(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112227216 A
(43)申请公布日 2021.01.15

(21)申请号 202011196977.7

(22)申请日 2020.10.30

(71)申请人 中铁大桥勘测设计院集团有限公司
地址 430056 湖北省武汉市经济技术开发区(沌口)博学路8号
申请人 重庆市铁路(集团)有限公司

(72)发明人 李伟 王猛 曹春明 牟兵 蔡敦松 邢江 龚文航

(74)专利代理机构 武汉智权专利代理事务所(特殊普通合伙) 42225
代理人 王江能

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

权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法

(57)摘要

本申请涉及一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,涉及轨道交通桥梁工程技术领域,包含以下步骤:S1:预制钢斜撑杆的各个下弦梁节段;完成混凝土墩柱以及两个墩柱牛腿的施工;S2:施工混凝土箱梁桥面的上弦梁的初始节段;在初始节段上方安装竖直的上弦梁临时扣塔,在上弦梁的初始节段的两侧分别安装用于悬浇其余上弦梁节段的挂篮;S3:成对浇筑上弦梁节段;张拉上弦临时扣索;安装下弦临时吊索,吊挂安装下弦梁节段;S4:直至完成三角区合拢。本申请的三角区扣索吊索联合施工方法,简化了施工临时结构,优化了施工步骤,减少了现场施工的工作量,降低施工难度,缩短施工工期。



CN 112227216 A

1.一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于,所述钢斜撑连续刚构桥包含多根混凝土墩柱(100)、混凝土箱梁桥面(200)以及多对钢斜撑杆(300),每对钢斜撑杆(300)的一端对称倾斜固定于一根所述混凝土墩柱(100)的纵桥向两侧,另一端固定于混凝土箱梁桥面(200)的下表面;且每对所述钢斜撑杆(300)与混凝土墩柱(100)、混凝土箱梁桥面(200)形成一个三角区,所述三角区扣索吊索联合施工方法包含以下步骤:

S1:预制钢斜撑杆(300)的各个下弦梁节段;完成混凝土墩柱(100)以及混凝土墩柱(100)纵桥向两侧的两个墩柱牛腿(101)的施工;

S2:在混凝土墩柱(100)顶端面施工混凝土箱梁桥面(200)的上弦梁的初始节段;在所述初始节段上方安装竖直的上弦梁临时扣塔(3),在上弦梁的初始节段的两侧分别安装用于悬浇其余上弦梁节段的挂篮(2),所述挂篮(2)可移动;

S3:两个挂篮(2)同步向远离初始节段两侧的方向逐段移动,并成对浇筑上弦梁节段;以上弦梁临时扣塔(3)为支撑,对浇筑成型的上弦梁节段成对张拉上弦临时扣索(41);以上弦梁节段为支撑,安装下弦临时吊索(42),吊挂安装下弦梁节段;

S4:直至上弦梁节段与下弦梁节段完成三角区合拢。

2.如权利要求1所述的一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于:

在步骤S2中,在两个所述墩柱牛腿上方搭设墩顶支架(62),施工混凝土箱梁桥面(200)的上弦梁的初始节段,所述初始节段位于墩顶支架(62)和混凝土墩柱(100)正上方;

在步骤S3中,在张拉第一对上弦临时扣索(41)时,拆除所述墩顶支架(62)。

3.如权利要求1所述的一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于:

在步骤S3中,以初始节段为基础向纵桥向两侧对称悬浇其余上弦梁节段时,每对称悬浇一对上弦梁节段,均张拉多根第一预应力束(5)。

4.如权利要求1所述的一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于:所述钢斜撑杆(300)包含钢混接头段(301)和标准段(302);

在步骤S1中,在施工两个墩柱牛腿(101)前,需搭设下弦梁托架(61),所述下弦梁托架(61)固定于所述混凝土墩柱(100);

在步骤S3中,以下弦梁托架(61)为支撑,在两个墩柱牛腿(101)处分别安装钢混接头段(301),拆除下弦梁托架(61)。

5.如权利要求4所述的一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于:

在步骤S3中,在安装钢混接头段(301)时,张拉多根第二预应力束(7)固定钢混接头段(301)与混凝土墩柱(100)。

6.如权利要求4所述的一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于,步骤S3还分为以下步骤:

S301:用当前上弦梁两侧的挂篮(2)浇筑施工初始节段两侧的第一对上弦梁节段;

S302:以下弦梁托架(61)为支撑,在两个墩柱牛腿(101)处分别安装两个钢混接头段(301);待两个钢混接头段(301)与墩柱牛腿(101)的连接处满足设计强度后,拆除下弦梁托架(61);

S303:待第一对上弦梁节段的混凝土强度达到设计要求的90%;将两侧的挂篮(2)继续前移至纵桥向端部,继续悬浇施工下一对上弦梁节段;同时每一对或两对上弦梁节段对应张拉一对上弦临时扣索(41);

S304:以上弦梁节段为基础,张拉下弦临时吊索(42)安装钢斜撑杆(300)的各个节段。

7.如权利要求4所述的一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于:在搭设下弦梁托架(61)和安装挂篮(2)时,均需要进行预压。

8.如权利要求4所述的一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于:所述钢斜撑杆(300)的标准段(302)的各个节段至少包含4个便于吊挂的吊耳。

9.如权利要求1所述的一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于:在用挂篮(2)悬浇施工其余上弦梁节段前,均需对上弦梁节段进行立模并绑扎钢筋。

10.如权利要求1所述的一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,其特征在于:

在步骤S4中,当钢斜撑杆(300)的最后一节下弦梁节段靠近混凝土箱梁桥面(200)的上弦梁节段;拆除挂篮(2)的挂篮底蓝(9),将挂篮底蓝(9)下放至与最后一节下弦梁节段下方,立模并绑扎钢筋;浇筑合拢处的混凝土,待混凝土满足设计强度,张拉最后一对上弦临时扣索(41),完成三角区施工。

一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法

技术领域

[0001] 本申请涉及轨道交通桥梁工程技术领域，特别涉及一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法。

背景技术

[0002] 目前，在施工连续刚构桥时，为了适应不同的刚构桥结构以及周围环境，连续刚构桥常用的施工方法一般有支架施工法和悬臂施工法，但是仅适用于连续刚构桥跨度较小的情形。对于跨度较大的空腹刚构桥，支架施工法需先浇筑下弦再浇筑上弦，施工周期长，需耗费大量临时支架。而悬臂施工法上弦桥面和下弦梁由于悬臂长，施工过程中结构不能独自承受大悬臂施工状态，故一般采用相应的辅助设施来完成空腹刚构桥的施工。

[0003] 相关技术中，一般采用扣索支架联合施工法和双扣索法进行施工，扣索支架联合施工法是采用下弦扣索结合在三角区搭设支架支撑上弦挂篮悬臂浇筑施工的方法。双扣索施工法是桥面和下弦梁均采用挂篮施工，悬臂浇筑辅以相应的斜拉扣索张拉的方法。

[0004] 但是，扣索支架联合施工法在拆除支架时，将会导致桥梁结构体系发生变化，产生恒载徐变二次应力，对桥梁结构的受力是非常不利的，对于支架的位置及强度的要求都需要严格把控把关，施工控制难度增加，施工周期长。而双扣索施工法，由于下弦箱梁斜向梁顶面行走，故需要设计出符合箱梁斜率变化和锚固需要的新型挂篮，且下弦箱梁的立模-拆模工序繁琐，混凝土用量大；同时在三角区施工中，随着下弦梁段变长，拉索与箱梁之间的夹角变小，通过增大扣索力对下弦施加轴力来消除梁段自重产生的拉应力，受张拉力的影响，使上下弦梁处于高应力水平状态，对结构安全存在一定影响，同时对拉索的利用率大大降低。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法，钢斜撑杆事先预制，简化了施工临时结构，优化了施工步骤，减少了现场施工的工作量，降低施工难度，缩短施工工期。

[0006] 本申请提供了一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法，所述钢斜撑连续刚构桥包含多根混凝土墩柱、混凝土箱梁桥面以及多对钢斜撑杆，每对钢斜撑杆的一端对称倾斜固定于一根所述混凝土墩柱的纵桥向两侧，另一端固定于混凝土箱梁桥面的下表面；且每对所述钢斜撑杆与混凝土墩柱、混凝土箱梁桥面形成一个三角区，其特征在于，所述三角区扣索吊索联合施工方法包含以下步骤：

[0007] S1：预制钢斜撑杆的各个下弦梁节段；完成混凝土墩柱以及混凝土墩柱纵桥向两侧的两个墩柱牛腿的施工；

[0008] S2：在混凝土墩柱顶端面施工混凝土箱梁桥面的上弦梁的初始节段；在所述初始节段上方安装竖直的上弦梁临时扣塔，在上弦梁的初始节段的两侧分别安装用于悬浇其余上弦梁节段的挂篮，所述挂篮可移动；

[0009] S3:两个挂篮同步向远离初始节段两侧的方向逐段移动,并成对浇筑上弦梁节段;以上弦梁临时扣塔为支撑,对浇筑成型的上弦梁节段成对张拉上弦临时扣索;以上弦梁节段为支撑,安装下弦临时吊索,吊挂安装下弦梁节段;

[0010] S4:直至上弦梁节段与下弦梁节段完成三角区合拢。

[0011] 一些实施例中,在步骤S2中,在两个所述墩柱牛腿上方搭设墩顶支架,施工混凝土箱梁桥面的上弦梁的初始节段,所述初始节段位于墩顶支架和混凝土墩柱正上方;在步骤S3中,在张拉第一对上弦临时扣索时,拆除所述墩顶支架。

[0012] 一些实施例中,在步骤S3中,以初始节段为基础向纵桥向两侧对称悬浇其余上弦梁节段时,每对称悬浇一对上弦梁节段,均张拉多根第一预应力束。

[0013] 一些实施例中,所述钢斜撑杆包含钢混接头段和标准段;在步骤S1中,在施工两个墩柱牛腿前,需搭设下弦梁托架,所述下弦梁托架固定于所述混凝土墩柱;在步骤S3中,以下弦梁托架为支撑,在两个墩柱牛腿处分别安装钢混接头段,拆除下弦梁托架。

[0014] 一些实施例中,在步骤S3中,在安装钢混接头段时,张拉多根第二预应力束固定钢混接头段与混凝土墩柱。

[0015] 一些实施例中,步骤S3还分为以下步骤:

[0016] S301:用当前上弦梁两侧的挂篮浇筑施工初始节段两侧的第一对上弦梁节段;

[0017] S302:以下弦梁托架为支撑,在两个墩柱牛腿处分别安装两个钢混接头段;待两个钢混接头段与墩柱牛腿的连接处满足设计强度后,拆除下弦梁托架;

[0018] S303:待第一对上弦梁节段的混凝土强度满足设计要求的90%;将两侧的挂篮继续前移至纵桥向端部,继续悬浇施工下一对上弦梁节段;同时每一对或两对上弦梁节段对应张拉一对上弦临时扣索;

[0019] S304:以上弦梁节段为基础,张拉下弦临时吊索安装钢斜撑杆的各个节段。

[0020] 一些实施例中,在搭设下弦梁托架和安装挂篮时,均需要进行预压。

[0021] 一些实施例中,所述钢斜撑杆的标准段的各个节段至少包含4个便于吊挂的吊耳。

[0022] 一些实施例中,在用挂篮悬浇施工其余上弦梁节段前,均需对上弦梁节段进行立模并绑扎钢筋。

[0023] 一些实施例中,在步骤S4中,当钢斜撑杆的最后一节下弦梁节段靠近混凝土箱梁桥面的上弦梁节段;拆除挂篮的挂篮底蓝,将挂篮底蓝下放至与最后一节下弦梁节段下方,立模并绑扎钢筋;浇筑合拢处的混凝土,待混凝土满足设计强度,张拉最后一对上弦临时扣索,完成三角区施工。

[0024] 本申请提供的技术方案带来的有益效果包括:

[0025] 本申请实施例提供了一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法,预制钢斜撑杆的各个下弦梁节段,在三角区施工时,直接进行安装,减少桥梁现场施工的工作量,降低了施工难度,缩短了施工工期;同时钢斜撑杆不会发生收缩徐变,提高了桥梁结构受力性能,解决空腹式连续刚构桥跨越能力受限的技术问题;在上弦梁节段和下弦梁节段安装方面,上弦梁节段直接依靠上弦梁临时扣塔和上弦临时扣索进行临时固定,下弦梁节段直接以上弦梁节段为基础,通过下弦临时吊索进行固定,充分利用各个结构,临时结构搭建少,只需要安装上弦梁临时扣塔,加上上弦临时扣索和下弦临时吊索,进一步大大提升了三角区安装效率,适用面广,经济价值高。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，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。

[0027] 图1为本申请实施例提供的三角区扣索吊索联合施工方法的流程图；

[0028] 图2为本申请实施例提供的上弦梁初始节段和墩柱牛腿的施工示意图；

[0029] 图3为本申请实施例提供的上弦梁中间节段和钢混接头段的施工示意图；

[0030] 图4为本申请实施例提供的第一对上弦临时扣索和第一对下弦临时吊索的施工示意图；

[0031] 图5为本申请实施例提供的最后一节上弦梁节段和最后一节下弦梁节段的施工示意图；

[0032] 图6为本申请实施例提供的三角区合拢的施工示意图；

[0033] 图7为本申请实施例提供的三角区两侧的中跨施工示意图；

[0034] 图8为本申请实施例提供的钢斜撑杆的结构示意图；

[0035] 图9为本申请实施例提供的钢斜撑杆的横断面示意图；

[0036] 图10为本申请实施例提供的钢斜撑杆的节段示意图；

[0037] 图11为本申请实施例提供的刚构桥的三角区、边跨现浇段、中跨合龙段和边跨合龙段的示意图；

[0038] 附图标记：100、混凝土墩柱；200、混凝土箱梁桥面；300、钢斜撑杆；101、墩柱牛腿；61、下弦梁托架；62、墩顶支架；

[0039] 2、挂篮；3、临时扣塔；41、上弦临时扣索；42、下弦临时吊索；5、第一预应力束；61、下弦梁托架；62、墩顶支架；7、第二预应力束；

[0040] 301、钢混接头段；8、承压钢板；9、挂篮底蓝；10、钢混腹板；11、钢混顶板；12、钢混底板；13、钢混加劲肋；14、剪力连接件；

[0041] 302、标准段；15、标准腹板；16、标准顶板；17、标准底板；18、标准加劲肋；19、标准隔板；20、过人孔；21、吊耳；

[0042] 22、边跨支架现浇段；23、中跨合龙段；24、边跨合龙段。

具体实施方式

[0043] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

[0044] 如图6和图10所示，钢斜撑连续刚构桥包含多根混凝土墩柱100、混凝土箱梁桥面200以及多对钢斜撑杆300；混凝土箱梁桥面200是连续的，其设置在多根混凝土墩柱100上方。每对钢斜撑杆300倾斜对称布置在一根混凝土墩柱100的纵桥向两侧。每根钢斜撑杆300的一端固定于一根混凝土墩柱100，另一端固定于混凝土箱梁桥面200的下表面。每根钢斜撑杆300与混凝土墩柱100、混凝土箱梁桥面200形成一个三角区。三角区分为组成混凝土箱

梁桥面200的上弦梁和组成钢斜撑杆300的下弦梁。

[0045] 如图1所示，本申请公开了一种钢斜撑连续刚构桥的三角区扣索吊索联合施工方法的实施例，本申请的三角区扣索吊索联合施工方法包含以下步骤：

[0046] S1：预制钢斜撑杆300的各个下弦梁节段，为后续组装施工做准备；完成混凝土墩柱100以及混凝土墩柱100纵桥向两侧的两个墩柱牛腿101的施工；混凝土墩柱100和两个墩柱牛腿101按照常规施工方法施工。优选地，混凝土墩柱100的施工采用爬模施工的方法施工。

[0047] S2：在混凝土墩柱100顶端面施工混凝土箱梁桥面200的上弦梁的初始节段；在初始节段施工完成之后，其余的上弦梁节段以初始节段为基础，在初始节段两侧逐段成对浇筑成型。

[0048] 在初始节段上方安装竖直的上弦梁临时扣塔3，上弦梁临时扣塔3能够提供临时支撑，为后续类似斜拉索的吊挂提供基础。在上弦梁的初始节段的两侧分别安装一个用于悬浇其余上弦梁节段的挂篮2。挂篮2随着浇筑施工位置的改变而改变，两个挂篮2同步移动，以混凝土墩柱100为对称轴对称，始终位于所有上弦梁节段的两端。

[0049] S3：两个挂篮2同步向远离初始节段两侧的方向逐段移动，并成对浇筑上弦梁节段；每浇筑完成一对或两对上弦梁节段，需要张拉一对上弦临时扣索41。上弦临时扣索41以上弦梁临时扣塔3为支撑，一端固定在上弦梁临时扣塔3上，另一端固定上弦梁节段。

[0050] 同时，在浇筑成型的上弦梁节段下方安装下弦临时吊索42，成对吊挂安装钢斜撑杆300的各节下弦梁节段。在浇筑上弦梁节段和安装下弦梁节段时，都是成对进行，始终保持三角区两侧平衡。

[0051] S4：直至混凝土箱梁桥面200的上弦梁节段与钢斜撑杆300的下弦梁节段完成三角区合拢。

[0052] 如图2所示，在一个实施例中，在步骤S2还包含，在两个墩柱牛腿上方搭设墩顶支架62，上弦梁的初始节段在墩顶支架62和混凝土墩柱100的顶端面施工完成，初始节段在纵桥向的长度大于混凝土墩柱100，初始节段位于墩顶支架62和混凝土墩柱100上方。

[0053] 在步骤S3中，当张拉第一对上弦临时扣索41时，第一对上弦临时扣索41能够承受由上弦梁节段组成的整体的重量，拆除墩顶支架62。

[0054] 如图3所示，在步骤S3中，以初始节段为基础向纵桥向两侧对称悬浇其余上弦梁节段时，每对称悬浇一对上弦梁节段，均需要张拉多根第一预应力束5，多根第一预应力束5用于增强上弦梁节段之间的连接强度，减小刚构桥整体徐变，提升刚构桥跨越能力。

[0055] 如图3和图8所示，钢斜撑杆300包含位于中间的标准段302以及分别位于所述标准段302两端的钢混接头段301。钢混接头段301主要用于更好地从钢结构过度到混凝土结构，使得连接更加牢固。在步骤S1中，在施工两个墩柱牛腿101前，还需要搭设下弦梁托架61，以下弦梁托架61为支撑浇筑混凝土墩柱100的两个墩柱牛腿101。在步骤S3中，以下弦梁托架61为支撑，在两个墩柱牛腿101处分别安装钢混接头段301，从混凝土结构连接关系过渡到钢结构连接关系，拆除下弦梁托架61。之后，下弦梁节段的安装依靠安装固定于上弦梁节段的下弦临时吊索42，吊挂安装。

[0056] 如图3所示，在步骤S3中，在安装钢混接头段301时，张拉多根第二预应力束7固定钢混接头段301与混凝土墩柱100。多根第二预应力束7使得钢混接头段301与混凝土墩柱

100连接更加牢固。

[0057] 进一步地，步骤S3还分为以下步骤：

[0058] S301：用两个挂篮2浇筑施工初始节段两侧的第一对上弦梁节段；

[0059] S302：以下弦梁托架61为支撑，在两个墩柱牛腿101处分别安装两个钢混接头段301；待两个钢混接头段301与墩柱牛腿101的连接处满足设计强度后，拆除下弦梁托架61；

[0060] S303：待第一对上弦梁节段的混凝土强度满足设计要求的90％；将两侧的挂篮2继续前移至第一对上弦梁节段的纵桥向端部，继续悬浇施工下一对上弦梁节段；同时每一对或两对上弦梁节段对应张拉一对上弦临时扣索41；

[0061] S304：以上弦梁节段为基础，张拉下弦临时吊索42安装钢斜撑杆300的各个节段。

[0062] 优选地，在搭设下弦梁托架61完成后，以及安装挂篮2时，均需要进行预压，使得下弦梁托架61和挂篮2更加稳固。

[0063] 在用挂篮2悬浇施工其余上弦梁节段前，均需对上弦梁节段进行立模并绑扎钢筋。

[0064] 如图9所示，优选地，钢斜撑杆300的标准段302的每个上弦梁节段至少包含4个便于吊挂的吊耳21。优选地，每个上弦梁节段包含标准顶板16、标准底板17和两块标准腹板15，标准顶板16、标准底板17和两块标准腹板15围合形成第一矩形空腔，第一矩形空腔成长条形，且两侧通透；第一矩形空腔内设置多块标准隔板19，多块标准隔板19沿第一矩形空腔长度方向设置，每块标准隔板19开设过人孔20，便于工人通行，利于钢斜撑杆300的制作和维护。吊耳21安装在标准隔板19对应的标准顶板16、标准底板17或两块标准腹板15的外壁，避免钢斜撑杆300受拉力变形。

[0065] 进一步地，多块标准隔板19沿第一矩形空腔的长度方向等间距设置，标准隔板19与标准顶板16、标准底板17和两块标准腹板15采用四面角焊缝连接，连接牢固可靠。标准隔板19能够防止钢斜撑杆300出现过大的畸变和面外变形。

[0066] 钢混接头段301包含钢混顶板11、钢混底板12、承压钢板8和两块钢混腹板10，钢混顶板11、钢混底板12、承压钢板8和两块钢混腹板10围合形成第二矩形空腔，第二矩形空腔的两侧的开口通透，承压钢板8将第二矩形空腔分混凝土侧和钢构侧，两侧开口大小不变，混凝土侧和钢构侧均是一侧开口，且开口方向相反。混凝土侧的钢混顶板11、钢混底板12、承压钢板8和两块钢混腹板10设置多个剪力连接件14。

[0067] 如图5、图6和图7所示，在步骤S4中，当钢斜撑杆300的最后一节下弦梁节段靠近混凝土箱梁桥面200的上弦梁节段(见图5)时；拆除挂篮2的挂篮底蓝9，将挂篮底蓝9下放至与最后一节下弦梁节段(高度最高的下弦梁节段)下方，立模并绑扎钢筋；浇筑合拢处的混凝土，待混凝土满足设计强度，张拉最后一对上弦临时扣索41，完成稳定的空腹式三角区施工。

[0068] 如图11所示，进一步地，在完成三角区的施工之后，刚构桥的边跨支架现浇段22、中跨合龙段23和边跨合龙段24均通过传统施工方法进行施工。

[0069] 本申请的三角区扣索吊索联合施工方法，预制钢斜撑杆300的各个下弦梁节段，在三角区施工时，直接进行安装，减少桥梁现场施工的工作量，降低了施工难度，节约了混凝土等的施工材料，缩短了施工工期；同时钢斜撑杆不会发生收缩徐变，提高了桥梁结构受力性能，解决空腹式连续刚构桥跨越能力受限的技术问题。

[0070] 在上弦梁节段和下弦梁节段安装方面，上弦梁节段直接依靠上弦梁临时扣塔和上

弦临时扣索进行临时固定，下弦梁节段直接以上弦梁节段为基础，通过下弦临时吊索进行固定，充分利用各个结构，临时设备少，只需要安装上弦梁临时扣塔3，加上上弦临时扣索和下弦临时吊索，进一步大大提升了三角区安装效率，适用面广，经济价值高。

[0071] 本申请的钢斜撑杆300采用节段预制拼装，相比于传统空腹桥现场浇筑，显著提高施工效率，质量可靠。

[0072] 本申请的三角区扣索吊索联合施工方法，相对于扣索联合支架施工法和双扣索法，竖直下放的下弦临时吊索索力调节灵活，大大提升了施工过程中下弦临时吊索的受力性能。

[0073] 相比传统的双扣索法，本申请的三角区扣索吊索联合施工方法，下弦梁节段的吊装直接利用上弦梁节段作为施工平台，采用垂直下弦临时吊索42进行锚固连接，取消适应箱梁斜率变化的下弦新型挂篮，三角区施工仅需使用一套普通挂篮进行上弦梁节段悬浇施工，减少了现场立模-拆模工序，施工速度快，节约临时结构工程量，降低施工费用。

[0074] 相比于扣索联合支架施工法，本申请的三角区扣索吊索联合施工方法，空腹三角区采用扣索吊索联合施工，避免了三角区的支架拆除导致桥梁结构受力体系发生变化，上弦梁节段采用挂篮2悬臂浇筑配合上弦临时扣索41施工，上弦临时扣索41满足锚头布置和张拉空间要求的前提下，临时扣塔3上锚固间距小，能够获得很大的垂直分力。上弦梁节段竖向荷载通过下弦临时吊索42传至上弦梁节段，而上弦梁节段的向下的部分弯矩，最后均由临时扣塔承担。每根上弦临时扣索41具有可能的最大倾角，上弦临时扣索41效率实现最大化，上弦临时扣索41的用量明显减少，同时，施工过程中垂直的下弦临时吊索42便于调节和优化结构受力状态，有利于控制结构内力和变形。

[0075] 在本申请的描述中，需要说明的是，术语“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0076] 需要说明的是，在本申请中，诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，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。

[0077] 以上所述仅是本申请的具体实施方式，使本领域技术人员能够理解或实现本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例，而要符合与本文所申请的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

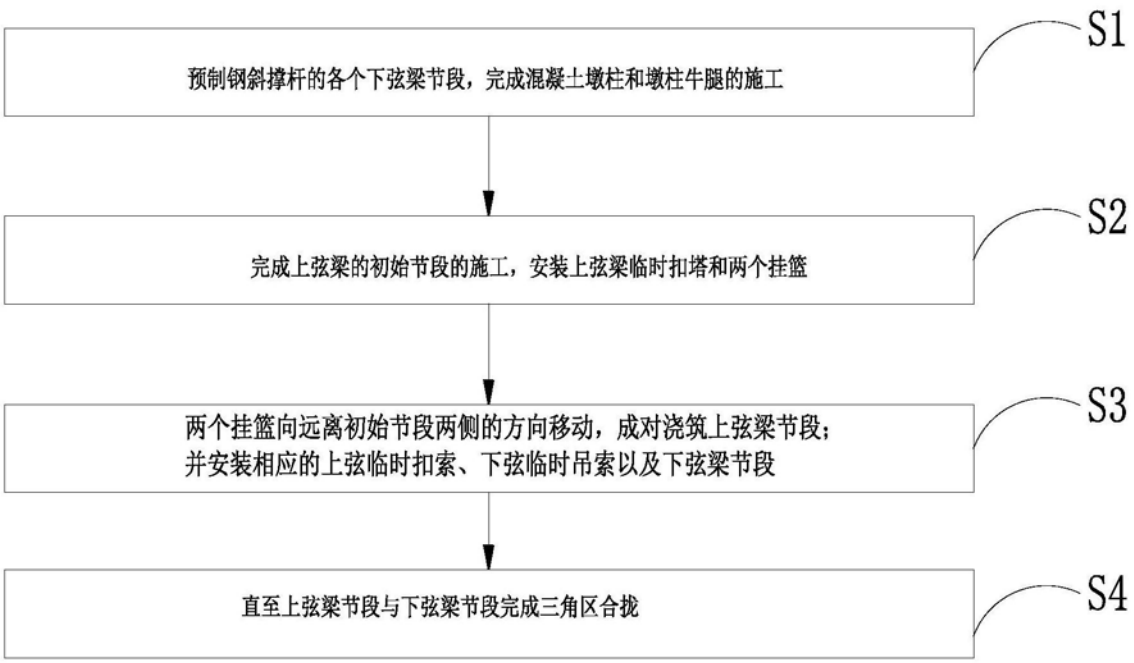

预制钢斜撑杆的各个下弦梁节段，完成混凝土墩柱和墩柱牛腿的施工
S1
完成上弦梁的初始节段的施工，安装上弦梁临时扣塔和两个挂篮
S2
两个挂篮向远离初始节段两侧的方向移动，成对浇筑上弦梁节段；
并安装相应的上弦临时扣索、下弦临时吊索以及下弦梁节段
S3
直至上弦梁节段与下弦梁节段完成三角区合拢
S4

图1

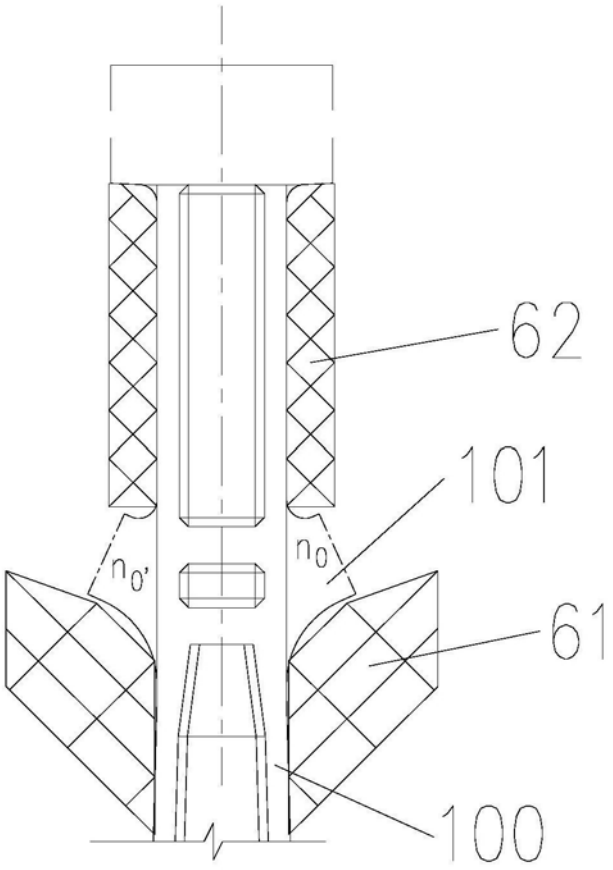

62
101
n_0'
n_0
61
100

图2

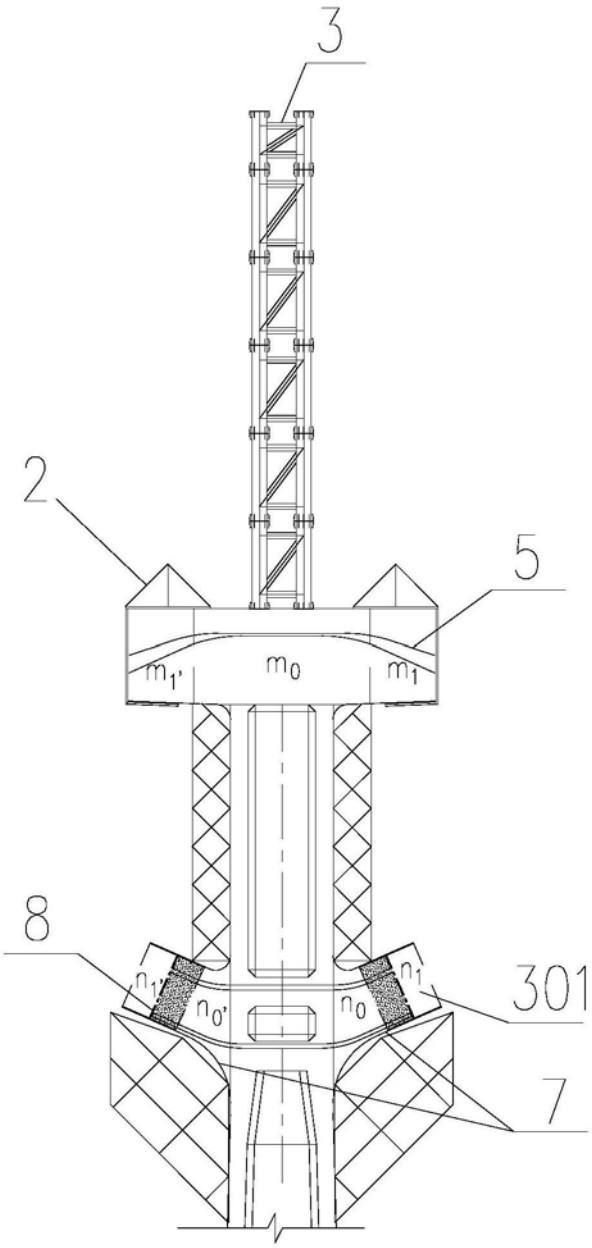


图3

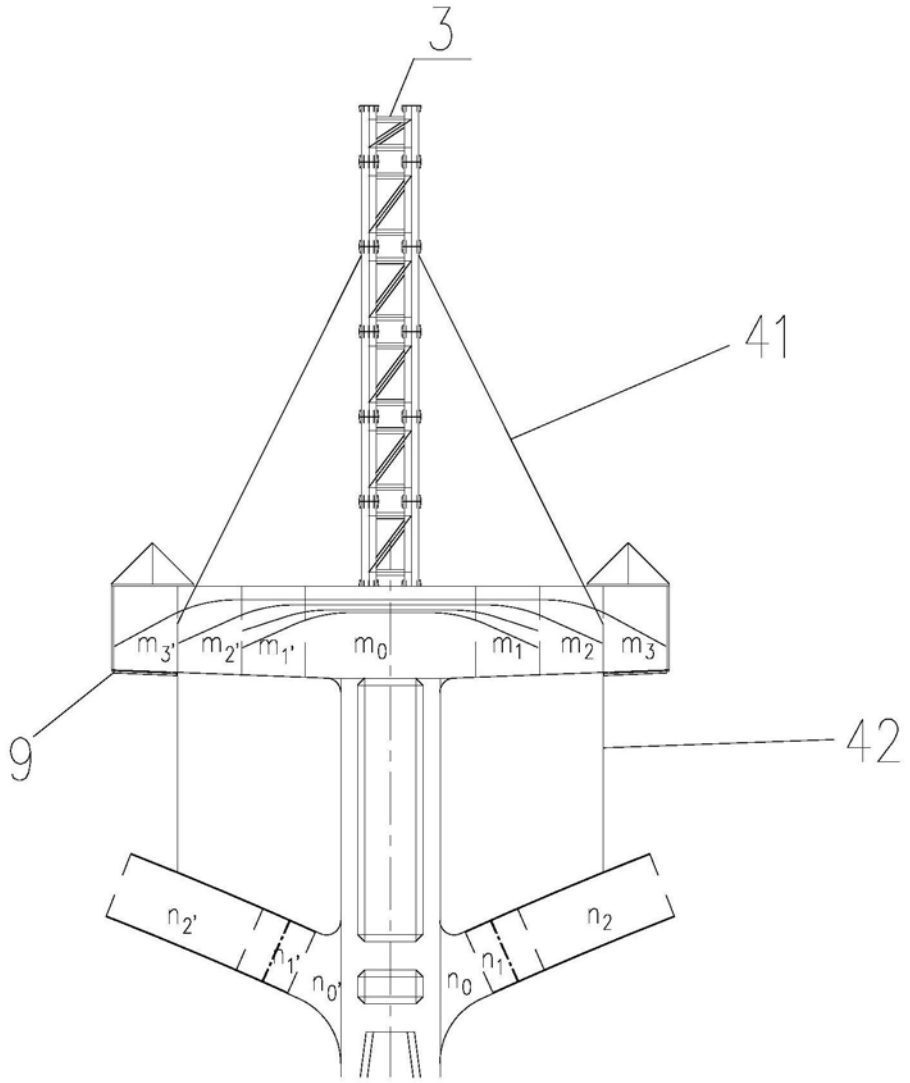


图4

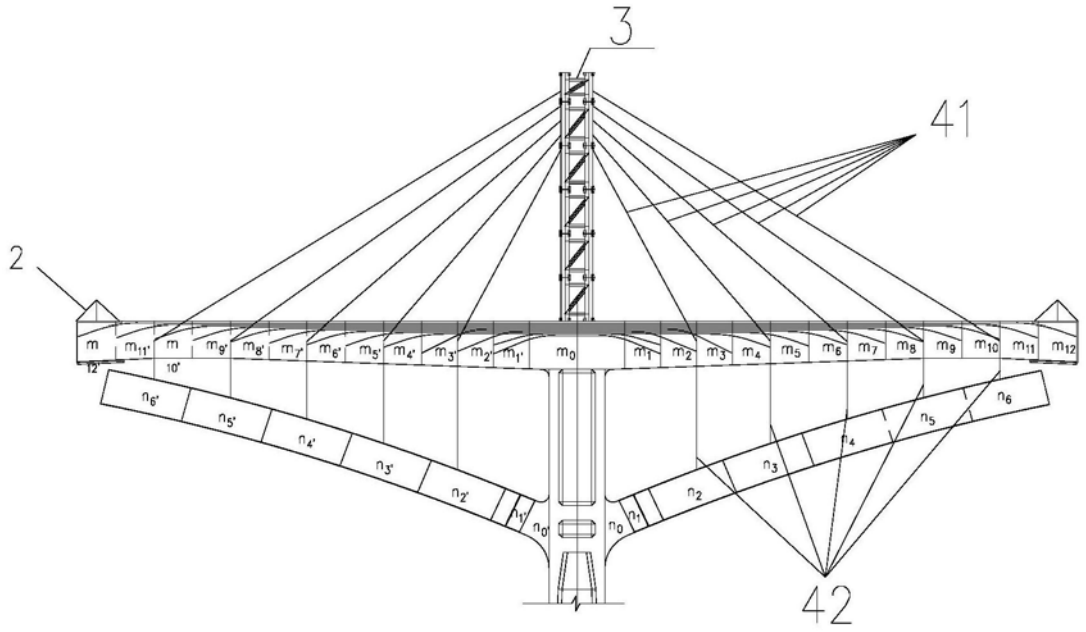


图5

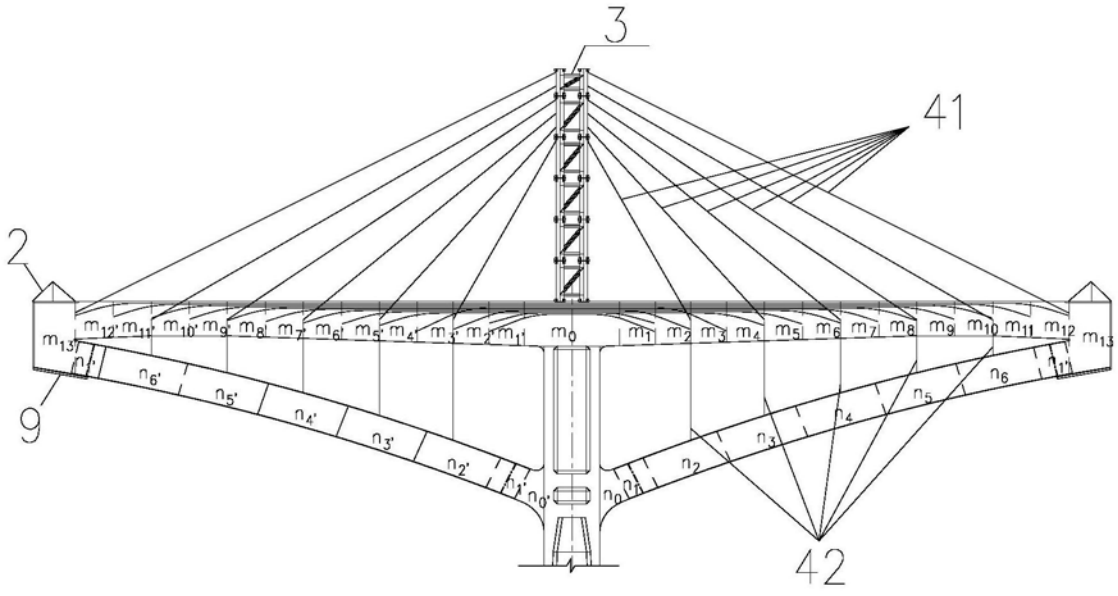


图6

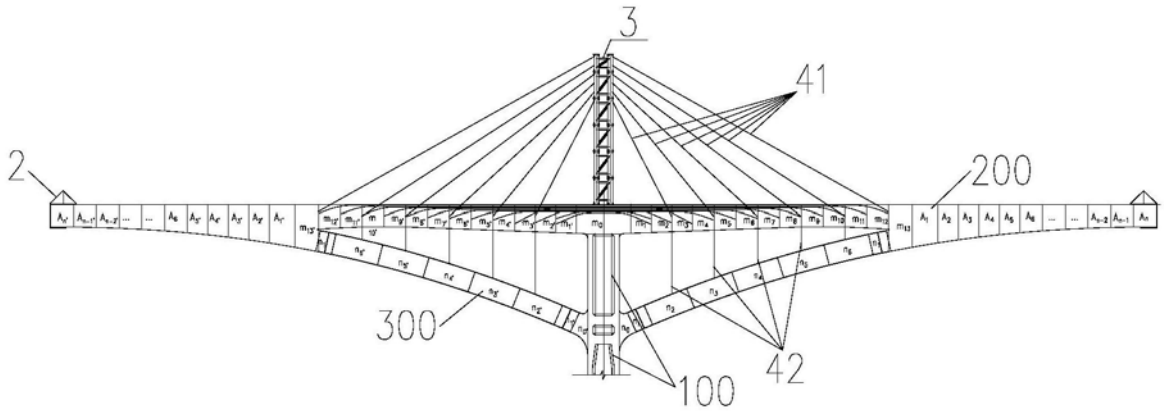

3
41
2
200
300
42
100

图7

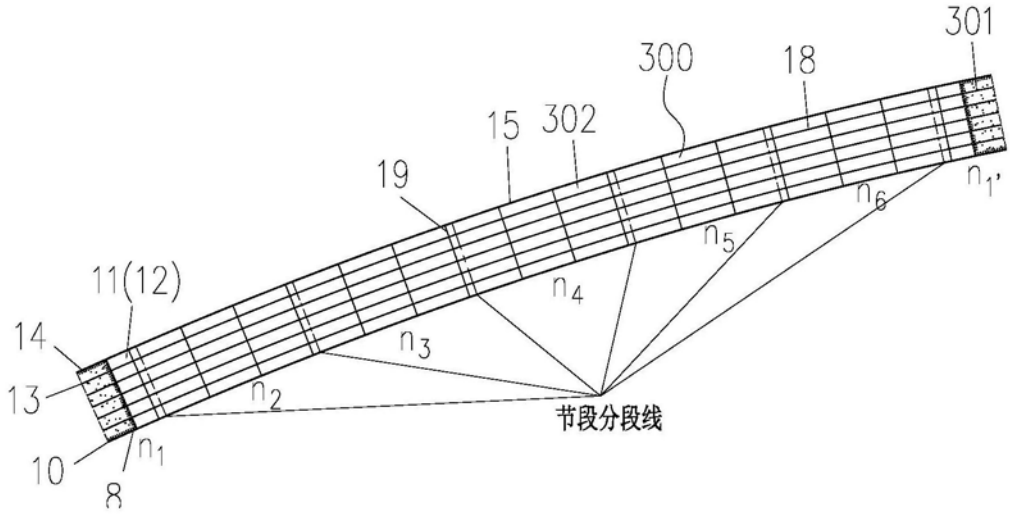

301
300
18
15
302
19
n_1'
n_6
n_5
n_4
11(12)
14
n_3
13
n_2
节段分段线
10
n_1
8

图8

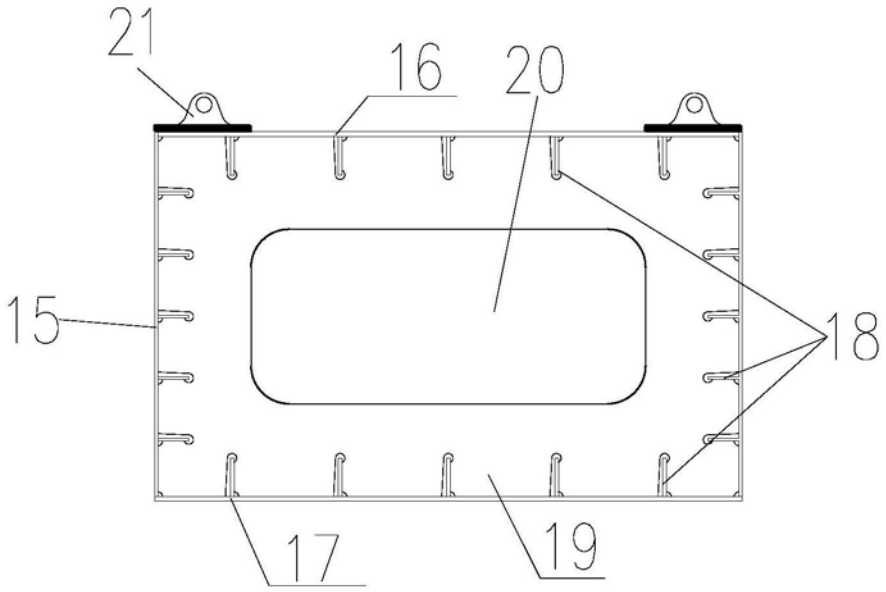


图9

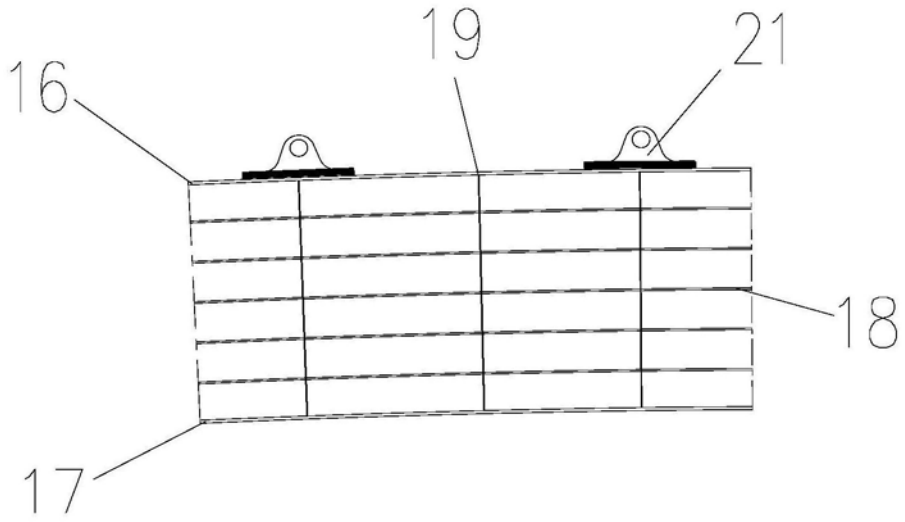


图10

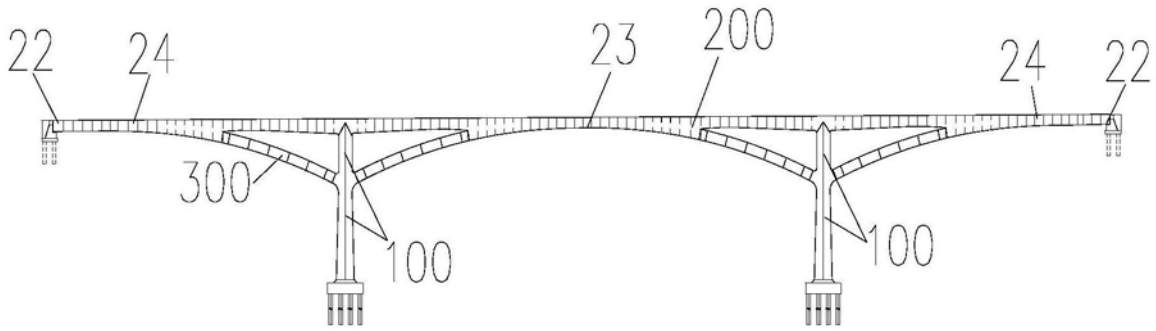


图11