

普通物理实验操作指南书

上海科技大学物理教学实验室

于瑶

目录

长度的测量	1
游标卡尺的使用	1
螺旋测微仪（千分尺）的使用	3
基础力学实验	5
弹簧谐振子研究实验操作指南	5
表面张力测量实验操作指南	8
声速测量实验操作指南	11
刚体转动惯量测量实验操作指南	14
液体粘滞系数测量实验操作指南	18

上海科技大学
物理实验教学平台

游标卡尺的使用

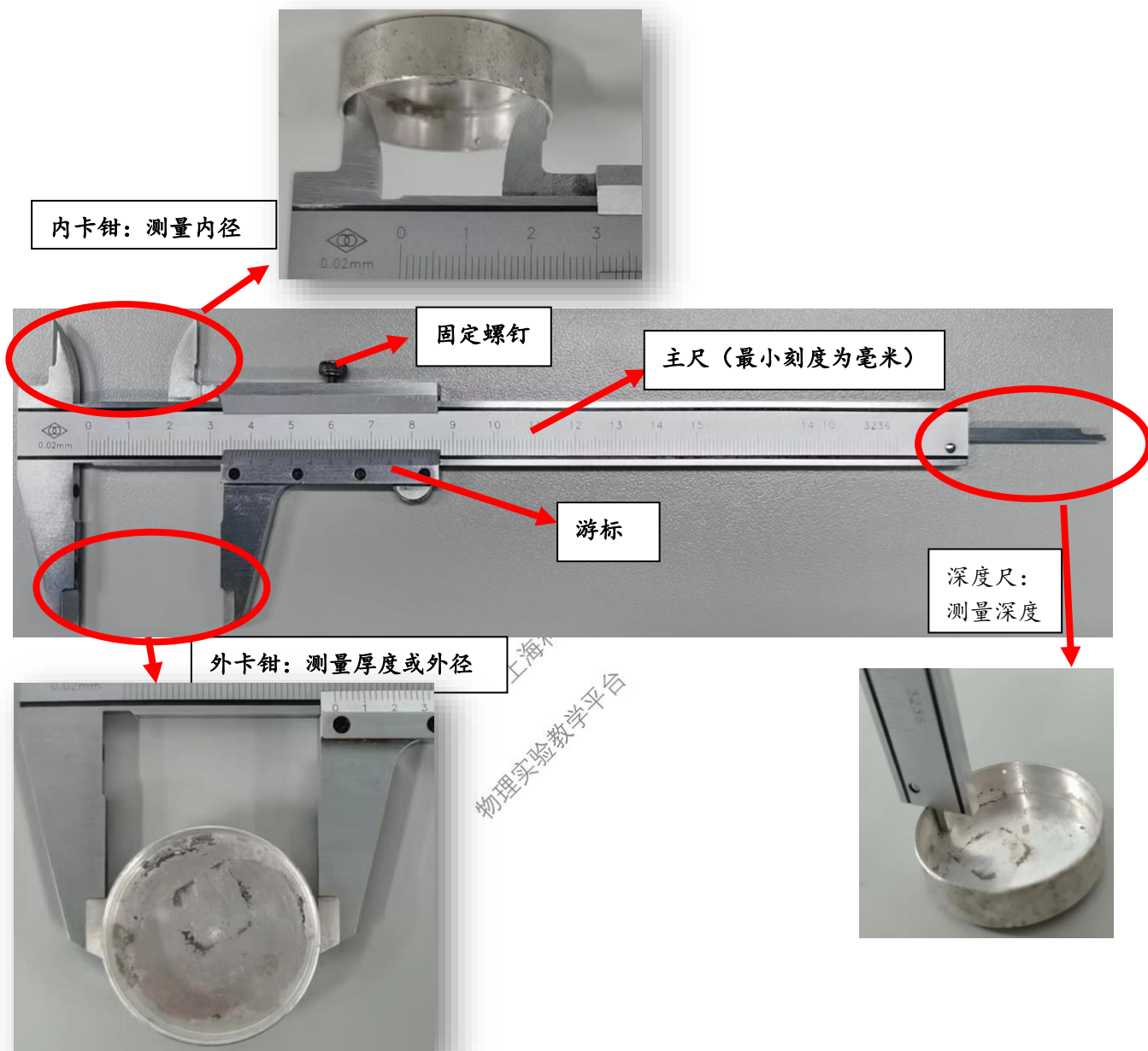


图 1 游标卡尺的组成

游标卡尺的读数规则:

- 1) 先读出游标零线前主尺的毫米刻度。
- 2) 记录游标分度值 (图 1 为“五十分游标”, 游标尺分度值 $\Delta x = 0.02\text{mm}$)
- 3) 找出游标上第 n 条刻线与主尺某一刻度线对齐。
- 4) 用 $n\Delta x$ (小数部分) 加在主尺刻度 (整数部分) 上, 即为测量的长度值。
- 5) 游标卡尺的仪器误差等于最小分度 Δx 。

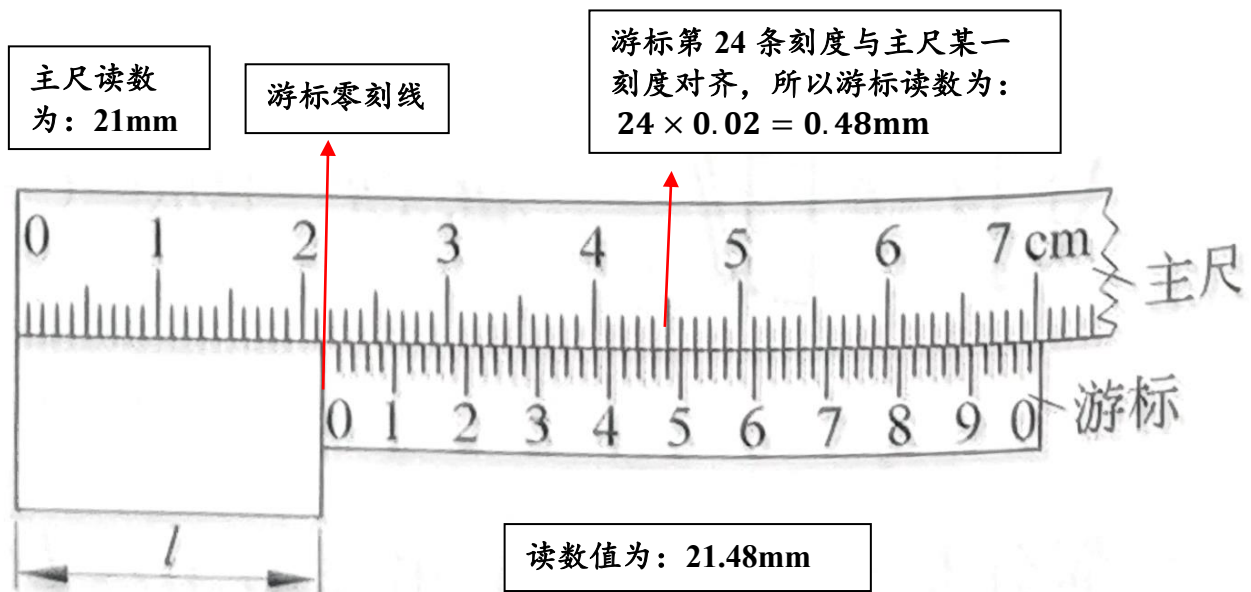
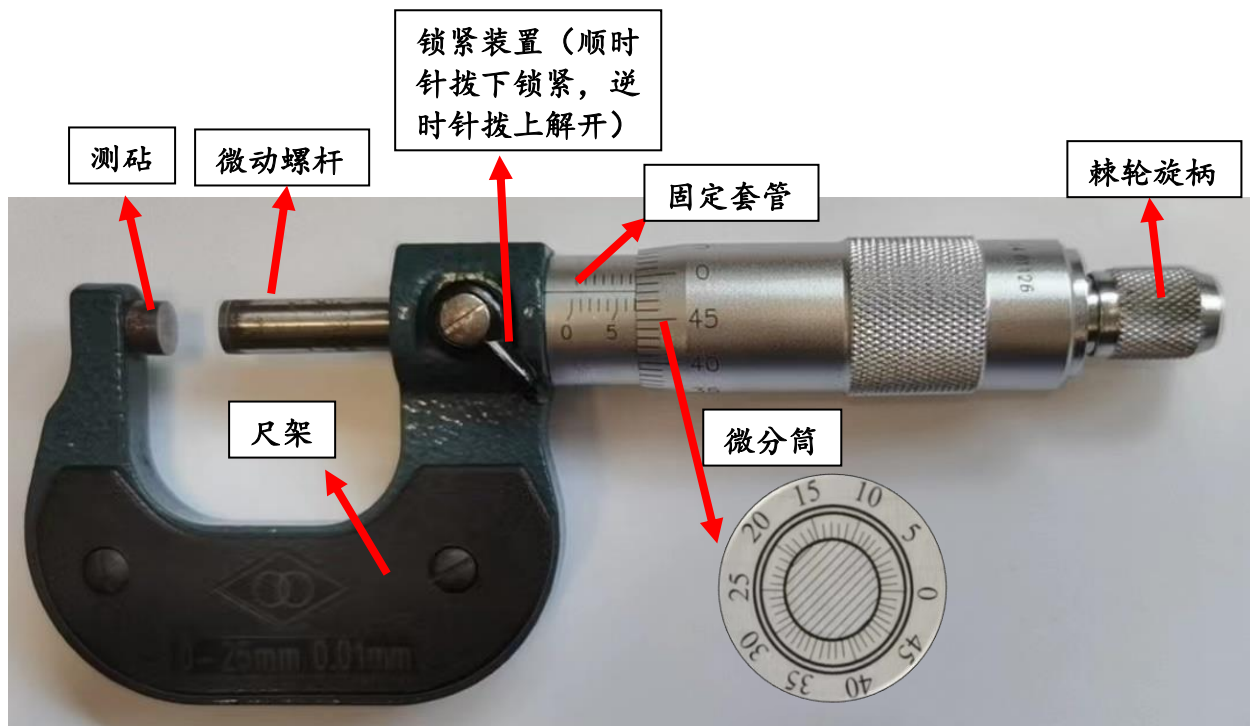


图 2 游标卡尺读数方法

游标卡尺使用注意事项：

- 1) 游标卡尺测量前，应先将卡钳合拢，检查游标零线与主尺零线是否对齐，一般情况下是对齐的。如果不对齐，应读出游标的零点读数，记作零差 L_0 。
- 2) 游标卡尺的读数是不连续的，例如五十分游标卡尺，最后一位若非零，只能是 0.02mm，0.04mm，0.06mm，0.08mm。
- 3) 测量时，待测物体要卡正，卡的松紧要适当，切忌把夹紧的物体在卡口挪动，测量内外径是应量在直径口最大处。
- 4) 轻轻拧动固定螺钉，避免螺钉丢失。
- 5) 游标卡尺使用结束后，卡口留有一定空隙，轻轻放回盒内。

螺旋测微仪（千分尺）的使用



机械放大读数原理

- 固定套管上的主尺最小刻度为 0.5mm(基准线下方为毫米刻度, 基准线上方为半毫米刻度)
- 微动螺杆旋转一周, 轴线方向的步进为 0.5mm, 所以微分筒的最小刻度为 0.01mm, 可估读到 0.001mm。

图 1 螺旋测微仪的组成

螺旋测微仪的读数规则:

- 1) 先读出微分筒前主尺的毫米刻度与半毫米刻度。
- 2) 找出微分筒上与主尺轴向基准线对齐的点, 读出该点在微分筒的读数。
- 3) 主尺读数与微分筒读数相加, 即为测量的长度值。
- 4) 操作中所用螺旋测微仪的仪器误差等于 0.004mm。

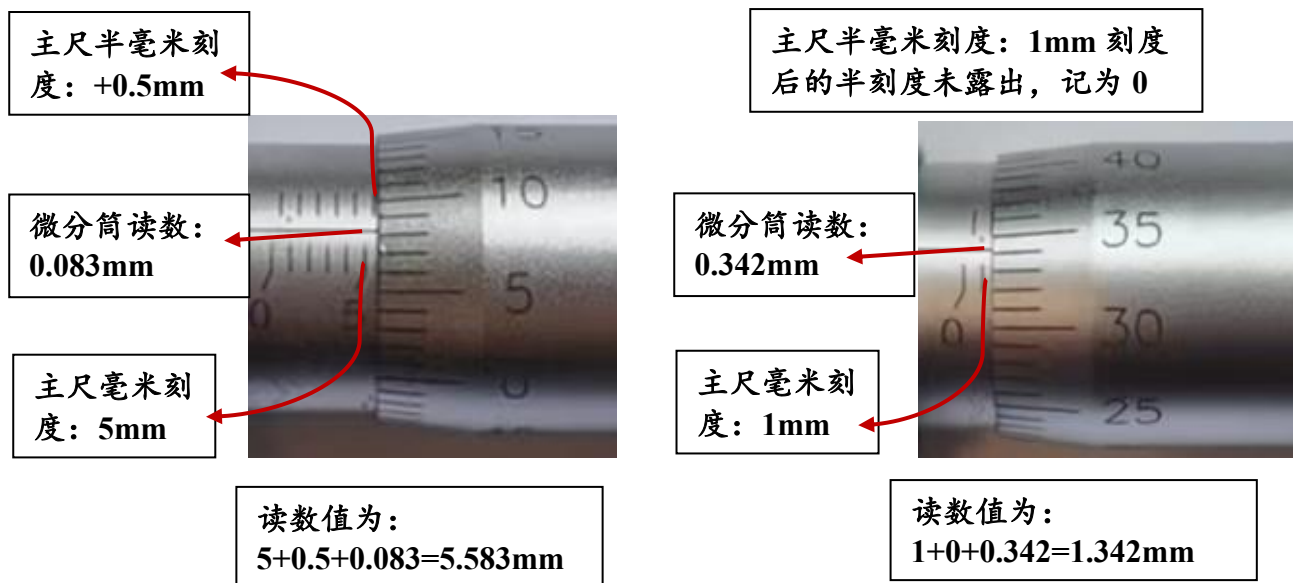
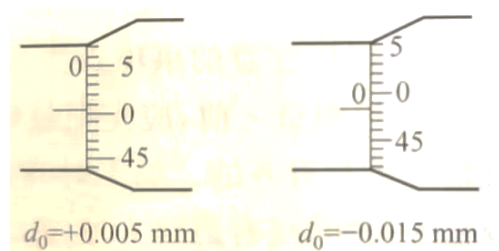


图 2 螺旋测微仪读数方法

螺旋测微仪使用注意事项:

- 1) 使用前解开锁紧装置。
- 2) 螺旋测微仪测量前应检查零点读数, 记作零差 d_0 。

☞ 右图为零差读数示例:



- 3) 轻轻旋转棘轮旋柄, 当听到“咔咔”声后停止转动并读数。不可直接旋转微分筒!
- 4) 测量时, 应逆时针轻轻转动棘轮旋柄, 使微动螺杆推出, 再把待测物体放入两测量面之间, 然后顺时针轻轻转动棘轮旋柄。
- 5) 螺旋测微仪使用结束后, 微动螺杆与测砧之间留有一定空隙, 锁紧后轻轻放回盒内。

弹簧谐振子研究实验操作指南

实验操作第一部分（焦利尺测量弹簧伸长量）



图1 焦利尺测量弹簧伸长量所需仪器与配件

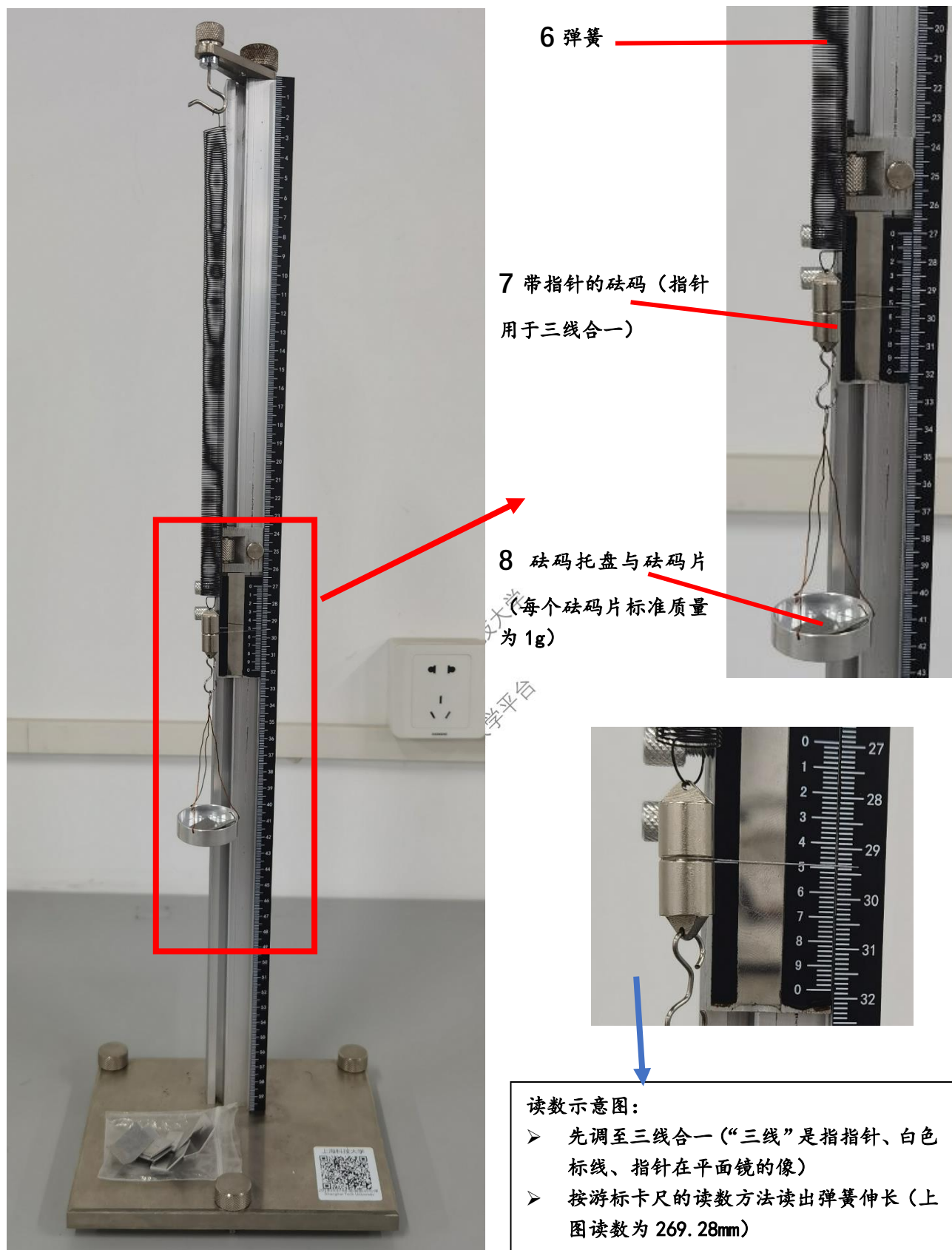
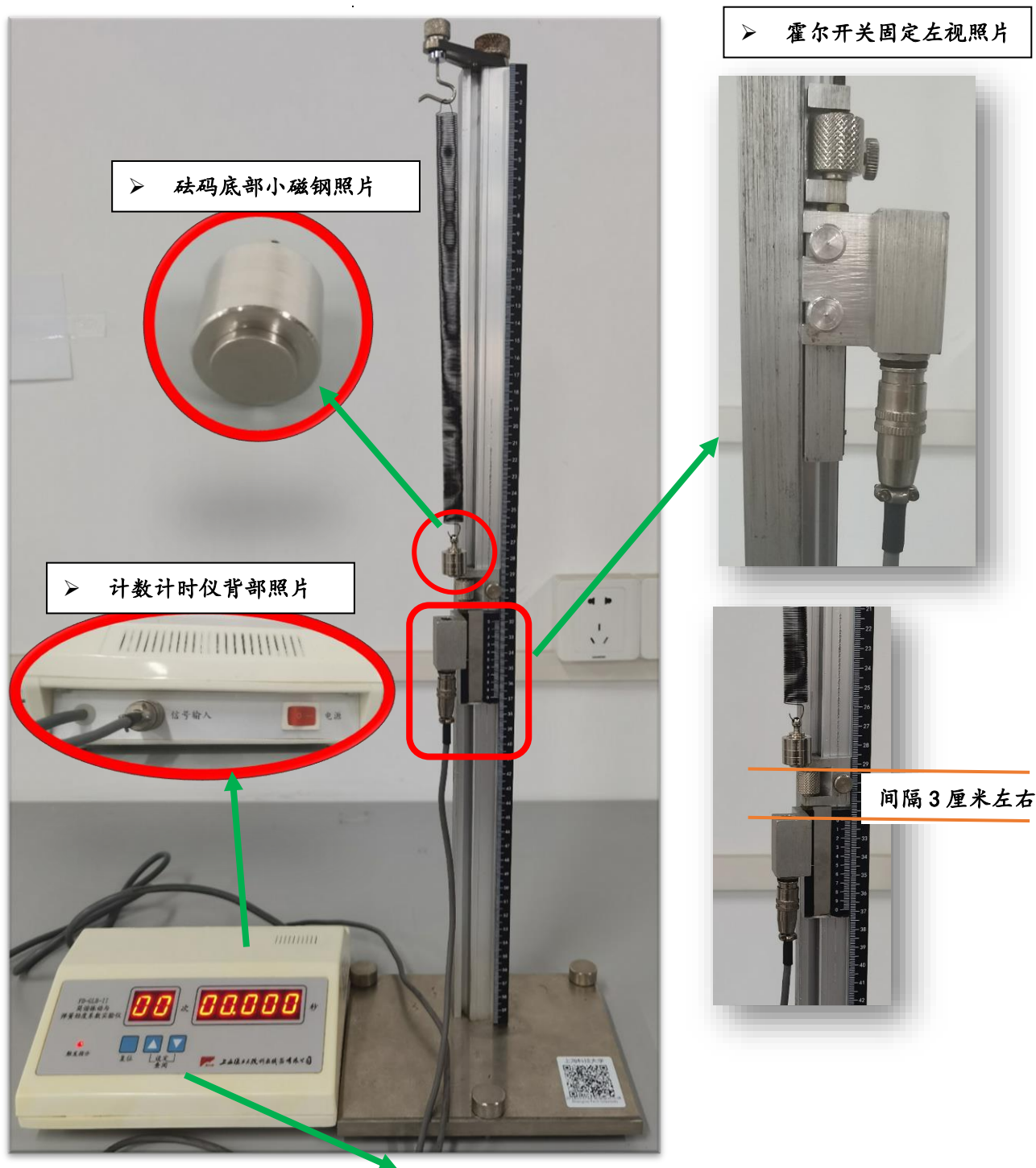


图 2 焦利尺测量弹簧伸长量操作示意图

实验操作第二部分（霍尔开关测量弹簧振动周期）



触发指示灯：未触发时，指示灯亮；砝码底部小磁钢与霍尔开关触发成功时，指示灯灭。如果始终无法成功触发，一是由于小磁钢正负极反了，将小磁钢翻转即可，二是由于小磁钢与霍尔开关的中心没有竖直对齐。

测量次数可调：例如测 10 倍周期的时间，按动两个三角形按键，将左边显示格调至 10 次既可。读右边显示格记录时间，仪器误差为 0.001 秒。

图 3 霍尔开关测量弹簧振动周期

表面张力测量实验操作指南

实验操作第一部分（硅压阻力敏传感器定标）

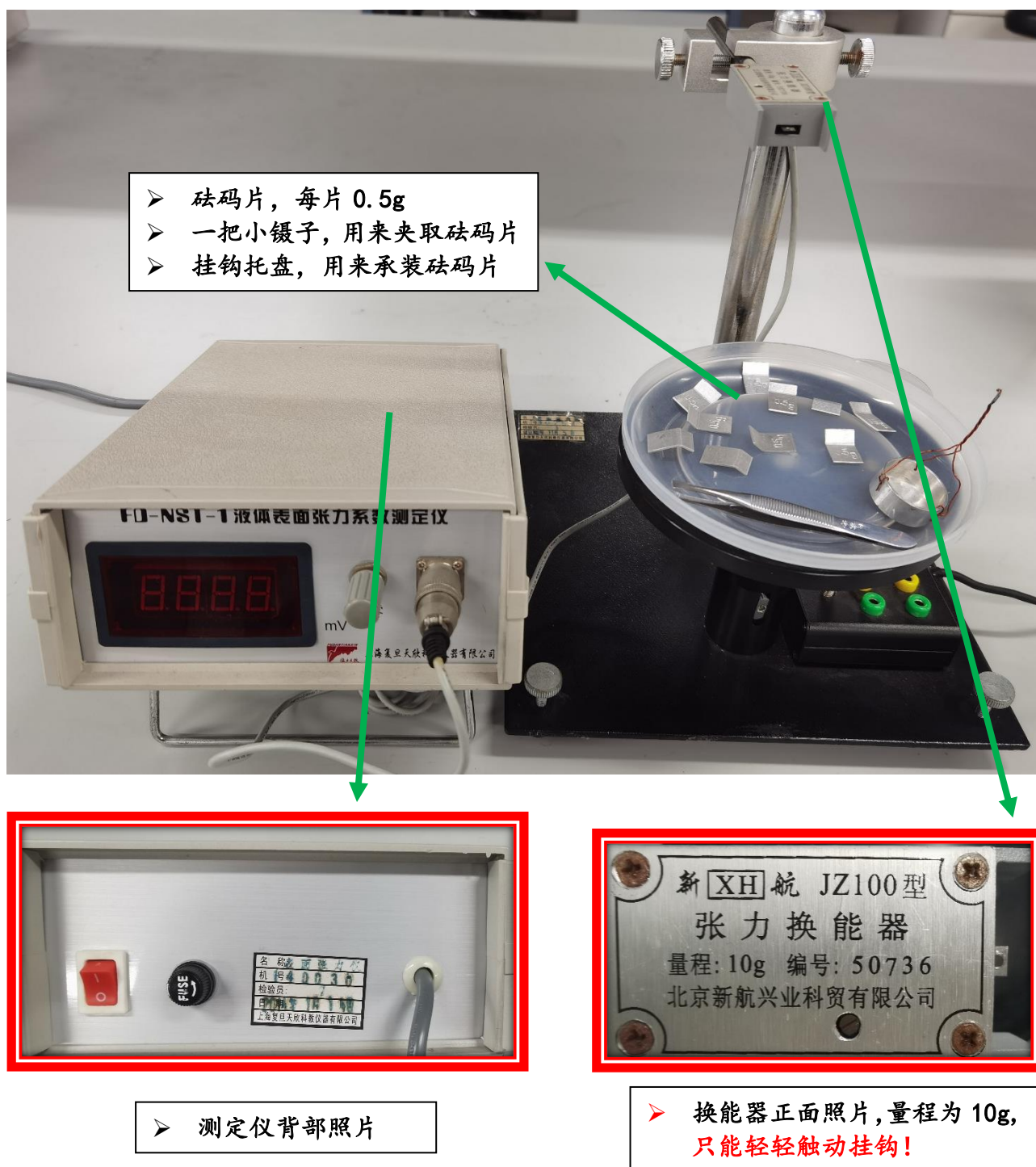
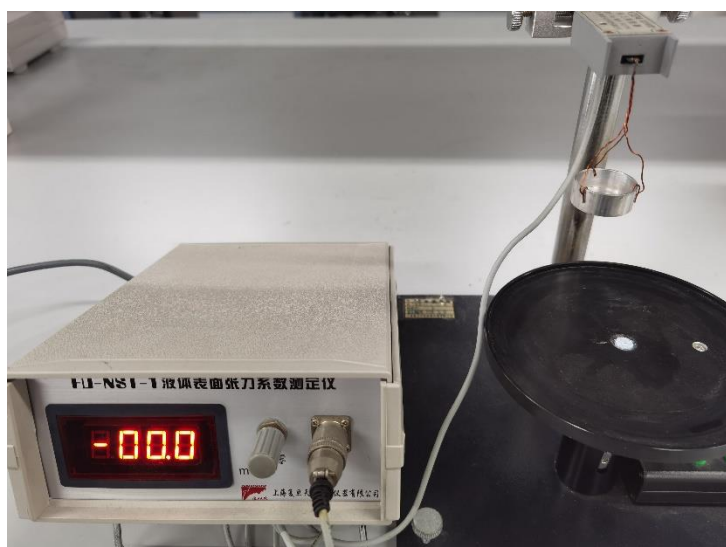


图 1 硅压阻力敏传感器定标所需仪器与配件



- 将砝码托盘轻轻挂在换能器挂钩上,要用手在下面托住托盘底部,避免在挂取过程中损坏换能器。
- 将显示器电压读数调零,避免测量过程中量程不够。

上海科技大学
物理实验教学平台

- 用小夹子取砝码片,逐量加入托盘中(取放砝码时需用手托住托盘底部)
- 逐次读取电压表读数并记录。

图 2 硅压阻力敏传感器定标操作示意图

实验操作第二部分（水柱断裂前后电压值测量）



- A. 首先将升降螺丝逆时针旋到最高处
- B. 再将圆环高度的三分之一左右浸没在水中
- C. 顺时针旋转升降螺丝，使得圆环缓慢移出水面
- D. 当水膜出现时，一定要尽量缓慢的旋转升降螺丝，同时不要晃动桌面，避免外力干预引起实验失败。

用手机录像记录全程的电压示数变化，读取出水柱断裂前后的两个电压值。

图 3 水柱断裂前后电压值的测量操作示意图

声速测量实验操作指南

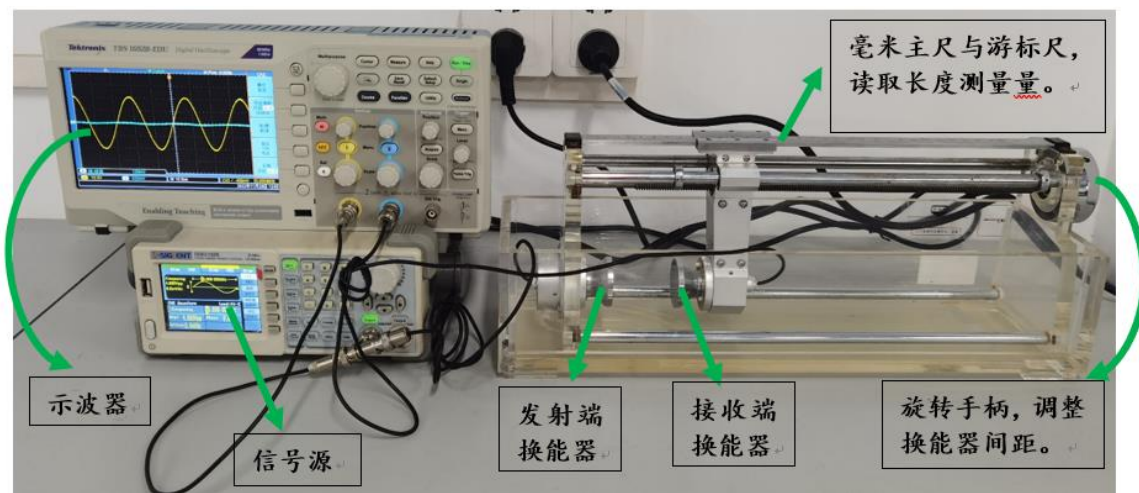


图 1 声速测量实验仪器准备示意图

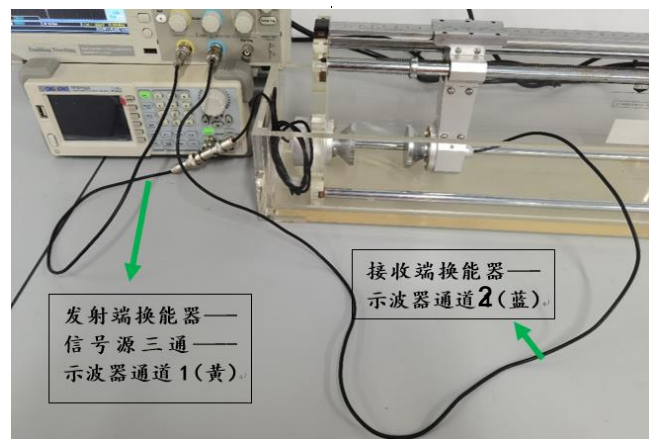


图 2 换能器接线示意图

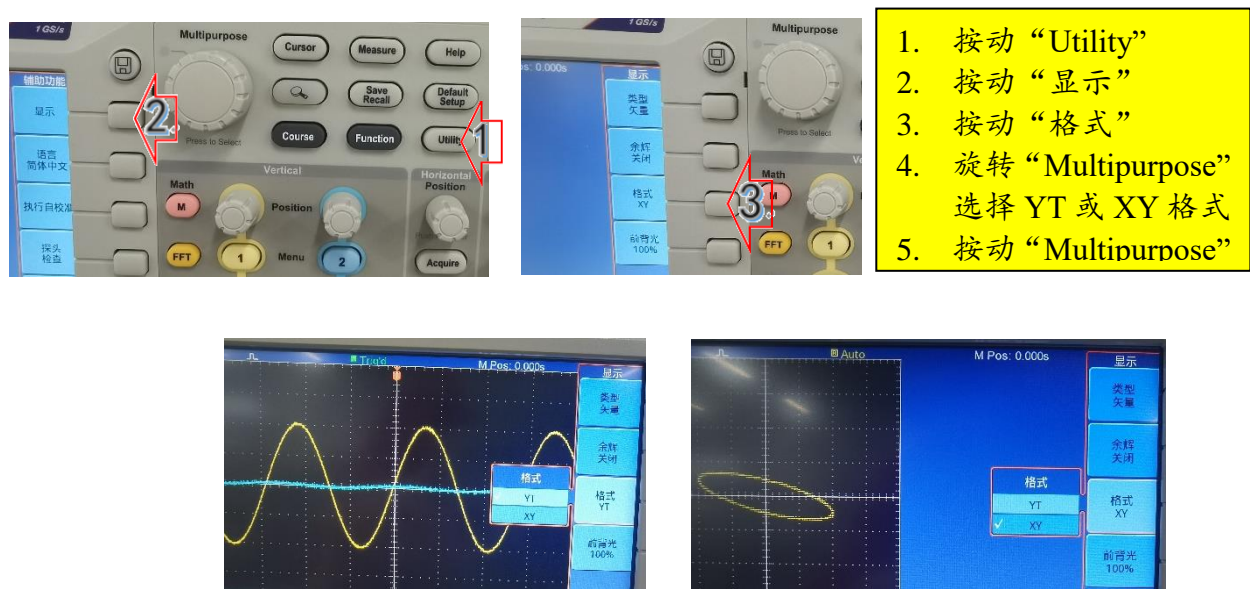
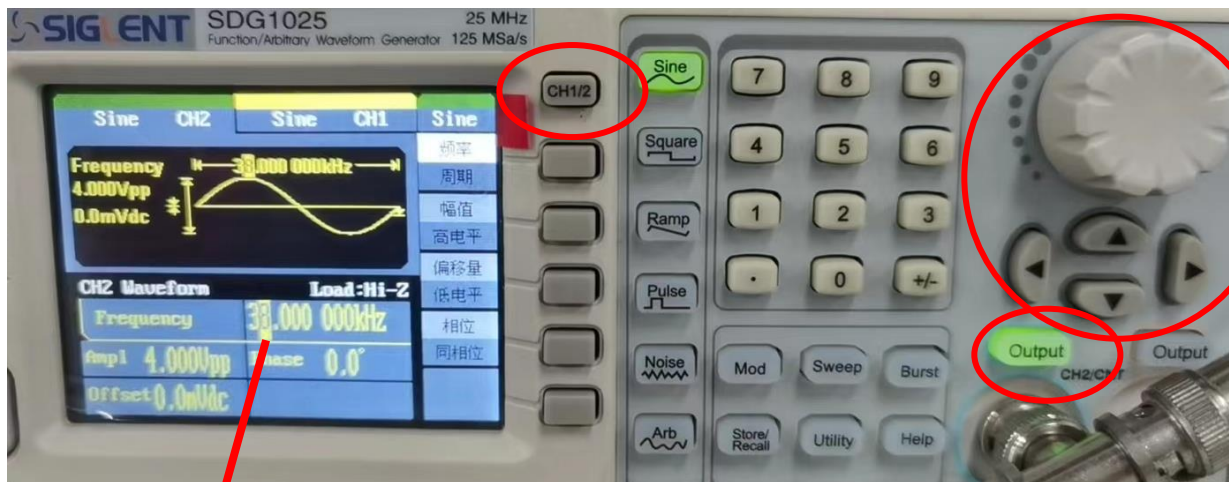


图 3 示波器两种显示格式调整操作示意图

实验操作第一部分（寻找最佳工作频率）



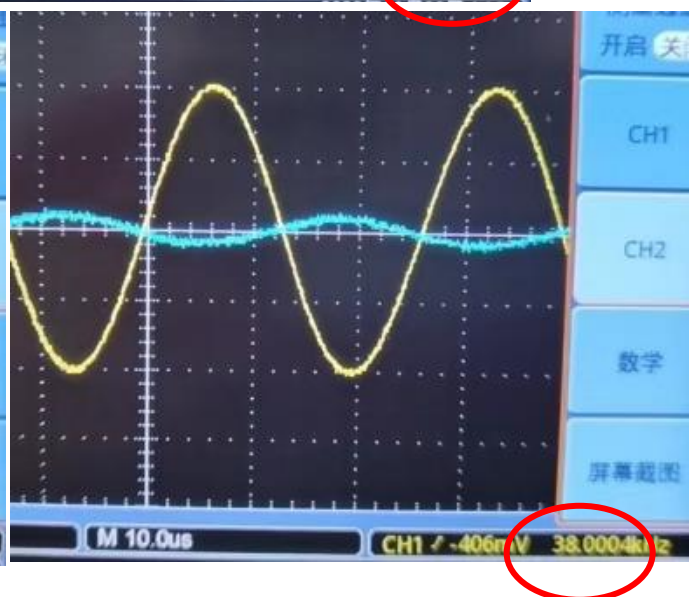
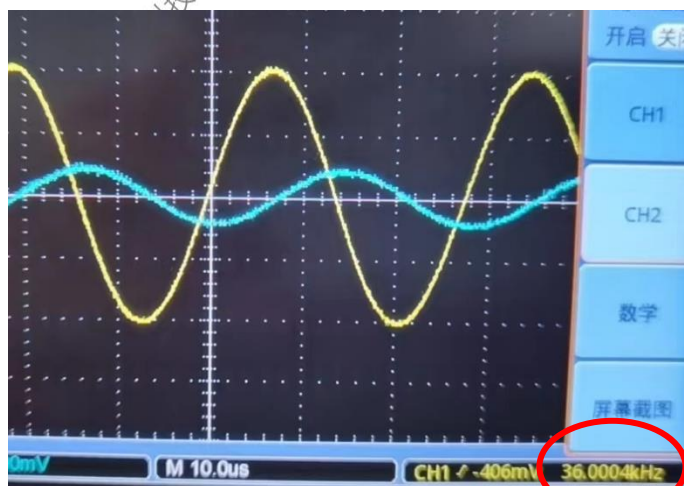
信号源输出：

1. 按动接线通道的“Output”键
2. 按动“CH1/2”键，选择对应的显示频道（例如上图接线通道为 CH2, 对应的频道显示选择也为 CH2）
3. 初始输出频率选择 36.000KHz
4. 利用旋钮与四个光标移动键进行输出频率调整

寻找最佳工作频率：

5. 示波器显示选择“YT”格式
6. 调整输出频率的第 2 位，依次得出示波器波形照片如下
7. 可见 37.000KHz 时，接收端波形幅度最大，所以输出频率前 2 位暂定“37”

备注：（此操作作为示例操作，每台仪器的具体数据会不同）



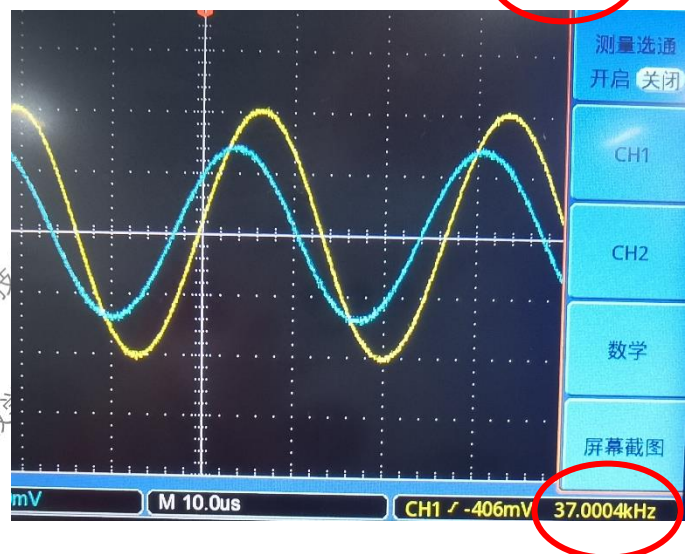
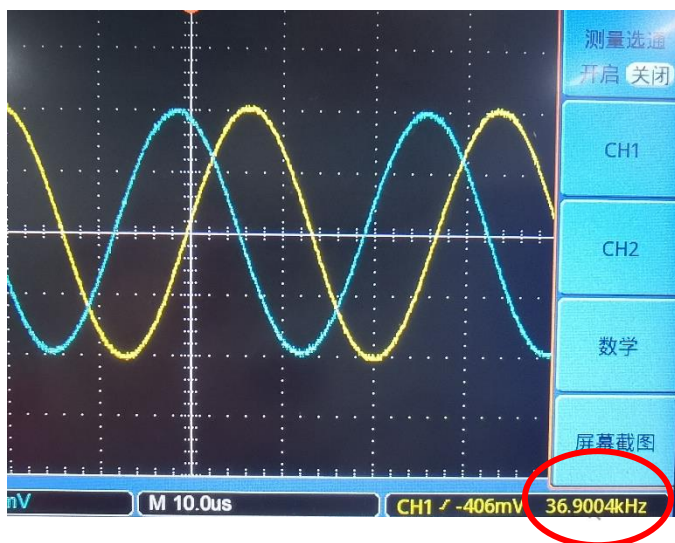
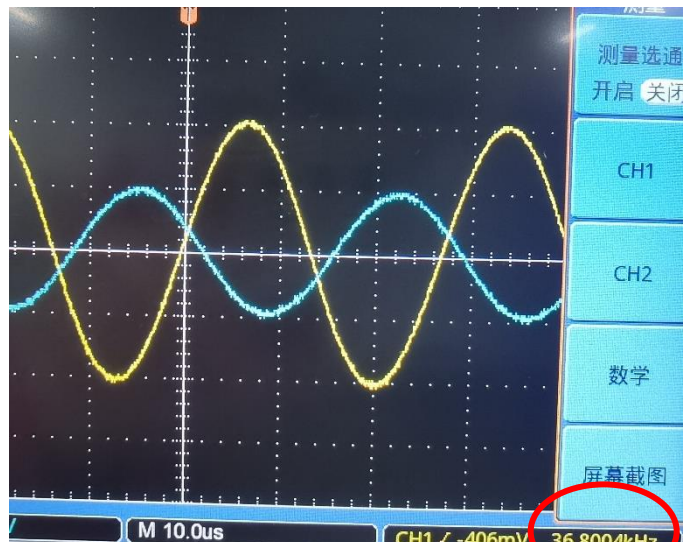
寻找最佳工作频率：

8. 继续调整输出频率的第 3 位，依次得出示波器波形照片如下

9. 可见 36.900KHz 时，接收端波形幅度最大，所以输出频率前 3 位暂定“36.9”

10. 同理，确定输出频率值的第 4 位与第 5 位，记录最佳工作频率（五位有效位数）

备注：（此操作为示例操作，每台仪器的具体数据会不同）



实验操作第二部分（驻波法和相位差法测量声速）

驻波法测量声速：

旋转手柄改变发射端与接收端间距，同时观察示波器显示的接收端信号，当信号幅度最大时，记录此间距。

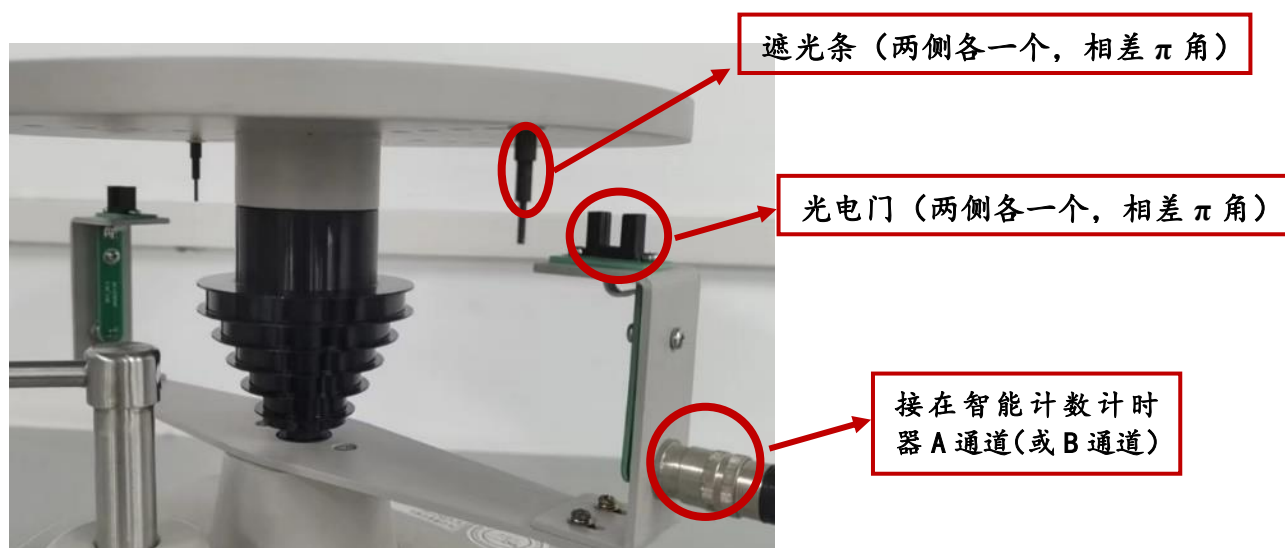
示波器显示格式：YT

相位差法测量声速：

旋转手柄改变发射端与接收端间距，同时观察示波器显示的李萨如图像信号，当信号为直线时，记录此间距。

示波器显示格式：XY

恒力矩法测量物体转动惯量操作指南



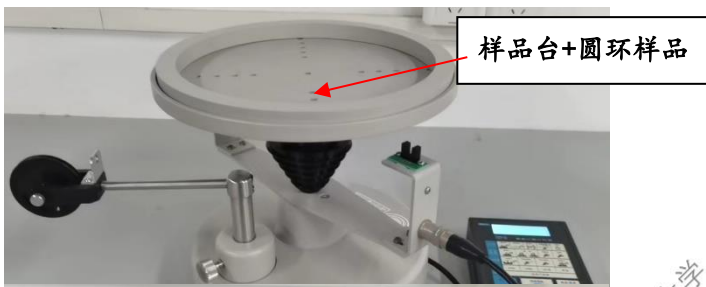
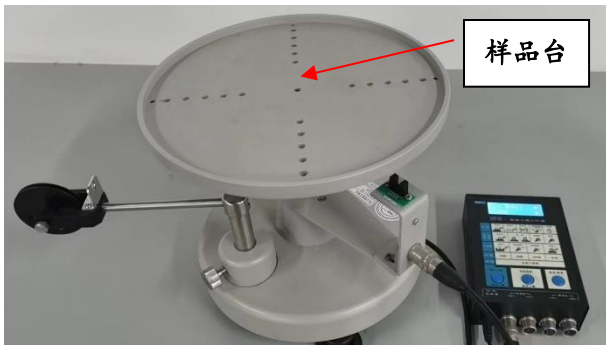
每转动半圈遮挡一次固定在底座上的光电门，即产生一个计数光电脉冲，计数器计下遮挡次数 k 和相应的时间 t



图 1 智能计数计时器使用操作示意图

实验操作第一部分（测量摩擦力矩作用下转动系统产生的角加速度）

✓ 测试以下三种情况在摩擦力矩作用下产生的角加速度



- 轻轻转动样品台（或样品台+样品），保证初速度很小
- 用智能计数计时器记录至少 10 组 t_k

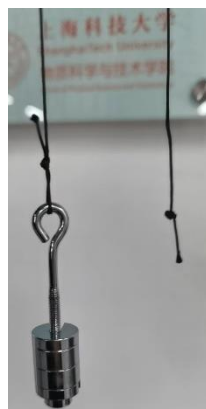
$$\beta = 2\pi \frac{k_n t_m - k_m t_n}{t_n^2 t_m - t_m^2 t_n}$$

实验操作第二部分

（测量摩擦力矩+拉力矩共同作用下转动系统产生的角加速度）

✓ 如何施加拉力矩

1 准备一根无弹性的长绳,1.2~1.5 米,一端打结,另一端固定砝码。

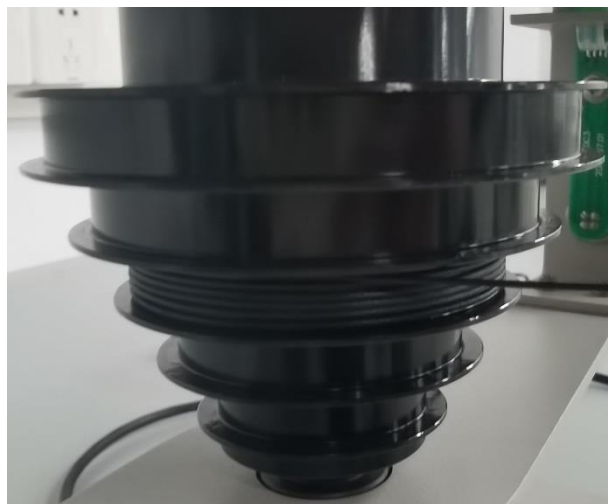


2 如右图所示,将长绳砝码端放置在滑轮上,将打结一端穿过校准圆孔。





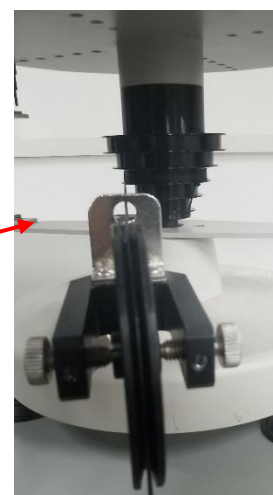
3 如上图所示，将绳结卡在轮槽隙缝下面，将长绳固定。



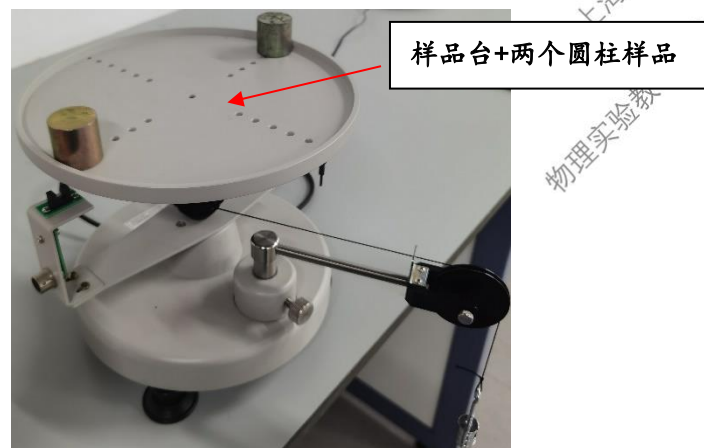
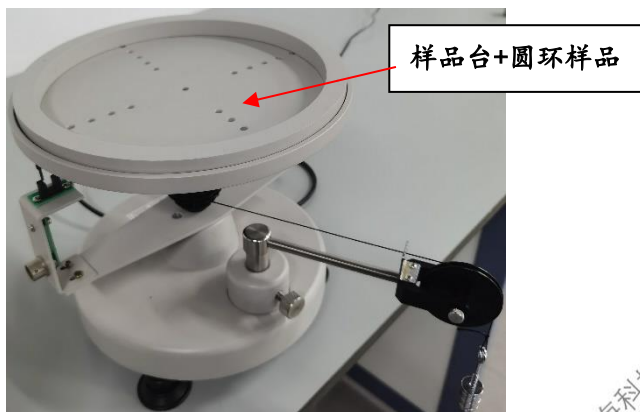
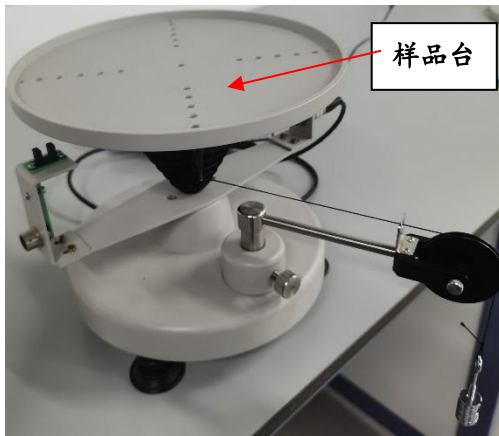
4 如上图所示，将长绳均匀密绕在轮槽上。

注意：

- 轮槽半径由小到大分别为 15, 20, 25, 30, 35mm,
- 选择合适的轮槽半径进行绕线,以保证计数大于 10 组且绕绳不重叠。
- 使用滑轮调节旋钮,使长绳从校准圆孔中心穿过,以保证拉力方向与转轴相切。



✓ 测试以下三种情况在摩擦力矩+拉力矩共同作用下产生的角加速度



- 初速度为零，松开样品台（或样品台+样品），
- 用智能计数计时器记录至少10组 t_k

$$\beta = 2\pi \left[\frac{k_n t_m - k_m t_n}{t_n^2 t_m - t_m^2 t_n} \right]$$

落球法测量液体粘滞系数操作指南

实验操作第一部分（温控操作）



图 1 开放式 PID 温控仪进出水连接示意图

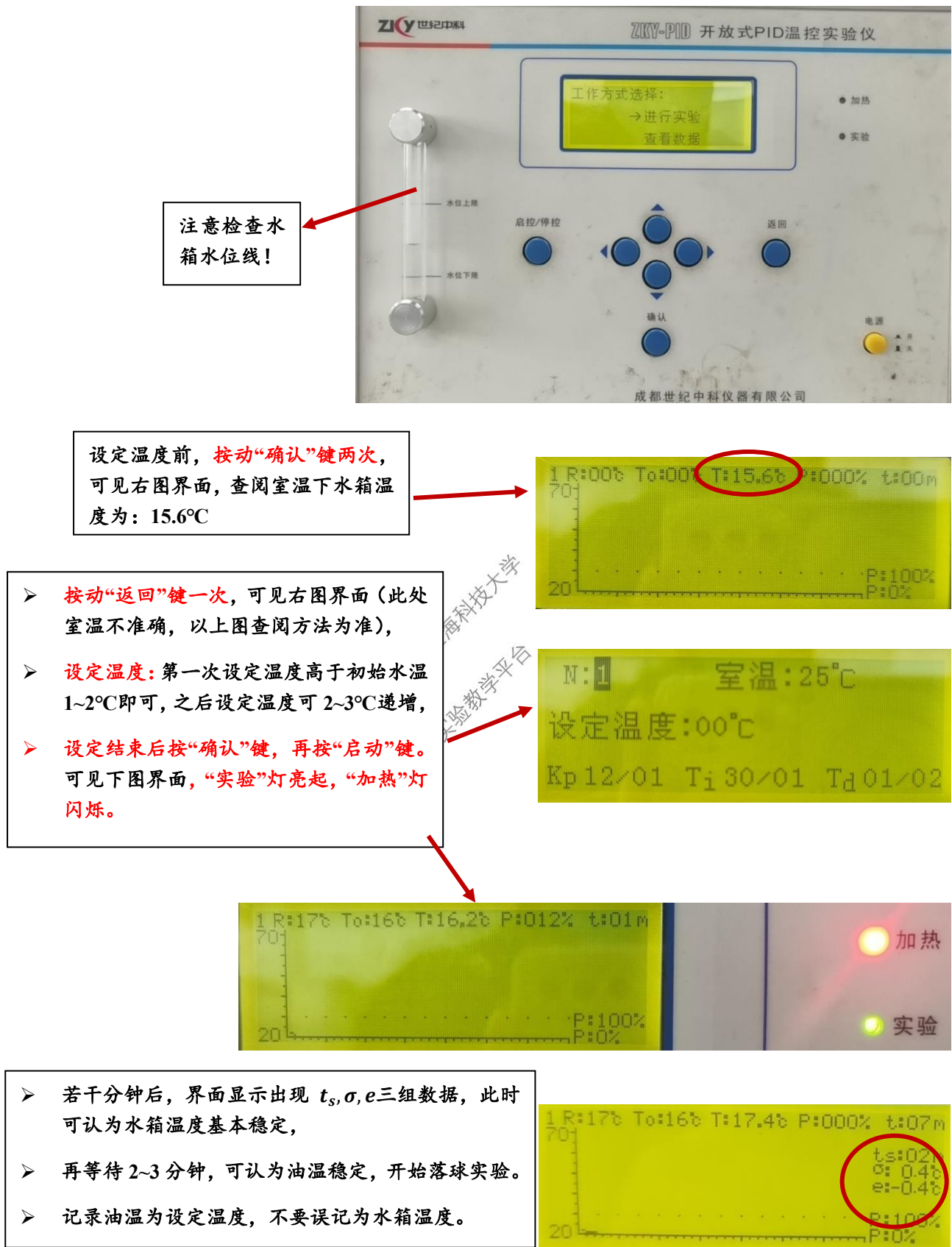
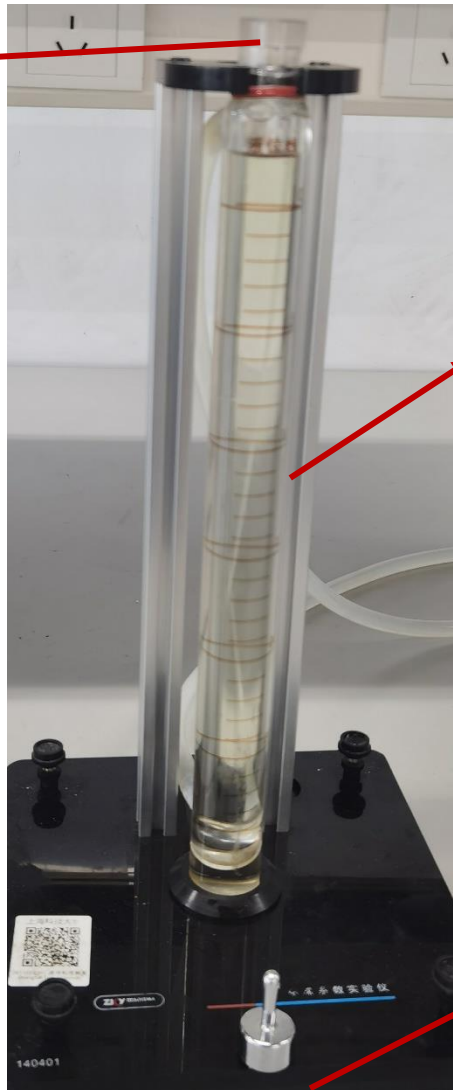


图2 开放式PID温控仪温控操作示意图

实验操作第二部分（测量设定温度下落球在液体中匀速运动的速度）



- 油管顶部放置圆孔塞，将小球从其中间圆孔投入，
- 记录小球经过路程 L 所用的时间 t ，
- 用磁铁沿管壁将小球吸出。



- 油管刻度的最小刻度为 1cm，
- 选择小球匀速下落的路程 L ，
- L 取 10.0cm~15.0cm, 选取油管中上部分。



实验所需小球通常吸附在磁铁上。

图 3 落球法测量液体粘滞系数仪器操作示意图

- 小球直径很小，这是为了模拟无限宽广的运动环境，实验中可将粗糙的擦手纸铺在工位上，以避免小球滚落丢失，
- 实验结束后务必要将小球用磁铁从油管吸出，
- 用手机秒表记录 t ，仪器误差取最小分度。