

Civil Engineering
Constructional Measurement Handbook

土木工程
施工测量手册
(第二版)

胡伍生 潘庆林 黄 腾 主编



人民交通出版社
China Communications Press

土木工程施工测量手册

(第二版)

胡伍生 潘庆林 黄 腾 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本手册为土木工程施工测量工具书,分为四篇:施工测量基本知识、建筑工程施工测量、交通土建施工测量、变形测量。全书内容侧重于交通土建领域,结合大量工程实例,详细介绍了各类大型工程(如地铁、桥梁、高速公路等)的施工测量技术。

本手册是专为从事土木工程施工测量的工程师编写的一本实用工具书,对土木工程设计、施工、科研、管理人员及高等院校相关专业的师生亦有较高参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工测量手册/胡伍生,潘庆林,黄腾主
编.—2版.—北京:人民交通出版社,2011.5
ISBN 978-7-114-09025-7

I. ①土… II. ①胡…②潘…③黄… III. ①土木工
程—施工测量—技术手册 IV. ①TB22—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 064179 号

书 名:土木工程施工测量手册(第二版)

著 作 者:胡伍生 潘庆林 黄 腾

责任编辑:吴有铭 李 农

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757969,59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京盛通印刷股份有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:33.75

字 数:838 千

版 次:2005 年 1 月第 1 版 2011 年 5 月第 2 版

印 次:2011 年 5 月第 1 次印刷 总第 4 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09025-7

印 数:0001-4000 册

定 价:108.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

第二版前言

本手册第二版共分四篇,分别为施工测量基本知识、建筑工程施工测量、交通土建施工测量和变形测量。

本手册内容全面,重点突出。手册中全面介绍了施工测量基本知识以及土木工程施工测量的各个领域,并将变形测量专门列为一篇进行了详细介绍。本手册重点介绍了交通土建施工测量,如公路工程、桥梁工程、隧道工程、地铁工程、高速铁路工程施工测量等,对测量领域中不少内容进行了全面概括,如施工控制测量技术、地下工程中的联系测量技术等,方便读者查阅和应用。

本手册编排新颖,特色鲜明。本手册在内容编排上格式统一,在介绍各种工程施工测量时,先列出其精度要求,再简单介绍其原理,最后介绍具体操作和应用,让读者在应用中加深理解。本手册不强求系统性,但讲深讲透关键要点和注意事项,语言简明扼要,可操作性强。特色鲜明之处在于:介绍了测绘新技术、新仪器及其应用,具有先进性。书中融入了编者和其他学者在土木工程施工测量领域的最新研究成果,如GPS技术及其在桥梁施工控制网和地铁施工控制网中的应用、全站仪公路纵横断面测量一体化技术、桥梁施工测控技术、GPS精密高程测量技术、神经网络技术、电子数字水准仪以及变形测量技术等。

本手册图表清晰,实例丰富。手册中图表很多,有不少图表是编者精心设计的,让读者一目了然。丰富的图表,可以方便读者学习查用。书中还有大量的测量工程实例,有不少工程实例是编者亲身参与的,所有这些工程实例可以增加读者的感性认识,并帮助读者解决实际工程中常见的测量技术问题。

本手册第二版是在第一版的基础上修订而成的,删除了第一版第9章“特殊工程施工测量”;结合当前情况,增加了“高速铁路施工测量”(第13章),更加突出了本手册侧重于交通土建施工领域的特色;第14章增加了目前广泛采用的“自由设站法”;各章施工测量精度要求均根据现行规范进行了修订,并补充增加了一些工程应用实例。

参加本手册第二版编写工作的有:东南大学胡伍生(第1、2、3、4、5、9、14、15章),南京工业大学潘庆林(第6、7、8、11章,第12章12.6节)、河海大学黄腾(第10、12、13章)。本手册由胡伍生和潘庆林统稿。在编写过程中,我们参考了很多教材、专著和手册,收集和整理了有关科技人员和编者的大量学术论文,谨在此向本书参考文献的所有作者致谢。限于编者的水平,书中的缺点和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2010年12月于南京

E-mail: wusheng. hu@163. com

第一版前言

本手册共分四篇,分别为施工测量基本知识、建筑工程施工测量、交通土建施工测量和变形测量。

本书内容全面,重点突出。书中全面介绍了土木工程施工测量的各个领域,重点介绍了交通土建施工测量,如公路工程、桥梁工程、隧道工程、地铁工程施工测量等,并将变形测量专门列为一篇进行了详细介绍。对测量领域中不少内容进行了全面概括,如:施工控制测量技术、地下工程中的联系测量技术等,以方便读者查阅和应用。

本书内容编排新颖,特色鲜明。在介绍各种工程施工测量时,先列出其精度要求,再简单介绍其原理,最后介绍具体操作和应用,让读者在应用中加深理解。本书不强求系统性,但注重讲深、讲透关键要点和注意事项,语言简明扼要,可操作性强。

本书图表清晰,工程实例丰富,实用性强。大量的测量工程实例中,有不少是编者亲身参与的,所有这些工程实例可以增加读者的感性认识,并帮助读者解决实际工程中常见的测量技术问题。丰富的图表,可以方便读者学习查用。

本书介绍了测绘新技术、新仪器及其应用,具有先进性。书中融入了编者和其他学者在土木工程施工测量领域的最新研究成果,如 GPS 技术及其在桥梁施工控制网和地铁施工控制网中的应用、全站仪公路纵横断面测量一体化技术、桥梁施工测控技术、GPS 精密高程测量技术、神经网络技术、电子数字水准仪、变形测量技术及其技术要领等。

本书是一本非常理想的工具书,是工程设计、施工、科研、管理等有关人员必备的手册,也可供高等院校有关专业的师生参考。

参加本手册编写工作的有:东南大学胡伍生(第 1、2、3、4、5、10、14 章,第 15 章 1、2、3 节),南京工业大学潘庆林(第 6、7、8、12 章,第 13 章 4、6 节)、河海大学黄腾(第 9、11 章,第 13 章 1、2、3、5、7、8 节,第 15 章 4、5 节)。东南大学何辉明参编了第 2 章和第 3 章。全书由胡伍生和潘庆林统稿。

在编写过程中,编者参考了很多教材、专著和手册,收集和整理了有关科技人员和编者的大量学术论文,谨在此向本书参考文献的所有作者致谢。限于编者的水平,书中的缺点和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2004 年 10 月于南京

E-mail: ws. hu@jlonline. com

目 录

第一篇 施工测量基本知识

1 施工测量概述	1
1.1 施工测量的任务和作用	1
1.2 施工测量的特点	1
1.3 施工测量的基本原则	2
1.4 施工测量的其他要求	2
1.5 测量的度量单位	4
2 测量仪器简介	6
2.1 水准仪	6
2.1.1 水准仪概述	6
2.1.2 DS ₃ 型光学水准仪	7
2.1.3 自动安平水准仪	8
2.1.4 精密水准仪	9
2.1.5 激光水准仪	11
2.1.6 电子水准仪	12
2.2 经纬仪	14
2.2.1 经纬仪概述	14
2.2.2 DJ ₆ 型光学经纬仪	15
2.2.3 DJ ₂ 型光学经纬仪	18
2.2.4 激光经纬仪	19
2.2.5 电子经纬仪	20
2.3 光电测距仪	20
2.3.1 光电测距仪概述	20
2.3.2 短程光电测距仪简介	21
2.4 全站仪	23
2.4.1 全站仪的概念	23
2.4.2 全站仪的数据通信	25
2.4.3 全站仪简介	26
2.5 GPS 接收机	31
2.5.1 GPS 定位系统简介	31
2.5.2 GPS 接收机简介	35

2.6	测量仪器的检校与保养	39
2.6.1	水准仪的检验与校正	39
2.6.2	经纬仪的检验与校正	41
2.6.3	光电测距仪的检验与校正	44
2.6.4	全站仪的检测	44
2.6.5	测量仪器的保养	47
3	测量误差基本知识	49
3.1	测量误差概述	49
3.1.1	测量误差产生的原因	49
3.1.2	测量误差的分类	49
3.1.3	多余观测	50
3.1.4	偶然误差的特性	50
3.2	精度的概念	52
3.3	评定精度的标准	53
3.3.1	中误差 m	53
3.3.2	极限误差(容许误差)	54
3.3.3	相对误差 K	55
3.4	观测值精度的评定	55
3.4.1	算术平均值	55
3.4.2	改正数	55
3.4.3	依据改正数计算中误差	56
3.5	误差传播定律及其应用	57
3.6	权的概念及其应用	60
4	施工控制测量	63
4.1	坐标系统与坐标转换	63
4.1.1	坐标系统	63
4.1.2	坐标转换	65
4.1.3	坐标正算和坐标反算	65
4.2	平面控制测量	66
4.2.1	建筑方格网	66
4.2.2	导线测量	70
4.2.3	边角测量	77
4.2.4	GPS 测量	80
4.3	高程控制测量	87
4.3.1	水准测量	87
4.3.2	光电测距三角高程测量	92
4.3.3	跨河高程控制测量	96
4.3.4	GPS 精密高程测量	99

5 施工测量的基本工作	109
5.1 测设的三项基本工作	109
5.1.1 已知距离的测设	109
5.1.2 已知水平角的测设	110
5.1.3 已知高程的测设	111
5.2 点的平面位置的测设方法	113
5.2.1 直角坐标法	113
5.2.2 极坐标法	114
5.2.3 角度交会法	115
5.2.4 距离交会法	116
5.2.5 全站仪三维坐标法	117
5.3 已知直线的测设	118
5.3.1 直接法	118
5.3.2 正倒镜投点法	119
5.4 已知坡度线的测设	120
5.4.1 概述	120
5.4.2 水平视线法	120
5.4.3 倾斜视线法	121
5.5 铅垂线测设	122
5.6 测设精度分析	123
5.6.1 距离放样的精度分析	123
5.6.2 归化法放样角度的精度分析	126
5.6.3 极坐标法测设点位的精度分析	127

第二篇 建筑工程施工测量

6 工业建筑施工测量	128
6.1 工业建筑施工测量的精度标准	128
6.2 厂房基础施工测量	130
6.2.1 工业厂房控制网的测设	130
6.2.2 混凝土杯形基础施工测量	131
6.2.3 钢柱基础施工测量	132
6.2.4 混凝土柱子基础与柱身及平台施工测量	133
6.2.5 设备基础施工测量	135
6.3 厂房结构安装测量	138
6.3.1 柱子安装测量	138
6.3.2 吊车梁安装测量	142
6.3.3 吊车轨道安装测量	145

6.3.4	屋架安装测量	146
6.3.5	刚架安装测量	147
6.4	机械设备安装施工测量	148
6.5	管道工程施工测量	149
7	民用建筑施工测量	153
7.1	民用建筑(多层)施工测量的精度标准	153
7.2	民用建筑主轴線測量	154
7.2.1	主轴線的设计	154
7.2.2	主轴線測設的方法	154
7.3	民用建筑定位測量	155
7.4	民用建筑基础施工測量	158
7.5	民用建筑主体施工測量	160
7.5.1	軸線投測	160
7.5.2	高程传递	160
8	高层建筑施工測量	162
8.1	高层建筑施工測量的精度标准	162
8.2	高层建筑桩位放样与基坑标定	164
8.3	高层建筑基础施工測量	165
8.4	高层建筑的軸線投測	166
8.4.1	外控法	166
8.4.2	内控法	168
8.4.3	超高层建筑分段投測軸線法及其精度	172
8.5	高层建筑的高程传递	175

第三篇 交通土建施工測量

9	公路工程施工測量	177
9.1	公路工程施工測量的精度标准	177
9.1.1	平面控制測量的精度指标	177
9.1.2	高程控制測量的精度指标	179
9.2	公路中桩測量	181
9.2.1	公路施工前的准备工作	181
9.2.2	公路中桩測量的任务	183
9.2.3	中桩測量方法	183
9.3	曲线元素和坐标的计算	185
9.3.1	单圆曲线元素的计算	185
9.3.2	缓和曲线元素的计算	187
9.3.3	曲线坐标的计算	191

9.4 曲线测设	193
9.4.1 单圆曲线的测设方法	194
9.4.2 缓和曲线的测设方法	198
9.4.3 极坐标一次放样法	203
9.5 纵横断面测量	205
9.5.1 纵断面测量	205
9.5.2 横断面测量	208
9.5.3 全站仪纵横断面测量一体化技术	210
9.6 道路边桩和边坡的放样	212
9.6.1 道路边桩的放样	212
9.6.2 道路边坡的放样	214
9.7 竖曲线的测设	215
10 桥梁工程施工测量	218
10.1 桥梁工程施工测量的精度标准	218
10.2 桥梁施工控制网的布设	225
10.2.1 桥梁施工平面控制网	225
10.2.2 桥梁施工高程控制网	229
10.3 普通桥梁施工测量	231
10.3.1 普通桥梁施工测量的主要内容	231
10.3.2 桥梁下部构造的施工测量	232
10.3.3 普通桥梁架设的施工测量	233
10.4 大跨径预应力混凝土连续梁桥施工测量	239
10.4.1 大型桥梁双壁钢围堰施工测量	239
10.4.2 大跨径预应力混凝土连续梁桥悬浇法施工测量	246
10.4.3 南京长江二桥悬浇法施工线形控制	246
10.4.4 特大型桥梁主梁施工测量	252
10.5 大型斜拉桥(悬索桥)施工测量	260
10.5.1 索塔柱施工测量	260
10.5.2 高塔柱索道管精密定位测量	268
10.5.3 主梁索道管的精密定位测量	276
11 隧道工程施工测量	282
11.1 隧道工程施工测量的精度标准	282
11.2 隧道施工地面控制测量	285
11.2.1 地面平面控制测量	285
11.2.2 高程控制测量	287
11.2.3 进洞测量	287
11.3 竖井联系测量	291
11.3.1 竖井定向测量(一井定向)	291

11.3.2	竖井定向测量(两井定向)	299
11.3.3	竖井高程传递	302
11.4	地下洞内施工控制测量	304
11.4.1	地下洞内平面控制测量(地下导线测量)	304
11.4.2	地下洞内高程控制测量(地下水准测量)	305
11.4.3	洞内施工测量	306
11.5	隧道贯通测量	309
11.6	隧道竣工测量	312
12	地铁工程施工测量	315
12.1	地铁工程施工测量概述	315
12.1.1	地铁工程施工测量的内容及特点	315
12.1.2	地铁工程施工测量的技术要求及精度标准	316
12.2	地铁施工控制网的布设与观测	320
12.2.1	地面控制网的布设原则	320
12.2.2	控制网精度指标的确定	321
12.2.3	工程实例:南京地铁一号线工程地面控制网布设与观测	321
12.3	地下车站施工测量	327
12.3.1	明挖顺作法施工测量	327
12.3.2	盖挖逆作法施工测量	329
12.4	明挖法隧道的施工测量	332
12.5	矿山法隧道的施工测量	333
12.6	盾构法掘进隧道施工测量	334
12.7	地铁铺轨施工测量	343
12.7.1	铺轨基标设置位置和种类	343
12.7.2	铺轨基标测设前的准备工作	344
12.7.3	铺轨基标的测设方法	346
12.7.4	铺轨基标检测和限差要求	347
12.8	地铁设备安装测量	347
13	高速铁路施工测量	356
13.1	高速铁路施工测量的精度标准	356
13.1.1	平面控制测量的精度标准	356
13.1.2	高程控制测量的精度标准	358
13.1.3	隧道测量的精度标准	359
13.1.4	桥涵测量的精度标准	361
13.1.5	构筑物变形测量的精度标准	362
13.1.6	轨道施工测量的精度标准	363
13.2	高速铁路平面控制测量	364
13.2.1	框架控制网(CP0)	365

13.2.2	基础平面控制网(CPI)	370
13.2.3	线路平面控制网(CPII)	374
13.3	轨道平面控制网测量	377
13.3.1	CPIII 控制网的特点	377
13.3.2	CPIII 点的布设	377
13.3.3	CPIII 点的标志构件及测量元器件要求	379
13.3.4	CPIII 控制点编号规则	381
13.3.5	CPIII 平面网测量的构网形式	382
13.3.6	CPIII 平面网观测	384
13.3.7	CPIII 测量数据采集与处理软件简介	387
13.4	高速铁路高程控制测量	388
13.4.1	线路水准基点控制网测量	388
13.4.2	轨道控制网(CPIII)高程测量	390
13.5	高速铁路轨道施工测量	395
13.5.1	轨道基准点(GRP)测量	397
13.5.2	轨道安装定位测量	401
13.5.3	轨道精调测量	402
13.5.4	双块式无砟道床轨排架法施工测量	404
13.6	高速铁路检测工作	407
13.6.1	建立维护基标	407
13.6.2	轨道铺设竣工测量	408
13.6.3	线下结构变形监测	409
13.6.4	轨道变形检测	411

第四篇 变 形 测 量

14	变形测量的方法和内容	416
14.1	变形测量的基本要求	416
14.2	变形测量精度等级的选择	419
14.2.1	沉降观测工程示例	419
14.2.2	水平位移观测工程示例	420
14.3	沉降观测	422
14.3.1	沉降观测概述	422
14.3.2	高程控制测量	425
14.3.3	基准点观测	426
14.3.4	沉降点观测	427
14.3.5	沉降观测数据处理	428
14.4	水平位移观测	429

14.4.1	水平位移观测概述	429
14.4.2	平面控制测量	431
14.4.3	前方交会法	434
14.4.4	精密导线测量	438
14.4.5	基准线法	439
14.4.6	全站仪自由设站法	445
14.4.7	建筑场地滑坡观测	448
14.5	倾斜观测	450
14.5.1	倾斜观测概述	450
14.5.2	水准仪观测	452
14.5.3	经纬仪观测	452
14.5.4	气泡倾斜仪观测	453
14.6	特殊变形测量	454
14.6.1	裂缝观测	454
14.6.2	挠度观测	454
14.6.3	日照变形观测	455
14.7	变形分析	456
14.7.1	稳定性分析	456
14.7.2	观测资料整理	463
14.7.3	变形观测资料分析概述	466
14.7.4	变形规律分析	467
14.7.5	变形建模与预报	471
14.8	变形测量成果的提交	476
15	变形观测工程实例	477
15.1	基坑支护工程变形监测	477
15.1.1	基坑支护工程变形监测的一般规定和精度要求	477
15.1.2	基坑工程概念	478
15.1.3	基坑工程监测项目与测点布置	479
15.1.4	基坑工程监测的警戒值	481
15.1.5	基坑工程监测实例	482
15.2	高层建筑变形监测	485
15.2.1	高层建筑变形监测的精度要求	485
15.2.2	监测项目清单	485
15.2.3	变形监测的特点	487
15.2.4	变形监测的基本措施	487
15.2.5	电子水准仪在高层建筑沉降观测中的应用	487
15.2.6	某高教公寓主体沉降监测数据分析	490
15.3	高速公路施工沉降监测	491

15.3.1	高速公路施工沉降监测的精度要求	491
15.3.2	路基填筑期沉降监测细则	491
15.3.3	预压期沉降监测细则	495
15.3.4	路面施工期沉降监测细则	496
15.3.5	数据库技术在路基施工沉降观测数据处理中的应用	497
15.3.6	资料分析与施工决策	501
15.4	地铁工程变形监测	504
15.4.1	变形监测的精度要求	504
15.4.2	变形监测的内容和方法	504
15.4.3	变形监测网(点)的布设方案	506
15.4.4	变形观测的周期与频率	507
15.4.5	工程实例	508
15.5	桥梁工程变形监测	512
15.5.1	桥梁工程变形观测的精度要求	512
15.5.2	大跨度桥梁变形观测的内容	512
15.5.3	变形观测系统的布置	513
15.5.4	变形观测方法	513
15.5.5	润扬大桥悬索桥全站仪法挠度变形观测	514
15.6	滑坡监测	517
15.6.1	滑坡监测的精度要求	517
15.6.2	滑坡监测工程实例	517
参考文献		521

第一篇

施工测量基本知识

1 施工测量概述

1.1 施工测量的任务和作用

1) 定义

各种工程在施工阶段所进行的测量工作,称为施工测量。

2) 任务

施工测量的基本任务是按设计图纸上规划设计的建筑物、构筑物的平面位置和高程,按设计要求,使用测量仪器,根据测量的基本原理和方法,以一定的精度测设(放样)到地面上,并设置标志,作为施工的依据;同时施工过程中进行一系列的测量工作,以衔接和指导各工序间的施工。

3) 内容

施工测量贯穿于施工的全过程,其内容包括:

- (1) 施工前施工控制网的建立;
- (2) 建筑物定位和基础放线;
- (3) 工程施工中各道工序的细部测设,如基础模板的测设、工程砌筑、构件和设备安装等;
- (4) 工程竣工后,为了便于管理、维修和扩建,还必须编绘竣工图;
- (5) 施工和运营期间对高大或特殊的建(构)筑物进行变形观测。

1.2 施工测量的特点

1) 精度要求

一般情况下,施工测量的精度比测绘地形图的精度要高,而且根据建筑物、构筑物的重要性,根据结构材料及施工方法的不同,对施工测量的精度要求也有所不同。例如,工业建筑的测设精度高于民用建筑,钢结构建筑物的测设精度高于钢筋混凝土建筑物,装配式建筑物的测设精度高于非装配式建筑物,高层建筑物的测设精度高于多层建筑物等。

2) 工程知识

由于施工测量贯穿于施工全过程,施工测量工作直接影响工程质量及施工进度,所以测量人员必须了解工程有关知识,并详细了解设计内容、性质及对测量工作的精度要求,熟悉有关图纸,了解施工的全过程,密切配合施工进度进行工作。

3) 灵活应变与相互协调

建筑施工现场多为地面与高空各工种交叉作业,并有大量的土方填挖,地面情况变动很大,再加上动力机械及车辆来往频繁,因此,测量标志的埋设应特别稳固,且不被损坏,并要妥善保护,经常检查,如有损坏应及时恢复。同时,立体交叉作业,施工项目多,为保证工序间的相互配合、衔接,施工测量工作要与设计、施工等方面密切配合,并要事先充分做好准备工作,制订切实可行的施工测量方案。

目前,建筑平面、立面造型既新颖且复杂多变,因此,测量人员应能因地、因时制宜,灵活适应,选择适当的测量放线方法,配备功能相适应的仪器。在高空或危险地段施测时,应采取安全措施,以防发生事故。

为了确保工程质量,防止因测量放线的差错造成损失,必须在整个施工的各个阶段和各主要部位做好验线工作,每个环节都要仔细检查。

1.3 施工测量的基本原则

1) 先整体后局部

测量工作中的误差是不可避免的,但错误是不容许的。施工测量必须遵循“先整体后局部”的原则。该原则在测量程序上体现为“先控制后碎部”。即首先在测区范围内,选择若干点组成控制网,用较精确的测量和计算方法,确定出这些点的平面位置和高程,然后以这些点为依据再进行局部地区的测绘工作和放样工作。其优点为:

(1) 由于控制网的作用,可以保证测区的整体精度;

(2) 根据控制网,把整个测区分为若干局部地区,分区进行施测,可以提高工效、缩短工期、节省经费开支。

2) 逐步检查

施工测量同时必须严格执行“逐步检查”的原则,随时检查观测数据、放样定线的可靠程度以及施工测量成果所具有的精度。其主要目的是防止产生错误,保证质量。

1.4 施工测量的其他要求

1) 施工测量的一些基本准则

(1) 遵守国家法令、政策和规范,明确为工程施工服务。

(2) 遵守先整体后局部的工作原则。

(3) 要严格审核原始依据(设计图纸、测量起始点位、数据等)的正确性,坚持测量作业与计算工作步步有校核。

(4) 选用科学、简捷、能满足精度要求的施测方法。合理选择、正确使用仪器,在测量精度满足工程需要的前提下,力争做到省工、省时、省费用。

(5) 一切定位、放线工作要经自检、互检合格后,方可申请主管部门验线。严格执行安全、保密等有关规定,用好、管好设计图纸和有关资料。实测时要当场做好原始记录,测后要及时保护好桩位。

(6) 测量人员要紧密配合施工,发扬团结协作、不畏艰难、实事求是、认真负责的工作作风。并要及时总结施工测量的经验。

2) 测量记录的基本要求

测量记录应做到原始、正确、完整、工整,具体要求为:

(1)应在规定的表格上记录。开始应将表头所列各项填好,并熟悉表中所载各项内容和相应的填写位置。

(2)记录应当场及时填写清楚,不允许先写在草稿纸上再转抄誊清;记错或算错的数字,应将错数画一斜线,将正确数字写在错误数字的上方,以保持记录的“原始性”。

(3)字迹要工整、清楚。相应的数字及小数点应左右成列、上下成行、一一对齐。记录中数字的位数应反映出观测精度,例如水准读数应读至毫米,如读数 1.560m,不应记为 1.56m。

(4)记录过程中的简单计算,如取平均值等,应在现场及时进行,并做校核。草图、“点之记”等,应当场绘制,其方向、有关数据和地名等均应标注清楚。

(5)记录人员应根据现场实况以目估法随时校核所测数据,以便及时发现观测中的明显错误。

(6)测量记录,多为保密资料,应妥善保管。如采用电子手簿记录,最好打印一份原始数据,并刻录光盘,将打印稿和光盘妥善保管。

3) 计算工作的基本要求

计算工作应做到依据正确、方法科学、严谨有序、步步校核、结果正确,具体要求为:

(1)图纸上的数据和外业观测结果是计算工作的依据。计算前,应认真仔细逐项审阅与校核,以保证计算依据的正确性。

(2)计算一般均应在规定的表格上进行。按图纸或外业记录在计算表中填写原始数据时,严防转抄错误。填好后,应换他人校对,这项校核十分重要。

(3)计算中,必须做到步步有校核。每项计算应在前者数据经校核无误后,才能进行后者数据的计算。校核方法以可靠、简单为原则。常用的计算校核方法有:

①复算校核。将计算的结果重算一遍,条件许可时,最好换他人校核,以免因习惯性错误而“重蹈旧辙”,使校核失去意义;

②变换计算方法校核。例如,坐标反算可采用按公式计算和用计算程序计算两种方法;

③总和校核。例如,水准测量中,终点对起点的高差,应满足下式条件:

$$\sum h = \sum a - \sum b = H_{\text{终}} - H_{\text{始}}$$

式中: $\sum h$ ——水准测量各段高差的总和;

$\sum a$ ——水准测量各段后视读数的总和;

$\sum b$ ——水准测量各段前视读数的总和;

$H_{\text{终}}$ ——水准测量终点高程;

$H_{\text{始}}$ ——水准测量起点高程。

④用几何条件校核。例如,闭合导线中的所有内角之和 $\sum \beta$,应满足下式条件:

$$\sum \beta = (n - 2) \times 180^\circ$$

式中: n ——闭合导线多边形的边数。

(4)计算中所用数字应与观测精度相适应,在不影响结果精度的情况下,要及时合理地删除多余数字,以提高计算速度。删除多余数字时,宜保留到有效数字后一位,以使最后结果中的有效数字不受删除数字之影响。删除数字应遵循“四舍六入、五凑偶(即单进、双舍)”的原则。如 1.8155 和 27.6645 保留小数三位,则应为 1.816 和 27.664。

(5)各种计算校核一般只能发现计算过程中的问题,不能发现原始数据是否有误。原始数据有错应到现场重测。