

森林调查规划

(试用教材)

湖北省林业学校

一九七七年十月

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

绿化祖国。

实行大地园林化。

要胸中有“数”。就是说，对情况和问题一定要注意到它们的数量方面，要有基本的数量的分析。……不懂得注意决定事物质量的数量界限，一切都是胸中无“数”，结果就不能不犯错误。

林业要计算复盖面积，算出各省、各专区、各县的复盖面积比例，作出森林复盖面积规划。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

精心设计，精心施工。

华主席最近指示：

科学要兴旺发达起来，要捷报频传。还指出：有毛泽东思想，有毛主席制定的革命路线，有社会主义制度，有现在这样一支科技队伍，有八亿勤劳勇敢的人民，我们应当有信心赶超世界先进水平。

叶副主席的诗篇《攻关》

攻城不怕坚，攻书莫畏难。科学有险阻，苦战能过关。

工疏小辭 竹對小辭

目 录

第一部份 森林调查区划和测量

第一章 森林调查区划	(1)
第一节 森林调查区划的意义和内容	(1)
第二节 林班区划	(2)
第二章 森林测量的基本知识	(5)
第一节 测量工作的意义和任务	(5)
第二节 地球的形状和大小	(5)
第三节 地面点位置的确定	(5)
第四节 平面图、地图、地形图、地物图	(6)
第五节 比例尺	(6)
第六节 地形图符号	(8)
第七节 制图字体及注记的布置	(10)
第八节 绘图仪器工具及其使用	(12)
第三章 罗盘仪测量	(13)
第一节 直线丈量	(13)
第二节 直线定向	(15)
一、方位角	(15)
二、象限角	(16)
三、方位角与象限角的关系	(16)
第三节 罗盘仪测量	(17)
一、罗盘仪的构造	(17)
二、用罗盘仪测定磁方位角或象限角	(18)
三、罗盘仪导线测量	(18)
四、罗盘仪碎部测量	(20)
第四章 经纬仪导线测量	(22)
第一节 经纬仪的构造	(22)
第二节 经纬仪导线测量外业	(27)
一、选点埋桩	(28)
二、量边	(28)
三、测角	(28)

第三节	经纬仪闭合导线计算	(30)
第四节	经纬仪附和导线计算	(37)
第五节	寻找导线测量错误的方法	(40)
第六节	导线点的展绘	(41)
第七节	导线网平差	(43)
第五章	高程测量	(47)
第一节	水准测量的原理	(47)
第二节	水准仪和水准尺	(49)
第三节	微倾水准仪的安置和使用	(50)
第四节	水准测量的精度要求和平差	(51)
第五节	气压高程测量	(53)
第六章	道路测量渠道测量和平整土地测量	(54)
第一节	林区公路主要技术标准	(54)
第二节	小型农田水利渠道参考技术指标	(55)
第三节	踏勘选线	(56)
第四节	中线测量	(57)
第五节	圆曲线的测设	(58)
第六节	纵横断面水准测量	(64)
第七节	纵横断面图的绘制及其设计	(68)
第八节	土方计算	(74)
第九节	平整土地测量	(77)
第七章	地形测量及地形图的应用	(82)
第一节	地形及等高线	(82)
第二节	视距测量原理	(85)
第三节	地形测量	(87)
第四节	平板仪测量	(91)
第五节	地形图的复制	(93)
第六节	图的着色	(96)
第七节	地形图的分幅和编号	(98)
第八节	地形图的识别和应用	(99)
第九节	林业调查勾绘	(103)
第八章	面积计算	(105)
第一节	透明方格纸计算面积	(105)
第二节	求积仪计算面积	(106)
第三节	面积计算的有关规定	(109)
第九章	测量仪器的检验校正和使用保养	(110)
第一节	罗盘仪的检验和校正	(110)
第二节	经纬仪的检验和校正	(111)
第三节	水准仪的检验和校正	(112)

第四节 平板仪的检验和校正	(114)
第五节 求积仪的检验和校正	(115)
第六节 仪器的系列化	(115)
第七节 测量仪器的使用和保养	(116)

第二部份 单株树木和林分测标

第十章 单株伐倒木的测算	(121)
第一节 测定树干直径和长度的工具	(121)
第二节 伐倒木材积测算	(123)
第三节 伐倒木生长量测算	(129)
第四节 树干介析	(134)
一、树干介析的意义和目的	(134)
二、树干介析的外业工作	(135)
三、树干介析的内业工作	(137)
第十一章 单株立木测算	(146)
第一节 立木直径的测定	(146)
第二节 立木高度的测定	(146)
第三节 立树干材积测算	(150)
一、形数的概念	(150)
二、形率和直径率	(152)
三、形数与形率的关系	(153)
四、实验形数	(154)
五、立木树干材积测算	(155)
第十二章 林分调查	(156)
第一节 林分、森林分子及林木的概念	(156)
第二节 森林分子结构规律	(157)
第三节 林分调查因子的测算	(161)
第四节 标准地调查	(170)
第五节 角规测树法	(174)
一、角规的构造与使用	(174)
二、角规测树的原理	(178)
三、角规缺口宽度大小的选定	(179)
四、利用角规测定每公顷株数和平均直径	(180)
五、棱镜角规	(181)
六、定株样园	(184)
第六节 林分调查因子的目测法	(184)
第七节 林分生长量的测定	(186)

第十三章 经济林调查	(189)
第一节 竹林调查	(189)
第二节 油茶林调查	(195)
第十四章 森林抽样调查	(198)
第一节 概述	(198)
第二节 简单随机抽样	(199)
第三节 利用 $\frac{1}{5}$ 地形图进行双重分层抽样	(202)
一、双重分层抽样调查方法的准备工作	(202)
二、外业调查	(207)
三、内业计算	(208)
第四节 连续抽样	(212)
一、什么叫连续森林资源清查——连续抽样	(212)
二、连续森林资源清查的步骤	(213)
三、初查和复查均配合临时样地连续清查的应用	(222)
第十五章 森林资源清查	(223)
第一节 林地区划 (见第一章)	(223)
第二节 小班调查	(228)
第三节 四旁树调查	(230)
第四节 社会经济情况调查	(230)
第五节 森林资源清查检查工作	(231)
第六节 林业用图的编制	(232)
第七节 森林资源统计和分析	(236)
第八节 编写森林调查报告	(236)
第九节 连续森林资源清查	(239)
第十节 森林资源档案的建立和管理	(239)
第三部份 森林经营规划	
第十六章 林业生产条件的调查研究	(246)
第一节 调查规划的对象	(246)
第二节 林业经济条件的调查研究	(248)
第三节 林业自然条件的调查研究	(249)
第四节 营林情况的调查研究	(251)
第十七章 营林规划设计	(251)
第一节 用材林基地的规划	(253)
第二节 树种规划和经营类型的组织	(255)
第三节 森林经营措施的设计	(255)

第十八章 森林采伐利用规划	(257)
第一节 森林的成熟	(257)
第二节 主伐年龄、轮伐期和回归年	(260)
第三节 采伐方式	(264)
第四节 主伐采伐量的计算和确定	(265)
第五节 间伐采伐量的计算	(268)
第六节 编制主伐计划	(269)
第十九章 木材标准与检验规则	(270)
第一节 木材标准	(270)
第二节 木材缺陷	(273)
第三节 原条标准、检验规则与测定	(283)
第四节 原木标准、检验规则与测定	(286)
第五节 毛边板方材标准、检验规则与测定	(295)
第二十章 航测照片在森林调查中的应用	(300)
第一节 航测照片的一般特性	(300)
一、照片比例尺	(300)
二、辐射中心	(301)
三、地形投影差及其改正	(302)
四、有效面积与使用面积	(303)
五、航空照片的重叠	(303)
六、航空照片的立体观察	(304)
第二节 航测材料在森林调查中的应用	(306)
第三节 森林判读	(308)

第一部份 森林调查区划和测量

第一章 森林调查区划

第一节 森林调查区划的意义和内容

一、森林调查区划的意义：

在毛主席“绿化祖国”的伟大号召下，我国林业建设事业迅猛发展。荒山变绿海，迅速改变了穷山恶水的落后面貌。大面积人工林已经成林，并逐步过渡到采伐利用阶段。

遵照毛主席“备战、备荒、为人民”的教导，加强林业建设，满足国民经济建设和广大群众对木材日益增长的需要，必须对森林作全面规划，有领导、有计划、有步骤地经营管理，合理采伐，及时运输，保证常采常青，长期经营，永续利用。

林业生产的特点之一就是森林面积的辽阔性，规划或经营的对象一般在几千亩到几十万亩，甚至更大些。在这样大的地区，自然和经济条件，森林生长和资源情况均不同，因此在规划和经营时要因地制宜，分别对待组织生产。森林区划就是对整个林区进行地域上的规划。即把辽阔的林区和不同的森林对象区划为不同的部分和单位，根据不同的区划部分或单位，进行技术经济计算、统计和分析森林资源的数量和质量。所以，森林区划是清查森林资源的一种主要手段，是调查工作，经营规划和组织林业生产的基础。以达到合理的经营管理和因地制宜地组织和发展林业生产的目的。

二、森林调查区划的内容：

确定森林区划的内容时，必须“对于具体的事物作具体的分析”。加强调查研究，从实际需要出发，根据今后经营管理及采伐利用和清查森林资源时调查工作的需要，作为森林调查区划内容的出发点。

森林调查区划的内容，根据我省当前的情况有国有林和集体林两种形式。国有林一般区划为林业局——国营林场——分场——生产队（作业队）——林班——小班，集体林一般区划分为县——公社——大队——社队林场（茶场、药材场等）——林班——小班。各种区划界线应与行政界线一致，林场、分场、公社、大队的范围我省已基本上固定，而林班、小班的区划是森林调查区划中重要的区划内容，林班是测量和统计单位，也是较永久性的经营单位，有了林班这一区划单位之后，便于测量和计算面积，而且为森林资源清查

工作打下基础，林班区划的合理与否、将直接影响规划和经营的质量，故在此，先着重介绍林班区划，小班区划在后面的森林资源清查一章中讲。

在进行森林调查区划之前，必须收集调查地区的地形图，如果有过去的林业调查设计图纸或航摄照片，也应尽量收集。要充分利用现有的测绘资料、尽量减少测量的工作量。

第二节 林班区划

一、什么叫林班：

为了保证林场有步骤、有计划的实施森林经营利用措施，应把林场的整个面积划分成许多具有固定界线的，面积大致相等的部分，这些部分称为林班。林班之间的界线称为林班线。林班线一般能够使人们在林内便于通行和识别方向，已伐开和清理的林班线可以做为集材和运材的路线；林班线对护林防火有着良好的作用，因此区划林班就为森林资源清查和实施各种经营措施打下了良好的基础。

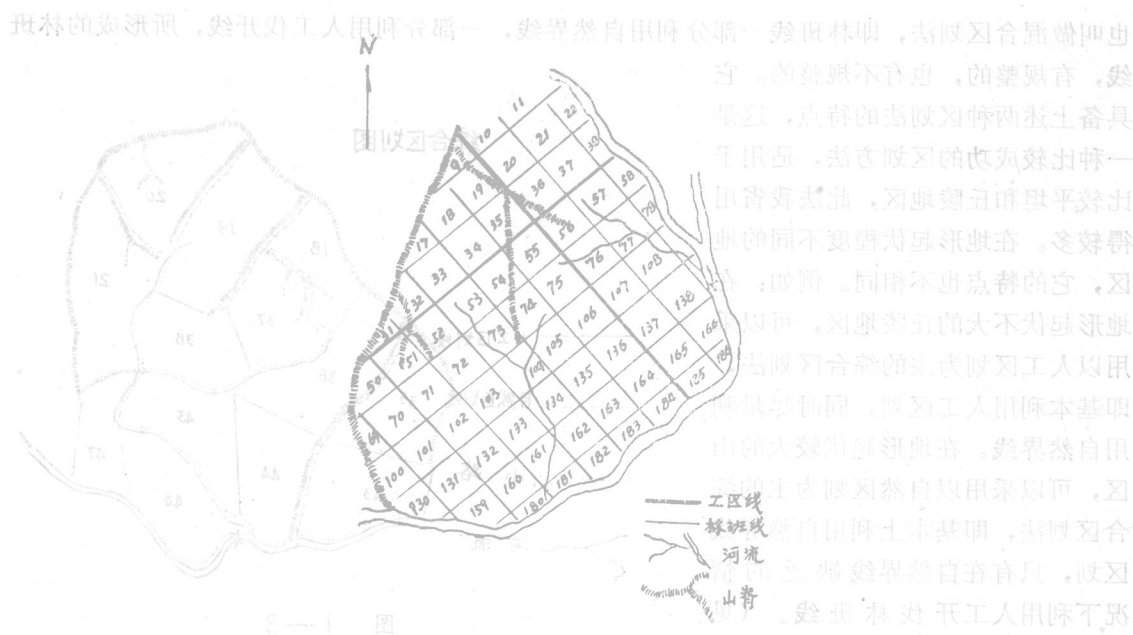
二、林班区划的原则：

由于林区的地形复杂，山高坡陡，沟谷大小不一，从经营管理和采伐运输上考虑，林班区划最好不跨越分水岭，尽可能使一个林班包括一个山谷和两个坡面，即所谓“两坡夹一谷”。如果面积过大，可以进一步细划。在区划时，应考虑运材的方便和林班面积的大小。林班面积的大小，应根据森林经营水平、地形条件、森林特点来决定。一般在经营强度高的地区，林班应小些，经营强度低的地区应大些；小面积林区，林班面积可以划得小些，地形复杂的为了使林班线不跨越分水岭，可以划得小些。

三、林班区划的方法：

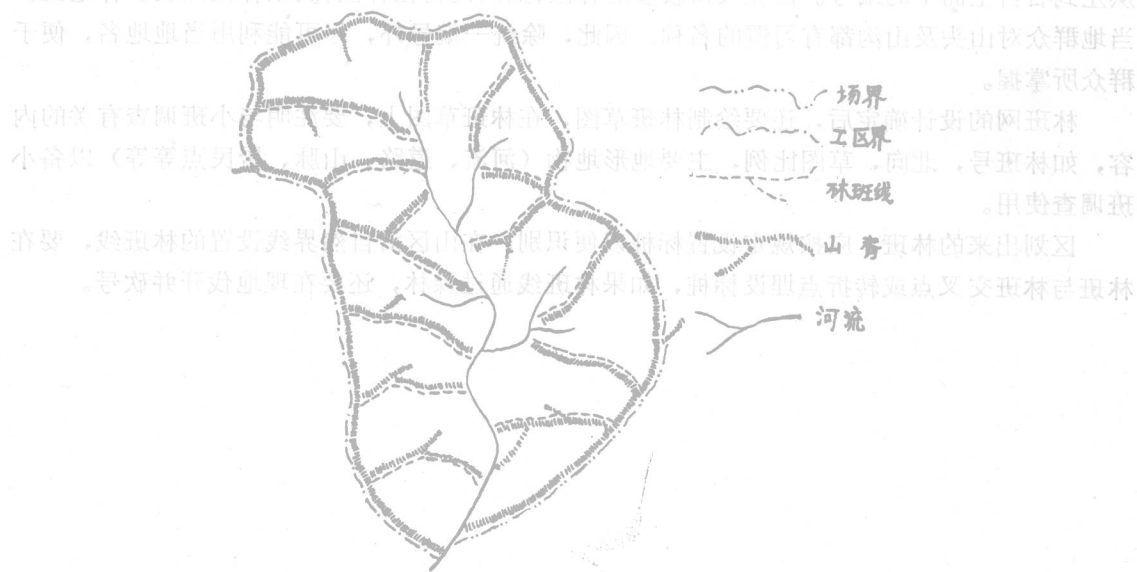
(一) 人工区划法：它是将林区用互相垂直的林班线区划成正方形或长方形的林班，大小比较一致，在同一林区内，林班线之间的距离相等，人工区划的林班规整，便于调查和计算面积，同时此林班线有助于在林内识别方向，并利于区划伐区，但此法仅适宜于比较平坦的地区，我省能够用此法区划的范围是不大的。

(二) 自然区划法：是利用林区现有的自然环境界线（如河流、山脊、河谷、道路等）作为林班线。林班的地形和大小，视当地地形而异，一般多为不规整的形状。它的特点是充分利用和照顾到地形变化和森林分布的特点，林班线可以结合集材、运材及其他的道路网以及经营管理上的要求来设定。此法适宜于小山区的区划。因为在山谷交错形成大小不同的相互结合的集水区，山区群众对利用山沟作为经营单位沿用已久。自然区划的林班，多形成两坡夹一沟，因这在经营管理上利用价值较大。它的不足之处是林班面积大小不一，形状不规整，计算面积较复杂，也不能利用林班线来识别方向。如果两坡夹一沟的面积过大，可根据



人工区划图

标准林班面积的大小进一步细划。(见图 1—2)



自然区划法图

图 1—2

(三) 综合区划法：这是利用人工区划和自然区划相结合的方法，将林区区划成林班，

也叫做混合区划法，即林班线一部分利用自然界线，一部分利用人工伐开线，所形成的林班线，有规整的，也有不规整的。它具备上述两种区划法的特点，这是一种比较成功的区划方法，适用于比较平坦和丘陵地区，此法我省用得较多。在地形起伏程度不同的地区，它的特点也不相同。例如：在地形起伏不大的丘陵地区，可以采用以人工区划为主的综合区划法，即基本利用人工区划，同时尽量利用自然界线。在地形起伏较大的山区，可以采用以自然区划为主的综合区划法，即基本上利用自然界线区划，只有在自然界线缺乏的情况下利用人工开伐林班线。（见图1—3）



图 1—3

上述三种区划法，都有它的特点和适用条件，除个别平缓丘陵林区可以采用人工区划或以人工区划为主的综合区划法外，而自然区划法及以自然区划为主的综合区划法为林区的主要方式，具体应用时，因地制宜地确定之。

林班的编号和命名，一般以林场为单位，用阿拉伯数字从西北向东南的顺序排列。采用从左到右自上而下的编号。但在人口较多的林区，如人民公社林区，次生林区以及少林地区，当地群众对山头及山沟都有习惯的名称。因此，除统一编号外，尽可能利用当地地名，便于群众所掌握。

林班网的设计确定后，还要绘制林班草图，在林班草图上，要注明与小班调查有关的内容，如林班号，北向，草图比例，主要地形地物（河流、道路、山脉、居民点等等）以备小班调查使用。

区划出来的林班，应按规定设置标桩以便识别，在山区沿自然界线设置的林班线，要在林班与林班交叉点或转折点埋设标桩，如果林班线通过森林，还要在现地伐开并砍号。

图 1—4

图 1—4

林班如按图林班，当次调查时按图自然区划人工区划法（三）

第二章 森林测量的基本知识

第一节 测量工作的意义和任务

测量学是一门研究地球形状和大小的科学。

测量学在我国社会主义经济建设和国防建设上，起着十分重要的作用。例如，农业上进行土地规划整理，农田水利建设；交通、电力、建筑及地下资源开采等工程建设，国防上划定国界、行军、设防等。都必须进行测量工作或利用测量工作成果。

在林业建设中，进行森林调查设计、造林调查设计、水土保持、居民区绿化以及森林采伐与木材的水陆运输等也必须进行测量工作。

测量工作的主要任务是将测量的对象缩小若干倍测绘到纸上，而形成与相应地面保持相似形状的图。

第二节 地球的形状和大小

地球是一个沿着赤道稍稍膨大和在两极之间略为扁平的椭园体。在一般测量中，我们可以认为地球是一个圆球，它的半径为6371公里。

第三节 地面点位置的确定

要确定地面上点的位置，需要知道它们的坐标和高程。

地面点的地理坐标是用经度和纬度来表示的。垂直于地轴的平面与地球表面的交线称为纬圈，通过球心的纬圈称为赤道。过地面一点和南北极的平面与地球表面的交线称为子午圈，其中通过英国格林威治天文台的子午圈称为首子午圈。

地面上某一点的经度，是通过该点的子午面与首子午面所夹的二面角，经度以 λ 表示，以首子午线为 0° 起算，向东到 180° 之间称为东经，向西到 180° 之间称为西经，以西经 20° 和东经 160° 的经线为准，把地球分为东西两个半球。大约沿着 180° 的经线有一国际日期变更线，轮船和飞机从东向西跨过这条线日期增加一天，由西向东跨过这条线日期减少一天。

地面上某一点的纬度，就是该点的铅垂线与赤道平面的交角。纬度以 φ 表示，以赤道为 0° ，分向南北极至 90° 为止。在赤道以北者为北纬，以南者为南纬。北纬 23.5° 叫北回归线，南纬 23.5° 叫南回归线。南北回归线之间叫热带。北纬 66.5° 和南纬 66.5° 分别叫北极圈和南极圈。在极圈和回归线之间的地带分别叫北温带和南温带。

地理坐标用于较大的测量区域。在小区域的测区，则可用平面直角坐标来表示地面点的

位置，如图2—1把地面当作一个平面看待，O为原点，一般把原点设置在区域的中央，即水平面对于球面的切点处。XX为纵坐标轴，通常和南北方向一致，YY为横坐标轴，通常和东西方向一致。从原点向上的X为正，向下为负。从原点向东的Y为正，向西为负。地面上任意一点P的平面直角坐标就是用X，Y来表示。

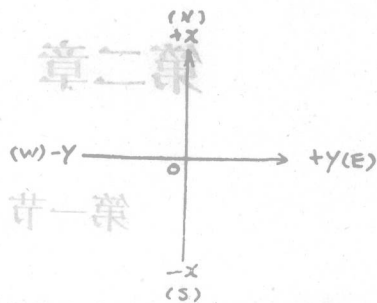


图 2—1 直角坐标

高程决定地面点高低的位置，它是从某一水准面起沿铅垂线到地面点的竖直距离。我国现在是以黄海平均海面为基准面，并假定其高程为零，作为全国高程起算点。

知道了高程H和地理坐标经度λ、纬度φ或平面直角坐标纵坐标X，横坐标Y时，该点的位置即可完全确定。

第四节 平面图、地图、地形图、地物图

当测区面积不大，把这部分水准面当水平面看待，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平面图。

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

如图上只表示出地面上的房屋、道路、河流及地类界等物体的位置，这种图称为地物图。如图上还把地面高低起伏的情况用规定的符号表示出来，这种图称为地形图。

第五节 比例尺

平面图上直线长度与地面上相应直线的水平长度之比，称为比例尺。设图上的某一直线长度为d，地面上相应线段的水平长度为D，则图的比例尺为

$$M = \frac{d}{D} = \frac{1}{D/d} \quad (2-1)$$

比例尺为不名数，上式M为缩小的倍数，M越大则比例尺越小，M越小则比例尺越大。比例尺一般以分数或比例形式表示，如 $\frac{1}{500}$ ， $\frac{1}{2000}$ ， $\frac{1}{10000}$ ， $\frac{1}{50000}$ 或 1:500，1:2000，1:10000，1:50000等。

习惯上将 1:5000 或更大的比例尺称为大比例尺，1:10000 至 1:100000 称为中比例尺，

较 1:100000 更小的比例尺称为小比例尺。

知道了比例尺，就可以把图上长度与地面上相应的水平长度互相换算。

即：地上长度 $D = dM$ (2-2)

图上长度 $d = \frac{D}{M}$ (2-3)

例 1，从 1:5000 比例尺图上量得一条小河的宽度为 3 公分，问这条小河实际宽多少公尺。

解：实际宽 $D = d \cdot M = 3 \times 5000 = 15000$ 公分 = 150 公尺

例 2，一块长方形苗田长 120 公尺，宽 60 公尺，如测绘到 1:2000 比例尺上应绘多大。

解：图上长 $d = \frac{D}{M} = \frac{120}{2000} = 0.06$ 公尺 = 6 公分

图上宽 $d = \frac{D}{M} = \frac{60}{2000} = 0.03$ 公尺 = 3 公分

即应绘成长 6 公分宽 3 公分的长方形。

使用数字比例尺来绘图时，要经常进行计算，非常不便。所以，通常采用一种以直线形式表示的比例尺。这种比例尺，叫做直线比例尺。

直线比例尺系在一条直线上按 2 厘米（或 1 厘米）为基本单位截取若干相等的线段，并将最左边的一个基本单位分为十等分。然后按图的比例尺，以第一个基本单位的末端为零，向右注明各等分线到零点的相应实地距离，如图 2-2。

使用直线比例尺，是将两脚规的右脚放在零点右边适当的分划上，此时左脚须在零点左边的基本单位内，这样从右脚可以读出整数，从左脚可以读出零数（估读到百分之一基本单位）为了减少图低变形的影响和使用方便，通常把直线比例尺精确地绘在图上，作为图的组成部分之一。另外，市上有三棱比例尺售，在实际工作中用以代替直线比例尺来测绘平面图或地形图。

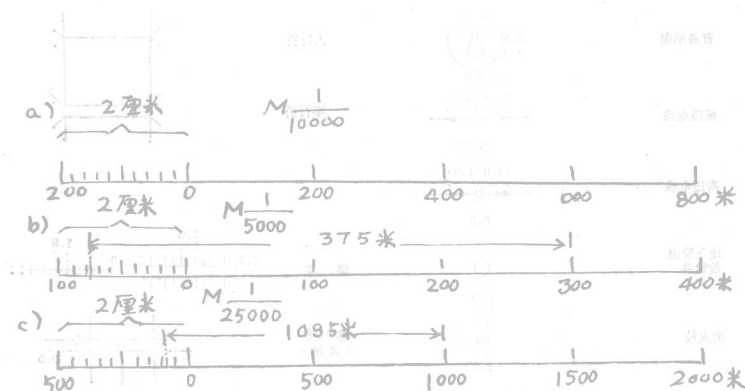


图 2-2 比例尺

图上距离大于 0.1 毫米的两点，正常的肉眼可以分辨出来，这种相当于图上 0.1 毫米的地上水平距离称为比例尺的精度，常用比例尺精度见表 2-1。

表 2—1 比例尺的精度

比例尺	1/1000	1/2000	1/5000	1/10000	1/25000
比例尺精度(m)	0.1	0.2	0.5	1	2.5

根据比例尺精度，可以解决实际工作中的两个问题，即：不但可以按照比例尺知道地面上丈量距离究竟要准确到什么程度；反过来也可以按照丈量地面距离的规定精度来确定采用多大的比例尺。例如测量 1:10000 比例尺的图，则地面距离的丈量精度只需达到一米。又如

要求在图上表现出 0.5 米距离的精度, 则所用的比例尺不应小于 $\frac{0.1\text{mm}}{0.5\text{m}} = \frac{1}{5000}$ 。

第六节 地形图符号

地物符号(地物符号所注尺寸以毫米为单位):

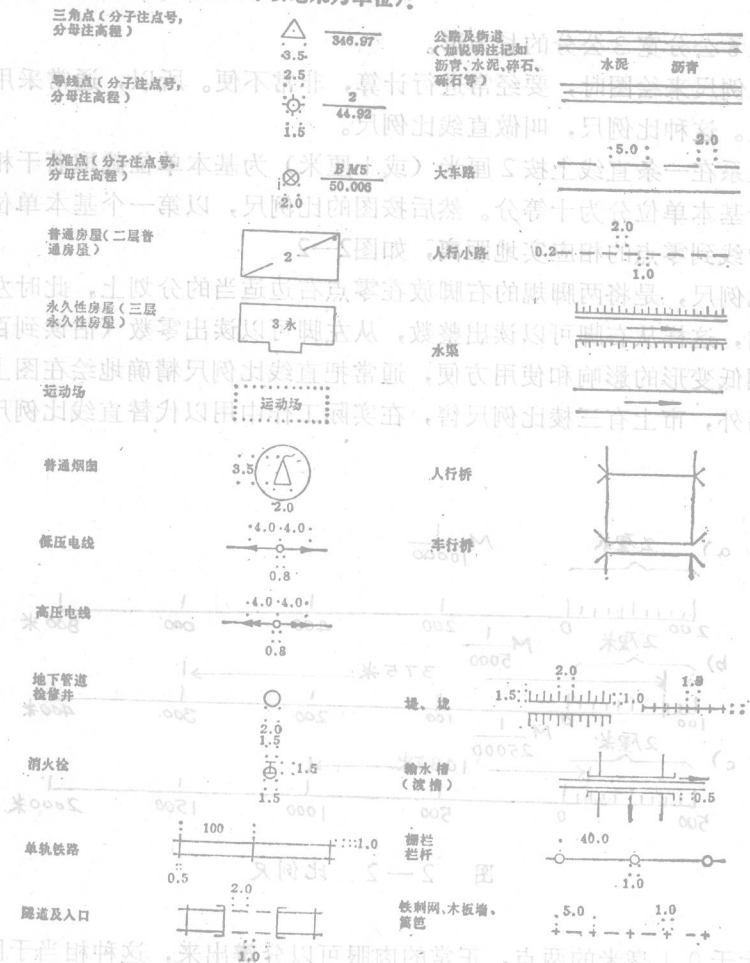


图 2-3 地形图符号

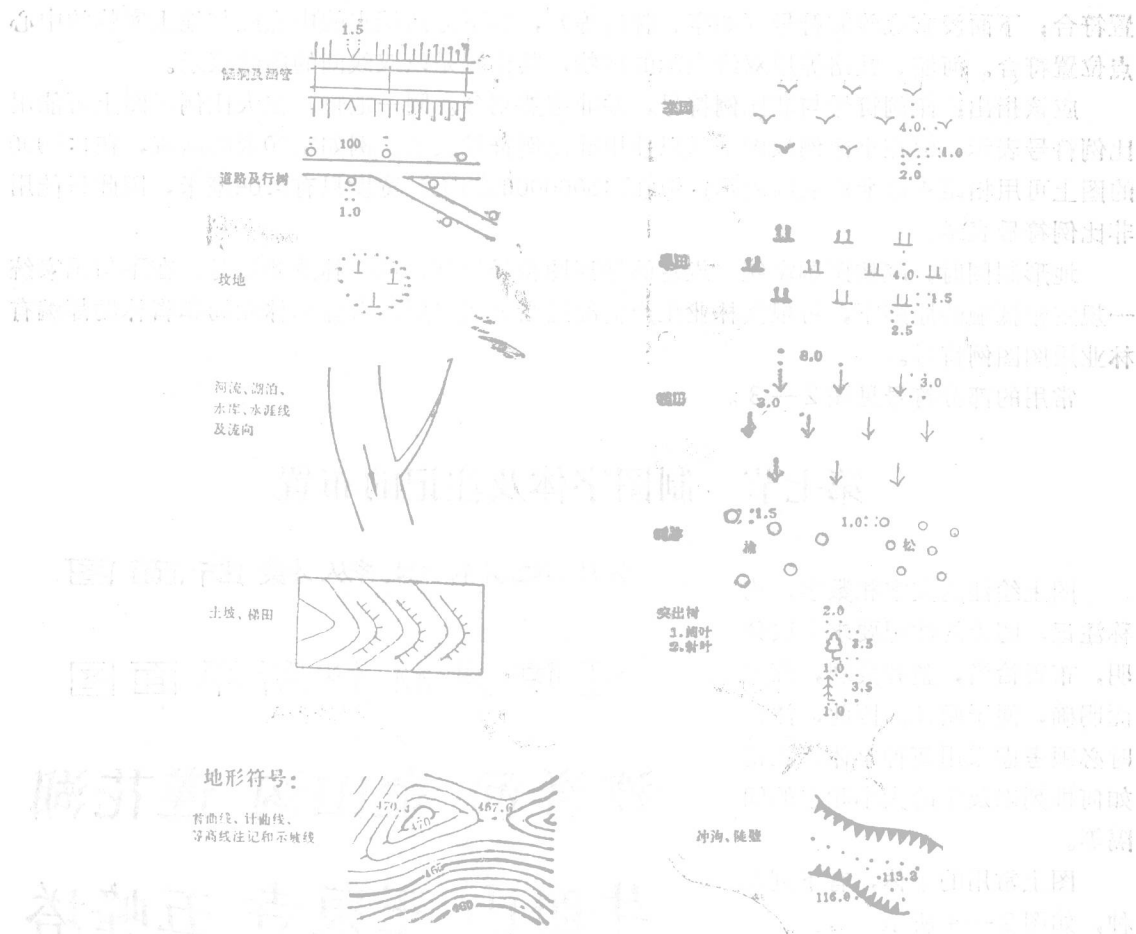


图 2—3 地形图符号 (续)

在地形图上表示各种地物和地貌的符号，统称地形图符号。国家测绘部门制定的各种比例尺的地形图图式中，对地形图符号都作了明确的规定，测绘人员应当熟悉地形图图式并遵照使用。

地形图符号虽多，但归纳起来可分为比例符号和非比例符号两种。

(一) **比例符号**，是按地形图比例尺描绘的。例如湖泊、草原、林地、沼泽、耕地等的境界线。比例符号既能表示地物的位置又能表示地物的形状和大小。

为了进一步表明轮廓内部属于什么类别，轮廓内要绘出表明性质的符号。轮廓内部符号不是表示所绘地物的大小和实际位置，仅表示其类别，例如林带轮廓内部绘以小圆圈，只是表示树木，并不表示树木的大小和实际位置。

(二) **非比例符号**：很小但很重要的地物，当其尺寸小于比例尺的精度，在地形图上不能按比例尺描绘出来时，则只能用非比例符号表示，例如导线点、图根点、路标、纪念碑等。非比例符号不能表示地物的大小，仅能表明其位置。例如：三角点、导线点等具有规则几何图形（三角形、圆形、正方形、星形等）的符号，其几何中心点应与地上实物的中心点的位置符合，宽底图形符号（如独立石、庙宇等），其底部的中心点应与地上实物的中心点的位置符合；底部为直角形的符号（如独立树、路标等）其直角顶点应与地上实物的中心点的位置符合。