

坚硬致密岩层钻进用热压金刚石钻头的研究

周红心

(武汉金地探矿机械有限公司,湖北 武汉 430081)

摘要:针对坚硬致密岩石钻进中遇到的钻头打滑、钻进效率低的问题,通过改变弱包镶材料,加入强化的石墨颗粒,进行试验与研究,获得了颗粒状石墨能提高金刚石出刃的初步效果。随后对石墨颗粒的粒度和强化程度进行反复试验,得到石墨颗粒的粒度、含量和强化程度对金刚石出刃的影响关系;在此基础上研制成新型的热压金刚石钻头,生产试验表明能明显提高金刚石钻头的出刃效果,达到了提高钻进效果的目的。

关键词:坚硬致密岩石;热压金刚石钻头;颗粒状石墨;金刚石出刃

中图分类号:P634.4⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2007)04-0051-03

Research on Hot-pressing Diamond Bits for Drilling in Hard and Compact Rocks/ZHOU Hong-xin (Jindi Exploration Machinery Limited Company, Wuhan Hubei 430081, China)

Abstract: The most difficult problem of drilling in hard and compact rocks is that drilling efficiency is very low. In this case, a new type of hot-pressing diamond bit was developed. By changing weakly-bonded materials and adding strengthened granular graphite to bit matrix, the diamond exposure of bit was improved. Based on the tests, the relation between diamond exposure and graphite size, graphite content in matrix and strengthening degree were obtained. Field drilling results showed higher diamond exposure; penetration rate was 1.2m/h; service life exceeded 20m.

Key words: hard and compact rock; hot-pressing diamond bit; granular graphite; diamond exposure

打滑现象是钻进坚硬致密岩层的主要矛盾,长期以来,不少研究单位和生产单位对解决钻进中的打滑问题进行了多方面的研究:如提高金刚石强度、粒度,降低金刚石浓度;降低胎体耐磨性;优化钻头底唇面形状与结构,增加钻头水口数目等。进行了多项实验及生产实践,出现了很多克服钻头打滑的方法,例如人工出刃的方法,如打磨法、喷砂法、唇面酸蚀法、孔底投砂研磨法等。后来又借鉴国外的思路使用软胎体钻头;另外还制造各种异形唇面钻头,如高低刃及同心圆尖齿唇面钻头等。期望围绕着钻头结构设计与研究方法上获得突破,虽然取得了一些效果,但还没有从根本上解决问题。自 20 世纪 80 年代推广冲击回转钻进方法以来,采用金刚石液动冲击回转钻进方法,调节好冲击功和优化钻进参数,比较好地克服了钻头打滑现象,在钻进方法方面取得了实质性进展。

但是,由于种种原因,金刚石冲击回转钻进技术并没有得到广泛的推广应用,目前仍然以常规金刚石钻进为主。本文试验研究了一种能够提高金刚石出刃效果和较有效克服打滑的热压金刚石钻头,在钻探生产中取得了好的效果。

1 坚硬致密岩层特点

坚硬致密岩层,俗称“打滑”岩层,在这类岩层中钻进时,钻进效率极低,时效一般不超过 0.5 m,金刚石钻头常常出现钻头唇部被抛光,即使少量出刃的金刚石也被磨圆而钝化,致使钻进难以进行,或根本不进尺。这种“打滑”岩层具有以下 3 个特点:

(1) 岩石硬度大,石英含量高。其岩石压入硬度一般可达 5000 MPa,有的甚至达 5500 ~ 6500 MPa^[1]。

(2) 强度高。这类岩层造岩矿物颗粒细,粒度多为 0.01 ~ 0.2 mm,硅质胶结,颗粒之间结合力大,结构致密,整体强度高,其单轴抗压强度达 150 MPa 或更高。

(3) 研磨性弱。由于钻进时效低,岩粉少且岩粉颗粒细,对钻头胎体磨损甚微,金刚石难以出刃^[1]。

由于以上 3 个特点,这类岩层中钻进效率低的问题,是困扰钻探工程进度的一大技术难题。

坚硬致密岩层虽然在一般矿区所占比例不大,但由于钻头打滑现象的发生,即使只有几米或十几米这种岩层也要耗费大量时间,导致整个钻孔施工

收稿日期:2007-03-10

基金项目:中国冶金地质总局中南局科研项目“高效孕镶金刚石钻头研究”

作者简介:周红心(1966-),男(汉族),湖北浠水人,武汉金地探矿机械有限公司高级工程师,材料工程专业,从事超硬材料制品研究与生产工作,湖北省武汉市青山区。

周期延长,勘探成本增高,经济效益明显下降。我国大部分地区都存在该类岩层,因此,解决该类岩层钻进“打滑”问题具有现实意义。

2 钻头研究与试验

在坚硬致密岩层中钻进难的主要原因是钻头的胎体磨损甚微,金刚石难以出刃,导致钻进速度很低。因此,解决的基本途径是提高胎体的磨损速度,保证金刚石能适时而有效地出刃。试验证明,提高钻头底唇面的粗糙度,降低底唇面与岩石的接触面积是一种行之有效的途径。

2.1 基本思路

要提高钻头底唇面的粗糙度,必须首先在胎体内孕镶一种非破岩的硬质磨粒,使得钻头在钻进过程中,胎体内的非硬质磨粒提前脱离胎体唇面,造成底唇面的若干微型凹坑,有效地降低钻头底唇面与孔底岩石的接触面积。这样,在相同的钻压与转速的条件下,钻头的底唇面上比压增大,胎体磨损加快,金刚石出刃才能好转,钻进速度才能得到提高^[3]。这种非硬质磨粒的硬度与强度远比金刚石小,在胎体中属于弱包镶,在正常的钻压与转速条件下,较容易破碎并从胎体中完全脱落。

2.2 试验研究

非硬质的磨粒选材是至关重要的问题。要求这种材料在热压烧结时不变形、不被压碎;而钻进过程中,在钻压作用下容易碎裂,碎裂后脱离胎体,造成钻头的底唇面粗糙。经过多次试验,在众多的硬脆人造材料中没有十分理想的材料,效果不佳。之后经过对颗粒状石墨的试验,发现其效果比 SiC、Al₂O₃ 等硬脆材料的效果都好,决定采用颗粒状石墨作为试验研究的主要对象^[2]。

颗粒状石墨的粒度与用量对胎体的耐磨性有明显的影响,随着粒度增加和用量的提高,胎体的磨损加快,金刚石出刃明显变好。于是对粒度与用量作了优化设计和试验,得到了石墨颗粒和用量对出刃效果的初步结果。

对室内试验的初步结果分析,认为石墨颗粒的粒度与强度不够,是试验效果不理想的主要原因。随后的试验表明,随着石墨颗粒粒度与抗压强度的提高,使用效果亦随之提高。因此,对石墨颗粒进行了强化处理,以提高其抗压强度和硬脆性能。

2.3 钻头试验与分析

2.3.1 室内试验

试制了 $\varnothing 41$ mm/ $\varnothing 27$ mm 的热压金刚石钻头 3

个,先在室内对纯石英岩进行钻进试验。从钻头的磨损和金刚石出刃情况看,比较理想(见图 1)。图 2 为 $\varnothing 36$ mm/ $\varnothing 25$ mm 常规热压金刚石钻头,钻进同样的石英岩,其磨损与出刃情况很不理想,胎体表面被抛光。从试验对比可知,添加一定粒度、强度和浓度的颗粒状石墨,可以收到较好的使用效果。

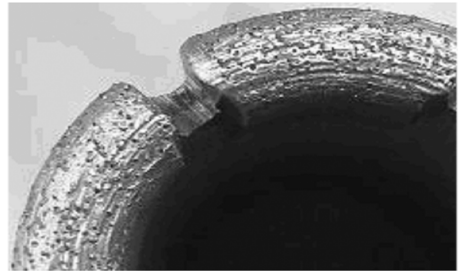


图 1 新型钻头磨损与出刃情况

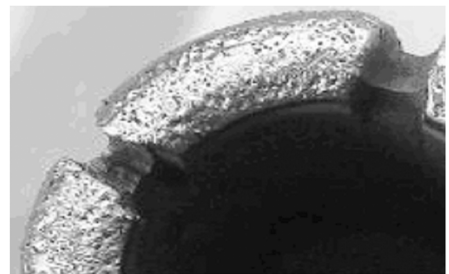


图 2 常规钻头的出刃情况

2.3.2 野外试验

在经过上述室内试验的基础上,对其结果作了分析,并对颗粒状石墨的粒度和添加量以及胎体配方作了调整,石墨颗粒作了进一步强化处理,粒度调整为 40/45 目,浓度由 2% 提高到 4%。然后制作了 10 个 $\varnothing 75$ mm 单管钻头,在湖北襄樊汉江工地中使用。钻进岩石为硅质石英岩,可钻性 11 级。采用 YL-6 型钻机,钻头转速 415 r/min,钻进压力 10 kN。试验结果见表 1。

表 1 试制钻头野外试验结果表

钻头编号	回次数	进尺/m	钻进时间 /(h:min)	钻进效率 /(m·h ⁻¹)
1	10	22.7	19:20	1.17
2	12	28.2	21:40	1.30
3	7	15.3	11:25	1.34
4	9	19.4	15:54	1.22
5	7	14.5	13:40	1.06
6	11	24.3	21:18	1.15
7	11	22.3	22:45	0.98
8	6	13.2	9:22	1.41
9	9	19.5	16:10	1.20
10	10	20.3	18:04	1.13

从野外试验结果可以看出,所研制的钻头能在可钻性 11 级坚硬致密岩石中获得比较理想的结果。我公司以前所有钻头,在此类地层中钻进,不论采取哪种措施和方法,其钻进时效不足新钻头的 50%,寿命不到新钻头的 1/3,这些足以说明新钻头的效果明显。

2.3.3 试验结果分析

新型热压金刚石钻头能达到这种效果,其原因主要有以下几方面:

(1) 颗粒状石墨在热压烧结后,被包镶在胎体中,由于钻进过程钻头磨削与振动作用,石墨颗粒出露、破碎并脱落,在钻头的底唇面上就会出现许多的凹坑,凹坑使得胎体表面变粗糙,同时减少了与孔底岩石的接触面积,钻进比压增大,有利于胎体表面磨损,有利于金刚石出刃^[3]。

(2) 凹坑内可以储存部分洗井液和岩粉,其洗井液有利于冷却钻头,保持钻头胎体的正常磨损;储存的岩粉不会立即被排走,对胎体能起到连续磨损的作用,有效地改变了胎体磨损慢、金刚石不出刃的状况^[3]。

(3) 凹坑增多的情况下,钻头的运转平稳性下降,振动和动载荷有所增加,这对于坚硬致密的岩石破碎有利^[4]。

3 结论

(1) 在坚硬致密的岩石中钻进,采用添加颗粒状石墨的热压金刚石钻头能提高钻进效率,而对钻头的使用寿命不会产生不利的影响。

(2) 随着颗粒状石墨的强度提高,脆性增加,获得的钻进效果将增加,因此对颗粒状石墨必须采用强化处理工艺。

(3) 随着颗粒状石墨的颗粒度增大和含量增加,钻进效果相应提高。因此建议采用 40/45 目的石墨颗粒,含量应依据岩石的坚硬和致密程度确定,最高可达 6%。

(4) 添加颗粒状石墨制造热压金刚石钻头,成本略有增加,但钻进效果增加明显,是一种有效的对付坚硬致密岩石的钻头新品种。

参考文献:

- [1] 张丽,杨凯华. 金刚石钻头钻进坚硬致密弱研磨性岩层的研究现状及进展[J]. 金刚石与磨料磨具工程,2003,(1):30-32.
- [2] 张绍和,杨凯华. 主辅磨料双切削作用金刚石钻头研究[J]. 地质与勘探,2001,37(5):88-90.
- [3] 杨凯华,杨昌锐,张绍和. 弱包镶金刚石钻头钻进坚硬致密岩层的研究[J]. 探矿工程,2001,(增刊).
- [4] Yang, K. H., Pan, B. S. Duan, L. C. Study on Diamond Bit for Hard and Compact Rock[J]. Key Engineering Materials, 2004, (258-259):46-49.

北京市三一重机有限公司成功研制国内首台全液压 新型隧道超前支护施工设备——SJ180 型水平旋喷钻机

本刊讯 春分细雨,佳讯频传。北京三一重机研制的 SJ180 型水平旋喷钻机于 2007 年 4 月 3 日 15 时 18 分成功下线。三一集团董事长梁稳根先生第一时间发来贺信:“希望北京三一重机再接再厉,再创佳绩”。

SJ180 型水平旋喷钻机是北京三一重机最新研制的全液压新型隧道超前支护施工设备,填补了国内全方位高压喷射注浆(水平旋喷)技术与设备生产的空白,解决国内隧道施工中复杂地层超前支护难题,对我国水平高压旋喷工法的应用和推广将起到极大的推动作用。

目前国内地下支护工程施工工法、设备制造产业的落后,导致隧道坍塌事故不断发生,仅 2006 年重大隧道坍塌事件多达几十起,如:云南大丽铁路隧道塌方事故、北京地铁十号线塌方、四川达州塌方事故……,改变落后的行业现状已成为一种使命与信念。

北京三一重机秉承建设以企业为主导、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系为指导方针,通过高新技术改造传统产业,促进产业结构的战略性调整和桩工机械行业的技术进步。2006 年与中冶集团建筑研究总院签定战略合作协议,对传统地下支护领域工法、设备的改造与创新,使北京三

一重机成为国内首家拥有了“隧道全方位高压喷射注浆(水平旋喷)技术与设备生产”的企业,拥有多项自主知识产权和专利技术,带动了地下支护行业的健康发展,加快行业与国际接轨的步伐。

