



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112761139 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 02

(21) 申请号 202110023397.6

(22) 申请日 2021.01.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112761139 A

(43) 申请公布日 2021.05.07

(73) 专利权人 刘守进  
地址 110000 辽宁省沈阳市沈北新区大古城街11号  
专利权人 张喜才

(72) 发明人 刘守进 张喜才 赵世范 方光秀  
赵越 杨延君 金成彬 吴建祥  
金光男 安志宏 李俊阳 高峰  
黄健 张夏泉

(74) 专利代理机构 沈阳杰克知识产权代理有限公司 21207  
专利代理师 金春华

(51) Int.Cl.  
E02D 5/34 (2006.01)  
E21B 10/32 (2006.01)  
E21B 10/44 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 101144554 A, 2008.03.19  
CN 103556628 A, 2014.02.05  
CN 104018792 A, 2014.09.03  
CN 112095590 A, 2020.12.18  
CN 210768606 U, 2020.06.16  
CN 214169041 U, 2021.09.10

审查员 陈玲

权利要求书3页 说明书10页 附图13页

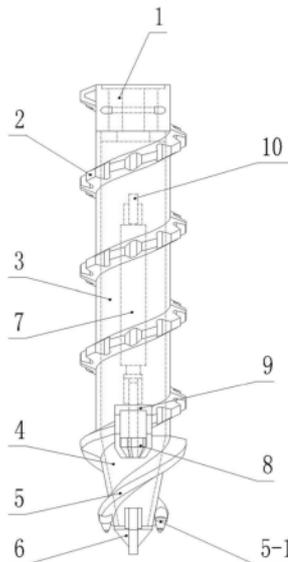
## (54) 发明名称

一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩及成桩用钻头和成桩施工方法

## (57) 摘要

本发明创造涉及一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩及成桩用钻头和成桩施工方法。所述带有扩大径锥形体桩段的灌注桩包括主体柱形灌注桩和锥形桩底,所述主体柱形灌注桩外缘上制有若干段一体结构的扩大径锥形体桩段,所述扩大径锥形体桩段包括扩大径锥形体螺牙桩段和扩大径锥形体复挤密桩段的一种或二种;所述扩大径锥形体螺牙桩段的结构是在主体柱形灌注桩的外缘制有一体结构的螺牙I,整体螺牙I的外缘构成锥形体;所述扩大径锥形体复挤密桩段的结构是在主体柱形灌注桩的外缘制有一体结构的上部为复挤密柱体桩段和下部为复挤密锥体桩段,复挤密柱体桩段和复挤密锥体桩段的外缘包裹一层复挤密增强层。本发明创造的灌注桩承载能力高、节能环保。

CN 112761139 B



1. 一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,包括主体柱形灌注桩(100),所述主体柱形灌注桩(100)的底端为锥形桩底(101),其特征在于,所述主体柱形灌注桩(100)外缘上制有若干段一体结构的扩大径锥形体桩段,所述扩大径锥形体桩段包括扩大径锥形体螺牙桩段(200)和扩大径锥形体复挤密桩段(300)的一种或二种;所述扩大径锥形体螺牙桩段(200)的结构是,在主体柱形灌注桩(100)的外缘制有一体结构的、绕主体柱形灌注桩(100)外缘螺旋盘绕的、由下而上外径逐渐增大的螺牙I(201),整体螺牙I(201)的外缘构成锥形体,所述螺牙I(201)断面呈梯形结构;所述扩大径锥形体复挤密桩段(300)的结构是,在主体柱形灌注桩(100)的外缘制有一体结构的上部为复挤密柱体桩段(301)和下部为复挤密锥体桩段(302),复挤密锥体桩段(302)的外缘构成锥形体,复挤密柱体桩段(301)和复挤密锥体桩段(302)的外缘包裹一层复挤密增强层(303),所述复挤密增强层(303)是混凝土与土的混合物层;所述扩大径锥形体桩段中的锥形体周围土对锥形体的作用力是锥形体表面土的抗剪力。

2. 根据权利要求1所述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,其特征在于,在主体柱形灌注桩(100)外缘上制有若干段一体结构的扩大径柱形体螺牙桩段(400),所述扩大径柱形体螺牙桩段(400)的结构是,在主体柱形灌注桩(100)的外缘制有一体结构的、绕主体柱形灌注桩(100)外缘螺旋盘绕的螺牙II(401),整体螺牙II(401)的外缘构成柱形体。

3. 根据权利要求2所述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,其特征在于,设主体柱形灌注桩(100)直径为 $d$ ,扩大径柱形体螺牙桩段(400)外径为 $D$ ,复挤密柱体桩段(301)外径为 $D_1$ ,复挤密增强层(303)最大外径为 $D_4$ ,扩大径锥形体螺牙桩段(200)最小端外径为 $D_2$ 、最大端外径为 $D_3$ ,螺牙I(201)螺距为 $T_1$ ,螺牙II(401)螺距为 $T_2$ ,则: $d=400\sim 800\text{mm}$ , $D>d$ , $D_1>d$ , $D_3>D_2>d$ , $D_4>D_1$ , $D/T_2=1.1\sim 1.5$ ;扩大径锥形体螺牙桩段(200)的螺距 $T_1$ 随螺牙外径的增大而增大,且满足在扩大径锥形体螺牙桩段(200)中任意一点螺牙I(201)外缘绕主体柱形灌注桩(100)中心形成的直径与其上下相邻螺牙I(201)间的螺距 $T_1$ 之比均在 $1.1\sim 1.5$ 之间。

4. 根据权利要求2所述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,其特征在于,螺牙I(201)和螺牙II(401)的结构是,螺牙高为 $h$ ,螺牙外侧厚为 $b_1$ 、内侧厚为 $b_2$ ,则有: $h=50\sim 200\text{mm}$ , $b_1=50\sim 80\text{mm}$ , $b_2=100\sim 200\text{mm}$ 。

5. 一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头,包括接头(1)、螺旋柱体挤土叶片(2)、柱体芯管(3)、锥体芯管(4)、螺旋锥体挤土叶片(5)和钻尖门(6),其特征在于,设有油缸装置(7)、扩径滑块装置(8)、固定座(9)、油缸耳板(10)、轴I(11)、轴II(12)和轴III(13);固定座(9)安装在柱体芯管(3)与锥体芯管(4)的连接处,并穿透此处柱体芯管(3)、锥体芯管(4)和螺旋柱体挤土叶片(2);油缸装置(7)安置在柱体芯管(3)的内腔,所述油缸装置(7)包括主油缸(7-1)、护管I(7-2)、副油缸(7-3)、护管II(7-4)和推杆(7-5),主油缸活塞杆(7-1A)的伸出端与副油缸(7-3)的缸套端固定,副油缸活塞杆(7-3A)的伸出端与推杆(7-5)的一端固定,护管I(7-2)的一端固定在副油缸(7-3)的缸套外壁上,另一端与主油缸(7-1)的缸套外径活动密封配合;护管II(7-4)的一端固定在副油缸(7-3)缸套外壁上,另一端与推杆(7-5)的外径活动密封配合;推杆(7-5)的外露端设有联接耳座I(7-5A);主油缸(7-1)的外露端设有联接耳座II(7-1B);所述扩径滑块装置(8)由套(8-1)、滑块(8-2)和连接板(8-3)固定成一体,套(8-1)通过轴III(13)安装在固定座(9)内,并绕轴III(13)旋转,油缸耳板

(10)固定在柱体芯管(3)的内壁上,油缸装置(7)的一端通过联接耳座Ⅱ(7-1B)、轴Ⅰ(11)与油缸耳板(10)铰接,油缸装置(7)的另一端通过联接耳座Ⅰ(7-5A)、轴Ⅱ(12)和扩径滑块装置(8)的连接板(8-3)铰接,通过油缸装置(7)的伸缩带动滑块(8-2)绕轴Ⅲ(13)转动;所述滑块(8-2)的工作端为梯形结构。

6.根据权利要求5所述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头,其特征在于,接头(1)、柱体芯管(3)和锥体芯管(4)同心依次固定成一体,其内腔形成供混凝土通过的通道,螺旋柱体挤土叶片(2)螺旋缠绕固定在接头(1)和柱体芯管(3)的外缘上,螺旋锥体挤土叶片(5)螺旋缠绕固定在锥体芯管(4)外缘上,螺旋锥体挤土叶片(5)的上端面与螺旋柱体挤土叶片(2)的下端面对应相连,螺旋锥体挤土叶片(5)的下端设有切削齿(5-1)。

7.根据权利要求5所述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头,其特征在于,钻尖门(6)安装在锥体芯管(4)的下端面,通过销(6-1)将钻尖门(6)活动联接在锥体芯管(4)的下端,钻尖门(6)绕销(6-1)向下旋转一个最大角度 $\delta$ , $35^{\circ} \leq \delta \leq 45^{\circ}$ ,打开钻头出料口至最大开口处,钻尖门(6)绕销(6-1)向上旋转至锥体芯管(4)的下端面,关闭钻头出料口。

8.根据权利要求5所述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头,其特征在于,接头(1)、螺旋柱体挤土叶片(2)和柱体芯管(3)构成钻头装置的柱体结构部分,其外缘为柱体;锥体芯管(4)、螺旋锥体挤土叶片(5)和钻尖门(6)构成钻头装置的锥体结构部分,其外缘呈锥形体。

9.一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩施工方法,其特征在于,利用权利要求5-8任意一项所述的钻头,包括如下步骤:

1)利用钻头的接头(1)通过挤土钻杆与螺旋挤土桩机和泵送混凝土装置组装好,油缸装置(7)与液压控制系统连接,钻头的扩径滑块装置(8)的滑块(8-2)处于收回状态,桩机对准桩位;

2)启动桩机,动力头通过挤土钻杆带动钻头钻进旋转,先慢慢下钻,待孔位确定无误后再正常钻进,钻头先将桩孔位的岩土挤成小径锥孔,随着钻头的钻进下移,将小径锥孔挤扩成大径锥孔,直至基桩孔径,挤土钻进直至设计孔深,原地继续旋转2~3分钟,充分挤压基桩孔底及孔壁岩土;

3)提升钻头和钻杆,同时泵压灌混凝土的过程中,按照从桩底开始逐段向上的施工顺序,实现各桩段成桩:

3.1)主体柱形灌注桩(100)和底端的锥形桩底(101)先向位于桩孔底的钻头泵压灌混凝土至钻头内腔底,再提升钻进方向旋转的钻头和钻杆,保持提钻速度与泵压灌量匹配度,提钻并压灌直至柱体桩孔径处,完成锥形桩底(101)的灌注施工;继续提钻压灌柱体桩孔至主体柱形灌注桩(100)顶设计高,完成主体柱形灌注桩(100)的灌注施工,此过程,钻头内扩径滑块装置的滑块处于完全收回状态;

3.2)扩大径柱形体螺牙桩段(400)在提钻灌注主体柱形灌注桩(100)桩段过程中,在需要设置扩大径柱形体螺牙桩段(400)时,通过液压控制系统,先驱动油缸装置中副油缸活塞杆完全伸出,再驱动油缸装置中主油缸活塞杆伸出,根据扩大径柱形体螺牙桩段螺牙的设计高度,确定主油缸活塞杆一个固定伸出量,来推动和控制扩径滑块装置中的滑块伸出量,并使钻头和钻杆钻进方向旋转一转,向上提升一个螺距,同时与泵压灌匹配,滑块在桩

孔壁内挤压出来的螺旋的螺牙沟槽与桩孔一同灌注混凝土,提升并灌注至设计高度,完成扩大径柱形体螺牙桩段(400)的灌注施工;

3 .3) 扩大径锥形体复挤密桩段(300)在提钻灌注主体柱形灌注桩(100)桩段过程中,在需要设置扩大径锥形体复挤密桩段(300)时,在已灌注好的主体柱形灌注桩(100)内作再次向下旋压,挤压桩孔内混凝土钻进,通过受挤压的混凝土挤扩桩岩土孔壁,并在挤扩后的孔壁里形成复挤密增强层,桩孔内的混凝土少部分被挤压进复挤密增强层里,大部分存留在被挤扩大的岩土孔腔里,钻进直至扩大径锥形体复挤密桩段(300)设计深度,然后先泵压灌混凝土至钻头内腔底,再提升钻进方向旋转的钻具,保持提钻速度与泵压灌量匹配度,新灌注的混凝土与存留在挤扩大岩土孔腔里的混凝土融为一体,提钻并压灌直至设计标高处,完成扩大径锥形体复挤密桩段(300)的灌注施工,此过程,钻头内扩径滑块装置的滑块处于完全收回状态;

3 .4) 扩大径锥形体螺牙桩段(200)在提钻灌注主体柱形灌注桩(100)桩段过程中,在需要设置扩大径锥形体螺牙桩段(200)时,通过液压控制系统,先驱动油缸装置中副油缸活塞杆完全伸出,带动扩径滑块装置中的滑块部分伸出,然后驱动油缸装置中主油缸活塞杆匀速伸出,满足扩大径锥形体螺牙桩段长度与主油缸活塞杆匀速伸出总量相匹配,并使钻头和钻杆钻进方向旋转一转,向上提升一个螺距,同时与泵压灌匹配,滑块在桩孔壁内挤压出逐渐加深的螺旋的螺牙沟槽与桩孔一同灌注混凝土,提升并灌注至设计高度,完成扩大径锥形体螺牙桩段(200)的灌注施工;

4) 将预制好的钢筋笼或预制件置入已灌注好的桩孔内,成桩。

## 一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩及成桩用钻头和成桩施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明创造属于建筑施工基础桩施工领域,具体的涉及一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩及成桩用钻头和成桩方法。

### 背景技术

[0002] 在建筑桩基础中,现浇混凝土灌注桩具有成桩适用地质条件广,桩径、桩长可因工程地质和基桩承载力的要求来决定,多以旋挖钻孔灌注桩、长螺旋钻孔灌注桩为主。具有成桩质量好、施工效率高、承载力较高等优点。但因基桩桩型简单,桩土间应力作用发挥不够充分,导致承载力不是很高,同时还有大量的残土排放,不够环保。

### 发明内容

[0003] 针对上述问题,本发明创造的目的之一是提供一种承载能力高、节能环保的新桩型——一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩。

[0004] 本发明创造的目的之二是提供一种用于带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头。

[0005] 本发明创造的目的之三是提供一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩施工方法。

[0006] 本发明创造采用的技术方案是:一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,包括主体柱形灌注桩,所述主体柱形灌注桩的底端为锥形桩底,所述主体柱形灌注桩外缘上制有若干段一体结构的扩大径锥形体桩段,所述扩大径锥形体桩段包括扩大径锥形体螺牙桩段和扩大径锥形体复挤密桩段的一种或二种;所述扩大径锥形体螺牙桩段的结构是,在主体柱形灌注桩的外缘制有一体结构的、绕主体柱形灌注桩外缘螺旋盘绕的、由下而上外径逐渐增大的螺牙I,整体螺牙I的外缘构成锥形体,所述螺牙I断面呈梯形结构;所述扩大径锥形体复挤密桩段的结构是,在主体柱形灌注桩的外缘制有一体结构的上部为复挤密柱体桩段和下部为复挤密锥体桩段,复挤密锥体桩段的外缘构成锥形体,复挤密柱体桩段和复挤密锥体桩段的外缘包裹一层复挤密增强层。

[0007] 进一步的,上述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,在主体柱形灌注桩外缘上制有若干段一体结构的扩大径柱形体螺牙桩段,所述扩大径柱形体螺牙桩段的结构是,在主体柱形灌注桩的外缘制有一体结构的、绕主体柱形灌注桩外缘螺旋盘绕的螺牙II,整体螺牙II的外缘构成柱形体。

[0008] 进一步的,上述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,设主体柱形灌注桩直径为 $d$ ,扩大径柱形体螺牙桩段外径为 $D$ ,复挤密柱体桩段外径为 $D_1$ ,复挤密增强层最大外径为 $D_4$ ,扩大径锥形体螺牙桩段最小端外径为 $D_2$ 、最大端外径为 $D_3$ ,螺牙I螺距为 $T_1$ ,螺牙II螺距为 $T_2$ ,则: $d=400\sim 800\text{mm}$ , $D>d$ , $D_1>d$ , $D_3>D_2>d$ , $D_4>D_1$ , $D/T_2=1.1\sim 1.5$ ;扩大径锥形体螺牙桩段的螺距 $T_1$ 随螺牙外径的增大而增大,且满足在扩大径锥形体螺牙桩段中任意一

点螺牙I外缘绕主体柱形灌注桩中心形成的直径与其上下相邻螺牙I(201)间的螺距T1之比均在1.1~1.5之间。

[0009] 进一步的,上述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,螺牙I和螺牙II的结构是,螺牙高为h,螺牙外侧厚为b1、内侧厚为b2,则有: $h=50\sim 200\text{mm}$ , $b1=50\sim 80\text{mm}$ , $b2=100\sim 200\text{mm}$ 。

[0010] 一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头,包括接头、螺旋柱体挤土叶片、柱体芯管、锥体芯管、螺旋锥体挤土叶片和钻尖门,设有油缸装置、扩径滑块装置、固定座、油缸耳板、轴I、轴II和轴III;固定座安装在柱体芯管与锥体芯管的连接处,并穿透此处柱体芯管、锥体芯管和螺旋柱体挤土叶片;油缸装置安置在柱体芯管的内腔,所述油缸装置包括主油缸、护管I、副油缸、护管II和推杆,主油缸活塞杆的伸出端与副油缸的缸套端固定,副油缸活塞杆的伸出端与推杆的一端固定,护管I的一端固定在副油缸的缸套外壁上,另一端与主油缸的缸套外径活动密封配合;护管II的一端固定在副油缸缸套外壁上,另一端与推杆的外径活动密封配合;推杆的外露端设有联接耳座I;主油缸的外露端设有联接耳座II;所述扩径滑块装置由套、滑块和连接板固定成一体,套通过轴III安装在固定座内,并绕轴III旋转,油缸耳板固定在柱体芯管的内壁上,油缸装置的一端通过联接耳座II、轴I与油缸耳板铰接,油缸装置的另一端通过联接耳座I、轴II和扩径滑块装置的连接板铰接,通过油缸装置的伸缩带动滑块绕轴III转动;所述滑块的工作端为梯形结构。

[0011] 进一步的,上述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头,接头、柱体芯管和锥体芯管同心依次固定成一体,其内腔形成供混凝土通过的通道,螺旋柱体挤土叶片螺旋缠绕固定在接头和柱体芯管的外缘上,螺旋锥体挤土叶片螺旋缠绕固定在锥体芯管外缘上,螺旋锥体挤土叶片的上端面与螺旋柱体挤土叶片的下端面对应相连,螺旋锥体挤土叶片的下端设有切削齿。

[0012] 进一步的,上述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头,钻尖门安装在锥体芯管的下端面,通过销将钻尖门活动联接在锥体芯管的下端,钻尖门绕销向下旋转一个最大角度 $\delta$ , $35^\circ\leq\delta\leq 45^\circ$ ,打开钻头出料口至最大开口处,钻尖门绕销向上旋转至锥体芯管的下端面,关闭钻头出料口。

[0013] 进一步的,上述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头,接头、螺旋柱体挤土叶片和柱体芯管构成钻头装置的柱体结构部分,其外缘为柱体;锥体芯管、螺旋锥体挤土叶片和钻尖门构成钻头装置的锥体结构部分,其外缘呈锥形体。

[0014] 一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩施工方法,利用上述的钻头,包括如下步骤:

[0015] 1) 利用钻头的接头通过挤土钻杆与螺旋挤土桩机和泵送混凝土装置组装好,油缸装置与液压控制系统连接,钻头的扩径滑块装置的滑块处于收回状态,桩机对准桩位;

[0016] 2) 启动桩机,动力头通过挤土钻杆带动钻头钻进旋转,先慢慢下钻,待孔位确定无误后再正常钻进,钻头先将桩孔位的岩土挤成小径锥孔,随着钻头的钻进下移,将小径锥孔挤扩成大径锥孔,直至基桩孔径,挤土钻进直至设计孔深,原地继续旋转2~3分钟,充分挤压基桩孔底及孔壁岩土;

[0017] 3) 提升钻头和钻杆,同时泵压灌混凝土的过程中,按照从桩底开始逐段向上的施工顺序,实现各桩段成桩:

[0018] 3.1) 主体柱形灌注桩和底端的锥形桩底

[0019] 先向位于桩孔底的钻头泵压灌混凝土至钻头内腔底,再提升钻进方向旋转的钻头和钻杆,保持提钻速度与泵压灌量匹配度,提钻并压灌直至柱体桩孔径处,完成锥形桩底的灌注施工;继续提钻压灌柱体桩孔至主体柱形灌注桩顶设计高,完成主体柱形灌注桩的灌注施工,此过程,钻头内扩径滑块装置的滑块处于完全收回状态;

[0020] 3.2) 扩大径柱形体螺牙桩段

[0021] 在提钻灌注主体柱形灌注桩桩段过程中,在需要设置扩大径柱形体螺牙桩段时,通过液 压控制系统,先驱动油缸装置中副油缸活塞杆完全伸出,再驱动油缸装置中主油缸活塞杆伸出,根据扩大径柱形体螺牙桩段螺牙的设计高度,确定主油缸活塞杆一个固定伸出量,来推动和控制扩径滑块装置中的滑块伸出量,并使钻头和钻杆钻进方向旋转一转,向上提升一个螺距,同时与泵压灌匹配,滑块在桩孔壁内挤压出来的螺旋的螺牙沟槽与桩孔一同灌注混凝土,提升并灌注至设计高度,完成扩大径柱形体螺牙桩段的灌注施工;

[0022] 3.3) 扩大径锥形体复挤密桩段

[0023] 在提钻灌注主体柱形灌注桩桩段过程中,在需要设置扩大径锥形体复挤密桩段时,在已灌注好的主体柱形灌注桩内作再次向下旋压,挤压桩孔内混凝土钻进,通过受挤压的混凝土挤扩桩岩土孔壁,并在挤扩后的孔壁里形成复挤密增强层,桩孔内的混凝土少部分被挤压进复挤密增强层里,大部分存留在被挤扩大的岩土孔腔里,钻进直至扩大径锥形体复挤密桩段设计深度,然后先泵压灌混凝土至钻头内腔底,再提升钻进方向旋转的钻具,保持提钻速度与泵压灌量匹配度,新灌注的混凝土与存留在挤扩大岩土孔腔里的混凝土融为一体,提钻并压灌直至设计标高处,完成扩大径锥形体复挤密桩段的灌注施工,此过程,钻头内扩径滑块装置的滑块处于完全收回状态;

[0024] 3.4) 扩大径锥形体螺牙桩段

[0025] 在提钻灌注主体柱形灌注桩桩段过程中,在需要设置扩大径锥形体螺牙桩段时,通过液 压控制系统,先驱动油缸装置中副油缸活塞杆完全伸出,带动扩径滑块装置中的滑块部分伸出,然后驱动油缸装置中主油缸活塞杆匀速伸出,满足扩大径锥形体螺牙桩段长度与主油缸活塞杆匀速伸出总量相匹配,并使钻头和钻杆钻进方向旋转一转,向上提升一个螺距,同时与泵压灌匹配,滑块在桩孔壁内挤压出逐渐加深的螺旋的螺牙沟槽与桩孔一同灌注混凝土,提升并灌注至设计高度,完成扩大径锥形体螺牙桩段的灌注施工;

[0026] 4) 将预制好的钢筋笼或预制件置入已灌注好的桩孔内,成桩。

[0027] 本发明创造的有益效果是:

[0028] 1、本发明创造的带有扩大径锥形体桩段的灌注桩承载能力强。一次挤土桩孔是通过锥 体型钻头挤土形成,挤土充分,桩孔壁的岩土层极限侧阻力标准值得到了提高,一次挤土锥 体桩底具有楔形挤扩效应,端承载能力好;复挤密柱体桩段和复挤密锥体桩段外复挤密增强层,一方面增大了桩段侧阻表面积,另一方面复挤密增强层改变了桩段受力破坏的滑裂面,将桩(混凝土)-土间作用改变成土-土间作用,承载能力得到提高,同时复挤密锥体桩段外的复挤密增强层,有效地增大了锥体的几何尺寸,楔形挤扩效应得到增强;扩大径柱形体螺 牙桩段在规定的螺距范围内,螺牙外轮廓面为破坏界面,桩段侧阻值是土-土界面的摩擦力(土的抗剪力)值,在满足高承载力的情况下,合理的降低了桩段螺牙间的成本;扩大径锥形体螺牙桩段是集扩大径柱形体螺牙桩段和复挤密锥体桩段的优势组合,

破坏滑裂面为螺牙的外轮廓,体现在土-土界面上,破坏界面呈锥形,具有楔形挤扩效应,桩段的承载能力会更高。

[0029] 2、本发明创造的带有扩大径锥形体桩段的灌注桩适用不同土性,设计实施相适应桩段,收效高。根据不同的岩土层,选择设计实施不同桩段组合的桩型,充分发挥桩土间应力作用,提高桩的承载能力,降低成桩成本。黏性土、粉土、砂土等软质土层适用于扩大径柱形体螺牙桩段和扩大径锥形体螺牙桩段,特别是从下而上岩土的可压缩性逐渐增大的软质土层,更适用于扩大径锥形体螺牙桩段;密实的砾砂、园砾、角砾、碎石、卵石、全风化岩等较硬的岩土层适用于扩大径锥形体复挤密桩段;强风化岩、中风化岩等硬质岩土层适用于一次挤土的锥形桩底和一次挤土的主体柱形桩段。

[0030] 3、本发明创造的带有扩大径锥形体桩段的灌注桩节能环保,成桩质量可靠性好。施工无泥浆、无振动、无噪声,残土排放少,单机作业可成桩,操作简单,可控性强,效率高。

[0031] 4、本发明创造的带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头结构简单,合理性好。钻头中锥体结构部分挤土(含混凝土)成孔合理,挤土(含混凝土)充分,穿透能力好,所成的一次挤土桩底、复挤密桩段及复挤密增强层的下部都呈锥体形,具有楔形挤扩效应,有利于承载力的提高;挤压螺牙沟槽的扩径滑块装置设置在钻头柱体结构部分的下端,也是在灌注混凝土时钻头埋深界面下,有利于螺牙沟槽里混凝土的灌注,避免地下水的不良影响,同时也满足钻头内腔混凝土通道的畅通性。

## 附图说明

[0032] 图1是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头的结构示意图。

[0033] 图2是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头的侧视图(滑块缩回状态)。

[0034] 图3是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头的侧视图(滑块部分伸出状态)。

[0035] 图4是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头的侧视图(滑块完全伸出状态)。

[0036] 图5是本发明创造油缸装置结构示意图。

[0037] 图6是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩的第一种结构示意图。

[0038] 图7是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩的第二种结构示意图。

[0039] 图8是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩的第三种结构示意图。

[0040] 图9是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩的第四种结构示意图。

[0041] 图10是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩的第五种结构示意图。

[0042] 图11是本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩的第六种结构示意图。

[0043] 图12是锥形体的楔形挤扩作用示意图。

[0044] 图13中本发明创造带有扩大径锥形体桩段的灌注桩的成桩施工图。

## 具体实施方式

[0045] 实施例1

[0046] 如图1-图5所示,一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头,包括接头(1)、

螺旋柱体挤土叶片(2)、柱体芯管(3)、锥体芯管(4)、螺旋锥体挤土叶片(5)、钻尖门(6)、油缸装置(7)、扩径滑块装置(8)、固定座(9)、油缸耳板(10)、轴Ⅰ(11)、轴Ⅱ(12)和轴Ⅲ(13)。

[0047] 接头(1)、柱体芯管(3)和锥体芯管(4)同轴依次固定成一体,其内腔形成可供混凝土通过的通道。螺旋柱体挤土叶片(2)螺旋缠绕固定在接头(1)和柱体芯管(3)的外缘上,螺旋锥体挤土叶片(5)螺旋缠绕固定在锥体芯管(4)外缘上,螺旋锥体挤土叶片(5)的上端面与螺旋柱体挤土叶片(2)的下端面对应相连,螺旋锥体挤土叶片(5)的下端设有切削齿(5-1)。

[0048] 钻尖门(6)安装在锥体芯管(4)的下端面,通过销(6-1)将钻尖门(6)活动联接在锥体芯管(4)的下端,钻尖门(6)绕销(6-1)向下旋转一个最大角度 $\delta$ , $35^\circ \leq \delta \leq 45^\circ$ ,打开钻头出料口至最大开口处,钻尖门(6)绕销(6-1)向上旋转至锥体芯管(4)的下端面,关闭钻头出料口。

[0049] 接头(1)、螺旋柱体挤土叶片(2)和柱体芯管(3)构成钻头的柱体结构部分,其外缘为柱体,承担辅助挤土和保径功能;锥体芯管(4)、螺旋锥体挤土叶片(5)和钻尖门(6)构成钻头装置的锥体结构部分,其外缘呈锥形体,承担主挤土功能。

[0050] 如图5所示,油缸装置(7)包括主油缸(7-1)、护管Ⅰ(7-2)、副油缸(7-3)、护管Ⅱ(7-4)和推杆(7-5)。主油缸活塞杆(7-1A)的伸出端与副油缸(7-3)的缸套端固定,副油缸活塞杆(7-3A)的伸出端与推杆(7-5)的一端固定。护管Ⅰ(7-2)的一端固定在副油缸(7-3)的缸套外壁上,另一端与主油缸(7-1)的缸套外径活动密封配合。护管Ⅱ(7-4)的一端固定在副油缸(7-3)缸套外壁上,另一端与推杆(7-5)的外径活动密封配合。推杆(7-5)的外露端设有联接耳座Ⅰ(7-5A)。主油缸(7-1)的外露端设有联接耳座Ⅱ(7-1B)。

[0051] 固定座(9)安装在柱体芯管(3)与锥体芯管(4)的连接处,并穿透此处柱体芯管(3)、锥体芯管(4)和螺旋柱体挤土叶片(2)。油缸装置(7)安置在柱体芯管(3)的内腔。扩径滑块装置(8)由套(8-1)、滑块(8-2)和连接板(8-3)固定成一体,套(8-1)通过轴Ⅲ(13)安装在固定座(9)内,并绕轴Ⅲ(13)旋转,油缸耳板(10)固定在柱体芯管(3)的内壁上,油缸装置(7)的一端通过联接耳座Ⅱ(7-1B)、轴Ⅰ(11)与油缸耳板(10)铰接,油缸装置(7)的另一端通过联接耳座Ⅰ(7-5A)、轴Ⅱ(12)和扩径滑块装置(8)的连接板(8-3)铰接,通过油缸装置(7)的伸缩带动滑块(8-2)绕轴Ⅲ(13)转动;所述滑块(8-2)的工作端为梯形结构,与所成带有扩大径锥形体桩段的灌注桩的螺牙Ⅰ(201)和螺牙Ⅱ(401)断面的梯形结构相呼应。

[0052] 带有扩大径锥形体桩段的灌注桩成桩用钻头的工作原理:

[0053] 成孔钻进时,先将钻头出料口关闭,同时主油缸活塞杆和副油缸活塞杆全部处于收回状态,滑块8-2在固定座9内,如图2所示。

[0054] 提钻并泵压灌混凝土形成扩大径柱形体螺牙桩段时,先通过液压控制系统,先给副油缸7-3的无杆腔供油,驱动副油缸活塞杆7-3A完全伸出,再给主油缸7-1无杆腔供油,根据扩大径柱形体螺牙桩段的螺牙的设计高度确定主油缸活塞杆7-1A伸出量,两油缸的活塞杆的伸出推动连接板8-3向下旋转,带动滑块8-2向外旋出,如图4所示。伸出的滑块8-2随着钻头在钻进方向旋转并向上提升的过程中,进行挤压柱体桩孔壁岩土成螺旋的螺牙沟槽。

[0055] 提钻并泵压灌混凝土形成扩大径锥形体螺纹桩段时,先通过液压控制系统,先给

副油缸 7-3 的无杆腔供油,驱动副油缸活塞杆 7-3A 完全伸出,通过推动连接板 8-3 向下旋转,带动 滑块 8-2 向外旋出,至滑块 8-2 的最外缘绕钻头中心形成的最大直径达到钻头柱体结构外径,如图 3 所示,或超出钻头柱体结构外径少许。然后,再通过液压控制系统,根据钻头的 转速、提升速度及所施工的该段扩大径锥形体螺牙桩段长度,来调整确定主油缸 7-1 无杆腔 的供油速度,满足扩大径锥形体螺牙桩段长度与滑块 8-2 旋转伸出量匹配度,实现主油缸活 塞杆 7-1A 匀速伸出,推动连接板 8-3 向下旋转,带动滑块 8-2 向外匀速旋转伸出,从而实 现滑块 8-2 在桩孔壁岩土内形成逐渐加深的螺旋的螺牙沟槽,直至最大的螺牙外径,完成扩 大径锥形体螺纹桩段施工。

[0056] 钻头的锥体结构部分在挤土成桩孔及复挤密挤压混凝土的钻进过程中承担主挤压功能, 桩孔位的岩土或桩孔内的混凝土直接受到锥体结构部分径向下的旋转挤压力。在挤土成孔钻 时,迫使受挤压的岩土向径向向下移动,挤密桩孔壁岩土;在复挤密挤压混凝土 钻进时,钻尖门底面受到桩孔内压力混凝土向上的作用力,随着钻头的钻进下移,绕销向关 闭出料口方向 旋转,直至关闭钻头出料口,阻断钻具内外混凝土的相互流通,受钻头挤压 的混凝土充当介 质,传力给相邻孔壁岩土,再次挤扩岩土孔径,形成扩大径的岩土孔壁,同 时会有部分混凝 土被挤压进入岩土孔壁里,形成混凝土与土的混合物层,即复挤密增强 层。钻头的锥体结构部分挤土或挤混凝土钻进至设计深后,所形成的岩土底孔或复挤密增 强层下部分的外轮廓都 呈锥形体结构,与钻头的锥体结构部分的外轮廓相似。

[0057] 实施例 2

[0058] (一)一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩

[0059] 一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,包括主体柱形灌注桩(100),所述主体柱形 灌注 桩(100)的底端为锥形桩底(101)。

[0060] 所述主体柱形灌注桩(100)外缘上制有若干段一体结构的扩大径锥形体桩段,所 述扩 大径锥形体桩段包括扩大径锥形体螺牙桩段(200)和扩大径锥形体复挤密桩段(300) 的一种或二种。

[0061] 所述扩大径锥形体螺牙桩段(200)的结构是,在主体柱形灌注桩(100)的外缘制有 一 体结构的、绕主体柱形灌注桩(100)外缘螺旋盘绕的、由下而上外径逐渐增大的螺牙 I (201),整体螺牙 I (201)的外缘构成锥形体,所述螺牙 I (201)断面呈梯形结构。螺牙 I 的外 缘绕桩中心的直径由下而上是逐渐增大的。扩大径锥形体螺牙桩段的外缘表面呈锥形 体, 锥形体的小径在下端。

[0062] 所述扩大径锥形体复挤密桩段(300)的结构是,在主体柱形灌注桩(100)的外缘制 有 一体结构的上部为复挤密柱体桩段(301)和下部为复挤密锥体桩段(302),复挤密锥体 桩 段(302)的外缘构成锥形体,复挤密柱体桩段(301)和复挤密锥体桩段(302)的外缘包 裹 一层复挤密增强层(303)。复挤密增强层(303)是受挤压的混凝土进入岩土里形成的混 凝 土与土的混合物,它将复挤密桩段包裹在里面,其外缘形状与复挤密桩段相似,下部呈 锥 体,上部呈柱体。

[0063] 进一步的,上述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,在主体柱形灌注桩(100) 外 缘上设有若干段一体结构的扩大径柱形体螺牙桩段(400)。

[0064] 所述扩大径柱形体螺牙桩段(400)的结构是,在主体柱形灌注桩(100)的外缘制有 一 体结构的、绕主体柱形灌注桩(100)外缘螺旋盘绕的螺牙 II (401),整体螺牙 II (401)的

外缘构成柱形体。

[0065] 进一步的,上述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,设主体柱形灌注桩(100)直径为 $d$ ,扩大径柱形体螺牙桩段(400)外径为 $D$ ,复挤密柱体桩段(301)外径为 $D_1$ ,复挤密增强层(303)最大外径为 $D_4$ ,扩大径锥形体螺牙桩段(200)最小端外径为 $D_2$ 、最大端外径为 $D_3$ ,螺牙I(201)螺距为 $T_1$ ,螺牙II(401)螺距为 $T_2$ ,则: $d=400\sim 800\text{mm}$ ,  $D>d$ , $D_1>d$ , $D_3>D_2>d$ , $D_4>D_1$ , $D/T_2=1.1\sim 1.5$ ;扩大径锥形体螺牙桩段(200)的螺距 $T_1$ 随螺牙外径的增大而增大,且满足在扩大径锥形体螺牙桩段(200)中任意一点螺牙I(201)外缘绕主体柱形灌注桩(100)中心形成的直径与其上下相邻螺牙I(201)间的螺距 $T_1$ 之比均在 $1.1\sim 1.5$ 之间。

[0066] 进一步的,上述的一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,螺牙I(201)和螺牙II(401)的结构是,螺牙高为 $h$ ,螺牙外侧厚为 $b_1$ 、内侧厚为 $b_2$ ,则有: $h=50\sim 200\text{mm}$ ,  $b_1=50\sim 80\text{mm}$ , $b_2=100\sim 200\text{mm}$ 。

[0067] 作为优选,在一个实施例中,如图6所示,一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,包括主体柱形灌注桩(100),主体柱形灌注桩(100)的底端为锥形桩底(101),锥形桩底(101)向上在主体柱形灌注桩(100)的外缘上依次设有一体结构的扩大径锥形体复挤密桩段(300)、扩大径柱形体螺牙桩段(400)、扩大径锥形体复挤密桩段(300)、顶端为扩大径柱形体螺牙桩段(400)。

[0068] 作为优选,在一个实施例中,如图7所示,一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,包括主体柱形灌注桩(100),主体柱形灌注桩(100)的底端为锥形桩底(101),锥形桩底(101)向上在主体柱形灌注桩(100)的外缘上依次设有一体结构的扩大径锥形体复挤密桩段(300)、扩大径柱形体螺牙桩段(400)、顶端为扩大径锥形体复挤密桩段(300)。

[0069] 作为优选,在一个实施例中,如图8所示,一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,包括主体柱形灌注桩(100),主体柱形灌注桩(100)的底端为锥形桩底(101),在锥形桩底(101)部分制有一体结构的扩大径锥形体复挤密桩段(300)。锥形桩底(101)向上在主体柱形灌注桩(100)中部的的外缘上设有一体结构的扩大径柱形体螺牙桩段(400)。

[0070] 作为优选,在一个实施例中,如图9所示,一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,包括主体柱形灌注桩(100),主体柱形灌注桩(100)的底端为锥形桩底(101),锥形桩底(101)向上在主体柱形灌注桩(100)外缘上依次设有一体结构的扩大径锥形体复挤密桩段(300)、扩大径锥形体螺牙桩段(200)、扩大径锥形体复挤密桩段(300)、顶端为扩大径柱形体螺牙桩段(400)。

[0071] 作为优选,在一个实施例中,如图10所示,一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,包括主体柱形灌注桩(100),主体柱形灌注桩(100)的底端为锥形桩底(101),锥形桩底(101)向上在主体柱形灌注桩(100)外缘上依次设有一体结构的扩大径锥形体螺牙桩段(200),顶端为扩大径锥形体螺牙桩段(200)。

[0072] 作为优选,在一个实施例中,如图11所示,一种带有扩大径锥形体桩段的灌注桩,包括主体柱形灌注桩(100),主体柱形灌注桩(100)的底端为锥形桩底(101),在锥形桩底(101)部分制有一体结构的扩大径锥形体复挤密桩段(300)。锥形桩底(101)向上在主体柱形灌注桩(100)中部的的外缘上设有一体结构的扩大径锥形体复挤密桩段(300)和扩大径锥形体螺牙桩段(200)。

[0073] (二)带有扩大径锥形体桩段的灌注桩的成桩施工方法

[0074] 1) 利用钻头的接头(1)通过挤土钻杆与螺旋挤土桩机和泵送混凝土装置组装好,油缸装置(7)与液压控制系统连接,钻头的扩径滑块装置(8)的滑块(8-2)处于收回状态,桩机对准桩位。

[0075] 2) 启动桩机,动力头通过挤土钻杆带动钻头钻进旋转,先慢慢下钻,待孔位确定无误后再正常钻进,钻头先将桩孔位的岩土挤成小径锥孔,随着钻头的钻进下移,将小径锥孔挤扩成大径锥孔,直至基桩孔径,挤土钻进直至设计孔深,原地继续旋转2~3分钟,充分挤压基桩孔底及孔壁岩土,如图13(a)。

[0076] 3) 提升钻头和钻杆,同时泵压灌混凝土的过程中,按照从桩底开始逐段向上的施工顺序,实现各桩段成桩:

[0077] 3.1) 主体柱形灌注桩(100)和底端的锥形桩底(101)

[0078] 先向位于桩孔底的钻头泵压灌混凝土至钻头内腔底,再提升钻进方向旋转的钻头和钻杆,保持提钻速度与泵压灌量匹配度,提钻并压灌直至柱体桩孔径处,完成锥形桩底(101)的灌注施工;继续提钻压灌柱体桩孔至主体柱形灌注桩(100)顶设计高,完成主体柱形灌注桩(100)的灌注施工,此过程,钻头内扩径滑块装置的滑块处于完全收回状态,如图13(b)。

[0079] 3.2) 扩大径柱形体螺牙桩段(400)

[0080] 在提钻灌注主体柱形灌注桩(100)桩段过程中,在需要设置扩大径柱形体螺牙桩段(400)时,通过液压控制系统,先驱动油缸装置中副油缸活塞杆完全伸出,再驱动油缸装置中主油缸活塞杆伸出,根据扩大径柱形体螺牙桩段螺牙的设计深度,确定主油缸活塞杆一个固定伸出量,来推动和控制扩径滑块装置中的滑块伸出量,并使钻头和钻杆钻进方向旋转一转,向上提升一个螺距,同时与泵压灌匹配,滑块在桩孔壁内挤压出来的螺旋沟槽与桩孔一同灌注混凝土,提升并灌注至设计高度,完成扩大径柱形体螺牙桩段(400)的灌注施工,如图13(c)。

[0081] 3.3) 扩大径锥形体复挤密桩段(300)

[0082] 在提钻灌注主体柱形灌注桩(100)桩段过程中,在需要设置扩大径锥形体复挤密桩段(300)时,在已灌注好的主体柱形灌注桩(100)内作再次向下旋压,挤压桩孔内混凝土钻进,通过受挤压的混凝土挤扩桩岩土孔壁,并在挤扩后的孔壁里形成复挤密增强层,桩孔内的混凝土少部分被挤压进复挤密增强层里,大部分存留在被挤扩大的岩土孔隙里,钻进直至扩大径锥形体复挤密桩段(300)设计深度,然后先泵压灌混凝土至钻头内腔底,再提升钻进方向旋转的钻具,保持提钻速度与泵压灌量匹配度,新灌注的混凝土与存留在挤扩大岩土孔隙里的混凝土融为一体,提钻并压灌直至设计标高处,完成扩大径锥形体复挤密桩段(300)的灌注施工,如图13(d)、(e)、(f)、(g)所示,此过程,钻头内扩径滑块装置的滑块处于完全收回状态。

[0083] 3.4) 扩大径锥形体螺牙桩段(200)

[0084] 在提钻灌注主体柱形灌注桩(100)桩段过程中,在需要设置扩大径锥形体螺牙桩段(200)时,通过液压控制系统,先驱动油缸装置中副油缸活塞杆完全伸出,带动扩径滑块装置中的滑块部分伸出,然后驱动油缸装置中主油缸活塞杆匀速伸出,满足扩大径锥形体螺牙桩段长度与主油缸活塞杆匀速伸出总量相匹配,并使钻头和钻杆钻进方向旋转一转,向上提升一个螺距,同时与泵压灌匹配,滑块在桩孔壁内挤压出逐渐加深的螺旋沟槽与桩

孔一同灌注混凝土,提升并灌注至设计高度,完成扩大径锥形螺牙桩段(200)的灌注施工,如图13(h)。

[0085] 带有锥形体的灌注桩的灌注采取从桩底端开始逐段向上灌注的方式,满足设计的基桩各桩段的构造要求。桩孔形成后,提钻、灌注及复挤密钻进的过程中始终保持钻头在桩孔内混凝土的有效埋深里,钻具内腔保持存有一定量的混凝土,从而保证成桩质量。扩径滑块装置设置在钻头锥体结构的的上端处,即钻头底部最大外缘处,提钻灌注时处于桩孔内压力混凝土的有效埋深里,滑块在桩孔壁内挤压出来的螺旋沟槽立即被压力混凝土填充,并与主体柱形桩孔一同压灌,保证螺牙与主体柱形桩身间的强度。

[0086] 4) 将预制好的钢筋笼或预制件置入已灌注好的桩孔内,成桩,如图13(i)。

[0087] (三) 桩的承载机理

[0088] 锥形桩底(101)和主体柱形灌注桩(100)都是通过钻头一次挤土成孔,提钻时泵压灌混凝土所成,一次挤土所成主体柱形灌注桩受力破坏滑裂面在主体柱形灌注桩外表面上,即混凝土桩-土界面上,该桩段的侧阻是混凝土桩外表面与桩周土间摩擦力,因桩周土得到了挤密压实,桩周土的极限侧阻力标准值得到了提高,桩侧承载能力获得增强;桩底呈锥体结构,其周土也受到了挤密,具有楔形挤扩效应,能有效地提高桩底承载能力。

[0089] 扩大径柱形体螺牙桩段是在已挤密的柱形孔壁岩土里进行再次挤压成螺旋的螺牙沟槽,并与一次挤土桩孔一同泵压灌混凝土所成,该桩段受力破坏沿着螺牙外轮廓破坏,这个螺牙外轮廓面是由占比很少的混凝土螺牙外侧面与土组成,受力破坏滑裂面主要体现在土-土界面上,桩段侧阻值是土-土界面的摩擦力(土的抗剪力),高于桩-土界面的侧阻力,根据贝鲁姆计算公式和相关专家研究成果,土-土界面摩擦力是桩-土界面侧阻力的1.3-1.6倍。

[0090] 扩大径锥形复挤密桩段是对一次挤土所成桩段的再次挤扩、再次压灌(或多次挤扩、多次压灌)。使用钻头,利用桩孔内的混凝土作介质挤扩岩土孔壁,挤的过程中,有部分混凝土被挤压进扩大径后的岩土壁里,形成混凝土与土的混合物层,即复挤密增强层,在这个层里,近桩孔中心侧混凝土含量多,远侧含量少;受挤压的大部分混凝土存留在被挤扩大的岩土孔壁内腔里,受钻头外形结构的控制,被挤扩大的岩土孔轮廓与钻头外形相似,即上部为柱体状,下部为锥体状;提钻再次泵压灌混凝土,新灌注的混凝土与存留在扩径孔壁内腔的混凝土融为一体,形成下部为锥体、上部为柱体的扩大径锥形复挤密桩段;复挤密增强层的外轮廓与复挤密柱体桩段和复挤密锥体桩段外轮廓相似,并包裹着复挤密柱体桩段和复挤密锥体桩段。由于复挤密增强层与复挤密柱体桩段和复挤密锥体桩段内的混凝土桩身结合强度高,桩段受力破坏界面将发生在复挤密增强层外轮廓面上,复挤密增强层内近外轮廓面的组成是被再次挤密的岩土里含有少量的混凝土,土占有绝大部分,因此,桩段受力破坏滑裂面主要体现在土-土界面上,桩段侧阻值是土-土界面的摩擦力(土的抗剪力);同时复挤密增强层外围岩土受到了进一步的挤密,为承载力的再提高奠定基础;复挤密锥体桩段的外包裹复挤密增强层呈锥形体状,有效地增加了复挤密锥体的作用体积,楔形挤扩效应显著。

[0091] 扩大径锥形螺牙桩段是扩大径柱形体螺牙桩段与锥体桩段的优势组合,该桩段受力破坏沿着螺牙外轮廓破坏,破坏滑裂面体现在土-土界面上,破坏界面呈锥形,具有楔形挤扩效应,能使承载能力得到再提高。

[0092] 锥形体的楔形挤扩作用如图12所示,建筑物(构造物)施力P给桩身锥形体时,在锥形体外表面改变了力P的作用方向,分解为锥形体外表面的法向力P1和切向力P2,P1 径向下挤压锥形体外表面周围岩土,进一步密实岩土,P2的作用被锥表面土-土界面(一次挤土锥体表面为桩-土界面)的摩擦力所克服。锥形体降低了力P的竖向作用效果,桩沉降量得到减小。国内外专业人员的大量研究、试验及应用,给出了锥形体桩段(楔形桩)侧阻力的经验计算公式:

$$[0093] \quad P_n = \sum U_i l_i (f_i \cos\alpha + t_i \sin\alpha)$$

[0094] 式中, $P_n$ —锥形体桩段侧阻力容许值(kN); $U_i$ —第i土层中,该桩段中腰处桩周长(m); $l_i$ —第i土层中,该桩段长度(m); $f_i$ —第i土层对等截面桩的摩擦力(kPa); $t_i$ —第i土层对锥形侧面产生的法向压力(kPa); $\alpha$ —锥形体桩段锥角。

[0095] 从上式可知, $U_i$ 、 $f_i$ 是按锥形体桩段受力破坏的滑裂面取值,对于复挤密桩段中的复挤密锥体按其复挤密增强层外表计算,一是几何尺寸 $U_i$ 增大了,二是 $f_i$ 按土-土界面计算摩擦力值,较桩-土界面计算高;对于扩大径锥体螺纹桩段按螺纹外轮廓表面计算, $f_i$ 按土-土界面的摩擦力取值,在保证桩高承载的条件下,节省了成桩用材料成本(螺牙间材料)。一次挤土锥体桩底和复挤密锥体外复挤密增强层周围的岩土都是经过挤压密实的,特别是复挤密锥体外复挤密增强层周围的岩土经过再次或多次挤密, $t_i$ 值会增大。由此可以得出,带有扩大径锥形体桩段的灌注桩是一种高承载能力、节能环保的桩型。

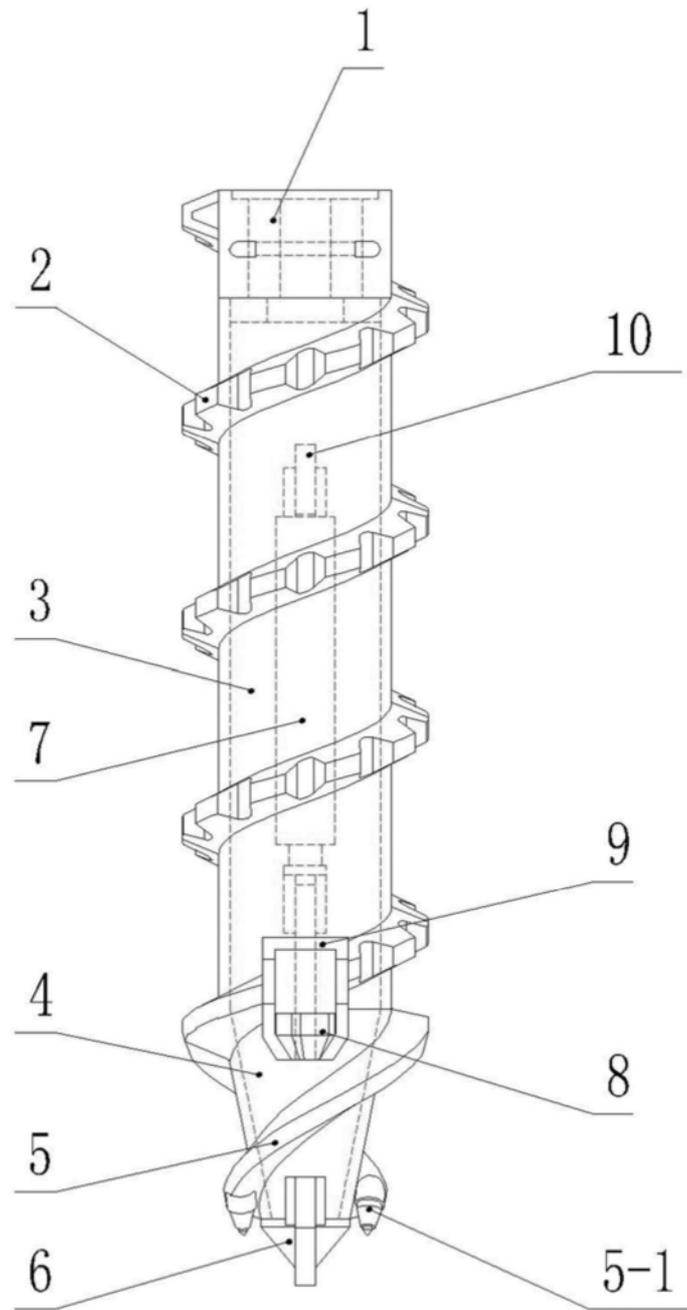


图1

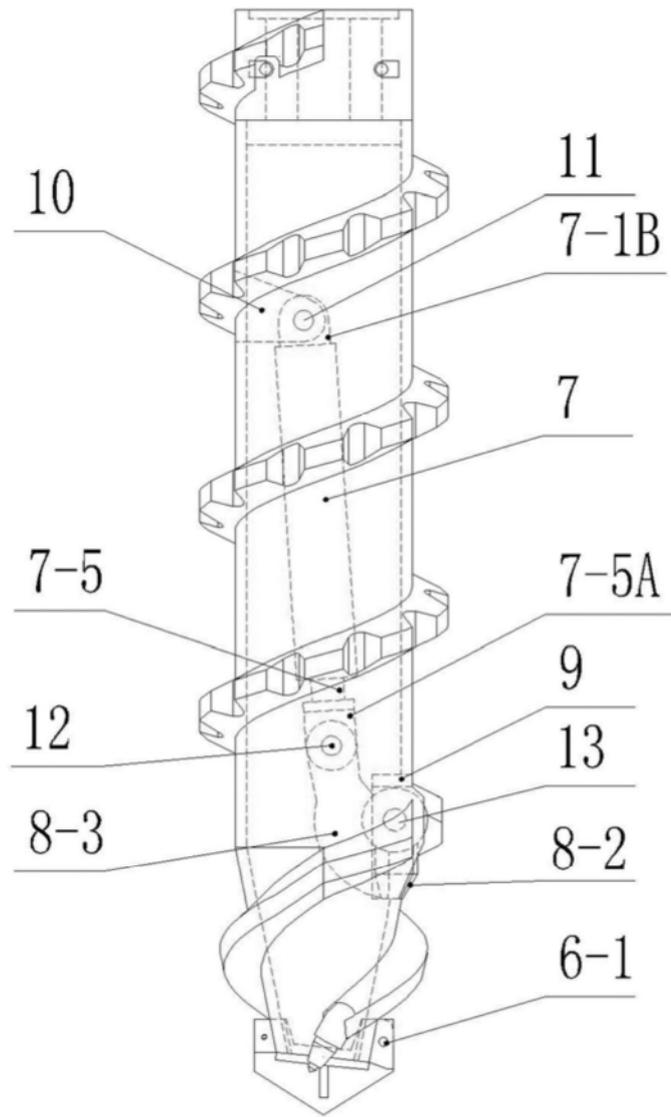


图2

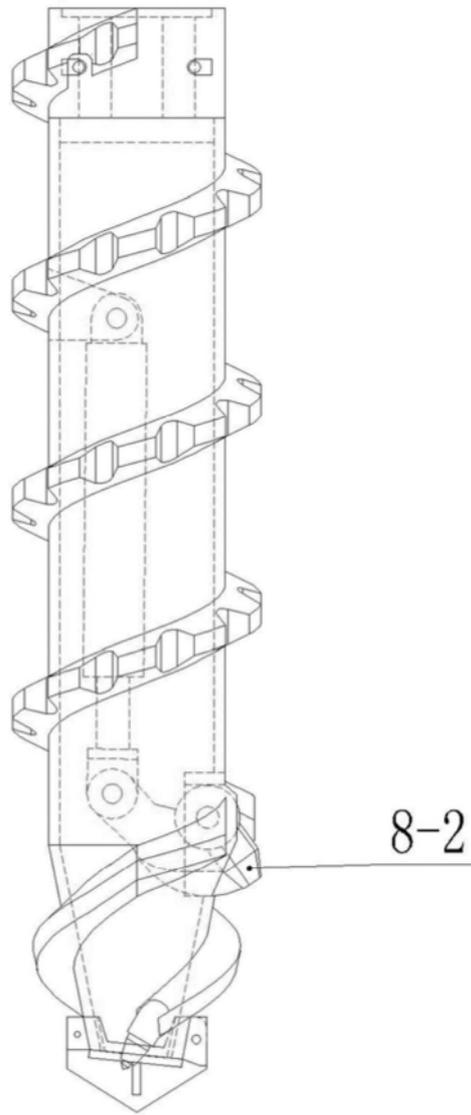


图3

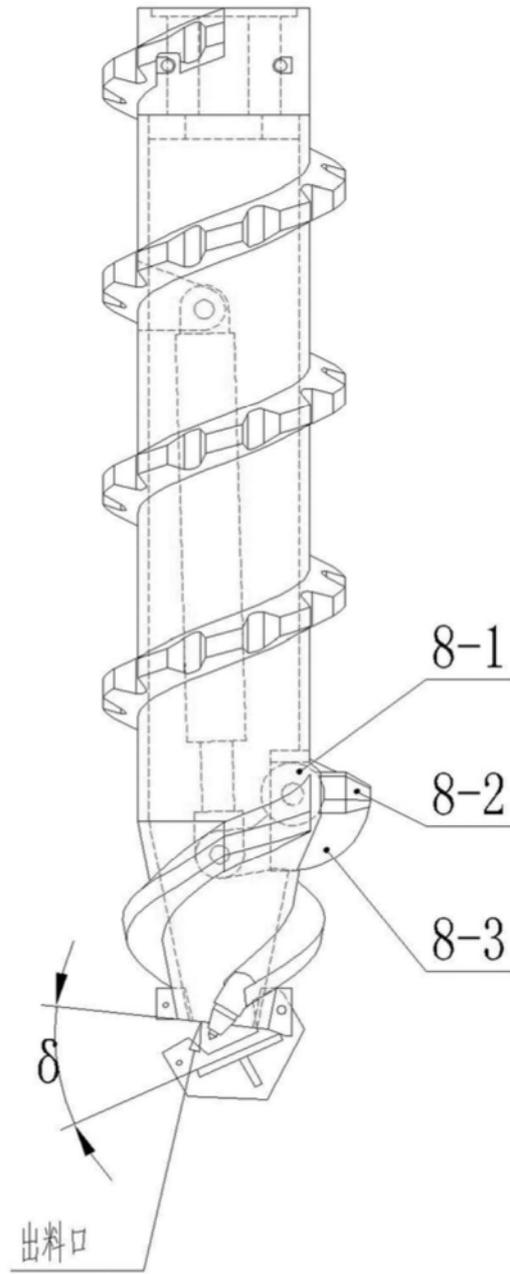


图4

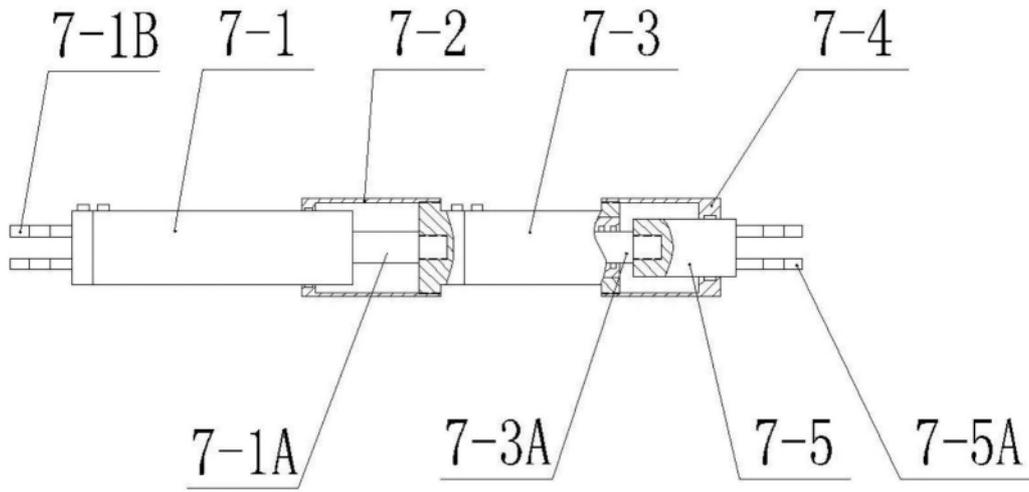


图5

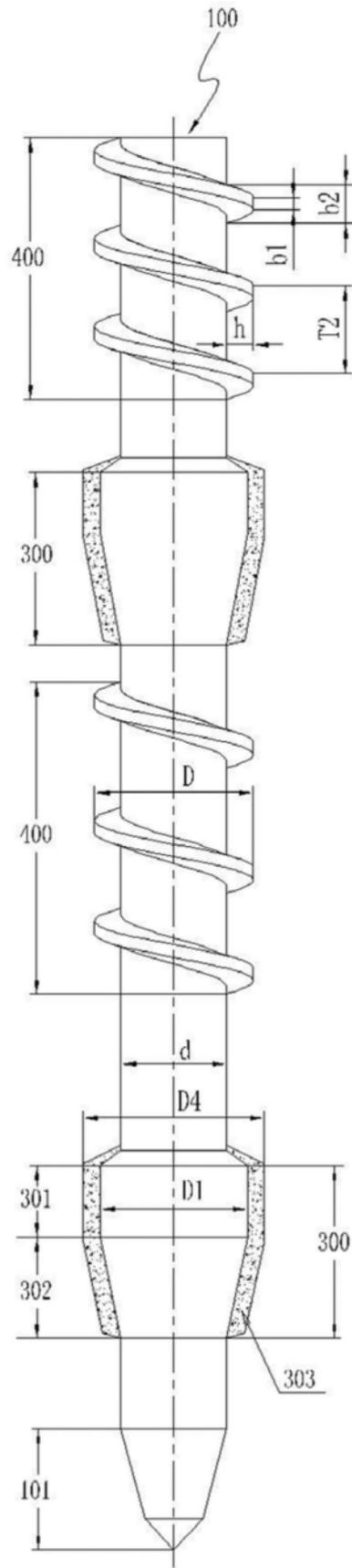


图6

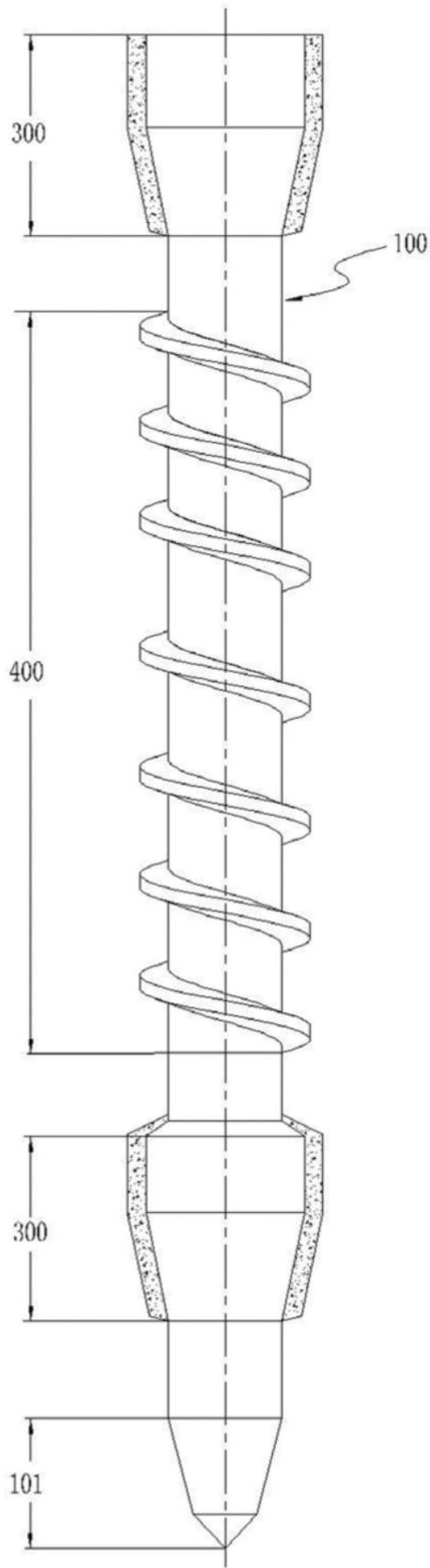


图7

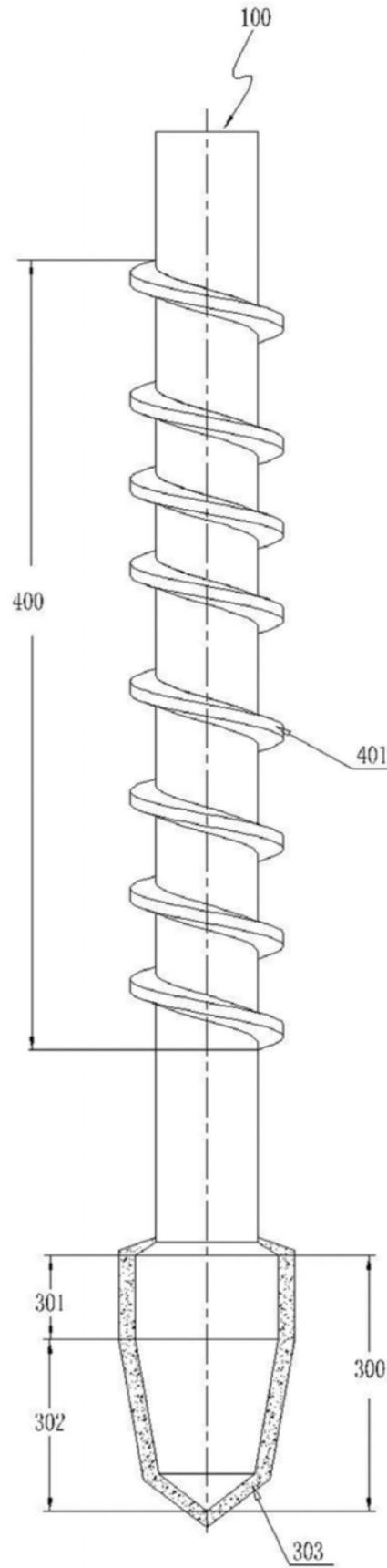


图8

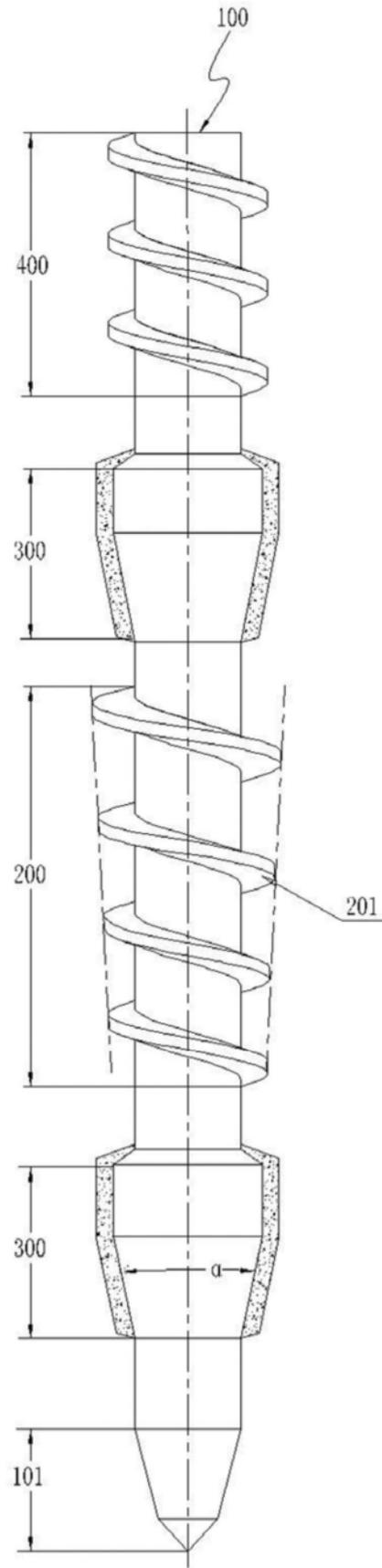


图9

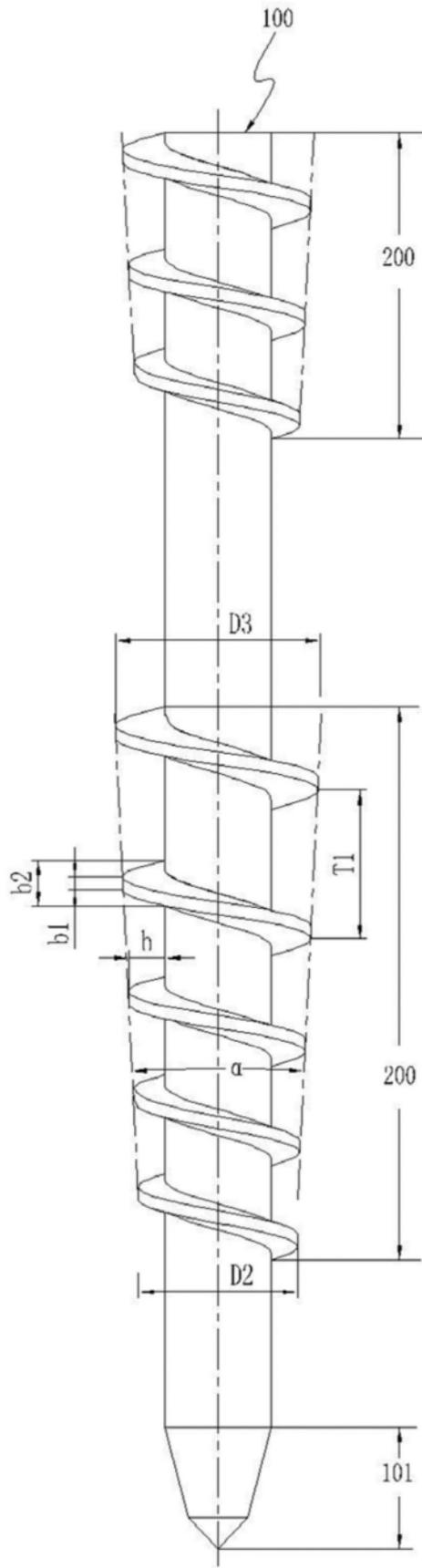


图10

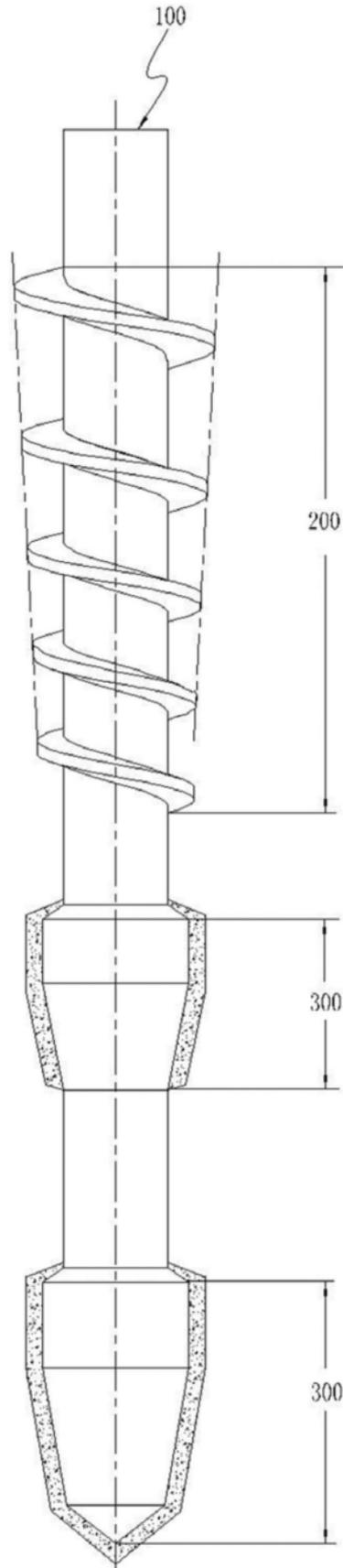


图11

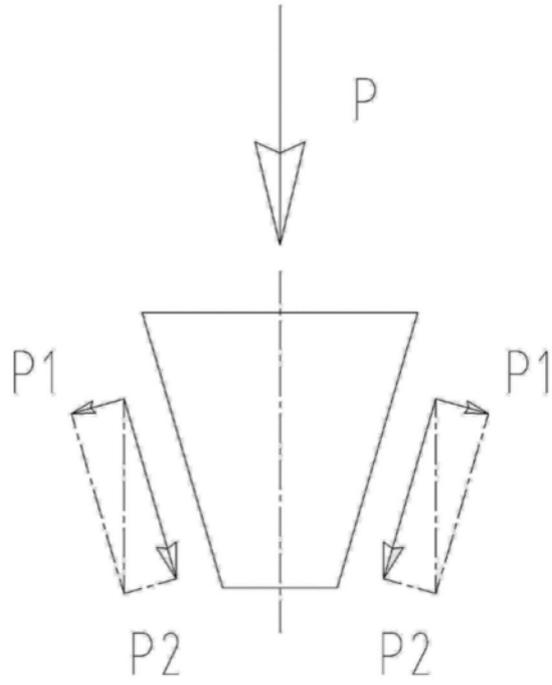


图12

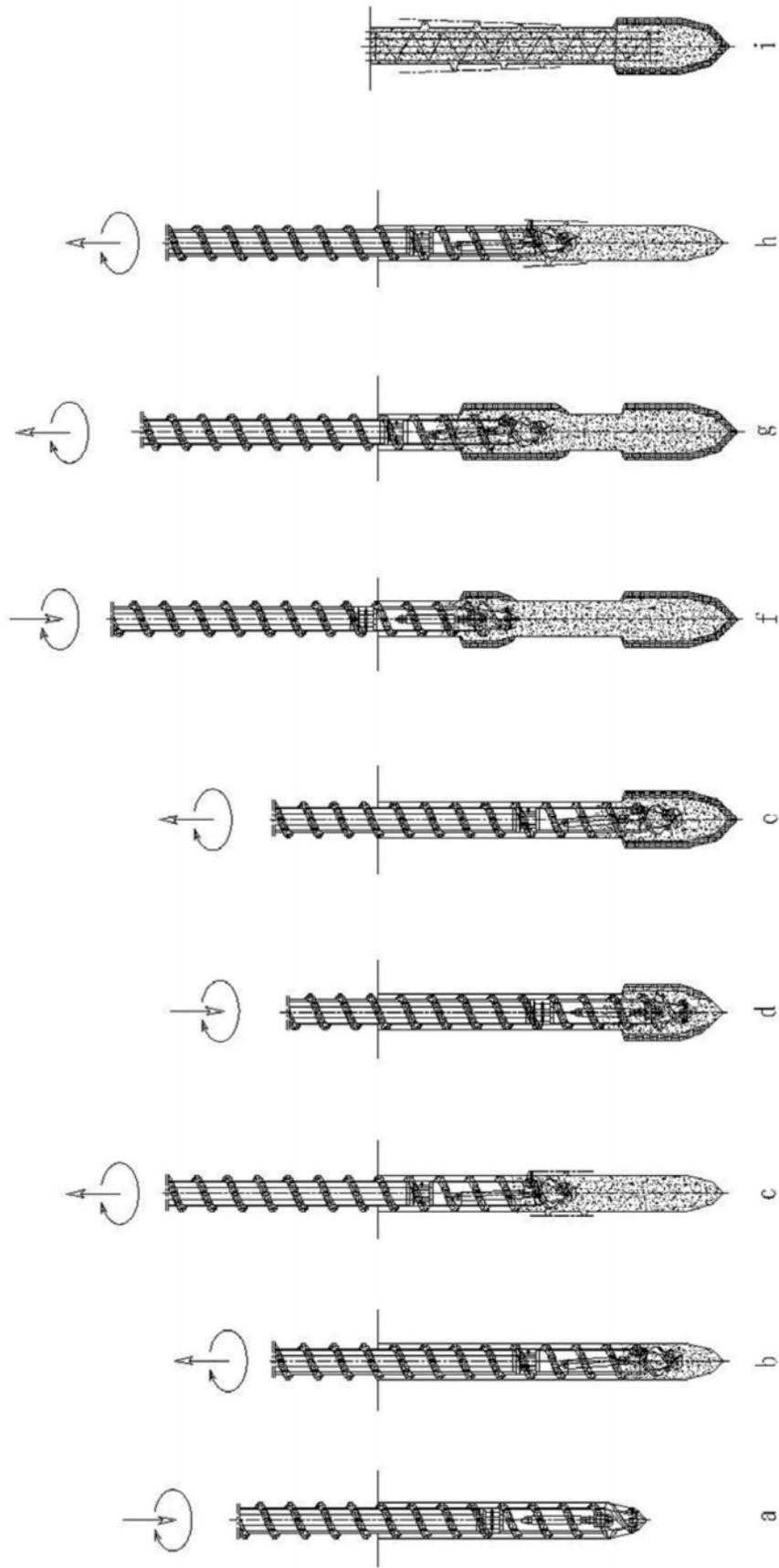


图13