

刀具寿命提升探析

■ 上汽通用五菱汽车股份有限公司青岛分公司（山东 266555） 孟庆鹏

摘要：随着国内汽车行业愈发激烈的竞争态势，如何最大限度的降低制造成本，以便在“红海”之中有一块立足之地，是每个厂家正在思考或践行的。在发动机的制造成本中，刀具的加工成本一直占很大的比例。我司通过刀具寿命的提升，进而间接降低刀具成本。

我公司机加工缸体线B15机型，单模块共有28台CNC机床、188支各种类型刀具（钻头、丝锥、铰刀、镗刀和铣刀）参与加工。受缸体加工材质硬（灰口铸铁）、加工内容多及加工参数设置不合理等因素的影响，部分刀具实际寿命低于理论刀寿，有些甚至不足原刀具寿命的50%。

过低的刀具寿命，严重增加了刀具成本，且增加了员工换刀及测量时间。为消除浪费，节省成本，增加效益。刀具团队从“问题解决”、“刀具磨损”、“刀具涂层”和“新技术引入”四个方面入手，不断提升刀具寿命。

1. 问题解决

建立换刀记录表（见图1），记录每一把刀具的实际寿命，根据几个月的数据统计出前10位不到寿刀具（见表1），并针对不到寿原因分别从加工参数、加工工艺等方面进行优化提升刀具寿命（见图2、表2）。通过一年的不断验证、跟踪解决，相关问题均得到有效解决，刀具寿命得到很大提高，年节约效益累计约142

万元，节约换刀及测量时间累积69 014min。

2. 刀具磨损

刀具磨损后将影响切削力、切削温度和加工质量，因此必须根据加工情况规定一个最大的允许磨损值，也就是刀具的磨钝标准。

磨钝标准通常是指后刀面磨损带中间部分平均磨损量允许达到的最大值，以VB表示。制定钝损标准需考虑被加工对象的特点和加工条件的具体情况。我司发动机工厂已投产8年，刀具理论寿命为项目初期设定，当初为保证

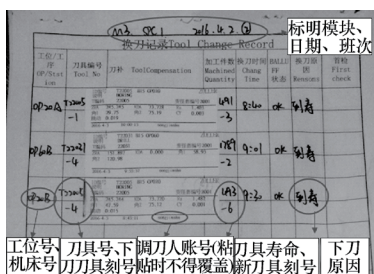


图 1



图 2

表 1

刀具编号	TCB 01002	TCB 17004	TCB 11008	TCB 09005	TCB 03007	TCB 09014	TCB 17009	TCB 11011	TCB 01003	TCB 07006
加工内容	粗铣后端面、底面	精铣顶平面	阶梯钻和铰机油尺孔	钻缸盖供油孔	精铣后端面	钻缸盖供油孔	精镗缸孔	攻丝右侧油孔	粗铣瓦盖结合面	钻机油滤清器孔
刀具实际寿命/min	75	236	239	425	420	494	550	1 172	340	850
理论刀具寿命/min	200	600	600	900	800	900	1000	2 000	400	1 000
刀具寿命符合率(%)	37.50	39.33	39.83	47.22	52.50	54.89	55.00	58.60	85.00	85.00
不到寿命原因	卡刀、刀痕	刀痕	轮廓度超差	断刀	刀痕	断刀	崩刀	崩刀	崩刀	崩刀

表 2

现状描述	OP10 TCB01003粗铣瓦盖结合面时常崩刀，严重时崩坏刀盘定位面，刀盘报废，导致现场备刀不足；2015年3月共崩刀8次，刀片全部崩碎，部分刀盘报废；统计2014~2015年4月，累计造成异常消耗约2.8万元；平均刀具寿命340件（理论刀具寿命400件）
原因分析	改刀具加工参数S579/F1736，线速度180m/min，每齿进给为0.23mm，线速度过高，每齿进给过大，刀具异常磨损严重，导致崩刀
改进方案	在满足加工节拍的前提下，将加工参数S579/F1736更改为S500/F1320（线速度降至155 m/min，每齿进给降至0.20mm），并改为快速进给为工进。更改程序后，未有崩刀现象发生，刀具平均寿命提升至390件

项目的顺利推进，部分刀具的理论寿命设置偏低，造成很大的浪费。

针对该问题，刀具团队首先从数据上入手，统计长期可做至理论刀寿的刀具清单，逐把刀具测量其磨损量，通过试验单的形式（见图3）根据实际磨损量（见图4）逐步将理论寿命提高至合理数值。通过不断验证、跟踪，累计提升了7把刀具的理论寿命，年

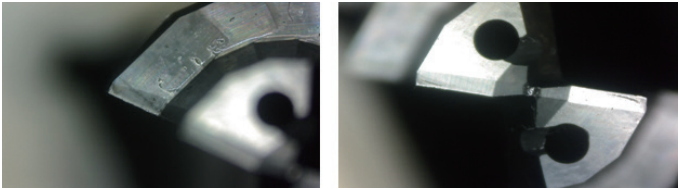
节约效益累计23.65万元，节约换刀及测量时间累积9 202min。

3. 涂层

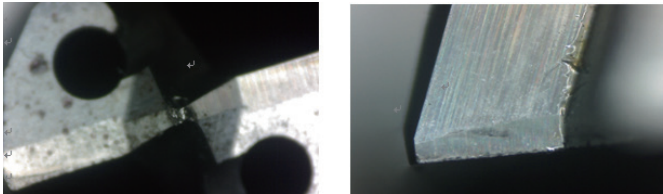
现代刀具涂层技术是20世纪60年代末发展起来的技术，该技术采用了在刀具表面涂覆TiN、TiC、TiCN、Al₂O₃和TiAlN等硬质薄膜涂层，使其表面硬度高、润滑性好、化学性能稳定，因此，可以大幅度提高刀具使用寿命。

刀具试验申请表 <i>Tool Testing Application</i>		编号 No.	PT-TB-2016-008-A
申请人 (Applicant):		日期 Date	2016/6/30
TM 经理 TM Manager:		SGMW 刀具工程师 SGMW Tooling Engineer:	
试验原因 (Test Reason):			
其他原因 (Other Reasons):			
1. 背景: 缸体部分刀具理论寿命设置偏低, 刀具到寿后刀片磨损较小, 刀具利用率低, 换刀频次高, 增加了换刀、测量时间及刀具成本。			
2. 更改申请: 刀片磨损较小, 提高刀具寿命, TCB11008/T22074由原600提至810进行验证; TCB15005由原800提至1000进行验证。			
3. TCB11008/T22074试验成功后, 年将减少换刀次数151次 (由583次降至432次), 年减少换刀及测量时间2,265分钟。TCB15005试验成功后, 年将减少换刀次数88次 (由438次降至350次), 年减少换刀及测量时间1,320分钟。			
试验方法 (Test way):			
1. 加工参数不变, 跟踪加工状况, 超原寿命后, 定期抽查刀具磨损及工件加工质量;			
2. TCB11008/T22074加工至原寿命600件后, 在700、750件时检查刀具磨损并按控制计划要求测量工件加工质量——需验证2台机床 (M1/M3), 共计6轮;			
3. TCB15005加工至原寿命800件后, 在900、950件时检查刀具磨损并按控制计划要求测量工件加工质量——需验证2台机床 (M1), 共计3轮。			
试验机型#15			

图 3



(a) TCB11008加工579件（理论寿命600min），刀具磨损正常，肩部磨损较较轻



(b) TCB11008加工805件（理论寿命600min），刀片磨损正常

图4 刀具磨损状态前后对比

2016年我司积极引进世界涂层行业领先的巴尔查斯Balinit Pertura涂层，该涂层具有优化纳米层，对纳米基层结构优化的配置达到了残余应力、硬度和断裂韧性之间的完美平衡，耐磨性明显增加，并抑制裂纹的扩散。此外，更高的红硬性显著增强了对磨损的保护，因为它减少了粘附的敏感性，促进了排屑能力。

涂层技术的引入，大幅度提高了钻头寿命，经过1年的验证，累计已推广至6款刀具，寿命平均提升40%以上，年节约效益累计34.81万元，节约换刀及测量时间累积18 832min。

4. 新技术

一直以来深孔的加工都是我司比较头疼的问题，目前我司由TCB05005（理论刀具寿命400min）加工主油道孔，由TCB09014（理论刀具寿命900 min）加工回油孔。长期以来都存在断刀及不到寿命问题，严重影响生产效率。2016年刀具团队引入行业内球头直槽钻头，更改刀具的几何参数：前角由30°改为0°，主偏角由120°改为球形渐变角度，刀尖圆弧半径由0改为4.8mm（见图5）。

刀具几何参数的变化，改变了刀具加工时的切削力及切削温度，进而减小了刀具的磨损，提高刀具寿命，减少刀具断刀。球头直槽钻的引入大幅度提升了刀具寿命，TCB05005寿命由400件提升至1 000件，TCB09014寿命由900件提升至2 000件。极大减少了停机换刀及测量时间，提高了生产效率。年节约效益累计21.84万元，节约换刀及测量时间

超高强度钢深长成形盲孔高效钻削加工

■ 中航飞机股份有限公司长沙起落架分公司 (湖南 723200) 文 庚 李运龙 钟 丽

摘要: 本文介绍了一种用于加工超高强度钢深长成形盲孔的钻削加工方法, 并对某型号起落架产品进行验证, 结果表明可实现高效加工。

我公司用的超高强度钢A100 (23Co14Ni12Cr3MoE) 具有抗拉强度高、韧性好等优良特点, 被广泛用于飞机起落架承力结构件上, 但其切削性能较差, 属于难加工材料。对于一体类零件, 在深长盲孔加工时, 采用分段钻削的传统加工方法, 因传统的高速钢钻头磨损快且没有成形R钻头, 加之只能采用外部冷却的方法, 在加工过程中, 必须不断的退刀人工进行排屑及刃磨钻头, 故对于表面粗糙度值 $R_a \leq 3.2 \mu m$ 的深长盲孔 (底面为带R型面) 的加工是生产中的一大难题。

本文通过对超高强度钢材料的切削性能分析和起落架上具体零件加工试验, 选用一款非标钻头, 进行一系列的钻削试验表明, 其工艺效果良好, 有效解决了上述问题。

1. 超高强度钢材料的特性及加工性能

(1) 超高强度钢的特性。超高强度钢A100具有高淬透性、超高强度、优良的横向塑性、断裂韧度、抗疲劳性能等良好的综合机械性能。但其切削性能较差, 并且对应力集中 (缺陷) 敏感和氢脆较敏感。

(2) 超高强度钢切削性能。

超高强度钢在深孔加工中, 不易断屑, 钻头磨损快, 最容易产生月牙洼磨损, 随着月牙洼磨损的扩大, 刀刃将产生崩缺或烧损, 切削抗力大, 切削振动大, 几乎每加工一个零件至少要刃磨一次钻头, 增加了深长成形盲孔的加工难度, 在加工图1所示类零件时, 加工效率及其低下并且加工的内孔质量较差。

2. 深孔钻头的选用及非标刀头的设计

如图1所示, 被加工部位为 $L > 10 \times D_{孔}$, 因普通高速钢钻头

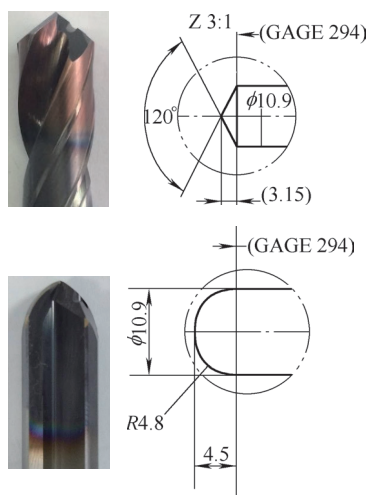


图 5

累积8 200min。

5. 结语

汽车行业的竞争日趋白热化, 谁能提供“低成本、高价值”的产品, 谁就能在“红海”中立于不败之地。2016年, 我们通过以上四个方面的努力, 累计完成刀具寿命提升工作25项 (占刀具总数的27%), 累计节约金额94.49万元, 节约换刀及测量时间105 248min。作为年产近60万

发动机的主机厂, 每一次优化, 每一次寿命提升都将产生很大的经济效益, 后面需要我们继续探索, 持续不断优化, 用最小的成本, 制造最优良的产品。

参考文献:

- [1] 赵炳帧, 商宏谟, 辛节之. 现代刀具设计与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2014.

MW (收稿日期: 20171020)