

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101914916 B

(45) 授权公告日 2011.09.21

(21) 申请号 201010248080.4

US 2008/0193225 A1, 2008.08.14, 全文.

(22) 申请日 2010.08.04

CN 101338563 A, 2009.01.07, 全文.

(73) 专利权人 欧阳甘霖

CN 2861282 Y, 2007.01.24, 全文.

地址 266071 山东省青岛市山东路9号深业
大厦B-25-C

US 5875860 A, 1999.03.02, 全文.

(72) 发明人 欧阳甘霖 张民义 寇海磊
殷作鹏

审查员 施戈亮

(74) 专利代理机构 青岛高晓专利事务所 37104

代理人 张世功

(51) Int. Cl.

E02D 15/04 (2006.01)

E02D 5/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101691754 A, 2010.04.07, 全文.

CN 2490208 Y, 2002.05.08, 全文.

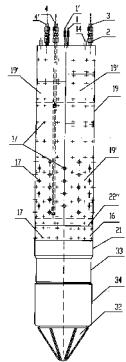
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种多盘体灌注桩一次成型装置及其施工方
法

(57) 摘要

本发明属于建筑行业桩工机械及施工技术领
域,涉及一种压力注浆和振动器内置式多盘体灌
注桩一次成型装置及其施工方法,本装置采用压
力注浆结构和内置振动器结构特征,经过成孔、多
次扩大盘体、压入过程桩身周侧自动压力喷浆或
水泥纳米浆液将软土改变为强度较高的水泥土性
状、安放钢筋笼、灌注混凝土、提升过程桩身周侧
再次自动压力喷浆、内置振动器振动拔桩同步实
施砼可控振捣和桩成型等八个工序将高压喷浆及
振动拔桩同步砼振捣挤扩多个盘体灌注桩一次成
型,其主体结构简单,施工操作安全可靠,施工工
序简便,软土摩阻力大,桩的承载力强,施工现场
环境友好。



1. 一种多盘体灌注桩一次成型装置，主体结构由桩身结构体、高压注浆系统和扩盘系统三部分组成；桩身结构体包括内结构 A 体、内结构 B 体、外结构体、弧形板、支撑梁、对接承台、振动器、振动器固定座、振动器固定卡、电源线、冷却水进出水管、法兰、法兰连接螺栓、振动阻尼垫和连接螺钉，其特征在于内结构 A 体、内结构 B 体为圆形管状或矩形空心状，沿内结构 A 体或内结构 B 体长度方向环形均布二条以上与内结构体等长尺寸的矩型支撑梁，二条以上与内结构体等长尺寸的对接承台，内结构 A 体为基本节，顶端设有法兰，不设法兰的下端为对接仓、高压注浆系统和扩盘系统的安装基体，设有基准长度；内结构 B 体上下端均设有法兰，便于其它节对接或拆卸，满足不同桩基深度和运输要求的活动节，长度可选；内结构 A 体为通长中空圆形管状或矩形空心管状，通过其顶端的法兰和法兰螺栓与内结构 B 体底端的法兰连接以调整桩身总长；内结构 A 体下端通过外螺纹与对接仓内螺纹旋接，其底端面顶紧在对接仓内台肩上，弧形板跨越对接仓水平对接处，其下端用连接螺钉固定在对接仓外台肩内，上端部用螺钉紧固在内结构 A 体支撑梁上，成拉接状态以增加内结构 A 体与对接仓的连接强度和密封性，保证传力可靠；对接承台并排安放两块弧形板竖直方向的结合端面，弧形板竖直方向水平方向端面均设有密封件以增加弧形板左右上下对接时密封效果，防止产生渗漏现象；外结构体分成二片以上并具有一定长度和厚度的弧形板，其内侧弧度与支撑梁顶面弧度一致，弧形板对接合后形成一个圆柱形外结构体，其圆心与内结构体圆心重合，圆柱外径为桩主径尺寸；弧形板沿竖直方向每相隔一段距离用连接螺钉与支撑梁和对接承台紧固连接成一体，沿弧形板内侧竖直方向分组分层安装有振动器固定座，每层一组，每组沿外结构体内侧水平环绕安装一个以上振动器固定座，其组数及个数根据弧形板的厚度、材质、外结构体圆柱表面积及相应的土层性状、振动器技术参数进行设置或调整参入工作的振动器数量；振动器为圆形或方形或扁形的液压式振动器；支撑梁、对接承台顶面安装有振动阻尼垫，以隔阻或削弱强振对内结构体的传递，防止混凝土过振而使混凝土产生离淅现象，启动振动器，其激振力通过固定座传递给外结构体弧形板，在多台振动器共振作用下使弧形板产生较大振幅，振幅的传递使外结构体周围的握裹土体从静态被激活转变为动态，减少拔桩阻力 90%；高压注浆系统包括浆液管、浆液卡套式接头、对接仓、对接仓内台肩、对接仓外台肩、对接仓下台肩、浆液缸、高压喷嘴阀、弹簧、球阀、进浆口、浆液缸检视盖板和双头螺栓；对接仓为圆形整体式构件，其上部通过自身内螺纹与内结构 A 体下端外螺纹连接成一体，外台肩低于内台肩，使弧形板用螺钉紧固连接其上；对接仓的上部环形设有凹槽形式的浆液缸，浆液缸内设置有支撑梁和对接承台，浆液管通过内结构体支撑梁之间空隙与设置在对接仓顶端的卡套式接头相接，沿浆液缸弧形检视盖板内侧相应部位安装一个以上高压喷嘴阀，采用固定位喷射或旋转喷射形式；高压喷嘴阀为单向阀，采用耐磨合金制成，在超过单向阀弹簧压力时球阀打开进浆口，浆液从喷嘴喷射出去，浆液压力低于单向阀弹簧压力，球阀在弹簧压力作用下迅速关闭进浆口，断绝里外联通，使泥水不能渗入，浆液不能滴漏；浆液管直接与喷嘴阀进浆口相接，密闭的高压浆液经由浆液管直达进浆口，克服弹簧压力而开启进浆口，浆液喷射出去；扩盘系统包括油缸体、环状活塞、活塞定位环、活塞杆、上下端盖、上下导向套、密封件、连杆、连杆座、连杆轴销、截流阀、带双凹槽截流阀座、截流阀凸耳铰接轴、截流阀双凸耳、进出油管、油管接头和进出油道；圆形油缸体顶端面均匀分布制有螺纹连接孔，用双头螺栓穿过对接仓下台肩螺孔与油缸体顶端面螺纹孔拧紧，上部用螺帽拧紧使对接仓与油缸体紧密衔接；对接仓下端面与油缸体顶端面结

合处设置密封件,防止油缸体内进油道和回油道从对接处渗漏而使扩盘系统工作失灵;上端盖和下端盖分别用外螺纹与油缸体上下端内螺纹连接,上导向套和下导向套被上下端盖分别压紧在油缸体内上下两端以防止向外位移,上下导向套除提供活塞杆导向功能外,还通过安装在导向套内圆的密封件封闭活塞杆与导向套之间滑动间隙,通过安装在导向套外园上的密封件密封导向套与油缸体内壁之间的间隙,防止液压油渗漏;环状活塞分成两个半圆套装在活塞杆上并通过半圆形活塞定位环固定在活塞杆上不能与活塞杆产生相对位移,活塞杆为中空管状,混凝土及钢筋笼畅通;油缸体上油腔进油时环状活塞被推动往下移动,环状活塞与活塞杆固定成一整体,带动活塞杆向下移动;当油缸体下油腔充油时,活塞杆随环状活塞向上移动;活塞杆下端沿圆周环形均布两个以上安装连杆的连杆座,通过连杆轴销将连杆上端固定在连杆座内作径向转动,连杆的下端通过连杆轴销安装在截流阀内侧凹槽中作径向旋转运动;带双凹槽截流阀座通过内螺纹与油缸体外螺纹连接,有两个以上截流阀经由截流阀双凸耳被截流阀凸耳铰接轴铰接在带双凹槽截流阀座内作径向旋转运动,由于环状活塞上下位移带动活塞杆及旋接在活塞杆下端的连杆座进而带动连杆同步作垂直位移,因连杆上端与连杆座铰接,下端在截流阀内侧凹槽内铰接,推动或拉动截流阀沿截流阀凸耳铰接轴心在带双凹槽截流阀座内作径向旋转运动,进而达到直线运动转换为旋转运动使截流阀关闭时成锥体形,打开时成盛开的荷花状;截流阀两翼制成刀刃状结构。

2. 根据权利要求1所述的多盘体灌注桩一次成型装置,其特征在于内结构A体、内结构B体顶端均设有同样的法兰及供安装各种管道电源线的孔洞;法兰对接处的单块弧形板安装应上下节贯通搭接并起到共同承担压应力和拉应力的补强作用,避免造成断桩发生;外结构体与内结构体两者之间空隙是由支撑梁、对接承台高度以及相邻间距控制,提供振动器、喷浆管、扩盘装置液压油管及冷却水、电缆敷设的空间支持,每组振动器安装位置相对固定,振动相位优化组合,振动器电缆中间采用无接头连接。

3. 一种权利要求1所述的多盘体灌注桩一次成型装置的施工方法,其特征在于先用静力桩机夹持本装置移位至桩位点,压入后停止,将预计用量的混凝土注入桩身内结构体,一次注入量不够应在未空管前及时添加,然后将本装置压入至适宜设置第一个扩大盘体的土层内0.5~1.5m后停止即第一次压入;先启动振动器后提升本装置的同时打开本装置底端截流阀,储存于桩身内结构体的混凝土立刻流出并填充本装置腾出的土体空间;提升高度1.0~1.5m即可关闭本装置底端截流阀和振动器的同时改为往下压入本装置至第一次压入的标高后停止即第二次压入;扩盘系统最下端为圆柱锥形状,第一次压入是将相应位置的土体挤压开形成足够容纳扩盘系统的外径体积的空间,并在提升时充填了混凝土,第二次压入是在第一次灌注的混凝土中强行挤压进入形成雀占鸠巢,扩盘系统将已充满的扩盘系统外径体积的混凝土量挤压向周围及下方土体,土体因遭受混凝土的挤压而密实,本装置挤压压力由静力桩机总重和压力决定;再重复第一次提升本装置工序,混凝土不断流出填充扩盘系统腾出的空间,根据土层及单桩承载力的需要以及预设盘体直径确定该土层反复扩盘的次数;第一个扩大盘体成功后,将本装置穿过第一个盘体直接压入适宜作第二个扩大盘体土层处1.0~1.5m后停止,先启动振动器后开启截流阀的同时提升本装置,混凝土不断流出填充本装置腾出的空间,按第一次扩盘工序实施,则第二个扩大盘体成型;如此反复至多个扩大盘体形成;在扩大盘体与扩大盘体之间,有一段直杆形主桩径,针对直杆主桩径在压入过程启动高压喷浆泵,高压浆液通过浆液管和进浆口压迫弹簧退缩而球阀打开,

高压浆液向桩身周围射击；当喷射流的动压力大于土层结构强度时，土颗粒便从土层中剥落下来，一部分细粒土随浆液或水向上溢出被上部已成型的扩大盘体挡住形成将盘体底面裹的次级扩大盘体，其余土颗粒在射流的冲击力和重力作用下与浆液搅拌混合，并按浆土比例和质量大小，有规律地重新排列混和并通过水泥与土颗粒的物理化学反应凝结成强度较高的水泥土固结柱体，利于增大单桩侧摩阻力、竖向承载力、抗径向挤压力以及钢筋防腐、防止砂土液化和降低土的含水量。

一种多盘体灌注桩一次成型装置及其施工方法

技术领域：

[0001] 本发明属于建筑行业桩工机械及施工领域，涉及一种压力注浆和振动器内置式多盘体灌注桩一次成型装置及其施工方法。

背景技术：

[0002] 目前国内外在变截面桩或称挤扩肢盘桩、夯（压）扩桩、异型桩等方面已有许多成熟技术设备和施工方法：一是挤扩型桩，有代表性的桩型如挤扩肢盘桩采用钻孔、专用挤扩器扩孔、清底三机交叉使用，在很大程度上提高了灌注桩的承载力（抗拔力）问题，经济效益明显，是国内比较前沿的桩型；但其存在三套设备交叉使用，成孔后反复挤扩次数多，时有塌孔，在饱和性粘土、软土及干作业成孔的砂、砾土层中成桩率不理想，土层的适应性受到一定局限，含有大量泥浆排除和单桩工期长等缺点；二是锤击式夯扩桩和静压式压扩桩技术，只在端部设置一个扩大盘，对设置深度及土层有较高要求，实用范围较窄；三是人工扩孔或高压水（含水泥浆或其他化学浆液）冲扩式技术，采用成孔后人工挖扩成盘或高压水冲击切削成盘，其承载力难以提高，事倍功半；四是机械切削式，即将安装在旋转臂杆上的切削刀具，在旋转臂强力下，将周边土体逐步切削出有一定高度和直径的圆柱形盘体，这种方法的承载力提高微小；五是爆破挤扩桩，利用炸药爆炸力挤扩成大头状，其适用区域受限且成形不易控制；六是国外沈普勒克斯桩（Simplex pile）和法兰克桩（Franki pile），类似国内夯扩桩，靠锤击内管强行挤出圆锥形桩鞋及填充物或靠圆柱形钢锤自重自由落体冲击填充物直至桩端扩大头形成为止；七是日本久保田铁工株式会专用扩孔设备（可成多节盘体），采用钻孔、旋转式挤扩孔和清底三机合一实施成为多盘体灌注桩，但其设备造价高，适用土层范围窄小；八是日本钢纤维预制全螺纹桩，其桩身整体为螺纹结构，便于增大与土体摩擦面积，提高单桩承载力，但设备能耗太大，单桩承载力提高幅度不理想；九是国内发明的螺旋挤孔灌注桩，主要原理是用专门机具挤压土体成螺纹状，管内泵送混凝土成型，扩大了桩侧摩阻面积而提高桩承载力，且螺纹桩在适宜的土层中对桩承载力有所提高，但在软土中难以成形且效果并不明显；十是自动压扩器压扩桩技术，是申请人在2006年发明的与静力桩机配合使用的可实现桩身多个扩大盘的本装置，因属沉管灌注桩类型，软弱土层中也不能完全避免因超孔隙水压力造成的桩身缩颈、顶托通病，而且桩长 ≥ 20 米，施工方法是从底端开始扩盘，如实施多个扩大盘则不能安放钢筋笼，成为素混凝土多盘体桩，其应用范围受限，且在软弱土层中间没有适宜夹层时单桩承载力难达预期。

[0003] 综上所述，软土地区桩基安全性和经济性是个技术难点，一般小于20层左右建筑物在软土中应用PHC管桩较多，但PHC管桩其金属焊接接头及空心截面刚度先天性不足，其耐久性和抗震性也有待完善，在高层中使用单柱承台桩数多，基础体积过大，基础部分造价升高，性价比趋弱势地位；大直径深长钻孔灌注桩采用泥浆护壁成孔，泥浆制作要求较高，泥浆排除量很大，特别是施工中地下水消耗和污染较严重，现场文明卫生差，遇地下流动水甚至动压水时，成孔困难，适用范围也存在一定局限性，且直杆灌注桩的承载力由于桩的临界深度和桩尺寸效应等先天性缺陷不可能有质的突破。

发明内容：

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术存在的缺点，寻求设计一种压力注浆和内置振动器式多盘体灌注桩装置及施工方法，有效地解决目前软土中无较硬夹层时单桩承载力包括抗拔力、抗震性能很难提高的技术难题。

[0005] 为了实现上述目的，本发明装置的主体结构由桩身结构体、高压注浆系统和扩盘系统三部分组成；桩身结构体包括内结构 A 体、内结构 B 体、外结构体、弧形板、支撑梁、对接承台、振动器、振动器固定座、振动器固定卡、电源线、冷却水进出水管、法兰、法兰连接螺栓、振动阻尼垫和连接螺钉；内结构 A 体、内结构 B 体为圆形管状或矩形空心状，沿 y 轴向环形均布至少二条以上与内结构体等长尺寸的矩型支撑梁，二条以上与内结构体等长尺寸的对接承台，内结构 A 体和内结构 B 体的尺寸、形状、结构基本一致，内结构 A 体为基本节，顶端设有法兰，不设法兰的下端为对接仓、高压喷浆系统和扩盘系统的安装基体，设有基准长度；内结构 B 体上下端均设有法兰，便于其它节对接或拆卸，满足不同桩基深度和运输要求的活动节，长度可选；内结构 A 体为通长中空圆形管状或矩形空心管状，通过其顶端的法兰和法兰螺栓与内结构 B 体底端的法兰连接以调整桩身总长；内结构 A 体下端通过外螺纹与对接仓内螺纹旋接其底端面顶紧在对接仓内台肩上，弧形板跨越对接仓水平对接处其下端用连接螺钉固定在对接仓外台肩内，上端部用螺钉紧固在内结构 A 体支撑梁上，成拉接状态以增加内结构 A 体与对接仓的连接强度和密封性，保证传力可靠；对接承台并排安放两块弧形板 y 轴向的结合端面，弧形板 y 轴向 x 轴向端面均设有密封件以增加弧形板左右上下对接时密封效果，防止产生渗漏现象；外结构体分成至少二片以上并具有一定长度和厚度的弧形板（如分成两片则为半圆形、四片则为 1/4 弧形），其内侧弧度与支撑梁顶面弧度一致，弧形板对接合后形成一个圆柱形外结构体，其圆心与内结构体圆心重合，圆柱外径为桩主径尺寸；弧形板沿 y 轴向每相隔一段距离用连接螺钉与支撑梁和对接承台紧固连接成一体，沿弧形板内侧 y 轴向分组分层安装有振动器固定座，每层一组，每组沿外结构体内侧水平环绕安装至少一个以上振动器固定座，其组数及个数主要根据弧形板的厚度、材质、外结构体圆柱表面积及相应的土层性状、振动器技术参数等进行设置或调整参入工作的振动器数量；振动器为圆形或方形或扁形，液压式振动器作为振动源均可以达到同样效果；支撑梁、对接承台顶面安装有振动阻尼垫，以隔阻或削弱强振对内结构体的传递，防止混凝土过振而使混凝土产生离析现象，启动振动器，其绝大部分激振力将通过固定座传递给外结构体弧形板，在多台振动器共振作用下使弧形板产生较大振幅，振幅的传递使外结构体周围的握裹土体从静态被激活转变为动态，减少拔桩阻力 90% 左右。

[0006] 本发明的内结构 A 体、内结构 B 体顶端均设有同样的法兰及供安装各种管道电源线的孔洞，可互换；凡法兰对接处的单块弧形板安装应上下节贯通搭接一定长度并起到共同承担压应力和拉应力的补强作用，保避免造成断桩发生；外结构体与内结构体两者之间空隙是由支撑梁、对接承台高度以及相邻间距控制，主要提供振动器、喷浆管，扩盘装置液压油管及冷却水、电缆敷设等空间支持，每组振动器安装位置相对固定，振动相位优化组合，振动器电缆中间采用无接头连接。

[0007] 本发明的高压注浆系统包括浆液管、浆液卡套式接头、对接仓、对接仓内台肩、对接仓外台肩、对接仓下台肩、浆液缸、高压喷嘴阀、弹簧、球阀、进浆口、浆液缸检视盖板和双

头螺栓；对接仓为圆形整体式构件，其上部通过自身内螺纹与内结构 A 体下端外螺纹连接成一体，外台肩低于内台肩使弧形板用螺钉紧固连接其上；对接仓的上部环形设有凹槽形式的浆液缸，浆液缸内设置有支撑梁和对接承台，浆液管通过内结构体支撑梁之间空隙与设置在对接仓顶端的卡通式接头相接，沿浆液缸弧形检视盖板内侧相应部位安装至少有一个以上高压喷嘴阀，采用固定位喷射或旋转喷射形式均可；高压喷嘴阀为单向阀，采用耐磨合金制成，只有在超过单向阀弹簧压力时球阀方可打开进浆口，浆液方可从喷嘴喷射出去，一旦浆液压力低于单向阀弹簧压力，则球阀在弹簧压力作用下迅速关闭进浆口，断绝里外联通，使泥水不能渗入，浆液不能滴漏；浆液管直接与喷嘴阀进浆口相接，通过人工操作，密闭的高压浆液经由浆液管直达进浆口，克服弹簧压力而开启进浆口，浆液高速高压（20Mpa 以上）喷射出去。

[0008] 本发明的扩盘系统包括油缸体、环状活塞、活塞定位环、活塞杆、上下端盖、上下导向套、密封件、连杆、连杆座、连杆轴销、截流阀、带双凹槽截流阀座、截流阀凸耳铰接轴、截流阀双凸耳、进出油管、油管接头和进出油道组成；圆形油缸体顶端面均匀分布制有多个螺纹连接孔，用双头螺栓穿过对接仓下台肩螺孔与油缸体顶端面螺纹孔拧紧，上部用螺帽拧紧使对接仓与油缸体紧密衔接；对接仓下端面与油缸体顶端面结合处设置密封件，防止油缸体内进油道和回油道从对接处渗漏而使扩盘系统工作失灵；上端盖和下端盖分别用外螺纹与油缸体上下端内螺纹连接，上导向套和下导向套被上下端盖分别压紧在油缸体内上下两端以防止向外位移，上下导向套除提供活塞杆导向功能外，还通过安装在导向套内圆的密封件封闭活塞杆与导向套之间滑动间隙，通过安装在导向套外园上的密封件密封导向套与油缸体内壁之间的间隙，防止液压油渗漏；环状活塞分成两个半圆套装在活塞杆上并通过半圆形活塞定位环固定在活塞杆上不能与活塞杆产生相对位移，活塞杆为中空管状，混凝土及钢筋笼畅通；油缸体上油腔进油时环状活塞被推动往下移动，环状活塞与活塞杆固定成一整体，带动活塞杆向下移动；当油缸体下油腔充油时，活塞杆随环状活塞向上移动；活塞杆下端沿圆周环形均布两个以上安装连杆的连杆座，通过连杆轴销将连杆上端固定在连杆座内作径向转动，连杆的下端通过连杆轴销安装在截流阀内侧凹槽中作径向旋转运动；带双凹槽截流阀座通过内螺纹与油缸体外螺纹连接，至少有两个以上截流阀经由截流阀双凸耳被截流阀凸耳铰接轴铰接在带双凹槽截流阀座内作径向旋转运动，由于环状活塞上下位移带动活塞杆及旋接在活塞杆下端的连杆座进而带动连杆同步作垂直位移，因连杆上端与连杆座铰接，下端在截流阀内侧凹槽内铰接，推动或拉动截流阀沿截流阀凸耳铰接轴心在带双凹槽截流阀座内作径向旋转运动，进而达到直线运动转换为旋转运动使截流阀关闭时成锥体形，打开时成盛开的荷花状；截流阀两翼制成刀刃状结构，剪切力可剪碎常用花岗石。

[0009] 本发明装置的应用方法为：先用静力桩机夹持本装置移位至桩位点，压入小段距离后停止，将预计用量的混凝土注入桩身内结构体，一次注入量不够应在未空管前及时添加，然后将本装置压入至适宜设置第一个扩大盘体的土层内 0.5 ~ 1.5m（扩盘排序是从上往下进行的，第一个盘体离地面最近，以此类推）后停止（称第一次压入，下同）；先启动振动器后提升本装置的同时打开本装置底端截流阀，储存于桩身内结构体的混凝土立刻流出并填充本装置腾出的土体空间；提升高度 1.0 ~ 1.5m 即可关闭本装置底端截流阀和振动器的同时改为往下压入本装置至第一次压入的标高后停止（称第二次压入，下同）；扩盘系统

最下端为圆柱锥形状,第一次压入是将相应位置的土体挤压开形成足够容纳扩盘系统的外径体积的空间,并在提升时充填了混凝土,第二次压入是在第一次灌注的混凝土中强行挤压进入,形成雀占鸠巢,扩盘系统将已充满的相当于扩盘系统外径体积的混凝土量挤压向周围及下方土体,土体因遭受混凝土的挤压而密实,本装置最大挤压力由静力桩机总重和压力决定,国内桩机能达到 12000KN;再重复第一次提升本装置工序,混凝土不断流出填充扩盘系统腾出的空间,根据土层及单桩承载力的需要以及预设盘体直径来确定该土层反复扩盘的次数;第一个扩大盘体成功后,将本装置穿过第一个盘体(穿越时相当于又一次挤压此盘体)直接压入适宜作第二个扩大盘体土层处 1.0~1.5m 后停止,先启动振动器后开启截流阀的同时提升本装置,混凝土不断流出填充本装置腾出的空间,按第一次扩盘工序实施,则第二个扩大盘体成型;如此反复 n 次至多个扩大盘体形成;在扩大盘体与扩大盘体之间,有一段直杆形主桩径,针对直杆主桩径在压入过程启动高压喷浆泵,高压浆液通过浆液管和进浆口压迫弹簧退缩而球阀打开,高压浆液向桩身周围射击;当能量大、速度快和脉动状的喷射流的动压力大于土层结构强度时,土颗粒便从土层中剥落下来,一部分细粒土随浆液或水向上溢出被上部已成型的扩大盘体挡住形成将盘体底面积包裹的次级扩大盘体,其余土颗粒在射流的冲击力和重力作用下与浆液搅拌混合,并按一定的浆土比例和质量大小,有规律地重新排列混和并通过水泥与土颗粒的物理化学反应凝结成强度较高的水泥土固结柱体,对增大单桩侧摩阻力、竖向承载力、抗径向挤压力以及钢筋防腐、防止砂土液化和降低土的含水量等十分有利。

[0010] 本发明与现有技术相比具有下列优点:一是彻底消除自动压扩器在桩身沉管内设置振动器,施工时工序繁琐,工人操作强度大,混凝土常有过振离析现象;二是桩周侧约 0.5m 半径范围内软土被改变成水泥土性状,不但提供比软土大得多的摩阻力,而且能提供比软土大得多的抗竖向、径向变形强度,消除混凝土未凝固之前超孔隙水压力造成的桩身缩颈顶托夹泥等瑕疵,有效提高桩的承载力;三是采用振动器内置且在地面以下实施振动,噪音小;四是解决了软土(淤泥)中没有较硬夹层可利用时其单桩承载力无力达到预期效果的难题。

附图说明:

- [0011] 图 1 为本发明的整体结构原理剖面示意图。
- [0012] 图 2 为本发明的整体外观结构原理示意图。
- [0013] 图 3 为本发明的对接仓结构原理剖面示意图。
- [0014] 图 4 为本发明的浆液缸结构原理俯视剖面示意图。
- [0015] 图 5 为本发明的截流阀关闭状态仰视结构原理示意图。
- [0016] 图 6 为本发明的截流阀及截流阀座结构原理剖面示意图。

具体实施方式:

- [0017] 下面通过实施例并结合附图作进一步说明。
- [0018] 实施例:
- [0019] 本实施例由桩身结构体、高压注浆系统和扩盘系统三部分组成,主体结构包括进油管卡套式接头 1、回油管卡套式接头 1'、浆液卡套式接头 2、浆液管 3、进水管 4、出水管

4'、进油管 5'、回油管 5'、法兰 6、法兰连接螺栓 7、支撑梁 8、对接承台 8'、振动器固定座 9、振动器固定卡 10、振动器 11、浆液缸 12、高压喷浆阀 13、振动器电源线 14、双头螺栓 15、双头螺栓孔 15'、浆液缸检视盖板 16、连接螺钉 17、内结构 A 体 18、内结构 B 体 18'、外结构体 19、弧形板 19'、冷却水循环孔 20、对接仓 21、对接仓内台肩 22、对接仓外台肩 22'、对接仓下台肩 22''、上端盖 23、下端盖 23'、上导向套 24、下导向套 24'、活塞杆 25、环状活塞 26、进油道 27、回油道 27'、连杆座 28、连杆 29、截流阀双凸耳 30、连杆轴销 31、截流阀 32、油缸体 33、带双凹槽截流阀座 34、截流阀凸耳铰接轴 35、密封件 36、活塞定位环 37、振动阻尼垫 38、弹簧 39、球阀 40 和进浆口 41；其中的桩身结构体包括内结构 A 体 18、内结构 B 体 18'、外结构体 19、弧形板 19'、冷却水进水管 4、冷却水出水管 4'、法兰 6、法兰连接螺栓 7、支撑梁 8、对接承台 8'、振动器固定座 9、振动器固定卡 10、振动器 11、振动阻尼垫 38、振动器电源线 14 和连接螺钉 17；内结构 A 体 18 和内结构 B 体 18' 为通长厚壁圆形管状，内结构 A 体 18 和内结构 B 体 18' 的外圆面沿 y 轴向环形均布十条与内结构体等长其尺寸统一的矩型支撑梁 8，二条尺寸略宽的对接承台 8'，内结构 A 体 18 和内结构 B 体 18' 的尺寸、形状、结构基本一致，内结构 A 体 18 属基本节，设有基准长度，顶端设有法兰 6，下端为高压喷浆系统和扩盘系统主要部件的安装基体；内结构 B 体 18' 顶端和底端均制有法兰 6，属可方便对接或拆卸以满足不同桩基深度和公路运输法规要求的活动节，设有多种长度，其对接后与内结构 A 体圆心保持重合；内结构 A 体 18 顶端部制有法兰 6，通过法兰螺栓 7 与内结构 B 体 18' 底端法兰 6 连接以调整桩长；外结构体 19 制成一定长度和弧度的众多弧形板 19'，相邻的弧形板 19' 沿 y 轴向的端面对接安装在专用的对接承台 8' 上，两片弧形板 19' 对接合围成一个圆形的管状外结构体 19，其圆心与内结构 A 体 18 圆心重合；相邻的弧形板 19' x 轴向端面高低错位安装，防止应力集中而破坏外结构体 19 强度；相邻弧形板 19' 对接处其 y 轴向及 x 轴向端面均设有密封条进行密封；内结构体 18、18' 与外结构体 19 之间有一定空间是由支撑梁 8、对接承台 8' 的高度提供，以满足振动器、管道、冷却水、电缆及计算机所需数据采集器的安放或传导空间的需要，坚实的外结构体 19 对上述置放入内的零部件起到很好的保护作用，同时支撑梁 8 和对接承台 8' 还起到增强内外结构体整体强度的功效，保障在静力桩机巨大夹持力下本装置仍能正常工作；弧形板 19' 内侧沿 y 轴向每隔一段距离设有一组沿弧形板 19' 内侧水平环形安放的三个振动器固定座 9，用振动器固定卡 10 将振动器 11 嵌固在振动器固定座 9 中，用螺钉紧固；支撑梁 8、对接承台 8' 的弧形顶面与弧形板 19' 内侧结合处均设有振动阻尼垫 38，当振动器 11 开启时，经相位优化组合的多组振动器 11 的激振力产生共振而增大弧形板 19' 的振幅，往内结构体 18、18' 的振动传导由于阻尼垫 38 的作用被延滞阻隔，只有很小部分振动传递过去仅能起到对混凝土产生一定振捣密实作用，而大部分振动通过弧形板 19' 传导至外结构体 19 周围土体之中，周围有限半径范围已被扰动土体因振动发生微小离渐动态，这种动态是拔桩所需要的土体动吸附状态；振动器 11 工作时温度将急剧增高，支撑梁 8 和对接承台 8' 每隔一段距离就设有冷却水循环孔 20，使整个桩身内结构体和外结构体之间、支撑梁、对接承台之间冷却水均能对流循环，设在静力桩机支架上的水箱里安放有水泵，在水泵的压力驱动下，冷却水不断从进水管 4 流进，吸受振动器 11 散布的大量热能后在水泵压力驱使下从出水管 4' 流出进入水箱并将热能散布到大气中，使水温降低以被再次循环利用，保障振动器 11 长期使用不因过热而损坏。

[0020] 本实施例的高压注浆系统包括对接仓 21、浆液卡套式接头 2、浆液管 3、浆液缸 12、

高压喷浆阀 13、球阀 39、弹簧 40、进浆口 41、浆液缸检视盖板 16 和连接螺钉 17；对接仓 21 为圆形整体构件，上部与内、外结构体连接，下部用双头螺栓 15 通过双头螺栓孔 15' 与油缸体 33 顶端面的螺纹孔连接，是承上启下抗压抗拔重要传力机构，通过壁内的进出油道 27、27' 与油缸体 33 的进出油道 27、27' 相通，浆液缸 12 为有一定深度和宽度的环形凹槽，用浆液缸检视盖板 16 封闭，为拆卸和维修之便；检视盖板 16 制成 2 块半圆形板，用连接螺钉 17 固定在对接仓 21 环形凹槽台肩上，并有密封条密封；高压浆液由安装在静力桩机平台上高压注浆泵发生，浆液管 3 与设置在对接仓 21 上端的卡套式浆液接头 2 连接，卡套式浆液接头 2 下端与浆液缸 12 内置的两根环形浆液管 3 分别连接，互不相通；浆液管 3 与高压喷浆阀 13 的喷浆口 41 直接用螺纹连接，高压喷浆阀 13 安置在浆液缸检视盖板 16 内侧，沿水平环形布置有四个，采用固定位喷射式；高压浆液阀 13 内设有弹簧 40，弹簧靠自张力紧紧顶住球阀 39 封住进浆口 41，当高于 20Mpa 浆液从注浆口 41 冲向球阀 39 时，其压力远远大于弹簧 40 张紧力而球阀 39 被顶开，高压浆液即从细小的喷嘴以很高压力喷射一股流束冲击土体，当喷射流的动压力大于土层结构强度时，土颗粒便从土层中剥落下来，一部分细粒土随浆液向上溢出被上部扩大盘体阻挡形成包裹扩大盘体底部的次级扩大盘体，其余土颗粒在射流的冲击力和重力等作用下，与水泥浆液搅拌混合，并通过物理化学反应凝结成强度较高的水泥土柱体。

[0021] 本实施例的扩盘系统包括进油管接头 1、回油管接头 1'、进油管 5、回油管 5'、油缸体 33、上端盖 23、下端盖 23'、上导向套 24、下导向套 24'、环状活塞 26、活塞杆 25、进油道 27、回油道 27'、连杆座 28、连杆 29、连杆轴销 31、截流阀双凸耳 30、截流阀 32、带双凹槽截流阀座 34、截流阀凸耳铰接轴 35、密封件 36 和活塞定位环 37；油缸体 33 顶端面沿环形设有多个螺纹连接孔，双头螺栓 15 通过上部对接仓 21 的双头螺栓孔 15' 拧入螺纹连接孔中，用螺帽在对接仓下台肩 22' 处拧紧，结合面设有密封圈加强密封，防止在复杂受力状况下产生泄漏，导致扩盘异常；油缸体 33 上端设有一定长度内螺纹与上端盖 22 外螺纹旋接，用以调整对上导向套 23 的压紧力，油缸体 33 下端同样设有一定长度内螺纹与下端盖 22' 外螺纹旋接，藉以调整对下导向套 23' 的压紧力，上导向套 23 及下导向套 23' 分别安装于上端盖 22、下端盖 22' 之内侧，其向外侧的位移均受到上下端盖的制约，导向套对活塞杆 25 起导向作用；活塞杆 25 为空心管状，混凝土和钢筋笼可在其空心自由通过；环状活塞 26 为 2 个半圆，合拢后为一个圆柱形，圆表面与油缸体 33 内侧紧密接触，并设有多道密封件 36；活塞定位环 37 为有一定高度和厚度的半圆形卡环，内径与活塞杆 25 外圆凹槽外径相同，外径与环形活塞 26 内侧凹槽内径相同，定位环 37 的内环嵌于活塞杆 25 的外圆凹槽中，外环嵌于活塞 26 内侧凹槽中，油缸体 33 内径是固定，环状活塞 26 套装在活塞杆 25 上装入油缸体 33 内后，x 轴向位移甚微，y 轴向被活塞定位环 37 定位，环状活塞 26 不能产生与活塞杆 25 的相对位移；活塞杆 25 下端通过外螺纹与连杆座 28 内螺纹旋接成一体，连杆座 28 沿环周均布 6 组凹形槽，六个连杆 29 的上端通过连杆轴销 31 分别铰接在连杆座 28 的六个凹形槽内；连杆 29 的下端通过连杆轴销 31 分别铰接在六瓣截流阀 32 内侧的凹槽中，带双凹槽截流阀座 34 通过内螺纹与油缸体 33 下端外螺纹旋接成一体，六组截流阀双凸耳 30 通过截流阀凸耳铰接轴 35 分别铰接在带双凹槽截流阀座 34 的六组双凹槽中，当液压油从油缸体 33 的上油腔进入时，作用在环状活塞 26 的压力迫使环状活塞 26 下行，环状活塞 26 通过活塞定位环 37 带动活塞杆 25 同步下行，从而活塞杆 25 通过连杆座 28 进而传至连杆轴销 31 推

动连杆 29 下行,下行的连杆 29 其下端通过与截流阀 32 内侧凹槽连杆轴销 31 又推动截流阀 32 向下运动,因截流阀 32 通过截流阀凸耳铰接轴 35 与带双凹槽截流阀座 34 铰接仅能作径向摆动,于是环状活塞、活塞杆、连杆等一系列直线运动就转换成截流阀的径向旋转运动,使截流阀 32 开启,混凝土及钢筋笼畅通;反之,当液压油从油缸体 33 下部空腔进入时,作用在环状活塞 26 底面积的压力迫使环状活塞 26 上行,油缸体 33 上空腔液压油通过回油道 27'、回油管 5',回油管接头 1' 及油管回流至液压油箱进行冷却和过滤;环状活塞 26 上行拉动活塞杆 25 同步上行,活塞杆 25 又通过螺纹连接的连杆座 28 经由被铰接在连杆座 28 的连杆 29 拉动被铰接在连杆 29 下端的截流阀 32 作径向运动,导致截流阀 32 关闭,混凝土及钢筋笼被截止,于是截流阀 32 在地下的开闭就完全可人为控制实施,截流阀 32 全开启角度小于 180° ,以防止出现死角而丧失关闭功能;为确保扩盘系统在地下工作的正常,除良好可靠的联动机构外,本实施例在上下端盖、上下导向套、环状活塞以及连杆座外圆面均设有相应的密封件 36,不仅防止液压油的泄漏还防止地下压力水的入侵。

[0022] 本实施例应用方法的特征为:本装置外径尺寸完全套用市场现用 PHC 管桩相应尺寸设计,只要能压 PHC 管桩的抱箍式静力桩机无需做任何改变就可夹持本装置实施应用;具体步骤分述如下:第一步准备工作,将现有静力桩机上的操作阀备用组启用作为本装置的控制阀,另于静力桩机平台上增设高压喷浆泵一台,冷却水箱一个,本装置与外部连接的水管、油管、浆管、电缆均采用柔性管,因本装置在使用时压入拔出标高相差很大,垂直移动频繁,静力桩机平台上设制一个可调节高度的卷扬滑轮组支架,滑轮个数与柔性管根数相等,滑轮凹槽半径大于柔性管半径,支架底部分组设制大卷扬筒,卷扬筒上有序缠绕着柔性管多余长度,卷扬筒采用数控模式,当本装置往下压入时,卷扬筒在计算机控制下转动同步放松柔性管跟随下行,反之,本装置提升时,卷扬筒由计算机控制反转,收缴松动的柔性管防止紊乱打结;在软土中设置的桩一般都较深,往内结构体灌注混凝土采用混凝土输送泵车配合方可达到预期功效。

[0023] 第二步实施应用,选用符合本装置外径尺寸的弧形夹持钳口安装在静力桩机沉台内就可夹持本装置移位至桩位点,先压入地下一小段距离后停止,将预计此根桩全部扩大盘体所需混凝土量注入桩身内结构体 18、18',切忌不可多量;然后将本装置压入至适宜设置第一个扩大盘体的土层并进入改土层约 1m 左右,然后停止,启动振动器 11 约 30s 后提升本装置的同时打开本装置底端截流阀 32,储存于内结构体的混凝土立刻流出并填充本装置腾出的空间;提升约 1m 高度,关闭截流阀 32、振动器 11,同时改为往下压入至第一次压入的标高即停止,这时,底端为圆锥形的本装置在静力桩机强大压应力下强行挤入第一次灌注的混凝土中,进而占据本装置相应体积空间,尚未凝固的相应体积混凝土被迫向周边和下方挤压迫使相应范围的土体被第二次挤压密实;启动振动器 11 约 30s 后再次提升本装置同时打开截流阀 32,混凝土又不断流出填充本装置腾出的空间。提升约 1m 高后即可停止并同步关闭截流阀 32、振动器 11 的同时改为向下第三次压入第一次的压入标高即停止,往往软土中需三次以上扩盘才获得理想的盘径和土体强度效果,本装置的扩盘原理不是靠截流阀 32 的扩张力,是靠静力桩机产生的强大压入应力(最大可达 12000KN)经夹持钳口传至本装置圆锥形底端集中生成巨大挤扩力而将土体或尚未凝固混凝土“活生生”挤开相当于本装置占有的体积,圆锥形在挤压过程只起导向和均布压应力的功用,如此大的体积土体和混凝土被多次强行挤向周边和下方,每挤压一次混凝土盘体直径就会扩大一些,而扩大

的混凝土盘体体积需要占据更多的空间,于是又造成对相应范围土体的挤扩和空间占领,由于土体的无穷大,土体的变形只是在一定的范围发生,这一一定范围内的土体中的空气、水首先被排挤出去,土颗粒之间空隙率随空气、水的排出变小,土的密实度提高了,相应土体强度也会显著增大,变形量变小,这是目前利用土力学特性来提高扩大盘体端承力最直接最有效最经济的方法,经静力触探对照表明,软土中经扩盘三次的盘体外缘约 0.5m 半径范围内土体密实度一般提高 50% 以上;根据土层及单桩承载力的需要以及预设扩大盘体直径来确定该土层需反复扩盘几次。

[0024] 第一个扩大盘体成型后,将本装置继续下压穿过第一个扩大盘体

[0025] (实质上对此盘体属于第四次挤扩) 直接压入至适宜作第二个扩大盘体土层处进入该土层约 1m 停止,启动振动器 11 约 30s 和开启截流阀 32 的同时提升本装置,混凝土不断流出填充本装置腾出的土体空间,反复第一次扩盘工序,则第二个扩大盘体成型。如此反复,桩身多个扩大盘体形成;桩的传力是从上往下逐步扩散,经试验证明桩破坏时第四个扩大盘体承力较少,这说明盘体过多并不能成正比的地提高单桩承载力,一般桩身通长设置扩大盘体不宜超高四个,盘间距不小于 3 倍盘体直径;在扩大盘体与扩大盘体之间,有一段直杆形主桩径,针对直杆主桩径在压入过程时启动高压喷浆机,高压浆液可迅即通过浆液管 3、高压喷浆阀 13 的进浆口 41 压迫弹簧 39 使球阀 40 开启,高压高速浆液以极高动压力喷射桩身周围一定范围内土体。当能量大、速度快和脉动状的喷射流的动压力大于土层结构强度时,土颗粒便从土层中切割下来,一部分细粒土随浆液或水向上溢出被上部的扩大盘体挡住形成约等于扩大盘体底面积大小的次级扩大盘体,其余土颗粒在射流的冲击力和重力等作用下,与浆液搅拌混合,并按一定的浆土比例和质量大小,有规律地重新排列混和并通过物理化学反应凝结成强度较高的水泥土柱形体,对增大侧摩阻力、提高竖向承载力、抗径向挤压能力、钢筋防腐、防止砂土液化和降低土的含水量等均有显著的功效。高的比表面积纳米硅材料与水泥浆液混合喷射搅拌土体会显著增大与土颗粒结合的比表面积,实验表明,掺入纳米硅 $\text{SiO}_{(2-x)}$ 可提高水泥土强度,进而提高单桩承载力,且纳米硅价格在 4.5 元 /kg 范围内时,其造价比纯水泥浆还略有节省,掺入纳米硅,对水泥浆的水灰比并无特别要求。

[0026] 本实施例的最后一个扩大盘体即桩身底端扩大盘成型后,其内结构体的混凝土告罄,如中途发现不足应及时添加混凝土,避免空管造成桩身质量问题;将已制作好的钢筋笼吊入 n 个内结构体 18'、18,钢筋笼外缘按规范相隔一段距离设置保护层垫块,保证钢筋笼安置在内结构体中心,钢筋笼安放妥当后即可灌注混凝土,因内结构体容积小于外结构体容积,故混凝土应按外结构体 19 通长体积加充盈系数计算混凝土量,一次灌注不能满足使用要求的可以在空管之前补充灌注;接下来开启冷却水水泵,使冷却水开始流动循环,启动全部振动器 11 约半分钟后,再启动高压喷浆泵,打开通往高压喷浆阀 13 的注浆操作阀,高压浆液冲开高压喷嘴阀 13 的球阀 40,浆液以高压高速喷射流冲击切割土体,同时缓慢提升本装置并同步开启截流阀 32,为保证混凝土的严密充实和喷浆搅拌均匀,本装置提升速度控制在每分钟不大于 1.2 米,提升小段距离后即可根据仪表显示的提升阻力值关闭部分振动器 11,这样边振动边灌注混凝土边高压喷浆边提升直至本装置底端离开地面,桩成型;浆液缸 12 离地面约 2 米范围应停止喷浆,只要先出地面的振动器就即可关闭,所有振动器关闭后冷却水应继续循环 10 分钟方可停止;无外加剂的地下混凝土的初凝时间为 6 ~

10h，因此桩身直杆部分虽与扩大盘体特别是第一个盘体不是同时间成型，但桩长 50 米正常成桩时间不会超过 90 分钟，并不影响直杆部分和盘体部分结合整体性，和在地面浇筑大体积混凝土采用分段分区进行一样，并不妨碍大体积混凝土的整体强度和刚度，同时由于盘体设计高度总是大于 1 米，盘体受剪切或冲切不需要验算。

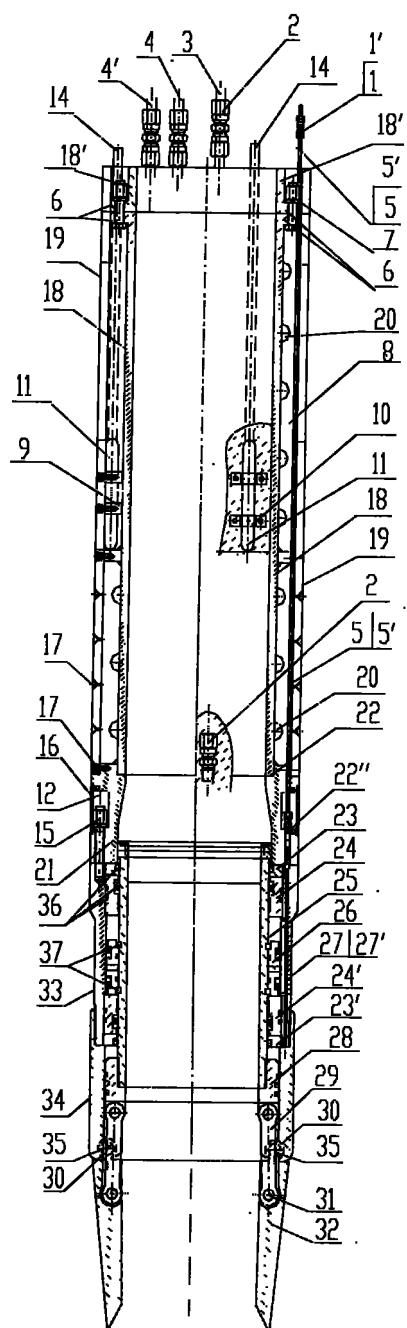


图 1

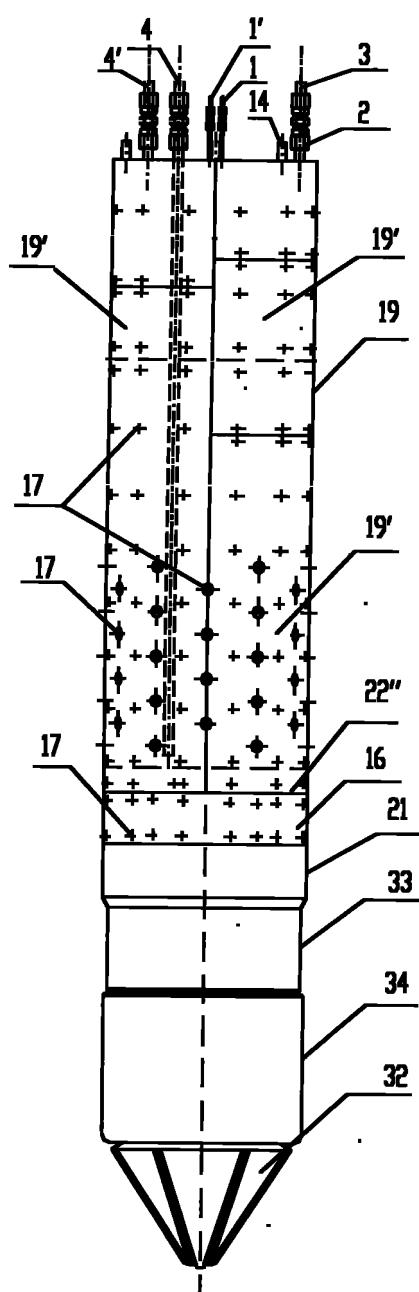


图 2

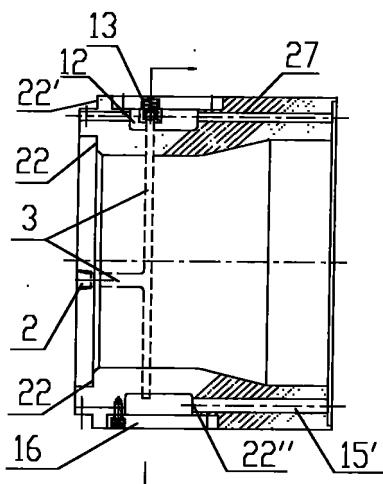


图 3

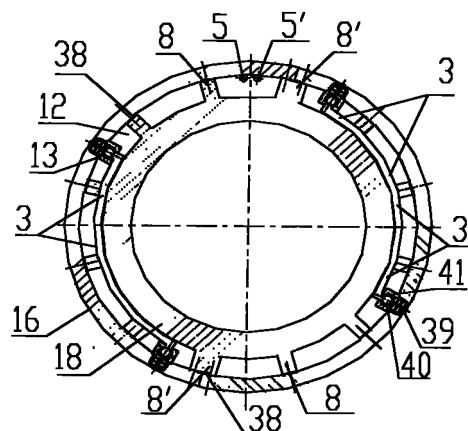


图 4

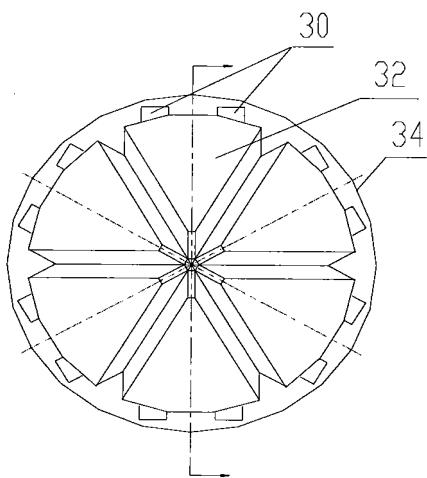


图 5

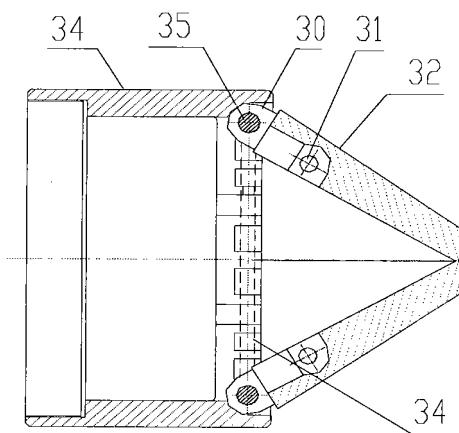


图 6