

西准噶尔萨吾尔地区二叠纪火山活动规律

周涛发¹ 袁 峰¹ 杨文平² 何立新² 谭绿贵¹ 范 裕¹ 岳书仓¹

(1. 合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230009;
2. 新疆地质勘查局第四地质大队, 新疆 阿勒泰 836500)

摘要:西准噶尔萨吾尔地区位于新疆阿勒泰的吉木乃县及塔城地区和丰县。区内泥盆纪—二叠纪均有火山活动,其中二叠纪火山作用尤为强烈。二叠纪火山岩地层包括哈尔加乌组和卡拉岗组,哈尔加乌组为一套陆相中基性—中性火山岩及火山碎屑岩,卡拉岗组为一套陆相中基性—中酸性火山岩及火山碎屑岩。哈尔加乌—卡拉岗旋回火山岩主要岩性包括橄榄玄武岩、玄武岩、粗玄岩、安山岩、粗安岩、流纹岩、火山碎屑岩等。根据火山岩地层综合剖面以及火山岩的岩石学、岩相学特征,萨吾尔地区二叠纪火山活动由早至晚可分为 5 个阶段:中性喷发阶段、间歇性基性喷发阶段、酸性爆发及喷溢阶段、小规模中性间歇性爆发及喷溢阶段、基性喷发阶段;火山岩为陆相火山岩,具有双峰式特征,形成于伸展的构造背景下。

关 键 词:火山岩;火山作用;二叠纪;萨吾尔;准噶尔

中图分类号:P588.14 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2006)03-0553-06

新疆北部地区目前已成为研究后碰撞构造—岩浆—成矿作用的热点地区^[1~7],王京彬等^[8]依据 Liegeois^[9]对后碰撞的定义,将新疆北部地区后碰撞阶段的主体时限厘定为石炭纪—二叠纪。西准噶尔萨吾尔地区位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州阿勒泰地区吉木乃县及塔城地区和丰县,属于哈萨克斯坦—准噶尔板块北缘^[1~2,10],区内自泥盆纪至二叠纪均有火山活动,其中二叠纪火山作用尤为强烈,但是其研究较为薄弱。二叠纪火山作用是准噶尔地区晚古生代最晚的火山作用,研究该套火山岩对于区内火山作用、构造演化尤其是后碰撞阶段火山作用特征具有重要的意义。因此,笔者基于火山岩剖面、岩石学、岩相学特征,探讨西准噶尔萨吾尔地区二叠纪火山活动规律。

1 地质背景

研究区的褶皱构造主要为萨吾尔复式向斜和哈拉巴依复式背斜两大褶皱;断裂广泛发育,依据变形特征、空间组合关系及相互切割顺序等可归纳为近东西向逆冲断裂系和走滑剪切断裂系,主要断裂为发育于研究区中部的萨吾尔断裂(图 1)。

区内出露的地层从老到新为泥盆系萨吾尔山组、蕴都卡

拉组、朱鲁木特组及洪古勒楞组,石炭系黑山头组、哈拉巴依组、那林卡拉组、吉木乃组及恰其海组,二叠系哈尔加乌组和卡拉岗组,各地层单元基本呈整合接触,上覆第四系松散堆积层(图 1)。

区内侵入岩较发育,以酸性岩为主,各类岩体(脉)主要分布在萨吾尔断裂以北,在萨吾尔断裂以南仅有零星分布,各岩体均与石炭纪地层具侵入接触关系。研究区自中泥盆世至早二叠世均有火山活动,其中二叠纪火山岩出露于下二叠统哈尔加乌组和卡拉岗组,哈尔加乌组为一套陆相中基性—中性火山岩及火山碎屑岩,卡拉岗组为一套陆相中基性—中酸性火山岩及火山碎屑岩。

2 火山岩剖面特征

研究区二叠纪火山岩地层包括哈尔加乌组和卡拉岗组,哈尔加乌组为一套陆相中基性—中性火山岩及火山碎屑岩,卡拉岗组为一套陆相中基性—中酸性火山岩及火山碎屑岩。在黑萨阔腊斯西、阿依尔吾萨依至也斯杆德尔萨依、萨尔森比阔腊斯至胡札阔腊斯等地具有较完整的剖面出露。在前人资料^[1]的基础上,笔者对主要火山岩剖面(图 1)进行了测量、采

收稿日期:2006-03-31;改回日期:2006-05-08

基金项目:国家重点基础研究发展规划项目(2001CB409800)和安徽省优秀青年科技基金项目(04045063)资助。

作者简介:周涛发,男,1964 年生,博士,教授,博士生导师,矿物学岩石学矿床学专业;E-mail:tfzhou@hfut.edu.cn。

① 新疆地质矿产勘查局第四地质大队,1:5 万区域地质调查报告,托斯特(南半)幅、喀尔交(南半)幅、肯杰巴库勒幅、布尔克斯岱幅、舍木乃库热(北半)幅、和丰国营牧场(北半)幅,1998。

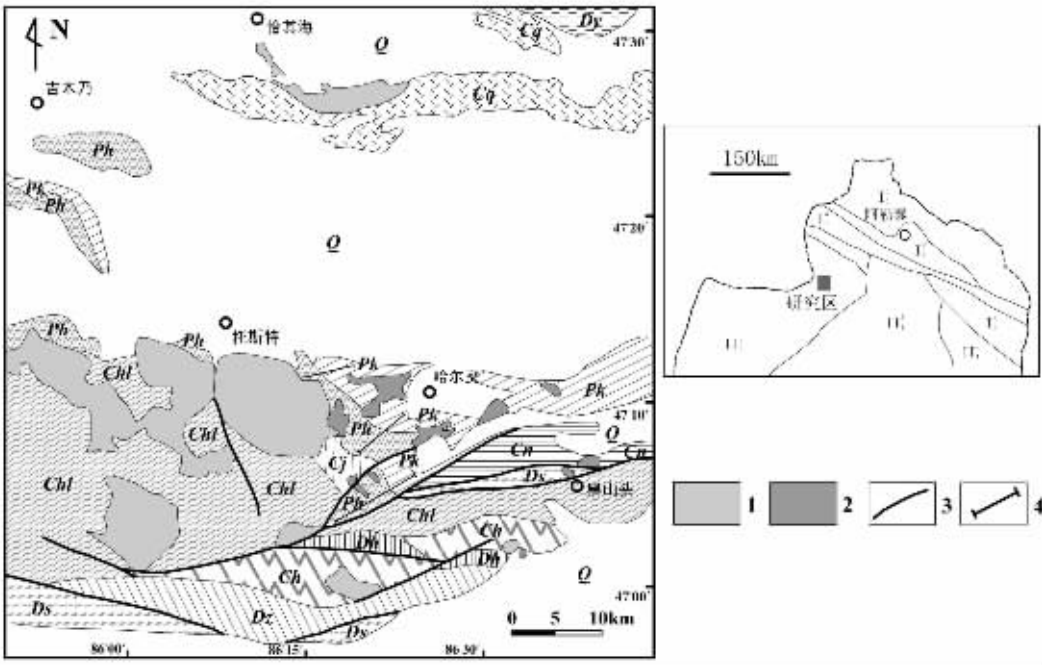


图 1 新疆西准噶尔萨吾尔地区地质图

(研究区地质图据 1:20 万区域地质图修改^①,构造分区图据参考文献[1])

Q—第四系;Pk—二叠系卡拉岗组(玄武岩、流纹岩、安山岩、凝灰岩、凝灰质砂岩);Ph—二叠系哈尔加乌组(安山岩、玄武岩、凝灰岩、凝灰质砂岩);Cq—石炭系恰其海组(粗砂岩、细砂岩、粉砂岩);Cj—石炭系吉木乃组(安山岩、玄武岩、凝灰岩、凝灰质粉砂岩);Cn—石炭系那林卡拉组(凝灰质砂岩夹安山岩、玄武岩);Chl—石炭系哈拉巴依组(凝灰质砂岩夹安山岩);Ch—石炭系黑山头组(粉砂岩、泥岩、砂岩);Dh—泥盆系洪古勒楞组(泥岩、粉砂岩);Dz—泥盆系朱鲁木特组(粗砂岩、粉砂岩、泥岩);Dy—泥盆系蕴都卡拉组(砂岩、粉砂岩、泥岩);Ds—泥盆系萨吾尔山组(凝灰质细砂岩、泥岩夹安山岩、灰岩);I—西伯利亚板块;I₁—阿尔泰古生代大陆边缘;I₁¹—北阿尔泰早古生代非岩浆型被动陆缘;I₁²—南阿尔泰泥盆纪岩浆型被动陆缘;I₃¹—额尔齐斯构造混杂带;I₄¹—北准噶尔泥盆纪洋内弧;II—哈萨克斯坦—准噶尔板块;II₁—准噶尔地块及大陆边缘;II₁¹—西准噶尔古生代弧盆地;II₂²—东准噶尔古生代弧盆地;II₃³—准噶尔坳陷;1—花岗岩;2—花岗斑岩;3—断裂;4—火山岩剖面位置

Fig. 1 Geological sketch map of the Sawu'er area, western Junggar, Xinjiang (the geological map of the study area modified from the 1:200000 regional geological map^① and the map of tectonic divisions after reference [1])

Q—Quaternary;Pk—Permian Kalagang Formation (basalt, rhyolite, andesite, tuff and tuffaceous sandstone);Ph—Permian Ha'erjiawu Formation (andesite, basalt, tuff and tuffaceous sandstone);Cq—Carboniferous Qiaqihai Formation (grit, fine sandstone and siltstone);Cj—Carboniferous Jimunai Formation (andesite, basalt, tuff and tuffaceous siltstone);Cn—Carboniferous Nalinkala Formation (tuffaceous sandstone with andesite and basalt);Chl—Carboniferous Halabayi Formation (tuffaceous sandstone with andesite);Ch—Carboniferous Heishantou Formation (siltstone, mudstone and sandstone);Dh—Devonian Hongguleleng Formation (mudstone and siltstone), Dz—Devonian Zhulumute Formation (grit, siltstone and mudstone);Dy—Devonian Yundukala Formation (sandstone, siltstone and mudstone);Ds—Devonian Sawu'ershan Formation (tuffaceous fine sandstone and mudstone with andesite and limestone);I—Siberian plate;I₁—Altay Paleozoic continental margin;I₁¹—North Altay Early Paleozoic passive continental margin without magmatism;I₁²—South Altay Devonian passive continental margin with magmatism;I₃¹—Ertix tectonic mélangé zone;I₄¹—North Junggar Devonian intraoceanic arc;II—Kazakhstan—Junggar plate;II₁—Junggar block and continental margin;II₁¹—West Junggar Paleozoic arc-basin system;II₂²—East Junggar Paleozoic arc-basin system;II₃³—Junggar depression

1—Granite;2—Granite porphyry;3—Fault;4—Location of the section of volcanic rocks

① 新疆地质局区调大队第十分队.1:20 万吉木乃幅、布尔津幅区域地质调查报告,1981.

样,结合野外定名及室内镜下鉴定,综合萨尔森比阔腊斯至胡札阔腊斯剖面、阿依尔吾萨依至也斯杆德尔萨依剖面、黑萨阔腊斯西剖面特征结果,区内二叠纪火山岩剖面特征如下。

(1)卡拉岗组(P₁k)

该组为一套陆相酸性-中性-基性火山岩及其火山碎屑沉积岩,主要分布于布尔斯岱北部,喀尔交南部等地,出露面积约 55 km²。该组与下伏地层哈尔加乌组(P₁h)呈整合接触,其上被第四系不整合覆盖,在阿也尔朔克一带,该组地层呈角度不整合覆盖于吉木乃组(C₁j)之上。依据岩性,该组划分为第一、二、三段,各段之间呈整合接触。

第一段为酸性、中酸性火山碎屑岩、熔岩。分布于巴提塔勒阔腊斯、萨尔森比阔腊斯及扎勒格孜塔勒等地。在扎勒格孜塔勒一带出露岩性为紫红色、紫灰色流纹岩、流纹质角砾熔岩、中酸性角砾凝灰岩、玻屑凝灰岩及紫灰色、灰黄色珍珠岩等。与下伏地层哈尔加乌组第二段呈整合接触。

第二段分布于萨尔森比阔腊斯、布尔合斯太、阿也尔朔克、喀腊朔克等地。岩性为安山岩、安山质凝灰岩、安山质角砾凝灰熔岩及凝灰质砂岩等。

第三段主要分布于喀尔交西南胡札阔腊斯一带。岩性为橄榄玄武岩、玄武岩、安山玄武岩、沉角砾凝灰岩、凝灰岩及凝灰质砂岩等,过去划分为喀尔交岩体的部分地段,本次工作重新确定其为卡拉岗组第三段局部发育的流纹岩,该段含可采煤层。此外,该组的凝灰质砂岩中见有较丰富的植物化石。由上至下依次为(图 2):

- ②① 浅灰色中层状凝灰质粗砂岩与灰黑色凝灰质细砂岩互层,顶部见劣质煤层,局部发育流纹岩 7 m
- ②⑩ 灰黑色玄武岩 38 m
- ①⑨ 灰绿色、紫红色薄层状晶屑岩屑凝灰岩,顶部为灰绿色沉角砾凝灰岩 10 m
- ①⑧ 紫灰色、灰黄绿色橄榄玄武岩,顶部见有集块 75 m
- ①⑦ 灰黄色、灰黑色杏仁状玄武岩 69 m
- ①⑥ 紫灰、灰黄色玄武岩夹紫红色安山玄武质角砾熔岩 21 m
- ①⑤ 紫灰色、暗灰黄色玄武安山岩 48 m
- ①④ 灰黄绿色杏仁状玄武岩与灰黑色、暗紫灰色橄榄玄武岩互层 119 m
- ①③ 灰黑色、紫灰色橄榄玄武岩、玄武岩 134 m
- ①② 灰黑色沉岩屑凝灰岩,见植物化石碎片 10 m
- ①① 灰黑色杏仁状辉石安山岩 1 m
- ①⑩ 灰黄绿色、紫灰色安山质沉凝灰岩,底部为暗紫红色安山质含集块角砾凝灰熔岩,沉凝灰岩中见有植物化石碎片 64 m
- ①⑨ 紫灰色蚀变安山岩 11 m
- ①⑧ 紫灰色、灰绿色安山质角砾凝灰岩夹灰绿色沉凝灰岩、凝灰质砂岩 16 m
- ①⑦ 紫红色流纹岩 13 m
- ①⑥ 紫灰色、紫灰色流纹质角砾晶屑凝灰岩夹流纹质玻屑

- 凝灰岩 254 m
- ⑤ 紫灰色流纹岩 105 m
- ④ 紫灰色中酸性角砾凝灰岩 55 m
- ③ 灰色石英钠长质角砾熔岩 38 m
- ② 紫灰色、灰黄色流纹岩夹珍珠岩 45 m
- ① 紫红色流纹质含角砾凝灰熔岩 41 m

(2)哈尔加乌组(P₁h)

该组为一套以中性为主的陆相火山岩及火山碎屑沉积岩,分布于布尔斯岱北部,喀尔交南部等地,出露面积约 66 km²。该组与下伏地层吉木乃组(C₁j)呈平行不整合接触,与上覆地层卡拉岗组(P₁k)呈整合接触。在布尔克斯岱中西部,该组地层与哈拉巴依组(C₁h)和吉木乃组呈断层接触;在托斯特幅喀克巴克德南,该组地层与塔斯特岩体呈断层接触。根据岩性,该组划分为第一、二段,段间整合接触。

第一段主要分布于萨比阔腊斯—黑萨阔腊斯和巴提塔勒阔腊斯南,主要为一套基性-中性熔岩夹少量火山碎屑岩。在萨比阔腊斯—黑萨阔腊斯岩性为安山岩、辉石安山岩、安山质角砾熔岩、安山质凝灰岩,底部为底砾岩及凝灰质砂岩、粉砂岩,厚 487.8 m;在巴提塔勒阔腊斯南除上述岩性外,还有火山角砾岩、粗玄岩、玄武安山岩等。

第二段分布于萨尔森比阔腊斯、巴提塔勒阔腊以及西南部的阿依尔吾萨依等地。在阿依尔吾萨依,该段岩性为安山质凝灰岩、凝灰质砂岩、粉砂岩、粗安质角砾凝灰岩、粗玄岩等,厚 820.1 m。此外,该组的凝灰质砂岩中见有较丰富的植物化石。由上至下依次为(图 2):

- ①④ 灰绿色沉辉石安山质岩屑晶屑凝灰岩与灰绿色中薄层状凝灰质砂岩、粉砂岩互层 43 m
- ①③ 灰绿色粗玄岩 10 m
- ①② 灰色、浅灰绿色厚层状凝灰质砂岩夹中薄层状凝灰质粉砂岩、沉角砾凝灰岩及安山岩,凝灰质砂岩中产植物化石 211 m
- ①① 灰绿色粗玄岩 137 m
- ①⑩ 灰色薄层状凝灰质粗砂岩与灰黑色凝灰质细砂岩、粉砂岩互层 281 m
- ①⑨ 浅灰色粗安质角砾凝灰岩夹灰-灰绿色中薄层状凝灰质砂岩 92 m
- ①⑧ 灰黄绿色安山质角砾凝灰岩 56 m
- ①⑦ 灰绿色安山岩 122 m
- ①⑥ 灰色沉角砾凝灰岩夹灰-灰绿色薄层状凝灰质砂岩,局部夹肉红色沉粗安质含角砾岩屑晶屑凝灰岩 122 m
- ①⑤ 暗紫灰色安山岩 111 m
- ①④ 紫灰色、灰绿色厚层状凝灰质砂岩夹灰黄色岩屑晶屑凝灰岩 23 m
- ①③ 灰绿色杏仁状辉石安山岩 126 m
- ①② 紫灰色、灰绿色、暗灰色杏仁状安山岩夹安山岩及安山质角砾熔岩 140 m

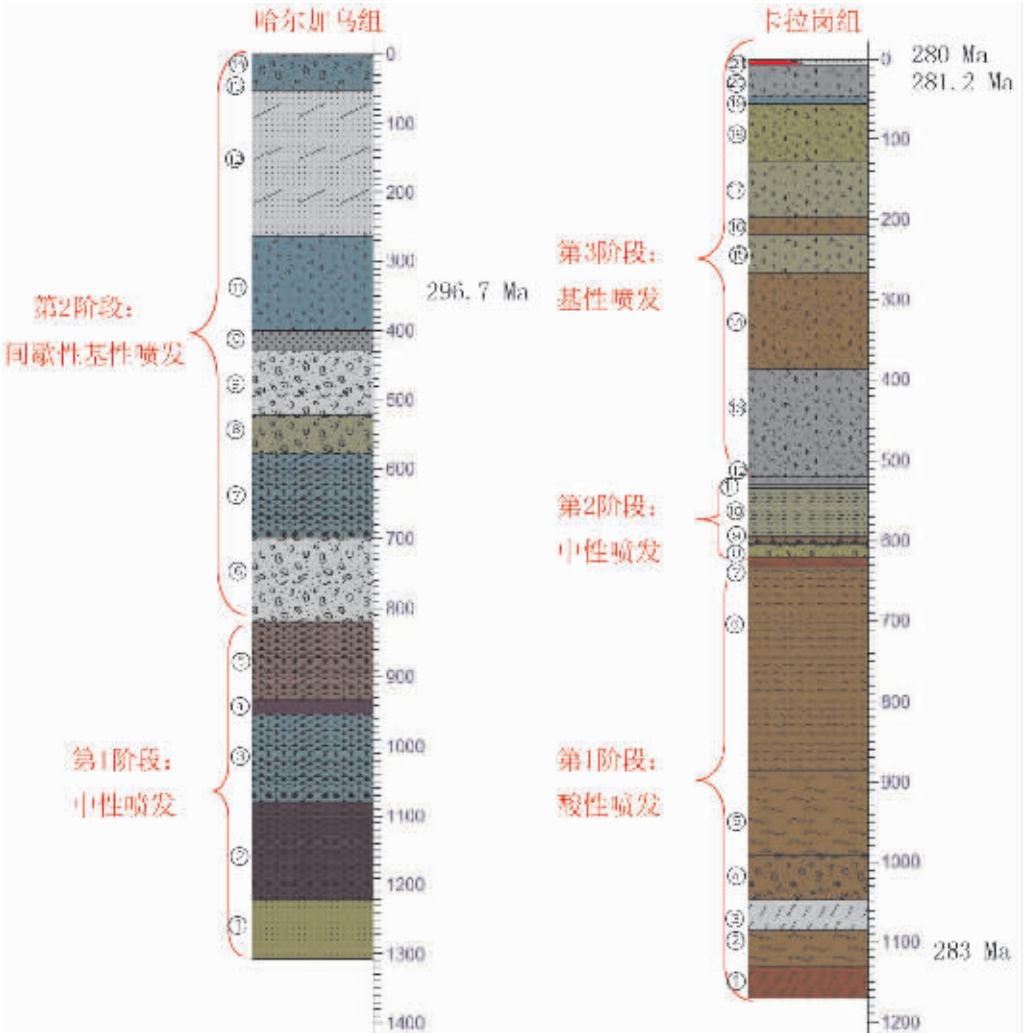


图 2 萨吾尔地区二叠系火山岩综合纵剖面
岩性编号与文中对应;层位年龄数据为火山岩全岩 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年数据
Fig. 2 Composite vertical section of Permian volcanic rocks in the Sawu' er area
The numbers of lithology correspond with those in text
The ages of the volcanic rocks marked in the section are $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages (unpublished)

① 灰黄色、灰黑色厚层状凝灰质砂岩、粉砂岩,底部为凝灰质砂岩 88m

3 岩石学特征

哈尔加乌—卡拉岗旋回火山岩主要岩性为橄榄玄武岩、玄武岩、粗玄武岩、安山岩、粗安岩、流纹岩、火山碎屑岩等,其主要岩性特征如下:

(1) 橄榄玄武岩

岩石呈灰黑、紫灰、灰黄绿色,斑状结构、基质具间粒及间隐结构,块状构造。斑晶以橄榄石为主,偶见斜长石及辉石,橄

榄石斑晶呈自形—半自形—他形柱状、粒状,多被伊丁石交代,呈交代假象结构。基质由基性斜长石、辉石、伊丁石化橄榄石、绿泥石、磁铁矿组成,斜长石呈细长柱状杂乱分布,在其间隙中充填有他形粒状辉石、磁铁矿及鳞片状绿泥石,构成间粒结构,或由隐晶质及玻璃质充填,构成间隐结构。

(2) 玄武岩

岩石呈暗灰黄色、灰黑色、灰绿色、紫红色,斑状结构、基质具间粒或间隐结构,块状构造。斑晶主要为自形—半自形板状斜长石。基质由板条状斜长石、柱状、粒状辉石、绿泥石、磁铁矿组成间粒结构,或由斜长石与隐晶质、玻璃质构成间隐结构。

(3)粗玄岩

岩石呈浅绿、灰褐、灰黑色,间粒结构,粗玄结构、块状构造,矿物成分以板条状斜长石、粒状辉石、磁铁矿、绿泥石等为主,斑晶主要为斜长石和辉石。

(4)安山岩

岩石呈灰绿色、紫红色,含斑及多斑交织结构,块状构造、杏仁构造。斑晶多为板状斜长石,有时可见半自形短柱状辉石。斜长石呈细板条状,半定向分布,他形粒状辉石、磁铁矿及鳞片状绿泥石散布于基质中。

(5)粗安岩

岩石呈紫红、紫灰、灰绿色,斑状结构,基质具粗面结构。斑晶为半自形—他形板状斜长石、钾长石,以前者为主。基质由斜长石、绿泥石、磁铁矿、石英组成,板条状斜长石定向排列,他形粒状磁铁矿、石英、鳞状绿泥石零星分布。

(6)流纹岩

岩石呈紫红—紫灰色,斑状结构、基质为霏细结构、球粒结构,流纹构造、珍珠构造。斑晶为半自形宽板状正长石和他形粒状石英。长石略呈定向排列,有钠长石化、高岭土化;石英具熔蚀现象。基质由隐晶—霏细长英质及少量金属矿物、绿泥石组成。岩石中常混有数量不等的岩屑、玻屑、晶屑等。本次工作重新确定的卡拉岗组第三段局部发育的流纹岩也具有相似特征。

(7)火山碎屑岩

哈尔加乌—卡拉岗旋回火山碎屑岩所占比例不大,以安山质火山碎屑岩为主,玄武质火山碎屑岩、流纹质火山碎屑岩较少。

4 火山活动规律

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素精确定年显示,哈尔加乌组粗玄岩 Total age 为 296.7 Ma;卡拉岗组英安岩坪年龄为 $(283 \pm 2)\text{Ma}$ (2σ),玄武岩坪年龄为 $(281.2 \pm 3)\text{Ma}$ (2σ),流纹岩坪年龄为 $(280 \pm 2)\text{Ma}$ (2σ),因此,可以确定哈尔加乌组、卡拉岗组火山岩为早二叠世火山活动产物。根据哈尔加乌组和卡拉岗组火山岩地层综合剖面并结合哈尔加乌—卡拉岗旋回火山岩的岩性、岩相变化特点,将研究区二叠纪火山活动划分为 5 个阶段(图 2):

第 1 阶段,中性喷发为主,形成安山岩、杏仁状安山岩、辉石安山岩、少量粗安岩及相应成分的火山碎屑岩;

第 2 阶段,间歇性的基性喷发为主,偶有中性喷发,形成粗玄岩、少量安山岩及相应成分的火山碎屑岩;

第 3 阶段,酸性喷发为主,为连续的爆发、喷溢,形成流纹岩、流纹质凝灰熔岩及相应成分的火山碎屑岩;

第 4 阶段,规模较小的中性喷发,主要分布于胡扎阔腊斯、哈那甫亚阔腊斯、布尔克斯岱村西等地,规模较小,为间歇性爆发及喷溢,形成安山岩、辉石安山岩、安山质凝灰熔岩及相应成分的火山碎屑岩;

第 5 阶段,基性喷发为主,主要分布于喀尔交乡周围,火

山活动以喷溢开始,形成较厚的基性熔岩,其后为间歇性喷发,形成橄榄玄武岩、玄武岩、杏仁状玄武岩、安山玄武岩、玄武质角砾熔岩,火山岩顶部见煤层。此外,局部地区在基性喷发后,发育酸性喷发,形成流纹岩。

岩性、岩相变化等特点反映出,二叠纪哈尔加乌组和卡拉岗组火山岩具有陆相火山岩的特点,哈尔加乌组和卡拉岗组中火山碎屑沉积岩的特征及沉积作用特征和沉积环境相同,均为陆相火山碎屑沉积,受间歇性火山活动的控制。在哈尔加乌组和卡拉岗组中普遍见有由凝灰质粗砂岩、细砂岩、粉砂岩及沉凝灰岩等组成的韵律沉积特征,岩石中普遍发育平行层理,局部见有泥裂,也说明沉积物形成过程中露出过水面,这些均反映出陆相火山沉积环境。此外,火山沉积岩夹层中均见较丰富的植物化石,哈尔加乌组中见 *Noeggerathiopsis theodori* Tchirkova et Zalesky, *Noeggerathiopsis derzavinii* Neuburg, *Zamipteris* 等,卡拉岗组中见 *Noeggerathiopsis subangusta* Zalesky, *Noeggerathiopsis theodori* Tschirkova et Zalesky, *Noeggerathiopsis derzavinii* Neuburg 等,均为早二叠世分子,也反映出本旋回为早二叠世陆相火山活动。

岩石组合、岩相及岩石厚度变化还显示,卡拉岗组火山岩以基性火山岩和酸性火山岩为主,中性喷发活动规模小、中性火山岩厚度小,因此卡拉岗组火山岩具有双峰式火山岩的特征;同时哈尔加乌组和卡拉岗组中还发育有少量粗安岩及相应成分的火山碎屑岩;这些均表明,研究区二叠纪哈尔加乌组和卡拉岗组火山岩应形成于伸展的构造背景下。

5 结 论

萨吾尔地区二叠纪火山岩地层包括哈尔加乌组和卡拉岗组,哈尔加乌组为一套陆相中基性—中性火山岩及火山碎屑岩,卡拉岗组为一套陆相中基性—中酸性火山岩及火山碎屑岩。哈尔加乌—卡拉岗旋回火山岩主要岩性包括橄榄玄武岩、玄武岩、粗玄岩、安山岩、粗安岩、流纹岩、火山碎屑岩等。

萨吾尔地区二叠纪火山活动由早至晚可分为 5 个阶段:中性喷发阶段、间歇性基性喷发阶段、酸性爆发及喷溢阶段、小规模中性间歇性爆发及喷溢阶段、基性喷发阶段。

萨吾尔地区二叠纪哈尔加乌组和卡拉岗组火山岩为陆相火山岩;卡拉岗组火山岩具有双峰式火山岩的特征;二叠纪哈尔加乌组和卡拉岗组火山岩应形成于伸展的构造背景下。

致谢:研究工作得到了新疆“305”项目办公室、新疆第四地质大队,以及王京彬研究员、高俊研究员、马映军研究员、王宝林研究员、李月臣研究员、王煜研究员等的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献(References):

- [1] 何国琦,李茂松,刘德权,等.中国新疆古生代地壳演化及成矿[M].香港:香港文化教育出版社,1994.1~437.
He Guoqi, Li Maosong, Liu Dequan, et al. Paleozoic Crust Evolution and Ore-Forming in Xinjiang, China [M]. Hongkong:

Hongkong Education and Culture Publication House,1994.1~437(in Chinese).

[2] Windley B F, Kroner A, Guo J H , et al. Neoproterozoic to Paleozoic Geology of the Altai Orogen, NW China;New Zircon Age Data and Tectonic Evolution[J]. The Journal of Geology, 2002, 110:719~737.

[3] 涂光炽. 初议中亚成矿域[J]. 地质科学, 1999, 34(1):397~404.
Tu Guangchi. Primary study of central Asia metallogenic province [J]. Scientia Geologica Sinica, 1999, 34(1):397~404(in Chinese with English abstract).

[4] Coleman R G. Continental growth of Northwest China[J]. Tectonics, 1989, 8:621~635.

[5] Sengör A M C ,Natal' In B A,Burtman V S. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia [J]. Nature, 1993, 364:299~307.

[6] Groves D I ,Goldfarb R J ,Gebre-Mariam M ,et al. Orogenic gold deposits:a proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types[J]. Ore Geology Reviews, 1998, 13:7~26.

[7] Brookfield M E. Geological development and Phanerozoic crustal accretion in the western segment of the southern Tien Shan (Kyrgyzstan, Uzbekistan and Tajikistan)[J]. Tectonophysics, 2000, 328:1~14.

[8] 王京彬, 徐新. 新疆北部后碰撞构造演化与成矿[J]. 地质学报, 2006, 80(1):23~31.
Wang Jingbin, Xu Xin. Post-collisional tectonic evolution and metallogenesis in Northern Xinjiang ,China [J] .Acta Geologica Sinica, 2006,80(1):23~31(in Chinese with English abstract).

[9] Liegeois L P. Preface—some words on the post-collisional magmatism[J]. Lithos, 1998, 45:15~17.

[10] 何国琦, 刘德权, 李茂松, 等. 新疆主要造山带地壳发展的五阶段模式及成矿系列专辑[J]. 新疆地质, 1995, 13(2):99~194.
He Guoqi, Liu Dequan, Li Maosong, et al. Five phases pattern and ore-forming of main orogenic belt crust evolution in Xinjiang [J]. Xinjiang Geology, 1995, 13(2):99~194(in Chinese with English abstract).

Permian volcanism in the Sawu’er area, western Junggar

ZHOU Tao-fa¹, YUAN Feng¹, YANG Wen-ping², HE Li-xin²,
TAN Lü-gui¹, FAN Yu¹, YUE Shu-cang¹

(1. School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, Anhui, China;
2. No. 4 Geological Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Altay 836500, Xinjiang, China)

Abstract: The Sawu’er area in western Junggar is located in Jeminay County of the Altay region and Hefeng County of the Tacheng region, Xinjiang. Volcanism occurred in the area during the Middle Devonian to Early Permian, and it was particularly strong in the Permian. Permian volcanic rocks include the Ha’erjiawu Formation and Kalagang Formation. The Ha’erjiawu Formation consists of a suite of intermediate-basic and intermediate continental volcanic rocks and pyroclastic rocks, and the Kalagang Formation consists of a suite of intermediate-basic and intermediate-acid volcanic rocks and pyroclastic rocks. The volcanic rocks of the Ha’erjiawu-Kalagang cycle include olivine basalt, basalt, trachybasalt, andesite, trachyandesite, rhyolite and pyroclastic rocks. According to the composite stratigraphic section of volcanic rocks and lithological and petrographic characteristics of volcanic rocks, the Permian volcanism in the Sawu’er area occurred in five phases; they are from early to late as follows: the intermediate volcanic eruption phase, intermittent basic volcanic eruption phase, acid volcanic eruption phase, small-scale intermittent intermediate volcanic exploration phase and basic volcanic outpouring phase. The Permian volcanic rocks are continental ones and have the characteristics of typical bimodal volcanic rocks. They formed in an extensional setting.

Key words: volcanic rocks; volcanism; Permian; Sawu’er area; Junggar

About the first author: ZHOU Tao-fa, born in 1964, male, Ph.D, professor and director of doctor students, his research interests are mineralogy, petrology and mineral deposit geology; E-mail: tfzhou@hfut.edu.cn.