DOI:10.19948/j.12-1353/P.2021.01.06

雪峰山西侧地区线性和环状构造 特点及其与油气关系探讨

张景华,欧阳渊,张建龙,刘小霞(中国地质调查局成都地质调查中心,成都 610081)

摘 要:利用ETM图像,对雪峰山西侧地区进行线性构造和环状构造解译,编制遥感解译图。经分析认为,雪峰山西侧地区线性构造可分为三级,线性构造展布具有明显的方向性,在空间分布上,具有较明显的地域性和不均匀性,环状构造按其成因可以分为岩浆活动成因、构造成因和地学成因不明三大类。通过对雪峰山西侧地区的线性构造和环状构造分布特点进行研究,认为利川-恩施、武隆-道真和金沙-仁怀三个地区对油气保存比较有利,可能是有利油气远景区。

关键词:线性构造;环状构造;油气;关系;雪峰山

中图分类号: P618.13

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2021)01-0033-06

三十多年来,遥感技术在油气勘探领域的应用已形成了两种方法,即遥感间接找油方法和直接找油方法^[1-8]。总的来说,建立在油气藏烃类微渗漏理论基础之上,通过提取和识别油气藏烃类微渗漏信息的遥感直接找油方法,标志着遥感技术在油气勘探领域的应用发展到了一个新的阶段,是遥感技术在油气勘探领域的未来主要发展方向之一。以往大量的实践都表明^[9-16],利用遥感影像进行线性构造、环状构造研究,来揭示与油气有关的地质构造,研究油气地质背景,寻找油气有利聚集区,仍然是遥感技术探测油气藏的主要手段,并早已被证明成熟可靠。

线性构造指遥感图像上与地质作用有关的直线、弧线、折线状的线性(状)影像特征,通常与断裂有关,多数是断裂在遥感图像上的反映。遥感图像上由色调、水系、影纹结构等显示出来的圆形、近圆形的影像特征称之为环状影像(环状形迹),成因上与地质作用有关的被称为环状构造(环形构造)。中生代的燕山运动造就了雪峰山西侧地区典型的隔槽式褶皱带,这种侏罗山式褶皱,在遥感图像上具有显著的解译标志。雪峰山西侧地区植被覆盖度高,遥感地质解译中,线性构造和环状构造的解译效果最好,应用遥感图像解译线性构造比常规野外工作更有效,有

助于识别出那些地面工作中不易发现或遗漏的断裂等构造信息,为油气地质调查提供了一种有效手段,能够弥补地面地质工作的不足,提高地质工作的精度。

本文采用美国陆地卫星7号(Landsat-7)的ETM (Enhanced Thematic Mapper)遥感数据,开展雪峰山西侧地区线性构造和环状构造遥感解译,通过分析其分布规律和形成机制,对线性构造和环状构造遥感地质特征进行研究,探讨其与油气的关系,并大范围内快速筛选有利区块,圈定有利油气远景区。

1研究区概况

研究区位于雪峰山西侧地区,大致为齐岳山以东与雪峰山以西之间的区域,西起遵义-重庆-万州,北抵万州-宜昌,东达宜昌-邵阳,南至邵阳-洪江,坐标范围为N27°~31°、E106°~112°,面积约20×10⁴ km²,其行政区划涉及渝东、川东南、黔北遵义、湘西怀化和张家界、鄂西恩施等地。该区地形复杂,主要为山地、河谷地带,发育长江及其支流乌江、清江等水系。

研究区内地层出露较齐全,从南华系到第四系 均有不同程度出露。区内海相地层广泛发育,从老 到新,发育有震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆 系、石炭系、二叠系和三叠系等多套海相地层,沉积

收稿日期:2020-08-13

资助项目:中国地质调查局项目"中上扬子海相含油气盆地分析与成藏条件综合调查评价(1212010733505)";中国地质调查局项目"雪峰山西侧地区海相油气地质调查(1212010782003)"

作者简介:张景华(1978-),男,高工,从事遥感地质与生态地质方面调查与研究工作,E-mail:zjinghua@mail.cgs.gov.cn;*通讯作者:欧阳渊(1982-),男,高工,从事遥感地质与生态地质方面调查与研究工作,E-mail:freebad@126.com。

类型多样,其中,又以古生代海相地层最为发育(图 1)。震旦系-下古生界具有多套有利烃源岩、储集层和盖层,拥有多个优质的生储盖组合[17-27],具有优越的原生石油地质条件,油气资源勘探前景广阔。

2遥感图像处理与解译

ETM图像具有丰富的地质信息,尤其各种构造形迹显示清楚,因此,选用25景ETM图像来分析研究雪峰山西侧地区的线性构造和环状构造。先选择色彩丰富、清晰度高、干扰信息少的TM7、TM4、TM1进行假彩色合成,然后采用1/25万数字地形图对25景ETM图像进行几何校正,再进行图像镶嵌处理,生成全区的ETM图像,并进行对比度拉伸、直方图均衡化、边缘增强和高通滤波处理,增强线性和环状影像特征。采用机助目视解译手段,在MAPGIS 6.7软件

平台上,进行线性构造和环状构造遥感解译,最后编制 1/50 万雪峰山西侧地区线性构造和环状构造遥感解译图(图2)。

3线性构造特征

本文所指的线性构造是指在ETM 遥感影像上表现出来的、与构造有关的直线状线形影像,不包括岩性界线、岩相界线、不整合界线、侵入体接触界线等地质界线,多数为直线状,少数略微弯曲、局部呈弧线形,其展布具有比较明显的方向性,通过与现有地质资料对比和野外调查,证实大多数为断裂构造和各种破裂(节理、劈理等),根据其遥感影像特征的不同,可以分为如下几类:

3.1 | 级线性构造

I 级线性构造主要是区内的深大断裂,由于规模

大、空间延伸远,在ETM 影像图上表现为忽宽忽窄、连续延伸的线性负地 形谷地,穿越不同的地貌 景观地区而不受地形、地 貌的影响,沿其走向错断 许多地层和岩体,常形成 断裂破碎带,由于水理性 质不同(富水或贫水)而呈 现蓝色调或灰色调,在其 两侧常伴生有次级断裂。

I级线性构造空间展 布具有较明显的方向性, 多数为北东向、北北东向 和北东东向,与地层走向 较一致,少数为北北西向、 近南北向和近东西向。I 级线性构造在空间分布 上,具有较明显的地域性 和不均匀性,大致沿慈利-保靖断裂可以分成两个不 同区域, 慈利-保靖断裂以 东, I 级线性构造数量较 多,占区内的绝大部分,分 布较密集,慈利-保靖断裂 以西, I 级线性构造数量 极少。

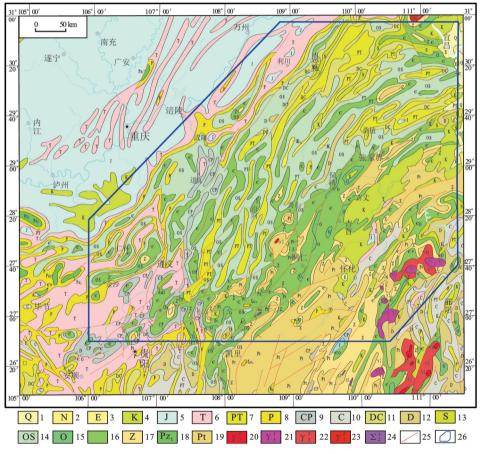


图1 研究区地质图

Fig.1 Geological map of the study area

1.第四系;2.新近系;3.古近系;4.白垩系;5.侏罗系;6.三叠系;7.二叠系-三叠系并层;8.二叠系;9.石炭系-二叠系并层;10.石炭系;11.泥盆系-石炭系并层;12.泥盆系;13.志留系;14.奥陶系-志留系并层;15.奥陶系;16.寒武系;17.震旦系;18.下古生界并层;19.元古界;20.燕山早期花岗岩;21.印支期花岗岩;22.加里东早期花岗岩;23.四堡期花岗岩;24.晋宁期超铁镁质岩;25.断裂;26.雪峰山西侧地区

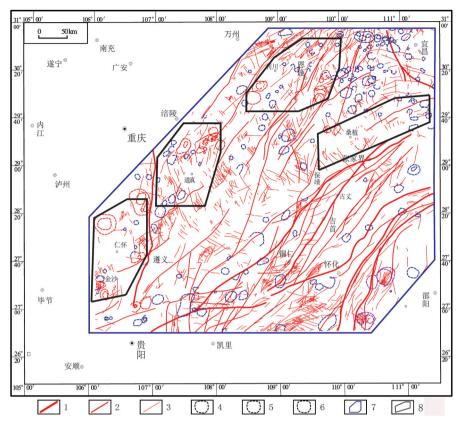


图 2 雪峰山西侧地区线性构造和环状构造遥感解译图

Fig.2 The interpretation map of linear structure and ring structure from remote sensing image in the western part of the Xuefeng Mountains

- 1. Ⅰ级线性构造;2. Ⅱ级线性构造;3. Ⅲ级线性构造;4. 岩浆活动成因环状构造;
- 5.构造成因环状构造;6.成因不明环状构造;7.雪峰山西侧地区;8.油气远景区

3.2 || 级线性构造

Ⅱ级线性构造主要是区内的一些区域断裂,规模小于Ⅰ级线性构造,在ETM影像图上表现为空间延伸较远的线性负地形影像特征,但其空间延伸距离明显较Ⅰ级线性构造短,多表现为呈线状展布的低洼地形,有时可见断层崖、断层三角面呈直线状断续或连续排列,水系往往受其控制,形成格子状水系、角状水系及对口河等,局部河段常常流向异常,在其两侧常伴生规模更小的次级断裂或密集节理带。

Ⅱ级线性构造的空间展布也具有较明显的方向性,多数为北东向、北北东向和北东东向,少数为北北西向、近南北向和近东西向,其展布方向与区内深大断裂较一致,表明可能受其控制。Ⅱ级线性构造在空间分布上,也具有较明显的地域性和不均匀性,也可以沿慈利-保靖断裂分成两个不同区域,慈利-保靖断裂以东,Ⅱ级线性构造数量较多,分布密集,慈利-保靖断裂以西,Ⅱ级线性构造数量较少,分布较利-保靖断裂以西,Ⅱ级线性构造数量较少,分布较

为稀疏,在慈利-保靖断裂以西又可沿道真-沿河-秀山一线分为南北两个部分,北部 II 级线性构造数量相对较多,南部相对较少。

3.3 Ⅲ级线性构造

Ⅲ级线性构造主要是小断 裂、节理、劈理带等。

小断裂在空间上没有明显的分布规律,多数小断裂展布方向为北西向和北东向,少数为近南北向和近东西向,北西向和北东向为优势展布方向。北西向和北东向为优势展布方向。北西向的小断裂往往横切或斜切地层,造成地层被切割或错开,北东向小断裂多平行地层走向,在ETM影像上表现为小型直线状影像特征,常造成地层重复或缺失及地层沿走向斜交。

节理往往成组出现,平行 或雁列排列,或共轭相交,而 劈理往往平行密集出现在大 断裂两侧。在雪峰山构造带

及西缘,节理和劈理分布比较密集,反映构造变形相对较强。

4环状构造特征

雪峰山西侧地区的环状构造按其成因可以 分为岩浆活动成因、构造成因和地学成因不明三 大类。

4.1 岩浆活动成因环状构造

雪峰山西侧地区与岩浆活动有关的环状构造主要是岩体,主要分布在雪峰山中段的龙潭-小沙江和武阳-李西一带,主要是加里东期二长花岗岩体(γ₃)和后期侵入的燕山早期二云母花岗岩体(γ₃²¹)。

在ETM影像上,岩体颜色为紫红色、肉红色,平面几何形态为圆形、近似圆形,岩体边缘水系形态略微显现为环状,内部则形成钳状-菱格状-树枝状水系,块状、网状纹理,受风化剥蚀和流水侵蚀作用影响,形成垄状地形或是带剥蚀残丘的丘陵盆地,岩体内部断裂和节理发育,受其切割,表面破碎。

4.2 构造成因环状构造

4.2.1穹隆和构造盆地

雪峰山西侧地区穹隆和构造盆地主要分布在慈利-保靖断裂以西。

呈环形影像特征,平面几何形态多为近似圆形、椭圆形,穹隆以近圆形居多,而构造盆地则以椭圆形居多,其环形影像多是由环形、弧形分布的山脊、沟谷来表现。在地形地貌上,穹隆为隆起状山体,构造盆地为凹陷状盆地,穹隆多发育放射状水系,而构造盆地多发育向心状水系。

4.2.2涡轮形环状构造

呈环线形影像特征,平面几何形态多为弧形、涡轮形、环形,多数不封闭。地形地貌往往较复杂,其环形影像多是由环形、弧形分布的沟谷来表现,呈现较强的环线形影像特征,水系类型多变,但局部水系往往异常,如水系倒钩状、钝角状或直角状转弯,发育多组不同方向的线性构造穿插,这种环状构造在息烽一带表现最明显。

4.3 地学成因未明环状构造

在雪峰山西侧地区,有些环状构造的地学成因不明确,它们的平面几何形态是圆形、近圆形及椭圆形,这种环形影像特征大多数是通过色调环、地貌环、水系环、植被环、影纹环以及这几种环的复合表现出来的。这种环状构造的地学成因尽管不明确,但也可能反映了一些地下信息。

5雪峰山西侧地区线-环构造与 油气关系探讨

线性构造和环状构造的形成与区域构造密切相关,而雪峰山西侧地区油气运移成藏与构造演化密切相关,因此,通过分析线性构造和环状构造分布规律和形成机制,结合区域地质背景,探讨其与油气的关系,可以在大范围内快速筛选有利区块,圈定有利油气远景区。

5.1 线性构造与油气关系

通过对线性构造进行分析研究,认为作为深大断裂的 I 级线性构造和区域断裂的 II 级线性构造,由于规模较大,切割较深,其通过处可能切割盖层,可能是深部油气散失的通道,对油气藏而言,主要起破坏作用,因此,作为 I 级线性构造和 II 级线性构造分布较密集的地区,不利于油气保存。

区内Ⅰ级线性构造和Ⅱ级线性构造分布较密集

的地区位于慈利-保靖断裂以东,加之这一地区靠近雪峰山构造带,构造变形较强,且在雪峰山构造带内有燕山期的岩浆活动,因此,慈利-保靖断裂以东地区对于油气保存来说,可能是不利的。区内 I 级线性构和 II 级线性构造分布较稀疏的地区位于慈利-保靖断裂以西,在该区域 I 级线性构造和 II 级线性构造数量少,且分布稀疏,间隔大,有可能是雪峰山西侧地区油气保存较有利的区域。

5.2 环状构造与油气关系

从环状构造角度来说,有些构造成因的环状构造可能与地下深部的构造圈闭关系比较密切,可能是地下构造圈闭在地表的反映,同时,背斜转折端部位因局部张应力作用易产生张性裂隙,可能出现虚脱空间,为油气聚集提供空间,有利于油气聚积,故穹窿、短轴背斜等环状构造与油气保存关系密切,是油气有利聚集区。

区内构造成因的环状构造主要集中分布在慈利-保靖断裂以西地区,具体来说有三个较集中分布的区域(图2),一为利川-恩施地区,二为武隆-道真地区,三为金沙-仁怀地区。

5.3 油气远景区预测

在利川-恩施地区,多数环状构造成因与褶皱构造有关,主要分布在利川以南的利川复向斜带和恩施以东的花果坪复向斜带,且呈北东-南西向排列,同时,这两个复向斜带内基本少有 I 级线性构造和 II 级线性构造分布,因此,认为这两个复向斜带构造变形较弱,有利于油气聚集与保存,尤其是其内部的背斜,应是油气聚集的有利部位。

在武隆-道真地区,环状构造主要分布在武隆周围,呈现北东-南西向分布,多数环状构造成因与褶皱关系密切,有可能是隐伏背、向斜在遥感图像上的反映,同时,武隆周围也基本没有 I 级线性构造和 II 级线性构造分布,因此,认为武隆周围为油气聚集的有利区域。

在金沙-仁怀地区,环状构造主要分布在金沙以南、仁怀以北,多呈大型环状构造群的"环套环"形式分布,"穹盆"构造特征明显,结合地质资料分析,认为该地区的环状构造主要是由于穹窿和构造盆地引起,环状构造周围断层不发育,没有 I 级线性构造和 II 级线性构造分布,因此,认为金沙-仁怀地区的金沙以南、仁怀以北为油气聚集的有利区域,这一地区的穹窿、短轴背斜是油气聚集的有利部位。

综合上述分析,认为雪峰山西侧的利川-恩施、武隆-道真、金沙-仁怀这三个地区对油气保存来说比较有利,可能是有利远景区,与谢渊等^[28]研究结果基本一致。

6结论

- (1)雪峰山西侧地区线性构造可分为三级, I 级 线性构造主要为深大断裂, II 级线性构造主要为区 域断裂, II 级线性构造主要为小断裂、节理和劈理。
- (2) I 级线性构造和 II 级线性构造展布具有较明显的方向性,多数为北东向、北北东向和北东东向,少数为北北西向、近南北向和近东西向;在空间分布上,具有较明显的地域性和不均匀性,慈利-保靖断裂以东,数量较多,慈利-保靖断裂以西,数量较少。 II 级线性构造中的小断裂在空间上没有明显的分布规律,展布方向性明显,以北西向和北东向为优势展布方向,节理和劈理主要分布在雪峰山构造带及西缘。
- (3)雪峰山西侧地区的环状构造按其成因可以 分为岩浆活动成因、构造成因和地学成因不明三大 类,构造成因的环状构造与油气关系较密切。
- (4)通过对雪峰山西侧地区的线性构造和环状构造分布特点进行分析,认为利川-恩施、武隆-道真和金沙-仁怀三个地区对油气保存比较有利,可能是有利油气远景区。

参考文献:

- [1] 郭祖军,张友炎,李永铁.世界航天遥感技术现状、发展趋势及油气遥感应用方向[J].国土资源遥感,2000,(2):1-4
- [2] 刘汉湖,杨武年.油气资源勘查中的遥感技术应用综述[J]. 遥感信息,2007,(2):86-89.
- [3] 丁暄,王云鹏.石油遥感应用研究进展综述[J].遥感技术与应用,1992,7(1):62-65.
- [4] 余华琪,齐小平.石油遥感二十年[J]. 国土资源遥感, 1999,(3):16-21.
- [5] 朱振海, 黄晓霞, 李红音, 等. 中国遥感的回顾与展望[J]. 地球物理学进展, 2002, 17(2): 310-316.
- [6] 朱振海. 遥感技术勘探油气资源的研究进展[J]. 天然气地球科学, 1990, (1): 28-31.
- [7] 韩亚超,高子弘,杨达昌,等.HyMap-C机载高光谱仪定标方法与结果评价[J].地质调查与研究,2017,40(3):226-230
- [8] 李志忠,汪大明,刘德长,等.高光谱遥感技术及资源勘查应用进展[J]. 地球科学—中国地质大学学报,2015,40(8):

- 1287-1294.
- [9] 张亮鉴,袁佩新,印仁高.川中地区遥感线性构造与油气分布关系的探讨[J].四川地质学报,1990,10(2):112-117.
- [10] 汪士昭.从遥感图象看楚雄盆地的断裂构造格局及油气勘探远景[J].石油勘探与开发,1991,(3);25-32.
- [11] 王毅,陆克攻,陈清华.胶莱盆地卫星遥感影像特征及分析[J].石油大学学报(自然科学版),1994,18(4):1-7.
- [12] 姚俊梅,夏响华.利用遥感线性影像密度特征预测油气藏[J].光电子技术与信息,1998,11(5):100-105.
- [13] 郭德方, 李小孟, 谢青云, 等. 卫星石油勘探[J]. 石油学报, 1993, 14(3): 1-9.
- [14] 张学仁,王平安. 陕北黄土高原油区构造解译[J]. 西安地质学院学报,1993,15(3):24-31.
- [15] 傅碧宏, 丑晓伟, 邓云山, 等. 塔里木盆地东南缘石油遥感地质的综合分析与评价[J]. 新疆石油地质, 1997, 18 (2): 108-114.
- [16] 王润生,熊盛青,聂洪峰,等. 遥感地质勘查技术与应用研究[J]. 地质学报,2011,85(11):1699-1744.
- [17] 马力,陈焕疆,甘克文,等.中国南方大地构造和海相油 气地质[M].北京:地质出版社,2004.
- [18] 戴少武, 贺自爱, 王津义. 中国南方中、古生界油气勘探的思路[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(3):195-202.
- [19] 郭彤楼, 田海芹. 南方中、古生界油气勘探的若干地质问题及对策[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(9): 244-247
- [20] 戴少武. 中国南方油气晚期成藏勘探实践及讨论[J]. 天然气工业,2004,24(1):1-9.
- [21] 卓皆文,汪正江,王剑,等.雪峰山西侧地区海相油气勘探前景初析[J]. 沉积与特提斯地质,2009,29(1):1-8.
- [22] 谢渊,王剑,汪正江,等.雪峰山西侧盆山过渡带震旦系一下古生界油气地质调查研究进展[J].地质通报,2012,31(11):1750-1768.
- [23] 丘东洲,谢渊,赵瞻,等.改造型盆地含油气系统分析 一以雪峰山西侧盆山过渡带为例[J]. 地质通报,2012,31 (11):1781-1794.
- [24] 汪正江,谢渊,杨平,等.雪峰山西侧震旦纪-早古生代海相盆地演化与油气地质条件[J]. 地质通报,2012,31 (11):1795-1811.
- [25] 朱利锋, 翁剑桥, 吕文雅, 等. 四川长宁地区页岩储层天 然裂缝发育特征及研究意义[J]. 地质调查与研究, 2016, 39(2): 104-110.
- [26] 赵子豪,李凌,孟庆龙,等.四川盆地灯影组沉积相及演 化规律[J].地质调查与研究,2016,39(4):241-248.
- [27] 胡琳,薛晓辉,成鹏,等.滇东宣威地区宣威组"三气兼探"储层地质条件初步分析[J].地质调查与研究,2019,42(01):13-17.
- [28] 谢渊,丘东洲,王剑,等.雪峰山西侧盆山过渡带震旦系 一下古生界油气远景区预测与评价[J]. 地质通报,2012, 31(11):1769-1780.

Characteristics of linear structure and ring structure and its relationship with oil and gas discuss in the western part of the Xuefeng Mountains

ZHANG Jing-hua, OUYANG Yuan, ZHANG Jian-long, LIU Xiao-xia

(Chengdu Center of China Geological Survey, Chengdu 610081, China)

Abstract: Using ETM image, interpreted linear structure and ring structure from ETM image and compiled the interpretation map of linear structure and ring structure in the western part of the Xuefeng Mountains. The analysis thinks, in the western part of the Xuefeng Mountains, the linear structure can be divided into three grades, linear structure extension has obvious direction, and has obvious regional and nonuniform in the spatial distribution, ring structure can be divided into three types according to their causes, magma activity causes ring structure, geological structures causes ring structure and unknown causes ring structure. Research by the distribution characteristics of linear structure and ring structure in the western part of the Xuefeng Mountains, the preliminary view that Lichuan - Enshi, Wulong - Daozhen and Jinsha-Renhuai three areas more favorable for oil and gas preservation, may be conducive to the oil and gas prospect regions.

Key words: linear structure; ring structure; oil and gas; relationship; Xuefeng Mountains

Application of high density resistivity and geological radar in soil thickness survey: A case study of the soil thickness survey in Xichang

LI Fu¹, OUYANG Yuan¹, LIU Hong¹, HUANG Han-xiao¹, ZHANG Jing-hua¹, ZHANG Teng-jiao¹, CHEN Min-hua¹, Li Tong²

(1.Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, China; 2.College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Ecological geological survey is a new requirement of geological survey in the new era. Soil thickness survey is one of the important contents of ecological geological survey. In order to more accurately detect the thickness of soil, the high density resistivity method and geological radar method were used to carry out the fine measurement of the boundary between soil and underlying bedrock in Xichang city. The results show that the soil layer exhibits the characteristics of high apparent resistivity anomaly and weak electromagnetic wave reflection signal, while the deep bedrock shows relatively low apparent resistivity anomaly and strong electromagnetic wave reflection signal. Therefore, high density resistivity and geological radar method can effectively identify the boundary of rock layer and soil thickness. It provides important parameters for the investigation of soil thickness in ecological geological survey.

Key words:ecological geology; high density resistivity method; soil; ground penetrating radar