

第二部分 课堂实训

实训一 水准仪的认识与使用

一、实训目的和要求

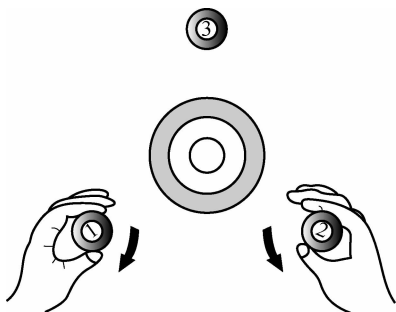
- (1)了解水准仪(DS3级)的基本构造和性能,认识其主要构件的名称和作用。
- (2)练习水准仪的安置、瞄准、读数和高差计算。特别要掌握利用“左手大拇指规则”旋转脚螺旋使气泡居中的方法。初学者必须多次练习,为以后进行多种仪器的安置和整平工作打下基础。
- (3)试验小组由5人组成。其中,2人立尺,1人操作仪器,1人记录,1人计算。

二、仪器和工具

每组配 DS3 级水准仪 1 台,水准尺 2 根,记录夹 1 块,尺垫 2 个,固定架 1 个。

三、实训方法与步骤

- (1)安置仪器。先将三脚架张开,使其高度适当,架头大致水平,并将架脚踩实;然后开箱取出仪器,将其与三脚架的连接螺旋牢固连接。
- (2)认识仪器的各部件,并了解其功能和使用方法。
- (3)粗略整平。如实训图 1 所示,先用双手同时向内(或向外)转动同一对脚螺旋,利用“左手大拇指规则”,旋转脚螺旋使圆水准气泡移动到中间,再转动第三只脚螺旋使气泡居中。若一次不能居中,可反复进行。

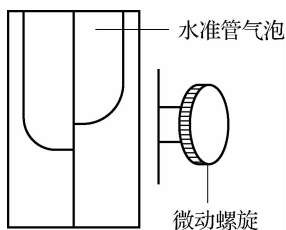


实训图 1 圆水准气泡的调节

- (4)瞄准。转动目镜调焦螺旋,使十字丝分划清晰;松开制动螺旋,转动仪器,用准星和照门瞄准水准尺,拧紧制动螺旋;转动微动螺旋,使水准尺位于视场中央;转动物镜调焦螺旋,使水准尺清晰,注意消除视差。详述参见教材内容。

- (5)精平与读数。如实训图 2 所示,眼睛通过位于目镜左方的符合气泡观察窗观看水准管气泡,右手转动微动螺旋,使气泡两端的半影像吻合(成圆弧状),即符合气泡严格居中,用十字丝横丝在水准尺上读取四位数字,读数时应从小往大读(按 m、dm、cm、mm 的次

序),一次报出四位数。



实训图 2 管水准气泡的调节

四、注意事项

(1)三脚架的安置高度应适当,架头应大致水平。三脚架确实安置稳妥后,才能把仪器连接于架头。

(2)调节各种螺旋时均应有轻重感。掌握正确的操作方法,操作应轮流进行,每人操作一次,严禁几人同时操作仪器。第二个人开始练习时,应改变一下仪器的高度。具体操作步骤是:先竖立水准尺于 A 点上,用望远镜瞄准 A 点上的水准尺,精平后读取后视读数,并记入手簿;再将水准尺立于 B 点上,瞄准 B 点上的水准尺,精平后读取前视读数,并记入手簿。计算 A、B 两点的高差 H_{AB} = 后视读数 - 前视读数。改变仪器高度,由第二个人做一遍,并检查与第一个人所测结果是否相同。

(3)读数前,水准管气泡必须居中,读数后一定要检查气泡是否居中,若不居中则必须重新读取读数。

(4)认真学习“实训须知”。

五、实训报告

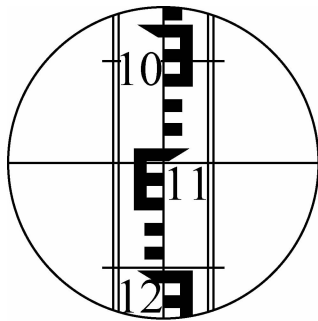
实训表 1 水准仪的认识与使用

日期: 班级: 组别: 姓名: 学号:

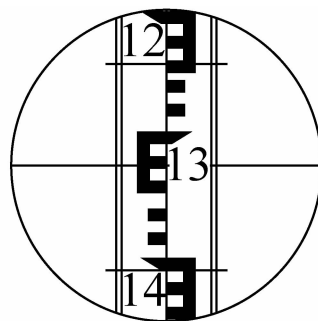
实训题目	成绩
实训目的	
主要仪器及工具	
<p>(1)指出水准仪的各部件名称。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>(a)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>(b)</p> </div> </div>	

1 _____; 2 _____; 3 _____; 4 _____; 5 _____; 6 _____; 7 _____;
8 _____; 9 _____; 10 _____; 11 _____; 12 _____;
13 _____; 14 _____

(2) 读出水准尺的读数。



读数 _____



读数 _____

实训总结

实训二 普通水准测量

一、实训目的和要求

- (1)练习水准路线的选点、布置。
- (2)掌握普通水准测量路线的观测、记录、计算检核以及集体配合、协调作业的施测过程。
- (3)试验小组由5人组成。其中,2人立尺,1人操作仪器,1人记录,1人计算。

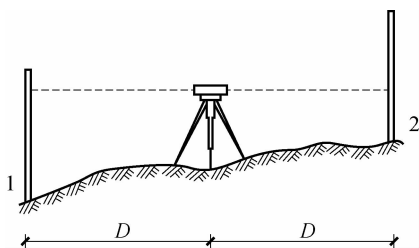
二、仪器和工具

- (1)每组配DS3级水准仪1台,水准尺2根,记录夹1块,尺垫2个。
- (2)自备铅笔、计算器。

三、实训方法与步骤

(1)领取仪器后,根据教师给定的已知高程点,在测区选点。选择2~3个待测高程点,并标明点号,形成一条水准路线。

(2)在距已知高程点1(起点)与待测点2大致等距离处架设水准仪,在起点与第一个待测点上竖立水准尺,如实训图3所示。



实训图3 水准测量

(3)仪器整平后便可进行观测,同时记录观测数据。用双仪器高法(或双尺面法)进行测站检核。

(4)第一站施测完毕、检核无误后,将水准仪搬至第二站,第一个待测点上的水准尺尺底位置不变,尺面转向仪器,将另一把水准尺竖立在第二个待测点上,以此类推。

(5)当两点间距离较长或两点间的高差较大时,在两点间可选定一个或两个转点作为分段点,进行分段测量。在转点上立尺时,尺子应立在尺垫上的凸起物顶上。

四、注意事项

- (1)前、后视距应大致相等。
- (2)读取读数前,应仔细对光以消除视差。

实训三 普通闭合水准路线测量

一、实训目的和要求

- (1)练习普通闭合水准路线的施测、记录、计算、闭合差调整及高程的计算方法。
- (2)熟悉闭合水准路线的施测方法。
- (3)路线高差闭合差的限差值 $f_{h容} = \pm 12 \sqrt{n}$, 其中, n 为测站数。
- (4)各项操作轮流进行, 每人至少完成一个测站的观测任务。
- (5)试验小组由 5 人组成。其中, 2 人立尺, 1 人操作仪器, 1 人记录, 1 人计算。

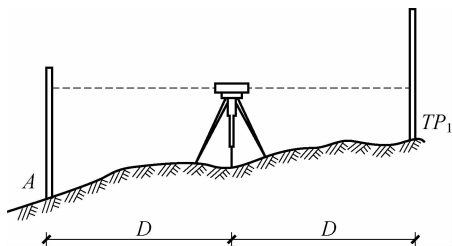
二、仪器和工具

- (1)每组配 DS3 级水准仪 1 台, 水准尺 2 根, 记录夹 1 块, 尺垫 2 个。
- (2)自备铅笔、计算器。

三、实训方法与步骤

(1)场地布置。选一适当场地, 在场中选 1 个坚固点作为已知高程点 A (假定为一整数), 选定 B、C、D 三个坚固点作为待定高程点, 进行闭合水准路线测量。由水准点到待定点的距离, 以能安置 2~3 站仪器为宜。

(2)安置水准仪于 A 点和转点 TP_1 大致等距离处, 进行粗略整平和目镜对光, 如实训图 4 所示。



实训图 4 水准测量的水准仪安置与水准尺距离示例

(3)后视 A 点的水准尺, 精平后读取后视读数, 记入手簿; 前视 TP_1 点上的水准尺, 精平后读取前视读数, 记入手簿, 并计算两点间的高差。

(4)沿着选定的路线, 将仪器搬至 TP_1 点和 B 点大致等距离处, 仍用第一站施测的方法进行观测。依次连续设站, 经过 C 点和 D 点, 连续观测, 最后回到 A 点。

(5)计算检核。后视读数之和减前视读数之和应等于高差之和。

(6)高差闭合差的计算与调整。 $f_h = \sum h$, 当 $f_h \leq f_{h容}$ 时, 成果合格; 当 $f_h > f_{h容}$ 时, 应将闭合差反号按测站数或距离成正比例的原则调整各段高差。调整数算至毫米。调整后计

算改正高差及各点高程。根据已知点高程和各点间改正后的高差推算 A、B、C 三个点的高差,最后算出的 BM_2 点高差应与已知值相等,以资校核。

四、注意事项

- (1) 严格遵照水准测量的操作步骤,严防水准尺和尺垫同时移动。
- (2) 要选择好测站和转点的位置,尽量避开人流和车辆的干扰。
- (3) 观测过程中要严防尺垫移动,水准尺必须保持竖直。
- (4) 水准点(或假定的临时水准点)上不能用尺垫,在转点用尺垫时,水准尺应放在尺垫的顶点上。
- (5) 在整个实训过程中,观测者不能离开仪器,迁站时应先松开制动螺旋,而后将仪器抱在胸前,所有仪器和工具均随人带走。
- (6) 记录和计算必须在规定的表格中边测、边记、边算,不得重新转抄。当记录数据有错时,严禁用橡皮涂擦,或“字改字”,或连环涂改。
- (7) 计算一定要步步校核。高差改正数之和等于负的高差闭合差,改正后的高差之和等于零,推算出的终点高程等于起点高程。

五、实训报告

实训表 3 水准测量记录

日期:_____年____月____日 天气:_____ 观测者:_____

仪器型号:_____ 班组:_____ 记录者:_____

测 站	点 号	水准尺读数		高差/m	备 注
		后视读数/m	前视读数/m		
计算校核		$\sum a =$	$\sum b =$	$\sum h =$	
		$\sum a - \sum b =$			

实训四 四等水准测量

一、实训目的和要求

- (1)学会使用双面水准尺进行四等水准测量的观测、记录和计算。
- (2)熟悉四等水准测量的主要技术指标,掌握四等水准一测段的测量方法。
- (3)试验小组由 5 人组成。其中,2 人立尺,1 人操作仪器,1 人记录,1 人计算。

二、仪器和工具

- (1)每组配 DS3 级水准仪 1 台,双面尺 2 根,记录夹 1 块,尺垫 2 个。
- (2)自备铅笔、计算器。

三、实训方法与步骤

- (1)选定一条水准路线,其长度以安置 4 个测站为宜。
- (2)在起点与转点处分别立尺,然后在两立尺点之间安置水准仪,按以下顺序进行观测。
 - ①照准后视尺黑面,进行对光、调焦,消除视差;精平(将水准气泡影像符合)后,分别读取上、下丝读数和中丝读数,分别记入实训表 5 中的(1)、(2)、(3)顺序栏内。
 - ②照准后视尺红面,消除视差并精平后,读取中丝读数,记入实训表 5 中的(8)顺序栏内。
 - ③照准前视尺黑面,消除视差并精平后,读取上、下丝和中丝读数,分别记入实训表 5 中的(4)、(5)、(6)顺序栏内。
 - ④照准前视尺红面,消除视差并精平后,读取中丝读数,记入实训表 5 中的(7)顺序栏内。
- (3)测站的检核计算。
 - ①计算同一水准尺黑、红面分划读数。
 - ②计算黑、红面分划所测高差之差,填入实训表 5 中的(11)、(12)、(13)顺序栏内。其中, $(11)=(3)-(6)$; $(12)=(8)-(7)$; $(13)=(10)-(9)$ 。
 - ③计算高差中数,填入实训表 5 中的(14)顺序栏内。 $(14)=[(11)+(12)\pm 0.100]/2$ 。
 - ④计算前、后视距(上、下丝读数差 $\times 100$,单位为 m),填入实训表 5 中的(15)、(16)顺序栏内。其中, $(15)=(1)-(2)$; $(16)=(4)-(5)$ 。
 - ⑤计算前、后视距差(其值 ≤ 3 m),填入实训表 5 中的(17)顺序栏内。 $(17)=(15)-(16)$ 。
 - ⑥计算前、后视距累积差(其值 ≤ 10 m),填入实训表 5 中的(18)顺序栏内。 $(18)=$ 上(18)-本(17)。

(4)用同样的方法依次施测其他各站。

四、注意事项

(1)每站观测结束后应立即进行计算、检核,若有超限,则重新设站观测。

(2)注意区别上、下视距丝和中丝读数,并记入实训表 5 中相应的顺序栏内。

(3)测站数要求为偶数。

(4)当第一测站的前尺位置确定后,两根尺要交替前进,即后变前,前变后,不能改变顺序。在实训表 5 中的方向及尺号栏内要写明尺号,在备注栏内应写明相应尺号的 K 值。

(5)四等水准测量的记录和计算比较复杂,要多想多练,步步校核,熟中取巧。

(6)严禁为了快出成果而转抄、涂改原始数据。记录数据要用铅笔,字迹要工整、清晰。

(7)技术要求。

①视线长度。(9)栏和(10)栏的数据 ≤ 100 m。

②前、后视距差。(11)栏的数据 ≤ 3.0 m。

③前、后视距累积差。(12)栏的数据 ≤ 10.0 m。

④红、黑面读数之差。(13)栏和(14)栏的数据 ≤ 3 mm。

⑤红、黑面高差之差。(17)栏的数据 ≤ 5 mm。

五、实训报告

实训表 5 四等水准测量记录

日期:____年____月____日 天气:_____ 观测者:_____

仪器型号:_____ 班组:_____ 记录者:_____

测站 编号	点号	后尺		前尺		方向及 尺号	标尺读数/m		(K+ 黑-红) /mm	高差中 数/m	备注
		下丝	上丝	下丝	上丝		黑面	红面			
		后视距/m		前视距/m							
		视距差 d /m		$\sum d$ /m							
		(1)	(2)	(3)	(4)	后	(5)	(6)	(7)	(18)	
		(8)	(9)	(10)	(11)	前	(12)	(13)	(14)		
		(15)	(16)	(17)	(18)	后-前	(19)	(20)	(21)		
		(22)	(23)	(24)	(25)						
						后					
						前					
						后-前					

续表

测站 编号	点号	后尺	下丝	前尺	下丝	方向及 尺号	标尺读数/m		(K+ 黑-红) /mm	高差中 数/m	备注
			上丝		上丝		黑面	红面			
		后视距/m		前视距/m							
		视距差 d/m		$\sum d/m$							
						后					
						前					
						后-前					
						后					
						前					
						后-前					
						后					
						前					
						后-前					
检核	$\sum (9) =$		$\sum (3) + \sum (8) =$		$\sum (15) + \sum (16) =$						
	$\rightarrow \sum (10) =$		$\rightarrow \sum (6) + \sum (7) =$		$\sum (18) =$						
	=		=		$2 \sum (18) =$						
	= 末站(12)										
总视距 = $\sum (9) + \sum (10) =$											

实训五 四等闭合水准路线的测量

一、实训目的和要求

- (1)学会用双面水准尺进行四等水准测量的观测、记录和计算。
- (2)熟悉四等水准测量的主要技术指标、测站及水准路线的检验方法。
- (3)高差闭合差 $f_h \leq 6\sqrt{n}$ (山地), 或 $f_h \leq 20\sqrt{L}$ (平地)。
- (4)组内成员轮换操作仪器。
- (5)试验小组由 5 人组成。其中, 2 人立尺, 1 人操作仪器, 1 人记录, 1 人计算。
- (6)每组在实训场地完成一条闭合水准路线四等水准测量的观测、记录、测站计算、高差闭合差调整及高程计算工作。

二、仪器和工具

- (1)每组配 DS3 级水准仪 1 台, 双面尺 2 根, 记录夹 1 块, 尺垫 2 个。
- (2)自备铅笔、计算器。

三、实训方法与步骤

(1)选定一条闭合水准路线, 其长度以安置 4~6 个测站为宜。沿线标定待定点(转点)的地面标志。

(2)在起点和第一个待定点上分别立尺, 然后在两个立尺点之间安置好水准仪, 按下列顺序进行观测。

①照准后视尺黑面, 进行对光、调焦, 消除视差; 精平(将水准气泡影像符合)后, 分别读取上、下丝读数和中丝读数, 分别记入实训表 6 中的(1)、(2)、(3)顺序栏内。

②照准后视尺红面, 消除视差并精平后, 读取中丝读数, 记入实训表 6 中的(8)顺序栏内。

③照准前视尺黑面, 消除视差并精平后, 读取上、下丝和中丝读数, 分别记入实训表 6 中的(4)、(5)、(6)顺序栏内。

④照准前视尺红面, 消除视差并精平后, 读取中丝读数, 记入实训表 6 中的(7)顺序栏内。

(3)测站的检核计算。

①计算同一水准尺黑、红面分划读数差(黑面中丝读数 + K - 红面中丝读数, 其值应 ≤ 3 mm), 填入实训表 6 中的(9)、(10)顺序栏内。(9) = (6) + K - (7), (10) = (3) + K - (8)。

②计算黑、红面分划所测高差之差, 填入实训表 6 中的(11)、(12)、(13)顺序栏内。(11) = (3) - (6), (12) = (8) - (7), (13) = (10) - (9)。

③计算高差中数, 填入实训表 6 中的(14)顺序栏内。(14) = [(11) + (12) \pm 0.100] / 2。

④计算前、后视距(上、下丝读数差 \times 100, 单位为 m), 填入实训表 6 中的(15)、(16)顺序栏内。(15) = (1) - (2), (16) = (4) - (5)。

⑤计算前、后视距差(其值 ≤ 3 m),填入实训表 6 中的(17)顺序栏内。(17)=(15)-(16)。

⑥计算前、后视距累积差(其值 ≤ 10 m),填入实训表 6 中的(18)顺序栏内。(18)=上(18)-本(17)。

(4)用同样的方法依次施测其他各站。

(5)在各站观测和验算完成后进行路线总验算,以衡量观测精度。其验算方法如下。

①当测站总数为偶数时, $\sum(11) + \sum(12) = 2\sum(14)$ 。

②当测站总数为奇数时, $\sum(11) + \sum(12) = 2\sum(14) \pm 0.100$ m。

③末站视距累积差:末站(18) = $\sum(15) - \sum(16)$ 。

④水准路线总长 $L = \sum(15) + \sum(16)$ 。

⑤高差闭合差 $f_h = \sum(14)$ 。

⑥高差闭合差的允许值 $f_c = \pm 20 \sqrt{L}$ 或 $f_c = \pm 6 \sqrt{n}$ 。式中, L 为水准路线长度(km); n 为该路线总的测站数。如果算得的结果是 $f_h \leq f_c$,则可以进行高差闭合差调整,否则应立即重测该闭合路线。

四、注意事项

(1)每站观测结束后应立即进行计算、检核,若有超限,则应重新设站观测。当路线全部观测并计算完毕,且各项检核均已符合,路线闭合差也在限差之内时,测量方可结束。

(2)注意区别上、下视距丝和中丝读数,并记入实训表 6 中相应的顺序栏内。

(3)测站数要求为偶数。

(4)当第一测站的前尺位置确定后,两根尺要交替前进,即后变前,前变后,不能改变顺序。应在实训表 6 中的方向及尺号栏内写明尺号,在备注栏内写明相应尺号的 K 值。

(5)四等闭合水准路线测量的记录和计算都比较复杂,要多想多练,步步校核,熟中取巧。

(6)严禁为了快出成果而转抄、涂改原始数据。记录数据要用铅笔,字迹要工整、清晰。

(7)技术要求。技术要求同实训四中的相关规定。

五、实训报告

实训表 6 四等闭合水准路线的测量记录

日期:____年____月____日

天气:_____

观测者:_____

仪器型号:_____

班组:_____

记录者:_____

测站 编号	点号	后尺	下丝	前尺	下丝	方向及 尺号	标尺读数/m		(K+ 黑-红) /mm	高差中 数/m	备注
			上丝		上丝		黑面	红面			
		后视距/m		前视距/m							
		视距差 d/m		$\sum d/m$							
		(1)		(4)		后	(3)	(8)	(14)	(18)	
		(2)		(5)		前	(6)	(7)	(13)		
		(9)		(10)		后-前	(15)	(16)	(17)		
		(11)		(12)							

续表

测站 编号	点号	后尺	下丝	前尺	下丝	方向及 尺号	标尺读数/m		(K+ 黑-红) /mm	高差中 数/m	备注
			上丝		上丝		黑面	红面			
		后视距/m		前视距/m							
		视距差 d/m		$\sum d/m$							
						后					
						前					
						后-前					
						后					
						前					
						后-前					
						后					
						前					
						后-前					
						后					
						前					
						后-前					
检核		$\sum (9) =$		$\sum (3) + \sum (8) =$		$\sum (15) + \sum (16) =$					
		$\rightarrow \sum (10) =$		$\rightarrow \sum (6) + \sum (7) =$		$\sum (18) =$					
		=		=		$2 \sum (18) =$					
		= 末站(12)									
		总视距 = $\sum (9) + \sum (10) =$									

实训六 水准仪的检验与校正

一、实训目的和要求

- (1)掌握水准仪检验与校正的项目及方法。
- (2)完成 DS3 级水准仪的圆水准器、十字丝横丝、水准管平行于视准轴(i 角)三项检验。
- (3)试验小组由 5 人组成。其中,2 人立尺,1 人操作仪器,1 人记录,1 人计算。

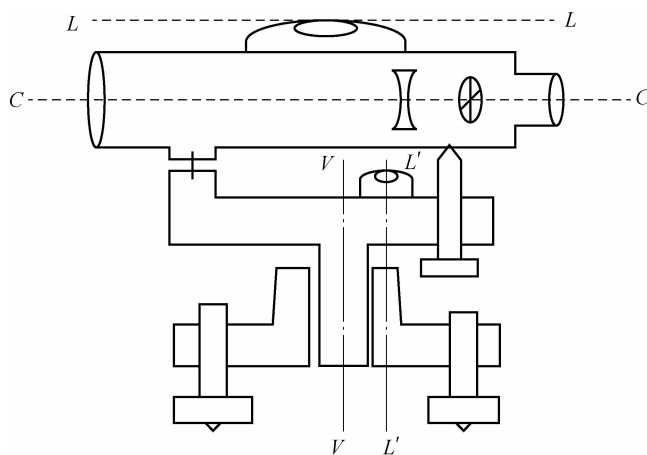
二、仪器和工具

- (1)每组配微倾 DS3 级水准仪 1 台,水准尺 2 把,皮尺 1 把,尺垫 1 对,记录板 1 个。
- (2)自备铅笔、计算器。

三、实训方法与步骤

1. 了解水准仪检验校正的原理

水准仪的轴线如实训图 5 所示, CC 为视准轴, LL 为水准管轴, $L'L'$ 为圆水准轴, VV 为仪器旋转轴(纵轴)。圆水准轴平行于纵轴($L'L' // VV$),横丝垂直于纵轴,水准管轴平行于视准轴($LL // CC$)。



实训图 5 水准仪的轴线

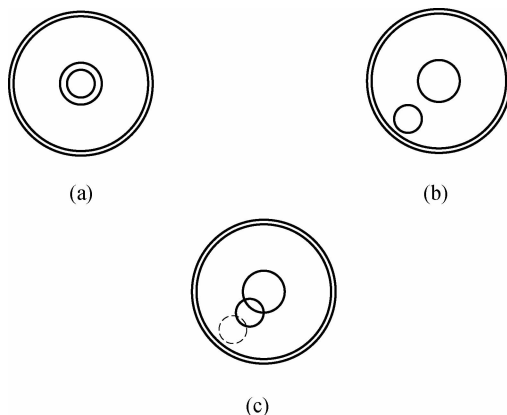
2. 水准仪检验校正的试验

1) 水准器的检验和校正

- (1)目的。使圆水准轴平行于纵轴($L'L' // VV$)。

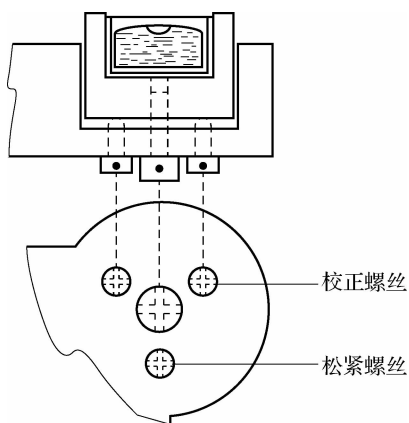
(2)检验。旋转脚螺旋,使圆水准气泡居中,如实训图 6(a)所示。然后将仪器绕纵轴旋转 180° ,如果气泡偏于一边〔见实训图 6(b)〕,则说明 $L'L'$ 不平行于 VV ,需要校正。

(3)校正。转动脚螺旋,使气泡向圆水准中心移动偏距的一半,如实训图 6(c)所示,然后用校正针拨动圆水准器底下的三个校正螺丝,使气泡居中。



实训图 6 圆水准器的检验和校正

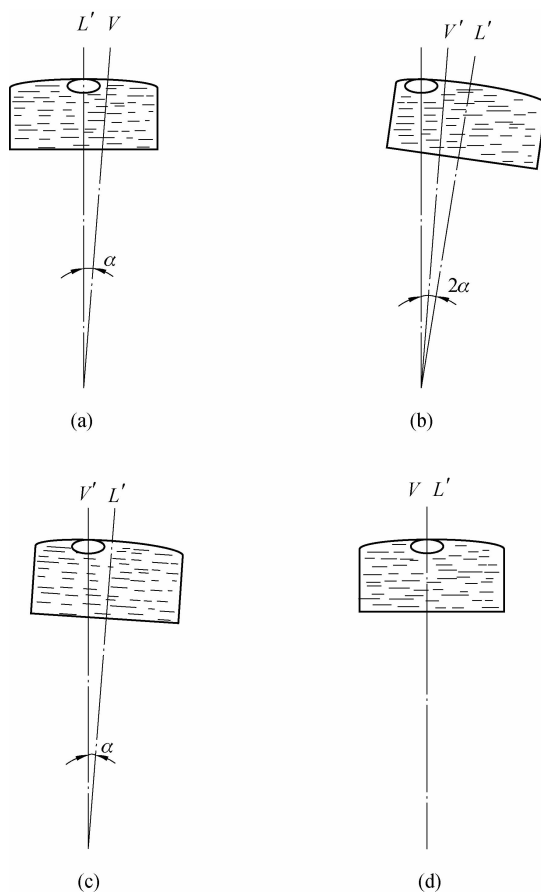
在圆水准器底下,除了有三个校正螺丝以外,中间还有一个较大的松紧螺丝,如实训图 7 所示。在拨动各个校正螺丝以前,应先稍转松一下松紧螺丝,然后再拨动校正螺丝。旋进某个校正螺丝,气泡即往该螺丝的方向移动。校正完毕后,应将松紧螺丝再旋紧。



实训图 7 圆水准器的校正螺丝和松紧螺丝

(4)检校原理。设圆水准轴不平行于纵轴,两者的交角为 α 。转动脚螺旋,使圆水准器气泡居中,则圆水准轴位于铅垂方向,而纵轴倾斜了一个 α 角,如实训图 8(a)所示;当仪器绕纵轴旋转 180° 后,圆水准器已转到纵轴的另一边,而圆水准轴与纵轴的夹角 α 未变,故此时圆水准轴相对于铅垂线就倾斜了 2α 的角度,如实训图 8(b)所示,气泡偏离中心的距离相应于 2α 的倾角。因为仪器的纵轴相对于铅垂线仅倾斜了一个 α 角,所以,旋转脚螺旋使气泡向中心移动偏距的一半,纵轴即可处于铅垂位置,如实训图 8(c)所示。然后再拨动圆水准器的校

正螺丝,使气泡居中,此时圆水准轴也处于铅垂位置,从而达到圆水准轴平行于纵轴的目的,如实训图 8(d)所示。



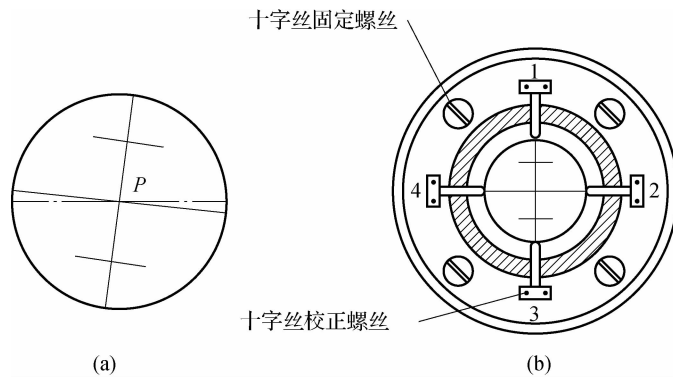
实训图 8 圆水准器的校正原理

2) 十字丝的检验和校正

(1)目的。当水准仪整平后,十字丝的横丝应该水平,纵丝应该铅垂,即横丝应该垂直于仪器的纵轴。

(2)检验。整平仪器后,用十字丝交点瞄准一个明显目标点 P ,拧紧制动螺旋,转动微动螺旋,如果 P 点在望远镜中左右移动时离开横丝,如实训图 9(a)所示,则表示纵轴铅垂时横丝不水平,需要校正。

(3)校正。旋下靠目镜处的十字丝环外罩,用螺丝刀松开十字丝组的四个固定螺丝,如实训图 9(b)所示,按横丝倾斜的反方向转动十字丝组,再进行检验。如果 P 点始终在横丝上移动,则表示横丝已水平(纵丝自然铅垂),最后旋紧十字丝组的固定螺丝。



实训图 9 十字丝的检验和校正

有些水准仪无十字丝校正螺丝,十字丝镜片固定于目镜筒中,而目镜筒用三个固定螺丝固定于望远镜的镜筒上。此时,如果需要校正十字丝的水平,可用小螺丝刀松开这三个固定螺丝,旋转整个目镜筒,使十字丝横丝水平,再旋紧固定螺丝即可。

3) 水准管轴平行于视准轴的检验和校正

(1) 目的。使水准管轴平行于视准轴($LL // CC$)。

(2) 检验。设水准管轴不平行于视准轴,它们之间的交角为 i , 如实训图 10 所示。当水准管气泡居中时,视准轴不在水平线上而倾斜了 i 角,水准仪至水准尺的距离越远,由此引起的读数偏差也就越大。当仪器至尺子的前、后视距相等时,在两把尺子上的读数偏差 x 也相等,因此对所求高差不产生影响。前、后视距相差越大,则 i 角对高差的影响也就越大。

检验时,先在平坦地面上选定相距 100 m 的 A、B 两点(打木桩或安放尺垫),竖立水准尺。然后将水准仪安置于 A、B 两点的中点 C 上,精平仪器后分别读取 A、B 点上水准尺的读数 a_1 、 b_1 ; 改变水准仪高度 10 cm 以上,再重读两尺的读数 a'_1 、 b'_1 。前后两次分别计算高差,高差之差如果不大于 5 mm,则取其平均数作为 A、B 两点间不受 i 角影响的正确高差,即

$$h_1 = [(a_1 - b_1) + (a'_1 - b'_1)] / 2$$

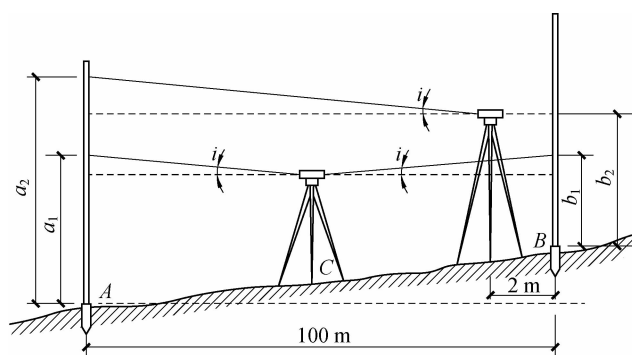
将水准仪搬到与 B 点相距约 2 m 处,精平仪器后分别读取 A、B 点的水准尺读数 a_2 、 b_2 , 又测得高差 $h_2 = a_2 - b_2$ 。如果 $h_2 = h_1$, 则说明水准管轴平行于视准轴, 否则, 应按下面的两个公式计算 A 尺上的应有读数 a'_2 及水准管轴与视准轴的交角(视线的倾角) i 。

$$a'_2 = h_1 + b_2$$

$$i = |a_2 - a'_2| \rho'' / D_{AB}$$

式中, $\rho'' = 206\,264.806'' \approx 206\,265''$; D_{AB} 为 A、B 两点间的距离(m)。

(3) 校正。对于 DS3 级水准仪, 当 $i > 20''$ 时, 需要进行水准管轴平行于视准轴的校正。校正方法有以下两种。



实训图 10 水准管轴平行于视准轴的检验

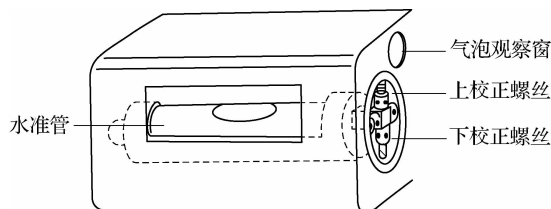
①校正水准管。转动微倾螺旋,使横丝在 A 尺上的读数从 a_2 移到 a'_2 。此时,视准轴已水平,但水准管气泡不居中(符合),用校正针拨动水准管位于目镜一端的上、下两个校正螺丝,如实训图 11 所示,使水准管两端的气泡符合(居中),即水准管轴也处于水平位置,满足 $LL // CC$ 的条件。

校正水准管前,应首先弄清楚要抬高还是降低水准管有校正螺丝的一端(目镜端),以决定校正螺丝的转动方向。实训图 12(a)所示的气泡影像,表示水准管的目镜一端需要抬高,此时应先旋进上面的校正螺丝,让出一定空隙,然后再旋出下面的校正螺丝,使其抬高。

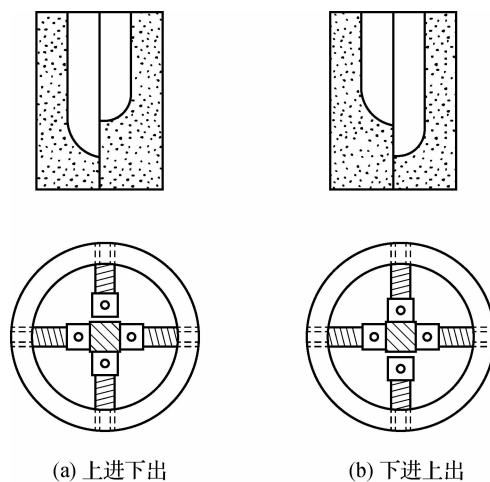
实训图 12(b)所示则相反,需要降低目镜一端,先旋进下面的校正螺丝,然后再旋出上面的校正螺丝,使其降低。对这种上下(或左右)成对的校正螺丝,在校正时必须遵循先松后紧的原则,否则,非但不能达到校正的目的,还容易损坏校正螺丝。

②校正十字丝。使水准管气泡保持居中位置,旋下十字丝环外罩,转动十字丝的上、下两个校正螺丝,十字丝的横丝就会上、下移动,使横丝对准 A 尺上的正确读数时,视准轴水平,满足 $LL // CC$ 的条件。

在转动十字丝校正螺丝前,必须先看清楚是需要抬高十字丝的横丝还是降低十字丝的横丝,遵循先松后紧的原则转动校正螺丝。例如,当需要抬高横丝时,应先旋出上面的校正螺丝,让出一定空隙,然后旋进下面的校正螺丝,使十字丝环抬高。



实训图 11 水准管的校正螺丝



实训图 12 水准管的校正

四、注意事项

- (1) 在水准仪的检验和校正过程中要认真细心,原始数据不得涂改。
- (2) 校正螺丝是一项精细操作,在拨动螺丝时要慢、稳、均。
- (3) 各项检验和校正的顺序不能颠倒,在检校的同时填写实训报告。
- (4) 各项检校都需要重复进行,直到符合要求为止。
- (5) 对于 100 m 长的视距,一般要求是检验远尺的读数与计算值之差不大于 5 mm。进行 i 角检验时,要求用两次仪器高法来测量,以保证精度,这样才能把仪器误差与观测误差区分开来。
- (6) 每项检校完毕后,拧紧各个校正螺丝,上好护盖,以防脱落,保证仪器的正常使用。

五、实训报告

实训表 8 水准仪的检验与校正

日期:	班级:	组别:	姓名:	学号:
实训题目				成绩
实训目的				
主要仪器及工具				

(1) 描述圆水准器的检验与校正。

(2)描述十字丝的检验与校正。

(3)水准管轴与视准轴是否平行的检校记录。

仪器位置	项目	第一次	第二次
在 A、B 两点中间 放置仪器测高差	后视 A 点尺上读数 a_1		
	前视 A 点尺上读数 b_1		
	h_{AB} (取两次平均值)		
在 A 点附近 放置仪器进行检校	B 点尺上读数 b_2 (一次)		
	计算 $b'_2 = a_2 - h_{AB}$		
	计算偏差值 $\Delta b = b_2 - b'_2$		
	是否需校正		

(4)实训总结。

实训七 DJ6 级经纬仪的认识与使用

一、实训目的和要求

- (1)了解 DJ6 级经纬仪的构造及主要部件的名称和作用。
- (2)练习经纬仪的对中、整平、瞄准和读数的方法。每人完成一个仪器的对中、整平及两个方向的角度观测。
- (3)要求对中误差小于 3 mm,整平误差小于一格。
- (4)试验小组由 5 人组成。其中,1 人操作仪器,1 人记录,1 人计算,组内人员轮流操作。

二、仪器和工具

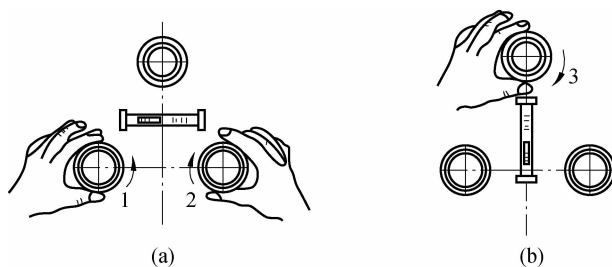
- (1)每组配 DJ6 级经纬仪 1 台,测钎 2 只,记录板 1 块。
- (2)自备铅笔、计算器。

三、实训方法与步骤

1. 经纬仪的安置

1)初步对中和整平

使架头大致对中和水平,连接经纬仪;调节光学对中器的目镜和物镜对光螺旋,使光学对中器分化板上的小圆圈和测站点标志的影像清晰,如实训图 13 所示。固定一只三脚架腿,目视对中器目镜并移动另两只架腿,使镜中的小圆圈对准地面点,踩紧三脚架。若光学对中器的中心与地面点略有偏离,可转动脚螺旋,使光学对中器对准测站标志的中心,此时圆水准器气泡偏离,伸缩三脚架腿,使圆水准器气泡居中,注意三脚架的架尖位置不能移动。



实训图 13 经纬仪的初步对中、整平

2)精确对中和整平

松开照准部制动螺旋,转动照准部,使水准管平行于任意一对脚螺旋的连线,两手同时反向转动这对脚螺旋,使气泡居中;将照准部旋转 90° ,转动第三只脚螺旋,使气泡居中。将以上步骤重复 1~2 次,直至照准部转到任何位置时水准管气泡的偏离都不超过一格。此时若光学对中器的中心与地面点有偏离,则可稍松连接螺旋,在架头上平移仪器,使光学对中器的中心准确对准测站点,最后旋紧连接螺旋。垂球对中误差应在 3 mm 以内,光学对中器

的对中误差应在 1 mm 以内。精确对中和整平一般需要几次循环过程,直至对中和整平均满足要求。

2. 瞄准目标

(1)转动照准部,使望远镜对向明亮处,转动目镜对光螺旋,使十字丝清晰。

(2)松开照准部的制动螺旋,用望远镜上的粗瞄准器对准目标,使其位于视场内,固定望远镜的制动螺旋和照准部的制动螺旋。

(3)转动物镜的对光螺旋,使目标影像清晰;旋转望远镜的微动螺旋,使目标像的高度适中;旋转照准部的微动螺旋,使目标像被十字丝的单根竖丝平分或被双根竖丝夹在中间。

(4)眼睛微微左右移动,检查有无视差,如果有,则转动物镜的对光螺旋予以消除。

3. 读数

(1)调节反光镜的位置,使读数窗的亮度适当。

(2)转动读数显微镜目镜的对光螺旋,使度盘分划清晰。注意区别水平度盘与竖直度盘的读数窗。

(3)读取位于分微尺中间的度盘刻划线注记度数,从分微尺上读取该刻划线所在位置的分数,估读至 $0.1'$ ($6''$ 的整倍数)。

(4)将盘左位置瞄准目标,读出水平度盘读数,纵转望远镜,使盘右位置瞄准该目标,两次读数之差约为 180° ,以此检核瞄准和读数是否正确。

四、注意事项

(1)严禁先安置仪器,再根据安置好的仪器进行对中。

(2)在三脚架头上移动经纬仪准确对中后,切不可忘记将连接螺旋扭紧。

(3)瞄准目标时,尽可能瞄准目标底部。当目标较粗时,用双丝夹在中间;当目标较细时,用单丝平分。

(4)读数时,认清水平度盘读数窗,注意正确估读到秒($''$)。

(5)注意度盘调节按钮的位置。

五、实训报告

实训表 9 DJ6 级经纬仪的认识与使用

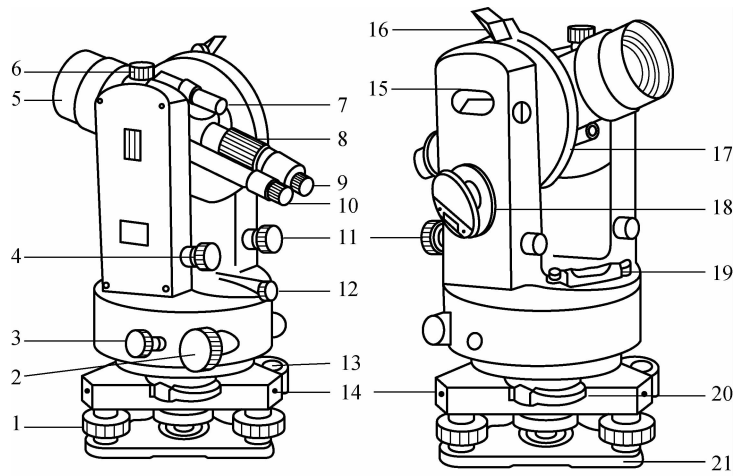
日期: 班级: 组别: 姓名: 学号:

实训题目		成绩	
实训目的			
主要仪器及工具			

水平角记录

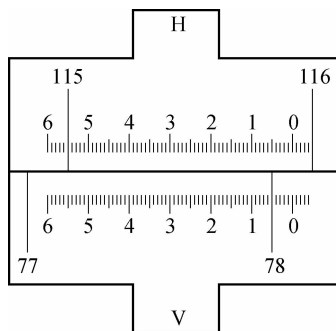
测 站	目 标	竖盘位置	水平度盘读数/ $(^\circ \quad ' \quad '')$	备 注

(1) 标出 DJ6 级经纬仪的各部件名称。



1 _____; 2 _____; 3 _____; 4 _____; 5 _____; 6 _____; 7 _____; 8 _____;
 9 _____; 10 _____; 11 _____; 12 _____; 13 _____; 14 _____; 15 _____;
 16 _____; 17 _____; 18 _____; 19 _____; 20 _____; 21 _____

(2) 标出 DJ6 级经纬仪的竖直度盘与水平度盘的读数。



水平度盘读数: _____; 竖直度盘读数: _____