

中国地质大学(武汉)实验教学系列教材
中国地质大学(武汉)实验技术研究项目资助

测绘工程实习指导书

CEHUI GONGCHENG SHIXI ZHIDAOSHU

吴北平 陈 刚 ◎主 编
潘 雄 曾 云

徐景田 岳迎春 ◎副主编
田玉刚 黄海军



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

中国地质大学(武汉)实验教学系列教材
中国地质大学(武汉)实验技术研究项目资助

测绘工程实习指导书

CEHUI GONGCHENG SHIXI ZHIDAOSHU

主 编	吴北平	陈 刚
	潘 雄	曾 云
副主编	徐景田	岳迎春
	田玉刚	黄海军

图书在版编目(CIP)数据

测绘工程实习指导书/吴北平等主编. —武汉:中国地质大学出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-5625-2513-4

I. ①测…

II. ①吴…

III. ①工程测量-高等学校-教学参考资料

IV. ①TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 155479 号

测绘工程实习指导书

CEHUI GONGCHENG SHIXI ZHIDAOSHU

主 编 吴北平 陈 刚
潘 雄 曾 云
副主编 徐景田 岳迎春
田玉刚 黄海军

责任编辑:张 华

组稿编辑:方 菊 张晓红

责任校对:戴 莹

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电话:(027)67883511 传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:787mm×1 092mm 1/16

字数:280 千字 印张:11

版次:2010 年 8 月第 1 版

印次:2010 年 8 月第 1 次印刷

印刷:武汉中科兴业印务有限公司

印数:1—2 000 册

ISBN 978-7-5625-2513-4

定价:24.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

中国地质大学(武汉)实验教学系列教材

编委会名单

主 任 成金华

副主任 向 东 杨 伦

编委会成员：(以姓氏笔画顺序)

王广君 王 莉 李 珍 李鹏飞 陈 风

吴 立 杨坤光 卓成刚 周顺平 饶建华

段平忠 胡祥云 夏庆霖 梁 杏 梁 志

程永进 董 范 曾健友 薛秦芳 戴光明

选题策划：

梁 志 毕克成 郭金楠 赵颖弘 王凤林

前言

测绘科学与技术主要是研究测定和推算地面及其外层空间点的几何位置,确定地球形状和地球重力场,获取地球表面自然形态和人工设施的几何分布以及与其属性有关的信息,编制全球或局部地区的各种比例尺的普通地图和专题地图,建立各种地理信息系统,为国民经济发展和国防建设以及地学研究服务。

测绘工程是测绘科学与技术的主要学科专业。它主要培养在国民经济各部门从事国家基础测绘建设,陆海空运载工具导航与管理,城市和工程建设,矿产资源勘察与开发,国土资源的调查与管理等测量工程,地图与地理信息系统的设计、实施和研究以及环境保护与灾害预防、地球动力学等领域从事研究、管理、教学等方面工作的高级工程技术人才。

由于测绘工程是一门实践性很强的应用性学科,该专业各层次人才的培养,离不开动手能力的训练。《测绘工程实习指导书》的编写宗旨是加强测绘工程专业学生实践能力的培养,其内容包括测绘工程专业各骨干课程的所有实践环节,如地形测量实习、大地测量实习、工程测量实习、摄影测量实习、遥感原理与应用实习、GPS 定位原理与应用实习、测量平差实习等。本书补充了教科书对实验部分论述的不足,同时也可使学生对本专业课程和技能的学习有一个完整和系统地掌握。

本书不仅适合测绘工程专业的教学需要,还能满足遥感科学与技术、地球信息科学与技术、土地资源管理等专业测绘课程教学的需要。

参加本书编写的有吴北平、陈刚、曾云、潘雄、徐景田、岳迎春、田玉刚、黄海军、吕丽萍、陈于、梁新美。其中曾云编写第一章,梁新美编写第十章,岳迎春编写第二章、第十一章,陈于编写第三章,吕丽萍编写第四章、第十三章,黄海军编写第五章、第十二章,田玉刚编写第六章,陈刚编写第七章、第十四章,徐景田编写第八章,潘雄编写第九章,吴北平编写第十五章。此外,胡友健、王莉等老师也为本书编写做了许多有益工作,在此表示衷心感谢。全书由吴北平统稿。

限于我们的水平,书中内容难免有错误或不妥之处,欢迎专家和读者批评指正。

此书由中国地质大学(武汉)实验技术研究经费资助。

编者

2010年6月于武汉

目 录

第一篇 课间实习

第一章 地形测量课间实验	3
实验一 水准仪的认识及使用	3
实验二 四等水准测量	5
实验三 水准仪的检验与校正	8
实验四 经纬仪的认识及使用	11
实验五 水平角观测(测回法)	13
实验六 水平角观测(方向观测法)	15
实验七 竖角观测	17
实验八 经纬仪的检验与校正	18
实验九 全站仪的认识	21
实验十 全站仪的使用	24
实验十一 测距加常数的测量	28
第二章 控制测量课间实验	30
实验一 全站仪视准轴误差与水平轴倾斜误差的测定	30
实验二 水平方向观测	32
实验三 六段解析法测定全站仪的加常数	34
实验四 全站仪测距	36
实验五 水准仪 i 角误差的检验与校正	38
实验六 精密水准测量	41
实验七 数字水准仪的认识及使用	43
第三章 工程测量学课间实验	45
实验一 全站仪极坐标法点位放样	45
实验二 全站仪角度前方交会法点位放样	46
实验三 圆曲线主点测设	48

实验四	偏角法圆曲线详细测设	49
实验五	线状工程 GPS RTK 中线中桩放样	51
实验六	线状工程纵、横断面测量	53
实验七	一井定向测设	57
实验八	测量机器人仪器认识	60
第四章	摄影测量课间实习	64
实验一	模拟、解析阶段航测仪器参观	64
实验二	1818 型立体坐标量测仪量测像点坐标	65
实验三	VirtuoZo NT 全数字摄影测量工作站	66
实验四	航带控制点及加密点内业计划与量测	70
第五章	GPS 课间实验	72
实验一	GPS 认识及使用	72
实验二	GPS - RTK 测量	73
实验三	GPS 野外静态数据采集	74
实验四	GPS 基线解算及网平差	75
实验五	TGO1.62 操作流程指南	76
第六章	遥感软件操作实验	89
实验一	影像预处理	89
实验二	图像辐射增强实验	97
实验三	图像分类实验	100
第七章	数字测图课间实验	105
实验一	水准仪的认识及使用	105
第八章	地籍测量课间实验	108
实验一	城镇土地权属调查	108
实验二	房屋面积调查	110
实验三	界址点测量	111
第九章	误差理论与测量平差基础课间实习	114
实验一	平差易的认识	114
实验二	向导式平差的应用	117
实验三	观测数据的录入	120
实验四	三角高程平差	125

第二篇 野外实习

第十章 地形测量综合实习	131
第十一章 控制测量综合实习	136
第十二章 GPS 综合实习	141
第十三章 摄影测量与遥感教学实习	144
第十四章 测绘工程软件使用	146
第一节 CASS 绘图软件	146
第二节 南方 GPS 数据处理软件	148

第三篇 毕业设计

第十五章 测绘工程专业毕业实习、毕业设计(论文)大纲	157
附：中国地质大学(武汉)本科毕业论文(设计)工作规范(试行)	160
参考文献	165

第一篇

课间实习

第一章 地形测量课间实验

实验一 水准仪的认识及使用

一、目的和要求

- (1)了解 DS3 微倾式水准仪的基本构造,掌握其主要部件的名称和作用。
- (2)掌握望远镜的使用方法,学会如何消除视差。
- (3)学会水准仪的使用(安置、粗平、瞄准、精平)。
- (4)练习水准尺读数(黑面及红面)。

二、仪器和工具

DS3 水准仪 1 台,水准尺 2 根,记录板 1 块。

三、实验内容

- (1)认识 DS3 水准仪的构造和各操作部件的名称、作用和操作方法。
- (2)练习水准仪的安置及整平方法。
- (3)练习水准尺的读数方法。
- (4)初步练习高差的观测、记录及计算方法。

四、实验方法与步骤

1. 安置仪器

将脚架张开,使其高度适当,架头大致水平,踩实架腿。再开箱取出仪器将其固连在三脚架上。

2. 认识仪器

了解仪器各部件的名称,了解其作用并熟悉其使用方法。

3. 粗略整平

旋转水准仪基座上的三个脚螺旋,使圆水准器气泡居中。先用双手同时向内(或向外)转动一对脚螺旋,使圆水准器气泡移动到中间,再转动另外一只脚螺旋,使圆气泡居中,通常需反复进行。注意气泡移动的方向与左手拇指或右手食指运动的方向一致。

4. 瞄准水准尺、精平与读数

- (1)瞄准。甲将水准尺立于某地面点上,乙松开水平制动螺旋,转动仪器,用粗瞄器粗略瞄

准水准尺,固定制动螺旋,用微动螺旋使水准尺大致位于视场中央;转动目镜对光螺旋进行对光,使十字分划清晰,再转动物镜对光螺旋,看清水准尺影像;转动水平微动螺旋,使十字丝纵丝靠近水准尺一侧,若存在视差,则应仔细进行物镜对光予以消除。

(2)精平。转动微倾螺旋,使符合水准器气泡两端的影像符合。自动安平水准仪不需此操作,但要检查补偿器是否处于正常工作状态。

(3)读数。用中丝在水准尺上读取 4 位读数,即米、分米、厘米及毫米位。读数时应先估出毫米数,然后按米、分米、厘米及毫米一次读出 4 位数。读数后检查仪器视线是否精平。

5. 测定地面两点间的高差

(1)在地面选定 A、B 两个坚固的点。

(2)在 A、B 两点间安置水准仪,使仪器至 A、B 两点的距离大致相等。

(3)竖立水准尺于点 A 上,瞄准点 A 上的水准尺,精平后读数,此为后视读数 a ,记入表中测点 A 一行的后视读数栏下。

(4)再将水准尺立于点 B,瞄准点 B 上的水准尺,精平后读取前视读数 b ,并记入表中测点 B 一行的前视读数栏下。计算 A、B 两点的高差 h , $h=a-b$ 。

(5)按同法读取、记录水准尺红面读数,计算高差。检核黑面中丝读数加上水准尺常数 K (4.687 或 4.787)减去红面中丝读数应不超过 $\pm 3\text{mm}$ 。

(6)换一人重新安置仪器,进行上述观测,直至小组所有成员全部观测完毕,小组成员之间所测高差之差不得超过 $\pm 5\text{mm}$ 。

五、记录格式

见表 1-1。

表 1-1 高差测量练习表

日期: 天气: 班级/小组:
仪器型号: 观测: 记录:

测站	点号		后视读数	前视读数	高差	读数差
O	A	黑面				
		红面				
	B	黑面				
		红面				
		黑面				
		红面				
		黑面				
		红面				

六、注意事项

- (1) 由于是第一次实习,请在老师讲解后再开箱安置仪器。
- (2) 开箱后先看清仪器放置情况及箱内附件情况,用双手取出仪器并随手关箱。
- (3) 水准仪安放到三脚架上后必须立即将中心连接螺旋旋紧,以防仪器从脚架上掉下摔坏。
- (4) 转动各螺旋时要稳、轻、慢,不能用力太大,仪器旋钮不宜拧得过紧。仪器制动后不允许强力转动仪器。微动螺旋只有在制动之后才能使用。
- (5) 松开中心连接螺旋后应立即将仪器装箱,仪器装箱前要松开制动螺旋,试着合上箱盖,不可用力过猛,以免压坏仪器。
- (6) 水准尺不用时最好横放在地面上,不能立在墙边或斜靠在电杆或树木等物体上,以防摔坏水准尺。
- (7) 实习时应合上仪器箱,以防止灰尘和水气进入仪器箱。不可踏、坐仪器箱。

七、思考题

1. 水准仪是由哪几部分组成的? 每一部分的作用是什么?
2. 圆水准器的作用是什么? 管水准器的作用是什么?
3. 简述望远镜的调焦步骤。
4. 在读取水准尺读数前,为什么要消除视差? 如何消除视差?
5. 自动安平水准仪的原理是什么? 它的操作有什么特点?

实验二 四等水准测量

一、目的和要求

- (1) 掌握用 DS3 水准仪进行四等水准测量的步骤。
- (2) 四等水准测量每测站的限差:前、后视距值 $\leq 80\text{m}$,前后视距差 $\leq 5\text{m}$,黑红面读数差 $\leq 3\text{mm}$,黑红面所测量高差之差 $\leq 5\text{mm}$ 。
- (3) 水准路线高差闭合差 $f_h \leq 20\sqrt{S}\text{mm}$ 。

二、仪器和工具

DS3 水准仪 1 台,水准尺 2 根,尺垫 2 个,记录板 1 块。

三、实验内容

用 DS3 水准仪按照四等水准测量的要求测量一条闭合水准路线。

四、实验方法与步骤

1. 选定施测路线

在地面上选取一点作为高程起始点,选择一定长度、有一定起伏的路线组成一条闭合水准

路线,该闭合水准路线包含 4 个或 6 个测站。

2. 四等水准测量每个测站的观测程序

(1)安置整平仪器,照准后尺黑面,调微倾螺旋使符合水准器严密居中,依次读取上、下丝及中丝读数,并将数据依次记入四等水准测量观测手簿中(1)、(2)、(3)的位置(见表 1-2)。

(2)转动水准仪,照准前尺黑面,调微倾螺旋使符合水准器严密居中,依次读取上、下丝及中丝读数,并将数据依次记入四等水准测量观测手簿中(4)、(5)、(6)的位置(见表 1-2)。

(3)前尺变红面朝向仪器,使符合水准器严密居中,读取中丝读数,并将数据记入四等水准测量观测手簿中(7)的位置(见表 1-2)。

(4)后尺变红面,仪器照准后尺红面,使符合水准器严密居中,读取中丝读数,并将数据记入四等水准测量观测手簿中(8)的位置(见表 1-2)。

以上观测顺序简称为:后—前—前—后,或黑—黑—红—红。

3. 四等水准测量每个测站的计算与检核

在记录的同时,应及时进行计算及检核,不能等待观测完再计算,发现问题及时提醒观测员进行补救。计算内容如下。

(1)视距部分:

$$\text{后视距离 } (15) = (1) - (2) \leq 80\text{m};$$

$$\text{前视距离 } (16) = (4) - (5) \leq 80\text{m};$$

$$\text{前、后视距差 } (17) = (15) - (16) \leq 5.0\text{m};$$

$$\text{视距累积差 } (18) = \text{本站}(17) + \text{前站}(18) \leq 10.0\text{m}。$$

(2)高差部分:

$$\text{前尺红黑面读数差 } (9) = (6) + K - (7) \leq 3.0\text{mm};$$

$$\text{后尺红黑面读数差 } (10) = (3) + K - (8) \leq 3.0\text{mm};$$

$$\text{两尺黑面高差 } (11) = (3) - (6);$$

$$\text{两尺红面高差 } (12) = (8) - (7);$$

$$\text{黑面高差与红面高差之差 } (13) = (11) - (12) \pm 0.1 = (10) - (9) \leq 5.0\text{mm};$$

$$\text{高差中数 } (14) = [(11) + (12) \pm 0.1] / 2。$$

式中:常数 0.1m 是两水准尺红面起始分划读数之差,即 4.687 和 4.787 之差;式中带括号的项为表 1-2 的对应项。

作业时,对每一个测站,必须遵循全部计算完毕并确认符合限差要求后才能移动后尺尺垫和迁站的原则,否则就会造成全测段重测的后果。

五、记录格式

见表 1-2。

时间： 年 月 日 天气： 成像：

仪器及编号： 观测者： 记录者：

仪器及编号: 观测者: 记录者:

K 为水准尺常数

六、注意事项

(1) 转点起着传递高程的作用。在相邻转站过程中, 尺位要严格保持不变, 否则会给高差带来误差, 而且转点上的读数一个为前视读数, 另一个为后视读数, 两个读数缺一不可。一般来说, 转点上应放置尺垫。

(2) 按规范要求, 每条水准路线测量测站个数应为偶数站, 以消除两根水准尺的零点误差和其他误差。

(3) 水准尺要尽量竖直, 以减小水准尺倾斜误差对读数的影响。

(4) 每个测站必须等全部计算完毕并确认符合限差要求后才能迁站。

七、思考题

1. 四等水准测量每测站的观测步骤是什么?
2. 四等水准测量时前后视距大致相等能消除或减弱哪些误差?
3. 当前后视距差超限时, 如何移动前尺或水准仪?

实验三 水准仪的检验与校正

一、目的和要求

- (1) 了解微倾式水准仪各轴线应满足的条件。
- (2) 掌握水准仪检验和校正的方法。
- (3) 要求校正后, i 角值不超过 $20''$, 其他条件校正到无明显偏差为止。

二、仪器和工具

水准仪 1 台, 水准尺 2 根, 尺垫 2 个, 皮尺 1 卷, 记录板 1 块。

三、实验内容

DS3 水准仪的检验与校正。

四、实验方法与步骤

(一) 水准仪的轴系及其应满足的条件

水准仪的主要轴系有: 管水准轴 LL' 、视准轴 CC' 、竖轴 VV' 及圆水准轴 L_1L_1' (图 1-1)。各轴系之间应满足如下条件。

- (1) 管水准轴平行于视准轴。
- (2) 圆水准轴平行于竖轴。
- (3) 十字丝横丝垂直于仪器竖轴。

(二) 圆水准器轴平行于仪器竖轴的检验与校正

1. 检验

转动脚螺旋, 使圆水准器气泡居中。将仪器绕竖轴旋转 180° , 如果气泡仍居中, 则条件满足; 如果气泡偏出分划圈外, 则需校正。

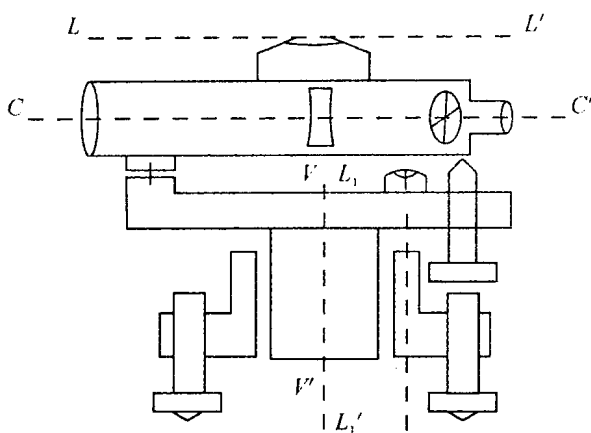


图 1-1 水准仪轴系示意图

2. 校正

先转动脚螺旋,使气泡移动到偏歪值的一半,然后稍旋松圆水准器底部中央固定螺钉,用校正针拨动圆水准器校正螺钉,使气泡居中。如此反复检校,直到圆水准器转到任何位置时,气泡都在分划圈内为止。最后旋紧固定螺钉。

(三)十字丝横丝垂直于仪器竖轴的检验与校正

1. 检验

严格置平水准仪,用十字丝交点瞄准一明显的点状目标 M (见图 1-2),旋紧水平制动螺旋,转动水平微动螺旋。如果该点始终在中丝上移动,说明此条件满足,如图 1-2 (a)、1-2 (b) 所示;如果该点离开中丝,则需校正,如图 1-2 (c) 所示。

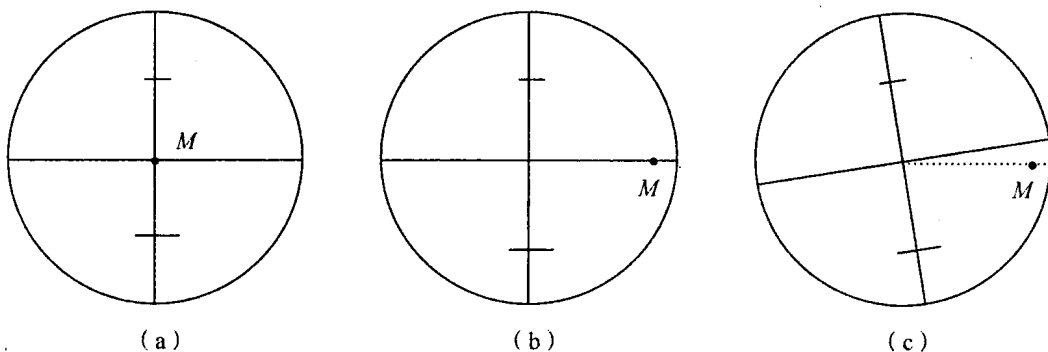


图 1-2 十字丝横丝垂直于仪器竖轴的检验示意图

2. 校正

卸下目镜处外罩,松开 4 个固定螺钉,稍微转动十字丝环,使目标点 M 与中丝重合。反复