

文章编号:1005-0523(2001) 04-0064-02

测定异型物体转动惯量的扭振法

包忠有¹, 陆秀英¹, 扶名福²

(1. 华东交通大学 土木建筑学院,江西 南昌 330013;2. 南昌大学,江西 南昌 330029)

摘要:应用扭摆的扭振规律,分析并提出了利用扭振法测定异型物体转动惯量的理论公式,快速并且较为精确地解决了工程上难以精确求解异型物体转动惯量的问题
关键词:扭摆;转动惯量;固有频率;平行移轴
中图分类号: O157.1 **文献标识码:** A

0 引言

测是物体转动惯量的实验方法很多,复摆便是其中一种¹⁹.尽管复摆法在理论上推理十分严密¹⁹.但由于在建立动力学方程时有微幅摆动及轴承处铰链

光滑的假定,这在实测时带来难以实现的困难¹⁹.主要原因是在微幅摆动时其周期 T 难以精确测定,同时轴承处的摩擦力矩有时起着十分重要的作用¹⁹.在此前提下所提出的周期 T,直接影响到后面的计算结果¹⁹.

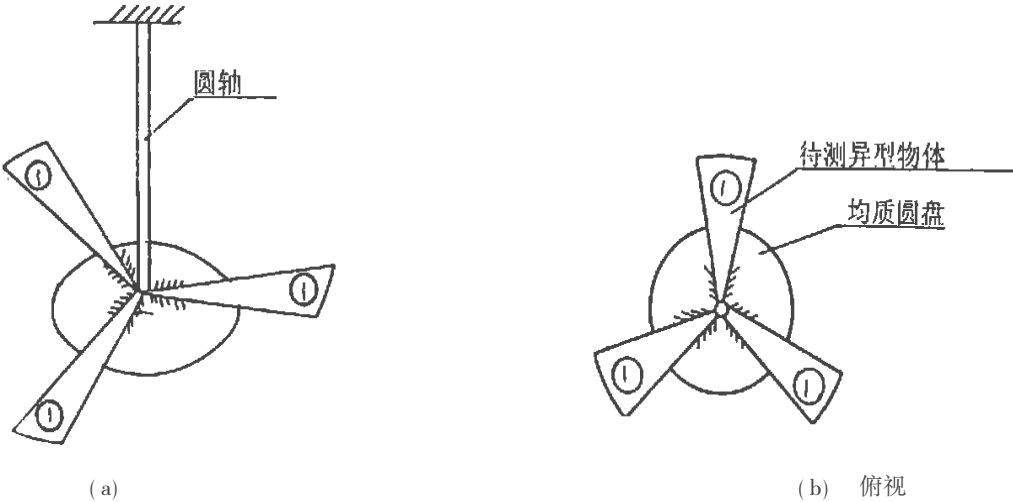


图 1 装于均质圆盘上,以保持物体的重心在圆轴的轴线上(见图 1) ¹⁹.图 1(b) 为俯视图¹⁹.

本文在审视了复摆法测定物体转动惯量时的种种弊端,提出了采用扭振法测定物体尤其是异型物体转动惯量的理论依据¹⁹.

1 扭摆的力学模型及扭振方程

扭摆是由一抗扭刚度已知的圆轴与一均质圆盘组成,圆轴与均质圆盘在圆盘质心处垂直固结,圆轴的上端固定,取若干件待测异型物体对称地固定安

根据动量矩定理^[1]得到

$$(J_1 + nJ_2) \frac{d^2 \Phi}{dt^2} = -K_r \Phi \tag{1}$$

或

$$(J_1 + nJ_2) \frac{d^2 \Phi}{dt^2} + K_r \Phi = 0 \tag{2}$$

式(2)是扭摆的扭振方程其中:

J_1 ——均质圆盘关于质心轴的转动惯量;

J_2 ——待测异型物关于 O 轴的转动惯量;

n ——对称安装时待测异型物的件数;

Φ ——扭摆发生扭振时的角位移;

K_r ^[2]——圆轴的抗扭刚度;

式(2)的解为

$$\Phi = A \sin \omega t + B \cos \omega t \tag{3}$$

式中 A 、 B 为积分常量; ω 为扭摆发生扭振时的固有角频率^[3]

$$\omega^2 = K_r / (J_1 + nJ_2) \tag{4}$$

将式(4)作一变换,并列入扭振周期 T , 则有

$$J_2 = K_r T^2 / 4\pi^2 n - J_1 / n \tag{5}$$

式中

$$K_r = G I_p / l \tag{6}$$

式中

G ——圆轴的剪切弹性模量;

I_p ——圆轴的极惯性矩;

l ——圆轴的长度^[3]

分析公式(5),只需测出扭摆发生扭振时的周期 T 或频率 f ,便可根据公式(5)计算出异型物体关于 O 轴的轴动惯量¹⁹.

由于在建立扭摆动力学方程时,未对 Φ 作幅值上的限制,更无须考虑阻力矩的影响,所以采用扭振法确定规则或不规则物体的转动惯量时,其精确度是可信的,在实测时工艺上是可行且快捷的¹⁹.

2 异型物体关于其质心轴的转动惯量

在利用公式(5)测定并计算出异型物体关于意 O 轴的转动惯量之后,根据平行移轴及转轴原理^[1],便可以计算出异型物体关于其质心轴的转动惯量¹⁹.如以平行移轴为例¹⁹.

$$J_o = J_c + m a^2 \tag{7}$$

式中: m 为异型物体的质量; a 为质心 c 到 O 之间的距离^[3]

在完成 J_c 的计量之后,若需要计算任意轴的转动惯量,只须再次应用平行移轴即可^[3]

3 结果分析

规则形状的物体其转动惯量可根据理论公式精确求得,而不规则的异型物体只有采用实验的方法测定,复摆法有其不可克服的缺点,不能精确求解,扭振法却能完美地解决这个问题¹⁹如果在推导公式(1)时综合考虑圆轴质量的影响,则测定出的结果会更加接近精确值¹⁹.

参考文献:

[1] 吴镇. 理论力学[M]. 上海:上海交通大学出版社, 1983, 7.

[2] 宋子康, 蔡文安. 材料力学[M]. 上海:同济大学出版社, 1997, 9.

The Twisting Vibration Approach to Determining the Revolving Inertia of Special-shaped Bodies

BAO Zhong-you¹, LU Xiu-ying¹, FU Ming-fu²

(1. School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013;
2. Nanchang Univ., Nanchang 330029, China)

Abstract: By using and analyzing the law of twisting vibration in torsion pendulum, the authors put forward the formula for determining the revolving inertia of special-shaped bodies. Thereby the resolving initial problems, which would be otherwise extremely difficult to be tackled in engineering, are more quickly and more accurately solved.

Key words: twisting vibration; revolving inertia; intrinsic frequency; parallel moving axle; special-shaped body