

文章编号: 1009-3850(2016)04-0037-07

新疆春风油田石炭系火山岩岩性特征及测井识别方法

黄习习¹, 金强¹, 明玉坤², 王伟², 程付启¹

(1. 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 山东 青岛 266580; 2. 中石化胜利油田物探研究院, 山东 东营 257000)

摘要: 不同岩性的火山岩其储集性能差异甚远, 准确识别火山岩岩性对于火山岩储层的研究具有重要意义。研究区春风油田石炭系储层以火山岩为主, 过渡类型较多, 岩性较为复杂。利用岩心观察、薄片鉴定、地化分析等方法确定研究区发育火山熔岩类和火山碎屑岩类两类火山岩, 其中, 火山熔岩包括玄武岩、安山玄武岩、玄武安山岩以及安山岩, 火山碎屑岩有凝灰岩和火山角砾岩等。通过识别出的岩性标定测井, 分析每种岩性的测井响应特征, 利用交会图法和星形图法, 建立了不同岩性的识别标准。

关键词: 春风油田; 石炭系火山岩; 岩性特征; 测井识别

中图分类号: TE122.2⁺22

文献标识码: A

春风油田位于准噶尔盆地西部隆起车排子凸起东北部, 南邻春光油田, 西北靠扎伊尔山, 东接红车断裂带, 主要开发层系为沙湾组^[1]。目前该层系在储层及成藏方面已做了大量研究。2010年8月钻探的排60井在石炭系火山岩中发现油层, 随后的排61、排66等探井也相继获得工业油流^[2], 使石炭系成为春风油田新的增储上产层系, 已发现的油气显示多为火山熔岩和火山碎屑岩。但是, 排67、排68井没有钻遇到油气, 分析其失利原因, 认为火山岩的岩性对储层的发育有控制作用, 岩性识别的准确性直接影响储层评价结果^[3-4]。因此, 首先需要解决火山岩岩性的识别问题。通过对取心井的岩心观察, 发现研究区的火山岩岩性较为复杂, 肉眼识别岩性相对困难, 需要借助薄片和地化数据进行鉴定。

1 岩石类型及特征

对研究区11口取心井近400m的岩心观察, 以及100余片薄片的镜下鉴定结果表明, 研究区主要发育玄武岩、安山玄武岩、玄武安山岩、安山岩等火

山熔岩, 以及凝灰岩和火山角砾岩等火山碎屑岩。

1.1 火山熔岩

(1) 玄武岩: 主要以灰黑色、灰色为主, 致密块状, 具细粒至隐晶质结构和斑状结构。构造裂缝较发育, 呈网状交错, 常被方解石等矿物充填(图1a)。玄武岩的主要矿物有基性斜长石和辉石, 也见橄榄石等。基质成分主要为微晶斜长石和隐晶质, 基质具间隐结构, 也可见到明显的粗玄结构(图1e)。岩石薄片中的斜长石的自形程度高于辉石, 斜长石柱状微晶构成架状空隙, 辉石颗粒和磁铁矿充填其中, 常见于排61等井中。

(2) 安山岩: 主要以红褐色、浅灰色、灰绿色为主, 斑状结构, 浅色斑晶主要是斜长石, 暗色斑晶多为辉石、角闪石等, 岩石气孔发育(图1b)。斜长石多呈宽板状晶体, 发育聚片双晶, 卡斯巴双晶等, 偶见环带结构。交织结构(图1f)是安山岩中的一种常见结构, 基质中的斜长石微晶呈平行或者半平行排列, 显示岩浆冷却时具有一定的流动方向^[5]。长石斑晶发育有港湾状溶蚀现象, 有的发生破碎, 部分辉石在岩浆后期的热液作用下容易蚀变为绿泥

收稿日期: 2016-02-28; 改回日期: 2016-03-26

作者简介: 黄习习(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向为油气地质与勘探。E-mail: 1015353757@qq.com

石等。安山岩孔隙较为发育,多被方解石或绿泥石充填,形成杏仁构造。

(3) 过渡性熔岩: 主要是从基性到中性过渡的火山岩,包括玄武安山岩和安山玄武岩。玄武安山岩多见于排 662 井取心段中,颜色主要呈灰色、灰黑色,斑状结构,块状构造,斑晶为斜长石和暗色矿物(图 1c)。斜长石主要是中长石或拉长石。暗色矿

物主要为普通辉石,辉石多被风化,仅保留矿物外形轮廓,基质多呈间粒结构或间隐结构(图 1g)。安山玄武岩颜色多为灰色、红褐色(图 1d),具斑状结构,基质具间隐结构-交织结构(图 1h),岩石主要由斜长石、磁铁矿和隐晶质等组成。基质成分主要为微晶斜长石,隐晶质充填于斜长石晶间。杏仁构造发育,杏仁体成分主要为绿泥石,也可见裂缝。

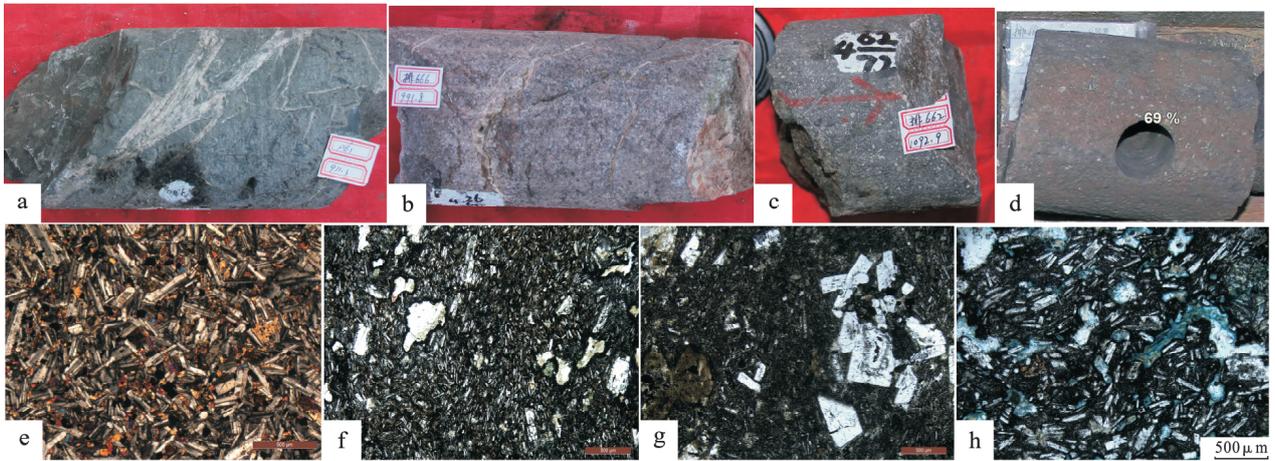


图 1 春风油田石炭系典型火山熔岩的岩心及薄片

(a) 排 61 井 911.3m, 玄武岩, 裂缝充填方解石; (b) 排 666 井 991.8m, 安山岩; (c) 排 662 井 1092.9m, 玄武安山岩; (d) 排 661 井 1121.5m, 安山玄武岩; (e) 排 61 井 855.65m, 玄武岩, 粗玄结构; (f) 排 666 井 910.2m, 安山岩, 交织结构; (g) 排 662 井 1093.12m, 玄武安山岩, 间隐结构; (h) 排 661 井 1121.2m, 安山玄武岩, 间隐结构-交织结构

Fig. 1 Core pictures and photomicrographs of the representative Carboniferous volcanic lavas in the Chunfeng Oil Field

1.2 火山碎屑岩

根据碎屑的粒度,研究区的火山碎屑岩可分为火山角砾岩和凝灰岩。

(1) 火山角砾岩: 研究区火山角砾岩的粒径从 2mm 至 64mm 大小不等,角砾含量多在 30% ~ 70% 之间,磨圆度差,从次圆状到棱角状(图 2a-b)。颜色主要为灰绿色、灰白色、红褐色等,块状构造,火山角砾结构。角砾主要为各类火山熔岩类及凝灰岩,有少量凝灰质粉砂岩、凝灰质泥岩。凝灰岩充填空隙,并压实成岩。取心段的火山角砾岩多见于排 664 井、排 661 井、排 66 井等。镜下观察,角砾的岩性不同,粒径不等,斑状结构。气孔及角砾间裂缝、微裂缝较为发育,充填程度不一,有些未充填,一般充填沸石,少量充填方解石(图 2d)。

(2) 凝灰岩: 颜色多为灰白色、灰绿色等,凝灰结构,块状构造(图 2c),粒径在 2 ~ 0.05mm 之间,该粒径范围内的火山碎屑物含量大于 50% (图 2e)。凝灰岩在研究区分布广泛,距离火山通道越远,凝灰岩的粒度越小,厚度越大,而靠近火山口的凝灰岩往往呈薄层状夹于熔岩中。部分凝灰岩破

碎较严重,常发育裂缝,裂缝多被方解石充填。凝灰岩中黏土化现象也较常见,图 2f 所示凝灰岩发生强烈黏土化,成分主要为喷出岩屑,少量长石晶屑。脉体较为发育,早期充填硅质,后期被方解石交代。

2 地球化学特征

火山岩的化学成分是其重要特征之一,地壳中几乎所有元素在火山岩中均有发现,不同岩性的元素含量组成不同^[6]。本次研究主要通过火山岩的主量和微量元素的测试来分析岩性的特征,测试均在中国石化胜利油田有限公司地质科学研究院石油地质测试中心完成,主量元素在 XRF-1800X 射线荧光光谱仪上完成,微量元素在 ELEMENT XR 等离子体质谱分析仪上完成。

2.1 主量元素特征

研究区取心井内具有代表性的 10 个样品的主量元素的化学分析结果见表 1。岩石的化学成分以 SiO_2 为主,含量为 49.47% ~ 65.86%,平均为 55.58%;其次是 Al_2O_3 ,含量在 11.72% ~ 16.09%,平均为 14.4%; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 的含量在 3.75% ~ 7.52%

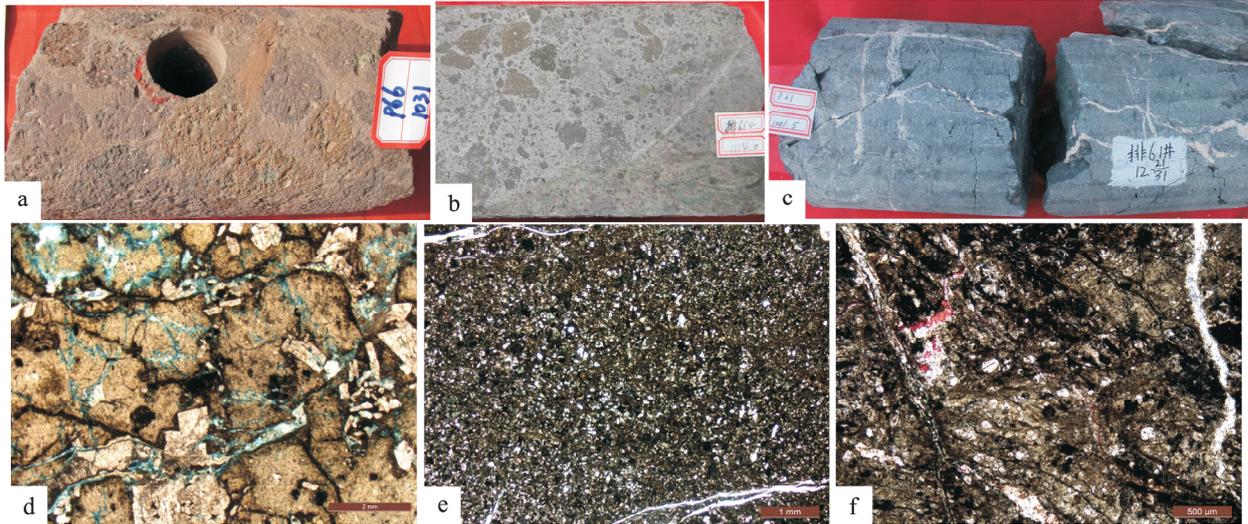


图2 春风油田石炭系典型火山碎屑岩的岩心及薄片

a. 排66井 1031m 火山角砾岩; b. 排664井 1114m 火山角砾岩; c. 排61井 1001.5m 凝灰岩; d. 排664井 1111.66m 角砾间裂缝; e. 排61井, 998.6m 凝灰岩; f. 排60井 619.5m 黏土化凝灰岩

Fig.2 Core pictures and photomicrographs of the representative Carboniferous volcanoclastic rocks in the Chunfeng Oil Field

表1 春风油田石炭系火山岩主量元素分析结果(wt%)

Table 1 Major element contents in the Carboniferous volcanic rocks in the Chunfeng Oil Field (wt%)

编号	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	TiO ₂	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	SrO
1	15.11	7.24	7.38	4.45	0.46	49	52.53	0.91	0.01	0.15	0.08	0.07
2	11.72	1.76	5.09	1.57	2.05	4.18	65.86	0.64	0.05	0.15	0.09	0.03
3	16.01	6.92	8.40	4.20	0.72	3.88	49.47	1.24	0.02	0.35	0.13	0.07
4	12.76	5.02	6.33	4.19	0.66	3.10	59.39	0.88	0.02	0.15	0.06	0.07
5	16.05	3.83	4.57	3.02	0.30	55.97	7.52	0.66	0.02	0.11	0.07	0.07
6	15.41	5.64	7.68	5.78	0.53	3.61	51.91	0.91	0.01	0.15	0.10	0.06
7	11.81	2.16	3.47	1.52	2.57	2.87	67.44	0.64	0.03	0.15	0.06	0.18
8	16.09	7.38	8.61	4.47	0.37	3.63	49.50	1.06	0.01	0.18	0.16	0.06
9	14.79	5.40	7.70	6.00	1.64	3.41	51.12	1.06	0.02	0.29	0.10	0.07
10	14.28	5.54	7.51	6.39	0.98	3.16	52.67	0.96	0.02	0.25	0.10	0.07

范围内。据国际地科联(IUGS)提出的标准, SiO₂含量以45%、52%、65%作为划分超基性、基性、中性、酸性火山岩岩石的分界线^[7]。将样品的测试数据在火成岩分类图——TAS图解^[8](1989)上进行投点(图3),可以看出,研究区石炭系火山岩主要落入玄武岩、中基性过渡类熔岩及安山岩等区域内,落入英安岩区域内的两个样品经薄片鉴定为凝灰岩。因此,认为春风油田石炭系火山岩岩石化学成分呈中基性。

2.2 微量元素特征

稀土元素(REE)作为地球化学示踪工具被广泛使用^[9]。通过对研究区取心井内具有代表性的12个样品中稀土元素的分析(表2),可得到稀土元素总量(ΣREE)、轻重稀土元素比(LREE/HREE)以及δEu、δCe等特征值(表3),据此作出不同岩性的

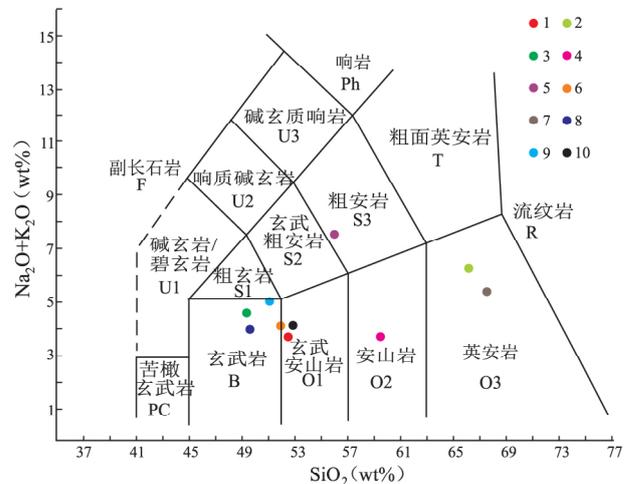


图3 春风油田石炭系火山岩样品的TAS图解

Fig.3 TAS diagram for the Carboniferous volcanic rocks in the Chunfeng Oil Field

表2 春风油田石炭系火山岩样品稀土元素分析结果($\times 10^{-6}$)Table 2 REE contents in the Carboniferous volcanic rocks in the Chunfeng Oil Field ($\times 10^{-6}$)

样品编号	26025	20626	20627	20632	20633	20634	20635	20636	20637	20638	20639	20642
岩性	玄武岩	安山岩	安山岩	安山玄武岩	安山岩	安山岩	安山岩	凝灰岩	玄武岩	安山玄武岩	安山岩	安山岩
La	12.3	10.8	9.44	7.77	4.56	8.81	7.21	11.6	17.3	6.32	7.17	4.88
Ce	29	24	21.3	18.2	11	21.8	17.6	25.2	36.2	14.7	15.7	10.8
Pr	4.38	3.59	42	2.77	1.76	3.45	2.81	3.4	5.1	2.23	2.33	1.61
Nd	20	16.6	15	13	8.7	17	13.9	14.2	21.6	10.4	10.9	7.61
Sm	4.87	4.01	3.55	3.17	2.34	4.48	3.81	2.99	4.38	2.52	2.61	1.86
Eu	1.46	1.34	0.96	0.968	0.79	1.29	1.24	0.807	1.29	0.847	0.874	0.637
Gd	5.34	4.28	3.71	2.86	2.7	5.06	4.21	2.76	3.93	2.55	2.53	1.89
Tb	0.883	0.795	0.752	0.571	0.578	1.01	0.9	0.484	0.627	0.472	0.523	0.353
Dy	5.29	4.16	3.6	4	3.17	5.63	4.92	2.66	56	2.58	2.77	1.91
Ho	0.846	0.819	0.649	0.627	0.571	1.05	1	0.549	0.633	0.534	0.541	0.421
Er	2.63	2.42	2.47	2.14	1.98	3.46	2.93	1.7	1.8	1.57	1.78	1.13
Tm	0.481	0.393	0.32	0.286	0.373	0.571	0.48	0.353	0.353	0.299	0.305	0.217
Yb	2.69	2.67	2.19	2.06	1.9	43	2.89	1.89	1.51	1.81	1.65	1.14
Lu	0.457	0.418	0.363	0.294	0.317	0.549	0.48	0.371	0.248	0.266	0.255	0.156

表3 春风油田石炭系火山岩样品稀土元素的相关参数

Table 3 Relevant REE parameters for the Carboniferous volcanic rocks in the Chunfeng Oil Field

样品编号	岩性	Σ REE	LREE	HREE	LREE/HREE	δ Ce	δ Eu	(La/Sm) _N	(Gd/Yb) _N
20625	玄武岩	90.63	72.01	18.62	3.87	0.95	0.87	1.59	1.60
20626	安山岩	76.30	60.34	15.96	3.78	0.92	0.98	1.69	1.29
20627	安山岩	67.52	53.47	14.05	3.80	0.93	0.80	1.67	1.37
20632	安山玄武岩	57.92	45.88	12.04	3.81	0.94	0.96	1.54	1.12
20633	岩山岩	40.74	29.15	11.59	2.52	0.93	0.96	1.23	1.15
20634	安山岩	77.39	56.83	20.56	2.76	0.95	0.83	1.24	1.26
20635	安山岩	64.38	46.57	17.81	2.62	0.94	0.94	1.19	1.18
20636	凝灰岩	68.96	58.20	10.77	5.41	0.96	0.84	2.44	1.18
20637	玄武岩	98.33	85.87	12.46	6.89	0.92	0.93	2.48	2.10
20638	安山玄武岩	47.10	37.02	10.08	3.67	0.94	1.01	1.58	1.14
20639	安山岩	49.94	39.58	10.35	3.82	0.92	1.03	1.73	1.24
20642	安山岩	34.61	27.40	7.22	3.80	0.92	1.03	1.65	1.34

稀土元素球粒陨石标准化配分模式图^[10](图4)。

表3中可以看出,火山岩的稀土元素总量较高,变化范围为(34.61~90.63) $\times 10^{-6}$,平均值为64.46 $\times 10^{-6}$,LREE/HREE值变化范围为2.52~6.89,平均值为3.90,表明该地区火山岩轻稀土明显富集。从球粒陨石标准化稀土元素配分模式图中(图4)也可以看出,曲线普遍右倾,轻稀土中等富集,重稀土相对亏损。玄武岩的 Σ REE值和LREE/HREE值都最高, Σ REE值在90.0 $\times 10^{-6}$ 以上,LREE/HREE值也明显高于其他岩性。凝灰岩的LREE/HREE值仅次于玄武岩,其他类型熔岩的 Σ REE值和LREE/HREE值特征不明显。火山岩的(La/Sm)_N范围在

1.23~2.48之间,(Gd/Yb)_N在1.14~2.10之间,说明轻、重稀土之间的分异都不明显。玄武岩的(Gd/Yb)_N值高于其他岩性,说明玄武岩的重稀土元素分异较之于其他岩性略明显;而安山玄武岩的(Gd/Yb)_N值最低,说明其重稀土富集程度较高。样品的 δ Ce基本无太大变化,范围在0.92~0.95之间,显示为微弱的铈负异常; δ Eu的变化范围在0.80~1.03,平均值为0.93,只有部分样品的 δ Eu值略大于1,显示为较弱的铕正异常,其余均显示为较弱的铕负异常,Eu的负异常应与斜长石的分离结晶作用有关。

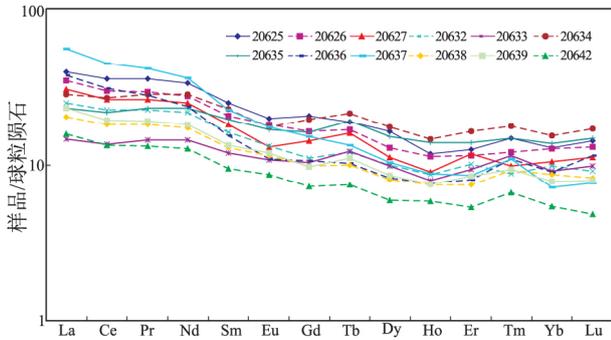


图4 春风油田石炭系火山岩样品的稀土元素配分模式图
Fig. 4 Chondrite-normalized REE distribution patterns for the Carboniferous volcanic rocks in the Chunfeng Oil Field

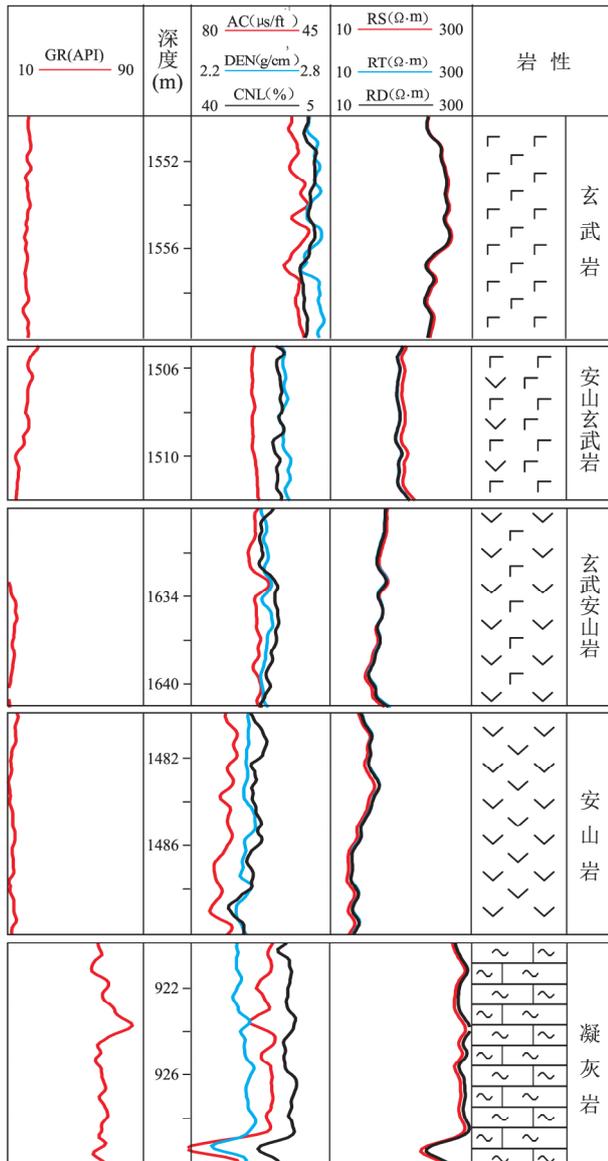


图5 春风油田不同火山岩测井响应特征
Fig. 5 Well logs of the Carboniferous volcanic rocks in the Chunfeng Oil Field

3 火山岩测井识别

通过研究区 11 口取心井的岩心、薄片和地化数据分析,对已经确定岩性的岩石样品进行常规测井曲线标定,发现对火山岩反映敏感的曲线有自然伽马(GR)、声波时差(AC)、密度(DEN)、补偿中子(CNL)以及电阻率(RT,RS)等,其中对火山岩岩性敏感度最强的是自然伽马,其次是密度和声波时差以及补偿中子^[11]。

选取研究区典型井排 661 井、排 66 井、排 662 井、排 67 井,对玄武岩、安山玄武岩、玄武安山岩、安山岩以及凝灰岩进行测井特征值研究(图 5)。

统计表明,研究区玄武岩在测井曲线上表现为“三低两高”的特征,即低自然伽马(10~29API)、低声波时差、低中子孔隙度(8%~15%)、高密度(2.62~2.8g/cm³)、高电阻率;安山岩也表现为“三低两高”的特征,与玄武岩不同的是,安山岩的密度低(<2.46g/cm³)、电阻率值偏低、声波时差高、补偿中子值高(>25%);过渡性熔岩的测井特征值呈现出逐渐过渡的趋势,从基性岩到中性岩,即从玄武岩、安山玄武岩、玄武安山岩到安山岩,自然伽马值变化较小,密度测井值依次减小,声波时差和补偿中子值依次增大,电阻率值有降低的趋势;凝灰岩的特征是自然伽马值明显高于火山熔岩,分布在 58~80API 范围内,其他常规测井曲线的分布范围较为广泛。因此,可以利用自然伽马值识别火山熔岩和火山碎屑岩,这是测井识别两大类火山岩的主要依据。

通过不同岩性的测井响应特征可以建立起火山岩岩性-电性的关系,即建立岩性识别模式,本文采用交会图法和星形图法对岩性进行识别。

交会图法是利用两种参数在平面上交汇,把大量的交汇点数据用图示的方法表示出来的一种方法^[12]。由于不同岩性的测井参数有差异,因此能够在交会图上直观地看出各种岩性所分布的区域。通过对不同的测井参数两两交汇,发现研究区火山岩的 GR-DEN,GR-CNL 交会图(图 6)的识别效果较好,不同岩性的数据点相对分散,重叠区域较小,岩性之间的分界线比较明显,说明这两种图版识别火山岩是相对准确的,因此优选 GR-DEN,GR-CNL 交会图作为岩性识别图版。自然伽马值区分凝灰岩(>58API)和火山熔岩(10~29API),密度值分别以 2.62、2.53、2.46g/cm³和补偿中子值分别以 15%、21%、25%为临界值区分玄武岩、安山玄武岩、玄武

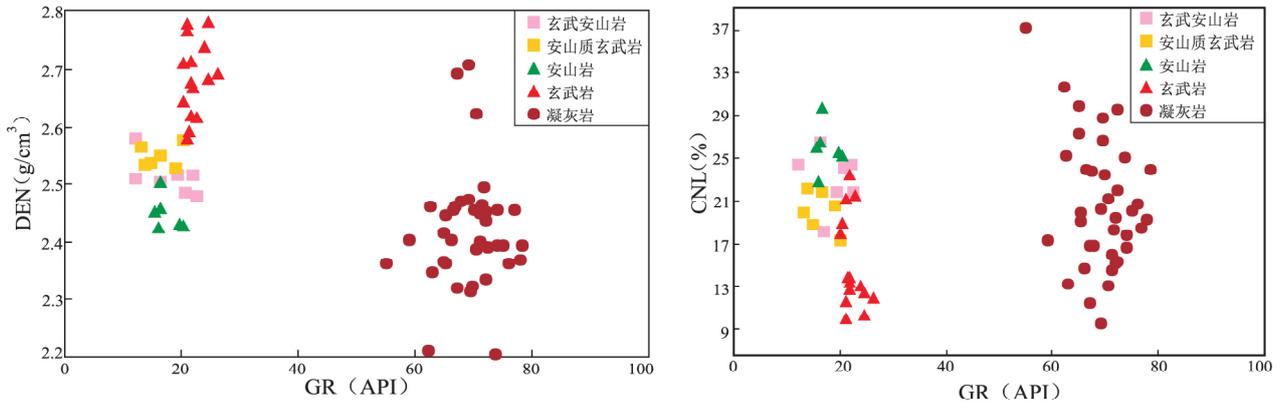


图6 春风油田石炭系火山岩交会图

a. GR-DEN 交会图; b. GR-CNL 交会图

Fig. 6 Cross plots of the Carboniferous volcanic rocks in the Chunfeng Oil Field

安山岩以及安山岩。

交会图法往往只能反映出两个测井响应值的特征,多个交会图同时使用来识别岩性的工作量较大。因此,为了充分利用每一种测井曲线,可以采取星形图法。星形图法是将测井特征值经过归一化处理后再在图版中根据图形形状反映岩性特征的方法。本次研究使用的星形图图版除了选取已有的常规测井曲线 GR、AC、DEN、CNL、RT、RD 和 RS 之外,还选取了双侧向电导率差绝对值 K (公式 1) 作为其中一个参数^[13]。K 表征的是测试井段的相对导电能力,数值越大,表明导电能力越强。通常,火山岩的骨架并不导电,其电阻率值主要受到孔隙结构和孔隙内流体的影响。由于岩石成分及后期热液、蚀变、风化淋滤等作用改造,造成孔隙空间类型及结构的各向异性^[14],从而导致电阻率的差异。尽管电阻率测井对火山岩化学成分反映不明显,但对火山岩的结构特征有较好的反映,可以帮助区分火山熔岩和火山碎屑岩。

$$K = \frac{1}{RS} - \frac{1}{RD} \quad \text{公式 1}$$

同一种岩性在排除物性、含油性等因素的影响

后,反映在测井曲线上是相对稳定的。因此,对研究区所有井的稳定测井曲线进行分段,取每个稳定曲线段的平均测井响应值,统计出已经确定岩性的岩石样品的测井响应值以及划分的稳定测井段的参数值中的最大和最小值,采用(最大值-最小值)标准化法对所选取的参数进行归一化处理,即每个测井响应值通过研究区内该参数的最大值-最小值进行归一化(公式 2),使各参数在 0~1 之间,保证各参数的变化范围一致,最后通过星形图的形状(图 7)将不同岩性的特征反映出来。

$$X = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad \text{公式 2}$$

从图 7 中可以看出,玄武岩的星形图呈现出“鸟喙状”,具有较高的 DEN 值;安山岩呈现的是“三角形”,AC 和 CNL 的值较高;过渡性熔岩星形图的形状介于玄武岩和安山岩之间,DEN 值逐渐变小,AC 和 CNL 值逐渐变大,形状从“鸟喙状”过渡到“三角形”;凝灰岩的明显特点是 GR 值较高,电阻率值相对较大,呈现出“水滴状”。因此,可以通过与不同岩性的星形图作对比,利用图形的相似性来判断未取心稳定井段的岩性特征。

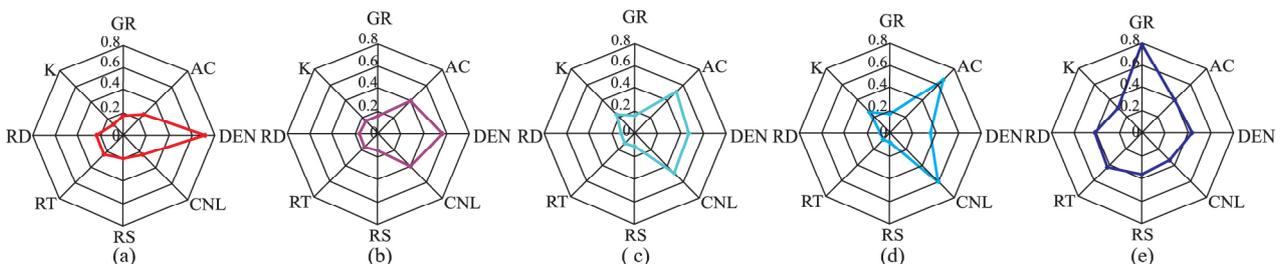


图7 春风油田石炭系火山岩岩性识别星形图

(a) 玄武岩; (b) 安山玄武岩; (c) 玄武安山岩; (d) 安山岩; (e) 凝灰岩

Fig. 7 Star charts for the identification of the Carboniferous volcanic rock types in the Chunfeng Oil Field

4 结论

春风油田石炭系火山岩岩性复杂,岩石化学成分呈中基性,主要发育玄武岩、安山玄武岩、玄武安山岩、安山岩等火山熔岩以及凝灰岩、火山角砾岩等火山碎屑岩。GR-DEN、GR-CNLI 交会图对于火山岩岩性的识别有很好的效果。玄武岩具有低声波时差、低中子孔隙度、高密度、高电阻率的测井特征,在星形图上表现为“鸟喙状”;安山岩具有低密度、低电阻率、高声波时差和高中子孔隙度的测井特征,在星形图上表现为“三角形”;两类过渡性熔岩的测井特征介于玄武岩与安山岩之间,测井响应值依次变化;凝灰岩的主要特征是具有高自然伽马值,星形图上表现为“水滴状”。星形图方法简单易操作,识别岩性的效果很好,可以作为测井识别岩性的一种新方法加以推广。

参考文献:

- [1] 程长领,孙怡,张奉,等.春风油田火成岩储层控制因素及有利储层分布[J].石油天然气学报,2014,36(3):54-59.
- [2] 董臣强.春风油田石炭系勘探成效分析[J].特种油气藏,2015,22(2):40-43.
- [3] 杨立民,邹才能,冉启全.大港枣园油田火山岩裂隙性储层特征及其控制因素[J].沉积与特提斯地质,2007,27(1):86

- 91.
- [4] 董臣强.准噶尔盆地春晖油田石炭系火山岩储层控制因素分析[J].沉积与特提斯地质,2014,34(2):92-97.
 - [5] 陈世悦.矿物岩石学[M].东营:中国石油大学出版社,2002.
 - [6] 李国欣.火山岩油气藏测井评价技术及应用[M].北京:石油工业出版社,2009.
 - [7] 赵海玲,李小光,陈振岩,等.辽河油田坨32井区中生界火山岩岩石学特征及成因[J].石油与天然气地质,2006,27(4):549-556.
 - [8] 邹光富,朱同兴,贾保江,等.藏南定日白垩纪火山岩岩石学与地球化学初步研究[J].沉积与特提斯地质,2003,23(4):62-67.
 - [9] 王中刚,于学元,赵振华.稀土元素地球化学[M].北京:科学出版社,1989.
 - [10] 胡忠贵,郑荣才,胡九珍,等.川东一渝北地区黄龙组白云岩储层稀土元素地球化学特征[J].地质学报,2009,83(6):782-790.
 - [11] 张大权,邹妞妞,姜杨,等.火山岩岩性测井识别方法研究——以准噶尔盆地火山岩为例[J].岩性油气藏,2015,27(1):108-114.
 - [12] 赵新建,胡刚,张梦宁,等.火山岩岩性识别方法研究[J].国外测井技术,2011,186(6):28-33.
 - [13] 田飞,金强,李阳,等.塔河油田奥陶系缝洞型储层小型缝洞及其充填物测井识别[J].石油与天然气地质,2012,33(6):900-908.
 - [14] 田博,王伟锋,邹娟.火山岩储层储集空间及影响因素研究[J].沉积与特提斯地质,2013,33(4):86-94.

Lithology and logging identification of the Carboniferous volcanic rocks in the Chunfeng Oil Field, Xinjiang

HUANG Xi-xi¹, JIN Qiang¹, MING Yu-kun², WANG Wei², CHENG Fu-qi¹

(1. School of Geosciences, China University of Petroleum, Qingdao 266580, Shandong, China; 2. Shengli Geophysical Research Institute, SINOPEC, Dongying 257000, Shandong, China)

Abstract: The volcanic rocks with different lithological characteristics are quite different in reservoir quality. The identification of volcanic rock types is thus critical for the study of volcanic reservoirs. The Carboniferous volcanic rocks in the Chunfeng Oil Field, Xinjiang vary in rock types and transitional types, and may be classified, with the aid of core observation, thin section examination and geochemical data, into two types: volcanic lavas and volcanoclastic rocks. The former consist of basalt, andesitic basalt, basaltic andesite and andesite, whereas the latter contain tuff and volcanic breccias. The cross plots and star charts are developed in the present paper to study the logging responses of volcanic rocks and the identification of volcanic rock types according to identified lithological calibration and well logs.

Key words: Chunfeng Oil Field; Carboniferous volcanic rock; lithology; logging identification