



GONGCHENG CELIANG SHIYAN YU SHIXUN



PUTONG GAODENG YUANXIAO
TUMU GONGCHENG LEI GUIHUA XILIE JIAOCAI
普通高等院校土木工程类规划系列教材

工程测量实验与实训 (第2版)

GONGCHENG CELIANG SHIYAN YU SHIXUN

主编 刘蒙蒙 李章树 张璐



西南交通大学出版社



PUTONG GAODENG YUANXIAO
TUMU GONGCHENG LEI GUIHUA XILIE JIAOCAI
普通高等院校土木工程类规划系列教材

工程测量实验与实训 (第2版)

GONGCHENG CELIANG SHIYAN YU SHIXUN

主编 刘蒙蒙 李章树 张璐

西南交通大学出版社

内 容 简 介

本书是编者在多年测量实验与测量实训教学经验以及教学改革的基础上,结合目前专业教学计划和配套教材的内容与要求编写而成的,内容主要包括测量须知、测量实验指导、测量实训指导等。本书对实验与实训分别给出了较为详尽的指导说明。

本书根据土木工程相关专业(非测绘类)工程测量课程的特点,遵照理论联系实际的原则,以突出教与学的实用性、先进性、创新性和与时俱进性。本书可以作为本科类院校的工程测量实践类教材,也可作为高职、高专、自学考试、电大教学和社会职业技能培训等人员的实践性指导用书。各专业在使用本书时可根据学时数选择实验、实训项目和内容,或根据教学内容和仪器设备条件灵活安排。

图书在版编目(CIP)数据

工程测量实验与实训 / 刘蒙蒙主编. —2版. 一成
都: 西南交通大学出版社, 2015.8
普通高等院校土木工程类规划系列教材
ISBN 978-7-5643-4110-7

I. ①工… II. ①刘… III. ①工程测量—高等学校—
教材 IV. ①TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 180850 号

普通高等院校土木工程类规划系列教材

工程测量实验与实训

(第2版)

主编 刘蒙蒙

*

责任编辑 曾荣兵

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路 146 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://www.xnjdcbs.com>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 5.75

字数: 139 千字

2015 年 8 月第 2 版 2015 年 8 月第 4 次印刷

ISBN 978-7-5643-4110-7

定价: 12.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

普通高等院校“十二五”土木工程类规划系列教材

编 委 会

主 任 易思蓉

委 员 (按姓氏笔画排序)

毛 亮	王月明	王玉锁	田文高	田北平
刘蒙蒙	孙吉祥	江 毅	李文渊	李章树
杨 虹	陈一君	陈广斌	周俐俐	范 涛
胡利超	贺丽霞	项 勇	袁 翱	贾 彬
贾媛媛	郭仕群	康 锐	曹 伦	

第2版前言

近年来,随着科学技术的进步和国家经济的迅速发展,测绘技术的发展也是日新月异。为更好地使教材紧密结合实际并满足社会发展的需要,与配套教材《工程测量学》更好地搭配使用,特对本书在第一版的基础上进行了大量的改进。

本版中,保持了第一版的指导体系,即强化测量学的基本理论、基本知识和基本概念的学习,但在内容上删除了一些陈旧的知识点,增加了一些测量新技术的内容。例如,重点添加介绍了全站型速测仪的操作、使用和GPS全球定位测量等,以拓宽学生的知识面。为了方便教学,部分实验任务安排了习题、实验与实训等相关教学内容。

本书共分为四部分:第1部分由成都纺织高等专科学校张璐、张长福编写;第2部分由西华大学刘蒙蒙和成都纺织高等专科学校张璐编写;第3部分由西华大学李章树和成都纺织高等专科学校张璐编写;实验报告部分由刘蒙蒙、李章树、张璐编写。全书由刘蒙蒙统稿。

本书在编写过程中,得到了西华大学建筑与土木工程学院、成都纺织高等专科学校、西南交通大学出版社有关领导的鼓励和支持,同时还参阅了许多参考文献,在此一并表示由衷的谢意。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免存在不足,恳请读者批评指正。

编者

2015年3月

第 1 版前言

随着我国国民经济的快速发展和科学技术的飞速进步,测绘技术也正发生着革命性的变化。本书所列各项实验和教学综合实习有利于加强实践性教学环节,有利于学生加深对课堂教学内容的理解以及增强学生的实践动手能力,提高理论知识的应用能力;通过对各实验项目的学习与亲自操作,能提高学生在工程实践活动中解决、分析问题的能力。为完善工程测量教材体系,为学生建立自主学习的基础,扩大学生的知识面,提高学生专业技能水平,故此编写了本指导书。

本书共分为四部分:第 1 部分由成都纺织高等专科学校张璐、李华东编写;第 2 部分由西华大学刘蒙蒙和成都纺织高等专科学校张璐编写;第 3 部分由西华大学刘蒙蒙、李章树编写;第 4 部分由西华大学李章树、刘蒙蒙、杨露江编写。全书由西华大学刘蒙蒙统稿。

本书在编写过程中,得到了西华大学建筑与土木工程学院、成都纺织高等专科学校、西南交通大学出版社有关领导及编辑的鼓励和支持,同时还参阅了许多参考文献,在此一并表示由衷的谢意。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2012 年 3 月

目 录

第 1 部分 测量实验须知	1
第 2 部分 测量实验	4
实验 1 水准仪的认识和使用	4
实验 2 普通水准测量	6
实验 3 四等水准测量	8
实验 4 水准仪的检验与校正	10
实验 5 光学经纬仪的认识和使用	12
实验 6 电子经纬仪的认识和使用	16
实验 7 测回法观测水平角	19
实验 8 全圆测回法观测水平角	21
实验 9 竖直角测量	24
实验 10 经纬仪的检验与校正	26
实验 11 钢尺量距与用罗盘仪测定磁方位角	28
实验 12 闭合导线测量	30
实验 13 线路纵、横断面测量	32
实验 14 全站仪的认识及使用	34
实验 15 全站仪坐标测量	36
实验 16 用全站仪测设水平角、水平距离及坐标放样	38
实验 17 GPS 的认识和使用	41
第 3 部分 测量实习	42
参考文献	66
工程测量实验报告	67

第1部分 测量实验须知

“工程测量”是一门实践性很强的专业基础课，测量实训是教学环节中不可缺少的环节。只有通过仪器操作、观测、记录、计算、绘图、编写实训报告等，才能巩固好课程所学，掌握测量仪器的基本操作技能和测量内业的计算方法。因此，务必对工程测量实验与实训予以重视。

1.1 测量实验规定

(1) 在测量实验之前，应温习教材中的相关内容，认真预习指导书，明确实验目的与要求、熟悉实验步骤、注意有关事项，并准备好所需文具用品，以保证按时完成实验任务。

(2) 实验分小组进行，组长负责组织协调工作、办理所用仪器工具的借领和归还手续。

(3) 实验应在规定的时间进行，不得无故缺席或迟到早退；应在指定的场地进行，不得擅自改变地点或离开现场。

(4) 必须严格遵守本书列出的“测量仪器工具的借领与使用规则”和“测量记录与计算规则”。

(5) 服从教师的指导，必须认真、仔细地按规定进行操作，培养独立完成工作的能力和养成严谨的科学态度，同时要发扬互相协作的精神。每项实验都应取得合格的成果并提交书写工整、规范的实验报告，经指导教师审阅签字后，方可交还测量仪器和工具，结束实验。

(6) 实验过程中，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，任意砍折、踩踏或损坏者应予赔偿。

1.2 测量仪器工具的借领与使用规则

1. 测量仪器工具的借领

(1) 在教师指定的地点办理借领手续，以小组为单位领取仪器工具。实验分小组进行，4~8人为一组，设组长1人，负责组织协调工作，办理借领仪器工具手续，保证按质、按量完成测量实验任务。

(2) 借领时，每组由小组长带1~2个人按组的顺序到测量实验室借领仪器，当场清点、检查。主要检查实物与清单是否相符、仪器工具及其附件是否齐全、背带及提手是否牢固、脚架是否完好等。如有缺损，可以补领或更换。要听从实验室管理人员的安排，遵守实验室的规章制度。

(3) 离开借领地点之前，必须锁好仪器箱并捆扎好各种工具；搬运仪器工具时，必须轻取轻放，避免剧烈振动。

工程测量实验与实训 GONGCHENG CELIANG SHIYAN YU SHIXUN

(4) 借出仪器工具之后,不得擅自与其他小组调换或转借他人。

(5) 实验结束,应及时收装仪器工具,送还至借领处由管理人员检查验收,消除借领手续。如有遗失或损坏,应写出书面报告说明情况,并按有关规定给予赔偿。

2. 测量仪器使用注意事项

(1) 携带仪器时,应注意检查仪器箱盖是否关紧锁好,拉手、背带是否牢固。

(2) 开箱时,应将仪器箱放置平稳;不要托在手里或抱在怀里开箱,以防将仪器摔坏。

(3) 打开仪器箱,从箱内取仪器时,应握住仪器的牢固部位,紧拿轻放,切勿用手提望远镜。要看清并记住仪器在箱中的安放位置,避免实验结束后装箱困难。

(4) 提取仪器之前,应注意先松开制动螺旋,再用双手握住支架或基座轻轻取出仪器,放在三脚架上,保持一手握住仪器、一手去拧连接螺旋,最后旋紧连接螺旋使仪器与脚架连接牢固。注意不要旋得过紧。

(5) 装好仪器之后,注意随即关闭仪器箱盖,防止灰尘和湿气进入箱内;还要防止搬动仪器箱时丢失附件。严禁将仪器箱当凳子坐。

(6) 人不离仪器,必须有人看护,切勿将仪器靠在墙边或树上,以防跌损。

(7) 在野外使用仪器时,应该撑伞,严防日晒雨淋。

(8) 若发现透镜表面有灰尘或其他污物,应先用软毛刷轻轻拂去,再用镜头纸擦拭,严禁用手帕、粗布或其他纸张擦拭,以免损坏镜头。观测结束后应及时套好物镜盖。

(9) 各制动螺旋勿扭过紧,微动螺旋和脚螺旋不要旋到顶端。使用各种螺旋都应均匀用力,以免损伤螺纹。

(10) 转动仪器时,应先松开制动螺旋,再平衡转动。使用微动螺旋时,应先旋紧制动螺旋。操作中,动作要准确、轻捷,用力要均匀。

(11) 使用仪器时,对仪器部件性能尚未了解的,未经指导教师许可,不得擅自操作。

(12) 仪器装箱时,要放松各制动螺旋,装入箱后先试关一次,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。

(13) 仪器搬站时,对于长距离或难行地段,应将仪器装箱,再行搬站;在短距离和平坦地段,应先检查连接螺旋,再收拢脚架,一手握基座或支架,一手握脚架,竖直地搬移。严禁横扛仪器进行搬移。

(14) 在操作仪器的过程中出现故障时,应立即向指导老师汇报,不得自行处理。

3. 测量工具使用注意事项

(1) 禁止水准尺、标杆横向受力,以防弯曲变形。作业时,水准尺、标杆应由专人认真扶直,不准贴靠树上、墙上或电线杆上,不能磨损尺面分划和漆皮。使用塔尺时,还应注意接口处的正确连接,用后及时收尺。

(2) 皮尺要严防潮湿,万一潮湿,应晾干后再卷入尺盒内。

(3) 钢尺在使用时,应防止扭曲、脚踩、车压、打结和折断。应在留有2~3圈的情况下拉尺,用力不得过猛,以免将连接部分拉坏。防止行人踩踏或车辆碾压,尽量避免尺身沾水。携尺前进时,应将尺身提起,不得沿地面拖行,以防损坏分划。用完钢尺,应擦净、涂油,以防生锈。

(4) 小件工具如垂球、测钎、尺垫等,应用完即收,防止遗失。

第1部分 测量实验须知

(5) 仪器应避免设在交通要道上,在架好的仪器旁必须有人看护。休息时,仪器应装箱,切勿将仪器架在测点上或靠在墙边、树上,以防被物体击倒或跌损。

(6) 应注意保护测图板板面,不得乱写乱画或垫坐。

(7) 一切测量仪器、工具都应保持清洁,专人保管。如有损坏或丢失,应按实验室规定给予赔偿。

1.3 测量记录与计算规则

(1) 所有观测成果均要使用硬性(2H或3H)铅笔记录,同时熟悉表上各项内容及填写、计算方法。

(2) 记录观测数据之前,应将表头的仪器型号、日期、天气、测站、观测者及记录者姓名等无一遗漏地填写齐全。

(3) 观测者读数后,记录者应随即在测量手簿上的相应栏内填写,并复诵回报,以防听错、记错。不得先在别的纸上记录,事后转抄。

(4) 记录时要求字体端正、清晰,字的大小一般以占格宽的一半左右为宜,字脚靠近底线,留出空隙作改正错误用。

(5) 数据要全,表示精度或占位的“0”均不能省略。如水准尺读数1.300、角度度盘读数 $91^{\circ}02'06''$ 中的“0”均应填写。

(6) 水平角观测中,秒值读、记错误应重新观测,度、分读记错误可在现场更正,但同一方向盘左、盘右不得同时更改相关数字。竖直角观测中,分的读数在各测回中不得连环更改。

(7) 距离测量和水准测量中,厘米位及以下数值不得更改,米和分米位的读、记错误,在同一距离、同一高差的往、返测或两次测量的相关数字不得连环更改。观测的尾数(″、mm)不得更改,如尾数出错,应重测。

(8) 更正错误时,均应将错误数字、文字整齐画去,在上方另记正确数字和文字。画改的数字和超限画去的成果,均应注明原因和重测结果的所在页数。严禁在原字上涂改。

(9) 按四舍六入、五前单进双舍(或称奇进偶不进)的取数规则进行计算。例如1.244 4、1.243 6、1.243 5、1.244 5这几个数据,若取自小数点后三位,则均应记为1.244。

1.4 测量实习注意事项

(1) 仪器的借领、使用和保管应严格遵守第1部分“实验须知”中的有关规定。

(2) 实习期间的各项工作,由组长全面负责、合理安排,以确保实习任务的顺利完成。

(3) 每次出发和收工时均应清点仪器和工具。每天晚上应整理外业观测数据并进行内业计算。原始数据及成果资料应整洁齐全,妥善保管。

(4) 严格遵守实习纪律,服从指导教师、班组长的分配。不得无故缺席或迟到早退,病假应由医生出具证明,事假应经指导教师批准,无故缺席者,作旷课论处。缺课超过实习时间1/3者,不评定实习成绩。

第2部分 测量实验

实验1 水准仪的认识和使用

1.1 实验目的与要求

- (1) 了解 DS₃ 级微倾式水准仪或自动安平水准仪各部分的构造。
- (2) 熟悉水准仪的操作。
- (3) 本实验课时为 2 个学时。

1.2 实验内容

- (1) 认识 DS₃ 级微倾式水准仪或自动安平水准仪各个部分、各个螺旋的名称、功能，并掌握它们的操作方法。
- (2) 练习使用圆水准器粗略整平仪器；练习精准瞄准目标，消除视差和读取水准尺读数。
- (3) 掌握利用水准测量原理来计算地面两点高差的方法。

1.3 实验组织和实验用具

每组借用：DS₃ 级微倾式水准仪或自动安平水准仪 1 台，水准仪脚架 1 个，记录板 1 块，共用水准标尺 2 根。

每人自备：实验记录表 1 张，铅笔，小刀，计算器。

1.4 实验步骤和要求

(1) 各组把仪器安置在指定的地点，面向预先安置在 A、B 两处的标尺，调整脚螺旋进行粗略整平。

(2) 认识仪器。指出仪器各部件的名称和位置，了解其作用，并熟悉其使用方法，同时弄清水准尺的分划注记。转动目镜调焦螺旋，看清十字丝。利用准星和照门粗瞄后视点 A 的水准尺，再利用水平微动螺旋精确照准水准尺，转动物镜调焦螺旋看清水准尺，并消除视差。

(3) 用微倾螺旋使气泡符合，依次读取 A、B 两处标尺的读数，并计算两点间的高差 h_{AB} 。

第 2 部分 测量实验

(4) 每人轮流做一遍, 第二人开始作业时, 改变一下仪器高或仪器位置, 再次测定并计算两点高差。

1.5 注意事项

- (1) 三脚架要安置稳妥, 高度适当, 架头接近水平, 伸缩脚架螺旋要旋紧。
- (2) 用双手取出仪器, 握住仪器牢固部分, 确认已装牢在三脚架上后才可放手, 仪器箱盒要及时关紧。
- (3) 掌握正确的操作方法, 特别是用圆水准器安平仪器和使用望远镜的方法。
- (4) 要先认清水准尺的分划和注记, 然后练习在望远镜内读数。读数时, 应以中横丝读取, 读数前一定要消除视差, 符合水准管气泡要严格居中。切忌身体各部位接触仪器。
- (5) 爱护仪器, 遵守“测量仪器使用规则”的要求; 重视记录, 严格遵守“测量资料记录规则”。

1.6 记录格式 (见表 1)

实验2 普通水准测量

2.1 实验目的与要求

- (1) 掌握普通水准测量的外业实施方法和内业计算的过程。
- (2) 掌握水准仪的正确操作使用方法, 熟悉水准路线的布设形式。
- (3) 本实验课时为2个学时。

2.2 实验内容

- (1) 进行一条闭合水准路线的观测(至少包含4个测站)。
- (2) 通过练习, 掌握普通水准测量实施方法、记录、计算以及高差闭合差调整和高程计算的方法。
- (3) 检核观测精度, 精度满足要求后进行闭合差的调整和待测点高程的推算。

2.3 实验组织和实验用具

每组借用: DS₃级微倾式水准仪或自动安平水准仪1台, 水准仪脚架1个, 水准尺1根, 尺垫2个, 记录板1块。

每人自备: 实验记录纸1张, 铅笔, 小刀, 计算器。

2.4 实验步骤和要求

(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4~5个待测高程点, 并标明点号, 形成一条闭合水准路线。

(2) 一人观测, 一人扶尺, 完成一个闭合环或一个单程, 然后交换工作; 在距已知高程点(起点)与第一个转点大致等距离处架设水准仪, 在起点与第一个待测点上竖立尺。仪器整平后便可进行观测, 同时记录观测数据。可用双仪器高法(或双尺面法)进行测站检核。第一站施测完毕, 检核无误后, 水准仪搬至第二站, 第一个待测点上的水准尺位置不变, 尺面转向仪器; 另一把水准尺竖立在第二个待测点上, 进行观测, 依此类推。

(3) 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, 尺子应立在尺垫凸起物的顶上。

(4) 水准路线施测完毕, 应求出水准路线高差闭合差, 以便对水准测量路线成果进行检核。容许闭合差按 $\pm 40\sqrt{L}$ (mm)或 $\pm 12\sqrt{n}$ (mm)计算, 其中 L 为闭合路线或起、终水准点间单程路线之长(以km计)。

第2部分 测量实验

(5) 每人填写一份记录, 计算出高差和高差闭合差, 用“ $\sum h_{\text{测}}$ ”和“ $\sum(\text{后视读数}) - \sum(\text{前视读数})$ ”检核计算。对闭合差进行调整, 求出数据后处理各待测点高程。

2.5 注意事项

(1) 注意水准测量进行的步骤, 严防水准仪和水准尺同时移走。

(2) 同一测站, 圆水准器只能整平一次, 避免仪器被扰动。

(3) 要选择好测站和转点的位置, 尽量避开行人和车辆的干扰, 保持前后视距离相等, 视线长不超过 100 m。

(4) 水准尺要立直, 用黑面读数。转点要选择稳固可靠的点, 用尺垫时要踩实。只有转点 (TP) 上才放置尺垫, 水准点 (BM) 和未知高程点 (A、B、C…) 不能放尺垫。转点上的尺垫, 要等到将仪器搬到下一点, 观测了后视读数后, 才能搬迁。

(5) 读数时要注意水准管气泡符合 (自动安平仪器粗平后直接读数), 消除视差, 防止读错、记错。

(6) 要保护好仪器, 迁站时应将仪器抱在胸前, 所有仪器盒等工具都要随人带走。

(7) 注意正确填写记录资料; 记录时要书写整齐清楚, 随测随记, 不得重新誊抄。

2.6 记录格式 (见表 2)

工程测量实验与实训 GONGCHENG CELIANG SHIYAN YU SHIXUN

实验3 四等水准测量

3.1 实验目的与要求

- (1) 掌握一条闭合水准路线的四等水准测量观测、记录与计算的方法。
- (2) 本实验课时为2个学时。

3.2 实验内容

- (1) 施测一条闭合的四等水准路线(至少包含3个测站)。
- (2) 进一步熟悉水准仪的操作,练习用双面水准尺进行四等水准测量的观测、记录与计算。
- (3) 根据四等水准测量的主要技术要求,检核四等水准测量的精度,并做好相应的记录、计算和检核。

3.3 实验组织和实验用具

每组借用:DS₃级微倾式水准仪或自动安平水准仪1台,水准仪脚架1个,双面水准尺2根,记录板1块,尺垫2块。

每人自备:实验记录纸1张,铅笔,小刀,计算器。

3.4 实验步骤和要求

- (1) 闭合路线的长度,以能安置4~5个测站为宜。
- (2) 一人观测,一人扶尺,每人测1~2个测站,然后交换工作,每组共同完成一段闭合路线。
- (3) 正确填写记录,进行各项计算和检核计算。作业要求如下:
视线长不超过100 m;红黑面读数差不大于3 mm;红黑面高差之差不大于5 mm;每站前后视距差不大于5 m;各站前后视距差累计不大于10 m。
- (4) 每一测站上应完成各项检核计算,全部合格后,才能迁站。
- (5) 闭合差不超过 $\pm 20\sqrt{L}$ 或 $\pm 6\sqrt{n}$ (mm),其中, L 为闭合路线或附合路线之长,以km计。

3.5 注意事项

(1) 按规定的步骤和顺序进行观测记录和计算,并按规定的格式将观测数据和计算数据填写在正确位置,注意区别上、下视距丝、中丝读数,并记入相应栏内。每站观测结束后应立即计算、检核,若有超限则重测该测站。全路线施测计算完毕,各项检核结果均符合要求,水准路线高程闭合差也在限差之内,即可收工。

第2部分 测量实验

(2) 在一个测站上, 观测员操作仪器由后视转为前视后, 读数前一定要再一次转动微倾螺旋, 使水准管气泡居中。

(3) 后视尺在仪器未迁站前不得移动, 仪器迁站时前尺不得移动。

(4) 记录员记录的数字要工整、清晰, 计算准确无误, 决不能涂改; 确实有误时, 可用斜线划掉, 在原数字的上方或下方写上正确结果, 并在备注栏里注上划掉的原因。双面水准尺每两根为一组, 两尺的红面读数相差 0.100 m (即 4.687 与 4.787 之差)。当第一测站前尺位置确定以后, 两根尺要交替前进, 即后变前、前变后, 不能搞乱。在记录表中的方向及尺号栏内要写明尺号, 在备注栏内写明相应尺号的 K 值。

(5) 观测结束后, 要对高差和视距进行总的计算与校核。

3.6 记录格式 (见表 3)

实验4 水准仪的检验与校正

4.1 实验目的与要求

- (1) 掌握水准仪的检验和校正方法。
- (2) 了解水准仪的主要轴线及它们之间应满足的几何条件；巩固和深入对水准仪检验和校正原理的理解。
- (3) 本实验课时为2个学时。

4.2 实验内容

检验圆水准器轴是否平行于仪器竖轴；检验十字丝的横丝是否垂直于仪器竖轴；检验水准管轴是否与视准轴平行。

4.3 实验组织和实验用具

每组借用：DS₃级微倾式水准仪或自动安平水准仪1台，水准仪脚架1个，尺垫2个，水准尺2根，记录板1块。

每人自备：实验记录纸1张，铅笔，小刀，计算器。

4.4 实验步骤和要求

(1) 检验圆水准器的误差情况：将仪器平转180°后气泡中心偏离零点的距离（估计）记入记录表，每人进行一次检验；同上进行第二次检验，把检验结果记录下来。如误差较大，需在教师指导下进行校正。

(2) 用十字丝中横丝瞄准一固定点状目标，制动仪器，缓缓转动微动螺旋，观察目标与十字丝中横丝重合与否。若始终重合，则条件满足；否则应校正。每人进行一次检验，横丝不做校正。

(3) 检验水准管轴与视准轴是否平行时，把尺垫置于A、B两点，安置水准仪于距A、B等距离处（中间法），A、B相距40~60 m。将水准仪分别置于A、B的中点和B（或A）点，测两点高差两次，记录读数并计算高差。若较差 $\Delta h = h_1 - h_2 \leq \pm 6 \text{ mm}$ ，取其平均值作为正确高差 h_{AB} ；否则应重测。将仪器移至A点附近2~3 m处，安置仪器，读取A、B点水准尺 a_3 、 b_3 读数，经计算，若A、B点间高差 $h'_{AB} = a_3 - b_3 = h_{AB}$ ，则条件满足；若二者不等，则计算*i*角值。当 $i \geq 20''$ 时，须校正。

4.5 注意事项

(1) 检验工作必须十分仔细地进行，每人检验一次。当两人所得结果证明确实存在误差时，需进行校正。校正后必须进行第二次检验。