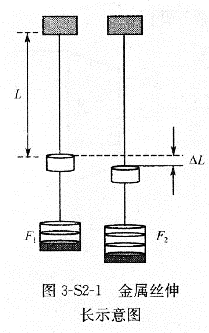
【实验目的】

1、学习光杠杆镜尺法测量微小长度变化的原理和调节方法。

2、用拉伸法测量金属丝的杨氏弹性模釐。

3、学习处理数据的一种方法－－－逐差法。

【实验原理】（原理概述，电学。光学原理图，计算公式）

如左图所示一粗细均匀的金属丝，长度为L,截面积为s,将其上端固定，下端悬挂砝码，于是，金属丝受外力F的作用发生形变，伸长了ΔL。比值F/S是金属丝单位截面积上的作用力，称为胁强；比值ΔL/L是金属丝的相对伸长，称为胁变。根据虎克定律，金属丝在弹性限度内，它的胁强和胁变成正比，即

或

比例系数Y就是该金属丝的杨氏弹性模量，简称杨氏模量，它在数值上等于产生单位胁变（ΔL/L)的胁强(F/S)。

实验测定Y的核心问题是如何测量ΔL因为ΔL是一个微小的长度变化量。以钢丝为例，我们来估算一下ΔL的大小。

设钢丝长度L=90.00cm，直径d=O.500mm，悬挂砝码重量为0.500kg，查有关手册知钢丝的杨氏模量Y=2.00×1011N/m2，则

对于这样一个随着砝码增加而增加的微小伸长量，如何相继进行非接触式测量？又如何提高测量的准确度呢？为解决这些问题，可用光杠杆镜尺法进行放大测量。

光杠杆是由一圆形小平面镜及固定在框架A上的三个尖足C1、C2、C3构成，C3至C1C2的垂线长度b称为光杠杆常数。测量时，两前脚C1和C2放在平台的沟槽J内，后脚C3放在圆柱体夹头B的上面。待测钢丝上端夹紧于横梁上的夹子F中间，下端夹紧于可上下滑动的夹子B中，B的下端有一挂钩，可以挂砝码托盘G。调节平面镜大致铅直，在平面镜正前方竖放一标尺（尺上标度倒放），尺旁安置一架望远镜，适当调节后，从望远镜中可以看清楚由平面镜反射的标尺像，并可读出与望远镜叉丝横线相重合的标尺刻度的数值。

设未增加砝码时，从望远镜中读得标尺读数为*x0*，当增加砝码时，金属丝伸长*ΔL*，光杠杆后脚C3随之下降*ΔL*，这时平面镜转过*α*角，平面镜法线也转过*α*角。根据光的反射定律，反射线将转过*2α*角，即此时标尺上*xi*刻度经平镜面反射后进入望远镜，则有

式中D为平镜面到标尺之间的距离。但从图的放大图中可看出

因为*ΔL*是微小的长度变化，而ΔL<<b，α角很小，所以近似有

由此可得

光杠杆镜尺法的作用在于将微小的长度变化，经光杠杆转变为微小角度的变化，同时，再经望远镜和标尺把它转变为直尺上较大的读数变化量*Δxi*。

对同样的ΔL，D越大Δxi越大，测量的相对误差就越小。比值

就是光杠杆的放大倍数。当b约为 (6-8）×10-2m、D约为1.6~1.8m时，放大倍数β约为40~60倍。

用

测出L、D、b、d各量和作用力F作用下的*Δxi*，由式可间接测得金属丝的杨氏模量。

当用上式计算Y时，式中的*Δxi*应取多次测量的平均值，且用逐差法求取。

【实验仪器及器材】（应写明仪器型号、规格、精度）

杨氏模量仪、望远镜（附标尺）、光杠杆、游标卡尺、螺旋测微器、钢卷尺。

【注意事项】

1）调节望远镜，要消除视差，否则影响读数的正确性。

2）在全部实验过程中，不可碰撞仪器。特别是在加减砝码时要格外小心，须轻放轻取，并随时观察、判断标尺读数是否合理。

3）光杠杆是易碎的精密器件，不能用手触摸镜面；使用时要小心，以免打碎镜面。

【实验内容】

1. 仪器的调整

1)为了使金属丝处于铅直位置，调整杨氏模量仪三脚架的底脚螺丝H使两支柱铅直

2)在砝码托盘上先挂上2kg砝码，使金属丝拉直。

3)将光杠杆放在平台上，前脚C1和C2放在平台前面的沟槽J内，后脚G放在圆柱夹头B上，使平镜面大致铅直。望远镜和标尺放在离光杠杆镜面前方约1.5~2m处调节望远镜上、下位置使它和光杠杆处于同一高度；调节望远镜水平螺钉，使望远镜大致水平，标尺大致铅直。

4) 调节望远镜以使能看清标尺象的读数。具体包括下面三个环节的调节：

①调节目镜，看清十字叉丝。可通过旋转目镜来实现。

②调节调焦旋钮，看清标尺读数。先将望远镜对准光杠杆镜面，然后沿望远镜包

简上方瞄准点方向看过去，观察光杠杆镜面中是否有标尺象。若有，就可以从望远镜寸

观察；若没有，则要微动光杠杆或望远镜，直到光杠杆镜面中看到标尺像后，调节调书

旋钮，以看清标尺读数。

③消除视差。仔细调节调焦旋钮，直至人眼作上下微小移动时，标尺象与叉丝引

相对移动为止。

2.测量

1) 仪器全部调整好以后，记下开始时望远镜中标尺象的读数*x0*，以后每家1.00kg砝码，记录标尺读数*xi*，然后逐次减少1.00kg砝码，每减少一次，相应地记录标尺读数*xi*。取同一荷重下两次读数的平均值

2) 重复步骤1)再做一遍。

3) 按直接测量工作流程图的要求，相继测出D、L 、b、d，并估算不确定度，确定标准差。

3) 将所有数据列表记录（表格请自行设计）。

3.数据处理

1)用逐差法处理数据，求。

2)将根据式计算Y，并按间接测量误差传递公式，计算Y的不确定度*u*（）。

【数据处理与结果】（画出数据表格、写明物理量和单位，计算结果和不确定度，写出结果表达式。注意作图要用坐标纸）

标尺到光杠杆的距离：D=170.00cm ，U=0.058cm 钢丝长度：L=74.5cm，U=0.058cm

光杠杆常数：b=7.35cm，U=0.058cm 砝码质量：m=1kg



金属丝的直径d=0.0505±0.0067cm



【结果讨论与误差分析】

**结果讨论：**

待测金属丝的杨氏弹性模量是564±5.62MPa

**误差分析：**

本实验误差产生的主要原因：

根据杨氏弹性模量的误差传递公式可知，

1、误差主要取决于金属丝的微小变化量和金属丝的直径，由于平台上的圆柱形卡头上下伸缩存在系统误差，用望远镜读取微小变化量时存在随机误差。

2、测量金属丝直径时，由于存在椭圆形，故测出的直径存在系统误差和随机误差。

3、实验测数据时，由于金属丝没有绝对静止，读数时存在随机误差。

4、米尺使用时常常没有拉直，存在一定的误差。

【分析讨论题及实验心得】

**分析讨论题：**

2.用逐差法处理数据有何优点：

逐差法是针对自变量等量变化，因变量也做等量变化时，所测得有序数据等间隔相减后取其逐差平均值得到的结果。其优点是充分利用了测量数据，具有对数据取平均的效果，可及时发现差错或数据的分布规律，及时纠正或及时总结数据规律。他也是物理实验中处理数据常用的一种方法。

3.本实验是否可用作图法求杨氏模量？如果可以，应该怎样处理？

作F~M图，其斜率即杨氏模量

**实验心得：**

杨氏弹性模量实验涉及微小长度变化的测量。测量微小长度变化的常用方法之一是光杠杆法即镜尺法。通过本次实验我们主要学习如何用静态拉伸法测定杨氏模量，掌握光杠杆法测量微小伸长量的原理，学会用逐差法处理实验数据，掌握光杠杆法测量微小伸长量的原理，学会用逐差法处理实验数据，掌握望远镜的调节方法。在外力的作用下，固体所产生的形变化称为形变。它可分为弹性形变和范性形变两类。外力撤除后物体能完全恢复的形变称为弹性形变。而如果在物体上施加的外力过大，以至外力撤除后，物体不能完全恢复原状，而留下的残余形变，称为范性形变。本次实验所需要研究的是弹性形变，所以在实验中必须注意所施加的外力不能过大，来保证物体在外力撤除后物体能够恢复原状，而不产生范性形变。