

# Cr12 钢磨削硬化工艺研究\*

王明杰

福建工程学院材料科学与工程系(福建福州 350108)

**【摘要】**研究了干磨和湿磨、不同磨削进给量和砂轮种类等工艺条件对 Cr12 钢磨削硬化效果的影响。结果表明在干磨状态下,使用碳化硅砂轮在磨削进给量为 0.04mm 时,磨削硬化效果最好。磨削硬化层的最大硬度为 1,414HV,比基体硬度 805HV 提高了约 75%。

**关键词:**Cr12 钢;磨削硬化;组织;力学性能

**中图分类号:**TG156 **文献标识码:**B **文章编号:**1671-3508-2010-10-12-381

## Research on Ground Harden Process of Cr12 Steel

**【Abstract】**The influence of ground harden process of Cr12 steel is studied by different cooling process, cutting depth and grinding wheel. The result shows that no cooling liquid, using SiC grinding wheel and 0.04 mm cutting depth can produce the best harden effect.

**Key words:**Cr12 steel; ground harden; microstructure; mechanical performance

### 1 引言

美国热处理学会的 2004 热处理路线图(Heat Treating Technology Roadmap-2004 HTS Revision)修订稿中把开发“代替表面淬火的高效生产方法”作为一个重要目标提出<sup>[1-2]</sup>。磨削硬化利用磨削热对零件表面实现淬火处理,在完成磨削加工的同时实现了对零件表面的硬化,是一种具有表面硬化功能的高效加工方式<sup>[3-4]</sup>。Cr12 钢是一种在冷作模具中广泛应用的钢种,具有良好的淬透性和淬硬性,工件自冷就可以淬硬<sup>[5]</sup>,因此探讨 Cr12 钢的磨削硬化工艺具有很好的工程意义。

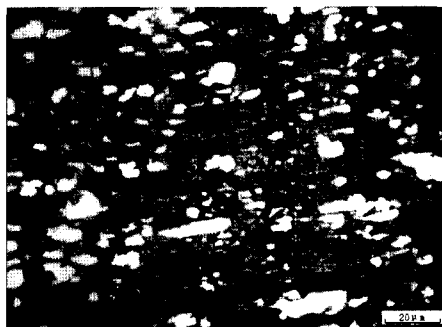


图1 试件原始组织 400×

表1 Cr12 钢的化学成分

元素名称	C	Si	Mn	Cr	P	S
含量 wt%	2.00~2.30	≤0.40	≤0.40	11.50~13.00	≤0.030	≤0.030

### 2 试验材料与方法

试验材料选用锻后缓冷的 Cr12 钢,组织为莱氏体组织,组织中存在有大量的碳化物(见图1),其化学成分如表1所示。磨削试验用磨床为 M7132H 型卧轴矩台平面磨床和 MQ6025A 型万能工具磨床。砂轮使用白刚玉砂轮和碳化硅砂轮。磨削工艺参数如表2所示,每个试件的磨削加工量统一为 0.1mm。试件尺寸为 200×100×20mm。经过磨削硬化后,用线切割从试件中间部分切下 10×10×20mm 的试样制成金相试样。经过 4% 硝酸酒精腐蚀后观察其组织,并测量其显微硬

表2 磨削工艺设计

试样编号	磨床	砂轮材质	进给量	冷却条件
1	平面磨床	白刚玉	0.01mm	干磨
2			0.02mm	
3			0.04mm	
4	工具磨床	白刚玉	0.005mm	干磨
5			0.01mm	
6			0.02mm	
7	工具磨床	碳化硅	0.005mm	干磨
8			0.01mm	
9			0.02mm	
10	平面磨床	白刚玉	0.01mm	湿磨
11			0.02mm	
12			0.04mm	

□\* 福建省教育厅科技项目(项目编号:JA08170)

度。采用XJZ-600金相显微镜进行金相组织观察,用HVS-1000显微硬度计进行显微硬度测量。显微硬度从试样磨削硬化面开始,每隔0.05mm测量一次硬度,每个试样在距磨削表面相同距离不同位置测量3组,取其平均硬度值作为该点的硬度值。每组之间的距离在3mm左右,防止距离太近影响测量结果。

### 3 试验结果与讨论

#### 3.1 试样磨削面宏观观察

在用工具磨床进行磨削试验时发现在手动进给的情况下,试样表面出现了局部的细小波纹;进给量为0.005mm和0.01mm的试样磨削面较为光亮,而进给量为0.02mm的试样磨削面呈轻微烧伤状,有一层淡淡的黑色膜。认为与人工手动操作使进给速度不均匀造成。采用机床自动进给后,所有试样表面都平整光亮,未发现有异常现象。

#### 3.2 磨削进给量对Cr12钢组织和力学性能的影响

##### 3.2.1 磨削进给量对Cr12钢组织的影响

图2、图3是采用碳化硅砂轮,干磨后的试样。试样中都含白色共晶碳化物、残留奥氏体和细针状马氏体。图2试样的磨削进给量是0.01mm,组织含有少量的马氏体。图3试样的磨削进给量是0.04mm,表面层中产生了较多的马氏体组织。进给量增加,砂轮的磨削深度增大,导致磨削力增大,单位面积的切削能量增大,从而使试样表面在磨削过程中可以加热到较高的温度。经过瞬间冷却,表面温度比较高的试样其马氏体转变驱动能也就越大,使得更多的合金碳化物溶解,提高奥氏体的合金化程度,促使更多的残留奥氏体转变为马氏体;另外,进给量增大还会使试样表面的塑性变形量增大,过量的变形也会诱导马氏体相变,在热量诱导和变形诱导的双重作用下,试样表面产生大量马氏体。

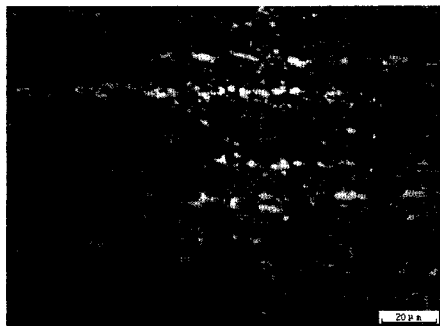


图2 进给量0.01mm时的磨削硬化层组织400x

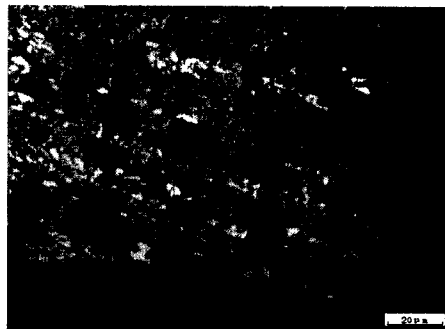


图3 进给量0.04mm时的磨削硬化层组织400x

##### 3.2.2 磨削进给量对Cr12钢力学性能的影响

从上述可知,磨削进给量大的试样,表面层里含有较多的马氏体组织,故而具有较高的硬度。磨削进给量小的试样,表面层里马氏体的含量较少,具有较低的表面硬度。以使用工具磨床、碳化硅砂轮、干磨状态下进行磨削硬化为例。从图4可以看出,随着磨削进给量的增加,磨削硬化层的硬度有明显增加。在距离磨削表面0.05mm位置处,其硬度分别为894HV(磨削进给量0.005mm)、1,160HV(磨削进给量0.01mm)和1,414HV(磨削进给量0.02mm)。

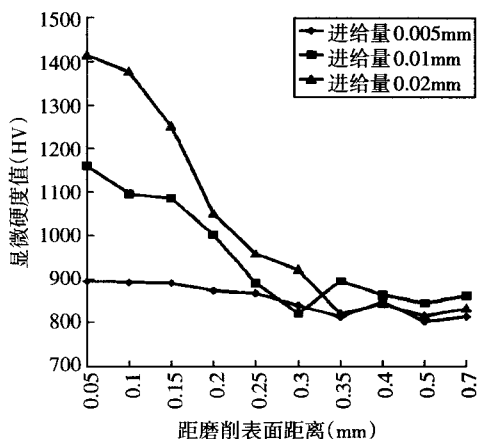


图4 进给量与磨削硬化的关系

##### 3.3 冷却方式对磨削硬化效果的影响

本次研究中研究了液冷和空冷两种冷却方式对磨削硬化的影响如图5所示(使用白刚玉砂轮,平面磨床)。液冷方式下,冷却液带走了大量的磨削热,使得试样表面吸收的热量少,温度升高少,马氏体的含量比较少,故而磨削硬化层的硬度很低。即使在磨削进给量比较大的情况下,表面硬化层的硬度仍然很低。干磨时,试样吸收了大量的磨削热,能够使试样表面升高到较高温度,促进了奥氏体的转变。冷却后,能

够产生较多马氏体,从而具有比较高的硬度。

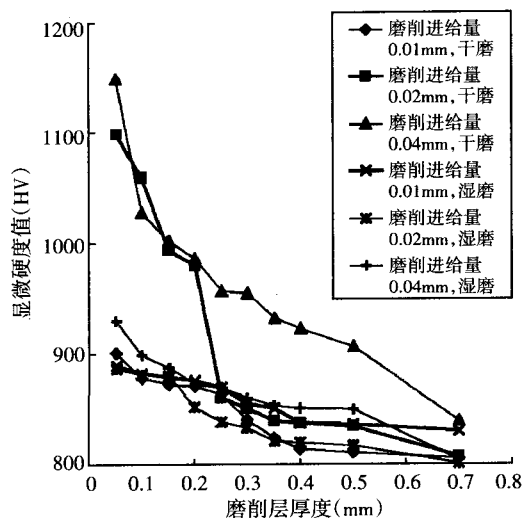


图5 冷却方式对磨削硬度的影响

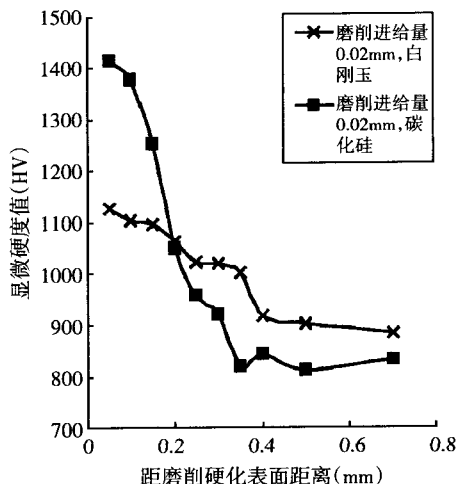


图6 砂轮种类对磨削硬化的影响

### 3.4 砂轮性能对磨削硬化效果的影响

白刚玉砂轮磨削试样比碳化硅砂轮磨削试样的最大硬度小(见图6)。因为白刚玉砂轮的自锐性好,磨削时产生的磨削热比较少。而碳化硅砂轮的硬度比白刚玉的好,在磨削瞬间的冲击力大,引起的试样表面塑性变形量更大,加工硬化效果更好,且形变驱动马氏体相变的趋势和能力更强。

## 4 结论

(1)Cr12钢具有很好的磨削硬化性能,通过磨削加工可以实现试样表面的磨削硬化。

(2)在使用碳化硅砂轮,进给量为0.02mm,干磨的条件下,试样表面磨削硬化的硬度可以达到1,414HV。

(3)在磨削加工过程中,尽量使用机床自动进给,以保证进给均匀,防止出现因进给不均匀造成的轻微磨削烧伤。

(4)碳化硅砂轮比白刚玉砂轮在相同工况下,磨削硬化层的硬度更大。

## 5 参考文献

- [1] 樊东黎. 美国热处理技术发展路线图概述[J]. 金属热处理, 2006, (1)
- [2] 樊东黎. 美国热处理技术发展路线图在行动[J]. 热处理, 2006, (3)
- [3] 刘菊东, 王贵成. 磨削淬硬工艺的研究现状与发展趋势[J]. 现代制造工程, 2003, (11)
- [4] 樊东黎. 热处理技术进展[J]. 金属热处理, 2007, (4)
- [5] 蔡美良, 丁惠麟, 孟沪龙. 新编工模具钢金相热处理[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.

欢迎订购《模具制造》系列丛书

## 《模具热处理及表面强化处理》目录简介

编者: 杨凌平 崔江红

- 第一章 模具寿命及其影响因素
- 第二章 模具的失效分析
- 第三章 模具的锻造
- 第四章 模具热处理工艺概述
- 第五章 模具钢的预备热处理
- 第六章 模具钢(件)常用淬火工艺
- 第七章 钢的回火转变及实用模具回火技术
- 第八章 模具表面强化技术及其应用
- 第九章 模具的断裂失效及断裂韧度
- 第十章 略论模具的强韧化处理

- 第十一章 模具热处理缺陷的分析与预防
- 第十二章 模具钢(零件)在热处理中的变形分析
- 第十三章 模具热处理质量检验
- 第十四章 Cr12型模具钢的锻造、焊补及热处理
- 第十五章 锻压模具的服役、失效、选材及使用与维护
- 第十六章 模具淬火冷却介质
- 第十七章 模具钢概论
- 第十八章 模具钢的选择
- 第十九章 模具钢的锻造及热处理
- 第二十章 特殊模具用钢

本书定价:30元。联系订购电话:0755-89632102 83892668 联系人:黄先生 E-mail:dcetr@163.net

汇款方式: 邮局汇款 地址: 深圳市平湖华南国际工业原料城五金化工塑料区M08栋128号(518111) 收款人: 模具制造杂志社  
银行汇款 户名: 深圳市模具制造杂志社有限公司 开户行: 工商银行深圳华南城支行 帐号: 4000050909100055650