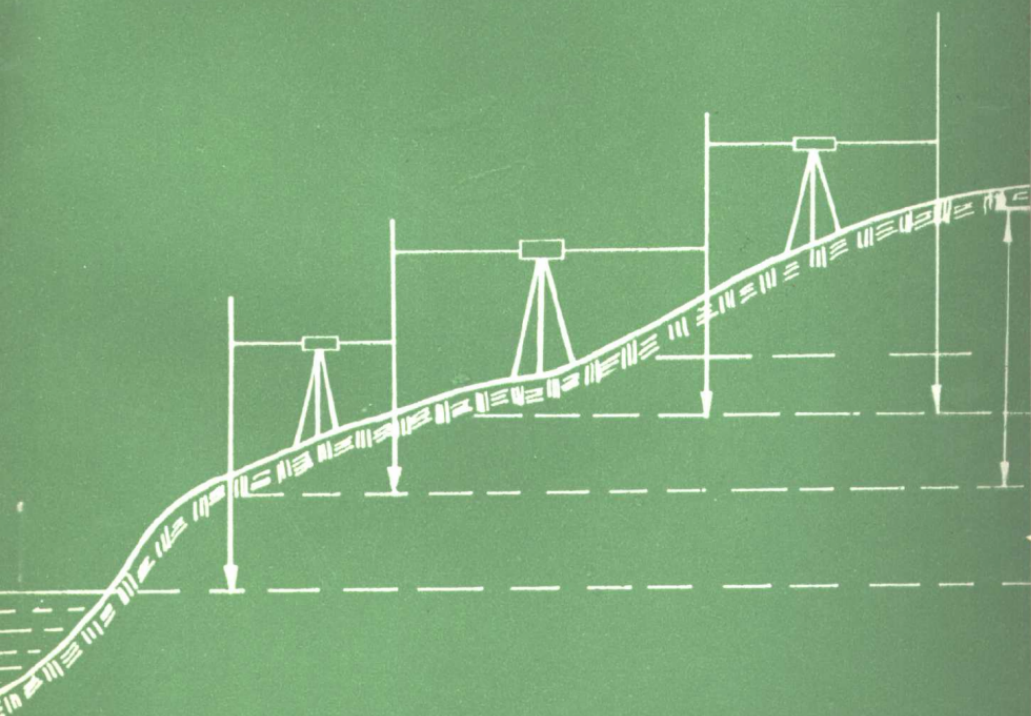


水准仪 结构与维修

赵如磋 著



机械工业出版社

水准仪结构与维修

赵如磋 著



机械工业出版社

本书系统地介绍了国产DS3型和DS1型水准仪的全部结构(包括望远镜系统、水准器及其观察系统、微倾机构、水平制微动、竖轴系和脚螺旋等结构),同时,对仪器的常见故障提出了维修的方法。书中附有两种型号仪器维修专用的工具图12幅。

为方便阅读,书中仪器结构插图均为直观的立体视图。

本书可供水准仪使用人员、工程测量人员及仪器维修人员阅读,亦可供大地测量仪器制造专业学生参考。

水准仪结构与维修

赵如磋 著

*

责任编辑:郑姗姗

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $3 \frac{3}{4}$ · 字数 79 千字

1987年7月北京第一版·1987年7月北京第一次印刷

印数 0,001—2,250 · 定价: 0.85 元

*

统一书号: 15633·6530

序 言

水准仪是一种大地测量仪器，主要用于测量大地平面上各点之间的高程差，它广泛地用于国民经济建设和国防建设等各个领域。其用途可详见各种测量书籍或各类型水准仪的使用说明书，本书不再作重复介绍。我国目前生产的水准仪中，以中等精度的 DS3 型水准仪生产量大，用途广泛，遍及国民经济的各个领域。高精度的 DS05 型和 DS1 型水准仪由于各种精密水准测量的需要，也已开始研制和生产。对于这些国产水准仪结构的熟悉和了解，变得越来越迫切，为便于及时、正确地做好水准仪的保养和维修工作而编写了此书。

我国目前生产和使用量较大的是 DS3 型水准仪。DS1 型水准仪生产工厂和产量均较少。DS05 型水准仪则处于研制阶段，不久将可供应国家建设需要。因此，本书将着重对量大面广的 DS3 型水准仪的结构与维修作较详细的介绍和叙述，以便于读者了解仪器的构造，从而进行仪器的保养、维护和对产生的故障顺利地进行维修，使仪器能保持良好的使用状态和精度。同时也将对国产 DS1 型水准仪的结构作较详细的介绍。

国内生产 DS3 型水准仪的工厂较多，但其结构源出于基本设计，故其结构基本相同，仅有些微小差异，故本书将以南京测绘仪器厂所生产的 DS3 型水准仪作为基本型仪器进行结构介绍，并同时介绍有差别结构，以便读者更好地了解。DS1 型水准仪则以北京测绘仪器厂所生产的仪器作介绍。

本书经唐务浩同志审阅，在此表示感谢。

115.9.64

目 录

序言

第一章 水准仪的基本结构	1
第二章 DS3型水准仪的构造	5
第一节 DS3型水准仪的结构组成	5
第二节 DS3型水准仪的瞄准系统	5
一、望远镜系统	6
二、粗瞄装置	15
第三节 工作标准器	16
一、管状水准器系统	16
二、圆形水准器	23
第四节 安放系统	23
一、微倾机构	24
二、水平制、微动机构	26
三、竖轴系	29
四、三角座及脚螺旋	31
五、压板与底板	34
六、三脚架	35
第三章 DS1型水准仪的构造	39
第一节 DS1型水准仪的结构组成	39
第二节 DS1型水准仪的瞄准系统	41
一、望远镜外管部分	41
二、望远镜内管部分	43
三、平行平板测微器组	55
第三节 工作标准器	61

VI

一、管状水准器系统	62
二、粗安平水准器	65
第四节 安放系统	67
一、内管微倾机构	67
二、水平制、微动机构	72
三、竖轴系	73
四、三角座及脚螺旋	75
五、压板与底板	77

第四章 DS3 型和 DS1 型水准仪常见故障及

维修与调整	79
-------------	----

第一节 DS3 型水准仪常见故障的维修与调整

一、望远镜物镜成象质量的调整	79
二、分划板倾斜的调整	82
三、分划板线条脱色故障的分析与维修	82
四、目镜屈光度零位的调整	83
五、管状水准器破裂的更换	83
六、管状水准器气泡影象大小与位置的调整	85
七、圆形水准器破裂的更换	85
八、微倾范围不正确的调整	86
九、竖轴系常见故障的维修与调整	87
十、脚螺旋的调整	89
十一、压板的调整	89
十二、架头轴瓦磨损的更换与调整	89
十三、架腿圆棍松动的修理	90
十四、伸缩腿固定不紧的原因及其修理	91

第二节 DS1 型水准仪常见故障的维修与调整

一、平行平板测微器行差的调整	92
二、调焦手轮空回的调整	94
三、分划板倾斜的调整	94

四、目镜屈光度零位的调整	95
五、平行平板测微尺象面位置的调整	95
六、管状水准器气泡影象在水泡窗中清晰程度的调整	96
七、粗安平水准器破裂的更换	96
八、水平制动板失灵的调整	97
九、脚螺旋的调整	98
十、压板的调整	99
第五章 DS3 型和 DS1 型水准仪维修常用工具	100
第一节 DS3 型水准仪维修常用工具	100
第二节 DS1 型水准仪维修常用工具	100

第一章 水准仪的基本结构

众所周知，一个标准的水平面，可以作为量测这个水平面上、下垂直各点位的高低不同程度的基准。这是测量水平高差的基本原理。由此，测量仪器设计人员就寻求得到作为代替水平面（或水平线）的工作标准器——水准器；和作为表达水准器水平视线的瞄准观察系统——望远镜系统；以及稳定安置上述两个系统的安放机构。

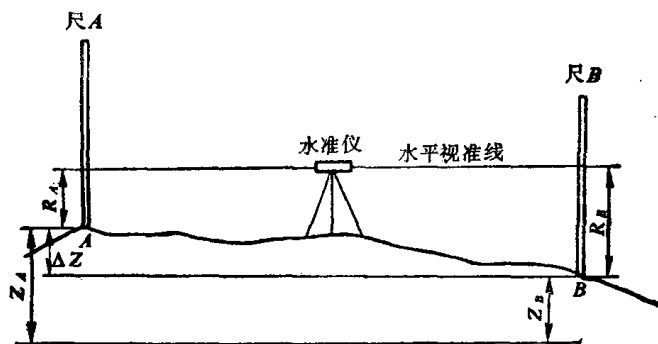


图1 水平高差测量原理图

图1中，各有一定标高 Z_A 和 Z_B 的点A和B，其标高均起于一基准水准面。如果水准仪的视准线处于一标准水平状态时，那么就可以从尺A和尺B上截读出尺上的读数 R_A 和 R_B ，其差为 ΔR 。此 ΔR 即为 ΔZ ，亦即

$$(Z_A - Z_B) = (R_B - R_A)$$

满足上式的要求，就可以从尺A和尺B上的读数差中，

求出点 A 和 B 之间的高差，条件是水准仪必须给出一水平视准线。仪器设计者利用水准器的工作原理，将其安置在仪器上，并使作为瞄准观察用的望远镜系统的视轴与之相互平行，从而满足作为水准仪工作的要求。

自从设计出最早的水准仪以来，仪器的结构经历了从定镜式（包括转镜式）逐渐发展到微倾式和现代的视线自动补偿式——自动安平水准仪。目前我国生产较多、使用较广的系微倾式水准仪，并正在朝着自动安平水准仪逐步发展中。

定镜式水准仪的基本结构示意图见图 2，它的望远镜（视准线）是与仪器的旋转轴牢固地连接成一体，在三角座上可绕竖轴旋转 360° 。在将轴系校正到竖直状态时，将管状水准器气泡调整居中，同时将视准线调整水平。此时仪器就满足了图 1 的要求，视准线绕竖轴所瞄视出的一个视准面就是一个水平面，从而达到测量各点高差的目的。

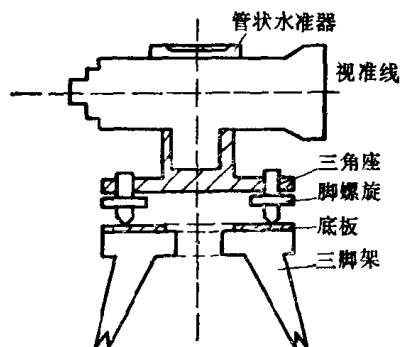


图 2 定镜式水准仪基本结构示意图

定镜水准仪在制造上和使用上尚有一些不足之处，如在制造上要求竖轴系精度较高，以免在前、后视转镜时，管状水准器气泡移动不能居中，在使用上安置仪器费时费力。为了解决这些不足之处，发展成微倾式水准仪（图 3）。它较之定镜式水准仪，增加了使望远镜系统（视准线）和连成一体的管状水准器与竖轴系分离开的微倾机构；在轴系的座架上装了一个粗安平圆形水准器。这样，在使用微倾式水准仪

作水准测量时，就只要利用圆形水准器将轴系粗略安置至竖直状态，而在观测测点水准尺读数时，可借助微倾螺旋将管状水准器气泡安置居中。此时，如果视准线与水准器轴已预先调整到互相平行时，视准线所瞄视出的一个视准面就是一个水平面。这里所要提到的使用方便之处，就在于当利用仪器的视准线观测测站测尺

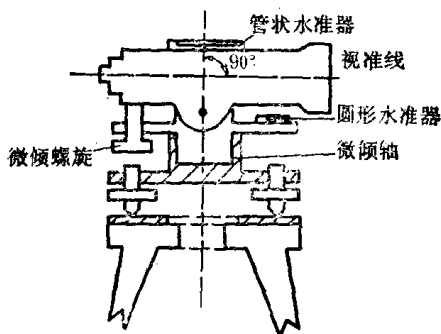


图3 微倾式水准仪

上的读数时，随时可以利用微倾螺旋进行管状水准器气泡居中的调整。

微倾式水准仪的望远镜（连同管状水准器）的微倾支点（微倾轴）设计在仪器旋转竖轴的轴线上。这样，可以从理论上避免仪器高度受微倾的影响。

微倾式水准仪由于使用上的方便，受到水准观测作业人员的欢迎。

自动补偿视准线的水准仪——自动安平水准仪在我国正臻于发展完善之中，已有少数工厂小批量生产以供需要。这种新型的水准仪是用装于望远镜内的视线自动补偿装置，将微量的视线倾斜，自动补偿到水平状态。这样就使得观测人员更容易快速地获得所需要的水平视准线，因而也就受到使用者的欢迎。自动补偿装置的型式和种类较多，在中、低精度水准仪中，有片簧式、吊丝式和轴承式；从补偿摆动元件来分，有棱镜摆、反射镜摆、透镜摆和分划板摆等多种。其补偿范围也大多都在粗安平圆形水准器的角值范围之内（即

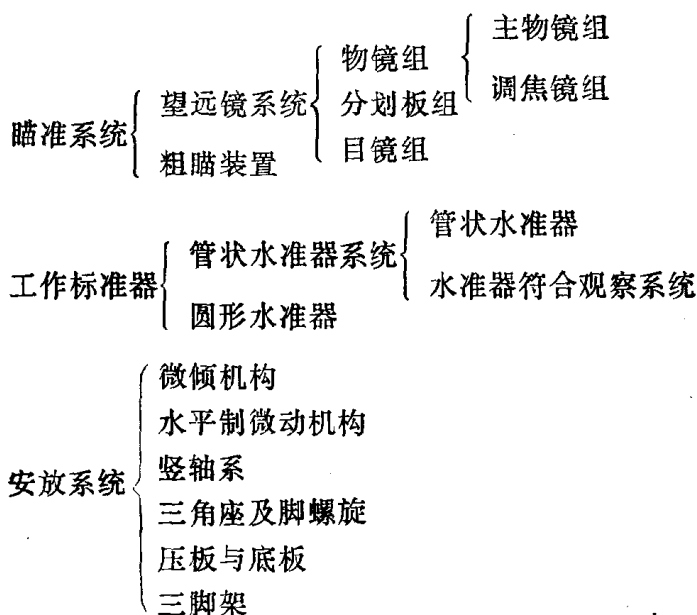
±8'左右)。虽然自动安平水准仪有其可取的优越性，但也存在着自动补偿装置容易失调和受损的缺点，以致使一些观测人员对仪器的视准线是否处于水平状态产生疑虑，而不敢使用这种型式的水准仪。由于科学技术的不断进步、完善和提高，自动补偿器件的安全可靠性能正在得到逐步改进和日趋完善，满足使用的要求。

综上所述，一台水准仪必须包括三大部分：望远镜瞄准系统、工作标准器和安放系统。了解和熟悉仪器三大部分的结构，就能正确地使用仪器，更好地完成作业任务。

第二章 DS3型水准仪的构造

第一节 DS3 型水准仪的结构组成

全套的DS3 型水准仪由三部分组成：



DS3 型水准仪的三部分组成示意图见图 4。仪器的外形结构图见图 5。

第二节 DS3型水准仪的瞄准系统

DS3 型水准仪的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器。由于望远镜的视场角

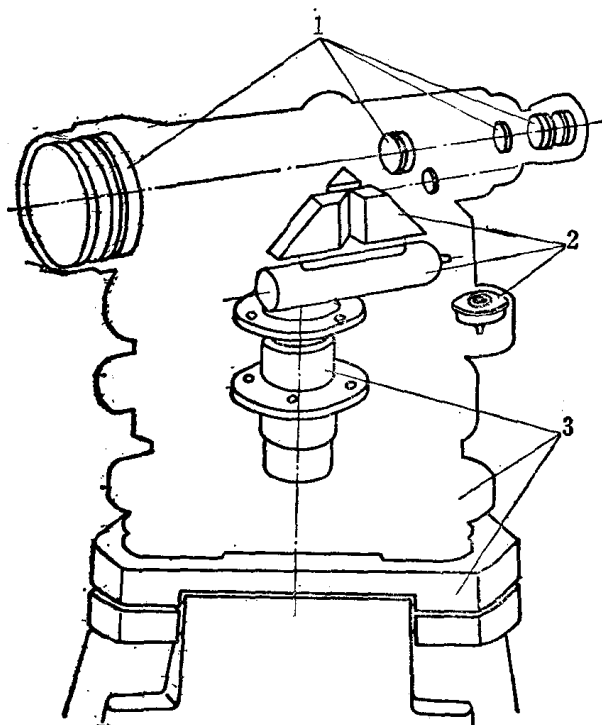


图4 DS3型水准仪基本组成

1—瞄准系统 2—工作标准器 3—安放系统

比较小（为 $1^{\circ}26'$ ），从望远镜视场中寻找目标比较困难，为此，在仪器的望远镜筒上部装有粗瞄器一副，供观测人员在镜外瞄准所需要观测的目标用。

一、望远镜系统

DS3型水准仪的望远镜系统包括物镜组（主物镜组和调焦镜组）、分划板组和目镜组三部分。现代的大地测量仪器的望远镜均采用内调焦系统，即改变望远镜系统中的调焦镜位置来达到对不同距离目标清晰调节的目的。这样可以避免

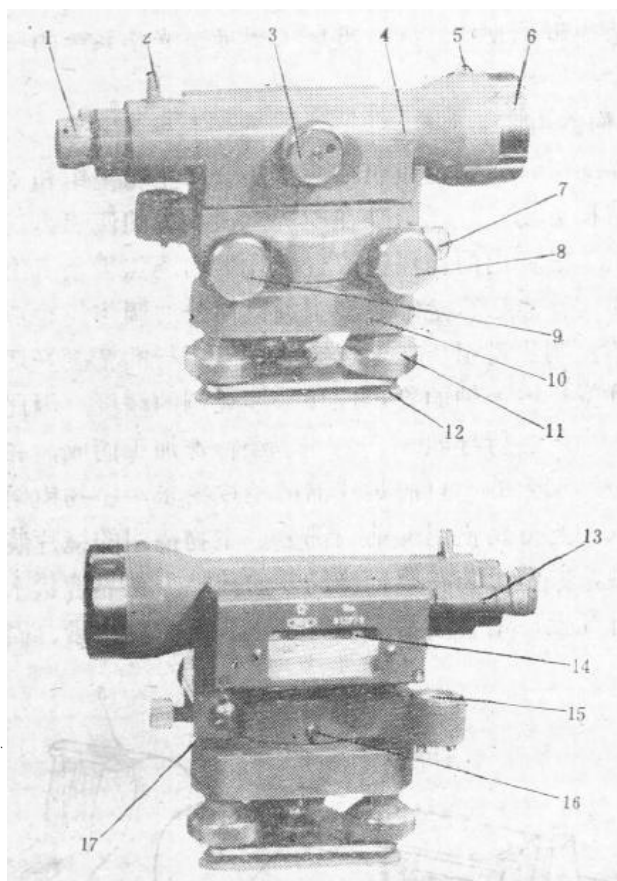


图5 DS3型水准仪外形结构

- 1—目镜外罩 2—粗瞄器 3—调焦手轮 4—望远镜筒 5—粗瞄器尖 6—物镜嵌圈 7—制动手轮 8—水平微动手轮 9—微倾手轮 10—三角基座 11—脚螺旋 12—底板 13—管状水准器放大镜筒 14—管状水准器 15—圆形水准器 16—防脱片固定螺钉 17—水平微动弹簧套

外调焦系统需要改变物镜至分划板间的距离，而造成望远镜的长度随调焦而改变，同时破坏了望远镜光学系统的密封性和清洁度。

1. 物镜组

仪器的望远镜物镜组包括两个部分：主物镜组和调焦镜组。其结构见图 6。1 为装在望远镜筒 3 内的调焦镜组，它由装在调焦镜筒内的调焦镜胶合镜片组和调焦齿条所组成。调焦镜组的调焦运行是靠装在望远镜筒外的调焦齿轮部件 2 来进行的。调焦镜组 1 在望远镜筒 3 内运行的精度好坏，直接影响到望远镜视轴的稳定性和水准观测的精度。因此，望远镜筒 3 内的运行导轨——内孔是经特殊加工而成，并与调焦镜管精密配合的，以满足仪器的精度要求。主物镜组 4 是内调焦式望远镜物镜组的前组部分。主物镜组的镜片装于物镜嵌圈内，并整组装在望远镜筒 3 的前端。在靠管状水准器一侧的外径上，用锥端紧定螺钉（止头螺丝）止紧、固定。

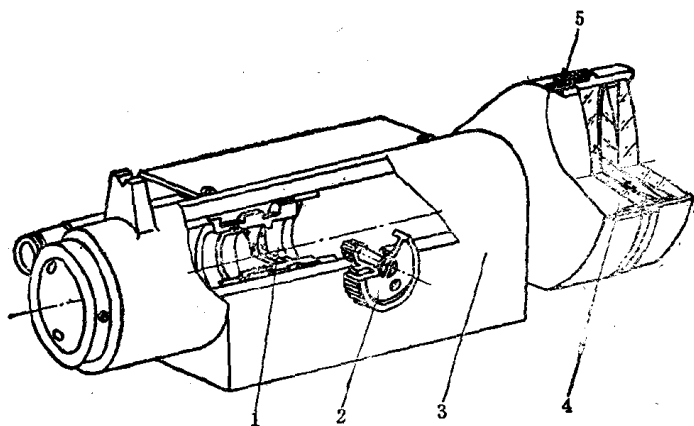


图 6 物镜组结构

望远镜系统的粗瞄准尖 5 以压配合装在望远镜筒 3 的物镜端外柱圆上。

下面对物镜组的两大组成部分的结构作较详细的介绍。

(1) 生物镜组 主物镜组的组成结构见图 7。图 7 a 为三分离型；图 7 b 为双分离型。DS3 型水准仪主物镜具有此两种结构型式，均能满足仪器望远镜系统的性能要求。三分离型物镜结构系原设计时的光学系统结构，双分离型则系不同生产厂的改革型光学结构。目前国内生产的 DS3 型水准仪中两种结构型式均存在。

从图 7 中可以看到，两种型式的主物镜组具有相同的外形，仅物镜镜片数不同，一种型式为三片分离的，一种为二片分离的。

从图 7 a 中可以看到，三片物镜镜片，前两片之间用物

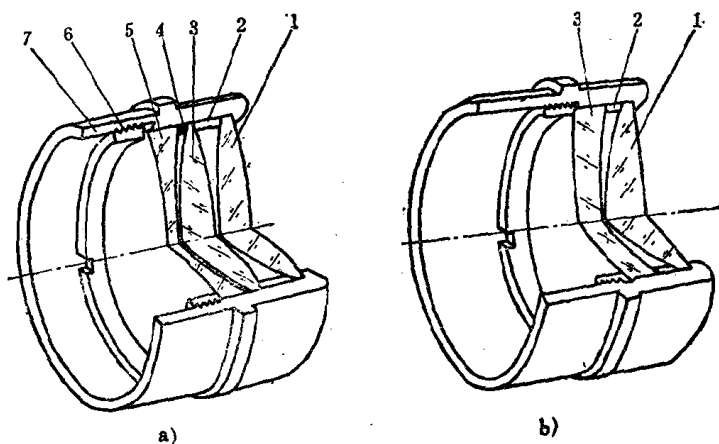


图 7 主物镜组

a) 三分离型 b) 双分离型

1—物镜前片 2—物镜垫圈 3—物镜后片 4—物镜垫片

5—物镜凹片 6—物镜压圈 7—物镜嵌圈

镜垫圈 2 隔开，其空气间隔应保证满足 0.29mm 的要求。这一要求是用加工精度要求较高的物镜垫圈 2 来满足的。在物镜凸片后片 3（图中 1 为物镜凸片前片）与物镜凹片 5 之间，垫有互成 120° 位置直径为 2mm 的物镜垫片 4。它被用胶液粘在物镜凹片 5 的表面上，物镜垫片 4 的厚度为 0.057mm ，以保证两镜片间的空气间隔为 0.01mm 。从光学计算结果中得知，这二片物镜镜片之间的间隔精度影响主物镜组的象质是非常灵敏的，极小量的间隔误差能引起整个主物镜组象质的急骤变化。了解它的影响，对熟悉仪器结构是必要的。

三片镜片按顺序和半径大小的位置装入物镜嵌圈 7 中，并以专用的物镜压圈扳手旋紧物镜压圈 6，将物镜轻轻压紧。压紧力应适当，以能压住镜片，而摇动整组时没有响声为宜。同时，在检查物镜象质时，不感到物镜受压圈压力而影响为宜。

图 7 b 所示除与三分离组物镜镜片片数少一片外，其主要结构是与 a 图相同的。两镜片之间的空气间隔尺寸精度同三分离一样，也是很重要的，同样直接影响到主物镜组的质量，需加以注意。

两种型式的主物镜组均需经专用检校设备进行调整，以满足仪器望远镜光学系统的质量要求。经过拆装后的主物镜组均需重新进行检校、调整。

（2）调焦镜组 调焦镜组在物镜组中的位置和主要结构见图 6。它以精密的配合装于图 6 之 3 的望远镜筒内，以镜筒内孔的高光洁度和良好的母线直度作为调焦镜组运行的导轨。调焦镜组在望远镜筒内孔中的运行是依靠装于镜筒外部的调焦齿轮和装在调焦镜组上的齿条来进行的。齿轮和齿条的消间隙机构为齿条下的弹性结构。调焦镜组的详细结构