

人造金刚石坑内钻探的应用经验

姜润正

(浒坑钨矿)

江西浒坑钨矿,是开采了二十多年的老矿区。上部中段基本采空,边部和深部缺乏地质资料,需要进行生产探矿。1978年我矿组建了坑内钻探组,选定了人造金刚石钻探。截至1984年底,完成坑内钻进尺5212米,获得了可观的远景储量,这项工作成功的。

浒坑钨矿床,属高中温热液充填型内接触带矿床。矿体主要赋存于浒坑白云母花岗岩内,呈脉状。矿区构造发育,勘探类型主要为第Ⅳ类,部分为第Ⅲ类型。

矿石构造以条带状为主,次为块状,结构为中细粒。围岩致密坚硬、完整、稳定,属中至强研磨性,硬度系数 f 12~13,无巨大构造裂隙带存在,抗压强度最大值为 1933 kg/cm^2 ,最小 694 kg/cm^2 ,平均值为 1288 kg/cm^2 。

钻 进 工 艺

(一) 钻头的选择

选择钻头的一般原则是:从岩石硬度看,当钻进坚硬、完整而研磨性弱的岩石时,宜用金刚石品级高、粒度细和胎体较软的钻头;钻进中硬及部分硬岩时,可选用金刚石粒度粗和胎体较硬的钻头。从岩石的研磨性和完整程度看,钻进破碎的、研磨性强的岩石时,宜用金刚石品级高、粒度细和胎体较硬的钻头;钻进完整的、研磨性较弱的岩石时,应选用金刚石粒度粗和胎体较软的钻头。此外还要考虑矿区岩层破碎程度、石英含量、硬矿物组份的粒度等因素,然后投入钻进试验,对结果作统计分析后,确定与所钻岩层最适应的钻头。

我们通过分析82个不同参数钻头的使用情况,看出80目金刚石的钻头应用效果较好(表1)。

通过对不同胎体的统计分析,以胎体洛氏硬

不同粒度金刚石钻头使用效果比较 表1

金刚石 粒 度	钻头磨损 (mm / m)			钻头平均 寿命 (m)
	高 度	外 径	内 径	
60目	0.182	0.024	0.022	8.88
80目	0.047	0.012	0.014	13.28
100目	0.420	0.025	0.044	13.87

不同胎体硬度的钻头使用效果比较表 表2

胎 体 硬 度	钻头磨损 (mm / m)			钻头平均 寿命 (m)
	高 度	外 径	内 径	
40	0.192	0.035	0.044	9.87
44	0.135	0.027	0.020	15.10
42	0.065	0.010	0.012	41.82

度42的钻头为好(表2)。

由此可见,粒度80目、胎体硬度42的钻头最适合我矿岩层钻进。选用这种钻头后,钻头平均寿命从10m提高到35m,平均小时效率从0.7 m提高到2.38m。

为什么钻进研磨性强的岩石宜用胎体较硬的钻头呢?原因是:钻进过程实质上就是钻头破碎岩石和岩石、岩粉磨损钻头的过程。研磨性强的岩石及岩粉,对钻头胎体的磨损作用更为显著,同时在钻进这类岩石时,往往为了及时冷却,排除磨损钻头较严重的岩粉,泵量开得也较大。如果胎体较软,将会被迅速磨损而失去包嵌金刚石的作用。结果,尚未磨损完的金刚石便过早地脱落,脱落之金刚石反过来又同钻头互相碾磨。如此恶性循环,钻头就会很快磨损。因而钻进研磨性强的岩石,需要选用胎体较硬的钻头。

为什么钻进硬地层宜用金刚石粒度小、浓度低的钻头呢?原来金刚石粒度愈小,单颗粒抗压强度愈大,从而能克服硬地层的抗压阻力;岩层

坚硬而致密,必须提高工作面上的比压力,有效工作面可以在30~50%之间,金刚石浓度应取低值。金刚石浓度控制着表面上的有效切削点数量,浓度愈大,作用在每粒金刚石上的压力和负荷愈小,刻取岩石的能力就越差,钻进效率也就下降。低浓度的钻头上,每粒金刚石承受的载荷较大,刻取力强,因此在钻进硬岩层时用低浓度钻头为宜。我们用的钻头,其金刚石浓度在19~20%者,效果较好。

(二) 钻进参数的确定

1. 转速

由于孕镶钻头金刚石出刃小,需要用高转速实现快速钻进。实践证明,转速和钻速的提高,并未导致钻头磨损速度的加快。一般孕镶金刚石钻头的线速度应控制在1.5~3米/秒范围内。

为了探索钻速、转速和钻头磨损速度之间的关系,我们对几年来施工的钻孔资料,抽取1314个回次(2662米进尺)进行统计分析,结果如图1。

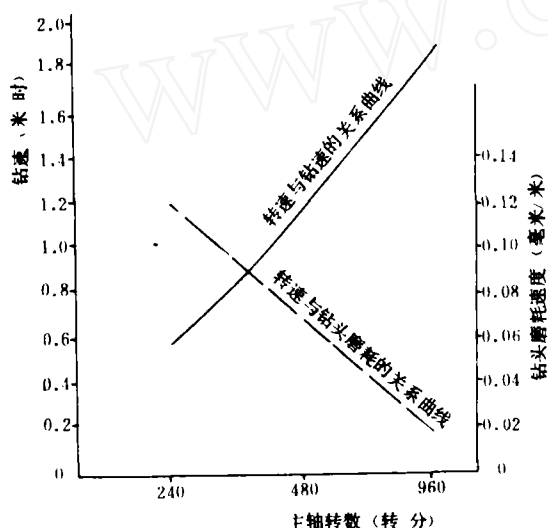


图1 不同转速下钻速和钻头磨损速度关系曲线图

图1曲线,是用KD-100型钻机,以 $\phi 36.5$ 口径的不同品种的钻头,钻进花岗岩及石英脉时的记录资料为依据的。因此,它只能反映在该钻进条件下的情况。我矿选用的转速是,慢速240转/分,快速960转/分。图1曲线可说明下列问题:

①钻进速度随转速的增高而上升,显示了转速对提高钻速的主导作用

②随着转速和钻速的提高,钻头磨损速度降低,降低幅度较大。可以认为960转/分是合理转速。

但在钻进中遇到下列情况之一时,不能开高转速:①冲洗液的润滑性能不良;②进尺突然加快;③钻具弯曲,同心度较差或级配不当;④钻进研磨性较强的岩石。

2. 钻压

实践证明,钻压过大,易造成钻头的过量磨损及钻杆折断、外管弯曲、堵心、跑斜;而钻压过小,又易造成钻头空磨,时效降低。我们依据图1曲线,调节选择钻压,在尽量开高转速的前提下保持较高的钻速,若钻头磨损过快,则降低钻压,若钻头磨损速度达到要求,而钻速降低幅度较大,则说明此钻头不适应钻进中的岩层,需要调换钻头品种。

在正常钻进时,应保持压力平衡,不要经常调压。在钻进中遇到下列情况之一时,则应降压:

- ①重新下钻时(钻头下到井底要轻压慢转);
- ②钻具刚性差而产生弯曲时;
- ③钻进中遇岩石变软时;
- ④岩心堵塞时(要防止误认为金刚石磨钝而错误加压);
- ⑤钻具强烈振动,钻机发热及发出不正常响声时。

3. 泵量和泵压

泵量的大小,应视岩石性质、钻杆与钻孔的环状间隙、钻头类型、金刚石粒度、胎体性能等多种因素而定。

我矿对十几次烧钻事故原因的分析说明,大多数是由于泵量不足(甚至孔底无水)所致。针对生产实际情况,我们确定合适的泵量为20~30升/分,孔底返水呈螺旋形排出为好。

泵压也应是金刚石钻进的重要参数。泵压如果不足,则不能在钻头内外壁之间形成足够的压差而使通道淤塞。泵压应随孔深而加大,在不同孔深中,我们采用的泵压列于表3。

根据泵压的变化,我们可以判断孔内可能发生的情况。我们的经验大体是:

- 1 泵压小幅度升降,一般是孔底换层所致,

孔 深, m	泵压, kg
1 ~ 20	2 ~ 2.5
20 ~ 40	2.5 ~ 3
40 ~ 60	3 ~ 3.5
60 ~ 80	3.5 ~ 4
80 ~ 100	4 ~ 4.5
100 ~ 120	4.5 ~ 6
120 ~ 140	6 ~ 8

这时就要特别注意进尺变化和钻具响声, 防止岩心堵塞。

②在钻进效率突然降低或不进尺的同时, 泵压突然大幅度升高, 多半是发生了岩心堵塞, 要尽快提钻。

③泵压突然大幅度下降, 往往是钻具折断或脱扣, 应立即停钻检查。

我们曾一度使用清水钻进, 钻进20m后就难以进尺, 钻机发热, 孔内响声异常, 钻具振动大, 在清水中加入0.3~0.5%的皂化油后, 异常现象随即消失, 效率即迅速提高。正是由于采用了乳化液冲洗, 使钻具减少了磨损, 延长了钻头寿命, 减少了事故, 岩矿心采取率可稳定在85~92%。

4. 电流

电流大小也是反映孔内情况的重要标志之一。在高转速条件下, 随孔深的增加, 电流消耗相应增大, 但增大有一定的极限。若在某一深度出现不相适应的电流, 应视为井下异常。通过多年的实践, 我们摸索出在不同孔深时, 与之相适应的电流如表4所示。

孔 深, m	电 流, A
1 ~ 20	3 ~ 4
20 ~ 30	4 ~ 5
30 ~ 40	5 ~ 6
40 ~ 50	6 ~ 7
50 ~ 60	7 ~ 8
60 ~ 70	7 ~ 8
70 ~ 80	8 ~ 9
80 ~ 90	8 ~ 9
90 ~ 100	9 ~ 10
100 ~ 110	10 ~ 11
110 ~ 120	11 ~ 12

(三) 操作要点

1. 保持孔底清洁。

2. 用好双管钻具, 谨防双管堵水、堵心。

①短节突台与扩孔接手应为3~5mm距离。

②下钻时要避免猛蹾钻具, 以防卡簧落底封堵卡簧座水口。③保持水接头水眼通畅。④外管接头与内管接头距离保持在1mm以上, 卡簧座与短节、短节与内管配合不能过紧或过松, 以不会自由脱落为适度。⑤卡簧座底端离开钻头内台阶1~3mm。⑥保持内、外管笔直, 如用手转动一周, 应感到阻力均匀才好。

3. 钻头卡簧尺寸配套。即: 卡簧的自由内径要比钻头的内径小0.2~0.3mm, 卡簧应配套2~3种尺寸, 内径差0.3~0.4mm。

4. 严守规程, 杜绝钻头损坏。

5. 精心操作, 严防堵心、打滑和烧钻。

设备改造和技术革新

(一) 钻机改造

1. 对KD—100型钻机的改造

①改变转速 原主轴转速为100、200、400转/分, 不能适应金刚石钻进的高转速要求, 故我们将原电机110mm的飞轮改为155mm, 把变速箱170mm的皮带轮改为120mm, 使主轴转速达到240、480、960转/分, 从而使钻进的平均时效达到2米以上。

②改进给进方式 原机的气动给进, 不适应我矿坑内供风困难的情况, 只能将风动改为油压给进。具体作法是拆除了风压装置, 另安了一套油压开关及一台油泵(YBC—12/80型), 由3千瓦的电动机带动, 溢流阀控制, 原气缸变成油缸, 从而改变了给进方式。

2. 对钻石—100型钻机的改造

该型钻机以风马达为动力, 需耗费15马力功率才能转动风马达, 在矿山供风紧张的情况下, 将无法开动此钻机, 为此我们也对它进行了改造: 在钻机主机上拆除风马达等装置, 另配一台7.5千瓦的电马达, 并增加了一套固定在滑杆上连接电马达的附属装置, 以及一台3千瓦之电机带动油泵, 使该机由风动改为电动。

(二) 自制钻机台车

为了解决坑内俯孔钻进时钻机立柱无法支撑的问题,以及为了克服钻机拆迁安装困难的缺点,我们参照地表钻立钻的原理,自制了钻机台车(图2)。制作方法是:将钻机固定在特制的机架上,并安装在四个矿车轮上,置于矿山铁轨上进行搬迁。钻进时,用四个活动卡将矿车轮固定在铁轨上,钻进角度 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 均可。机架主要用

1.5m长、0.12m宽的槽钢做底盘,以两根1.2m长的 60×5 mm的无缝钢管作立柱焊接而成台车。钻机即固定于无缝钢管上,并将油泵系统安装于机尾,结构紧凑且起配重作用。如钻场条件使钻机不稳,可将原机立柱加固支撑。经多年使用,证明这种钻机台车是适用的。它起到了减轻劳动强度、缩短搬迁时间的作用,解决了在坑内打俯孔的难题。

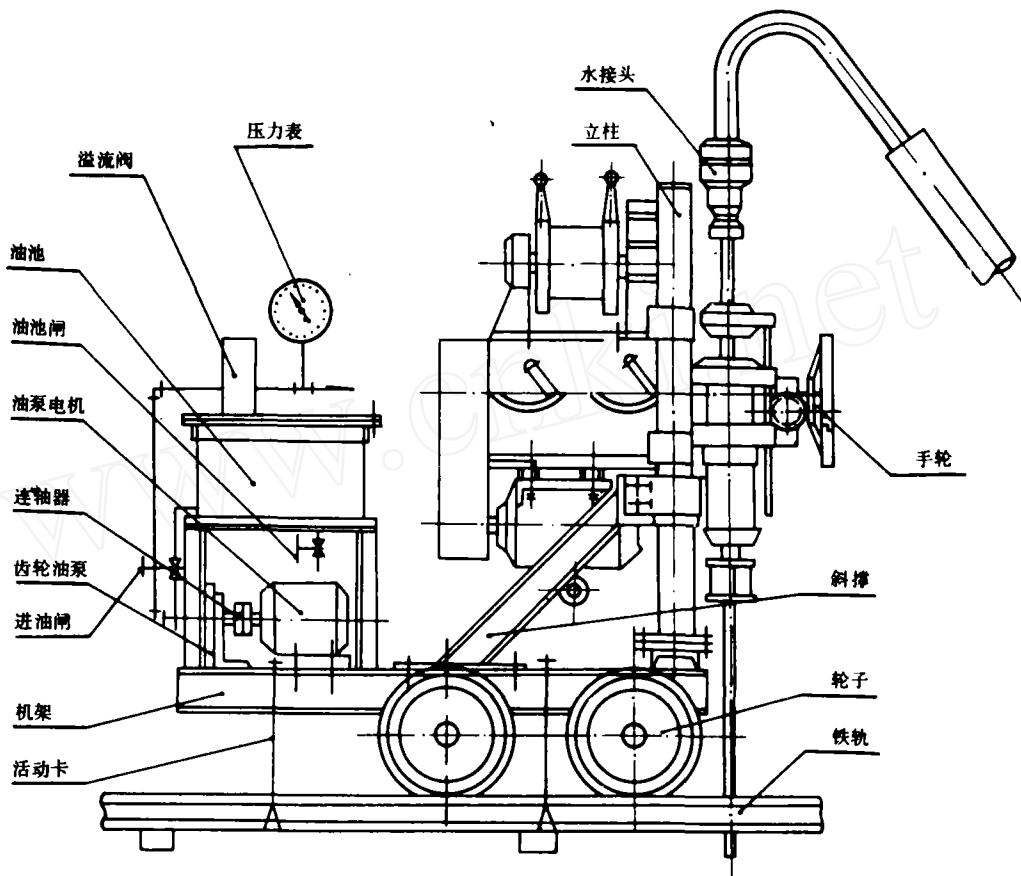


图2 KD-100型钻机改造及钻机台车示意图