



目 录

模块一 基本测量与测设

单元一 水准测量与测设

任务一 水准仪的基本操作	(4)
任务二 水准路线测量	(17)
任务三 水准点的测设	(30)

单元二 角度测量与测设

任务一 经纬仪的基本操作	(40)
任务二 角度测量	(56)
任务三 角度测设	(67)

单元三 距离测量与测设

任务一 卷尺的基本操作	(76)
任务二 精密钢尺距离测量	(85)
任务三 点的平面位置测设	(92)

单元四 全站仪在测量与测设上的使用

任务一 全站仪的基本操作	(104)
任务二 全站仪测量与测设的操作	(114)



模块二 建筑施工测量与测设

单元一 建筑施工场地的控制测量

- 任务一 建筑方格网测设 (144)
- 任务二 建筑物平面控制网测设 (153)

单元二 建筑物定位与放线

- 任务一 建筑物定位 (164)
- 任务二 建筑物放线 (176)

单元三 建筑施工抄平

- 任务一 施工场地平整测量 (184)
- 任务二 基槽的抄平 (188)
- 任务三 50 线的测设 (193)

单元四 建筑轴线投测

- 任务一 外控轴线投测 (200)
- 任务二 内控轴线投测 (206)

单元五 建筑高程传递

- 任务一 基坑高程传递 (212)
- 任务二 建筑物高程传递 (217)

单元六 建筑物变形观测

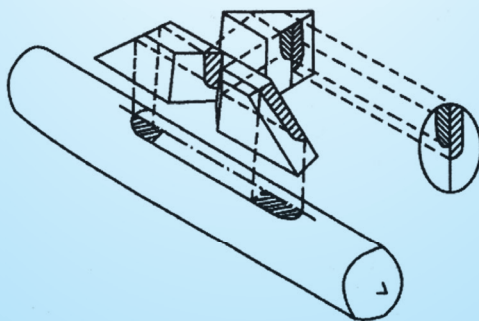
- 任务一 建筑物沉降观测 (222)
- 任务二 建筑物倾斜观测 (231)

参考文献



模块一

基本测量与测设







单 元 一

水准测量与测设





任务一

水准仪的基本操作

任务目标

通过学习本任务，学生应达到以下目标。

- 了解建筑施工测量背景知识；
- 掌握地面点位置确定方法；
- 了解高程测量的方法及其使用的仪器；
- 掌握水准测量原理、相关概念和计算未知点高程的方法；
- 了解 DS₃ 水准仪的构造以及配套工具；
- 熟练掌握水准仪的使用方法及其注意事项；
- 能够独立完成水准仪基本操作。

任务描述

● 任务内容

在校内实训场地，完成微倾式水准仪的安置、检验、粗略整平、瞄准水准尺、精确整平、读数与记录、整理仪器等基本操作。

● 实施条件

1. DS₃ 型微倾式或自动安平水准仪（1 台）、塔尺（1 把）；
2. 学生工作页（1 份）；
3. 安全帽、实训服等。

程序与方法

步骤一 认识水准仪

水准测量所使用的仪器是水准仪，工具有水准尺和尺垫。



国产水准仪按其精度分，有 DS₀₅、DS₁、DS₃ 及 DS₁₀ 等几种型号。05、1、3 和 10 表示水准仪精度等级，用该仪器进行水准测量时，每千米往返测量高差中数的中误差（mm）。不同等级的水准测量中使用不同等级的水准仪，建筑施工测量经常使用的水准仪分微倾式水准仪、自动安平水准仪两种，精度要求一般为 DS₃ 级。

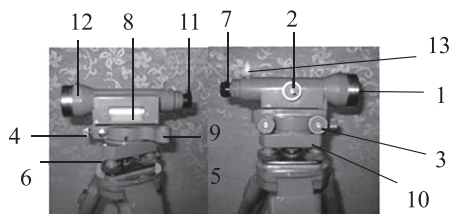


想一想

在建筑施工测量中，为什么经常使用 DS₃ 级水准仪，DS₃ 代表什么意思？

一、水准仪的构造（以 DS₃ 微倾式水准仪为例）

DS₃ 型微倾式水准仪主要由望远镜、水准器及基座三部分组成。如图 1-1-1-1 所示。

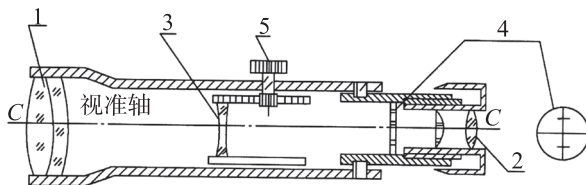


1—物镜；2—物镜对光螺旋；3—水平微动螺旋；4—水平制动螺旋；5—微倾螺旋；6—脚螺旋；7—符合气泡观察镜；8—水准管；9—圆水准器；10—基座；11—目镜调焦螺旋；12—准星；13—缺口

图 1-1-1-1 DS₃ 型微倾式水准仪的构造

1. 望远镜

望远镜用来精确瞄准远处目标并对水准尺进行读数。它主要由物镜、目镜、对光透镜和十字丝分划板组成，如图 1-1-1-2 所示。



1—物镜；2—目镜；3—对光透镜；4—十字丝分划板；5—物镜对光螺旋

图 1-1-1-2 望远镜的构造示意图

笔记

(1) 物镜：使瞄准的物体成像。

(2) 物镜对光螺旋和对光凹透镜：转动物镜对光螺旋可以使对光透镜沿视线方向前后移动，从而使不同距离的目标均能清晰地成像在十字丝分划板平面上。

(3) 目镜对光螺旋和目镜：调节目镜对光螺旋可以使十字丝清晰并将成像在十字丝分划板上的物像连同十字丝一起放大成虚像。观测者在看清十字丝的同时又能清晰地照准目标。

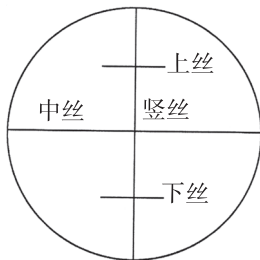


图 1-1-1-3 十字丝分划板

(4) 十字丝分划板：用来准确照准目标和读数。在中丝的上、下刻有两条对称的短丝，称为视距丝，用于测量仪器到目标的距离，如图 1-1-1-3 所示。

(5) 视准轴：十字丝交点与物镜光心的连线，称为视准轴 (CC)。视准轴的延长线称为视线，水准测量就是在视准轴水平时，用十字丝的中丝在水准尺上截取读数。

2. 水准器

(1) 圆水准器：圆水准器装在水准器基座上，用于粗略整平。它是一个密闭的玻璃圆盒，里面有一圆形气泡。圆水准器顶面的玻璃内表面研磨成球面，球面的正中刻有圆圈，其圆心称为圆水准器的零点。过零点的球面法线 $L'L'$ ，称为圆水准器轴。圆水准器轴 $L'L'$ 平行于仪器竖轴，如图 1-1-1-4 所示。

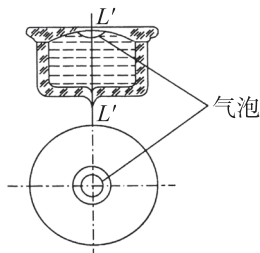


图 1-1-1-4 圆水准器

气泡中心偏离零点 2mm 时竖轴所倾斜的角值，称为圆水准器的分划值，一般为 8~10，精度较低。

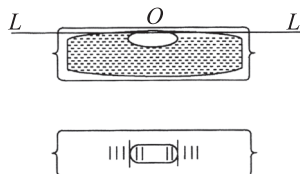


图 1-1-1-5 管水准器

(2) 管水准器：管水准器（亦称水准管）用于精确整平仪器。如图 1-1-1-5 所示，它是一个密封的玻璃管，里面有一个长方形气泡。其纵剖面方向的内壁研磨成一定半径的圆弧形，水准管上刻有间隔为 2mm 的分画线，分画线的对称中点 O 称为水准管零点，通过零点与圆弧相切的切线 LL 称为水准管轴。水准管轴应平行于视准轴。

水准管上 2mm 圆弧所对的圆心角，称为水准管的分划值，水准管分划愈小水准管灵敏度越高，用其整平仪器的精度也越高。DS₃ 型水准仪的水准管分划值为 20"，记作 20"/2mm，如图 1-1-1-6 所示。

为了提高水准管气泡居中的精度，采用符合水准器，如图 1-1-1-7 所示。

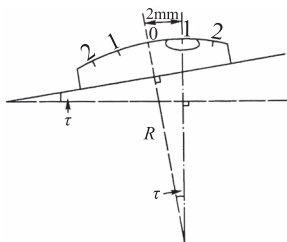


图 1-1-1-6 管水准器分划值

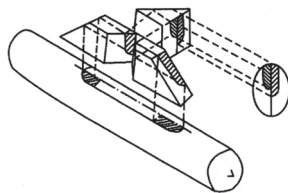


图 1-1-1-7 符合水准器

3. 基座

基座的作用是支撑仪器的上部，并通过连接螺旋与三脚架连接。它主要由轴座、脚螺旋、底板和三角压板构成。转动脚螺旋，可使圆水准器气泡居中。

二、水准尺和尺垫

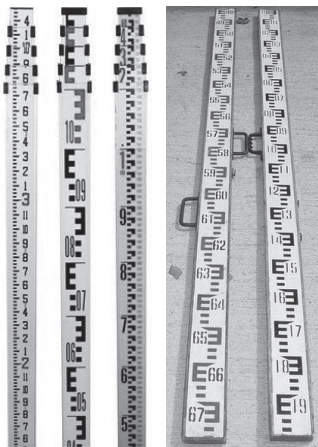
1. 水准尺

水准尺是进行水准测量时与水准仪配合使用的标尺。常用的水准尺有塔尺和双面水准尺两种。

(1) 塔尺：如图 1-1-1-8 (a) 所示，塔尺是一种逐节缩小的组合尺，其长度为 3~5m，有三节或五节连接在一起，尺的底部为零点，尺面上黑白格相间，每格宽度为 1cm，有的为 0.5cm，在米和分米处有数字注记。

(2) 双面水准尺：如图 1-1-1-8 (b) 所示，尺长为 3m，两根尺为一对。尺的双面均有刻画，一面为黑白相间，称为黑面尺（也称主尺）；另一面为红白相间，称为红面尺（也称辅尺）。两面的刻画均为 1cm，在分米处注有数字。两根尺的黑面尺尺底均从零开始，而红面尺尺底，一根从 4.687m 开始，另一根从 4.787m 开始。在视线高度不变的情况下，同一根水准尺的红面和黑面读数之差应等于常数 4.687m 或 4.787m，这个常数称为尺常数，用 K 来表示，以此可以检核读数是否正确。

(3) 因瓦水准尺：是一种带有水泡装置的高精度水准尺，在建筑施工测量中较少使用，一般用于二等以上的水准测量。



(a) (b)
图 1-1-1-8 水准尺

笔记

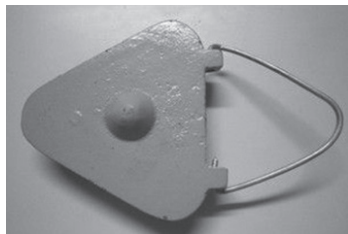


图 1-1-1-9 尺垫

2. 尺垫

如图 1-1-1-9 所示, 尺垫是由生铁铸成, 一般为三角形板座, 其下方有三个角, 可以踏入土中。尺垫上方有一突起的半球体, 水准尺立于半球顶面。尺垫仅在转点处竖立水准尺时使用。



多学一点

自动安平水准仪

在建筑工程施工测量中, 自动安平水准仪的应用较为广泛。自动安平水准仪是利用自动补偿器代替水准管, 观测时只用圆水准器进行粗评, 照准后不需要精平, 然后借助自动补偿器自动把视准轴置平, 即可读出视线水平时的读数。使用自动安平水准仪不仅简化了操作, 提高了速度, 同时避免由于水准仪安置不当、地面有微小的振动或脚架的不规则下沉等原因造成的影响, 也可以由补偿器迅速调整而得到正确的读数, 从而提高了观测的精度。它的构造特点是没有水准管和微倾螺旋, 有固定屋脊透镜, 两个直角棱镜则用交叉的金属丝自由悬吊在屋脊棱镜架上。因此, 当仪器粗平后, 视线倾斜的范围较小时, 仪器的视线就自动水平了。

其操作程序为: 安置—粗平—照准—读数。应当注意的是, 自动安平水准仪的补偿范围是有限的, 当视线倾斜较大时, 补偿器将会失灵。在使用前应对圆水准器进行检校。在使用、携带和运输过程中, 严禁剧烈振动, 防止补偿器失灵。

手册

完成《自主学习手册》任务单 1.1.1.1: 任务实施引导——问题二

步骤二 安置与校检仪器

1. 在测站上松开三脚架架腿的固定螺旋, 按大致与肩平的高度调整架腿长度, 再拧紧固定螺旋, 解开绑带, 用双手及一只脚张开三脚架将架腿踩实, 使三脚架每一个腿与地面夹角大致相等, 夹角不宜小于 60° , 目测三脚架架头大致水平。架设三脚架时, 注意三个腿的方向, 以便继续操作时, 不碰到三脚架。

2. 从仪器箱中取出水准仪, 用连接螺旋将水准仪固定在三脚架架头上。

3. 为了保证我们测量数据的准确性, 降低因仪器误差过大给测量工作带来的风险, 给建筑工程施工带来不必要的损失, 我们最好在每一次水准测量

前进行水准仪的检验工作。一般在下列情况下必须进行水准仪的检验工作。

- (1) 在重要的水准测量和测设前；
- (2) 使用一个陌生的水准仪前；
- (3) 使用长时间放置的水准仪前；
- (4) 上次水准仪使用后，水准仪经过长距离搬运或经过可能对水准仪的精度造成影响的某些事件后。

相关知识

水准仪检验

根据水准测量的原理，水准仪必须能提供一条水平的视线，才能正确地测出两点间的高差。为此，水准仪在结构上应满足以下条件，如图 1-1-1-10 所示。

1. 圆水准器轴 $L'-L'$ 应平行于仪器的竖轴 $V-V$ 。
2. 十字丝的中丝应垂直于仪器的竖轴 $V-V$ 。
3. 水准管轴 $L-L$ 应平行于视准轴 $C-C$ 。

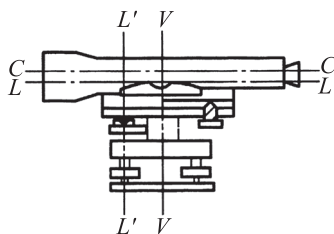


图 1-1-1-10 水准仪的轴线



想一想

请找出水准仪有几条轴线以及说明它们之间的关系。

在水准测量之前，应对水准仪进行认真的检验与校正。

(一) 外观检查

1. 在正常条件下观测时，望远镜视场中亮度均匀，像质良好，分划板注记清晰。
2. 光学零件表面应清洁，均无油迹、霉斑和有损成像质量的显著气泡、灰尘、擦痕等缺陷；胶合板不应脱胶；镀膜层不应有损伤。
3. 管水准器上的分画线应清晰、均匀，水准器的符合分界线应均匀细直，气泡成像应清晰，两端影像应正交，并对称于符合分界线。
4. 仪器的转动机构及微动机构应运转灵活、平稳、舒适，无明显跳动、阻滞及回程现象。观察点状目标时，旋转微倾或微动手轮，其移动轨迹应为直线。
5. 制动机构及校正螺钉均应有效地发生作用，不应有松动现象；各校正和改正机构应留有调整余量。

网络空间

参考《助学资源》模块一：单元一任务一动画 1。

笔记

6. 水准仪安装应牢固，微倾手轮运转时，气泡移动应均匀灵敏，不应有目视可见的跳动或阻滞现象。

7. 望远镜目镜调节时，视场内的十字线交点不应有明显的晃动现象。

8. 仪器与三脚架的连接应牢固，在照准部转动时，基座不应有晃动现象。

(二) 圆水准器的检验与校正

1. 检验方法：旋转脚螺旋使圆水准器气泡居中，然后将仪器绕竖轴旋转180°，如果气泡仍居中，则表示该几何条件满足；如果气泡偏出分划圈外，则需要校正。

2. 校正方法：校正时，先调整脚螺旋，使气泡向零点方向移动偏离值的一半，此时竖轴处于铅垂位置。然后，稍旋松圆水准器底部的固定螺钉，用校正针拨动三个校正螺钉，使气泡居中，这时圆水准器轴平行于仪器竖轴且处于铅垂位置。

圆水准器校正螺钉的结构如图 1-1-1-11 所示。此项校正，需反复进行，直至仪器旋转到任何位置时，圆水准器气泡皆居中为止，最后旋紧固定螺钉。

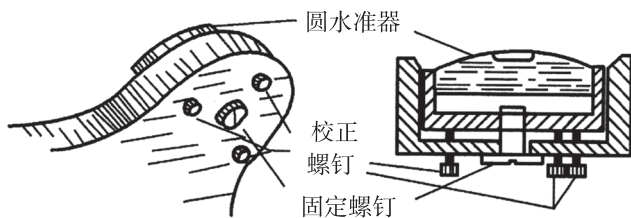


图 1-1-1-11 圆水准器校正螺钉

(三) 十字丝中丝的检验与校正

1. 检验方法：安置水准仪，使圆水准器的气泡严格居中后，先用十字丝交点瞄准某一明显的点状目标 M ，如图 1-1-1-12 (a) 所示，然后旋紧制动螺旋，轻微转动微动螺旋，使 M 点沿中丝左右移动，如果目标点 M 不离开中丝，如图 1-1-1-12 (b) 所示，则表示中丝垂直于仪器的竖轴；如果目标点 M 离开中丝，如图 1-1-1-12 (c) 所示，则需要校正。

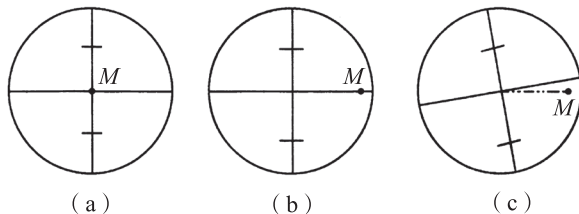


图 1-1-1-12 十字丝中丝垂直于仪器的竖轴的检验

2. 校正方法：松开十字丝分划板座的固定螺钉转动十字丝分划板座，使中丝一端对准目标点 M ，再将固定螺钉拧紧。此项校正也需反复进行。

(四) 水准管轴的检验与校正

1. 检验方法：如图 1-1-1-13 所示，在较平坦的地面上选择相距约 80m 的 A 、 B 两点，打下木桩或放置尺垫。用皮（钢）尺丈量，定出 AB 的中点 C 。

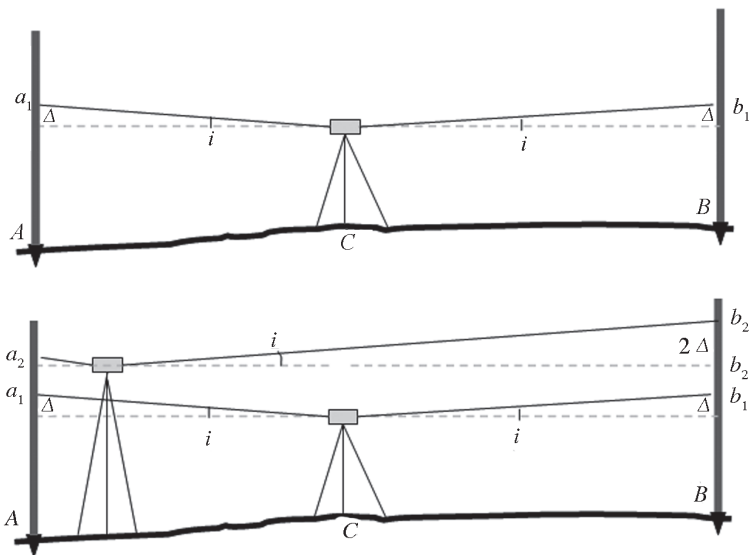


图 1-1-1-13 水准管轴平行于视准轴的检验

(1) 在 C 点处安置水准仪，用变动仪器高法，连续两次测出 A 、 B 两点的高差，若两次测定的高差之差不超过 3mm，则取两次高差的平均值 h_{AB} 作为最后结果。由于距离相等，视准轴与水准管轴不平行所产生的前后读数误差 Δ 相等，故高差 h_{AB} 不受视准轴误差的影响。

(2) 在距离 A 点大约 3m 的 D 点处安置水准仪，精平后读得 A 点尺上的读数为 a_2 ，因水准仪距 A 点很近，两轴不平行引起的读数误差 Δ_2 可忽略不计。根据 a_2 和高差 h_{AB} 算出 A 点尺上视线水平时的应读读数为： $b_{2\text{应}}=a_2-h_{AB}$ 。

然后，瞄准 B 点水准尺，读出中丝的读数 b_2 ，如果 b_2 与 $b_{2\text{应}}$ 相等，表示两轴平行。否则存在 i 角，其角值为：

$$i = \frac{b_2 - b_{2\text{应}}}{D_{AB}} \rho \quad (1-1-1-1)$$

式中 D_{AB} —— A 、 B 两点间的水平距离 (m)；

i —— 视准轴与水管轴的夹角 (")；

ρ —— 1 弧度的秒值， $\rho=206265''$ 。

网络空间

参考《助学资源》模块一：单元一任务一动画 2。

笔记

根据《水准仪检定规程》(JIG 425—2003)规定, DS₃型水准仪的 i 角值不得大于 12", 如果超限, 则需要校正。

2. 校正方法: 转动微倾螺旋, 使十字丝中丝对准 B 点尺上应读读数 $b_{2\text{应}}$, 用校正针先拨松水准管一端的左、右校正螺钉, 如图 1-1-1-14 所示, 再拨动上、下两个校正螺钉, 使偏离的气泡重新居中, 最后要将校正螺钉旋紧。此项校正工作需反复进行, 直至达到要求为止。

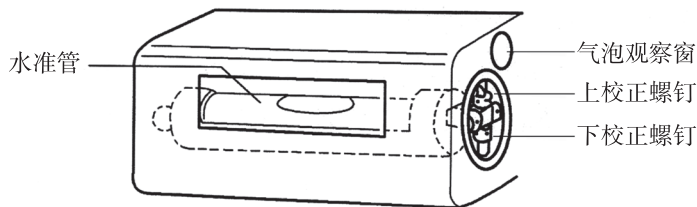


图 1-1-1-14 水准管校正螺钉



想一想

若水准仪的水准管轴不平行于视准轴, 这样的仪器读出的高差值是否准确? 为什么?

做一做

1. 在建筑测量实训场内或较平坦的开阔场地, 每 4~5 人为一组, 根据教师示范和《自主学习手册》的内容完成水准仪的安置和各项检验任务, 组内成员每人至少正确安置一次并完成各项检验;
2. 完成水准仪的各项检验任务后, 完善工作页中的各项检验计划, 完成检验报告, 编写任务完成情况的汇报提纲;
3. 对照完成的工作页和汇报提纲, 以小组为单位谈谈制订的各项检验计划与真正实施的操作之间有什么差异, 你今后在制订检验计划时应注意什么;
4. 以小组为单位谈谈在完成水准仪的安置和检验任务中, 你有什么经验和乐趣可以与大家分享;
5. 上交工作页。

步骤三 粗略整平

比一比

在实训场地进行水准仪的粗略整平，小组PK看谁用的时间最短？请优胜小组上台分享一下操作心得。

粗略整平简称“粗平”，即通过调节脚螺旋使圆水准器气泡居中。具体操作步骤如下。

1. 如图 1-1-1-15 所示，两手按箭头所指的相对方向转动脚螺旋 1 和螺旋 2，使气泡沿着 1、2 连线方向由 *a* 移至 *b*。

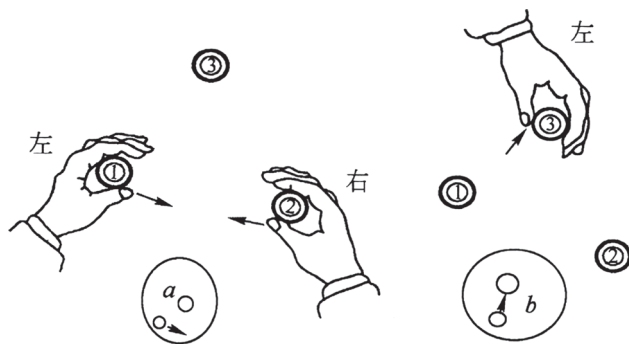


图 1-1-1-15 圆水准器整平

2. 用左手按箭头所指方向转动脚螺旋。
3. 使气泡由 *b* 移至中心。

小窍门

整平时，气泡移动的方向与左手大拇指旋转脚螺旋时的移动方向一致，称为“左手规则”。

@ 网络空间

参考《助学资源》模块一：单元一任务一动画 3。

手册

完成《自主学习手册》任务单 1.1.1.1：任务实施引导——问题三

笔记

手册

完成《自主学习手册》任务单 1.1.1.1: 任务实施引导——问题四

网络空间

参考《助学资源》模块一: 单元一任务一动画 4。

步骤四 瞄准水准尺



做一做

在实训场内，根据教师示范，分小组按下列步骤完成瞄准水准尺的操作全过程。

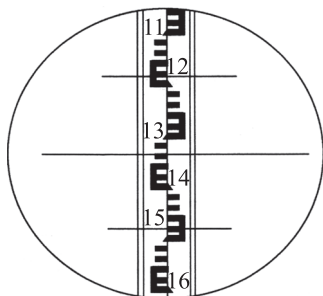


图 1-1-1-16 精确瞄准与读数

1. 目镜调焦：松开制动螺旋，将望远镜转向明亮的背景，转动目镜对光螺旋，使十字丝成像清晰。

2. 初步瞄准：通过望远镜筒上方的照门（或缺口）和准星瞄准水准尺，旋紧水平制动螺旋。

3. 物镜调焦：转动物镜对光螺旋，使水准尺的成像清晰。

4. 精确瞄准：转动微动螺旋，使十字丝的

竖丝瞄准水准尺边缘或中央，如图 1-1-1-16 所示。

5. 消除视差：眼睛在目镜端上下移动，有时可看见十字丝的中丝与水准尺影像之间会相对移动，这种现象叫视差。产生视差的原因是水准尺的尺像与十字丝平面不重合，如图 1-1-1-17 (a) 所示。视差的存在将影响读数的正确性，应予以消除。消除视差的方法是仔细地转动物镜对光螺旋，直至尺像与十字丝平面重合，如图 1-1-1-17 (b) 所示。

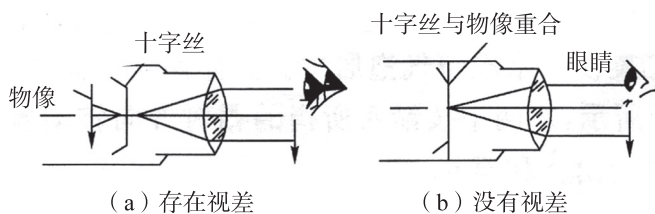


图 1-1-1-17 视差现象

步骤五 精确整平



做一做

在实训场内，根据教师示范，分小组按下列步骤完成精确整平的操作。

精确整平简称“精平”。眼睛观察符合水准器观察窗内的气泡影像，用右手缓慢地转动微倾螺旋，使气泡两端的影像呈对称状态，此时视线即为水平视线。微倾螺旋的转动方向与左半侧气泡影像的移动方向一致，如图 1-1-1-18 所示。

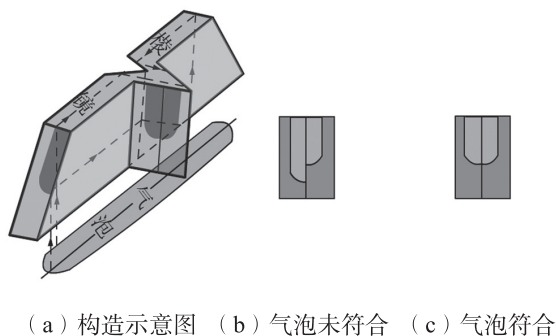


图 1-1-1-18 精确整平

步骤六 读数与记录



比一比

在实训场内，根据教师示范，分小组按下列方法完成读数与记录的操作，小组内比一比看谁用的时间最短、读数最准，并请其现场分享一下操作心得。

符合水准器气泡对齐后，应立即用十字丝中丝在水准尺上读数。读数时应从小数向大数读，现在新出品的水准仪内部加设的图像翻转装置，在望远镜中看到是正像，在尺上应从下向上读，如果从望远镜中看到的水准尺影像是倒像，在尺上应从上向下读取。直接读取米、分米、厘米，并估读出下一位毫米，共四位数。如图 1-1-1-16 所示，读数是 1.330m。读数后再检查符合水准器气泡是否居中，若不居中，应再次精平，重新读数。

步骤七 整理仪器

记录完数据后应马上进入整理仪器步骤，以便重新架设仪器或归还仪器，禁止架设的仪器旁无人守护，防止外界环境变化造成仪器损坏。

整理仪器时，应先检查仪器的水平制动螺旋是否松开，松开后，卸下仪器，放入仪器箱中，调整好仪器的位置，检查镜头盖和遮阳筒等附属件是否齐全，锁上箱盖。

做一做

1. 在认识和了解水准仪的基础上，在校内实训场地按照上述步骤的要求，

手册

完成《自主学习手册》任务单 1.1.1.1: 任务实施引导——问题五

网络空间

参考《助学资源》模块一：单元一任务一动画 5。

手册

完成《自主学习手册》任务单 1.1.1.1: 任务实施引导——问题六

手册

完成《自主学习手册》任务单 1.1.1.1: 任务实施引导——问题七

笔记

规范正确地完成微倾式水准仪的安置、检验、粗略整平、瞄准水准尺、精确整平、读数与记录、整理仪器等基本操作，并写下操作笔记。

2. 完成水准仪基本操作训练任务后，完善工作页中的仪器操作步骤、注意事项，编写任务完成情况的汇报提纲。

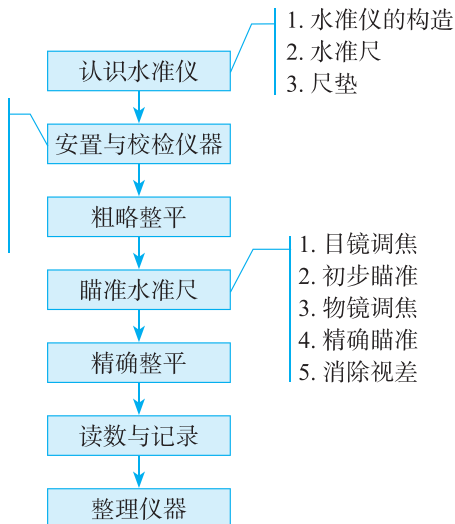
3. 对照完成的工作页，以小组为单位谈谈制订的操作步骤及注意事项与真正实施的操作之间有什么差异。

4. 谈谈在完成水准仪基本操作任务中，都有什么经验。

巩固与拓展

一、知识巩固

1. 外观检查
2. 圆水准器的检验与校正
3. 十字丝中丝的检验与校正
4. 水准管轴的检验与校正



本任务知识体系

对照上图，梳理自己所掌握的知识体系，并与同学相互交流、研讨个人对“水准仪的基本操作”知识点的理解。

二、知识拓展

1. 根据“水准仪的基本操作”的学习步骤及方法，利用所学知识，完成《自主学习手册》中的拓展任务。

2. 用手机或数码相机拍下自己对水准仪操作的各种练习，并进行剪辑、录音制作，与同学分享交流，鼓励参加建筑测量社团的各种技能比赛。