

02

无居民海岛 使用测量培训教程

Wujumin Haidao
Shiyong Celiang Peixun Jiaocheng

吴姗姗 毛 健 王艳茹 编著

无居民海岛使用测量培训教程

吴姗姗 毛 健 王艳茹 编著

海洋出版社

2013 年 · 北京

图书在版编目(CIP)数据

无居民海岛使用测量培训教程/吴姗姗,毛健,王艳茹编著. —北京:海洋出版社,2013.4
ISBN 978-7-5027-8484-3

I. ①无… II. ①吴… ②毛… ③王… III. ①海岛-测量-培训教程 IV. ①Q16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 258659 号

责任编辑:苏 勤

责任印制:赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京旺都印务有限公司印刷 新华书店发行所经销

2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月北京第 1 次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:8.5

字数:230 千字 定价:35.00 元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

随着沿海地区经济、社会的快速发展,自然资源和陆域空间日益短缺,邻近大陆的海岛特别是无居民海岛逐渐成为拓展经济发展空间的重要依托,无居民海岛的开发利用活动逐渐增多。2010年3月1日实施的《中华人民共和国海岛保护法》(以下简称《海岛保护法》)规定,无居民海岛属于国家所有,单位和个人经过依法批准可以取得开发利用无居民海岛的权利。为了有效、快速推进无居民海岛使用管理工作,《海岛保护法》出台后,国家海洋局发布了《无居民海岛使用申请审批试行办法》、《无居民海岛使用权登记办法》等一系列文件,还与财政部联合发布了《无居民海岛使用金征收使用管理办法》。这些文件对无居民海岛使用权管理需要的数据和图件做出了规定,对无居民海岛使用权管理、开展和规范无居民海岛使用有关的测量工作,提出了具体要求。

无居民海岛使用测量是无居民海岛使用权管理的基础工作。无居民海岛经确权颁发无居民海岛使用权证书后,无居民海岛使用测量提供的数据和图件便具有法律效力。为此,为维护无居民海岛国家所有权和用岛单位或个人的使用权,推进无居民海岛使用管理,2011年6月国家海洋局发布了《无居民海岛使用测量规范》(附件1)。为了有效指导无居民海岛使用测量资质单位和测量技术人员掌握无居民海岛使用测量基本内容,规范测量工作程序和方法,为国家和用岛单位提供客观、准确、规范的测量数据,依据《无居民海岛使用测量规范》编写了《无居民海岛使用测量培训教程》。

本教程主要包括六个方面内容,即无居民海岛使用测量概述、测绘基础知识、无居民海岛使用测量基本要求、全站仪简介及其测量、全球定位系统简介及其测量、无居民海岛使用测量实例。

本教程既适合于具有测绘专业背景的测量人员使用,使其能尽快了解和掌握无居民海岛使用测量的特殊性,更好地为无居民海岛使用管理服务。也适合于没有测绘专业背景和经验的技术人员阅读,使其能够快速掌握无居民海岛使用测量的基本技能,规范地进行无居民海岛使用测量工作。

教程编写过程中,得到了国家海洋局海岛管理司领导的关心和支持,得到了天津师范大学刘百桥教授、国家海洋局第一海洋研究所刘炎雄研究员和田梓文工程师、天津市测绘院张志权高级工程师和王建营工程师的指导和帮助,在此一

并感谢。

由于水平有限,教程中难免存在一些缺点和不足,敬请广大读者和有关专家给予批评指正。

编 者

2012 年 6 月

目 次

第1章 无居民海岛使用测量概述	(1)
1.1 无居民海岛使用测量有关概念	(1)
1.2 无居民海岛使用测量基本内容	(2)
1.3 需要开展无居民海岛使用的主要情形	(2)
1.4 无居民海岛使用测量单位和人员要求	(4)
第2章 测绘基础知识	(5)
2.1 水准面和参考椭球面	(5)
2.2 确定地面点位的坐标系	(5)
2.3 测量中常用的坐标系统	(9)
2.4 坐标转换基本方法	(11)
2.5 地面点高程	(15)
2.6 控制测量和碎部测量	(16)
2.7 用水平面代替水准面的限度	(18)
2.8 测量误差	(20)
第3章 无居民海岛使用测量基本要求	(25)
3.1 界址点测量	(25)
3.2 用岛面积和用岛区块面积量算	(31)
3.3 建筑物和设施测量	(39)
3.4 成果编制	(41)
第4章 全站仪简介及其测量	(49)
4.1 全站仪概述	(49)
4.2 全站仪的测量功能及其原理	(51)
4.3 全站仪的补偿器原理	(70)
4.4 全站仪的数据处理原理	(73)
4.5 全站仪的操作及其使用注意事项	(75)
第5章 GPS 系统简介及其测量	(78)
5.1 GPS 系统概述	(78)
5.2 GPS 系统的组成及卫星信号	(79)
5.3 GPS 定位的基本原理及其误差来源	(81)
5.4 GPS 定位基本模式及基本原理	(83)
5.5 GPS 实时动态定位(RTK)	(88)
5.6 GPS 高程测量	(90)
5.7 GPS 控制测量	(95)
第6章 无居民海岛使用测量案例	(100)

6.1 案例一 ——无居民海岛 A 岛使用测量	(100)
6.2 案例二 ——无居民海岛 B 岛使用测量	(107)
附件 1 无居民海岛使用测量规范	(110)
附件 2 无居民海岛用岛类型界定	(122)
附件 3 建筑工程建筑面积计算规范	(123)
附件 4 无居民海岛使用测量工作报告编写大纲	(127)
参考文献	(129)

第1章 无居民海岛使用测量概述

了解无居民海岛使用测量基本内容以及需要开展无居民海岛使用测量的情形、需要形成的主要测量成果,是开展无居民海岛使用测量工作的前提和基础。本章主要介绍无居民海岛测量工作的基本内容。

1.1 无居民海岛使用测量有关概念

开展无居民海岛使用测量就是要提供无居民海岛使用权管理需要的基础数据,如无居民海岛使用权界址、用岛面积、建筑物和设施高度、建筑物和设施占岛面积、无居民海岛使用的位置图、分类型界址图、建筑物和设施布置图,以及无居民海岛利用的岛体体积、植被和岸滩面积、海岸线长度,等等。它不同于海域使用现状测量、海籍调查、地籍测量、房产测量等已有的专业测量。因此,这里需要明确几个与无居民海岛使用权管理、无居民海岛使用测量有关的概念。

(1) 海岛

根据《中华人民共和国海岛保护法》(以下简称《海岛保护法》)的定义,海岛是指四面环海水并在高潮时高于水面的自然形成的陆地区域,包括有居民海岛和无居民海岛。

(2) 无居民海岛

无居民海岛是指不属于居民户籍管理的住址登记地的海岛。

(3) 无居民海岛使用

无居民海岛使用是指持续使用特定无居民海岛或无居民海岛上特定区域的排他性用岛活动。

(4) 用岛类型

用岛类型是指根据无居民海岛使用的主要方式划分的基本类型。

财政部、国家海洋局联合发布的《无居民海岛使用金征收使用管理办法》(财综[2010]44号)中规定,用岛类型包括填海连岛、土石开采、房屋建设、仓储建筑、港口码头、工业建设、道路广场、基础设施、景观建筑、游览设施、观光旅游、园林草地、人工水域、种养殖业和林业用岛等15种。无居民海岛各用岛类型的界定方法或定义见附件2。

(5) 用岛区块

用岛区块是指无居民海岛使用范围内按不同用岛类型划分的若干区域。

根据无居民海岛资源环境状况和使用需求,用岛区块划分过程中,在同一个无居民海岛使用范围内部,同一用岛类型可能是一个区块,也可能是若干个区块。

(6) 界址点

界址点是指用于界定无居民海岛使用范围及其内部用岛区块界线的拐点,包括用岛范围顶点和用岛区块顶点。

(7) 用岛区块面积

用岛区块面积是指用岛区块的自然表面形态面积。

自然表面形态面积是海岛表面自然高低起伏的表面面积,不同于海岛投影面面积。

(8) 用岛面积

用岛面积是指无居民海岛使用范围内的自然表面形态面积,等于各用岛区块面积之和。

(9) 海岛投影面面积

海岛投影面面积是指海岛海岸线围成区域的水平投影面面积。

(10) 占岛面积

占岛面积是指建筑物和设施外缘线围成区域的水平投影面面积。

1.2 无居民海岛使用测量基本内容

为满足无居民海岛使用权管理需要,无居民海岛使用测量基本内容包含四个方面。

(1) 无居民海岛使用权界址点坐标测量,包括用岛范围顶点坐标和用岛区块顶点坐标的测量。

(2) 用岛面积和用岛区块面积计算。

(3) 建筑物和设施占岛面积、建筑面积计算,建筑物和设施高度测量。

(4) 土石采挖量、岸滩和植被减少面积、海岛海岸线改变长度计算。

部分无居民海岛开发利用可能涉及周边海域,周边海域测量内容根据使用需求确定,测量技术方法按照海域使用测量的有关规定和技术规范执行。

1.3 需要开展无居民海岛使用测量的主要情形

在无居民海岛使用权管理中的多个阶段,如单岛规划编制、无居民海岛使用申请、无居民海岛使用金评估、无居民海岛使用权登记和变更登记等,都需要进行无居民海岛使用测量,但各个阶段的需求和具体测量内容有所差异。

1.3.1 单岛规划编制

依据《海岛保护法》及国家海洋局下发的《县级(市级)无居民海岛保护和利用规划编写大纲》(国海岛字[2011]332号)规定,县级海洋行政主管部门组织编制“县级(市级)无居民海岛保护和利用规划”,由县级政府批准。不设县级海洋行政主管部门的地区,由市级海洋行政主管部门组织编制,并由市级政府批准。县级(市级)无居民海岛保护和利用规划是对拟开发利用的无居民海岛编制的单岛保护和利用规划,业内称为“单岛规划”。无居民海岛使用申请审查中,有审批权限的海洋主管部门需要审查申请材料(包括无居民海岛使用申请书、坐标图、无居民海岛开发利用具体方案、无居民海岛使用项目论证报告等)是否符合县级(市级)无居民海岛保护和利用规划。单岛规划是无居民海岛使用权申请审批管理的重要依据。单岛规划要明确无居民海岛地理坐标位置、海岛面积、单岛保护区面积等数据。这些数据可由历史文献资料提供,对于历史文献资料不能提供的,需现场测量获得。

1.3.2 无居民海岛使用申请

《海岛保护法》规定,“开发利用无居民海岛的单位和个人,应向海洋主管部门提出用岛申请,同时必须一并提交《无居民海岛开发利用具体方案》”。与这一规定配套,国家海洋局发布了《无居民海岛使用申请审批试行办法》(国海岛字[2011]225号)、《无居民海岛开发利用具体方案编制办法》(国海岛字[2010]644号)、《无居民海岛使用项目论证报告编写大纲》(国海岛字[2011]164号)、《无居民海岛开发利用具体方案编写大纲》(国海岛字[2011]165号)、《无居民海岛使用申请书(格式)》(国海岛字[2010]548号)等规范性文件。这些文件要求,无居民海岛使用申请过程中,即填写申请书、编制无居民海岛开发利用具体方案和项目论证报告阶段,测量海岛的面积、用岛面积、用岛范围顶点坐标、分类型用岛面积,建筑物和设施占岛面积、用岛面积、高度,项目占用海岸线的位置及长度等数据,以及用岛位置图、分类型界址图、建筑物和设施布置图等图件。对于局部使用无居民海岛的用岛项目,还应当注明该项目在海岛上的具体位置和利用范围。

1.3.3 无居民海岛使用金评估

《海岛保护法》规定,“经批准开发利用无居民海岛的,应当依法缴纳使用金。但是,因国防、公务、教学、防灾减灾、非经营性公用基础设施建设和基础测绘、气象观测等公益事业使用无居民海岛的除外”。《无居民海岛使用金征收使用管理办法》要求,“无居民海岛使用权出让前出让价款应当进行预评估。评估结果是确定无居民海岛使用金的重要参考依据”。根据《无居民海岛使用权出让评估技术标准(征求意见稿)》,无居民海岛使用金评估需要无居民海岛开发利用中土石采挖量、岸滩和植被的减少面积、海岛海岸线改变长度等基础数据。评估过程中,这些基础数据的数量指标应当由《无居民海岛开发利用具体方案》等资料提供,但需要评估单位对这些数量指标进行现场的测量核查无误后,才能作为使用金评估的数据基础。

1.3.4 无居民海岛使用权登记和变更登记

《无居民海岛使用权登记办法》(国海岛字[2010]775号)规定,“通过申请审批或者招标、拍卖、挂牌方式确定无居民海岛使用权人的,使用人依法缴纳无居民海岛使用金后,申请初始登记”。“经批准分次缴纳无居民海岛使用金的项目全部缴清无居民海岛使用金后,或者无居民海岛开发利用具体方案中含有建筑工程的项目主体建筑工程竣工验收后,使用人应当申请办理变更登记。”《无居民海岛使用权登记表(格式)》(国海岛字[2010]548号)明确了无居民海岛使用登记需填写海岛名称、位置,用岛面积、用岛范围顶点坐标、分类型用岛面积,建筑物和设施名称、占岛面积、建筑面积、高度,以及无居民海岛使用的坐标图(位置图、分类型界址图、建筑物和设施布置图)等内容。

初始登记需要的数据和图件在编制无居民海岛开发利用具体方案时已经进行了测量。对于需要变更登记的内容,需要针对开发利用后的实际状态进行测量,然后按要求逐项进行登记。

1.4 无居民海岛使用测量单位和人员要求

无居民海岛使用测量是一项专业性比较强的工作,不仅要求测量单位有测量资质,测量人员还需要了解无居民海岛使用测量的特殊要求和无居民海岛使用管理的有关要求。

(1) 测量单位

承担无居民海岛使用测量任务的单位,应当依法取得测绘资质证书,并且应在规定的有效期内。从事无居民海岛使用测量,同其他专业测量一样,都要求有资质证书,并且资质证书中规定的从业范围应该满足无居民海岛使用测量的要求。

(2) 测量人员

测量人员除了掌握测量基本常识和技能外,还应参加无居民海岛使用测量培训,熟悉并掌握无居民海岛基本常识、无居民海岛使用测量规范的要求。同时,测量人员应熟悉无居民海岛使用管理的有关规定,并有责任监督和督促无居民海岛使用单位或个人遵守国家有关规定。对于违反无居民海岛使用管理要求的测量任务,测量人员应该提出修改意见。测量任务方案修改后并符合无居民海岛使用管理规定的情况下,才能实施测量工作。测量任务委托方不同意修改的,测量人员应拒绝测量。

第2章 测绘基础知识

了解和掌握一些测绘基础知识,是进行无居民海岛使用测量工作的基础。本章主要介绍水准面和参考椭球面、确定地面点位的坐标系、常用的坐标系统、坐标转换基本方法、地面点高程、控制测量和碎部测量、用水平面代替水准面的限度、测量误差等基本内容。

2.1 水准面和参考椭球面

测量工作是在地球表面上进行的,许多测量基本理论和方法都与地球的形状密切相关,因此,必须了解地球的形状和大小。地球的自然表面形态复杂多样,有高山、丘陵、平原和海洋底部等,是起伏不平的不规则曲面。地面上最高的珠穆朗玛峰,高出海平面 8 844.43 m,而位于太平洋西部马里亚纳海沟的斐查兹海渊比平均海水面低 11 034 m,为已知的世界海洋最深点。但因地球的半径约为 6 371 km,故地球表面的起伏相对于地球庞大的体积来说是极微小的。同时,整个地球表面上海洋面积约占 71%,陆地仅占 29%,所以海水面所包围的形体基本上表示了地球的形状。人们通常用一个向陆地内部延伸的静止海水面所包围的形体来表示地球的形状。这种静止海水面称为水准面。随着静止海水面高度的不同,水准面有无数个,而其中通过平均海水面的一个水准面称为大地水准面。该表面是一个处处与重力方向垂直的曲面。重力方向线是铅垂线,也是测量工作中很重要的基准线,而大地水准面是测量高程的基准面。

大地水准面包围的形状称为大地体,它非常接近一个两极扁平、赤道隆起的椭球。由于地球表面不平和内部质量分布不均,引起铅垂线方向变化,使大地水准面成为一个复杂而又不能用数学式表达的曲面,因而在大地水准面上进行测量和数据处理就非常困难。

为了便于测量、计算和制图,在测量上选用一个与大地水准面的形体非常接近并具有一定参数的地球椭球,即参考椭球,参考椭球的表面称为参考椭球面。大地测量在极复杂的地球表面进行,而处理大地测量结果均以参考椭球面作为基准面。参考椭球是一个旋转椭球体,它是由椭圆 NESW 绕其短轴 NS 旋转而成的,其旋转轴与地球自转轴重合,如图 2.1 所示。

地球椭球体的形状和大小取决于 a (长半径)、 b (短半径)、 f (扁率) 三个参数,三者之间的关系为:

$$f = \frac{a - b}{a} \quad (2-1)$$

2.2 确定地面点位的坐标系

为了确定地面点位的空间位置,需要建立各种坐标系。点的空间位置需用三维坐标来

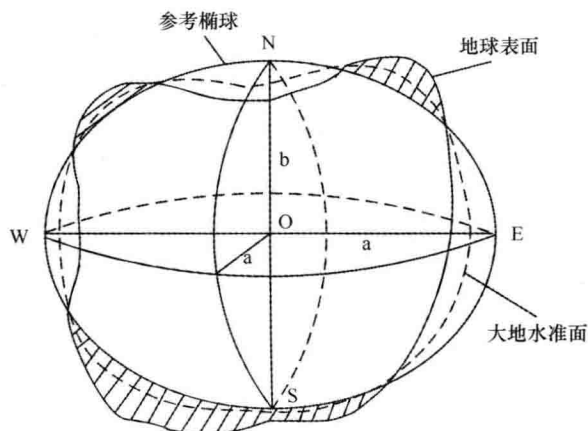


图 2.1 水准面和参考椭球

表示,在测量工作中,一般将点的空间位置用球面或平面位置(二维)和高程(一维)来表示,它们分别属于大地坐标系、平面直角坐标系和高程系统;在卫星测量中,用到空间直角坐标系。在各种坐标系之间,对于地面点的坐标和各种几何元素可以进行换算。

2.2.1 大地坐标系

大地坐标系又称地理坐标系,是以地球椭球面作为基准面,以首子午面和赤道平面作为参考面,用经度和纬度两个坐标值来表示地面点的球面位置。如图 2.2 所示,地面点 A 的“大地经度”(L)为通过 A 点的子午面与首子午面(起始子午面,通过英国 Greenwich 天文台)之间的夹角,由首子午面起算,向东 $0^\circ \sim 180^\circ$ 为东经,向西 $0^\circ \sim 180^\circ$ 为西经;A 点的“大地纬度”(B)为通过 A 点的椭球面法线与赤道平面的交角,由赤道面起算,向北 $0^\circ \sim 90^\circ$ 为北纬,向南 $0^\circ \sim 90^\circ$ 为南纬。大地经纬度 L、B 是地面点在地球椭球面上的二维坐标,另外一维为点的“大地高”(H),是沿地面点的椭球面法线计算,点位在椭球面之上为正,在椭球面之下为负。大地坐标 L、B、H 可用于确定地面点在大地坐标系中的空间位置。

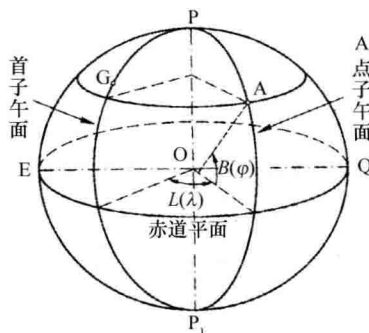


图 2.2 大地坐标系

2.2.2 空间直角坐标系

空间直角坐标系又称地心坐标系,是以地球椭球的中心(即地球体的质心)O 为原点,起

始子午面与赤道面的交线为 X 轴,在赤道面内通过原点与 X 轴垂直的为 Y 轴,地球椭球的旋转轴为 Z 轴,如图 2.3 所示。地面点 A 的空间位置用三维直角坐标 (x_A, y_A, z_A) 表示。A 点可以在椭球面之上,也可以在椭球面之下。

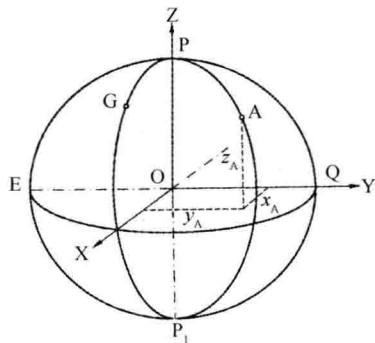


图 2.3 空间直角坐标系

2.2.3 高斯平面直角坐标系

大地坐标系和空间直角坐标系一般适用于少数高级控制点的定位,或作为点位的初始观测值,而对于无居民海岛使用测量中确定大量地面点位来说,是不直观和不方便的。这就需要采用地图投影的方法,将空间坐标变换为球面坐标,或将球面坐标变换为平面坐标,或直接在平面坐标系中进行测量。由椭球面变换为平面的地图投影方法一般采用高斯-克吕格投影(简称高斯投影)。根据高斯-克吕格投影建立起来的平面直角坐标系称高斯平面直角坐标系。

(1) 高斯投影原理

如图 2.4 所示,设想有一个椭圆柱面横套在地球椭球体外面,使它与椭球上某一子午线(该子午线称为中央子午线)相切,椭圆柱的中心轴通过椭球体中心。然后用一种等角投影的方法,将中央子午线两侧各一定经差范围内的地区投影到椭圆柱面上,再将此柱面展开即成为投影面,故高斯投影又称为横轴等角切椭圆柱投影。

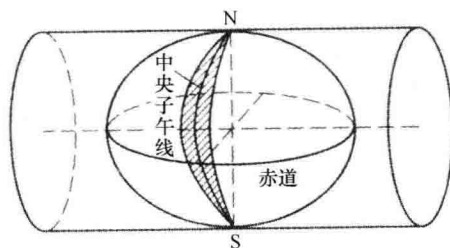


图 2.4 高斯投影

- 高斯投影是正形投影的一种,投影前后的角度相等。此外,高斯投影还具有以下特点。
- ①中央子午线投影后为直线,且长度不变。距中央子午线越远的子午线,投影后变曲程度越大,长度变形也越大。
 - ②椭球面上除中央子午线外,其他子午线投影后,均向中央子午线弯曲,并向两极收敛,

对称于中央子午线和赤道。

③在椭球面上对称于赤道的纬圈,投影后仍成为对称的曲线,并与子午线的投影曲线互相垂直且凹向两极。

我国从 1952 年开始正式采用高斯 - 克吕格投影,作为我国 1:50 万及更大比例尺的国家基本地形图的数学基础。

(2) 高斯平面直角坐标系

在投影面上,中央子午线和赤道的投影都是直线。以中央子午线和赤道的交点 O 作为坐标原点;以中央子午线的投影为纵坐标轴 X,规定 X 轴向北为正;以赤道的投影为横坐标轴 Y,Y 轴向东为正。这样便形成了高斯平面直角坐标系,如图 2.5 所示。高斯平面直角坐标系与大地坐标系之间的坐标换算可应用高斯投影坐标计算公式。

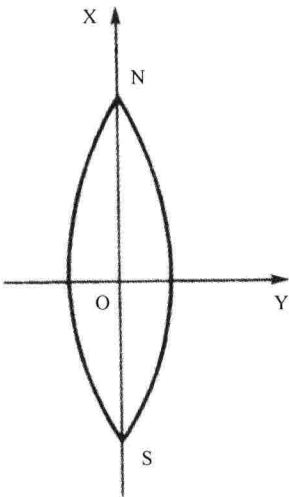


图 2.5 高斯平面直角坐标系

(3) 投影带

在高斯投影中,除中央子午线上没有长度变形外,其他所有长度都会发生变形,且变形大小与横坐标 Y 的平方成正比,即距中央子午线愈远,长度变形愈大。为了控制长度变形,将地球椭球面按一定的经度差分成若干范围不大的带,称为投影带。分带时,既要考虑投影后长度变形不大于测图误差,又要使带数不致过多以减少换带计算工作。我国规定按经差 6°和经差 3°进行投影分带,分别称为 6°带、3°带,如图 2.6 所示。在进行 1:25 000 或更小比例尺地形图测图时,通常用 6°带,3°带则用于 1:10 000 或更大比例尺地形图测图。特殊情况下也可采用 1.5°带或任意带。

6°带:从 0°子午线起,每隔经差 6°自西向东分带,依次编号 1,2,3,⋯,60,每带中间的子午线称为轴子午线或中央子午线,各带相邻子午线叫分界子午线。我国领土跨 11 个 6°投影带,即第 13 带至第 23 带。带号 N 与相应的中央子午线经度 L_0 的关系是:

$$L_0 = 6^\circ N - 3^\circ \tag{2-2}$$

3°带:以 6°带的中央子午线和分界子午线为其中央子午线。即自东经 1.5°子午线起,每隔经差 3°自西向东分带,依次编号 1,2,3,⋯,120。我国领土跨 22 个 3°投影带,即第 24 带至第 45 带。带号 n 与相应的中央子午线经度 l_0 的关系是:

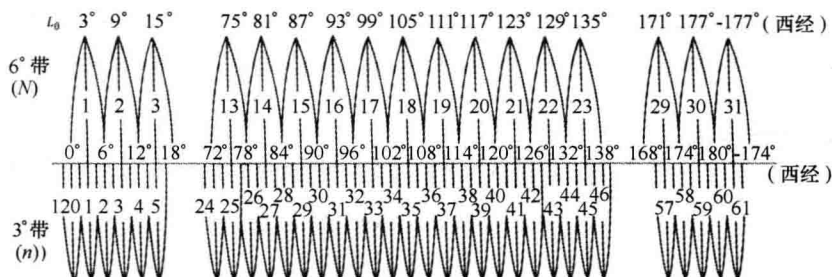


图 2.6 6°带与 3°带

$$l_0 = 3^\circ n \quad (2-3)$$

由于我国现有无居民海岛一般面积较小,采用 6°带或 3°带不合适。无居民海岛使用测量中,一般采用与用岛范围中心相近的 0.5°整数倍经线为中央经线。

(4) 国家统一坐标

我国位于北半球,在高斯平面直角坐标系内,X 坐标均为正值,而 Y 坐标值有正有负。Y 坐标的最大值(在赤道上)约为 330 km,为避免 Y 坐标出现负值,规定将 X 坐标轴向西平移 500 km,即所有点的 Y 坐标值均加上 500 km,如图 2.7 所示。此外为便于区别某点位于哪一个投影带内,还应在横坐标值前冠以投影带带号。这种坐标称为国家统一坐标。

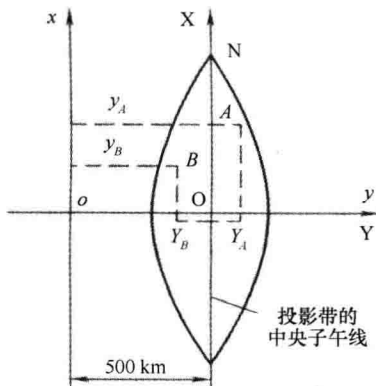


图 2.7 国家统一坐标

2.3 测量中常用的坐标系

测量中常用的坐标系主要有:1954 年北京坐标系,1980 西安坐标系,WGS84 世界大地坐标系,2000 国家大地坐标系。

(1) 1954 年北京坐标系

1954 年北京坐标系是我国 20 世纪 50 年代由原苏联 1942 年普尔科夫坐标系传算而来,采用克拉索夫斯基椭球体,其参数为:长半轴为 6 378 245 m,扁率为 1/298.3。

这个坐标系的建立在我国国民经济和社会发展中发挥了巨大的作用,但该坐标系存在着定位后的参考椭球面与我国大地水准面符合差值较大,其椭球的长半轴与现代测定的精

确值相比长 100 余米的缺陷。同时,该系统提供的大地点坐标是通过局部平差逐级控制求得的。由于施测年代不同、承担单位不同,不同锁段算出的成果相矛盾,给用户使用带来困难。

(2) 1980 西安坐标系

在 1975 年国际大地测量和地球物理联合会的第十六届全体大会上,专题组根据该会所属的“基本大地常数”,综合了十几年国际上的研究成果,确定并提出了 1975 年大地坐标系相对应的椭球(简称 IAG-75 椭球),并把该椭球推荐为国际椭球。其主要参数为:长半轴为 6 378 140 m,扁率为 1/298.257。IAG-75 椭球参数精度较高,能更好地代表和描述地球的几何形状和物理特征。在其球体定位方面,以我国范围内高程异常平方和最小为原则,做到了与我国大地水准面较好的吻合。此外,1982 年我国已完成了全国天文大地网的整体平差,消除了之前局部平差和逐级控制产生的不合理影响,提高了大地网的精度,在上述基础上建立的 1980 西安坐标系比 1954 年北京坐标系更科学、更严密,更能满足科研和建设的需要。

(3) WGS84 世界大地坐标系

WGS84(World Geodetic System-84)世界大地坐标系是全球定位系统(GPS)采用的坐标系,属地心空间直角坐标系。WGS84 大地坐标系的几何定义是:原点位于地球质心;Z 轴指向国际时间局 BIH 1984.0 定义的协议地球极(CTP)方向;X 轴指向 BIH 1984.0 的零子午面和 CTP 赤道的交点;Y 轴与 Z、X 轴构成右手坐标系。

WGS84 世界大地坐标系所采用的椭球参数为:

长半轴 $a/(\text{m}) = 6\,378\,137$

地心引力常数 $GM/(\text{m}^3/\text{s}^2) = 3.986\,004\,418 \times 10^{14}$

自转角速度 $\omega/(\text{rad}/\text{s}) = 7.292\,115 \times 10^{-5}$

扁率 $f = 1/298.257\,223\,563$

(4) 2000 国家大地坐标系

2000 国家大地坐标系(CGCS2000)是我国于 2008 年 7 月 1 日开始实施的最新的坐标系统,其大地坐标系的原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心。Z 轴由原点指向历元 2000.0 的地球参考极的方向,该历元的指向由国际时间局给定的历元为 1984.0 的初始指向推算,定向的时间演化保证相对于地壳不产生残余的全球旋转,X 轴由原点指向格林尼治参考子午线与地球赤道面(历元 2000.0)的交点,Y 轴与 Z 轴、X 轴构成右手正交坐标系。

2000 国家大地坐标系所采用的椭球参数为:

长半轴 $a/(\text{m}) = 6\,378\,137$

地心引力常数 $GM/(\text{m}^3/\text{s}^2) = 3.986\,004\,418 \times 10^{14}$

自转角速度 $\omega/(\text{rad}/\text{s}) = 7.292\,115 \times 10^{-5}$

扁率 $f = 1/298.257\,222\,101$

该大地坐标系相比于我国以前使用的坐标系统有以下优点:

①2000 国家大地坐标系具有比现行大地坐标框架更高的精度。

②2000 国家大地坐标系涵盖了包括海洋国土在内的全部国土范围。

③2000 国家大地坐标系是一个三维的大地测量基准,有利于对空间物体的位置描述和表达。

④2000 国家大地坐标系是一个动态的大地测量基准,具有时间特征。