

· 生产技术 ·

用磁性磨料对钢领进行光整加工的研究

吴 隆

(中原工学院机械系, 郑州, 450007)

摘 要: 介绍磁性磨料研磨的加工原理及磁性磨料在磁场中的受力分析。对钢领的内、外跑道进行磁性磨料研磨加工的试验, 得出了优化的磁性磨料研磨的加工参数。

关键词: 磁性磨料研磨 钢领 研磨量 粗糙度 磁感应强度

中图分类号: TS 103. 81 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)04-0077-02

在纺织行业中钢领得到大量的使用, 由于钢领是在高速、高压和高温条件下运转工作的, 所以钢领加工的表面质量和精度的优劣会直接影响到它的使用性能和使用寿命, 尤其是钢领工作的内、外跑道的表面质量就显得更为重要。本文采用磁性磨料研磨的方法, 对钢领的内、外跑道进行加工实践, 得出了一些优化的加工参数。

1 加工原理

如图 1 所示, 在磁极间, 填入磁性磨料, 一般采用导磁率大的磁性颗粒与氧化铝颗粒结成的复合颗粒。磨料颗粒内的磁性物质被磁场所磁化, 颗粒在磁力作用下排列成刷状, 称为磁力研磨刷。如果将工件放入

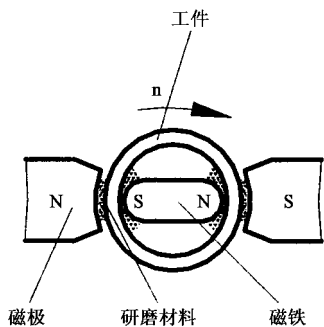


图 1 钢领的磁性磨料研磨加工原理图

磁场, 该刷就在磁场作用下, 一边保持加工间隙, 一边向钢领表面加压。这时钢领如进行旋转运动和轴向运动, 磁力研磨刷和钢领间就发生相对运动, 而对钢领进行研磨。

位于磁场中的每一个磁性磨粒都将受到磁场力的作用。若用正交坐标系 u_1, u_2, u_3 来表示磁场中某点磁性磨粒所受的磁力, 即

$$\Delta F_{ui} = \mu_0 (1 + \chi_m) \cdot V_0 \cdot H \cdot \frac{\partial H}{\partial u_i}$$
$$\vec{\Delta F} = \vec{\Delta F}_{u_1} + \vec{\Delta F}_{u_2} + \vec{\Delta F}_{u_3}$$

式中, χ_m 是磁性磨粒的磁化率, $\vec{\Delta F}_{u_i}$ 是磁场力的分量, μ_0 是真空导磁率, V_0 是磁性磨粒的平均体积。

由以上公式可知, 在磁场强度愈大, 磁场的变化率愈大及磁性研磨料的磁化率愈大的情况下, ΔF 愈大, 亦即使磨料向加工区域集中的力愈大, 这个力还能阻止因工作旋转而引起的磨料流出加工区域的趋势。因此在磁极上开槽或口, 更能阻止不均匀磁场中磨料的流出, 以上就成为这样一个磁极形状的设计基础, 即该磁极能形成一个向加工区域集中磨料的磁场。

2 对钢领进行磁性磨料研磨的加工实践

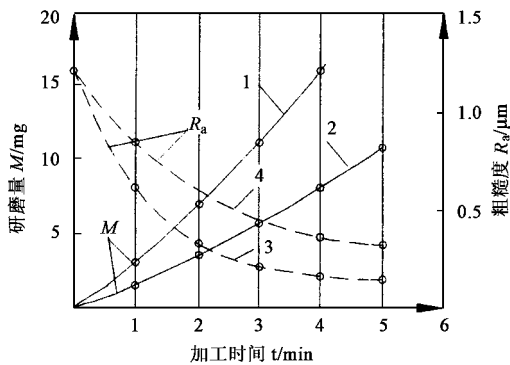
2.1 试验条件

1) 设备: 普通卧式车床改装而成; 2) 工件: 钢领材料 20A HRC63; 3) 钢领的制造工艺流程: 带钢 → 伸直 → 冲轧 (四道) → 粗车 → 精车 → 热处理 → 磁性磨料研磨 → 检验包装; 4) 磁性磨料: $5 \mu\text{m Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$ 组成的平均粒径为 $100 \mu\text{m}$ 的烧结磨料, 再加上 5% 非水溶性磨削液; 5) 磁感应强度: $B = 0.4 \sim 1.2 \text{ T}$; 6) 加工参数: 钢领转速 $v = 20 \sim 150 \text{ m/min}$, 钢领轴向振动率 $f = 0 \sim 20 \text{ Hz}$, 钢领轴向振幅 $A = 0 \sim 2 \text{ mm}$, 加工间隙 $\Delta = 1 \sim 3 \text{ mm}$ 。

2.2 金属去除量和表面粗糙度

图 2 所示为钢领的内、外跑道表面金属去除量 M 和表面粗糙度 R_a 在钢领有轴向振动和钢领无轴向振动时与研磨时间的关系曲线。钢领的内、外跑道表面的金属去除量随研磨时间的增加而增加, 钢领有轴向振动时比无轴向振动时研磨的金属去除量要大, 这是因为在有轴向振动时, 磁性磨料不断变更位置, 不断出现新的切削刃, 更有利于表面金属去除量的提高^[1]。被加工钢领的内、外跑道表面粗糙度随研磨时间的增加而减少, 尤其是在钢领有轴向振动时就更加明显, 但到研磨时间超过 4 min 以后, 粗糙度的减少量就不够明显, 在研磨时间 5 ~ 6 min 时, 被研磨钢领表面粗糙度达到极限值 (钢领无轴向

振动时为 0.4 ~ 0.5 μm,钢领有轴向振动时为 0.1 ~ 0.2 μm)。



试验条件: $v=80$ m/min, $\Delta=1$ mm, $B=1.2$ T.

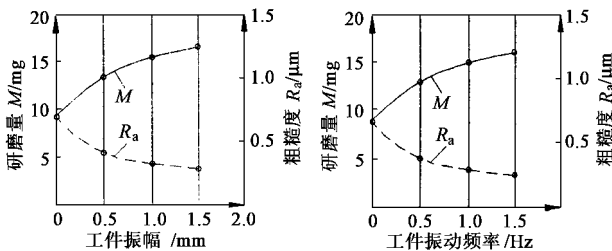
图中符号 1—M:有振动时, $f=10$ Hz, $A=1.5$ mm;

2—M:无振动时, $f=A=0$; 3— R_a :有振动时, $f=10$ Hz,

$A=1.5$ mm; 4— R_a :无振动时, $f=A=0$.

图2 钢领的内、外跑道表面研磨量、表面粗糙度和研磨时间的关系

图3所示为选择不同的钢领轴向振动幅值对钢领表面金属去除量 M 和表面粗糙度 R_a 影响的关系曲线。由图3可知,在振动幅值 0 ~ 1 mm 左右时, M 和 R_a 变化是明显的,振动幅值 1 mm 以后, M 和 R_a 变化不够明显,所以较佳的振动幅值是在 1 ~ 1.5 mm。



条件: $v=80$ m/min, $\Delta=1$ mm, $B=1.2$ T, $t=4$ min, $f=10$ Hz

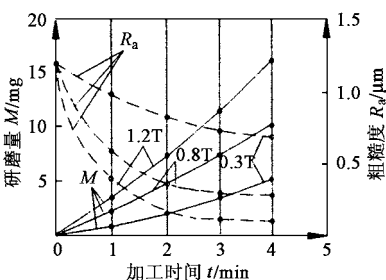
图3 钢领的内、外跑道表面研磨量和表面粗糙度受工件振幅的影响

条件: $v=80$ m/min, $\Delta=1$ mm, $B=1.2$ T, $t=4$ min, $A=1.5$ mm

图4 钢领的内、外跑道表面研磨量和表面粗糙度受工件振动频率的影响

由图4可知,在振动频率 0 ~ 10 Hz 区间, M 和 R_a 变化是明显的,振动频率 10 Hz 以后, M 和 R_a 变化趋于平缓,试验得出较好的钢领轴向振动频率在 10 ~ 20 Hz 之间。

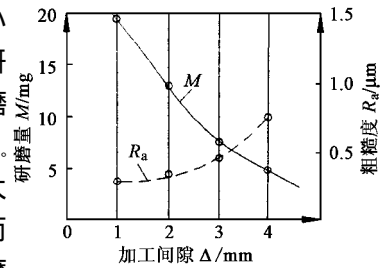
由图5可知,



条件: $v=80$ m/min, $\Delta=1$ mm, $A=1.5$ mm, $t=4$ min, $f=10$ Hz

图5 钢领的内、外跑道表面研磨量和表面粗糙度受磁感应强度的影响

当磁感应强度较小时,由于磁力小,研磨压力也小,磁性磨粒研磨能力就较弱。当磁感应强度增大时,磁力增大,因而研磨压力增大,研磨能力就越强,加工效率就高。但考虑磁饱和现象,因此磁感应强度一般不超过 1.2 T。



条件: $v=80$ m/min, $\Delta=1.5$ mm, $B=1.2$ T, $t=4$ min, $f=10$ Hz

图6 钢领的内、外跑道表面研磨量和表面粗糙度受加工间隙的影响

由图6可知,在工作间隙 $\Delta=1 \sim 3$ mm 时,可获得较小的 R_a 值。过大过小的加工间隙都将使 R_a 增大。当 $\Delta < 1$ mm 时,工作间隙内磨料磨粒数量少,使磁性磨粒柔性降低,对表面划伤严重,导致 R_a 值增大。当 $\Delta > 3$ mm 时,过大的加工间隙将使磁性磨粒间的压力降低,磨削能力降低,以致加工间隙增大,磁阻增大,引起较大的漏磁,磁感应强度减弱,研磨压力减小,最终使钢领的内、外跑道表面的金属去除量减小, R_a 值增大。

3 磁性研磨加工后的表面应力状况

在磁性磨料研磨加工过程中,表面应力分布状态受到多种因素的影响。如磁场磁极间回件的工件受到多次的励磁作用,磨料对工件表面的相互机械作用,对钢领的内、外跑道表面既有切削作用又有挤压作用,会使钢领的内、外跑道表面硬度提高,表面应力分布状态改善。对磁性磨料研磨加工后的钢领进行表面应力测试表明:轴向表面应力可达 - 205 MPa;垂直于轴向的表面应力可达 - 245 MPa。因此通过磁性磨料研磨加工可以大大改善钢领的内、外跑道表面的应力分布状态,从而提高了钢领的使用寿命。

4 结束语

磁性磨料研磨是一种新型的表面超精加工的工艺,它具有加工范围广、加工方法简单、操作方便、成本低、加工表面质量高等优点。这种方法在精密纺织零件的加工上有很好的推广价值和较高的经济价值。

参考文献

- (日)波田野.利用磁性研磨法去毛刺和精修表面.国外机械加工技术,1987(1):20~22.
- 郭燕莹等.磁性研磨的加工特性.太原工业大学学报,1997(3):92~95.