

人眼对望远镜观察视差的影响及改进

阎 兴 华

(基础部)

摘要 本文通过分析推导出了在物理实验中使用测量望远镜和读数显微镜中经常出现的视差,并给出了简单易行的改进方法。

关键词 望远镜,视差,改进

1 引言

在用分光计测光波波长、读数显微镜测牛顿环曲率半径等实验中,绝大部分学生在操作测量望远镜和读数显微镜时,由于没有将视差减小到最小程度,使实验数据的误差较大。光学仪器的设计虽然已经考虑到人眼的特点,但人眼焦距的可调性必然成为测量的主要视差因素。本文通过进行实例分析得出了人眼焦距的可调性对视差的影响,并利用人眼焦距的可调性将视差减小到最小限度。

2 分析

2.1 望远镜的结构原理

望远镜主要由物镜和目镜组成,如图1所示。为了调节和测量,物镜和目镜之间装有叉丝,叉丝固定在B筒上,目镜装在B筒中沿B筒前后滑动以改变目镜与叉丝的距离,使叉丝能调到目镜的焦平面上。物镜固定在A筒另一顶端,本身是消除色差的复合正透镜。筒B可沿筒A滑动,以改变叉丝与物镜间的距离,使叉丝既能调节到目镜焦平面上又能同时调到物镜焦平面上。目镜有高斯目镜和阿贝目镜,高斯目镜如图1(a)所示。

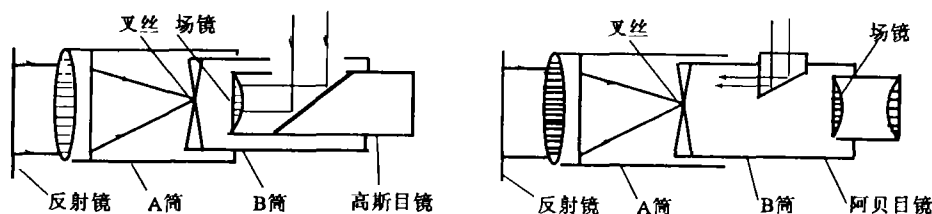


图1 望远镜的结构原理

在它的场镜与接目镜之间有一片与镜筒成 45° 角的薄玻璃片,玻璃片上方镜筒上开有小窗,光从小窗入射,经玻璃片反射将叉丝全部照亮。阿贝目镜如图1(b)所示,在目镜与叉丝间装了一个反射小三棱镜,由目镜望去,这小三棱镜将叉丝上半部遮住,故只能看到叉丝下半部。

收稿日期: 1996-11-08

2.2 人眼造成视差的原因

人眼中的晶状体相当于一面凸透镜，视网膜相当于成象的接收屏幕，所以观察物体时，可通过睫状肌调节晶状体的曲率来改变其焦距，使其被观察物成象在视网膜上，所以人用眼睛可看清不同距离的物体。但焦距变化，像的清晰度也随之变化，因此，只有在两物体距离相同时才能同时看清。

在物理实验中使用的光学仪器如读数显微镜、测量望远镜等的光路如图 2 所示。

图 2 中 MP 为分划板， $M'P'$ 为分划板经目镜后所成的虚像， L 为等效物镜， L' 为等效目镜， AB 为远处的物经物镜后所成的实像， $A'B'$ 为 AB 经目镜后所成的虚像。当使用望远镜观察时，由于望远镜的物镜和目镜焦距可调，而且人眼焦距也可调，所以 $A'B'$ 和 $M'P'$ 可不在同一个像平面内，当从望远镜内看物清晰时分划板模糊，分划板清晰时物模糊，有时两者的清晰度差不多，有时还发现人眼上下移动时，物和分划板存在相对位移，这种现象就是所谓视差。实际测量时人眼是测量系统光路中的一部分，人眼焦距的可调，视网膜又是最终成像的位置，所以在观察物体时已不知不觉地改变了焦距，使不同距离所适应范围内的物体都能清晰地成象在视网膜上所产生。

3 消除人眼视差的方法

产生视差的原因是人眼焦距的可调性使物的像和分划板的像不在同一个像平面上，并且，人眼的明视距离为人眼的最佳适应工作距离，若能设法使人眼在整个测量过程中疲劳程度减少到最低，最后达到物的像和分划板的像能在同一个像平面上即能消除视差。根据经验，可采用如下的改进方法来消除人眼对视差的影响，能够提高测量精度。

1 首先固定人眼焦距，使人眼始终注视着一个固定点，即始终看着望远镜和读数显微镜的分划板。

2 调节目镜焦距使分划板的像达到最清晰，并使此时分划板的像成像在人眼明视距离的最佳工作状态附近。

3 调节测量望远镜和读数显微镜的物距和物镜焦距，使观察分划板的同时物也能清楚，并且眼睛上下（或左右）移动时，物和分划板的像没有相对位移存在。

4 调节物体和目镜的焦距，并根据不同视力固定人眼焦距，使物的像和分划板的像在同一个像平面上。

5 改进后的调节光路如图 3 所示，

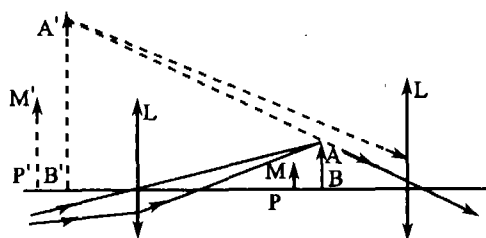


图 2 读数显微镜、测量望远镜的光路

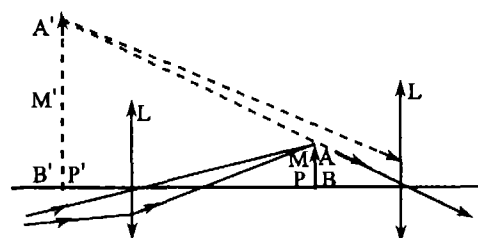


图 3 改进后的光路图

对人眼来讲物的像 $A'B'$ 和分划板经目镜后所成的虚像 $M'P'$ 则是在同一个物平面上，

并且经测量光学系统后物和分划板的像成像在同一个像平面上。因此, 无论眼睛如何移动, 物和分划板的像可同时清晰, 而且它们之间没有相对位移, 这样就可完全消除人眼对视差带来的影响。

4 改进前后实验数据的比较

用上述改进后的方法进行调节测量望远镜和读数显微镜时, 学生可在较短的时间内完成光学器件的调整, 使实验数据的误差大为减小, 而且学生在实验过程中能够从理论上认识理解视差产生的原因。以衍射光栅实验为例来分析一下改进前后的测量结果。改进前后的测量结果分别如表1和表2所示, 实验所用光源是汞灯, 光栅 600 条/mm, 实际波长是 $\lambda_{\text{兰紫}} = 4358\text{Å}$ 、 $\lambda_{\text{绿}} = 5461\text{Å}$ 、 $\lambda_{\text{黄(内)}} = 5770\text{Å}$ 。

表1 改进前的测量结果

谱线	级数 K	衍射角 α (五次平均值)	$\lambda = \frac{d}{K} \sin \alpha$	相对误差 $\Delta \lambda$
兰紫	1	$15^\circ 8' 30''$	4353.4Å	0.105%
绿	1	$19^\circ 6'$	5453Å	0.135%
黄(内)	1	$20^\circ 14' 30''$	5766.3Å	0.064%

表2 改进后的测量结果

谱线	级数 K	衍射角 α (五次平均值)	$\lambda = \frac{d}{K} \sin \alpha$	相对误差 $\Delta \lambda$
兰紫	1	$15^\circ 9' 30''$	4358.1Å	0.002%
绿	1	$19^\circ 7' 30''$	5460.5Å	0.009%
黄(内)	1	$20^\circ 15' 30''$	5770.8Å	0.014%

通过表1和表2可以看出, 改进后比改进前测量数据的精度平均提高了 0.031%。由于测量望远镜和读数显微镜在一般工程中应用较广, 我们利用上述改进方法, 向学生讲清原理, 使学生对产生视差的原因有比较清楚的认识, 并且此方法容易理解, 简单易行。因此, 能使不同视力的学生都能很好地完成实验数据的测量, 并使实验数据的误差减少到最小限度, 有助于实验精确度的提高, 起到了很好的实验效果。

参 考 文 献

- 1 丁锡芳. 物理实验. 北京:国防工业出版社, 1991
- 2 陈熙谋. 物理演示实验. 北京:高等教育出版社, 1982

Influence of Eyesight on the Parallax of Telescope and The Method for Improving Experiment Results

Yan Xinghua

(Department of Basic Courses)

Abstract Eyesight would causes parallax of telescope and / or reading microscope in some optical experiments. This paper discusses the reason of the influence and proposes a method for improving experiment results.

Key words Telescope, Parallax, Improvent