



建筑企业专业技术人员
业务必备丛书

测量员

本书编委会◎编写

CE LIANG YUAN



知识产权出版社

全国优秀图书出版单位



建筑企业专业技术管理人员
业务必备丛书

测量员

本书编委会◎编写

CE LIANG YUAN



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

内容提要

本书根据国家最新颁布实施的《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》JGJ/T 250—2011以及《工程测量规范》GB 50026—2007、《建筑变形测量规范》JGJ 8—2007及其他相关工程测量标准规程为依据,详细阐述了建筑工程测量的基础理论、方法与技术。全书共分为十章,内容主要包括:施工测量基础及管理、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、小地区控制测量、地形图的测绘与应用、全站仪及GPS定位系统、建筑施工测量、市政工程测量、建筑物的沉降与变形观测。

本书既可作为建筑施工企业专业管理人员的岗位资格培训教材,也可供建筑施工技术人员参考使用。

责任编辑:陆彩云 徐家春

责任出版:卢运霞

图书在版编目(CIP)数据

测量员/《测量员》编委会编写. —北京:知识产权出版社,2013.6

(建筑企业专业技术管理人员业务必备丛书)

ISBN 978—7—5130—2069—5

I. ①测… II. ①测… III. ①建筑测量—基本知识 IV. ①TU198

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第105803号

建筑企业专业技术管理人员业务必备丛书

测量员

本书编委会 编写

出版发行:知识产权出版社

社址:北京市海淀区马甸南村1号

网址: <http://www.ipph.cn>

发行电话:010—82000860 转 8101/8102

责编电话:010—82000860 转 8110

印刷:北京紫瑞利印刷有限公司

开本:720 mm×960 mm 1/16

版次:2013年7月第1版

字数:380千字

邮 编:100088

邮 箱: lcy@cnipr.com

传 真:010—82005070/82000893

责编邮箱: lcy@cnipr.com

经 销:新华书店及相关销售网点

印 张:23

印 次:2013年7月第1次印刷

定 价:56.00元

ISBN 978—7—5130—2069—5

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

前 言

伴随着国民经济的持续、快速发展,建筑业在国民经济中支柱产业的地位日益突出。建筑行业的规模越来越大,建筑队伍不断扩大,建筑施工现场测量员是保证建筑质量和加快工程进度的重要人员,其技术素质、业务水平和管理工作的的好坏,对工程质量和工程施工进度有重大的影响。为了加强建筑工程施工现场专业人员队伍建设,促进科学施工,确保工程质量和安全生产,住房和城乡建设部经过深入调查,结合当前我国建设施工现场专业人员开发的实践经验,制定了《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》JGJ/T 250—2011,该标准的颁布实施,对建筑工程施工现场各专业人员提出了更高的要求。基于上述原因,我们组织编写了此书。

本书共分十章,内容包括:施工测量基础及管理、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、小地区控制测量、地形图的测绘与应用、全站仪及GPS定位系统、建筑施工测量、市政工程测量、建筑物的沉降与变形观测等。具有很强的针对性和实用性,内容丰富,通俗易懂。

本书体例新颖,包含“本节导图”和“业务要点”两个模块,在“本节导图”部分对该节内容进行概括,并绘制出内容关系框图;在“业务要点”部分对框图中涉及的内容进行详细的说明与分析。力求能够使读者快速把握章节重点,理清知识脉络,提高学习效率。

本书既可作为建筑施工企业专业管理人员的岗位资格培训教材,也可供建筑施工技术人员参考使用。

由于编者水平有限,书中疏漏和不当之处在所难免,敬请广大读者和同行给予批评指正。

编 者
2013年6月

目 录

第一章 施工测量基础及管理	1
第一节 测量工作概述	1
业务要点 1:测量的任务	1
业务要点 2:测量工作的基本内容	2
业务要点 3:测量工作的程序与原则	3
第二节 地面点位的确定	3
业务要点 1:测量的基准线与基准面	4
业务要点 2:空间点位的表示方法	5
业务要点 3:确定地面点位的三要素	9
第三节 建筑基本构造	9
业务要点 1:建筑物的分类	10
业务要点 2:民用建筑构造	11
业务要点 3:工业建筑构造	15
业务要点 4:市政工程构造	19
第四节 测设的基本工作	27
业务要点 1:水平距离的测设	27
业务要点 2:水平角的测设	29
业务要点 3:已知高程的测设	30
业务要点 4:已知坡度直线的测设	31
业务要点 5:平面点位置的测设	33
第五节 测量误差	36
业务要点 1:测量误差的分类	36
业务要点 2:测量误差的来源及处理	37
业务要点 3:衡量精度的标准	38
业务要点 4:误差的传播定律	39
业务要点 5:观测值函数的中误差	41
第六节 施工测量管理	43
业务要点 1:施工测量班组管理	44

业务要点 2: 施工测量工作的管理制度	46
业务要点 3: 测量放线的技术管理	47
业务要点 4: 施工测量的安全管理	47
业务要点 5: 施工测量质量控制管理	48
第七节 测量员岗位职责	49
业务要点 1: 测量员基本准则	50
业务要点 2: 初级测量员岗位要求	50
业务要点 3: 中级测量员岗位要求	51
业务要点 4: 高级测量员岗位要求	52
第二章 水准测量	54
第一节 水准测量原理	54
业务要点 1: 水准测量原理	54
业务要点 2: 转点、测站	56
第二节 水准测量仪器与工具	57
业务要点 1: 水准仪的类型	58
业务要点 2: DS ₃ 级微倾式水准仪	58
业务要点 3: 精密水准仪	64
业务要点 4: 自动安平水准仪	66
业务要点 5: 电子水准仪	67
业务要点 6: 水准尺及附件	68
第三节 水准测量的外业与内业计算	68
业务要点 1: 水准测量的外业施测	69
业务要点 2: 水准测量的检核	73
业务要点 3: 水准测量内业计算	75
第四节 水准仪的检验、校正与检修	79
业务要点 1: 水准仪主要轴线应满足的条件	79
业务要点 2: 圆水准器的检验与校正	80
业务要点 3: 十字丝中丝的检验与校正	81
业务要点 4: 视准轴的检验与校正	82
业务要点 5: 水准仪常见故障的检修	83
第五节 水准测量误差分析	85

业务要点 1: 仪器误差	86
业务要点 2: 观测误差	86
业务要点 3: 外界环境影响带来的误差	87
第三章 角度测量	90
第一节 经纬仪角度测量原理	90
业务要点 1: 水平角测量原理	90
业务要点 2: 竖直角测量原理	91
第二节 光学经纬仪的构造与使用	91
业务要点 1: 光学经纬仪的构造与功能	92
业务要点 2: 光学经纬仪的操作顺序	95
业务要点 3: 光学经纬仪的读数方法	98
第三节 角度的测量方法	101
业务要点 1: 水平角的测量方法	101
业务要点 2: 竖直角的测量方法	105
第四节 经纬仪的检验与校正	109
业务要点 1: 经纬仪上主要轴线应满足的条件	110
业务要点 2: 照准部水准管轴 LL 垂直于竖轴 VV	111
业务要点 3: 十字丝竖丝垂直于横轴 HH	112
业务要点 4: 视准轴 CC 垂直于横轴 HH	112
业务要点 5: 横轴 HH 垂直于竖轴 VV	114
业务要点 6: 光学对中器的视线与竖轴旋转中心线重合	115
业务要点 7: 竖盘指标差	115
第五节 角度测量误差分析	116
业务要点 1: 仪器误差	116
业务要点 2: 观测误差	117
业务要点 3: 外界条件的影响	118
第四章 距离测量与直线定向	119
第一节 钢尺量距	119
业务要点 1: 钢尺测量工具	120
业务要点 2: 钢尺的一般量距	122

业务要点 3:钢尺的精密量距	124
业务要点 4:钢尺量距的误差分析	125
第二节 视距测量	127
业务要点 1:视距测量原理及公式	128
业务要点 2:视距测量的观测与计算	130
业务要点 3:视距测量注意事项	130
业务要点 4:视距测量的误差分析	130
第三节 光电测距	132
业务要点 1:光电测距原理	133
业务要点 2:光电测距仪的结构性能	133
业务要点 3:光电测距仪的操作与使用	134
业务要点 4:光电测距的注意事项	135
业务要点 5:光电测距仪的误差	135
第四节 直线定向	135
业务要点 1:基本方向的种类	136
业务要点 2:直线方向的表示方法	137
业务要点 3:罗盘仪的构造与使用	140
第五章 小地区控制测量	143
第一节 控制测量概述	143
业务要点 1:控制测量的形式	143
业务要点 2:控制网的布设原则	144
业务要点 3:国家控制网	145
业务要点 4:区域控制网	146
第二节 导线测量	147
业务要点 1:导线的布设形式	148
业务要点 2:导线测量的外业工作	149
业务要点 3:导线测量的内业计算	152
第三节 控制点加密	158
业务要点 1:支导线法加密控制点	159
业务要点 2:前方交会法加密控制点	160
第四节 三角高程测量	161

业务要点 1:三角高程测量的原理	161
业务要点 2:地球曲率和大气折光的影响	162
业务要点 3:三角高程测量的主要技术要求	163
业务要点 4:三角高程测量的观测与计算	163
第五节 三、四等水准测量	164
业务要点 1:三、四等水准测量的规范要求	164
业务要点 2:三、四等水准测量的观测方法	165
第六章 地形图的测绘与应用	169
第一节 地形图基础	169
业务要点 1:地形图的概念	169
业务要点 2:地形图的分类	169
业务要点 3:比例尺的种类	170
业务要点 4:比例尺精度	171
业务要点 5:地形图测量要求	172
第二节 地形图绘制	174
业务要点 1:地形图的测绘方法与技术要求	174
业务要点 2:纸质地形图数字化	181
业务要点 3:数字高程模型(DEM)	182
业务要点 4:地形图的测绘	184
第三节 房产测绘	188
业务要点 1:测绘一般规定	189
业务要点 2:房产平面控制测量	191
业务要点 3:房产要素测量	194
业务要点 4:房产图绘制	195
业务要点 5:房产面积测算	201
第四节 地形图的应用	204
业务要点 1:地形图应用的内容	205
业务要点 2:地形图在平整土地中的应用	208
业务要点 3:地形图在工程建设中的应用	211
第七章 全站仪及 GPS 定位系统	214
第一节 全站仪的组成与构造	214

业务要点 1:全站仪的组成	214
业务要点 2:全站仪的构造	215
业务要点 3:全站仪的辅助设备	216
第二节 全站仪的技术要求与使用	217
业务要点 1:全站仪的精度等级	218
业务要点 2:全站仪的检定项目	218
业务要点 3:全站仪的技术要求	219
业务要点 4:全站仪测量前准备工作	221
业务要点 5:全站仪测量模式	222
业务要点 6:南方 NTS-352 全站仪的使用	223
第三节 GPS 控制测量技术	235
业务要点 1:GPS 定位系统的组成	236
业务要点 2:GPS 控制网技术设计	238
业务要点 3:GPS 控制网技术的实施	241
第四节 GPS 控制测量数据处理	249
业务要点 1:外业成果记录	250
业务要点 2:数据处理	252
业务要点 3:GPS 网平差计算	255
业务要点 4:数据处理成果整理和技术总结编写	256
业务要点 5:成果验收与上交资料	257
第八章 建筑施工测量	259
第一节 施工场地控制测量	259
业务要点 1:建筑方格网	259
业务要点 2:建筑基线	262
业务要点 3:高程控制测量	264
第二节 民用建筑施工测量	264
业务要点 1:建筑物定位	265
业务要点 2:建筑物细部放线	268
业务要点 3:基础工程施工测量	269
业务要点 4:墙体施工测量	271
第三节 高层建筑施工测量	273
业务要点 1:高层建筑物轴线的竖向投测	273
业务要点 2:高层建筑物的高程传递	275
业务要点 3:框架结构吊装测量	277
第四节 工业厂房施工测量	278

业务要点 1: 厂房矩形控制网的测设	279
业务要点 2: 厂房基础施工测量	280
业务要点 3: 厂房柱子安装测量	281
业务要点 4: 厂房吊车梁安装测量	283
业务要点 5: 厂房吊车轨道安装测量	284
业务要点 6: 厂房屋架安装测量	285
第九章 市政工程测量	286
第一节 道路工程测量	286
业务要点 1: 道路中线测量	286
业务要点 2: 圆曲线的测设	291
业务要点 3: 道路纵断面测量	292
业务要点 4: 道路横断面测量	295
业务要点 5: 道路施工测量	297
第二节 桥梁工程测量	304
业务要点 1: 桥位控制测量	305
业务要点 2: 桥梁墩台中心的测量	306
业务要点 3: 桥梁施工测量	307
第三节 管道工程测量	309
业务要点 1: 管道工程测量的准备工作	309
业务要点 2: 复核中线和测设施工控制桩	310
业务要点 3: 管道施工测量	311
第十章 建筑物的沉降与变形观测	316
第一节 概述	316
业务要点 1: 变形测量的一般要求	316
业务要点 2: 测量级别、精度指标及其适用范围	317
业务要点 3: 变形测量中误差的估算	318
业务要点 4: 沉降变形观测点的设置	319
第二节 沉降观测	321
业务要点 1: 建筑场地沉降观测	322
业务要点 2: 基坑回弹观测	323
业务要点 3: 地基土分层沉降观测	326
业务要点 4: 建筑沉降观测	327
第三节 位移观测	333
业务要点 1: 一般规定	333

业务要点 2:建筑主体倾斜观测	334
业务要点 3:建筑水平位移观测	336
业务要点 4:基坑壁侧向位移观测	338
业务要点 5:建筑场地滑坡观测	339
业务要点 6:挠度观测	342
第四节 特殊变形观测	344
业务要点 1:动态变形测量	344
业务要点 2:日照变形观测	346
业务要点 3:风振观测	348
业务要点 4:裂缝观测	349
参考文献	351

第一章 施工测量基础及管理

第一节 测量工作概述

本节导图

工程测量是一门结合工程建设,研究测定地面(包括空中、地下)点位理论和方法的学科,它包括在工程建设勘测、设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作。它是直接为建设项目的勘测、设计、施工、安装、竣工、监测以及运营管理等一系列工程工序服务的。可以说没有测量工作为工程建设提供可靠的数据、资料,并及时与之密切配合,任何工程建设都无法顺利进行。

本节主要介绍了测量的任务、测量工作的基本内容、程序与原则,其内容关系如图 1-1 所示。

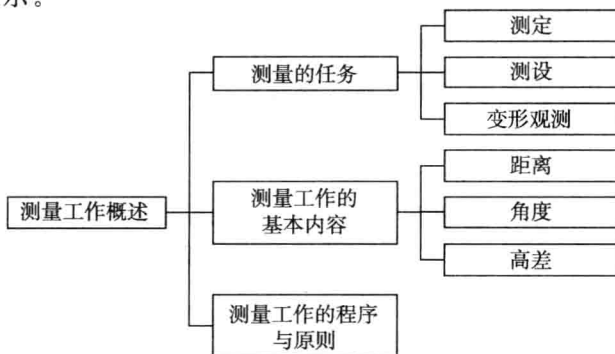


图 1-1 本节内容关系图

业务要点 1:测量的任务

测量工作贯穿于工程建设的整个过程,因此,测量工作的质量直接关系到工程建设的速度和质量。测量的主要任务是测定、测设及变形观测。

1. 测定

测定也称为测绘,是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算得到地面的点位数据,或把地球表面的地形绘制成地形图。在勘测设计阶段,如城镇规划、厂址选择、管道和交通线路选线以及建(构)筑物的总平面设计和竖向设计等方面都需要以地形资料为基础,因此需要测绘各种比例尺的地形图。工程竣工后,为了验收工程和以后的维修管理,还需要测绘竣工图。

2. 测设

测设也称为放样,是指把图纸上设计好的建(构)筑物的位置,用测量仪器和一定的方法在实地标定出来,作为施工的依据。在施工阶段,需要将设计的建(构)筑物的平面位置和高程,按设计要求以一定的精度测设于实地,以便于进行后续施工,并在施工过程中进行一系列的测量工作,以衔接和指导各工序间的施工。

3. 变形观测

变形观测是指利用专用的仪器和方法对变形体的变形现象进行持续观测,对变形体变形形态进行分析和对变形体变形的发展态势进行预测等各项工作。对于大坝、桥梁、高层建筑物、边坡、隧道和地铁等一些有特殊要求的大型建(构)筑物,为了监测它们受各种应力作用下施工和运营的安全稳定性,以及检验其设计理论和施工质量,需要进行变形观测。

业务要点 2: 测量工作的基本内容

测量工作可以分为外业与内业。在野外利用测量仪器和工具测定地面上两点的水平距离、角度、高差,称为测量的外业工作;在室内将外业的测量成果进行数据处理、计算和绘图,称为测量的内业工作。

点与点之间的相对位置可以根据水平距离、角度和高差来确定,而水平距离、角度和高差也正是常规测量仪器的观测量,这些量被称为测量的基本内容,又称测量工作三要素。

1. 距离

如图 1-2 所示,水平距离为位于同一水平面内两点之间的距离,如 AB 、 AD ;倾斜距离为不位于同一水平面内两点之间的距离,如 AC' 、 AB' 。

2. 角度

如图 1-2 所示,水平角为水平面内两条直线间的夹角,如 $\angle BAC$;竖直角为位于同一竖直面内水平线与倾斜线之间的夹角,如 $\angle BAB'$ 。

3. 高差

两点间的垂直距离构成高差,如图 1-2 中的 AA' 、 CC' 。

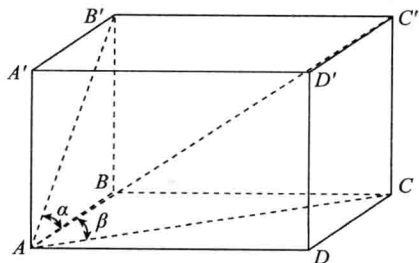


图 1-2 三个基本观测量

业务要点 3: 测量工作的程序与原则

地球表面的各种形态很复杂,可以分为地物和地貌两大类:地球表面的固定性物体称为地物,如房屋、公路、桥梁、河流等;地面上的高低起伏形态称为地貌,如山岭、谷地等。地物与地貌统称为地形。测量的任务就是要测定地形的位置并把它测绘在图纸上。

地物和地貌的形状和大小都是由一些特征点的位置所决定的。这些特征点又称为碎部点,测量时,主要就是测定这些碎部点的平面位置和高程,当进行测量工作时,不论用哪些方法,使用哪些测量仪器,测量成果都会有误差。为了防止测量误差的积累,提高测量精度,在测量工作中,必须遵循“先控制后碎部,从整体到局部,从高级到低级”的测量原则。

如图 1-3 所示,先在测区内选择若干个具有控制意义的点 A、B、C、D、E 等作为控制点,用全站仪和正确的测量方法测定其位置,作为碎部测量的依据。这些控制点所组成的图形称为控制网,进行这部分测量的工作称为控制测量。然后,再根据这些控制点测定碎部点的位置。例如在控制点 A 附近测定其周围的房子 1、2、3 各点,在控制点 B 附近测定房子 4、5、6 各点,用同样的方法可以测定其他碎部的各点,因此这个地区的地物的形状和大小情况就可以表示出来了。

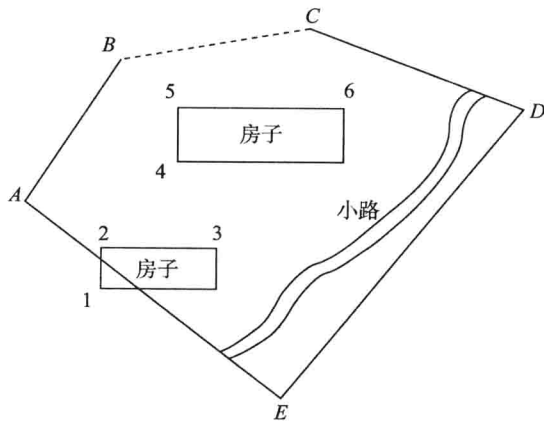


图 1-3 碎部测量

第二节 地面点位的确定

本节导图

本节主要介绍了测量的基准线与基准面、空间点位的表示方法以及确定地

面点位的三要素,其内容关系如图 1-4 所示。

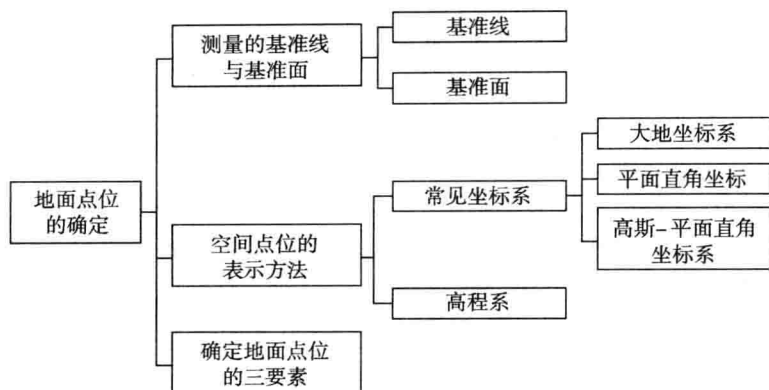


图 1-4 本节内容关系图

业务要点 1: 测量的基准线与基准面

1. 基准线

地球上的任何物体都受到地球自转产生的离心力和地心吸引力的作用,这两个力的合力称为重力。重力的作用线常称为铅垂线。铅垂线是测量工作的基准线,如图 1-5 所示。

2. 基准面

测量工作是在地球表面进行的,用作测量的基准面应满足形状和大小既和地球比较吻合,又便于研究的要求。

地球的自然表面既有高山、丘陵,又有盆地、平原和海洋等,高低起伏,很不规则。最高的珠穆朗玛峰高出海水面 8844.43m,最低的马里亚纳海沟低于海水面 11022m,但是这样的起伏相对于平均半径 6371km 的地球而言还是微不足道的。而且,地球表面约 71% 是海洋,因此,人们把处于静止状态的平均海水面延伸穿过陆地、岛屿所包围的形体假想为地球的形状。

水在静止时的表面称为水准面。水准面同样受到地球重力的作用,是一个处处与重力方向垂直的连续曲面,并且是一个重力等位面,即物体沿该面运动时,重力不做功(如水在这个面上是不会流动的)。而水平面则是与水准面相切的平面。由于水面高低时刻在发生变化,因此水准面有无数多个。其中由静止的平均海水面并向大陆、岛屿延伸所形成的封闭曲面称为大地水准面。大地水

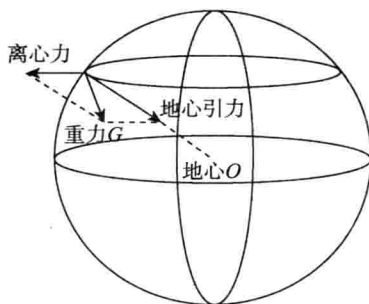


图 1-5 基准线示意图

准面是测量工作的基准面。由大地水准面所包围的地球形体称为大地体。

大地体与地球的自然形体是比较接近的,但是由于地球内部质量分布不均匀,致使铅垂线方向产生不规则变化,因此,大地水准面也是一个复杂的曲面,在这样一个复杂的曲面上进行数据处理是不可能的。为了研究方便,通常用一个非常接近大地体,并且可以用数学式表示的几何体来代替地球的形体,即地球椭球。地球椭球是一个椭圆绕其短轴旋转而形成的椭球体,因此地球椭球又称为旋转椭球。

业务要点 2: 空间点位的表示方法

在测量工作中,地面点的空间位置需要用三个量来表示,即将地面点沿铅垂线方向投影到地球椭球面(或水平面)上,用地面点投影位置在地球椭球面上的坐标(两个量)和地面点到大地水准面的铅垂距离(高程)来表示地面点的空间位置。

1. 常见坐标系

(1)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。

1)经度 L :过地面任一点 P 的子午面与起始子午面间的夹角。 L 的取值范围: $0^\circ \sim \pm 180^\circ$,由起始子午面起,向东为正,称为东经,向西为负,称为西经。

2)纬度 B :过地面任一点 P 的法线与赤道面的夹角。 B 的取值范围: $0^\circ \sim \pm 90^\circ$,由赤道面起算,向北为正,称为北纬,向南为负,称为南纬。

3)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 (X, Y, H) 如图 1-6 所示,其中:

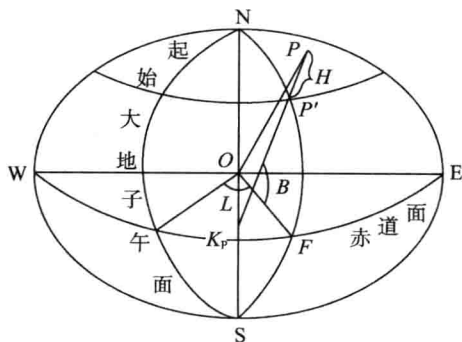


图 1-6 空间点位 P 的确定