



# 工程测量读本

GONGCHENG  
CELIANG  
DUBEN

周建郑 等编著



化学工业出版社



# 工程测量读本

图书馆

GONGCHENG  
CELIANG  
DUBEN

周建郑 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

全书共分 17 章。内容主要包括：水准测量，角度测量，距离测量与直线定向，全站仪测量，GNSS 全球卫星定位系统简介，测量误差的基本知识，控制测量，大比例尺地形图测绘，地形图的应用，施工测量的基本知识，建筑施工测量，水利工程测量，公路工程测量曲线测设，桥梁隧道施工测量等。

本书具有较强的实用性和通用性，突出“以能力为本位”的指导思想，在体系安排上，介绍了工程测量中常用的仪器设备，包括水准仪、经纬仪、测距仪、全站仪和 GPS 系统等的工作原理、功能、操作方法、维护和检验校正等方面的知识和技能。基本概念准确，各部分内容紧扣培养目标，文字简练、相互协调、通顺易懂。全书在内容上力求结合各种工程测量的生产实际，同时也力求将现代测量领域的最新科技成果、技术方法反映出来。本书力求满足技术应用的要求，突出应用、加强实践。按“必需、够用”的原则安排。

本书主要作为测绘和地理信息工程技术人员的培训教材与自修读本，也可作为相关院校水利类、土建类、道路与桥梁、资源勘查、地质类等专业的教材，同时可供有关部门测绘人员在工作中参考和使用。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

工程测量读本/周建郑等编著. —北京：化学工业出版社，2018.1

ISBN 978-7-122-31115-3

I. ①工… II. ①周… III. ①工程测量 IV. ①TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 297870 号

责任编辑：王文峡

装帧设计：王晓宇

责任校对：王 静

出版发行：化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷：大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 18 $\frac{1}{4}$  字数 518 千字

2018 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888 (传真：010-64519686) 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：69.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

FOREWORD

科学的成就和测绘科学的进步为测量技术提供了新的方法和手段,先进的全站仪和 GPS 系统等仪器设备,在测量中得到了广泛的应用。工程控制测量、数字地形图测绘、公路测设以及各种工程施工放样等朝着自动化、数字化迈进,跨入了现代化。

工程建设的规划、设计、施工和运营管理各个阶段都离不开测量工作,测量工作贯穿于工程建设的始终。作为一名工程技术人员,既要熟练掌握传统的测绘理论与方法,也要学习和掌握成熟的测绘新技术,例如,数字测图、全站仪和 GNSS 测量及计算机数据处理等,并能将它们应用到工程建设的生产实践中,只有这样,才能担负起工程规划设计、施工建筑和运营管理等各个阶段的任务,才能使自己在激烈的市场竞争中立于不败之地。

本书主要讲述普通测量学和工程测量学的部分内容。着重介绍水利工程、道路与桥梁工程、隧道工程、给水排水工程、村镇建设、城乡规划中常用测量仪器的构造与使用、大比例尺地形图的测绘与应用以及一般工程的施工测量。

本书具有较强的实用性和通用性,突出“以能力为本位”的指导思想,在体系安排上,介绍了工程测量中常用的仪器设备,包括水准仪、经纬仪、测距仪、全站仪和 GPS 系统等的工作原理、功能、操作方法、维护和检验校正等方面的知识和技能。基本概念准确,各部分内容紧扣培养目标,文字简练、相互协调、通顺易懂。全书在内容上力求结合各种工程测量的生产实际,同时也力求将现代测量领域的最新科技成果、技术方法反映出来。本书力求满足技术应用的要求,突出应用、加强实践。按“必需、够用”的原则安排。

本书力求文字简洁,通俗易懂,适合工程技术人员和职业

院校学生用于自学或培训。

本书由周建郑等编著。第一、二、四、十、十四章由周建郑编写；第三、十三章由李峰编写；第五、十六章由汪绯编写；第六、十二章由李会青编写；第七、八章由聂欢编写；第九、十七章由赵雪云编写；第十一、十五章由任伟编写。全书由周建郑教授统稿，宋新龙高级工程师主审。在此致以诚挚的谢意。

在本书编写过程中，得到了蔡丽朋、何世玲、李九宏、吕宣照、苏炜、孙海粟、孙加保、汪菁、王付全、吴大炜、张保善等，以及化学工业出版社和编写者所在单位的大力支持，在此一并致谢。

限于编者的水平、经验及时间所限，书中定有欠妥之处，敬请专家和广大读者批评指正。

编著者

2017年9月

# 目录

CONTENTS

<b>第一章 绪论</b> .....	1
导读 .....	1
第一节 测量学的任务及内容 .....	1
一、测量学概述 .....	1
二、工程测量在水利水电工程建设中的应用 .....	3
三、工程测量在道路与桥梁工程、隧道工程中的应用 .....	3
第二节 地面点位的确定 .....	4
一、地球的形状和大小 .....	4
二、确定地面点位的方法 .....	8
第三节 用水平面代替水准面的限度 .....	15
一、用水平面代替水准面对水平距离的影响 .....	15
二、用水平面代替水准面对水平角的影响 .....	16
三、用水平面代替水准面对高程的影响 .....	17
第四节 测量工作的基本原则 .....	18
总结提高 .....	19
思考题与习题 .....	23
<b>第二章 水准测量</b> .....	24
导读 .....	24
第一节 水准测量原理 .....	24
一、水准测量原理 .....	24
二、转点、测站 .....	26
第二节 水准测量的仪器和工具 .....	27
一、DS3 型微倾式水准仪 .....	28
二、水准尺及附件 .....	32
第三节 微倾式水准仪的基本操作程序 .....	33

一、使用微倾式水准仪的方法	33
二、注意事项	35
第四节 水准测量的方法	36
一、水准点和水准路线	36
二、水准测量的方法、记录计算及注意事项	38
三、水准测量的成果处理与计算	40
第五节 水准仪的检验与校正	44
一、水准仪应满足的几何条件	44
二、水准仪的检验与校正	45
第六节 水准测量误差来源及其影响	50
一、仪器误差	50
二、水准标尺的误差	50
三、整平误差	51
四、读数误差的影响	51
五、仪器和标尺升沉误差	51
六、大气折光的影响	52
第七节 自动安平水准仪	53
一、自动安平原理	53
二、DZS3-1型自动安平水准仪	54
第八节 精密水准仪及电子水准仪简介	56
一、精密水准仪	56
二、电子水准仪的基本原理	60
三、电子水准仪的特点	62
四、天宝 DiNi03 电子水准仪的简介	63
总结提高	65
思考题与习题	66

## 第三章 角度测量

导读	70
第一节 角度测量的基本概念	70
一、水平角的测量原理	70
二、竖直角测量原理	71



第二节 DJ6 型光学经纬仪 .....	72
一、测微尺读数装置的光学经纬仪 .....	72
二、单平板玻璃测微器读数装置的光学经纬仪 .....	76
第三节 经纬仪的使用 .....	78
一、安置经纬仪 .....	79
二、照准目标 .....	81
三、读数或置数 .....	82
第四节 水平角观测 .....	82
一、测回法 .....	82
二、方向观测法 .....	85
第五节 竖直角观测 .....	87
一、竖直度盘结构 .....	87
二、竖直角的计算 .....	88
三、竖盘指标差 .....	90
四、竖直角观测 .....	91
五、竖盘指标自动归零补偿器 .....	93
第六节 经纬仪的检验与校正 .....	94
一、经纬仪应满足的几何条件 .....	94
二、经纬仪的检验与校正 .....	95
第七节 水平角观测的误差来源及消减措施 .....	100
一、仪器误差 .....	100
二、观测误差 .....	101
三、外界条件的影响 .....	103
第八节 电子经纬仪简介 .....	104
一、电子经纬仪的测角系统 .....	104
二、电子经纬仪简介 .....	106
总结提高 .....	109
思考题与习题 .....	110

## 第 4 章 距离测量与直线定向 .....

导读 .....	113
----------	-----



第一节 钢尺量距 .....	114
一、量距工具 .....	114
二、直线定线 .....	115
三、一般量距方法 .....	117
四、钢尺的检定 .....	120
五、钢尺的精密量距 .....	122
六、钢尺量距的误差分析及注意事项 .....	126
第二节 视距测量 .....	127
一、视距测量原理 .....	127
二、视距测量的观测和计算 .....	130
三、视距测量的误差来源及消减方法 .....	130
第三节 直线定向 .....	132
一、标准方向线 .....	132
二、方位角 .....	133
三、用罗盘仪测定磁方位角 .....	133
四、正、反坐标方位角 .....	135
五、象限角 .....	135
第四节 坐标正、反算 .....	136
一、坐标正算 .....	136
二、坐标反算 .....	137
总结提高 .....	138
思考题与习题 .....	139

## 第五章 全站仪测量 .....

导读 .....	141
第一节 概述 .....	141
第二节 测距原理 .....	143
一、脉冲式光电测距仪测距原理 .....	143
二、相位式光电测距仪测距原理 .....	144
第三节 全站型电子速测仪 .....	146
一、电子速测仪分类 .....	146
二、全站仪的配件 .....	148

三、全站仪的特性及其使用要点 .....	151
四、尼康 DTM-532C 电子全站仪 .....	154
五、使用全站仪的注意事项 .....	163
总结提高 .....	164
思考题与习题 .....	165

## 第 六 章 GNSS 全球卫星定位系统简介 .....

导读 .....	166
第一节 GPS 全球定位系统的建立 .....	167
一、GPS 卫星星座 .....	167
二、GPS 地面监控系统 .....	169
三、GPS 用户设备部分 .....	170
四、GPS 现代化 .....	172
第二节 GPS 定位的基本原理 .....	174
一、静态定位与动态定位 .....	174
二、单点定位和相对定位 .....	175
三、用 GPS 定位的基本方法 .....	178
第三节 实时动态(RTK)定位技术简介 .....	180
一、RTK 的工作原理 .....	181
二、RTK 的系统组成 .....	182
三、RTK 的作业方法 .....	182
第四节 GPS 网络 RTK 技术 .....	187
一、虚拟参考站(VRS)技术 .....	188
二、区域改正数法(FKP)技术 .....	189
三、Leica 的主辅站技术 .....	189
四、CORS 在各种工程中的应用 .....	190
五、如何申请使用 CORS 系统 .....	191
总结提高 .....	192
思考题与习题 .....	193

## 第 七 章 测量误差的基本知识 .....

导读 .....	194
----------	-----

第一节 测量误差及其分类 .....	194
一、测量误差产生的原因 .....	195
二、观测类型 .....	196
三、测量误差的分类 .....	197
第二节 偶然误差的特性 .....	198
第三节 衡量精度的标准 .....	200
一、中误差 .....	201
二、极限误差 .....	203
三、相对误差 .....	203
第四节 算术平均值及其观测值的中误差 .....	204
一、算术平均值 .....	204
二、观测值的中误差 .....	206
三、算术平均值中误差的计算公式 .....	209
第五节 误差传播定律 .....	211
一、线性函数 .....	211
二、非线性函数 .....	213
总结提高 .....	214
思考题与习题 .....	215

## 第八章 控制测量 .....

导读 .....	216
第一节 控制测量概述 .....	216
一、平面控制测量 .....	217
二、高程控制测量 .....	223
三、小区域平面控制测量 .....	224
第二节 导线测量的外业观测 .....	225
一、导线的布设形式 .....	226
二、导线测量的外业工作 .....	228
第三节 导线测量的内业计算 .....	232
一、闭合导线计算 .....	232
二、附合导线计算 .....	237
三、支导线计算 .....	238

第四节 全站仪导线测量 .....	241
一、外业观测工作 .....	241
二、以坐标和高程为观测值的导线近似平差计算 .....	241
第五节 GPS 平面控制测量 .....	244
一、GPS 控制网的分级 .....	244
二、GPS 点的密度 .....	245
三、测量作业基本技术规定 .....	246
四、GPS 定位网的布设 .....	246
五、野外选点 .....	248
六、GPS 点标志和标石埋设 .....	249
七、GPS 定位网的测设方案 .....	249
八、外业观测 .....	254
九、天线安置 .....	254
十、观测作业 .....	255
十一、外业成果记录 .....	256
十二、观测成果的外业检核及处理 .....	257
第六节 交会法测量 .....	258
一、前方交会 .....	259
二、后方交会 .....	260
第七节 三、四等水准测量 .....	261
一、三、四等水准测量的观测程序和记录方法 .....	262
二、测站计算与校核 .....	263
三、成果计算与校核 .....	265
四、等外水准测量 .....	265
第八节 三角高程测量 .....	266
一、三角高程测量的主要技术要求 .....	266
二、三角高程测量的原理 .....	266
三、三角高程测量的观测与计算 .....	267
总结提高 .....	268
思考题与习题 .....	270

## 第九章 大比例尺地形图的基本知识 .....

导读 .....	272
----------	-----

第一节 地形图和比例尺 .....	272
一、地形图、平面图、地图 .....	272
二、比例尺的种类 .....	273
三、地形图比例尺的选择 .....	277
四、比例尺精度 .....	277
第二节 大比例尺地形图的分幅与编号 .....	280
一、梯形分幅和老图号的编号方法 .....	280
二、国家基本比例尺地形图新的分幅和编号 .....	284
三、矩形或正方形分幅和编号 .....	286
四、三北方向线 .....	287
五、坡度比例尺 .....	287
第三节 地物、地貌在图上的表示方法 .....	289
一、地物符号 .....	295
二、地貌符号 .....	297
总结提高 .....	303
思考题与习题 .....	304

## 第 十 章 大比例尺地形图测绘 .....

导读 .....	306
第一节 测图前的准备工作 .....	306
一、图纸准备 .....	306
二、绘制坐标方格网 .....	307
三、控制点展绘 .....	309
第二节 经纬仪测绘法 .....	310
一、碎部点的选择 .....	311
二、一个测站上的测绘工作 .....	312
三、测站点的增补 .....	314
四、注意事项 .....	315
五、地物、地貌的描绘 .....	316
第三节 地形图的拼接、检查与整饰 .....	318
一、地形图的拼接 .....	318
二、地形图的检查 .....	319

三、地形图的整饰 .....	319
四、地形图的验收 .....	320
第四节 大比例尺数字化测图简介 .....	320
一、数字测图的原理和特点 .....	321
二、数字测图的作业过程 .....	322
三、数字测图的软件 .....	325
四、数字测图内业 .....	325
总结提高 .....	338
思考题与习题 .....	339

## 第 十 一 章 地形图的应用 .....

导读 .....	340
第一节 地形图的阅读 .....	340
一、图廓外的有关注记 .....	340
二、地貌阅读 .....	342
三、地物阅读 .....	342
四、植被分布阅读 .....	342
第二节 地形图的基本应用 .....	343
一、在图上确定某点的高程和坐标 .....	343
二、在图上确定两点间的直线距离 .....	344
三、在图上确定某直线的坐标方位角 .....	345
四、确定图上某直线的坡度 .....	346
第三节 地形图在工程建设中的应用 .....	346
一、按设计线路绘制纵断面图 .....	346
二、在地形图上按限制坡度选择最短路线 .....	348
三、图形的面积量算 .....	349
四、根据地形图等高线平整场地 .....	351
五、在地形图上确定经过某处的汇水面积 .....	355
总结提高 .....	356
思考题与习题 .....	357

## 第 十 二 章 施工测量的基本知识 .....

359

导读 .....	359
第一节 施工测量概述 .....	359
一、概述 .....	359
二、施工测量的特点 .....	360
第二节 测设的基本工作 .....	361
一、测设已知水平距离 .....	361
二、测设已知水平角 .....	364
三、测设已知高程 .....	365
第三节 测设平面点位的方法 .....	368
一、直角坐标法 .....	369
二、极坐标法 .....	370
三、前方交会法 .....	371
第四节 已知坡度直线的测设 .....	372
总结提高 .....	374
思考题与习题 .....	375

## **第十三章 建筑施工测量** .....

导读 .....	377
第一节 建筑工程施工控制网 .....	377
一、施工控制网的特点 .....	378
二、施工控制点的坐标换算 .....	378
第二节 建筑基线 .....	379
第三节 建筑方格网 .....	380
一、建筑方格网的布置 .....	380
二、建筑方格网的测设 .....	381
第四节 高程控制测量 .....	384
第五节 民用建筑施工测量 .....	385
一、测设前的准备工作 .....	385
二、建筑物的定位和放线 .....	386
三、基础施工测量 .....	390
四、墙体施工测量 .....	391
第六节 工业建筑施工测量 .....	394



一、厂房控制网的测设 .....	394
二、厂房柱列轴线与柱基测设 .....	395
三、厂房预制构件安装测量 .....	397
四、烟囱施工放样 .....	400
<b>第七节 竣工总平面图的编绘 .....</b>	<b>404</b>
一、竣工测量 .....	404
二、竣工总平面图的编绘 .....	405
总结提高 .....	405
思考题与习题 .....	406

## **第十四章 水利工程测量** .....

导读 .....	408
<b>第一节 渠道测量</b> .....	<b>408</b>
一、选线测量 .....	409
二、中心导线测量 .....	410
三、中线测量 .....	411
四、纵断面测量 .....	415
五、横断面测量 .....	419
六、纵、横断面图的绘制 .....	421
七、横断面面积与土方计算 .....	424
八、渠堤断面的放样 .....	427
<b>第二节 土坝的施工放样</b> .....	<b>428</b>
一、坝轴线的测设 .....	428
二、坝身控制测量 .....	429
三、清基开挖线的放样 .....	431
四、坡角线的放样 .....	432
五、坝体边坡线的放样 .....	433
六、修坡桩的测设 .....	434
<b>第三节 水闸的施工放样</b> .....	<b>435</b>
一、水闸主要轴线的放样 .....	436
二、水闸底板的放样 .....	437
三、闸墩的放样 .....	437
四、下游溢流面的放样 .....	438

总结提高 .....	440
思考题与习题 .....	440

## 第 十五 章 公路工程测量 .....

导读 .....	442
第一节 概述 .....	442
第二节 新建公路的初测 .....	443
一、导线测量 .....	443
二、公路水准测量 .....	444
三、地形测量 .....	445
四、初测后应提交的资料 .....	445
第三节 公路详细测量 .....	446
一、定线测量 .....	446
二、中线测量 .....	450
三、水准测量 .....	453
四、横断面测量 .....	454
五、纵横断面图的绘制 .....	459
第四节 道路施工测量 .....	462
一、恢复中线测量 .....	462
二、施工控制桩的测设 .....	464
三、路基边桩的测设 .....	465
四、路基边坡的放样 .....	467
五、路面放样 .....	468
六、公路竣工测量 .....	470
第五节 地下管线施工测量 .....	471
一、施工前的测量工作 .....	471
二、管道施工测量 .....	472
三、顶管施工测量 .....	474
四、竣工测量 .....	475
总结提高 .....	475
思考题与习题 .....	476

## 第 十六 章 曲线测设 .....