

望远镜系统参数测量

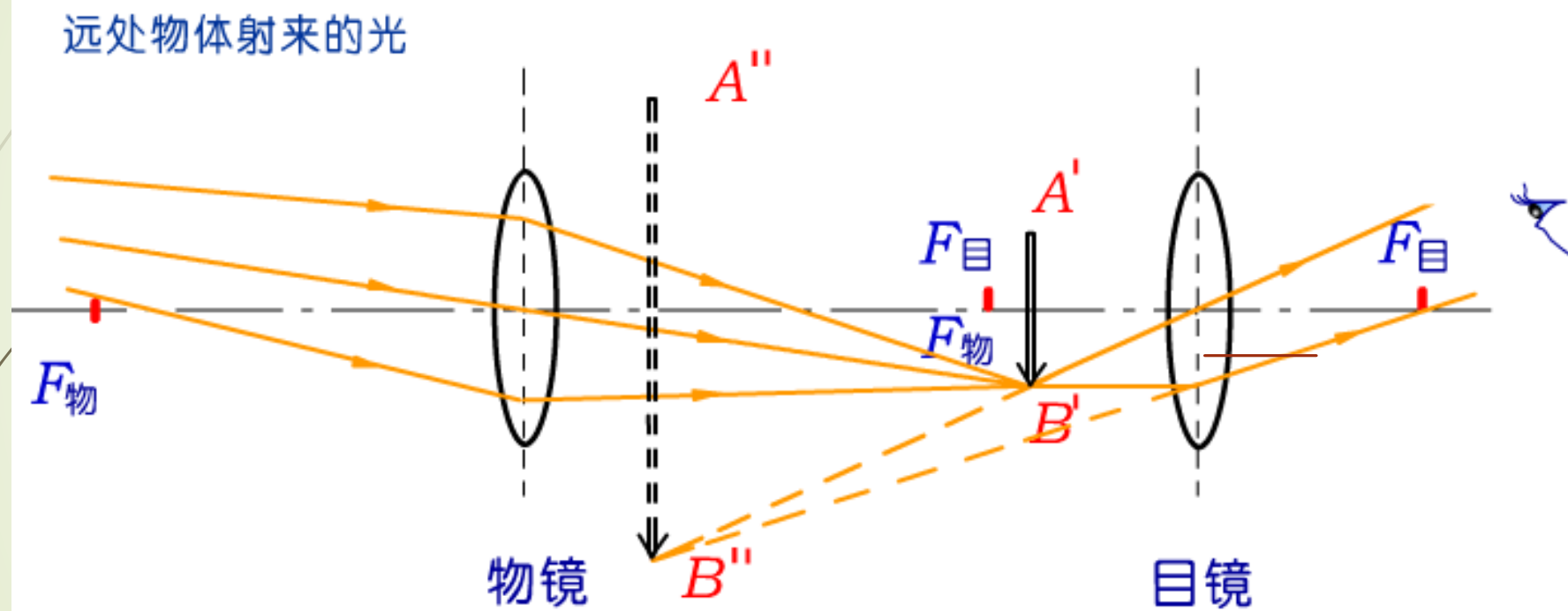
实验简介：

望远镜是一种用于观察远距离物体的目视光学仪器，能把远物很小的张角按一定倍率放大，使之在像空间具有较大的张角，使本来无法用肉眼看清或分辨的物体变清晰可辨。

望远镜种类：

折射望远镜，反射望远镜，折反射望远镜等

望远镜成像原理图



望远镜常见参数：

1、放大倍数

一般用目镜视角与物镜入射角之比作为望远镜放大倍数的标示，通常用物镜焦距与目镜焦距之比计算，也可以用入瞳直径与出瞳直径比计算，表示望远镜视角的放大程度。

2、入瞳直径：

此参数决定极限星等、分辨率等参数。一般可取物镜直径。

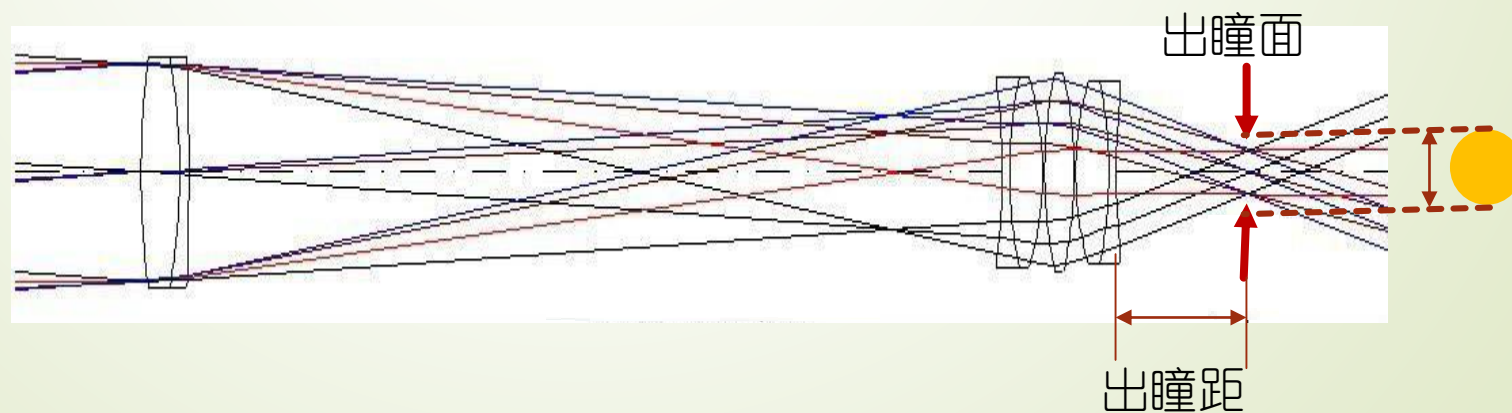
3、出瞳直径

光学系统的孔径光阑在光学系统像空间所成的像称为系统的“出瞳”。目视光学仪器的出瞳在外面，是出射光线共同经过的最小的口径的位置，如下图所示。眼睛的瞳孔在此处时让最多的光线进入眼睛，即能观察到最清晰的像。

出瞳直径是指光线经过目镜汇聚后，在目镜后形成的亮斑的直径。下图红色箭头所指处为最清晰的亮斑出现的位置，即出瞳面，亮斑直径即为出瞳直径。

4、出瞳距离

出瞳距离是指自光学系统最后一面顶点到出瞳平面与光轴交点的距离，如下图所示。其大小与实际使用舒适度相关。为了避免眼睫毛与系统最后一面相碰而妨碍观察，出瞳距离不能小于一定的数值。实验室仪器或一般的普通仪器，要求最少的出瞳距离约为6mm；军用光学仪器中，考虑到加眼罩和带防毒面具，出瞳距离较长，一般为20mm左右。



实验目的：

1. 了解望远镜相关参数的概念
2. 掌握光具座调整和使用方法
3. 掌握简单的测量望远镜入瞳直径，出瞳直径，出瞳距离的方法
4. 学习调节使用测量显微镜

实验原理：

1. 入瞳直径的测量

如图1所示，测量时测量显微镜1横向移动，对望远镜物镜2镜框直径的两端逐个瞄准，其移动距离就是入瞳直径 D 。

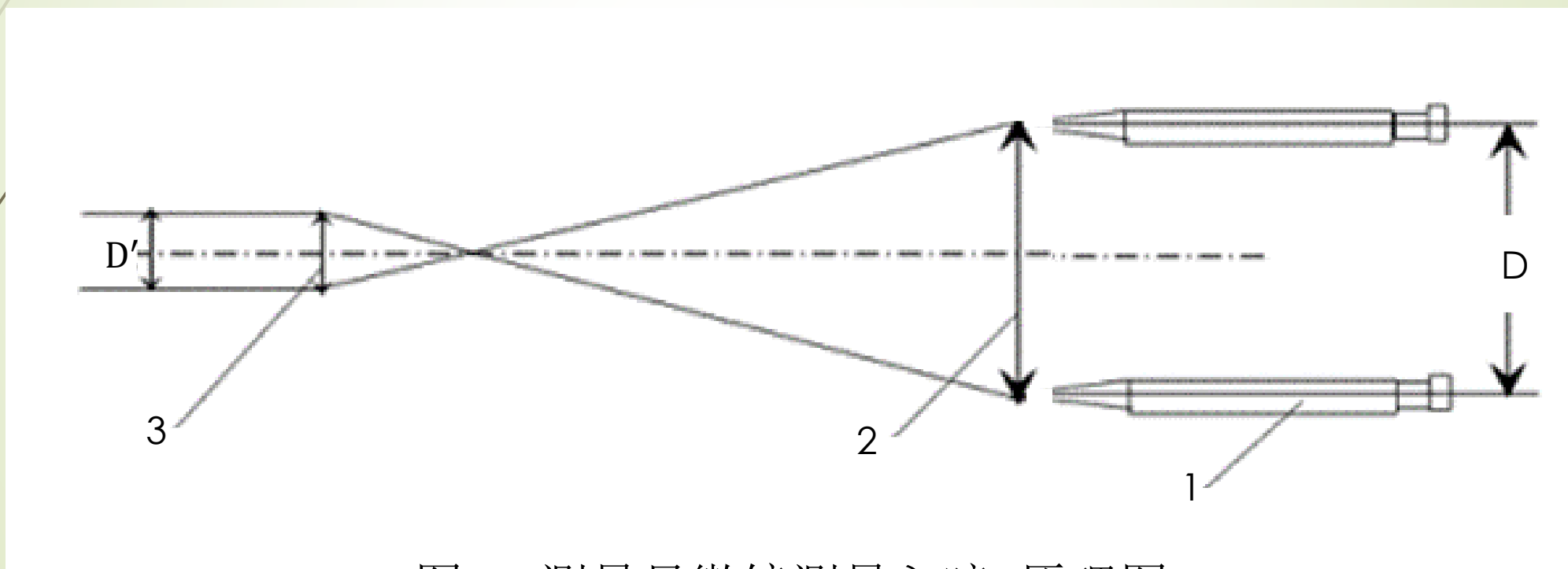


图 1 测量显微镜测量入瞳 D 原理图

2.出瞳直径的测量

将待测望远镜夹持在光具座上，接通平行光管电源，作为无穷远光源照亮望远镜物镜的外框，则在望远镜目镜后面可看到一清晰亮斑，即为出瞳 D' ，用测量显微镜测出 D' 的大小。测量原理如图2所示：

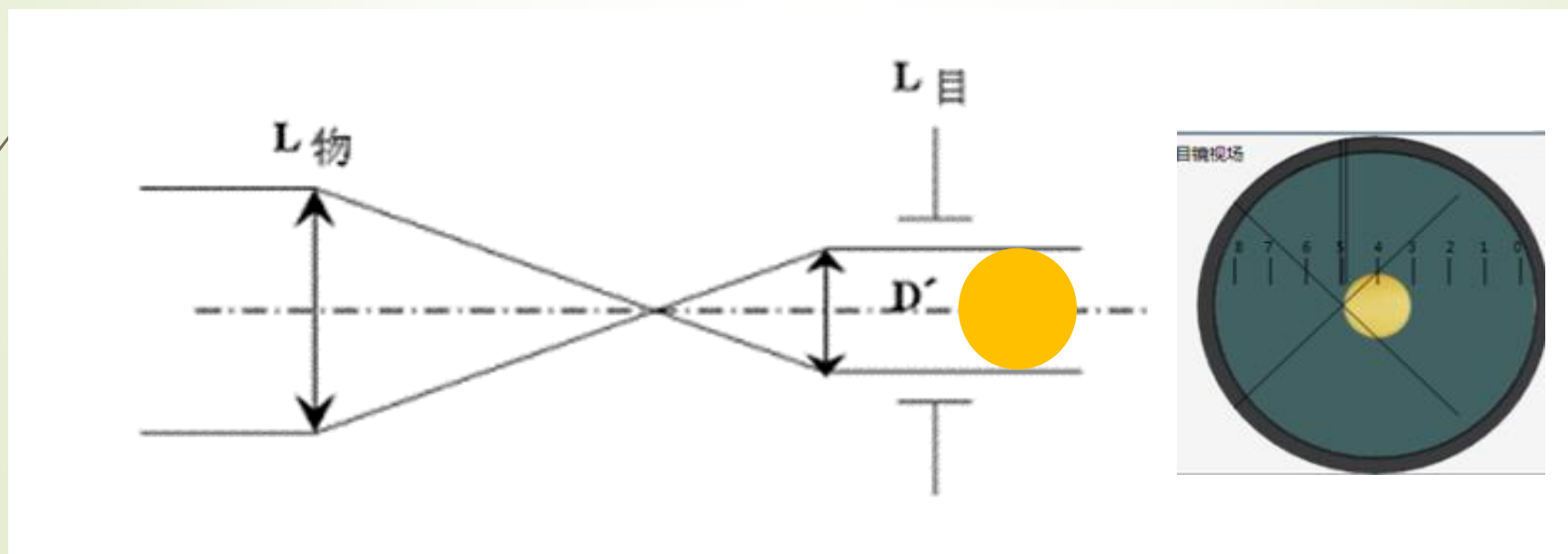


图2 望远镜出瞳 D' 测量原理图

3.出瞳距离的测量

如图3所示，在用测量显微镜测出瞳 D' 的大小时，记下测量显微镜在光具座导轨上的位置A，再移动测量显微镜对望远镜目镜后表面成像（看清望远镜目镜后表面灰尘或缺陷），记下此时测量显微镜在导轨上的位置B，两位置差即为出瞳距 p' 。

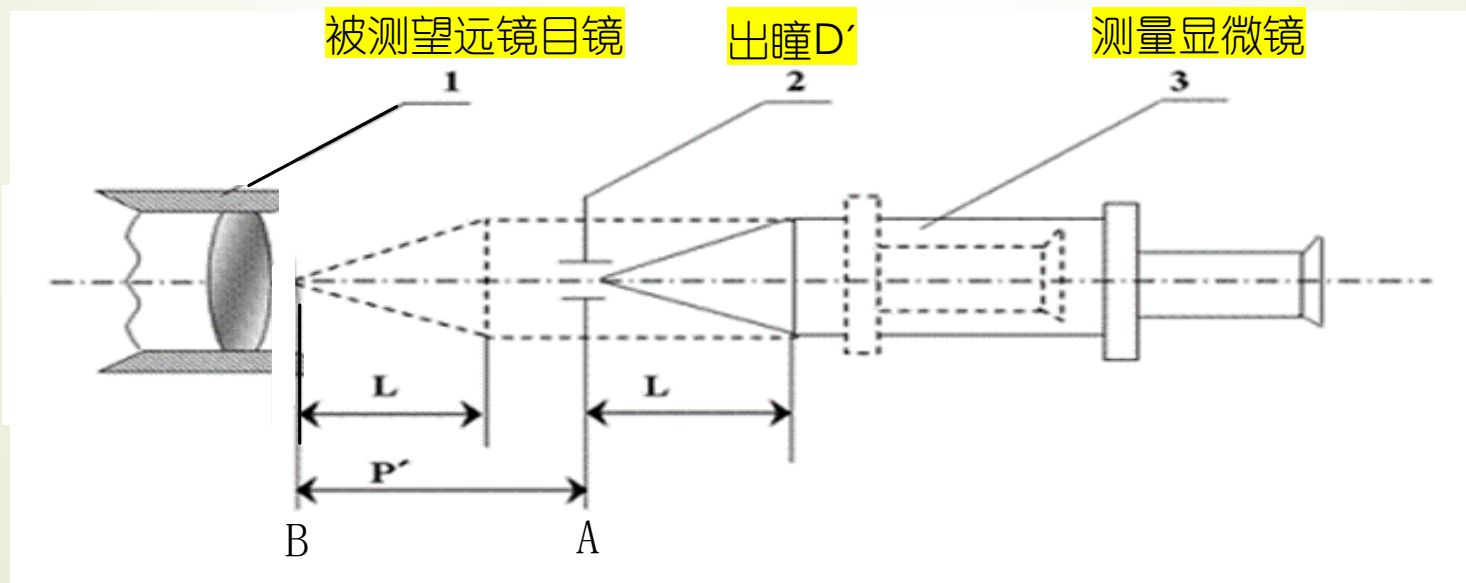


图3 望远镜出瞳 D' 测量原理图

4.望远镜放大率的计算

放大率

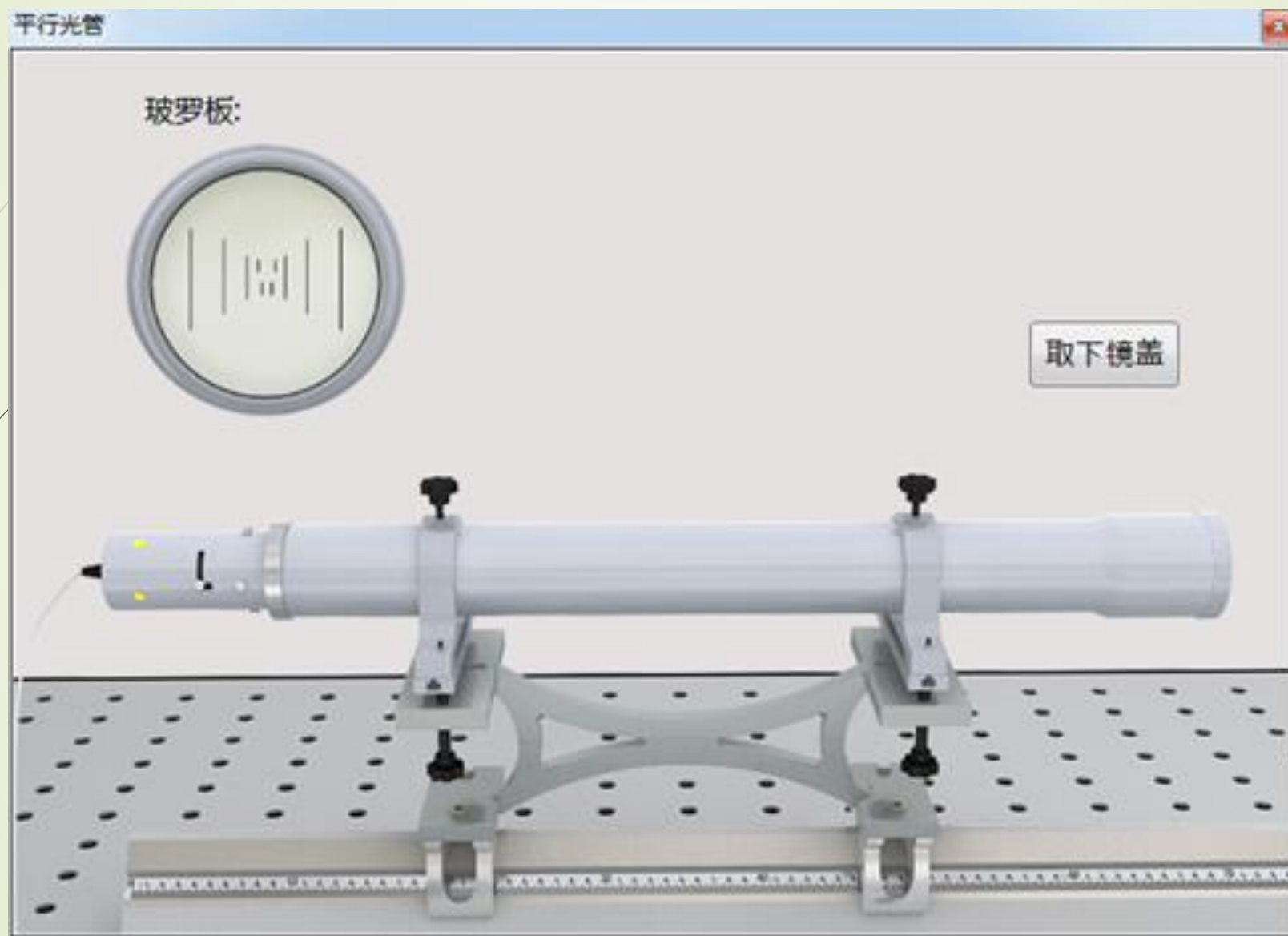
$$r = \frac{D}{D'}$$

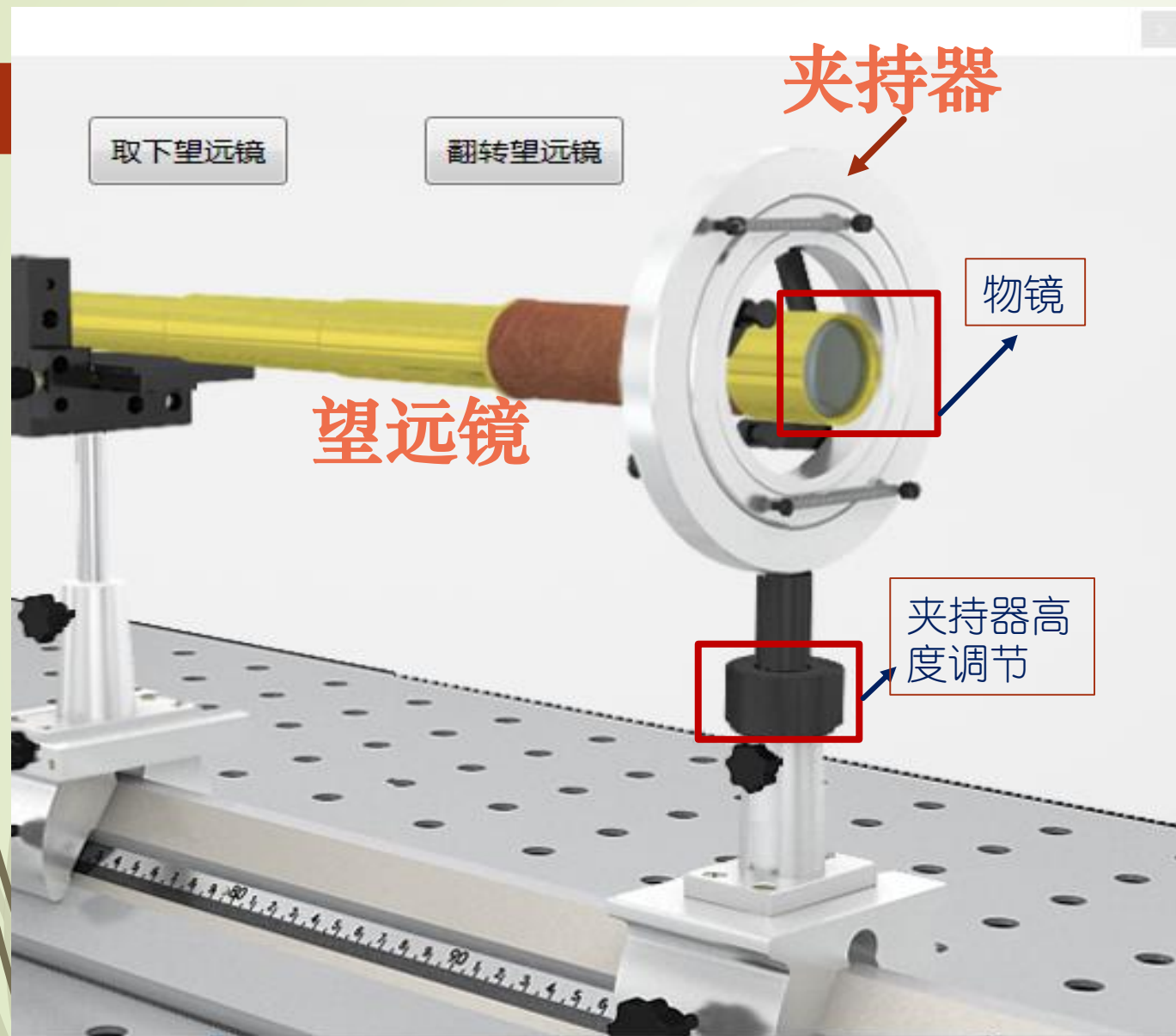


实验仪器：

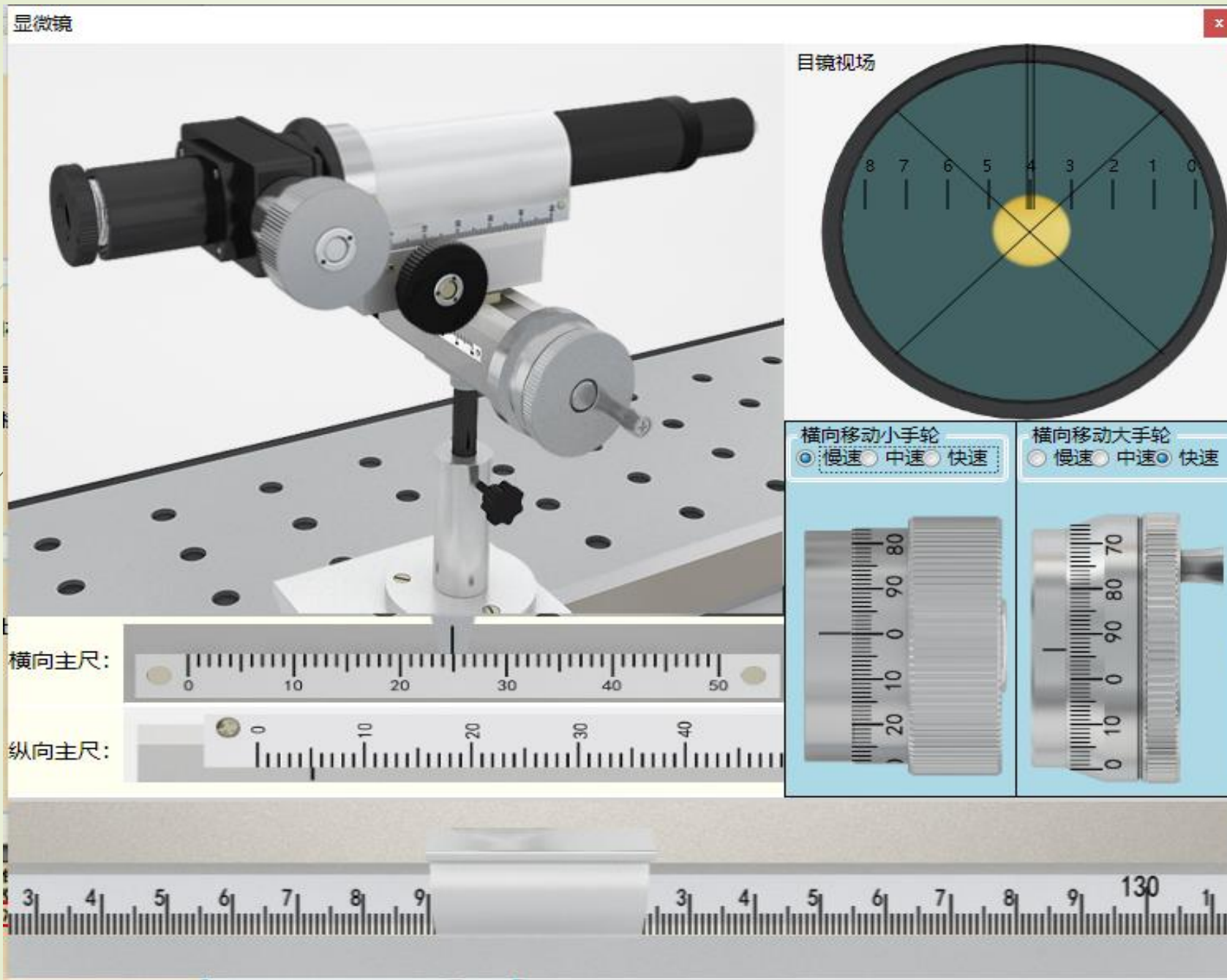
1. 平行光管
2. 被测望远镜
3. 望远镜夹持器
4. 测量显微镜
5. 导轨
6. 台灯

平行光管





测量显微镜



台灯



实验步骤：

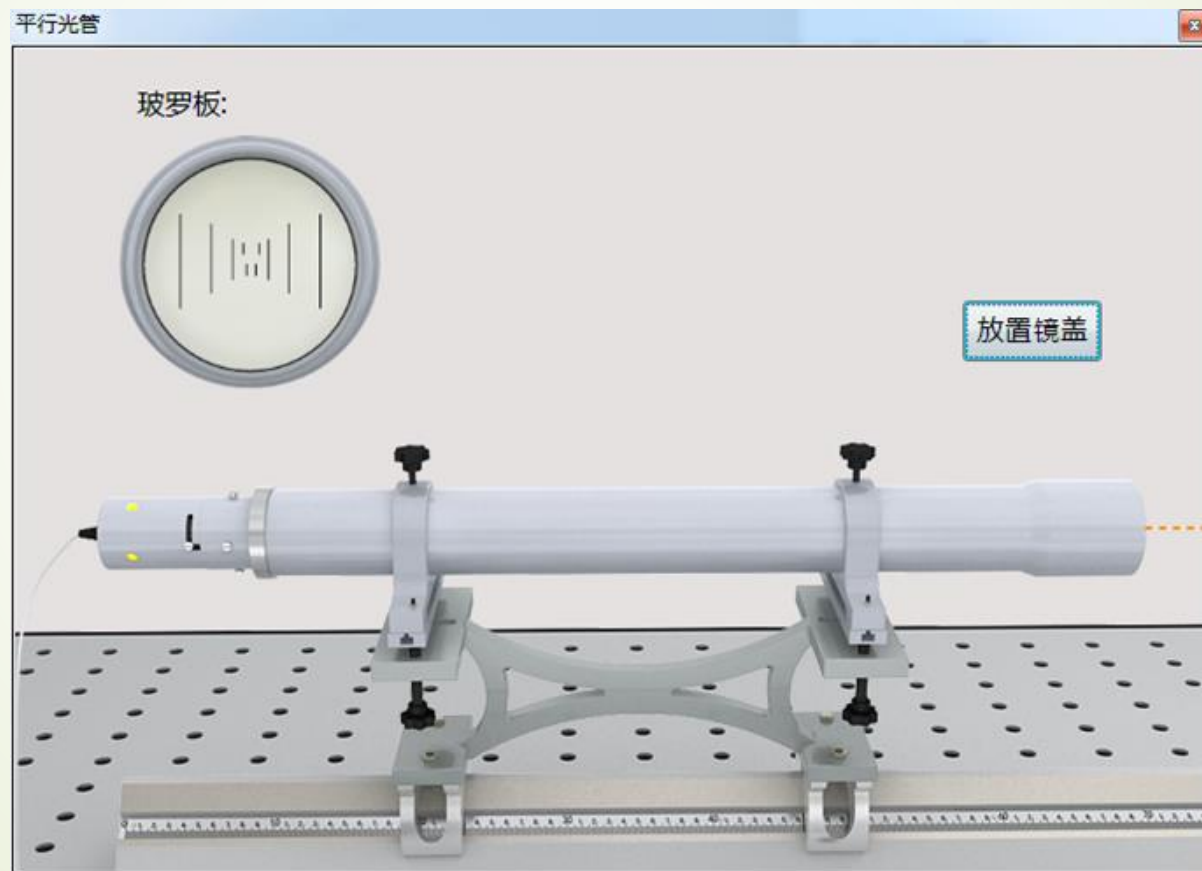
1. 调节测量显微镜

(1) 删除望远镜组件

用鼠标指向望远镜组件，按delete键，将望远镜组件移回仪器栏。如图所示：



(2) 取下平行光管镜头盖
双击打开平行光管的大视图，点击“取下镜盖”，平行光管的镜头盖消失，红色光束发出，如图所示：



(3) 调节测量显微镜目镜视度

双击打开显微镜的大视图，调节**目镜旋钮**，使十字叉丝、分划板刻线清晰；

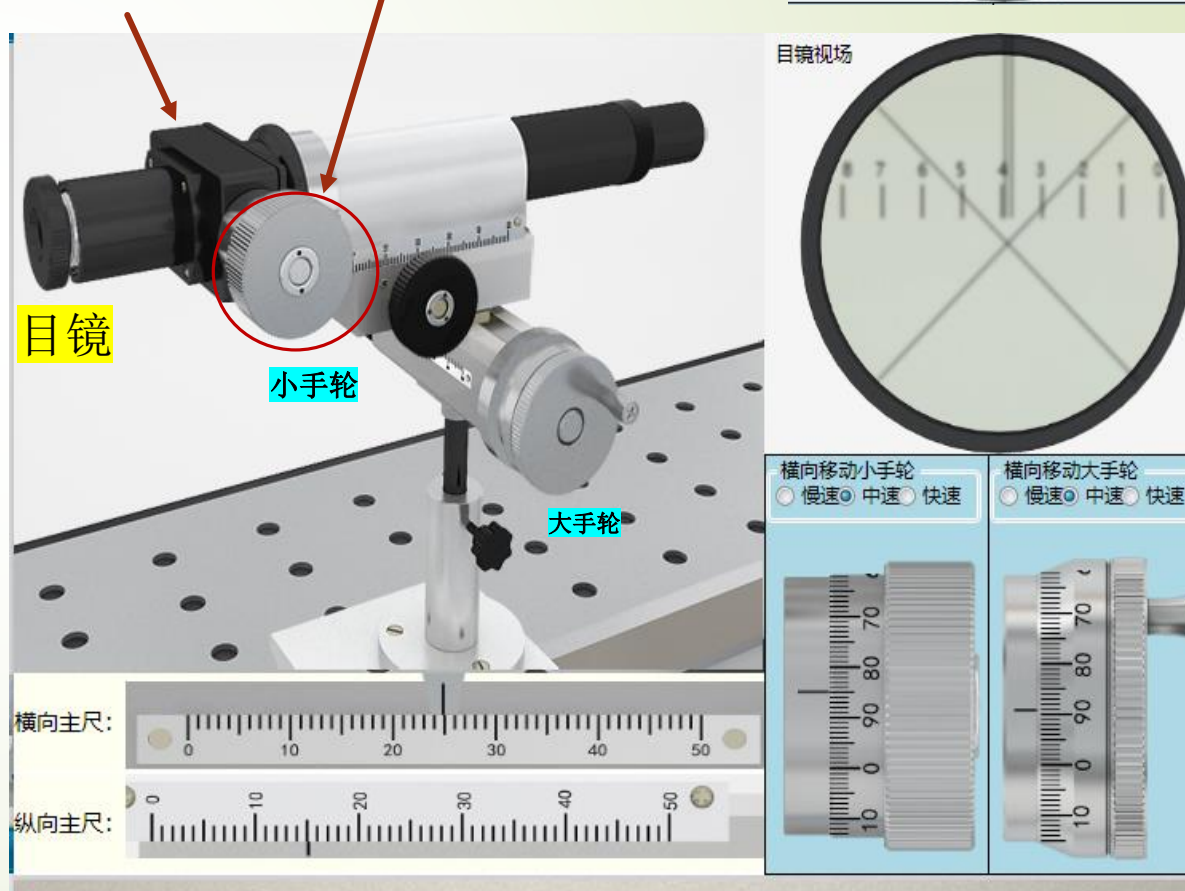
转动测量显微镜横向移动小手轮，使双刻线移动至分划板刻线“4”的位置，即十字叉丝交点处于测量显微镜光轴上。如图所示：

特别注意：大视图上的显微镜和实验台上的显微镜朝向相反！！



固定分划板
(0-8mm刻度)、
活动分划板
(十字叉丝)
所在位置

转动显微镜**横向移动小手轮**，能在目镜视场中观察到十字叉丝的移动。



(4) 调节测量显微镜光轴与平行光管光轴共轴。
(平台默认共轴，可略去本步骤)

共轴调节

1.按照“平行光管→测量显微镜”摆放光路，移动测量显微镜，转动显微镜目镜使图像清晰，从显微镜目镜中观察平行光管，**实验中，平行光管与测量显微镜已调节共轴：**

2. 按照“平行光管→透镜支架→测量显微镜”摆放光路，从支架上取下望远镜，转动显微镜目镜分划板横向移动小鼓轮，使得活动分划板叉丝放到固定分划板4的位置，调节显微镜横向移动，调节夹持器上下移动，使得叉丝交点刚好处于夹持器中心。

完成操作请点击

确认光路

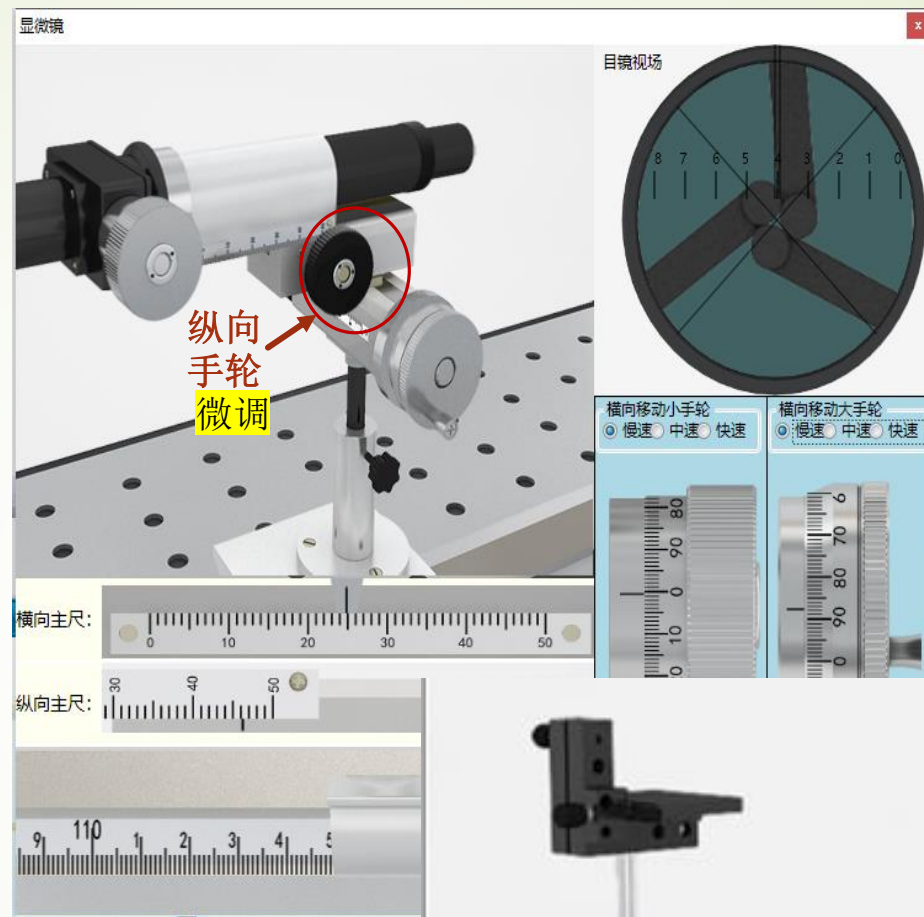
2. 调节透镜夹持器与测量显微镜共轴

(1) 将望远镜组件放置在导轨上

鼠标选中仪器栏中的望远镜组件，将其放置在导轨上适当位置，在望远镜组件大视图中，点击“取下望远镜”。如图所示：



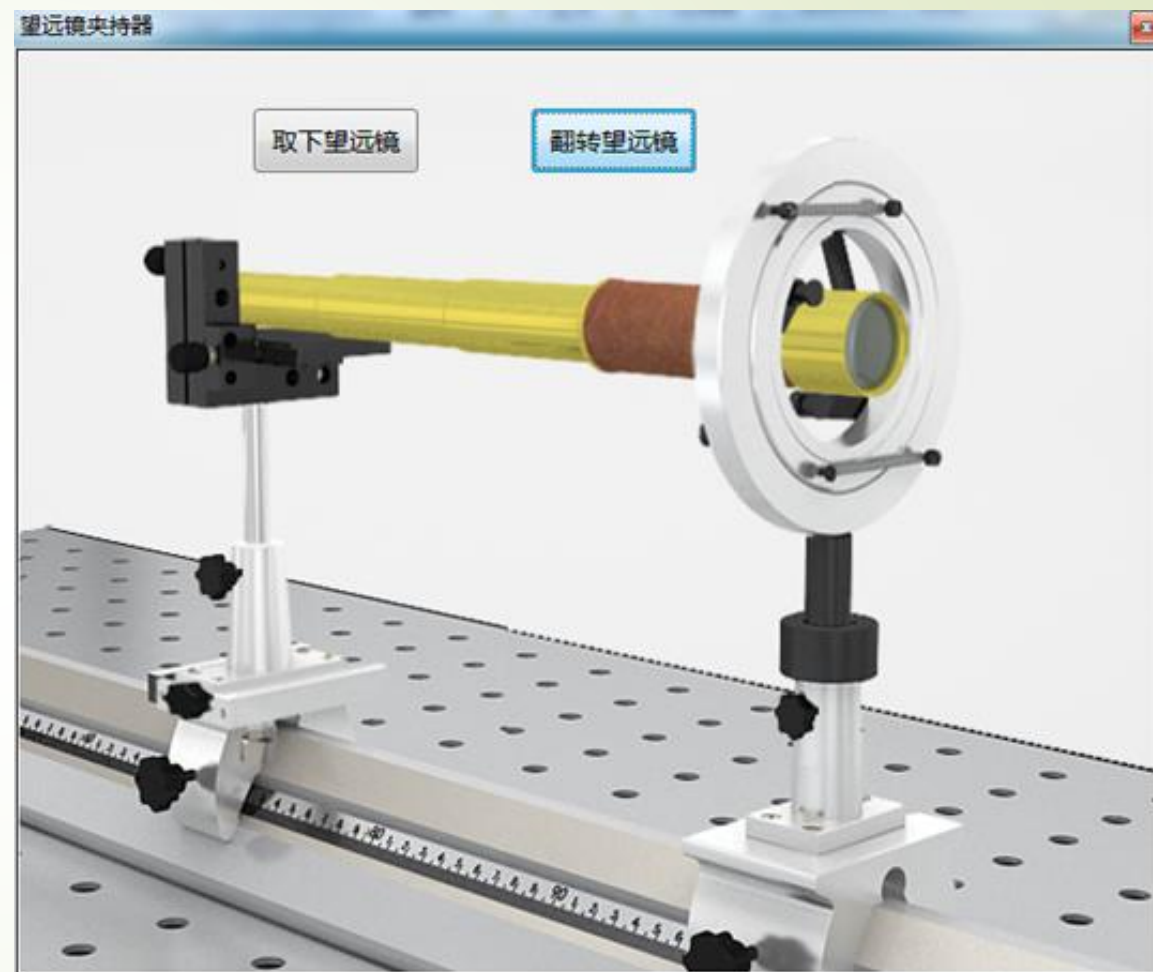
(2) 点击移动实验台上测量显微镜在导轨上的位置（粗调），使得显微镜目镜视场中望远镜夹持器的三爪由模糊变清晰，再调节显微镜纵向手轮（微调），使视场中能看到最清晰的夹持器三爪。调节透镜夹持器高度（必要时可调节测量显微镜横向大手轮），使十字叉丝交点位于三个相切圆的中心。如图所示：



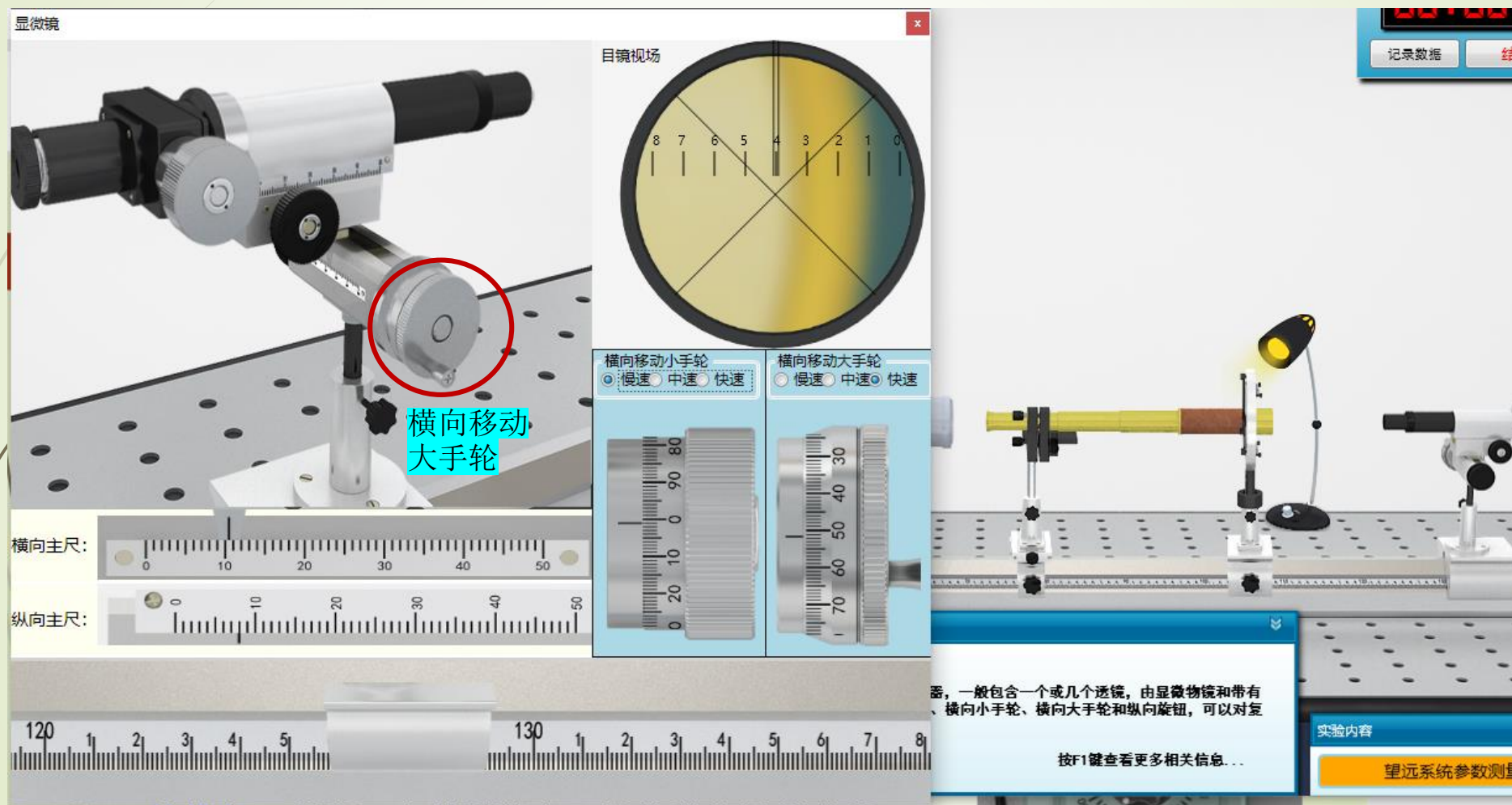
3. 测量望远镜入瞳直径

(1) 点击望远镜夹持器，放置望远镜，使望远镜物镜朝向测量显微镜。如图所示。

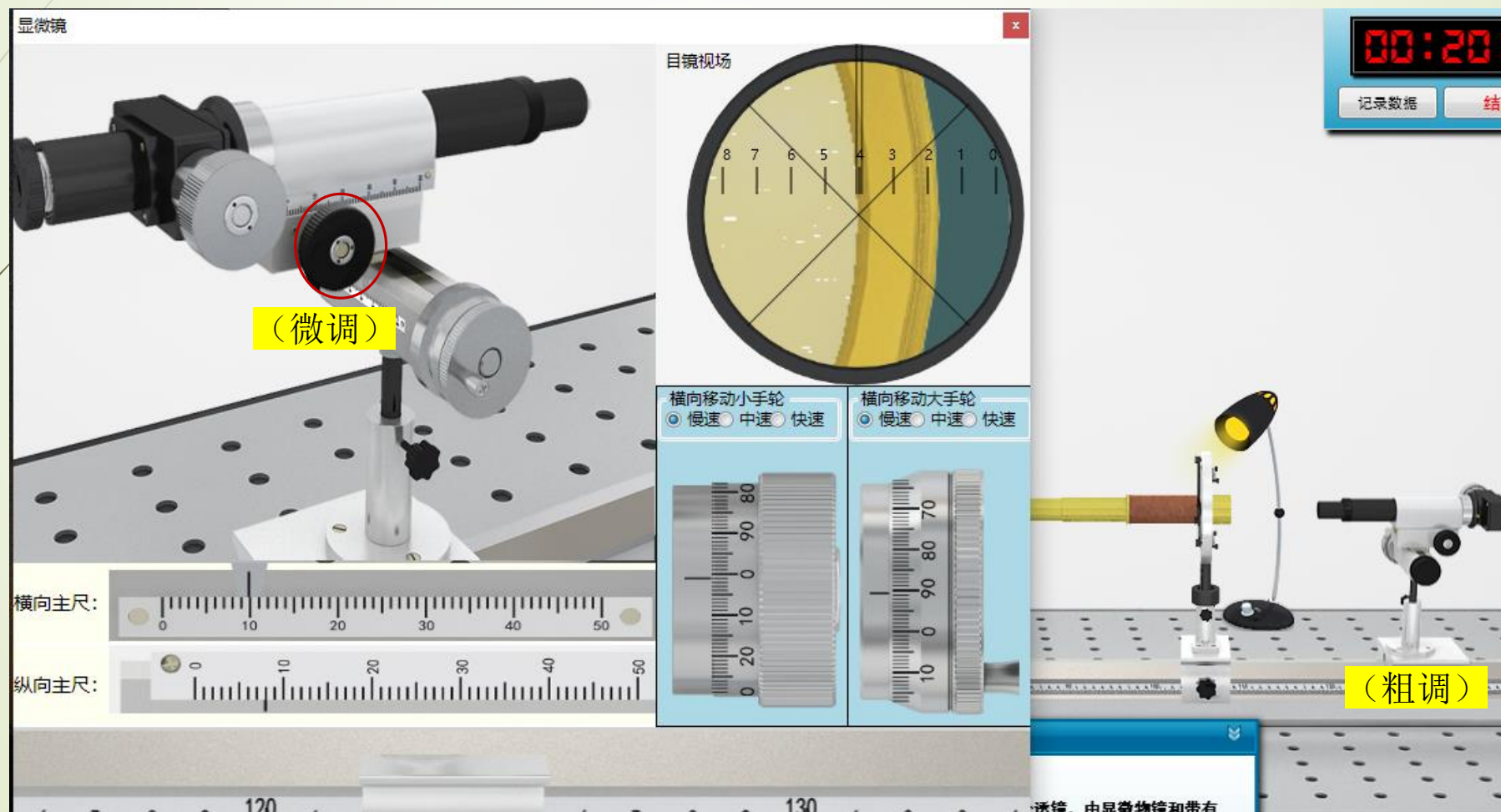
盖上平行光管镜头盖，双击台灯，在台灯大视图中，将台灯打开，照亮望远镜物镜。



(2) 使用“快速”，调节测量显微镜**横向移动大手轮**，找到望远镜物镜模糊的边缘。



(3) 移动测量显微镜在导轨上的位置 (粗调)，使望远镜物镜边缘由模糊变清晰，调节显微镜纵向手轮 (微调)，使目镜视场中能看到最清晰的边缘。如图所示：



(4) 调节测量显微镜横向移动大手轮，使十字叉丝交点与物镜直径边缘相交（**注意叉丝交点的测量位置**），记录测量显微镜位置 X_1 ；反向调节测量显微镜横向移动大手轮，使十字叉丝交点与物镜另一侧直径边缘相交，记录测量显微镜位置 X_2 ，如图所示：

- 注意：**
1. 实验平台中显微镜横向读数方法较为复杂且非必须，本实验不采用。见下图；
 2. 调节显微镜横向移动大手轮的简化读数方法：横向主尺读数+横向移动大手轮读数。
以下图为例，读数为**39.857mm**，平台要求以**cm**为单位填入；
 3. 手轮刻度看不清？巧用“win + “桌面放大镜”。

数据表格

实验步骤：

- 1、打开平行光管电源，调整测量显微镜、透镜夹持器、平行光管共轴；
- 2、夹持望远镜，且使物镜与测量显微镜相对，测量物镜外框的直径；
- 3、反转望远镜180°，观察出瞳亮斑并测量其直径；
- 4、记录观察出瞳的位置A，记录观察目镜后表面的位置B，两位置差即为出瞳距。

共轴调节

1. 按照“平行光管→测量显微镜”摆放光路，使图像清晰，从显微镜目镜中观察平行光管，实验中，平行光管
2. 按照“平行光管→透镜支架→测量显微镜”摆放光路，使显微镜目镜分划板横向移动小鼓轮，使得活动分划板叉丝放到固定分划板4的位置，调节显微镜横向移动，调节夹持器上下移动，使得叉丝交点刚好处于夹持器中心。

完成操作请点击 确认光路

入瞳D的测量：

1. 夹持望远镜，且使物镜与测量显微镜相对，移动测量显微镜，使测量显微镜目镜中观察到模糊的图像，转动显微镜目镜，使图像清晰。
2. 转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝与望远镜物镜镜框左侧（或右侧）相交，并调节后支架位置，使两个交点与叉丝水平中心线对称，即物镜镜框中心与叉丝中心处于同一水平线上。
3. 转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准望远镜物镜镜框左侧（或右侧）边缘，记录此时显微镜横向读数位置 X_1 ，（显微镜横向读数=分划板读数+横向移动手轮读数+横向主尺读数）。✗
4. 转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准望远镜物镜镜框另一侧的边缘，记录此时显微镜横向读数位置 X_2 。

显微镜横向读数位置 X_1 (cm) =

显微镜横向读数位置 X_2 (cm) = 39.875mm=3.9875cm

放大镜

100% 视图

目镜视场

实验已经进行：
02:26
记录数据 结

横向移动小手轮
☒ 慢速 ☐ 中速 ☐ 快速

横向移动大手轮
☒ 慢速 ☐ 中速 ☐ 快速

横向主尺

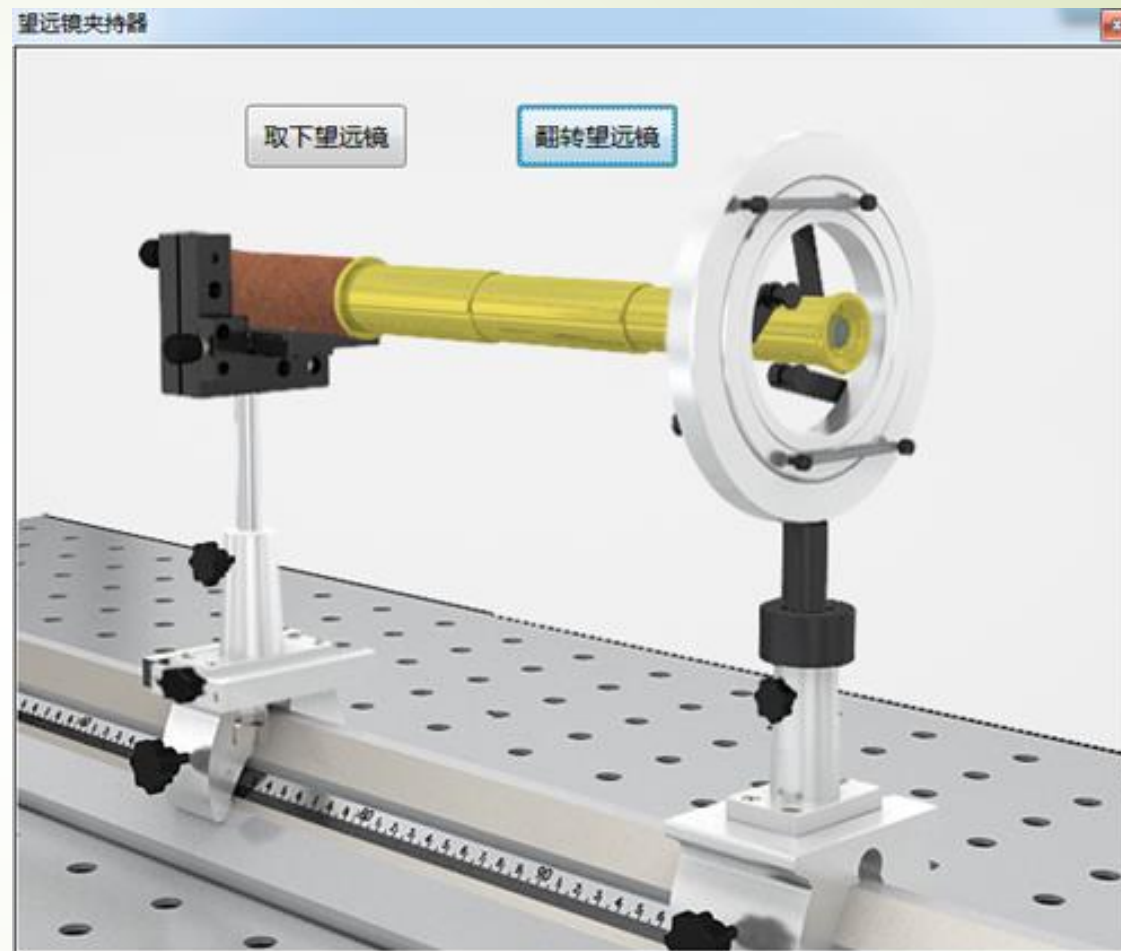
纵向主尺

关闭

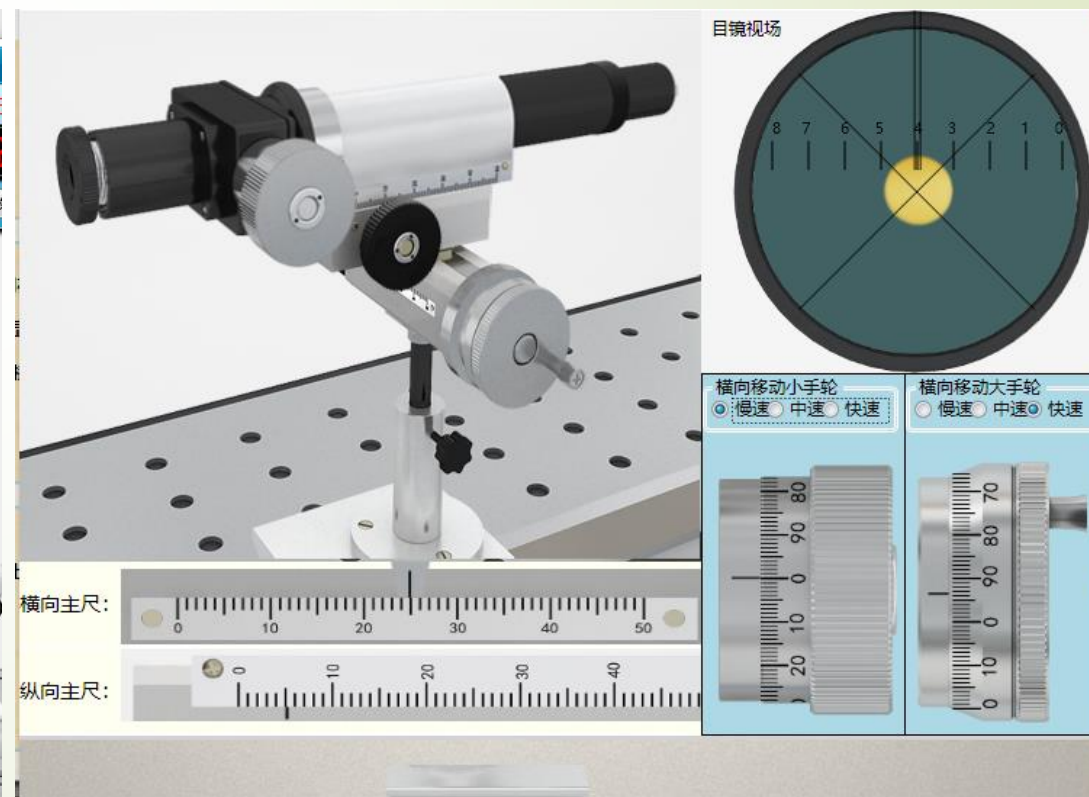
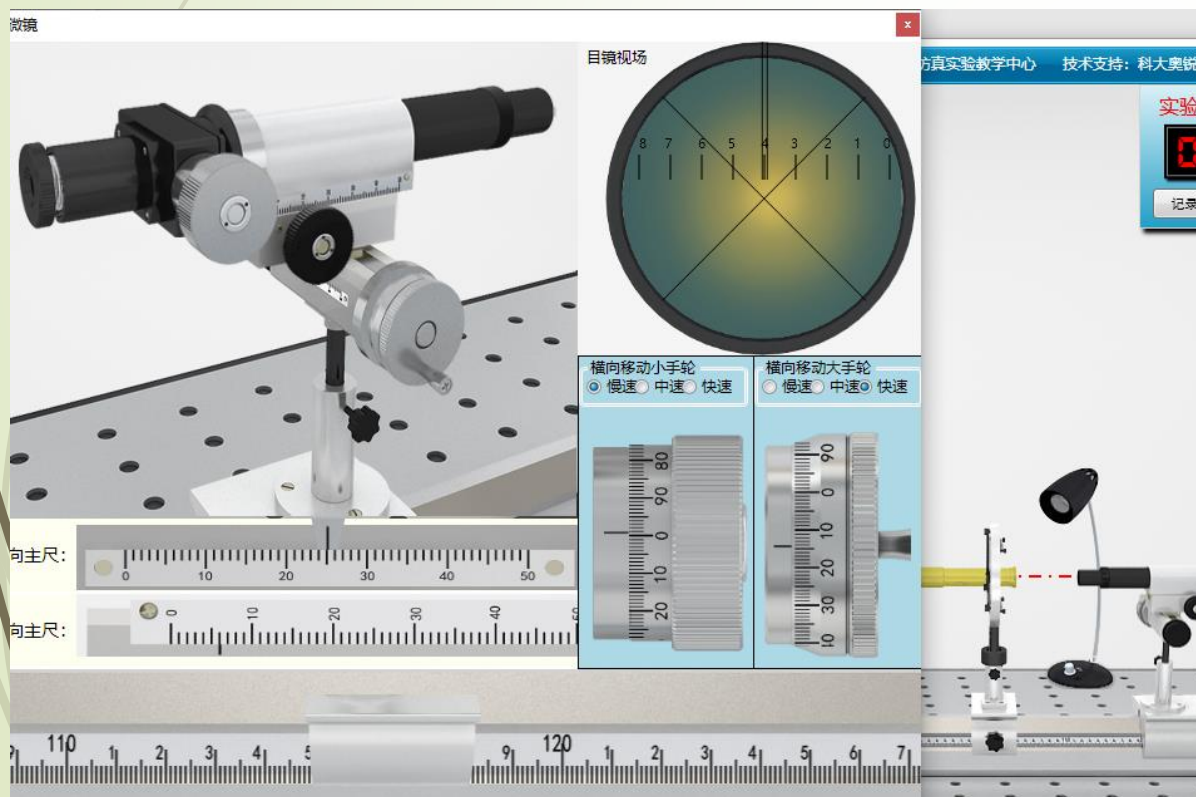
4. 测量望远镜出瞳

(1) 在望远镜夹持器大视图中，点击“翻转望远镜”，使望远镜目镜朝向测量显微镜，如图所示。

注意：关闭台灯，打开平行光管镜头盖。

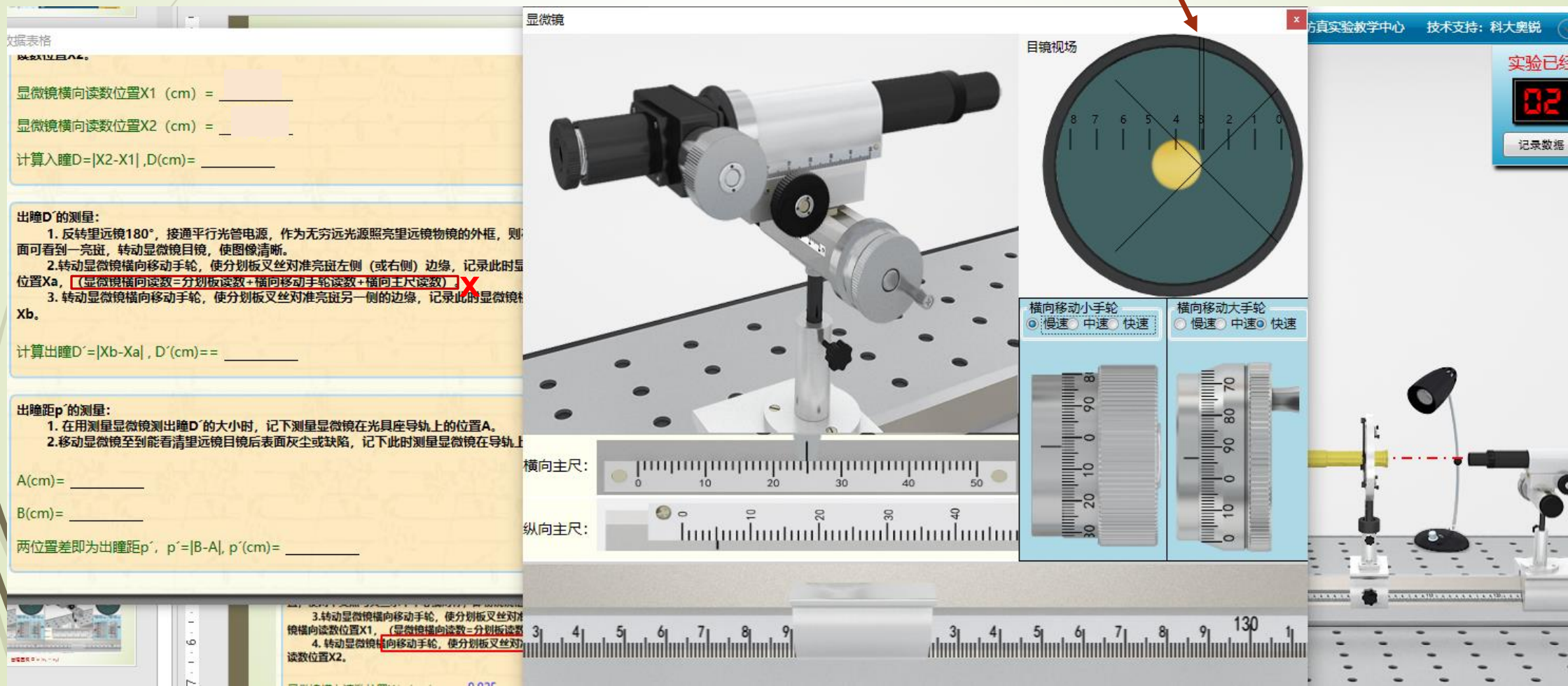


(2) 使用“快速”，调节测量显微镜横向移动大手轮，使目镜视场观察到模糊的出瞳像。移动测量显微镜在导轨上的位置（粗调），使出瞳像由模糊变清晰，调节显微镜纵向手轮（微调），使目镜视场中看到最清晰的出瞳像。通过调节望远镜支架水平移动、竖直升降旋钮（本仿真实验中，出瞳像位置很好，一般可不调支架），“慢速”调节测量显微镜横向移动大手轮，使出瞳像居目镜视场中心。如图所示：



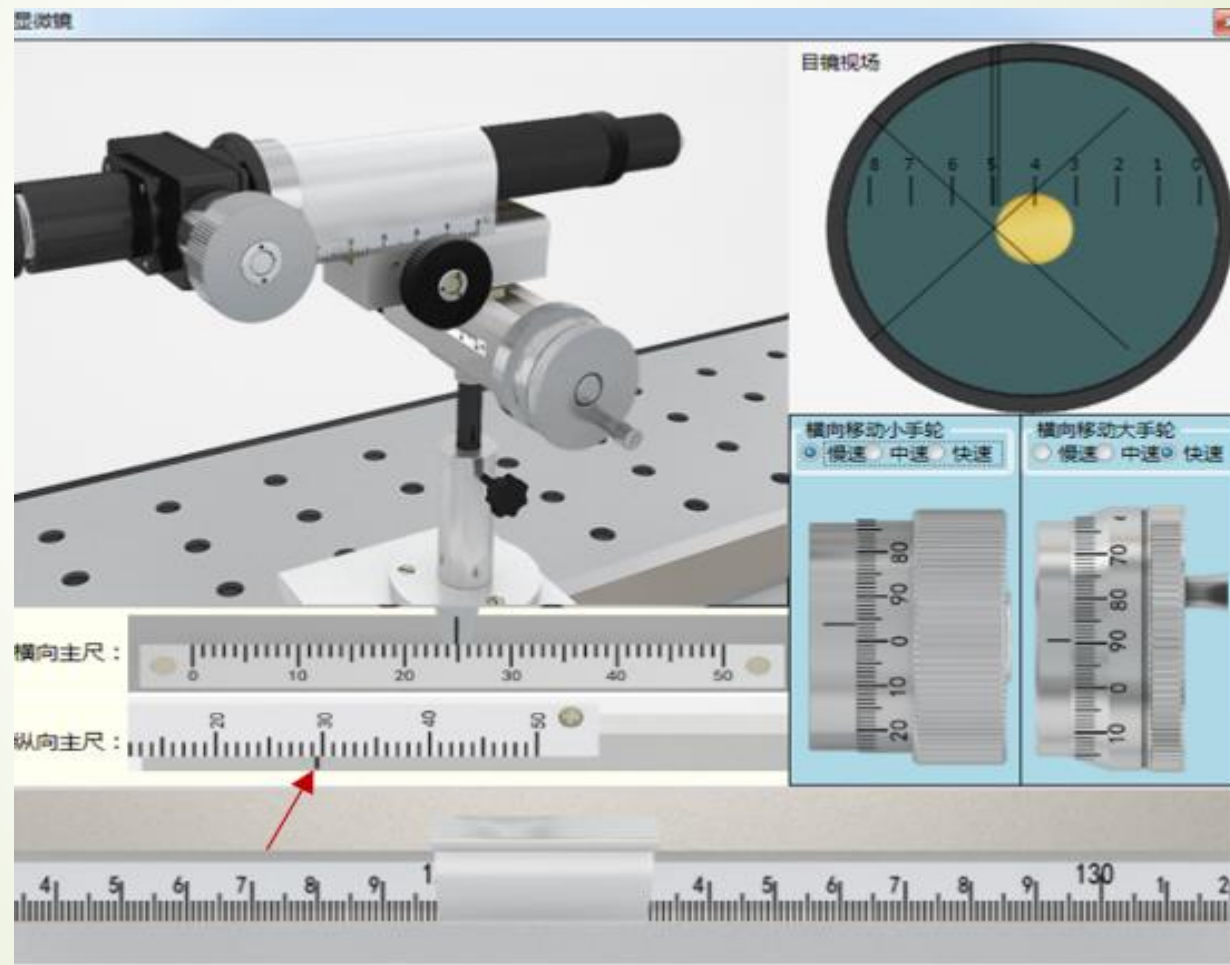
(3) 调节测量显微镜横向移动**小手轮**，使十字叉丝交点与出瞳直径一侧相交，记录此时十字叉丝位置读数 X_a ；十字叉丝交点与出瞳直径另一侧相交时，记录位置读数 X_b 。如图所示。

调节显微镜横向移动小手轮的简化读数方法：分划板读数（双刻线所夹刻度）+ 横向移动小手轮读数），以下图为例：读数为3.028mm。

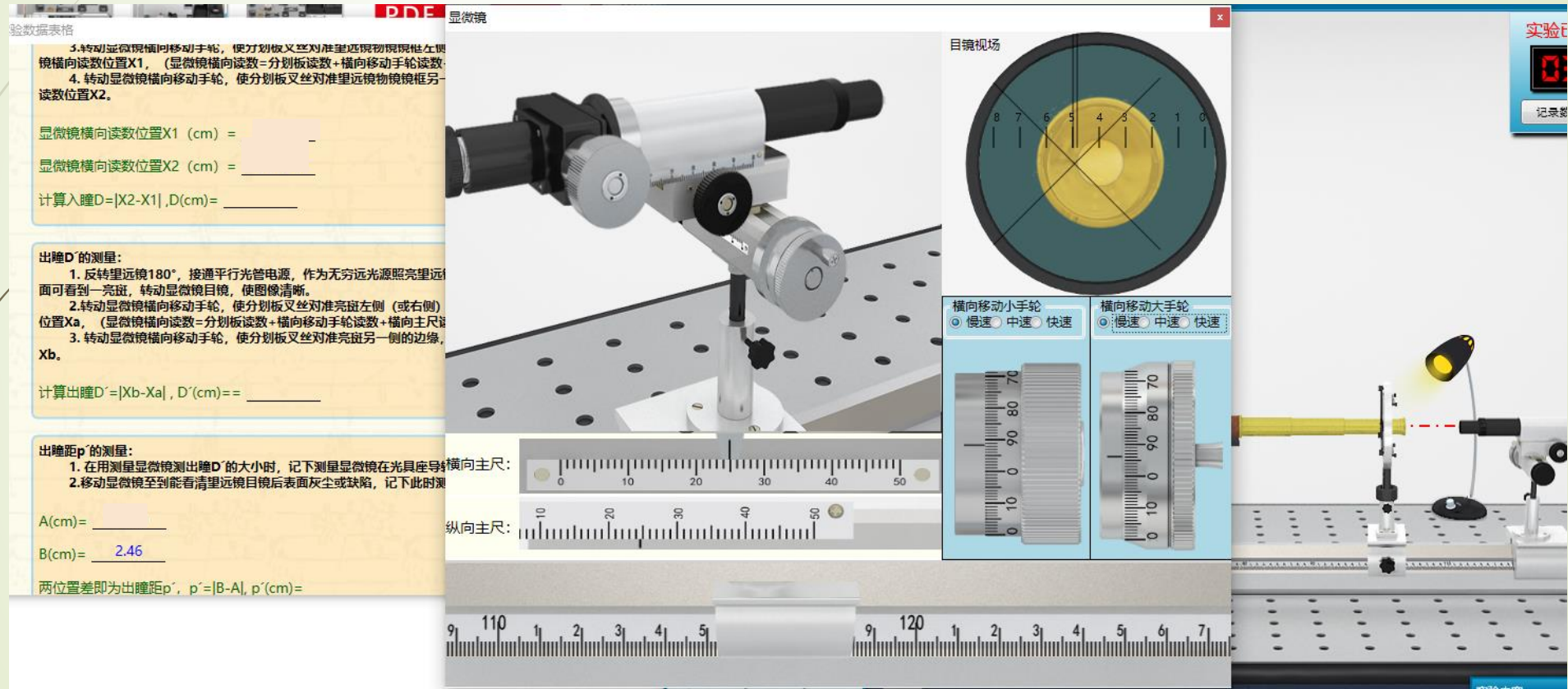


5. 测量望远镜出瞳距

(1) 保持测量显微镜在导轨上位置不变，读取测量显微镜纵向主尺读数A，如图所示：



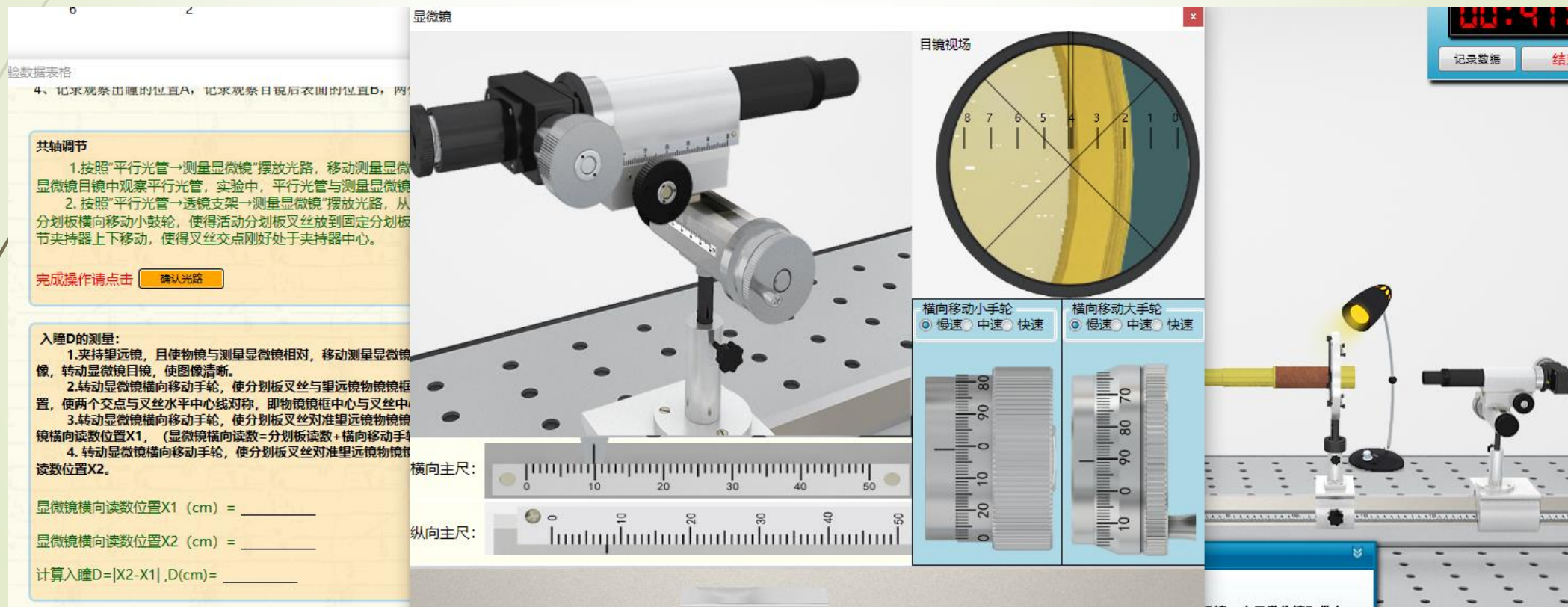
(2) 盖上平行光管镜头盖，双击台灯，在台灯大视图中，将台灯打开，照亮望远镜目镜，调节测量显微镜纵向移动手轮，**向望远镜方向移动**，当显微镜目镜视场中出现清晰的望远镜目镜表面的像时，记下测量显微镜纵向主尺读数**B**，如图所示：



思考：本实验望远镜出瞳距约为2厘米。若A点位置读数<2厘米，则在显微镜纵向距离可调范围内无法找到望远镜目镜清晰的像，此时，应如何测量出瞳距？

截图要求：

1. 入瞳直径测量，截图含显微镜大视图、目镜视场中清晰的望远物镜边缘、实验台右侧测量状态、数据表含两端点的测量值，仪器状态和第二个端点的测量结果相符。



2.出瞳直径测量，截图含显微镜大视图、目镜视场中清晰的出瞳像、实验台右侧测量状态，计算并填入出瞳距。

验数据表格

3.转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准望远镜物镜框左侧（或右侧）边缘，记录此时显微镜横向读数位置X1。（显微镜横向读数=分划板读数+横向移动手轮读数+横向主尺读数）

4.转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准望远镜物镜框另一侧的边缘，记录此时显微镜横向读数位置X2。

显微镜横向读数位置X1 (cm) =

显微镜横向读数位置X2 (cm) =

计算出瞳D=|X2-X1|, D(cm)=

出瞳D'的测量：

1. 反转望远镜180°，接通平行光管电源，作为无穷远光源照亮望远镜物镜的外框，面可看到一亮斑，转动显微镜目镜，使图像清晰。
2. 转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准亮斑左侧（或右侧）边缘，记录此时位置Xa。（显微镜横向读数=分划板读数+横向移动手轮读数+横向主尺读数）。
3. 转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准亮斑另一侧的边缘，记录此时显微镜横向读数Xb。

计算出瞳D'=|Xb-Xa|, D'(cm)=

出瞳距p'的测量：


1. 在用测量显微镜测出瞳D'的大小时，记下测量显微镜在光具座导轨上的位置A。
2. 移动显微镜至到能看清望远镜目镜后表面灰尘或缺陷，记下此时测量显微镜在导轨上的位置B。

A(cm)=

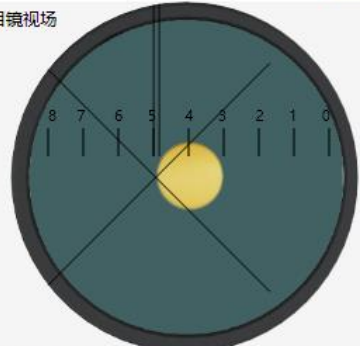
B(cm)=

两位置差即为出瞳距p'，p'=|B-A|, p'(cm)=

显微镜



目镜视场



横向移动小手轮 ☐ 慢速 ☐ 中速 ☐ 快速

横向移动大手轮 ☐ 慢速 ☐ 中速 ☐ 快速

横向主尺：0 10 20 30 40 50

纵向主尺：0 10 20 30 40 50

3 4 5 6 7 8 9 130 1

实验内容

望远系统

3.出瞳距测量，截图含显微镜大视图、目镜视场中清晰的望远镜目镜像、实验台右侧测量状态、数据表含A、B位置的测量值，仪器状态和B点的测量结果相符。

实验数据表格

5. 转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准望远镜物镜视场左侧镜筒读数位置X1，（显微镜横向读数=分划板读数+横向移动手轮读数）

4. 转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准望远镜物镜视场右侧读数位置X2。

显微镜横向读数位置X1 (cm) = _____

显微镜横向读数位置X2 (cm) = _____

计算出瞳D=|X2-X1|, D(cm)= _____

出瞳D'的测量:

1. 反转望远镜180°，接通平行光源电源，作为无穷远光源照亮望远镜，可看到一亮斑，转动显微镜目镜，使图像清晰。
2. 转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准亮斑左侧（或右侧）位置Xa，（显微镜横向读数=分划板读数+横向移动手轮读数+横向主尺读数）
3. 转动显微镜横向移动手轮，使分划板叉丝对准亮斑另一侧的边缘，Xb。

计算出瞳D'=|Xb-Xa|, D'(cm)= _____

出瞳距p'的测量:

1. 在用测量显微镜测出瞳D'的大小时，记下测量显微镜在光具座导轨横向主尺:
2. 移动显微镜至能看清望远镜目镜后表面灰尘或缺陷，记下此时测

A(cm)= _____

B(cm)= 2.46

两位置差即为出瞳距p', p'=|B-A|, p'(cm)= _____

显微镜

目镜视场

横向移动小手轮
☒ 慢速 ☐ 中速 ☐ 快速

横向移动大手轮
☒ 慢速 ☐ 中速 ☐ 快速

纵向主尺

实验内容

数据处理：

计算望远镜的入瞳直径、出瞳直径、出瞳距离、放大率。