

KUANGJING

GONGCHENG CELIANG JISHU

矿井工程测量技术

主编 王润生

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

内 容 摘 要

本书包括五个能力模块,分别是:控制测量(包含高程控制、平面控制、GPS控制测量)、测量数据处理(包含编程计算器的使用、计算机 Excel 功能的使用)、生产矿井测量(包含矿井联系测量、井下巷道施工测量、贯通测量)、建筑测量(包含建筑测量概述、施工控制网测量、建筑物的定位放线、施工过程中的测量、建筑物变形观测)、线路测量(包含线路初测中的测量工作、定线测量、铁路公路施工测量、管线测量)。

本书可作为煤炭类高职高专矿山测量专业的教材,也可供采矿工程类各专业和矿山测量人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

矿井工程测量技术/王润生主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2009.6

(国家示范院校重点建设专业优质核心课程工学结合系列教材)

ISBN 978-7-5646-0186-7

I. 矿… II. 王… III. 矿山测量—高等学校:技术学校—教材 IV. TD17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 207716 号

书 名 矿井工程测量技术

主 编 王润生

责任编辑 耿东锋 张 岩

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 13.5 字数 337 千字

版次印次 2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

定 价 21.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

根据高等职业技术学院的教学要求,以培养高等技术应用型专门人才为根本任务,以培养学生的技术应用能力为主线,依据测绘科学的发展状况,我们对本书的编写原则、选材范围及其深度和广度、学时要求等问题进行了探讨。在广泛调研和征求意见的基础上,本着科学性、实用性、先进性的编写指导思想,注重高等职业技术教育的特色,侧重基本理论、基本知识和基本方法的阐述,编写了《矿井工程测量技术》的大纲。大纲要求理论教学以必需、够用为度,专业知识教学应加强针对性和实用性,编者能够根据专业教学特点,努力探究专业技能的模块化教学方法。教材内容力求做到简明扼要,深入浅出,贴近生产实际,力争编写出一本内容先进、技能突出、符合新世纪高等职业技术教育改革潮流的专业基础课教材。

本书由平顶山工业职业技术学院王润生、姬婧、李璐共同编写。具体编写分工如下:模块一、模块二、模块五由王润生编写;模块三由李璐编写;模块四由姬婧编写。王润生任主编。

在本书的编写过程中,平顶山公路管理局测量高级工程师贾顺德对模块五进行了认真修改,并提出了宝贵建议;平煤集团测量高级工程师邓灿章、牛本宣对本书的编写提出了宝贵建议,并审核了部分模块;作者在编写过程中,参阅了大量的文献,引用了同类书刊的部分资料。在此,谨向以上同志和有关文献作者表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,在本书编写过程中,虽然编者做了很大努力,书中仍会有错漏及不妥之处,诚请广大读者批评指正。

编者

2008年11月

目 录

模块一 控制测量	1
课题一 高程控制	1
任务一 三、四等水准测量	1
任务二 二等水准测量	11
任务三 三角高程测量	16
课题二 平面控制	22
任务一 导线测量	22
任务二 边角后交	29
课题三 GPS 控制测量	32
任务一 GPS 控制网的设计	32
任务二 GPS 外业与内业	42
任务三 GPS 控制测量总结	45
模块二 测量数据处理	49
课题一 编程计算器的使用	49
任务一 CASIO—fx4500 计算器的一般功能使用	49
任务二 CASIO—fx4500 计算器编程	60
课题二 计算机的使用	66
任务一 计算机 Excel 功能的使用	66
模块三 生产矿井测量	77
课题一 矿井联系测量	77
任务一 近井点及井口水准点的建立与施测	77
任务二 平面联系测量	78
任务三 高程联系测量	87
课题二 井下巷道施工测量	90
任务一 巷道中线的标定	90
任务二 巷道腰线的标定	95
任务三 激光指向仪的使用	98
任务四 立井施工测量	101
任务五 井底车场及硐室施工测量	106
课题三 贯通测量	112

任务一	贯通测量工作·····	112
任务二	一井内巷道的贯通测量·····	115
任务三	两井间巷道的贯通测量·····	120
任务四	立井的贯通测量·····	122
任务五	控制测量精度评定·····	124
任务六	贯通测量误差预计·····	135
模块四	建筑施工测量·····	141
课题一	建筑施工测量的基本工作·····	141
任务一	测设的基本工作·····	141
任务二	点的平面位置的测设·····	144
任务三	矿区工业场地平整测量·····	147
课题二	施工控制网测量·····	154
任务一	施工控制网测量·····	154
课题三	民用建筑施工测量·····	159
任务一	建筑物的定位与放线·····	159
任务二	民用建筑施工过程中的测量工作·····	165
课题四	工业建筑施工测量·····	172
任务一	工业厂房施工测量·····	172
任务二	烟囱施工测量·····	180
课题五	建筑物变形观测·····	183
任务一	建筑物沉降观测·····	183
任务二	建筑物倾斜和裂缝观测·····	187
模块五	线路测量·····	190
课题一	线路初测中的测量工作·····	191
任务一	线路初测中的测量工作·····	191
课题二	定线测量·····	194
任务一	公路中边桩坐标计算程序·····	194
任务二	线路纵、横断面测量·····	198
课题三	铁路、公路施工测量·····	202
任务一	线路施工测量·····	202
任务二	桥梁施工测量·····	205
课题四	管线测量·····	207
任务一	管线测量·····	207
参考文献 ·····		210

模块一 控制测量

本模块要学习高程控制、平面控制、GPS 控制测量,主要包括三、四等水准测量,二等水准测量,三角高程测量,导线测量,边角后交、GPS 外业与内业, GPS 控制网的设计, GPS 控制测量总结。这些内容是各种工程测量中都要用到的知识和技能,要求每位学生必须学会。

课题一 高程控制

高程控制测量的任务是在某一地区或全国布设高程网,精密测定点的高程位置。国家高程控制测量分成一、二、三、四等四个等级。高程控制网的建立主要用水准测量的方法,另外三角高程测量方法及 GPS 高程测量方法也是高程控制测量的主要方法。

任务一 三、四等水准测量

知识要点

1. 四等水准测量技术要求、记录格式、外业速算、内业计算;
2. 井下水准测量的特点、精度要求、记录计算规定。

技能目标

1. 快速操作仪器的方法;
2. 水准仪检校方法;
3. 四等水准测量外业既快又准的方法。

任务描述

三、四等水准测量常用于一般工程建设和地形测图,是经常进行的水准测量工作。三等水准网布设成附和路线,并尽量交叉。四等水准一般以附和路线形式布设。

本任务要求我们完成一段线路总长度在 500 m 以上,高差起伏在 10 m 以上的闭合或附和四等水准线路测量。

任务分析

要完成任务一,我们必须熟练掌握水准仪的使用方法,记住四等水准测量的主要技术要求;学会如何观测,如何记录,如何计算,如何检校仪器,任务结束后学生要掌握以上工作并完成实习报告的编写。

相关内容

一、三、四等水准测量的主要技术要求

三、四等水准测量测站的技术要求如表 1-1 所列,测量线路的技术要求如表 1-2 所列。

表 1-1 三、四等水准测量测站技术要求

等级	水准仪 型号	视线 长度/m	前后视 距差/m	前后视距 累积差/m	视线离地面 最低高度/m	黑红面读 数差/mm	黑红面高 差之差/mm
三	DS3	75	3	6	0.3	2.0	3.0
四	DS3	100	5	10	0.2	3.0	5.0

注:进行三、四等水准观测,采用单面标尺变更仪器高时,所测两高差,应与黑红面高差之差的要求相同。

表 1-2 三、四等水准测量线路技术要求

等级	水准仪 型号	水准尺	线路 长度/km	观测次数		每千米高差 中误差/mm	往返测较差、附和或环线闭合差	
				与已知点联测	附和或环线		平地	山地
三	DS3	双面	≤ 50	往返各一次	往、返测各一次	6	$12\sqrt{L}$	$4\sqrt{n}$
四	DS3	双面	≤ 16	往返各一次	往测一次	10	$20\sqrt{L}$	$6\sqrt{n}$

注: L 为往返测段、附和或环线水准线路长度(单位 km), n 为测站数。每千米超过 16 站按山地处理。

二、三、四等水准测量的观测与记录方法

(一) 双面尺法

1. 测站观测读数顺序

(1) 后视黑面,读取下、上、中丝读数(水准尺上所标数字的字头处为该数的位置),记入表 1-3(1)、(2)、(3)中;

(2) 前视黑面,读取下、上、中丝读数,记入表 1-3(4)、(5)、(6)中;

(3) 前视红面,读取中丝读数,记入表 1-3(7);

(4) 后视红面,读取中丝读数,记入表 1-3(8)。

表 1-3 中(1)、(2)、…、(8)表示观测与记录的顺序。这样的观测顺序简称为“后—前—前—后”,其优点是可以大大减弱仪器下沉误差的影响。四等水准测量测站观测顺序也可为“后—后—前—前”的顺序观测。

2. 测站计算与检核

(1) 在每一测站,应进行的计算与检核工作

① 视距计算

后视距离:(9)=(1)−(2)。

前视距离:(10)=(4)−(5)。

前、后视距离差:(11)=(9)−(10)。

(11)项在三等水准测量时, ≤ 3 m;四等水准测量时, ≤ 5 m。

② 同一水准尺黑、红面中丝读数的检核

前视尺:(13)=(6)+ K −(7)。

后视尺:(14)=(3)+ K −(8)。

上式中 K 值为 4.687 m 或 4.787 m,为了快速计算,可以把 4.687 转换成 5.000−0.313,同样 4.787 转换成 5.000−0.213;作为观测者也可以把米和分米位读准,厘米和毫

米位都减去 13。(13),(14)的大小在三等水准测量时, ≤ 2 mm;四等水准测量时, ≤ 3 mm。

表 1-3 三、四等水准测量的观测与记录(双面尺法)

测站 编号	点 号	后尺	下丝	前尺	下丝	方向及尺号	水准尺读数/m		K + 黑 - 红	平均 高差/m	备注
			上丝		上丝						
		后视距		前视距			黑面	红面			
		视距差 d /m		$\sum d$ /m							
		(1)		(4)		后	(3)	(8)	(14)		
		(2)		(5)		前	(6)	(7)	(13)		
		(9)		(10)		后-前	(15)	(16)	(17)	(18)	
		(11)		(12)							
1	BM1 TP1	1.536		1.030		后 5	1.242	6.030	-1		
		0.947		0.442		前 6	0.736	5.422	+1		
		58.9		58.8		后-前	+0.506	+0.608	-2	+0.507	
		+0.1		+0.1							
2	TP1 BM2	1.954		1.276		后 6	1.664	6.350	+1		
		1.373		0.694		前 5	0.985	5.773	-1		
		58.1		58.3		后-前	+0.679	+0.577	+2	+0.678	
		-0.2		-0.1							
每页校核											

③ 高差计算及检核

黑面所测高差:(15)=(3)-(6)。

红面所测高差:(16)=(8)-(7)。

黑、红面所测高差之差:(17)=(15)-(16) ± 0.100 =(14)-(13)。

该值在三等水准测量时, ≤ 3 mm;四等水准测量时, ≤ 5 mm。式中 0.100 为单、双号两根水准尺红面底部注记之差,以米为单位。

平均高差:(18)=1/2{(15)+[(16) ± 0.100] }。

(2) 记录手簿每页应进行的计算与检核

① 视距计算检核。后视距离总和减前视距离总和应等于末站视距累积差,即:

$$\sum (9) - \sum (10) = \text{末站}(12)$$

检核无误后,算出总视距为:总视距 = $\sum (9) + \sum (10)$ 。

② 高差计算检核。红、黑面后视总和减红、黑面前视总和应等于红、黑面高差总和,还应等于平均高差总和的两倍。

对于测站数为偶数: $\sum [(3)+(8)] - \sum [(6)+(7)] = \sum [(15)+(16)] = 2 \sum (18)$

对于测站数为奇数: $\sum [(3)+(8)] - \sum [(6)+(7)] = \sum [(15)+(16)] = 2 \sum (18) \pm 0.100$

(二) 单面尺法

四等水准测量时,如果采用单面尺观测,则可按变更仪器高法进行检核。观测顺序为“后—前—变仪器高—前—后”,在每一测站上需变动仪器高 10 cm 以上,记录、计算格式如表 1-4 所列;变更仪器高所测量的两次高差之差不得超过 5 mm,其他要求与双面尺同。

表 1-4 四等水准测量观测记录表(变更仪器高法)

测 站 编 号	后尺	下丝	前尺	下丝	水准尺读数		高差	平均高差	备注
		上丝		上丝					
	后视距		前视距		后视	前视			
	视距差 d		$\sum d$						
	(1)		(4)		(3)	(6)	(13)	(15)	
	(2)		(5)						
	(9)		(10)		(8)	(7)	(14)		
	(11)		(12)						
1	1.681		0.849		1.494	0.661	0.833	0.832	
	1.307		0.473						
	37.4		37.6		1.372	0.541	0.831		
	-0.2		-0.2						
2	1.946		1.321		1.615	0.984	0.631	0.632	
	1.284		0.646						
	66.2		67.5		1.732	1.100	0.632		
	-1.3		-1.5						

在利用单面尺进行观测,并且读数较大时,立尺人员一定要进行前后摇尺,观测人员要读最小数,其原理见图 1-1:在 O 点的水准尺, OA 、 OB 为倾斜时的尺子,立铅垂时为 OC ,在 $\triangle OAC$ 和 $\triangle OBC$ 中 OC 为直角边, OA 、 OB 为斜边。

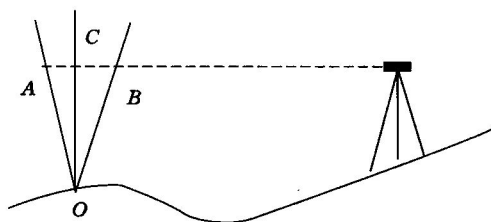


图 1-1 水准尺立直时读数小

(三) 记录规定

(1) 一切原始观测值和记事项目,必须在现场用钢笔或铅笔记录在规定格式的外业手簿中,字迹要清楚、整齐、美观,不得涂改、擦改、转抄,外业手簿或记录纸须进行编号,成果也可采用电子计算机记录。

(2) 手簿各记事项目,每一测站或每一观测时间段的首末页都必须记载清楚,填写

齐全。

(3) 水准测量中,厘米及以下数值不得更改,米和分米的读记错误,同一高差的往、返测或两次测量的相关数字不得连环更改。

(4) 凡更正错误,均应将错误数字、文字整齐划出,在上方另记正确数字和文字。凡划改的数字和超限划去的成果,均应注明原因和重测结果的所在页数。

(5) 观测工作结束后,应及时整理和检查外业观测手簿。检查手簿中所有计算是否正确,观测成果是否满足各项限差要求。确认观测成果全部符合规范规定后,方可进行计算。

三、水准路线成果的整理计算

外业成果经验核无误后,按下面水准测量成果计算的方法,经高差闭合差的调整后,计算各水准点的高程。

(1) 水准路线的闭合差计算

$$\text{闭合水准: } f_h = \sum h_{\text{测}} = h_1 + h_2 + \cdots + h_n$$

$$\text{附和水准: } f_h = \sum h_{\text{测}} - (H_{\text{终}} - H_{\text{始}})$$

支水准: $f_h = \text{往、返测高差之和}$

(2) 水准路线闭合差的分配

水准路线的高差闭合差满足 $f_h \leq f_{\text{限}}$ 时,应对闭合差进行分配,即将闭合差反符号按水准路线的距离(或测站数)成正比平均分配到每一段高差中,使改正后的高差之和等于理论值。

(3) 水准点高程的计算

高差闭合差分配并检核正确后,就可以根据已知水准点的高程和改正后的各段高差,逐一推算出各个水准点的高程。若推算出的终点高程与已知点的高程相等,则证明计算正确。

算例:已知两水准点间测一条四等水准路线, $H_A = 100 \text{ m}$ 、 $H_B = 142.026 \text{ m}$,如图 1-2 所示,请计算出各点的高程。

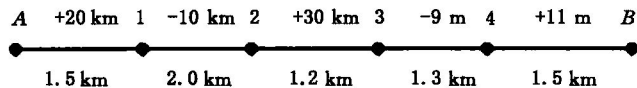


图 1-2

解:(1) 水准路线的闭合差计算

$$A、B \text{ 之间的已知高差为: } H_B - H_A = 142.026 \text{ m} - 100 \text{ m} = 42.026 \text{ m}$$

$$A、B \text{ 之间的实测高差为: } 20 \text{ m} - 10 \text{ m} + 30 \text{ m} - 9 \text{ m} + 11 \text{ m} = 42 \text{ m}$$

$$f = 42 \text{ m} - 42.026 \text{ m} = -0.026 \text{ m}$$

(2) 水准路线闭合差的分配

$$\sum S = 1.5 \text{ km} + 2.0 \text{ km} + 1.2 \text{ km} + 1.3 \text{ km} + 1.5 \text{ km} = 7.5 \text{ km}$$

$$f_{\text{限}} = 20 \sqrt{L} = 54 \text{ mm} \quad f < f_{\text{限}} \text{ 可以进行平差}$$

$$\text{由 } V_i = -f_x \times S_i / \sum S \text{ 得 } V_1 = 0.026 \times 1.5 / 7.5 = 0.005$$

同样可得 $V_2 = 0.007$ $V_3 = 0.004$ $V_4 = 0.005$ $V_5 = 0.005$ $\sum V_i = 0.026$

(3) 水准点高程的计算

$$H_1 = 100 + 20 + 0.005 = 120.005$$

$$H_2 = 120.005 - 10 + 0.007 = 110.012$$

$$H_3 = 110.012 + 30 + 0.004 = 140.016$$

$$H_4 = 140.016 - 9 + 0.005 = 131.021$$

$$H_B = 131.021 + 11 + 0.005 = 142.026$$

四、水准仪检校

(一) 圆水准器轴平行于仪器竖轴的检验与校正

1. 检验目的

检验圆水准器轴是否平行于仪器竖轴。若两轴平行,则圆水准器气泡居中时,圆水准器轴垂直于仪器竖轴。

2. 检验方法

安置水准仪后,转动脚螺旋,使圆水准器气泡居中,然后将望远镜绕竖轴旋转 180° ,观察气泡的位置,如果气泡仍居中,则证明圆水准器轴平行于仪器竖轴,不需校正。若气泡偏离中心,则证明不满足几何条件,需要校正。

3. 校正方法

(1) 在检验的基础上,转动脚螺旋使气泡移动偏离量的一半,用校正针拨动圆水准器上的三个校正螺丝,使水准气泡向圆水准器零点方向移动,使气泡居中。

(2) 再转动望远镜 180° ,重新调节校正螺丝,直至气泡在任何位置处都居中为止。

(二) 十字丝横丝垂直于仪器竖轴的检验与校正

1. 检验目的

检验十字丝横丝是否与竖轴垂直。当横丝与竖轴垂直,竖轴处于铅直位置时,十字丝横丝处于水平位置。

2. 检验方法

安置仪器并整平后,用横丝的一端对准远处一个明显的固定小标志,制动后,徐徐转动水平微动螺旋,观察标志的移动情况。若该标志始终沿横丝从一端移动到另一端,则证明横丝垂直于竖轴。若该标志在移动过程中偏离了横丝,则证明不满足条件,应进行校正。

3. 校正方法

卸下目镜筒上十字丝校正螺丝的保护罩,用起子松开十字丝环的固定螺丝,按与横丝倾斜方向相反的方向轻轻转动十字丝环,使横丝水平。此项校正需反复多次,直到条件满足为止。

(三) 望远镜视准轴与水准管轴平行的检验与校正

1. 检验目的

检验水准管轴是否与视准轴平行。当两轴相互平行时,管水准器气泡居中,则视准轴水平。

2. 检验方法

如果水准管轴与视准轴在竖直面上的投影不平行,则其夹角被称为 i 角误差。

检验:在较为平坦的地面上,选取相距约 80 m 的 A、B 两点,如图 1-3 所示。在 A、B 两

点的中点 S_1 处安置水准仪,并读取后、前视读数。如仪器有 i 角误差时,则在所读取的两读数中都含有误差。又因水准仪距 A 、 B 点的距离相等,所以误差大小也相等,在计算高差时即可消去,从而求得正确的高差 h 。如图 1-3 中, A 尺实际读数为 $(a+x)$, B 尺实际读数为 $(b+x)$,则 $h=(a+x)-(b+x)=a-b$,求出两点间的正确高差 h 之后,把仪器搬到 A 点附近(相距 2~3 m,不可小于 2 m)的 S_2 处,整平仪器,直接从 A 点标尺上读取 a_1 ,如图 1-4 所示,因为仪器位置接近 A 点,可以忽略 i 角对 a_1 的影响,即认为 a_1 是视线水平时的读数,由此计算出视线水平时的前视读数 $b=a_1-h$ 。如果实际读的前视读数 b_1 和 b 相等,则说明水准管轴平行于视准轴,若差值 >3 mm,则应该进行校正。

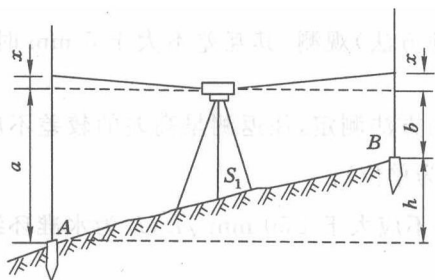


图 1-3

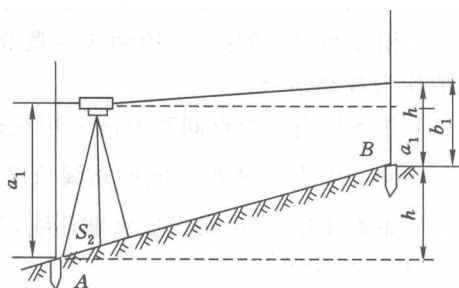


图 1-4

3. 校正方法

先用微倾螺旋使望远镜的十字丝横丝对准所计算出的前视读数 b ,这时视准轴就处于水平位置了。但望远镜上的水准管气泡必然偏离中央,用校正针拨动水准管上的校正螺丝(必须先松后紧),使气泡居中,水准管轴也就处于水平位置了。

校正后,将仪器搬到离 A 点后面 10 m 左右的地方,再测 A 、 B 两点的高差。如果和正确高差 h 不等,其差数不超过 5 mm,则认为已经校正好了。否则,还应重复进行校正,直至满足上述要求为止。

五、井下巷道水准测量

巷道高程测量的目的是建立井下高程控制系统,进而确定井下导线点、高程点的标高,以及巷道、硐室的标高,达到指导矿井采掘施工和满足矿图填绘高程注记等目的。

巷道高程测量有水准测量和三角高程测量两种方法。一般在水平巷道中采用水准测量的方法,在倾斜巷道中采用三角高程测量的方法。

井下巷道高程测量一般以井底车场的水准基点作为高程起算点,对于平硐和斜井,也可用井口地面的水准基点作为高程起算点直接引入。

(一) 点的设置

井下高程点的设置方法大致与导线点相同,也可直接用导线点作井下高程点。井下高程点除埋设在顶板和底板外,也可埋设在巷道的两帮。高程点一般每隔 300~500 m 设置一组,每组至少由三个高程点组成,两高程点间的距离以 30~80 m 为宜。井下所有高程点都应统一编号,并把编号明显地标记在点的附近。

(二) 水准测量

井下水准测量方法与地面大致相同,区别主要在两个方面:一是井下巷道中没有自然光,水准测量时需要用矿灯照明水准标尺;二是井下水准点大多设在顶板上,观测时须倒立水准标尺。井下水准测量一般采用 S_3 级水准仪和普通水准标尺进行测量。测站检核用两次仪器高或双面尺法。

如果水准点埋设在顶板上,测量时要倒立水准尺。在记录中要用“ $\perp$ ”、“ $\perp$ ”、“ $\perp$ ”、“ $\perp$ ”等符号表示立尺点在巷道的顶板、底板、左帮和右帮。倒立尺的读数应以负值参与计算。其高差计算仍为:高差=后尺读数-前尺读数。

高差计算公式仍然与地面水准测量一样。

(三) 井下水准测量的精度要求和计算方法

(1) 相邻两点间的高差,用两次仪器高(或其他方法)观测,其互差不大于 5 mm 时,取平均值作为观测结果;

(2) 井下每组水准点间高差应采用往返测量的方法测定,往返测量高差的较差不应大于 $\pm 50 \text{ mm} \sqrt{R}$ (R 为水准点间的路线长度,以 km 为单位);

(3) 如条件允许,可布设成水准环线,其闭合差不应大于 $\pm 50 \text{ mm} \sqrt{L}$ (L 为水准环线的总长度,以 km 为单位);

(4) 当成果满足上述要求时,可取往返观测的平均值作为观测结果,或按测站数分配高程闭合差。

(四) 井下水准测量记录格式(表 1-5)

表 1-5

井下水准测量记录格式

仪器站	测点	距离	标尺读数			高差	高差中数	标高	测点位置	巷道全高	测点	草图与备注
			后视	前视								
				转点	中间的							
	A		—1 312				200.667	⊥		A	注：采用两次仪器高法	
1			—1 475									
	B		0 877	1 593		—2 905	—2 906	197.761	⊥	B		
2			0 729	1 432		—2 907						
	C		1 091	—1 002		1 879	1 880	199.641	⊥	C		
3			1 214	—1 151		1 880						
	D			—1 213		0 122	0 122	199.763	⊥	D		
				—1 336		0 122						

技能训练

(1) 训练水准测量每站操作步骤

水准仪的操作程序分为:安置仪器、粗略整平、对光瞄准、精平读数。

① 安置仪器。打开三脚架,松开架腿固定螺旋,抽出三个架腿后拧紧固定螺旋。将三个架腿叉开,高度适当,从仪器箱中取出水准仪,安放在架头上,拧紧中心连接螺旋,架头大

致水平(可以先固定一根架腿,通过另两根架腿的移动来大致整平),然后踩实三脚架;若在踩实三脚架时一根架腿下沉太多,可以用升降架腿的方法来大致整平仪器。

② 粗略整平。气泡移动的规律为:左手大拇指运动的方向为气泡运动的方向,右手大拇指运动的方向与气泡运动的方向相反。

如图 1-5 所示,用两手以相反方向快速转动两个脚螺旋,使圆水准器气泡从 1 位置移动到 2 位置,然后再转动第三个脚螺旋使圆水准器气泡从 2 位置移动到 3 位置(即圆水准器气泡居中),待熟练后可以用一只手同时管住两个脚螺旋(向外推或向里扒),另一只手管住第三个脚螺旋,这样整平的速度会更快。

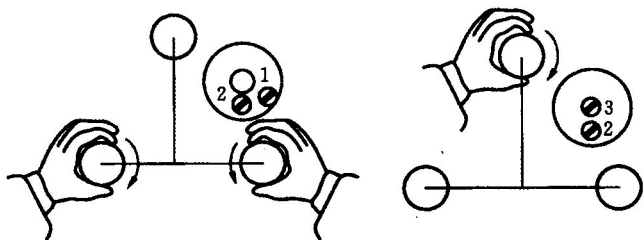


图 1-5

③ 对光瞄准。转动目镜对光螺旋调清十字丝;松开制动螺旋,通过望远镜上方的缺口和准星瞄准 B 点上的水准尺,拧紧制动螺旋;转动对光螺旋,使影像清晰地落在十字丝平面上;转动水平微动螺旋,使十字丝竖丝位于水准尺上。

④ 精平读数。转动微倾螺旋,使符合水准气泡严格吻合(可以形象地记为“用拇指把左边的影像扒下来、把左边的影像推上去”),如图 1-6 所示,用十字丝中丝在水准尺上所指的位置读取读数。读数时,要先观察并记住小数(厘米和毫米),再看大数,然后一气读出四位数,不读出小数点,也不要读出单位,如:1.828 m,读成 1 828。若不够四位数时,以 0 补位,如 0 848、0 608、1 860 等。

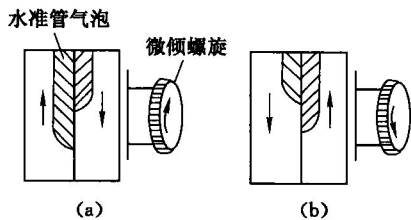


图 1-6 如何调整微倾螺旋

(2) 训练正确读数和记录方法

全组一起观察水准尺,了解水准尺的分划和注记方式,把水准尺靠在墙上用小细草模仿水准仪横丝,在水准尺上上、下移动,每移动一个位置要求学生立即读出小细草处水准尺的读数。

从立尺、观测、记录三个角度出发,使四等水准线路测量既快又准。

立尺:① 尺子应立在稳定有凸起的点上,尺子应立直;

② 当尺子较低时应主动前后摇尺;

③ 移动尺子时应注意数步来控制前、后尺到仪器的距离。

观测:① 观测者要利用脚架快速概略整平仪器,掌握三个脚螺旋同时旋转使仪器粗平;

② 观察读数时不能有视差;精平视线时要记住:用右手拇指把左边影像扒下来,或推上去。

③ 读数较大摇尺时要注意读最小数,会对红面读数进行速算(首位加 5 减 213 或 313,也可以大数读准小数加 87),计算后认为数值正确再读数,读数时 4 位数一口气读出中间不带“点”、“米”之类的词。

记录:① 记录人员要快速计算出前、后尺的视距差和累积视距差,并及时告诉立尺人员进行调整;

② 听到观测者读数后要复诵听到的数,观测者无疑议后再记录,对于红面读数应会速算(加 5 减 213 或 313),读数正确后让迁站,若不正确应马上让观测者重测;

③ 若记录错误应从左上到右下划去在其下方重新记录,禁止连环涂改、禁止改动厘米以下数字。

任务实施

(1) 对水准仪进行检校:

- ① 圆水准器轴平行于仪器竖轴的检验与校正;
- ② 十字丝横丝垂直于仪器竖轴的检验与校正;
- ③ 望远镜视准轴与水准管轴平行的检验与校正。

(2) 实施一段线路总长度在 500 m 以上,高差起伏在 10 m 以上的闭合或附合四等水准线路的观测与记录。

(3) 进行水准路线成果的整理计算。

总结报告

水准测量结束后,每位同学应写出实习报告,具体内容如下:

- (1) 实习的任务及要求。
- (2) 简述实习过程及主要任务完成情况。
- (3) 原始记录、计算纸及成果。

任务考评

四等水准测量任务考核表如表 1-6 所示。

表 1-6 四等水准测量任务考评表

序号	考核内容	满分	评分标准	该项得分
1	观测情况	20	按水准仪观测“既快又准”的方法,一处不符扣 2 分,根据熟练程度适当扣分(10 分以内)	
2	记录情况	20	按记录情况,每错一处扣 2 分,根据记录的规范情况适当扣分(10 分以内)	
3	计算及成果情况	20	计算步骤是否正确 10 分 计算成果是否正确 10 分	
4	纪律与态度	20	根据学生的具体表现进行评分	

续表 1-6

序号	考核内容	满分	评分标准	该项得分
5	报告	20	根据学生的报告质量进行评分	
6	总分	100		

思考与练习

- (1) 陈述三、四等水准测量的作业步骤。
- (2) 陈述三、四等水准测量的观测、记录、测站计算方法。
- (3) 陈述三、四等水准线路测量的计算方法。
- (4) 陈述从立尺、观测、记录三个角度出发,说明如何使四等水准线路测量既快又准。

任务二 二等水准测量

知识要点

二等水准观测的规定、观测中的各种限差。

技能目标

二等水准的观测方法、记录方法、计算方法。

任务描述

二等水准测量称为精密水准测量,在全国范围内沿主要干道、河流等整体布设,构成网状。二等水准测量在要求高的工程中有应用,观测时使用的仪器是具有光学测微器的精密水准仪,使用的标尺是线条式因瓦合金水准标尺。观测中通常采用光学测微法进行读数。

任务二要求每组学生完成一段至少有三个已知点的闭合水准测量。

任务分析

要想完成本项任务,首先要求学生掌握二等水准观测的规定、每站观测程序、每站操作步骤、手簿的记录和计算方法、观测中的各种限差;任务结束后学生要掌握以上工作并完成实习报告的编写。

相关内容

一、二等水准观测的规定

(一) 二等水准测量每期作业前的六项检验内容

- (1) 标尺的检视;
- (2) 标尺上圆水准器的检校;
- (3) 标尺分划面弯曲差的测定;

- (4) 标尺名义米长及分划偶然中误差的测定;
- (5) 标尺尺带拉力的测定;
- (6) 一对水准标尺零点不等差及基辅分划读数差的测定。

(二) 水准观测应遵守的规定

为了保证水准观测成果的精度,在水准观测过程中必须落实消除或减弱水准测量误差的措施,为此,水准观测应严格遵守以下规定。

(1) 选择有利的观测时间,可使标尺在望远镜中的成像清晰、稳定。一般情况下,二等水准观测应在日出后半小时至正午前两小时和正午后两小时半至日落前半小时进行。也可根据地区、季节及气象情况,适当地增减中午间歇时间。当标尺分划线成像跳动而难以照准时,气温突变、风力大于四级时,均不得进行观测。

(2) 为避免外界温度变化的影响,观测前应使仪器温度与外界温度趋于一致(二等水准观测前,应将仪器放置在阴凉、通风处半小时)。设站观测时,为避免阳光直接照射仪器,应用白色测伞遮住阳光,迁站过程中应用白色仪器罩罩住仪器。

(3) 每测站的前视和后视标尺至仪器的距离应大致相等,而且,视线长度不得超过规定的长度,视线的高度不得过低。这样可以消除或减弱 i 角误差、垂直折光等与距离有关的误差影响。

(4) 每站观测程序应按“后—前—前—后”或“前—后—后—前”进行。这样可以在测站观测高差中消除或减弱 i 角变化、仪器垂直升降等与时间有关的误差影响。

(5) 一个测段中的测站数应为偶数,以便消除标尺零点不等差的影响。另外,由往测转为返测时,两标尺应互换位置。

(6) 二等水准测量应进行往返观测,以抵消单程观测(往测或返测)高差中所含同一性质、相同符号累积的误差影响。

(7) 二等水准测量的往测和返测应“分段”进行,即将一个区段分成 2~3 个分段。

(三) 每站观测程序

1. 往测

奇数测站为:

- (1) 照准后视标尺的基本分划;
- (2) 照准前视标尺的基本分划;
- (3) 照准前视标尺的辅助分划;
- (4) 照准后视标尺的辅助分划。

这样的观测程序简称为“后—前—前—后”。

偶数测站为:

- (1) 照准前视标尺的基本分划;
- (2) 照准后视标尺的基本分划;
- (3) 照准后视标尺的辅助分划;
- (4) 照准前视标尺的辅助分划。

这样的观测程序简称为“前—后—后—前”。

2. 返测

每站的观测程序与往测相反。即奇数测站采用“前—后—后—前”、偶数测站采用“后—