

湿式离合器摩擦元件
试验方法

Test method for friction element of wet clutch

1 主题内容与适用范围

本标准规定了湿式离合器摩擦元件的台架试验方法。
本标准适用于湿式片式离合器。

2 引用标准

GB 3141 工业用润滑油粘度分类
GB 10042 离合器术语

3 术语、符号

本标准除采用 GB 10042 规定的术语外,还采用下列术语:

- 3.1 摩擦面许用温度 T allowable temperature on friction surface
在确保摩擦副有效工作的前提下,摩擦表面允许承受的最高温度。
- 3.2 正压力 F normal pressure
摩擦元件摩擦面上承受的法向作用力。

4 试验装置

4.1 试验装置由动力机械系统、控制系统、数据采集处理系统等组成。试验台架示意图见图 1。

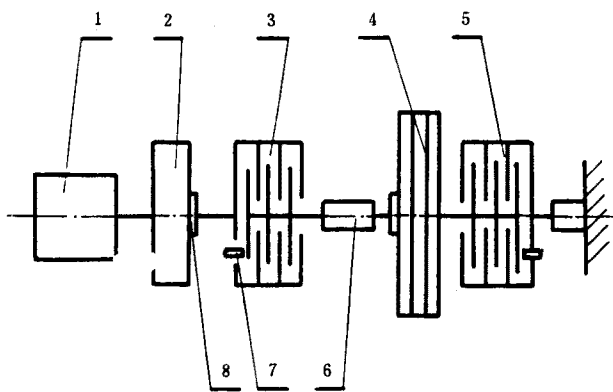


图 1 试验台架示意图

1—电机;2—惯性飞轮;3—离合器;4—加载飞轮;5—制动器;
6—转矩传感器;7—压力传感器;8—转速传感器

4.2 试验装置应能测试并记录滑差 ϵ 、摩擦转矩 M 、正压力 F 、滑摩时间 t_s 、温度 T 等数据。其仪表精度不低于 $\pm 1\%$ 。

5 试验片

5.1 试验片的组成

试验片包括摩擦片和对偶片。试验片结构形式和表面状况应根据使用要求来决定。

5.2 试验片的磨合

5.2.1 性能试验前,试验片应在不导致表面烧损的工况下磨合。当接触面积达到表观面积的 80% 时,磨合完毕。

5.2.2 试验时试验片的相对位置应与磨合时相同。

5.3 试验片厚度

按图 2 用千分尺测量试验片 8 个点的厚度,精确到 0.001 mm,并在非摩擦处作好标记,求出厚度算术平均值 h_0 。

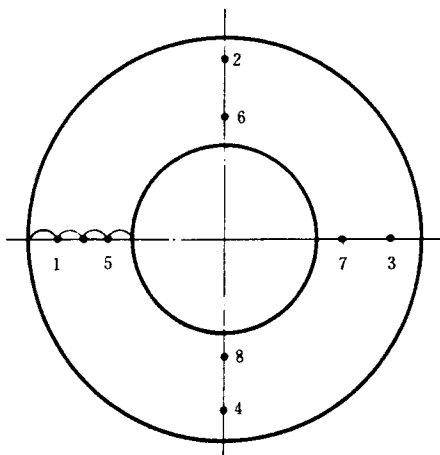


图 2

6 摩擦系数的测定

6.1 试验条件按表 1 的规定,必要时可作适当调整。

表 1 试验条件

名 称	方 式 一	方 式 二
试验装置动能 E_k, J	$0.5J^{(1)} \cdot \omega^{(2)} = Z^{(3)} \cdot A_p^{(4)} \times 10^6$	
接合频率 $f, \text{次}/\text{min}$	3	
接合次数	100	
压力上升时间, s	≤ 0.1	
滑摩时间 t_s, s	1.0 ± 0.1	—
表观压强 p_p, Pa	根据 t_s 调整	1.5×10^6

续表 1

名 称	方 式 一	方 式 二
冷却油种类	N32(GB 3141—82)	
冷却油流量, m ³ /m ² ·s	1.33×10 ⁻³	
冷却油进口油温, °C	60±5	

注: 1) J 为从动部分转动惯量, kgm²;

2) ω 为角速度, rad/s;

3) Z 为摩擦副数目;

4) A_p 为表观面积, m²。

6.2 按表 1 要求调整试验装置的加载飞轮惯量和转速。

6.3 分别测定并记录接合过程中第 25、50、75、100 次的滑差角速度 ω 、摩擦转矩 M 、正压力 F 、滑摩时间 t_s 。

6.4 滑动摩擦系数按公式(1)计算。

$$\mu_d(t) = \frac{M(t)}{F(t) \cdot r_m \cdot Z} \dots\dots\dots(1)$$

式中: $\mu_d(t)$ —— t 时刻滑动摩擦系数;

$M(t)$ —— t 时刻的摩擦转矩, Nm;

$F(t)$ —— t 时刻的摩擦正压力, N;

r_m ——平均摩擦半径, m;

Z ——摩擦副数目。

6.5 第 i 次接合的平均滑动摩擦系数按公式(2)计算, 摩擦元件的平均滑动摩擦系数按公式(3)计算。

$$\mu_{di} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \mu_d(t) \dots\dots\dots(2)$$

$$\mu_d = (\mu_{d25} + \mu_{d50} + \mu_{d75} + \mu_{d100})/4 \dots\dots\dots(3)$$

式中: μ_{di} ——第 i 次接合的平均滑动摩擦系数;

$\mu_d(t)$ —— t 时刻滑动摩擦系数;

μ_d ——平均滑动摩擦系数;

μ_{d25} ——第 25 次接合的平均滑动摩擦系数;

μ_{d50} ——第 50 次接合的平均滑动摩擦系数;

μ_{d75} ——第 75 次接合的平均滑动摩擦系数;

μ_{d100} ——第 100 次接合的平均滑动摩擦系数。

6.6 在完成第 6.3 条第 25、50、75、100 次接合后, 除去正压力, 然后再加压, 测出摩擦片平均半径处滑动速度为 4~8 mm/s 时的摩擦转矩和正压力。

6.7 按公式(4)计算第 i 次接合后的静摩擦系数。

$$\mu_{si} = \frac{M_{si}}{F_{si} \cdot r_m \cdot Z} \dots\dots\dots(4)$$

式中: μ_{si} ——第 i 次接合后的静摩擦系数;

M_{si} ——第 i 次接合后的摩擦转矩, Nm;

F_{si} ——第 i 次接合后的正压力, N;

r_m ——平均摩擦半径, m;

Z ——摩擦副数目。

6.8 按公式(5)计算摩擦元件的平均静摩擦系数。

$$\mu_s = (\mu_{s25} + \mu_{s50} + \mu_{s75} + \mu_{s100})/4 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中： μ_s ——平均静摩擦系数；

μ_{s25} ——第 25 次接合的静摩擦系数；

μ_{s50} ——第 50 次接合的静摩擦系数；

μ_{s75} ——第 75 次接合的静摩擦系数；

μ_{s100} ——第 100 次接合的静摩擦系数。

7 磨损率的测定

7.1 试验条件按 6.1 条方式一的规定。

7.2 操纵试验装置,接合 3 000 次。

7.3 摩擦元件冷却至室温后测量试验片原标记 8 个点的厚度,求出厚度算术平均值 h_1 。

7.4 按公式(6)计算磨损率。

$$K = \frac{h_0 - h_1}{i} \times \frac{1}{3\,000E} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中： K ——磨损率, m^3/J ；

h_0 ——磨损试验前的试验片厚度平均值, mm ；

h_1 ——磨损试验后的试验片厚度平均值, mm ；

i ——一片试验片磨损面数目,单面磨损 $i=1$ ；双面磨损 $i=2$ ；

E ——一次接合过程的平均滑摩功,计算公式见附录 A(参考件)。

8 许用热负荷的测定

许用热负荷的试验条件按 6.1 条中方式一或方式二规定。

8.1 按方式一规定进行测定。

8.1.1 测定项目为滑摩功、滑摩功率、热负荷及摩擦面温度。

8.1.2 测量并记录第 25、50、75、100 次接合时的滑差角速度 ω 、摩擦转矩 M 、正压力 F 、滑摩时间 t_s 及摩擦面温度(用外径小于 2 mm 的铠装热电偶测量平均半径处距摩擦面 0.2~0.3 mm 处的温度)。

8.1.3 按公式(7)改变转速或增加飞轮惯量,提高试验装置动能,重复上述试验,直至摩擦副失效。

$$E_{ki} = 1.2^i \cdot Z \cdot A_p \times 10^6 \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中： E_{ki} ——第 i 次的试验装置动能, J ；

Z ——摩擦副数目；

A_p ——表观面积, m^2 。

8.1.4 计算滑摩功、滑摩功率和热负荷,计算公式见附录 A。

8.1.5 取摩擦副失效前一工况第 25、50、75、100 次接合过程热负荷的平均值为离合器摩擦元件的许用热负荷值 $[q]$,计算公式见附录 A。

8.1.6 取摩擦副失效前一工况第 25、50、75、100 次接合过程摩擦面最高温度的平均值为摩擦面许用温度 $[T]$ 。

8.2 按方式二规定进行测定

8.2.1 测定项目为许用压强、滑摩功、滑摩功率、热负荷及摩擦面温度。

8.2.2 按 0.3 MPa 逐级提高表观压强,测量、记录项目同 8.1.2。

8.2.3 若此级能量达到台架允许的表观压强时摩擦元件仍未失效,则按公式(7)提高试验装置动能重复上述试验,直至摩擦副失效。

- 8.2.4 按 8.1.5 条方法取摩擦元件的许用热负荷值 $[q]$ 。
- 8.2.5 按 8.1.6 条方法取摩擦面许用温度 $[T]$ 。
- 8.2.6 取摩擦副失效前一工况的表观压强为摩擦片的许用压强 $[p]$ 。

8.3 摩擦副失效的判定

有下列现象之一即视为摩擦副失效。

- a. 摩擦转矩曲线发生异常变化；
- b. 摩擦层塑性变形或点蚀；
- c. 翘曲变形超出允许范围。

9 试验报告

根据测定结果写出试验报告,试验报告应包括下列基本内容:

- a. 试验名称、试验目的；
- b. 试验片几何形状、尺寸、精度、材质、数量、生产厂；
- c. 试验装置、试验方法、试验条件；
- d. 测定项目；
- e. 试验结果与分析；
- f. 试验结论；
- g. 试验日期、试验人员。

附录 A
滑摩功、滑摩功率及热负荷计算公式
(参考件)

A1 滑摩功的计算见公式(A1)。

$$E = \frac{1}{Z \cdot A_p} \int_0^{t_s} M(t) \cdot \omega(t) \cdot dt \quad \dots\dots\dots (A1)$$

式中: E ——滑摩功, J/m^2 ;
 t_s ——滑摩时间, s ;
 $M(t)$ —— t 时刻的摩擦转矩, Nm ;
 $\omega(t)$ —— t 时刻的滑差角速度, rad/s ;
 Z ——摩擦副数目;
 A_p ——表观面积, m^2 。

A2 瞬时滑摩功率的计算见公式(A2)。

$$A(t) = \frac{1}{Z \cdot A_p} \cdot M(t) \cdot \omega(t) \quad \dots\dots\dots (A2)$$

式中: $A(t)$ ——瞬时滑摩功率, W/m^2 ;
 $M(t)$ —— t 时刻的摩擦转矩, Nm ;
 $\omega(t)$ —— t 时刻的滑差角速度, rad/s ;
 Z ——摩擦副数目;
 A_p ——表观面积, m^2 。

A3 热负荷值的计算见公式(A3)。

$$q = E \cdot A(t) \quad \dots\dots\dots (A3)$$

式中: q ——热负荷值;
 E ——滑摩功, J/m^2 ;
 $A(t)$ ——瞬时滑摩功率, W/m^2 。

A4 许用热负荷的计算见公式(A4)。

$$[q] = E \cdot A(t)_{\max} \quad \dots\dots\dots (A4)$$

式中: $A(t)_{\max}$ ——失效前一工况的最大瞬时滑摩功率, W/m^2 ;
 $[q]$ ——许用热负荷;
 E ——滑摩功, J/m^2 。

附加说明：

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由中华人民共和国机械工业部机械标准化研究所归口。

本标准由中国船舶工业总公司第七研究院七一一所负责起草。

本标准主要起草人张协平、高晓敏。