利用AlCrN PVD涂层提高Ti-6Al-4V合金高速铣削刀具性能 MDPI JMMP

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/34389.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

利用AlCrN PVD涂层提高Ti-6Al-4V合金高速铣削刀具性能 MDPI JMMP。论文标题：Enhancing Tool Performance in High-Speed End Milling of Ti-6Al-4V Alloy: The Role of AlCrN PVD Coatings and Resistance to Chipping Wear

论文链接：https://www.mdpi.com/2504-4494/8/2/68

期刊名：Journal of Manufacturing and Materials Processing (JMMP)

期刊主页：https://www.mdpi.com/journal/jmmp

1 引言

Ti-6Al-4V被认为是一种典型的难加工材料，其热导率低、硬度高、材料的化学亲和力高，有很大的加工硬化倾向。粘附和溶解-扩散是硬质合金刀具在钛加工过程中的主要磨损形式。AlCrN涂层具有优异的抗氧化性和耐磨性，研究发现涂层中的Ti、Si和Cr元素对干式铣削Ti-6Al-4V时刀具寿命的延长和切削力降低有积极影响。然而，在Ti-6Al-4V的铣削过程中，尤其是在超过60m/min的切削速度下，仍然缺乏对AlCrN涂层刀具的研究。在较高切削速度下的磨损机制可能与在较低切削速度下的磨损机制不同。本文的目的是研究不同AlCrN PVD涂层铣刀的微观组织与性能及其对Ti-6Al-4V高速铣削（以100m/min）过程中刀具寿命的影响。

2 研究内容

本文采用阴极弧沉积在硬质合金基体表面制备出了三种PVD AlCrN涂层，沉积参数如表1所示：

表1. AlCrN涂层沉积参数

Coatings	Designation	I/A	Ring (A)	Bias 1 (V)	t1 (min)	Bias 2 (V)	t2 (min)
C1	High stress			100	5	150	90
C2	Standard	150	0.5	40	30	150	60
C3	Moderate stress			100	90	0	0

图1 是AlCrN涂层横截面的SEM和EDS图。可见，涂层厚度约为3 μ m，涂层呈现出柱状晶结构，涂层表面存在液滴和片状缺陷，这在电弧PVD中比较常见。

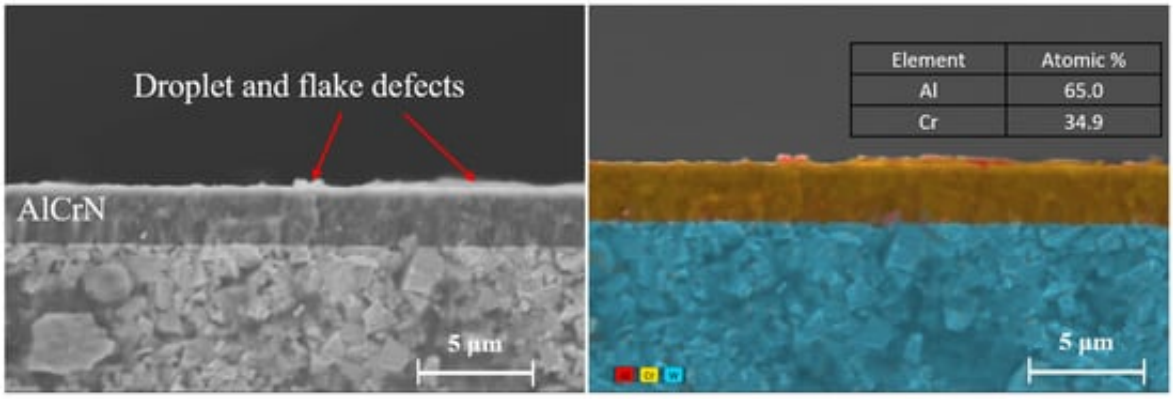


图1. 涂层截面SEM/EDS图

三种AlCrN PVD涂层的力学性能和表面特征如表2所示。所有三种涂层都具有均匀的表面，具有较低的表面粗糙度值，C3涂层的表面粗糙度值最低，而C1涂层的表面粗糙度值最高。C1涂层具有略高的硬度和弹性模量，而C3涂层表现出最低的值。这与偏压和电弧电流等涂层沉积参数有关。通常，负偏压越高，涂层沉积时离子所具有的动能越高，产生的缺陷越多。另外，更高的偏压使衬底的温度升高，导致涂层硬度增加。

表2 涂层的力学性能和表面特征

Coatings	C1	C2	C3
Hardness (GPa)	39.2 ± 3.0	38.3 ± 3.4	37.6 ± 3.6
Reduced elastic modulus (GPa)	393 ± 22	380 ± 30	373 ± 29
H/E	0.100	0.101	0.101
H^3/E^2	0.390	0.389	0.382
Plasticity Index, *PI*	0.350	0.350	0.350
Lc1 (N)	20.7 ± 1.3	24.9 ± 1.8	17.7 ± 0.3
Lc2 (N)	32.6 ± 0.9	36.8 ± 1.2	29.6 ± 0.9
Lc3 (N)	55.2 ± 0.9	59.5 ± 0.9	55.6 ± 0.1
Surface average, *Sa* (μm)	0.25 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.22 ± 0.01

图2是三种AlCrN铣刀的刃口几何形状，每种刀具都有五个不同刃口半径和角度的切削刃。所有涂层刀具都有轻微的刃口圆化，因为它们在涂层前仅进行了微喷砂处理。C3涂层刀具显示出最好的几何测量结果，其刃口半径较小且角度相对均匀，铣刀的刃口几何特征对铣削加工过程中的切削力和金属流动有重要影响。

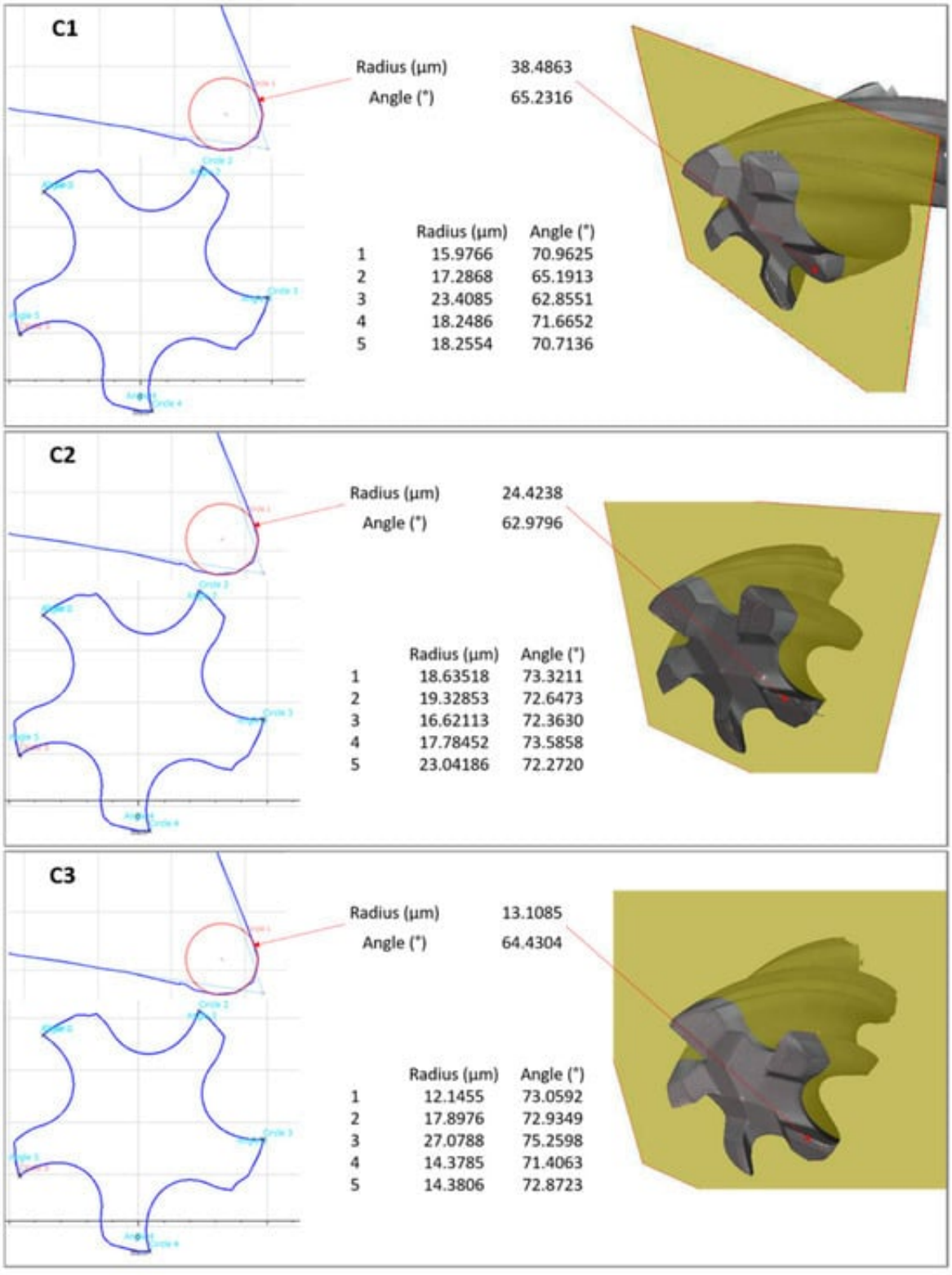


图2. 三种刀具的刃口几何结构

图3是三种涂层刀具的刀具寿命曲线，前刀面和后刀面磨损情况。可见，在钛合金切削过程中所有刀具后刀面和前刀面上的磨损都呈现出逐渐增加的趋势；随着崩刃突然出现和增多，刀具最终失效。C3涂层刀具的刀具寿命最长，超过300 m，而C1和C2刀具在200 m左右失效。

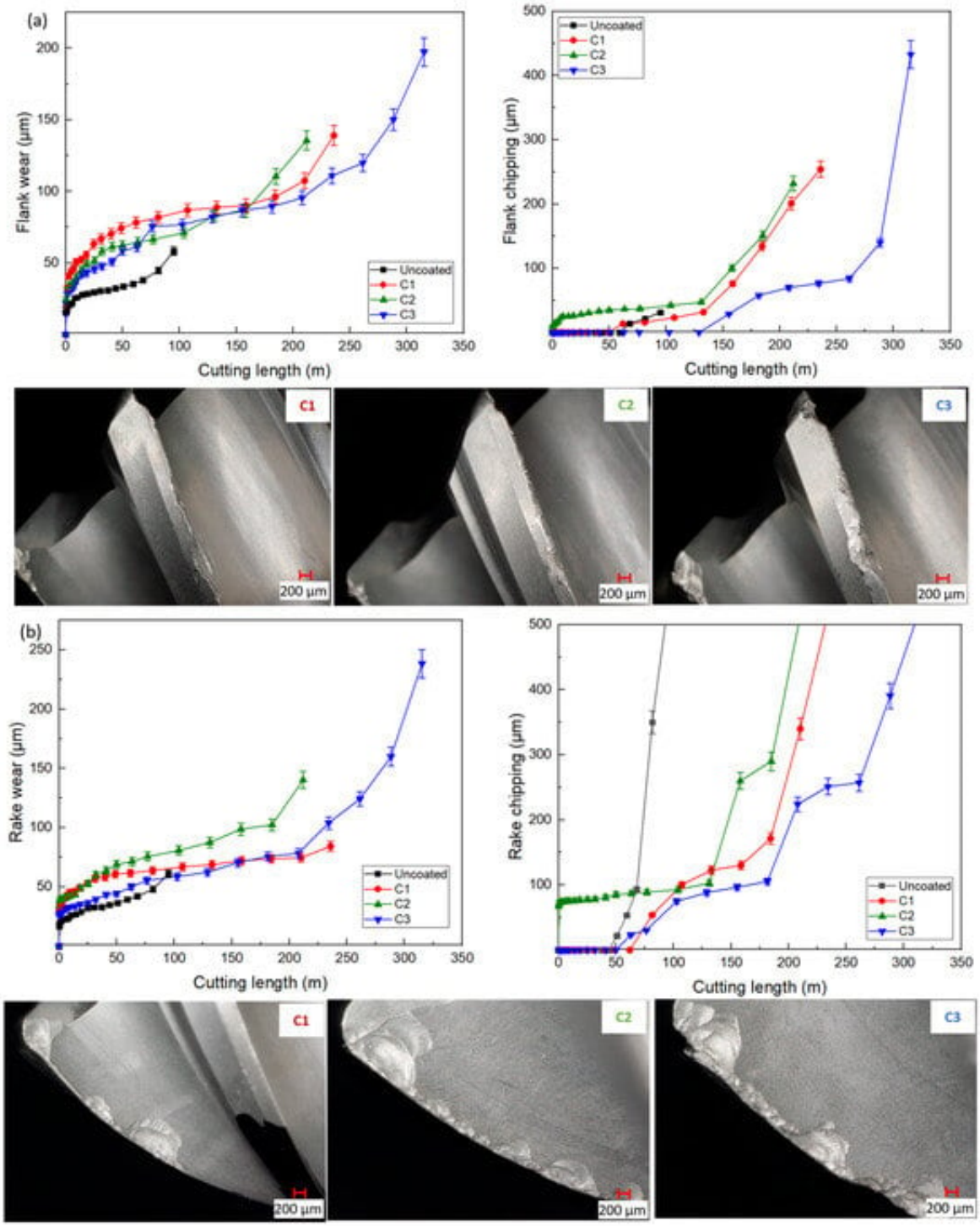


图3. 刀具寿命曲线和失效AlCrN涂层刀具的 (a) 后刀面 (b) 前刀面图像

3 研究总结

本文对三种不同AlCrN PVD涂层铣刀的组织性能及其在Ti-6Al-4V合金加工过程中切削性能进行了研究。结果表明，C3涂层刀具具有最长的刀具寿命，几乎是其他两种涂层刀具的1.5倍。具有中等残余应力的AlCrN涂层更适合用于难加工材料Ti-6Al-4V的切削加工，特别是在高达100米/分钟的高速铣削加工。更好的抗塑性变形和冲击疲劳断裂性能，锋利的刃口半径和均匀的刃口角度

均有利于切削工具的磨损性能，并导致优越的刀具寿命。

来源：Journal of Manufacturing and Materials Processing (JMMP)

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发