



面向 21 世纪 课 程 教 材  
Textbook Series for 21st Century

# 测量学 实践教程

卞正富 主编

非测绘类专业用

中国 农业 出版 社

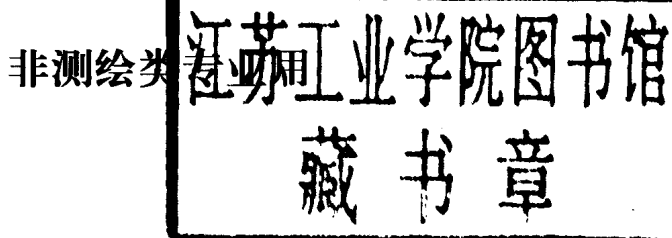
面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

# 测量学实践教程

卞正富 主编

非测绘类



中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

测量学实践教程/卞正富主编. —北京: 中国农业出版社, 2004.6

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-109-08973-8

I. 测... II. 卞... III. 测量学-教材 IV. P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 050140 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑: 郑剑玲

---

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 6 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 2 次印刷

---

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 7.5

字数: 123 千字

定价: 11.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 内 容 提 要

本实践教程是面向 21 世纪教材《测量学》(卞正富主编, 中国农业出版社, 2002 年) 的配套教程。本教程内容包括实验与实习注意事项、测量学实验指导、大比例尺地形图测绘集中实习指导、地籍测量集中实习指导四部分正文及测量学实验跟踪作业与思考题、测量学实验记录表格两个附录。

本教程适用于土地资源管理、工程管理、水利水电工程、农学、农业资源与环境、资源环境与城乡规划、园艺、林学、土木工程等专业, 也可作为与上述专业有关的函授大学、高等职业技术学院的实验实习教程使用。

**土地资源管理专业**  
**“面向 21 世纪课程教材”编委会**

顾 问 李 元 刘书楷 周 诚 沈守愚  
毕宝德 林增杰 韩桐魁 叶公强  
董德显 梁学庆 林 培

主 任 王万茂

副主任 曲福田 叶剑平 张凤荣 吴次芳  
刘耀林

委 员 (按姓氏笔画为序)

王万茂 王秋兵 卞正富 邓良基  
艾建国 叶剑平 曲福田 刘耀林  
肖洪安 吴 群 吴次芳 吴克宁  
何训坤 张凤荣 张安录 陆红生  
陈利根 林 卿 欧名豪 赵小敏  
黄贤金 雷国平

## 本书编写人员

主 编	卞正富	中国矿业大学
副主编	汪应宏	中国矿业大学
	唐祥云	武汉大学
	刘普海	甘肃农业大学
编 委	谷达华	西南农业大学
	纪明喜	沈阳农业大学
	周乐皆	河北农业大学
	李民生	新疆农业大学
	侯书涛	东北农业大学

# 总 序

这套高等院校土地资源管理专业主干课程系列教材是经教育部高等教育司批准立项的“面向 21 世纪课程教材”，共 15 种。

随着中国高等教育本科专业目录的调整，1997 年前经济学科中的土地管理和工学中的土地规划与利用两专业合并成土地资源管理专业，归属公共管理学科。随着专业属性的变化，有关土地资源管理专业课程设置和教学内容的改革与教材建设显得十分迫切。作为公共管理学科的土地资源管理，就其内涵来讲，是着眼于社会或政府如何确立和巩固与现行社会经济基础制度相适应的土地占有方式，调整土地关系；如何采取一系列经济、法律、行政与技术手段，对土地资源利用进行规划、控制、调节、监督和组织，实现土地资源既公平又有效的配置和可持续利用。在发达国家，经济市场化使得自然资源与环境管理成为政府的主要职能之一，以土地资源管理为核心的资源与环境管理已成为公共管理教学与研究的重要内容和主要分支学科，在大学本科、研究生及 MPA 教育中受到广泛重视。

中国土地资源管理学科建设，一方面要充分借鉴国外成熟的公共管理和土地资源管理的理论与方法；另一方面应以现阶段社会经济发展的土地资源问题为研究对象。随着我国经济体制的深入改革，尤其是计划经济向市场经济的转变，土地资源的产权关系、配置方式发生着深刻的变化；中国加入 WTO 后，不仅政府职能发生转变，经济全球化也急剧改变着区域土地利用结构，在促使经济快速发展的同时，也导致了难以预测的社会和环境变化；信息技术的进步及其在土地资源利用与管理中的应用，也大大改变着政府对土地资源的管理方式。所有这些，都应体现在土地资源管理学科体系、课程设计和教材内容之中。

近年来，全国各有关高校十分重视土地资源管理专业教材编写与出版工作。尤其是老一辈土地资源管理学家相继出版了一批有影响的教材或著作，如《土地经济学》（刘书楷）、《土地经济学》（毕宝德）、《土地利用规划学》（王万茂、韩桐魁、董德显）、《地籍管理》（林增杰、严星）、《土地管理学》（陆红生）、《土地资源学》（林培）等，对该学科教材建设起到了十分重要的作用。一批中青年学者也脱颖而出，编写了一批选题新颖的教材，拓展了该专业的知

识体系。2000年12月在南京召开了全国土地资源管理学科建设研讨会，2002年1月教育部高等学校公共管理类教学指导委员会土地资源管理学科组和全国高等学校土地管理院长（系主任）联谊会在哈尔滨召开了土地资源管理专业本科教育教学改革研讨会，加快了我国土地资源管理专业本科教育教学改革与教材建设步伐。全国高等学校土地管理院长（系主任）联谊会和中国农业出版社在各高校自由申报、专家推荐的基础上，确定了15本教材的选题，并会同全国近30所大学组织这一套教材的编写工作。其宗旨：一是初步形成作为公共管理学科的土地资源管理专业的基础知识体系；二是体现面向21世纪土地资源管理发展的要求，迎接新世纪对该专业人才培养的挑战；三是反映该学科教育教学改革的最新成果。我们希望此系列教材的出版，能为我国学习土地资源管理及相关专业的大学生们提供一套全新的教材，也为今后的教材建设打下一个良好的基础。

由于土地资源管理学科历史较短，教育教学改革还在进行，加上编写时间仓促，本套教材从选题到内容会有值得商榷之处，希望得到广大读者的评议和指正。

曲福田

2002年2月6日



# 前 言

本实践教程是面向 21 世纪教材《测量学》（卞正富主编，中国农业出版社，2002 年）的配套教程。

本教程是在总结中国矿业大学、武汉大学、甘肃农业大学、西南农业大学、沈阳农业大学、河北农业大学、新疆农业大学和东北农业大学等八所大学非测绘类专业测量学教学经验的基础上，汇编了非测绘类专业课堂实验指导书、大比例尺地形测绘集中实习指导书、地籍测量集中实习指导书以及实验中的记录表格和实验跟踪作业与思考题。需要说明的是本实践教程适用于不同学时要求的测量学实践教学，各学校与不同的专业对测量学的教学条件和教学要求不尽相同，可根据各校的实际情况选择部分实验实习内容作为必做项目，另一些内容作为选做项目。

本教程兼顾了传统的测绘方法的训练与现代测绘技术的实践要求，如本教程中大比例尺地形测绘为传统的经纬仪测绘法、地籍测量采用数字地籍测量方法，由于近年来测绘新技术发展迅速，某种程度上高等学校在测量学实践教学方面已落后于测绘新技术发展的要求，本实践教程一方面希望弥补这一不足，但也不能全部改变这一现状。我们希望通过本教程对全国非测绘类专业测量学实践教学有所帮助，同时也希望读者不吝赐教，以使该教程逐步完善。

编 者

# 目 录

总序  
前言

第一部分 实验与实习注意事项 .....	1
第二部分 测量学实验指导 .....	5
实验一 认识水准仪及等外水准测量 .....	5
实验二 四等水准测量 .....	7
实验三 DS <sub>3</sub> 水准仪的校验与校正 .....	8
实验四 认识经纬仪、练习测回法观测水平角 .....	9
实验五 方向法观测水平角 .....	11
实验六 经纬仪观测竖直角 .....	12
实验七 视距测量 .....	14
实验八 DJ6 经纬仪的检验与校正 .....	15
实验九 钢尺量距与罗盘仪定向 .....	16
实验十 经纬仪钢尺导线测量的外业观测和内业 .....	18
实验十一 光电测距仪或全站仪的认识与使用 .....	18
实验十二 GPS 认识 .....	19
实验十三 大平板仪的认识与应用 .....	20
实验十四 经纬仪测绘法测绘地形图 .....	21
实验十五 数字化法测绘地形图 .....	23
实验十六 航片的立体观察、量测与野外判读 .....	23
实验十七 地形图的野外识图及应用 .....	25
实验十八 电子求积仪的使用 .....	28
实验十九 点位的测设及坡度线的测设 .....	29
实验二十 直线、曲线测设 .....	31
实验二十一 用 RTK 进行碎部测量与工程放样 .....	32
实验二十二 线路纵、横断面水准测量 .....	33
实验二十三 地籍图测绘 .....	34

实验二十四 房产图测绘 .....	35
<b>第三部分 大比例尺地形图测绘集中实习指导 .....</b>	<b>38</b>
<b>第四部分 地籍测量集中实习指导 .....</b>	<b>53</b>
附录一 测量学实验跟踪作业与思考题 .....	68
附录二 测量学实验记录表格 .....	74

# 第一部分 实验与实习注意事项

## 一、实验注意事项

(1) 学生进入实验室必须遵守实验室规章制度，遵守课堂纪律，衣着整洁，保持安静，不得迟到早退，严禁喧哗、吸烟、吃零食和随地吐痰，如有违反，指导教师有权停止其实验。

(2) 实验课前，要认真阅读实验教材，做好预习。了解实验目的、实验原理、实验方法和实验步骤，以及有关的原理、计算公式和注意事项。

(3) 实验课上必须认真听讲，服从指导教师的安排和指导。

(4) 在使用大型精密仪器设备前，必须接受技术培训，经考核合格后方可使用，使用时严格遵守操作规程，并详细填写使用记录。

(5) 以小组为单位进行实验，根据实验内容明确分工，做到有条不紊。

(6) 实验中，要认真操作，如实记录各种实验数据，仔细观察、记录各种实验现象，积极思考分析。

(7) 严格遵守操作规程，爱护仪器设备及工具，明确注意事项，避免出现人身与设备的损伤事故。

(8) 实验中遇到异常情况或仪器设备的损坏，应立即报告指导教师，凡损坏的仪器设备等均应检查原因，填写报告单，并视具体情况，按学校有关规定进行处理。

(9) 要养成良好的实验习惯。实验结束后，学生应切断电源，整理好实验仪器设备及桌椅。

(10) 实验数据须由指导教师检查、签字。

## 二、测量仪器工具的借领与使用规则

对测量仪器工具的正确使用、精心爱护和科学保养，是测量人员必须具备的素质和应该掌握的技能，也是保证测量成果质量、提高测量工作效率和延长仪器工具使用寿命的必要条件。在仪器工具的借领与使用中，必须严格遵守下列规定。

### 1. 仪器工具的借领

(1) 在教师指定的地点凭学生证办理借领手续，以小组为单位领取仪器工

具。

(2) 借领时应该当场清点检查, 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。如有缺陷, 可以补领或更换。

(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, 避免剧烈震动。

(4) 借出仪器工具之后, 不得与其他小组擅自调换或转借。

(5) 实验或实习结束后, 应及时收装仪器工具, 送还借领检查验收, 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. 仪器的安装

(1) 在三脚架安置稳妥之后, 方可打开仪器箱。开箱前应将仪器箱放在平稳处, 严禁托在手上或抱在怀里。

(2) 打开仪器箱之后, 要看清并记住仪器在箱中的正确安放位置, 避免以后装箱困难。

(3) 提取仪器之前, 应先松开制动螺旋, 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三角脚架连接牢固。

(4) 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。严禁坐在仪器箱上。

## 3. 仪器的使用

(1) 仪器安装之后, 不论是否操作, 必须有人看护, 防止无关人员搬弄或行人车辆碰撞。

(2) 在打开物镜时或在观测过程中, 如发现灰尘, 可用镜头纸或软毛刷轻轻拂去, 严禁用手指或手帕等物擦拭, 以免损坏镜头上的药膜。观测结束后应及时套好物镜盖。

(3) 转动仪器时, 应先松开制动螺旋, 再平稳转动。使用微动螺旋时, 应先旋紧制动螺旋。

(4) 制动螺旋应松紧适度, 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, 以免损伤螺旋。

(5) 在野外使用仪器时, 应该撑伞, 严防日晒雨淋。

(6) 在仪器发生故障时, 应及时向指导教师报告, 不得擅自处理。

## 4. 仪器的搬迁

(1) 在行走不便的地区迁站或远离迁站时, 必须将仪器装箱之后再搬迁。

(2) 短距离迁站时, 可将仪器连同脚架一起搬迁, 其方法是: 先取下垂球, 检查并旋紧仪器连接螺旋, 松开各制动螺旋使仪器保持初始位置 (经纬仪望远镜对向度盘中心, 水准仪物镜向后); 再收拢三脚架, 左手握住仪器基座或支架放在胸前, 右手抱住脚架放在肋下, 稳步行走。严禁斜扛仪器, 以防碰摔。

(3) 搬迁时, 小组其他人员应协助观测员带走仪器箱和有关工具。

#### 5. 仪器的装箱

(1) 每次使用仪器之后, 应及时清除仪器上的灰尘及脚架上的泥土。

(2) 仪器拆卸时, 应先将仪器脚螺旋调至大致同高的位置, 再一手扶住仪器, 一手松开连接螺旋, 双手取下仪器。

(3) 仪器装箱时, 应先松开制动螺旋, 使仪器就位正确, 试关箱盖确认放妥后, 再拧紧制动螺旋, 而后关箱上锁。若合不上箱口, 切不可强压箱盖, 以防压坏仪器。

(4) 清点所有附件和工具, 防止遗失。

#### 6. 测量工具的使用

(1) 钢尺的使用, 应防止扭曲、打结和折断, 防止行人踩踏或车辆碾压, 尽量避免尺身着水。携尺前进时, 应将尺身提起, 不得沿地面拖行, 以防损坏刻划。用完钢尺, 应擦净、涂油, 以防生锈。

(2) 皮尺的使用, 应均匀用力拉伸, 避免着水、车压。如果皮尺受潮, 应及时晾干。

(3) 各种标尺、花杆的使用, 应注意防水防潮、防止受横向压力, 不能磨损尺面刻划和漆皮, 不用时安放稳妥。塔尺的使用, 还应注意接口处的正确连接, 用后及时收尺。

(4) 测图板的使用, 应注意保护板面, 不得乱写乱扎, 不能施以重压。

(5) 小件工具如垂球、测钎、尺垫等的使用, 应用完即收, 防止遗失。

(6) 一切测量工具都应保持清洁, 专人保管搬运, 不能随意放置, 更不能作为捆扎、抬担的它用工具。

### 三、测量记录与计算规则

测量手簿是外业观测成果的记录和内业数据处理的依据。在测量手簿上记录或计算时, 必须严肃认真一丝不苟, 严格遵守下列规则:

(1) 在测量手簿上书写之前, 应准备好硬性 (2H 和 3H) 铅笔, 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编号、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，并复诵回报以资检核。不得另纸记录事后转抄。

(4) 记录时要求字体端正清晰、数位对齐、数字齐全。字体的大小一般占格宽，字脚靠近底线；表示精度或占位的“0”（例如水准尺读数 1.600 或 0.354，度盘读数中的  $58^{\circ}08'00''$ ）均不能省略。

(5) 观测数据的尾数不得更改，读错或记错后必须重测重记。例如，角度测量时秒位数字出错，就应重测该测回；水准测量时，毫米位出错，就应重测该测站；钢尺量距时，毫米位出错，就应重测该尺段。

(6) 观测数据的前几位出错时，应用细线划去错误的数字，并在原数据上方写出正确的数字。不得涂擦已记录的数据，禁止连续更改数字。例如，角度测量中的盘左、盘右；水准测量中的黑、红面读数；距离丈量中的往、返测等，均不能同时更改，否则需重测。

(7) 记录数据修改后或观测成果废去后，都应在备注栏内写明原因（如测错、记错或超限等）。

(8) 每站观测结束后，必须在现场完成规定的计算和检核，确认无误后方可迁站。

(9) 数据运算应根据所取位数，按“4 舍 6 入，5 前单进双不进”的规则进行凑整。例如 1.4364、1.4356、1.4365 及 1.4355 这几个数据保留 3 位小数的结果均应为 1.436。

(10) 应注意保持测量手簿的整洁，严禁在手簿上书写无关的内容，更不得丢失手簿。

#### 四、实验报告编写及要求

每次实验后应该提交实验报告，实验报告的主要内容包括：实验名称、目的要求、实验步骤、实验原始记录及数据处理结果、实验中发现的问题及处理方法或启示。

## 第二部分 测量学实验指导

### 实验一 认识水准仪及等外水准测量

#### 一、目的与要求

- (1) 了解 DS<sub>3</sub> 水准仪的基本构造, 认识其主要部件的名称及功能。
- (2) 掌握 DS<sub>3</sub> 水准仪的整平、瞄准、消除视差和读数方法。
- (3) 掌握用双面水准尺进行等外水准测量的观测、记录、计算方法。
- (4) 熟悉等外水准测量的主要技术指标, 掌握测站及水准路线的检核方法。

#### 二、计划与设备

- (1) 实验时数安排 3 学时。实验小组由 4~5 人组成。
- (2) 实验设备为 DS<sub>3</sub> 水准仪 1 台, 双面水准尺 1 对, 尺垫 2 个, 记录纸若干。

#### 三、方法与步骤

##### (一) 认识水准仪及水准尺

- (1) 认识水准仪的主要构造及各种旋钮的作用。
- (2) 了解 DS<sub>3</sub> 水准仪望远镜的构造及成像原理。
- (3) 认识水准尺的标注和分划方法。

##### (二) 水准仪的使用

1. 安置仪器 先将三脚架张开, 使其高度适当, 架头大致水平, 并将架腿踩实; 再开箱取出仪器, 将其固连在三脚架上。

2. 粗略整平 双手食指和拇指各拧一只脚螺旋, 同时对向(或反向)转动, 使圆水准器气泡向中间移动; 再拧另一只脚螺旋, 使气泡移至圆水准器居中位置。若一次不能居中, 可反复进行(练习并体会脚螺旋转动方向与圆水准器气泡移动方向的关系)。

3. 瞄准 转动目镜调焦螺旋, 使十字丝清晰; 松开制动螺旋, 转动仪器, 用照门和准星瞄准水准尺, 拧紧制动螺旋; 转动微动螺旋, 使水准尺位于视场



中央；转动物镜调焦螺旋，清除视差使目标清晰（体会视差现象，练习消除视差的方法）。

4. 精平 转动微倾螺旋，使符合水准管气泡两端的半影像吻合（成圆弧形），即符合气泡严格居中。

5. 读数 从望远镜中观察十字丝横丝在水准尺上的分划位置，读取四位数字，即直读出米、分米、厘米的数值，估读毫米的数值。

### （三）等外水准测量

（1）选定一条闭合或附合水准路线，其长度以安置 4~6 个测站为宜。确定起始点及水准路线的前进方向。

（2）在起始点和第一待定点分别立水准尺，在距该两点大致等距离处安置仪器，粗平，按瞄准、消除视差、精平和读数的顺序，分别观测得后视读数  $a_1$  和前视读数  $b_1$ ，计算高差  $h_1$ ；改变仪器高度，再读取后、前视读数  $a'_1$  和  $b'_1$ ，计算高差  $h'_1$ 。检查互差是否超限。计算平均高差  $h_1$ 。将仪器搬至第一、第二点中间设站观测，测出  $h_2$ 。依次推进测出  $h_3$ 、 $h_4$ 、…。测站检核方法也可采用双面尺法，按“后—后—前—前”或“后—前—前—后”的顺序进行观测。

（3）根据已知点高程及各测站的观测高差，计算水准路线的高差闭合差，并检查是否超限。对闭合差进行配赋，推算各待定点的高程。

## 四、记录格式

测站	点号	读数		后视-前视		平均高差 (m)		高 柱 (m)
		后视	前视	+	-	+	-	
I	A	0575						$H_A = 35.748$
		5262			1298		1.300	
	1		1873		1402			
II	1	1007						
		5690			0352		0.349	
	2		0665		0246			
			5334					

## 五、注意事项

（1）仪器的安置位置应保持前、后视距大致相等。每次观测读数前，应使符合水准管气泡严格居中，并消除望远镜视差。

（2）立尺员要思想集中，立直水准尺。注意已知水准点和待定水准点上不