

变速器总成气密参数及 校验分配逻辑优化

□ 柳州上汽汽车变速器有限公司/周翠华 成建强 莫国田

本文探究变速器总成泄漏量超差及测试线堵线的原因，同时提出了相应的优化方案，并跟踪方案实施后的效果。

对于汽车来说，其上面的很多零部件需要有良好的密封性能，若密封不好，会导致如发动机气缸漏气、功率下降，油底壳连接面渗油，液压制动系统制动液泄漏、制动失效等一系列质量问题。因此，灵敏度高、应用广泛的气密泄漏量检测，对保证产品质量发挥着至关重要的作用。而泄漏量，作为气密检测的结果，直接反应被测件的密封性能，是一个关键的质量指标，需要有较高的准确度并满足相关技术要求。本文将对变速器总成泄漏量超差及测试线堵线制约产能的原因进行探究。

变速器总成气密参数优化

原变速器总成气密参数，充气压力： $45 \pm 5\text{kPa}$ ；充气时间：10s；平衡时间：5s；测试时间：2.6s；泄漏量 $< 24\text{Pa}$ 。按此参数进行总成气密测试，出现批量性超差报警，泄漏量约为30~40Pa。对气密超差的总成进行水密测试，均合

格。分别更换气密管路、气密测漏仪、排查确认接头后，泄漏量超差问题无改善。排除以上可能，初步怀疑，该问题与气密参数有关。

1. 变速器总成气密检测原理及过程

所用气密测漏仪型号为ATEQ F520。原理为：使用标准无泄漏标准品，同时给被测物和标准品加压。通过高敏感的压差传感器测出被测物与标准品内的压力之差，从而判断被测物是否泄漏，如图1所示。

其中，根据标准品端的不同，有带标准件测试、不带标准件测试和两工件测试3种测试方式。目前我司均采用第二种——不带标准

件测试，一端接被测变速器，另一端用堵头封堵。测试过程分4个阶段，如图2所示。

各阶段具体为：

充气：气源对变速器充气，充气时间（10s）结束时，测漏仪检测压力达到 $45 \pm 5\text{kPa}$ 后进入平衡阶段。

平衡：气源停止对变速器充气，变速器与封堵端的压力、温度在平衡时间（5s）结束后应达到平衡一致。

测试：在测试时间（2.6s）后，压差传感器检测变速器腔体内相对于封堵端的压力下降 ΔP ， ΔP 即为变速器总成的泄漏量。（ $\Delta P < 24\text{Pa}$ ，合格； $\Delta P > 24\text{Pa}$ ，超差报警！）

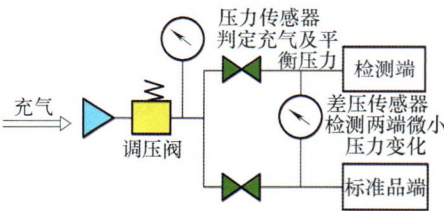


图 1

排气：变速器腔体内气体排出。

2. 泄漏量与充气时间、平衡时间的关系

相对于封堵端，变速器腔体内部容积大且结构复杂，更难达到气体压力分布均匀。在不考虑管路泄漏的情况下，检测结束后，仪器显示的泄漏量 ΔP （显），实为压力分布均匀导致的压力下降 ΔP （虚）与总成真实泄漏量 ΔP （实）之和， ΔP （显）= ΔP （虚）+ ΔP （实）。当

ΔP （虚）越小， ΔP （显）越接近总成真实泄漏量 ΔP （实），即检测结果越准确。其中，增加充气时间和平衡时间均能促进变速器腔体内部压力达到平衡，及减小 ΔP （虚）。

3. 泄漏量偏大的原因

根据上述分析， ΔP （显）= ΔP （虚）+ ΔP （实），泄漏量 ΔP （显）偏大，应为 ΔP （虚）偏大引起，由充气时间或平衡时间不足造成。为此，以充气时间、平衡时间为变量，进行相关试验，探究二者

对泄漏量 ΔP （显）的影响，找出合理的数值，对现有参数进行优化。试验共进行5组，每组2台，结果如附表所示。

由上表可知，随着充气时间增加（13s、15s、20s），泄漏量 ΔP （显）呈减小趋势（23Pa、15Pa、5Pa）。随着平衡时间增加（5s、10s），泄漏量 ΔP （显）亦呈减小趋势（33Pa、10Pa）。从而间接证明，充气或平衡时间不足，造成了变速器总成气密泄漏量偏大超差，与实际不符，测试结果不准确。

4. 优化方案——充气、平衡时间选择

基于原有气密参数（充气10s；平衡时间5s）的工位节拍为47s，而岗位节拍要求<54s。综合考虑节拍及测试泄漏量的准确性，充气10s；平衡时间10s的组合更合理，即平衡时间在原有基础上增加5s；泄漏量10Pa左右，既满足了节拍要求，又能使检测结果更接近真实泄漏量，兼顾了检测效率和结果的准确性。

5. 参数优化后效果跟踪

参数优化后，气密测漏仪能正确识别合格与不合格总成样件，及壳体砂眼、油封漏气、壳体连接面漏气、操纵盖漏气等漏气问题，很好地实现了对变速器总成的气密检测和泄漏风险的识别、监控。

变速器加载校验逻辑优化

2016年6月，随着产能爬坡，装配线出现了严重的堵线问题，轴系线、主装配线、测试线托盘停滞，无法流转。对正常生产造成了

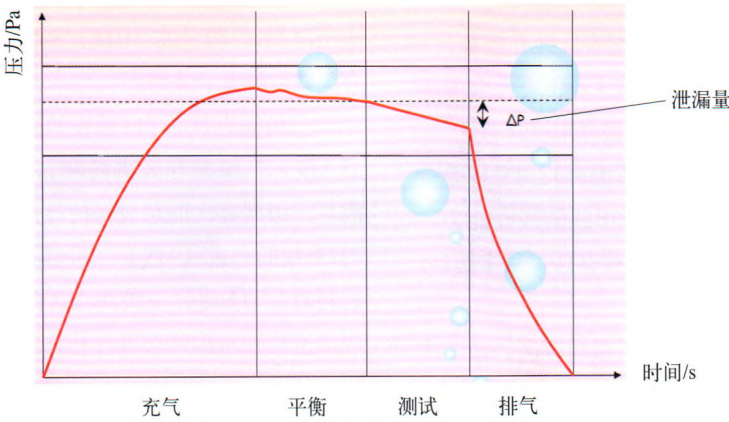


图 2

变速器总成气密验证

充气压力40~50kPa 测试时间2.6s											
		第1组		第2组		第3组		第4组		第5组	
充气时间/s		10		10		13		15		20	
平衡时间/s		5		5		5		5		5	
泄漏量/Pa [*]		≤24		≤24		≤24		≤24		≤24	
第一台/ Pa	第一次	33	第一次	11	第一次	22	第一次	14	第一次	5	
	第二次	33	第二次	9	第二次	22	第二次	14	第二次	6	
	第三次	35	第三次	9	第三次	22	第三次	24	第三次	5	
					第四次	22	第四次	15			
					第五次	21	第五次	16			
第二台/ Pa	第一次	31	第一次	10	第一次	24	第一次	16	第一次	4	
	第二次	34	第二次	10	第二次	24	第二次	16	第二次	5	
	第三次	32	第三次	9	第三次	24	第三次	15	第三次	5	
					第四次	25	第四次	16			
					第五次	24	第五次	15			
泄漏量/Pa		33左右		10左右		23左右		15左右		5左右	
节拍/s		15		20		18		20		25	

极大的影响。

问题的起因是，测试线4号校验台前，累积了数台未校验总成等待（校验）放行，导致其间夹杂和其后跟随的数台已校验总成无法被及时放行流走，造成滞留、堵线，并连锁引发了主装配线、轴系线堵线。测试线堵线概况，如图3所示。

由图3可知，1~4号校验台由A、B、C、D线相连，并构成物流通道。各线上的变速器组成为：

A线：来自加油工位的未校验总成。

B线：来自A线的未校验总成、2号校验台校验后的总成。

C线：来自B线的未校验总成、2号及3号校验台校验后的总成。

D线：空托盘、1号校验台校验后的总成。

1.滞留原因分析

流经路线：未校验总成沿A→B→C路线，依次经过1、2、3、4#校验台。校验分配：未校验总成在每一个校验台前的挡停处向校验台发进站请求，若校验台缺料，则允许进；反之，则拒绝进站，未校验总成流向下一个校验台并发出同样的请求。当1、2、3号校验台均为满料状态时，未校验总成缓存、累积在4号校验台前，等待校验，堵塞了来自2、3号校验台总成的惟一流出通道，造成C线上总成滞留、堵线，并进一步蔓延到B线和A线，可造堵线约5~20min。经以上分析，可判断造成滞留的原因为缓存数量、分配逻辑不合理。

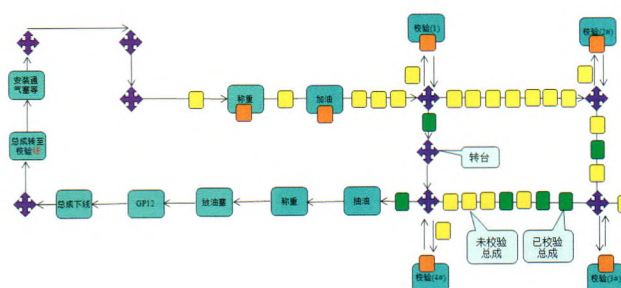


图 3

2.缓存数量明确、分配逻辑优化

针对4号校验台前总成等待引发的滞留、堵线问题，与新松工程师沟通，优化校验分配逻辑。

(1) 明确缓存区缓存数量。

C线：为避免4号校验台前的等待问题，C线不缓存未校验总成。

B线：综合考虑对3、4号校验台补料的及时性和B线的缓存能力，将B线作为一级缓存区，最多缓存1台未校验总成。

A线：作为二级缓存区，最多缓存7台未校验总成。

E线：作为三级缓存区，最多缓存3台未校验总成。

(2) 优化分配逻辑。

一级缓存区：当3、4号校验台满料时，（B线）一级缓存区的总成保持等待，当3或4号校验台缺料时，（B线）一级缓存区的总成流进该缺料校验台进行补充、备料。

二级缓存区：当2号校验台及（B线）一级缓存区满料时，（A线）二级缓存区的总成保持等待。当2号校验台或（B线）一级缓存区缺料时，（A线）一级缓存区的总成流进2号校验台或（B线）一级缓存区进行补充、备料。

三级缓存区：当1号校验台或（A线）二级缓存区满料时，（E线）三级缓存区的总成保持等待，当1号校验台或（A线）二级缓存区缺料时，（E线）三级缓存区的总成流进该缺料校验台进行补充、备料。

3.优化后效果跟踪

校验分配逻辑优化后，4号校验台得到充分利用，实现了未校验总成在各校验台均衡分配，解决了堵线问题，可满足每班650台的产能需求，效果良好。优化后的测试线概况如图4所示。

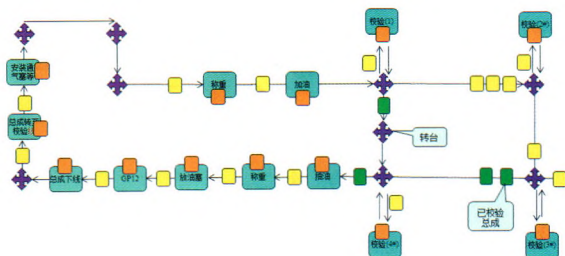


图 4

AUTO1950