

www.hustpas.com



高职高专土建类工学结合“十二五”规划教材
GAOZHIGAOZHUAN TUJIANLEI GONGXUEJIEHE “SHIERWU” GUIHUA JIAOCAI

建筑工程测量 与实训项目化教程

JIANZHU GONGCHENG CELIANG
YU SHIXUN XIANGMUHUA JIAOCHENG

主 编◎方 意 雷远达



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

高职高专土建类工学结合“十二五”规划教材

建筑工程测量与实训项目化教程

主 编	方 意	雷远达		
副主编	岳崇伦	周 敏	高新胜	
参 编	马 莉	吴海涛	余金艳	王 栋
	冼少梅	庞文娟	汪顺波	彭建敏
	蒋 中	李佳宏	梁海建	周志梁
	张其毅	谢佩珉	刘淑兰	黄佳宾
	谭达权	魏福生	李召兵	

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量与实训项目化教程/方意,雷远达主编. —武汉:华中科技大学出版社,2014.8
ISBN 978-7-5680-0293-6

I. ①建… II. ①方… ②雷… III. ①建筑测量-高等职业教育-教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 171010 号

建筑工程测量与实训项目化教程

方 意 雷远达 主编

责任编辑:简晓思

封面设计:范翠璇

责任校对:张 琳

责任监印:张贵君

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:22

字 数:576 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:49.80 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书以提高读者的职业实践能力和职业素养为宗旨,倡导以学生为本位的教育培训理念。本书根据理论和实践相结合的教学指导思想,突出职业教育的特色,按项目教学法的形式进行编写。

本书根据建筑相关专业对工程测量课程的教学要求编写,内容包括工程测量基本知识、测量理论强化、实操强化等三大篇目,重点在于对学生工程测量的外业操作技能和内业计算能力进行全面训练。全书内容形式贴近实际,且实用性、实践性强,图文对照、新颖直观、通俗易懂、流程清晰、便于自学。

本书可供高等职业院校、高等专科学校、成人教育学院、职工大学、高级技工学校等院校的建筑工程技术、工程造价、工程管理及其相关专业工程测量课实践教学和学生自学使用,亦可供生产单位测量、施工等专业技术人员参考。

前 言

《建筑工程测量与实训项目化教程》由三部分组成。第一部分为测量基本知识,内容涵盖平面图和地形图的基础知识、水准测量、角度测量、全站仪以及GPS测量、建筑工程施工测量等;第二部分为测量理论强化,包含考证以及竞赛理论题目;第三部分为实操强化,包括测量实训的性质、任务和基本要求、主要内容、时间场地及人员组织、作业时间分配、领用仪器、具体作业内容和技术要求、注意事项、实训成果、操作考核及成绩评定等。

本书在编写过程中参考了工程测量的新标准和新规范,知识面广,具有较强的教学适应性和较宽的专业适应面,既能满足从事测量工作的需要,又能针对技能鉴定和技能竞赛;既能注重学生理论知识的教学,又能突出建筑工程测量的实践性。在单一的理论中结合实际工作,提高学生的学习动力。

本书由方意、雷远达担任主编,岳崇伦、周敏、高新胜担任副主编,马莉、吴海涛、余金艳、王栋、冼少梅、庞文娟、汪顺波、彭建敏、蒋中、李佳宏、梁海建、周志梁、张其毅、谢佩珉、刘淑兰、黄佳宾等参编。此外,参加本书编写工作的还有南方测绘仪器有限公司谭达权高级工程师、广东省乐昌市国土资源局魏福生工程师、广东省广州市从化区规划局李召兵工程师等。

本书编者都为多年从事测量教学并在施工一线实践的双师型教师,本书经华中科技大学出版社编辑和各位编者精心策划、准确定位,严格参照各种相关规范,注重实践性,在知识讲解上力争做到深入浅出,满足施工一线需要。书中编入了很多建筑工程测量的新知识,具有较强的教学实用性和较宽的专业适应面。

由于编者水平所限,书中疏漏、错误和不足之处在所难免,恳请广大师生和读者批评指正。

编 者

2014年12月

目 录

第一篇 测量基本知识

项目一 绪论	(3)
1.1 工程测量学介绍	(3)
1.2 地面点位的确定	(6)
1.3 测量工作的原则和程序	(13)
1.4 工程测量安全管理	(15)
项目二 测量以及建筑工程测量的基础知识	(17)
2.1 地形图的基本知识	(17)
2.2 地形图应用的基本知识	(30)
2.3 建筑总平面图及建筑施工图的识读	(36)
2.4 测量误差基本知识	(39)
2.5 评定误差精度的标准	(40)
项目三 水准测量	(44)
3.1 水准测量的工具及使用	(44)
3.2 普通水准测量的外业和内业	(50)
3.3 水准仪的检验与校正	(61)
3.4 水准测量的误差来源及注意事项	(65)
3.5 自动安平水准仪	(66)
3.6 水准仪在建筑施工中的基本应用	(67)
项目四 角度测量	(74)
4.1 角度测量的基本概念及测量工具	(74)
4.2 角度测量的方法	(83)
4.3 光学经纬仪的检验与校正	(90)
4.4 角度测量的误差来源及注意事项	(95)
4.5 电子经纬仪	(98)
4.6 经纬仪在建筑施工中的基本应用	(100)
项目五 距离丈量及直线定向	(105)
5.1 钢尺量距	(105)
5.2 电磁波测距	(112)
5.3 直线定向及方位角测量	(115)
5.4 视距测量	(118)

5.5 钢尺在施工中的应用	(120)
项目六 控制测量	(122)
6.1 导线测量	(123)
6.2 导线测量的内业计算	(126)
6.3 高程控制测量	(134)
项目七 建筑工程测量	(143)
7.1 施工测量的基本工作	(143)
7.2 民用建筑施工测量	(150)
7.3 高层建筑的施工测量	(162)
7.4 工业建筑的施工测量	(167)
7.5 道路和管道测量	(173)
项目八 全站仪测量及 GPS-RTK 测量	(186)
8.1 全站仪测量	(186)
8.2 GPS-RTK 测量	(213)

第二篇 测量理论强化

项目九 测量中级理论练习	(229)
项目十 测量高级理论练习	(253)

第三篇 实操强化

实验一 DS3 型水准仪的认识和使用	(301)
实验二 普通水准测量	(303)
实验三 微倾式水准仪的检验和校正	(306)
实验四 DJ6 级光学经纬仪的认识和使用	(309)
实验五 水平角测量(测回法)	(311)
实验六 竖直角测量和竖盘指标差的测定	(313)
实验七 光学经纬仪的检验和校正	(315)
实验八 四等水准测量	(319)
实验九 测设点的平面位置和高程	(322)
实验十 全站仪角度、距离和高差测量	(325)
实验十一 全站仪坐标的测量	(327)
实验十二 全站仪放样测量	(330)
实验测试一	(333)
实验测试二	(336)
参考文献	(340)

第一篇 测量基本知识

项目一 绪 论

学习要求

1. 了解建筑工程测量的任务和内容;
2. 理解地面点位的确定方法;
3. 掌握高斯-克吕格正形投影带的计算方法。

1.1 工程测量学介绍

1.1.1 测量学和工程测量学介绍

测量学是一门历史悠久的科学,是一门研究地球的形状和大小以及确定地面点之间相对位置的学科。早在几千年前,由于当时社会生产发展的需要,中国、埃及、希腊等古代国家的人们就开始利用测量工具进行测量。在远古时代我国就发明了指南针,以后又发明了浑天仪等测量仪器,并绘制了相当精确的全国地图。指南针于中世纪由阿拉伯人传到欧洲,然后在全世界得到了广泛的应用,直到今天,它仍然是利用地磁测定方位的简便测量工具。

测量工作主要包括如下两个方面的内容。

(1) 测定

测定又称测图,是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算,并按照一定的测量程序和方法将地面上局部区域的各种人工构筑物(地物)和地面的形状、大小、高低起伏(地貌)的位置按一定的比例尺和特定的符号缩绘成地形图,以供工程建设的规划、设计、施工和管理使用。

(2) 测设

测设又称放样,是指使用测量仪器和工具,按照设计要求,采用一定的方法将设计图纸上设计好的建筑物、构筑物的位置测设到实地,作为工程施工的依据。

此外,施工中各工程工序的交接和检查、校核、验收工程质量的施工测量,工程竣工后的竣工测量,监视建筑物或构筑物安全阶段的沉降、位移和倾斜所进行的变形观测等,也是工程测量的主要任务。

随着社会生产和科学技术的不断发展,根据研究对象和范围的不同,测量学又分为大地测量学、普通测量学、摄影测量学、工程测量学等学科。

大地测量学是研究测定地球形状、大小和地球重力场的理论,为在广大地区建立国家大地控制网等方面提供测量理论、技术和方法,为测量学的其他分支学科提供最基础的测量数据和资料。

普通测量学研究较小区域内的测量工作,主要是指用地面作业方法,将地球表面局部地区的地物和地貌等测绘成地形图。由于测区范围较小,可以不考虑地球曲率的影响,把地球表面当作平面对待。

摄影测量学是研究如何利用摄影相片来测定物体形状、大小、位置并获取其他信息的学科,是中国测绘国家基本地形图的主要方法。目前多用于测绘城市基本地形图和大规模地形复杂地区的地物和地貌。

工程测量学是一门研究工程建设和自然资源开发各个阶段中所进行的控制测量、地形测绘、施工放样、变形监测及建立相应信息系统的理论和技术的学科。工程测量是直接为各项工程建设服务的。任何土建工程,无论是工业与民用建筑、城镇建设、道路、桥梁、给排水管线等,从勘测、规划、设计到施工阶段,甚至在使用管理阶段,都需要进行测量工作。

按照工程建设的具体对象来分,工程测量包括建筑测量、城镇规划测量、道路和桥梁测量、给排水工程测量等。

本书主要讲解建筑工程测量,它属于工程测量学范畴,是城市建筑物勘测设计、施工、设备安装和竣工验收期间所进行的测量工作,其主要任务有:

- ①在设计阶段,要测绘各种比例尺的地形图,供结构物的平面及竖向设计使用;
- ②在施工阶段,要将设计结构物的平面位置和高程在实地标定出来,作为施工的依据;
- ③工程完工后,要测绘竣工图,供日后扩建、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。

1.1.2 建筑工程测量的任务

(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。测图供规划设计之用,供工程施工结束后测绘竣工图之用,供日后管理、维修、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,最后从图上取得工程建设所必需的各种技术资料,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。放样是将图纸上设计好的建(构)筑物按照设计要求通过测量的定位、放线、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

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

(5) 竣工测量

竣工测量是指在建(构)筑物竣工验收时,为获得工程建成后的各建(构)筑物以及地下管网的平面位置和高程等资料而进行的测量工作。

1.1.3 测量工作的要求

(1) 测量工作的要求

测量工作在整个建筑工程建设中起着不可缺少的重要作用,测量速度和质量直接影响

工程建设的速度和质量。它是一项非常细致的工作,稍有不慎就会影响工程进度甚至造成返工。因此,要求工程测量人员必须做到以下几点。

- ①树立为建筑工程建设服务的思想,具有对工作负责的精神,坚持严肃认真的科学态度。做到测、算工作步步有校核,确保测量成果的精度。
 - ②养成不畏艰苦和细致的工作作风。不论是外业观测,还是内业计算,一定要按现行规范和规定作业,坚持精度标准,严格遵守岗位责任制度,以确保测量成果的质量。
 - ③要爱护测量工具,正确使用仪器,并要定期维护和校验仪器。
 - ④要认真做好测量记录工作,要做到内容真实、原始,书写清楚、整洁。
 - ⑤要做好测量标志的设置和保护工作。
- (2)学习建筑工程测量的要求

建筑工程测量是一门实践性较强的技术基础课程,要学习建筑工程有关科学技术知识打下必要的基础。因此,要求学生对测量的基本理论、基本原理要清楚;熟悉钢尺、水准仪、经纬仪、平板仪、全站仪的使用;掌握测量操作的技能和方法;能识读地形图和掌握地形图的应用;会施工测量,重点掌握建筑工程施工测量的内容。

1.1.4 常用的测量单位

工程测量常用的角度、长度、面积的度量单位及换算关系分别见表 1-1~表 1-3。

表 1-1 角度单位制及换算关系

六十进制	弧度制
1 圆周 = 360° 1° = 60' 1' = 60"	1 圆周 = 2π 弧度 1 弧度 = 180°/π = 57.2958°

表 1-2 长度单位制及换算关系

公制	英制
1 km = 1 000 m 1 m = 10 dm = 100 cm = 1 000 mm	1 km = 0.621 4 mi = 3 280.8 ft 1 m = 3.280 8 ft = 39.37 in

表 1-3 面积单位制及换算关系

公制	市制	英制
1 km² = 1 × 10⁶ m² 1 m² = 100 dm² = 1 × 10⁴ cm² = 1 × 10⁶ mm²	1 km² = 1500 亩 1 m² = 0.001 5 亩 1 亩 = 666.666 667 m²	1 km² = 247.11 英亩 = 100 公顷 1 m² = 10.764 ft² 1 cm² = 0.155 in²

1.2 地面点位的确定

1.2.1 地面点位确定的原理

由几何学原理可知,点组成线、线组成面、面组成体。所以构成物体形状的最基本元素是点。在测量上,把地面上的固定性物体称为地物,如房屋、道路等;把地面起伏变化的形态称为地貌,如高山、丘陵、平原等。地物和地貌总称为地形。以地形测绘为例,虽然地面上各种地物种类繁多,地势起伏千差万别,但它们的形状、大小及位置完全可以看成是由一系列连续不断的点所组成的。

放样是在实地标定出设计建(构)筑物的平面位置和高程的测量工作,与测图过程相反,其实质也是确定点的位置,所以点位关系是测量要研究的基本关系。

地球的自然表面高低起伏,有高山、丘陵、平原、江河、湖泊和海洋等,是一个凹凸不平的复杂曲面。地球上自由静止的水面称为水准面,它是一个处处与铅垂线正交的曲面。水准面有无数个,其中与平均海面重合、通过大陆延伸勾画出的一个连续的封闭曲面,称为大地水准面。由大地水准面所包围的形体叫大地体。由于地球内部质量分布不均匀,引起地面各点的铅垂线方向发生不规则变化,因此大地水准面是一个有微小起伏的不规则曲面。在这个不规则曲面上无法进行测量计算,必须要寻找一个与大地水准面较吻合,而且能用数学公式表达的规则曲面来代替大地水准面,作为测量计算的基准面。这个基准面是一个椭圆绕其短轴旋转的椭球面,称为参考椭球面,它包围的形体称为参考椭球体或参考椭球(见图 1-1)。所以我们也称大地水准面、水平面和铅垂线是测量的基准面和基准线。

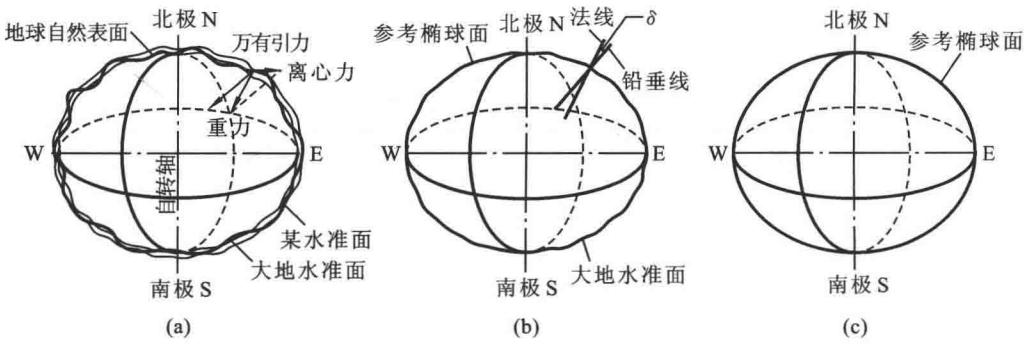


图 1-1 地球的形状

新中国成立以来,我国于 20 世纪 50 年代和 80 年代分别建立了“1954 北京坐标系”和“1980 西安坐标系”。随着社会的进步,国民经济建设、国防建设、社会发展、科学研究等对国家大地坐标系提出了新的要求,迫切需要采用原点位于地球质量中心的坐标系(以下简称地心坐标系)作为国家大地坐标系。采用地心坐标系,有利于采用现代空间技术对坐标系进行维护和快速更新,测定高精度大地控制点三维坐标,并提高测图工作效率,其原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心, z 轴指向 BIH1984.0 定义的协议极地方向(BIH 国际时间局), x 轴指向 BIH1984.0 定义的零子午面与协议赤道的交点, y 轴按右手坐标系确定。2000 国家大地坐标系采用的地球椭球参数长半轴 $a=6\,378\,137\text{ m}$,扁率 $f=1/298.257\,223\,563$ 。

确定地面点的位置,是将地面点沿铅垂线方向投影到一个代表地球表面形状的基准面

上,地面点投影到基准面上后,要用坐标和高程来表示点位。测绘过程及测量计算的基准面,可认为是平均海洋面的延伸,穿过陆地和岛屿所形成的闭合曲面,这个闭合的曲面称为大地水准面。在大范围内进行测量工作时,以大地水准面作为地面点投影的基准面,如果在小范围内测量,可以把地球局部表面当作平面,用水平面作为地面点投影的基准面。

测量工作的基本任务(即实质)是确定地面点的位置。地面点的空间位置由点的平面位置 x 、 y 坐标和点的高程位置 H 来确定。

1.2.2 地面点平面位置的确定

地面点的位置与一定的坐标系相对应。在高低起伏的地球自然表面上,地面点的位置通常以坐标和高程来表示,在测量上常用的坐标系有大地坐标系、高斯平面直角坐标系、假定平面直角坐标系和建筑坐标系。

(1) 大地坐标系

用大地经度 L 和大地纬度 B 表示地面点在旋转椭圆球面上的位置,称为大地地理坐标,简称大地坐标。

大地经、纬度是根据大地测量所测得的数据推算而得出的。如图 1-2 所示,地面上任意点 P 的大地经度 L 是该点的子午面与首子午面(通过格林尼治天文台)所夹的两面角 λ , P 点大地纬度 B 是过该点的法线(与旋转椭球面垂直的线)与赤道面的夹角 φ 。

大地经、纬度是根据起始大地点(又称大地原点)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 西安系;通过与苏联 1942 年普尔科沃坐标系联测,经我国东北传算过来的坐标系称“1954 北京坐标系”,简称 54 北京系,其大地原点位于苏联普尔科沃天文台中央。

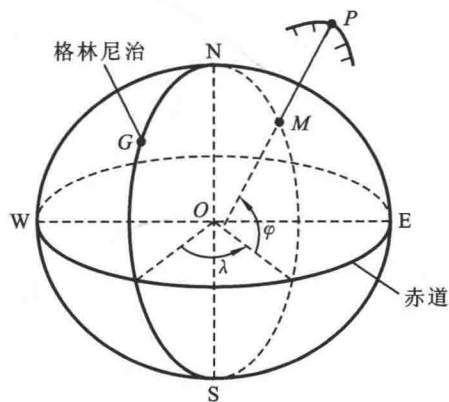


图 1-2 大地坐标系

WGS84 坐标系:WGS 英文意义是“world geodetic system”(世界大地坐标系),它是美国国防局为进行 GPS 导航定位于 1984 年建立的地心坐标系,1985 年投入使用。在实际测量工作中很少直接使用 WGS84 坐标系,而是将其转换成其他坐标系再使用。

WGS84 椭球采用国际大地测量与地球物理联合会第 17 届大会测量常数推荐值,采用两个常用基本几何参数:长半轴 $a=6\,378\,137\text{ m}$,扁率 $f=1/298.257\,223\,563$ 。

(2) 高斯平面直角坐标系

地理坐标对局部测量工作来说是非常不方便的。例如,在赤道上,1"的经度差或纬度差对应的地面距离约为 30 m。测量计算最好在平面上进行,但地球是一个不可展的曲面,应通过投影的方法将地球表面上的点位化算到平面上。地图投影有多种方法,我国采用的是高斯-克吕格正形投影。正形投影的实质就是椭球面上微小区域的图形投影到平面上后仍然与原图形相似,即不改变原图形的形状。例如,椭球面上一个三角形投影到平面上后,其三个内角保持不变。高斯-克吕格正形投影简称高斯投影,使用高斯投影的国家还有德国和苏联。

高斯投影是高斯在 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。1912 年起,德国学者克吕格将高斯投影公式加以整理和扩充,并推导出实用计算公式。此后,保加利亚学者赫里斯托夫等对高斯投影作了进一步的更新和扩充。

从几何意义上讲,高斯投影是一种横椭圆柱正形投影。如图 1-3 所示,设想用一个横椭圆柱套在参考椭球外面,并与某一子午线相切,称该子午线为中央子午线,横椭圆柱的中心轴通过参考椭球中心 O 与地轴 NS 垂直。将中央子午线东、西各一定经差范围内的地区投影到椭圆柱面上,再将该椭圆柱面沿过南、北极点的母线切开展平,便构成了高斯平面直角坐标系,如图 1-4 所示。

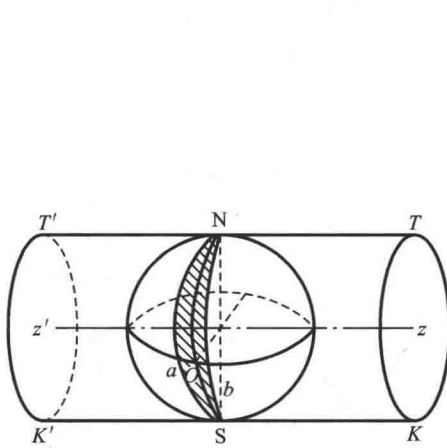


图 1-3 横椭圆柱投影

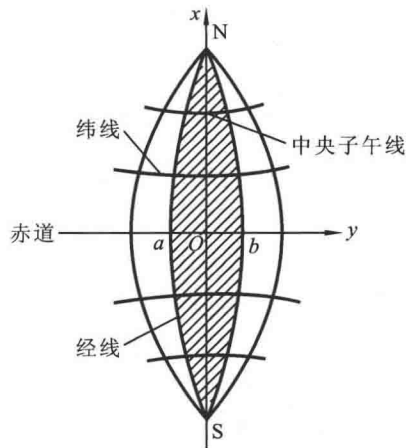


图 1-4 高斯投影展开图

高斯投影按经线将地球划分成若干带分带投影,带宽用投影带两边缘子午线的经度差表示,常用带宽为 6° 、 3° 和 1.5° ,分别简称为 6° 、 3° 和 1.5° 带投影。国际上对 6° 和 3° 带投影的中央子午线经度有统一规定,满足这一规定的投影称为统一 6° 带投影和统一 3° 带投影。

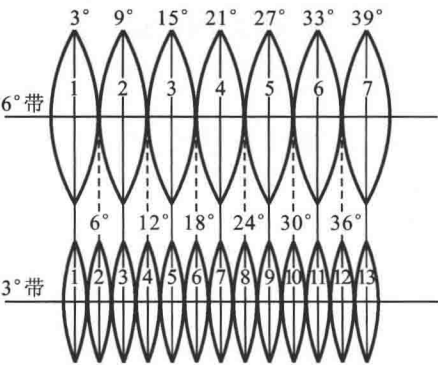


图 1-5 6° 带投影和 3° 带投影

从首子午线起,每隔经度 6° 划分为一带,如图 1-5 所示,自西向东将整个地球划分为 60 个投影带,带号从首子午线开始,用阿拉伯数字表示。第一个 6° 带的中央子午线的经度为 3° ,任意带的中央子午线经度 L 与投影带号 N 的关系为: $L_0 = 6N - 3$ 。

反之,已知地面任一点的经度 L ,计算该点所在的统一 6° 带带号的公式为:

$$N = \text{Int} \left[\frac{L}{6} \right] + 1 \tag{1-1}$$

式中: Int ——取整函数。

【例 1-1】 已知某点 P 的经度为 $113^\circ 26'$,问点 P 的统一 6° 带带号是多少?

【解】

$$113^\circ 26' \div 6 = 18.9^\circ$$
$$N = 18 + 1 = 19$$

在投影精度要求较高时,可以把投影带划分得再细一些,例如采用 3° 带,共分为 120 带,则第 N 带的中央子午线经度 $L'_0 = 3N$ 。

反之,已知地面任一点的经度 L ,计算该点所在的统一 3° 带带号的公式为

$$n = \text{Int}\left[\frac{L}{3} + 0.5\right] \quad (1-2)$$

式中: Int ——取整函数。

【例 1-2】 已知某点 P 的经度为 $113^\circ 26'$,问点 P 的统一 3° 带带号是多少?

【解】

$$113^\circ 26' \div 3 = 37.8^\circ$$

$$n = 38$$

投影后的中央子午线和赤道均为直线并保持相互垂直。以中央子午线为坐标纵轴(x 轴),向北为正;以赤道为坐标横轴(y 轴),向东为正,中央子午线与赤道的交点为坐标原点 O 。

与数学上的笛卡儿坐标系比较,在高斯平面直角坐标系中,为了定向的方便,定义纵轴为 x 轴,横轴为 y 轴。 x 轴与 y 轴互换了位置,象限则按顺时针方向编号,这样就可以将数学上定义的各类三角函数直接应用在高斯平面直角坐标系中,不需做任何变更。

我国位于北半球, x 坐标值恒为正, y 坐标值则有正有负,当测点位于中央子午线以东时为正,以西时为负。图 1-6(a)的 B 点位于中央子午线以西,其 y 坐标值为负值。对于 6° 带高斯平面直角坐标系,最大的 y 坐标负值约为 -165 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西移 500 km ,也就是给每个点的 y 坐标值加 500 km ,使之恒为正值,如图 1-6(b)所示。

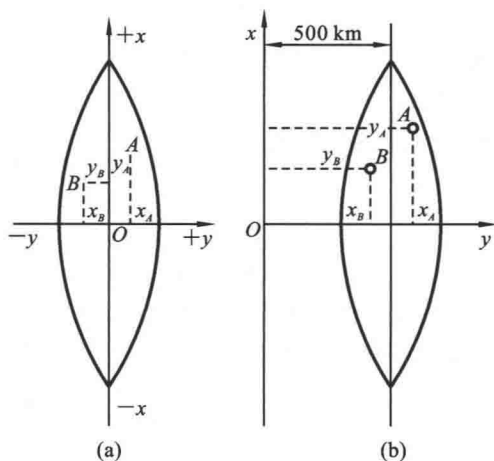


图 1-6 高斯平面直角坐标系

为了能够根据横坐标值确定某点位于哪一个 6° 带内,还应在 y 坐标值前冠以带号。将经过加 500 km 和冠以带号处理后的横坐标用 y 表示。例如,图 1-6(b)中的 B 点位于第 19 带内,其横坐标为 $y_B = -265\,214 \text{ m}$,则有 $y = 19\,234\,786 \text{ m}$ 。相反,如果某点 $y = 19\,234\,786 \text{ m}$,则该点在第 19 个 6° 带中央子午线以西 $265\,214 \text{ m}$ 。

高斯投影属于正形投影的一种,它保证了球面图形的角度与投影后的平面图形的角度不变,但球面上任意两点间的距离经投影后会产生变形,其规律是:除了中央子午线没有距离变形以外,其余位置的距离均存在变形。

6° 带投影边缘的距离变形能满足 $1:25\,000$ 或更小比例尺测图的精度,当进行

1 : 10 000或更大比例尺测图时,要求投影的距离变形更小,可以采用 3°带投影、1.5°带投影或任意带投影。

(3)假定平面直角坐标系

当测量区域较小(一般半径不大于 10 km 的面积内)时,可直接用与测区中心点相切的平面来代替曲面,然后在此平面上建立一个平面直角坐标系。因为它与大地坐标系没有联系,故称为独立平面直角坐标系,也叫假定平面直角坐标系。

如图 1-7(a)所示,假定平面直角坐标系与高斯平面直角坐标系一样,规定南北方向为纵轴 x ,东西方向为横轴 y ; x 轴向北为正,向南为负, y 轴向东为正,向西为负。地面上某点 P 的位置可用 x_P 和 y_P 来表示,假定平面直角坐标系的原点 O 一般选在测区的西南角以外,使测区内所有点的坐标均为正值。

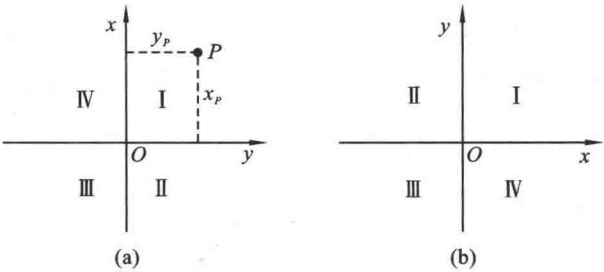


图 1-7 假定平面直角坐标系

(a)测量中的平面直角坐标系;(b)数学中的笛卡儿平面直角坐标系

为了定向方便,测量上的平面直角坐标系与数学上的平面直角坐标系的规定不同,两者的 x 轴与 y 轴互换,象限的顺序也相反,如图 1-7 所示。因为轴向与象限顺序同时改变,测量坐标系的实质与数学上的坐标系是一致的,因此数学中的公式可以直接应用到测量计算中。

(4)建筑坐标系

在建筑工程中,有时为了便于对建(构)筑物平面位置进行施工放样,将原点设在建(构)筑物两条主轴线(或某平行线)的交点上,以其中一条主轴线(或某平行线)作为纵轴,一般用 A 表示,顺时针旋转 90° 方向作为横轴,一般用 B 表示,建立一个平面直角坐标系,称为建筑坐标系,如图 1-8 所示。

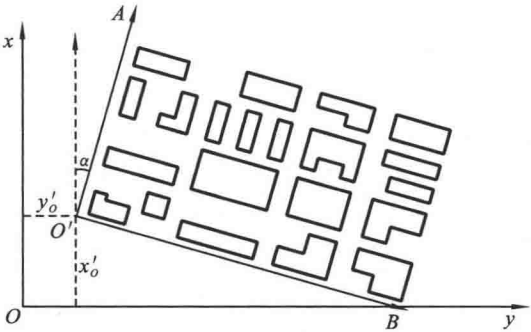


图 1-8 建筑坐标系