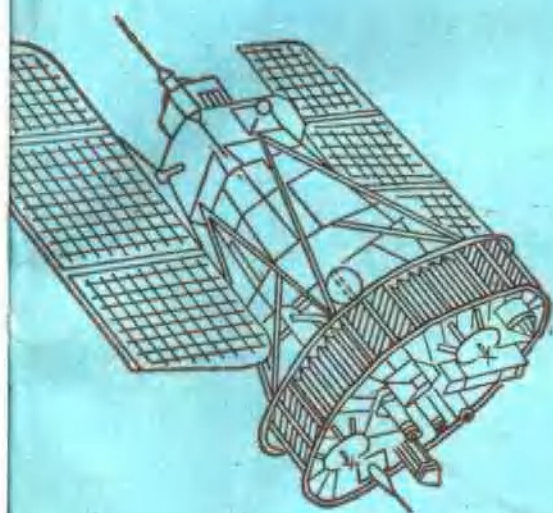


遥感技术在区域地质调查中 应用总结



[105

湖北省地质局 区测队站
遥感

目 录

第一章 前 言	1
一、试验区地理与地质概况.....	1
二、选择南漳幅进行遥感区调试验的依据和方法.....	2
三、工作阶段的划分及各阶段的主要工作内容.....	4
第二章 遥感图象资料的可解程度及解译区的划分	6
一、试验区遥感图象资料的质量评述.....	6
二、图象资料的可解程度.....	6
三、解译区的划分.....	7
第三章 解译标志的建立及试验区的解译标志	9
一、解译标志建立方法.....	9
二、试验区解译标志.....	9
第四章 野外检查验证原则及方法	19
一、部署野外验证工作的原则.....	19
二、野外验证方法.....	20
第五章 各种遥感方法的综合应用及其效果	21
一、航卫片相结合目视解译.....	21
二、假彩色合成卫片及密度分割片资料的应用.....	29
三、地物波谱测试试验.....	32
四、卫星遥感数字图象处理与应用.....	48
第六章 成图方法	53
第七章 结 语	55
一、试验工作取得的效果.....	55
二、存在问题.....	56
图版说明	57

第一章 前 言

遥感技术是六十年代发展起来的一门新兴的、综合性的探测技术。它综合运用了空间技术,电子光学技术和电子计算机技术,具有效率高、速度快、精度好、成本低的特点。目前已广泛应用于农业、林业、地质、地理、海洋、水文、气象、环境保护、城市规划以及军事侦察各个领域。是一种具有广阔前景的先进科学技术,引起了世界各国的重视,不少国家先后把遥感技术列入国家发展规划之中。

遥感技术在地质工作上的应用,对矿产普查、石油勘探、水文地质研究、地震地质调查、浅海地质和地貌第四纪地质研究等,都能发挥较好的作用。特别对提高中、小比例尺编图和区域地质调查等区域性地质工作效果更为显著,已被逐步应用于地球资源调查、开发、管理、环境监测与研究诸方面。故遥感技术的推广应用,是当前地质战线的一项技术革新,是加快地质工作现代化的重要措施之一。

一九八〇年四月,湖北省地质局指示我站“采用遥感技术,通过试验,完成1:20万南漳幅区域地质调查(地质部分)的任务;摸索遥感技术在区域地质调查中的应用方法,为推广新技术、新方法总结经验”。以便加快我省地质调查步伐,满足四化建设对基础地质资料的需要。这是我省地质工作首次开展的新项目,得到了湖北省经委、省科委的重视和大力支持,并被列为省经委科技项目之一。

我站按上级要求,本着科研与生产紧密结合的原则,通过20个月的实际工作时间,全面完成了生产与科研试验两项任务,一九八二年底提交了“南漳幅区域地质调查报告(地质部分)”和“遥感技术在区域地质调查中应用试验报告。”试验报告于一九八三年三月由湖北省经委、省科委和湖北省地质局组织武汉地质学院等十九个单位的遥感、地质专家参加的评审会审议通过。

为了积累我国应用遥感技术的经验,按照评委会意见,将试验工作有关应用方法及其效果归纳总结,开展遥感学术交流,使遥感技术在地质工作中的应用方法逐步得到完善,推动地质工作的迅速发展。

本书是集体劳动成果。由饶南祖、周镇雄、王锡璠、祝华述等同志编写,初稿由湖北省区测队主任工程师黄建勋审阅,最后由湖北省地质矿产局副局长工程师杨庆如在百忙中审定稿。

一、试验区地理与地质概况

(一) 地理概况:

试验区为1:20万南漳幅(H—49—Ⅳ),位于湖北省西部,地理座标为东经111°—112°,北纬31°32′—32°,总面积7010.35平方公里,行政区划包括湖北省南漳、保康县的大部分及谷城、房县、兴山、宜昌、远安、宜城、荆门、襄阳等县的一部分。

地形属中—低山区,荆山山脉横贯图幅中部,地势西高东低,保康县望佛山顶峰海拔1946米,为全区高峰之冠。除东部南漳盆地外,西部和中部山区谷深、坡陡,通行困难。

试验区属大陆性温湿气候,四季分明,但山地与丘陵区气候差别较大,山区每年十一月

下旬开始降雪,至次年三月解冻。全区一月最冷,平均气温 3°C 左右,西部山区最低气温可达 -17.4°C 。最热为七月,平均气温 27°C — 28°C ,东部最高气温可至 39.9°C 。

区内树枝状地表水网发育,分属蛮河、漳河、沮河、南河四大水系,荆山山脉将四水阻隔分流,蛮河东入汉水,南河支流清溪河北注汉江,漳河、沮河直泻浩瀚长江。

(二) 地质概况

试验区位于新华夏第三隆起带与淮阳山字型西翼反射弧东段的复合部位。淮阳山字型两翼反射弧北西向至近东西向的褶皱带,断褶带斜贯全区;反射弧脊柱——黄陵背斜之东北端出露于测区西南隅;新华夏系北北东向的构造带,北北西向构造的断裂和槽地带复合于山字型构造带之上,构造较为复杂。

根据构造形迹之间的组合规律和复合关系,可将试验区构造体系划分为淮阳山字型构造体系,新华夏构造体系。此外,还有北北西向构造和北西向构造(图1)。

试验区属杨子一级地层区,包括大巴山大洪山分区之袖农架、宜城小区及黄陵八面山分区之黄陵小区。区内地层发育齐全,从元古界至新生界均有出露,由北向南或由西向东,地层层序由老到新。各地层划分如表1。

二、选择南漳幅进行遥感区调试验的依据和方法

(一) 试验依据

遥感图象(航片、卫片)是地表较大范围地质景观详尽而真实的写照,它为我们提供了丰富的地质、矿产影象资料。对它进行分析判译,能增强野外工作的目的性和预见性,有重点有计划地对关键和有意义的地质现象进行检查,并能获得常规野外地质调查方法难以发现或难以观察到的地质现象。国外和国内不少单位的经验证明,遥感图象是区域地质调查的有效资料,充分应用遥感资料可以缩减野外工作量,减轻地质人员野外体力劳动,保证室内综合整理研究时间,是加快区调工作速度,提高质量、降低成本的有效手段。

试验区有前人的地质基础资料可以借鉴,具备 $1:6.5$ 万及 $1:3.8$ 万航片,并有美制第一、二颗陆地卫星不同波段的卫片及不同比例尺彩色合成及密度分割片,遥感资料比较齐全,为开展南漳幅遥感区调工作提供了必要的基础地质和遥感资料。

区内主要为沉积岩,变质岩仅占1%左右。基岩出露良好,大部地区岩性、构造解译标志较为清晰。该区山高谷深,通行条件极为困难,常规地质调查方法不少地段不易穿越。因此,应用遥感技术新方法开展南漳幅区域地质调查工作,正是避“山高谷深,不易穿越”之短,扬“基岩出露良好,解译标志可寻”之长的一种行之有效的方法。此外,遥感技术是一门新方法、新技术,实际应用也应本着从易到难,由浅入深的原则,摸索、总结经验,然后大力推广。特别是当前遥感地质工作,主要仍限于目视解译阶段,沉积岩类较之变质岩类解译标志容易掌握,南漳幅正是大片沉积岩分布地区,故选择南漳地区试验是恰当的。

(二) 试验方法

从区内地质及自然地理条件的实际情况出发,结合我站技术力量和设备状况,遥感区调试验工作主要采用了:遥感图象(航空象片、卫星象片)的解译与野外调查验证相结合的方法

南漳幅地层层序表

表1

界	系	统	地方性地层名称	代 号	厚 度
新生界	第四系	全新统		Qh ^{al}	0—15
				Q ^{eld}	0—35
中生界	白垩系	上统	走马岭组	Ezm	>951.2
			连青山组	K ₂ ln	735.95
			跑马岗组	K ₂ p	475.40
			红花套组	K ₂ h	355.04
			罗镜滩组	K ₂ l	124.62
	侏罗系	下统	桐竹园组	J ₁ t	>577.94
			王龙滩组	T ₃ w	369.08
			九里岗组	T ₃ j	350.86
	三迭系	中统	巴东组	上段 T ₂ b ³	460.63
				中段 T ₂ b ²	155.06
				下段 T ₂ b ¹	502.95
		下统	大冶组	上段 T ₁ dy ³	1128.14
				中段 T ₁ dy ²	189.18
				下段 T ₁ dy ¹	801.79
古生界	二迭系	上统	大隆组	P ₂ d	9.87—10.80
			龙潭组	P ₂ l	3.71—12.28
		下统	茅口组	P ₁ m	88.8—201.61
			桐霞组	灰岩段 P ₁ q ²	165.00
	石灰系	上统	黄龙组	含煤段 P ₁ q ¹	2.51—12.39
			云台观组	C ₂ h	0—83.37
	泥盆系	中统	纱帽组	D ₂ y	0—14.63
		中统	罗惹坪组	S ₂ s	325.26
	志留系	下统	龙马溪组	S ₁ lr	359.83
			五峰组	S ₁ l	635.92
		上统	临湘组	O ₃ w	7.41—13.14
			宝塔组	O ₃ l	5.44—9.23
	奥陶系	中统	庙坡组	O ₂ b	26.16—43.35
			牯牛潭组	O ₂ m	1.48—2.81
			大湾组	O ₂ g	12.04—18.45
			红花园组	O ₁ d	18.5—37.81
		下统	分乡组	O ₁ h	2.17—7.82
			南津关组	O ₁ f	2.02—9.49
			三游洞群	O ₁ n	8.52—100.45
			覃家庙群	E ₃ sn	17.51—55.21
元古界	寒武系	上中统	石龙洞组	E ₂ qn	86.41—146.45
			天河板组	E ₁ sl	17.76—64.94
		下统	水井沱组——石碑组	E ₁ t	57.00—158.03
				E ₁ s—E ₁ sh	76.34—179.25
	震旦系	上统	天柱山段		0—1.49
			灯影组	Z ₂ dn	
			陡山沱组	Z ₂ d	
	神农架群中亚群		花山组	Pth	
				Ptk ₂	
				Ptkn	

法, 综合应用不同比例尺、不同波段的黑白卫片、假彩色合成卫片资料, 随实测地层剖面进行地物波谱测试试验, 并通过电子计算机数字图象处理, 补充和验证各种解译成果。实际工作中以实测地层剖面确保地层划分精度, 解译标志的建立作为试验的重点工作, 航片系统解译则是放稀野外检查路线, 减少野外工作量的依据。遥感图象的解译工作贯穿于试验工作的全过程。航空象片解译以岩性、地层、局部构造为主, 结合不同比例尺、不同波段的各种卫

星象片进行区域构造解译,并借助电子光学合成卫片资料来突击各种影象特征。将各种遥感图象解译成果互为验证,相互补充,以增加解译内容,提高解译质量。

三、工作阶段的划分及各阶段的主要工作内容

应用遥感技术进行区调,目的是减少野外工作量,增加室内综合整理研究时间,以提高基础地质及矿产工作的研究程度,这种新技术与常规地质调查方法的根本区别,在于遥感技术是以图象的解译标志在图象上进行解译分析,辨认和圈定地质体,探寻和揭示它们的形成、分布和变化规律;常规方法则以一定路线间距,进行野外地质资料的收集来完成预定的任务。因此,应用遥感方法进行区域地质调查,必须按遥感地质的特点,尽量简化工作程序,正确合理地划分工作阶段,才能充分发挥遥感地质的优势。现将试验工作划分为三个阶段:

(一) **准备和解译阶段**:即从接受任务到提交工作设计书,历时五个月。主要任务是根据任务书要求,进行人员组织分工;全面搜集、索取试验区地质和遥感图象资料,并对这些资料加以分析研究和质量鉴定,进行研究程度和可解程度分区;不同波段卫星象片洗印放大;野外地质路线踏勘,实地搜集地层、构造及解译标志资料,确定地层系统、填图单位和解译标志;航、卫片系统解译,编制解译地质图及工作设计书。

主要工作成果:

- 1.放大洗印 1:20万卫星象片(借以取代航片镶嵌略图)
- 2.路线踏勘剖面图及有关资料
- 3.航片解译资料及解译地质图
- 4.试验工作布署图
- 5.试验工作方案(设计书)

(二) **野外调查验证阶段**:即从设计书审批到全部结束野外调查验证,历时十个月。主要任务是根据批准的设计书要求,测测地层剖面、进行波谱测试和野外路线调查验证,充实完善解译标志,全面完成野外试验任务;编制1:5万野外地质图;阶段性质量检查。

主要工作成果:

- 1.各地层单位实测剖面图,
- 2.地面波谱测试各种数据和图表。
- 3.航片系统解译资料。
- 4.各项工作的原始记录。
- 5.1:5万地质图

(三) **最终报告编写阶段**:即从批准转入室内整理至提交报告,历时五个月。主要任务是根据上级质量检查意见,认真研究区内存在的问题,全面整理、综合研究各项原始资料;补充必要的航译地质点,审修1:5万地质图;进行卫星遥感数字图象处理;补充和验证各种地质成果;编制1:10万地质实际材料图。1:20万地质图,编写试验报告;编制试验区航卫片图册。

主要工作内容:

- 1.各项原始资料的整理、整饰。

- 2.实测地层投影剖面编制。
- 3.适当补充航译地质点，审修1：5万地质图。
- 4.编制试验区航、卫片图册。
- 5.编制1：10万地质实际材料图和1：20万地质图
- 6.卫星遥感数字图象处理。
- 7.编写试验报告。

第二章 遥感图象资料的可解程度及 解译区的划分

一、试验区遥感图象资料的质量评述

试验区使用的遥感图象资料包括：由地质部遥感中心提供的美制第一颗陆地卫星 5 波段及第二颗陆地卫星 4、5、6、7 波段 1:336.9 万 (70×70mm) 卫片的底片，经湖北省区测队放大洗印的 1:100 万、1:50 万及 1:20 万黑白卫片；由总参提供的一九五六年苏联拍摄的近似 1:6.5 万航片及一九七八年我国拍摄的试验区东半部的 1:3.8 万航片。

但是所取得的卫片底片不是原版底片，而是经过多次重复拷贝而成的。在放大洗印时又受暗室条件、技术水平及印象材料限制，卫片信息已大量损失，加之未能收集到不同季节、不同时间摄取的卫片，不能掌握其动态变化，给解译时的对比、分析带来了困难。但试验区所在位置的卫片无云遮盖，影象比较清晰。基岩裸露条件、岩石风化程度、第四系覆盖等方面西部山区均比东部丘陵地带好，影象特征亦比东部清晰。总之，对试验区区域构造特征，特别是线形特征的解译能起到良好的作用。假彩色合成卫片资料包括有 1:25 万及 1:50 万假彩色合成卫片及假彩色密度分割片。作为彩色片，加之比例尺较大，它们相互结合解译，能补充很多影象信息，对提高质量起了促进的作用。

1:6.5 万黑白航片为 60 年代初期产品，因底片保存欠佳，拍摄及洗印技术尚存在一定的问题，部分航片色调变化大；试验区西部及东部高差较大，影响了航高的稳定性，造成西部地区地貌形变较大”因拍摄时间已久，现有许多地物、地貌形态已为人工所改造，影响解译效果。航向重迭基本达到了要求，旁向重迭较差，部分重迭量 < 5~10%。

1:3.8 万黑白航片为近期摄影所得，因而真实地反映了试验区地形、地物形态，加之比例尺较大，影象清晰、可解程度较高、航向、旁向重迭均达到了要求，为试验区内质量良好的图象资料。

综上所述，所应用之各种图象资料虽存在不少问题，但充分应用各种图象各自的优点进行解译、取长补短、互相对照，仍可以达到良好的效果，满足试验工作的需要。

二、图象资料的可解程度

应用遥感新技术进行区域地质调查，与常规地面地质调查方法的根本区别，在于前者是以遥感图象（航片、卫片）的解译标志，在图象上进行解译分析，辨认和圈定地质体，探索地质现象，经野外实地检查验证，最后完成区域地质调查任务。常规方法则以一定路线间距进行野外地质资料收集来完成预定任务。图象资料质量的好坏，解译标志是否清楚等，直接关系到成果质量。因此，图象资料可供解译的程度，既决定了完成图幅时间、人员力量配

备、野外检查验证工作部署的方法等等。航片对岩性、地层判译效果显著，故其可供解译的程度关系尤为重要。

试验区航片解译程度属良好。但不同块段，因构造复杂及航片图象清晰程度不同而有所差异。总的来说，碎屑岩、碳酸盐岩两大类岩石及构造、特别是线形构造的解译标志明显；系与系之间的界线较易解译，大部分统与统之间的界线解译标志基本清楚、组与组之间的界线较难区分。但依据地层和岩石的微细影象差别特征，利用综合解译标志，用延伸追索及类比方法，特别是沿地质检查验证路线两侧扩展方法，进行分析比较解译仍有规律可寻。归纳起来试验区航空象片的可解程度：由界——系——统——组，即由大至小，其规律是由易到难。岩性变化较大，如碎屑岩与碳酸盐岩相间出现，岩层产状较陡地段，解译标志易于寻找。岩性单一，产状平缓地区，解译标志就难以掌握。就试验区而言，充分应用遥感图象资料，加强分析解译，放稀地质调查路线，能满足1:20万区域地质调查对地层划分的要求。

三、解译区的划分

试验区属地质情况中等复杂区，根据试验范围跨3个不同地层分区，解译标志随地区不同而变化的情况，我们从实际情况出发，按通行条件难易、地质情况复杂程度、航片可解程度及解译标志变化状况、成矿是否有利及前人资料可供利用程度等因素的综合考虑，将试验区划分为较好区、较差区、困难区三个不同类型共八个块段，具体分区情况见（图2）（表2）

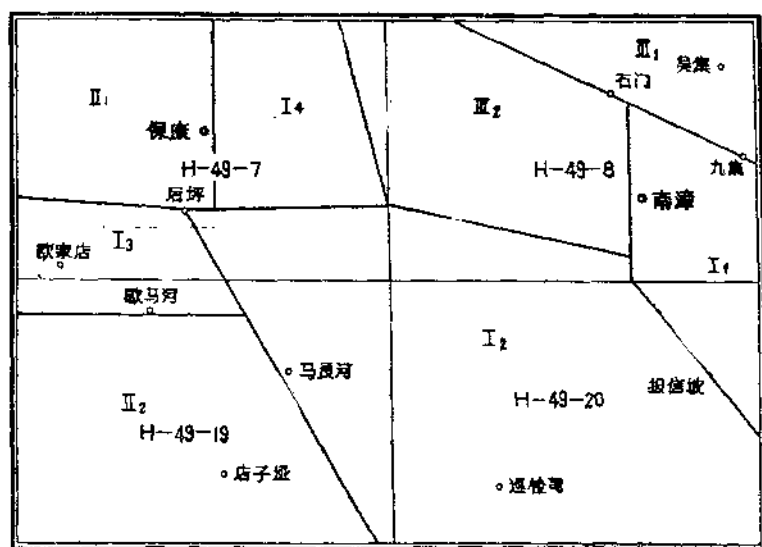


图2 南漳幅解译程度分区示意图

□ 较好区； ▨ 较差区； ▩ 困难区

解 译 程 度 分 区 表

表 2

解译程度 分 区	编 号	范 围	面 积 (Km ²)	分 区			依 据		
				通 行 条 件	地 质 情 况	可 解 程 度	资 料 概 况		
较 好	I ₁	石门集—九集以南 南漳—竹瓦洞以东	546	较 好	第四系, 下第三系—白垩系上统大面积出露岩性单一。	影像特征一般	有 1:3·8 万航片可供利用		
	I ₁	连营山—竹瓦洞以西 连营山—八字崖以南 马良以东	2559	交通不便, 通行条件不好	大面积出露三迭系, 岩性较单一, 次为志留系、二迭系。构造线稳定, 总的为复式向斜。	影像较清晰, 三叠系下统大治群内部界线较难勾绘	湖北省地质局第八地质队所测地质图及 1:3·8 万航片可供参考使用。		
	I ₃	老鸦池—后坪以南, 祖师关、歇马河以北	367	通行条件困难	大面积出露志留系, 岩性较单一, 部分为三迭系、二迭系。构造线较稳定, 断裂不太发育。	系同界线局部清晰, 志留系内部分组界线尚难勾绘	原北京地质院地质图可供利用。		
区	I ₄	过渡湾—保康以东, 大石门沟—龙凤湾以西, 八字崖、张家沟以北	570	通行条件困难	大面积出露志留系, 部分二迭系、三迭系构成向斜轴部地层, 总体构造线较清晰, 断裂不太发育。	系同界线较清晰, 志留系内部分组界线较难区分	原北京地质院地质图可供利用。		
	I ₁	保康以南, 老鸦池—后坪以北	700	通行条件困难	主要出露元古界神农架群中亚群, 震旦系上统及下古生界地层, 产状较平缓, 褶皱和断裂均较复杂。	影像特征较清晰, 解译程度尚好。	原北京地质院地质图可供利用。		
较 差 区	I ₂	祖师关—歇马河以南, 马良以西	1085	极 困 难	该地为黄陵背斜北东翼, 大面积出露元古界及下古生界地层。产状极为平缓, 断裂较发育。	影像清晰, 解译良好	湖北省地质局第七地质队所测 1:5 万段江南半幅可供参考使用		
	I ₁	九集、石门集、王家厂—线东北角	380	较 困 难	该区主要出露奥陶系—震旦系地层, 地面构造复杂, 表现为紧密同斜褶皱及走向逆冲断层。	影像不太清晰 解译程度差	有 1:3·8 万航片可供利用		
困 难 区	I ₁	大石门沟—龙凤湾以东, 连营山—马字岭以北	803	困 难	出露三迭系——震旦系地层, 断裂及褶皱形态均复杂	影像较为清晰, 解译程度尚好	湖北省地质局第八地质队所测 1:5 万赵店等幅及 1:3·8 万航片可供参考利用		
	I ₂	南漳以西, 石门集西南							

第三章 解译标志的建立及试验区 的解译标志

一、解译标志建立方法

任何地质体和地质现象,由于它们物理化学性质,产状和作用于它们的内外营力的不同,就会产生各式各样的自然景观。这些自然景观在遥感图象上出现影象的色调和地貌形态不同程度的差别,反映出不同的色调、形状、大小、位置、结构和阴影以及其组合影象特征,我们就可以根据它们之间的影象特征的差别来区分不同地质体和地质现象。这些影象特征统称为解译标志。

解译标志分直接、间接两种。能直观反映地质体属性特征的,如形状、大小、色调、纹形等,称为直接解译标志。通过间接分析,推断能反映地质体属性的,如地貌、水系、植被、人类活动迹象等,称为间接解译标志。

我们依据直接和间接两种标志,特别是色调、形状、大小、阴影变化等直接解译标志,本着色附于形,使二者紧密结合进行分析,室内野外相结合的原则,采取由表及里,互相对比,去伪存真,逐步分析,反复验证,充实提高,然后具体落实方法建立试验区解译标志,然后图象上进行辨别、分析、圈定地质体、探寻和揭示它们的形成、分布和变化规律。

根据试验和生产工作的整个过程,解译标志的建立遵循下列方法进行:

在准备阶段,搜集研究前人资料,把前人各种不同比例尺地质图件与试验区遥感图象资料,特别是航空象片对比分析,有选择地进行粗略的解译,初步归纳各地质体的影象特征。

在路线踏勘时,除观察了解区域地层、构造、矿产等情况外,认真研究并收集地质体、地质现象的航片影象标志。

在编写设计前,根据踏勘路线所搜集的影象资料,对试验区航空象片并结合卫片所提供的影象信息,(特别是构造方面信息)进行详细解译,同时全面分析研究影象特征,进而提炼成能区分各类地质体的主要影象特征(即解译标志),并归纳成文或表格,编写在设计书上,作为野外工作时的依据。

在实测地层剖面时,对不同时代地层及岩性均进行影象特征记录,在剖面小结时总结地层、岩性影象特征。

在野外路线检查验证时,除常规记录外,对不同地层或不同岩性及构造影象特征进行记录,或在路线小结时按不同岩性及地层单位总结记录解译标志。

在报告编写阶段,对区内各类地质体的解译标志系统地进行总结。

如上所述,解译标志的建立不是一次就能完成的,面必须从工作开始到工作结束反复进行,不断补充修改,然后确定。

二、试验区解译标志

虽然试验区地质构造条件复杂,跨三个不同地层分区,解译标志也随地面异,但由于我

们充分利用各种图象资料的优点,取长补短,互相对照,解译标志的建立仍收到了较好的效果,分别建立了区内碎屑岩碳酸盐岩、变质岩及地层所划分出的六个群、三十二个组、四十六个地层单位,三十四个填图单元和褶皱、断裂、岩性的各种解译标志。这些解译标志的建立,为试验区工作开展奠定了良好的基础。

(一) 岩石解译标志

岩石是地质解译的基础,区内主要出露碎屑岩、碳酸盐岩两大类岩石此外尚有极少量浅变质岩出露。主要解译标志是色调、纹形、地貌特征及水系型式和植被的选择性生长等。

1. 碎屑岩类

此类岩石包括各时代地层中的砾岩、砂岩、粉砂岩、页岩等。作为大岩类本身解译标志极为清晰,但单一岩性是难以解译的。其主要特点是:色调较深而均匀,略显岩石层纹;水系发育,密度较大,形态多呈树枝状(图版 I—1),平行树枝状,在与碳酸盐岩类岩石分界处往往呈“T”字型水系;其中砾岩、砂砾岩植被比较发育,影象表面粗糙度较大,具明显的岩石纹形(图版 I—2)。该类岩石若分布在背斜两翼时,常表现为山势较陡,脊线明显,沟谷多呈“V”型(图版 I—3);当大面积分布且地势低缓时,表现为山型浑圆、主脊线不明显,沟谷形态开阔,呈“U”型,地貌上呈蠕虫状(图版 I—1)。水系密度不均一,随岩性不同而有变化。粗碎屑岩(如砾岩)水系密度稀疏,细碎屑岩(如粉砂岩、砂岩、页岩等),水系密度较大。

2. 碳酸盐类岩石

主要岩性包括白云岩、白云质灰岩、灰岩、泥灰岩等。总的影象特征表现为色调深浅不一,总体多呈云朵状、花斑状和斑块状;岩石层纹影象较清晰,特别是薄层灰岩可形成细密而清晰的纹形图案(图版 II—2)。溶蚀残山,溶蚀洼地。石牙、漏斗及落水洞等溶岩地貌发育,这类岩石处在向斜核部时则常成龟背状图案,水系规律不明显。强烈切割区呈树枝状,不规则网格状;溶蚀区则以星点状水系为主(图版 II—1)。深切地区沟谷多呈“V”型(图版 II—2),平坦或宽缓的背、向斜地区则沟谷开阔,以“U”型谷为主。植被多为乔木,其生长程度直接影响航片色调,生长茂盛时,色调深而均匀;反之,则较浅而杂乱。

3. 片岩类

系指试验区西南角黄陵背斜北缘发育的崆岭群片岩类,主要岩性为石墨片岩、绢云石英片岩及绢云母片岩夹角闪片岩。

其标志是影象色调不均匀,多呈灰——深灰色,山体形态无规律,植被茂盛,以乔木为主,沟谷发育,切割较深而显“V”型,密集树枝状水系并显钳状沟头特征。

(二) 地层解译标志

从遥感图象上对地层进行解译,主要是根据它们之间不同岩性组合所反映出来的不同影象特征来进行的。实践证明,岩性组合差异大的地层单元,其解译标志就明显,解译程度较高;岩性组合差异小的地层单元,影象差异亦小,解译就较困难。试验区内各个填图单元解译标志如下表(表3)。

表 3

航空象片地质解译标志综合表

地代	层号	主要岩性	色调	纹、形、状、粗、糙、度	地貌形态	水系	植被	人类活动	分界特征	图版 编目
Q ^{h1}		河床砂砾石层亚砂土沉积物	灰~灰白	方块、长方块、弯刀形，表面光滑	地形平坦，多组成河谷、河漫滩的叠层	形态、格局杂乱，棋布或网状	茅草丛生，并随季节变化	水稻田、耕地密布	纹、形、地貌变化处	Ⅰ—3
Q ^{e1a}		亚砂土亚粘土堆积物	灰~浅灰	弧形，不规则状，表面较光滑	缓坡坡岗或河床陆地	不规则树枝状和塘堰水系	茅草和低矮灌木	居民点及耕地广布	地形特征和影像变化处	
E		紫红色砾岩、钙质、泥质粉砂岩夹泥岩	灰~浅灰	脉络状，层状，层纹形，表面粗糙度较大	垅岗地形，“U”型，折线状，浑圆状山丘	树枝状，具锯齿状沟头特征	砾石一般不发育，粉砂岩、泥灰岩较发育	冲沟内耕地较多	岩、纹、形、地貌变化处	Ⅳ—1
K ₂		紫红色钙质、泥质粉砂岩，钙质细砂岩、泥灰岩	灰~深灰	岩层纹形明显，表面粗糙度较大	平行状、蜿蜒状及垅岗地形折线状山脊，山坡两侧对称，层三角面	平行树枝状	植被发育，灌木丛生	冲沟内耕地较多，上部见梯田	以岩层三角面或波状起伏线超伏于老地层之上	Ⅳ—2
J _{1t}		黄绿色砂质页岩，黄褐色厚层长石石英砂岩	不均匀浅灰~深灰	环状、条带状、具平行状、层纹	中等斜坡山地，丘陵、垅岗地形，冲沟发育	树枝状	发育中等，多为乔木茅草	梯田，种植林	地貌上经常形成顺层冲沟	
T ₃		长石石英砂岩、炭质粉砂岩、页岩夹煤层	灰~深灰	条带状构造，平行状层纹，表面具线状花纹，粗糙度较大	中等斜坡山地，顺向冲沟发育，山脊线尖棱而明显	棚状水系	一般发育	沿沟谷有耕地	沟头连线或山坡、陡缓变化处	V—1
T _{2b3}		紫红色厚层粉砂岩，钙质砂岩	深灰	条带状构造，地层纹清晰，影像表面“绒毛”状花纹	中等坡度平行状山脊，“V”型谷	平行状冲沟水系短而密集	发育乔木及灌木生长均匀	冲沟内有耕地	色调变浅，或沟头连线处	
T _{2b2}		灰色中厚层细粒白云质灰岩，微~细晶灰岩夹钙质粉砂岩	灰、深灰	突出的连续的山包，形成条带状构造，表面粗糙	山脊较尖棱，坡度中等，冲沟较前者发育程度低	不甚发育，见短粗棚状水系	灌木丛生	可见顺层梯田	山坡凹陷部分的连线	
T _{2b1}		紫红色钙质泥质粉砂岩；粉砂质页岩夹泥灰岩	浅灰~灰	条带状层纹较清晰	常分布在山脊的一侧，一般不到脊部，山形浑圆，冲沟呈“U”型	短粗的棚状水系	乔木和灌木	梯田及零星耕地	沟头的连线	

地代	层号	主要岩性	色调	纹、形、状、粗、糙、度	地貌形态	水系	植被	人类活动	分界特征	图版编号
T _{1dy} ³		角砾状白云岩夹灰岩，泥质微晶白云岩	浅灰~深灰，色调不均匀	花斑状、云纹状、表面粗糙，底部显浅灰白色细线	溶蚀残山、溶蚀洼地发育，落水洞密布	不规则的网状或星点状	发育乔木灌木呈簇状分布	耕地沿岩溶及沟谷分布或顺层梯田	两种色调及不同地貌高差所显现之色带	
T _{1dy} ²		中至厚层微晶白云岩夹美鳞状白云岩，底部薄层白云岩	浅灰~深灰，色调不均匀	岩层纹明显，具假指状及龟裂纹状影象	溶蚀残山、溶蚀洼地落水洞发育，形态、规模近似，影象信息独特	不规则网格状和星点状	同上	顺层梯田发育	岩层纹形成发育处或山脊线处，侧影纹变化处，地貌岩层明显	V-2
T _{1dy} ¹		中厚层状微晶白云岩，薄层灰岩，夹钙质粉砂质页岩	灰白~灰白色，调不均匀，显花斑状	岩层纹形成发育，人上耕地及梯坎层纹隐约可见	条带状地形，溶蚀洼地发育，落水洞	早点状，不规则树枝状和网格状	植被相对较少	顺层梯田发育，乱分布	岩层纹形成发育变化处或龟裂纹状影象出现处	
P ₂		炭质页岩、炭质灰岩、白云岩	浅灰或灰白色	细窄带状条纹	多为冲沟或山间带状负地形	不发育	茅草丛生	顺层多耕地	条带状负地形，地貌形态变化处	
P _{1m}		灰白色中至厚层状生物屑微晶灰岩，薄层硅质结核灰岩，夹灰岩	灰~浅灰色，调不均匀，显花斑状	条带状表面有小斑点，显粗糙感	多为中等陡坡(单斜坡)串珠状溶蚀洼地，石牙发育	短而细的平行状冲沟	茂盛乔木灌木	耕地另呈分布	常为陡壁、缓坡分界处，串珠状洼地	
P _{1q}		厚层状燧石结核灰岩，生物屑微晶灰岩，下部灰色页岩，下部页岩、炭质页岩	上部深灰，下部浅灰	条带状构造，岩石纹形成明显	上部多见陡坡陡坎陡壁，下部缓坡，底部常见带状负地形。	短粗的栅状水系或网格状水系	上部灌木，下部茅草	下部和底部多耕地	地形变陡或岩溶发育处	
C _{2h}		微晶灰岩、白云岩、粗晶灰岩	灰白	条带状	斜坡及陡坡的中下部	不发育	不发育	耕地地少	条带状负地形或陡坎底部	
D _{2y}		石英岩状砂岩，石英砂岩(露头零星)	灰~灰白	条带状	陡坎地形和C _{2h} 相伴出现呈带状负地形	不发育	低矮灌木	耕地地少	陡坎变化处	
S _{2s}		黄绿色中厚~厚层粉砂岩，长石石英砂岩，细粒石英砂岩	深灰	条带状，碎散花斑状，略显层纹形	山势相对高陡，沟谷线较明显，沟谷对称而且形态近似	平行树枝状	茂盛乔木灌木	耕地另呈分布	“T”字型水系交汇处	

续表 3

地代层号	主要岩性	色调	纹、形、状、粗、糙、度	地貌形态	水系	植被	人类活动	分界特征	图版编号
S ₁ f	黄绿色粉砂质页岩、泥质粉砂岩、生物碎屑灰岩	深灰	条带状小花斑状“雪花”状	“雪”带中等斜坡，地貌较明显，呈尖棱状，谷坡对称，冲沟呈“V”型	平行树枝状，树枝状	多为茅草灌木发育中等	坡地及居民点集中，耕地较多	地形起伏变化处	
S ₁ l	黄绿色粉砂质页岩、泥质粉砂岩、页岩及炭质页岩	浅灰较均匀	条带状，小花斑状，表面光滑，略显层纹	脊线不明显，脊顶浑圆，地形较低，冲沟二坡不对称	平行树枝状	茅草为主	冲沟内多耕地和水田	凸起陡坎地形	Ⅱ-1
O ₂₊₃	薄层硅质岩、泥质瘤状灰岩、龟裂纹灰岩	灰~灰白，色调不均，反向坡色调深	花斑状，雪花状，其反向坡地层纹清晰	顺层缓坡，其反向坡形成陡坎	小网格状，粗的栅状	反向坡发育茂盛乔木	零星耕地	岩层纹形成发育处和地貌形态变化处	
O ₁	生物碎屑灰岩、页岩、白云质灰岩、泥质瘤状灰岩	色调不均，具花斑状，有时呈深浅相间出现	花斑状，雪花状	山间平台和斜坡地形	不规则树枝状，小网格状	局部发育茂盛乔木	耕地零星广有分布	岩层纹形成发育处	
E ₃ sn	灰一深灰色中至厚层细晶白云岩夹鲕状白云岩	色调不均，以灰色为主	龟裂状、云朵状	溶蚀性土地及溶蚀残山，河谷两侧成陡坡陡壁山形浑圆	网格状水系	发育茂盛乔木、灌木	多沿溶蚀洼地分布	陡坎、缓坡和色调变化处	
E ₂ qn	薄层含泥质细晶白云岩，白云质粉砂质页岩	色调较均，以灰色为主	花斑状、雪花状，显岩层纹	溶蚀残山，南部地形切割较深，呈“V”形谷，而形成缓坡平台地形	短而密集的行状水系	发育茂盛乔木或灌木	多沿溶蚀洼地分布	平台、缓坡地形及影纹变化处	Ⅱ-2
E ₁ sl	灰白色厚层白云岩夹藻类白云岩，鲕状灰岩	深灰色	芝麻点状之白色花斑显岩层纹	多处缓坡地带，南部多处河谷底部	短而密集的行状水系	发育茂盛乔木或灌木	“ ”	陡坎缓坡变化处	Ⅱ-1
E ₁ t	藻类白云岩，条带状内碎屑灰岩，粉砂质粘土岩	深灰色	条带状岩层纹	同上	短而密集的行状水系	茂盛灌木林	“ ”	陡坎地形	

地层代号	主要岩性	色调	纹形、形状、粗糙度	地貌形态	水系	植被	人类活动	分界特征	图版编号
E _{1sh}	灰绿色条带状薄层粉砂岩, 粉砂质页岩夹薄层灰岩	深灰—浅黑色	条带状纹形, 放射状花纹	缓坡及平台, 有时组成陡坎地形	不发育, 可见树枝状水系及顺层水系	低矮灌木	页岩发育处多耕地分布	色调深浅变化处	
E _{1s}	深灰色薄层状细至中晶白云岩, 白云质微晶灰岩	浅灰、深灰色	条带状纹形, 较粗糙雪花状影像	多为缓坡地貌	树枝状水系	低矮灌木	耕地顺层分布	纹层发育变化处, 常见负地形	
Z _{2dn}	灰色硅质条带细—中晶白云岩	深灰	雪花状、放射状	高山深谷陡壁陡坡弧形山脊, “V”形谷	深切河谷、树枝状水系	发育茂盛乔木灌木	冲沟内有耕地	色调变化及陡坎处	Ⅶ—2
Z _{2d}	灰黑色薄层状含炭质、钙质板岩、细晶白云岩、粘土质粉砂岩	浅灰—灰白	条带状、花斑状	坡度中等的斜坡及缓坡及深切的沟谷底部	树枝状、羽毛状	发育茂盛乔木、灌木	多有耕地分布	色调变化或状影像出现处	
P _{th}	钠长绿帘阳起片岩, 变质砂质粉砂岩	灰—深灰色	粗糙、斑点状纹形图案	脊线明显, 两坡对称	平行状冲沟	发育乔木及灌木	耕政另星分布	色调纹形变化处	
P _{ts_h2}	紫红色泥质白云岩, 硅质条带白云岩, 条带状白云岩	灰—深灰色	花斑状、放射状	山脊线不明显, 陡坡地形“V”形谷, 谷坡不对称	树枝状、放射状	发育	斑块状耕地	陡坎地形	
P _{thm}	二云母石英片岩、石英片岩、角闪片岩	深灰—灰黑	表面粗糙, 斑点状图案	山脊线较明显, 两中等缓坡形, 两坡基本对称	树枝状, 冲沟平行排列	发育	耕地另星分布	色调、纹形变化处	

(三) 构造解译标志

1. 断裂构造解译标志

在构造形迹中, 断裂构造在遥感图象中的影象特征最为突出, 主要表现为一种线性构造, 包括断裂和节理, 并由于断裂与地表的交线——迹线, 都作线型性或孤状延伸, 所以它们在象片上也无例外地显示为线性的及孤状的影象特征(图版Ⅷ—1)。同时由于卫星象片记录的波谱范围除可见光外, 还包括部分近红外光的信息, 所以从卫片上不但能识别裸露断层, 而且还常常可以确定某些隐伏断层的存在。因此, 岩石中的断裂、断裂带延伸展布和断裂的平移等, 能通过地貌形态、水系特征、不同色调、色条及色带等线性特征在图象上显示出来。归纳起来, 断裂标志在本区有如下几种表现形式:

(1) 断裂的色形标志

色形标志系指遥感图象上所显示的色调异常, 是断裂迹线地表的综合显示特征, 试验区内主要有:

1) 线条

试验区内多数断裂, 特别是发育于山区断裂, 在影象上常反映直的或弧形的线条特征(图版Ⅷ—2)。

线条是一条线性的色调异常, 是色调明显与两侧不同的线性体。多数为色调深而亮的线条, 少数为色调深的暗线条。线条的延伸长度及粗细往往与断裂的规模成正比关系, 线条的明显程度反映出其裸露程度及形成的先后。一般来说, 线条越清晰, 延伸续性越好。其形成时代就越新。

2) 线纹

是一种比线条较为隐晦的线性影象特征, 在影象上常系线、点、纹组合成的线性体, 其主要特征是时断时续, 大体相连(图版Ⅷ—1)除基岩地区发育外, 试验区东部白垩——第三系及松散沉积层中显示亦很清晰, 常为基底断裂的地面显示。

3) 色带

为较线条粗大的一种带状色调异常(图版Ⅷ—2)。一般反映为较密集的断裂带或是隐伏状断裂带的地面显示。色带在象片上的宽度与断裂规模及象片比例尺有关, 在卫星象片上其明暗程度和色调深浅则与卫片的波段和反差有关。

4) 色界

为不同色调的分界, 这种标志在卫片上反映尤为明显。这种色调标志是断裂面两侧地质体电磁波辐射特征明显差异的结果, 因此色界仅仅是一种色调的分界线, 并不是一种实体。试验区内几个各具不同特征的构造块段总体色调差异明显, 其明显色界变化之处均为大的断裂, 尤其南漳县城——报信坡一线东西两侧为隆起与断陷之间的分界线, 两侧色调差异迥然不同, 其色界正是荆门——南漳大断裂。

(2) 断裂的地貌解译标志

1) 断裂形成的水系特征标志

水系是反映断裂构造存在的极其敏感的地貌因素之一, 水系展布的总体格局受制于岩性和断裂构造。通过水系特征的分析, 能帮助地质构造的解译。特别是一些不受岩性控制而按一定格局发育的水系, 往往都是断裂构造的反映。试验区内, 多数断裂构造造成负地形, 低级