



福建省高职高专土建大类十二五规划教材

工程测量实训指导

(第二版)

主 编 ◎ 徐行军

副主编 ◎ 高巧玲 林开钊



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位



福建省高职高专土建大类十二五规划教材

工程测量实训指导

(第二版)

主 编◎徐行军

副主编◎高巧玲 林开钊

主 审◎李 冰



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

工程测量实训指导/徐行军主编. —2版. —厦门:厦门大学出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5615-6769-2

I. ①工… II. ①徐… 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(2017)第 307552 号

出版人 蒋东明

总策划 宋文艳

责任编辑 睦蔚

美术编辑 李嘉彬

技术编辑 许克华

出版发行 厦门大学出版社

社址 厦门市软件园二期望海路 39 号

邮政编码 361008

总编办 0592-2182177 0592-2181406(传真)

营销中心 0592-2184458 0592-2181365

网 址 <http://www.xmupress.com>

邮 箱 xmupress@126.com

印 刷 三明市华光印务有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 16.25

字数 400 千字

印数 1~3 000 册

版次 2017 年 12 月第 2 版

印次 2017 年 12 月第 1 次印刷

定价 38.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换



厦门大学出版社
微信二维码



厦门大学出版社
微博二维码

福建省高等职业教育土建大类十二五规划教材

编审委员会

主 任	林松柏	黎明职业大学校长
副主任	江 勇	福建水利电力职业技术学院院长
	陈卫华	黎明职业大学副校长

委 员

李伙穆	黎明职业大学土木建筑工程系原主任
林 辉	福建水利电力职业技术学院水利工程系主任
周志坚	福建船政交通职业学院道路工程系主任
罗东远	闽西职业技术学院土木建筑工程系主任
薛奕忠	漳州职业技术学院建筑工程系主任
林春建	福建省第五建筑工程公司副总经理、教授级高工
林巧国	福建省第一建筑工程公司副总经理、副总工
吴延凤	厦门城市职业学院土木建筑工程学部主任
林起健	福建信息职业技术学院建筑工程系主任
郑金兴	福建林业职业技术学院土木建筑工程系主任
宋文艳	厦门大学出版社总编辑
赖俊仁	台湾朝阳大学营建工程系教授
梁志满	黎明职业大学土木建筑工程学院院长
吴伟民	福建水利电力职业技术学院土木建筑工程系主任
卓维松	福建船政交通职业学院建筑工程系系主任

编审委员会办公室

主 任	王金选	黎明职业大学教务处副处长
副主任	陈俊峰	黎明职业大学土木建筑工程学院副院长
	吴伟民	福建水利电力职业技术学院土木建筑工程系系主任

成 员

王金圳	黎明职业大学施工技术专业主任
颜志敏	福建水利电力职业技术学院工民建教研室主任

前言

随着我国工程建设事业的发展,社会对工程专业技术人员的素质要求不断提高,尤其是对专业人员的动手操作能力有着更高的期望,测量仪器的操作和应用是体现专业人员动手能力强弱的重要方面。

本书是针对土建类专业必修的“工程测量”课程而编写的实训指导。全书按“理实一体化教学”的原则编写,可供土建类相关专业在课间实训和集中综合实训时选用。在编写中注重技术技能应用型学生的特点,在实训内容安排上由浅至深、由简至繁,力求理论与实际相结合,便于学生自学和教师组织教学,有利于全面提高学生的实践操作能力。

本书包括四部分内容:第一部分介绍了工程测量实训必备的基本常识要求及注意事项等;第二部分课间测量实训详细介绍了水准测量、角度测量、距离测量、控制测量、精密仪器测量及建筑和道路专业测量等 27 个实训项目;第三部分介绍了道路中线测量及地形图测绘两个工程测量集中综合实训项目;附录介绍了中级测量工技能考试理论复习题和中级测量工实践操作考核项目。

本书由福建船政交通职业学院徐行军担任主编,福建船政交通职业学院高巧玲、中交一公局厦门工程有限公司林开钊担任副主编。实训十六、实训十七由高巧玲编写,实训二十四及实训二十五由林开钊编写,附录一中级测量工技能测试理论复习题由福建船政交通职业学院李琳编写,其余部分由徐行军编写。福建船政交通职业学院李冰审阅了全书,并提出了宝贵的修改意见。本书在编写过程中还得到了中交一公局厦门工程有限公司黄树榕的大力支持,在此表示衷心的感谢。

本书不仅可作为土建类相关专业“工程测量”教材的配套参考用书,在课间实训和集中综合实训时选用,也可作为中、高级测量工技能培训与测量等级考核的重要辅导材料与参考资料,还可作为工程技术人员和管理人自学参考用书。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏或错误之处,恳切希望业内专家及读者批评指正。

编者

2017 年 12 月

目 录

第一部分 测量实训须知	1
第二部分 工程测量课间实训	4
实训一 DS ₃ 水准仪的认识与使用	4
实训二 普通水准测量	9
实训三 水准仪的检验与校正	18
实训四 自动安平水准仪的认识与检验	22
实训五 DJ ₆ 光学经纬仪的认识与使用	25
实训六 DJ ₂ 光学经纬仪的认识及使用	29
实训七 测回法测量水平角	33
实训八 DJ ₆ 光学经纬仪的竖直角观测	38
实训九 经纬仪的检验与校正	42
实训十 直线定向与视距测量	47
实训十一 全站仪的认识与使用	54
实训十二 全站仪导线控制测量	62
实训十三 四等水准测量	67
实训十四 经纬仪测图	72
实训十五 CASS 软件绘制地形图	76
实训十六 建筑物轴线放样和高程测设	89
实训十七 场地平整与土方量的计算	97
实训十八 单圆曲线主点测设	102
实训十九 单圆曲线中桩测设	106
实训二十 带缓和曲线的曲线测设	111
实训二十一 虚交测量	116
实训二十二 全站仪道路软件放样测量	120
实训二十三 管道工程施工测量	137
实训二十四 RTK 的认识与使用	142
实训二十五 利用 RTK 进行碎部测量及施工放样	161
实训二十六 数字水准仪(DAL 系列)的认识与使用	178
实训二十七 数字水准仪的检校与三四等水准测量	185
第三部分 工程测量集中实训	196
实训二十八 道路工程中线测量	196

实训二十九 地形图测绘	210
附录一 中级测量工技能测试理论复习题	216
附录二 中级测量工实践操作考核项目	227
附录三 道路工程中线放样示例数据	249
参考文献	251

第一部分 测量实训须知

一、工程测量实训的目的

工程测量是一门实践性很强的专业基础课,测量实训是工程测量教学的重要组成部分。只有通过对测量仪器的亲自操作(安置、观测、记录、计算、写作实训报告等),才能真正掌握工程测量的基本方法和基本技能。

工程测量实训的教学任务,不仅是验证、巩固和加深课堂所学的基础理论知识,更重要的是培养学生的实训操作能力、综合分析问题和解决问题的能力,养成严肃认真、实事求是的科学态度和严谨的工作作风。

二、工程测量实训的要求

1. 测量实训是集体学习行动,任何人不得无故缺席或迟到早退,要严格考勤;实训场地应在指定场地进行,不得随便改变地点。
2. 实训前应仔细阅读本实训指导书中相应部分,明确实训的目的、步骤和要求,并复习教材中的有关章节,弄清基本概念,使实训顺利完成。
3. 实训前应根据要求准备所需的工具,如铅笔、小刀、尺子、橡皮擦、计算器等,上课时要注意听取指导教师的讲解。
4. 实训中具体操作应按本指导书及指导教师的要求进行,如有疑问,及时向指导教师提出,若实训时发现仪器故障,必须及时向指导教师报告,由指导教师进行处理。
5. 领借仪器应到仪器室按先后顺序进行,并根据领借清单上开列的仪器(工具)种类、数量检查是否相符、有无损坏,还应检查仪器箱盖是否关妥,背带、提手是否牢固。
6. 未经老师讲解,对仪器性能不了解时,不得擅自架设仪器进行操作,以免损坏仪器。实训中各组仪器、工具应妥善保管,如有丢失或损坏,应予赔偿。在实训中认真观看指导老师进行示范操作,在使用仪器时严格按操作规范进行。
7. 实训小组组长要对全组工作负责,实训时要合理分工,各项工作轮流操作。实训结束后,要清点仪器、工具是否齐全,并将仪器、工具清理干净后交还仪器室。
8. 实训过程中应遵守纪律,爱护现场的花草、树木和农作物,爱护周围的各种公共设施,砍折、踩踏或损坏者应予赔偿。

三、测量仪器、工具的正确使用和维护

测量仪器是精密光学仪器,或是光、机、电一体化贵重设备,对仪器的正确使用、精心爱护和科学保养,是测量人员必须具备的素质,也是保证测量成果的质量、提高工作效率的必要条件。在使用测量仪器时应养成良好的工作习惯,严格遵守下列规则:

1. 仪器的携带

携带仪器前,检查仪器箱是否扣紧,拉手和背带是否牢固。

2. 仪器的安装

(1)仪器箱应平放在地面上或其他桌子上才可开箱,不要托在手上或抱在怀里开箱,以免仪器掉出摔坏。

(2)开箱时要注意仪器装放位置和方向,以免用毕装箱时因装放位置不正确而损伤仪器,取出仪器前一定要先放松制动螺旋,以免取出仪器时因强行扭转而损坏制、微动装置。

(3)取仪器时,应一只手握住照准部支架,另一只手扶住基座部分,轻拿轻放,不要用一只手抓仪器。取放和使用仪器时,要注意避免触摸、擦拭仪器的目镜、物镜,以免沾污,影响成像质量。

(4)仪器取出后,要立即将仪器箱盖好,以免沙土杂草进入仪器箱内,影响仪器正常使用。搬动仪器时应注意不要丢失相关配件。

(5)仪器箱、水准尺多为薄木板或薄铁皮制成,不能承重,因此严禁踩、坐仪器箱及水准尺。

3. 仪器的使用

(1)架设仪器时,要注意脚架螺旋是否拧紧,但不可用力过大,以免造成螺旋滑丝。在脚架安放稳妥并将仪器放到架头上后,要立即旋紧仪器和脚架间的中心连接螺旋,以免仪器掉下损坏。

(2)仪器架设后,任何时候仪器旁都必须有人守护,以防行人或车辆碰动(坏)仪器。还应注意天气变化,防止淋雨。

(3)操作仪器用力要匀,动作要准确、轻捷。用力过大或动作太猛都会对仪器造成损伤。

(4)立尺时要用双手扶好,严禁双手脱开。观测间隙时不要将尺子随便往树上、墙上靠立,以免滑倒摔坏;也不要随意放在地上,以免擦伤刻划。

(5)钢卷尺性脆易折断,严禁脚踩及各种车辆在上面压过。使用时注意不要扭曲及浸入水中,用毕先擦去灰沙再行收卷。

4. 仪器的搬迁

长距离迁站或通过行走不便地区时,应将仪器装箱搬迁。短距离且平坦地区迁站时,可先将脚架收拢,然后一手抱脚架,一手扶仪器,保持仪器近于直立状态搬迁,严禁将仪器横扛在肩上迁移。

5. 仪器的装箱

(1)装箱前要放松制动螺旋,入箱后要试盖一下,在确认安放正确后,再将制动螺旋略拧紧,防止仪器在箱内自由转动而损坏仪器。

(2)测距仪、电子经纬仪、电子水准仪、全站仪、GPS 等电子测量仪器更换电池时,应先关闭仪器的电源;装箱之前,也必须先关闭电源。

四、工程测量实训数据的记录、计算要求

1. 观测员读数后,记录员应随即在测量手簿上相应的记录表中的相应栏内填写,并复诵回报,以防听错、记错。实习记录必须直接填在记录表格上,不得用零散纸张记录后再行转抄。

2. 所有记录及记录表中的计算均用 2H 或 3H 铅笔记载,字体端正清晰,大小应稍大于格子一半,以便留出位置做错误更正。记录表应填项目不得留下空白。

3. 观测数据的尾数不得更改,读错或记错后必须重测或重记。

(1)角度测量时:分及秒位数字出错,应重测该测回;

(2)水准测量时:厘米、毫米位数字出错,应重测该测站;

(3)钢尺量距时:厘米、毫米位出错,应重测该尺段。

4. 观测数据的前几位若出错,应用细横线划去错误的数字,将正确数字写在原数上方。禁止擦拭、涂改已记录的数据。禁止连续更改数字,如水准测量中的黑、红面读数,角度测量中的盘左、盘右读数,距离测量中的往、返测数据等均不能同时更改。

5. 记录修改或某行观测成果作废,必须在备注栏内注明原因(如测错、记错或超限等)。

6. 水准测量读数、记录必须有 4 个数字,如 325 应读记为 0325;角度测量的分、秒必须有 2 位数字,如 $4^{\circ}3'6''$ 应读记为 $4^{\circ}03'06''$ 。

7. 计算用钢笔或水笔书写(不得使用圆珠笔),错误处可擦拭、更改,但应注意资料整洁。

8. 记录、计算取位规定:角度测量记录、计算取至秒;距离、坐标、高差、高程记录、计算取位至 0.001 米。

9. 计算数据的凑整原则

(1)“四舍五入”原则:对有效数字末位之后不是 5,如 1996.3864,335.60451,保留小数点后 3 位,则依此原则取舍为 1996.386 和 335.605。

(2)“单进双舍(奇进偶不进)”原则:对有效数字末位之后恰是 5,将 5 或舍或入,使该数字末位偶数。如 1996.3865,1996.3855 保留小数点后 3 位,则依此原则均取舍为 1996.386。

第二部分 工程测量课间实训

实训一 DS₃ 水准仪的认识与使用

一、目的与要求

1. 认识水准仪的基本结构,了解其主要部件的名称及作用。
2. 练习水准仪的安置、瞄准与读数。
3. 练习用水准仪读水准尺的方法及计算两点间高差的方法。

二、计划与仪器准备

1. 实训学时:2 学时

- | | |
|-------------|-----|
| 2. 主要设备:水准仪 | 1 台 |
| 三脚架 | 1 副 |
| 水准尺 | 2 把 |
| 尺垫 | 2 块 |
| 记录板 | 1 块 |
| 遮阳伞 | 1 把 |

三、方法与步骤

1. 安置仪器

安置仪器于两测点之间。将三脚架平稳张开,使其高度适当,三脚架承台大致水平。然后开箱取出仪器,将其与脚架连接螺旋牢固连接。

2. 认识仪器各部件,并了解其功能和使用方法

准星和照门;目镜调焦螺旋;物镜调焦螺旋;水平微动螺旋;脚螺旋;圆水准器等。

3. 粗略整平

先用双手同时向内(或向外)旋转同一对脚螺旋,使圆水准器气泡移动到中间,再转动另一只脚螺旋,使气泡居中。若一次不能居中,可反复进行(见图 1-1)。旋转螺旋时应注意气泡移动的方向与左手大拇指或右手食指运动方向一致。

4. 瞄准

转动目镜调焦螺旋,使十字丝分划清晰;转动仪器,用准星和照门(缺口)瞄准水准尺;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(图 1-2、图 1-3)。

5. 精确整平

转动微倾螺旋,使管水准器的符合水准气泡两端的影像符合。转动微倾螺旋要稳重,缓慢地调节,避免气泡上下不停地错动(图 1-4)。

6. 读数

以十字丝横丝为准,读出水准尺上的数值。读数前,要对水准尺的分划、注记分析清楚,找出最小刻划单位,及整米、整分米、整厘米的分划及米数的注记。读数时应从小往大读, m、dm、cm、mm 的次序,一次报出四位读数(如图 1-5)。要特别注意不要错读单位和发生漏读现象。读数后,应立即查看气泡是否仍然符合,否则应重新使气泡符合后再读数。

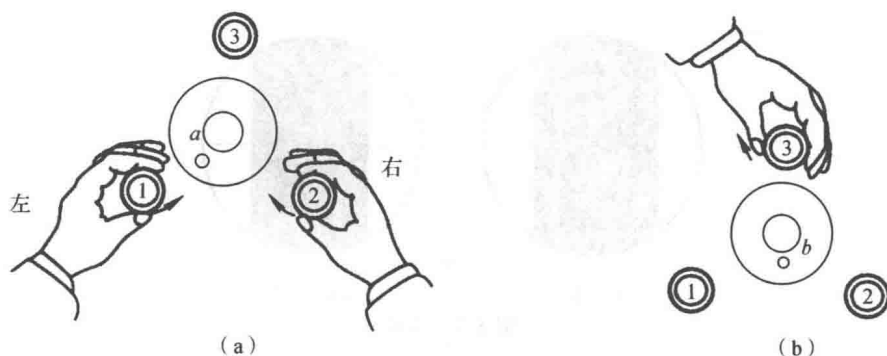


图 1-1 粗略整平

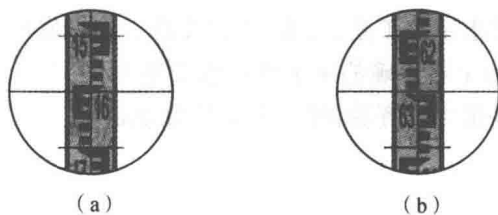


图 1-2 瞄准



图 1-3 瞄准

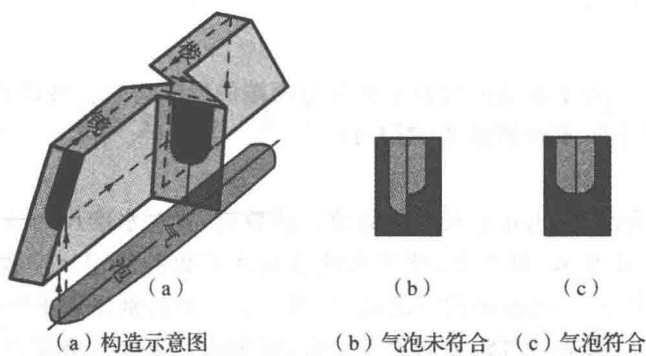


图 1-4 精确整平

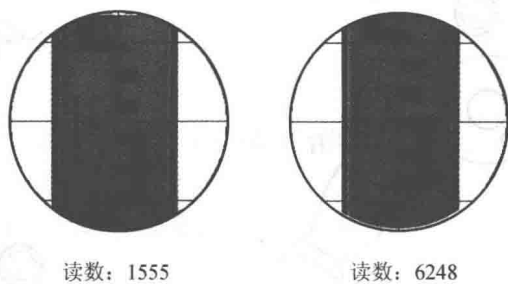


图 1-5 读数

四、实训报告要求

1. 每个实训小组完成各自的实训报告。
2. 实训报告的填写要求字迹工整、清晰,不得涂改。如果发生书写错误,请用双实线将错误之处划去,并在其边上将正确的文字或者数字补上。
3. 各组长将本组实训报告收齐后,统一上交给指导老师。

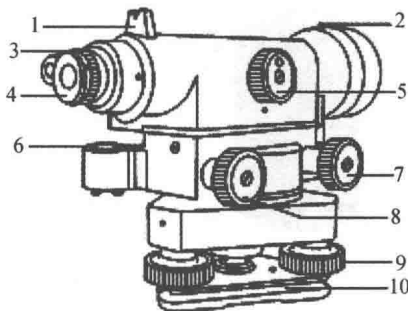
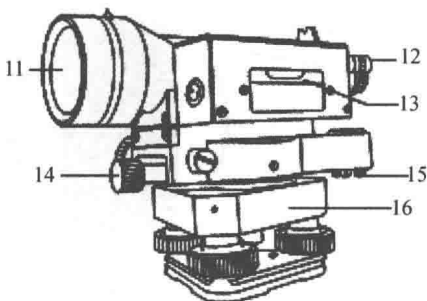
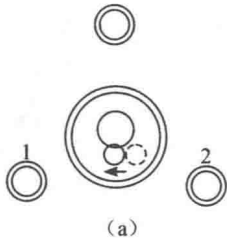
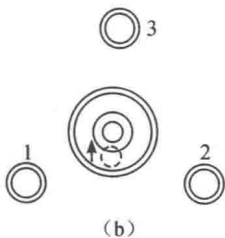
五、注意事项

1. 以组为单位,依次领取实训仪器,组长应指派专人负责清点数量和名称是否符合要求,检查仪器是否有损坏之处(外观、部件等);一旦领取后,借出的仪器将被视为性能完好。
2. 归还仪器时,应按照领取时的状况归还实训室。如发现仪器损坏、丢失,将会追究该组责任。情况严重的,将可能承担支付维修费用或者赔偿损失的经济责任。
3. 三脚架安置高度适当,承台大致水平。三脚架确实安置稳妥后,才能把仪器连接于承台,水准仪与三脚架之间的中心连接螺旋必须旋紧,防止仪器摔落。
4. 调节各种螺旋均应有轻重感,仪器操作时不应用力过猛,脚螺旋、水平微动螺旋等均有一定的调节范围,使用时不宜旋到顶端。
5. 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。第二人开始练习时,改变一下仪器的高度。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, $h_{AB} = \text{后视读数} - \text{前视读数}$ 。

6. 改变仪高,由第二人做一遍,并检查与第一人所测结果是否相同。
7. 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。
8. 实习区域:以学校测量实训场地为主。

实训一 实训报告

日期： 班级： 组号： 姓名： 学号：

实训项目	水准仪的认识与使用	成绩	
实训目的			
主要仪器与工具			
1. 在下图引出的标线上注明仪器该部件的名称			
			
2. 用箭头注明如何转动三只脚螺旋,使下图所示的圆水准器气泡居中			
			
3. 简述消除视差的步骤			
4. 在测量前,水准仪粗平与精平的操作步骤			
5. 实训总结			

实训二 普通水准测量

一、目的与要求

1. 熟悉练习五等或等外水准测量的施测、记录、计算、闭合差调整及高程计算方法。
2. 掌握水准测量中“两次仪器高法”的施测方法。
3. 各项操作轮流进行,每位组员至少做一个测站的观测操作工作。

二、计划与仪器准备

1. 实训学时:2 学时

2. 主要设备:水准仪	1 台
三脚架	1 副
水准尺	2 把
钢钎	5 支
记录板	1 块
遮阳伞	1 把

三、方法与步骤

1. 场地布置:选一条闭合水准路线,其长度以安置 4 站以上为宜,在场中选 1 个坚实点作为已知高程点 A (高程假定为 $H_A = 500.000 \text{ m}$),选定 B 、 C 、 D 、 E 等若干个坚实点作为待测高程点,进行闭合水准路线测量(具体要求见“四、水准路线要求”)。

2. 安置水准仪于 A 点和待测水准点(如图 2-1 为 TP_1)大致等距离处,进行粗略整平和目镜对光。

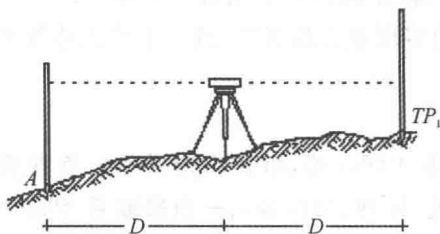


图 2-1

3. 瞄准后视 A 点的水准尺,精平后读取后视读数 a ,记入手簿(记录表);瞄准前视 TP_1 点的水准尺,精平后读取前视读数 b ,记入手簿。并计算两点间高差 h_{ab} 。

4. 依次连续设站,连续观测,最后测回至 A 点,形成一条闭合水准路线。

5. 水准测量记录要特别细心,当记录者听到观测者所报读数后,要回报观测者,经默许后方可记入记录表中,观测者应注意复核记录者的复诵数字。

6. 计算高差闭合差 $f_h = \sum h_i$, 并判定闭合差 f_h 是否符合限差要求(即 $f_h \leq f_{h容}$)。

普通(等外)水准测量限差为:

$$f_{h容} = \pm 12\sqrt{n} \text{ (mm)} \text{ (适用于山地)}$$

$$\text{或 } f_{h容} = \pm 40\sqrt{L} \text{ (mm)} \text{ (适用于平地)}$$

式中, n —测站数;

L —水准路线的长度, 以 km 为单位。

7. 如果符合限差要求, 则将闭合差 f_h 分配改正, 求出改正后各待测点的高程。

8. 如果闭合差 f_h 超限, 则寻找原因, 并重新测量。

四、水准路线要求

1. 要求每组独立测量一条闭合水准路线, 每位组员负责主测其中的一个测站工作(其余组员配合施测工作)。

2. 在施测前, 请先选定好 A、B、C、D、E 等各待测点(如实训要求有待测点)的位置(软土上的点用钢钎定位, 如果待测点定在水泥地或者岩石等坚硬物体上, 请用记号笔、粉笔或红油漆等标记)。

3. 前后立尺点之间相隔 30 m 以上。各点之间应有较明显的高差; 如有需要, 中间可以设转点 TP_i 。

4. 为校核每站高差的正确性, 按照“两次仪器高法”对闭合水准路线上各站高差进行复核。

五、实训报告要求

1. 每组完成一份实训报告(每个测站需有主测人员的签字)。

2. 中丝读数一般以 m 为单位时, 读数保留小数点后三位数, 记录员也应记全四个数字, “0”不可省略。

3. 实训报告的填写要求字迹工整、清晰, 不得涂改。如果发生书写错误, 请用双实线段将错误之处划去, 并在其边上将正确的文字或者数字补上。

4. 各组长将本组组员的实训报告收齐后, 统一上交给指导老师。

六、注意事项

1. 以组为单位, 依次领取实训仪器, 组长应指派专人负责清点数量和名称是否符合要求, 检查仪器是否有损坏之处(外观、部件等); 一旦领取后, 借出的仪器将被视为性能完好。

2. 归还仪器时, 应按照领取时的状况归还实训室。如发现仪器损坏、丢失, 将会追究该组责任。情况严重的, 将可能承担支付维修费用或者赔偿损失的经济责任。

3. 水准测量工作要求全组人员紧密配合, 互谅互让, 不得在测量现场嬉戏玩闹。

4. 应使用目估或者步量的方法使前、后视距尽量相等。

5. 水准仪与三脚架之间的中心连接螺旋必须旋紧, 防止仪器摔落。

6. 仪器操作时不应用力过猛, 脚螺旋、水平微动螺旋等均有一定的调节范围, 使用时不宜旋到顶端。