

建筑与市政工程施工现场专业人员培训教材
JIANZHU YU SHIZHENG GONGCHENG SHIGONG XIANCHANG
ZHUANYE RENYUAN PEIXUN JIAOCAI

测量

C E L I A N G

姚登友 黄浩 主编



中国环境出版社

建筑与市政工程施工现场专业人员培训教材

测 量

姚登友 黄 浩 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

测量/姚登友, 黄浩主编. —5 版. —北京: 中国环境出版社, 2013.3

建筑与市政工程施工现场专业人员培训教材

ISBN 978-7-5111-1247-7

I. ①测… II. ①姚…②黄… III. ①建筑测量—技术培训—教材 IV. ①TU19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 021550 号

出 版 人 王新程
策划编辑 易 萌
责任编辑 张于嫣
责任校对 扣志红
封面设计 马 晓

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
出版电话: 010-67112739 (建筑图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2013 年 3 月第 5 版
印 次 2013 年 3 月第 2 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 16
字 数 369 千字
定 价 34.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

建筑与市政工程施工现场专业人员培训教材

编审委员会

高级顾问：明卫华 刘建忠

主任委员：张秀丽

副主任委员：杨 松 王小明 陈光圻（常务）

委 员：（以姓氏笔画为序）

王建平 王昌辉 汤 斌 陈文举

陈 昕 陈 鸣 张玉杰 张玉琴

张志华 谷铁汉 姜其岩 程 辉

出版说明

住房和城乡建设部 2011 年 7 月 13 日发布, 2012 年 1 月 1 日实施的《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011), 对加强建筑与市政工程施工现场专业人员队伍建设提出了规范性要求。为做好该《职业标准》的贯彻实施工作, 受贵州省住房和城乡建设厅人事处委托, 贵州省建设教育协会组织贵州省建设教育协会所属会员单位 10 多所高、中等职业院校、培训机构和大型国有建筑施工企业与中国环境科学出版社合作, 对《建筑企业专业管理人员岗位资格培训教材》进行了专题研究。以《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》和《建筑与市政工程施工现场专业人员考核评价大纲》(试行 2012 年 8 月) 为指导, 面向施工企业、中高职院校和培训机构调研咨询, 对相关培训人员及培训授课教师进行回访问卷及电话调查咨询, 结合贵州省建筑施工现场专业人员的实际, 组织专家论证, 完成了对该培训教材的编审工作。在调查研究中, 广大施工企业和受培人员及授课教师强烈要求提供与大纲配套的培训、自学教材。为满足需要, 在贵州省住房和城乡建设厅人教处的领导下, 在中国环境科学出版社的大力支持下, 由贵州省建设教育协会牵头, 组织建设职业院校、施工企业等有关专家组成教材编审委员会, 组织编写和审定了这套岗位资格培训教材供目前培训所使用。

本套教材的编审工作得到了贵州省住建厅相关处室、各高等院校及相关施工企业的大力支持。在此谨致以衷心感谢! 由于编审者经验和水平有限, 加之编审时间仓促, 书中难免有疏漏、错误之处, 恳请读者谅解和批评指正。

建筑与市政工程施工现场专业人员培训教材编审会

2012 年 9 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 测量学的定义、任务和作用	1
第二节 测量工作的实质	2
第三节 地面点位置的确定	3
第四节 测量的三项基本工作	5
第五节 测量工作的程序	5
第六节 学习测量应注意的事项	7
小结	7
复习思考题一	7
第二章 水准测量	9
第一节 水准测量原理	9
第二节 微倾式水准仪的构造及使用	10
第三节 水准尺和尺垫	13
第四节 水准点和水准路线	15
第五节 水准测量法	17
第六节 水准测量手簿的校核	22
第七节 测量误差及错误概述	24
第八节 水准测量成果的校核	27
第九节 微倾式水准仪的检验和校正	33
第十节 自动安平水准仪	36
第十一节 水准测量应注意的事项	38
小结	39
实习一 水准仪的认识和使用	40
实习二 水准测量	42
实习三 微倾式水准仪的检验和校正	43
复习思考题二	43
第三章 角度测量	46
第一节 水平角测量原理	46
第二节 光学经纬仪的构造及使用	47
第三节 水平角测量法	53
第四节 竖直角测量法	56
第五节 光学经纬仪的检验和校正	59
第六节 测角应注意的事项	62
小结	63

实习四 经纬仪测回法测水平角	63
实习五 光学经纬仪的检验和校正	64
复习思考题三	65
第四章 距离测量和直线定向	67
第一节 丈量距离的工具	67
第二节 用钢尺量距的一般方法	68
第三节 量距的精度和记录式	71
第四节 精密量距的方法	72
第五节 量距应注意的事项	76
第六节 视距测量法	77
第七节 直线定向	79
第八节 罗盘仪及其使用法	80
小结	81
实习六 用钢尺丈量水平距离	82
复习思考题四	82
第五章 地形图的测绘	84
第一节 小区域测图的控制测量	84
第二节 经纬仪导线测量的外业工作	86
第三节 经纬仪闭合导线测量的内业计算	88
第四节 经纬仪附和导线测量的内业计算	94
第五节 经纬仪导线的展绘	99
第六节 有关地形图的基本知识	101
第七节 平板仪的构造和使用	110
第八节 大比例尺地形图的碎部测量	113
第九节 地形图的使用	120
小结	124
第一~五章小结	125
实习七 用经纬仪视距法测水平距离和高度差	126
实习八 用大平板仪测地形碎部点	126
复习思考题五	127
第六章 施工测量及质量检验测量	130
第一节 概述	130
第二节 测设的基本工作	131
第三节 点位的测设	134
第四节 施工场地的控制测量	136
第五节 场地平整测量及检验测量	138
第六节 建筑物定位放线测量及检验测量	142
第七节 建筑构配件施工及安装的检验测量	150
第八节 工业建筑结构安装及检验测量	154

第九节 施工质量检验的验收记录	163
第十节 建(构)筑物的沉降和变形观测	164
第十一节 竣工总平面图的测绘	169
小结	170
实习九 建筑物垂直度及标高的检验测量	171
实习十 墙面及楼地面平整度的检验测量	172
复习思考题六	172
第七章 现代测量仪器的构造及应用	175
第一节 激光经纬仪	175
第二节 激光垂准仪	178
第三节 激光扫平仪	181
第四节 光电测距仪	182
第五节 全站仪	188
小结	197
复习思考题七	197
附录一 面积的测算	199
一、几何图形法	199
二、不规则曲线形近似求面积法	200
三、坐标法	201
四、求积仪法	202
附录二 公路及管线测量	205
一、公路测量的内容	205
二、公路中心线的测设	205
三、公路纵断面的测量	214
四、公路横断面图的测量	215
五、公路竖曲线的测设	218
六、路线土石方的计算	221
七、路线测设的一些技巧	222
八、公路的施工放线测量	222
九、桥涵的定位放线测量	223
十、管线测量	225
附录复习思考题一	227
附录三 房地产图测量	229
一、房产测量的基本内容	229
二、房产调查的内容	229
三、房屋调查	229
四、房屋用地调查	230
五、房地产图的分类	231
六、分幅图的基本内容	231

七、分幅图示例	234
八、分幅图的测绘	234
九、分丘图的内容及示例	234
十、分丘图的测绘	235
十一、分户图的内容及示例	236
十二、房产图的变更测绘	237
十三、房产图面积的测算	237
附录复习思考题二	238
附录四 测量常用计量单位及换算	239
附册 测量实习报告书	241

第一章 绪 论

第一节 测量学的定义、任务和作用

一、测量学的定义

测量学是“研究、测定、描述地球的形状、大小、地表形态以及它们的各种变化，确定自然和人造物体、人工设施的空间位置及属性”的科学。如果“将测定结果，制成各种地图和建立有关信息系统”，则总称为“测绘学”^①。

二、测绘学的分科

主要有以下几类：

(1) 普通测量学：是研究地球表面局部区域的形状、大小和起伏变化，用测量仪器和工具，确定这一区域地面点位置的科学。

(2) 大地测量学：是研究地球表面大范围地区测绘方法的科学。

(3) 工程测量学：工程建设的勘察设计、施工和运营管理各阶段，应用测绘学的理论和技术进行的各种测量工作^②。

(4) 摄影测量学：利用摄影影像信息测定目标物的形状、大小、性质、空间位置和相互关系的测量工作^③。

本书仅研究普通测量学和工程测量学的部分内容。

三、普通测量学的任务和作用

(一) 测定

将地球表面局部区域的地面形状、大小、高低起伏的变化情况等（称为“地貌”），以及地面上的天然河流、湖泊、水库、大树等及各种建（构）筑物^④（称为“地物”），按一定的比例尺测绘成地形图，它是土建工程规划、设计和建设的重要资料 and 依据。

(二) 测设

是利用建设区域的地形图，将拟建设的各建（构）筑物的位置，在图上规划、设计，作出总平面设计图。施工前用测量的方法，将图上各建（构）筑物的位置，标定到地面上，作为施工的依据，工程上称为“定位放线”。它是土建工程施工前的一项重要准备

① 中华人民共和国国家标准《工程测量基本术语标准》（GB/T 50228—96）2004。

② 见《术语标准》。

③ 见《术语标准》。

④ 供人们生活居住、劳动生产或其他活动的空间，称为建筑物（如住宅、医院、办公楼、学校、影剧院和工厂车间、仓库等）。构筑物是指人们一般不在里面生活、生产劳动的结构物（如烟囱、水塔、堤坝、挡土墙等）。

工作。

四、学习普通测量学的目的

任何土建工程，如兴建房屋、道路（包括铁路和公路）、桥涵、堤坝、码头、机场、跑道、灌溉渠道，以及安装给水、排水、供电、供热、供气等城镇设备管线，从规划、设计到施工，都需要先进行测量工作。

在土建工程施工过程中，需要对工程质量进行检验；土建工程建成后，在使用过程中，需要对某些工程是否变形或变位进行检查；使用期间对工程维护修理，都需借助测量的方法来完成。因此，从事建筑企业专业管理或施工质量监理、检验的技术人员，必须学好普通测量及工程测量学。

第二节 测量工作的实质

我们仔细观察周围的各种建（构）筑物，或天然的地貌、地物，不难发现它们都是由一些直线或曲线构成的形体。由几何学可知，直线或曲线，又都是由点组成的，比如两点可以连接成一条直线；若干点可以组成一条曲线等。如图 1-1（a）所示，为一幢房屋的平

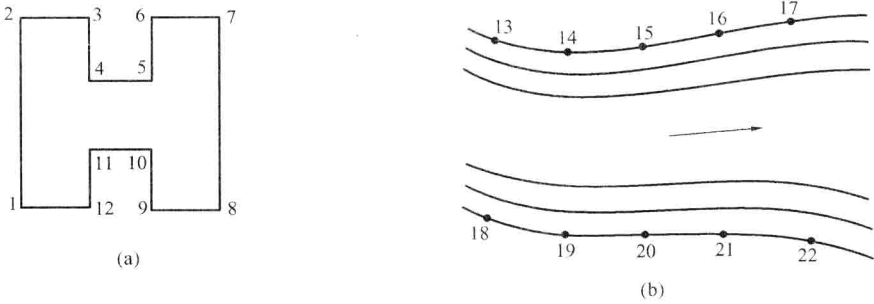


图 1-1 地物特征点

面图。十分明显，如能将围成这一平面图的各直线的交点 1、2、3……定出，依次将相邻两点连接，便可画出这个平面图。

如果需要将图纸上设计好的这幢房屋的平面图，放线到地面上，进行施工，则需先将这些点在地面上放出，钉上桩位，两点相连，即能在施工场地上，标定出这幢房屋的平面位置。

图 1-1（b）是一条天然河流的一段平面图。如先将两岸曲线转弯各点 13、14、15……定出，依次相连各点，即可画出其平面图。

这些点是描绘地物形状的特征点，称为“地物特征点”。

如图 1-2 所示，为一座山头，如将地面起伏变化^❶各点 1、2、3……定出，即可用等高线^❷画出它的平面图。

❶ 参见第五章。

❷ 等高线是地面上高度相同各点连成的曲线。参见第五章。

这些点是描绘地貌变化的特征点，称为“地貌特征点”。

测量工作实质上就是把要测定或测设的地物或地貌，先归结为一些特征点，用测量的方法将这些特征点的位置测出，或在地面上标定，即可绘出地形平面图，或在地面上定出它们的位置。

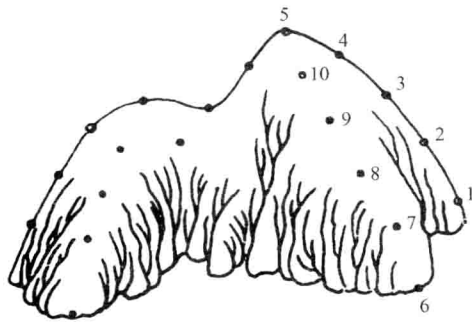


图 1-2 地貌特征点

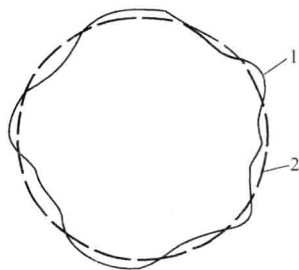
第三节 地面点位置的确定

要确定地面上的各种点位，必须先有一个基准。

一、基准面和直角坐标系

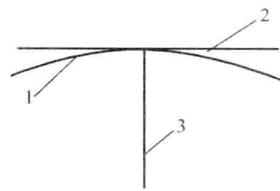
地球的表面有高山、深谷、丘陵、平原、河湖、海洋等，是一个凹凸不平的复杂曲面，如图 1-3 的实线部分所示。

地球上自由静止的水面，测量学称为“水准面”，它是一个曲面。与水准面相切的平面，测量学称为“水平面”。过水准面上任一点，作垂直于过该点水平面的垂线，称为“铅垂线”，它必定通过地心，物理学上称为“重力方向”，如图 1-4 所示。地球上的水准面很多，“一个假想的没有波浪、潮汐、海流和大气压变化引起扰动的处于流体静平衡状态的海洋面”^①，称为“大地水准面”。它延伸穿过陆地、岛屿，围成一个封闭的椭球体的曲面，如图 1-3 中虚线 2 所示。



1—地球的表面；2—大地水准面

图 1-3 地球的表面图



1—水准面；2—水平面；
3—铅垂线

图 1-4 水准面、水平
和铅垂线

^① 见《术语标准》第 5 页。

当测量的范围不大时（一般在半径为 10 km 的圆面积内），可将这个小区域的大地水准面视为一个水平面，误差不大，这样可使测量和计算工作大为简化。前述的地形平面图，就是将地面上各种地貌、地物特征点，垂直投影到这个水平面上绘成的。这一水平面就是测量的“基准面”。

下面再进一步探讨如何在水平的基准面上确定点的位置。

二、地面点位置的确定

如图 1-5 所示，是在水平面上设置的一个直角坐标系。测量学规定纵坐标为 x 坐标，它的上方为正，指北向，下方为负，指南向；横坐标为 y 坐标，它的右方为正，指东向，左方为负，指西向；坐标原点为 O ，为避免出现负的坐标值，原点 O 选在西南角，如图 1-6 所示。象限的编号如图 1-5 中罗马数字所示，是按顺时针方向排列。上述种种恰与数学的直角坐标系标注相反，读者应注意。

如有一座矩形平面的房屋位于直角坐标系的第一象限，如图 1-6 所示。设 A 、 B 点的坐标 (x_A, y_A) 及 (x_B, y_B) 为已知，我们可以根据 A （或 B ）点，测定 1、2 点与 AB 连线的水平夹角 β_1 、 β_2 ，和水平距离 d_1 、 d_2 ，然后用数学的方法，可推算出 1、2 点的坐标值 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) ，这样 1、2 点的位置便可在这一水平面上确定下来。这就是测量学确定平面上点位的原理。

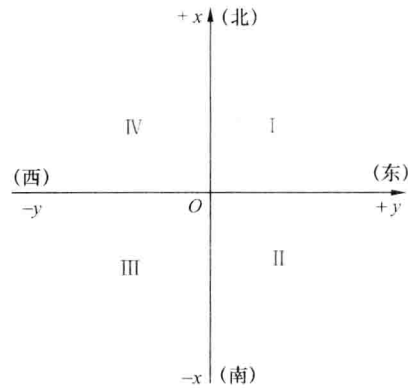


图 1-5 水平面上的直角坐标系

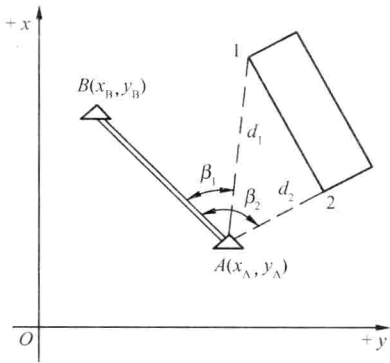


图 1-6 确定平面上点位的原理

地面上的各种点位，并不都在同一个水平面上，因此要确定一个点在空间的位置，除上述用直角坐标系确定它的平面位置外，还需要确定这个点与大地水准面间的铅垂距离。如图 1-7 所示，地面上的 A 、 B 两点，与大地水准面间的铅垂距离分别为 H_A 和 H_B ，测量学称为 A 、 B 点的“绝对高程”^①。

两点间高程的差，称为“高差”。如图 1-7 中 A 、 B 两点高程为 H_A 、 H_B ，其高程的差为 h_{AB}

$$h_{AB} = H_B - H_A$$

如果在测量的地区（称为测区）附近，没有已知绝对高程的点，可以假定一个任意的水平面作为基准面，称为“假定水准面”，地面各点与这个假定水准面的铅垂距离，称为

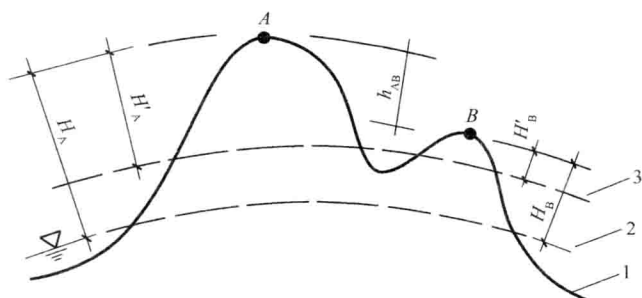
① “高程”在土建工程中也称为“标高”。“绝对高程”在地理学上称为“海拔”。

点的“相对高程”。如图 1-7 所示, A 、 B 两点的相对高程为 H'_A 及 H'_B , 显然 A 、 B 两点相对高程的差, 仍为 A 、 B 两点的高差 h_{AB} 。

世界各国都有自己国家规定的大地水准面, 作为它们确定地面各点高程的基准面。我国“根据青岛验潮站 1952—1979 年验潮资料计算确定的

平均海面所决定的水准原点高程, 于 1987 年由国家测绘局颁布作为我国统一的测量高程基准”, 称为“1985 国家高程基准”^①, 水准原点的高程为 72.2604m。很明显, 在大地水准面上的点, 其绝对高程必然为零。

综上所述, 要确定一个点的空间位置, 测量学采用的方法是测算出该点在直角坐标系平面上投影点的坐标值, 和它的绝对(或相对)高程。



1—地球的表面; 2—大地水准面; 3—假定的水准面

图 1-7 点位的高差、绝对和相对高程

第四节 测量的三项基本工作

由上节可知, 测量学要测定地面各点的空间位置, 常需要大量、反复地进行三项基本工作:

(一) 测量点的绝对(或相对)高程

如图 1-7 的 H_A 、 H_B (或 H'_A 、 H'_B)。

(二) 测量水平投影角

测量两条水平投影线间的夹角, 称为“水平投影角”, 如图 1-6 中的 β_1 、 β_2 , 简称“水平角”。

(三) 测量水平距离

测量两点在基准面水平投影点间的距离, 称为测量“水平距离”。如图 1-6 中的 d_1 、 d_2 。

测量的三项基本工作, 就是测高程、测水平角和丈量水平距离。初学者需切实理解这三项基本工作的施测原理, 掌握好施测的方法和操作技能。在测量过程中, 对测量数据需要进行整理计算, 并绘制成图, 所以初学者又必须练好测量计算和制图的基本功, 才能提出合乎精度要求的测量成果。这都需要下苦功去练习。

第五节 测量工作的程序

美术师缩放人像时, 在没有电脑的时代, 常用方格网来控制人的眼、耳、口、鼻的部位、形态和尺度, 这样画出的像, 能与原照片惟妙惟肖, 如图 1-8 所示。测量工作与此相

^① 见《术语标准》第 3 页。

在此之前, 我国系采用 1956 年规定的青岛验潮站多年观测推算的黄海平均海面, 为全国测高程的大地水准面, 称为“1956 年黄海高程系”。黄海高程系国家水准原点的高程为 72.289m。

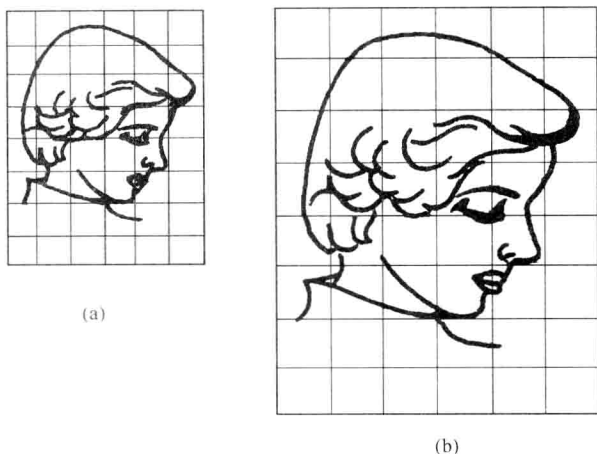


图 1-8 过去对人像的缩放方法

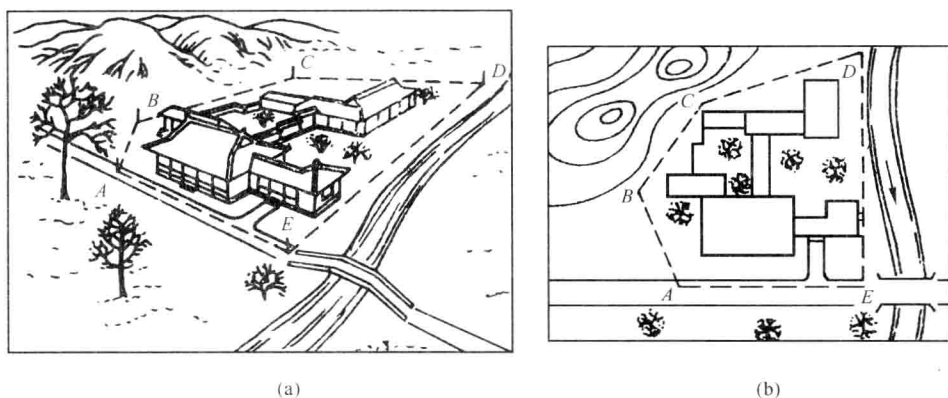


图 1-9 测量地形平面图的方法

似，如图 1-9 (a) 所示，为一块需要测量平面图的地区的实际情况，测量时需在测区内，经全面考察，选择一些能将周围地面上各种地物和地貌特征点测出的控制点 A 、 B 、 C ……通过较精密的测角、量水平距离和测高程，将这些控制点在空间的位置测算出来，称为“控制测量”，再按比例缩绘成控制网平面图，如图 1-9 (b) 中的虚线 A 、 B 、 C ……然后分别在各控制点，用精度较低一些的测量方法，将各点周围的地物、地貌特征点测算出来，称为“碎部测量”。最后用同样的比例尺，在同一张图纸上绘出各地物、地貌特征点，按实地情况连接各相关的点，便得到这一测区的地形平面图，如图 1-9 (b) 所示。

由此可见，测量工作需先在室外进行实地测量，称为“室外作业”（以下简称“外业”），然后将外业得到的数据、资料，带回室内进行计算、整理、绘图，称为“室内作业”（以下简称“内业”）。在外业工作中，又需先做精度较高的控制测量，建立控制网来控制整个测区的全局，然后再做一些精度较低的碎部测量，测出控制点周围的局部区域的地物、地貌。

所以，测量工作的程序是：先外业，后内业；先整体，后局部；高精度控制低精度。这一程序，也称为测量工作的基本原则。

第六节 学习测量应注意的事项

测量是一项精密细致的工作，测量的成果，是基本建设规划、设计和施工的重要资料和依据，要求具有一定的精确度。因此，从事测量的人员，从学习时开始，必须努力做到：

- (1) 培养负责、认真、严格、精细的工作作风，养成良好的操作习惯；
- (2) 对测得的每个数据，必须实事求是，精益求精，绝对不容许弄虚作假；
- (3) 测量仪器和工具，多为精密贵重的设备，必须精心爱护，不能疏忽大意，粗心操作。否则将有损于仪器和工具的精度，直接影响施测结果的精确。严重的还会造成国家财产的损失，测量人员将要负法律责任。
- (4) 尽快熟悉测量仪器及工具的构造、性能，熟练操作技能，不断提高自己的计算和绘图能力，才能更好地完成测量任务。

小 结

通过本章学习，要弄清几个重点：

(1) 普通测量学是确定地球表面局部区域地面点位的科学。它有两项主要任务：测定和测设。

(2) 测量工作的实质，是将地面上各种地物和地貌，归结为若干特征点，用测量仪器和工具，将这些点测出或标定。

(3) 确定地面上的点位，是用大地水准面作为基准面，当测区不大时，可假定这个基准面是一个水平面。我国规定用 1987 年启用的青岛验潮站经多年观测提出的“1985 国家高程基准”。

(4) 在基准面上设直角坐标系，可确定点的平面位置；以大地水准面为高程零点的面，测出点的高程，可确定点的空间位置。

(5) 以大地水准面为高程零点的面测得的高程称为绝对高程；以假定水准面为高程零点的面测得的高程称为相对高程。两点高程的差，称为高差。

(6) 测量的三项基本工作是：测点的高程、测相交两直线间的水平夹角和丈量两点间的水平距离。

(7) 测量工作的程序（基本原则）是：先外业，后内业；先整体，后局部；高精度控制低精度。

(8) 测量时，要认真负责，精心操作，爱护测量仪器和工具；加强操作、计算和绘图基本功的训练。

复 习 思 考 题 一

一、填空题

1. 普通测量学是一门_____的科学。测定是_____；测设是_____。
2. 绝对高程是以_____测出的高程；相对高程是以_____测出的

高程。

3. 测量的三项基本工作是_____、_____和_____。

二、问答题

1. 什么是测量工作的实质?
2. 怎样确定地面上点的平面位置和空间位置?
3. 高程有没有负值? 建筑图纸上地下室的地坪标高为 -3.200 m , 是什么意思?
4. 为什么从事土建工程施工和质量检查的人员必须学好普通测量学和工程测量学?
5. 测量工作的基本原则是什么? 请简要叙述这些原则的实际意义。
6. 测量人员要注意哪些基本修养? 为什么?

三、计算题

地面上某点, 测得其相对高程为 296.345 m , 若后来测出假定水准面的绝对高程为 178.396 m , 试将该点的相对高程换算为绝对高程, 并画一简图说明之。