

内孔有硬层气缸套珩磨工艺

■ 陕西柴油机重工有限公司 (兴平 713105) 郭婷妮 赵 明

摘要: 使用传统气缸套珩磨工艺方法对内孔有硬层的气缸套进行珩磨加工已无法满足技术要求。通过调整珩磨工艺流程及工艺参数,最终得出内孔有硬层的气缸套珩磨工艺方法,对指导生产、提高产品质量具有重要作用。

随着柴油机技术的发展以及各国对柴油机排放要求的提高,对柴油机气缸套内孔的要求不断升级。增加气缸套内孔表面硬度就是其中的重要项目,由此可有效提高气缸套内孔表面的耐磨性,从而提高气缸套的使用寿命,降低排放。但这对柴油机气缸套的内孔珩磨工艺技术也提出了更高的要求。传统的气缸套珩磨工艺方法已无法满足内孔有硬层气缸套的加工要求。

1. 技术要求

以我公司某型内孔有硬层的柴油机气缸套为例,对内孔珩磨工艺进行分析和研究。气缸套材质为特殊铸铁离心浇铸,气缸套内径为 $\phi 280H7$,珩磨网纹夹角要求为 $30^{\circ} \pm 5^{\circ}$,内孔表面粗糙度值要求 $R_z=3 \sim 7 \mu m$,内孔最终珩磨前要求软氮化处理,化合物层厚度要求 $0.010 \sim 0.015 mm$,内孔表面硬度要求 $\geq 450HV$ 。

2. 珩磨工艺设计

(1) 珩磨设备的选择:选用双进给珩磨机和双进给珩磨头,保证气缸套在一次装夹中进行粗珩(拉网纹)和精珩(平台)两

种不同工序的加工,这样可以保证气缸套在两种加工中在夹具中的安装位置和受力变形保持一致,提高平台网纹表面评定参数的均匀一致性和稳定性。我公司选用纳格尔(Nagel)数控珩磨机VS10-120LM。

(2) 珩磨工艺流程:此气缸套要求在内孔最终珩磨之前对内孔表面进行软氮化处理,形成一定厚度的硬层。但如果在软氮化后进行拉网纹及平台珩磨,由于内孔硬度较高,且硬化层厚度较薄,使得珩磨效果及硬化层厚度无法保证。针对此问题,对珩磨工艺进行了调整,首先对内孔进行平台网纹珩磨,再对内孔进行软氮化处理,最后对其进行抛光珩磨。

(3) 珩磨油石的选择:平台网纹珩磨使用双进给珩磨头,分粗珩、精珩。原则上粗珩油石选择人工金刚石,粒度为 $80^{\#} \sim 240^{\#}$;精珩油石选用绿色碳化硅,粒度为 $150^{\#} \sim 800^{\#}$ 。抛光珩磨用软木油石,粒度为 $150^{\#} \sim 400^{\#}$ 。

该型柴油机气缸套在内孔表面软氮化前进行平台网纹珩磨,

经过多次调试,粗珩油石选择金刚石油石 $240^{\#}$,精珩油石选择碳化硅油石 $800^{\#}$ 。内孔表面软氮化后进行抛光珩磨,珩磨油石选择软木油石 $240^{\#}$ 。

(4) 珩磨压力的选择:珩磨工作压力对珩磨切削性能影响很大,直接影响切削效率、珩磨油石磨损量和工件精度与表面粗糙度。珩磨工作压力大时,珩磨切削量、珩磨油石磨损量大,加工精度、表面质量差;珩磨工作压力小时,切削量、珩磨油石磨损量小,加工精度、表面质量则好。经过多次调试,此气缸套平台网纹珩磨时,粗珩时机床显示压力为 $0.5 MPa$,精珩时机床显示压力为 $0.28 MPa$,抛光珩磨时机床显示压力为 $0.28 MPa$ 。

(5) 珩磨网纹夹角的计算:珩磨速度即珩磨油石与工件接触点的线速度。珩磨速度 v 是珩磨头旋转速度 v_t 与往复运动速度 v_a 的合成。旋转速度 v_t 与往复直线速度 v_a 是两个重要的珩磨工艺参数。两种运动的结果使珩磨油石的磨粒在被加工孔的表面上切削出交叉网纹,网纹形成的角即为网纹交叉角 θ ,如图1所示。在珩磨加工

中要获得较好的珩磨效果，必须合理选择 v_t 、 v_a 及 θ ，其中

$$v_t = \pi D n_t / 1\,000 \quad (\text{m/min}) \quad (1)$$

$$v_a = 2 n_a l_x / 1\,000 \quad (\text{m/min}) \quad (2)$$

$$v = \sqrt{v_t^2 + v_a^2} \quad (\text{m/min}) \quad (3)$$

$$\theta = 2 \arctan (v_a / v_t) \quad (^\circ) \quad (4)$$

式中， D 为珩磨头直径（mm）； n_t 为珩磨头转速（r/min）； n_a 为珩磨头往复行程数（dst/min）； l_x 为珩磨头单行程长度（mm）。

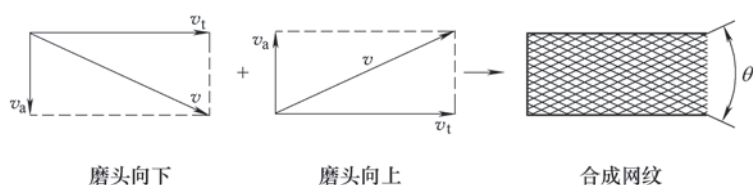


图1 珩磨速度与网纹交叉角

此气缸套珩磨网纹夹角要求为 $30^\circ \pm 5^\circ$ ，根据以上各式可推算出珩磨头转速 $n_t = 40 \text{ r/min}$ ，珩磨头往复行程数 $n_a = 8 \sim 9 \text{ dst/min}$ 。

（6）珩磨余量的选择：原则上在气缸套内孔表面软氮化前的平台网纹珩磨余量为单边 $0.015 \sim 0.035 \text{ mm}$ ，在内孔表面软氮化处理后的抛光珩磨余量为单边 $0.010 \sim 0.015 \text{ mm}$ 。为保证化层厚度满足技术要求，此气缸套在内孔表面软氮化处理前的平台网纹珩磨余量为单边 0.03 mm ，在内孔表面软氮化处理后的抛光珩磨余量为单边 0.01 mm 。

3. 珩磨结果

气缸套在内孔表面软氮化前的平台网纹珩磨时粗珩结果如图2所示，精珩结果如图3所示，在内孔表面软氮化后的抛光珩磨结果如图4所示。

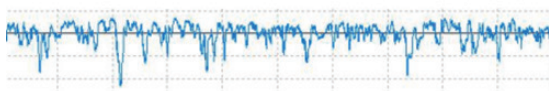


图2 粗珩后网纹型线

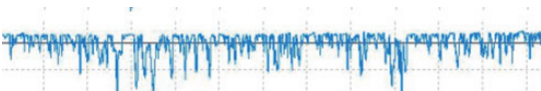


图3 精珩后网纹型线

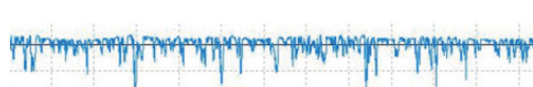


图4 抛光珩后网纹型线

4. 结语

经过多次调试及生产结果表明，通过先平台网纹珩磨，再进行内孔

表面硬化处理，最后抛光珩磨的工艺方法可有效保证内孔有硬层气缸套内孔的表面质量，满足内孔有硬层气缸套的技术要求。

参考文献：

- [1] 孟少农. 机械加工工艺手册 [M]. 北京：机械工业出版社，1996.

MW (收稿日期：20151027)

专家点评



该文以内孔有氮化硬层的柴油机气缸套为例，对珩磨工艺进行分析和研究。首先对内孔进行平台网纹珩磨，再对内孔进行软氮化处理，最后对其进行抛光珩磨，保证缸套内孔的表面质量。文章属于内孔光整加工的案例，作者对工艺方法和理论数据展开深入分析，改进传统的珩磨工艺方法，对初学者具有很好的借鉴意义。