

Seismic Features and Mechanism of Permian Volcanic Institutions in Western Sichuan

Liang Yan, Xia Dong

Exploration and Development Research Institute, Sinopec Southwest Oil & Gas Field Company, Chengdu Sichuan
Email: 113137922@qq.com

Received: Apr. 4th, 2019; accepted: Apr. 17th, 2019; published: Apr. 24th, 2019

Abstract

In recent years, drilling revealed that thick volcanic rock clastic rock strata developed under Longtan formation in western Sichuan Basin, but the plane features and genetic mechanism of volcanic mechanism are not clear. In order to characterize the volcanic facies distribution, predict the volcanic reservoir distribution, and clarify the distribution law, the volcanic lithology and petrofacies were analyzed to classify the types of volcanic lithofacies. The characteristics of volcanic channel facies, eruptive facies, flooding facies, volcano-sedimentary facies and seismic facies were identified by using waveform classification attribute, number of trough attribute and ancient landform recovery technology. The volcanic mechanism plane facies belt was divided into volcanic crater, near crater, near source and far source facies belt. Exploring the development of volcanic rocks in other areas of western Sichuan Basin, seismic phase characteristics and development background of volcanic rocks, the results show that a large area of volcanic deposits developed in western Sichuan Basin, the pyroclastic rocks in the eruptive facies near the crater are the better reservoirs, the Permian in western Sichuan Basin is a favorable target for volcanic exploration.

Keywords

The Volcanic Facies, The Volcanic Seismic Facies, Basement Faults, The Volcanic Channel Facies, The Eruption Facies

川西二叠系火山机构地震特征及机理

闫亮, 董霞

中国石化西南油气分公司勘探开发研究院, 四川 成都
Email: 113137922@qq.com

收稿日期: 2019年4月4日; 录用日期: 2019年4月17日; 发布日期: 2019年4月24日

摘要

近年来钻井揭示川西地区龙潭组之下发育厚层火山岩碎屑岩地层, 但火山机构平面特征及成因机理尚不明确。为刻画火山岩岩相分布, 预测火山岩储层展布, 理清分布规律, 通过分析火山岩岩性及岩相, 划分火山岩岩相类型, 运用波形分类属性、波谷个数属性及古地貌恢复技术, 对火山通道相、爆发相、喷溢相、火山-沉积相地震相特征进行识别, 将火山机构平面相带划分为火山口、近火山口、近源及远源相带。探讨川西其他地区火山岩发育、地震相特征及发育背景, 结果表明川西地区发育大面积火山岩沉积, 其中近火山口爆发相内的火山碎屑岩为较好储层, 是川西二叠系火山岩勘探的有利目标区。

关键词

火山岩相, 火山岩地震相, 基底断裂, 火山通道相, 爆发相

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

川西地区 A 井钻井揭示, 川西龙潭组之下发育厚层火山岩, 岩性主要为火山角砾岩、凝灰质角砾岩、(含角砾)凝灰岩、熔结凝灰岩、玄武岩, 纵向上总体可分为三个喷发期次。火山碎屑岩储层物性最佳, 平均孔隙度可达 18%, 共发育三套储层, 总厚度达 141 m。中石油早期在周公山地区钻遇火山岩地层为玄武岩, 存在裂缝型气藏特征, 近期 B 井在龙泉山一带, 钻遇厚层火山岩储层, 并获得较好测试产能。火山碎屑岩的发现进一步丰富了川西地区地层结构, 拓展了天然气勘探层系, 展现了川西地区二叠系火山岩储层的良好勘探前景。

通过调研国内其他地区火山岩特征, 划分川西地区火山岩岩相分类, 分析地震相-岩相对应关系表明, 采用波组特征分析、特征对比、波形分类, 分析刻画不同岩相纵、横向发育特征。结合区域基底断裂发育特征, 分析川西地区火山岩与基底断裂匹配关系。

2. 火山岩相地质特征

火山岩油气藏是油气勘探的重要目标, 火山岩岩相识别和储层预测是火山岩油气藏勘探的关键。松辽盆地火山岩可分为爆发空落相、溢流相、火山碎屑流相、基底涌流相和喷发沉积相, 溢流相依次分为上、中、下 3 个亚相[1] [2]。渤海湾盆地火山岩相分为熔岩相、角砾岩相和凝灰岩相[3]及爆发相、溢流相和火山沉积相[4]。根据洛带地区钻井岩心、岩屑、测井及地震资料分析, 对川西地区火山岩相地质特征和识别标志进行归纳。

2.1. 火山通道相

火山通道指从深层岩浆房至地表火山口的整个岩浆运移系统。火山通道相位于整个火山机构下部, 岩性为岩浆向上运移到达地表过程中滞流和回填在火山管道中的火山岩。可划分为火山颈亚相、次火山岩亚相和隐爆角砾岩亚相[5]。川西地区 A 井在火山岩地层底部钻遇次火山岩亚相, 岩性为辉绿岩及玄武玢岩, 距 A 井 4 km 范围地震剖面存在火山通道相反射特征。

火山颈亚相为未能喷出地表的岩浆在火山通道中冷凝固结形成, 由于热沉陷作用, 火山口附近的岩层存在下陷坍塌。火山颈亚相分布直径为 100 m~1000 m, 产状近于直立, 可切穿其它岩层, 多发育在深大断裂带附近; 次火山岩亚相为同期或后期的熔浆侵入到围岩中、缓慢冷凝结晶形成, 多位于火山机构下部, 与围岩呈指状交切或呈岩株、岩墙及岩脉形式嵌入围岩; 隐爆角砾岩亚相由富含挥发组分的岩浆侵入到岩石破碎带时由于压力得到一定释放又释放不完全而产生地下爆发作用形成, 位于火山口附近或次火山岩体顶部, 经常穿入其它岩相或围岩[6]。

2.2. 爆发相

爆发相形成于火山作用的早期和后期, 主要分布于火山口附近的地区, 可分为 3 个亚相: 空落亚相、热基浪亚相、热碎屑流亚相。川西地区钻井钻遇空落亚相及热碎屑流亚相特征, 发育火山角砾岩、火山集块岩及熔结火山碎屑熔岩。

空落亚相是固态火山碎屑和塑性喷出物在火山气射作用下在空中作自由落体运动降落到地表, 经压实作用而形成的, 多形成于火山岩序列的下部, 或呈夹层出现, 向上粒度变细, 其主要构成岩性类型为含火山弹和浮岩块的集块岩、角砾岩、晶屑凝灰岩, 集块结构、角砾结构和凝灰结构, 颗粒支撑, 常见粒序层理; 热基浪亚相是火山气射作用的气-固-液态多相体系在重力作用下于近地表呈悬移质搬运, 重力沉积, 压实成岩作用的产物[7]; 热碎屑流亚相是含挥发组分的灼热碎屑-浆屑混合物, 在后续喷出物推动和自身重力的作用下沿地表流动, 受熔浆冷凝胶结与压实共同作用固结而成, 以熔浆冷凝胶结成岩为主[8]。

2.3. 喷溢相

喷溢相形成于火山喷发旋回的中期, 是含晶矿物和同生角砾的熔浆在后续喷出物推动和自身重力的共同作用下, 在沿着地表流动过程中, 熔浆逐渐冷凝、固结而形成。喷溢相在酸性、中性、基性火山岩中均可见到, 一般可分为下部亚相、中部亚相、上部亚相[9]。

喷溢相下部亚相岩石的原生孔隙不发育, 但岩石脆性强, 裂隙容易形成和保存, 所以是各种火山岩亚相中构造裂缝最发育的; 中部亚相往往发育原生气孔及构造裂缝; 上部亚相气孔最为发育, 成组出现的裂缝较少[10]。

2.4. 火山-沉积岩相

火山-沉积岩相是经常与火山岩共生的一种沉积岩相, 可出现在火山活动的各个时期, 与其它火山岩相侧向相变或互层, 分布范围广、远大于其它火山岩相。在火山喷发过程中、尤其在火山活动的间歇期, 沉积相相碳酸盐岩或火山碎屑物质, 与火山岩成交互形式形成火山-沉积相组合[11]。

3. 火山岩地震相特征

3.1. 火山通道相

川西地区火山岩通道相地震特征明显, 多表现为近直立特征, 通道内部反射杂乱, 存在部分亮点及空白反射区, 受通道大小影响, 火山通边界反射不明显。通道多与基底断裂伴生, 分布于基底断裂附近及拉张槽拗陷内部。存在次火山特征, 多处表现下部杂乱上部较连续反射特征; 存在隐爆角砾岩亚相, 地震剖面多表现为通道两侧杂乱呈团状反射(图 1)。

3.2. 爆发相

洛带地区钻井及地震特征表明二叠系火山岩表现为多期次爆发特征, 受喷发能量限制不同期次爆发

相分布厚度及范围有所不同, 整体爆发相地震特征表现为分布于火山颈两侧的丘型杂乱反射体特征, 爆发相时间厚度大, 且存在一定迁移特征。弱喷发期爆发相分布范围较窄厚度较薄, 相内厚度差异小; 强喷发期爆发相分布范围较广, 火山碎屑岩厚度大, 地震剖面前积特征明显, 且在古地貌低区形成大量堆积, 表现为透镜状杂乱反射体(图 2)。

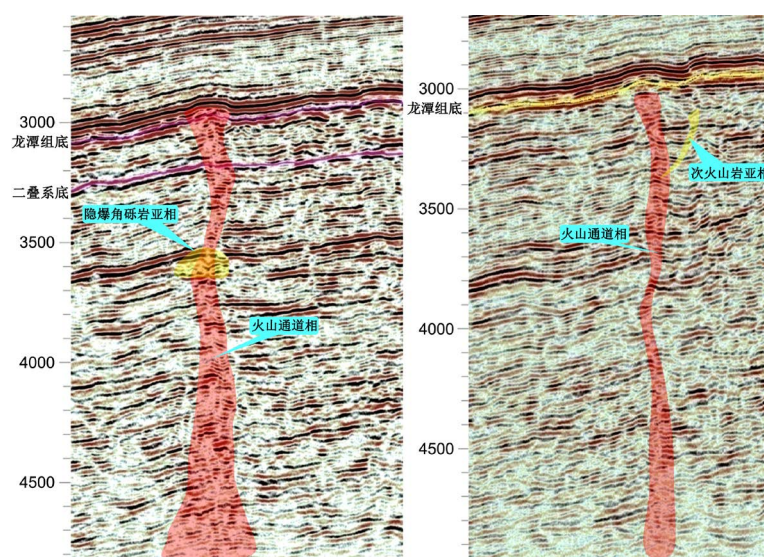


Figure 1. Seismic characteristics of volcanic channel facies in western Sichuan
图 1. 川西地区火山通道相地震特征

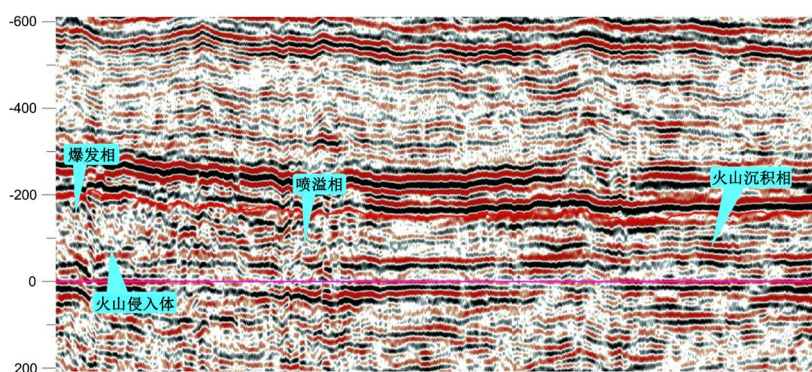


Figure 2. Seismic characteristics of eruptive facies and spillage facies in western Sichuan
图 2. 川西地区爆发相及喷溢相地震特征

3.3. 喷溢相及火山侵入体

岩浆溢流相多发育于爆发相之上, 与爆发相相似, 同受火山喷发期次能量控制溢流厚度与范围, 与爆发相角砾岩及凝灰岩岩性存在显著差异, 表现为高阻抗体岩石特征, 形成中强波峰反射, 存在亮点反射特征(图 2)。川西地区目前发现的火山侵入体多表现为沿岩性接触面侵入, 不同岩性接触面多存在低角度缝, 岩浆顺层形成侵入通道。与溢流相类似, 侵入体与围岩阻抗差异明显, 地震剖面多表现为亮点反射特征(图 2)。

3.4. 火山 - 沉积岩相

川西地区多期火山宁静期茅口组存在一定沉积, 与火山岩成互层发育, 受火山岩厚度与海相沉积速

率影响, 地震特征表现为时间厚度变小, 波组特征为平行连续反射, 与火山岩丘状杂乱反射存在明显波组差异(图 2)。

4. 火山岩相平面划分

依据火山岩纵向岩相划分标准可识别不同地震反射特征所代表的岩相类型, 平面相带划分多依据储层发育有利区进行分类, 其中火山口与火山颈相对应, 岩性多为火山熔岩; 近火山口与爆发相及喷溢相对应, 厚度发育大, 为丘状反射体主体部位; 近源相带与爆发相及喷溢相对应, 厚度发育变薄, 斜交反射特征明显。远源相带主要与火山-沉积相对性, 多为凝灰岩与火山宁静期沉积岩叠互出现。结合多种地震属性可进行火山岩发育区平面相带展布划分(图 3)。

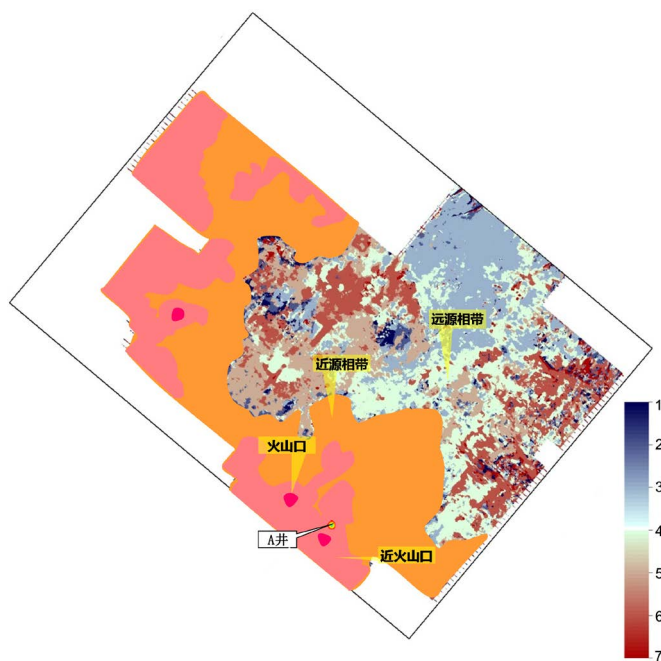


Figure 3. Plane division of volcanic facies in western Sichuan
图 3. 川西地区火山岩相平面划分

5. 成因机理探讨

火山岩构造组合, 体现了构造环境与岩浆作用之间的内在联系。不同的构造环境具有不同的动力学条件、不同的岩浆源区特征和不同的热状态, 影响着岩浆的起源和演化[12]。徐家围子及松南气田火山岩均沿深大断裂喷发, 在断凸带和次凹均有发育, 断裂控制火山机构发育模式, 多个火山机构岩相相互叠加, 形成复合火山机构。

川西地区二叠系火山岩异常大面积分布, 在洛带、广汉、龙泉山、马井、大邑等地区存在二叠系异常特征, 部分地区火山通道相明显。根据前期中石油区域研究成果四川盆地存在西北-东南与东北-西南两方向基底断裂, 川西地区基底断裂主要位于龙泉山下部、马井、成都北及大邑地区。

地震剖面为基底正断层特征, 断层上盘震旦系地层急剧减薄, 寒武系增厚明显, 断层下盘震旦系地层增厚, 寒武系减薄明显, 表现为拉张正断层特征。基底断裂上部二叠系多存在火山岩异常, 丘状外形及内部杂乱特征明显(图 4)。峨眉地裂时期, 地幔柱上涌, 基底断裂发育地区为应力相对薄弱区, 易于形成岩浆溢流通道, 川西地区火山岩异常多分布于基底断裂附近。

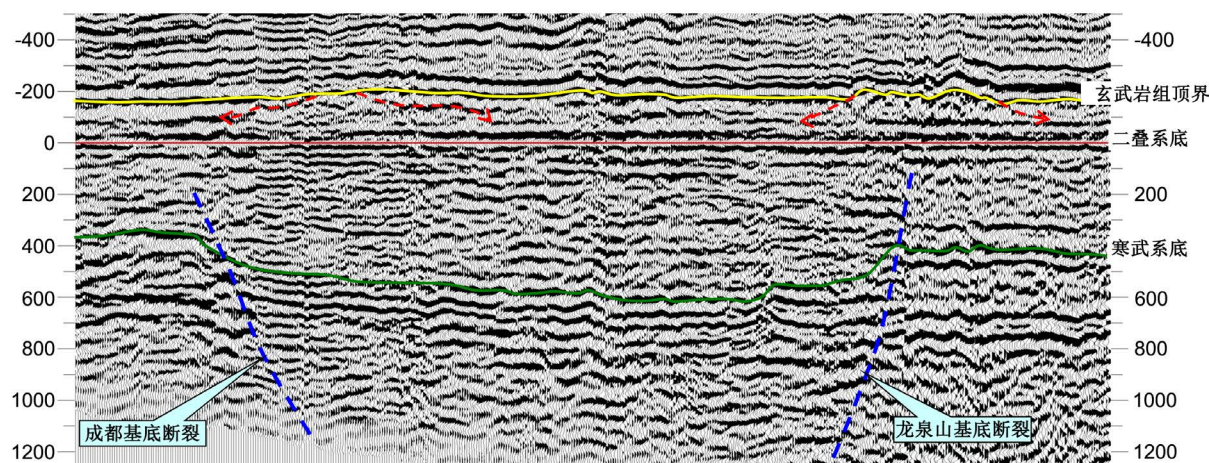


Figure 4. Chengdu-Longquanshan seismic profile

图 4. 过成都 - 龙泉山地区地震剖面

6. 结论

1) 根据钻井岩心、岩屑、测井分析, 川西火山岩相可划分为火山通道相、爆发相、喷溢相、火山 - 沉积相 4 种岩相类型。

2) 川西地区火山岩相地震特征明显, 地震剖面能够进行较好识别, 结合多种地震属性可进行火山岩相平面划分。

3) 火山岩异常与基底断裂存在对应关系, 表明基底断裂发育区地层薄弱, 发育岩浆溢流通道, 沿基底断裂附近为近源相带, 可作为油气主要勘探目标区。

参考文献

- [1] 陈建文, 王德发, 张晓东. 松辽盆地徐家围子断陷营城组火山岩相和火山机构分析[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 371-379.
- [2] 李长山, 陈建文, 游俊, 等. 火山岩储层建模初探[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 381-389.
- [3] 董冬, 杨申镛, 段智斌. 滨南油田下第三系复合火山相与火山岩油藏[J]. 石油与天然气地质, 1988, 9(2): 355-376.
- [4] 罗静兰, 曲志浩, 孙卫, 等. 风化店火山岩岩相、储集性与油气关系[J]. 石油学报, 1996, 17(1): 32-39.
- [5] 孙希家, 张新涛, 华晓莉, 等. 火山发育区通道相类型、特征、成因及对油气的控制作用[J]. 地质论评, 2018, 4(11): 937-946.
- [6] 王高文. 徐深气田火山岩岩性、岩相识别及有效储层分布规律[J]. 大庆石油地质与开发, 2018, 37(5): 124-129.
- [7] 高翔, 高有峰, 瞿雪姣, 等. 松辽盆地松科 2 井下白垩统营城组火山 - 沉积序列精细刻画[J]. 地学前缘, 2017, 24(1): 265-275.
- [8] 徐正顺, 王渝明, 庞彦明, 等. 大庆徐深气田火山岩气藏储集层识别与评价[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(5): 521-531.
- [9] 罗富贵. 松辽盆地中南缘火山喷发作用及其岩石特征[J]. 世界地质, 2012, 31(2): 329-338.
- [10] 蒋飞, 程日辉, 许中杰, 等. 火山岩冷却单元及其天然气成藏意义——以松辽盆地王府断陷为例[J]. 天然气地球科学, 2015, 26(12): 2281-2291, 2324.
- [11] 王璞璐, 迟元林, 刘万洙, 等. 松辽盆地火山岩相: 类型、特征和储层意义[J]. 吉林大学学报, 2003, 33(4): 449-456.
- [12] 刘磊, 徐夕生. 大别造山带天柱山中酸性岩起源及地质意义[J]. 高校地质学报, 2011, 17(1): 136-150.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2163-3967，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ag@hanspub.org