

DHKFC-1 型静、动摩擦因数测试仪
(实验讲义)

使
用
说
明
书

杭州大华仪器制造有限公司

地址：浙江省富阳市东山路 23 号

电话：0571-63373802 (销售)

0571-63139630 (售后)

传真：0571-63310833

电子信箱：hzdhmail@163.com

网址：www.hzdh.com

邮编：311401

杭州大华仪器制造有限公司

静、动摩擦因数的测量

DHKFC-1 型静、动滑动摩擦因数（又称摩擦系数）测试系统，它可以对同种材料或不同材料之间的静滑动摩擦因数 f_s 和动滑动摩擦因数 f_d 进行测试。对于静滑动摩擦因数小的材料，它的动滑动摩擦因数与之十分接近的结论，也就是用 f_s 等同于 f_d ，是可以接受的，见附表所示，但对于静滑动摩擦因数大的材料，动滑动摩擦因数 f_d 就不能随便用静滑动摩擦因数 f_s 来替代，而必须用实测数据才能在工程中使用。

一、实验目的

1. 测量同种材质之间的静摩擦因数和动摩擦因数；
2. 测量不同材质之间的静摩擦因数和动摩擦因数；
3. 观察物体由静止到运动的变化过程。

二、实验仪器

DHKFC-1 型静、动滑动摩擦因数测试仪。

三、实验原理

1、最大静摩擦力

如图 1 所示，当斜面的倾角较小时，滑块因摩擦力的作用将不会沿斜面滑下，此时物体受力平衡，可知此时的静摩擦力为：

$$F_s = mg \sin \varphi$$

随着倾角的逐渐增大，最终滑块将克服摩擦阻力发生滑动，此时的摩擦力称为最大静摩擦力。

2、动摩擦因数

物块在斜面上不能平衡时，就会发生因重力作用而沿斜面滑下的运动现象，见下列照片，演示了两种平面接触材料之间的相对运动而发生的动滑

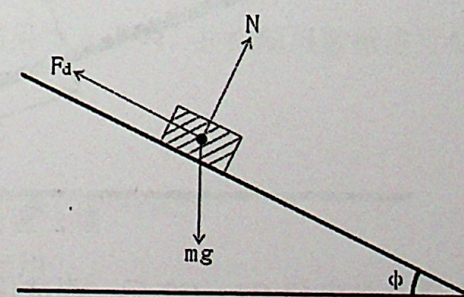


图 1 斜面上的物体受力分析

摩擦，工程上需要表述不同表面状态的不同材料之间动滑摩擦作用的

大小, 采用动滑摩擦因数 f_d 表示, 它的定义是:

$$f_d = \frac{(\text{动滑摩擦})F_d}{(\text{正压力})N}$$

如图 1 为质量为 m 的物体在倾角为 φ 的斜面上的受力分析图, 根据力学理

论 $\sum Y = 0$ 得:

$$N = mg \cos \varphi \quad (1)$$

其中 g 是重力加速度。由牛顿第二定律得:

$$ma = mg \sin \varphi - Nf_d \quad (2)$$

将 (1) 式代入 (2) 式, 动摩擦因数表示为:

$$f_d = \tan \varphi - \frac{a}{g \cos \varphi} \quad (3)$$

由 (3) 式可见, 动摩擦因数是 φ 和 a 的函数, 而在不同倾角 φ 时, 物体下滑的平均速度是不同的, 加速度 a 又和平均速度有关, 所以 (3) 式中隐含着动摩擦系数与平均速度之间的关系。

如图 2 为测试装置的简图。滑块 A 以某一速度在斜面上滑下, 它依

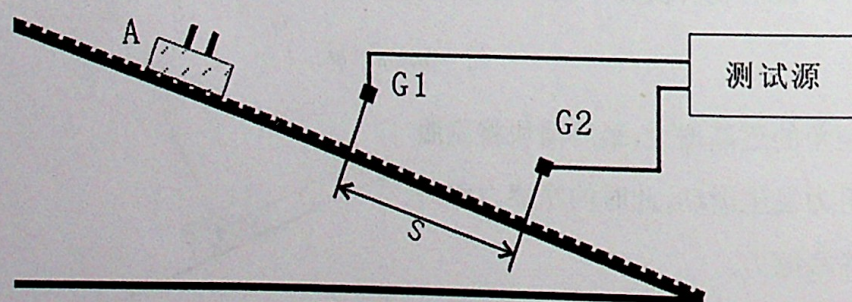


图 2 测试装置简图

次通过光电门 G1, G2 后, 测试仪将依次显示出 A 通过 G1 的时间 t_1 、A 通过两光电门之间的距离的时间 t_3 、A 通过 G2 的时间 t_2 , 通过修正后, A 在斜面上通过距离 S 的时间为:

$$t_4 = t_3 + \frac{1}{2}(t_2 - t_1) \quad (4)$$

滑块 A 经过光电门 G1, G2 的平均速度为:

$$\overline{V_1} = \frac{S_1}{t_1} \quad \overline{V_2} = \frac{S_1}{t_2} \quad (5)$$

其中 S_1 为滑块 A 上两挡光片的间距, 所以滑块在斜面上 S 距离间的平均加速度为:

$$a = \frac{\overline{V} - \overline{V_1}}{t_4} \quad (6)$$

将 (5) 式代入 (6) 式, 得平均加速度为:

$$a = \frac{(t_1 - t_2)S_1}{t_1 t_2 t_4} \quad (7)$$

将 (7) 式代入 (3) 式得动摩擦因数的公式为:

$$f_d = \tan \varphi - \frac{S_1}{g \cos \varphi} \frac{t_1 - t_2}{t_1 t_2 t_4} \quad (8)$$

由上式可知, 只要固定一个倾角 φ , 测出各时间量, 便可以得出测试样品间的动摩擦因数。这里选用有应用价值的材料进行测试: ①不锈钢块与铝合金板之间进行相对滑动; ②不锈钢块与不锈钢板之间进行相对滑动; ③铝合金板与铝合金板之间进行相对滑动。对这些材料搭配进行动滑动摩擦因数测试, 并对每种情况的每次测试结果填入表内, 并按随机数据进行处理, 获得最终结果。

四、仪器介绍

图 3 所示为 DHKFC-1 型静、动摩擦因数测试仪

- ① 升降手柄 (提高或调倾斜角抬起用);
- ② 光电门 I (有可调旋钮在导轨上移动并固结在某位置);
- ③ 光电门 II (也有可调旋钮在导轨上移动并固结在某位置);
- ④ 试块 A (底板上有一种试验材料, 依靠四个螺钉可更换为另一种材

料或嵌入布料), 挡光片间距离 2mm;

- ⑤ 成倾斜角为 φ (与水平底板) 的有机玻璃槽 B 底面内有几种被侧材料供选一种;

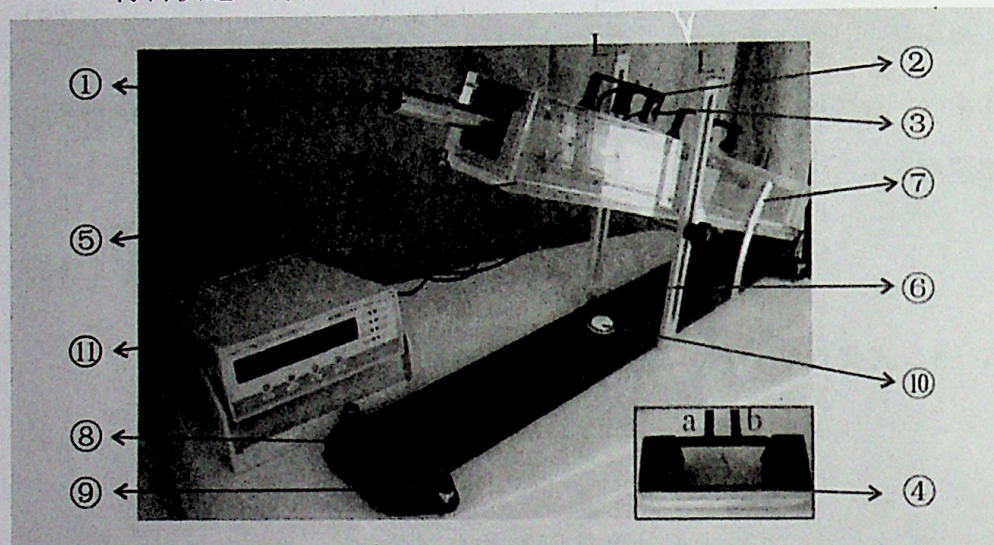


图 3 DHKFC-1 型静、动摩擦因数测试仪

- ⑥ 倾角 φ 升降槽的固结杆 (有左右二根, 垫块厚薄不同, 靠横轴支撑斜面, 左右各有固结的黑色旋钮);
- ⑦ 量角器;
- ⑧ 基底板, 安装后要用二维水平器调水平;
- ⑨ 四颗可调高的水平螺钉;
- ⑩ 二维水平器;
- ⑪ DHKFC-1 静、动摩擦系数测试仪 (见外观及各按键功能)。

五、安装说明

- ① 小心开启装有仪器的木箱, 取出整件仪器, 在有机玻璃槽内取出塑料包装的④⑥⑩, 及另一纸盒包装的 DHKFC-1 测试仪;
- ② 先按装⑥中的左、右二根升降用槽杆, 用左手将手柄①提起成合适的角度, 将支撑斜面的横轴套入槽杆 (内有小铜轴承) 在合适高度时将左、右两个黑色旋钮固紧;

- ③ 调节光电门 II 与最下端位置约 250mm 左右, 再将光电门 I 调节到与光电门 II 的间距为 250mm;
- ④ 试块 A 备有三种板材料 (不锈钢、铝、有机玻璃, 也可以嵌入各种柔软面料等, 确定要试验的材料);
- ⑤ 有机玻璃槽内也有三种材料 (不锈钢片、铝片、塑料片等, 也可以在片材上包以布料), 确定要试验的材料装在底部;
- ⑥ 将光电门 I 和 II 的引线分别与 DHKFC-1 测试仪背面的两个插口连接 (次序不能搞错), 如图 4。

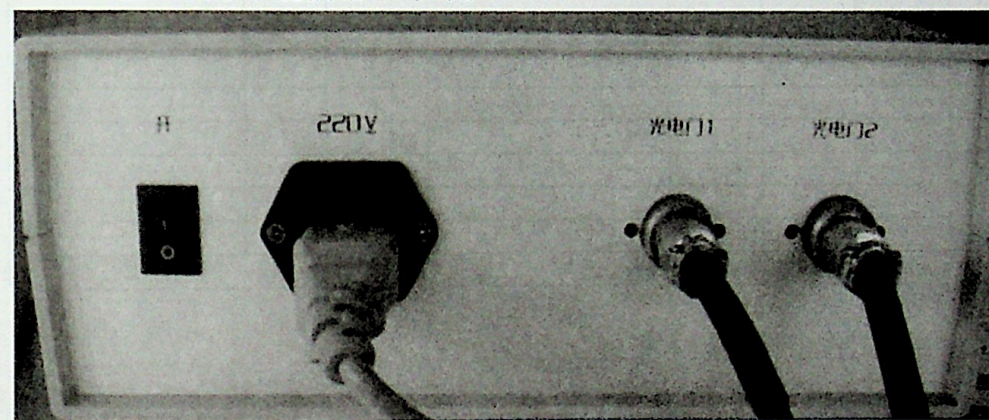


图 4 后面板接线图

六、实验步骤

1、最大静摩擦力, 静摩擦系数的测量

将测试小车放置在导槽内, 缓慢抬起导槽, 当小车由静止开始下滑时, 记录此时的抬起倾角, 代入公式计算相关的最大静摩擦力和静摩擦系数。多次测量求取平均值。

2、动摩擦系数的测量

- ① 打开智能加速度仪电源开关, 先掀复位键, 再按开始键;
- ② 将试块 A 从有机玻璃槽斜面的高端某确定位置滑下, 经过光电源 I 和 II 滑下到下端被缓冲弹簧接住;
- ③ 智能时间、速度、加速度测试仪面板右边指示小灯从以下次序 $t_1 \rightarrow v_1 \rightarrow t_2 \rightarrow v_2 \rightarrow t_3 \rightarrow a$ 轮流显示, 仪器面板正面大显示屏上即时显示数据, 观察并记录 t_1 、 t_2 、 t_3 (单位均为 ms);

④ 将上述数据代入下表，作为一次试验的记录，做第二次试验时重复上述步骤，先按复位键，再按开始键……，再次记录数据。因为动滑动摩擦有随机性，理论上是泊松分布，所以要在相同情况下测试多次，对其数据进行计算整理，并用统计方法算得结果，填入下表末项。

测试次数	Δt_1 或 t_1 秒	Δt_2 或 t_2 秒	Δt_3 或 t_3 秒	$t_4 = t_3 + \frac{1}{2}(t_2 - t_1)$	φ	$\lg \varphi$	$\cos \varphi$	$\frac{S_1(t_1 - t_2)}{g t_1 t_2 t_4 \cos \varphi}$	f_d
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
动摩擦因素的统计平均值（去掉一个最大值和一个最小值，然后平均）									

七、主要工作条件及技术指标

(1) 工作条件

1.1 电源电压及频率：(220±10%) V，(50±5%) Hz；

1.2 功率≤2VA；

1.3 工作温度范围 0~40℃；

(2) 技术指标

2.1 动摩擦仪支架几何尺寸 (98×24×40) cm³，重 10kg；

2.2 DHKFC-1 测试仪 (25×25×10) 重 3kg；

(3) 性能

测量值	范围	分辨率
光电门挡光时间 t_1/t_2	0.00ms~9999ms	0.01ms
两次挡光时差 t_3	0.00ms~9999ms	0.01ms
速度 V1/V2	0.00cm/s~600.0cm/s	0.01cm/s
加速度 a	0.00cm/s~600.0cm/s ²	0.01cm/s ²

附录：

表 一些材料实测得到的比较数据

材 料	静滑动摩擦因数 f_s	动滑动摩擦因数 f_d
氯化铵对金属板	0.76-0.85	0.46-0.60
膨胀石墨对钢板	0.19-0.20	0.16-0.17
经过喷砂的钢板对钢板	0.58-0.72	0.57-0.63
钢板对铜板（已喷砂及 NaCl 腐蚀）	0.56-0.61	0.41-0.43
麦尔顿呢对羽纱布	0.60-0.63	0.59-0.56
聚四氟乙稀对聚四氟乙烯	0.111	0.109
C10 水泥块对美国旗赛 HKPE 防渗膜	0.406	0.386
C10 水泥块对外包无纺布的防渗膜	1.13	0.87
杭纺对美丽绸	0.41	0.391
棉布对美丽绸	0.52	0.460
杭纺对羽纱	0.32	0.303
棉布对羽纱	0.531	0.481
杭纺对尼龙纱	0.310	0.304
棉布对尼龙纱	0.538	0.490
皮革对实木地板（体育馆用）	0.766	0.691