

建筑施工基础知识

JIAN ZHU SHI GONG
JI CHU ZHI SHI

基层建筑施工技术干部培训教材

江苏科学技术出版社

基层建筑施工技术干部培训教材

建筑施工基础知识

南京建筑工程学院 编

江苏科学技术出版社

主 编：张岐宣

副 主 编：张型铁

编写人员：朱 里 吴德耀 周虎城 顾仲华

郑茂兰 杨之瑞 陶林傲 张岐宣

姚伯金 刘玉辉 张型铁 王 赫

建 筑 施 工 基 础 知 识

南京建筑工程学院 编

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：苏州印刷总厂

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 25.5 字数 618,000

1987 年 5 月第 1 版 1987 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—13,250 册

书号：15196·225 定价：4.90 元

责任编辑：杨立生 王达政

前 言

随着建筑业的迅速发展,建筑技术队伍在数量上和质量上远远跟不上形势发展的需要,因此,广大建筑施工单位纷纷要求对基层建筑技术干部(包括技术员、施工员、工长、班组长等)进行技术培训和指导。我们应邀开办了几期短期训练班,编写了一套这方面的教材,现整理出版,以满足基层建筑施工技术干部培训的需要。

这套教材的内容是根据基层建筑施工技术干部实际工作所需要的知识和技能编写的。全套教材共三本:第一本为《建筑构造基础知识》,其中包括建筑制图、建筑构造与识图、房屋卫生设备和房屋配电等内容;第二本为《建筑结构基础知识》,其中包括建筑材料、简单的力学知识、基本构件的计算、砖混结构及单层厂房和多层房屋的结构设计等内容;第三本为《建筑施工基础知识》,其中包括建筑施工测量、建筑工程定额与预算、建筑施工技术、施工组织与管理等内容。这三本教材以建筑施工基础知识为主。

在编写这套书时,在内容上力求结合基层建筑施工技术干部的工作需要、结合当前生产实际、结合基层施工技术干部的水平;在写法上力求通俗易懂,由浅入深。

这三本教材适用于为期半年左右的短期培训班使用。

《建筑施工基础知识》第一篇着重介绍建筑测量用的水平仪、经纬仪的使用和校正及建筑工程施工测量方法;第二篇着重介绍预算定额及建筑工程预算编制的步骤和方法;第三篇着重介绍土方、基础、砌砖、模板、钢筋混凝土、屋面防水、地面及装饰工程等的施工工艺及基本知识;第四篇着重介绍工程开工前的准备工作、工程中的各项管理制度、编制单位工程施工组织设计、网络计划的应用、工程竣工工作等。

本书第一篇由姚伯金编写;第二篇由刘玉辉编写;第三篇由张型铁编写;第四篇由王赫编写。全书由张型铁审校。

由于我们经验不足,缺乏调查研究,本书缺点和错误在所难免,请读者批评指正。

编 者

1986.2

目 录

第一篇 建筑施工测量

第一章 建筑施工测量概述	1
第一节 概述	1
第二节 地面点位置的确定	1
一、地面点的高程	2
二、平面直角坐标系	2
三、坐标方位角	3
第三节 坐标计算问题	4
一、坐标的正算	4
二、坐标的反算	5
第四节 测量控制点	8
第二章 水准仪及水准测量	9
第一节 水准测量原理	9
第二节 水准仪	11
一、水准仪的构造	11
二、望远镜的构成原理	12
三、水准器	13
第三节 水准尺及尺垫	14
第四节 水准测量施测方法	16
一、一个测站上的观测工作	16
二、水准路线观测方法	17
三、水准测量注意事项	20
第五节 水准仪的检验和校正	20
一、初步检视	21
二、圆水准轴平行于仪器旋转轴的 检验校正	21
三、十字丝横丝应垂直于仪器旋转轴 的检验校正	23
四、水准管轴应平行于视准轴的 检验校正	23
第三章 经纬仪及水平角测量	25

第一节 水平角测量的概念	25
第二节 光学经纬仪	26
一、一般构造	27
二、光学经纬仪的读数方法	28
第三节 水平角测量	31
一、经纬仪的安置	31
二、测回法观测水平角	32
三、水平角测量注意事项	33
第四节 经纬仪的检验和校正	33
一、一般性检视	34
二、照准部水准管轴应垂直于竖轴的 检验和校正	35
三、十字丝竖丝应垂直于横轴的检验 和校正	35
四、视准轴应垂直于横轴的检验和 校正	35
五、横轴应垂直于竖轴的检验	35
第四章 长度测量	36
第一节 概述	36
第二节 钢尺量距的一般方法	37
一、直线定线	37
二、平坦地面上的丈量方法	38
三、倾斜地面上的丈量方法	38
第五章 大比例尺地形图	39
第一节 大比例尺地形图的识读	39
一、比例尺和比例尺精度	40
二、坐标格网线和地形图的方向	40
三、地形图图式	40
四、表示地貌的符号——等高线	42
第二节 平坦地区、小块面积的测图 方法	42
一、测图所需仪器、工具	43
二、确定图根点	43

三、测图方法	43
第六章 建筑施工测量	45
第一节 概述	45
第二节 施工测量的基本工作	45
一、角度测设	45
二、长度测设	46
三、高程测设	46
四、铅垂线测设	47
第三节 建筑物轴线测设的方法	48
一、根据实地已有建筑物的相对位置定位放样	48
二、极坐标法	49
三、角度交会法	49
四、距离交会法	50
五、直角坐标法	50
第四节 建筑物轴线的投测	52

第二篇 建筑工程 定额与预算

第一章 概述	54
第一节 基本建设及其组成	54
一、基本建设的意义与内容	54
二、基本建设的项目组成	54
三、基本建设程序	55
第二节 建筑工程预算的分类和作用	56
一、建筑工程预算的意义	56
二、建筑工程预算的作用	57
三、建筑工程预算的分类	58
第三节 建筑安装工程费用	58
一、直接费	58
二、施工管理费	59
三、独立费	60
四、法定利润	61
第二章 建筑工程定额	61
第一节 定额的概念和种类	61
一、定额的概念	61
二、定额的制定原则	62
三、定额的种类	63

第二节 施工定额	63
一、施工定额的组成和作用	63
二、劳动定额	63
三、机械台班定额	66
四、材料消耗定额	67
第三节 预算定额	69
一、预算定额的作用	69
二、预算定额的编制依据	69
三、材料预算价格的确定	70
四、建筑安装工程人工工资标准的确定	72
五、施工机械台班使用费的确定	73
六、预算定额的组成及其应用	75
七、单位估价表与单位估价汇总表	79
第四节 概算定额	81
一、建筑工程设计概算定额	81
二、建筑工程概算指标	82
第三章 施工图预算的编制	87
第一节 施工图预算的编制程序	87
一、编制依据	87
二、编制程序	87
三、编制预算表	88
第二节 工程量计算方法	90
一、计算工程量应注意事项	90
二、工程量计算规则与应用	90
三、实例	109
第三节 单位工程预算书的编制	136
一、工程预算书(表)	136
二、工程预算汇总表	136
三、封面指标	137
第四节 运用统筹法计算工程量	147
一、统筹法计算工程量的原理和意义	147
二、计算工程量的统筹方法	147
三、计算工程量程序统筹图	152
第四章 施工预算	153
第一节 施工预算的作用及内容	153
一、施工预算的意义和作用	153
二、施工预算的内容	154

第二节 施工预算的编制	154
一、编制依据	154
二、编制步骤和方法	155
三、施工预算和施工图预算对比	158
第五章 建筑工程概算	158
第一节 利用概算定额编制概算	158
一、编制依据和编制方法	158
二、概算工程量计算方法	159
三、概算价值的计算	159
第二节 利用概算指标编制概算	160
一、直接套用概算指标编制概算	160
二、根据修正后的概算指标编制概算	160

第三篇 建筑施工技术

第一章 土石方工程	161
第一节 土的分类与性质	161
一、土的工程分类与鉴别方法	161
二、土的基本性质	162
第二节 土方量的计算与调配	165
一、土方量的计算	165
二、土方的调配	167
第三节 基槽(坑)土方开挖	168
一、施工准备工作	168
二、基槽(坑)的定位与放线工作	169
三、施工排水	170
四、基槽(坑)土方挖土	172
第四节 土方的填筑与压实	175
一、回填土	175
二、土方的压实	176
第五节 质量及安全措施	176
一、质量验收	176
二、安全技术	177
第二章 基础工程	178
第一节 基础施工准备工作	178
一、基槽(坑)的检验	178
二、地基局部处理	178
三、基础的定位放线	180

第二节 基础垫层施工	180
一、灰土垫层施工	180
二、砂垫层与砂石垫层施工	181
三、碎砖三合土垫层	182
第三节 浅基础施工	183
一、刚性基础	183
二、钢筋混凝土基础	185
第四节 质量安全措施	188
一、保证质量措施	188
二、安全措施	188
第五节 桩基施工	188
一、选择打桩设备	188
二、钢筋混凝土预制桩施工	190
三、就地灌注桩的施工	192
四、安全措施	193
第三章 砌体工程	194
第一节 砌体施工准备	194
一、复核轴线与标高	194
二、材料准备	195
三、砌筑前的检查	195
四、脚手架的搭设	196
五、机具设备	201
第二节 砌体施工	203
一、实心砖墙的砌筑	204
二、空斗墙的砌筑	205
三、钢筋混凝土构造柱	206
四、砌筑技术要领	207
五、石砌体施工	207
第三节 质量及安全措施	208
一、质量要求	208
二、工程验收	209
三、安全措施	209
第四章 模板工程	210
第一节 现浇钢筋混凝土结构模板	211
一、基础模板	211
二、柱模板	212
三、梁模板	212
四、楼板模板	214
五、肋形楼板模板安装	214

六、配制模板注意事项	214	第五节 混凝土工程的质量检查及	
第二节 组合钢模板	215	安全技术	250
一、钢模板的主要优点	215	一、混凝土工程的质量检查	250
二、组合钢模板的基本构件	215	二、安全技术	251
三、组合钢模板实例	218	第七章 屋面防水及地下防水	251
四、组合钢模板的施工设计	222	第一节 卷材防水屋面	251
五、模板安装注意事项	222	一、卷材屋面的组成	251
第三节 模板的拆除	223	二、施工准备	252
一、拆模强度	223	三、施工工艺	253
二、拆模方法	224	四、施工注意事项	256
第五章 钢筋工程	224	第二节 细石混凝土刚性防水屋面	257
第一节 钢筋下料和代换	224	一、施工准备	257
一、钢筋下料长度计算	225	二、施工工艺	258
二、钢筋代换	229	三、刚性防水屋面质量分析	259
第二节 钢筋加工	230	第三节 冷作屋面防水施工	261
一、钢筋除锈与调直	230	一、施工前准备	261
二、钢筋切断	231	二、冷作屋面基层	261
三、钢筋弯曲成型	231	三、防水层施工	261
四、钢筋绑扎及安装	231	第八章 楼地面工程	261
第三节 钢筋工程的质量要求		第一节 准备工作	261
及安全	235	一、材料准备	261
一、钢筋工程的质量要求	235	二、机具准备	261
二、钢筋工程安全技术要求	237	三、对面层下地基的要求	262
第六章 混凝土工程施工	237	四、垫层施工	262
第一节 混凝土的拌制	237	五、现场技术准备	262
一、对混凝土原材料要求	237	第二节 水泥砂浆与细石混凝土	
二、现场施工配合比的调整	238	面层	262
三、混凝土拌制	239	一、水泥砂浆面层	262
第二节 混凝土运输和浇筑	240	二、细石混凝土面层	263
一、混凝土运输	240	三、水泥地面质量通病及防治	264
二、混凝土灌注	242	四、水磨石楼地面	266
第三节 混凝土外加剂与混凝土		五、107 胶水泥涂料地面	268
冬季施工	246	六、菱苦土面层	269
一、混凝土外加剂	246	第三节 板块面层	271
二、混凝土的冬季施工	246	一、缸砖和水泥砖面层	271
第四节 混凝土养护及缺陷修补	248	二、预制水磨石、大理石面层	273
一、混凝土养护	248	三、聚氯乙烯板面层	274
二、混凝土施工中常见缺陷的		四、硬质纤维板面层	276
修整	249	第四节 工程验收	277

第九章 装饰工程	278
第一节 抹灰工程	279
一、抹灰准备工作.....	279
二、机械喷涂抹灰.....	280
三、抹灰施工程序.....	282
四、工程质量要求.....	283
第二节 板材饰面施工	283
一、天然石饰面板镶贴.....	283
二、饰面砖铺贴.....	285
三、人造饰面板铺钉.....	287
第三节 裱糊	288
一、准备工作.....	288
二、裱糊工艺.....	289
三、质量要求.....	289
第四节 弹、滚、喷涂饰面	290
一、彩色弹涂饰面.....	290
二、喷涂饰面.....	290
三、滚涂外墙饰面.....	291
四、刷涂外墙饰面.....	292
第五节 冬季施工措施及安全技术 ...	292
一、冬季施工措施.....	292
二、安全技术.....	293

第四篇 施工组织与管理

第一章 施工组织与管理概论	295
第一节 概述	295
一、建筑施工技术经济特点.....	295
二、建筑施工特点对施工组织的 影响.....	296
三、组织施工的基本原则.....	296
第二节 建筑企业经营管理基础 知识	298
一、建筑企业经营管理的 主要内容.....	298
二、建筑企业经营管理的 基本原则.....	299
三、建筑企业经营管理的 基础工作.....	299

四、建筑企业的 营业管理.....	300
五、建筑企业的 基层管理.....	301
第三节 承接任务	302
一、接受施工任务.....	302
二、招标与投标基本 知识.....	302
三、投标标书的编制 与投标决策.....	304
四、承包方式与承 包合同.....	307
第二章 施工准备	309
第一节 概述	310
一、施工准备工作的 基本任务.....	310
二、施工准备工作的 主要内容.....	310
三、施工准备中应 注意的几个 问题.....	310
第二节 施工所需资料的 调查	311
一、建设地区自然 条件的调查.....	311
二、建设地区技术 经济条件调查.....	312
第三节 场外施工准备	312
一、熟悉和审查勘 测设计的 图纸资料.....	312
二、编制施工组织 设计.....	313
三、编制建筑工程 预算.....	313
四、其他准备工作.....	313
第四节 现场施工准备 工作	314
一、搞好“三通一 平”.....	314
二、材料、构件和 机具进场.....	314
三、临时设施的修 建.....	315
四、建立与工程规 模相适应的 组织机构.....	315
第五节 季节性施工 准备	315
一、冬季施工的 准备工作.....	315
二、雨季施工的 准备工作.....	316
第六节 单位工程施 工准备	317
一、开工报告.....	317
二、施工员(工长) 在组织施工 时应做的 准备工作.....	317
第三章 施工组织设计	318
第一节 概述	318
一、施工组织设计 的内容和分类	318

二、编制施工组织设计的依据 和基本要求.....	319	二、施工组织工作.....	361
三、施工组织设计的编制步骤.....	320	三、签发施工任务书.....	361
四、施工组织设计图表化.....	321	四、作好操作中的指导工作.....	363
第二节 施工顺序和施工方法.....	321	五、作好施工中的技术管理工作...	363
一、施工顺序.....	321	第四节 单位工程质量安全管理.....	364
二、选择施工方法和施工机械.....	327	一、作好质量管理和检查工作.....	364
三、施工方案的技术经济比较.....	329	二、搞好安全施工.....	365
第三节 施工进度计划.....	330	第五节 经济签证.....	366
一、施工进度计划的组成与 编制步骤.....	330	一、签证的范围与方法.....	366
二、施工进度计划的编制方法.....	331	二、常见的经济签证项目.....	366
三、施工进度计划的评价.....	334	第五章 竣工与交工验收管理.....	367
第四节 施工平面布置图.....	335	第一节 收尾工程施工组织.....	367
一、施工平面图的主要内容与 设计依据.....	335	一、抓紧收尾工程的施工.....	368
二、临时设施需要量的计算.....	335	二、组织好土建与水电、设备 安装的交叉施工.....	368
三、施工平面图的设计布置.....	337	第二节 质量检验与评定.....	368
第五节 施工组织设计实例.....	340	一、质量评定的划分和评定的 依据.....	368
一、工程概况.....	340	二、质量评定程序和组织.....	369
二、施工方案.....	341	三、质量评级办法.....	369
三、施工进度计划.....	347	第三节 交工验收.....	370
四、主要建筑材料、构件、劳 动力、施工机具需用计划.....	351	一、交工验收的依据与标准.....	370
五、施工平面图.....	351	二、做好预验收工作.....	370
六、质量和安全措施.....	355	三、交工资料整理.....	371
第四章 施工的组织与管理.....	356	四、交工验收.....	371
第一节 编制施工作业计划.....	356	第四节 建筑工程保修办法.....	372
一、月、旬作业计划的组成与 内容.....	356	一、保修范围.....	372
二、月计划的编制方法和注意 事项.....	360	二、保修期限.....	373
第二节 施工任务的下达与实施.....	360	三、保修规定.....	373
一、施工任务下达.....	360	四、返修责任.....	373
二、施工组织设计的贯彻执行.....	360	第六章 网络计划技术.....	374
三、施工作业计划的执行与检查...	360	第一节 概述.....	374
四、做好计划统计工作.....	361	第二节 基本概念.....	375
第三节 单位工程施工技术管理.....	361	一、网络图.....	375
一、作好施工准备工作.....	361	二、工作.....	375
		三、事件(节点、结点).....	376
		四、线路.....	376
		五、时差.....	377
		第三节 网络图的绘制.....	377

一、绘制网络图的规则.....	377	二、图算法.....	387
二、绘制网络图的技巧.....	379	三、表算法.....	388
三、绘制网络图的步骤.....	381	四、电算法.....	390
四、网络图实例.....	381	第五节 网络计划优化简介.....	390
第四节 网络图的时间计算.....	384	一、基本原理.....	391
一、基本概念及计算公式.....	384	二、例题.....	391

第一篇 建筑施工测量

第一章 建筑施工测量概述

第一节 概 述

各种建筑工程项目一般都要经历勘测设计、施工建设、竣工使用三个阶段。勘测设计阶段必须在地形图上进行项目选址、方案比较、总平面布置等工作，这时所用的地形图是通过测量而获得的。在设计完成以后就要进入施工阶段，这时要把图上设计的建筑物的形状、位置通过测量用各种标志(用来固定点的位置)在地面上表达出来，这个阶段要做的各种测量工作统称为施工测量。工程建设竣工后，为监视建筑物在使用过程中的安全，还要进行变形观测。可见在建筑工程项目的各个阶段都需要进行测量工作。

变形观测要能测出建筑物微小的形变量，所以这项测量工作通常由专业测量人员使用精密的测量仪器，以特殊的、严格的方法进行测量。同样，大中型建设项目勘测设计阶段需用的大面积地形图一般也是由专业测量人员测绘的。作为一个建筑施工技术人员，通常从事的是建筑施工阶段的一些施工测量工作。因此，一个合格的施工技术人员必须掌握施工测量的一般理论和常用方法。

施工测量是联系设计和施工两个环节的纽带。施工测量的基本任务是放样，放样也称测设或施工放线，它是把待建建筑物的特征点、线(即建筑物的轴线及轴线交点)按设计要求(包括平面和高程位置)在实地标定出来的工作。放样在实地的标桩就是施工的依据。根据标桩指示的建筑物的位置、大小，施工人员进行土石方开挖、混凝土灌注和构件安装等一系列工作。放样工作中的失误将导致造成巨大的经济损失。所以，施工测量工作责任重大，应该采取措施杜绝测量过程中差错的产生，保证放样工作的准确性和可靠性。

从事施工测量工作，除了掌握建筑施工技术之外，还需要了解水准仪、经纬仪等常用测量仪器的性能，操作使用方法。并能熟练地用水准仪进行水准测量以求得点的高程或高差，用经纬仪进行角度测量。同时学会有关坐标计算及放样数据的准备等工作。本篇将分别介绍这些内容。

第二节 地面点位置的确定

测量工作是在地球自然表面上进行的，而地球的表面是一个高低起伏很不规则的曲面，在这个不规则的曲面上很难确定点与点之间的位置关系。

经过长期的测绘工作和科学调查,人们了解到地球表面上海洋面积约占71%,于是设想:有一个静止的海水面(无波浪、潮汐的海洋面),延伸到大陆内部,形成一个连续的封闭曲面,把这个静止的连续封闭海水面称为大地水准面。大地水准面的特点是面上任意一点的切线总是与该点处的铅垂线方向垂直。但是,由于风浪、潮汐的作用,静止的海水面实际上是不可能有的,因此,人们就用验潮站所测得的平均海水面来代替这个设想的静止海水面,这样,大地水准面就可以得到确定。

大地水准面是一个与地球形状近似的球体,由于地球半径很大,所以在地球表面一个局部范围内(一般在半径为10公里的面积内),可以把球面当作平面看待,就是说这时的大地水准面不是曲面,而是一个水平面。把地面上的点沿铅垂线方向投影到这个水平面上,就可以用一组坐标值来确定点的平面位置;此外,再定出地面点到大地水准面的铅垂距离,这样,地面点的位置就完全确定了。

一、地面点的高程

地面上任一点沿着铅垂线方向到大地水准面的距离称为该点的绝对高程,简称为高程(也称海拔)。点的高程习惯用字母 H 表示,如图 1-1-1 中 H_A 、 H_B 。

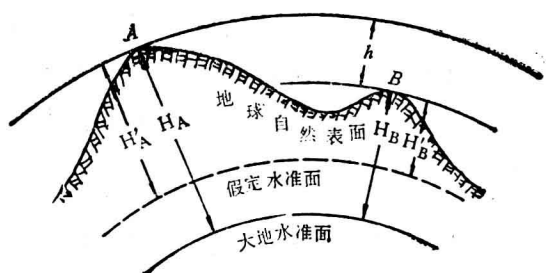


图1-1-1 地面点的高程

我国规定采用青岛验潮站根据历年记录求得的黄海平均海水面作为全国高程的起算面,即以黄海平均海水面作为大地水准面,其绝对高程为零。根据这个面起算的高程称为“1956年黄海高程系统”。

对于某项建设工程,如果求该地的绝对高程有困难时,可给工地上某个固定点确定一个假设高程,这样就相当于确定了一个假定水准面作为高程的起算面。工地上其余各点均可与该固定点相比而求得高程。这种从地面点沿铅垂线方向到假定水准面的距离称为该点的相对高程或假定高程,如图 1-1-1 中 H'_A 、 H'_B 。

地面上两点间高程之差称为高差。高差习惯用字母 h 表示。如图 1-1-1 中 A 、 B 两点间高差 $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$ 。

二、平面直角坐标系

一般的工程项目总是只占地球表面很小一块面积。本节开始时已经叙述,在面积较小的范围内,可以把大地水准面视为水平面,将地面点沿铅垂线方向投影到这个水平面上,就可以用平面直角坐标系来表示地面点的平面位置。

测量工作中所用的平面直角坐标系与解析几何中的直角坐标系基本相同。只是测量坐标系取 X 轴为纵轴,如图1-1-2所示,并用指向上方的 X 轴正向表示北方向;取 Y 轴为横轴,

向右的 Y 轴正向表示东。坐标系象限的规定如图1-1-2所示。作这种变动的原因,是由于地形图纸习惯上方朝北,而测量中通常是用某条直线相对于北方向的夹角来进行坐标系中计算的,三角函数则规定取横轴正向以逆时针方向计量角度,所以,把测量中的 X 轴、 Y 轴与数学中的规定作一调换,这样,数学中的三角公式及其他许多公式就一样能在测量计算中应用。

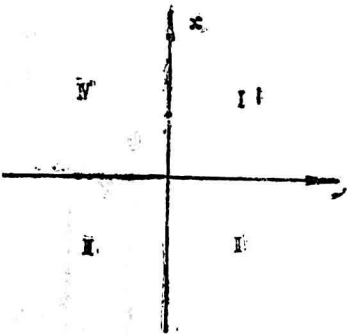


图1-1-2 测量工作中的平面直角坐标系

顺便指出,测量中的平面直角坐标往往采用不同的系统。以整个国家作为一个系统的坐标系称为高斯——克吕格平面直角坐标系,这种坐标系的 X 轴是指向真北方向的。有时以某一地区为一个系统,这时的坐标系称为独立坐标系,独立坐标系的 X 轴不一定指向真北方向,而可能是指向磁北方向或其他任意方向的。

三、坐标方位角

在测量坐标系中,是用坐标方位角来衡量直线方向的。规定从坐标纵轴正向(北方向)起,顺时针方向到某直线的夹角称为该直线的坐标方位角,通常用字母 α 表示,其数值在 $0^\circ \sim 360^\circ$ 之间。

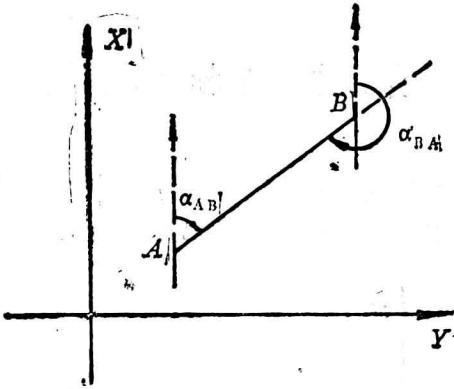


图1-1-3 直线的坐标方位角

如图1-1-3, A 、 B 两点构成一直线,过 A 点作坐标纵轴的平行线,则 α_{AB} 就是直线 AB 的坐标方位角。同样,按坐标方位角的定义,我们过 B 点也可以引 X 轴的平行线,这时又可以得到直线 AB 的坐标方位角,记为 α_{BA} 。若称 α_{AB} 为直线 AB 的正方位角,则 α_{BA} 就是它的反方位角;也可以称 α_{BA} 为直线 AB 的正方位角,则此时 α_{AB} 就是它的反方位角。对于一条直线,只要有一个方位角就可以确定它的方向,所以,同一条直线的正、反方位角仅是一种相

$$\alpha_{正} = \alpha_{反} + 180^\circ \tag{1-1}$$

对关系,当等号右边的值大于 360° 时,应舍去一个 360° 。如图1-1-3中,显见 $\alpha_{AB} = \alpha_{BA} + 180^\circ$ (等号右边大于 360° 应舍去一圆周),同样, $\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ$ 。

如图1-1-4,地面上有一系列点子连成一条折线,此时若已知直线12的方位角 α_{12} ,再测定出图中所示水平角(水平角定义见第三章第一节) β_2 、 β_3 ,则直线23、34的方位角可按下式求

得

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + 180^\circ + \beta_2$$

$$\alpha_{34} = \alpha_{23} + 180^\circ + \beta_3$$

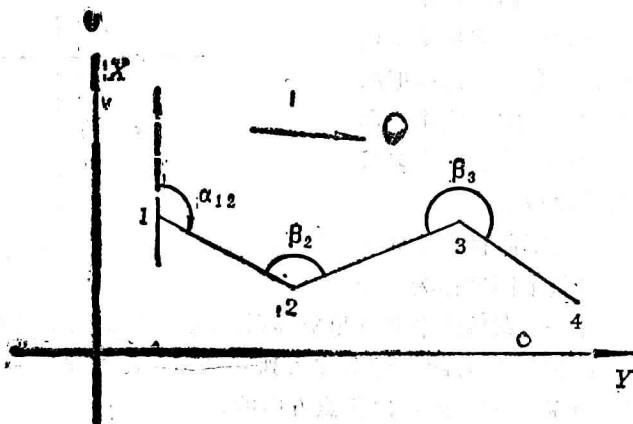


图1-1-4 方位角的推算

如果规定图中箭头所示为前进方向，则图中的 β 角称为左角，此时计算公式中 β 前均取“+”号。如果测定的水平角是右角，则上式中 β 前应取“-”号。这称为方位角的推算。

第三节 坐标计算问题

一、坐标的正算

已知一个点的坐标，已知该点和另一未知点之间的距离和坐标方位角，要计算未知点的坐标，这称为坐标正算。如图1-1-5所示，设 A 为已知点， B 为未知点，当 A 点坐标 X_A, Y_A ，长

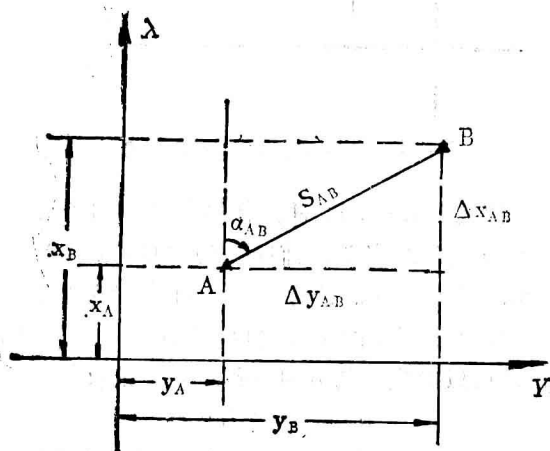


图1-1-5 坐标计算公式用图

度 S_{AB} 和坐标方位角 α_{AB} 都已知时，就可以求得 B 点的坐标 X_B, Y_B 。由图可知

$$\left. \begin{aligned} X_B &= X_A + \Delta X_{AB} \\ Y_B &= Y_A + \Delta Y_{AB} \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

其中

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_{AB} &= S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} \\ \Delta Y_{AB} &= S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} \end{aligned} \right\} \quad (1-3)$$

所以式(1-2)又可以写成

$$\left. \begin{aligned} X_B &= X_A + S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} \\ Y_B &= Y_A + S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} \end{aligned} \right\} \quad (1-4)$$

ΔX 、 ΔY 称为坐标增量。由于方位角 α 的数值在 $0^\circ \sim 360^\circ$ 之间, 由式 (1-3) 可知, 三角函数的符号将按一定的规则变化, 所以坐标增量 ΔX 、 ΔY 也将分别出现正或负的情况。坐标增量的符号决定于方位角的数值。对于同样的角度值, 在测量坐标系中的三角函数符号规则与数学中的完全相同。坐标正算可使用计算器计算, 一般带有函数的计算器都能直接显示出坐标增量的正或负, 而不必由计算者判定符号。

二、坐标的反算

已知两个点的坐标值, 计算两点之间的长度和坐标方位角, 这称为坐标反算。如图1-1-5所示, 若 A 、 B 两点坐标已知, 分别为 X_A 、 Y_A 、 X_B 、 Y_B , 则两点间边长 S_{AB} , 方位角 α_{AB} 便可由已知点坐标反算出来。由图可知

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

即

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \quad (1-5)$$

$$S_{AB} = \sqrt{(\Delta X_{AB})^2 + (\Delta Y_{AB})^2} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} \quad (1-6)$$

应当注意, 若求方位角 α_{AB} , 则计算坐标增量时应该用 $Y_B - Y_A$ 、 $X_B - X_A$ 。而求方位角 α_{BA} 时, 应该用 $Y_A - Y_B$ 、 $X_A - X_B$ 计算坐标增量。

用计算器按(1-6)式求两点间距离时很方便。而在按(1-5)式计算坐标方位角时, 由于方位角的数值范围在 $0^\circ \sim 360^\circ$ 之间, 一般的计算器是按反正切函数的主值范围 $\left(-\frac{\pi}{2} < \arctg x < \frac{\pi}{2}\right)$ 显示角值, 所以, 必须根据坐标增量的符号按下述方法确定坐标方位角的数值。

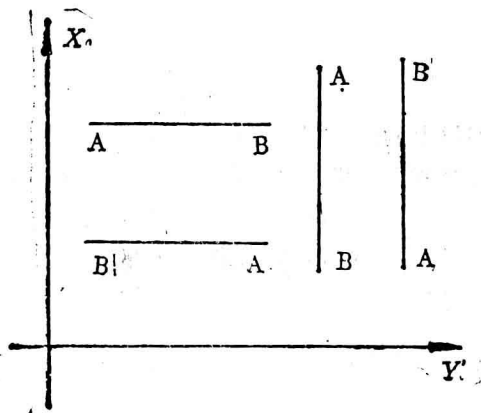


图1-1-6 点位相对坐标轴的特殊情况

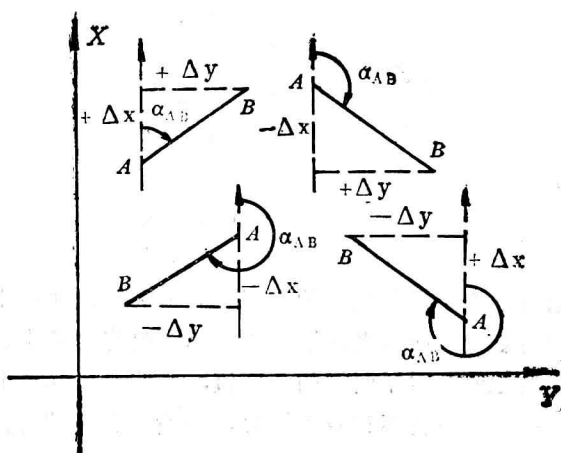


图1-1-7 点的位置与坐标增量及方位角的关系

两已知点在坐标系中的位置除了如图 1-1-6 所示与坐标轴平行外, 其他情况不外乎如图 1-1-7 所示。坐标增量 $\Delta X_{AB} = X_B - X_A$, $\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A$ 在各种位置时的符号情况都是不同的, 由图 1-1-6、1-1-7 可见, 坐标方位角可根据坐标增量的符号来确定。具体计算时可先取坐标增量的绝对值按公式

$$R = \arctg \frac{|\Delta Y|}{|\Delta X|} \quad (1-7)$$

用计算器算出角值 $R(0^\circ \sim 90^\circ)$, 然后根据坐标增量的符号按表 1-1-1 确定所求方位角的值。

表 1-1-1 根据坐标增量的符号求方位角

坐标增量符号		坐标方位角数值范围	坐标方位角之值
$\Delta X_{AB} = X_B - X_A$	$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A$		
0	+		$\alpha_{AB} = 90^\circ$
0	-		$\alpha_{AB} = 270^\circ$
-	0		$\alpha_{AB} = 180^\circ$
+	0		$\alpha_{AB} = 0^\circ (\text{或 } 360^\circ)$
+	+	$0^\circ - 90^\circ$	$\alpha_{AB} = R$
-	+	$90^\circ - 180^\circ$	$\alpha_{AB} = 180^\circ - R$
-	-	$180^\circ - 270^\circ$	$\alpha_{AB} = 180^\circ + R$
+	-	$270^\circ - 360^\circ$	$\alpha_{AB} = 360^\circ - R$

坐标正、反算是施工测量中放样数据准备的基本内容, 是经常碰到的一类问题。下面给出用“SHARP”EL-5812 计算器进行坐标计算的例子。其他型号计算器操作方法类似本例。

例 1-1: 已知 M 点坐标 $X_M = 103.58$ 米、 $Y_M = 150.37$ 米, 已经测量出 MN 间距离 $S_{MN} = 143.75$ 米, 已知坐标方位角 $\alpha_{MN} = 110^\circ 15' 54''$, 求 N 点的坐标值 X_N, Y_N 。

操 作	显 示	注 释
“ON” DKG	0. (屏上方出现小字 DEG)	开机, 按角度选择键 DRG , 直到屏上出现 DEG,
110.1554	110.1554	表示用 60 进制角度值进行计算 将方位角以拟十进制方式输入