

普通工程测量

北京市建筑工程学校测量教研组

中国建筑工业出版社

普通工程测量

北京市建筑工程学校测量教研组

中国建筑工业出版社

本书共分三部分。第一部分（一至四章）主要介绍测量仪器的构造、使用和检校；第二部分（五至七章）扼要地阐述了地形图的阅读和应用，经纬仪导线测量和地形测绘；第三部分（八至十一章）结合工程实践分别介绍了道路、桥涵、隧洞、管道、农田水利和房屋建筑等工程建设中的测量工作；附录中摘要地介绍了仪器的使用和保养方法。

本书供从事工程测量和测绘工作的有关人员参考。

普通工程测量

北京市建筑工程学校测量教研组

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米1/32 印张：10 1/4字数：272 千字

1977年3月第一版 1977年3月第一次印刷

印数：1—101,980册 定价：0.78元

统一书号：15040·3304

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，全国人民坚持以阶级斗争为纲，抓革命、促生产、促工作、促战备，掀起了社会主义革命和社会主义建设新高潮。为了适应工农业建设的需要，在我校测量学教材的基础上编写了这本普通工程测量。

本书介绍了测量仪器的构造、使用与检校，阐述了地形图的应用与测法，结合工程实践，分别介绍了道路、桥涵、隧洞、管道、农田水利和房屋建筑等工程建设中的测量工作。

书中密切结合生产实践，介绍了国产仪器和工程测量中比较简易常用的测量方法。在测算工作中介绍了有关的校核方法，以保证成果的质量。

本书内容涉及范围虽广，但对各种工程测量的介绍均以中小型工程为对象。目的是为了适应城市和农村建设的需要并便于初学者掌握和运用。

在本书的编写过程中，得到了北京市各市政和建筑工程公司、设计院、规划局勘测处、北京工业大学以及一些省市兄弟单位的大力帮助和我校工农兵学员的配合，他们为本书提供了许多材料和宝贵意见，于此致以衷心的感谢。

由于我们水平有限，书中一定有不少缺点和错误，希望同志们在参阅过程中提出意见和批评，以便进一步修改。

北京市建筑工程学校测量教研组

一九七六年七月

目 录

第一章 绪论	1
§ 1-1 测量学的任务和分类	1
§ 1-2 测量学的发展简况	2
§ 1-3 测量工作的基本要求	3
第二章 水准仪及其使用	5
§ 2-1 高程测量的概念	5
§ 2-2 水准测量的原理	6
§ 2-3 微倾式水准仪的构造和使用方法	8
§ 2-4 水准尺和读法	15
§ 2-5 水准测量的方法和记录	17
§ 2-6 水准测量的注意事项	21
§ 2-7 水准测量的精度要求和校核方法	24
§ 2-8 测设已知高程的点	27
§ 2-9 微倾式水准仪的检验和校正	30
第三章 经纬仪及其使用	35
§ 3-1 角度测量的概念	35
§ 3-2 水平角测量的原理	36
§ 3-3 光学经纬仪	36
§ 3-4 游标经纬仪	40
§ 3-5 水平角测量的方法和记录	46
§ 3-6 水平角测量的注意事项	51
§ 3-7 竖直角测量的方法和记录	52
§ 3-8 测设已知数值的水平角	55
§ 3-9 经纬仪的检验和校正	56
第四章 直线定线和丈量	63
§ 4-1 直线丈量的概念	63
§ 4-2 直线定线	64
§ 4-3 钢尺的检定和尺长改正	69

§ 4-4	丈量方法和记录	70
§ 4-5	测设已知长度的直线	74
第五章 地形图的阅读和应用		76
§ 5-1	地形和地形图	76
§ 5-2	地形图的比例尺	77
§ 5-3	地形图上的方向	80
§ 5-4	地形图图式	83
§ 5-5	地形图的平面直角坐标系	91
§ 5-6	地形图的分幅和编号	91
§ 5-7	地形图应用的基本内容	94
§ 5-8	地形图在工程中的主要应用	95
第六章 经纬仪导线测量		98
§ 6-1	平面控制测量概述	98
§ 6-2	经纬仪导线的外业工作	102
§ 6-3	经纬仪导线的计算	105
§ 6-4	导线测量检查错误的方法	122
§ 6-5	导线图的展绘	125
第七章 地形测量		127
§ 7-1	平板仪测量的原理	127
§ 7-2	平板仪的构造和安置方法	128
§ 7-3	平板仪图解控制点的基本方法	131
§ 7-4	视距原理和计算方法	135
§ 7-5	碎部测量的基本方法	144
§ 7-6	测绘工程用图的有关要求	152
§ 7-7	地形图的拼接、整饰、检查和验收	154
第八章 道路工程测量		157
§ 8-1	概述	157
§ 8-2	中线测量	159
§ 8-3	圆曲线的测设	169
§ 8-4	纵断面测量	196
§ 8-5	横断面测量	204
§ 8-6	地形图测量	210

§ 8-7 道路施工测量	213
§ 8-8 桥涵施工测量	225
§ 8-9 隧洞施工测量	234
§ 8-10 竣工测量	239
第九章 管道工程测量	240
§ 9-1 概述	240
§ 9-2 中线测量	241
§ 9-3 纵、横断面测量	244
§ 9-4 管道施工测量	245
§ 9-5 顶管施工测量	255
§ 9-6 竣工测量	260
第十章 农田水利工程测量	262
§ 10-1 概述	262
§ 10-2 水库工程测量	262
§ 10-3 渠道工程测量	270
§ 10-4 平整土地测量	280
第十一章 建筑工程施工测量	295
§ 11-1 概述	295
§ 11-2 建筑工程施工控制测量	295
§ 11-3 建筑物主轴线的测设	297
§ 11-4 建筑物放线	301
§ 11-5 施工过程中的测量工作	304
§ 11-6 结构安装测量	307
§ 11-7 烟囱(或水塔)施工中的测量工作	311
§ 11-8 建筑物沉降观测概述	313
§ 11-9 竣工总平面图的编绘	314
附录 测量仪器的使用和保养	315

第一章 绪 论

§ 1-1 测量学的任务和分类

测量学是研究应用测量工具对地面上点的位置进行量度的科学。它的主要工作任务是：

- 1.把整个地球表面或局部地球表面的形状和大小，用各种符号测绘到图纸上，或者用数字表示出来；

- 2.把图纸上已设计好的各种工程建筑物，按照设计要求测设到地面上去，用各种标志表示出来。

在社会主义经济建设中，一切土建工程如：道路、桥梁、各种管道工程、农田水利、工业及民用建筑、矿山和铁路建设等，都需要利用测量所得到的各种资料和图纸进行规划设计、工程量的估算和方案比较，以选出最经济、最合理的设计方案。为了保证设计意图的实现，在工程施工中也要首先通过测量建立很多标志，作为施工的依据。工程竣工后，为了满足使用、管理、维修和扩建的需要，还要把施工的成果，通过测量记录下来，编绘出竣工图纸和资料。

在国防工程中，军事战略、战役的部署和具体军事行动的指挥，都需要有精确的地形图和各种观测数据。

在科学研究上，例如研究地球整体的形状和大小、地壳升降变化、陆地变迁以及地震预报等科学问题，也都需要测量工作。

总之，测量工作在社会主义经济建设、国防建设和科学研究中，都起着重要的作用。

按目前测量科学的发展和应用，基本上可分为四类：

- 1.大地测量学 专门研究地球整体的形状、大小和解决在大

面积内建立大地控制网的问题。

2. 地形测量学 在大地控制网的基础上, 根据需要测绘各种比例尺的地形图。

3. 摄影测量学 利用航空摄影或地面摄影所得到的摄影像片, 经过内业纠正, 绘制成地形图。

4. 工程测量学 为城镇建设、矿山建设、交通运输、农田水利等工程建设服务的测量科学。

§ 1-2 测量学的发展简况

恩格斯指出: “科学的发生和发展 一开始 就是由 生产 决定的。” 测量学就是劳动人民在多年生产实践中总结、创造和发展起来的。公元前二十一世纪, 我国夏禹治水时就使用过“准、绳、规、矩”等测量工具; 公元前四世纪战国时, 我国劳动人民就利用磁石制成了世界上最早的指南工具“司南”; 公元二世纪初, 后汉张衡制造了浑天仪, 在天文测量方面作出了贡献; 公元三世纪, 西晋裴秀拟定了世界上最早的制图规范——小比例尺的编图法则, 称为“制图六体”; 后来, 十八世纪清代, 为了测绘皇舆全图又进行过大规模的天文测量; 此外, 在工程建设中, 如四川都江堰水利工程, 南北大运河的开凿, 西安、北京等古都的建筑, 都创造和积累了极丰富的工程测量经验。总之, 我国历代劳动人民随着生产的需要和发展对测量科学作出了卓越的贡献。

从世界范围来讲, 古代的埃及, 为了确定土地边界就出现了测量工作; 公元前二世纪就初步确定了地球的形状和大小; 公元七世纪时, 中国的指南针, 传到了欧洲, 为测定方向提供了根据; 其后, 由于航海和天文观测的需要, 又促进罗盘仪和望远镜的发明; 随着天文学、数学、物理学的发展和工农业生产对测量的需要和促进, 使测量的理论和实践都有了较大的发展, 仪器设备也有了显著的改进; 到十八世纪初, 测量学就已逐步形成一门独立的科学体系; 到二十世纪初, 又出现了航空摄影测量; 从

此，测量学开始进入了一个新的时代。

在解放前，测量学也和其它科学一样，成为剥削阶级压迫劳动人民的一种工具。那时，帝国主义和国民党反动派互相勾结，大肆盗窃我国的地形地质资料，为侵略我国、掠夺资源、进行殖民统治服务。当时，测量机构各自为政，仪器依赖进口，测量事业基本上处于瘫痪状态。

解放后，在毛主席和中国共产党的领导下，测量事业随着社会主义建设的需要得到了迅速发展。成立了测绘管理机构，建立了全国的天文大地控制网，统一了全国的高程系统，测绘了广大地区的国家基本地形图，培养了大批测绘专门人员。在工程测量方面，如各大、中、小城市建设，长江大桥、治黄、治淮、根治海河和交通干线等大型工程建设，以及群众性的农田水利建设，测量工作都发挥了应有的作用。在测量仪器制造方面，目前不仅能够成批生产一般的光学经纬仪和水准仪，而且，已开始生产高精度的光学经纬仪、水准仪和激光测距仪等。测绘事业上的这些光辉成就，是高举总路线、大跃进、人民公社三面红旗和无产阶级文化大革命的丰硕成果，是毛主席革命路线的伟大胜利。

现代科学技术的发展日新月异，不少新技术在测量工作上得到了应用，使测量工作朝着电子化、自动化的方向发展。例如，在距离丈量方面，使用激光测距，效果很好；在仪器构造上，采用自动定平和自动归零装置；在计算技术上，用电子计算机解决繁重的计算工作，大量地缩短了观测和计算的时间，提高了工效。总之，革命在前进，科学在发展。我们要胸怀祖国，放眼世界，不断地学习和掌握先进的科学技术，更好地为中国人民和世界人民服务。

§ 1-3 测量工作的基本要求

工程测量是工程建设中的一个基本环节。测量人员必须以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，坚持无产阶级政治挂帅，做到

又红又专，为巩固无产阶级专政，为社会主义革命和社会主义建设作出应有的贡献。

测量工作是一项精心细致的工作，稍一不慎，就可能产生错误。一处发生错误如未及时发现，即影响下一步工作，甚至影响到整个测量成果，造成推迟工程进度或返工浪费，给国民经济带来损失。所以“错误”在测量成果中是绝对不允许的。测量人员必须树立为人民服务的思想，坚持严肃认真的科学态度。

为了保证测量成果的质量，测量工作必须以“向人民负责”的精神，坚持做到测、算工作步步有校核，不合乎技术规定的成果，一定要查清原因，返工重测，以保证有足够的精度。此外，为了符合各种工程对测量工作的不同要求，工程测量人员必须主动了解工程情况。还要坚持紧张而有秩序的工作，多、快、好、省地完成测量任务。

测量工作都是以队、组的组织形式，集体进行工作的。因此，要发扬集体主义精神，做到团结互助，才能把工作搞好。

测量工作是一项比较艰苦的工作，无论是野外的勘测，还是施工现场的测量，常常是白天外业观测，夜间还需要进行内业计算和制图，因此，测量人员必须具有为革命事业不怕劳累和连续作战的革命作风。

测量仪器对测量人员来说，同战士的枪枝一样必须加倍爱护，不论是贵重的光学仪器还是细小的测针，都是测量工作中的不可缺少的生产工具，是劳动人民辛勤劳动的成果。因此，测量人员必须首先从思想上爱护仪器，并在行动上养成正确使用仪器的良好习惯。

测量记录和测绘的图纸是外业工作的成果，是评定观测质量、使用观测成果的基本依据。因此，必须认真做好记录工作，要做到内容真实、完善，书写清楚、整洁。要保持记录的“原始性”，工作结束后，及时上交有关部门保存。

测量标志是测量工作的重要依据。因此，要做好标志的设置工作，并依靠群众，做好标志的保护工作。

第二章 水准仪及其使用

§ 2-1 高程测量的概念

自然地面是起伏不平的，高的有山岭、高原，低的有海峡、洼地。在各项工程的规划和设计阶段，为了合理地利用地形，需要测定很多地面点的高程来反映地面的起伏情况；在工程施工阶段，需要根据设计要求测设和检查工程各部位的高低。

要衡量地面上点位的高低，就需要选择一个标准。由于地球表面海洋的面积约占71%，陆地的面积只占29%；经过多年对海水面的观察知道，尽管海水面升降有变化，但是某一点的长年平均海水面位置是基本不变的。所以，选用平均的静止海水面作为高程起算的标准是比较理想的，这个面叫大地水准面。其他静止的水面叫水准面。水准面和大地水准面的特点是：面上的各

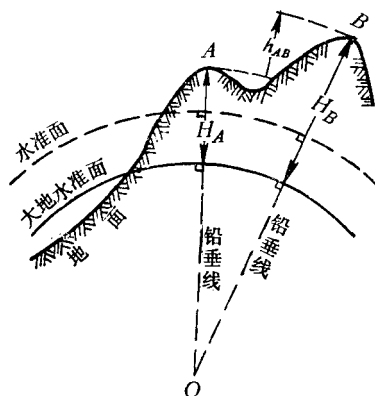


图 2-1

点处处与铅垂线垂直，是个曲面，但在小范围内可以认为是一个水平面。我国规定以青岛验潮站所确定的黄海平均海水面作为大地水准面，高程确定为零，是全国高程的统一起算面。

地面上一点到大地水准面的铅垂距离，叫做该点的绝对高程，也叫标高或海拔，如图 2-1 中的 H_A 、 H_B 。例如，世界上最高峰珠穆朗玛峰的绝对高程是 8848.13 米，就是说它高出大地水准面 8848.13 米；我国新疆地区吐鲁番盆地中部艾丁湖的水面比黄海平均海水面低 154 米，就是说它的绝对高程是 -154 米。在局部地区工作，也可选一个假定水准面作为高程起算面。地面上一点到假定水准面的铅垂距离叫相对高程。

如果地面上两点高程都知道，那么两点的高差也就可以计算出来。

图 2-1 中 B 点对 A 点的高差 $h_{AB} = H_B - H_A$ (2-1)

由上式知，高差有正负之分。符号为正时，表示 B 点高于 A 点；符号为负时，表示 B 点低于 A 点。

为确定地面点高程所进行的测量工作，叫高程测量。高程测量的方法，根据使用仪器的不同，可分为水准测量、三角高程测量和气压高程测量三种。水准测量是比较精确的方法。

§ 2-2 水准测量的原理

水准测量主要是利用水准仪提供的水平视线直接测定地面上各点之间的高差；然后，根据其中一点的已知高程推算其他各点的高程。如图 2-2，已知 A 点高程为 H_A ，如能求得 B 点对 A 点的高差 h_{AB} ，则 B 点的高程 H_B 就可以求出。

为了求出高差 h_{AB} ，先在 AB 两点间安置水准仪，在 AB 两点分别立水准尺，然后利用水平视线读出 A 点水准尺上的读数 a 和 B 点水准尺上的读数 b 。则：

$$B \text{ 点对 } A \text{ 点的高差 } h_{AB} = a - b \quad (2-2)$$

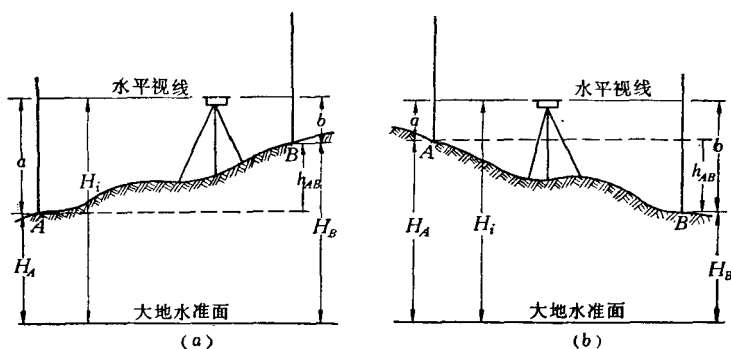


图 2-2

$$\text{欲求点 } B \text{ 的高程 } H_B = H_A + h_{AB} \quad (2-3)$$

式中 a 是已知高程点（始点）上的水准读数，叫后视读数；

b 是欲求高程点（终点）上的水准读数，叫前视读数；

“+”号表示代数和。

视线水平时在水准尺上的读数叫水准读数。

用后视读数减前视读数所得到高差的正或负，是表示以后视点为准，前视点对后视点的高低关系，当后视读数大于前视读数时，如图2-2(a)，则高差为正，说明前视点 B 高于后视点 A ；反之，当后视读数小于前视读数，如图2-2(b)，则高差为负，说明前视点 B 低于后视点 A 。

在工程测量中，常需要安置一次仪器就要测出很多点的高程。为了计算上的方便，可以先求出水准仪的视线高程，叫视线高。然后再分别计算各点高程。从图2-2中可以看出：

$$\text{视 线 高 } H_i = H_A + a \quad (2-4)$$

$$\text{欲求点 } B \text{ 的高程 } H_B = H_i - b \quad (2-5)$$

用水准仪测量地面点的高程时，水准仪安置的位置和高低可以任意选择，但是，水准仪的视线必须水平。如果视线不水平，利用上述公式所计算出的高差和高程就发生错误，所以在水准测量中

必须牢牢记住视线水平这个最重要、最基本的要求。

§ 2-3 微倾式水准仪的构造和使用方法

水准仪是能提供一条水平视线来测定各点间高差的仪器。
图2-3是北京测绘仪器厂制造的 S₃ 型微倾式水准仪。

测量仪器是工程技术人员了解自然、改造自然的武器，因此必须掌握它的构造和性能，合理地使用仪器，精心地爱护仪器，使它在生产斗争、科学实验中发挥应有的作用。仪器的正确使用和保养方法见附录。

微倾式水准仪的构造主要由望远镜、水准管和基座三个主要部分组成。

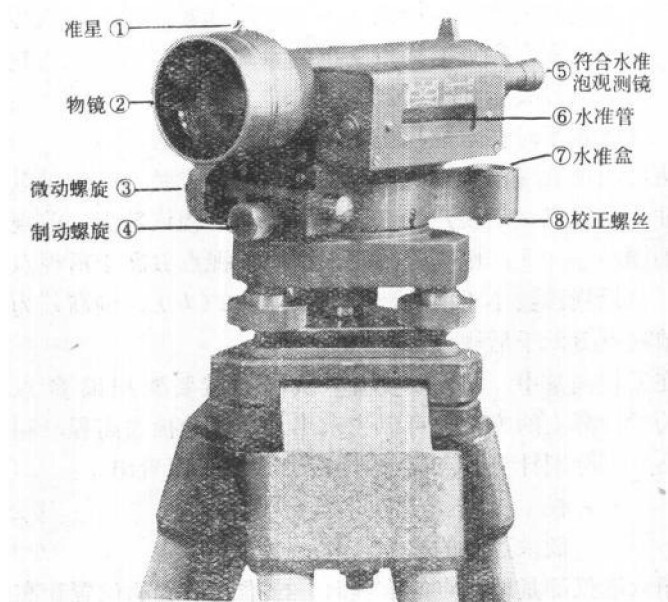


图 2-3 (a)

一、望 远 镜

望远镜由物镜、目镜和十字线三个主要部分组成。它的主要作用是能提供一条照准读数用的视线和使我们清晰地看清远处的目标。

图 2-4 是内对光式倒像望远镜构造原理图。根据几何光学知道：目标经过物镜和凹透镜的作用在镜筒内造成倒立小实像，转动物镜对光螺旋，移动凹透镜可以使目标的像清晰地反映到十字线平面上，再经过目镜的作用，使目标的像和十字线同时放大成虚像，以便于我们看清并照准目标。放大的虚像与用眼睛直接看到目标大小的比值，叫做望远镜的放大率，它是鉴别望远镜质量的主要指标，一般工程中常用的普通水准仪放大率为18~30倍。

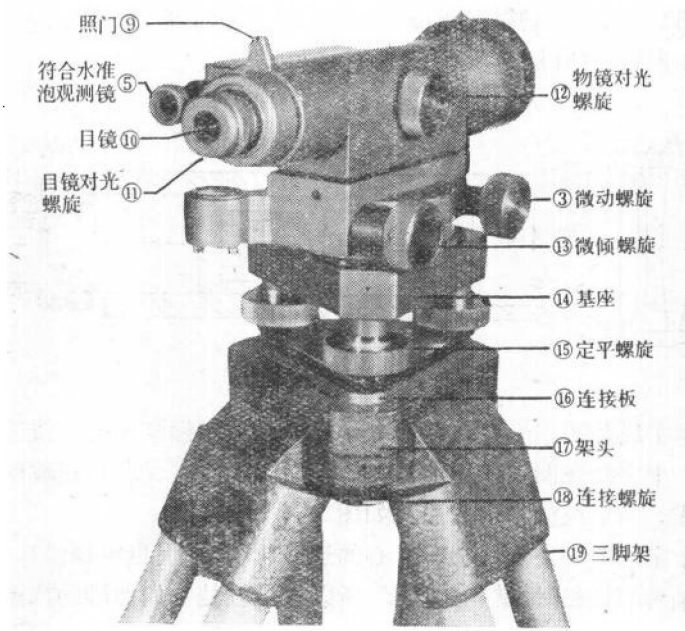


图 2-3 (b)

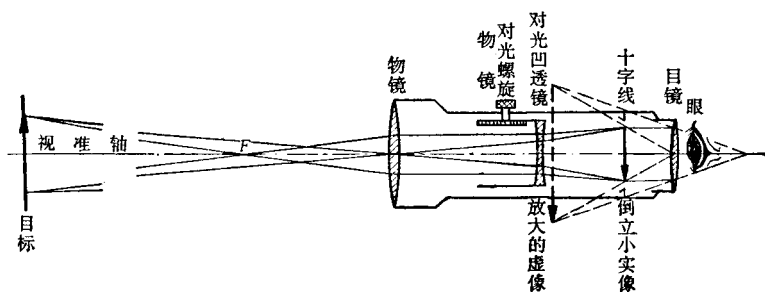


图 2-4

由于目标有远有近，为了使目标的像总是落在十字线平面上，就需要调节物镜对光螺旋。由于人的视力不一致，望远镜上还装有目镜对光螺旋，可以调节目镜的位置使我们看清十字线。

图 2-5 是 S_3 型微倾水准仪望远镜实际构造略图。由于物镜固定和密封，所以防潮、防尘性能较好。

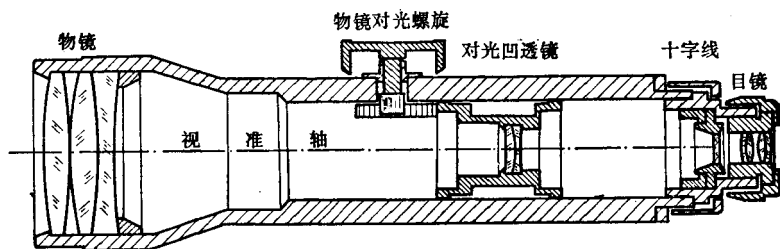


图 2-5

十字线是装在十字线环上，通过三个校正螺丝固定在望远镜筒上。十字线在旧式仪器上都用蛛丝做成，新式仪器是在玻璃片上刻线。十字线的构造和形式如图 2-6。

十字线中央交点和物镜光心的连线叫视准轴（也叫视线）。当视准轴对准目标时，就叫照准了。所以视准轴是我们照准的依据。

用望远镜看清目标的程序：第一步是目镜对光，就是根据观测人眼睛的视力，调节目镜对光螺旋使十字线清晰；第二步是物