

技术简讯 多元共渗处理提高高速钢刀具加工钛合金的切削性能

何宁 潘良贤 姚炎

(南京航空学院 505 教研室, 南京, 210016)

IMPROVING HIGH SPEED STEEL PERFORMANCE OF CUTTING TITANIUM ALLOY BY MULTI-ELEMENT DIFFUSION PROCESS

He Ning, Pan Liang-xian, Yao Yan

(Faculty 505 of Nanjing Aeronautical Institute, Nanjing, 210016)

用硬质合金切削钛合金已在许多航空工厂得到广泛应用,但在许多情况下仍然需要用高速钢刀具加工钛合金^[1]。采用多元共渗强化处理是一种改善高速钢刀具切削性能的方法。这种技术具有变形小、节能、成本低等特点。W18Cr4V 高速钢经 S-O-N-C-B 五元强化共渗^[2]后,金相组织分为表层的化合物层(几 μm)及其下的扩散层。扩散层由于渗入了固溶的 C 和 N,并存在弥散的析出强化相, B 元素使晶格严重畸变,扩散层的硬度最高,可达 $\text{HV}_{0.1}900\sim 1000$ 。深度可达 $50\sim 70\mu\text{m}$ 。共渗强化处理后可提高高速钢刀具的耐磨性,并可在刃磨后重新处理,尤其适用于高速钢制做的各种复杂刀具和成形刀具。

1 刀具磨损形式



图1 刀具后刀面磨损形式

(a) 共渗高速钢 $v=42.73\text{m}/\text{min}$ (b) 未渗高速钢 $v=26.92\text{m}/\text{min}$

试验所用两种刀具从正常磨损到刀具失效几乎均没有过渡阶段。在刀具失效前,后刀面磨损 VB 和边界磨损 VN 均小于 0.2mm ,刀具的失效为刀尖材料大块地突然破断并被工件或切屑带走,形成一个较为平整的破断面(图1)。这种失效形式可称为刀尖全破断^[3]。

1992年3月30日收到,1992年6月15日收到修改稿

航空科研基金资助课题

2 五元强化共渗效果

表 1 切削试验结果

共渗高速钢						未渗高速钢						
切削速度 $v / \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	切削时间 / min	VB / mm	VN / mm	R_a / μm	l_c / μm	切削速度 $v / \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	切削时间 / min	VB / mm	VN / mm	R_a / μm	l_c / μm	
27.71	106	0.165	0.13	3.6	90	26.92	67	0.175	0.11	2.9	58	
	111	×	×	—	—		75.5	×	×	—	—	
29.91	71	0.145	0.09	5.0	70	30.16	6	0.105	0.08	3.0	45	
	75	×	×	—	—		10.5	×	×	—	—	
34.18	6	0.083	0.08	3.3	60	33.68	3	0.095	0.05	2.8	47	
	7.5	×	×	—	—		5.5	×	×	—	—	
38.48	1.5	0.088	0.05	2.8	74	38.33	1	0.11	0.06	2.8	47	
	2.33	×	×	—	—		1.5	×	×	—	—	
42.73	1.07	×	×	—	—	41.47	0.75	×	×	—	—	
试 验 条 件	机床		CA6140		工件材料		TC4		硬度		HRC40	
	进给量		0.1mm r		切削深度		1.0mm		切削液		无	
	前角		5°		后角		8°		主偏角		45°	

× 刀尖全破损

表 1 为共渗高速钢与未共渗高速钢在不同切削速度下刀尖全破损的切削时间和全破损前的磨损值, 以及刀-屑接触长度 l_c 。如果以表 1 中刀尖全破损的切削时间作为刀具耐用度, 可得泰勒耐用度公式

$$\text{共渗高速钢 } VT^{0.08} = 41.87; \quad \text{未渗高速钢 } VT^{0.10} = 39.67$$

公式的回归相关系数均高于 0.98。如取耐用度 $T = 60\text{min}$, 则共渗处理的高速钢的切削速度比未渗高速钢的高 15%。

3 共渗高速钢性能改善机理

共渗高速钢的切削性能得以改善, 主要由于

- (1) 共渗表层适当含量的 FeS 起固体润滑作用, 使刀-屑接触长度 l_c 增加 (表 1);
- (2) 共渗层硬度增加, 使刀具 / 工件硬度比提高, 从而降低粘接磨损程度^[4];
- (3) 降低切削温度, 在磨损试验的切削用量下, 共渗刀具的切削温度要低 20~35℃。

4 刀尖全破损

共参与未渗高速钢的切削温度正好在高速钢软化区域, 粘结与扩散磨损使刀具进一步弱化; 磨损的加剧, 又使切削温度进一步升高, 刀尖软化, 当不能继续承受切削力时即发生刀尖全破损。当切削速度较低时, 切削温度较低, 要达到全破损的软化温度, 由磨损引起的温度所占比重上升, 相应切削时间也增长; 所以, 发生全破损的时间与速度关系满足泰勒关系式。

参 考 文 献

- 1 张春江主编. 钛合金切削加工技术. 西安: 西北工业大学出版社, 1986.5
- 2 屠平亮. 高速钢刀具的强化多元共渗. 南京航空学院硕士论文, 1988.3
- 3 白井英治著. 高希正, 刘德忠译. 切削磨削加工学. 北京: 机械工业出版社, 1982.
- 4 张幼植主编. 金属切削原理及刀具. 北京: 国防工业出版社, 1989.