

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 14226—XXXX

机械密封摩擦材料组合的[极限  $p_c v$  值]  
试验方法

Test method for [limiting  $p_c v$  value] of  
seal friction material combination of mechanical seal

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 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。

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。

本文件由全国机械密封标准化技术委员会（SAC/TC491）归口。

本文件起草单位：宁波东联密封件有限公司、宁波伏尔肯科技股份有限公司、合肥通用机械研究院有限公司、北京化工大学、浙江兰天机械密封件有限公司、中国科学院上海硅酸盐研究所、浙江工业大学、济南益华摩擦学测试技术研究所。

本文件主要起草人：李平、邬国平、李鲲、吴兆山、李友宝、谢方明、李继和、李香、谭寿洪、彭旭东、倪敏、肖华。

本文件为首次发布。

# 机械密封摩擦材料组合的[极限 $p_c v$ 值]试验方法

## 1 范围

本文件规定了机械密封摩擦材料组合的[极限  $p_c v$  值]试验的术语和定义、试验装置、试样、失效判定、试验条件、试验方法、数据处理。

本文件适用机械密封用硬质合金、碳化硅陶瓷、氧化铝陶瓷、石墨、填充四氟等摩擦材料组合的[极限  $p_c v$  值]试验。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 5894-2015 机械密封名词术语
- GB/T 14211 机械密封试验方法
- JB/T 4127.1 机械密封 第1部分：技术条件
- JB/T 6374 机械密封用碳化硅密封环技术条件
- JB/T 8724 机械密封用反应烧结氮化硅密封环
- JB/T 8872 机械密封用碳石墨密封环 技术条件
- JB/T 8873 机械密封用填充聚四氟乙烯和聚四氟乙烯毛坯 技术条件
- JB/T 10874 机械密封用氧化铝陶瓷密封环 技术条件
- JB/T 11959 机械密封用硬质合金密封环

## 3 术语和定义

GB/T 5894 界定的以及下列术语和定义适用于本文件，为了便于使用，以下重复列出了 GB/T 5894 中的某些术语和定义。

### 3.1 端面比压 face pressure

#### 接触比压

$p_c$

作用在密封环带上单位面积上净剩的闭合力。

当忽略辅助密封摩擦力时它等于闭合力与开启力之差除以密封环带面积，按公式（1）或公式（2）计算。

$$p_c = (F_c - F_o) / A \quad (1)$$

式中：

- $p_c$ ——端面比压，单位为兆帕（MPa）；
- $F_c$ ——密封闭合力，单位为牛（N）；
- $F_o$ ——密封开启力，单位为牛（N）；
- $A$ ——密封环带面积，单位为平方毫米（mm<sup>2</sup>）。

$$p_c = p_s + (B - \lambda)\Delta p \quad (2)$$

式中：

$p_s$ ——弹簧比压，单位为兆帕（MPa）；

$B$ ——平衡系数，无量纲量；

$\lambda$ ——反压系数，无量纲量（介质为水时  $\lambda = 0.5$ ）；

$\Delta p$ ——密封端面内外径处压力差，单位为兆帕（MPa）。

[GB/T 5894-2015，定义5.12]

### 3.2

#### 端面平均线速度 average linear velocity of end face

$v$

密封端面平均滑动线速度。按公式（3）计算。

$$v = \pi d_m n / 60000 \quad (3)$$

式中：

$v$ ——端面平均线速度，单位为米每秒（m/s）；

$d_m$ ——密封端面平均直径，单位为毫米（mm）；

$n$ ——转速，单位为转每分钟（r/min）。

### 3.3

#### 端面摩擦扭矩 friction torque

$M_f$

机械密封正常运转时由端面摩擦而引起的扭矩。按公式（4）计算。

$$M_f = p_c A f d_m / 2000 \quad (4)$$

式中：

$M_f$ ——端面摩擦扭矩，单位为牛米（N·m）；

$p_c$ ——密封端面比压，单位为兆帕（MPa）；

$A$ ——密封环带面积，单位为平方毫米（mm<sup>2</sup>）；

$f$ ——摩擦系数，无量纲量。

$d_m$ ——密封端面平均直径，单位为毫米（mm）。

[GB/T 5894-2015，定义5.26]

### 3.4

#### 极限 $p_c v$ 值 limiting $p_c v$ value

密封达到失效端面比压（3.1）与端面平均线速度（3.2）的乘积。它表示密封材料的工作能力。

[GB/T 5894-2015，定义5.17]

## 4 试验装置

4.1 试验装置结构图参见附录 A，试验装置应能使端面比压和转速按要求进行自动调节。

4.2 应在静止环侧施加弹簧力（加载力），并安装力传感器、扭矩传感器。

4.3 密封腔应能观察到密封液的液位。

4.4 密封液温度可调节。

- 4.5 动环固定座与静环固定座同轴度误差不大于 0.07 mm，并可以浮动补偿方位偏差。
- 4.6 扭矩、加载力、转速、温度可自动检测和显示，端面比压、 $p_{cv}$  值、摩擦系数等可自动显示，并具有数据、曲线图输出等功能。
- 4.7 温度、力及扭矩传感器精度应符合 GB/T 14211 中的规定。

## 5 试样

- 5.1 试样如图 1，密封端面尺寸应符合表 1 的规定。

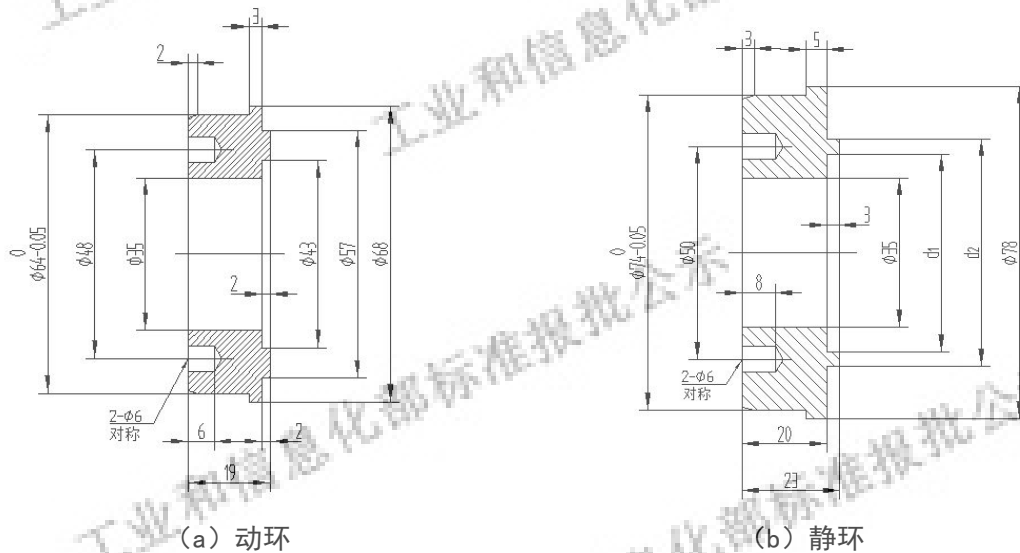


图 1 试样

表 1 静环试样密封端面尺寸

单位为毫米

材料	内径 $d_1$	外径 $d_2$
碳化硅 碳化钨 氮化硅 氧化铝	47.96	51.96
碳石墨	46.38	53.38
填充聚四氟乙烯	45.30	54.30

- 5.3 氮化硅、碳化硅和氧化铝陶瓷密封环试样应分别符合 JB/T 8724、JB/T 6374 和 JB/T 10874 的规定。

- 5.4 碳化钨、碳石墨和填充聚四氟乙烯密封环试样应分别符合 JB/T 11959、JB/T 8872 和 JB/T 8873 的规定。

- 5.5 试样密封端面平面度、粗糙度要求按 JB/T 4127.1 的规定执行。

## 6 失效判定

在摩擦系数  $f \leq 0.18$ （混合摩擦）状态下，出现下列任一情况均表示密封失效：

- 密封摩擦材料的端面摩擦扭矩（时间—摩擦扭矩曲线图）出现突变或拐点；
- 泄漏量突然剧烈增加。

## 7 试验条件

- 7.1 试验介质为清水。
- 7.2 加载力自动加载速度为  $\leq 400$  N/min，转速自动调节速度  $\leq 200$  r/min。
- 7.3 密封腔压力为 0.3 MPa，水温为  $70^\circ\text{C} \pm 2.5^\circ\text{C}$ 。
- 7.4 极限扭矩值按表 2 的规定设置。

表 2 极限扭矩值

摩擦材料组合类别	极限扭矩值
	N·m
硬质材料/硬质材料	3.4
硬质材料/碳石墨	7.4
硬质材料/填充四氟	3.2

- 7.5 试验件为内流式密封结构，密封端面外径处压力高于端面内径处压力。
- 7.6 密封液应高于密封端面 30 mm。
- 7.7 如有特殊需要可另行规定约束条件。

## 8 试验方法

### 8.1 方法分类

摩擦材料组合的[极限  $p_c v$  值]试验方法分为两种：

- 固定转速变比压试验；
- 固定压力变转速试验。

推荐采用固定转速变比压试验。

### 8.2 固定转速变比压试验方法

8.2.1 在试验机上输入相关设定参数，主要包括：

- 试验组合材料编号；
- 试验件密封端面内径、密封端面外径；
- 试验转速；
- 设定扭矩；
- 设定温度；
- 最大加载力；
- 试验数据检测采集间隔时间。

8.2.2 正确安装试验件，检查密封环浮动性。

8.2.3 预加载力 50 N~80 N，使动静环端面贴合后加载力调零，继续加载端面比压为 0.5 MPa，进行气密性检查，气密性检查方法按 GB/T 14211 的规定进行。

8.2.4 气密性试验合格后，将密封腔循环注入热水，达到 65℃时调至 3000 r/min 开始运转并记录，密封腔内水温度达到 67.5℃时，压力调至 0.3 MPa，保持转速为 3000 r/min，按 7.2 规定的方式自动增大加载力，观察端面摩擦扭矩、泄漏量、温度、振动噪声等情况，按第 6 章判断密封是否失效，密封失效时的  $p_{cV}$  值为摩擦材料组合的[极限  $p_{cV}$  值]。

### 8.3 固定压力变转速试验方法

8.3.1 同 8.2.1~8.2.3。

8.3.2 气密性试验合格后，将密封腔循环注入热水，达到 65℃时调至 3000 r/min 开始运转并记录，密封腔内水温度达到 67.5℃时，压力调至固定转速变比压试验方法测试最大  $p_c$  值的 0.6 倍，按 7.2 的方式自动加载转速，观察端面摩擦扭矩、泄漏量、温度、振动噪声等情况，按第 6 章判断密封是否失效，密封失效时的  $p_{cV}$  值为摩擦材料组合的[极限  $p_{cV}$  值]。

## 9 数据处理

9.1 数据采集间隔时间不大于 1 s，数据打印制表间隔时间 10 s。

9.2 每种材料组合取 3 组试样进行试验，标准偏差 S 应不大于 8；若标准偏差大于 8，则剔除偏离最大的 1 组数据，再补做 1 组试样进行试验，直至标准偏差不大于 8。材料组合的 [极限  $p_{cV}$  值] 取算术平均值。

[极限  $p_{cV}$  值]的算术平均值  $\bar{X}$  按下式 (5) 计算。

$$\bar{X} = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a X_i \quad (5)$$

式中：

$\bar{X}$  —— [极限  $p_{cV}$  值]的算术平均值，单位为兆帕米每秒 (MP·m/s)；

$X_i$  —— 每个试样测定的 [极限  $p_{cV}$  值]，单位为兆帕米每秒 (MP·m/s)；

$a$  —— 试样个数。

标准偏差值 S 按下公式 (6) 计算。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^a (X_i - \bar{X})^2}{a-1}} \quad (6)$$

9.3 试验数据报告表参见表 B.1。

9.4 试验数据汇总表参见表 B.2。

附录 A  
(资料性)  
试验装置结构图

试验装置结构图见图A.1。

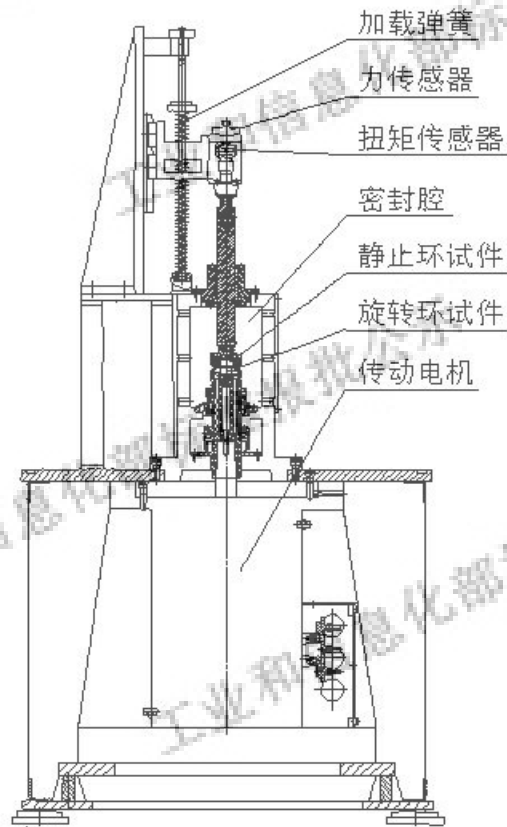


图 A.1 试验装置结构图





## B.2 试验数据汇总表

试验数据汇总表见表 B.2。

表 B.2 试验数据汇总表

机械密封摩擦材料组合的 [极限 $p_c v$ 值] 试验数据汇总表										日期:	
序号	报告编号	组合材料	数量	极限 $p_c v$ 值 MPa · m/s		标准偏差 S	最大 $p_c$ 值 MPa	转速/线速度 r/min / m/s	温度 °C		备注
				数值	平均值				密封液	密封腔	