



遥感手册

第六分册

国防工业出版社

73

87.9.73

898

V.6

遥 感 手 册

第 六 分 册

〔美〕 约翰 E. 埃斯蒂斯 著

弗雷德里克 J. 多伊尔

张 莉 王长耀 边薇苓 宣家滨 译

王成业 张声荣 刘益悟 校

国防工业出版社

内 容 简 介

D036/12

《遥感手册》一书比较系统地介绍了遥感技术的各个方面,内容丰富,具有一定深度。全书分十二个分册出版。

第六分册是本书下卷的第十四和第十五章。第十四章阐述了遥感图象判读方面的有关问题:图象判读过程;图象判读要素;图象判读技术;各种判读仪器、设备的工作原理及其性能;各种遥感图象的判读原理及方法。本章还介绍了在目前情况下,机器判读和人工判读的关系,强调了人工判读的重要性。第十五章主要论述了如何由遥感图象绘制成图的问题,其中包括空间遥感和航空遥感(如侧视雷达和行扫描)图象成图的基本原理、方法和设备,图象的误差分析和纠正,图象的数字化处理等。

本分册可供从事这方面工作的工程技术人员及有关大专院校师生参考。

Manual of Remote Sensing

Robert G. Reeves

JOHN E. ESTES

FREDERICK J. DOYLE

American Society of Photogrammetry 1975

*

遥 感 手 册

第六分册

〔美〕 约翰 E. 埃斯蒂斯 著
弗雷德里克 J. 多伊尔

张 莉 王长耀 边霞苓 宣家滨 译
王成业 张声荣 刘益悟 校

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张 17 插图 9 394 千字

1983年6月第一版 1983年6月第一次印刷 印数: 0,001—4,300册

统一书号: 15034·2417 定价: 2.25元

译者的话

美国摄影测量学会集中了数以百计的有关科学家和工程技术人员,从1969年开始,花了约近六年时间,编辑并于1975年出版了这本遥感手册。遥感技术作为一门新兴学科,随着空间科学技术的发展,近十多年来进展很大,获得了多方面的应用,对促进国民经济发展和国防建设都有很大作用,因此,当前世界各国都对它给予了必要的重视。在遥感领域中,本手册是迄今较为全面而在技术上又有一定深度的书。为配合我国遥感技术的发展,我们请各方面的同志共同翻译并出版这本手册,以供有关科研、教学和工程技术人员参考。由于遥感技术本身是一门新学科,应用范围又特别广,加之我国在这方面的发展起步不久,有些定名和理解可能还需商榷。

原书分上、下两卷出版,计二十六章加一个遥感小辞典。我们考虑到编辑出版的方便,分十二个分册出版:

- 第一分册 遥感基础(第一至第五章);
- 第二分册 光学和电-光遥感器(第六至第八章);
- 第三分册 微波遥感器(第九章);
- 第四分册 遥感器的运载工具、数据传输及遥感地面研究(第十、第十一和第十三章);
- 第五分册 遥感数据的处理与管理(第十二章);
- 第六分册 图象判读和制图(第十四和第十五章);
- 第七分册 遥感应用:地质勘测(第十六章);
- 第八分册 遥感应用:森林与草原(第十七和第十八章);
- 第九分册 遥感应用:水文学与海洋学(第十九和第二十章);
- 第十分册 遥感应用:气象学及作物与土壤(第二十一和第二十二章);
- 第十一分册 遥感应用:城市环境与区域工程规划(第二十三和第二十四章);
- 第十二分册 遥感应用:区域分析与社会科学(第二十五和第二十六章)。

本书封面特约张博智同志设计。

目 录

第十四章 图象判读基础

1. 引言	1
2. 图象判读过程	2
2.1 测量	2
2.2 识别	2
2.3 问题求解	3
3. 图象判读要素	4
3.1 大小	4
3.2 形状	5
3.3 阴影	6
3.4 色调和颜色	7
3.5 纹理	8
3.6 图案	9
3.7 位置	11
3.8 布局	12
3.9 分辨率	12
4. 图象判读技术	16
4.1 辅助资料	16
4.2 图象判读样片	17
4.3 图象整理	19
4.4 立体观测	20
4.5 搜索方法	21
4.6 图象判读中多种图象的使用	21
4.7 综合分析	23
4.8 关于图象获取的成本	23
5. 图象判读的视力要求	28
5.1 立体视觉	29
5.2 色彩视觉	31
5.3 人的视觉缺陷	32
5.4 照明	34
5.5 图象判读员怎样做才能帮助自己	35
6. 图象判读仪器	35
6.1 观察设备	36
6.2 测量设备	41

6.3 细部转绘设备	45
6.4 其它设备	47
6.5 设备的选择	49
7. 遥感系统的图象判读要素	50
7.1 摄影(照相机)图象的判读	51
7.2 各种摄影方式摄取的可见光和 近红外图象的判读	67
7.3 被动微波图象的判读	84
7.4 热红外图象的判读	98
7.5 可见光非摄影系统图象的判读	120
7.6 紫外图象的判读	128
7.7 雷达图象的判读	132
8. 图象判读的功能试验	215
8.1 图象判读员的选拔	215
8.2 行扫描图象和摄影图象对比判读测验	216
9. 结论	227

第十五章 遥感器数据的制图表示

1. 引言	232
2. 制图表示的基本原理	233
2.1 制图精度	233
2.2 空间分辨率和地图比例尺	233
2.3 地图参考坐标系	234
2.4 一般换算问题	236
3. 制图表示的方法	239
3.1 适合于遥感器图象的参考坐标系统	239
3.2 适合于参考坐标系的图象数据	239
4. 纠正与正射投影	248
4.1 纠正	249
4.2 正射投影	249
5. 根据侧视雷达图象制图	250
5.1 雷达制图原理	251
5.2 主要的雷达制图计划	252
5.3 立体雷达制图	253
5.4 数字雷达制图	254

5.5 根据空间飞行器雷达图象制图.....	254	7.2 数字图象处理的校正.....	257
6. 根据扫描仪图象制图	254	7.3 通用数字图象处理系统.....	260
7. 遥感器图象数据的数字处理	256	7.4 地球资源技术卫星数据的数字处理.....	263
7.1 数字图象处理的概念.....	256	8. 结论	264

第十四章 图象判读基础

作者 约翰 E. 埃斯蒂斯等

1. 引言

几乎每一个人都要触及到图象的判读问题。书籍、报纸、杂志、广告、电影和电视都向读者和观众提供图象，每张图象又都向人们传递某些概念和印象。这些概念和印象的形成就是判读。这样的判读可能正确，也可能不正确；可能是有意识的，也可能是无意识的；可能是部分的，也可能是全部的。总之，判读就是指从图象上获取信息的一种基本过程。一旦判读员有了设备、掌握了观察方法，就可以着手进行这项工作了，并通过逻辑推理，从他所观察的图象上得出正确的结论。

图象判读作为研究图象的一种工作，其目的是为了识别物体，从而判断该物体的含义。判读员研究遥感数据，试图通过逻辑推理来发现、识别、测量和评价环境与人造目标、图形及其空间关系的作用和意义。

遥感图象之所以对环境研究有实用价值，其基本原因主要有以下四点：第一、它以透视的方法和一种有助于研究地物及其相互关系的格式表示出地球表面的很大一片地区；第二、一定形式的图象可以用来对所研究的地形和地物进行立体观测；第三、可以把肉眼识别不出的地物特征转换成图象形式；第四、它可以给观察者提供在一定时间内存在的物体、现象及其关系的永久性记录。

大面积的图象能使观察者看到地物及其与周围环境的关系，而这种关系在地面进行观察可能是不明显的。图象判读员可以详细地研究地物、图形及其相互间的关系，并把这些数据与地图和其它参考资料加以比较。

立体观察（产生立体感）有助于确定物体的形状和高度。形状的概念可以使判读员比较容易地识别物体，并测量它们的高度和坡度。

事实上，一个图象判读员就是一个具有一定能力的遥感器，只不过他仅能觉察到电磁波谱很窄的一段反射能。而目前使用的遥感器系统和摄影乳剂却能使判读员看到其视觉所不能及的类似象片形式的能量分布影象。当判读员试图判断环境中的物体、现象及其相互关系的作用和意义时，这些能量关系就提供了重要的信息。

最后，遥感图象的永久性和保真度使判读员能有更充裕的时间，并在比直接观察更便于获取资料的情况下，集中精力深入研究一个地区。图象还可以提供历史文献，通过对整个历史时期的图象分析，可以为地物的识别提供重要线索。对连续获取的图象进行比较研究，也为自然的和人为因素的发展趋势提供重要的历史文献。

图象的判读在区域范围、透视和时间关系方面与直接观察不同。它只在一个重要的方面跟直接观察相似，这就是获取的信息量和可靠性都取决于观察者的训练程度和能力以及所观察到的景象之特征。总之，图象判读与摄影测量的关系就像统计学与数学的关系一样。

图象判读和统计学都是对环境存在的物体、现象及其关系进行概率描述的方法。判读员掌握与影象有关的环境和系统参数的能力及限度的背景知识越多,则他的判读准确性的概率也就越大。

2. 图象判读过程^①

心理学分析把图象判读看成似乎是按时间顺序发生的事情。开始是发现和识别重要物体,其次是对物体进行测量,之后根据判读员所掌握的专门知识就取得的信息对物体进行研究。这时判读员必须具备把自己对物体的理解和物体的意义联系起来的能力。

现在举例说明这种判读过程。“我看见象片上有个牲口棚”,虽然这句话是迅速的初步识别,但它却包含了上面描述的全部过程。通过对物体大小和形状的概略估计进行测量;根据其特殊的比例、屋顶的面积及其它可测量的特征对比就可以识别出这是牲口棚。识别时还必须注意到其周围的物体,如牲畜和仓库,并且判读员事先必须了解牲口棚的功能。最后,“牲口棚”一词就把判读结果表达出来了。图象判读至少包括三个思维过程,它们可能是同时发生的,也可能不是。这三个思维过程是:(1)在图象上对物体的测量;(2)成象物体的识别;(3)适当利用这种信息解决所研究的问题。测量和识别这两个过程可以用比较简单的方法去研究,即它们可以被心理学家所观测或被象片判读员所描述。第三个过程即解决问题则是一个复杂的过程,需要掌握基本资料和采取综合的以及分析的思维方式。

2.1 测 量

本章的其它部分讲到了图象判读员经常用比例尺和其它仪器测量物体的确切尺寸。图象判读中的测量包括目测一个物体的大小和形状;合理地正确估算尺寸对正确识别是很重要的。

使用测量设备(绘图板、地图、计算尺、叠置片)要求具备多种技能。人们曾对驾驶摩托车技巧的许多人为因素进行了研究,并做了很多这类试验。根据这些试验,可以判断人们的数学,特别是三角学的知识。对大多数判读员来说,要求其测量物体的能力应比较强。

2.2 识 别

心理学测验测量两个因素,即刺激和反应。在图象判读中,刺激在色调、纹理、图形、布局和其它图象特征上都是可变的。图象的刺激特征及判读员对它们的反应能力,无疑都是判读员判读的决定性因素。相对而言,刺激的测量比较容易,但眼睛视网膜产生的绝大多数心理反应尚未被人们所了解,只有通过判读员的讲、写或画的过程,才能测量到他对刺激的反应。

黑白图象有各种色调或边缘梯度,通过它们可以看出物体的形状。有许多方法可用于测量一个物体的明显界限。当根据阴影识别物体时,就用上了突变边缘梯度,而色调的渐

① 本节和本章的后面部分大量引用了美国摄影测量学会以前出版的著作。其中有《象片判读手册》^{〔25〕}第三章,1960年版;《彩色航空摄影手册》^{〔140〕}第一、二、十章以及附录(第一、二部分),1968年版;《摄影测量手册》^{〔150〕}第六、十一、十二章,1966年版;此外,本节讲到的照相机系统的几何学和立体测量技术是引用《摄影测量原理》^{〔157〕}的第六、七章,1974年版。

次变化也是重要的刺激源。沿海滩的水陆界限、烟囱冒出的烟以及土壤特性的变化，都会显现出色调特征的渐次变化。在识别航摄图象上的物体时，常常用空间特征[●]来补充边缘梯度。

判读员所用的许多描述性术语都被减缩成说明色调变化的语句。色调梯度经常在重复排列中出现，从而产生纹理效果。按纹理特征来识别一组物体往往比用单个物体的形状进行识别要容易得多。例如，要识别单株树是何种树是很难的（大比例尺象片除外），而整个一片树林的纹理，即使在小比例尺图象上也足以能清楚地加以识别。

许多物体的图形和布局比起单个物体来，有时是更有用的刺激源。水系图形就是最突出的实例。防空武器往往可根据形成的弧形、长方形和环形图形的类似等距离的炮位来加以识别之。

立体视觉为人们提供了熟悉的空间特征。有了立体感，就使大多数物体更容易识别，有时往往单凭物体的高度或立体感就可以进行识别。对许多判读员来说，地球表面的自然现象和人造地物景深上的渐次变化，是极其重要的刺激源。常用于立体感判读的其它有用标志是相对大小和其所在位置。

判读员通过已知物体的识别标志来表示他对刺激的反应。尽管可以知道判读员所掌握的知识里是否包括某一特定物体的相应标志，但若没有识别标志，就无法衡量他识别物体的能力。图象分析人员为了确切表达他的判读结果，必须精通他自己的专业术语和其它有关的专业知识。

2.3 问题求解

通常要求图象判读员能通过有关物体的研究来识别目标，或者根据单个物体的组合来识别群体。

一个有经验的判读员在观看一个群体（例如一个工业设施）时，不一定马上就认出这是一个群体 X ，而是在他发现和识别了物体 x 、 y 、 z 之后，才会得出结论，可能是、或许是或者肯定是群体 X 。在判读员识别出这个群体之前，他必须认真研究物体的组合，衡量这种组合是否有可能在一个以上的群体中出现。要解决这个问题，往往不是靠一次肯定的识别，而是根据从最像、可能像到最不像或者有可能像的这样一种可能性的识别级别（一种判读员在自己的识别中所标出的肯定程度的概率陈述）进行的。有经验的判读员由于经常看到复杂的物体，所以能立刻识别出来，而初学者则必须先在识别出 x 、 y 和 z 之后，才能识别出 X 。

图象判读中的绝大多数问题，要求判读员掌握的主要知识不是从图象本身得到的，而是从有关领域或研究地区得到的。记录在遥感图象上的特别有规律的物体和现象的布局是比较易于判读的，因为物体都是有规则地分布于地球表面上的。比如地质构造过程产生的隆起就作为一种特征赋予同一成因产生的规律性。植物群落就体现了共同环境的规律性。功能相同的人造地物特征则形成了工业企业。判读过程中进行规律性推论的好坏取决于一个人所掌握的知识领域精通的程度如何。

● 视觉状态的特征是指帮助判读员正确识别或准确判断有关物体作用和意义的任何一种特征。

3. 图象判读要素

图象反映了若干电磁波谱反射、发射和传输来的能量，并以多种形状、大小和比例尺记录下来。对图象的基本判读来说，必须充分而有效地使用这些数据。

尽管许多文章和课本里总结的图象判读的基本要素数量各不相同，但一般都认为有大小、形状、阴影、色调或颜色、纹理和图形等六种要素。此外还有位置、布局和分辨率等三种其它要素。下面就将这九种要素分别进行详细描述。

3.1 大 小

图 14-1 所示一片树林中能够采伐的木材数量取决于树的大小、树的密度和树林的面积。一个物体的大小是识别其本身的最有用的标志之一，判读员可以不考虑全部可能识别的组合面积，在航空象片上对未知的物体进行测量。而在识别比例尺变化的图象时，判读员则必须经常测量所感兴趣的物体。

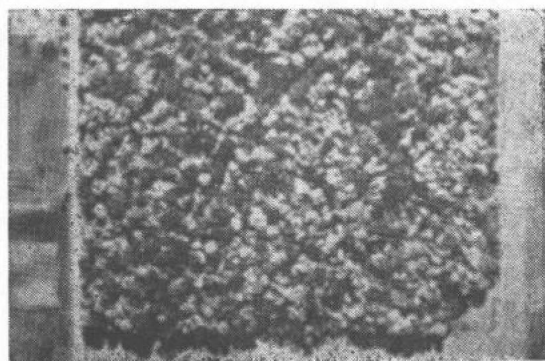


图14-1 在树的颜色变化最突出的秋季，拍摄的一片混交阔叶树的全色消蓝图象。色调最浅的树冠是糖槭树，色调深的一般是栎树

图 14-2 说明了判读员如何通过研究物体的大小来避免产生识别误差。如果他 不考虑大小，就能很快地把 A 处的物体看成是树，B 处的看成是一群牛，C 处的是一片房屋，D 处的是一排电线杆。即使他仔细考虑了形状、阴影、色调、纹理和图形等标志，他还是会进行错误的识别。在这张比例尺已知的象片上，根据事先进行的观察，再略加测量，确定了这些物体的大小以后，判读员就会发现 A 处的物体不是树而是一大片草丛（E 处是树）；B 处是羊不是牛（F 处是牛）；C 处是狗窝不是房屋（G 处是房屋）；D 处是篱笆柱而不是电话线杆（H 处是电话线杆）。考虑到物体的大小是立体的，判读员就可以通过视差测量（正如本章后面描述的）来确定 G 处房屋的层数，通过阴影测量来确定其他物体，如 C 处狗窝的高度。

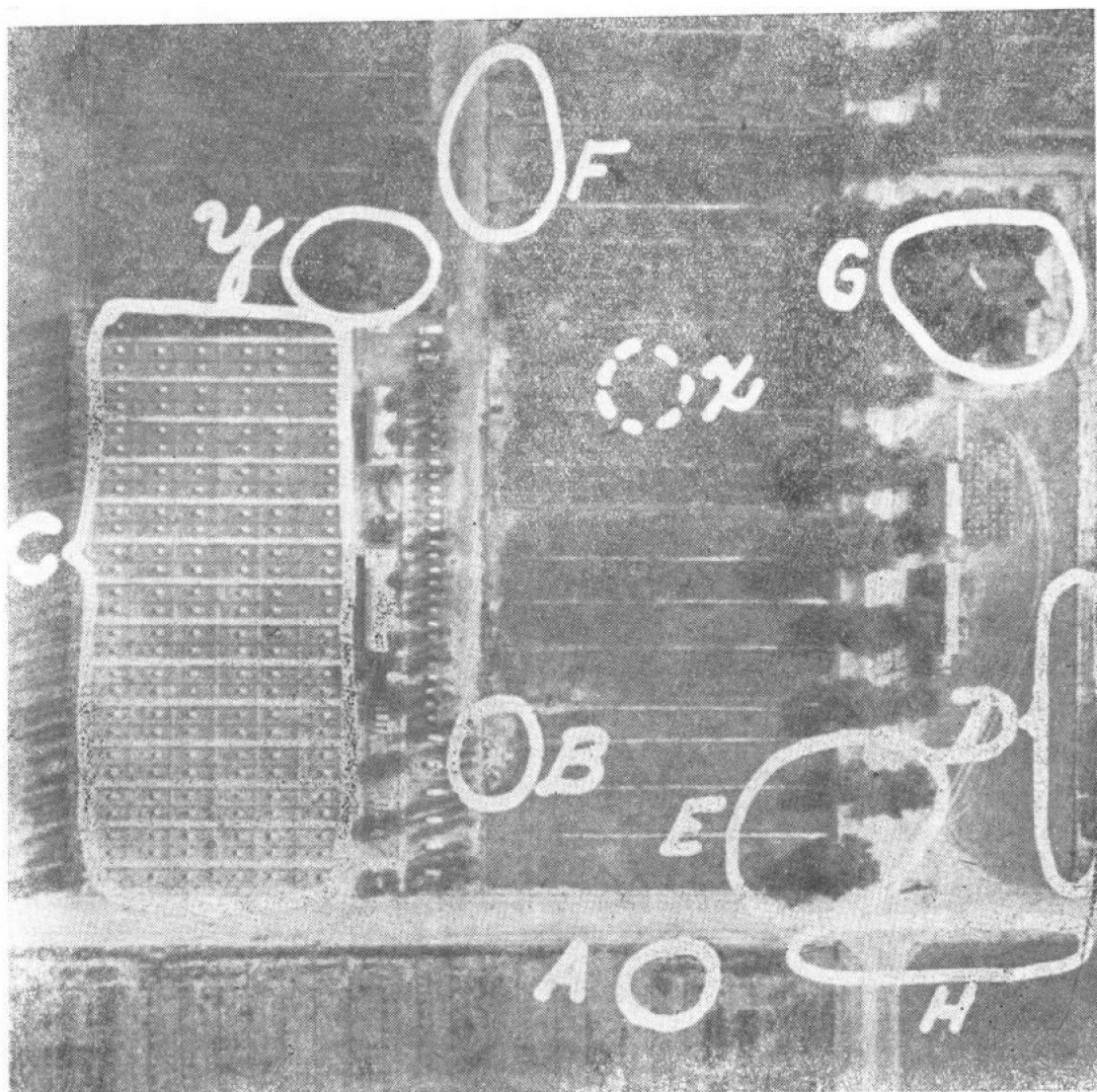


图14-2 1:4000 比例尺的垂直航摄影片，说明物体的大小在识别各种物体时的重要性

3.2 形 状

有些物体的形状和式样是非常独特的，因此只根据形状和式样这个标志即可从图象上把它们识别出来。华盛顿特区附近的五角大楼就是典型的一例。但有时要从垂直拍摄的象片上看出物体的形状，这对判读员来说显得特别困难。一个物体的平面图或顶视图，与人们熟悉的剖面图或倾斜视图是完全不同的，它甚至会使判读的初学者不可能从图象上识别出他们自己的办公大楼。要求具备利用平面图的能力就像掌握另一种语言一样。但由于物体的平面图是其结构、组成和功能的重要标志，有时甚至是关键性的标志，所以这种图就成为了一种重要的判读工具。在汽车驾驶员看来，一个立体交叉公路上的快车道的立体枢纽，就像一座面积不大的迷宫，他必须密切注意路标，来寻找他的车道；而对飞机上的观察者来讲，交叉点的形式和作用则一目了然（图 14-3）。

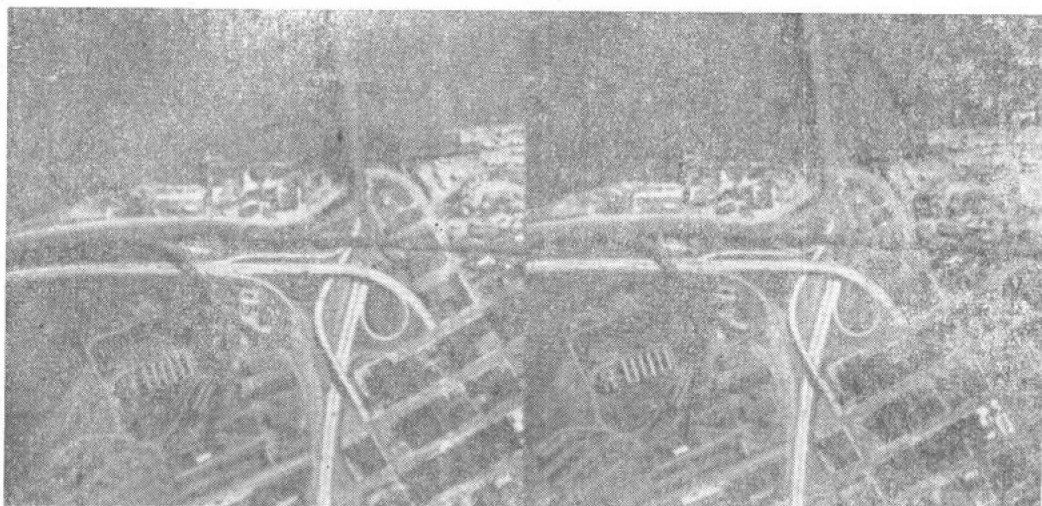


图14-3 道路的立体交叉说明了空中观察的优越性。从上面这张立体图，它的作用很清楚，至于汽车驾驶员，只能凭路标才能顺利驾驶。桥上两座塔的长的阴影是让船通过的升降部分，其它阴影清楚地显示了桥的结构。应注意，铁路与公路不同，因为铁路曲率比最平缓的公路的曲率半径都长，结果就避免了这种交叉

对图象判读员进行大量训练，其目的就在于要改变他概念中的方向，使之能很快地识别出上述象片中看到的物体。在象片判读中，立体象对在景深中产生的高低印象可以大大有助于判读人员的这种概念方向的改变。

对判读员来说，形状的意义就在于它划出了不知道应当属于哪一类的物体的界限；它往往能得出最后的识别结果，并有助于了解物体的意义和作用。

3.3 阴 影

阴影既有助于判读员判读，也有碍于判读员判读，这是因为它们既呈现出了物体的轮廓，但又遮掩了物体的某些细部。从图 14-4 的上图可以发现，雷达遥感器的视角产生的阴影就把重要的信息掩盖了；但是根据图 14-4 的下图却又发现，阴影提供了有关建筑物的大小和形状方面的信息，而单凭建筑物本身的象是得不到这方面的信息的。但这些阴影又遮掩了建筑物前面的草坪和人行道上的某些细节。

阴影是人们熟悉的一种现象，在日常生活中，我们往往通过人或物体投下的阴影来判断人的高矮和体形以及物体的大小与形状。正如从图 14-4 中所看到的那样，航空象片上的阴影为判读员提供了他感兴趣的物体的侧面的图象，这样就有助于判读。如果要识别的物体非常之小或者与周围环境的色调对比度很小，那么阴影就特别有用。在这样的情况下，阴影的明显界线 and 形状就使判读员能识别刚好处于识别界限的物体。

航空象片一般都是在中午的两小时内（当地太阳时）拍摄的，以避免有过多的阴影，同时也可以最大限度地显示出地面情况。但另一方面，阴影一般又增强了物体的形状，因而有助于物体的识别。例如，在某些地质应用方面，摄影都是在很低太阳角的情况下进行的，以便突出地表的微小起伏。这也是类似低太阳角图象的机载侧视雷达图象在地质勘察

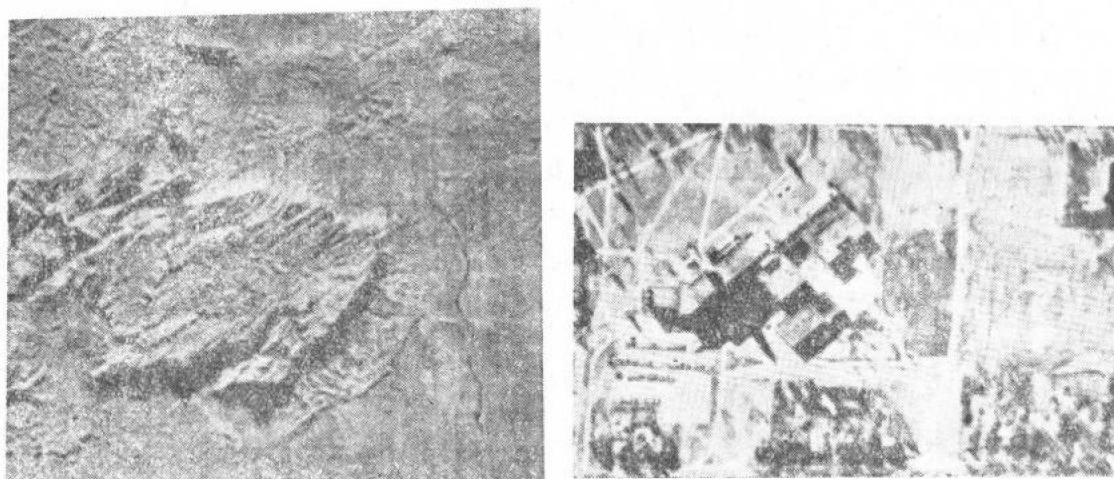


图14-4 阴影的形状有时能遮盖重要的地面信息，不过阴影也可以突出判读员感兴趣的信息。地质学家用机载雷达图象（左图）突出地形特征，这和通常用低太阳角摄影的做法相类似。航空象片（右图）中建筑物尖塔的阴影比尖塔本身的象还要清楚。该建筑物阴影中的人行道和其它物体能否被看出或完全被遮掩取决于阴影的浓度

中日益重要的一个原因。低太阳角可以突出地形，也是确定地球资源技术卫星图象获取时间的一个因素。

3.4 色调和颜色

如图 14-5 上图所示，在一张热红外图象上，水体产生的灰色色调变化与水温差别有关。通过电子图象增强方法，与水温变化有关的色调差异可以转变成彩色（图 14-5，下图）。另一方面，在经过训练的判读员看来，图 14-6 的水体中无疑存在着悬移质泥沙的变化。许多影响图象色调变化的重要因素，在本章后面论述各种遥感器系统时将会提到。各种遥感器系统记录能量的方法，在单独讲述遥感器系统的章节将作详细论述。只要象片判读员掌握了影响象片色调的因素，那么他就会把感兴趣的物体的色调或颜色，看成是它们的组成与识别的主要标志。

颜色感觉（见目视要求一节）是了解环境的一个重要因素。不同的物体会反射、发射和透射不同数量和不同波长的能量。这些差异以色调、颜色和密度变化的形式记录到图象上。图 14-1 中的那片混交阔叶林是在十月末颜色变化最突出的秋季拍摄的。树种不同明显地显示出了不同的色调和灰度。图 14-6 是一张彩色航空象片，表示了注入到俄亥俄州克利夫兰的伊利湖中凯霍加河的水流情况。在黑白影象上就没有色彩差异，物体只呈现出不同的灰度。这些灰色色调往往与判读员概念中所熟悉的物体的自然色调是不一致的。真彩色摄影图象给判读员提供了所熟悉的、研究物体自然色的图象，因而判读比较容易。在黑白象片上，水体的色调变化范围可以从白到黑，具体情况则取决于太阳高度角和反射到照相机镜头的光波面。

还要说明一点，作为提高判读能力的一种手段，采用“假彩色”象片和彩色增强象片

的越来越多。彩色红外航空摄影和能把一套黑白透明片合成为许多不同彩色片的光学与电子图象增强设备, 已为越来越多的图象判读员所利用。不论是增加穿透霾[●]的能力以及从高空获取高质量的图象, 还是把黑白图象的各种谱段进行窄带滤波和合成, 以便增强物体之间微细的色调差异, 其目的都是为了增强物体与背景的对比度, 扩大色调之间的反差, 使判读员更容易地进行判读。与任何其它单个判读要素相比, 无论是黑白象片上的灰度, 还是彩色象片中的色调、色度和饱和度, 都能为细心而有经验的判读员提供更多的信息。然而, 几乎在所有的情况下, 唯有物体与物体之间的色差或物体与背景之间的色差才是重要的。实际上, 如果背景与物体的边缘之间没有色调或彩色的差别, 那就不可能得到图象。

3.5 纹 理

图象上的纹理是由一组组物体的色调重复出现而构成的。这些物体往往太小, 单独识别是看不出来的。对某些物体来说, 纹理是指它们给视觉印象造成的粗糙度或平滑度, 它是判读的一个重要依据。对于机载侧视雷达和成象的被动微波辐射测量来说, 尤其如此。

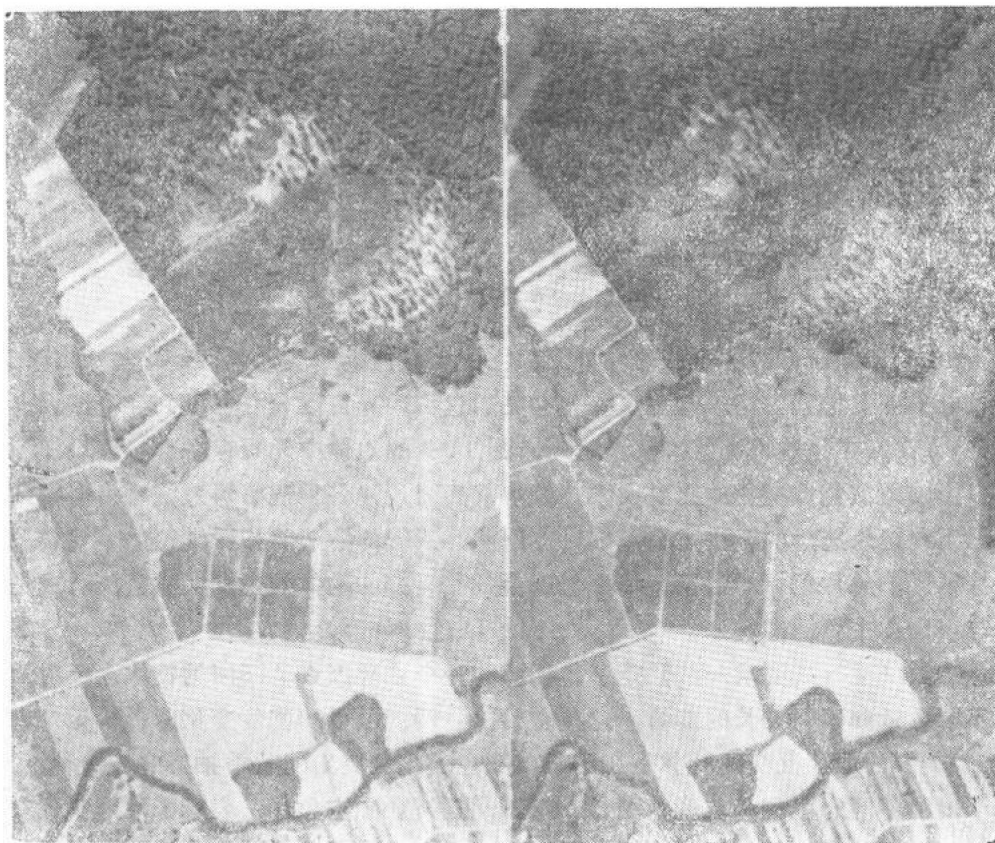


图14-7 由图中显示出的各种纹理很快就能与所代表的地物特征联系起来, 这样, 即使在同一张图象上没有便于可比较的物体, 也能使有经验的判读员辨别出物体的特征。从图象上可以看出任意间距的单株树冠如何形成了树林的纹理特征。下层丛林仍部分地保持了这种特征, 只是图象下方天鹅绒状平滑的农田里生长的具体作物看不出来

● 霾(mái) 是指空气中因悬浮着大量的烟、尘等微粒而形成的混浊现象, 通称阴霾。——译者

这是因为在区别这种图象上各种环境现象时，纹理起着重要的作用。

在航摄像片上，根据树的鲜明纹理即可判断其大小。天鹅绒状平滑的纹理一般是幼树林，粗糙的、像卵石似的纹理一般是成材的老树林。因此，为产生纹理所需的物体的大小是随图象比例尺变化而变化。在大比例尺航摄像片上，可以看出单株的树，虽分不出是簇叶还是针叶，但树冠的纹理却看得很清楚。在小比例尺图象上，可以看出整片树林树冠的纹理特征（见图 14-7）。在一定的比例尺范围内，由若干种树组成的用材林这类群体的纹理可能就很清楚，足以作为识别这种物体的可靠依据。

3.6 图 案

图案或重复代表了许多人造物体和某些自然地物的特征。图 14-8 中的土地利用类型就是典型的厚层黄土性土壤区。根据地物的图案，果园和条状作物就看得特别明显。

地学研究人员往往重视物体的图案或其空间排列，把它们作为物体的由来和功能或两者都包括在内的重要依据来研究。人文地理学家和人类学家研究居民点的类型及其分布，以便了解分散和迁移在文化历史上作用。各类岩石露头的分布为地质构造研究提供了依据，而水系类型与构造、岩性与土壤结构有着密切的联系。有机体与其周围环境的各种变化关系产生了植物群落特有的图案。

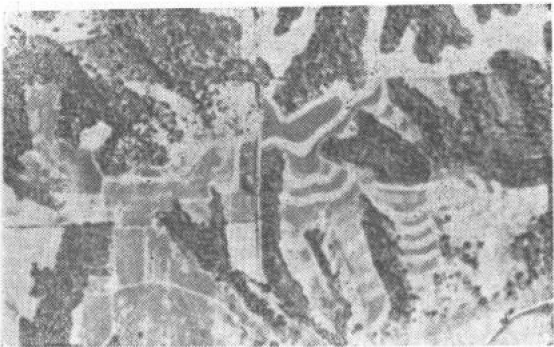


图14-8 在伊利诺斯州卡尔洪县风蚀严重的厚层黄土性土壤上开发土地利用之类型

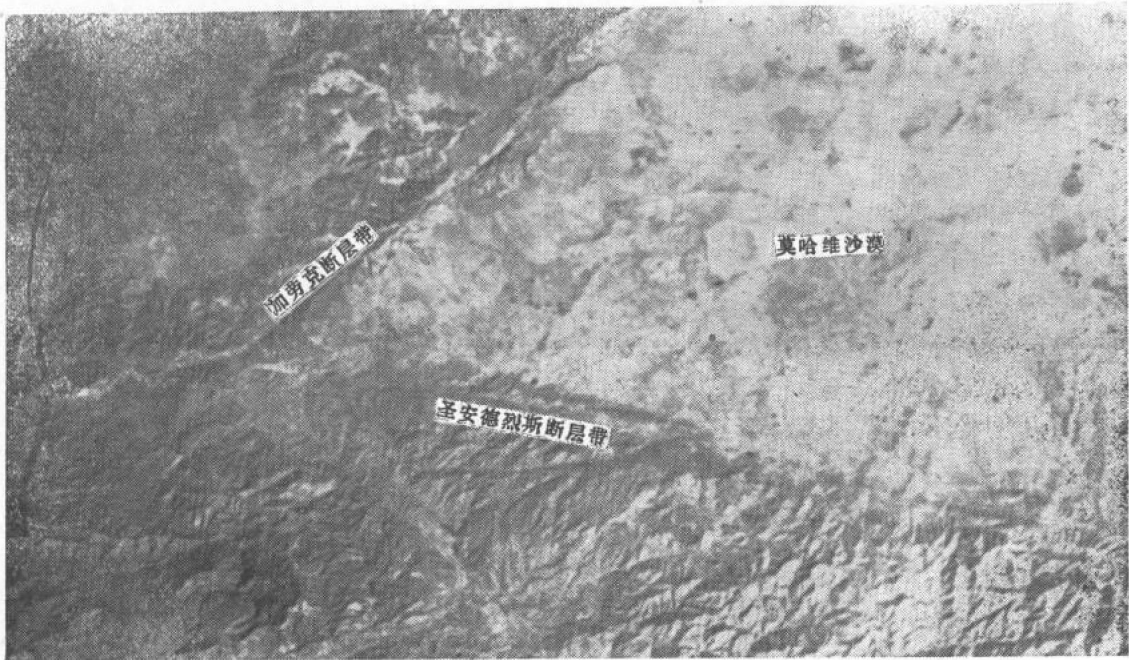


图14-9 地球资源技术卫星图象上加劳克和圣安德烈斯断层形成了一个明显的三角形区域断列格式。三角形地区的顶端在莫哈维沙漠的西部边缘上

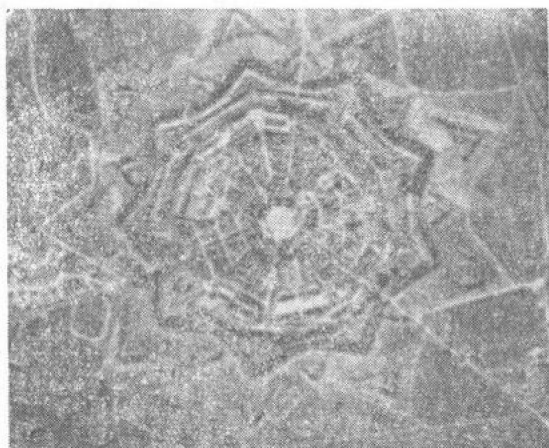


图14-10 一幅要塞的垂直象片。它充分表明作为象片重要特点的图案在识别若干地物特征时的重要作用



A



B

图14-11A 如果一个判读员了解了要寻找的铁路和公路的知识，那么它们之间的区别就很清楚了。从这张图象上可见，铁路的曲率小且较平缓，路堤上的铁路尽可能保持缓坡（基本上坡度不超过2%），尽量避免交叉点；而南北的公路从铁路下面穿过。铁路下面的公路部分被两旁的树遮盖了，铁路就不是这样。与铁路相比，公路是蜿蜒曲折的，并和其它公路有交叉点。

如有汽车或火车通过时，就更容易区别了

图14-11B 在这张不太清晰的图象上，公路和铁路仍可以区别。即使在这张复制的象片上，仍然看得见最大的高架桥下通道右侧铁路上的钢轨，且汽车正在公路上行驶。即使没有这些特征也可以看出路堤上的铁路有几个高架桥，没有交叉点，且曲率也很平缓

过去只能通过野外地面观测才能研究的区域图案，如今在航空图象上就能清晰可辨。例如，图 14-9 就表示了地球资源技术卫星 1 号拍摄的单张图象，其上描述了加劳克和圣安德烈斯断层的一部分情况。遥感器图象可以获取细小而又很重要的图案。这些图案往往被地面观察人员所忽视或者解释错了。正如 1960 年出版的《象片判读手册》中所阐明的那样，经过训练的观察人员主要是通过他对地球表面物体图案的了解来鉴别航空象片的意义。

人类环境中的某些图案主要是人造地物，其余的主要是自然地物。迄今，世界上没有受到人类影响的地区几乎已经不存在了，所以绝大部分航空象片上看到的图案都是自然与人造因素相互影响的结果。

航摄图象上的人造地物特征是很清晰的，因为它们都是由直线或其它有规则的轮廓组成的（图 14-10）。即使经过几千年以后，居民点、矿床和农业分布从空中还是能看得见的。所以今天图象判读已成为考古学研究的一种重要方法（见第二十六章）。

尽管只凭观看，尤其从几千米高空观看人造地物特征，还很难了解它们，然而从空中看到的轮廓却是了解某种地物特征功能的重要线索。从象片上看，公路和铁路是差不多的，而图象判读员则根据它们功能上所具有的、微小轮廓差异，就能把二者区别开来。从图 14-11 B 上可见，公路的坡度大、有急弯且有许多交叉点；而铁路的坡度则较平缓、曲率小且很少有交叉点。一条铁路的图案（图 14-11 A）能反映出高速重载列车的路基的功能。

3.7 位 置

与地形特征或其它物体有关的物体位置往往对判读也是很有用的。图 14-12 中开阔的池沼和暗色调植被区的单调性都表明这是一个针叶林沼泽地。在位于密执安的这个地区内的主要沼泽针叶树是北方白雪松、香脂冷杉和黑云杉。图象上显示的这片树林实际上是这些树种的混交林。

在研究物体的位置时，方位、地形、地质、土壤、植被和人类文化的各种痕迹都是用于辨认位置的因素。这些因素中的每一种的相对重要性都是随当地具体条件的变化而变化，不过这些因素或多或少都有其重要性。正如有的树是生在沼泽地里，有的则长在干旱的山岭上，而在沿河岸的地方可发现有人造地物在山顶上则没有。热电厂需要大量的冷却水，所以常在大河附近可以找到这样的工厂。水力发电厂必须有承压水，所以建在天然或人工水库的地方。此外，预警雷达站都建在高的岬角上，以便最大限度地减小雷达视线受地形干扰。

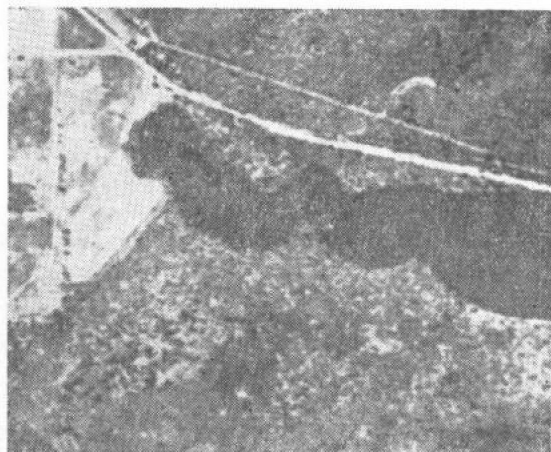


图14-12 密执安州拉诺县沼泽区的黑云杉、北方白雪松和香脂冷杉