

用双光栅测量微弱振动

实验综述报告

电气 810	2186113564	聂永欣
--------	------------	-----

一、实验目的

- 1.熟悉一种利用光的多普勒频移形成光拍的原理精确测量微弱振动位移的方法；
- 2.作出外力驱动音叉时的谐振曲线。

二、实验仪器

双光栅微弱振动测量仪，双踪示波器。

三、测量内容

通过对实验装置的调整，使得动光栅和静光栅的刻痕平行；

调节“功率”旋钮至 6 到 7 附近，再调节“频率”旋钮 (500Hz 附近)，使音叉谐振。

通过调节使得在示波器上看到 T/2 内光拍的波数为 10~20 个为宜；

固定“功率”旋钮位置，调节“频率”旋钮，作出音叉的频率-振幅曲线（即外力驱动音叉时的谐振曲线）

四、设计出一个利用本仪器测量微小质量变化的实验

将待测物体放在一个弹性系数非常小的弹簧上，质量的微小变化会导致弹簧的伸缩和振动。将本装置的音叉换成弹簧即可。

五、查阅“光栅尺”，

莫尔条纹在工业中是如何进行微小量的测量和控制的。

1.什么是莫尔条纹：

以透射光栅为例，当指示光栅上的线纹和标尺光栅上的线纹之间形成一个小角度 θ ，并且两个光栅尺刻面相对平行放置时，在光源的照射下，位于几乎垂直的栅纹上，形成明暗相间的条纹。这种条纹称为“莫尔条纹”（右图所示）。严格地说，莫尔条纹排列的方向是与两片光栅线纹夹角的平分线相垂直。莫尔条纹中两条亮纹或两条暗纹之间的距离称为莫尔条纹的宽度，以 W 表示。

2.莫尔条纹

$$W = \frac{P}{2 \sin(\theta/2)} \approx \frac{P}{\theta}$$

3.莫尔条纹的形成：

把两块光栅距相等的光栅平行安装，并且使光栅刻痕相对保持一个较小的夹角 θ 时，透过光栅组可以看到一组明暗相间的条纹，即为莫尔条纹。莫尔条纹的宽度 B 为： $B = P / \sin \theta$ ，其中 P 为光栅距。

4.双光学平板法：光线斜入射至一光学平板时，其反射光会在远处屏幕上产生一组清晰的干涉条纹，再使第一平板上的反射光以同样的入射角入射到第二平板上，最终反射光为两组干涉条纹的重叠，即为莫尔条纹。

5.光栅莫尔条纹的应用：

(1) 判向作用：当指示光栅相对于固定不动的主光栅左右移动时,莫尔条纹将沿着近于栅线的方向上下移动,由此可以确定光栅移动的方向。

(2) 位移放大作用：当指示光栅沿着与光栅刻线垂直方向移动一个光栅距 D 时,莫尔条纹移动一个条纹间距 B ,当两个等距光栅之间的夹角 θ 较小时,指示光栅移动一个光栅距 D ,莫尔条纹就移动 KD 的距离。 $K=B/D \approx 1/\theta$ 。 $B=D/2\sin\theta/2 \approx d/\theta$,这样就可以把肉眼看不见的栅距位移变成清晰可见的条纹位移,实现高灵敏的位移测量。

6.微小量的测量与控制：

以光栅莫尔条纹为例，将一个光栅固定，另外一个与又微小位移或者需要微小量测量的物体固定再一起，通过上述光栅的放大作用，同时借助光栅传感器（工作原理：用硅光电池接收明暗变化的光信号,然后转换成变化的电信号(电压或电流)。它的一个周期对应一个莫尔条纹间距,即对应光栅移过的一个栅距。只要能够计算出硅光电池输出的电信号的周期数也就等于光栅移动的栅线周期数,再乘以栅距就可计算出光栅移过的实际位移值)就可以较为精确的测量出微小的量，从而对其进行控制。

六、如何计算出该金属的杨氏模量。

在一定条件下 ($l \gg d$)，金属的振动固有频率取决于它的几何形状、尺寸、质量以及它的杨氏模量。

$$E = 7.8870 \times 10^{-2} \frac{l^3 m}{J} f^2$$

其中， J 表示测试金属的惯量矩，主要与金属杆的几何形状有关。其惯量矩公式为：

$$J = \int_s y^2 ds$$

圆形棒的杨氏模量：

$$E = 1.6067 \frac{l^3 m}{d^4} f^2$$

圆管棒的杨氏模量：

$$E = 1.6067 \frac{l^3 m}{d_1^4 - d_2^4} f^2$$

矩形棒的杨氏模量：

$$E = 1.6067 \left(\frac{l}{h}\right)^3 \frac{m}{b} f^2$$

七、利用本实验的仪器还可以进行哪方面的研究？

测量不同金属的固有频率

八、普通光栅和位相光栅的区别

解：位相光栅上有不同的光密和光疏媒质，会对光波的位相起延迟作用，位相光栅只改变入射光的相位，不影响其振幅