

铁路职业教育铁道部规划教材

工程测量

GONGCHENGCELIANG

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

曹毅 主编

高职

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(高 职)

工 程 测 量

曹 毅 主 编
戴力斌 主 审

中国铁道出版社

2008年·北 京

内 容 简 介

全书共分十四章,完整地介绍了铁路工程建设勘测、设计、施工、维修养护等阶段的测量工作;介绍了铁路工程测量中常用仪器设备,包括水准仪、经纬仪、全站仪和GPS系统的功能、操作方法、维护和检验校正等方面的知识;介绍了小区域控制测量、地形测量、铁路线路、纵横断面测量、既有线测量及施工测量等建设阶段测量工作内容、施测方法及精度要求。附录提供了部分测量专业名词英汉对照表。全书结合《新建铁路工程测量规范》,反映现代测量领域的最新科技成果、技术方法,培养学生的实际工作能力。

本书实用于高职高专学校铁道工程、铁道工务、土木工程、路桥工程、建筑工程等专业测量课程的教材,也可供广大工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程测量/曹毅主编. —北京:中国铁道出版社,2008.2

铁路职业教育铁道部规划教材·高职

ISBN 978-7-113-08592-6

I. 工… II. 曹… III. 工程测量—高等学校:技术学校—教材 IV. TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005973 号

书 名:工程测量

作 者:曹 毅 主编

责任编辑:刘红梅 电话:010-51873134 电子信箱:mmm2005@tom.com

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,100054)

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

版 次:2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:14.25 字数:356 千

书 号:ISBN 978-7-113-08592-6/TU·923

定 价:27.80 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)63549495 路电(021)73171(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前言

卦内卦本 廿四章

思区食

量既竟而 章三第

编 者

2008 年 1 月

量既飲平水 廿三策

量隱魚直翌 許四榮

五洲大藥房發行 許正榮

平水 六草

夏思芳

同家送直味量既离强 章四第

志補函点土画虫 廿一第

同宝参直 苡三聚

各式真宝响好於金製的更 市正榮

腹善思曰夏

光華國際外匯全時外匯外匯外匯 章正榮

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 测绘科学的分类和工程测量学的任务	1
第二节 地面上点位的表示方法	2
第三节 用水平面代替水准面的限度	6
第四节 测量工作概述	7
复习思考题	8
第二章 水准测量	9
第一节 高程测量概述	9
第二节 水准测量原理	10
第三节 水准测量的仪器和工具	12
第四节 水准仪的使用	17
第五节 水准测量的方法	19
第六节 水准测量成果计算	21
第七节 水准仪的检验与校正	24
第八节 水准测量的主要误差来源及其注意事项	26
复习思考题	28
第三章 角度测量	30
第一节 角度测量原理	30
第二节 光学经纬仪	31
第三节 水平角测量	35
第四节 竖直角测量	39
第五节 经纬仪的检验与校正	42
第六节 水平角测量的误差	45
复习思考题	46
第四章 距离测量和直线定向	48
第一节 地面上点的标志	48
第二节 钢尺量距	48
第三节 直线定向	54
第四节 用罗盘仪测定磁方位	57
第五节 用陀螺经纬仪测定真方位	58
复习思考题	60
第五章 光电测距仪和全站仪的使用	62

第一节 光电测距仪	62
第二节 全站仪及其使用	63
复习思考题	74
第六章 测量误差的基本知识	75
第一节 测量误差概述	75
第二节 衡量精度的标准	77
第三节 观测值函数的中误差	79
第四节 算术平均值及其中误差	81
第五节 按真误差求观测值的中误差	82
复习思考题	83
第七章 小区域控制测量	85
第一节 控制测量概述	85
第二节 导线测量外业工作	86
第三节 导线测量的内业计算	90
第四节 导线平面图的绘制	96
第五节 测角交会定点	97
第六节 高程控制测量	100
复习思考题	103
第八章 地形测量	105
第一节 地形图概述及表示方法	105
第二节 视距测量	116
第三节 小平板的构造与使用	118
第四节 碎部测量	120
第五节 地形图的应用	127
第六节 大比例尺数字化测图简介	135
复习思考题	138
第九章 线路中线测量	140
第一节 铁路中线测量	140
第二节 圆曲线的测设	144
第三节 缓和曲线	150
第四节 加缓和曲线后曲线的基本要素的计算和主点的设置	151
第五节 加缓和曲线后曲线的详细测设	154
复习思考题	159
第十章 铁路线路断面测量	161
第一节 线路纵断面测量	161
第二节 线路横断面测量	166
复习思考题	170
第十一章 既有线测量	172
第一节 线路平面测绘	172
第二节 线路高程测量	178

第三节 线路横断面测量	178
第四节 既有线站场测绘	179
复习思考题	186
第十二章 施工测量的基本工作	187
第一节 施工测量概述	187
第二节 施工测量的基本工作	188
第三节 点位的平面位置放样	191
复习思考题	193
第十三章 桥隧施工测量	194
第一节 控制测量概述	194
第二节 桥梁施工测量	195
第三节 涵洞工程施工测量	198
第四节 隧道施工测量	199
复习思考题	202
第十四章 GPS 测量简介	203
第一节 概述	203
第二节 全球定位系统(GPS)的组成	204
第三节 WGS-84 大地坐标系及坐标转换	207
第四节 GPS 卫星定位系统基本原理	208
第五节 GPS 测量的作业模式	210
第六节 GPS 静态测量实施	212
第七节 RTK 测量	216
复习思考题	218
附录 常用测量词汇汉英对照表	219
参考文献	222

第一章

绪论

本章提要:本章简要介绍测量学的分类和工程测量的任务;重点介绍地面点位置的表示方法及相关重要概念;工程测量的实质、工作原则及基本要求。

第一节 测绘科学的分类和工程测量学的任务

测绘科学研究对象主要是地球的形状、大小和地表面上各种物体的几何形状及其空间位置,目的是为人们了解自然和改造自然服务。

测绘科学是一门既古老而又在不断发展的科学,按照传统可分为:

1. 大地测量学

大地测量学是研究在广大地面上建立国家大地控制网,测定地球形状、大小和地球重力场的测绘科学。大地测量学又分为常规大地测量学与卫星大地测量学等。在大地测量中必须考虑地球的曲率。

2. 地形测量学

地形测量学是研究小区域地表面各类物体形状和大小的测绘科学。

3. 摄影测量学

摄影测量学是利用摄影像片来研究地球形状和大小的测绘科学。因获得像片的方法不同,摄影测量学又可分为地面摄影测量学和航空摄影测量学等。

4. 工程测量学

城市建设、大型厂矿建筑、水利枢纽及道路修建等在勘测设计、施工放样、竣工验收和工程监理保养等方面的测绘工作,统称为工程测量学。

此外,制图学和测绘仪器制造也是测绘科学中的重要分支。

目前,测绘科学在仪器制造、卫星定位测量、地理信息、遥感技术等方面发展迅速,突出表现为仪器电子化、智能化、全天候化;测量成果信息化;与先进科学技术交融化。

测绘科学用途十分广泛,在政治、经济、军事、科技和文化教育方面都有重要的用途。地震预测预报、海底资源勘测、近海油井钻探、地下电缆、管网埋设、灾情监视与调查、宇宙空间技术以及其他科学研究方面无不需要测绘工作的配合,已成为影响国家安全、社会进步的重要因素,随着社会生产和科学技术的发展,测绘科学的应用将会更加广泛。

在国民经济和国防建设中,工程测量占有重要地位。工程测量的应用涉及各个方面,例如城市、工厂、矿山和水利等建设,铁路、公路、水运等交通线路的建设,以及农业、林业的开发和建设中,都要用到工程测量。任何建设项目都需要测绘工作先行,所以测绘工作者常被称为建设的尖兵。

工程测量的主要任务有测绘、测设和监测。测绘是把地面上的情况描绘到图纸上,为设计和规划提供资料。测设是把图纸上设计的建筑物和构筑物桩定到地面上,提供施工依据。监测是对建筑物施工过程中和竣工后所产生的各种变形进行的变形观测。

第二节 地面上点位的表示方法

一、地球的形状和大小

测量工作的主要研究对象是地球的自然表面,即岩石圈的表面,但它是不规则的。我国西藏与尼泊尔交界处的珠穆朗玛峰高达 8844.43 m,太平洋西部的马里亚纳海沟深达 11 022 m。

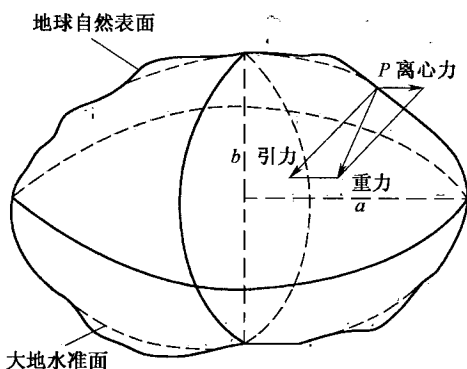


图 1-1 地球引力与离心力的合力

尽管有这样大的高低起伏,但相对于地球庞大的体积来说仍可忽略不计。地球的表面形状十分复杂,不便于用数学式来表达。通过长期的测绘工作和科学调查,了解到地球表面上的海洋面积约占 71%,陆地面积约占 29%,因此人们把地球总的形状看作是被海水包围的球体,也就是设想有一个静止的海水面,向陆地延伸而形成—个封闭的曲面。由于潮汐影响,海水时高时低,所以取其平均的海水面作为地球形状和大小的标准,它所包围的形体为大地体。地球上的任一质点受到地球引力与离心力的合力,这个合力就是大家熟悉的重力(图 1-1)。

静止而不流动的水面上的每一个分子,各自都受到重力的作用,在重力场位相同时这些水分子便不流动而成静止状态,形成一个重力场等位面,这个静止的水面称为水准面。水准面是一个处处与重力方向垂直的连续曲面。水准面有无数个,其中与平均海水面吻合并向大陆、岛屿内延伸而形成的闭合曲面称为大地水准面。

测量工作取得重力方向的一般方法是,用细绳悬挂一个垂球 G ,如图 1-1 所示,细绳即为悬挂点 O 的重力方向,通常称它为垂线或铅垂线方向。

经过长期的测量实践研究证明,大地体与一个以椭圆的短轴为旋转轴的旋转椭球的形状十分近似,其表面称为参考椭球面,如图 1-2 所示。当对测量成果的要求不十分严格时,大地体可简化为参考椭球体,不需要改正。因此,大地水准面和铅垂线便成为实际测绘工作的基准面和基准线。

椭球体的基本元素是:

长半轴: a

短半轴: b

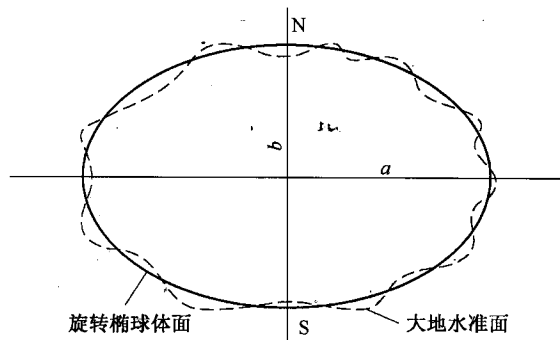


图 1-2 大地体表面

$$\text{扁 率:} \quad \alpha = \frac{a-b}{a} \quad (1-1)$$

几个世纪以来,许多学者曾分别测算出参考椭球体的元素值。我国目前所采用的参考椭球体为 1980 年国家大地测量参考系,其原点在陕西省泾阳县永乐镇,称为国家大地原点。由于参考椭球体的扁率很小,在普通测量中可把地球作为圆球看待,其半径为

$$R = \frac{1}{3}(a + a + b) = 6371 \text{ km} \quad (1-2)$$

二、地面点位的表示方法

(一)大地坐标系和高程

地面上的物体大多具有空间形状,如丘陵、山地、河谷、洼地等。为了研究空间物体的位置,数学上采用投影的方法加以处理。一个点在空间的位置,需要 x 、 y 、 z 三个量来确定。在测量工作中,通常用该点在基准面上的投影位置和该点沿投影方向到基准面的距离来表示。

在图 1-3 中,NS 为椭球的旋转轴,N 表示北极,S 表示南极。通过椭球旋转的平面称为子午面,而其中通过原格林尼治天文台的子午面称为起始子午面。子午面与椭球面的交线称为子午圈,也称为子午线。

通过椭球中心且与椭球旋转轴正交的平面称为赤道面,它与椭球面相截所得曲线称为赤道。其他平面与椭球面旋转轴正交,但不通过球心,这些平面与椭球面相截所得曲线称为平行圈或纬圈。

起始子午面和赤道面,是在椭球面上确定某一点投影位置的两个基本平面。在测量工作中,点在椭球面上的位置用大地经度 L 和大地纬度 B 表示。如图 1-3 所示, P 点的大地经度,就是通过该点的子午面与起始子午面的夹角; P 点的大地纬度,就是通过该点椭球面的法线与赤道面的交角。大地经度 L 和大地纬度 B 统称为大地坐标。

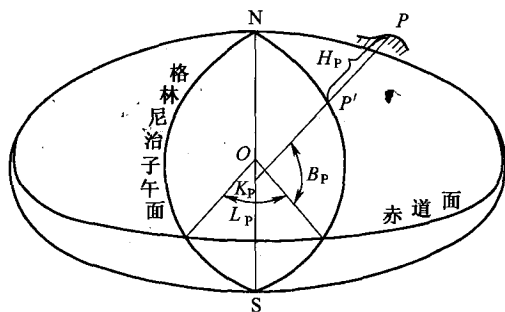


图 1-3 大地椭球面各要素

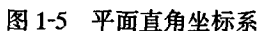
用经度、纬度表示 P 点位置的坐标系是在球面上建立的,故称为球面坐标,亦称为地理坐标。大地经度 L 从起始子午面算起,在原格林尼治以东的点从起始子午面向东计,由 0° 到 180° 称为东经;在原格林尼治以西的点则从起始子午面向西计,由 0° 到 180° 称为西经。我国各地的经度都是东经。大地纬度 B 从赤道面起算,在赤道以北的点的纬度由赤道面向北计,由 0° 到 90° ,称为北纬;在赤道以南的点,其纬度由赤道面向南计,也是由 0° 到 90° ,称为南纬。我国疆域全部在赤道以北,各地的纬度都是北纬。

一般测量工作中,以大地水准面作为基准面,某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 1-4 中 H_A 及 H_B 。如果是到任意一个水准面的距离,则称为该点的相对高程,如图 1-4 中 H'_A 及 H'_B 。

我国的高程以黄海平均海水面高为基准,并在青岛验潮站附近的观象山上建立水准原点,其高程为 72.260m (称 1985 年国家高程基准)。全国布置的国家高程控制点——水准点,都是以这个水准原点为基准进行测算的。



在小区域内进行测量工作若采用大地坐标来表示地面点位置则不方便,通常是采用平面直角坐标。在研究小范围地面形状和小时,常把球面的投影面当作平面看待,采用平面直角坐标来表示地面点在投影面上的位置。测量工作中所用的平面直角坐标与解析几何中所介绍的基本相同,只是测量工作以 x 轴为纵轴,表示南北方向;以 y 轴为横轴,表示东西方向,如图 1-5 所示。这是由于在测量工作中以极坐标表示点位时其角度是以北方为准按顺时针方向计算的夹角,而数学则是从横轴按逆时针计的缘故,把 x 轴与 y 轴纵横互换后,全部平面三角学公式都同样能在测量计算中应用。



在高斯投影中,为了使投影后图上的点位准确,对子午线两侧的投影面宽度应该加以限

制。一般采取把全球分为许多部分,再进行分别投影的办法。高斯投影是把地球球面按一定经度间隔,一般按 6° 、 3° 、 1.5° 等几种,划分成若干个带状面,每个带状面为一个投影带,简称为 6° 带、 3° 带、 1.5° 带。投影带从首子午线开始,自西向东每隔经度差 6° 进行带的划分。如 $0^\circ \sim 6^\circ$, $6^\circ \sim 12^\circ$, $\dots$, $354^\circ \sim 360^\circ$ 共分为 60 个带,这样划分的带为 6° 带。每带正中的一条子午线称为中央子午线。中央子午线的经度 λ_0 可用下式表示:

$$\lambda_0 = 6N - 3 \quad (1-3)$$

式中 N ——带号。

某一地区的带号 N 可用下式计算:

$$N = \frac{\lambda}{6} \quad (\text{最后取商的整数} + 1) \quad (1-4)$$

式中 λ ——某地的经度。

如果用等于或稍大于 $1:10\,000$ 的比例尺测图时,投影范围还应该缩小,可采用 3° 带。我国的经度范围西起 73° ,东至 135° ,按 6° 带可分为 11 带 ($13 \sim 23$ 带),按 3° 带可分为 22 带, 6° 带与 3° 带的分带情况,如图 1-7 所示。

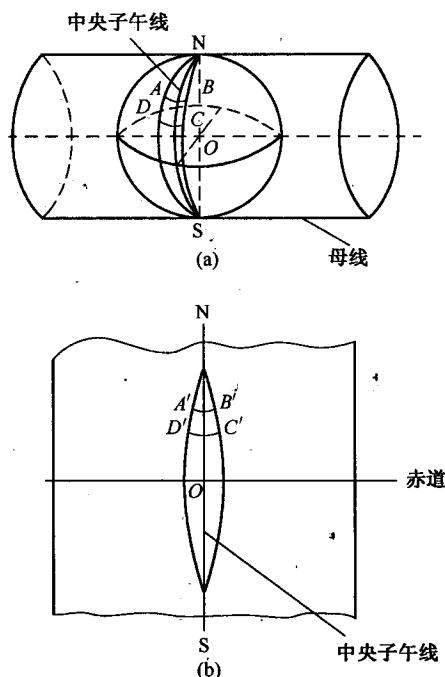
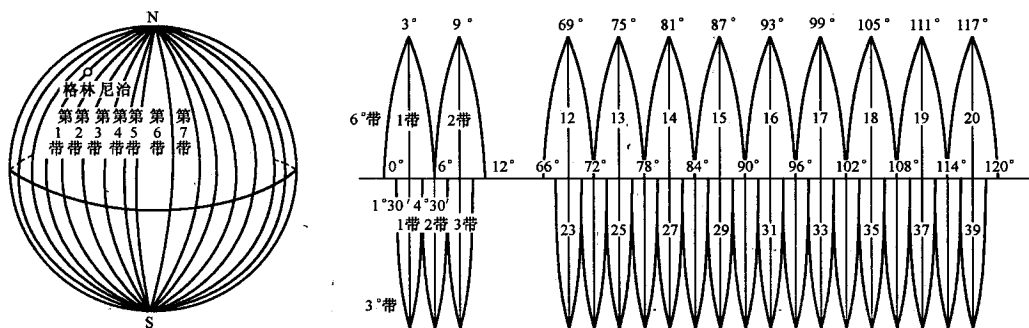


图 1-6 高斯投影图



为椭球旋转轴,故也称地心坐标系,它与大地坐标有一定的换算关系。目前球心空间直角坐标已逐渐在军事及国民经济各部门采用作为实用坐标。

第三节 用水平面代替水准面的限度

在测绘工作中,应把地面点的位置投影到椭球面上或圆球面上,但其计算和绘图工作均很复杂。工程测量工作中,在一定的测量精度要求和测区面积不大时,往往以水平面直接代替水准面,用正射投影方法把地面点投影到水平面上,以简化测绘工作。但是用水平面代替水准面时会产生误差,测区范围越大误差越大。下面将讨论用水平面代替水准面的限度。

一、用水平面代替水准面对距离的影响

如图 1-8 所示, A、B、C 是地面点,它们在大地上水准面上的投影点是 a、b、c,用该区域中心点的切平面代替大地水准面后,地面点在水平面上的投影点是 a'、b'、c',现分析由此而产生的影响。设 A、B 两点水准面上的距离为 D,在水平面上的距离为 D',则两者之差为 ΔD ,即用水平面代替水准面所引起的距离差异。在推导公式时,近似地将大地水准面视为半径为 R 的球面,则有:

$$\Delta D = D' - D = R(\tan\theta - \theta)$$

将 $\tan\theta$ 展开成级数:

$$\tan\theta = \theta + \frac{1}{3}\theta^3 + \frac{2}{15}\theta^5 + \dots$$

因 θ 角值很小,故可略去 5 次方以上的各项,则

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \text{ 或写成 } \frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2} \quad (1-5)$$

用 $R = 6371 \text{ km}$ 及不同的 D 值代入式(1-5),可得表 1-1 所列的结果。

表 1-1 用水平面代替水准面引起的距离误差

距离 $D(\text{km})$	距离的误差 $\Delta D(\text{mm})$	$\Delta D/D$
10	8.2	1/1 220 000
25	128.3	1/200 000
50	1026.5	1/50 000

半径在 10 km 范围内,用水平面代替水准面所产生的距离误差为其长度的 1/1 220 000,而目前最精密的距离测量的容许误差为其长度的 1/1 000 000。因此,在半径小于 10 km 的范围内,用水平面代替水准面对于距离测量所产生的影响可忽略不计。

二、用水平面代替水准面对高程的影响

由图 1-8 可知

$$\begin{aligned} (R + \Delta h)^2 &= R^2 + D'^2 \\ 2R\Delta h + \Delta h^2 &= D'^2 \end{aligned}$$

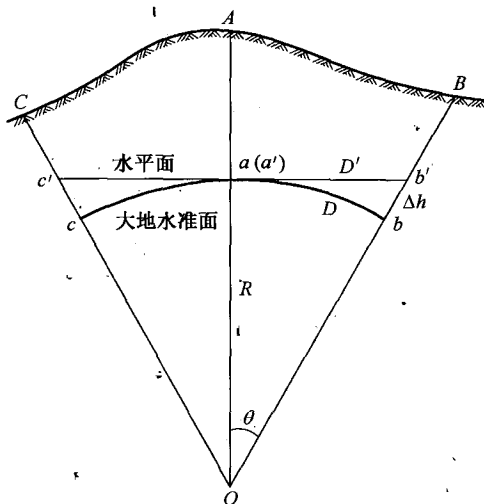


图 1-8 水平面与水准面

$$\Delta h = \frac{D'^2}{2R + \Delta h}$$

上式中可用 D 代替 D' , Δh 与 $2R$ 相比可略去不计, 则

$$\Delta h \cong \frac{D^2}{2R} \quad (1-6)$$

用不同 D 值代入式中, 得表 1-2 的结果。

表 1-2 用水平面代替水准面引起的高差误差

距离 $D(\text{km})$	$\Delta h(\text{mm})$
0.1	0.78
0.5	19.6
1.0	78.5

由表可见, 即使距离很短, 地球曲率对高差的影响也很明显。因此在高程测量中, 即使在较小的范围内, 也必须考虑地球曲率的影响。

第四节 测量工作概述

一、工程测量的实质

测量工作的实质是确定地面点的位置, 点的位置是以坐标 x 、 y 和高程 H 表示。实际工作中, 通常不是直接测出地面各点的坐标和高程, 而是测出他们的水平角 β 、水平距离 D 以及各点之间的高差。再根据控制点的坐标、方向和高程, 推算出其坐标和高程, 以确定它们的点位。高程测量、角度测量、距离测量及方位角的确定是工程测量的基体工作。水平角、水平距离、高程及方位角称为确定点位的要素。

二、测量工作的原则

从事测绘工作时, 需要测定很多碎部点, 即地物点和地貌点的平面位置和高程。由于任何一种测量工作都会产生不可避免的误差, 所以每次测量时都必须采取一定的程序和方法, 以防止误差的积累。若从一个碎部点开始, 逐点进行施测, 测得需要测量各点的位置, 其位置可能是很不准确的, 因为前一点的测量误差, 将会传递到下一点, 积累起来, 最后可能达到不可容许的程度。

为防止误差的连续积累, 实际测量工作中应遵循“从整体到局部、先控制后碎部”的原则, 在测区内先选择一些对整个测区碎部起到全面联系和控制作用的点作为控制点, 组成控制网, 以较高精度测定各控制点的平面位置和高程, 称为控制测量。以控制点为基础, 测定控制点与其周围碎部点间的相对位置, 称为碎部测量。

测量工作有内业和外业之分。为了确定地面点的位置, 利用测量仪器和工具在现场进行测角、量距和测高差等工作, 称为测量外业。将外业观测数据、资料在室内进行整理、计算和绘图等工作, 称为测量内业。测量成果的质量取决于外业, 但外业又要通过内业才能得出成果。因此, 不论外业或内业, 都必须坚持“边工作边校核”、“步步、站站校核”的原则, 才能保证测量成果的质量和工作效率。

为保证测量质量, 必须要进行多余观测, 以检查测量成果的精度。

三、测量工作的基本要求

测量工作是各项工程建设的“尖兵”。平面图、断面图、地形图是工程师的“眼睛”。因此,测量成果质量的优劣,直接影响某项工程建设设计方案的优劣,也影响施工质量的好坏。这就要求测绘技术人员应该对工作严肃认真,实事求是,精益求精。一定要按有关“规范”的要求办事。要尊重客观事实,不合格的资料和数据绝对不能采用,数据不合格的要重测,测至合格为止。并力争测出精度较高的数据,绘出既精细又美观的图纸。

记录时应使用2H铅笔,要工整、清楚,不准随意涂改。随意涂改记录是一种违章行为,应坚决杜绝。为防止错误,记录员听到观测员所报数据后,应回报一遍,观测员应在确认无误后进行下一步观测。

测量仪器是测量人员的工作武器,价值比较贵重,应倍加爱护。工作时要轻拿轻放,妥善保管,要养成细心、谨慎并能按操作规程正确操作仪器的良好习惯。使用完入库后,应按要求保养。

测量工作强调集体主义精神。测量是以小组(队)为单位进行工作的,组员之间需要密切的配合和有好的协作精神,力戒互相埋怨,不允许从个人爱好兴趣出发,不顾整体利益,影响测量工作的质量。

测量工作的特点是实践性强,并贯穿于工程勘测设计、施工、维修养护工作的全过程,是一门重要的专业课。学习时,应该充分利用测量实习的机会,多练仪器操作基本功,熟练操作仪器;切实掌握施测原理、施测步骤和操作方法;并应具备测量计算和绘图的技能。这样才能顺利完成测量工作的任务,保证工程建设顺利进行。

复习思考题

1. 测量学研究的对象是什么?
2. 什么是水准面、大地水准面?我国的高程起算基准面是怎样确定的?
3. 什么叫绝对高程和相对高程?什么叫高差?
4. 确定地面点的基本测量工作是什么?
5. 测量工作的原则及其作用是什么?
6. 北京某点的经度为 $116^{\circ}28'$,试计算它 6° 带的带号,并计算它所在带的中央子午线的经度是多少?
7. 测量学对你所学的专业起什么作用?学完后应达到哪些要求?

第二章

水准测量

本章提要:本章主要介绍水准测量的原理;水准仪构造、使用及检校;水准路线施测方法及成果处理;水准测量误差来源及消除方法;自动安平水准仪、精密水准仪的基本构造和使用。

第一节 高程测量概述

一、高程测量的概念

地面上某点的高程是这个点沿着铅垂线方向至大地水准面的距离,一般用 H 表示。高程是确定地面点位置的基本要素之一,测定地面上各点高程或两点之间的高程差的测量工作叫做高程测量。

二、高程测量的种类

高程测量的方法有水准测量、三角高程测量、GPS、气压高程测量等几种。水准测量是利用仪器的水平视线来确定地面点的高低起伏;三角高程测量是测量竖直角及水平距离以求定两点之间高程差的方法;气压高程测量是利用气压计测定两点之间高程差的方法。水准测量精度较高,是高程测量中最主要的方法。全站仪的普及,使三角高程广泛地运用在高程测量中。随着 GPS 技术的推广和运用,用 GPS 测量可以直接确定点的三维坐标。气压高程测量精度较差,在工程测量中很少使用。

三、水准原点

为了建立全国统一的高程系统,我国国家测绘总局在青岛建立验潮站,在近岸一点上利用水位标尺长期记录海水潮汐的水位升降。根据多年的记录求出这个点的平均位置,即平均海水面,作为全国高程系统的起算面,称为黄海平均海水面。在验潮站附近地面埋设固定标志,用精密水准测量的方法与验潮站的水位标尺相联系,测定它的高程,作为全国高程的起点,称为水准原点。标志的式样如图 2-1 所示,为平截锥形花岗石柱,玛瑙标心,上加铜盖保护,铜盖上又加石盖。

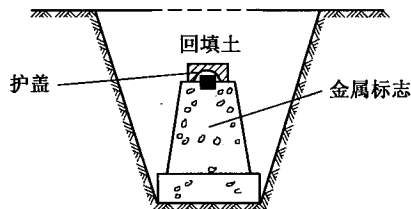


图 2-1 水准原点

国家测绘局国测发〔1987〕198 号文《关于启用 1985 国家高程基准及国家一等水准网成果的通告》中规定:1985 国家高程基准是采用青岛验潮站 1952~1979 年验潮资料计算确定的,依此推算的青岛国家水准原点高程值确定为高出该基准 72.260 m。

四、水准点

从青岛水准原点出发,在全国各地埋设一系列永久性的稳固标石,并用精密水准测量方法测定这些标石点的高程。这些具有国家统一高程的稳固点,称为水准点,常用“BM”表示。我国按一、二、三、四等不同精度的水准测量建立各级国家水准点,沿河流、交通线路遍布全国。水准点的高程用水准测量方法从水准原点引出,逐级测定。由于各级水准点的用途及精度要求不同,因此对各级水准测量的路线布设、点的密度、使用仪器及具体操作在规范中都有相应的规定。

国家水准点的标志或标石,如图 2-2 所示,一般有:金属水准标志、墙上水准标志、混凝土基本水准标石。

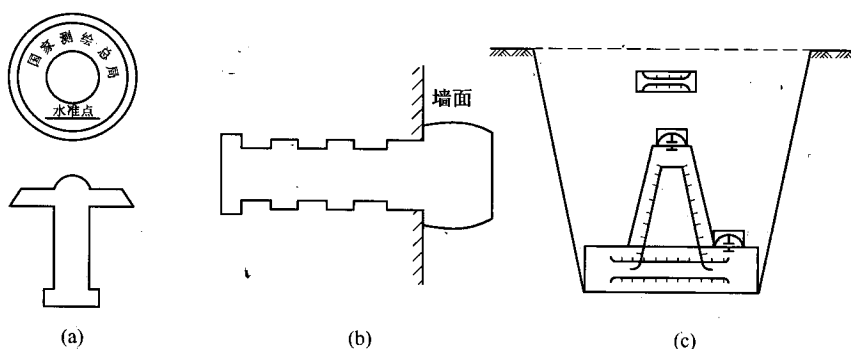


图 2-2 国家水准点的标志或标石

(a)金属水准标志;(b)墙上水准标志;(c)混凝土基本水准标石

为了进一步满足工程建设和地形测图的需要,以国家三、四等水准点为起始点,进行工程水准测量或图根水准测量,通常统称为普通水准测量,也称等外水准测量。普通水准测量的精度较国家等级水准测量低一些,水准路线的布设及水准点的密度可根据具体工程和地形测图的要求而灵活设置,并可根据需要可埋设临时木制水准点和混凝土永久性水准点,其式样如图 2-3 所示。

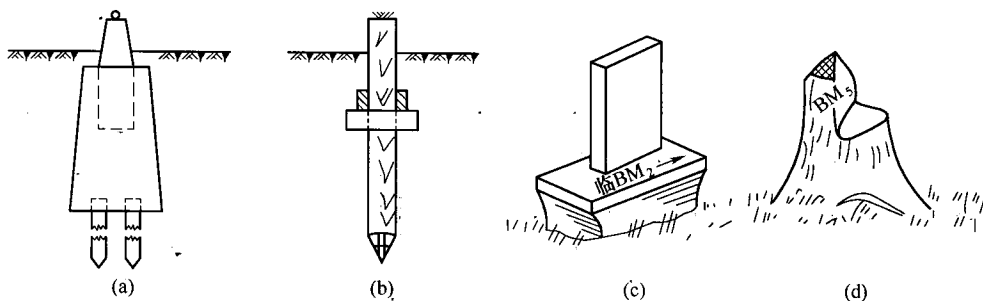


图 2-3 普通水准点

除此之外,根据需要,还可在岩石、大树根、桥台或其他固定建筑物基础上设置水准点。

第二节 水准测量原理

图 2-4 中,已知 A 点高程 H_A ,欲求 B 点高程 H_B 。若能够设法求出 A 、 B 两点的高差 $h_{AB} = H_B - H_A$,即 A 、 B 两点高程的差值,就能根据 A 点高程 H_A 推算出 B 点高程 H_B 。