

一种降低缸体曲轴孔止口槽崩边率的工艺改进与应用

张子盛

上汽通用五菱汽车股份有限公司 广西 柳州 545007

摘要：本文针对增压直喷发动机缸体曲轴孔止口槽崩边率高的问题展开研究，以缸体曲轴孔加工工艺为基础，通过工艺参数的优化，切削刀片的材质分析以及补偿程序的完善优化，进一步降低了缸体曲轴孔止口槽崩边率，减少了缸体的故障件产生，提升了一次下线合格率。

关键词：曲轴孔止口槽崩；工艺参数；刀片材质

引言

增压发动机的缸体止口槽加工在曲轴孔上，限位轴瓦，其崩边易导致止推片变形，发动机异响，甚至曲轴抱死。行业内，止口槽的加工多采用硬质合金、锯片式刀具，虽然比高速钢材质刀具耐磨，但因受限于曲轴孔的直径，机床夹具设计空间的，改进难度大，止口槽加工时有异常，止口槽崩的问题发，本文主要从机加现场出发，对精镗止口槽相关特征工艺分析，为缸体曲轴孔止口槽崩边率的降低提供一些新的思路。

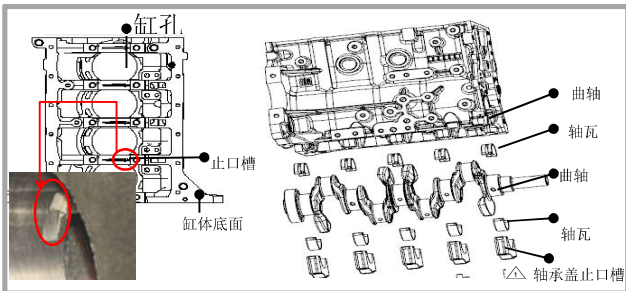


图1 缸体止口槽示意图

2 加工现状

赛克科技机加车间2022年10份某款增压缸体工废统计信息，发现主要有曲轴孔止口槽崩、缸孔震纹、缸孔直径大、曲轴孔直径大、缸体顶面刀痕等问题。采用分层法对工废类型做了统计，由排列图可明显看出，曲轴孔止口槽崩占比达到93.3%，其位置在优先问题解决后再进行回顾并解决。

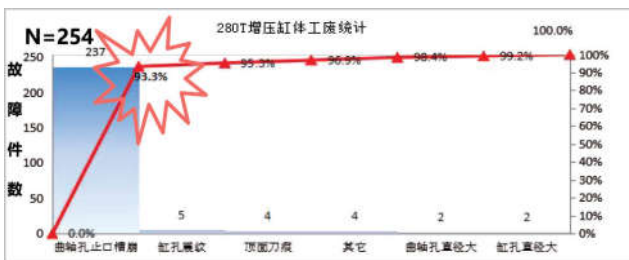


表1 缸体曲轴孔止口槽崩工废占比

回顾各曲轴孔止口槽加工工艺顺序，统计每个工序止口槽崩边情况，现场跟踪调查一周，数据分析发现精镗曲轴孔工位止口槽崩边数量占比达96.8%。



表2 止口槽工艺工序崩边数量统计

3 缸体曲轴孔精镗工艺研究

在提高复杂零件表面质量或是降低刀具瞬间切削功率的案例中，通常采用的方法是：刀具结构优化、切削参数优化或是加工路径优化等^[1]。P.Doolan等人研究表明修光刃间距的设计能影响刀具振动的程度^[2]。其预报结果与试验结果的变化趋势符合较好，可用于铣刀片的槽型开发及优选^[2]。本文旨在针对增压直喷发动机缸体曲轴孔止口槽崩边率高的问题展开研究，通过工艺参数的优化，切削刀片的材质分析以及补偿程序的优化，从而降低缸体曲轴孔止口槽崩边率，减少了缸体故障件产生，该方法对于现实的批量加工制造具有重要的指导意义，能高效地控制生产成本的增加和车间产能的损失。

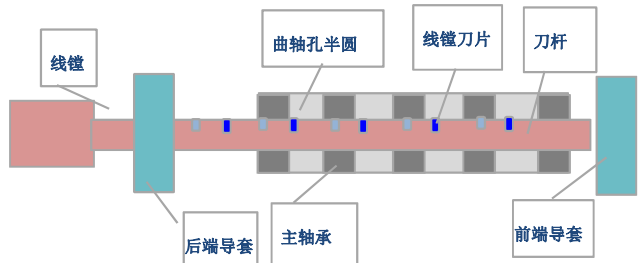


图2 精镗曲轴孔工艺、零件、刀具姿态示意图

我司采用精镗工序工艺如图3所示，具体工艺示意如图4，即刀具进入后端导套前，工件抬起，线膛刀偏心穿

过曲轴孔，进入前端导套，导套锁定，工件下落原位，刀具两端带导套支撑、切削方式为拉镗湿切（切削液冷却），加工后在线测量曲轴孔直径，并根据数据对下一件进行补偿。

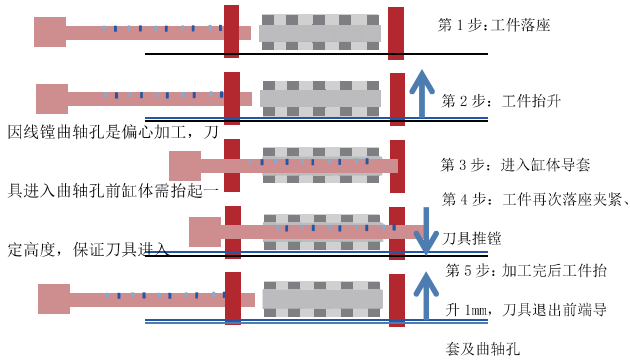


图3 精镗曲轴孔工艺示意图(线膛专机)

补偿机构夹爪通过夹持刀片底座并旋转的方法调整刀片高度，补偿机构的稳定性，关联到刀片切削量的大小，从而影响曲轴孔止口槽加工质量，具体工艺参数（补偿机构扭矩）如图4。

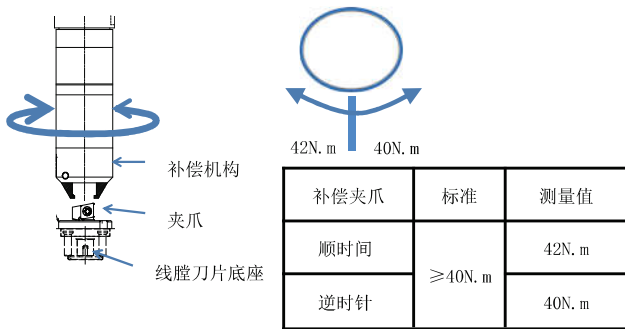


图4 补偿机构示意

刀片可调，需刀片基座结构保持可调状态，即内在弹簧、机构完整在使用周期内，同时刀片的材质，切削参数也是精镗曲轴孔工艺需要关注和优化提升的重点，其影响加工质量，刀具使用寿命，换刀频次及产能输出等。

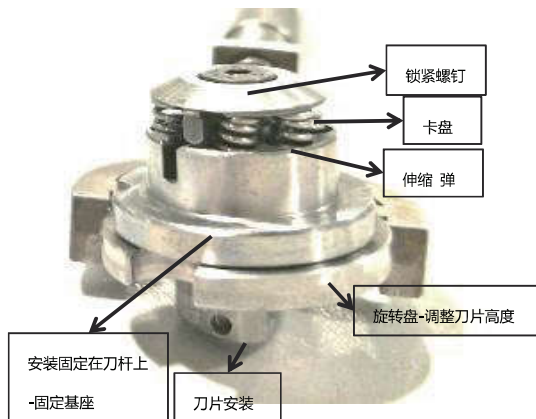


图5 刀片基座机构示意图

综上所述研究分析，止口槽崩主要由补偿机构，刀片基座可调失效，刀具磨损异常引起的，需完善补偿机构及刀夹标准化操作，同时提升刀具耐磨性，刀具寿命来降低因此产生的止口槽崩边率。

通过恢复基座出厂设计及完善标准化操作修复，实现刀片基座补偿机构可调。

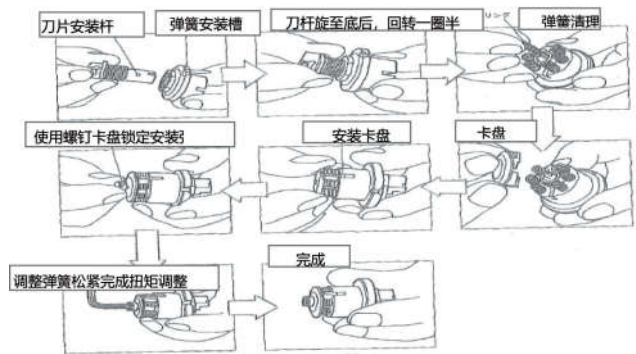


图6 刀片基座补偿机调整规

刀片刃口角度进行优化，加大刀片前角提高刀刃锋利性，同时采用更耐磨的刀片材质，如图7。



图7 刀片验证示意图

并优化刀具加工参数，改善方法：查看刀具性能推荐值，选取合适的加工参数；经过分析共选取三组参数进行验证：①转速S=700，进给F=200，②转速S=1000，进给F=200；③转速S=700，进给F=120。改善过程：按照上述三组参数申请变更验证，各跟踪三组寿命周期；由验证结果可知转速S=700，进给F=200这组参数为相对最优解，寿命均可以达到200以上

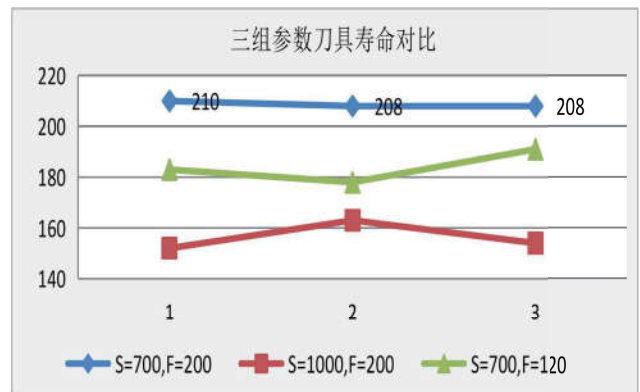


图8 三组参数刀具寿命数据

效果验证：采用转速S=700，进给F=200参数进行批

量验证, 由下图可知刀具寿命稳定在200件以上。

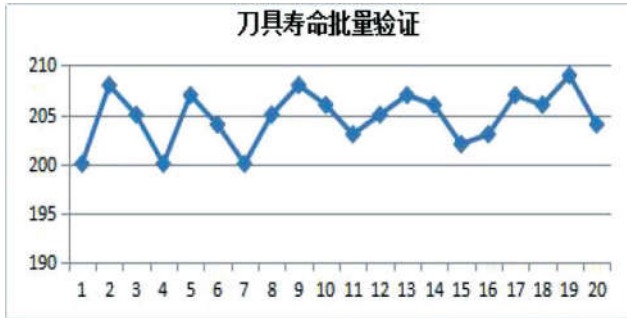
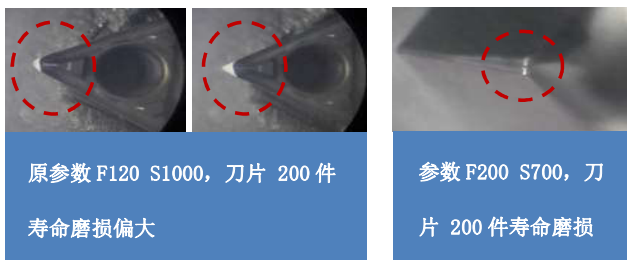


图9 工艺参数S=700 F=200 刀具寿命
刀片磨损明显减少, 刀具耐磨性提升。



4 曲轴孔止口槽崩边问题验证解决

完善刀片补偿机构, 优化刀片材质及工艺参数后, “曲轴孔止口槽崩” 占比比率由93.3%降低到4%, 崩边问题得到有效解决。如图10。

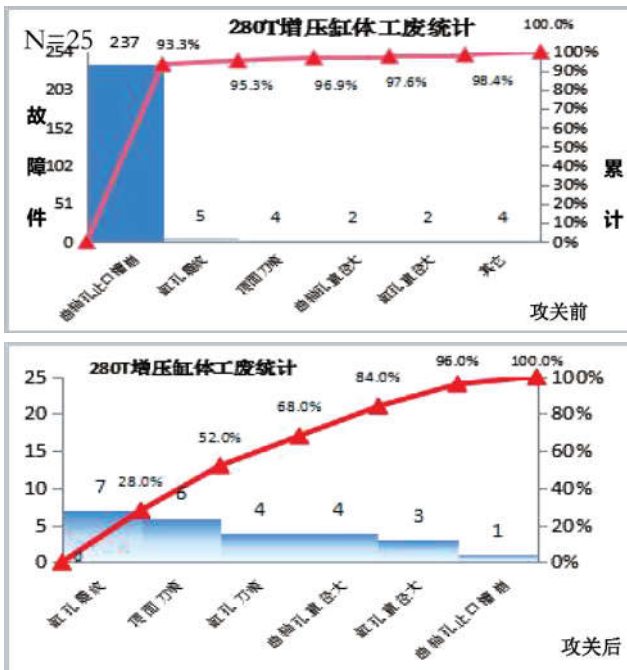


图10 改进前后油道超差占比示意图

5 总结

本文通过对止口槽工艺流程的研究, 以缸体曲轴孔加工工艺为基础, 通过工艺参数的优化, 切削刀片的材质分析以及补偿程序的完善优化, 进一步降低了缸体曲轴孔止口槽崩边率, 减少了缸体的故障件产生, 提升了一次下线合格率。是一种科学高效的问题解决办法, 对于高柔性、大批量制造的生产线加工具有一定指导性作用。笔者认为, 此类问题在国内外箱体类机加件制造过程中, 有一定的普遍性, 对若干疑难问题的分析解决, 专机设备、刀片设计和刀片寿命的提升, 单件CPU的降低等工作有借鉴意义的结论。

参考文献

- [1] P. Doolan, M. S. Phadke, Computer Design of a Minimum Vibration Face Milling Cutter Using an Improved Cutting Force Model. Journal of Engineering for Industry, 1976, Pages 807~810.
- [2] 郑敏利, 刘华明. 三维复杂槽型铣刀片铣削力的数学模型[J].制造技术与机床. 2000年, 第5期, 49~51.
- [3] 王启东. 整体立铣刀瞬态切削力理论预报及应用研究. [硕士学位论文]. 2012, 第62~69页.