

学习任务1 高差测量

学习目标

1. 能熟练安置水准仪并进行正确的读数；
2. 能理解高差测量的原理；
3. 能使用水准仪测两点高差；
4. 会对水准仪进行检验校正。



任务导入

测量学主要研究地面点的空间位置,本学习任务将会使用到不同的测量仪器进行高差、角度、距离的测量,并最终得出各个点位的空间位置。本次任务主要针对高差测量所使用的水准仪进行学习,重点掌握仪器构造的认识、高差测量的理论以及方法、仪器的校验校正等。

学习活动1 水准仪的安置与读数



学习目标

1. 能认识水准仪的构造；
2. 能熟练安置水准仪；
3. 能正确使用水准仪进行读数。



情境描述

学院计划新建一栋教学楼,设计师要考虑教学楼前雨水的引流情况,就需要知道新教学楼前与排水渠之间的高差,因而需要进行高差测量,这样就需要学生熟练掌握水准仪的操作方法。本次活动要求学生练习水准仪的安置,准确识读水准仪的读数。



知识链接

一、概念

高差:两点之间的高度之差称为高差。

二、仪器设备

在高差测量中所使用的仪器为水准仪,工具有水准尺和尺垫。

1. 水准仪

(1)按精度分类。水准仪按精度可分为精密水准仪和普通水准仪。精密水准仪为 $DS_{0.5}$ 、 DS_1 ,用于国家一、二等精密水准测量;普通水准仪为 DS_3 、 DS_{10} ,用于国家三、四等水准

及普通水准测量。

代号中的“D”和“S”是“大地”和“水准仪”的汉语拼音的第一个字母,下标的数字代表仪器的测量精度(每公里往返测高差中数的中误差 n 毫米,即精度),下标的数字越小表示该仪器测量精度等级越高。

(2)按构造分类。水准仪按构造可分为微倾式水准仪、自动安平水准仪、电子水准仪,如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 水准仪

2. 水准尺

水准尺是进行高差测量时使用的标尺,它用优质的木材或玻璃钢、铝合金等材料制成。

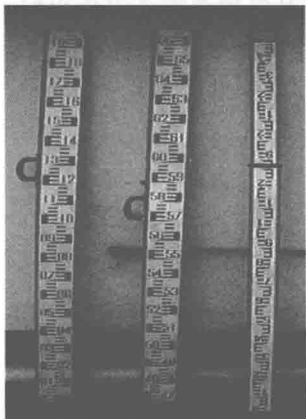


图 1-1-2 水准尺

常用的水准尺有塔尺和双面水准尺两种,如图 1-1-2 所示。

(1)塔尺。塔尺一般用在等外水准测量,通常制成 3m 或 5m,以铝合金或玻璃钢材料为多。分两节或三节套接在一起,因此塔尺可以伸缩,尺的底部均为零点,每隔 1cm 或 0.5cm 涂有黑白或红白相间的分格,每米和分米处皆注有数字。也有的塔尺在厘米格处也注有数字,以方便读数,分米或厘米位置有的以字顶为准,有的以字底为准,读数时不要弄错。数字有正字和倒字两种,超过 1m 注字,有的直接标注到分米或厘米,如 1.4、1.41 等;有的在数字上加红点表示米数,如 $\dot{2}$ 表示 1.2m, $\ddot{1}$ 表示 2.1m。

(2)双面水准尺。双面水准尺多用于三、四等水准测量,尺长为 3m,两根尺为一对。尺的双面均有刻划,一面为黑白相间,称为黑面尺(也称基本分划);另一面为红白相间,称为红面尺(也称辅助分划)。两面的刻划均为 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。

3. 尺垫

尺垫是用来支撑水准尺和传递高程的工具。一般由三角形的铸铁制成,下面有 3 个尖脚,便于使用时将尺垫踩入土中,使之稳固;上面有一个凸起的半球体,将水准尺竖立于球顶最高点,如图 1-1-3 所示。

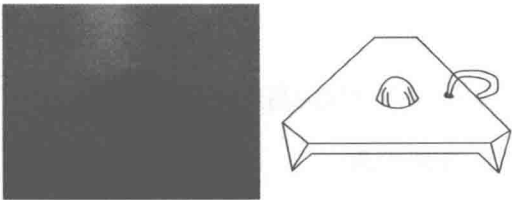


图 1-1-3 尺垫

三、水准仪的构造(本任务重点介绍 DS₃ 微倾式水准仪)

如图 1-1-4 所示,微倾式水准仪主要由望远镜、水准器及基座三部分组成。

1. 望远镜

望远镜可用来精确瞄准远处目标并对水准尺进行读数,可绕仪器竖轴在水平方向转动,主要由物镜、目镜、对光螺旋和十字丝分划板组成。

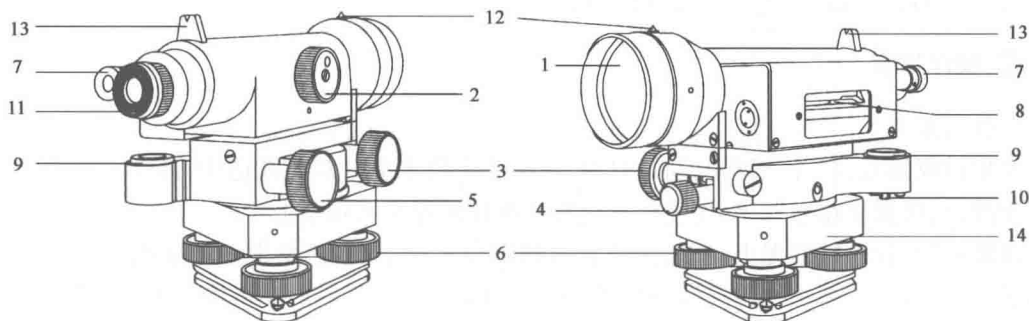


图 1-1-4 水准仪构造

1-物镜;2-物镜调焦螺旋;3-微动螺旋;4-制动螺旋;5-微倾螺旋;6-脚螺旋;7-管水准器;8-分划板护罩;9-圆水准器;10-圆水准器校正螺钉;11-目镜;12-望远镜;13-瞄准器;14-轴座

2. 水准器

水准器主要有圆水准器(水准盒)和管水准器(水准管)两种形式,它们都是供仪器整平时用的。

3. 基座

基座的作用是支承仪器的上部,并通过连接螺旋与三脚架连接。它主要由轴座、脚螺旋、底板和三脚压板构成。基座有 3 个可以升降的脚螺旋,转动脚螺旋,可使圆水准气泡居中,使仪器粗略整平。

四、水准仪安置与读数

微倾式水准仪的基本操作程序为安置仪器、粗略整平、瞄准水准尺、精确整平和读数五步。



任务实施

一、安全教育

(1)在测量实习之前,应学习教材中的有关内容,明确实习目的和要求,熟悉操作步骤,了解注意事项,并准备好所需的文具用品,以保证按时完成实习任务。

(2)实习分小组进行,组长负责组织协调工作,办理仪器工具的借领和归还手续。

(3)实习要在规定时间和场地进行,不得缺席、迟到和早退,不得擅自离开实习场地。

(4)服从老师的指导,认真、仔细操作,培养独立的工作能力和严谨的工作态度,发扬互助协作的精神,实习完毕应提交合格的测量成果和书写工整规范的实习报告。

(5)实习过程中应遵守纪律,爱护花草树木,保护环境和公共设施,不得踩踏花草、攀折树木、污染环境。损坏公共设施者应赔偿损失。

二、任务准备

1. 组织准备

以 8 人为一组,每组配备一名组长和一名副组长,组长负责全组组织以及实际操作训

练,副组长负责组织理论知识学习和复习。

2. 仪器准备

- (1)由仪器室借领:水准仪 1 台、塔尺 2 根,记录板 1 块,尺垫 2 个,记录纸。
- (2)自备:计算器、铅笔、小刀、计算用纸。

三、操作步骤

1. 仪器架设

在架设仪器处,打开三脚架,通过目测,使架头大致水平且其高度适中,高度约到观测者的胸颈部,将仪器从箱中取出,用连接螺旋将水准仪固定在三脚架上。

注意:若在较松软的泥土地面,为防止仪器因自重而下沉,还要把三脚架的两腿踩入土中踏实。然后,根据圆水准器气泡的位置,上、下推拉,左、右微转脚架的第三只腿,使圆水准器的气泡位置尽可能靠近中心圈,在不改变架头高度的情况下,放稳脚架的第三只腿。

2. 粗略整平

为使仪器的竖轴大致铅垂,转动基座上的 3 个脚螺旋,使圆水准器的气泡居中,即视准轴粗略整平。整平方法如下:

- (1)转动仪器将圆水准器气泡转至两脚螺旋中间位置。
- (2)如图 1-1-5a)所示,左手拇指转动方向是水泡移动方向,右手拇指转动方向是水泡所在方向,调整脚螺旋直至圆水准气泡移动到气泡中心与两脚螺旋连线的垂线上。
- (3)如图 1-1-5b)所示,转动第三个脚螺旋转动方向与上点一致,直至将水准气泡调整到圆水准器中心位置。

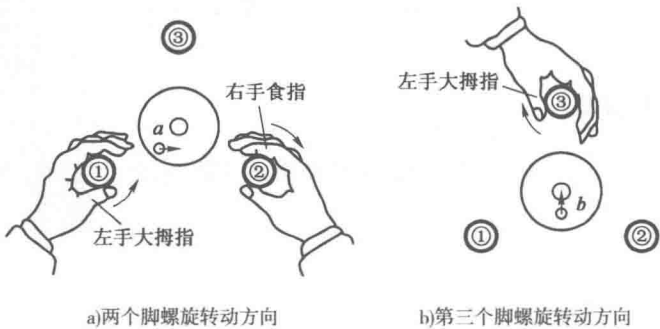


图 1-1-5 粗平

3. 瞄准水准尺,消除视差

- (1)用望远镜对着明亮背景,转动目镜对光螺旋,使十字丝清晰可见。
 - (2)松开制动螺旋,转动望远镜,先利用镜筒上的准星和照门照准水准尺,旋紧制动螺旋。
 - (3)转动物镜对光螺旋,使尺像清晰。
- ①如果眼睛上、下晃动,十字丝交点总是指在标尺物像的一个固定位置,即为无视差现象,如图 1-1-6a)所示。

②如果眼睛上、下晃动,十字丝横丝在标尺上错动则有视差,说明标尺物像没有呈现在十字丝平面上,如图 1-1-6b)所示。若有视差,将影响读数的准确性。

消除视差时要仔细进行物镜对光,使水准尺看得最清楚,这时如十字丝不清楚或出现重影,再旋转目镜对光螺旋,直至完全消除视差为止,最后利用微动螺旋使十字丝精确照准水准尺。

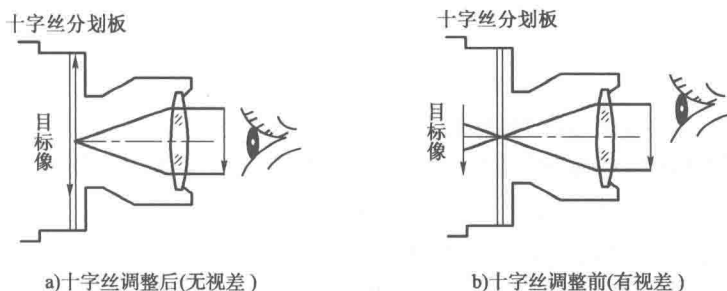


图 1-1-6 视差对比

4. 精确整平

转动微倾螺旋,从气泡观察窗口内看符合水准器的两端气泡半边影像是否对齐,若对齐,则说明符合水准气泡居中。

使视准轴精确水平,左侧影像的移动方向与右手大拇指转动的方向相同,如图 1-1-7 所示。转动微倾螺旋要稳重,慢慢地调节,使符合水准气泡两端的影像符合,避免气泡上下不停错动。

注意:水准仪粗平后,竖轴不是严格铅垂的。当望远镜由一个目标转向另一个目标时,气泡不一定完全符合,必须重新再精平,直到水准管气泡完全符合才能读数。

5. 读数

当水准管气泡精确居中并稳定后,视准轴即达到水平,此时应立即用望远镜十字丝的横丝在水准尺上读数。为了保证读数的准确性,读数时无论成正像还是成倒像,均应从小数向大数读,先估读出毫米,并直接读取米、分米和厘米,共 4 位数。如图 1-1-8 所示为水准尺的读数。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。

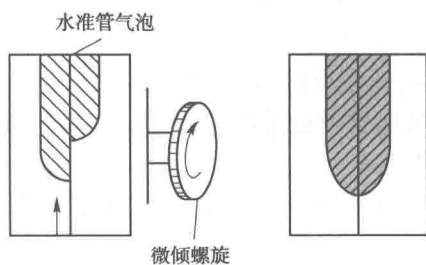


图 1-1-7 精平

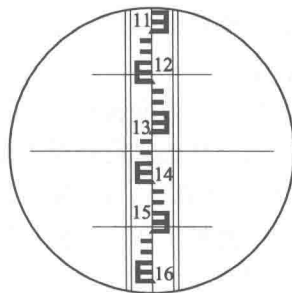


图 1-1-8 精确瞄准

四、注意事项

(1) 安置仪器时要将中心连接螺旋拧紧,防止仪器从脚架上脱落下来,并做到人不离仪器。

(2) 仪器应安置在土质坚硬的地方,并应将三脚架踏实,防止仪器下沉。

(3) 三脚架伸缩固定螺旋要拧紧,但用力不能过大;仪器上的各种螺旋在转动时都应做到“稳、轻、慢”,如发现螺钉拧到头时,要向回拧两圈。

(4) 每次读数时应严格消除视差,水准管轴气泡要严格居中,读数时要仔细、迅速、果断。

(5) 仪器转站时,应将三脚架合拢,用一只手抱住脚架,另一只手托住仪器,稳步前进;远距离迁站时,仪器应装箱,扣上箱盖。



作业布置

一、填空题

1. 两点之间_____的差称为高差。
2. 水准仪型号中的“D”和“S”是“_____”和“_____”的汉语拼音的第一个字母。
3. 尺垫是用来支撑水准尺和_____的工具。
4. 水准器有_____和_____两种形式。
5. 高差测量中常用的水准尺有_____和_____。

二、选择题

1. 反复转动目镜对光螺旋,使()清晰可见。
A. 目标成像 B. 十字丝 C. 水准管 D. 物镜
2. 使视准轴精确水平,左侧影像的移动方向与()大拇指转动的方向相同。
A. 左手 B. 右手 C. 双手 D. 单手
3. ()是支承仪器的上部,并通过连接螺旋与三脚架连接。
A. 望远镜 B. 十字丝 C. 水准器 D. 基座
4. 水准仪的操作程序为安置仪器、()、()、()、()。
A. 瞄准水准尺 B. 读数 C. 粗略整平 D. 精确整平
5. 消除视差时所需要调节的螺旋是()。
A. 微倾螺旋 B. 微动螺旋 C. 物镜对光螺旋 D. 目镜对光螺旋

三、判断题

1. 在测站上松开三脚架架腿的固定螺旋调整架腿长度,再拧紧固定螺旋,张开三脚架并使三脚架架头大致水平且高度适中,约在观测者的头部。()
2. 当水准管气泡精确居中并稳定后,说明视准轴达到水平,应立即用望远镜十字丝的横丝在水准尺上读数。()
3. 气泡需要向哪个方向移动,右手拇指就向哪个方向转动脚螺旋。()
4. 消除视差时要仔细进行物镜对光使水准尺看得最清楚,这时如十字丝不清楚或出现重影,再旋转目镜对光螺旋,直至完全消除视差为止。()
5. 当水准管气泡精确居中并稳定后,说明视准轴达到水平,应立即用望远镜十字丝的横丝在水准尺上读数。()

四、简答题

1. 简述微倾式水准仪的构造部分以及各自的作用。
2. 水准仪的基本操作程序有哪些?
3. 什么是视差? 如何消除视差?

学习活动 2 水准仪测量两点高差



学习目标

1. 能熟练安置水准仪;
2. 能熟练使用水准仪进行高差测量;
3. 能对测量数据进行记录及计算。



情境描述

学院计划新建一栋教学楼,设计师要考虑教学楼前雨水的引流情况,就需要知道新教学楼前与排水渠之间的高差,因而需要进行高差测量,这样就需要学生在熟练掌握水准仪的操作方法的基础上,测量地面两点之间的高差。本次活动练习测量校园内任意两点高差。



知识链接

(1) 高差测量原理:如图 1-2-1 所示,利用水准仪提供的水平视线,在点 A 和点 B 上树立塔尺并读数,通过计算得出 A 、 B 两点间的高差 h_{AB} 。

(2) 如图 1-2-1 所示,已知点 A 与已知点 B 高差的测设与计算。

A 、 B 点间的高差为:

$$h_{AB} = a - b = \text{后视读数} - \text{前视读数}$$

当 $h_{AB} > 0$ 时,地形为上坡;当 $h_{AB} < 0$ 时,地形为下坡。

注:脚标前面的字母代表后视点的点号。

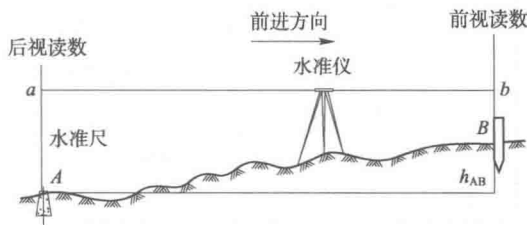


图 1-2-1 高差测量原理



任务实施

一、安全教育

(1) 在测量实习之前,应学习教材中的有关内容,明确实习目的和要求,熟悉操作步骤,了解注意事项,并准备好所需的文具用品,以保证按时完成实习任务。

(2) 实习分小组进行,组长负责组织协调工作,办理仪器工具的借领和归还手续。

(3) 实习要在规定时间内和场地进行,不得缺席、迟到和早退,不得擅自离开实习场地。

(4) 服从老师的指导,认真、仔细操作,培养独立的工作能力和严谨的工作态度,发扬互助协作的精神,实习完毕应提交合格的测量成果和书写工整规范的实习报告。

(5) 实习过程中应遵守纪律,爱护花草树木,保护环境和公共设施,不得踩踏花草、攀折树木、污染环境。损坏公共设施者应赔偿损失。

二、任务准备

1. 组织准备

以 8 人为一组,每组配备一名组长和一名副组长,组长负责全组组织以及实际操作训练,副组长负责组织理论知识学习和复习。

2. 仪器准备

(1) 由仪器室借领:水准仪 1 台、塔尺 2 根,记录板 1 块,尺垫 2 个,记录纸。

(2) 自备:计算器、铅笔、小刀、计算用纸。

三、操作步骤

(1) 在一定距离处安置水准仪,尽量使前、后视距相等。

(2) 粗平水准仪,瞄准后视尺,对光、调焦、消除视差。缓慢转动微倾螺旋,将管水准器的气泡严格符合后,读取中丝读数 a_1 为 1.542,将读数记入记录表(表 1-2-1)中(1)栏。

(3) 读完后视读数, 瞄准前视尺, 用同样的方法读取前视读数 b_1 为 1.279, 并记入记录表 (表 1-2-1) 中 (2) 栏。

变换仪器高法测量两点间高差记录 表 1-2-1

测点	水准尺读数(m)		高差 h_1 (m)
	后视 a_1 (m)	前视 b_1 (m)	
A	(1)1.542		(3)0.263
B		(2)1.279	
测点	水准尺读数(m)		高差 h_2 (m)
	后视 a_2 (m)	前视 b_2 (m)	
A	(4)1.440		(6)0.265
B		(5)1.178	
高差闭合差: $f_h = (3) - (6) = -0.002$			
高差: $h_{AB} = [(3) + (6)]/2 = (0.263 + 0.265)/2 = 0.264$			

(4) 变更仪器高, 仪器高度变化在 10cm 以上, 重复上述步骤, 并将所观测到的数据 a_2 为 1.440、 b_2 为 1.178 对应填入表 1-2-1 中 (4)、(5) 栏, 两次仪器高所测得的高差之差应小于 3mm, 取平均值作为两点间的高差。如两次高差的差值超过限值, 则需重测, 直至符合要求为止。

四、数据处理

- (1) 将操作中读得的 4 个数字填入表格。
- (2) 后视 a_1 - 前视 b_1 = 高差 h_1 , 即 $(1) - (2) = 1.542\text{m} - 1.179\text{m} = (3) 0.263\text{m}$ 。
后视 a_2 - 前视 b_2 = 高差 h_2 , 即 $(4) - (5) = 1.443\text{m} - 1.178\text{m} = (6) 0.265\text{m}$ 。
- (3) 高差 h_1 - 高差 $h_2 = f_h$, 即 $(3) - (6) = 0.263\text{m} - 0.265\text{m} = -0.002\text{m}$ 。
- (4) 高差 $h_{AB} = (\text{高差 } h_1 + \text{高差 } h_2)/2 = [(3) + (6)]/2 = (0.263\text{m} + 0.265\text{m})/2 = 0.264\text{m}$ 。



作业布置

一、填空题

- 1. 高差测量是利用水准仪提供的_____来测定两点间高差的。
- 2. 高差测量中两点间的高差等于_____ - _____。
- 3. 若将水准仪立于 A、B 两点之间, A 点水准尺上读数为 $a = 1.243\text{m}$, B 点水准尺上读数为 $b = 0.792\text{m}$, 高差 $h_{AB} =$ _____, 地形为_____。
- 4. 变换仪器高测高差中, 高差闭合差等于_____ - _____。
- 5. 变换仪器高测得的两点间高差之差范围_____ mm, 取_____值作为两点间高差。

二、选择题

- 1. 如果 A、B 两点的高差 h_{AB} 为正, 则说明()。
A. A 比 B 高 B. B 比 A 高 C. 没有意义 D. A、B 一般高
- 2. 高差测量中, 同一测站, 当后尺读数大于前尺读数时说明后尺点()。
A. 高于前尺点 B. 低于前尺点 C. 高于测站点 D. 低于测站点

3. 高差测量中应使前后视距()。
- A. 越大越好 B. 尽可能相等 C. 越小越好 D. 随意设置
4. 高差测量中的后视读数为 1.847, 前视读数为 1.235, 两点间高差为()。
- A. 0.621 B. 0.612 C. -0.612 D. -0.621
5. A、B 两点间高差为 1.643, 前视读数为 0.958, 后视读数为()。
- A. 2.610 B. 2.601 C. 2.106 D. 2.016

三、判断题

1. A、B 两点的高差 h_{AB} 小于零, 则 A 点比 B 点高。 ()
2. 高差测量中后视点 A 读数为 1.055m, 前视读数 B 为 0.950m, 那么 BA 两点间高差为 0.105m。 ()
3. 变化仪器高测高差中, 两次高差的差值超过限值, 则需重测, 直至符合要求为止。 ()
4. 当 $h_{ab} < 0$ 时, 地形为上坡。 ()
5. 高差测量中前后视距的距离可随意设定。 ()

四、简答题

1. 在高差测量中, 高差的正负号是如何规定的? 各说明什么问题?
2. 绘图说明高差测量的基本原理。
3. 试述在一测站上测定两点高差的观测步骤。

五、计算题

1. 若将水准仪立于 A、B 两点之间, A 点水准尺上读数为 $a = 0.976$, B 点水准尺上读数为 $b = 1.591$ 。试问: A 点高还是 B 点高? A、B 两点高差是多少?
2. 在 C、D 两点间安置水准仪, 照准 C 尺读数为 2.343m, 照准 D 尺读数为 1.964m。试问 C、D 两点高差为多少? C 点高还是 D 点高?

学习活动 3 水准仪检验校正



学习目标

1. 能描述水准仪各部位的几何关系及检验校正方法;
2. 会对水准仪进行检验校正;
3. 能够把有误差的水准仪检验校正合格。



情境描述

前面我们已经学习了如何进行高差测量, 但是由于仪器室的仪器经常被借领、搬运等, 在这中间仪器可能会出现一些问题, 这时我们要进行正确的测量就必须得进行水准仪的检验并予以校正, 本次活动就围绕检验校正的项目以及方法展开学习。



知识链接

一、微倾式水准仪的主要轴线及其概念

水准仪的轴线有: 视准轴 CC 、水准管轴 LL 、圆水准器轴 $L'L'$ 、仪器竖轴 VV 。

视准轴 CC : 十字丝的交点与物镜光心的连线称为视准轴。

水准管轴 LL : 水准管圆弧中点称为水准管零点, 过零点且与水准管内壁圆弧相切的纵向直线称为水准管轴。

圆水准器轴 $L'L'$: 圆水准器玻璃盒上表面的内面为球面, 其半径为 $0.2 \sim 2\text{m}$ 。连接水准器中心点与球心的直线称为圆水准器轴。

仪器竖轴 VV : 望远镜旋转轴的几何中心线称为仪器的竖轴。

二、微倾式水准仪的各轴线间应满足的几何关系

水准仪在出厂前都进行了严格的检验与校正, 根据高差测量的原理, 水准仪必须提供一条水平视线, 才能测出两点间的正确高差。因此, 水准仪各轴线 (图 1-3-1) 的几何关系应满足下列条件:

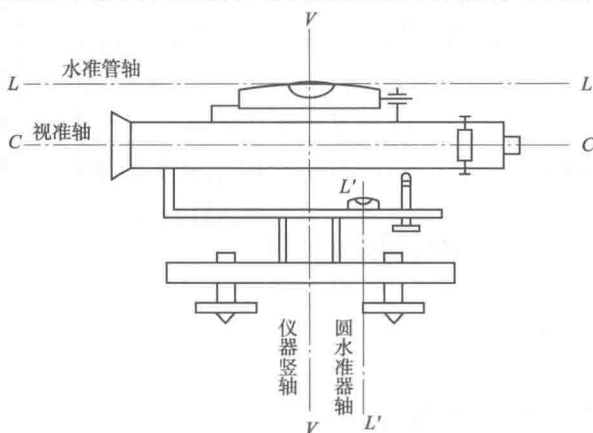


图 1-3-1 微倾式水准仪的主要轴线

满足下列条件:

(1) 圆水准器轴 $L'L'$ 应平行于仪器竖轴 VV , 即 $L'L' // VV$ 。

(2) 十字丝中丝应垂直于仪器竖轴 VV , 即中丝应水平。

(3) 水准管轴 LL 应平行于视准轴 CC , 即 $LL // CC$ 。

三、水准仪检验校正的项目

1. 圆水准器的检验与校正

目的: 使圆水准器轴平行于仪器竖轴, 即 $L'L' // VV$ 。

2. 十字丝横丝垂直于仪器的竖轴的检验与校正

目的: 使十字丝的中横丝垂直于仪器的竖轴, 即十字丝横丝处于水平位置。

3. 水准管轴平行于视准轴的检验与校正

目的: 使水准管轴平行于视准轴, 即 $LL // CC$ 。当管水准器气泡居中时, 视线 (视准轴) 处于水平位置。

任务实施

一、安全教育

(1) 打开仪器箱后, 应先记清仪器在箱内的位置, 避免装箱时困难。

(2) 提取仪器之前应先松开制动螺旋, 再用双手托住支架或基座取出仪器, 放在三脚架上, 保持一手握住仪器, 一手拧紧连接螺旋, 使仪器与脚架连接牢固。

(3) 安装好仪器后注意随即关闭仪器箱盖, 防止灰尘或湿气进入箱内, 仪器箱上严禁坐人。

(4) 仪器安装好后, 必须有人看护, 以防仪器跌损。

(5) 各制动螺旋切勿扭得过紧, 微动螺旋和脚螺旋不要旋到顶端, 使用各种螺旋要均匀用力, 切勿用力过大, 以免损坏螺纹。

(6) 仪器装箱前要松开各制动螺旋, 仪器装箱后先试盖一次, 在确认安放稳妥后再拧紧

各制动螺旋,以免仪器在箱内晃动受损,最后关箱上锁。

(7)在行走不便的地区迁站或远距离迁站时,必须将仪器装箱之后再搬迁。

(8)搬迁时,小组其他人员应协助观测员带走仪器箱和有关工具。

二、任务准备

1. 组织准备

以8人为一组,每组配备一名组长和一名副组长,组长负责全组组织以及实际操作训练,副组长负责组织理论知识学习和复习。

2. 仪器准备

(1)由仪器室借领:水准仪1台、塔尺2根、拨针1根、小螺丝刀1把。

(2)自备:计算器、铅笔、小刀、计算用纸。

三、操作步骤

1. 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;如果气泡偏离零点,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1-3-2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。

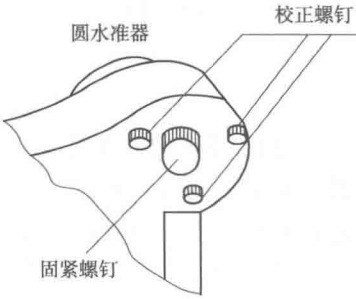


图 1-3-2 圆水准器校正螺钉

2. 十字丝横丝垂直于仪器的竖轴的检验与校正

(1)检验方法:如图1-3-3所示,安置水准仪,使圆水准器的气泡严格居中后,在望远镜中用十字丝交点照准一明显、固定的目标 M ,拧紧水平制动螺旋,慢慢转动水平微动螺旋,从目镜中观察目标 M 移动,若目标 M 始终在十字丝横丝上移动,则条件满足,不需校正;若目标 M 不在横丝上移动,而发生偏离,则说明条件不满足,需要校正。

(2)校正方法:如图1-3-4所示,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,直到满足要求为止。

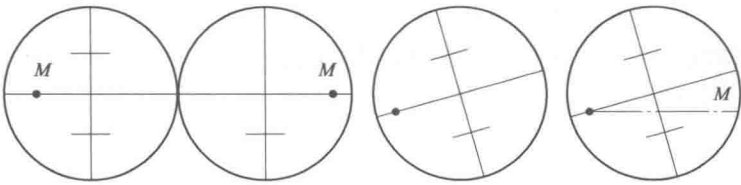


图 1-3-3 十字丝的检验

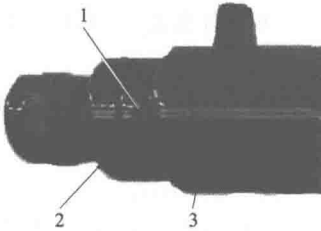


图 1-3-4 十字丝的校正

1-目镜筒固定螺钉;2-目镜筒;
3-物镜筒

当此项误差不明显时,一般不进行校正,因为在作业中通常利用横丝的中央部分进行读数。

3. 水准管轴平行于视准轴的检验与校正

1) 检验方法

(1) 在平坦的地面上选择 A、B、C 三点,并使其大致在同一条直线上,且使 $AC = CB$, A、B 相距 60~80m,如图 1-3-5 所示,在 A、B 两点处分别打下木桩或安放尺垫,并在木桩或尺垫上竖立水准尺。

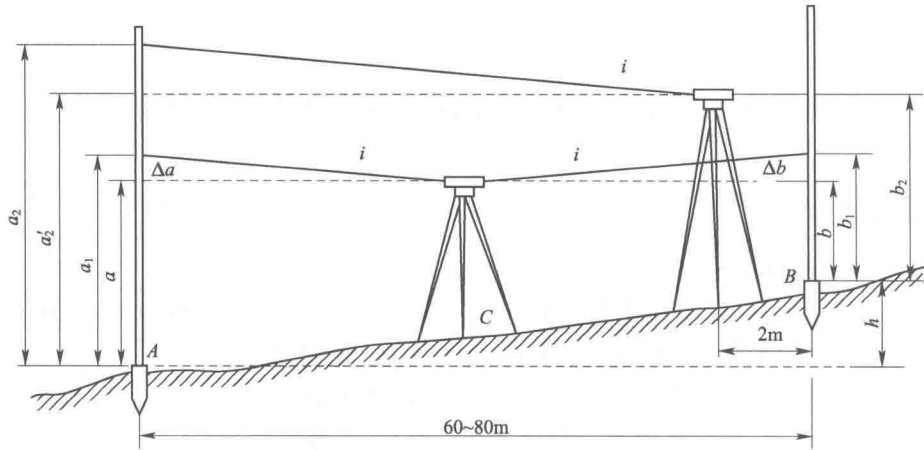


图 1-3-5 水准管轴平行于视准轴的检验

(2) 先将水准仪架设于 C 点处,经过精平后,分别对 A、B 两点上的水准尺读数为 a_1 、 b_1 , 则 A、B 两点的高差为 $h_{AB} = a_1 - b_1$ 。为了保证所测两点高差的准确性,一般用变换仪器高法测定 A、B 两点间的高差,两次高差之差不超过 3mm 时,可取平均值作为正确高差 h_{AB} 。

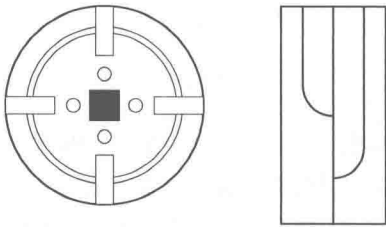


图 1-3-6 水准管的校正螺钉

如图 1-3-6 所示,假如水准仪的视准轴不平行于水准管轴,即视线倾斜了 i 角(此误差又称为 i 角误差),分别引起 A、B 两尺的读数误差为 Δa 和 Δb ,由于此时仪器距两尺的距离相等,则根据几何关系可知; $\Delta a = \Delta b$,则 $h_{AB} = a_1 - b_1 = (a + \Delta a) - (b + \Delta b) = a - b$ 。

这说明不论视准轴与水准管轴平行与否,当水准仪架设在两点中间,测出的两点高差都是不受 i 角误差影响的正确高差。

(3) 再把水准仪置搬到 B 点 2~3m 的位置,精平仪器后读取近尺 B 上的读数 b_2 。

(4) 计算远尺 A 上的正确读数 a'_2 :

$$a'_2 = b_2 + h_{AB}$$

(5) 照准远尺 A,旋转微倾螺旋,将水准仪横丝对准尺上计算读数 a'_2 ,这时如果水准管气泡居中,即符合气泡影像符合,则说明视准轴与水准管轴平行;否则应进行校正。

2) 校正方法

(1) 重新旋转水准仪微倾螺旋,使视准轴对准 B 尺读数 b_2 ,这时水准管符合气泡影像错开,即水准管气泡不居中。

(2) 如图 1-3-6 所示,用校正针先松开水准管左右校正螺钉,再拨动上下两个校正螺钉[先松上(下)边的螺钉,再紧下(上)边的螺钉],直到使符合气泡影像符合为止。此项工作

要重复进行几次,直到符合要求为止。

注意:用校正针拨动上、下校正螺钉时,应先松后紧,以防损坏校正螺钉。

四、注意事项

(1) 保证前后视线长度基本相等,控制视线长度(一般视线长度在 $80 \sim 100\text{m}$ 之间),消除视线不水平的误差。

(2) 检查塔尺接头处和水准尺尺底,读数时水准尺要竖立铅直,克服因水准尺原因而引起的误差。

(3) 仪器安置时应踏牢脚架和减少观察中在仪器周围来回走动,选择坚实处作转点或使用尺垫,消除仪器和转点下沉引起的误差。

(4) 严格消除视差和准确估读小数,严格执行操作规程,细心工作,消除读数误差,克服测量中容易造成的错误。

(5) 对仪器校正时,必须在专业维修人员指导下进行。



作业布置

一、填空题

1. 水准仪的轴线有:视准轴 CC 、____、圆水准器轴 $L'L'$ 、____。
2. 连接水准器中心点与球心的直线叫作_____。
3. 十字丝中横丝应_____于仪器竖轴。
4. 当管水准器气泡居中时,视线(视准轴)处于_____位置。
5. 用校正针拨动上、下校正螺钉时,应先____后____,以防损坏校正螺钉。

二、选择题

1. 视准轴是指()的连线。
A. 物镜光心与目镜光心
B. 目镜光心与十字丝中心
C. 物镜光心与十字丝中心
D. 目镜光心与分划板中心
2. 水准仪四条主要轴线必须满足三个几何条件才能用之进行水准测量,以下条件中,不必要满足的是()。
A. $L'L' // VV$
B. $LL // CC$
C. 十字丝横丝 $\perp$ 仪器竖轴
D. $VV // CC$
3. 关于微倾水准仪的视准轴与水准管轴不平行所产生的误差,以下说法正确的是()。
A. 误差大小一定,与前后视距无关
B. 误差大小与两点间高差成比例,但与距离无关
C. 误差与前、后视距之和成比例
D. 误差与前、后视距之差成比例
4. 水准测量时,为了消除 i 角误差对一测站高差值的影响,可将水准仪置在()处。
A. 靠近前尺
B. 前、后视距相等
C. 靠近后尺
D. 无所谓
5. 水准仪的正确轴系应满足()。
A. 视准轴 $\perp$ 管水准轴、管水准轴 $//$ 竖轴、竖轴 $//$ 圆水准轴
B. 视准轴 $//$ 管水准轴、管水准轴 $\perp$ 竖轴、竖轴 $//$ 圆水准轴

C. 视准轴//管水准轴、管水准轴//竖轴、竖轴 $\perp$ 圆水准轴

D. 视准轴 $\perp$ 管水准轴、管水准轴//竖轴、竖轴 $\perp$ 圆水准轴

三、判断题

1. 用水准仪望远镜筒上的准星和照门照准水准尺后,若在目镜中看到图像不清晰,则应旋转目镜对光螺旋;若十字丝不清晰,则应旋转物镜对光螺旋。()
2. 水准仪的横丝的作用是提供照准目标的标志。()
3. 当符合水准器的气泡居中时,其视准轴处于水平位置。()
4. 水准测量时,由于尺竖立不直,该读数值比正确读数偏小。()
5. 使水准仪圆水准器轴垂直于仪器竖轴是水准仪检验项目之一。()

四、简答题

1. 水准仪有哪些轴线? 它们之间应满足什么条件?
2. 简述水准仪 i 角的检验过程。

学习活动4 技能考核

一、考核项目

水准仪变换仪高测量两点高差。

二、考核内容

- (1) 水准仪用变换仪高的方法测量两点高差(两点间距 60 ~ 80m)。
- (2) 完成该高差测量的记录。
- (3) 计算出两次测量的较差。

三、评分标准

- (1) 满分 100。
- (2) 按操作时间评分 30 分。在规定时间内(4min)内完成得 30 分,时间每超过 10s,扣 2 分。
- (3) 按精度评分 40 分。两点高差较差 $\leq 3\text{mm}$ 时得 40 分,较差每超 1mm 扣 5 分。
- (4) 计算评分 30 分。独立完成计算过程得 20 分,计算结果正确得 10 分。
- (5) 卷面每涂改一处总分扣 5 分。

四、考核说明

- (1) 考核过程中任何人不得提示,每人应独立完成仪器操作、记录、计算。
- (2) 若有作弊行为,一经发现一律按零分处理。
- (3) 考核时间自监考教师发出开始指令,至计算结束由选手报告操作完毕后终止计时。
- (4) 读完最后一个读数不能动仪器,读数窗保持最后显示值,监考教师查看最后一个数据。
- (5) 考核仪器水准仪为微倾式水准仪。
- (6) 数据记录均填写在相应记录表中,不能转抄,记录表以外的数据不作为考核结果。

五、记录计算表

记录计算表见表 1-4-1。

高差测量记录表

表 1-4-1

班级：_____

姓名：_____

学号：_____

测点	水准尺读数(m)		高差 $h(m)$
	后视 $a(m)$	前视 $b(m)$	
A			
B			
$f_h =$			

操作时间：_____ 得分：_____ 精度：_____ 得分：_____

计算得分：_____ 计算结果得分：_____

卷面涂改情况,扣分：_____ 总得分：_____

监考人：_____ 考核日期：_____

学习任务2 角度测量

学习目标

1. 能认识经纬仪的基本构造;
2. 能熟练安置经纬仪;
3. 能熟练安置全站仪;
4. 使用全站仪用测回法测水平角;
5. 会对全站仪进行检验校正。



任务导入

上一个任务我们已经针对高差测量的方法和原理进行了详细的学习,本次任务主要针对角度测量,从角度测量使用的仪器构造、观测方法、角度计算、仪器检校等方面展开学习。

学习活动1 经纬仪的安置



学习目标

1. 能认识经纬仪的基本构造;
2. 能熟练安置经纬仪(对中、整平)。



情境描述

如图 2-1-1 所示,在某三级公路设计时,在前进方向遇到了村庄,使前进方向发生了改变,要求将路线改变的角度 β 测量出来。测量角度的仪器有光学经纬仪、电子经纬仪和全站仪,本次活动为学习光学经纬仪的构造和安置。

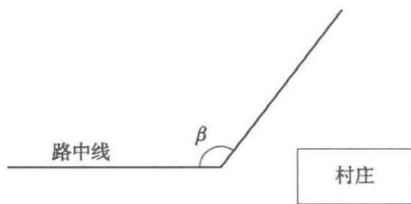


图 2-1-1 路线转折示意图



知识链接

一、基本知识

(1) 地面点的定位是通过角度、距离和高程三个元素来实现的,角度的测量是关键。

(2) 测量角度常用的仪器有经纬仪、电子经纬仪、全站仪等,如图 2-1-2 所示。它们既可测量水平角也可测量竖直角。

(3) 光学经纬仪分为 $DJ_{0.7}$ 、 DJ_1 、 DJ_2 、 DJ_6 、 DJ_{15} 、 DJ_{30} 共 6 个级别。其中“D”和“J”是“大地测量”和“经纬仪”的汉语拼音的第一个字母,右侧下角数字表示该类仪器的精度等级,以秒为单位的精度指标,数据越小,其精度越高。



图 2-1-2 测角仪器

二、经纬仪的构造

光学经纬仪主要由照准部、水平度盘和基座三部分组成。本活动主要介绍 DJ₆ 光学经纬仪。

1. 照准部

照准部主要包括望远镜、竖直度盘、水准器以及读数设备等。

(1) 望远镜的作用是寻找并瞄准目标,望远镜筒外有一个粗瞄器,在寻找目标时,先用粗瞄器找到目标,再用望远镜的十字丝精确瞄准。

(2) 竖直度盘(简称竖盘)的作用是测量竖直角。

(3) 照准部水准管的作用是用来整平仪器,圆水准器的作用是用来粗略整平。

(4) 读数设备的作用是用来读取度盘读数。

2. 水平度盘

水平度盘是用于测量水平角的。它是由光学玻璃制成的圆环,环上刻有 $0^\circ \sim 360^\circ$ 的分划线,在整度分划线上标有注记,并按顺时针方向注记,其度盘分划值为 1° 或 $30'$ 。照准部顺时针旋转时度数增大,逆时针旋转时度数减小。

水平度盘与照准部是分离的,当照准部转动时,水平度盘并不随之转动。如果需要改变水平度盘的位置,可通过照准部上的水平度盘变换手轮将度盘变换到所需要的位置。

3. 基座

基座是仪器的底座,用来支承整个仪器,并借助中心螺旋使经纬仪与三脚架结合。其上有 3 个脚螺旋用来整平仪器。竖轴轴套与基座连在一起。轴座连接螺旋拧紧后,可将照准部固定在基座上,使用仪器时,切勿松动该螺旋,以免照准部与基座分离而坠落。

DJ₆ 级光学经纬仪的构造如图 2-1-3 所示。

三、经纬仪的安置

经纬仪的基本操作程序为对中、整平、照准、读数。本活动只学习前三步。

1. 对中

对中的目的是使仪器中心(竖轴)与测站点位于同一铅垂线上。