

曲轴圆角滚压的 加工工艺

□ 陕西北方动力有限责任公司/汪磊 王柯雄 李晨

本文主要从加工角度探讨对圆角滚压在实际加工生产过程中产生的问题，通过设计合理的加工工艺及滚压前圆角来满足曲轴圆角滚压时的工艺要求。

我公司与某研究所进行合作开发一种新型的曲轴，通过对调质、淬火、氮化、圆角滚压四种不同状态的曲轴进行加工，来进行曲轴的圆角疲劳试验的分析。对于前三种状态的曲轴，我公司加工无技术困难，而对于圆角滚压技术则面临着新的技术挑战，下面通过自身设计的工艺来分析一下曲轴在实际滚压过程中遇到的问题以及采取的解决措施。

曲轴结构滚压圆角简介

曲轴在发动机里面做旋转运动时，由于承受交变负荷，在轴颈与曲柄连接的过渡圆角处的应力变大，是最薄弱的区域。为了强化曲轴，采用圆角滚压是最有效的方式。利用滚轮的压力，在圆角处形成塑性变形带，产生残余压应力，与曲轴运行中的拉应力部分抵消，提高了曲轴的强度。因此曲轴的圆角结构决定了曲轴的使用寿命，曲

轴的圆角结构主要体现在曲轴圆角半径的设计上。如图1所示为要加工曲轴的圆角滚压成品简图，要求4处主轴颈根部及1处连杆颈根部圆角滚压。

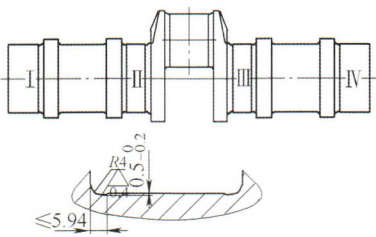


图 1

该曲轴结构具体要求圆角为R4，滚压深度0.3~0.5mm，表面粗糙度值 $Ra=0.4\mu m$ 。

曲轴圆角滚压加工过程分析

1. 加工原理方法

原理：在轴颈过渡圆角处沉割出与滚轮半径大小相同的圆角后再进行滚压。

方法：由于该曲轴刚性较好，

在加工时弯曲变形较小，为了加工的经济性，沉割槽圆角的加工是采用成型刀车削而成。

操作步骤：曲轴主轴颈沉割槽的加工在普通车床采用两顶一夹的装夹方式，来固定曲轴进行轴向定位来加工，由于处于同一轴颈中心线，因此加工主轴颈沉割槽振动小，加工比较容易；曲轴连杆轴颈的沉割槽加工采用两端为四爪夹紧装夹方式，调整偏心加工，但是加工前必须找正两端偏心在0.02mm之内，采用成形车到车削而成。

2. 初期加工工艺

曲轴的圆角滚压加工工艺路线：粗磨主轴颈（两侧端面各留0.1mm余量，直径0.8mm余量）→粗磨连杆颈（两侧端面各留0.1mm余量，直径0.8mm余量）→车沉割槽→圆角滚压→精磨主轴颈轴颈→精磨连杆颈，这种工艺路线有利于圆角滚压过程中避免由于曲轴承受压力而导致弯曲变形，从而有足够的余量在后续工序的加工过程中达

到工艺要求的能力。图2为滚压前圆角沉割槽的圆角工艺设计。

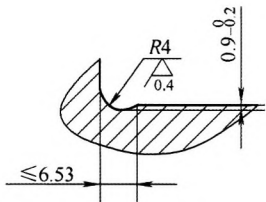


图 2

3.初期圆角滚压加工结果及情况分析

如图3 所示，曲轴圆角处明显存在R台阶，部分圆角未滚压到图样要求，导致粗糙度差现象。

圆角粗糙度差的产生原因：在车削加工过程中存在设备定位精度差和工件夹紧不牢的问题，导致在加工连杆颈过程中进刀产生振动，造成圆角沉割槽表面有刀痕、表面粗糙度差以及轴颈和侧面过渡不光滑等。

圆角未滚压到要求产生的原因：由于刃磨刀具R不合适，连杆颈在加工过程中产生振动，导致沉割槽圆角的加工大小不均，或深或浅，致使滚压过程中出现此现象。

曲轴圆角处存在R台阶产生的原因：由于连杆轴颈开档端面余量设计不合适，在磨削过程中砂轮靠磨端面时形成棱角，造成端面有R台阶。



图3 连杆颈根部圆角滚压实物图

4.改进措施

(1) 对工艺进行合理的优化。要求所有主轴颈开档及连杆颈开档在滚压前磨至成品尺寸，直径方向留0.8mm余量，如图4所示为对沉割槽圆角R4进行合理优化，此次工艺设计避免了后续磨削轴颈时端面出现刀痕、台阶等缺陷。

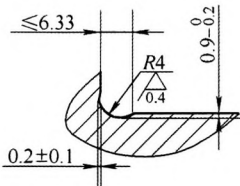


图 4

(2) 对刀具的重新定制。重新制造R4成形车削刀具，装夹刀具时对于主偏角为90° 时装成85° ~ 88°，减少径向分力，使振动减少，同时在加工过程中要选择合理的进刀量，要求多走刀，切深小，减少振动，增加刚性。图5为改制后的成形刀具R4。



图 5

5.改进后的圆角滚压加工效果验证

改进后的圆角滚压加工效果如图6所示，从图中可以看出，通过工艺圆角的结构设计及刀具的重新定制，滚压后圆角处的表面粗糙

度提高，表面质量明显得到改善，R4圆角处光滑无棱角，无以前的R型台阶，满足了工艺图样设计的要求。



图6 连杆颈根部圆角滚压实物图

6.其他种类曲轴采取加工沉割槽的想法

通过对该曲轴的加工，对于长度小于550mm、结构简单的曲轴沉割槽的加工，选择用成形车刀进行加工；而对于长度大于550mm、结构复杂的曲轴，若采用车削进行加工，会产生振动，造成圆角沉割槽表面有刀痕、表面粗糙度差以及轴颈和侧面过渡不光滑等缺陷，因此采用砂轮磨削加工沉割槽圆角比较合适。

结语

本文主要针对某种曲轴从加工的角度分析了曲轴圆角在滚压过程中所遇到的加工问题和表面质量问题，采取的解决方案达到工艺图样的要求，通过圆角结构的工艺设计，消除了表面有刀痕、表面粗糙度差以及轴颈和侧面过渡不光滑等缺陷，提高了零件的表面质量。并且为我公司在加工圆角滚压方面积累了相关的加工技术经验，完善了资料知识的积累。AUTO1950