



硬岩层人造金刚石钻头的研究

第一冶金地质勘探公司探矿技术研究所

岩芯钻探是目前国内外用于直接查明地下矿藏资源的一种重要手段,钻头又是重要工具之一。因此,钻头的研制对提高钻探效率,降低成本,保证钻探质量,加快勘探速度具有一定的研究价值和现实意义。

1980年冶金部地质司下达科研课题,要求在浙江溧诸矿区进行人造金刚石钻头生产试验,平均钻头寿命要求达到30米,平均小时效率达到1.1~1.3米。

浙江溧诸矿区岩层构造复杂,裂隙发育,岩石硬、脆、碎,钻孔坍塌掉块,个别钻孔漏失十分严重,是浙江省有名的“难钻”地区。

该矿区硅质角岩、石英岩强度大,硬度高,结构致密,研磨性小,可钻性达10~11级,钢粒钻进小时效率0.2米左右。曾使用过人造金刚石钻头,由于胎体性能和金刚石质量与岩性不相适应,在钻进过程中,钻头不能“自锐”,出现“打滑”现象,台班进尺0.4~0.8米左右,钻头寿命只有几米。

角岩化砂岩、角岩、斑点角岩,质硬、脆且碎,可钻性7~9级,研磨性大,曾使用人造金刚石钻头钻进,钻头内、外径磨损严重,尤其是内径磨损更严重,钻头寿命只有十几米。

胎体成份和物理性能的研究

对于打滑岩层,因钻头性能不适应研磨性弱的特点,原来微露的金刚石出刃一旦磨损,便会失去刻取岩石的能力。在钻进过程中,要保证胎体能随着钻进而均匀磨损自锐,需要研制软而耐磨的胎体。对于硬、脆、碎岩层,为了减少胎体与岩石“硬”对“硬”的非正常磨损,需要降低胎体硬度,增加胎体耐磨性。根据国内外有关资料,我们研究了多种胎体配方,经过物理性能的测定,显微结构和宏观断口的分析,最后选定了三种配方和等温烧结工艺。

表1为不同胎体配方,不同烧结工艺烧结后

的胎块性能。表2为选定的三种胎体性能。

胎体中各种金属粉末的作用

胎体中骨架材料是选用难熔金属碳化物(WC、W₂C、YG₆等等)构成胎体的硬质点,保证胎体具有一定的硬度和耐磨性。调整硬质点在胎体中的比率及其粒度组成就可以得到不同硬度和不同耐磨性的胎体。特别是加入金刚石微粉,胎体耐磨性增加更大。

胎体中粘结金属选用Cu、Sn、Co、Ni、663青铜等金属粉末,胎体中各种金属粉末性能见表3。

为了得到一定强度、硬度、密度和耐磨性的胎体,要求粘结金属在较低的温度下先合金化、熔融的合金对骨架材料、钢体必须有良好的浸润性,对金刚石也应有一定的浸润性。

Mn、Co、Ni可以增加胎体的韧性和耐蚀性。

P—Fe粉是以Fe₃P形式存在,P的加入扩大了粘结合金的固相线和液相线的距离,这样粘结合金容易充填在骨架金属之间,形成致密的胎体。Fe又可以提高胎体的强度、硬度及耐磨性。

加入Sn形成Cu—Sn合金,当加热到Sn熔点(232℃)以后,Cu与Sn逐渐形成η相、ε相、δ相和α固溶体,在烧结时,Sn不会出现液相,而容易和其他粉末形成合金,其合金具有良好的粘结性。

虽然有些粘结金属熔点较高,而形成的二元合金熔点已下降很多。Fe—Cu(1094℃),Fe—P(1050℃),Cu—Ni(870℃),Cu—Si(802℃),Mn—Ni(1018℃)等;如果形成多元合金粘结,熔点下降更多,有利于粘结金刚石,可使金刚石减少高温碳化。

烧结工艺对胎体性能的影响

热压法烧结孕镶金刚石钻头是粉末冶金的特殊形式,其特点是烧结和压制过程同时进行。多种金属粉末烧结过程中,合金的形成是通过扩散

实现的，所以扩散过程进行的速度和完全程度非常重要。在最初一部分合金形成时，加速了接触区域的原子扩散活动能力，随着烧结温度升高，逐渐消除了粉末吸附的气体和氧化膜及晶格歪扭。

此时，不仅孔隙的数量和大小减少，孔隙的形状也发生变化。粉末表面上凹凸区域大部分依靠表面扩散而平直化。总之，扩散和合金化对于提高胎体烧结质量有很大作用。

表 1

试样号	配方号	烧 结 工 艺		胎 体 硬 度 (HRC)	胎体密度 (克/厘米 ³)	
		温 度 (°C)	时 间 (分)		理 论	实 际
2	4	1000	4	32.4	11.90	11.2030
3	"	960	4	30.7	"	11.4754
4	"	960	3	32.7	"	11.3528
5	5 [*]	1000	3.5	40.1	11.30	11.3200
6	"	960	3.5	38.5	"	11.1575
7	"	960	4.5	38.7	"	11.1088
8	2 [*]	1000	4	36.0	11.40	11.2546
9	"	960	4	31.4	"	11.2718
10	"	960	3	31.2	"	11.0599
22	"	960	4	32.0	"	11.2500
12	6 [*]	960	4	13.0	8.80	8.5863
13	"	930	4	15.0	"	8.6180
14	"	930	3	22.0	"	8.4234
15	7 [*]	960	4	19.0	9.50	9.6436
16	"	930	4	13.3	"	9.4210
17	"	930	3	20.2	"	9.3187
11	1 [*]	980	4	43.0	11.30	11.3150
33	3 [*]	950	4	18.0	9.60	9.5000

表 2

配方号	烧 结 工 艺		胎 体 物 理 性 能			
	温 度 (°C)	时 间 (分)	硬 度 (HRC)	抗弯强度 (公斤/毫米 ²)	抗压强度 (公斤/毫米 ²)	密 度 (克/厘米 ³)
1 [*] (11)	980	4	41~44	107.29	126.90	11.315
2 [*] (22)	960	4	31~34	97.04	98.76	11.250
3 [*] (33)	950	4	16~19	66.28		9.500

表 3

金属名称	WC	W ₂ C	YG ₆	Co	Ni	Mn	P-Fe	Cu	Sn	Si
熔 点 (°C)	2600	2850		1492	1452	1244	1050	1083	231	1414
密 度 (克/厘米 ³)	15.7	17.15	14.9	8.7	8.9	7.4	7.07	8.93	5.75	2.33
粉末烧结 温度(°C)				960	950	800	750	750	230	950

1.等温烧结工艺 根据试验，确定了一个比较适当的烧结工艺，图 1 为等温烧结工艺曲线。

2.等温烧结工艺的作用 等温并加初压的好处是使低熔点金属接触表面互扩散和加强流动

性,促使各种金属粉末外层形成剩余空位,加速原子流动,导致扩散活动性和合金化的提高。此时可以消除粉末吸附的气体,减少孔隙,避免低熔点金属聚集成块,使合金均匀的充填在骨架材料和金刚石之间,并可以减小胎体内外径温度梯度,相应缩短高温时间,从而减少金刚石高温碳化,使金刚石强度、粒度少受损失。

3.胎体的组织和硬度 用1"、2"、3"胎体配方和等温烧结工艺制做的胎块金相组织中粘结合金比较均匀的充填在骨架金属之间。未经等温烧结的金相组织则不太均匀。

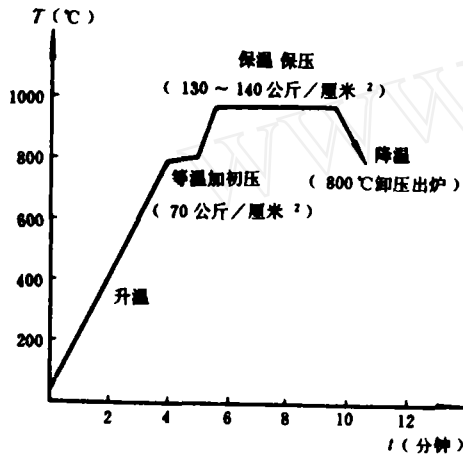


图1 等温烧结工艺曲线

1"配方烧结的胎块,纵横断面硬度测定结果见图2与表4,可以看出,胎体纵横断面各点硬

度基本均匀。

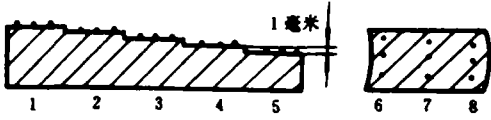


图2 胎块纵横断面硬度值

表4

	1	2	3	4	5	6	7	8
硬 度 (HRC)	41.5	41.5	43.5	43.0	44.0	46.0	42.0	42.0
	43.5	43.5	44.0	44.0	42.0	44.5	41.5	41.0
	42.0	43.5	43.5	45.0	42.5		45.0	43.0
平 均	42.3	42.8	43.6	44.0	42.8	45.2	42.8	42.0

钻进试验

用1"配方制做了第一批试验钻头,在室内进行台架试验,结果见表5。从试验结果可以看出胎体中加金刚石微粉后,磨耗值减小。

第一批野外试验钻头,是在浙江冶金地质勘探公司一队三八钻机试验的,岩石主要为角岩、夕卡岩、角岩化砂岩、石英岩等,可钻性7~11级。钻孔漏失,坍塌掉块。共试验1"配方八个钻头,总进尺259.34米。钻头平均寿命32.41米,平均时数1.11米。该矿区1979年金刚石钻头平均寿命为17.5米,时效为0.98米。胎体中加入金刚石微粉,增加了钻头胎体的耐磨性,适于钻进硬、脆、碎岩层。

表5

钻头编号	进尺 (米)	时 效 (米/时)	金 刚 石			钻 头 磨 损 (毫米)			每 米 磨 损 (毫米)		
			品 级	目 数	克 拉	高 度	外 径	内 径	高 度	外 径	内 径
8108	6.92	2.58	4 型	70 80 180	6 7 1	0.30	0	0.10	0.043	0.014	0
8127	8.81	2.41	3 型	"	"	0.60	0	0	0.063	0	0
8126	11.3	2.63	"	"	6 7 2	1.20	0.02	0.60	0.103	0.054	0
8129	5.75	2.50	"	"	6 7 3	0.60	0	0.10	0.104	0.017	0
8130	6.65	2.39	"	70 80	6 7	0.90	0.10	0.30	0.135	0.045	0.015

从1980年3月开始,又进行了七个月试验,试验钻头40个,共钻进1685.47米,平均寿命42.13米,时效1.13米。

1980年该矿区405 钻机和407 钻机使用其它单

位钻头,平均寿命分别为20.87 米和14.66 米,三八钻机非试验期间使用其它单位钻头平均寿命为15.25 米。

钻探台效1979年为216 米,1980年试验期间为331 米。

表 6

岩石名称	钻头性能	钻头唇面形状	钻进参数			钻进方法
			压力 (公斤)	转速 (转/分)	水量 (升/分)	
角岩化砂岩	1"配方	圆 弧	200~400	330~560	50~60	双 管
角 岩	1"、2"配方	"	400~600	560~940	40~60	双 管
硅质角岩	3"、2"配方	圆弧、锯齿	500~700	940	30	双管+单管
斑点角岩	2"配方	圆 弧	400~600	560~940	30	"
凝 灰 岩	1" 2"配方	"	"	"	40~60	双 管
含矿夕卡岩	" "	"	"	"	60~30	"
夕 卡 岩	" "	"	"	"	"	"
蚀变破碎带	1" 配方	"	"	330~560	40~60	"
粉 砂 岩	1"、2"配方	"	"	560~940	"	"
石 英 岩	2" 3"配方	圆弧、锯齿	500~700	940	30	双管+单管

华鑫热压钻头试验情况

表 7

钻头数量	配 方	总进尺 (米)	平均进尺 (米)	平均时效 (米/时)	每米耗磨值(毫米)			金刚石 型 号
					高 度	外 径	内 径	
9	1"	415.51	45.95	1.27	0.0426	0.0058	0.0251	4 型
11	1"	526.86	47.90	1.28	0.0570	0.0092	0.0215	3 型
9	2"	407.22	45.25	1.09	0.0812	0.0109	0.0262	3 型
5	3"	133.40	27.00	0.80	0.1260	0.0123	0.0682	3 型

通过试验,初步掌握了不同岩层的钻进工艺。如角岩、角岩化砂岩等,特点是硬、脆、碎,钻头易堵,内径磨耗也大,在钻进过程中采用低压力、慢转速、中等水量,用1"配方钻头比较适应,得到了比较好的效果,钻头平均寿命在45米左右,时效1.27米。硅质角岩、石英岩、斑点角岩,成份主要是石英,岩石坚硬致密。以前用硬或中硬胎体钻头钻进,往往很快就出现钻头“打滑”,钻头用砂轮或硫酸修整后,钻进不到十分钟,仍然打滑;一个小班仅进尺0.5~0.8米,时效0.2~0.3米。通过试验,在钻进工艺上采用高转速,较大压力,中等水量比较适宜,钻头选用3"配方

比较好,时效可达0.7 米以上。

钻进不同岩层需选用不同类型钻头和适当的钻进参数,才能取得较好的效果。表6是钻进不同岩层的技术参数表。

各类钻头试验情况见表7。从表中可见1"配方4型金刚石钻头平均进尺和时效都高于其它类型钻头,而钻头磨耗值则低于其它类型钻头,每米金刚石耗量也最少。

1"配方3型、4型金刚石钻头钻进几种主要岩层情况见表8。

表 8

岩石	配方	金刚石	进尺 (米)	小时效率 (米/时)	平均回 次进尺 (米)	每米磨损值 (毫米)		
						高 度	外 径	内 径
硅 质 角 岩	1 *	4 型	24.36	0.91	1.06	0.0402	0.0123	0.0468
	1 *	3 型	29.41	0.77	0.95	0.1068	0.0088	0.0415
角 岩	1 *	4 型	106.67	1.86	1.72	0.0347	0.0041	0.0197
	1 *	3 型	126.31	1.20	1.86	0.0217	0.0063	0.0111
角 砂 岩 化 岩	1 *	4 型	102.88	1.18	1.17	0.0430	0.0134	0.0238
	"	3 型	107.70	1.28	1.27	0.0936	0.0188	0.0266
凝 灰 岩	"	4 型	37.11	1.06	1.16	0.0372	0.0043	0.0280
	"	3 型	37.52	1.05	0.94	0.0938	0.0091	0.0464
铁 矿	"	4 型	56.74	1.60	3.15	0.0159	0.0004	0.0011
	"	3 型	29.60	1.19	1.85	0.0358	0.0068	0.0088

结 论

1. 针对浙江涇诸东矿的岩层条件研制胎体配方, 进行了物理性能测定和金相组织分析, 探讨了各种金属粉的作用, 经野外试验, 其中三种配方是比较适应的。

2. 确定的等温烧结工艺具有烧结时间短, 温度低, 合金化完全的优点; 提高了粘结金属对骨

架金属、金刚石、钢体的粘结能力。

3. 在胎体中加入金刚石微粉, 提高了胎体的耐磨性, 适于钻进硬脆碎岩层, 特别是对于提高软胎体钻头耐磨性作用更大。

4. 为稳定钻头性能, 测定胎体抗弯强度、密度、硬度以及观察其金相组织是有益的。

长年Q 系列绳索取芯器的最新改进

刘广志

美国长年公司在固体矿产钻探工业中, 率先发展绳索取芯钻探器具与工艺, 已有三十多年的历史。在过去十五年里, Q 系列绳索取芯器已成为资本主义国家默认的工业标准系列, 而且为许多钻探公司所仿制, 甚至有的钻探制造商索性买来专利, 进行批量生产。长年公司曾不断地进行过多次改进, 以提高绳索取芯器的生产效率和可靠性。

1982年1月1日长年公司公布了绳索取芯器的最新改进资料, 并正式纳入工业生产。

这次改进的着眼点是: 为钻探工人在操作工序中提供更安全的保证; 提高生产效果; 并注意不影响现有钻具的整体性, 尽量少报废原有零件, 保持新旧钻具之间的野外使用互换性。现将改进

部位分别介绍如下。

绳索取芯总成的改进

1. 铰链式轴销矛头 (图1之1) 铰链式轴销矛头实际上是将矛头加长, 并分为两节。矛头下端的中心部分是一个圆柱形槽, 槽里装有一只承压弹簧, 弹簧顶住一个带犬牙的插销, 在直立状态时, 插销可以插入矛头下节顶部的凹槽里, 以使矛头直立并保持与钻杆有良好的同轴性 (图1之1a)。

铰链式矛头可在任何方向转动90° (图1之1c)。当内管总成从钻杆中取出, 并欲放置在地板上时, 内管与垂直方向可保持60°角 (图1之1b), 以便于退出岩芯, 不致因严重弯曲损坏内管总成; 同时也可以减轻工人移动内管的劳动