

三水盆地火山活动与油气的关系

唐忠·馭

(地质矿产部第十二普查勘探大队)

三水盆地位于珠江三角洲,是一个小型白垩纪至早第三纪拉张型断陷盆地。在生油岩沉积时期和油气生成、运移时期皆有强烈的火山活动。

一、火山活动特点

在三水盆地地表和钻井中普遍发现岩浆岩和火山碎屑岩。白垩纪一早第三纪的火山活动可归纳为3个旋回、13个喷发期。喷发次数超过100次,火山岩累计厚度逾2000米(表1)¹⁾。

白垩纪的火山岩仅分布于盆地东部,厚度薄,面积小,对油气影响不大,本文不予讨论。早第三纪火山活动频繁、激烈,岩浆岩夹杂于沉积层之中或以刺穿方式产出,显示多期、间歇喷发或贯入的特点。火山以中心式猛烈爆发为主,亦有岩浆沿裂隙宁静地流溢²⁾。每个喷发期的火山岩,少则几层,多则几十层,厚度自数米至上千米不等。埤心时(E_{1-2b})有2期、14次以上喷发,以酸性流纹岩开始,安山岩、玄武岩结束,厚224米。隐伏古火山口分布于石潭、南坑、洞溪、莲子塘和吉利圩等处。上部有一层凝灰岩,特征明显,分布广泛,为地层标志层。西埤时(E_{2x})有2期、13次以上喷发,已发现坑田火山口,它附近的火山岩厚281.5米。华涌时(E_{2-3h})是火山活动最激烈时期,以粗面岩为主,还有流纹岩、安山岩和玄武岩,火山碎屑岩也极发育。总的看来,三水盆地的火山岩岩性复杂,种类繁多,多属碱性玄武岩系列的碱钙性岩,少数为白榴石玄武岩系列的碱性岩,反映岩浆来源较深。

盆地内发育NE(NNE)及NW两组断裂,它们相互交切,组成网格。盆地呈长轴近南北向的菱型块体。火山受上述断裂控制,沿盆地南北轴部成群成带分布。第二旋回火山主要受NE(NNE)断裂控制;第三旋回火山则主要受NW向张断裂制约。据地表、钻井及磁测资料,早第三纪古火山口在10个以上。风景绮丽的西樵山就是由华涌期火山岩构成的,主峰高300余米,古火山口隐约可见,火山岩露头面积近20平方公里。盆地中部紫竹岗见粗面岩组成的山丘,面积约17平方公里。紫洞圩—南庄一带地表多处见玄武岩锥、岩脉或岩墙穿插华涌组地层,据磁测资料分析,该区广泛分布埋藏较浅的小玄武岩体,面积约100平方公里。由上述火山群组成的火山活动带,南北长45公里,东西宽8—12公里,面积约300平方公里,主要展布在小塘凹陷——目前三水盆地向斜轴心部位(图1)。

1) 罗丰全, 1982, 广东三水盆地火山活动与油气的关系。

2) 同上。

表 1 三水盆地白垩纪—早第三纪火山活动特征表

火 山 活 动					喷 发 物		次火山岩	
旋回	喷发期	岩类	喷发次数	厚度(米)	层位	岩 石		分 布
三	Ⅱ	玄武岩	3*	11.06	$E_{2-3}h^4$	玄武岩	金星岗地表	较发育
					$E_{2-3}h^3$			
	Ⅲ	粗面岩	3*	9.00—84.00	$E_{2-3}h^2$	粗面质凝灰岩—角砾岩	华涌地区水深 20、水 29、水 3 井	
	Ⅳ	安山岩玄武岩	3*	1.74—29.50	$E_{2-3}h^2$	玄武岩、局部见碱性玄武岩和安山集块岩	莲子塘—洞冲堂水深 8、29、水 3 井	
	X	粗面岩	30*	0.80— >1000	$E_{2-3}h^2$	粗面岩、粗面质凝灰岩—角砾岩，局部夹粗安岩	盆地中部水深 2、8、46、水 50、CK ₁₂ 等 35 口井，以及黎边山和西樵山地表	较发育
	Ⅴ	安山岩玄武岩	17*	2.00—277.70	$E_{2-3}h^2$	玄武岩、玄武质凝灰岩—角砾岩，夹安山岩	盆地中部水 45、39、59、15 等 27 口井	
	Ⅶ	流纹岩	9*	4.91—384.50	$E_{2-3}h^2$	流纹斑岩、流纹质凝灰岩—集块岩、局部夹英安岩	走马营—小塘水深 8、30、水 15 等 5 口井，以及大同圩地表	较发育
二	Ⅶ	安山岩玄武岩	5*	1.50—72.00	$E_{2-3}h^1$	凝灰岩、凝灰质砂、泥岩，局部有玄武岩和安山岩	盆地中部南 13、水 32、59 等 26 口井	
	Ⅵ	安山岩玄武岩	5*	1.00—86.00	E_2x^2	凝灰岩、凝灰质砂、泥岩，局部见玄武岩和安山岩	盆地中部水深 13、4、水 36 等 15 口井	
	V	粗面岩流纹岩	7*	0.50—281.50	E_2x^1	粗面岩、流纹岩、流纹质凝灰岩—角砾岩、凝灰质砂、泥岩	盆地中部南 22、水深 24.4 等 10 口井	较发育
	Ⅳ	安山岩玄武岩	12*	0.85—220.30	$E_{1-2}b^3$ $E_{1-2}b^2$	玄武质或安山质凝灰岩，局部见玄武岩和安山岩	盆地中部水 69、南 13、水深 21、8、水 4、36 等 52 口井	
	Ⅲ	流纹岩	1*	0.80—3.37	$E_{1-2}b^{1-2}$	流纹质凝灰岩—角砾岩	流溪—高丰水 43、41、65、56 井	
一	Ⅱ	安山岩玄武岩	4*	0.87—55.50	K_2d	玄武岩，局部见安山岩、安山质凝灰岩	石围塘—潭村 ZK ₃₋₄ 、ZK ₃₋₆ 、ZK ₃₋₇ 、水 42、22 井	
					K_2s			
一	I	流纹岩	1*	1.00	K_1b	流纹岩、英安岩、凝灰岩	广州河南地表	较发育

注：E₂₋₃h—华涌组，E₂x—西樵组，E₁₋₂b—埗心组，K₂d—大塍山组，K₂s—三水组，K₁b—白鹤洞组

盆地地表或井下屡见次火山岩体（未喷出地表的浅成岩体）刺穿或贯入现象，在某些钻井中尚见少量煌斑岩。小塘附近的水深 29 井于埗心组中见属华涌组二段的次流纹岩，连续厚度近 600 米；驛岗一带见华涌组二段的次粗面岩连续刺穿埗心、西樵和华涌组地层，出露于地表（图 2）；西樵山西侧三星岗粗面岩侵入华涌组二段泥岩，造成围岩揉皱、变质和错断（图 3）。熔岩与围岩的接触带常见变质现象，但一般甚轻微。如小塘一带钻井见砂岩因受热变质而产生石英颗粒次生加大和镶嵌现象；紫竹岗、石头村、紫洞圩一带，与火成岩接触的围岩见变色带，厚几厘米至几十厘米。据国外观测，火山

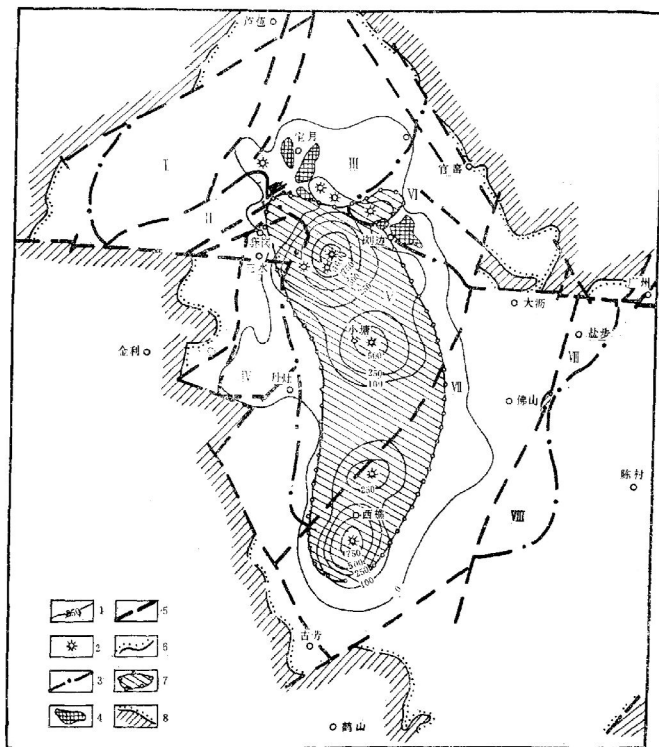


图1 三水盆地早第三纪火山岩分布与构造单元划分图

1—火山岩等厚线(米), 2—火山口, 3—构造单元界线, 4—油田, 5—断层, 6—不整合界线, 7—火山岩分布范围, 8—盆地边界

I—大沙凹陷, II—河口凸起, III—宝月凹陷, IV—冯村斜坡, V—小塘凹陷, VI—大槐凸起, VII—大沥-官山凸起, VIII—盐步凹陷

熔岩在地表的温度在 790°C 至 1225°C 之间^[1], 由于三水盆地火山群集中且又反复活动, 火山岩厚度和体积都很巨大, 其释放的热量是十分可观的。

二、火山活动与有机质演化的关系

1. 火山活动提高古地温, 使生油门限深度变浅

三水盆地主力生油岩(埤心组), 现今埋藏深度浅于 377 米者亦已成熟^[2]。这主要是由于火山活动提高了地温, 其次也由于地史上的最大埋藏深度比现今埋藏深度大。

作者利用地质资料和泥岩压实资料恢复生油岩原始埋藏深度, 确定埤心组生油岩的

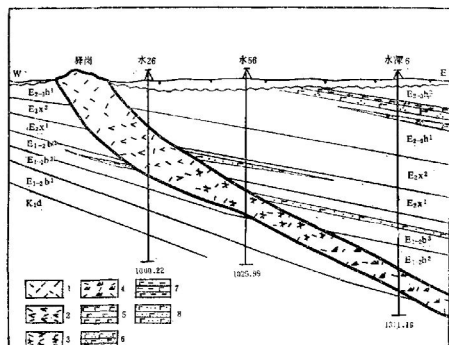


图2 三水盆地驿岗—水深6井次粗面岩剖面图

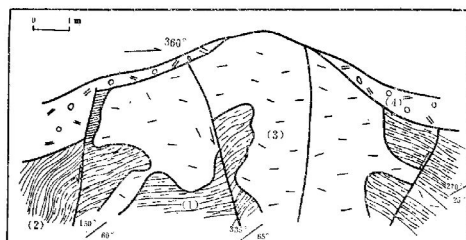


图3 西樵山三星岗粗面岩穿刺泥岩产生褶皱和错断素描

- 1—深色泥岩
- 2—黄褐色泥岩
- 3—粗面岩
- 4—第四系堆积物
- 150°/60°及335°/65°
指断层面的倾向/倾角
- 270°/25°为地层倾向/
倾角。

生油门限深度为1200米(大大浅于我国东部其它盆地地下第三系生油岩,见表2)。与成熟阶段相对应的原始埋藏深度区间为1200—2100米。在此深度区间内,烃转化率大于3%,最大达15—20%,OEP小于1.2,抽提物中饱和烃含量可高达80%,镜质体反射率 R_o 为0.7—1.3%。高成熟阶段,原始埋深2100—2600米,氯仿沥青/有机碳和烃/有机碳显著下降, R_o 上升到1.3—2.0%。

表2 三水盆地与其它盆地生油门限深度对比*

地 区	三 水	江 汉	苏 北	东 营	黄 骅	冀 中
生油岩层位	E _{1-2b}	E _q	E _f	E _s	E _s	E _s
门限深度(米)	1200	2200	2000	2200	2200	2600

* 除三水外,其余地区未恢复剥蚀深度。表内苏北数据引自江苏石油地质大队,1982;冀中数据引自王启军等,1980;江汉、东营、黄骅三地数据引自文献[3],[4],[5]。

埭头组二段属古—始新世沉积,年龄约60百万年。现今盆地内的地温梯度为

3.13℃/100m, 地表年平均温度为 21.5℃。如果没有火山活动, 其生油门限深度应在 2200 米左右。但实际门限深度仅 1200 米, 可见火山活动的确提高了古地温。

2. 火山活动使生油岩的残存有机质丰度大幅度降低

埤心组生油岩主要分布在宝月和小塘两个凹陷内(图 1), 最厚处约 600 米。两个凹陷的生油岩都是湖相暗色泥岩, 厚度相近, 按其原始有机质丰度应相近, 但是由于两个凹陷的火山活动强弱悬殊, 残余有机质丰度差异颇大。

图 4, 5 和 6 表明, 埤心组二段生油岩有机质(有机碳、氯仿沥青和总烃)的高丰度带分布于宝月凹陷及边缘地带, 围绕中部火山活动带展布, 呈向南开口的马蹄形火山活动带(主要分布在小塘凹陷); 各种有机质丰度皆显低值。图 7, 8 和 9 反映埤心组三段生油岩残余有机质丰度和火山活动带的关系, 和上述情况相似的是, 火山带呈低丰度值。宝月凹陷和东部边缘为高丰度带, 呈“了”字分布。西部边缘由于该段发育河流、三角洲及水下冲积扇砂体, 泥岩较少, 因此, 有机质丰度显低值。

由表 3 可见, 受火山活动影

图 5 三水盆地埤心组二段氯仿沥青丰度与华涌组火山熔岩关系图

- 1—取样井号/氯仿沥青丰度(ppm)
- 2—氯仿沥青丰度等值线(ppm)
- 3—熔岩等厚线(米)
- 4—埤心组二段残留边界

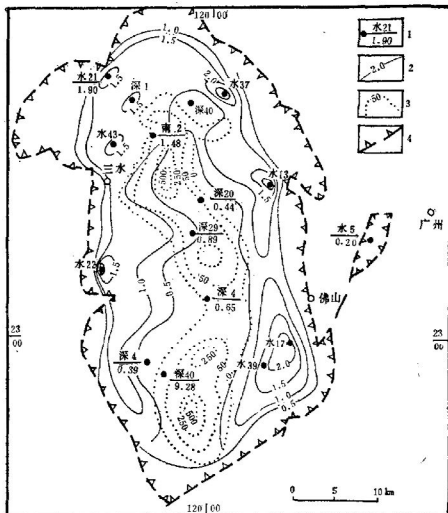
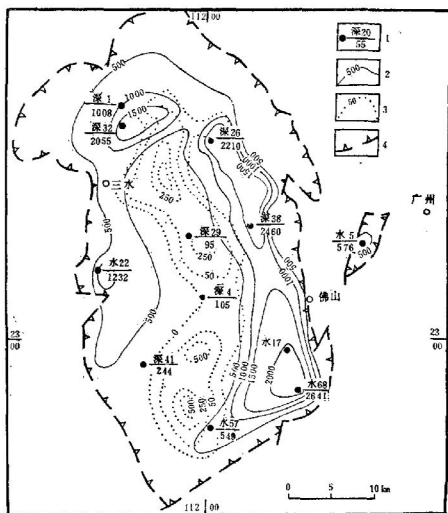


图 4 三水盆地埤心组二段有机碳丰度与华涌组火山熔岩关系图

- 1—取样井号/有机碳丰度(%)
- 2—有机碳丰度等值线(%)
- 3—熔岩等厚线(米)
- 4—埤心组二段残留边界



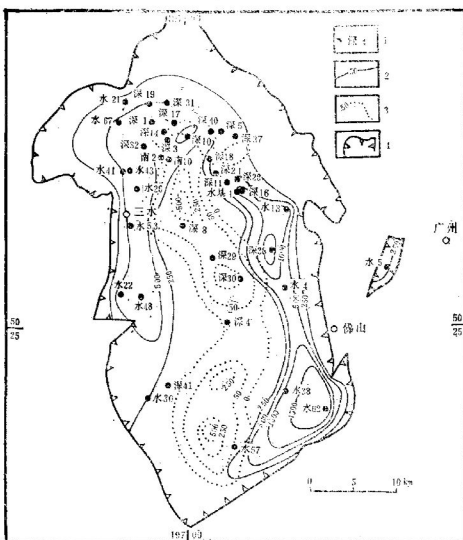
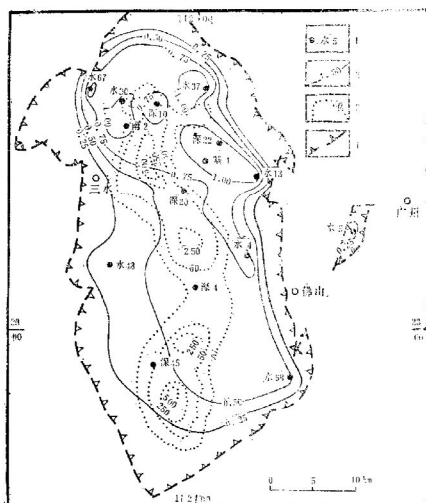


图6 三水盆地坳心组二段总烃丰度与华涌组火山熔岩关系图

- 1—取样井号, 2—总烃丰度等值线 (ppm),
- 3—熔岩等厚线 (米), 4—坳心组二段残留边界



响严重的小塘凹陷, 其有机碳丰度大体为宝月凹陷一半, 氯仿沥青和总烃含量降低幅度更甚。我们认为, 由于火山形成的高地温场反复作用, 使生油岩进入高成熟和过成熟阶段, 有机质生成湿气或干气逸出, 因而残存有机质大幅度降低。B.P. Tissot 指出, 如果有有机质已演化到干气阶段, 则有机碳丰度达 0.5 % 时, 可能证明原始有机碳为 1 % 或更多^[8]。据肉眼观察, 小塘凹陷内生油岩的颜色和宝月凹陷无异, 皆为深灰至灰黑色 (宝月凹陷生油岩为成熟阶段晚期), 若以上述比率恢复小塘凹陷生油岩的原始有机碳含量, 可达 1—1.5 %, 和宝月凹陷相近。

杨文宽^[8]在研究了球状侵入体对干酪根演化进程的影响程度之后指出: 岩浆余热影响围岩中干酪根演化进程的空间范围, 不仅取决于干酪根同侵入体的距离, 而且取决于侵入体的半径。在围岩初始温度为 100 °C 的条件下, 如果球状侵入体半径为 2—5 公里, 则在离侵入体球心 1.6—2 倍半径处, 干酪根已经不受或者基本上不受岩浆余热的影响了。三水盆地早第三纪火山熔岩锥体半径一般为 2—3 公里, 同一地点各期熔岩累叠体的半径在 5 公里之内。火山群南北相连, 呈长

图7 三水盆地坳心组三段有机碳丰度与华涌组火山熔岩关系图

- 1—取样井号
- 2—有机碳丰度等值线 (%)
- 3—火山熔岩等厚线 (米)
- 4—坳心组三段残留边界

条带状展布。火山活动带对围岩干酪根演化进程的影响范围,已反映在图4至图9中;随着与火山带距离增加,有机质丰度逐渐升高。围绕火山带展布的高丰度带,可以认为是基本上未受熔岩余热影响的地带,与熔岩体中心的距离大体上为熔岩分布区半径的两倍。由于三水盆地的岩浆岩并非球状侵入体,加上活动次数多,其热作用肯定比单一而规则的球状侵入体复杂得多。

三、火山活动对油气聚集、保存的影响

不言而喻,要弄清火山活动对油气聚集、保存的影响,必须先搞清火山活动期与油气生成、运移期的关系。

三水盆地的油气来自坳心组生油岩,其大量生成和运移发生于华涌时中一晚期,在这个时期以前的火山活动能促进生油岩演化,有利于油气的形成,对油气的聚集、保存没有不良影响。宝月油田某些产油气的断块,见坳心时、西坳心时的火山,熔岩厚度巨大,在该熔岩的缝洞之中可见油气显示。在油气生成运移时期或期后发生的火山活动,对油气的聚集和保存则起破坏性作用。三水盆地的勘探程度较高,地震勘探证实的局部构造,大部分都已钻探。从图10明显可见,油田、

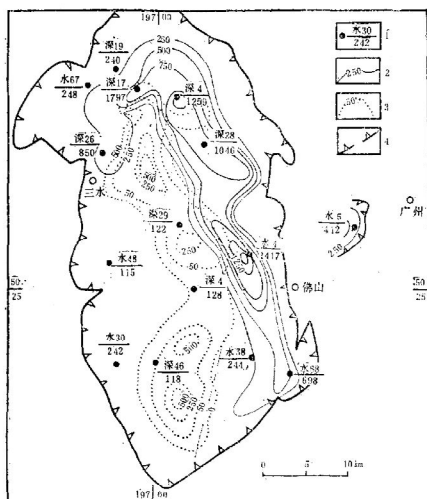


图8 三水盆地坳心组三段氯仿沥青丰度与华涌组火山熔岩关系图

1—取样井号/氯仿沥青丰度(ppm), 2—氯仿沥青丰度等值线(ppm), 3—火山熔岩等厚线(米), 4—坳心组三段残留边界

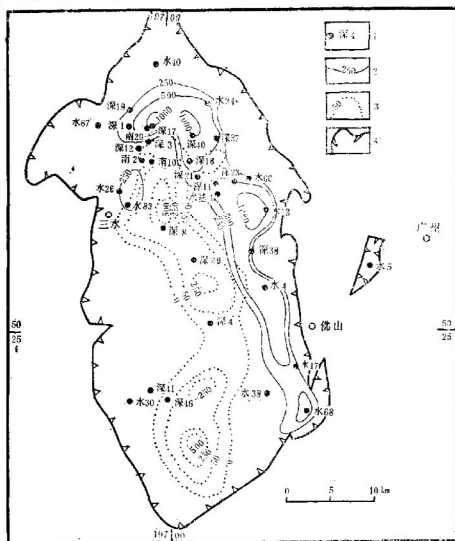


图9 三水盆地坳心组三段总烃丰度与华涌组火山熔岩关系图

1—取样井号
2—总烃丰度等值线(ppm)
3—火山熔岩等厚线(米)
4—坳心组三段残留边界

表3 三水盆地埤心组生油岩的有机质丰度

地 区	层 位	有机碳 (%)	氯仿沥青 (ppm)	总烃 (ppm)
宝月凹陷	E ₁₋₂ b ³	0.95/6	689.4/10	756/5
	E ₁₋₂ b ²	1.59/2	1396.4/7	819.7/5
小塘凹陷	E ₁₋₂ b ³	0.516/15	88.3/23	97.5/7
	E ₁₋₂ b ²	0.70/11	71.8/18	73.8/3

分母代表分析样品数

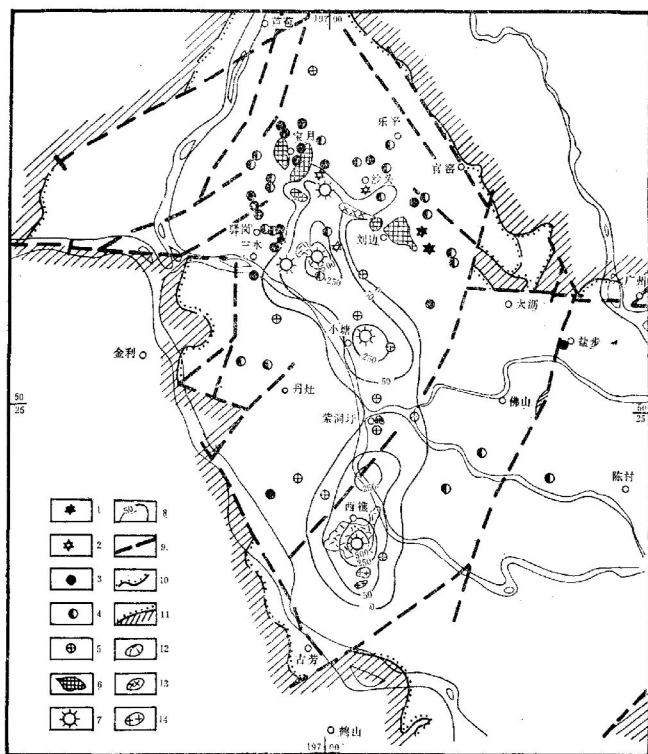


图10 三水盆地油气与华涌期火山活动关系图

- 1—油井, 2—CO₂气井, 3—良好显示井(油浸级以上), 4—较差显示井(油斑级), 5—干井, 6—油气田, 7—华涌期火山口, 8—华涌期火山熔岩等厚线(米), 9—断层, 10—不整合界线, 11—盆地边界, 12—粗面岩, 13—玄武岩, 14—流纹岩

油井和良好的油气显示井都围绕着火山带分布,和上述生油岩有机质丰度分布十分相似。火山活动带内的钻井,油气显示很差,在构造顶部布置的钻井,如水深24井、水深29井、水深30井未见任何油显示或仅见无机生成的 CO_2 气。火山带内至今未打出产油井。据资料分析,小塘凹的生、储、盖、圈等条件是具备的,但由于油气形成期后的岩浆活动过于强烈,火山带内油气极少。在盆地内驿岗、山下一带,在华涌时的次粗面岩裂隙中见干涸状态的沥青或稠油,可能是火山活动破坏原油而留下来的残余物。

关于火山熔岩、次火山岩侵入体破坏油气的范围,与熔岩体的形状和半径有关。从现有实际资料分析,其直接破坏范围有限,一般离开火山口或次火山岩体1—2公里,即可免除直接破坏。

四、火山活动与圈闭形成的关系

在三水盆地已发现与火山活动有成因联系的圈闭构造有两种:

1. 火山刺穿构造

火山岩浆侵入、刺穿沉积岩层的时候,使围岩受牵引、拱顶变形,造成背斜或断鼻构造。在小塘凹陷火山活动带内已发现的坑田、紫竹岗、洞神堂、白沙桥构造等属于此类。它们的特点是:以短轴背斜、穹窿或断鼻出现,伴生的断裂发育;火山刺穿部位在地震剖面上往往缺乏反射,呈空白区;钻井之中常见厚度巨大的次火山岩,有时可厚达数百米(图11);地层产状陡峻,可达40—50度(本区一般构造的倾角为几度至十几度);刺穿构造闭合面积较小,一般为1—3平方公里。

三水盆地已发现的火山刺穿构造多是华涌时火山活动形成的,因此对储集和保存油气不利(至今未发现石油),仅在坑田构造发现纯二氧化碳气藏。

2. 与火山有关的披盖构造

在火山喷发停积物形成的锥体或高地基础上,上覆沉积物由于厚薄不同,引起差异压实作用,在火山隆起上的上覆岩层形成背斜构造。其特点是:构造比较开阔平缓,常呈穹窿或短轴背斜出现,比较完整,断裂较少,火山岩与上覆层之间常有间断,有时见风化残积粘土。盆地内已在紫竹岗(图12)、白藤岗地表发现此类构造。此外,在火山刺穿构造顶部,如紫竹岗、

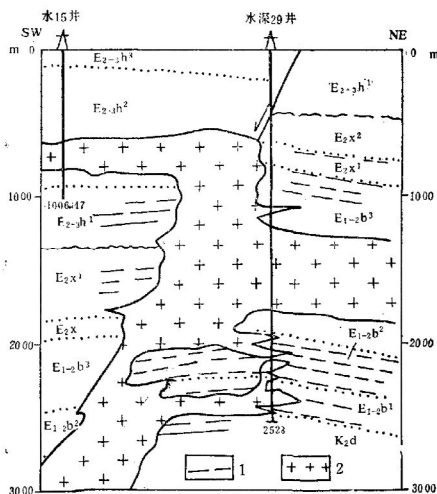


图11 洞神堂火山刺穿构造剖面示意图

1—地震反射层, 2—流纹(斑)岩

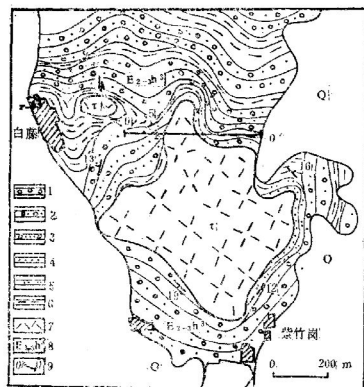


图12 紫竹岗火山披盖构造略图

- 1—砾岩, 2—砂砾岩, 3—含砾砂岩, 4—砂岩,
5—泥质粉砂岩, 6—泥岩, 7—粗面岩(τ),
8—地层代号, 9—剖面线

二叠系和石炭系的 $\delta^{13}\text{C}$ 值(-2.2‰ 至 $+5\text{‰}$)相近。经交换平衡计算证明, 纯二氧化碳气藏中的 CO_2 和石灰岩具有亲缘关系, CO_2 主要起源于岩浆热解石灰岩及火山喷溢^[8]。三水盆地内粗面岩、流纹岩中的碳酸盐的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 0.6 至 1.7‰ , 和上述 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值极相近。目前已发现的纯二氧化碳气藏(图10)皆处于火山带内或火山带附近, 说明它们与火山活动关系十分密切, 是一种无机成因的气体。

六、火山活动与储集层的关系

火山熔岩、碎屑岩的原生孔隙、气孔或次生的裂隙、孔隙可储集油气^[9,10]。三水盆地已发现流纹岩裂隙产出纯二氧化碳气; 宝月油田在凝灰岩和破碎带中产原油, 初产达 20.7 立方米/日; 在粗面岩、玄武岩的裂隙、气孔和凝灰岩的孔隙中, 已多井(地)发现油气显示。由此可见, 火山岩或火山碎屑岩可作为油气储集层。

火山活动对储层亦有不利影响。由于岩浆的烘烤, 加上岩体侵入、刺穿时产生的压力作用, 使其邻近的砂岩遭受压实, 发生次生加大和镶嵌, 因而孔隙度明显降低, 物性变劣。小塘凹陷砂岩极致密坚硬即与此种作用有关。

小 结

1. 三水盆地的火山活动提高了古地温, 促进了生油岩有机质的转化, 使生油门限

坑田、白沙桥等构造上部, 亦可能存在该类构造。

由于构造形成的时间晚(多为华涌时), 埋藏浅, 对于石油和可燃天然气的聚集和保存的意义很小。但对于与火山活动有关的 CO_2 气的聚集可能有利, 值得研究探索。

五、火山活动与二氧化碳气藏的关系

三水盆地已发现和开发高纯度的二氧化碳气藏(CO_2 含量 $>99\%$), 主要产自埤心组石灰岩及火山岩之中。水深9井、水深24井和罗村卫生院水井的 CO_2 , 碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 值分别为 -0.3‰ 、 $+0.8\text{‰}$ 和 -7.7‰ , 和本区有机成因的甲烷(宝1井, $\delta^{13}\text{C}$ 为 -55.5‰ ; 水深3井, $\delta^{13}\text{C}$ 为 -45.3‰), 原油(水深11井, $\delta^{13}\text{C}$ 为 -26.0‰ ; 水深13井, 为 -27.3‰)和煤(上三叠统, $\delta^{13}\text{C}$ 为 -21.8‰)截然不同, 而与盆地内的石灰岩(埤心组、

深度变浅。火山活动带内生油岩的残余有机质丰度显著降低。火山岩岩浆余热影响围岩干酪根的范围与熔岩的形状和体积有关,离火山口或次火山侵入体中心两倍熔岩体半径处,干酪根已基本上不受熔岩余热影响。

2. 与生油层沉积同期或油气大量生成期前的火山活动,有利于有机质转化和油气运移。油气生成期后的火山活动,对油气的聚集、保存有破坏作用,但波及范围较窄,一般离开火山口或次火山岩体1—2公里,即可免受直接破坏。三水盆地的油气田、油井和良好的油气显示围绕华涌组火山带展布,带内油气显示差。

3. 火山活动可使围岩变形,形成刺穿或披盖构造;火山岩及火山碎屑岩本身可作为储集层;火山岩岩浆余热使砂岩变质,储集性能变差。

4. 火山活动带内或近邻,常富集与火山活动有关的二氧化碳气藏。

本文应用了我队历年的地质资料,特别是参阅和使用罗丰全、朱朝佩、潘燕新、殷黎华、黄秀治、杜林坚、谭灿添同志的报告和图件。李杰才同志曾审阅全文,并提出宝贵意见。在此一并致谢。

(收稿日期 1983年11月8日)

参 考 文 献

- [1] I.S.E.卡迈克尔等,1974,火成岩石学。从柏林等译,1982,地质出版社。
- [2] 卢松年等,1982,冀中坳陷下第三系生油岩的演化及其与泌阳和三水盆地的对比。石油地质文集—6,地质出版社。
- [3] 江继纲,1981,江汉盆地咸水湖相潜江组油、气的生成。石油学报增刊(陆相生油论文集)。
- [4] 程克明等,1981,中国中、新生代陆相盆地中有机质的热演化。石油学报增刊(陆相生油论文集)。
- [5] 田克勤等,1981,黄骅坳陷油气生成与初次运移的探讨。石油学报,第2卷,第1期。
- [6] D.G.霍布森编,1977,石油地质学进展(一),刘和甫等译,1981,石油工业出版社。
- [7] 杨文宽,1983,球状侵入体的散热过程及其对于干酪根的影响。石油与天然气地质,第4卷,第3期。
- [8] 唐忠叙,1980,三水盆地二氧化碳气藏地质特征及成因探讨。石油实验地质,第3期。
- [9] 游有光,1982,苏北东台坳陷新生代火成岩分布及其含油性。石油地质文集—6,地质出版社。
- [10] 西北大学地质系石油地质教研室,1979,石油地质学。地质出版社。

RELATIONSHIP OF OIL AND GAS WITH VOLCANISM IN SANSHUI BASIN

Tang Zhongyu

(The 12th Petroleum Prospecting and Exploration Brigade,
Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The Eogene volcanism were quite often in Sanshui Basin. Various lavas and volcanic clastics, totalling about 2,000m thick, were formed in more than one hundred times of volcanic eruption. They distribute mainly in the central part of the basin which measures 45 km long NS and 8-12 km wide EW, and formed in the process of deposition of the Buxin Formation (E_{1-2b}), the source rock, and also in the generation and migration process of oil and gas in it. As a

result, they have exerted great influence both on the accumulation and preservation of oil and gas.

The high ancient geotherm derived from the volcanism had accelerated the evolution of source rocks, so the depth of oil generating threshold is 800-1,200m shallower than that in basins elsewhere in the eastern part of China. The abundance of organic matters, such as organic carbon, chloroform asphalt and hydrocarbon, decreased remarkably due to volcanism within this area, resulting in poor oil and gas showing. Rocks rich in organic matters are distributed in a horse-shoe belt surrounding the centre of volcanics, showing clear relationship to the distance away from the area of volcanic eruption centres or subvolcanic intrusions and also to the shape and volume of lavas. In fact, almost all oil and gas fields and wells with good showings are located around the area of volcanic activities. Volcanism occurred during the stage of oil and gas migration, for example, formed in the deposition process of the Huayong Formation (E_2-3b), had brought serious damage to oil and gas.

Diapiric and draping structures were formed due to volcanic activities in San-shui Basin, but they bear no significance for oil and gas accumulation, because of their delay in formation.

The highly pure carbon dioxide (99.5%) pools discovered in the present area are closely related to volcanism, they distribute in or close to the terrain of volcanic rocks.

我国近海石油普查勘探有巨大进展

自从 1959 年地质部在渤海开展航空磁测和 1963 年石油工业部在莺歌海开始海上石油勘探以来,我国海洋石油普查勘探取得了巨大进展。先后发现和圈定了渤海、北部湾、莺歌海、南黄海、珠江口、东海和台湾浅滩等 7 个大中型沉积盆地,总面积近 100 万平方公里;除东海盆地东部和珠江口盆地南部外,其余水深都在 200 米以内。经过地质部和石油工业部 20 多年来的共同努力,在国家海洋局、中国科学院和海军部门的大力协助下,已完成大量航磁、船磁、地震、重力等物探工作,其中由我国独立完成的地震测线长达 28.59 万公里;在各海域共打勘探井和开发井近 200 口(包括中外合作区,但未包括台湾海域的约 60 口),其中近百口井见油气显示,有数十口井试获工业油气流;除南黄海外,其它盆地都已钻获工业油气流。

1979 年以来,我国政府制订了对外开放政策,决定利用外国资金和技术合作勘探开发海上石油资源,以加快我国石油工业的发展步伐。为此,先后与 13 个国家的 48 家公司签订了 8 个物探协议书和与 20 余家外国公司签订了 23 个合作勘探开发合同;物探协议区和合作勘探开发区的面积分别为 42 万和 9.4 万平方公里,包括渤海、南黄海和南海等海域。

外国公司在协议区和合作区共完成地震测线 14.46 万公里,一般使用 96—240 道地震仪,覆盖次数达 48—60 次,资料解释上采用国际通用流程,在此基础上进行了盆地评价。其方法大致为:(1)运用板块学说研究区域地质,确定盆地类型进行类比;(2)局部构造解释;(3)进行地震地层学研