

绳索取心冲击回转钻进工艺在 独狼沟金矿勘查中的运用

卢成云¹, 邱顺兵²

(1. 四川省地质矿产开发勘查开发局 403 地质队, 四川 峨眉山 614200; 2. 成都理工大学环境与土木工程学院, 四川成都 610059)

摘要:独狼沟矿区岩石坚硬、致密, 研磨性弱, 可钻性等级高, 前期施工过程中常出现钻进打滑, 钻进时效低、回次进尺短, 辅助工作量多, 钻孔周期长; 采用 TXY75 型绳索取心液动冲击器钻进工艺施工后, 很好地克服了钻进打滑问题, 钻进时效加快, 回次进尺提高, 岩心堵塞次数减少, 辅助时间缩短, 纯钻时间利用率提高, 施工进度加快, 经济效益显著。

关键词:复杂地层; 液动冲击回转钻进; 绳索取心; 岩心钻探; 独狼沟矿区

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2013)05-0035-03

Application of Wire-line Coring Percussive Rotary Drilling Technology in the Dulanggou Gold Exploration/LU Cheng-yun¹, QIU Shun-bing² (1. No. 403 Geological Brigade of Geology & Mineral Resources Exploration & Development Bureau of Sichuan, Emeishan Sichuan 614200, China; 2. Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China)

Abstract: The rock in Dulanggou mine is hard and dense with the characteristics of weak abrasiveness and high drillability. The drilling efficiency and footage are low with large amount of auxiliary work and long drilling cycle in the earlier-stage construction. By using TXY75 wire-line coring hydraulic impactor technology, drilling "slip" was effectively overcome, drilling efficiency and footage were improved with less core plugging, reduced auxiliary time and higher efficient net drilling time.

Key words: complex formation; hydraulic percussive rotary drilling; wire-line coring; rock drilling; Dulanggou mine

1 工程概况

独狼沟矿区位于四川省丹巴县边耳乡二瓦槽村的独狼沟, 地处青藏高原大雪山东部的大渡河流域(上游为大金川), 属中高山构造侵蚀切割地形、川西高山峡谷地貌, 地势北西高东南低, 地形复杂。该矿区位于松潘—甘孜造山带东缘、康滇南北向构造带北端和小金弧形构造带北西弧部交接部位, 多种构造复合、构造形态极为复杂, 总体上表现为南北向、北西向的两组构造线复合为主, 构成了穹状体的复式背斜构造, 轴向及穹缘断裂发育。矿区位于东谷断裂(F15)和火地断裂(F11)所挟持的泥盆系夹块中, 矿体受断层控制, 呈近南北向展布, 矿体整体向西倾斜, 已知倾角 60°~80°, 靠地表 100~200 m 范围内倾角较缓, 向下逐步变陡。其地层岩性主要由片岩、片麻岩、角闪片岩、变质石英岩及大理岩组成, 节理、裂隙发育, 软硬互层, 层厚无规律, 换层频

繁; 施工区交通不便, 设备到达矿部后需采用马驮、人工搬运的方式运至设计孔位, 进行勘查施工。为充分开采矿产资源, 准确掌握矿区内矿体数量、规模、形态、产状、连接对比条件、空间分布情况及寻找勘查区内未知矿体等, 遵循先稀后密的原则, 按照先重点控制矿体远景, 其次兼顾各类别资源量比例, 再加密控制施工的顺序, 在采矿权属范围内, 以 3、4、11、27 等 16 条勘探线按 100 m×100 m 网度布置钻孔, 进行勘查作业。矿区钻孔倾角设计为 75°~85°, 孔斜度 ≤3°/100 m, 终孔直径 ≥75 mm。

2 绳索取心施工难题

根据前期施工发现, 由于矿区岩层强度高, 岩石硬度大, 可钻性等级 10~12 级, 石英含量高, 研磨性弱~极弱(地层岩石分类见表 1), 在钻进过程中常出现打滑现象, 尤其是在钻遇二云石英片岩、石英岩

收稿日期: 2012-12-18; 修回日期: 2013-03-22

作者简介: 卢成云(1969-), 男(汉族), 四川冕宁人, 四川省地质矿产勘查开发局 403 地质队高级工程师, 钻探专业, 从事矿山地质勘探研究、地质灾害治理工作, 四川省峨眉山市绥山镇兴隆街 1 号, lchy10189@163.com; 邱顺兵(1986-), 男(汉族), 四川隆昌人, 成都理工大学硕士研究生在读, 地质工程专业, 从事岩土钻掘工程方面研究工作, 四川省成都市成华区二仙桥东三段一号, qiushunbing@126.com。

时打滑现象更加突出(其粒度0.2~0.8 mm,硅质胶结物多,颗粒间结合力大,结构致密,使钻头胎体非正常磨损,金刚石难以出刃)。在ZK14孔和ZK17孔孔深100~200 m钻遇坚硬致密石英岩,新钻头钻进1.0 m后就急剧钝化,回次长度仅0.1~0.5 m、平均时效0.1~0.2 m,平均每天钻进1.0~1.5 m,钻头平均使用寿命仅2.0~4.0 m,而以往钻头平均

使用寿命为50~80 m,还不足原来的10%;且因岩层节理、裂隙发育,常遇岩心堵塞,纯钻时间减少,钻进效率低下。地层坚硬致使钻头金刚石难以出刃,钻头钝化过快,被迫频繁起下钻具,更换钻头,工人劳动强度大,辅助时间增加,钻孔施工周期延长;钻头消耗过多,钻探成本增加,经济效益受到影响。

表1 地层岩石分类表

孔段/m	岩矿石名称	岩矿石特性	可钻性等级
29~100	黑云斜角闪岩	主要矿物:石英,次要矿物:斜长石	10~12
	二云石英片岩	主要矿物:石英,粒度0.2~0.8 mm;次要矿物:斜长石,粒度1.5 mm左右	12
	角闪透辉石二长岩	主要矿物:角闪石;次要矿物:石英,粒度0.2~0.5 mm;裂隙较发育	10~12
	石英岩	石英、长石含量超过95%	12
	二云石英片岩	主要矿物:石英,粒度0.2~0.8 mm;次要矿物:斜长石,粒度1.5 mm左右	12
100~250	黑云石英变砂岩	主要矿物:石英,粒度0.2~0.8 mm;次要矿物:黑云母	10~12
	石英岩	石英、长石含量超过95%,粒度0.2~0.8 mm	12
250~350	角闪二云石英片岩	主要矿物:石英,粒度0.2~1.0 mm,分布均匀;黑云母,粒度0.5~2.5 mm,分布均匀	10~12

3 绳索取心冲击回转钻进工艺

为切实做好独狼沟金矿勘查工作,加快矿区勘查施工进度、提高矿区勘查钻进效率(台班和台月效率)、减轻工人劳动强度、减少钻进施工成本、控制勘查总体费用,根据国内外冲击回转钻进工艺技术水平,结合相关工程经验,选用TXY75型绳索取心液动冲击器,进行绳索取心冲击回转钻进施工。

3.1 TXY75型绳索取心液动冲击器结构及工作原理

TXY75型绳索取心液动冲击器是蓄能式、正作用型液动冲击器,其由打捞机构、液压定位悬挂传功机构、蓄能式液动冲击机构和与加长外管连接成一体的定位悬挂传功接箍4部分构成。其结构示意图如图1所示。

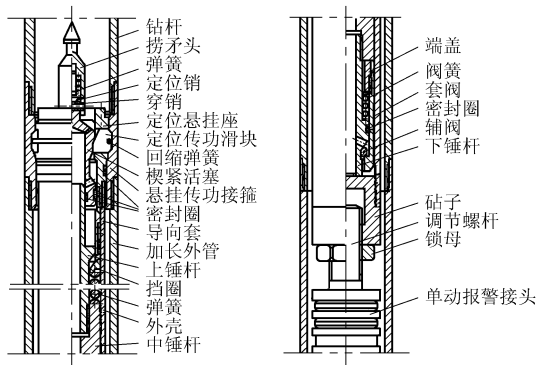


图1 TXY75型绳索取心液动冲击器结构示意图

TXY75型绳索取心液动冲击器以冲洗液所携能量驱动内部的锤杆击打砧子形成脉冲式冲击功,

经与砧子刚性连接的外壳和定位悬挂座,并通过定位悬挂滑块将冲击功传递给定位悬挂传功接箍,然后再经加长外管和绳索取心钻具外管传至钻头,形成瞬时性冲击载荷;再加上钻机和钻杆的回转驱动,形成以回转切削为主,冲击振动为辅的方式破碎岩石。其改变了传统的回转切削、研磨破碎的方式,在瞬时作用的冲击载荷下,产生应力集中现象,使坚硬岩石脆性增加,促使岩石中裂隙扩展形成体积破碎,从而提高碎岩速度。

3.2 TXY75型绳索取心液动冲击器结构特点及技术参数

该冲击器的主要特点是能量利用率高;压降均稳(流量增大压降变化不大);结构简单、装拆容易、不用调试。TXY75型液动绳冲钻具额定工作流量70~120 L/min,流量越接近上限(120 L/min)冲击越稳定、频率越高、冲击功也越大。TXY75型绳索取心液动冲击器主要技术参数为:冲击器外径54 mm,定位悬挂座外径57.5 mm,冲击行程8~10 mm,冲击频率2000~4000次/min,冲击功20~25 J,冲锤重量8 kg,冲击器总长1000 mm,钻具整体长度为4.40 m,钻具外管外径为73.20 mm,内径为60 mm,钻具内管外径为55.50 mm,内径为50.00 mm,钻取岩矿心直径46.00 mm。

3.3 冲击回转钻进工艺配套

3.3.1 配套设备

由于TXY75型绳索取心冲击器在一次冲击完成后,会对管路形成液压冲击,加速机体与系统元件的损坏;同时,其动能部分将转化为热能,系统温度

升高,对液动锤不利,能量利用率降低。因此,为充分利用能量,设置蓄能器,将剩余能量转化为液压势能贮存在蓄能器中,待其冲击时,使其释放从而提高冲击器的冲击能量。其余配套设备为:XY-4 型钻机(配 37 kW 电动机)、BW250 型泥浆泵、SJ-1 型绞车、SGX-12.5 型钻塔。

3.3.2 钻具组合

参照前期已施工孔经验,确定适合该工程的钻具组合:二、三环槽孕镶金刚石钻头 + NQ 绳索回转取心钻具(外管 + 连接管、内管 + TXY75 冲击器) + NQA 钻杆 + 主动钻杆。

3.3.3 钻头参数

针对不同岩石选用不同参数的金刚石钻头:对于致密坚硬的石英岩、二云石英片岩选用钻头参数为金刚石浓度 100%、粒度 35~60 目、HRC15~25;对硬、脆、碎等节理、裂隙发育岩石钻头参数为金刚石浓度 100%、粒度 35~60 目、HRC25~30;对其余坚硬岩石钻头参数为金刚石浓度 100%、粒度 40~60 目、HRC25~35。

3.3.4 钻进参数

(1) 钻压、转速。根据相关研究表明,冲击回转钻进时钻压与平均钻速存在一定关系(如图 2),结合该工程已施工孔钻进经验,确定钻压为 1.5~2.0 kN;转速按照冲击回转钻进转速理论公式确定:

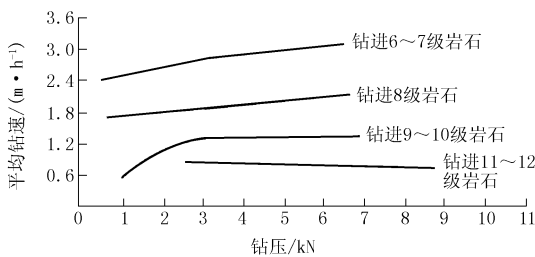


图 2 冲击回转钻进钻压与钻速关系图

$$n = \frac{60f}{m} = \frac{60f\delta}{\pi D}$$

式中: n ——转速, r/min ; f ——冲击器冲击频率, Hz ; m ——钻头最优冲击频率, Hz ; δ ——最优冲击间隔, mm ; D ——钻头平均直径, mm 。

因此,转速为 388~574 r/min 。

(2) 泵量和泵压。冲洗液不仅冷却钻头、清洗孔底,且直接影响冲击器的冲击频率和冲击功的大小。通常,泵量增大,冲击器的冲击频率和冲击功增大,孔内冲排粉干净,平均钻速提高。泵压除克服冲击器及管路、钻杆与孔壁的环状间隙上的阻力损失外,还应满足冲击器做功的需要,且随泵压升高,冲

击器的冲击频率和冲击功都相应增加,选用泵量 72~116 L/min 、泵压 2.0~4.0 MPa 。

3.3.5 冲洗液

为使液动冲击器高效顺利的正常工作的原则配制有优质润滑性能的泥浆,即:1 m^3 清水 + 50~100 ppm PHP + 1%~2% 高效润滑剂无固相冲洗液。

4 应用效果

使用 TXY75 型绳索取心液动冲击器后,对钻进情况做了统计,详见表 2 和表 3。由表 2 和表 3 可知,采用绳索取心冲击回转工艺后,纯钻时间增多,回次进尺增长,钻进效率提高;蓄能器配合 TXY75 型绳索取心液动冲击器能量利用率高,冲击功稳定,靠冲击回转共同作用破碎岩石,释放钻压,对孔底岩石轴向压力减小,岩心采取率更高。

表 2 绳冲和绳取工艺在相同(石英岩)地层中钻进统计结果

钻进方法	孔号	总进尺 /m		时效/h		回次进尺/m		取心率/%	
		各孔	平均	各孔	平均	各孔	平均	各孔	平均
绳取	zk08	75.6	0.48	0.6		81.5			
	zk09	82.3	0.4	0.56	0.85	84.4	85.1		
	zk11	81.7	0.8		1.1	89.5			
绳冲	zk28	78.1	1.2		1.6	89.2			
	zk29	101.4	1.9	1.60	2.2	1.90	93.5	90.3	
	zk30	93.8	1.7		1.9	88.1			

表 3 绳冲和绳取工艺在不同地层中钻进统计结果

岩层	回次进尺/m			时效/m		
	绳取	绳冲	对比	绳取	绳冲	对比
黑云斜角闪岩	1.34	1.91	1.43	0.78	1.89	2.42
二云石英片岩	0.97	1.85	1.91	0.63	1.7	2.70
角闪透辉石二长岩	1.56	2.14	1.37	0.85	1.87	2.20
石英岩	0.94	1.83	1.95	0.55	1.64	2.98
黑云石英变砂岩	1.25	2.17	1.74	0.89	1.94	2.18
角闪二云石英片岩	1.53	2.36	1.54	0.94	2.01	2.14

采用绳冲钻进后,钻进规程钻压小,同时进尺加快且冲击载荷作用方向与钻孔轴线方向重合,不易发生孔斜,钻孔质量提高。

钻进时岩心堵塞次数减少、不用频繁打捞岩心和起大钻,辅助工作量减少,工人劳动强度得到改善,钻孔施工周期缩短。

使用 TXY75 型液动冲击器后,其形成的脉动冲击载荷和轴向载荷能很好的克服钻进打滑现象,钻头金刚石出刃情况明显改善,胎体磨损正常,钻头寿命显著提高,基本达到 50~80 m,钻头消耗减少,钻探成本得到有效控制,经济效益显著。

利于维护与维修。

4.5 使用过程中违章操作,造成对钻杆的人为损坏
针对此问题,应完善中心通缆式钻杆的使用说明,要求按章操作及时保养,并派技术人员进行培训。

4.6 不能及时的保养钻杆,造成钻杆的腐蚀和破损
应规范对钻杆使用方法,养成钻杆定期保养的好习惯,能有效延长钻杆的使用寿命。

5 结论与展望

通过本文研究应用,可做出以下结论与展望:

(1) 中心通缆钻杆可实时传输钻孔随钻测量信号,并能有效地将动力头载荷传递到孔底钻头,其最大许可抗拉强度 950 kN、最大许可抗扭强度 6000 N·m。

(2) 大佛寺煤矿随钻测量应用实例说明中心通缆钻杆满足最大孔深 1212 m 的随钻测量通讯和钻杆强度要求;朱仙庄梳状孔应用实例说明中心通缆钻杆满足最小弯曲半径 54 m 的定向孔施工;哈沙图煤矿定向孔实例说明中心通缆钻杆满足急倾斜 58° 煤层的定向钻孔施工。

(3) 螺纹连接处是钻杆最薄弱的环节,建议对钻杆的接头进行渗氮处理,提高丝扣抗磨性能,提高钻杆使用寿命。

(4) 钻杆受拉弯反复作用下,塑料接头常受挤压变形断裂,导致线管进水内外导通,使信号无法传输。今后应完善塑料接头的工艺,选择密封性更好的材料。

(5) 为提高钻具受力强度和孔内事故能力。可研制 $\varnothing 89$ mm 通缆钻杆。若无线随钻测量研发成功,可用厚壁和普通钻杆来提高钻具受力强度和钻杆内高压水过流面积。

参考文献:

- [1] 姚宁平,张杰,李泉新,等. 煤矿井下梳状定向孔钻进技术研究与实践[J]. 煤炭科学技术,2012,40(5):30-34.
- [2] 姚宁平,张杰,李乔乔. 煤矿井下近水平定向钻技术研究与应[J]. 煤炭科学技术,2011,39(10):53-57.
- [3] 李乔乔,姚宁平,张杰. 煤矿井下水平定向钻孔轨迹设计[J]. 煤矿安全,2011,39(10):51-54.
- [4] 姚宁平. 我国煤矿井下近水平定向钻进技术的发展[J]. 煤田地质与勘探,2008,36(4):78-80.
- [5] 姚宁平,孙荣军,叶根飞. 我国煤矿井下瓦斯抽放钻孔施工装备与技术[J]. 煤炭科学技术,2008,36(3):12-16.
- [6] 石智军,胡少韵,姚宁平. 煤矿井下瓦斯抽采(放)钻孔施工技术[M]. 北京:煤炭工业出版社,2008.
- [7] 姚宁平. 煤矿井下煤层气抽采小曲率梳状钻孔钻进技术及钻具研究[D]. 湖北武汉:中国地质大学,2012.
- [8] 张杰,蒋玉玺,姚宁平,等. 九里山矿井下定向钻孔卡钻事故处理实践[J]. 煤矿安全,2012,43(11):125-127.

(上接第37页)

但表2中ZK28号孔时效较低,仅1.2 m/h,在于该孔所使用的冲击器正常工作几个回次后出现密封圈损坏、回缩弹簧跳槽与接箍卡死无法复位,导致冲击器不工作,钻进时效受到影响。因此每回次取心后均应仔细检查冲击器的各构件是否完好,密封是否可靠。

5 结语

独狼沟矿区勘查采用TXY75型绳索取心液动冲击器,配合相关设备及工艺进行绳索取心冲击回转钻进,其能很好的克服钻进打滑现象,钻进效果明显,可行性强,且使用时应注意勤检查。

在独狼沟矿区通过采用绳索取心冲击回转钻进工艺进行勘查施工,回次进尺增加;钻进时效、岩心采取率提高;岩心堵塞次数减少,纯钻时间利用率高,辅助时间少,钻孔施工周期缩短。

独狼沟矿区岩石坚硬、致密,可钻性等级高,采用绳索取心冲击回转钻进,钻头寿命延长,钻探成本减少,经济效益明显,在以后相关工程中可参考运用。

参考文献:

- [1] 韦漠. 广西阳坪铀矿“打滑”地层绳索取心钻进存在问题与对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(10):46-48.
- [2] 王建华. 绳索取心冲击回转钻具在煤田硬岩地层钻进中的应用[J]. 地质装备,2009,10(1):18-19.
- [3] 傅丛群. 绳索取心液动锤在多类型矿区的应用及其效果[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):24-26.
- [4] 张士军. 钻进“打滑地层”时的钻头与钻具的选择及使用[J]. 吉林地质,2010,29(9):122-124.
- [5] 罗爱云,段隆臣,王伟雄,等. 打滑地层新型孕镶金刚石钻头[J]. 地质科技情报,2007,26(1):109-112.
- [6] 张兰吉,周敦军,戴汉强,等. 金刚石钻头钻进打滑地层的探讨[J]. 山东冶金,1999,21(1):67-68.