

图4 比拟法筒内切片条纹图

(如阀门)时的切应变率的变化状态。管壁为有机玻璃,管内充满明胶,中部加一档板(模拟部分关闭的阀门)。待明胶固化后,在一端加力使明胶变形,加力头为一曲面,模拟管流流速场。如图3(a)所示。加力数小时后应力即可冻结。然后切片如图3(b)所示。将切片放在偏振场

中即可观察到管中不同层次的流动状态。与直径平行切出三片其条纹图如图4(a),(b),(c)所示。这只是定性的显示,尚不能定量计算。它说明三维流场(管流)中不同截面其切应变率是不同的,进一步可了解沿阀门边缘的切应变率的变化规律。如用解析法是很难作到的。

#### 4. 结论

(1) 用明胶作为光弹模型比拟流场是可行的。它可以冻结切片,因此可作三维流场显示。

(2) 环氧树脂用于三维光弹冻结切片法,在冻结温度时其泊松比  $\mu \approx 0.5$ 。这是应力分析最不利的因素。但它是光弹比拟法的必须条件,可谓变不利为有利。

本项研究是国家自然科学基金 1860327 中的一部分。

#### 参 考 文 献

- [1] Wilhelm Flügge, *Tensor Analysis and Continuum Mechanics*, Springer-Verlag, Berlin, (1972).
- [2] L. 普朗特等著,郭永怀等译, *流体力学概论*, 科学出版社出版, (1981).
- [3] 陈瑜海,贾有权,舒玮, *液体双折射方法及其在流场测量中应用*, *实验力学*, 3, 1(1988).

(本文于 1989 年 10 月 11 日收到)

## 犁体受力电测研究

刘玉堂 梁加 卿上乐  
(湖南农学院)

**提要** 犁体受力电测,多是测量六分力,测试工作量大、不易普及、影响精度的因素多,不能提供整机性能设计所需数据。本文以 5 马力机耕船的犁体、犁架为例,经过受力分析,提出了犁体受力电测的“三分力测量法”;以测量力的要素为内容,经过试验验证,该法可行。

**关键词** 犁体,受力电测,测量力

### 1. 公式的建立

测量数据为力  $P_x$ 、 $P_y$ 、 $P_z$  与其作用位置  $y$ 、 $e_1$ 、 $e_2$ 、 $r$  ( $P_x$ 、 $P_z$  合力  $P_r$  至犁柱的中心距离,如图 1。依照文献[2,3],将应变片布置在两向弯曲的中性层上,距着力点有一定长度,如图 2。电桥如图 3;注有  $b$  符号的电阻为温度补偿片,其他为工作片。

$$P_r = \frac{\epsilon_d(1-\nu)EW_x}{a} \quad (1)$$

003 犁架安装简图

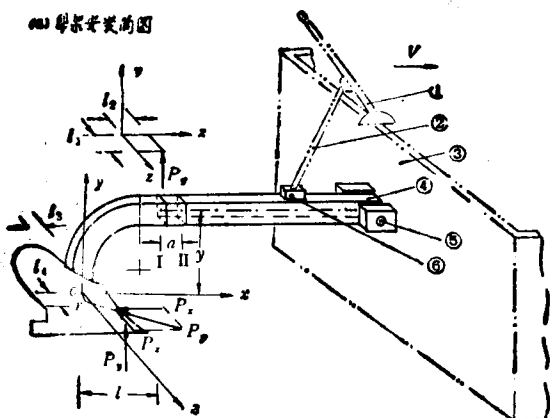


图1 犁架安装简图

- ① 手柄 ② 调节杆 ③ 船体 ④ 犁架
- ⑤ 联接销 ⑥ 旋转销

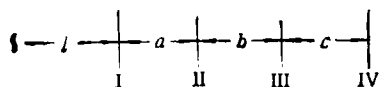
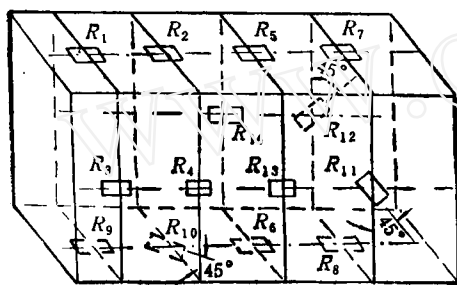


图2 犁架应变片布置图

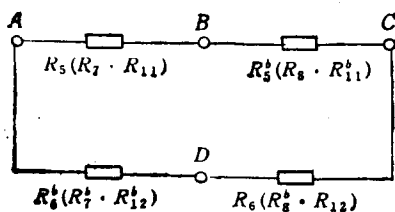
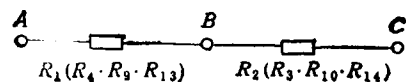


图3 电桥简图

$$P_x = \frac{\varepsilon_d(3-4)EW_y}{a} \quad (2)$$

$$P_x = \frac{EA\varepsilon_d(5-6)}{2} \quad (3)$$

解式(1)~(3),得

$$r = \frac{EW_y\varepsilon_d(13-14)}{2P_x} - \frac{P_x(l+a+b)}{P_y} \quad (4)$$

联解应变方程组,得

$$y = \left[ \varepsilon_d(9-10) - \frac{P_x}{2EA} \left( (1+\mu) - \frac{(1-\mu)W_s}{W_{s1}} \right) - \frac{P_y}{2EW_x} ((a+b+c)(1+\mu)) + \frac{(1+\mu)\varepsilon_d(7-8)}{4} - \frac{W_s\varepsilon_d(11-12)}{2W_{s1}} \right] / \left( \frac{P_x(1+\mu)}{2EW_x} + \frac{2P_x}{EW_{s1}} \right) \quad (5)$$

求出y后,得

$$e_1 = \frac{EW_x\varepsilon_d(11-12)}{2(1+\mu)P_x} - \frac{(1-\mu)W_sP_x}{2(1+\mu)AP_x} - \frac{(1-\mu)P_x y}{(1+\mu)P_x} \quad (6)$$

$$e_2 = \frac{EW_x\varepsilon_d(7-8)}{2P_y} + (l+a+b+c) + \frac{P_x y}{P_y} \quad (7)$$

(1)~(7)式中,采用常用教材[4]的符号,  $\varepsilon_d(i-j)$  为电阻  $R_i, R_j$  按电桥联接的实测读数应变。

## 2. 实测情况

试验犁架着力点由犁柱上两个短悬臂的孔定位,力的方位由滑轮位置确定,用砝码加力。要求读数应变值大,通过计算,取(单位: mm)  $l=100, b=30, c=30$ ; 实测  $e_1=24, e_2=20$ , 犁架横截面  $a_x \times a_y = 14 \times 13$ , 当  $P_x = P_y$  时,  $r=3$ 。先不考虑电桥间的影响,三个分力同步、等量分5级(2kg、4kg、6kg、8kg、10kg)加载,每级做5次,得5级平均的各电桥的读数应变系列,代入式(1)~(3),得三个分力的实测系列,与加载系列比较后,得三个分力的误差系列;其误差范围为2.30%~9.80%。考虑电桥间的影响,  $P_x, P_y, P_z$  分别用5级(同(下转第62页))

# 谈力的功的定义

成克秋

(长沙炮兵学院物理教研室)

已刊登的几篇关于讨论力的功的定义的文章中,关于功的定义是准确的,严格的,完整的,并不需要作补充或修正。但如果把功的定义改为

$$\frac{dw}{ds} = F \cdot V \quad (1)$$

或

$$w = \int F \cdot V dt \quad (2)$$

似乎能解决文献[1]所列举的类似问题,也会在力学中引起新的混乱。例如,功的定义由

$$w = \int F \cos \theta ds = \int F \cdot dr \quad (3)$$

改为(1)式或(2)式,那么怎样定义虚位移原理中力所作的虚功呢?

根据功的定义,(3)式也能解释文献[1]所提出的问题。孟昭礼教授提出的“受力点”、“加力点”和“力点”等概念能更加加深对功的定义的理解和认识,给解释类似的问题带来方便。图1的 $F_1$ 只是不断改变受

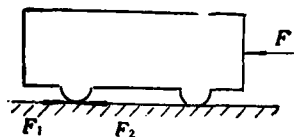


图 1

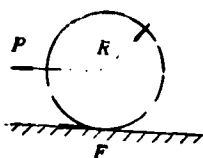


图 2

力点,但受力点本身没有运动,它的位移为零,所以 $F_1$ 所作的功为零。图2的 $F$ 的受力点是不断改变的,但在任一瞬时受力点的速度 $V$ 为零,所以 $ds = V dt = 0$ , $F$ 做功为零。图3的情况比较复杂。把工程中的摩擦传动轮,抽象成图示的计算简图,两轮之间为点接触,力 $F$ 在空间的位置固定不动,对于两轮的运动分析是可

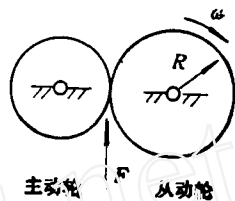


图 3

取的,对某些动力学分析也是可取的,但是讨论力 $F$ 做功时就会造成概念上的混乱。这里有一个很值得商榷的问题:如果两轮之间为理想的点接触,摩擦力 $F$ 是否存在。近代摩擦理论认为滑动摩擦的发生可以解释为两种原因:(1)分子的凝聚力;(2)表面的啮合作用。根据这样的摩擦理论,图3所示的简化模型就根本不存在一个在空间的位置是固定不动的摩擦力 $F$ 工程中的摩擦轮由于两轮是弹性体,不可能是点接触,因而力点就不是一个固定的点,此时受力点、力点、加力点就有一微小 $ds$ 的共同位移,这样也就不难根据现有功的定义(3)式来计算摩擦力 $F$ 所作的功了。

## 参 考 文 献

- [1] 王光远,应用分析动力学,人民教育出版社(1981).

(上接第47页)

上)加载,得9个系列的应变值;解出9个修正系数,解出修正后的三个分力系列,与同步加载系列比较后,得修正后的三个分力的误差系列;其误差范围为0.30%—9.00%。将修正后的三个分力与同步加载的应变读数系列代入式(4)—(7),得分力位置系列,与已知数据比较,得分力位置的误差系列;其误差范围为0—20.00%。力与其位置的平均误差范围为0.16—

8.90%。

## 参 考 文 献

- [1] 孙廷琮主编,农业机械测试技术,中国农业机械出版社(1981).  
 [2] Канд Техн. Наук В. А. Бугон. Инж. Г. Т. Клейнман[ВИСХОМ], Метод и оппаратура для определения напряженности рамных конструкций, Тракторы и Сельхозмашины, 11/80.  
 [3] 吴宗岱,陶宝祺主编,应变电测原理及技术,国防工业出版社(1982).

(1989年8月1日收到)