

张强凹陷及邻区火山岩特征与构造属性

陈全茂 张光亚 梁晓东 陈昭年

(中国地质大学石油系, 湖北武汉 430074)

周绍强 王占忠

(辽河石油勘探局, 辽宁盘锦 124010)

火山岩地球化学特征与构造背景关系十分密切。经分析, 张强凹陷及邻区大洼昌图凹陷的火山岩具有以下特征: (1) 火山岩都为中酸性, 以碱性玄武岩系列为主; (2) 张强凹陷火山岩属既有钾质也有钠质的碱性玄武岩, 另外还有钙碱性和大陆型拉斑玄武岩, 邻区大洼昌图凹陷火山岩全部为钠质碱性玄武岩; (3) 张强凹陷和邻区大洼昌图凹陷火山岩的球粒陨石标准化稀土元素分配曲线向右倾斜, 轻稀土富集; (4) 微量元素 $Zr - Ce$, $Zr - La$ 图解上, 张强凹陷与大洼昌图凹陷差别明显。这些特征表明, 张强凹陷及邻区大洼昌图凹陷的火山岩均为大陆裂谷活动的产物, 但张强凹陷发育时间稍早; 张强凹陷与大洼昌图凹陷火山岩的岩浆来源不同, 应分属不同的构造单元。

关键词 张强凹陷 构造属性 形成环境 玄武岩 火山岩系列 稀土元素 微量元素

第一作者简介 陈全茂 男 59 岁 教授 构造地质与盆地分析

近年来, 地跨辽宁和内蒙的张强凹陷找到了丰富的油气资源, 但由于张强凹陷构造背景复杂, 勘探程度低, 且缺乏深部地球物理资料, 对其构造环境、盆地属性存在争议, 影响下步勘探部署。鉴于岩浆岩的分布与板块构造背景有密切关系^[1], 因此, 我们采用板块构造理论和火山岩地球化学分析方法, 对上述问题进行讨论。

1 区域地质背景

张强凹陷是中生代的一个断陷, 位于松辽盆地南端, 轴向 $NW350^\circ$, 东西宽 12~16 km, 南北长 88 km, 面积约 1 100 km²。据重磁、地震资料, 凹陷东西两侧被断裂所限, 北面和南面分别有西拉木伦河和赤峰-开原岩石圈断裂(图 1)。

张强凹陷在古生代和中、新生代构造背景截然不同。古生代该地区属天山-兴蒙地槽系的一部分, 由于来自南北方向的挤压, 使褶皱山系和深大断裂均呈近东西向展布; 中生代, 库拉-太平洋板块以 NNW 方向向欧亚大陆俯冲, 亚洲东缘广泛出现岩浆活动, 并伴随产生一系列平行亚洲大陆边缘的断裂, 形成一批走向 NE , NNE 和近 SN 方向的断陷(有些后来发展成拗陷)。因此, 在辽宁、吉林、黑龙江和内蒙东部地区, 出现了古生代 EW 向构造带与中、新生代 NE , NNE 和近 SN 向构造带的相互叠置和干扰, 构成张强凹陷的形成背景。

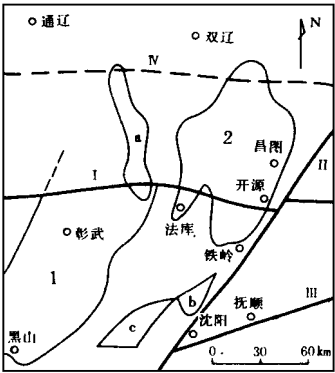


图 1 张强凹陷位置图

1—彰武-黑山盆地；2—铁岭-昌图盆地；a—张强凹陷；b—沈北凹陷；c—大民屯凹陷；I—赤峰-开原断裂；II—依兰-伊通断裂；III—密山-敦化断裂；IV—西拉木伦河断裂

2 火山岩地球化学特征与构造环境

张强凹陷白 1 井和长 1 井及凹陷东南(孟家窝堡凹陷)、西南侧(新秋叶茂台凹陷及凸起区)露头区,以及铁岭-昌图盆地的大洼昌图凹陷昌参 1 井均见有晚侏罗世盆地发育初期的义县组(J₃y)火山岩系。据地震资料,义县组在张强凹陷内均有分布,钻井揭示岩性为中性、中基性火山熔岩、集块岩、凝灰岩及凝灰质砂岩。昌参 1 井揭示为一套灰紫、紫褐色中酸性凝灰质砾岩、集块岩、安山质角砾岩。我们采集了白 1 井、昌参 1 井及张强凹陷邻近露头区样品共 40 块。经选择,对其中 28 块样品进行了分析测试。内容包括全化学分析、稀土元素分析、微量元素分析,共取得基础数据 1 036 个和参数 2 410 个。

2.1 主要元素地球化学特征与构造环境

张强凹陷及邻区大洼昌图凹陷晚侏罗世火山岩 SiO₂ 含量在 55.25%~73.58%之间,属中酸性岩。

利用久野的岩系划分图解(图 2)^[2],张强凹陷白 1 井及邻近露头区的火山岩主要为碱性玄武岩系列(66.67%),其次为高铝玄武岩(钙碱性)系列(22.2%),其余为拉斑玄武岩系列(11.1%);而昌参 1 井火山岩全部属碱性玄武岩系列。碱性玄武岩系列可进一步划分为钾质型和钠质型两种(图 3),白 1 井及邻近露头区火山岩既有钾质型也有钠质型;昌参 1 井火山岩则全部为钠质型碱性玄武岩系列。

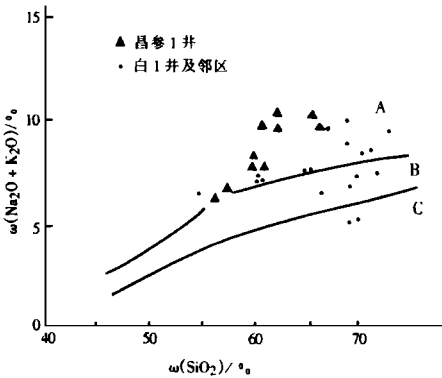


图 2 火山岩岩石系列划分^[2]

A—碱性玄武岩系列;B—高铝玄武岩系列;C—拉斑玄武岩系列

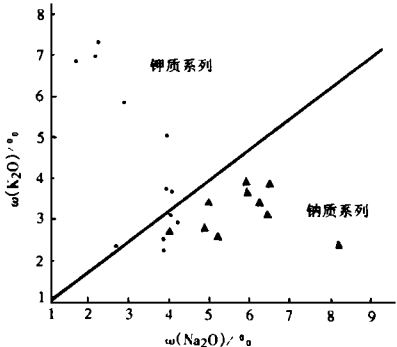


图 3 碱性火山岩系列钾质型和钠质型图解

▲ 昌参 1 井火山岩 · 白 1 井及邻近地区火山岩

根据里特曼组合指数 σ 张强凹陷白 1 井及其邻近露头区火山岩 σ 值基本上小于 4,仅个别样品大于 4。属于钙碱性岩。昌参 1 井火山岩 σ 值以大于 4 或近等于 4 占大多数(70%),以碱性岩为主。利用碱度率 AR-SiO₂ 图解法划分碱性程度的结果亦相似(图 4)。

白 1 井及其邻近露头区火山岩以钙碱性为主(61%),碱性为辅(39%);昌参 1 井火山岩碱性占 80%,钙碱性占 20%(图 4)。上述结果均表明,张强凹陷及其邻近露头区的火山岩碱性程度不及大洼昌图凹陷昌参 1 井的火山岩。对比我国东部火山岩随时代变新碱性变强,随裂

谷演化程度增高碱性变弱的特点可知, 张强凹陷裂陷程度高于大洼昌图凹陷, 形成时间也早于大洼昌图凹陷。

综上所述, 尽管大洼昌图凹陷的火山岩和张强凹陷及其邻近露头区的火山岩在地球化学特征上存在较大差异, 但两个地区的拉斑玄武岩样品中 K_2O 含量分别为 2.38% 和 4.5%, 远大于大陆拉斑玄武岩的含钾量界线。由此可见, 大洼昌图凹陷和张强凹陷的晚侏罗世火山岩都是大陆裂谷活动的产物。

另外, 挤压环境的火山岩钙碱指数大于拉张环境火山岩的钙碱指数^[6], 前者分布范围是 60~64; 后者分布范围是 50~56。张强凹陷和大洼昌图凹陷的 28 个火山岩样品的钙碱指数为 56.5, 显然是拉张环境产物。

2.2 稀土元素地球化学特征与构造环境

稀土元素在自然界非常稳定。它们的离子半径相近, 原子外层结构相似, 所以化学性质十分近似, 是一组难熔、难分离的元素族, 它们在自然界紧密共生, 共同产出。另方面, 它们又因具镧系收缩和奇偶效应等特征而彼此存在差异, 灵敏地反映着地质-地球化学过程^[7, 8]。近十多年来, 人们就是利用稀土元素的这种共生和个性来探讨源岩物质组成、岩石成因、形成环境和演化。

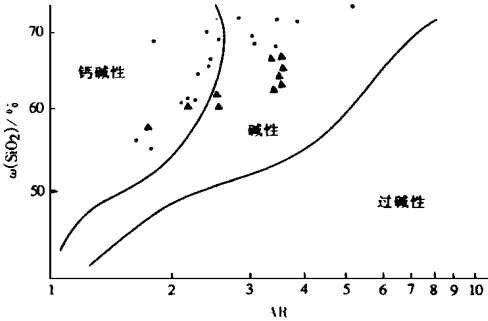


图 4 AR-SiO₂ 与碱度关系图^[5]
▲ 昌参 1 井火山岩 · 白 1 井及邻近地区火山岩

张强凹陷与邻区大洼昌图凹陷火山岩稀土元素地球化学主要特征有: (1) ΣREE 质量分数为 $96.33 \times 10^{-6} \sim 409.31 \times 10^{-6}$, 反映其大陆产出环境; (2) 地壳中不同类型岩浆岩 Eu/Sm 值不同(表 1), 研究区火山岩 Eu/Sm 值在 0.210~0.298 之间, 表明以中酸性火山岩为主; (3) Eu 值为 0.38~2.42, 大多数在 1 附近跳动, 表明这些火山岩形成不存在分异作用机制, 因此可以认为其来源于较深部位; (4) 火山岩轻稀土元素丰度之和与重稀土元素丰度之和的比值大, 变化范围为 4.82~11.39, 显示出轻稀土元素富集, 碱性较强。

表 1 不同类型岩石的 Eu/Sm 值

岩石名称	Eu/Sm
大洋橄榄玄武岩	0.44
拉斑玄武岩(夏威夷)	0.40
玄武岩(西伯利亚)	0.32
高原玄武岩(印度德干)	0.28
粗玄武岩(保加利亚)	0.28
花岗岩	0.16

不同构造背景、不同成因和不同类型的火山岩和岩浆岩具有不同的稀土分配型式。日本岛弧, 从大洋一侧的拉斑玄武岩(来源浅), 往岛弧中部的高铝玄武岩, 到大陆一侧的碱性玄武岩(来源深), 其分配型式明显不同, 曲线从平缓型变为右倾型, 轻稀土元素越来越富集。稀土分配曲线的倾斜特征可用 $(La/Yb)_N$ 反映。当 $(La/Yb)_N \gg 1$ 时, 曲线向右倾斜, 轻稀土富集, 如板块内部碱性玄武岩系列; 当 $(La/Yb)_N \approx 1$ 时, 曲线平坦, 如球粒陨石, 岛弧安山岩和原始地幔岩等; 当 $(La/Yb)_N < 1$ 时, 曲线左倾, 重稀土相对富集, 轻稀土相对稀释亏损, 如洋中脊拉斑玄武岩系列。研究区火山岩 $(La/Yb)_N$ 变化范围为 1.86~42.65, 显然是轻稀土富集型, 属板块内部玄武岩系列。

张强凹陷及邻区大洼昌图凹陷火山岩样品的球粒陨石标准化分配型式均呈轻稀土相对富

集,重稀土相对亏损,分配曲线向右倾斜,且斜率较大(图 5),这是大陆富集上地幔部分熔融的将火山岩的 Zr, Ce 和 La 元素数据产物。因此可以认为,张强凹陷与大洼昌图凹陷火山岩都处于大陆板块环境中,且来源较深。

2 3 微量元素地球化学特征与构造环境

投影到 Zr - Ce 和 Zr - La 关系图上(图 6, 7),可清楚地看出,白 1 井及其邻近露头区样品和昌参 1 井样品各自呈不同的线性关系,表明它们的岩浆来源不同。此外,昌参 1 井火山岩全为钠质碱性系列,而白 1 井及其邻近地区碱性系列火山岩中既有钠质也有钾质型。这也说明白 1 井所在的张强凹陷与昌参 1 井所在的大洼昌图凹陷不是同一岩浆来源,因此应归属于不同的构造单元。张强凹陷及邻近地区应归属彰武-黑山盆地。

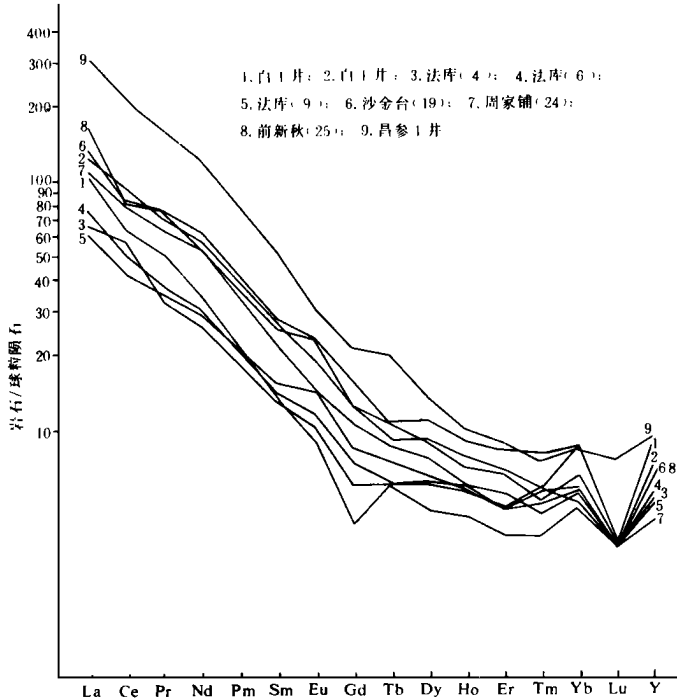


图 5 张强凹陷及邻区火山岩稀土元素分配型式

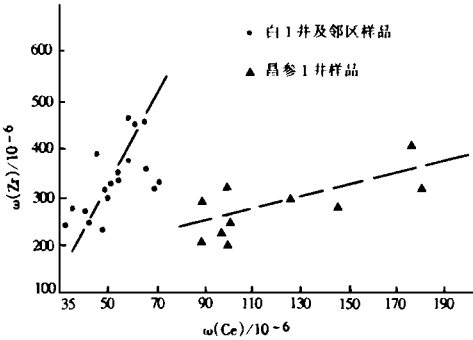


图 6 Zr - Ce 线性关系图

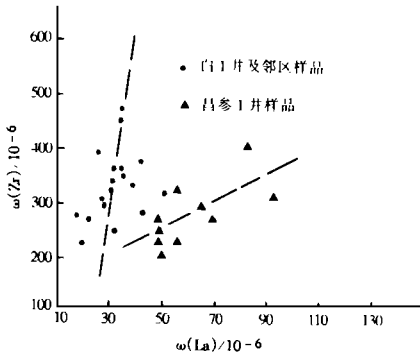


图 7 Zr - La 线性关系图

3 结论

- (1) 张强凹陷和大洼昌图凹陷的火山岩具有拉斑玄武岩中 K_2O 含量高,火山岩的钙碱指数小(56.5),轻稀土元素富集等特点,表明两凹陷的火山岩均为大陆裂谷活动的产物。
- (2) 张强凹陷及邻近地区的火山岩以碱性玄武岩系列为主,其次为钙碱系列和拉斑玄武岩系列;大洼昌图凹陷的火山岩为碱性玄武岩。前者的碱性程度不及后者,反映前者的形成时间早于后者。
- (3) 在微量元素 Zr - Ce, Zr - La 图解上,张强凹陷与大洼昌图凹陷差别明显,表明二者火

山岩的岩浆来源不同, 应分属不同的构造单元。

参 考 文 献

- 1 Condie K C. Plate tectonics & crustal evolution. Second edition. New York: Pergamon Press, 1984. 127~ 150
- 2 Kuno H. Lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs. Bull Volc, 1966, 29: 195~ 222
- 3 Rittmann A. On the serial character of igneous rocks, Egyptian. J Geol, 1957, (1): 23~ 48
- 4 邱家骥, 林景仟, 王人镜等. 岩石化学. 北京: 地质出版社, 1991. 64~ 67
- 5 Wright J B. A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite genesis. Geol Mag, 1969, 106: 370~ 384
- 6 Petro W L, Vogel T A. Major element chemistry of plutonic rock suites from compressional and extensional plate boundaries. Chemical Geology, 1979, 26: 217~ 235
- 7 李昌年. 火成岩微量元素岩石学. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992. 1~ 103
- 8 林景仟. 岩浆岩成因导论. 北京: 地质出版社, 1987. 108~ 133, 250~ 254

PROPERTIES OF VOLCANIC ROCKS AND STRUCTURAL ATTRIBUTES IN ZHANGQIANG DEPRESSION AND ITS NEIGHBOURING AREA

Chen Quanmao Zhang Guangya Liang Xiaodong Chen Zhaonian

(*China University of Geosciences, Wuhan, Hubei*)

Zhou Shaoqiang Wang Zhanzhong

(*Liaohé Bureau of Petroleum Exploration, Panjin, Liaoning*)

Abstract

The geochemical properties of volcanic rocks bear close relations with structural background. It has been proved by analysis result that volcanic rocks in Zhangqiang and its neighbouring Dawu Changtu Depressions have following characteristics: (1) the volcanic rocks are neutral acid, and most of them are alkaline basalt; (2) the volcanic rocks are sodium alkaline basalts in Dawu Changtu Depression, but sodium and potassium alkaline basalts as well as calc-alkali and continental tholeiitic basalts in Zhangqiang Depression; (3) the standard rare earth element distribution curves of chondrite in the volcanic rocks tilted rightwards and light rare earth element are rich in the rocks. (4) Zr-Ce and Zr-La diagrams show distinct differences between the two depressions. It is suggested that the volcanic rocks in the two depressions are all resulted from continental rift, the magma sources are different and should belong to different tectonic units.