松辽盆地改造残留的古火山机构与 现代火山机构的类比分析

黄玉龙1,王璞翻,冯志强2,邵 锐2,郭振华1,许中杰1

1. 吉林大学 地球科学学院, 长春 130061

2. 大庆油田勘探开发研究院, 黑龙江大庆 163712

摘要:现代火山机构形态有盾状、锥状和穹状,可按喷发样式进一步划分为7种类型。据此分类,在松 辽盆地周缘剖面及其北部徐家围子断陷区可识别出4类火山机构:盾状火山机构,由喷溢相熔岩组成,可 夹有薄层爆发相火山碎屑岩;层火山机构,由互层的熔岩与火山碎屑岩组成,喷溢相与爆发相交替的序列 明显;火山碎屑锥,几乎全部由火山碎屑(熔)岩组成,爆发相为主;熔岩穹丘由高粘度的流纹质、英安质熔 岩堵塞火山口后缓慢挤出形成,喷溢相和侵出相发育,兼有火山通道相。盆地内埋藏火山机构最小坡度为 3°,最大坡度为25°,底部直径为2~14 km,分布面积为4~50 km²,火山岩厚度为100~600 m;总体上呈现 出数目多、个体规模小、受区域大断裂控制、具裂隙式-多中心喷发、彼此相互叠置的特征。火山岩岩性和 岩相是控制松辽盆地古火山机构类型及形态的主要因素。

关键词: 松辽盆地; 火山机构; 现代火山; 古火山; 埋藏火山
中图分类号: P618.13
文献标识码: A
文章编号: 1671 - 5888(2007) 01 - 0065 - 08

Analogy of Volcanic Edifices between Modern Volcanoes and Ancient Remnant Volcanoes in Songliao Basin

HUANG Yu long¹, WANG Pu jun¹, FENG Zhi qiang², SHAO Rui², GUO Zhen hua¹, XU Zhong jie¹ 1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China 2. Daqing Exploration & Development Institute, Daqing, Heilong jiang 163712, China

Abstract: Modern volcanoes can be classified as three main forms in shape (Shield shape, cone shape and dome shape) and seven different types. In surrounding sections and northern faulted depres sion in the Songliao Basin, there are mainly four types of volcanoes such as shield volcano, composite volcano, pyroclastic cone and lava dome. Shield volcanoes are built almost entirely of fluid lava flows, with little explosive pyroclastics. Composite volcanoes are built of flow layers alternating with pyroclast tics, thus the alternate sequence of effusive and explosive facies is well developed. Pyroclastic cones, the simplest type of volcano, consist of particles and blobs of congealed lava from a single vent, mainly of explosive facies. Lava domes are formed by relatively small, bulbous masses of the lava which is too vis cous to flow long distance, therefore, the lava piles over and around its vent by extrusion. Eruption pat terns here mainly include effusive, extrusive and volcanic vent facies. In the Songliao Basin the buried volcanic edifices is characterized by slope angle ranging from minimum 3° to maximal 25°, bottom diame ter from 2 to 14 kilometers and volcanic rock thickness from 100 to 600 meters. The buried volcanic edificent etimes are provided as the provide the structure of the str

作者简介:黄玉龙(1982 -), 男, 江苏六合人, 硕士研究生, 主要从事盆地地质研究, E mail: latagui@gmail.com

通讯联系人:王璞龖 1959 -),男,黑龙江绥滨人,教授,博士生导师,主要从事油气地质勘查、火山岩储层和沉积学研

究, Tel: 0431 – 88502620, E mail: wangpj@jlu.edu.cn。

收稿日期:2006-04-10

基金项目:国家自然科学基金项目(40372066);高等学校博士学科点专项科研基金项目(20030183042)

fices may cover an area of 4 to 50 sq. kilometers for each. As a whole, buried volcanoes of the northern Songliao Basin appear numerous, individually small and are controlled by regional faults. They are nor mally featured with crack and multi central type eruptions, volcanic products of different vents common ly pile up each other. Volcanic lithology and lithofacies are the main factors that control the types and forms of the volcanic apparatus in the Songliao Basin.

Key words: Songliao Basin; volcanic edifices; modern volcanoes; ancient volcanoes; buried volcanoes

火山机构是指一定时间范围内的、来自于同喷 发源的火山物质围绕源区堆积所构成的、具有一定 形态和共生组合关系的各种火山作用产物的总 和^[1,2]。就现代火山而言,通常指喷发物围绕火山 通道形成的一定规模的堆积体^[3,4]。现代火山机构 往往保存较好,古火山机构由于风化剥蚀和构造变 动常常受到不同程度的破坏^[3]。松辽盆地内及其周 缘分布有大面积的晚侏罗一早白垩世的中基性一酸 性火山岩,它们都经历了一定时期的风化剥蚀和差 异性构造升降作用的改造,均属于改造残留的古火 山机构。埋藏于盆地内部的火山岩是本区深层天然 气的主要储层。

近年来,松辽盆地北部深层火山岩油气勘探取 得重大进展,有关盆地火山岩岩性、岩相及火山机构 的研究已成为热点^[26~1]。以往的研究主要是依据 二维、三维地震资料解释,并结合钻井岩性岩相研究 及相关测井资料,识别出盾状火山、层火山和渣锥火 山3种主要类型的火山机构^[29]。但由于它们是深 埋于地下的经多期改造的残留火山岩体,难以像研 究现代火山一样,直观地获知盆地内火山机构的形 表1 一些典型现 态和规模。为了把握古火山机构的特点,在将今论 古思想的启发下,对比研究现代火山机构和松辽盆 地改造残留的古火山机构。通过综合分析各类现代 火山机构的形态特征、岩石类型、形成机制等要素, 为改造残留的古火山机构的研究提供参比和模式。 初步对盆地内埋藏火山机构的类型及其规模、形态 和分布等进行了刻画和分析,给出了盆地内各类型 残留火山机构的模式,并分析了其形态分布特征及 其影响和控制因素。

1 现代火山主要类型及其形态特征

现代火山主要指新近纪以来有过活动的火山, 主要包括活火山、休眠火山以及火山形态保存较完 整并有近期活动证据的死火山。

要是依据 现代火山可划分为多种类型。本文通过对部分 提者相研究 典型现代火山形态规模研究和对比总结(表 1),结 口和渣锥火 合松辽盆地实际研究的需要,将现代火山划分为盾 它们是深 状、锥状和穹状 3 种形态不同的火山机构类型;再依 难以像研 据其组成岩石类型、形态特征和喷发机制等方面的 机构的形 差异,进一步划分为 7 类火山机构(表 2,图 1)。 一些典型现代火山形态特征参数

火山名称	锥体高度 /m	长轴 /km	短轴 /k m	坡度范围 /([°])	平均坡度 /([°])	火山类型	岩石类型
St. H el ens	1 435	13	8	8.3~24.3	20.3	单锥层火山	玄武质安山岩
长白山	-	27	15	5.7~28.6	15.7	多锥层火山	粗面岩碱流岩
Fuji	2 136	24	18	17.7~28.3	22.3	单锥层火山	玄武质安山岩
Vesuvius	947	9	7	12.7~32.7	23.0	叠锥层火山	安山岩
Nyiragongo	1 215	16	10	11.3~17.6	15.0	多锥层火山	安山岩
Kilauea	1 113	52	21	1.5~4.0	3.1	火口喷溢型盾状火山	拉斑玄武岩
Mauna Loa	4 101	96	48	3.4~8.9	6.2	火口喷溢型盾状火山	玄武岩安山岩
Etn a	2 658	22	16	8. 2~12. 7	9.9	火口喷溢型盾状火山 (顶部有火山碎屑锥)	玄武岩
Nyamuragi	769	43	24	7.3~11.7	9.5	火口喷溢型盾状火山	白榴玄武岩

 Table 1
 Shape parameters of some typical recent volcanoes

注: 表中数据为利用 Goog leEarth 软件测量和分析统计得出

1	-
h	1
o	

Table 2 Features of diverse types of volcanoes

ク 林	火山机 勾类型	形态	锥体高度	底部 直径	坡度[12]	主要岩石 类型 ^{12]}	形态特征	喷发机制
盾状火山	裂隙 溢 流型 火山口 喷溢型	盾状	几百米至 几千米 几百米至 几千米	30km 左右 50km 左右	$<$ 15 $^{\circ}$	玄武岩 安山质 – 玄武岩 安山岩	平面上呈等轴状,岩层向外倾斜,平缓而 凸曲;具有微弱锥状顶 平面上呈等轴状,具有宽阔顶面和缓坡 度侧翼;岩层向外倾斜,平缓而凸曲。顶 部具明显火山口,直径可达 2~5km	大量中基性熔岩经由裂隙 或线状排列火山口涌出形 成 大量中基性熔岩经由顶部 火山口喷出,沿裂隙溢流 形成
锥状火山	单锥 火 叠 火 山 锥 山 留 () () () () () () () () ()	锥状 叠锥状 多锥 复合	几百米至 几千米 几百米至 几千米 几百米至 几千米	10 ~ 30km 20 ~ 40km 10 ~ 30km	$20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$	安山岩 英安岩 流纹岩	具有单一的火山口,形态比较对称,岩层 向内倾斜,火山体坡度自上而下趋缓 在原有火山口发生新的喷发形成的火山 锥,叠置于老锥之上 不同火山口的喷出物相互叠加,有两个 以上火山锥,其对称性低,形态结构复杂	由中酸性的熔岩流和火山 碎屑物反复交替喷出形 成 呈互层状,熔岩层厚度 通常不大,在其中起着支 架的作用
	火 山 碎 屑锥	锥状	几十 米 至 几百米	几 百 米 至 几 千 米	30 [°] 左右	玄武质 – 安山岩 安山岩	顶部常有碗状火山口,锥形清晰,规模较小;可以单独存在,也可以成群出现	富含挥发分的熔浆猛烈喷 发 在空中撕裂成细小的 碎片,冷凝固结并降落在 火山口附近形成锥体
穹 状 火 山	熔岩 穹 丘	丘 状、 馒 头 状、 钟 状	几十 米 至 几百米	几 百 米 至 几 千 米	5°~ 10°和 35°~50°	英安岩 流纹岩	常形成于大型复合火山的顶部火山口或 侧翼,呈陡坡状圆丘或短而陡的熔岩流; 其顶端无火山口,规模一般不大,内部常 可见流动构造	由高粘度熔岩堵塞火山口 缓慢挤出形成;岩性单一、 成分偏酸性,常形成于喷 发旋回末期

	海平面	0 5 10 km
小型盾状火山(火口喷溢型,尼雅姆拉季拉,刚果)	大型盾状火山(火口喷溢	i型,夏威夷岛,美国)
大型层火山(多锥复合型,沙斯塔,美国)		
中型层火山(单锥型,富士山,日本)		
小型层火山(叠锥型,维苏威,意大利)		
▲ 大型火山碎屑锥(帕里库亭,墨西哥)		
☆ 熔岩穹丘		

图 1 典型现代火山规模示意图

Fig. 1 Schematic profiles of typical modern volcanoes

示意图据 Pike 1978 修改,引自中国火山网: www.volcano.org.cn

在实际情况中,火山机构要复杂得多,盾状火山 的顶部火山口中可以包含层火山;层火山的顶部火 山口中,常常有巨大的熔岩穹丘;层火山的顶部或侧 翼又会有火山碎屑物堆积体。此外,相邻火山口的 喷出物往往相互交错叠加,形成复合型火山机构。 同类型火山机构由于各自喷发过程及特征的差异, 规模往往会相差较大(图1)。

2 松辽盆地改造残留的古火山机构形态特征

表3 松辽盆地周缘残留古火山形态特征参数

 Table 3
 Shape parameters of remained ancient volcances in surrounding sections of Songliao Basin

古火山多指第四纪以来没有活动的火山。松辽 盆地发育大面积中生代火山岩,有些长期出露于地 表,有些深埋地下。盆地周缘剖面古火山与徐家围 子断陷埋藏古火山形成时间上相近(以白垩系营城 组火山岩为主),空间上相邻,组成岩石类型及形态 规模相似,因而两者具有可对比性。

2.1 松辽盆地周缘剖面残留古火山

盆地周缘剖面古火山经长期风化剥蚀,外形多 已受到多期改造,从残存的火山岩可知其存在,从岩 层产状和岩相组合可推测火山口及整个火山机构的 位置。

松辽盆地东部九台地区剖面古火山岩石类型主 要为流纹岩、英安岩、安山岩及其火山碎屑岩类等。 其中火山碎屑岩占 19%左右,熔岩类占主体;火山 喷发以熔岩溢流为主,兼有小规模的火山碎屑物喷 发。通过野外岩性观测及相带划定,结合该地区 1 :50 000地形图,圈定出 15 个古火山机构(表 3)。 露头火山岩体规模均不大,高度为几十到几百米,底 部直径在几千米左右,分布面积主要为 10 km² 左 右;最小坡度为 5°,最大坡度为 30°。火山机构类型 主要为单锥层火山,其次为多锥层火山、盾状火山、 火山碎屑锥和熔岩穹丘。其中仅在三台发现珍珠岩 侵出穹丘。

通过对剖面火山机构的详细研究,可以具体了 解盆地内古火山机构的类型和形态规模,以及岩石、

残留	出露高	长轴	短轴	坡度范围	分布面	火山和 构类刑
古火山	度 /m	/km	/km	/(°)	积/ km^2	八山小山天王
尖山子	257	7.5	5.0	10.7~30.0	37	多锥层火山
八棵树	153	3. 3	2. 0	8. 9~21. 8	8	盾状火山
官马山	203	2.8	2. 3	5. 2~26. 6	6	单锥层火山
皮铺南沟	145	3.5	2.5	8. 8~21. 8	7	单锥层火山
大顶山	178	3. 3	2. 7	7.7~27.8	7	单锥层火山
西潭家	161	6.0	2.5	6. 6~18. 0	13	单锥层火山
大砬子山	142	6.3	1.8	4. 8~31.0	8	单锥层火山
锅顶山	111	3. 6	2. 0	8. 0~22. 3	7	单锥层火山
大青山	165	8.0	1.1	6. 3~33. 7	12	单锥层火山
放牛沟	93	5.0	1. 3	5. 4~23. 7	6	单锥层火山
小放牛沟	73	4.8	2.1	5. 3~14. 0	9	盾状火山
双顶子山	146	4.5	3.1	8. 1~21. 8	13	单锥层火山
靠山屯	84	3. 0	1. 7	6. 0~21. 8	6	火山碎屑锥
史大屯	91	5.0	1. 5	5. 5~18. 4	8	单锥层火山
三台	134	3. 0	1. 8	4. 3~26. 5	6	熔岩穹丘

岩石类型除三台是珍珠岩外,其余均为流纹岩、安山岩及其碎屑岩类

岩相组合特征,对于圈定埋藏火山机构的分布,研究 相邻火山机构的叠置关系,提供了可靠依据和参照。

2.2 松辽盆地北部徐家围子断陷埋藏火山机构

徐家围子断陷营城组火山岩极为发育,火山机 构数目众多。兴城地区主要发育营城组一段火山 岩,厚度为100~600 m,以酸性岩石类型为主;升平 地区主要发育营城组三段火山岩,厚度60~400 m, 以中基性岩石类型为主。综合利用营城组一段(T¹ -T¹c)和营城组三段(T¹ - T¹)火山机构分布图(图 2),以及岩性岩相研究结果,对区内埋藏火山机构的 形态特征进行了统计和分析(表 4)。

表 4	徐家围子断陷埋藏火山机构形态特征参数
12 4	际家国于即陷连藏大山机构形态符证参数

Table 4	Shape parameters of buried volcanic edifices in Xujiaweizi faulted depression	
		Î

	编号	长轴/km	短轴/km	顶部坡度 (゜)	总体坡度/(°)	厚度/m	火山机构类型	主要岩石类型
	S1	10.6	4.5	4.5~14.0	3.6~6.6	350	单锥层火山	流纹岩,安山岩,凝灰岩
营城	S3	12.6	4.2	9.0~13.0	3.6~10.8	400	盾状火山	安山岩,凝灰岩
	S4	6.6	4.4	9.8~14.0	6.1~9.0	350	盾状火山	流纹岩
塭	S5	2.1	2.0	15~24.5	15~24.5	330	熔岩穹丘	流纹岩
段	S6	7.5	3.8	8.1~11.3	3.1~6.0	200	盾状火山	流纹岩, 英安岩
	S7	7.6	2.2	1.5~5.2	1.5~5.2	100	盾状火山	流纹岩,凝灰岩
卋	X8	9.1	6.6	11. 2~19. 1	3. 6~7. 2	350	叠锥层火山 (顶部有火山碎屑锥)	凝灰岩, 流纹岩, 集块熔岩
占城	X9	9.8	5.1	6.1~19.7	6.4~12.2	550	单锥层火山	凝灰岩,角砾岩,流纹岩
组	X12	6.1	4.7	5.9~11.9	7.5~9.7	400	单锥层火山	凝灰岩,流纹岩
段	X13	8.5	4.3	8.4~14.9	6.7~13.1	500	单锥层火山	凝灰岩,流纹岩
	X14	7.3	3.9	7.4~14.0	4.7~8.8	300	单锥层火山	凝灰岩,流纹岩,英安岩
	X20	14.0	6.0	6.4~12.6	4.8~10.2	450	多锥层火山	凝灰岩,流纹岩,英安岩



图 2 兴城和升平地区营城组火山机构分布图 Fig. 2 Distribution maps of Yingcheng Formation volcanic edifices in Xingcheng and Shengping area

结果显示,本区埋藏火山机构最小坡度为3[°], 最大坡度为25[°],底部直径为2~14 km,分布面积 4~50 km²,火山岩厚度为100~600 m。相比之下 营城组三段火山机构规模稍大,坡度较缓,平面上形 态多为盾形、扁圆形;而营城组一段火山机构规模稍 小,坡度较大,对称性较好,多为近圆形、椭圆形。本 区火山机构类型主要有盾状火山、单锥层火山、叠锥 层火山(顶部可有火山碎屑锥)、多锥层火山和熔岩 穹丘(表4)。

3 徐家围子断陷埋藏火山机构分析

3.1 火山岩岩石类型及岩相组合特征

区内发育中基性一酸性火山岩。熔岩类主要为 流纹岩、英安岩、安山岩,其次为玄武安山岩、玄武岩 等;火山碎屑岩类有凝灰岩、火山角砾岩、集块岩等。

营城组三段火山岩以熔岩为主,火山碎屑岩一般少于30%,少量多于50%。营城组一段火山岩以 凝灰岩、火山角砾岩和流纹岩为主,其中火山碎屑岩 占30%~80%,明显高于营城组三段。 过对研究区内 44 口深层探井火山岩岩相划分统计, 显示 喷 溢 相 占 主 体 (50%),其 次 为 爆 发 相 (30%)^[19]。表明区内火山作用以熔岩的溢流为主, 兼有火山碎屑物的爆发及堆积,与盆地周缘剖面古 火山基本一致。

此外,爆发相和喷溢相交替的序列较为常见,这 与本区熔岩和火山碎屑岩互层的频繁出现相吻合。 说明在喷发时期,熔岩的溢流与火山碎屑物的爆发 交替进行,因而形成的火山机构在剖面上多显示层 状特征。

3.2 盆地埋藏火山机构类型及其特征

综合运用二维、三维地震资料解释及钻井岩性 岩相分析结果,在升平 – 兴城地区识别出 4 种主要 类型的埋藏火山机构,即盾状火山、层火山、火山碎 屑锥及熔岩穹丘(图 3)。火山机构类型及形态规模 与其组成的火山岩岩石类型密切相关。层火山和熔 岩穹丘主要形成于酸性及酸性夹中基性火山岩喷发 区,盾状火山和火山碎屑锥主要形成于中基性火山 岩喷发区。不同火山机构,其岩石类型、岩相组合及 分布特征和储层物性均有差异。

粉辽盆地火山岩相刻分为」5.相引至亚相的,通blishing特征和储层物性均有差异。http://www.cnki.net



图 3 典型埋藏火山机构剖面示意图

Fig. 3 Schematic representation of typical buried volcanic edifices

1. 火山角砾岩 2. 流纹岩; 3. 英安岩; 4. 安山岩; 5. 砂砾岩; 6. 沉凝灰岩; 7. 流纹质晶屑凝灰岩; 8. 流纹质集块岩; 9. 流纹质含角砾熔结凝 灰岩; 10. 断裂; I. 火山通道相; II. 爆发相; III. 喷溢相; IV. 侵出相; V. 火山沉积相; I₁. 火山颈亚相; II₁. 空落亚相; II₃. 热碎屑流亚相; III₁. 下部亚相; III₂. 中部亚相; III₃. 上部亚相

盾状火山机构 区内北北东向和北北西向断裂 发育,低粘度熔浆经由裂隙溢出并顺着两侧斜坡流 动,形成盾状火山机构,以裂隙溢出型为主,兼有火 山口喷溢型。该类火山机构的岩性、岩相类型单一。 岩性主要为流纹质、英安质、安山质、玄武质熔岩,岩 相以喷溢相为主,可夹有爆发相的热碎屑流亚相及 侵出相,主要发育于中基性熔岩喷发区。

典型代表为 SS201 - SS202 井火山机构(图 3a)。SS201 井、SS202 井火山岩段几乎全部由流纹 岩、英安岩和安山岩组成,厚度分别为 370 m 和 300 m,岩相类型以喷溢相为主,夹薄层爆发相。该类火 山机构储层物性变化较大,喷溢相上部亚相和中部 亚相的气孔流纹岩储集性能好;其他情况下,由于裂 缝欠发育,连通性不好,储层物性则较差。

层火山机构 由中心式火山口反复爆发的火山 小规模堆 碎屑物与相对短时期喷溢的熔岩组成 主要发育于 部由火山

酸性夹中基性火山岩喷发区。熔岩与碎屑岩常呈互 层,熔岩层厚度一般不大,在其中起着格架的作用; 喷溢相与爆发相交替的序列十分明显。本区层火山 机构个体规模通常不大,相邻火山口的喷出物常常 交错叠置,形成较大规模的复式火山机构。

典型代表为 XS5 井火山机构(图 3b)。钻井揭 示 XS5 井火山岩厚 448 m,岩石类型有流纹质含角 砾熔结凝灰岩、流纹岩、流纹质火山角砾岩、流纹质 沉凝灰岩等,其中火山碎屑岩约占 82%;岩相序列 主要为爆发相与喷溢相交替。该类火山机构裂缝和 孔隙发育,喷溢相的上部亚相和爆发相的热碎屑流 亚相物性较好,当两者交替出现时尤为明显。 XS5 井整段火山岩都显示为较好的含气/水层。

火山碎屑锥 火山碎屑锥是由火山爆发形成的 小规模堆积,坡度通常较大,可达 30[°]左右。几乎全 部由火山碎屑岩组成,熔岩含量极少,主要发育于中 基性火山岩喷发区。以爆发相的空落亚相和热碎屑 流亚相为主,其次为火山通道相的火山颈亚相。

典型代表为 XS1 井火山机构(图 3c)。XS1 井 火山机构位于断裂边缘,钻遇火山岩 259 m,以流纹 质晶屑凝灰岩、流纹质沉凝灰岩、流纹质角砾/集块 熔岩和流纹岩,其中火山碎屑岩比例高达 95 %。岩 相以爆发相的空落亚相和热碎屑流亚相为主。该类 火山机构的火山岩储层物性较好,有利于油气聚集。 XS1 井整段火山岩均为含气层,是较好的储层。

熔岩穹丘 该类火山机构是由粘度大、流动性 差的流纹质熔岩自火山口缓慢挤出地表形成,主要 发育于酸性熔岩喷发区。常形成于火山喷发旋回的 末期,内部可见高角度的流动构造。岩相类型以喷 溢相和侵出相为主。侵出相的内带亚相经常会出现 大规模的"岩穹内松散体",它们是大的珍珠岩球体 的堆积体,是有利的火山岩储集体^[11]。

典型代表为 SS2 一 1 井火山机构(图 3d)。SS2 -1 井位于构造高点,火山岩厚度为 330 m,几乎全 部为流纹岩,中间夹有薄层流纹质火山角砾岩。岩 相组合主要为喷溢相、侵出相和火山通道相,其中侵 出相火山岩段为较好的含气层。

4 古火山机构形态规模的影响因素

受喷发物性质和喷发机制及相关外界因素的控制和影响,火山机构的形态规模千差万别。就松辽盆地古火山机构而言,主要有以下几个方面:

岩石类型及组合特征 基性熔岩 SiO₂ 含量低, 粘度小, 流动性大, 往往可以形成薄而广的熔岩流, 绝大部分盾状火山都是由基性熔岩喷溢形成; 酸性 熔岩 SiO₂ 含量高, 粘度大, 流动性差, 易于形成短而 厚的熔岩丘, 很少分布广阔。此外, 当酸性岩浆中挥 发分含量较大时, 就会发生猛烈喷发, 有大量的火山 碎屑物喷出, 常形成高大的锥体。层火山通常由多 次喷发形成的呈互层状的熔岩和火山碎屑岩组成; 火山碎屑锥则几乎全部由火山碎屑物堆积而成, 如 XS1 井火山机构。

松辽盆地中生代火山喷发活动频繁,其中营城 组一段主要为一套中酸性火山岩组合,形成的火山 机构以层火山和火山碎屑锥为主,规模不大,且相邻 火山机构常常叠置在一起;营城组三段中基性火山 岩占较大比例,多形成独立的盾状火山机构,规模相 对稍大。 单一,几乎全部为喷溢相;层火山机构岩相类型及组 合较为复杂,以爆发相和喷溢相交替为主体,兼有火 山通道相和侵出相;火山碎屑锥主要由爆发相组成, 也可有火山通道相;穹状火山则以侵出相和喷溢相 的组合为特征。

火山通道的形态 火山喷发活动根据火山通道 的形状可分为裂隙式和中心式。一般说来,中心式 喷发较裂隙式猛烈。盾状火山通常由裂隙式喷发而 成,同时也存在具有顶部火山口的盾状火山;层火山 大多由中心式喷发形成。徐家围子断陷埋藏火山机 构总体呈现受断裂控制的裂隙式喷发,而单个火山 岩体呈现出具有相对独立火山机构的中心式喷发。 同时,每个喷发点又呈现喷发中心旁路迁移的多中 心喷发,相邻火山口及其不同时期的喷出物互相交 错叠置,则形成更大规模的复合火山机构。

基底岩石圈断裂分布 中心式喷发的火山口往 往发育在两组断裂的交汇处,通常越靠近基底断裂, 火山岩厚度越大。徐家围子断陷埋藏火山机构主要 受北北西向徐西、宋西和榆西3条区域大断裂控制, 在平面上具有沿断裂呈串珠状展布的特点(图2)。

5 结论与讨论

(1)现代火山由于喷发物性质、喷发类型及机制 等方面的差异,往往会形成形态截然不同的火山机 构。本文通过对各类典型现代火山的形态规模、岩 石类型和喷发机制等方面的分析研究,归纳总结出 与之对应的特征标志,并将此分类标准应用于松辽 盆地古火山机构的研究,试图对盆地内埋藏火山机 构的物理模式作进一步的认识和剖析。

(2) 盆地周缘剖面残留古火山与徐家围子断陷 埋藏古火山形成时间上相近,空间上相邻,岩石岩相 组合及形态规模相似;将剖面火山机构在形态、规模 及分布等方面研究,与埋藏火山机构在钻井岩性岩 相研究各自的优势相结合,可以更为深入全面地剖 析松辽盆地中生代古火山机构。

(3)以现代火山分类为依据,松辽盆地徐家围子 断陷内可识别出4类埋藏火山机构。在酸性及酸性 夹中基性火山岩喷发区主要形成层火山和熔岩穹 丘,中基性火山岩喷发区则主要形成盾状火山和火 山碎屑锥。火山岩岩性和岩相是控制本区古火山机 构类型及形态的主要因素。区内单个火山机构主要 由中心式喷发形成,整体上又受区域大断裂控制而

?1 岩相类型及组合特征。,盾状火山机构岩相类型。li呈串珠状平面分布,相邻火山口及其不同时期的喷。

出物常常交错叠置,形成规模更大的复合火山机构。 [7] (4) 有关火山机构的术语很杂, 大多从国外翻译 而来,有些只提及名词概念而没有给出定义和识别 标志,很容易引起混淆,实际中难以应用。如英文词 汇中"composite volcano"和"stratovolcano"^[3,4]指的 是熔岩流层与火山碎屑岩层交替形成的火山、译为 "层状火山"很容易误解其外形为层状,因而本文用 "层火山"代替"层状火山"。同时,本文的层火山包 括或相当于其它文献中的层状火山、成层火山、复合 火山和混合火山等;火山碎屑锥包括或相当于其它 文献中的火山渣锥、渣锥火山、碎屑锥等; 熔岩穹丘 包括或相当于其它文献中的穹状火山、火山穹丘 (隆)、侵出穹丘(隆)等。此外,熔岩围绕火山堆积形 成的熔岩锥(斤)根据熔岩性质的不同,可形成坡度 很缓的盾形火山或穹隆状的火山丘,可分别归属于 本文的火口喷溢型盾状火山和熔岩穹丘。

参考文献(References):

[1] 李石, 王彤. 火山岩[M]. 北京: 地质出版社, 1980: 219 -227.

> LI Shi, WANG Tong. Volcanic rocks[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1980:219-227.

[2] 陈建文,王德发,张晓东,等.松辽盆地徐家围子断陷营城组火山岩相和火山机构分析[J].地学前缘.2000,7
 (4):371-378.

CHEN Jian wen, WANG De fa, ZHANG Xiao dong, et al. Analysis of volcanic facies and apparatus of Yingcheng Formation in Xujiaweizi faulting depres sion, Songliao Basin northeast China [J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4); 371-378.

- [3] Macdonald G A. Volcanology [J]. Science, 1961, 133: 673-679.
- [4] Tilling R I. Volcanoes [M]. U S Geological Survey: Eastern Publications Group Web Team, 1997.
- [5] 王德滋,周新民.火山岩岩石学[M].北京:科学出版 社,1982;3-5.
 WANG Dezi, ZHOU Xinmin. Volcanic lithology
 [M]. Beijing: Science Press, 1982;3-5.
- [6] 邵正奎, 孟宪禄, 王洪艳, 等. 松辽盆地火山岩地震反射 特征及其分布规律[J]. 长春科技大学学报, 1999, **29** (1): 33-36.

SHAO Zheng kui, MENG Xian lu WANG Hong yan, et al. The seismic reflection features and the dis tribution law of volcanic rocks in Songliao Basin[J]. Journal of Changchun University of Science and Tech nology, 1999. **29**(1): 33-36. 「蒙启安,门广田,张正和.松辽盆地深层火山岩体、岩相预测方法及应用[J].大庆石油地质与开发,2001,20
 (3):21-24.
 MENG Qi an, MEN Guang tian, ZHANG Zheng he.
 Prediction method and its application of deep volcanic

rock body and facies in Songliao Basin[J]. Petroleum Geology & Oil field Development in Daqing, 2001, **20** (3): 21-24.

[8] 王璞颢,迟元林,刘万洙,等.松辽盆地火山岩相:类型、 特征和储层意义[J].吉林大学学报(地球科学版), 2003,**33**(4):449-456.

> WANG Pu jun CHI Yuan lin LIU Wan zhu et al. Volcanic facies of the Songliao Basin: classification, characteristics and reservoir significance[J]. Journal of Jilin University(Earth Science Edition), 2003, **33**(4): 449-456.

[9] 刘万洙,王璞颢,门广田,等.松辽盆地北部深层火山岩 储层特征[J].石油与天然气地质,2003,24(1):28-31.

LIU Wan zhu, WANG Pu jun, MEN Guang tian, et al. Characteristics of deep volcanic reservoirs in north ern Songliao Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24 (1): 28-31.

[10] 郭振华,王璞颢 印长海,等.松辽盆地北部火山岩岩 相与测井相关系研究[J].吉林大学学报(地球科学 版),2006.36(2):207-214.

> GUO Zhen hua, WANG Pu jun, YIN Chang hai, et al. Relationship between lithofacies and logging facies of the volcanic reservoir rocks in Songliao Basin[J]. Journal of Jilin University(Earth Science Edition), 2006. **36**(2): 207-214.

[11] 王璞讀 陈树民,刘万洙,等.松辽盆地火山岩相与火山岩储层的关系[J].石油与天然气地质,2003,24
 (1):18-23.

WANG Pu jun, CHEN Shu min, LIU Wan zhu, et al. Relationship between volcanic facies and volcanic reservoirs in Songliao Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2003, **24**(1): 18-23.

[12] 顿斯基赫B B,泽列普根B H,克罗尼道夫H H.古 火山地质测量方法 M].林彻,何庆先,徐成彦,译.北 京:地震出版社,1984,205-213.

> Donskih V V, Zelepugin V N, Kronidov I I. Geological measuring methods of ancient volcanoes[M]. Trans lated by LIN Che, HE Qing xian, XU Cheng yan. Beijing: Seismic Publishing House, 1984: 205-213.