ICS 23.040.60
CCS J 15

中华人民共和国国家标准

GB/T 12385—2025
代替 GB/T 12385—2008

管法兰用垫片密封性能试验方法

Standard test methods for sealability of gaskets for pipe flanges

2025-03-28 发布　　2025-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 12385—2008《管法兰用垫片密封性能试验方法》，与GB/T 12385—2008相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a) 更改了范围（见第1章，2008年版的第1章）；

b) 删除了石棉橡胶板（见2008年版的表1）；

c) 增加了对试样、尺寸和尺寸测量的规定（见4.3.2、4.3.3和5.3）；

d) 增加了氦质谱真空测漏法（方法C）（见第6章）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国管路附件标准化技术委员会（SAC/TC 237）归口。

本文件起草单位：华东理工大学、浙江国泰萧星密封材料股份有限公司、宁波天生密封件有限公司、中机生产力促进中心有限公司、宁波易天地信远密封技术有限公司、慈溪市恒立密封材料有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院、广州市东山南方密封件有限公司、无锡市锡西化机配件有限公司、温州市华海密封件有限公司、台州龙江化工机械科技有限公司、中国石化工程建设有限公司、中国天辰工程有限公司、中石油华东设计院有限公司、中国寰球工程有限公司北京分公司、苏州热工研究院有限公司、宁波艾拓密封技术有限公司、慈溪埃弗龙密封件有限公司、浙江正同管业有限公司、深圳市民乐管业有限公司、浙江博美特能源设备有限公司、雁栖湖基础制造技术研究院（北京）有限公司、核工业工程研究设计有限公司。

本文件主要起草人：章兰珠、吴益民、励行根、冯峰、林剑红、徐绍焕、李科、吴凯珺、惠福明、张勇、熊从贵、赵勇、刘洪福、刘建欣、庞东、韩传伟、叶鑫、叶奇为、杨鑫、徐志华、张棵梅、王小娟、常海军。

本文件于1990年首次发布，2008年第一次修订，本次为第二次修订。

管法兰用垫片密封性能试验方法

1 范围

本文件描述了测漏空腔增压法(方法 A)、压降法(方法 B)及氦质谱真空测漏法(方法 C)三种测定管法兰用垫片密封性能的方法。

本文件适用于非金属平垫片、缠绕式垫片、聚四氟乙烯包覆垫片、金属包覆垫片、柔性石墨复合增强垫片、金属齿形组合垫片、金属波齿复合垫片的密封性能测定。其他类型的垫片参考执行。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 测漏空腔增压法(方法 A)

4.1 概述

适用于介质为氮气或氦气,泄漏率在 $10^{-5}cm^3/s$(标准状态)~$10^{-1}cm^3/s$(标准状态)范围的管法兰用垫片(以下简称“垫片”)密封性能试验。

4.2 试验装置

4.2.1 试验装置由垫片加载系统、试验介质供给系统、测漏系统及试验法兰等组成,如图 1 所示。

4.2.2 垫片加载系统应能提供规定的垫片预紧比压,并能控制恒定的加载速度和卸载速度。试验过程中垫片预紧比压的波动应在规定值的±2%。当垫片预紧比压小于或等于 35 MPa 时,加载速度和卸载速度应为 0.2 MPa/s;当垫片预紧比压大于 35 MPa 时,加载速度和卸载速度应为 0.5 MPa/s。

4.2.3 试验介质供给系统应能提供规定的试验介质压力。试验过程中介质压力的波动应在规定值的±2%。

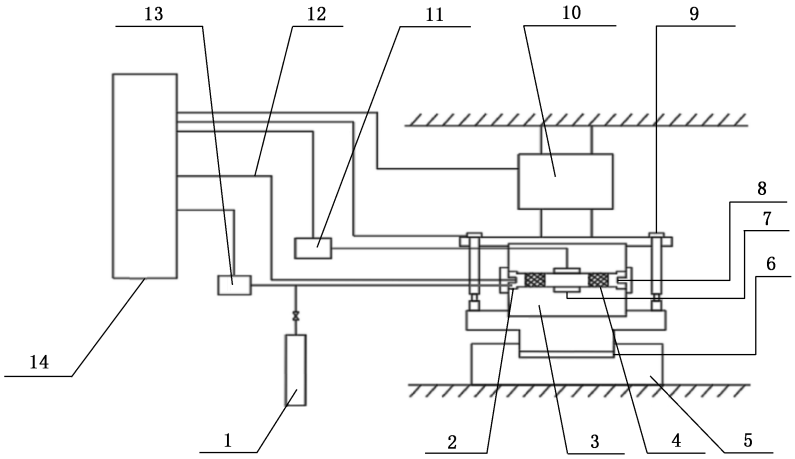
4.2.4 测漏系统分辨率不应低于 $10^{-5}cm^3/s$ 标准状态。在垫片外侧、上下法兰面间设置一个密闭的环形测漏空腔,测漏空腔的容积 V_c 应经标定。

4.2.5 试验法兰采用模拟法兰,密封面为平面。试验法兰应具有足够的刚度,以确保能承受加载载荷,并不发生因压板变形而影响垫片表面比压的情况。法兰材料的弹性模量应为 195 GPa~210 GPa,密封面硬度应为 40HRC~50HRC,密封面表面粗糙度 Ra 应为 3.2 μm~6.3 μm。

4.2.6 测量试验介质压力的传感器量程宜为试验介质压力的 1.5 倍~2 倍,准确度等级不应低于 0.5 级,分辨率不低于 10 kPa。

4.2.7 测量测漏空腔温度的温度传感器的分辨率不低于 0.1 ℃。

4.2.8 测量测漏空腔压力的微压力传感器量程不应大于 5 kPa,准确度等级不应低于 0.5 级,分辨率不低于 0.01 kPa。



标引序号说明：

1——标准容器；
2——测漏空腔；
3——模拟法兰；
4——垫片；
5——油缸；
6——压力源；
7——试验介质；
8 ——标定气源；
9 ——位移传感器；
10——载荷传感器；
11——压力传感器；
12——温度传感器；
13——微压力传感器；
14——数据采集系统。

图 1　测漏空腔增压法的试验装置示意

4.3　试样

4.3.1　试样准备

试样选取后应在温度(23±5)℃、相对湿度(50±6)%的环境下放置不少于 48 h。试样从上述环境中取出，到试验开始前不应超过 30 min。

4.3.2　试样尺寸

除另有规定外，垫片的公称尺寸为 DN 80 或 NPS3。

4.3.3　试样尺寸测量

4.3.3.1　垫片厚度用分度值不大于 0.02 mm 的量具测量，以等弧三点测量值的算术平均值为测量结果。

4.3.3.2　垫片直径(内径 D_i 和外径 D_o)用分度值不大于 0.02 mm 的量具测量，以等弧三点测量值的算术平均值为测量结果。

4.4　试验条件

推荐试验条件见表 1，也可由文件使用者协商确定。

表 1　推荐试验条件

试样名称	垫片预紧比压 MPa	试验温度 ℃	试验介质	试验介质压力 MPa
无纤维增强橡胶垫片	7	23±5	不低于 99.9%的工业氮气或者不低于99.9%的氦气	1.0
无石棉纤维橡胶垫片	35			4.0
聚四氟乙烯垫片、填充聚四氟乙烯垫片、改性聚四氟乙烯垫片	35			4.0
膨体聚四氟乙烯垫片	25			4.0
柔性石墨复合增强垫片	35			4.4
非金属聚四氟乙烯包覆垫片	35			1.1 倍公称压力
缠绕式垫片	70			1.1 倍公称压力
金属包覆垫片	60			1.1 倍公称压力
金属齿形组合垫片	45			1.1 倍公称压力
金属波齿复合垫片	45			1.1 倍公称压力

4.5　试验程序

4.5.1　用溶剂(如丙酮)清洗法兰密封面,垫片对中安装。

4.5.2　按 4.2.2 和表 1 的规定,对垫片施加预紧比压,达到规定值后保持 15 min。

4.5.3　测漏空腔容积的标定应在尽可能短的时间内完成,重复 3 次,以 3 次测试计算得到的 V_C 值的算术平均值作为测漏空腔的容积,每次获得的 V_C 值对平均值的偏差不应大于 3%。

测漏空腔容积按式(1)标定。

$$V_C = V_B\left(\frac{P_{2V} - P_B}{P_C - P_{2V}}\right) \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中:

V_C ——测漏空腔的容积,单位为立方厘米(cm^3);

V_B ——标准容器的容积,单位为立方厘米(cm^3);

P_{2V}——标准容器与测漏空腔连通后的绝对压力,单位为兆帕(MPa);

P_B ——标准容器中的初始绝对压力,单位为兆帕(MPa);

P_C ——测漏空腔中通入的试验介质的绝对压力,单位为兆帕(MPa)。

4.5.4　按 4.2.3 和表 1 的规定,通入试验介质,当介质压力达到规定值后保持 10 min。

4.5.5　开始测漏,记录测漏开始时测漏空腔内的压力和温度,并开始计时,记录测量结束时测漏空腔内的压力和温度。测量时间视泄漏率大小而定,通常为 2 min～10 min。

4.6　试验次数

从同一样本中选取若干个试样,并随机抽取不少于 3 个试样进行试验。

4.7　泄漏率计算和试验结果

4.7.1　泄漏率计算基于理想气体定律,并按式(2)计算:

$$L_V^N(L_V^H) = \frac{T_{st}}{P_{st}}\frac{V_C}{t}\left(\frac{P_2}{T_2} - \frac{P_1}{T_1}\right) \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

L_V^N ——氮气为介质时，标准状态下的体积泄漏率，单位为立方厘米每秒（cm^3/s）（标准状态）；

L_V^H ——氦气为介质时，标准状态下的体积泄漏率，单位为立方厘米每秒（cm^3/s）（标准状态）；

T_{st} ——标准状态下大气绝对温度，单位为开尔文（K）（$T_{st}=273.16$）；

P_{st} ——标准状态下大气压力，单位为兆帕（MPa）（$P_{st}=0.101\ 325$）；

V_C ——测漏空腔的容积，单位为立方厘米（cm^3）；

t ——测漏时间，单位为秒（s）；

P_1 ——测漏开始时测漏空腔内的绝对压力，单位为兆帕（MPa）；

T_1 ——测漏开始时测漏空腔的绝对温度，单位为开尔文（K）；

P_2 ——测漏结束时测漏空腔内的绝对压力，单位为兆帕（MPa）；

T_2 ——测漏结束时测漏空腔的绝对温度，单位为开尔文（K）。

4.7.2 最终试验结果取所有计算值的算术平均值并修约至两位有效数字。

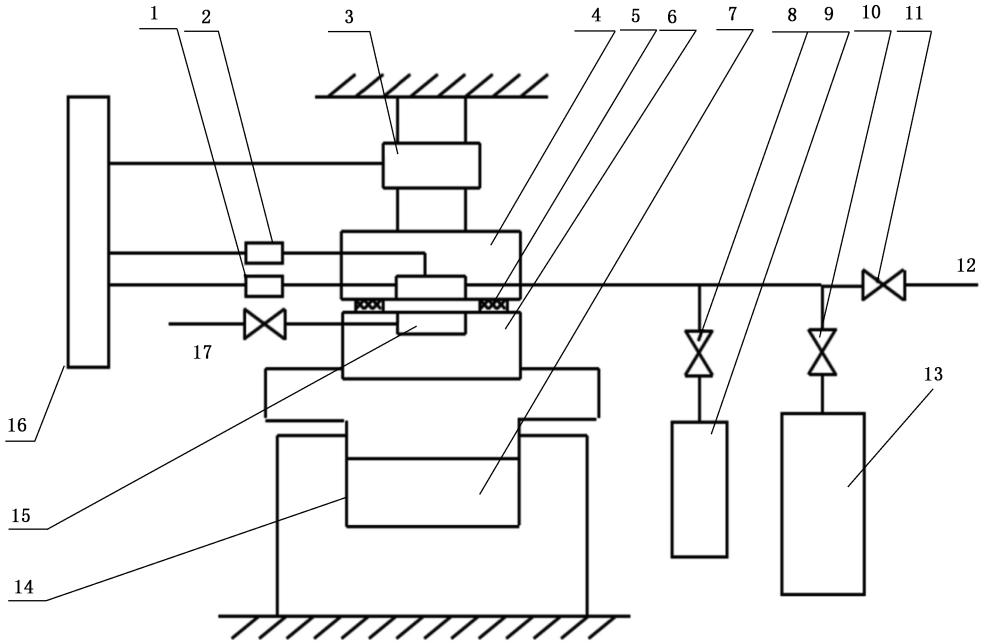
5 压降法（方法 B）

5.1 概述

适用于介质为氮气或氦气，泄漏率 L_V 在 $10^{-3}cm^3/s$（标准状态）～$10^{-1}cm^3/s$（标准状态）范围的垫片密封性能试验。

5.2 试验装置

5.2.1 试验装置主要由垫片加载系统、试验介质供给系统、测漏系统和试验法兰等组成，如图 2 所示。



标引序号说明：

1——温度传感器；
2——压力传感器；
3——载荷传感器；
4——模拟法兰(上)；
5——垫片；
6——模拟法兰(下)；
7——油缸；
8——阀门；
9——标准容器；
10——阀门；
11——阀门；
12——试验介质；
13——缓冲罐；
14——压力源；
15——密封空腔；
16——数据采集系统；
17——放空管路及阀门。

图 2　压降法的试验装置示意

5.2.2　垫片预紧比压的施加按 4.2.2 的规定。

5.2.3　通入的试验介质应符合 4.2.3 的规定。

5.2.4　测漏采用密封空腔压降法，密封空腔的容积 V_s 应经标定。

5.2.5　压力传感器量程不大于 10 MPa，误差不大于全量程的 0.5%，准确度等级不应低于 0.5 级，分辨率不低于 10 kPa。

5.2.6　差压传感器量程不大于 100 kPa，误差不大于全量程的 0.5%，准确度等级不应低于 0.5 级，分辨率不低于 0.1 kPa。

5.2.7　试验法兰应符合 4.2.5 的规定。

5.2.8　测量密封空腔温度的温度传感器应符合 4.2.7 的规定。

5.3　试样

试样准备、试样尺寸和试样尺寸测量按 4.3 执行。

5.4　试验条件

试验条件按 4.4 执行。

5.5 试验程序

5.5.1 用溶剂(如丙酮)清洗法兰密封面,垫片对中安装。

5.5.2 按 5.2.2 和表 1 的规定,对垫片施加预紧比压,达到规定值后保持 15 min。

5.5.3 密封空腔容积的标定应在尽可能短的时间内完成,重复 3 次,以 3 次测得的 V_S 值的算术平均值作为密封空腔的容积,各次测得的 V_S 值对平均值的偏差不应大于 3%。标定步骤如下:

a) 系统放空。

b) 向密封空腔中通入绝对压力为 P_B 的试验介质。

c) 测出密封空腔与标准容器相连通后的平衡绝对压力 P_e。

d) 密封空腔的容积按式(3)计算:

$$V_S = V_B\left(\frac{P_e - P_B}{P_S - P_e}\right) \quad \cdots\cdots(3)$$

式中:

V_S ——密封空腔的容积,单位为立方厘米(cm^3);

V_B ——标准容器的容积,单位为立方厘米(cm^3);

P_B ——标准容器中的初始绝对压力,单位为兆帕(MPa);

P_S ——密封空腔中通入的试验介质的绝对压力,单位为兆帕(MPa);

P_e ——标准容器与密封空腔连通后的绝对压力,单位为兆帕(MPa)。

5.5.4 按 5.2.3 和表 1 的规定,通入试验介质,当介质压力达到规定值后保持 10 min。

5.5.5 开始测漏,记录测漏开始时密封空腔内的压力和温度,并开始计时,记录测量结束时密封空腔内的压力和温度。测量时间视泄漏率大小而定,通常为 2 min~10 min。

5.6 试验次数

从同一样本中选取若干个试样,并随机抽取不少于 3 个试样进行试验。

5.7 泄漏率计算和试验结果

5.7.1 泄漏率计算基于理想气体定律,并按式(4)计算:

$$L_V^N(L_V^H) = \frac{T_{st}}{P_{st}}\frac{V_S}{t}\left(\frac{P_3}{T_3} - \frac{P_4}{T_4}\right) \quad \cdots\cdots(4)$$

式中:

L_V^N ——氮气为介质时,标准状态下的体积泄漏率,单位为立方厘米每秒(cm^3/s)(标准状态);

L_V^H ——氦气为介质时,标准状态下的体积泄漏率,单位为立方厘米每秒(cm^3/s)(标准状态);

T_{st} ——标准状态下大气绝对温度,单位为开尔文(K)($T_{st}=273.16$);

P_{st} ——标准状态下大气压力,单位为兆帕($P_{st}=0.101\ 325$);

V_S ——密封空腔的容积,单位为立方厘米(cm^3);

t ——测漏时间,单位为秒(s);

P_3 ——测漏开始时密封空腔内的绝对压力,单位为兆帕(MPa);

T_3 ——测漏开始时密封空腔内的绝对温度,单位为开尔文(K);

P_4 ——测漏结束时密封空腔内的绝对压力,单位为兆帕(MPa);

T_4 ——测漏结束时密封空腔内的绝对温度,单位为开尔文(K)。

5.7.2 最终试验结果取所有计算值的算术平均值并修约至两位有效数字。

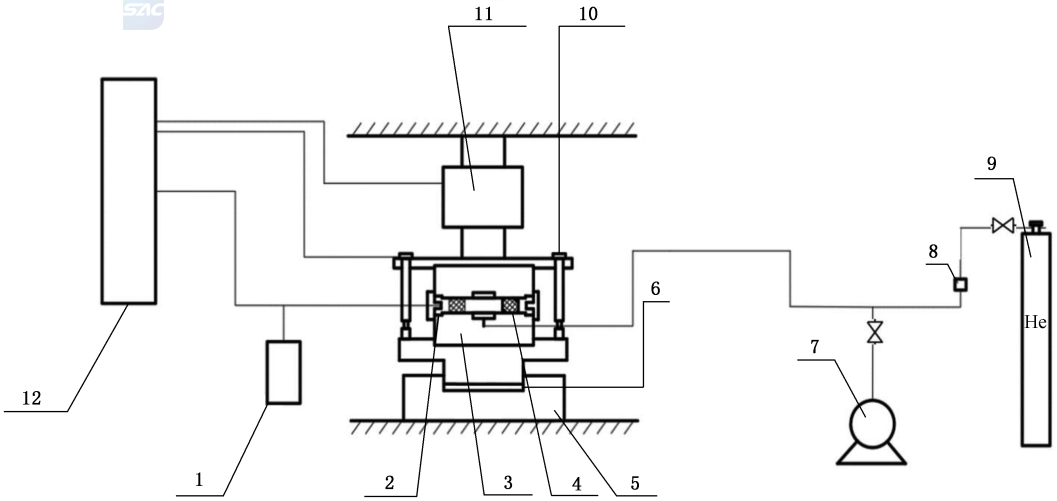
6 氦质谱真空测漏法(方法 C)

6.1 概述

适用于介质为纯度不低于 99.9%的氦气,泄漏率 L_V 在 $10^{-8}cm^3/s$(标准状态)~$10^{-3}cm^3/s$(标准状态)范围的垫片密封性能试验。

6.2 试验装置

6.2.1 试验装置主要由垫片加载系统、试验介质供给系统、测试系统和试验法兰等组成,如图 3 所示。



标引序号说明:

1——氦质谱仪;
2——测漏空腔;
3——模拟法兰;
4——垫片;
5——油缸;
6——压力源;
7——真空泵;
8——压力传感器;
9——氦气瓶;
10——位移传感器;
11——载荷传感器;
12——数据采集系统。

图 3 氦质谱真空测漏法的试验装置示意

6.2.2 垫片预紧比压的施加按 4.2.2 的规定。

6.2.3 通入的试验介质应符合 4.2.3 的规定。

6.2.4 试验法兰应符合 4.2.5 的规定。

6.2.5 氦质谱检漏仪推荐检测范围为 $10^{-8}cm^3/s$(标准状态)~$10^{-3}cm^3/s$(标准状态),分辨率不低于 $10^{-9}cm^3/s$(标准状态)。

6.3 试样

试样准备、试样尺寸和试样尺寸测量按 4.3 执行。

6.4 试验条件

试验条件按 4.4 执行。

6.5 试验程序

6.5.1 用软棉布蘸溶剂(如丙酮)清洗上下模拟法兰的表面,将垫片对中放置到模拟法兰之间。

6.5.2 按 6.2.2 和表 1 的规定,对垫片施加预紧比压,达到规定值后保持 15 min。

6.5.3 打开真空泵,将管路抽真空至表压 −0.1 MPa 以下,通入氦气对管路及密封腔内的气体进行置换,反复 2 次,然后关闭真空泵及其管路阀门。

6.5.4 打开氦气瓶,向密封腔内通入试验介质,利用减压阀调整氦气介质压力至规定的试验介质压力,使用氦质谱仪开始检漏,15 min 后待泄漏率数值稳定记录泄漏率值。

6.5.5 关闭氦气瓶阀门,关闭氦质谱仪,放掉密封腔内的氦气,停止试验。

6.6 试验次数

从同一样本中选取若干个试样,并随机抽取不少于 3 个试样进行试验。

6.7 泄漏率计算和试验结果

最终试验结果取所有计算值的算术平均值并修约至两位有效数字。

7 试验方法的选用和注意事项

7.1 根据 3 种试验方法的泄漏率测试范围以及测试对象预估的泄漏率范围选用合适的试验方法。

7.2 若测试对象的泄漏率范围无法预估,可先选用泄漏率测试范围大的试验方法进行测试。如有需要,再选择更高等级泄漏率测试范围的试验方法进行测试。

7.3 3 种不同试验方法测得的泄漏率结果不宜进行相互比较。

8 试验报告

试验报告应至少包括以下内容:

——本文件编号和采用的试验方法(方法 A、方法 B 或方法 C);

——试验垫片的名称、材料、尺寸、标记;

——试验垫片的编号、数量;

——试验条件(垫片预紧比压、试验温度、试验介质和压力、试验时间);

——试验结果(每个试样的泄漏率值及该样品的平均值);

——试验人员、日期。