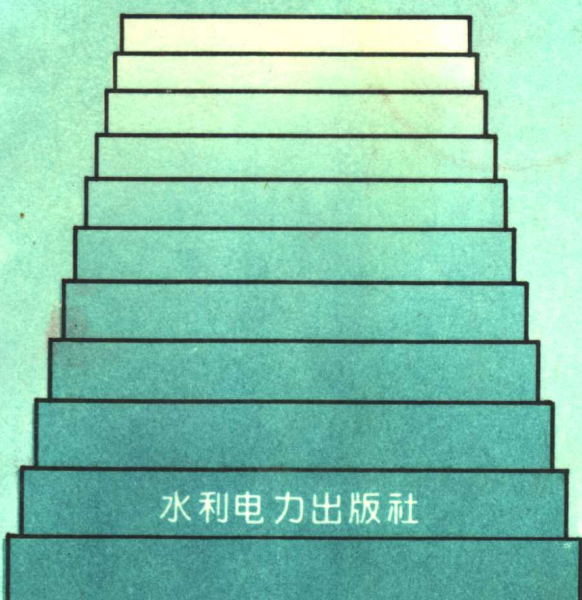


灌排工程工(初、中、高级工)

技术等级考核培训教材

水利工程测量

陈锦武 编



水利电力出版社

水利工程测量

水利电力

V-4
-2

(高级工)

培训教材

水利工程测量

陈锦武 编

水利电力出版社

(京)新登字 115 号

内 容 提 要

本书为“灌排工程工（初、中、高级工）技术等级考核培训教材”的一个分册，分三大部分共 13 章。测量的基本方法和常用仪器部分重点介绍了水准仪的构造、使用及水准测量方法，其他测量仪器和测量方法只作一般介绍。地形图的测绘与应用部分概述了地形测量的方法和步骤，重点介绍了地形图的应用。水利工程测量部分增加了“灌排工程工”应知应会的施工测量的基本工作、土坝施工测量和土地平整测量等内容。

本书主要供灌排工程工技术等级考核培训使用，亦可供其他从事水利工作的人员参考。

灌排工程工（初、中、高级工）

技术等级考核培训教材

水 利 工 程 测 量

陈锦武 编

*

水利电力出版社出版、发行

（北京三里河路 6 号）

各地新华书店经售

北京市朝阳区小红门印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 6.625 印张 142 千字

1995 年 7 月第一版 1995 年 7 月北京第一次印刷

印数 0001—5000 册

ISBN 7-120-02075-7/TV·786

定价 9.00 元

“灌排工程工(初、中、高级工)
技术等级考核培训教材”编委会

顾 问 丁泽民 邹广荣

主任委员 张 岳

副主任委员 戴玉凯 刘汉桂 史梦熊

委 员 (按姓氏笔画排列)

史梦熊 刘汉桂 李永善 张世儒

张 岳 郑哲仁 金兆森 郭永年

唐开骊 顾斌杰 戴玉凯

主 编 张世儒

副 主 编 金兆森

序 言

党的十三届八中全会《关于进一步加强农业和农村工作的决定》指出：“要牢固树立科学技术是第一生产力的马克思主义观点，把农业发展转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。”农村水利要走向现代化就必须认真贯彻八中全会《决定》精神，牢固确立振兴水利依靠科技，科技进步依靠人才，人才培养需要教育的思想，只有对人才不断地进行培训和教育才能不断提高广大水利干部，特别是基层水利队伍的科学技术素质和业务水平。目前，全国已建成的各类水利设施中，有堤防 23 万 km，大中小型水库 8 万多座，机电排灌动力 7000 多万 kW，配套机电井 280 多万眼，有效灌溉面积达 7.3 多亿亩。数以万计的水利设施已成为农业、国民经济和社会发展的重要的物质基础。因此，管好、用好这些水利设施对于加快改革开放和现代化建设的步伐关系极大，而用好这些水利设施，关键取决于广大水利基层队伍的科学文化素质和业务水平。据统计，全国乡镇一级的基层水利站有 3 万余个，水利员已达 13.7 万余人，这支庞大的基层水利队伍的状况，不仅直接关系到现有水利设施的经营和管理，而且直接关系到队伍本身的稳定。

为了提高水利基层干部的科学文化和业务水平，早在 1985 年，原水利电力部农田水利司曾会同水利电力出版社共同组织编写了一套《农村水利技术人员培训教材》（共 12 册），并于 1991 年 5 月荣获国家科委颁发的全国“星火计划”丛书优秀图书奖。这套培训教材，对提高县以下农村水

利员的业务素质 and 推动基层水利建设的发展，发挥了显著作用。应该说这套教材是基层水利人员进行科普性培训的好教材。

不久前，经国务院批准，劳动人事部颁发了《工人考核条例》。《条例》明确规定：在工人中将考核实际技术等级；工人技术考核的成绩将是工人晋级调资的主要依据。根据《条例》的要求，水利行业也将实行工人技术等级考核。

为了适应水利行业技术等级考核的需要，我们组织有经验的同志编写了一套“灌排工程工（初、中、高级工）技术等级考核培训教材”。这套教材为区乡水利员岗前技术等级考核用书。

编写中坚持了以下几个原则：①以灌排工程工技术等级标准为依据，着眼于灌排工程工应知应会的基本概念和操作方法，对于一些偏深的内容不予收入。②我国幅员辽阔，各地区乡水利特点各异，兼顾各地区水利建设和管理的不同要求，防止以偏概全。③在编写中尽力采用新资料，补充新知识，并力求通俗易懂，深浅适度。

我们相信，这套教材的出版对灌排工程工的技术等级培训将起到积极的促进作用。

水利部农村水利司司长

张 岳

1994年1月

前 言

本书根据“灌排工程工（初、中、高级工）技术等级考核标准”进行编写，编写时充分考虑了“灌排工程工”实际工作的需要，力求重点突出，内容简明扼要，文字通俗易懂，贯彻理论与实际相结合的原则，使一般初学人员能看得懂、用得上。

本书对水准仪的构造、使用，水准测量方法和地形图的应用作为重点介绍，并在水利工程测量方面适当增加了施工测量的基本工作、土坝施工测量、土地平整测量等内容，以适应初级工（不带★号）、中级工（带★号）、高级工（带★★号）等各级读者的需求。

本书由江苏水利工程专科学校陈锦武同志编写，江苏省淮阴市水利局范成泰同志负责审阅。在编写过程中得到了有关测绘单位及水利部门的大力支持，提出了许多宝贵意见，在此谨表感谢之忱。对书中缺点和疏漏之处，欢迎读者批评指正。

编者

1993年12月30日

目 录

序 言

前 言

第一章 测量基本知识	1
第一节 测量工作的主要任务	1
第二节 测量工作概述	1
第三节 测量工作的基本原则	2
第四节 平面图和地形图	6
★第五节 测量误差的概念	6
第二章 距离丈量与直线定向	10
第一节 地面上点的标志	10
第二节 距离丈量	10
★★第三节 直线定向	18
第三章 水准测量	25
第一节 高程测量的概念	25
第二节 水准测量原理	26
第三节 水准测量的仪器及工具	28
第四节 水准仪的安置和使用	32
第五节 普通（五等）水准测量方法	35
★第六节 水准测量的校核方法	37
★第七节 水准仪的检验和校正	39
★第八节 水准测量的主要误差来源	44
★第四章 角度测量	47
第一节 角度测量原理	47
第二节 DJ ₆ 型（6"级）光学经纬仪	48
第三节 经纬仪的使用	51

第四节	水平角测量方法	55
第五节	竖直角测量方法	59
★★	第五章 视距测量	61
第一节	视距测量概念	61
第二节	视距测量方法	61
第三节	视距测量注意事项	69
★★	第六章 小平板仪测量	70
第一节	小平板仪测量原理	70
第二节	小平板仪的构造	71
第三节	小平板仪的安置	73
第四节	小平板仪测量的方法	75
第七章	小区域控制测量	77
★★第一节	控制测量概念	77
★★第二节	经纬仪导线测量	77
★★第三节	小三角测量	94
★第四节	高程控制测量	103
★★	第八章 碎部测量	113
第一节	地物和地貌在地形图上的表示方法	113
第二节	测图的准备工作	118
第三节	碎部测量方法	120
第四节	碎部点的选择	125
第五节	等高线的性质及其勾绘方法	127
第六节	地形图的拼接、整饰和检查	132
★★	第九章 地形图的阅读和应用	133
第一节	地形图的阅读	133
第二节	地形图的应用	134
★	第十章 渠道测量	149
第一节	踏勘选线	149
第二节	中线测量	150

第三节	圆曲线的测设	152
第四节	纵、横断面测量	157
第五节	纵、横断面图的绘制	162
第六节	土方计算	165
第七节	渠道边桩的放样	168
★第十一章	施工测量的基本工作	171
第一节	概述	171
第二节	已知水平距离的测设方法	172
第三节	已知角度的测设方法	173
第四节	点的高程位置的测设方法	175
第五节	点的平面位置的测设方法	177
★第十二章	土坝施工测量	181
第一节	坝轴线的测设	181
第二节	坝身控制测量	182
第三节	坝身的放线测量	185
第十三章	土地平整测量	189
第一节	测设方格网	189
第二节	面水准测量	190
第三节	平整高程的确定	193
第四节	填、挖土方量计算	195
附录	灌排工程工技术等级标准	199

第一章 测量基本知识

第一节 测量工作的主要任务

进行任何一项水利工程建设，都必须使用有关该地区的地形资料，作为规划设计的依据。这些地形资料是使用一定的测量仪器和方法，通过实地测量和计算，把地面上的各类地物和地面起伏的形状、大小按一定比例尺缩小绘制成的地形图。到工程施工阶段，同样要运用测量技术把图纸上规划设计好的建筑物标定到地面上去，作为施工的依据，这一工作称做施工放样。因此，测量工作的主要任务可归纳为测绘地形图和施工放样。此外，有些工程在运行期间，还要进行沉降和变形观测，以确保安全使用。由此可见，测量工作贯穿于水利工程建设各个阶段，作为一个水利工程技术人员，必须懂得测量的基本知识，能进行小区域大比例尺的地形测量工作，能阅读和应用地形图，并应掌握有关水利工程施工放样的基本方法。

第二节 测量工作概述

在测量这门学科的领域内，将地面上的房屋、河流、道路等称为地物；将地面上高低起伏的形态称为地貌；地物和地貌总称为地形。地形多种多样变化十分复杂，如何将地形测绘到图纸上呢？先让我们看看一栋房屋的位置是怎样在图纸上表示的。在图纸上表示房屋的方法，是将房基外轮廓在水平面上的正投影，按一定比例缩小描绘到图纸上。如图 1-

1 中的这栋房屋的平面位置就是由房屋轮廓线 1-2、2-3、3-4、4-1 在水平面上的正投影所构成。只要测出房角各点（地物特征点）与地面上某一已知平面坐标的 A 点之间的水平距离，以及 A1、A2、A3…诸方向与地面上已知直线 AB 间的水平角，则 1、2、3…各点在水平面上的正投影位置便可确定，这栋房屋在图上的平面位置也就确定了。

又如一条河流（图 1-2），它的边线虽然不太规则，但弯曲部分仍可看成是由许多直线段所组成。采用上述同样方法，只要确定了 1、2、3…各点在水平面上的正投影位置，这条河流的平面位置也就确定了。

地面上地貌的变化虽较地物复杂，但我们并不难找到构成地貌特征的地貌特征点，测定出它们的位置，地貌变化的情况也就可以反映出来。这说明了无论地物、地貌，它们的位置都是由一些“特征点”的位置所决定的。因此，点位的关系就是测量上要研究的基本关系。点位的测定，就是测量的主要工作。

由于地面是高低起伏变化的。因此，要确定地面上一点的位置，除需确定它的平面位置外，还需确定它的高低位置。所谓点的高低位置，即该点离开平均海水面的垂直高度（亦称高程）。这一高度是通过高程测量的方法来获得的。因此，确定地面点位置的主要测量工作是：高程测量、水平角测量和水平距离测量。

第三节 测量工作的基本原则

对于一个不大的独立地物的测绘，我们可以在一个测站（已知坐标、高程的点）上测出该地物特征点与测站点的关系，

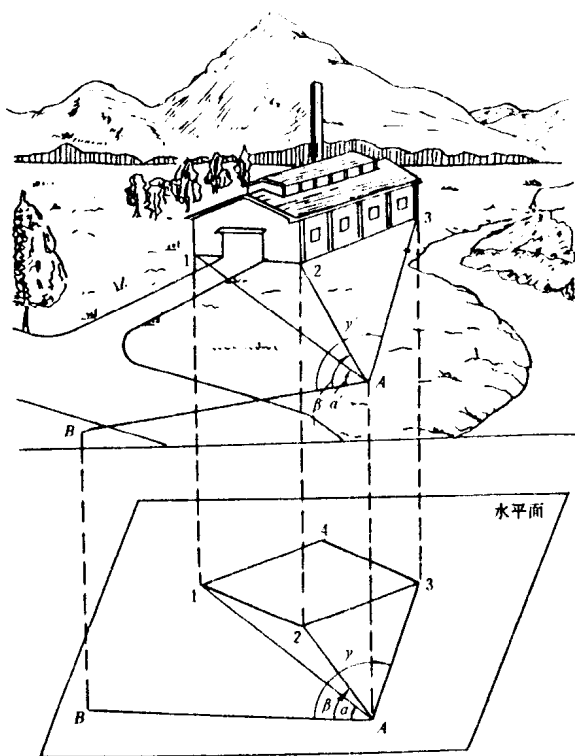


图 1-1

从而将该地物绘于平面图纸上。但是对于一个比较大的测区来说，要在一个测站上测出该测区内所有的地物和地貌显然是不可能的。为了提高测量工作的精度和速度，测绘工作必须按照“先整体后局部”、“先控制后碎部”的原则来进行。先在测区内选择必要数量的骨干点（叫做控制点），组成一定的几何图形（叫做测量控制网），用比较精确的方法测定各控制

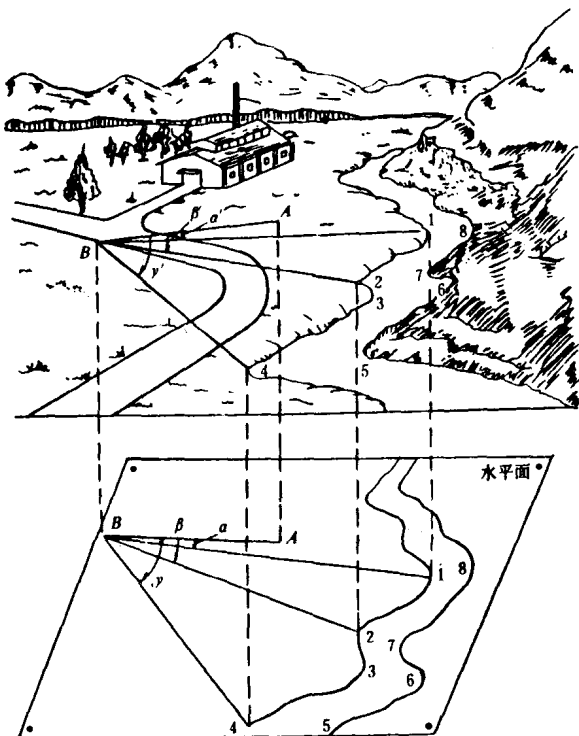


图 1-2

点的相对位置（叫控制测量），再根据内业计算出的坐标值，将它们在图纸上标定出来。如图 1-3 所示，控制点组成折线形式或闭合多边形形式称为导线。图 1-3 (a) 所示的导线是从已知坐标的高级控制点 A 附和到另一高级控制点 B 上，故称附和导线；图 1-3 (b) 所示的导线是从一点开始组成多边形，最后又闭合到该点上，故称闭合导线。导线上所选定的这些

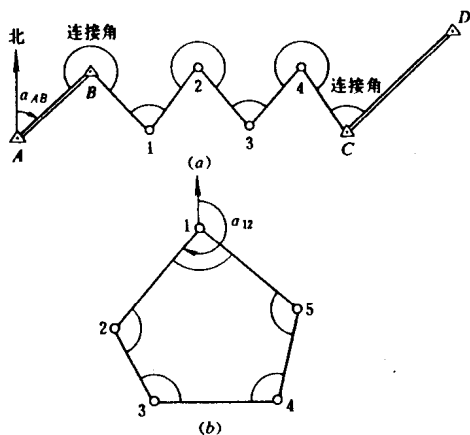


图 1-3

(a) 附和导线; (b) 闭合导线

控制点又称为导线点。图 1-4 是控制网的另一种形式，它有若干个控制点组成带状连续的三角形称三角锁。组成三角锁的控制点称三角点。

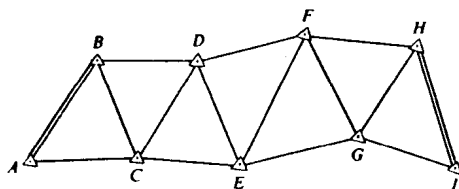


图 1-4

控制测量完成后，就可根据已知控制点来测绘周围的地物、地貌，称碎部测量。

通过控制测量和碎部测量，最后就可得到一张全测区的地形图。

第四节 平面图和地形图

图是测量工作的主要成果，按图的内容和成图方法的不同，可分为平面图和地形图。

一、平面图

将地物沿铅垂线投影到水平面上，并按一定比例缩小成相似的图形，这种图称为平面图。平面图上不显示地面高低起伏变化情况，只表示房屋、田地、湖泊、江河、道路等地物的形状、大小和走向。这类图常用于初步规划中作平面布置。

二、地形图

不仅表示地物的平面位置，而且把地面的高低起伏形状也用规定的符号表示出来的图，称为地形图。地形图是水利工程规划、设计、施工各个阶段中用得最普遍的一种图。在经济建设、军事等其他领域中用处也很广泛。

★第五节 测量误差的概念

测量工作是由观测者使用某种仪器、工具，按照一定的操作方法，在一定的外界条件下进行的。由于人们感觉和视觉的限制，外界条件的变化，以及仪器工具本身不尽完善，所以在观测值中都不可避免地含有误差。例如：对某一段距离进行往返丈量，两次丈量的结果往往不一致；测量一平面三角形的三个内角，其和不能等于 180° 等。因此，误差是不可

避免的。测量误差根据其性质的不同，可分为系统误差和偶然误差两类。掌握了误差发生的原因和规律，就能有效地控制影响测量精度的因素，提高测量工作的效率和获得高质量的测量成果。

有时因发生错误，也会造成测量结果的不一致，但这与误差造成的不一致在性质上完全不同。错误是一定要避免的，在测量成果中决不允许错误存在。在测量工作中，必须分清误差和错误的界线。

一、系统误差

系统误差主要是由于仪器、工具的不完善引起的，因此，即使是观测者十分仔细地进行工作也不能避免。例如一根30m长的皮尺，由于使用日久致使尺子伸长，实际长度变为30.05m，用这根尺子每丈量一整尺长，就引进了0.05m的误差，被丈量的距离愈长，引进的误差也就愈大。由于这类误差具有系统性，故称系统误差。掌握了系统误差的规律性，采用适当的方法，就能全部或部分地消除这种误差。例如，将使用日久的尺子与标准长度进行比较，就可以知道每一整尺的尺长误差的大小和符号，因而在丈量时就可采用加尺长改正数的办法来消除误差。

二、偶然误差

偶然误差是在排除了错误和系统误差的情况下，观测值中仍然会存在的一种误差。产生这种误差的原因很多，例如，仪器不够精确，外界条件的影响，以及人眼分辨能力的限制等。这类误差在一定的条件下仍会大小不等、符号不同，从表面上看好象没有规律，所以称为偶然误差。但通过大量观测可以发现偶然误差的出现，也具有一定的统计规律性。

(1) 绝对值较小的误差比绝对值较大的误差出现的机会