

CW6Mo5Cr4V2 钢与 W6Mo5Cr4V2 钢的性能比较

徐启明¹, 王飞¹, 王红², 郑跃东¹, 刘群荣¹, 孙宗林², 徐和平¹

¹成都成量工具集团有限公司; ²河冶科技股份有限公司

摘要: 比较了 CW6Mo5Cr4V2 钢与 W6Mo5Cr4V2 钢的性能。试验表明,在相同淬火温度下, CW6Mo5Cr4V2 淬回火硬度和红硬性明显高于 W6Mo5Cr4V2, 淬火晶粒比 W6Mo5Cr4V2 粗, 冲击功比 W6Mo5Cr4V2 低。CW6Mo5Cr4V2 在 1160 – 1200℃ 淬火可获得优良的综合机械性能。在 1220℃ 以上淬火, CW6Mo5Cr4V2 过热倾向显著, 冲击功急剧下降。碳和钨钼含量的变化对 CW6Mo5Cr4V2 淬火温度的影响很大。要使 CW6Mo5Cr4V2 淬火易于控制, 必须收窄 CW6Mo5Cr4V2 主要成分范围。CW6Mo5Cr4V2 较适合于切削速度较高的刀具。

关键词: CW6Mo5Cr4V2 钢; W6Mo5Cr4V2 钢; 性能

中图分类号: TG156.1; TH142

文献标志码: A

Properties Comparison between CW6Mo5Cr4V2 and W6Mo5Cr4V2 Steel

Xu Qiming, Wang Fei, Wang Hong, Zheng Yuedong, Liu Qunrong, Sun Zonglin, Xu Heping

Abstract: The paper make a comparison between CW6Mo5Cr4V2 and W6Mo5Cr4V2 steel. The test shows that the hardness and hot hardness of CW6Mo5Cr4V2 after quench hardening and tempering is significantly higher than that of W6Mo5Cr4V2, austenitic grain size of CW6Mo5Cr4V2 is bigger than W6Mo5Cr4V2, and impact strength of CW6Mo5Cr4V2 is lower than W6Mo5Cr4V2 at the same hardening temperature. Hardening at 1160 – 1200℃, CW6Mo5Cr4V2 can obtain good comprehensive mechanical properties. Hardening above 1220℃, overheated tendency of CW6Mo5Cr4V2 is obvious, and its impact strength falls sharply. Content change of Carbon, Tungsten and Molybdenum greatly affects hardening temperature of CW6Mo5Cr4V2. It's necessary to narrow main content of CW6Mo5Cr4V2 for controlling hardening of CW6Mo5Cr4V2 easily. CW6Mo5Cr4V2 is more suitable to cutter working at higher cutting speed.

Keywords: CW6Mo5Cr4V2 steel; W6Mo5Cr4V2 steel; properties

1 引言

CW6Mo5Cr4V2 是在 W6Mo5Cr4V2 钢的基础上,适当提高碳和钨钼含量。表 1 是国家标准 GB/T9943 – 2008《高速工具钢》中 CM2 和 M2 钢规定化学成分的质量分数。

表 1 CM2 和 M2 的主要成分 (%)

牌号	C	W	Mo	Cr	V
W6Mo5Cr4V2	0.80 –	5.50 –	4.50 –	3.80 –	1.75 –
	0.90	6.75	5.50	4.40	2.20
CW6Mo5Cr4V2	0.86 –	5.90 –	4.70 –	3.80 –	1.75 –
	0.94	6.70	5.20	4.50	2.10

CM2 淬回火硬度可达 67 – 68HRC, 较 M2 提高 2HRC, 600℃ 时的高温硬度提高了 4 – 5HRC, 耐磨

性和耐热性也得到提高,其推荐的淬火温度为 1195 – 1210℃^[1]。与普通 M2 相比,其淬火温度低 5 – 10℃ 可达到相应的硬度值^[2]。本文通过试验,研究 CM2 与 M2 在不同淬火温度下,淬火硬度、晶粒度、红硬性及冲击功的差异,并得出 CM2 的淬火温度范围及其适合的刀具类型。

2 试验材料及方法

2.1 试验材料

试验选择国产 M2 和 CM2, 两种钢冶炼方式相同,其主要成分见表 2(质量分数)。

表 2 试验 M2 和 CM2 的主要成分 (%)

牌号	规格	C	W	Mo	Cr	V
W6Mo5Cr4V2	Φ18	0.88	5.80	4.76	3.99	1.80
CW6Mo5Cr4V2	Φ20	0.91	6.02	4.79	4.01	1.80

基金项目: 国家科技重大专项(2015zx04005 – 004)

收稿日期: 2015 年 9 月

第一作者: 程伟, 陕西理工学院机械工程训练中心, 723003 陕西省汉中市

First Author: Cheng Wei, School of Mechanical Engineering Training Center, Shaanxi University of Technology, Hanzhong, Shaanxi 723003, China

[9] Z Li, W Zhang, D Xiong. A practical method to determine rake angles of twist drill by measuring the cutting edge[J]. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 2010 (50): 747 – 751.

[10] 吕彦明, 樊锐, 陈五一. 钻尖数控刃磨中的尾隙角研究[J]. 北京航空航天大学学报, 1999, 25(4): 462 – 466.

2.2 淬回火及红硬性试验

采用盐浴炉淬火和回火。一次预热温度 900℃,二次预热温度 1026℃,淬火温度 1160 – 1240℃,分级温度 550℃通空气搅拌;各段加热时间和分级冷却时间均为 3min50s。回火 560℃ × 1 小时 × 3 次。淬火回火后测定淬火硬度、晶粒度、回火硬度及过热程度。晶粒度和过热程度按 JB/T 9986 – 2013《工具热处理金相检验》评定。红硬性是淬回火试样在 600℃盐浴中保持 4 h 后测得的室温硬度。硬度取 3 点测试的平均值。

2.3 冲击功试验

测定材料淬回火状态下的冲击功。采用 JBN – 300B 冲击试验机,摆锤打击能量 150J,度盘分度 1J/格,跨距 40mm,冲击刀圆弧半径 2.25mm。试样长度为 55mm,横截面为 10mm × 10mm 方形截面,不开槽,尺寸、位置公差及表面粗糙度符合 GB/T 229 – 2007《金属材料 夏比摆锤冲击试样方法》的规定。每组温度 5 个试样,去其最大值和最小值,取剩余 3 个值的平均值。

3 试验结果与分析

3.1 淬回火硬度及红硬性

不同淬火温度下,M2 和 CM2 的淬回火硬度及红硬性见图 1。可见,在相同淬火温度下,CM2 的淬回火硬度及红硬性明显高于 M2;要获得相同淬回火硬度,CM2 的淬火温度比 M2 钢低 20 – 30℃。

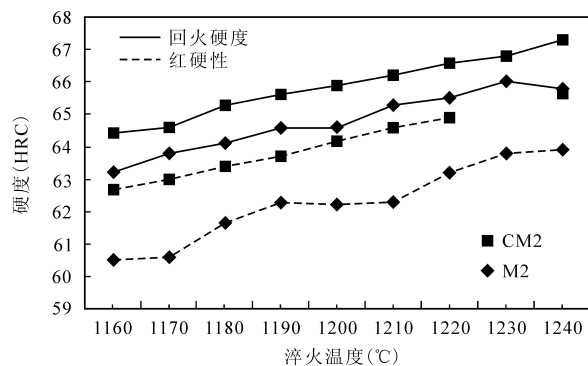


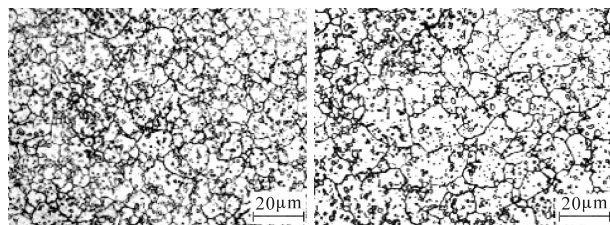
图 1 M2 和 CM2 在不同温度下淬回火硬度及红硬性

3.2 晶粒度

M2、CM2 在 1160℃、1180℃、1200℃、1220℃、1240℃ 淬火的奥氏体晶粒组织分别见图 2 – 图 6,可见,在相同淬火温度下,CM2 晶粒比 M2 粗;CM2 钢 1160℃ 淬火晶粒比 CM2 钢 1220℃ 淬火更粗。

3.3 过热程度

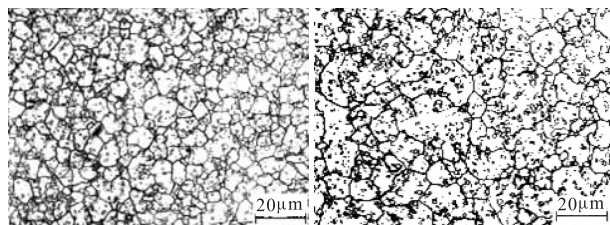
图 7 和图 8 分别为 M2 和 CM2 在 1220℃ 和 1240℃ 淬火的回火组织。可见,CM2 和 M2 在 1220℃



(a) M2, 晶粒号 11

(b) CM2, 晶粒号 10

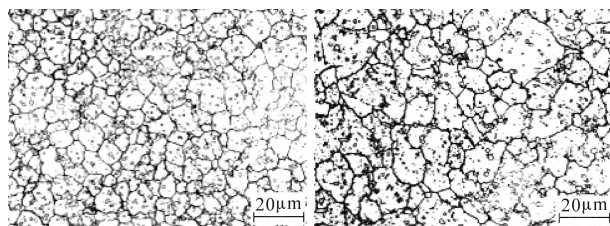
图 2 1160℃ 淬火 M2 和 CM2 晶粒组织



(a) M2, 晶粒号 11

(b) CM2, 晶粒号 10

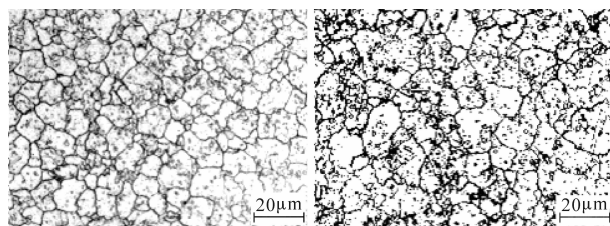
图 3 1180℃ 淬火 M2 和 CM2 晶粒组织



(a) M2, 晶粒号 10.5

(b) CM2, 晶粒号 9.5

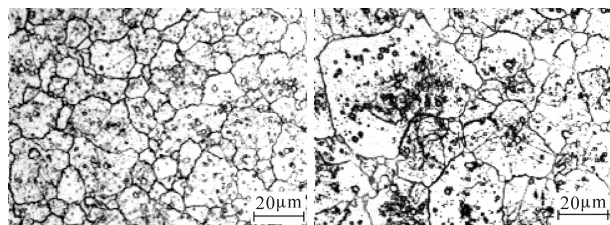
图 4 1200℃ 淬火 M2 和 CM2 晶粒组织



(a) M2, 晶粒号 10.5

(b) CM2, 晶粒号 9

图 5 1220℃ 淬火 M2 和 CM2 晶粒组织



(a) M2, 晶粒号 9.5

(b) CM2, 晶粒号 8

图 6 1240℃ 淬火 M2 和 CM2 晶粒组织

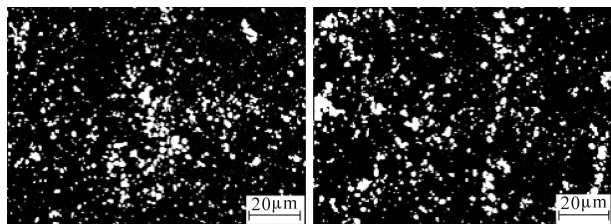
时淬火过热程度相近,但 1240℃ 淬火两者差异大,在 1220℃ 以上淬火,CM2 钢过热倾向显著。

3.4 冲击功试验

试验结果见图 9,可知,在相同淬火温度下,CM2 冲击功比 M2 低,在 1220℃ 以上淬火,CM2 和 M2 的冲击功都急剧下降,且 CM2 下降幅度更大;CM2 在 1160 – 1200℃ 淬火,可获得较高的冲击功。

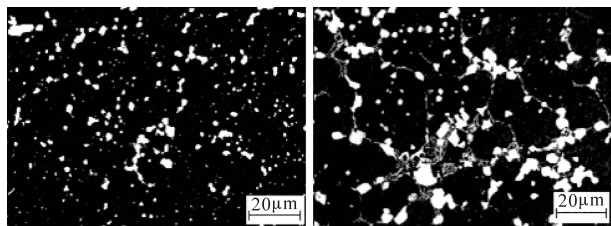
3.5 试验结果分析

试验材料 CM2 的平均碳含量和钨钼含量高于 M2。高碳 M2 淬火态合金元素的固溶量与 M2 大体相同,而碳的固溶量却明显上升^[3]。淬火马氏体碳含量的提高有利于回火二次硬化以提高钢的硬度与红硬性,但是也会降低钢的塑性与韧性。钨钼是高速钢二次硬化和红硬性的重要元素。本文试验印证了这一结论。



(a) M2, 过热 1.5 级 (b) CM2, 过热 1.5 级

图 7 1220°C 淬火 M2 和 CM2 回火组织



(a) M2, 过热 2 级 (b) CM2, 过热 5 级

图 8 1240°C 淬火 M2 和 CM2 回火组织

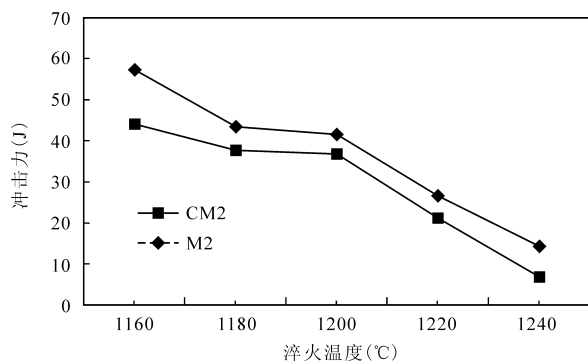


图 9 M2 和 CM2 在不同淬火温度下的冲击功

由试验结果可知,CM2 在 1160 – 1200°C 淬火可获得优良的综合机械性能,即较高的淬回火硬度、红硬性与较高的冲击功。CM2 在 1220°C 以上淬火,过热倾向加大,冲击功急剧下降。

不同的刀具对高速钢淬回火硬度、红硬性及韧性的要求不同。对于切削速度较高的刀具,其对耐磨性和红硬性的要求是第一位的,韧性其次^[4]。CM2 的性能特点可满足此类刀具对高速钢的要求。

钢厂推荐 M2 的通常淬火温度为 1180 – 1220°C,本试验得出的 CM2 淬火温度 1160 – 1200°C,比 M2 钢低 20°C,这与文献[1,2]的观点不同。本文认为,出现这种结果的根本在于试验材料

的差异。本试验所用 CM2 和 M2 成分差异主要在碳和钨。不难发现,碳和钨钼含量的变化对 CM2 淬火温度的影响很大。国家标准中 CM2 和 M2 的碳、钨和钼含量有较大范围的重叠。在成分重叠部分,它既是 CM2 也是 M2。碳、钨、钼部分可能的变化见表 3。

表 3 CM2 和 M2 碳、钨、钼含量变化部分可能的情形

序号	碳 (%)	钨	钼	牌号
1	0.86 – 0.90	% ≥ 5.9	% ≥ 4.7	既是 M2 也是 CM2
2	0.80 – 0.85	% ≥ 5.5	% ≥ 4.5	M2
3	0.91 – 0.94	% ≥ 5.9	% ≥ 4.7	CM2
4	0.91 – 0.94	5.5 ≤ % < 5.9	4.5 ≤ % < 4.7	既非 M2 也非 CM2

表 3 中只有序号 3 才是真正意义上的 CM2。要使 CM2 淬火温度波动范围小,淬火操作易于控制,必须收窄 CM2 主要成分范围。此外,CM2 脱碳敏感性较大,热处理时应注意产品脱碳。

4 结语

(1) 相同淬火温度下,CM2 淬回火硬度和红硬性明显高于 M2,淬火晶粒比 M2 粗,冲击功比 M2 低。

(2) CM2 在 1160 – 1200°C 淬火可获得优良的综合机械性能,即较高的淬回火硬度、红硬性与较高的冲击功。CM2 在 1220°C 以上淬火,过热倾向显著,冲击功急剧下降。

(3) 碳和钨钼含量的变化对 CM2 淬火温度的影响很大。要使 CM2 淬火易于控制,必须收窄 CM2 主要成分范围。

(4) CM2 较适合于切削速度较高的刀具。

参考文献

- [1] 赵步青,等. 工具用钢热处理手册[M]. 北京:机械工业出版社,2014:367 – 368.
 - [2] 河冶科技. HYM2E 高速钢[Z]. 石家庄:河冶科技股份有限公司,2014.
 - [3] 邓玉昆,等. 高速工具钢[M]. 北京:冶金工业出版社,2002:17 – 115.
 - [4] 徐和平,徐启明,陈莉,等. 几种丝锥用高速钢的性能比较[J]. 金属热处理,2014,39(2):54 – 57.
- 第一作者:徐启明,高级工程师,工学硕士,成都成量工具集团有限公司,610503 成都市
- First Author: Xu Qiming, Senior Engineer, Master, Chengdu Chengliang Tools Group Co. Ltd, Chengdu 610503, China