

二连盆地阿北安山岩储层特征

唐 阶 廷

(华北油田勘探开发研究院)

阿北安山岩由3次火山爆发,至少12次岩浆喷溢形成,每次喷溢的熔岩层分为2—3个带,储层主要分布在上部1—2带内。喷溢亚相主流线,近火山口喷溢小相带,以及构造顶部孔隙较发育,共发育四类储集岩、七类孔隙和三类孔隙组合。低孔低渗,孔隙结构差,非均质性强,原始含水饱和度89%。相控生产比较明显,致使这类油藏的主要生产特点是初期就进入含水开采。

本文以额日格图火山为模式,根据大量岩心、分析化验、测井、试油试采等资料,论述了阿北爆发-喷溢式陆上火山岩独特的岩相类型,复杂的储集空间、孔隙结构与分布规律、储渗性质等等。

一、阿北安山岩油藏概况

(一)地质概况

到目前为止,已在内蒙古二连盆地下白垩统巴彦花群内,发现了阿北、萨达图和阿南三个火山岩体。厚度数十至数百米,面积70—100 km²。沿阿尔善大断裂呈北东向展布,以熔岩为主,为裂隙型爆发-喷溢式火山活动。

阿北安山岩油藏位于阿北火山岩体东半部,阿北构造上。东以蒙古林断层为界,南和西分别与阿尔善大断裂和达赖音苏木断层毗邻,是在安山岩熔岩台地基础上,由周边断层活动形成的菱角状弯曲背斜构造,地层倾角平缓,多在10°之内。

火山岩体夹于下白垩统陆相砂泥岩内,普见氧化色,无枕状构造,故属于陆相火山岩。平均埋深750 m,厚度0—263 m,一般60—150 m。

(二)基本生产特点

安山岩油藏具有一定的生产能力。单井日产量2—21.7 t,平均14.7 t;每米采油指数0.044—0.672,平均0.273 t/m.d.MPa,有的井初试不出油,经改造后产工业油流。如阿33井,740—756.8 m井段,初试出油花,水0.18 m³,酸化后日产油6.97 t。

单井日产量变化迅速,差异很大,但是仍具有较明显的规律。一般来说,中部喷溢小相带或近火山口,岩流主流线,低洼潮湿带(阿100),构造高部位或裂缝发育带,单位储层厚度日产量较高,呈北东-南西向条带分布。

室内相对渗透率试验基本反映了安山岩油藏生产特点。

无水采收率低。平均9.40%，绝大部分油要在含水期采出。由于安山岩“富含封闭自由水”，不少井试油时就含水。阿2井投产后即微含水，生产30天后，含水量明显上升，后仅经14天，含水量上升至12%，几乎每日上升1%，不到一个月，含水量上升至40%以上。因此，含水生产是安山岩油藏的基本生产特点。其它特点是：

(1) 生产压差大。生产压差2.58—6.45MPa，平均4.49MPa。

(2) 压降快，单位压降产量小。阿2井原始地层压力为6.72MPa，生产49天后地层压力为4.07MPa，总压降2.65MPa，每天下降0.054MPa，单位压降产量低，仅43.2 t。

(3) 酸化有一定效果，有效期短。酸化井酸前日产油2.86 t，酸后9.87 t，提高2.5倍。但有效期很短，平均不到一个月。

上述生产特点与安山岩储集特征有关，相控生产是比较明显的。

二、阿北火山岩岩性岩相特征

(一) 火山爆发喷溢次数与岩流层分带

据下白垩统火山岩之上，同一断裂系喷发出的额日格图等更新世爆发-喷溢式陆上火山岩野外模拟，喷溢熔岩层分带性非常明显，完整的有7带(图1)：

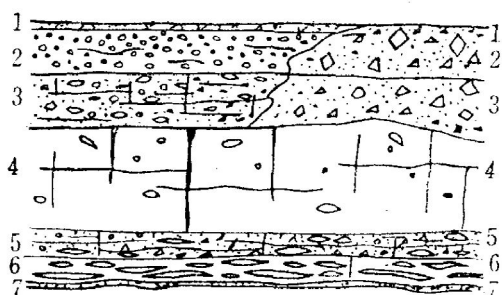


图1 一个典型喷溢岩流层分带示意图

1—顶部玻璃质表壳或火山渣状带，
2—顶部气孔带，3—上部层状节理缝发育带，
4—中部致密块状带，
5—下部层状节理缝发育带，6—底部压扁气孔带，7—底部玻璃质底壳带

(1) 顶部玻璃质表壳或火山渣状带；

(2) 顶部气孔发育带；

(3) 上部层状节理缝发育带。

在差异运动较强时，上述三带常被碎成角砾，形成岩流自碎屑岩。此时，岩流层上部发育大量砾间孔隙。

(4) 中部致密块状带；

(5) 下部层状节理缝发育带；

(6) 底部压扁气孔带；

(7) 底部玻璃质底壳带。

一个岩流层并非都有7带，但至少可见

2、4两个带，一般存在2、4、6三个带。

岩浆不断喷溢，不断叠覆，上述带反复交替，就形成火山熔岩特有的韵律层。

阿北安山岩韵律(分带)性也十分明显。如阿100井100 m厚的安山岩，由7个韵律层组成。不仅岩类、颜色、结构构造、孔隙类型及发育程度，呈韵律性反复交替，测井与岩石化学成份也呈韵律变化。一般来说，一个岩流层上部，测井资料是三高四低。三高是时差高、补偿中子高、感应高；四低是电阻低、中子伽马低、密度低、自然伽马低。下部正相反，为三低四高，即时差、补偿中子和感应低；电阻、中子伽马、密度与自然伽马高。在岩石化学方面，如第2岩流层由上至下的变化是：MgO渐增(2.7→3.7→3.8→5.5%)，Na渐增(2.51→2.73→3.75→4%)，Ga渐增(0.0038→0.0048→0.005→0.0053%)，

Ni 渐增 (0.0029→0.0033→0.0042→0.0036%), V 渐增 (0.014→0.018→0.020→0.022%)。这种变化主要是孔隙性与岩浆分异作用引起的。如上所述,岩流层上部一般孔隙发育,且充填程度低,充填物多为比重轻的硅钙等物质;下部孔隙一般不发育,且孔隙充填剧烈,充填物多为比重较大的绿泥石等物质。

阿8井安山岩夹两层凝灰质泥岩 (7.8, 13 m); 阿7井夹两层硅化凝灰质砂砾岩 (3.27, 3.5 m); 阿100井夹一层泥化很重的岩流自碎碎屑岩, 并见沉凝灰岩, 其上下两部分岩化成份差别较大, 上部钾含量 (1—3%) 明显大于钠 (0.2—2%), 下部相反, 是钠 (1—2.5%) 大于钾 (0.5—1.5%)。上述夹层的存在, 反映了火山爆发喷溢停止的时间较长。因此, 可用这些夹层来判断火山爆发次数。用这种方法确定阿北安山岩由3次火山爆发, 至少12次岩浆喷溢形成。

粘土矿物的分布也可用作划分爆发次数的依据。如图2所示阿100井安山岩顶部风化时间较长, 高岭石含量高达61—79%, 中下部仅13—34%; 蒙脱石在第一次爆发层顶部 (I₂) 为83—84%, 第二次爆发层顶部 (II₇) 为70%, 而在II₅层仅13%。

(二) 火山岩相带及其分布

地面调查表明, 一个一次爆发一次喷溢的火山岩体, 可分成5个亚相10个小相 (图3)。

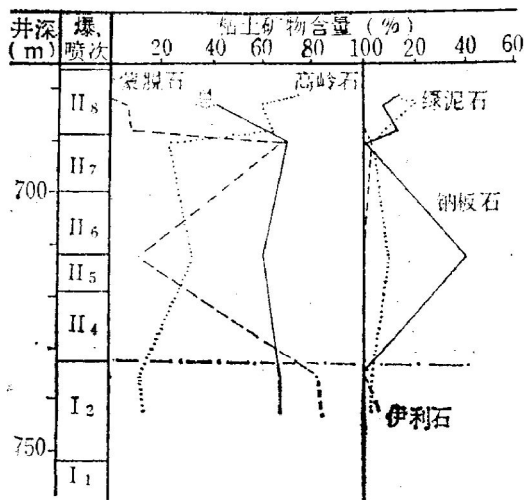
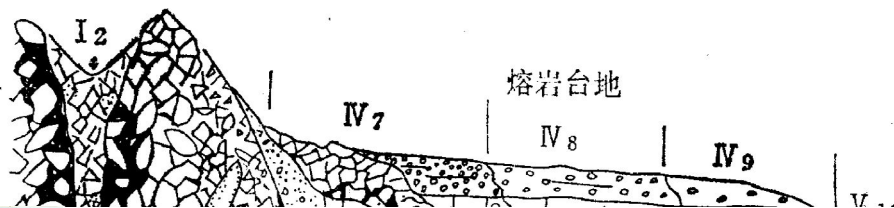


图2 阿100井安山岩粘土矿物分布曲线



I₃ 火山集块岩小相

I₄ 火山角砾岩小相

I₅ 凝灰岩小相

II 次火山岩亚相

II₆ 岩墙小相

IV 喷溢亚相

IV₇ 近火山口喷溢小相。岩类相对较复杂, 主要为气孔-浮岩状熔岩, 致密块状熔岩, 岩流自碎屑岩。气孔特别发育, 线孔率高达80%以上。气孔直径一般1—2cm。柱状和层状节理缝发育, 前者多为5—6边形, 线密度约3—4条/m。

IV₈ 中部喷溢小相。岩类较简单, 主要为含气孔-气孔状与致密块状熔岩, 两者大约各占一半。气孔远不如IV₇发育, 线孔率50%左右, 且孔径较小, 一般0.4—0.5 cm。柱状节理缝多为3—4边形, 线密度1—2条/m。

IV₉ 边缘喷溢小相。岩类简单, 主要为致密块状熔岩。含气孔熔岩厚度薄, 一般仅10 cm左右。气孔不发育, 线孔率约10%, 一般发育一组柱状节理, 线密度也较小, 0.5—1条/m。

V₁₀ 坡积角砾岩亚相。

阿北安山岩为一由西南向东北减薄, 并向东南和西北尖灭的舌状体(图4)。厚度

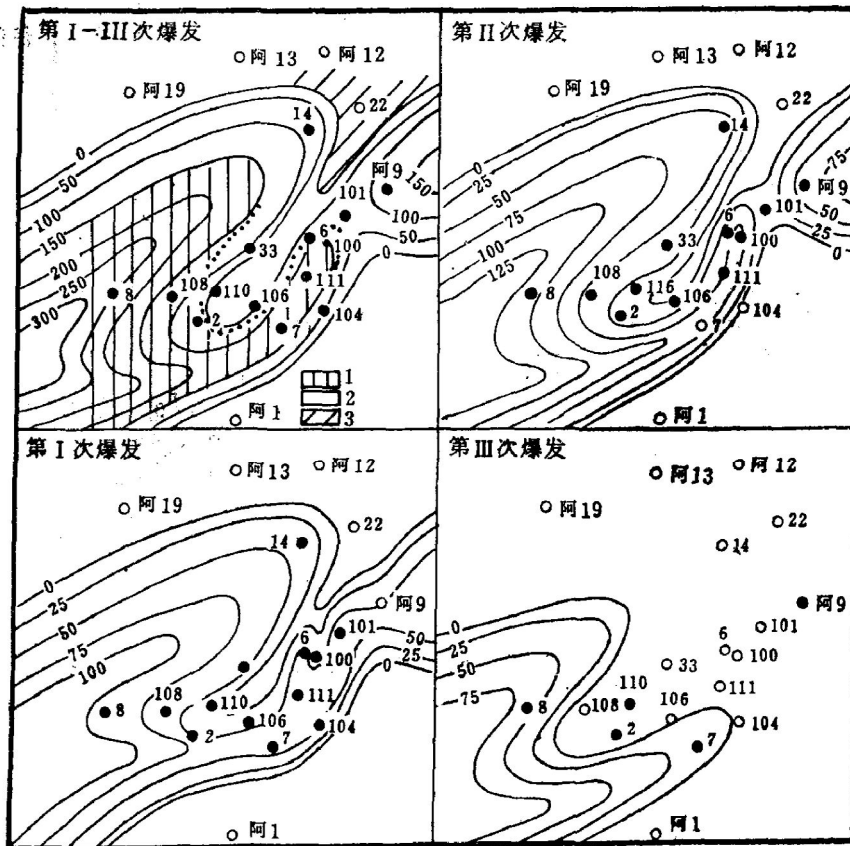


图4 阿北安山岩对比图

变化基本上反映了古地形特征。厚度较大的阿7-100井和阿8-14井一线就是当时熔岩流的主流线。爆发与喷溢次数由东北向西南增加,东北部爆发0—2次,喷溢0—7次,向西南分别增加为3次和至少12次。岩流自碎屑岩和连通孔隙度亦相应增厚和增大,东北部阿7井厚2.0 m,占2.5%,单层薄,一般数10厘米,连通孔隙度14.6%,西南部的阿8井取心23.2 m,全为岩流自碎屑岩,连通孔隙度¹⁾19.3%。从以上分析得出,火山口应在阿8井西南。油藏所处岩相带为中部-边缘喷溢小相。近火山口,沿阿8-14井主流线至近阿14井一带,以及沿阿7-100井主流线一带,气孔与岩流自碎屑岩较发育,为中部喷溢小相带;阿22井发现安山质砾岩,证明东北边一带,存在坡积砾岩亚相,其间为边缘喷溢小相带。

三、安山岩孔隙结构与储层分布

(一) 主要孔隙类型

包括2类7种孔隙(表1)。最常见的孔隙是:

1. 气孔

安山岩中最发育的一种孔隙,在气孔状安山岩中孔隙度贡献率高达80%以上。主要分布在岩流层的上部与底部。形态多样,有圆形、椭圆形、长条形、不规则等形态,以椭圆为主。直径0.1—2.5 cm, 1—3 mm为主,占63.8%,≤5mm的占85.5%。形态、大小、

表1 安山岩油藏孔隙类型

孔隙类型		成因	分布特征与规律	充填情况与含油气性
原	气孔和砾内气孔	气体膨胀冷缩	线孔率10—30%分布较均匀,主要分布在各次岩流层的上部、底部	油藏上部未充填一半充填,下部几乎全充填,大部分无油,少部分含油
	自碎碎屑砾间孔洞	冷缩差异运动	比较发育,分布不均匀,分布在各次岩流层的上部	油藏上部充填程度较弱,下部较剧。未填死的孔洞几乎全含油
	晶间、晶内孔	晶体生长余隙	不太发育,主要分布在岩流层中部	一般未充填,但不含油
生	层状节理缝	差异冷缩差异运动	平行岩流层表面,分布不均,主要分布在岩流层中部与顶底气孔带之间的带内	一般被充填,未充填的含油
	柱状节理缝	冷缩	垂直岩流层表面,分布不均,主要分布在各次岩流层的中部	油藏上部充填较弱,下部较剧。未填死的粒间孔含油
次	构造缝	地应力	较发育,分布不均,多为70—80°高角度的窄缝,断裂附近最发育	未充填—全充填,油藏下部多为全充填。未充填一半充填裂缝含油性好
生	溶蚀孔洞缝	风化淋滤溶蚀	较发育,分布不均匀,主要沿裂缝和自碎屑岩带,尤其是爆发层的顶部分布	未充填一半充填,油藏下部充填较剧,含油性好

分布均较均匀。未充填-全充填者皆有,以后者为主,约占2/3。气孔喉道微细,扫描电

1) 孔隙度分为总、连通、有效孔隙度三类。连通孔隙度系指实验室气测孔隙度;有效孔隙度指≥进油喉道下限半径控制的孔隙度。

镜观察宽度一般小于 $0.1\mu\text{m}$ 。故气孔特点是:

(1) 孔隙结构极差。阿100井 $11\frac{16}{31}$ 气孔杏仁安山岩, 连通孔隙度31.3%, 渗透率 $0.2\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$, 15MPa汞饱和度只5%, 半径 $\leq 0.1\mu\text{m}$ 喉道控制的孔喉体积高达99%。

(2) 一般无含油显示。除与缝相连的以及溶蚀气孔含油外, 大部分气孔不含油。据统计含油气孔仅占7.6%, 荧光薄片分析结果相同, 阿6井689.16—689.30m, 有张缝连通的气孔发光好, 发褐—黄—绿—蓝色荧光; 而附近687.67—688.6m井段气孔与上述发光气孔孔径和充填特征相同, 因无缝连通不发光。

总之, 气孔对连通孔隙度贡献大, 对有效孔隙度贡献却较小, 平均只有17.1%。

2. 裂缝

层状节理缝, 在岩流层各部分均可见到, 但以水平剪切运动最强的3和5带为最。平行岩流层面分布, 倾角小, 多数在 10° 以内。因重力作用, 一般不宽, 1毫米至数毫米。大多被绿泥石、泥铁质充填, 部分溶蚀含油。

柱状节理缝, 分布于岩流层各个带, 致密块状安山岩带相对发育, 垂直岩流层面分布, 倾角大, 一般 80° 以上。南京大学彭亚鸣等老师研究指出^[1], 在较薄岩流层中, 往往发育两组近于正交的柱状节理; 在缓慢冷却较厚的岩流层中, 发育三组节理, 彼此以 60° 相交, 构成六边形柱体。阿北安山岩柱状节理与厚度也有一定关系, $\leq 6\text{m}$ 厚的岩流层, 一般为二组; 10—15m者, 一般为三组; 20—25m者, 一般为四组。近火山口岩流层较厚, 冷却较慢, 一般发育三组节理, 边缘喷溢小相发育一组, 中部喷溢小相发育二组。柱状节理缝一般较宽, 数毫米至十余厘米, 常被安山岩碎块、砂泥质、方解石、硅质等充填。因有两盘岩块支撑, 充填物一般松散(化学沉淀物除外), 孔隙较发育, 含油性亦好。

油藏夹持在大中型断层之间, 裂缝组系、发育程度与断层基本一致。以高角度、张性窄缝线密度较大者占绝对优势, 倾角 $\geq 70^\circ$ 的高角度缝占95%, 宽度 $\leq 0.5\text{mm}$ 的窄缝占37.5%, $\leq 3\text{mm}$ 的占88.8%, 张缝占59%, 线密度 $\leq 50\text{条}/\text{m}$ 者占71.9%, 其中每米20条机遇率最大, 达31.6%。含油张缝大约占总缝的一半(46.9%); 有效面孔率占总有效面孔率的53.8%。

3. 砾间孔洞

砾岩、岩流自碎屑岩与构造角砾岩中的砾间孔洞。孔径一般较小, $\leq 4\text{mm}$ 的占83.1%, $\leq 1\text{mm}$ 的占41.6%。含油砾间孔洞占95%。

4. 溶蚀孔洞

占13.4%, 也以小型为主, 直径 $\leq 3\text{mm}$ 的占74.1%, $\leq 1\text{mm}$ 的占31.3%, 100%含油。

由此可见, 阿北安山岩的主要含油孔隙为裂缝, 其次为砾(粒)间与溶蚀孔洞以及气孔。

(二) 主要储集岩及其孔隙组合

1. 主要储集岩 包括岩流自碎屑岩、砾岩、气孔杏仁安山岩和致密块状安山

岩四种:

(1) 岩流自碎屑岩。分布在岩流层上部, 平面上近火山口、岩流主流线较发育。一般呈不连续的透镜状分布。特点是:

1) 储集性较好。连通孔隙度(m) 20.6%, 有效孔隙度(me) 2.64%; 渗透率(K) $14.5 \times 10^{-3} \mu m^2$ (水平1) — $62.2 \times 10^{-3} \mu m^2$ (水平2) — $2 \times 10^{-3} \mu m^2$ (垂直)(表2)。

表2 安山岩油层储集岩物性与含油性

参 数 岩 类	孔 隙 度 (%)			渗 透 率 ($10^{-3} \mu m^2$)			含油 饱和度 (%)
	连 通	水 银	有 效	水平1	水平2	垂 直	
岩流自碎屑岩	20.6	5.03	2.64	14.5	62.2	2.0	12.8
气孔-杏仁状安山岩	23.4	7.39	2.51	1.9	1.6	2.7	9.0
致密块状安山岩	4.2	1.32	0.38	226.8	37.4	1.9	5.0
安山质砾岩	16.2	4.39	4.07	1.9	1.1	0.7	25.1
平 均	17.9	4.03	2.02	81.4	34.1	2.0	11.3

2) 主要储集空间类型为裂缝, 砾间与溶蚀孔洞以及砾内气孔, 各占74.9、18.4和2.7%。

3) 孔隙结构较好, 阿100井 $8\frac{25}{31}$ 岩流自碎屑砾岩 m 33.4%, 汞饱和度(15MPa) 48.5%, 半径 $\geq 0.1 \mu m$ 喉道控制的孔喉体积占33%。

4) 含油性较好, 含油饱和度12.8%。

5) 具有方向渗透性。两方向水平渗透率不一致, 彼此相差3.6倍。同时水平渗透率一般都大于垂直渗透率, 水平渗透率 $0.1-2400 \times 10^{-3} \mu m^2$, 垂直渗透率 $0.1-30 \times 10^{-3} \mu m^2$, 水平是垂渗的6.3(水1)—28.9(水2)倍。

所以, 岩流自碎屑岩一般为砾间孔隙微裂缝储集岩。

(2) 气孔杏仁安山岩。分布在岩流层的上部与底部, 平面上近火山口、沿主流线和古地形低洼潮湿处较厚, 气孔较发育。

1) 孔隙发育, 但渗透率低, m 23.4%, me 2.57%, K $1.9 \times 10^{-3} \mu m^2$ (水1) — $1.6 \times 10^{-3} \mu m^2$ (水2) — $2.7 \times 10^{-3} \mu m^2$ (垂)。

2) 气孔最发育, 占45.2%, 其次为溶蚀孔洞和裂缝, 各占31.3与21.2%, 还见砾间孔洞(2.3%)。

3) 孔隙结构较差。阿7井1号气孔杏仁安山岩, m 24.7%, K $0.06 \times 10^{-3} \mu m^2$, 15MPa汞饱和度31.9%, 半径 $\geq 0.1 \mu m$ 喉道控制的孔喉体积仅8.2%。

4) 含油性较差, 含油饱和度9%。

5) 各向渗透性差异小。两方向渗透率仅相差0.2倍, 水平渗透率只低于垂直渗透率0.7倍。

因此, 气孔杏仁安山岩属微裂缝气孔型储集岩。

(3) 安山质砾岩。分布在油藏与爆发层的顶部(坡积砾岩未统计)。

1) 孔渗较高, m 16.2%, me 4.1%, K $1.9 \times 10^{-3} \mu m^2$ (水1) — $1.1 \times 10^{-3} \mu m^2$ (水2) — 0.7 (垂) $\times 10^{-3} \mu m^2$ 。

2) 孔隙类型为裂缝、砾间砾内孔,以及溶蚀孔洞,各占69.5、23.2、6.1和1.2%。

3) 孔隙结构较好。阿7井 $3\frac{43}{48}$ 安山质砾岩 m 21.9%, K $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 15MPa汞饱和度43%, 半径 $\geq 0.1 \mu\text{m}$ 喉道控制的孔喉体积占31.5%。

4) 含油性好, 含油饱和度25.1%。

5) 异向渗透性差别不明显。

砾岩为砾间孔隙微裂缝型储集岩。

(4) 致密块状安山岩, 分布在岩流层中部, 离火山口与主流线愈远愈发育。

1) 储集性能极差, m 4.2%, me 0.38%, K $226.8 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (水1) — $37.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (水2) — $1.9 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (垂)。

2) 孔隙不发育, 只见少量的裂缝、溶蚀孔洞、砾间孔与气孔, 各占94.1、3.6、2.7和0.1%。

3) 孔隙结构极差。阿100井 $18\frac{28}{32}$ 致密块状安山岩 m 4.4%, K $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 15MPa汞饱和度仅8%, 半径 $\geq 0.1 \mu\text{m}$ 喉道控制的孔喉体积仅6%。

4) 含油性最差, 含油饱和度为5%。

5) 渗透性各向异性明显, 77%的样品各方向水平渗透率不一致, 彼此相差5倍, 水平渗透率也明显高于垂直渗透率, 相差118.4 (水1) — 18.7 (水2) 倍。

因此, 致密块状安山岩一般为非储集岩。只有在裂缝发育时, 才能作为储集岩, 储集类型为裂缝型。

2. 油层孔隙组合与连通模式

安山岩油藏孔隙组合类型比较复杂, 一个油层一般包括两种或两种以上的孔隙组合类型, 单一孔隙组合类型少见。

综合考虑上述特征, 以及整个油藏钻井无放空但有漏失和井间干扰现象; 岩心渗透率小而有一定异向性 (K $81.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (水1) — $34.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (水2) — $2 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (垂), 81%的样品两方向渗透率平均相差1.4倍), 油藏渗透率不高 (采油指数计算 K $104 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$); 单井 (层) 日产量较小 (日抽油量0.96—39.5 t) 等资料, 不难看出阿北安山岩油藏在近火山口喷溢小相带以砾间孔气孔微裂缝型储层为主, 中部喷溢小相带主要为气孔微裂缝型储层, 边缘喷溢小相带为微裂缝型储层, 坡积砾岩亚相带为孔隙型储层。

1—3组高角度构造缝和垂直层面的平均边数为3—5边的柱状节理缝, 两者一起组成边长为1—2 m的3—4边形裂缝网络, 将成层分布的孔隙层连通一体, 可能就是安山岩油藏的基本连通模式。

(三) 低孔低渗孔隙结构储层

安山岩储层连通孔隙度较高, 最高达46.4%, 平均19.6%, 有效孔隙度约3%; 平均渗透率 $47.6 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 是一种低孔低渗储层。

孔隙结构很差, 140条压汞曲线, 15MPa下最大汞饱和度为72%, 且偏细喉, 半径 $\geq 0.1 \mu\text{m}$ 喉道控制的孔喉体积只占30%。93%的样品汞饱和度都 $< 50\%$ 。按一般标准分类, 无I类好储集岩, 绝大部分为非储集岩。但是, 油藏平均单井日产量约10 t, 高的达

30.5—39.5%，显然，一般分类不适于安山岩油藏。

分析阿100井分层试油资料发现，每米100抽次日产量与有效孔隙度有很好的线性关系（图5）。在井深750m条件下，有效孔隙度达到0.2%，就可获得0.6t的工业油流；有效孔隙度1%就可获得3t的高产油流。以 m_e 为准，参考其它参数，得出了安山岩储集岩的分类标准（表3）。

安山岩储层不仅孔隙结构差，非均质性也很强。据岩心分析资料，层内渗透率级差10—465，平均158，突进系数1.79

—10.95，平均5.46，变异系数0.62—2.88，平均1.6；层间渗透率级差483，突进系数

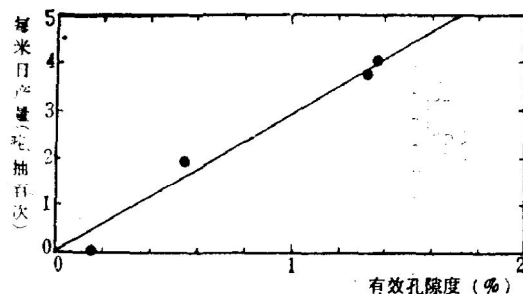


图5 阿北安山岩油藏每米日产量与有效孔隙度关系曲线

表3 安山储集岩分类物性标准

参 数	I 好储集岩	I 差储集岩	II 非储集岩
有效孔隙度 m_e (%)	≥ 1	1—0.2	≤ 0.2
汞饱和度 SH_g (%)	≥ 35	35—20	≤ 20
连通孔隙度 m (%)	≥ 20	20—17	≤ 17
孔隙均值 (μm)	≥ 8	8—1.5	≤ 1.5

7.12，变异系数2.21，属严重不均质油层。

（四）高原始含水饱和度

阿100井油基泥浆取心，最低含水饱和度49.2%，平均88.6%。然而试油试采出工业油流，故使不少人怀疑。

分析外因，证明无外来水影响，测试步骤和方法也完全符合操作规程。因此，许多人认为粘土矿物结晶水逸出是主要影响因素。但对比分析阿17-7井样品（粘土含量比安山岩高），高温蒸馏（蒸馏液甲苯沸点110℃）和石油部研究院低温蒸馏分析结果基本一致，表明结晶水逸出的影响在允许误差范围之内。统计相对误差1—10%，平均5%左右。

相渗透率试验和压汞分析，半定量证明安山岩油藏束缚水饱和度很高64.6—91.7%，平均75.2%。137块压汞分析，93%的样品最小润湿相饱和度都在51%以上，平均为79.9%。

如前所述，不同岩类具有不同的含油饱和度。然而，同一般储层规律不同，含油饱和度与孔渗无明显关系，这种现象反映了含油饱和度低的内在原因。根据含油饱和度与喉道半径的关系（图6），混合润湿偏亲水的阿北安山岩，平均最小进油喉道半径为0.2 μm 。以0.2 μm 统计，有效孔隙度为3%。因此，连通孔隙度 m 高，有效孔隙度 m_e 小，是造成含油饱和度低的根本原因。根据分析资料，即 $m = 0.19$ ， m 的含油饱和度 $S_o = 0.11$ ，

$m_e=0.03$, 用下式计算有效孔隙度 m_e 的含油饱和度 S_{oe} 为69.7%, 计算式为:

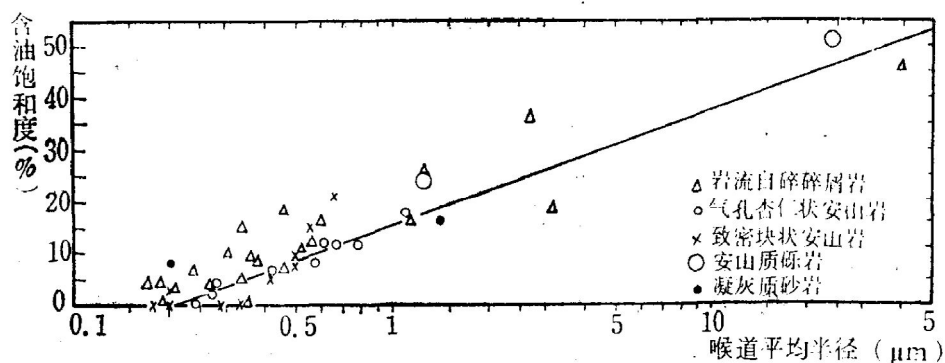


图6 阿北安山岩油藏含油饱和度与喉道平均半径关系图

$$\therefore m = V_K / V_R$$

$$\text{含油体积 } V_o = S_o \times V_K$$

$$\text{有效孔隙体积 } V_e = V_R \times m_e$$

$$\therefore S_{oe} = \frac{V_o}{V_e} = \frac{S_o \times V_K}{m_e \times V_R} = \frac{m}{m_e} \times S_o$$

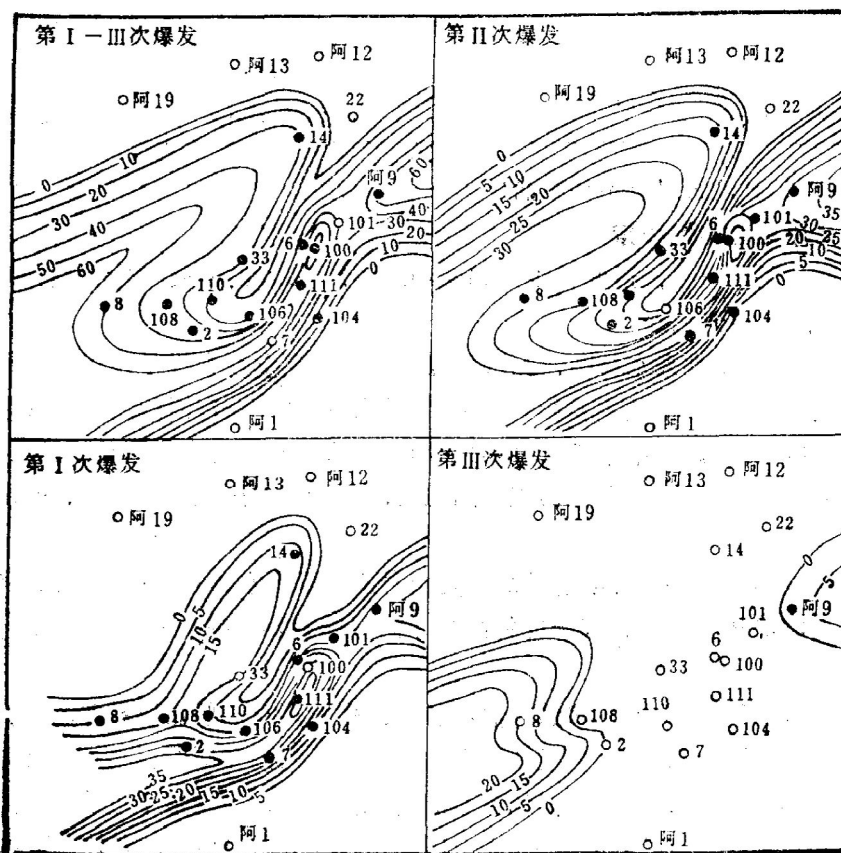


图7 阿北安山岩油藏储层等厚图

88.6%的原始含水饱和度无疑是可信的。所以安山岩油藏内含有大量的水。这种水主要以“封闭自由水”的形式存在，有别于一般油藏，即一是这种水主要分布在喉道小孔径大的气孔内；二是含量大，据气孔孔隙所占比例计算，其含量大约占油藏全部水量的三分之二。

(五) 储层分布规律

安山岩储层变化较大，但仍有如下分布规律：

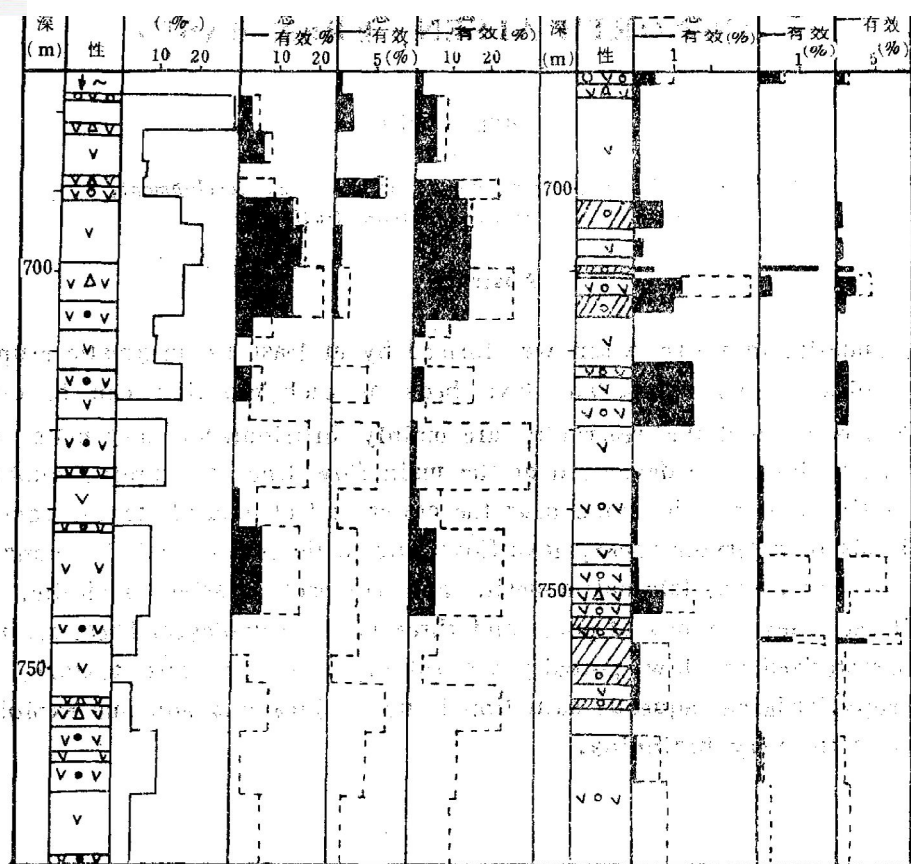


图8 阿北安山岩储层物性、含油性纵向变化图

4. 主力产层分布在油藏上部 阿2井下部732—739.2 m井段, 试油为干层; 中部722.2—724.2 m井段, 日产油2.8 t; 上部675—697.4 m井段日产油30.5 t。其它井也见类似情况。出现这种情况的原因, 主要是油藏上部孔隙充填较弱, 含油饱和度较高(图8)。阿100井上部孔隙有效面孔率占总面孔率59.6%, 含油饱和度15.3—28.4%; 中部有效面孔率占12.7%, 含油饱和度10.2—12.9%; 下部孔隙几乎全被绿泥石等物质充填, 含油饱和度最低, 为4.4—12.2%。

研究过程中, 多蒙籍永昌、余家仁给予支持和帮助, 陶洪兴、冯书荣提供岩矿鉴定资料, 郭振彬、张国杰提供测井解释成果, 陈万富、段坚美与古安村提供储层物性、含油性、孔隙结构等分析化验资料, 薛俊等提供岩石化学资料, 在此表示衷心地感谢。参加工作的还有刘学军、梁官中。

参 考 文 献

- [1] 孙 肅、彭亚鸣, 1985, 火成岩石学, 地质出版社。

CHARACTERISTICS OF ANDESITE RESERVOIR IN NORTH ALSEN, EREN BASIN

Tang Jieting

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development,
North China Petroleum Administration)

Abstract

The andesite in north Alsen was formed by at least 12 magmatic eruptions and 3 volcanic explosions. The lava beds of each eruption can be divided into 2-3 belts, and the reservoirs are mainly distributed in 1-2 belts of the upper part. Pores are developed at the main flow line of eruptive subfacies, the eruptive minor facies zone near the crater and structural topes, composed four kinds of reservoir rocks, lava-flow autoclastic rocks, andesite conglomerate, vesicular-amygdaloidal andesite and compact massive andesite, and constituted seven kinds of pores and three pore assemblages. These reservoirs are characterized by low porosity-permeability, poor porous texture, high anisotropy. Original aqueous saturation is up to 89% and aqueous exploitation started at the very beginning.