

全国高等水产院校试用教材

养殖土木工程

湛江水产学院主编

淡水渔业专业用

农业出版社

全国高等水产院校试用教材

养 殖 土 木 工 程

湛江水产学院主编

淡水渔业专业用

农 业 出 版 社

127952

S 96

889

87 1 6

全国高等水产院校试用教材
养 殖 土 木 工 程
湛江水产学院主编

农业出版社出版 (北京朝内大街 130 号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 26 印张 544 千字
1984 年 9 月第 1 版 1986 年 9 月北京第 2 次印刷
印数 3,301—8,300 册

统一书号 16144·2745 定价 4.25 元

前 言

全书内容共分为四部分：在绪论中简述了水产养殖工作者应具有“治水”知识的必要性，给今后人工控制自然生态系打好初步基础；第一章至第九章，分别介绍学习和利用各种测量仪器进行地形测量和绘图；第十章至第十三章，介绍混凝土、建筑材料、钢筋混凝土和管路水力计算等土建工程的基本知识；第十四章至第十七章，介绍养殖场的勘察、规划、布局、设计和施工以及土坝枢纽和渠系上的水工建筑物，最后还附有工程上常用的计算用表。

本书是综合水产、水利两方面的材料编写的，涉及的知识面较广，书中选材以养殖场的建筑为主，着重介绍勘察、设计与施工。本着实践第一，“洋为中用”的精神，注意引用群众的实践经验和新成就，结合专业方面以本国资料为主，在水力计算基础理论方面，借鉴国外资料，以充实内容。

因有许多新规范尚未颁布，书中不少数据，除水泥外，多沿用旧规范的规定，一俟新规范颁布，则以新规范为准。

本书由湛江水产学院叶尚高主编，厦门水产学院傅德顺编写第三章、第四章、第九章、第十一章、第十六章、第十七章和附录中的视距表；大连水产学院马淑贤编写第五章、第六章、第七章、第八章和第十章。其余各章和绪论以及附录，均由叶尚高执笔。

在编写过程中，得到各有关单位的热情支持。初稿完成后，蒙上海水产学院俞之江教授主审。参加审稿的还有：上海水产学院翁忠惠，浙江水产学院张庚生，湛江水产学院叶富良等同志。江苏省养殖公司黄炳椿和江苏水产研究所陈乃德两位同志，对本书提出了很多宝贵意见。苏振益和丁镇芬两同志描了很多图。编者在此表示衷心的感谢。

由于我们的水平所限，时间又仓卒，此书很可能赶不上形势发展的需要，同时也存在不少问题和错误，欢迎读者批评指正。

1981年8月

目 录

绪论.....	1
---------	---

第一篇 普通测量

第一章 普通测量的基本知识	3
第一节 测量学在建设中的作用和任务	3
第二节 地面点位置的确定	4
第三节 高程和地理座标	5
第四节 比例尺	6
第五节 平面图、地图、地形图和断面图	8
第六节 等高线	9
第七节 测量工作的概念	12
第二章 地面测线	13
第一节 直线定线	13
第二节 直线丈量	16
第三节 直线定向	24
第三章 高程测量	30
第一节 高程测量的基本概念	30
第二节 水准仪的构造、水准尺及尺垫	34
第三节 水准仪的测量方法与计算调整	37
第四节 渠道的纵横断面测量	44
第四章 平板仪测量与视距测量	48
第一节 平板仪测量的基本概念	48
第二节 平板仪的构造和附件	49
第三节 视距测量原理与平板仪的测量方法	52
第五章 经纬仪及其使用	61
第一节 测定水平角的概念	64
第二节 游标经纬仪的构造	65
第三节 度盘、游标盘和游标原理	67
第四节 6"级光学经纬仪的构造	69
第五节 6"级光学经纬仪的读数装置和读数方法	70
第六节 水平角的观测方法	73
第七节 使用经纬仪的注意事项	78

第六章 小面积控制测量	79
第一节 控制测量的概念	79
第二节 导线测量	82
第三节 导线测量计算	84
第四节 小三角测量	91
第五节 小三角锁的计算	95
第六节 平板仪交会法	102
第七节 控制点的展绘	102
第七章 碎部测量	104
第一节 碎部测量概述	104
第二节 碎部测量的方法	105
第三节 有关地形测量的几个问题	108
第八章 测量仪器的检验与校正	123
第一节 水准仪的检验与校正	123
第二节 经纬仪的检验与校正	126
第三节 大平板仪的检验与校正	131
第九章 养殖工程制图	132
第一节 工程制图基础知识	132
第二节 基本作图技术	140
第三节 正投影的基本原理及三视图	145
第四节 养殖工程图的表达与阅读	151
第五节 图样的复制	157
第十章 混凝土	159
第一节 混凝土的组成材料	159
第二节 混凝土的主要技术性质	164
第三节 混凝土的配合比设计	170
第四节 混凝土的施工	174
第五节 砂浆	176
第十一章 常用的建筑材料	180
第一节 普通的建筑材料	180
第二节 钢材和钢丝网水泥构件	187
第十二章 钢筋混凝土的基本知识	189
第一节 概述	189
第二节 混凝土的力学性能	190
第三节 钢筋的种类和性能	197
第十三章 管路的水力计算	208
第一节 概述	208
第二节 管路水力计算的基本知识	208
第三节 压力短管出流	217

第四节	长管路的水力计算	221
第十四章	养殖场的勘察和规划	230
第一节	场址的选择	230
第二节	养殖场的规划	237
第三节	养殖场的总体布局	238
第十五章	各种鱼池及明渠的设计	243
第一节	产卵池和孵化环道	243
第二节	鱼池结构	254
第三节	养鳊场的建筑	260
第四节	明渠工程	262

第二篇 养殖水利工程

第十六章	土坝枢纽工程设计和渠系上的附属水工建筑物	280
第一节	土坝枢纽工程设计	280
第二节	渠系上的水工建筑物	302
第十七章	施工	326
第一节	施工准备和施工放样	326
第二节	鱼池和渠道的开挖	332
第三节	土方的运输、填筑与压实	335
第四节	施工管理	353
附录		363

绪 论

我国水产和水利资源相当丰富。江河纵横，湖泊众多，加上解放后兴建的水库，遍布全国，还有分布在全国广大农村的池塘，数量也很多。如果都能充分利用，并用现代科学技术进行生产，这对我国经济的发展和人民生活的改善将起很重要的作用。

我国淡水养鱼事业有悠久和优良的历史传统，是世界上池塘养鱼最早的国家，早在公元前 1200 年的商朝，劳动人民就已从事养鱼生产了。池塘养鱼在春秋战国时代已经很繁荣；在防治水害和运用水利方面也积累了丰富的经验，如都江堰、郑国渠、秦渠、汉渠、唐渠等都是我国很有名的古代水利工程。也早已把工程技术应用到渔业生产方面去了。如《养鱼经》中，曾叙述了建池工程方面的内容。随着历代水利工程的发展，也促进了养殖业的发展，广东沿海建筑的大量“鱼塭”，就是利用工程技术来发展渔业生产的实例。

由于长期封建社会，加之近百年来，帝国主义的侵略和国民党政府的统治，阻碍了近代水产渔业科学的发展；劳动人民的创造，也无法得到系统的总结，以致有关养殖工程方面的著作文献也就很少流传下来。

解放后，淡水养殖业开始走上了新的发展轨道。国营淡水养鱼场，从无到有，从小到大地建设起来。它一建立，就负担供应群众鱼苗鱼种、支援群众开展养鱼生产的重大任务，使淡水养鱼事业获得了迅速的发展。

在目前的条件下，一方面要发挥原有场的示范作用和进行技术革新外，还要有计划地建设一些新的养鱼场，特别是大水面养鱼，这就需要有苗种基地；另一方面要把分散在各地农村的淡水水面，进行整理规划，为实现机械化创造条件。此外，还要改造所有的大水面（包括河流、湖泊和水库），使之能进行养鱼生产。

无论是建筑新场，还是扩建老场，或者是进行农村的鱼塘基本建设，都需要水利工程方面的科学；同时还要有养殖鱼类生物学方面的基本知识。根据养殖鱼类各个生活阶段对环境条件的要求，有选择地人为地加以满足，使之健康的成长。建场就是给家鱼造“房子”，从产卵、育苗一直到成长，都需要根据养殖鱼类各个生活阶段的习性来加以考虑。因此，把水利工程方面的原理和方法，结合具体情况应用到淡水养鱼方面来，给养殖鱼类创造一个优良环境；防止自然灾害，避免不必要的损失，保证有关的科研和生产能顺利进行，这就是开设这门课的基本目的——为养鱼“治水”。

一个水产养殖工作者，不但要了解水的化学性，而且还要了解水的物理性；不仅要了解水在某地一时的变化，而且要了解水在该地历年的变化规律。了解水就是为了更好地利用水，防止它的为害。

如何建筑养殖场，是这门课所要讨论的主要内容。根据实践经验，必须掌握建场的一些基本环节。在整个工作过程中，首先是调查研究，广泛搜集资料，特别是水文、气象、土质、生物等方面的历史资料，加以分析研究，着重找出其对生产的利和害两方面的因素，并考虑用利和治害的措施，再通过地形和工程的测绘工作，进行场地的规划与布局，并对所有的环境条件，进行全盘考虑。然后借助于工程措施，进行设计和施工，把各方面的愿望，付诸实施。此外，还要提出远景规划，为实现养鱼现代化创造条件。

根据科学系统和学习方面的要求，这本教材分为两篇：第一篇普通测量学，主要介绍地形测量的基本知识，以及有关仪器的使用方法，从而掌握有关建场方面的测量技术。第二篇养殖水利工程，主要介绍养殖场内各建筑物的设计和施工，以及有关水利工程的基础知识，其中“养殖场的勘察和规划”、“各种鱼池及明渠设计”、“施工”、“土坝枢纽工程设计和渠系上附属水工建筑物”、“管路的水力计算”等章，这是本书的重点。“建材”、“制图”、“混凝土”、“钢筋混凝土”等章也是不可缺少的工程技术基础

第一篇 普通测量

第一章 普通测量的基本知识

第一节 测量学在建设中的作用和任务

测量学是研究地球各个部分以及地球整体形状和大小而进行测绘的一门应用科学。它的基本内容就是为人们了解自然和改造自然服务的。它的主要任务是：把整个地球表面或局部地球表面的形状和大小，用各种测量仪器和工具，通过实地测量和计算，并用各种符号测绘到图纸上，或者用数字表示出来；把图纸上已设计好的各种工程建筑物，按照设计要求，测设到地面上，用各种标志表示出来。

按目前测量科学的发展和应用，基本上可以分为四类：如果研究的对象是小区域内地球表面的形状和大小，不考虑地球的曲率，就称为普通测量学（或称地形测量学）；当研究的对象是地球表面上一个广大区域或整个地球的形状和大小，必须考虑到地球的曲率，就称为大地测量学；利用航空和地面摄影所得到的象片，经过内业纠正，绘制成地形图的，就是摄影测量学；为某种建设项目（如养殖场的建筑，农田水利等）服务的专门测量，称为工程测量学。普通测量学是其它测量科学的技术基础。

在经济建设中，一切土建工程如：道路、桥梁、各种管路工程、农田水利、工业及民用建筑、矿山和铁路建设等，都需要利用测量所得的各种资料和图纸进行规划设计，以及工程量的计算和方案比较，从而选出最经济、最合理的设计方案。为了保证设计意图的实现，在工程施工中也要首先通过测量建立很多标志，作为施工的依据；工程竣工后，为了满足使用、管理、维修和扩建的需要，还要把施工的成果，通过测量记录下来，编绘竣工图纸和资料。

在国防工程中，军事战略、战役的部署和具体军事行动的指挥，都需要有精确的地形图和各种观测数据。

在科学研究上，例如研究地球整体的形状和大小，地壳升降变化，陆地变迁以及地震预报等科学问题，也都需要测量工作。

总之，测量工作在实现四个现代化的过程中，将起着很重要的作用。

学习普通测量的目的是：一方面解决如何使用各种测量仪器和工具，通过实地测量和计算，把小区域面积内地面上的形状和大小按一定的比例尺缩小绘制成地形图，为经济建设和国防建设的规划、设计提供技术资料；另一方面是解决如何把已在图纸上规划和设计好

的工程建筑物的位置测设到地面上，做为施工的依据。在养殖场的建筑过程中，先测地形，后把已设计好的建筑物测设到地面上，二者都有。

第二节 地面点位置的确定

确定地面点位，在测量中是一个重要工作。我们知道地面上的一些物体，如房屋、道路、河流等等，称为地物；地面的高低起伏，如平原、山地、洼地等等，称为地形。地物和地形的变化是多种多样的，要把这一切测绘到图纸上，或把图纸上已设计好的建筑物位置正确地测设到地面上，这些都是根据地面点位来进行的。

例如要确定一口鱼塘或一栋房子的平面位置，首先是确定这些建筑物的几个有代表性的点位。在图 1—1a 中，建筑物的平面位置是由它的轮廓线的一些折线所组成，如果确定 1、2、3、4 各点的平面位置，这个建筑物的位置就确定了。一条河流如图 1—1b，它的边线虽然很不规则，但弯曲部分仍可以看成是由许多直线所组成。

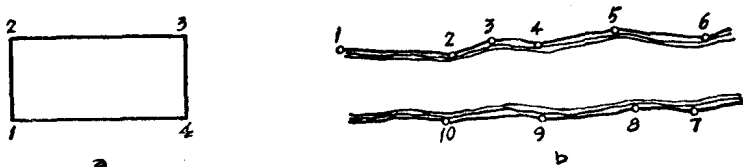


图 1—1 地形、地物的特征点

只要确定 1、2、3……等点，这条河流的平面位置也就确定了。

同理，如图 1—2，地形变化的情况可用地面坡度变化点 1、2、3……各点所组成的线段来表示。因为各段内的坡度是一致的，所以只要把 1、2、3……各点的高低和平面位置确定后，地形变化的基本情况也就反映出来了。

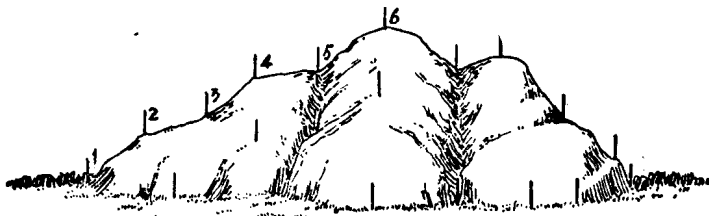


图 1—2 地面坡度变化点

上述各例中的 1、2、3……点，称为地形或地物的特征点。由此，可以看出一个共同的本质：即使是变化复杂的地物、地形，它们的位置也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。无论是地形图的测绘也好，还是建筑物的测设也好，都可归结为测定点位的问题。

要确定地面上一点的位置，就是要确定它的平面位置和高程（高低位置）。

确定地面点的平面位置，通常是求出其对于大地的某水平面的关系。由于地球的形状是一个扁平的椭圆柱，在测量中是把它近似地当作圆球，它的平均半径约为 6,371 公里，在这样一个半径很大的球面上，如果我们测量的面积较小（在半径小于 10 公里的范围内），这时由于地球表面的弯曲很微小，因而可把这部分球面看成和测区中心的铅垂线相垂直的平面。这样一来，地面上的 A、B、C、D、E 诸点，沿各自的铅垂线方向投影到平面上的点 a、b、c、d、e 就是 A、B、C、D、E 的平面位置（图 1—3）。

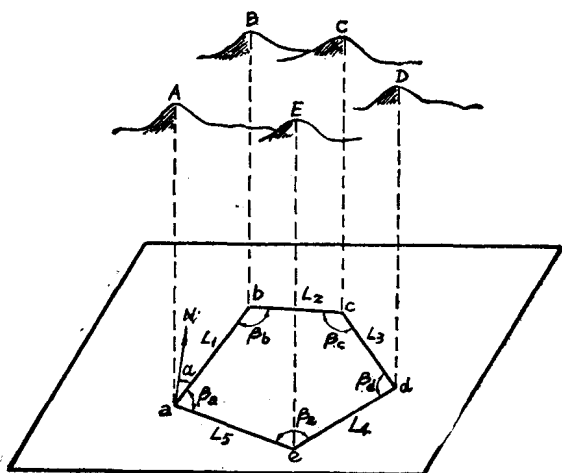


图 1—3 点的平面投影

如果我们用仪器和工具在地面上测出 A、B、C、D、E 这个多边形的水平角 $\beta_a, \beta_b, \beta_c, \beta_d, \beta_e$ 和水平距离 L_1, L_2, L_3, L_4 和 L_5 ，那么，A、B、C、D、E 各点在平面上的相互位置就确定了，如果我们再选定地面上的一点 A 作为原点，并测出 AB 与起始方向线 AN（通常是指北方向线）之间的夹角 α ，见图 1—3。则 A、B、C、D、E 诸点在平面上的位置就完全确定了。

第三节 高程和地理座标

由于地球表面是个起伏不平的表面，除了确定点的平面位置外，还要确定点的高程。我国规定以黄海平均海水面作为高程的起算面（基准面）。把它延伸（与各点的铅垂方向垂直地向前延伸）并穿过陆地，形成一个闭合曲面，这个曲面叫做大地水准面。地面点在大地水准面的投影位置是用地理座标——经度和纬度来表示的。例如，航海时的船位和预报台风中心位置时，都是用经度和纬度来表示的。

若把大地水准面当成一个椭球体或圆球，则垂直于地球旋转轴的各平面与球面的交线称为纬圈（或平行圈），其中经过球心的一个纬圈叫做赤道。经过任意地面点和南北两极的平面与球面的交线称为子午圈。1884 年把经过英国格林威治天文台的埃里子午线作为本初子午线。从此以后，人们都把它作为起始子午圈，或称首子午圈。由于地极变动和地方经度变化等原因，格林威治子午线也不是固定不变的。因此，作为起始子午线是不严格的，必须加上某些条件。早的不说，从 1968 年起，国际上采用了“国际时间局 1968 系统”，后来又采用了“1979 系统”，都是用“平均天文台”来体现格林威治子午线的。以后还会有新的定义。尽管体现格林威治子午线的内容不同，习惯上还是叫格林威治本初

子午线。

图 1—4 示某地面点 M 的纬度是通过该点的铅垂线 MZ 与赤道平面 EQ 所成的交角。假定地球是一个圆球，那么地面点的纬度就可以沿该点的子午圈由赤道至该点的弧长 $\widehat{M_0M}$ 确定之。纬度通常用 φ 表示。在赤道以北的称为北纬，在赤道以南的称为南纬，从赤道算起向南北各从 0° 到 90° 。

某地面点 M 的经度是通过该点的子午圈平面与起始子午圈平面之间的两面角，如图 1—4 所示的角 G_0OM_0 。经度通常以 λ 表示。从起始子午圈向东数 0° 到 180° 之间称为东经，向西数 0° 到 180° 之间称为西经。

前面已说明要确定地面点的位置，除了要确定其平面位置外，还要确定其高低位置。地面点对于大地水准面的高度称为绝对高程，对于其它任意水准面的高度称为相对高程或假定高程。图 1—5 中地面点 A、B 的高程就是沿铅垂线从大地水准面量到 A、B 的距离，分别以 H_A 和 H_B 表示。在测量中测定高程的精确方法就是水准测量。

因此地面点位的确定（包括平面位置及高程），可归结为高程测量，水平角测量和距离测量。

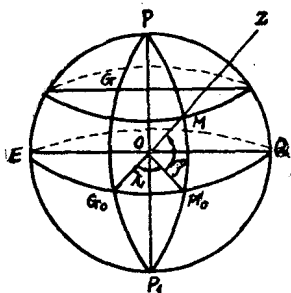


图 1—4 地面点的经纬度

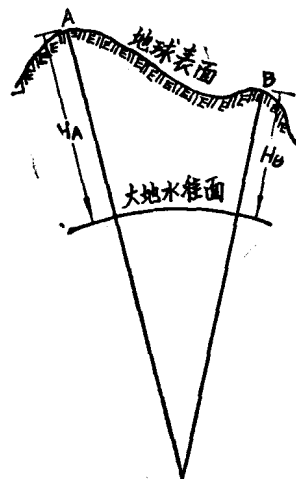


图 1—5 地面点的绝对高程

第四节 比例尺

地面上各种地物不可能按其真实大小描绘在图纸上，实际上总是将所有实地尺寸缩小了一定倍数来进行描绘的，这种缩小倍数也就是图上的直线长度与地面上相应线段水平投影之比，这种关系称为图的比例尺。

图的比例尺一般用分子为一的分数来表示。设图上的某一直线的长度为 l ，地面上相应线段的长度为 L ，则图的比例尺为：

$$\frac{l}{L} = \frac{1}{M} = 1:M \quad (1-1)$$

上式的 M 为缩小倍数。实际比例尺有 $1:500$, $1:1,000$, $1:2,000$ 等等。分母愈小, 比例尺愈大; 反之分母愈大, 比例尺则愈小。以分数形式表示的比例尺叫数字比例尺。

知道了比例尺, 就可以根据图上的长度求地面上的水平长度, 或从地面长度换算成图上相应的长度。例如在比例尺为 $1:1,000$ 的图上两点间距离 l 为 2.38 厘米, 则地面上的相应水平长度 L 即为:

$$L = Ml = 1,000 \times 2.38 = 23.8 \text{ 米}$$

又如实地水平长度 L 为 118 米, 若换算到比例尺为 $1:2,000$ 的图上, 则应为 $l = \frac{L}{M} =$

$$\frac{118}{2,000} \text{ 米} = 5.9 \text{ 厘米}。$$

如果应用数字比例尺来绘制平面图, 每一距离都要按同一缩小倍数来换算时, 这就非常不方便。因此在绘制平面图或求图上的长度时常用图示比例尺, 即直线比例尺和复式比例尺。

直线比例尺是在一直线上截取若干相等的线段, 这种线段称为比例尺的基本单位, 一般为 1 厘米或 2 厘米, 并把最左边的一段又等分成 10 小段, 以量取较短距离。对于某种比例尺, 直线上的每一段或小段, 即表示地面上一定的水平长度。

直线比例尺的百分之一基本单位数是目估的, 如果要求准确的读出百分之一基本单位, 而不是估读, 则可采用复式比例尺。

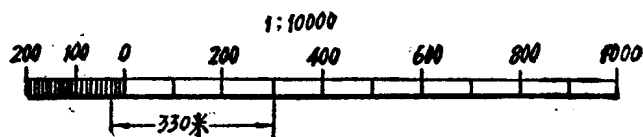


图1—6 直线比例尺

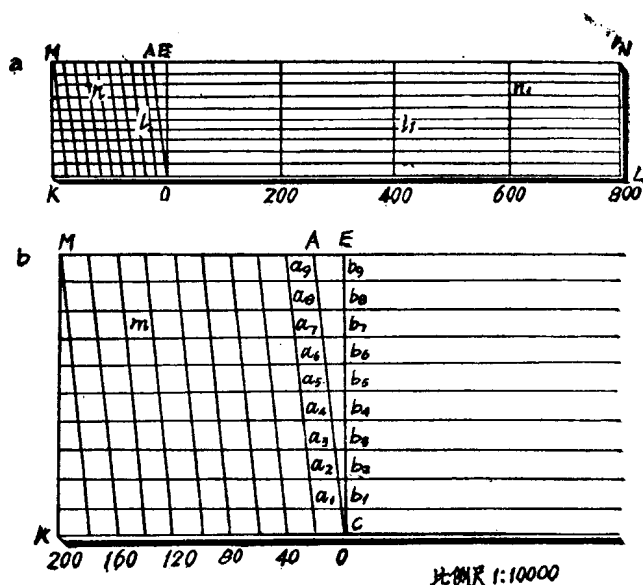


图1—7 复式比例尺

图 1—7 是复式比例尺。其作法为: 在直线 KL 上设以 2 厘米为基本单位等分 KL 线段, 从各等分点向上作垂直线, 其长度等于比例尺基本单位长, 将两边的垂直线各分成十等分, 用直线所取得的对应点连接起来, 将左边基本单位长的上下边也分成十等分, 再将下边零点与上边 A 点相连接, 下边第一点与上边第二点相连接, 下边第二点与上边第三点相连接, 依此类推。

这样做过之后, 平行斜线乃与预先画上的水平线相交, 所得平行四边形的上下边的基本单位将等于比例尺基本单位的十分之一。

从相似三角形 $A C E$ 与 $a_1 c b_1$ 可得出,

$$\frac{a_1 b_1}{A E} = \frac{1}{10}; \dots\dots$$

例 $A E = 2$ 毫米; $a_1 b_1 = \frac{1}{10} A E = 0.2$ 毫米。

$$a_2 b_2 = \frac{2}{10} A E = 0.4 \text{ 毫米}$$

用复式比例尺在图上可以量出最小距离 $a_1 b_1 = 0.2$ 毫米。

根据这种图示比例尺可用两脚规直接读出图上各点间的距离。应用时, 用两脚规的两脚在图上截得两点后, 将一脚尖置于 0 右的某基本单位的分划线上, 上下移动两脚规, 使另一脚尖恰好落在斜线与横线的某交点上。如图中 $l l_1 = 428$ 米, $n n_1 = 736$ 米。

图示比例尺的精度一般为 0.1 毫米, 即图上 0.1 毫米所代表的实际距离, 这样不用眼睛估计而可以直接从比例尺上得到的最小距离, 称为比例尺的精度。

第五节 平面图、地图、地形图和断面图

地形就是指地球自然表面起伏不平状态的总称。根据地形的特征可分为山地、丘陵地和平原三种。

高出海面 500 米以上由直线形或弧形的山脉所组成而被纵横深谷所隔断的为山地。

丘陵地的特征是自然地面上高度不大但显然可见连绵不断互相交替的隆起地和凹下地。

平原的特征是完全没有显著的起伏不平现象。

在地面上进行测量工作的成果: 如用解析法表示, 则得到的各种测量数据; 如用图解法表示, 最后将得一张图。根据成图的要求, 测区面积的大小和采用的成图方法不同, 又可分为平面图和地图。

当测区的面积不大, 把这部分水准面当作水平面看待, 将地面上的物体沿铅垂线投影到水平面上, 这样就能够在图纸上用缩小而相似的图形来表示这测区在水平面上的投影, 这种不考虑地球曲率的影响且全图比例尺相同的图叫做平面图。

当测区面积很大, 不能将水准面当水平面看待, 必须考虑到地球的曲率, 用特别的投影方法, 即地图投影的方法, 以一定的精度, 在平面图纸上描绘出大区域或全球的图形, 这种图称为地图。

在图上不仅表示地面上一般物体的位置, 并且把地面高低起伏的情况用规定符号表示出来, 这种图称为地形图。军用地图, 就是地形图的一种。

沿着地面某一方向线, 用一竖直平面绘制该方向线地面起伏的地形情况, 这种图称为

断面图。

第六节 等高线

等高线是表示地形起伏的一种方法，也就是地面上高程相等的各点所连成的闭合曲线。池塘、水库和湖泊的水面边缘是等高线的一个例子。在范围不大的地区内，水平面可以用来代替水准面，因此可以想象等高线是水准面与地表面的交线。图 1—8a 示山峰的等高线，图 1—8b 示水库等深线。

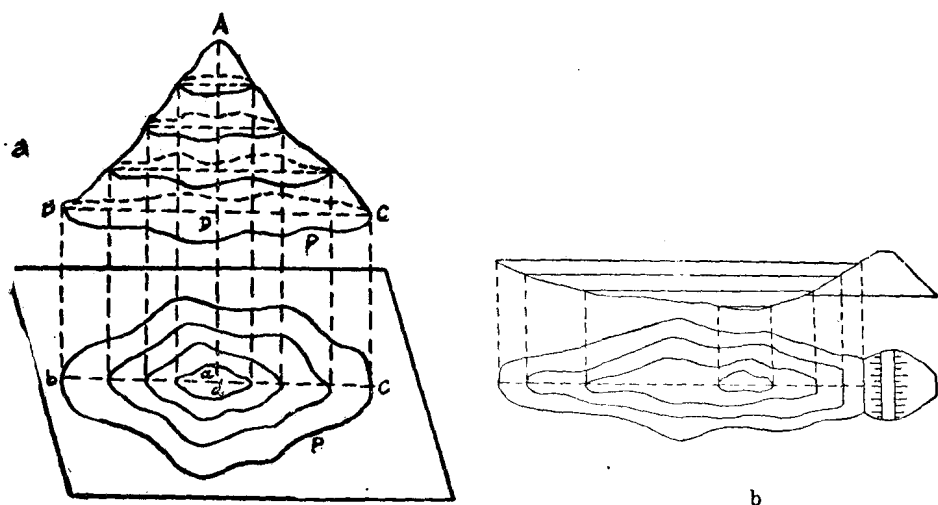


图 1—8 等高线

为了进一步说明等高线的意义，设有某一水库，它的警戒水位是 100 米，在某一次蓄水过程中，刚好到达警戒水位，也就是水面高程为 100 米（图 1—8b）。若后来水面退落 5 米，库容的一部分显露出来，这时的水面高程为 95 米，也就是水面和水库周围地表面的交线是地面上 95 米的等高线。如水面继续下降 5 米，又可获得 90 米的等高线。显然线的形状是由库容的形状而定。如把这些曲线的水平投影用一定的比例尺画在图上，就是图上相应的等高线。根据等高线的形状和位置，可以了解水库的形态、大小和深浅。

用等高线来表示地形是简单而正确的。为了进一步了解等高线表示地形的情况，把各种地形用素描和等高线分别表示出来，如图 1—9 所示。

等高线的特征，从等高线表示地形的情况，可以归纳出等高线有如下特性（图 1—10），

（1）位于同一等高线的各点，在地面上都具有同一高程；

（2）等高线是连续不断的曲线；两条不同高程的等高线不能在图上相交；悬崖的等高线可以相交，但有两个交点；

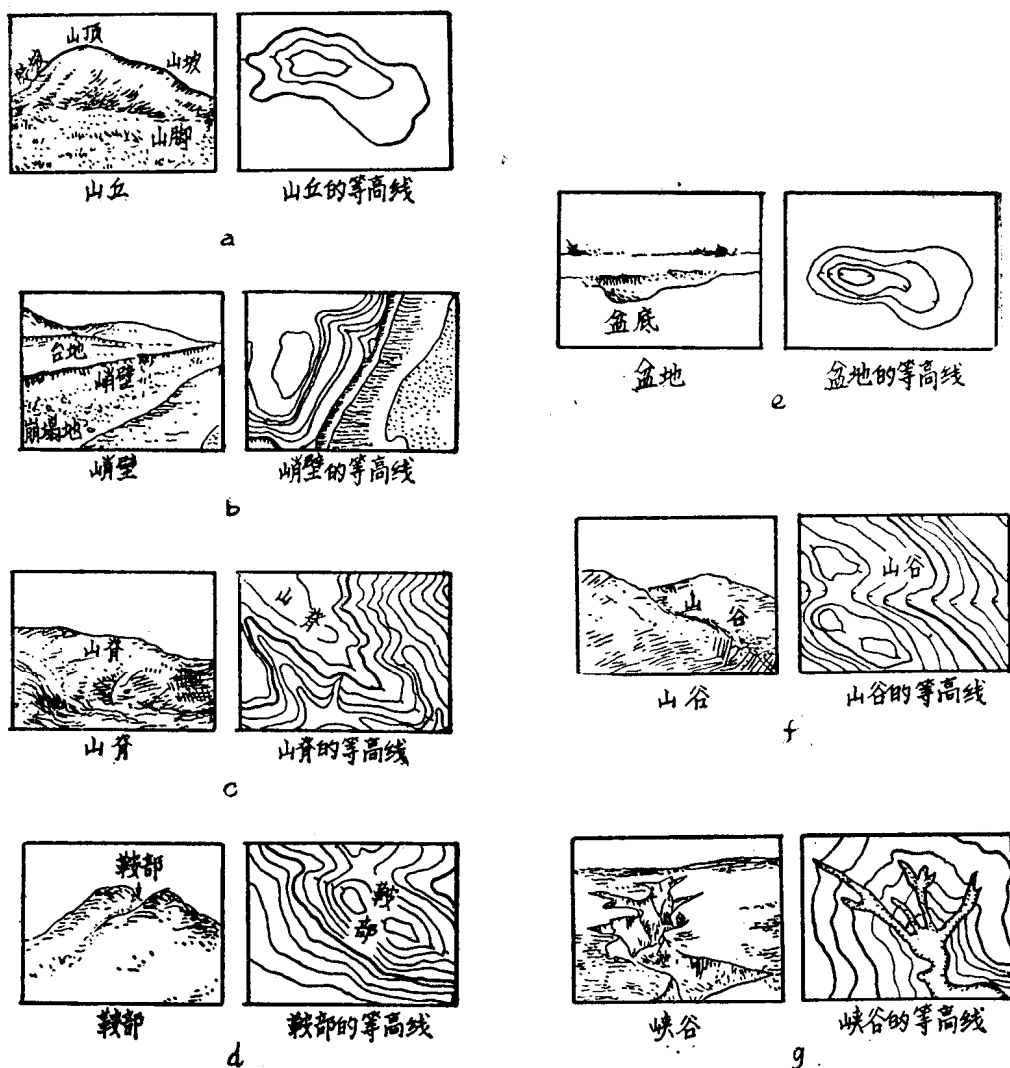


图 1—9 各种地形的等高线

(3) 在图内闭合的等高线可以表示山丘或盆地，要用示坡线或高注记来表示；

(4) 等高线相距密的表示陡坡，相距较疏的表示缓坡，等高线间距离相等的表示均匀坡度；在倾斜面上的等高线都是平行直线；

(5) 等高线间最短线段的方向，即垂直于两等高线的线段之方向，相当于实地具有最大坡度的方向线，称为最陡坡度线；

(6) 经过河流的等高线不能直跨而过，必须在靠近河岸时，徐徐折向上游，在河道中，再慢慢折向对岸下游离开河岸；等高线跨过山谷时的情况也是如此；

(7) 在山脊上，等高线垂直于分水线，并向高处凹。

等高线的绘制方法：设想在图上已算出地形特征点的平面位置和高程，假定每两点间