

交通工程测量学 实习指导书

白迪谋

主 编

前 言

本书系《交通工程测量学》的配套教学用书,目的在于强化实践教学,使之系列化、规范化,通过训练学生实际测量作业的基本技能,帮助学生巩固课堂所学知识,培养学生分析问题和解决问题的能力,以提高测量学课程的教学质量。

本书的编写,在实习内容取舍和实习顺序安排上,与教材《交通工程测量学》配套,与教学计划及其进程相适应,兼顾了各类专业、不同层次的教学要求。全书共分五部分。第一部分为实习须知,介绍了实习仪器的借领、记录与计算规则及实习成绩考核等。第二部分为仪器操作规程,重点介绍了各类常用测量仪器的正确操作方法和注意事项。第三部分为课间实习,共列出 18 个实习项目供各类专业选用,并详细介绍了每个实习项目的目的和要求、方法和步骤、注意事项及应提交的资料。第四部分为教学实习,根据不同专业测量课实习教学大纲的要求,详细介绍了教学实习的目的、要求、内容、方法、进程及应提交的资料和成果。第五部分为实习指示,简要介绍了课间实习和教学实习中不同测量作业应遵循的技术指标和应达到的精度指标,这些指标与现行有关规范是一致的。最后还以单页形式列出了课间实习报告和教学实习记录计算的全部表格。

全书由白迪谋、李培天、李仲勤、罗新宇共同编写,白迪谋任主编。其中,第一、二部分由李培天撰写;第三部分的实习一至实习九由李仲勤撰写;第三部分的实习十至实习十八由罗新宇撰写;第四、五部分由白迪谋撰写。李培天设计了全部记录计算表格。

撰稿中,在充分收集和研究各种资料的基础上,首先由各位编者认真撰稿,几经修改,最后由主编统稿并定稿。尽管如此,仍难免存在不妥之处,敬请师生们在使用中提出宝贵意见和建议,以便予以修改和完善。

编 者
2000 年春于兰州

目 录

第一部分 实习须知

一、 实习规定	1
二、 仪器借领规定	1
三、 记录与计算规则	2
四、 有效数字与四舍五入规则	3
五、 仪器工具丢失损坏赔偿规定	4
六、 实习成绩考核办法	4

第二部分 仪器操作规程

一、 水准仪操作规程	5
二、 经纬仪操作规程	5
三、 光电仪器操作规程	6
四、 罗盘仪操作规程	7
五、 工具使用规则	7

第三部分 课间实习

实习一 DS ₃ 级水准仪的使用	9
实习二 支水准路线	10
实习三 附和水准路线	11
实习四 闭合水准路线	12
实习五 DS ₃ 级水准仪的检验与校正	13
实习六 DJ ₆ 级经纬仪的使用	14
实习七 测回法	16
实习八 竖直角观测	17
实习九 DJ ₆ 级经纬仪的检验与校正	18
实习十 全站仪的使用	20
实习十一 导线测量	21
实习十二 视距测量	22
实习十三 碎部测量	23

实习十四	DJ ₂ 级经纬仪的使用	25
实习十五	全圆方向法	26
实习十六	S ₀₅ 级精密水准仪的使用	28
实习十七	曲线主要点测设	29
实习十八	偏角法详细测设曲线	29

第四部分 教学实习

一、	目的和要求	31
二、	人员组织	31
三、	仪器与工具	31
四、	实习内容	32
五、	计划日程表	41
六、	成果整理与考核工作	41

第五部分 实习指示

一、	城市大比例尺地形图测绘	44
二、	铁路初测带状地形图测绘	47
三、	曲线测设	49
四、	纵横断面测量	50
五、	桥梁定位测量	50
六、	隧道洞外平面控制测量	52
主要参考文献		54

• 包括测量教学实习报告 (A) (多学时使用) 和测量教学实习报告 (B) (少学时使用)。

第一部分 实习须知

一、实习规定

1. 《交通工程测量学》是一门必修的专业基础课,它具有很强的理论性和实践性。学生必须通过课堂教学掌握该门课程的基本理论,也必须通过各种实习掌握其基本技能。二者相辅相成,不可偏废。

2. 测量实习是测量教学的重要环节。通过实习,学生应加深对测量基本理论的理解和掌握,正确使用所用测量仪器从事相应的测量作业,能够独立完成有关工程测量任务的组织工作。

3. 测量作业是一项技术性很强的工作。因此,必须严格遵守有关的测量规范,按照规定的方法和程序,严谨细致地工作,以确保测量成果的真实可靠。伪造成果者,以不及格论。

4. 测量工作是一种集体作业。因此,每个实习小组的所有成员必须合理分工、密切配合、团结协作,共同完成实习任务。

5. 每次实习前,必须仔细阅读本指导书中的有关内容,明确目的和任务,熟悉实习的步骤和过程,以及有关的注意事项,并准备好文具用品,以便更好地完成实习任务。

6. 测量实习按小组进行,组长负责本小组的组织协调工作,并办理所用仪器的借领和归还事项。

7. 测量实习应在规定的时间和场地进行,学生不得无故缺席或迟到、早退。迟到 10 min 者,取消其本次实习资格;累计缺席次数超过课间实习总次数的 1/4 者,不得参加考试,课程成绩以不及格论;累计缺席天数超过教学实习总天数的 1/4 者,教学实习成绩以不及格论。

8. 测量实习应严格遵守有关规范所规定的技术指标和精度指标,同时也应遵守本指导书列出的《仪器借领规定》、《记录与计算规则》和《仪器操作规程》。

9. 测量实习中,学生应服从教师的指导,严格按照本指导书的要求认真、按时、独立地完成任务。每项实习都应取得合格的成果,并提交书写工整的原始记录和实习报告。无故不提交实习报告或敷衍塞责者,以不及格论。

10. 测量实习过程中,应遵守纪律和社会公德,爱护环境和现场的树木、花草、农作物,爱护周围的各种公共设施。任意攀折、践踏、毁坏造成损失者,应予赔偿。

二、仪器借领规定

(一) 课间实习

1. 仪器及工具凭实验室配发的《仪器借用本》借领。仪器借用本盖章有效。

2. 每次实习,各实习小组将填好所需仪器及工具的《仪器借用本》交给实验室。实验室接到借用本后,按顺序发放仪器及工具。实习结束后,由实验室老师检查所借仪器和工具,确

认合格后,将借用本退还给实习小组。

3. 每次实习,应按任课教师提交的实习计划借领仪器,任何个人不得在计划外私自借领仪器。变更实习计划或补做实习,须经实验室主任同意,方可借领仪器。

4. 每次实习时,应提前 10 min 到实验室办理仪器借领手续,不得无故迟到。上课 15 min 以后不再办理仪器借领手续。

5. 借领仪器人数太多时,应自觉排队。先将《仪器借用本》交上,由实验室按顺序发放。严禁在窗口拥挤、起哄,以确保仪器安全。

6. 对于领出的物品、工具要当场检查,发现问题及时请求实验室处理;仪器拿到实习场地后(严禁在仪器借用窗口附近)开箱检查,发现问题应在借出后 0.5 h 内报告指导教师或送回实验室。否则,一旦发现问题,要承担相应的赔偿责任。

7. 仪器借出后,要在规定的时间内完成实习内容;补做实习的同学,要抓紧时间补做。实习完成并检查合格后,应尽快清点、清理并归还仪器,不得无故拖延时间。

8. 各实习小组借出的仪器和工具,未经许可不得擅自调换或转借。

9. 所借仪器和工具,仅供实习期间使用,未经许可不得擅自带回宿舍或其它地方存放。

10. 《仪器借用本》应妥善保存,借用本丢失造成的后果由实习小组自负。待全部实习完成后,以班为单位统一交回实验室。

(二) 教学实习

1. 仪器及工具凭仪器借用单借领。仪器领出后,应对照仪器借用单清点。确认正确无误后,由组长签字,将仪器借用单送交实验室。

2. 仪器领出后,应及时检校。检校中发现有问题的仪器,应及时送回实验室处理。

3. 仪器领出至实习结束期间,仪器由学生保管。应对仪器加倍珍惜,妥善保管,谨防损坏或丢失。

4. 遮阳帽由各实习班级统一借领,实习结束后,清洗干净后统一归还。

5. 实习结束后,各组要将所借仪器及工具归整并清理,在规定的时间内一次交清。对于违犯规定者,扣发全班实习补助。

三、记录与计算规则

(一) 记 录

1. 测量记录是重要的原始资料,是内业数据处理依据。严禁伪造,谨防丢失。

2. 可采用电子记录,亦可采用手工记录。

3. 手工记录时,应用 2H 或 3H 铅笔书写。

4. 手工记录时,书写应工整,字迹应清晰。

5. 记录观测数据之前,应将表头栏目填写齐全,不得空白。

6. 严禁另纸记录,事后转抄。

7. 观测数据一旦读定,应立即填写于规定表格的相应栏目内,并坚持回报制度,以防读错、听错或记错。

8. 字体的大小应占格宽的一半,字脚靠近底线。

9. 观测数据的尾数不得更改。如果读错或记错,必须重测重记。例如,角度测量中的“级”数字、水准测量中的 mm 级数字、距离测量中的 mm 级数字均在不得更改之列。

10. 观测数据的前几位出错,应用细横线划去(须使原错误数据清晰可辨),在原数字正上方填写正确数字。

11. 测量记录严禁擦拭、涂改、挖补或就字改字。

12. 严禁连环涂改(相关三个数字只能改正一个,否则即为连环涂改)。

13. 数据应按照仪器自身的读数格式记录,不得随意换算。如角度值 $320^{\circ}18'6''$,不应记为 $320^{\circ}18'36''$ 。

14. 角度的“度”、“分”、“秒”分别用三位、两位、两位数字表示。其中,“度”最多用三位、最少用一位数字表示;“分”、“秒”各用两位数字表示,当其读数小于两位数时,应在十位数上补“0”。如 $0^{\circ}18'06''$,不应记为 $0^{\circ}18'6''$,即占位的“0”不得省略。

15. 废去的记录或页码,应从左下角至右上角以细实线划去,不得涂抹或撕页。

16. 记录数据之改正和观测数据之废去,均应在备注栏注明原因(如测错、记错或超限等)。

17. 应保持原始记录的整洁,严禁在记录表格内外和背面书写无关的内容。

18. 每测站的观测工作结束后,必须在现场完成规定的计算及检核,确认正确无误后方可迁站。

(二) 计 算

1. 测量计算可以在计算机上以程序进行,也可以在规定的表格内或专用的计算纸上手工完成。

2. 计算工作开始前,应对外业观测结果进行成果检核,达到规定的精度指标后方可开展内业计算工作。

3. 计算工作开始前,应对起算数据、观测数据及工程建筑物的设计数据进行核对,确认正确无误后方可开展计算工作。

4. 测量计算应遵循“步步有检核”的原则,必须完成规定的计算检核项目。本步检核未通过,不得进行下一步计算,以确保计算结果的正确性,并避免不必要的返工。

5. 运算数字的取位,应遵守本指导书列出的《有效数字与四舍五入规则》。

四、有效数字与四舍五入规则

1. 原始记录的有效数字,反映观测的精度,应根据所从事的测量作业要求的精度读写,不得随意增减。如“距离”要求精确到 mm,而读数恰好为整 cm 时,应以“0”来补位,即表示精度的“0”不能省略。如 135.86,当“距离”要求精确到 mm 时,应记为 135.860 m,而不能记为 135.86 m。

2. 为了不损害观测结果的精度,计算过程中可多取一位有效数字,但最后成果的有效数字应不超过原始资料的有效数字。

3. 为了保证外业成果的精度不受损害,并使内业计算的工作量最小,必须遵守运算数字的凑整规则。

凑整规则是:“4舍6入,5前奇进偶舍”,即舍去部分的数值大于所保留末位的 0.5 时,末位加一;舍去部分的数值小于所保留末位的 0.5 时,末位不变;舍去部分的数值恰好等于所保留末位的 0.5 时,末位凑整为偶数。如 158.33501、237.12498、645.455、12.865 凑整为小数后两位时,分别应为 158.34、237.12、645.46、12.86。

五、仪器工具丢失损坏赔偿规定

1. 爱护公物，人人有责。对于实习所用仪器，每个使用者都应加倍珍惜，妥善保管，防止损坏或丢失。一旦造成仪器设备损坏或丢失，则应视情节轻重予以处理。

2. 因责任事故或违反操作规程造成仪器设备损坏或丢失的，均应赔偿。在处理赔偿事宜时，应视损坏或丢失仪器设备的价值、损坏程度、当事人事后的认识态度等具体情况而定。

3. 仪器设备损坏的处理：

(1) 大型精密仪器设备损坏，应填写事故报告单，并及时上报系和设备处处理。被损坏的仪器设备应由损坏者负责修复。确实无法修复的，应由设备处组织鉴定报废。赔偿金额原则上按原价折旧处理。

(2) 普通仪器设备损坏，应视损坏程度酌情处理。造成仪器设备整体损坏的，应申请报废，由当事人赔偿损失；仪器设备局部损坏的，应赔偿配件费及修理费，或由当事人负责修复。

(3) 零小设备损坏，五十元以上的酌情处理，五十元以下的照价赔偿。

4. 仪器设备丢失的处理：

八百元以上的仪器设备丢失，要上报系和设备处处理；零小设备丢失，原则上按原价折旧赔偿。

5. 赔偿程序：

仪器设备损坏或丢失后，要及时报告实验室。实验室负责仪器收发的工作人员，要责令当事人填写事故报告单，并对发生的情况予以记载，经指导教师签字认可后，交由实验室主任处理。

六、实习成绩考核办法

1. 测量实习（课间实习和教学实习）系实践教学，是测量学教学的重要环节，学生均应参加实习及其考核。

2. 考核的主要依据是出勤情况、实际操作技能及最终提供的成果和成图等。

3. 实习报告是课间实习考核的主要依据，其成绩纳入本门课程考试成绩内；教学实习单独考核并评定成绩。

4. 实习考核成绩可以按“合格”、“不合格”两级分计，也可以按“优”、“良”、“中”、“及格”、“不及格”五级分计。

5. 学生应独立完成实习任务并提交实习报告，不得抄袭；成图应以原始资料为准绘制，不得映绘。否则，以不及格论。

6. 课间实习，学生应提交实习报告；教学实习，小组应提交完整的外业原始记录 and 原图，学生应提交完整的内业计算成果和成图。

7. 无故未提交成果资料和实习报告，或伪造成果者，均以不及格论。

8. 教学实习成绩不合格者，必须在下一学期重新参加实习并取得成绩。

第二部分 仪器操作规程

一、水准仪操作规程

1. 携带仪器前,应仔细检查仪器是否完好,附件是否齐全,提手、搭扣及背带是否牢靠。搬运过程中,宜装箱背负或提在手里,严禁用自行车驮运或棍扛抬运。运输距离较远时,必须用规定的工具载运,并防止颠簸。
2. 仪器应正放在地面上开箱,并注意仪器及附件在箱中的位置,以便使用完后按原样放回;出箱后应立即关闭箱盖,以免尘土杂物进入箱内或附件丢失。
3. 仪器使用前,操作者首先应了解其性能、部件名称及其作用,以便正确使用。
4. 脚架安置稳妥后,方可安装仪器。固定仪器时,中心螺旋松紧应适度,以防止仪器脱落或丝扣损坏。
5. 仪器安置后及整个观测过程中,任何情况下观测者都不得擅自离开仪器,以确保仪器安全。
6. 观测过程中,应按规定的方法和程序进行操作,正确使用仪器各有关部件。微动及微倾螺旋应始终用其中部,二者旋转到位后,不能强行转动,以免脱落。摩擦制动的仪器无此项限制。
7. 对于自动安平水准仪,在使用前和使用中,应随时检查其补偿器是否正常工作。采用磁阻尼的仪器,每次读尺前应先按下阻尼按钮使其释放,待其稳定后方可读数。
8. 仪器装箱前,脚螺旋应收回,制动应松开,箱内一切设备复位后,方可旋紧制动,锁上镜箱。
9. 迁站时,可与三脚架一起搬迁,但事先必须检查并确认中心螺旋的可靠性,并用一手抱持脚架,一手托扶仪器,不许扛着脚架搬迁。
10. 严禁用手、衣物、手绢等不清洁的物品或质地坚硬的纸张擦拭光学部件。
11. 仪器出现故障后,应立即报告指导教师,严禁私自拆卸仪器。
12. 仪器未出箱前,仪器箱上严禁坐人,以防止破坏轴线关系。
13. 携带及使用过程中,应保护仪器免受日晒雨淋。

二、经纬仪操作规程

1. 携带仪器前,应仔细检查仪器是否完好,附件是否齐全,提手、搭扣及背带是否牢靠。搬运过程中,宜装箱背负或提在手里,严禁用自行车驮运或棍扛抬运。运输距离较远时,必须用规定的工具载运,并防止颠簸。
2. 仪器应正放在地面上开箱,并注意仪器及附件在箱中的位置,以便使用完后按原样放回;出箱后应立即关闭箱盖,以免尘土杂物进入箱内或附件丢失。

3. 仪器使用前, 操作者首先应了解其性能、部件名称及其作用, 以便正确使用。
4. 脚架安置稳妥后, 方可安装仪器。固定仪器时, 中心螺旋松紧应适度, 以防止仪器脱落或丝扣损坏。
5. 仪器安置后及整个观测过程中, 任何情况下观测者都不得擅自离开仪器, 以确保仪器安全。
6. 仪器使用前、后, 应仔细检查照准部固定螺丝是否拧紧; 使用过程中不得擅自松动。
7. 观测过程中, 应按规定的方法和程序进行操作, 正确使用仪器各有关部件。微动螺旋应始终用其中部, 且在制动后使用。微动螺旋到位后, 不能强行转动, 以免脱落。
8. 观测过程中, 严禁在无黑色目镜的情况下照准太阳, 以免灼伤眼睛。
9. 测微轮应轻转; 到头后, 不得强行转动。
10. 对有竖盘指标自动补偿器的仪器, 在进行竖直角观测时, 应将补偿器开关打开, 并检查其工作情况是否良好, 其余时间应使补偿器关闭; 采用磁阻尼的仪器, 每次读数前应先按下阻尼按钮使其释放, 稳定后方可读数。
11. 仪器装箱前, 脚螺旋应收回, 制动螺旋应松开, 垂球线应缠在滑线板上, 箱内一切设备复位后, 方可旋紧制动, 锁上镜箱。
12. 迁站时, 原则上应将仪器装箱。距离较短时, 可与三脚架一起搬迁, 但事先必须检查并确认中心螺旋的可靠性, 并用一手抱持脚架, 一手托扶仪器行走, 不许扛着脚架搬迁。
13. 严禁用手、衣物、手绢等不清洁的物品或质地坚硬的纸张擦拭光学部件。
14. 仪器出现故障后应立即报告指导教师, 严禁私自拆卸仪器。
15. 仪器未出箱前, 仪器箱上严禁坐人, 以防止破坏轴线关系。
16. 携带及使用过程中, 应保护仪器免受日晒雨淋。

三、光电仪器操作规程

1. 光电仪器应指定专人负责保管。保管人员应按规定时间对其所用电池进行充、放电。仪器较长时间不用时, 机内电池应当取出放置。仪器使用后应及时做好使用情况的记载。
2. 仪器操作者应是经过专门培训且成绩合格的人员, 严禁未经培训的人员上机操作。仪器使用前, 操作者应先仔细阅读操作手册, 以便按正确的方法和程序进行操作。操作者应负责仪器的操作及安全等事项。
3. 学生实习时, 指导教师须仔细讲授仪器性能、主要部件及其作用、操作要领以及注意事项等, 并亲临现场指导, 负责仪器的安全管理。
4. 测站应尽量设在安全且便于观测的地方。若必须设在困难地段时, 应采取防护措施, 以确保仪器安全。测站宜避开电磁波干扰较大的地方。若必须在此设站时, 测线应离开波源一定距离, 以防止电磁波干扰而造成测量结果出错。
5. 仪器应保持干燥, 以免各光学部件发霉及传导组件锈蚀。
6. 安置仪器时, 各部件及电缆等应连接可靠、有效。
7. 照准反光镜后, 视场内不得有任何发光或反光物体, 防止杂波干扰而造成信号混乱。
8. 观测过程中, 任何情况下都不得直接照准太阳; 必须逆光测量时, 应撑伞遮阳, 以免太阳光聚焦后烧坏主要部件。
9. 仪器安置后及整个观测过程中, 任何情况下观测者都不得擅自离开仪器, 以确保仪器

安全。

10. 天气炎热时，为确保测量精度，宜撑伞遮阳，避免阳光直射。
11. 迁站时，应装箱搬运，严禁连同脚架一起搬迁。
12. 严禁用手、衣物、手绢等不清洁的物品或质地坚硬的纸张擦拭光学部件。
13. 携带仪器前，应仔细检查仪器是否完好、必备的附件是否齐全、提手是否有效、搭扣及背带是否牢靠。仪器在搬运过程中，宜装箱背负或提在手里，严禁用自行车驮运或棍杠抬运。运输距离较远时，机内电池必须取出，要用振动较小的工具载运，以防止颠簸震动。
14. 仪器出现故障后应立即报告指导教师，严禁私自拆卸仪器。
15. 携带及使用过程中，应保护仪器免受日晒雨淋。

四、罗盘仪操作规程

1. 测线应尽量远离变电站、高压线、电台、电视台等电磁波辐射源，以免受干扰。
2. 观测过程中，任何铁磁物质不得靠近，以保证观测结果的正确性。
3. 释放磁针使其自由转动，待磁针稳定后方可读数。
4. 方位罗盘仪和象限罗盘仪，均以磁针指北端（未绕铜丝端）读数。
5. 观测结束后，应立即关闭磁针，以免磨损。

五、工具使用规则

（一）小 平 板

1. 平板应固定在三脚架上，安置在测站附近。安置时，中心螺旋不宜拧得过紧，以免将吊扣拉弯。
2. 图纸只能用胶带纸固定，不得用图钉、钉书针、大头针等固定。
3. 图板只能用于画图，不得作为他用。
4. 图板要防止雨淋，以免发生变形。
5. 不使用时，图板要装入专用袋内。

（二）大尾巴尺（或半圆仪）

1. 大尾巴尺宜用适宜的针或大头针固定，严禁用大于定位孔的针强行固定，以免损坏孔位。
2. 大尾巴尺上的铜芯固定在尺中心上，要谨防丢失。
3. 使用时，图纸要清洁，以防划伤尺面。
4. 大尾巴尺由脆性材料制成，易断怕碰，使用时应多加小心，妥善保管，以免损坏。

（三）水 准 尺

1. 使用水准尺时，将其零端立于水准点或尺垫上。
2. 应用双手从把手上扶持水准尺，手指不应按在分划处，以免影响读数。
3. 带圆气泡的尺子，应使气泡居中；没有气泡的，读尺时应摇尺。
4. 水准尺不使用时，应靠墙竖立或平放在平坦地面上，严禁在尺身上坐卧。
5. 严禁用水准尺扛抬仪器或其它物品。

(四) 钢 尺

1. 钢尺在拉出或卷回时，要防止打圈折断。
2. 在行车较多的道路上使用时，要防止碾压。
3. 在比较潮湿或有水的地方使用后，应擦干上油。
4. 使用钢尺时，应注意区分端点尺和刻线尺，以免出错。

(五) 尺 垫

1. 尺垫只能用在转点上，已知点和未知点上均不得安放尺垫。
2. 在松软的地面上尺垫应踩实，以免下沉；在路面或其他坚硬的地方，尺垫应放置稳妥。
3. 标尺应竖立在尺垫凸起的最高处。
4. 尺垫由铸铁制成，容易碎裂，使用时应小心落地，谨防损坏。

第三部分 课间实习

实习一 DS₃ 级水准仪的使用

一、目的和要求

1. 了解 DS₃ 级水准仪的基本构造；
2. 熟悉 DS₃ 级水准仪的各个部件及其作用；
3. 掌握 DS₃ 级水准仪的安置方法和读数方法。

二、仪器和工具

1. 每 6 人一组；
2. 每组配备 DS₃ 级水准仪 2 台，水准尺 2 根，尺垫 2 个；
3. 记录用 2H 或 3H 铅笔自备。

三、方法和步骤

1. 指导教师详细介绍 DS₃ 级水准仪的基本构造、各个部件及其作用；
2. 指导教师讲解 DS₃ 级水准仪的正确安置方法并示范；
3. 指导教师介绍水准尺及其分划特点；
4. 指导教师介绍照准、精平、读数的方法及检查并消除视差的方法；
5. 学生依次完成下列工作：
 - (1) 粗平：转动三个脚螺旋，使圆水准气泡居中
 - (2) 目镜对光：使十字丝最清晰
 - (3) 粗瞄：借助准星实现，并制动望远镜
 - (4) 物镜对光：使水准尺成像最清晰
 - (5) 精瞄：转动微动螺旋，使尺像位于视场中央
 - (6) 检查并消除视差
 - (7) 精平：转动微倾螺旋，使管水准气泡居中
 - (8) 读数：直读 m、dm、cm，估读至 mm
6. 依次立尺于若干点上，读取相应的尺读数并记入手簿相应栏内，直接计算相邻两点间的高差，依据给定点的高程间接推算各立尺点的高程。

四、注意事项

1. 安置仪器时，注意脚架高度应与观测者身高相适应，架头应大致水平，安置稳妥后方

可借助中心螺旋固定仪器；

2. 整平仪器时，注意脚螺旋转动方向与圆水准气泡移动方向之间的规律，以提高速度；
3. 照准目标时，注意望远镜的正确使用，应特别注意检查并消除视差；
4. 每次读数时，注意转动微倾螺旋，使符合水准管长气泡严格居中；
5. 记录、计算应正确、清晰、工整。

五、应交资料

完整观测记录计算资料一份。

实习二 支水准路线

一、目的和要求

1. 掌握水准测量进行的方法；
2. 掌握支水准路线的施测、记录、计算和外业计算检核；
3. 掌握支水准路线的内业成果检核和数据处理。

二、仪器和工具

1. 每 6 人一组；
2. 每组配备 DS₃ 级水准仪 2 台，水准尺 2 根，尺垫 2 个；
3. 记录用 2H 或 3H 铅笔自备。

三、方法和步骤

1. 指导教师给定已知点和未知点；
2. 从给定的已知点出发，在已知点和 ZD₁ 间安置水准仪。立尺于已知点上，读取其后视读数，记入手簿相应栏内。立尺于 ZD₁ 的尺垫上，读取其前视读数，记入手簿相应栏内。至此，第一站观测完毕，计算第一站高差并记入手簿相应栏内；
3. ZD₁ 尺垫不动，水准仪迁站，安置于 ZD₁ 和 ZD₂ 之间，依同法读取 ZD₁ 的后视读数和 ZD₂ 的前视读数，记入手簿相应栏内，并计算第二站的高差；
4. 依同法直至最后一站，读取 ZD_{n-1} 的后视读数和未知点的前视读数，完成相应的记录和计算；
5. 以上为往测，计算往测的后视读数总和 $\sum a$ 、前视读数总和 $\sum b$ 和高差总和 $\sum h$ ，并进行计算检核，即 $\sum h = \sum a - \sum b$ 应成立；
6. 依同法完成返程的观测、记录、计算及其检核；
7. 根据往、返测的高差计算高差闭合差 f_h ，根据指导教师给定的单程水准路线长度 L 计算容许高差闭合差 F_h 。比较二者，若 $f_h > F_h$ ，表明未达到精度，应予重测；
8. 若 $f_h \leq F_h$ ，表明达到精度，则在固定表格内计算高差最或是值并推算未知点的高程。

四、注意事项

1. 照准目标应检查并消除视差；
2. 读数时，符合水准气泡应严格居中；
3. 前、后视距离应大致相等（扶尺员可用步测）；
4. 最大视线长度不得大于 100 m；
5. 最小尺读数不得小于 0.3 m；
6. 在已知点和未知点上立尺时不得安放尺垫；
7. 在转点上立尺，应立于尺垫半球形顶面的最高处；
8. 立尺要直。水准尺上若带有圆水准器，应使其气泡居中；若无圆水准器，则应摇尺，并截取最小读数；
9. 水准仪和尺垫应安置稳妥；
10. 一个测站上，读完后视转向前视后，禁止重新整平；
11. 一个转点上，读完前视到读取后视的过程中，不得改变其尺垫的位置。

五、应交资料

1. 完整往、返测记录计算资料一份；
2. 支水准路线计算成果一份。

实习三 附和水准路线

一、目的和要求

1. 熟悉水准测量进行的方法；
2. 掌握附和水准路线的施测、记录、计算和外业计算检核；
3. 掌握附和水准路线的内业成果检核和数据处理。

二、仪器和工具

1. 每 6 人一组；
2. 每组配备 DS₃ 级水准仪 2 台，水准尺 2 根，尺垫 2 个；
3. 记录用 2H 或 3H 铅笔自备。

三、方法和步骤

1. 指导教师给定两端已知点和未知点，构成附和水准路线；
2. 从给定的一个已知点出发，按照水准测量进行的方法，测至给定的未知点，再继续按测向测至另一个给定的已知点；
3. 每测站的观测、记录、计算及其检核的方法和程序与本实习指导书的“实习二”相同；
4. 观测工作完成后，应进行成果检核：首先计算两个已知点间的实测高差和应有高差，比较二者求出高差闭合差 f_h 。再根据指导教师给定的水准路线总长度 $\sum L$ 计算容许高差闭合

差 F_h 、 f_h 和 F_h 比较, 判断观测是否达到精度;

5. 若观测达到精度, 则在固定表格内依次计算各测段的高差改正数、高差平差值和未知点的高程, 并进行相应的计算检核。

四、注意事项

1. 本实习的附合水准路线只进行单程观测;
2. 成果检核通过方可进行数据处理; 否则, 应及时进行返工;
3. 平差计算中, 应坚持步步有检核的原则, 前一步检核未通过不得进行下一步计算;
4. 其余注意事项与本实习指导书“实习二”注意事项的第 1~11 条相同。

五、应交资料

1. 完整观测记录计算资料一份;
2. 附合水准路线计算成果一份。

实习四 闭合水准路线

一、目的和要求

1. 较为熟练地掌握水准测量进行的方法;
2. 掌握 DZS₃ 级自动安平水准仪的正确使用方法;
3. 掌握闭合水准路线的施测、记录、计算和外业计算检核;
4. 掌握闭合水准路线的内业成果检核和数据处理。

二、仪器和工具

1. 每 6 人一组;
2. 每组配备 DZS₃ 级自动安平水准仪 1 台, 水准尺 2 根, 尺垫 2 个;
3. 记录用 2H 或 3H 铅笔自备。

三、方法和步骤

1. 指导教师详细介绍 DZS₃ 级自动安平水准仪的基本构造、各个部件及其作用;
2. 指导教师讲解 DZS₃ 级自动安平水准仪的正确安置方法并示范;
3. 指导教师给定一个已知点和若干个未知点, 构成闭合水准路线;
4. 从给定的已知点出发, 按照水准测量进行的方法, 依次测至各个未知点, 最后再测回至该已知点;
5. 测站上的观测、记录、计算及其检核的方法和程序与本实习指导书的“实习二”相同;
6. 观测工作结束后, 应进行成果检核: 各测段高差之总和即为高差闭合差 f_h 。根据指导教师给定的水准路线总长 $\sum L$ 计算容许高差闭合差 F_h 。二者比较, 即可判断观测是否达到精度;
7. 若观测达到精度, 则在固定表格内按本实习指导书“实习三”所述的方法完成计算。

区别在于闭合水准路线各测段高差平差值之总和应等于零。

四、注意事项

1. 本实习的闭合水准路线只进行单程观测；
2. 仪器整平后，警示窗由红色变为绿色方可读数；
3. 仪器严格整平后，警示窗的白色水平线才能平分黑色三角形，故圆水准气泡应严格居中，以提高视准轴安平精度；
4. DZS₃级自动安平水准仪为正像望远镜，故读数时应由下向上数，以免读错大数；
5. 其余注意事项与本实习指导书“实习三”注意事项的第2~4条相同。

五、应交资料

1. 完整观测记录计算资料一份；
2. 闭合水准路线计算成果一份。

实习五 DS₃级水准仪的检验与校正

一、目的和要求

1. 熟悉 DS₃级水准仪的主要轴线及其应满足的几何关系；
2. 掌握 DS₃级水准仪检验与校正的方法。

二、仪器和工具

1. 每6人一组；
2. 每组配备 DS₃级水准仪1台，水准尺2根，尺垫2个，30 m皮尺1盘；
3. 记录与计算用文具自备。

三、方法和步骤

(一) 圆水准轴平行于仪器竖轴的检验与校正

检验：安置仪器后，转动三个脚螺旋，使圆水准气泡严格居中，此为第一位置。松开制动螺旋，平转180°后为第二位置。若圆水准气泡仍居中，表明圆水准轴平行于仪器竖轴；否则，表明二者不平行，应予校正。

校正：仪器处于第二位置不动，用校正针拨动圆水准器的校正螺丝，使气泡移回偏离量之半，则二者平行。

(二) 十字丝横丝垂直于仪器竖轴的检验与校正

检验：仪器安置并整平后，以十字丝横丝的一端照准约20 m处一固定目标点。转动微动螺旋，使该目标点的影像移至十字丝横丝的另一端。若目标点影像仍在横丝上，表明十字丝横丝垂直于仪器竖轴；否则，表明二者不垂直，应予校正。

校正：旋下十字丝分划板护罩，用小螺丝刀松开十字丝分划板的固定螺丝，轻转十字丝分划板，移回偏离量之半，则二者垂直。