

对金刚石冲击回转钻进几个问题的认识

赵子杰 陈伟明

近年来,在发展人造金刚石钻进技术的基础上,结合硬岩钻进的需要,国内各系统均广泛地开展了对冲击回转钻进技术的研究与试验工作。除将一批小口径液动冲击器推广应用于生产外,各种类型的中、大口径冲击器也正在试用与设计之中。这些冲击钻具,不仅配有一般回转钻进的冲击器,也研究出了绳索取心式的液动冲击钻具;从类型上看,也形成了具有不同特点的多种形式,如射流式、阀式以及不久前通过鉴定的射吸式,还有正在研制中的更新类型。这就使我国的液动冲击回转钻进技术进入了普及推广的新阶段。

本文简略地谈一下我们在研究及推广应用液动冲击回转钻进技术中的几点体会。

技术经济效益

我们用GY-54型液动冲击器,在三个勘探队的五个矿区进行了生产试验,完成工作量11006.36米,最大孔深785.5米,最高台月效1274米,获得了较好的技术经济效益。

1.提高了台时效率 据统计,试验中的五个矿区台时效率普遍提高了16~110%,详见图1。在坚硬层中,有效地克服了钻头“打滑”。

试验中所钻岩层如下:溪西矿区为凝灰岩、

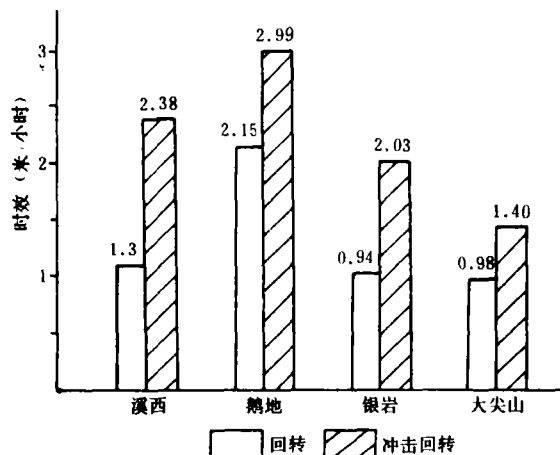


图1 台时效率对比

凝灰熔岩、花岗闪长斑岩;鹅地矿区为花岗斑岩;银岩矿区为角岩、花岗斑岩;大尖山矿区为花岗斑岩、石英脉。

2.增加了回次进尺 由于岩心处于高频振动状态,岩心始终受到松动,不易堵塞,使回次进尺延长(图2)。

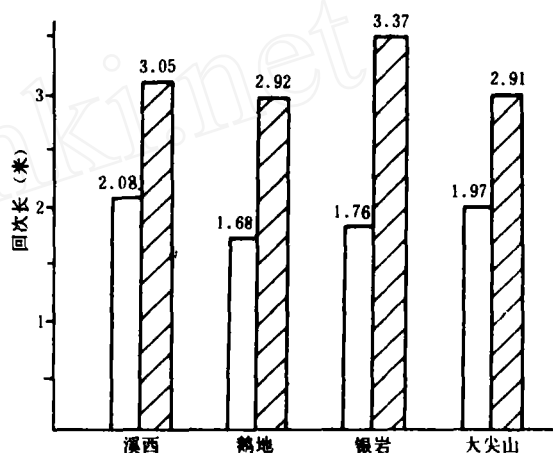


图2 回次进尺对比

(图例同图1)

3.钻探质量好 岩矿心采取率一般均达到90%以上,比回转钻进有明显提高;孔斜情况好转。如银岩矿区,由于采用液动冲击回转钻进,每百米孔的弯曲度仅为24~55'。

4.减少孔内事故 由于该钻进法需用较大泵量,从而造成了清洁的井底工作条件,使烧钻、卡钻事故明显减少。另外,由于在高频冲击振动条件下,钻具难被卡紧,这也是减少井内事故的原因之一。

5.每米成本降低 由于冲击回转钻进可实现长回次钻进,延长了钻头寿命,减少了孔内事故等,使每米的材料费及总成本都得到降低。经对溪西矿区10个钻孔的统计对比(5个孔是冲击回转,5个孔是一般回转钻进),每米材料费降低了20.8%,单位成本降低了10.8%。

冲击回转钻进中孕镶金刚石 钻头的出刃状态及碎岩机理

当前使用的孕镶金刚石钻头,在生产中占据主导地位。这些孕镶钻头多是用烧结法、电镀法等把金刚石固结在胎体中。而孕镶钻头所用的人造金刚石又多是细颗粒。研究表明,天然金刚石抗冲击强度为 $1.4 \pm 0.2 \sim 6.8 \pm 1.5$ 公斤/厘米²*,这种强度指标随金刚石颗粒变细而增加,人造金刚石在强度上虽比不上天然金刚石,但由于所用粒度较细,所以可在回转冲击钻进中发挥其效能。据资料介绍*,当钻头上的出露金刚石被压入岩石时,由于处于体积压缩状态,这时其抗冲击强度要比在自由状态下提高1~2倍。这些因素为把人造金刚石钻头运用于回转冲击钻进创造了有利条件。

冲击回转钻进中,由于有高速液流通过钻头唇面(以脉冲形式),液流中携带有由于冲击方式而产生的棱角岩屑(相对纯回转的岩粉而言),所以,对钻头胎体的磨损要比纯回转钻进严重,并带有较强的冲蚀磨损。这样,回转钻进中保持在金刚石后面的胎体凸起,也会被迅速冲蚀磨损掉,造成金刚石出刃过长,这有利于在冲击载荷下吃入岩石,提高钻进效率,但同时也容易造成金刚石的过早脆性破坏,使钻头寿命下降。

由于冲击回转钻进是在原有一定轴向载荷的基础上,施加以高频冲击载荷的,其作用时间短而使应力集中,造成岩石疲劳破坏;加之金刚石颗粒较细,间距小,作用点密集,所以易在其间的岩石表面造成反复的裂纹交割,促使岩面发生交变破坏;同时,岩石内部也相应产生高频振动,使其弹性系数降低,相对地增加了岩石的脆性,从而易使裂纹扩展,有利于破碎。

冲击回转钻进的金 刚 石 钻 头

1. 普通孕镶钻头对冲击回转的适应性

生产试验证明,只要冲击器性能正常,参数合理,一般孕镶金刚石钻头都能获得良好的钻进效果,不会因高频冲击载荷而发生异常磨损与损

坏。相反,由于脉冲冲击载荷,冲击回转所产生的岩粉要比纯回转时大,因而对钻头胎体具有更大的研磨性,并存在着较强的冲蚀性磨损,有利于金刚石出刃。虽然冲击回转钻进对胎体及金刚石磨损程度比纯回转更明显,但由于破碎岩石的效率高,平均到每米进尺的磨损量仍然比纯回转要小。

2. 对冲击回转钻进金刚石钻头的要求

(1) 钻头结构 为了减少冲洗液流经钻头产生的背压,提高冲击器的使用效果,钻头各部位的通水面积应增大。具体办法是:增加水口数;钻头内外壁上的水槽可深些;适当增加胎体外径与钢体外径之差,以增加钻头通水面积。

为了适应冲击回转钻进,钻头底唇形状宜选环槽形,槽顶端做成圆弧形(图3)。这种底唇形式,可发挥冲击回转钻进体积破碎的作用,提高破岩效果。

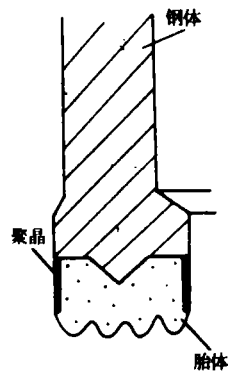


图3 环槽形钻头唇面

把钻头唇面做成交叉形式,可比普通式唇面节约1/2的切削面积。金刚石的镶嵌量也相应减少,在同样的钻压下,唇面上的压强会成倍提高,相对提高了钻头对岩石的破坏能力,这对钻进致密坚硬研磨性岩石,克服钻头“打滑”现象是有效的(图4)。在广东连平县大尖山矿区,曾使用湖南233厂的此类钻头,钻进致密坚硬的石英脉和硅化较强的云英斑岩,冲击回转钻进时效达1.57米,比回转钻进提高45%,钻头并没因施加冲击载荷而有异常损坏。

(2) 胎体硬度及金刚石浓度 胎体硬度应比回转钻进时高一些。在广东溪西矿区花岗岩长

* 李询, 回转冲击钻进中管路液流状态和孕镶金刚石钻头磨损试验, 1982年

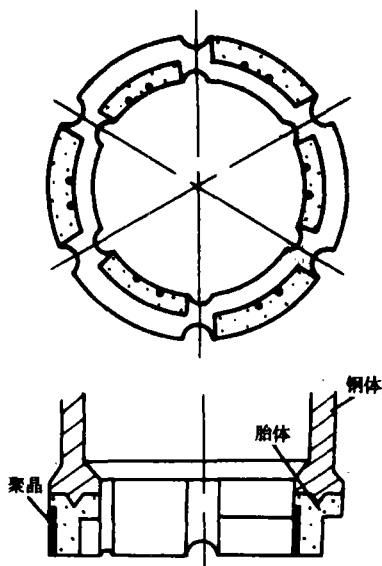


图4 交叉式钻头唇面

斑岩中钻进, 胎体硬度为HRC 41—44, 不仅时效高, 而且钻头寿命长, 时效达2.16米/时, 钻头平均寿命为63.34米, 最高83.75米; 而用胎体硬度HRC 35—38时, 虽然时效略高一些 (为2.27米), 但钻头寿命明显变短 (仅24.80米)。

在致密坚硬的弱研磨性岩层中钻进, 所用冲击回转钻进的钻头胎体应适当降低硬度。

金刚石浓度最好在75~80%, 这样在动载条件下, 有利于创造体积破碎的条件。如钻进弱研磨性岩石, 可选用50~60%的浓度。

冲击功和冲击频率

1. 冲击功

冲击功大小是决定冲击回转钻进破碎岩石的根本条件, 同时也决定了金刚石钻头的使用寿命, 一般情况下, $\phi 56$ 口径的钻头选用0.3~1.5公斤·米的冲击功为适合。

GY—54型液动冲击器, 地表测试单次冲击功为0.5~1.5公斤·米。在试验中取得了较好的经济技术效果。

2. 提高冲击频率的作用

当前国内运用的金刚石冲击回转钻进是以回转为主, 附加较小的冲击载荷。在冲击功一定情况下, 提高冲击频率, 可增加单位时间内碎岩次

数, 同时, 也形成一种高频高压冲洗液流, 以脉冲方式冲刷唇面及相关岩石, 十分利于冷却与排粉。实践证明, 冲击频率在2000次/分以上会取得较好的钻进效果。目前, 人们正在研究进一步增加冲击频率的办法。

3. 提高冲击频率的办法

提高液动冲击器频率的办法是多样的, 其中很有效的方法是减少冲击器中工作液流的阻力及液能损失。

(1) 减少液能损失 在冲击器工作时, 由于阀门的高速启动, 会引起水击压力波动, 这种波在管路中多次传递反射, 必然会造成能量损失。如在冲击器上部安设专用的水击波反射器, 对于改善冲击器性能, 提高液能利用率是十分有效的。试验证明, 使用此反射器虽泵压略高, 但可使上述波幅减小2/3, 并使冲击器冲击频率提高20%, 其冲击功也相应增加*。另外, 使用减耗阀, 不仅可减少泵量, 减少液流损失, 提高水力利用系数, 而且由于冲洗液量适当减少, 使流体流经各通道的阻力减少, 从而降低了背压, 使冲击器启动容易, 工作稳定。经用GY—54型冲击器在地表试验知, 不用减耗阀起锤困难, 工作泵量需80升/分以上, 使用减耗阀, 泵量仅用40升/分即可启动, 泵量60升/分时可正常工作。

(2) 减少液流阻力 在正作用冲击器上, 由于液流方向与冲锤下行方向一致, 大泵量有利于推动冲锤下行, 使冲击功增加。在冲锤回程时, 流量越大, 流经冲锤外部的液流流速越大, 给锤的阻力也随之加大, 从而延长了回锤时间, 影响了冲击频率的提高。如果这时适当加大各处过流断面尺寸, 增加冲锤与管壁间的环状间隙, 可以提高冲击频率。如GY—54型冲击器上, 冲锤上部通水孔过水断面积为1.13厘米², 冲锤与管壁过流面积为4.21厘米², 地面测试冲击频率只有400次/分; 后把上部通水孔断面积增大到5.58厘米², 冲锤和管壁间的过流断面积增大到5.93厘米²时, 冲击器性能明显提高, 经测试冲击频率达到了2300~2900次/分。可见减少液流阻力的重要性。

* 河北地质综合研究队, 1978年, 液动冲击回转钻进 (译文集)。