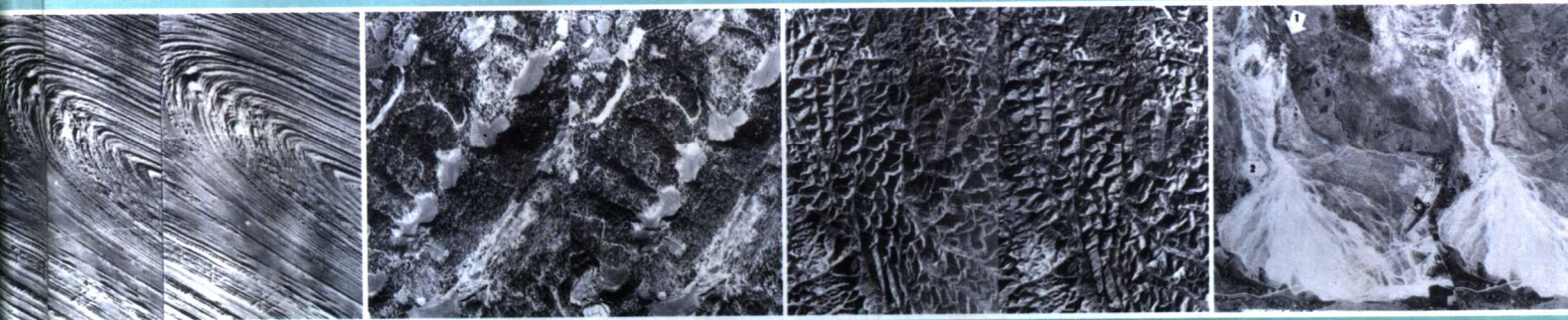




ATLAS OF TYPICAL PHOTO ANALYSIS ON ENGINEERING GEOLOGY REMOTE SENSING

工程地质遥感图像典型图谱

卓宝熙 主编

科学出版社



工程地质遥感图像 典型图谱

卓宝熙 主编

科学出版社

1999

内 容 简 介

本图集是由在长期生产实践和科学研究中所积累的大量图谱中遴选出的近400对典型航空像对(片)组成,附有部分卫星像片。根据工程地质勘测特点,首先就图像判释标志类型的确定、判释标志的可变性及其运用方法,以及影响判释效果的因素等方面进行了论述。重点以图像形式,图文并茂,从地貌、地层岩性、地质构造、不良地质、沙丘、高原多年冻土等六大类,分别对有关典型图谱进行判释。图集集中的绝大部分航空像片均配成立体像对,可进行形象、直观、生动的立体观察。

本图集可供从事遥感技术的生产、教学、科研部门的科学工作者参考,特别是对铁道、公路、水利、城市等建设部门的工程地质工作者更具参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质遥感图像典型图谱/卓宝熙主编. 北京:科学出版社,1999.8

ISBN 7-03-007501-3

I. 工… II. 卓… III. 工程地质-遥感图像-图谱 IV. P642-64

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第10482号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

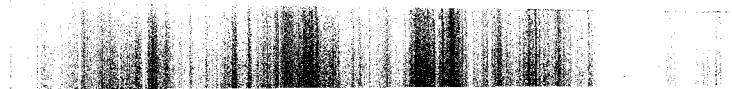
1999年8月第一版 开本:889×1194 1/16

1999年8月第一次印刷 印张:14

印数:1-800

定 价: 140.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)



《工程地质遥感图像典型图谱》

主 编：卓宝熙

副主编：戈清萍 潘仲仁 李振东

铭 谢

铁道部建设管理司和铁道部专业设计院对工作的关怀和支持！

中国铁路工程总公司对出版经费的资助！

序

中国工程勘察大师、铁道部专业设计院副总工程师卓宝熙教授和他率领的技术群体,从事铁路航空遥感分析研究工作,历时近半个世纪。实地勘察足迹遍及全国,包括青藏高原冻土及大西北荒漠地区。曾对兰新铁路选线、大秦铁路选线、进藏铁路选线、南昆铁路、大瑶山隧道、秦岭隧道等许多铁路工程建设,作出了重大的贡献。他们的深厚造诣和朴实风范,深受国内外工程地质、测绘与遥感界的推崇。早在80年代初,我们就曾在云南腾冲航空遥感实验区合作研究,对中缅铁路选线提出过缩短隧道工程和避开大滑坡的建议方案。今天,铁路工程地质遥感图像判读技术科研组的同志们,精心策划,编辑出版《工程地质遥感图像典型图谱》,将其40余年来丰硕的成果积累与宝贵的实践经验,公诸于众,与读者共享,作为社会财富。对编者们的无私奉献,我是忠心敬佩的;对中国铁路工程总公司与科学出版社等兄弟单位通力合作,或出资赞助,或慷慨供稿,对他们的远见卓识,也深感难能可贵。

以典型图谱的形式,总结科学实验成果,是从低级的复杂走向高级的简单的深化过程,是一种概念的升华和思维的飞跃。要想达到去粗取精、去伪存真,那样炉火纯青的境界,确实来之不易。诚如编者所指出,需要地学知识、遥感机理、识别能力与对地区谙悉等诸多因素的集成。或者说,从遥感图像所提供的那些瞬时的、有限的信息,经过地学规律性知识的深加工,反馈或再现地面实况,乃至推断自然历史过程与预测工程后效益,无疑都是知识创新的实践,是对自然环境复杂系统的分析与工程需求的可行性论证的整合。其中不确定性因素是客观存在的,往往结论也可能是多解的。只有集思广益、求同存异,旁征博引,反复推敲,庶几能够逐步逼近于真实,才能有助于工程规划、决策与施工;并获得社会、经济与生态效应的协调与优化。

有幸先睹为快,捧读了这部巨著的原稿。堪称琳琅满目,美不胜收,图文并茂,爱不释手!这部典型图谱是从长期生产实践中“搜”集、积累的,主要是以铁路工程建设作为服务目标的。它的特点,非常突出:

首先,图集中集结了约400幅黑白航空像片的立体像对,便于读者观测地形、地貌与地质背景的空间组合。比例尺相当大,分辨率比较高,有助于适应铁路工程中从选线勘察到施工后效的严格要求。

其次,类型的划分,由表及里,除基础性的地貌、地层岩性、地质构造要素外,突出了重力地貌、冻土地貌、风沙地貌与岩溶地貌等与铁路工程密切相关的内容,更以较多的

篇幅，强调其中风积地貌、地下岩溶地貌以及青藏高原多年冻土等“不良地质”现象的分析。而且这些内容，大部分属于国内外未见公开发表的考察成果，也是编者们和其他中国科学家们第一手的珍贵资料，填补了国内这个领域的空白。它不仅丰富了中国工程地质的基础知识，也是对世界同行作出的独特的贡献。

第三，在每幅图的文字解释中，编者们既对遥感图像的判释标志，诸如形状、大小、色调、阴影、纹理、位置、相关体、排列组合等加以分析；又从地学规律着眼，就水系、植被、土地覆盖、人类社会经济活动的痕迹，以及它们彼此之间的相互作用与影响，加以综合说明及工程评价。言简意赅，一目了然，在这些高度概括的字里行间，深刻体现了编者们丰富的实践和深厚的功底。

面临21世纪的空间时代与信息社会，遥感信息极大丰富，图像数字处理技术日新月异。三维显示与多维图解等等空间分析与模式识别方法，已初具规模生产能力。然而典型图谱的价值仍然不可忽视。每位遥感地质工程师的培养，必须经过遥感图像立体观测和野外验证等基本功的训练；同时，地区经济、文化发展水平差距还是很大，中国的经验对于其他发展中国家仍然具有推广的价值。无论从继续教育或科学普及，或是从国际交流、技术转让的角度来看，这部典型图谱都可以认为是对科教兴国战略的又一项新贡献。我们热烈祝贺它的早日问世，期待它能够接踵进入国际市场，并相信其他地学领域将会有更多的图谱能够和读者见面。

中国科学院院士 陈述彭

1999年8月

编制说明

一、编制本图谱集的目的在于初步建立起我国工程地质遥感图像典型图谱，为今后进一步建立详细的、全面的典型图谱打下基础。该图集可帮助地质判释人员提高遥感图像的判释能力，特别是对缺乏地质判释能力的判释者是十分有用的，同时，也为今后计算机遥感图像地质判释的实现，创造了必要的条件。

二、本图集是在长期的生产实践、科学研究中搜集、积累的大量珍贵典型图谱中遴选编制而成。

三、图集上的遥感图像除地貌部分有少量是卫星图像外，均系黑白航空像片，典型图谱覆盖的范围包括全国绝大部分地区，航空像片比例尺为 $1:7000 \sim 1:63000$ ，摄影日期包括 50 年代至 90 年代。

图谱内容主要是在室内采取参照既有地质资料判释，经现场重点验证后确定，部分是凭判释者经验确定的，内容可靠。

四、典型图谱包括文字和图谱两大部分：文字叙述的内容包括判释标志的分类、判释标志的可变性及其运用方法以及影响判释效果的因素等；图谱部分包括地貌、地层岩性、地质构造、不良地质等。图集上的图谱约 400 像对，绝大部分均配成立体像对，可进行立体观察。

五、考虑到工程地质的特点，本图谱的分类有别于一般教科书的分类模式，如将重力地貌、冻土地貌、风沙地貌中的风积地貌、岩溶地貌中的部分地表岩溶地貌和地下岩溶地貌等均列入不良地质图谱中，以不良地质图谱形式出现，而不以地貌图谱形式出现。但也有些个别类型的典型图谱在两种类型典型图谱中同时出现。

六、图册中除一般的图谱外，还包括青藏高原多年冻土地区不良地质现象、冻土工程地质分区和西北、内蒙古等沙漠地区沙丘类型的典型图谱。其中青藏高原多年冻土地区的典型图谱，国内外未见公开发表过，十分珍贵。

七、为本图册提供资料的有：于志钦、王宇丰、魏焕国、朱觉先、王英武、王桂珍、柯惠娜、刘义等；铁道部专业设计院遥感应用研究所专业人员也提供了不少资料；还有部分资料搜集自中国科学院兰州沙漠研究所、国土资源部航空物探遥感中心等单位。在图谱编制过程中得到铁道部建设管理司和专业设计院的大力支持，中国铁路工程总公司资助了出版经费，同时得到该公司孙德永和何振宁两位教授级高级工程师的鼎力相助。在此一并向上述所有为本图谱出版做出贡献的单位、专家表示衷心的感谢！

八、由于编者水平所限，本图册内容难免有疏漏或错误之处，恳望读者给予批评指正，以臻完善。

目 录

序 编制说明

遥感图像地质判释标志及其运用

- I. 判释标志类型的确定.....(1)
- II. 判释标志的可变性及其运用方法.....(3)
- III. 影响判释效果的因素.....(4)

工程地质遥感图像典型图谱

- I. 地 貌.....(7)
- II. 地 层 岩 性.....(43)
- III. 地 质 构 造.....(136)
- IV. 不 良 地 质.....(156)
- V. 沙 丘.....(191)
- VI. 高原多年冻土.....(203)

遥感图像地质判释 标志及其运用

I . 判释标志类型的确定

遥感图像判释标志是指那些一般带有规律性、普遍性、能帮助辨认地物属性的影像特征的一种影像标志。建立判释标志，运用判释标志，并在运用中不断检验和补充这些标志的内涵，是判释效果好坏的症结所在。

判释标志的类型很多，提法也各异，有时同一影像标志，却赋予不同的词意。目前，判释标志种类还无统一的分类，结合工程地质遥感判释的经验，认为建立以下遥感图像判释标志为宜，即：形状、大小、色调与色彩、阴影、纹形图案、位置、相关体、排列与组合、水系、植被、人类活动等。

1. 形状

形状是指物体的外貌轮廓而言，任何物体都具有一定的形状，它是主要判释标志之一。

运用形状标志时，应了解由于地形起伏或倾斜成像而产生的变形，越靠图像边缘，变形越大。判释人员应了解这种形状变形的规律和原因，以免受假像的影响而得出错误的结论。

2. 大小

大小特征也是识别物体的主要标志之一。同一物体在遥感图像上影像大小，取决于摄影比例尺，当摄影比例尺变化时，同一地物的尺寸大小也随着变化。在进行遥感图像判释时，应有比例尺大小的概念，否则，容易将地物辨认错。

3. 色调与色彩

色调是遥感图像判释的重要标志，判释人员可利用色调来辨认其所要了解对象的属性。实际上，影像之间如果没有色调差别，遥感图像上地物形状是显示不出来的。

色调在黑白遥感图像上的深浅用灰阶来表示。色调的深浅在不同类型遥感图像上其物理涵义不同，在可见光黑白像片上，色调深浅反映目标物反射能量的大小，色调愈浅反射值愈高；热红外图像上，色

调深浅表示地物温度不同,一般色调浅的温度高;雷达图像上,色调深浅表示微波后向散射能力的大小,浅色调的后向散射能力较强。

为了便于判释和统一描述的尺度,判释时应按规定的灰阶分级进行描述,一般可酌情采用10级、7级或5级等。

遥感图像上的色调是地物光谱的综合反映,同一地物在遥感图像上的色调标志并非一成不变的,其原因是地物受多种因素的影响,例如湿度的大小、风化程度、光照条件、地表粗糙度、植被覆盖度等,均可影响地质体在遥感图像上的色调变化。对某些地物,当判释人员了解影响色调的因素后,可把色调作为辨认地物的主要标志。

黑白遥感图像上鉴别地物的能力受到很大限制,而彩色遥感图像上能充分显示地物的细节,提高了像片的光谱分辨率。通常人眼辨别灰阶只能达到10余级,而分辨色彩的能力比分辨灰阶的能力强,可以分出百种以上彩色的变化,因此,利用色彩标志对地物判释是十分重要的。

4. 阴影

地物的大小、形状,可以通过其阴影而呈现于图像上。借助阴影可以帮助判释人员识别地物的侧面形状,当物体很小或与周围背景分别不出色调反差时,阴影就显的特别有用。此外,还可借助阴影量测地物的高度、判定像片的方位。地物阴影是地质判释的有用标志。

阴影尽管有上述用处,但总的来说是不利于工程地质判释的,如由于阴影的遮盖致使部分谷坡的工程地质情况难以辨认,因此,航空成像应在当地中午前后两小时以内进行为宜,以避免过多的阴影。

5. 纹形图案

纹形图案是由影纹有规律地重复出现所构成的各种图案,它是地物的形状、大小、色调、阴影、水系、植被、微地貌、环境因素的综合显示。常见的纹形图案有点状、斑点状、斑块状、线状、条带状、网格状、环带状、垅状、链状等。

6. 位置

地物的环境位置对人工或天然物体的判释往往是有帮助的,利用地物的位置有时能帮助正确识别物体的属性,例如,冲、洪积扇总是位于沟口;冰蚀山区雪线附近的湖泊应是冰斗湖;河流两侧的湖泊,往往是牛轭湖,等等。

7. 相关体

许多地物之间往往存在着依存关系或者有着密切的关系,以致一种地物的存在势必指示或预示另—地物的存在。

相关体主要作为地物的间接判释标志,对逻辑推理判释更具有重要意义。在地质判释中,相关体判释标志的运用尤为有效,如植被与岩性的依存关系,断裂与其两侧的伴生构造,灰窑附近多有石灰岩采石场,等等。

8. 排列组合

同类地物往往以一定的排列组合出现。在遥感图像上,有时单一的地物不易被人们所发觉,而成群排列和组合的地物,往往更容易辨认。

地物的排列组合对地质判释具有指导作用。例如,通过水系的排列组合型式,可以查明岩石的类型、颗粒结构及地质构造现象等;雁列共轭出现的线形构造,可以确定断裂构造的性质等。

9. 水系

遥感图像上的水系格局是最令人注目和感兴趣的特殊标志之一。水系通常能很好地反映地表岩性、地质构造等地质现象,所以通过水系的分析,可以判断岩性、地质构造的类型和新构造的强烈程度,它是地质判释中重要的间接判释标志。

水系分析包括水系密度分析、均匀性分析、方向性及变异分析、冲沟形态分析、水系图型分析,等等。一般而言,共同的水系特征反映了相同的岩石类型和相同的构造条件,但是地质内外营力影响因素的千差万别以及发育阶段的不同,至使水系图型复杂化。因此,水系图型作为一种地质判释标志,必须结合其他各种标志综合考虑,才能获得比较理想的效果。

10. 植物

一般而言,大面积植被的覆盖对地质判释不利。但由于植被生长的类型、密度、分布规律及排列组合与岩性、土壤、地下水、地质构造等的关系较密切,因此,在某些情况下,植被可作为地质判释的间接标志。

11. 人类活动

地球表面大部分地区有人类活动的痕迹,这种痕迹可作为地质间接判释标志。人类的活动又是对地面的一种干扰与破坏,大面积的开垦、造林、大规模的工程建设等,均能改变地表的面貌,给地质判释带来困难。

在遥感图像上人类活动痕迹显示明显,通常是由有规则的点、线、面轮廓组成,与周围地物的原始面貌不协调。人类活动在地表上遗留的痕迹,甚至在人类活动停止很久后,仍可辨认出来。

人类活动的痕迹对评价工程地质条件也是有帮助的。例如,在洪积扇上开辟耕地,表示该洪积扇活动周期较长,危害较小,或已趋向稳定。当洪积扇上耕地的田埂显示明显,或已建立居民点,则说明该泥石流近期已处于间歇阶段。

II . 判释标志的可变性及其运用方法

1. 判释标志的可变性

地质现象是处于复杂多变的自然环境中,因此判释特征也随着地区的差异和自然景观的不同而变化,绝对稳定的判释标志是不存在的。有些判释标志具有普遍意义,有的则带有地区性和局限性。有时即使是同一地区的判释标志,也不尽相同。例如,某一岩层由于组成颗粒大小的变化或岩层产状发生变化时,

其原有的判释标志也随之发生变化；同一地物，由于摄影条件的变化，如摄影的角度变化时，被摄物体标志也随之不同，以盐渍土地区为例，在旱季摄影时，全色黑白航空像片上显示为灰白至白色色调，而在雨季摄影时，则呈不同程度的深色调。判释标志不稳定还与选用的感光材料、摄影波段、传感器类型、洗印质量等有关。在遥感图像判释过程中运用判释标志时，既要认识其同一性和普遍性，又要看到其可变性和局限性。要努力总结本地区的判释标志，从复杂多变中，力求归纳出一些具有相对普遍意义和相对稳定的判释标志。

2. 判释标志的运用方法

遥感图像目视判释过程中，如何利用判释标志来辨认地物或自然现象的存在和属性呢？通常可以归纳为以下几种方法，即直判法、对比法、邻比法、历史对比法和逻辑推理法等。

上述几种方法在具体运用中不可能完全分隔开，而是交错在一起，只能是在某一判释过程中，某一方法占主导地位而已。

III . 影响判释效果的因素

利用遥感图像进行地质判释，不同判释者其判释效果不尽相同，甚至有较大出入。造成这种现象的因素是多方面的，而且也比较复杂，当各种影响因素为判释者提供良好条件时，判释效果就好些，否则，就差些，影响判释效果的因素归纳如下：

1. 工作地区的环境特点

1) 气候与植被的影响

通常气候干旱地区，岩石以物理风化为主，岩层裸露，判释效果较好；湿热地区，岩石以化学风化为主，残积层和植被发育，判释效果较差。植被大面积覆盖地表时，降低了地质判释效果，但植被覆盖较少的情况下，植被又可能作为地质判释的间接标志。

2) 地形切割程度

地形切割程度对地质判释有较大的影响，对于岩层和地质构造判释而言，通常地形切割剧烈、水系发育的地区，具有较好的判释效果；而地形切割微弱、水系稀疏的地区，判释效果要差些。但对不良地质现象判释效果而言，恰恰相反，地形切割剧烈，阴影多，对判释不利，而地形切割轻微者，判释效果较好。

3) 人类活动

人类活动改变了地表景观，对判释产生影响，例如，在沉积岩和变质岩地区，大规模的边坡开挖，有利于岩层产状的判释和估测；采石场的存在，干扰了对崩塌体的辨认；古阶地往往被耕种所破坏，给判释带来困难；泥石流扇上的耕地、居民点、导流堤、灌溉渠以及电线杆等的状况，均可作为判释泥石流活动时参考；根据煤窑采空区分布规律，可帮助确定地层分布情况，等等。

2. 区域地质构造

区域地质构造复杂,增加了地层(岩性)判释的难度,对构造本身判释而言,虽然也增加了判释难度,但显示的判释内容较丰富;当地质构造单一时,如大面积的水平岩层、单斜岩层、完整的背斜和向斜构造出露地区,对地层(岩性)和地质构造判释,都十分有利。

3. 地层(岩性)特征和接触关系

一般而言,岩浆岩和沉积岩较变质岩的判释效果为佳。相邻岩性差别大的岩层易于区分,差别小时,较难区分。如石灰岩和白云岩接触时,两者较难区分,而与页岩接触时,则较易区分;软硬岩层呈互层时,或相邻岩层的影像色调有明显差异时,其界线易于区分;两套地层呈角度不整合时,较易确定其不整合界线,当呈平行不整合,较难确定其不整合界线。

4. 工作地区已有资料情况

1)地质地理资料情况

遥感图像的地质判释应与已有地质资料相结合,已有地质资料内容越丰富、精度越高,越有利于地质判释工作的开展,也有利于室内地质判释标志的初步建立和运用。

在区域地质报告中,有大量的地质构造和地层(岩性)的地貌形态描述,这些描述可作为地质判释时参考。

有些县志、地理、旅游等书刊,有许多关于自然地理方面的记载与描述,如地震、水灾、山崩、泥石流活动等的描述,河流、道路变迁的记述,庙宇、寺塔、古迹、村落的演变记载,甚至山川及村庄的命名,都能启发我们判释的思路。如红石沟表明河流上游基岩系红层所组成;烂泥滩则告诉我们该处为软土、沼泽地区;花岗岩地区的青沙铺和黄沙铺的村庄命名,则有可能分别位于正长花岗岩和闪长花岗岩区域;三百洞、响水洞是碳酸盐岩类岩溶发育的表征。其他如百丈崖、青石崖、白石门、石门、石林、黄土沟、红土沟等山川及村庄的命名,通常是与附近地质、地貌环境有关,均可作为地质判释时参考。

2)遥感图像资料情况

遥感图像资料情况是指遥感图像的片种、比例尺、成像日期和图像质量等。

当某地区遥感图像片种较齐全,且有多种比例尺遥感图像时,则有可能结合地区特点和判释目的,选用合适的片种和比例尺,以获得较好的效果。

遥感图像成像的季节和日期对地质判释也有影响,例如,冬季成像的卫星图像有利于地质构造的研究。不良地质现象的判释,最好要用最新成像的航空遥感图像。

遥感图像的质量直接影响判释的效果,如成像和洗印工作中产生的某些扫描线脱落、错位,像片上的擦痕、漏光斑点、色调反差不正常等,对判释是不利的,特别是对那些依据色调和色彩作为主要判释标志的地质现象,如盐渍土、沼泽等,影响更大些。

5. 判释手段

判释的效果与判释手段有密切的关系,例如,利用单张像片观察,就不如用立体镜立体像对效果好,又如观察微地物,采用放大倍率大的立体镜效果更好。

遥感图像比例尺的大小与判释效果有着密切的关系,进行不同目的的判释,应选用相应比例尺的图像,如进行区域地质构造和粗略的地层、岩类的判释,采用卫星图像较为合适;中型构造及地层划分,可以采用1:50 000左右的航空像片;小型构造、岩性划分以及不良地质的判释,则以采用1:8 000~1:15 000的大比例尺航空像片为宜。

不同时期、不同比例尺遥感图像的配合使用是很有效的,尤其是对自然现象动态变化的研究,利用不同时期遥感图像可取得明显效果。某些地质现象,利用倾斜航空摄影像片进行判释可取得良好效果。

图像判释除根据地区特点、判释目的,选用合适的片种和波段外,还可利用各种光学增强处理及计算机图像处理,以提高判释效果。

总之,遥感图像判释手段是多种多样的,应结合具体情况采用合适的手段,才能获得较好效果。

6. 照明条件

照明条件的优劣直接影响到判释效果的好坏,判释时保证足够的照明度是必不可少的。遥感图像判释时理想的人造光照度是100~300勒克司。

光源照射像片的方向也很重要,应避免它从像片上直接反射到判释者的眼睛里,以免影响观察。

7. 判释人员的经验

判释人员的经验应包括四方面:一是判释人员的地学基础知识,特别是地质方面的知识;二是遥感基本原理的有关知识;三是摄影测量基本知识和判释技巧;四是对工作地区地质构造和判释标志的熟悉程度。

地质判释效果很大程度上取决于判释人员的经验,缺乏判释经验的判释者,在遥感图像上所获得的地质信息将是微乎其微的,而有经验的判释者能从遥感图像上揭示大量的地质现象。

上述影响判释效果的因素的组合是千变万化的,因而判释效果也是相差悬殊的。但作为一个判释者,应懂得这些影响因素,并尽可能采取措施,使这些因素有利于判释的开展,从而提高判释效果。

工程地质遥感图像

典型图谱

I. 地 貌

地貌是指在一定的地质构造基底和物质组成基础上,由于受内、外力地质作用,形成的地球表面的组合和结构形态。对地貌的研究具有十分重要的意义,在矿产的普查与勘探、各种工程建设、农业生产、国防建设、地质调查、地形测量、土壤调查等方面都离不开对地貌的了解和研究。以铁路选线为例,线路位置选在何种地貌部位,对铁路工程地质条件,工程量以及造价都会产生很大的影响。

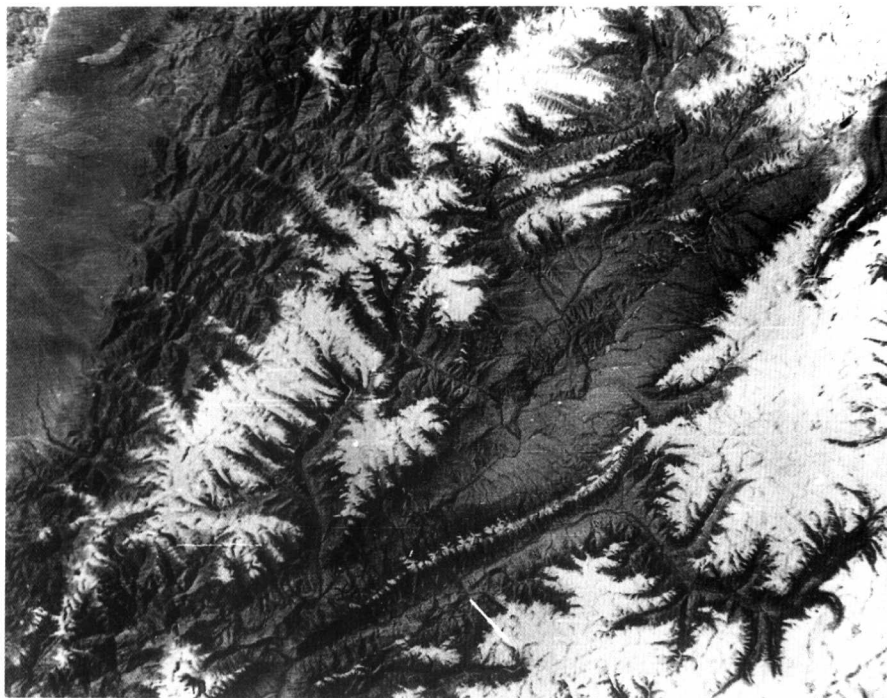
地貌是工程地质调查不可少的一个内容,进行地层岩性、地质构造、不良地质等调查时,往往先从地貌调查开始,根据地貌形态判断地层岩性、地质构造、不良地质等的类别、性质和分布规律等,是一种最便捷、最有效又最普遍应用的一种方法,这就是所谓的地貌形态分析法。地貌形态分析法的原理是建立在任何地质体经过内外力地质作用后都将被塑造成相应的地貌形态这一规律上的。

本图谱集中的地貌典型图谱类型,包括山地地貌、平原与盆地地貌、流水地貌、岩溶地貌、冰川冻土地貌、风沙地貌、黄土地貌、海岸地貌等。

地貌形态和分类的研究,传统的方法是通过地面调查或地形图分析为手段进行的。地面调查对小型地貌有较好效果,尤其对微地貌的研究最具优势,但对宏观和中型地貌的研究则显无耐,特别是对地貌的成因及其分布规律的了解难度较大;利用地形图虽然对宏观和中小型地貌均可进行研究,但地形图是大地地貌、地物的概括和综合,众多地貌细节被舍弃未表达出来,故对微观地貌研究不利。特别是地形图无影像信息,缺乏真实感,利用它进行地貌研究,直观效果不够理想。

利用遥感图像进行地貌研究具有形象、直观的优点,它在工程地质判释中效果最好。由于地貌是地球表面的形态表现,而遥感图像又是地球表面形态缩影的真实写照,形态逼真,能够给人们以宏观和直观的感觉,既可进行宏观地貌的研究,又可进行微观地貌的分析,十分有利于地貌单元的划分和不同地貌类型的确定。实践证明,利用遥感图像进行地貌判释和研究,可以替代相当部分的野外调查工作,并可取得大量较为可靠的地貌资料。

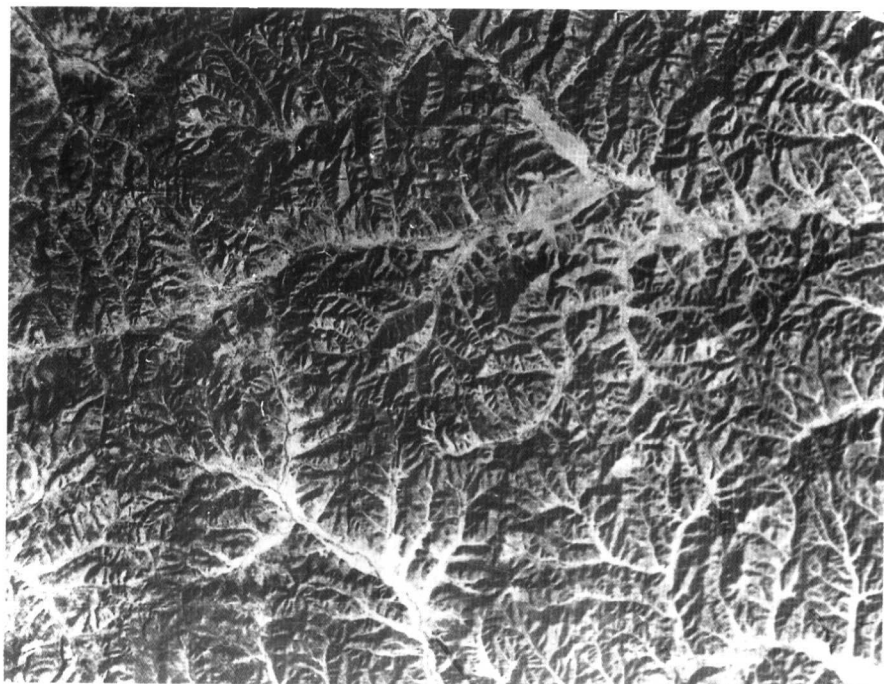
I-1 山地地貌



0 5 10 15km

I-1-1 高山

陆地卫星 MSS7 图像。图像所呈现的是天山山脉的一部分。就构造地貌而言，它是一条典型的褶皱断块山。天山山脉走向大致为北西西，最高峰海拔超过 7000m，其他一些主要山峰海拔在 4000 ~ 6000m，大部分地区为呈白色色调的多年积雪覆盖，冰川发育。
新疆 1978 年成像

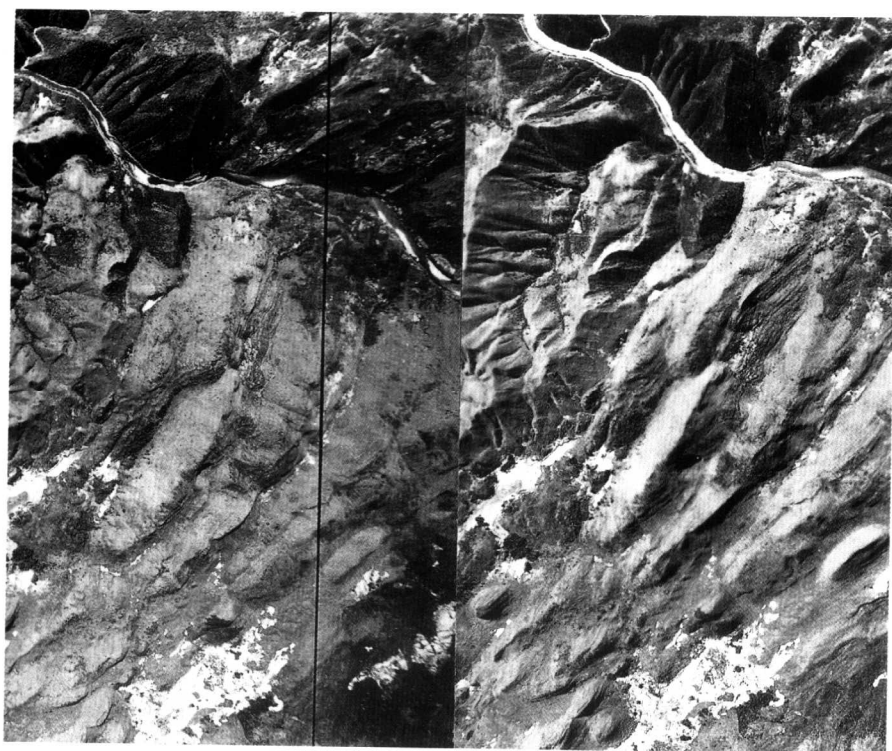


I-1-2 中山

陆地卫星 MSS7 图像。图像所呈现的是我国东北大兴安岭山脉(局部)，海拔 1100 ~ 1400m，属海西褶皱带。山区森林茂盛，沟谷发育，构成树枝状水系。
内蒙古 1978 年成像

0 5 10 15km

0 1 2km



I-1-3 低 山

航空像对。像对所示为低山，相对高差较大，山体近圆缓，局部地段山脊线尖棱，沟谷与山体相间排列，且顺直。基岩为灰岩，坡积残积层厚度较大。
广东乐昌 1978 年摄

I-1-4 丘 陵

航空像对。像对所示为丘陵，地势低矮，海拔一般为 400~500 m，相对高度小于 200 m，山体切割破碎，冲沟发育，形成似羽毛状水系。
湖北西北部 1956 年摄

0 200 400 600m

