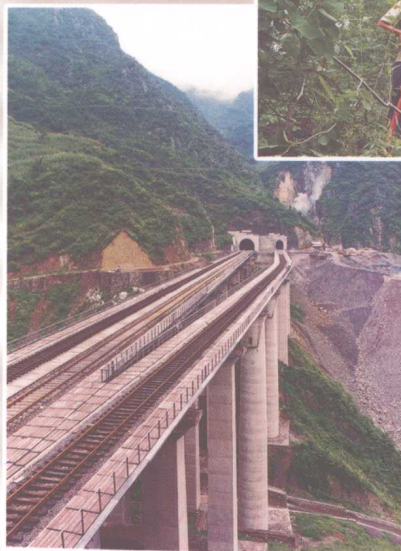




普通高等学校土木工程专业新编系列教材

土木工程测量学实验教程

姚德新 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

UMU GONGCHENGCELIANGXUE SHIYAN JIAOCHENG

普通高等学校土木工程专业新编系列教材

土木工程测量学实验教程

姚德新 主 编

熊永良 主 审

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书是按照高等学校土木类“工程测量”课程教学大纲和实验教学大纲的要求编写的,与《土木工程测量学教程》配套的教学用书。全书共七章,主要介绍测量实验须知、课间实验和教学实习。实验须知主要介绍测量实验的目的、要求、测量仪器操作规程及实验仪器管理的规章制度;课间实验共精选了20个实验项目,供各类专业选用;教学实习部分重点介绍了数字化地形图测绘、线路放线测量及曲线测设、线路纵横断面测绘、桥梁墩台中心定位测量和管道测量等内容。

本书系土木工程、交通工程、工程管理、给水排水工程、环境工程、交通运输、物流、地理信息系统、工程力学和建筑环境等专业的实验教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程测量学实验教程/姚德新主编. —北京:
中国铁道出版社, 2008. 9

(普通高等学校土木工程专业新编系列教材)

ISBN 978 - 7 - 113 - 07786 - 0

I. 土… II. 姚… III. 土木工程—工程测量—实验—高等学校—教材 IV. TU198 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 136304 号

书 名: 土木工程测量学实验教程

作 者: 姚德新 主编

责任编辑: 李丽娟

电话: (010) 51873135

封面设计: 薛小卉

责任校对: 孙玫

责任印制: 金洪泽 陆宁

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

版 次: 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm × 960 mm 1/16 印张: 7 字数: 172 千

印 数: 1 ~ 3 000 册

书 号: ISBN 978 - 7 - 113 - 07786 - 0/TU · 948

定 价: 15.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电 (010) 51873170, 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504, 路电 (021) 73187

前 言

高等教育肩负着培养数以千万计的高素质专门人才和一大批拔尖创新人才的重要使命。实验教学是高等教育的重要组成部分，是培养学生动手能力和创新思维能力的重要教学手段，也是学校总体办学条件的一项重要内容。长期以来，我校高度重视实验教学和实践教学环节，紧密结合学科的发展和社会需求，不断更新实验项目和实验方法，全面系统地提高实验教学水平。本书就是在这一背景下按照目前高等学校土木工程大类专业“工程测量”课程教学大纲和实验教学大纲的要求编写的。本书的主要特点是强化了全站仪的应用，特别是第四部分教学实习的主要测量工作均是由全站仪完成的。

本书在内容组织上分三个部分：第一部分是作为入门教育的实验须知；第二部分是课间实验；第三部分是教学实习。本书的编写，在实验内容与顺序安排上，与《土木工程测量学教程》配套，与教学计划及其进程相适应，并兼顾了各类专业的不同需要。

本书由兰州交通大学姚德新主编，西南交通大学熊永良主审。参加编写工作的有：姚德新（第一章，第三章的第六节，第四、五、六、七章）、李仲勤（第二章，第三章的第一、二节）、王世杰（第三章的第三、四、五节）。

由于编者水平所限，书中不妥及错误之处，恳请读者批评指正。

编者

2008年5月



目 录

第一部分 实验须知

第一章 实验要求	1
第二章 测量仪器	4
第一节 测量仪器管理规定	4
第二节 测量仪器操作规程	5
第三节 测量工具使用规定	7

第二部分 课间实验

第三章 课间实验	9
第一节 水准测量	9
第二节 角度测量	19
第三节 全站仪及其应用	31
第四节 地形测量	46
第五节 精密测量仪器及其应用	52
第六节 曲线测设	59

第三部分 教学实习

第四章 实习须知	63
第五章 测定与测设	66
第一节 数字化地形图测绘	66
第二节 线路放线测量及曲线测设	86
第三节 线路纵横断面测绘	92
第四节 桥梁墩台中心定位测量	94



第五节 管道测量	99
第六章 测绘资料应用	102
第七章 应交资料及实习报告编写	104
参考文献	106



第一部分 实验须知

第一章 实验要求

一、实验的基本目的

工程测量是土木工程类各专业必修的一门专业基础课,具有理论性和实践性紧密结合的特点。因此,学生必须通过测量实验这一重要的教学环节才能真正理解和掌握测量学的基本理论和基本方法。

学生通过测量实验应达到如下基本目的:

1. 掌握常用测绘仪器和工具的使用方法。
2. 掌握常规测量中的观测、记录、计算及检核方法。
3. 掌握测量的基本程序和作业过程,获得解决工程测量问题的初步能力。
4. 培养严谨认真的科学素养、团结协作的团队意识、吃苦耐劳的坚韧品质。

二、实验基本程序

1. 测量实验以小组为单位进行,采取组长负责制。
2. 测量实验开始前,必须仔细阅读本书中的有关内容,明确目的和任务,熟悉实验的步骤和过程,以及有关的注意事项,并准备好文具用品,以便顺利地完成任务。
3. 测量实验应在规定的时间和场地进行,学生应在教师的指导下,根据有关的测量规范,按照规定的技术要求、精度指标、方法和程序,严谨细致地工作,确保测量成果的真实可靠。
4. 测量实验结束后,每位学生应提交一份合格的、书写规范的实验报告。

三、实验的基本要求

1. 测量工作是一项技术性很强的工作,必须高度重视实验中的每项内容、方法和步骤,以保证达到实验目的。
2. 测量实验应严格遵守有关规范及本书列出的相关规定。实验成果当场检核,若未达到精度要求且时间允许时应立即重测;若时间不允许应另择时日补测。
3. 测量工作是一项集体作业。因此,每个实验小组的所有成员必须合理分工、密



切配合、团结协作,共同完成实验任务。

4. 实验过程中,严禁一切违纪行为。

四、实验报告填写及计算的要求

1. 记录

(1) 测量记录是重要的原始资料,是内业数据处理的依据,要保证真实性,严禁伪造,谨防丢失。

(2) 测量记录应用 2H 铅笔书写,字体的高度应占格高的一半,字脚靠近底线,字迹应工整、清晰。

(3) 记录观测数据之前,应将表头栏目填写齐全,不得空白。

(4) 观测过程中,坚持回报制度。观测者读完读数,记录者复诵,防止读错、听错或记错。得到观测者默许后,方可计入手簿。若记录者复诵错误,观测者及时纠正后,记录者方可记录。

(5) 严禁另纸记录,事后转抄。

(6) 测量记录严禁擦拭、涂改、挖补或就字改字等。

(7) 观测数据出错,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。但观测数据的尾数出错不得更改,而必须重测重记。

(8) 严禁连环修改,即相关三个数字只能改正一个。

(9) 凡修改了的数据必须在备注中注明修改原因。

(10) 凡废去的记录或页码,应从左下角至右上角以细实线划去,并在备注栏注明原因,不得涂抹或撕页。

(11) 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。

2. 计算

(1) 外业计算

根据外业观测数据完成外业的相关计算并对结果进行计算检核和精度检核。观测结果达到规定精度要求,可进行后续内业数据处理工作;否则,应查找原因,进行补测或重测。

(2) 内业数据处理

内业数据处理应遵循内业计算不得降低外业观测精度的原则进行。

观测值的平差值计算:根据闭合差及其影响因素计算改正数,进而求出观测值的平差值。

推算元素计算:即观测值函数的最或然值计算,根据起算数据、观测值的平差值按相应的函数关系进行推算。

精度评定:按相应的计算公式进行。

(3) 测量计算应遵循的规定



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

(4) 数值的近似计算

有效数字:如果一个近似数的最大凑整不超过该数最末位的 0.5 个单位,则从这个数字起一直到该数最左面第一个不为零的数为止,称为该数的有效数字,并用其位数表示。

数值舍入规定:“4 舍 6 入,逢 5 凑双”,即舍去部分的数值大于所保留末位的 0.5 时,末位加 1;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。

数字运算中的取位:对于加减运算,以小数位数字最少的数为标准,其余各数均凑整成比该数多一位;对于乘除运算,积的有效数字的个数与计算因子中有效数字个数最小的相同。最后成果的有效数字应不超过原始资料的有效数字。

五、课间实验成绩考核

测量实验是教学的重要环节,教师应对参加实验的学生进行考核。课间实验成绩按一定比例纳入本门课程期终考试成绩。

学生应独立完成实验任务的各个环节并提交实验报告,考核的主要依据是出勤情况、实际操作技能及实验报告完成情况。凡发现下列情况之一者,本次实验以 0 分计,累积超过 3 次者,取消课程考试资格:

1. 抄袭实验报告者。
2. 映绘测量图件者。
3. 伪造成果者。
4. 未提交成果资料和实验报告者。
5. 早退者。

另外,学生迟到 10 min 以上者,取消其本次实验资格;累计缺席次数超过课间实验总次数的 1/4 者,取消课程考试资格。

第二章 测量仪器

第一节 测量仪器管理规定

一、仪器借领及归还规定

1. 仪器及工具凭实验室配发并加盖公章的《仪器借用卡》由组长负责借领。
2. 每次实验时,各实验小组组长将填好的《仪器借用卡》放在相应仪器的柜顶上,在实验室教师的指导下借领仪器及工具。
3. 每次实验时,应按任课教师提交的实验计划借领仪器,任何个人不得在计划外私自借领仪器。变更实验计划或补做实验,须经实验室主任同意方可借领仪器。
4. 每次实验时,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 10 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,按顺序借领。严禁在实验室内拥挤、喧哗,以确保仪器安全。
6. 领出物品、工具的品种和数量要当场检查,发现问题及时请求实验室处理;仪器拿到实验场地开箱后要认真检查,发现问题应在借出后 30 min 内报告指导教师或送回实验室。否则,一旦发现问题,责任自负。
7. 仪器借出后,要在规定的时间内完成实验内容。实验完成并检查合格后,应尽快清点、清理并归还仪器及工具,不得无故拖延时间。
8. 各实验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,仅供实验期间使用,未经许可不得擅自带回宿舍或其他地方存放。
10. 实验结束后,由实验室老师检查所借仪器和工具,确认合格后,将《仪器借用卡》退还给实验小组。
11. 《仪器借用卡》应妥善保管,若《仪器借用卡》丢失,应立即挂失,否则造成的后果由实验小组自负。待全部实验完成后,《仪器借用卡》以班为单位统一交回实验室。

二、仪器工具丢失损坏赔偿规定

爱护公物,人人有责。对于实验所用仪器,每个使用者都应加倍爱惜,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。

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,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确定。

1. 仪器设备损坏的处理

大型精密仪器设备损坏,应填写事故报告单,并及时上报院和设备处处理。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。赔偿金额按学校规定处理。

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。

零小设备损坏,50 元以上的酌情处理,50 元以下的照价赔偿。

2. 仪器设备丢失的处理

800 元以上的仪器设备丢失,要上报学院和学校资产设备处处理;零小设备丢失,原则上按原价折旧赔偿。

3. 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,交由实验室主任报学校处理。

第二节 测量仪器操作规程

一、一般规定

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,仪器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,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,方可锁上镜箱。
6. 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。
7. 仪器出现故障后,应立即报告指导教师,严禁私自拆卸仪器。
8. 仪器箱上严禁坐人。

9. 携带及使用过程中,应保护仪器免受日晒雨淋。

10. 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。

11. 迁站时,若距离较近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;若距离较远,必须装箱搬运。

二、水准仪操作规程

1. 安置仪器时,应尽量使前后视距相等。

2. 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。

3. 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。

三、经纬仪操作规程

1. 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。

2. 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。

3. 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。

4. 测微轮应轻转;不得强行转动。

5. 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。

6. 仪器装箱前,脚螺旋应收回,制动螺旋应松开,垂球线应缠在沿线板上,箱内一切设备复位后,方可锁上镜箱。

四、全站仪操作规程

1. 全站仪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. 学生实验时,指导教师须仔细讲解仪器性能、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,各部件应连接可靠、有效。

7. 照准反光镜后,视场内不得有任何其他发光或反光物体,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;必要时,应打伞遮阳,以免太阳光聚焦后烧坏主要部件。

9. 天气炎热时,为确保测量精度,宜撑伞遮阳,避免阳光直射。

10. 迁站时,仪器应装箱搬运,严禁连同脚架一起搬迁。

五、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。

第三节 测量工具使用规定

一、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、订书针、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、半 圆 仪

1. 半圆仪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. 半圆仪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. 半圆仪由脆性材料制成,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,应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,以免遮挡分划线而影响读数。
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他物品。

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,应及时上油以免锈蚀。
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踏实,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。



第二部分 课间实验

第三章 课间实验

第一节 水准测量

实验一 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、任 务

对 DS₃ 光学水准仪(图 3-1)和水准尺进行观察、安置并读取水准尺读数。

三、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。

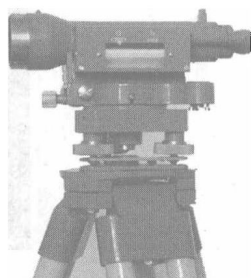


图 3-1 水准仪

四、DS₃ 级水准仪、水准尺及尺垫简介

1. DS₃ 级水准仪的基本构造和各个部件

DS₃ 级水准仪的基本构造如图 3-2 所示。

2. 水准尺及其分划

水准尺及其分划见图 3-3 所示。

3. 尺垫及其作用

尺垫(图 3-4)的作用是防止在观测过程中水准尺的位置和高度发生变化,尺垫只能用于转点。

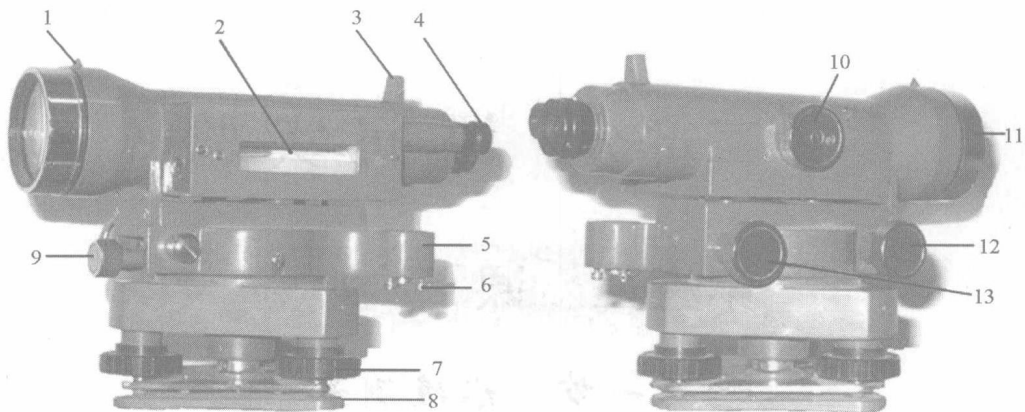


图 3-2 水准仪构造

1—准星;2—水准管;3—照门;4—目镜;5—圆水准器;6—圆水准器校正螺丝;7—脚螺旋;
8—三角底板;9—水平制动螺旋;10—调焦螺旋;11—物镜;12—水平微动螺旋;13—微倾螺旋

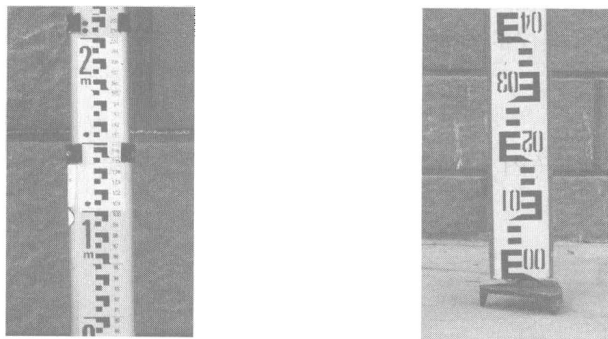


图 3-3 水准尺

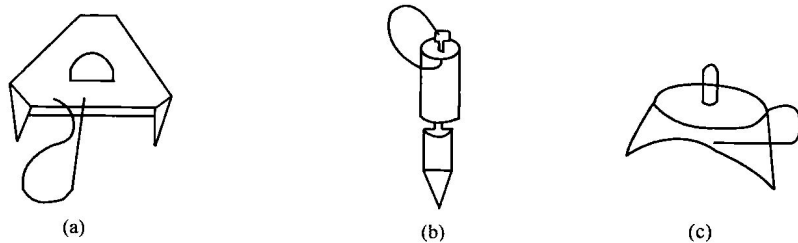


图 3-4 尺垫



五、DS₃ 级水准仪的操作步骤

1. 粗平:转动三个脚螺旋,使圆水准气泡居中,如图 3-5 所示。

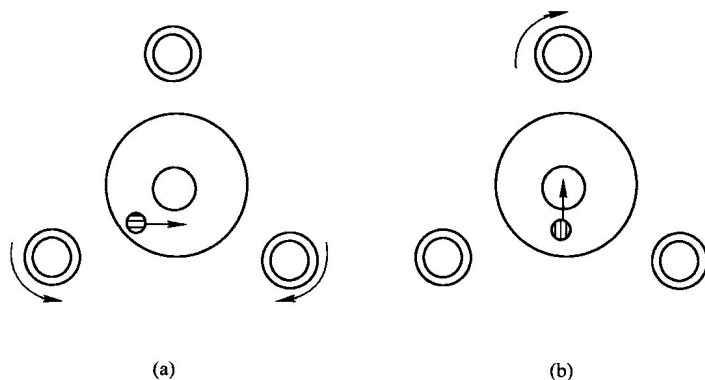


图 3-5 粗平示意图

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,如图 3-6 所示。

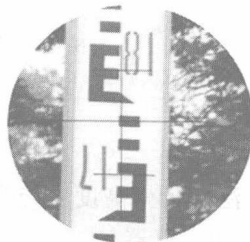
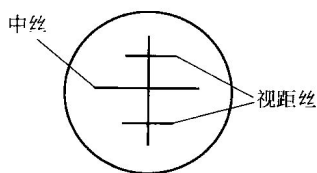


图 3-6 十字丝与尺像示意图

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(图 3-7)。
8. 读数:直读 m、dm、cm,估读至 mm。图 3-8 所示读数为 1.464。