

增压器水路泄漏检测技术的研究和应用

□ 沈阳航天三菱汽车发动机制造有限公司/李鹤翔

本文通过对增压器水管接头漏水问题的研究，结合水管接头装配工艺，确定了适合水管接头的泄漏检测工艺方法。通过大量的试验，摸索出水管接头密封性的检测工艺参数，并在生产中进行应用，提高了增压机型水路的密封性、可靠性。

问题的提出

为增强竞争力，公司自主研发增压发动机并陆续推向市场。伴随产量增加，发动机漏水问题逐渐增多，尤其是增压器水管接头部位。为降低增压器水管接头漏水比例，提高不良检出率，满足用户要求，迫切需要对增压器水路泄漏检测技术进行研究与应用。

检测方法的选择

实际生产中，一般使用“泄漏率”来衡量被测件的密封程度。如果实际泄漏率小于被测件所允许的泄漏率，则被测件合格。

目前装配线多采用差压式泄漏检测仪进行密封检测。该检测方法原理是基于被测件的泄漏引起压力下降，从而与标准件之间发生了压差的原理而间接测量被测件的泄漏量，测试时同时给被测件和标准

件加压，通过高敏感度的差压传感器，测出被测件与标准件的压力之差，从而判断被测件是否泄漏，如图1所示。

该检测方法需使用无泄漏的标准件，标准件可以用密封处理的相应工件，也可以使用标准罐。因增压器水管形状简单，安装在增压器后容积可以直接测出，约30mL，因此在测试中可以使用规格的标准罐。差压式测漏仪的测试过程此处不再赘述。

泄漏量的计算公式：

$$Q=60V_e\Delta p/(1.012\times10^5T)$$

式中 Q ——泄漏量，mL/min，
 Δp ——压差，Pa，
 V_e ——等效内容积，mL，
 T ——检出时间，s。

等效内容积是泄漏量计算的重要参数，包括被测件腔体的容积，测漏仪内部容积及连接管道的容积等，在一些型号的空气泄漏仪中，等效容积 V_e 也可以通过自动泄漏校正器（ALC）或泄漏标准器直接测得。若仪器无此项功能，等效内容积可以根据下述公式求得：

$$V_e=1.012\times10^5TQ/(60\Delta p)$$
，测得 T 、 Q 、 Δp 三个值，代入公式即

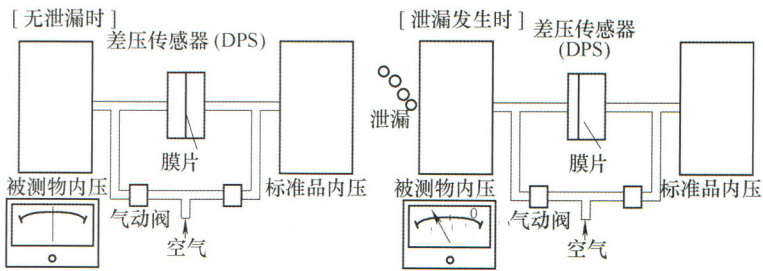


图 1

可得到等效容积 V_0 。

将等效容积值输入测漏仪，另外检出时间、压差值 Δp 可分别设定在2~10s和（10~100Pa）的范围内，加压时间（CHG）；平衡时间（BAL）为3：1或者4：1，或根据试验数据进行确定，泄漏规格值根据产品要求或实测数据进行设定。

对于被测件温度不应与周围环境温度相差太多，5℃左右的温差对试漏数据的影响不是很大。另外，很多试漏仪已具备温度补偿功能，利用压强与温度的关系进行补偿。

泄漏检测工艺试验

按照用户要求，增压器水管连接端不允许有漏水现象，对于该要求测试的具体数据，需要通过工艺试验来确定。

将水管组件安装到增压器后，使一端接口密封，另外一端作为充气口检漏。封堵工装的准备就是设计制作工艺堵塞和充气连接头。根据现有情况，选用装配线外一台试漏仪（COSMO LS-1842），进行工艺验证，并准备人工打压件作为工艺验证使用。

（1）验证理论推断，确定差压法是否适合增压器水路试漏检查。按照油路试漏工艺参数：充气5s，平衡6s，检出10s，排气1s，合计22s。

经过试验，差压法检漏可以发现增压器水路泄漏；经分解发现，#1件密封垫片划伤；#4件密封垫片变形；#6件螺栓密封面有沟槽（见图2）。

（2）确定增压器水管试漏工

艺参数。合理制定试漏工艺参数，提高检出率并满足装配线节拍，变得尤为重要。装配线用正交验证方法确定参数：验证采用L9（34）正交设计，充气、平衡、检出时间作为三因子，因子水平见表1；验证顺序随机安排，每次验证对样件重复测试6次；试漏压力为200kPa，通过每种条件的试漏参数统计，得出标准差，确定验证的稳定性，并确定工艺参数（见表2）。

依据数据，编制直观分析表（见表3），表中极差为各因子三水平中泄漏量标准差均值极差，反应该因子对泄漏量标准差影响大

小，其中检测时间因子影响最大；表中均值是各因子三水平泄漏量标准差均值，反应各因子水平的影响程度；因子A（充气）中，水平1的泄漏量标准差均值最小，得出水平1最好；同理因子B（平衡）取水平2，因子C（检出）取水平3，综上所述可得出测试稳定性最好的组合条件为A1B2C3，总检测时间为23s，满足装配节拍。

为验证正交试验数据的可靠性，对试验稳定性最好的条件A1B2C3进行了试验验证，验证结果令人满意。

需要说明的是：试验过程中，

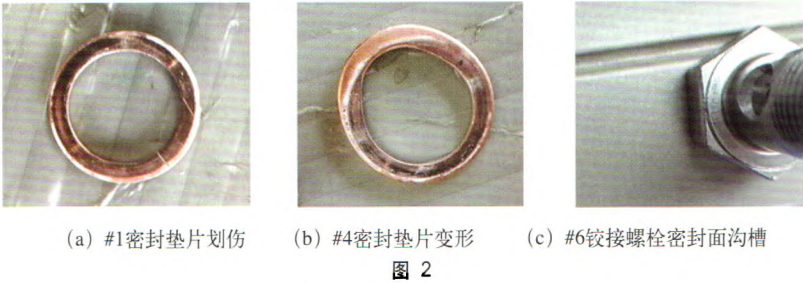


表1 因子水平表 (单位：s)

因子	水平1	水平2	水平3
A：充气时间	5	8	11
B：平衡时间	6	8	12
C：检出时间	5	8	11

表2 正交试验数据 (泄漏量单位：Pa)

试验号	充气	平衡	检出	#1	#2	#3	#4	#5	#6	极差	标准差
1	1	1	1	15.3	15.1	13.8	13.0	14.6	15.9	3.00	1.061
2	1	2	2	15.1	16.0	13.6	14.0	13.8	15.0	3.60	0.935
3	1	3	3	13.2	13.9	15.0	14.2	15.0	15.5	3.50	0.852
4	2	1	2	14.9	13.0	12.4	15.1	15.6	15.0	3.70	1.302
5	2	2	3	15.1	15.9	15.2	14.9	15.9	14.2	3.10	0.645
6	2	3	1	16.1	15.1	15.4	13.9	14.2	13.0	3.20	1.127
7	3	1	3	14.9	14.8	13.0	15.0	13.9	15.8	3.40	0.977
8	3	2	1	15.2	15.1	14.2	15.9	16.0	16.2	3.40	0.750
9	3	3	2	15.9	15.6	14.6	14.0	15.3	12.8	3.10	1.159

(下转第23页)

合该量具的设计规范。

(2) 专用对比测具显示用的百分表、千分百选用也有特殊的要求，必须用量程为单圈的表，不允许用量程为多圈的表，防止在测量的过程中由于零件的误差过大导致测量时表显错一圈的情况发生。

(3) 每个对比测具都可以测量多种产品，但是每种产品都有其对应的标准件。对标准件的管理也非常严格，需要定期对标准件进行鉴定，查看其是否符合规范。每个标准件的型号、有效期等标识必须清晰，防止误用。

(4) 对专用对比测具和标准件需要在每天使用前进行点检，防

止由于对比测具的失效而导致测量精度不准确。

(5) 每天下班前需要对专用对比测具进行清扫、注油保养，保证对比测具的使用寿命。

结语

对比测量在转向器生产中的应用，大大提高了生产线的设备能力和现场质量管控的能力，只要我们坚持持续品质改进的质量方针，更多更好用的专用测具可以在生产现场进行应用。减少各零件对计量的依赖，提高其在线测量的水平，不仅可以提高产品质量控制水平，更可以提高生产线换型、换刀的效

率，提升生产线整体的可动率，提高设备的利用率，确保企业在行业中的竞争力。 **AUTO1950**



刘新保
工程硕士
工程师
主要从事机械转向器齿轮、齿条加工及装配工艺研究

(上接第19页)

表3 直观分析表

试验号	充气	平衡	检出	标准差
1	1	1	1	1.061
2	1	2	2	0.935
3	1	3	3	0.852
4	2	1	2	1.302
5	2	2	3	0.645
6	2	3	1	1.127
7	3	1	3	0.977
8	3	2	1	0.750
9	3	3	2	1.159
均值1	0.949	1.113	0.979	—
均值2	1.025	0.777	1.132	—
均值3	0.962	1.046	0.825	—
极差	0.075	0.337	0.307	—

因气源压力、环境温度等影响，出现异常数据，在处理时要删除；各因子水平值应根据现场要求、工件变化等进行调整。

其他改进措施

在装配线进行试漏工艺验证的同时，对涉及密封部位零件的装配

工艺、物流周转、现场使用等进行了逐步改进。

(1) 拧紧工艺的改进。降低铰接螺栓拧紧力矩，调整拧紧电枪拧紧速度，减少了密封垫片变形的发生，提高了水路连接处密封性。

(2) 完善零件现场管理。密封垫片分类、分开摆放，进行个数

管理，定期清扫摆放盒，减少了密封垫片错、漏装的发生，减低了垫片密封面划伤的风险。

(3) 零件物流包装改善。水管组件密封面增加保护罩，铰接螺栓孔中穿线周转，密封垫片类似钱币柱形包装运输等，减少了零件密封面磕碰、变形和划伤发生，有效提高零件装配后的密封性。

结语

通过对增压器水管组件试漏的理论推断，在验证过程中确定了试漏工艺参数，为增压机型水路试漏提供可靠的数据基础；在验证期间，进一步改善了装配工艺、密封件产品结构，完善了零件包装方式及物流周转；提高增压机型水路密封的可靠性，从而减少发动机水路泄漏现象发生，让客户感到满意，填补了公司发动机试漏技术研究和应用的空白。 **AUTO1950**