

全国中等水产学校教材

养 殖 工 程

黑龙江省水产学校 主编

淡水养殖专业用

农 业 出 版 社

全国中等水产学校教材

养 殖 工 程

黑龙江省水产学校主编

农 业 出 版 社

前 言

本教材是根据在哈尔滨召开的全国全日制（四年）的中等水产学校教学大纲审定会上通过的《养殖工程》教学大纲编写的，适用水产中等学校的淡水养殖专业。

本教材共分11章。主要是介绍了测量、制图、规划等方面的知识和技能，以和养殖工程有关的内容为重点。本书是综合水产、水利两方面的材料编写的，涉及的面较广，书中选材是以养殖场的建筑为主，着重介绍勘察、设计和施工。

因有些新规范尚未颁布，书中不少数据，除水泥外，多是沿用旧规范和经验上数据，一旦新规范颁布，则以新规范为主。

本书是由黑龙江省水产学校李洪才主编，四川省水产学校陈秋林及湖北省水产学校吴振雄两位老师协编。陈秋林老师编写第十章、第十一章；吴振雄老师编写第四章、第五章、第六章，其余各章及其它有关部分，均由李洪才老师编写。

本书初稿完成后，承蒙上海水产大学俞之江教授担任主审，参加审稿工作的还有福建省水产学校郑天赐、山东省水产学校李上青老师，审稿中提出了很多宝贵意见，在此对他们表示衷心感谢。

由于编者水平所限，存在问题和错误，欢迎读者批评指正。

编 者

1992年5月

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一章 普通测量学的基本知识	3
----------------------	---

第一节 测量学的任务和分类	3
---------------------	---

第二节 地面点位置的确定	3
--------------------	---

第三节 平面图和地图	5
------------------	---

第四节 比例尺	6
---------------	---

第五节 测量工作的组织	7
-------------------	---

第六节 测量中的度量单位	8
--------------------	---

第二章 距离丈量 and 直线定向	10
-------------------------	----

第一节 点的标志和直线定线	10
---------------------	----

第二节 直线丈量	11
----------------	----

第三节 直线定向	16
----------------	----

第四节 罗盘仪	17
---------------	----

第三章 水准测量	20
----------------	----

第一节 水准测量的原理	20
-------------------	----

第二节 水准仪及水准尺	21
-------------------	----

第三节 水准仪的使用	24
------------------	----

第四节 水准测量的外业	25
-------------------	----

第五节 水准测量的内业	28
-------------------	----

第六节 水准仪的检验和校正	31
---------------------	----

第七节 水准仪的视距测量	32
--------------------	----

第四章 平板仪测量	35
-----------------	----

第一节 平板仪的测量原理	35
--------------------	----

第二节 平板仪的构造及附件	35
---------------------	----

第三节 平板仪的安置	37
------------------	----

第四节 平板仪图根控制测量	39
---------------------	----

第五节 碎部测量	42
----------------	----

第六节 平面图的测绘	44
------------------	----

第五章 地形图及其应用	52
-------------------	----

第一节 地形图与等高线	52
-------------------	----

第二节 地形图的一般应用	54
--------------------	----

第三节	在地形图上求面积	58
第六章	水利工程制图	63
第一节	制图的基本知识	63
第二节	正投影的基本原理及三视图	66
第三节	组合体视图	77
第四节	剖视图和剖面图	84
第五节	图样的复制	93
第七章	建筑材料	99
第一节	水泥	99
第二节	石灰及其它材料	101
第三节	混凝土	103
第四节	砂浆	105
第八章	养殖场总体规划	108
第一节	场址的选择	108
第二节	养殖场的规划设计	111
第三节	养殖场的平面布置	114
第九章	渠道规划和设计	117
第一节	渠道规划的原则和步骤	117
第二节	渠道设计流量的计算	119
第三节	渠道的水力计算	121
第四节	渠道断面设计	129
第五节	渠道纵、横断面图的绘制	134
第六节	渠系上的水工建筑物	140
第七节	管流	141
第十章	鱼池设计	155
第一节	鱼池的种类和规格	155
第二节	鱼池设计	156
第三节	催产池的设计	162
第四节	孵化设备的设计	165
第五节	鱼池土方计算	169
第六节	工程预算的编制	174
第十一章	鱼池、堤坝的放样和施工	179
第一节	鱼池堤坝的放样和施工	179
第二节	土坝的填筑和鱼池的开挖	183
第三节	施工管理	186
第四节	鱼池及渠道的养护及补漏	190

绪 论

我国水产和水利资源相当丰富。江河湖泊遍布全国，加之解放后兴建的水库，还有分布在全国广大农村的池塘，这些数量之多的水面，如果能得以充分利用，并用现代科学技术指导和进行生产，对我国渔业发展和人民生活改善将起很重要的作用。

我国淡水养鱼事业已有悠久的历史，是世界上池塘养鱼最早的国家之一。池塘养鱼在春秋战国时代已经是很发达，在防治水害和运用水利方面也有巨大成就和积累了丰富的经验。但由于长期的封建统治，加之近百年来，帝国主义的侵略和国民党的统治，阻碍了近代渔业的发展，劳动人民的创造，也无法得到系统的总结，以至有关养殖工程方面的著作和文献也就很少流传下来。

解放后，淡水养殖业开始走上新的轨道。国营养殖场从无到有，从小到大的迅速发展起来。国营养殖场从一建立起，就承担起供应群众种苗，支援群众开展养鱼生产的重大任务，使我国的淡水渔业得到了迅速的发展。

在当前条件下，除了要发挥原有渔场的示范作用和进行技术改造外，还要有计划的建设一些新的养殖场，特别是大水面养鱼，更需要有苗种基地。另外还要将分布在广大农村的淡水水面，进行整顿规划，使其能为养鱼事业的大发展作出更多的贡献。此外还要对河流、湖泊和水库进行改造，使其能进行养鱼生产。

无论是老场的扩建，还是新场的建造，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知识，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，有目的地加以满足，使鱼类能健康生长。建养殖场就是从建场地点、产卵、育苗一直到长成，以鱼类的各个生活阶段的不同要求来加以考虑，以致满足其要求。因此，把水利工程方面的技术，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顺利进行。这是开设本门课的基本目的，为养鱼而治水和用水。

水产养殖工作者，不但要了解水的化学性，还要了解水的物理性，不仅要了解水在某地一时的变化，而且要了解在该地历史的变化规律，这样才能更好的用水和防止其害。

如何建造养殖场，是本门课讨论的主要内容。根据实际经验，必须掌握建场的基本环节。在建场开始要进行调查研究，广泛收集资料，特别是水文、气象、土质、生物等方面的资料，加之分析研究，着重找出其对生产的利和害两方面因素，并考虑利用和治害的措施，再通过地形和工程的测绘工作，进行场地的规划和布局，并对所有的环境条件，进行考虑，然后进行规划设计和施工，使之各方面的意愿都能得到满足。在规划设计不但要考虑工程方面的技术要求，还要从方便今后生产这个基本条件进行考虑，不但要注意当前生

产，还要提出远景规划，为实现养鱼现代化创造条件。

根据学习的要求和学科系统方面的要求，本教材分两大部分。从第一章到第五章属于普通测量学的知识，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。第六章到第十一章属于水利工程方面的知识，主要介绍养殖场内各类建筑物的设计和施工，以及有关水利工程的基础知识，其中以各种鱼池和渠道设计和施工为重点。也介绍了相应制图和建材方面的知识。

第一章 普通测量学的基本知识

第一节 测量学的任务和分类

测量学是研究地球表面形状和大小以及确定地面点与点之间相对位置的应用科学。它的主要任务是：

(1) 测定整个地球或者地球表面上局部区域的形状和大小。

(2) 把图纸上设计好的工程建筑物的形状和位置在地面上确定下来，作为施工的依据。

按照测量学的发展和担负任务的不同，测量学基本可分为：

当我们测量范围只是地球表面上一个很小区域时，在测量计算和绘图过程中，都是假设这个小区域内的地面是一个平面，而不考虑地球表面的曲率，研究这种小区域的测绘科学称为普通测量学，或称为地形测量学。当我们测量范围是地球表面上一个广大区域甚至是地球整个形状和大小时，无论是在测量、计算和绘图过程中，都必须考虑地球表面的曲率，研究这种广大区域的测绘科学称为大地测量学。利用摄影得到地面的像片，然后把像片制成各种比例尺的地形图。这种测量科学称为摄影测量学。为了满足图象各项基本建设的需要，发展成专门为某种工程服务的测量科学称为工程测量学。

第二节 地面点位置的确定

一、地球的形状和大小 测量工作是在地球表面上进行的，所以我们必须了解地球的形状和大小。

地球的自然表面是很不平坦的。有高山、平原、丘陵、江河、湖泊、海洋等。最高的珠穆朗玛峰高出海水面不超过9km，最低的恩登深渊低于海水面不超过11km，这些起伏变化和地球的概略半径6371km相比是极其微小的，我们所说的地球形状是指它的总形体，而不是指地球表面上起伏的实际形状。

在地球表面，海洋的面积占71%，大陆面积占29%，我们认为地球总的形体是被海水包围的球体。海洋和湖泊的水面在自由静止时的表面，称为水准面。与水准面相切的平面称为水平面。水准面上任一点的铅垂线，在该点上和水准面正交。水准面有无数个，其中与平均海水面相吻合的水准面，称为大地水准面。设想大地水准面延伸，穿过大陆和岛屿所包围的形体，作为地球的形体，称为大地球体。这样的球体已经比地球表面光滑得多，但它仍然是一个很复杂的曲面，不能用简单的数学公式来表示。实际运用中我们选用了一

一个非常接近大地水准面，并可用数学公式表示的几何形体来代替地球形体，称为参考椭圆柱体，也称为参考椭球体。参考椭圆柱体是一椭圆绕其短轴旋转而成。其形体是由长半径 a 及扁率 f 确定的。精确的数据是：

$$a = 6378135\text{m} \pm 5\text{m}$$

$$f = \frac{1}{298.26} + 0.5 \times 10^{-7}$$

当测区面积不大时，可把参考椭圆柱体当作一个球体来看待，其半径为6371km。

二、地面点位置的确定 地面上一切物体都是由一系列连续不断的点所组成，要确定地面上物体的位置，最基本的方法是要确定组成物体的点在地面上的位置。称为地面点。地面点的位置是由地面点在大地水准面上的投影位置和距大地水准面的垂直距离来确定的。

(一) 地面点投影位置的确定

1. 地面点的地理坐标 地面上点的位置，在球面上通常用经度和纬度来表示，某一点的经、纬度称为该点的地理坐标。如图1—1所示：PP₁为地球旋转轴，称为地轴。O点为地球中心称为地心。通过地心和地轴垂直的平面EKK称为赤道平面。赤道平面和地球表面的交线称为赤道。当地球自转时，地球表面上每一点所描出的圆周称为纬圈。赤道是最大的纬圈。通过地轴和地球表面任一点L的平面PLP₁称为过L点的真子午面。过L点的真子午面和地球表面的交线称为过L点的真子午线或叫经线。通过英国格林威治天文台某一点的真子午面称首子午面，是世界上公认的计算经度的起点。

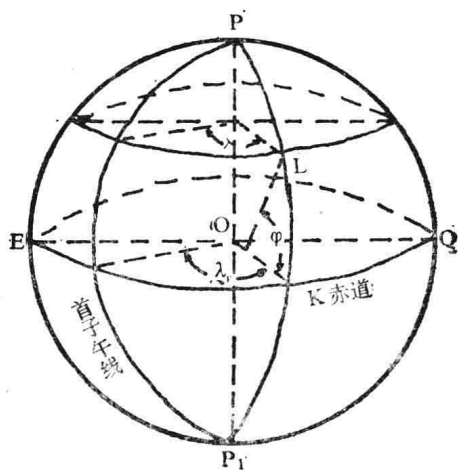


图1—1 地面点的地理坐标

经度是指过L点的真子午面和首子午面之间的夹角，以 λ 表示，为L点的经度。经度由首子午面为界，在首子午面以东称为东经，以西称为西经，数值各为0°—180°。

纬度是指过L点的铅垂线和赤道平面之间的夹角，以 φ 表示，为L点的纬度。纬度由赤道向北或向南计算，分别称为北纬或南纬，数值各为0°—90°。

2. 地面点的平面直角坐标 当测量的地球表面的面积不大时，可以把这一部分球面当作平面看待。地面点沿铅垂线方向投影到水平面的位置称为地面点的平面位置。

把球面当作平面看待，使我们能用方便的平面直角坐标来表示地面点在投影面上的位置。图1—2上，X轴为纵轴，其方向和子午线方向相同，用来表示南北方向。Y轴为横轴，用来表示东西方向。同时规定坐标原点O向上（北）或向右（东）为正，原点O向下（南）或向左（西）为负，象限分为I、II、III、IV，依顺时针方向排列，这样可以使三角学公式直接应用到测量的计算上。

地面上任一点A在平面上位置可用该点至纵横坐标轴的垂距X和Y来表示。X和Y是A点的纵坐标和横坐标,如图1—2中所示。

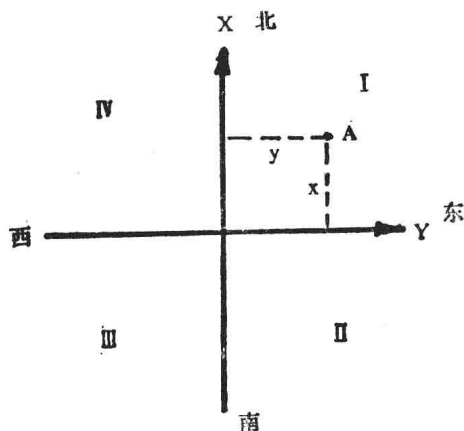


图1—2 用平面直角坐标表示地面点在投影面上的位置

3.地面点高程的确定 地面点除了确定平面位置外,还要确定地面点的高、低位置。地面点到大地水准面的铅垂距离,称为该点绝对高程。简称高程,或称海拔。地面点到任意假定水准面的铅垂距离称为相对高程,又称假定高程。如图1—3中, H_A 和 H_B 为地面点A和B对大地水准面 A_0B_0 的绝对高程。 H_A' 和 H_B' 为地面点A和B对假定水准面 $A'B'$ 的相对高程。两个地面点之间的高程差称为高差,用 h 表示。为了统一全国高程系统,我国决定以青岛1956年黄海平均海面为中国的大地水准面,是绝对高程的起算水准面,即是中国绝对高程的零点。假定水准面可以根据实际情况来具体规定。为了防止在高程计算过程中出现负数,假定水准面的高程一般不取零,而取一个大于零的整数。

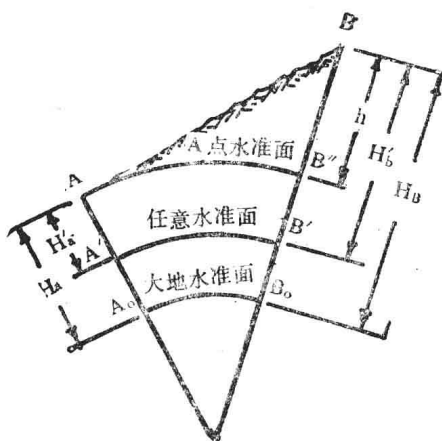


图1—3 地面点的假定高程

第三节 平面图和地图

测量工作的最后成果,是由各种数据和图表显示出来。由于测区面积的大小和采用成图的方法不同,所以对图的各种要求也不同,使得表示出来的测量成果的图也不同,大致可分为以下几种:

1.平面图 是在小区域内,把地球表面的曲面当作平面对待,将地面上物体沿垂直方向投影到水平面上,用相似和缩小的方法在水平面得到的图形,称为平面图。

2.地图 在大区域内,必须考虑地球的曲率,用特殊的投影方法、绘制的大区域或全球的图形,称为地图。

3.地形图 在平面图和地图中,不仅表示地面物体的位置和大小,并把地球表面的高低起伏变化的情况用规定的符号表现出来,这种图称为地形图。

4.断面图 沿地面某一方向作一竖直平面和地面相交,在竖直平面上沿该方向线表示出地面高低起伏变化的情况,这种图形称为断面图。断面图一般分纵、横两种断面图,沿物体长方向的断面图称纵断面图,沿物体短方向或宽方向的断面图称横断面图。

第四节 比例尺

在测量绘图过程中,不可能将地面上的物体按真实大小绘制在图上,只能是将其缩小后再绘制在图上,测量中的图都是缩小的图形。

图上一直线的长度和它所代表的地面上一直线的实际水平长度之比,称为该图的比例尺。比例尺的表示方法可分为:

一、数字比例尺 用分数 $\frac{1}{n}$ 和 $1:n$ 两种形式表示的比例尺称数字比例。1表示图上的单位长度, n 表示相应图上单位长度的地面实际水平长度。也就是 n 表示地面上实际水平长度缩小的比例。如 $1:1000$ 的比例尺表示是图上1cm代表地面上实际水平长度为1000cm,也就是地面上实际水平长度1000cm按比例缩小后变成图上的1cm。

图上长度和地面实际长度换算方法是:图上长度等于地面实际水平长度除以 n 。地面上实际水平长度等于图上长度乘以 n 。

二、图示比例尺 用图形表示的比例尺称图示比例尺,可分为:

1. 直线比例尺 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1cm或2cm,并把最左边的一段又等分成10小段,以量取较短距离,如图1—4,从左向右注明直线所代表的实际水平距离,百分之一基本单位长度要目估。

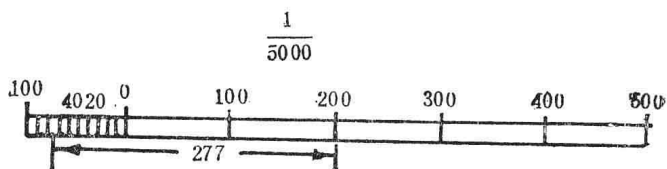


图 1—4 直线比例尺

2. 斜线比例尺 图1—5是一斜线比例尺也称复式比例尺。可直接读到百分之一的基本长度。

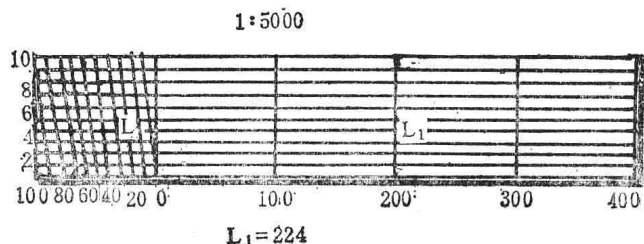


图 1—5 复式比例尺

三、比例尺精度 测图采用的比例尺的大小是按比例尺的分数值来确定的。分数值大于 $\frac{1}{5000}$ 的图称大比例尺图,分数小于 $\frac{1}{5000}$ 的图称小比例尺图。

测图的比例尺愈大图就愈清楚,但测图工作量也愈大。测图比例尺的选择要由实际工作需要来确定,以图上需要表示出来的最小地物的大小及点的平面位置的精确程度为依据。

在图上人的肉眼最短的分辨距离为0.1mm,在测量中把相当于图上0.1mm的实际水平距离称为比例尺精度。因为在实际量距中,只要精确到按比例缩小后,相当于图上0.1mm就能满足要求。表1—1中是几种比例尺精度值。

表 1—1 不同比例尺的比例尺精度

比 例 尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
比例尺精度 (m)	0.05	0.10	0.20	0.50	1.00

根据比例尺精度可以解决实际工作的两个问题：

1. 根据采用的比例尺，可以推算出测量地物时精确到什么程度，只要达到比例尺精度就可以了。如用1:2000比例尺测图，量距到分米就可以了，比例尺精度为0.2m。

2. 根据需要多大的地物必须在图上表示出来，由此来确定采用多大的比例尺测图。

如图上要求表示的实际长度是0.1m，则采用的比例尺不应小于 $0.1\text{mm}/0.1\text{m}$ ，也就是大于或等于 $\frac{1}{1000}$ 。

第五节 测量工作的组织

地球表面的外型是复杂多样的，测量工作中将其分为地物和地貌两种。地面上的人工建筑物称地物。自然形成的物体称地貌。下面讲一下将地物和地貌测绘到图纸上的测量工作的组织原则以及组织程序。

测量工作无论用什么方法和任何类型的仪器，最终的测量成果中都会有误差存在的。如果测量时从一点出发，逐点依次进行测量，误差就会积累起来，最后可能达到不能容许的程度。为了防止出现上述问题，测量工作必须考虑在布局上由整体到局部，在工作方法上先控制后碎部，在精度上由高级到低级的原则进行。

根据上述原则，测绘工作应按下列程序进行。

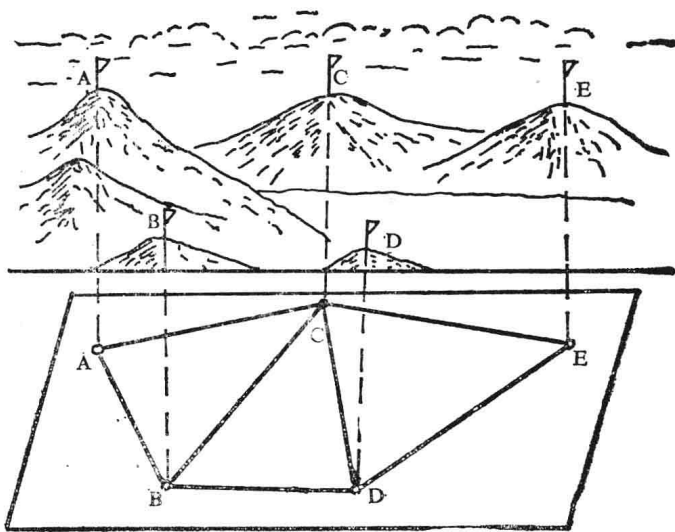


图 1—6

首先建立测区控制网，方法是选择一些地位重要的地面点，组成一定的图形，三角形和多边形都可以，如图1—6中 A、B、C、D、E 各点组成的图形。然后用精确的方法对选定的点进行测量，保证其具有足够的精度，这些点被称为控制点。由这些控制点组成的图形称控制网，控制点的密度由实际工作需要来决定。然后根据这些控制点分别测量其四周

的其它地面点。控制点以外的地面点称碎部点。测量控制点的工作称控制测量。测量碎部点的工作称碎部测量。上述测量方法中因控制点有较高的精度，又由于各控制点之间不互相依赖，这样就保证了准确性，从而达到了测量精度的要求。

测量工作分内业和外业两种。利用测量仪器在野外测出控制点之间或者是控制点和碎部点之间的水平距离、水平角和高差，统称为测量外业。将外业的成果在室内进行整理，计算和绘图，统称测量内业。

第六节 测量中的度量单位

一、长度单位

$$1\text{km} = 1000\text{m}$$

$$1\text{m} = 10\text{dm}$$

$$1\text{m} = 100\text{cm}$$

$$1\text{dm} = 10\text{cm}$$

$$1\text{cm} = 10\text{mm}$$

$$1\text{km} = 2\text{市里}$$

$$1\text{市里} = 500\text{m}$$

二、面积单位

$$1\text{km}^2 = 1000000\text{m}^2$$

$$1\text{km}^2 = 100\text{ha}$$

$$1\text{ha} = 15\text{市亩}$$

$$1\text{ha} = 10000\text{m}^2$$

$$1\text{市亩} = 666.6\text{m}^2$$

$$1\text{垧} = 1\text{ha} = 10000\text{m}^2$$

三、角度单位

$$1\text{圆周分}360\text{度}(360^\circ)$$

$$1\text{度} = 60\text{〔角〕分}(60')$$

$$1\text{分} = 60\text{〔角〕秒}(60'')$$

$$1\text{弧度} = \frac{180^\circ}{\pi} \approx 57^\circ 3' = P^\circ$$

$$P' = 3438'$$

$$P'' \approx 206265''$$

思考题及习题

1. 测量学的研究对象是什么?

2. 何为大地水准面？在测量上用处是什么？
3. 测量中平面直角坐标是如何规定的？
4. 什么是地面点的高程？
5. 测量中图的种类有哪些？
6. 什么是比例尺？种类有哪些？
7. 测量工作的组织程序是什么？
8. 测量中常用的度量单位有哪些？

第二章 距离丈量和直线定向

第一节 点的标志和直线定线

一、地面点的标志 任何一种测量，都是从地面点的标志位置开始工作的。欲丈量地面上两点之间的距离，就需要用标志先将点固定下来。标志的种类很多，根据测量的具体要求和使用年限来选择采用。临时性的标志，用长约30—40cm，直径3—5cm见方的木桩，打入地下，并在桩顶钉一小钉或划一十字表示点的位置，如图2—1。如果地面点使用期限较长或者是比较重要的点，应该埋设水泥桩或石头桩来作点的标志，如图2—2。为了使观测者能够从远处看到点位，可在桩顶十字交点上竖立标杆，标杆顶端系一红白小旗。标杆可用标杆架或者拉绳将标杆竖立在点上如图2—3。

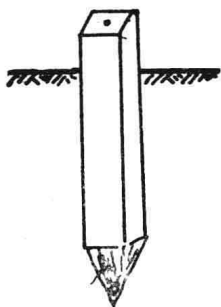


图 2—1 临时性标志

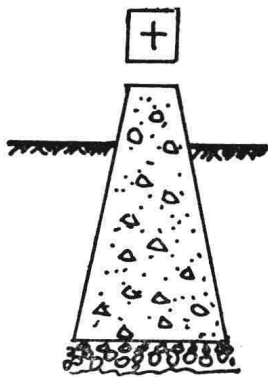


图 2—2 水泥桩或石头桩



图 2—3 标杆

二、直线定线

(一) 在两点之间定线 如图2—4所示。

A、B为地面互相通视的两点，现欲在AB直线上定出C、D等点。方法是先在AB直线的两个端点竖立标杆，测量员甲站立在A点后1—2m处，由A点瞄准B点，使视线和标杆边缘相切，

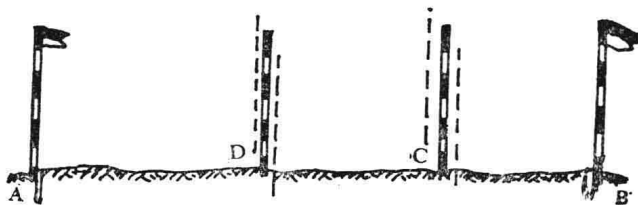


图 2—4 互能通视的两点定线

然后指挥持标杆的测量员乙在要确定的点位C处左右移动，直至A、C、B三标杆在同一直线上时，乙将标杆插入地下，标杆底部的位置为C点的位置，同样方法可确定D点，

定线时，所有的标杆都必须
竖直。

定线时，先立点C的标杆，
后再立点D的标杆，从
直线的远端B走向直线的A
端的定线方法，称为走近定
线法。反之先立D点标杆，

后立C点的标杆称走远定线法。走近定线法较走远定线法精确。

在AB直线延长线上定线，方法同上，只是所定的点位不在AB直线中。如图2—5。

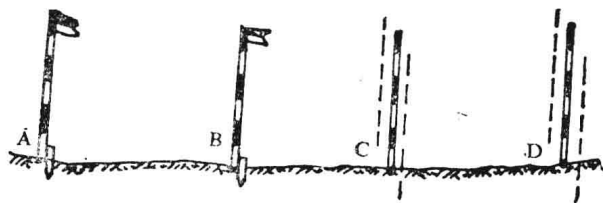


图2—5 延长线上定线法

(二) 过山头或端点不能到达时直线定线 如图2—6。A、B为直线的两端点，且A和B之间不通视，欲在AB直线上定出C、D等点，可采用下面的方法来实现。在图2—6中，甲乙两测量员各手持标杆，甲立在AB之间的 C_1 处， C_1 处要同时能观测到A、B两点的标杆。然后甲指挥乙持标杆立在 C_1B 方向上的 D_1 处，要求乙在 D_1 处能看到A点的标杆。然后乙指挥甲移动到持标杆立在 D_1A 直线上的 C_2 处，甲要 C_2 处能看到B点的标杆，由甲指挥乙移动在 C_2B 直线上的 D_2 处。如此互相指挥移动，直到C、D、B和D、C、A标杆完全重合时为止，这时A、C、D、B各点位于同一直线上。C、D点也就定出来了。

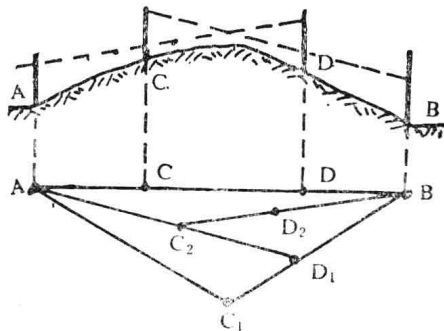


图2—6 不通视两点定线法

当A或B点人不能到达时，如烟囱尖
或塔顶等，可采用此种方法来定线。

上述几种定线方法都是采用目测法进行的，精密的定线工作应由经纬仪来完成。

第二节 直线丈量

一、直线丈量的工具 直线丈量是测量中一项重要内容，在地面上进行直线丈量时，应按不同的精度，采用不同的方法和丈量工具。通常采用的量距工具为钢尺、皮尺和测绳。

(一) 钢尺 是钢制的带状尺，尺宽10—15mm，厚约0.4mm，长度有10、20、30、50m数种，基本刻划为厘米，在分米和米的刻划上注有数字。钢尺由于零点位置不同，可分为端点尺和刻线尺两种。端点尺是尺的最外端为尺长的零点，如图2—7中a。它从建筑物的墙边开始丈量很方便。刻线尺指刻在钢尺前端的一竖线作为尺长的零点，如图2—7中b。使用钢尺时要注意钢尺的零点位置，以免出错。

(二) 皮尺 也叫布卷尺，形状和钢尺相同，用纤维织成，浸油后制成。长度为10、

20、30、50m。分米和米处有数字注记。受干、湿和拉力影响较大，伸缩性较大，精度很低。

(三) 竹尺 用光滑的竹片连接而成，从20m到50m，每米处有注记。精度不高。

(四) 测绳 用麻线和金属丝编织而成，粗约3—4mm，长度为50、100m。每米处包有铜圈并刻有米数注记，用于精度较低的测量。

(五) 测钎和花杆 测钎用8号铁丝制成，每根长40cm，一头制成圆圈一头制成尖形，每6根或11根为一组，测量时用来计算量过的整尺数或用来标志临时的测点。花杆也叫测杆，木制圆形，直径约3cm、长2—3m，每20cm为一节，分别涂有红白两色油漆，杆一端有尖形的铁脚，便于定向或定线对点时插入地下。

二、丈量方法和计算

(一) 平坦地区的距离丈量 进行丈量前，应在直线的两端点竖立标杆，并清除直线上的障碍物，然后开始丈量（图2—8）。从A点开始向B点丈量，后司尺员持尺的零端位于A点，并在A点插一测钎，前司尺员手持尺的末端并带一组测钎的其余5根或10根，沿A→B方向前进，行至一整尺段处为止，后司尺员以手势指挥前司尺员将钢尺拉在AB直线上，后司尺员以零数对准A点，当二人将钢尺拉紧，拉平和拉稳后，前司尺员在尺的末端刻划处插下一测钎得到点1，这样便量完了一个尺段。后司尺员拔起A点的测钎和前司尺员共同举尺前进，后司尺员到1点后，重复上面的操作量出第二段，如此量下去，直到不足一整尺段时，由前司尺员准确的读出不足一整尺段的余长，后司尺员不能拔掉最后的一根测钎。按上述丈量方法，

AB直线的水平距离应该按下式计算：

$$D = nL + q$$

式中 D——AB直线的水平距离（m）。

n——测钎数或整尺段数（后司尺员手中测钎数）。

L——使用钢尺的名义长度（m）。

q——不足一整尺的余长（m）。

一般直线丈量都要进行往返丈量，返测时要以B点为起点重新丈量，当两次丈量合乎

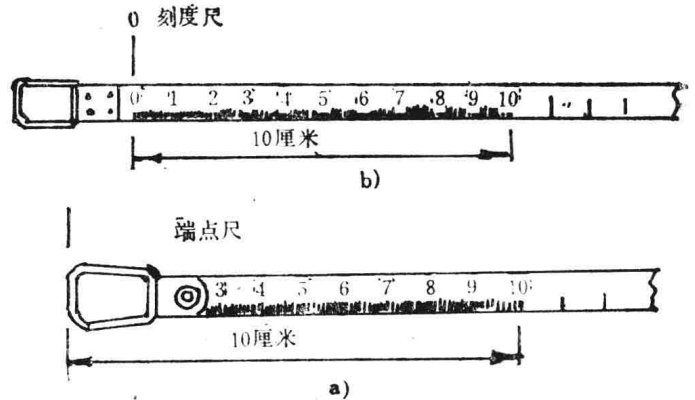


图 2—7 端点尺与刻线尺

a. 端点尺 b. 刻线尺

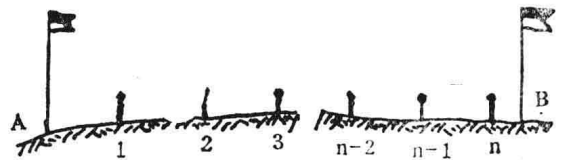


图 2—8 丈量