

# 分离轴承异响解决方案

分离轴承在汽车变速器中的失效往往是多个因素的共同结果，分析分离轴承的失效形式，确定离合器分离轴承发生故障的原因，采取有效的预防措施，对提高分离轴承的使用寿命及可靠性显得尤其重要。

## 分离轴承工作原理

离合器分离轴承在一轴导套上轴向移动应自由顺畅无阻滞，轴承在旋转过程中应无尖锐异响。它作用于分离指（杆）上，使离合器分离，减少离合器压盘与离合器拨叉的摩擦力。如图1所示，离合器分离轴承安装于离合器与变速器之间，分离轴承座松套在变速器第一轴轴承盖的管状延伸部分上，通过离合器助力器分泵，使分离拨叉始终压住分离轴承与分离拨叉接触的平面，轴承的内圈旋转面始终与离合器压盘分离指保持接触。工作时轴承沿轴向向离合器压盘方向移

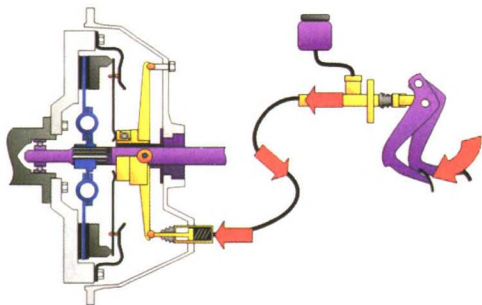


图1 分离轴承工作原理

动，离合器压盘与分离轴承之间始终保持同步。由于离合器压盘、分离杠杆与发动机曲轴同步运转，而分离拨叉只能沿离合器输出轴做轴向移动，直接用分离拨叉去拨分离杠杆显然是不行的，通过分离轴承可以使分离杠杆一边旋转一边沿离合器输出轴轴向移动，从而保证离合器能够接合平顺，分离柔和，减少磨损，延长离合器及整个传动系的使用寿命。

## 离合器分离轴承异响失效分析

离合器分离轴承在整车上主要失效形式有：踩离合器时有异响，抬离合器时整车抖动，分离轴承烧蚀，缺少润滑油而早期磨损，卡滞现象和工作温度过高产生过热。

离合器分离轴承产生异响失效的原因如下：

（1）分离轴承的预紧力不够 分离轴承端面在怠速时承受的初期压力过小，导致离合器分离指与轴承端面产生相对运动和刮蹭，产生尖叫，时间长了之后在分离轴承端面易产生周向凹槽或刮平分离轴承旋转件端面，加剧分离轴承的磨损，产生早期失效。

（2）径向偏差过大 整车安装时，一轴中心与分离指中心径向偏差过大，偏差的实际值已超过分离轴承所能承受的调心量范围。

（3）分离指的平面度超差 分离指平面度超差会导致与分离轴承端面接触的面积变小，相对摩擦力

变小，从而导致异响，也会导致与轴承在初期接触时偏载，轴承在怠速状态下内部受力不均，产生早期失效。

(4) 共振异响 整车在怠速时的振动，导致分离指、分离拨叉和分离轴承之间的共振异响。

(5) 分离轴承振动超差 分离轴承本身的振动值超差，造成异响。

分离轴承异响的整改实例

主机厂反馈我公司汽车变速器装车后发现异响，不踩离合器的时候，离合器分离轴承处发生尖叫；稍微踩离合器时，变速器就没有异响。转速发生范围1000~2000r/min。

通过鱼刺图（见图2）列出了所有可能的原因，进行现场逐一分析、验证并排查。

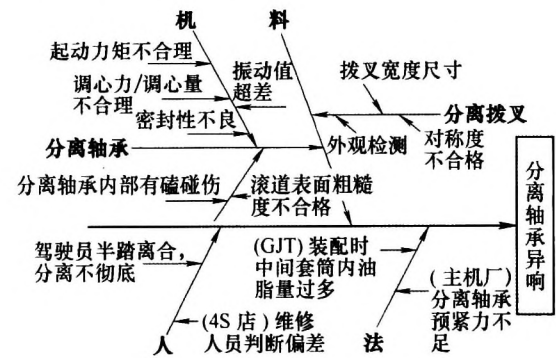


图2 鱼刺图

1.料

对分离轴承的分析如下：

(1) 分离轴承调心力和调心量不合理 要求供应商对退回的异响轴承进行调心力、调心量的检测，测试仪器为调心力、调心量测量仪，检测结果见表1。从检测数据未发现不合格现象，产生异响的原因与调心力和调心量无关。

表1 调心力、调心量测量结果

|       | 调心力/N  | 调心量/mm       |
|-------|--------|--------------|
| 技术要求  | 50~150 | $R \geq 0.6$ |
| 实际测量值 | 70     | 1.46         |
|       | 60     | 1.53         |
|       | 75     | 1.48         |
|       | 65     | 1.52         |
|       | 60     | 1.43         |

(2) 分离轴承振动值超差 要求供应商对退回的异响轴承进行振动值的检测，测试仪器为BVT-7测振仪，检测结果见表2。从检测数据未发现不合格现象，产生异响的原因与振动值无关。

表2 分离轴承振动值测量结果 （单位：dB）

| 序号 | 实测值 | 标准值 | 判定结果 |
|----|-----|-----|------|
| 1  | 45  | <54 | OK   |
| 2  | 42  |     | OK   |
| 3  | 49  |     | OK   |
| 4  | 38  |     | OK   |
| 5  | 44  |     | OK   |

(3) 滚道表面粗糙度值不合格 要求供应商对退回的异响轴承内部工作面滚道进行表面粗糙度值 $R_a$ 的检测，检测结果见表3。从检测数据未发现不合格现象，产生异响的原因与滚道粗糙度值无关。

表3 滚道表面粗糙度值测量结果 （单位： $\mu m$ ）

| 零件号 | 标准值            | 实测值  |
|-----|----------------|------|
| 1   | $R_a \leq 0.2$ | 0.10 |
| 2   |                | 0.16 |
| 3   |                | 0.13 |
| 4   |                | 0.17 |
| 5   |                | 0.14 |

(4) 分离轴承内部有磕碰伤 要求供应商对退回的异响轴承进行解体目测是否有磕碰伤，结果无磕碰。

(5) 密封性不良 装配现场抽查10件组装前的工件，做轴承清洁度试验。检测清洁度符合要求。平均杂质质量1.8mg（JB/T7050-2005标准值<3mg/套），未发现不合格现象，产生异响的原因与密封性无关。

(6) 起动力矩不合理 分别检测了现场零件及故障件的起动力矩。现场零件起动力矩为5.19N·cm、10.386N·cm、5.452N·cm、8.777N·cm和9.102N·cm。故障件起动力矩为7.90N·cm、9.56N·cm、8.105N·cm、11.08N·cm和10.95N·cm。由于目前对于分离轴承的起动力矩在国标中没有相关要求，现供应商根据通用公司对分离轴承起动力矩的标准为 $\leq 12N \cdot cm$ 执行。GJT咨询INA舍弗勒公司分离轴承起动力矩的标准为 $\leq 6N \cdot cm$ 。从当前的检测情况看出，起动力矩偏大可能是造成异

响的原因之一。于是项目团队讨论决定,要求供应商挑选100件在6N·cm以下的分离轴承做验证。经过装车验证,将离合器分离轴承起动力矩控制在6N·cm以下时,对分离轴承异响有很大改善。通过以上分析,起动力矩过大是造成异响的根本原因之一。

分离拨叉的分析情况如下:分别检测五件异响退回的分离拨叉,宽度及对称度尺寸均合格;目测故障件发现有异响的分离拨叉处有碰撞的痕迹,有异响的分离拨叉和没异响的分离拨叉和分离轴承碰撞痕迹不一样,有异响的痕迹一边深一边浅(见图3),而没异响的痕迹是均匀的。



图 3

从以上分析可知,异响是由系统振动引起的,其中拨叉振动最为明显,这是一个系统的振动问题。通过NVH测试分析,在分离轴承与拨叉之间形成摩擦振动和异响,形成高频多阶次的摩擦共振现象,阶次噪声分别为3700Hz和7400Hz。经过项目小组讨论,分离轴承的刚性太差以及轴承与分离拨叉干涉是造成异响的原因之一。可以改变轴承的刚度,从而消除振动激励源,以达到减振降噪的效果。

## 2.法

(1) 分离轴承预紧力不足 预紧力设计值为70~150N,实际大小可以通过离合器分泵的反作用力来测量。经过测量,异响车辆预紧力在45N时开始异响,预紧力在70N时基本上听不到响声,表明该预紧力设计范围合适,预紧力过小会造成异响。

(2) 装配时中间套筒内油脂量过多 轴承套筒内涂抹润滑油过量,部分油脂被带到分离指面,造成分离轴承与分离指面摩擦力不足而发生打滑现象,从而引起异响。

## 3.人

(1) 4S店维修人员判断偏差 与主机厂确认,维修人员全部进行了专业培训,判断未出现偏差。

(2) 驾驶员半踏离合,分离不彻底 驾驶员在转弯或减速时,常常半踏离合器,有的挂挡后脚还放在离合器踏板上;有的车辆由于行程调整过大,使得离合器分离不彻底,处于半啮合状态,造成摩擦盘与飞轮之间产生滑动摩擦,产生大量的热量并传递给分离轴承,轴承受热达到一定温度后,润滑脂烧化或稀释流淌,最终导致轴承缺少润滑脂,内外圈、钢球烧伤变色(烧蚀),引起异响。针对该情况,主机厂反馈在整车出厂说明书上已有驾驶规范。

## 整改措施

针对售后反馈的100台异响总成,使用整改后的分离轴承进行更换,将中间套筒内油脂清理干净;分离轴承进行结构及材料优化;将起动力矩改小。更换整改后,零件分离轴承异响全部消除。

通过以上分析得出该分离轴承异响主要原因为:分离轴承刚度差;分离轴承起动力矩过大;分离拨叉与分离轴承干涉;装配时套筒内壁涂抹油脂过多。

具体解决措施确定如下:

1) 优化分离轴承结构,增加轴承刚度,对图样进行了变更。

2) 材料进行变更将尼龙改为铸铁件,增加零件重量,更有利于吸振。

3) 分离轴承起动力矩要求进行了更改,由12N·cm改为6N·cm。起动力矩检验方法、验收标准已全部更新到位。

## 结语

通过团队成员半年多的努力合作,分离轴承异响质量问题整改到位。改进后的零件批量切换后,进行售后市场跟踪未发现以上质量问题反馈,达到了整改效果。此质量问题分析经验及技术创新在公司其他项目上也进行了推广应用。

关键词:

分离轴承 失效形式 异响原因 对策

(收稿日期20131030)