



土建类高职高专规划教材

JIANZHU GONGCHENG
CELLIANG

建筑工程测量

【建筑工程技术专业用】

张 丕 裴俊华 杨太秀 主编
张保成（内蒙古大学） 主审



人民交通出版社
China Communications Press

土建类高职高专规划教材

Jianzhu Gongcheng Celiang

建筑工程测量

(建筑工程技术专业用)

张 丕 裴俊华 杨太秀 主编
张保成(内蒙古大学) 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

全书共分十一章,包括:绪论、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、测量误差、小地区控制测量、地形图测绘与应用、工民建中的施工测量、管道工程测量、工程建筑物变形观测。

本教材具有较强的实用性和通用性,主要面向施工企业,可作为建筑工程、建筑学、市政工程、给水与排水、供热与通风、房地产管理、城镇管理等专业的教学用书,也可作为“建筑工程测量”等专业的生产、教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量 / 张丕等主编. —北京:人民交通出版社, 2008.7

ISBN 978 - 7 - 114 - 07138 - 6

I. 建… II. 张… III. 建筑测量—高等学校—教材
IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 102347 号

土建类高职高专规划教材

书 名: 建筑工程测量

著 作 者: 张 丕 裴俊华 杨太秀

责任编辑: 师 云 贾秀珍

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: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 13.75

字 数: 344 千

版 次: 2008 年 8 月 第 1 版

印 次: 2008 年 8 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 114 - 07138 - 6

印 数: 0001—3000 册

定 价: 24.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

土建类高职高专规划教材

“建筑工程技术专业”教材编写委员会

主任委员：张颂娟(辽宁交通高等专科学校)

副主任委员：张玉杰(贵州交通职业技术学院)

刘孟良(湖南城建职业技术学院)

陈晓明(江西交通职业技术学院)

委员：晏杉(云南交通职业技术学院)

颜高峰(湖南交通职业技术学院)

刘萍(河北交通职业技术学院)

丰培杰(陕西交通职业技术学院)

樊琳娟(南京交通职业技术学院)

杨甲奇(四川交通职业技术学院)

彭芳(河套大学)

沈建康(徐州建筑职业技术学院)

王丰胜(安徽交通职业技术学院)

杨太秀(湖北交通职业技术学院)

王松成(南京交通职业技术学院)

王旭东(辽宁交通高等专科学校)

穆文伦(贵州交通职业技术学院)

秘书：师云 丁润铎(人民交通出版社)

前 言

本书是根据《建筑工程测量》教学大纲要求,按照高等职业教育的特点和“校企合作,工学结合,半工半读”教育理念编写而成的。在内容安排上,注重理论与实践相结合,避免冗长的公式推导过程,教材内容理论联系实际,以利于学生学习和提高解决工程中实际问题的能力。在内容选编上,结合目前我国测绘技术的迅速发展,力求对电子测量仪器、数字化测量、激光技术、测绘新技术和它们在建筑工程中的应用作较为详尽的介绍。为满足教学的需要,每章之后附有思考题及习题。

本教材具有较强的实用性和通用性,主要面向施工企业,可作为建筑工程、建筑学、市政工程、给水与排水、供热与通风、房地产管理、城镇管理等专业的教学用书,也可作为“建筑工程测量”专业的生产、教学参考书。

本书由内蒙古大学职业技术学院张丕担任主编并统稿,甘肃林业职业技术学院裴俊华、湖北交通职业技术学院杨太秀任副主编,第一、三、七章由张丕编写,第九、十二章由裴俊华编写,第五、十章由杨太秀编写,第四章由辽宁交通高等专科学校谭立萍编写,第二章由湖南交通职业技术学院向烨编写,第八章由湖南交通职业技术学院彭东黎编写,第十一章由内蒙古河套大学王文达编写,第六章由江西交通职业技术学院谢艳编写。

本书在编写过程中,参考了国内外有关教材及参考书。全书完成后,由内蒙古大学张保成教授审稿。对于文献作者和张教授的热心指导和帮助,在此一并致谢。

由于编者的水平、经验及时间所限,书中定有欠妥之处,敬请专家和广大读者批评指正。

编者

2008.2

目 录

第一章 绪论	1
第一节 测量学的任务、在建筑工程中的作用及其发展现状	1
第二节 地面点位的确定方法	2
第三节 地球曲率对测量工作的影响	7
第四节 测量的基本原则和方法	8
思考题及习题	9
第二章 水准测量	10
第一节 水准测量原理	10
第二节 水准测量仪器和工具	11
第三节 水准测量的实施	17
第四节 水准测量成果的计算	21
第五节 DS_3 型水准仪的检验与校正	25
第六节 水准测量的误差分析及注意事项	29
第七节 自动安平水准仪和电子水准仪	31
思考题及习题	33
第三章 角度测量	36
第一节 角度测量原理	36
第二节 DJ_6 级光学经纬仪的构造	37
第三节 经纬仪的安置与水平角测量	39
第四节 水平角观测方法	41
第五节 竖直角观测方法	45
第六节 经纬仪的检验与校正	48
第七节 角度测量的误差分析	52
第八节 其他经纬仪简介	55
思考题及习题	59
第四章 距离测量与直线定向	61
第一节 钢尺量距的一般方法	61
第二节 相位法光电测距原理	65
第三节 直线定向	68
第四节 用罗盘仪测定磁方位角	70
第五节 全站仪及其使用	72
思考题及习题	75
第五章 测量误差及其基础知识	77
第一节 测量误差概述	77
第二节 算术平均值及其改正值	80

第三节 评定观测值精度的标准	81
思考题及习题	84
第六章 小地区控制测量	85
第一节 控制测量概述	85
第二节 平面控制网的定向、定位与坐标正反算	87
第三节 导线测量	88
第四节 交会定点	97
第五节 三、四等水准测量	101
第六节 三角高程测量	104
思考题及习题	106
第七章 地形图的测绘	107
第一节 地形图的基本知识	107
第二节 地物、地貌的表示方法	109
第三节 视距测量	114
第四节 经纬仪测图法	117
第五节 地形图的绘制	118
第六节 全站仪数字化测图概述	120
思考题及习题	124
第八章 地形图的应用	126
第一节 地形图的识读	126
第二节 地形图应用的基本内容	131
第三节 工程建设中的地形图应用	133
第四节 建筑设计中的地形图应用	139
思考题及习题	140
第九章 工业与民用建筑中的施工测量	141
第一节 施工测量的基本工作	141
第二节 建筑施工控制测量	148
第三节 建筑基线与建筑方格网	150
第四节 工业与民用建筑施工中的测量工作	154
第五节 复杂建筑物施工测量	163
第六节 激光定位技术在施工测量中的应用	168
第七节 建筑总平面图的绘制	173
思考题及习题	175
第十章 管道工程测量	177
第一节 管道工程测量概述	177
第二节 管道中线测量	177
第三节 管道纵、横断面图测绘	179
第四节 管道施工测量	185
第五节 管道竣工测量	193
思考题及习题	195

第十一章	工程建筑物变形观测·····	196
第一节	建筑物变形观测概述·····	196
第二节	垂直位移观测·····	197
第三节	水平位移观测·····	201
第四节	建筑物倾斜观测·····	202
第五节	变形观测的成果处理·····	204
	思考题及习题·····	206
	《建筑工程测量》课程教学大纲·····	207
	参考文献·····	210

第一章 绪 论

学习目的与要求

1. 理解测量工作的基准线、基准面;
2. 掌握地面点位的表示方法。

第一节 测量学的任务、在建筑工程中的作用及其发展现状

一、测量学的任务及其学科分类

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地球表面各种物体的形状、大小和空间位置的科学。其主要任务是测定和测设。测定:使用测量仪器和工具,通过测量和计算将地物和地貌的位置按一定比例尺、规定的符号缩小绘制成地形图,供科学研究和工程建设规划设计使用。测设:将在地形图上设计出的建筑物和构筑物的位置在实地标定出来,作为施工的依据。

测量学按照研究范围和对象的不同,产生了许多分支科学。例如,研究整个地球的形状和大小、解决大地区控制测量和地球重力场问题的,属于大地测量学的范畴。近年来,因人造地球卫星的发射和科学技术的发展,大地测量学又分为常规大地测量学和卫星大地测量学。测量小范围地球表面形状时,不顾及地球曲率的影响,把地球局部表面当作平面看待所进行的测量工作,属于普通测量学的范畴。利用摄影相片来测定物体的形状、大小和空间位置的工作,属于摄影测量学的范畴。由于获得相片的方式不同,摄影测量学又可分为地面摄影测量学、航空摄影测量学、水下摄影测量学和航天摄影测量学等。特别是由于遥感技术的发展,摄影方式和研究对象日趋多样,不仅是固体的、静态的对象,即使是液体、气体以及随时间而变化的动态对象,都可应用摄影测量方法进行研究。以海洋和陆地水域为对象所进行的测量和海图编制工作,属于海洋测绘学的范畴。利用测量所得的成果资料,研究如何投影编绘和制印各种地图的工作,属于制图学的范畴。

二、工程测量的发展现状

随着传统测绘技术走向数字化测绘技术,工程测量在服务方面不断拓宽,与其他学科的互相渗透和交叉不断加强,新技术、新理论的引进和应用不断深入,工程测量沿着测量数据采集和处理向一体化、实时化、数字化方向发展,测量仪器向精密化、自动化、信息化、智能化发展;工程测量产品向多样化、网络化和数字化方向发展,具体体现在以下几个方面。

1. 大比例尺工程测图数字化

大比例尺地形图和工程图的测绘是工程测量的重要内容和任务之一。工程建设规模扩

大,城市迅速扩展以及土地利用、地籍图应用,都需要缩短成图周期和实现成图的数字化。

2. 工程测量系统的最新进展

20 世纪 80 年代以来,我国测量技术发展迅速。利用电子经纬仪、全站仪、激光跟踪、数字摄影、数码相机等作为传感器,在计算机的控制下,工业测量系统完成各种非接触和实时三维坐标测量,并在现场进行测量数据的处理、分析和管理。与传统的测量方法相比,工业测量系统在实时性、非接触性、机动性和与 CAD/CAM 连接等方面有突出的优点,因此在工业界得到广泛应用。

3. 施工测量仪器和专用仪器向自动化、智能化方向发展

施工测量仪器的自动化、智能化是施工测量仪器今后发展的方向,体现在:角度测量用光电测角代替光学测角;全站仪代替传统的距离、工程安装放样测量;数字水准仪实现了高程测量的自动化。

4. 工程摄影测量、遥感技术与 GPS 测量的应用

摄影测量与遥感技术的非接触性、实时性,使其在工程施工、监测方面应用相当普遍。GPS 测量的精度高、作业时间短,不受时间、气候条件和两点间通视的限制,并在统一坐标系中提供三维坐标信息等,在工程测量中有着极广的应用前景。

三、建筑工程中测量工作的作用

建筑工程测量学是应用各种测量技术解决工程建设中实际测量问题的学科,本教材主要介绍普通测量学和建筑工程测量学的内容。主要讲述工业与民用建筑工程中常用的测量仪器的构造与使用方法,小区域大比例尺地形图的测绘与应用,工程控制网的建立,建筑物和管道工程施工测量,建筑物变形监测,竣工测量,以及测量新技术的介绍。随着激光技术、光电测距技术、工程摄影测量技术、快速高精度空间定位技术在工程测量中的应用,建筑工程测量学的服务面越来越广。

对于建筑工程专业的学生通过学习本课程,应掌握下列有关测定和测设的基本内容:

(1) 地形图测绘——运用各种测量仪器和工具,通过实地测量和计算,把小范围内地面上的地物、地貌按一定的比例尺测绘成图。

(2) 地形图应用——在工程设计中,从地形图上获取设计所需要的资料,例如点的坐标和高程、两点间的水平距离、地块的面积、地面的坡度、地形的断面和进行地形分析等。

(3) 施工放样——把图上设计好的建筑物或构筑物的位置标定在实地上,作为施工的依据。例如点的平面位置放样,包括坐标法、极坐标法、交会法等。

(4) 变形观测——监测建筑物或构筑物的水平位移和垂直沉降,以便采取措施,保证建筑物的安全。

(5) 竣工测量——测绘竣工图。

第二节 地面点位的确定方法

一、地球的形状与大小

地球是一个南北极稍扁,赤道稍长,平均半径约为 6 371km 的椭球。测量工作是在地球表面上进行的,而地球的自然表面有高山、丘陵、平原、盆地、湖泊、河流和海洋等,具有高低起伏

的形态,其中海洋面积约占 71%,陆地面积约占 29%。

1. 铅垂线

如图 1-2-1a) 所示,由于地球的自转,地球上的任一质点除受万有引力的作用外,还受到离心力的影响,其合力称为重力。重力的方向称为铅垂线方向,铅垂线是测量工作的基准线。

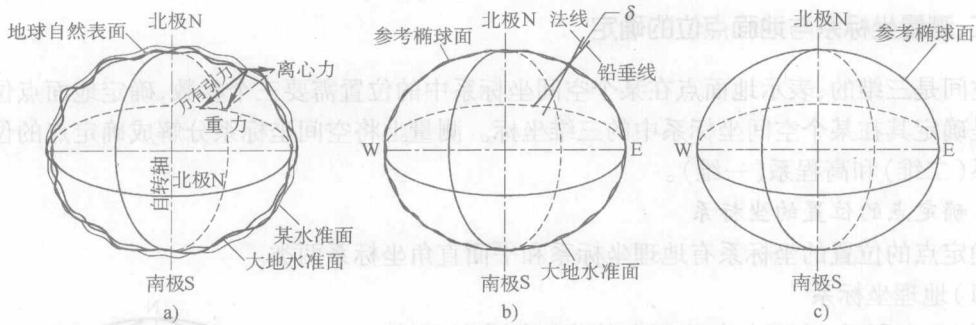


图 1-2-1 地球自然表面、水准面、大地水准面、参考椭球面、铅垂线和法线的关系

2. 水准面

静止的水面称为水准面,水准面是受地球重力作用而形成的,是一个处处与重力方向垂直的连续曲面,并且是一个重力场的等位面。

3. 大地水准面

与水准面相切的平面称为水平面。水面可高可低,因此符合上述特点的水平面有无数个,其中与平均海水面相吻合并向陆地、岛屿内延伸而形成包围整个地球的封闭曲面称为大地水准面,如图 1-2-1b) 所示。在实际测量工作中,是以大地水准面作为测量工作的基准面。

4. 参考椭球面

由于地球内部质量分布不均匀,导致地面上各点的重力方向即铅垂线方向产生不规则的变化,因而大地水准面实际上是一个有微小起伏的不规则曲面。如果将地面上的图形投影到这个不规则的曲面上,将无法进行测量计算和绘图,为此必须用一个和大地水准面的形状非常接近的可用数学公式表达的椭球面来代替大地水准面。这个椭球面是由长半轴为 a 、短半轴为 b 的椭圆 NESW 绕其短轴 NS 旋转而成的旋转椭球体面,旋转椭球又称为参考椭球,其表面称为参考椭球面,以此作为测量计算的基准面,如图 1-2-1c) 所示。

由地球表面任一点向参考椭球面所作的垂线称为法线,地表点的铅垂线与法线一般不重合,其夹角 δ 称为垂线偏差,如图 1-2-1b) 所示。

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 ,我国采用过的参考椭球体元素值及 GPS 测量使用的参考椭球体元素值列于表 1-2-1。

参考椭球元素值 表 1-2-1

序号	坐标系名称	$a(m)$	f	e^2
1	1954 北京坐标系	6 378 245	1:298.3	0.006 693 421 622 966
2	1980 西安坐标系	6 378 140	1:298.257	0.006 694 389 995 88
3	WGS-84 坐标系(GPS 用)	6 378 137	1:298.257 223 563	0.006 694 379 990 13

注:扁率 $f = \frac{a-b}{a}$;第一偏心率 $e^2 = \frac{a^2-b^2}{a^2}$ 。

表 1-2-1 中,序号 1 的参考椭球称为克拉索夫斯基椭球,序号 2 的参考椭球是 1975 年 16 届“国际大地测量与地球物理联合会”通过并推荐的椭球,序号 3 的参考椭球是 1979 年 17 届“国际大地测量与地球物理联合会”通过并推荐的椭球。由于参考椭球的扁率很小,当测区范围不大时,可以将参考椭球近似看作半径为 6 371km 的圆球。

二、测量坐标系与地面点位的确定

空间是三维的,表示地面点在某个空间坐标系中的位置需要三个参数,确定地面点位的实质就是确定其在某个空间坐标系中的三维坐标。测量上将空间坐标系分解成确定点的位置的坐标系(二维)和高程系(一维)。

1. 确定点的位置的坐标系

确定点的位置的坐标系有地理坐标系和平面直角坐标系两类。

(1) 地理坐标系

图 1-2-2 所示,地面点在球面上的位置用大地经度(L)和大地纬度(B)表示。过地面上任一点 P 的法线与地球旋转轴 NS 所组成的平面称为该点的子午面。子午面与参考椭球面的交线称为子午线,也称经线。经过英国格林尼治天文台 P_0 的子午面称为起始子午面。 P 点经度(L):是过 P 点的子午面 NPS 与起始子午面的两面角,从起始子午面向东或向西计算,取值范围是 $0^\circ \sim 180^\circ$,在起始子午线以东为东经,以西为西经。

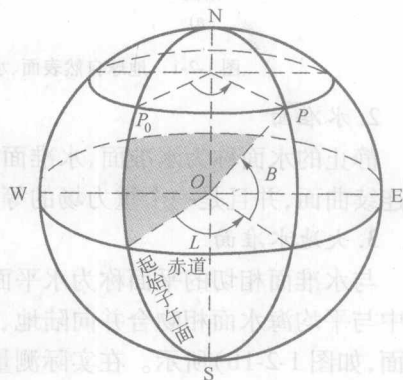


图 1-2-2 大地坐标系

图 1-2-2 是旋转椭球体,过 P 点垂直于地球旋转轴的平面与地球表面的交线称为 P 点的纬线,过球心 O 的纬线称为赤道。 P 点纬度(B):是过 P 点的法线与赤道平面的夹角,自赤道起向南或向北计算,取值范围为 $0^\circ \sim 90^\circ$,在赤道以北为北纬,以南为南纬。如北京的地理坐标可表示为东经 $116^\circ 28'$,北纬 $39^\circ 54'$ 。

大地经、纬度是根据起始大地点的大地坐标,按大地测量所得的数据推算而得的。我国以陕西省泾阳县永乐镇大地原点为起算点,由此建立的大地坐标系,称为“1980 西安坐标系”,简称 80 系或西安系。通过与前苏联 1942 年普尔科沃坐标系联测的坐标系称“1954 北京坐标系”,其大地原点位于前苏联列宁格勒天文台中央。

(2) 高斯平面直角坐标系

高斯投影是地球椭球体面正形投影于平面的一种数学转换过程。为说明简单起见,可以

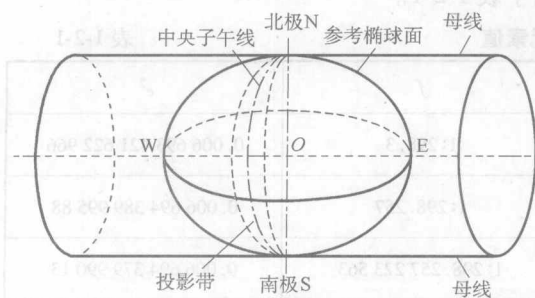


图 1-2-3 高斯投影

用下面形象的投影过程来解说这种投影规律。如图 1-2-3 所示,设想将截面为椭圆的一个圆柱横套在地球椭球体外面,并与椭球体面上某一条子午线相切,同时使圆柱的轴位于赤道面内并通过椭球体中心。圆柱面与椭球体面相切的子午线称为中央子午线。若以椭球中心为投影中心,将中央子午线两侧一定经差范围内的椭球图形投影到圆柱面上,再顺着过南、北极点的圆柱母线将圆柱面剪

开,展成平面,如图 1-2-4a)所示,这个平面就是高斯投影平面。

在高斯投影平面上,中央子午线投影为直线且长度不变,赤道投影后为一条与中央子午线正交的直线,离开中央子午线的线段投影后均要发生变形,且均较投影前长一些。离开中央子午线越远,长度变形越大。

为了使投影误差不致影响测图精度,规定以经差 6° 或更小的经差为准来限定高斯投影的范围,每一投影范围叫一个投影带。如图 1-2-4a)所示, 6° 带是从 0° 子午线算起,以经度每隔 6° 为一带,将整个地球划分成 60 个投影带,并用阿拉伯数字 1, 2, $\dots$, 60 顺次编号,叫做高斯 6° 投影带(简称 6° 带)。 6° 带中央子午线经度 L 与投影带号 N 之间的关系式为:

$$L = 6N - 3 \quad (1-2-1)$$

【例 1-2-1】某城市中心的经度为 $116^\circ 24'$, 求其所在高斯投影 6° 带的中央子午线经度 L 和投影带号 N 。

解:据题意,其高斯投影 6° 带的带号为:

$$N = \text{INT}\left(\frac{116^\circ 24'}{6} + 1\right) = 20 \quad (\text{INT}——\text{取整数})$$

中央子午线经度为:

$$L = 20 \times 6 - 3 = 117^\circ$$

采用分带投影后,由于每一投影带的中央子午线和赤道的投影为两正交直线,故可取两正交直线的交点为坐标原点。中央子午线的投影线为坐标纵轴 x 轴,向北为正;赤道投影线为坐标横轴 y 轴,向东为正,这就是全球统一的高斯平面直角坐标系。

我国位于北半球,纵坐标均为正值,横坐标则有正有负,如图 1-2-4a)所示, $y_p = -148\,680.54\text{m}$, $y_q = +134\,240.69\text{m}$ 。为了避免横坐标出现负值和标明坐标系所处的带号,规定将坐标系中所有点的横坐标值加上 500km (相当于各带的坐标原点向西平移 500km),并在横坐标前冠以带号。如图 1-2-4b)中所标注的横坐标为: $y_p = 20\,351\,319.46\text{m}$, $y_q = 20\,634\,240.69\text{m}$ 。这就是高斯平面直角坐标的通用值,最前两位数 20 表示带号,不加 500km 和带号的横坐标值称为自然值。高斯平面直角坐标系的应用大大简化了测量计算工作,它把在椭球体面上的观测元素全部改化到高斯平面上进行计算。

对于大比例尺测图,则需采用 3° 带或 1.5° 带来限制投影误差。 3° 带与 6° 带的关系如图 1-2-5 所示。 3° 带是以东经 $1^\circ 30'$ 开始,第一带的中央子午线是东经 3° 。 3° 带中央子午线经度 L_0 与投影带号 n 之间的关系式为:

$$L_0 = 3n \quad (1-2-2)$$

我国领土所处的概略经度范围是东经 $73^\circ 27' \sim$ 东经 $135^\circ 09'$, 统一 6° 带投影与统一 3° 带投影的带号范围分别为 13 ~ 23, 25 ~ 45。可见,在我国领土范围内,统一 6° 带与统一 3° 带的投影带号不重复。

(3) 假定平面直角坐标系

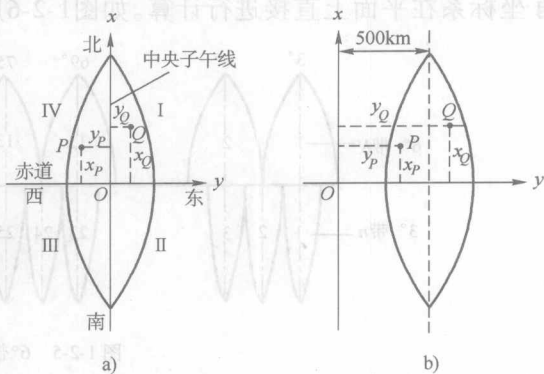


图 1-2-4 高斯平面直角坐标

《城市测量规范》(CJJ 8—99)规定,面积小于 25km^2 的城镇,可不经投影采用假定平面直角坐标系在平面上直接进行计算。如图1-2-6所示,将测区中心点 C 沿铅垂线投影到大地水准

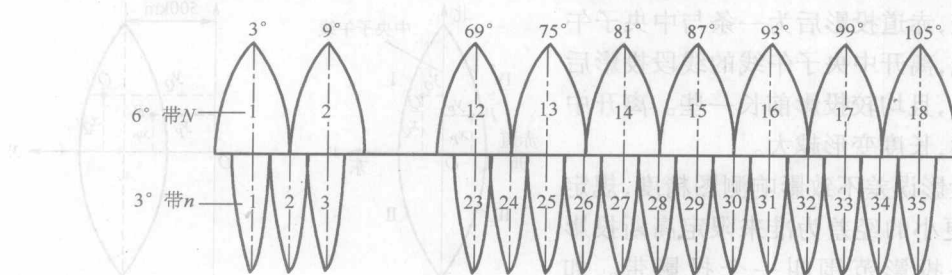


图 1-2-5 6°带和3°带投影

准面上 c 得点,用过 c 点的切平面来代替大地水准面,在切平面上建立的测区平面直角坐标系 xoy 称为“假定平面直角坐标系”。坐标系的原点选在测区西南角以使测区内点的坐标均为正值,以过测区中心的子午线方向为 x 轴方向。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 点在假定平面直角坐标系中的坐标。

测量上选用的平面直角坐标系,规定纵坐标轴为 X 轴,表示南北方向,向北为正;横坐标轴为 Y 轴,表示东西方向,向东为正;坐标原点可假定,也可选在测区的已知点上。象限按顺时针方向编号,测量所用的平面直角坐标系之所以与数学上常用的直角坐标系不同,是因为测量上的直线方向都是从纵坐标轴北端顺时针方向量度的,而三角学中三角函数的角则是从横坐标轴正端按逆时针方向计量,把 X 轴与 Y 轴互换后,全部三角公式都能在测量计算中应用,如图1-2-7所示。

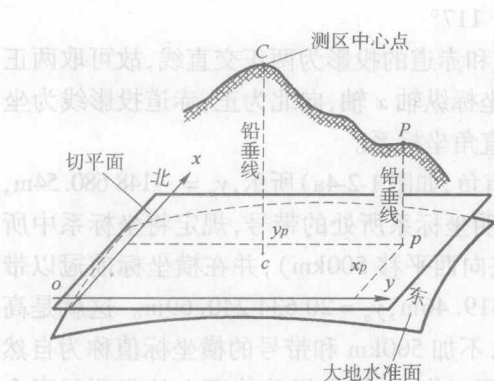


图 1-2-6 以切平面代替曲面

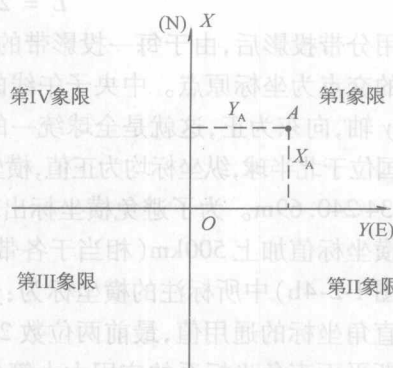


图 1-2-7 测量平面直角坐标系

2. 确定点的高程

地面点沿铅垂线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,通常用加点名作下标表示,如 H_A, H_B ,如图1-2-8所示。

高程系是一维坐标系,它的基准是大地水准面。由于海水面受潮汐、风浪等影响,它的高低时刻在变化。通常是在海边设立验潮站,进行长期观测,求得海水面的平均高度作为高程零点,以通过该点的大地水准面为高程基准面。也即大地水准面上的高程恒为零。我国境内所测定的高程点是以青岛验潮站历年观测的黄海平均海水面为基准面,并于1954年在青岛市观象山建立了水准原点,通过水准测量的方法将验潮站确定的高程零点引测到水准原点,也即求

。即漢曲離強平本叔率曲和融融卷卷不而，面

面通本縣高平內面郵冰館及某內區購技此為野以阿。(面郵水銀大用對去沃)切為縣高平

地面上两点高程之差称为这两点的高差,如图 1-2-8 中 A、B 两点间的高差为:

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-2-3)$$

在假定平面直角坐标系一节中,介绍了若测区范围面积

图 1-3-1 中,大地水准面的曲率对水平距离的影响为



由图 1-3-1 可知: 平坡。对于较长渠道向下游由两心网捕空量时, 宝珠山, 则呈侧。"暗梯

$$\Delta D = \frac{D^3}{4} \quad \Delta D = D^2 \quad (1.2.1)$$

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

以不同的 D 值代入上式, R 取 6370km, 求出距离误差及

水平面代替大地水准面的距离误差及其相对误差

表 1-3-1

距离 D (km)	距离误差 ΔD (cm)	距离相对误差 $\Delta D/D$	距离 D (km)	距离误差 ΔD (cm)	距离相对误差 $\Delta D/D$
10	0.8	1/1 200 000	50	102.7	1/49 000
25	12.8	1/200 000	100	821.2	1/12 000

结论:在 10 ~ 15km 为半径的圆面积之内进行距离测量时,可以用水平面代替大地水准面,而不必考虑地球曲率对水平距离的影响。

2. 水平面代替大地水准面对高程的影响

同理由图 1-3-1 可推导出:

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

以不同的 D 值代入上式, R 取 6 370km, 求出对高差的影响, 列于表 1-3-2 中。

水平面代替大地水准面的高程误差

表 1-3-2

距离 D (km)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	2	5	10
Δh (mm)	0.8	3	7	13	20	80	310	1 960	7 850

结论:以水平面(某点的切平面)直接代替大地水准面作为高程的起算面,对高程的影响是很大的。因此,高程的起算面不能用水平面代替,最好使用大地水准面,如果测区内没有国家高程点时(无法使用大地水准面),可以假设通过测区内某点的水准面为零高程水准面。

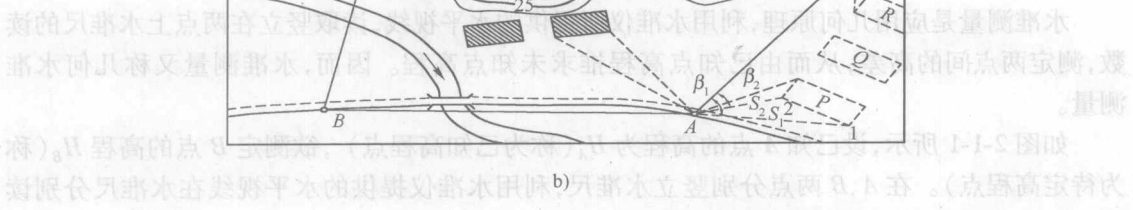
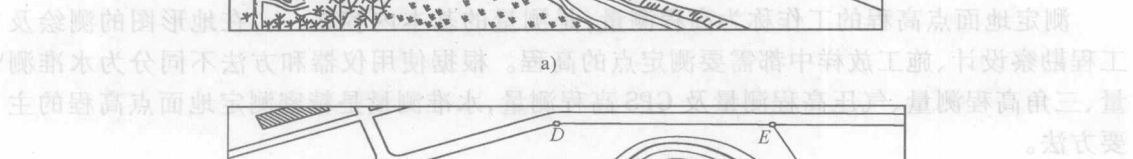
第四节 测量的基本原则和方法

测量的任务是测定和测设。测定是将地物和地貌按一定的比例尺缩小绘制成地形图。如图 1-4-1 所示,测区内有山丘、房屋、河流、小桥、公路等,测绘地形图的过程是先测量出这些地物、地貌特征点的坐标,然后按一定的比例尺、规定的符号缩小展绘在图纸上。例如要在图纸上绘出一幢房屋,就需要在这幢房屋附近、与房屋通视且坐标已知的点(如图中的 A 点)上安置测量仪器,选择另一个坐标已知的点(如图中的 F 点或 B 点)作为定向方向,才能测量出这幢房屋角点的坐标。地物、地貌的特征点又称碎部点,测量碎部点坐标的方法与过程称为碎部测量。

测设是将在地形图上设计出的建筑物和构筑物的位置在实地标定出来,图 1-4-1 中,要实地定建筑物 P ,在控制点 A 上安置仪器,以 F 点(或 B 点)定向,由 A 、 F 点(或 B 点)及 P 、 Q 、 R 三幢建筑物轴线点的设计坐标计算出水平夹角 β_1 、 β_2 ,和水平距离 S_1 、 S_2 ,然后用仪器分别定出水平夹角 β_1 、 β_2 所指的方向,并沿这些方向量出水平距离 S_1 、 S_2 ,即可在实地定出 1、2 点,将建筑物在实地定出来。

无论测定还是测设都是在控制点上进行的,由此得出测量工作的原则之一是“先控制后碎部”。测量规范规定,测量控制网必须由高级向低级分级布设。如平面三角控制网是按一等、二等、三等、四等、5"、10"和图根网的级别布设,而城市导线网是在国家一等、二等、三等或四等控制网下按一级、二级、三级和图根网的级别布设。一等网的精度最高,图根网的精度最低。控制网的等级越高,网点之间的距离就越大、点的密度也越稀、控制的范围就越大;控制网的等级越低,网点之间的距离就越小、点的密度也越密、控制的范围就越小。

如国家一等三角网的平均边长为 20 ~ 25km,而城市一级导线网的平均边长为 300m。由



水准面、大地水准面、水平面？
直角坐标系纵横坐标的确立原则是什么？
高程（海拔）？什么叫相对高程？什么叫高差？
在高斯平面直角坐标系中的坐标为： $X=4\,345\,000\text{m}$ ， $Y=19$
投影的第几带？该带中央子午线的经度是多少？该点位

1. 什么叫水准面、大地水准面、水平面?
2. 高斯平面直角坐标系纵横坐标的确立原则是什么?
3. 什么叫绝对高程(海拔)? 什么叫相对高程? 什么叫高差?

已知某点所在高斯平面直角坐标系中的坐标为: $X=4\,345\,000\text{m}$, $Y=19\,483\,000\text{m}$ 。问该点高斯6°分带投影的第几带?该带中央子午线的经度是多少?该点位于中央子午线的东还是西侧?