

文章编号: 1000-0550(2000)04-0510-05

# 北京及邻区长城纪火山事件的沉积记录<sup>①</sup>

和政军 宋天锐 裴忠 张巧大

(中国地质科学院地质研究所 北京 100037)

**摘要** 北京及邻区的中元古代大红峪组中发育着与火山事件有关的沉积相, 主要包括两种基本类型: 火山源硅质—陆源砂—碳酸盐岩混积相和火山碎屑重力流沉积, 后者又可分为火山碎屑基浪沉积相和火山—沉积角砾碳酸盐岩混积相。初步分析表明, 大红峪期大量的硅质沉积主要来自同期的水下火山活动; 火山碎屑基浪沉积与火山口内残余热气冲破熔岩封堵而爆发泄出, 造成一定范围的海水涌浪作用有关。

**关键词** 火山事件沉积 中元古代大红峪组 北京及邻区

**第一作者简介** 和政军 男 1955年出生 博士 研究员 沉积学及区域地质

中图分类号 P588.21<sup>+1</sup> 文献标识码 A

华北中—新元古界因沉积厚度巨大, 地层完整性较好, 变质—变形程度较轻, 一直为前寒武系研究学者所关注。近年的研究<sup>[1-5]</sup>表明, 这一时期的沉积属于奠基于太古代宙—早元古代结晶基底之上的坳拉槽或陆内裂谷盆地。在厚达万余米的盆地充填序列中, 主要在北京和蓟县地区的长城纪大红峪组发育一定规模的火山岩。近些年来, 许多学者已对火山岩做了较多的研究工作<sup>[6-9]</sup>, 为岩石成因和盆地演化的确定提供了依据。另一方面, 火山活动事件与沉积作用的关系方面的研究则显得相对薄弱。本文重点对北京及邻区大红峪组火山活动期富含硅质的陆源碎屑—碳酸盐岩混合沉积及火山碎屑沉积物进行研究, 试图对沉积作用与水下火山活动事件的关系进行探讨。

## 1 地质背景

华北地区长城系大红峪组火山岩主要分布在北京平谷和天津蓟县地区, 最大厚度分别为718 m和490 m, 出露面积约600 km<sup>2</sup>。另外在两地还残存着40余个古火山岩筒<sup>[6,9]</sup>(图1-C, 图中只标出较大者), 面积一般在0.01~0.18 km<sup>2</sup>之间。经对平谷和蓟县地区的野外观察, 岩筒产于常州沟组—大红峪组中下部地层中, 呈圆形、椭圆形及纺锤形等, 主要由基性火山角砾岩组成, 并含有大红峪期及其之前的围岩角砾或集块, 其岩石矿物组成和化学成分与大红峪组火山岩完全一致, 为残留的同期火山喷发通道。北京地区大红峪组火山岩序列自下而上分为五个喷发旋回, 其中第三、四旋回为主要喷发旋回<sup>[9]</sup>。火山喷发以熔岩

溢流相为主, 火山碎屑岩次之, 火山爆发指数为16.7%~11.4%。岩石类型主要为钾质玄武岩和粗面岩, 两者厚度之比约为7:3, 具有大陆裂谷双峰式分布特征<sup>[7,8]</sup>。平谷和蓟县地区52个火山岩岩石化学分析结果(样品来源: 21个, 北京地矿局地研所, 1979; 16个, 舒小辛, 1988; 8个, 华北地研所, 1965; 4个, 1:100万张家口幅, 1965; 3个, 自测, 1998)显示, 玄武岩类的SiO<sub>2</sub>平均含量为46.61%, 碱质总量6.54%; 粗面岩类的K<sub>2</sub>O平均含量为7.91%, 碱质总量12.49%。在碱质总量中, 各岩类钾的含量均明显大于钠, 钾的含量最大可达15.93%。

在以往的研究中, 许多人认为大红峪组火山岩展布为近E—W向<sup>[6,8]</sup>, 其喷发作用与近E—W向古断裂的同期活动有关。但从图1-C中可以看出, 平谷和蓟县地区古火山岩筒的空间排列总体上呈NW向。向南东延伸至遵化石门子和滦县青龙山, 两地也分别发育厚度为16 m和26 m的火山熔岩, 与平谷和蓟县地区的火山岩构成明显的NW向线性分布特征(图1-B)。盆地的岩相古地理和古构造研究<sup>[5]</sup>表明, 长城纪时期盆地主体呈NE向展布(图1-A), 盆地断裂系统主要由两组同沉积断裂组成, 一组为NE向延伸的盆缘断裂, 另一组为NW向的传递断裂(Transfer fault)。其中赤城—滦县传递断裂(图1-B)在整个长城纪沉积期最为活跃。华北地区的元古代坳拉槽延长至少为100 km, 而盆地的主沉陷部分宽仅为70~90 km<sup>[2,5]</sup>。在这样狭长的盆地形成过程中, 很难设想盆地各段的拉张速率会保持一致, 因此传递断裂基本

① 国家自然科学基金项目(批准号: 49772121)资助。

② 舒小辛. 北京平谷县玻璃塘一带基性角砾岩管的成因及含矿性探讨[学位论文]. 中国地质大学(北京), 1988.

收稿日期: 1999-04-27 收修改稿日期: 1999-08-31

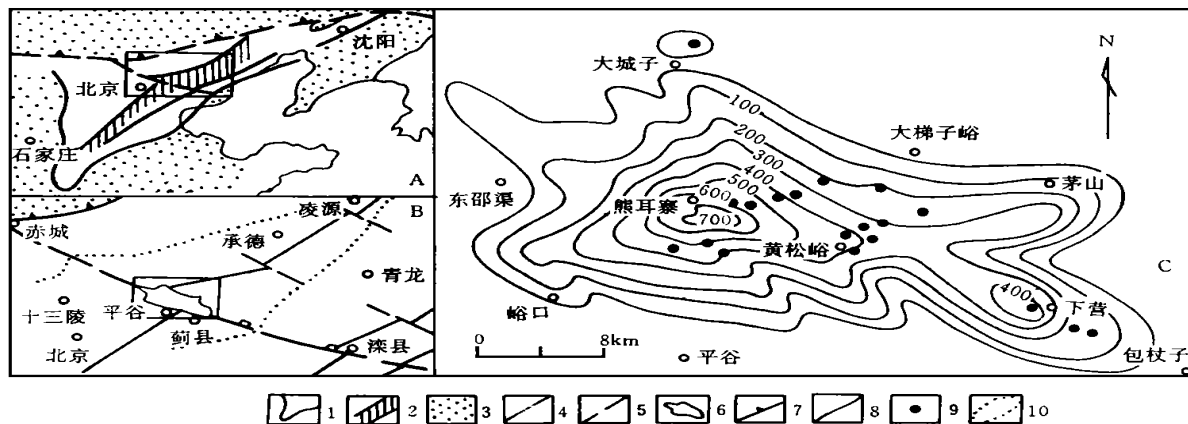


图 1 北京及邻区中元古代大红峪组火山岩等厚分布(据 35 个剖面)及在盆地中的位置

1. 盆地范围; 2. 坳拉槽主沉陷带; 3. 古剥蚀区; 4. 盆缘断裂; 5. 传递断层; 6. 火山岩分布区;
7. 中生代断裂; 8. 火山岩等厚线; 9. 古火山口; 10. 硅质—砂—碳酸盐相分布范围

Fig. 1 Distribution and position of the Dahongyu Formation volcanic rocks in the Middle Proterozoic aulacogen basin

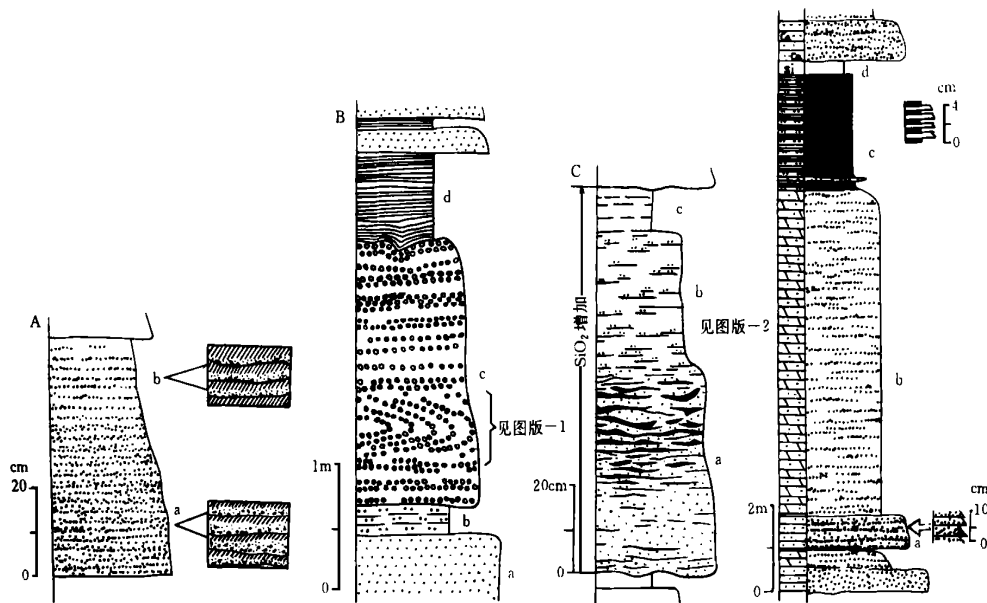


图 2 大红峪组火山硅质—陆源砂—碳酸盐岩混积相特征

A 蓟县 B 十三陵 C 承德 D 凌源 (各相中的 a, b, c, d 见正文)

Fig. 2 Volcanic siliceous-sand-carbonate facies of the Dahongyu Formation

上起到协调盆地各段扩张节奏的作用<sup>[10]</sup>。一般认为,大型传递断裂为延及地壳深部的近直立的构造薄弱带,具有较高的渗透性,易于成为岩浆和热液活动的通道<sup>[11, 12]</sup>。北京及邻区大红峪组火山岩和古火山岩筒的总体展布,反映出与赤城—滦县传递断裂同期活动有关,其中平谷地区正位于盆缘断裂与传递断裂的交汇部位,也是火山活动最为强烈的地区。

## 2 火山源沉积相特征

与火山物质加入的相关沉积相大致可分为两大类:有火山源硅质混入的陆源碎屑—碳酸盐沉积相和

火山碎屑重力流沉积。

### 2.1 火山源硅质—陆源砂—碳酸盐岩混积相

基本岩石类型包括灰白色和淡蓝色含硅质石英砂岩、淡蓝色砂质硅质岩、蓝灰色凝灰岩、含凝灰质石英砂岩、灰色含硅质白云岩、内碎屑状硅质岩、胶状硅质岩、黑色硅质页岩等。根据距离火山源的远近,大体上可分出几种不同的沉积相类型(图 2)。在蓟县和平谷地区,该相主要由淡蓝色含硅质石英砂岩、砂质硅质岩及胶状硅质岩组成,碳酸盐少量<sup>[5]</sup>。沉积相组合具韵律特征,每一韵律厚 40~80 cm,其内部发育 0.5~

1.5 cm厚的次级韵律(图 2-A)。每一小韵律由细砂—粉砂—硅质组成,具正粒序变化特征。在镜下,硅质呈隐晶状或胶状均质结构,含粉砂质微条带(0.1~0.3 mm)。在每一相韵律中,自下(a)而上(b)陆屑组分逐渐减少至无,硅质所占比重增加。

在十三陵地区,该相自下而上为石英砂岩(a)、粉砂岩(b)豆粒—鲕粒状硅质岩(c)及黑色泥质硅质岩或硅质页岩(d)(图 2-B)。豆粒—鲕粒状硅质岩中的颗粒大小为 1.5~4 cm,在镜下显示出由放射状石英集合体组成。在靠近黑色泥质硅质岩处,含有具长石自形晶外形的硅化颗粒,为交代火山灰物质的残留物<sup>[4]</sup>。豆粒—鲕粒状硅质岩中具柔皱褶曲(图版 I-1),推测为半固结状态下形成的沉积变形,应起因于火山活动所诱发的同沉积构造变动。豆粒—鲕粒状硅质岩及黑色泥质硅质岩和硅质页岩界线处凹凸不平,变化截然,它反映了火山事件的突变性对沉积物质供给改变的影响。

向远处,在承德县一带,该相碳酸盐组分有所增多(图 2-C)。下部以条带状陆屑—碳酸盐(a)为主,发育宽为 0.5~2.5 cm 的硅质细条带。带中包括毫米级的细砂屑状硅质条带、含砂—粉砂级细晶碳酸盐和白云质粉砂岩微细条带,三种细条带之间界线清楚。带中硅质砂屑含量 70%~75%,粒径 0.1~0.3 mm,圆一次圆状,隐晶—胶状结构,部分颗粒具暗色藻包壳,含少量凝灰,胶结物为玉髓。中部以内碎屑状硅质岩(b)为主,具少量碳酸盐条带,含<3%陆源粉砂。硅质内

碎屑含量 80%~90%,大小 0.08~0.4 mm,圆—椭圆—长条状,隐晶结构,大部分具 1~2 层暗色藻包壳(图版 I-2)。岩石中普遍含自形—半自形白云石菱晶,具析铁环带,为成岩期次生交代产物。胶结物玉髓为微晶状、节状和放射状。上部为含硅质颗粒的纯硅质岩(c),含少量凝灰等,颗粒与胶结物均为胶状结构。至辽西凌源(图 2-D)等地,硅质组分明显减少,玉髓多呈节状和放射状胶结物充填在砂岩(a)碎屑颗粒之间,或在相序的顶部夹有硅质岩薄层(d)。

## 2.2 水下火山碎屑流沉积相

主要包括两种类型,火山碎屑基浪沉积相和火山—沉积角砾碳酸盐岩混积相。火山碎屑基浪沉积相直接覆盖于玄武岩之上,可分为四段(图 3-A)。a、b 段为沙波—块层段,由砂级火山碎屑岩组成。碎屑含量 75%~80%,其中火山碎屑占碎屑总量的 65%~85%,余者为碳酸盐岩及陆源碎屑,大小 0.03~1.8 mm。火山碎屑成分玄武岩屑和晶屑(图版 I-3),浑圆状—棱角状,部分显塑性特征。杂基成分为碳酸盐及泥级火山灰等,杂基或颗粒支撑。a 段具逆行沙波构造,波长 65 cm,波高 9~12 cm,上部具小型前积纹理。b 段具大型沙丘构造,波长>1.5 m;底部具侵蚀面。a、b 两段均发育次级或多重正粒序递变层理(图版 I-4)。c 段细粒火山碎屑岩中段发育较大的舒缓波状层理和叠置其上的小型沙纹交错层理,以及似砂球状构造。d 段为灰绿色凝灰质页岩,其上覆为正常条件下形成的含凝灰质硅质条带白云岩。

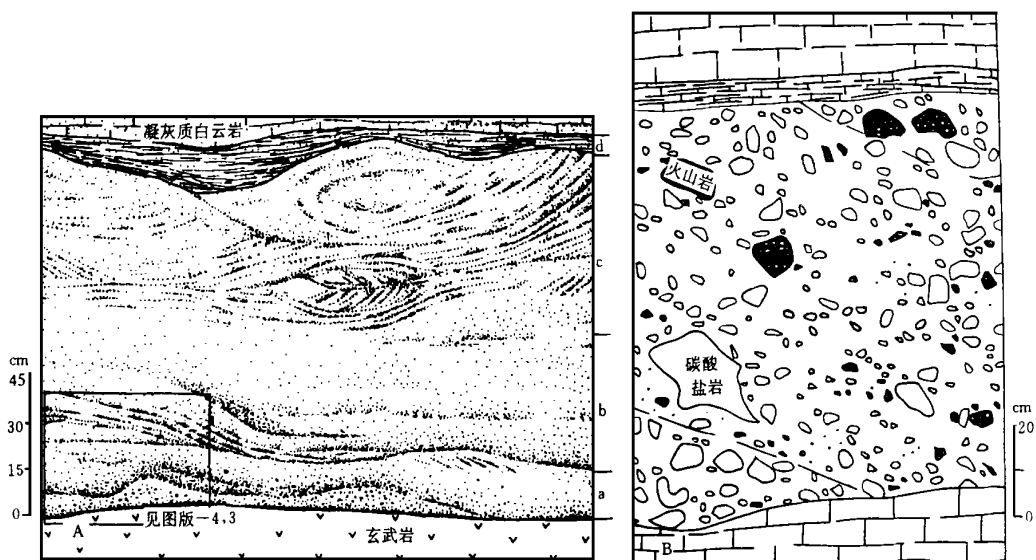


图 3 平谷地区火山碎屑基浪沉积相(A)和火山—沉积角砾碳酸盐岩混积相(B)

Fig. 3 Pyroclastic base surge (A) and volcanic-sediment breccia carbonate facies (B) in the Pinggu area.

火山—沉积角砾碳酸盐岩混积相往往成单层(厚1.4~2.2 m)夹于白云岩中,为火山角砾和沉积角砾与碳酸盐岩的混合沉积(图3-B)。岩石中角砾含量占40%~60%,大小1~22 cm。沉积角砾成分以下伏的沉积岩为主,有泥晶白云岩、条带泥晶白云岩、砂岩、含砂白云岩、页岩等。火山角砾含量占角砾总量的30%~40%,成分为玄武岩、粗面岩等。杂基成分为含砂—粉砂白云岩,以及长石、石英晶屑和火山玻璃。角砾分布杂乱,杂基支撑,无层理构造。层的上界平整,下界具波状侵蚀面,部分地段与下伏白云岩呈搅动渐变关系,并出现半连接状和撕裂状角砾。

### 3 讨论

火山源硅质—陆源砂—碳酸盐岩混积相是在有陆源碎屑供给、盆内碳酸盐生成及火山活动提供硅质三种供源方式叠加的条件下的沉积产物。根据发育小型对称波浪、砂体多呈薄席状产出、碎屑砂分选磨圆中等及成分成熟度较高等分析,该相主要形成于浪基面以上的浅水环境。相序结构显示,自下而上水体能量由中等变低。

富含火山源硅质的陆源碎屑—碳酸盐混合沉积分布较广,受盆地轴向水流作用影响,主要沿盆地轴部并偏西北侧展布(图1-B)。岩石特征及其沉积特点反映出,硅质沉积物主要来源于同期的火山活动,其地质依据主要有以下几个方面:①发育在有火山喷发活动的大红峪组中,在区域上具有稳定的层位性。在沉积相序上硅质分布具有一定韵律性,主要出于沉积韵律或旋回的上部,表明硅质加入了沉积分异过程。②硅质含量和厚度比在空间分布上具有一定的变化规律,愈近大红峪期古火山口,含量愈高和厚度愈大,显示出与火山活动的亲缘关系。③该相中有硅质岩的部位普遍含有凝灰质碎屑,或夹有凝灰岩层。④硅质岩结构主要为胶状或隐晶状,具有原生沉淀的结构特征。在一些砂岩中呈胶结物的放射状和节状玉髓,系由原生硅质经蛋白石转变而成,与一般沉积成岩过程中粒间孔隙水形成的硅质胶结物有明显的差别。在显微镜正交偏光下,前者呈暗灰色中高突起;后者则为亮灰色中低突起。硅质组分一般无交代其它组分的现象,而被白云石所交代。

北京及邻区大红峪期由火山活动提供的硅质,可能有两种方式。一是来自盆地内火山物质在海解阶段的分解作用。但大红峪组火山岩分布范围小,火山碎屑岩的分布虽广但厚度较小,因此这种方式不足以提供如此大量的硅质。本文更倾向于第二种供硅方式,即由水下火山口直接泄硅,或火山口及其附近的热泉

与火山通道周围物质反应而析出大量的 $\text{SiO}_2$ 。与同期火山熔岩岩石化学对比分析显示出,大红峪组玄武岩 $\text{K}/\text{Na}$ 比值为5.74,豆粒状硅质岩为3.71,两者均为 $\text{K}$ 明显大于 $\text{Na}$ 。稀土元素总量,豆粒—鲕粒状硅质岩为 $132.17 \times 10^{-6}$ ,火山岩为 $124.16 \times 10^{-6}$ ,而砂岩为 $23.37 \times 10^{-6} \sim 58.16 \times 10^{-6}$ 。大红峪组硅质岩的硅同位素 $\delta^{30}\text{Si}$ 值为0.1,与其它地区火山岩或蛇绿岩共生的硅质岩 $\delta^{30}\text{Si}$ 值-0.3~0.8接近,而与北京地区的高于庄组和雾迷山组燧石层或次生硅化岩该值2.4~3.4,以及与非火山成因的粘土矿物和石英 $\delta^{30}\text{Si}$ 值相比则有较大的差异<sup>[4,14]</sup>。上述分析表明,大红峪组火山硅质—陆源砂—碳酸盐岩混积相中的硅质,应主要来源于同期的火山喷发。

水下火山碎屑流沉积相见于平谷和蓟县大红峪组火山岩—沉积岩相序中。空间分布较为局限,仅发育于古火山口附近。在火山口边缘其厚度较大( $>30\text{m}$ ),向外侧迅速减薄。根据角砾成分以沉积岩居多等分析,火山—沉积角砾碳酸盐岩混积相的形成可能与气体爆炸为主的火山喷发作用有关。火山爆发将围岩崩起并回落在火山口近缘,部分沿坡下移,切蚀表层碳酸盐沉积物并与水充分混合,以水下碎屑流(泥石流)的方式沉积在火山口周边地区。向远处由于碎屑流被水稀释而变得流体化,逐渐转为正常沉积。

火山碎屑基浪沉积常见于环火山口地带,其厚度随距源区距离增大而呈对数级数减小。一般情况下,它所达到的最大半径距离与火山口直径相当,至多不超过火山口直径的10倍<sup>[15,16]</sup>。平谷地区古火山口直径多在0.01~0.4 km之间,最大者约0.5 km,火山碎屑基浪沉积距邻近的火山口距离约2 km,处在基底涌浪活动范围内。火山碎屑基浪沉积出现在火山熔岩相的顶面之上,可能形成于溢流喷发活动的尾声,与火山口内残余热气冲破熔岩封堵而爆发泄出,造成小范围的海水涌浪作用有关。喷出的水蒸气与海水及火山碎屑物混合,经重力分异作用而产生层底流负荷和紊流<sup>[15]</sup>。根据底型与流态关系的研究结果分析,大红峪组火山碎屑基浪沉积的a、b段类似于其C类沙丘与平坦层之间的过渡类型,为高流态条件下所形成。c段则与B类沙丘底型相似,是在由高向低流态过渡条件下的产物。该相整个形成过程是在浅水环境下进行的。

### 参 考 文 献

- 1 陈晋镛,张惠民,朱士兴等.蓟县震旦亚界的研究[A].见:中国地质科学院天津地矿所(主编),中国震旦亚界研究[C].天津:天津科技出版社,1980.56~114

- 2 王鸿祯, 乔秀夫. 中国元古代过构造单元及其边界性质. 前寒武纪地质[J]. 1987, 3: 1~14
- 3 宋天锐, 高健. 北京十三陵前寒武系沉积岩[M]. 北京: 地质出版社, 1987. 1~193
- 4 宋天锐, 赵震, 王长尧等. 华北元古宙沉积岩[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1991. 40~45
- 5 和政军, 孟祥化, 葛明. 燕山地区长城纪沉积演化及构造背景[J]. 沉积学报, 1994, 12(2): 10~19
- 6 任富根. 蓟县长城纪火山—侵入岩岩浆活动问题[J]. 天津地矿所所刊, 1986, 16: 109~122
- 7 邱家骥, 廖群安. 北京地区中元古代与中生代火山岩的酸度系列构造环境及岩浆成因[J]. 岩石矿物学杂志, 1998, 17(2): 104~117
- 8 李昌年, 邱家骥, 杨眉. 北京地区元古代火山作用及其构造环境讨论[A]. 见: 李兆鼎, 王碧香(主编), 火山岩、火山作用及有关矿产[C]. 北京: 地质出版社, 1993. 154~161
- 9 北京市地质矿产局. 北京市区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991
- 10 Morley C K, *et al.* Transfer zones in the East African Rift system and their relevance to hydrocarbon exploration in rift[J]. AAPG, 1990, 74: 1234~1253
- 11 Gibbs A D. Structural styles in basin formation[A]. In: Tankard A J, Balkwill H R, eds. Extensional Tectonics and Stratigraphy of the North Atlantic Margins[C]. AAPG, Mem., 1989, 46: 81~93
- 12 任启忠. 伸展地区重要的调整构造传递断层[J]. 煤田地质与勘探, 1990, (2): 20~26
- 13 刘益丰, 秦正永, 王长尧. 冀北燕山沉降带地层地球化学剖面研究[M]. 天津: 天津科技翻译出版公司, 1991. 101~110
- 14 Douthitt C B. The geochemistry of the stable isotopes of silicon[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1982, 46(8): 1449~1458
- 15 Fisher R V. Base surge deposits (deposits of hydroclastic eruptions)[A]. In: Fisher R V, Schmincke H U, eds. Pyroclastic Rocks[C]. Heidelberg, Springer-Verlag, 1984, 247~257
- 16 Fisher R V. Transport and deposition of a pyroclastic surge across an area of high relief: The 18 May 1980 eruption of Mount St. Helens[J]. Geol. Soc. Amer. Bull., 1990, 102: 1038~1054

## Sedimentary Record of the Proterozoic Changchengian Volcanic Events in Beijing and Its Neighbouring Area

HE Zheng-jun   SONG Tian-rui   DING Xiao-zhong   ZHANG Qiao-da

(Institute of Geology, CAGS, Beijing 100037)

### Abstract

The volcanic rocks of the Proterozoic Dahongyu Formation mainly distribute in Pinggu County of Beijing and Jixian county of Tianjin about 600 km<sup>2</sup> with 718 m and 490 m of the maximum thickness in the both areas. More than 40 paleo-craters were survived in the areas. The types of volcanic rocks mainly are potassic basalts and trachyte. Sedimentary facies related to volcanic event in the Middle Proterozoic Dahongyu Formation in Beijing and its neighboring area mainly include two basic types: siliceous-sand-carbonate mixed facies and pyroclastic gravity flow deposit, in which the later can be divided into pyroclastic basic surge and volcanic breccia-carbonate mixed deposit.

Siliceous-sand-carbonate mixed facies: the rock types of this facies include white and light-blue siliceous-bearing quartzites, light-blue sandy silicalites, blue-grey tuff, siliceous dolomites, intraclast-shaped silicalites and geltexture silicalites. Siliceous-sand-carbonate mixed facies widely distribute in the NE basin axis inclined to the NW side. Preliminary results of analysis, according to characteristics of rocks, geochemistry and sedimentation, show that enormous siliceous sediments of the Dahongyu Formation mainly originated from the submarine volcanic eruption in the temporary time.

Pyroclastic basic surges: Basic surges directly cover on basalts and occur around the paleo-craters. They are composed of coarse sand-grade pyroclastic rocks with large-scale dune-like cross bedding and poly-grade bedding, fine sand-silt-grade pyroclastic rocks and tuff shales. The pyroclastic basic surge was caused by sea water surging in small range, which was related to release of remnant steam bursting to seal of volcanic craters.

Volcanic breccia-carbonate mixed facies: Volcanic breccia-carbonate generally is single bed placed in between dolomites. In the beds breccia components are composed of sedimentary rocks (40~60%) and of basalts and trachytes (30~40%). According to analysis of sedimentary breccia content more than volcanic breccia, this facies

(Continued on page 520)

era (C<sub>2</sub>-P<sub>1</sub>), and discussed the effect of depositional setting on ash alteration.

In peat moor, the landing ash is directly altered into kaolinite in situ, forming cryptocrystalline kaolinite mudstone. The mudstone is almost monomineralic and keeps the shapes of crystallinoclastic and shard. Under TEM, the kaolinites in the form of unitary and aggregate are mostly glassy. Their aris are not tidy, with different shapes small particle size and strong aggregation. Under SEM, worm kaolinites and pisolite kaolinites are usually paragenetic. Both made up porphyritic texture in the range of micron.

In non-peat moor, the landing ash is firstly altered into gel, then into clay minerals in allochthon, becoming clay mudstone. The mudstone is polymineralic, with mineral components composed of illite, montmorillonite and interstratified illite-montmorillonite and so on. Under TEM, the kaolinites are coagulative and elastic; under SEM, the sedimentary characters are often seen, such as microbedding and microbedding plane made up of oriented clay minerals. After the ash transferred by air deposits, its alteration and products in peat moor are different from non-peat moor because the conditions of physics and chemistry vary with environment. The paper shows much to insight on deeply understanding of volcanic event strata and studing genesis of kaolinton in coal series.

**Key words** depositional setting ash alteration Daqingshan

### 图版说明

图版 I 1. 蠕虫状高岭石和泥粒状高岭石及其由它们所构成的斑状结构, SEM, × 240, 46-17 样; 2. 定向片状粘土矿物与微层理, SEM, × 1260, 57-3 样; 3. 胶凝状高岭石, SEM, × 2520, 70-3 样; 4. 多向片状高岭石, SEM, × 1680, 46-2 样; 5. 玻璃状高岭石, TEM, × 22000, 46-2 样; 6. 絮条状和盘旋状埃洛石, TEM, × 33000, 55-2 样; 7. 高岭石集合体内部呈条带状结构, TEM, × 33000, 42-3 样; 8. 由 0.1-0.3 $\mu$ m 的高岭石组成的集合体, TEM, × 26000, 46-17 样

(Continued from page 514)

probably formed under the condition bursting and returning breccia mixed with submarine surface carbonates and water in the basin, as submarine gravity flow deposited around the places of the volcanic craters.

**Key words** sedimentation related to volcanic event Proterozoic Dahongyu Formation Beijing

### 图版说明

图版 I 1. 北京十三陵大红峪组豆粒-鲕粒状硅质岩, 岩层中具同沉积变形构造, 弯曲的暗色层理由豆粒构成; 2. 河北承德县新杖子大红峪组砂屑状硅质岩镜下特征。Si: 隐晶硅质砂屑, 部分隐晶颗粒具暗色的藻包壳; 胶结物为节状玉髓。Dol: 具析铁环带的白云石, 交代了硅质岩。× 5, 正交偏光; 3. 北京平谷黄松峪大红峪组火山碎屑基浪沉积的火山碎屑岩镜下特征。碎屑成分: Ba 玄武岩, Dol 白云岩, Q 石英, 杂基支撑, 杂基成分以碳酸盐为主。× 20, 正交偏光; 4 黄松峪大红峪组火山碎屑基浪沉积中的多重正粒序递变层理(局部), 左边笔示比例。位置见图 3(A)中的小矩形框。Ba: 玄武岩, Pc: 火山碎屑岩。

