

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

水利水电工程与管理专业系列教材

■ 主编 贾清亮

SHUI LI GONG CHENG CE LIANG

水利工程测量

第二版



中央广播电视大学出版社

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材
水利水电工程与管理专业系列教材

水利工程测量

(第二版)

主编 贾清亮

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水利工程测量 / 贾清亮主编. —2 版. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2005.12

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材. 水利水电工程与管理专业系列教材

ISBN 7-304-03499-8

I. 水… II. 贾… III. 水利工程测量—电视大学—教材 IV. TV221

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 007346 号

版权所有, 翻印必究。

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

水利水电工程与管理专业系列教材

水利工程测量

(第二版)

主编 贾清亮

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-68519502

总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

责任编辑: 安 红

印刷: 北京集惠印刷有限责任公司

印数: 0001~4000

版本: 2006 年 1 月第 2 版

2006 年 1 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 12.75 字数: 289 千字

书号: ISBN 7-304-03499-8/TV·25

定价: 18.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

水利水电工程与管理专业

课程建设委员会

顾 问：陈肇和（北京水利水电管理干部学院）

主 任：刘汉东（华北水利水电学院）

副 主 任：陶水龙（中央广播电视大学）

曹 杰（华北水利水电学院）

董幼龙（华北水利水电学院）

委 员：（按姓氏笔画排序）

王 圻（中央广播电视大学）

牛志新（河南广播电视大学）

孙文怀（华北水利水电学院）

孙明权（华北水利水电学院）

孙晶辉（水利部人教司）

任 岩（中央广播电视大学）

李国庆（华北水利水电学院）

张立中（华北水利水电学院）

陈 丽（中央广播电视大学）

杨 谦（水利部法规司）

周克己（武汉水利电力大学）

郭 鸿（中央广播电视大学）

贾清亮（华北水利水电学院）

徐建新（华北水利水电学院）

聂相田（华北水利水电学院）

鲁智勇（华北水利水电学院）

第一版前言

根据中央广播电视大学（开放教育）水利水电工程专业的教学大纲要求，我们编写了《水利工程测量》这本教材。全书共十六章，分四个部分。第一部分（第一、二、六章），主要介绍测量学的基本概念和基本理论、地形图和测量误差的基本知识。第二部分（第三～五章），着重介绍高差、角度（方向）、距离三项基本测量工作，分别讨论了普通测量仪器的构造、使用和检校方法，并介绍了现代测绘技术的新成就、新仪器和新方法，借以拓宽学生的知识面。第三部分（第七～十一章），主要介绍小地区的控制测量（包括平面和高程控制）、地形图的测绘与应用、摄影测量与遥感技术的基本知识及其在水利水电工程勘测规划设计中的应用。第四部分（第十二～十六章），主要介绍建筑物测设（放样）的基本方法，土（石）坝、隧洞、渠道施工测量及大坝的安全监测。

本书在编写时充分考虑到广播电视大学开放教育的特点，每章都有学习指导、小结、思考题与习题，并在有关章节加注提示（旁白），以助教学和便于自学。同时，顾及到水利水电工程专业的学生学习测量学的目的是将来在水利水电工程设计、施工、管理中正确使用地形图及测量资料，所以适当减少了地形图测绘的内容，增加了地形图的应用及水利水电工程施工测量的内容。全书力求做到重点突出、概念清楚、定义准确、文字精练。

参加本教材编写工作的有：袁天奇（第一、二、四、六、七章）、周海滨（第三、十、十三章）、王郑睿（第五、九、十五章）、贾清亮（第八、十一、十二、十四、十六章）。全书由贾清亮统稿并任主编。解放军信息工程大学杨志藻教授、华北水利水电学院徐怡副教授和中央广播电视大学孙天正教授对本教材进行了认真、细致的审查，中央电大理工部鄢小平同志进行了本书的教学设计，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中可能存在不少缺点和错误，谨请读者批评指正。

编 者

2001年2月

第二版前言

“水利工程测量”是水利水电工程与管理专业的必修课程。本教材依据中央广播电视大学2004年11月审定的“水利水电工程与管理”专业教学计划,以及2005年5月修订的文字教材教学大纲进行修订,是中央广播电视大学“水利水电工程与管理”专业的系列教材之一。

全书共十三章,第一、二、六章,主要介绍测量学的基本概念和基本理论、地形图和测量误差的基本知识。第三、四、五章,着重介绍高差、角度(方向)、距离三项测量基本工作,分别讨论了普通测量仪器的构造、使用和检校方法,并科普性地介绍了现代测绘技术的新成就、新仪器和新方法,借以拓宽学生的知识面。第七至十一章主要介绍小地区的控制测量(包括平面和高程控制)、地形图的测绘与应用、摄影测量与遥感技术的基本知识及其在水利水电工程勘测规划设计中的应用。第十二、十三章,主要介绍建筑物测设(放样)的基本方法及土(石)坝的施工测量。

本书在编写时充分考虑到广播电视大学开放教育的特点,每章都有学习指导和小结,并附有实验项目及思考题与习题,以助教学和便于自学。本次修订时,顾及到水利水电工程与管理专业学生学习测量学的目的是将来在水利水电工程规划、设计、施工与管理中正确使用地形图及测量资料。所以,削减了有关章节的理论内容和省略了公式推证过程,并适当减少了地形图测绘的内容,增加了地形图的应用及水利水电工程施工测量的内容。全书力求做到重点突出、概念清楚、定义准确、文字精练。

参加第二版编写的人员有:袁天奇(第一、二、四、六章);周海滨(第三、十三章);王郑睿(第五、九章);张冰(第七、十、十二章);贾清亮(第八、十一章)。全书由贾清亮统稿并任主编。解放军信息工程大学杨志藻教授和华北水利水电学院徐怡副教授对本教材进行了认真、细致的审查,在此表示感谢。

由于编者水平所限,书中可能存在不少缺点和错误,谨请读者批评指正。

编者

2005年9月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 测量学的研究对象及其在水利工程建设中的作用	(1)
第二节 地面点位的确定	(2)
第三节 水准面曲率对水平距离和高差的影响	(5)
第四节 测量工作概述	(6)
小 结	(8)
思考题与习题	(9)
第二章 地形图的基本知识	(10)
第一节 高斯投影的基本概念	(10)
第二节 地形图的分幅与编号	(12)
第三节 直线定向及方位角测定	(17)
第四节 坐标方位角的传递	(19)
第五节 平面直角坐标的正、反算问题	(20)
第六节 地图的分类及图比例尺	(22)
第七节 地物和地貌在地形图上的表示方法	(23)
小 结	(28)
思考题与习题	(28)
第三章 水准仪及水准测量	(30)
第一节 水准测量原理	(30)
第二节 DS_3 型水准仪及水准尺	(32)
第三节 普通水准测量	(37)
第四节 水准测量的内业计算	(41)
第五节 DS_3 型微倾式水准仪的检验与校正	(43)
小 结	(46)

思考题与习题	(46)
第四章 经纬仪及角度测量	(48)
第一节 水平角测量原理	(48)
第二节 DJ ₆ 型光学经纬仪及其应用	(49)
第三节 电子经纬仪与全站仪简介	(54)
第四节 水平角测量	(57)
第五节 竖直角测量	(61)
第六节 DJ ₆ 型光学经纬仪的检验与校正	(65)
小 结	(67)
实 验	(68)
思考题与习题	(68)
第五章 距离测量	(69)
第一节 测量距离的准备工作	(69)
第二节 量距的工具和钢尺检定	(71)
第三节 钢尺量距	(74)
第四节 视距测量	(78)
第五节 光电测距	(82)
小 结	(84)
实 验	(84)
思考题与习题	(84)
第六章 测量误差的基本知识	(86)
第一节 测量误差概述	(86)
第二节 偶然误差的特性	(88)
第三节 评定精度的标准	(90)
第四节 误差传播定律	(92)
第五节 等精度直接观测平差	(96)
小 结	(98)
思考题与习题	(98)
第七章 平面控制测量	(99)
第一节 平面控制测量概述	(99)

第二节 导线测量	(102)
第三节 交会定点测量	(111)
第四节 全球定位系统简介	(117)
小 结	(122)
实 验	(122)
思考题与习题	(122)
第八章 高程控制测量	(123)
第一节 高程控制测量概述	(123)
第二节 三、四等水准测量	(124)
第三节 三角高程测量	(128)
小 结	(130)
实 验	(130)
思考题与习题	(130)
第九章 大比例尺地形图测绘	(131)
第一节 测绘前的准备工作	(131)
第二节 碎部点测量的基本方法	(134)
第三节 经纬仪测图	(136)
第四节 大平板仪测图	(140)
第五节 数字测图简介	(142)
第六节 地形图的拼接、整饰与验收	(146)
小 结	(147)
实 验	(148)
思考题与习题	(148)
第十章 地形图识读与应用	(149)
第一节 地形图的识读	(149)
第二节 地形图的选用	(151)
第三节 地形图应用的基本内容	(153)
第四节 地形图在水利工程勘测规划设计中的应用	(156)
第五节 图形面积测定	(159)
小 结	(162)
思考题与习题	(162)

第十一章 摄影测量与遥感技术的基本知识	(164)
第一节 摄影测量与遥感技术的概念	(164)
第二节 航空摄影与航摄相片	(165)
第三节 像对的立体观察	(167)
第四节 航测成图的简要过程	(168)
第五节 航测资料在水利工程规划设计中的应用	(172)
第六节 卫星遥感图像及其在水利方面的应用(简介)	(173)
小 结	(175)
实 验	(175)
思考题与习题	(175)
第十二章 测设(放样)的基本工作	(176)
第一节 概 述	(176)
第二节 施工控制网的布设	(177)
第三节 水平距离、水平角和高程的测设	(179)
第四节 测设点的平面位置	(181)
第五节 已知坡度直线的测设	(183)
小 结	(183)
实 验	(184)
思考题与习题	(184)
第十三章 土(石)坝施工测量	(185)
第一节 概 述	(185)
第二节 土(石)坝控制测量	(186)
第三节 土(石)坝施工测量	(188)
小 结	(191)
思考题与习题	(191)
参考文献	(192)

第一章 绪 论

学习指导

〔教学要求〕 了解测量学的研究对象及其在水利工程建设中的作用,掌握测量学的基本概念、基本知识、测量工作的基本原则和测图原理。

〔本章重点〕 基本概念(如铅垂线、大地水准面、绝对高程、相对高程等),确定地面点位的方法、测图原理、测量工作的基本原则及测量的基本工作。

第一节 测量学的研究对象及其在水利工程建设中的作用

测量学是研究地球的形状和大小以及确定空间点位的科学。它的内容包括测定和测设两个部分。测定是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算,得到一系列测量数据,或把地球表面的地形缩绘成地形图,供经济建设、规划设计、科学研究和国防建设使用。测设是指把图纸上规划设计好的建筑物、构筑物的位置在地面上标定出来,作为施工的依据。

测量学按照研究范围和对象的不同,已发展成许多分支学科。例如,研究整个地球的形状和大小,解决大范围控制测量和地球重力场问题的学科,属于大地测量学的范畴。近年来,由于人造地球卫星的发射和空间技术的发展,大地测量学又分为常规大地测量学、卫星大地测量学和空间大地测量学。测量小范围地球表面形状时,不顾及地球曲率的影响,把地球局部表面当作平面看待所进行的测量工作,属于地形测量学的范畴。利用摄影相片来测定物体的形状、大小和空间位置的工作,属于摄影测量学的范畴;由于获得相片的方式不同,摄影测量学又可分为地面摄影测量学、航空摄影测量学、水下摄影测量学和航天摄影测量学等,特别是由于遥感技术的发展,摄影方式和研究对象日趋多样,不仅是固体的、静态的对象,而且是液体、气体以及随时间而变化的动态对象,都可以用摄影测量方法进行研究。以

海洋和陆地水域为对象所进行的测量和海图编制工作,属于海洋测绘学的范畴。研究工程建设中所进行的各种测量工作,属于工程测量学的范畴。利用测量所得的成果资料,研究如何投影编绘和制印各种地图的工作,属于地图制图学的范畴。《水利工程测量》主要讲述地形测量学及部分工程测量学的内容。

水利工程测量是服务于水利水电工程建设的测量技术,其任务及作用如下:

(1) 为水利水电工程勘测、规划、设计提供所需的测绘资料。勘测、规划时需提供中、小比例尺地形图及有关信息,建筑物设计时需要测绘大比例尺地形图。

(2) 施工阶段要将图纸上设计好的建筑物按其位置、大小测设于实地,以便据此施工,此工作称为测设(俗称放样)。

(3) 在施工过程中及工程建成后的运行管理阶段,需要对建筑物的稳定性及变化情况进行监测,确保工程安全运行,此项工作称为安全监测。

由此可见,测量工作贯穿于工程建设的始终,作为一个水利水电工作者,必须掌握必要的测绘科学知识和技能,才能胜任水利水电工程建设及管理工作。

本课程在介绍测量学基本知识的基础上,将对小区域大比例尺地形测绘、水利水电工程测量及其施工放样等主要内容分别进行介绍。水利水电工程与管理专业的学生学完本课程之后应达到如下要求:

- (1) 掌握测量学的基本理论、基本知识和测绘工作的基本技能;
- (2) 掌握普通水准仪、普通经纬仪的操作使用方法;
- (3) 了解大比例尺地形图的成图原理和方法,并能熟练地阅读和正确使用地形图;
- (4) 有运用所学测量学知识解决水利水电工程建设与管理中的实际测量问题的能力,并能从工程设计、施工和管理的角度,对测量工作提出合理的要求;
- (5) 了解当前国内外工程测量的新成就和发展方向。

综合上述要求,本教材力求精选教学内容,突出教学重点,压缩传统教材中测图的篇幅,重点讲解测量学的基本理论、基本知识和基本技能,加强读图和用图的训练,为学生今后在从事水利水电工程勘测、设计、施工和管理工作中正确运用测绘资料打下基础。

第二节 地面点位的确定

一、地球的形状和大小

测量工作是在地球表面进行的,而地球自然表面很不规则,有高山、丘陵、平原和海洋。其中最高的珠穆朗玛峰高出海水面达 $(8\,844.43 \pm 0.21)$ m (我国 2005 年 10 月公布),最低的马里亚纳海沟低于海水面达 11 022 m。但是这样的高低起伏,相对于地球半径 6 371 km 来说还是很小的,再顾及到海洋约占整个地球表面的 71%,因此,人们把海水面所包围的

地球形体看作地球的形状。

由于地球的自转运动，地球上任一点都要受到离心力和地球引力的双重作用，这两个力的合力称为重力，重力的方向线称为铅垂线。铅垂线是测量工作的基准线。静止的水面称为水准面，水准面是受地球重力影响而形成的，是一个处处与重力方向垂直的连续曲面，并且是一个重力场的等位面。与水准面相切的平面称为水平面。水面可高可低，因此符合上述特点的水准面有无数多个，其中与平均海水面吻合并向大陆、岛屿内延伸面形成的闭合曲面，称为大地水准面。大地水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。

用大地体表示地球形体是恰当的，但由于地球内部质量分布不均匀，引起铅垂线的方向产生不规则变化，致使大地水准面成为一个复杂的曲面（图 1-1 (a)），无法在这个曲面上进行测量数据处理。为了使用方便，通常用一个非常接近于大地水准面，并可用数学公式表示的几何形体（地球椭球体）来代替地球的形状（如图 1-1 (b)）作为测量计算工作的基准面。地球椭球体是一个椭圆绕其短轴旋转而成的形体，故地球椭球体又称为旋转椭球体（如图 1-2），旋转椭球体由长半径 a （或短半径 b ）和扁率 α 所决定。我国目前采用的旋转椭球体元素值为：

$$\begin{aligned} \text{长半径} & a = 6\,378\,140 \text{ m} \\ \text{扁率} & \alpha = 1:298.257 \quad (\text{式中 } \alpha = (a - b) / a) \end{aligned}$$

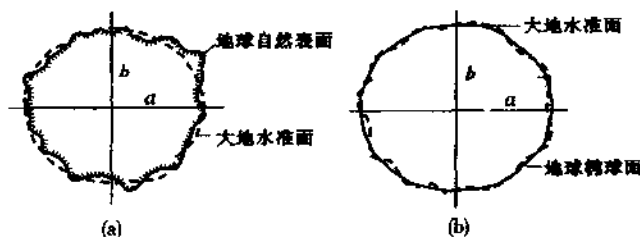


图 1-1 大地水准面与椭球面示意图

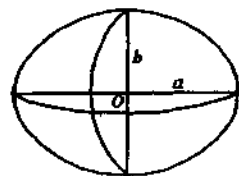


图 1-2 旋转椭球体示意图

并选择陕西省泾阳县永乐镇某点为大地原点，进行了大地定位。由此建立了全国统一坐标系，这就是现在使用的“1980 年国家大地坐标系”。

由于地球椭球体的扁率很小，因此当测区范围不大时，可近似地把椭球体作为圆球体看待，其半径取值为 6 371 km。

二、地面上点位的表示方法

确定地面上一点的空间位置，包括确定它在某投影面上的位置（以坐标表示）及其到大地水准面的垂直距离（即高程）。

1. 地面点在投影面上的坐标

(1) 地理坐标

以经度和纬度为参数表示地面点的位置,称为地理坐标。如图 1-3 所示, N 和 S 分别为地球北极和南极。 NS 为地球的自转轴。设球面有任一点 M , 过 M 点和地球自转轴所构成的平面称为 M 点的子午面, 子午面与地球表面的交线称为子午线, 又称经线。按照国际天文学会规定, 通过英国格林尼治天文台的子午面称为起始子午面, 以它作为计算经度的起点, 向东从 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为东经, 向西从 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为西经。 M 点的子午面与起始子午面之间的夹角 λ 为 M 点的经度。 M 点的铅垂线与赤道平面之间的夹角 φ 为 M 点的纬度。赤道以北从 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称北纬, 赤道以南从 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称为南纬。 M 点的经度和纬度已知, 该点在地球椭球面上的投影位置即可确定。

(2) 高斯平面直角坐标

地理坐标的优点是对于整个地球有一个统一的坐标系, 多用于天文大地测量、卫星大地测量, 但它的观测和计算都比较复杂。在我国大面积测绘地形图时, 常采用高斯平面直角坐标系。这种坐标系由高斯首先提出, 经克吕格改进而得名。它采用分带(经差 6° 或 3° 划分为一带)投影的方法, 将每一投影带展开成平面, 以中央子午线的投影为纵轴 X 、赤道的投影为横轴 Y , 建立全国统一的平面直角坐标系。解决了地面点向椭球面投影而后展绘于平面上的投影变换问题, 满足了全国范围内地形图测绘的要求(其有关概念及基本知识将在第二章中介绍)。

(3) 平面直角坐标

当测图的范围较小时(如在 20 km 的范围内), 把该部分的球面视为水平面。将地面点直接沿铅垂线方向投影于水平面上。如图 1-4 所示, 以相互垂直的纵横轴建立平面直角坐标系: 纵轴为 x 轴, 与南北方向一致, 以向北为正, 向南为负; 横轴为 y 轴, 与东西方向一致, 以向东为正, 向西为负。这样任一点平面位置可以其纵横坐标 x, y 表示, 如坐标原点 O 是任意假定的, 则为独立的平面直角坐标系。

由于测量上所用的方向是从北方向(纵轴方向)起按顺时针方向以角度计值(象限也按顺时针编号), 因此将数学上平面直角坐标系(角值从横轴正方向起按逆时针方向计值)的 x 和 y 轴互换后, 数学上三角函数公式可直接用于测量计算中。

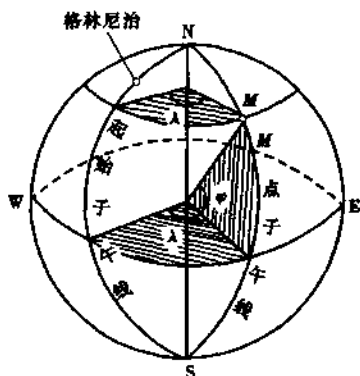


图 1-3 地理坐标示意图

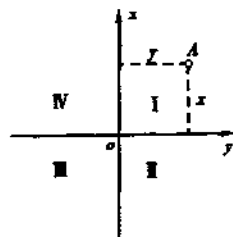


图 1-4 平面直角坐标示意图

2. 地面点的高程和国家高程基准

(1) 绝对高程

地面点沿其垂线方向至大地水准面的距离称为绝对高程或称海拔。在图 1-5 中, 地面点 A 和 B 的绝对高程分别为 H_A 和 H_B , 过去我国采用青岛验潮站 1950~1956 年观测成果求得的黄海平均海水面作为高程的零点, 称为“1956 年黄海高程系”。后经复查, 发现该高程系的验潮资料时间过短, 准确性较差, 改用青岛验潮站 1950~1979 年的观测资料重新推算, 并命名为“1985 年国家高程基准”。国家水准原点设于青岛市观象山附近, 其高程为 72.260 m, 作为我国高程测量的依据。它的高程是以“1985 年国家高程基准”所确定的平均海水面为零点测算而得。同时, 废止了原“1956 年黄海高程系”的高程。

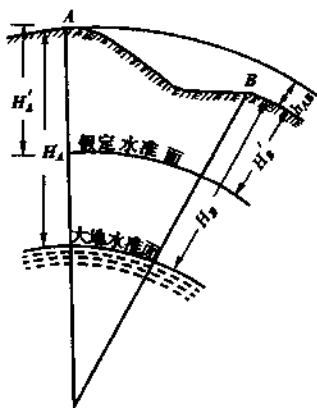


图 1-5 绝对高程和相对高程示意图

(2) 相对高程

地面点沿铅垂线方向至任意假定的水准面的距离称为该点的相对高程, 亦称假定高程。在图 1-5 中, 地面点 A 和 B 的相对高程分别为 H'_A 和 H'_B 。两点高程之差称为高差。如图 1-5 中, A, B 两点的高差 $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$ 。

在测量工作中, 一般采用绝对高程, 只有在偏僻地区, 附近没有已知的绝对高程点可引测时, 才采用相对高程。

第三节 水准面曲率对水平距离和高差的影响

一、水准面曲率对水平距离的影响

在图 1-6 中, 设 AB 为水准面上一段弧长 D , 所对圆心角为 θ , 地球半径为 R , 另自 A 点作切线 AB' , 设其长度为 l , 若将切于 A 点的水平面代替水准面, B 点在水平面上的投影为 B' , 则在距离上将产生误差 ΔD :

$$\Delta D = AB' - AB = l - D = R(\tan \theta - \theta) \quad (1-1)$$

将 $\tan \theta = \theta + \frac{1}{3}\theta^3 + \dots$ 代入, 得:

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2}, \quad \frac{\Delta D}{D} = \frac{1}{3} \left(\frac{D}{R} \right)^2 \quad (1-2)$$

取 $R = 6371 \text{ km}$, ΔD 取值见表 1-1。由该表可知, 当 $D = 10 \text{ km}$ 时, $\Delta D/D = 1:121 \text{ 万}$, 小于目前高精度的距离测量误差; 即使在 $D =$

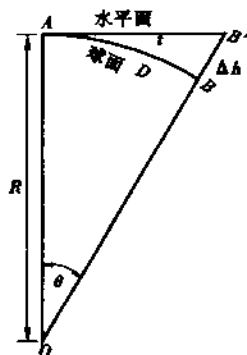


图 1-6 曲率对距离和高差的影响

20 km 时, $\Delta D/D = 1:30$ 万。从表 1-1 的数值分析, 若在 20 km 范围内进行测图时将水准面当作水平面 (即沿圆弧丈量的距离当作水平距离), 其距离误差可忽略不计。

表 1-1 曲率对距离和高差的影响

D/km	0.1	0.3	0.5	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0
$\Delta D/\text{cm}$				0.001	0.022	0.103	0.821	6.57	22.2
$\Delta h/\text{cm}$	0.08	0.71	1.96	7.85	70.63	196.2	784.8		

二、水准面曲率对高差的影响

由图 1-6 可知, A, B 两点同在一水准面上, 高程相等, 若以水平面代替水准面, 则 B 到 B' 点的高差误差为 Δh 。由图 1-6 可知:

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

$$\text{则} \quad \Delta h = \frac{t^2}{2R + \Delta h} \quad (1-3)$$

由于 D 与 t 相差很小, 故可用 D 代替 t , 同时略去分母中的 Δh , 则式 (1-3) 可写为:

$$\Delta h = \frac{D^2}{2R} \quad (1-4)$$

从表 1-1 中可知, 当 $D = 100 \text{ m}$ 时, $\Delta h = 8 \text{ mm}$, 而且 Δh 与 D^2 成正比。可见, 水准面曲率对高差的影响远远大于对距离的影响, 而且在水利水电工程测量工作中对高程测量精度的要求较高, 故不可忽视此项影响。

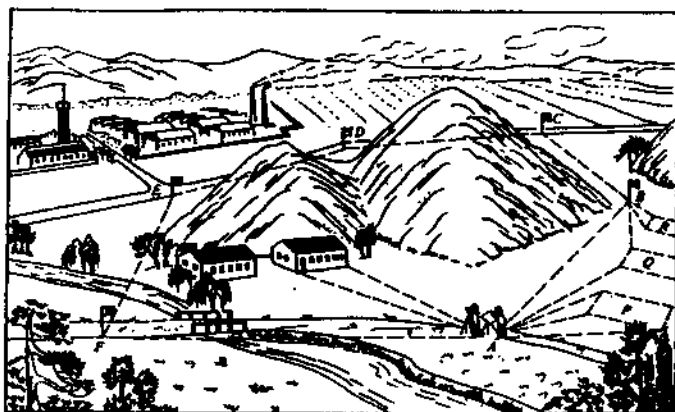
第四节 测量工作概述

一、测量工作的基本原则

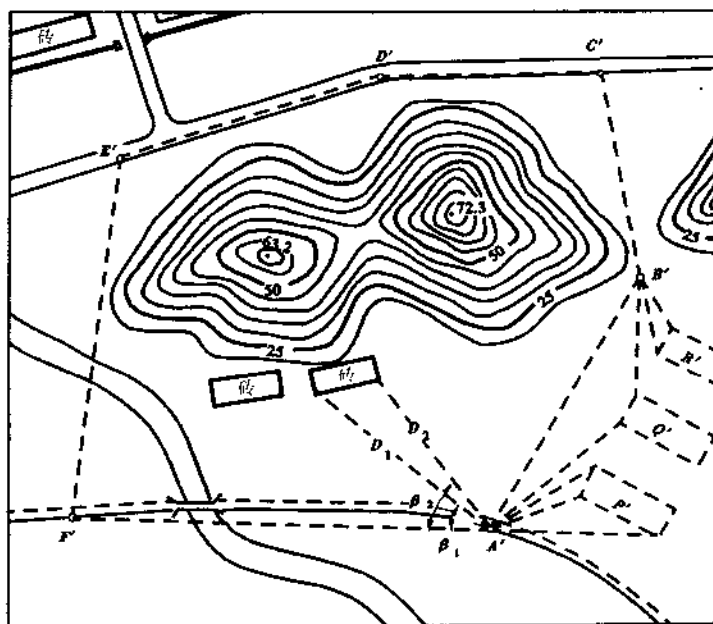
进行测量工作, 无论是测绘地形图或施工放样, 要在某一点上测绘该地区所有的地物和地貌, 或测设建筑物的全部细部是不可能的。如图 1-7 (a) 所示, 在 A 点只能测绘附近的房屋、道路等的平面位置和高程, 对于山的另一面或较远的地物就观测不到, 因此, 必须连续地逐个设站观测。这样前一站的测量误差会传递给后一站, 同时逐站积累于最终测站。各站所测碎部点均含前面测站的误差, 直接影响地形图的精度。为了使测量成果达到国家规范或行业规范规定的要求, 测量工作必须按照一定的原则进行。这就是在布局上“由整体到局部”; 在工作步骤上“先控制后碎部”, 即先进行控制测量, 然后进行碎部测量。

控制测量包括平面控制测量和高程控制测量, 如图 1-7 (a), 先在测区内布设 A, B ,

C 、 D 、 E 、 F 等控制点，连成控制网（图中为闭合多边形），用较精密的仪器和测量方法测定这些点的平面位置和高程，以控制整个测区，并依一定比例尺将它们缩绘到图纸上；然后以控制点为依据进行碎部测量，即在各控制点上测量附近地物（房屋、道路等）及地貌的特征点（山脊线、山谷线及坡度变化点等），对照实地情况，按规定的符号，描绘成地形图。



(a)



(b)

图 1-7 测量工作基本原则示意图

对于建筑物的测设（放样），也必须遵循“由整体到局部”、“先控制后碎部”的原则。先在施工区布设施工控制网，控制整个建筑物的施工放样；然后利用设计图纸上的数据，计