



世纪建筑工程管理系列规划教材

房地产测绘

主编 郭玉社
主审 王德利



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪建筑工程管理系列规划教材

房 地 产 测 绘

主 编 郭玉社
副主编 张加颖
参 编 徐广翔 朱莉宏
主 审 王德利



机 械 工 业 出 版 社

本书共分十二章, 主要内容包括普通测量和房地产测量两部分。绪论、第一~四章系统介绍了普通测量的基本理论、基本知识和常用测量仪器的构造、使用及检验校正方法; 第六章介绍了大比例尺地形图的基本知识及其应用; 第五章、第七~十一章重点介绍了房地产控制测量、房产调查、房产要素测量、房地产图测绘、房产面积测算以及房地产测绘资料管理。

本书可作为高职高专和应用型本科院校房地产经营与管理专业及相关专业的教材, 也可作为房地产经营与管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

房地产测绘/郭玉社主编. —北京: 机械工业出版社, 2004.1

(21世纪建筑工程管理系列规划教材)

ISBN 7-111-13607-1

I. 房… II. 郭… III. 房地产-建筑测量-教材 IV. TU198

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第114127号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑: 冷彬 责任编辑: 李俊玲 版式设计: 张世琴

责任校对: 刘志文 封面设计: 姚毅 责任印制: 陶湛

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年7月第1版·第2次印刷

1000mm×1400mm B5·8.375印张·1插页·330千字

定价: 22.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010)68326294

本社服务热线电话: (010)68311609

本社服务邮箱: marketing@mail.machineinfo.gov.cn

投稿热线电话: 010-88379540

投稿邮箱: sbs@mail.machineinfo.gov.cn

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书针对高等职业教育的特点,在系统、简要介绍基本理论、基本知识的基础上,重点解决“怎么做”的问题,突出学生专业技术应用能力的培养。在编写中力求体系完整,内容简练,文字表述流畅,并认真贯彻现行的国家标准、规范。在内容上除系统介绍普通测量的基本理论、基本知识,测量仪器的构造、使用和检验校正以及地形图的基本知识和应用外,重点介绍从事房地产经营与管理所需要的专业测绘知识,另外还介绍了电子水准仪、电子经纬仪、光电测距仪、全站仪、全球定位系统(GPS)、数字化测图系统等测量的新仪器、新技术和新方法。

本书的绪论、第三、四、五、十一章由山西工业职业技术学院郭玉社编写,第一、六、八、九、十章由太原理工大学大同学院徐广翔编写,第二章由沈阳建筑工程学院职业技术学院朱莉宏编写,第七章由黑龙江工程学院张加颖编写。郭玉社任主编,张加颖任副主编。

北京工业职业技术学院王德利审阅了全书,并提出了宝贵的修改意见,对此我们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请各院校的师生和其他读者批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论	1
第一节 房地产测绘的任务及其作用	1
第二节 地面点位置的确定	4
思考题与习题	11
第一章 水准测量	12
第一节 水准测量原理	12
第二节 水准测量的仪器和工具	13
第三节 水准仪的使用方法	15
第四节 水准测量方法	16
第五节 水准测量成果计算	22
第六节 微倾式水准仪的检验及校正	26
第七节 水准测量误差	30
第八节 自动安平水准仪和电子水准仪	34
思考题与习题	37
第二章 角度测量	39
第一节 角度测量原理	39
第二节 光学经纬仪	40
第三节 水平角观测	45
第四节 竖直角观测	50
第五节 经纬仪的检验和校正	54
第六节 角度测量误差	56
第七节 电子经纬仪及其使用	58
思考题与习题	60
第三章 距离测量与直线定向	62
第一节 钢尺量距	62
第二节 视距测量	69
第三节 光电测距	72
第四节 直线定向	79
思考题与习题	83

第四章 测量误差的基本知识	84
第一节 测量误差的来源与分类	84
第二节 观测值的算术平均值	87
第三节 评定精度的标准	89
第四节 误差传播定律	93
思考题与习题	97
第五章 房地产控制测量	98
第一节 控制测量概述	98
第二节 导线测量	101
第三节 小三角测量	111
第四节 交会测量	116
第五节 高程控制测量	120
第六节 全球定位系统 (GPS) 简介	124
思考题与习题	133
第六章 地形图的基本知识	134
第一节 地形图的比例尺	134
第二节 地形图的分幅与编号	136
第三节 地物及地貌的表示方法	140
第四节 地形图的识读	149
第五节 地形图的基本应用	151
思考题与习题	154
第七章 房产调查	156
第一节 房产调查概述	156
第二节 房屋用地调查	158
第三节 房屋调查	165
思考题与习题	173
第八章 房产要素测量	174
第一节 房产要素测量的内容	174
第二节 房产要素测量的方法	176
思考题与习题	188
第九章 房地产图测绘	189
第一节 房地产图的一般知识	189
第二节 房地产图的测绘	194
第三节 全站仪与数字化测图	214
思考题与习题	228

第十章 房产面积测算	230
第一节 房屋建筑面积测算的范围	230
第二节 套面积计算与共有建筑面积的分摊	235
第三节 房屋用地面积测算的方法	246
思考题与习题	250
第十一章 房地产测绘资料管理	251
第一节 测绘资料质量管理	251
第二节 测绘资料管理	254
第三节 房地产变更测量	258
思考题与习题	260
参考文献	261

绪 论

测绘学是研究如何对地球表面自然地理要素或者人工设施的形状、大小、空间位置及其属性等进行测定、采集、表述以及对获取的数据、信息、成果进行处理的科学。按其研究的对象和应用的范围不同,测绘学包括大地测量学、地形测量学、摄影测量学、工程测量学、制图学、地籍测量学以及房地产测绘等分支学科。

房地产测绘作为测绘学科的一个分支,主要是采集和表述房屋和房屋用地的有关信息,为房产权、产籍管理,房地产的开发、利用、交易,征收税费以及城镇规划建设提供数据和资料。房地产测绘是测绘技术与房地产管理业务相结合的测量工作,它以房产调查为依据,测绘技术为手段,从控制到碎部精确测定各类房屋和房屋用地的坐落、用地四至、权属界址点的坐标、面积大小,房屋的界址、境界及其附属物,绘制房产图。房地产测绘与普通测量、地籍测量有相同之处,但由于服务对象不同,内容和要求又有所不同。

第一节 房地产测绘的任务及其作用

一、房地产测绘的研究对象及其学习方法

房地产测绘的研究对象是房屋及房屋用地测绘的误差理论、方法、仪器设备、数据的采集和处理以及存储和共享。房地产测绘与普通测量学、地籍测量学的理论、技术、方法、仪器设备基本相同。普通测量学是测绘学的基础,它是研究地球表面较小区域内测绘工作的理论、技术和方法的科学。地籍测量学是研究土地信息测绘工作的理论、技术、方法以及仪器设备的科学;房地产测绘则是研究城市、县区、建制镇的建成区和建成区以外的工矿企事业单位及其毗连居民点的房地产测绘的基本理论、仪器、技术和方法的应用科学。房地产测绘是测绘科学的分支,应该遵循测绘工作的从整体到局部、从高级到低级、先控制后碎部的原则。房地产测绘与一般测量不同之处在于它的专业性强,主要表现在:①房地产测绘是带有法律性的行政行为;②具有较高的能满足房地产管理、开发、利用、交易、征收税费的精度指标;③要求有配套的成果资料,包括图、表、册、卡;④要保持房地产成果资料的现势性,更新没有固定的周期,当房地产要素变化后,要及时同步地进行变更测量。

根据房地产测绘的研究对象和特点,本课程的内容包括普通测量和房地产测

绘两部分。普通测量主要介绍地球的形状和大小、地面点位的确定、高程测量的仪器和方法、角度测量的仪器和方法、距离测量的仪器和方法、地形图基本知识。房地产测绘主要介绍房地产控制测量、房产调查、房产要素测量、房地产图测绘、房产面积计算、房地产测绘资料管理等内容。本课程具有很强的实践性,学习中应该在弄清基本概念、基本理论的基础上,通过课堂学习、课间实验、课后实习,掌握测量仪器的结构和使用方法及水准测量、角度测量、距离测量的方法和要求;重点掌握房产调查、房产要素测量、房地产图测绘、房产面积计算的方法和要求。学习中要精思勤练,切勿死记硬背,通过操作仪器,熟悉仪器的结构性能、使用方法;通过实地调查、丈量、测绘、测算,熟悉掌握房地产测绘的工艺流程、技术方法、作业要求,在实践中加深对基本概念、基本理论的理解,提高自身技能,为将来从事的工作打下良好的基础。

二、房地产测绘的任务

房屋是人们生产和生活的场所,房屋和房屋用地是人们生产和生活的基本物质要素。在社会主义市场经济中,尤其是中国加入 WTO 以后,房地产的开发、利用、交易和管理与人们的生活密切相关,房地产业已成为国民经济的重要组成部分。房屋和房屋用地要素的采集和表述,必须经过房地产测绘,所以房地产测绘是房地产管理的重要基础。准确而完整的房地产测绘成果是审查确认房屋的产权、产籍和保障产权人合法权益的重要依据,也是发展房地产业,进行城镇规划、建设和管理的必不可少的基础资料。

房地产测绘的任务主要是通过调查和测绘工作来确定城镇房屋的坐落、权属、权界、权源、数量、质量和现状等,并以文字、数据及图集的形式表示出来。房地产测绘的目的是搞清房地产的产权、产籍,使用权的范围、界线和面积,房屋的分布、坐落和形状,建筑物的结构、层数和建成年份,以及房屋用途和土地的使用情况等基础资料,为房地产产权、产籍管理,房地产的开发利用,征收税费以及城镇的规划建设提供基础依据,促进房产开发、管理、维修的经济效益和社会效益不断提高,其具体任务包括以下几项:

(1) 通过房产调查编制房产簿册 包括:

- 1) 房产调查表。
- 2) 房屋用地调查表。
- 3) 有关产权状况的调查资料。
- 4) 证明及协议文件。

(2) 通过房地产控制测量、房产要素测量和房产面积计算,建立房地产数据集 包括:

- 1) 房地产平面控制点成果。
- 2) 界址点成果。

- 3) 房角点成果。
- 4) 高程点成果。
- 5) 面积测算成果。
- (3) 通过测绘绘制房产图集 包括:

- 1) 房产分幅平面图。
- 2) 房产分丘平面图。
- 3) 房屋分层分户图。
- 4) 房产证附图。
- 5) 房屋测量草图。
- 6) 房屋用地测量草图。

三、房地产测绘的作用

由于房地产测绘的成果(房产簿册、房产数据、房产图集)都具法律效力,是进行房产产权、产籍管理,房地产开发、利用、交易、征收税费,以及城镇规划建设的重要数据和资料,因此,具有权属(法律)、财政(税收)和社会服务(城镇规划)三大基本功能。其主要作用可归纳为以下几个方面:

1. 法律方面的作用

房地产测绘为房地产的产权、产籍管理和房地产开发提供房屋及房屋用地的权属界址、产权面积、权源及产权纠纷等资料。经过测绘部门逐幢房屋调查产权,逐块土地调查使用权,并经各户申请登记,最终由政府房产管理部门确认后的房地产测绘成果资料具有法律效力,是进行产权登记、产权转移和处理产权纠纷的依据,是加强房地产管理、核定产权、颁发权证,保障房地产占有者和使用者的合法权益,加强社会主义法制管理的重要依据。

2. 经济方面的作用

房地产测绘提供的大量准确的房产簿册、房产数据、房产图集等图样资料,为及时正确掌握城镇房屋和土地的现状及其变化,理清公私占有的房地产数量和面积,建立产权、产籍和产业管理档案,统计各类房屋的数量和比例等,提供了可靠的依据,亦为开展房地产经济理论研究奠定了坚实的基础。

房地产测绘成果包括房地产的数量、质量、利用现状等资料,为进行房地产的资产评估、征收房地产税费、房地产开发、房地产交易、房地产抵押,以及保险服务等方面提供了准确的数据。

3. 社会服务方面的作用

为使城镇房地产管理适应社会主义市场经济的需要,逐步与国际惯例接轨,城镇房地产管理部门和规划建设部门都必须全面了解和掌握房地产的权属、地理位置、数量、质量和现状等基本情况。只有这样,才能进行妥善的管理和科学的规划建设,更好地配置土地资源,合理地使用房屋,有计划地进行旧城区的改造

和新区的规划、开发、建设。房地产测绘的资料,也是开展城镇房地产管理理论研究的重要基础资料。

从另一个角度讲,房地产测绘的服务对象、着重点和主要目标是满足房地产产权和产籍管理的需要,以及房地产其他管理方面的需求。但是,随着社会主义市场经济的完善和不断发展,房地产测绘将逐步进入市场,它不仅为房地产业服务,而且也可以利用丰富的房地产测绘成果资源为城镇规划建设、市政工程、公共事业、绿化环保、治安消防、文教卫生、水利交通、财政税收、金融保险、工商管理、旅游、街道照明、上下水工程、通讯、燃气供应等城镇事业提供基础资料和有关信息,从而达到信息共享,避免重复测绘、重复投入,提高经济效益。

第二节 地面点位置的确定

测量工作的实质就是确定地面点的位置,确定地面点位置首先要了解地球的形状和大小,并且要知道地面点在地球表面上的表示方法。

一、地球的形状和大小

地球的表面是极不规则的,其表面有海洋岛屿、江河湖泊、平原盆地、高山丘陵,陆地最高山峰——珠穆朗玛峰高出海洋面 8 848.13m,海洋最深处马里亚纳海沟深达 11 022m,两者相对高差近 20km。尽管有这样大的高低起伏,但与地球平均半径 6 371km 相比起来是微不足道的。同时,就整个地球表面而言,海洋面积约占 71%,陆地面积仅占 29%。因此,假想由静止的海水面延伸穿过陆地与岛屿形成的闭合曲面与地球的总形体拟合,这个曲面称为水准面。在测量学中,任何一个自由静止的水面均称为水准面。在地球重力场中水准面处处与重力方向线正交,重力方向线称为铅垂线,是测量工作的基准线。由于受潮汐影响,海水水面时高时低,呈动态的变化,因此水准面有无穷多个。通常把通过平均海水面的水准面称为大地水准面,大地水准面是测量工作的基准面。大地水准面所包裹的地球形状称为大地体,大地体就代表了地球的形状和大小。

由于地球内部质量分布的不均匀性,使得铅垂线方向发生不规则变化,处处与重力方向正交的大地水准面也就不是一个规则的数学面,而是一个表面有微小起伏的复杂曲面。在这个面上无法进行测量工作的计算,于是人们选择了一个与大地体的形状和大小较为接近的、经过测量理论研究和实践证明的旋转椭球体来代替大地体,如图 0-1 所示,并通过定位使旋转椭球体与大地体的相对关系确定下来,这个旋转椭球体称为参考椭球体。参考椭球体的表面是一个可以用数学公式表达的规则曲面,它是测量计算和投影制图的基准面。

参考椭球体的形状和大小,通常用其长半轴 a ,短半轴 b 和扁率 α 描述,只要知道其中两个元素,即可确定椭球体的形状和大小。

我国 1954 年北京坐标系采用前苏联的克拉索夫斯基椭球体元素, 其值为

$$\text{长半轴 } a = 6\,378\,254\text{m}$$

$$\text{扁率 } \alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.3}$$

我国 1980 年西安坐标系采用国际大地测量与地球物理协会 (IUGG) 推荐的 IUGG—1975 椭球元素, 其值为

$$\text{长半轴 } a = 6\,378\,140\text{m}$$

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

1980 年西安坐标系曾命名为 1980 年国家大地坐标系, 大地原点设在陕西省西安市泾阳县永乐镇, 地球椭球的短轴平行于地球球心指向, 1968.0 地极原点 (JYD) 的方向。

由于参考椭球体的扁率很小, 在普通测量中又近似地把大地体视为圆球体, 其半径采用与参考椭球体等体积的圆半径, 其值为

$$R = \frac{1}{3} (a + a + b) = 6\,371\text{km}$$

当测区范围较小时, 可以直接把测区的球面作为平面, 即将水准面作为水平面。

二、确定地面点位置的方法

地面点的位置是由该点在椭球面上的位置 (地理坐标) 或投影在水平面上的平面位置 (平面坐标) 及该点到大地水准面的铅垂距离 (高程) 来表示。

(一) 地面点的坐标

1. 地理坐标

地理坐标是用经度和纬度表示地面点位置, 如图 0-2 所示。O 为地心, PP' 为地球旋转轴, 简称地轴, 通过地轴的平面称为子午面 (如图 0-2 中的平面 PMP'), 子午面与地球表面的交线称为子午线 (经线)。过地心 O 垂直于地轴的平面称为赤道面 (图 0-2 中 QMM₀Q'), 赤道面与地球表面的交线称为赤道。确定地面点的地理坐标, 以赤道面和通过英国格林尼治天文台的子午面 (起始子午面亦称首子午面) 作为基准面。

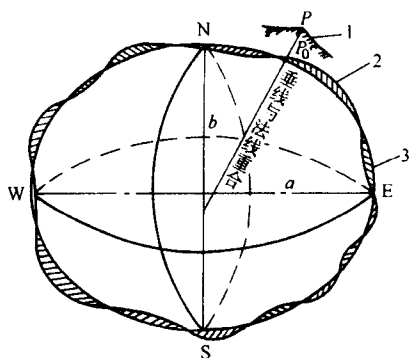


图 0-1 地球表面与大地水准面及参考椭球体相互关系示意图

1—地球表面 2—大地水准面
3—参考椭球体

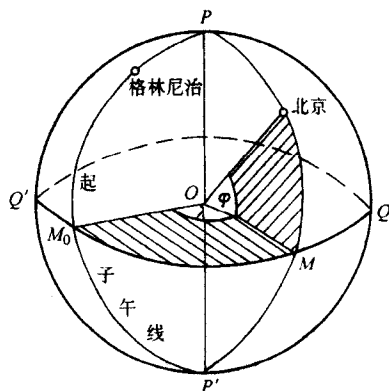


图 0-2 地理坐标示意图

地面上任意一点的经度,即为通过该点的子午面与首子午面的夹角。以首子午线为基准,向东 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 为东经,向西 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 为西经。经度相同的点的连线称为经线。

地面上任意一点的纬度,即通过该点的铅垂线与赤道面的夹角。以赤道为基准,向北 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 为北纬,向南 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 为南纬。纬度相同的点的连线称为纬线。

以法线为依据,以参考椭球面为基准面的地理坐标称为大地地理坐标,分别用 L 、 B 表示;以铅垂线为依据,以大地水准面为基准面的地理坐标称为天文地理坐标,分别用 λ 、 Ψ 表示。天文地理坐标是用天文测量的方法直接测定的;而大地地理坐标是根据起始的大地原点的坐标推算的。大地原点的天文地理坐标和大地地理坐标是一致的。

2. 高斯平面直角坐标

地理坐标是球面坐标,只能表示地面点在球面上的位置,观测、计算、绘图较为复杂,不能直接用于测绘大比例尺地形图和房地产图。因此,必须将地面点的地理坐标转换成平面直角坐标。椭球面上的点的坐标不能直接转换成平面坐标,只有通过投影的方法才能将椭球面上的点、线或者图形投影到平面。这种变换要产生变形,即投影变形,包括长度变形、面积变形和角度变形。

投影的方法很多,归纳起来可分为三大类,即等角投影、等面积投影和任意投影。根据《中华人民共和国大地测量法》规定,我国采用高斯—克吕格正形投影的方法,习惯简称为高斯投影,它是一种等角投影。国家标准《房产测量规范》(GB/T17986.1—2000)中规定:房产测量统一采用高斯投影。这种建立在高斯投影面上的直角坐标系称为高斯平面直角坐标系。

高斯投影是将地球看作一个圆球,设想用一个空心横圆柱体套在地球外面,使横圆柱的中心轴位于赤道面内并通过球心,让圆柱面与地球球面上某一子午线相切,该子午线称为中央子午线,如图0-3a所示。将中央子午线东西两侧球面上的图形按一定的数学法则投影到圆柱面上,然后将圆柱面沿着通过南北两极的母线切开展平,即得到高斯投影的平面图形,如图0-3b所示。

高斯投影前后所有角度保持不变,故高斯投影亦称为等角投影或正形投影。在投影后的高斯平面上,中央子午线投影为直线,与赤道垂直且长度保持不变,其余子午线的投影为对称于中央子午线的弧线,而且距中央子午线越远长度变形越大。为了将长度变形控制在允许的范围之内,一般采用分带投影的方法,以经差 6° 或 3° 来限定投影带的宽度,简称 6° 带或 3° 带,如图0-4所示。

6° 带是从起始子午线开始,自西向东每隔 6° 划分一带,整个地球划分为60个投影带,用数字1~60顺序编号。 6° 带中央子午线的经度依次为 3° 、 9° 、 15° 、...、 357° ,亦可按下式计算

$$\lambda_6 = 6^{\circ}N - 3^{\circ} \quad (0-1)$$

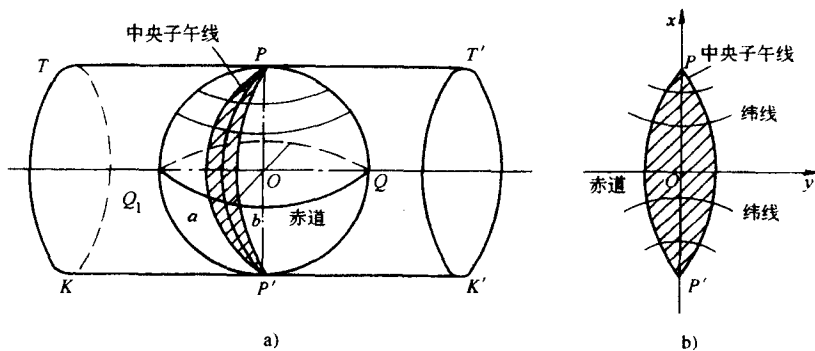


图 0-3 高斯投影示意图

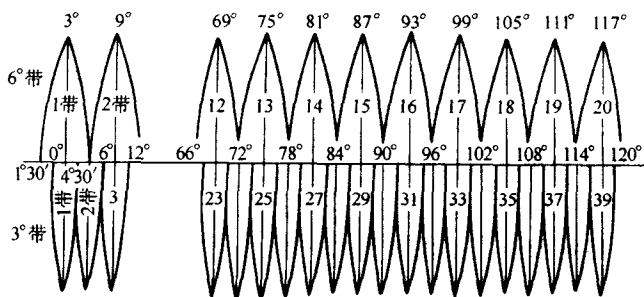


图 0-4 投影带示意图

式中 λ_6 ——6°带中央子午线的经度 (°);

N ——6°带的带号。

3°带是从东经 1.5°子午线开始, 自西向东每隔 3°划分为一带, 整个地球划分为 120 个投影带, 用数字顺序编号。3°带的中央子午线的经度依次为 3°、6°、9°、…、360°, 可用下式计算

$$\lambda_3 = 3^\circ N' \quad (0-2)$$

式中 λ_3 ——3°带中央子午线的经度 (°);

N' ——3°带的带号。

将每个投影带沿边界切开, 展成平面, 以中央子午线为纵轴向北为正, 向南为负; 赤道为横轴向东为正, 向西为负; 两轴的交点为坐标原点, 就组成了高斯平面直角坐标系, 如图 0-5 所示。我国位于北半球, x 座标为正号, y 坐标有正有负。为了避免横坐标出现负值, 通常将每带的坐标原点向西移 500km, 这样无论横坐标的自然值是正还是负, 加上 500km 后均能保证每点的横坐标为正值。为了表明地面点位于哪一个投影带内, 在横坐标前加上投影带号。因此, 高斯平面直角系的横坐标实际上是由带号、500km 以及自然坐标值三部分组成, 这样

的横坐标称为国家统一坐标系横坐标通用值。

在图 0-5 中, 设 A 、 B 两点位于第 20 号投影带内 $y_A = 3\,868.5\text{m}$, $y_B = -6\,482.3\text{m}$, 加上 500km 后 $y_A = 500\,000\text{m} + 3\,868.5\text{m} = 503\,868.5\text{m}$, $y_B = 500\,000\text{m} - 6\,482.3\text{m} = 493\,517.7\text{m}$, 加上带号, 则其横坐标的通用值为 $y_A = 20\,503\,868.5\text{m}$, $y_B = 20\,493\,517.7\text{m}$ 。

由横坐标通用值可以看出, 若小数点前第六位数小于 5, 则表示该点位于中央子午线西侧, 其横坐标自然值取负; 反之, 则点位于东侧, 自然值取正, 我国的领域在 6° 带的第 13~23 号带之间, 而在 3° 带的第 25~45 号带之间, 没有重叠带号, 因此, 根据横坐标通用值就可以判定投影带是 6° 带还是 3° 带。

由于城市工程放样的需要, 城市测量对投影变形的限制很严, 要求变形小于 0.025m/km , 即投影误差应不超过 $1/40\,000$, 所以城市测量的中央子午线一般定在城市中央, 它们不一定是 3° 带或 6° 带的中央子午线, 而是任意中央子午线。大中城市的坐标系统一般是高斯正投影任意带平面直角坐标系, 且与国家坐标系统进行了联测, 可以进行坐标转换。

3. 独立平面直角坐标

当城镇的测量范围较小且与国家坐标系统无法联测时, 可以把该地区的球面直接当作平面, 将地面点直接投影到水平面上, 用平面直角坐标表示点平面位置。

房地产测量使用的直角坐标系与数学上的坐标系基本相似, 但纵坐标轴为 x 轴, 正向朝北, 横坐标轴为 y 轴, 正向朝东。象限按顺时针方向编号, 对直线方向的表示从坐标纵轴 (x 轴) 的北端开始, 顺时针度量至待定向的直线, 与数学上的顺序恰好相反。采用这样的表示方法, 是为了直接采用数学上的公式进行坐标计算, 而不必另行建立数学模型。为了使坐标不出现负值, 一般把坐标原点选择在测区的西南角, 如图 0-6 所示。

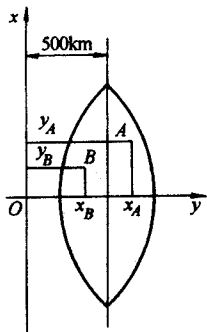


图 0-5 高斯平面坐标系

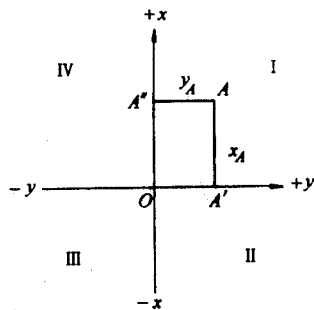


图 0-6 独立平面直角坐标系

(二) 地面点的高程

1. 绝对高程

地面点沿铅垂线方向到大地水准面的距离称为该点的绝对高程，亦称海拔，简称高程。用 H 表示。如图 0-7 所示，地面点 A 、 B 的绝对高程分别为 H_A 、 H_B 。 A 、 B 两点的高差

$$h_{AB} = H_B - H_A \quad (0-3)$$

即地面两点间的高差等于两点的高程之差。

目前，我国采用 1985 年国家高程基准，它是将与黄海平均海水面相吻合的大地水准面作为全国高程系统的基准面，在该基准面上绝对高程为零。1985 年国家高程基准是经国务院批准、1987 年颁布命名的在全国统一使用的高程基准。这个基准是以青岛验潮站根据 1952 ~ 1979 年的验潮资料计算确定的平均海水面作为基准面的高程基准，国家水准原点（青岛原点）的高程为 72.260m。

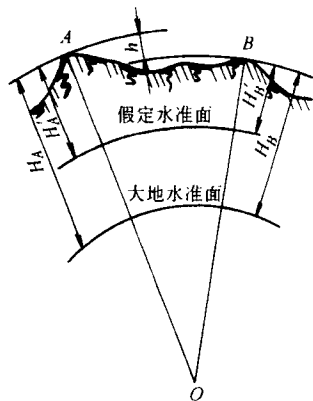


图 0-7 绝对、相对高程

2. 假定高程

地面点沿铅垂线方向到任意假定水准面的距离称为该点的假定高程，也称为相对高程。如图 0-7 所示，地面点 A 、 B 的假定高程分别为 H'_A 、 H'_B 。

由图 0-7 可看出， A 、 B 两点的高差

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (0-4)$$

在测量工作中，一般只采用绝对高程，只有在偏僻地区没有已知的绝对高程点可以引测时，才采用假定高程。

(三) 用水平面代替水准面的限度

如前所述，当测区的范围较小时，可以把该地区球面看成水平面。那么多大范围能用水平面代替水准面，并能满足测绘用图的精度要求呢？这就必须讨论用水平面代替水准面时，对距离、高程测量的影响，明确可以代替的范围和必要时应加的改正数。

1. 水平面代替水准面对距离的影响

如图 0-8 所示，设地面上两点 A 、 B ，沿铅垂线方向投影到大地水准面上得到 $A'B'$ ，如果用过 A 点与大地水准面相切的水平面代替大地水准面， B 点在水平面上的投影为 C ， A 、 B 两点在大地水准面上的投影 A' 、 B' 的弧长为 s ，投影到水平面上的距离为 t ，则两者之差即为用水平面代替大地水准面所引起的距离误差，用 Δs 表示，则

$$\Delta s = t - s = R \tan \theta - R\theta = R (\tan \theta - \theta)$$

式中 R ——地球曲率半径, $R = 6371\text{km}$;

θ —— A' 、 B' 两点间弧长 s 对应的圆心角, 单位为 rad 。

将 $\tan\theta$ 用级数展开并取前两项, 代入上式得

$$\Delta s = \frac{1}{3} R\theta^3$$

因为

$$\theta = \frac{s}{R}$$

所以

$$\Delta s = \frac{s^3}{3R^2} \quad (0-5)$$

将 R 和不同的 s 代入上式, 计算出的 Δs 和 $\Delta s/s$ 见表 0-1。从表 0-1 可以看出, 当距离为 10km 时, 产生的距离相对误差为 120 万分之一, 而目前测量工作中精密距离测量的最小允许误差为 100 万分之一。因此, 可以得出结论, 半径在 10km 范围之内, 可用水平面代替水准面, 地球曲率对距离的影响可以忽略不计。对于房地产测绘和一般市政建筑工程而言, 其工作范围半径可以扩大到 25km , 甚至更大些。

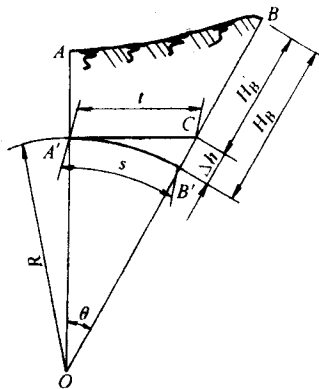


图 0-8 水平面代替水准面

表 0-1 用水平面代替水准面对距离和高程的影响

距离 s/m	距离误差 $\Delta s/\text{mm}$	距离相对误差 $\Delta s/s$	高程误差 $\Delta h/\text{mm}$	距离 s	距离误差 $\Delta s/\text{mm}$	距离相对误差 $\Delta s/s$	高程误差 $\Delta h/\text{mm}$
500	0.004	$1/(2.5 \times 10^8)$	38.8	10km	8.2	$1/(1.2 \times 10^6)$	7850.0
1000	0.008	$1/(1.25 \times 10^8)$	78.5	20km	128.3	$1/(1.95 \times 10^5)$	49050.0

2. 水平面代替水准面对高程的影响

如图 0-8 所示, 地面点的绝对高程为 H_B , 当用水平面代替水准面时, B 点的高程为 H'_B , 则其差值即为用水平面代替水准面所产生的高程误差, 用 Δh 表示, 可得

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + t^2$$

因为 t 与 s 的相差很小, 以 s 代替 t , 由上式可得

$$\Delta h = \frac{s^2}{2R + \Delta h}$$

上式中, Δh 与 R 比较可以忽略不计, 于是上式可变为

$$\Delta h = \frac{s^2}{2R} \quad (0-6)$$

将 R 和不同的 s 代入上式, 计算所得相应的 Δh 见表 0-1。从表 0-1 中可以看出, 用水平面代替水准面所产生的高程误差, 与距离的平方成正比, 所以就高程测量而言, 地球曲率对其影响, 即使在较小的距离范围内也应考虑。