

热机碎岩钻进工艺的试验研究

吴景华^{1,2}, 孙友宏³, 李 军⁴

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 长春工程学院, 吉林 长春 130021; 3. 吉林大学, 吉林 长春 130012; 4. 中国水电七局, 四川 成都 611730)

摘要: 论述了热机碎岩的基本概念、基本原理; 阐述了热机碎岩试验的基本方法, 试验设备、试验钻头以及试验岩样; 对试验数据以及试验工艺参数的关系做了详细的分析; 得出了热机碎岩的最佳工艺参数及结论。

关键词: 热机碎岩; 基本原理; 试验工艺; 最佳参数

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2008)01-0009-03

Testing Study of Thermo-chemical Drilling Technology/WU Jing-hua^{1,2}, SUN You-hong³, LI Jun⁴ (1. Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China; 2. Changchun Institute of Technology, Changchun Jilin 130021, China; 3. Jilin University, Changchun Jilin 130012, China; 4. Sinohydro Engineering Bureau 7, Chengdu Sichuan 611730, China)

Abstract: The paper detailed basic concept and principle of thermo-chemical rock fragmentation, discussed the method, test equipment, test bit, test rock sample of thermo-chemical rock fragmentation test. Analysis was made on the relation between test data and testing technology parameters, optimal testing technology parameters and conclusion were presented.

Key words: thermo-chemical rock fragmentation; basic principle; testing technology; optimal parameter

1 概述

摩擦热—机械能联合碎岩, 简称热机碎岩, 是一种新型的碎岩理论与方法。它不仅解决了硬岩破碎效率问题, 而且还将机械碎岩中工具与岩石之间因摩擦而产生大量的摩擦热能变废为宝。在机械碎岩中, 碎岩工具利用机械能不断克服岩石的各种阻力而破碎岩石, 碎岩的同时, 工具与岩石之间因摩擦而产生大量的摩擦热能。过去这种摩擦热能在碎岩过程中被认为是有害的, 它会导致工具发热, 若不及时将热量带走, 将对工具产生热损伤, 甚至发生严重的孔内烧钻事故, 因此, 在碎岩过程中, 常用冲洗液来冷却工具, 带走摩擦热能。但通过应用热机碎岩理论的试验证明, 温度的升高, 使得岩石的切削阻力、磨蚀性和强度均大幅度降低, 能大幅度提高钻进速度, 即对碎岩效率来说这种热能又是有益的。在金刚石钻进过程中, 烧钻前的一小段时间钻进速度会成倍提高就是这个道理。因此, 摩擦热能的存在是钻头寿命与碎岩效率的一个矛盾, 热机碎岩钻具及其钻进工艺研究就是针对这一矛盾展开的。

热机碎岩原理如图 1 所示, 热机碎岩钻头有 2 部分组成, 一部分是摩擦元件, 它的作用是与岩石摩擦产生热量来弱化岩石, 也可以叫摩擦块或热发生

器; 另一部分是切削元件, 实际就是钻头的切削齿, 用来切削被摩擦元件热作用弱化后的岩石。由于大多数岩石经过“热处理”后的强度、硬度及研磨性等都有不同程度的降低, 因此, 较之普通硬质合金钻头, 热机钻头的钻进效率大幅度提高, 钻进范围也进一步扩大, 可以钻进 XI 级花岗岩, 钻进速度达到或超过金刚石钻头钻进速度甚至是金刚石钻头钻进速度的几倍。

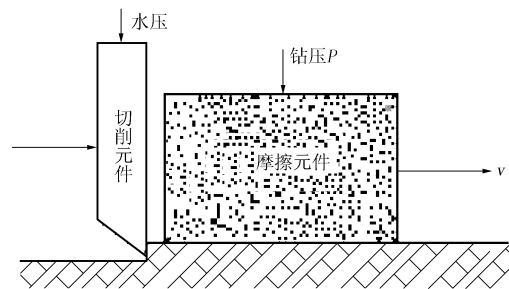


图 1 热机碎岩原理

2 试验用岩石硬度的测定及可钻性分级

为了对热机碎岩钻进工艺的钻进效果有一个比较准确、客观地评价, 首先有必要对实钻中所采用的岩石进行硬度测定, 进而对岩石的可钻性进行准确地分级。

收稿日期: 2007-07-27

作者简介: 吴景华(1964-), 男(汉族), 黑龙江双城人, 长春工程学院岩土与道桥系主任、教授, 地质工程专业, 博士, 从事地质工程或岩土工程教学、科研和生产工作, 吉林省长春市同志街 3066 号, wjh.918@163.com。

2.1 实验仪器及主要性能参数

实验采用 WYY-1 型岩石压入硬度计,其主要性能参数为:最大加载力 9000 N;系统许用压力不大于 800 N/cm^2 ;压头截面直径为 1.17 mm。

2.2 实验岩样

首先采用热机碎岩钻取得试验用岩石(花岗岩)的岩心,然后选取其中具有代表性、完整、无明显裂隙的岩心加工而成。要求岩样测试面打磨,两端面平行,且与轴线垂直。实验测得岩样直径(D)为 36 mm,长(L)为 41 mm。

2.3 岩样上测试点的布置

岩样上测试点的布置要均匀,不宜靠近裂纹或岩样边缘测试。实验中所采用的布置方式如图 2 所示。

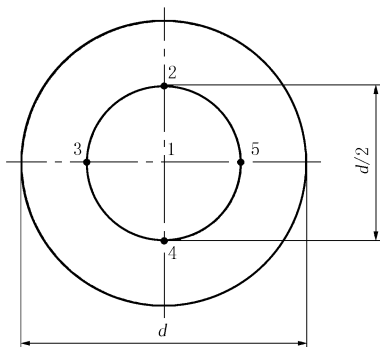


图 2 测试点分布图

2.4 实验记录与分析

实验测得一个岩样共计 10 个测点的 P_{\max} 值。结果记录见表 1。

表 1 测试结果记录表

测点	$P_{\max}/(\text{N} \cdot \text{cm}^{-2})$	测点	$P_{\max}/(\text{N} \cdot \text{cm}^{-2})$
1	550	6	450
2	650	7	400
3	400	8	500
4	500	9	450
5	600	10	500

经计算岩石压入硬度值 H_v 为 4142.4 MPa,可确定岩石可钻性为 9 级。

3 热机碎岩钻进工艺试验

为了进一步了解热机碎岩机理,评价热机碎岩效果及研究钻进规程参数对机械钻速的影响规律,我们用 SiC 配方,加工了近 20 个热机钻头(不同补强类型热机钻头)进行了大量的钻进试验,取得了大量的实测数据。

3.1 试验设备

XY-4 型钻机,SNB-90 型泥浆泵,TM-59 型热机钻具,硬质合金切削齿(见图 3)。



图 3 TM-59 型热机钻具、钻头及硬质合金切削齿

3.2 试验准备

首先利用我们设计的滑阀堵头式硬质合金热机碎岩钻具进行了实钻试验。试验时先用 $\text{O}60 \text{ mm}$ 金刚石钻头开孔 10 mm,而后不装切削齿用热机钻头摩擦元件磨孔,最后再装上硬质合金切削具,利用热机碎岩钻具进行了试验。钻进规程参数为:轴压 20 kN,泵压 0.9 MPa,泵量 7 ~ 10 L/min。在这种情况下,我们取得了 1.5 m/h 的钻进效果。热机碎岩钻进试验状态见图 4,热机碎岩钻头正常磨损状态见图 5。



图 4 热机碎岩钻进试验状态

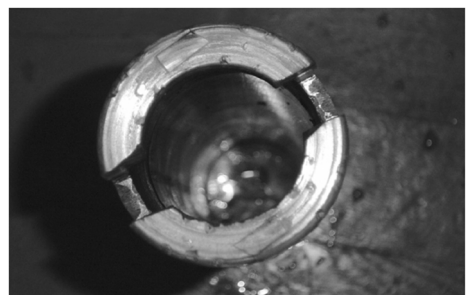


图 5 热机碎岩钻头正常磨损状态

接着,我们又采用普通硬质合金钻头进行了试验,结果发现钻具晃动剧烈,几乎无法获得进尺。

3.3 热机碎岩钻具钻进实验数据

3.3.1 新配方热机碎岩钻头参数

钻进外径 59 mm,摩擦元件外径 59 mm,切削具

组数 2 个,切削具类型为片状,摩擦元件类型为钻头胎体扇形块,硬质相为 X(加针状合金补强),浸渍相为 Cu、Ni、WC、Mn、合金,摩擦元件上的压力 15 ~ 25 kN,切削元件上的压力 1 ~ 2 kN, HRC30 ~ 34,胎体高度 1.64 cm。

新配方钻头为 X 配方制成,调整了其耐磨性和硬度以及胎体材料的粘结程度。

3.3.2 新配方钻头钻进试验

其典型钻进试验数据记录见表 2 ~ 5。

表 2 岩样:花岗岩(IX)

钻压 /kN	泵压 /MPa	泵量/(L·min ⁻¹)	转速/(r·min ⁻¹)	进尺 /cm	时间 /min	钻速/(m·h ⁻¹)	备注
8	1.5	9	310	3.5	10	0.21	
10	1.5	9	310	5	10	0.3	
14	1.5	9	310	6.5	10	0.39	
18	1.5	9	310	8	8	0.6	
20	1.5	9	310	8	4	1.2	
22	1.5	9	310	9	4	1.35	钻头微热

表 3 岩样:花岗岩(IX)

钻压 /kN	泵压 /MPa	泵量/(L·min ⁻¹)	转速/(r·min ⁻¹)	进尺 /cm	时间 /min	钻速/(m·h ⁻¹)	备注
8	1.5	9	450	4	10	0.24	
10	1.5	9	450	5.5	10	0.33	
14	1.5	9	450	6	8	0.45	
18	1.5	9	450	7	5.6	0.74	
20	1.5	9	450	11	5	1.32	有热效应
22	1.5	9	450	10	4	1.5	热效应较明显

表 4 岩样:花岗岩(IX)

钻压 /kN	泵压 /MPa	泵量/(L·min ⁻¹)	转速/(r·min ⁻¹)	进尺 /cm	时间 /min	钻速/(m·h ⁻¹)	备注
8	1.5	7	665	5	10	0.3	
10	1.5	7	665	5.5	10	0.33	有热效应
14	1.5	7	665	10	5	1.2	有热效应
18	1.5	7	665	10	3	2.1	热效应明显
22	1.5	7	665	12	2	3.6	热效应明显
24							钻头报废

表 5 岩样:花岗岩(IX)

钻压 /kN	泵压 /MPa	泵量/(L·min ⁻¹)	转速/(r·min ⁻¹)	进尺 /cm	时间 /min	钻速/(m·h ⁻¹)	备注
8	1.5	9	665	5	10	0.3	
10	1.5	9	665	5.5	10	0.27	
14	1.5	9	665	6	10	0.3	
18	1.5	9	665	10	10	0.6	
20	1.5	9	665	10	5	1.2	
22	1.5	9	665	11	4	1.65	

3.3.3 新配方钻头钻进试验钻头寿命及时效

该配方钻头进尺 0.8 m 时,平均磨损高度 0.55

mm,所以钻头平均寿命为 $10 \times 0.8 / 0.55 = 14.5$ m; 钻头的最高时效为 3.6 m 左右。

4 结论

通过对热机碎岩钻进与普通的机械回转钻进在实钻中的钻进效率的比较,可以判定:在热机碎岩试验钻进过程中岩石内部建立了足够的温度场,岩石被弱化,真正实现了热能辅助机械碎岩。

根据上述试验中所获得的数据,可以初步得出如下结论:

(1)随着钻压的增加,热机碎岩钻进的机械钻速呈增大趋势,以 18 ~ 22 kN 为最优;

(2)随着转速的增加,机械钻速也有增大趋势,以 455 ~ 665 r/min 为宜;

(3)随着泵量的减小,机械钻速有增大的趋势,但泵量 < 6 ~ 8 L/min。

通过热机碎岩钻进试验,更进一步掌握了热机碎岩工艺,必将推动热机碎岩这种新型碎岩方法的应用。

参考文献:

[1] 刘蒲生,等.磨削技术基础[M].北京:冶金工业出版社,1999.
 [2] 徐西鹏,MALKINS.金刚石砂轮与摩擦界面能量传输特征的实验研究[J].摩擦学报,2001,(1).
 [3] 夏邦栋.普通地质学[M].南京:南京大学出版社,2001.
 [4] 章帮桐.花岗岩物理化学及铀成矿作用[M].北京:原子能出版社,2001.
 [5] 徐小荷,余静.岩石破碎学[M].北京:煤炭工业出版社,2000.
 [6] 孙毓敏.金刚石工具与金属学基础[M].北京:中国建材工业出版社,2002.
 [7] 赵凯华,罗蔚茵.新概念物理教程——热学[M].北京:高等教育出版社,2003.
 [8] Г. С. 勃拉托夫.热机取心钻进的科学[D].俄罗斯:圣彼得堡矿业学院,2001.
 [9] 张科,高森.金刚石钻进中热机载荷碎岩机理及应用[J].第五届全国探矿工程学术会议论文集[C],1998.

中国地质科学院勘探技术研究所 荣获全国地质勘查行业先进集体

本刊讯 “十五”以来,中国地质科学院勘探技术研究所所在创新钻掘技术,服务地质勘查工作取得了显著的成绩,为表彰该所在地质勘查方面取得的优异成绩,日前国土资源部以国土资发([2007]252号)《关于表彰全国地质勘查行业先进集体和优秀地质找矿项目的决定》授予该所全国地质勘查行业集体的光荣称号。