(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114108694 B
(45)授权公告日 2022.12.23

(21)申请号 202111333911.2

(22)申请日 2021.11.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114108694 A

(43)申请公布日 2022.03.01

(73)专利权人 中冶集团武汉勘察研究院有限公司
地址 430080 湖北省武汉市青山区冶金大道17号

(72)发明人 陈斌 谢亮 杨光煜 李春磊 于沉香 刘绍卿 尤涵锐 吴琪

(74)专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113
专利代理师 杨宣仙

(51)Int.Cl.
E02D 29/045(2006.01)
E02D 5/46(2006.01)
E02D 31/12(2006.01)
E02D 5/74(2006.01)

审查员 马天驰

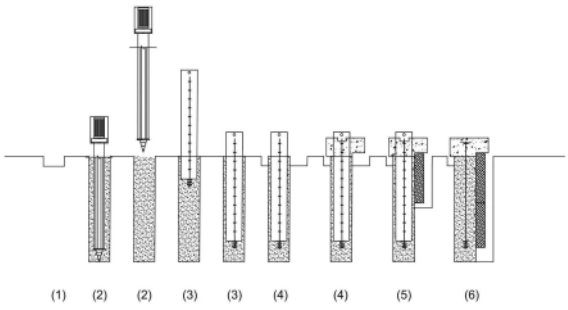
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

一种微扰动抗浮地下圆筒式结构及其施工方法

(57)摘要

本发明提供一种低噪音微扰动地下圆筒式结构及其施工方法。所述地下圆筒式结构包括冠梁、由水泥土搅拌桩咬合围设而成的圆筒外层支护结构、紧贴水泥土搅拌桩内壁的圆筒状内衬墙和等距插入水泥土搅拌桩内的锚杆抗浮结构，所述锚杆抗浮结构包括H型钢与抗浮锚杆；其具体施工步骤是先现场施工水泥土搅拌桩，同时在水泥土初凝前插入H型钢与抗浮锚杆，并在桩顶浇筑冠梁，待冠梁混凝土到达龄期后开挖一层土方，并施工内衬墙，待墙混凝土到达龄期后继续开挖施工下一层内衬墙，直至底板封底；后期拔出H型钢注浆封堵空隙，并完成抗浮锚杆的预应力张拉。本发明施工工艺简单，对周边环境扰动较小，且施工结构具有较好的抗浮效果。



CN 114108694 B

1.一种微扰动抗浮地下圆筒式结构,其特征在于:所述地下圆筒式结构包括由水泥土搅拌桩(1)咬合围设而成的圆筒状外层支护结构、紧贴水泥土搅拌桩(1)内壁的圆筒状内衬墙(3)、置于外层支护结构和内衬墙(3)顶面的冠梁(2)和等距插入水泥土搅拌桩(1)内的锚杆抗浮结构;所述冠梁(2)置于水泥土搅拌桩(1)和内衬墙(3)的顶面,且水泥土搅拌桩(1)的顶面低于内衬墙(3)的顶面,冠梁(2)的宽度大于水泥土搅拌桩(1)和内衬墙(3)的宽度之和,在水泥土搅拌桩(1)与内衬墙(3)的接触面开设有多个向内凹陷的条带状凹槽(4),并在内衬墙(3)浇筑时,同时在条带状凹槽(4)内浇筑与内衬墙浇筑料相同材料形成多个连接部件;所述锚杆抗浮结构包括抗浮锚杆(5)和H型钢(9),所述抗浮锚杆(5)的端部设有扩大头锚固段,所述H型钢(9)的内侧设有多个直径与抗浮锚杆(5)直径相匹配的固定环(9-1),抗浮锚杆(5)穿过多个固定环(9-1)与H型钢(9)连接,且抗浮锚杆(5)的扩大头锚固段位于H型钢(9)下端;所述抗浮锚杆(5)与H型钢(9)在水泥土搅拌桩(1)浇筑尚未初凝时通过静压的方式压入水泥土搅拌桩(1)内,并在冠梁(2)施工完成后,H型钢(9)上端伸出冠梁(2),抗浮锚杆(5)的上端通过锚固件锚固在冠梁(2)的顶部。

2.根据权利要求1所述的一种微扰动抗浮地下圆筒式结构,其特征在于:所述H型钢(9)在插入水泥土搅拌桩(1)之间涂覆有减摩剂,并在H型钢(9)高出冠梁(2)的顶部设有吊环(12);所述H型钢(9)在内衬墙(3)施工完成后通过吊机拔出,并在拔出H型钢(9)的空隙中注入水泥浆液与抗浮锚杆(5)形成整体式锚固结构。

3.根据权利要求1或2所述的一种微扰动抗浮地下圆筒式结构,其特征在于:所述抗浮锚杆(5)的扩大头锚固段包括中心钢管(7)、焊接在钢管(7)上的2～4片钢板(6)和焊接在钢管(7)底端的锥形端头板(8),抗浮锚杆(5)下端穿过中心钢管(7)与锥形端头板(8)连接;在最上方的钢板(6)上表面设有定位槽(6-1),所述H型钢(9)的下端嵌入定位槽(6-1)内;所述抗浮锚杆(5)的锚固件包括锚垫板(11)和锚具(13),在冠梁(2)顶部预留有锚定凹槽(2-1),锚定凹槽(2-1)下方混凝土中设置有附加钢筋(10),在锚杆张拉结束后,锚定凹槽(2-1)采用微膨胀混凝土填充抹平。

4.根据权利要求1或2所述的一种微扰动抗浮地下圆筒式结构,其特征在于:所述条带状凹槽(4)间隔500～1000mm布设,在内衬墙(3)浇筑前,针对水泥土搅拌桩(1)桩体与内衬墙(3)结合面进行凿毛处理,凿毛深度为20～30mm,在凿毛处理完成后单边支模浇筑内衬墙(3)。

5.根据权利要求1或2所述的一种微扰动抗浮地下圆筒式结构,其特征在于:所述固定环(9-1)沿着H型钢(9)沿长度方向焊接在H型钢(9)中间横板上,多个固定环(9-1)的间距为1000～2000mm。

6.根据权利要求1或2所述的一种微扰动抗浮地下圆筒式结构,其特征在于:所述冠梁(2)通过连接钢筋(14)与内衬墙(3)连接,连接钢筋(14)为冠梁预留钢筋;所述冠梁(2)宽度方向两端各超出水泥土搅拌桩(1)和内衬墙(3)外缘100～200mm,水泥土搅拌桩(1)区域的冠梁(2)底标高低于内衬墙(3)区域的冠梁(2)底标高300～500mm。

7.一种权利要求1至6中任意一项所述的微扰动抗浮地下圆筒式结构的施工方法,其特征在于具体施工步骤如下:

S1:施工准备:平整场地,进行测量放线,开挖环形工作沟槽;

S2:搅拌桩施工:根据搅拌桩的设计定位进行搅拌桩机就位,同时按照设计要求配制水

泥浆液，然后进行水泥土搅拌桩的施工；

S3：型钢和抗浮锚杆的插入：在每根水泥土搅拌桩施工完成且尚未初凝时，沿H型钢桩身涂刷减摩剂，并将抗浮锚杆从H型钢上的固定环穿过并绷直，然后通过静压桩机将H型钢及抗浮锚杆插入尚未初凝的水泥土搅拌桩中，形成圆环状内插H型钢的水泥土搅拌桩复合支护体系；

S4：冠梁施工：开挖水泥土搅拌桩两侧土方至冠梁底标高，并对冠梁底标高以上的H型钢使用油毛毡片进行包裹，包裹高度高出冠梁顶标高至少100mm，随后支撑模板，绑扎常规钢筋及附加钢筋，预留好连接钢筋和锚定凹槽后，浇筑冠梁的混凝土并养护成型；

S5：土方开挖及内衬墙施工：开挖土方至地下负一层底面设计标高，通过开槽机在水泥土搅拌桩的桩体上间隔500～1000mm设置条带状凹槽，并在未开设凹槽的间隔区域进行凿毛处理，其凿毛的深度为20～30mm，然后单侧架立内衬墙模板，浇筑内衬墙并使墙顶与冠梁通过连接钢筋连接，待内衬墙混凝土强度达到设计要求后，继续开挖下一层土方至地下负二层底面设计标高，按照上述方式继续施做地下负二层结构的内衬墙，重复上述步骤直至底板封底，至此完成主体圆筒结构施工；

S6：H型钢回收及孔隙注浆：待地下圆筒主体结构施工完成后，拔出H型钢，并在S4步骤中预留锚定凹槽中安装锚垫板和锚具，并进行抗浮锚杆的预应力张拉锁定，随后在拔出H型钢后留下的孔隙里压力注入水泥浆液，并采用微膨胀混凝土对锚定凹槽进行填充抹平，至此完成抗浮体系施工。

8.根据权利要求7所述的微扰动抗浮地下圆筒式结构的施工方法，其特征在于：所述S2步骤中水泥土搅拌桩的施工过程是：待水泥土搅拌桩机钻杆下沉至搅拌桩的设计桩顶标高时，开动水泥浆泵，边注浆、边搅拌、边下沉，使水泥浆和原地基土充分拌和；待水泥土搅拌桩机钻杆下沉到设计深度后，再次开启水泥浆泵，边喷浆、边旋转搅拌钻头，喷浆、喷气搅拌提升至桩顶标高，完成单根水泥土搅拌桩的施工。

9.根据权利要求7所述的微扰动抗浮地下圆筒式结构的施工方法，其特征在于：所述S3步骤中，H型钢上的固定环沿着H型钢沿长度方向焊接在H型钢的中间横板上，多个固定环的间距为1000～2000mm，并在抗浮锚杆穿过H型钢上的固定环后，H型钢的下端插入抗浮锚杆扩大头锚固段最上层钢板上的定位卡槽内进行定位。

10.根据权利要求7所述的微扰动抗浮地下圆筒式结构的施工方法，其特征在于：所述S6步骤中，通过起吊机吊起H型钢，并在拔出H型钢留下的孔隙中自下而上注入水泥浆液，并在孔口溢浆后缓慢提升注浆管，然后进行二次注浆，直至孔口浆体饱满无空洞。

一种微扰动抗浮地下圆筒式结构及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地下空间开发技术领域，具体地说涉及一种低噪音微扰动抗浮地下圆筒式结构及其施工方法。

背景技术

[0002] 随着我国城市化进程的快速发展，我国城市土地资源，特别是大中城市的土地资源越来越紧缺，逐渐成为城市经济发展的重要制约因素之一，因此空间资源开发利用方向也越来越向地下发展，开始大规模开发利用地下空间，地下多层大型地下室、地下人防工程以及地铁、地下公共管网等。有效地开发利用地下空间不仅符合建设“资源节约型、环境友好型和谐社会”的城市发展战略要求，更是对实现我国城市现代化建设发展目标起到积极作用。但是地下空间开发经常会遇到地下水位较高的地区，当地下室的埋深超过地下水位时，将在结构物基础底面出现浮力，地下结构排开地下水所产生的浮力一般可以由结构自重以及抗浮体系产生的抗力来平衡；随着埋深的增加，地下建筑物的抗浮问题也就越来越突出，此时仅靠结构的自重不足以抵消地下水的上浮力，结构会存在向上浮动、变形及开裂的风险，导致地下室底板隆起破坏，甚至导致地下建筑物被整体浮起破坏，因此，在地下结构的施工过程中需要对抗浮性能提出更高的要求。

[0003] 在传统的抗浮设计中，通常采用抗浮锚杆、抗拔桩、压顶梁等单一抗浮措施，其中抗浮桩是通过桩身与周围土体产生的摩阻力抵消地下水对地下结构产生的上浮力；抗浮锚杆是通过锚杆和土层的摩擦阻力平衡上浮力；上述抗浮措施单独使用，其抗浮能力较弱，难以完全抵消地下水的上浮力，可能会导致地下结构整体上浮致使结构发生破坏，最终影响其正常使用；而且现有的抗浮体系在施工过程中扰动比较大，对周围影响较大。在上述抗浮设计中，由于抗浮锚杆桩距小，桩位密，地下室基底反力明显下降，底板厚度可以大幅减小，节省工程造价，所以抗浮锚杆使用比较广泛，但是传统抗浮锚杆仅依靠锚杆与桩体的粘结摩擦力来承受拉力以达到抗浮的效果，但当锚杆受到较大的浮力时，易导致锚杆与桩体发生脱离，致使抗浮锚杆失效。而且由于锚杆抗拔力与锚杆锚固长度成正比，为了增加其抗浮力，就会使用增加抗浮锚杆的长，对于较长的锚杆，大大增加了施工难度，而且很难保证注浆质量。

[0004] 除此之外，现有的地下施工结构，特别是圆筒状施工结构在施工过程中包括内衬墙和外部的支护结构，而内衬墙与水泥土搅拌桩共同受力是通过结合面传递的，结合面的粘结强度的强弱对其共同工作与否起着决定性的作用。内衬墙与水泥土搅拌桩之间的粘结力不足会导致内衬墙变形开裂，直接影响地下结构的安全性与耐久性。而且在施工过程中，基坑支护结构的强度和防水要求都比较高，特别是圆筒状地下结构，由于其外形有一定的弧度，一般的支护结构施工都比较有难度，为了保证其连续性，一般直接使用水泥土搅拌桩，但在施工过程中会存在强度和刚度无法达到要求。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术中存在的问题提供了一种微扰动抗浮地下圆筒式结构及其施工方法，该施工工艺简单，施工对周围土体扰动较小，施工噪声小，工期短，同时其组合抗浮体系能保证地下结构抗浮受力的稳定性，结构整体安全可靠，对于用地紧张、空间狭小的城市密集区或地下水较高的地块具有推广应用的价值。

[0006] 为了解决上述技术问题，本发明提供了一种微扰动抗浮地下圆筒式结构，其特征在于：所述地下圆筒式结构包括由水泥土搅拌桩咬合围设而成的圆筒状外层支护结构、紧贴水泥土搅拌桩内壁的圆筒状内衬墙、置于外层支护结构和内衬墙顶面的冠梁和等距插入水泥土搅拌桩内的锚杆抗浮结构；所述冠梁置于水泥土搅拌桩和内衬墙的顶面，且水泥土搅拌桩的顶面低于内衬墙的顶面，冠梁的宽度大于水泥土搅拌桩和内衬墙的宽度之和，在水泥土搅拌桩与内衬墙的接触面开设有多个向内凹陷的条带状凹槽，并在内衬墙浇筑时，同时在条带状凹槽内浇筑与内衬墙浇筑料相同材料形成多个连接部件；所述锚杆抗浮结构包括抗浮锚杆和H型钢，所述抗浮锚杆的端部设有扩大头锚固段，所述H型钢的内侧设有多个直径与抗浮锚杆直径相匹配的固定环，抗浮锚杆穿过多个固定环与H型钢连接，且抗浮锚杆的扩大头锚固段位于H型钢下端；所述抗浮锚杆与H型钢在水泥土搅拌桩浇筑尚未初凝时通过静压的方式压入水泥土搅拌桩内，并在冠梁施工完成后，H型钢上端伸出冠梁，抗浮锚杆的上端通过锚固件锚固在冠梁的顶部。

[0007] 本发明较优的技术方案：所述H型钢在插入水泥土搅拌桩之间涂覆有减摩剂，并在H型钢高出冠梁的顶部设有吊环；所述H型钢在内衬墙施工完成后通过吊机拔出，并在拔出H型钢的空隙中注入水泥浆液与抗浮锚杆形成整体式锚固结构。

[0008] 本发明较优的技术方案：所述抗浮锚杆的扩大头锚固段包括中心钢管、焊接在钢管上的2～4片钢板和焊接在钢管底端的锥形端头板，抗浮锚杆下端穿过中心钢管与锥形端头板连接；在最上方的钢板上表面设有定位槽，所述H型钢的下端嵌入定位槽内；所述抗浮锚杆的锚固件包括锚垫板和锚具，在冠梁顶部预留有锚定凹槽，锚定凹槽下方混凝土中设置有附加钢筋，在锚杆张拉结束后，锚定凹槽采用微膨胀混凝土填充抹平。

[0009] 本发明较优的技术方案：所述条带状凹槽间隔500～1000mm布设，在内衬墙浇筑前，针对水泥土搅拌桩桩体与内衬墙结合面进行凿毛处理，凿毛深度为20～30mm，在凿毛处理完成后单边支模浇筑内衬墙。

[0010] 本发明较优的技术方案：所述固定环沿着H型钢沿长度方向焊接在H型钢中间横板上，多个固定环的间距为1000～2000mm。

[0011] 本发明较优的技术方案：所述冠梁通过连接钢筋与内衬墙连接，连接钢筋为冠梁预留钢筋；所述冠梁宽度方向两端各超出水泥土搅拌桩和内衬墙外缘100～200mm，水泥土搅拌桩区域的冠梁底标高低于内衬墙区域的冠梁底标高300～500mm。

[0012] 为了达到上述技术效果，本发明还提供了一种上述微扰动抗浮地下圆筒式结构的施工方法，其特征在于具体施工步骤如下：

[0013] S1：施工准备：平整场地，进行测量放线，开挖环形工作沟槽；

[0014] S2：搅拌桩施工：根据搅拌桩的设计定位进行搅拌桩机就位，同时按照设计要求配制水泥浆液，然后进行水泥土搅拌桩的施工；

[0015] S3：型钢和抗浮锚杆的插入：在每根水泥土搅拌桩施工完成且尚未初凝时，沿H型

钢桩身涂刷减摩剂，并将抗浮锚杆从H型钢上的固定环穿过并绷直，然后通过静压桩机将H型钢及抗浮锚杆插入尚未初凝的水泥土搅拌桩中，形成圆环状内插H型钢的水泥土搅拌桩复合支护体系；

[0016] S4：冠梁施工：开挖水泥土搅拌桩两侧土方至冠梁底标高，并对冠梁底标高以上的H型钢使用油毛毡片进行包裹，包裹高度高出冠梁顶标高至少100mm，随后支撑模板，绑扎常规钢筋及附加钢筋，预留好连接钢筋和锚定凹槽后，浇筑冠梁的混凝土并养护成型；

[0017] S5：土方开挖及内衬墙施工：开挖土方至地下负一层底面设计标高，通过开槽机在水泥土搅拌桩的桩体上间隔500～1000mm设置条带状凹槽，并在未开设凹槽的间隔区域进行凿毛处理，其凿毛的深度为20～30mm，然后单侧架立内衬墙模板，浇筑内衬墙并使墙顶与冠梁通过连接钢筋连接，待内衬墙混凝土强度达到设计要求后，继续开挖下一层土方至地下负二层底面设计标高，按照上述方式继续施做地下负二层结构的内衬墙，重复上述步骤直至底板封底，至此完成主体圆筒结构施工；

[0018] S6：H型钢回收及孔隙注浆：待地下圆筒主体结构施工完成后，拔出H型钢，并在S4步骤中预留锚定凹槽中安装锚垫板和锚具，并进行抗浮锚杆的预应力张拉锁定，随后在拔出H型钢后留下的孔隙里压力注入水泥浆液，并采用微膨胀混凝土对锚定凹槽进行填充抹平，至此完成抗浮体系施工。

[0019] 本发明较优的技术方案：所述S2步骤中水泥土搅拌桩的施工过程是：待水泥土搅拌桩机钻杆下沉至搅拌桩的设计桩顶标高时，开动水泥浆泵，边注浆、边搅拌、边下沉，使水泥浆和原地基土充分拌和；待水泥土搅拌桩机钻杆下沉到设计深度后，再次开启水泥浆泵，边喷浆、边旋转搅拌钻头，喷浆、喷气搅拌提升至桩顶标高，完成单根水泥土搅拌桩的施工。

[0020] 本发明较优的技术方案：所述S3步骤中，H型钢上的固定环沿着H型钢沿长度方向焊接在H型钢的中间横板上，多个固定环的间距为1000～2000mm，并在抗浮锚杆穿过H型钢上的固定环后，H型钢的下端插入抗浮锚杆扩大头锚固段最上层钢板上的定位卡槽内进行定位。

[0021] 本发明较优的技术方案：所述S6步骤中，通过起吊机吊起H型钢，并在拔出H型钢留下的孔隙中自下而上注入水泥浆液，并在孔口溢浆后缓慢提升注浆管，然后进行二次注浆，直至孔口浆体饱满无空洞。

[0022] 本发明中的抗浮锚杆由锚杆本体和扩大头锚固段组成，当锚杆系统受到拉拔力时，除锚杆侧摩擦力起到抗拔作用外，扩大头锚固段结构阻力也会起到抗拔作用，以此来提高锚杆的稳固性，解决了锚杆不能承受较大的拉应力的问题。扩大头锚固段一方面可以增大锚杆与水泥搅拌桩的接触面积，增加锚杆的粘结摩擦力，从而对向上浮动的水泥土搅拌桩提供阻力。另一方面可减少锚杆锚固段应力集中现象，避免锚杆锚固段应力过大，导致水泥土搅拌桩局部发生开裂剥落，更有利于控制水泥土搅拌桩的质量。冠梁与内衬墙通过连接钢筋连接在一起形成一个整体，避免内衬墙因粘结不牢或自重较大发生开裂脱落，保证了地下结构的整体稳定性与安全性。

[0023] 本发明的有益效果：

[0024] 1.本发明中地下圆筒式结构采用异形冠梁与抗浮锚杆组成的联合抗浮体系，极大地提高了结构的抗浮能力，解决了传统抗浮锚杆、抗拔桩、压顶梁等单一抗浮措施中抗浮能力较弱的问题，保证地下建筑结构的安全性与稳定性。

[0025] 2.本发明中锚杆体系由锚杆本体和扩大头锚固段组成，当锚杆系统受到拉拔力时，除锚杆侧摩擦力起到抗拔作用外，扩大头锚固段结构阻力也会起到抗拔作用，以此来提高锚杆杆体的稳固性，解决了锚杆不能承受较大的拉应力的问题。另外，扩大头锚固段也可减少锚杆锚固段应力集中现象，避免水泥土搅拌桩局部应力过大发生开裂，进而影响到锚杆的抗浮性能。

[0026] 3.本发明中水泥土搅拌桩桩体设有向内凹陷的条带状凹槽，且内衬墙与搅拌桩结合面进行凿毛处理，条带状凹槽与内衬墙整体浇筑，大大增强了结合面的粘结强度。并且通过预留钢筋将冠梁与内衬墙钢筋绑扎在一起形成一个整体，避免内衬墙因粘结不牢或自重较大发生开裂脱落，提高地下结构的整体稳定性与安全性。

[0027] 4.本发明在施工过程中采用H型钢是作为应力补强材料，与水泥土搅拌桩共同形成一道具有一定强度和刚度的、连续完整、无接缝的地下连续墙体，形成基坑支护结构；当地下主体结构建成后，其支护结构职能已完成，就可以拔出H型钢以重复应用，可以减少钢材的使用量，节能环保；拨出后的H型钢经过整形保养，可循环使用，减少钢铁等资源消耗，提高资源利用率，降低施工成本。由于H型钢表面涂抹的减摩剂是一种油脂类材料，可以隔绝H型钢与水泥土，降低H型钢与水泥土的粘结力，当其上拔力达到一定强度时，隔离材料发生剪切破坏，使起拔阻力减小，当起拔阻力小于H型钢的破坏强度时，H型钢就能无损回收。

[0028] 5.本发明中的H型钢还可以降低锚杆的安装难度，锚杆固定在H型钢上直接采用静压的方式一起插入，保证了锚杆的垂直度，且H型钢拔除后形成的孔隙可通过水泥浆液填充，水泥浆渗入桩体孔隙后凝固，有效将锚杆与水泥土搅拌桩连为一体，提高了锚杆与水泥土搅拌桩的整体性，且密实水泥浆浆体还可有效防止锚杆的锈蚀，极大地提高抗浮锚杆的耐久性。

[0029] 本发明中的地下结构施工工艺简单，施工机械小型轻便，占地面积较小，并且施工时基本无噪音，对周围土体扰动较小，工期短，造价较低；其整体抗浮效果好，能够保证地下结构的稳定性，对于用地紧张、空间狭小的城市密集区或地下水较高的地块具有推广应用的价值。

附图说明

[0030] 图1是本发明中地下圆筒式结构平面示意图；

[0031] 图2是本发明中地下圆筒式结构的纵向剖面图；

[0032] 图3是本发明的施工流程示意图；

[0033] 图4是本发明中的抗浮锚杆示意图；

[0034] 图5是本发明中的抗浮锚杆锚头示意图；

[0035] 图6是本发明中抗浮锚杆扩大头锚固段示意图；

[0036] 图7是本发明中抗浮锚杆定位卡槽示意图；

[0037] 图8是本发明中冠梁、水泥土搅拌桩与内衬墙连接示意图；

[0038] 图9是本发明中H型钢与抗浮锚杆连接示意图。

[0039] 图中：1—水泥土搅拌桩，2—异形冠梁，2-1—锚定凹槽，3—内衬墙，4—条带状凹槽，5—抗浮锚杆，6—钢板，6-1—定位卡槽，7—钢管，8—端头板，9—H型钢，9-1—定位圆环，10—附加钢筋，11—锚垫板，12—圆形吊孔，13—锚具，14—连接钢筋。

具体实施方式

[0040] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。附图1至9均为实施例的附图，采用简化的方式绘制，仅用于清晰、简洁地说明本发明实施例的目的。以下对在附图中的展现的技术方案为本发明的实施例的具体方案，并非旨在限制要求保护的本发明的范围。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0041] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”、“内”、“外”、“左”、“右”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，或者是该实用新型产品使用时惯常摆放的方位或位置关系，或者是本领域技术人员惯常理解的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的设备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发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0042] 在本发明的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，“设置”、“连接”等术语应做广义理解，例如，“连接”可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接连接，也可以通过中间媒介间接连接，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发明中的具体含义。

[0043] 实施例中提供的一种微扰动抗浮地下圆筒式结构，如图1、图2和图4所示，包括由水泥土搅拌桩1咬合围设而成成圆筒桩外层支护结构、紧贴水泥土搅拌桩1内壁的圆筒状内衬墙3、置于外层支护结构和内衬墙3顶面的冠梁(2)和等距插入水泥土搅拌桩1内的锚杆抗浮结构；所述冠梁2置于水泥土搅拌桩1和内衬墙3的顶面，且水泥土搅拌桩1的顶面低于内衬墙3的顶面，内衬墙3通过连接钢筋14与冠梁2连接；所述冠梁2宽度方向两端各超出水泥土搅拌桩1和内衬墙3外缘100～200mm，水泥土搅拌桩1区域的冠梁2底标高低于内衬墙3区域的冠梁2底标高300～500mm。所述内墙是在水泥土搅拌桩1、冠梁2、抗浮锚杆5和H型钢9施工完成后，进行施工的，并在水泥土搅拌桩1与内衬墙3的接触面开设有多个向内凹陷条带状凹槽4，多个凹槽4间500～1000mm布设，多个凹槽4与内衬墙3整体浇筑形成多个连接部，且内衬墙3浇筑前，水泥土搅拌桩1桩体与内衬墙3结合面进行凿毛处理，凿毛深度为20～30mm。

[0044] 实施例中提供的一种微扰动抗浮地下圆筒式结构，如图6、图7所示，所述锚杆抗浮结构包括抗浮锚杆5和H型钢9，所述抗浮锚杆5的端部设有扩大头锚固段，所述扩大头锚固段包括中心钢管7、焊接在钢管7上的2～4块圆形钢板6和焊接在钢管7底端的锥形端头板8，抗浮锚杆5下端穿过中心钢管7与锥形端头板8连接，在最上方的钢板6上表面设有定位槽6-1；所述H型钢9的内侧设有多个直径与抗浮锚杆5直径相匹配的固定环9-1，固定环9-1的直径略大于抗浮锚杆5直径，抗浮锚杆5可以自由穿出固定环9-1；多个固定环9-1沿着H型钢9沿长度方向焊接在H型钢9中间横板上，间距为1000～2000mm。如图9所示，所述抗浮锚杆5穿过多个固定环9-1与H型钢9连接，抗浮锚杆5的扩大头锚固段位于H型钢9下端，所述H型钢9的下端嵌入定位槽6-1内，抗浮锚杆5与H型钢9在水泥土搅拌桩1浇筑尚未初凝时通过静压的方式压入水泥土搅拌桩1内，并在冠梁2施工完成后，H型钢9上端伸出冠梁2顶500mm，抗浮锚杆5的上端通过锚固件锚固在冠梁2的顶部。在H型钢9的顶部设有吊环12；在H型钢9插入之前，其表面涂覆有减摩剂涂层；并在内衬墙3施工完成后拔出，将H型钢9拔出，然后在拔出

H型钢9的空隙中注入水泥浆液与抗浮锚杆5形成整体式锚固结构。如图3所示，所述锚固件包括锚垫板11和锚具13，在冠梁2顶部预留有锚定凹槽2-1，锚定凹槽2-1下方混凝土中设置有附加钢筋10，在锚杆张拉结束后，锚定凹槽2-1采用微膨胀混凝土填充抹平。

[0045] 本发明提供的一种低噪音微扰动地下圆筒式结构施工方法，其施工步骤如下：

[0046] 步骤一：准备工作：施工前先查明场地范围内的地下管线，周边建、构筑物情况，迁改地下管线，清理地面障碍物，平整场地；然后进行测量放线，根据放样出的地下结构中心线开挖环形工作沟槽，沟槽宽度根据支护结构厚度确定。

[0047] 步骤二：水泥土搅拌桩的施工：工作沟槽两侧铺设导向定位型钢，按设计要求在导向定位型钢上做出钻孔位置和H型钢9的插入位置。根据加固土体强度、水泥掺量等指标，通过工艺试验和配合比试验得出水泥浆配合比。待水泥土搅拌桩机钻杆下沉到搅拌桩1的设计桩顶标高时，开动水泥浆泵，边注浆、边搅拌、边下沉，使水泥浆和原地基土充分拌和；待搅拌机下沉到设计深度后，再次开启水泥浆泵，边喷浆、边旋转搅拌钻头，喷浆、喷气搅拌提升至桩顶标高，接着施工下一根水泥土搅拌桩1；相邻两根水泥土搅拌桩1之间相互咬合围设成一个圆筒状支护结构。

[0048] 步骤三：H型钢和抗浮锚杆的插入：在每根水泥土搅拌桩施工完成且尚未初凝时插入H型钢9和抗浮锚杆5；在插入H型钢9和抗浮锚杆5前，在H型钢9的表面涂覆减摩剂，以便H型钢9顺利拔除回收；H型钢9沿长度方向焊接有间距1000～2000mm的圆环9-1，抗浮锚杆5沿H型钢长度方向穿过圆环9-1并绷直，通过定位卡槽6-1将H型钢9与锚杆5连接在一起，以此来定位锚杆5并保证其垂直度；然后通过静压桩机将H型钢9及抗浮锚杆5插入尚未初凝的水泥土搅拌桩中，形成圆环状内插H型钢的水泥土搅拌桩复合支护体系。

[0049] 步骤四：冠梁施工：开挖水泥土搅拌桩两侧土方，开挖沟槽宽度及深度以满足冠梁模板支设为宜。剔除桩间虚土及桩顶浮浆，清理土方至冠梁2设计底标高，并对异形冠梁2底标高以上的H型钢9使用油毛毡片进行包裹，包裹高度高出异形冠梁2顶标高100mm，随后支撑模板，绑扎常规钢筋及附加钢筋10，预留好连接钢筋14和锚定凹槽2-1后，浇筑异形冠梁2的混凝土并养护成型。

[0050] 步骤五：施工内衬墙：开挖土方至-6m，通过开槽机在水泥土搅拌桩1的桩体上间隔设置条带状凹槽4，并在未开设凹槽4的间隔区域进行凿毛处理，凿毛深度为20～30mm；然后单侧架立内衬墙模板，浇筑内衬墙3并使墙顶与异形冠梁2通过连接钢筋14连接，待内衬墙3混凝土强度达到设计要求后，继续开挖下一层土方至-9m并施做内衬墙3，重复上述步骤直至底板封底，至此完成地下圆筒主体结构施工。

[0051] 步骤六：待地下圆筒主体结构施工完成后，使用起吊机通过圆形吊孔12拔出H型钢9，在凹槽2-1中安装锚垫板11和锚具13并进行抗浮锚杆5的预应力张拉锁定，随后在拔出H型钢9后留下的孔隙里自下而上注入水泥浆液，孔口溢浆后缓慢提升注浆管，然后进行二次注浆，直至孔口浆体饱满无空洞。通过此方法可使水泥浆填充密实，解决传统自上向下灌注时易出现气泡、空腔等问题。最后采用微膨胀混凝土对凹槽2-1进行填充抹平，至此完成抗浮体系施工。

[0052] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述，但是本发明并不局限于上述的具体实施方式，上述的具体实施方式仅仅是示意性的，而不是限制性的，本领域的普通技术人员在本发明的启示下，在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下，还可做出很多

形式,这些均属于本发明的保护之内。

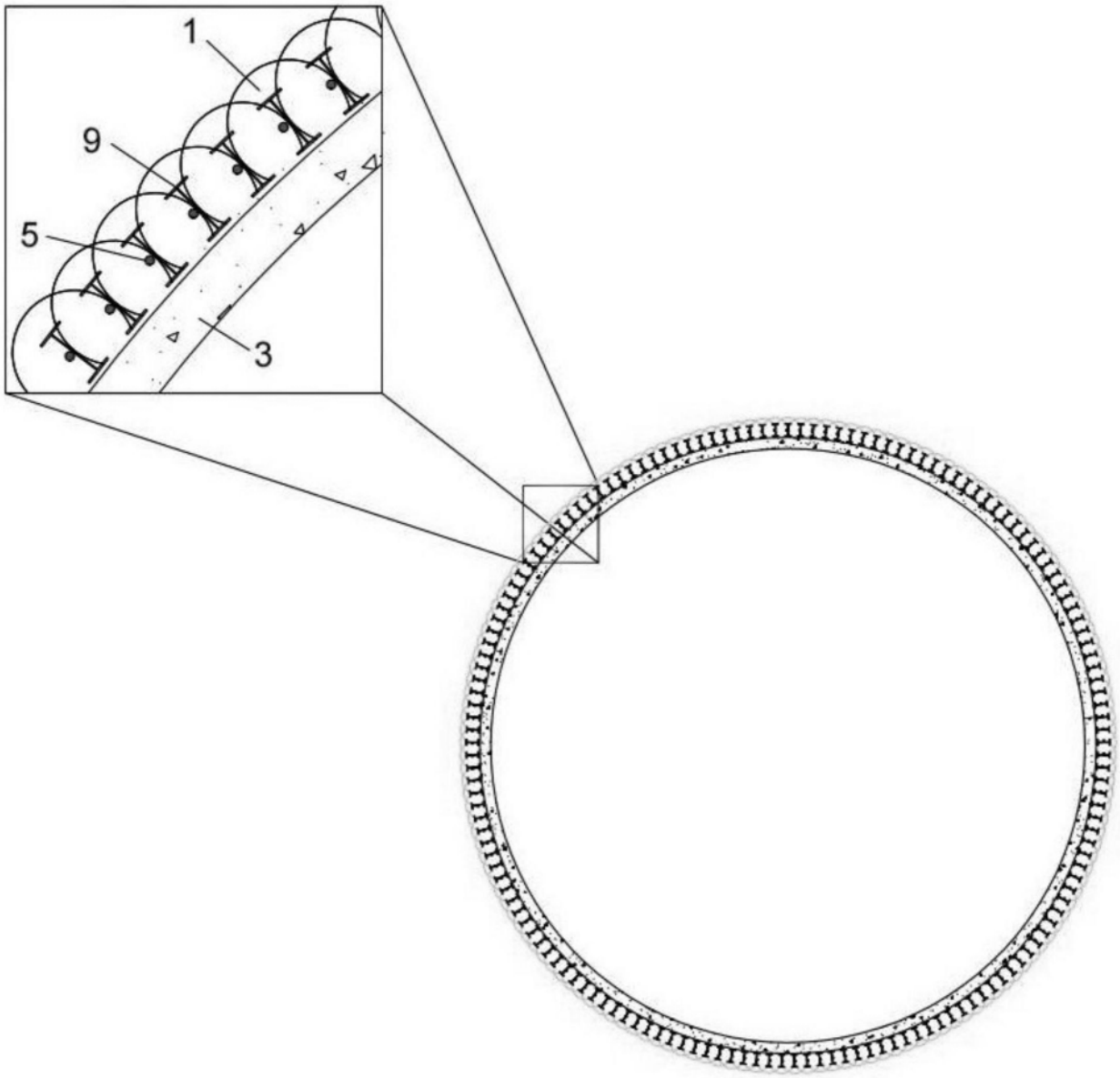


图1

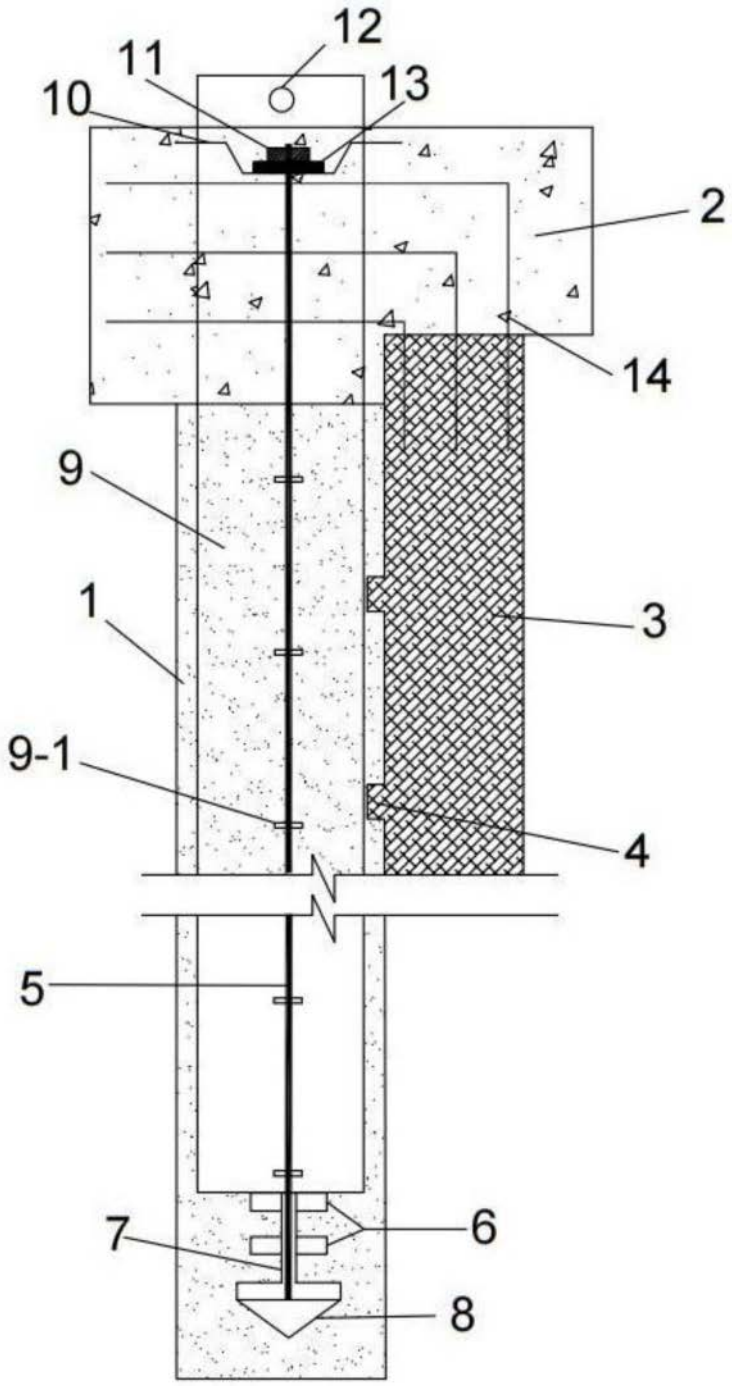


图2

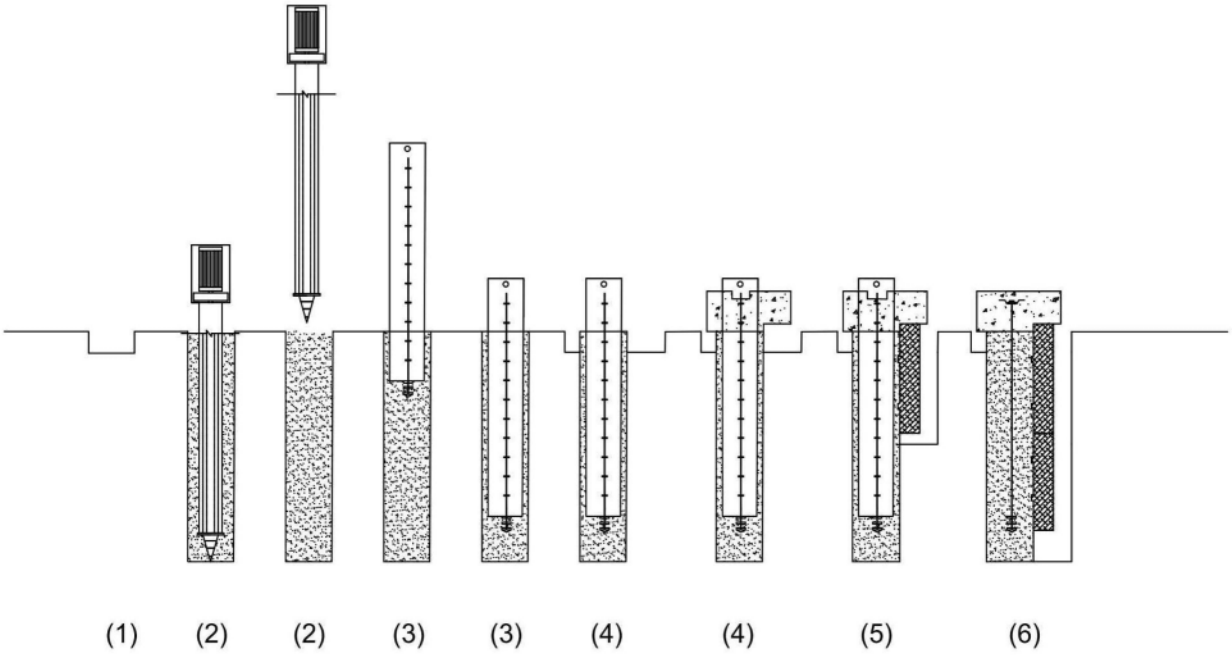


图3

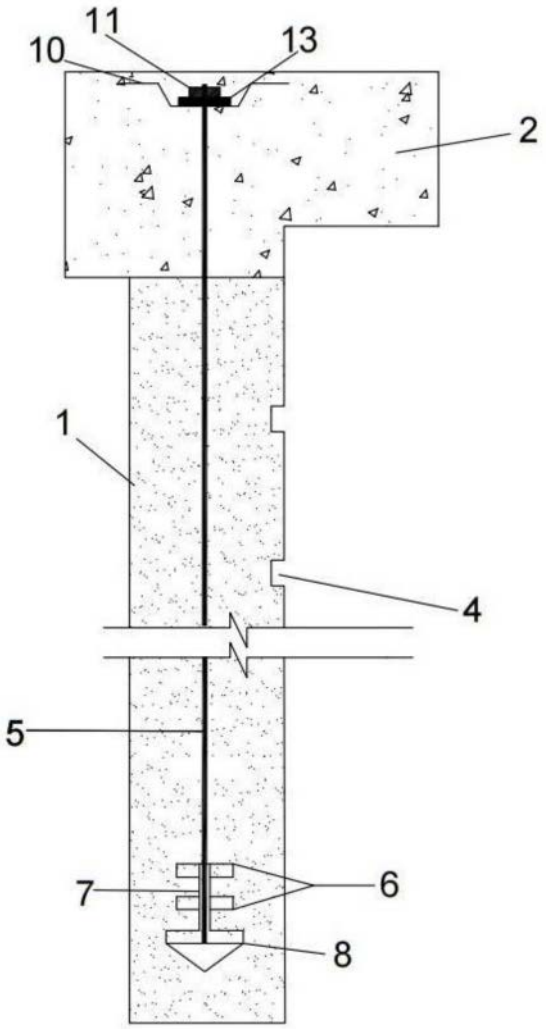


图4

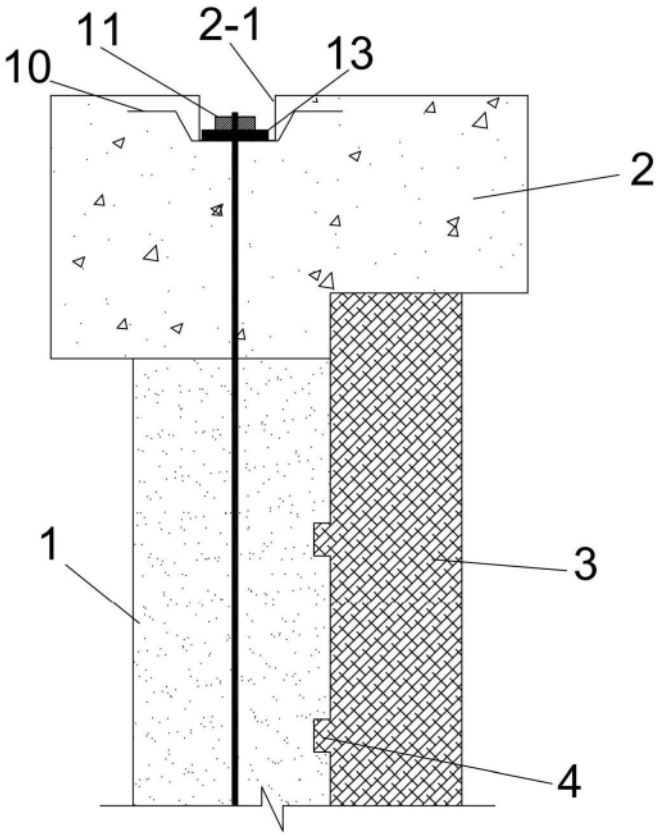


图5

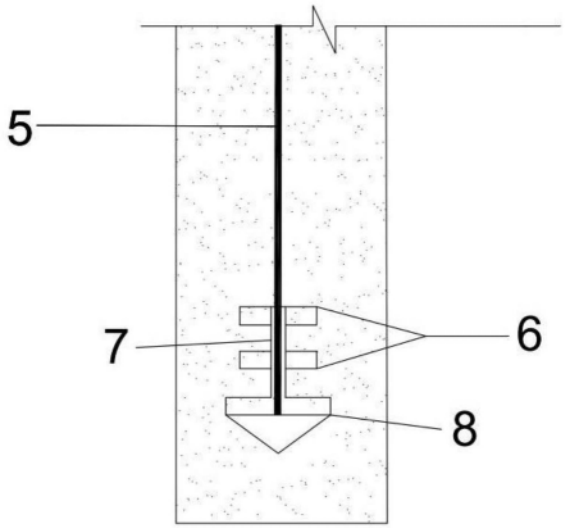


图6

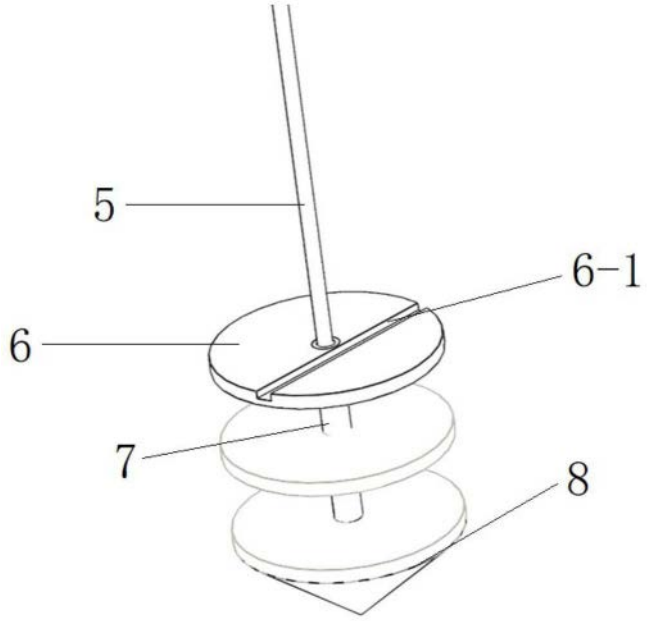


图7

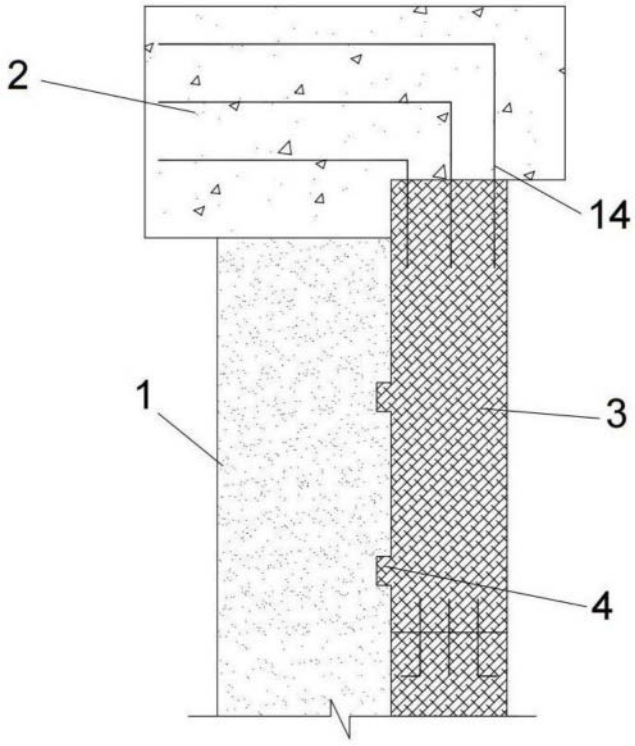


图8

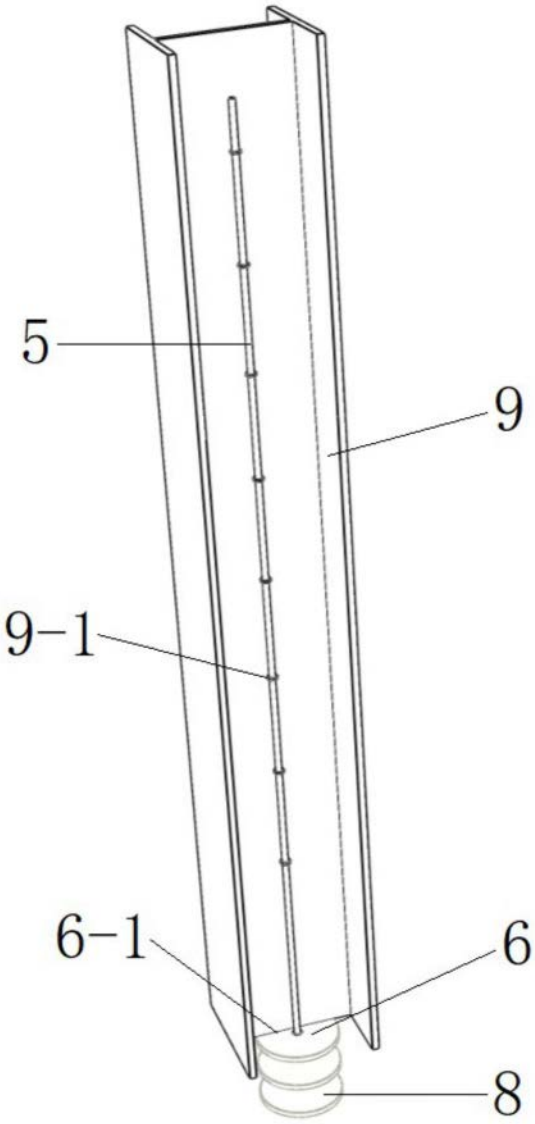


图9