

徐深气田汪深1—达深3区块 火山岩储层岩性岩相特征*

刘春生 纪学燕 曲立才 任长青 刘洋

中国石油大庆油田有限责任公司勘探开发研究院

刘春生等.徐深气田汪深1—达深3区块火山岩储层岩性岩相特征.天然气工业,2009,29(8):15-18.

摘要 松辽盆地徐深气田汪深1—达深3区块深层火山岩酸性、中基性都比较发育,岩性难于识别,岩相不易划分。在岩心观察、镜下鉴定和全岩分析进行火山岩岩性判别基础上,利用常规测井、电成像测井资料结合录井地震资料进行了全井段岩性识别。研究结果:识别出爆发相、溢流相、火山通道相和火山沉积相等4种火山岩岩相和11种亚相,亚相包括爆发相中的空落亚相、热碎屑流亚相、热基浪亚相,溢流相中的下部亚相、中部亚相、上部亚相,火山通道相中的火山颈亚相、次火山亚相、隐爆角砾亚相,火山沉积相中的再搬运亚相、含外碎屑亚相。

关键词 松辽盆地 徐深气田 中基性火山岩 岩心 岩性识别 岩相分析 亚相

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2009.08.005

徐深气田汪深1—达深3区块位于黑龙江省安达市境内,构造位置处于松辽盆地徐家围子断陷北端安达次洼及斜坡带。该区深层火山岩复杂,酸性、中基性都比较发育,岩性难于识别,岩相不易划分,再加上深层火山岩岩心资料少等因素的制约,对储层研究及进一步开发天然气藏形成阻力。为此,对该区的中基性火山岩岩性、岩相特征进行综合研究,以期更好地分析储层物性,便于下一步开发。

1 岩性特征

汪深1—达深3区块下白垩统营城组三段火山岩主要由火山熔岩和火山碎屑岩两类构成。熔岩从基性、中性到酸性均有分布,其中营城组三段上部主要是酸性的流纹岩类,下部主要是基性和中基性的玄武岩、安山玄武岩及安山岩类。火山碎屑岩包括火山角砾岩、熔结凝灰岩和凝灰岩等^[1-5]。

1.1 取心识别岩性

在汪深1—达深3区块10口钻井取心233.55 m,其中中基性火山岩占58%,酸性火山岩占40%,2%为辉绿岩。

流纹岩广泛发育于营三段上亚段,岩石呈灰白色浅肉红色、紫红色、灰色等,常为隐晶质结构,流纹岩多为斑状结构、块状构造、气孔构造和杏仁构造,

可见清晰的流纹构造^[6]。安山岩呈灰绿色,少斑结构,基质微晶结构,可见交织结构,块状构造,气孔、杏仁状构造,岩石总体绿泥石化较强,气孔中多为绿泥石和碳酸盐岩所充填。玄武岩主要发育于营城组三段下亚段,是营城组三段早期火山喷发的产物,晚期只有局部地区少量喷出。玄武岩呈绿色、灰绿色,致密块状,斑状结构,基质多为间粒结构、间隐结构,气孔—杏仁构造、块状构造,斑晶主要为斜长石,可见辉石,基质间粒结构、间隐结构、玻晶交织结构和毡状结构,其间充填辉石、橄榄石、磁铁矿及火山玻璃,气孔常被硅质和绿泥石充填或半充填^[7]。

火山碎屑岩是由火山爆发作用所产生的各种碎屑物经堆积成岩而成的岩石,是介于火山岩与沉积岩之间具有双重性的过渡型岩石^[8]。研究区火山碎屑岩较为发育,各类火山碎屑岩均可见及,主要包括集块岩、(熔结)火山角砾岩、(熔结)凝灰质火山角砾岩和(熔结)凝灰岩等。火山碎屑组分主要有火山集块、火山角砾、火山弹、岩屑、晶屑和火山灰等。

1.2 岩性测井识别

研究区内火山岩岩性复杂,在岩心观察、镜下鉴定和全岩分析进行火山岩岩性判别基础上,再利用常规测井与电成像测井资料,结合录井资料进行全井段岩性识别^[2-7,9]。

* 本文受到国家重点基础研究发展计划(973计划)(编号:2009CB219308)的资助。

作者简介 刘春生,1982年生,助理工程师,从事精细地质研究及水平井地质导向工作。地址:(163712)黑龙江省大庆市让胡路区大庆油田勘探开发研究院天然气室。电话:15845920798。E-mail:flea@petrochina.com.cn

岩石矿物本身以及所含微量元素在岩石物理性质(自然伽马、铀、钍、钾、补偿中子孔隙度、体积密度)方面存在着明显差异。利用常规测井可以较好地将酸性、中性、基性3类岩石区分开。经岩心、录井资料对岩性标定后,选取能较好反映岩性的测井曲线:补偿密度、自然伽马、补偿中子和深侧向电阻率曲线进行交会分析,确定各种岩性储层在测井资料上的响应范围值。

交会结果显示:①玄武岩或辉长玢岩:自然伽马值较低,补偿密度值较高,补偿中子百分比较小,深侧向电阻率值较低;②蚀变玄武岩:自然伽马值较低,补偿密度值较低,补偿中子百分比较小,深侧向电阻率值较高;③安山岩或闪长玢岩:自然伽马值较高,补偿密度值一般,补偿中子百分比较小,深侧向电阻率值一般;④火山角砾岩或凝灰岩:补偿密度值较低,补偿中子百分比较小,火山角砾岩的自然伽马值较高,凝灰岩为一般,火山角砾岩的深侧向电阻率值较低,凝灰岩较低。

火山碎屑岩类成分与相应熔岩相同,只是结构存在差异,从常规测井很难区别。由于火山碎屑岩中的角砾、集块的矿物成分与其周围的胶结物不同,进而表现在岩石物理性质上。地层微电阻率成像测井能够反映井壁上电阻率的细微变化,角砾结构,流纹构造在微电阻率成像测井的特征明显,有助于区分火山碎屑岩与熔岩。

1.3 综合岩性特征

通过岩心观察、镜下鉴定、录井资料和测井识别的综合判定,对研究区内钻井钻遇火山岩进行了综合解释。营三段下亚段主要为中、基性火山岩夹砂泥质薄层,主要有玄武岩、安山玄武岩、玄武安山岩和安山岩4大类岩性;营三段上亚段主要为酸性火山岩夹砂泥质薄层,偶夹中基性火山岩薄层,主要为流纹岩和流纹质火山碎屑岩2大类岩性。早期喷发以中基性火山岩为主,主要分布于研究区西部、北部和东部;晚期火山喷发向中心迁移,为一套酸性熔岩和火山碎屑岩组合,局部夹少量中基性岩。

储层中基性火山岩面孔率一般小于3%,酸性火山岩大于3%者居多。流纹质熔结凝灰岩、流纹岩和流纹质火山角砾岩面孔率大,玄武岩和安山岩面孔率小,酸性火山岩物性好于中基性火山岩,熔结凝灰岩和火山角砾岩物性较好。储层以中基性火山岩为主,其次为酸性火山岩,火山碎屑岩少见。

2 岩相特征

徐家围子地区火山岩岩相总体上可分为5种岩

相,进一步又可分为15种亚相。通过岩心观察、镜下鉴定结合测井和地震资料,在本区共识别出4种岩相、11种亚相(表1)。

表1 汪家屯地区营三段火山岩相类型简表

岩相	亚相	纵向分布
爆发相	空落亚相,热碎屑流亚相,热基浪亚相	营三段上亚段
溢流相	下部亚相,中部亚相,上部亚相	营三段下亚段
火山通道相	火山颈亚相,次火山亚相,隐爆角砾亚相	营三段
火山沉积相	再搬运亚相、含外碎屑亚相	营三段

2.1 火山喷发模式

火山喷发形式很少是单一的,大多数为多种喷发形式的交叉或叠合。研究区既有熔浆的喷溢,又有产生各种抛出物的爆发。

研究区发育火山通道相、爆发相、溢流相和火山沉积相等4种相类型。在同一火山喷发期次内,横向上火山岩相(优势相)自火山口由近及远可以分为火山通道、爆发、溢流和火山沉积等4个相区;垂向上各相带的接触关系往往下部为爆发相,中上部为溢流相;亚相由下自上依次为爆发相的空落亚相、热碎屑流亚相,溢流相的下部亚相、中部亚相、上部亚相,热基浪亚相往往单独产出或构成某一喷发旋回的主体。爆发相往往在火山口附近的堆积厚度最大,随着离火山口距离的变远而减薄。

纵向上营三段上亚段的火山体多由熔岩和火山碎屑岩互层组成,构成层火山,火山岩体沿宋西断裂成串分布,火山锥内部呈反射杂乱的丘状结构,可见明显的破火山口。营三段下段火山岩多由中基性熔岩构成,主要岩性为中基性熔岩。总体来看,研究区以中心式喷发为主。

2.2 相标志

2.2.1 爆发相

爆发相常形成于火山作用的早期,是指火山强烈爆发作用而产生的各种火山碎屑堆积物的总和。依据火山喷发机制与火山碎屑物搬运方式、堆积机理又可分为空落、热碎屑流、热基浪(基底涌流)亚相。

地震剖面上常表现为丘状外形,内部多为杂乱状,顶部为强反射,内部反射弱;测井上表现为电阻率曲线为中低值,锯齿状,声波时差值大于65,齿化明显;岩性上各种亚相有所不同,空落亚相主要为刚性粗碎屑集块岩、火山角砾岩和凝灰岩,热碎屑流亚相岩石类型主要为熔结凝灰岩,热基浪亚相岩石主

要为晶屑玻屑凝灰岩、层凝灰岩。

2.2.2 溢流相

溢流相形成于火山喷发旋回的中期,是含晶出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,熔浆逐渐凝固固结而形成。溢流相在酸性、中性、基性火山岩中均可见到,一般可分为下部亚相、中部亚相和上部亚相。

在地震剖面上表现为中—强反射,呈间断性连续;测井上表现为电阻率的曲线外形为厚层、微齿化,中高电阻率,声波时差曲线为低幅箱状,曲线相对较平滑;岩性标志为流纹岩、安山岩、玄武岩。

2.2.3 火山通道相

火山通道相位于整个火山机构的下部,形成于整个火山旋回同期和后期。火山通道相可以划分为火山颈亚相、次火山岩亚相和隐爆角砾亚相。

地震标志为锥体顶端的正下方,产状近于直立,呈柱状,内部为空白或反射断续、杂乱;测井曲线上表现为不协调的突变,次火山岩一般表现为高阻,低时差,隐爆角砾岩为低电阻高时差;岩性上各种亚相表现不同,火山颈亚相为火山角砾岩和熔岩,次火山岩亚相为闪长玢岩和辉绿岩,隐爆角砾岩亚相主要是隐爆角砾岩、角砾熔岩。

2.2.4 火山沉积相

火山沉积相是经常与火山岩共生的一种岩相,可出现在火山活动的各个时期,碎屑成分中含有大量火山岩岩屑,主要为火山岩穹隆之间的碎屑沉积体。火山沉积相可分为含外碎屑亚相和再搬运亚相。火山沉积相相标志为:地震剖面上表现为中—强反射,连续稳定;测井曲线外形常表现为低阻,中高时差,出现韵律特征;岩性标志为含陆源碎屑的火山碎屑岩^[3]。

2.3 岩相展布及储层综合岩相特征

在以上对火山岩岩性、岩相认识的基础上,以单

口井的测井相为约束,结合井间地震相综合分析,营三下亚段以中基性火山岩为主,火山作用方式以喷溢为主,溢流相为优势相。近火口处主要发育火山通道相、爆发相空落亚相和溢流相,这些岩相沿 3 个条带分布;达深斜 7—达深斜 5—达深 3—达深 302;达深 1 东—达深 6 西—达深 2;汪深 102 东—宋深 102—宋深 101—升深 4 东。汪深 1 区块中部缺失下亚段。研究区东部主要为远源溢流相和火山沉积相。营三段上亚段以酸性火山岩为主,该期火山作用强烈,火山喷发多表现为爆发和溢流的交互作用。火山岩主要分布于汪深 1 区块;达深 3 区块大部分缺失,只有达深 1 井附近见及。火山口处的岩相呈条带分布,主要分布于深斜 301—达深 2—汪深 101—汪深 1—汪深 1-1;达深 8—汪深 102—宋深 102;达深 4—汪深 1-2 一带,研究区东部主要发育热基浪亚相和火山沉积相。

不同岩相的岩性发育特征不同,因此,不同岩相的储集空间类型及组合也不同(表 2)。溢流相中不同亚相的熔岩其储集空间发育特征不同。上部亚相气孔发育,可见石泡空腔孔,岩石多发生自碎作用,形成与火山角砾岩相似的储集空间系统,自碎火山角砾间缝和收缩缝是该亚相主要的储集空间。下部亚相发育少量气孔,岩石也可发生自碎化。中部亚相多为致密块状熔岩,孔隙不发育,但构造缝较为发育。爆发相热碎屑流亚相以气孔+溶孔+裂缝为主要组合类型,空落亚相储集空间组合类型主要为气孔+溶孔+粒间缝+粒内缝,热基浪亚相储集空间不甚发育^[4,10-12]。火山通道相主要发育各种裂缝。

爆发相中的热碎屑流亚相、空落亚相和溢流相上部亚相孔渗性能好,其次为溢流相下部亚相,溢流相中部亚相物性最差,火山通道相次火山岩亚相孔渗条件很差,不能构成有效储层^[13]。

表 2 火山岩相与储集空间关系表

岩 相	亚 相	岩 性	主要储层空间类型
溢流相	上部亚相	气孔状熔岩、自碎角砾岩	气孔、石泡空腔、溶孔、裂缝
	中部亚相	致密块状熔岩	脱玻化微孔、收缩缝、构造缝
	下部亚相	同生角砾状熔岩	气孔、溶孔、裂缝
爆发相	热碎屑流亚相	熔结凝灰岩	气孔、溶孔、裂缝
	热基浪亚相	含晶屑、玻屑、浆屑的凝灰岩	溶孔、气孔
	空落亚相	集块岩、角砾岩	气孔、溶孔、粒间缝、粒内缝
火山通道相	隐爆角砾岩亚相	隐爆角砾岩	溶孔、粒间缝和粒内缝
	次火山岩亚相	次火山岩	柱状和板状节理的缝隙
	火山颈亚相	熔岩、角砾岩、熔结角砾岩	环状和放射状裂隙

3 结论

1) 汪深1—达深3 区块火山岩分为火山熔岩和火山碎屑岩, 营三段下亚段主要为中、基性火山岩夹砂泥质薄层, 主要有玄武岩、安山玄武岩、玄武安山岩和安山岩 4 大类岩性; 营三段上亚段主要为酸性火山岩夹砂泥质薄层, 偶夹中基性火山岩薄层, 主要为流纹岩和流纹质火山碎屑岩 2 大类岩性。酸性火山岩物性好于中基性火山岩, 熔结凝灰岩和火山角砾岩物性较好, 储层以中基性火山岩为主, 其次为酸性火山岩, 火山碎屑岩少见。

2) 汪深1—达深3 区块发育 4 种火山岩岩相: 爆发相、溢流相、火山通道相和火山沉积相, 亚相包括爆发相中的空落亚相、热碎屑流亚相、热基浪亚相, 溢流相中的下部亚相、中部亚相、上部亚相, 火山通道相中的火山颈亚相、次火山亚相、隐爆角砾亚相, 火山沉积相中的再搬运亚相、含外碎屑亚相。爆发相中的热碎屑流亚相、空落亚相和溢流相上部亚相孔渗性能好, 其次为溢流相下部亚相, 溢流相中部亚相物性最差, 火山通道相次火山岩亚相孔渗条件很差, 不能构成有效储层。

参 考 文 献

- [1] 王璞珺, 郑常青, 舒萍, 等. 松辽盆地深层火山岩岩性分类方案[J]. 大庆石油地质与开发, 2007, 26(4): 17-22.
- [2] 陈建文, 魏武, 李长山, 等. 火山岩岩性的测井识别[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 458.

- [3] 郭振华, 王璞珺, 印长海, 等. 松辽盆地北部火山岩岩相与测井相关关系研究[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2006, 36(2): 207-214.
- [4] 陈建华, 王德发, 张晓东, 等. 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.
- [5] 郑常青, 王璞珺, 刘杰, 等. 松辽盆地白垩系火山岩类型与鉴别特征[J]. 大庆石油地质与开发, 2007, 26(4): 9-16.
- [6] 彭彩珍, 郭平, 苏萍. 流纹岩类火山岩储层物性特征研究[J]. 西南石油学院学报, 2004, 26(3): 12-15.
- [7] 金成志, 杨双玲, 舒萍, 等. 升平开发区火山岩储层孔隙结构特征与产能关系综合研究[J]. 大庆石油地质与开发, 2007, 26(2): 42-45.
- [8] 王拥军, 闫林, 冉启全, 等. 兴城气田深层火山岩气藏岩性识别技术研究[J]. 西南石油大学学报, 2007, 29(2): 78-81.
- [9] 王建国, 耿师江, 庞彦明, 等. 火山岩岩性测井识别方法以及对储层物性的控制作用[J]. 大庆石油地质与开发, 2007, 27(2): 136-139.
- [10] 刘为付, 朱筱敏. 松辽盆地徐家围子断陷营城组火山岩储集空间演化[J]. 石油实验地质, 2005, 27(1): 44-49.
- [11] 邵红梅, 毛庆云, 姜洪启, 等. 徐家围子断陷营城组火山岩气藏储层特征[J]. 天然气工业, 2006, 26(6): 29-32.
- [12] 蒙启安, 门广田, 赵洪文, 等. 松辽盆地中生界火山岩储层特征及对气藏的控制作用[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(3): 285-292.
- [13] 曲延明, 舒萍, 王强. 兴城气田火山岩储层特征研究[J]. 天然气勘探与开发, 2006, 29(3): 13-17.

(修改回稿日期 2009-06-20 编辑 罗冬梅)