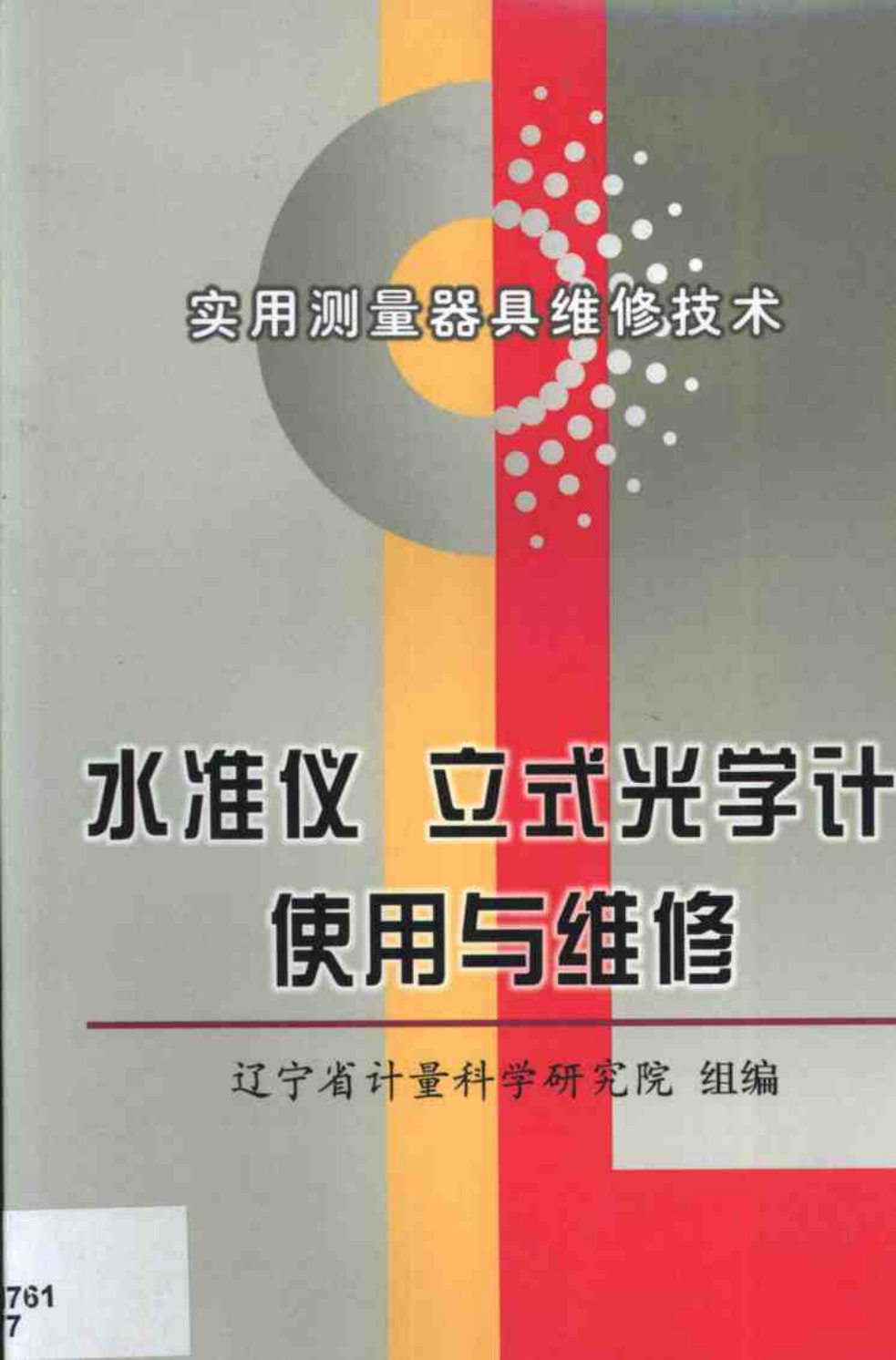




实用测量器具维修技术

水准仪 立式光学计 使用与维修

辽宁省计量科学研究院 组编

T11761
H77

水准仪、立式光学计 使用与维修

辽宁省计量科学研究院 组编

主 编 黄 涛

副主编 张文美

编 者 张 明 石作德 邵 晶



A1064776

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水准仪、立式光学计使用与维修/辽宁省计量科学研究所编. —北京: 中国计量出版社, 2002

(实用测量器具维修技术)

ISBN 7-5026-1674-8

I. 水… II. 辽… III. ①水准仪—使用 ②水准仪—维修
③光学计, 立式—使用 ④光学计, 立式—维修 IV. ①TH761
②TH741.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 063531 号

内 容 提 要

本书介绍了多种水准仪与立式光学计的基本原理及结构, 对仪器使用中常见故障进行了分析并介绍了排除方法。

本书可供有关测量器具的管理、使用、维修及检定人员参考, 也可作培训教材使用。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

E-mail jilxb@263.net.cn

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850 mm × 1168 mm 32 开本 印张 4 字数 102 千字

2002 年 10 月第 1 版

2002 年 10 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价: 12.00 元

目 录

第一章 水准仪概述

第二章 DS3 型水准仪

第一节 DS3 型水准仪的结构 (3)

- 一、瞄准系统/4
- 二、工作标准器/10
- 三、安平系统/15

第二节 DS3 型水准仪的拆卸 (24)

- 一、脚螺旋、压板、底板的拆卸/24
- 二、竖轴及水平制、微动机构的拆卸/25
- 三、微倾机构的拆卸/25
- 四、望远镜系统的拆卸/26
- 五、符合棱镜与管状水准器的拆卸/27
- 六、圆水准器的拆卸/28

第三节 DS3 型水准仪常见故障的判断与排除 (28)

- 一、望远镜系统故障的判断与排除/28
- 二、工作标准器系统故障的判断与排除/32
- 三、安平系统故障的判断与排除/34

第三章 DS1 型水准仪

第一节 DS1 型水准仪的结构 (40)

- 一、瞄准系统/41

二、工作标准器/54

三、安平系统/58

第二节 DS1 型水准仪的拆卸 (66)

一、脚螺旋、压板、底板的拆卸/66

二、竖轴及水平制、微动机构的拆卸/67

三、望远镜外管的拆卸/68

四、平行平板测微器的拆卸/68

五、测微读数系统的拆卸/69

六、望远镜系统的拆卸/69

七、微倾机构的拆卸/71

八、符合水准器系统的拆卸/71

九、粗安平水准器的拆卸/72

第三节 DS1 型水准仪常见故障的判断与排除 (72)

一、望远镜系统故障的判断与排除/72

二、平行平板测微器系统故障的判断与排除/74

三、工作标准器系统故障的判断与排除/74

四、安平系统故障的判断与排除/75

第四章 自动安平水准仪

第一节 自动安平水准仪的原理 (78)

一、自动安平的工作原理/78

二、补偿器的类型/78

第二节 DZS3—1 型自动安平水准仪的结构 (81)

一、望远镜系统/81

二、竖轴系/86

三、脚螺旋、压板、底板/86

四、补偿器/88

第三节 DZS3—1 型自动安平水准仪的拆卸 (90)

- 一、脚螺旋、压板、底板的拆卸/90
- 二、水平制、微动机构及竖轴系的拆卸/90
- 三、圆水准器的拆卸/91
- 四、望远镜系统的拆卸/91
- 五、补偿器的拆卸/92

第四节 DZS3—1 型自动安平水准仪常见故障的判断与排除 (93)

- 一、望远镜系统故障的判断与排除/93
- 二、竖轴及水平制、微动机构故障的判断与排除/94
- 三、脚螺旋、压板、底板故障的判断与排除/95
- 四、补偿器故障的判断与排除/95

第五章 立式光学计概述

第六章 JD3 型投影立式光学计

- 第一节 光学系统 (100)
- 第二节 仪器结构 (101)
- 第三节 常见故障的判断与排除 (103)
 - 一、投影屏上标尺像位置不正确/103
 - 二、“零位”调节范围不够/104
 - 三、标尺像的斜向运动/105
 - 四、标尺刻线像模糊/105
 - 五、光学计管零位漂移/106
 - 六、测量杆移动范围/106

第七章 LG—1 型立式光学计

- 第一节 光学系统 (108)
- 第二节 仪器结构 (109)
 - 一、目镜、分划板组/110
 - 二、棱镜调零机构/111

第三节 常见故障的判断与排除 (112)

- 一、目镜调焦时转动不灵活/112
- 二、入光棱镜的遮光和漏光/113
- 三、视差/114
- 四、标尺像不居中/115
- 五、测量杆移动范围不符合要求/116
- 六、仪器的示值误差超差/117
- 七、标尺像斜向运动/117
- 八、示值变动性超差/118
- 九、测力弹簧失效与修理/120
- 十、指标成像不在投影屏中央/121

水准仪概述

水准仪主要用于测量大地平面点之间的高低关系。它广泛地用于精密工程水准测量、地震测量、水利测量、建筑及大型机器安装测量等各个领域之中。

水准仪借助于仪器提供一条水平视线作为基准,以达到测量平面点之间高差的光学仪器。因国民经济建设对水准测量提出不同的准确度要求,按测量准确度的不同水准仪可分为普通型和精密型两大类。普通水准仪主要用于一般工程、地形测量和三、四等水准测量,具有结构比较简单、轻便的特点。精密水准仪主要用于一、二等水准测量和各种精密工程测量。水准仪按其结构原理分为微倾式水准仪和自动安平水准仪。目前,我国生产量大、使用广泛的是普通水准仪。

常用的微倾式水准仪按其准确度分为 DS1 型水准仪和 DS3 型水准仪,其望远镜和水准器是固定连在一起的,设有微倾机构和气泡符合棱镜系统,利用微倾螺旋使望远镜在竖直面内作微小的俯仰倾斜。当望远镜视准轴与水准器轴调整至互相平行,此时用微倾螺旋将管状水准器调整至气泡居中状态,视准轴提供一个视准线即水平线,即可观测读数。为提高视线水平的准确度,目前皆采用符合棱镜系统以提高水准气泡居中准确度。微倾式水准仪中的符合棱镜成像原理是利用两块符合棱镜,将管状水准器沿轴线方向切割成两半,将外半边的气泡端经符合棱镜的两次全反射和直角棱镜的一次全反射成像在直角棱镜上,利用放大镜观察。当旋转微倾螺旋,可以使管状水准器气泡两端的像成对称反射到符合棱镜上,则气泡成像是符合的,微倾式水准仪借助微倾螺旋将管状水准器气泡安置居中状态下进行工作。这种水准仪的精度比较稳定,抗震性能较好。

常用的自动安平水准仪为 DSZ3 型水准仪，是由补偿器代替管状水准器来实现仪器自动安平作用，观测者可快速获得所需要的水平视线。最新生产的自动安平水准仪主要在自动安平机构（补偿器）上有所改进，制作了各种形式的自动安平机构。补偿器由灵敏元件、补偿元件、阻尼系统 3 部分组成，其补偿范围均在圆形水准器的角值范围之内。这种水准仪克服了水准器易受温度变化的影响，且具有安平速度快、工效高、精度稳定等特点。

随着微电子技术及计算机技术的发展，采用数字编码的自动数字水准仪已问世。该仪器可自动安平、自动调焦、自动检测、自动显示水准尺上的读数和尺到仪器的距离，并能自动记录和计算差值。

水准仪的水平高差测量原理如图 1-1 所示。

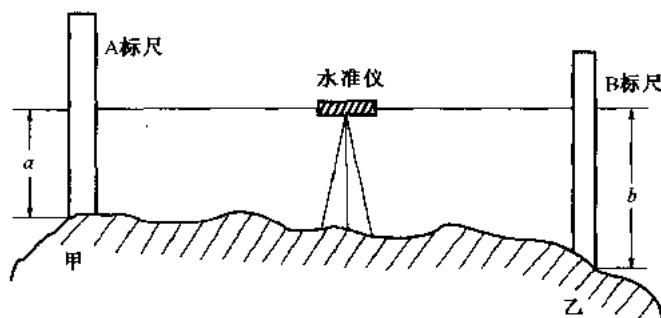


图 1-1 水准仪的水平高差测量原理

在测量甲、乙两点的高差时，把仪器放置在该两点之间，用仪器分划板的横丝分别读取放置在甲、乙两点的标尺 A 和标尺 B 的读数 a 和 b ，仪器所读得数值之差 $(a - b)$ 即是甲、乙两点的高差。在观测标尺读数时，必须保证视准线处于一个标准水平面。

DS3 型水准仪

第一节 DS3 型水准仪的结构

DS3 型水准仪的基本构造由瞄准系统、工作标准器、安平系统 3 部分组成。

DS3 型水准仪的外形结构如图 2-1 所示。

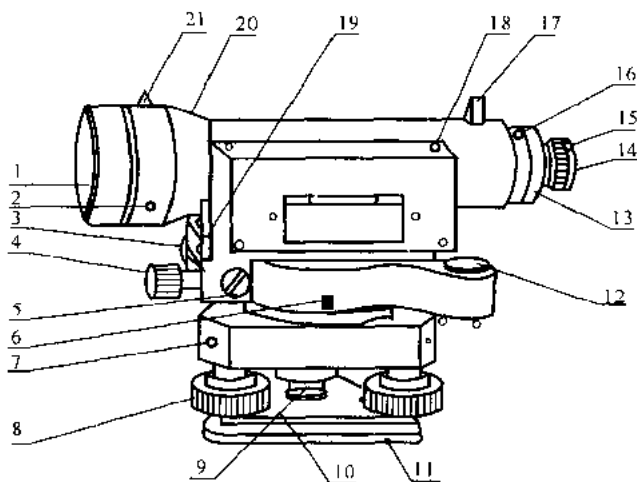


图 2-1 DS3 型水准仪外形结构

- 1—物镜；2—物镜座锥端螺钉；3—压簧板固定螺钉；4—制动螺旋；
5—水平微动弹簧座；6—防脱片固定螺钉；7—脚螺丝套锥端螺钉；
8—脚螺旋；9—竖轴调节螺丝固紧螺母；10—三角弹性压板；
11—三角底板；12—圆形水准器；13—目镜座；14—目镜罩；
15—目镜罩锥端螺钉；16—目镜座锥端螺钉；17—粗瞄器；
18—护盖固定螺钉；19—俯仰簧片；20—望远镜筒；21—准星

DS3 型水准仪的总体结构如图 2-2 所示。

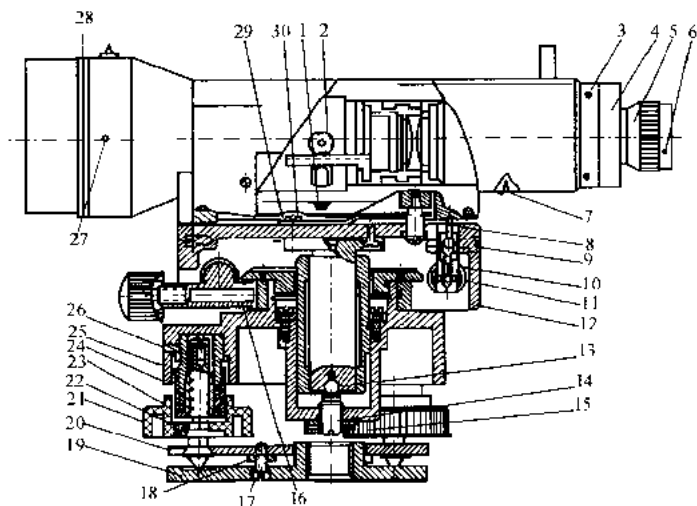


图 2-2 DS3 型水准仪的总体结构

- 1—调焦手轮的弹簧座；2—调焦手轮齿轮；3—目镜座锥端螺钉；
 4—目镜座；5—目镜罩；6—目镜罩锥端螺钉；7—调焦控制螺钉；
 8—俯仰控制螺钉；9—俯仰板轴螺钉；10—顶针调节螺丝；
 11—顶针调节螺丝固定螺母；12—水平托板；13—竖轴钢珠；
 14—竖轴调节螺丝；15—竖轴调节螺丝固定螺母；16—制动顶杆；
 17—柱头螺钉；18—六角螺母；19—三角底板；20—三角弹性压板；
 21—脚螺旋手轮；22—脚螺旋手轮与丝杆连固的沉头螺钉；
 23—调节套的调节孔；24—脚螺母；25—调节套；26—脚螺丝套锥端螺钉；
 27—物镜座锥端螺钉；28—视距修正圈；29—俯仰簧板；30—俯仰簧板固定螺钉

一、瞄准系统

瞄准系统包括光学瞄准观察读数的望远镜系统和粗略寻找瞄准目标的粗瞄准装置。由于望远镜的视场角比较小，从望远镜视场中寻找目标比较困难，所以，利用粗瞄准器使观测者快捷地寻找到所需要观测的目标。

(一) 望远镜系统

望远镜系统是由光学系统和机械结构组成的。光学系统用来看清远处物体，机械结构使光学系统达到所要求的位置，从而达到瞄准读数之用。望远镜系统包括物镜组、调焦镜组、分划板组和目镜组部分。

望远镜的光学系统如图 2-3 所示。

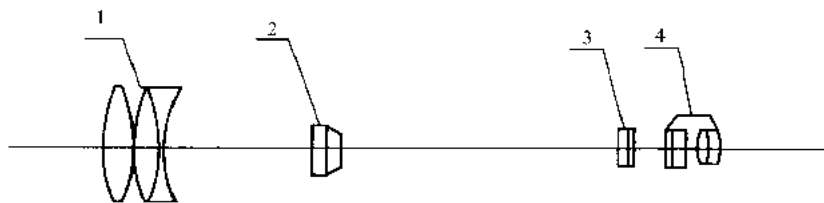


图 2-3 望远镜的光学系统

1—物镜组；2—调焦镜组；3—分划板组；4—目镜组

1. 物镜组

物镜组的作用是将物体成一倒立缩小的实像。物镜组的结构常有两种型式，即双分离型物镜组和三分离型物镜组，如图 2-4、图 2-5 所示。

(1) 双分离型物镜组：由 2 片透镜（1 片双凸透镜，1 片凹透镜）组成，安装在物镜座内，2 片透镜之间用垫圈隔开，并用压圈将透镜组和物镜座连固在一起。物镜座用锥端螺钉紧固在望远镜筒上，在物镜座与望远镜筒之间安置了一个视距修正圈，修正圈的厚度可以满足望远镜距乘常数等于 100。

(2) 三分离型物镜组：由 3 片透镜（2 片双凸透镜，1 片凹透镜）组成，前 2 片双凸透镜之间用物镜垫圈隔开，安装在物镜座内。在物镜后片与物镜凹片之间加一垫片，它被胶粘在物镜凹片的表面，组成物镜组。并用压圈将物镜组与物镜座连固在一起，物镜座用锥端螺钉紧固在望远镜筒上，在物镜座与望远镜筒之间装有视距修正圈。

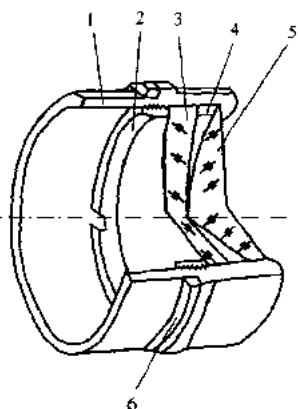


图 2-4 双分离型物镜组

1—物镜座；2—物镜压圈；
3—物镜后片；4—物镜垫圈；
5—物镜前片；6—视距修正圈

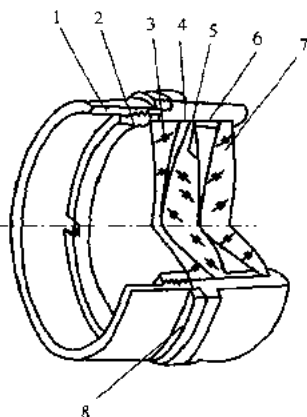


图 2-5 三分离型物镜组

1—物镜座；2—物镜压圈；
3—物镜四片；4—物镜垫片；
5—物镜后片；6—物镜垫圈；
7—物镜前片；8—视距修正圈

物镜压圈将物镜轻轻压紧在物镜座内，压紧力要适度，以能压住镜片，而摇动时应无响声。物镜的相互位置不要装反，否则，将引起成像模糊，像质变坏。

2. 调焦镜组

调焦镜组的作用是将不同距离物体的像经过调焦后成像在分划板刻面上，其结构如图 2-6 所示。

调焦镜组在望远镜筒内的调焦运动可分为两类：一类是属于螺纹传动的类型，另一类是齿轮和齿条啮合传动的类型。现厂家均采用后一种调焦方式，即调焦镜组在望远镜筒内孔中的运动是依靠装在调焦镜筒外部的调焦齿轮和装在调焦镜筒上的齿条来进行的，齿轮与齿条的间隙消除由齿条下面的弹性结构完成。

调焦镜一般由两透镜胶合而成，调焦镜胶合组按要求的光组顺序装置在调焦镜筒中，以凹形正透镜面向物镜方向，用调焦镜压圈将调焦镜胶合组轻轻压紧。调焦齿条是用两只螺钉紧固在调

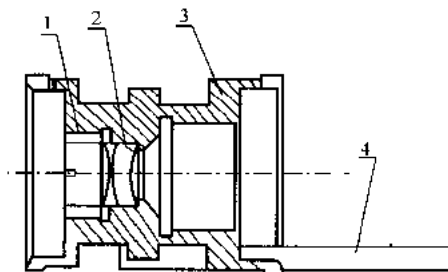


图 2-6 调焦镜组的结构

1—调焦镜压圈；2—调焦镜胶合组；

3—调焦镜筒；4—调焦齿条

焦镜筒上，装有调焦镜片的调焦镜筒安装在望远镜筒内，并在调焦镜筒的前后两端各有 3 个接触点，用来减少调焦运动过程中的磨擦阻力。将其中一组接触点从中间剖开，设计为一半为固定的接触点，一半具有弹性性能，使调焦镜筒和望远镜筒之间为弹性接触，减小间隙并保证调焦镜筒在望远镜筒内孔中有效接触及平稳地移动。

调焦镜筒在望远镜筒内的调焦运动是受装在望远镜筒右侧外壁上的调焦齿轮组控制的。在其活动范围中，向前运动，即向远处目标调焦时，受到齿轮的阻挡；向后运动，即向近距离调焦时，受到装在望远镜筒下方的调焦控制螺钉的阻挡，合理地控制了调焦活动范围。

为了消除齿轮和齿条之间啮合的间隙，在齿条与齿轮的接触点下方，望远镜底部右内侧装有一组弹性元件，即由弹簧帽、弹簧和弹簧座所组成。弹簧帽直接顶在齿条的背面，受弹簧的作用，使齿条与齿轮保持啮合状态。弹簧帽顶住齿条压力的大小，可以用调节弹簧座压紧弹簧的程度来达到。调节好顶紧力的大小后，拧紧望远镜筒上调焦手轮下面壁上的一只锥端螺钉，以防弹簧座松动。在需要拆卸弹簧座部分或调节弹簧座前，均需要将此螺钉旋松。消除间隙机构是在装好调焦齿轮组以后才装上的。

调焦齿轮组的结构如图 2-7 所示。

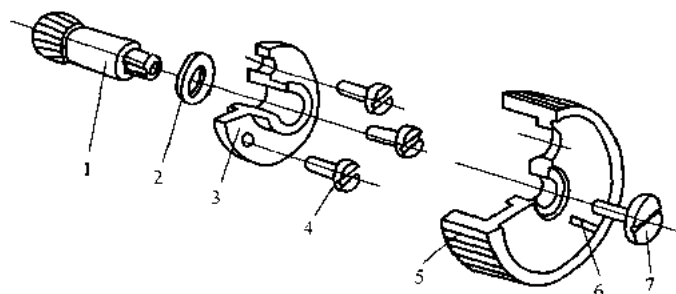


图 2-7 调焦齿轮组的结构

- 1—调焦内轮；2—润滑尼龙垫圈；3—调焦齿轮座；
4—内轮座固定螺钉；5—调焦手轮；6—定位销；
7—齿轮和手轮连接螺钉

润滑尼龙垫圈装于调焦齿轮与调焦齿轮座的接触端面之间，以改善齿轮上的齿端与齿轮座端面的磨擦，调焦齿轮座用 3 只螺钉固定在望远镜筒的右侧壁位置上。在调焦齿轮与调焦手轮的配合接触直径上装有定位销，它是在装配时配合缝中的钻孔来安装定位销的，其作用是防止径向转动。调焦手轮由螺钉固紧在调焦齿轮上，转动调焦手轮后，使调焦齿轮的转动传递给调焦齿条移动，从而带动调焦筒在望远镜筒内孔中移动，起到调焦作用。

3. 分划板组

分划板组的作用是精确瞄准目标的标志，横丝用来作水准测量，视距丝用来读视距。分划板组是由十字丝分划板座，十字丝分划板压圈和十字丝分划板组成的。

十字丝分划板装于十字丝分划板座内，并用专用扳手将十字丝分划板压圈轻轻压紧，再将十字丝分划板座装在目镜座中（见图 2-8），并用十字丝分划板座压圈压紧。

应该注意的是分划板组中的分划板玻璃镜片上带有视距丝的竖刻线位置，应安置在目镜座上屈光度指示刻线的位置处。这样，当调整十字丝分划板竖丝垂直时，不会造成目镜座上的屈光度指示刻线偏离位置过大。

4. 目镜组

目镜组的作用是放大物镜实像供观测者观测，一般采用对称式目镜组，它是由相同的两只目镜胶合镜片组成，带分划板组的目镜组结构如图 2-8 所示。

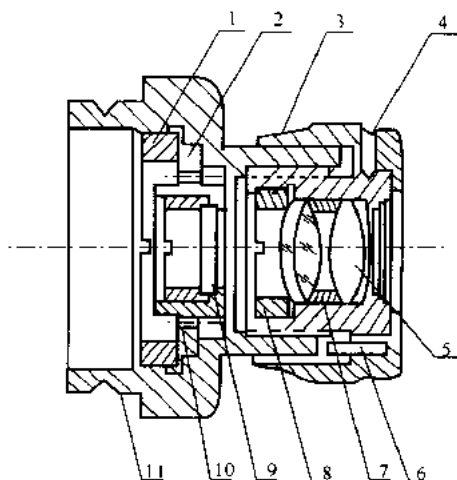


图 2-8 带分划板组的目镜组

1—十字丝分划板座压圈；2—十字丝分划板座；3—目镜罩；

4—目镜罩锥端螺钉；5—目镜胶合组；6—目镜筒；

7—目镜垫圈；8—目镜压圈；9—十字丝分划板压圈；

10—十字丝分划板；11—目镜座

目镜组的 2 组胶合镜片安装在目镜筒内，并用目镜压圈加以连固，目镜的 2 组胶合镜片之间用目镜垫圈相隔开。目镜筒与目镜座之间用它们本身的螺纹相互连结，目镜罩用 3 个锥端螺钉和目镜筒相连固。旋转目镜罩，目镜筒即可在它的目镜座内作轴向移动，以达到调节目镜屈光度的目的。安装目镜罩时，使目镜罩上零分划与屈光度指标线对齐，其方法为先旋松目镜罩上的 3 只锥端螺钉，取下目镜罩，从目镜中观察十字丝分划板上的分划线条，调节目镜筒旋进或旋出，清晰地看清分划板线条，再将目镜罩安上。此时目镜罩内的控制销正好处于目镜座口端凸起边缘的

下方，目镜罩上零分划对准目镜座屈光度指示线以后，将3只锥端螺钉旋紧，使目镜罩与目镜筒连成一体，这样，在旋转目镜罩时，就带动目镜作前后运动。由于控制销是随目镜罩一起转动，右旋时，碰到目镜座口端凸缘的左侧，左旋时，碰到目镜座口端凸缘的右侧，即起到控制目镜屈光度调节范围的作用。

（二）粗瞄准装置

粗瞄准的作用是供观测者在望远镜外快速地寻找到所需要观测的目标。粗瞄准装置包括粗瞄器和准星，两者均安置在望远镜筒外上方。粗瞄器与望远镜筒成整体结构，为叉形，准星则以压配合安装在望远镜筒物镜端上。叉形粗瞄器的中点与准星的连线和望远镜筒内孔的轴线相平行，即粗瞄装置的视线是与望远镜的视准轴相平行。所以在用粗瞄装置对目标进行瞄准时，就可从望远镜的视场中观察到被测的目标。

二、工作标准器

工作标准器由管状水准器、水准器符合观察系统和圆形水准器所组成，其作用是给望远镜提供水平视线。因此，水准器的构造和精度直接关系到仪器的测量准确度。

（一）管状水准器

管状水准器的结构如图2-9所示。

管状水准器的角值为 $20''/2\text{mm}$ ，安装在它的金属壳中，其带有刻线的工作面位于金属壳的表面，用石膏加以封固，管状水准器封口的尖端是在金属壳的里端，此端有一四方柱体。水准器盖装在水准器金属壳的另一端，用本身螺纹与金属壳体连接，这样就组成了一只带金属壳的管状水准器。

带金属壳的管状水准器的一端与望远镜筒套是用圆球螺钉连接，便于另一端的调整。装在望远镜筒套上的圆球座是用其本身