

成都理工大学地学类实践教学系列教材

测量实验指导书

CELIANG SHIYAN ZHIDAOSHU

■ 余代俊 秦岩宾 李少达 郑平元 编



地质出版社

成都理工大学地学类实践教学系列教材

测量实验指导书

余代俊 秦岩宾 李少达 郑平元 编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书为成都理工大学《测量学》、《土木工程测量》的配套教材,包括测量实验须知、测量实验指导、测量实验报告三部分。本教材适用于测绘工程、地理信息系统、土木工程、勘查技术工程、资源环境与城乡规划、资源勘查、地质学等专业本、专科学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

测量实验指导书/余代俊等编. —北京:地质出版社, 2010.9

ISBN 978-7-116-06892-6

I. ①测… II. ①余… III. ①测量学-实验-高等学校-教学参考资料 IV. ①P2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 184220 号

责任编辑:魏智如

责任校对:杜悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82324340

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787 mm×1092 mm¹/₁₆

印 张:5.5 插页:1

字 数:120千字

印 数:1—3000册

版 次:2010年9月北京第1版·第1次印刷

定 价:7.50元

书 号:ISBN 978-7-116-06892-6

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

成都理工大学地球科学学院是办学历史悠久、积淀深厚的专业院系之一。几十年来，学院秉承“穷究于理，成就于工”的治学理念，在地质学、区域地质调查、矿产资源勘查、测绘工程及遥感应用、旅游资源开发、城乡规划、矿物材料开发与利用、矿业和工业废弃物利用、农业地质等领域形成了自己的专业特色和优势，培养了一大批优秀专业人才。

地球科学是一门认知科学，实践教学在地学人才培养方面占有极其重要的位置，有关地学类院校都给予高度重视。为了总结成都理工大学地球科学学院在地学实践教学方面取得的教学成果，进一步提高教学质量和人才培养水平，学院集中本校优秀师资，编写了一套有关实践教学方面的系列教材。这本《测量实验指导书》即为其中之一。

随着测绘科技的迅猛发展，测绘仪器的电子化、智能化以及测绘成果的数字化，测绘作业方法及作业手段发生了较大变化，进而导致测绘教学的变革——测绘专业的“测量学”课程实验内容仅保留了传统部分并有所弱化，而新的现代测绘实验内容则放在了“数字化测图”等课程实验中。与此相反，由于现代测绘技术在地理信息系统、土木工程、城乡规划等更多领域被广泛应用，要求进一步加强非测绘专业的“测量学”实验，由此形成了测绘专业与非测绘专业的“测量学”实验内容进一步趋近的趋势。为了适应这一变化，规范实验内容，在成都理工大学原测绘工程专业《测量学实习指导书》（1999年初编，2004年改编）的基础上，我们修编了这本《测量实验指导书》。

这本《测量实验指导书》是《测量学》、《土木工程测量》的配套教材。适用于测绘工程、地理信息系统、土木工程、勘查技术工程、资源环境与城乡规划、资源勘查、地质学等专业的本、专科学生使用。本《测量实验指导书》精选基本测量实验项目15个，各专业可根据各自的教学要求选做部分实验。安排有一周集中测量实习的非测绘类专业，可以组合其中包含控制、测图及放样等数个实验项目作为实习内容，按本指导书制定的“一周测量教学实习方案”开展实习。通过测量实验，促使学生理解课堂讲授的测量理论，熟练使用各种测量仪器，掌握测

角、测距、测高差及测坐标的方法，深刻认识测量及绘制地形图的方法与步骤，为专业学习打下坚实基础。

本书共分三部分。第一部分为测量实验须知，第二部分为测量实验指导，第三部分为测量实验报告。实验报告主要是测量的记录、计算表格，每项实验报告可沿裁切线裁下上交。

本书由余代俊担任主编，秦岩宾、李少达、郑平元参加编写，高雅萍审阅，成都理工大学地球科学学院测绘工程系的各位老师给予了极大的支持，提出了许多宝贵的意见，在此，编者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中的不当及错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

2010 年 7 月

目 录

前 言

第一部分 测量实验须知

I 一般规定	(1)
II 测量仪器及工具的借用	(2)
III 仪器的使用及注意事项	(2)
IV 测量记录及计算规则	(4)
V 测量实验场地	(5)

第二部分 测量实验指导

实验一 水准仪的使用及普通水准测量	(9)
实验二 三、四等水准测量	(12)
实验三 水准仪的检验与校正	(15)
实验四 经纬仪的使用及测回法观测水平角	(17)
实验五 方向法观测水平角	(20)
实验六 垂直角观测与指标差检校	(22)
实验七 经纬仪的检验与校正	(24)
实验八 视距测量与三角高程测量	(26)
实验九 经纬仪钢尺导线测量及计算	(28)
实验十 等高线勾绘	(29)
实验十一 地形剖面图绘制	(30)
实验十二 经纬仪模拟测图	(31)
实验十三 全站仪的认识及三维导线测量	(33)
实验十四 平面点位的测设	(35)
实验十五 全站仪数字化测图	(37)
一周测量教学实习方案	(39)

第三部分 测量实验报告

实验报告一	水准仪的使用及普通水准测量	(45)
实验报告二	三、四等水准测量	(47)
实验报告三	水准仪的检验与校正	(49)
实验报告四	经纬仪的使用及测回法观测水平角	(51)
实验报告五	方向法观测水平角	(53)
实验报告六	垂直角观测与指标差检校	(55)
实验报告七	经纬仪的检验与校正	(57)
实验报告八	视距测量与三角高程测量	(59)
实验报告九	经纬仪钢尺导线测量及计算	(61)
实验报告十	等高线勾绘	(65)
实验报告十一	地形剖面图绘制	(67)
实验报告十二	经纬仪模拟测图	(71)
实验报告十三	全站仪的认识及三维导线测量	(73)
实验报告十四	平面点位的测设	(77)
实验报告十五	全站仪数字化测图	(79)

第一部分 测量实验须知

I 一般规定

✱ 准备工作

1. 开始测量实验之前，应认真阅读本实验指导书中的相应部分，明确实验的目的与要求，熟悉实验的方法与步骤。
2. 根据实验内容阅读教材中的有关章节，弄清基本概念和方法，使实验能顺利完成。
3. 需使用测量仪器进行的室外实验应分小组，组长负责组织协调工作，办理仪器、工具的借用及归还手续。
4. 按照本指导书的要求，在实验前要准备好必备的工具，如铅笔、小刀、橡皮、三角板等。

✱ 实验要求

1. 实验课应在规定的时间和地点进行，服从指导教师的安排，遵守课堂纪律，注意听取指导教师的讲解和示范操作。
2. 实验的具体方法与仪器操作步骤应按照指导书的规定进行，如遇到问题要及时向指导教师提出。
3. 实验中如果仪器出现故障，必须及时向指导教师或实验室工作人员报告，不得自行处理。
4. 每项实验都应取得合格的成果，并提交实验报告。实验成果经指导教师初步审阅后，方可归还仪器，结束实验。

可将本实验指导书中的若干项实验进行有机组合，作为非测绘专业学生

一周集中测量实习的内容，并可适当提高实验要求和实验工作量。建议组合实验九、实验十二、实验十四或实验十三、实验十四、实验十五，由此涵盖从控制测量、测图到测设的各个过程，成为完整的实习内容。具体要求见第二部分“一周测量教学实习方案”。

II 测量仪器及工具的借用

1. 根据实验指导书的规定，以实验小组为单位，在教师指定的仪器室凭有效证件（学生证、图书借阅证等）登记办理仪器、工具的借用手续。

2. 借用仪器时，各组选派1~2人进入仪器室，当场清点实物与清单是否一致，仪器、工具是否齐全，背带、提手是否牢固，脚架与仪器是否配套，脚架是否完好。如有缺损，可以补领或更换。

3. 各组在清点检查完仪器、工具后，需在借用登记表上填写班级、借用人、日期等内容，待实验室工作人员确认后方可带走。

4. 借出的仪器、工具不得擅自与其他小组调换或转借；各种仪器、工具要当天借当天还，未经允许不得擅自延长时间。

5. 实验结束后，各组应将仪器、工具上的泥土擦拭干净，清点齐备后还至仪器室。如有遗失或损坏，应以口头或书面报告的形式说明情况，并按有关规定处理。

III 仪器的使用及注意事项

✳ 仪器的开箱及安装

1. 仪器开箱前应先架好三脚架，架设时应使三角架架头大致水平，三条腿拉出的长度以观测时人不弯腰或垫脚为宜；分开的跨度要适中，并得太拢容易被碰倒，分得太开容易滑倒。

2. 三脚架安置稳妥后方可开箱取仪器。开箱时仪器箱应平放在地面或其他平台上，严禁抱在怀中或托在手里开箱。

3. 开箱后未取出仪器前，要记住仪器在箱中的摆放位置，以免用完装箱

后，因安放不正确而损坏仪器。

4. 从箱中取出仪器前，应先松开制动螺旋，用一只手握住仪器支架，另一只手握住基座轻轻取出，平稳放在三脚架架头上；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。

5. 自箱内取出仪器后，应立即关上仪器箱盖，以防灰尘杂物及湿气进入箱内，并严禁踏坐仪器箱。

6. 在仪器取出及其使用过程中，要注意避免触摸仪器的目镜、物镜等光学部件，以免污损而影响成像质量。除镜头纸和专用毛刷外，不允许用其他东西擦拭仪器的光学部件。

✱ 仪器的使用

1. 仪器安置好后，在任何时候都必须有人看护，以防无关人员搬弄或行人车辆碰撞。

2. 有太阳时，应撑好遮阳伞，下雨天应防止雨淋。

3. 如遇物镜、目镜不洁，可用镜头纸或毛刷轻轻拂去，切忌用手直接擦拭。

4. 转动仪器时，应先松开制动螺旋，然后平稳转动；使用微动螺旋时，应先轻轻旋紧制动螺旋，且不宜过紧。微动螺旋和脚螺旋不要旋到首尾极限，而应使用行程中段。

5. 使用仪器时，对尚未了解性能的部件，未经指导教师许可，不得擅自操作。

6. 对于带电池的测量仪器，在野外更换电池时，应先关闭仪器电源。装箱之前要注意关闭电源后再装箱。

✱ 仪器的搬迁

1. 在行走不便的地区或较远距离迁站时，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。搬迁时，先稍微旋紧各制动螺旋，且不宜旋得太紧，然后收拢三脚架，一手抱脚架，一手扶仪器，保持仪器近似直立状态搬迁。严禁斜扛仪器。

3. 迁站时，要清点所有仪器、附件和用具，以免丢失。

✱ 仪器的装箱

1. 仪器使用完毕，应及时清除仪器上的灰尘及脚架上的泥土。同时将仪

器的三个脚螺旋调到行程中段并大致同高的位置，然后从架头卸下仪器。

2. 装箱时，先松开各制动螺旋，关闭补偿器开关（对有补偿器的仪器而言），再放入箱中就位，确认无误后，再旋紧制动螺旋，然后关箱上锁。若关箱受阻，不得硬压硬扣，应查明原因，排除故障后再关箱上锁。

3. 注意清点箱内附件和工具，防止遗失。

✱ 其他仪器、器材的使用

1. 全站仪是光机电一体化仪器，应注意防震、防潮，禁止连同脚架一起搬动。

2. 使用钢卷尺时，应防止扭曲、打结和人车踩碾。切忌在地面上拖行，以防尺面刻划磨损，使用完毕应擦净、涂油。

3. 使用皮尺时，应均匀用力拉伸，避免车碾、着水。如果受潮，应及时晾干。

4. 使用各种标尺、花杆时，应注意防水防潮，防止受横向压力，注意保护尺面刻划和漆皮。特别是塔尺，应注意接口的正确连接，尽量不用第二节和第三节，用后及时收尺。

N 测量记录及计算规则

观测记录是测量成果的原始资料，必须保证其绝对可靠，维护其严肃性。实验时应养成良好的职业习惯，严格遵守下列规则。

1. 表格上的所有记录和计算均使用硬性绘图铅笔（2H 或 3H）填写，字体应清晰端正，字高应稍大于格子的一半，以便留出空间作更正数据之用。

2. 凡记录表格上规定填写的项目均不得无故空缺。

3. 实验记录应与正式作业一样，必须直接填写在规定的表格上。观测者读数后，记录者应立即在相应栏内填写，并复诵回报，以资检核。所有数据不得另纸记录，事后转抄。

4. 严禁擦拭、涂改或挖补记录数据。发现错误数字，应将其用横线划去，并在原数字上方写出正确数字，同时保持原数字清晰可见。原始数据的前几位出错时，也用此法处理。

5. 禁止连环更改。若已修改了平均数，则不准再改计算此平均数的任一

原始数据。若已改正了一个原始数据，则不准再改其平均数。假如两个读数均错误，则应重测重记。

6. 原始数据之尾数不许更改，如角度的秒数，距离的毫米数等。若遇尾数错误，应将该部分观测结果废掉重测。

7. 读数和记录数据的位数应齐全，不能省略零位。如水准测量中的水准尺读数 0168，度盘读数 $64^{\circ}03'06''$ ，其中的“0”均不能省略。

8. 所有记录的修改或观测结果的淘汰，均应在备注栏内注明原因（如测错、记错或超限等）。

9. 数据计算应根据所取位数，按“4 舍 6 入，逢 5 单进双舍”的规则进行凑整。如 1.8344、1.8336、1.8335、1.8345 等，若取三位小数则均应记为 1.834。

10. 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。

V 测量实验场地

✧ 校园控制点分布

校内测量实验场地主要分布在成都理工大学主校区内。测量控制网由校园一级 GPS 点和二级导线点构成，一级点一般用强制对中器设置于各教学楼楼顶或地面观测墩，其坐标用 GPS 方法测定，点位编号以“G”开头；二级点用不锈钢标志埋设于混凝土地面，其坐标和高程分别用闭合导线和水准测量方法测定，点位编号以“D”开头并刻制于地面。使用一级点时，要用专用工具开启保护盖，并配以连接螺旋，安置仪器。

✧ 校园控制点成果表

成都理工大学校园控制网采用基于 2000 国家大地坐标系的 2000 独立平面坐标系和独立高程系。控制点成果见表 1-1，点位分布情况见《成都理工大学主校区测量控制点分布图》。

表 1-1 成都理工大学校园控制点成果表

点号	X (m)	Y (m)	H (m)	控制点位置
CDUT1	4937.584	7091.687		南翼楼顶 (CORS 站)
G01	4990.479	7359.658		能源学院楼顶 (观测墩)
G02	5146.536	7298.698		国家实验室楼顶 (观测墩)
G03	5094.517	7418.029	554.521	6 教学楼顶 C 座西南角
G04	5130.937	7405.429	554.518	6 教学楼顶 C 座西北角
G05	5106.420	7434.658	554.523	6 教学楼顶 C 座东南角
G06	5131.897	7425.546	554.533	6 教学楼顶 C 座东北角
G07	5070.489	7000.471		学生活动中心东侧
G08	5032.158	6966.344		学生活动中心西侧
G09	4808.504	7055.625		9 教学楼顶 A 座
G10	4725.795	7141.028		9 教学楼顶 C 座
G11	4556.871	7379.211		银杏 4 斋
G12	4624.843	7556.272		银杏 3 斋
G13	5351.349	7363.347		芙蓉园 5 栋
G14	4106.451	6843.046		南校区主楼
D01	4960.773	6992.346	500.088	
D02	4928.093	7004.197	500.043	
D03	4923.070	6939.636	499.025	
D04	4897.253	6995.398	499.751	
D05	4873.558	7053.220	500.149	
D06	4782.304	7047.425	500.329	
D07	4699.603	7077.131	500.810	
D08	4957.186	7079.207	500.195	
D09	4988.244	7067.709	500.230	
D10	4961.430	7043.847	500.930	
D11	4942.987	7134.884	503.213	
D12	5041.911	7105.809	503.315	

第一部分 测量实验须知

续表

点号	X (m)	Y (m)	H (m)	控制点位置
D 13	5052.370	7030.457	502.132	
D 14	4884.546	7079.699	500.217	
D 15	4859.657	7116.535	500.258	
D 16	4796.066	7139.437	500.469	
D 17	4863.466	7027.883	500.007	
D 18	4875.718	7119.136	504.028	
D 19	4792.757	7148.440	504.141	
D 20	4864.736	7165.015	503.455	
D 21	4919.203	7312.192	505.126	
D 22	4988.300	7283.846	504.348	
D 24	5041.043	7405.520	505.661	
D 25	4695.434	7166.519	501.133	
D 26	4651.733	7199.142	500.644	
D 28	4544.795	7346.064	501.053	
D 29	4571.959	7347.958	501.034	
D 30	4643.724	7550.618	503.979	
D 31	4725.420	7562.112	504.605	篮球场边线外 20 cm
D 32	4993.361	6974.779	500.555	
D 33	4609.157	7466.655	502.329	
D 34	4958.856	7434.192	506.022	
D 35	4898.876	7451.493	505.971	
D 36	4857.194	7337.294	505.076	
D 37	5140.709	7369.314	505.680	
D 38	5100.006	7247.307	503.977	
D 39	5196.934	7339.564	505.873	
D 40	5151.100	7224.989	504.880	
D 41	5270.942	7293.249	504.780	

测量实验指导书

续表

点号	X (m)	Y (m)	H (m)	控制点位置
D42	5242.248	7185.059	505.493	
D43	5102.984	7054.689	503.019	
D44	4867.192	6784.877	496.484	
D45	4752.922	6932.261	507.405	
D46	5182.231	7121.928	505.063	
D47	5100.253	7084.157	503.558	
D48	5091.204	7379.920	505.663	
D49	5054.182	7462.984	506.340	
D50	5003.839	7481.002	506.239	
D51	5010.291	7522.521	506.857	
D52	4929.868	7536.209	505.943	
D53	4903.501	7542.555	505.941	
D54	4889.407	7533.963	504.275	
D55	4549.035	7234.114	500.920	
D56	4496.036	7248.369	501.070	
D57	4513.706	7304.154	500.940	
D58	4674.977	7302.502	500.798	
D59	4793.797	7263.323	501.969	
D60	5036.725	7379.958	506.833	地面观测墩
D61	5015.818	7315.493	506.811	地面观测墩
D62	4948.498	7105.527	501.654	地面观测墩
D64	4882.988	7228.524	504.158	
D65	4865.759	7460.947	503.589	
D66	4834.752	7411.904	503.002	
D67	4814.915	7332.433	502.194	
BM1			500.000	南翼楼南门厅旁
BM4			505.142	能源学院后厅外

第二部分 测量实验指导

实验一 水准仪的使用及普通水准测量

[目的与要求]

1. 了解 DSZ3 型水准仪的基本构造，熟知各部件的名称、性能及作用。
2. 掌握水准仪的正确安置、瞄准和读数方法。
3. 练习普通水准测量的观测、记录及计算方法。

[仪器及工具]

每组借 DSZ3 型水准仪 1 套（含脚架，下同）、塔尺 2 根、尺垫 2 个、记录板 1 块，自备铅笔 1 支、橡皮 1 块。

[方法与步骤]

本实验分两步，第一步为水准仪的认识与使用，第二步为普通水准测量。可视情况分步练习。

✱ 水准仪的认识与使用

1. 安置仪器。将三脚架张开，使其高度适当，架头大致水平，踩实架腿，从箱中取出仪器，将其固定在三脚架架头上。
2. 认识仪器。观察仪器的各个部件，记住其名称，了解其作用，熟悉使用方法；同时认清塔尺的分划注记。

3. 粗略整平。通过旋转水准仪基座上的三个脚螺旋使圆水准气泡居中。步骤是：首先熟记脚螺旋旋转方向与水准气泡移动方向的规律，即用左手旋转脚螺旋，其气泡移动方向与左手大拇指转动方向一致；然后用单手（或双手同时按相反方向）旋转脚螺旋，使圆气泡居中。

4. 仪器操作。根据指导教师的讲解和示范，熟练掌握仪器的目镜调焦，瞄准，物镜调焦消除视差，照准，读数等各步操作。

5. 观测练习。在仪器两侧各立一根塔尺，进行观测、记录并计算高差。保持塔尺不动，改变仪器架设高度，同法再测。比较测量结果，检查是否超限。

✳ 普通水准测量

1. 选定一条能安置 8 ~ 10 个测站的闭合水准路线，确定起始点及水准路线的前进方向。

2. 在起始点上直接立塔尺作后视，在前进方向上的适当位置放置尺垫，并立尺作前视，在距两尺大致相等的距离处安置仪器，分别观测两尺，得后视读数 a_1 和前视读数 b_1 ，填入表中，算出高差 h_1 (表 2-1)，完成第一站观测。

表 2-1 普通水准测量记录手簿

仪器型号_____		日期_____		天气_____		班组_____	
测 站	点 号	水准尺读数		高 差		高程 (m)	备 注
		后 视	前 视	(+)	(-)		
1	A	a_1		h_1		H_A	
	1		b_1				
2	1	a_2			h_2		
	2		b_2				
3	2	a_3		h_3			
	3		b_3				
4	3	a_4			h_4		
	A		b_4			H_A	
Σ							
计 算 检 核		$h_{\text{测}} = \Sigma_{\text{后}} - \Sigma_{\text{前}} =$			$f_h = h_{\text{测}} - h_{\text{理}} =$		
		$h_{\text{测}} = \Sigma(+)-\Sigma(-) =$					