(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 108005094 B
(45)授权公告日 2019.09.10

(21)申请号 201711281553.9

(22)申请日 2017.12.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108005094 A

(43)申请公布日 2018.05.08

(73)专利权人 中铁二十局集团第一工程有限公司
地址 215151 江苏省苏州市高新区大同路10号中铁二十局集团第一工程有限公司工程技术管理中心

(72)发明人 梁之海 杜越 刘俊斌 赵久远 朱山山 严朝锋 王永丽 李东牛

(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.
E02D 19/04(2006.01)
E02D 27/14(2006.01)
E02D 27/32(2006.01)
E02D 27/52(2006.01)
E01D 21/00(2006.01)
E01D 19/02(2006.01)
E01D 101/28(2006.01)

(56)对比文件
CN 101158161 A,2008.04.09,全文.
CN 106049281 A,2016.10.26,全文.
CN 102383436 A,2012.03.21,全文.
KR 10-0589130 B1,2006.06.05,全文.
JP 特开平11-256587 A,1999.09.21,全文.

审查员 陈玲

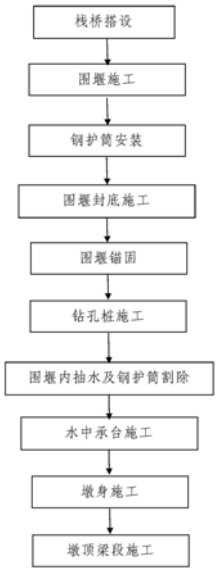
权利要求书4页 说明书14页 附图8页

(54)发明名称

裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，包括步骤：一、栈桥搭设；二、围堰施工；三、钢护筒安装；四、围堰封底施工；五、围堰锚固：采用预应力锚固装置对钢围堰锚固；六、钻孔桩施工；七、围堰内抽水及钢护筒割除；八、水中承台施工；九、墩身施工；十、墩顶梁段施工；步骤六钻孔桩施工过程中、步骤八中水中承台施工过程中、步骤九中墩身施工过程中和步骤十中墩顶梁段施工过程中，均利用混凝土泵送管进行混凝土输送。本发明施工方法简便，采用预应力锚固装置将钢围堰与钻孔桩桩体紧固连接为一体，使钢围堰锚固于钻孔桩桩体上，能有效防止钢围堰上浮，并能增加钢围堰的抗倾覆安全系数，同时利用栈桥能简便完成长距离混凝土泵送。



CN 108005094 B

1.一种裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法,其特征在于:所施工水中墩为支撑于裸岩河床(4-4)上的钢筋混凝土墩,所述水中墩包括桩基础、支撑于所述桩基础上的水平承台和布设于所述水平承台上的墩身,所述墩身的高度不小于50m;所述水平承台为采用钢围堰(1)进行施工的钢筋混凝土承台,所述钢围堰(1)为立方体钢套箱且其横截面为长方形,所述立方体钢套箱由下至上分为多个呈竖直向布设的围堰节段,所述立方体钢套箱中位于最底部的所述围堰节段为钢围堰底节;所述桩基础包括N根对所述水平承台进行支撑的钻孔桩(17),支撑于所述水中墩上的墩顶梁段(14)为钢筋混凝土箱梁且其高度不小于5m;其中,N为正整数且N≥4;

对所述水中墩与墩顶梁段(14)进行施工时,包括以下步骤:

步骤一、栈桥搭设:在所述水中墩的施工位置与河岸之间搭设栈桥,并在所述栈桥上铺放混凝土泵送管(12);

步骤二、围堰施工:按照常规围堰下沉施工方法,将钢围堰(1)由上至下下沉至所述水平承台的施工位置处,并使钢围堰(1)支撑于裸岩河床(4-4)上;

步骤三、钢护筒安装:按照常规钢护筒安装方法,对施工钻孔桩(17)所用的钢护筒(11)进行下放,并对下放到位的钢护筒(11)进行固定;所安装钢护筒(11)的数量为N个,N个所述钢护筒(11)均位于钢围堰(1)内,N个所述钢护筒(11)的布设位置分别与N根所述钻孔桩(17)的布设位置一一对应;

步骤四、围堰封底施工:对步骤二中下沉到位的钢围堰(1)底部进行混凝土封底,封底后所形成混凝土封底层的顶部标高与所述水平承台的底部标高一致;

步骤五、围堰锚固:采用预应力锚固装置对钢围堰(1)进行锚固;

所述预应力锚固装置包括四个结构相同且对钢围堰(1)进行锚固的预应力锚固机构(18),所述钢围堰(1)的四个顶角上均设置有一个所述预应力锚固机构(18);每个所述预应力锚固机构(18)均包括一道布设于钢围堰(1)顶角上的反压梁(19)和拉结于反压梁(19)与一根所述钻孔桩(17)之间的预应力钢筋(20),所述反压梁(19)呈水平布设且其两端分别支撑于钢围堰(1)的相邻两个侧壁上;所述预应力钢筋(20)的上端锚固于反压梁(19)上;

采用预应力锚固装置对钢围堰(1)进行锚固时,包括以下步骤:

步骤B1、锚固桩筛选:从N根所述钻孔桩(17)中选出4根钻孔桩(17)作为锚固桩(17-1);所述锚固桩(17-1)为对预应力钢筋(20)下端进行锚固的锚固桩(17-1),4根所述锚固桩(17-1)分别位于钢围堰(1)的四个顶角内侧;

每根所述锚固桩(17-1)均对一个所述预应力锚固机构(18)的预应力钢筋(20)下端进行锚固;

步骤B2、预应力锚固机构施工:对四个所述预应力锚固机构(18)分别进行施工,四个所述预应力锚固机构(18)的施工方法均相同;

对任一个所述预应力锚固机构(18)进行施工及锚固时,过程如下:

步骤B21、锚固桩施工及预应力钢筋下端埋设:按常规水中钻孔桩的施工方法,对当前所施工预应力锚固机构(18)的预应力钢筋(20)下端进行锚固的所述锚固桩(17-1)进行施工;并且,在所述锚固桩(17-1)施工过程中,将预应力钢筋(20)下端埋设于所述锚固桩(17-1)内;

步骤B22、反压梁布设:将当前所施工预应力锚固机构(18)的反压梁(19)水平布设于钢

围堰(1)的顶角上,并将步骤B21中所述预应力钢筋(20)上端锚固于反压梁(19)上;

步骤B23、钢筋预应力张拉:按照常规钢筋预应力张拉方法,对步骤B22中所述预应力钢筋(20)进行张拉;张拉完成后,完成预应力锚固机构(18)的施工过程;

待四个所述预应力锚固机构(18)均施工完成后,完成钢围堰(1)的锚固过程;

步骤六、钻孔桩施工:对N根所述钻孔桩(17)分别进行施工;

步骤七、围堰内抽水及钢护筒割除:将钢围堰(1)内部水抽出;抽水完成后,采用切割设备割除步骤三中所述的钢护筒(11);

步骤八、水平承台施工:对所述水平承台进行成型施工,并使所述水平承台支撑于步骤六中N根所述钻孔桩(17)上;

步骤九、墩身施工:在步骤八中施工完成的所述水平承台上,对所述墩身进行施工;

步骤十、墩顶梁段施工:在步骤九中施工完成的所述墩身上,对墩顶梁段(14)进行施工;

步骤六钻孔桩施工过程中、步骤八中水平承台施工过程中、步骤九中墩身施工过程中和步骤十中墩顶梁段施工过程中,均利用步骤一中所述混凝土泵送管(12)进行混凝土输送。

2.按照权利要求1所述的裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法,其特征在于:步骤B22进行反压梁布设时,待步骤B21中所述锚固桩(17-1)的桩身混凝土强度达到设计强度的85%以上后,再将反压梁(19)水平布设于钢围堰(1)的顶角上;

步骤B23中钢筋预应力张拉时,所述预应力钢筋(20)下端为固定端,所述预应力钢筋(20)上端为张拉端,采用张拉设备从预应力钢筋(20)上端进行张拉,张拉控制力为400kN～600kN。

3.按照权利要求1或2所述的裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法,其特征在于:步骤B23中所述预应力钢筋(20)呈竖直向布设,所述预应力钢筋(20)锚固于所述锚固桩(17-1)上部;

所述预应力钢筋(20)底部埋设于钻孔桩(17)内的节段为锚固段,所述锚固段的长度不小于5m。

4.按照权利要求1或2所述的裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法,其特征在于:步骤B2中对四个所述预应力锚固机构(18)分别进行施工时,四个所述预应力锚固机构(18)同步进行施工;

每个所述预应力锚固机构(18)中所包括预应力钢筋(20)的数量均为多道,多道所述预应力钢筋(20)的下端均锚固于同一根所述钻孔桩(17)内;每个所述预应力锚固机构(18)中多道所述预应力钢筋(20)均沿反压梁(19)的长度方向由前至后进行布设,每个所述预应力锚固机构(18)中多道所述预应力钢筋(20)均与反压梁(19)布设于同一竖直面上。

5.按照权利要求1或2所述的裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法,其特征在于:步骤五中所述预应力钢筋(20)为精轧螺纹钢筋;

所述锚固段底端设置有下垫板和下锁紧螺母,所述下锁紧螺母位于所述下垫板下方,所述下垫板和下锁紧螺母均预埋于钻孔桩(17)内;

所述反压梁(19)上开设有供预应力钢筋(20)穿过的通孔,所述预应力钢筋(20)上端设置有上锁紧螺母(21),所述上锁紧螺母(21)位于反压梁(19)上方。

6.按照权利要求1或2所述的裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征在于：步骤十中进行墩顶梁段施工之前，先在步骤九中施工完成的所述墩身的顶部搭设墩顶托架，再利用所述墩顶托架对墩顶梁段(14)进行施工；

所述墩身为双薄壁墩且其包括前后两个对称布设的薄壁墩(5)，两个所述薄壁墩(5)均呈竖直向布设且二者均为钢筋混凝土墩。

7.按照权利要求1或2所述的裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征在于：步骤一中所述栈桥包括栈桥本体，所述栈桥本体包括下部支撑结构、水平架设于所述下部支撑结构上的主梁(4-1)和铺设于主梁(4-1)上的桥面板(4-3)，所述下部支撑结构包括一个或多个下部锚固于裸岩河床(4-4)上的钢支墩锚固桩(4-5)，所述钢支墩锚固桩(4-5)呈竖直向布设，多个所述钢支墩锚固桩(4-5)由后向前支撑于主梁(4-1)下方；所述主梁(4-1)的前端支撑于步骤二中所述钢围堰(1)上，所述主梁(4-1)的后端支撑于岸侧支撑台(4-10)上，所述岸侧支撑台(4-10)为搭设于河岸上的支撑平台；所述主梁(4-1)的长度不小于岸侧支撑台(4-10)与钢围堰(1)之间的净距，所述混凝土泵送管(12)放置于桥面板(4-3)上；

所述钢支墩锚固桩(4-5)包括井字形钢支墩和对所述井字形钢支墩下部进行锚固的钢支墩锚固结构(4-5-1)，所述裸岩河床(4-4)上钻设有供所述钢支墩锚固桩(4-5)下部锚固的桩孔，所述桩孔呈竖直向布设且其深度不小于5m，所述井字形钢支墩下部位于所述桩孔的内侧中部；所述钢支墩锚固结构(4-5-1)为由注入所述桩孔内的混凝土灌注成型的混凝土结构，所述钢支墩锚固结构(4-5-1)的高度与所述桩孔的深度一致；所述井字形钢支墩包括四根结构和尺寸均相同的竖向钢管(4-5-2)，相邻两根所述竖向钢管(4-5-2)之间均通过水平连接杆(5-3)紧固连接，所述水平连接杆(5-3)位于钢支墩锚固结构(4-5-1)上方；每根所述竖向钢管(4-5-2)的底端均支撑于所述桩孔底部，每根所述竖向钢管(4-5-2)的下部均灌注于钢支墩锚固结构(4-5-1)内。

8.按照权利要求7所述的裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征在于：步骤五中围堰锚固完成后，还需在所述钢围堰(1)上搭设水平工作平台(4-13)，所述水平工作平台(4-13)与主梁(4-1)连接为一体；步骤六中进行钻孔桩施工时，利用水平工作平台(4-13)进行施工。

9.按照权利要求7所述的裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征在于：步骤一中进行栈桥施工时，过程如下：

步骤101、钢支墩锚固桩施工：对所施工栈桥的各钢支墩锚固桩(4-5)分别进行施工，直至完成所有钢支墩锚固桩(4-5)的施工过程；所有钢支墩锚固桩(4-5)的施工方法均相同；

对任一个所述钢支墩锚固桩(4-5)进行施工时，过程如下：

步骤1011、钻孔：采用钻机由上至下在裸岩河床(4-4)上钻取当前所施工钢支墩锚固桩(4-5)的所述桩孔；

步骤1012、井字形钢支墩吊装：将预先加工成型的所述井字形钢支墩吊装并下放至步骤1011中所述桩孔内，使所述井字形钢支墩下部位于所述桩孔的内侧中部，并使所述井字形钢支墩中每根所述竖向钢管(4-5-2)的底端均支撑于所述桩孔底部；

步骤1013、锚固：向步骤1011中所述桩孔内灌注混凝土，待所灌注混凝土凝固后，获得施工成型的钢支墩锚固结构(4-5-1)；

步骤102、主梁架设：待用于施工所述水中墩(22)的钢围堰(1)施工完成后，将所施工栈

桥的主梁(4-1)架设于步骤101中施工完成的所述钢支墩锚固桩(4-5)，并将主梁(4-1)的前端支撑于钢围堰(1)上且将主梁(4-1)的后端支撑于岸侧支撑台(4-10)上；

步骤103、桥面板铺装：在步骤102中所述主梁(4-1)上铺装桥面板(4-3)。

10.按照权利要求1或2所述的裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征在于：所述墩顶梁段(14)的高度为10m以上且其由底板、位于所述底板正上方的顶板和左右两个对称布设于所述底板与所述顶板之间的腹板组成；所述墩顶梁段(14)由下至上分为第一浇筑段(7)、第二浇筑段(8)和第三浇筑段(9)，所述墩顶梁段(14)中两个所述腹板的底部节段和所述底板组成第一浇筑段(7)，所述墩顶梁段(14)中两个所述腹板的顶部节段和所述顶板组成第三浇筑段(9)；

步骤十中进行墩顶梁段施工时，先对用于成型施工墩顶梁段(14)的成型模板进行支设，再在所述成型模板内绑扎钢筋笼，之后由先至后分三次对墩顶梁段(14)进行混凝土浇筑；

混凝土浇筑之前，在所述钢筋笼上安装一个冷却水管道，所述冷却水管道为矩形波形且其位于所述底板中部；所述冷却水管道包括多根沿纵桥向布设的冷却水管(10)，多根所述冷却水管(10)由左至右布设于同一水平面上；

混凝土浇筑之前，在所述钢筋笼上布设左右两组对称布设的临时预应力束(6)，两组所述临时预应力束(6)分别布设在两个所述腹板的底部节段内；每组所述临时预应力束(6)均包括多道沿纵桥向布设的临时预应力束(6)，多道所述临时预应力束(6)由左至右布设于同一水平面上；

由先至后分三次对墩顶梁段(14)进行混凝土浇筑时，过程如下：

步骤A1、第一混凝土浇筑：对第一浇筑段(7)进行浇筑；

步骤A2、预应力张拉：对多道所述临时预应力束(6)同步进行张拉；

步骤A3、第二混凝土浇筑：对第二浇筑段(8)进行浇筑；

步骤A4、第三混凝土浇筑：对第三浇筑段(9)进行浇筑；

步骤A5、预应力放张：对步骤A2中多道所述临时预应力束(6)同步进行张拉。

裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于桥梁施工技术领域，尤其是涉及一种裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法。

背景技术

[0002] 随着国民经济的发展，我国铁路桥梁事业迅猛发展，我国在桥梁设计理论、建造技术和装备方面正在赶上或接近世界先进水平，大跨度跨海、跨江桥梁建设不断增加。对深水、高墩、大跨度桥梁的水中墩进行施工过程中，当河床为坚石裸岩河床时，水中墩的施工难度更大，通常需要架设栈桥。其中，“深水”是指桥梁基础的水深在5m～6m以上，“高墩”是指桥墩高度为30米以上，“大跨度”是指多孔跨径总长≥100米且单孔跨径≥40米。坚石(即坚硬岩石)是指新鲜完整、颗粒牢固联结且有较高的力学强度的岩石，一般指在饱和水状态下的极限抗压强度大于50公斤/平方厘米的岩石，如沉积岩、火成岩、变质岩等，坚硬岩石具有很高的力学强度和很强的抗水性。裸岩河床是指河床为无覆盖层的裸露基岩。

[0003] 钢围堰是水中墩承台施工的挡水结构，桥梁深水基础施工中通常均需采用钢围堰，通常使用的围堰按结构可分为单壁式围堰和双壁式围堰两种。采用双壁钢围堰所施工承台为水中墩承台，水中墩承台通过多根钻孔桩进行支撑，钻孔桩为承台的桩基，钻孔桩、承台和位于承台上的水中墩组成桥梁深水基础。根据双壁钢围堰深水基础的施工工况，有两个阶段为最不利阶段：一是钢围堰封底后钻孔桩施工过程中，由于桩基未施工完成，桩基与封底混凝土还未形成稳定锚固结构，遇到特大洪水时，不利因素较多，钢围堰处于危险状态；二是在承台施工中，钢围堰内水抽干，此时钢围堰承受浮力最大，由于钢围堰封底混凝土质量及封底混凝土与钻孔桩桩体锚固质量是关键，尤其遇到特大洪水时，浮力增大，存在钢围堰倾覆的危险。因而，为保证双壁钢围安全渡汛，除了按照钢围堰的常规结构设计及施工技术方法进行渡汛外，还需增设专门的钢围堰锚固装置，增加钢围堰防洪、防汛、防倾覆的安全系数，确保施工安全。

[0004] 桥墩墩顶梁段也称为0#梁段，它是最先施工的梁段，该梁段是全桥结构受力最复杂、施工难度最大的一段，通常采用托架支撑模板系统进行现浇施工。对墩身高度30米以上的深水桥墩和支撑于该深水桥墩上的大体积0#梁段进行施工时，施工难度非常大，并且所需混凝土量大，再加上深水桥墩距离河岸通常均比较远，因而混凝土超长距离输送也是一个施工难题。

发明内容

[0005] 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，提供一种裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其施工方法简便，采用四个分别布设于已下沉到位钢围堰顶角上的预应力锚固装置将钢围堰与钻孔桩桩体紧固连接为一体，使钢围堰锚固于钻孔桩桩体上，能有效防止钢围堰上浮，并能增加钢围堰的抗倾覆安全系数，同时利用栈桥能简便完成长距离混凝土泵送。

[0006] 为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是：一种裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征在于：所施工水中墩为支撑于裸岩河床上的钢筋混凝土墩，所述水中墩包括桩基础、支撑于所述桩基础上的水平承台和布设于所述水平承台上的墩身，所述墩身的高度不小于50m；所述水平承台为采用钢围堰进行施工的钢筋混凝土承台，所述钢围堰为立方体钢套箱且其横截面为长方形，所述立方体钢套箱由下至上分为多个呈竖直向布设的围堰节段，所述立方体钢套箱中位于最底部的所述围堰节段为钢围堰底节；所述桩基础包括N根对所述水平承台进行支撑的钻孔桩，支撑于所述水中墩上的墩顶梁段为钢筋混凝土箱梁且其高度不小于5m；其中，N为正整数且N≥4；

[0007] 对所述水中墩与墩顶梁段进行施工时，包括以下步骤：

[0008] 步骤一、栈桥搭设：在所述水中墩的施工位置与河岸之间搭设栈桥，并在所述栈桥上铺放混凝土泵送管；

[0009] 步骤二、围堰施工：按照常规围堰下沉施工方法，将钢围堰由上至下下沉至所述水平承台的施工位置处，并使钢围堰支撑于裸岩河床上；

[0010] 步骤三、钢护筒安装：按照常规钢护筒安装方法，对施工钻孔桩所用的钢护筒进行下放，并对下放到位的钢护筒进行固定；所安装钢护筒的数量为N个，N个所述钢护筒均位于钢围堰内，N个所述钢护筒的布设位置分别与N根所述钻孔桩的布设位置一一对应；

[0011] 步骤四、围堰封底施工：对步骤二中下沉到位的钢围堰底部进行混凝土封底，封底后所形成混凝土封底层的顶部标高与所述水平承台的底部标高一致；

[0012] 步骤五、围堰锚固：采用预应力锚固装置对钢围堰进行锚固；

[0013] 所述预应力锚固装置包括四个结构相同且对钢围堰进行锚固的预应力锚固机构，所述钢围堰的四个顶角上均设置有一个所述预应力锚固机构；每个所述预应力锚固机构均包括一道布设于钢围堰顶角上的反压梁和拉结于反压梁与一根所述钻孔桩之间的预应力钢筋，所述反压梁呈水平布设且其两端分别支撑于钢围堰的相邻两个侧壁上；所述预应力钢筋的上端锚固于反压梁上；

[0014] 采用预应力锚固装置对钢围堰进行锚固时，包括以下步骤：

[0015] 步骤B1、锚固桩筛选：从N根所述钻孔桩中选出4根钻孔桩作为锚固桩；所述锚固桩为对预应力钢筋下端进行锚固的锚固桩，4根所述锚固桩分别位于钢围堰的四个顶角内侧；

[0016] 每根所述锚固桩均对一个所述预应力锚固机构的预应力钢筋下端进行锚固；

[0017] 步骤B2、预应力锚固机构施工：对四个所述预应力锚固机构分别进行施工，四个所述预应力锚固机构的施工方法均相同；

[0018] 对任一个所述预应力锚固机构进行施工及锚固时，过程如下：

[0019] 步骤B21、锚固桩施工及预应力钢筋下端埋设：按常规水中钻孔桩的施工方法，对当前所施工预应力锚固机构的预应力钢筋下端进行锚固的所述锚固桩进行施工；并且，在所述锚固桩施工过程中，将预应力钢筋下端埋设于所述锚固桩内；

[0020] 步骤B22、反压梁布设：将当前所施工预应力锚固机构的反压梁水平布设于钢围堰的顶角上，并将步骤B21中所述预应力钢筋上端锚固于反压梁上；

[0021] 步骤B23、钢筋预应力张拉：按照常规钢筋预应力张拉方法，对步骤B22中所述预应力钢筋进行张拉；张拉完成后，完成预应力锚固机构的施工过程；

[0022] 待四个所述预应力锚固机构均施工完成后，完成钢围堰的锚固过程；

[0023] 步骤六、钻孔桩施工：对N根所述钻孔桩分别进行施工；

[0024] 步骤七、围堰内抽水及钢护筒割除：将钢围堰内部水抽出；抽水完成后，采用切割设备割除步骤三中所述的钢护筒；

[0025] 步骤八、水平承台施工：对所述水平承台进行成型施工，并使所述水平承台支撑于步骤六中N根所述钻孔桩上；

[0026] 步骤九、墩身施工：在步骤八中施工完成的所述水平承台上，对所述墩身进行施工；

[0027] 步骤十、墩顶梁段施工：在步骤九中施工完成的所述墩身上，对墩顶梁段进行施工；

[0028] 步骤六钻孔桩施工过程中、步骤八中水平承台施工过程中、步骤九中墩身施工过程中和步骤十中墩顶梁段施工过程中，均利用步骤一中所述混凝土泵送管进行混凝土输送。

[0029] 上述裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征是：步骤B22进行反压梁布设时，待步骤B21中所述锚固桩的桩身混凝土强度达到设计强度的85％以上后，再将反压梁水平布设于钢围堰的顶角上；

[0030] 步骤B23中钢筋预应力张拉时，所述预应力钢筋下端为固定端，所述预应力钢筋上端为张拉端，采用张拉设备从预应力钢筋上端进行张拉，张拉控制力为400kN～600kN。

[0031] 上述裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征是：步骤B23中所述预应力钢筋呈竖直向布设，所述预应力钢筋锚固于所述锚固桩上部；

[0032] 所述预应力钢筋底部埋设于钻孔桩内的节段为锚固段，所述锚固段的长度不小于5m。

[0033] 上述裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征是：步骤B2中对四个所述预应力锚固机构分别进行施工时，四个所述预应力锚固机构同步进行施工；

[0034] 每个所述预应力锚固机构中所包括预应力钢筋的数量均为多道，多道所述预应力钢筋的下端均锚固于同一根所述钻孔桩内；每个所述预应力锚固机构中多道所述预应力钢筋均沿反压梁的长度方向由前至后进行布设，每个所述预应力锚固机构中多道所述预应力钢筋均与反压梁布设于同一竖直面上。。

[0035] 上述裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征是：步骤五中所述预应力钢筋为精轧螺纹钢筋；

[0036] 所述锚固段底端设置有下垫板和下锁紧螺母，所述下锁紧螺母位于所述下垫板下方，所述下垫板和下锁紧螺母均预埋于钻孔桩内；

[0037] 所述反压梁上开设有供预应力钢筋穿过的通孔，所述预应力钢筋上端设置有上锁紧螺母，所述上锁紧螺母位于反压梁上方。

[0038] 上述裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征是：步骤十中进行墩顶梁段施工之前，先在步骤九中施工完成的所述墩身的顶部搭设墩顶托架，再利用所述墩顶托架对墩顶梁段进行施工；

[0039] 所述墩身为双薄壁墩且其包括前后两个对称布设的薄壁墩，两个所述薄壁墩均呈竖直向布设且二者均为钢筋混凝土墩。

[0040] 上述裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征是：步骤一中所述栈桥包括栈

桥本体，所述栈桥本体包括下部支撑结构、水平架设于所述下部支撑结构上的主梁和铺设于主梁上的桥面板，所述下部支撑结构包括一个或多个下部锚固于裸岩河床上的钢支墩锚固桩，所述钢支墩锚固桩呈竖直向布设，多个所述钢支墩锚固桩由后向前支撑于主梁下方；所述主梁的前端支撑于步骤二中所述钢围堰上，所述主梁的后端支撑于岸侧支撑台上，所述岸侧支撑台为搭设于河岸上的支撑平台；所述主梁的长度不小于岸侧支撑台与钢围堰之间的净距，所述混凝土泵送管放置于桥面板上；

[0041] 所述钢支墩锚固桩包括井字形钢支墩和对所述井字形钢支墩下部进行锚固的钢支墩锚固结构，所述裸岩河床上钻设有供所述钢支墩锚固桩下部锚固的桩孔，所述桩孔呈竖直向布设且其深度不小于5m，所述井字形钢支墩下部位于所述桩孔的内侧中部；所述钢支墩锚固结构为由注入所述桩孔内的混凝土灌注成型的混凝土结构，所述钢支墩锚固结构的高度与所述桩孔的深度一致；所述井字形钢支墩包括四根结构和尺寸均相同的竖向钢管，相邻两根所述竖向钢管之间均通过水平连接杆紧固连接，所述水平连接杆位于钢支墩锚固结构上方；每根所述竖向钢管的底端均支撑于所述桩孔底部，每根所述竖向钢管的下部均灌注于钢支墩锚固结构内。

[0042] 上述裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征是：步骤五中围堰锚固完成后，还需在所述钢围堰上搭设水平工作平台，所述水平工作平台与主梁连接为一体；步骤六中进行钻孔桩施工时，利用水平工作平台进行施工。

[0043] 上述裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征是：步骤一中进行栈桥施工时，过程如下：

[0044] 步骤101、钢支墩锚固桩施工：对所施工栈桥的各钢支墩锚固桩分别进行施工，直至完成所有钢支墩锚固桩的施工过程；所有钢支墩锚固桩的施工方法均相同；

[0045] 对任一个所述钢支墩锚固桩进行施工时，过程如下：

[0046] 步骤1011、钻孔：采用钻机由上至下在裸岩河床上钻取当前所施工钢支墩锚固桩的所述桩孔；

[0047] 步骤1012、井字形钢支墩吊装：将预先加工成型的所述井字形钢支墩吊装并下放至步骤1011中所述桩孔内，使所述井字形钢支墩下部位于所述桩孔的内侧中部，并使所述井字形钢支墩中每根所述竖向钢管的底端均支撑于所述桩孔底部；

[0048] 步骤1013、锚固：向步骤1011中所述桩孔内灌注混凝土，待所灌注混凝土凝固后，获得施工成型的钢支墩锚固结构；

[0049] 步骤102、主梁架设：待用于施工所述水中墩的钢围堰施工完成后，将所施工栈桥的主梁架设于步骤101中施工完成的所述钢支墩锚固桩，并将主梁的前端支撑于钢围堰上且将主梁的后端支撑于岸侧支撑台上；

[0050] 步骤103、桥面板铺装：在步骤102中所述主梁上铺装桥面板。

[0051] 上述裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，其特征是：所述墩顶梁段的高度为10m以上且其由底板、位于所述底板正上方的顶板和左右两个对称布设于所述底板与所述顶板之间的腹板组成；所述墩顶梁段由下至上分为第一浇筑段、第二浇筑段和第三浇筑段，所述墩顶梁段中两个所述腹板的底部节段和所述底板组成第一浇筑段，所述墩顶梁段中两个所述腹板的顶部节段和所述顶板组成第三浇筑段；

[0052] 步骤十中进行墩顶梁段施工时，先对用于成型施工墩顶梁段的成型模板进行支

设，再在所述成型模板内绑扎钢筋笼，之后由先至后分三次对墩顶梁段进行混凝土浇筑；

[0053] 混凝土浇筑之前，在所述钢筋笼上安装一个冷却水管道，所述冷却水管道为矩形波形且其位于所述底板中部；所述冷却水管道包括多根沿纵桥向布设的冷却水管，多根所述冷却水管由左至右布设于同一水平面上；

[0054] 混凝土浇筑之前，在所述钢筋笼上布设左右两组对称布设的临时预应力束，两组所述临时预应力束分别布设在两个所述腹板的底部节段内；每组所述临时预应力束均包括多道沿纵桥向布设的临时预应力束，多道所述临时预应力束由左至右布设于同一水平面上；

[0055] 由先至后分三次对墩顶梁段进行混凝土浇筑时，过程如下：

[0056] 步骤A1、第一混凝土浇筑：对第一浇筑段进行浇筑；

[0057] 步骤A2、预应力张拉：对多道所述临时预应力束同步进行张拉；

[0058] 步骤A3、第二混凝土浇筑：对第二浇筑段进行浇筑；

[0059] 步骤A4、第三混凝土浇筑：对第三浇筑段进行浇筑；

[0060] 步骤A5、预应力放张：对步骤A2中多道所述临时预应力束同步进行张拉。

[0061] 本发明与现有技术相比具有以下优点：

[0062] 1、方法步骤简单、施工简便且施工效率高，投入的人力物力少。

[0063] 2、所采用的预应力锚固装置结构简单、设计合理且施工简便，投入成本低，并且该预应力锚固装置使用操作简便，能简单、方便且快速地完成钢围堰锚固过程。

[0064] 3、所采用的预应力锚固装置经济实用且使用效果好，采用四个分别布设于钢围堰顶角上的预应力锚固机构将钢围堰与钻孔桩桩体紧固连接为一体，使钢围堰锚固于钻孔桩桩体上，能有效防止钢围堰上浮，并能增加钢围堰的抗倾覆安全系数，确保汛期施工安全。每个预应力锚固装置均由一道布设于钢围堰顶角上的反压梁和拉结于反压梁与一根所述钻孔桩之间的预应力钢筋组成，预应力钢筋的下端锚固于钻孔桩内且其上端锚固于反压梁上，通过张拉预应力钢筋并对预应力钢筋的张拉控制力进行控制，能简便对预应力钢筋的锚固力进行调控，实现钢围堰与钻孔桩桩体锚固为一体的目的。通过四个分别布设于钢围堰顶角上的预应力锚固机构，能进一步保证锚固效果，将钢围堰与钻孔桩桩体紧固连接为一体，使钢围堰锚固于钻孔桩桩体上，能有效防止钢围堰上浮，并能增加钢围堰的抗倾覆安全系数，确保汛期施工安全。

[0065] 4、利用栈桥能简便完成长距离混凝土泵送，施工简便、快速且施工过程易于控制。

[0066] 5、栈桥结构设计合理，采用单桩单柱形式，并利用大直径的单桩井字形钢支墩，其组合结构刚度大，抵抗洪水冲击能力强，施工方便，并且井字形钢支墩底部锚固牢靠，施工简便。钢支墩锚固桩的施工质量容易控制，钢支墩锚固效果好，栈桥抵抗洪水冲击能力强，安全可靠。由于河床为坚硬岩石裸露河床，桩孔孔口不会坍塌，不需要安装钢护筒。并且，钢支墩锚固桩采用全液压冲击反循环钻机成孔施工，采用气举法清孔，坚硬岩石不会塌孔，不需要钢护筒、泥浆护壁及泥浆循环清碴等措施，清孔效果好，施工方便、速度快、环保好及节省成本。完工后，栈桥容易拆除，工程施工完成后，栈桥拆除时只需将钢支墩从河床面位置切除拆除即可，满足航道及防洪要求，拆除方便。

[0067] 6、在梁体内预埋冷却水管作为超大体积0#梁段混凝土防止温度裂缝措施，并设置纵向临时预应力束作为超高0#梁段悬臂端悬挑根部防裂措施，两个措施组合效果良好，0#

梁段混凝土未出现裂缝，施工质量满足要求。并且，冷却水管道和临时预应力束的布设位置设计合理，均在第一浇筑段内。

[0068] 综上所述，本发明施工方法简便，采用四个分别布设于已下沉到位钢围堰顶角上的预应力锚固装置将钢围堰与钻孔桩桩体紧固连接为一体，使钢围堰锚固于钻孔桩桩体上，能有效防止钢围堰上浮，并能增加钢围堰的抗倾覆安全系数，同时利用栈桥能简便完成长距离混凝土泵送。

[0069] 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

[0070] 图1为本发明的方法流程框图。

[0071] 图1-1为本发明水中墩与墩顶梁段结合处的结构示意图。

[0072] 图2为本发明钢围堰的结构示意图。

[0073] 图3为本发明预应力锚固装置的使用状态参考图。

[0074] 图4为本发明预应力锚固机构中反压梁与预应力钢筋的布设位置示意图。

[0075] 图5为本发明钢围堰内钻孔桩的布设位置示意图。

[0076] 图6为本发明栈桥的纵桥向结构示意图。

[0077] 图7为本发明栈桥的横桥向结构示意图。

[0078] 图8为本发明临时预应力束与冷却水管的纵桥向布设位置示意图。

[0079] 图9为本发明冷却水管的平面布设位置示意图。

[0080] 附图标记说明：

[0081] 1—钢围堰； 1-1—内壁板； 1-2—外壁板；

[0082] 1-3—支撑桁架；

[0083] 4-1—主梁； 4-3—桥面板； 4-4—裸岩河床；

[0084] 4-5—钢支墩锚固桩； 4-5-1—钢支墩锚固结构；

[0085] 4-5-2—竖向钢管； 4-5-3—水平连接杆； 4-5-4—横向分配梁；

[0086] 4-6—限位挡板； 4-7—防护栏； 4-8—上分配梁；

[0087] 5—薄壁墩； 6—临时预应力束；

[0088] 7—第一浇筑段； 8—第二浇筑段； 9—第三浇筑段；

[0089] 10—冷却水管； 11—钢护筒； 12—斜向支撑件；

[0090] 13—中部支撑件； 14—墩顶梁段； 17—钻孔桩；

[0091] 17-1—锚固桩； 18—预应力锚固机构； 19—反压梁；

[0092] 20—预应力钢筋； 21—上锁紧螺母。

具体实施方式

[0093] 如图1所示的一种裸岩河床水中墩及墩顶梁段施工方法，所施工水中墩为支撑于裸岩河床4-4上的钢筋混凝土墩，所述水中墩包括桩基础、支撑于所述桩基础上的水平承台和布设于所述水平承台上的墩身，所述墩身的高度不小于50m，详见图1-1；所述水平承台为采用钢围堰1进行施工的钢筋混凝土承台，所述钢围堰1为立方体钢套箱且其横截面为长方形，所述立方体钢套箱由下至上分为多个呈竖直向布设的围堰节段，所述立方体钢套箱中

位于最底部的所述围堰节段为钢围堰底节;结合图5,所述桩基础包括N根对所述水平承台进行支撑的钻孔桩17,支撑于所述水中墩上的墩顶梁段14为钢筋混凝土箱梁且其高度不小于5m;其中,N为正整数且N≥4;

[0094] 对所述水中墩与墩顶梁段14进行施工时,包括以下步骤:

[0095] 步骤一、栈桥搭设:在所述水中墩的施工位置与河岸之间搭设栈桥,并在所述栈桥上铺放混凝土泵送管12;

[0096] 步骤二、围堰施工:按照常规围堰下沉施工方法,将钢围堰1由上至下下沉至所述水平承台的施工位置处,并使钢围堰1支撑于裸岩河床4-4上;

[0097] 步骤三、钢护筒安装:按照常规钢护筒安装方法,对施工钻孔桩17所用的钢护筒11进行下放,并对下放到位的钢护筒11进行固定;所安装钢护筒11的数量为N个,N个所述钢护筒11均位于钢围堰1内,N个所述钢护筒11的布设位置分别与N根所述钻孔桩17的布设位置一一对应;

[0098] 步骤四、围堰封底施工:对步骤二中下沉到位的钢围堰1底部进行混凝土封底,封底后所形成混凝土封底层的顶部标高与所述水平承台的底部标高一致;

[0099] 步骤五、围堰锚固:采用预应力锚固装置对钢围堰1进行锚固;

[0100] 如图2、图3及图4所示,所述预应力锚固装置包括四个结构相同且对钢围堰1进行锚固的预应力锚固机构18,所述钢围堰1的四个顶角上均设置有一个所述预应力锚固机构18;每个所述预应力锚固机构18均包括一道布设于钢围堰1顶角上的反压梁19和拉结于反压梁19与一根所述钻孔桩17之间的预应力钢筋20,所述反压梁19呈水平布设且其两端分别支撑于钢围堰1的相邻两个侧壁上;所述预应力钢筋20的上端锚固于反压梁19上;

[0101] 采用预应力锚固装置对钢围堰1进行锚固时,包括以下步骤:

[0102] 步骤B1、锚固桩筛选:从N根所述钻孔桩17中选出4根钻孔桩17作为锚固桩17-1;所述锚固桩17-1为对预应力钢筋20下端进行锚固的锚固桩17-1,4根所述锚固桩17-1分别位于钢围堰1的四个顶角内侧;

[0103] 每根所述锚固桩17-1均对一个所述预应力锚固机构18的预应力钢筋20下端进行锚固;

[0104] 步骤B2、预应力锚固机构施工:对四个所述预应力锚固机构18分别进行施工,四个所述预应力锚固机构18的施工方法均相同;

[0105] 对任一个所述预应力锚固机构18进行施工及锚固时,过程如下:

[0106] 步骤B21、锚固桩施工及预应力钢筋下端埋设:按常规水中钻孔桩的施工方法,对当前所施工预应力锚固机构18的预应力钢筋20下端进行锚固的所述锚固桩17-1进行施工;并且,在所述锚固桩17-1施工过程中,将预应力钢筋20下端埋设于所述锚固桩17-1内;

[0107] 步骤B22、反压梁布设:将当前所施工预应力锚固机构18的反压梁19水平布设于钢围堰1的顶角上,并将步骤B21中所述预应力钢筋20上端锚固于反压梁19上;

[0108] 步骤B23、钢筋预应力张拉:按照常规钢筋预应力张拉方法,对步骤B22中所述预应力钢筋20进行张拉;张拉完成后,完成预应力锚固机构18的施工过程;

[0109] 待四个所述预应力锚固机构18均施工完成后,完成钢围堰1的锚固过程;

[0110] 步骤六、钻孔桩施工:对N根所述钻孔桩17分别进行施工;

[0111] 步骤七、围堰内抽水及钢护筒割除:将钢围堰1内部水抽出;抽水完成后,采用切割

设备割除步骤三中所述的钢护筒11；

[0112] 步骤八、水平承台施工：对所述水平承台进行成型施工，并使所述水平承台支撑于步骤六中N根所述钻孔桩17上；

[0113] 步骤九、墩身施工：在步骤八中施工完成的所述水平承台上，对所述墩身进行施工；

[0114] 步骤十、墩顶梁段施工：在步骤九中施工完成的所述墩身上，对墩顶梁段14进行施工；

[0115] 步骤六钻孔桩施工过程中、步骤八中水平承台施工过程中、步骤九中墩身施工过程中和步骤十中墩顶梁段施工过程中，均利用步骤一中所述混凝土泵送管12进行混凝土输送。

[0116] 本实施例中，步骤B22进行反压梁布设时，待步骤B21中所述锚固桩17-1的桩身混凝土强度达到设计强度的85％以上后，再将反压梁19水平布设于钢围堰1的顶角上。

[0117] 步骤B23中钢筋预应力张拉时，所述预应力钢筋20下端为固定端，所述预应力钢筋20上端为张拉端，采用张拉设备从预应力钢筋20上端进行张拉，张拉控制力为400kN～600kN。

[0118] 本实施例中，张拉控制力为500kN，可根据具体需要，对张拉控制力进行相应调整。其中，该张拉控制力为单根也称道预应力钢筋20的张拉控制力。

[0119] 本实施例中，步骤B23中所述预应力钢筋20呈竖直向布设，所述预应力钢筋20锚固于所述锚固桩17-1上部；

[0120] 所述预应力钢筋20底部埋设于钻孔桩17内的节段为锚固段，所述锚固段的长度不小于5m。

[0121] 本实施例中，步骤B2中对四个所述预应力锚固机构18分别进行施工时，四个所述预应力锚固机构18同步进行施工。

[0122] 每个所述预应力锚固机构18中所包括预应力钢筋20的数量均为多道，多道所述预应力钢筋20的下端均锚固于同一根所述钻孔桩17内。

[0123] 本实施例中，每个所述预应力锚固机构18中多道所述预应力钢筋20均沿反压梁19的长度方向由前至后进行布设，每个所述预应力锚固机构18中多道所述预应力钢筋20均与反压梁19布设于同一竖直面上。

[0124] 如图5所示，多根所述钻孔桩17分多排多列进行布设。其中，内部锚固预应力钢筋20的钻孔桩17为锚固桩17-1。

[0125] 本实施例中，所述钻孔桩17的数量为24根，24根所述钻孔桩17分4排6列布设，并且24根所述钻孔桩17呈均匀布设。

[0126] 本实施例中，步骤五中所述预应力钢筋20为精轧螺纹钢筋。

[0127] 所述锚固段底端设置有下垫板和下锁紧螺母，所述下锁紧螺母位于所述下垫板下方，所述下垫板和下锁紧螺母均预埋于钻孔桩17内；

[0128] 所述反压梁19上开设有供预应力钢筋20穿过的通孔，所述预应力钢筋20上端设置有上锁紧螺母21，所述上锁紧螺母21位于反压梁19上方。并且，所述上锁紧螺母21卡装在反压梁19上。

[0129] 本实施例中，所述锚固段底端设置有下垫板和下锁紧螺母，所述下锁紧螺母位于

所述下垫板下方，所述下垫板和下锁紧螺母均预埋于钻孔桩17内。

[0130] 如图3所示，步骤五中四个所述预应力锚固机构18分别为布设于所述钢围堰1左前侧顶角上的左前侧锚固机构、布设于所述钢围堰1左后侧顶角上的左后侧锚固机构、布设于所述钢围堰1右前侧顶角上的右前侧锚固机构和布设于所述钢围堰1右后侧顶角上的右后侧锚固机构，所述左前侧锚固机构与所述右前侧锚固机构呈左右对称布设，所述左后侧锚固机构和所述钢围堰1右后侧顶角上的右后侧锚固机构呈左右对称布设，所述左前侧锚固机构与所述左后侧锚固机构呈前后对称布设；

[0131] 所述反压梁19与所述钢围堰1的四个侧壁之间的夹角均为45°。

[0132] 本实施例中，所述反压梁19为工字钢梁。

[0133] 并且，所述工字钢梁由两道呈平行布设且位于同一水平面上的工字钢拼接而成。实际施工时，所述反压梁19也可以采用其它类型的型钢。

[0134] 本实施例中，每个所述预应力锚固机构18中所包括预应力钢筋20的数量均为两道。

[0135] 实际施工时，可根据具体需要，对每个所述预应力锚固机构18中所包括预应力钢筋20的数量以及各预应力锚固机构18的布设位置分别进行相应调整。

[0136] 实际施工过程中，将钢围堰1下放到位后，将多个所述钢护筒11均吊装到位，再下放到位的钢围堰1底部进行混凝土封底，对锚固桩17-1进行混凝土灌注过程中，埋设预应力钢筋20，并在锚固桩17-1的桩身混凝土强度达到设计强度的85％以上后，在钢围堰1的顶角上(即钢围堰1顶部)设置反压梁4，再张拉预应力钢筋20，单根预应力钢筋20的张拉控制力为500kN，这样总共增加2000kN的锚固力，从而将钢围堰1与钻孔桩17的桩体进行锚固。

[0137] 如图2所示，所述钢围堰1为双壁钢围堰，所述内壁板1-1和外壁板1-2均为矩形且二者均为竖向钢板，所述内支撑结构为连接于内壁板1-1与外壁板1-2之间的支撑桁架1-3。

[0138] 并且，所述双壁钢围堰为双壁钢套箱。

[0139] 本实施例中，如图2所示，所述钢围堰1的横截面为长方形。所述钢围堰1本体的四个顶角内均设置有斜向支撑件12，所述钢围堰1的前侧壁与后侧壁之间设置有中部支撑件13。所述斜向支撑件12和中部支撑件13均呈水平布设。

[0140] 本实施例中，步骤十中进行墩顶梁段施工之前，先在步骤九中施工完成的所述墩身的顶部搭设墩顶托架，再利用所述墩顶托架对墩顶梁段14进行施工；

[0141] 所述墩身为双薄壁墩且其包括前后两个对称布设的薄壁墩5，两个所述薄壁墩5均呈竖直向布设且二者均为钢筋混凝土墩。

[0142] 本实施例中，如图6和图7所示，步骤一中所述栈桥包括栈桥本体，所述栈桥本体包括下部支撑结构、水平架设于所述下部支撑结构上的主梁4-1和铺设于主梁4-1上的桥面板4-3，所述下部支撑结构包括一个或多个下部锚固于裸岩河床4-4上的钢支墩锚固桩4-5，所述钢支墩锚固桩4-5呈竖直向布设，多个所述钢支墩锚固桩4-5由后向前支撑于主梁4-1下方；所述主梁4-1的前端支撑于步骤二中所述钢围堰1上，所述主梁4-1的后端支撑于岸侧支撑台4-10上，所述岸侧支撑台4-10为搭设于河岸上的支撑平台；所述主梁4-1的长度不小于岸侧支撑台4-10与钢围堰1之间的净距，所述混凝土泵送管12放置于桥面板4-3上；

[0143] 所述钢支墩锚固桩4-5包括井字形钢支墩和对所述井字形钢支墩下部进行锚固的钢支墩锚固结构4-5-1，所述裸岩河床4-4上钻设有供所述钢支墩锚固桩4-5下部锚固的桩

孔，所述桩孔呈竖直向布设且其深度不小于5m，所述井字形钢支墩下部位于所述桩孔的内侧中部；所述钢支墩锚固结构4-5-1为由注入所述桩孔内的混凝土灌注成型的混凝土结构，所述钢支墩锚固结构4-5-1的高度与所述桩孔的深度一致；所述井字形钢支墩包括四根结构和尺寸均相同的竖向钢管4-5-2，相邻两根所述竖向钢管4-5-2之间均通过水平连接杆5-3紧固连接，所述水平连接杆5-3位于钢支墩锚固结构4-5-1上方；每根所述竖向钢管4-5-2的底端均支撑于所述桩孔底部，每根所述竖向钢管4-5-2的下部均灌注于钢支墩锚固结构4-5-1内。

[0144] 本实施例中，步骤五中围堰锚固完成后，还需在所述钢围堰1上搭设水平工作平台4-13，所述水平工作平台4-13与主梁4-1连接为一体；步骤六中进行钻孔桩施工时，利用水平工作平台4-13进行施工。

[0145] 本实施例中，所述混凝土泵送管4-12沿主梁4-1的长度由后向前布设。

[0146] 并且，所述混凝土泵送管4-12呈水平布设。因而，能简便、有效满足所述水中墩的长距离混凝土输送需求。

[0147] 本实施例中，所述岸侧支撑台4-10的顶面高度与钢围堰1的顶部高度相同，所述水平工作平台4-13的顶面与桥面板4-3的顶面相平齐。

[0148] 因而，水平工作平台4-13的顶面与桥面板4-3的顶面，因而能极大程度上简化水中墩的施工过程。并且，在提高水平工作平台4-13整体稳固性的同时，能对钢围堰1的位置进行有效限位。

[0149] 其中，所述水平工作平台4-13为用于施工所述水中墩的工作平台；所述主梁4-1前端与水平工作平台4-13连接为一体。

[0150] 实际施工时，所述桩孔的孔径为Φ2m～Φ3m。所述竖向钢管4-5-2的外径为Φ0.6m～Φ0.65m，相邻两根所述竖向钢管4-5-2之间的净距为0.4m～0.7m。因而，可根据具体需要，对所述桩孔的孔径、所述竖向钢管4-5-2的外径以及相邻两根所述竖向钢管4-5-2之间的净距分别进行相应调整。

[0151] 本实施例中，所述井字形钢支墩上设置有多道布设于同一水平面上的横向分配梁4-5-4，所述横向分配梁4-5-4与主梁4-1呈垂直布设，所述主梁4-1支撑于多道所述横向分配梁4-5-4上，多道所述横向分配梁4-5-4均呈水平布设且沿主梁4-1的长度方向由后向前布设。

[0152] 所述井字形钢支墩上所布设横向分配梁4-5-4的数量为两道，两道所述横向分配梁4-5-4分别为前侧分配梁和位于所述前侧分配梁后方的后侧分配梁。

[0153] 四根所述竖向钢管4-5-2包括两根对称支撑于所述前侧分配梁下方的前侧钢管和两根对称支撑于所述后侧分配梁下方的后侧钢管，两根所述前侧钢管与两根所述后侧钢管呈对称布设，两根所述前侧钢管对称布设于主梁4-1的左右两侧下方，两根所述后侧钢管对称布设于主梁4-1的左右两侧下方；所述前侧分配梁焊接固定在两根所述前侧钢管上，所述后侧分配梁焊接固定在两根所述后侧钢管上。

[0154] 相邻两根所述竖向钢管4-5-2之间均通过由上至下布设的多道所述水平连接杆4-5-3紧固连接，所述水平连接杆4-5-3为型钢杆件且与竖向钢管4-5-2之间以焊接方式固定连接。

[0155] 每道所述横向分配梁4-5-4上均设置有两个对主梁4-1进行限位的限位挡板4-6，

所述限位挡板4-6呈竖直向布设，两个所述限位挡板4-6对称布设于主梁4-1左右两侧；所述限位挡板4-6的顶部高度低于主梁4-1的顶面高度。

[0156] 同时，本发明所述的深水高墩大跨度桥梁施工用坚石裸岩河床栈桥，还包括两道布设于同一水平面上且对主梁4-1顶部进行限位的纵向限位件4-9，所述纵向限位件4-9呈水平布设且其与主梁4-1呈平行布设，所述主梁4-1顶部卡装于两道所述纵向限位件4-9之间。

[0157] 本实施例中，所述主梁4-1上由后向前设置有布设于同一水平面上的上分配梁4-8，所述上分配梁4-8呈水平布设且其与主梁4-1呈垂直布设；所述桥面板4-3铺装于多道所述上分配梁4-8上。

[0158] 两道所述纵向限位件4-9均位于上分配梁4-8下方，每道所述纵向限位件4-9均与多道所述上分配梁4-8紧固连接为一体。

[0159] 本实施例中，所述主梁4-1包括多道由左至右布设的贝雷梁，多道所述贝雷梁均呈竖直向布设且其均呈平行布设；相邻两道所述贝雷梁之间通过纵向连接结构紧固连接为一体，所述纵向连接结构为由多道连接杆拼接而成的连接桁架。

[0160] 本实施例中，所述桥面板4-3为水平钢板，所述桥面板4-3的左右两侧上方均设置有防护栏4-7。

[0161] 本实施例中，所述水中墩位于裸岩河床上且其位于闽江水口水库库尾，桥位处闽江水面开阔，桥区段为Ⅳ级航道，在下游不泄洪的情况下，桥位处流速为0.5m/s左右，泄洪时设计流速3.3m/s，设计施工水位+62.5m，两年一遇设计水位67m；河床为无覆盖层，裸露基岩，河床为强风化、弱风化花岗岩。

[0162] 考虑闽江的通航条件、水文、地质及施工成本，本发明所述的坚石裸岩河床栈桥采用简易栈桥方案，从河岸向水中墩方向搭设，并且坚石裸岩河床栈桥位于水中墩的钢围堰1上游侧，满足混凝土泵送管4-12的安装及人员通行，施工材料及机具采用水上运输船运输。

[0163] 本实施例中，所述钢支墩锚固桩4-5的数量为两个。

[0164] 实际施工时，可根据具体需要，对钢支墩锚固桩4-5的数量和各钢支墩锚固桩4-5的布设位置分别进行相应调整。

[0165] 本实施例中，所述桩孔的孔径为Φ2.5m且其深度为6m。所述井字形钢支墩中竖向钢管4-5-2为外径Φ0.63m的钢管，水平连接杆4-5-3为工字钢，四根竖向钢管4-5-2采用工字钢连接形成整体，采用钢支墩锚固结构4-5-1(钻孔灌注结构)锚固井字形钢支墩，有效锚固深度为6m，钢支墩锚固结构4-5-1所用混凝土强度等级为C30。

[0166] 所述横向分配梁4-5-4由两道工字钢拼接而成，横向分配梁4-5-4与所述井字形钢支墩之间焊接三角斜支撑，在横向分配梁4-5-4上安装贝雷梁作为栈桥承重主梁，栈桥采用上承式结构，贝雷梁采用三排单层结构，在贝雷梁顶按照间距50cm铺设工字钢作为桥面横向分配梁(即上分配梁4-8)，在桥面横向分配梁铺设厚度6mm钢板作为桥面板4-3，桥面板4-3的宽度2.5m，桥面护栏(即防护栏4-7)高度为1.2m，栏杆采用∠75×75×8mm角钢作为栏杆竖杆。栈桥区域为禁航区域，做好航标设置。

[0167] 另外，还需设置分水措施，具体是在井字形钢支墩沿水面侧设置“V”字型分水板，避免漂浮物堆积，增大钢支墩抗冲击能力。

[0168] 步骤一中进行栈桥施工时，过程如下：

[0169] 步骤101、钢支墩锚固桩施工:对所施工栈桥的各钢支墩锚固桩4-5分别进行施工,直至完成所有钢支墩锚固桩4-5的施工过程;所有钢支墩锚固桩4-5的施工方法均相同;

[0170] 对任一个所述钢支墩锚固桩4-5进行施工时,过程如下:

[0171] 步骤1011、钻孔:采用钻机由上至下在裸岩河床4-4上钻取当前所施工钢支墩锚固桩4-5的所述桩孔;

[0172] 步骤1012、井字形钢支墩吊装:将预先加工成型的所述井字形钢支墩吊装并下放至步骤1011中所述桩孔内,使所述井字形钢支墩下部位于所述桩孔的内侧中部,并使所述井字形钢支墩中每根所述竖向钢管4-5-2的底端均支撑于所述桩孔底部;

[0173] 步骤1013、锚固:向步骤1011中所述桩孔内灌注混凝土,待所灌注混凝土凝固后,获得施工成型的钢支墩锚固结构4-5-1;

[0174] 步骤102、主梁架设:待用于施工所述水中墩的钢围堰1施工完成后,将所施工栈桥的主梁4-1架设于步骤101中施工完成的所述钢支墩锚固桩4-5,并将主梁4-1的前端支撑于钢围堰1上且将主梁4-1的后端支撑于岸侧支撑台4-10上;

[0175] 步骤103、桥面板铺装:在步骤102中所述主梁4-1上铺装桥面板4-3。

[0176] 步骤102中主梁架设过程中,对水平工作平台4-13进行同步搭设,并将主梁4-1与水平工作平台4-13紧固连接为一体。

[0177] 本实施例中,步骤1011中进行钻孔时,利用漂浮于水面的钻孔平台进行钻孔;所述钻孔平台上开有用于施工所述钢支墩锚固桩4-5的施工通道,所述钻机为全液压冲击反循环钻机且其安装于所述钻孔平台上。

[0178] 步骤1012中进行井字形钢支墩吊装时,采用浮吊将所述井字形钢支墩吊装并下放至所述桩孔内;

[0179] 步骤1013中向所述桩孔内灌注混凝土时,利用所述浮吊进行灌注。

[0180] 所述全液压冲击反循环钻机为YCJF-25型全液压冲击反循环钻机,采用气举法清碴并灌注混凝土,形成混凝土清水结构(即钢支墩锚固结构4-5-1)。所述钢支墩锚固结构4-5-1的有效锚固长度不小于5m,底部沉碴厚度满足钻孔桩施工规范要求;灌注前将井字形钢支墩插入桩孔中,确保井字形钢支墩锚固牢固;之后,灌注水下混凝土,混凝土灌注至河床面,混凝土强度等级为C30,则所述井字形钢支墩锚固完成,获得施工成型的钢支墩锚固桩4-5。由于河床为坚硬岩石裸露河床,采用该钢支墩锚固桩4-5不需要安装钢护筒11、泥浆护壁及泥浆循环清碴等措施,栈桥拆除时只需将井字形钢支墩从河床面位置切除即可,钢支墩锚固桩4-5锚固安全可靠,施工方便、速度快、环保好及节省成本。

[0181] 待所有钢支墩锚固桩4-5均施工完成后,在各钢支墩锚固桩4-5上安装横向分配梁4-5-4,再在横向分配梁4-5-4上安装贝雷梁。实际对横向分配梁4-5-4和所述贝雷梁进行安装时,采用浮吊配合安装。贝雷梁在码头拼装成组片后浮运到桥位处安装,贝雷梁支架采用90cm型支架,贝雷梁拼装完成后,所有的下弦杆横桥向采用工字钢连接成整体,并且下弦杆与工字钢之间采用U型螺栓连接,增加水平稳定性。贝雷梁顶横向安装上分配梁4-8,间距1.0m,然后铺设6mm钢板,最后安装防护栏杆。由于在承重分配梁左右两侧及栈桥梁端头设置限位措施(即限位挡板4-6和纵向限位件4-9),能有效增加栈桥的稳定性。

[0182] 步骤101中进行钢支墩锚固桩4-5施工时,按照钻孔灌注桩施工工艺施工,沉碴厚度不大于5cm。步骤1013中所灌注混凝土强度达到设计强度70%后完成钢支墩锚固桩4-5施

工过程。

[0183] 本实施例中，如图1-1所示，所述墩顶梁段14的高度为10m以上且其由底板、位于所述底板正上方的顶板和左右两个对称布设于所述底板与所述顶板之间的腹板组成；所述墩顶梁段14由下至上分为第一浇筑段7、第二浇筑段8和第三浇筑段9，所述墩顶梁段14中两个所述腹板的底部节段和所述底板组成第一浇筑段7，所述墩顶梁段14中两个所述腹板的顶部节段和所述顶板组成第三浇筑段9。

[0184] 步骤十中进行墩顶梁段施工时，先对用于成型施工墩顶梁段14的成型模板进行支设，再在所述成型模板内绑扎钢筋笼，之后由先至后分三次对墩顶梁段14进行混凝土浇筑。

[0185] 如图8所示，混凝土浇筑之前，在所述钢筋笼上安装一个冷却水管道，所述冷却水管道为矩形波形且其位于所述底板中部；所述冷却水管道包括多根沿纵桥向布设的冷却水管10，多根所述冷却水管10由左至右布设于同一水平面上。

[0186] 如图9所示，混凝土浇筑之前，在所述钢筋笼上布设左右两组对称布设的临时预应力束6，两组所述临时预应力束6分别布设在两个所述腹板的底部节段内；每组所述临时预应力束6均包括多道沿纵桥向布设的临时预应力束6，多道所述临时预应力束6由左至右布设于同一水平面上；

[0187] 由先至后分三次对墩顶梁段14进行混凝土浇筑时，过程如下：

[0188] 步骤A1、第一混凝土浇筑：对第一浇筑段7进行浇筑；

[0189] 步骤A2、预应力张拉：对多道所述临时预应力束6同步进行张拉；

[0190] 步骤A3、第二混凝土浇筑：对第二浇筑段8进行浇筑；

[0191] 步骤A4、第三混凝土浇筑：对第三浇筑段9进行浇筑；

[0192] 步骤A5、预应力放张：对步骤A2中多道所述临时预应力束6同步进行张拉。

[0193] 本实施例中，所述墩顶梁段14的混凝土用量为1800m^3以上。因而，所述墩顶梁段14属于超高超大体积混凝土结构。

[0194] 针对墩顶梁段14采用混凝土分次浇筑的情况，在墩顶梁段14内预埋冷却水管10作为超大体积0#梁段混凝土防止温度裂缝措施，并且在首次浇筑段(即第一浇筑段7)内设置纵向临时预应力束6，防止第二次混凝土浇筑引起先浇段悬臂端根部出现托架变形收缩裂缝。

[0195] 本实施例中，所述冷却水管10采用内径φ 30mm的无缝钢管，采用丝扣连接，连接时需缠防水胶布，保证不流水，不串浆；冷却水管10连续通水时间少于7天，养生过程中随时监控混凝土内部温度。

[0196] 本实施例中，每组所述纵向临时预应力束6均包括两道所述纵向临时预应力束6。

[0197] 所述纵向临时预应力束6在混凝土浇筑前埋设。本实施例中，每道所述纵向临时预应力束6均由多根并排布设的钢绞线组成，步骤A1中第一混凝土浇筑过程中，向纵向临时预应力束6中的各根钢绞线内通水，此时将纵向临时预应力束6作为冷却管道使用。因而，能进一步提高冷却范围及效果。

[0198] 本实施例中，第二次浇筑混凝土之前对纵向临时预应力束6进行预应力张拉，张拉力为每根钢绞线100kN，每束纵向临时预应力束6的张拉力为500kN，待第三次混凝土浇筑完成后对纵向临时预应力束6放张(即撤掉张拉力)。

[0199] 所述冷却水管10和纵向临时预应力束6使用完成后，采用水泥浆进行压浆密实。

[0200] 由上述内容可知，由于墩顶梁段14(也称0#梁段)的结构尺寸大，混凝土方量大，应充分考虑混凝土水化热问题。大体积混凝土由于结构尺寸大，水泥水化热引起混凝土温度升高，热量不易及时散发而形成较大的内外温度差，较大的温度差引起混凝土体积变化的差异，当温度变形产生的拉应力大于混凝土的抗拉应力时，便产生了裂缝。防止混凝土开裂的一个重要原则是尽可能使新浇筑混凝土少失水分及内外温差控制在允许范围内(不大于25℃)。混凝土表面干燥或水分蒸发过快和温度下降幅度较大时，都足以引起表面混凝土开裂，且裂缝会向内发展。因此，要尽量长时间的保温和保持混凝土表面湿润，以使其表面缓慢冷却、干燥，使混凝土能够产生足够的强度以抵抗温度拉应力。本实施例中，将墩顶梁段14的混凝土分层浇筑，保证结构的整体性，要求次层混凝土在前层混凝土初凝前浇筑完毕。因而，步骤A3中第二混凝土浇筑过程需在步骤A1中所浇筑混凝土初凝前完成，而步骤A4中第三混凝土浇筑过程需在步骤A3中所浇筑混凝土初凝前完成。

[0201] 混凝土灌注完成后，专人进行养护，混凝土表面用土工布覆盖，洒水养护，始终保持混凝土表面潮湿，底面和侧面模板表面采用高压水泵喷淋降温；冷却水管10连续通水，降低混凝土内部水化热，同时加强温度监测，混凝土内部温度、表面温度及大气温度等级之差均不得大于25℃，避免大体积混凝土开裂。混凝土养护时间不得少于7天。

[0202] 实际施工时，还可对墩顶梁段14所用混凝土的配合比进行优化，掺用高效减水剂、粉煤灰及矿粉材料，能大幅度减少用水量和提高新拌混凝土的和易性，从而减少了混凝土水化反应产生的水化热。

[0203] 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。

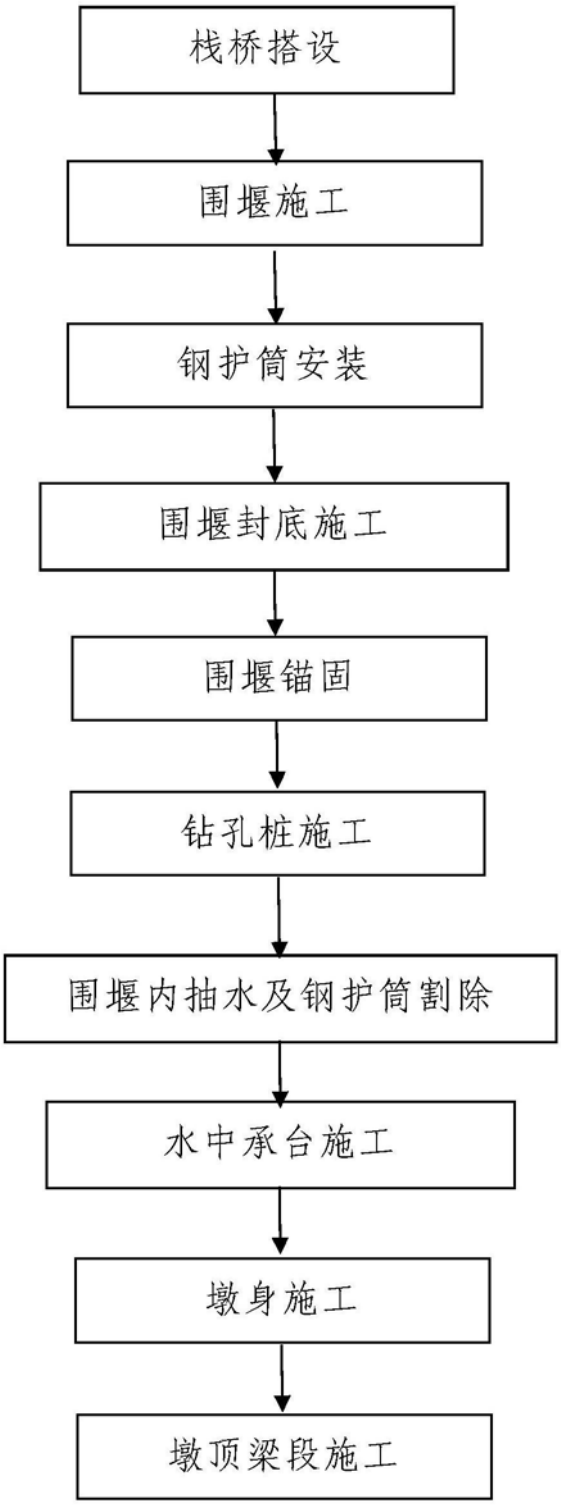

栈桥搭设
围堰施工
钢护筒安装
围堰封底施工
围堰锚固
钻孔桩施工
围堰内抽水及钢护筒割除
水中承台施工
墩身施工
墩顶梁段施工

图1

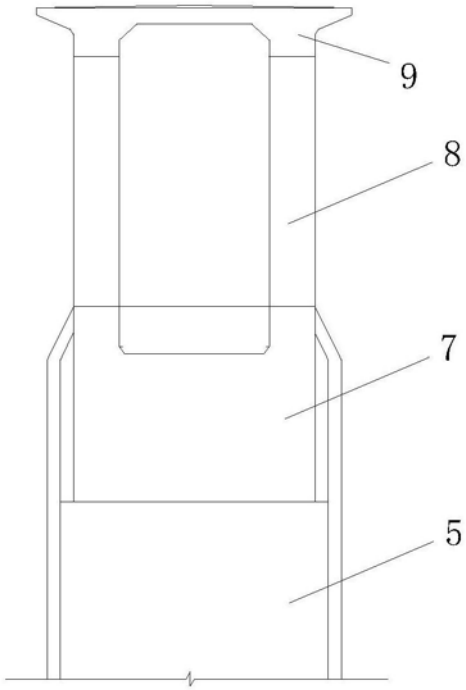


图1-1

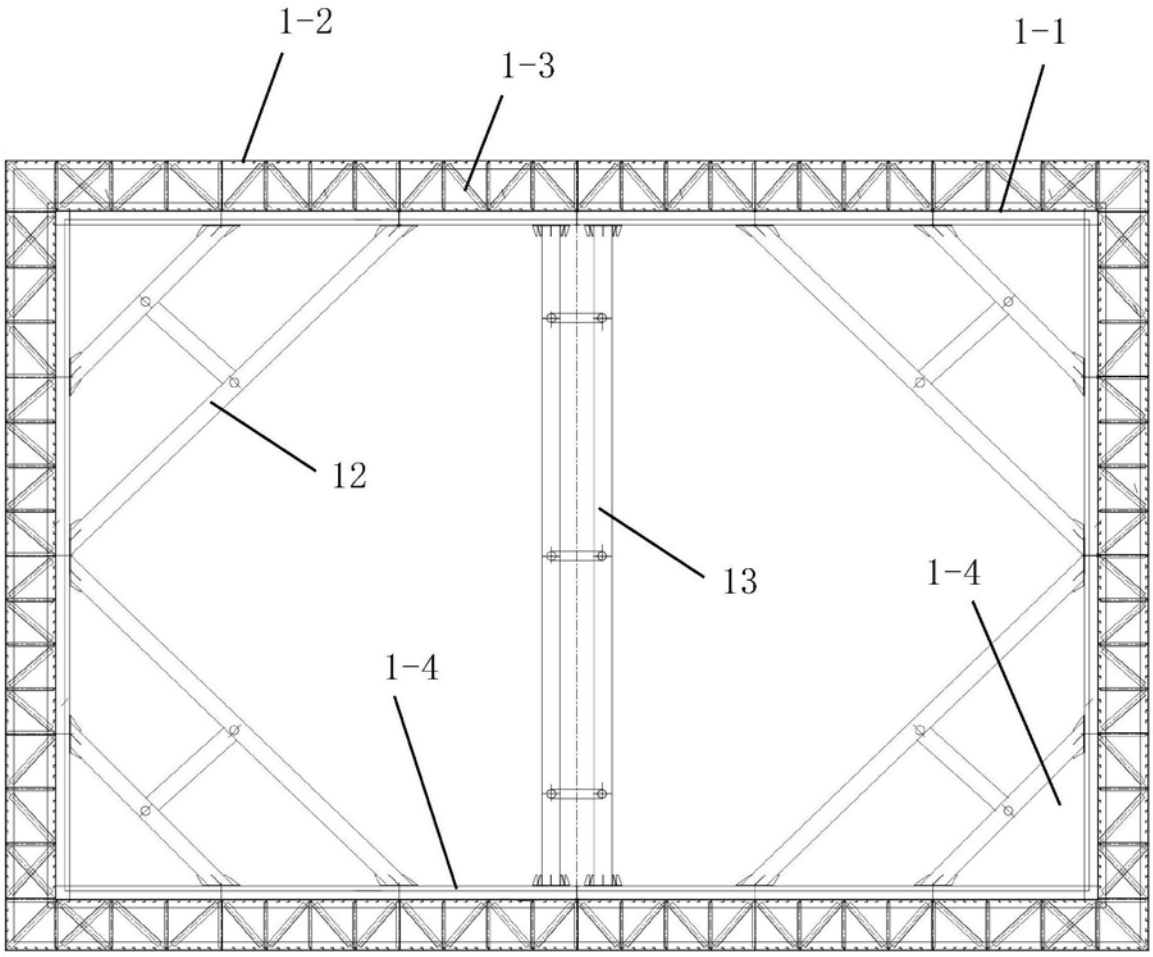


图2

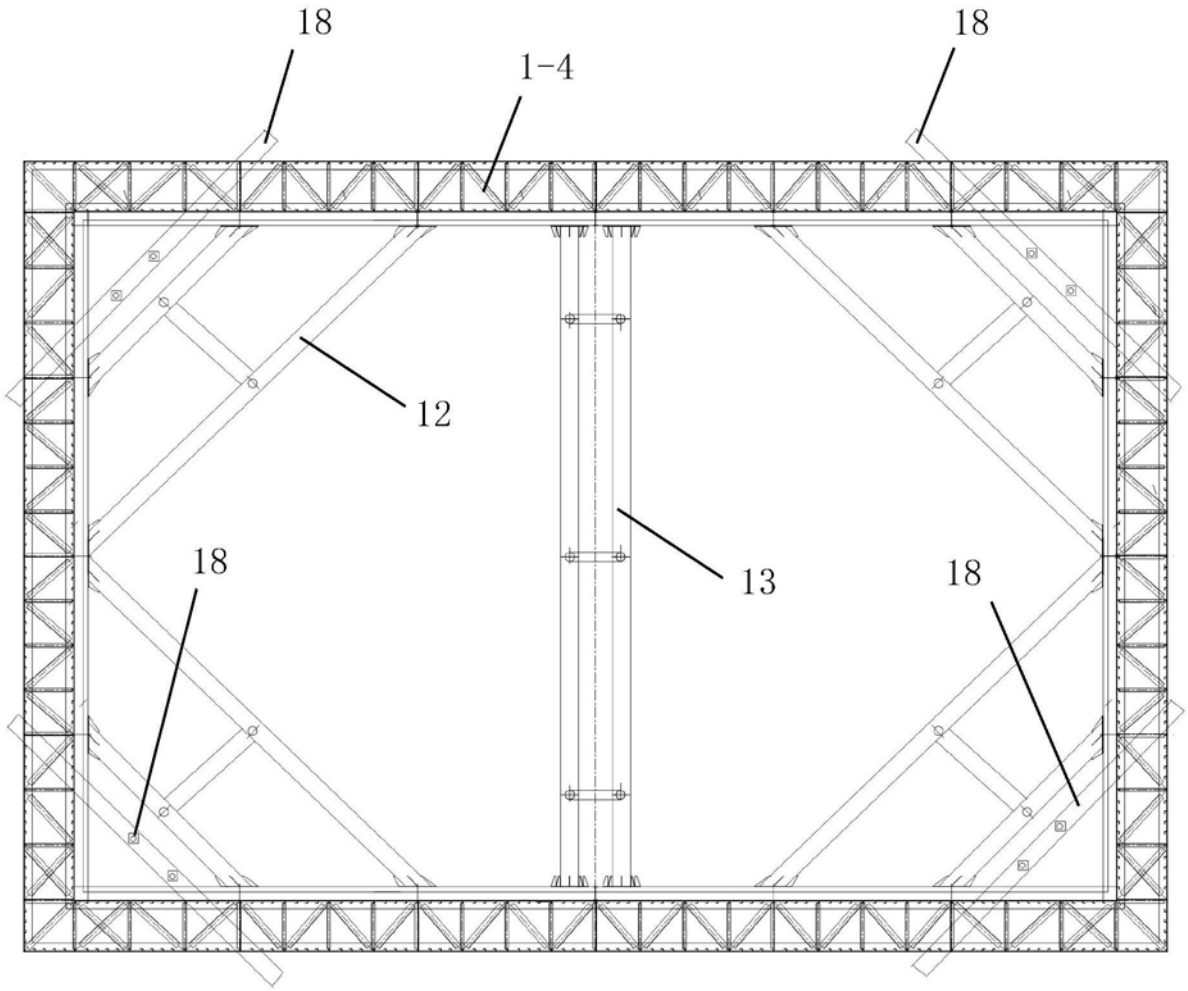


图3

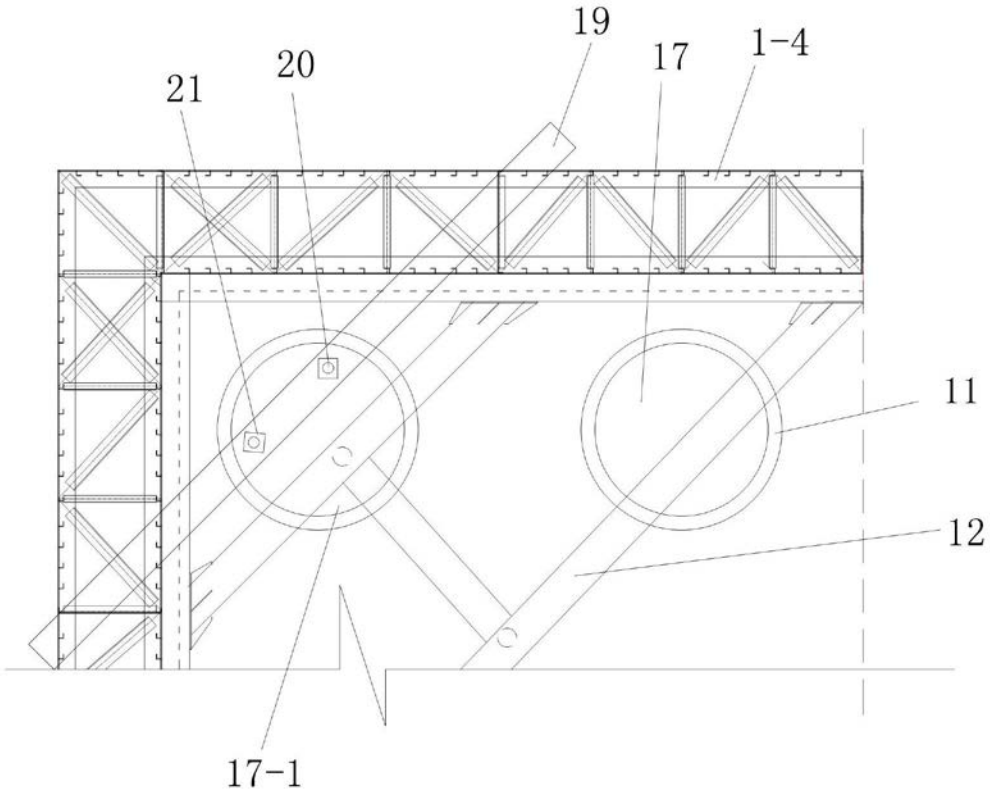


图4

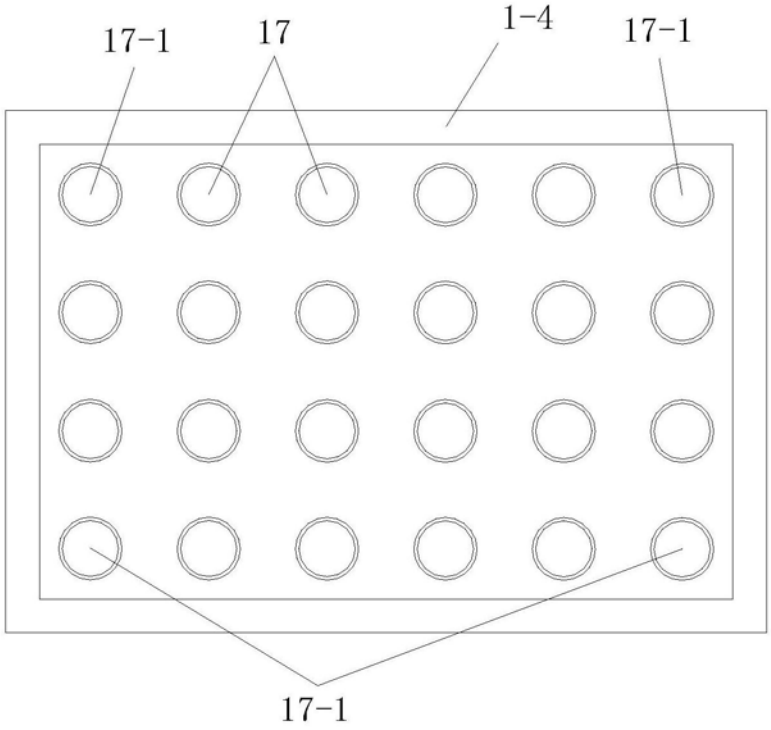


图5

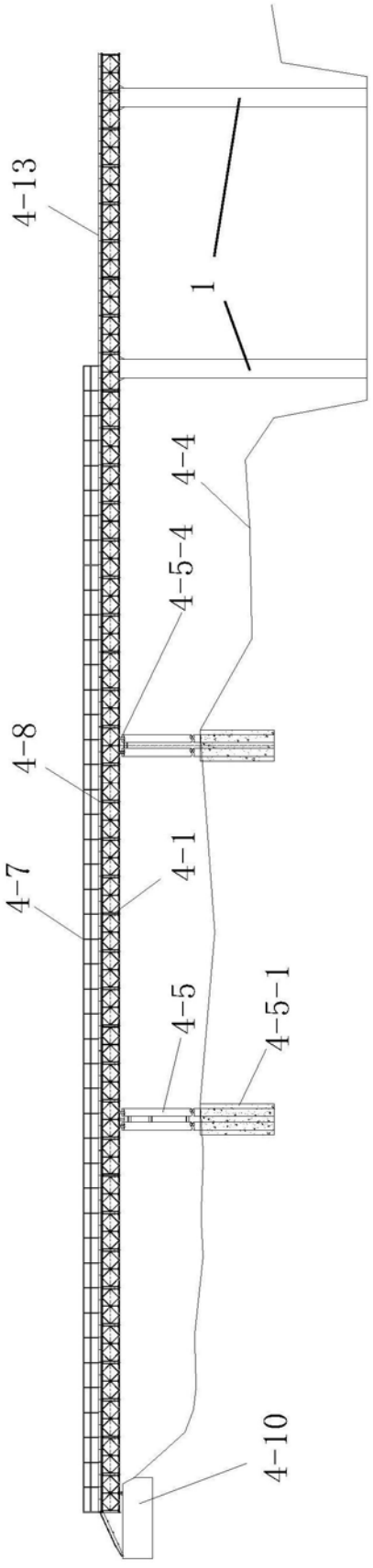


图6

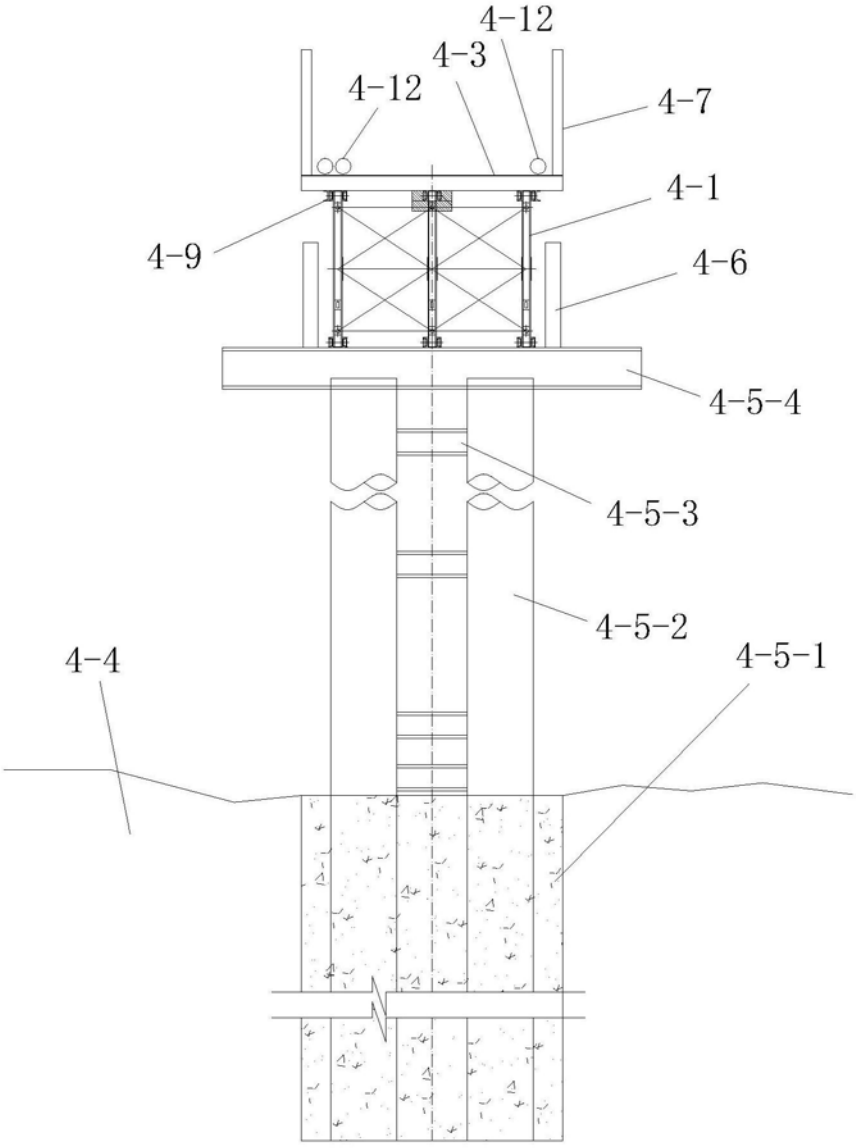


图7

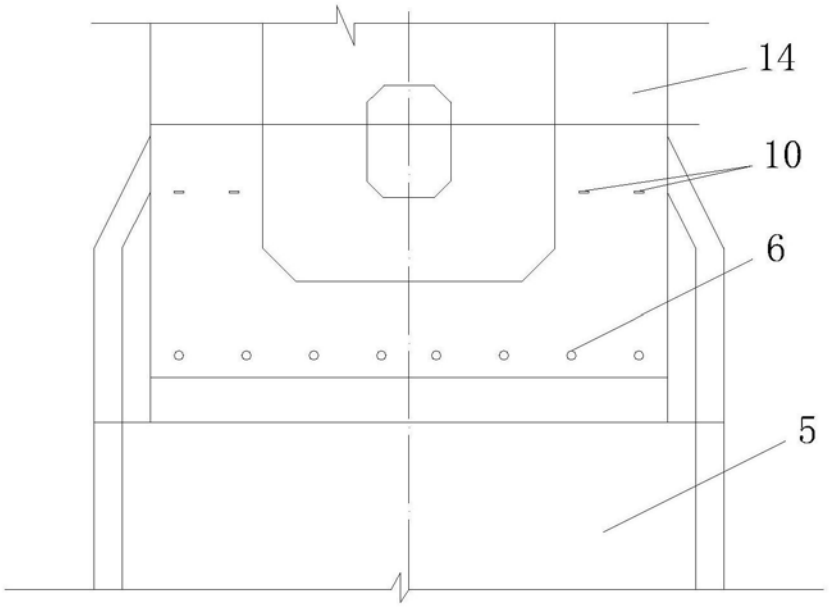


图8



图9