

遥感地质文集

(摘要)

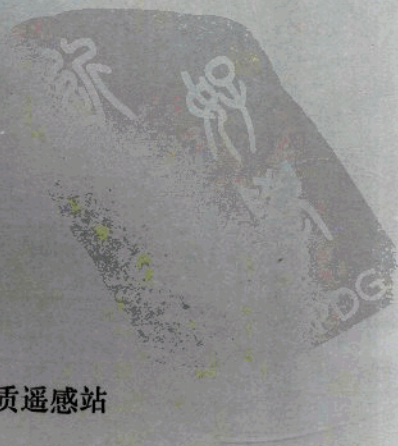
(1982—1983)

第一集



四川省地质矿产局地质遥感站

1984年3月



编 者 按

随着101数字图象处理系统的引进,陆地卫星数字图象处理的开展,使我们有条件实现较佳地增强图象和充分地提取信息,在遥感资料的处理和解译方面更接近世界先进水平。数字图象处理具有通用性、可重复性以及原始数据精度保持不变等优点,它是获得遥感资料较好应用效果的重要技术手段。

奉献给读者的本文集(详细摘要),是我局地质矿产科研所遥感地质站(包括合作单位)近两年来开展遥感资料地质矿产处理和解译实践的体会。其中《应用遥感方法对攀西大陆古裂谷带某些特征的研究》一文已印送将于莫斯科召开的地科联“第二十七届国际地质大会”;《卫星图象在成都平原水地质调查中的应用研究》一文已选中参加即将召开的“亚太地区遥感应用讨论会”。其它文章亦从各自的课题,论述了地质矿产图象处理以及有关的某些技术方法,都取得了一定的地质、矿产效果。

遥感地质、矿产图象处理是个值得深入探讨的问题,有着广阔的发展前途。目前国内使用的数字图象主要通过第1号和第2号陆地卫星获得,对地球资源的考察研究起到了很重要的作用。美国宇航局1982年7月16日发射的第4号陆地卫星,在光谱波段设计上更具针对性,增加了中红外波段,更适合于水文、地质、矿产等研究,而且主要波段分辨率达到30米。随着航空、航天遥感事业的发展,在“四化”建设中,遥感技术将发挥更大的作用。

我们期望本文集能在遥感地质应用和研究中起到抛砖引玉的作用。

一九八四年三月

目 录

1. 应用遥感方法对攀西大陆古裂谷带某些特征的研究	张树铭 邓志明 纪尚文 (1)
2. 卫星图象在成都平原水文地质调查中的研究应用	贺尚荣 印仁高 袁佩新 黄贵贤 袁炳华 (5)
3. 无锡地区卫星数字图象计算机处理及室内地质解译	印仁高 袁佩新 贺尚荣 赵济湘 (9)
4. 遥感地质的计算机图象处理方法与应用研究	贺尚荣 印仁高 (14)
5. 乾宁—康定地区影像特征与地震活动浅析	张树铭 邓志明 文德华 (23)
6. 成都平原地貌第四纪地质的航片解译	何育成 何玉昆 (31)
7. 四川昌台地区卫星磁带的计算机图象处理及地质研究	贺尚荣 (36)
8. 四川省西部地区茶花—耳泽成矿远景区数字图象处理试验及地质解译	袁佩新 (38)
9. 秦岭西段某地区铀矿遥感地质及数字图象处理的研究	印仁高 杨恒书 (40)
10. 101系统与通用计算机联接方法的探讨	李仕雄 (57)
11. 关于C G G地震数字磁带图象显示处理工作的小结	李波 (59)
12. 101系统上图象记录成象前的预处理	张 琴 (60)
13. 101图象处理系统上的数字图象镶嵌	张 琴 (66)
14. 图象密度分析的地质应用效果	袁佩新 (72)
15. 卷积运算的空间滤波作用及方向的确定	李 波 (74)
16. 广西中部(桂中)地区卫片的构造解译	晁吉祥 周光汉 (82)
17. 彩色相片的手工冲洗	刘尚忠 (101)
18. E—6工艺的手工冲洗	刘尚忠 (106)
19. 霍普 (HOPE) 无牵引片式冲机的保养程序	刘尚忠 (112)
20. S575—新一代图象处理系统及I ² S简介	李自华 (117)

应用遥感方法对攀西大陆古裂谷带

某些特征的研究

张树铭 邓志明

纪尚文(四川省地质局攀西大队)

一. 前言

研究区呈南北向展布于“扬子准地台^[1]”的西南隅,纵跨川滇两省。全区自震旦纪到二迭纪曾不同程度地遭受广泛海浸,在以浅海相为主的沉积过程中,虽然地壳有升有降,海水时进时退,但地史发展的总趋势是陆地不断扩大,海域逐渐退缩,表现了正向隆起的特点。在隆起的同时,纵向张性断层,多次活动,不断下切,逐渐形成了巨大的纵张断裂带,为多期岩浆活动提供了空间和通道。至中生代,海退成陆,在断陷盆地内接受了陆相碎屑岩建造。燕山运动,全区进一步上隆,盖层褶皱,形成了现今地貌雏形。

区内不仅地质构造复杂,矿产资源丰富,且靠近构造活动明显,地震频繁,长期为地质工作者所重视,研究程度较高。著名地质学家李四光教授将该区概括为“川滇经向构造带^[2]”黄汲清教授谓之“康滇地轴^[1]”。近期国内不少地质工作者,根据板块构造理论,结合区内地史发展中的重大地质事件,提出了该区在晚古生代到中生代曾经历了大陆古裂谷的发生、发展和消亡的作用过程,并将其命名为“康滇大陆古裂谷带^[3]”

笔者在参与该“裂谷带”的调研时,采用遥感图象处理方法,侧重断裂构造结合线性和环状影象信息进行了系统解译。在此基础上,本文仅论述其北段—“攀西大陆古裂谷带”反映在遥感图象中的某些特征。

二. 主要解译成果

(一) 断裂构造

利用遥感图象在对“攀西大陆古裂谷带”进行断裂构造解译后,有三条南北向线性密集带清晰显现,其展布位置分别在东经 101° 、 102° 、 103° 附近(附图1)。我们将该区线性影象的解译成果,按5平方公里开窗口,分别统计线性影象长度,然后输入计算机进行平滑滤波后作等值线图,前述三条线性带亦有明显反映(如照片1)。结合前人资料*、**它分别对应三条巨大断裂带的构造线,由东而西为东川—甘洛断裂(即小江带北段)、安宁河断裂带和宁蒗—程海断裂带。根据该区已知地质调查资料分析,如此规模壮观的线性影象所揭示的断裂带,既具多期活动的特点,又具先张后压(或压扭)性质,并对古生

* 四川省地质局1980年《四川省构造体系图》1:65万

** 云南省地质局1980年《云南省构造体系图》1:75万

代海岸线的变迁和中生代盆地的发生、发展均有一定控制作用。其中安宁河断裂最为醒目，纵贯全区，北段较南段清晰；而东川—甘洛、宁蒗—程海两断裂带则恰恰相反，均为南段明显。三者总体形态，自北向南表现了逐渐散开的趋势。其间尚有北东、北西和近东西向较小规模的断裂构造线交插展布，构成了全区复杂而又有一定规律的断裂构造格局。

值得指出的是，在研究区内尚有5条横向展布的线性密集带，自北纬 $25^{\circ}40'$ 至 $28^{\circ}40'$ 间距约 $40'$ 左右。虽然其影像断续、隐晦，信息较微弱，但认真分析仍可辨认。其中盐边至巧家线性密集带较为醒目，它横贯全区，把“攀西大陆古裂谷带”的表层构造形迹，明显地分为南、北两段；同时又恰恰是前述三条纵向巨大断裂带影像发生变化的部位（见附图1、2、照片1）。其北，以安宁河纵向断裂带为轴线，与较小规模的北东、北西向断裂构造带斜交，向北收敛；其南，东川—甘洛、宁蒗—程海两断裂带之间以多条近平行的纵向断裂分布为特点，不仅其断裂构造格局与北段有显明的差异，而且它们所控制的中生代断陷盆地的范围和宽度，也远远大于北段。这些均揭示了这一横向构造线在“攀西大陆古裂谷带”的作用过程中，有一定的控制作用，并在“裂谷”消亡后，通过表层的构造格局仍“顽强地”表现出来。加之近期沿该带尚有地震活动，因此，我们认为该横向线性密集带，应是深部横向断层（或转换断层）的反映。

（二）断块构造

被断裂构造带所围限和分割的具有一定规模的岩块和地块称为“断块”。它在遥感图象上由于地貌形态和水系型式的差异，也有一定显示。我们从遥感图象上所划分的“断块构造”（见图2）就实地观察和分析前人资料而言，它们是在长期地史演化过程中，随着区内断裂构造系统的发生、发展和多期复活而逐渐形成的。其中，有的具断陷性质，有的具断隆特点。而“断块”长轴一般与“裂谷带”长轴一致，呈南北向展布，盖层均表现了轴向大致平行的纵向褶皱。在“裂谷带”消亡过程中，由于这些“断块”的存在，导致了东西向挤压的受力不均和“应变积累”的差异，局部地段显现有较小规模的扭性或压兼扭性的构造形迹，在遥感影像上表现出旋扭或水平错移的性质（见照片2、3），使“攀西大陆古裂谷带”消亡后的构造格局更趋复杂。根据遥感图象的影像特征，结合实地观察和前人资料，我们将全区共分为断裂带、断隆、断陷等三种“断块构造”类型，列出十一种“断块构造”单元（见附图2）。

（三）断陷盆地

研究区，在前述“断块构造”之内及其边缘，有不少中、新生代陆相盆地分布。它们不仅是“裂谷带”发生、发展的产物，而且还打有“裂谷带”消亡的烙印。它对研究“攀西大陆古裂谷带”提供了有益的信息。因此，在遥感图象断裂构造的解译过程中，注意了中、新生代“断陷盆地”大小和范围的辨认。解译结果说明，“断陷盆地”分布在前述三条纵向断裂带之间或其中，并受断裂带的控制。虽然这些盆地在“裂谷带”消亡过程中经受了严重的改造和破坏，但仍顽强地保留着原始盆地的大致轮廓，其长轴多近南北向展布。解译结果，区内主要有喜德、会东、雅砻江、大姚等四个中生代断陷盆地和盐源、西昌、布拖等三个新生代断陷盆地。其中均有巨厚的陆相碎屑岩建造。

（四）环形构造

遥感图象上所显示的环形构造，区内共有52处（见图2），其大小不等，形态各异。

一般为园形、半园形或椭圆形，具单圈、双圈或多圈的同心园状结构；少数在环状影象外侧尚有放射状或旋扭撒开状结构（见照片2），这些环形影象多沿断裂构造带分布，而在不同方向断裂构造线的交汇部位，一般均有环形影象。环形构造所对应的地表地质情况，就实地检查验证，大而园者，常同中、酸性岩体一致；小而园者，多与基性、超基性岩体吻合；椭圆和半园形者，一般与短轴背斜、向斜、穹窿或“构造透镜体”（即较小规模的“断块构造”）有关；而放射状、旋扭状者，往往是局部扭动所致，影象粗而显的圆环，中心有深色调园斑者，往往在广泛分布的火山岩区，经野外观察，它是大型古火山口的反映。初步分析认为：同岩浆岩、火山活动有关的环形构造影象，多数是“攀西大陆古裂谷带”发生、发展作用过程中的产物；而与构造有关的环形构造影象，一般多为“攀西大陆古裂谷带”消亡过程中的构造形迹。它们无疑都是“裂谷带”构造格局的重要成分。

三、结 语

（一）“裂谷带”的主干断裂

综上所述，安宁河断裂带位于长期隆起的“裂谷带”中部，纵贯全区。就其规模和对该区地史发展的作用而言，它无疑应是“攀西大陆古裂谷带”的主干断裂。它在中生代以前，是规模壮观的纵张构造，尔后表现了以压为主兼有扭的性质，具多期活动的特点。

（二）“裂谷带”的边界和范围

根据遥感图象所揭示的断裂构造规模分析，“裂谷带”的东界为东川—甘洛断裂带，西界为宁蒗—程海断裂带。至于“裂谷带”的范围，由于在消亡过程中，曾受强大的压兼扭应力的作用，明显“收缩”^[4]；白垩纪以前的盖层，普遍发生了褶皱，木里至九龙一带的松潘甘孜地槽^[1]区（见附图2），明显地向东推移，使万年雪山、小相岭、螺髻山等“断隆带”进一步抬升，均高耸4000公尺以上；锦屏山背斜两翼，地层直立、倒转，区域动力变质作用明显*。因此，上述两边界断裂带所限定的“裂谷带”范围，是“攀西大陆古裂谷带”被改造破坏和“收缩”后的残存部分，较之其原始面貌，已大大缩小。

（三）“裂谷带”的消亡期

“攀西大陆古裂谷带”的发展，在晚二迭纪表现明显，其“伸展”^[4]作用导致了纵向张性断裂的深切和玄武岩浆的广泛喷溢；尔后又在断陷盆地内接受了陆相中生代沉积，其中，白垩系较之侏罗系，不仅其沉积范围有明显的缩小，且其沉积中心还表现了向“裂谷带”中部主干断裂带靠近和转移的特点。说明该裂谷带从“伸展”到“收缩”，步入消亡期，在白垩纪早期就已开始。

（四）“裂谷带”的矿产

研究区内的遥感图象，不仅在揭示“攀西大陆古裂谷带”中的构造特征方面，有相当的“优势”，还在矿产资源预测中，提供了重要信息。例如：区内攀枝花、西昌两处大型钒钛磁铁矿床，都在不同方向断裂构造线的交汇部位，既有环形影象显示，又对应地面有基性—超基性岩体的出露。因此，认真分析研究和解译较小规模的、具同心园状结构的环形构

*据四川省地质矿产局会理、米易、西昌、冕宁、石棉、盐边、盐源、金矿、贡嘎等幅1:20万区测报告。

造形象，是圈定地表和隐伏的岩体、寻找和预测与其活动有关的矿产资源的重要途径。再如，“裂谷带”东部铅锌矿床，国内不少学者认为是“层控”型^{[1]、[2]、[7]}矿床，有的甚至提出“顺层找矿”的论点。但根据遥感图象的解译结果，通过多处野外实地检查验证，我们认为：这类矿产虽然与岩性关系密切，但更主要的是受构造的控制。一些主要矿区均在张性断层的发育地段和交切部位，或在旋扭构造外侧呈带状的扭张性构造带的收敛部位。据此，我们提出的某预测区，已被重砂成果证实。这充分说明解译该类构造形迹（当然还要充分考虑岩性因素），对评价已知矿点、预测潜力区具有现实意义。此外，在断陷盆地内，是寻找铜、煤、褐煤及盐类等沉积矿产资源最有希望的地区。

参考文献

- [1]. 黄汲清, 1960, 中国地质构造基本特征的初步总结. 地质学报, 40卷, 1期.
- [2]. 李四光, 1973, 地质力学概论. 科学出版社.
- [3]. 骆耀南, 1983, 康滇构造带的古板块历史演化. 地球科学—武汉地质学院学报, 总21期, 1983, 第三期.
- [4]. 马杏垣, 1983, 解析构造学刍议. 地球科学—武汉地质学院学报, 总21期, 1983年第三期.
- [5]. 曾忻耕等, 1982, 康滇地轴中段东缘脉状铅锌矿床的地质特征及其成矿作用. 地质论评, 第28卷, 第5期.
- [6]. 刘瑛等, 1983, 我国铅锌矿床成因类型及其时、空分布. 中国地质科学院南京地质矿产研究所刊, 第4期, 第1号.
- [7]. 王文斌等, 1983, 我国层控铅锌矿床的分类及若干地质问题的讨论. 中国地质科学院南京地质矿产研究所刊, 第4期, 第1号.

卫星图象

在成都平原水文地质调查中的研究应用

贺尚荣 印仁高 袁佩新

黄贵贤 袁炳华(四川省地矿局成都水文队)

成都平原位于四川盆地西部,地处龙门山、龙泉山之间,为岷江、沱江、石亭江等河流及相应的山前冲积扇连接而成的第四纪冲、洪积平原,面积近1万平方公里。平原水 量充沛、土地肥沃、物产丰富,素有“天府”粮仓美称。在“四化”建设中为充分发挥水资源的潜力,合理开发地下水资源,在这表土复盖、水网纵横、茫茫绿洲的平原上开展了卫星遥感水文地质研究,以解决掩盖区地面调查的困难。通过遥感工作,在加深区内第四纪地质与隐伏构造的认识,研究地下水赋存状态,进行水资源评价方面都收到较好的效益,及时地为国家建设提供了基础地质及水文地质资料。其主要方法和成果分述于后,不当之处请指正。

遥感方法的研究和应用

成都平原的遥感水文地质调查系采用美国陆地卫星(LANDSAT-1:2)的CCT磁带,经S101计算机数字图象处理系统处理的图象为基础进行的。遥感工作第一阶段先用CCT磁带作一般地质处理,以获得遥感地质解译的基本图象,并进行初步地质解译,实地调查和解译成果验证。第二阶段,根据地质、水文的需要作专题地质图象处理及详细解译,并结合地质、水文资料(包括地面调查、钻探、物探资料)作多方法的综合评价,最后提出遥感地质成果评价报告。

一、卫星图象磁带的选择

本区地跨卫星图象的成都、绵阳两幅,由于这次主要是研究平原地下水的状态和隐伏地质信息,因此确定选用冬季(本区为旱季)磁带,冬季图象上地表水和农作物复盖的干扰小,有利于反映第四纪岩性、构造和一定深度的地下水及隐伏地层、构造信息。如岷江冲积扇的地下水分布范围在11月图象上显现清楚,在8月图象上,由于雨季地表水充沛、土壤湿度大的干扰使冲积扇显现模糊。在地下水研究中,选择合适季节的图象是取得良好效果的重要前提。

二、卫星磁带的计算机图象处理

图象处理方法的选择,一是根据遥感调查的目的而定。本区主要是解决信息微弱的地下水和岩性差异小的第四系划分及难以显现的构造问题。二是根据图象的影象特征而定,

平原区地势平坦, 图象反差小, 色调单一, 同类信息的离散度大, 影象结构另散呈细斑点纹结构。依此, 处理方法以增强、提取平原区微弱信息为主要目的。

1. 图象的幅射增强 平原图象原始亮度值低(均在64以下), 且图象反差小, 色调单一故选用 HISTEQ(直方图均衡化)或SCALE(比例扩展)来增强全图象。如照片1, 7波段增强后, 岷江冲积扇地下水富集区域得到清楚显现。

2. 比值处理 不同波段相比是平原区岩性、构造、水文信息处理、判别的主要方法之一。如照片2, $-7/5$ 比值图象清楚地显示了成都—德阳间的NNE向隐伏断裂带及金堂—大邑间的NE向隐伏断裂带影象。另以 $4+5/5$ 、 $5+6/6$ 、 $6+7/7$ 的复杂比值合成图象, 突出显示了新津以西的隐伏 Q_{1+2} 地层分布区域。

3. 空间域变换处理 根据平原图象信息微弱、离散度大的特点, 选用KL(卡里南—洛甫)变换, HADAMARD(哈德马)变换来聚积信息也取得较好效果。如采用 $4+5/5$ 、 $5+6/6$ 、 $6+7/7$, 7四个图象作KL处理后, 清楚显示了沿龙门山前缘第四纪中的灌县—

道明SN向断裂。4. 含水程度的分类 通过CLUSTER(集群)和MINDIST(最小距离)分类, 将平原内主要含水区的不同富水程度进行了划分, 并以此作为地下水资源计算的主要依据, 效果良好。

三、图象的隐伏地质信息分析

卫星图象除反映地表信息外, 在本区也反映出地下一定深度的隐伏地质信息。主要原因是第四系为松散含水的沉积物, 由于毛细现象, 致使一定深度的不同岩性的含水信息传递至地表而显现。另外, 对植被掩盖区, 也因土壤湿度不同, 植物长势的差异而间接反映出隐伏信息。有的则是通过地貌特征或指示沉积环境的岩性来反映。对遥感来说, 隐伏信息是特有的、是可贵的。

四、卫星遥感的地质、水文地质研究成果

通过陆地卫星磁带的图象处理和地质、水文解译, 除增加了地面地质、水文信息外, 新获得了一般地质工作难以了解的隐伏地质信息, 对平原的水文地质条件提出了一些新认识。

一、第四纪地层及含水性

根据影象特征和水文地质研究的需要, 在成都平原的卫星图象上, 第四纪地层可划分为全新统, 上、中、下更新统及相应的上、下含水组段。(见后附图)。经过野外验证, 证实了这种划分比较切合实际。

中、下更新统(Q_{1+2}): 由粘土砾石层, 粘土层组成, 基本上不含水。图象解译呈现为三种类型: 即台地分布区, Q_{1+2} 大片分布在名邛高地、牧马山、东部台地及眉山平原。台地在卫星图象多成土黄、兰黄色; 另星分布区, 主要在平原西缘的残留台地及平原北部边缘的抬升地带, 多起伏在白垩系地层之上; 隐伏地层区, 在邛崃、新津、广汉地区, 此层隐伏或半隐伏于富水的 Q_{3+4} 地层之下, 图象呈兰白色的斑块。经实地检查, 一般埋深在20米以内。这一信息的发现和圈定, 对地表出露为 Q_{3+4} 含水区域的合理布署找水工程及地

地下水赋存状态的评价都有较高的实用价值。

上更新统和全新统 ($Q_{3,4}$)：组成岷江、沱江及其支流的冲洪积扇。此层表面为粘土质砂土，下为砂砾石层，是平原中的主要含水层。岷江扇砂质较重而富水，在图象上显深色调，西河、沱江扇与岷江扇相比含水较差。从图象色调上可将本层划分为五种不同的含水等级，即强含水、富水、中富水、弱富水及基本不含水。以此可研究、圈定平原地下水的赋存状态，确定主要的含水地区。

此外，遥感图象上也显示出地表河水与地下水密切的水力联系和互为补排的关系，以及成都府河的严重水污染及青白江区上空空气污染有关的晕影。

二、地质构造

成都平原位于四川台坳的川西台陷，东以龙泉山褶皱带与川中台拱分界，西与龙门山褶皱带为邻。区内表土复盖，地面难以发现构造。采用卫星遥感图象后，根据前述原因，在平原中发现了较多的断裂和隐伏断裂。它们控制平原的基本形态及主要河流、冲积扇的分布，也切割并改造了平原地貌。NNE向成都—德阳断裂带与NE向大邑—新市镇断裂带将平原(川西台陷)沿北东向分割为西部边缘构造、中央洼陷及东部边缘构造三大部分。第四纪沉积物，在东西两部分较薄，中央部分较厚，多在200米以上。区内主要新发现的断裂有：

NE向：龙门山山前断裂带(F_1)，它控制了平原的西界。大邑—新市镇断裂带(F_2)，断续展布的隐伏断裂，断裂西侧 $Q_{1,2}$ 地层一般小于100米，东侧则在300米以上。

NNE向：成都—德阳断裂带(F_3)是东部台地的西界，此隐伏断裂带得到物探、钻探资料的佐证。龙泉山山前断裂带(F_7)，它控制着平原的东部边界。

NEE向：各断裂走向呈 $NE70^\circ$ ，平行展布。主要有广济—绵竹—兴塔断裂带(F_8)，邛崃—双流断裂带(F_{10})，名山—老君场断裂带(F_{11})。

SN向：主要分布三个断裂带，间距40~45公里，对平原北部东界的控制及平原内各河流、冲积扇西界的控制起到明显的作用。三带分别为宝峰寺—成佳断裂带(F_{12})，关口—新津断裂带(F_{13})，安县—金堂断裂带(F_{14})。

另外尚有一些影像隐晦，连续性差的EW向线性和环形影像，也可能与深部构造有关。如 R_1 环形影像，已为钻探佐证，它可能是局部的基底隆起的反映。

地下水资源计算的探索

为了扩大遥感的应用效果。使遥感图象计算机处理向定量、更深的阶段发展，我们采用计算机的分类处理等方法进行了地下水资源的计算，又快、又经济地取得了水资源概略评价的新成果。

首先通过灌县—成都、大邑—文家场水文地质剖面的有关象元亮度值、岩性、含水性的相关分析，研究出不同波段亮度值与含水程度的线性关系。如SS7波段图象分析得：

强富水区	亮度值为8~12	单孔涌水量为3000~1500吨/日
富水区	12~16	1500~3000
中等富水区	15~21	500~1500

在上述分析基础上,采用CLUSTER(集群)、MINDIST(最小距离)分类处理方法,对平原三片含水区按亮度值进行不同含水程度分类,并圈出各区域范围及面积数。结合地面、钻孔水文测试资料、数据分别计算出平原地下水的天然补给资源量及开采资源量。

天然补给资源采用公式为: $Q(\text{补给量}) = Q_1(\text{降雨渗入量}) + Q_2(\text{稻田水渗入量}) + Q_3(\text{小春灌水渗水量}) + Q_4(\text{河流渗入量}) + Q_5(\text{灌渠渗入量}) + Q_6(\text{地下水侧向补给量})$

开采资源按平均布井法计算,即:

$Q(\text{开采量}) = \Sigma Q_P \cdot N \cdot T$ Q_P : 各类单井出水量, N : 可布井数(按2井/平方公里), T : 开采时间(按120天计)。

从表对比来看,本次采用计算机图象分类及统计资料地下水资源数与常规方法结果基本吻合,计算的数据可供使用。在条件具备的地区,采用遥感图象处理进行水资源的定量计算将是可行的、有效的。值得我们今后不断发展、开掘它。

成都平原遥感水文地质调查在短期内取得显著效果,充分显示了遥感技术的优越性。同时,应用中要充分研究它的客观条件,扬长避短,以更好地发挥遥感技术的效益。

成都平原水资源计算结果见下表:

计算方式	面 积 (公里 ²)	天然补给 资源(亿 吨/年)	天然补给 模量(万 吨/年 公里 ²)	开采资源 (亿吨/年)	开 采 强 度 (万吨/年公里 ²)
集群分类	6544	39.96	61.06	39.12	59.78
最小距离分类	6327.6	38.56	60.94	37.78	59.70
遥感采值法用	6544	39.96	61.06	39.12	59.78
常规普查法值	6473	40.14		40.56	
误 差	$F = +71$ 1%	$Q = -0.8$ 0.5%		$Q = -1.44$ 3.68%	

无锡地区卫星数字图象计算机处理及 室内地质解译

印仁高 袁佩新 贺尚荣

赵济湘(地质矿产部成都地质矿产所)

本文为江苏省地质矿产局第四地质队普查分队委托四川省地质学会遥感专委会承担项目的文字报告部分详摘。由普查分队提供有关地质水文、钻探、物探资料,沈振兴、华进发二同志参加了部分工作。

一、图象处理方法及效果

1、处理方法:

所用数字图象为第2号陆地卫星1976年11月27日成象,由于每个象元按 57×79 米长方形获得光谱信息,量化为亮度值,而光点扫描成象是按方形成象,结果采样方向被夸大0.4倍,图象横向被拉长,影象变态。故先作了去扭斜(DESKEW)处理,以改正上述偏差。

实际处理和解译面积达1万多平方公里。

以后的处理是用去扭斜后数字图象进行的。处理原则是:根据地质目的有针对性地选择功能,作基本处理。首先,选择工作重点区无锡一带作处理试验,选择较佳处理功能对其它二个区再作专门地质处理。其中常熟子区因第六条扫描线脱落造成的条带干扰较大,故加作了去条带处理(DESTRIPE)。在以上处理基础上对全区3:3抽样显示,选择后,决定了以分段线性变换(PLIM)处理各波段,扫黑白负片;以比例扩展(SCALE)和直方图均衡化(HISTEQ)处理754波段彩色合成片,扫彩色负片。胶片扫描孔径为 50μ (10^{-6} 米),全区性的处理旨在得到面上基本图象,作全区解译基础图象,子区多功能处理目的是分别突出或提取某些地质信息,处理更具针对性。共使用过近二十种处理功能。

2. 处理效果

本幅数字磁带为11月下旬获得,成象日期对于地质构造较为有利。但是本区基岩出露甚少,约占7%左右,第四系复盖一般为150—200米,沪宁铁路横贯工区中部,公路四通八达,水网密集,特别是人工河道多,湖泊水面积大,在相当大程度上干扰遥感地质效果和解译。

通过针对性处理,发挥了各功能的作用,获得了较好地地质效果。在全区处理扫黑白单波段负片时,重点考虑了中等亮度值的平原区的扩展,获得了较佳的单波段图象,因而突出了平原区的隐伏地质信息,各波段图象均有较好的效果,尤以5波段图象隐伏信息较丰

富,全区彩色片选用了7、5、4波段SCALE和HISTEQ两个功能,前者均等增强图象,宜于作全区综合解译,后者主要扩展中等亮度值区,使平原区三个主要波段的信息集中反映于一彩色图象。以上各图象满足了全区的基本解译需要。子区的多功能处理进一步分别突出了某些地质信息,如戚墅堰子区754LOCAL增强图象,较好地反映了该区隐伏断裂与不同含水分布范围;无锡子区的比值图象不但清晰地显示了含水分布状况,而且也有很好的构造显示,如 $(4+5)/4$ 、 $(5+6)/5$ 、 $(6+7)/7$ 彩色合成图象、卷积图象突出了某些线性构造;苏州子区HADAMARD图象十分有利于苏州一带花岗岩和基岩出露区线性构造解译,充分解译分析各子区图象有助于提高解译质量。

在处理后的图象上,通过地下水、色调深浅及地貌形态特征的观察,除地表信息外,也反映许多隐伏地质信息,对了解本区第四纪基底构造、岩体分布、成矿予测都提供了地面调查未能获得的认识和资料,应该说本次处理是有明显效果的。

二、室内地质解译

1. 解译方法简述

解译工作由四个成员独立而平行地进行。四张草图完成后,优先选择共同录取的卫星图象地质信息,再取各家之长予以补充,并结合地质、水文、物探、钻探等多种资料综合分析而定稿。

在各自的解译过程中,均较全面地分析了四个不同波段、多个不同图象处理功能的卫星图象信息。同一地质体或地质构造在不同波段的图象上呈现出不同的影象信息,如富水的断裂带在4、5波段图象上显浅色的线性影象,而在6、7波段图象上为深色条带。而各地质体或地质构造在多种不同功能的卫星图象上有或隐或显的不尽相同的信息显示,它们互相印证、互相补充、互相订正。

地理底图是一种近1/20万的水系图。它是在同比例尺的7波段黑白卫星图象的影象基础上编绘的。

2. 岩性解译

(1) 地层、岩性

①、泥盆系碎屑岩,在5波段卫星图象上影象为黑色,7波段卫片上为灰白(向阳面)至灰黑色(阴影区),7、5、4合成片上为棕色;正地形,尖棱状山脊地貌,格状、羽状水系。尤以尖棱山脊地貌与格状、羽状水系为典型,以此极易与其它地质体相区别。

②、二叠系、三叠系浅海相碳酸盐岩及侏罗系火山岩,出露在苏州南阳山一带。它们与泥盆系地层影象相近,而易于与第四纪地层区别。它们与泥盆系地层的影象差异在7波段图象(照片1)上较明显;色调较泥盆系地层影象浅(灰白至深灰色),表面光滑,斑块状图形,不规则状水系。

③、浅理基岩区,在7波段卫片上的影象较为特征,以它的浅灰色色调、雾状结构以及展布在基岩区周围,极易与基岩或颇厚的第四纪沉积物区别。在陆地卫星3号的7波段图象上,它的影象特征更为明显。

(2) 含水性

如“地质解译图”所示，我们圈出了富水区。现以7波段图象为例，将它们的影象特征表列于下：

含水性分区	色 调	纹形结构	水 系
富 水 区	深灰至灰黑色	稀 点	发育。格状、角状
贫 水 区	浅灰至灰色	光滑，密点	不 发育

(3) 隐伏岩体

隐伏岩体在卫星图象上多以环状影象出现。在“地质解译图”上标示的与隐伏岩体有关的环状影象共有9个，它们可以分为分为两组：

①组：R14、R15、R25、R29、R30、R32及R31，计7个环，它的色调一般较浅，且较均一；除R29为椭圆形之外，皆为圆形。它们分别与航磁异常27—75、27—76、26—72、34—112、34—113、34—114及地磁异常49（50、51）相吻合。

②组：R13、R20，色调稍深，磁异常49均一，圆形，环状或不规则树枝状水系。

岩体或隐伏岩体多发育在NE向断裂与NW向断裂的交切部位，尤其集中于F₁与F₂的相交处。

3. 构造解译

(1) 线性构造与线性影象

水系在此区极为发育。水体的线性展布，显示其下为地质体间的接触部位或地质体中的薄弱环节，或者是富水裂隙的地表出露部份。某些直线形湖岸，可能显示该湖泊为断陷盆地的继续。

本区残留山脊均为背斜山，它们在航磁异常或重力异常图上呈正向反应。可以推测，本区航磁或重力正异常，多是背斜或隐伏短轴背斜、隐伏穹隆的反映。而这些隐伏的短轴背斜或穹隆，在卫星图象上又多呈环状影象。

区内较醒目的断裂构造的线性影象，它们可按其方向分为NE、NNE、NW、EW、SN五组，现分组叙述于后：

①. NW向断裂在卫星图象上最触目者为F₁，它是呈斜列式展布，为一压扭性断裂带。在航空磁力异常图与布格重力异常图的相应地段，均是异常突变处。成生时间较晚，沿此断裂带作逆时针方向扭动，将工作区断错为NE、SW两部份。

同方向的F₂、F₃断裂带及光福—浦庄断裂带，也起到了重要的地质作用。

余者，多以裂隙或小断裂密集成带展布，如如江阴—昆山带、北塘河—东亭带。它们在影象上组成了宽阔但隐晦的暗带，可能是隐伏的NW向凹陷带的反映。呈亮带者，多与基岩出露隆起起伏区相一致。

与此方向相近的NNW向断裂，它们密集成带而在图象上又呈暗带时，同样可能是隐伏凹陷带的反映，如青锡—石塘湾带。

②NE向断裂：最突出者为F₂、F₃、F₄三断裂带。它们均呈斜列反扭展布，并被F₁断裂带错断为NE、SW两部份。其中，F₂断裂带可能是扬子准地台扬子台拗中的三级构造单元的分界线，F₄断裂带可能是太湖中台拱中的四级构造单元的分界线。

③NNE向断裂：此方向断裂亦常密集成带。呈亮带者，如江阴—潞城带、无锡—雪堰桥带，是基岩出露区域隐伏隆起的反映。

④EW向断裂：有三个密集带，即毛家桥与北塘——谢桥带、分水——通安与东亭——石牌带、大浦——元荡与苏州带，其中，以大浦——苏州带最为发育。三带呈等间距展布，带间距离约20公里。同NE向断裂带一样，他们也被F₁错断为东、西两段。

⑤SN向断裂：区内SN向断裂在（西）南部较发育。它们可大致分为四个密集带，（自东而西）即东安带、雪堰桥带、通安带、同里带。北部的SN向断裂不及南部发育，但在F₁断裂带以北的相应位值上，仍能找到它们的蛛丝马迹。

（2）环状影像与半环状影像

区内共有35个。以形状论，它们可以分为环状影像、半环状影像及椭圆形影像三类。按形成环形影像的地质因素，则可分为显示隐伏岩体的环状影像、显示隐伏穹窿（或短轴背斜）或凹陷的环状影像、显示构造岩块的环状影像三类。现按后一种分类法将区内环状影像分别叙述于后：

①、显示隐伏岩体的环状影像：请见前述岩性解释中的隐伏岩体部份。

②、显示隐伏穹窿（或短轴背斜）或凹陷的环状影像：此类环状影像共计22个，其中显示隐伏穹窿或短轴背斜者17个，显示隐伏凹陷者5个。

此类环状影像区别在于：穹窿（或凹陷）环色调不均一，表面不光滑，且多由不同色调形成环带状影像；岩体环与穹窿环相反，它的色调均一，表面多光滑，且未形成环状色带。

在此类环中，R7、R8、R11、R12、R17、R18、R19、R21、R22、R23、R24、R26、R27、R28、R33、R35属于显示隐伏穹窿的环状影像，R5、R6、R9、R16、R34属于显示隐伏凹陷的环状影像。其中，穹窿环影像色调较浅，环状色带发育，环中心一般为一灰白色小圆，且多与航磁负异常带相一致。

在环中，还见到了环状水系，及涡轮状线性影像。

③、显示构造岩块的环状影像：有R₁、R₂、R₃、R₄，它们是F₂、F₄、F₅、F₆、F₃、等断裂分割的构造岩块（或碎裂岩块）经扭力作用的结果。在这些环状影像的边部，或多或少的保存了线性构造的形迹。在沙山，这种形迹尤为明显。

岩浆沿构造岩块（碎裂岩块）R3、R4的边部及薄弱部位侵入，形成了无锡花岗岩岩体与苏州花岗岩岩体。

R1与R2、R3与R4，可能两两原各为一大的构造岩块（碎裂岩块），只是后期在强大的自东而西的压扭力沿F₁作用之后才一分为二的。

（3）区域地应力的简单分析：

燕山运动，神州疆土大部份地区的各构造体系都不同程度地打上了它的烙印。位于东南沿海隆起带之中的工作区，其上的北东向褶皱以及它伴生的压（扭）性断裂，指示着本区西部向南、东部向北的水平扭动；此时的NW向与近南北向、NNW向断裂分别为扭压与扭张、张性断裂，而与前者配套。在压扭与扭压等组断裂的共同作用下，区内构造岩块（碎裂岩块）位移开始形成。苏州、无锡等地的岩浆沿碎裂岩块间的薄弱地带或断裂破碎带侵入。

其后,北部向西、南部向东的水平扭动在工作区及其邻区出现。(参见照片2)在区内,形成了虞山、龟山等一系列北西向褶皱,并有沙山、三茅峰、峰峰山等地的北西向褶曲横跨在先期形成的北东向褶皱之上。与北西向褶皱平行的压扭性断裂异常活跃,它归并、改造并大大发展了先期形成的北西向压扭性断裂。触目的F₁断裂带,北西逾过石家庄,南东延至东海;它将工作区一分为二,包括形态初具的R1+R2、R3+R4及无锡岩体+苏州岩体各分为南、北两部份。与此同时,在压扭力的作用下,区内各隐伏穹窿与碎裂岩块的环状形象渐趋完善。

区内的东西向断裂,可能属秦岭东西褶皱带东延段的余迹。

区内纵横发育的断裂构造,控制了火成岩的侵入及火山岩的喷出,而它们又控制了多金属矿产、铌铁矿等稀有金属矿产、矽卡岩型金属矿产以及萤石矿化、高岭土化、明矾石化等的发育。因此,在NE向与NW向线性形象的相交部位而又有显示隐伏火成岩体的环状形象存在时,特别是在F₁断裂破碎带与无锡花岗岩体以及它们的蚀变带寻找多金属矿产及稀有金属矿产,在F₁断裂带的分水、焦溪镇一带寻找同类矿产,在F₁断裂带阳澄湖、同里湖一带寻找矽卡岩型金属矿产,是有希望的。

三、结 语

借助于卫星数字图象处理,对大面积第四纪沉积物掩盖区进行隐伏断裂及岩性解译是有效的,也是必要的。

但是,由于多种因素的限制,此次图象处理仅是基本功能的处理,而按协议书的規定,我们的解译工作,仅仅是室内地质解译工作。其解译成果,尚有待于野外工作的检验与进一步室内详细解译工作的订正。

遥感地质的计算机图象处理方法与应用研究

贺尚荣 印仁高

遥感地质的计算机图象处理,是我国地质领域应用遥感技术以来新兴发展的一门分支学科。近两年来我们使用美国S101计算机数字图象处理系统,探索、研究了卫星遥感图象的主要的地质处理方法。根据处理后的地质图象信息进行了地质解译和地质应用效果评价。依此,对一般遥感地质图象处理的基本步骤及处理中的有关问题进行探讨,初步研究主要图象处理功能的地质应用特点及不同地质、图象背景条件下的应用效果,供大家研究讨论。由于他与邻近学科,如地理、农业、水文……等学科在图象处理中有较多的共同性,故亦可供这些学科在图象处理中参考。不当之处切望批评指正。

一、S101计算机数字图象处理系统概述

我们处理图象所使用的美国I2S公司(INTER NATIONAL IMAGING SYSTEMS)的101系统,是专用于图象处理的计算机系统。系统主要设备有HP3000—Ⅱ型中央处理机,专门作图象处理及显示的M70型图象处理计算机,供卫星图象CCT磁带输入(出)的1600, 300位磁带机,120兆字节适用于图象大容量存储的磁盘机,输入(出)图象的C—4500胶片扫描仪,宽行打印机,AT—1摄象系统,多个用户终端控制台以及相应的101软件系统。主机存储周期为700毫微秒,主机内存512KB,属多用户多语言的交互式处理系统。S101系统进行图象处理的功能有205个,(包括新增的25个)功能命令分三类:(1)系统功能(SYSTEMFUNCTION)命令定义符以“<”表示,用作图象处理的管理和提供图象处理的支援文件;(2)中央处理机功能(CPUFUNCTION)命令87个,命令定义符以“>”表示,由中央处理机进行图象的数字处理,处理范围不受 512×512 个象元限制,处理结果不能直接显示;(3)显示功能(DISPLAYFUNCTION)有105个,命令定义符以“^”表示,是通过M70图象处理机进行,显示范围限于 512×512 个象元,处理结果可直接在彩色萤光屏上及时显示。用户要通过图象处理操作系统(IPOS)才能与主机的MPE操作系统联系,而IPOS又是在MPE控制下运行的。101系统备有较完善的图象处理功能供地质上选用,它包括常用的图象增强,图象空间变换,频谱变换,图象计算与统计,多图象处理,图象分类和几何校正等方面。处理成果可暂存入磁盘或由磁带输出,更多的是采用扫描成正、负象的黑白或彩色胶片,直接观察或经洗印,放大成正片供解译。

二、遥感图象计算机处理的基本步骤

为了取得较好的图象处理效果,通过研究和实践我们认为在使用S101系统时一般可按