

改善钎焊金刚石钻头制造工艺的研究

王 聪, 王振宇, 卜长根

(中国地质大学(北京)工程技术学院, 北京 100083)

摘要:电阻式真空活化钎焊烧结机钎焊烧结金刚石钻头时,由于镍基钎焊温度较高,钎焊温度超过 727 ℃时钻头 45 钢体开始发生奥氏体反应,在钎焊烧结压力下易变形。为了保持一定的压力以减小接触电阻,满足钎焊烧结温度基本不变的要求,成功地通过增大钻头钢体段的过流面积,减小钢体段的电阻以降低钢体的发热功率和温升,有效地减少钻头钢体的塑性变形。

关键词:钎焊金刚石钻头;石墨模具;钢体;降温

中图分类号:P634.4⁺1 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2017)02-0074-03

Research on Improving the Manufacture Technology of Brazed Diamond Bit/WANG Cong, WANG Zhen-yu, BU Chang-gen (School of Engineering and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: In processing of manufacturing the brazing diamond bit for vacuum activation brazing-sintering machine, when the temperature exceed 727℃, the bit body of steel 45 will react austenitic reaction and becomes easy to deform under brazing-sintering pressure because of the higher Ni-based brazing temperature. In order to maintain certain pressure to reduce the contact electric resistance and meet the requirements of constant brazing sintering temperature, by increasing the flow area of the bit steel body and reducing the resistance of the steel part to reduce the heating power and the temperature rise of the bit steel body, the plastic deformation of bit body can be effectively reduced.

Key words: brazing diamond bit; graphite mould; steel body; temperature decreasing

0 引言

在电阻式烧结钎焊金刚石钻头时,由于钎焊烧结过程温度较高(970 ~ 1050 ℃),模具中所加入的粉料才能达到溶解重组的过程,然而金刚石钻头的钢体(45 钢)在温度达到 727 ~ 912 ℃时会发生共析转变^[1-3],析出奥氏体,超过 Ac1 共析线,则进入完全奥氏体状态,奥氏体状态下的钢体塑性流动性好,强度较低,钢体在受压情况下极易发生变形。因此需要找到一种行之有效的制造工艺方法,在不影响烧结温度的基础上,尽可能地减小钢体受热温度。

1 影响压头之间各部分温升的因素分析

电阻式烧结机的加热系统由功率模块和加热变压器组成,该机采用真空电阻加热,升温速度快。系统钎焊烧结钻头时,其加热系统与模具、垫块之间可看作电阻串联电路,热压烧结原理如图 1 所示。

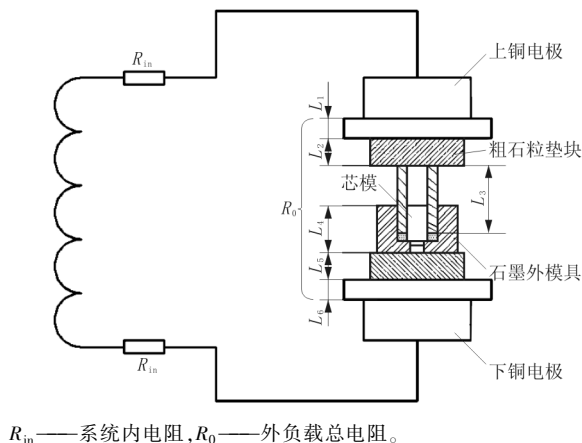


图 1 热压烧结原理图

如图 1 所示,电阻式烧结机的电阻分为内电阻和外电阻 2 部分,系统工作时,该加热系统可看作串联电路,即系统中电流处处相等。

输出发热功率 P_0 为:

$$P_0 = UI = I^2 R_0 \quad (1)$$

收稿日期:2016-06-13

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“长寿命钎焊金刚石钻头的研发”(编号:12120113096600)

作者简介:王聪,男,汉族,1988 年生,在读硕士研究生,机械工程专业,研究方向机械设计及理论,congwoniu@163.com。

通讯作者:卜长根,男,汉族,1963 年生,探矿工程专业,工学博士,主要从事机械工程、地质工程方面的研究工作,北京市海淀区学院路 29 号 19 号楼 115 室,bucg@cugb.edu.cn。

$$I = I_0 = I_{in} = \frac{U}{R_0 + R_{in}} \quad (2)$$

将式(2)代入式(1),得:

$$P_0 = \frac{U^2}{R_0 + 2R_{in} + (R_{in}^2/R_0)}$$

若使 P_0 最大,则分母项应最小,将分母项看成是对 R_0 的一元函数,则:

$$y(R_0) = R_0 + 2R_{in} + (R_{in}^2/R_0) \quad (3)$$

对式(3)一阶求导,得:

$$y'(R_0) = 1 - (R_{in}^2/R_0^2) \quad (4)$$

令式(4)为0,则 $R_0 = R_{in}$ 。此时对式(4)进行二阶求导,得:

$$y''(R_0) = 2R_{in}^2/R_0^3 = 2/R_0 \quad (5)$$

所以,根据函数极值的第二充分条件,当 $R_0 = R_{in}$ 时,负载的发热功率最大。

而上下铜电极之间的外负载电阻之和为:

$$R_0 = \sum \frac{\rho_i L_i}{S_i} \quad (6)$$

其中: ρ_i ——第 i 段电阻率, $\Omega \cdot m$; L_i ——第 i 段电阻长度, m ; S_i ——第 i 段横截面积, m^2 。

由于加热系统看做串联电路,则 R_0 之间的电流处处相等,当烧结过程中的总电流 I 保持不变时,电阻越大发热量越大,升温速度就越快;电阻越小发热量越小,升温速度也就越慢。因此,根据公式(6),电阻值的大小与电阻率、横截面积和电阻的长度有关,可以通过调整电阻率、过流面积和垫块厚度来调整电阻,以此来控制升温区域。压头之间石墨垫块 L_1 、 L_2 、 L_5 、 L_6 的参数不变,模具 L_4 参数不变,钢体 L_2 的电阻率不变,高度随着压力的增长,粉末的沉积逐渐下移,因此,只能通过改变其横截面积的方法来改变总电阻,当负载电阻 R_0 变化不显著时,可以通过并联电阻的方式来减小钻头钢体段的总电阻,以此来降低钢体的升温速率。

2 实验过程与数据分析

为了增大钻头钢体段的过流面积,在实验中选择耐高温金属带套管和耐高温纤维金属线^[5-6],因石墨颗粒的熔点高,因此,将石墨颗粒充满耐高温金属带,用纤维金属线封口,然后将暴露在石墨模具外的钻头钢体部分用耐高温金属带套管均匀进行缠绕,通过增大过流面积来减小钻头钢体的受热温度。钎焊烧结过程中用红外线测温仪测量加套管前后钢

体与石墨模具的外表面温度,以36系列、75系列钎焊钻头为例,以测量加套管前后钢体与石墨模具的外表面温度。

经过改良前后制备36系列和75系列钎焊金刚石钻头,借助红外线测温仪,分别测出加耐高温套管前后,烧结机的加热温度达到400、500、600、700、800、900、950℃时钢体和模具的外表面温度。改善前后对比如图2所示,温度数据如表1和表2所示。



未加耐高温套管



加耐高温套管

图2 模具摆放图

表1 36系列钎焊金刚石钻头改善工艺前后温度对比 ℃

	PV 值	401	490	590	790	850	946
未加套管	钢体	538	684	802	852	948	1015
	模具	412	571	652	718	846	908
加套管	钢体	492	552	681	748	872	974
	模具	483	567	656	738	845	883

将实验所得数据用 origin 数据曲线表示,可以更直观地观察出加套管前后钢体与模具外表面温度的明显下降。曲线对比如图3所示。

当模具外表面温度变化趋势不大时(如图3),

表2 75系列钎焊金刚石钻头改善工艺前后温度对比

	PV值	400	500	600	700	800	900	950
未加套管	钢体	515	565	636	701	842	917	945
	模具	476	546	627	703	808	890	934
加套管	钢体	220	254	358	435	481	526	539
	模具	494	523	618	720	836	855	901

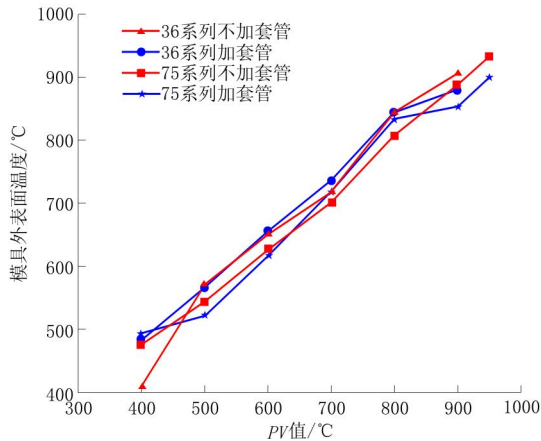


图3 模具外表面温度曲线图

钻头钢体在加耐高温套管后,外表面温度发生明显下降(如图4),对比加耐高温套管与未加耐高温套管的前后温度曲线图可以发现,加套管后的加热速度快,36系列和75系列的钎焊金刚石钻头钢体温度在不同程度都有所下降,36系列钻头钢体的下降温度区域在41~132℃之间,75系列钻头钢体的下降温度区域在246~406℃之间;说明通过增大过流

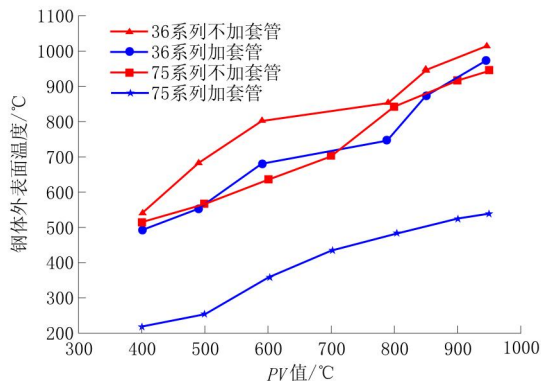


图4 钢体温度曲线图

面积来减小钎焊钻头钢体温度的措施是有效的,且对模具钎焊烧结区的温度影响不明显。

3 结论

针对真空电阻式钎焊烧结机,当电流一定时,实验表明通过增大钻头钢体的过流面积,降低钻头钢体段的电阻,以减小发热功率和温升,有效地改善了钎焊金刚石钻头在烧结时钢体温度过高的问题,解决了高温状态下钢体易变形的难题。

参考文献:

- [1] 孔建,姜明国. 45号钢热处理工艺常见问题及其预防措施[J]. 装备制造技术,2013,(4):117-119,122.
- [2] 夏立芳. 金属热处理工艺学[M]. 黑龙江哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2008.
- [3] 石湘琴. 热处理原理及工艺[M]. 北京:机械工业出版社,2011.
- [4] 李国平,李建春,等. 热处理对S32003经济型双相不锈钢组织和性能的影响[J]. 钢铁,2013,(5):72-75.
- [5] 李卫东. 耐高温纤维的主要品种及其性能[J]. 中国纤检,2011,(9):77-79.
- [6] 汪晓峰,李晔. 耐高温纤维的发展及其在产业领域的应用[J]. 合成纤维,2004,33(2):1-3.
- [7] 张义东. 金刚石钻头热压烧结工艺研究[D]. 湖北武汉:中国地质大学,2010.
- [8] 章文姣,叶宏煜,杨凯华. 钎焊地质金刚石钻头的试验与研究[J]. 金刚石与磨料磨具工程,2009,2(1):44-48.
- [9] 王达,何远信,等. 地质钻探手册[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2014.
- [10] 章文姣. 钎焊-热压多层有序排列金刚石钻头的研究[D]. 北京:中国地质大学,2012.
- [11] 卜长根. 一次成型多层钎焊金刚石钻头:中国,ZL201010174482.4[P]. 2010-10-20.
- [12] 卜长根. 一种新型孕镶钎焊金刚石钻头:中国,ZL201010170552.9[P]. 2010-05-13.
- [13] 李子章. 金刚石定位排布的热压孕镶钻头研究[D]. 四川成都:成都理工大学,2010.
- [14] 方小红. 超声波电镀镍基金刚石钻头工艺与机理研究[D]. 湖北武汉:中国地质大学,2008.
- [15] 霍宇翔. 超声波技术在电镀金刚石钻头制造中的应用研究[D]. 四川成都:成都理工大学,2006.