



新世纪现代交通类专业系列教材

工程测量

王霞	主编
董亚辉	副主编
李娟	参编
黄群杰	主审
蔡龙成	
胡明霞	
唐钱龙	
周小安	



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

新世纪现代交通类专业系列教材

工 程 测 量

王 霞 主 编

董亚辉 副主编

李 娟 胡明霞 参 编
黄群杰 唐钱龙

蔡龙成 周小安 主 审

清华大学出版社

北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书为全国高等教育交通土建类专业规划教材,全书共分十二章:第一章至第四章系统地讲述了工程测量的基本知识和各种常规测量仪器、工具的工作原理、使用方法及检验校正的基础技术;第五章介绍测量误差的基本知识;第六章叙述小区域控制测量,包括导线测量的工作及平面控制测量和高程控制测量与计算方法;第七章介绍地形图的测绘和应用,主要叙述大比例尺地形图的测绘方法和地形图在公路桥涵工程上的应用;第八章和第九章阐述公路中线测量、纵/横断面测量;第十章介绍公路施工放样的几种常用方法;第十一章和第十二章对当代测量学科的高新技术——全站仪构造与使用和 GPS 全球定位系统技术进行详细的介绍。

全书章节紧凑,内容精简,重点突出,主要作为高等院校道路桥梁工程技术及相关专业的工程测量教材,也可供工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

工程测量 / 王霞主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2010.8
(新世纪现代交通类专业系列教材)

ISBN 978-7-5121-0218-7

I. ① 工… II. ① 王… III. ① 工程测量-高等学校-教材 IV. ① TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 151603 号

责任编辑:韩 乐

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>
北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京东光印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:13.5 字数:337 千字

版 次:2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0218-7/TB·21

印 数:1~4 000 册 定价:24.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

本教材比较全面地介绍了工程测量在公路、桥梁等工程上的应用。本教材力求理论与实践有机的统一，力求内容编排详略得当、力求模块式教学的和谐互动，具有较强的适用性和实用性。

本教材共十二章，由王霞担任主编，董亚辉担任副主编，参加编写的还有李娟、胡明霞、黄群杰、唐钱龙。具体编写情况如下：王霞编写第一、第八章；董亚辉编写第三、第四、第六章；李娟编写第五、第九章；胡明霞编写第二、第七章；唐钱龙编写第十章；黄群杰编写第十一、十二章。周小安副教授和蔡龙成副教授对本教材初稿进行审阅并提出了许多宝贵的意见。在此，表示衷心的感谢。

本教材适用教学时数为 92 个学时。具体安排可参照下表所列内容执行。

课程教学时数分配表

序 号	课 程 内 容	教 学 时 数		
		讲 课	实 训	小 计
1	绪论	4		4
2	水准测量	6	6	12
3	角度测量	6	6	12
4	距离测量及直线定向	4	2	6
5	测量误差的基本知识	4		4
6	小区域控制测量	8		8
7	地形图的测绘与应用	6	4	10
8	公路中线测量	8	6	14
9	公路纵、横断面测量	4	2	6
10	施工放样	4		4
11	全站仪测量	6	2	8
12	GPS 测量简介	4	0	4
13	总 计	64	28	92

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在疏漏，敬请读者批评指正。

编 者
2010 年 8 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 测量学的任务及在公路建设中的应用	1
一、测量学及其内容、任务	1
二、工程测量在公路建设中的应用	3
第二节 地球的形状和大小	3
一、大地水准面	3
二、参考椭球体	4
第三节 空间点位的表示方法	4
一、常见坐标系	5
二、高程系	8
第四节 测量工作的程序与原则	9
思考题与习题	9
第二章 水准测量	10
第一节 水准测量基本原理	10
第二节 水准测量的仪器和工具	11
一、水准尺和尺垫	11
二、水准仪	12
第三节 普通水准测量	14
一、DS ₃ 型水准仪的操作步骤	14
二、地面上两水准点间高差的测定	15
第四节 DS ₃ 水准仪的检验校正	16
一、水准仪应满足的几何条件	16
二、水准仪的检验校正	17
第五节 水准测量误差及处理措施	18
一、仪器误差及处理方法	18
二、观测误差及处理方法	19
三、外界环境的影响	19
第六节 水准测量的检验与成果计算	20
一、水准测量的三项检核	20
二、水准测量的成果计算	22
第七节 自动安平水准仪	23
一、自动安平水准仪的原理	23
二、补偿器	24

三、自动安平水准仪的使用	25
复习题与习题	25
第三章 角度测量	28
第一节 角度测量原理	28
第二节 经纬仪的构造与使用	29
一、光学经纬仪的基本结构	29
二、经纬仪的技术操作	32
第三节 水平角观测方法	33
一、测回法	33
二、全圆测回法	34
第四节 竖直角观测方法	36
一、竖盘的构造	36
二、竖盘指标差	36
三、竖直角的观测方法	37
四、竖直角的计算	38
第五节 光学经纬仪的检验与校正方法	39
一、经纬仪应满足的主要条件	39
二、经纬仪的检验和校正方法	40
第六节 水平角观测误差	43
一、仪器误差	43
二、观测误差	44
三、外界条件的影响	45
思考题与习题	45
第四章 距离测量及直线定向	47
第一节 钢尺量距	47
一、丈量工具	47
二、直线定线	48
三、距离丈量	50
第二节 量距精度	51
一、量距精度	51
二、误差分析	52
第三节 直线定向	53
一、子午线	53
二、方位角	54
第四节 罗盘仪操作、使用	55
一、罗盘仪的构造	55
二、罗盘仪的使用方法	56
三、使用罗盘仪的注意事项	56
思考题与习题	56

第五章 测量误差的基本知识	57
第一节 测量误差概念	57
一、测量误差产生的原因	57
二、测量误差的分类	57
三、误差处理原则	60
第二节 观测值的算术平均值及改正值	60
一、算术平均值	60
二、观测值的改正值	61
第三节 评定观测值精度的标准	61
一、中误差	62
二、容许误差	63
三、相对误差	63
第四节 误差传播定律及其应用	64
一、误差传播定律	64
二、误差传播定律的应用	66
思考题与习题	68
第六章 小区域控制测量	70
第一节 概述	70
一、国家基本控制网	70
二、小区域控制网	71
第二节 导线测量	72
一、导线的形式	72
二、导线的等级	73
三、导线测量的外业工作	74
四、导线测量的内业计算	77
第三节 小三角测量	87
一、小三角网的布设形式	87
二、小三角测量的外业	88
三、小三角测量的内业计算	89
第四节 高程控制测量	92
一、概述	92
二、三、四等水准测量	93
第五节 三角高程测量	95
一、三角高程测量原理	96
二、三角高程测量的等级及技术要求	96
三、地球曲率和大气折光的影响	97
四、三角高程测量的施测方法	98
思考题与习题	98
第七章 地形图的测绘与应用	99

第一节 地形图的基本知识	99
一、比例尺	99
二、地物的表示方法	100
三、地貌的表示方法	103
第二节 视距测量	107
一、视线水平时的视距测量	108
二、视线倾斜时的视距测量（视距测量通用方式）	109
第三节 地形图的测绘	110
一、地形图测绘的基本原理	110
二、经纬仪测绘法	111
三、地形图的绘制	114
四、地形图的拼接、检查和整饰	116
第四节 地形图的应用	118
一、地形图的识读	118
二、地形图应用的基本内容	119
三、按规定坡度在图上选取最短路线	121
四、确定汇水范围	121
五、绘制某一方向的断面图	122
六、图形面积的计算	123
七、根据地形图平整场地	124
思考题与习题	129
第八章 公路中线测量	130
第一节 概述	130
第二节 公路的平面线形组合	130
第三节 路线的定线测量	131
一、交点的测设	131
二、转点的测设	133
第四节 路线转角的测定和里程桩的设置	134
一、路线转角的测定	134
二、里程桩的设置	135
第五节 圆曲线测设	137
一、圆曲线的主点测设	137
二、圆曲线的详细测设	138
第六节 虚交	142
第七节 复曲线的测设	144
第八节 缓和曲线测设	145
一、缓和曲线公式	145
二、平曲线带有缓和曲线的主点测设	147
三、平曲线带有缓和曲线的详细测设	148

思考题与习题	151
第九章 公路纵、横断面测量	152
第一节 公路纵断面测量	152
一、基平测量	152
二、中平测量	153
三、纵断面图的绘制	154
第二节 公路横断面测量	156
一、横断面方向的测定	156
二、横断面的测量方法	157
三、横断面图的绘制	158
思考题与习题	159
第十章 施工放样	160
第一节 概述	160
一、公路工程施工放样的任务	160
二、公路工程施工放样的依据	160
三、施工放样测量的精度	160
四、施工放样测量的基本要求	161
第二节 施工放样的基本方法	161
一、已知距离的放样	161
二、已知水平角的放样	163
三、已知高程的放样	163
四、已知点的放样	164
思考题与习题	167
第十一章 全站仪测量	168
第一节 全站仪的结构原理	168
一、全站仪的概念	168
二、全站仪的主要功能特点和技术指标	169
三、仪器的结构与键盘设置	171
第二节 角度测量	172
一、测量前的准备工作	172
二、角度测量	173
第三节 距离测量	175
一、测距前的准备工作	175
二、距离测量	176
第四节 坐标测量	179
第五节 全站仪的其他功能简介	181
一、作业的处理	181
二、放样测量	182
思考题与习题	184

第十二章 GPS 测量简介	185
第一节 GPS 全球定位系统技术简介	185
一、GPS 的组成	185
二、GPS 定位原理和方法分类	188
三、GPS 技术在道路工程测量中的应用	190
第二节 WGS-84 坐标系和我国大地坐标系	190
一、WGS-84 大地坐标系	190
二、国家大地坐标系	191
三、地方独立坐标系	193
四、坐标系统之间的转换	193
第三节 GPS 测量控制网的设计与实施	195
一、GPS 控制网的技术设计	195
二、外业观测方法	199
三、GPS 测量的作业模式	201
第四节 RTK 技术在道路定测中的应用	202
一、概述	202
二、在定测中应用 RTK 技术	203
三、RTK 技术的发展前景	204
思考题与习题	204
参考文献	206

第一章 绪 论

第一节 测量学的任务及在公路建设中的应用

一、测量学及其内容、任务

测量学是一门研究如何确定地球的形状和大小、地球上各种物体的几何形态及其空间位置，以及将规划设计的点和线在实地上定位的科学。

它的主要任务包括两个部分：测绘和测设。

测绘是指用测量仪器和工具，通过测量和计算将地球上的地物和地貌的位置按一定的比例尺、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。

测设又称施工放样，是把图纸上规划设计好的建筑物、构筑物的位置在地面上用特定的方式标定出来，作为施工的依据。

测量学的研究内容相当广泛，和其他科学一样都是随着人们生产实践的需要而产生并随着社会生产和科学技术的发展而发展的。测量学是测量科学技术的总称。随着测量学研究的深入和各学科研究的相互渗透，测量学在发展中产生了许多分支，并形成了相对独立的学科。

（一）大地测量学

大地测量学是研究和测定地球形状、大小和地球重力场，以及测定地面点几何位置的学科。现代大地测量学包括常规大地测量学和卫星大地测量学。

（二）地形测量学（又称普通测量学）

地形测量学是测绘科学的一个基础部分，是研究测绘地形图的基本理论、技术和方法的学科。由于地表形态的测绘工作是在面积不大的测区内进行的，又因地球曲率半径很大（平均为 6371 km），可视小区域球面为平面而不必顾及地球曲率及地球重力场的微小影响，从而使理论和方法都得到简化。把地球表面的各种自然形态，如水系、地貌、土壤和植被的分布，以及人类社会活动所产生的各种人工形态，如境界线、居民地、交通干线和各种建筑物的位置采用正射投影的理论，使用一定符号，按一定比例，相似地缩绘到平面图上，这种图叫做地形图。地形图的测绘和应用是地形测量学的核心内容，在国民经济和国防建设中有着广泛的应用。

（三）摄影测量学与遥感学

摄影测量学是利用电磁波传感器获取目标物的影像数据或通过遥感技术获取被测物体

的信息（影像或数字），经过对图像的处理、量测、判释和研究，以表达被测物体的形状、大小和位置，并判断其性质的一门学科。摄影测量本身已经经历了“模拟摄影测量”与“解析摄影测量”，现在正进入“数字摄影测量”阶段。随着现代航天技术和计算机技术的发展，遥感技术提供的影像信息比光学摄影所获得的相片信息更加丰富，因此在摄影测量中引进遥感技术，还与卫星定位技术和地理信息技术相集成，成为地球空间信息的科学与技术。

（四）海洋测量学

海洋测量学是以海洋水体和海底为测绘对象，研究测量和海图编制的理论和方法的科学。与陆地测绘相比，海洋测绘有着其独特的特点：测量内容综合性强，要同时完成多种观测项目，需要多种仪器配合施测；测区条件复杂，多数为动态作业；肉眼不能通视水域底部，要精确测量难度较大等。

（五）矿山测量学

矿山测量学是综合运用测量、地质及采矿等多种学科的知识，来研究和处理矿山地质勘探、建设和采矿过程中由矿体到围岩、从井下到地面在静态和动态条件下的工作空间几何问题，以确保矿产资源合理开发、安全生产和矿区生态环境整治的一门学科。矿山测量学包括以下三项内容。

① 矿山测量工程，研究矿区控制测量、地形测量、建井和开拓时期的施工和设备安装测量；矿山生产时期的井下控制测量、采区生产测量及各种生产设施的运行状况监测等，其作用被誉为“矿山的眼睛”。

② 研究矿体几何和储量管理，确保矿产资源的合理开发和生产中储备煤量与开采煤量的合理接续。

③ 研究资源开采后所引起的岩层移动、地表沉陷规律及露天矿边坡的稳定性和保护地面建筑物、造地复田和环境治理。

（六）地图制图学

地图制图学是以地图信息传输为中心，探讨地图及其制作的理论、工艺技术和使用方法的一门综合性学科，它主要研究用地图图形反映自然界和人类社会各种现象的空间分布、相互联系及其动态变化，具有区域性学科和技术性学科的两重性，所以亦称地图学。主要包括地图编制学、地图投影学、地图整饰和制印技术等。现代地图制图学还包括用空间遥感技术获取地球、月球等星球的信息，编绘各种地图、天体图及三维地图模型和制图自动化技术等。

（七）工程测量学

工程测量学是研究工程建设在规划设计、施工放样和运营管理各阶段中进行变形监测的理论和技术的科学。工程测量学是测量学在国民经济和国防建设中的直接应用。而现代工程测量已经远远突破了为工程建设服务的狭隘概念，向着“广义工程测量学”发展，其发展的趋势和特点可以概括为“六化”和“十六字”。

① “六化”：测量内外业作业的一体化；数据获取及处理的自动化；测量过程控制和系统行

为的智能化；测量成果和产品的数字化；测量信息管理的可视化；信息共享和传播的网络化。

②“十六字”：精确、可靠、快速、简便、连续、动态、遥测、实时。

二、工程测量在公路建设中的应用

测量学是国家经济建设和国防建设的基础性、超前性工作。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，在道路、桥梁和隧道工程建设中有着广泛的应用。公路工程测量是指公路建设在设计、施工和管理等各阶段，所进行的各种测量工作。公路在自然界是供汽车等交通运输工具运行的结构物，公路的具体位置受到社会经济、自然地理和技术等条件的约束。要建设一条能体现安全、迅速、经济、美观的公路，必须在调查研究、实地测量、掌握大量基础资料的前提下，设计出具有一定技术标准、满足交通运输要求、经济合理的方案，然后经过现场施工完成。其中实地测量获取资料、施工测量保证设计方案的准确实施是至关重要的。首先要进行路线勘测，即在沿着路线可能经过的范围内布设控制点，进行控制测量，测绘路线带状地形图、纵断面图、收集沿线地质、水文、资源等资料，作为纸上定线、编制比较方案和初步设计的依据。其次，根据测量得到的数据资料进行路线选线。确定路线方案后，还要进行路线的详细测设，也就是进行路线的中线测量、纵断面测量、横断面测量和有关调查测量等，以便为路线设计提供准确、详细的外业资料。再次，公路经过技术设计后，依据设计图纸和数据，即可进行公路施工。施工前，需要恢复中线，公路中线定测后，一般情况要经过一段时间才能施工，在这段时间内，部分标志桩被破坏或丢失，因此，施工前必须进行一次复测工作，以恢复公路中线位置。需要将已经设计好的路线、桥涵和隧道等构造物的图纸中的各元素，按规定的精度准确无误地测设于实地，即施工前必须进行的施工放样测量。施工过程中，要经常通过各种测量来检查工程的进度和质量。在工程结束后，还要用测量来检查竣工情况，即进行竣工验收，并通过必要的测量来编制竣工图，以满足工程的验收、维护、加固及扩建的需要。

当然，在投入使用后的营运阶段，还要应用测量进行一些常规检查和定期进行变形观测，进行必要的养护和维修，以确保公路、桥梁和隧道及沿线设施等构造物的安全使用。

第二节 地球的形状和大小

测量工作是在地球的自然表面上进行的，而地球自然表面有高山、丘陵、平原和海洋等，其形状是高低不平、很不规则的，为了确定地面点的位置和绘制地形图，有必要把直接观测到的数据结果整合到一个参考面上，而这个参考面必须尽可能与地球形体的表面相吻合，因此有必要认识地球的形体和与测量有关的坐标系的问题。

一、大地水准面

（一）水准面

静止的海水面，向陆地延伸而形成一个闭合的曲面，这样的海水面称为水准面。由于

受到地球重力的影响,水准面形成重力等势面,是一个处处与重力方向垂直的连续曲面。海水有潮汐,海水面时高时低,因此,水准面有无数多个。

(二) 大地水准面

平均海水面向陆地延伸,形成一个封闭的曲面,这个曲面称为大地水准面。

(三) 大地体

由大地水准面所包围的地球形体称为大地体。它代表了地球的自然形状和大小,如图 1-1 所示大地体。

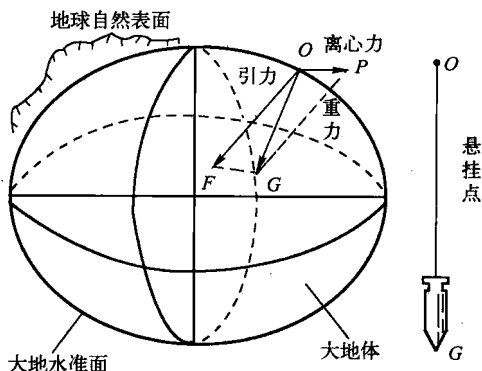


图 1-1 大地体

二、参考椭球体

相关知识如下。

① 大地水准面不是数学曲面,椭球面是数学曲面。

② 我国在解放前采用海福特椭球。

③ 解放后曾一度采用克拉索夫斯基椭球。

参考椭球体目前采用的是 1975 年“国际大地测量与地球物理联合会”推荐的椭球,称为“1980 年国家大地坐标系”,其大地原点位于陕西省泾阳县永乐镇。

旋转椭球体的形状和大小可由长半轴 a (或短半轴 b) 和扁率 α 来表示。我国 1980 年国家大地坐标系采用了 1975 年国际椭球,该椭球的基本元素为:

长半轴 $a=6\,378.140\text{ km}$

短半轴 $b=6\,356.755\text{ km}$

扁率 $\alpha = \frac{a-b}{a} \approx \frac{1}{298.257}$

第三节 空间点位的表示方法

测量工作的基本任务是确定地面点的空间位置。在公路工程测量中,确定地面点的空

间位置, 通常需要三个量, 即该点在一定坐标系下的三维坐标, 或该点的二维球面坐标或投影到平面上的二维平面坐标, 以及该点到大地水准面的铅垂距离。

一、常见坐标系

(一) 大地坐标系

用大地经度 L 、大地纬度 B 和大地高程 H 来表示空间点位。

经度 L ——过地面任一点 P 的子午面与起始子午面间的夹角。

纬度 B ——过地面任一点 P 的法线与赤道面的夹角。

取值范围如下。

L : $0^\circ \sim \pm 180^\circ$, 由起始子午面起, 向东为正, 称为东经, 向西为负, 称为西经。

B : $0^\circ \sim \pm 90^\circ$, 由赤道面起算, 向北为正, 称为北纬, 向南为负, 称为南纬。

大地高 H —— P 点沿法线到椭球面的距离 PP' 。由椭球面起算, 向外大地高为正, 向内为负。

我国的疆域位于赤道以北的东半球, 所以各地的大地经度 L 和大地纬度 B 都是正值。

空间点位 P 的坐标, 如图 1-2 所示, 其中:

X ——表示 P 点 N (北) 方向的坐标;

Y ——表示 P 点 E (东) 方向的坐标;

H ——表示 P 点的高程。

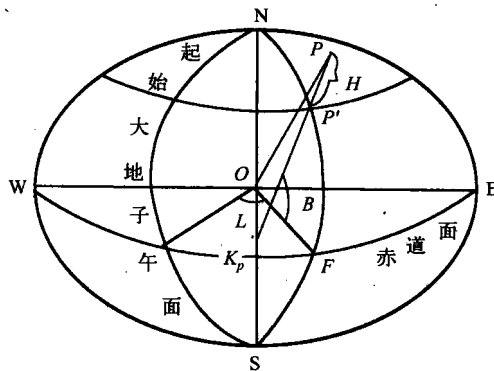


图 1-2 空间点位 P 的确定

(二) 平面直角坐标

在小区域内进行测量工作, 通常采用平面直角坐标。

1. 平面直角坐标系

在没有国家控制点或不便于与国家控制点联测的小地区测量中, 允许暂时建立独立坐标系以保证测绘工作的顺利开展。

2. 测量坐标系与数学坐标系

测量工作中所采用的平面直角坐标系与数学中所介绍的相似, 只是坐标轴互易。

(三) 高斯—平面直角坐标系

如果测区范围较大,就不能再将地球表面当作平面看待,但人们在规划、设计和施工中又习惯使用平面图来反映地面形态,而且在平面上进行计算和绘图要比在球面上方便得多。这样就产生了如何将球面上的物体转换到平面上的投影变换问题。在测量工作中,是采用高斯投影的方法来解决的。

1. 高斯投影的概念

在工程测量中,常将椭球坐标系按一定的数学法则,投影到平面上,成为平面直角坐标系。为满足工程测量及其他工程的应用,我国采用高斯—克吕格投影,简称高斯(Gauss)投影。

2. 高斯投影分带

高斯投影保持了投影前后图形的等角条件,但除中央子午线投影后为一直线,且长度不变外,其他长度都产生变形,且离中央子午线愈远,变形愈大。必须对长度变形加以限制,限制的方法就是采用分带投影法,如图 1-3 所示。

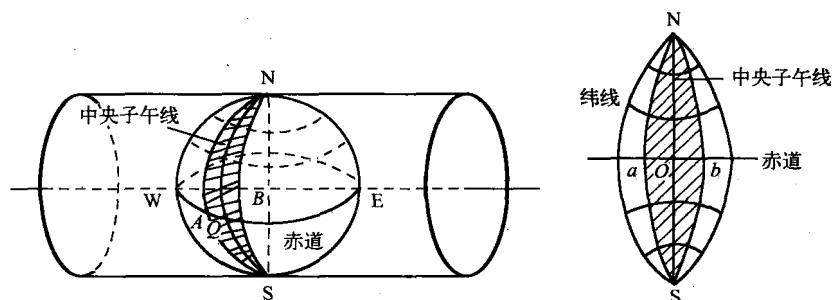


图 1-3 分带投影图

6°带: 将地球分为 60 个带,带宽 6°,编号为 1~60;自起始子午面(格林尼治)起,自西向东每隔经差 6°划分一带,则每带中央子午线的经度 L_0 依次为 3°, 9°, 15°, ..., 357°。带号 n 与中央子午线经度的关系为 $L_0=6n-3$ 。

3°带: 自东经 1°30'开始每隔经差 3°划分一带,将地球共分为 120 个带,带宽为 3°,编号为 1~120;各带的中央子午线的经度 L_0 依次为 3°, 6°, 9°, ..., 360°,带号 k 与中央子午线经度的关系为 $L_0=3k$,如图 1-4 所示。

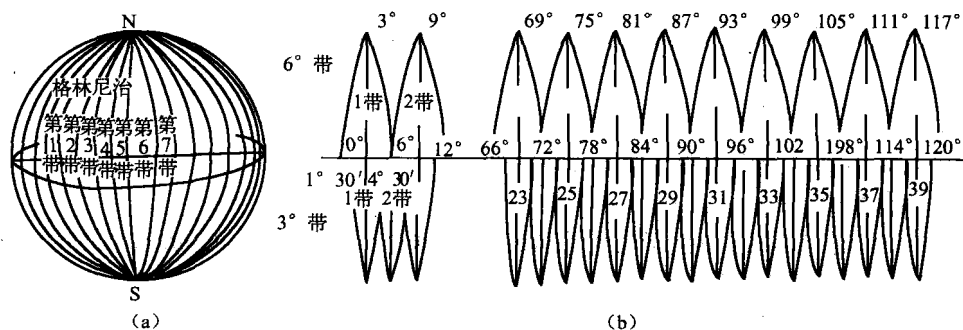


图 1-4 高斯分带图

我国经度: $75^{\circ} \sim 135^{\circ}$

6° 带带号: 13~23 带

3° 带带号: 25~45 带

两者之间无重叠带号。不难看出, 3° 带的中央子午线经度有一半与 6° 带中央子午线经度相同, 另一半是 6° 带子午线的经度。

3. 高斯投影特性

高斯投影特性如下:

- ① 投影后角度大小保持不变;
- ② 投影后长度变形只与点的位置有关, 而与方向无关;
- ③ 中央子午线投影后为一直线, 且长度不变。

4. 高斯平面直角坐标系

一带一个直角坐标系。中央子午线与赤道投影后为两条正交的直线, 相交于 O 点, 称为坐标原点, 以每一带的中央子午线为纵坐标轴, 用 x 表示, 赤道以北为正, 赤道以南为负; 以赤道为横坐标轴, 用 y 表示, 中央子午线以东为正, 以西为负。这样, 各带就构成了独立的平面直角坐标系, 称为高斯—克吕格平面直角坐标系, 如图 1-5 所示。

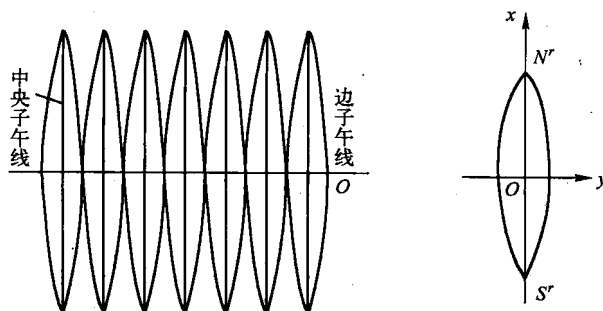


图 1-5 高斯—克吕格平面直角坐标

我国位于北半球, 纵坐标均为正值, 而横坐标则有正有负。

如图 1-6 所示, A 和 B 位于 3° 带的第 38 带内, 横坐标的自然值分别为:

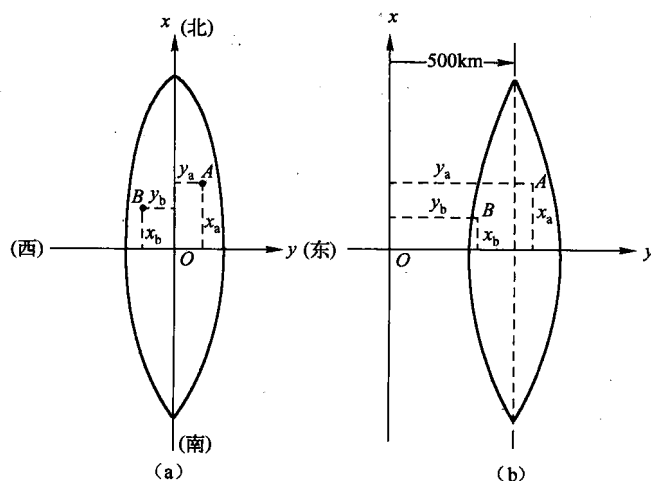


图 1-6 A 、 B 两点的坐标