

孕镶金刚石钻头合理运用的研究

励美恒

(中国地质大学·武汉)

介绍了孕镶金刚石钻头结构参数的选择和正确使用的有关工艺方法。建议钻头生产厂家与用户开展岩性测定工作,推荐出计算钻头综合技术经济效益的公式。

关键词: 孕镶金刚石钻头; 结构参数; 恒速控制; 综合经济指标



钻探技术

在推广人造金刚石钻进技术的过程中,普遍看到这样的现象:即用不同类型的孕镶钻头钻进同一种岩层,或用相同的钻头钻进不同的岩层,其钻进效率往往相差较大。这主要是因为孕镶金刚石钻头的结构参数复杂造成的,其中包括金刚石的品级、粒度、浓度、胎体硬度、胎体抗冲击韧性、钻头唇面形状、水口数量及尺寸等。这些要素互相匹配组合,可形成不同性能的钻头。另外,钻头所钻的岩石,由于岩性不同,其机械物理性能差异悬殊。这些性能都不同程度地影响着金刚石钻进的效率。

由此可见,要想提高金刚石钻进效果,必须选配与岩层相适应的孕镶金刚石钻头,并采用合理的钻进工艺。

测定岩石有关机械物理性能的意义

现行的12类岩石可钻性分级法,已经起到或正在起着宏观指导金刚石钻进的作用。但具体到每个钻探队或矿区,由于受地质构造和其他因素的影响,同一种岩石的岩性变化很大,如不开展岩样的测定工作,一味套用12级标准,往往达不到理想的钻探效果。

这种测定工作一般是从两个方面进行的。

1. 钻头生产厂家要调查用户施工地区的地层岩性,特别是钻头用量较大的地层,力争做到钻头对号入座。例如,美国休斯石油钻进公司,把用户运来的岩样(心),在室内模拟钻进实验台上测定,以获得可靠的数据资料。他们还推荐用户适用的钻头和合理的钻进工艺规程,并把这些数据输入计算机,用户则把根据建议所实施的钻进效果再返回公司的计算中心,最终形成一套岩石性质—钻头结构参数—生产条件—生产效果的信息数据库。这种资料积累得愈多,则提供的产品和建议愈受用户欢迎。

2. 用户对施工区的岩性进行自我调查。如河南洛阳关林探矿工程队,为合理地选择金刚石钻头,对施工区的岩层岩性进行了测定。先后对上宫、密县、首阳山、小秦岭、南泥湖、伊川等矿区的岩样,进行了压入硬度、摆球硬度、研磨性、弹性等参数的测定,并结合进行岩相观测。之后,通过多元回归统计得出可钻性预测方程,最后,利用微钻对岩样进行模拟验证,进而确定岩石可钻性级别。用上述研究测定结果,指导钻头的选型和钻进,仅1986、1987年的两年中,就节省钻探生产资金70多万元。其中,

钻头费用约节省10万元以上,而开展此项研究工作花费却不足3万元。

测定岩石性能的简易设备

对于一般的野外勘探队而言,只要配置静压入硬度计和摆球硬度计,一台微钻实验台即可对岩样开展基本测定工作,达到有效的选择金刚石钻头的目的。目前广西、河南、湖北等地采用的K—20型微钻^①,就是一种有代表性的简单而实用的小型模拟钻岩设备。

K—20型微钻的主要技术性能:

钻头直径	20mm
最大钻压	2000 N
液压缸行程	150mm
位移显示精度	1 mm
主轴转速	1000, 1200, 4000 r·p·m
试样(岩心)直径	30~125mm
试样长度	100~160mm
动力功率	1.1kW
外型尺寸	755×600×1200mm
重量	2000 N

孕镶金刚石钻头结构参数的选择

1. 金刚石品级。孕镶金刚石钻头的质量主要受金刚石品级的影响,尤其是钻进坚硬岩石和研磨性大的岩石,表现尤为明显。如金刚石品质较差,再好的钻头结构与制作工艺也不能从根本上改善钻头质量。这一观点不仅被生产实践所证实,而且也经专项试验所证实。例如,采用通用电器公司的金刚石和国产JR3型金刚石分别制做钻头,钻进同一种石英含量40%以上的黑色花岗岩(钻程2米),结果表明前者金刚石晶形完好,可见棱角,而后者金刚石已有40%被破碎或磨圆。其时效与前者有较大差距。

国外比较重视金刚石的品级。对美国克里斯坦森,日本利根,瑞典克瑞留斯等公司的考察表明,国外的金刚石钻头制做方面特别重视选用优质金刚石材料。他们所采用的金刚石无论是单粒抗压强度或晶形完好率均

超过我国现用的水平。表1列出的国外(梯比尔斯、通用电气公司、苏联)和我国几种钻头常用人造金刚石的静破坏载荷值,即可说明这一差距。



K—20型微钻外貌照片

2. 金刚石粒度。粗粒金刚石镶制的钻头,因其钻进的出刃大、切深大,产生的岩屑也粗,并能保证唇面有一定的冲洗液流通间隙,所以能有效地提高钻进效率。随着国内金刚石合成质量的提高,钻头用金刚石的目数已由过去的80目开始迈进40~60目的较粗范围。在国外,由于金刚石质量较高,即使在极坚硬的岩层中钻进,亦选用较粗颗粒(如40目)金刚石。当前,国内高强度粗颗粒金刚石合成工艺的研究工作已经起步,可望不久将会提供优质磨料。

3. 金刚石浓度。孕镶钻头金刚石浓度

^① 中国地质大学机械厂生产,1987年通过部级鉴定。

的选择, 要考虑到钻头的时效与寿命的合理匹配。这种合理匹配的标准就是以达到最佳的经济效益为目的。国内近几年已开始强调合理地选配浓度, 并通过改善其他参数来提高钻头的速度指标。国外对此更是重视。例如, 瑞典克瑞留斯公司生产的钻头, 出厂时

在试验台上进行抽样标定, 其标准是在10级花岗岩中的钻进时效达到12米, 寿命达到30米。理论与实践都证明, 保持较高时效, 是降低钻探成本的主要因素, 深孔钻进尤其如此。

国内外人造金刚石强度测定值比较表

表 1

产地	梯比尔	梯比尔	梯比尔	梯比尔	梯比尔	通用	通用	通用	通用	通用	苏联	中(地)	中(地)	中(地)	中(煤)	中(煤)
品种	EMBS	H.C	SDA 100S	SDA 100	SDA 85	MBS 70	MBS 70	MBS 70	MBS 70	MBS 750	ASX	RYH	RYBO	RY	JR4	黑色
粒度 (目)	20/25	20/25	20/25	20/25	20/25	20/25	30/35	40/45	50/60	30/35	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
破 坏 载 荷 测 定 值 (公斤)	42	16	52	240	12	208	72	62	18	10	42	13	8	32	10	8
	15	18	150	68	16	13	38	10	25	10	33	12	10	8	10	5
	15	32	55	70	140	53	91	10	15	42	10	5	14	10	16	8
	18	18	28	118	153	55	52	25	5	94	6	10	8	7	8	14
	16	30	450	20	75	20	96	10	8	25	13	10	8	14	12	12
	16	40	90	65	15	18	57	85	12	52	18	10	20	8	8	12
	8	16	85	30	14	32	76	15	30	97	65	8	18	12	10	15
	38	28	43	45	30	72	20	36	15	26	25	6	15	10	23	10
	10	18	235	62	20	42	27	27	26	82	13	8	10	13	14	10
	36	22	55	15	102	305	28	30	18	70	56	10	10	8	5	14
	16	10	135	160	91	23	40	12	8	77	12	15	14	12	11	12
	22	12	293	45	32	68	95	25	8	40	17	8	8	10	8	25
	18	22	95	76	68	28	10	18	16	28	38	15	18	8	13	10
	8	40	56	18	28	28	58	10	20	28	26	10	15	10	8	13
	10	30	272	46	15	77	88	40	17	52	25	16	6	21	15	8
	25	16	98	138	30	28	12	32		22						
	15	14	142	20	18	30	12	57		78						
	18	12	37	133	132	48	32	8		102						
	15	17	118	28	155	58	48	13		8						
	17	32	225	105	92	100	17	15		32						
平均值	18.9	22.2	135.7	75.1	61.9	65.6	48.5	27.0	16.3	49.1	26.6	10.4	12.1	12.2	11.4	11.7
范围	34	30	422	225	143	287	86	77	25	94	59	11	14	25	18	20
标准 偏差	9.2	8.1	114.1	60.8	38.6	77.6	23.2	20.8	7.2	25.4	17.0	3.2	4.0	7.2	5.2	5.8

* 梯比尔—梯比尔斯公司, 通用—通用电器公司, 中(地)—中国地矿部, 中(煤)—中国煤炭部。

具体选择浓度时, 还要与金刚石的粒度、岩石性质、胎体的性能等因素相联系。如使用较粗颗粒的金刚石, 其浓度值可适当降低, 当前我国多采用400%制的体积浓度, 按这一浓度制计算, 如选用40~60目的金刚

石, 在坚硬岩层中应采用50~70%的浓度。克瑞留斯公司在钻进极坚硬岩时, 一般选用40目的金刚石, 浓度为50%; 如采用60~80目的金刚石, 其浓度取75~80%。

4. 胎体孕镶层的高度。这一参数的选

择应与所钻岩性相配合。如在极坚硬的岩石中钻进，钻头失效的主要原因往往是内外径过度磨损所致，这时，过多增高孕镶层也无济于事。建议参照下列条件选择孕镶层高度：

研磨性中等的硬岩层	6mm
研磨性极高的极硬岩层	3~4mm
研磨性低的硬岩层	6~7mm

5. 胎体硬度及其他机械性能。目前，国内习惯用单一的硬度指标表示胎体的性能。这种做法的不合理现已被许多用户所认识。人们发现，硬度只是在宏观上表示胎体的强度和耐磨性等，但有时它们之间呈非线性关系，甚至出现硬度和脆性的相关关系。所以对胎体的断裂韧性、耐磨性等指标也开始重视。但是，后两项指标的测定工作，目前国内许多厂家无法进行。国外，有的厂商已开展了这项工作。如克里斯坦森公司采用研磨法、高速射流喷砂法等几种装置，可以测定钻头胎体的耐磨性。

在目前条件下，多数钻头生产厂家只能继续依靠胎体的硬度指标来控制胎体的性能。为保证钻头的自锐性，在坚硬且研磨性高的岩石中，胎体的HRC值应小于25；在研磨性不高的岩层中，胎体的HRC应控制在30左右。在生产中，由于对钻头钻速或寿命指标有不同的侧重要求，所以钻头胎体硬度及其他参数指标应有一大致的配套顺序关系（表2）。

不同侧重要求下钻头结构参数的排列顺次 表 2

侧重要求	钻头主要结构参数的排列顺次
提高钻速	金刚石品级—金刚石粒度、浓度—胎体机械性能
提高寿命	金刚石品级—金刚石浓度、粒度—胎体机械性能

孕镶金刚石钻头的正确使用

只有正确地使用钻头，才能更好地发挥钻头的原设计特性。对于孕镶钻头而言，在

钻进中保证钻头的自锐是个关键。为此，对金刚石钻进中常遇到的4个工艺问题作如下讨论。

1. 恒压钻进。这是现场上常用的一种控制给进方法，它拘泥于钻进规范的规定，即严格控制钻头唇面上每平方厘米所必备的标准比压给进。除非钻速大幅度下降才增加比压。这种工艺过程，很难发挥钻头的自锐特点。因为随着金刚石刃尖的磨钝，单位切削面积上的比压，将随金刚石与岩石接触面积的增大而迅速减小。如金刚石与岩石处于研磨状态，钻速会明显降低，金刚石也被抛光，出现钻头“打滑”不进尺现象。这时再调整钻压也难以恢复金刚石的正常出刃。遇到这种情况，只有提出钻头进行人工处理。上述现象多出现在坚硬致密且研磨性大的岩层中。

2. 恒速钻进。这是根据岩性、孔深和钻头质量，以及实践经验而确定的一个合理钻速，并以此为标准控制钻压、转速等参数进行钻进。这种控制办法，可保证钻头切削上具有破碎岩石的足够比压，所以能在长时间内不被抛光。其关键是选择好初始压力（即保证初始的进尺率），才能保持钻速平稳。

3. 人工磨锐法。钻进中，由于岩性变化和金刚石质量的限制，以及操作工艺参数的选择不够科学等原因，都会出现钻头中途“打滑”不进尺现象。现场设备条件又不允许在钻速开始下降期间，对钻具施加过大轴压力。这时，将钻头提出地面，用人工磨锐的办法加以处理，一般均会奏效。处理方法有：①敲击法。用锉刀敲击唇面，使已磨钝的金刚石提早脱落。让新的金刚石出露；②机械喷沙法；③酸蚀法等。

4. 保持井底有足够的水马力。孕镶钻头的水口高度，多半是在制做钻头时一次形成。水口高度尺寸是根据钻头寿命而设计的。因此，钻进初期水口有较大的过水断

面, 冲洗液畅流, 不能有效地对钻头唇面进行压力冲洗。当钻头进尺较快时, 有许多岩粉不能及时清除而粘结于钻头唇面。

国外有的厂家, 在制做钻头时采取软金属堵截部分水口的作法。这样新钻头的水口高度有限, 可有效地控制冲洗液。随着钻头底唇的磨耗, 可逐渐地剔掉相应尺寸的水口软金属堵块, 以获得稳定的冲洗水马力。

钻头经济指标的综合评价方法

为提高金刚石钻头的经济综合效果, 人们期望能有一种简便的计算方法。一些研究者建议用钻头寿命和平均时效的乘积作分子, 而以钻头价格作分母, 来表示钻头的经济技术综合指标 S 。

$$S = L \cdot V / C_0 \quad (1)$$

式中, L ——钻头寿命 (米); V ——平均钻速 (米/小时); C_0 ——钻头价格 (元/个)。

(1) 式虽然直观, 但过于粗糙。而且

与生产管理的实用经济标准联系不够紧密。

为了体现钻头的钻速因素, 比钻头寿命因素更能影响钻探的经济效益的特点, 建议采用下式来计算:

$$C = O/V + (C_0 + TO + M)/L \quad (2)$$

式中, C_0 ——钻头价格 (元/个); O ——包括直接的后勤费用和人员费用在内的设备运转费 (元/小时); V ——平均钻速 (米/小时); L ——钻头寿命 (米); T ——在钻头寿命以内, 中深孔条件下升降钻具的时间 (小时); M ——该钻头钻进时所耗冲洗液的费用 (元); C ——每米钻探成本 (元/米)。

(2) 式中等号右边的第一项反映了钻进效率对成本的影响, 第二大项主要反映钻头寿命对每米钻进成本的影响。此式考虑了在不同孔深、不同设备类型条件下, 优选钻头效率与寿命的匹配关系, 有实用性。

Put Impregnated Diamond Bits into Rational Operation: A Discussion

Li Meiheng

The author points out that only in this way, the diamond impregnated bits are suitable for the rock formations to be drilled, can we achieve good drilling results. Therefore, it is necessary to determine the drillability of rocks, to choose a reasonable structural constant of the bits, and to adopt a controlling measure for constant drilling speed. In addition an all round appraisal of economical and technical index for the bits should be given.

用投碎石法解决钻头打滑问题

冯玉国

(长春冶金地质专科学校)

金刚石钻进中经常出现的钻头“打滑”现象, 对钻进效率有很大影响。现场解决这一问题的办法较多, 如对钻头进行喷砂、酸蚀, 在泥浆中混入岩粉, 采用异形唇面钻头和冲击器, 以及施加强力规程等。这些措施在某种程度上都可以取得较好的效果。但在缺少相应设施的情况下, 向孔底投入碎石块, 也颇有效。

在某金矿的 ZK12—11 钻孔中, 在钻到坚硬的混合花岗岩时, 钻进时效下降到 0.2~0.3 米, 后向

孔内投碎石块, 用以研磨钻头胎体的孕镶层, 促使新的金刚石出刃。结果, 后来的几个回次平均时效提高到 1.10~1.3 米。顺利通过了“打滑”层。

操作方法: 把混合花岗岩砸成直径 0.5~0.8 厘米的小块, 提钻后从孔口投入。然后下入钻头, 采用轻压、慢转、小泵量的研磨钻头规程, 直到正常进尺再改换标准规程钻进。这种办法最好用于胎体硬度大于 HRC35 的钻头; 投石量不可过少, 以孔底形成均布充填为宜, 过多又会影响正常钻进。