

电解强化的高速钢丝锥切削性能的试验研究

Experimental Research on Cutting Property of High-Speed Steel Tap With Electrolytic Strengthening

哈尔滨工业大学机电工程学院 韩荣第 唐艳丽
武汉东风汽车中心 刘永宏

[摘要] 为消除或减少丝锥刀齿的锯齿或锋刃、前后刀面的凹坑或微裂纹等缺陷,提高使用寿命,对高速钢丝锥进行了电解强化处理并对强化后的丝锥进行了攻丝试验。结果表明:丝锥的原有缺陷明显减少,第1孔的攻丝扭矩虽比具有锋刃的未强化丝锥有所增加,但随着攻丝孔数的增加,扭矩增幅显著减小且平稳,大大提高了使用寿命和切削性能。

关键词: 高速钢丝锥 锯齿 锋刃 电解强化 攻丝扭矩

[ABSTRACT] To reduce or eliminate defects such as the saw tooth or blade of tap tooth, pits or microcrack on the rake face and flank face, and extend its service life, tapping experiment is carried out by using high-speed steel tap with electrolytic strengthening treatment. The results show the native defects of tip significantly reduce. Although the tapping torque of the first hole increases more than that of the no strengthened tap with blade, the increase range of torque significantly decreases and becomes steady with the increase of tapping number, which greatly improves its service life and cutting performance.

Keywords: High-speed steel tap Saw tooth Blade Electrolytic strengthening Tapping torque

在显微镜或放大镜下,丝锥刀齿切削刃往往存在有锯齿刃或锋刃、前后刀面比较粗糙且磨痕中有凹坑或微裂纹等缺陷,可致使丝锥刀齿过快磨损,甚至破损,严重影响丝锥的使用寿命。人们可对其进行强化,强化的方法很多,包括尼龙刷刃部研磨法、喷砂强化法、离心滚筒式研磨法、磁性磨料研磨法、高速粒子轰击强化法、振动磨块研磨法及电解强化法等,每种方法均有其特点。电解强化法不仅可使锋刃钝化成具有一定钝圆半径的钝圆刃,强化了切削刃,而且还可减小前后刀面的表面粗糙度、修复磨痕中的凹坑和微裂纹,从而减小摩擦扭矩、提高丝锥使用寿命。故此,我们将研制电解强化装置对高速钢丝锥进行电解强化并对强化的丝锥进行攻丝试

验,以期达到提高丝锥切削性能的目的。

基于电解阳极腐蚀抛光原理研制了高速钢丝锥电解强化装置。

1 强化丝锥的攻丝试验

1.1 攻丝试验系统

攻丝试验系统由立式钻床 Z5125、压电式钻削测力仪、电荷放大器、采集卡及 PC 计算机组成;试件材料 45 钢和钛合金 TC4,厚度 12mm,底孔 $\phi 6.8$ mm; M8 通用丝锥和修正齿丝锥。试验材料的物理力学性能如表 1 所示。

表1 试验材料的物理力学性能

试件材料	抗拉强度 σ_t /MPa	伸长率 δ /%	冲击韧度 a_k /(MJ·m ⁻²)	导热系数 k /(W·m ⁻¹ ·℃ ⁻¹)
Ti6Al4V	903	10	0.3924	7.5
45 钢	600	16	0.18	50.2

1.2 攻丝试验

1.2.1 45 钢攻丝试验

采用机动攻丝,攻丝速度 $v_c=6.28$ m/min。

使用强化与未强化丝锥时的攻丝扭矩记录曲线如图 1 所示。

可见:用未强化丝锥攻丝,初期的扭矩为 6N·m,随攻丝孔数的增加,扭矩增大较快,攻第 30 个孔达 10N·m,超过了强化丝锥,说明新丝锥切削刃虽较锋利,但磨损较快,致使 M 增大得快;而强化丝锥,由于切削刃已经被钝化(钝圆半径约 $r_n=30\mu\text{m}$),虽然攻丝初期 M 比未强化丝锥稍大,但由于磨损较小,故攻 30 个孔的 M 值也未见有变化。这是丝锥刀齿强化的结果。

1.2.2 钛合金 TC4 攻丝试验

(1) TC4 的手动攻丝试验结果。

钛合金 TC4 的弹性模量小(约为 45 钢的 1/2),弹性回复大,导热系数小(仅为 45 钢的 1/7)。攻丝时摩擦扭矩大,易“抱锥”甚至崩齿、折断,故攻丝十分困难。为

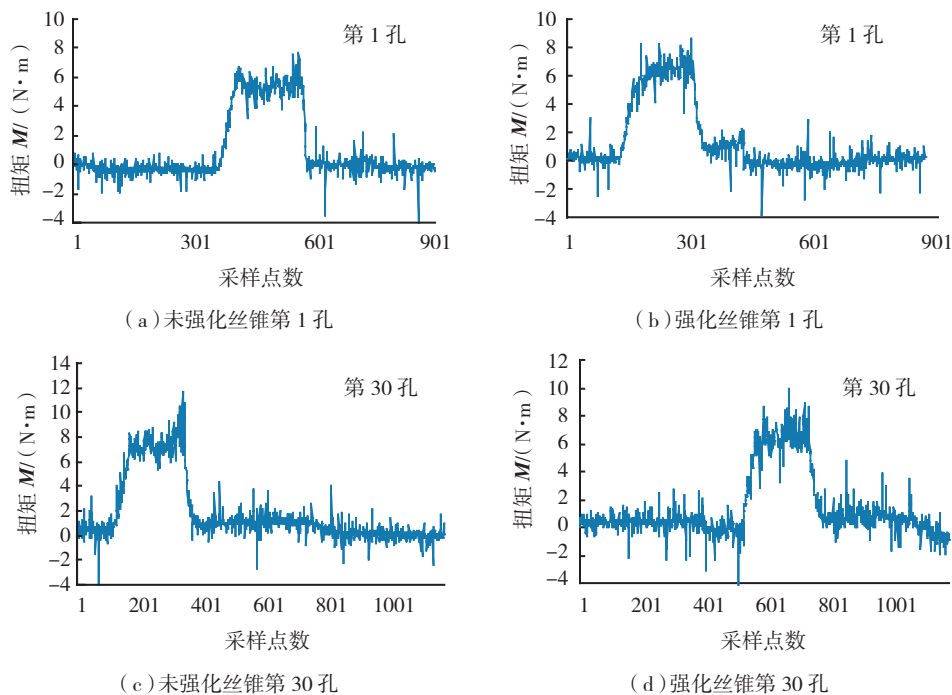


图1 45#钢的机动攻丝扭矩记录曲线
Fig.1 Record curve of motor tapping torque of 45 # steel

安全起见,先进行手动攻丝,后进行机动攻丝试验。通用丝锥强化前后的手动攻丝扭矩记录曲线如图2所示。

可见:未强化丝锥攻丝总扭矩约在 $10\sim 15\text{N}\cdot\text{m}$,在试验的5支丝锥中,多数只攻2孔,个别能攻4~5孔,随孔数增加,扭矩急剧增大,然后崩刃或折断。强化后的丝锥攻丝总扭矩虽在 $20\sim 25\text{N}\cdot\text{m}$,但随孔数增加变化不大,因为切削刃已为倒圆刃了(钝圆半径 $r_n=30\mu\text{m}$)。

(2) TC4的机动攻丝试验结果。

根据TC4的性能特点,其攻丝线速度 v_c 只能选低些。在此,选 $v_c=3.14\text{m}/\text{min}$,以攻10个孔为限。机动攻丝的扭矩记录曲线如图3所示。

不难看出:未强化丝锥攻第1孔的 M 约为 $8\text{N}\cdot\text{m}$,第5孔约为 $10\text{N}\cdot\text{m}$,攻第10孔升至 $25\text{N}\cdot\text{m}$,终因 M 过大而折断,孔间的 M 增长率为21%。强化丝锥攻第1孔至第5孔约为 $16\text{N}\cdot\text{m}$,攻10孔后升至 $24\text{N}\cdot\text{m}$,孔间的 M 增长率为5%,仅是未强化丝锥的50%。这说明强化丝锥虽初期扭矩较大,但随孔数增加,扭矩变化较小,耐磨性较好,大大提高了丝锥寿命。

(3) 强化通用丝锥与未强化修正齿丝锥的TC4攻丝试验。

由于修正齿丝锥的结构及渐成式成形原理的特点,非常适合钛合金攻丝。故在此均采用与强化通用丝锥作对比试验。攻丝线速度 $v_c=3.14\text{m}/\text{min}$ 的机动攻丝,攻1、5、10个孔的扭矩记录曲线如图4所示。

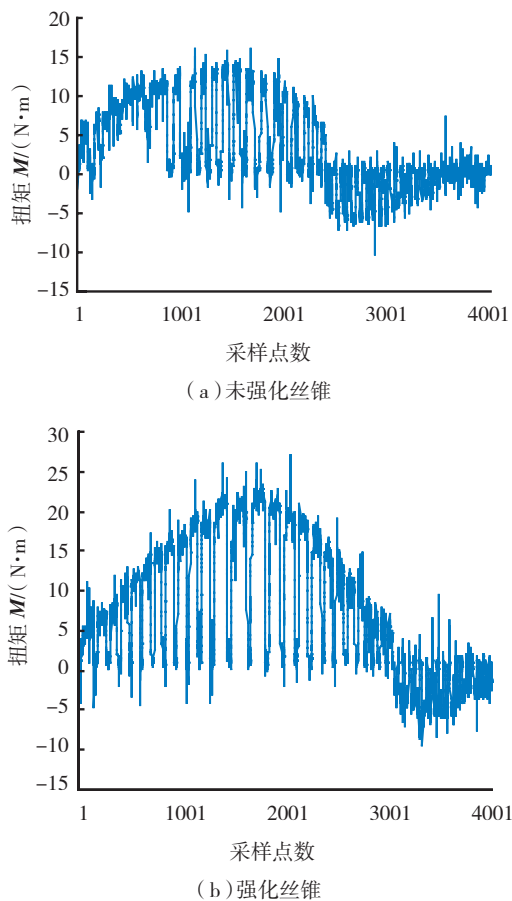


图2 TC4通用丝锥手动攻丝扭矩记录曲线
Fig.2 Record curve of general tap hand tapping torque of TC4

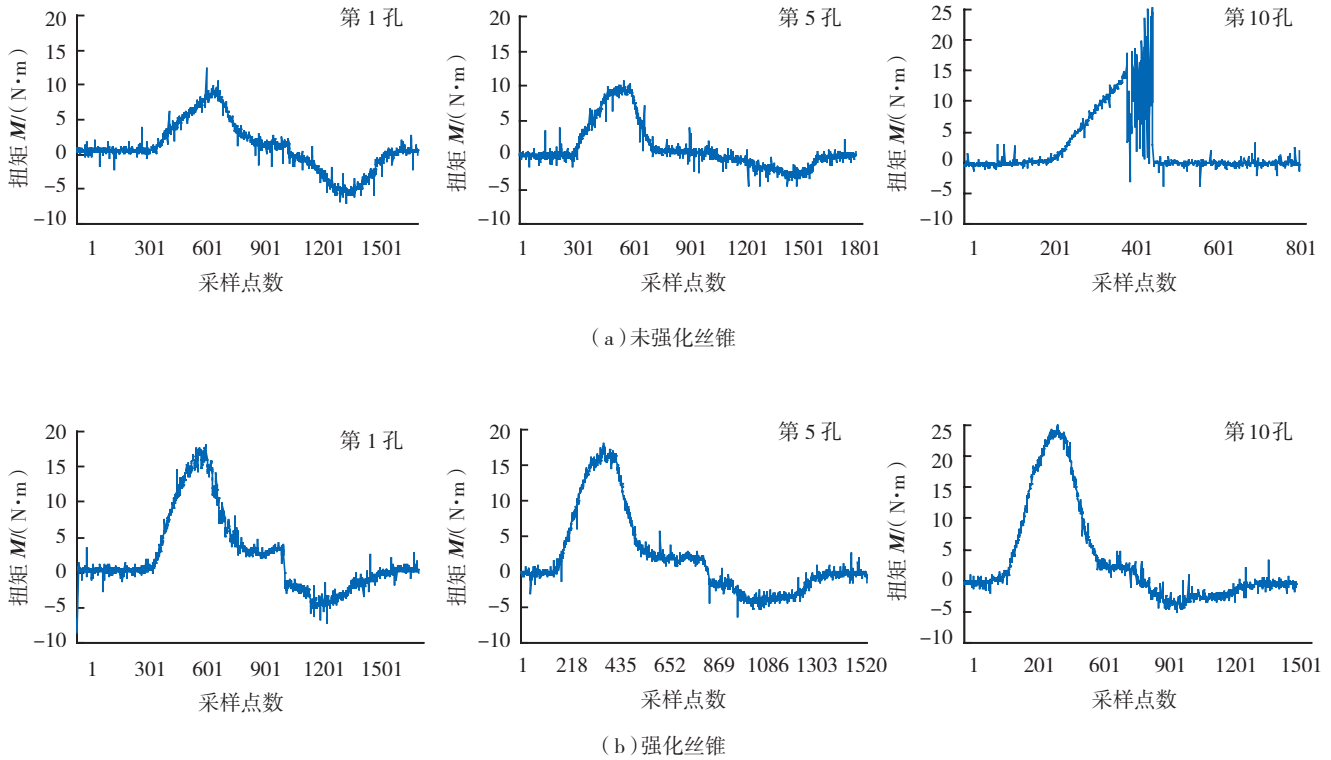


图3 TC4通用丝锥机动攻丝扭矩记录曲线

Fig.5 Record curve of general tap motor tapping torque of TC4

由图 3 (b) 与图 4 不难看出: 强化通用丝锥的 M 从第 1 孔的 $15\text{N}\cdot\text{m}$ 增至第 10 孔的 $24\text{N}\cdot\text{m}$, 孔间的 M 增长率为 5% ; 修正齿丝锥的 M 从第 1 孔的 $5\text{N}\cdot\text{m}$ 增至第 10 孔的 $12\text{N}\cdot\text{m}$, 孔间扭矩增长率达 140% 。这说明刀齿磨损较强化通用丝锥要大, 虽然攻丝扭矩比强化丝锥小 50% , 但强化后的通用丝锥刀齿磨损小于修正齿丝锥。

攻丝试验, 得出如下结论:

(1) 强化丝锥由于刀具切削刃形成了具有一定钝圆半径 $r_n=30\mu\text{m}$ 的倒圆刃, 初始攻丝扭矩虽比未强化的大些, 但随着孔数的增加, 扭矩增量很小且平稳, 从而大大减少了崩齿现象的产生, 提高了丝锥的使用性能。

(2) 未强化的修正齿丝锥虽然初始攻丝扭矩比强化通用丝锥的小, 但随着孔数的增加, 扭矩增长率较大,

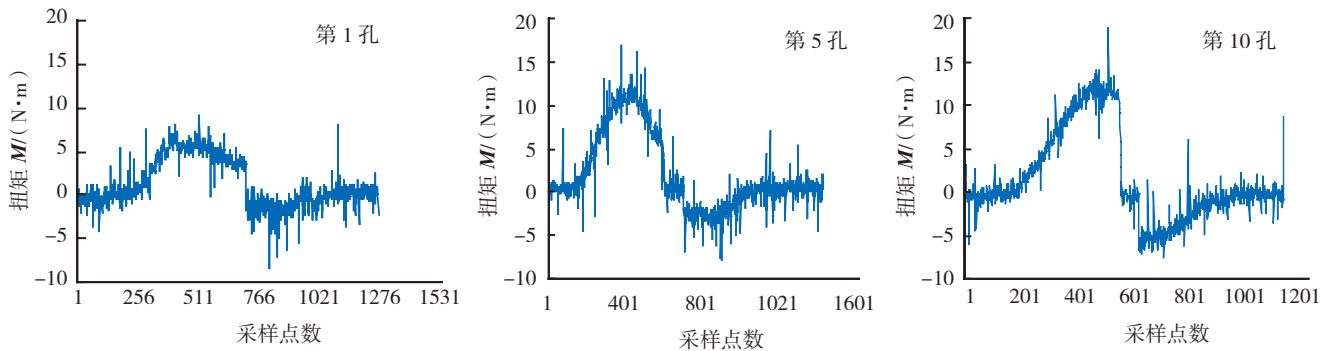


图4 TC4用未强化修正齿丝锥攻丝扭矩记录曲线

Fig.4 Record curve of tapping torque with no strengthened correction tooth tap of TC4

2 结论

通过强化丝锥对 45# 钢和钛合金 TC4 的手动、机动

说明刀齿磨损较强化通用丝锥大, 即强化通用丝锥刀齿磨损较小, 这是电解强化的结果。修正齿丝锥如经电解强化效果可能会更好。
(责编 小城)