

编者按:2025年6月,自然资源部办公厅印发了《新一轮找矿突破战略行动先进适用勘查技术推广清单(第一批)》,鼓励各单位选用新技术、新方法,提升勘查工作效率,更大程度实现绿色勘查。为使广大钻探工程技术人员更好地了解清单中的先进适用钻探技术,择优使用,本刊特此推出“技术快报”专栏,对清单中的相关钻探技术进行介绍,以飨读者。本期介绍“液动潜孔锤钻进技术”“空气反循环钻进技术”“SDC系列车装水井钻机”3项先进适用钻探技术。

《新一轮找矿突破战略行动先进适用勘查技术推广清单(第一批)》之钻探技术介绍

液 动 冲 击 回 转 钻 进 技 术

完成单位:中国地质科学院勘探技术研究所
供 稿 人:齐力强

中图分类号:P634 文献标识码:C 文章编号:2096-9686(2025)05-0154-02

1 技术背景

近年来随着钻孔的深度日益加深,钻探施工难度也随之增大,如何提升钻进速度、提高每回次的岩心采集率、减少辅助时间等问题日益突显。液动冲击回转钻进技术就是解决上述问题的一项重要方法。液动冲击回转钻进技术的核心部件是液动潜孔锤(又称液动冲击器、液动锤等),利用其输出的高频冲击创新性地改变了常规回转钻探钻头的碎岩方式,有效弥补了钻探过程中遇到的硬岩地层钻进速度慢、破碎地层岩心堵塞等难题。

YZX系列高冲击功液动潜孔锤是中国地质科学院勘探技术研究所自1997年以来研制的新型液动潜孔锤,是从提高其冲击功的角度经过大量试验取得的技术成果,在科学钻探、地热井、海洋钻探取心等领域均得到应用。并以此为基础研制了绳索取心液动锤钻具,自推向市场以来也广受好评,创造了巨大的经济效益。

2 技术内容

YZX系列液动潜孔锤的结构如图1所示,包括喷嘴、阀、上下缸套、上下活塞、砧子等,上下连接螺纹可根据需要设计(扣型、公母等)。根据钻进工艺不同,YZX系列液动锤可与全面钻进工艺、提钻取心工艺、绳索取心工艺结合使用。不同液动锤产品如图2、图3所示。



图1 YZX系列液动潜孔锤结构示意图



图2 单体液动潜孔锤



图3 绳索取心液动锤钻具

2.1 液动锤的工作原理

YZX系列液动锤利用容积式冲击工作原理,同时大幅度减小冲程阻力,从而使冲击功较传统的液动锤有了大幅度的提高。该系列液动锤内部无弹簧等储能部件,结构简单,工作稳定可靠,维护保养方便,使用人员上手快,易于使用。钻进过程中,利用泥浆泵输出的高压冲洗液作为动力传输介质,当钻具处于悬吊状态时,液动锤内部密封通道打开,此时液动锤不工作,可实现冲孔的目的;当钻具到达孔底并施加一定钻压后,液动锤内部密封通道闭合,此时液动锤开始工

作。高压冲洗液驱动液动锤内的冲锤作轴向往复运动,对钻头施加冲击载荷。冲击载荷使钻头碎岩由“纯研磨”转变为“轴向冲击+回转研磨”的复合式碎岩,改变了碎岩机理,从而加速碎岩。

2.2 液动锤全面钻进工艺

YZX系列液动锤可与全面钻进工艺结合使用,提高钻头钻进速度,较常规工艺提高20%~30%。YZX系列液动锤设计了专门的“防空打”机构。钻头未接触地层,液动锤不工作;钻头接触孔底施加钻压后,液动锤输出冲击功,辅助钻头碎岩。液动锤的分流设计解决了其工作泵量与钻头排渣所需大泵量不匹配的问题,以保证液动锤的适配性。

2.3 液动锤提钻取心工艺

提钻取心由于每回次都要提大钻,辅助时间占比较大。因此除了保证钻进速度外,还需尽可能提高每回次的进尺长度,尤其要避免出现岩心堵塞不进尺的问题。YZX系列液动锤设计提高其冲击频率,持续地振动岩心管,当岩心堵塞将发生时可缓解堵塞,有效提高回次进尺。

2.4 绳索取心液动锤工艺

液动锤与绳索取心内管总成组合连接,外管总成在结构、尺寸上进行专门设计与内管总成结构相匹配。钻进时,液动锤输出的冲击功通过特殊设计的传功机构传递到下方钻头上,提高钻进速度。并且,通过对岩心内管输出的振动效果,有效地缓解岩心堵塞,提升回次进尺长度。

3 技术特点

YZX系列液动潜孔锤有如下技术特点:

(1)整体结构比较简单,无弹簧等传统储能部件,无需每次调整弹簧预紧力,仅需简单组装即可使用,维护保养极为方便,对使用人员的技术水平要求比较低。并且液动锤工作稳定可靠,不会出现时打时停的情况。

(2)创新性设计了阀结构,与冲锤的运动阶段相配合,实现了液流通道的自动开合,以完成抬锤、落锤阶段的转换。并且,利用阀截断液流产生的瞬时高压,实现了液动锤向下的高冲击功锤击。

(3)设计了防空打机构,在钻头未接触孔底的阶段,防空打机构处于打开状态,此时液动锤不工作,避免冲击力对悬空钻具造成损害;当钻头接触孔底有钻压,防空打机构处于闭合状态,此时液动锤正常工作,输出冲击。

(4)选择优质钢材、热处理工艺及表面处理工艺,保证液动锤内部运动副的耐磨性和受冲击性能,提高了液动锤的使用寿命。

(5)可适配多种工艺,很好地适应了全面钻进、提钻取心、绳索取心等常规工艺。配套设备无需额外增加,操作流程与常规工艺几乎没有差别,几乎拿来即用,现场人员接受程度高。

(6)YZX系列液动锤储备了54~254 mm等多种直径规

格,与常规钻具口径相匹配。配套的SYZX系列绳索取心液动锤钻具口径有N、H、P规格,与常用口径一致,现场可直接选用。

(7)与常规工艺相比,液动锤钻进优势明显,硬岩钻进时效提高20%~30%,破碎地层取心回次的岩心堵塞概率明显降低。

(8)使用液动锤钻进,有利于金刚石出刃,减少钻头打滑。可采用低钻压和低转速,延长钻头寿命。

4 应用案例

4.1 全面钻进技术应用

YZX130型液动锤在旅顺某地热生产井应用,牙轮钻头钻进,从井深2092.30 m开始应用。常规回转钻进技术钻进132.48 m,平均时效为0.48 m/h。冲击回转钻进技术钻进443.8 m,平均时效为0.92 m/h。提速效果显著。

4.2 提钻取心技术应用

YZX127型液动锤在中国大陆科学钻探工程CCSD-1井中应用,累计下井498回次,累计进尺3485.71 m,最大应用井深5118.2 m,平均时效1.13 m/h,平均回次进尺6.31 m。

YZX98型液动锤与螺杆马达配套在汶川地震断裂带科学钻探WFSD-2孔中应用,应用孔深2136.67~2283.56 m,累计应用28回次,累计进尺119.5 m,平均回次进尺4.27 m。

4.3 绳索取心钻进技术应用

吉林核工业探矿队在内蒙古赤峰市双山子铜多金属矿区用SYZX75型绳索取心液动锤钻具,在节理发育破碎、易岩心堵塞地层,将回次进尺长度由常规绳索取心的1.2 m延长到3~4 m甚至5 m满管,极大地减少了辅助时间,提高了取心效率。在该矿区得到大范围应用。

5 应用建议

YZX系列液动潜孔锤作为成熟的应用于液动冲击回转钻进技术的钻探器具,自研发成功推向市场以来,在多个应用领域、多个工艺中发挥了作用。

(1)可用于取心钻进,采用比较高的冲击频率和较低的冲击功,以适应取心钻头较小的环状底唇面积、较低的钻头强度及相对较高的回转线速度。

(2)可用于地质灾害治理、锚固施工、水文水井等领域全面钻进。可配套球齿钻头、牙轮钻头等。

(3)所有的脆性地层,无论全面钻进、提钻取心钻进还是绳索取心钻进,均可使用。均能实现提高钻进效率和岩心采取率、减轻钻孔弯曲、降低钻探成本的目的。

作为一项成熟的技术,YZX系列液动潜孔锤以其高冲击功、高稳定性、长寿命等特点,完全可作为钻探现场的常备钻具使用,其可在提高钻探效率、降低成本等方面体现明显的优势,创造更高的经济效益。