

# 双向多功能气动潜孔锤钻具的研制与应用前景预测

王玉溪, 陈秉政, 邓树密

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川成都 610072)

**摘要:**针对现有的双向潜孔锤挤密钻具具有的特点和存在的局限性进行了深入的研究,设计出一种新型双向贯通式潜孔锤钻具,通过钻头体及上部交叉配气装置的切换,既可实现软地层中冲击回转挤密钻进,又能够在卵(砾)石地层中进行冲击回转反循环排渣钻进,通过室内及工地试验,不但钻进速度得到了较大提升,而且有利于文明施工及环境保护,值得推广应用。

**关键词:**双向;多功能潜孔锤;快速切换;交叉配气装置;双臂钻杆;前景预测

**中图分类号:**TV7;TV53;TV53+8.3

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2018)03-0001-03

## 1 概述

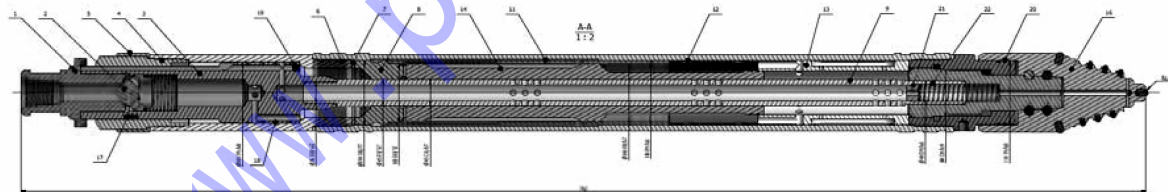
双向潜孔锤挤密钻进技术是一种适用于软土地层的高效成孔技术,已成功应用于各类土质边坡锚固工程、高压旋喷工程和城市地下管线非开挖施工等领域。但这种潜孔锤遇到富含漂石、孤石以及卵(砾)石含量较多的松散地层时,采用常规的挤密钻进不但效率低,而且常因钻头体长时间与地层中的石块摩擦得不到冷却而导致发热严重,甚至出现烧钻现象;漂卵(砾)石无法挤密时仍易发生卡钻、埋钻、孔壁坍塌等一系列问题,钻孔难度仍然没有得到解决。如果采用通常的跟套管钻进工艺,不但跟管钻进成孔操作复杂、成本

高,而且遇到复杂地层时其跟管深度也会受到限制。新型多功能气动潜孔锤贯通式反循环排渣钻进作为一种新方法被提出,其用于各类复杂地层施工不仅可以大幅度提高钻孔成孔效率,而且有利于文明施工和环境保护,能够彻底解决所遇到的复杂地层快速成孔的技术难题。

## 2 双向多功能气动潜孔锤钻具的结构与工作原理

### 2.1 双向多功能气动潜孔锤钻具结构

笔者收集了原双向潜孔锤推广应用方面存在的问题后进行了认真地分析,确定了研究方向和思路,研制出了直径130 mm的双向多功能气动潜孔锤,其结构见图1。



1 - 上接头;2 - 逆止阀;3 - 配气轴;4 - 上轴套;5 - 上缸体;6 - 上护罩;7 - 调整垫;8 - 配气轴;9 - 芯管;10 - 外缸套;11 - 内缸套;12 - 内隔环;13 - 配气衬套;14 - 活塞;15 - 复位弹簧;16 - 矛头总成;17 - 扁销;18 - O型密封圈;19 - 内六角紧1固螺钉;20 - O型密封圈;21 - 弹簧座;22 - 回程弹簧

图1 PDH-130型双向多功能气动潜孔锤钻具结构图

### 2.2 双向多功能气动潜孔锤钻具的工作原理

如图1所示,改进型双向气动潜孔锤主要由上接头、逆止阀、配气轴、上轴套、上缸体、上护罩、配气座、芯管、外缸套、内缸套、配气衬套、活塞、复位弹簧、矛头总成(或反循环钻头总成)等部件组成,其中实现双向冲击功能的冲击器主体部件安

装在外缸套内。

改进型双向气动潜孔锤的工作过程为:钻头或矛头的上接头上与钻杆相联,下与配气轴联接,配气轴与芯管过盈配合联接,芯管与砧座相联,其内腔构成压缩空气的排出通道。配气轴与上轴套通过扁销联接,上轴套、冲击器主体外缸套、内缸套构成压缩空气的进气通道。钻进过程中,压缩

收稿日期:2018-05-20

空气经钻杆进双向气动潜孔锤的下接头,推开逆止阀进入配气轴内腔,经配气轴的进气通道进入冲击器主体外缸套与内缸套之间的环状间隙、进入冲击器远离钻头的一腔推动活塞下行,以一定的速度冲击砧座,冲击行程结束。活塞运动速度与方向的改变,压缩空气经配气轴的进气通道进入冲击器主体外缸套与内缸套之间的环状间隙,经由内缸套上所开的进气孔道进入冲击器靠近钻头的一腔,推动活塞上行至初始位置,如此往复,实现旋冲钻进。活塞往复运动过程中,大部分气体经芯管内腔、配气轴排气通道排出,部分气体通

过砧座内腔、钻头内气体通道及钻头端部的排气孔排出,冷却钻头刃齿及钻头体外表面。提钻遇卡时,将冲击器反转一定的角度,上轴套内部环形布置的五处扁销沿配气轴滑槽滑动,配气轴带动芯管向上浮动,冲击活塞往复运动、行程改变,冲击器切换至反向冲击状态后即可顺时针旋转钻具并将钻具整体、逐步提出孔口。

### 3 各类地层中钻孔的基本配置

#### 3.1 钻具基本性能参数

改进后的钻具基本性能参数见表1。

#### 3.2 土层钻进时钻具的基本配置

表1 改进后的钻具基本性能参数表

缸体外径 /mm	钻头体 直径/mm	单次冲击功/J			冲击频率 /Hz	活塞参数		供风参数		总长 /mm	总重 /kg
		正击	反击	正击		反击	活塞重量 /kg	活塞行程 /mm	风压 /MPa		
130	135	500~900	300~450	10~16	16~20	200~230	1~1.4	10~20	1861	150	

#### 3.2.1 造孔设备

采用岩芯钻机或履带式潜孔钻机。由于该钻具有提钻反向冲击功能,需要对岩芯钻机卡盘推力球轴承部位和履带式潜孔钻机的动力头装置进行局部改装以防高频振动、冲击对钻机产生破坏作用,改进后的动力头装置见图2。

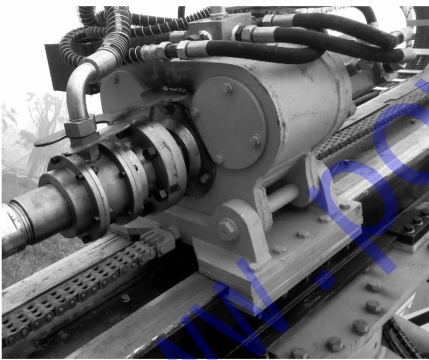


图2 改进后的动力头装置示意图

#### 3.2.2 造孔机具组合

采用双向挤密式潜孔锤配阶梯形仿真钻头体(图3和4)实现不排土快速挤密钻进,钻杆采用普通 $\varphi 73$ 或 $\varphi 89$ 外平钻杆。

#### 3.3 漂卵(砾)石层钻进时钻具的基本配置

##### 3.3.1 造孔设备

鉴于漂卵(砾)石地层复杂,钻进难度较大,对设备性能要求较高,因此,建议在此类地层中采用全液压履带式潜孔钻机,以实现设备与机具的优良组合,才能发挥出该钻具的优势,从而达到快

速钻进、提高工效、降低成本的目标。同样,需要对履带式潜孔钻机的动力头装置进行局部改装,以防止高频振动、冲击对钻机产生破坏作用。



图3 不排土挤密钻头仿真模型示意图



图4 不排土挤密钻头实物图

##### 3.3.2 造孔机具组合

采用平底三切口预留中心孔反循环排渣钻头(图5和6),实现在漂卵(砾)石地层中反循环排渣快速成孔钻进。由于在该类地层中钻具与地层

之间摩擦力较大,为了减少孔内事故发生的频率,建议采用 $\varphi 89$ 或更大直径的钻杆。

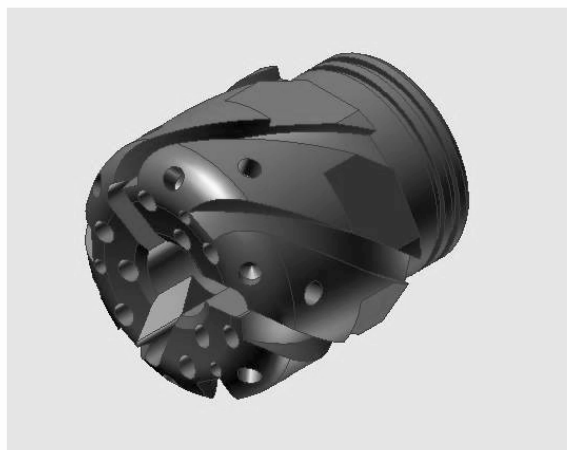


图5 贯通式反循环排渣钻头仿真模型示意图



图6 贯通式反循环排渣钻头实物图

#### 4 多功能钻进方式的切换组合

为适应不同地层的钻进,该钻具在功能设计上通过更换底部钻头体及上部过渡接头、交叉配置装置目前可以实现三种不同功能模式的钻进,具体情况为:

(1)双向冲击回转挤密钻进。将钻头更换为阶梯形或螺旋形钻头,根据地层情况在钻头体上适当预留部分小孔,以达到冷却钻头的作用,该配置适用于土层钻进。

(2)局部反循环排渣钻进。将钻头更换为中空三翼式平底碎岩钻头,以实现岩石破碎和排渣功能,通过上部过渡接头及交叉配气装置将贯通式潜孔锤中空部分排除的钻渣切换到单通道钻杆与孔壁之间的间隙,按照正循环方式将钻屑排出孔外。这种方式的优点是所更换的部件少,易于操作及快速切换,人工消耗少,施工成本低;缺点是空气流携带钻屑通过过渡接头直接进入钻杆与

地层间隙形成对孔壁的冲刷,对挤密地层具有一定的破坏作用,而且岩屑直接返出口口,对周边环境及空气质量亦将造成一定的污染,不利于环保钻进。该方式仅适用于大量粘土、粉土地层以及偶夹卵石地层。

(3)双向冲击反循环排渣钻进。将钻头更换为中空三翼式平底碎岩钻头,以达到破碎岩石和排渣的功能;还需更换上部过渡接头连接钻杆为双壁钻杆,外径110 mm,内径不小于50 mm。为减轻钻杆重量,优化了双壁钻杆组合,将主要传力部分的内钻杆采用地质管材按照相应标准规范加工,将外钻杆改为高强度铝合金加工。如此实施,虽然加大了钻杆外径尺寸,但总体上减轻了钻杆重量,有利于人工搬运及加减钻杆。采用这种方式,岩屑通过反循环方式排除到指定位置,对周边环境几乎不产生任何粉尘影响。

#### 5 研究方向

通过大量的现场试验,结合目前岩土工程的施工特点及需求,可将该钻具与高压旋喷及注浆结合起来,实现潜孔锤造孔及高喷一体化。目前国内已有单位研制成功了潜孔锤钻喷一体化钻具,但其适用的地层有限,一般仅能在不发生大范围塌孔的地层中应用,如在粘土层、碎石土层以及砂土等结构简单的地层中使用,而在复杂的漂、卵石等地层中会因钻具不具有反向冲击功能容易出现卡钻、埋钻等事故。

该钻具若要实现钻喷(注)浆一体化施工,需在孔口增加一套水气浆切换关闭装置,对孔底钻头体部位需要进行改进,将高压旋喷或注浆的喷嘴组合在钻具底端通过采取孔底投掷钢球的方式封闭气体循环通道以实现钻孔和喷(注)浆功能的切换;对于覆盖层注浆,则可采用自下而上分段的方式在钻完的孔内直接投入钢球封闭气流通道后利用预留的出浆口注浆、逐段上拔钻杆。因其具有反向冲击功能,可以解决局部卡钻、夹钻的事故。

#### 6 结语

改进后的双向潜孔锤钻具根据不同地层特点实现挤密、局部排渣反循环和全孔反循环等多种功能的钻进,基本上解决了复杂地层快速成孔及环境污染的难题,改进并完善后的钻具在各类地

(下转第7页)

层,故仅固定3节。

(2)顶进前必须事先计算每节管每m的位置、标高,以便于施工中进行控制。

在初始顶进3节管后停机进行正常纠偏。纠偏原则为“先纠高程、后纠中线、小角度连续纠偏”。必须勤测量、多微调且应有一定的提前量。纠偏角度应保持在 $10' \sim 20'$ ,不得大于 $0.5^\circ$ 。当机头倾角偏离设计要求 $\pm 5\%$ 之内且激光点偏离靶心 $\leq 1\text{ cm}$ ,或高程中线误差在 $\pm 2\text{ cm}$ 以内时,可不作调整。

(3)应连续顶进,暂停时间应小于12h,若停顶超过12h,须每隔4h至少向工作面注浆一次。重新开顶前,应注浆液量 $\geq 0.2\text{ m}^3/\text{m}^2$ 。

(4)当监视器中光点发生显著变化时,测量人员应到坑下对经纬仪重新复核校正并认真查找原因。测量人员校核激光经纬仪频次 $\geq 2$ 次/班次,并保留校核记录。

(5)顶进中,土质愈硬,纠偏时顶进速度宜慢。向下纠偏(机头位置偏高)时,顶进速度宜慢不宜快;向上纠偏(机头位置偏低)时顶进速度宜快不宜慢。因土质疏松引起机头下沉产生偏离时,宜采用闷顶纠偏,其纠偏距离视纠偏效果和顶力上升量而定。

(6)顶进施工过程中,操作人员必须准确、清

(上接第3页)  
层中的钻进应用既取得了较好的经济效益,又创造了一定的社会效益。如果能将钻喷(注浆)功能实现一体化,将引领岩土工程领域施工的又一次革新,其推广应用前景非常光明。

作者简介:

王玉溪(1982-),男,四川洪雅人,工程师,从事水利水电、工民建、

楚、完整、及时、详细记录顶管的各项数值。记录数据 $\geq 1$ 次/根, $\geq 6$ 次/班次。在交接班时,无论该管是否完全顶进均应记录,必须履行交接班手续。

#### 4 结语

泥水平衡顶管技术是一种替代城市内开槽挖掘式铺管的先进技术。据乐山黑桥至王河园竹公溪道路(污水干管)工程顶管施工效果看,该技术施工占地面积小,征迁少,避免了阻断交通影响;可用于地下水压力高及变化范围较大的地段,且减小了基坑降排水及相应的环境污染;挖掘面稳定,对顶管周边的土体扰动小,顶管引起的地表(路面)沉降亦比较小,而且避免了深基坑高危施工;采用泥水管道输送弃土,连续作业,日进尺约15m,工作效率高;主控制在地面进行操作,操作人员的环境得到了改善,值得类似工程借鉴。

作者简介:

李有发(1978-),男,广西桂林人,高级工程师,从事项目管理工

作;

杨瑞英(1979-),女,四川南部人,工程师,从事安全管理工作;

徐应中(1973-),男,四川巴中人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

郑道明(1955-),男,重庆市人,调研员,教授级高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

市政等工程施工技术与管理工作;

陈秉政(1968-),男,四川资阳人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

邓树密(1971-),男,四川广安人,分局总工程师,教授级高级工程师,从事水利水电、工民建、市政等工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 暴雨来袭 中国水电五局运营公司抢险保通勇担当

近日,四川地区连降暴雨。暴雨袭来,中国水电五局渝蓉、邛名两条高速营运管理公司迅速启动应急预案,组织抗洪抢险突击队,在所管辖的渝蓉、邛名两条高速公路段展开了抗洪抢险、确保高速公路畅通的行动。险情就是命令。承担四川地区渝蓉、邛名两条高速公路管理任务的中国水电五局运营公司,在接收到地方政府及前方报来的公路险情时,两地运营公司迅速组织抗洪抢险突击队展开抢险保路通。受连日强降雨袭击,四川省渝蓉高速、邛名高速再次出现大量树木倾倒、排水边沟阻塞、多路段积水严重等险情,致使高速车辆无法正常行驶,现场危机四伏,交通事故随时有可能发生……突击队员们顶风冒雨,在各个险情段分别展开抢险行动,高速公路呈现出一幅幅战洪图画。突击队员经过数小时的奋战,确保了道路畅通。据统计,邛名高速参与防汛抢险45人,共出动50余次,全长52.7公里,出动设备10余台,确保了管辖区52.7公里道路的畅通;渝蓉高速参与抢险30余人,共出动38次,车辆设备共计18台,确保了管辖区174公里道路的畅通。

王惠敏 赵双庆