



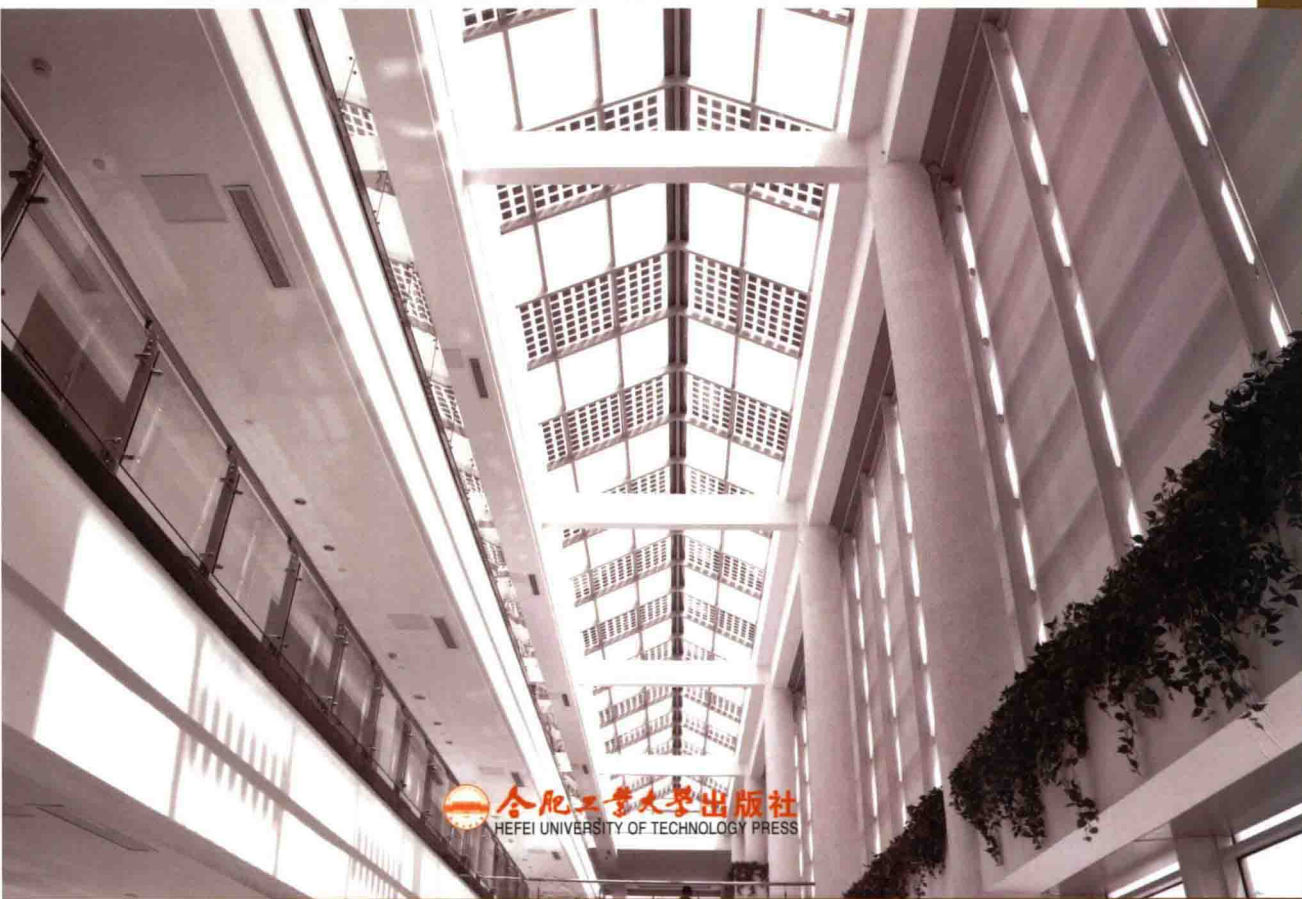
全国职业院校“十二五”土建类专业系列规划教材

总主编◎张齐欣

建筑 工程测量

主 编/陈陆龙 李 玉
副主编/赵路青 姚 衍 陈 诚

JIANZHU
GONGCHENG CELIANG



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



全国职业院校“十二五”土建类专业系列规划教材

总主编◎张齐欣

建筑 工程测量

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

主 编/陈陆龙 李 玉
副主编/赵路青 姚 衍 陈 诚



合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/陈陆龙,李玉主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2014.8
ISBN 978-7-5650-1913-5

I. ①建… II. ①张…②李… III. ①建筑测量—高等学校—教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 179125 号

建 筑 工 程 测 量

陈陆龙 李 玉 主编

责任编辑 张择瑞

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2014 年 8 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2014 年 8 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
电 话	综合图书编辑部:0551-62903204	印 张	11.5
	市 场 营 销 部:0551-62903198	字 数	259 千字
网 址	www.hfutpress.com.cn	印 刷	合肥学苑印务有限公司
E-mail	hfutpress@163.com	发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-1913-5

定价: 25.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

总 序

当前,职业教育正处在逐步规范、有序、快速发展时期,国家已经颁布高职院校专业标准,中职院校的专业标准也行将出台,各省紧随其后,专业教学标准和教学指导方案呼之欲出,课程标准也在逐步制订、修改和完善中。教材作为职业教育改革的重要工具,其教学地位也越来越引起职业院校的高度重视。

建筑业作为我国国民经济的支柱产业,建筑类职业人才培养问题显得尤为突出。作为一种劳动密集型产业,建筑业本身就存在人员流动大、技能和整体素质偏弱的结构性缺陷。随着计划经济向市场经济的转变,建筑类企业也热衷将更多的精力用于从事生产和经营,人才培养问题往往被边缘化,当发展到一定规模,缺乏技能操作型、高层次和复合型人才常常成为制约企业发展的瓶颈。美国管理大师德鲁克就认为:“所谓企业管理最终就是人力管理,人力管理就是企业管理的代名词。”可以说,从业人员素质的高低,直接影响到建筑产品质量的最终形成;支撑企业发展和壮大的核心,最终还是人才的力量。因此,在人才强企已成共识的背景下,职业能力的培养显得越来越重要。

近年来,全国建筑类职业院校积极探索教育教学改革,不断创新教育教学模式,采取“走出去、请进来”的办法,开展“工学结合、校企合作”,建立“双师素质”教师队伍,改革传统教学方法,广泛采用项目化教学、案例教学、多媒体教学、现场教学、仿真教学等手段,促进学生综合职业能力的提高,努力实现学生“零距离”上岗。

依据《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》、教育部和住建部《关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》等文件的有关要求,结合国家相关专业教学指导方案,我们组织国内长期从事土建类职业教育的专家、一线专业教师和建设行业从业人员编写了本套教材。系列教材采用“以就业为导向、以能力为本位、以提高综合素质为目的”的教育理念,按照“需求为主、够用为度、实用为先”的原则进行编写。

系列教材的主要特点是:(1)改革了传统的以知识传授为主的编写方式,结合工程实际,采用“教材内容模块化、教学方式项目化”,即以工程项目、工作任务、工作过程、职业岗位、职业范围、职业拓展为主线进行编写,突出“做中学、学中做、做中教”的职业特色,充分体现“以教师为引导、学生为主体”的原则,以实现三大目标:知识目标、能力目

标、素质目标。(2)教材的编写还注重结合现行专业标准、专业规范要求,内容上注重体现“新技术、新方法、新设备、新工艺、新材料”。(3)教材结构体系上注重实现“专业与产业、企业、岗位对接;课程内容与职业标准对接;教学过程与生产过程对接;学历证书与职业资格证书对接;职业教育与终身学习对接”的新教学理念,最终落脚点是促进学生的职业生涯发展,适应新经济环境下的职业教育发展大趋势。(4)本系列教材设计新颖、内容生动,由浅入深、循序渐进,采用图表结合的方式,直观明了、形象具体和贴近实际,易于教学和自学。

该套系列教材在理论体系、组织结构和表现形式方面均作了一些新的尝试,以满足不同学制、不同专业、各类建筑类培训和不同办学条件的教学需要。同时,该系列教材的出版,希望能为全国土建类职业院校的发展和教学质量的提高以及人才培养产生积极的作用,为我国经济建设和人才培养做出应有的贡献,也希望有关专家、学者以及广大读者多提宝贵意见和建议,使之不断完善和提高。

张齐欣

2014年7月

前 言

“建筑工程测量”是建筑类专业一门核心专业课程,也是建筑工程施工实用性、实践性很强的基础工作之一。本教材在编写过程中,综合考虑了现行职业教育教学的特点,以建筑工程测量知识和技能培养为主线,紧紧围绕着职业岗位活动为导向,进行“教学内容模块化、教学过程项目化”的设计,突出实现“知识目标、技能目标和素质目标”的课程设计理念。课程结构充分采用“以学生为主体、教师为先导、项目任务为载体”开展教学活动,教材的编写体现职业院校学生的特点,通过任务驱动、项目导向以及“教、学、做、考核”于一体,培养学生具备建筑工程施工、建筑工程监理、道路桥梁等专门化业务的基本职业能力,为加强学生的工程测量能力奠定基础。该书配备相应习题集和建筑工程测量实训指导书各一本。

本教材采用国家最新规范、规程和标准,按照建筑工程测量的顺序和施工现场工程测量的工作过程,编写内容注重“以应用为目的,以必需、够用为度”,侧重技能传授,强化实践内容,由浅入深、图文并茂、循序渐进地进行,主要分为绪论、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、测量误差的基本知识、小地区控制测量、地形图的应用、地形图基本知识及其测绘、测设的基本工作、建筑施工测量、线路与桥梁施工测量、变形观测和竣工测量共十二个模块,各模块又设计了与岗位能力相适应的多项工作任务,既相互独立,又相互衔接,增强学生自主学习、主动学习的积极性,并且将测绘领域的新仪器、新方法、新技术等方面的内容有机地融合在各个项目里,突出了教材的实用性。本教材可作为高职、中职院校土建类专业基础课教材,也可作为各类成人高校、社会培训机构岗位培训教材和工程人员自学用书。

本书由安徽建工技师学院、安徽建设学校陈陆龙、李玉担任主编,副主编为安徽建工技师学院、安徽建设学校赵路青、姚衍、陈诚。参编人员有:安徽建工技师学院、安徽建设学校陆飞虎;合肥建设学校李梅、周旭;淮南市职业教育中心李庆梅等老师。安徽建工技师学院、安徽建设学校陈陆龙对全书进行了统稿和审核。本书在编写过程中参考了相关文献、资料,在此向这些文献、资料和书籍的作者表示感谢。

编 者

2014年7月

目 录

总 序	(1)
前 言	(1)
模块一 绪论	(1)
项目一 测量学简介	(1)
项目二 地球的形状和大小	(3)
项目三 测量坐标系与地面点位的确定	(4)
项目四 测量的基本任务和原则	(7)
模块二 水准测量	(8)
项目一 高程测量的概述	(8)
项目二 水准测量的原理	(9)
项目三 水准仪和水准尺	(11)
项目四 水准测量方法	(16)
项目五 水准测量的校核方法	(19)
项目六 微倾式水准仪的检验与校正	(25)
项目七 精密水准仪和电子水准仪	(28)
模块三 角度测量	(31)
项目一 角度测量的原理	(31)
项目二 普通光学经纬仪的组成及使用	(32)
项目三 水平角测量	(35)
项目四 竖直角测量	(36)
项目五 光学经纬仪的检验与校正	(37)
项目六 水平角测量的误差	(39)
模块四 距离测量和直线定向	(41)
一项目一 距离测量	(41)

项目二	光电测距	(49)
项目三	直线定向	(50)
模块五	测量误差的基本知识	(54)
项目一	测量误差的概念	(54)
项目二	测量误差的来源	(55)
项目三	测量误差的分类	(55)
项目四	衡量精度的标准	(56)
项目五	算术平均值及其中误差	(57)
模块六	小地区控制测量	(59)
项目一	小地区控制测量概述	(59)
项目二	导线测量	(62)
项目三	高程控制测量	(72)
项目四	GPS 控制测量简介	(76)
模块七	地形图基本知识及其测绘	(82)
项目一	地形图的基本知识	(82)
项目二	地形图的测绘	(88)
项目三	地形图的拼接、检查和整饰	(95)
模块八	地形图的应用	(97)
项目一	地形图应用	(97)
项目二	地形图的阅读	(101)
项目三	用图的基本知识	(105)
模块九	水平距离、水平角和高程的测设	(111)
模块十	建筑施工测量	(120)
项目一	施工测量概述	(120)
项目二	建筑施工控制测量	(122)
项目三	民用建筑施工测量	(123)
项目四	工业厂房施工测量	(128)
项目五	高层建筑物的轴线投测和高程传递	(132)
项目六	激光定位技术在施工测量中的应用	(134)

模块十一 线路与桥梁施工测量 (136)

 项目一 中线测量 (136)

 项目二 纵断面测量 (140)

 项目三 横断面测量 (143)

 项目四 施工测设 (144)

 项目五 桥涵工程测量 (147)

模块十二 变形观测和竣工测量 (163)

 项目一 建筑物变形观测概述 (163)

 项目二 沉降观测 (165)

 项目三 倾斜观测 (168)

 项目四 裂缝与位移观测 (170)

 项目五 竣工总平面图的编绘 (171)

参考文献 (173)

模块一

绪 论

模块概述

本模块主要介绍测量学的概念,它包括了两个主要内容,测定和测设,主要了解测量学的主要分支和建筑工程测量的内容。本模块还包括学习测量工作的实质,如何确定点的三维坐标,如何在地球上建立坐标系,重点要弄清楚高斯平面直角坐标的建立办法,以及在小区范围内建立独立平面直角坐标系的方法,清楚这两种坐标系与数学上平面直角坐标系的区别和联系。

知识目标

- ◆ 了解测量学的概念及分类、地球的形状和大小。
- ◆ 理解测定和测设的概念和区别、建筑物的施工测量、水准面和水平面区别、三种坐标的适用范围、高斯平面直角坐标 x, y 的含义。
- ◆ 掌握大地水准面、铅垂线的概念及作用,测量学与数学中的平面直角坐标系的区别、测量工作的实质、地面点位置的表示方法。

技能目标

- ◆ 掌握大地水准面、铅垂线的概念及作用。
- ◆ 测量学与数学中的平面直角坐标系的区别、测量工作的实质、地面点位置的表示方法。

素质目标

- ◆ 培养学生严谨的学习态度。
- ◆ 提高学生浓厚的专业学习兴趣。

课时建议

2 课时

项目一 测量学简介

一、测量学上,将地球表面分为地物和地貌

地物:地面上天然或人工建造形成的物体,它包括湖泊、河流、海洋、房屋、道路、桥

梁等。

地貌:地表高低起伏的形态,它包括山地、丘陵和平原等。

地物和地貌总称为地形。

测量学是研究地球的形状和大小,确定地球表面各种物体的形状、大小和空间位置的科学。

二、测量学的任务是测定和测设

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:将地形图上设计出的建筑物、构筑物的位置在实地标定出来,作为施工的依据。

三、测量在国民经济建设中的应用

(一) 城市规划、给水排水、煤气管道、工业厂房和高层建筑建设的测量工作

1. 设计阶段:测绘各种比例尺的地形图,供建(构)筑物的平面及竖向设计使用。
2. 施工阶段:将设计结构物的平面位置和高程在实地标定出来,作为施工依据。
3. 工程完工后:测绘竣工图,供今后扩建、改建、维修和城市管理使用。对某些重要的建筑物或构筑物在建设中和建成以后都需要进行变形观测,以保证建筑物的安全。

(二) 铁路、公路建设的测量工作

1. 为了确定一条最经济合理的路线,必须预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。
2. 当路线跨越河流时,必须建造桥梁。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。
3. 当路线穿过山地需要开挖隧道时,开挖之前,必须在地形图上确定隧道的位置,根据测量数据计算隧道的长度和方向;隧道施工通常是从隧道两端相向开挖,这就需要根据测量成果指示开挖方向,保证其正确贯通。

四、有关测定和测设的基本内容

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。

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。

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。

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。

竣工测量:在每一个单项工程完成后,必须由施工单位进行竣工测量。提出工程的竣工测量成果,作为编绘竣工总平面图的依据。

项目二 地球的形状和大小

一、地球

地球是南北极稍扁、赤道稍长的椭球,平均半径约为 6371km。

地球的自然表面有高山、丘陵、平原、盆地、湖泊、河流和海洋等,呈现高低起伏的形态,并不平坦,其中海洋面积约占 71%,陆地面积约占 29%。

二、地球的物理特性

(一) 重力与铅垂线

重力 —— 地球上质点所受万有引力与离心力的合力。

铅垂线方向 —— 重力方向。

(二) 水准面

假想静止不动的水面延伸穿过陆地,包围整个地球,形成的封闭曲面称为水准面。水准面是曲面,有无数个。

(三) 大地水准面

与平均海水面相吻合的水准面称为大地水准面。

(四) 参考椭球

大地水准面 —— 微小起伏、不规则、很难用数学方程表示。

将地表地形投影到大地水准面上计算非常困难。

法线 —— 由地表任一点向参考椭球面所作的垂线。

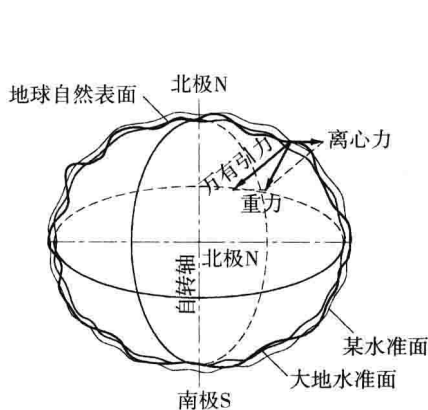


图 1-1 地理坐标系(一)

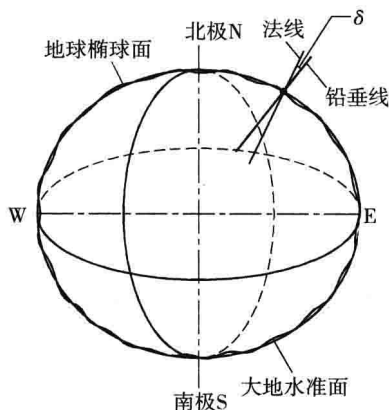


图 1-2 大地水准面与地球椭球

项目三 测量坐标系与地面点位的确定

一、确定点的球面位置的坐标系

空间坐标系可以分解为确定点的球面位置坐标系(二维)和高程系(一维)。确定点的球面位置坐标系有地理坐标系和平面直角坐标系两类。

(一) 地理坐标系

地理坐标系又可分为天文地理坐标系和大地地理坐标系两种。

1. 天文地理坐标系

天文地理坐标又称天文坐标,表示地面点在大地水准面上的位置,基准是铅垂线 and 大地水准面用天文经度 λ 和天文纬度 φ 两个参数来表示地面点在球面上的位置。

过地面上任一点 P 的铅垂线与地球旋转轴 NS 所组成的平面称为该点的天文子午面。

天文子午面与大地水准面的交线称为天文子午线,也称经线。

通过英国格林尼治天文台 G 的天文子午面称为首子午面。

2. 大地地理坐标系

大地地理坐标又称大地坐标,表示地面点在参考椭球面上的位置。基准是参考椭球面和法线,用大地经度 L 和大地纬度 B 表示。 P 点大地经度 L :过 P 点的大地子午面和首子午面所夹的两面角。 P 点大地纬度 B :过 P 点的法线与赤道面的夹角。

大地经、纬度是根据起始大地点的大地坐标,按大地测量所得数据推算而得,起始大地点又称大地原点,该点的大地经纬度与天文经纬度一致,我国以陕西省-泾阳县-永乐镇-大地原点建立的大地坐标系,称为“1980 西安坐标系”。

(二) 平面直角坐标系

球面坐标对局部测量工作不方便,工程测量一般在平面直角坐标系中进行,地球是一个不可展的曲面,通过投影方法将地球表面点位化算到平面上存在变形,我国采用的高斯-克吕格正形投影(简称高斯投影)属于保角投影,存在距离变形。

1. 高斯平面坐标系

高斯投影是德国科学家高斯在 1820—1830 年间,为解决德国汉诺威地区大地测量投影问题而提出的一种投影方法。高斯投影是将地球按经线划分成带,称投影带。投影时,设想用一个空心椭圆柱横套在参考椭球外面。使椭圆柱与某一中央子午线相切。将椭球面上的图形按保角投影的原理投影到圆柱体面上,将圆柱体沿过南北极的母线切开,展开成平面,并在该平面上定义平面直角坐标系。

高斯投影根据投影的经度范围与中央子午线的位置不同可分为下列几种:

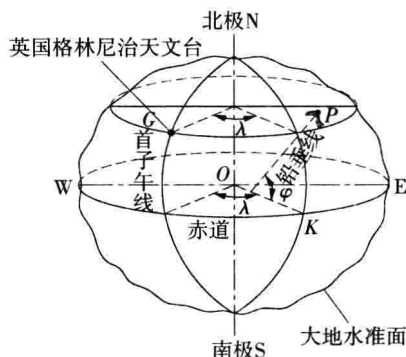


图 1-3 地理坐标系(二)

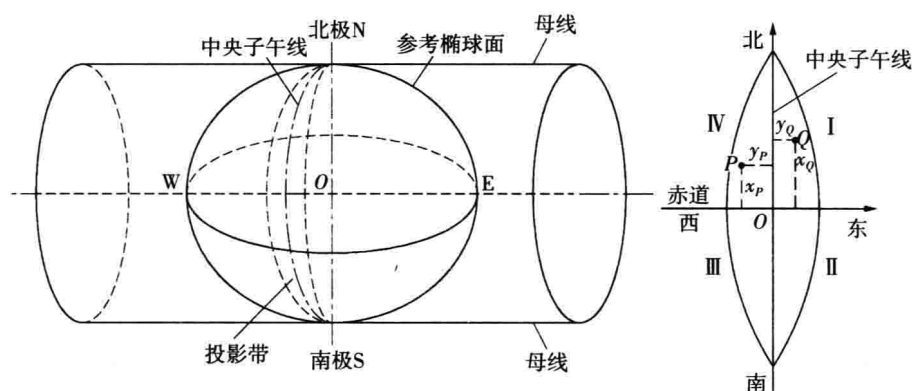


图 1-4 高斯-克吕格正形投影

(1) 统一 6° 带高斯投影

投影带从首子午线起,每隔经度 6° 划分为一带(称统一 6° 带),自西向东将整个地球划分为 60 个带。带号 N 从首子午线开始,用阿拉伯数字表示。位于各带中央的子午线称本带中央子午线。第一个 6° 带中央子午线的经度为 3°,带号 N 与中央子午线经度 L_0 的关系为:

$$L_0 = 6N - 3$$

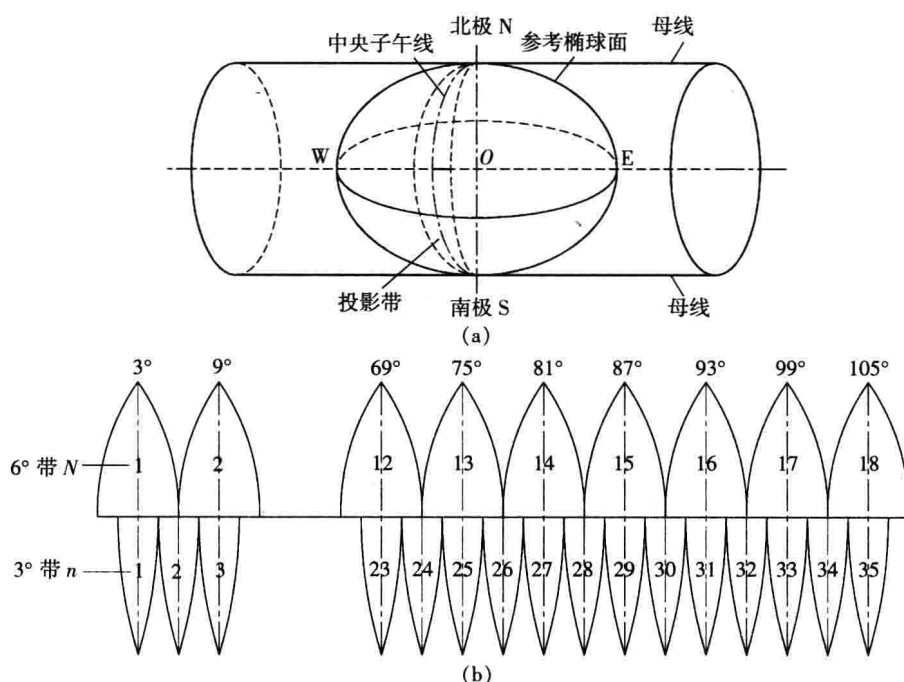


图 1-5 6° 带和 3° 带分带方法

高斯投影是保角投影,球面上的角度投影到横椭圆柱面上后保持不变,而距离将变长。只有中央子午线和赤道投影后距离不变,并相互垂直,以此建立的直角坐标系称高斯

平面直角坐标系。

(2) 统一 3° 带高斯投影

带号 N 与中央子午线经度 L_0 的关系为：

$$L_0 = 3N$$

统一 3° 带与统一 6° 带高斯投影的关系为：

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, 两种投影带的带号不重复, 根据 y 坐标前的带号可以判断属于何种投影带。

二、确定点的高程系

(一) 高程

地面点沿铅垂线到大地水准面的距离称该点的绝对高程或海拔, 简称高程。通常用点名作下标表示, 如 H_A 、 H_B 。高程系是一维坐标系, 基准是大地水准面。

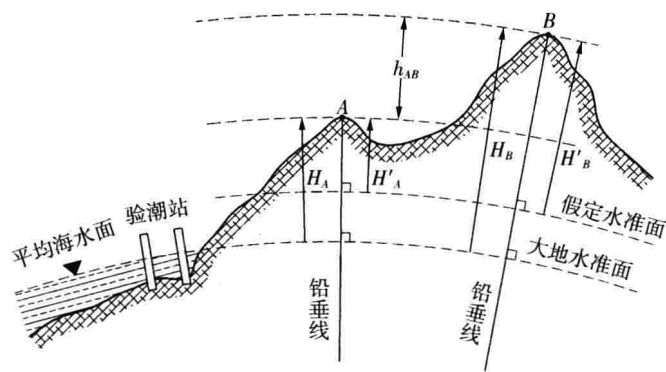


图 1-6 高程和高差

因海水面受潮汐、风浪等影响, 它的高低时刻在变化。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。

(二) 国家高程系统

1. 1956 年黄海高程系

以青岛验潮站历年观测的黄海平均海面为基准面, 1956 年我国采用青岛验潮站 1950—1956 年 7 年的潮汐记录资料推算出的大地水准面为基准引测出水准原点的高程 72.289m。以这个大地水准面为高程基准建立的高程系称为“1956 年黄海高程系”, 简称“56 黄海系”。

2. 1985 国家高程基准

80 年代, 我国又采用青岛验潮站 1953—1977 年 25 年的潮汐记录资料推算出的大地水准面为基准引测出水准原点的高程为 72.260m, 以这个大地水准面为高程基准建立的高程系称为“1985 国家高程基准”, 简称“85 高程基准”。在水准原点, 85 高程基准使用的大地水准面比 56 黄海系使用的大地水准面高出 0.029m。

项目四 测量的基本任务和原则

一、地面点确定方法

(一) 测绘

利用测量技术手段测定地面点的空间位置并以图象、图形或数据等信息形式表示出来的过程称测绘。

有地面上三个点 A 、 B 和 C ，其空间位置经测绘技术处理后用数据形式表示为：

$$a(X_a, Y_a, H_a);$$

$$b(X_b, Y_b, H_b);$$

$$c(X_c, Y_c, H_c)$$

(二) 测设

利用测量技术手段把设计拟定的地面点标定到地面上称测设。由于测设往往是将设计的建筑物图样标定在实地上，故亦称放样。

二、测绘工作基本原则

(一) 整体原则

整体原则，即“从整体到局部”原则。任何测绘工作都必须先总体布置，然后分期、分区、分项实施，任何局部的测量技术过程必须服从全局的定位要求。

(二) 控制原则

控制原则，即“从控制到碎部”原则。无论测绘或测设，其技术过程都必须先布设全国的或全测区的平面和高程控制网，确定控制点的平面坐标和高程作为定位的基准，然后在此基础上进行细部测绘或具体建（构）筑物的放样。这样做可以控制测量过程中误差的积累，保证测绘成果的质量。

(三) 检核原则

检核原则，即“步步检核”原则。地面点的定位必须以“正确”为前提，对每一个操作，每一个过程，每一个数据，每一项成果都必须采用各种检核方法和手段验证其正确与否。检核原则应贯穿于地面点定位的全过程。只有确保上一工序成果无误后，方可进行下一工序的作业。这样才能保证测绘成果的可靠性。

模块二

水准测量

模块概述

在实际建筑工程活动中,高程测量是一项重要的工作,例如依据业主提供的地面控制点,由该已知地面控制点向施工现场内引测施工水准点等;在建筑施工测量中,依据已知点的高程测设未知点的高程等,是小区域控制测量、建筑施工测量等工程实践活动中的必要环节,本模块重点讲解普通水准测量的内业与外业工作,水准测量的精度要求及误差分析,以及精密水准测量的一般程序等内容。

知识目标

- ◆ 熟悉水准测量原理。
- ◆ 掌握水准仪的基本构造及操作方法。
- ◆ 掌握普通水准测量的基本步骤和内业计算方法。
- ◆ 了解精密水准仪的知识及操作程序。

技能目标

- ◆ 能够根据已知高程点,勘查现场条件布置水准路线。
- ◆ 能够按普通水准测量精度要求进行未知高程点的测量工作。
- ◆ 能够简单对水准测量精确度进行分析与评价。

素质目标

- ◆ 培养学生严谨认真的工作态度。
- ◆ 培养学生相互配合、相互协作的团队精神。

课时建议

10 课时

项目一 高程测量的概述

地面上一点的高程是指该点到大地水准面的垂直距离,此距离称为绝对高程(或称为海拔),以 H 表示;地面上一点到假定水准面的垂直距离,称为该点的相对高程(或称假定高程),用 H' 表示。地面上两点高程之差叫高差,以 h 表示。地面上点的高程一般指绝对高