

铁路职业教育铁道部规划教材

铁路测量

TIELUCELIANG

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

全志强 主编

中专

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(中 专)

铁 路 测 量

全志强 主 编
禹凤军 主 审

中国铁道出版社

2008年·北 京

内 容 简 介

本书共分十七章。第一章至第六章阐述测量学的基本知识和测量仪器的操作方法;第七章介绍测量误差的基本知识;第八章介绍小地区控制测量;第九章至第十一章介绍地形图测绘与应用;第十二章介绍建筑施工测量;第十三章至第十五章介绍铁路线路、桥梁、隧道测量;第十六章介绍既有线和既有站场测量;第十七章介绍建筑变形测量。

本书可作为中等专业学校铁道工程、桥梁、隧道等土建工程类专业的教材,也可作为职工上岗培训教材以及有关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路测量/全志强主编. —北京:中国铁道出版社,2008.1

铁路职业教育铁道部规划教材. 中专

ISBN 978-7-113-08589-6

I. 铁… II. 全… III. 铁路测量—专业学校—教材 IV. U212.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005970 号

书 名:铁 路 测 量

作 者:全志强 主编

责任编辑:李丽娟

电话:(010)51873135

封面设计:陈东山

责任印制:金洪泽

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号)

邮政编码:100054)

印 刷:河北省遵化市胶印厂

版 次:2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.25 字数:455千

书 号:ISBN 978-7-113-08589-6/TU·921

定 价:35.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:(市电)(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前 言

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路中专教育铁道工程(工务)专业教学计划“铁路测量”课程教学大纲编写的。

随着现代测绘技术的发展与应用,铁路工程建设中的测绘生产技术方法发生了巨大变革。本教材是为适应铁路职业技术教育的需求而编写的,内容上力求先进实用、简明通俗,突出职业技术教育特点,着重基本操作、应用的详细叙述,并配有课堂实习指导书。本书适用于铁道工程、桥梁、隧道等土建工程类专业,也可作为职工上岗培训教材,教师可根据专业性质、学时数和学生的层次从中选择所需内容。

参加本书编写的有包头铁路工程学校全志强、天津铁道职业技术学院夏春玲、齐齐哈尔铁路工程学校石长宏、成都铁路运输学校徐兆春、武汉铁路桥梁学校刘国寿、合肥铁路工程学校杨昭利。本书共分十七章,第一、十五、十六章由全志强编写;第二章由全志强、杨昭利编写;第三章由杨昭利编写;第四、六、七、八章和附录由夏春玲编写;第五、十二、十七章由石长宏编写;第九、十、十一章由徐兆春编写,第十三章由全志强、刘国寿编写;第十四章由刘国寿编写。本书由全志强主编并统稿,齐齐哈尔铁路工程学校禹凤军主审。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏与不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2007年12月

目 录	
第一章 绪 论	1
§ 1-1 铁路测量的任务与作用	1
§ 1-2 地面点位的确定	2
§ 1-3 测量工作的原则和要求	7
复习思考题	8
第二章 水准测量	9
§ 2-1 高程测量的概述	9
§ 2-2 水准测量的原理	10
§ 2-3 DS ₃ 水准仪及其使用	11
§ 2-4 水准测量方法	15
§ 2-5 水准测量成果计算	19
§ 2-6 水准仪的检验与校正	22
§ 2-7 水准测量误差及注意事项	26
§ 2-8 精密水准仪和电子水准仪	29
复习思考题	31
第三章 角度测量	33
§ 3-1 角度测量原理	33
§ 3-2 光学经纬仪及其使用	34
§ 3-3 测回法观测水平角	38
§ 3-4 竖直角观测	39
§ 3-5 经纬仪的检验与校正	43
§ 3-6 测量水平角的误差及其消减方法	47
§ 3-7 激光经纬仪和电子经纬仪	49
复习思考题	50
第四章 距离测量	52
§ 4-1 钢尺量距	52
§ 4-2 视距测量	56
§ 4-3 光电测距	59

复习思考题	60
第五章 直线定向	61
§ 5-1 标准方向的种类	61
§ 5-2 直线方向的表示方法	63
§ 5-3 方位角测量	64
复习思考题	67
第六章 全站仪及其使用	69
§ 6-1 概 述	69
§ 6-2 全站仪的基本构造及功能	69
§ 6-3 全站仪的基本操作	72
复习思考题	82
第七章 测量误差的基本知识	83
§ 7-1 测量误差概述	83
§ 7-2 衡量精度的标准	85
§ 7-3 算术平均值及其中误差	87
复习思考题	90
第八章 小地区控制测量	91
§ 8-1 控制测量概述	91
§ 8-2 导线测量的外业工作	93
§ 8-3 导线测量的内业计算	95
§ 8-4 全站仪坐标测量和导线坐标测量方法	103
§ 8-5 交会定点	105
§ 8-6 高程控制测量	109
§ 8-7 GPS 定位技术	114
复习思考题	125
第九章 地形图的基本知识	127
§ 9-1 地形图的概念	127
§ 9-2 地形图比例尺	127
§ 9-3 大比例尺地形图分幅编号与图廓	128
§ 9-4 地物符号	130
§ 9-5 地貌符号	133
复习思考题	137
第十章 大比例尺地形图的测绘	138
§ 10-1 经纬仪测绘法	138

§ 10-2 全站仪数字化测图	143
§ 10-3 地形图测绘的基本要求	159
复习思考题	161
第十一章 地形图的应用	162
§ 11-1 地形图的识读	162
§ 11-2 地形图应用的基本内容	164
§ 11-3 地形图在线路工程中的应用	166
复习思考题	172
第十二章 建筑施工测量	173
§ 12-1 施工测量概述	173
§ 12-2 施工放样的基本工作	174
§ 12-3 点的平面位置的测设方法	177
§ 12-4 施工控制测量	180
§ 12-5 建筑施工测量	183
复习思考题	193
第十三章 铁路线路测量	195
§ 13-1 铁路新线初测	195
§ 13-2 铁路新线定测	200
§ 13-3 曲线测设	204
§ 13-4 全站仪极坐标法测设中线	213
§ 13-5 线路纵断面测量	217
§ 13-6 线路横断面测量	220
§ 13-7 线路施工测量	222
§ 13-8 GPS 技术在线路测量中的应用	227
复习思考题	227
第十四章 桥梁施工测量	230
§ 14-1 桥址中线复测	230
§ 14-2 桥梁施工控制测量	231
§ 14-3 桥梁墩、台中心的测设	233
§ 14-4 墩台纵、横轴线的测设	236
§ 14-5 桥梁细部放样	237
§ 14-6 桥梁贯通和竣工测量	239
§ 14-7 涵洞施工测量	239
复习思考题	240

第十五章 隧道施工测量	241
§ 15-1 概 述	241
§ 15-2 隧道洞外控制测量	242
§ 15-3 隧道进洞测量	244
§ 15-4 隧道洞内控制测量	246
§ 15-5 隧道施工测量	248
§ 15-6 隧道贯通测量	250
§ 15-7 隧道竣工测量	251
§ 15-8 成果整理及技术总结	252
复习思考题	253
第十六章 既有线和既有站场测量	254
§ 16-1 既有线测量	254
§ 16-2 既有站场测量	260
§ 16-3 成果整理	264
复习思考题	269
第十七章 建筑变形测量	270
§ 17-1 建筑变形测量的一般规定	270
§ 17-2 沉降观测	271
§ 17-3 位移观测	276
复习思考题	283
参考文献	284

第一章 绪 论

§ 1-1 铁路测量的任务与作用

一、铁路测量的任务

测绘学是研究地球和其他实体的与地理空间分布有关的信息的采集、量测、分析、显示、管理、利用的科学与技术。测绘学是地球科学的重要组成部分,包括大地测量学、摄影测量与遥感、地图制图学、工程测量学、海洋测绘学等分支学科。

铁路测量是工程测量学的一部分,是研究铁道工程在勘测、设计、施工和管理各阶段所进行的各种测量工作的学科。其主要任务可归纳为测定、测设、监测。

测定又称测图,是指使用测量仪器和工具,按照一定的测绘程序和方法,将地面上局部区域的各种地物、地貌,按一定的比例尺和特定的符号绘制成地形图,供规划设计以及管理使用。

测设又称放样,是将图纸上设计好的建筑物、构筑物的位置在实地标定出来,作为施工的依据。

监测又称变形观测,是对某些有特殊要求的建(构)筑物,在施工过程中和使用期间,测定有关部位在建筑荷重和外力作用下随时间而产生变形的规律,监视其安全性和稳定性,其观测成果是验证设计理论和检验施工质量的重要资料。

二、铁路测量的作用

铁路是一项综合工程。铁路的各种建筑物(如线路、桥梁、隧道、站场等)既相互联系,在设计、施工和养护中对测量工作又各有其特殊的要求和方法。为了确定一条最为经济合理的路线,必须先测绘路线附近的地形图,在地形图上进行路线设计,然后将设计路线的位置标定在地面上以指导施工。当线路跨越河流时,必须建造桥梁,在建桥之前,要测绘河流两岸的地形图,测定河流的水位、流速、流量和河床地形图以及桥梁轴线长度等,为桥梁设计提供必要的资料,最后将设计桥台、桥墩的位置用测量的方法在实地标定。当路线穿过山岭需要开挖隧道时,开挖之前,必须在地形图上确定隧道的位置,隧道施工通常是从隧道两端相向开挖,需要根据测量成果指示开挖方向,保证其正确贯通。铁路建成后运营期间,还需要测量工作为线路及其构筑物的维修、养护、改建和扩建提供资料,包括变形观测和维修养护测量等。由此可见,铁路测量工作内容十分丰富,涉及面也很广。

铁路测量贯穿铁路工程建设的始终,服务于施工过程中的每一个环节,而且测量的精度和进度直接影响到整个工程的质量与进度。铁路测量在铁路工程建设中起着十分重要的作用。

§ 1-2 地面点位的确定

在铁路测量中,无论测图、放样还是监测,都需要通过确定地面点的空间位置来实现。确定地面点的空间位置,就是将地面点沿铅垂线(重力的作用线)方向投影到一个代表地球形状的基准面上,用点在坐标系中的坐标与高程三个量来表示点位。

一、地球的形状和大小

地球的自然表面是极其复杂的,有高山、峡谷、平原、河流、海洋等等。地球上的第一高峰珠穆朗玛峰高达 8844.43 m,而位于太平洋西部的马里亚纳海沟深达 11 022 m,虽然起伏如此之大,但与平均半径约为 6371 km 的地球相比,还是微不足道的。由于地球表面上海水面积约占 71%,陆地面积约占 29%,所以我们可以把地球总的形状看作是一个被海水包围的形体。假想一个自由静止的海水面向陆地内部延伸,包围整个地球,形成一个封闭的曲面,这个曲面称为水准面。受地球重力影响,水准面上任意一点的铅垂线垂直于该点的曲面。水准面可以位于不同高度,所以有无数个。由于潮汐波浪关系,完全处于自由静止的海水面难以求得,为此,人们在海岸边设立验潮站,用验潮站测得的平均海水面来代替静止海水面。平均海水面称为大地水准面。大地水准面所包围的形体称为大地体。大地体可以近似地代表地球的形状,如图 1-1(a)所示。

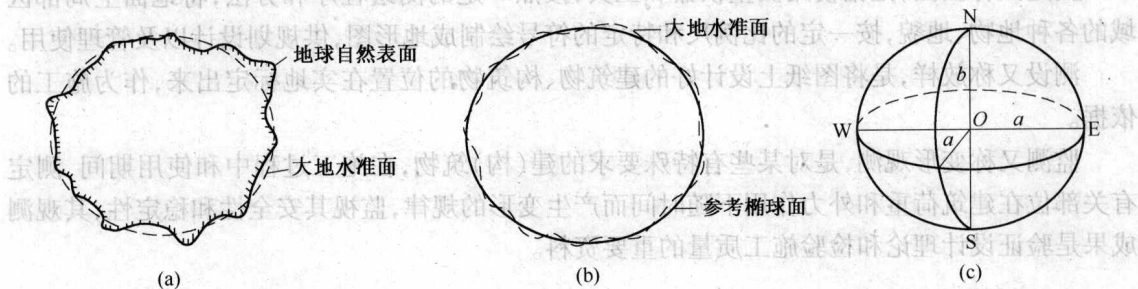


图 1-1 地球自然表面、大地水准面和参考椭球面

由于地球内部质量分布不均匀,引起铅垂线的方向产生不规则变化,致使大地水准面成为一个有微小起伏的、不规则的、很难用数学方程表示的复杂曲面。如果将地球表面上的物体投影到这个复杂的曲面上,计算起来非常困难。为了使用方便,选择一个与大地水准面非常接近的、能用数学方程表示的几何形体来代表地球的形体,如图 1-1(b)所示。这个几何形体是由椭圆 NESW 绕其短轴 NS 旋转而成的旋转椭球体,如图 1-1(c)所示。旋转椭球体又称参考椭球体,其表面称参考椭球面。

决定参考椭球面形状和大小的元素是椭圆的长半轴 a 、短半轴 b 。此外,根据 a 和 b 还定义了扁率 f 、第一偏心率 e 和第二偏心率 e' 。

$$f = \frac{a - b}{a} \quad (1-1)$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (1-2)$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} \quad (1-3)$$

我国采用过的两个参考椭球元素值以及 GPS 测量使用的参考椭球元素值列于表 1-1。

表 1-1 参考椭球元素值

坐标系名称	a (m)	f	e^2	e'^2	参考椭球
1954 北京坐标系	6378245	1:298.3	0.006693421	0.006738525	克拉索夫斯基椭球
1980 西安坐标系	6378140	1:298.257	0.006694384	0.006739501	IUGG1975 椭球
WGS-84 坐标系(GPS 用)	6378137	1:298.257	0.006694379	0.006739496	IUGG1979 椭球

注: IUGG —— 国际大地测量与地球物理联合会(International Union of Geodesy and Geophysics)。

由于参考椭球的扁率很小, 当测区范围不大时, 在普通测量中可以将地球近似地看作圆球体, 其半径为 $R = \frac{1}{3}(a + a + b) \approx 6371 \text{ km}$ 。

二、测量坐标系

在工程建设中常用的坐标系有: 大地坐标、高斯平面直角坐标、独立平面直角坐标、WGS-84 坐标。

1. 大地坐标系

大地坐标, 是以参考椭球面及其法线为依据建立起来的坐标系, 用大地经度 L 和大地纬度 B 表示, 如图 1-2 所示。过 P 点的子午面与起始子午面之间的夹角 L , 称为 P 点的大地经度。过 P 点的法线与赤道面的夹角 B , 称为 P 点的大地纬度。

大地坐标自起始子午面起, 向东 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称东经, 向西 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称西经; 自赤道起, 向北 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称北纬, 向南 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称南纬。例如北京某点的大地坐标为东经 $116^\circ 28'$ 、北纬 $39^\circ 54'$ 。

2. 高斯平面直角坐标系

大地坐标是用经纬度表示地面点位置的球面坐标, 若将其直接应用于工程测量中, 很多时候极不方便。局部测量上的计算和绘图最好在平面上进行。由于地球椭球是一个不可展的曲面, 因此需要通过地图投影的方法将地球表面上的点位化算到平面上。将地球椭球面上的点、线(经纬线)投影到平面上的方法称为地图投影。地图投影学中有多种投影方法, 我国采用的是高斯投影法。

(1) 高斯投影 6° 分带与高斯坐标系的建立

高斯投影首先将地球按经线划分成带(称为投影带)。投影带的一种划分方法是从首子午线起, 每隔经度 6° 划分一个投影带(称为 6° 带), 将整个地球划分为 60 个带。带号从首子午线开始自西向东编号, 用阿拉伯数字表示, 东经 $0^\circ \sim 6^\circ$ 为第 1 带, 东经 $6^\circ \sim 12^\circ$ 为第 2 带, 以此类推, 如图 1-3(a) 所示。位于各带中央的子午线, 称为该带的中央子午线, 如图 1-3(b) 所示。第 1 带的中央子午线的经度为 3° , 任意 6° 带的中央子午线经度 L_0 与投影带号 N 的关系为

$$L_0 = 6N - 3 \quad (1-4)$$

投影时设想用一个空心圆柱横套在参考椭球外面, 使圆柱与某一中央子午线相切, 如图 1-4 所示。在球面图形与柱面图形保持等角的条件下, 将球面上的图形投影到柱面上, 然后将圆柱沿着过南北极的母线切开, 展开成为平面。在这个平面上, 中央子午线投影与赤道投影成为相互垂直的直线, 而且中央子午线的长度在投影后未发生形变。取中央子午线投影为坐标纵轴 x , 取赤道投影为坐标横轴 y , 两轴的交点 O 为坐标原点, 组成高斯平面直角坐标

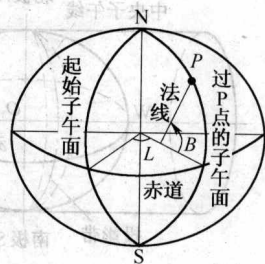


图 1-2 大地坐标

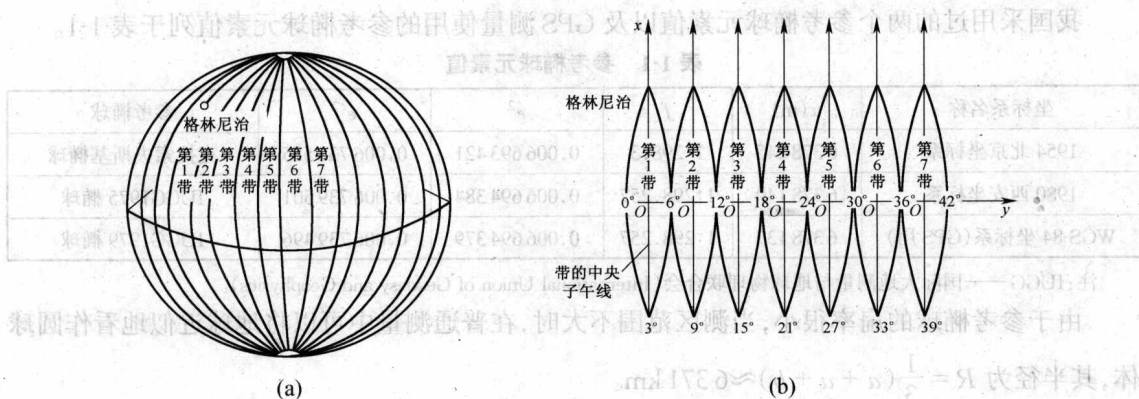


图 1-3 6°分带

系。纵坐标 x 从赤道起向北为正, 向南为负; 横坐标 y 从中央子午线起向东为正, 向西为负; 象限按顺时针方向编号, 如图 1-5(a) 所示。

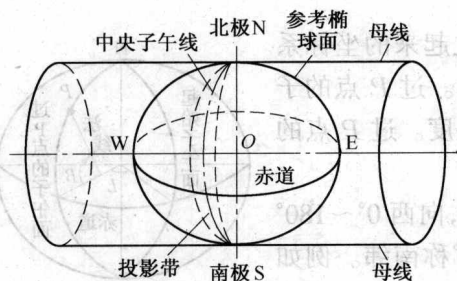


图 1-4 高斯投影

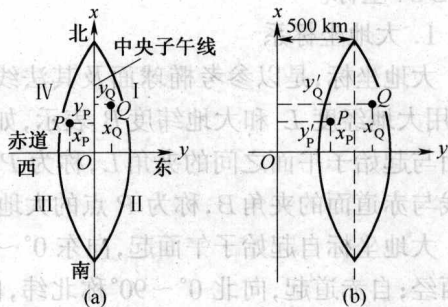


图 1-5 高斯平面直角坐标

我国位于北半球, x 坐标值恒为正, y 坐标值则有正有负。对于 6°带高斯平面直角坐标系, 最大的 y 坐标负值约为 -365 km 。为了避免 y 坐标出现负值, 我国统一规定将每带的坐标原点向西移 500 km , 也就是给每个点的 y 坐标值加上 500 km 后使之恒为正值。实际应用中, 为了根据横坐标值能够确定某点位于哪一个投影带内, 还要在 y 坐标值前冠以带号例如, 在图 1-5(a) 中, $y_Q = 186703 \text{ m}$, $y_P = -269435 \text{ m}$; 纵轴西移后, 如图 1-5(b) 所示, $y'_Q = 186703 + 500000 = 686703 (\text{m})$, $y'_P = -269435 + 500000 = 230565 (\text{m})$; 若为第 18 带, 则 $Y_Q = 18686703 \text{ m}$, $Y_P = 18230565 \text{ m}$, 该坐标为高斯实用坐标。

(2) 3°分带及其他投影分带

在高斯投影中, 离中央子午线近的部分变形小, 离中央子午线愈远变形愈大。当要求投影变形更小时, 可采用 3°带投影或 1.5°带投影法, 也可采用任意分带法。

3°带投影是从东经 $1^\circ30'$ 起, 每隔经度 3° 划分一个投影带, 自西向东将整个地球划分为 120 个带, 用阿拉伯数字表示带号。任意 3°带的中央子午线经度 L'_0 与投影带号 n 的关系为

$$L'_0 = 3n \quad (1-5)$$

3°带这样划分, 使得 3°带的中央子午线有一半与 6°带的重合, 如图 1-6 所示, 给 6°带与 3°带的坐标转换带来很大方便。

局部地区为使投影误差更小, 可采用 1.5°带投影, 或者以测区的中央经线作为投影带中

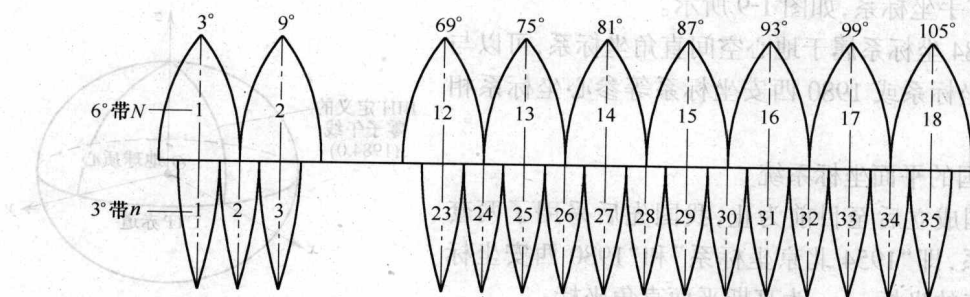


图 1-6 6°带与 3°带投影的关系

央子午线进行投影。

(3) 投影带的重叠

高斯投影中的各投影带都有自己独立的平面坐标系,相邻两带的坐标虽然可以互相换算,但不能同时直接应用。为了便于两带交界处的控制点的应用,规定每个投影带均应向东延伸经差 $30'$ 、向西延伸经差 $7.5'$,这样各相邻投影带之间都有宽度为 $37.5'$ 的重叠部分(称为重叠带),在重叠带内的国家级控制点,必须分别计算出属于相邻两带坐标系的坐标。

3. 独立平面直角坐标系

当测区范围较小时(如小于 100 km^2),可以用测区中心点的切平面来代替大地水准面,如图 1-7 所示,在切平面上建立的测区平面直角坐标系即为独立平面直角坐标系。坐标系的原点一般选在测区的西南角,以使测区内点的 x 、 y 坐标均为正值;以过测区中心的子午线方向为 x 轴方向,向北为正,过原点并与 x 轴垂直的方向为 y 轴,向东为正;坐标系的象限以顺时针方向排列,如图 1-8 所示。将测区内任一点 P 沿铅垂线投影到切平面上得 p 点,通过测量计算出的 p 点坐标 x_p 、 y_p ,就是 P 点在独立平面直角坐标系中的坐标。

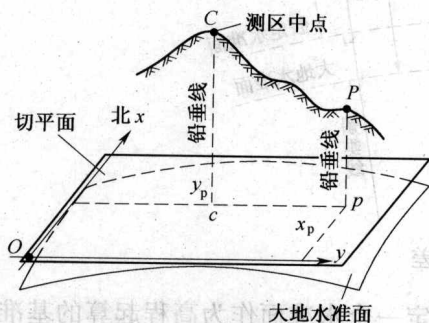


图 1-7 独立平面直角坐标系原理图

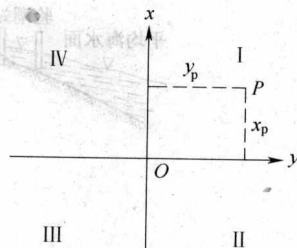


图 1-8 独立平面直角坐标系

测量平面直角坐标系与数学中常用的笛卡儿坐标系不同,二者区别在于坐标轴互换、象限顺序相反。这样,所有平面上的数学公式均可直接在测量中使用,同时又便于测量的方向和坐标计算。

4. WGS-84 坐标系

美国国防局为进行 GPS(全球定位系统)导航定位,于 1984 年建立了世界大地坐标系统 WGS-84,1985 年投入使用。WGS-84 坐标系采用国际大地测量与地球物理联合会推荐的 1979 椭球(参数见表 1-1),坐标原点为地球质心, z 轴指向国际时间局(BIH)1984.0 定义的协议地极(CTP)方向, x 轴指向 BIH 1984.0 的协议子午面和 CTP 赤道的交点, y 轴与 z 轴、 x 轴

垂直构成右手坐标系,如图 1-9 所示。

WGS-84 坐标系属于地心空间直角坐标系,可以与 1954 北京坐标系或 1980 西安坐标系等参心坐标系相互转换。

5. 我国的平面坐标系

新中国成立后至目前为止,我国先后采用了两套平面坐标系,即“1954 北京坐标系”和“1980 西安坐标系”,大地点的坐标 x 、 y 为高斯平面直角坐标。

建国初期,由于缺乏天文大地网观测资料,我国暂时采用了克拉索夫斯基椭球(参数见表 1-1),并与前苏联 1942 年坐标系进行联测,通过计算建立了我国大地坐标系,称为 1954 北京坐标系。

到 20 世纪 80 年代初,我国已基本完成了天文大地测量,我国天文大地网近 5 万个点的整体平差从 1972 年开始到 1982 年完成。1980 西安坐标系,采用国际大地测量与地球物理联合会推荐的 1975 椭球(参数见表 1-1),大地原点位于西安市北 60 km 处的泾阳县永乐镇。

三、高程系统

地面点沿铅垂线方向到大地水准面的距离称为该点的绝对高程(或海拔),简称高程,用 H 表示。如图 1-10 所示, A 、 B 两点的绝对高程分别为 H_A 、 H_B 。

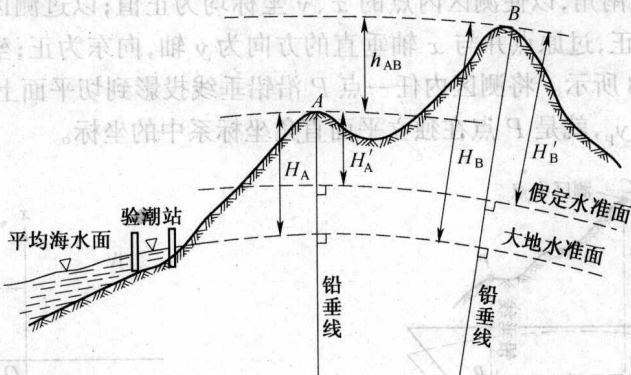


图 1-10 高程和高差

在局部地区,如果引用绝对高程有困难时,可以假定一个水准面作为高程起算的基准面。地面点沿铅垂线方向到某一假定水准面的距离称为该点的相对高程(或假定高程),用 H' 表示。如图 1-10 所示, A 、 B 两点的相对高程分别为 H'_A 、 H'_B 。

两点间的绝对高程或相对高程之差称为高差,用 h 表示。在图 1-10 中, A 、 B 两点的高差 $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$ 。 h_{AB} 表示 B 点相对于 A 点的高程之差(也称为 A 点到 B 点的高差), h_{BA} 表示 A 点相对于 B 点的高程之差(也称为 B 点到 A 点的高差, $h_{BA} = H_A - H_B = H'_A - H'_B$),由此可见, $h_{AB} = -h_{BA}$ 。

四、用水平面代替水准面的限度

与水准面相切的平面称为过切点的水平面。在实际测量工作中,当测区面积不大时,往往

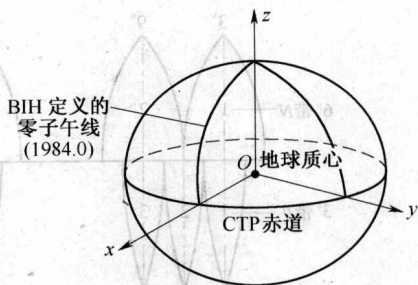


图 1-9 WGS-84 世界大地坐标系

以水平面直接代替水准面,也就是把这部分地球表面上的点直接投影到水平面上来决定其位置。这样做简化了测量和计算工作,但却给测量结果带来误差,如果这些误差在所容许的限差范围之内,这种替代是允许的。

通常在 100 km^2 范围内进行测量时,实测的水准面上的长度和角度可以看作是水平面上的长度和角度,可以忽略水准面与水平面上长度和角度的差异。

在一般高程测量中,用水平面代替水准面时产生的高程误差是不可忽视的,必须考虑其影响。

五、确定地面点位的三个基本要素

在小范围测区内,可以把大地水准面看作平面,地面点的空间位置是以地面点在投影平面上的坐标 x 、 y 和高程 H 决定的。如图 1-11 所示,在实际测量中, x 、 y 和 H 的值并非直接测定,而是通过测量水平角 β_a 、 β_b ... 和水平距离 D_1 、 D_2 ..., 再以 A 点的坐标和 AB 边的方位角为起算数据,推算出 B 、 C 、 D 、 E 各点的坐标;通过测量点间的高差 h_{AB} ..., 以 A 点的高程为起算数据,推算出 B 、 C 、 D 、 E 各点的高程。由此可见,水平距离、水平角、高差是确定地面点位的三个基本要素。距离测量、角度测量和高差测量是测量的三项基本工作。

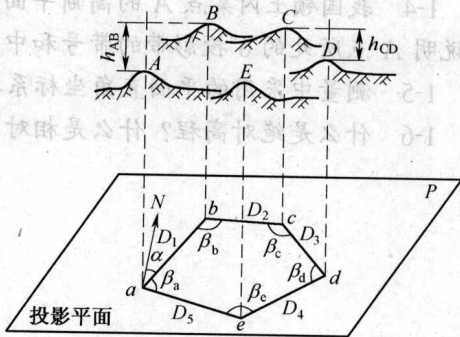


图 1-11 确定地面点位的基本要素

§ 1-3 测量工作的原则和要求

一、测量工作的原则

任何测量工作都必须遵循“从整体到局部、先控制后碎部”及“边工作边校核”的原则。

“从整体到局部”,是指进行任何测量工作都必须先总体布置,然后分期、分区、分项实施,任何局部的测量过程必须服从全局的要求。

“先控制后碎部”,即先在测区内选择一些有控制意义的点(称为控制点),把它们的平面位置和高程精确地测定出来,然后根据这些控制点测定出附近碎部点的位置。这种测量方法可以减小误差积累,而且可以同时几个控制点上同时进行测量,加快工作进度。

“边工作边校核”,也就是步步校核,对每一个操作、数据、成果都必须采用各种校核方法和手段,验证其正确与否。校核原则应始终贯穿每项测量工作全过程。

二、测量工作的基本要求

测量工作中的任何差错都会造成不良后果,有的甚至对工程造成巨大损失,所以保证测量成果质量是测绘工作者的首要职责。为此,野外观测必须按照规范要求进行,不合格的必须重测;手簿等原始资料,应保证真实、清楚、完整;对交付的成果必须复核检验,以确保成果可靠。

学习铁路测量必须理论联系实际,不但要掌握基本理论,而且要重视对观测、计算、绘图等基本技能的训练,在学习中养成认真负责、一丝不苟的工作作风和爱护仪器设备的良好习惯,

还应有互相协作、紧密配合的团队精神,以及共同完成任务的全局观念。

复习思考题

- 1-1 铁路测量的任务和作用是什么?
- 1-2 什么是水准面?什么是大地水准面?
- 1-3 地球上某点的经度为东经 $118^{\circ}26'$,该点所在高斯投影 6° 带和 3° 带的带号及中央子午线的经度各是多少?
- 1-4 我国领土内某点 A 的高斯平面直角坐标为: $x=2541809.16\text{m}$, $y=19286132.73\text{m}$,试说明 A 点所处的 6° 投影带的带号和中央子午线经度。
- 1-5 测量中采用的平面直角坐标系与数学中的平面直角坐标系有何不同?
- 1-6 什么是绝对高程?什么是相对高程?什么是高差?

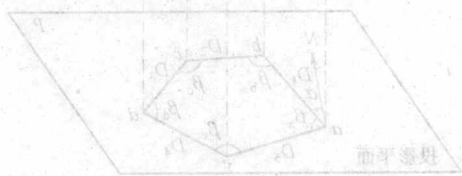


图 1-11 某点 A 在平面上的投影

测量工作的基本原则 1-3

一、测量工作的原则

测量工作的原则,是指在进行测量工作时,必须遵循的一些基本准则。这些原则是测量工作的基础,也是保证测量成果准确性的关键。测量工作的原则可以概括为以下几点:

- (1) 从整体到局部: 在测量工作中,应先进行整体控制,再进行局部测量。这样可以保证整个测量成果的精度和可靠性。
- (2) 由高级到低级: 在测量工作中,应先进行高级控制,再进行低级测量。这样可以保证测量成果的精度和可靠性。
- (3) 步步有检核: 在测量工作中,每一步测量都必须进行检核,以保证测量成果的准确性。
- (4) 观测要独立: 在测量工作中,观测点应尽量独立,以减少误差的传递。
- (5) 记录要清晰: 在测量工作中,记录要清晰、准确,以便后续的数据处理和成果整理。

二、主要的基本测量工作

测量工作的主要任务,是根据给定的控制点,测定未知点的平面位置和高程。测量工作的主要任务可以分为以下几个方面:

- (1) 控制测量: 控制测量是测量的基础,包括平面控制测量和高程控制测量。控制测量的目的是建立高精度的控制网,为其他测量工作提供基准。
- (2) 地形测量: 地形测量是测量的重要组成部分,包括地形图的测绘和地形数据的采集。地形测量的目的是获取地形信息,为工程建设和城市规划提供依据。
- (3) 工程测量: 工程测量是测量的重要组成部分,包括桥梁、道路、隧道、建筑物等的测量。工程测量的目的是为工程建设和施工提供精确的测量数据。
- (4) 摄影测量: 摄影测量是利用摄影技术进行测量的方法,包括航空摄影测量和地面摄影测量。摄影测量的目的是获取大范围的地形信息,为地形图的测绘和工程测量提供数据。

第二章

水准测量

§ 2-1 高程测量概述

确定地面点高程的测量工作,称为高程测量。高程测量是测量的基本工作之一。

一、高程系统

我国的高程基准采用黄海平均海水面。为了获得平均海水面的位置,在青岛附近海面上设置了验潮标,由专门的测量队成年累月长期观测记录,从而确定平均海水面的位置,按定义其高程为零,相应于验潮标尺上的这一点,称为水准零点。水准零点经常被海水淹没,不便于由此引测高程,所以在附近的观象山上建立了一个非常坚固的点,用最精密的水准测量方法测定其高程,全国各地的高程都由这一点引测,该点称为水准原点,如图 2-1 所示。“1985 国家高程基准”水准原点的高程为 72.260 m。由原点起,在全国范围布设国家水准点,由这些水准点组成全国高精度水准控制网。国家水准控制网分为四个等级,分别称为国家一、二、三、四等水准网。一、二等水准网是国家高程控制网的骨干;三、四等水准点遍布全国各地,既为水准控制点,也可作为各项工程建设的高程起算点;国家三、四等以下的水准测量为等外水准测量,即普通水准测量,常用于一般工程建设的高程测量和地形测绘的图根水准测量。

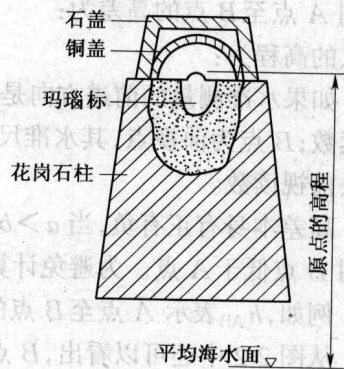


图 2-1 水准原点

二、高程测量概述

高程测量按所用仪器和施测方法的不同,可分为水准测量、三角高程测量、GPS 高程测量、气压高程测量等。

水准测量是利用水准仪和水准尺根据水平视线来测定两点间的高差,再计算待测点的高程。水准测量一般适用于平坦地区,是高程测量中用途最广、精度最高、最常用的方法。

三角高程测量是利用经纬仪或全站仪,通过测量两点间的水平距离或斜距和竖直角,应用三角公式计算出两点间的高差。三角高程测量受地形条件的限制较少。由于全站仪的普及,三角高程测量的精度得以提高,应用范围越来越广。

GPS 高程测量是采用 GPS 方法确定大地高,采用其他技术方法确定大地水准面差距,从而获得点的高程。与常规水准相比,GPS 高程测量具有费用低、效率高的优点,能够在大的区域内进行高程数据加密。因受制于大地高和大地水准面差距的测量精度,目前 GPS 高程