

钻头金刚石出刃高度对钻进性能的影响

孙毓超 高德生

(冶金部第一冶金地质勘探公司探矿技术研究所)

概 述

孕镶钻头底唇面金刚石的出刃高度,是表征其钻进性能的重要技术指标。当前国内外有关金刚石出刃高度定量测定的报道尚不多见。在施工现场多用肉眼观察或借助于放大镜、体视显微镜进行观察,有时甚至凭手的触感去判断。国内在金刚石出刃高度的定量测定上做的工作不多,方法也比较单一,很少进行不同测定方法的对比验证。对钻头金刚石出刃高度与钻进性能间的定量研究至今尚未开展。

众所周知,孕镶金刚石钻头是在钻进过程中自磨出刃,如果出刃状况不好,钻进性能就明显降低,所以出刃高度是衡量孕镶钻头的重要指标。此外,为了全面地评价某项新的烧结工艺或某种新型钻头,都离不开对出刃高度的定量分析和讨论。特别是在生产实践上验证了出刃高度对钻进性能的影响之后,更有必要完善和定型金刚石出刃高度的测定方法,并加速推广使用,以满足研究工作与施工现场的需要。

本文就钻头出刃状态和出刃高度与钻进性能间的定量联系,以及出刃高度的定义与测定方法等问题进行粗浅的讨论。

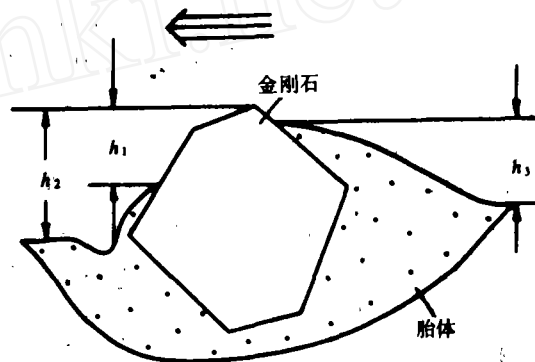
金刚石出刃高度的测定

1. 金刚石出刃高度的规定

对钻头上工作金刚石出刃高度的理解和规定,目前尚不统一。有人把金刚石前沿凸出胎体部分的线性尺寸,规定为金刚石的出刃高度;本文把工作金刚石连同包裹它的胎体所构成的以金刚石为尖顶的小丘高度,规定为金刚石的出刃高度,即小丘两侧沟谷至金刚石出刃顶部的高度尺寸(见图)。图中, h_1 是前者规定的高度, h_2 是本文规定的高度, h_3 是蝌蚪支撑体的高度。

按前者规定,要想使 h_1 大幅度的提高已不可能,

因为参与工作的金刚石在高速回转过程中承受切向力的作用,部分金刚石可能沿解理面破裂;另外,当金刚石出刃高度超过金刚石粒径的 $1/3$ 时,也可能使金刚石整粒脱落。所以提高 h_1 的尺寸受到限制。



金刚石出刃示意图

本文所规定的 h_2 ,可以通过不同的技术措施进行调整,而且也符合钻岩过程的实际情况,又可使出刃高度不受金刚石粒径的限制。 h_2 的提高,使金刚石吃入岩石之后仍能保证孔底和钻头胎体间具有较大的通水间隙,既可以使唇面金刚石和胎体充分冷却,岩粉能及时被排除,又可以减少冲洗液和岩粉对胎体的冲刷和磨损,钻头的钻进性能也得到了进一步改善。

2. 测定方法及其原理

测定金刚石的出刃高度,采用了两种方法,即光切法和显微镜准焦法。

(1) 光切法:利用表面光洁显微镜测量。本法利用照射在不平表面的光束反射后形成的波峰和波谷的象差,来测定被测物表面的凸凹深度。此法较多地用于测定金属加工表面的光洁度。由于金属表面的反光性好,测量效果也好。但是对测定具有一定透明度的金刚石凸起高度,效果并不理想,因为照射在金刚石上的光线,大部分发生透射和折射,造成反射效果不好,成像模糊,加之测量视域为一狭缝,视场又暗,

给被测点的辨认带来一定的困难,甚至有时把底唇上的划痕或金刚石脱落坑也误测为出刃高度。

光切法照相测量的出刃值公式:

$$H = \frac{C}{M \cdot \sqrt{2}} \quad (1)$$

式中: C —测量高度(最高点与最低点的高度差),单位毫米; M —放大倍数。

光切法目视测量的出刃值公式:

$$H = \frac{a}{2V} \quad (2)$$

式中: a —光学相差(最高点与最低点的高度差),单位毫米; V —放大倍数。

(2)显微镜准焦法:反光显微镜准焦法,是利用调焦旋钮带有刻度分划值的反光显微镜,分别在出露金刚石的两侧沟谷和金刚石顶点准焦,并记下调焦旋钮的刻度值,然后求出高度差。

显微镜准焦法具有视域大,视场明亮,成象清晰,操作方便等优点。通过调焦旋钮可以得到胎体沟谷基面、金刚石顶点和蝌蚪支撑顶点的清晰图象,测得的高度差比较准确,测量精度较高。本设备每格刻度为2微米。

测量程序:选择有代表性的测点5~10个,并作好标记,用10~20倍物镜进行测定,为消除或减少误差,每点反复测量3~5次,记下平均刻度值 a_1, a_2 ; a_1, a_2 分别为沟谷和金刚石顶点的准焦刻度值。

计算公式为

$$h = (a_1 - a_2)n \quad (3) \textcircled{1}$$

式中: h —金刚石出刃高度(毫米); a_1 —沟谷平均刻度值; a_2 —金刚石顶点的平均刻度值; n —微调旋钮每格代表的尺寸(本仪器为0.002毫米)。

表1给出了不同方法测定的出刃高度数值*。

表1

测量方法	对两种钻头的测量结果 (微米)		出刃差值 (微米)
	热压法	特种烧结法	
光切法	76.5	98	21.5
准焦法**	92.3/59	116.9/78.7	24.6/19.7

* 测量热压钻头4只,特种烧结钻头7只。

** 分子为金刚石出刃高度,分母为蝌蚪支撑高度。

出刃高度对钻进性能的影响

1. 对机械钻速的影响

室内台架试验和一定批量的野外钻进试验表明,机械钻速随钻头底唇金刚石出刃高度的增加而近似线性的增加^②。粗略地表达式如下:

$$V = ah + b \quad (4)$$

式中 V —机械钻速(毫米/分); h —金刚石出刃高度(毫米); a, b —待定常数。

表2是室内进行的同原料、同配方、同工艺、同岩性、不同烧结方法的两种钻头的金刚石出刃高度和蝌蚪支撑高度及机械钻速。

表2

测量项目*	热压钻头	特种烧结钻头	差值	提高百分数
h_2 (微米)	104	111	7	7
h_3 (")	79	87	8	10
$\bar{V}$ (米/时)	2.06	2.60	0.54	26
V_{max} (")	5.00	5.48	0.48	10

* $\bar{V}$ 平均钻速; V_{max} —最高钻速

表中数据表明,特种烧结钻头在钻进工艺变化过程中平均钻速的提高百分数,大于金刚石出刃高度的提高百分数,反映出特种烧结钻头对钻进工艺变化有较好的适应性,而中频热压钻头在钻进工艺改变时,钻速的降低较明显。

表1、表2的数据说明,特种烧结钻头的金刚石出刃高度比中频热压钻头提高了25%,机械钻速提高了20%以上^③。

上述效果的获得,主要是由于金刚石出刃高度的增加,直接增加了金刚石对孔底岩石的刻取量。当然,体积破碎后的岩粉量也会增加,但由于底唇形成良好的沟谷,能及时排除大量岩屑,同时由于钻头胎体和孔底间的间隙加大,可形成足够厚的良好水膜,冲洗

①高德生:金刚石地质钻头出刃高度测定,1985年

②孙毓超执笔:特种烧结钻头室内台架试验分析报告,1985年

③孙毓超执笔:特种烧结钻头野外钻进综合分析报告,1985年

的正常冲洗得到保证,使唇面尤其是金刚石不致因冷却不好造成提早损坏,从而保证较高速度的钻进。

2. 对钻头寿命的影响

试验表明,特种烧结钻头的平均寿命,一般比热压钻头的平均寿命提高一倍以上。经分析认为,钻头寿命的提高与金刚石出刃高度的增加也有密切关系,因为金刚石出刃高度的增加对减少钻头唇面拉槽,提高金刚石利用率,改善底唇工作状况,减小冲洗液和岩粉对胎体的冲蚀等,都有一定的益处,故在工作中表现出下述特点:

(1)提高金刚石的有效利用率:金刚石出刃高度的增加是因为胎体对金刚石的包镶能力提高,且具有一定的韧性。同时金刚石后的支撑体高度也增加,借以保证底刃金刚石正常工作而不致过早脱落,这样就延长了金刚石的工作时间,金刚石对胎体支撑也起到了保护作用,反映出钻头的耐磨性好、寿命长。

(2)减少底唇拉槽现象:根据几个矿区的实钻结果统计,特种烧结钻头因金刚石出刃高度的提高,很少出现唇面拉槽现象;而热压钻头的底唇拉槽较多(见照片),大多数钻头的孕镶层只要磨去2.5毫米左右,钻头就报废了,明显地降低了钻头的寿命。

由于特种烧结钻头金刚石出刃高度增加,改善了底唇面的冷却条件,避免和减少了钻头微烧后的拉槽现象,在统计的百余只特种烧结钻头中,只有极个别的钻头发生过拉槽。



热压钻头唇面拉槽照片

(3)增加了底唇胎体的抗冲蚀性:钻头上金刚石在钻进中破碎岩石的过程,也是岩粉在冲洗液作用下共同冲刷研磨胎体的过程。在这种磨损中,胎体与岩面间隙越大,将越有利于岩粉流通过,减少胎体的被磨损;同时由于金刚石出刃的影响,阻挡着岩粉流冲刷其后的胎体,从而能形成蝌蚪支撑体,支持着金刚石刃,使其稳定工作,不致过早剥落。此外,这种特殊烧结胎体本身也由于活化效果好,成形压力高,孔隙率低,使得胎体的抗冲蚀性能获得改善。这些都有助于提高钻头的抗磨损能力。

影响出刃高度的主要因素

近几年来,对金刚石出刃高度的研究还不充分,仅据试验工作作如下粗略的讨论:

1. 研究新的烧结工艺,提高胎体的粉末冶金质量,提高胎体的强度和韧性,改善胎体对金刚石的包镶能力,从而提高钻头的工作效能。刚刚研制成功的特种烧结钻头就是其中的一例。

2. 研究和选用对金刚石粘结性能好的胎体配方,提高对金刚石的粘结性,使钻头金刚石出刃状况得到改善。

3. 尽可能地使钻头与所钻岩石相适应,使钻头能保持良好的自刃能力,使其能在较好的金刚石出露高度下工作,以保持恒钻速钻进。

4. 针对具体岩层情况,采用合理的钻进工艺参数,防止钻头打滑和金刚石抛光磨钝。尤其要控制钻压,不能低于“极限压力”^④等。

建 议

综上所述,钻头金刚石的出刃高度是与钻进性能直接有关的重要技术参数,应加深对钻头金刚石出刃高度及其准确测定重要性认识,尽快将金刚石出刃高度的测定方法加以完善推广,这对于研究金刚石钻头与岩石的适应性,正确选择与标定钻头,以及提高金刚石钻进的经济效益都有着重要的意义。

④C. 马克思:金刚石钻岩研究,1982年