

住房和城乡建设领域
专业技术人员
培训教材

测量员

陈远吉 主编
宁 平

详解知识 + 例解方法 + 破解误区 + 趣解专题



☆学习目标

框架体系成网络 客观把握
纵横贯通思路清 高屋建瓴

☆学以致用

点例对应创新思 知能互动
借题发挥引思路 触类旁通

☆知识课堂

关键挖空理脉络 有的放矢
基础知识巧整合 点点落实

☆建筑词典

紧扣标准全覆盖 沙场点兵
精心设计链规范 体验成功

最佳
训练模式 + 最佳
训练方法 + 最佳
训练内容

二 最佳的学习教练

便携性——一册在手，携带自如，随时随地，伴你左右，速查便记，助你一臂之力
针对性——浓缩精华，条分缕析，知识主干，一目了然，规律总结，强化知识理解
灵活性——精巧盘点，去粗存精，化繁为简，化难为易，轻松掌握，感受阅读快感
时效性——点击难点，各个击破，深入浅出，厚积薄发，轻松阅读，成就精彩未来

住房和城乡建设领域专业技术管理人员培训教材

测 量 员

本书主编	陈远吉	宁平		
本书副主编	李娜	毕春蕾		
本书编委	谭续	费月燕	陈愈义	陈远生
	陈桂香	陈文娟	陈娅茹	王勇
	李春平	李文慧	李倩	孙艳鹏
	宁荣荣	梁海丹	符文峰	邱晓花
合作伙伴	中国考通网(www.kaotong.net)			

图书在版编目 (CIP) 数据

测量员 / 陈远吉, 宁平 主编.

—南京: 江苏人民出版社, 2012. 1

(住房和城乡建设领域专业技术管理人员培训教材)

ISBN 978-7-214-07455-3

I. ①测… II. ①陈… ②宁… III. ①建筑测量—岗位培训—教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 192720 号

测量员

陈远吉 宁平 主编

责任编辑: 李文玲 刘焱

责任监印: 马琳

出版: 江苏人民出版社 (南京湖南路 1 号 A 楼 邮编: 210009)

发行: 天津凤凰空间文化传媒有限公司

销售电话: 022-87893668

网 址: <http://www.ifengspace.cn>

集团地址: 凤凰出版传媒集团 (南京湖南路 1 号 A 楼 邮编: 210009)

经 销: 全国新华书店

印 刷: 河北省昌黎县第一印刷厂

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 12.25

字 数: 314 千字

版 次: 2012 年 2 月第 1 版

印 次: 2012 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-214-07455-3

定 价: 27.00 元

(本书若有印装质量问题, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书是一部全面、系统论述土建工程测量员必知内容的工具性图书。书中所介绍的计算方法、技术数据和图表均依据最新的现行标准和规范编写,同时参阅了大量最新的科技文献资料,具有很强的实用性与指导性。

本书主要包括:测量学概述、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、测量误差、小区域控制测量、地形图的测绘与应用、大比例尺地形图的识读与应用、地籍测量、民用建筑施工测量、厂房基础测量与管道工程测量及房产测量。

前 言

建筑业是我国国民经济的支柱产业。近年来,为了适应建筑业的发展需要,国家对建筑设计、建筑结构及施工质量验收等一系列标准规范进行了大规模的修订。与此同时,各种工程建设新技术、新设备、新工艺及新材料已得到广泛应用。做好工程施工准备工作,理解各分部分项工程的施工要求和方法,以及按照施工组织设计和有关标准、经济文件的要求进行施工等,是住房和城乡建设领域专业技术管理人员必须具备的职业技能。其管理能力及技术水平的高低,直接关系到建筑工程的效率和质量,关系到企业的信誉、前途和发展。因此,大力发展以职业技能培训为重点的职业教育,无疑成为适应建筑业高速、可持续发展的当务之急。

根据住房和城乡建设领域专业技术管理人员的实际需要,本套培训教材以工程项目中的专业技术管理人员为编写对象,目的是在建筑技术不断发展的今天,能够为其提供一套内容简明,通俗易懂,图文并茂,融新技术、新材料、新工艺与管理工作为一体的实用参考书。

本套丛书共分为9本分册:

- 1.《施工员》;
- 2.《监理员》;
- 3.《质量员》;
- 4.《测量员》;
- 5.《造价员》;
- 6.《材料员》;
- 7.《资料员》;
- 8.《安全员》;
- 9.《试验员》。

本套丛书由工程建筑领域的知名专家、学者及一批长期工作在工程施工一线的技术人员和管理人员历经数年精心编写而成,是编者多年实际工作经验的积累与总结。

丛书在编写过程中,打破以往类似图书呆板、单调、千篇一律的传统模式,准确把握施工技术的关键知识点,提炼所需的知识信息,遵循循序渐进、各个击破的原则,让所有的知识潜移默化地传授给读者。以科学的方法、合理的信息,将每章分成:学习目标、知识课堂、学以致用等栏目,同时文中也设置了建筑词典及温馨提示的小版块,让读者像查阅“地图”一样查找相关的知识信息。这是丛书最大的创新,也是区别于其他类似图书最大的“亮点”。

学习目标:明确学习任务,将本章的重点、难点筛选提炼出来,去粗存精,突出重点,遵循“基本知识不遗漏、前沿知识有选择”的原则,力求突出“自学”的特点。

知识课堂:本书采取图文并茂的形式,用通俗易懂的语言及图表解释的方法,将本章的重点知识和难点知识统一归纳,让读者读起来省心、省时、省力。同时,也增加了一些互动环节,着重改善“学习的被动状态”,引导读者从被动走向主动,从主动走向互动,从而达到学习的最佳效果。

学以致用:这是本书的重点。在这里我们将一步一步地教读者如何应用所学的知识进行实践操作,真正让读者在阅读本书后,能将工作“拿得起,放得下”。

建筑词典版块:将陌生的术语、难以理解的语句,予以详细的解释,让读者真正能明白其中的含义。

温馨提示版块:提示读者在学习或实践操作中要注意的地方,包括施工安全及数据的解释等相关内容。

本套丛书在编写时参考和引用了部分单位、专家学者的资料,并得到许多业内人士的大力支持,在此表示衷心的感谢。限于编者水平有限和时间紧迫,书中疏漏及不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 1 月

目 录

第一章 测量学概述	1
学习目标	1
知识课堂	1
测量学基础知识	1
学以致用	3
用水平面代替水准面的限度	3
地面点位的确定	5
第二章 水准测量	9
学习目标	9
知识课堂	9
水准测量的原理与水准测量仪器	9
精密水准仪、自动安平水准仪、电子水准仪	13
学以致用	20
水准测量的外业实施与水准测量误差分析	20
水准测量的检核	22
水准仪的检验和校正	25
第三章 角度测量	28
学习目标	28
知识课堂	28
角度测量基础知识	28
学以致用	32
经纬仪的使用方法	32
光学经纬仪的读数方法	34
经纬仪的检验和校正方法	35
角度观测	38
角度测量的误差分析	42

第四章 距离测量与直线定向	45
学习目标	45
知识课堂	45
距离测量基础知识	45
光电测距与直线定向	52
学以致用	58
两点间距离的测量及其连线方位角的推算	58
第五章 测量误差	64
学习目标	64
知识课堂	64
测量误差概述	64
学以致用	68
误差的传播	68
不等精度直接观测平差	70
第六章 小区域控制测量	72
学习目标	72
知识课堂	72
控制测量的分类	72
导线测量	74
小三角测量	77
水准测量	79
三角高程测量	79
学以致用	83
观测方法	83
导线测量的内业计算	85
小三角测量的内业计算	91
第七章 地形图的测绘与应用	96
学习目标	96
知识课堂	96
地形图的基本知识	96

数字化测图	100
学以致用	102
测图准备工作及地形图的拼接	102
地形图的测绘	104
第八章 大比例尺地形图的识读与应用	108
学习目标	108
知识课堂	108
大比例尺地形图的识读	108
学以致用	109
地形图的功能与应用	109
第九章 地籍测量	113
学习目标	113
知识课堂	113
地籍测量概述	113
地籍调查与地籍图	115
学以致用	124
地籍图的分幅、编号及编绘程序	124
第十章 民用建筑施工测量	126
学习目标	126
知识课堂	126
建筑物基础施工测量及高层建筑施工测量	126
学以致用	128
建筑物的定位与放线	128
高层建筑施工测量	132
第十一章 厂房基础测量与管道工程测量	137
学习目标	137
知识课堂	137
厂房控制网的建立	137

学以致用	139
厂房基础施工测量	139
厂房预制构件安装测量	144
管道工程施工测量	147
第十二章 房产测量	153
学习目标	153
知识课堂	153
房产测量基础知识	153
平面控制测量成果的检验和整理	160
野外解析法测量	162
学以致用	163
房产图图式	163
参考文献	183

第一章 测量学概述

学习目标

1. 了解测量学分类、任务和作用。
2. 掌握地面点位的确定。
3. 掌握用水平面代替水准面的限度及相关知识。

知识课堂

测量学基础知识

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地面点位的科学。主要包括测定和测设两个部分。测定是指用测量仪器通过对地球表面上的点进行测量和计算,从而获得一系列的测量数据,或根据测得的数据将地球表面的地形缩绘成地形图;测设是指把图纸上规划设计好的建筑物和构筑物的位置通过测量在地面上标定出来。

一、测量学分类

1. 大地测量学

大地测量学是研究在广阔地面上建立国家大地控制网,精确地测定地球的形状和大小以及地球重力场的理论、技术和方法的学科。大地测量工作为其他测量工作提供起算数据,为空间科学技术和军事用图提供资料,并为研究地球的形状和大小、地壳变形及为地震预报等提供重要资料。

2. 地形测量学

地形测量学是研究测绘地形图的基本理论、技术和方法的学科。其任务是应用各种测量仪器或地面影响,按一定的程序和方法,根据地形图图式规定的符号,将地物和地貌测绘在图纸上。

3. 摄影测量学

摄影测量学是通过摄影相片和辐射能的各种图像记录手段,对其进行处理、测量、判断和研究,以测得物体的形状、大小和位置的模拟形式或数字形式的成果,以及关于环境可靠信息的一门学科。其任务早先主要是用以测绘地形图,而现在已越来越广泛地应用于其他各个领域。

4. 工程测量学

工程测量学是研究工程建设勘测设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作的学科。其任务是在城市规划、工业设计、农田水利、交通运输、地质勘探等不同规模和各种要求的工程建设中,完成勘测设计、施工以及竣工后所需的各种各样的测量工作。

5. 地图制图学

地图制图学是研究地图及其制作的理论、工艺和应用的学科。其任务是利用已有的测量成果及成图,编制各种基本图和各种专业地图。

二、工程测量的任务

1. 测图

测图指使用测量仪器和工具,依照一定的测量程序和方法,通过测量和计算,得到一系列测量数据,或者把局部地球表面的形状和大小按一定的比例尺和特定的符号缩绘到图纸上,工程规划设计以及工程施工结束后,测绘竣工图,供日后管理、维修和扩建之用。

2. 用图

用图指识别地形图、断面图等的知识、方法和技能。用图是先根据图面的图式符号识别地面上的地物和地貌,然后在图上进行测量,从图上取得工程建设所需的各种技术资料,从而解决工程设计和施工中的有关问题。

3. 放样

放样是测图的逆过程。放样是将设计图纸上的建(构)筑物按照设计要求,通过测量进行定位、放线和安装,将其位置和高程标定到施工作业面上,作为工程施工的依据。

4. 变形观测

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

三、工程测量的作用

在建筑工程建设中,工程测量有如下的作用。

1) 建筑工程测量贯穿于建筑工程建设的始终,服务于施工过程中的每个环节,并且测量的精度和进度直接影响到整个工程的质量和进度。

2) 建筑用地的选择,道路、管线位置的确定等,都要利用测量所提供的资料和图纸进行规划设计。

3) 施工阶段需要通过测量工作来衔接,配合各项工序的施工,才能保证设计意图的正确执行。

4) 竣工后的竣工测量,为工程的验收、日后的扩建和维修管理提供资料。

5) 在工程管理阶段,对建(构)筑物进行变形观测,以确保工程的安全使用。

四、测量工作的基本原则

测量工作应遵循下列基本原则。

1) 在布局上,“由整体到局部”。

2) 在精度上,“由高级到低级”。

3) 在程序上,“先控制,后碎部”。

4) 在组织上,安排测量工作的重要原则是:上一步工作未经检核,不得进行下一步工作。

学以致用

用水平面代替水准面的限度

一、对水平距离的影响

如图 1-1 所示,设地面点 A、B、C 在水准面上的投影为 a、b、c 点,如用与该区域中心点相切的水平面代替水准面,则地面点 A、B、C 在水平面上的投影为 a'、b'、c' 点。现分析水准面的曲率对水平距离的影响。

在进行普通测量学的公式推导时,常常近似地把水准面当做半径为 R 的球面来处理,得到的公式较简单且能满足精度要求。

设 A、B 两点在水准面上的距离为 D,在水平面上的距离为 D',两者之差为 ΔD,则用水平面代替水准面所引起的距离误差为

$$\Delta D = D' - D = R \tan \theta - R \theta = R(\tan \theta - \theta) \quad (1-1)$$

根据三角函数的幂级数公式,知

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

因 θ 角一般很小,故可略去五次方以上的各项,只取其前两项代入(1-1)式,从而得

$$\Delta D = R\left(\theta + \frac{1}{3}\theta^3 - \theta\right) = \frac{R}{3}\theta^3 \quad (1-2)$$

又因 $\theta = \frac{D}{R}$, 故有 $\Delta D = \frac{R}{3} \cdot \left(\frac{D}{R}\right)^3 = \frac{D^3}{3R^2}$, 即

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

将地球平均半径 R=6371 km 以及不同的距离 D 代入式(1-2)、式(1-3),便得表 1-1 所示结果。

表 1-1 地球曲率对水平距离的影响

D/km	ΔD/cm	ΔD/D
10	0.8	1 : 1 200 000
20	7	1 : 300 000
50	102	1 : 49 000
100	821	1 : 12 000

由表中可以看出,当 D=10 km 时,用水平面代替水准面所产生的距离误差为 0.8 cm,大约只是距离的 1/1 200 000,这样小的误差,就是现在最精密的距离丈量,其精度要求也是允许的。因此,可得出结论:在半径为 10 km 的圆面积范围内进行长度测量时,可以不考虑地球曲率的影响,而把水准面当做水平面处理。

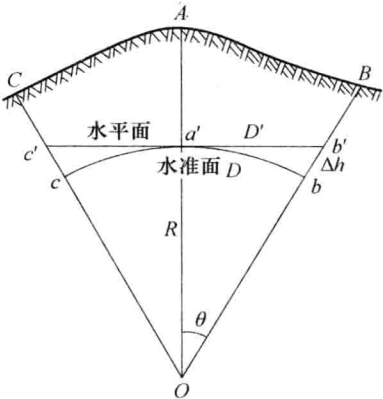


图 1-1 地球曲率对水平的距离和影响

二、对水平角的影响

从球面几何学可知,球面上三角形的内角之和比平面上三角形内角之和多出球面角超(见图 1-2)。其值可用多边形面积求得,即

$$\epsilon = \frac{P}{R^2 \rho} \tag{1-4}$$

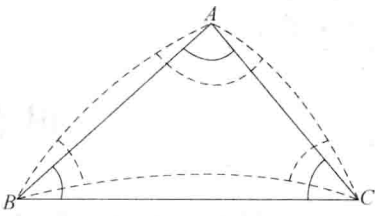


图 1-2 球面角超

式中 ϵ ——球面角超(″);

P ——球面多边形面积;

ρ ——206 265″(1 弧度=180°/π=57.2958°=ρ°=3438′=ρ′=206 265″=ρ″);

R ——地球半径。

以球面上不同面积代入式(1-4),求出球面角超,见表 1-2。

表 1-2 水平面代替水准面对角度的影响

球面面积/km ²	$\epsilon/(″)$	球面面积/km ²	$\epsilon/(″)$
10	0.05	100	0.51
50	0.25	500	2.54

计算结果表明,当测区范围在 100 km² 以内时,用平面代替水准面对角度的影响不超过 0.51″,在普通测量工作中可以忽略不计。

三、对高程的影响

图 1-3 所示为 A、B 两点在同一水准面上,其高差应为零,即 $\Delta h=0$ 。但是,当 B 点投影到过 A 点的水平面上得到投影 B′时,则 $BB′=\Delta h$ 就是用水平面代替水准面所产生的高程误差。由图可知:

$$\Delta h = OB' - OB = R \cdot \sec \beta - R = R(\sec \beta - 1) \tag{1-5}$$

用三角函数的幂级数公式将 $\sec \beta$ 展开,即

$$\sec \beta = 1 + \frac{1}{2}\beta^2 + \frac{5}{24}\beta^4 + \dots$$

只取前两项,并以 $\beta=\frac{D}{R}$ 代入,则

$$\Delta h = R\left(1 + \frac{1}{2}\beta^2 - 1\right) = \frac{D^2}{2R} \tag{1-6}$$

以不同的 D 代入上式,就得到表 1-3 列出的相应高程误差值。由此可见,高程误差与距离的平方成正比,当距离 $D=1$ km 时,高程误差就有 8 cm。这是高程测量所不允许的。因此,进行高程测量时,即使距离很短,也必须顾及地球曲率的影响。

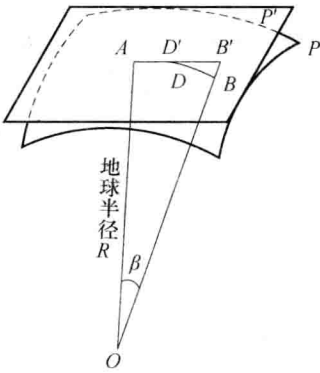


图 1-3 对高程的影响

表 1-3 高程误差

D/km	0.1	0.5	1	2	3	4	5	10
$\Delta h/\text{cm}$	0.08	2	8	31	71	125	196	785

建筑词典

铅垂线 重力的方向线,它是测量工作的基准线。

水准面 静止的水面。

水平面 与水准面相切的平面。

大地水准面 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,大地水准面是测量工作的基准面。

大地体 由大地水准面所包围的地球形体。

参考椭球体 通常用一个非常接近于大地水准面,并可用数学式表示的几何形体(即地球椭球)来代替地球的形状作为测量计算工作的基准面,这是一个椭圆绕其短轴旋转而成的形体。旋转椭球体由长半径 a (或短半径 b)和扁率 α 所决定。我国目前采用的元素值为长半径 $a=6\,378\,140\text{ m}$,并选择陕西省泾阳县永乐镇某点为大地原点,进行大地定位,由此建立起全国统一坐标系,这就是现在使用的“1980年国家大地坐标系”。

近似圆球 当测区范围不大时,可近似地把地球椭球作为圆球,其半径为 6371 km , $R=1/3(2a+b)$ 。

地面点位的确定

一、地面点的高程确定

地面点的高程按下列说明确定。

1) 地面点的高低位置是用高程表示的。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。图 1-4 所示为用 H_A 、 H_B 表示地面点A、B的高程。

2) 海水面由于受潮汐和风浪的影响,是一个高低不断变化的动态曲面。我国在青岛海边设立验潮站,通过长期观测,取海水面的平均高度作为高程的零点。新中国成立后采用青岛验潮站长期观测资料获得的黄海平均海水面作为高程水准面,称为“1956年黄海高程系”,并在青岛观象山建立水准原点,其高程为 72.289 m 。后来又将1953年至1979年的资料进行归算,确定国家水准原点高程为 72.260 m ,称为“1985年国家高程基准”。

3) 在局部地区,与国家水准点联测困难的特殊情况下,也可假设一个水准面作为高程起算面。地面点沿铅垂线方向到假定水准面的距离,称为该点的假定高程或相对高程,用 H'_A 、 H'_B 分别表示地面点A、B的相对高程。

4) 地面上两点的高程之差称为高差,以 h 表示,A、B两点的高差为

$$h_{AB} = H_A - H_B = H'_A - H'_B \quad (1-7)$$

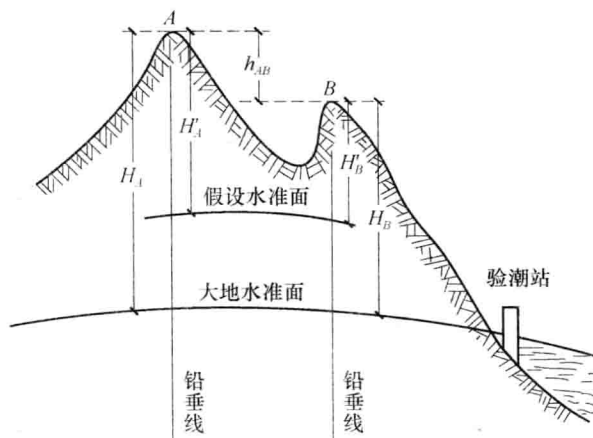


图 1-4 高程和高差

二、地面点坐标的确定

地面点的坐标,根据实际需要可以选用以下几种坐标系统中的一种来确定。

1. 地理坐标系

当研究和测量整个地球的形状和大小,或进行大面积的测量工作时,可采用地理坐标系。地面点在基准面上的位置是用经度和纬度表示的,称为地理坐标。地理坐标又按坐标系所依据的基准面不同以确定求坐标方法的不同,分为大地理坐标(简称大地坐标)系和天文地理坐标(简称天文坐标)系两种。

(1) 大地理坐标(简称大地坐标)系

大地坐标是表示地面点投影在旋转椭球(下面简称椭球)面上的位置,用大地经度 L 、大地纬度 B 来表示。如图 1-5 所示,NS 即为椭球的自转轴,也称地轴。它与椭球表面有两个交点,N 为北极,S 为南极。过地轴的任一平面称为子午面,子午面与椭球面的交线为闭合圈,以南北极为界的半个闭合圈称为子午线,也称为经线。经国际天文学会决定,通过英国格林威治(Greenwich)天文台的子午面称为首子午面(起始子午面),以它作为计算地面点经度的起始面。

通过椭球中心并与地轴垂直的平面称为赤道面,赤道面与椭球表面的交线称为赤道,其他垂直于地轴的平面与椭球表面相交的线称为纬线。从图 1-5 中可见, P 点(P 点为地面点沿法线方向在椭球面上的投影)的位置可由其大地经度和大地纬度来确定。经度是首子午面和过 P 点的子午面所夹的两面角,可在赤道上量度,用 L 表示。从首子午线向东计,零度至 180° 的区间统称东经;从首子午线向西计,零度至 180° 的区间称为西经。法线是垂直于椭球面的直线,纬度是过 P 点的法线和赤道面之间的夹角,在子午面上量度,用 B 表示。从赤道向北计,零度至 90° 的区间称为北纬;从赤道向南计,零度至 90° 的区间称为南纬。例如,武昌某地的地理坐标为:东经 $114^\circ 27'$,北纬 $30^\circ 31'$ 。北京某地的地理坐标为:东经 $116^\circ 28'$,北纬 $39^\circ 54'$ 。

一个经度和一条经线是唯一对应的,一个纬度和一条纬线是唯一对应的。由于地球自转一周为 24 h,相当于经度 360° ,所以经差 15° 相当于时差 1 h。

(2) 天文地理坐标(简称天文坐标)系

天文坐标表示地面点投影在大地水准面上的位置,用天文经度 λ 和天文纬度 φ 表示(见图 1-6)。 P 点的天文经度 λ ,就是包含 P 点的子午面和首子午面所夹的两面角。 P 点的天文纬度 φ ,就是过 P 点的铅垂线(与大地水准面垂直的线)与赤道面的夹角。

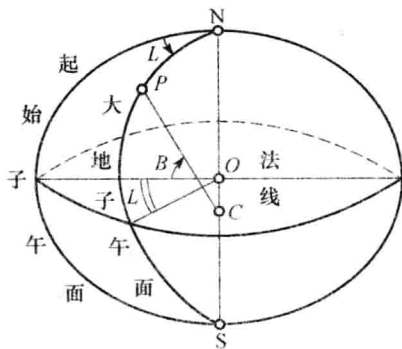


图 1-5 大地坐标系

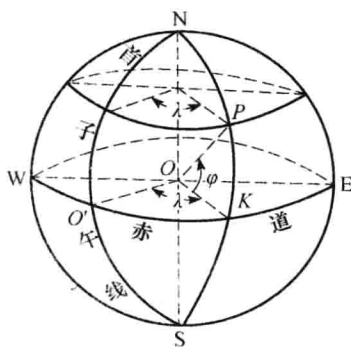


图 1-6 天文坐标系

地面上一点的天文坐标和大地坐标之所以不同,是因为各自依据的基准面和基准线不同,前者依据的是大地水准面和铅垂线,后者是旋转椭球面和法线。由于旋转椭球面和大地水准面不一致,过同一点的铅垂线和法线也不一致,从而产生垂线偏差 θ ,如图 1-7 所示。根据天文经纬度和垂线偏差,可以推算出大地经纬度。

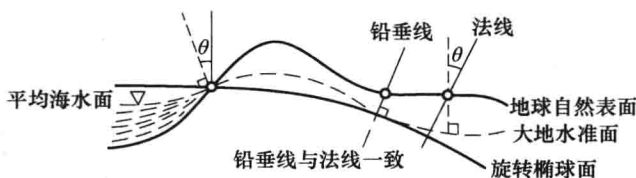


图 1-7 三个面的关系

天文经纬度是用天文测量的方法直接测定的,而大地经纬度是根据一个起始的大地点(通常称为大地原点,这个点的大地经纬度与天文经纬度一致)的大地坐标,再按大地测量所测得的数据推算而得的。我国以位于陕西省泾阳县境内的国家大地原点为起算点,并采用了国际大地测量与地球物理联合会于 1975 年第 16 届大会上推荐的地球椭球参数,由此建立了新的统一坐标系,称为“1980 年国家大地坐标系”。新坐标系使旋转椭球面和我国大地水准面有了较好的吻合,在全国范围内,大地水准面与椭球面的差距约在 20 m 以内。新中国成立后曾采用“1954 年北京坐标系”,作为临时过渡性的坐标系,当时采用了克拉索夫斯基椭球参数。

在控制点中,测定天文经纬度的控制点密度稀少,在 1 万多平方千米的区域内才分布一个点,而大地经纬度由推算而来,点的密度几乎不受限制。在地图上表示的经纬度都是大地经纬度。天文坐标系和大地坐标系的研究属于大地测量学的领域。

2. 平面直角坐标系

当测量的范围较小时(一般在以 10 km 为半径的圆面积内),可以把该测区的水准面当做水平面对待,即以水平面作为该区的基准面,直接将地面点沿铅垂线投影到水平面上,用平面直角坐标(见图 1-8)来表示该点的投影位置。将坐标原点选在测区西南角,使测区全部落在第一象限内,并以该地的子午线为 x 轴,向北为正, y 轴向东为正。象限按顺时针方向编号,这是与数学上的规定不同的。测量上取南北线为标准方向,主要是为了定向方便,而象限采取顺时针方向编号,其目的是便于将数学上的三角和解析几何的公式直接应用到测量计算,可不做任何改变。地面上某点 A 投影在水平面上的位置可用该点到横轴、纵轴的垂直距离 x 和 y 来表示。

3. 高斯平面直角坐标系

高斯平面直角坐标系是适用于高斯-克吕格投影的一种坐标系统。高斯-克吕格投影是按分带方法各自进行投影,故各带坐标成独立系统。以中央经线投影为纵轴(x),赤道投影为横轴(y),两轴交点即为各带的坐标原点。纵坐标以赤道为零起算,赤道以北为正,以南为负。我国位于北半球,纵坐标均为正值。横坐标如以中央经线为零起算,中央经线以东为正,以西为负,横坐标出现负值,使用不便,故规定将坐标纵轴西移 500 km 当做起始轴,凡是带内的横坐标值均加 500 km。在地形图上为了区别某一坐标系统属于哪一带,在靠近图廓西边的第一条坐标网纵线和东边的第一条坐标网纵线的坐标值之前,需加注这一图幅所在的带号。例如,