邻的两根钢管立柱20。具体的，连接组件包括两根连接杆22，两根连接杆22沿钢管柱21的长度方向相对设置，连接杆22为20b工字钢制成，且连接杆22的两端分别焊接于相邻的两根钢管柱21。上下两根钢管柱21之间还安装有两根呈交叉设置的斜撑杆23，两根斜撑杆23的交叉点通过焊接使得两根斜撑杆23相互固定，斜撑杆23的两端分别焊接于上下两根钢管柱21的连接杆22的一端。

[0041] 参照图1和图3，钢管立柱20的顶端安装有桩帽24，桩帽24用于封堵钢管立柱20的开口，桩帽24背离钢管柱21的一侧焊接有第一分配梁11，第一分配梁11沿下塔柱91的宽度方向设置，第一分配梁11位于钢管立柱20与牛腿托架30之间，第一分配梁11的数量与钢管立柱20的组数相同，且第一分配梁11与每组钢管立柱20的顶端的桩帽24的交接处通过焊接相互固定。第一分配梁11包括三块相互焊接的H型钢，三块H型钢沿塔墩90的长度方向并列设置，三块H型钢的上表面采用坡脚焊的方式相互固定，三块H型钢的下表面同样采用坡脚焊的方式相互固定。

[0042] 参照图1和图3，牛腿托架30包括两个相互拼接的半托架31，两个半托架31呈镜像设置，且两个半托架31相互朝向的一端相抵接。两个半托架31的交接处焊接有四块连接板32，连接板32由方形钢板制成，连接板32沿半托架31的长度方向设置，且四块连接板32沿半托架31的周向方向设置，使得两个半托架31之间相互固定。

[0043] 参照图3和图4，具体的，半托架31包括水平杆33以及焊接于水平杆33朝向塔墩90的一侧的牛腿34，水平杆33沿下塔柱91的长度方向设置，四块连接板32分别焊接于两根水平杆33的交接处的四个侧面，牛腿34自靠近下塔柱91的一端向远离下塔柱91的一端呈倾斜设置。本实施例中，水平杆33由两块平行设置的56b工字钢构成，两块工字钢沿下塔柱91的宽度方向并列设置，两块工字钢的上表面焊接有连接钢板，连接钢板呈长方体状设置，且连接钢板沿水平杆33的长度方向设置。两块工字钢的上表面与连接钢板通过焊接相互固定，两块工字钢的下表面焊接于第一分配梁11背离钢管柱21的一侧。下塔柱91的侧壁预埋有第二预埋件35，第二预埋件35的一端预埋于下塔柱91内，第二预埋件35远离下塔柱91的一端固定焊接于水平杆33朝向塔墩90的一侧。

[0044] 参照图4和图5，本实施例中，第二预埋件35包括三块相互焊接的63b工字钢，三块工字钢沿下塔柱91的宽度方向平行设置，且相邻的两块工字钢之间的翼缘相抵接。三块工字钢的上下表面均焊接有固定钢板，固定钢板的长度与工字钢的长度相同，且固定钢板的宽度为三个工字钢的宽度相加之和。结合图6，两块固定钢板之间穿设有多根螺纹钢36，多根螺纹钢36沿固定钢板的长度方向等间距设置，且螺纹钢36的两端分别穿出两块固定钢板

外，从而增强第二预埋件35与下塔柱91之间的连接固定。

[0045] 参照图5和图6，具体的，牛腿34包括两块相互焊接的56b工字钢，两块工字钢沿下塔柱91的宽度方向并列设置。结合图4，下塔柱91的侧壁还安装有第三预埋件37，第三预埋件37安装于第二预埋件35的下方，第三预埋件37的一端预埋于下塔柱91内，另一端伸出下塔柱91，且第三预埋件37伸出下塔柱91的一端与牛腿34远离水平杆33的一端固定连接，牛腿34远离第三预埋件37的一端固定焊接于水平杆33朝向第三预埋件37的一侧。本实施例中，第三预埋件37的结构与第二预埋件35的结构相同，此处不多作赘述。

[0046] 参照图4和图5，此外，第三预埋件37沿下塔柱91的宽度方向的两侧开设有预应力拉杆预留孔道50，预应力拉杆预留孔道50沿下塔柱91的长度方向开设，且预应力拉杆预留孔道50内安装有预应力拉杆51，预应力拉杆51内预先安装有多根预应力钢绞线。在对下塔柱91进行浇筑后，通过对预应力钢绞线进行张拉，使得周围的混凝土材料产生一定的形变，以应对下塔柱91本身所受到的荷载，尽可能减少混凝土受拉而开裂的情况。

[0047] 参照图5和图7，相邻的两个牛腿托架30之间设置有托架连接系60，托架连接系60用于使得相邻的两个牛腿托架30相互连接固定。具体的，托架连接系60包括若干根相互平行的纵杆61以及安装于相邻的两根纵杆61之间的斜杆62，纵杆61与斜杆62均由工字钢制成，若干根纵杆61沿水平杆33的长度方向均匀设置。纵杆61的两端分别焊接于相邻的两根水平杆33，斜杆62的两端分别焊接于相邻的两根纵杆61，且斜杆62与纵杆61之间的角度为锐角。结合图4，在安装牛腿托架30时，采用多根水平杆33与第二预埋件35固定连接，辅以牛腿34与第三预埋件37固定连接，从而对水平杆33进行支撑，既保证了对底模模板的支撑强度，又有效减轻了采取钢牛腿与钢拱架进行支撑的吊装工作量与安装难度。

[0048] 参照图5和图6，水平杆33背离第二预埋件35的一侧焊接有两组侧向限位钢板70，侧向限位钢板70安装于水平杆33靠近下塔柱91的一端，两组侧向限位钢板70沿水平杆33的长度方向并列设置，每组侧向限位钢板70的数量为两块，每组中两块侧向限位钢板70沿水平杆33的宽度方向相对设置。每组中两块侧向限位钢板70之间设置有钢楔块71，钢楔块71呈长方体状设置，且钢楔块71的两端分别焊接于两块侧向限位钢板70。钢楔块71背离水平杆33的一侧焊接有第二分配梁72，第二分配梁72沿钢楔块71的长度方向设置，第二分配梁72位于两块侧向限位钢板70之间。本实施例中，第二分配梁72包括四块相互焊接的45b工字钢，四块工字钢沿钢楔块71的宽度方向并列设置，四块工字钢之间通过焊接相互固定，四块工字钢的宽度之和等于钢楔块71的宽度，且工字钢的两端分别焊接于两块侧向限位钢板70。通过侧向限位钢板70、钢楔块71以及第二分配梁72的设置，从而加强了水平杆33的结构强度，进而加强了牛腿托架30对下横梁的支撑强度。

[0049] 参照图4和图5，水平杆33背离牛腿34的一侧安装有六个沙箱12，六个沙箱12沿水平杆33的长度方向均匀分布。沙箱12背离水平杆33的一侧固定设置有第三分配梁13，第三分配梁13横跨四根水平杆33，第三分配梁13包括三块相互平行的H型钢，三块H型钢沿水平杆33的长度方向并列设置，且三块H型钢的翼缘通过焊接相互固定。本实施例中，沙箱12设置于水平杆33与第三分配梁13的主要支撑点处，沙箱12起到支撑第三分配梁13的作用，且方便在后续对横梁支架10进行拆除。

[0050] 参照图5和图6，第三分配梁13背离钢楔块71的一侧安装有若干个三角支架80，三角支架80用于支撑下横梁靠近下塔柱91的一端，若干个三角支架80沿第三分配梁13的长度

方向等间距设置。三角支架80的截面呈直角三角形设置，且三角支架80的斜边抵接于下横梁的侧壁。三角支架80内还设置有支撑杆81，支撑杆81的一端固定焊接于三角支架80的直角边，另一端固定焊接于三角支架80的斜边，以增强三角支架80的结构强度。

[0051] 参照图5和图6，第三分配梁13背离沙箱12的一侧固定设置有贝雷梁82，贝雷梁82包括若干个贝雷架相互组装而成，贝雷架为已形成一定单元的钢架，相邻的贝雷架之间通过花窗与螺栓相互固定。此外，三角支架80与贝雷梁82之间还设置有两个抵紧部83，抵紧部83用于将三角支架80与贝雷梁82顶紧，且两个抵紧部83沿贝雷梁82的高度方向相对设置。结合图4，本实施例中，抵紧部83为20b工字钢制成，且抵接部沿下塔柱91的宽度方向设置。当将贝雷梁82吊装至第三分配梁13的上方时，贝雷梁82两侧的三角支架80对贝雷梁82起到限位的作用，并且通过抵紧部83的设置，有效地减少在对贝雷梁82进行固定时贝雷梁82发生移位的情况。

[0052] 参照图3和图4，贝雷梁82背离第三分配梁13的一侧焊接有若干个第四分配梁84，若干个第四分配梁84沿水平杆33的长度方向等间距设置，第四分配梁84由14b工字钢制成，第四分配梁84背离贝雷梁82的一侧与底模模板固定连接。

[0053] 参照图3和图5，当横梁支架10固定安装后，将底模模板安装至第四分配梁84上，底模模板位于两个下塔柱91之间，底模模板固定放置于第四分配梁84后，可以对横梁支架10进行预压。

[0054] 底模模板上绑扎有底模钢筋骨架，并在底模钢筋骨架上绑扎有腹板钢筋骨架，从而在浇筑后形成单箱三室的下横梁。底模钢筋骨架与腹板钢筋骨架均呈长方体板状设置，底模钢筋骨架与腹板钢筋骨架采用模块化施工，提前在钢筋加工厂预制，并在现场进行吊装至底模模板上。当底模模板、底模钢筋骨架与腹板钢筋骨架安装固定后，将腹板的内、外模板安装于腹板钢筋骨架的两侧，即可对下横梁进行第一次混凝土浇筑至六米高。待混凝土养护完成后，对预应力钢绞线进行第一次张拉，张拉强度为50%，再安装下横梁顶板支架以及顶模模板，并绑扎顶板钢筋骨架，然后对下横梁进行第二次混凝土浇筑。

[0055] 当下横梁结构强度达到所需强度后可进行横梁支架10的拆除，将沙箱12内的沙子放出，第三分配梁13下移一定高度，使得底模模板与第四分配梁84之间相互脱离，从而对横梁支架10进行拆除。

[0056] 本申请实施例一的实施原理为：在对下横梁进行施工前，需要在塔墩90顶部安装横梁支架10，先在塔墩90顶部预埋第一预埋件40，再将钢管柱21与第一预埋件40相互固定，并将多根钢管柱21通过法兰固定连接，然后在钢管立柱20的顶端安装第一分配梁11。通过在塔墩90顶部安装钢管立柱20，所需的钢管材料少于采用落地钢支架时所需的钢管材料，并且不需要过多的支架附墙埋件，有效地减少了安装横梁支架10的用钢量。

[0057] 第一分配梁11安装完成后，在下塔柱91的侧壁安装第二预埋件35与第三预埋件37，并将水平杆33的一端与第二预埋件35固定连接，牛腿34远离水平杆33的一端与第三预埋件37固定连接，并在水平杆33上安装沙箱12与第三分配梁13，再用塔吊将贝雷梁82吊装至第三分配梁13上，然后在贝雷梁82上搭设第四分配梁84，最后将底模模板安装于第四分配梁84上。通过采用多根水平杆33与第二预埋件35固定连接，辅以牛腿34与第三预埋件37的设置，从而对水平杆33进行支撑，既保证了对底模模板的支撑强度，又有效减轻了采取钢牛腿与钢拱架进行支撑的吊装工作量与安装难度。

[0058] 实施例二：

本申请公开的一种超高菱形塔墩下横梁的施工方法，包括，

S1、施工放线：根据图纸说明及施工要求，在菱形索塔的塔墩90顶部进行施工放线；

S2、钢管立柱20以及第一预埋件40安装：在塔墩90顶部预埋第一预埋件40，并在第一预埋件40上安装钢管立柱20，并将钢管立柱20安装于两根下塔柱91之间，钢管立柱20包括若干根相互拼接的钢管柱21，将两根钢管柱21通过法兰相互固定，并在相邻的两根钢管立柱20之间安装多根连接杆22与斜撑杆23；

S3、第一分配梁11安装：在钢管立柱20的顶端设置桩帽24，并在第一分配梁11与每组钢管立柱20的桩帽24的交接处通过焊接固定；

S4、牛腿托架30、第二预埋件35以及第三预埋件37安装：在下塔柱91的侧壁预埋第二预埋件35与第三预埋件37，并吊装半托架31至两根下塔柱91之间，使得水平杆33与第二预埋件35固定连接，并在水平杆33靠近下塔柱91的一端设置第二分配梁72，使得水平杆33的结构强度得到加强。牛腿34远离水平杆33的一端与第三预埋件37固定连接，待两个半托架31均固定后，再在两个半托架31的交接处焊接连接板32；

S5、第三分配梁13与贝雷梁82安装：在水平杆33上安装沙箱12，并在沙箱12上搭设第三分配梁13，水平杆33和第三分配梁13的相交处均放置沙箱12；然后用塔吊将贝雷梁82吊装至第三分配梁13上；

S6、第四分配梁84与底模安装：在贝雷梁82上沿纵向搭设第四分配梁84，并将底模模板安装于第四分配梁84上；

S7、底模钢筋骨架、腹板钢筋骨架以及预应力钢绞线安装：横梁支架10预压后，将底模钢筋骨架安装至底模模板上，并在底模钢筋骨架上绑扎腹板钢筋骨架，然后将腹板内、外模板安装于腹板钢筋骨架的两侧。在第三预埋件37的两侧开设预应力拉杆预留孔道50，并在预应力拉杆预留孔道50内安装预应力钢绞线。

[0059] S8、混凝土浇筑：对底模钢筋骨架、腹板钢筋骨架以及腹板内、外模板形成的浇筑区域进行第一次混凝土浇筑，待混凝土养护完后，对预应力钢绞线进行第一次张拉。然后安装下横梁顶板支架以及顶模模板，并绑扎顶板钢筋骨架，然后对其进行第二次混凝土浇筑；

S9、横梁支架10拆除：当施工完成后，对横梁支架10进行拆除，利用沙箱12放沙后进行拆除，然后对预应力钢绞线进行第二次张拉。

[0060] 以上均为本申请的较佳实施例，并非依此限制本申请的保护范围，故：凡依本申请的结构、形状、原理所做的等效变化，均应涵盖于本申请的保护范围之内。

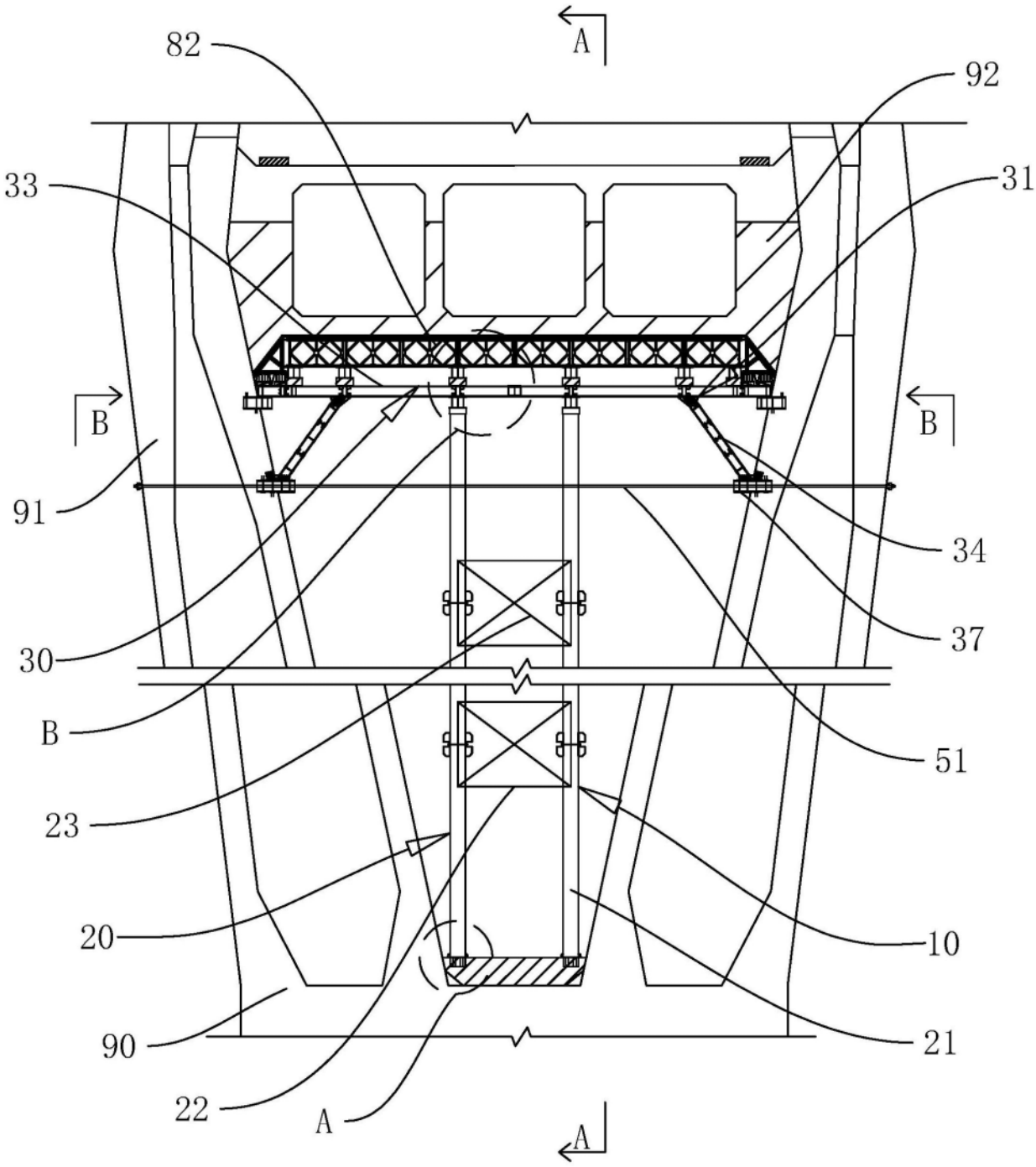
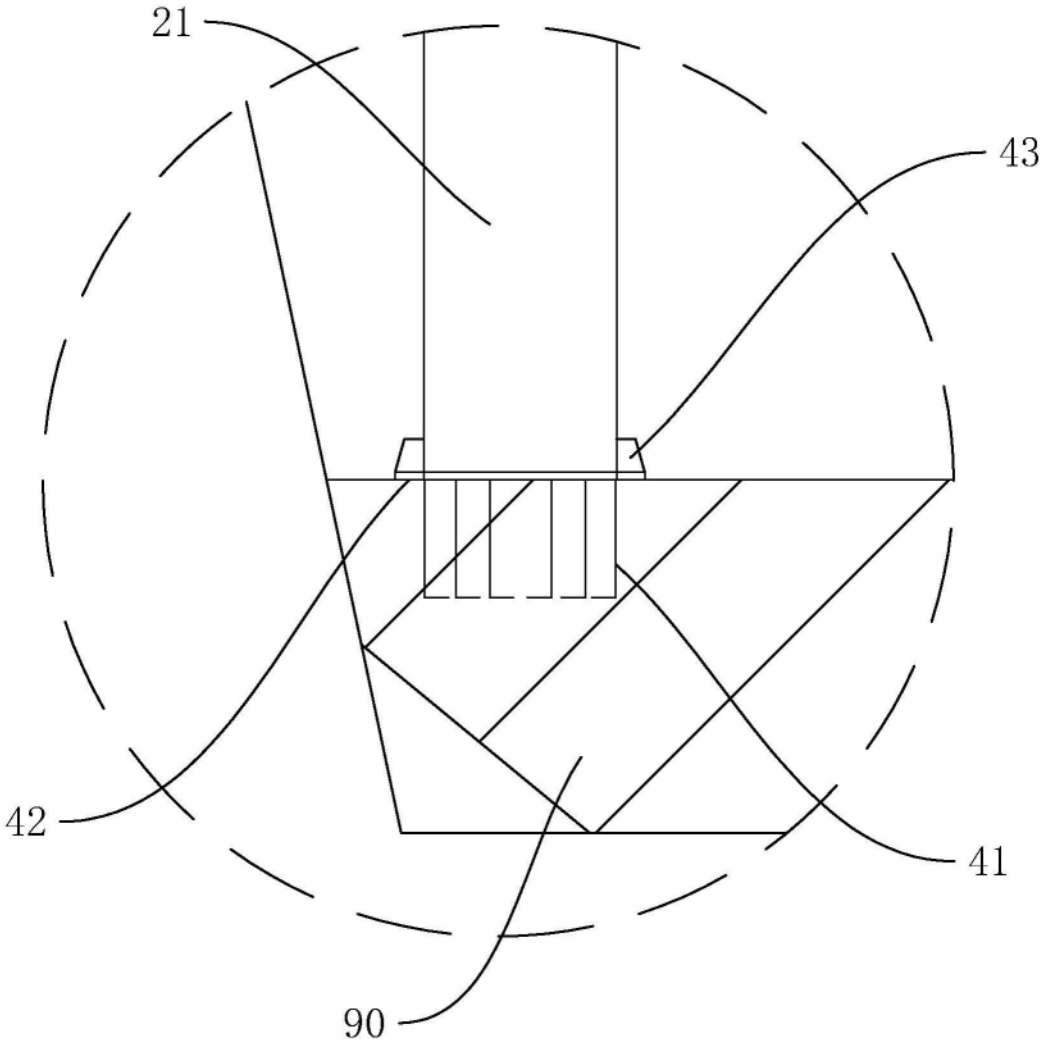
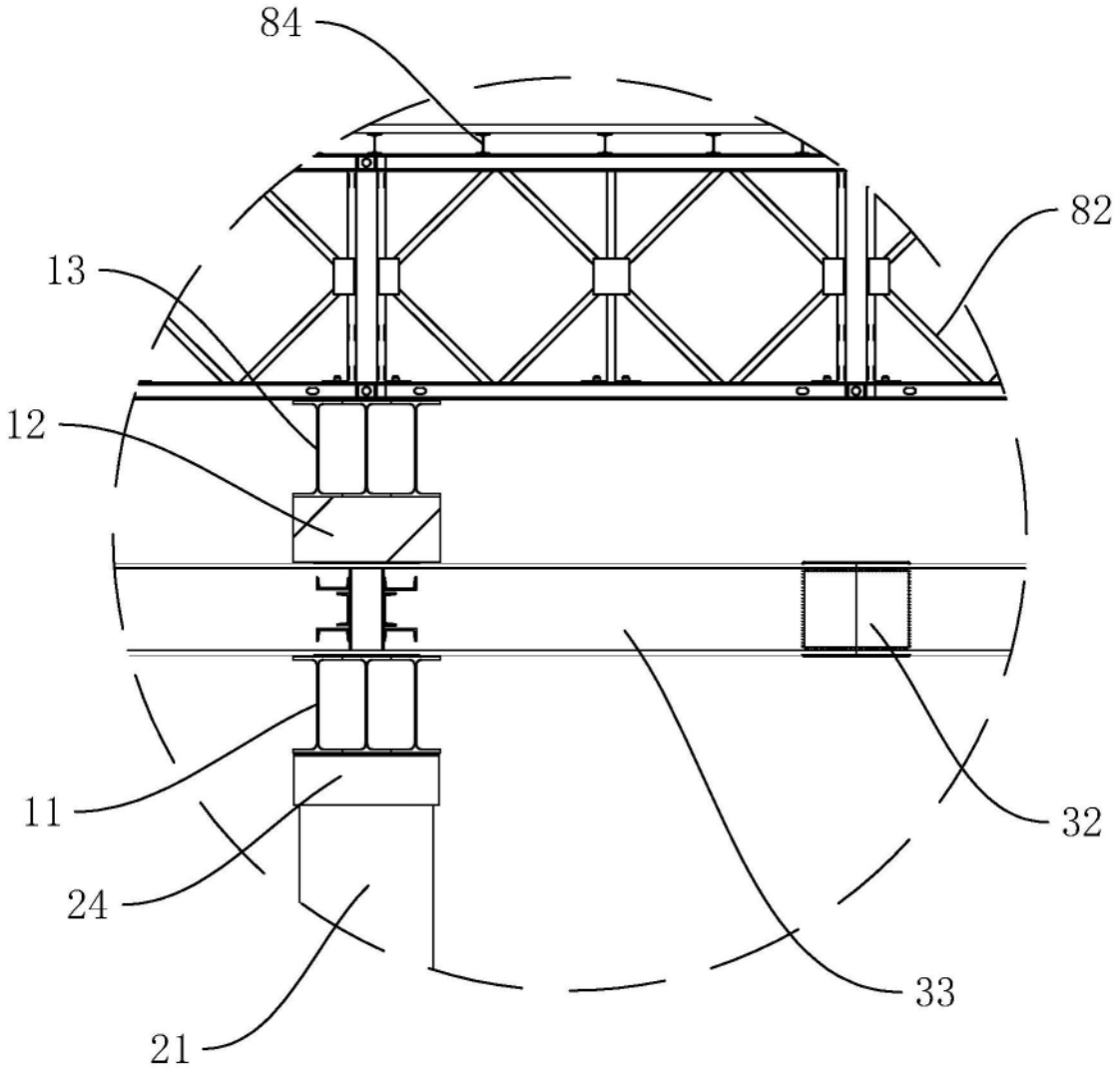


图1



A

图2



B

图3

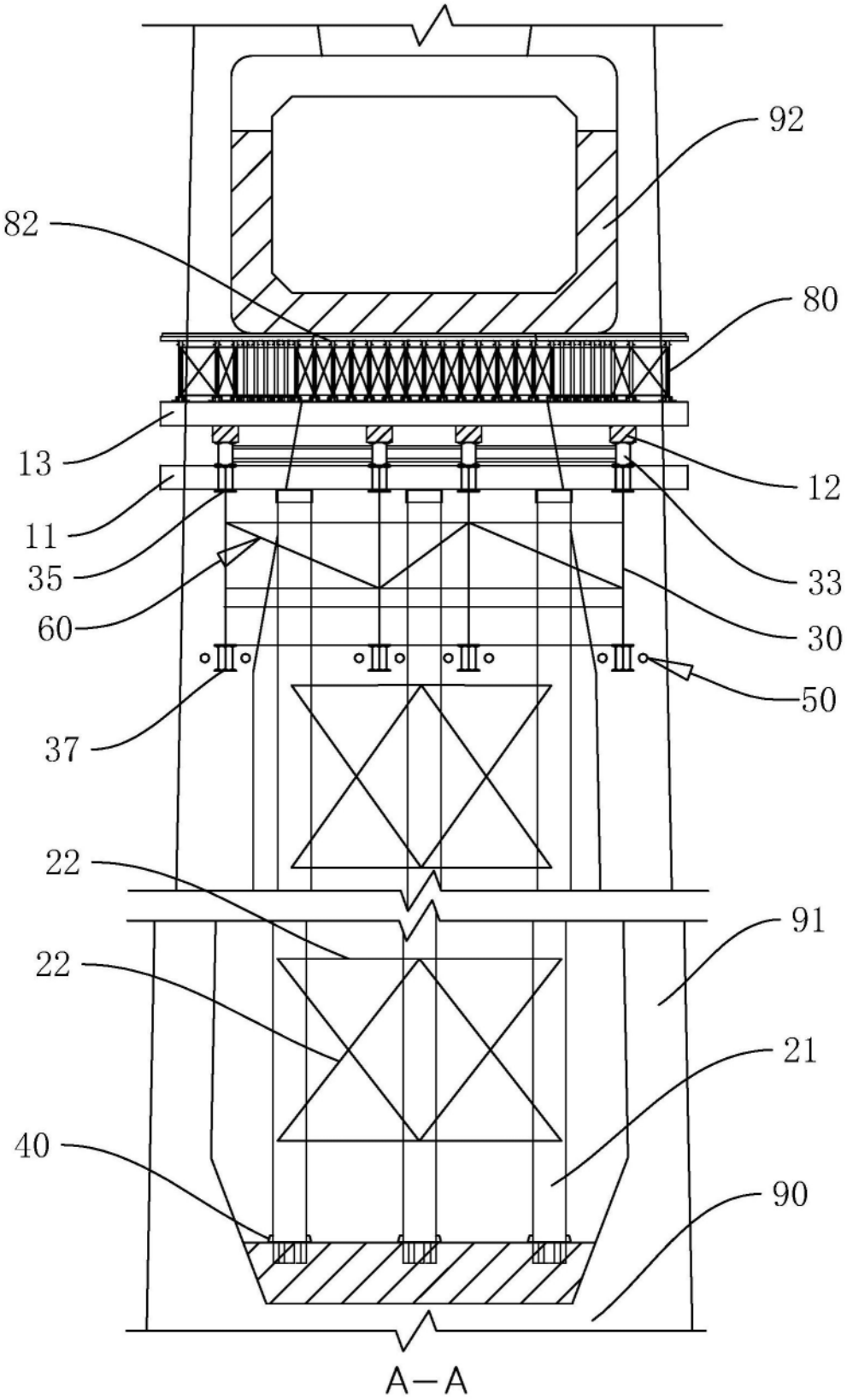


图4

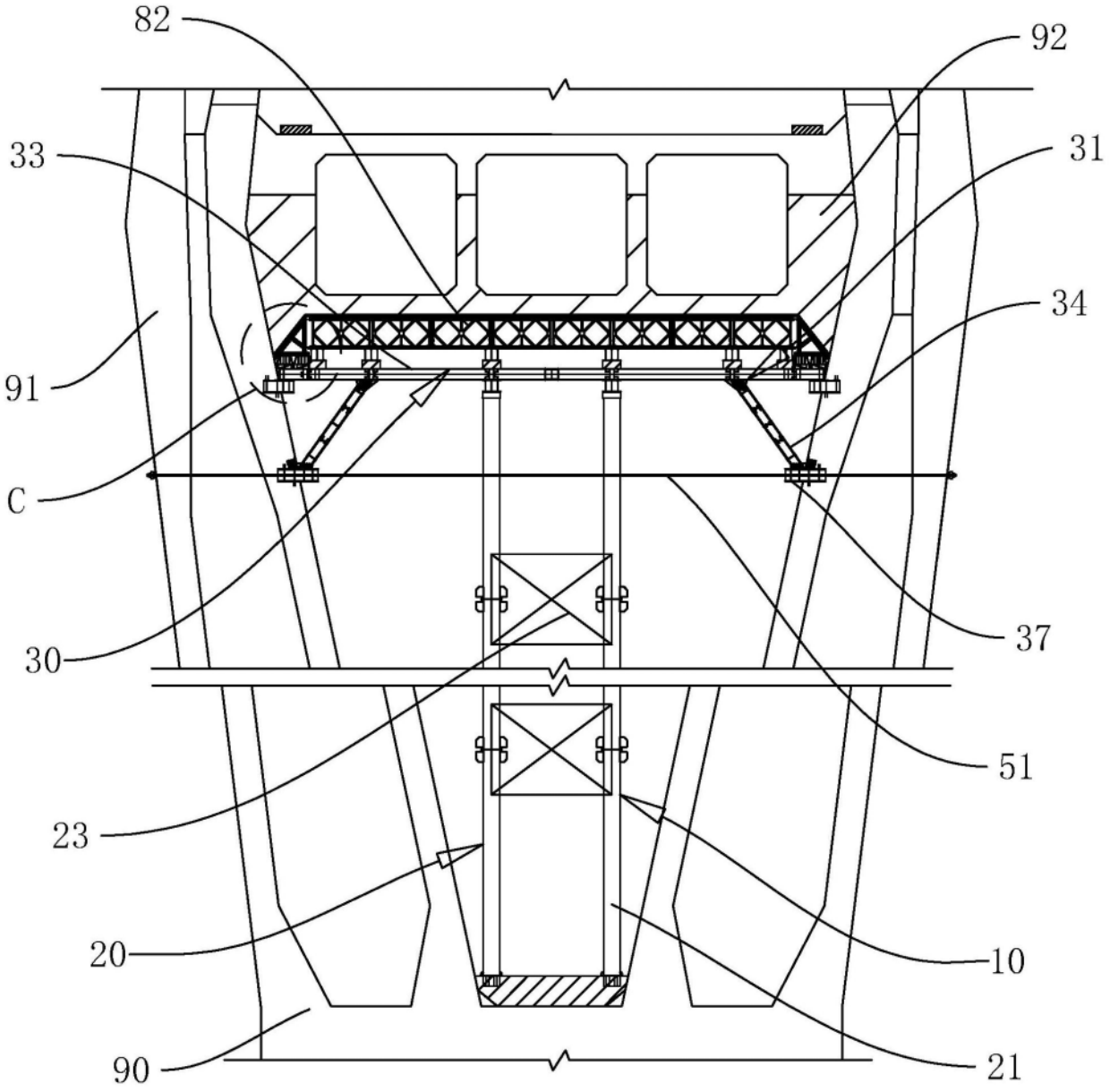
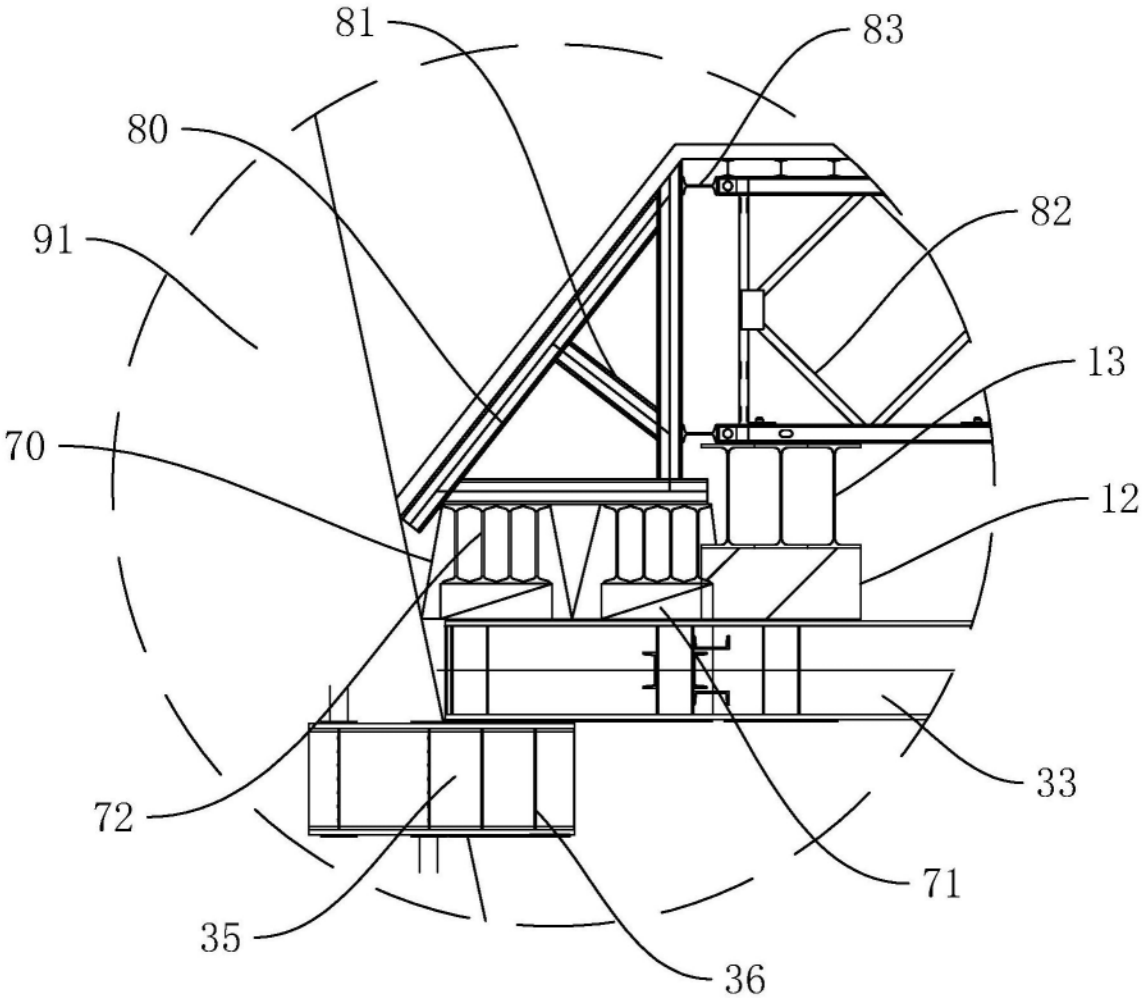
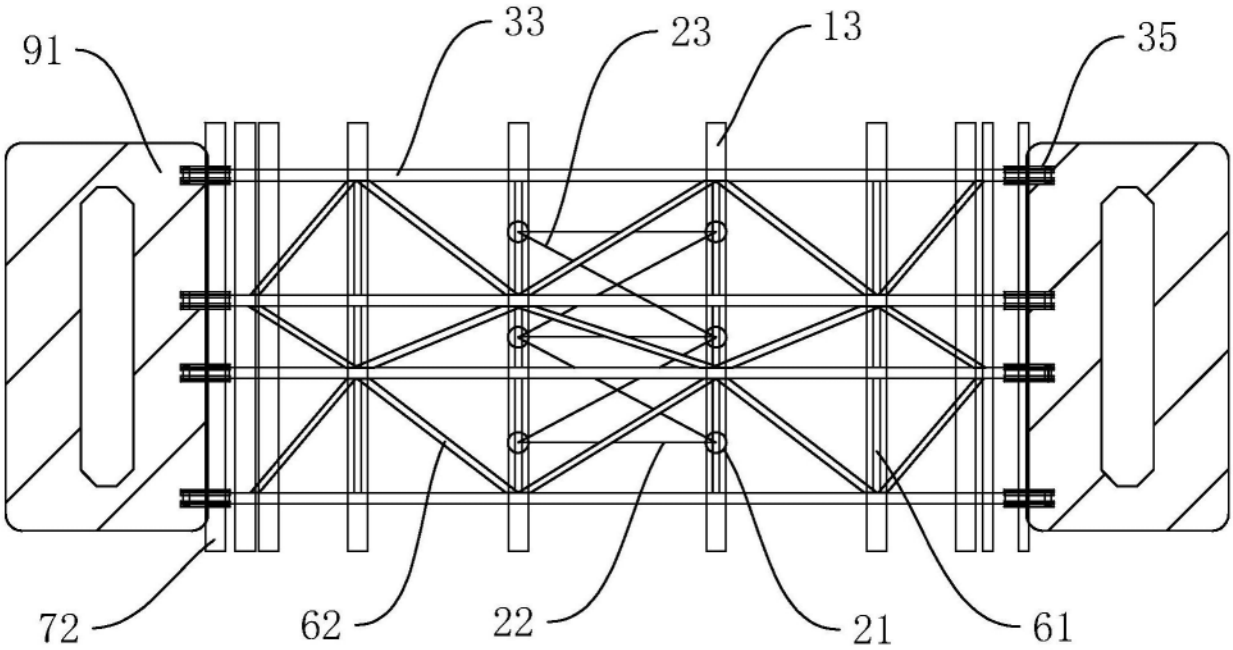


图5



C

图6



B—B

图7