

变速器总成漏油问题解决分析

田晓如

柳州上汽汽车变速器有限公司 广西柳州 545006

摘要：在汽车变速器售后故障件中，变速器漏油最为突出。主要对变速器总成漏油现象进行分析，同时提出了对应的解决方案，经过对变速器总成漏油专项分析整改，取得了一定整改效果，为以后的变速器漏油提供一定参考依据。

关键词：变速器；操纵盖总成；油封；漏油

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2025.04.003

2023年6月至2024年6月，柳州上汽汽车变速器有限公司在售后端发现变速器漏油。通过对售后市场的变速器拆解分析，发现因操纵盖总成漏油31台，占返厂比例的36.5%，成为影响变速器售后质量的主要问题之一。

操纵盖漏油原因分析

对售后市场返回的变速器行驶里程统计、故障件拆解确认、制造现场装配环节排查、设计端排查及零件检查等方面进行分析如下。

1. 行驶里程统计

对漏油的操纵盖行驶里程统计发现，主要为短里程失效，行驶里程集中在1000~5000km，共有21台，1000km以内6台。生产日期集中在2023年11月，收集的10台断点后总成中有9台的生成日期为2023年11月，操纵盖漏油位置主要集中在油封压装孔位置。

2. 故障件拆解确认

故障总成目视检查发现操纵盖总成油封处脱出，拆解检查发现油封无明显压伤或偏磨痕迹，操纵盖壳体内部有轻微划痕，如图1~图3所示。

对故障件油封外径与操纵盖孔配合尺寸、油封唇口和选换轴配合相关尺寸进行测量，尺寸未见超差，见表1~表3。



图1 油封脱出



图2 油封无异常



图3 壳体轻微划痕

表1 油封外径与操纵盖孔配合尺寸

测量要求	实测1	实测2	实测3	实测4	实测5	实测6
油封安装孔直径 $25.3\left(\begin{smallmatrix}+0.021\\0\end{smallmatrix}\right)$ mm截面1/mm	25.307 9	25.307 2	25.307 5	25.307 3	20.307 2	25.307 2
油封安装孔直径 $25.3\left(\begin{smallmatrix}+0.021\\0\end{smallmatrix}\right)$ mm截面2/mm	25.317 0	25.317 1	25.309 8	25.317 5	25.316 8	25.317 5
油封安装孔直径 $25.3\left(\begin{smallmatrix}+0.021\\0\end{smallmatrix}\right)$ mm截面3/mm	25.315 5	25.312 3	25.310 2	25.311 5	25.315 1	25.316 4
油封安装孔内粗糙度 $Ra1.6\mu\text{m/mm}$	0.054	0.051	0.056	0.062	0.059	0.055
油封安装孔圆柱度实测值/mm	0.012 5	0.012 6	0.012 2	0.012 3	0.012 1	0.012 1
孔口倒角 $30^{\circ}/\left(^{\circ}\right)$	$29^{\circ} 51'$	$29^{\circ} 51'$	$29^{\circ} 52'$	$29^{\circ} 53'$	$29^{\circ} 52'$	$29^{\circ} 53'$
倒角宽度1.5mm/mm	1.352 2	1.351 2	1.352 0	1.351 2	1.351 1	1.351 4
深度 8.5 ± 0.1 mm/mm	8.542 1	8.545 2	8.543 5	8.545 2	8.545 1	8.548 4
深度1mm/mm	1.236 5	1.232 1	1.231 2	1.231 6	1.231 2	1.232 5

表2 油封唇口尺寸 (单位：mm)

测量要求	实测1	实测2	实测3	实测4	实测5	实测6
油封外径 $25.3\left(\begin{smallmatrix}+0.35\\+0.2\end{smallmatrix}\right)$ mm	25.689	25.721	25.632	25.642	25.612	25.624
油封宽度 6.5 ± 0.3 mm	6.42	6.43	6.38	6.26	6.34	6.36
油封唇口内径 13.9 ± 0.3 mm	13.8824	13.7246	13.7952	13.8420	13.8246	13.8802

表3 选换挡轴配合尺寸 (单位：mm)

测量要求	实测1	实测2	实测3	实测4	实测5	实测6
外径 $15\left(\begin{smallmatrix}0\\-0.018\end{smallmatrix}\right)$ mm	14.983 5	14.983 2	14.984 2	14.984 6	14.985 2	14.982 8
轴粗糙度 $Ra0.8$	0.182 4	0.142 6	0.242 4	0.124 6	0.126 8	0.113 4

3.制造现场装配环节排查

(1) 压装设备 操纵盖的油封采用电子伺服压机完成，压装过程中监控过程力（0.2~5kN）的变化，以停止力作为压到信号（8kN，油封压杆压到操纵盖平面进行机械限位），压机可对压装进行有效防错，避免油封压装过松和压装不到位的情况。如图4~图6所示。

(2) 压装过程 把压装完选换挡轴承的操纵盖壳体放置在压装底座上，定位方式为平面+两销（见图7），油封套进油封压杆（见图8），油封压杆连同油封一起放置到操纵盖壳体上，压杆的定位段与选换挡轴承配合，以保证压装的导向（见图9）。压机动作，通过压装压杆将油封装配到位，保压时间为2s，压装过程正常。



图4 压机

控制计划 (SCI规格)

序号	描述	规格	公差	检测方法	频次	备注
1	油封压杆凸台高度	1.5	$0_{-0.1}^{+0.1}$	卡尺	100%	
2	油封压杆直径	15	$0_{-0.018}^{+0.018}$	千分尺	100%	
3	油封压杆平面1相对柱体的垂直度	0.020		三坐标	100%	
4	油封压杆平面2相对柱体的垂直度	0.01		三坐标	100%	

图5 过程力、压到控制方法

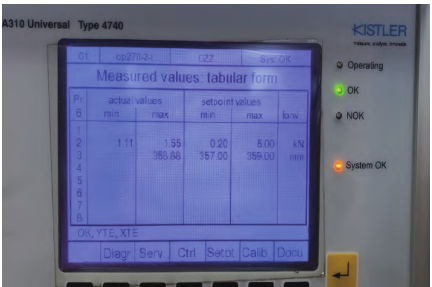


图6 压机控制器界面

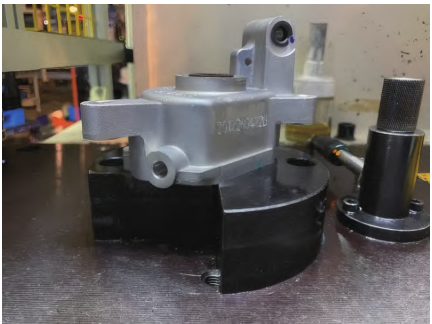


图7 定位方式

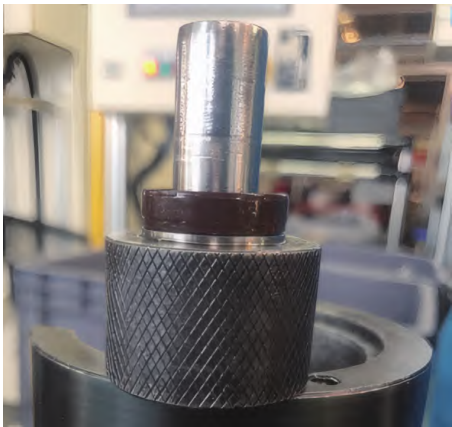


图8 油封套压杆

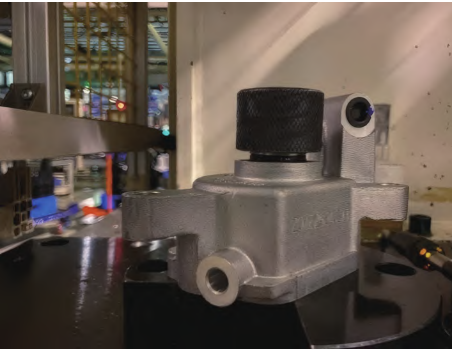


图9 压装过程

(3) 工装设备 油封压杆与选换挡轴承配合后径向间隙0.052mm, 选换挡轴承可对油封压杆有效导向, 油封压杆不会歪斜。

对油封压杆进行检测, 尺寸合格, 油封压杆可对油封有效定位, 油封不会歪斜 (见表4)。

表4 油封压杆实际尺寸 (单位: mm)

序号	油封压杆设计尺寸	油封压杆实际尺寸
压杆凸台高度	1.5 ($0_{-0.1}^{+0.1}$)	1.456 8
压杆直径	15 ($0_{-0.018}^{+0.018}$)	14.999 4
压杆平面1相对柱体的垂直度		0.009 9
压杆平面2相对柱体的垂直度		0.01

(4) 过程装配验证 在壳体与压装底座之间的其中一侧, 放置1个0.65mm厚度的垫片 (见图10), 进行压装, 压装后油封检查合格。

把壳体故意让定位销顶起, 进行压装 (见图11), 设备报警, 油封压装不到位 (见图12)。

过程装配验证发现, 薄的异物对压装质量影响较小, 较大的异物或者放置不对, 将触发过程力监控报



图10 放置垫片压装

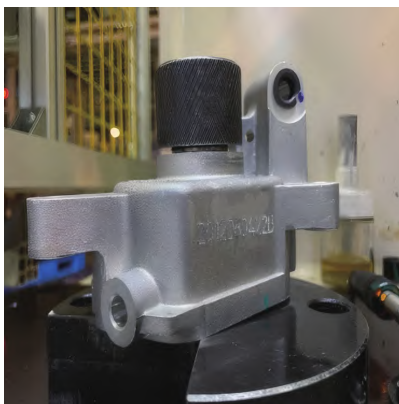


图11 定位销顶起

警（未达最小监控位移，过程力超过最小值0.2kN）。电子伺服压机可对压装进行有效防错，避免油封压装过松和压装不到位的情况，油封在油封压杆上可有效



图12 油封压装不到位

定位，不会歪斜，油封压杆与选换挡轴承配合后可对油封压装过程进行有效导向，防止压装过程倾斜，压装工艺及过程可控，压装无脱出的风险。

4.设计检查

操纵盖零件图样显示，后壳体表面粗糙度值 $Ra1.6\mu m$ ，油封安装孔径 $25.3\left(^{+0.021}_0\right)mm$ ，操纵盖总成油封压装力 $0.2\sim5kN$ ，零件测量尺寸符合图样标准要求。但油封安装孔表面粗糙度经与油封供应商多次沟通确认，推荐油封安装孔表面粗糙度 $Ra1.6\sim Ra3.2\mu m$ 。

5.零件实物检查

对库存操纵盖油封孔粗糙度实测，存在两种状态： $Ra1.6\mu m$ 左右和 $Ra0.05\mu m$ 左右，同时分别取10件样件压装尺寸合格的油封，验证油封压装到位质量，发现表面粗糙度值 $Ra0.05\mu m$ 操纵盖油封有压装不到位现象（见表5）。

表5 油封压装到位统计

表面粗糙度	压装1	压装2	压装3	压装4	压装5	压装6	压装7	压装8	压装9	压装10
$Ra1.6\mu m$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$Ra0.5\mu m$	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	×	×	✓

油封压装到位：✓ 油封未压装到位：×

结语

通过对某国产手动变速器漏油问题分析，发现并解决了操纵盖油封脱出问题，油封安装孔区域光滑，粗糙度小的有油封未压装到位情况，油封易脱出，油封孔处漏油。针对该问题，采取了调整操纵盖油封安装孔机加工工艺，增加操纵盖油封安装孔粗糙度值 $Ra1.6\sim Ra3.2\mu m$ 要求。至此，某国产变速器总成漏油问题得到有效遏制并解决。

参考文献：

- [1] 闻邦椿.机械设计手册第1卷[M].5版.北京：机械工业出版社，2020.
- [2] 马金海，陈三.公差配合与技术测量[M].湖南：湖南大学出版社，2010.
- [3] 孙恒，陈作模，葛文杰.机械原理[M].北京：高等教育出版社，2010.
- [4] 陈永.金属材料常识普及读本[M].北京：机械工业出版社，2021.**AUTO1950**