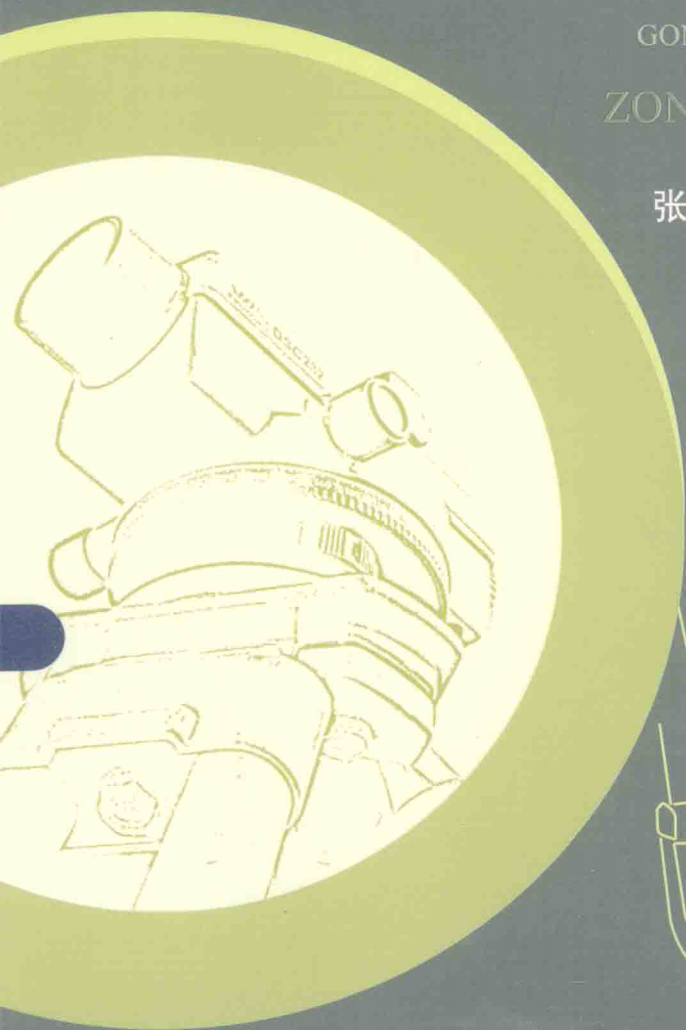


工程测量学实践 与新技术综合应用

GONGCHENG-CELIANGXUE
SHIJIAN YU XINJISHU
ZONGHE YINGYONG

张文君 刘成龙 主编



科学出版社

工程测量学实践与 新技术综合应用

张文君 刘成龙 主编

科学出版社

内 容 简 介

本书分为两篇。第一篇详细介绍“工程测量学”课程中 11 个基本实验的实施过程并列出相应实验思考题,这 11 个实验分别是:全站仪的使用、施工放样的基本方法、建筑方格网的建立、建筑物轴线放样、圆曲线测设、综合曲线测设、用全站仪(坐标法)测设圆曲线、线路中线测量及线路的纵、横断面测绘、道路坡度线放样、RTK 的使用和建筑物沉降变形观测;第二篇阐述测量新技术在高铁、滑坡监测、大型桥梁施工测量、地铁工程安全全自动监测等大型施工项目中的综合应用。

本书可作为测绘类本、专科生及研究生的实践教材和参考书,也可作为从事高铁、地铁隧道、大型桥梁、GPS 滑坡监测等工程建设的工程测量人员的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程测量学实践与新技术综合应用 / 张文君, 刘成龙主编. —北京: 科学出版社, 2015.4
ISBN 978-7-03-043999-9

I. ①工… II. ①张… ②刘… III. ①工程测量-教材 IV. ①TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 055151 号

责任编辑: 张 展 李 娟 / 责任校对: 陈 靖

责任印制: 余少力 / 封面设计: 墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 3 月第 一 版 开本: B5 (720*1000)

2015 年 3 月第一次印刷 印张: 8.25

字数: 150 千字

定价: 29.00 元

《工程测量学实践与新技术综合应用》编委会

主 编

张文君 (西南科技大学)

刘成龙 (西南交通大学)

编委会成员 (排名不分先后)

王卫红 (西南科技大学)

谢劲峰 (桂林理工大学)

段祝庚 (中南林业科技大学)

戴小军 (西南石油大学)

王化光 (西南交通大学)

熊助国 (东华理工大学)

秦岩斌 (成都理工大学)

冯 晓 (重庆交通大学)

肖荣健 (西南科技大学)

王崇倡 (辽宁工程技术大学)

孔维华 (山东理工大学)

程 钢 (河南理工大学)

姜 刚 (长安大学)

郭丰伦 (山东理工大学)

兰孝奇 (河海大学)

郑 毅 (云南国土资源职业学院)

杨国强 (西南科技大学)

杨艳梅 (西南石油大学)

刘向铜 (东华理工大学)

宋宜荣 (青海大学)

江 畅 (南京邮电大学)

于 洋 (滁州学院)

张乐春 (青海大学)

王德军 (河北工业大学)

宋 韬 (中国民航飞行学院)

索俊峰 (西北民族大学)

王贵文 (山西师范大学)

宋怀庆 (西南科技大学)

赵政权 (云南国土资源职业学院)

许辉熙 (四川建筑职业技术学院)

汪仁银 (四川水利职业技术学院)

周小莉 (四川水利职业技术学院)

韩 鹏 (四川省成都铁路工程学校)

张惠鑫 (成都师范学院)

郭一江 (西南科技大学城市学院)

前 言

“工程测量学”是理论性和实践性都很强的专业课程，工程测量实践是该课程至关重要的教学环节，通过实践不仅能验证基本理论知识，也能培养学生的实践动手能力和实验设计能力，使学生运用所学理论知识，根据具体情况，按照不同的要求设计方案，运用适当的工程测量手段完成任务，更重要的是锻炼学生灵活运用所学测绘专业知识，解决工程建设实践中测量问题的能力，使学生真正达到理论与实践相结合的能力标准。

为了改革工程测量课程实践教学以及更好地反映大型工程在测量工作方面的最新发展，由西南科技大学环境与资源学院张文君教授和西南交通大学刘成龙教授倡导策划，组织全国二十多所高校参与编写了与“工程测量学”课程配套的实践教材《工程测量学实践与新技术综合应用》。本教材获“西南科技大学本科教材建设基金”资助。

该书分为两篇，第一篇紧扣目前工程测量学的实际情况，详细介绍如何使用数字水准仪、全站仪、GPS进行常规工程测量工作，让学生循序渐进地掌握工程测量的基本技能；第二篇针对高铁、滑坡监测、大型桥梁施工测量、地铁工程安全全自动监测等大型施工项目，叙述如何将测绘新技术综合应用于以上领域，安全、高效地完成相关精密测量工作，便于读者全面把握大型工程测绘工作的整体流程和实施。本书不仅可作为测绘类本、专科生及研究生的实践教材和参考书，也可作为从事高铁、地铁隧道、大型桥梁、GPS滑坡监测等工程建设的工程测量人员的技术参考书。全书由张文君教授统稿。

本书编写过程中，参阅了大量文献，并引用了其中一些资料，为此谨向有关作者表示衷心感谢！

受学识所限，本书有不妥之处，还望广大同仁不吝赐教。

目 录

第一篇 工程测量学实践指导	1
第一章 工程测量学实践须知	3
第二章 全站仪的使用	9
第一节 概述	9
第二节 实践过程	9
第三节 思考	12
第三章 施工放样的基本方法	13
第一节 概述	13
第二节 实践过程	13
第三节 思考	18
第四章 建筑方格网的建立	21
第一节 概述	21
第二节 实践过程	21
第三节 思考	23
第五章 建筑物轴线放样	24
第一节 概述	24
第二节 实践过程	24
第三节 思考	25
第六章 圆曲线测设	27
第一节 概述	27
第二节 实践过程	27
第三节 思考	28
第七章 综合曲线测设	31
第一节 概述	31
第二节 实践过程	31
第三节 思考	32
第八章 用全站仪(坐标法)测设圆曲线	35

第一节	概述	35
第二节	实践过程	35
第三节	思考	36
第九章	线路中线测量及线路的纵、横断面测绘	37
第一节	概述	37
第二节	实践过程	38
第三节	思考	38
附：参考		40
第十章	道路坡度线放样	44
第一节	概述	44
第二节	实践过程	44
第三节	思考	45
第十一章	RTK 的使用	46
第一节	概述	46
第二节	实践过程	46
第三节	思考	54
第十二章	建筑物沉降变形观测	55
第一节	概述	55
第二节	实践过程	55
第三节	思考	56
附：建筑物沉降观测方案设计模板		57
第二篇	测量新技术在工程领域的综合应用	65
第十三章	基于 GPS 技术的滑坡自动监测	67
第一节	滑坡监测的常规技术方法	67
第二节	GPS 滑坡监测系统	69
第三节	监测数据传输方式	70
第四节	野外供电系统	71
第五节	控制中心结构	72
第六节	GPS 滑坡监测实例	73
第七节	滑坡预警与分级	77
第十四章	高铁轨道控制网测量与数据处理	78
第一节	CPⅢ平面网测量的方法及其技术要求	78
第二节	CPⅢ高程网测量的方法	89
第十五章	大型桥梁施工测量监控实施	92
第一节	工程概况	92

第二节	** 大桥施工测量监控的内容	92
第三节	** 大桥施工测量监控变形监测网的建立	93
第四节	主墩承台基础的沉降监测	94
第五节	悬臂箱梁的挠度变形监测	95
第六节	悬臂箱梁的中线位移监测	98
第七节	合拢误差的控制与调整	100
第十六章	高铁隧道洞内平面控制网测量	101
第一节	CPⅡ控制网的基本知识	101
第二节	洞内 CPⅡ控制网测量的三种方法	101
第三节	洞内 CPⅡ控制网测量的技术要求	103
第十七章	地铁工程安全全自动监测	105
第一节	全自动监测系统	105
第二节	地铁安全全自动监测实例分析	109
参考文献		119

第一篇 工程测量学实践指导

第一章 工程测量学实践须知

“工程测量学”是测绘学科的一门专业课程，是实践性很强的综合性课程。工程测量学实践是教学环节中不可缺少的环节，只有通过实际的仪器操作、计算、观测、记录以及实践报告编写等，才能巩固课堂所学的基本理论，掌握工程测量学的基本技能和基本方法。因此，对工程测量学实践必须予以重视。

一、准备工作

(1)工程测量学实践之前，必须认真阅读本篇的实践指导，并复习教材中的有关内容，以了解实践目的、要求、方法、步骤和有关注意事项。

(2)按实践指导提出的要求，实践前准备好所需仪器工具，安排好人员分工。

二、实践基本规定

(1)实践分小组进行，组长负责组织和协调实践工作，办理仪器工具的借领和归还。

(2)工程测量学实践是需要小组成员各施其责、协作完成的教学实践活动。对实践规定的各项内容，每个小组成员均应轮流担任不同的工作。实践结束后，实践报告应独立完成。

(3)实践应在指定的地点和规定的时间内完成。未经允许，不得擅自改变实践地点，不得无故缺席、迟到、早退。

(4)实践领用、归还仪器，必须遵守实验室的管理规定。

(5)实践中出现仪器故障、工具损坏和丢失等情况时，必须及时报告指导老师，不得随意自行处理。

(6)实践过程中，必须听从指导老师安排，注意人身和设备安全，实践的具体操作按要求、步骤进行，以保障实践的顺利完成。

(7)实践结束时,观测记录和实践成果经指导老师检查并认可后,方可收拾和清洁仪器工具,归还实验室。

三、测量仪器工具的领取与使用

测量仪器一般都比较贵重,对测量仪器的正确使用、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使用寿命的必要条件。因此,在仪器的领取、开箱、装箱、安装、使用以及搬迁过程中都必须遵守以下规定:

1. 仪器工具的借用

(1)以小组为单位,凭学生证前往测量实验室借领测量仪器工具,每次实践所用仪器工具均已在实践指导中注明。

(2)借领时,应确认与实践所需仪器工具是否相符、仪器工具是否完好、仪器背带和提手是否牢固。如有缺损,立即补领或更换。

(3)仪器搬运前,应检查仪器箱是否锁好;搬运时,应轻拿轻放,避免剧烈震动和碰撞。

(4)仪器工具均有编号,实践过程中各组应妥善保护各自的仪器工具,不得任意调换。

(5)实践结束后,应清理仪器工具上的泥土,及时收装仪器工具,送还实验室检查。仪器工具如有损坏和丢失,应写出书面报告说明情况,并按有关规定给予赔偿。

2. 仪器的开箱

(1)仪器箱应平放在地面上或其他平台上才能开箱,不要托在手上或抱在怀里开箱,以免不小心将仪器摔坏。

(2)开箱后未取出仪器前,应注意仪器的安放位置和方向,以免使用完毕后装箱时,因安放位置不正确而损坏仪器。

(3)仪器在取出前一定要先松开制动螺旋,以免取出仪器时因强行扭转而损坏制动、微动装置,甚至损坏轴系。

3. 仪器的安装

(1)根据观测者的身高,调节好三脚架三条腿的长度,然后把固定螺旋拧紧,防止因螺旋未拧紧导致脚架自行收缩而损坏仪器,亦不可用力过猛而造成螺旋滑丝。

(2)架设三脚架时,三条腿分开的跨度要适中。并得太拢,则不稳定容易被

碰倒,分得太开则容易滑倒,都会造成事故。若在斜坡地上架设三脚架,应使两条腿在坡下(可稍放长),一条腿在坡上(可稍缩短),这样安放比较稳当。若在光滑地面上架设三脚架,要采取安全措施(如用小细绳将三脚架连接起来),防止三脚架向外滑动。

(3)三脚架在地面上安置好后,架头应大致水平,架头中心应大致与地面测站点对中。若地面为泥土地面,应将脚架尖踩入土中,防止仪器下沉。

(4)从仪器箱取出仪器时,一手握住照准部支架,另一手扶住基座,将仪器轻轻安放到三脚架头上;然后一手仍握住照准部支架,另一手将中心连接螺旋旋入基座底板的连接孔内。

(5)从仪器箱取出仪器后,要随即将仪器箱盖好,以免沙土杂草进入箱内。塑料仪器箱较薄,不能承重,因此禁止坐、踩仪器箱。

4. 仪器的使用

(1)在任何时候,仪器必须有人看管,防止仪器被无关人员搬弄和行人车辆碰损。

(2)在野外观测时必须撑伞,防止烈日暴晒和雨淋(包括仪器箱等)。

(3)取仪器和使用仪器过程中,要注意避免触摸仪器的目镜和物镜,以免玷污镜头,影响成像质量。

(4)如遇目镜、物镜蒙上水汽而影响观测(在冬季较常见),应用专用镜头纸轻轻擦去,严禁用手指或手帕等物擦拭,以免损坏镜头上的药膜。

(5)转动仪器照准部时,应先松开制动螺旋,然后平稳转动,切不可在制动旋紧的情况下,用力转动仪器照准部。

(6)使用微动螺旋时,应先旋紧制动螺旋,但不能用力过大或动作太猛,应用力均匀,以免损伤螺旋。

(7)微动螺旋和脚螺旋不要旋到顶端,宜使用中段部分。

(8)仪器发生故障时,应立即停止使用,并及时向指导老师报告,不得擅自处理。

(9)电子类仪器的充电、保管、使用等各个环节,都必须严格遵守相关规定。不得随意删除内存数据,不得随意更改仪器参数。(若需删除数据,应咨询指导教师;若更改仪器参数,应在仪器交还前恢复其常规设置。)

5. 仪器的搬迁

(1)远距离迁站或通过行走不便的地区时,必须将仪器装箱后再迁站。

(2)平坦地区近距离迁站时,可将仪器连同脚架一同搬迁。但要注意先检查连接螺旋是否旋紧,然后松开各制动螺旋使仪器保持初始位置(经纬仪、全站仪望远镜物镜对向度盘中心,水准仪物镜向后),再张开三脚架,双手各抓住一条

三脚架腿，将三脚架置于右肩上，扛起稳步行走。

(3) 严禁将三脚架收拢后，横扛在肩上行走，以防碰坏仪器。

(4) 迁站前应仔细清点所有的仪器、工具和资料，防止物品丢失。

6. 仪器的装箱

(1) 仪器使用完后，应及时清除仪器上的灰尘和仪器箱、脚架上的泥土，套上物镜盖。

(2) 仪器拆卸时，应先松开各制动螺旋，将脚螺旋旋至中间部位，再一手握住照准部支架，另一手将中心连接螺旋旋开，双手将仪器取下。

(3) 仪器装箱时，使仪器位置正确，试关箱盖确认放妥后，再拧紧各制动螺旋，检查仪器箱内的附件是否缺少，然后关箱上锁。若箱盖合不上，说明仪器位置未放置正确或未将脚螺旋旋至中段，这时应重放，切不可强压箱盖，以免压坏仪器。

7. 测量工具的使用

(1) 各种标尺和花杆应注意防水、防潮和防止横向受力。不用时安放稳妥，不得用来垫坐，不要随意将标尺和花杆往树上或墙上立靠，以防滑倒损坏或磨损尺面。塔尺在使用时应注意接口处的正确连接，用后及时收尺。

(2) 在通视困难的情况下，棱镜杆应拉出伸长，使用后应立即收回，不可全部拉出后横扛着行走。

(3) 小件工具如垂球、测钎和尺垫、钢卷尺、皮尺等，使用完即收，防止遗失。

四、测量记录与计算规则

测量记录是外业观测成果的记载和内业数据处理的依据，在观测记录、计算时必须严肃认真、一丝不苟，其应遵守的规则如下：

(1) 实践记录必须直接填在规定的表格内，不得用零散纸张记录、计算，再进行转抄。

(2) 凡记录表格上规定应填写的项目不得空置。

(3) 观测者读数后，记录者应立即回报读数，经核实后再记录。

(4) 所有记录、计算均用绘图铅笔(2H 或 3H)记载，字体应端正清晰、数字齐全、数位对齐，字脚靠近底线，字体大小一般应略小于格子的一半，以便留出空隙改错。

(5) 记录数据的小数位虽然视测量等级而不同，但应规范。表示精度或占位的“0”均不能省略，如：水准尺读数 1.4 应读记为 1.400，角度读数 $96^{\circ}4'0''$ 应读记为 $96^{\circ}04'00''$ 。

(6)原始记录禁止擦拭、涂抹,修改读记(非尾数)错误时,则将错误数字用横线划去,将正确数字写在原数上方,并在备注栏注明原因(如测错、记错);观测数据的尾数部分不准更改,应将错误的记录划去。

(7)废除记录时,其整个部分用斜线划去,但不得使原数字模糊不清,并在备注栏注明原因(如超限、碰动仪器等)。

(8)禁止连续更改,如角度测量中的盘左、盘右读数、距离测量的往、返测读数、水准测量的红黑面读数等,均不能同时更改,否则重测。

(9)数据的计算应根据所取的位数,按“4舍6进,5前奇进偶不进”的规则进行凑整。

(10)每测站观测结束后,必须在现场完成规定的计算和检核,确认无误后方可搬站。

五、工程测量学实践教学成绩评定方法

1. 评定项目

- (1)观测前检查仪器;
- (2)记录整齐、干净并符合规定要求,估读准确,计算无误;
- (3)外业观测成果符合规定要求,严格按照仪器设备的技术操作程序作业,动作规范。

2. 内业计算

- (1)按时完成各种内业放样数据计算,计算正确无误;
- (2)字体工整、干净;
- (3)误差符合规定要求。

3. 基本放样

- (1)放样基本方法、建筑方格网的建立、建筑物轴线放样步骤正确;
- (2)外业放样结果的各项误差符合《规范》规定的限差要求;
- (3)在规定时间内完成实践。

4. 曲线放样

- (1)外业作业步骤正确;
- (2)外业放样结果的各项误差符合《规范》规定的限差要求;
- (3)在规定时间内完成实践。

5. 线路中线及纵、横断面测量

- (1) 各案选择正确、合理、可行；
- (2) 线路中里程测设、高程及纵、横断面测量的各项误差符合《规范》要求；
- (3) 绘制的纵、横断面图符合《规范》要求；
- (4) 按时完成实践任务。

6. 实践报告

- (1) 内容全面、字迹工整；
- (2) 爱护仪器和工具；
- (3) 遵守实践纪律；
- (4) 实践报告文理通顺、结论明确。

实践报告是实践的成果整理和个人实践情况的总结。实践报告中既要包括外业记录表格、内业计算资料，又要有理论上的综合分析。故在整个实践过程中要注意保存和积累资料，做完一项及时整理一项。一般来说，实践报告应分为前言(实践目的、任务、概况等)、正文(实践过程)、结束语(收获、心得体会、意见和建议)三部分。

第二章 全站仪的使用

第一节 概 述

一、实践目的与要求

- (1)熟悉全站仪各个功能键的作用；
- (2)熟悉全站仪的各项功能；
- (3)掌握全站仪放样功能。

二、仪器和工具

全站仪一台、脚架一个、棱镜一个、棱镜杆一个、皮尺(钢卷尺)一卷。

第二节 实 践 过 程

随着现代科学技术的发展和计算机的广泛应用，一种集测距装置、测角装置和微处理器为一体的新型测量仪器应运而生。这种能自动测量和计算，并通过电子手簿或直接实现自动记录、存储和输出的测量仪器，称为全站型电子速测仪，简称全站仪。全站仪是数字测图中常用的数据采集设备，分为分体式和整体式两类。分体式全站仪的照准头和电子经纬仪不是一个整体，进行作业时将按照准头安装在电子经纬仪上，作业结束后卸下来分开装箱；整体式全站仪是分体式全站仪的进一步发展，照准头和电子经纬仪的望远镜结合在一起，形成一个整体，使用起来更为方便。对于基本性能相同的各种类型的全站仪，其外部可视部件基本相同。全站仪主要由五个系统组成：控制系统、测角系统、测距系统、记录系统和通信系统。全站仪组成及各系统间关系如图 2.1。