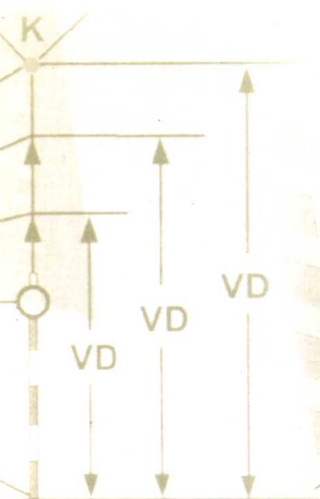


看图学技术丛书

看图学

建筑施工类 本丛书编委会 编

施工测量技术



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



看图学技术丛书——建筑施工类

看图学施工测量技术

本丛书编委会 编



机械工业出版社

全书分为8章,主要包括:水准测量、角度测量、距离测量、控制测量、房屋建筑施工测量、道路工程测量和隧道测量。

本书系初级普及型读本,力求简洁明了,注重针对性、实用性和易学性,采用大量的线条图、立体图和表现图,图文并茂,便于读者在现代快节奏的工作和生活中获取知识和技能。

图书在版编目(CIP)数据

看图学施工测量技术/本书编委会编. —北京:机械工业出版社, 2002.9

(看图学技术丛书. 建筑施工类)

ISBN 7-111-10940-6

I. 看… II. 本… III. 建筑测量: 施工测量—图解
IV. TU198-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第069412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:边萌

责任编辑:边萌 王春雨 版式设计:冉晓华

责任校对:陈延翔 封面设计:姚毅 责任印制:付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003年1月第1版第1次印刷

890mm×1240mm A5·6.25印张·182千字

0 001-4 000册

定价:14.00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) 68993821、68326677-2527
封面无防伪标均为盗版

《看图学技术丛书——建筑施工类》

编审委员会名单

主 任：章克凌 张金城

副 主 任：曾玉生 齐占伟 陈晓波

编 委：(以姓氏笔划为序)

王朝阳	王益高	王淑萍	王 波	刘 军
张树勋	张卫兵	李纪三	李本平	李国胜
李卧东	李天河	李 锐	李永红	吴 波
吴 澜	汪新红	姚 惠	段成君	徐大志
秦根杰	高义章	蔡 洁	谭延平	

本 书 主 编：秦根杰

本书副主编：姚 惠 刘儒志

本 书 主 审：章克凌

前 言

我国正处于经济高速增长时期，建筑产业作为国民经济重要增长点和支柱产业，正迅猛发展。劳动密集、资金密集和技术密集是建筑业区别于其他现代化工业的最大特点。提高广大建筑施工人员的技术水平和专业技能是提高建筑产品质量和劳动生产效益的根本途径。21世纪的生活节奏正在不断加快，知识化进程明显加快，繁忙的现代人很难有时间坐下来阅读“大部头”的施工技术类书籍。为此，我们特编写“看图学技术丛书——建筑施工类”系列，以飨读者。

该套建筑施工类系列丛书的编写，旨在通过大量的线条图、立体图和表现图等图形的表达方式，使读者能在短时间内轻松愉快地学习并掌握所需建筑施工方面的技术和知识。在内容的编排上，以初级工为主要读者对象，注重解析实际的施工运用技术，免去繁琐的理论叙述。对施工设备知识缺乏的读者，也可通过大量的插图，从中掌握基本的施工方法、手段和技术。在结构处理上考虑建筑施工的不同工种；分项单独成册，以满足不同读者的要求。以丛书的形式推出，又不失其系统性。

全套建筑施工类系列丛书共10本：《看图学暖通工程安装技术》、《看图学给排水系统安装技术》、《看图学建筑电气系统安装技术》、《看图学施工测量技术》、《看图学地基与基础施工技术》、《看图学砌体施工技术》、《看图学建筑装饰工程施工技术》、《看图学楼面与地面施工技术》、《看图学地下防水堵漏技术》、《看图学施工设备检修技术》。

本书是“看图学技术丛书——建筑施工类”系列之四，由秦根杰担任主编，姚惠、刘儒志担任副主编，章克凌担任主审。

本书供建筑施工技术人员及相关施工人员使用，也可供有关专业教学人员参考。

由于编写时间仓促，加之编写经验不足，书中难免会有不足之处，希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 建筑工程测量工作的任务和意义	1
第二节 测量坐标系	2
第三节 用水平面代替水准面的限度	12
第四节 测量工作的原则和程序	14
第二章 水准测量	18
第一节 水准测量原理	18
第二节 微倾水准仪	19
第三节 微倾水准仪的使用	24
第四节 水准测量的施测方法	27
第五节 水准测量的内业计算	32
第六节 精密水准仪和自动安平水准仪	34
第七节 水准测量的误差	38
第八节 水准仪的检验与校正	41
第三章 角度测量	47
第一节 水平角测量原理	47
第二节 光学经纬仪	47
第三节 水平角的观测	55
第四节 水平角观测误差	61
第五节 竖直角观测	63
第六节 经纬仪的检验和校正	68
第七节 电子、激光经纬仪简介	76
第八节 全站仪	78

第四章 距离测量	88
第一节 钢尺量距	88
第二节 钢尺精密量距	93
第三节 光电测距仪测距	97
第四节 直线定向	102
第五章 控制测量	107
第一节 导线测量	107
第二节 导线测量外业	109
第三节 导线测量的坐标计算	113
第四节 导线测量个别错误的查找	118
第五节 前方和距离交会	119
第六节 高程控制测量	122
第六章 房屋建筑施工测量	124
第一节 概述	124
第二节 房屋建筑场地的施工控制测量	128
第三节 房屋建筑定位和放线	133
第四节 房屋建筑基础工程施工测量	136
第五节 墙体工程施工测量	138
第六节 多层房屋建筑施工中的轴线竖向投测	140
第七节 高层房屋建筑施工中的轴线竖向投测	141
第八节 烟囱施工测量	143
第九节 房屋建筑的变形观测	146
第七章 道路工程测量	151
第一节 概述	151
第二节 中线测量	151
第三节 圆曲线的测设	157
第四节 道路纵、横断面测量	162
第五节 道路施工放样	166
第八章 隧道测量	169

第一节	概述	169
第二节	地面控制测量	172
第三节	地下水准测量	174
第四节	隧道掘进中的测量	176
第五节	隧道被复时的测量	188

第一章 绪 论

第一节 建筑工程测量工作的任务和意义

测绘科学研究的对象主要是地球的形状、大小和地表面上各种物体的几何形状及其空间位置，目的是为人们了解自然和改造自然服务。

国防工程建设、城市建设、大型厂矿建筑、水利枢纽、农田水利及道路修建等在勘测设计、施工放样、竣工验收和工程监测保养等方面的测绘工作，统称工程测量学。这门学科的主要任务有三方面：

一、测绘

将地面上各种建（构）筑物和地面起伏的形状、大小按一定的比例尺缩小描绘成图，如图 1-1 所示。

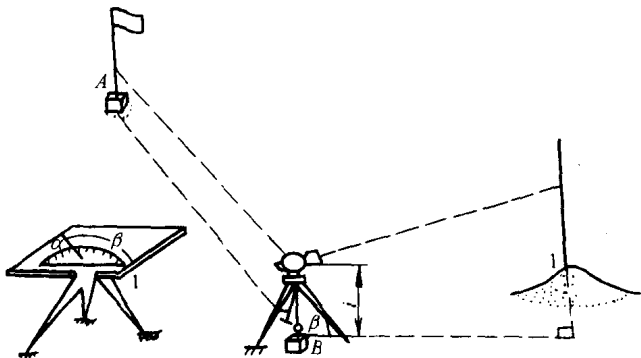


图 1-1 测图

二、测设

将图纸上规划、设计的建筑物的位置测设到地面上，作为施工的依据，在建筑施工过程中方向、角度和高程的测量，如图 1-2 所示。

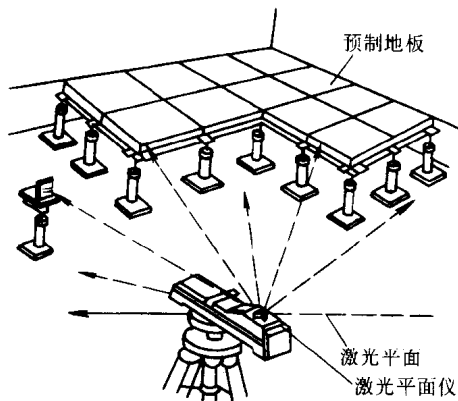


图 1-2 操平

三、变形测量

对建筑物在施工过程中和竣工后所产生的各种变化而进行的变形观测，如图 1-3 所示。

由此可见，工程建设始终离不开测量工作，测量工作是先导，工程建设技术人员必须掌握测量知识和技能。

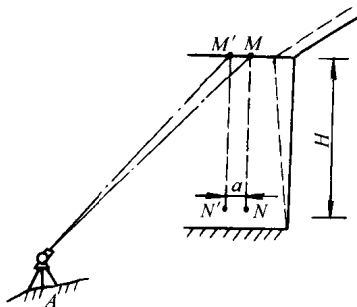


图 1-3 变形测量

第二节 测量坐标系

测量时确定地面点的位置，是通过在基准面上建立坐标系，并测定点位之间的距离、角度和高程三个基本要素来实现的。下面介绍地球的形状和大小以及测量工作中选用的基准面和坐标轴系。

一、地球的形状和大小

测量工作的主要研究对象是地球的自然表面，即岩石圈的表面，但它是不规则的。我国西藏与尼泊尔交界处的珠穆朗玛峰高达 8848.13m，而在太平洋西部的马里亚纳海沟深达 11022m。通过长期的测绘工作和科学调查，了解到地球表面上的海洋面积约占 71%，

陆地面积约占 29%，因此人们把地球总的形状看作是被海水包围的球体，也就是设想有一个静止的海水面，向陆地延伸而形成一个封闭的曲面。所以取其平均的海水面作为地球形状和大小的标准，它所包围的形体称为大地体（见图 1-4）。

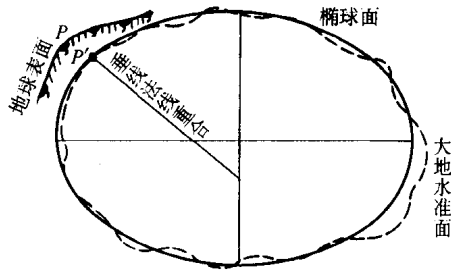


图 1-4 大地体

地球上的任一质点，因受地球引力影响而不脱离地球。同时，地球又在不停地自转，使质点受到离心力的作用。因此，一个质点实际上所受到的力是地球引力与离心力的合力，这个合力就是大家熟悉的重力（见图 1-5）。

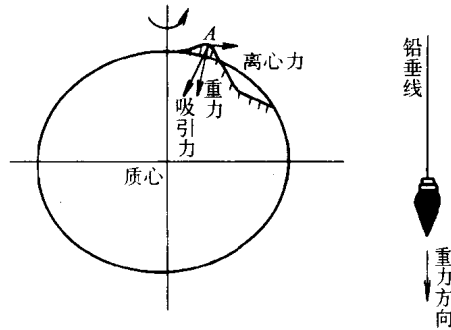


图 1-5 重力

静止不流动的水面上的每一个分子，各自都受到重力的作用，在重力位相同时这些水分子便不流动而成静止状态，形成一个重力等位面，这个（自由静止的水面）面被称为水准面（见图 1-6）。由物理学知，等位面处处与产生等位能的力的方向垂直，即水准面是一个处处与重力方向垂直的连续曲面。随着水位的高低，水准面有无数个，其中通过平均海水面并延伸穿过陆地和岛屿所形成闭合的水准面，称为大地水准面（见图 1-7）。

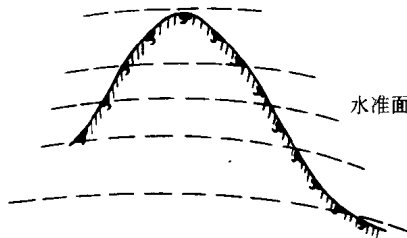


图 1-6 水准面

大地水准面可作为地面点计算高程的起算面，亦称高程基准面。选用不同的面作高程基准面，可得到不同的高程系统。以大地水准面

作高程基准面，是高程系统中最常见的一种。

测量工作取得重力方向的一般方法是，用细绳悬挂一个垂球（见图 1-8），细绳即为悬挂点的重力方向，通常称它为垂线或铅垂线方向。

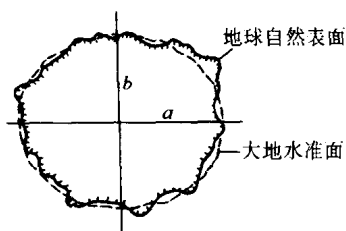


图 1-7 地球表面

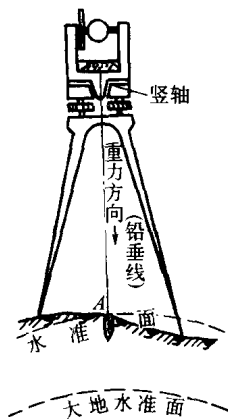


图 1-8 重力与水准面

由于地球吸引力的大小与地球内部的质量有关，而地球内部的质量分布又不均匀，这引起地面上各点的铅垂线方向产生不规则的变化，因而大地水准面实际上是一个有微小起伏的不规则曲面。

经过长期的测量实践研究证明，大地体与一个以椭圆的短轴为旋转轴的旋转椭球的形状十分近似（见图 1-4）。而旋转椭球是可以用数学式严格表示的，所以测绘工作便取大小与大地体很接近的旋转椭球作为地球的参考形状和大小。一般称其外表面为参考椭球面（见图 1-9）。若对参考椭球面的方程式加入地球重力异常变化参数的修正，便可得到大地水准面的较为近似的方程式。这样，从严格的意义上讲，测绘工作是取参考椭球面为测量的基准面，但在实际工作中仍取的是大地水准面作为测量的基准，测量成果的要求不十分严格时，则不必改正到参考椭球面上。另一方面，实际工作中又可以十分容易地得到水准面和铅垂线，所以用大地水准面作为测量的基准面便大为简化了操作和计算工作。因而水准面和铅垂线便成为实际测绘工作的基准面和基准线。

椭球体是绕椭圆的短轴 NS (见图 1-10) 旋转而成的, 也就是说包含旋转轴 NS 的平面与椭球面相截的线是一个椭圆, 而垂直于旋转轴的平面与椭球面相截的线是一个圆。椭球体的基本元素是: 长半轴 a 、短半轴 b 、扁率 $\alpha = (a - b) / a$ 。

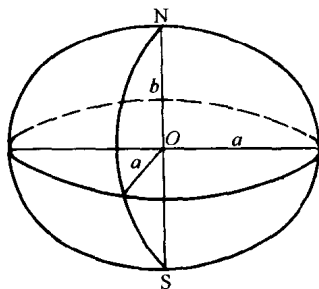


图 1-9 地球长、短轴

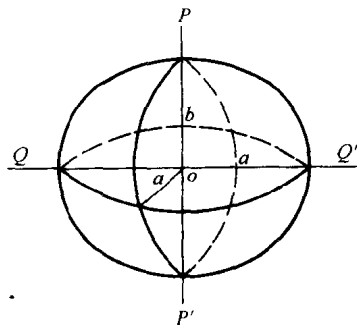


图 1-10 地球扁率

1978 年, 我国推算的地球椭球为: $a = 6378.143\text{km}$, $b = 6356.758\text{km}$, $\alpha = 1:298.255$ 。我国目前所采用的参考椭球体为 1980 年国家大地测量参考系, 其原点在陕西省泾阳县永乐镇, 称为国家大地原点。

由于参考椭球体的扁率很小, 地球总的形体可用两级近似概括来描述; 地球的一级近似概括为圆球, 即普通测量中可把地球作为圆球看待, 其半径为 $R = (a + a + b) / 3 = 6371\text{km}$; 二级近似概括为椭球 (见图 1-10)。1979 年, 结合卫星大地联测的结果, 第 17 届国际大地测量和地球物理联合会通过, 第四次推荐椭球的元素为:

长半轴 $a = 6378.137\text{km}$

短半轴 $b = 6356.752\text{km}$

扁率 $\alpha = (a - b) / a = 1:298.257$

几个世纪以来, 许多学者曾分别测算出参考椭球体的元素。表 1-1 为几次测算的成果。

表 1-1 参考椭球元素

	长半轴 a/m	短半轴 b/m	扁率 α	年代和国家
德兰布尔	6375653	6356564	1:344	1800 法国

(续)

	长半轴 a/m	短半轴 b/m	扁率 α	年代和国家
白塞尔	6377397	6356079	1:299.2	1841 德国
克拉克	6378249	6356515	1:293.5	1880 英国
海福特	6378388	6356912	1:297.0	1909 美国
克拉斯夫斯基	6378245	6356863	1:298.3	1940 前苏联
1980 年中国大地测量坐标系	6378140	6356755.3	1:298.257	1975 年国际大地测量与地球物理联合会

测量工作就是以椭球面为基准面，并把这个面充当地球的数学模型，在上面建立了与地球一一对应的坐标关系，从而确定了地球表面点的位置。

二、大地坐标系和高程

地面上的物体大多具有空间形状，例如丘陵、山地、河谷、洼地等。为了研究空间物体的位置，数学上采用投影的方法加以处理。一个点在空间的位置，需要三个量来确定。在测量工作中，这三个量通常用该点在基准面（椭球面）上的投影位置和该点沿投影方向到基准面（大地水准面）的距离来表示。

在图 1-11 中，NS 为椭球的旋转轴，N 表示北极，S 表示南极。通过椭球旋转轴的平面称为子午面，而其中通过格林尼治天文台的子午面称为起始子午面。子午面与椭球面的交线称为子午圈，也称子午线。通过椭球中心且与椭球旋转轴正交的平面称赤道面，它与椭球面相截所得曲线称为赤道。其他平面与椭球旋转轴正交，但不通过球心，这些平面与椭球面相截所得曲线称为平行圈或纬圈。起始子午面和赤道面，是在椭球面上确定某一投影位置的两个基本平面。在测量工作中，点在椭球面上的位置用大地经度 L 和大地纬度 B 表示。所谓某点的大地经度，就是通过该点（如图 1-12 中的 P 点）的子午面与起始子午面的夹角；大地纬度就是在椭球面上的 P 点作一与椭球体相切的平面，过 P 点作一垂直于此平面的直线，这条直线称为 P 点的法线，它与赤道面的交角就是 P 点的大地纬度。大地经度 L 和大地纬度 B 统称为大地坐标。由此可见，大地经度与大地纬度是以

法线为依据的，就是说，以参考椭球面作为基准面。

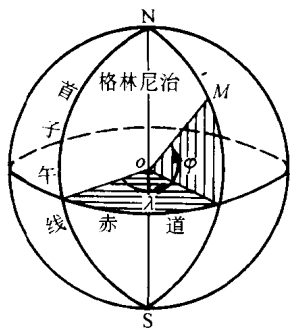


图 1-11 子午面

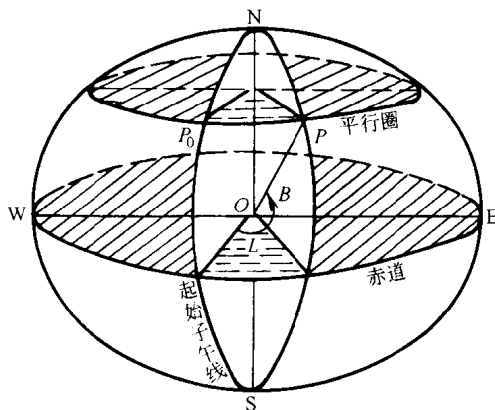


图 1-12 平行圈

为求得 P 点的位置，可在该点上安置仪器，用天文测量的方法来测定。这时，仪器的竖轴必然与铅垂线相重合，即仪器的竖轴与该处的大地水准面相垂直。因此，用天文观测所得的数据是以铅垂线为准，也就是说以大地水准面为依据。由天文测量求得的某点位置，可用天文经度 λ 和天文纬度 φ 表示。由于铅垂线与法线并不重合，所以 $\lambda \neq L$ ， $\varphi \neq B$ 。依据铅垂线相对于法线的关系（称垂线偏差），可以将 λ 、 φ 换算为 L 、 B 。

不论大地经度 L 或是天文经度 λ ，都要从一个起始子午面算起。在原格林尼治以东的点从起始子午面向东计，由 0° 到 180° 称为东经；同样，在原格林尼治以西的点则从起始子午面向西计，由 0° 到 180° 称为西经。实际上东经 180° 与西经 180° 是同一个子午面。我国各地的经度都是东经。不论大地纬度 B 或天文纬度 φ ，都从赤道面起算。在赤道以北的点的纬度由赤道面向北计，由 0° 到 90° ，称为北纬；在赤道以南的点，其纬度由赤道面向南计，也是由 0° 到 90° ，称为南纬。我国疆域全部在赤道以北，各地的纬度都是北纬。

在一般测量工作中都以大地水准面作为基准面，因而某点到基准面的高度是指某点沿铅垂线方向到大地水准面的距离，通常称它为绝对高程或海拔简称高程。在图 1-13 中，符号 H 代表高程，图中 H_a

及 H_b 都是绝对高程。如果是距任意一个水准面的距离, 则称为相对高程, 如图中 H_a' 及 H_b' 。我国的绝对高程(以后只简称高程)是以青岛港验潮站历年记录的黄海平均海水面高为准, 并在青岛市内一个山洞里建立水准原点, 其高程为 72.260m (称 1985 年国家高程基准, 原 1956 年高程基准为 72.289m)。全国布置的国家高程控制点——水准点, 都以这个水准原点为准。如果某项建设工程远离已知高程的国家控制点, 也可临时以任意水准面为准, 指定工地上某个固定点并假设其高程, 该工区各工程的高程均以这个固定点为准, 即所测得的各点高程都是以同一任意水准面为准的假设高程(也称相对高程), 将来如有需要, 只需与国家高程控制点联测, 再经换算成绝对高程就可以了。

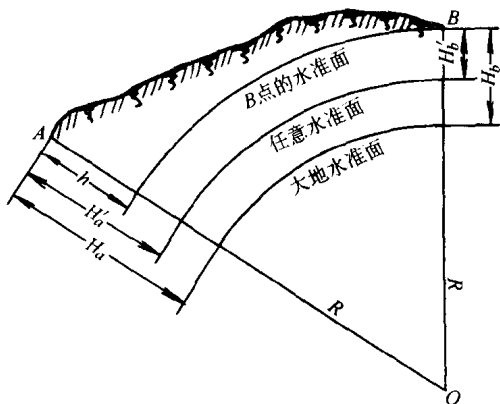


图 1-13 水准面关系

置的国家高程控制点——水准点, 都以这个水准原点为准。如果某项建设工程远离已知高程的国家控制点, 也可临时以任意水准面为准, 指定工地上某个固定点并假设其高程, 该工区各工程的高程均以这个固定点为准, 即所测得的各点高程都是以同一任意水准面为准的假设高程(也称相对高程), 将来如有需要, 只需与国家高程控制点联测, 再经换算成绝对高程就可以了。

三、平面直角坐标

在不大的区域范围内, 可不考虑地球曲率而将地球当作平面看待, 如图 1-14 所示, 用平面直角坐标来确定点位。测量采用的平面直角坐标与数学上的基本相似, 但坐标轴互换, x 轴的正方向朝北, 象限编号的顺序相反, 如图 1-15 所示。

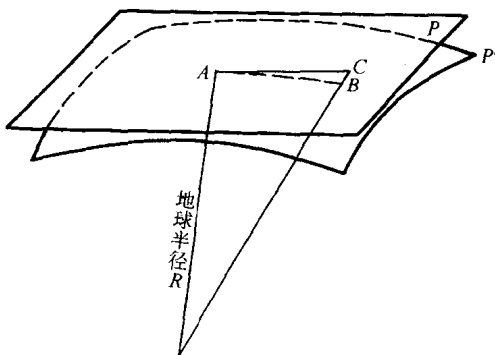


图 1-14 平面与曲面

测量上在确定直线方向时, 通常是采用以纵轴(x 轴)的北端为准, 顺时针方向量度至定向直线间的夹角, 它恰与数学的以 x 轴正向为准, 逆时针方向量度的角度相反。因此, 为了直接引用三角公式