

松辽盆地中央拗陷带青山口组 玄武岩与油气分布的关系

韩广玲 赵洪涛 边吉

(吉林油田勘探开发研究院)

通过对乾124井岩屑、测井和地震、重力、磁法资料及金6井等有关成果,对中央拗陷带的玄武岩岩性、产状及其与构造和油气的关系进行了探讨。认为在青山口组沉积中晚期,沿松辽壳断裂断续有中心式玄武岩的喷溢或贯入,其喷溢过程形成的牵引构造和冷却阶段的差异压实构造,为油气聚集和油气藏形成提供了良好前提,它能局部提高源岩的成熟度而无破坏影响,含油气盆地中的玄武岩分布区是油气勘探中值得重视的新领域。

一、问题的提出

1985年在中央拗陷带的乾安地区地震勘探工作中,发现在地震剖面上的 T_1 与 T_2 反射层¹⁾之间,存在一种地震特殊反射构形——“丘形反射”,呈中部凸起,两侧下湾的平底凸镜形态。油田地调处和地震勘探者认为²⁾,丘形反射可能为青山口组早期的近岸砂坝,在成岩过程中由于差异压实作用,使上覆地层形成的披覆构造所引起,并推断这一异常对捕集油气具有较大意义,应部署钻探加以揭示和验证。1986年4月在524地震剖面选择具有丘形反射构形的高点,钻探了乾124井(图1),井深2610米完钻,终孔层位为泉头组第三段,在青山口组的下部未见到河口砂坝沉积,却在青三段底部见到致密坚硬的灰黑色玄武岩层。乾124井具有良好的油气显示,在玄武岩层之下的泉四段获得了日产原油5.9吨。在1983—1984年中央拗陷带北段的齐家凹陷的金6井等,亦在相同层位钻遇了中基性火山碎屑岩,获得了高台子油层的工业油流^[1]。

乾124井和金6井等所钻过的玄武岩和工业油流,引起石油地质工作者的极大关注,它是在中央拗陷带的主力油气源岩层中所见到的第一批钻过玄武岩等火山岩的探井,引起人们对盆地中玄武岩等火山岩分布区是否为石油勘探的禁区之议论,如不是禁区,其油气藏又在何处。

1) T_1 地震反射层,相当于松花江群姚家组顶界面, T_2 地震反射层相当于泉头组顶界面。

2) 吉林油田杨光大等:乾安海坨地区地震特殊反射构形的成因分析, 1986年。

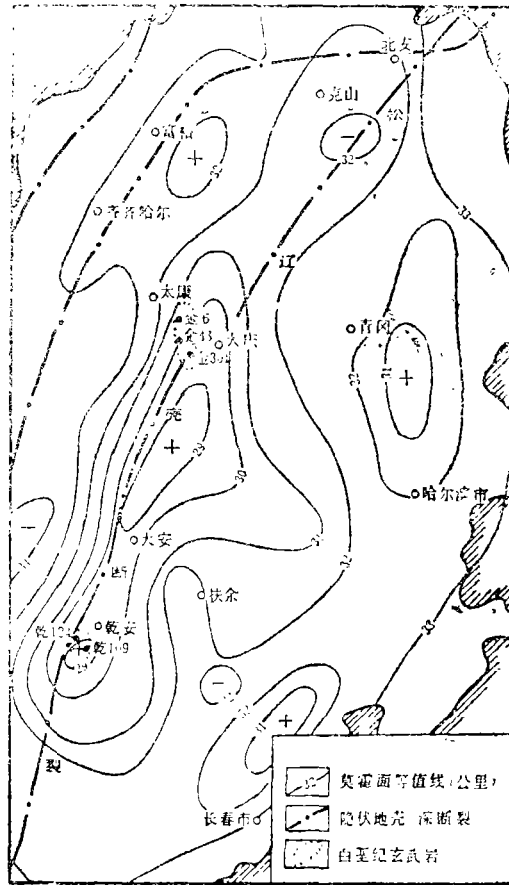


图1 中央拗陷带莫霍面埋深与玄武岩分布关系图

二、青山口组玄武岩特征和分布

乾124井是在事前没有预料情况下钻过玄武岩的，故仅收集到部分玄武岩的岩屑。现参照金6井等有关资料对其特征和分布介绍如下。

(一) 玄武岩岩性和测井特征

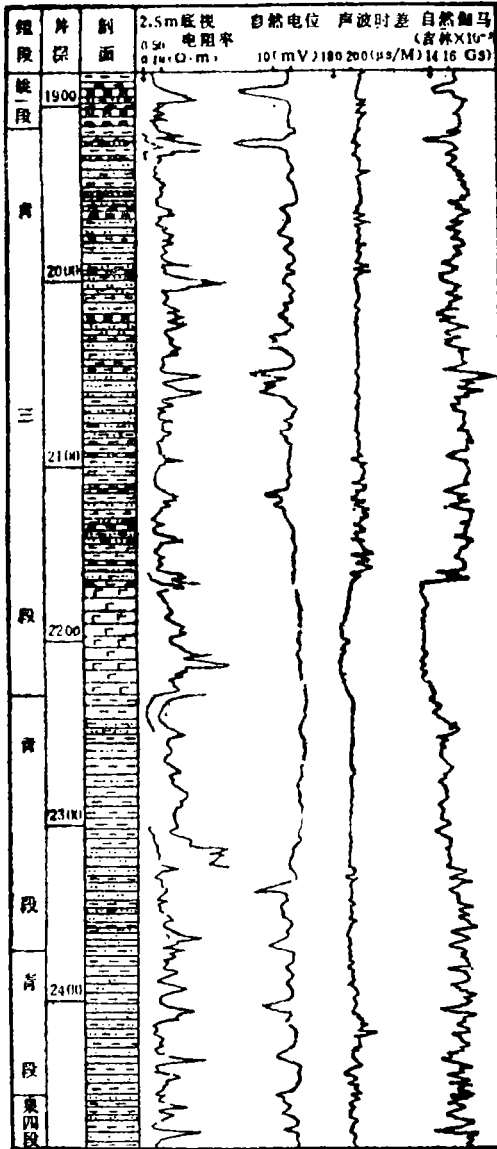
据乾124井大量岩屑观察，玄武岩为深灰至灰黑色，岩性致密至隐晶质结构，性脆而坚硬，表面可见绿泥石和白色碳酸盐粉末，状似坚硬泥岩。在镜下观察可见条带状或板状基性斜长石（约占50%），粒状和短柱状或不规则辉石（占20~40%），锥状、粒状橄榄石（占5~25%），在长石、辉石颗粒间常见星散状分布的黄铁矿晶粒。在矿物表面除有绿泥石化外，还可见有蛇纹石化、伊丁石化和碳酸盐化现象。

玄武岩与其上下层位的砂岩、泥岩在测井曲线上具有明显的差异，反映较为明显（图2表1），它具有“一高三低”的测井曲线特征，即高电阻率、低电位、低声波时差和低自然伽玛。按照这一测井曲线的综合指标，曾对过去部分钻井进行了检查和地层对比，在乾124井东南1.3km的乾109井，在井深2176—2208m，同样见有一层厚32m的玄

玄武岩，其岩屑在镜下薄片鉴定亦定为玄武岩。

表1 玄武岩与青山口组砂岩、泥岩测井曲线对比表

| 岩性 | 2.5米底 (Ωm) | 自然电位 (mV) | 声波时差 (s/m) | 自然伽玛 (吉林伽玛) |
|-----|------------|-----------|------------|-------------|
| 玄武岩 | 140 | 10 | 150 | 12.5 |
| 砂岩 | 25 | 14 | 225 | 15 |
| 泥岩 | 5 | 3 | 260 | 17.5 |



图例 粉砂岩 泥质粉砂岩 粉砂质泥岩 泥岩 玄武岩

图2 乾124井青山口组玄武岩测井曲线图

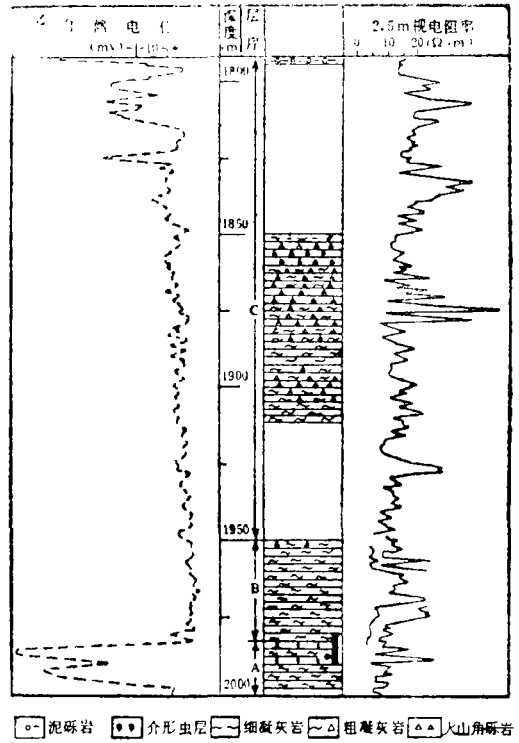


图3 齐家地区金6井山碎岩钻孔测井曲线图 (引自葡毓秀资料)

在中央拗陷带北段的齐家地区的金6井，在井深1790.2—1999.6m井段亦钻过有火山¹⁾，根据蒯毓秀等研究，在青二段高台子油层三组和四组间有一层厚209.4m的中基性火山岩及火山碎屑岩(图3)，下部为火山角砾凝灰岩与凝灰岩互层，夹有多层介形虫泥岩，中部以黑绿色沉凝灰岩为主，夹多层火山角砾岩，上部主要为火山角砾岩夹凝灰岩。火山角砾和碎屑虽有一定圆度和球度，但棱角仍较清晰，显系近源水下喷溢，在砾石中有气孔和杏仁构造，气孔小而密集。砾石碎屑镜下观察，以长石为主，石英次之，多以火山玻璃产出，在矿物晶粒表面见有粉末状方解石。沉凝灰岩成熟度极低，火山碎屑可高达75—95%，碎屑有烘烤和冷凝结构，亦显示为水下喷溢并经过短距离搬运产物，岩性以中基性为主。在测井曲线上与其上下层位的砂岩、泥岩有明显差异，在火山碎屑岩内部，当粗粒火山角砾较为集中层段，亦显示出较高的电阻率和低电位特征。

(二) 玄武岩喷溢层位和分布

通过对522、524和1454号地震测线分析，在乾124井和乾109井附近的 T_1 与 T_2 反射层之间，反射层相位较为稳定，表现为连续的丘形反射构形和板状反射构形(图4、5)。

丘形反射构形顶界面呈陡缓不等的丘状，振幅一般较强，连续性较好，丘状高部位振幅最强，连续最好，低部位相对较弱，其下反射杂乱。随坡度变缓，振幅减弱，相位连续性变差。丘形反射构形顶面向两翼下弯，与正常沉积岩的反射产状不协调形成鲜明的对照。玄武岩形成的强反射，在速度谱上所对应的 t_0 时间能量团的数值突然增高，层速度均大于6000米/秒，而同一层位在横向上的正常沉积岩层速度值小于4500米/秒(表2)。

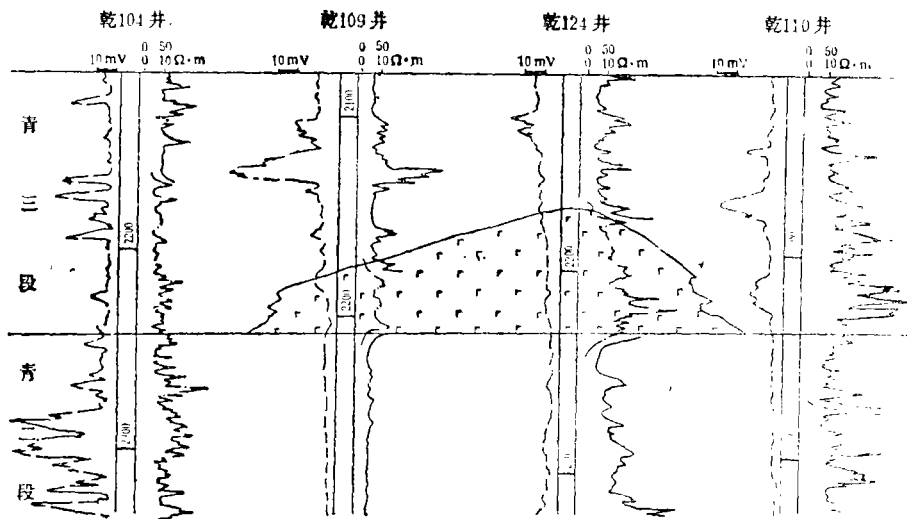


图4 乾104—110井青三段和玄武岩对比图

1) 蒯毓秀等：松辽盆地齐家地区青山口组高台子油层沉积相研究，大庆油田石油地质研究报告集，13集，1986年。

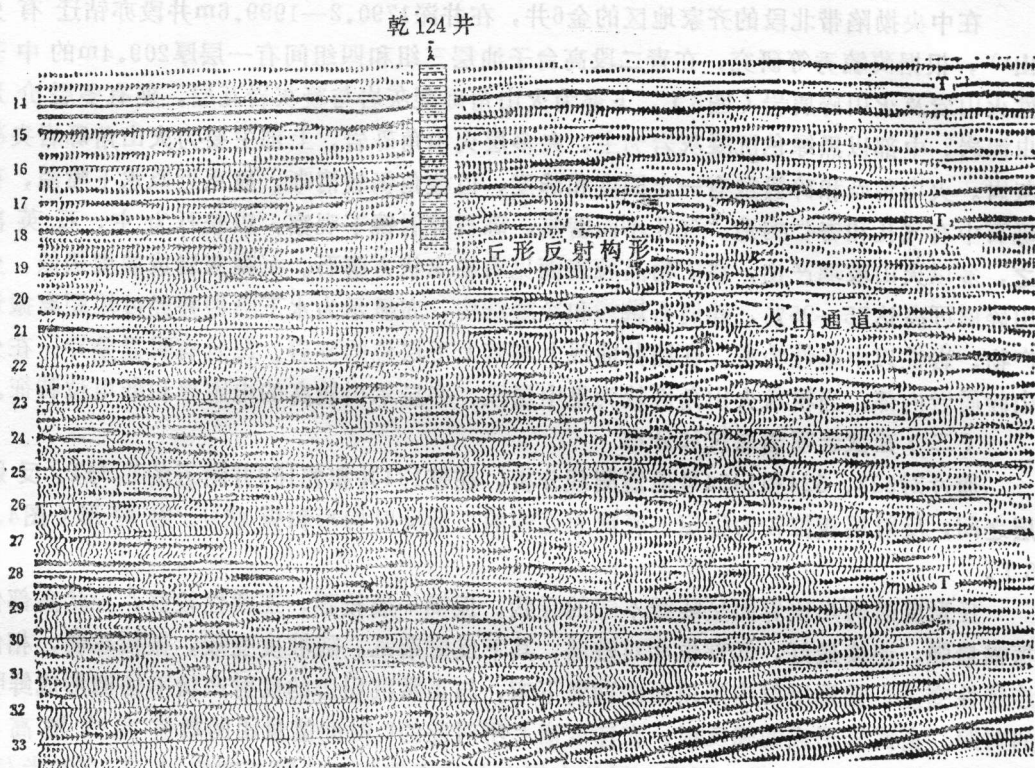


图5 玄武岩在地震剖面上所形成的丘形反射构形

表2 524号测线玄武岩与正常沉积岩层速度对比表

| 岩性 内容 | 正常沉积岩 | | 玄武岩 | | | | | 正常沉积岩 | |
|-----------------|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | 共反射点 (CDP) | 381 | 421 | 461 | 501 | 541 | 581 | 621 | 661 |
| 层速度(V) (米/秒) | 4250 | 5100 | 6080 | 6120 | 6190 | 6220 | 6160 | 5210 | 4300 |

板状反射构形在地震剖面上特点除与上述相似外^{[2]、[4]}，仅在形态上有所不同，其产状与上下地层一致，该反射构形向两侧突然中断，反映玄武岩变为砂岩或泥岩，有时振幅逐渐减弱，说明玄武岩减薄或尖灭。

根据丘形反射构形和板状反射构形在地震剖面上的特点，我们对一部分地震测线进行了普查，在520号测线的西部方向上发现与乾124井玄武岩相近的丘形反射（图5），经工1井钻探证实为厚层砂岩。这种由砂岩引起的丘形反射和玄武岩引起的丘形反射存在一定的差别，前者的层速度为3500米/秒，分布于青二段至姚一段，后者的层速度为6220米/秒，分布于青三段的下部。

从目前资料看，玄武岩在盆地南部仅发现于乾124井和乾109井周围，面积约 10.5 km²。呈南北延伸的椭圆形，玄武岩在两井之间层位最高，厚度最大达80m。其喷溢或贯入层位为青二段顶部和青三段底部之间。在青二三段岩屑中未见烘烤变蚀现象，岩性和测井曲线亦未见突变现象，仅自然伽玛急剧增大，表明为水下喷溢的可能性较大。

齐家深凹的金6井在地震剖面上亦具明显丘形反射,该井主要为中基性火山碎屑岩,据地震资料推测,其火山口位于金6井以西2km处,为青二段高四组油层沉积末期中基性火山岩水下喷溢的火山碎屑岩,经短距离搬运沉积而形成。其岩性较为复杂,厚度较大,表明中央拗陷带北段较南段的火山喷溢作用较为强烈,喷溢时间也较南部为早。北段始于青一段晚期,结束于青二段中晚期,而南段仅限于青二青三段之间。

青山口组沉积期间为松辽盆地的剧烈沉降期,处于松花江群一级沉积旋回中部的转折阶段,青山口组全组为一个完整的次级旋回,青一段末、青二段初,恰处于一级旋回和二级旋回的转折点,即湖盆由沉降向相对抬升的转折阶段,中央拗陷带南段的玄武岩和北段的中基性火山岩,在这一转折阶段先后喷溢是与盆地的构造演化密切相关。

(三) 玄武岩分布与区域地质的构造关系

中央拗陷带为松辽盆地拗陷最深、接受中新沉积最厚的地带,也恰是地幔隆起地壳最薄莫霍面上拱最高地带。在中央拗陷带中生代沉积厚达7000—10000m,而反映地壳厚度的莫霍面埋深仅29km,向东西两侧莫霍面向下倾伏,地壳增厚到35—37.5km,在大庆和乾安分别出现两个莫霍面高点(图1)。松辽壳断裂与莫霍面延伸方向一致,并沿莫霍面隆起的两个高点西侧通过,它是一条长期活动的深大断裂,对盆地的形成和构造演化有着巨大影响,中央拗陷带断续分布的玄武岩和中基性火山岩也与其有密切关系。从中央拗陷带的 ΔTa 航磁图和垂直磁力异常图分析,磁场的背景值分别为100伽玛和50伽玛,而沿松辽壳断裂和莫霍面隆起的延伸方向,其异常值则分别为250伽玛和200伽玛,明显高于背景值,而且多为孤立的小异常,表明可能为中心式喷溢的玄武岩或中基性火山岩的反映,亦即在盆地由沉降转为相对抬升阶段,沿松辽壳断裂的莫霍面抬升最高地段,在青山口组沉积中晚期断续有中心式玄武岩喷溢。

三、玄武岩与油气关系

在中央拗陷带钻过玄武岩或中基性火山岩的钻井已近10孔,在其上覆或下伏层位和玄武岩裂隙中均获得了良好油气显示或油气流。

乾124井的油气显示主要分布在玄武岩底部的青二三段和泉四段的粉细砂岩中,显示井段长达168m,在紧邻玄武岩底部的青一段厚仅3.6m的粉砂岩油层;经试油获得了日产原油3.91吨和少量天然气;在泉四段粉细砂岩油层(14m)试油日产原油5.9吨。

乾109井的油气显示与乾124井不同,显示都分布在玄武岩上部的青三段,1923.0—2129.3m井段都见有油迹、油斑或荧光反映,但试油效果不佳。

金6井的油气显示较好,青二三段的高台子油层共11层总厚66m,射开自喷日产原油38.64m²,表明油层压力较高,具有较大产能。

青山口组的暗色泥岩为松辽盆地的主力油气源岩,青二三段的粉细砂岩为盆地产能较高的高台子油层,在中央拗陷带并没有因青山口组中晚期有玄武岩喷溢活动,而改变或削弱这一油气分布规律,表明同沉积期的玄武岩或中基性火山活动对油气形成和聚集无破坏作用^[3]。

玄武岩或中基性火山岩的喷溢活动,受深大断裂所控制,在巨大岩浆压力下沿构造

软弱带迸发上涌,对已初步硬化成岩的上部地层,受岩浆喷溢的牵引作用,既可形成一定幅度的背斜构造,亦可使岩层产生裂隙,为油气提供圈闭条件和储集空间。如金6井即处于一较小背斜之上,闭合幅度仅14m,可能为火山喷溢的牵引作用所形成。同样乾124井在青一段产出的原油,亦可能属玄武岩喷溢引起的圈闭和储集体而构成的油藏。

青山口组中的玄武岩和中基性火山岩,在地震剖面图上都呈现清晰的丘形构形,在后期沉积的差异压实作用下,喷溢口附近由于玄武岩厚度大、岩性坚硬,而其周围岩浆物质少、岩性软弱,而可形成披盖式圈闭。在乾109井的青二三段油气显示和金6、金65井的油气流,即可能由玄武岩或火山岩引起的披盖式圈闭油藏。值得特别提出的是金6井以近源水下喷溢的火山碎屑岩和沉凝灰岩段,粒级杂乱,岩性混杂,岩层倾角可达40至70度,显系火山喷溢伴随的地震所形成的滑塌沉积或浊积体^[5]。由于它具有良好的物性条件,又被油气源岩所包围,应是不可忽视的一种新的油气藏类型,金6、金2、金65等探井就可能是这种“小而肥”的油气藏。

四、结 论

1. 松辽盆地中央拗陷带青山口组沉积的中晚期,存在中基性岩浆的喷溢活动,沿着莫霍面隆起最高地段和松辽壳断裂西侧,断续展布有玄武岩和中基性火山岩体。

2. 青山口组的玄武岩和中基性火山岩体,具有较高的磁异常和较大的地震层速度,在地震剖面上有明显的丘形反射构形,在测井曲线上的“一高三低”的特征,为确定和划分玄武岩的有效综合标志。

3. 玄武岩和中基火山岩体之下的沉积层,常发育与岩浆喷溢牵引而形成的局部构造,在其上部沉积岩层,则发展有与岩体特殊构形相一致的差异压实作用所形成的圈闭,而在其周围沉积体中则发育与火山活动相伴随的火山浊积岩体,玄武岩体上下及其周围有利于油气藏的形成,不是油气勘探的禁区,而是油气勘探的新领域和新层位。

本文在编写过程中,得到了张惠、高荫清、刘昌玉等同志的大力协助和提供资料,成文后又对原稿作了审查,特致予诚挚的谢意。

参 考 文 献

- [1] 王衡鉴: 松辽盆地齐家凹陷的石油地质特征,《石油和天然气地质》,5卷3期,1984年。
- [2] 王槐基: 火成岩的地震反射特征,《石油地球物理勘探》,1981年第5期。
- [3] 唐忠取: 三水盆地火山活动与油气的关系,《石油与天然气地质》,5卷2期,1984年。
- [5] 刘秋生: 火山岩地震相,《石油地震地质》2卷2期,1986年。
- [5] 杨继良等: 松辽盆地的白垩纪浊流沉积,《石油勘探与开发》,14卷2期,1987年。

RELATIONSHIP BETWEEN THE INJECTED BASALT IN QINGSHANKOU FORMATION AND OIL/GAS IN ZHONGYANG DEPRESSION, SONGLIAO BASIN

Han Guangling Zhao Hongtao Bian Wen

(Jilin Research Institute of Petroleum Exploration
and Development, Ministry of Petroleum Industry)

Abstract

The Cretaceous Qingshankou Formation of Songhuajiang Group comprises the main source rocks of Songliao Basin. It is proved that basalts have been injected into this formation in Qianan and Taikang areas of the central depression zone. The authors of this paper approach to the relationship between the distributive characters of the basalt and oil/gas. It is considered that axial injection and eruption of the basalt occurred along the heightened Moho discontinuity of the basin during the late sedimentation stage of Qingshankou Formation. The seismic waves have rather high velocity in the basalt area and constitute dune reflective configurations. The logging curves in the basalt area are characterized by "one high and three lows".

Generally speaking, drag structures related to the basalt eruption would develop beneath the basalt body while primary structures related to the dune configuration and differential compaction would develop above the basalt body. Therefore, such an area would be favourable for the traps of oil/gas. In addition, gentle baking of the source rocks by the basalt eruption and injection would improve the prospect for oil/gas exploration.