陆军

炮兵防空兵军事地形学

张晓光 张培森 主编

军事谊文出版社

陆军炮兵防空兵
军事地形学

张晓光　张培森　主编

军事谊文出版社

(京)新登字:121 号

书　名:《陆军炮兵防空兵军事地形学》

主　编:张晓光　张培森
出版发行者:军事谊文出版社(北京安定门外黄寺大街乙　号)
(邮编 100011)
印刷者:北京瑞哲印刷厂

开　本:850×1168 毫米 1/32
版　次:2000 年 9 月第 1 版
印　次:2000 年 9 月第 1 次印刷
印　张:7.59
字　数:190 千字
印　数:1－2000

书　号:ISBN 7－80027－749－6/E·223
定　价:18.00

编写人员

主　编：张晓光　张培森

副主编：崔一平　张立新　刘　晗

编写人：（以姓氏笔画为序）

刘　晗　张立新　张晓光

张培森　杨　峰　沈延安

周绪彬　郭立强　崔一平

统　稿：张立新

前言

为了更好地适应高技术局部战争的要求，满足炮兵防空兵部队、院校军事地形学训练和教学的需要，我们编写了《陆军炮兵防空兵军事地形学》。

本教材以总参谋部1997年5月印发的《军事地形学》基准教材为依据，参考了有关兄弟院校的教材；编写过程中得到了学院领导、专家、学者和有关兄弟单位的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2000年9月

绪论

地形是地物和地貌的总称。地物是指地面上位置固定的物体；地貌是指地表面的起伏形态和性质。地形是战场的自然结构，它对作战的全过程有着一定的影响，是构成作战活动的基本要素。地形制约着兵种、兵力的投入以及武器装备的使用，并影响作战方式与作战规模。任何作战计划都是依据敌情、我情与地形制定的。作战的成败，在一定程度上取决于利用地形的正确与否。

一、军事地形学的研究内容

军事地形学，是从军事需要出发，研究如何识别和利用地形的一门应用学科。其主要任务是研究地形，揭示地形对作战行动的制约与影响规律，阐述地形分析的理论、方法和手段，为作战行动与实际地形的紧密结合提供依据。

军事地形学的研究内容，主要由地形资料的识别与使用以及地形分析两部分构成。前者包括地形图、海图、航空图、电子地图和航空像片的识别与使用，以及沙盘堆制、调制略图等；后者包括地形诸要素和各类地形对作战行动的影响，以及攻防作战的地形分析。

二、军事地形学与相关学科的关系

军事地形学不是孤立地发展起来的，在其自身发展过程中，需要吸收、运用其它学科的知识和成果。它与战役学、战术学、军队指挥学、军事测绘学、军事地理学等学科有着密切的联系。

地形对战役、战术行动的影响，是军事地形学研究内容的出发

点与归宿。军事地形学研究、评价地形的结论，为战役、战术行动正确利用地形提供理论依据；而战役学、战术学的发展，又指导、推动着军事地形学的深入研究和发展。两者相互促进，相互依赖。军事地形学的主要内容，是军队指挥活动必需的基本知识和技能。军队指挥的发展和需要，是推动军事地形学研究内容充实与提高的动力。从这个意义上说，军事地形学服务并隶属于军队指挥，是军队指挥学的一个分支。

军事地形学在解决自身的技术问题时，需要吸收、利用军事测绘学的技术手段和技术成果。军事测绘技术手段和技术成果的发展，是军事地形学研究建立在精确、可靠的科学基础之上的保证；而军事地形学的发展，又对军事测绘技术和手段提出新的要求，从而促进军事测绘学的发展；军事地形学的研究内容，又将随着军事测绘技术新成果的产生而不断丰富。从这一点上说，军事地形学是军事测绘技术成果在作战中的推广与应用。

军事地理学，是研究军事与地理之间关系的一门学科。主要研究地理环境对军事行动和国防建设的影响，探索军事上运用地理条件的规律，为制定军事战略、研究武装力量建设、准备和实施作战等提供科学依据。军事地形学，主要研究地形对作战行动的影响，旨在具体作战背景下，提出战役或战斗行动中对地形的具体利用与改造方案，制定趋利避害的措施。两者在研究范围、对象和目的方面，军事地理学具有全局意义，侧重于战略范畴，并吸取军事地形学的研究成果和手段。军事地形学则在军事地理学的总体框架中，实施局部研究，侧重于战役、战术范畴，并为军事地理的研究提供地形分析资料。

目录

绪论 …… (1)
第一章 地形图知识 …… (1)
第一节 地图概述 …… (1)
一、地图的概念及分类 …… (1)
二、地形图的分类与用途 …… (2)
三、地图的生成 …… (4)
四、地形图图廓 …… (5)
五、地形图的拼贴与折叠 …… (5)
第二节 地图投影 …… (6)
一、地球的形状与大小 …… (6)
二、地球上的点、线、面 …… (7)
三、地图投影意义 …… (8)
四、高斯——克吕格投影 …… (8)
第三节 地图比例尺 …… (11)
一、地图比例尺的概念 …… (11)
二、普通比例尺及其应用 …… (11)
第四节 坐标网 …… (12)
一、地理坐标网 …… (13)
二、平面直角坐标网 …… (15)
第五节 方位角与偏角 …… (21)
一、方位角 …… (21)

二、偏角 …… (23)
三、方位角的换算 …… (23)
四、方位角的量读与图解 …… (24)
第六节 地形图的分幅与编号 …… (28)
一、分幅与编号的方法 …… (28)
二、分幅与编号的应用 …… (33)
第七节 地物符号 …… (35)
一、地物符号的分类 …… (35)
二、地物符号的有关规定 …… (37)
三、地物符号的识别 …… (39)
第八节 地貌表示、识别与判读 …… (42)
一、地貌表示 …… (42)
二、地貌识别 …… (46)
三、地貌判读 …… (52)
第二章 现地使用地形图 …… (58)
第一节 现地判定方位 …… (58)
一、利用炮兵防空兵装备器材判定 …… (58)
二、利用天体判定 …… (60)
三、利用自然特征判定 …… (64)
第二节 标定地图 …… (65)
一、概略标定 …… (65)
二、利用指北针标定 …… (65)
三、利用直长地物标定 …… (66)
四、利用明显地形点标定 …… (66)
第三节 现地对照地形 …… (67)
一、现地对照地形的方法与步骤 …… (67)
二、现地对照地形的要领 …… (68)
三、现地对照地形应注意的问题 …… (68)

四、现地方位介绍 …… (69)
第四节 确定站立点 …… (69)
一、地形关系位置判定法 …… (69)
二、交会法 …… (70)
三、极距法 …… (73)
四、利用炮兵防空兵装备器材确定站立点 …… (74)
第五节 确定目标点 …… (78)
一、地形关系位置判定法 …… (79)
二、极距法 …… (80)
三、前方交会法 …… (80)
四、截线法 …… (81)
五、高差法 …… (81)
六、高低夹角系数法 …… (82)
第六节 按图行进 …… (84)
一、行进前的准备 …… (84)
二、行进要领 …… (86)
第三章 电子地图 …… (93)
第一节 电子地图的基本知识 …… (93)
一、电子地图的概念及分类 …… (93)
二、电子地图的生成 …… (99)
第二节 电子地图的应用 …… (101)
一、在作战指挥中的应用 …… (101)
二、在地形分析中的应用 …… (101)
三、在武器制导中的应用 …… (102)
四、在定位导航中的应用 …… (103)
第四章 遥感图像 …… (104)
第一节 航空像片 …… (104)
一、航空像片的分类 …… (104)

二、航空像片的成像规律 …… (106)
三、像片比例尺 …… (111)
四、航空像片的立体观察 …… (115)
五、航空像片判读 …… (117)
六、现地使用航空像片 …… (130)
第二节　其它遥感图像 …… (136)
一、多波段遥感图像 …… (136)
二、红外遥感图像 …… (137)
三、微波遥感图象 …… (138)
第五章　地形模型 …… (139)
第一节　地形模型的概念及分类 …… (139)
一、地形模型的概念 …… (139)
二、地形模型的分类 …… (139)
第二节　简易沙盘制作 …… (140)
一、准备工作 …… (141)
二、制作方法 …… (144)
第三节　电子立体地形模型 …… (146)
一、电子立体地形模型的生成过程 …… (146)
二、电子立体地形模型的军事价值 …… (148)
第六章　地形略图的调制与测绘 …… (149)
第一节　利用地形图调制略图 …… (149)
一、蒙绘法 …… (149)
二、方格法 …… (149)
三、复印法 …… (151)
四、投影法 …… (151)
五、目估法 …… (151)
第二节　利用航空像片调制略图 …… (151)
一、像片镶嵌图的制作 …… (151)

二、判绘与整饰 …… (152)
第三节　现地测绘略图 …… (153)
一、简易测量的基本方法 …… (153)
二、测图准备 …… (160)
三、测绘地物、地貌的基本方法 …… (160)
四、测图实施 …… (162)
第七章　地形对炮兵防空兵部队作战行动的影响 …… (166)
第一节　地形要素对作战行动的影响 …… (166)
一、地貌与土质对作战行动的影响 …… (166)
二、居民地对作战行动的影响 …… (171)
三、道路对作战行动的影响 …… (174)
四、水系对作战行动的影响 …… (178)
五、植被对作战行动的影响 …… (182)
第二节　各类地形对炮兵防空兵部队作战行动的影响
…… (186)
一、平原地形 …… (187)
二、丘陵地形 …… (188)
三、山地地形 …… (190)
四、水网地形 …… (191)
五、城市居民地地形 …… (192)
六、山林地形 …… (194)
七、石林地形 …… (196)
八、黄土丘陵地形 …… (197)
九、海岸与岛屿地形 …… (198)
十、沙漠戈壁地形 …… (200)
十一、草原与沼泽地形 …… (201)
十二、高原地形 …… (203)
第八章　地形分析基础 …… (206)

第一节　地形分析的依据、原则与方法 …… (206)
一、地形分析的基本依据 …… (206)
二、地形分析的基本原则 …… (207)
三、地形分析的方式与方法 …… (209)
第二节　地形基本作战性能分析 …… (210)
一、地形对机动的影响 …… (210)
二、地形对观察的影响 …… (216)
三、地形对射击的影响 …… (220)
四、地形的隐蔽伪装性能 …… (226)
五、地形的防护性能 …… (227)
六、地形对通信的影响 …… (231)

第一章　地形图知识

第一节　地图概述

一、地图的概念及分类

地图，是地球表面自然和社会现象的缩写图。

由于地球表面近似椭球面，地表起伏不平，要想把不可能展为平面的椭球面上的自然和社会现象毫无变形地转绘到平面图纸上，并能在图上进行长度（距离）、角度、高度、面积、坐标等的量算，就必须遵从一定的数学法则。

地面上的物体种类繁多，形状、大小不一，为了在图上识别物体，就必须采用特定的图式符号。

地面上某些物体的位置会相互叠加在一起，为清晰表示和增强地图的地理景观感受，图式符号应使用与自然色彩相似的颜色描绘。为标明物体的名称、质量和数量，图上应以规定的字体和大小，用文字和数字加以注明。

由于地球表面的自然和社会现象是多种多样的，图上不可能、也没有必要将它们全部表示出来。这就必须依据用图目的不同，按物体所具有使用意义的大小进行取舍与制图综合。如军用地图，应着重表示军事意义突出的物体，综合表示数量较多、分布密集、军事意义属于一般的物体，舍去军事意义不大的物体。

因此，地图是按照一定的数学法则，用特定的图式符号、颜色和注记，将地球表面的自然和社会现象，经过一定的制图综合测绘

于平面图纸上的图。

为便于使用、保管和研究地图，常以地图的某些特征作标志，将其归纳为一定的类别。地图的分类标志通常有：制图区域范围、使用对象、使用方式、比例尺、表示方法、表示内容等。但最常用的是按表示内容分类。

地图按表示内容分为：普通地图和专题地图两大类。

普通地图，是综合反映地表自然和社会现象一般特征的地图。它以相对均衡的详细程度表示自然地理要素（地貌、土质、水系、植被）和社会经济要素（居民地、道路网、行政区划）。它被广泛地用于经济建设、国防建设、军队教育训练和科学文化教育等方面，而且还作为编制专题地图的地理底图。其中，以地形图应用最为广泛，是最重要的图种。

专题地图，又称“专门地图”或“主题地图”。它是以普通地图为底图，着重表示某一专题内容的地图，如地貌图、交通图等。

二、地形图的分类与用途

（一）地形图的分类

地形图是指比例尺大于或等于1:100万的普通地图。我国现行军用地形图比例尺系列为：1:1万、1:2.5万、1:5万、1:10万、1:25万、1:50万和1:100万七种。根据用途和需要，地形图通常有以下几种分类方法：

1、按比例尺分类

大比例尺地形图，指比例尺大于或等于1:5万的地形图。

中比例尺地形图，指1:10万和1:25万地形图。

小比例尺地形图，指1:50万和1:100万地形图。

2、按测制方法分类

实测图，指直接在实地施测的地形图。它内容详细，精度高，比例尺通常大于1:10万。

编绘图，指根据实测图和有关资料，于室内经制图综合而成的

中、小比例尺地形图。内容较概略。

3、按用途分类

战术用图，指 1∶1 万～1∶10 万地形图。供战术兵团、部(分)队使用。

战役用图，指 1∶10 万～1∶50 万地形图。通常供战役军团使用。

战略用图，指小比例尺地形图。供陆、海、空三军高级指挥机关和最高统帅部使用。

(二) 地形图的用途

1∶1 万和 1∶2.5 万地形图都是实测图。对地形的显示最精确、详细，但只有重要城市、要塞、基地和重点设防地区才测制。主要供团以下分队研究地形和组织指挥战斗，以及重点设防、国防工程设计和国家经济建设勘察、设计时使用。

1∶5 万地形图也是实测图。能在图上进行精确的量测计算，确定炮兵射击诸元和研究地形，是师、旅、团三级组织训练和指挥作战的基本用图，是经济建设部门的规划设计用图，也是编制小比例尺地形图的基础。

1∶10 万地形图，多数是根据 1∶5 万地形图编绘的，少数地区(如草原、戈壁地区)是经过实地调查测绘的，较 1∶5 万地形图概括些，也具有 1∶5 万地形图的特点。主要供装甲、机械化部队和军、师以上指挥机关组织计划战斗行动时使用，也是合成军队经常使用的图种。

1∶25 万和 1∶50 万地形图，是根据 1∶10 万地形图编绘的。主要供军以上高级指挥机关研究兵力部署、拟定战役计划、指挥陆空大兵团协同作战时使用。

1∶100 万地形图，是根据 1∶25 万和 1∶50 万地形图编绘的。主要供陆海空三军领帅机关研究战役方向、进行战役(战略)规划部署、解决战役(战略)方面的作战任务使用。它和 1∶50 万地形图

都是陆、空军的协同用图。

三、地图的生成

地图的生成包括大地测量，地形测量，制图和印刷三大工序。

大地测量的主要任务是建立国家大地控制网，确定地面点的高程和平面精确位置，并以此作为测制地图的控制基础。它是在全国范围内，按一定原则、步骤和密度选择一些点，构成相互连接的许多三角形（亦称三角网），测出所有三角形中的水平角，并选择其中合适的一点做原点（称为大地原点），精确测定其大地经纬度和至相邻某点的边长、方位角作为起算数据；再按三角形的边角关系推算出各点的大地经纬度，按选定的投影方法换算成相应投影面上的平面直角坐标，作为测图的平面控制，这些点叫三角点，并在地面建有相应测量标志。为建立全国高程控制网，在确定出平均海水面后，在附近陆地上选择一稳固点埋设标志，精确测定对于平均海水面的高程，此点称为水准原点。以此为准，用水准测量的方法测定全国一些地面点的高程，这些点称为水准点，由此构成全国高程控制网，并测算出三角点的高程。

地形测量的任务是把地形元素按规范要求测绘到平面图纸上，生成地形原图。具体测量方法有两种：一是航空和卫星摄影测量。通过对地面进行航空或航天摄影，获得具有中心投影性质的地面像片，进行实地判读和调查，并用相应地图符号将欲表示的地形元素描绘在像片的相应影像上，按一定要求施测少量控制点，然后于室内利用测图仪器消除像点移位，变中心投影为垂直投影，把像片上的地图符号转绘到图纸上，生成地形原图。另一种方法是平板仪测量。先依测图区域的三角点，加密测定一些点的坐标和高程，将其展绘在图纸上，用仪器测出诸地形元素对于这些控制点的关系位置并缩绘在图上，标以相应的地图符号，即生成地形原图。航空摄影测量精度高、成图快，是目前测绘地形的基本方法。

制图与印刷，是将实测的地形原图，按《地图图式》的要求，通

过清绘或刻绘等加工处理，使其成为符合印刷要求的出版原图，或根据大比例尺地图缩小编绘成缩绘原图，再经照像、制版和印刷，最后生成地形图。

四、地形图图廓

地形图图廓及其说明见附录一。

五、地形图的拼贴与折叠

(一)地形图的拼贴

由于每幅地形图所显示的实地范围有限，当使用地形图的区域较大时，需要把多幅地形图拼贴起来。其具体步骤如下：

1、根据小接图表或图幅编号找图

地形图左上角印有小接图表，中间画斜线的一格代表本图，四周八格内的文字为相邻地形图的图名。根据小接图表就可以找出相邻的地形图。有时也可按地形图图廓各边的中央注记的图幅编号，找出相邻的地形图。

2、进行拼贴

(1)根据接图表或图幅编号，先将所用地形图按其关系位置排列好。

(2)按上压下、左压右的顺序，沿内图廓把东、南图边折叠到背后(如需粘贴可裁去)。但要注意，拼贴后应有完整的图边。

(3)粘贴时，如纵列图幅少，先从下向上贴纵列；如横行的图幅少，则从右向左先贴横行。各行、列贴完后再将其拼贴在一起。两图相接应以平面直角坐标网或主要地形衔接为准。相邻两带地形图拼贴时，如需使用统一的平面直角坐标网，应先连好邻带补充坐标网后再拼贴。

(二)地形图的折叠

为了便于使用和携带地形图，有时还需将地形图进行折叠。

1、单张地形图的折叠

(1)先沿南内图廓和东内图廓向后折叠。

(2)图面相对,上下对折。

(3)左右对折,或按大小折成三折,但必须把图名、图号及小接图表露在外边,以便查找。

2、拼贴后地形图的折叠

其要领是把不用的部分折向背面,再按大小折成数折。如果是在攻防战斗中使用,可按任务方向进行折叠;如果是在行军中使用,可依行军路线方向进行折叠。如果需要应用平面直角坐标指示目标等,在折叠后的地形图上可进行适当的平面直角坐标注记。

第二节　地图投影

一、地球的形状和大小

地球是一个南北略扁,赤道隆起,近似椭球的旋转球体。它的自然表面高低起伏,陡缓不一,有平原、高山、丘陵、江河、湖泊和海洋等。珠穆朗玛峰高出海平面 8848.13 米,其高度为世界之最,面位于太平洋西部的马里亚纳海沟在海平面以下 11034 米,为世界最低点。可见,地球表面是一个极其复杂而不规则的自然曲面。

在地球表面,海洋面积约占 71%,陆地面积约占 29%。如果从卫星上观察地球,它近似一个水球。

地球绕地轴自西向东自转,每自转一周是一天;地球在自转的同时还绕太阳公转,每公转一周为一年。

地球椭球的形状和大小,用它的长半径(a)和短半径(b)及扁率(α)等基本元素表示。这些基本元素,各国采用的数据各不相同。目前我国采用的椭球元素值为:

长半径 a=6378245 米

短半径 b=6356863 米

扁　率 $\alpha=(a-b)/a\approx1:298.3$

确定地球的形状和大小,无论在理论上还是在实际应用上都

具有重要的意义，尤其是对测制精度较高的大比例尺地形图更为重要。如果地球的形状和大小确定得不准确，那么，对于地形图的精度及识图、用图等都会受到影响。

二、地球上的点、线、面

为了确定地面点在地球上的地理位置，就要在地球椭球面上建立一种以地理极为极，以经纬线为坐标线的曲面坐标系，要说明这种坐标系，就必须弄清地球椭球上基本点、线、面的含义。

地心：地球的中心，以 O 表示。

地轴：地球自转的轴，以 NS 表示，它从南到北通过地心。

地极：地轴与地球椭球的交点叫地极，又称地理极。位于北端的叫北极，以 N 表示；位于南端的叫南极，以 S 表示。

赤道面和赤道：通过地心并垂直于地轴的平面，叫赤道面；其与地球表面的交线称赤道。赤道是最大的纬线圈。赤道的周长约为 40075704 米；经度 1°所对的赤道长为 111329.7 米，1′所对的赤道长约为 1855.5 米。

纬线：平行于赤道的平面（或垂直于地轴的平面）与地球表面的交线，称纬线（或平行圈）。纬线是准确的东西方向线。

子午面和经线：通过地面某点包含地球南北极的平面，叫该点的子午面。子午面与地球表面的交线，叫子午线，亦称经线。经线是准确的南北方向线。子午圈周长约为 40008548 米；纬度 1°的经线长约为 111134.9 米，1′的经线长约为 1852.2 米。

起始子午线：通过英国格林威治天文台子午仪中心的经线，该经线经度为 0°，故称起始经线，又叫首子午线。

纬度：地球表面某点的法线与赤道面间的夹角，叫该点的纬度，用 B 表示。纬度从赤道起算，向南、北两极各由 0°～90°。赤道以北叫北纬，赤道以南叫南纬。

经度：地球表面某点的子午面与首子午面（起始经线所在的子午面）之间的夹角，叫该点的经度，用 L 表示。经度由首子午面起

向东、西分别量度，各由 0°～180°。在首子午面以东的叫东经，以西的叫西经。

经差：地面某两点的经度值之差。

纬差：地面某两点的纬度值之差。

回归线：地球表面通过赤道南北各 23°26′处的等纬度圈，分别称为南回归线和北回归线。它是标志太阳能垂直照射地球表面的地面标志线。故它又是地球上热带和温带的分界线，南、北回归线之间为热带。

极圈：地球表面距南、北极各 23°26′的纬度圈。极圈在南半球的叫“南极圈”；在北半球的叫“北极圈”。极圈在地球上是温带和寒带的分界线，极圈之内为寒带，极圈到回归线之间为温带。

三、地图投影意义

地球表面是一个不可展开的曲面，而地图通常是个平面。为了解决地球曲面与地图平面之间的矛盾，运用数学原理，按一定的条件，将地球椭球面上的点和线相应转绘到平面上的方法，叫地图投影。

地图投影方法很多，但不论采用什么方法，地球表面的图形经过投影后，都不可避免地产生差异，即出现投影前后不一致的现象，这种不一致的现象，叫投影变形。它一般分为长度变形、面积变形和角度变形三种。根据不同的需要，可采用不同的投影方法。我军绝大多数地形图采用的是高斯——克吕格投影。

四、高斯——克吕格投影

高斯——克吕格投影，简称高斯投影，是一种等角横切圆柱投影。

（一）高斯投影的基本概念

假想用一个椭圆柱面横套在地球的外面，与某一经线相切，相切的经线叫中央经线，如图 1－1(a)。在球心 O 放置一个光源，将球面上的点、经纬线（如 M、NMS、Q_1QQ_2）等投射到椭圆柱面上，

再沿母线 AB 与 CD 将椭圆柱面切开并铺展为平面(称为高斯平面),即得地球椭球面上的点、线在高斯投影面上的图形。高斯投影经纬线网的形状如图 1－1(b)。它具有以下特性:

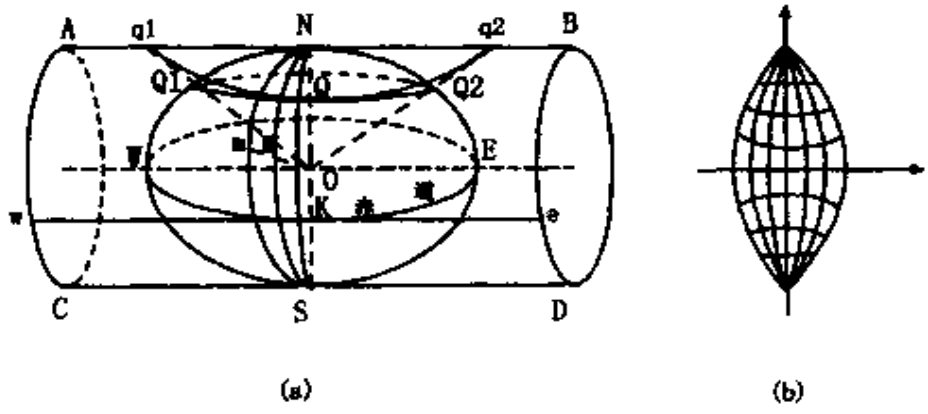


图 1－1　高斯——克吕格投影

1、投影后中央经线和赤道成为相互垂直的直线,其余各经纬线都是曲线,并且经线以中央经线为轴,东西对称;纬线以赤道为轴,南北对称。

2、投影后,中央经线保持长度不变,其余各经线都有不同程度的增长(变形),且距中央经线越远,变形越大。

3、面积有变形。投影后的面积大于参考椭球面上的面积。

4、推导高斯投影公式时,附加了等角条件,故能使参考椭球面上小区域内任两方向所夹之角,投影后保持不变。

由于高斯投影具备上述特点,因而它被世界各国广泛采用,成为国际上常用的一种地图投影。目前我军使用的 1∶1 万、1∶2.5 万、1∶5 万、1∶10 万、1∶25 万和 1∶50 万地形图都采用这种投影。

(二) 投影带的划分

由于高斯投影除中央经线外长度均有变形,且离中央经线越远长度变形越大。为了限制长度变形就必须对投影宽度加以限

制，即采用分带投影的方法。如图 1－2，从首子午线起，由西向东每经差 6°为一个投影带，将全球分为 60 个投影带，其带号依次用 1、2、……60 表示，然后逐带进行投影。我国位于东经 72°至 138°之间，共占 11 个投影带，即第 13 至 23 投影带内。这种 6°分带的投影方法对位于北纬 20°以上的我国大陆而言，其长度变形在分带子午线附近可达 1/800。

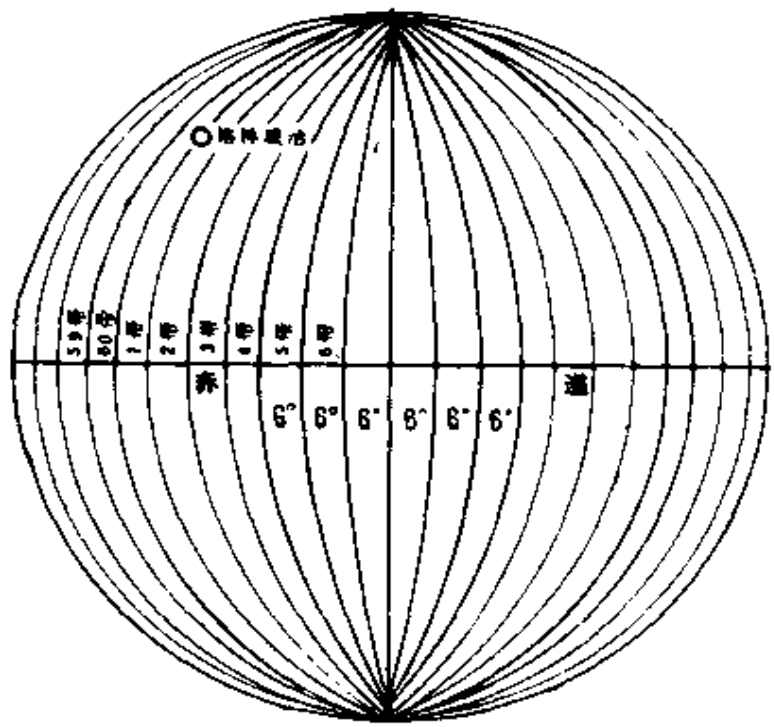


图 1－2　投影带划分

当地图比例尺大于 1:2.5 万时，为了保证用图精度，规定采用经差 3°分带，并规定第一个 3°带的中央经线与第一个 6°带的中央经线重合。

第三节　地图比例尺

一、地图比例尺的概念

地图，是将地面上的点、线、图形，按投影公式转换到投影平面上（此时已含有投影误差），并按一定比率缩小而成的。这个缩小的比率叫地图比例尺。

$$\text{地图比例尺} = \text{缩小比率} = \frac{\text{图上长}}{\text{投影面上相应长}} = \frac{\text{图上长}}{\text{实地相应球面长} + \text{长度变形}}$$

它用于图上长与实地相应球面长的换算。

如果采用的投影方法能使长度变形小到可忽略不计，则该地图比例尺叫普通比例尺；如果必须考虑长度变形的影响，则此地图比例尺叫投影比例尺。地形图采用分带投影限制了长度变形，故可按普通比例尺进行图上长与实地相应球面长（短距离内叫水平距离）的换算。

二、普通比例尺及其应用

图上长与相应实地水平距离之比，叫普通比例尺。为便于了解地图缩小的倍数，分子通常化为1，即：

$$\text{普通比例尺} = \frac{\text{图上长}}{\text{相应实地水平距离}} = \frac{1}{M}$$

M称为比例尺分母，其值越大，比例尺越小；其值越小，比例尺越大。

当地图图幅面积大小一定时，比例尺越大，地图所包括的实地范围越小，图上显示内容越详细；反之，比例尺越小，地图所包括的实地范围越大，图上显示的内容越简略。

普通比例尺主要有以下几种形式：

（一）文字比例尺

用文字叙述缩小的比率，如："百万分之一"、"二万五千分之一"或"图上1厘米相当于实地500米"等。现代地形图上已不再采用。

(二)数字比例尺

用比例式或分数式表示，如1∶50000或1/50000。数字比例尺适用于计算法进行图上长与相应实地水平距离的换算。

图上长＝实地水平距离/M

实地水平距离＝图上长×M

例：已知实地水平距离800米，求它在1∶50000图上相应长。

解：图上长＝800m/50000＝1.6(cm)

例：用直尺在1∶50000地形图上量得某两点间长为3.6cm，求实地水平距离。

解：实地水平距离＝3.6cm×50000＝1800(m)

(三)直线比例尺

用线段表示图上长，并在不同线段长度上注出相应实地水平距离的关系直线，叫直线比例尺。直线比例尺分两部分，从"0"向右大间隔注记整公里数的部分叫尺身；从"0"向左以毫米为小间隔注记米数的部分，叫尺头。利用直线比例尺不通过计算可直接量得实地水平距离。其方法是：

在图上用两脚规量出两点间的长度，保持其张度不变移到直线比例尺上比量，比量时使其一脚落在尺身整分划上，另一脚落在尺头，再把两脚规所指分划的注记值相加，即为实地水平距离。

当所量图上长超过直线比例尺长度时，可利用方里网量读整公里数，剩余部分再到直线比例尺上比量。

第四节　坐标网

确定平面上或空间中某点位置的有次序的一组数值，叫该点

的坐标。地形图上用来确定点位坐标的网格，叫坐标网。它分为地理坐标网和平面直角坐标网。

一、地理坐标网

用经、纬度表示地面点在地球表面上位置的坐标，叫做地理坐标。它通常用度、分、秒表示。炮兵防空兵在大范围机动时要用到地理坐标。

（一）地理坐标网的构成及其表示形式

根据选定的投影方法，按一定经差与纬差，在地形图上绘出的经纬线网，称为地理坐标网。它用于在图上量取地面点的地理坐标或根据地理坐标确定某点在图上的位置。

地形图是按经、纬度分幅的，所以地形图的南、北内图廓就是纬线，东、西内图廓就是经线。由于地图比例尺不同，地理坐标网在地形图上的表示形式也有所区别。

1:2.5万～1:10万地形图，只绘平面直角坐标网。图廓四角分别注有东、西、南、北内图廓相应的经、纬度数值，内外图廓间绘有分度带。分度带的每个分划为经、纬度的1′，将对应的分度带分划相连接，即可构成地理坐标网。

1:25万～1:100万地形图上，通常只绘有地理坐标网，不绘平面直角坐标网。坐标网的横线是纬线，纬度数值注记在东、西内外图廓之间；坐标网的纵线是经线，经度数值注记在南、北内外图廓之间。为使用方便，在四周内图廓上还绘有以经纬度1′为差值的小分划格。

（二）地理坐标网的应用

量取点的地理坐标或根据地理坐标确定点在图上的位置，一般按先纬度后经度的顺序进行。

1、量取点的地理坐标

在1:2.5万～1:10万地形图上，当用指挥尺量取点的地理坐标时，先将指挥尺短边与东(西)分度带密合，指挥尺长边横向经过

所址点，根据长边与东(西)分度带的交点，采取四分法(将所交分度带分成四份)，估算出所占分度带的数值，并以图廓四角的纬度注记推算出所量点的纬度值，如图 1－3；同样，量经度时，先将指挥尺短边与南(北)分度带密合，长边纵向经过所量点，根据长边与南(北)分度带的交点，用四分法估算出所占分度带的数值，以图廓四角的经度注记推算出所量点的经度值。

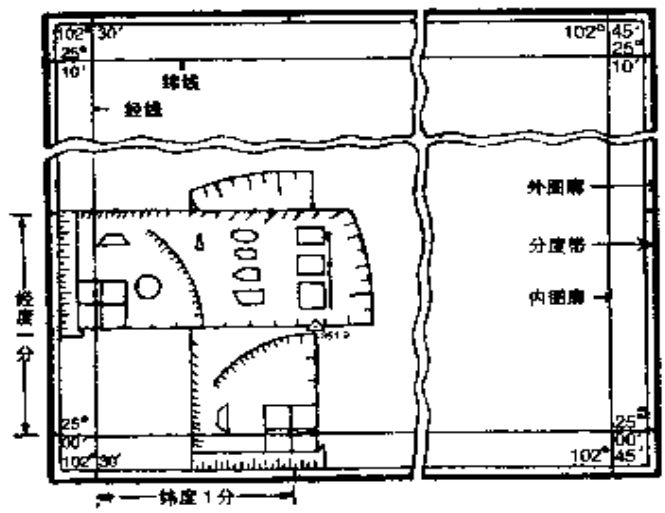


图 1－3　依分度带量读地理坐标

在比例尺小于或等于 1:25 万的地形图上均绘有地理坐标网，并在内图廓和整度经、纬线上绘有小分划格。在图上量取目标点的地理坐标时，先用两脚规量取目标点至邻近下、左方纬、经线的垂直距离；然后在内图廓上进行比量估读；再将估读值加在邻近下、左方纬、经线所注的纬、经度上，即得目标点的纬、经度。

2、根据地理坐标确定点在图上的位置

当已知某点的地理坐标，需确定它在图上的位置时，在比例尺大于或等于 1:10 万地形图上，可先将纬、经度数确定在东西、南北分度带上，再将对应点连线，其交点即为该点在图上的位置。在比

例尺小于或等于1:25万地形图上，可根据经纬度数值直接在地理坐标网上确定出点的图上位置。

二、平面直角坐标网

地形图上按规定间隔绘出并注有相应坐标值的直线方格网，叫平面直角坐标网。它用于确定地面点的平面直角坐标，或根据平面直角坐标确定地面点在图上的位置，以及指示目标。

（一）高斯投影平面直角坐标网的构成

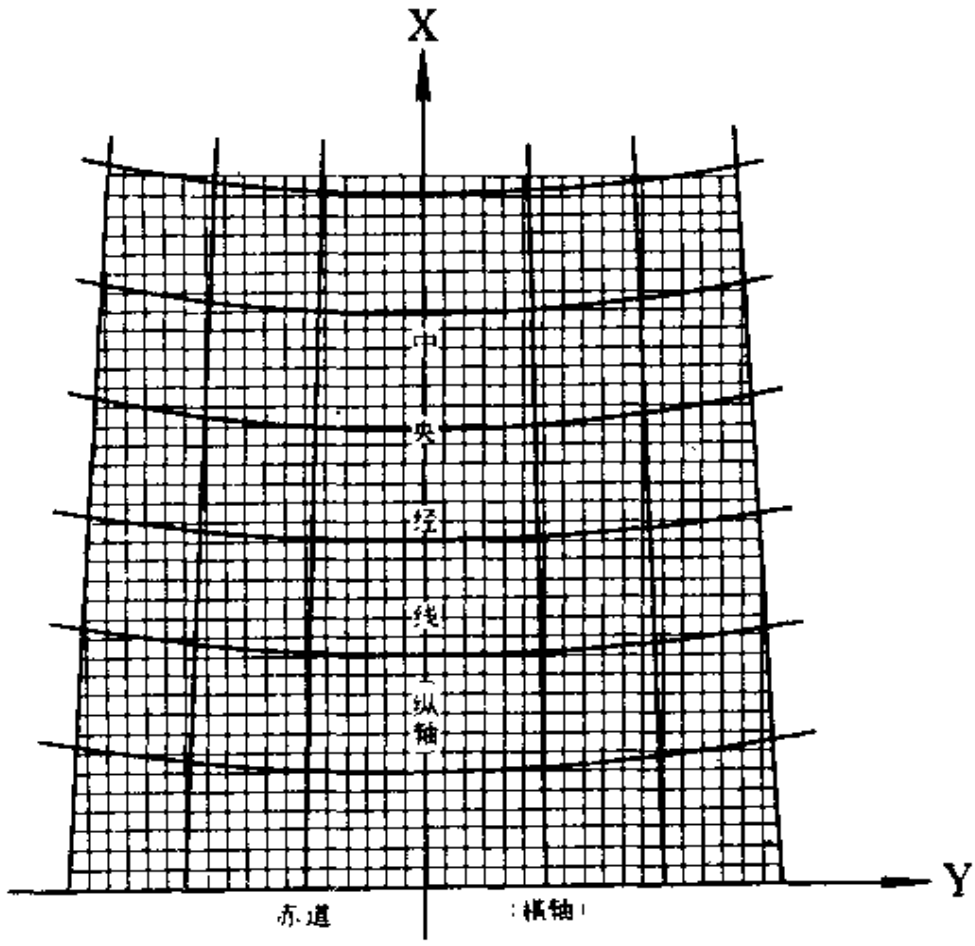


图1-4　高斯投影平面直角坐标网的构成

在1:2.5万～1:10万地形图上，采用6°分带的高斯投影，投

影之后，每个投影带的中央经线和赤道成为相互垂直的直线。以中央经线的投影作为纵坐标轴(X 轴)，以赤道的投影作为横坐标轴(Y 轴)，其交点 O 作为坐标原点，便构成高斯投影平面直角坐标系。由于分带投影，每个投影带便构成一个独立的平面直角坐标系。

为了便于从地形图上量测坐标和计算面积，采取以 1 公里或 1 公里的整数倍为单位，作平行于纵、横轴的若干直线，便构成高斯投影平面直角坐标网，亦称方里网，如图 1－4 所示。

由于高斯投影各带自成独立的坐标系统，所以相邻两带边缘的图幅拼接时，坐标网线斜交。如果在分带子午线附近使用地图，要使用统一的坐标网。为此测量上规定以邻带补充坐标网的形式，解决相邻两投影带边缘图幅的用图问题。每带西边缘经差

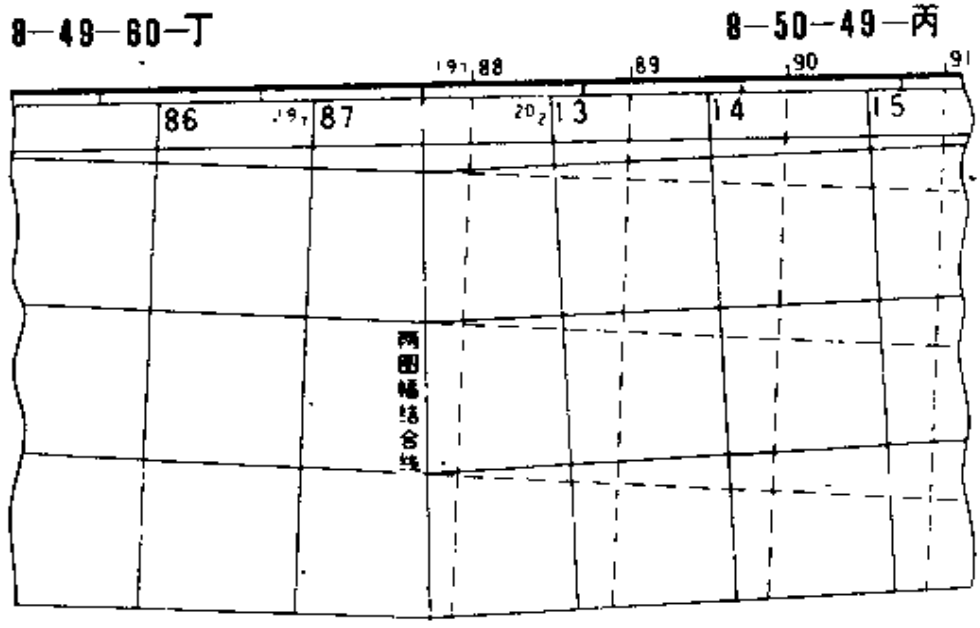


图 1－5　邻带补充坐标网

30′以内和东边缘经差 7.5′(1∶2.5 万)、15′(1∶5 万)以内的各幅图，在外图廓上用短线加以注记，绘出了相邻投影带延伸过来的平

面直角坐标网。使用时，只要明确以哪一带的平面直角坐标网为准，即可在另一带的地形图上绘出指定带的平面直角坐标网。如图 1－5 所示，为以第 19 投影带为准的统一坐标网。

(二)平面直角坐标的起算和注记

在高斯平面直角坐标系中，纵坐标值(X)以赤道为零起算，向北为正，向南为负。因我国位于北半球，所以纵坐标值都是正值。横坐标值(Y)以中央经线为零起算，向东为正，向西为负。这样，横坐标值在中央经线以西的均为负值，使用时非常不便。为避免横坐标出现负值，规定各带中央经线以西 500 公里处为零起算，这样在中央经线以东的横坐标值均大于 500 公里，以西的均小于 500 公里，如图 1－6。

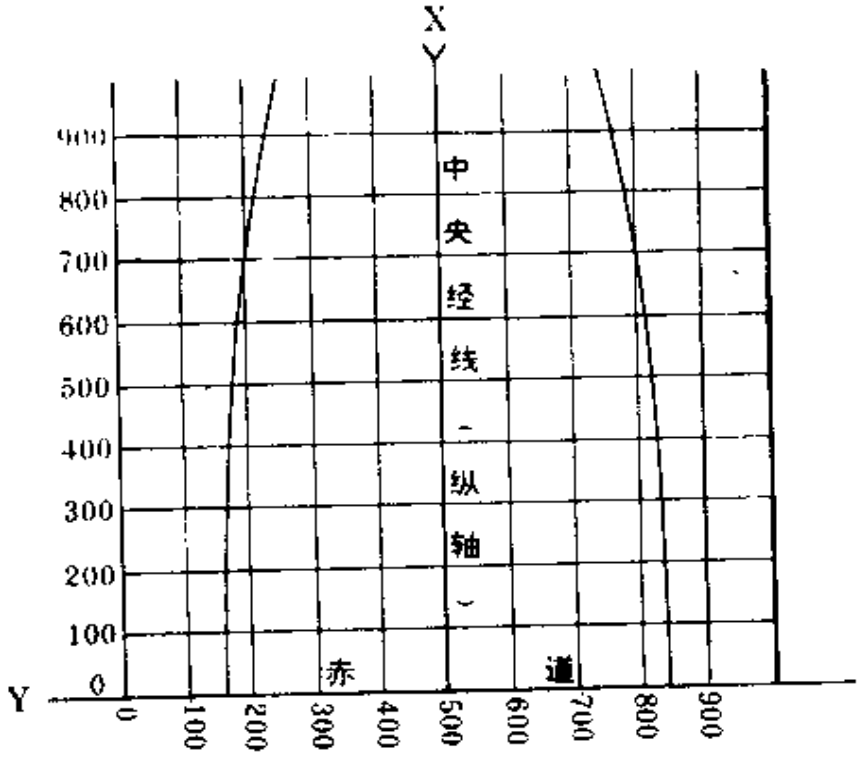


图 1－6　坐标起算

地形图上的平面直角坐标值以公里为单位注记在内外图廓之

间。在东、西内外图廓之间的横线上，由下向上增大的数值为纵坐标值；在南、北内外图廓之间的纵线旁，由左向右增大的数值为横坐标值。在图廓四角，注记有平面直角坐标的全部数值。纵坐标的全值注记表示该坐标横线距离赤道的公里数；横坐标的全值注记(以公里为单位)为五位数(1～9 投影带为四位数)，后三位数是横坐标的公里数，前面的为投影带号。为了使用方便，在图幅中央的方里网上还注有相应的纵、横坐标值。

(三)平面直角坐标网的应用

1、量取地面点的平面直角坐标

当以指挥尺上的坐标尺量读地面点的平面直角坐标时，如图 1－7，欲量取 A 点的平面直角坐标，其方法如下：

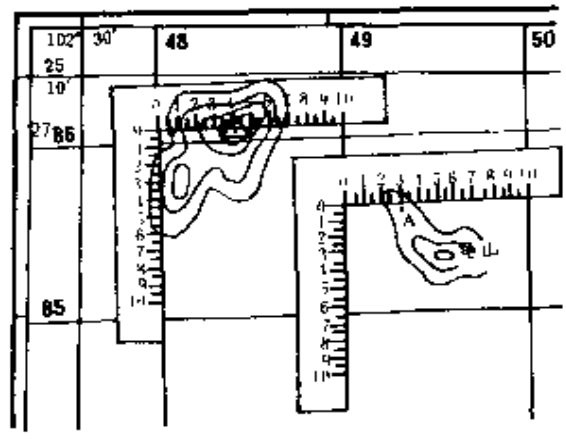


图 1－7　用坐标尺量读平面直角坐标

(1) 查出 A 点的概略坐标(通常为平面直角坐标的后两位公里数)为 85、49，并使坐标尺纵尺边与横坐标 49 所在的坐标纵线重合，横尺边通过 A 点的定位点。

(2) 先从坐标尺的纵尺边上读出与纵坐标 85 所在坐标横线对应的分划数为 645 米，再与纵坐标 85 公里相加，即得 A 点的纵坐标 85645 米。

(3) 从坐标尺的横尺边上读出 A 点定位点位置的分划数为 300 米，将其与横坐标 49 公里相加，即得 A 点的横坐标 49300 米

因此，A 点的平面直角坐标：X85645，Y49300。平面直角坐标全值：X2785645，Y18249300。

2、根据地面点的平面直角坐标确定其在图上的位置

如图 1－7，已知敌观察所的平面直角坐标为 X86075、Y48410，确定其在图上的位置。方法如下：

(1) 按概略坐标 86、48 找到目标所在的方格。

(2) 将坐标尺纵尺边与横坐标 48 所在的坐标纵线重合，上下调整坐标尺，并使纵尺边 075 米的分划切于纵坐标 86 所在的坐标横线上。

(3) 沿坐标尺的横尺边找到 410 米的分划处，即为敌观察所在图上的位置。

3、指示目标

利用平面直角坐标网指示目标的方法，随目标性质、精度要求和距离的不同而有所区别。

(1) 方里格指示法

以目标所在方里格左下角纵、横坐标值指示目标的方法，叫方里格指示法。一般情况下，只取纵、横坐标值的末两位公里数。并规定先读(写)纵坐标，后读(写)横坐标。如图 1－8 中的 116.6 高地，其读(写)格式为：

书写格式：指示物、(坐标)、目标性质

例：116.6 高地(67、46)敌机枪发射点。

口头格式：坐标、指示物、目标性质

例：坐标 67、46，116.6 高地，敌机枪发射点。

这种方法适用于图上易于查找指示物的目标。

(2) 井字格指示法

当图上同一个方里格内有两个或两个以上相同的目标，按方

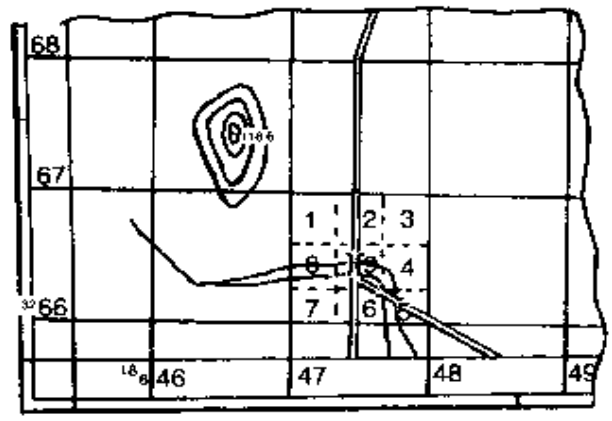


图 1－8　用方里格、井字格法指示目标

里格指示法难以区分时，则将方里格按“井”字形划分成 9 个小格，并从左上小格起，按顺时针进行编号，如图 1－8。指示目标时，在其方里格坐标后加注目标所在的小格编号即可。如图 1－8 中，两个车行桥的坐标分别为(66、47_9)、(66、47_5)。

用末两位公里数指示目标，只适用于百公里范围内的点位，若超过百公里，应取坐标全值进行读(写)。如 116.6 高地全值概略坐标为：(3267、18646)。

这种指示法只适用于图上有指示物的目标。

(3)精确坐标指示法

按图上 0.1 毫米相应的实地精度，以坐标指示目标的方法，叫精确坐标指示法。精确坐标通常用末两位公里数加不足整公里的米数组合而成，如 116.6 高地(67450、46600)。当使用范围超过百公里时，应采用全值方式指示。如 116.6 高地(3267450、18646600)。

这种方法适用于图上没有表示出的点状目标，或精度要求较高的目标。

第五节　方位角与偏角

方位角和偏角是地形图的数学要素之一。炮兵防空兵部队在现地判定方位、标定地图、指示目标、行进以及指挥射击时，常用到方位角和偏角。

一、方位角

以某点的指北方向线为基准方向，顺时针转到目标方向线之间的水平夹角，称为该点至目标点的方位角。角度单位通常用密位或度、分、秒表示。

由于表示地面上任一点的指北方向线有真北方向线、磁北方向线和坐标纵线北三种，因此，相应就有三种不同的方位角，如图1－9。

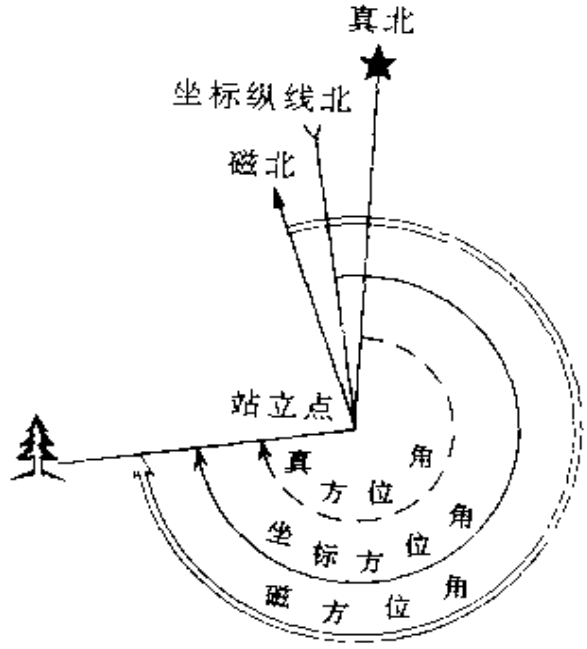


图1－9　方位角的种类

（一）真方位角

以真北方向为基准方向的方位角，叫真方位角，以A表示。

它一般在精密测量中使用。

真子午线，就是通过地面任一点的经线，经线所指的北方为该点现地的真北方向。真子午线虽然互不平行，但当距离较近时相差不大，可看作真子午线互相平行。所以在比例尺大于 1:10 万的地形图上，量取真方位角时，可把东、西内图廓看作是真子午线的平行线加以利用。现地用图时，常把地面上任一点的北极星方向作为过该点的真子午线方向。

（二）磁方位角

以磁北方向为基准方向的方位角，叫磁方位角，以 Am 表示。炮兵防空兵在射击和行进时经常使用磁方位角。

磁子午线，就是地面上任一点的磁针自由静止时所指的南北方向线。磁子午线通过地球的南北磁极，南北磁极与地球的南北极不在一处。据 1985 年测定，地球的磁北极位于北纬 78°03′、西经 103°08′的加拿大北部；磁南极位于南纬 65°37′、东经 138°37′的南极洲。在地形图南北图廓上绘有磁南、磁北（或 P、P′），这两点的连线，就是该图幅的平均磁子午线。由子磁子午线收敛于两磁极，故磁子午线互不平行，但在大于 1:10 万的地形图上量取磁方位角时，可视图幅内的磁子午线互相平行。

利用指北针可以很快找到现地的磁北方向，无论白天和夜间都可以使用。虽然磁方位角在军事上应用广泛，但磁针易受地球内部铁、磁性物质的分布影响，其使用受到一定限制。若有磁力异常区域，图上应作出标示。

（三）坐标方位角

以坐标纵线北方向为基准方向的方位角，叫坐标方位角，以 α 表示。如果 A 点至 B 点的坐标方位角 α_{AB} 为正坐标方位角，那么 B 点至 A 点的坐标方位角 α_{BA} 即为 α_{AB} 的反坐标方位角。正反坐标方位角正好相差 30－00。坐标方位角在军事上应用较多，炮兵尤为突出。

二、偏角

某点的真北、坐标纵线北、磁北方向线(简称"三北方向线")之间的夹角,叫偏角,也叫三北方向角。偏角共有三种:

(一)坐标纵线偏角

任意点M的坐标纵线与真子午线的夹角γ,叫M点的坐标纵线偏角,也叫子午线收敛角。其值由下式决定:

$$\gamma = l \sin B$$

式中 l 为该点与其所在投影带中央经线的经差,B为纬度。

由此可以看出:γ的符号取决于经差 l,每个高斯投影分带内,位于中央经线以西的图幅经差为负(坐标纵线西偏),γ为负;位于中央经线以东的图幅经差为正(坐标纵线东偏),γ为正。经差越大,γ越大;反之,越小;中央经线上γ为零。纬度越小,γ越小;反之,越大;赤道上γ为零;接近极点时最大 $\gamma = l$。

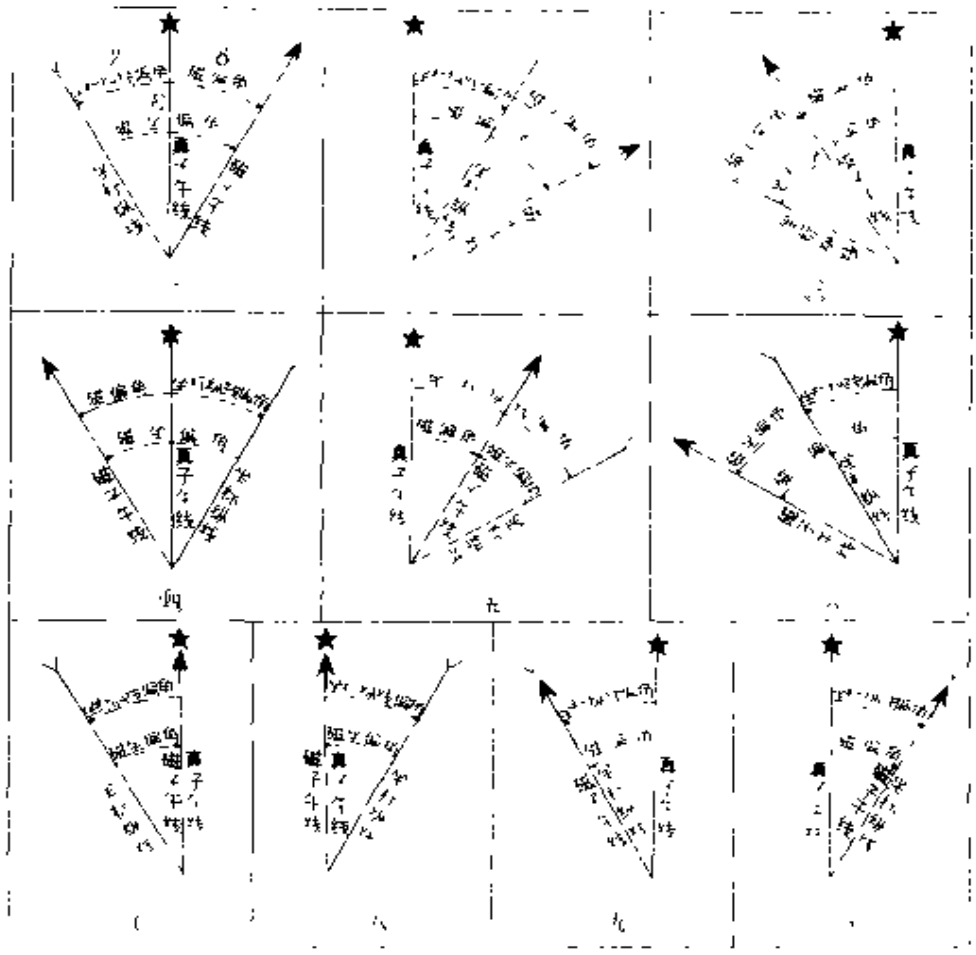
(二)磁偏角

任意点M的磁子午线与真子午线之间的夹角δ,叫做M点的磁偏角。磁偏角是以真子午线为准,磁子午线在真子午线以东的为东偏,磁子午线在真子午线以西的为西偏,并规定东偏为正,西偏为负。它通常由实地测量计算求得。磁偏角的大小,因地而异,注记在图上的磁偏角是该图幅范围内磁偏角的平均值。

(三)磁坐偏角

任意点M的磁子午线与坐标纵线之间的夹角ΔAm,叫该点的磁坐偏角。磁坐偏角以坐标纵线为准,磁子午线在坐标纵线以东的为东偏,以西的为西偏,并规定东偏为正,西偏为负。尽管点位不同,偏角的数值也各不相同,但在比例尺大于1:10万的地形图图幅内,可视为相同。地形图上以图幅的平均偏角值为准,绘有偏角示意图,叫做偏角图,标注在南图廓下方。该图也叫"三北方向图",可用于不同方位角之间的换算。通常有十种形式,如图1-10。

三、方位角的换算



为什么坐标纵线与真子午线不重合

图 1－10　偏角的不同形式

用图时，常利用偏角图进行不同方位角间的换算。为便于记忆和简化计算，可按下式进行：欲求方位角＝已知方位角±｜相应偏角｜。

相应偏角前的正负号，依偏角图确定。若已知方位角的基准方向位于欲求方位角的基准方向线右侧，取正号；反之，取负号。

计算中，当两角度相加大于 60－00 时，应减去 60－00；若小角度减大角度时，应将小角度加上 60－00，再与大角度相减。

四、方位角的量读与图解

(一)方位角的量读

1、量读坐标方位角

当用59式炮兵指挥尺量读坐标方位角时，如图1－11，量读197.0三角点至187.5高程点的坐标方位角，其方法如下：

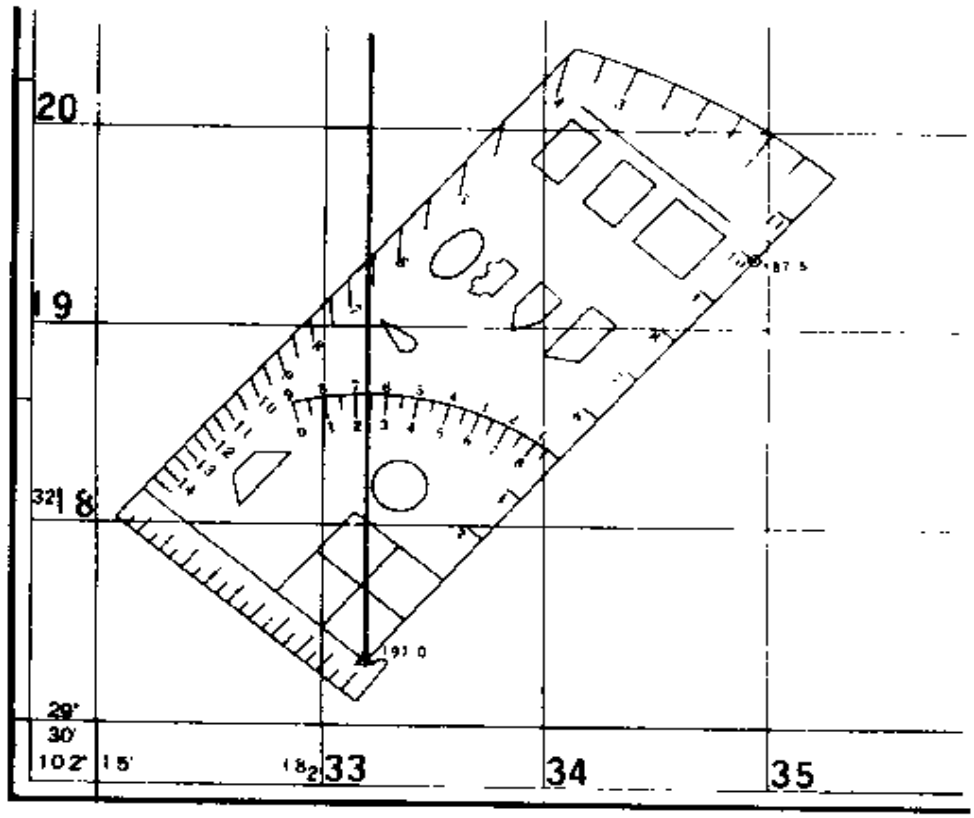


图1－11　用炮兵指挥尺量读坐标方位角

(1)过197.0三角点的定位点作一条坐标纵(横)线的平行线(目标位于0至15－00或30－00至45－00时，向上或向下作坐标纵线的平行线；目标位于15－00到30－00或45－00到60－00时，向右或向左作坐标横线的平行线)

(2)将指挥尺圆心对准197.0三角点定位点位置，使距离尺边与187.5高程点的定位点相切。

(3)读出所做平行线通过指挥尺边缘上密位分划的数值，即为

所量的坐标方位角。图中 197.0 三角点至 187.5 高程点的坐标方位角为 6－60。

当目标位于 15－00 到 30－00 之间时，量取的分划值应加上 15－00；位于 30－00 到 45－00 之间时，应加上 30－00；位于 45－00 到 60－00 之间时，应加上 45－00，即为要量读的坐标方位角。

2、量读磁方位角

例如，用指北针在图 1－12 上量读李家至虹山的磁方位角，其方法如下：

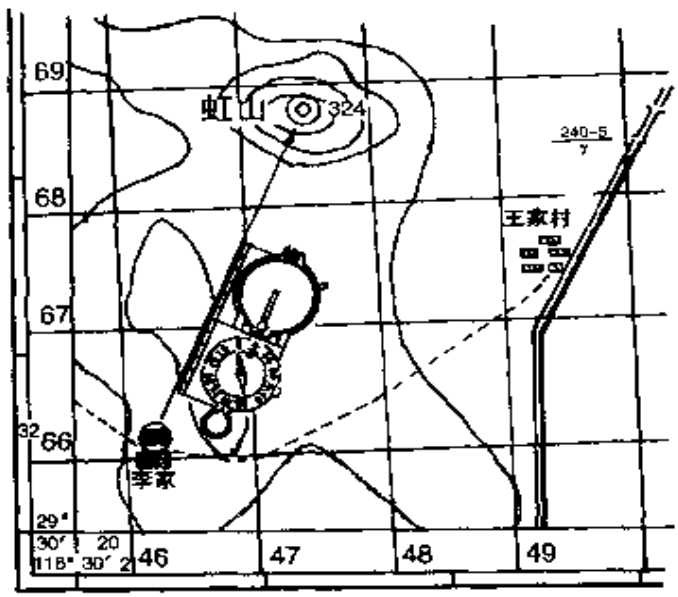


图 1－12　用指北针量读磁方位角

(1)在地形图上将李家至虹山两点连一直线。

(2)标定地图。标定时，先将指北针的直尺边切于磁子午线，并使准星朝向地图的上方，然后转动地图，使磁针北端对准 0 刻度指标，地图即已标定。

(3)不动地图，再将指北针切于李家至虹山两点的连线上，并

使准星朝向虹山方向，待磁针静止后，磁针北端所指的密位数 4－54，即为李家至虹山的磁方位角。

（二）坐标方位角的图解

当用 59 式炮兵指挥尺图解坐标方位角时，如图 1－13 所示，从 P 点图解基准射向坐标方位角 $\alpha_J = 6—70$。其方法为：

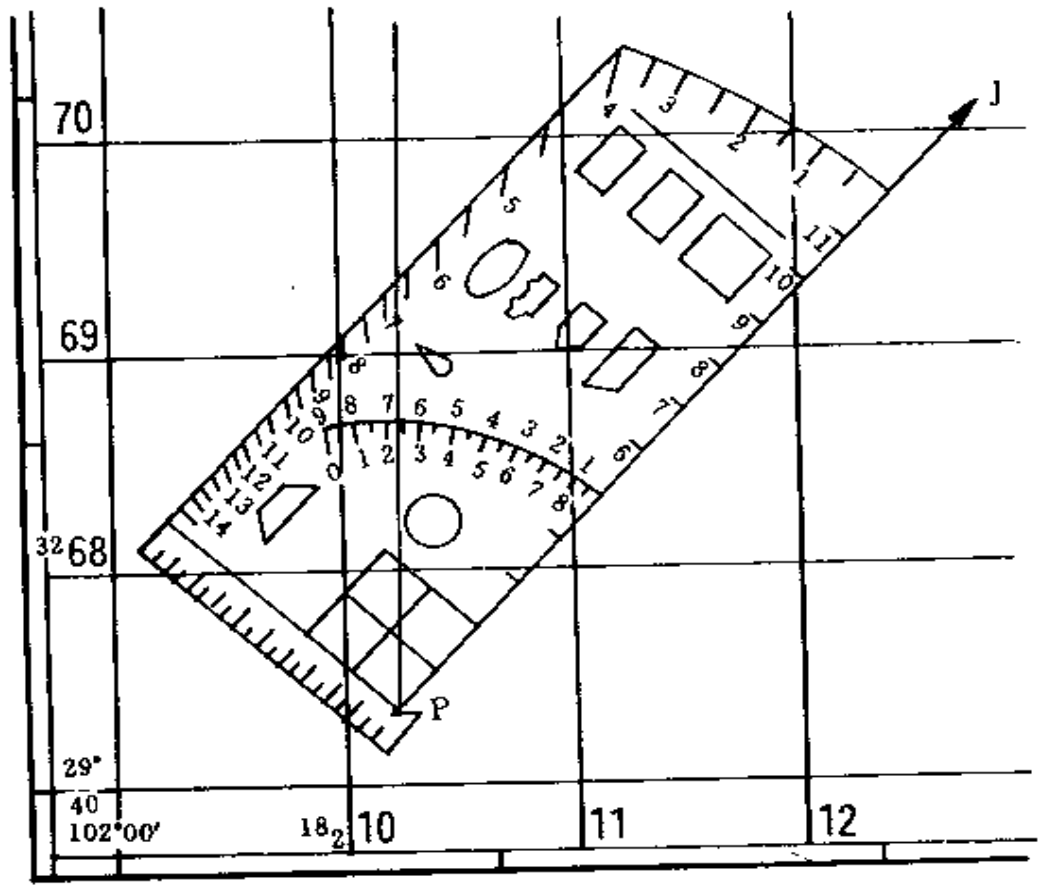


图 1－13　图解坐标方位角

1、过 P 点作坐标纵线或坐标横线的平行线（要领与量读坐标方位角同）。

2、将指挥尺圆心对准图上 P 点定位点，转动指挥尺，使坐标方位角相应的分划 6—70 对准平行线，沿距离尺边画线就是所作坐标方位角的方向线。

当图解的坐标方位角在 15—00 至 30—00 之间时，应减去 15—00 再图解；在 30—00 至 45—00 之间时，应减去 30—00；在 45—00 至 60—00 之间时，应减去 45—00。

第六节　地形图的分幅与编号

我国幅员辽阔，测制地形图时不可能将其全部测制在一张图纸上，为了防止出现重测和漏测，必须遵循一定的原则将现地地形划分为若干小块，每一小块为一幅图。为便于使用与保管，每幅图应给以科学的编号。

按一定方式将大面积地形图划分为尺寸适宜的单幅地形图，叫地形图的分幅。为了保管、查找方便，给每个单幅地形图赋予有规律性的代号，叫地形图编号。

一、分幅与编号的方法

(一)1∶100 万地形图分幅与编号

按国际百万分之一地图分幅与编号的方法(国际百万分之一地图分幅与编号，是 1913 年在巴黎召开的第二次世界地图会议上决定的全球百万分之一地图世界统一分幅与编号的方法)，每幅 1∶100 万地形图的实地范围为纬差 4°，经差 6°。

如图 1－14，从赤道起向南、北两极每纬差 4°为一横行，将南、北半球各划分为 22 个横行，依次用阿拉伯数字 1～22 表示。

从经度 180°经线起，自西向东每经差 6°为一纵列，把全球分为 60 个纵列，依次用阿拉伯数字 1～60 表示。每个图幅的编号按其所在的横行—纵列数字的顺序组成。如图 1－14，北京市所在 1∶100 万图幅是：第 10 横行，第 50 纵列，则其编号为 10—50。

由于南、北半球经度相同，纬度相应的编号一样，为了区别南、北半球的图幅，在图号前分别冠以字母 S(南)和 N(北)。由于我国全部位于北半球，故 N 通常省略。

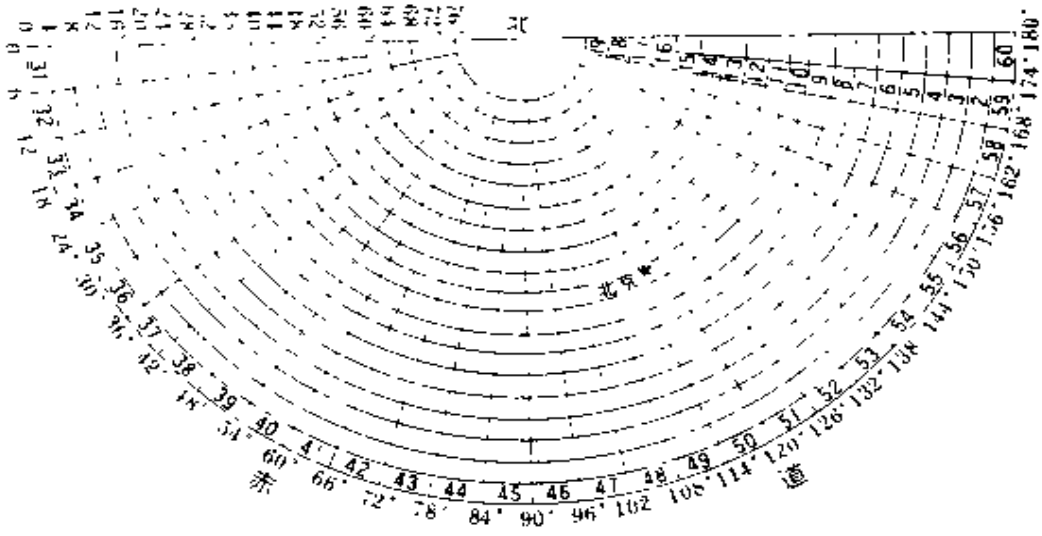


图 1－14　1:100 万地形图分幅与编号

在南、北纬度 60°以上地区，由于每幅图所包含的实地面积大大缩小，故采取合幅的方法。规定在纬度 60°～76°范围内，每幅图为纬差 4°，经差 12°。在纬度 76°～88°范围内，每幅图为纬差 4°，经差 24°。其图幅编号采取连写的方法，如北纬 80°～84°，东经 36°～60°的图幅，其编号为 21—37、38、39、40。前面的 21 表示第 21 横行，后面的四个数字表示第 37、38、39、40 纵列。

(二)1:50 万、1:25 万、1:10 万地形图的分幅与编号

1、1:50 万地形图的分幅与编号

将一幅 1:100 万地形图的实地范围，按照纬差 2°，经差 3°分为 4 块，每块即为一幅 1:50 万地形图的实地范围，并按由上至下、由左至右的顺序，分别以代字甲、乙、丙、丁(或 A、B、C、D)表示。其图幅编号以所在的百万分之一地形图图号后，加注本幅图代字。如图 1－15，北京市所在的 1:50 万地形图的编号为 10—50—甲。

2、1:25 万地形图的分幅与编号

将一幅 1:100 万地形图的实地范围，按照纬差 1°，经差 1.5°分为 16 块，每块为一幅 1:25 万地形图的实地范围，并按从左至右、

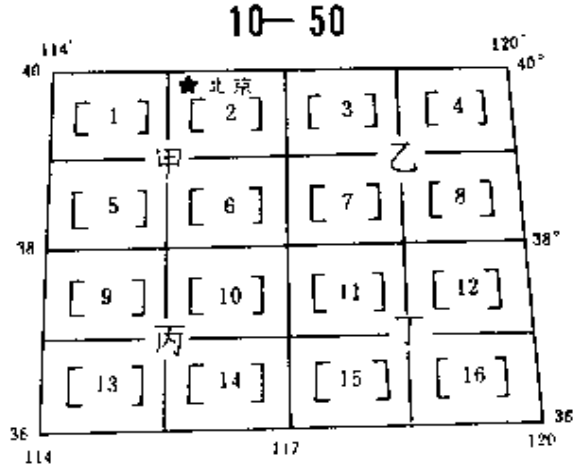


图 1－15　1:50 万、1:25 万地形图的分幅与编号

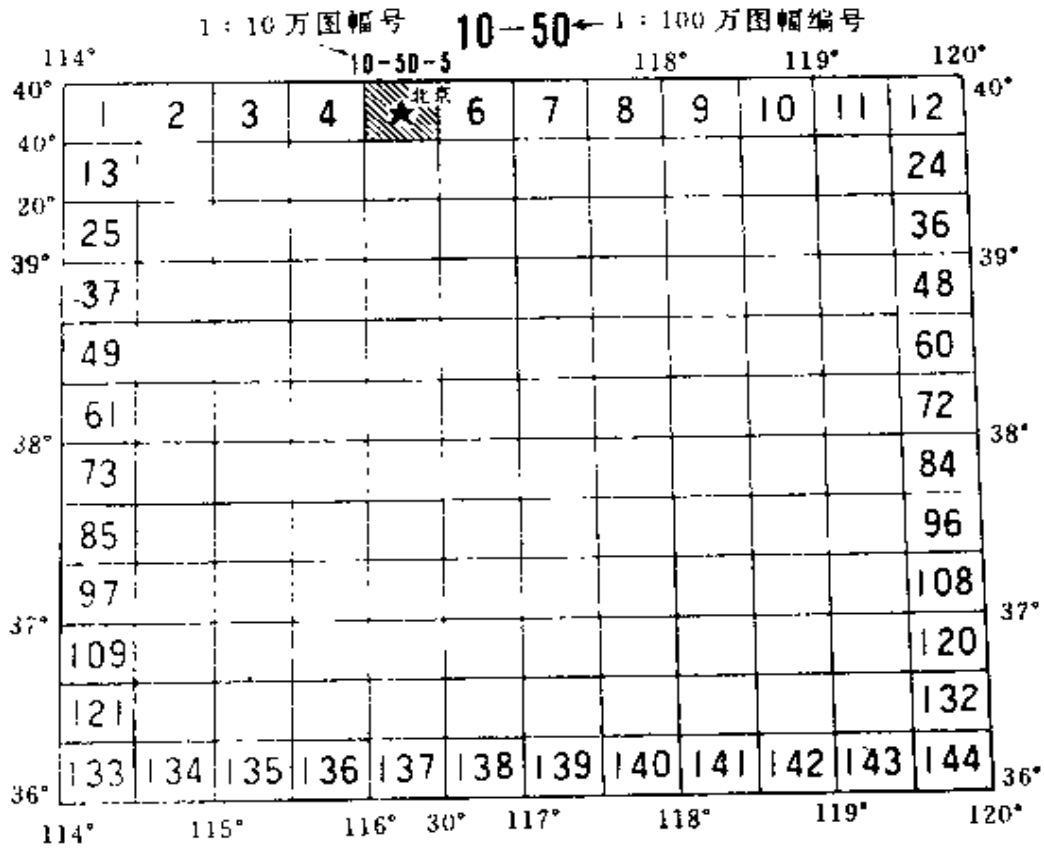


图 1－16　1:10 万地形图的分幅与编号

从上至下的顺序，分别以代字[1]～[16]表示。其图幅编号，以所在百万分之一地形图图号后加注本幅图代字。如图 1－15，北京市所在的 1:25 万地形图的编号为 10—50—[2]。

3、1:10 万地形图的分幅与编号

将一幅 1:100 万地形图的实地范围，按纬差 20′，经差 30′分为 144 块，每块即为一幅 1:10 万地形图的实地范围，并按从左至右、从上至下的顺序，分别以 1～144 表示。其图幅编号，以所在百万分之一地形图图号后加注本幅图的代字表示。如图 1－16，北京市所在的 1:10 万地形图的编号为 10—50—5。

(三)1:5 万、1:2.5 万地形图的分幅与编号

1:10 万～1:2.5 万地形图是军事上应用最广泛的地形图。为

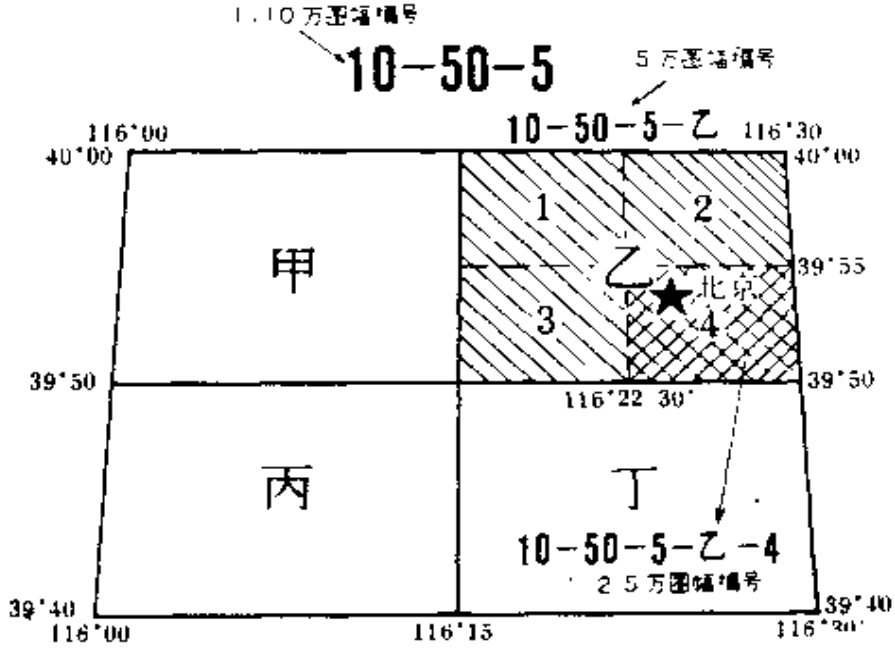


图 1－17　1:5 万、1:2.5 万地形图的分幅与编号

使用方便，要求它们相应的幅面大小一至。为此将一幅 1:10 万地形图的实地范围，按纬差 10′、经差 15′划分为 4 块，每块为一幅1:5

万地形图的实地范围，并分别以甲、乙、丙、丁代字表示；再将一幅1:5万地形图的实地范围按纬差5′，经差7.5′划分为4块，每块为一幅1:2.5万地形图的实地范围，并分别以代字1、2、3、4表示，如图1－17。它们的编号均采用在前一种比例尺地形图的编号后加注本图的代字。如北京市所在1:5万地形图的编号为10—50—5—乙；在1:2.5万地形图的编号为10—50—5—乙—4。

系列比例尺地形图的分幅编号如表1—1。

表1—1　系列比例尺地形图的分幅与编号

比例尺	图幅大小		代　　字	编号写法
	经差	纬差		
1:100万	6°	4°	横行－纵列	10－50
1:50万	3°	2°	甲、乙、丙、丁	10－50－甲
1:25万	1.5°	1°	[1]、[2]……[16]	10－50－[2]
1:10万	30′	20′	1、2、……144	10－50－5
1:5万	15′	10′	甲、乙、丙、丁	10－50－5－乙
1:2.5万	7′30″	5′00″	1、2、3、4	10－50－5－乙－4

随着地形数据库的完善和电子地图的普及，国家测绘局采用了五元素10位码的编号方法。五元素是：百万分之一分幅的行号、列号、比例尺代码和系列比例尺地形图在该百万分之一图幅中的行、列号。10位码是百万分之一分幅的行号1位（A、B、……V），列号2位，比例尺代码1位，系列比例尺中任一比例尺图幅的行号3位，列号3位。如表1—2中，第一位是横行号，以拉丁字母A、B、C……表示；第2、3位是纵列号；第4位是比例尺代码，以B、C、D、E、F、G和H分别代表1:50万、1:25万、1:10万、1:5万、1:2.5万、1:1万和1:5000；第5～7位表示该图幅按上述分幅原则，在1:100万图幅中所处的行号；第8～10位为图幅所处的列号。

表 1－2　地形图的计算机编号格式

行　号	列　号	比例尺代码	横行号	纵列号

例：原图幅编号 10—50—5—乙，按上述编号方法为："J50E001010"。

二、分幅与编号的应用

(一)根据图幅编号判定地图比例尺

不同比例尺的地形图分幅编号，所采用的代字、编号的位数和相同位数上出现的代字样式不同，因此，只要熟记不同比例尺的代字、编号的书写方式，即能根据图幅编号很快判定地图比例尺。例如：10—50—[2]，首先判定它的比例尺在 1∶50 万～1∶10 万之间，再看最后一个代字样式[2]，它属于 1∶25 万比例尺的代字，故判定该地图的比例尺为 1∶25 万。

(二)根据地理坐标求所在图幅的编号

依地理坐标求所在图幅的编号有多种方法，只要掌握了分幅与编号的原则，即能灵活自如地求解出来。现举例说明：

已知某点在北纬 39°54′，东经 116°28′，求其所在的 1∶2.5 万地形图上的编号。

1、公式法求该点所在 1∶100 万图幅的编号

$$\text{横行号}=\frac{\text{纬度}}{4^\circ}(\text{有余数}+1)=\frac{39^\circ 54'^\circ}{4^\circ}=10$$

$$\text{纵列号}=30+\frac{\text{经度}}{6^\circ}(\text{有余数}+1)=30+\frac{116^\circ 28'^\circ}{6^\circ}=50$$

则该点所在的 1∶100 万图幅的编号为：10－50。

2、图解法推算该点所在其它比例尺地形图的编号

(1)求所在 1∶10 万图幅的编号

将求得的百万分之一图幅草图绘出，标出南北纬线和东西经线的经纬度；再将它等分成 144 块，标出每条经纬线的经纬度和 1

:10 万代字;根据点的地理坐标,由草图可直接求得 1:10 万图幅的编号。显然本例为 10－50－5。

(2)求所在 1:5 万、1:2.5 万图幅的编号

将找出的 1:10 万图幅放大绘出,按分幅原则将其划分为 1:5 万、1:2.5 万图幅,并注出相应的代字,按点的地理坐标可直接求出图幅编号。本例中:

1:5 万的图幅编号为 10－50－5－乙

1:2.5 万的图幅编号为 10－50－5－乙－4

(三)已知图幅编号,求四周相邻图幅编号

战时或平时工作中,常需领取以某幅图为中心的四周相邻图幅,并进行拼贴。按照上述分幅与编号原则,可依绘制的草图直接读出。值得注意的是,位于百万分之一图幅边缘的 1:25 万和 1:10 万的图号容易搞错。以 1:10 万为例:

位于 1:100 万西边缘的 1:10 万图幅,其左邻图幅编号,纵列数减 1;代字加 11。

位于 1:100 万东边缘的 1:10 万图幅,其右邻图幅编号,纵列数加 1;代字减 11。

位于 1:100 万北边缘的 1:10 万图幅,其北邻图幅编号,横行数加 1;代字加 132。

位于 1:100 万南边缘的 1:10 万图幅,其南邻图幅编号,横行数减 1;代字减 132。

例如:7－50－12 四周相邻图幅的编号,如表 1－3 所示。

表 1—3　相邻图幅编号示例

8－50－143	8－50－144	8－51－133
7－50－11		7－51－1
7－50－23	7－50－24	7－51－13

(四)已知图幅编号求图廓经纬度

图廓经纬度通常采用计算与图解相结合的方法求取,现仍以某点图号 10－50－5－乙－4 为例。

1、求 1:100 万图廓经纬度

北图廓纬度　行号×4°＝10×4°＝40°

南图廓纬度　北图廓纬度－4°＝40°－4°＝36°

东图廓经度　(列号－30)×6°＝(50－30)×6°＝120°

西图廓经度　东图廓经度－6°＝120°－6°＝114°

2、求 1:10 万图廓经纬度

按图 1－16 绘出草图,标出各条经纬线的经纬度数和每幅 1:10 万图幅的代字,根据给定的图幅编号中 1:10 万代字,可由草图中直接查得相应图廓经纬度。本例为:

北图廓纬度:40°;南图廓纬度:39°40′;东图廓经度:116°30′;西图廓经度:116°。

3、求 1:5 万、1:2.5 万图廓经纬度

根据分幅编号原则,按图 1－17 绘出草图,标出已查出的 1:10 万图廓经纬度,并据此求出 1:5 万、1:2.5 万的图廓经纬度。显然 10－50－5－乙－4 图幅的图廓经纬度为:

北图廓纬度:39°55′;南图廓纬度:39°50′;东图廓经度:116°30′;西图廓经度:116°22′30″。

第七节　地物符号

现地的地物,在地图上是用统一规定的符号结合注记表示的,这些规定的图形符号叫地物符号。地物符号是构成地形图的重要要素,是地形图的语言。

一、地物符号的分类

(一)按符号与实地地物的比例关系分类

1、依比例尺符号

用于表示实地面积较大的地物，如大的居民地、森林、江河、湖泊等。它的外部轮廓是按比例尺缩绘的。根据依比例尺符号，可以从图上了解地物的分布和形状，量取其相应实地的长、宽和面积。依比例尺符号的拐角点位置比较准确，可用以判定方位、确定位置和指示目标。

2、半依比例尺符号

用于表示狭长的线状地物，如道路、垣栅、土堤、高压线等。它的长度按比例尺缩绘，但宽度作放宽表示。所以，根据半依比例尺符号在图上只能量测实地长，而不能量取它的宽度和计算面积。其拐弯点、交叉点位置比较准确，常用以判定方位和确定位置。

3、不依比例尺符号

用于表示实地较小的，但在军事上有方位意义的独立地物，如土堆、古塔、亭子等。因其实地面积较小，不能按比例尺缩绘，只能用规定的符号表示。根据不依比例尺符号在图上只能了解实地地物的性质和位置，但不能量取其大小。

(二)按符号的图形分类

1、正形符号

符号的图形与实地地物垂直投影在地平面上的图形相似。主要表示实地面积较大的地物，如居民地、河流、湖泊等，如图 1－18。

2、侧形符号

符号的图形与实地地物的侧面形状相近。主要表示实地面积较小且高大突出的地物，如突出树、烟囱、水塔等。

3、象征符号

符号的图形能反映地物的性质或含义，具有象形、会意的特点。主要表示独立、性质特殊的地物，如变电所、矿井、气象站等。

4、说明配置符号

图形特点	符号及名称		
正形符号	居民地 	河流 	湖泊 
侧形符号	突出阔叶树	烟囱	水塔
象征符号	变电所	矿井	气象站
配置符号	疏林 	行树	石块地

图 1－18　符号图形分类

说明符号用来说明某种情况，通常与其它符号配合使用，如表示街区的晕线、江河流向的箭头等；配置符号用来表示某些地区的植被及土质分布特征，如疏林、行树等。说明配置符号只表示实地地物的分布情况，并不表示地物的真实位置和数量。

二、地物符号的有关规定

(一)注记的规定

地物符号，只能表示地物的形状、位置、大小和种类，但不能表示其质量、数量和名称，因此还需要用文字和数字加以注记，作为符号的补充和说明。注记共有三种：

1、名称注记

居民地名称：城市居民地用“等线体”字、乡镇用“中等线体”字、农村居民地用“仿宋体”字注出。

山和山脉名称：独立高地、山隘等一般用“长中等线体”字，并以水平字列注在山顶的上方；山岭、山脉走向等用“耸肩等线体”字(字的竖划垂直南图廓)，注在山岭、山脉走向的中心线上。

水系名称：采用蓝色“左斜宋体”字按实地地物的面积均匀注

出。

地理单元名称：岛屿、草原、沙漠、滩礁、海角等，均用“宋体”字；群岛名称用“扁等线体”字，按地形的面积和长度适当注记。

2、说明注记

用以说明地物的性质和特征。如采掘场、矿井、管道、塔形建筑物的性质、公路路面质量等均用“细等线体”字简注在符号内或一旁。

3、数字注记

用以说明地物的数量特征。图上注记分为分数式和单个数字两种形式。分数式数字注记中，分子一般表示地物的长度、宽度和高度；分母表示地物的深度、粗度和载重量。单个数字注记，一般表示地物的高度、深度、比高、流速、里程、编号、月份等。字体一般用“正等线体”或“斜宋体”字，各种数字注记的颜色，均与相应的符号颜色一致。

（二）颜色的规定

为使地形图内容层次分明、清晰易读、有较强的表现力，地物符号采用四种颜色表示：

黑色：表示人工地物和部分自然地物。如居民地、道路、独立石等。

蓝色：表示与水、冰雪有关的物体。如湖泊、冰川、雪山等。

绿色：表示与植被有关的物体。如大面积果园、苗圃、森林等。

棕色：表示公路的普染等。（另外，棕色主要用来表示地貌与土质。）

（三）大小和方向的规定

地物符号的大小，标明地物的实际尺寸和可准确利用的点、线，是区分依比例尺符号和不依比例尺符号的界线。如独立房若图上尺寸为 0.3mm×0.5mm，则为不依比例尺表示；若图上尺寸大于 0.3mm×0.5mm，则为依比例尺表示。又如街道符号，宽度

为0.4mm以上时，则表示能通行载重汽车；宽度为0.2mm时，则表示不能通行载重汽车。熟悉这些尺寸界线对于用图是非常必要的。

为便于现地用图，地形图图式对不依比例尺符号的方向作出了明确规定。

定向符号(也称直立符号)：符号的方向垂直于南北图廓。通常用以表示现地无明显方向的独立地物，如控制点、水塔、突出树等。

真向符号：符号的方向按实地地物的真实方向表示。通常用于表示方向感较强的独立地物，如独立房屋、山洞、窑洞等。

变向符号：符号的方向随其它物体或风的方向而定。通常用于表示附属物体。如城门、城楼符号应垂直于城墙向外描绘(但不得倒置)。

(四) 符号定位的规定

为确保在图上精确量取点位坐标、确定方位，地形图图式对放大表示的不依比例尺符号和半依比例尺符号的定位做了明确规定，即以符号的某一点或线表示实地地物的准确位置，如图1－19和1—20。

三、地物符号的识别

地物符号种类多，数量大，但只要了解其设计规律并掌握一定的识别要领，就能迅速识别和记忆。

(一)识别、记忆要领

1、按象形识别

地物符号的设计遵从了象形的原则。如庙、亭、钟楼，按它们的大屋顶形状构图，气象站取风向标图形。因此识别、记忆符号，可以从符号构图象形角度去联想所代表的地物。

2、从含义分析

设计符号时注意了图形与地物内在含义的联系。如独立房屋

定位点	符号及名称		
图形中有一点的，在该点上	三角点 △	亭 ⌂	窑 ∩
几何图形，在图形的中心	油库 ⊖	独立房屋 ▬	发电厂 ✕
底部宽大的，在底部中点	水塔 ⌑	气象站 ⊤	碑 ⌂
底部为直角的，在直角的顶点	路标 ⌈	突出阔叶树 ♤	突出针叶树 ⚹
两个图形组成的，在下方图形的中心	变电所 ⚡	散热塔 ♠ 散热	石油井 ♠ 油

图 1－19　不依比例尺符号的定位点

类别	定位线	符号及名称	类别	定位线	符号及名称
对称符号	在中心线上	公路 土堤 高出地面的渠	不对称符号	在底线或缘线上	城墙 土城墙 陡岸

图 1－20　半依比例尺符号的定位线

符号上方绘有闪电标志，表示变电所；江河中（旁）的箭形符号，表示水流方向。因此从含义上分析和记忆符号，可以达到快速识别和记忆的目的。

3、依逻辑推理

符号设计时，顾及了图形组合的逻辑性。通常符号的基本形状体现同类地物的共性，局部变换则显示具体地物。通常规定：

虚线符号：表示不稳定、无实体、地下的、临时性或废弃的地物，如小路、境界、地下河、时令河和破坏街区等。

齿线符号：基本含义表示"陡面"，实线代表坡折线，齿线所指方向为斜坡降落方向。齿线符号与其它符号相配合或用不同颜色表示，构成具有陡面性质的多种地形符号。如与水系符号相配合，可构成有(无)滩陡岸、堤岸、瀑布等符号；与道路符号相配合可构成路堤、路堑符号；它自身封闭，可构成土堆、土坑等符号。

4、由颜色区分

依据符号的颜色规定，可以迅速判定地物的类别，再在该类别中依象形、含义和逻辑推理判定符号所代表的地物。

(二)识别和使用地物符号应注意的问题

1、正确识别地物符号间的关系位置

点状符号，存在取舍和移位。当两种地物重合时，图上只表示重要地物而舍去次要地物；两地物位置靠近而不能同时准确表示时，重要地物的符号位置准确，次要地物的符号有移位。

线状符号，既存在取舍和移位(表示原则同点状符号)，又有上下关系问题，特别是道路的并行与交叉。

面状符号，可能有重叠，如数种植物混杂分布的地域。用图时应注意分清主次。

2、要有制图综合概念

地形图上的符号，通常都经过数量上的取舍和形状上概括。如分散式居民地，图上独立房屋符号有较大的取舍；面状符号的轮廓线有综合；梯田坎分布较密地区，通常最上和最下的一个梯田坎位置准确，中间为择要配置表示的符号，且同层的数个小梯田坎符号可能有综合。因此，在用图时，应注意制图综合。

3、注意地物的实地变化

随着时间的推移和社会的发展，地物将不断地变化，从而使地形图的现势性变差。现地使用地形图时，应注意实地地物的变化情况，以发展变化的观点去研究和使用地形图。

第八节　地貌表示、识别与判读

一、地貌表示

地貌在地形图上主要用等高线来表示。所谓等高线，就是地面上高程相等的各点连接而成的曲线。

(一)等高线表示地貌的原理

设想把一座山由底到顶按照相等的高度，一层一层地水平切开，在山的表面便形成一条一条大小不同的截口线。然后，把这些截口线垂直投影到同一水平面上，便形成了一圈套一圈的曲线图形，显示出这座山的形态，如图 1－21 所示。地形图就是根据这个原理来显示地貌的。

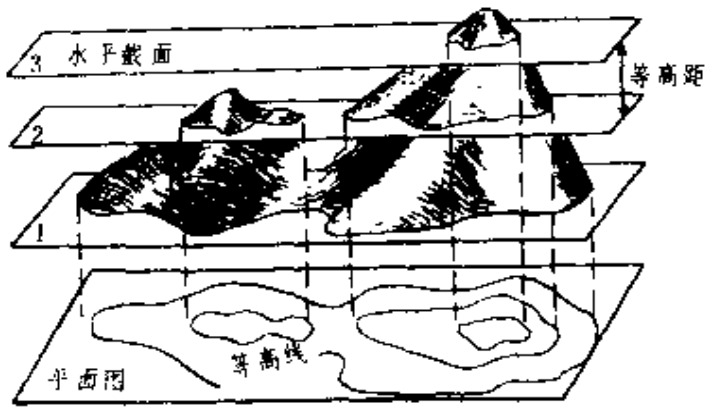


图 1－21　等高线表示地貌的原理

(二)等高线表示地貌的特点

1、同一条等高线上各点的高程相等，并且各自闭合。

2、同一幅地形图上，等高线多，山就高；等高线少，山就低。

对于凹地而言，等高线多表示凹地深，等高线少表示凹地浅。

3、同一幅地形图上或同等高距条件下，等高线间隔小，实地坡度陡；等高线间隔大，实地坡度缓。

4、图上等高线的弯曲形状与相应实地地貌的形状相似。

(三)等高距的规定

相邻两条基本等高线间的实地垂直距离叫等高距。等高距的大小，在很大程度上决定着地形图表示地貌的详略。等高距越小，等高线越多，地貌表示就越详细；反之，地貌就越简略。但由于实地起伏程度不同，坡度大小不一，适合显示平坦地区的等高距，表示山区就可能会出现等高线拥挤现象；适合显示山区的等高距，表示平坦地区又显得过于稀疏。所以等高距应根据地区的地貌特征、地形图比例尺和地形图的用途等情况来确定。我国基本比例尺地形图等高距规定如表 1－4。

表 1－4　等高距的规定

比例尺	一般地区 (基本等高距)	特殊地区 (选用等高距)	注：一般地区指大部分地区采用的等高距。 特殊地区，指那些不适用于基本等高距的地区，并非狭指山区。
1:1 万	2.5 米	1 米或 5 米	
1:2.5 万	5 米	10 米	
1:5 万	10 米	20 米	
1:10 万	20 米	40 米	
1:25 万	50 米	100 米	

(四)等高线的种类和作用

等高线按其作用不同，分为以下四种，如图 1－22。

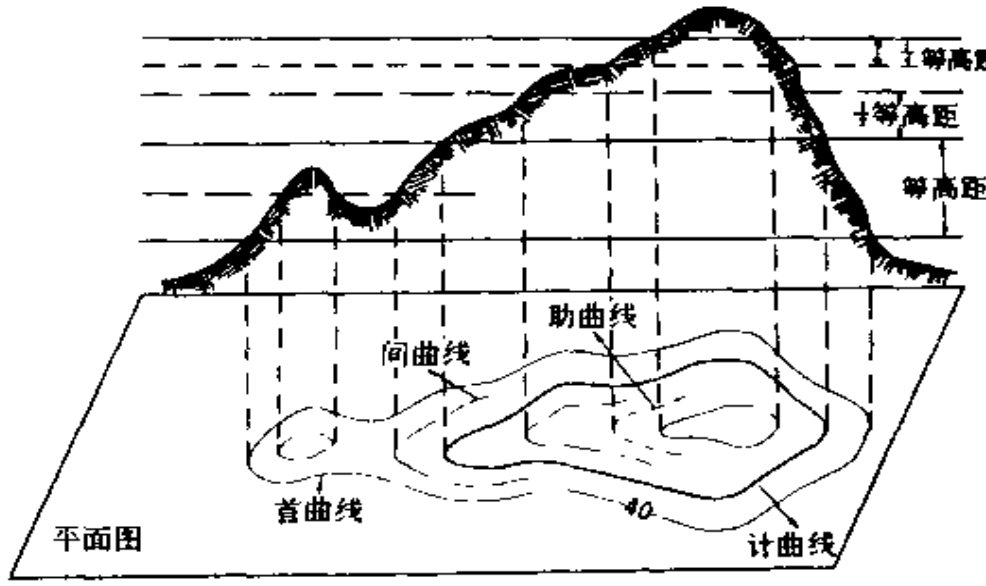


图 1－22　等高线的种类

1、首曲线

首曲线又叫基本等高线，是按规定的等高距，由平均海水面起算而测绘的细实线。图上线粗 0.1 毫米，用以显示地貌的基本形态。如在 1:5 万地形图上的首曲线高程，依次为 10 米、20 米、30 米……。

2、计曲线

计曲线又叫加粗等高线，它是为了便于查算高程，从高程起算面起，每隔四条首曲线（即五倍等高距的首曲线）加粗描绘的粗实线。线粗 0.2 毫米，用以数计图上等高线与判读高程。如在 1:5 万地形图上，计曲线高程依次为 50 米、100 米、150 米……。

3、间曲线

间曲线又叫半距等高线，是按二分之一等高距描绘的细长虚线。用以显示首曲线不能显示的局部地貌。

4、助曲线

助曲线又叫辅助等高线，是按四分之一等高距描绘的细短虚

线。用以显示间曲线仍不能显示的局部地貌。

间曲线和助曲线只用于局部地区，所以在地形图上表示地貌时，它们不象首曲线那样必须各自闭合。除表示山顶和凹地的间曲线或助曲线闭合外，表示鞍部时，一般只对称描绘，并终止于适当位置；表示斜面时，一般终止于山脊两侧。

对于独立山顶、凹地以及不易辨别斜坡方向的等高线，还绘有示坡线。示坡线是与等高线相垂直的短线，其不与等高线连接的一端指向下坡方向。

(五)高程的起算和注记

地面点至大地水准面的垂直距离，叫点的高程，也叫海拔或真高。所谓大地水准面，是设想静止的平均海水面(即不考虑潮汐和风浪影响的平均高度海水面)向四处延伸，穿过陆地面形成的闭合曲面。它是地面点高程的基准面，由它包围的形体叫大地体。

我国1987年以前，采用青岛验潮站1950～1956年对黄海海面验潮结果确定的平均海水面位置，并把由此面确定的点的高程，称为“1956年黄海高程系的高程”。

为确保精度，国家又依青岛验潮站1952～1979年的验潮资料进行了计算，确定了新的黄海平均海水面的位置，并于1985年决定：从1988年起，以新的黄海平均海水面，作为全国统一的高程起算面，并称此面为“1985年国家高程基准”。它较原平均海水面提高了29毫米。

从假定水平面起算的高程，叫假定高程。地貌、地物由所在地面起算的高度，叫比高。起算面相同的两点间的高程之差，叫高差。

地形图的高程注记有三种，即点的真高注记、等高线的高程注记和比高注记。点的真高注记，用黑色字体，字头朝向北图廓；等高线的高程注记，用棕色字体，字头朝向上坡方向；比高注记与所属要素的颜色一致，字头朝向北图廓，如图1－23。

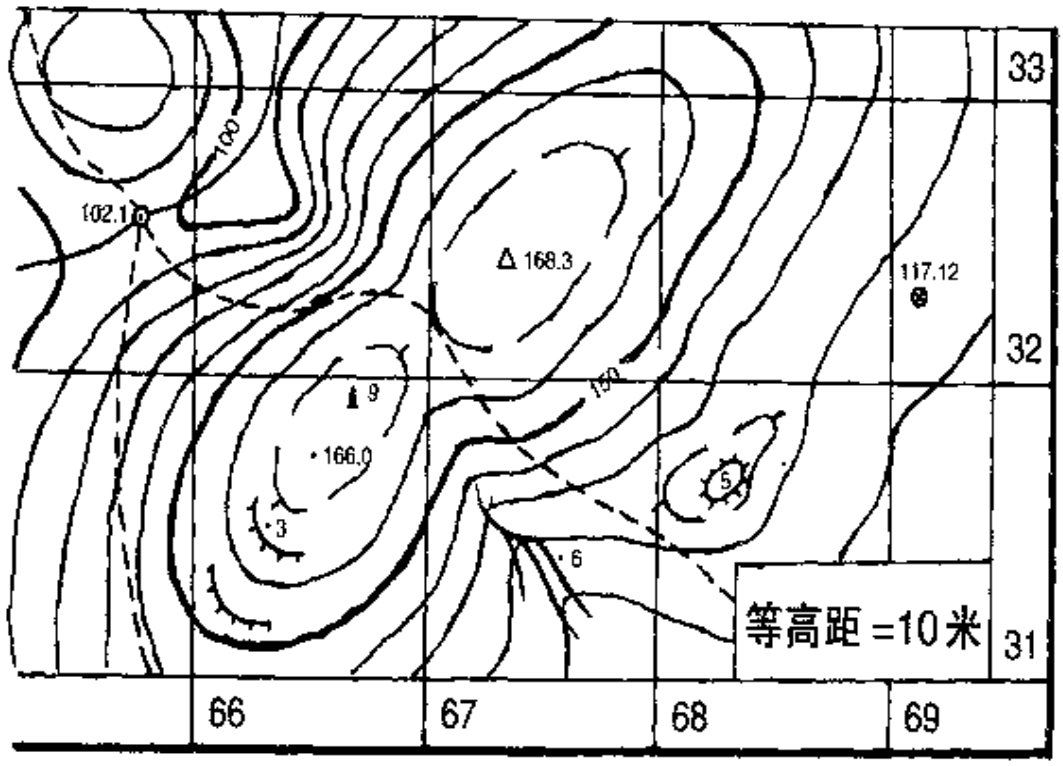


图 1－23　高程注记

二、地貌识别

(一)地貌基本形态识别

地貌的外表形态尽管千差万别，多种多样，但它们都是由山顶、鞍部、山背、山谷、山脊、山脚、斜面和凹地等基本形态组成的。

1、山顶

山的最高部位叫山顶。山顶在地形图上用等高线的最小环圈表示。山顶依其形状可分为尖顶、圆顶和平顶三种。若图上顶部环圈大，由顶向下等高线由稀变密，则为圆山顶；若顶部环圈小，由顶向下等高线由密变稀，则为尖山顶；若顶部环圈不仅大，且有较大的空白，由山顶向下等高线陡然变密，则为平山顶，如图 1－24。

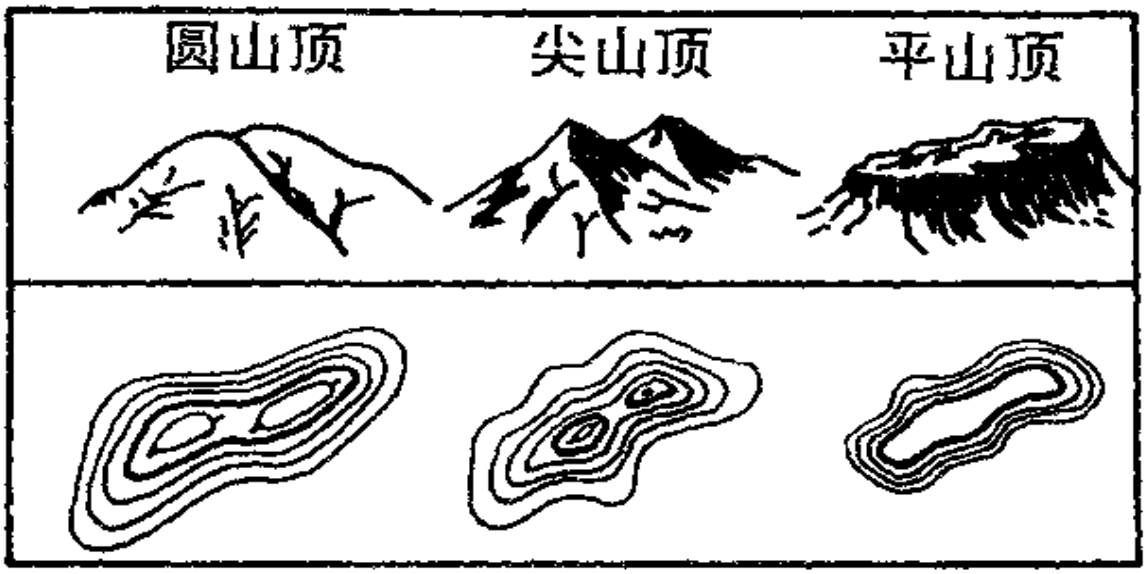


图 1－24　山顶的表示

2、鞍部

相邻两山顶间形如马鞍状的凹部叫鞍部，如图 1－25。它在地形图上用两组对称的等高线显示，一组为山背，另一组为山谷。

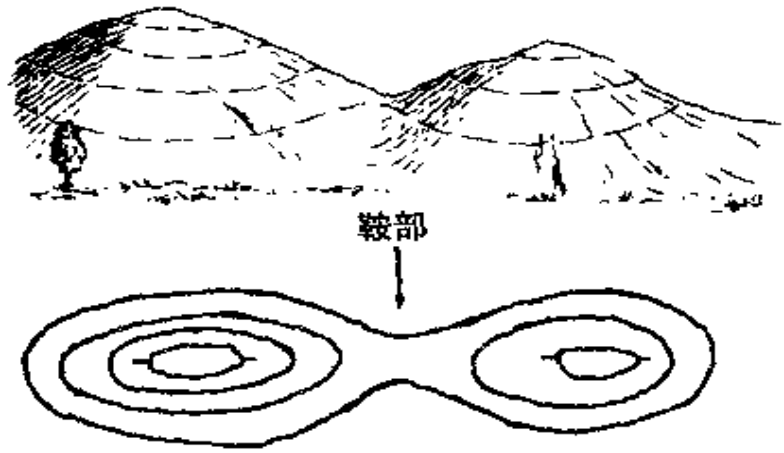


图 1－25　鞍部的表示

3、山背

从山顶到山脚向外突出的部分叫山背。它的中央棱线叫分水线。山背等高线形状向山脚方向凸出。如图 1－26，若等高线在

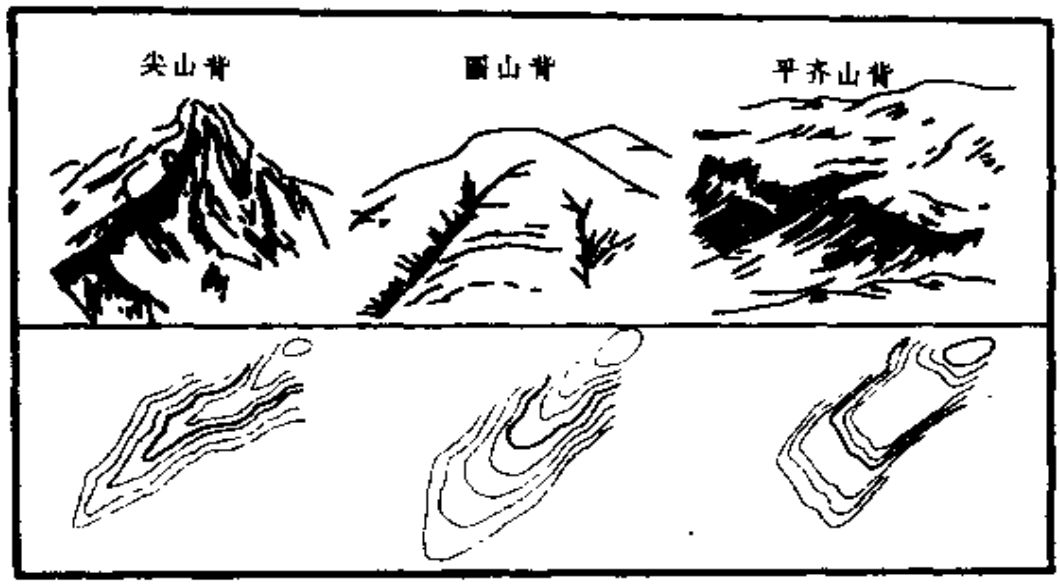


图 1－26　山背的表示

分水线上呈尖形拐弯，则为尖山背；若呈圆形拐弯，则为圆山背；若等高线平齐，分水线附近宽阔，而山背两侧曲线较密，则为平齐山背。

4、山谷

相邻两山背或山脊之间的低凹部分叫山谷。它的中央最低点的连线叫合水线。如图 1－27，山谷依横断面的形状分为尖形（V 形）、圆形（U 形）和槽形（凵形）谷。它们的等高线在合水线拐弯分别为锐形、圆形和平直形。

5、山脊

数个相邻山顶、鞍部和山背所连成的凸棱部分叫山脊。山脊的最高棱线叫山脊线。地形图上，依山脊线上诸山顶、山背和鞍部的不同形态，可以判别山脊的宽窄与坡度的大小，以及翻越鞍部的难易程度。

6、山脚

山脚是山体与平地的交线。它是一条明显的倾斜变换线，由

此向上，等高线密集，山背、山谷等高线明显；向下，等高线稀疏、平滑，没有明显的山背、山谷区别。

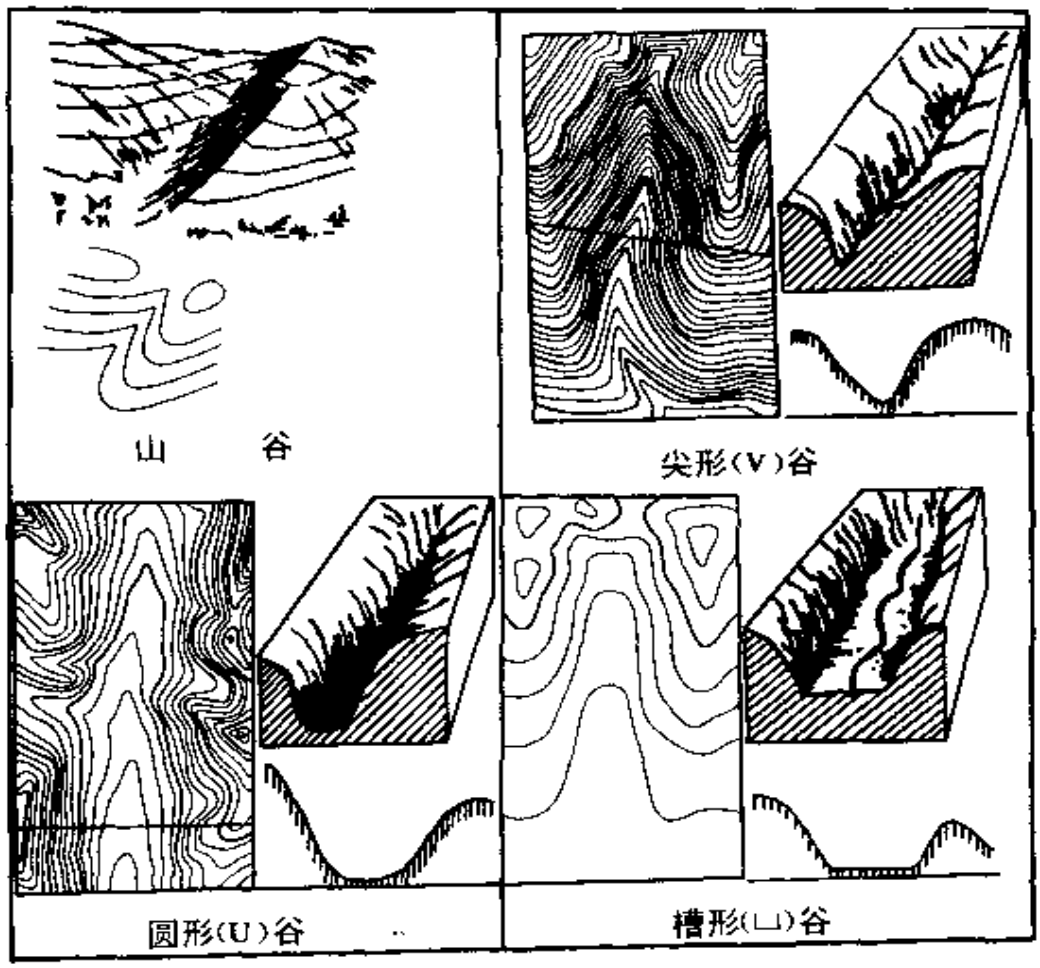


图 1－27　山谷的表示

7、斜面与防界线

由山顶到山脚的坡面叫斜面。军事上把朝向敌方的斜面叫正斜面，背向敌方的斜面叫反斜面。斜面依其断面形状分为等齐斜面、凸形斜面、凹形斜面和波状斜面。

等齐斜面，实地坡度基本一致，图上等高线间隔大致相同。

凸形斜面，实地坡度上面缓，下面陡，图上等高线上疏下密。

凹形斜面，实地坡度上面陡，下面缓，图上等高线上密下疏。

波状斜面，实地坡度陡缓交叉变换，图上等高线疏密不等，交叉变化。

斜面上凸起的倾斜变换线（斜面坡度由陡变缓或由缓变陡的界线叫倾斜变换线）叫防界线。在图上，防界线一般位于山顶下方，等高线由疏变密的地方。防界线是军事上挖掘堑壕、构筑射击阵地和观察所、控制坡面的有利地线。通常情况下，等齐斜面和凹形斜面防界线位置靠上，凸形斜面防界线位置靠下，波状斜面防界线有数条，如图 1－28。

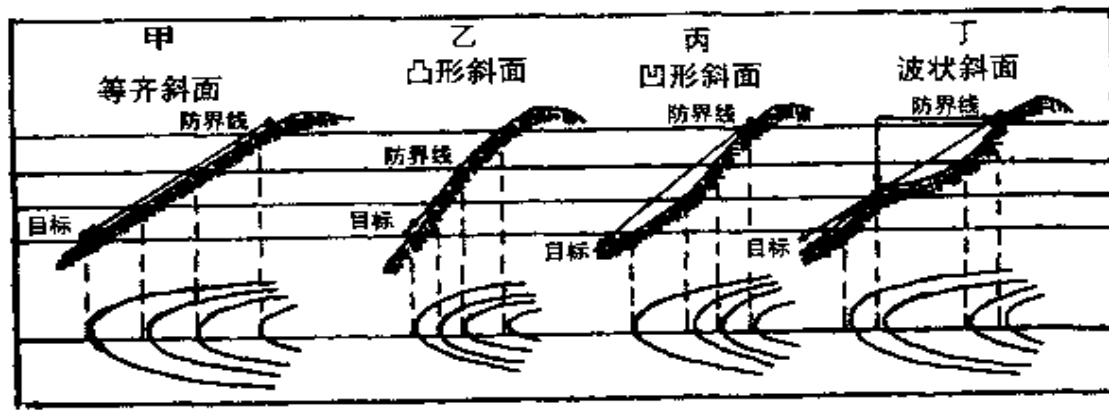


图 1－28　斜面与防界线

8、凹地

四周高，中间低，无积水的地域叫凹地。大范围的凹地则称为盆地。凹地在地形图上也是用闭合的等高线小环圈表示的，并在环圈内侧绘有示坡线，表示内圈高程小于外圈高程，如图 1－29 表示。

（二）特殊地貌的识别

凡不能用等高线表示的地貌形态，称为特殊地貌。它包括地表因受外力作用改变了原有地貌形态的变形地，以及地貌形体较小，用特定符号放大表示的微型地貌。前者包括冲沟、陡崖、崩崖、



图 1－29　凹地的表示

陡石山、滑坡等，它们的实地景观和图上表示如图 1－30。后者如石灰岩地貌中的孤峰、峰丛、溶斗；沙漠地貌中的沙丘、沙窝、小草丘等。

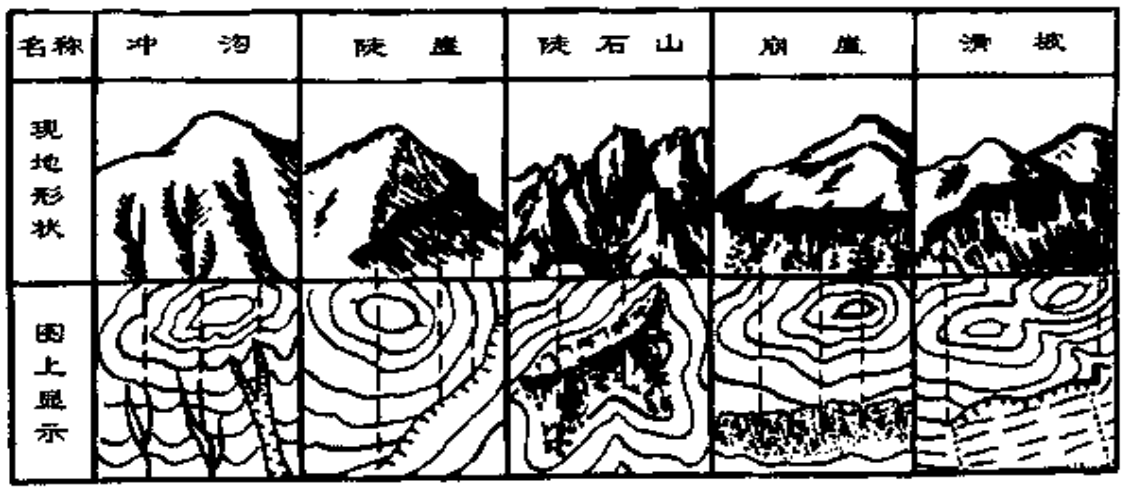


图 1－30　变形地

(三)土质的识别

土质指构成地面的物质及其性质。它包括沙地、砂砾地(戈壁滩)、龟裂地、石块地、岩石地、盐碱地等。盐碱地的底层多为烂泥，

车辆、人、畜很难通行。龟裂地多呈黄白色，有方位意义，可做直升机的着陆点。图上密集的棕色符号"▲"表示露岩地，其基岩裸露地表，具有一定方位意义；若稀疏配置棕色"▲"，则为基岩未裸露地表的岩石地，土层较薄，不利于土工作业。若图上成对地配置棕色符号"▲▼"，则为碎石分布地段，称为石块地，通行较困难。

三、地貌判读

(一)地面起伏与坡度的判定

1、起伏判定

在地形图上判定战斗行动区域或运动方向上的起伏情况时，应根据等高线的疏密情况、高程的注记、河流的位置和流向，判明各山脊的分布状况和地形总的升降方向，再具体分析山顶、鞍部、山脊、山谷的分布，详细判明起伏状况。其判定依据如下：

(1)根据等高线间隔的疏密判定。在地形图上，一般是高处坡陡，等高线间隔密；低处坡缓，等高线间隔稀。

(2)根据高程注记判定。通过对地形图上高程点的高程注记进行比较，高程递增的方向为上坡方向，递减的方向为下坡方向；等高线的高程注记，字头朝向上坡方向。

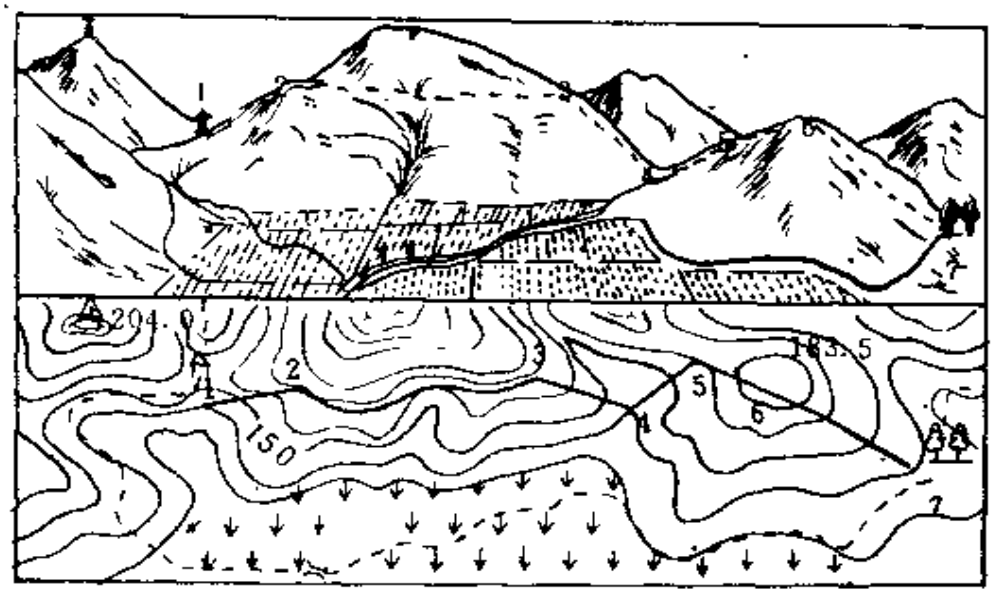
(3)根据示坡线判定。示坡线与等高线相连的一端为上坡方向，另一端指向下坡方向。

(4)根据河流符号判定。当一组等高线在河流一侧时，靠近河流的等高线地势低，远离河流的等高线地势高；当一组等高线横穿河流时，等高线的尖端指向上坡方向。

(5)根据山的各部形态判定。山顶高，鞍部低；山背高，山谷低；山脊高，山脚低；山地高，平原洼地低等。通过图上各部形态的等高线图形，就能判定其地势高低或上下坡方向。

具体判定时，应根据上述方法逐片逐段的进行。图 1－31 显示了从亭子经过 1、2、3、4、5、6 各点到达独立树丛的起伏状况。

2、坡度的判定



1—2 上坡　　2—3 沿斜面　　3—4 下坡　　4—5 上坡
5—6 上坡　　6—7 下坡

图 1－31　行进路线起伏判定

坡度通常指斜面对水平面的夹角，但有时也指斜面上某指定方向对于水平面的夹角。坡度的大小通常用度数表示，但有时也用高差和相应水平距离的比值(倾斜百分比)来表示。在图上判定坡度，通常用以下两种方法：

(1)用坡度尺量

地形图南图廓的下方绘有坡度尺，如图 1－32。坡度尺的底线上注有 1°～30°的坡度值和 3.5%～58%的倾斜百分比数值。从下至上有六条线(一条直线和五条曲线)可以分别量取 2～6 条等高线间的坡度。若量取相邻两条等高线坡度时，先用两脚规(或纸条、草棍等)量取图上该两条等高线的宽度，然后到坡度尺的底线与第一条曲线间的纵方向上比量，找到与其等长的垂直线段，即可在底线上读出相应的坡度。如图 1－32，量取右侧山背的坡度

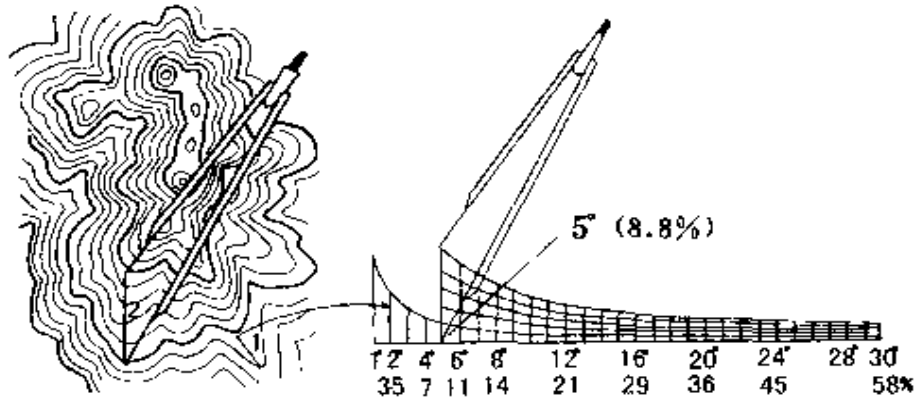


图 1－32　用坡度尺量坡度

为 2°。如几条等高线的间隔大致相等时，可一次量取 2～6 条等高线的间隔，然后在坡度尺相应的间隔上比量。图 1－32 中，左侧山背的坡度为 5°。

在坡度尺上量读坡度时应注意以下几点：

第一、量等高线间隔时应以首曲线(包括计曲线)为准。

第二、等高线间隔大的，可一次量一个间隔；间隔小且相等(说明坡度一致)的，可一次量 2～5 个间隔。在图上量几个间隔，在坡度尺上也要在相应几个间隔上比量。

第三、各等高线间隔大小不等(说明坡度不一致)时，应分段量取，分别求其坡度，不可混同量读。

第四、量取坡度时，应量取与等高线垂直方向的间隔；量取行进路线的坡度时，应沿行进路线方向量取等高线间隔。

(2)根据等高线间隔估算

在 1∶2.5 万、1∶5 万和 1∶10 万地形图上，如果采用统一规定的等高距，则两条相邻首曲线的间隔为 1 毫米时，相应实地坡度约为 12°。若近似将坡度与水平距离看成反比例关系，则只要用 12° 除以相邻两条首曲线间隔的毫米数，就可估算出实地坡度。即：

$$\text{坡度}=\frac{12^\circ}{\text{相邻两首曲线间隔的毫米数}}$$

比如相邻两条首曲线之间的间隔为 2 毫米，则坡度为 $12^\circ \div 2 = 6^\circ$；若相邻两条首曲线间隔为 0.4 毫米，则坡度为 $12^\circ \div 0.4 = 30^\circ$。这种根据等高线间隔估算坡度的方法只适用于坡度在 30°以下地区。坡度越大，误差越大。

(二)高程与高差的判定

地形图上的高程注记点与等高线的高程注记一起，构成了判定任意点高程的依据。

1、高程判定

在图上判定高程的方法是：首先查明本图的等高距，并在判定点附近找到高程注记；然后根据判定点与高程注记的关系位置，向上(或向下)数等高线，并加(减)等高距；最后根据判定点所在位置，判定其高程。具体情况有以下几种：

(1)判定点在等高线上

判定该等高线的高程，即为该点的高程。如图 1－33 中的点 1 和点 2，均位于 210 米等高线上，则两点的高程都是 210 米。

(2)判定点在两等高线之间

先判明上下相邻两条等高线的高程，再按点位所在两条等高线之间的关系位置，估判出对于下(上)方等高线的高差，然后加(减)到下(上)方等高线的高程上，即为判定点的高程。如图 1－33 中的点 3 位于 190 米与 200 米两条等高线中间，故其高程为 195 米。又如点 4 对于 190 米与 200 米两等高线的距离比为 8:2，所以点 4 的高程为：190 + 8 = 198(米)。

(3)判定点在无高程注记的山顶或凹地上

判定点在无高程注记的山顶上时，应先判明最邻近的一条等高线的高程，再加上半个等高距(如为间曲线加 1/4 等高距，如为助曲线加 1/8 等高距)；判定点是凹地时，应先判明最邻近一条等

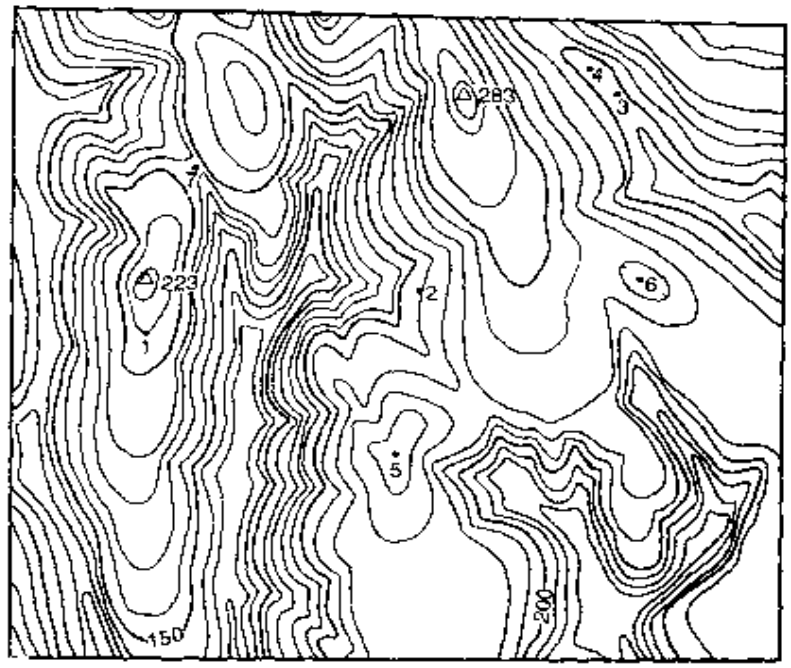


图 1－33　高程判定

高线的高程，再减去半个等高距(若为间曲线减去 1/4 等高距，如为助曲线减 1/8 等高距)。如图 1－33 中的点 5 最邻近一条等高线的高程为 240 米，等高距为 10 米，故它的高程为 240 + 5 = 245(米)。又如点 6 位于凹地，其邻近等高线的高程为 230 米，故它的高程为 230 － 5 = 225(米)。

(4)判定点在鞍部上

可按组成鞍部的一对山谷等高线的高程，加半个等高距；或以另一对山背等高线的高程，减去半个等高距求得。如图 1－33 中的点 7，按一对山谷等高线求取高程为 190 + 5 = 195(米)；按一对山背等高线求取高程为 200 － 5 = 195(米)。

必须指出，这种判定高程的方法是把实地坡面视为等齐斜面，加(减)半个等高距是采取中数的方法进行的，因此，点位高程并不十分精确。

2、高差判定

判定两点的高差时，应先判明两点各自的高程，然后两数相减，即得高差。如图 1－33，点 5 的高程为 245 米，点 7 的高程为 195 米，则两点的高差为：

245－195＝50（米）

（三）利用等高线判读地貌应注意的问题

1、为了保证作业精度，判读地貌形态、高程和坡度等，必须在比例尺大于 1∶10 万的地形图上进行。

2、由于等高线之间有一定的距离，使得一些微小的地貌遗漏在两条等高线之间，甚至一些山顶和鞍部的点位以及高程无法准确判读。

3、有些山地或陡峻的斜面，由于坡度太陡致使等高线过于密集，制图时两条计曲线之间很难画出四条首曲线，所以，绘制地图时采用了略绘或合并首曲线的方法，也就是两条计曲线间只绘三条、二条、一条，甚至一条首曲线都不绘。

4、在地形图上，局部地区等高线图形可能出现与实地不符的情况，此时，应注意根据附近等高线图形和其它地形特征进行综合分析，从而得出正确的判读结果。

5、利用等高线判读地貌形态时，必须是一组等高线才能进行，单凭一条等高线很难判定地貌形态。

6、由于等高线表示地貌缺乏立体感，只有多判读，反复实践，才能掌握地貌判读技能。

第二章　现地使用地形图

现地使用地形图，主要是通过地形图与现地对照，明确自己所处位置，了解周围地形情况，确定遂行任务的方向、路线、距离和作战目标。特别是在生疏复杂地形上和夜间、雾天等不良天候条件下，如不会使用地形图，往往会迷失方向，甚至贻误战机或使战斗失利。因此，各级指挥员和参谋人员必须熟练掌握现地使用地形图的基本技能，以保证迅速准确地组织指挥战斗。

第一节　现地判定方位

现地判定方位，就是在现地判明东、西、南、北方向。它是现地使用地形图和遂行作战任务的前提。其方法通常有以下几种：

一、利用炮兵防空兵装备器材判定

（一）利用指北针判定

指北针（又叫指南针），是我国古代四大发明之一。它体积小，重量轻，操作简单，携带方便，是现地判定方位的基本工具。指北针的型号很多，但其基本结构大同小异，现以六二式指北针为例介绍如下：

1、指北针的构造及用途

六二式指北针是由磁针、刻度盘、方位玻璃框、角度摆、距离估定器、里程表、直尺和反光镜等组成。它可用来判定方位、标定地图、测定磁方位角、量测距离和坡度等。

磁针。由一种永久性的磁铁制成。其上涂有荧光剂的一端为磁针"N"极，并注有"北"字。

刻度盘。固定不动，上面有内外两圈分划，内圈为密位制，从0到6000密位，每个小分划是0－20；外圈为360度制，从0°到360°，每个小分划是2°。刻度盘主要用来量读方位。

角度摆和角度表。用来测定坡度。角度表上分划单位为度，每个小分划是5°，可测量俯仰角各从0°－60°。"＋"表示仰角，"－"表示俯角。

方位玻璃框。位于刻度盘上，可自由转动，上面刻有东、西、南、北字样，用来配合刻度盘指示方位。

里程表。由指针、表盘、滚轮等组成，表盘的分划圈上有1:10万、1:5万、1:2.5万等比例尺注记和公里数注记，每个数字均表示相应实地水平距离的公里数。用里程表可直接量取这三种比例尺地形图上的里程。

距离估定器。两尖端间的宽度为12.3毫米，照门至准星的长度是123毫米，恰为两尖端间宽度的10倍。距离估定器可用以估测距离。

2、利用指北针判定方位的方法

判定方位时，将指北针平放，待磁针静止后，磁针上涂有荧光剂的一端(或黑色尖端)所指的方向，就是现地的磁北方向。

使用指北针以前，应检查磁针是否灵敏。其方法是：用一铁质物体扰动磁针的平静，若磁针迅速摆动后仍停在原处，则说明磁针灵敏，可以使用；若磁针各次静止后所指分划值不一致，而且相差较大，则说明磁针不灵敏，应进行检修、充磁。磁针易受铁、磁性物体的影响，使用时应尽量避开，否则将会影响指北针判定方位的精度。在铁矿区和磁力异常地区，使用指北针不能准确判定方位。

(二) 利用陀螺定向系统判定

炮兵防空兵行进以乘车沿道路行进为主，若车辆上安装有陀

螺定向系统，可利用该系统的定向装置判定方位。其操作方法是：在部队行军和作战前，首先将车辆的纵轴调整到与当地的磁北方向线重合，车头朝向北方向，然后将车辆上的定向装置打开，并将指标分划调整到“0”。使用时当指标指向 0－00 时，车辆朝向北方；当指标指向 15－00 时，车辆朝向东方；当指标指向 30－00 时，车辆朝向南方；当指标指向 45－00 时，车辆朝向西方。

二、利用天体判定

（一）利用太阳判定

1、利用太阳和时间判定

在北半球，一般当地时间 6 时左右太阳位于东方，12 时左右位于南方，18 时左右位于西方。24 小时地球自转一周，故每小时运行角度为 15°。根据上述规律，我们就可以利用太阳来判定现地方位。判定的方法是根据判定方位的时间和太阳升在空中的位置。如果判定方位的时间是 12 时整，太阳的方向就是正南方。如果判定方位的时间是上午 8 时，说明此时太阳已升起 2 小时（即 30°），面向太阳左转 30°即是正东方。10 时判定距中午还差 2 小时太阳才能到正南，面向太阳右转 30°即是正南方。

如果带有时表，也可以利用太阳和时表判定方位，其方法是：

先将时表放平，以时针所指时数折半的位置对向太阳，“12”所指的方向就是现地的北方。时数是以每日为 24 小时计算的。如下午 2 时 40 分，即 14 时 40 分判定方位，应以“7 时 20 分”的位置对向太阳。为了便于对准，可在时数折半的位置上竖一细针或细草棍，使其阴影通过表盘中心。简单地说，就是“时间折半对太阳，12 所指是北方”。

但应指出，该法以地方时为准，而我国采用东经 120°的地方时作为全国的统一标准时，称为北京时。故应按下式将标准时化为地方时，即

地方时 = 标准时 + （所在地经度 - 120°）/15°

对于北纬23°26′以南地区，夏季中午太阳位于天顶甚至天顶以北照射，故不宜采用上述方法。

2、利用太阳阴影判定

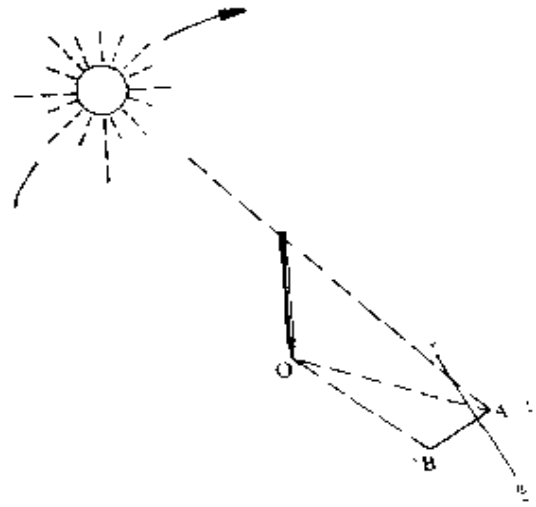


图2－1　利用太阳阴影判定方位

如图2－1，晴朗的白天，在一平整的地面上立一根细直的杆子，在太阳照射下会投下一个影子OA，将该影子标示在地上；10－20分钟后，再标出影子的新位置OB，然后过两个影子的端点A和B画一直线，此直线就是概略的东西方向线，第一个影子的端点A是西，第二个影子的端点B是东，而垂直于东西方向线的垂线就是南北方向线。

（二）利用月亮判定

利用月亮判定方位的方法是：

面对月亮，观其右方，所占比例，通过南方。

1、将月亮整个圆盘分为12等分；

2、目测月亮右侧光辉（阴暗）部分占12分之几，所占的等分数即月亮当天通过正南方的时间（右侧为光辉部分时，时间从中午12时起算；右侧为阴暗部分时，时间从午夜0时起算。）。

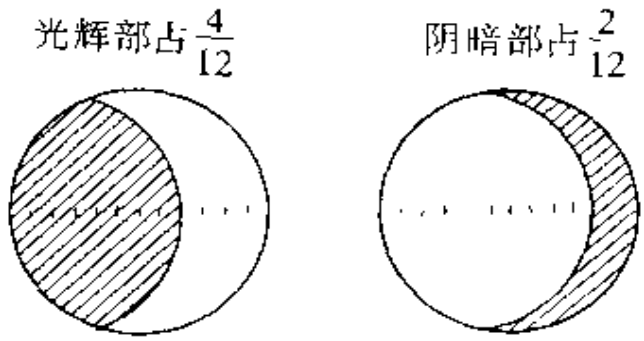


图 2－2　利用月亮判定方位

如图 2－2，月亮右面光辉部分占 12 分之 4，则月亮当天下午 4 点通过正南方，若在晚 8 时判定方位，则知月亮已通过正南方 4 个小时，相当于 60°，故面对月亮，向左转 60°即是正南方；月亮右边阴暗部分占 12 分之 2，则知月亮当天夜里 2 点通过正南方，若在半夜 1 点判定方位，则此时月亮差 1 小时，相当于 15°，才到正南方，故面向月亮向右转 15°即是正南方。

按月亮光辉(阴暗)的等分数判定它经过正南方时间的根据：

月亮约 30 天绕地球转一圈，每当农历初一，位于日、地之间，地球上的人看不到月亮，叫做朔；之后，月亮右侧逐渐亮起来，到农历十五、十六，月亮位于日、地延长线上，此时地球上的人看到一轮明月，叫做望；过后月亮从右向左逐渐暗下来，直到农历初一又回到朔。月亮由朔到望，或由望到朔，各约为 15 天，在地球上的人看来，月亮的形状每天都不相同。阴历初一看不到月亮，初一到十五月亮逐渐增大，光辉部在右。十五是满月，十五到三十月亮逐渐减小，光辉部在左。

月亮通过正南方的时间，每天也不相同。阴历初一约 12 点通过正南。初一以后，月亮通过正南方的时间，一天比一天晚，阴历十五日约 24 点通过正南。

根据以上所述，看不到月亮的那天(初一)，月亮通过正南的时间是当天白天中午 12 点，以后月亮逐渐增大，通过正南的时间也逐渐推迟。到满月那天(十五日)，是 24 点经过正南。这两次月亮通过正南的时间刚好相差 12 小时，如果把整个月亮圆盘分为 12 等分，则月亮趋盈(光辉部分在右)占 12 分之几，它通过正南的时间就比 12 点晚几个小时，也即是月亮趋盈 12 分之几，即是几点通过正南。

（三）利用北极星判定

北极星是正北方天空的一颗恒星，夜间找到了北极星，就找到了现地的北方。

北极星位于小熊星座的尾端，它和大熊星座（即北斗七星，俗称勺子星）、仙后星座（即女帝星座，又叫“W”星）的关系位置，如图2－3。

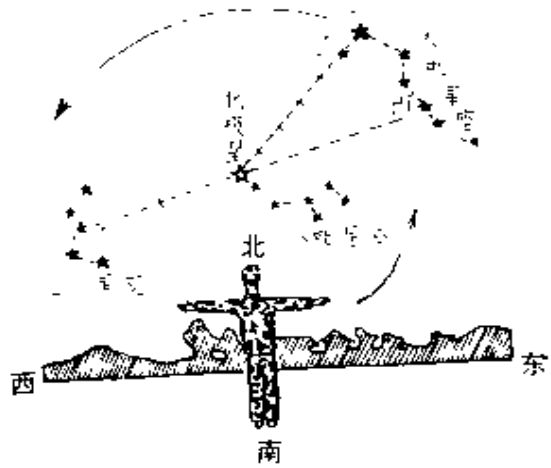


图2－3　利用北极星判定方位

北极星的位置可根据大熊星座或仙后星座寻找。大熊星座主要由七颗明亮的星组成，形状象一把勺子。将勺端甲、乙两星（叫指极星）的连线向勺口方向延长，约在两星间隔的五倍处，有一颗较亮的星就是北极星。仙后星座主要由五颗明亮的星组成，形状像“W”，在缺口方向约为缺口宽度的两倍处，也可以找到北极星。

北极星的高度，大约与当地的纬度相等。在北纬40°以北地区，全年可以看到大熊星座和仙后星座，以南地区，有时只能看到其中一个星座。

恒星的方位随时间而转移。由于地球每天自西向东自转一周，对于在地球上的观测者，恒星则绕着天轴自东向西运动一周；地球每年绕太阳公转一周，恒星也有周年视运动。因此，在不同口

期的相同时刻观测某恒星，它的位置是有变动的。例如：同是夜晚11时(地方时，下同)观看北斗，春分日(3月21日)在北极星正上方，斗柄指东；夏至日(6月22日)在北极星正西方，斗柄向上；秋分日(9月23日)在北极星正下方，斗柄指西；冬至日(12月22日)在北极星正东方，斗柄向下。与此相对应，同是夜晚1时观看仙后星座，春分日在北极星下方，夏至日在北极星东方，秋分日在北极星上方，冬至日在北极星西方。也就是说，恒星在天空的视位置，一个季度要变动约90°，一个月要变动约30°，一天要变动约1°；经过一年，又回到原来的视位置。了解这些规律，便于寻找和利用北极星判定方位。

判准北极星后，面对北极星，前面是北，后面是南，左面是西，右面是东。

(四) 利用南十字星座判定

南十字星座位于南极上空附近，由4颗较亮的星组成"十"字形。它是南半球夜间判定方位的主要依据。但在北纬23°以南地区，每年上半年的晴空夜间也可以用它判定方位。判定时，将南十字星座中距离较长的γ、α两星连线并向下延长至两星间距的4.5倍处，就是正南方，如图2－4所示。

三、利用自然特征判定

有些地物、地貌受阳光、气候等自然条件的影响，形成了某种特征。利用这些特征有时也可概略判定方位。

独立大树，通常南面枝叶茂密，树皮较光滑，北面树叶稀疏，树皮较粗糙。独立树砍伐以后，树桩上的年轮，通常北面间隔小，南面间隔大。

突出物体，南面干燥，青草茂密，北面潮湿易生青苔。凹陷物体和林中空地的特征与此相反。

田埂、土堤和建筑物等，南面积雪融化快；北面积雪融化慢。

我国北方较大的庙宇、宝塔的正门和农村的独立房屋的门窗

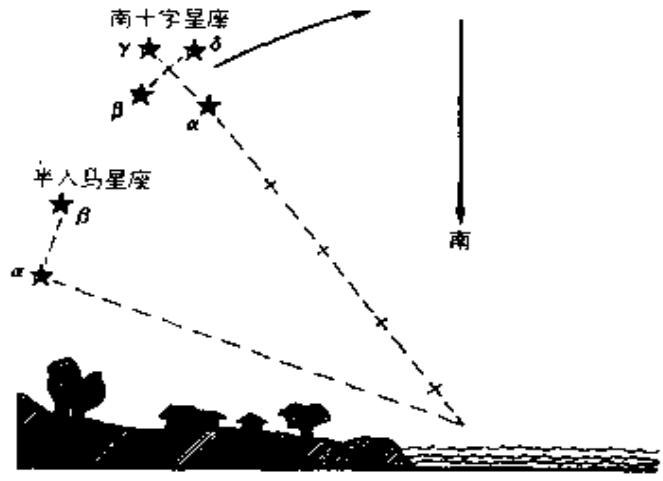


图 2－4　利用南十字星座判定方位

多向南开。

只要平时注意观察分析，各地区都有不少可以用来判定方位的自然特征。但这些自然特征只能判定出概略方位，也可能由于某些原因出现反常现象。因此，判定方位时可同时采用两种以上的方法，以互相验证。

第二节　标定地图

标定地图，就是使地图的上北、下南、左西、右东方位与现地的东、西、南、北方位一致起来的作业过程。标定地图是现地使用地形图的前提和基础。

一、概略标定

概略标定地图就是在判定现地方位后，把地图上方对向现地的北方。这种方法简单易行，但只能概略地标定地图方位，不够准确。

二、利用指北针标定

在地图的南、北内图廓上，通常都绘有一个小圆圈，圆圈旁边分别注有磁南和磁北或 P 和 P′，两小圆圈中心的连线就是该图的磁北方向线（磁子午线）。标定地图时，将指北针直尺边靠在这条直线上，指北针准星朝向地图的上方。转动地图，使磁针北端对准 0 刻度，此时地图方位已标定好。

若不使用磁子午线时，也可使指北针的直尺边与任一坐标纵线或东、西内图廓重合，然后转动地形图，使磁针北端指向偏角图中注明的磁坐偏角值或磁偏角值，且关系位置要与偏角图相应，即图中磁北方向在东时，磁针指在零分划以东的相应角值上；若在西，则指在零分划以西的相应角值上。

为了提高使用指北针标定地图的准确性，应对指北针进行校正。其方法是利用两个已知点精确标定地图，将指北针的直尺边靠在磁子午线上，准星向北，此时磁针北端应指向零刻度。如不一致应记下该分划，以便以后标定地图时使用。

三、利用直长地物标定

当站立点在直长地物（如直长的路段、土堤、河流等）上时，可以用直长地物标定地图。其方法是：先在地图上找到这段直长地物，对照两侧地形，使图上和现地的关系位置概略相符；再转动地图，使图上的直长地物符号方向与现地直长地物方向一致，地图即已标定。

四、利用明显地形点标定

现地和图上都有的醒目突出地形点，叫做明显地形点。当站立点在图上的位置能确定时，可以用明显地形点标定地图。在远方选一个图上和现地都有的明显地形点（如山顶、独立地物等），将指北针的直尺边（或三棱尺）切于图上站立点和明显地形点上，转动地图，沿尺边向现地明显地形点瞄准后，地图即已标定，如图 2－5。

以上标定地图的方法应根据不同条件灵活选用。一般以指北

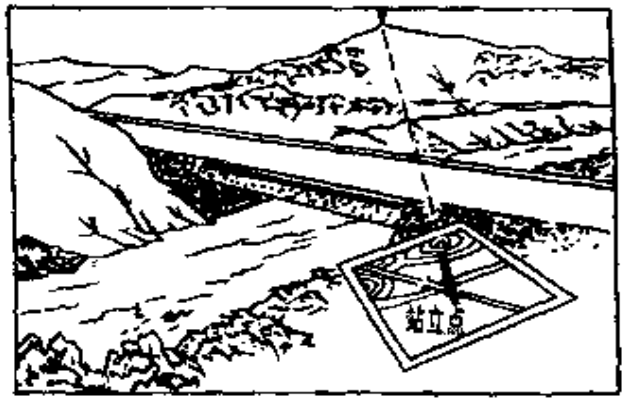


图 2－5　利用明显地形点标定地图

针标定地图较为方便；行进中用图时，利用直长地物或明显地形点标定地图方位较为迅速；当既无指北针、又无明显地形点可利用时，白天可利用太阳、夜间可利用北极星或月亮判定方位后，按概略标定地图方位的方法处理。

第三节　现地对照地形

现地对照地形，就是在实地把图上的地形符号与现地的地物、地貌一一对应判别出来。同时要求把现地有而图上没有，或图上有而现地已不存在的各类地形元素在图上或实地的位置找到。在战时主要用于持图行进、现地侦察、敌前及渗透侦察、战场观察、处置战场情况、指示和决定目标位置等。只有平时加强这方面的训练，熟练地掌握现地对照地形的要领，才能保证在战时适时地组织指挥部队的战斗行动。

一、现地对照地形的方法与步骤

1、选择对照位置。对照位置的好坏，直接影响对照和研究地形的效果。因此，对照位置通常选在地势较高、展望良好、便于隐蔽和伪装的地形上。

2、标定地图，确定站立点在图上位置。

3、对照地形。对照的顺序通常是先主要方向，后次要方向；先特殊、明显的地形，后一般地形；由近及远，由点到面，逐段分片地进行。

二、现地对照地形的要领

1、以站立点为基准，以方向、距离、高程、地形的特征及关系位置为依据。先按地图对照现地，以便确认图上的地形点在现地的位置；再按现地对照图上，以便确认现地变化了的情况。

2、借助已对照出的地形为依据，逐渐地向四周扩展。

3、对各种地形对照时要抓住重点。对照山地地形，首先应观察山脊走向、主要高地和山体的分布特征、关系位置，然后在图上寻找相似等高线图形并判出站立点的概略位置；再由图到现地，按方位顺序进行具体对照，逐次对照各山顶、鞍部、山背、山谷以及山间的村庄、道路等细部地形。对照丘陵地地形，其方法基本上与山地相同。但因山顶浑圆，形状相似，地形零碎，难度一般较山地要大。对照时通常以山脊为骨干，抓住山背、山谷和明显地形点（如道路、河流的交叉、拐弯处和突出的独立地物等）的特征及其关系位置进行对照。当山脊前后重叠不易分辨时，可根据耕地形状的变化，植被颜色的不同，谷地、居民地的形状和大小以及露出的树冠等特征进行分析判定。对照平原地形时，可先对照主要道路、河流、居民地、突出的独立地物和高地，然后再以道路或河流划分的地域，分片逐点地依地物分布规律和相互关系位置对照细部地形。

三、现地对照地形应注意的问题

1、要有比例尺概念。地形图上表示地形的详略程度，取决于地图比例尺的大小。比例尺大，表示的地形较为详尽；比例尺小，舍弃的细小地形元素多。在内容表示上，小比例尺地形图综合程度较大，某些地形的细部（如小的山头、山背、山谷、河弯等）在图上可能找不到。

2、注意发展变化。地形图现势性较差，图上表示的地物一般

与实地地物分布不完全一致。但相对而言，地貌变化较小，水系要素中的河流、湖泊、大中型水库变化也不大；仅居民地、道路网、沟渠等变化速度较快。因此，现地对照要以地貌和水系要素为先导，再推判其它要素的分布、位置与数量变化。在对居民地对照时，应以建筑时间较久的高大突出建筑物、十字街口和永久性独立地物为依据，再判定其它地形元素。

3、地貌与地物对照结果相矛盾时，以地貌为准。

4、地貌与地物相结合，看一眼对一片，不要彼此孤立只对照点、线。

四、现地方位介绍

指挥员在组织地形勘察、下达口述战斗命令、组织协同或报告情况之前，为使有关人员了解当面地形和敌情，应进行地形方位（明确站立点与周围地形的关系位置）与战术方位（明确敌我关系位置）介绍。

介绍的顺序是：现地方位，指出东、西、南、北的方向；再明确站立点的图上位置；然后介绍各地形要点的现地位置；最后介绍当面地形和敌我关系位置与部署。

介绍的方法是：面向敌方，按先敌后我，由近及远，由右至左，手指口述，简明具体地介绍每个地形要点、地物或方位物的方向、距离、名称及特征。对不易指明位置的目标，可用指幅或密位数辅助指示。

第四节　确定站立点

确定站立点，就是将自己所在现地位置确定于图上相应位置的作业过程。它是确定目标点、按图行进及指示目标等作业的基础。是现地使用地形图的重要内容。

一、地形关系位置判定法

(一)明显地形点法



图 2－6　明显地形点法

当站立点在明显地形点上或附近有明显地形特征时，可先标定地图，按照现地对照地形的方法步骤，逐一判出站立点四周明显地形点在图上的位置；再依它们对于站立点的关系位置，在图上确定出站立点的位置，如图 2－6，判读者站在三角点左下方的山背上，根据左侧的冲沟和前方的山顶等关系位置，即可确定站立点在图上的位置。如图中左上角等高线图上的小圆点所示。该法适于地物较多的地区。

(二)定直线法

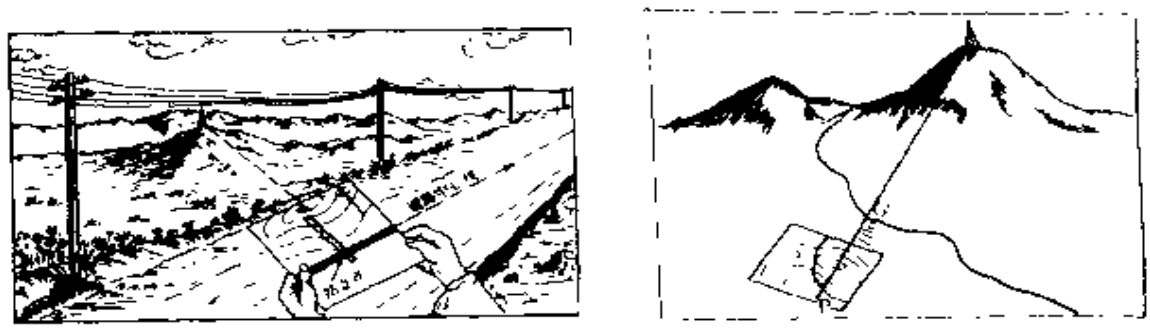
当站立点位于两个明显地形点连线或其延长线上时，过图上两明显地形点连直线，估测出从站立点到较近明显地形点的距离，并按比例尺在连线或其延长线上定一点，该点即为站立点在图上的位置。

(三)纵横距法

当站立点在直长地物或两地形点连线一侧且距离不远时，可测出一个纵向距离和一个横向距离，按比例尺在图上截取点位，即为站立点的图上位置。

二、交会法

(一)侧方交会法



(a)　　(b)

图 2－7　侧方交会法

当站立点在直长地物上或其附近时，可用侧方交会法确定站立点的图上位置。其方法是：先标定地图，再在直长地物的翼侧选择图上和现地都有的明显地形点，将直尺(或三棱尺)靠在图上该地形点上，然后转动直尺，向现地该地形点瞄准，并画方向线。若站立点位于直长地物上，则方向线和直长地物符号的交点，即为站立点的图上位置。如图 2－7(a)。若站立点不在直长地物上而在其附近时，如图 2－7(b)，先在图上求出方向线与附近直长地物符号的交点 G，再沿此方向线测估出站立点至实地交点 G 的距离(图中为 100 米)，然后在图上由交点起沿此方向线截取相应图上长，则其端点 P 即为站立点在图上的位置。

(二)后方交会法

当站立点附近地形特征不明显而在站立点周围至少有两个明显地形点可利用时，可用后方交会法确定站立点的图上位置。其方法是：先标定地图，再选择图上和现地都有的两个明显地形点，将细针插在一个地形点的图上位置，然后将三棱尺靠针转动，向现地该地形点瞄准，并画方向线；再用同样的方法，瞄准另一地形点，并画方向线；图上两方向线交点，就是站立点的图上位置，如图 2－8。

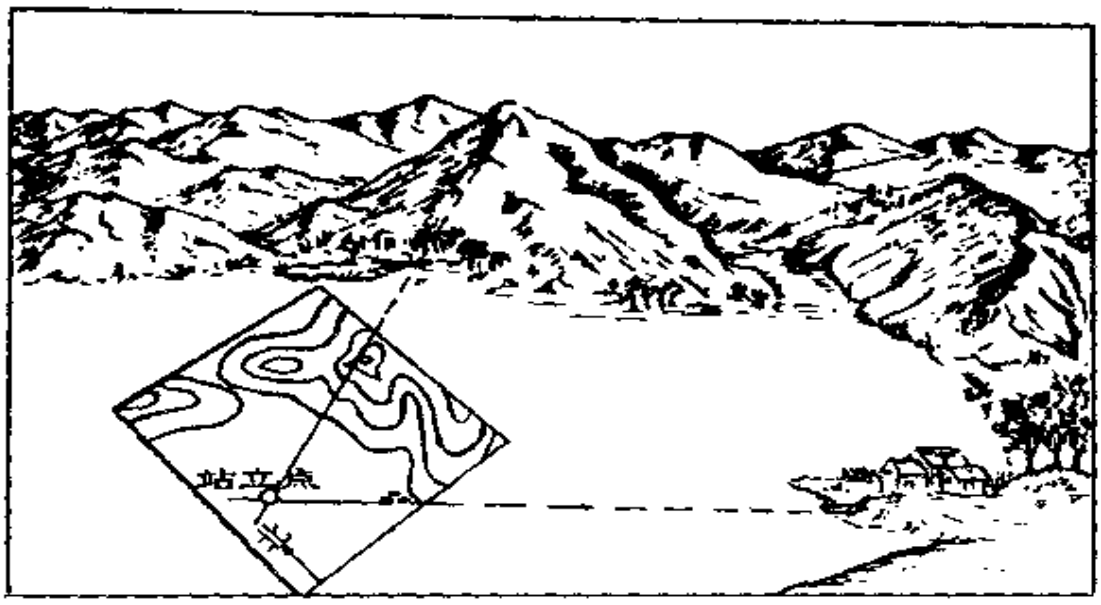


图 2－8　后方交会法

(三)膜片法

在站立点上无法精确标定地图时，可选择三个图上和现地都有的明显地形点，将透明膜片固定在图板上，并在适当位置上插一细针，固定图板位置不动，将三棱尺靠针转动，向现地三个明显地形点逐一瞄准并画方向线，在方向线的末端注记地形点名称；将膜片蒙在地图上，使每条方向线都准确地通过相应地形点符号的定位点；把膜片上三方向线的交点刺到图上，该点即是站立点的图上位置，如图 2－9。该法简捷、精度高，特别适于山地、丘陵地使用。如果三个地形点都十分明显突出，则在广阔的区域内均可依此判定站立点而无需再经对照地形的过程。

(四)磁方位角交会法

在森林中或不便于直接从图上瞄准目标的地区，确定站立点的图上位置时，可用磁方位角交会法。

在森林中可先攀登到便于向远方通视的树上，选择图上和现地都有的两个明显地形点，用指北针分别测出至该两个地形点的

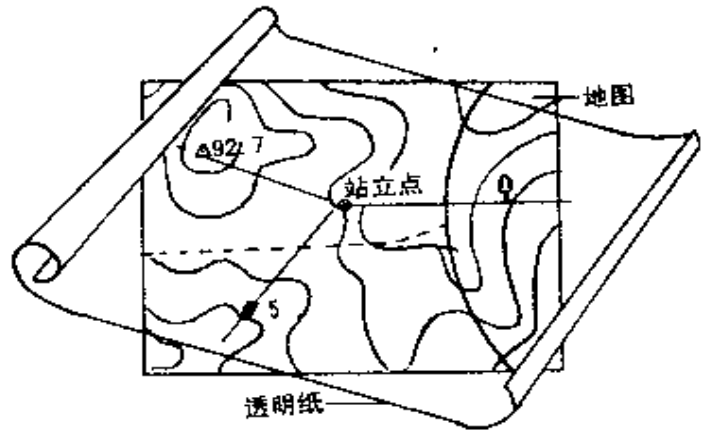


图 2－9　膜片法

磁方位角。然后在树下近旁标定地图方位，将指北针的直尺边分别靠于图上被测定的两个地形点上，转动指北针，使磁针北端指向所测的相应的磁方位角分划，并画方向线；两条方向线的交点就是站立点的图上位置。

（五）距离交会法

在站立点附近的两个不同方向上，各选择一个已知点，从站立点分别测出至各已知点的距离。然后用两脚规量取各段距离的图上长，分别以已知点为圆心画弧线，两弧在相应方向上的交点，即为站立点在图上的位置。

三、极距法

当从站立点能测出到明显地形点的距离时，可用极距法确定站立点在图上的位置。其要领是：先准确地标定地图方位，在地形点上插一细针，用直尺（或三棱尺）的尺边紧靠在插针上，向现地地形点瞄准，并画方向线（或测方位角，作方向线）；再目测、步测或利用手持激光测距仪等装备器材测出从站立点到地形点的距离；然后按地图比例尺换算为图上长，在方向线上定出该点，即为站立点

的图上位置，如图 2－10。

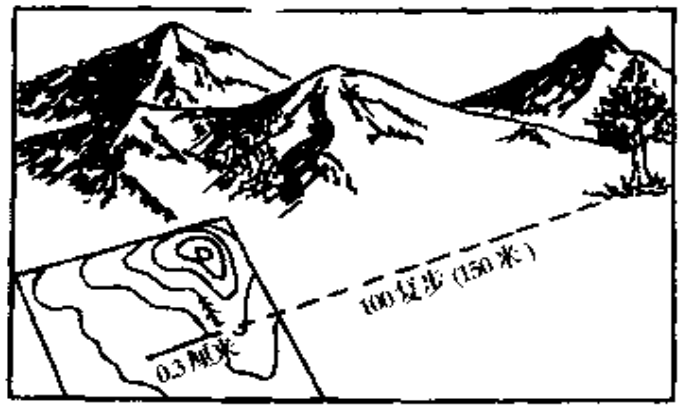


图 2－10　极距法

依地形图确定站立点的方法很多，在实际作业过程中，应仔细分析研究站立点周围地形，根据具体情况，选择较合适的方法确定站立点。为防止出现错误，最好多选一个明显地形点参与作业，以便检查。操作时，地图方位标定后，在定位过程中不能碰动地图，并注意检查。采用交会法确定站立点时，交会角应在 30°－150°之间。点位确定后，还应再次对照周围地形，防止判错。

四、利用炮兵防空兵装备器材确定站立点

依地形图确定站立点虽然简单迅速并具有较好的精度，但受人为因素和环境的影响较大。随着炮兵防空兵装备器材的不断更新完善，利用装备器材确定站立点已成为一种必然趋势。

（一）利用炮兵测地车确定站立点

在地形复杂、明显地形点较少地区，可利用炮兵测地车确定站立点。其方法是：首先，在出发区域选一个已知点和一个已知方位基准点，将炮兵测地车准确地停在已知点上；其次，用方向盘测出炮兵测地车纵轴与已知方位基准点的方向角，然后换算出起始的车向坐标方位角；第三，装定起始数据，包括起始坐标、起始车向坐标方位角、路程修正系数和绘图比例尺。在计算机待命状态下，按“装 4 定”键便可进行：H 提示输入 X 坐标值，Y 提示输入 Y 坐标

值，S提示输入路程值，θ提示输入车向坐标方位角，K提示输入路程系数，P提示输入绘图比例尺；最后，按"测5地"键即进入测地状态，将炮兵测地车驶入作战或训练地区，炮兵测地车所到之处对应的图上位置，即是绘图仪指针所停的图上位置，其坐标在计算机屏幕上可直接读出。

炮兵测地车的类型很多，但其基本原理与结构大致相同，它主要由陀螺车向仪、路程传送器和计算绘图仪三部分组成。

陀螺车向仪利用陀螺的"定轴性"和外力矩作用下的"进动性"，使其转轴指向北方，进而测出车辆每一瞬间运动方向的坐标方位角

路程传送器是一部电机仪器，它通过软轴与车辆行驶部分相连结，测出与坐标方位角相应的行驶距离增量

计算绘图仪简称计绘仪，它依据提供的坐标方位角与行驶距离增量，计算炮兵测地车所在位置的坐标，并由绘图仪绘出车辆的运动轨迹。

炮兵测地车不断地测出所在点与前一点距离增量和角度变化值，计算出对前一点的坐标增量，不断累加而获得所在点的坐标。由于很短时间内即进行一次累加计算，相应的距离增量很小，因此计算和绘出的轨迹，将是一条接近车辆实际运动的光滑曲线而不是折线。

但由于地面不平坦，车辆打滑和轮胎内气压不合标准等原因，测出的行驶距离含有误差，误差的大小与距离的远近成正比。因此，在行进路线上，要求每隔10公里左右在地形图上选出一个明显的地形点，作为炮兵测地车闭合的终点，一方面以测出的坐标与已知值相比较，做到对已测值精度心中有数，另一方面可重新确定起始点坐标，而不致使误差累计过大。

（二）利用全球定位系统(GPS)确定站立点

GPS接收机种类较多，使用方法各异。这里仅介绍便携式GPS定位仪的使用。

美国MAGELLAN公司制造的NAV1000M便携式定位仪，体积小，重量为0.85Kg，定位精度为30m（按美SA措施为100m），使用于单兵定位。其工作程序为：

——仪器状态设置。首次使用或进入新的作战地区时，要将

地形遮挡情况、坐标系种类、坐标类型、高度单位、日期表示顺序等仪器状态进行设置。

——仪器初始化。对接收机输入时间、日期、概略位置和所要求的定位方式(二维或三维坐标)。

——搜集卫星星历。接收机搜集卫星播发的导航电文,记录不同时刻卫星的位置、时钟差等内容。开机后屏幕显示"NEEDALMANACPRESSAUX3",此时连续按键"AUX"、"DEF"和"ENTER",则仪器自动向卫星搜集卫星星历,直至屏幕显示"POS"为止。

——定位。完成上述程序后,即进入定位状态。按"POS"键即开始定位,屏幕上显示出接收机的坐标。首次定位时间需3分钟,定位更新率20秒钟。

该仪器操作简便,屏幕上不断提示操作方法与所显示内容的含义。

全球定位系统是由美国陆、海、空三军和国防测绘局联合研究、开发、建立的利用卫星进行导航、定位和时间传递的卫星无线电导航系统。其英文全称为NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System(导航卫星测时和测距全球定位系统),词头缩写为:NAVSTARGPS,简称为GPS(全球定位系统),是美国第二代卫星系统,该系统的特点是多星、高轨、测距,能为用户全天候、不间断地提供连续的三维坐标、速度和精确的时间信息。

1、系统简介

GPS由空间星座、地面监控和用户接收机(观测点)三部分组成。

空间星座由均匀分布在6个椭圆形轨道上的21颗卫星和3颗在轨备份卫星组成。每个轨道面上有4颗星,轨道高20183公里,运行周期为12小时,轨道对赤道面的夹角为55°。卫星用两个L波段的频率(L_1 = 1575.42兆赫,L_2 1227.60兆赫)发射信号。载波信号上调制了供卫星识别和伪距测量用的伪随机噪声码(PRN码)以及由卫星星历、卫星钟差改正参数、电离层传播时延改正参数、卫星工作状态等供导航计算用的电文数据流。调制在载波上的伪随机噪声码有两种:供精密定位服务(军用)用的P码(精密码)和供标准定位服务(民用)用的C/A码(粗码)。一般用户只能使用调制在L1

波段上的粗码。

地面监控部分包括1个主控站、3个注入站和5个监测站。监测站连续对每颗卫星进行跟踪、观测，将测得的数据进行预报处理后传送给主控站。主控站主要任务是搜集各监控站对GPS卫星的全部观测数据，利用这些数据计算每颗卫星的轨道和卫星钟差改正值；进而推算出一天以上的卫星星历和钟差改正值，并以一定的格式转化为导航电文，以便注入站注入卫星的存贮器。注入站的任务，主要是在每颗卫星运行至上空时，把导航数据及主控站的指令注入给卫星，保证卫星不间断地播发定位电文。

用户接收机主要由主机、计算机和输入—输出设备构成。其主要功能是接收卫星播发的信号，并利用本机产生的伪随机噪声码取得距离观测量和导航电文，根据导航电文提供的卫星位置和钟差改正信息，计算接收机的位置。接收机的种类很多，按使用对象与目的的不同，可装载在飞机、导弹、舰艇、车辆上实施定位与导航，还有使用于单兵的便携式定位设备。

2、基本原理

GPS采用多星高轨电磁波测距法体制，以距离作为基本观测量。通过对4颗卫星同时进行伪距测量归算出接收机的位置。整个系统采用统一的标准时，卫星在规定的标准时刻 t_r 播发定位信号，而用户接收机在电磁波传播的相应时间段后于 t_s 时刻收到信号，则传播时间 $(t_r - t_s)$ 乘以电磁波传播速度C(30万公里/秒)，即得卫星播发信号瞬间至用户接收机的斜距S。而斜距S又是卫星播发信号瞬间的坐标 x_1、y_1、z_1（它由播发的电文中告知）和接收机三维坐标x、y、z的函数，若不顾及卫星与接收机的时钟误差，则有

$$C\cdot(t_r - t_s) = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2}$$

由此看出，接收机只要收测3颗星的信号，即可联立求出所在位置的坐标x、y、z。为消除时钟误差的影响，实际上需要观测4颗星即能求出接收机（观测点）的坐标。

（三）利用双星定位系统确定站立点

双星定位系统是我国研制的卫星定位系统。它由地面中心控制站、两颗同步卫星和用户设备组成。该系统具有定位、通信和授时功能。

双星单点定位原理如图2—11，地面中心控制站O向卫星I连续播发询问信号，经卫星转发用户；用户站接收后发送响应信号，并分别经两颗卫星转发到中心站；中心站提取用户传送的信息，测出由询问信号发出时刻至接收到响应信号的传播时间，再

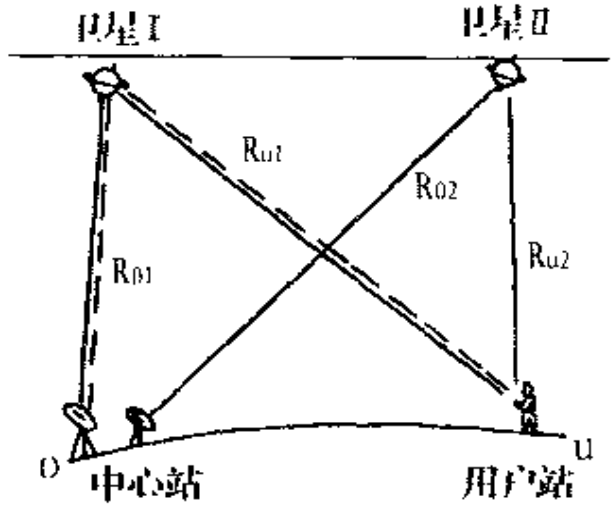


图 2－11　双星定位原理

乘以电磁波传播速度 C 即得两相应的传播距离 S_1 和 S_2。由图知，

$S_1 = 2(Ro_1 + Ru_1)$

$S_2 = Ro_1 + Ru_1 + Ro_2 + Ru_2$

而空间任意两点间的距离 Rij，可由大地直角坐标系求得，

$R_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2}$

式中，$i = 1、2$；$j = o、u$。由于中心站和两颗卫星的坐标为已知，故 S_1、S_2 仅为用户（站立点）坐标（x_u、y_u、z_u）的函数，即

$S_1 = f_1(x_u、y_u、z_u)$

$S_2 = f_2(x_u、y_u、z_u)$

由于 S_1 和 S_2 为可观测量，故

$f_1(x_u、y_u、z_u) \quad S_1 = 0$

$f_2(x_u、y_u、z_u) - S_2 = 0$

式中 z_u 可由用户用气压计测出高程反馈给控制中心换算求出；也可由控制中心在数字化地形图上迭代求出，故由上式可解出站立点的坐标

第五节　确定目标点

炮兵作战中，常需将新增和新发现的地形目标与战术目标标绘在地形图上，以便量取坐标、指示目标和确定射击诸元。确定目

标点在图上的位置，是在确定站立点在图上的位置之后进行的。主要方法有：

一、地形关系位置判定法

（一）明显地形点法

首先观察实地目标点与周围明显地形点的关系位置，然后在图上找出相应符号，并依关系位置确定目标点的图上位置。如图2－12，目标为独立树，位于三角点所在高地和张家庄无名高地之间的鞍部，且在分水线以南，小路以北的斜坡上。故按此关系在图上找到鞍部，而后按目标对于分水线和小路的距离比，在图上定出独立树的位置。该方法适用于明显地形点较多的地区。

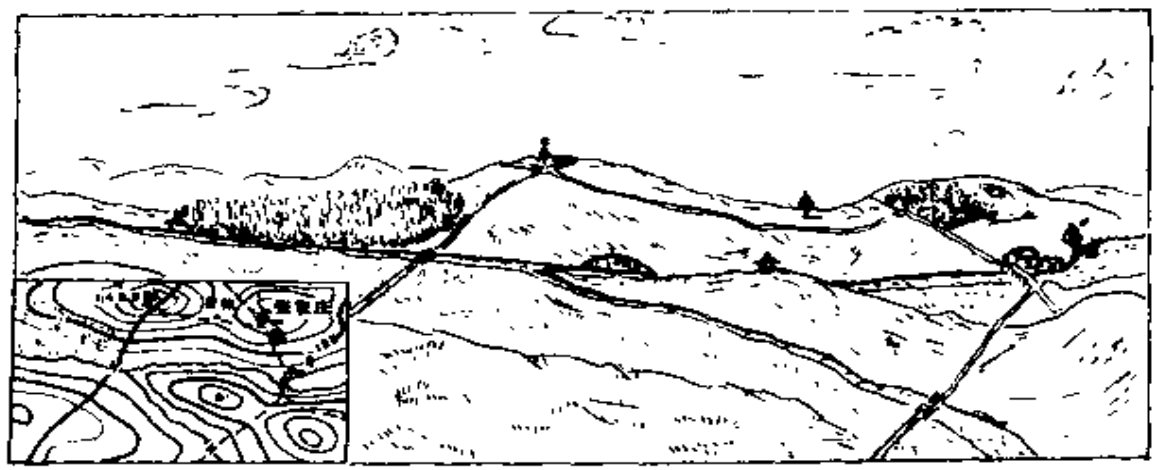


图2－12　明显地形点法

（二）比较法

当目标位于已知点附近时，用比较的方法亦可确定目标点的图上位置。其作业要领如下：

1、标定地图方位，作观目方向线；

2、比较目标至已知点的距离差或已知地段的几分之几；

3、根据目标与已知点的距离差或几分之几，按比例在观目线

上定点，即为目标在图上的位置，如图 2－13。

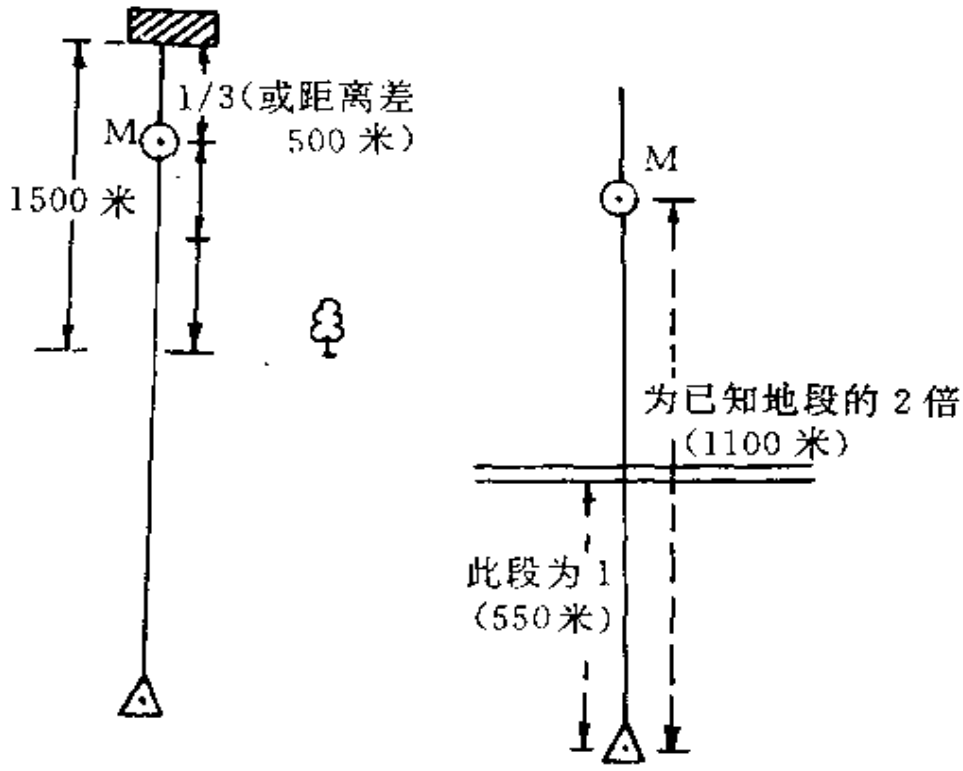


图 2－13　比较法

二、极距法

当站立点和目标点之间的距离可以测出时，可用极距法确定目标点的图上位置。标定地图，用照准器直尺切绕图上站立点瞄准实地目标点，沿直尺向前画方向线，测出站立点至目标点的距离，并依比例尺换算出图上距离，从图上站立点沿方向线截取这段距离，截点就是目标点在图上的位置，如图 2－14。

三、前方交会法

当目标较远且明显地形点较少时，可在便于运动的地区，寻找两个与目标点交角较好的明显地形点，如图 2－15，先在 A 点标定

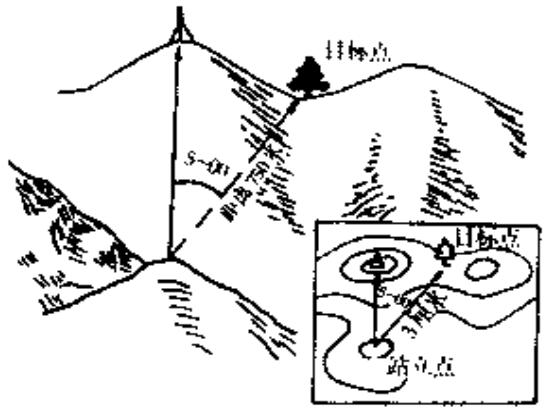


图 2－14　被距法

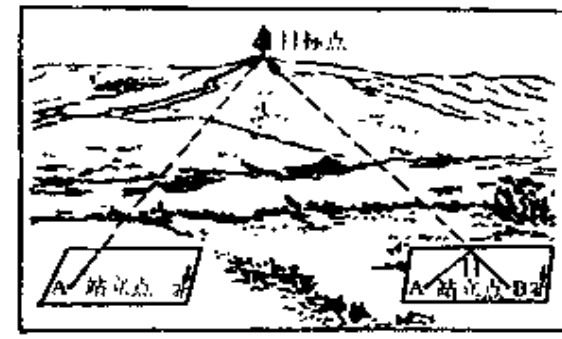


图 2－15　前方交会法

地图，确定出站立点，用照准器直尺切绕站立点照准目标瞄绘方向线；再于 B 点以同样方法向目标点瞄绘方向线。则两方向线的交点，即为目标点在图上的位置。

四、截线法

当目标点位于线状地物或地性线上时，先标定地图，以照准器直尺切绕图上站立点并照准目标点绘方向线，其与线状符号或地性线的交点，即是目标点的图上位置。如图 2－16。

五、高差法

1、当目标与已知点在同一高地上，且目标位于较陡的斜面上时，可用目标与已知点的高程差确定目标在图上的位置。作业要领如下：

(1)在图上量出观察所至已知点的距离，查出已知点的高程。

(2)测出观目方向角和目标与已知点的高低夹角。

(3)根据观目方向在图上画出观目方向线。

(4)计算目标与已知点的高差。

高差(米)＝高低夹角(密位)×距离(公里)

(5)计算目标高程。

目标高程＝已知点高程±高差



图 2－16 截线法

(6)在观目线上,根据目标高程定点,即得目标的图上位置。

例:如图 2－17,在观察所测得目标至 187.2 高地的高低夹角为 0－30,在图上量得观察所至 187.2 高地的距离为 1.8 公里。问目标的高程是多少?

解:高差 $=0-30\times1.8\approx54$ 米

(修正密位公式误差,高差增加 1/20,即增加 2.7 米,得高差为 56.7 米)。

目标高程 $=187.2-56.7=130.5$ 米。

在观目线上,高程约 131 米处定点,即得目标的图上位置。

六、高低夹角系数法

当观察所高于目标并与目标有较大的高程差,而且目标与已知点的高程基本一致时,可用观察所与已知点的高程差和测得的目标的高低角,算出观目距离,从而确定目标的图上位置,如图 2－18。作业要领如下。

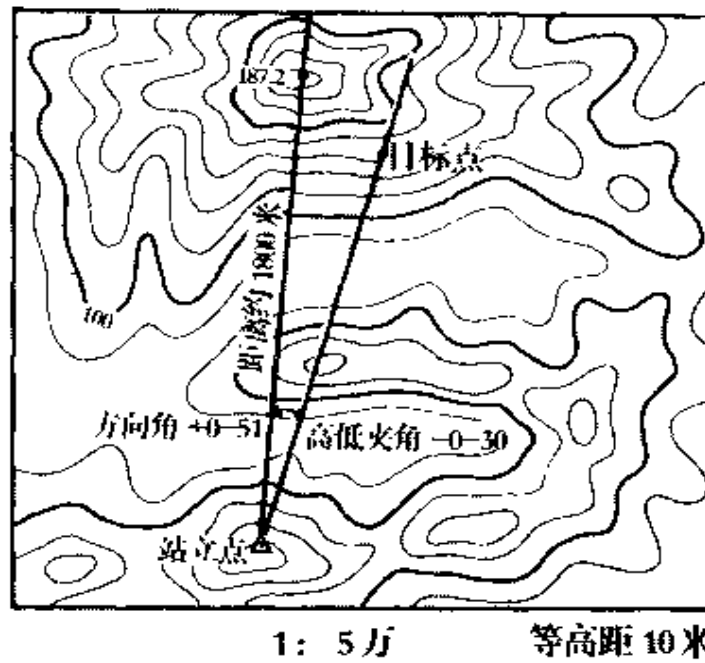


图 2－17　高差法

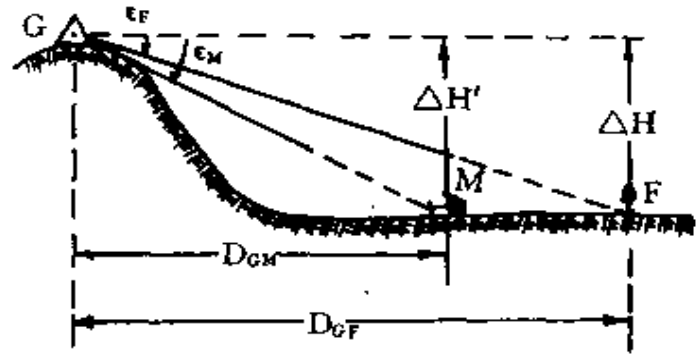


图 2－18　高低夹角系数法

(1)测出观察所至已知点的高低角(ε_F)，并量出观察所至已知点的距离(D_{GF})，计算出观察所与已知点的高程差(ΔH)。

$$\Delta H = \frac{\varepsilon_F \cdot D_{GF}}{1000}$$

(2)测出观目方向角和目标高低角(ε_M)

(3)计算观目距离 D_{GM}

因为 $\Delta H \approx \Delta H'$

所以 $D_{GM}=\frac{\Delta H \cdot 1000}{\varepsilon_M}=\frac{\varepsilon_F}{\varepsilon_M}\cdot D_{GF}$

如观察所至已知点的距离为 2300 米，$\varepsilon_F=0-25$，测得 $\varepsilon_M=-0-28$，求 $D_{GM}-?$

解：$\Delta H=\frac{0-25\times 2300}{1000}=57.5$ 米

$D_{GM}=\frac{57.5\times 1000}{0-28}=2054$ 米

或 $D_{GM}=\frac{25}{28}\times 2300=2054$ 米

(4) 根据观目方向角和计算的观目距离，将目标点定于图上。

第六节　按图行进

按图行进，就是利用地形图选定行军路线，通过地图与现地对照，保证沿选定的路线到达预定地点。掌握按图行进的要领，是对炮兵防空兵指挥员和参谋人员的基本要求。

一、行进前的准备

利用地图行进，不管是徒步还是乘车，不管是白天还是夜间，不管是平时还是战时，在出发之前都要做好充分的准备工作，才能保证行进中的正确性。

(一)选择行进路线

行进路线，应根据受领的任务、敌情、地形和部队的装备等情况进行选择。选择时，应着重分析和研究行进路线上与行进有关的地形要素，如道路的质量、桥梁长宽及载重量、徒涉场的水文情况，沿线居民地、森林、山垭口分布情况，地貌的起伏与断绝程度等。有敌情顾虑时，还应注意研究沿道路两侧地形的起伏与隐蔽

情况、遇空袭时的疏散区域及遭遇敌人时可能利用的有利地形等。当组织大部队行进时，还应根据部队实际情况选择平行路线，以便分路行进。

为便于行进中掌握方向，在路线选定后，还应在沿线选定明显、不易变化、便于识别的目标作为方位物（如路线上的拐弯点、岔路口、桥梁、居民地的出入口、突出建筑物以及沿线两侧的高地等），以便在行进中进行对照。

（二）标绘行进路线

选定行进路线后，应把出发点、转折点、终点和选定的方位物及路线，用彩色笔醒目地标绘在图上，并沿行进方向按顺序编号，以便在行进中对照检查。必要时也可专门调制行进路线略图。

（三）量取里程和计算时间

1、水平距离的量取

依图量取行进路线水平里程（水平距离）的方法，通常采用里程表量读。

量读时，先使指北针里程表的指针归0（即指针对准盘内0处），然后手持里程表，将滚轮放在起点上，在保证指针按顺时针方向转动的情况下，沿欲量线段滚至终点，这时指针在相应比例尺分划圈上所指的公里数，即为所求水平距离。

2、起伏里程的换算

行进距离，需要的是地表起伏里程。因此需将水平里程按坡度和弯曲的不同，改正为起伏里程。

（1）理论计算

倾斜距离与水平距离的关系为

倾斜距离 = 水平距离/cosα

式中α为路段的平均坡度，可由图上查得。

（2）经验改正

求取精确的起伏里程繁琐，且因比例尺所限，有些道路拐弯在

制图时常被略去或作综合表示，从而影响里程计算。根据经验，平坦地增加10%～15%、丘陵地增加15%～20%、山地增加20%～30%，当由图上量出水平里程后，再乘以增大系数，即得相应的地面起伏里程。

例：在1:5万丘陵地区地形图上量得水平里程100公里，若改正数15%，其起伏里程为

起伏里程＝100×1.15＝115(公里)

3、行进时间计算

算出行进路线的实地里程后，即可按不同的行进方式(徒步或乘车)计算出行进时间，并注记在地形图或工作手册上。

(四)熟记沿途地形特征

熟记的方法，一般按行进的顺序，把每段的里程、行进时间、经过的居民地、两侧方位物和地貌特征等记在脑子里，特别要记住道路的转弯处、岔路口、居民地进出口等明显方位物。力求做到：行进中心中有图，未到先知。

二、行进要领

部队行进按运动方式的不同，可区分为徒步行进与乘车行进；按地形条件，可区分为沿道路行进和越野行进；按时空条件，可区分为白昼行进与夜间行进；按使用的器材与装备，可区分为按磁方位角行进和利用测地车行进等。

(一)徒步沿道路行进

徒步沿道路行进，是军队机动的方式之一。其要领是：

1、先在出发点标定地图，明确行进的路线和方向，熟悉沿途地形和方位物的特征，向预定通过点行进。

2、行进中，及时对照沿途地形和方位物，随时明确自己到达的位置。力求做到"人在路上走，心在图中移"。如对行进路线有怀疑或到岔路口、居民地进出口、山谷的入口处，应及时标定地图方位，仔细对照地形，确认无误后，再继续前进。

3、如发现已走错了路，应标定地图，对照地形，回忆走过的路程，设法找出错在何处，偏离原定路线多远，根据情况另选迂回路或返回原路后再继续前进。错了要沉着冷静，千万不能急燥马虎，瞎碰乱撞，造成错上加错；或盲目乱跑，耽误时间或多走冤枉路，甚至贻误战机，造成损失。

（二）越野行进

不沿道路的行进，叫越野行进。多因任务需要或在道路稀少地区（如沙漠、草原）实施。保持正确越野行进的关键，是利用方位物。因此，越野行进路线尽可能选择在方位物较多的地形上，特别是转折点及其附近应有明显方位物，以利于对照，保持正确的行进方向。其要领是：

1、在起点和各转弯点上，都要准确标定地图方位，明确行进方向和下一点方位物；或按预先测定的各段磁方位角，照准行进方向，找到下一点方位物，选择便于通行的地形前进。如不能直接看到下一点方位物，就选择辅助方位物，逐段行进，直到转折点或终点。

2、行进中，要勤对照，多分析，随时判定站立点的图上位置，特别是在复杂地形上行进尤为重要。如果发现走错了方向，应停止前进，查明原因，重新确定站立点的图上位置，尽量选择近道插到原方向上，不得已时可原路返回，再按正确方向继续前进。

3、在某些特殊地形上越野行进时，应根据地形特点，采用不同的行进方法。如在山林地越野行进时，由于山高林密，坡陡谷深，方位物稀少，通视不良，故选择行进路线应坚持“有路不越野，走脊不走沟”的原则，尽可能沿山背、山脊等明显地形行进而不要横越山背、山谷，并尽量避开陡峭崖壁和陡石山地段。如通视困难，可攀登到高处或爬到树上向远方观察，用磁方位角交会法确定站立点的图上位置。如在山谷里定点，还应根据走过的距离和地形特征，并结合周围地形判断。

在沙漠、戈壁地越野时，地形虽平坦开阔，但人烟地物稀少，行进时要集中精力，注意用地图与现地对照，抓住那些明显而特殊的地形，如小块灌木丛、芦苇地、沙垄和沙丘、龟裂地以及独立石、土堆、干河床等作为对照的目标。无明显地形对照时，可采用极距法确定站立点在图上的位置。这就要求在此种地形上行进时，从出发点开始，就应准确地估算距离（用步测或记时相结合的估算法），每前进一段，即在标绘出的行进方向上依比例尺截取距离，确定出站立点的图上位置。

（三）按磁方位角行进

使用指北针，依图上量得的磁方位角和距离行进的方法，叫做按磁方位角行进。它是按图行进的一种辅助方法，通常在缺少方位物的沙漠、草原和森林等地区，或在浓雾、风雪等不良天候及夜间视度不良的条件下采用。

1、行进资料的准备

（1）选择行进路线。行进路线的选择，要根据任务、敌情和地形等情况而定。一般应选择起伏不大、障碍较少，便于通行的路线。沿线各转弯点应有便于识别的明显方位物，如突出树、土堆、岔路口、桥梁等。选定的方位物可按行进的顺序进行编号。

（2）量取磁方位角和距离。磁方位角的量取方法，在第一章中已经介绍过；将地图上所量的各段距离，换算为复步数（1复步约等于1.5米）和所需的时间（每分钟约60复步），其换算公式为：

复步数＝距离（米）÷1.5（米）

时间（分）＝复步数÷60（复步）

（3）绘制按磁方位角行进略图。依地形图将行进路线上各转弯点和附近的重要地形和方位物绘制成略图，标定出行进路线，各转弯点依次编号，并将各点间的磁方位角和距离等数据注于略图上，如图2－19。

2、按磁方位角行进要领

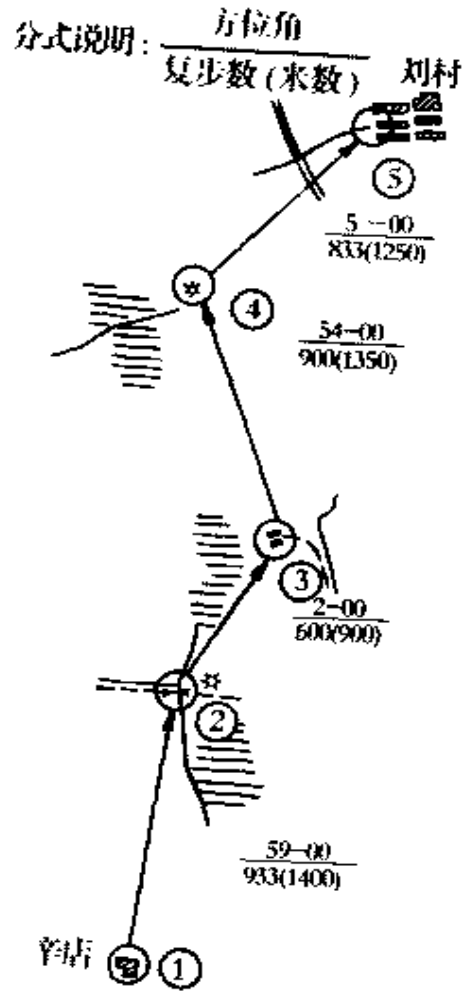


图 2－19　按磁方位角行进略图

(1)在出发点上先查明到达第二点的磁方位角、复步数和地形特征，然后打开指北针，使磁针北端指向到第二点的密位数，这时照门至准星的方向就是行进方向。在该方向线上寻找第二点，如看不到时，可在该方向线上选择辅助方位物，按此方向前进。

(2)行进中，要随时注意观察沿途地形，保持行进方向，记清复步数。遇到起伏路段，应注意调整步幅；如到达辅助方位物后，仍看不见第二点时，可按原磁方位角再选辅助方位物继续前进，直到

第二点为止。

(3)根据已走过的距离接近第二点时，应对照周围地形特征寻找点位。找到第二点的准确位置后，再按出发点的要领，按照略图上所注记的数据，继续向下一转弯点前进。依此要领逐段前进，直到终点。

当走完预定的距离，仍未找到转弯点的方位物时，可在该段距离的 1/10 为半径范围内寻找。因为用指北针测量角度的误差，一般达 5°(0－85)左右，加上行进时步幅大小对距离远近的影响，按磁方位角行进，每走一公里，行进路线可能向旁偏约 100 米。

行进中，遇到障碍时，一般可在障碍物对面的行进方向上选一辅助方位物。绕过障碍物到达辅助方位物之后，目测绕过的障碍地段的距离，加到走过的距离之内，继续按原方向行进。如通视不良或找辅助方位物有困难时，可按图 2－20 的平行四边形方法绕行。先向左(右)走出一段距离，然后按原行进方向的磁方位角行进。绕过障碍地段，再向右(左)插回原来的行进路线，继续前进。

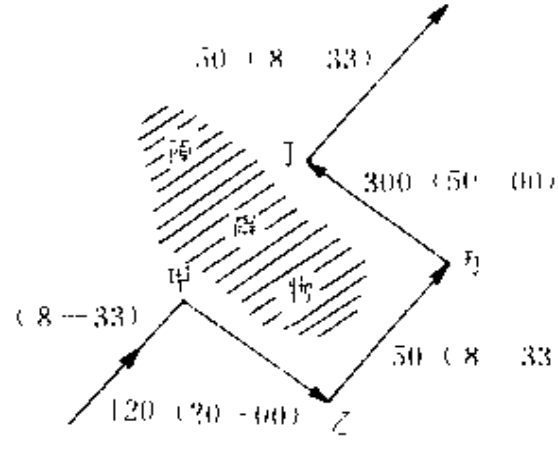


图 2－20　绕行障碍地段

(四)夜间行进

夜幕是很好的伪装，利用夜幕我们可以隐蔽地接近敌人和出

其不意地消灭敌人。夜间行进也是我军传统。其特点是：视度不良，观察不清，方向难认，远近难分，高低难辨，地图与现地对照困难，容易迷失方向。因此多采用按图与按磁方位角相结合的方法行进。所以必须注意以下几点：

1、制定夜间行进计划时，既要有按图行进的准备，又要有按磁方位角行进的准备，在行进中视情况灵活运用。

2、夜间行进路线，分段时每段应比白天短，沿途的方位物应比白天多，并尽量选择靠近路旁高大、明显、透空的物体。也可以利用星体、固定灯光等作为辅助方位物。但在利用星体时，不宜用之过久。

3、行进前，首先要熟记沿途地形和方位物的特征，以及各段的方位、距离、需要行进的时间。

4、夜间行进常用指北针的荧光标志保持行进方向。将指北针玻璃盖上荧光标志，对准所量得的磁方位角密位数；使磁针上的荧光点对准玻璃盖上的荧光标志，此时，照门和准星所指的方向，就是行进的方向。

5、行进中，要根据预先对沿途各段地形的记忆，多找点，勤对照，细分析，做到"人在路上走，心在图中移"。特别是乘车行进时，车速快，能见度差，主要精力更要集中于观察现地地形，尽量向前方观察，并根据行车里程，及时对照地形特征，以判定车辆到达的位置。由于夜间判定方位物易出错，当有怀疑时应停车对照。夜间视度不良，一般高大明显物体易误近，矮小暗淡物体易误远，因此应靠近观察，由低处向高处观察，由暗处向明处观察。还可根据灯光、鸡狗吠声等判断居民地的位置，根据水声和蛙声判断河流的位置。必要时可提前派遣人员设置路标或调整哨引导前进。有敌情顾虑时，还要注意隐蔽伪装和灯火管制。

（五）乘车沿道路行进

乘车沿道路行进，是现代战争条件下的一种主要机动方式，

由于乘车行进速度快，观察粗略，一旦走错了方向，就会偏离较远。大部队行动，车炮调头易于阻塞交通，队形拥挤，易受敌人发现和袭击，遭受伤亡和损失。因此，应注意以下几点：

1、行进前，要熟悉地图，明确行进路线和里程，熟记沿途的地形特征，将标有行进路线的地形图按行进顺序依次叠放，以便沿途随时对照使用。

2、行进时，先在出发点标定地图，认真对照地形，判定出发点和行进方向，记下时间和汽车上里程表的数字。

3、行进中，随时标定地图，提前对照沿途的居民地、桥梁、河渠等明显方位物，做到“人在车上坐，心在车前行”。还可查看汽车里程表和沿途里程碑的公里数，及时判定车辆位置，以保持行进的正确性。

4、经过岔路口时，应注意路标和仔细对照地形。有怀疑无把握时，应停车标定地图和现地对照，确认无误时再继续前进。

5、如发现走错了路线，应尽量选择就近道路迂回通过，不得已时可原路返回，再按正确方向继续前进。

综上所述，乘车行进的要领可归纳如下：

地图和现地，道路成一线。
车转图也转，转向正相反。
抓住明显点，对照要提前。
快到岔路处，车速需减慢。
有疑停车对，判明再向前。

(六)利用炮兵测地车行进

炮兵测地车，是沿道路行进的较好装备，道路质量好时，误差较小。但越野或在山地行进时，误差较大，应不断进行点位闭合检查。测地车生存能力和隐蔽性差，且不适于地物稀少地区使用。

第三章　电子地图

高技术战争条件下，要求提供广泛的战场地形信息。既包括地面诸地形元素的分布形态、质量状况和其它与作战有关的信息，还包括空间重力场和地下设施信息。在表示方法上，既要满足目视判读，又要保证制导武器自动识别、运行和精确命中目标。为适应战况瞬息多变的特点和指挥自动化的需要，地形信息还必须能快速传输和生成相应图像，能结合作战实际进行快速地形分析，以辅助指挥决策。由此，便产生了电子地图。电子地图是高技术战争条件下形成数字化战场的重要保障。

第一节　电子地图的基本知识

一、电子地图的概念及分类

（一）电子地图的概念

凡具有地图内涵，能够通过电子设备进行传输，并能在电子计算机控制的屏幕上动态显示与实时处理的图像，叫做电子地图。它通过把纸质地图（或航空、航天像片）上离散和连续分布的点、线、面符号及其注记，按一定规则分离为一系列离散性的点，测出其空间位置，并按一定的编码、数据结构模式，描述它们的属性、位置和拓扑关系，使之变为电子计算机能够识别、存贮和处理的地形信息，即完成图/数转换；再依据数据结构设计出逆反的数/图转换软件，使之能根据需要，在屏幕上集合生成以符号、注记表示的电

子地图，或驱动绘图仪还原绘出纸质地图。

根据应用需要，电子地图若设计有地形分析的运算程序和相应的数/图转换程序，电子计算机可按指令实施地形分析，并显示或绘出分析图形。目前已开始应用于师以上部队的地形分析和指挥决策。

电子地图不仅包含纸质地形图上表示的各种地形要素，而且还可包含其它战场环境信息，如兵要地志的有关内容，具有多维环境信息的特点。

(二)电子地图的分类

1、按生成方式分类

(1)数字地图

以数字形式表示地形要素和其它环境信息，并将其储存在磁带、磁盘或光盘等介质上的地图，叫做数字地图。它便于电子计算机识别、管理和传输。应用时，通过电子计算机可将其转换成图像(符号)显示在屏幕上，或通过绘图仪转换为纸质地图。

数字地图按其数字化方式的不同，分为矢量数字地图与栅格(像素)数字地图。

——矢量数字地图

采用矢量数据格式记录数据的地图，叫做矢量数字地图。它的表达形式为特征码之后紧跟一组坐标或数据串。

所谓特征码，是区分地形要素及其种类、性质和数据的特定属性编码。它由主码和子码组成。主码用于区分不同地形要素，如测量控制点的编码为010、道路要素的编码为070。子码用于标识和描述要素中具体的种类、性质和各种数值注记，并分别叫做识别码、描述码和参数码。如道路要素中，标识高速公路、普通公路和简易公路的识别编码分别为00210、00211和00212；表示路面材料中，砂质路面的质量描述码为00522；说明数据类别的编码为：宽度参数为1、比高参数为2、长度参数为3、其它参数为4。例

如，对于铺面宽为 6 米、路面宽为 8 米的注记而言，其参数编码为：100608.0。它们的具体含义如表 3—1 所示。

表 3—1　地形要素编码示例

主　码	子　码			
	识别码	描述码	参　数　码	
			类　别	数　值
道路要素	普通公路	砂质路面	宽	具体数值
070	00211	00522	1	00608.0

矢量数字地图对点状符号的表达形式为：

$$Z, X, Y$$

Z 表示特征码，X、Y 为其定位点的坐标。

线状符号的表达形式为：

$$Z, X_i, Y_i \qquad (i = 1, 2 \cdots n)$$

即在特征码 Z 之后为一组点的坐标。它们应是该线状符号上的起点、拐点、极值点和终点等点的坐标。若为直线，则只选择起点和终点，如图 3－1。为了满足对曲线的描述，有时还选一些流动点。

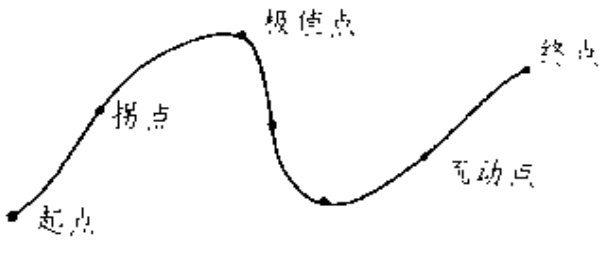


图 3－1　线状符号的特征点

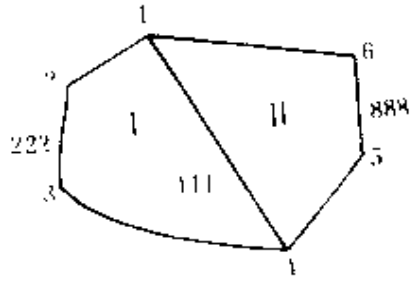


图 3－2　面状符号的链式结构

对面状符号的描述则比较繁琐，目前多采用链式多边形编码法。如图 3－2，由 222、888、111 三条链围成面状符号，其相应的链式多边形编码如表 3—2。

表 3—2　面状符号链式编码示例

链　名	点　数	起　点	终　点	左　区	右　区
222	4	1	4	Ⅰ	0
888	4	4	1	Ⅱ	0
111	2	1	4	Ⅱ	Ⅰ

由于面状符号的轮廓边区分为有形（如森林边线）与无形（如沼泽范围线）以及独享边、公共边和代替边（以其它的地物为界）等情况，故在链名的编码中给以具体的定义。

——栅格（像素）数字地图

以一系列大小相同、排列有序的栅格像素的灰度值表示的地图，叫做栅格（像素）数字地图。它通常利用扫描仪对纸质地图（或像片）进行扫描取得，并由一个图像矩阵 G 表示，即

$$G=\begin{vmatrix} g_{1,1}g_{1,2}\cdots g_{1,n} \\ g_{2,1}g_{2,2}\cdots g_{2,n} \\ \cdots\cdots \\ g_{m,1}g_{m,2}\cdots g_{m,n} \end{vmatrix}$$

其中，任一元素 g_{ij} 为相应像素的灰度值，可通过电子计算机将其储存在磁带或磁盘上。

栅格的大小取决于扫描内容与精度要求，每个像素的灰度值分为 128 或 256 个等级。由于目前还未解决好对地图符号的自动识别问题，故目前采用人机对话的编辑形式，对彩色地形图进行扫描。但对等高线的扫描较为简便，只要以“0”表示空白；“1”表示线

划，即可达到目的。

栅格数字地图对地形图符号的表示，是以一个整数表示符号的类型(如 1 表示河流，2 表示公路，3 表示三角点，……8 表示森林等等)；以符号所在位置的像素的有序组合，表示其位置与分布。为描述与相邻像素的形象连接，通常采用“四向邻域”或“八向邻域”的连接方式，如图 3－3。这样，点状符号可用其定位点处的像素表示，如图中之三角点；线状符号可用定位线上按四向或八向邻域确定的像素集合表示(如图中按四个方向确定的公路 2，按八个方向确定的河流 1)；面状符号则用其覆盖的像素的集合表示(如图中的森林 8)。

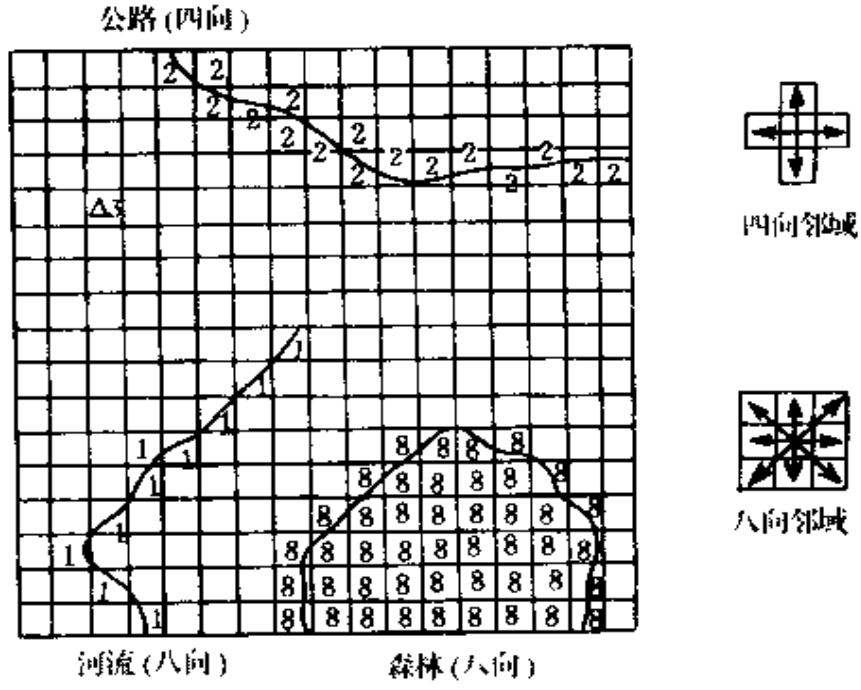


图 3－3　栅格数字地图符号表示

(2)视盘地图

地图的有序录像片，叫做视盘地图。它是一种非数字式的模拟地图图像产品，储存在激光视盘(Video Laser Disc)上。每片

VLD能储存54000帧图像，除地图内容外，还包括图例、附注等信息。通过VLD与程序和数据库软件相联系，可快速检索、存取大范围的地图，是一种适用于计算机管理的地图品种。

2、按军事用途分类

(1)普通电子地图

凡显示内容与纸质地图一致的电子地图，叫做普通电子地图。它可以是视盘地图，也可以是在地形数据库的支持下生成的全要素数字电子地图，用于战场地形分析、计算机标图和实施一般情况下的作战指挥。

(2)专题电子地图

——战场环境电子地图

在战场环境数据库的支持下，能生成战场地形和提取其它军事地理环境(兵要地志)信息的电子地图，叫做战场环境电子地图。主要供战役战场地形分析和辅助作战指挥决策使用。其特点是地形信息都附有属性，储存有不能图解表示的对作战行动有影响的其它信息，如居民地符号相应的质址、性质(是否为电信局、电台、电视台、水厂、电厂、军工厂等)；居民地的等级、职能、人口、经济实力等信息。

——地形分析电子地图

凡地形信息的内容、数字化的数据结构能满足地形分析要求的电子地图，以及在数据库支持下，使用地形分析系统软件而生成的各种电子专题图，均属于地形分析电子地图。如越野机动、通视与遮蔽、射击与死界电子地图，断面图、立体图，机动路线与要点分析图等。

——武器制导与保障电子地图

主要指保障导弹按预定路线飞行并命中目标的地形匹配电子地图、保障武器命中战术目标的"景象相关"电子地图以及装置在飞机、军舰和车辆上保障机动、战斗的电子地图。

二、电子地图的生成

1、普通电子地图的生成

视盘地图的获取和数字电子地图的生成，统称为电子地图的生成。前者通过对纸质地图的录像获得，后者生成复杂，通常需要经过以下步骤：

(1)准备工作

主要包括搜集资料，确定数字化方式和地形诸要素的数据结构，以及制定生成的实施细则。

(2)数字化

即获取电子计算机能够识别和处理的地形信息的数字形式。获取的依据主要是纸质地形图或利用航空、航天像片在自动立体量测仪上取得。当依图获取时，多采用联机方式和手扶跟踪数字化方式，首先将欲数字化的原图固定在数字化台面上；再依预定顺序对原图诸地形要素的点、线、面和其它信息数字化，当移动标示器对准某点时，只要按动相应按键，即可得出该点在数字化台面坐标系中的坐标；全部数字化完成后，再依四个图廓点或邻近四个直角坐标网线交点的实际坐标进行坐标轴旋转和平移，把它们转换为高斯平面直角坐标，并存贮在磁带、磁盘或光盘上。

(3)图化处理

即依地形要素数字化的数据结构和使用目的，设计出电子计算机能够识别并转换成地图符号和注记的应用程序。若用于地形分析，还应按应用分析所建立的数学模型，设计出地形分析的运算程序和相应分析图形的应用程序，使之通过电子计算机达到数字与图像的转换，为生成电子地图或驱动绘图仪绘出图形奠定基础。

(4)生成电子地图

即按设计的程序将地形信息以图解语言形式显示在屏幕上；或由绘图仪还原绘出纸质地形图；或按地形分析的有关程序显示、输出分析图形及分析结论。

2、数字高程模型的建立

数字高程模型(Digital Elevation Model)简称"DEM",它与数字地形模型统称为"DTM"。它是生成电子地图地貌模型多种数据结构模型中的一种,并被广泛应用于军事地形分析领域。

数字高程模型,是以离散的均匀分布或不均匀分布的一些点的坐标、高程构成规则的排列数据表示地貌起伏形态的。其中依一定间隔将地面划分成矩形网格,以网格交点的高程构成的矩阵来表示地表起伏形态是应用最多而且较为简单的一种。它通常利用纸质地形图或航空、航天像片在自动立体量测仪上建模。其取样方法分手工取样、半自动取样和全自动取样三种。

手工取样。通常是在地形图上,按规定的取点原则直接在图上量取坐标、判读高程,并按数据结构要求作出记录,再由键盘输入电子计算机。这种方法效率低,易出错。

半自动取样。以仪器量测和记录点的平面直角坐标,人工读取高程。如在摄影立体模型上取样时,带有自动记录装置的立体坐标量测仪自动量测和记录点的坐标 x、y;而人工切准模型上的点测量其高程 z。若利用地图取样,则用手扶数字化仪量测和记录点的平面坐标;其高程由人工按等高线判定。这种方法效率高、精度好,是目前采用的主要方法。

全自动取样。由仪器自动量测和记录点的 x、y、z,如自动扫描数字化仪等。但目前此类仪器还不够完善,精度不够理想,有待进一步改进。

取样点的密度取决于对模型精度要求、地形特点和计算机的容量。工程设计和地形分析用的 DTM,取样点密度大;地形复杂地区,取样点也应该多一些,以防地形失真。但从计算机的容量考虑,点数应尽可能少些。

第二节　电子地图的应用

一、在作战指挥中的应用

电子地图，是军事指挥自动化系统的重要组成部分。战时，大量情报经计算机处理后，必须叠加到电子地图上，才便于指挥员分析判断；作战方案的提出和比较，要在电子地图上进行；定下决心后的作战命令，将通过通信网络直接显示在所属部队指挥中心的电子地图上。交战中双方的态势、战况的变化将随时叠加在电子地图上，指挥员几乎不待下属作出书面报告，即可根据变化了的情况实时作出反应。指挥员可以根据需要随时调选有关地区的电子地图并显示有关内容。还可以将地形信息以立体感很强的电子立体地形模型显示在屏幕上，以供地形分析使用。电子地图在战场准备、模拟作战方案、后勤保障等方面都有着比较广泛的应用。

二、在地形分析中的应用

电子地图在地形分析中有着极为重要的作用。特别是以DTM为结构的电子地图，非常有利于地形分析。

规则网格状的DTM，容易利用软件求出任意展望线与网格交点的坐标与高程，并由计算机控制在荧光屏或绘图仪上绘出断面图，以表示该展望线上的地面起伏状况。若定出观察点位置，应用判定两点间能否通视的计算公式，即能绘出该观察点在展望线上可通视线段与遮蔽线段；若将其引申至视界与射界，则可绘出相应的通视与遮蔽区域。

如果确定了炮阵地位置，再与断面图配合，既能获得最小射角、遮蔽深度、射击死界与死区诸值，还能判定能否命中目标，以供研究火炮的射击效果。

DTM的结构形式，反映了相邻点间的高差与坡度。故针对不同战斗车辆的越野机动性能，在划分出易于机动、机动困难和不能

机动的坡度限值后，可由电子计算机绘出适于该战斗车辆通行的越野通行图。

对核袭击的防护，因在多数情况下可判定出敌投放战术核弹的位置、当量和方式，因此，利用 DTM 生成的电子立体地形模型并结合冲击波、光辐射的传播特性，可判断出不同地形位置上可能遭受的杀伤与破坏程度。对水库溃坝后形成的水障范围，在电子地图上也可作出动态显示。

随着软件的不断开发，利用电子地图可较快地进行地形战术与战役性能分析。

三、在武器制导中的应用

电子地图已成为某些高技术武器装备的重要构件。如巡航导

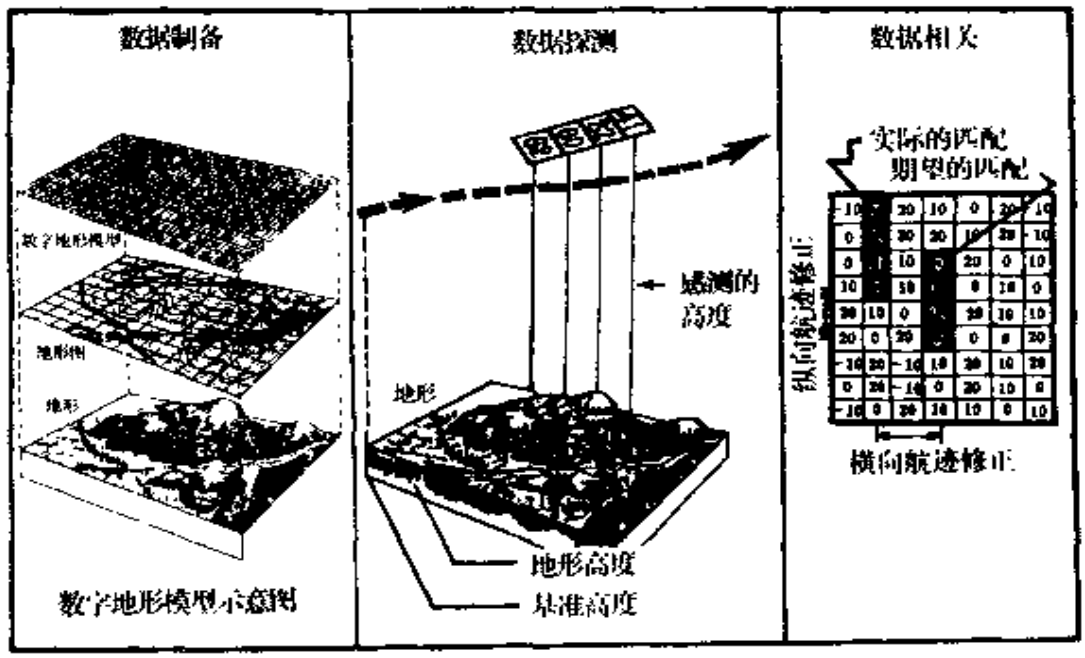


图 3－4　地形匹配原理

弹，以 DTM 作为地形匹配的依据。导弹发射前，将相关区域的 DTM、初始位置、速度、以高程变化表示的航线、目标位置等输入

弹内的计算机；导弹发射后，在飞行过程中导弹的测高装置不断地对弹体航线下方地形起伏状况进行测量，同时与弹内预贮的 DTM 和航线高程数据进行比较与匹配。在制导系统的控制下，使导弹沿正确航线飞行并命中目标。其匹配过程如图 3－4。

用作末端制导。随着景像数字地图的出现，可事先将侦察测制的目标及其背景的景像地图（以地物影像的灰度值表示的数字矩阵）存贮在弹内；导弹在接近目标时，弹上的景像搜索器实时将地面视频景像输入弹内计算机与预贮的景像地图相匹配，从而引导导弹命中目标。

有些炮位侦察雷达也装有 DTM，当发现射弹后，雷达会自动跟踪弹丸飞行，同时测出弹道上 8 个点的空间坐标，并由此解出空间弹道和与 DTM 的两个交点，它们分别为炮阵地和弹着点，按此可测定敌炮位或为己方进行校射。

四、在定位导航中的应用

电子地图已广泛应用于飞机、舰船和战斗车辆的实时定位。即将电子地图与 GPS 接收机相组合，GPS 不断地把测得的空间位置传输给计算机，并在屏幕上显示的电子地图上以光点闪烁方式连续显示出来，以达到定位导航之目的。我军即将装备的“电子地图导航定位系统”即属此种装备。

飞机上装配的电子地图设备，可实时叠加敌防空系统的配置位置，并通过软件分析，在电子地图上标示出敌雷达盲区，并依此为飞行员选标出通过敌防空系统的相对安全航线，以保障实施低空或超低空飞行的安全。

第四章　遥感图像

遥感就是遥远的感知。即在一定距离之外，不接触被探测对象，而以探测器接收其发射或反射的某种特殊信息，通过记录、处理和判释，达到对探测物的识别与研究。它属于一种远距离探测技术。应用遥感技术探测而生成的图像叫遥感图像。它包括普通航空像片和其它遥感图像。

第一节　航空像片

一、航空像片的分类

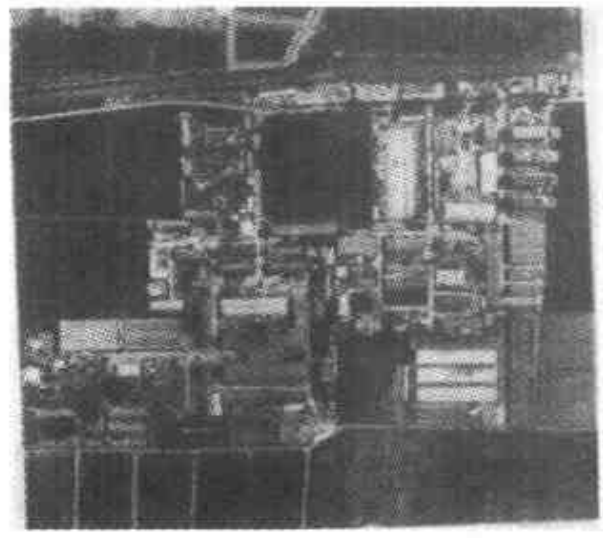


图 4－1　水平像片

（一）按摄影时像机的姿态分类

1、水平像片。曝光瞬间镜头主光轴铅垂时称为垂直摄影，由此获得的像片，称为水平像片，如图 4－1。水平像片上地面物体的影像一般与物体的顶部图形相似；若地面起伏不大，则像片上各部分的比例尺大体一致，具有与地形图相似的特点，便于识别与量测。

2、近似水平像片。曝光瞬间镜头主光轴不铅垂而与铅垂线的夹角小于 3°时，称为近似垂直摄影，由此获得的像片，称为近似水平像片。目前得到的航空像片，多属近似水平像片。它与水平像片的构像特征基本相似。

3、倾斜像片。当曝光瞬间镜头主光轴与铅垂线的夹角大于 3°时，称为倾斜摄影，由此获得的像片，称为倾斜像片，如图 4－2。在倾斜像片上，地面物体的侧面形状与登高观察物体所看到的图形相似，便于物体性质的分析，但不便于量测。多为敌方有严密防空设施或国境线地区的航空摄影像片。



图 4－2　倾斜像片

（二）按摄影方式分类

1、目标摄影。专指对特定军事目标的摄影。一般像片比例尺较大，多用于空中侦察。

2、单航路摄影。由一条航线对地面进行的连续摄影。为便于使用，要求相邻像片航向重叠不少于53%。通常用于对行军路线和敌防御前沿的空中侦察。

3、面积摄影。对地面进行两条航线以上的连续摄影。要求航向重叠不小于53%；相邻航线的旁向重叠应大于15%。面积摄影通常用于地形侦察、编辑像片图和测制地形图。

4、摇摆摄影。利用摇摆照相机，在空中沿航线进行近似垂直摄影的同时，依次按不同的倾角向两侧拍摄数条航线，以增宽一次进入的摄影范围。通常用于对敌方大范围的空中侦察。

二、航空像片的成像规律

（一）航空像片上的特别点和线

要研究航空像片的成像规律，需要首先了解像片上的一些特别点和线。如图4－3，P为航空像片，一般情况下它不是水平像片。s是照相机镜头中心。过s作一垂直于像面的直线，垂足为o，叫像主点；垂距so为像距，由于空中摄影物距很大，故像距等于镜头焦距f。像主点通常与像片中心点重合，而中心点可由像片四边（或四角隅）的框标线确定。

过s作一条铅垂线，其与像片的交点n，叫做像底点；相应的地面点N叫地底点。铅垂线sn与像面垂线so之间的夹角α显然等于像片与水平面的夹角，称为像片倾斜角。

过s等分α角的直线与像片和地面的交点c和C，叫等角点。

由于sc在so和sn所决定的平面内，故n、c、o三点位于像片同一直线VV上，该直线叫主纵线。

在像面上，凡垂直于主纵线的直线，统称为像水平线，其中过等角点c和像主点o的像水平线，分别称为等比线和主横线。

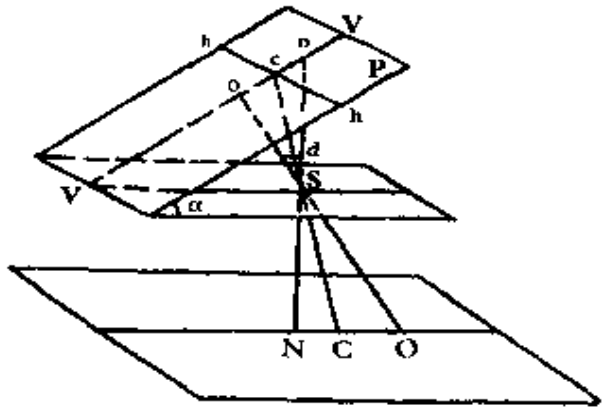


图 4－3　像片上的特别点

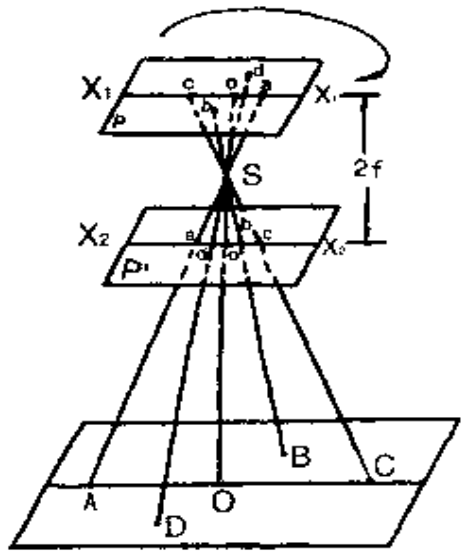


图 4－4　像片的阴位与阳位

摄影时，像面影像与实地的方向是相反的，即是倒像。如图 4－4，像片 P 上的像点 a、b、c、d 与实地相应物点关系位置相反，此时的像片位置叫阴位；如果将像片绕 so 旋转 180°，再沿 so 方向下移 2f 至 P′，则此时的像面不仅能使像片位于相应物点的中心光线上，且像点 a、b、c、d 与实地相应物点的关系位置一致，即成正像，

此时的像片位置叫阳位。为研究问题的方便，通常把像片绘在阳位上讨论。

（二）航空像片的成像规律

了解航空像片的成像规律，对于实施像片判读十分重要。

航空像片是按照几何光学成像原理构像的。地面点的投影光线通过镜头中心与像面的交点，即为地面点的像。据此，地面点（目标）具有如下成像规律：

1、点的像仍然是点。在中小比例尺像片上，不突出或突出地面不高的点状物体，如泉、独立石、土堆、水井等的影像仍为点。

2、直线的像仍为直线。地面上的直长地物，如坡度一致的公路（或铁路）直伸路段、房屋边线和围墙等，其影像仍是直线。

3、突出地面的独立地物，若其轴线的延长线通过照相机镜头中心，则其像是一个点；否则，其像仍为直线。如图 4－5，突出地面的烟囱位于主点附近时，由于构成烟囱诸点的中心光线重合为一条直线，故成像为一点；若烟囱不在主点附近，则构成烟囱的诸点中心光线将不可能重合而成像为直线，且离主点愈远，其影像愈长。

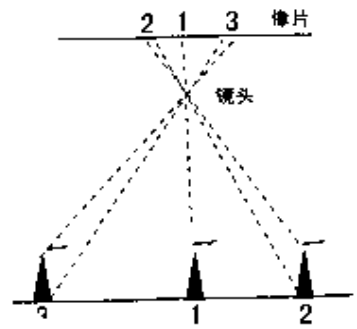


图 4－5　突出物的成像

4、曲线的像仍是曲线。如弯曲的河流、干河、盘山路等，其影

像仍是与之相似的曲线，如图 4－6(a)。若直伸的起伏曲线与镜头中心正好构成一个投射平面时，则该曲线的像是直线，如图 4－6(b)，直伸的起伏曲线 ABCDEF 与镜头中心 S 构成一个投射平面，该曲线上每一点的中心光线必然都在此平面内，故该起伏曲线的像是直线。

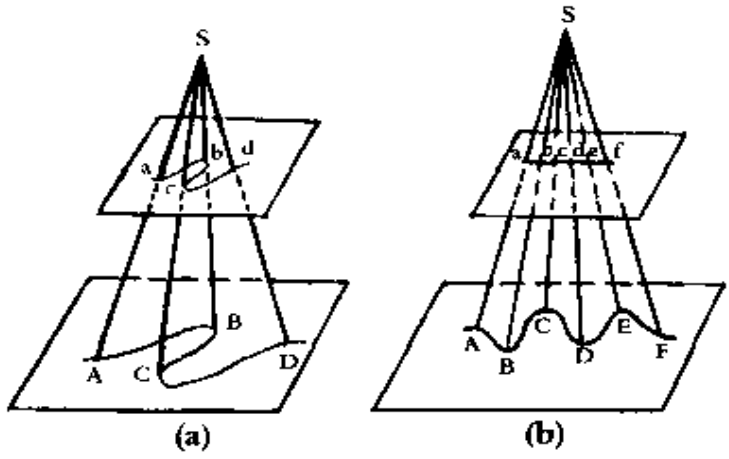


图 4－6　曲线的成像

5、相交的直线或曲线的像仍相交，其交点为实地直线或曲线交点的像。如像片上的道路交叉、河流汇合处等，都是实地相应交点的影像。

6、摄影时，若像片不水平，或地面有起伏，像点将产生移位。

(1)倾斜误差。摄影时，由于像片不水平而产生的像点移位，叫倾斜误差。如图 4－7，设同一摄影站对地面进行两次摄影，一次获得水平像片 P_0，另一次获得倾斜像片 P；设地面 A、B 点在 P_0 上的像点为 a_0、b_0，在 P 上的像点为 a、b。由于两张像片的交线为过倾斜像片等角点 c 的水平线(即等比线)，若将水平像片 P_0 沿等比线 x 旋转与倾斜像片 P 重合，设此时 a_0、b_0 在 P 面上的位置为 a'_0、b'_0，则线段 aa'_0、bb'_0 即为地面点 A、B 因像片倾斜而引起的像点移位，叫做 A、B 点的倾斜误差。

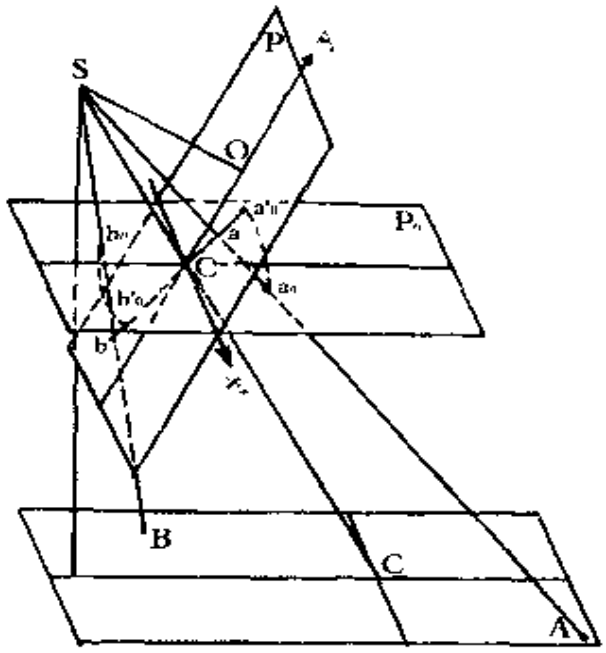


图 4－7　倾斜误差

像点因像片倾斜所产生的移位，是在像点和等角点的连线上移动的。由图 4－7 看出：等比线将像片分为两部分，包含像主点的部分，所有像点都向着等角点方向移位；包含像底点的部分，所有像点都背着等角点方向移位；而等比线上的点则不产生移位。

(2)投影误差。航空像片是地面诸点的中心光线通过摄影机镜头中心而成像在胶片上的，它是中心投影。因此，同一条铅垂线上的各点，随着高度的不同，而有不同的成像位置。这种因地面高低起伏引起的像点移位，叫投影误差。

如图 4－8，E 为选定的水平基准面，地面点 A 及其水平基准面上的投影 A_0，在水平像片 P_0 上的像点分别为 a、a_0，则线段 aa_0 就是地面点 A 因高出所选水平基准面 Δh 而产生的像点移位，即投影误差。一般用 δh 表示，且有

$$\delta h = (r / H) \times \Delta h \quad (4\cdot1)$$

其中，H 为所选水平基准面的航高，r 为像点至像底点 n 的距

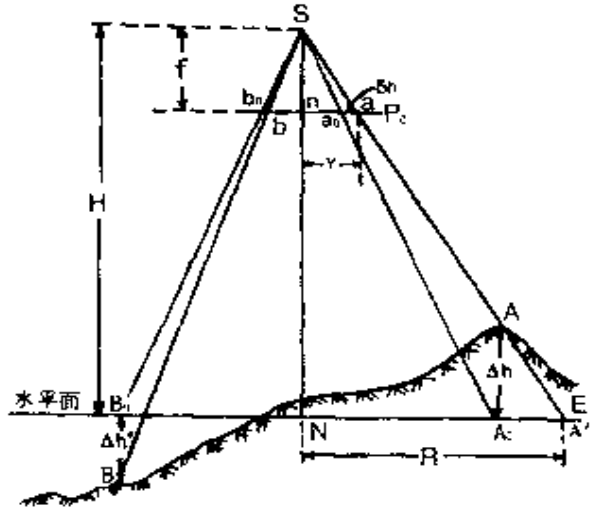


图 4－8　投影误差

离，Δh 为地面点对于所选水平基准面的高差。

由(4·1)式和图 4－8 可知：因地形起伏引起的像点移位是在像点与像底点的连线上移动的，高于基准面的点，即 Δh 为正时，像点背着像底点外移；反之，则向着像底点内移；基准面上的点，投影误差为 0。

需要注意的是基准面可以任意选择，随讨论的问题不同，可选择不同的基准面。

三、像片比例尺

(一) 像片比例尺的概念

如果摄影时地面平坦，像片水平，不受倾斜误差和投影误差的影响，那么，像片上任一线段与地面上相应线段长度之比，就叫像片比例尺。

如图 4－9，A、B 为平坦地面上任意两点，其在水平像片上的像为 a、b，而 SnN 为过镜头中心的铅垂线，它与照相机光轴重合，SN 等于航高 H，Sn 为照相机焦距 f 。因 $\Delta bas \backsim \Delta BAS$，$\Delta San \backsim \Delta SAN$，故像片比例尺为

$$\frac{1}{M}=\frac{ab}{AB}=\frac{Sa}{SA}=\frac{Sn}{SN}=\frac{f}{H} \quad (4\cdot2)$$

由此可知：对平坦地面摄得的水平像片，其像比例尺等于摄影机焦距与航高之比，它是一个常数。此时的像片可以象地形图那样进行图上长与实地水平距离的换算和角度量测。但由于目前还不可能得到真正的水平像片，而地面总是有起伏的，像点将因像片倾斜和地面起伏而产生像点移位，从而使像片比例尺不再是常数。

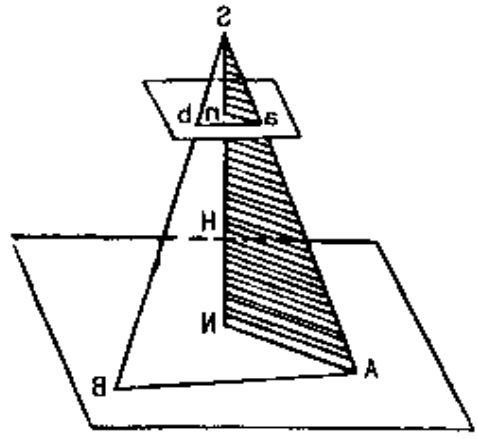


图 4－9　水平像片的比例尺

（二）像片比例尺的确定

利用像片，就需要确定像片比例尺。确定的方法，应由像片倾角和地面起伏程度而定。对于近似水平像片，通常有以下方法：

1、相对航高计算法。对于地面平坦或起伏不大的地区，由于各点的航高 H 大体一致，故可按(4·2)式计算像片比例尺。其 H、f 值由摄影记录查取。

2、线段法。在像片和地形图上选择两个共同的明显地形点，分别量取像片上长度 ab 和将图上长化算为实地长 AB，则按(4·2)式有

$$\frac{1}{M}=\frac{\text{像片上长}}{\text{实地相应长}}=\frac{ab}{AB} \quad (4\cdot3)$$

此法也适应于平坦或起伏不大的地区。

例：像片上 ab 线段长 10 厘米，图上相应的实地距离为 5560 米，则像片比例尺为

$$\frac{1}{M}=\frac{ab}{AB}=\frac{0.1}{5560}=\frac{1}{55600}$$

3、实测法。如果没有地形图，或虽有地形图但在图上不便找出像片上所选的点位时，则可在现地测出像片上所选两点间的水平距离，而后按(4·3)式算出像片比例尺。为确保精度，两点间的像片上长度应大于 2～4 厘米。

对于丘陵地和山地，应按地面起伏划分为数块高差不大的区域，逐一求取它们的像片比例尺。为消除投影误差的影响，每个区域可在站立点四周选择两个与站立点同高的较远地形点，测出站立点至它们的实地水平距离和像片上的长度，而后再按(4·3)式分别算出两个像比例尺，若其分母互差不超过任一个分母的 1/50，则取中数作为该区域的像片比例尺。

(三) 像片比例尺的种类与应用

像片比例尺分为数字比例尺和楔形比例尺两种。主要用于像片与地形图、像片与实地间的长度换算。

1、数字比例尺

以比例数字或分式表示。其特点是分母通常为不规则的整数。它的用法与地形图的数字比例尺用法相同。

2、楔形比例尺

(1) 像图楔形比例尺。用于像片与地形图间的长度换算。

制作方法：在像片上选择两个地形图上都有的明显地形点 a、b(图上用 A、B 表示)，两点的连线应靠近像主点且大体被其等分；分别量取它们的长度 AB 与 ab，然后在毫米方格纸上画一水平横线，如图 4－10，在其上截取图上长 AB；再由 B 点作 AB 的垂线，并自 B 点起在其上截取像片长 ab，连接 Ab，即得像图楔形比例尺。

使用方法：将像片上长 MN 化为图上长。用两脚规在像片上截取 MN；把它放在楔形比例尺上，如图 4－10，一只脚沿 Ab 斜线，另一只脚保持两脚连线与 AB 垂直而移动；当张距与垂距相等时，AB 线上的脚规不动，转动斜线上的脚规并改变张度，使其与 A 点重合，则 AM 即为相应的图上长。若将图上长化为像片上长，则操作方法与其相反。

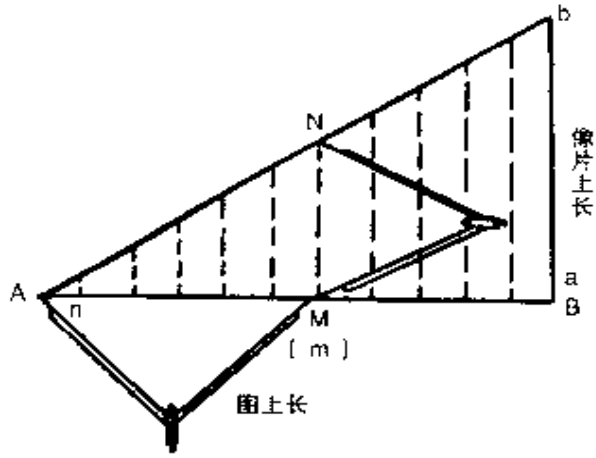


图 4－10　像图楔形比例尺

(2) 像地楔形比例尺。用于像片与实地间的长度换算。

制作方法：

如图 4－11，在毫米方格纸上画一条水平横线 AB，并以适当间距从 0 注至 1000 米(或其它距离)；再由 B 沿 AB 的垂线向上依像片比例尺截取 1000 米(或其它距离)相应的像片上长而得 C；连接 AC 即得相应的像地楔形比例尺，并将该比例尺注于 C 旁。

显然，按不同的像片比例尺截取 1000 米(或其它距离)相应的像片上长，而得不同的 C 点；再与 A 相连可得不同的像地楔形比例尺。它特别适用于山地、丘陵地像片比例尺处处不一致时的距离化算。

使用方法：

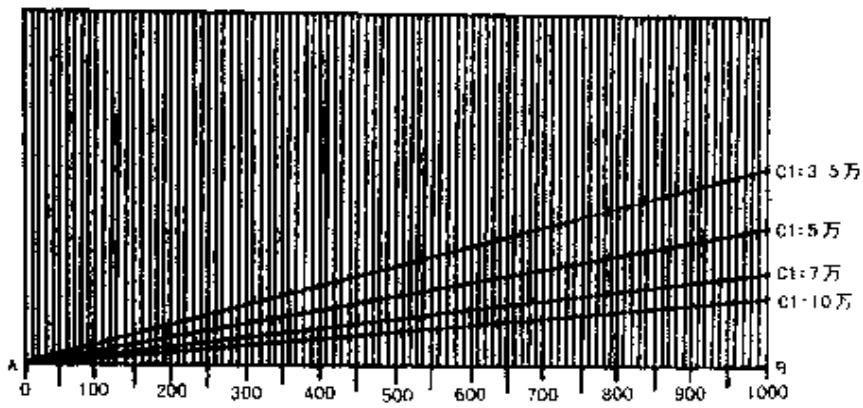


图 4－11　像地楔形比例尺

——实地距离化为像片上距离。将两脚规一只脚置于 AB 线相应距离位置上，另一只脚沿垂直于 AB 的垂线方向放于相应 AC 线上，此两脚规的张距即为像片上相应距离。

——像片上距离化为实地距离。将两脚规截得的像片上距离移至像地楔形比例尺，使两脚规的一只脚落在相应 AC 上，另一只脚保持两脚规的两脚连线与 AB 方向垂直而移动，当张距与垂距相等时，则两脚规在 AB 线上所指的数，即为相应的实地水平距离。

四、航空像片的立体观察

按照一定条件，对相邻两张像片（立体像对）有共同影像的部分进行观察，可看出地形的起伏和物体的远近，此种观察像片的方法叫像片的立体观察。

（一）基本原理

双眼观察物体，可判定其形状和远近；从空中观察地面，可看出地形的高低起伏。这是因为人的两眼的间距是定值，观察物体时，两眼球会自动旋转一个角度，使两视轴交于某物点 F（该点称为固定点），如图 4－12(a)，并构成一个三角形，像前方交会法一样，由于在一个三角形中已知一边（两眼间距）和两角，故 F 点的

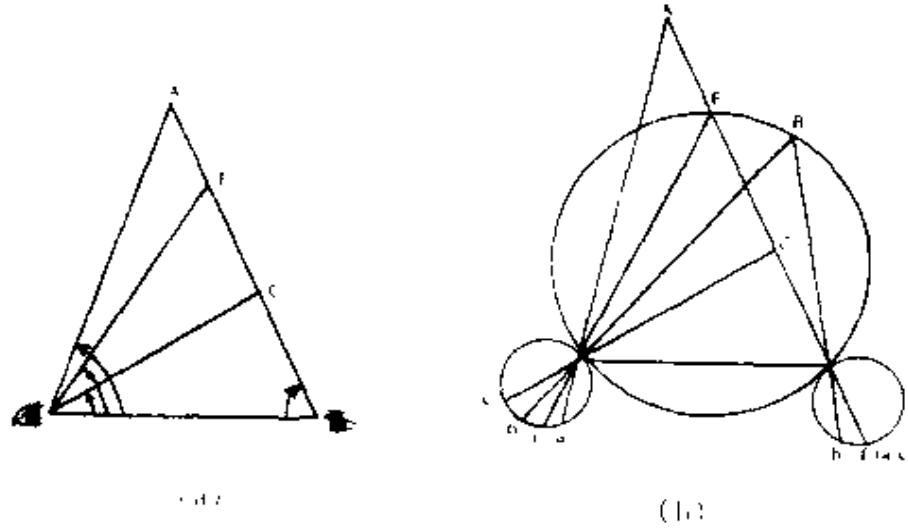


图 4－12　立体观察原理

位置确定。对其它物点，随着远近的不同，两眼对其张角也不一样，比固定点远的点，“张角和”大；较固定点近的点，“张角和”小；与固定点同样远近的点，如图 4－12(b)，其“张角和”与固定点“张角和”相等。由此组成许多不同的三角形，从而确定了各点的位置，使人眼感受到地物的远近和地形的起伏形态。事实上，人眼对不同张角的感受，是通过各物点的中心光线在视网膜上的不同成像位置而感知的。

根据这一原理，在飞机上观察地面时，若在两眼位置各置一架照相机对地面进行摄影，由此得到的像片必然与两眼看到的实地地形相似。如果将这两张像片按实地相关位置分别置于左、右眼睛下，使左眼看左像片，右眼看右像片，这样就必然与人在空中直接观看地面感觉的形态一致。这种与实地相似的立体地形，叫做立体模型。这种观察像片的方法，叫像对立体观察。

（二）像对立体观察的条件及观察方法

1、像对立体观察的条件

(1) 两张重叠像片，必须是由两个不同的摄影位置拍摄的。

(2) 两张像片的比例尺不能相差过大。

(3) 两张像片的关系位置应与实地一致，即重叠部分向内，不能颠倒，否则就会看成反立体。

(4) 两张像片安置的位置，应使相邻像主点的连线(方位线)在一条直线上，并与两眼平行，否则会影响立体效果。

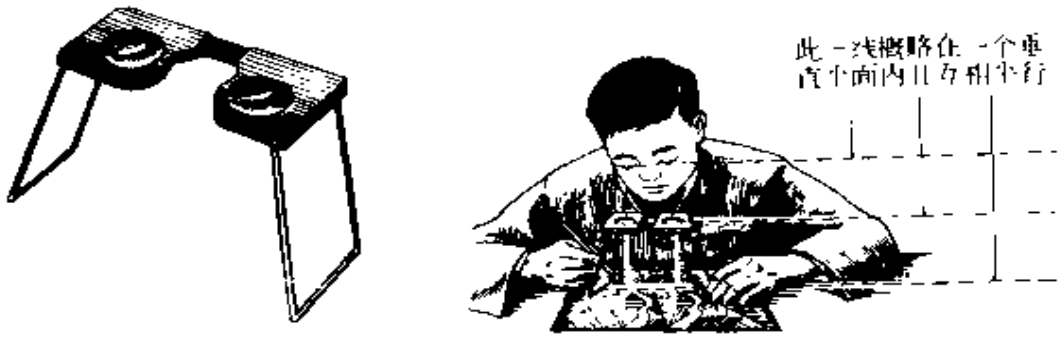


图 4－13　立体镜和立体观察

在初学立体观察时，可借助立体镜，如图 4－13(a)，以便达到左、右眼分视左、右像片和提高立体观察效果的目的。熟练之后，可直接用双眼进行立体观察。其观察方法如图 4－13(b)。

2、使用桥式立体镜进行立体观察的方法

(1) 安置像片。使两张像片的方位线在一条直线上，并使重叠部分向内，然后将立体镜镜距调整到与两眼距相等，再放到像片上，使其与方位线平行。

(2) 左眼看左像片，右眼看右像片。若同一地物出现双影，是因为两张像片相隔太远，应使一张像片沿方位线向内慢慢移动，使双影重合。若感到立体效果不好，眼睛疲劳，是由于两条方位线不在一条直线上，应将像片旋转一下。调整好后，仔细观察片刻就能看出立体。

五、航空像片判读

(一) 航空像片判读的基本依据

任何物体都有一定的形状、大小和颜色，这是识别物体的基本依据，称为直接特征。此外物体与周围物体总有一定关联，如村庄一定有道路连接；桥梁一般架在河流与沟壑上；高大的物体容易产生阴影；车辆运动地面会留有痕迹；微小物体的集合可构成相应的像纹等等，这些相关的位置、阴影、活动痕迹以及纹形特征等，也是识别物体的依据，称为间接特征。它们统称为识别特征，是依影像判读目标性质的基本依据。

1、形状特征

物体的轮廓构图叫形状。它是识别目标的最重要依据。航空像片上反映的物体形状主要是顶部形状。如果地面平坦、物体不突出地面、像片水平，则像片上的物体影像与实地形状完全一致。

如果地面起伏，由于受投影误差的影响，使山坡朝向像主点的一面，轮廓拉长，高度越高，变形越大；而背着像主点的一面，轮廓变窄，甚至出现死角。且同一地物或山坡影像在相邻两张像片上的形状出入较大。

高出地面的物体，靠近主点时，其影像为顶部形状；当处于其它位置上时，既有顶部形状，又有侧面形状，且目标愈高侧面形状愈大；位置越接近像片边缘，侧面形状越明显。

2、大小特征

物体影像的大小与物体的实际尺寸成正比。按影像的大小差别可区分物体的性质和类型。如同一张像片上有些房屋、道路的形状相同，但大小、宽窄不一，这反映了房屋的作用不同，道路的等级不一。

物体影像的大小还与物体的位置和自身高度有关。同样大小的物体，位于山顶的较位于谷地的影像大。突出地面的物体，若在主点附近，其影像小；若在其它位置，则影像大。

在倾斜像片上，由于受倾斜误差的影响，靠近近景线的影像大；靠近远景线的影像小。

3、色调特征

物体的颜色在黑白像片上呈现的黑白层次，叫色调。物体的色调取决于自身的颜色、表面结构、季节和胶片的种类。它是在像片上判读目标的基础。

在黑白像片上，白色物体的影像呈现白色，黑色物体呈现黑色，其它颜色的物体则呈现深浅不一的灰色。

物体表面亮度大时，影像色调浅；反之，则深。向阳面色调浅；背阳面色调深。

物体表面平滑时，由于反射光线方向一致，若恰好射入镜头，影像呈白色；否则为黑色。如河流、湖泊常出现这种情况。粗糙表面，由于光线散射，色调呈灰色。如一般地面、耕地等。

此外，季节的变化影响植物的色调；土壤含水量的大小也影响色调。如夏季拍摄的航空像片，植物色调层次多；而冬季则相反。干河床一般为白色，但雨后摄影则为灰色或深灰色。

4、阴影特征

高出或凹于地面的物体都会产生阴影。物体的阴影取决于物体的高度、侧面形状、太阳光与地面的交角、以及阴影所投落地表的坡度。阴影的色调对于判断地面的起伏状态有重要作用。阴影的长度和方向是计算像片上目标高度和判定像片方位的重要依据。因此，利用阴影特征可以判定顶部影像较小、色调与背景没有显著差别的突出目标，如烟囱、水塔、古塔等；还可以识别顶部形状相同或相近，而侧面形状不同的目标，如图中的圆柱体、球体和圆锥体等。

5、位置特征

利用一物体与周围物体总有一定关联，可由某一明显目标影像去推判其它影像不清或位置不明确的物体的性质与所在。如对防御阵地的判读，一般先找到堑壕、交通壕位置，从而确定其前沿，然后在其附近判明步兵兵器掩体，在纵深判明火炮发射阵地。再

如荒漠地区的水井，可根据四周呈辐射状的道路影像判出；田野中的独立房屋，可根据耕地影像判出；铁路上的隧道、明洞，可按铁路中断部位判出位置。利用位置特征有时可以发现隐蔽目标，如公路跨越较大的河流，若像片上没有桥梁和渡口设施，则可能建有水下隐桥；敌防区内道路突然中断于山脚，可能是坑道口的位置。

6、活动特征

目标活动迹像在像片上构成的像，叫活动特征。利用活动特征可以帮助判定目标的类型和性质。一般冒烟的直立物体，是烟囱；有车辙的矩形影像是运动中的车辆。此外，活动特征对揭露伪装也有一定作用。

7、纹形特征

同类微小地物的大面积集合，在像片上构成的影像花纹叫纹形。利用纹形可判别地物的性质，如未种植的耕地与长有农作物的田地，森林与草地，针叶林与阔叶林，沙漠、戈壁与小草丘地等的区分，都可通过纹形特征加以辨认。

上述识别特征是目标的主要暴露特征。实施像片判读时，应综合应用，广泛搜集利用其它的地形资料与情报，最大限度地提高判读的准确性。

（二）地形判读

利用航空像片判读地形的目的，在于察明作战地区的地形类别及变化情况，地形诸要素的具体分布状况，以便研究和利用地形。地形判读的依据是对目标特征的深刻了解和对目标识别特征的准确掌握。

1、地物判读

（1）居民地

居民地在航空像片上一般是房屋顶部影像的集合，呈现为大小不同、棱角明显的矩形或其它形状的浅灰色密集或散列式影像。

集镇与村庄，面积较小，房屋矮小零乱，建筑形式单调，分布

范围不大，周围常与耕地毗连。街道影像狭窄弯曲的，为一般村庄；面积稍大，有一定数量的高大建筑物和整列式街区的，为集镇。它们的街道主次，可根据影像、进村道路的等级判定。连接公路的为主要街道；连接其它等级道路的为次要街道。

城市。一般房屋密集，建筑形式多种多样，街道纵横交叉，排列整齐，街区明显，分布范围大。工业区烟囱、水塔较多，房屋因与生产流程和生活设施相适应，故有稀疏与整列式街区之分，房屋大小差别较大，排列不很整齐。商业区临街的房屋高大整齐，多顺街横向排列；而内侧房屋则较低矮凌乱，阴影参差不齐。街道，影像较宽且直伸长远的为主要街道；反之，为次要街道或小巷。十字街口、空场周围的高大建筑物，可借助立体观察判明作为制高点（支撑点）的可能性。

(2)道路

道路有铁路、公路、乡村路以及道路附属建筑物。判明道路，主要应查明其种类，质量，宽度，有无破坏和障碍地段等。

Ⅰ、铁路

在像片上呈线状影像，直伸路段较多，拐弯规则，曲率半径大，呈灰色。一般单线铁路路基宽为 5 米，双线为 10 米，可根据影像宽窄判定单双线；山区可按有无路线分开路段加以判定。车站的位置可根据岔线分布、车站建筑物判定。被地貌掩盖的铁路路段为隧道，其长度可根据像片比例尺计算。

Ⅱ、公路

在像片上呈宽窄一致的带状影像，丘陵、山区弯曲较多。公路的色调取决于铺面材料，水泥路面呈浅灰色；沥青路面呈灰色，但有时夏季呈黑色；土质路面一般呈浅灰色或白色。由于公路两侧多有行树，因此公路本身的影像常被黑色或浅黑色的行树影像掩盖，形成浅黑色的带状影像。

Ⅲ、乡村路、小路

在像片上的影像弯曲较多，宽窄不等，没有明显的边缘。多呈白色或浅灰色，但雪后拍摄的照片上呈黑色。

Ⅳ、道路附属建筑物

桥梁。通常位于道路与河流、水渠、沟谷相交的地方，在像片上呈长条状，有明显的阴影。桥梁的质量可根据道路等级，阴影形状和色调进行综合分析。其结构形式可根据其阴影的形状判定。铁路桥梁多铁桥，色调深；公路桥梁一般是钢筋混凝土桥或木桥，色调浅。乡村道路上的桥多为木桥。

路堑、路堤。位于铁路、公路通过地面凸凹地段。路堑由于窄深，影像呈黑色条状；而路堤则因高出地面为浅灰色条状影像。

渡口、徒涉场。位于道路连接河岸的尽头而又无桥梁的位置上。两岸有码头影像，河面有渡船影像的是渡口；否则，为徒涉场。

(3)水系

水系主要包括江河、水渠、湖泊、池塘等，它们对军队机动和物资输送都有一定影响。

江河。在像片上为宽窄不等，顺谷地弯曲延伸的带状或线状影像。由于河水吸收光线较强，色调为深灰色或黑色；但当水面反射光恰好射入镜头时，则呈白色。河流的高水界明显，可利用立体镜判定。河流的流向可根据汇合处水涯线的交角判定，锐角一端指向下游；也可根据河中沙洲两端的边线形状判定，弧形一端指向上游；当有防水坝伸入河中时，伸入河中的一端指向下游。

水渠。在像片上为宽窄一致的直线或折线，色调与河流相同，分岔处常建有水闸。

湖泊、池塘。主要是根据水面色调与陆地色调类别和水涯线的影像来判定。一般有河流或水渠注入，色调呈黑色或深灰色，但高原区的湖泊冬季结冰，色调呈白色。判读时应注意摄影时间和地区。

拦水坝。位于江河、山谷狭窄处，上游形成水库，下游与河流

或沟渠相接，像片上为带状。若坝的两端有道路连接，则兼起桥梁作用。落差较大的水坝，通常在坝下有水力发电厂。

沼泽。在像片上形状极不规则，无明显界限，色调较深，呈灰色或深灰色，中间夹杂有许多无规则的斑点和条纹。

(4)植被

植被指覆盖在地表面的植物层，判读时，主要应判明其种类，植物的密度和高低，了解其隐蔽和障碍程度。

森林、果园。森林在像片上由许多树冠影像所组成，色调深，呈黑色或浅黑色，轮廓明显。阔叶林在树叶茂盛时，纹形呈粗黑点，有毛茸感，阴影呈椭圆形；落叶林，呈不规则的灰色状。针叶林，纹形为细点，色调较阔叶林深，阴影呈圆锥形。果园为排列有序，边线整齐的点状影像。

农作物。耕地在像片上呈相互毗连的矩形或梯形，在山区呈月芽形。其色调决定于土壤的颜色、农作物的种类和含水量的大小。旱地一般面积大，田埂规则；水网稻田地则相反。草原。没有规则的形状和界限，其色调在牧草茂盛季节摄影的像片较深，在枯黄季节较浅。

2、地貌判读

(1)地貌类型的判读

地貌的类型可根据阴影、色调、地物的形状和关系位置等来判定。

平原地貌。由于地面平坦，地表面阳光照射程度相同，没有地面起伏产生的阴影，在像片上色调均匀，耕地连绵成片，道路弯曲较少，居民地较多，交通比较方便。

丘陵地貌。由于地面起伏，地表所受照射程度不同，在像片上向阳斜面色调浅；背阳斜面色调较深。这种暗影使起伏地形在像片上呈现立体感。但因丘陵地起伏不大，两斜面的色调差别较小，一般没有较大的阴影，谷地多为片状耕地，其间居民地较多。

山地地貌。由于地面起伏较大，都有明显的阴影，而且各部分的色调不一致，向阳面色调较浅，背阳面色调较深。色调差别越大，山坡就越陡。两斜面色调较浅的交界处，即为山脊所在的位置；山谷是山背之间的凹地；山顶是山体的最高点，是数条分水线、合水线会聚之处，在像片上可按此判定山顶位置；鞍部可根据两侧山顶来判定。

(2)地貌性质判定

判定地貌性质，应着眼于不同成因所决定的特殊地貌形态的构像特征。

石灰岩地貌。主要表现为石灰岩受雨水溶融形成的峰丛、溶斗等细貌形态。峰丛地，石峰挺拔、陡峻、山体不大，犬牙交错。在像片上为密集分布的圆形山包，山峰之间凹地狭窄。溶斗地，地面上许多大小不等、深浅不一的溶斗在像片上为许多豆状斑点，深度浅的呈白色。

黄土地貌。主要表现为黄土质地表，受流水冲刷而形成的许多大小不一、切割程度不等的冲沟。

雪山地貌。以常年积雪区和冰川影像为主要特征。积雪位于山顶低凹处，像片上为晶莹的白色影像；冰川位于谷地，自上而下呈白色带状影像，末端呈舌状。

火山地貌。主要表现为有火山锥。在像片上火山锥的假立体明显可辨，中间为圆形火山口，火山灰分布四周，色调较深，呈深灰色。

沙漠地貌。表现为流沙随风向形成的沙山、沙丘和沙窝地。平沙地，在像片上为一片浅灰色或灰色影像，没有特别的形状。戈壁滩，在像片上有较小的点状纹形，干河床较多，呈灰色影像，有的地段还有大小不等，呈白色影像的龟裂地或白板地。

上述分析都是以单张像片为基础，按目标识别特征叙述的。如果能构成立体像对，则可直接进行立体观察，从而比较容易地判

读出地貌的起伏程度和类型。

（三）军事目标判读

作战中，特别是进攻战斗中，若能利用像片获得与战斗行动有关的敌情资料，如敌阵地编成、兵力部署、兵器配置、工事构筑等，这样就能有针对性地研究和利用地形。

判读时，应结合敌军的编成原则，建立起敌阵地编成的框架结构，再依诸阵地对地形条件的要求，在相关的战术配置位置上，依影像特征判读敌防御阵地内的战术目标。

1、障碍物的判读

能迟滞或阻止军队行动的地物、地貌、障碍器材和军事工程建筑物，统称障碍物。它分为爆炸性和非爆炸性两种，这里主要判读非爆炸性障碍物。

（1）防坦克壕。一般为宽 4.5～5 米的梯形长壕，在航空像片上随像片比例尺的变化，呈黑色曲线带状或线状，比堑壕宽，两侧有大量积土，色调为浅灰色，一般构筑在平坦地形上，位于主要防御方向的前沿（或阵地后面）以及纵深内重要支撑点附近。

高水位地区，由于土壤泥泞，不便深挖，常构成较浅的复壕，其断面形状，一条为梯形，另一条为三角形，相距约 2 米。在航空像片上为平行的曲折带状或线状。

（2）崖壁和断崖。为了阻止坦克的前进运动，通常在坡度为 15°～45°的斜坡或河岸上，人工修筑成较长的陡壁，位于正斜面上的叫崖壁，位于反斜面上的叫断崖。在像片上呈自然弯曲的带状或线状，立体镜下可以看出陡壁。

（3）桩砦。以大圆木、钢轨、大石条或钢筋混凝土柱等材料构筑而成。露出地面有 1～1.2 米，向对方成 60°～70°倾斜，桩距小于坦克宽度，一般为 1.2～2 米，列与列相距 2.5～3 米，参差配置成 3～5 列。其上设有刺铁丝网，兼做防步兵障碍。桩砦在像片上呈曲折斑点带状，色调取决于材料性质。比例尺较小时，影像模

糊。

(4) 三角锥。一般由钢筋混凝土制做成宽高约 1.2 米的三角形锥体，按间隔 1～1.5 米、距离 2.5～3 米配置，在像片上为白色或浅灰色的斑点带状。

此外，还有防坦克拒马、铁丝网等，前者在像片上呈黑色短线状；后者只有当像片比例尺较大时，才能看到点状纹形影像。

2、堑壕、步兵火器掩体、交通壕及前沿阵地的判读

(1)堑壕和步兵火器掩体。堑壕，宽 1 米左右，呈曲线或折线形的狭窄长壕，直线段 15～20 米，折角 90°～120°。当采用堑壕式防御体系时，前沿阵地的堑壕，面向对方呈横向延伸的连续曲线或折线形；而纵深的堑壕是断续的。丘陵地、山地，当采用支撑点式防御体系时，堑壕构筑在山腰或山顶附近的防界线上(若系居民地则在外围)，呈闭合或断续的环形。

步兵火器掩体。单兵掩体位于堑壕前壁，间距 8～10 米。机枪掩体构筑在堑壕内或堑壕前，多位于堑壕突出部或拐角处，间距 40～50 米。火箭筒和无坐力炮通常配置在对方坦克可能活动的地区，一般位于堑壕内或堑壕、交通壕附近坦克不易迂回、行动迟缓对其能实施侧射和斜射的位置上。火箭筒掩体由两个相距 60～80 厘米，直径约 90 厘米的单人掩体组成。

无后坐力炮掩体的炮床呈圆形，直径约 2.5 米，深度较小。

判读要领：在像片上堑壕呈黑色曲线或折线影像，向敌一侧积土较多，呈浅灰色。前壁的散兵坑掩体为黑色斑点；机枪、火箭筒和无后坐力炮掩体的影像，亦为黑色点状，但较前者要大，有时机枪掩体前伸，有小壕影像与堑壕相连。由于步兵火器掩体的平面范围较小，故在比例尺小于 1:5000 的航空像片上较难判读，只能根据地形，按相对于堑壕的关系位置和像点的大小概略判定。通常堑壕的突出部或转折处的较大黑点影像为机枪掩体；在大比例尺像片上可能看到射孔前的“八”字形扫射界痕迹；道路两侧堑壕

内或一、二道堑壕之间的较大黑点影像，可能是火箭筒或无坐力炮掩体，在大比例尺像片上可能看到后部呈"八"字形的喷火扇面。

(2)交通壕。交通壕的构筑形式与堑壕基本相同，但一般没有或只在主要地段构筑有少数射击掩体，且呈纵向配置，与各级指挥所、观察所或堑壕连接。在像片上可按配置方向和掩体影像的多少进行判定。

(3)前沿与纵深阵地。前沿阵地，由于堑壕、交通壕密布，投入的兵力、兵器较多，因此像片上的相应影像比较清楚。特别是堑壕的影像，不论怎样伪装，都不能那样严密，而且活动特征也比较明显。判读时，首先判明堑壕的位置和前沿阵地上的主要支撑点；再根据地形、敌方阵地编成原则和工程构筑间隙，判读防御部署。

防御纵深区别于前沿阵地的特点是：工程构筑偏少，防御体系不太完备。可按此以及与前沿阵地的关系位置和影像特征，在像片上进行判读。

3、火炮及其发射阵地的判读

火炮的种类很多，判读时必须掌握火炮的结构、掩体形状与大小、炮兵防空兵编制、炮阵地的结构特征，以及火炮性能决定的对地形的要求和在阵地编成中的配置位置。这样即可知道：在什么样的概略位置、具有什么样的影像，可能是哪一种火炮发射阵地，以及如何按影像的形状和长度判定火炮的种类和数量。现以牵引式榴弹炮、加农炮为例，说明各种火炮及其发射阵地的判读要领。

榴弹炮、加农炮由炮身、大架、车轮三部分组成，它们在大比例尺像片上放列状态为黑色的"火"字形，处于行军状态或并列状态时，呈"十"字形，如果有前车，则呈"干"字形。在中小比例尺像片上为黑色点状。其掩体形状分为蛇头形和圆形，在航空像片上为黑色或深灰色圆点状。榴弹炮、加农炮通常按连构筑发射阵地，按一线或四边形配置，掩体之间一般都有交通壕或小路相连，后方有发令所和弹药掩蔽所。炮兵群以连为单位，按营相对集中，以两个

营以上的建制，在6～14平方公里的范围内配置炮兵群。

若像片比例尺大，可按火炮、掩体的形状、大小和影像特征予以辨认。但在一般情况下像片比例尺较小，只能在判出前沿阵地的基础上，按敌方阵地编成原则和相对于前沿的关系位置，寻找适宜配置榴弹炮、加农炮阵地的地域；在立体观察下判寻阵地影像；判出阵地后，再按掩体的影像特征、个数判定火炮的类型、数量和级别。

掩体影像色调深的为基本发射阵地，若已经发射，其前方会留下黑色或深灰色的锥形烧灼地；若掩体影像色调较浅，且无锥形烧灼地时为预备发射阵地；若掩体色调很浅（说明深度不大），活动痕迹少，地形不太适宜而似有意暴露者，为假发射阵地。在距前沿0.6～1.0公里的宜于坦克运动的方向上，疏散配置的加农炮掩体，为反坦克炮。

4、坦克、自行火炮及其掩体的判读

（1）坦克。坦克由车体、炮塔和履带三部分组成，在像片上的影像为长宽2:1的长方形，呈深灰色。由于车顶装有炮塔，故影像色调不均匀。坦克通过松软地面时，会留下两条履带痕迹。坦克掩体由射击平底坑、斜坡进出口和人员避弹所组成，其平面形状呈“∩”形。若作为固定发射点时，掩体前常构筑掩蔽所；若为待机掩体，则前后都有斜坡进出口而呈“||”形。掩体在像片上呈灰色或浅灰色长方形影像。师防御地带内，在防御前沿主要方向两侧，首先，可能疏开（约200米）配置坦克做固定发射点；第二，在阵地射界良好、便于机动的地形上，可能配置反冲击用的坦克营；第三，阵地如有河湾、谷地或树林，常会隐蔽配置坦克预备队。

判读时，依判出的敌前沿位置，按其阵地编成原则和相关位置特征，在立体镜下寻找适宜配置坦克的地域，并依影像特征判定其位置、数量与级别，需要特别注意坦克的活动特征。

（2）自行火炮。自行火炮有履带式、半履带式和轮胎式三种。

其形状与坦克相似，但由于炮塔安置位置不同，故在大比例尺航空像片上的顶部色调与坦克不同。其判读要领与坦克的判读相同。

战斗车辆掩体与坦克、自行火炮掩体相似，其位置一般在地形隐蔽的地点，但无规则的战斗队形。

5、观察所、指挥所的判读

(1) 观察所。通常由一个至数个观察工事和人员掩蔽部组成。在像片上观察工事与单人掩体相似，其后常有一条交通小壕连接在与其近似垂直的横向交通壕上，并与人员掩蔽部连接。观察工事分露天和掩盖两种，在像片上呈脉络状影像。

观察所的位置通常配置在各级预备队阵地附近视界良好、地形隐蔽的地方，如平地选择在土包、较高大但无明显方位意义的建筑物上；丘陵、山地位于正斜面最高防界线的外凸部；树林则位于其前缘。

(2) 指挥所。指挥所主要由观察所、人员掩蔽部、自卫工事、车辆掩体等组成。指挥所的位置通常选择在视界良好、便于指挥和交通方便的隐蔽地形上。防御一方各级指挥所大多设在预备队阵地附近。

航空像片上判读指挥所，主要依据位置特征、车辆和人员的活动特征以及自卫工事的多寡、类别判定。指挥所的级别愈高，位置愈靠后，人员车辆活动特征愈多，而且还会有防坦克、防步兵障碍物，以及高射炮阵地等，这些都是判读指挥所的重要依据。

6、地面雷达阵地的判读

雷达阵地，主要由天线、雷达车和电源车组成。

天线，安装在汽车顶部或特制的底座上，通常配置在较高的地形上，它是判读雷达阵地的主要依据。天线在像片上的影像一般不明显，但在大比例尺像片上，有阴影时能反映出它的侧面形状。如阵列式天线，呈四边形网状；抛物面天线，呈圆形或半圆形；引向天线，呈整齐排列的"丰"字形。天线附近有工作室或雷达车掩体，

一般有道路相通。

7、战术导弹发射阵地的判读

战术导弹的外形，有飞机形和锥形两种，弹体长一般在14米以内，其发射装置多采用支架式或滑轨式，通常安装在轮胎式或履带式车辆上。在像片上，飞机形导弹的影像形状与飞机相似，容易识别。锥形导弹，平放时，呈削尖的铅笔状，在大比例尺像片上能看出尾翼影像；竖起成发射状态时，呈圆点状，若有阴影时，可依阴影判定。

战术导弹阵地，通常配置在视界开阔、便于机动和隐蔽的地形上。阵地一般由技术保障区、发射区和制导区三部分组成。技术保障区，是一块平坦的场地，可根据装置好的导弹、包装箱、吊车的影像判定；发射区，由一至数个圆形、方形或马蹄形掩体组成，可根据其影像和已经竖起的导弹影像判定；制导区，一般位于发射区一侧，可依雷达阵地影像判定。

反坦克导弹，形似航空炸弹，一般长0.7～1.2米，有自行、牵引、车载和单兵负载几种，通常配置在前沿阵地的连、排支撑点内，一般不构筑专门阵地。

六、现地使用航空像片

航空像片地形信息十分丰富，不仅有地形图上无法表示的田埂、地块、小沟等细部特征，而且地表的色调差别和某些纹形特征也都呈现得很清楚，极有利于现地对照和依像片行进。但是，航空像片上没有坐标网和地理名称注记，不便于量测坐标、指示目标和组织战斗；像点含有倾斜误差和投影误差，致使一张像片的比例尺处处不一致。如果将像片配合地形图使用，则可利用像片准确的判定结果，通过与地形图对照，将其转标在地形图上，然后再于图上量取点的坐标与高程；地理名称也可转标在像片上，以标示目标、方向和行动路线。至于倾斜误差，由于倾角一般不超过3°，可不虑及，只在选择基准方向时，尽可能靠近主像点方向（因像片倾

斜引起的像点移位是在等角点方向上），以减弱其影响，保证方向线的准确性。平坦地区，由于投影误差小，可不考虑投影误差，即可视一张像片的比例尺为一常数。起伏较大地区，投影误差不可忽视，其解决的途径是选择明显地形点时，尽可能与站立点同高，否则需改正投影误差后才能应用。至于如何改正投影误差，对站立点改正还是对目标点改正，以及使用何点的像片比例尺，则随使用目的的不同而不同。掌握这些原则，对于现地使用像片有着重要意义。

（一）准备工作

1、准备像片。通常由上级按任务区域下发航空像片，必要时，也可依地形图上标绘的作战范围，向上级请领。

2、确定像片比例尺。平坦地区，可按确定像片比例尺的任一种方法计算，并视一张像片的比例尺为常数。起伏较大地区，应依地形图将像片使用范围内的地形，按高度分为数个高差不大的小区，逐区计算像片比例尺，并分别加以应用。

3、标绘磁子午线。在航空像片上选择两个相距较远、大致同高、其连线方向靠近像主点、且地形图上也有的明显地形点；在像片和地形图上分别连接并延长该两点的连线，然后将像片叠置在地形图上并使连线重合，将像片固定；用作平行线的方法将图上的磁子午线标绘在像片右上角，并绘出矢标，注出北方，即得该像片的磁子午线。

也可在现地直接标绘磁子午线。即选择一个明显地形点做站立点，在像主点方向另选一个与站立点同高的明显地形特征点，以照准器直尺切准像片上该两点，转动像片照准实地所选的明显地形点，则像片方位即已标定；将指北针置于像片右上角并使磁针归零，再沿指北针直尺画线，绘出矢标，即为像片的磁子午线。

（二）现地标定像片方位

现地标定像片方位的方法与标定地图方位的方法相同。但用

明显地形点或直长地物标定像片方位时，尽可能在靠近像主点的方向上选择与站立点大体同高的点做为基准方向。

（三）判定站立点在像片上的位置

1、地形关系位置判定法。其判定要领与地形图的地形关系位置判定法相同。但应注意：

平地判定站立点，先要判读与邻近村庄的关系位置，再判读主要道路和耕地的形状、大小，从而推判站立点在像片上的位置。

丘陵地判定站立点，一般先到高处，在立体观察下判出站立点周围每个山顶在像片上的位置；由于丘陵地山顶形状差异不大，要注意判读谷地的走向、梯田或耕地的形状、数目等，并进行核对；然后再由所站山顶起，进行细貌判读，从而判定站立点的位置。

山地判定站立点比较容易，首先弄清对面山脊走向，山背、山谷的分布特征，然后在立体镜下很容易找到所在山背在像片上的位置，并用谷地的耕地和合水线（干河床）的弯曲形状进行核对，由下至上逐次推断，防止因山脊投影误差大而判错位置。高山区投影误差更大，判读时一定要坚持先谷地后山背，由下至上的推断方法，而且一定要看立体。最后依立体形态和地性线间的关系位置，准确判定站立点在像片上的位置。

2、其它方法。地面平坦时，侧方交会法、膜片法、磁方位角交会法、距离交会法和极距法，均可直接使用。地面起伏较大时，选择的明显地形点应与站立点要大致同高。否则，应对明显地形点进行投影误差改正，将它们的影像位置改正到站立点所在的基准面上，再按前述方法操作。当计算像比例尺时，此时应计算站立点所在基准面的像比例尺。

（四）确定目标点在像片上的位置

1、地形关系位置判定法。判定要领与地形图使用中的地形关系位置判定法相同。但可配合立体观察判定目标点的位置。当判读无影像的战术目标时，主要靠邻近有影像的明显地物按相关

位置判定。

2、其它方法。地面平坦时，极距法、前方交会法均可直接使用。地面起伏较大时，必须对站立点改正投影误差，将站立点的影像位置改正到目标点所在的基准面上，此时，若需计算像片比例尺，则应计算目标点所在基准面的像片比例尺。对站立点改正投影误差的步骤同前(只需将站立点视做明显地形点即可)。

(五) 确定站立点、目标点的坐标与高程

为了指示目标、组织战斗和准备射击诸元，需要将像片上确定的点位转绘在地形图上，以量取点的坐标与高程。确定点的坐标与高程问题，实质上是将像片上的点转绘在地形图上的方法问题。

1、目视转绘。将像片与地形图对照，绘出欲转绘目标点周围像片和地形图上都有的明显地形点，按目标点与它们的关系位置，将其转绘在地形图上，再在地形图上量取点的坐标，判定点的高程。

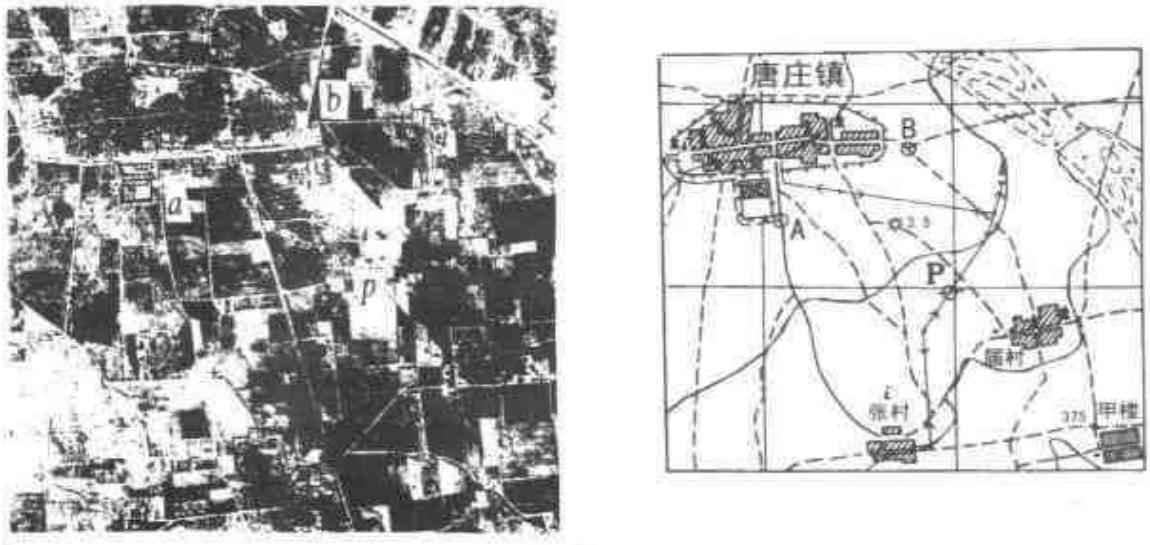


图 4－14　按距离交会法转标点位

2、距离交会法。如图 4－14，设欲将像片上 p 点转绘在地形图上，则在 p 点近旁适当位置选择两个与 p 点大致同高，且地形图

上也有的明显地形点 a、b(设地形图上相应为 A、B、P);在像片和地形图上量取长度 ab、ap、bp 和 AB;则地形图上 A、B 点至 P 的距离分别为

$$\left.\begin{aligned} AP &= (AB/ab) \times ap \\ BP &= (AB/ab) \times bp \end{aligned}\right\} \quad (4\cdot4)$$

再以地形图上 A、B 为圆心,AP、BP 为半径画弧,则其交点即为所求点 P。

平坦地区,当需转绘的目标点较多时,为减少按(4·4)式计算的工作量,可制作像图楔形比例尺,以进行像片上长与图上长的换算。

3、前方交会法。该法随地面起伏不同而有所区别。

平坦地区:

(1)选择辐射点。在像片上适当位置选择两个地形图上也有的明显地形点做辐射点,设像片上为 a、b,地形图上为 A、B。

(2)标绘辐射点和基准线。将膜片放在地形图上,刺出两辐射点 A、B,并连接较长直线 AB 作基准线。

(3)交会目标点。将膜片放在像片上,使 a 与 A 重合,并使直线 AB 通过像片上 b 点,然后固定膜片,由 A 点向诸目标点描绘方向线;再使 B 点与 b 重合,AB 线通过像片上 a 点,然后固定膜片,由 B 点向诸目标点描绘方向线,其与 A 点绘出的相应方向线对对相交。

(4)在地形图上标出目标点。将膜片再次放回到地形图上,使 A、B 点与图上相应点位重合;然后将膜片上诸交点刺于地形图上,即得图上相应位置。

起伏地区:

由于投影误差较大,因此需以辐射点 a(或 b)为基准点,先对其它诸点进行投影误差改正之后,才能按上述步骤转绘目标点。改正投影误差时所需的诸点高程,可通过像片与地形图对照获得

概略值。

4、膜片法。在像片上目标点四周选择3～4个位置适当，大体同高，且地形图上也有的明显地形点；将膜片覆于其上，以目标点为辐射中心向所选明显地形点画方向线；再将膜片置于地形图上，使所绘方向线通过地形图上相应明显地形点，则此时辐射中心点的位置，即为目标点在图上的位置。

（六）按像片行进

利用像片行进，无论徒步、乘车、沿道路或越野行进，其基本要领相同，容易掌握。

1、行进前的准备工作

（1）确定行进路线。将像片排列起来与地形图对照，在像片上标出起点和终点；然后根据任务、敌情、行进方式，在像片上按影像选择行进路线；若系丘陵地、山地，则应在立体镜下进行核对。选择路线的同时，应用特种铅笔把道路两侧可用做方位物的特殊地形影像标绘出来，以备行进中核判。然后依行进路线将像片按顺序编号。

（2）标绘行进路线和方向矢标。为便于使用像片，在像片上贴一张透明纸，其上标绘起点、拐弯点、终点以及路线两侧的特殊地形影像；同时按像片比例尺计算各段及全程行进时间，并注记在透明纸上。每张像片还应绘出方向矢标。

2、利用像片行进

（1）徒步行进。在出发点上标定像片方位，对照周围地形，准确判定出发点，并在行进方向及其两侧远距离判读两个以上的方位物；然后记忆第一路段的地形和特殊地物影像，再沿选定的路线前进。边走边按记忆核对地形，必要时，可手持像片边走边看，随时了解自己在像片上的位置。当前进至岔路口或谷地变换方向时，仔细核实四周地形影像，做到没有疑问再前进。若发现走错，需在像片上判定当前站立点的位置，以确定纠正的路线，从而尽快

回到原路线上。

丘陵和山地，一定要进行立体观察，远距离判定行进路线上的山顶、山背，然后可灵活机动地向着方位物行进。峡谷行进，由于视野范围小、山陡、投影误差大，应重点判读合水线、干河床的形状变化，注意比例尺概念，一定要认真细致地边走边判。当离开谷地爬山时，先由山脚向上确定欲攀登的山背和山顶；若视野开阔，应逐一核对山谷、山背和山脊走向，确信判准后再开始爬山；到达目的地后，再次核判周围地形，做到准确无疑。

利用像片行进的要领是：起点准，方向明，分段判，渐推进，先谷地，后山顶，先对面，后自身，有怀疑，莫前进，退后一段重判定，判读终点有旁证。

(2) 乘车行进。由于利用像片乘车行进是沿明显的道路影像运动的，因此便于判读。行进时，要不断地转动像片，使道路影像与实地一致。到达岔路口时，要放慢车速，判准后再加速前进。由于像片能进行立体观察，通常应远距离判定远方目标，并对下一个拐弯点和岔路口的概略位置做到心中有数，中间行进时，不必处处核对。

(3) 夜间行进。利用像片夜间行进的要领，与按地形图夜间行进的要领相同。但每一段路的磁方位角，可以在像片上以磁北矢标为准量取，也可将各段路段转绘在地形图上，在图上量取磁方位角和水平距离。

第二节　其它遥感图像

一、多波段遥感图像

多波段遥感目前有两种类型：一种是采用多镜头式像机或多台电视摄像机为传感器，按不同目的在每个镜头前加不同波段滤光片，同时对同一地面范围进行摄影或摄像，从而获得多光谱像片

或多通道电视摄像片(简称 RBV 片);另一种是采用机械扫描光电成像传感器对地面进行探测,由分光装置把地面辐射的 0.5～1.1μ 范围内的电磁波分成 4 个波段,分别由不同元件进行测量和记录,并存储在磁带中,然后由电子计算机处理成像片,称为多光谱扫描像片(简称 MSS 片)。它既适于目视识别,也便于电子计算机自动判释。

由于不同物体具有不同的波谱特性,因而在不同波段的像片上呈现不同的构像能力。通过分析这些构像程度的差别并将其联系起来,即可达到对物体的识别。例如,战时欲在荒漠地区寻找水源,可选用 0.8～1.1μ 的近红外波段和可见光波段进行探测。由于水对前者强烈地吸收,在像片上构像深暗;而对后者却相反。故两者比较,凡在前一波段像片上构像较深的地域,其地表浅层可能有地下水。又如登陆作战时,为研究近岸水下地形,可选用能透过水体的蓝绿光波段(0.5～0.6μ)的滤光片,通常水下 10～20 米,有时可达 100 米的地形,在像片上清晰可见。再如,为揭露绿色物体伪装,根据它与活植物的波谱特性,可选用 0.7～0.9μ 的波段的滤光片对地面进行探测。由于活植物能强烈地反射该段的电磁波,而绿色伪装物却不能,故目标将在活植物的明快影像中被衬托出来。

二、红外遥感图像

红外遥感是利用红外波段来成像的。因为任何物体都发射和吸收热红外线,并随物体的不同而有差异。红外线虽然看不见,但都能经透镜聚焦和经棱镜分光,并能穿透云雾全天候工作。遗憾的是目前还未能研制出对该波段产生光化作用的胶片,只能通过光学机械扫描的方法,探测地物的热辐射信息。探测元件把热信号变为电信号,记录在磁带上;或将信号输给阴极射线管进行扫描显示,再通过透镜聚焦,将扫描影像记录到底片上,成为红外扫描像片。

红外扫描像片分辨率低，属多中心投影，不能用于立体观察。但红外探测对地面的火光、启动的发动机等目标特别敏感，所以常用于军事侦察。

三、微波遥感图像

利用波长 1～1000 毫米的电磁波（微波）进行探测并获得的图像，叫做微波遥感图像。它分为主动式和被动式两种遥感方式。

主动式微波遥感。利用发射机和抛物柱面雷达天线，以一定角度向地面发射波束很窄的微波脉冲，从而在地面形成一个较窄的扇形探测区；然后接收该区各物点不同强度的回波，经调制放大，输给阴极射线管扫描成像；荧光屏上的扫描线又通过透镜成像在与其同步转动的胶片上。这样随着飞机的飞行，将扫过一条与航线等长的带状面积，从而得到相应的微波遥感图像。简称雷达图像或雷达像片。

雷达像片有两个缺点，一是有盲区。凡雷达波束因地形阻挡而未到达的地区，像片上呈黑色调“阴影”，没有任何影像；二是像点有移位，图像有变形。这是因为雷达成像是按照目标至天线的斜距大小而依次成像的。

被动式微波遥感。利用高灵敏度的微波辐射计，接收地面不同地物反射的强度不同的微波信息，从而构成微波遥感图像。

采用微波波段探测，不受天候影响，并对某些物体如冰、雪、松散覆盖层及植物有一定穿透能力，便于军事上揭露伪装。还可利用侧视特点，在飞机不逾越国境的条件下，侦察对方一定纵深内的军事目标和测绘地形图。

第五章　地形模型

第一节　地形模型的概念及分类

一、地形模型的概念

依地形资料制成的实地模仿造型或按立体效应制成的有立体视觉和形象的实地感观模型，统称为地形模型，它是军事上研究和利用地形常用的参照物。我国最早制作并用于作战的地形模型，是用沙土堆制而成的，故名曰“沙盘”，并沿用至今。随着摄影技术的发展，利用光学方法和立体效应技术，产生了视觉立体地形模型。随着电子地图的出现，又产生了电子立体景观地形模型。它们各具特色，应用于不同情况下的地形研究。

二、地形模型的分类

地形模型按制作方式的不同可分为以下三种：

（一）沙盘

根据地形图、航空像片或实地地形，按一定的比例尺，用泥沙、泡沫塑料等材料制作的地形模型，叫做沙盘。它是军事上运用最多的地形模型。沙盘按其使用材料和期限的不同，可分为简易沙盘和永久性沙盘。前者多用泥沙等简便器材堆制而成，取材方便、制作简单、现用现堆，但供使用的期限较短；后者多用泡沫塑料、石膏等材料制成，制作精细，宜于长期保存使用。为便于结合模型进行战术应用研究，还制作有兵棋（包括军队标号图形和人员、兵器、地物等的模型棋子）。

（二）视觉立体地形模型

多用不同摄影位置拍摄的具有共同影像的两张航空像片，采用立体效应技术，制作成能使观察者产生视觉立体的地形模型。

按照像片立体观察的基本原理，若将构成立体像对的两张像片分别制成红、绿色影像；观察者戴一副红、绿眼镜（色片的左右位置与像对相应）去观察像片，由于红、绿色互补，故可达到左眼看左像、右眼看右像的分像目的，从而使观察者产生视觉立体，此法称为互补色法。

若将立体像对的影像分别通过两个偏振方向正交的偏振镜头投射到屏幕上，而观察者戴一副偏振方向与两镜头相一致的眼镜去观察，则亦能达到分像目的而获得视觉立体地形模型，此法称为偏振光法。

视觉立体地形模型获得迅速、便于保管携带，但因不是实在的地形模型，故不便进行战术研究，仅适于单兵、小分队了解地形起伏形态时用。

（三）电子立体地形模型

以电子地图的数字地形模型为依据，利用计算机图形生成技术和相应软件生成的、能在屏幕上显示或由绘图仪绘出的透视立体图，叫做电子立体地形模型。

电子立体地形模型生成迅速，显示灵活，可在数分钟乃至数秒钟内按要求的观察位置、视角和垂直比例尺等参数及时显示，能叠加并动态显示作战情况（标号叠加显示），可较方便地与地形分析系统、作战模拟系统相联结。

第二节　简易沙盘制作

简易沙盘是部（分）队战时和平时训练常用的一种地形模型。其制作方法如下：

一、准备工作

制作沙盘的准备工作主要包括图上准备、确定沙盘比例尺和物品器材准备。

(一)图上准备

1、选择地形图

应选择新出版的比例尺较大、精度较高的地形图作为制作沙盘用图的依据。

2、确定堆制范围

通常依据上级意图和作战地域,在地形图上标绘出需要制作的范围。

3、加密坐标网线和编号

为便于精确确定各地形要素在沙盘上的点位,应以图上原有的坐标网线为依据,对确定的堆制范围进一步加密坐标网,并给以编号。网线的密度视精度要求而定。网线密,精度高;反之,则精度低。方格的边长,一般以放大到沙盘上后不小于25厘米为宜(通常为25至50厘米),也可不另画方格,直接利用地形图上的坐标网堆制,但精度较低。坐标网加画密后,再按由上至下,由左至右的顺序进行编号。

4、选定高度起算面和控制点

为便于堆积地貌,通常以沙盘范围内最低一条等高线的高程面作为沙盘高度的起算面。同时要在地形图上选标出能控制地貌基本形态的地性线、等高线和地形特征点(如山顶、鞍部、倾斜变换点与方向变换点等)。

(二)确定沙盘比例尺

沙盘比例尺,包括水平比例尺和垂直比例尺。

1、确定沙盘水平比例尺和计算沙盘的大小

沙盘水平比例尺,又叫平面比例尺,是沙盘上某两点间的水平距离与相应实地水平距离之比。即:

$$\text{沙盘水平比例尺} = \frac{\text{沙盘上水平距离}}{\text{相应实地水平距离}}$$

沙盘水平比例尺的大小应根据使用目的、实地范围和场地的大小等条件选定。通常用于研究团以上部队的战斗行动时，水平比例尺应小于1:1000；用于研究营以下分队战斗行动时，水平比例尺应大于1:1000。

沙盘水平比例尺确定后，即可根据制作沙盘的区域和水平比例尺计算出沙盘的大小。其计算公式为：

沙盘长(宽)= 实地长(宽)÷水平比例尺分母

例：在地形图上量得制作沙盘实地范围长为4.5公里，宽为3公里，沙盘水平比例尺为1:1000，则沙盘的长和宽分别为：

$4500 \div 1000 = 4.5$(米)

$3000 \div 1000 = 3$(米)

若使用预制的沙盘框，可根据沙盘框的边长和制作沙盘的区域，计算出沙盘的水平比例尺。其公式为：

$$\text{沙盘水平比例尺} = \frac{\text{沙盘边长}}{\text{图上长} \times \text{地图比例尺分母}}$$

例：已知沙盘边长为4.5米，在1:5万地形图上长为9厘米，则：

$$\text{沙盘水平比例尺} = \frac{4.5\text{米}}{9\text{厘米} \times 50000} = \frac{4.5\text{米}}{4500\text{米}} = \frac{1}{1000}$$

根据沙盘水平比例尺和地形图比例尺，可以计算出沙盘的放大倍数。其公式为：

$$\text{放大倍数} = \frac{\text{地形图比例尺分母}}{\text{沙盘水平比例尺分母}}$$

例：若用1:50000地形图制作水平比例尺为1:1000的沙盘，则：

$$\text{沙盘的放大倍数} = \frac{50000}{1000} = 50$$

2、确定沙盘垂直比例尺和计算控制点在沙盘上的高度

沙盘垂直比例尺，也叫高度比例尺，是沙盘上某点的高度与相应实地高度之比。即：

$$\text{垂直比例尺} = \frac{\text{沙盘上某点高度}}{\text{相应实地某点的高度}}$$

为了形象地显示地貌的起伏形态，增强沙盘的立体感，通常把水平比例尺放大1至5倍(山地1至3倍、丘陵地3至4倍、平坦地为5倍)作为堆制沙盘的垂直比例尺。

根据沙盘水平比例尺和放大倍数，可以计算出沙盘的垂直比例尺。其公式为：

垂直比例尺＝水平比例尺×放大倍数

例：已知沙盘水平比例尺为1∶1000，拟将水平比例尺放大5倍，则：

$$\text{垂直比例尺} = \frac{1}{1000} \times 5 = \frac{1}{200}$$

垂直比例尺确定后，根据图上选定的沙盘起算面高程，便可计算出各控制点在沙盘上的高度。其计算公式为：

$$\text{控制点在沙盘上的高度} = \frac{\text{控制点高程}-\text{起算面高程}}{\text{垂直比例尺分母}}$$

例：已知某控制点高程为200米，沙盘起算面高程为100米，垂直比例尺为1∶200，则：

$$\text{该点在沙盘上的高度} = \frac{200-100}{200} = 0.5(\text{米}) = 50(\text{厘米})$$

(三) 物品器材准备

制作简易沙盘的物品器材，一般有细沙、铁钉、水桶、米尺、线绳、木签、铁锹、队标、队号、地物模型、染色锯末、颜料、兵棋、毛笔等。

为使沙盘制作迅速准确和便于在沙盘上比量高度，可制作沙盘高度尺。其制作方法是：以地形图等高距在沙盘上的高度为一个分划间隔，由下至上在木条上刻出数个分划，并在最下边一条刻线旁注记上最低一条等高线的高程，依该刻线向上推算，而后在相

应计曲线分划位置上注记出计曲线高程，即为沙盘高度尺。这样，就可以用沙盘高度尺直接量取某条等高线或某点在沙盘上的高度。

二、制作方法

（一）整框铺沙

将预先制作的沙盘框摆好（没有预制沙盘框时，可用土垒起或平地下挖 15 至 25 厘米），并尽量与实地方位一致。在沙盘框内铺上 3 至 5 厘米厚、湿度适当（用手将沙土抓起，以攥起成团，丢下即散为宜）的沙土，并用木板刮平压实，作为沙盘的基准面。

（二）堆积地貌

1、建立沙盘平面控制

依地形图上加密的坐标网线，算出沙盘上的方格边长。其计算公式为：

$$\text{沙盘上方格边长} = \frac{\text{图上方格边长} \times \text{地图比例尺分母}}{\text{沙盘水平比例尺分母}}$$

然后，根据求得的沙盘方格边长，在沙盘框上钉上钉子，再用线绳拉出相应的方格网和注明地形图上的相应编号，从而构成与图上完全对应的坐标方格网；再将图上确定的地形特征点、地性线、最低一条等高线和具有控制作用的等高线，按其在相应方格中的关系位置画、标在沙盘底面上，从而构成堆积地貌的骨架。

2、建立沙盘高程控制

依图逐一判出地形特征点的高程，用高度尺将其换算为沙盘上的堆上高度并量、截在准备好的竹签上（竹签应留有插入上中的高度，一般为 3 至 5 厘米）；再将其插在相应点位上，从而构成沙盘堆上的高度依据。

3、堆积地貌

通常由最高点或沙盘中央部位开始堆积。如图 5－1，先按地性线堆出山体走向，再按等高线堆出分布轮廓，先主山峰，后高

地；先山背、山脊，后山谷。边堆边修，先修山背、山脊，后修山谷，并顺便修挖好河流、湖泊等水系要素。沙土应有一定湿度，边堆边拍压紧。

地貌堆积完后，要对照地形图进行全面检查整修，最后撒上染有与地面颜色相似的锯末，以增加真实感。

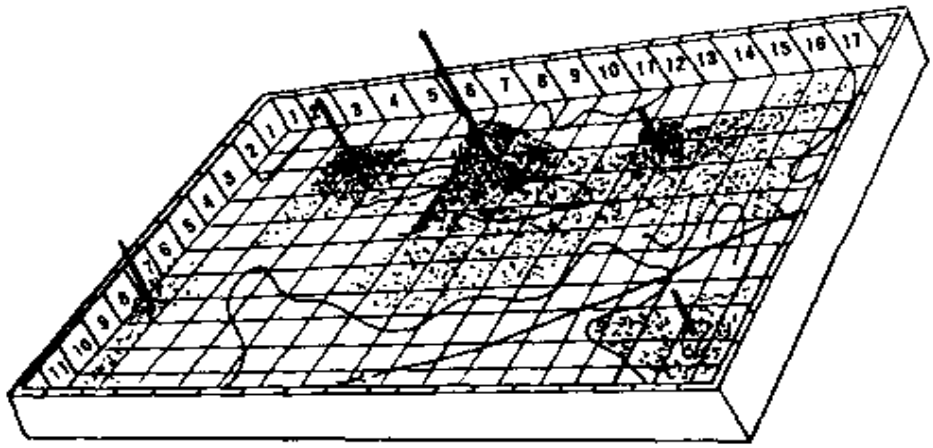


图 5－1　堆积地貌

（三）设置地物模型

地物模型的大小应与水平比例尺相适应。通常应就地取材制作，如水系可用玻璃、塑料片、纸片、锯末等表示；道路可用不同色彩与宽度的线绳、布条、塑料带或用锯末撒出等方法予以表示和区分等级；居民地、独立地物可用预制模型或泡沫板、木板等制作；植被可用模型或小树枝等表示。

地物模型应依在方格网中的关系位置和与地貌的协调性放置在沙盘上，然后用纸牌写出居民地、河流、高地等的名称或高程注记，并插放在相应位置上，如图 5－2。

（四）设置战术情况

战术情况通常根据预定作战方案或训练想定，用制式兵棋或临时制作的队标、队号进行设置。设置时，一般先设置战斗分界

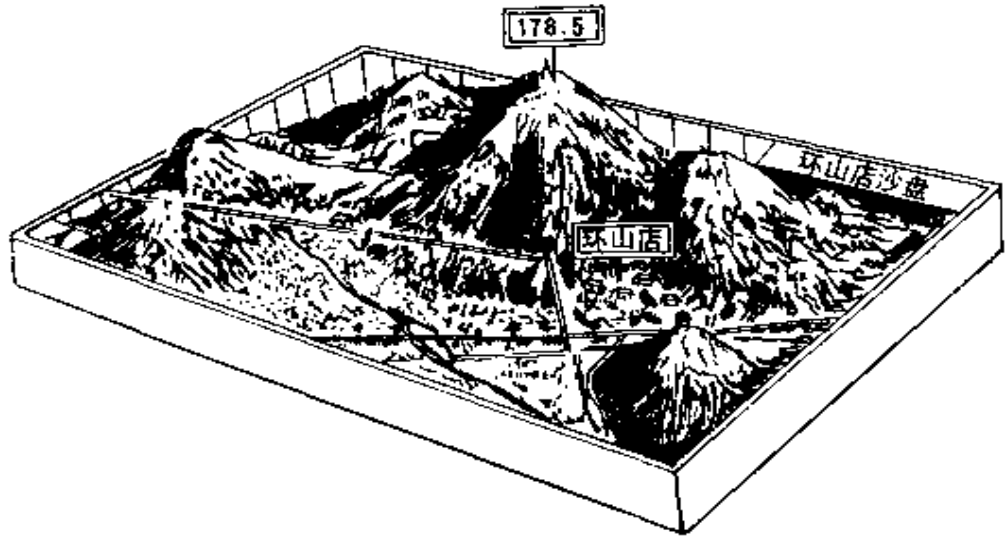


图 5－2　沙盘全貌

线，而后再按先敌后我、先前沿后纵深的顺序进行。

（五）整饰

上述工作全部完成之后，应根据地形图及有关资料作一次全面检查，发现问题及时修正。最后标明沙盘名称、方位和比例尺。需要时，再用线绳拉上坐标网并注记出坐标。

第三节　电子立体地形模型

电子立体地形模型，又叫电子沙盘，是电子地图的应用产品。

一、电子立体地形模型的生成过程

电子立体地形模型实际上是利用计算机图形、图像生成技术，根据数字地面模型（DTM）或数字高程模型（DEM）生成的能反映真实地貌的三维立体透视图。电子立体地形模型的生成一般要经过以下几个必要的步骤：

（一）数据准备

通常包括数字化和数据处理与转换两部分工作，数据准备的

任务是生成数字地面模型或数字高程模型。

（二）建立地形模型

在依据数字地面模型或数字高程模型建立地面模型的过程中，根据用户的不同需要，进行必要的人工干预，使地形模型能突出用户所需要的信息。

（三）建立视模型与光照模型

主要是根据用户的需要，选择合适的视点和光照方向，使最终形成的电子立体地形模型有较好的视觉效果，并能最大限度地显示用户所需要的地形环境信息。

（四）三维立体透视图的形成

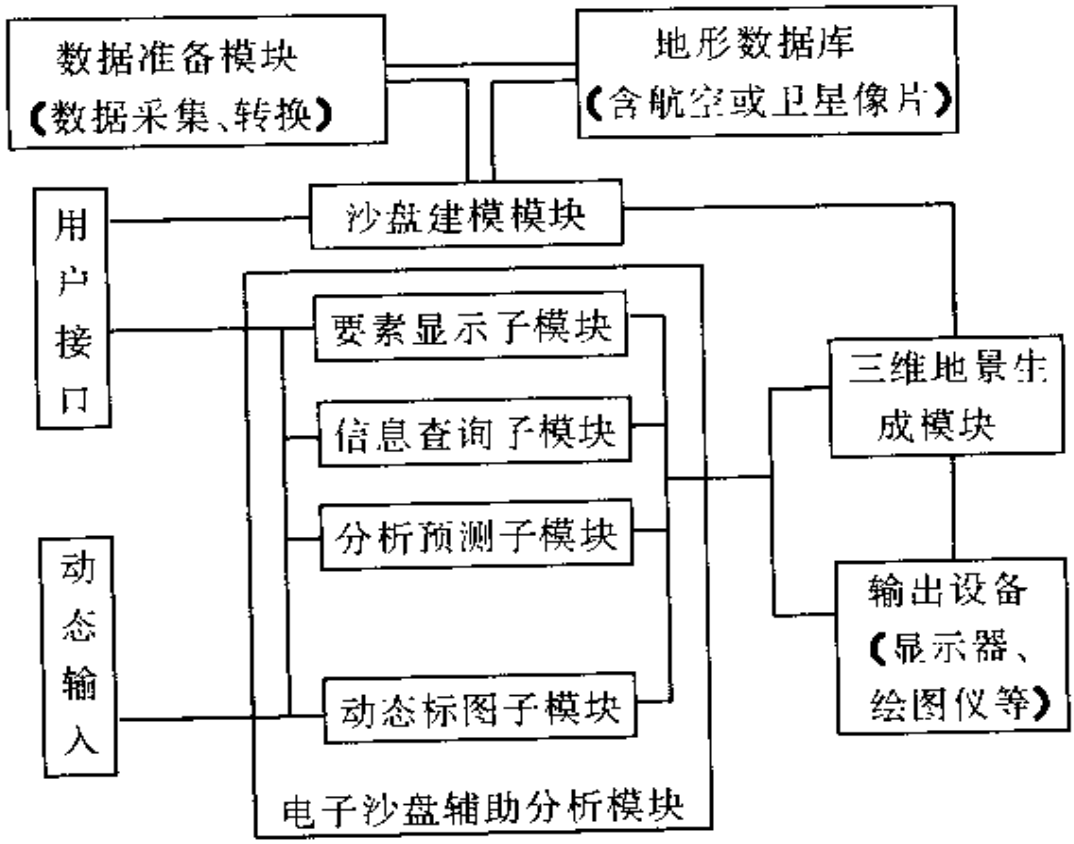


图 5－3　电子沙盘系统的组成

一个典型的电子立体地形模型系统不仅包含电子立体地形模型的生成模块，还包含电子立体地形模型的应用模块。系统的组成框图如图 5－3。

二、电子立体地形模型的军事价值

现代高技术条件下的军事行动，其突出特点是反映速度快、行动范围广、信息量大。普通沙盘因其制作速度慢、信息量小而单一，已不能满足军事行动的需要。而电子沙盘由于制作速度快、信息容量大，可满足上述要求。它可以用在任何武器作战系统中，在坦克、装甲车辆上，装上电子沙盘可以提高打击的准确性，减少误伤的概率。在高速飞行的飞机上，也能为飞行员形象、直观地提供飞行中所需的地形信息。在作战指挥上，可以进行详细的地形分析，并实现动态战术、战役标图，实现战役过程的动态显示和推演，随时随地为指挥员提供决策依据。利用三维动画技术，可以得到动态电子沙盘。如在军事行动中，根据已确定的部队行军路线，生成该路线沿途的地形立体景观动画，可以使部队在行动之前就熟悉行军路线。在电子沙盘上，充分利用多媒体技术，把声音、图像、图形和文字有机地结合在一起，使其更加形象、直观地表示战场地形环境，达到身临其境之效果。

第六章　地形略图的调制与测绘

以较低的精度简要表示地形要素的地图，叫做地形略图。它主要用于标绘各种要图或实施地形侦察的底图。其内容依标绘需要而定，通常包括：重要城市、村镇，主要道路，较大的江河、湖泊、水库，森林和高地，以及与军事行动有关的其它地形要素。

地形略图，既可依地形图或航空像片调制，也可在现地用简易测图的方法测绘。

第一节　利用地形图调制略图

利用地形图调制略图是绘制地形略图的常用方法。绘制地形略图所用的符号一般可采用地形图符号，但为了绘图简便、迅速，省时省力，可将某些符号简化。利用地形图调制略图的方法主要有蒙绘法、方格法、复印法、投影法和目估法。

一、蒙绘法

当按地形图调制相同比例尺的地形略图时，常使用蒙绘法。其作业要领是：将图纸或膜片蒙覆于地形图上，按先地物后地貌的顺序将欲透绘的地形要素透绘在图纸或膜片上，并根据需要透绘坐标网，再经整饰而成略图。

二、方格法

当依地形图放大（缩小）调制地形略图时，通常采用方格法。其作业步骤如下：

（一）确定略图比例尺，计算放大（缩小）倍数

略图比例尺的大小，根据使用目的而定，一般以能显示出主要地形和战术行动为宜。略图比例尺确定后，计算出放大或缩小倍数，以便绘出方格。

$$放大倍数=\frac{略图比例尺}{地图比例尺}$$

$$缩小倍数=\frac{地图比例尺}{略图比例尺}$$

（二）画方格和编号

先在地形图上标出描绘的范围，然后画出小方格，其方格的大小根据需要的精度而定（如果略图的精度要求不高，地形图上可以不画出小方格，直接利用地形图上的坐标方格）。方格画好后，从左至右，由上至下注以编号。然后，在图纸上按放大或缩小倍数画出相应的方格，并以地形图上所注的编号顺序为准，注记上相应编号。

（三）转绘地形

将所需要的地形要素，依照其方格的关系位置，转绘到图纸上。转绘的顺序是：先地物后地貌，先独立地物后线状地物，先绘符号后加注记。

1、转绘地物

转绘独立地物时，其定位点和符号的方向要正确，大小要适宜。转绘线状地物时，应先绘端点、转折点和交叉点，而后再连线，绘符号。转绘面状地物时，先确定外部轮廓，再在内部绘以约定的简化符号（或地形图符号）。

2、转绘地貌

在略图上，通常用少数等高线表示地面的起伏状态，必要时也可绘出全部等高线。转绘地貌时，先确定明显地形点，然后绘等高线。绘等高线时，先绘山顶的等高线，再绘山脚的等高线，最后插绘中间的等高线。在转绘变形地时，应在绘等高线之前绘出。

3、注记

在转绘内容时，可随时注记，也可最后统一注记。注记的位置可参考地形图。

（四）检查整饰

检查的内容主要包括：山顶、独立地物有无遗漏；线状地物的转折点、面状地物的轮廓有无绘错；地形关系位置是否正确，形状有无重大变化，各种注记有无错误等。

整饰的内容主要包括：图廓、比例尺、图名、图例和说明等。

三、复印法

使用复印机按要求的缩放系数先将地形图缩放，再用蒙绘法调制略图。若幅面过大，可分片缩入并拼为整幅后，再进行蒙绘。

该法亦适用于调制与地形图比例尺不同的略图。

四、投影法

对地形图作膜片复印或摄影后，用幻灯机或投影仪将其投影在承影板（桌）上，再经缩放调整，符合要求后，依投影影像绘制所需的地形元素而制成略图。

五、目估法

当时间紧迫，精度要求不高时，可采用目估法。作业时，先在地形图上确定调制的范围，根据用途确定图纸的大小；再在图纸上按相关位置目估绘出能控制整个图幅范围的要点（如居民地、山顶、主要道路等），并以此为准按其关系位置插绘需要的全部地形要素。

第二节　利用航空像片调制略图

当没有地形图或地形变化较大时，可使用较新的航空像片，先制作成像片镶嵌图，再经判绘，调制成略图。

一、像片镶嵌图的制作

将有重叠的像片，按影像拼叠起来，沿重叠部分的中线附近切割，除去多余的边条，然后将其粘贴在图板上，组成一整张照片图，叫做像片镶嵌图。其制作方法如下：

1、拼贴像片。通常由中央航线的中央像片开始。粘贴时，先在像片背面中部涂胶，然后粘贴在图板相应位置上，并使其与上下左右相邻像片重叠部分的影像能较好地重合。若因倾斜误差和投影误差使相应影像不能完全重合时，应力求使切割线附近的相应影像重合好。

2、切割像片。像片拼贴完毕后，用切刀沿航向重叠和旁向重叠中线附近进行切割，并将多余的边条取出。

切割时，刀口垂直向下，用力要均匀，一次切透，切忌重刀。切割线要避开居民地、独立地物、线状地物的交叉点。与线状地物的交角不要过锐，尽量选择在地物接边少、色调相近处切割。

3、涂胶滚压。切割完毕后，在像片背面边缘涂上胶水，再于正面用杆轴滚压贴牢，最后用丙酮擦去图面余胶，即成像片镶嵌图。

二、判绘与整饰

对于像片镶嵌图，依据影像特征进行地形判读和标绘。通常按居民地、道路网、水系和植被的顺序进行。对于独立地物和地貌，可在用图过程中，边判、边用、边把判读结果用地形图符号描绘在像片上。若有地形资料参考，还应将判明的地理名称转标上。最后进行整饰。整饰通常包括以下内容：

图廓。图廓分自由图廓和规定图廓两种。自由图廓以镶嵌略图的最大范围，按矩形绘出；规定图廓适用于有地形资料的情况，将像片与地形图对照，在像片上标出四个图廓点的位置，然后连成直线，作为图廓。

坐标网。坐标网分假定坐标网和规定坐标网两种。假定坐标网是按像片比例尺计算出一定间隔的图上长，在自由图廓范围内划分为正交的网格，并注以假定坐标值；规定坐标网，以地形图为

准，把坐标线所通过的某些明显地物点在像片上判出来，再依此绘出坐标线。但由于像点含有倾斜误差和投影误差，所以像片上的坐标网线，一般说来，既不可能是直线，也不可能正交，且地面起伏愈大，问题愈突出。因此，一般只在平坦地区的像片略图上标绘坐标网，丘陵地和山地一般不标绘。

图名。一般根据图内重要、突出的地理名称命定，也可根据战区或目标性质命定。例如"××师防御地域像片略图"。

第三节　现地测绘略图

一、简易测量的基本方法

简易测量的基本方法包括简易测角、测距和测高三项内容。

(一)简易测角

1、角制

规定度量角度的单位，叫角制。目前常用的角制有：360 度制、弧度制和密位制。

(1) 360 度制

规定圆周的 360 分之一弧长所对的圆心角值为 1 度。

由于圆周长等于 $2\pi R$(R 为半径)，故

$$1\text{ 度所对的弧长} = \frac{2\pi R}{360} = \frac{1}{57.3} \times R \qquad (6\cdot1)$$

(2) 弧度制

当弧长等于半径 R 时，其所对圆心角的值规定为一弧度。按此有

$$1\text{ 弧度所对的弧长} = 1 \times R \qquad (6\cdot2)$$

(3) 密位制

将圆周等分为 6000 份，1 份所对的圆心角值为 1 密位。由于圆周长等于 $2\pi R$，故

1 密位所对的弧长 $= 2\pi R/6000 \approx R/1000$ (6·3)

密位制张角较小，应用方便，为军事上所采用。书写时，习惯上在密位的百位数与十位数之间画一横线表示；若密位数小于100或10时，则在百位或十位数字上用"0"填写。例如：

5 密位写作 0－05

12 密位写作 0－12

345 密位写作 3－45

2、简易测角的方法

简易测角依使用的器材不同，通常分为指北针、望远镜和照准器测角。

(1) 指北针测角

当欲测站立点至两目标点方向在水平面上的夹角(方向角)时，可分别测出站立点至两目标点的磁方位角，其差值即为欲求的方向角。

当欲测站立点至目标点方向对水平面的夹角(高低角)时，可侧持指北针(直尺边向上)，调整反光镜，通过照门、准星瞄准目标顶点，然后从反光镜中读出角度摆在俯仰角度表上的度数，即为欲求的高低角。

当欲测站立点至两目标点方向在铅垂面上的夹角(高低夹角)时，可先分别测出它们的高低角，其差值即为欲求的高低夹角。

(2) 望远镜测角

望远镜镜筒的玻璃片十字线上，刻有密位分划，每个小分划为0－05。当欲测两目标点间的方向角时，将望远镜持平，使一目标与望远镜水平分划某条整分划线重合，再数读另一目标与其所夹水平分划角值，即为欲求的方向角。

当两目标点间的方向角超出望远镜视野时，可在其间选一辅助点，分段量读，而后相加，即为其方向角。

当欲测量铅垂方向上两目标点之间的高低夹角时，使用望远

镜垂直分划，读数要领同上。

(3) 照准器测角

欲用照准器测定两目标点间的方向角时，可以照准器的尺边切绕水平放置的图板上某点，分别照准两目标点并划线，然后用量角器量出该两条线间的夹角，即为欲求的方向角。

(二) 简易测距

由(6·1)至(6·3)式看出，不论采用何种角制，半径与单位角度所对弧长之比为一常数。即

半径/单位角度所对弧长 = 常数

当以度为单位时，常数为 57.3；对于弧度制，常数为 1；对于密位制，常数为 1000/1.05 = 955(通常取近似值 1000，含有误差 1/20)。

当目标的长度或高度(间隔)相对于站立点至目标点的距离较小时，可把该距离视为半径，目标的长度或高度(间隔)视为弧长，则有：

$$\text{距离(半径)} = \frac{\text{间隔(弧长)}}{\text{相应角度}} \times \text{常数} \qquad (6\cdot4)$$

这样，只要在站立点上用任何测角器材测出目标间隔所对的方向角，即可按上式计算出距离或间隔，并可归纳为图 6－1 所示的计算口诀："上间隔，下常数，距离、角值两边书，要想求取哪一个，两邻相乘被对面除"。

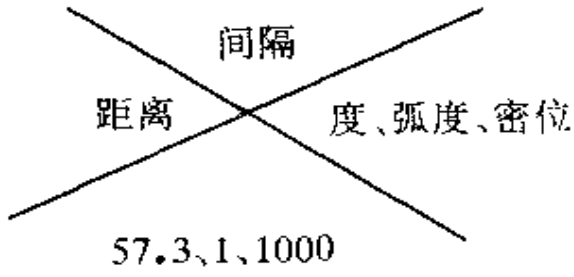


图 6－1　间隔、距离与角度的关系

现通过实例介绍简易测算距离或间隔的方法：

1、经纬仪测距

例如，已知用经纬仪测得正面间隔为 100 米的两电杆的方向角为 1°20′(1.333°)，求至电杆的距离。

解：距离 ≈ (100/1.333°) × 57.3 = 4298(米)

2、望远镜测距

设用望远镜测得独立树与三角点间的方向角为 0－55，而依其近旁平行的电杆间距判断，它们的间距为 200 米，故站立点至三角点的距离为：

距离 = (200/55) × 1000 = 3636(米)

3、方向盘测距

已知正面两个敌火力点的间隔为 100 米，用方向盘测得两个火力点的方向角为 0－50，求其距离。

解：距离 = 100 × 1000 ÷ 50 = 2000(米)

但应指出，因密位常数 1000 含有 1/20 的误差，为提高作业精度，当按(6·4)式计算距离或间隔时，前者应减少 1/20，后者应增大 1/20。如本例，站立点至火力点的精确距离为：

精确距离 = 2000 － 2000 × (1/20) = 1900(米)

4、指北针测距

指北针中距离估定器的准星左右两侧尖端的宽度，为照门至准星长度的 1/10。测距时，如图 6－

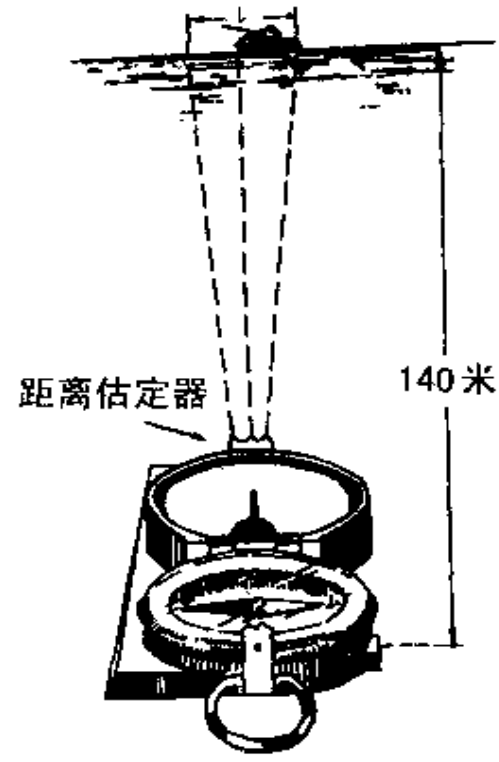


图 6－2　用指北针测量距离

2,瞄准目标后,可依掌握的目标尺寸,目估出两尖端所截取的实际间隔 l,即可依据(6·5)式计算出距离 D,即:

$$D = l \times 10 \qquad (6\cdot5)$$

例:由图 6－2 知,距离估定器照准目标处的实地宽度约为敌坦克长的 2 倍,而敌坦克长约 7 米,故至敌坦克的距离 D 为:

$D = (7\times2)\times10 = 140$ (米)

5、跳眼法测距

通常将臂向前直伸竖起拇指时,臂长是两眼瞳孔间距的 10 倍,即此时拇指对双眼的角度为 0.1 弧度。测距时,先以右眼通过拇指一侧瞄准目标,保持手臂不动,闭右眼,睁左眼,目估左眼视线通过拇指同侧方向与右眼原方向在目标处所夹的宽度,再乘以 10,即为站立点至目标点的距离。

6、臂长尺测距

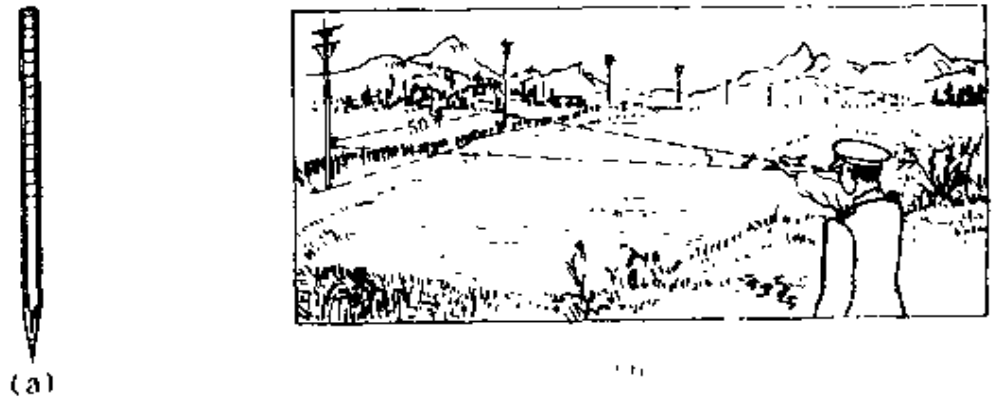


图 6－3　用臂长尺测量距离

臂长尺是以自己臂长的 1/100 为单位,在铅笔或直形物体上刻注分划的尺子,如图 6－3(a)。显然每个分划对人眼构成 0.01 弧度的固定夹角。测距时,手持臂长尺,将臂向前直伸,使臂长尺与目标间隔平行,如图 6－3(b),使尺的零分划对准目标一端,读出目标另一端的分划数 n,如果已知或能目估出目标的间隔(长

度)l,则按(6·4)式有

$$D = 100l/n \qquad (6\cdot6)$$

例:若已知两电杆的间隔为 50 米,用臂长尺测得分划为 10,则距离为:

$D = (100 \times 50)/10 = 500$(米)

当不知道间隔时,可用下述方法,同时求得间隔和距离。

如图 6－4,在欲测距离方向线上选两点 A、B,按臂长尺法测读目标间隔(高度)分划数 a 和 b,并量出 AB 长 L,则按(6·6)式可联立解出目标间隔(或高度)l 和距离 D。

$L = D_A - D_B = (100l/a) - (100l/b)$

$$l = abL/[100(b-a)] \qquad (6\cdot7)$$

计算出 l 后,即可按(6·6)式计算 D_A 或 D_B

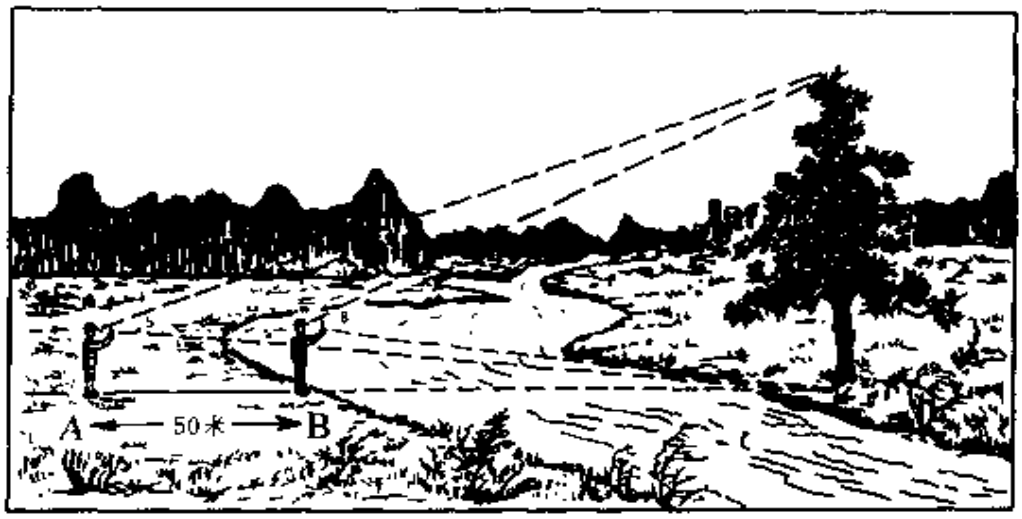


图 6－4　用臂长尺测高度和距离

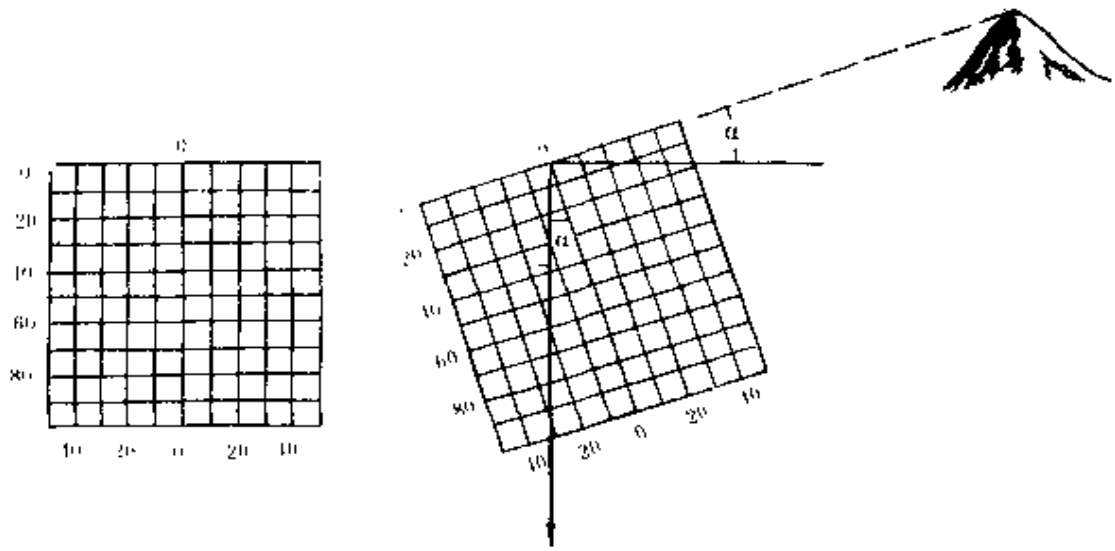
例:如图 6－4 欲测量河宽,可先在 A 点用臂长尺测出对岸河边独立树的树高分划,设为 5,然后向独立树方向前进 L,设为 50 米至河沿 B 点;再次测定树高分划,设为 8。求树高与河宽。

解:树高 $= 5 \times 8 \times 50/[100 \times (8-5)] = 6.7$(米)

河宽＝6.7×100/8＝84(米)

(三) 简易测高

简易测量中常采用图解法求取高差或高程。图 6－5 为"斜距改平与测高"图。该图是用毫米方格纸制作,按比例尺在纵横边线上注有平距与高差。该图的横线与图板上的照准轴线平行,OO′称为零线,在 O 点上悬挂一可自由转动的重尺,其上按比例尺亦有刻划。当照准轴线瞄准目标时,如(b)图,由于自由摆动的重尺铅垂,故与零线的夹角为目标的高低角 α。因此沿重尺找出斜距 S 后,其端点所在横线的注记数字即为其相应水平距离;而端点沿横



(a)　　(b)

图 6－5　斜距改平与测高

线至零线的垂距,即为目标点对于测站点的高差。例如(b)图中,按距目标的斜距 40 米,得到相应的水平距离为 36 米,高差为 12 米。如果测站点的假定高程为 100 米,则目标点 K 的高程为 112 米。但应注意,当在已知高程点上求目标点高程时,算出目标点高程后,尚应再加入眼高;若站在未知高程点上而利用已知高程的目

标点求站立点处的高程时，则按上述方法求得高程后，尚应减去人眼高。

二、测图准备

测图前应勘察测区，明确测区范围，了解地形情况，确定测图方案，拟制测图计划。根据敌情顾虑情况，确定是否树立某些觇标。

1、确定测图范围

测图范围主要根据任务和需要确定。如测绘连防御阵地略图，其纵深应从障碍物前起，至营预备队阵地止；两侧至连防区分界线，并略有外延。测图时通常略大于连防御地域。

2、确定测图比例尺

测图比例尺的大小应根据图纸大小、用途及测区范围而定。如测绘分队防御阵地略图的比例尺通常为1∶2000～1∶5000。

3、确定测图方案

根据敌情和任务时限确定测角、测距和测高的方法；依测区地形确定诸测站点位置的大体分布和施测的顺序，以及确定在哪些地形特征点上树立必要的觇标以作为测图的控制点。

4、器材准备

主要包括轻便图板、照准器、指北针、望远镜以及铅笔、三棱尺和测针等。

三、测绘地物、地貌的基本方法

（一）地物的测绘

一般只测绘与战斗行动有关的地物。通常在标定图板、确定测站点之后，按一瞄、二测、三定、四绘的步骤，测定地物点在图上的位置。

一瞄。就是用照准器切定插在图板测站点上的测针，瞄准欲测的目标点绘出方向线。

二测。就是用测距器材测出测站至目标点的距离，并换算为

相应的图上长。

二定。就是由图板上测站点起，沿至目标点的方向线，依换算出的图上长截取目标点的图上位置。

四绘。就是依地物性质在图上绘出相应的地物符号。

若测绘线状或面状地物，则应先测出端点、转折点或轮廓特征点，再按规定的符号连以折线、曲线或封闭的曲线，并填绘相应的地形符号。

（二）地貌的测绘

测绘地貌，首先应全面分析地貌的分布形态，尤其是山背、山谷的走向，找出其坡度变化和方向变化的特征点，测出这些点位并将相关点连成地性线，进而构成地貌骨架线，然后再按高程绘出等高线。其具体步骤为：

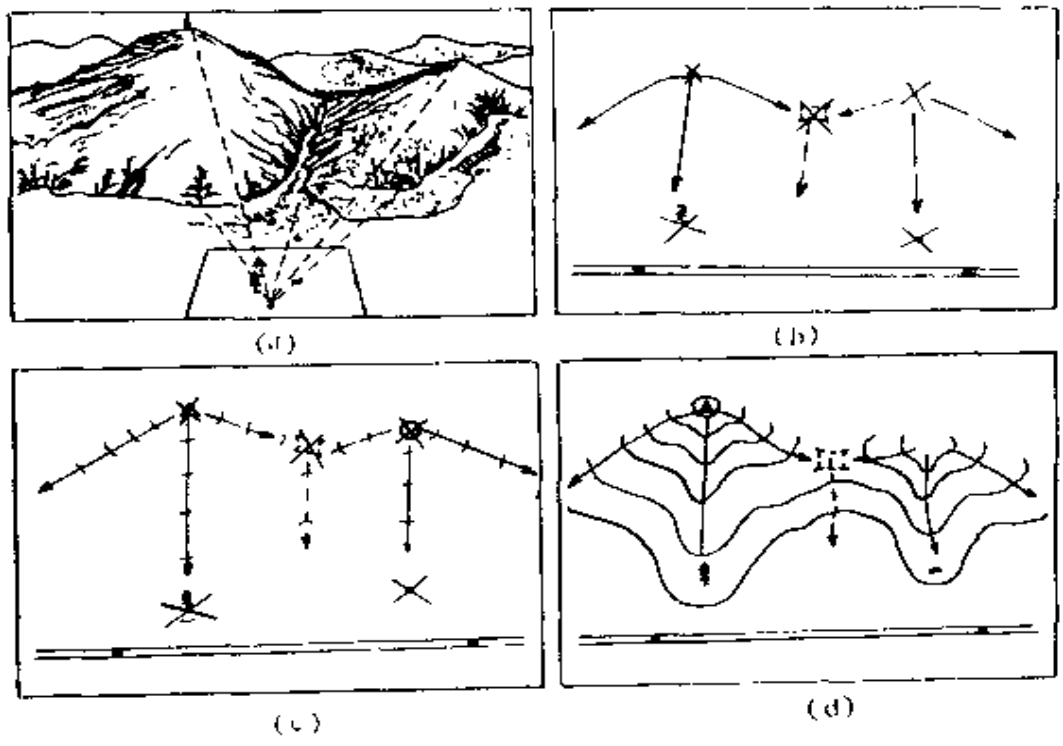


图 6－6　测绘地貌的步骤

一测。依测绘地物的方法，测定地貌特征点在图上的位置，如图 6－6(a)；

二连。依据实地地形，按山背、山谷走向将相关特征点连成地性线，如图 6－6(b)；

三定。依测得的特征点的高程和规定的等高距，在诸地性线上定出诸条等高线通过的位置，如图 6－6(c)；

四绘。参照实地地形，把同高的等高线通过的点连成与实地地形相吻合的等高线，如图 6－6(d)。

四、测图实施

简易测图按测距方法的不同，分为辐射法测图和图解交会法测图。

(一)辐射法测图

使用测距器材直接测定(目估)测站点至地形点距离而测图的方法，叫做辐射法测图。测站点应选择在展望良好，视野开阔的地形点上，若有敌情顾虑，还应注意隐蔽。其施测方法为：

1、第一测站点上的工作

——标定图板方位，绘出磁北矢标。整置图板水平，转动图板使图廓与实地测图范围相应；然后将指北针置于图廓外右上角，使磁针归零并沿直尺边绘出磁北矢标，作为以后标定图板的依据。

——确定第一测站点的图上位置。依测站点在测区范围内的相关位置，在图廓内相应部位确定出测站的点位，要保证图廓范围能包容整个测区。

——确定测站点的假定高程。根据测区高差情况，以不出现负高程为原则，定出第一测站点的假定高程。

——测绘地物、地貌。在标定图板方位的基础上，施测测站目视范围内的地物、地貌。

——确定第二测站点位置。向欲选作第二测站的地形点描绘方向线并测出距离，再依比例尺将其换算为图上长，然后自图上第

一测站点起，沿方向线截取出第二测站点的点位。

2、第二及其它测站点上的工作

——标定图板方位。置平图板，以指北针切磁北矢标线，转动图板使磁针归零；或以照准器直尺切图板上由已知测站点向本测站点所画的方向线（本测站点在后），转动图板瞄准已知测站点，则图板方位即已标定。

——求测站点高程。以前述图解高程测量的方法，求取第一测站点（其它已知高程的测站点）对于本测站点的高差，则本测站点高程为

测站高程＝已知点高程－高差－人眼高

注意：高差本身含有正负号。

——测绘本测站目视范围内的地物、地貌。

——确定下一测站点的图上位置

按上述方法测绘完整个测区。

（二）图解交会法测图

由图上任意两已知点分别向诸地形点描绘方向线，以其相应交点确定地形点位置而测图的方法，叫做图解交会法测图。其施测方法为：

1、第一测站点上的工作

——标定图板方位，绘出磁北矢标，确定第一测站点的图上位置并假定其高程。

——向本测站目视范围内所有待测地形点描绘方向线。为防止混淆，应在每一条方向线的端头简要注出名类，如图 6－7(a)。为使在测图中有较多的控制点，还应就整个测区范围内能看到的地形特征点，如尖山头、独立地物等描绘方向线。

——确定第二测站点位置。选择临近一个展望良好且与本测站点所绘方向线有较好交角的地形点作为第二测站点；然后由本测站点向其描绘方向线。

2、第二测站点上的工作

——确定测站点的图上位置。通过激光测距、视距或转站过程中用步测、直接丈量等方法测出第一、第二测站点间的距离，依比例尺缩小后，自图板上第一测站点沿向第二测站点描绘的方向

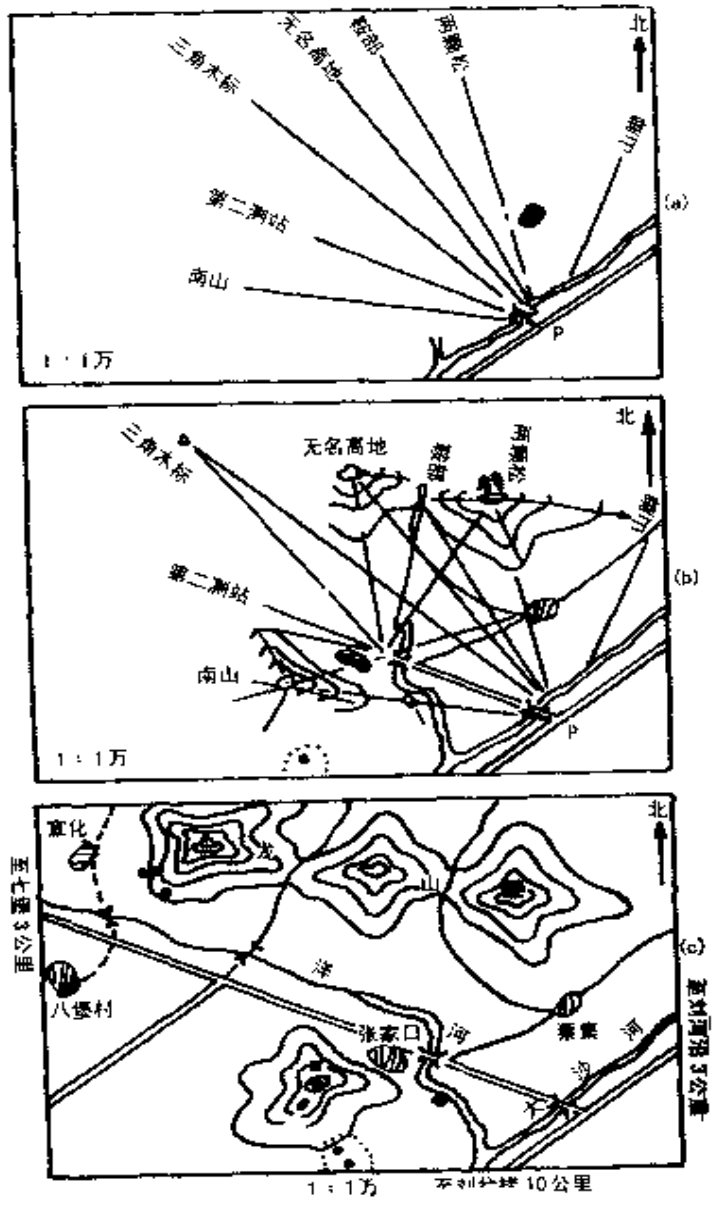


图 6－7　图解交会法测图

线，截出第二测站点的图上位置。

——用图解高程测量法测定测站点的高程。

——交会第一测站诸目标点的位置。标定图板，依本测站点逐次瞄准前一站所测目标点并画方向线，该线与前一站相应方向线的交点，即为诸目标点在图上的位置，并绘出相应的符号或记号。如图 6－7(b)。

——测定已交会出点位的诸目标点的高程。如图 6－5 那样，用图板侧边的照准轴瞄准待测点，此时用手压住重尺，在 OO′线上卡出测站至待测点的水平距离(由图板上取得)，由卡点沿其所在横线至重尺的间距，即为相应高差 h，再加上人眼高和本站之高程，即得所测目标点的高程。

——绘出地物符号及描绘等高线。

——同第一测站的工作内容。即向新选地形特征点、下一测站点和测区内具有控制作用的制高点描绘方向线。

3、其它测站上的工作

——确定测站点在图上的位置。用已知方向线或磁北矢标标定图板方位，再以照准器分别切准图上任意两已知点并照准实地相应目标，而后向后画方向线，两线的交点，即为测站点的图上位置。

——其它工作同第二测站工作内容。

若在一个测站上有死角，可在完成本站任务后，由测站点向能看清该死角的某点描绘方向线，并测出距离和高程，然后在方向线上按距离定出点位，再将测站迁至该点补测死角。按照上述方法，直至测完整个测区，经整饰即得地形略图，如图 6－7(c)。

4、检查整饰

当测完整个测区后，应在现地进行检查整饰。检查内容主要包括有无遗漏和错误。整饰时，首先将不必要的方向线和记号擦去，再按规定的符号清绘。最后注记图名、测制时间、地点、测图者姓名等。

第七章　地形对炮兵防空兵部队作战行动的影响

地形是军队战斗行动的客观基础，无论过去、现在和将来，地形始终是作战指挥和部队行动的基本依据。因此，在未来战争中，必须正确研究分析地形，趋利避害，才能使自己立于不败之地。

第一节　地形要素对作战行动的影响

地形是由地貌与土质、居民地、道路、水系和植被五大要素构成。它们以自身的性质、结构和形态特征影响军队的作战行动。

一、地貌与土质对作战行动的影响

地表物质的起伏形态和性质，称为地貌与土质。它们以其"形"和"质"影响军队的作战行动和其它地形要素的存在与分布，是最重要的地形要素。

地貌形态按起伏程度的不同，可以分为平原地貌、丘陵地貌和山地地貌。其划分的依据主要是高差、坡度和脊线脉络，如表 7－1 所示。

表 7－1　地貌分类

分类 / 因素	平原地貌	丘陵地貌	山地地貌
高差	＜50 米	50－200 米	200 米以上
坡度(α)	α＜3°	30°＞α＞3°	α＞30°
脊线脉络	无	不能连贯	十分明显

（一）地貌元素的军事意义

一个完整的地貌单元，通常由山顶、鞍部、山背、山谷、山脊和斜面等地貌元素组成。它们在作战行动中有着不同的军事意义。

1、山顶

形态高突，展望良好，是选择观察所的理想位置。由于对四周具有瞰制作用，若位居要冲，常被选为地形要点；形状颜色特殊的山顶，是指示目标的良好方位物，高大透空的山顶，是夜间行进可利用的方位物。

2、鞍部

道路翻越山脊，一般由鞍部通过。当有重要道路通过且其两侧地形险峻时，则称隘口。隘口是敌对双方争夺的咽喉要道。

3、山背

向上突起，便于观察和射击。防御时常在山背的突起部位挖掘堑壕、构筑射击工事。也可选做观察所的位置。

4、山谷

地势低凹，利于部队隐蔽、伪装和防护，但若施放毒剂，则滞留时间较长。声音顺谷方向传播的快而远，但翻山的横向传播则较差。战时可利用山谷实施隐蔽机动或选作火炮阵地。

5、山脊

山脊的走向，反应地貌的分布特征。对防御方向的横向山脊，利于防御，可以较少的兵力控制较宽的正面；纵向山脊，不利于防

守，却利于进攻。山脊的分布形态，常常是指挥员确定阵地编成、火器配置和战斗队形的重要依据之一。

6、斜面

斜面形状，影响堑壕的挖掘位置和火器配置。等齐斜面和凹形斜面，通常在防界线附近挖掘一条堑壕，即可以火力控制整个斜面；凸形斜面，通常需要挖掘两条堑壕，才能控制整个斜面；波状斜面，至少要挖掘两条或两条以上的堑壕，才能控制整个斜面，且死角多。斜面的坡度和长度，不仅影响攻方的冲击速度、机动能力，还增大体力消耗。

（二）地貌影响作战行动的因素与规律

地貌影响作战行动的主要因素包括：坡度、高差与高程、切割度和起伏频率。

1、坡度

坡度影响部队的运动，尤其是对炮兵防空兵部队越野机动影响更为明显。据实验，坡度对炮兵防空兵越野机动的影响如表7－2和表7－3。

表7－2　战斗车辆在不同坡度上的运动速度

兵种、武器和装备	不同坡度上的运动速度（公里/小时）				极限坡度（度）
	3°～6°	6°～10°	10°～15°	15°～20°	
高性能越野汽车	20～15	15～12	12～8	8～5	20°～30°
履带牵引车（带拖车）	12～10	10～7	7～5	5～3	17°～25°
自行火炮	15～12	12～10	10～6	6～4	30°～35°

注：地面湿软时，运动速度降低三分之一到二分之一以上。

表 7－3　几种战斗车辆最大爬坡能力(度)

车辆型号	最大爬坡	车辆型号	最大爬坡
122 自行火炮	32	解放汽车	28
130 自行火箭炮	32	–	–

2、高差与高程

高差较大的地区对部队行进速度有较大的影响。据统计，对轮式和履带式车辆，若以海拔为 0 时的速度为 100 公里/小时计算，则不同海拔高度上的机动速度变化如表 7－4。

表 7－4　车辆机动速度变化

海 拔(米)	轮式车辆 (公里/小时)	履带式车辆 (公里/小时)
0	100	100
1000	88.6	96.7
2000	78.1	92.6
3000	68.5	81.7
4000	59.8	71.0
5000	51.7	–

3、起伏频率与切割度

作战方向上，单位距离(以公里计算)内地貌起伏的次数，叫做起伏频率。起伏频率大，影响部队机动速度，观察死角多，射击效果差，但隐蔽条件好，利于对核、化武器袭击的防护。

地表受外力作用或其它因素影响，使地面形态发生的垂直变化(如沟壑、坑穴、陡崖、滑坡等)，叫切割形态。单位距离(以公里计算)内出现阻碍部队行动的次数，叫切割度。目前自行火炮和其

它战斗车辆越沟和过竖壁的能力，如表 7－5。凡大于表列值的都对机动构成障碍。

表 7－5　战斗车辆克障能力

技术装备种类	可通过竖壁高度(米)	可越过沟渠宽度(米)
自行火炮	0.85 以下	2.4 以下
履带牵引车	0.4～0.6	1.6～2.0
高性能越野汽车	－	0.5～0.8

(三)土质对作战行动的影响

土质，是军事行动的载体，也是工程构筑的基本材料。土质承载压强的大小，影响建筑物的稳固程度。不同的硬度，影响阵地的构工速度，如表 7－6。

表 7－6　人工开挖土质作业效率(立方米/人·时)

硬度种类 / 作业名	松软土	中等土	硬土	夹石土
挖深 2 米	1.0	0.75	0.5	0.25
挖深 5 米	0.3	0.3	0.1	0.1

土质影响部队越野机动。沙质土质，如沙漠，不利于炮兵防空兵部队的机动，牵引火炮基本不能通过，在较硬的平沙地上虽能勉强行驶，但速度慢，随时有陷车的危险且耗油量大。

砂砾土质，如戈壁，轮式车辆在硬戈壁越野行驶，时速可达 10～15 公里，在软戈壁只有 5～7 公里，油料消耗增大近 30%。

石块地，多位于海拔较高的地区，岩石受冰冻与风化作用发生崩裂而形成。炮兵防空兵车辆可以通过，但速度较低，油料消耗

大，轮胎易被割破。

盐碱地，底部潮湿、泥泞，通行困难。干旱地区的盐碱地，地表为白色，土质松软而不滑，一般尚可通行，但时速慢，个别地方易陷车。

龟裂地，多见于戈壁滩和有粘性土的地区。因人烟稀少，气候干燥而得以长期保存。其表面平坦、土质坚硬，利于机动。

土质影响射击效果。炮弹在松软土中爆炸，有50%的碎片在8～12米半径内很快减速；炮弹在沙土地、沼泽地爆炸，其杀伤面积较硬土地分别减少1/2和1/3。火炮在松软土上实施射击，影响射击精度。

化学成分和物理性质不同的土质，具有不同的波谱特性和感生核辐射的能力（一般来说，粘土、亚粘土、盐渍土感生辐射大；沙土、黑壤土感生辐射小）。需依不同土质采取不同伪装和防护措施，以对付空中侦察和地面放射性沾染。

二、居民地对作战行动的影响

（一）居民地诸元素的军事意义

居民地，主要由房屋、街区、街道和独立建筑物组成。它们在军事上有着不同的意义。

1、房屋

高大突出的房屋和位于居民地外围、旷野的独立房屋，具有方位意义，可用以确定站立点和指示目标。位于十字街口、居民地外缘或重要部门的高大坚固建筑，常成为城市战斗的支撑点。

2、街区

街区是居民地作战划分战斗任务的客观依据。密集街区，适于步兵凿壁穿墙隐蔽运动和使用轻武器进行小规模战斗；稀疏街区，便于炮兵防空兵支援步兵战斗。

3、街道

街道是居民地内部的通道。城市居民地战斗，自行火炮和战

斗车辆只能沿4米以上的街道机动。如欲向两侧建筑物内的目标射击，则其宽度应在12米以上，方能保证炮管横向转动的需要。街道还常作为进攻的调整线和分界线。

街道按其构成网的特点分为正交网状、辐射状和沿地自然延伸三种形式。正交网状街道，便于判定方位，穿插分进，适于横线式进攻与防御；辐射状街道便于实施向心攻击和圆周式防御；而沿河流、峡谷自然延伸的街道，一般直伸度差，纵向起伏较多，战时易于受阻。贯穿居民地内部并连接外部公路的直伸、捷径街道，以及通往政府机关、军事部门、电台、电视台、通信枢纽、水厂、电厂和重要军事工厂的街道，通常是各级部队的主要作战方向。沿线的十字街口、立交桥、桥梁是通阻的关节点；而近旁的可迂回街道，亦具有重要意义。

除地表上的街道外，大中城市还建有地铁、人防工程和较大的排水系统。战时，它们将是最好的隐蔽通道，但只有掌握了供电、送风和给水系统，才有较好的使用权。

4、独立地物

某些生产和生活所需要的独立建筑物，如烟囱、水塔、油库、发电厂、变电所等，都以自身的性质和建筑风格，起到保障与方位作用。而广播、电视、通信部门和水厂、电厂的关键设备和建筑物，将在作战中占据相当重要的位置。

（二）居民地影响作战行动的因素与规律

居民地影响作战行动的主要因素包括：建筑类型、分布形式、规模与职能。

1、建筑类型

土木建筑物，防护能力差，受到火力袭击时，易引起火灾，不宜选做防御阵地。砖石建筑物，有一定的防护能力，火灾危害小，墙壁较难打通，可作为防御阵地。钢筋混凝土建筑物，防护能力强，不易引起火灾，且多为较高或高层建筑，观察、射击条件好，可作为

支撑点使用；此类建筑玻璃窗占据较大面积的高层建筑，防护能力差，极易因火力摧毁留下残垣独柱，但多有地下室，对核袭击有较好的防护作用。

2、分布形式

密集而排列不规则的建筑地段，街道弯曲而狭窄，战斗车辆机动将受到极大限制或不可能实施机动；观察、射击条件受限，直视和直射距离一般在100米左右。

密集而排列有序的建筑地段，街道较宽，战斗车辆可高速机动；房屋间有较多的空地，便于炮兵防空兵参加战斗。但建筑物倒塌和人工设障容易堵塞街道；观察、射击距离较远，一般能组织交叉和相互支援火力，重型直瞄武器可支援步兵战斗。

散列式建筑区，房屋稀疏，机动条件好，便于组织相互支援火力；在高大建筑物上建立观察所，可引导炮兵射击。炮阵地可隐蔽在行树、围墙或房屋之后。

高层建筑区，是典型的现代化建筑，由高大公寓楼组成。公寓楼之间有较大空地，机动条件好，战斗车辆能沿宽阔的街道和建筑物之间的空地机动，战时造成的瓦砾一般不会将道路堵死；观察、射击条件好，在建筑物之间可组织交叉与支援火力，前进观察员能有效指示间瞄火炮等间瞄武器准确射击；对间瞄火力的杀伤有较好的防护作用，地下室是防核袭击的较好场所，战斗车辆在建筑物后或在地下通道内，可获得隐蔽与掩蔽。

3、规模与职能

人类生产与生活的社会性，使居民地形成规模不等的城市、集镇和村庄，并赋予它们不同的行政职能与经济职能，它们按一定的规律相互发生着联系和影响作战行动。

居民地按规模和行政职能分为：首都、省会、市、县和村镇。首都是国家中枢和象征，它的安危不仅在政治上、心理上对全国产生巨大影响，而且直接影响对诸省的领导与沟通，是全面战争必定争

夺的目标，具有战略意义。省会是一个省的中枢，其安危势必将波及全省和影响对诸市(地)的领导与协调，它通常是战区战役或局部战争争夺的目标，具有战役意义。市、县级居民地也与相应级别的战役或战斗目标相联系。一般说来，某一级居民地的安危，既影响纵向控制，又影响横向协调，在隶属关系上起到分割作用，并将削减对战争支持的凝聚力。任何层次的战役，必然与相应等级居民地相联系。

城市按其经济职能分为：工业、商业、能源、交通枢纽、港口和综合性城市。工业城市是支持战争的生产基地。能源城市既关系到其它城市的生产与生活的正常运转，又直接影响战争的实施，一旦失去控制，将使某些工业城市的生产瘫痪。港口和交通枢纽城市，关系到外部支援和内部交通运输与调动。商业城市影响商品的交换与集散路线的畅通，并对周围地区人民的生活产生影响。所以城市职能愈单一，影响愈广泛；而综合性城市，则独立性较大。一般控制一个城市，即能波及相当范围，起到以点制面的作用。

三、道路对作战行动的影响

道路是军队的命脉。它以不同的类别、质量、分布和构网，影响作战方向的选择、作战准备的时限与规模、作战兵种的编成与配置以及作战计划的实施。

(一) 各种道路的军事意义

对作战行动影响最大的是铁路和公路。

1、铁路

铁路运输量大，运转速度快，占用人员少，受天候和季节影响小。它是交通运输的主动脉。按其分布，凡贯通国土，沟通战区，连接大城市和重要港口，以及外连邻国与洲际的铁路干线，具有战略意义。它能保障战役军团的调动，有利于战区间的作战协同，便于向敌方出击和防御，也有利于得到后方和友好国家的外部支援。战区内通往边境的铁路，一般具有战役意义，它是选择战役方向必

须考虑的因素，因为只有铁路才能保障战役作战的巨大物资消耗和兵力的前运后送。

2、公路

地形适应性强、选线灵活、修筑方便，是铁路的重要补充。它可贯穿战略、战役后方，连接每个战术地域，形成一定密度的公路网。故能保障部队实施机动和遂行作战任务。

3、其它道路

通常作为部队徒步行进、穿插迂回、选择急造军路和由行进间发起进攻时的逐次展开通路。

（二）影响道路通行能力的因素与规律

铁路，设计和施工严格，它的运输能力基本上是确定的，可向铁路部门调查索取。

公路，按不同的设计要求分为五级，其相应的技术标准和通行能力如表 7－7。

表 7－7　各级公路的主要技术指标

公路等级	高速公路		一		二		三		四	
地形条件	平原丘陵	山岭重丘	平原丘陵	山岭重丘	平原丘陵	山岭重丘	平原丘陵	山岭重丘	平原丘陵	山岭重丘
行车速度（公里/时）	120	80	100	60	80	40	60	30	40	20
行车道宽度（米）	2×7.5	2×7.0	2×7.5	9.0	7.0	7.0	6.0	3.5	3.5	3.5
路基宽度（米）	26	23	23	19	12	8.5	8.5	7.5	6.5	6.5
极限最小曲线半径（米）	650	250	400	125	250	60	125	30	60	15
24 小时通过量（辆）	2.5 万以上		0.5～2.5 万		0.2～0.5 万		0.2 万以下		200 以下	

影响公路通行能力的主要因素包括：路面质量、车行道宽度、道路纵向坡度、转弯半径，以及附属建筑物状况。

1、路面质量

不同铺面材料的路面，其车辆运动速度如表 7－8。

表 7－8　不同路面上车辆的运动速度

道路种类及铺面材料	在道路上运动的平均允许速度(公里/时)			
	新铺面	修复铺面	损坏铺面	
			损坏面积在 10% 以下	损坏面积 10% 以上
公路干线和改良公路：				
水泥、沥青混凝土	50	40～50	20～35	10～20
用胶结构处理的碎石和砾石	50	40～45	20～30	10～20
普通公路：				
碎石和砾石	40	30～40	20～30	10～20
卵石和碎石	35	25～35	15～25	10～20
改良土路	30	20～30	12～20	5～12
土路和乡村公路	25	15～25	8～15	5～10

若为天然土质路面，则受气候条件影响较大，粘土、砂质粘土及黄土路面，雨天及其后的一段时间里，通行困难或不能通行。

2、车行道宽度

它决定车辆行驶列数，影响行进速度。当宽度不超过 3.5 米时，只能单向行车；若不小于 5.5 米，可以双向行驶。车道宽度与允许的速度关系如表 7－9。

表 7－9　不同路面宽度允许的行车速度

车行道宽度（米）	8.0	7.5	7 25	7.0	6.75	6.5	6.0～6.5	5.5～6.0
允许行进速度（公里/小时）	50	45	40	35	30	25	20	10
影响大小	－	10%	20%	30%	40%	50%	60%	80%

表中的影响大小，是以车道宽 8 米的行车速度为 100%，与其它车道行车速度对比而得出的。

3、公路纵向坡度

它影响行车速度。坡度小于 3%（约为 1.7°）时，可以忽略纵向坡度的影响；当坡度大于 3%时，一般按坡度每上升 1%，行车速度降低 3～3.5 公里/小时概略计算。通常公路的纵向坡度不超过 9%。

4、公路转弯曲率半径

它影响车辆和技术装备的运动速度。通常由下式确定

$$V = \sqrt{127R(\phi_0 + i)} \qquad (7\cdot1)$$

式中，V 为允许行车速度，R 为弯道的曲率半径（米），i 为横向倾斜坡度，ϕ_0 为横向摩擦系数，它由表 7－10 确定。

表 7－10　不同路面的横向摩擦系数

路面类型	路面状态			
	干燥	潮湿	泥泞	水滑
水泥混凝土路面	0.42	0.30	－	－
沥青混凝土路面	0.36	0.24	－	－
中、低级路面	0.30	0.18	0.12	0.12

汽车和火炮牵引车，要求最小转弯半径 20 米；当半径大于 350 米时，汽车转弯不必减速。在转弯较多的道路上，由于通视受限，还将大大降低通行速度。

5、附属建筑物

道路附属建筑物主要包括：路堤、路堑。路堤、路堑限制车辆的路外行驶，遭空袭时，不便及时隐蔽；路面遭破坏后，较难迂回，并常在这些路段形成堵塞。桥梁，是沿道路顺利开进的关节点，一旦遭到破坏，全路段都受到影响。重要桥梁具有战略或战役意义，其完好程度、载重量、通行能力都对作战行动产生影响，当车载重量不超过桥梁设计荷载时，桥宽 14 米以上，可 4 道行驶；6～9 米，可 2 道相向行驶；4 米以下，只能单向行驶；速度一般限制在 10～15 公里/小时；装配式钢桥通过车队时，允许达到 30 公里/小时，通过履带式车辆或平板拖车等重车时，时速只允许 5 公里，车的间距应在 15 米以上。立交桥，在平时给沿道路机动带来很大方便，但在战时有可能变成障碍，需修筑迂回道路。隧道、明洞是道路的掩蔽路段，车辆驶入能得到较好的掩蔽。

四、水系对作战行动的影响

水系，以水体的固有特性和分布特征，对作战行动产生影响。

(一)水系诸水体的军事意义

水系要素中，对陆上作战影响最大的水体是江河、湖泊、水库和沼泽。

1、江河、运河和水渠

江河、运河和水渠是线状水体，主要以其障碍性对作战行动构成影响，其中以江河的影响最大。横向分布的江河，如位于正面，则构成防御的屏障，进攻的障碍；如位于纵深，影响前后机动与支援。纵向江河，若位于翼侧，则可形成屏障；若位于战场中部，将割裂战斗队形，不便于左右机动与协同；若能航运，可构成水上通道。弯曲的河道，利于选择渡河位置，通常以江河弯向己方的河段为渡

河点，以便得到己方河岸两前伸部位上的火力支援。

运河、水渠，多出现在平坦地区，形成障碍。渠底高于地面时，便于制造水障；高大的岸堤，既是机动的障碍，又可依其构筑工事。运河、水渠一般规则平直，便于选定克障措施。

2、湖泊、水库

湖泊、水库是面状水体。它们以其水域的大小，对机动构成不同的影响。在汛期，湖泊湖面扩大，湖泊周围易形成沼泽，沿湖边运动困难；湖边生长的喜水植物（如芦苇）对部队机动、观察、射击不利；若湖面大范围长有高杆植物，则宜于开展水上游击战和实施隐蔽袭击。大的湖泊，对进攻形成障碍；对防御，则构成天然屏障。

水库，可能制约城市供水，一旦溃坝，蓄水将倾泻而下，淹没大片范围形成水障，局部地形会改变形态，严重影响部队机动与作战。

3、沼泽

沼泽是机动的天然障碍。任何车辆和重型装备要通过沼泽地，必须经过艰巨的工程作业。沼泽通常是防御的屏障，进攻的障碍，但采取一定的克障措施，也可能成为攻方出奇制胜的地形。

4、水源

水是部队生活、行军、作战必需的物质。对水源的要求是水质好、供水充分、位置适中。饮用水，应是透明、洁净的软水，即无色、无臭、无味，水中放射性物质和毒剂量不能超过规定的标准。车辆、机械用水要透明，不能含腐蚀金属或引起沉淀的物质。洗消用水，应是不含有毒剂、病毒和放射性物质的洁净水。

供水量，夏季每人一昼夜用水 15 升，冬季约 8 升，平均约 10 升。其中 50%～60% 供炊用与饮水。汽车和技术兵器的需水量如表 7－11。

表 7－11　汽车、技术兵器昼夜用水量

类别	火炮牵引车			汽车			洗车
	轻型	中型	重型	3 吨	5 吨	12 吨	（一辆）
用水量（升）	30	45	75	15	20	45	100～200

由此看出：缺水地区，水源关系着作战方向的选择、作战进程与结局。

水系从总体上讲，对部队运动构成障碍。横向江河愈多，进攻时克障或收拢部队组织强渡的次数就愈多；防御时则可获得多道天然屏障。宽度愈大，强渡的难度或防御的稳定性就愈大。战场水域面积愈大，越野机动的难度就越大，甚至必须使用特殊装备和采用特殊战法。水系分布过密的地区，进攻作战，迫使指挥员把研究地形的重点放在克服水障，选择渡口和组编抢渡、潜渡突击部队上；防御作战，指挥员思考的重点是：利用江河设防和控制渡场，歼敌于水面近岸。缺水地区，常把作战方向选在有水源的方向上，并以寻找水源、解决储水、供水为重要保障内容。

（二）水系影响作战行动的因素与规律

水系影响作战行动的主要因素包括：水宽、水深、流速、底质、岸质、水质和水体特性。

水宽。通常指江河、运河和水渠的横向宽度。窄的河流，一般水深不大，便于徒涉或组织泅渡，利于架桥和维护；较宽的河流，一般水位较深，徒涉、架桥和维护都困难；大的江河可能成为划分战役阶段的天然地线。

水深。指水面至水底的垂直距离。对于江河、运河和水渠，通常把河床断面上的最大水深，作为一定河流的水深值。水深的大小影响徒涉、潜渡和渡河器材的选用。若流速不大，水深小于 1.5

米的河流可以徒涉，水深小于 5 米的河流，中型坦克经密封处理可以潜渡。河流的水深变化有一定分布规律：直伸河段，深水区位于河床中部；弯曲河段，深水区靠近凹形陡岸。掌握此规律有利于实地寻找涉水路线，绕过深水区。

流速。是单位时间(秒)内水体的流动距离(米)。江河，通常以主河道某处的流速作为相应河段的流速。其大小对徒涉和潜渡都有影响。各兵种、车辆在不同流速条件下允许的最大涉水、潜渡水深如表 7－12。

表 7－12　战斗车辆允许的涉水、潜渡深度

战斗车辆	徒涉场最大水深(米)		
	流速在 1 米/秒以下	流速在 1～2 米/秒	流速在 2～3 米/秒
载重 1.5～2.5 吨汽车	0.60	0.50	0.40
载重 3.0～3.5 吨汽车	0.80	0.70	0.60
载重 5 吨的汽车	0.90	0.80	0.70
履带式牵引的火炮	1.00	0.90	0.80
自行火炮	1.30～1.50	1.20～1.40	1.10～1.30

此外，流速小于 1 米/秒的河流，对渡口类型的选择没有影响，可使用任何渡河器材和水陆技术兵器；当流速为 1～2 米/秒时，步兵战斗车、水陆运输车、门桥的下水、上岸和水中操作产生困难；当流速超过 2 米/秒时，不仅不能使用水陆技术兵器和自行渡河器材，而且也不能架设浮桥或构筑低水桥。

底质。指水底表层物质的性质。其软硬程度影响人员和车辆的涉渡与潜渡，关系到渡口位置选择和工程构筑的难易。车辆与火炮只能在较平的硬底质上渡过，如沙、砾石或石质底(但不能有巨石阻碍)；若是软泥底，则会出现打滑、熄火现象。当无法查清河

流的底质时，可按表 7－13 中流速与底质间的一般对应关系，作出判定。

表 7－13　流速与底质的关系

平均流速（米/秒）	可能的河底性质	平均流速（米/秒）	可能的河底性质
0.1－0.2	淤泥	0.6－1.2	砾石
0.2－0.4	细沙	1.2－1.4	卵石
0.4－0.6	粗沙	1.4－4.0	大卵石、巨石

岸质。包括河岸的高度、坡度和土质的坚定程度。硬质岸高度大于 0.3 米时，对汽车构成障碍；6 至 12 度的缓岸，车辆容易涉水上岸。当岸坡超过 25 度时，则必须改造成缓坡。河岸土质若为硬砂或砾石，车轮可反复通过；若为细粒土，则很快会被压垮。

水质。指水体的性质。按所含矿物质的不同，分为硬水和软水；按滋味的不同，分为淡水、咸水和苦水。软水和淡水，适宜生活饮用和机械用水。

水体特性。指水系的特有性质。它导电性能好，能增长无线电通信距离和增强通信效果；核爆炸产生的高温易为水所吸收，温度下降快；水又是洗消放射性粘染的“清洁剂”。水对工程构筑的选址、类型、结构都有较大影响。

五、植被对作战行动的影响

植被，主要以不同的群落对作战行动产生影响。所谓植物群落，是指在一定的生长环境中，一定植物种类有规律的组合。

（一）不同植物群落的军事意义

1、森林

森林是植被要素中，对作战行动影响最大的一种植物群落。

它能对战斗车辆越野机动形成障碍，且易迷失方向；茂密的树冠，使林区具有良好的隐蔽、伪装和防护条件。因此，森林地区作战，利守不利攻，特别适宜步兵抗击具有装甲优势之敌的进攻。防御战斗，通常在林内距林缘不太远的有利地形上，就地取材构筑工事，设置障碍，建立支撑点式防御阵地，实施依托支撑点的近距离运动防御作战，以自身有利的隐蔽条件，杀伤林外暴露进攻之敌；便于实施游击战、伏击战；但开阔地上的小片森林，易成为对方的集火目标，一般不宜在那里设置阵地。进攻战斗，适于用装甲部队夺占林缘，先夺取森林突出部，以摧毁敌人可能构成侧射与交叉火力的阵地，获得与守方相同的森林条件，然后再以摩步兵向纵深发展进攻。

2、灌木林

密集灌木林，对炮兵防空兵部队机动构成较大的影响，轮式车辆一般不能通行，履带式车辆运动速度降低 1/2。观察、射击受到极大的限制，隐蔽条件(除高大军事目标外)较好；防护作用虽与森林相近，但易引起火灾。

3、其它

竹林，影响炮兵防空兵部队机动、观察和射击，其影响程度介于森林与灌木林之间；高草地，具有一定隐蔽作用，对部队观察、射击也有影响；经济林，多经规划，排列整齐，林下植物稀少，相对利于运动，并具有一定方位意义。这些植物群落，除竹林外，通常对战术运用不构成较大影响。

(二) 植被影响作战行动的因素与规律

植被影响作战行动的因素包括：群落类型、粗度、密度、高度、树种和植物特性。

1、群落类型

不同类型的植物群落，具有不同的外貌季相变化和层次结构，因而具有不同的隐蔽、伪装、防护性能和障碍作用。例如，热带雨

林群落，终年常绿，季相变化不明显，层次结构复杂，林下藤本植物纵横交错，寄生植物发达。因而全年都有良好的隐蔽、伪装、防护条件，但障碍作用突出，不仅车辆不能通行，徒步行进也很困难，极易迷失方向。由此决定了在此种林区作战，适于使用特种部队、渗透袭击部队和游击队，运用穿插伏击和奇袭手段，对敌纵深进行重点打击或偷袭。夏绿阔叶林群落，冬季落叶，夏季绿叶茂密，季相明显，层次结构简单，林下灌木、草类稀疏。因而夏季隐蔽、伪装、防护条件好，冬季较差，越野机动相对有利，可实施林内作战。

2、粗度

通常指乔木的粗度。军事上从阻碍坦克机动出发，规定由树基向上约与坦克履带前沿同高处的树径，为其粗度值。由于该高度相当于人体胸部高，故粗度又称胸径。

根据实验，树木以厘米为单位的胸径值，若不大于以吨为单位的坦克全重值的 1/2，则坦克可以撞倒树木而通过。若坦克低速行驶，则可撞倒胸径值"等于"坦克全重的单棵树木。对于森林，因有一定纵深，一般来说平均胸径为 20～25 厘米时，即能对坦克构成障碍，即使坦克能连续撞倒这些树木，倒树将与其它树木交织在一起，形成更大的障碍。

3、密度

通常以株距描述。株距的大小，决定机动和隐蔽的程度。当株距大于 6～8 米时，战斗车辆一般可直驶通过；若株距在 5 米以下，战斗车辆转弯困难，甚至形成障碍。

树林的隐蔽程度，是以树冠的郁闭度来描述的。所谓郁闭度，是指研究地区内全部树冠在地面上投影之和与地区总面积之比。

4、高度

乔木高度通常与胸径成正比。高度愈大、树愈粗，取材价值愈大，对部队机动的障碍程度也愈大。灌木的高度，决定隐蔽程度的大小。

5、树种

不同树种，具有不同的韧性和抗力，根系深的橡、榆、枫、松等，抗冲击波的能力强；根系浅的云杉、桦树和落叶松则较差。树种还间接反映出森林中的土质和群落的分层结构。例如，云杉喜欢潮湿的粘土，生长密度大，树枝长得低，其间常有矮树丛，对部队运动影响很大；松树林喜欢干燥，故较稀疏，多数没有矮树丛，通常生长在沙壤上，相对利于部队运动；红松林，树下藤类植物蔓生，行进困难。

6、植物特性

植物的固有特性，利于伪装和对核、化武器袭击的防护。有一定密度和厚度的活植物或新鲜植物，能明显地吸收雷达波和削弱其透射能力，能有效调节目标与背景之间的温差，以对付雷达和热红外遥感侦察。所以，军事上常采用铺设草皮、播种植物、设置箱载植物和编扎植栅等方法，掩盖和伪装军事目标。

树林聚生、表面粗糙、不透明和颜色深暗的特性，能削弱核爆炸光辐射的杀伤破坏作用，密集针叶林可减少 9/10～14/15；疏阔叶林可减少 1/2。但核爆炸光辐射会引起森林火灾，特别是针叶林最易着火。密集的树冠，能滞留散落的放射性沾染物，针叶林树冠可滞留沾染物的 1/2；阔叶林树冠可滞留沾染物的 1/4。在距林缘 50～100 米的林内，能使冲击波明显减弱，但当冲击波气流速度超过 10 米/秒时，能使树木伏倒或折断，形成障碍或间接杀伤。森林对化学毒剂也有一定的防护作用。若染毒中心在森林之外，则在距林缘 100～400 米的林内，能有效阻止毒气团的扩散；若毒气来自森林上空，树冠对液体或粉剂能起到一定阻滞作用；但当染毒中心在林内时，毒气团会长期滞留在原地，缓慢地向四周扩散，增大染毒面积。

第二节　各类地形对炮兵防空兵部队作战行动的影响

地形诸要素的不同组合，形成不同类型地形，地形诸要素之间既相互制约，又相互依存。如地貌的起伏，制约着居民地的大小、疏密和分布；道路网总是依据地貌的起伏形态和居民地的分布而构成；土质，既受制于地貌的起伏，又制约着植被和其它地物的分布；水系总是依地貌的起伏形态而决定其流向，同时又塑造着地貌的细部形态。军事上通常以地貌的三种起伏形态为基础，按与其它地形要素的结合情况，划分为不同的地形类别，并以对作战行动起主导作用的要素名称或特征命名。如山地地貌形态与大面积森林相结合形成的地形，称为山林地形。按此地形类别有：山地、丘陵、平原、水网、城市居民地、山林、石林、黄土丘陵、海岸与岛屿、沙漠戈壁、草原与沼泽、高原地形等。

军事上为满足某些特殊需要，有时又以通行、隐蔽、切割为标准，对地形进行分类。

地形按通行程度，分为能通行、难通行和不能通行三类。并以车辆机动为标准，凡履带式车辆能实施广泛机动，仅个别地段需要绕行或构筑道路，而轮式车辆行驶略有困难的地形，为能通行地形；履带式车辆可以低速行驶，轮式车辆运动有困难的地形，为难通行地形；若不进行大量的运动保障作业，履带式和轮式车辆均不能行驶的地形，为不能通行地形，也叫断绝地。

地形按观察程度，分为隐蔽地、半隐蔽地和开阔地。划分它们的数量指标如表 7－14。

表 7－14　观察程度的分级

类别	隐蔽地	半隐蔽地	开阔地
垂直隐蔽面积	大于 23%	4% －23%	小于 4%
斜视隐蔽面积	大于 65%	15% －65%	小于 15%

地形按切割程度，分为严重切割地、中等切割地和轻微切割地。严重切割地，切割度大于 30%，有大量天然障碍，沟壑、河溪较多，地貌起伏较大，不适于炮兵防空兵部队作战和其它技术兵器的运用。中等切割地，切割度约为 20%，障碍物相对较少，大部分战斗车辆可以克障通过，多属于丘陵地貌，此种地形仅在某些方向难以集中使用技术兵器。轻微切割地，切割度小于 10%，一般为平原地貌，此种地形上能投入大量炮兵防空兵部队和使用技术兵器。

不同类型的地形，对炮兵防空兵部队作战行动有着不同的影响。

一、平原地形

平原地形，是在平原地貌上，相对均衡地分布有其它地形要素的一种地形。按地理条件的不同，分为北方平原地形和南方平原地形。

（一）地形特点

北方平原地形，地势平坦开阔，起伏和缓，多为耕地，间有小的岗丘、垄岗，高差一般在 50 米以下。居民地多集中分布，房屋大部为砖瓦结构，并分布有较多的大、中城市。道路成网，四通八达，集镇之间有公路相通，村与村之间有大车路相连。江河、湖泊较少，水量变化大，雨季河水较深，枯水季节河水较浅，河床宽阔，两岸多堤岸。耕地多为旱田，夏季高杆作物生长茂盛，冬季农作物矮稀。

南方平原地形，地势平坦开阔，除公路外，乡村小路窄而弯曲，且多桥梁。江河、湖泊遍布，沟渠纵横。耕地大部分为水稻田。村

镇小而分散，建筑不甚坚固，地下水位高。

平原地形在结构上呈现：以城市为中心，县镇为拱托，村庄散布其间；铁路、公路为干线，其它道路补充构网；江河、运河绕居民地而过的平坦沃野景观。

（二）对炮兵防空兵部队作战行动的影响

炮兵防空兵部队在平原地区作战，便于机动，尤其是北方平原，更能发挥炮兵防空兵部队的机动性能，便于组织指挥。但在雨季，江河有较大的障碍作用。

平原地区展望良好，视界开阔，便于观察射击，能较好地发挥炮兵防空兵火力优势。但因地面平坦，不易选择良好的观察所。冬春两季，一般荫蔽伪装困难，军队在组织开进、集结和机动方面容易暴露企图，不易选择良好的遮蔽阵地。夏秋两季，高杆作物繁茂，便于荫蔽伪装，但观察和火炮直瞄射击受限制。

北方平原，利于构筑工事；南方平原，因地下水位高，水稻田较多，不便于构筑地下工事。平原地区为军队宿营、后勤补给提供了较好条件。

平原地区，对原子化学武器的防护作用性能较差，杀伤面积较大，但利用土堆，小丘，凸道、凹道和沟渠等，可起到一定的防护作用。

平原地形的结构表明：城市、交通枢纽为作战目标，交通干线为作战轴线。防御时，可沿交通线依托城镇居民地进行大纵深防御或沿横向江河设防，重点扼守重要城镇、交通枢纽、重要桥梁和渡口，并通过改造地形，建立有机的防御体系。进攻时，便于迅速集中兵力，实施宽正面、大纵深、高速度的推进，也便于广泛实施包围迂回。总之，平原地形利攻不利守，且制空权和装甲优势显得特别重要。

二、丘陵地形

丘陵地形，是在丘陵地貌上，相对均衡地分布有其它地形要素

的一种地形。按地理条件的不同，分为北方丘陵地形和南方丘陵地形。

（一）地形特点

北方丘陵地形，高地相对独立，山顶圆浑，谷宽岭低，坡度较缓，多为黄土质，山谷为耕地或梯田。居民地多依丘傍谷，分布较密。道路依谷分布，交通便利，但高等级公路较少。河流较少，河道弯曲。树木多集中在居民地内外。

南方丘陵地形，山丘顶尖坡陡，山背狭窄、谷地多是水稻田。居民地散居在山坡山脚。道路多为山村小路，溪流较多。山丘上树木、茶林、竹林生长较密。

丘陵地形在结构上呈现：山岭脊线脉络不连贯，居民地坐落于丘谷交错的宽坦谷地，道路依谷构成网状，河流顺谷汇成河系。

（二）对炮兵防空兵部队作战行动的影响

北方丘陵地形对炮兵防空兵部队的机动和各种火炮、器材的使用一般限制较小。因地形的起伏而具有一定的隐蔽条件；通行条件好，便于组织指挥、通信联络、隐蔽机动和协同作战；展望良好，射界开阔，便于选择良好的指挥所、观察所和射击阵地；土层较厚，材料丰富，便于构筑野战工事；物产丰富，便于后勤补给；对原于武器袭击有较好的天然防护作用，但山谷和凹地易滞留毒剂；狭谷和冲沟是天然的防坦克障碍。

南方丘陵地形，机动条件差，特别是越野机动受到较大的限制。战斗规模小于北方丘陵地形。

丘陵地形的结构特点，决定了防御时，以居民地为中心，高地为依托，以丘制谷、以点制面的战术原则，依托高地构筑互为依托、相互支援、纵深梯次的支撑点式防御。进攻时，利用遮蔽谷地选择配置地域，通过高地间隙实施多路、多方向的穿插、迂回，分割包围，各个击破的战术。总之，丘陵地形既利于攻，也利于防，战场容量大，适合大兵团作战。

三、山地地形

山地地形，是在山地地貌上相对均衡地分布有其它地形要素的一种地形。

(一)地形特点

地貌起伏显著，群山交错连绵，山高坡陡谷深，其间形成一些盆地。居民地小而疏，多分布在谷地和山间盆地。道路稀少，尤以铁路、公路最缺乏，且弯曲多、曲率半径小，穿过鞍部时多形成隘口，主要道路为乡村路、小路，多依谷而行。河流湍急、河床狭窄、岸陡，河底多石，雨天易洪水暴涨。树木一般较少。

山地地形按地理位置的不同，其地形特点也有差异。沿海山地，海拔低，气候温和，居民地和道路网较密；高海拔山地，空气稀薄，气候寒冷，多雪山，人烟少，交通极为不便；高纬度山地，山顶浑圆，坡面较缓，谷宽，河少；低纬度山地，山顶较尖，坡陡谷窄，多溪流。山地地形在结构上呈现：山脉脊线脉络连贯突出，山岭、支脊纵横相连，其间环抱着许多盆地，居民地坐落于盆地之中，道路穿谷越岭，以沟谷通道将诸盆地相连。

(二)对炮兵防空兵部队作战行动的影响

炮兵防空兵部队在山地作战，因地面起伏急剧，形成割裂断绝。部队只能沿公路运动，受地形限制较大；判定方位困难，容易迷失方向；观察、射击死角多，通信联络、指挥协同均较困难，但便于选择指挥所、观察所，便于隐蔽伪装。

山地便于构筑坚固的坑道工事，但石质山地，不易挖掘，作业效率低。因道路稀少而前送后运困难。

山地便于对原子武器的防护，一般背向爆心的陡坡、冲沟、断崖均有良好的防护作用。但面向爆心的斜面和直长谷地，人员和技术兵器则会相应的增大伤害程度；狭谷、山间道路、隘路易遭破坏，陡坡、陡崖易引起倒塌，造成道路堵塞，河水泛滥，更加限制军队机动；树林、草丛受光辐射，易引起火灾，可能增大间接杀伤作

用；谷地、凹地、隘路等地段和丛林易滞留毒剂，因山地路少缺水，受到持久性毒剂袭击时，迂回和洗消困难。

山地地形的结构特点，决定了盆地是敌对双方争夺的目标，沟谷通道是作战轴线，能否有效控制通道将是山地作战成败的关键。从总体上讲，山地易守难攻，在高技术条件下的现代战争中，山地仍是以劣抗优的理想地形。

四、水网地形

水网地形主要是以平坦地貌和密布的水体构成的一种地形。

（一）地形特点

在平坦的地面上，江河、沟渠纵横交错、相互贯通，多数河流可通行船只。河渠宽窄不一，河岸较陡，河底多淤泥，一般每平方公里有3～5条河溪，沟渠10条以上，地面被分割成为大小不等的块状水域。湖泊池塘星罗棋布，有的地区每平方公里多达500多个。耕地多为稻田。地下水位较高，故称此地形为水网稻田地。稻田灌溉季节，积水5～10厘米，泥深10～20厘米，田埂高多在30厘米以上。居民地小而密，多为散列式分布，位于河渠、公路两侧，屋基较高，质量不坚，村落四周竹树丛生。较大的城镇常是交通枢纽或水利工程所在地。

道路分布不均，村与村之间多沿堤以小径相连。公路数量不多，多沿江河堤岸修筑，涵洞、桥梁较密，载重量多在10吨左右。水上交通发达。树木不多，但居民地外围、道路两侧及田埂上多长有树木。

水网地形在结构上呈现：遍布水体的地面上，江河是地形的骨架，主要道路沿堤岸分布，在江河（或道路）交汇点，形成具有水陆交通枢纽意义的居民地。

（二）对炮兵防空兵部队作战行动的影响

水网地形极不利于炮兵防空兵部队机动。炮兵防空兵部队只能沿少量的公路机动，且难于选择迂回路线。视、射界与季节有

关，冬春季节较好；夏秋季节受农作物影响较大。由于高地较少，选择制高点、指挥所和观察所较难。不易选择火炮发射阵地，只能选在居民地、密集行树或河堤之后。直瞄火炮超越射击困难。另外，隐蔽条件差，工程构筑困难，渗水太快。广阔的水面利于无线电通信，但指挥协同困难，不易调整部署。

防护性能与平原地形相近，但放射性沾染波及范围小，辐射热大部分被水吸收，化学毒剂易起到水解作用，洗消方便。

水网地形的结构特点表明：江河（或道路）的交汇处的城镇、交通枢纽是作战目标，公路、铁路或地势较高的延伸方向为作战轴线。防御时，尽量利用横向河流设防，阵地选在村庄外缘、桥头、堤坝等有利地形上。进攻时，较难由正面突破层层抗击的大纵深防御体系，只能大胆实施水上迂回包围，诱迫敌人于阵地之外作战。

五、城市居民地地形

以非农业人口为主，具有一定规模的工业、商业、交通运输业聚集的较大房屋建筑区域叫城市。以其为中心，涉及四周卫星城镇与畛制地形的广大地域，称为城市居民地地形。

（一）地形特点

该地形以广泛分布的密集房屋建筑为主要特征。在分布上，以大、中城市为核心，以卫星城市为拱托，四周分布着高度密集的集镇与村庄。连接大城市的主要交通线两侧，居民地密集。建筑物的分布格局与地貌有关，平坦地上多为网格状或辐射状，街区较为规则；丘陵地貌上则多沿谷地分布为不规则的条带形。市内街道密集，纵横构成网状，交通便利，便于机动。贯通城市并连接外部的主干道，宽度多在60米以上；联系各功能区的次干道，宽度在30米左右；一般街道、巷道则与主干道间隔分布。河渠多经修整，堤岸堆砌整齐。通信、输电线路密集。

城市居民地地形在结构上呈现：大、中城市为核心，卫星城镇为拱托，连接它们的道路形成密集网络。对城市本身，密集的房屋

建筑为其分布特征，街道是其骨架，它既是划分街区的依据，又是将诸街区联系为有机整体的纽带；外围城镇和高地，形成城市的屏障。

（二）对炮兵防空兵部队作战行动的影响

城市居民地地形，以市区内稠密的建筑物、街道网、地下工程设施以及外围有瞰制、拱托作用的地形，对战斗行动产生影响。对战斗行动的影响程度，取决于它的大小、所在位置、建筑物状况和附近的地形条件等。

城市建筑物的障阻性，使炮兵防空兵部队地面机动受到极大限制。战斗车辆只能沿街道和建筑物间的空地机动，狭窄和弯曲的街道会影响炮兵防空兵机动。密集的建筑物使观察、射击条件受限，直视和直射距离通常只有几百米，观察所只能看清邻近地域。

城市居民地通常是攻、防要点，也是敌航空兵、炮兵、原子、导弹和化学武器袭击的目标，如郑州、徐州等大中城市是政治、经济、文化中心和铁路交通枢纽，利于机动、便于宿营和后勤补给，便于利用城市的电讯设备组织部队的通信联络。城市居民地对原子武器的防护能力，主要取决于建筑物坚固程度和有无地下建筑物等，通常居民地能缩小杀伤范围，但易造成间接杀伤和引起火灾，街巷易滞留毒剂和放射性沾染物质。

城市居民地具有良好的隐蔽条件。战斗车辆可隐蔽在建筑物之后，还可在地下车场、楼洞、车间厂房进行掩蔽。

居民地建筑对常规武器杀伤具有较好的防护作用，地下室和钢筋混凝土人防工程对核袭击有较好的防护能力。密集高大的建筑物，使电台效率降低，只能通过转播或用直升机开设机载中继站实施通信联络。战时应注意对现有通信设施的夺取和保护，以及对电台、电视台的利用。

城市居民地战斗指挥困难。战斗队形常被分割，整个作战变

成一系列小分队战斗。炮兵防空兵可在城市外缘，居民地内的广场、公园和空中建立发射阵地，但易受建筑物的阻挡。

城市外围地形，对作战影响极大。若是平坦地形，则无制高点利用，利攻不利守，防者只能依托卫星城镇，建立能相互支援的战斗阵地以控制通道，或依托江河设防。若是丘陵或山地地形，守方则有较多的制高点控制通往城市的谷口，利守不利攻；攻方可首先夺取瞰制城市的制高点，为尔后的市区作战创造条件。

城市居民地地形的结构特点表明，在此种地形上作战，一般包括外围作战和市区作战两部分。市区是外围的依托，外围是市区的屏障，作战首先从外围开始。市区战斗，政府机关、指挥部、电台、电视台、交通枢纽部、水厂、电场、军工厂等是作战双方争夺的主要目标；通往这些目标的主要街道将是主要作战方向；而这些作战方向上的十字街口、广场、公园、桥梁等毗连建筑物将成为守方的支撑点。在作战原则上，由于城市居民地战斗需要投入较多兵力，花费较多的时间，伤亡大，建筑物破坏严重，因此迫使作战双方为了保持进攻的锐势和减少伤亡，通常尽可能绕过城市或通过夺取水源、能源等卫星城镇而孤立中心城市，使其失去防御作用，只有在夺取城市可以获得重大军事、经济利益时，才实施进攻。进攻时，先夺占城市四周具有瞰制作用的地形单元，控制进出城市的诸条接近路，而后突击城市的翼侧和薄弱部位，夺占重要建筑物和关键性街道，将城市分割为数块，最后有计划地逐幢房屋、逐条街区肃清守敌。防御时，尽可能避免在城市内进行战斗，当必须坚守某个城市时，应在城市前方尽可能远的地方依托有利地形进行防御，充分发挥城市的依托和保障作用，建立大纵深防御体系，迫使敌在外围大弧线上过早地分散展开，使敌既不能绕过，也不能迂回。

六、山林地形

山林地形，是以山地地貌和森林为主导要素结合而成的一种地形。按地理条件的不同，分为南方山林地形和北方山林地形。

（一）地形特点

南方山林地形，又叫热带山岳丛林地形。山高脊窄，坡陡谷深，多数为土质山，少数为石质山，自然洞穴相对较多。树林茂密，多为常绿阔叶林，林内藤蔓缠绕，灌木杂草丛生。河溪较多，河道弯曲，岸陡河窄，多沙、石底质，雨季和雨后，急流涌泻，不易徒涉。居民地疏而小，多位于谷旁。道路稀少且质量差，公路多沿山脚、河流一侧绕行，路面狭窄，桥梁、涵洞较多；村与村之间以崎岖小路相连。

北方山林地形，山岭一般宽阔，山顶浑圆，谷地宽展。居民地相对集中，多分布在谷旁阳坡；公路较少，多为乡村路，雨季泥泞难行。

山林地形的结构特点，除群山密布森林外，其它与山地地形相同。

（二）对炮兵防空兵部队作战行动的影响

山林地形对炮兵防空兵战斗行动的影响程度，因地形的起伏状况，森林分布面积、密度、种类、高度，树干的粗度，以及有无林中道路、林中空地等而不同。

南方山林地形，部队机动困难，战斗车辆只能沿道路机动，几乎不能越野。北方山林地形，因林下多为高草植物，机动情况稍好，但若有沼泽，将给机动带来很大的困难。

在山林地形上作战，观察、指挥、协同不便，通信联络困难，不易选择良好的阵地，不易发扬火力，射击效果较差，战斗队形不便展开，武器、弹药和被服易受潮发霉而变质，后勤保障任务繁重。

山林地形利于隐蔽集结和接敌，从而达成战斗的突然性，便于就地取材，修筑工事，便于采集野生食物，短期克服困难。

山林地形对原子、化学武器有防护作用，但易造成立体沾染，生物细菌不易消除，森林特别是针叶林易引起火灾。

山林地形森林茂密的结构特征，使“以点制面”的山地战术受

制约，但“卡口、制谷，保盆地”的基本战法没有改变。

七、石林地形

石灰岩受水溶蚀，形成石峰交错林立的丘陵地貌，以其为主导要素构成的地形，叫石林地形，也叫石灰岩丘陵地形。

（一）地形特点

地面起伏不大，岩峰挺拔林立，尖峭陡峻。岩峰按其相连状况，分为峰林地、孤峰地。岩峰高一般为 50～200 米，坡度 60°以上，陡峻者在 80°以上。石峰上无土壤，草木稀少，岩石裸露，裂隙纵横，雨水下渗，形成溶斗、溶洞，平均每峰 1～2 个，多者数十个，洞内多有暗河、暗湖、钟乳石等，洞内面积一般在 100 平方米以上，大者可达数千平方米。降雨后，雨水多汇集在山谷暗河中，成为储量丰富、水质优良的地下水源。岩峰之间常围成封闭式的微洼平地，当地群众称为勐或坝，多为耕地，并分布有稀疏居民地，房舍简陋。原始地貌的沟谷，经溶蚀发育成宽阔平坦的槽型谷地，宽数百米至数公里，底部平坦，其间常有河流纵贯，边缘仍由岩峰围峙，谷坡陡峭，居民地多沿槽谷分布，主要道路依谷修筑。

石林地形在结构上呈现：广泛分布峰林、孤峰的地区，宽阔、长远的槽谷是其骨架，城镇和连接它们的道路，沿槽谷分布。

（二）对炮兵防空兵部队作战行动的影响

由于岩峰之间多为平地，一般便于炮兵防空兵部队机动。岩峰犬牙交错，观察、射击死角多，不易发挥炮兵火力，爆炸引起的飞石可能造成间接杀伤。土层薄，下面的石灰岩坚硬，不易构筑野战工事。石峰孤立暴露，隐蔽伪装困难，但可利用岩洞隐蔽配置兵力、储存物资。通信联络不便，雷达侦察盲区多。防核化袭击条件好，有溶洞可以利用，但山谷易滞留放射性沾染和化学毒剂。

石林地形的结构特点表明：槽谷中的重要城镇可能成为作战目标；槽谷是其作战方向。防御时，可利用石峰部署兵力，只要以少数兵力封锁山口，即可保障纵深的稳定，并可利用溶洞隐蔽兵力

或开展人民战争。进攻时，不便于大部队展开机动，夜间易迷失方向，山谷回声大，部队行动难以保持肃静。总的说来，此种地形利守不利攻。

八、黄土丘陵地形

黄土丘陵地形，是以黄土质的丘陵地貌为主导要素而形成的地形。

（一）地形特点

地面覆盖有很厚的黄土层，经暂时性水流的侵蚀，形成坡壁陡峭、延伸较远、宽窄不一的树枝或羽毛状的破碎沟壑地貌，沟间部分形成塬、梁、峁形态。

黄土塬，地面平坦，面积数十至数百平方公里不等，塬面边缘清晰，坡折明显，四周为沟环绕，冲沟很多。

黄土梁，是由两条以上平行的沟谷把黄土地面切割成长条状的高地，宽度较小，一般为几米至几百米，长度可达几公里，顶部平坦，梁坡陡峭，冲沟很多，水土流失严重。梁与梁之间的沟谷宽、深一般都在100米左右，壁陡难攀。

黄土峁，是一种相对独立的黄土山丘，峁的平面轮廓为圆形或椭圆形，顶部是明显的馒头状，由顶部向下四周呈凸形斜面，面坡上多放射状冲沟。梁和峁通常联结、混杂共生，沟谷纵横，构成千沟万壑的黄土丘陵景观。

黄土丘陵地形，公路主要在河谷、干沟中穿行，黄土塬地区则在塬上；简易公路，晴天浮土较厚，雨天道路泥泞难行；乡村路沿梁盘绕，横越沟谷的道路很少。沟壑多，水源缺乏，夏季暴雨时，易发生山洪。居民地较少，气候干燥，植被稀少，冬春两季常刮大风，通视不良。

黄土丘陵在结构上呈现：在沟壑密布的丘陵地貌中，宽阔长远的沟谷是其骨架，主要城镇和连接它们的公路沿谷底分布，沟谷交汇处的城镇多具有交通枢纽作用。

（二）对炮兵防空兵部队作战行动的影响

在黄土丘陵地形作战，由于沟壑多，道路少，炮兵防空兵部队机动不便，特别是越野横跨沟谷更困难，由于地形割裂破碎，战斗队形易被分割，协同联络不便，后勤补给困难；但便于挖掘野战工事和构筑地下工事；对核、化武器袭击有一定的防护作用。黄土塬上视野开阔，观察射击条件好，除高杆作物生长期外，部队隐蔽伪装困难，但在塬的边缘地区，地形破碎，沟壑多，窑洞多，便于隐蔽伪装。

黄土丘陵地形的结构特点表明：汇合地区的重要城镇是敌对双方争夺的目标，沟谷通道是主要作战方向。此种地形不便于大兵团协同作战，战斗队形常被沟壑分割，适宜进行伏击战、游击战

九、海岸与岛屿地形

海岸，指海洋与陆地相互接触和相互作用的狭长地形带。岛屿是散列于海洋、江、湖中的陆地。大的叫岛，小的叫屿，通称岛屿。

（一）地形特点

海岸，依性质的不同，主要分为泥质海岸、岩石海岸和沙质海岸。泥质海岸，一般与濒海平原相连，岸线平直，岸坡徐缓，海滩正面宽、纵深大，多为淤泥，近海无岛屿做屏障，近陆无高地做依托，无突入海面的岬角。岩石海岸，一般由山地延伸入海而成，外侧海域多岛屿，内侧与丘陵地相连，海滩纵深短浅，遍布滩石，岸线曲折，岸坡陡峭，港湾岬角较多。沙质海岸，多由丘陵地延伸入海而成，外侧海域有岛屿，内侧与丘陵相连，深水线距海岸较近，海滩纵深较短，底质较硬，岸坡徐缓，湾口开阔。

岛屿，海洋中分为大陆岛和海洋岛。大陆岛，离大陆较近，地形起伏较大，有的基岩裸露、无林、缺水。有的树林茂密、灌木丛生。岛上居民地稀疏，道路较少，物资补给困难，有些小岛缺少淡水而靠大陆运送。岛屿，按排列形式分为孤岛、列岛和群岛。一般

海岸曲折，海湾小，锚地多。

海洋岛，远离大陆，由造礁珊瑚形成珊瑚岛，或由海底火山爆发而形成火山岛。珊瑚礁岛，地势平坦，面积较小，我国的礁岛一般不超过2平方公里，海拔较低，多为3－4米。环状珊瑚礁所包围的较大水域，多构成有缺口的泻湖，是舰艇避风的良好锚地。珊瑚礁岛外围多为礁盘拱托，由珊瑚骨骼等物质胶结而成的盘面，如针峰直立难以足履，吃水较深的登陆舰艇难以靠近。礁盘面积大，向外延伸远者达数千米，近者在百米左右。礁盘边缘陡峭，致使外缘水深骤变，几链之外可达数百米深。缺乏淡水。

（二）对炮兵防空部队作战行动的影响

濒海地区，是实施海岸防御构成第一道防线的作战地形，也是登陆作战夺占登陆场、建立登陆基地、保障后续部队上岸和发展的作战空间。

海岸的坡度和类别，对登陆和抗登陆作战有很大影响。陡岸，具有天然的障阻作用，利于防御，附近常有较深的水域，便于舰船近岸航行和驻泊，岸上常能找到一些特殊地形用以导航。缓岸，有纵深较大的浅水区，舰船不能近航，不便驻泊，登陆时涉水距离长，运送困难，既不利于登陆，也不便建立有效防御。植物岸，便于隐蔽，并有一定障阻作用。海岸，依其性质可分为泥岸、岩岸和沙岸。

海滩的纵深、宽度、坡度和滩质，也影响作战。例如，海滩的纵深越大，候潮航渡登陆的时间越长，利于守方杀伤登陆之敌；正面可登陆宽度，影响登陆部队的展开和投入兵力。

岛屿对炮兵防空兵部队战斗行动的影响，主要取决于岛屿的位置、形状、大小、岛上地形以及港湾交通和给水条件等。

一般来说，岛屿有利于防守而不利进攻。由于岛上多山，地形险要，登陆地段少，便于依托有利地形，构筑以坑道为骨干，组成完整坚固的防御阵地，凭险固守。由于岛屿四面环水，部队机动的补给受到限制，岛与岛之间通信联络不便，协同指挥困难。我国近岸

岛屿多为列岛、群岛，少数为孤岛。岛屿之间航道狭窄，水浅礁多，利于凭险防御作战。岛屿进攻时，登陆和发展进攻受限制，航渡时易遭敌袭击。海洋气候多变，对炮兵防空兵战斗行动有一定的影响。

十、沙漠戈壁地形

沙漠戈壁地形，是以土质中的沙砾覆盖广阔地表为特征、构成的一种特殊地形。它是干旱的气候条件造成的。

（一）地形特点

在干旱、大的温差和风力等因素作用下，产生大量沙砾并覆盖广阔地形，形成范围较大的平沙地、沙丘、沙山和沙窝地；在山岭地区形成戈壁滩、戈壁丘陵和戈壁山地，构成浩瀚的沙漠戈壁景观。此种地形水系要素很不充分，并由此决定了植被稀少、居民地少见、道路缺乏。但也分布有一定的河流、湖泊和水源，并赖以形成了“绿洲”——有较密的植被和一定的居民地。

在地形结构上呈现：以较长的道路干线穿过茫茫沙漠、戈壁，沟通“绿洲”之间的相互联系。

（二）对炮兵防空兵部队作战行动的影响

沙漠戈壁地形，气候恶劣、温差变化大，多暴风沙，水源缺乏和交通不便是影响军队战斗行动的主要因素，给炮兵防空兵部队战斗行动带来许多不便和困难。

沙漠地面松软，车辆、火炮通行困难，履带式车辆行驶速度降低、转向困难、爬坡能力下降、耗油量大、故障多。戈壁滩上车辆、火炮可以机动，但耗油与耗水量都较大，机件、轮胎磨损严重；戈壁滩中的河床平坦坚硬，车辆可以高速行驶。此种地形判定方位困难，易迷失方向。观察、射击条件较好，早晚及阴天能观察较远距离，顺光观察能发现5～20公里距离上车辆行驶扬起的尘土或车窗玻璃的反光。但在9～17时之间，在蒙气的影响下，能见度显著降低，一切景物似飘忽于“水泊”之中，甚至200米距离不加伪装的

火炮车辆也难看清。刮风时，沙土弥漫无法观察，但绿洲地区观察条件较好。

射界开阔，火炮能充分发扬火力，但射击精度因土质松软而受影响，扬起的沙尘易进入炮口和其它活动部件而产生故障。

隐蔽、伪装条件差。工程构筑困难。干燥的气候影响通信距离，使无线电信号减弱，夏季的高温还会损坏电气元件。但此种地形上，小型超短波电台、接力机和单边带电台、有较好的抗干扰能力、通话效果好。

对核、化武器袭击防护能力较差，危害程度较大，施放毒剂和放射性物质比一般地形扩散广，且由于缺乏水源，消除沾染和卫生处理困难。

沙漠戈壁地形的结构特点，决定了绿洲是主要争夺目标。谁占据了绿洲，谁就得到了生存基地、作战依托和机动的跳板，并控制了与此相应的沙漠戈壁。作战方向由一系列绿洲和连接它们的交通干线构成，因为只有在该方向上才能达到快速机动、夺占水源、保障补给的目的。其具体战斗场所必将选在能控制通道、瞰制绿洲、宜于构成要点体系的有利地形上，以及绿洲中的城镇居民地及其外围。

十一、草原与沼泽地形

（一）草原地形及其对炮兵防空兵部队作战行动的影响

以生长繁茂草类和一些灌木为主要景观的地形，叫草原地形。

草原地形，地面平坦或略有起伏，遍地荒草，牧草丛生，间有灌木丛，高大树木稀少，夏季牧草繁茂，冬、春草木枯黄；居民地稀少，多蒙古包或分散的房屋建筑，在主要道路交会处可能形成小村镇；道路较少，多放牧路或大车路；水源不足，主要靠井水或部分地面积水，个别地方有河流和湖泊。

草原地形的结构特征是：在起伏和缓、密布草类的地面上，沿主要道路零星分布有小的集镇与村庄。

草原地形便于机动，各种车辆均可越野行驶。视、射界开阔，但超越射击困难，也不便选择制高点、观察所、指挥所和火炮遮蔽阵地。夏季有利于隐蔽、伪装，但对车辆、火炮阵地以及大部队开进隐蔽伪装困难。对核、化武器袭击防护能力差，洗消用水困难。便于构筑工事，但不便就地取材。部队宿营和就地补给困难。

草原地形的结构特点表明：利于机械化部队实施宽正面、大纵深、高速度的进攻，而不利于防御。防者无险可守，只能沿主要通道，利用少数低丘或有起伏的地段，预先搞好坚固设防，实施节节抗击，迟滞敌人进攻。

（二）沼泽地形及其对炮兵防空兵部队作战行动的影响

以大范围沼泽为特征的地形，称为沼泽地形。

沼泽地形，地势平坦或稍有下陷，地面过度湿润，软泥较厚并有泥炭层，下陷严重；一般都有弯曲的溪流和零星水泡分布，水深1.5米以上，水泡四周多有漂筏（浮在水面上的草皮）；地表还分布有密集的草丘，并有薄层积水环绕；较高的沼泽，软地较薄，表面生有苔草、芦苇或灌木，其间有稀疏而平缓的高地，土质较硬；居民地稀少，多在高地上，村庄相距很远，一般20～30公里，每5～6公里有窝棚，其间有沼泽小路，但通行困难；沼泽地区气候多变，空气湿潮，雾气大，能见度低。

沼泽地形的结构特征表明：在茫然的沼泽地区，局部高地或沼泽区边缘，零散分布有简易的居民住屋，缺乏生机。

沼泽地形机动困难，车辆和火炮基本不能通行，徒步行进也很困难，是部队机动的严重障碍；但干旱季节，障碍程度稍减；严冬，大地冰封，畅通无阻。沼泽地形视界开阔，但射击环境条件差，不便于隐蔽伪装和对核、化武器袭击的防护。部队宿营、补给十分困难。

沼泽地形结构表明：该地形不可能作为主战场，多属守方的屏障地形；也是攻方采取克障措施，实施反常作战出奇制胜的地形。

十二、高原地形

高原以较大的高程区别于平原，又以较小的起伏区别于山地。我国高原较多，比较著名的有青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和云贵高原等。高原依其地貌种类的不同，对军事行动产生的影响也不同。这里重点介绍青藏高原的地形特点及其对炮兵防空兵部队作战行动的影响。

青藏高原，属于高海拔地形。界于昆仑山、阿尔金山、横断山与喜马拉雅山之间，面积约250万平方公里。其整体形态，相对于四周为骤然升起的"台地"，面积广阔，顶面起伏相对和缓，地理学上称为"高原"。

青藏高原地势高亢，平均海拔4500米以上，素有"世界屋脊"之称。由此形成了气候寒冷、温差大、气压低、严重缺氧的恶劣自然条件，它既限制了诸地形要素的形成与发展，又对炮兵防空兵部队的作战行动产生特殊影响。

（一）地形特点

青藏高原地形特殊。山岭、宽谷并列，5500米以上的山峰常年积雪，多冰川，土质为石质。

北、中部地区，山脉主脊之间为丘陵地貌形态，山顶浑圆，坡度较缓，高差不大，其间湖泊星罗棋布，黄河、长江、澜沧江均源于此。地表为砂砾土质。植被稀少，多为草类，分布在河流、湖泊附近。道路缺乏，人烟稀少，以放牧为主，沿公路间隔分布有"兵站"、"道班"和一些行政机构。

气温低，年均气温为－6°C；日温差大，约在20°C以上；全年无霜期不到10天，需常年穿着寒装。

气压低，较沿海地区约低1/3；严重缺氧。

青藏高原南部，喜马拉雅山与冈底斯山、念青唐古拉山之间，为宽阔谷地，称为藏南谷地。雅鲁藏布江顺谷而下，形成一连串宽窄不一的大小河谷平原，海拔4000米以下，气候温和、降水充足，

土地肥沃，交通方便，聚集着较多的村庄、集镇和城市。

青藏高原东南部，由于高原与毗邻地区有着3000～4000米高差，故在外流水系长年切割下，河谷深陷达3000米以上，形成山高谷深、起伏急剧的高山峡谷地貌形态。高山顶部常年积雪，山腰为茂密的森林，山麓为四季常绿的田园景象，居民地顺谷分布；但4000米以上的山口、道路，常因积雪过深而不能通行。

青藏高原总的地形结构是：山脉、宽谷横向并列，南部宽阔谷地是西藏的主要经济区，青藏、川藏、新藏公路是沟通与外省区联系的主要通道。

（二）对炮兵防空兵部队作战行动的影响

高原缺氧、气压低，直接影响部队的战斗力。初上高原会出现“高山反应”。在此地形上作战，容易疲劳，易发生冻伤、雪盲，感冒易诱发肺水肿，作战能力下降。部队生活困难，做饭需用高压锅。

高原地形不便机动。公路常因降雪过厚而阻断，山口会因降雪而被封。高原北部地区，每年5～9月地表解冻，地面泥泞，晴天时，雪山融水顺谷而下形成障碍，不能越野机动；10月至翌年4月，河、湖表面冻结，冰层较厚，车辆沿谷地可越野机动。边境地区，沟谷通道狭窄，3000米以上的沟谷，11月至翌年4月降雪较深，有时可达1～2米，通行困难；但9～11月，晴天日数较多，气温相对适宜，山中道路通畅，利于部队机动。

高原地形视、射界开阔，但受变化不定的风力、风向影响，火炮射击误差大；隐蔽、伪装困难，但利用沟壑、地褶仍能起到一定作用；对核、化武器袭击的防护程度，北中部地区介于平原与丘陵地形之间，东南部峡谷地区相对较好，但易滞留毒剂；工程构筑难度较大，材料缺乏；不便于指挥协同，无线电通信受到一定的影响，部队宿营、后勤补给和技术保障都很困难，部队常被分割在不同谷地方向上独立遂行作战任务。

按其地形结构，藏南谷地具有重要的政治、经济和军事意义，

是边疆第一防御地带的后方；青藏、川藏、新藏公路是后勤保障的生命线；边境沟谷通道是防御的重点。

第八章　地形分析基础

研究作战区域的地形类别和分布特点，判断地形对作战行动影响的过程，称为地形分析。地形分析的目的，是为定下与实际地形相吻合的作战决心提供依据，保证在作战行动中“趋利避害”，赢得战斗的胜利。

地形分析，是现代条件下组织指挥作战不可缺少的经常性工作，是军事地形学的核心内容。因此，了解地形分析的基本原则，熟悉地形分析的内容，掌握地形分析的方法步骤，是合成军队指挥员和参谋人员必备的素质。

第一节　地形分析的依据、原则与方法

一、地形分析的基本依据

地形分析的基本依据是敌情和我情。

敌情，包括敌人的行动企图、编制装备和作战特点。它是有针对性分析地形的着眼点。在敌必选的作战地形上，取地利于我，弃地弊于敌，加速敌我力量的消长转换，是研究地形的出发点和落脚点。

我情，包括任务、上级意图和编制装备。任务，规定了夺取或扼守的具体区域(地区)，它决定了地形分析的范围和重点。即重点分析本级任务地域；辅助分析友邻任务地域，以便于相互协同。任务的性质，决定了分析地形的侧重点，不同性质的任务，对地形

条件有不同的要求。上级意图，是指导地形分析的主线。主、次作战方向的确定，夺取或扼守重要地形的选择，都必须符合上级意图。只有这样，才能在整体上保证上级作战意图的实现。编制装备，既是部署兵力的依据，又受制于地形条件。

二、地形分析的基本原则

分析地形，应遵从以下原则：

（一）整体综合分析

地形分析，要从整体出发，从参战军兵种联合（协同）作战的角度研究地形。既分析战场地形对每一兵种作战的影响，又要从诸兵种合同作战的角度，综合分析是否有利于整体战斗力的形成。分析地形对作战行动的影响，既要单要素分析，更要从它们相互关联和制约的角度，从整体上综合分析。例如，分析地形的机动程度，要把实际地形影响机动的所有因素都考虑在内，并进行合理的综合，不能简单地叠加。某条公路通行能力为2000辆/日，若再增修一条并行公路与其共用桥梁，则某公路的通行能力就会下降。因此，要注意综合分析。

（二）辩证地分析利弊

地形，往往利弊相随，具有两重性，必须依敌对双方的实际，辩证地分析利与弊，以作出正确的判断和选择。例如，山顶，便于观察，有瞰制作用，但目标暴露，易遭受袭击，若设置观察所，可设在山顶稍下的部位，做到趋利避害。选择周围平坦开阔通视条件好的地形作为炮阵地，虽便于发扬火力，但因遮蔽度较小，容易被敌人发现。

（三）有联系地客观分析

事物的内部结构与外部联系，决定其性质和作用。分析地形类型，要从诸地形要素之间的相互关联、结构特征去分析。判定地形对作战行动的影响要与天候季节相联系，防止片面性。例如，雨雪天及其后的一段时间里，越野机动或沿土质路面机动，都很困

难。北方的江河，雨季河水暴涨，可能冲毁道路、桥梁，变通为阻；冬季河面结冰，桥梁、渡口的作用降低，变阻为通。平原，冬春季节视野开阔，利于观察射击；夏秋季节，农作物茂密，视、射界受限。

（四）注意发展变化

地形是不断变化的。因此，任何地形资料都存在现势性问题，特别是地形图，成图周期长，现势性差。但相对而言，其中的地貌、江河、湖泊和大面积森林变化较小，而居民地、道路网和某些独立地物变化较快。所以分析地形时，应注意这种发展变化，必要时辅以侦察。

随着科学技术的发展，新式武器装备将不断出现，应依其战术、技术性能，分析地形对其制约作用，并进行相应的地形分析，不要仅仅停留在对原有武器装备的分析上。

（五）把握重点

地形分析，应依指挥层次、任务性质和作战方式，把握分析重点。

战役军团，重在分析战场地理环境，以判明地形对战法选择和实施战役的影响，特别是战场地形对战役布势的制约，以及沿道路机动和实施保障的程度。战术兵团和部（分）队，重在分析战场地形对战斗行动和武器装备运用的影响程度，从而制定与实际地形相吻合的作战计划。

不同性质的任务，对地形条件有不同的要求，要依此确定地形分析的重点。如机降作战，分析的重点应是机降地域和应该首先夺占的地形。迂回包围，重点分析行动方向上地形的机动与隐蔽程度。

非线式机动作战，应在对战场地形进行整体综合分析的基础上，着重分析重点地区和适合选做要点、要塞的地形，以及可能成为作战方向的地形。线式作战，防御时，应重点分析适宜建立"道带式"防御体系的地形，特别是有利于选做第一阵地的地形；进攻

时，应重点分析敌防御地形，以判明敌防御的强点和弱点，以及分析夺取敌核心要点接近路的地形。

三、地形分析的方式与方法

地形分析的方式有直接分析与间接分析两种。直接分析，是指挥员受领任务后，为了解战场地形特点和判定适宜遂行作战任务的地形，在现地勘察过程中实施的地形分析；或在定下初步决心后，为进一步核实、修正决心，在现地对战场地形所作的校勘性地形分析，这种分析地形的方式真实、直观，但范围和时间受限。间接分析，是通过各种地形资料和沙盘，在识别战场地形的基础上，分析地形对作战行动的影响，判定双方可能采取的部署与行动。这种分析地形的方式是最基本和最常用的方式。

地形分析的方法，随部队级别的不同而有所区别。一般情况下按以下方法、步骤实施。

1、资料准备

通常选用近期出版的1:5万或更大比例尺的地形图。通过图廓外说明注记，了解等高距、成图方法和时间，以及地形符号所表示的地物，判明地图的精度和现势性。如果有地形录像资料、近期拍摄的航空像片或侦察像片，应同时准备。

2、确定分析范围

在概略阅读地形图的基础上，依上级明确的任务、编成和战场大小，在图上标绘分析地形的范围。进攻时，敌方地形从障碍区起，到我任务纵深止；我方地形，由敌障碍区外沿起，到我后方配置地域止；必要时，包括开进地域。防御时，在与敌直接接触情况下，敌方地形，从敌障碍区起，到敌地地战术导弹发射阵地止；我方地形，由我障碍区起，到后方配置地域止。在非直接接触情况下，敌方地形甚至扩大到待机地域；我方还应分析前沿地形。此外，无论攻防，对翼侧、接合部以及完成任务有关的地形也应研究。

3、修正地形信息，标绘敌战术目标

将近期获取的航空像片与地形图对照，修改图上变化了的地形信息，提高其现势性；将已掌握的敌情标绘在图上，供有针对性地进行地形分析。

4、分析地形

从识别地形、判定战场地形的类型入手，在总体上判定地势的升降方向和战场地形结构特征，明确对当前作战行动的总体影响；再对各地形要素和地形单元进行具体分析，明确对当前布兵设阵的利弊所在，然后结合上级意图、任务及部队编制装备等，反复分析比较，最后判断出敌我双方可能采取的部署和行动。

5、整理地形分析报告

以文字、图表和要图的形式，简要地阐明地形概况、对敌我双方战斗行动的影响、双方可能采取的部署与行动，以及利用、改造地形的建议，叫地形分析报告。

军师地形分析，还可使用数字地图，由计算机进行辅助地形分析。机助军事地形分析可以对地形进行定量分析，将复杂因素进行综合分析。

第二节　地形基本作战性能分析

地形对部队机动、观察、射击、隐蔽、伪装、防护、通信和工程构筑等方面的影响，称为地形的基本作战性能。依照地形诸要素对作战行动的制约因素与影响规律，对战场地形基本作战性能进行综合分析，是战场地形分析的基础，是评价战场诸地形单元的战术价值、判定敌对双方对战场地形的利用程度和可能采取的部署与行动的前提。因此，地形基本作战性能分析又是指挥员和参谋人员必须掌握的基本技能。

一、地形对机动的影响

高技术战争条件下，分析地形对部队机动的影响，重点是研究

地形对战斗车辆机动的影响，包括沿道路机动和越野机动。

（一）沿道路机动程度分析

分析的目的，是确定每条道路的通行能力，即一昼夜（或每小时）所能通过的车辆数。铁路的通行能力，可直接向铁路部门查询。这里重点分析公路及其附属建筑物的通行能力。

1、公路通行能力分析

平时，公路特别是新建公路，可依道路的等级或地形图上注记的路面材料与行车道宽度，由表 7－7 查取相应的行车速度和一昼夜能通过的车辆数；旧有公路，可依路面被损情况，依表 7－8 作必要的修正。

战时，公路会遭到破坏，出现困难路段。此时，公路的实际通行能力，按以下步骤确定：

（1）确定通过困难路段的时间。首先通过调查或依航空像片分析（参照表 7－8 与表 7－9），确定出通过困难路段可能达到的运动速度 v，而后按（8·1）式计算出通过该困难路段所需时间 t。

$$t=\frac{s+L}{v}\approx\frac{s+n(l+d)}{v} \tag{8·1}$$

式中，s 为困难路段长，l 为车长，d 为车距，n 为车辆数，L 为车队长径。

（2）计算通过全线路的时间与平均速度。通过全线的时间 T，应为按条令规定的行车速度 V，行驶完好路段 S′所需时间与通过各困难路段之时间 Σt 之和，即

$$T=[(S'+L)/V]+\Sigma t \tag{8·2}$$

通过全线路 S 的平均速度 V_p 由下式决定

$$V_p=K(S/T) \tag{8·3}$$

式中，K 为不同地貌类别和道路条件对行车速度的影响系数。它由表 8－1 确定。

表 8－1　不同道路的影响系数

地貌与道路条件	K 值
公路干线和允许速度大于 50 公里/小时的道路	0.9
平原、丘陵地上的道路	0.85
山地中的道路	0.75

(3)计算通行能力：公路的实际通行能力 N，由下式决定

$$N=\frac{V_p}{l+d}\cdot Q\cdot H\cdot K \qquad (8\cdot4)$$

式中，N 为单位时间(通常以小时计算)内通过的车辆数，Q 为相向行驶的影响系数，可取值 1.6，H 为一昼夜会让火车的影响系数，其值按表 8－2 确定，K 为纵队行驶通行能力的降低系数，其值按表 8－3 确定。

表 8－2　会让火车影响系数

列车运行密度(对/昼夜)	30	40	50	60	70
H 值	0.75	0.65	0.57	0.50	0.40

表 8－3　纵队行驶能力降低系数

行驶速度(公里/小时)	30	40	50
K	0.5	0.56	0.62

计算出 N 值后，再乘以 24，即为一昼夜通过的车辆数。

2、公路附属建筑物通行能力分析

(1) 桥梁的通行能力。桥梁是公路能否畅通的关节点，其完

好程度，可通过实地侦察或调查了解；其载重量，可按建筑年代和公路等级，由表 8－4 和表 8－5 查取。由此判定部队重装备安全通过桥梁的程度和确定加固措施。

表 8－4　1981 年后各级公路桥梁设计荷载

公路等级	高速公路	一	二	三	四
设计荷载	汽－超 20 级	汽－超 20 级 汽－20 级	汽　20 级	汽－20 级 汽－15 级	汽－10 级

表 8－5　设计荷载相应的载重(吨)

设计荷载	单车	主车	履带车	平板车
汽－超 20 级	55	20		120
汽－20 级	30	20	80	100
汽－15 级	20	15	60	80
汽－10 级	15	10	50	

(2) 渡口的运输能力。渡口运输能力，指 24 小时内渡口向同一方向运送的吨数。尽管地形图上注明了渡口的类型、载重量及河流的有关数据，但欲确定渡口的运输能力，尚需了解渡船的种类、数量、装卸方式、往返渡送时间，以及渡河器材藏载地和隐蔽疏散的待渡地域。

3、季节对道路通行能力的影响

道路通行能力受天候、季节的影响较大，雨季，洪水可能冲毁路基、冲断桥梁，徒涉场会因河水上涨而不能徒涉，增大了障阻度。冬季，寒区河面结冰，可能变阻为通，一旦桥梁被毁，车辆可由冰面上通过。

人员和不同车辆，安全渡河所需的冰层厚度，可由表 8－6 查取。

表 8－6　人员和车辆通过冰层及冻结沼泽所需的厚度(厘米)

项目＼车型		轮式车辆（汽车、装甲运输车）					用履带和轮式牵引车牵引的火炮					
全重(吨)		2	4	6	8	10	6	8	10	20	30	40
平均三昼夜的温度(摄氏)	0°至－10°	18	24	30	34	39	22	25	28	40	48	56
	－10°以下	16	22	27	31	35	20	23	25	36	44	51
零度以上短时解冻		20	28	34	39	44	25	29	31	45	55	64
行进间最小间隔距离(米)		15	15	20	32	35	15	20	20	30	35	35
通过冻结沼泽所需厚度	生长草本植物、灌木的沼泽			12－15								
	生长藓苔植物的沼泽			15－20								

积雪对车辆行驶速度有较大影响，通常按表 8－7 所规定的行驶速度行驶。

表 8－7　不同积雪深度允许的行驶速度

车辆种类	汽　车			
积雪深度(厘米)	0～5	5～10	10～20	20～25
允许行驶速度(公里/时)	40	15	行驶困难	一般不能行驶

(二)越野机动程度分析

不沿道路的机动，叫越野机动。其机动程度的分析，就是在图上标出战场范围后，把道路以外的其它影响机动的因素，按能通行、通行困难和不能通行划分成三个标准；再针对战场实际地形在地形图上标绘出相应范围，从而绘制成越野通行图，如图 8－1。

制约部队越野机动的地形因素如表 8－8。分析时，以地形图为工作用图和底图，用近期拍摄的航空像片先对地形图进行修正，然后按下列因素分析。

表 8－8　越野机动分析的地形因素

要素	分　析　因　素
地貌	坡度、特殊地貌分布、土质类型
居民地	类型、密度、建筑物性质
水系	江河、水渠的宽、深、流速、底质和岸况；湖泊、水库的分布与水障范围；沼泽的水深与泥深
植被	森林的株距、胸径、树种；密集灌木林的性质与高度

1、地貌相关因素分析

坡度。依机动车辆爬坡能力划分的易于通行、通行困难和不能通行的坡度限值 α，在坡度尺上量取或按公式

$$L=0.2\mathrm{ctg}\alpha \qquad (8\cdot5)$$

算出它们在地形图上相应的等高线间隔 L，然后依此在地形图上圈出相应范围，最后把不能通行的区域，涂染成红色；通行困难的区域，涂染成淡红色；易于通行的区域，不着色。

特殊地貌。依机动车辆的克障能力，区分为能通行和不能通行。凡高度和沟渠宽度不超过表 7－5 所载限值的，为能通行；否则，为不能通行，按规定的颜色在相应范围内涂染。

土质。依地形图表示的土质类别和范围进行分析。一般视盐碱地为不能通行，沙地、砂砾地、石块地为通行困难，一般土质为易于通行，并注意季节与天气的影响。其染色规定同上。

2、居民地相关因素分析

越野机动一般应避开居民地，因此，通常把密集居民地视为不能通行地域；散列式和分散式居民地视为通行困难地域。

3、水系相关因素分析

江河、水渠等线状水体，依图上注记的宽、深、流速、底质和河岸状况，按对车辆涉渡的影响规律，凡不需做较大准备即可涉渡的，为易通行水体；若需作泅渡和潜渡，为通行困难；如果只能依靠渡河器材和工程保障才可渡河，则为不能通行。

湖泊、水库，均视为不能通行(船渡例外)的水体。水库溃坝可能形成的水障范围，应以红色虚线圈出。

沼泽，地形图上对能否通行的表示，是针对步兵运动区分的。对轮式车辆，沼泽视为不能通行地域。

4、植被相关因素分析

森林，株距在4至6米之间，而胸径值小于坦克自重值的1/2，且坡度小于10°，或株距大于6米时，能通行。株距在4至6米之间，而胸径值为坦克自重值的1/2至全重值，且坡度小于10°时，通行困难。其余情况为不能通行。

密灌，对轮式车辆为不能通行区域。

对上述诸因素分析并染色后，凡两个通行困难叠加的地域，应视为不能通行的地域。

二、地形对观察的影响

对地形观察条件的分析包括：两点间、方向线上和规定的视界范围内通视(或遮蔽)情况的判定。

(一) 两点间通视情况的判定

两点间能否通视，主要取决于观察点、遮蔽点和目标点三者的

高程(含其上的地物高度)和相互关系位置,其判定方法有以下几种。

1、判别法

在图上将观察点与目标点连一直线,称为展望方向线。沿该线查出观察点、目标点和遮蔽点的高程。若遮蔽点的高程低于或等于观察点、目标点中较低点的高程,如图 8－2(a),则一定能通视;若高于或等于观察点、目标点中较高点的高程,如图 8－2(b),则一定不能通视;如果遮蔽点的高程介于观察点与目标点之间,则可能通视,也可能不通视,而取决于遮蔽点的位置。当遮蔽点的高程为观察点和目标点的高程中数时,若遮蔽点的位置靠近较高点,则能通视;靠近较低点,则不能通视,如图 8－2(c)所示。

2、高差图解法

当遮蔽点的高程介于观察点和目标点之间,用判别法不易判定能否通视时,可采用高差图解法判定。其方法以图 8－3 为例说明。

(1) 在图上由观察点至目标点画出展望方向线,找出该直线上的遮蔽点,并分别判定三点的高程(图中观察点为 70 米,遮蔽点为 60 米,目标点为 50 米),并以最低点的高程作为零求出其它两点相对最低点的高差(如图 8－3 中,把最低点高程 50 米当作零,则对于遮蔽点的高差为 10 米,对于观察点的高差为 20 米)。

(2)过最高点和遮蔽点分别作展望方向线的垂线,其垂线的长度可按其高差缩绘(如以 1 毫米代表高差 2 米,则该例观察点和遮蔽点的垂线长别为 10 毫米和 5 毫米)。

(3)过最高点和遮蔽点垂线顶端作展望线,若最低点低于展望线,则不通视;若等于或高于展望线,则通视(图中为不通视情况)。

当高程不大时,也可不求高差,直接图解高程进行判定。

3、计算法

当用判别法不易判定能否通视时,也可采用计算法判定。其

方法是：在地形图上，先查出观察点、目标点和遮蔽点的高程，求出观、目高差（目标点高程减去观察点高程）和距离，再求出观、遮高差（遮蔽点高程减去观察点高程）和距离，根据下列公式即可判定通视情况。

若$\frac{\text{观目高差}}{\text{观目距离}} \geqslant \frac{\text{观遮高差}}{\text{观遮距离}}$，则通视；

若$\frac{\text{观目高差}}{\text{观目距离}} < \frac{\text{观遮高差}}{\text{观遮距离}}$，则不通视。

（二）观察方向线上通视情况的判定

判定观察点对某观察方向上诸地面上点的通视情况，通常采用断面图法。即通过绘制观察方向上所在的铅垂面对地表的切割线（叫断面图），判定通视情况。以图 8－4 为例，其方法为：

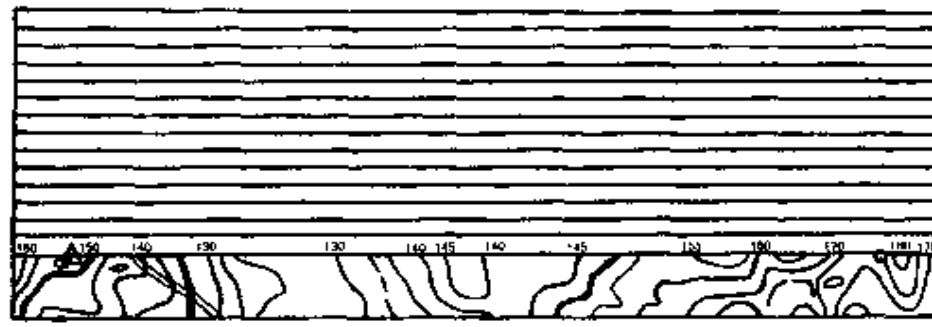
——绘断面直线（展望线），截绘等高线。如（a）图，从观察点向远方目标点绘展望线，由此得该直线与诸等高线和地物轮廓线的一系列交点；取毫米方格纸使一边线与展望线重合，并将上述交点转标在边线上，注出其高程（若为地物的交点，其高程应是地面高加地物高）。

——确定垂直比例尺，画诸交点的高程垂线。通常以方格纸的格距为准，确定一格代表多少米（或多少等高距）；并在方格纸的一侧，从略低于所转绘的最低高程起，由下至上依次注出每条横线所代表的高程，如（b）图；再由下方各交点，按其相应高程向上引画垂线而定点。

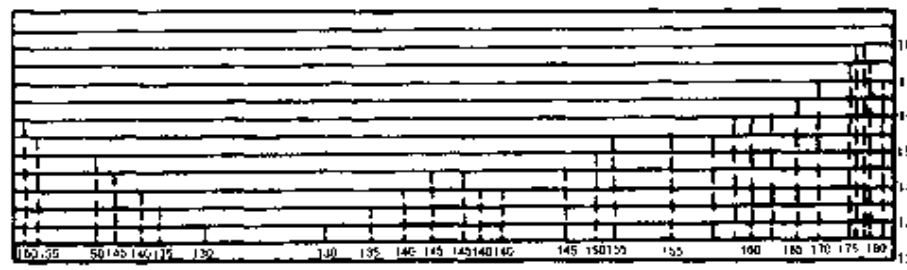
——绘断面曲线。以光滑的实线连接诸垂线的顶点，即成断面图，如（c）图。

——标绘遮蔽界。在断面图上，由观察点向诸遮蔽点画展望线，则得相应的遮蔽界，如（d）图中的晕线部分。按此即可判定观察点对该方向上诸地面点的通视情况。

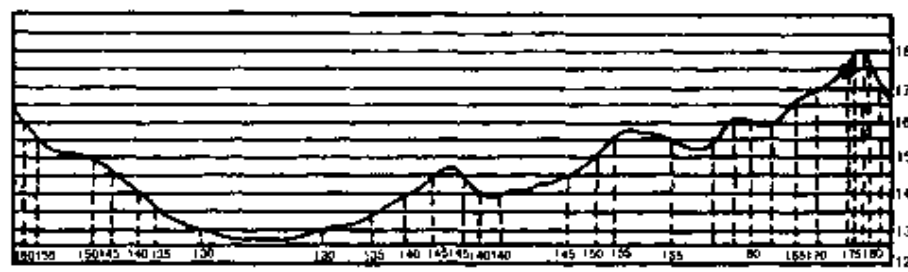
如需将遮蔽界描绘到地形图上，可由遮蔽界的始、终点向下方图上展望方向作垂线，即得地形图上相应的遮蔽地段，并以红色短



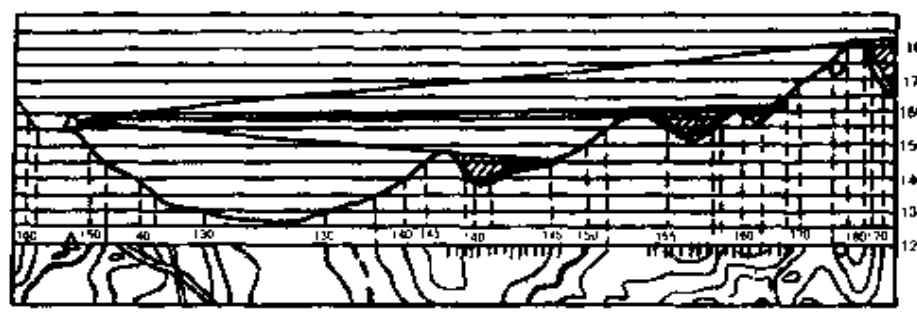
(a)



(b)



(c)



(d)

图 8－4　方向线上的通视判定

线表示。

（三）遮蔽（或通视）地区的判定

遮蔽地区，是指在规定的视界范围内，被地物、地貌遮挡而观察不到的地区。遮蔽地区以外的视界范围，即是通视范围。作战中，为建立有效的观察配系，或利用敌方的观察死角计划自己的行动，常以双方可能选做观察所的位置为准，对正面范围判定遮蔽（或通视）地区。

依地形图判定遮蔽地区的方法如下：

——选画展望线。以观察所的位置为顶点，在划定的视界范围内，以一定的角度间隔画展望线，特别是对遮蔽地区的形状、大小构成较大的影响的地形点（如山顶、鞍部、村庄、森林等）画展望线。

——确定各展望线上的遮蔽界。用作断面图的方法，确定出各展望线的遮蔽界在地形图上的遮蔽地段，如图 8－5。

——标绘遮蔽地区。参照图上表示的地形情况，把诸遮蔽地段的相邻起点至相邻终点连以光滑封闭曲线，即为相应的遮蔽地区。而遮蔽地区以外的地区，即为通视地区，如图 8－6。

三、地形对射击的影响

这里主要研究地形对间瞄火炮射击和运动目标射击的影响

（一）地形对间瞄火炮射击的影响

1、计算遮蔽深度

选择炮阵地时，为了避免射击时的火光和烟尘被敌地面观察发现而暴露阵地，要求阵地具有一定遮蔽深度。所谓遮蔽深度，是指通过遮蔽物顶点的敌方视线至炮阵地的铅垂高度，如图 8－7 所示。

由于不同火炮发射时的闪光亮度和烟尘大小不同，白天与夜晚的暴露程度也不一样，所以不同火炮阵地对遮蔽深度的要求也各不相同。表 8－9 为几种火炮白天射击所需要的遮蔽深度。



图 8－7　遮蔽深度

表 8－9　几种火炮白天射击要求的遮蔽深度

炮　　种	遮蔽深度（米）	炮　　种	遮蔽深度（米）
152mm 榴弹炮	10	152mm 加榴炮	15
122mm 榴弹炮	8	152mm 加农炮	15
122mm 加农炮	12	107mm 火箭炮	20
130mm 加农炮	15	130mm 火箭炮	20
37mm 高射炮	10	57mm 高射炮	15
85mm 高射炮	25	100mm 高射炮	30
85mm 加农炮	9	–	–

注：在生土地上或夜间射击不加消烟剂时，还要增大 50%。

利用地形图计算遮蔽深度的方法有以下两种：

(1) 图解法。该法与图解法判定两点间通视情况的作业过程相似。仍以图 8－3 为例，设敌观察所在观察点位置，炮阵地在目标点位置，其作业要领是：

——在图上从炮阵地至敌可能配置观察所的地点连一直线，在该直线上找出遮蔽点。

——判定炮阵地、遮蔽点和敌观察所的高程，然后以炮阵地为

准，算出遮蔽点、敌观察所对于炮阵地的高差。如图中所示三点的高程分别为 50 米、60 米、70 米，相应的遮炮高差为 10 米，观炮高差为 20 米。

——根据高差按适当比例(本例以 1 毫米代表高差 2 米)，于遮蔽点和敌观察所向上作观炮连线的垂线，过两垂线的端点向炮阵地方向画展望线。

——量取展望线至炮阵地的铅垂距离，并按原比例换算成实际米数，即为遮蔽深度。

为提高作业精度，保持地图整洁，也可在方格纸上按炮阵地、遮蔽点和敌观察所三者之间的距离和高差，作放大图解。

(2)计算法。如图 8－8，设敌观察所对于遮蔽顶的高差为 H，遮蔽顶对于炮阵地的高差为 h，遮蔽深度为 h′。则由画晕线的两个相似三角形有

$$h' = h - (d \cdot H/D) \qquad (8\cdot6)$$

式中 d、D 分别为遮蔽顶至炮阵地和敌观察所的水平距离。

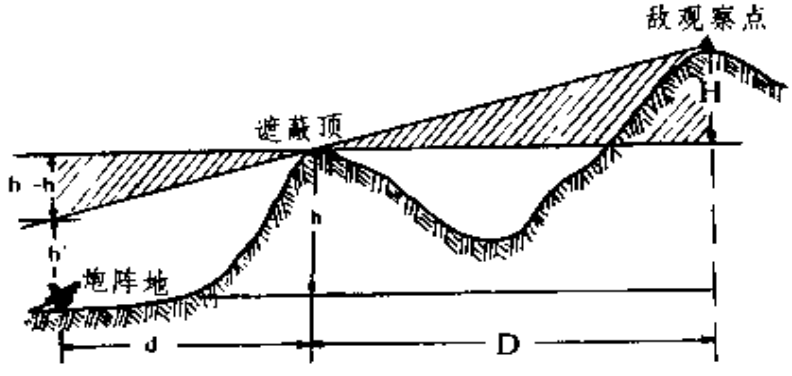


图 8－8　计算法

2、确定遮蔽角

为充分发扬火力，要求炮阵地满足一定的遮蔽角要求。所谓遮蔽角，是指炮口至遮蔽顶的连线与过炮口的水平面的夹角。它是炮兵确定最低标尺和防空兵选择炮阵地的依据。

确定遮蔽角的大小，通常用计算法。设遮蔽顶对于炮阵地的高差为 h，水平距离为 d，则遮蔽角 α 为：

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= (h/d)\times 1000(\text{密位})\\ \alpha &= \operatorname{arctg}(h/d)(\text{度})\end{aligned}\right\} \qquad (8\cdot 7)$$

3、判定射击死界与死区

受地貌、地物和弹道性能等的限制，使火炮射击不到的射程区段，叫射击死界。它等于过遮蔽顶的最低弹着点至遮蔽顶的水平距离。其中，弹道低于目标高度的地段，叫危险界；高于目标的地段，叫死角。目标在该地段内能受到很好的遮蔽。在横向范围内，火炮射击不到的射击死界所形成的区域，叫射击死区。

作战中，为缩小射击死区范围和区分射击任务，需要对欲选的炮阵地可能形成的射击死区进行判定；为利用敌方的射击死区而计划自己的行动，也需以敌可能选做炮阵地的位置为准，判定其射击死区。其具体判定方法为：

——依所选炮阵地位置，在图上对整个射击地带范围判定可能形成射击死界的遮蔽顶。

——依地形图算出它们的遮蔽角，并按下式算出它们的最小射角或最低标尺。

$$\left.\begin{aligned}&\text{最小射角 } \psi = \text{遮蔽角 } \alpha + (\text{炮遮距离} + \text{安全距离})\text{所相应的高角}\\ &\text{最低标尺 } n = \text{遮蔽角 } \alpha \text{ 相应的标尺分划} + (\text{炮遮距离} + \text{安全距离})/50\end{aligned}\right\} \qquad (8\cdot 8)$$

——利用《射表》或《弹道束图解表》，按最小射角或最低标尺，查取相应的最小射程。由于同一射角不同装药相应有不同的弹道与射程。装药量少，弹道弯曲射程近；反之，弹道直伸射程远。故通常以四号装药查取射程，它与炮遮距离的差值，即为死射界。

——在图上以炮阵地为圆心，以最小射程为半径，在相应遮蔽顶方向作圆弧，其至遮蔽顶的距离为射击死界的图解值，而圆弧与遮蔽顶界线的范围，即为该遮蔽物所形成的射击死区。

4、地形对火炮射击效果的影响

山区炮阵地与目标间通常有若干遮蔽物，按测定的最低标尺确定的弹道，虽可使弹丸越过阵地前的遮蔽物顶，但却不能保证弹丸超越炮阵地与目标间所有遮蔽物顶而命中目标。

因此，在选择炮阵地位置和区分任务时，必须顾及此种情况。目前较为简便的方法是利用"弹道束图解表"进行分析。该表是以不同炮种的不同装药为基础，在一页上绘出了不同标尺（射角）相应的弹道轨迹束，并装订成册。其分析的步骤如下：

——在地形图上查取炮目距离、炮目高差以及炮目间诸遮蔽物的炮遮距离、炮遮高差。

——通常先在四号装药的弹道束图解表上，依规定比例标绘出诸遮蔽顶与目标的位置。

——判断出过诸遮蔽顶的最低弹道和相应的影响最大的遮蔽物。

——查取最低弹道相应的射程；然后加上400米的安全距离系数作为最小射程。

——依最小射程反查相应的弹道，此弹道即为过诸遮蔽顶的最低安全弹道。

——判定命中目标的程度。若目标位于安全弹道上方，则地形不影响火炮射击命中的目标；若目标位于弹道下方，则不能命中目标。遇此情况，可重新在小号装药的弹道束图解表上分析；或由高射界火炮承担射击任务，并在相应的弹道束图解表上分析。

（二）地形对运动目标射击的影响

通视是构成直瞄射击的前提。但对运动目标的瞬间通视，并不一定能保证射击有效。因为射手从发现目标、准备射击至弹丸飞抵目标需要一定的时间，而在此时间段内快速冲击的目标已经行驶了一段距离。若地形条件能使这段距离连续通视，则能构成射击有效和命中可能；否则，即使实施了射击，而当弹丸飞抵或尚未飞抵目标时，目标将因被地形遮蔽而使射击无效。据此，对火器

位置而言，构成射击方向上连续通视的距离段，称为暴露行驶距离；而其中能使射击有效的暴露行驶距离，称为有效暴露行驶距离。

1、确定有效暴露行驶距离

有效暴露行驶距离 l 的大小，取决于发现目标的距离 L、目标运动速度 Vm、射手临战状态下的射击准备时间 t_0、弹丸飞行速度 V_f 和发现目标方向与目标运动方向间的夹角 α。对纵向运动目标（$\alpha=0$）有

$$l=\left(t_0+\frac{L-Vmt_0}{V_m+V_f}\right)V_m \tag{8·9}$$

2、判定可射击概率

为评价火器发射位置的优劣和防区内配置某种火器的合理性，需要计算可射击概率。对火器发射位置而言，某一射击方向上的可射击线段 d（等于或大于有效暴露行驶距离的线段）之和与有效射程 D 之比，叫做发射点在该方向上的可射击概率 p′；在其射界内，诸方向上的可射击概率的平均值，叫做该发射位置的可射击概率 p，它的大小是衡量该发射位置优劣的标志。对防御地域而言，对某种火器所选诸发射阵地的可射击概率的平均值，称为该地域配置此种火器的可射击概率 P，它的大小是衡量该地域配置此种火器是否合理的依据。即

$$\left.\begin{aligned}&\text{方向可射击概率：}p'=\Sigma d/D\\&\text{位置可射击概率：}p=\Sigma p'/n\\&\text{地域可射击概率：}P=\Sigma p/N\end{aligned}\right\} \tag{8·10}$$

式中，n，N 分别为 p′与 p 的个数。

目前只对反坦克导弹的使用进行射击概率的计算。其具体作法是：先按战术要求和地形条件，在防御地域内选定发射位置；而后逐点、逐方向绘制遮蔽界断面图；再逐次在每一方向断面上量取大于或等于有效暴露行驶距离的通视线段长 d；这样即可按（8·

10)式计算可射击概率，进而对发射位置和使用反坦克导弹的合理性作出结论。

四、地形的隐蔽伪装性能

（一）地形隐蔽程度分析

地形隐蔽，包括隐蔽、遮蔽和掩蔽三层含义。

隐蔽，指利用天然地形条件，把部队的行动、部署隐藏起来，不被对方发现，并能在一定程度上消弱对方的火力杀伤。如植被多具有此种作用。

遮蔽，主要指能遮断对方地面观察和直瞄火器的杀伤。其遮蔽物主要是地褶和人工建筑物。

掩蔽，主要指能遮断对方空中和地面观察，并具有一定防敌炮火毁伤能力。如人工构筑的各种掩盖工事和天然洞穴等。

1、隐蔽程度分析

地形的隐蔽程度，主要取决于植被中的森林、疏林、密灌、高草和农作物的状况。具体分析方法为：

——用近期拍摄的航空（侦察）像片，对地形图上的植被分布范围、类别进行修正；

——确定森林、疏林的分布范围与面积；

——依被隐蔽目标的性质，确定图上密灌、高草地可纳入隐蔽范畴的分布范围与面积；

——依作战季节农作物的生长状况，估算可用于隐蔽的范围；

——按下式计算该地区的隐蔽率

$$\text{隐蔽率} = \text{有隐蔽作用的面积} / \text{分析地域总面积} \quad (8\cdot11)$$

2、遮蔽程度分析

地形的遮蔽程度，取决于起伏的地貌、沟壑、堤坎和居民地建筑物。判定地形遮蔽程度的目的，主要是查明敌我双方为躲避对方的观察和直瞄火器杀伤而可利用的地域与程度。其分析方法为：依图选择可能的观察与直瞄火器的发射位置；然后按"遮蔽地

区的判定"方法绘出遮蔽地区，同时把沟壑、居民地的分布范围视作遮蔽地域；最后按下式计算该地区的遮蔽率

遮蔽率＝诸遮蔽地域面积之和/分析地区的总面积 (8·12)

3、掩蔽程度分析

分析地形掩蔽程度，主要查清欲设阵地范围内，已有的可供掩蔽的洞穴、坚固建筑物、地下室、地下人防工程、矿井等的分布与数量。分析的目的，是判定这些地形元素可供掩蔽的容量和可资利用的程度，并计算掩蔽率，为制订工程构筑计划奠定基础。掩蔽率计算公式为

掩蔽率＝已有可资掩蔽的容量/需要掩蔽的总量 (8·13)

(二)地形伪装程度分析

伪装，就是隐真示假，以达到欺骗迷惑对方、保护己方目标的一种措施。对地形伪装程度分析，就是对战区内的天然伪装物的分布、性质和可利用程度作出评估；判定实施人工伪装的难易程度。其判定原则是：

——森林郁闭度大于 0.5 时，为天然伪装地域，能隐蔽部队的运动与集中；郁闭度在 0.25～0.5 之间，只能隐蔽点状目标；郁闭度在 0.25 以下，目标与部队运动需作人工伪装。

——疏林、零星树木，只能为实施植被伪装提供和谐的背景。

——密灌、高草地，当高度能掩蔽目标时，可对付空中可见光与雷达侦察，可视为天然伪装地域；否则，只能成为伪装的和谐背景。

——森林、密灌分布面积大于总面积 1/2 时，地形条件利于伪装；小于 1/10 时，伪装困难；其余则属伪装条件一般。

——冲沟、陡壁和起伏较大的山区，应视为利于伪装的地貌元素和地区。

五、地形的防护性能

核袭击不仅使部队遭到杀伤，还会使地形发生较大的变化，从

而影响部队的作战行动。研究地形防护性能的目的，是借地利以减少被杀伤的程度，预测地形被破坏的程度，以争取主动。

（一）防护性能分析

核武器的杀伤破坏因素包括：冲击波、光辐射、早期核辐射和放射性粘染。

核爆炸形成的冲击波，以巨大的超压和动压杀伤人员和破坏地形。在沿地面传播过程中，遇高地、土丘和坚固建筑物时，朝向爆心的一面，因冲击波受阻而超压增大，杀伤破坏力增强；冲击波从这些物体两侧和顶部绕过时，在物体的后面超压减少，动压几乎没有，杀伤破坏力减小；在高地、土丘和建筑物后一定距离上，冲击波汇合在一起，超压又增强而增大杀伤破坏力。一般来说，物体愈高、愈宽、背向爆心面愈陡，则有利的防护区域愈大和防护效果愈好。

光辐射和早期核射，为直线传播方式，凡被起伏地貌和物体遮挡而形成的遮蔽地域，均能得到较好的防护。所以起伏较大、切割严重、地物密集的地域，以及森林、密灌、幼林分布地域是有利的防护地形，而平坦、荒漠地域，则不利于防护。

（二）核爆炸引起的地形破坏程度判定

核爆炸对地形的破坏因素主要是冲击波和光辐射。其破坏力取决于距爆心投影点的距离、核当量和比例爆高。所谓比例爆高（简称“比高”），是爆炸高度 H（米）与核当量 Q（千吨）立方根的比值 h，即

$$h = H/\sqrt[3]{Q} \qquad (8\cdot14)$$

根据试验，建筑物受到 0.4 千克/平方厘米的超压时，将遭到严重破坏；森林、木质桥受到 14～16 卡/平方厘米的光冲量时，将会引起火灾或被烧毁。建筑物、森林、木桥以及永久性桥梁，对于不同当量和比高的被破坏半径如表 8－10、表 8－11 及表 8－12。具体判定时：

——根据爆炸高度和当量，按 8·14 式算出比高；并由表 8－10 至 8－12 查出相应的破坏半径。

——在图上以爆心投影点为圆心，按破坏半径作圆，圆内的建筑物、桥梁将遭到破坏，森林、木桥将会燃烧；而圆外的物体一般损失不大。

表 8－10　建筑物遭受严重破坏的半径(公里)

当量 / 比高 / 半径	1	2	5	10	20	50	100
0	0.44	0.54	0.73	0.93	1.23	1.61	1.98
60	0.44	0.55	0.75	0.94	1.23	1.61	1.99
120	0.47	0.59	0.78	1.00	1.33	1.76	2.19
200	0.54	0.69	0.93	1.21	1.47	1.98	2.49

表 8－11　森林、木桥燃烧的半径(公里)

当量 / 比高 / 半径	1	2	5	10	20	50	100
0	0.28	0.38	0.59	0.83	1.21	1.79	2.39
60	0.44	0.60	0.94	1.33	1.79	2.62	3.60
120	0.43	0.58	0.91	1.32	1.77	2.60	3.60
200	0.39	0.56	0.87	1.27	1.71	2.54	3.56

表 8－12　永久性桥梁的破坏半径(公里)

当量(千吨)	比高 米/千吨$^{1/3}$	48～64 米下承式桁梁桥		20～32 米上承式钣梁桥		36～40 米上承式钣梁桥		15.8～31.7 米钢筋混凝土梁桥			
		严重破坏	中等破坏	轻微破坏	严重破坏	中等破坏	严重破坏	中等破坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏
1	0	0.20	0.25	0.36	0.32	0.40	0.38	0.50	0.27	0.32	0.41
	60	0.20	0.25	0.36	0.32	0.40	0.38	0.50	0.27	0.32	0.41
	120	0.19	0.26	0.39	0.35	0.42	0.40	0.55	0.29	0.34	0.44
	200		0.29	0.44	0.40	0.49	0.46	0.63	0.33	0.39	0.51
2	0	0.26	0.35	0.47	0.41	0.50	0.48	0.64	0.35	0.41	0.51
	60	0.26	0.35	0.48	0.41	0.51	0.49	0.64	0.35	0.41	0.51
	120	0.28	0.37	0.51	0.44	0.55	0.52	0.70	0.37	0.44	0.56
	200		0.43	0.59	0.50	0.64	0.60	0.80	0.43	0.50	0.64
5	0	0.40	0.51	0.69	0.56	0.70	0.67	0.88	0.49	0.56	0.70
	60	0.40	0.51	0.69	0.56	0.70	0.67	0.88	0.49	0.56	0.70
	120	0.42	0.54	0.76	0.61	0.77	0.73	0.97	0.52	0.61	0.78
	200	0.48	0.62	0.86	0.70	0.87	0.84	1.10	0.59	0.70	0.88
10	0	0.53	0.67	0.90	0.72	0.89	0.86	1.12	0.63	0.72	0.90
	60	0.53	0.67	0.91	0.72	0.90	0.87	1.13	0.63	0.72	0.91
	120	0.55	0.72	0.98	0.79	0.97	0.94	1.21	0.68	0.79	0.98
	200	0.61	0.82	1.12	0.89	1.11	1.06	1.37	0.77	0.89	1.12
20	0	0.70	0.89	1.18	0.94	1.14	1.11	1.38	0.82	0.94	1.14
	60	0.70	0.89	1.18	0.94	1.14	1.11	1.38	0.82	0.94	1.14
	120	0.74	0.95	1.27	1.01	1.23	1.20	1.50	0.87	1.01	1.23
	200	0.83	1.10	1.47	1.16	1.42	1.37	1.75	1.00	1.16	1.42
50	0	1.05	1.32	1.65	1.31	1.59	1.56	1.91	1.18	1.29	1.57
	60	1.05	1.34	1.66	1.31	1.60	1.58	1.92	1.19	1.30	1.58
	120	1.11	1.42	1.78	1.40	1.71	1.68	2.08	1.25	1.38	1.69

六、地形对通信的影响

军队通信，按运用手段的不同，分为无线电通信、有线电通信、光通信、运动通信和简易信号通信。高技术战争条件下，主要是无线电通信，且野战部队又以其中的短波或超短波通信为主。

（一）地形对短波通信的影响

波长 100～10 米的无线电通信，叫短波通信。它的传播方式为天波传播和地波传播。地形对地波传播产生影响，其影响因素为：地面起伏、障碍物和地表土质的电参数。

地面起伏越大，对短波通信的影响越大。

收发天线间障碍物越高大，电台至障碍物的距离越近，对地波的绕射影响越大。

地面土质导电性能好，通信效果就好。如肥沃农田比起伏地、居民地和森林要好；水面、湿地要比岩石地、干燥地好。

因此，在分析或开设短波电通信时，对于山地、丘陵地地形，若通信双方位于高地附近，电台应设置在高地最高处或背向敌方的山背上；若通信双方隔着高地，电台应尽量远离山脚，到障碍物的距离应大于障碍物高度的 10 倍以上；若通信双方分别位于山谷与平原，前者的电台应尽量移至通信方向上的谷口或其两侧山背；当位于金属矿区时，电台应尽量置于高处，以减少对电波的吸收。

城市居民地，天线应架设在较高且隐蔽的建筑物顶部或开阔地区。要避开电器设备与公路 100 米以外。

森林地区，电台应设置在通信方向上的林缘或有利的林间空地上，并防止树枝遮盖或接触天线。

附近有高压输电线或架空明线时，若通信方向与其平行，则天线应架设在其附近；如不平行，则电台应设置在靠近通信对象一侧 200 米以外的地方。

（二）地形对超短波通信的影响

波长为 10～1 米的无线电通信，叫超短波通信。它的传播方

式主要为视距波和地面反射波，并有一定程度的地面波。

视距波，以视线方式传播，要求收发天线间没有障碍物阻隔。

反射波，受地面起伏影响，将产生扩散反射，消弱场强。

地面波，受地表面土质电参数影响衰减很大，只能传播几公里或几十公里。

因此，在分析或开设超短波通信时，收发天线间应保持“通视”。并使天线远离林区或使高架天线露出森林。



图8-1　越野通行图

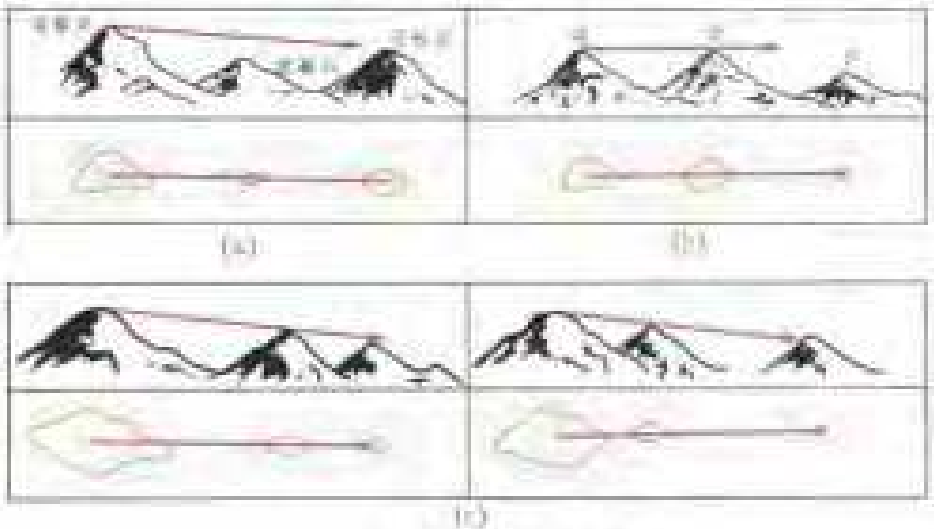


图8-2　直接判定法



图8-3　高差图解法判定通视情况



图8-5　各展里线上遮蔽界的判定

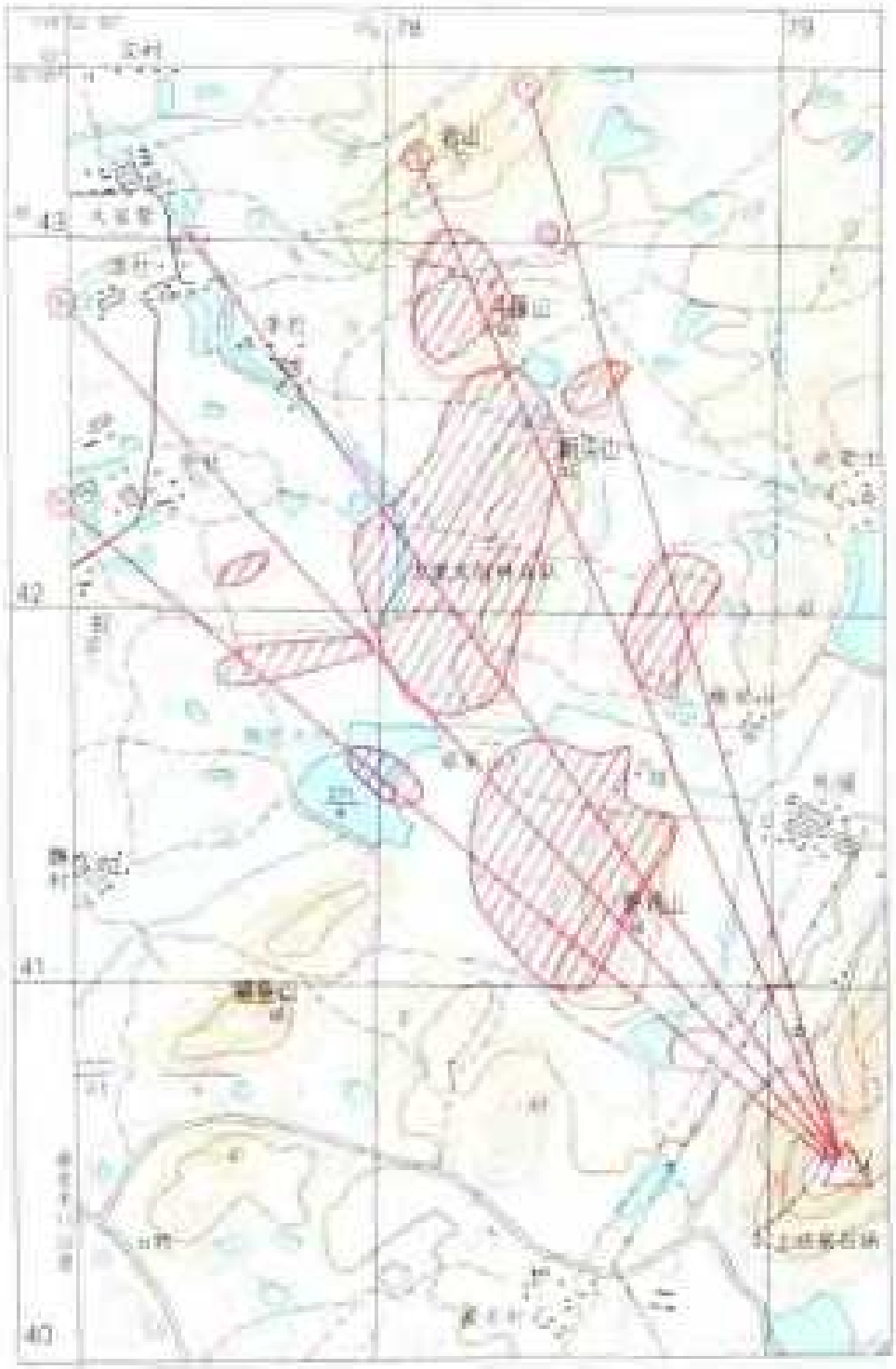
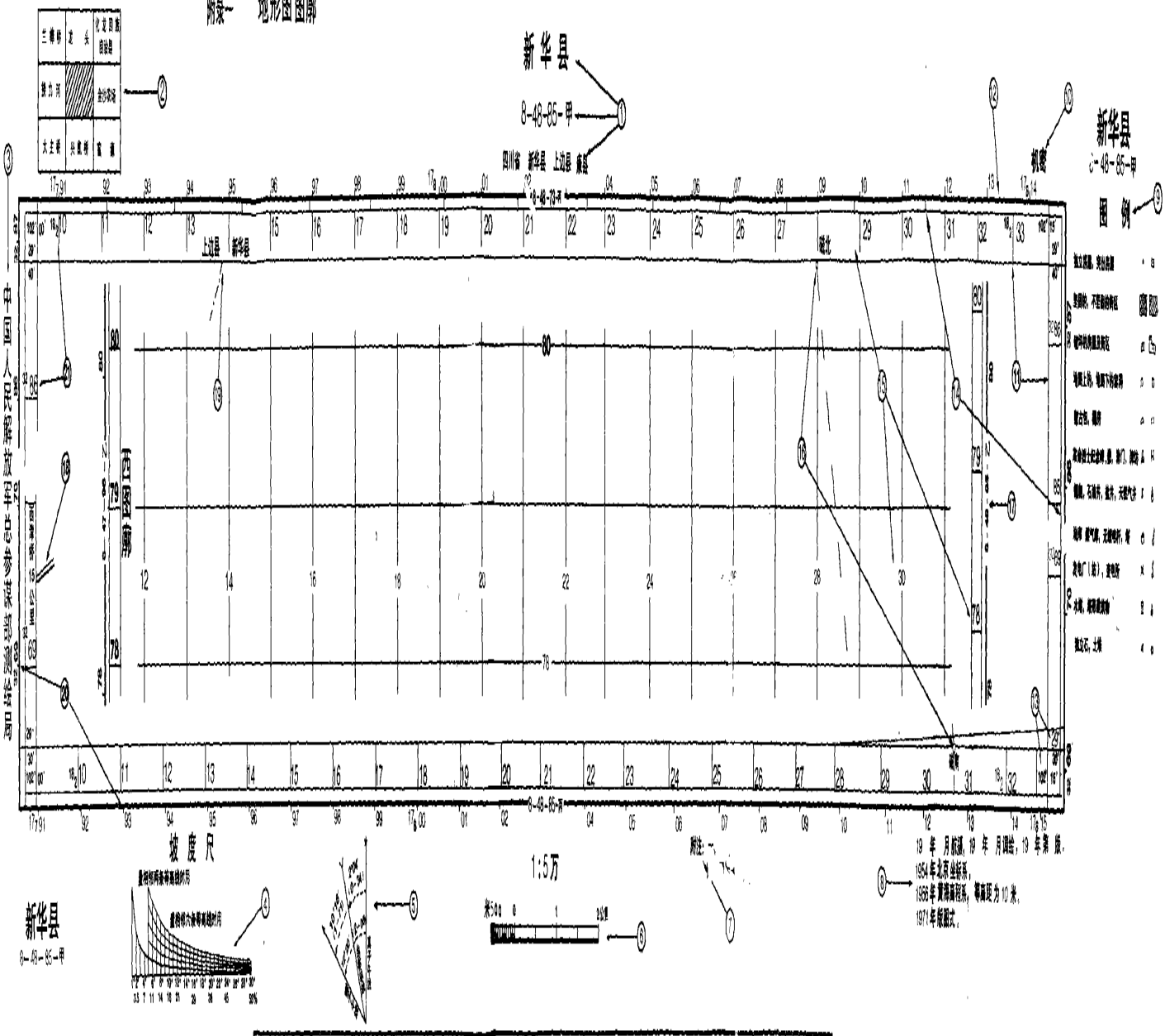


图8-6　遮蔽地区判定与标绘

附录一 地形图图廓



图廓说明

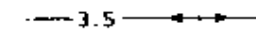
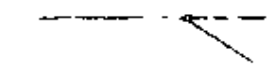
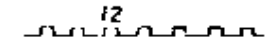
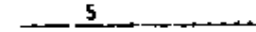
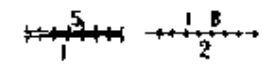
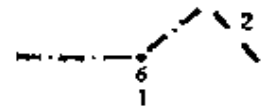
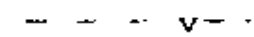
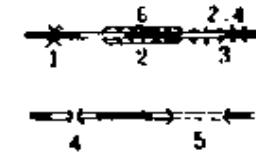
1. 图名，图幅的编号和包括的地区。
2. 小图图表，中间为本图幅，四周为相邻图幅。
3. 出版机关。
4. 坡度尺，上行注记为坡度的度数，下行注记为坡度的百分比。
5. 编角图。
6. 比例尺。
7. 附注：有必要的说明。
8. 初图方法，时间及依据。
9. 图例，本图幅的主要地形符号。
10. 经密等级。
11. 内图廓，图幅位置的边缘。
12. 外图廓，装饰图边。
13. 经纬度注记。
14. 分度带，经缘表示经，纬差一分。
15. 平面直角坐标网的公里注记。
16. 端子平地，印刷比（P'），端海（P）两点的连线。
17. 相邻图幅的编号。
18. 直高通过相邻图幅的地点必要性。
19. 境界两边宽度注记。
20. 纬带坐标网的横表公里注记。
21. 平面直角坐标网的全值注记。

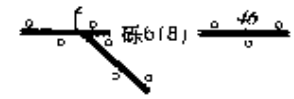
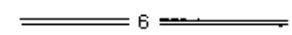
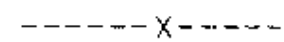
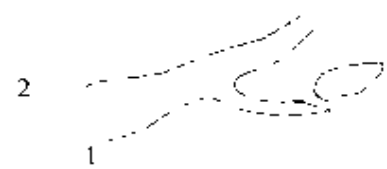
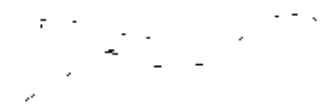
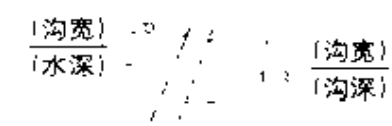
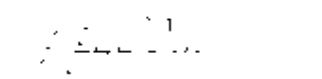
附录二　　常用地形符号（1971 年版图式）

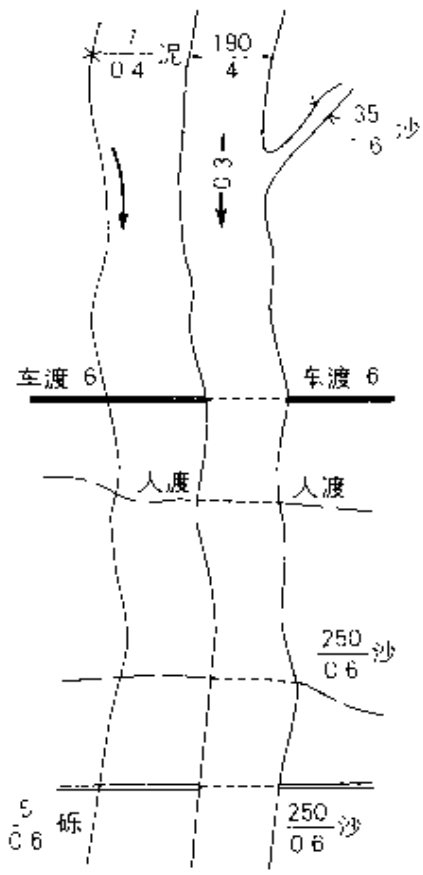
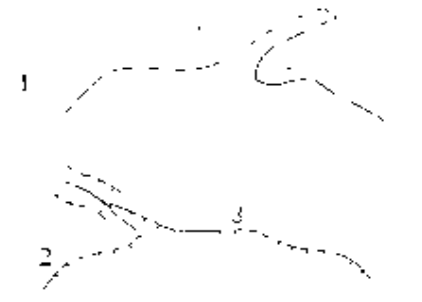
编号	名　　称	符　　号
	居　民　地	
1	独立房屋　1．不依比例尺的 2．依比例尺的	1　2
2	突出房屋　1．不依比例尺的 2．依比例尺的	1　2
3	街区　1．整圆的 2．不整圆的	1　2
4	破坏的房屋及街区 1．不依比例尺的 2．依比例尺的	1　2
5	窑洞　1．地面上的 2．地面下的	1　2
6	蒙古包、棚房	
	独立地物和测居控测点	
7	革命烈士纪念碑、塔	
8	影门、牌坊	
9	烟囱	
10	石油井、盐井、天然气井	油

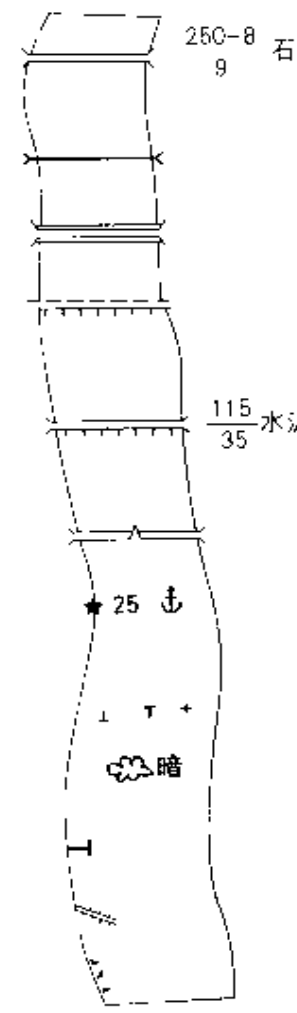
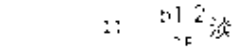
编号	名　　称	符　　号
11	油库、煤气等	
12	发电厂、站	
13	变电所	
14	配线电杆　塔	
15	水塔　塔形建筑物	
16	独立石 δ－比高	
17	土堆 1　不依比例尺的 2　依比例尺的 4、8－比高	
18	土坑 1　不依比例尺的 2　依比例尺的 2 4　深度	
19	矿井 1．开采的 2　废弃的	
20	露天矿、采掘场	
21	窑	
22	气象台、站	

编号	名　　称	符　　号
23	水车、风车、水轮泵	
24	钟楼　鼓楼　城楼、古关寨	
25	亭	
26	古塔	
27	庙	
28	旧碉堡、旧地堡	
29	坪及其它类似建筑	
30	独立大坟	
31	坟地　1.无树坟地 2.有树坟地 ①不依比例尺的 ②依比例尺的	
32	三角点、埋石点 67.3、143.2 — 高程	△ 67.3　□143.2
33	水准点 28.17— 高程	⊗ 28.17

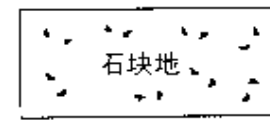
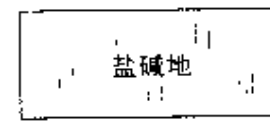
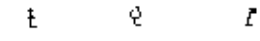
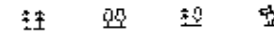
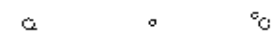
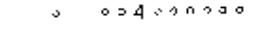
编号	名　　称	符　　号
	管线、垣栅和境界	
34	高压电线 3.5—电压(单位万伏)	
35	通信线及有方位意义的电线杆	
36	砖石城墙、长城 12—比高	
37	土城墙、土圈、围墙、累石围 5—比高	
38	栅栏、铁丝网、篱笆	
39	堤　1．主要堤 2．一般堤 5 1 8—比高	
40	国界　1　界桩、界牌及其编号 2　未定界	
41	省、自治区、中央直辖市界和界标	
42	自治州、盟、省辖市界	
43	县、自治县、旗界	
	道　　路	
44	铁路　车站、会让站	
45	道路附属建筑物　1　涵洞 2．路堑 3．路堤 6.2 4—比高 4．不依比例尺的隧道 5　依比例尺的隧道	

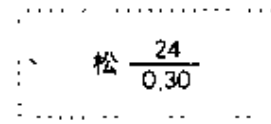
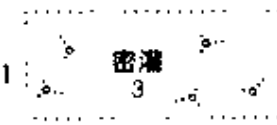
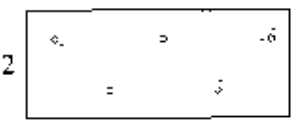
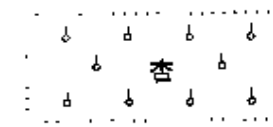
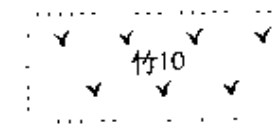
编号	名　　称	符　　号
46	公路、路标、里程碑、行树 6　铺面宽　8－路面宽 砾－铺面材料　46－里程数	
47	简易公路 6－路面宽	
48	大车路	
49	乡村路	
50	小路、山隘	
	水　　系	
51	河流　湖泊　1. 常水位岸线 2. 高水位岸线	
52	时令河、时令湖 (5–10)　有水月份	
53	运河、沟渠	
54	高于地面的沟渠 2.4－比高	

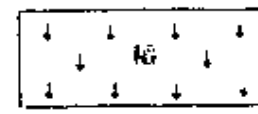
编号	名　　称	符　　号
55	河流宽度、深度、河底性质 分子　河宽　分母－水深 沙、泥－河底性质	
56	流向、流速 03－流速	
57	渡口 6－载重吨数	
58	过渡场 分子－河宽 分母　水深 沙、砾　河底性质	
59	陡岸 1. 有滩陡岸 2. 无滩陡岸 6、3　比高	

编号	名　　称	符　　号
60	车行桥　分子－长度、宽度 分母　载重吨数 石－性质	
61	人行桥	
62	双层桥	
63	滚水坝	
64	拦水坝　分子－坝顶长度 分母　高度 水泥－建筑材料	
65	水闸（能通行汽车的）	
66	灯塔（桩）、轮船停泊场（锚地） 25－高程	
67	礁石　不依比例尺的明礁、 暗礁、干出礁 依比例尺的干出礁、暗礁	
68	码头	
69	防波堤、制水坝	
70	石滩（不依比例尺的）	
71	堤岸 26　比高	
72	水井　分子－地面高程 分母－井口至水面深度 淡　水质	

编号	名　　称	符　　号
73	贮水池、水库	
74	泉	
75	盐田	
76	沼泽地 1. 能通行的 分子－水深 分母　软泥层深度 2. 不能通行的	1 能通行 2 不能通行
	地貌和土质	
77	干河床、干湖	
78	干沟　分子　沟宽 分母－沟深	
79	石灰岩溶斗	
80	山洞、溶洞　分子　洞口直径 分母　深度	$\frac{1.6}{20}$

编号	名称	符号
81	岩峰 1 孤峰 2 峰丛 95、35－比高	
82	梯田坎 3－比高	
83	沙地	
84	石块地	
85	盐碱地	
植被		
86	突出树 1. 针叶　2. 阔叶　3. 棕榈	
87	独立树丛	
88	疏林、零星树木、小面积树林	
89	狭长林带 4－平均高度	

编号	名　　称	符　　号
90	森林 分子－树的平均高度 分母－树的平均粗度	
91	灌木林　1. 密集的 3－平均高度 2. 稀疏的	 
92	矮林、幼林、苗圃 1－平均树高	
93	大面积的经济作物地、果园	
94	大面积的竹林 10－平均高度	
95	大面积的芦苇、高草地	
96	草地	

编号	名　　称	符　　号
97	稻田	
98	小面积的果园	
99	小面积的芦苇地	
100	小面积的灌木林	
101	小面积的竹林	