

无循环钻进工艺在易坍塌、缩孔和卵砾石地层的应用

刘家荣^{1,2}

(1. 中国地质大学工程技术学院, 北京 100083; 2. 北京探矿工程研究所, 北京 100083)

[摘 要] 无循环钻进工艺是我国现在和将来桩孔施工领域的主要施工工艺之一, 通过对无循环钻进工艺及器具的研究, 解决了我国桩孔施工在无水地区和岩石层、卵砾石、淤泥、流沙层进行桩孔钻进的难题, 大大减少了孔内事故, 提高了无循环钻进工艺在复杂地层中钻进效率。根据我国目前全套管施工设备少, 而旋挖钻机保有量已超过 3000 多台现状, 通过新的钻具和工艺的结合, 用旋挖钻进工艺与全套管跟管钻进、全套管护壁钻进等特殊工法和特殊钻具的配套施工, 解决了全套管钻进的成本问题, 推动了无循环钻进工艺、机具及全套管配套技术的研究。

[关键词] 复杂地层 无循环钻进工艺 全套管护壁钻进工艺 卵砾石地层的钻进

[中图分类号] P634.5 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2010)05-0960-07

Liu Jia-rong. Application of no-circulation drilling technology to collapse prone, shrinkable and gravel strata[J]. *Geology and Exploration*, 2010, 46(5): 0960-0966.

0 前言

无循环旋挖钻机是一种基础工程成孔作业的桩工机械(吴时民, 2002; 刘伟, 2004), 以柴油机为动力, 液压驱动, 履带行走(王平, 2001), 底盘可 360° 回转, 塔架可自行起落(董天亮, 2005)。采用 4-5 层的伸缩钻杆和各种类型的钻头等(周红军, 2003), 具有施工效率高、扭矩大、多功能、成孔速度快、机动灵活、多种速度调节、环境污染小等特点, 无循环钻进工艺主要适用于土层、沙层、风化岩石层等地层的桩孔施工(周红军, 2009), 已经成为我国青藏铁路、高速铁路、高速公路、城市轨道交通等大型重点工程基础桩孔钻进的主要施工方法(于好善, 2007)。

常规的无循环旋挖钻进工艺使用的钻头在卵砾石、漂石层钻进时钻齿消耗大, 钻杆易折断, 钻进时易孔斜, 钻进效率低, 成本高, 甚至于无法钻进, 在流沙层、淤泥层、回填土层钻进时经常发生塌孔、缩孔埋钻具、无法提钻具的事故(宋刚, 2005)。为了使无循环钻具的使用发挥最优效能, 避免事故的发生, 一方面需要对钻进工具合理设计(张怀生, 2003),

另一方面需对无循环施工工艺进行研究, 在无循环施工工艺对付复杂地层时的施工技术方面进行探讨, 主要研究在复杂地层内旋挖钻进工艺与全套管钻进技术配套使用的钻具和钻进工艺。

1 全套管钻进工作原理

全套管钻机一般均装有液压驱动的抱管、搓管(或回转)和压拔管机构、上下导向装置。成孔过程是将套管边来回搓管(或回转)边压入地层之中, 配合吊机或旋挖钻机使用锤式抓斗、旋挖钻头以及螺旋钻头在套管中取土成孔(宋志彬等, 2007), 在灌注混凝土后逐节拔出并拆除套管, 最后将套管全部取尽, 用于下一孔钻进, 套管的长度一般在 3~6m 间, 套管之间的接头一般有以下两种连接方式, 一是由键定位而由锥销连接传扭; 二是由键定位并传扭而由卡块连接。

全套管施工工艺是在桩孔钻进时不再使用泥浆和其它介质护壁排渣, 由全套管施工钻机、搓管机、旋挖钻机、振动锤等设备将套管下到孔内护壁进行钻进的工艺。全套管施工法是由法国贝诺特公司在 50 多年前发明的一种施工方法, 也称为贝诺特工

[收稿日期] 2009-05-13; [修订日期] 2010-07-12; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] 科技部科研院所技术开发研究专项资金项目《多工艺旋挖钻进技术的研究与开发》(编号: NCSTE-2006-JKZX-255) 资助。

[第一作者简介] 刘家荣(1965 年-), 男, 教授级高级工程师, 在读博士研究生, 长期从事岩土钻掘工程设备及技术的研究与管理工
Email: langfangljr@163.com。

法。全套管护壁钻进在我国才刚刚开始,我国虽然缺乏专用的全套管施工钻机,但利用现有的旋挖钻机配套合适的钻具和钻进工艺,也可以进全套管施工钻进。

1.1 全套管护壁钻进优势

- 1、在钻进时可确切地知道摩擦持力层和桩端持力层的土性和岩性,可以选择合适的桩长,避免了浪费。
- 2、杜绝了在流砂层、淤泥层、回填层、卵砾石层等复杂地层钻进时塌孔埋钻具、缩孔卡钻具事故的发生,可抓出小于套管内径 1/3 的石块。
- 3、因套管的作用,排除了泥浆和其它介质对孔壁的扰动,可与特殊的钻头配合钻进,根据地层情况,可在套管内进行跟管、气举反循环(卢予北, 1992; 张永江, 1993)、冲击、冲抓等多种工艺方法的钻进(鄢泰宁等, 2008),可在任何地层施工,提高了钻进效率,保证了施工进度。
- 4、因套管的隔离,成孔和成桩质量高,取土时因套管插入整个孔内,孔壁不会坍塌;易于控制桩断面尺寸与形状;含水比例小,较容易处理孔底虚土,清底效果好;充盈系数小,节约混凝土;排除了泥浆护壁造成的泥皮和沉渣对灌注桩承载力的不利影响,避免了一般灌注桩可能发生的缩径、断桩、混凝土离析等质量事故。
- 5、全套管施工工艺对周围环境影响少,可靠近建筑物施工,无泥浆排放,不污染环境,可在城市施工,在城市旧城区的改造中可处理原基础的旧桩。
- 6、可施工斜桩。

2 在卵砾石层、淤泥层、流沙层的施工工艺和器具

在淤泥、流沙、松散卵砾石层等易缩孔、易坍塌的地层钻孔时(荆和平等, 2001),因地层的原因,经常发生埋钻、跳钻、钻杆断裂、塌孔、缩孔抱死钻具无法提出等事故(宋刚, 2005),因此,在上述地层钻进时,必须下护筒或套管钻进,护筒或套管下装有合金刀具,可回转或摆动钻进,在软地层也可以用振动或强力压入,将护筒或套管下至不易坍塌的地层,然后下钻具钻进成孔,灌注混凝土后再将套管拔出。钻具组合如图 1。

2.1 牙轮扩孔钻头的设计与使用

在卵砾石层钻进桩孔的钻扩两用钻头的基本结构为下开式(如图 2 所示),由于在该地层施工振动较大,扩孔翼采用对称布置四翼,中心为内外四方结构,扭矩通过传扭板传递到扩孔翼上,扩孔翼本身为

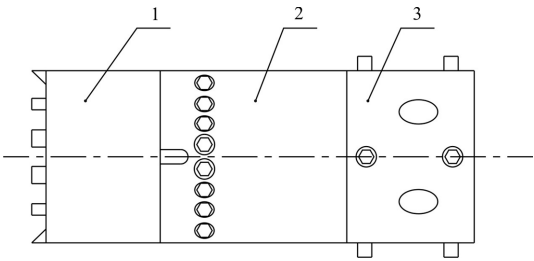


图 1 套管靴、套管、驱动器工作状态组装图
Fig.1 Composite diagram showing casing boots, casing, and working state of drive
1-套管靴;2-套管;3-驱动器
1-Casing boots; 2-casing;3-drive

箱式结构,钻杆的重量加到与之相连的四方接头上,四方接头带动连杆和扩孔翼沿传扭板和导向轮向外滑动,边钻进边扩孔;扩孔结束后提钻杆,四个扩孔翼便可收回。四组传扭板相互连成一体,强度大,刚度好,重量轻。扩孔翼的破岩刀具尽量离孔底距离近一些,刀具为牙轮或滚刀,它采用高强度、高硬度的硬质合金为刀齿(胡定成, 1998; 郑治川, 2007)。

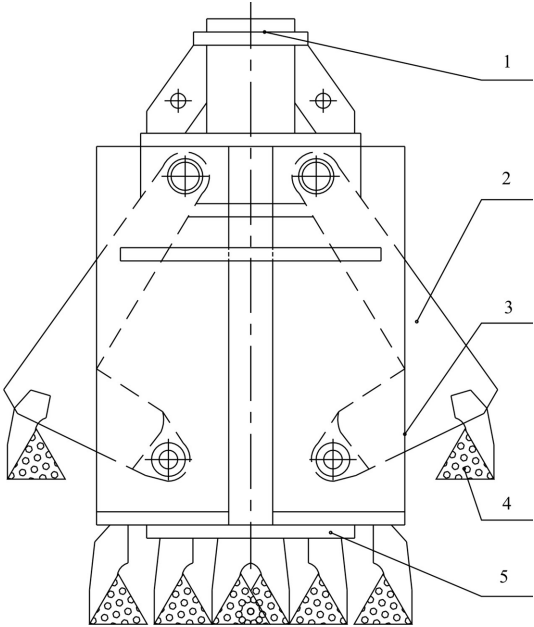


图 2 在卵砾石层等硬地层钻进的扩孔钻头
Fig.2 Reaming drilling bit in gravel beds and other hard strata
1-活动四方接头;2-扩孔翼;3-连杆;4-扩孔牙轮;5-钻头底盘
1-active four joint;2-reaming expansion;3-connecting rod;
4-reaming cone;5-drill chassis

2.2 捞砂斗扩孔钻头的设计与使用

在土层、淤泥层进行扩孔钻进时采用捞砂斗扩

孔钻头,其具体结构如图 3。由于该扩孔钻头与旋挖钻机配套使用,要求钻头的刚度大、强度高,回转扭矩大,以保证在钻头扩孔时不变形,不损坏。

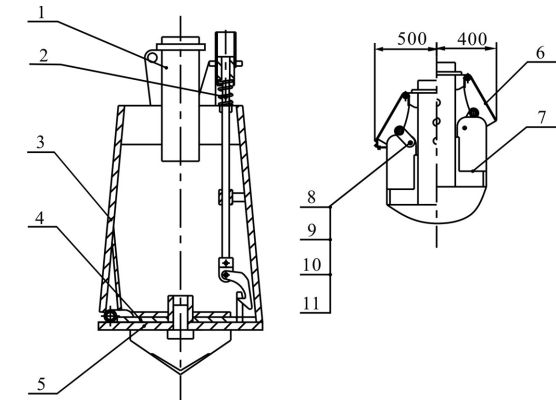


图 3 在缩孔、塌孔的淤泥层扩孔钻进的捞沙斗扩孔钻头
Fig. 3 Remove sediment bucket reaming drill in the clay layer of shrinkage and collapsed holes

- 1-四方接头组件;2-开合杆组件;3-钻桶组件;4-底盘组件;5-切削组件;6-翼板;7-传扭组件;8-拉板;9-开合板;10-兜土板;11-筋板
- 1-four connector components;2-open stem assemblies;3-drilling barrels of components;4-chassis components;5-cutting components;6-expansion plate;7-twisting components;8-the board;9-switching plate;10-pocket soil plate;11-reinforcement plate

扩孔钻头主要由加压的四方接头组件、扩孔翼板、连杆、传扭组件四部分组成,钻头的基本形状为对称双翼下开式,扩底翼通过上销轴与四方接头连接,连杆通过下销轴与捞砂斗连接。

钻头张开时,钻进压力通过加压的四方接头组件由上销轴传递给扩孔翼,同时,由于连杆的支承作用使扩孔翼向外张开。钻头回转时的巨大扭矩主要是通过加压的四方接头组件和捞砂斗的铰座直接传递到扩孔翼上,同时,也通过加压四方接头组件的四方结构带动捞砂斗与扩孔钻头同时回转。边回转钻进,边扩孔,最大扩孔直径可超过套管外径。上、中、下三个销轴和连杆既传递扭矩,又传递给进动作和给进压力。钻进时的泥土由下方直接进入捞砂斗内,扩孔切削下的泥土由兜土板从上方收入捞砂斗内。提钻时扩孔翼板收回,钻头直径小于套管内径,每钻进一个回次将钻头从套管内提钻具到孔口除渣。

2.3 螺旋扩孔钻头的设计

螺旋扩孔钻头(如图 4)是在螺旋钻头的底部切削齿的部位加一扩孔翼板,翼板上焊有切削齿,钻头正转时扩孔翼板逐渐展开,最大扩孔直径可超过套管外径,反转时扩孔翼板逐渐收回,钻头可从套管内

提到孔口除渣。此种结构的钻头是在无水或低水位的孔中配合跟管钻进时使用的。可在胶结的卵砾石层、淤泥层、砂土层内钻进。该扩孔钻头与旋挖钻机配套使用,回转扭矩大,扩孔翼采用 50mm 厚锰板,上面焊有切削齿,以保证在钻头扩孔时不变形,不损坏。

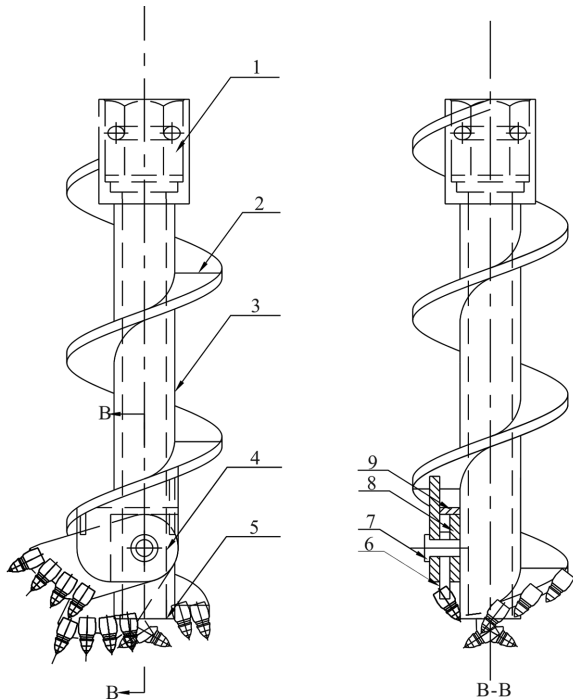


图 4 与全套管钻进护壁配合进行跟管钻进的螺旋扩孔钻头

Fig. 4 Screw reaming drill of cooperate with the whole casing pipe drilling dado shaft with pipe drilling

- 1-扭转头;2-螺旋片;3-中心管;4-翼板;5-堵头;6-齿板;7-中心轴;8-垫板;9-支撑板
- 1-turn head;2-the spiral;3-the center pipe;4-expansion plate;5-bulkhead;6-toothed;7-the center axis;8-pad;9-support plate

上述三种扩孔钻头提钻具时扩孔翼板收回,钻头直径小于套管内径,可从套管内提钻具到孔口除渣;钻头超前于套管加压钻进时,扩孔翼在钻具的压力下,边回转钻进边逐渐展开,扩孔直径大于套管外径,下套管的阻力减小,钻机动力头可将套管压入。我国目前无循环桩孔施工设备主要是旋挖钻机,这三种扩孔钻头同旋挖钻机配套在桩孔工程施工中的成功使用,对全套管施工工艺在我国的推广具有现实意义。

3 卵砾石层钻进工艺与器具

与正反循环钻进工艺相比,无循环钻进工艺最大的优点就是不需把卵砾石破碎为粉粒状,而是将其搅

松后直接取出,施工效率是正反循环钻进工艺的 10~30 倍,但需要一些特殊的钻具来钻进。下面逐一介绍三种专门用于卵砾石层钻进的工艺和钻具。

3.1 切削盘内置式筒钻钻进工艺

针对钻进卵砾石层易偏斜、易坍塌、难破碎的特点,我们专门设计了复合钻具,其钻进工艺如下:

- 1、采用取心筒钻外圈掏槽,中间定心,保证钻进不偏斜。
- 2、泥浆护壁,灌浆补浆及时,泥浆浓度配备稍大。
- 3、加设通气孔,使提升时彻底消除抽吸作用,避免塌孔(杨引娥,2004)。
- 4、选择桶径较大钻头,耐磨条与孔壁间隙为 1cm,钻进时起保径支撑作用。
- 5、钻具从上至下,对中性强,钻进平稳,摆动小,对孔壁造成的扰动小。
- 6、由于超前掏槽使桩孔产生自由面,随后对中间卵砾石进行犁沟式铲切,卵砾石松动,之后被挤入桶内。
- 7、在钻进过程中,实行孔底配重加压,孔口减压钻进(郝树青等,2009)。

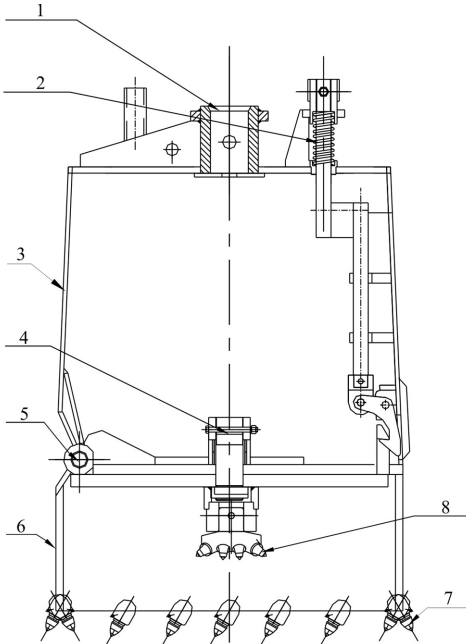


图 5 切削盘内置式筒钻

Fig. 5 Cutting disks built-in tube drill

1-连接方;2-开合杆;3-桶体;4-底盘组件;5-旋转轴;6-下筒体;7-钻齿;8-前刃

1-connection;2-switching stem;3-barrel;4-chassis components;5-the axis of revolution;6-lower drilling barrels 7-drilling teeth;8-the former blade

工时,尽量将护筒下的深一些,减少塌孔事故的发生(郝树青等,2009)。

施工时,先用普通钻具钻进,遇到卵砾石层后换

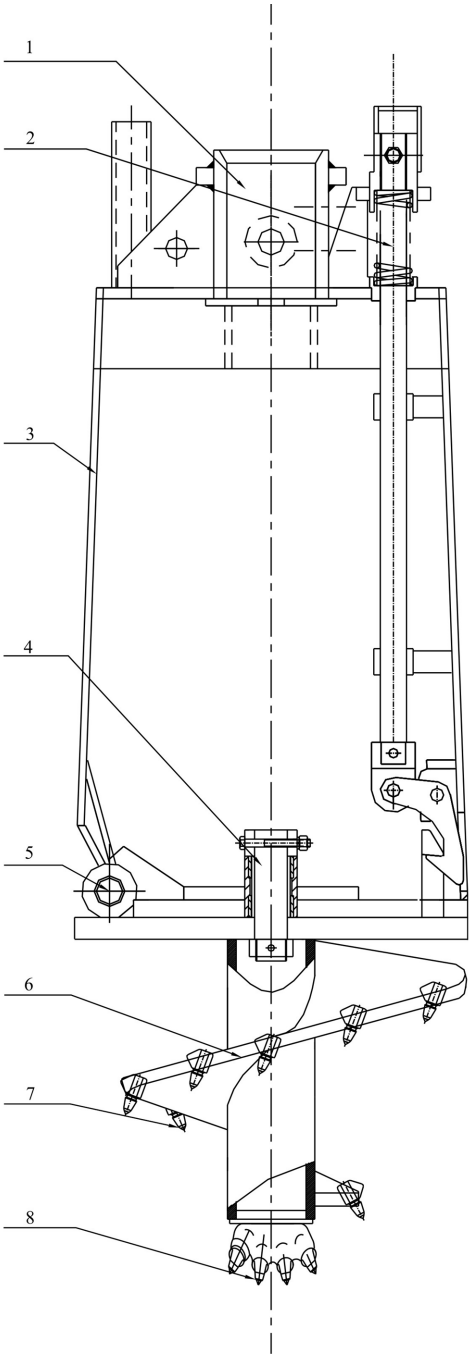


图 6 锥螺前置式捞沙斗

Fig. 6 Cone front-remove sediment bucket

1-连接方;2-开合杆;3-桶体;4-底盘组件;5-旋转轴;6-螺旋片;7-钻齿;8-前刃

1-connection;2-switching stem;3-barrel;4-chassis components;5-the axis of revolution;6-spiral;7-drilling teeth;8-the former blade

8、根据钻机的能力,在回填土等易塌孔地层施

切削盘内置式筒钻(如图 5),钻进时,先将桩孔内的

卵砾石与周围地层切割开来,内置的截齿切削盘将卵砾石钻松后收入钻斗中。

3.2 在卵砾石层钻进用复合式螺旋钻头

钻进时遇含水层的卵砾石层,螺旋钻可以钻进,但提钻时因水的冲刷作用,无法将克取的卵砾石取上来,需换钻头钻进,无法提高钻进效率,为此我们专门设计了复合式螺旋钻头(如图6)。

螺旋钻头虽然可以有效在板结的卵砾石层钻进,因为提钻时有泥浆的冲刷作用,无法将克取的卵砾石取上来,锥螺前置式捞沙斗其前置锥螺将卵砾石钻松后沿着螺片直接进入捞沙斗中,不用再换钻



图8 西平铁路工地取的砾石

Fig.8 Gravel taken from the Xiping subway construction site

头,提高了钻进效率。

3.3 在漂石层钻进的卵砾石取心钻头

在桩孔的施工过程中,经常遇到大块的卵砾石、漂石、回填的水泥块(刘三意,1999),旋挖钻机往往无法钻进,一般换冲击钻机用钻头将其冲碎,不仅效率低,环境污染大,而且扩孔率高,冲击振动对周边建筑物有影响,无法在城市施工。针对这种现状,我们专门研制了卵砾石取心筒式钻头(如图7)。

3.4 小结

在北京地铁工地、广东东莞高速公路工地及郑州高速铁路工地实验证明,卵砾石取心钻具不仅能在砾石层钻进,也可以在中风化的岩石层钻进,其抓取机构的强度足以抓取折断岩心;在砾径为0.5~0.8m的卵砾石层钻进速度约1m/h,在风化的岩石层钻进速度约0.5m/h;风化的岩石将卵砾石取心钻具筒挤满,提出孔外后钻机正反转振动后岩石掉出。

在郑州高速铁路工地,φ2.0取芯筒钻成功地将因事故卡在35m深处φ1.8m冲击钻头取出,避免了更严重事故的发生(表1)。

4 结论

无循环钻进工艺与全套管旋挖技术配合使用,是我国目前在易坍塌、缩孔和卵砾石地层中钻进可靠、安全、有效的施工方法,由于其具有成桩质量高,孔内事故少,对周围的地下基础无扰动,可靠近建筑物施工,无泥浆排放,环境污染少,施工周期可控等独特的优点(杨引娥,2009),已在国内外得到广泛使用,国外采用专用设备进行全套管施工,因成本较高的原因,我国目前很少用此种设备。根据我国的国情,到2010年5月,国内旋挖钻机保有量已超过3000多台,旋挖钻机进行桩孔施工非常普遍,用旋

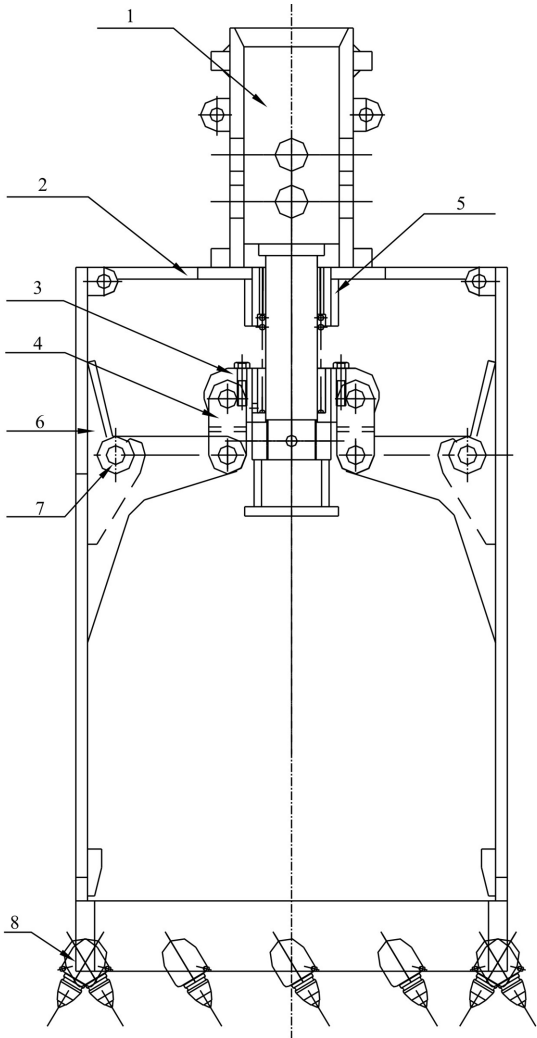


图7 卵砾石取心钻头的结构设计

Fig.7 Structure design of gravel coring bits

- 1-方头组件;2-上盘组件;3-连杆;4-拉杆;5-上盘筋板;6-抓柄;7-开合轴;8-截齿
- 1-branchiostegidac components; 2-hanging side component; 3-connecting rod;4-rods;5-hanging side reinforcement plate;6-catch handle;7-open axis;8-cut teeth

挖钻机配合特殊的钻具和钻进工艺设备进行全套管钻进,用拔管机起拔套管的方法已经成为适合我国国情的在易坍塌、缩孔和卵砾石地层中钻进成本较低的工法之一。日本、欧洲一些国家几乎所有的钻

孔都要求进行全套管施工,随着我国对成孔质量的要求越来越高,对工期的控制越来越科学,对环境的保护越来越重视,该工法在未来的施工中会得到普遍的推广应用。

表 1 取芯筒钻实验使用情况

Table 1 Experimental situations of the core drill device

筒钻直径	工地名称	钻机型号	地层情况	使用情况
φ1.0	北京地铁九号线	GB25	孔深 40m,上部开孔 15m 以上为回填层,有建筑垃圾,块状,粒径 0.5 ~ 0.8m,下层为古河道,有大块漂石,漂石直径有的大于 1m。	最初使用截齿捞砂斗钻进,块状物不易破碎,大于捞砂斗进口口的块状物不能进入桶内,钻进效率很低,用螺旋钻头钻进时,钻杆摆动严重,无法钻进,最后采用取芯筒钻,钻进平稳,块状物不需切削,提钻时取芯筒钻活动门将其抱住提出孔外,在孔外放到地面,下放钻杆正转然后提钻,块状物全部掉出。钻进效率较高,5h 左右成孔。
φ1.5	西平铁路(陕西-平凉)	YT220	孔深 50m,地层从 35m ~ 40m 左右遇灰岩,在 35 ~ 45m 灰岩层中有明显裂缝,在 45 ~ 50m 岩层中,灰岩裂缝不明显	首先用截齿捞砂斗钻至岩层(约 35m),此时进尺很慢,换 1.5m 取芯筒钻钻进,进尺约 1m 左右,显示扭矩突然增加,此时岩芯断裂,反钻一圈,然后提钻,岩芯碎成块状约 0.5 ~ 0.8m 左右几块,继续钻进至 45m 左右,至完整岩芯(如图 8 所示)。采用组合钻进,先用 φ0.8m 取芯钻,先行钻进,φ0.8m 钻的岩芯直径为 500 左右,在进尺约 1m 左右,因为岩芯细长比较大,再加上钻杆的晃动,岩芯断裂,提钻取上来的为完整的岩芯,然后再换 φ1.5 取芯筒钻,所剩的岩圈极易碎裂,钻至扭矩明显增大时,反钻一圈角锁,提钻倒岩芯。采用此组合工艺,因为需要频繁换钻头,效率相对较低,但解决了旋挖钻机钻进岩石层并可取芯的难题。
φ2.0	石武高铁郑州段	GB25	采用此钻头是为处理事故,φ1.8m 直径的冲击钻头因吊头震断,冲击钻头剩余长度为 1.5m 左右,卡在桩内 35m 左右,而终孔在 45m,必须采取措施取出,不然此桩就报废,这是高速铁路工程无法接受的。	先用 2m 的钻头将桩孔扩至断裂冲击钻头上部,换加长型的 φ2.0 取芯筒钻,首先采用转速 2 ~ 3rpm 的慢转速,将卡住的冲击钻头扶正,进入取芯筒内,然后加快速速钻进,进尺约 1.5m 左右反转提钻,明显提钻阻力增加,边反边提钻,阻力略有下降,最后将 φ1.8m 冲击钻头提出孔外,事故处理成功。之后再下入取芯筒钻扫孔,此时筒钻上端回转轴断裂,由于安装有安全绳索,提钻时,筒钻全部提出孔外。避免了二次事故的发生。

[References]

Dong Tian-liang. 2005. Pile foundation construction in the choice of rotary digging tools[J]. Exploration Work (Geotechnical Drilling and Excavation Works), 32 (5) : 49 - 51 (in Chinese with English abstract)

Hao Shu-qing, Yin Kun, Huang Hong-wei. 2009. Construction the parameter optimized system on the reverse circulation bit[J]. Geology and Exploration, 45 (3) : 30 - 32 (in Chinese with English abstract)

Hu Ding-cheng. 1998. A study on the multi-head large diameter drillbit containing differential mechanism [J]. Geology and Exploration, (3) : 60 - 62 (in Chinese with English abstract)

Jing He-ping, Jing Ming, Liu Ning-sheng. 2001. The alternative of large diameter bored bit and drilling technology in the boulder bed [J]. Geology and Exploration, (4) : 79 - 80 (in Chinese with English abstract)

Liu San-yi. 1999. Designing of the CG hob bore bit and its application [J]. Geology and Exploration, (5) : 53 - 55 (in Chinese with English abstract)

Liu Wei. 2004. Development and application of rotary digging drifter [J]. Construction Machinery, (11) : 16 - 18 (in Chinese with English abstract)

Lu Yu-bei. 1992. Large diameter air reverse drilling related problems are

discussed in the paper [J]. Geology and Exploration, (10) : 51 - 56 (in Chinese with English abstract)

Song Gang. 2005. Rotary digging process in complex formation of the difficulty and application solutions [J]. Exploration Work (Geotechnical Drilling and Excavation Works), 32 (12) : 19 - 21 (in Chinese with English abstract)

Song Zhi-bing, Feng Qi-zeng, Wang Nian-you, Zhang Jin-chang. 2007. The casing of CG type rushed into the grasp of casing gole equipment and construction process [J]. Exploration Work (Geotechnical Drilling and Excavation Works), 34 (9) : 48 - 52 (in Chinese with English abstract)

Wang Ping, Zhao Yong-Sheng, Zhao Zheng. 2001. Research into rotary drilling rig selection and its problems on the pore-creating construction [J]. Exploration Engineering, (4) : 10 - 13 (in Chinese with English abstract)

Wu Shi-ming. 2002. Rotary digging drifter - advanced construction equipment for foundation piles of bridges [J]. Construction Machinery and Equipment, 33 (5) : 12 - 14 (in Chinese with English abstract)

Yan Tai-ning, Wu Xiang, Lu Chun-hua. 2008. Steel ball percussion device and its application [J]. Geology and Exploration, (2) : 97 - 100 (in Chinese with English abstract)

Yang Yin-e. 2004. Application and research of large diameter rotary dig-

- ging tools[J]. Drilling and Exploration Engineering, (11):38-40 (in Chinese with English abstract)
- Yang Yin-e. 2009. The casing rotary digging and drilling technique and its application[J]. Exploration Work (Geotechnical Drilling and Excavation Works), 36(12):39-42, 46 (in Chinese with English abstract)
- Yu Hao-shan. 2007. China pile construction method milestone--rotary drilling rig construction method[J]. Exploration Work (Geotechnical Drilling and Excavation Works), 34(9):78-81 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Huai-sheng, Li Hai-fa, Dong Tian-liang. 2003. Choosing of drilling tools in construction of qing tibet railway Pile foundation[J]. Drilling and Exploration Engineering, (4):4-5 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Yong-jiang. 1993. Air reverse drilling applied in hydrological waterwell drilling[J]. Geology and Exploration, (2):60-64 (in Chinese with English abstract)
- Zheng Zhi-chuan, Yin Kun, Wang Qing-yan, Peng Jian-ming, Su Ji-jun. 2007. Development of casing bit of QFGZ reverse circulation down the hole hammer[J]. Journal of Jilin University (Geosciences Version), 37(5):1052-1054 (in Chinese with English abstract)
- Zhou Hong-jun. 2003. Development and application of rotary digging equipment and erilling technique in China[J]. Drilling and Exploration Engineering, (2):11-17 (in Chinese with English abstract)
- Zhou Hong-jun. 2009. The preliminary study of rotary digging and drilling technique service ability[J]. Exploration Work (Geotechnical Drilling and Excavation Works), 36(8):39-45 (in Chinese with English abstract)
- [附中文参考文献]
- 董天亮. 2005. 基础桩孔施工中旋挖钻具的选择[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 32(5):49-51
- 郝树青, 殷琨, 黄宏伟. 2009. 反循环钻头参数优选系统的建立[J]. 地质与勘探, 45(3):30-32
- 胡定成. 1998. 差动式大直径多钻头组合钻具[J]. 地质与勘探, (3):60-62
- 荆和平, 经明. 2001. 孵漂石地层大口径钻头与钻进工艺的选择[J]. 地质与勘探, (4):79-80
- 刘三意. 1999. CG 经济型滚刀钻头的研究及应用[J]. 地质与勘探, (5):53-55
- 刘伟. 2004. 旋挖钻机应用及发展[J]. 建筑机械化, (11):16-18
- 卢予北. 1992. 大口径气举反循环钻进有关问题的探讨[J]. 地质与勘探, (10):51-56
- 宋刚. 2005. 旋挖工艺在复杂地层中应用的难点及解决措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 32(12):19-21
- 宋志彬, 冯起赠, 王年友, 张金昌. 2007. CG 型全套管冲抓成孔设备及施工工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 34(9):48-52
- 王平, 赵永生, 赵政. 2001. 旋挖钻机选型及其在成孔施工中存在问题的探讨[J]. 探矿工程, (4):10-13
- 吴时民. 2002. 旋挖钻机--一种先进的桥梁基础桩施工设备[J]. 工程机械, 33(5):12-14
- 鄢泰宁, 吴翔, 卢春华. 2008. 球体冲击器及其在回转冲击钻进中的应用研究[J]. 地质与勘探, (2):97-100
- 杨引娥. 2009. 全套管旋挖钻进技术及其应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 36(12):39-42, 46
- 杨引娥. 2004. 大口径旋挖钻具的研究及应用[J]. 探矿工程, (11):38-40
- 于好善. 2007. 中国桩工施工法的里程碑--旋挖钻机施工法[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 34(9):78-81
- 张怀生, 李海发, 董天亮. 2003. 青西藏铁路桩基施工中钻具的选择[J]. 探矿工程, (4):4-5
- 张永江. 1993. 气举反循环钻进应用于水文水井钻探[J]. 地质与勘探, (2):60-64
- 郑治川, 殷琨, 王清岩, 彭视明, 苏继军. 2007. QFGZ 型潜孔锤反循环跟管钻头的研制[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 37(5):1052-1054
- 周红军. 2009. 旋挖钻进技术适用性的初步研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 36(8):39-45
- 周红军. 2003. 我国旋挖钻进技术及设备的应用及发展[J]. 探矿工程, (2):11-17

Application of No-Circulation Drilling Technology to Collapse Prone, Shrinkable and Gravel Strata

LIU Jia-rong^{1, 2}

- (1. China University of Geosciences of Engineering and Technology, Beijing 100083;
2. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083)

Abstract: The no-circulation drilling technology is one of the main construction technologies in the pile hole construction field of our country for present and future. By the study of this drilling technology and instruments, the difficult problems of drilling for construction of pile holes in the areas lack of water, and with gravel, sludge and flowing sand beds. It has greatly reduced the hole accidents and improved efficiency of drilling in complex formations. According to China's present situation that there is a little full-casing equipment while the rotating drills exceed 3,000 sets, it is suggested to combine drilling tools and technology, and the casing pipe, casing with drilling and special methods to solve the problem of the casing drilling cost. Thus it can also promote the research of the no-circulation drilling technology, tools, and matching techniques of casing.

Key words: complex formation, no-circulation drilling technology, the casing slurry-supported drilling process