拉花键是法兰盘零件中的重要工序，除了花键参数，拉削后的零件径向圆跳动也是重要的参数，关系到后续零件的加工精度。本文针对拉花键工序中出现的径向圆跳动超差问题进行了分析与研究，为后续此类问题提供了解决思路。

陕西法士特齿轮有限责任公司 秦璇 刘博洋 张欢 杨立航

拉花键径向圆跳动超差问题的分析与研究

AI 汽车网—微信公众号

问题的提出

法兰盘拉花键工序是高频后的第一道工序，工艺要求如图 1 所示。该工序工艺要求拉后径向圆跳动不得大于 0.25 mm，以保证后续精车留量足够从而满足图样径向圆跳动要求。但在实际加工中出现径向圆跳动不稳定的现象，最严重的达到 0.43 mm。工艺要求本工序采用德国立拉加工，因生产原因暂时安排在长沙立拉（L5120B) 上加工，拉削后径向圆跳动极其不稳定，造成精车留量不足从而导致零件报废。现针对该问题进行分析研究，找出问题所在并找出解决办法。

原因分析

根据经验，现在从刀具、夹具、量具以及加工和测量方法等几个方面进行分析。

（1）此次刀具是从车间借调的涂层新拉刀，还未刃磨过，而在此之前，现场使用的全部是非涂层拉刀，和非涂层拉刀相比理论上刃口更钝些，因此需要的拉力更大些。

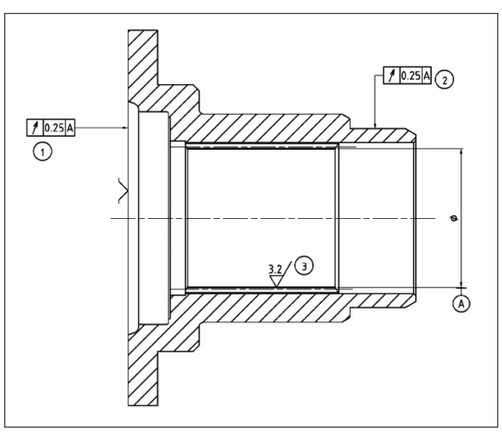

图 1 法兰盘拉花键工序

（2）现场使用的长沙立拉是 2003 年的设备，使用时间久，且经过多次维修更换零件，拉床精度差。

（3）加工的法兰盘总长度 140 mm，拉削花键长度 74 mm，经过计算所需拉力约 18 t，而长沙立拉理论上拉力 20 t，考虑设备老旧，拉力可能不足。

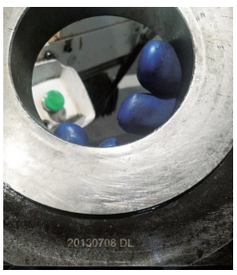

图 2 单齿承受切削量大

（4）拉夹具（图 2）平面度差，导致法兰盘定心阶段被卡住而拉偏，造成径向圆跳动超差。

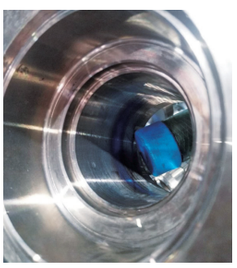

图 3 法兰盘内孔

（5）与其他长度短的法兰盘共用一把拉刀，可能拉刀小径切削齿数量不够而导致。

（6）仔细检查法兰盘内孔，发现内孔里有大约 20 mm 宽的蓝色环形带，如图 3 所示，怀疑热处理高频后硬度高或硬度不均，造成拉削不稳定。

图 4 检验过程

（7）检验心轴偏短而零件过长，安装过程中可能装偏，导致测量

8-29零部件制造.indd 22 2021/4/7 13:24:22

表 1 4 台设备验证

选用设备	长沙立式拉床	长沙立式拉床	山阳立式拉床	德国立式拉床
设备型号	L5120B	L5120C	25TON1600ST	RISZ63X2000X630
试拉车间	A	B	C	D
使用夹具	旧夹具	新夹具	旧夹具	新夹具
径向圆跳动	0.08 ~ 0.43 mm	0.1 ~ 0.3 mm	0.1 ~ 0.15 mm	0.2 ~ 0.25 mm
机床理论拉力	20 t	20 t	25 t	26 t（设定）
使用拉刀	涂层 + 退涂 1	退涂 1	涂层 2	退涂 1

注：退涂 1 指的是同一把拉刀，涂层 2 是壳三使用的刃磨过的旧刀

表 2 B 车间长沙立式拉床径向圆跳动统计表

编号	1	2	3	4	5
径向圆跳动	0.08 mm	0.15 mm	0.35 mm	0.12 mm	0.23 mm

表 3 A 车间德国立式拉床径向圆跳动统计表

编号	1	2	3	4	5
径向圆跳动	0.0 mm	0.10 mm	0.08 mm	0.09 mm	0.12 mm

不准确，如图 4 所示。

处理方案

针对上述原因，首先对法兰盘切试块测硬度，发现蓝色环形带硬度均在 HRC25 ~ 28 之间，满足图样 HRC25 ~ 30 要求。更换检验心轴、换人重复装夹多次结果一致，排除测量方法导致的偏差。然后又分别在三个车间 4 台设备上进行了验证方案，具体如表 1 所示。

其中在 B 车间长沙立式拉床上更换新夹具后试拉 5 件，径向圆跳动大，让机修用拉床试棒，找正拉床发现机床上下相差 0.1 mm，将机床校正然后再试拉 5 件，结果如表 2 所示。

经计算拉花键需要拉力约 18 t，机床拉力可能不足。但更换 A 车间德国立拉进行试拉，结果如表一虽然比较稳定但径向圆跳动仍偏大，对涂层拉刀进行退涂后结果没什么改变，同时在 25 t 山阳立拉上采用涂层 2 拉刀试拉径向圆跳动稳定在 0.15 mm 左右，由此可见影响的原因应该是刀具问题。刀具室人员对刀具进行修磨指导，把倒角齿修改几个成切小径齿，减小原来的单齿切削量，在 A 车间德国立式拉床上重新拉削 5 件，结果如表 3 所示。径向圆跳动很稳定，并且完全能满足工艺要求。

结论

通过现场验证及分析，可以初步得到如下结论：

（1）拉花键工序中出现径向圆跳动超差的问题时，应该充分考虑可能出现问题的各个方面，从刀具、夹具、量具、机床规格、加工及测量方法等方面入手进行对比试验分析。

（2）花键参数一致但花键长度不一致时，要充分考虑刀具单齿的承受力，不能只根据花键参数而盲目地选择拉刀。 AI

CIMT W1-A257

嘉实多（上海）管理有限公司

Syntilo SC 9917 全合成冷却液

嘉实多 Syntilo SC 9917 是一款中性 pH 值的全合成冷却液，适用于所有金属的磨削和中负荷加工，尤其在铝合金加工方面展现了极低消耗及极长的寿命，同时对各种铝合金材质有着广泛的兼容性。

产品特点：

（1）极低消耗及极长的寿命表现，有助于大幅降低废液量，符合当代制造业对于环保的高要求；

（2）产品配方中不含氯化石蜡、不含苯酚、不含亚硝酸盐，更环保；

（3）全合成产品（不含矿物油），带走量低，损耗量小；

（4）优异的生物稳定性，有效地改善了操作环境，更易于被操作人员接受；

（5）中性 pH 值，有效保护铝材和其它航空合金材料；

（6）优异的抗泡性能（在所有建议的水硬度范围）；

（7）具有排杂油特性，易于管理；

（8）具有良好的铝腐蚀保护性能。

Syntilo SC 9917 推荐用于黑色金属及有色金属的磨削、铣削、车削、拉削、钻孔和攻螺纹等加工，适用材料涵盖：铸铝 ADC 12 等（如压缩机壳体等）、锻铝 Al 4032 等（如压缩机动 / 静盘、缸体等）、航空铝合金 Al 7050/7075、电子铝合金 Al 6061/6063 等。

8-29零部件制造.indd 23 2021/4/7 13:24:23