

提高缸筒加工精度及性能的研究

常州机电职业技术学院 (江苏 213164) 段来根

缸筒是液压缸的主体,是液压系统加工难度高的关键性精密零件,缸筒质量的优劣将直接影响到产品的使用性和可靠性。液压缸缸筒制造加工技术要求:缸筒内径一般采用 H7 或 H8;表面粗糙度 R_a 值一般为 $0.16 \sim 0.32 \mu\text{m}$;缸筒内径圆度、锥度、圆柱度不大于内径公差 $1/2$;缸筒直线度公差在 5mm 长度上不大于 0.03mm ;缸筒端面对内径的垂直度在直径 100mm 上不大于 0.04mm 。缸筒材料可采用碳素钢: 30、35、45;合金结构钢: 30CrMo、38CrMoAl;铸钢用 ZG200 ~ 400;不锈钢 Cr18Ni9;铝 ZL105、5A03、5A06;青铜: QA19-4、QA110-3。根据液压缸的参数、用途和毛坯的来源等。在国内缸筒绝大多数采用退火的冷拔或热轧无缝钢管,较厚壁的毛坯用铸件或锻件,或用厚钢板卷成筒形,焊接后退火。珩磨法和滚压法是目前国内缸筒加工较为普遍采用的加工方法。

1. 滚压法的加工机理

滚压加工是一种典型表面冷加工方法,其实质是利用金属的塑性,在外力的作用下使缸筒表面层的金属在一定深度上结构和性能发生变化,晶粒变细,并沿着变形最大的方向延伸,且呈纤维状,形成有利的残余应力分布,从而使缸筒表面强化,硬度增加,达到改变其表面性能、形状和尺寸的目的。在缸筒工作时,其筒内油压使缸壁内表面承受径向压应力、切向拉应力和轴向拉应力,其中对缸筒的承压能力影响最大的是切向拉应力,而且该应力沿缸筒的径向变化是不均匀的。缸筒内壁处的切向拉应力为最大,外壁处的拉应力为最小。怎样才能减小切向拉应力,使缸筒承载能力提高呢?采用滚压法用滚珠或圆柱棍子冷挤压缸筒内壁,可以在缸筒内壁处预加一个较大的压力,使缸筒内层发生塑性变形,而外层仍处于弹性变形范围,当去掉压力后,缸筒产生了塑性变形,并在缸筒内产生了一定的切向压应力,而在缸筒外壁产生很小切向拉应力。当液压缸工作

时,缸筒筒壁的切向应力变化是随着缸内压力的增加先抵消缸筒内壁的切向压应力,而后再变为拉应力,使缸筒承载能力提高。

滚压法加工用钢球挤压,挤压后的孔比钢球直径缩小约 0.013mm 。生产效率高,加工精度高,表面粗糙度值小 ($R_a = 0.05 \sim 0.4 \mu\text{m}$);并且滚压加工使表面层的金属结构和性能发生变化,零件表面硬度提高可达 40% ,摩擦系数降低 $1.1 \sim 1.4$,耐磨性提高 $5 \sim 50$ 倍,工件产生残余应力,使零件的抗疲劳强度、耐磨性、耐腐蚀性得到显著改善,使用寿命均明显提高。但滚压时需严格控制加工余量和滚压参数,滚压次数不超过 2 次,最好 1 次,否则表面层会起层脱落,使表面粗糙度值增大。

2. 珩磨法的加工机理

珩磨加工中普通珩磨是一种低速磨削法,即用细磨粒磨条组成的珩磨头以往复和旋转动力配合起来加工零件内孔的,每一次行程切去金属层厚度为 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$,经过珩磨加工可提高形状尺寸精度一级,表面粗糙度值 $R_a = 0.63 \sim 0.10 \mu\text{m}$,尺寸精度可达 $1 \sim 2$ 级。普通珩磨加工,加工精度高、工艺较经济,但是生产效率较低、对毛坯精度要求较高(尺寸精度要求达 IT9 级以上,表面粗糙度值 $R_a > 1.6 \mu\text{m}$),材料费用高、珩磨头与工件相对浮动,不能修正同轴度和圆柱度等位置误差,珩磨后对缸筒表面层的金属结构和性能无影响,其硬度理论上为毛坯热处理所获硬度。为进一步提高缸筒表面的强度、耐磨性和使用寿命,防止腐蚀生锈,缸筒加工后需对缸筒内表面进行强化处理,即表面镀铬,使得缸筒表面获得硬度较高的表面层。通过表面镀铬处理后,缸筒表面硬度提高 $20\% \sim 50\%$;同时,镀铬层与密封环间的摩擦系数降低 $0.5 \sim 0.7$,耐磨性提高 $2 \sim 50$ 倍。再进行研磨或抛光。

目前国内缸筒珩磨加工中比较先进的工艺是强力珩磨,强力珩磨是在专用的强力珩磨机上工作。强力珩磨速度快、效率高,并将粗珩、精珩、抛光多道工序合为一体,切削余量和切削速度均为普通珩磨的10倍。强力珩磨时,珩磨头以油石全长恒定的压力均匀压向缸筒内壁,珩磨头的圆周围运动和往复直线运动合成产生重叠与交错。如果缸筒内孔圆度超差,则珩磨时,油石在每转中接触缸筒内壁的压力是在不断变化的,即在椭圆长轴方向压力较低,在短轴方向压力最大,这样珩磨头的圆周运动使椭圆消除。在圆柱度超差时,油石在内孔尺寸小的部位所受的压力较大,多余的金属层在珩磨头的两种运动下被消除,使圆柱度误差消除。经过珩磨,最终缸筒尺寸、形状公差、表面粗糙度均能满足技术要求。粗、精珩磨时选用专用油石,抛光时使用特细水砂(如用400号水砂纸)。强力珩磨的圆周速度、往复速度、网纹角选用的原则是:珩磨的加工效率、表面质量与合成切削速度、切削网纹角有关。网纹角的变化对切削量影响较大,同时对珩磨油石磨损及表面粗糙度也有较大影响。因此,在珩磨中都采用加大网纹角来提高珩磨的加工效率。

强力珩磨不但能够修正内孔的直线度,改善材料力学性能,提高机械强度,还能加工由于材料机械强度高、硬度高镗削难以加工的缸筒。更适合加工超长、薄壁缸筒,缸筒越长加工效率越高。这是镗削加工无法相比的。其特点是珩磨头上能保持1~6MPa定压扩张力,能满足缸筒的尺寸精度、形状精度、表面粗糙度等技术要求。

强力珩磨优点是如果缸筒内孔尺寸或形状误差超

差,首先对尺寸或形状误差超差产生部位进行珩磨,再对工件整体珩磨,即先分段珩磨、后整体珩磨的工艺方法。然后将水砂纸包住珩磨头对工件进行抛光,使表面粗糙度值 R_a 降至 $0.1\mu\text{m}$ 以下。

珩磨头压力按精磨所用压力选取一般在1.5~3MPa。当缸筒形状误差超过0.1mm时,压力先从小值选取,避免压力过大使油石破碎。提高珩磨头圆周转速能提高生产率和降低表面粗糙度值,对于较硬的材料,其切削速度应降低些。圆周速度一般在24~39m/min选取。往复运动速度增加时,钢件表面粗糙度值会升高,而铸件会降低。往复速度一般在10~16m/min选取。

抛光工艺参数,油石材料的选取均与精珩磨一致。钢件一般选用白刚玉油石,铸件可选绿碳化硅油石。油石粒度一般应在W40~W20之间。油石硬度对于淬硬钢件选E、F、C级,未淬硬钢件选K、L级,铸件选M、N级。缸筒材料硬时选硬度较低的油石。

通过分析珩磨、滚压及镀铬后抽样检测硬度结果可知:①珩磨后表面硬度26.5HRC。②滚压后表面硬度33HRC,比珩磨后硬度提高约19.7%。③镀铬后表面硬度49HRC,比珩磨后硬度提高约为45.9%,比滚压后硬度提高约为32.4%。通过表面镀铬处理后,缸筒表面硬度提高20%~50%,同时,镀铬层与密封环间的摩擦系数降低0.5~0.7。

在缸筒加工中对成品进行检验,不合格产品的主要原因是表面粗糙度超差及部分缸筒内孔形位误差超差(主要是圆柱度超差)。而采用滚压法或强力珩磨法加工能明显提高成品合格率。

(收稿日期:20071102)

《机械工人》(热加工)2007年第12期要目

第二届热处理装备市场分析报告
预加氢反应器的焊接技术
火力发电厂300MW机组汽轮机隔板静叶片裂纹的焊接修复
焊接结构疲劳断裂因素分析及应对措施
欧标S460NL钢焊接试验
2205双相不锈钢焊接工艺研究
巧用焊接夹具保证焊接精度
论我国渗碳齿轮制造中的若干问题(下)
W粉的氧含量对W-Ni-Fe合金性能的影响
离子渗氮生产应用经验介绍
曲轴气体氮碳共渗“麻点”的形成机理和防止措施

高铬铸铁磨球热处理工艺研究
颚式破碎机定颚铸造工艺研究
劈箱造型合箱用附件设计
烧结机篦条的生产及应用
球墨铸铁曲轴裂纹的成因及防止方法
消失模铸造球墨铸铁磨球缺陷分析及解决途径
弯曲锻造曲轴曲臂塌角缺陷解决方法
径向锻造718镍铬合金的数值模拟
异型、大型锻件磁力探伤工艺试验研究
舌头缸底部超差问题的研究与控制
齿轮锻件的缺陷分析和质量控制