

北祁连山东段新元古代火山岩的年代学证据

于福生¹ 王春英² 杜国民³

(1.中国科学院高能物理研究所,北京 100039; 2.甘肃省第三地质勘察院,甘肃 兰州 730050;
3.宜昌地质矿产研究所,湖北 宜昌 443000)

摘要:在1:5万石门川幅、老龙湾幅区域地质调查时发现,北祁连山东段上吊吊坡地区存在一套不同于下奥陶统阴沟群的火山岩,经全岩样品Sm-Nd同位素测定,获得Sm-Nd等时线年龄为(723±25.0) Ma,表明其形成时代为新元古代。地球化学特征表明该套火山岩形成于岛弧环境,说明当时北祁连东段仍处于洋壳俯冲挤压环境。

关键词:北祁连东段;新元古代;岛弧火山岩

中图分类号:P597 文献标识码:A 文章编号:1000-3657(2002)04-0360-04

上吊吊坡地区位于北祁连山东段,处于北祁连地块和阿拉善地块交接带的南缘。近年来,在该构造带的西段平头山、托莱山、香毛山等地相继发现下元古界北大河群中有裂隙槽环境的火山岩出露^[1];在东段的西华山等地见有中元古界海原岩群岛弧型火山岩分布,而对新元古代的火山岩尚未见报道。笔者在北祁连山东段进行1:5万石门川幅、老龙湾幅区域地质调查时,对景泰县东南黄河岸边的上吊吊坡等地的原奥陶系阴沟群中的火山岩进行了详细的研究,利用全岩Sm-Nd等时线测年方法获得其年龄为(723±25.0)Ma,结合变质、变形特征,确定其形成于新元古代(1 000~570 Ma^[2])。本文主要讨论该套火山岩的年代学特征,进而揭示其地质意义。

1 火山岩空间展布及岩石组合特征

该套火山岩主要分布在景泰县东南黄河岸边的上吊吊坡、下吊吊坡及靖远县刘家寺、上马尾沟等地(图1),因新生代地层覆盖,仅在切割较深的沟谷中能见到零星的基岩露头。西部被泥盆系老君山组砾岩角度不整合覆盖,向东断续出露,与黄家洼山的中元古界海原岩群岛弧型火山岩相接。原1:20万景泰幅将该套地层划归下奥陶统阴沟群,但无可靠的年

代学及古生物学依据。此次1:5万调研过程中发现,该套地层变质、变形作用均有别于测区南侧米家山一带及西侧老虎山一带的阴沟群,因区域上尚无合适的岩石地层单位与之相对应,暂称为新元古代火山岩。因多期变形变质作用的叠加和改造,原始层理和各层间的接触关系消失殆尽,岩石组合以灰绿色火山质糜棱岩类、绿片岩类为主,灰绿色—褐色长英质片岩类次之,局部夹似层状、透镜状石英岩和大理岩。糜棱岩类以阳起绿帘石糜棱岩、绿帘阳起石糜棱岩为主,绿帘阳起长英质初糜棱岩、长英质变晶糜棱岩少量。该类岩石韧性变形强烈,岩石内同构造分泌脉极为发育,并在递进剪切作用下,与主期片理同褶皱,形成旋转斑、无根褶皱、鞘褶皱、S-C结构,构成强应变域。绿片岩类由灰绿色绿帘阳起绿帘石片岩、绿帘阳起石片岩组成,长英质片岩类以绿帘白云石英片岩为主,绿帘石英片岩次之,相对变形较弱,与糜棱岩类相间出露,总体构成强弱相间分隔型顺层韧性剪切带。大理岩类由浅玫瑰色似层状大理岩,浅灰色透镜状石英大理岩与青灰色条带状石英岩相伴出露。

2 样品采集及其地球化学特征

测量的7组全岩样品分别采自上吊吊坡剖面

收稿日期:2001-11-25; 改回日期:2002-08-17

基金项目:原地质矿产部1:5万(石门川幅)区域地质调查项目。

作者简介:于福生,男,1969年生,博士,主要从事石油地质及构造地质学研究。

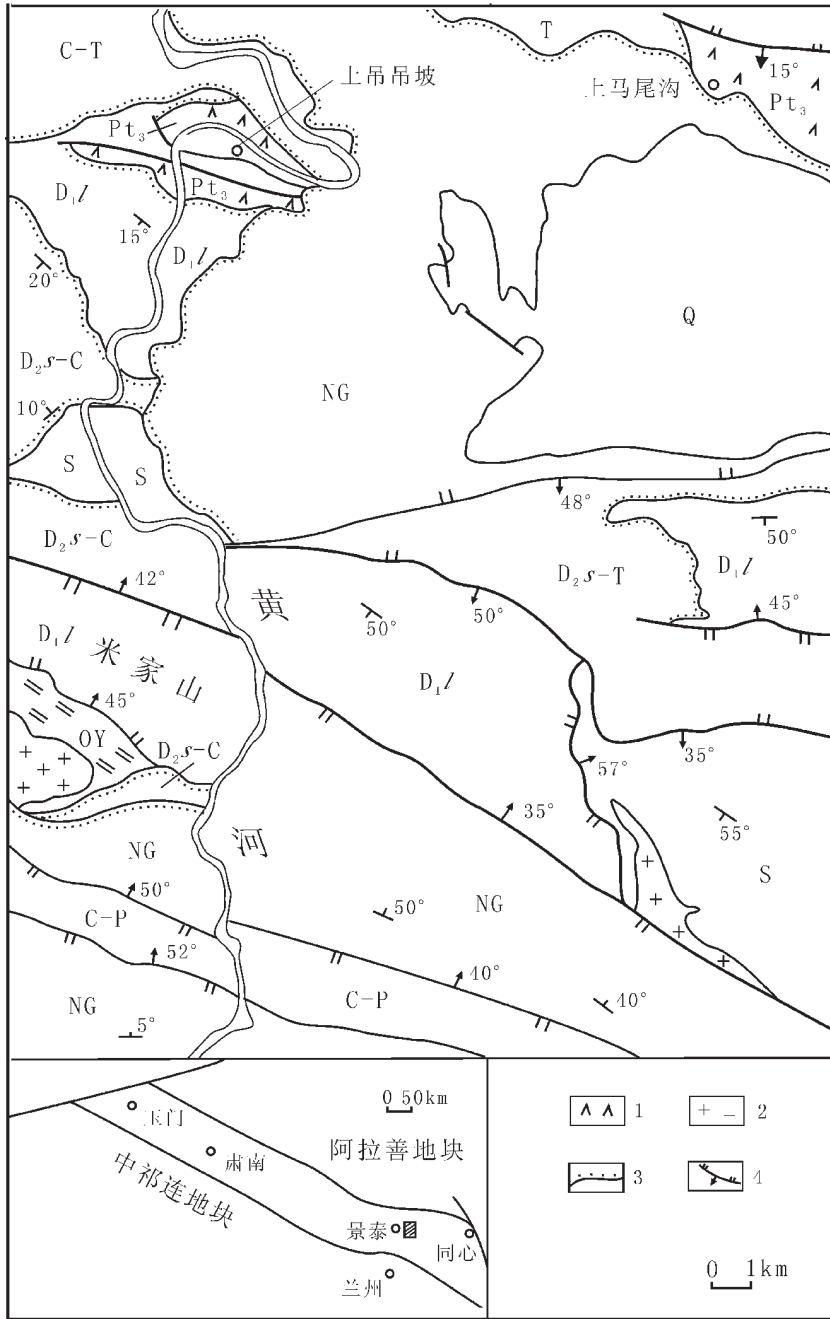


图1 研究区地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of the study area

Pt_3 —上元古界 OY —奥陶系阴沟群 S —志留系 D_1/L —泥盆系老君山组；
 D_{2s} —泥盆系沙流水组 C —石炭系 P —二叠系 T —三叠系 NG —新近系甘肃群；
 Q —第四系 1—火山岩 2—早古生代侵入岩 3—不整合 4—逆断层

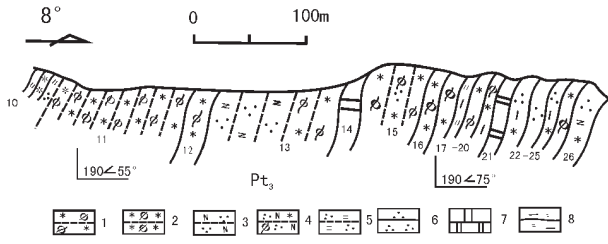


图2 上吊吊坡地区火山岩实测剖面

Fig. 2 Measured section of volcanic rocks in the Shangdiaodiaopo area

Pt₃—上元古界 ;1—阳起绿帘石糜棱岩 ;2—绿帘阳起石糜棱岩 ;
3—长英质糜棱岩 ;4—绿帘阳起长英质初糜棱岩 ;5—白云石英
片岩 ;6—石英岩 ;7—大理岩 ;8—绿泥石云母片岩

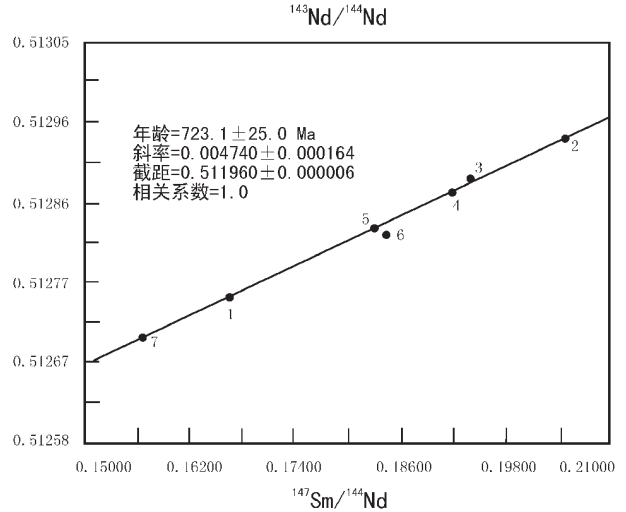


图3 火山岩Sm-Nd等时线图解

Fig. 3 Sm-Nd isochron diagram of volcanic rocks

表 1 变质火山岩 Sm - Nd 等时线年龄测定结果

Table 1 Results of Sm - Nd isochron dating of metavolcanic rocks

样号	采样地点	岩性	Sm(10 ⁻⁶)	Nd(10 ⁻⁶)	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	年龄(Ma)
J1-2	15层	阳起绿帘石糜棱岩	3.9766	14.446	0.1665	0.512750 ± 0.000011	723 ± 25.0Ma
J1-3	15层	阳起绿帘石糜棱岩	2.3452	6.9287	0.2048	0.512932 ± 0.000028	
J1-4	15层	阳起绿帘石糜棱岩	2.5475	7.9408	0.1941	0.512887 ± 0.000021	
J1-5	15层	阳起绿帘石糜棱岩	2.3951	7.5484	0.1920	0.512871 ± 0.000024	(¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd) = 0.511960 ± 0.000006
J1-6	15层	阳起绿帘石糜棱岩	3.0744	10.147	0.1833	0.512828 ± 0.000016	
J1-7	20层	绿帘阳起绿帘石片岩	2.1472	7.0408	0.1845	0.512822 ± 0.000024	Σ _{Nd} (t) = + 5.0
J1-8	24层	糜棱岩化阳起石英片岩	5.4020	20.859	0.1567	0.512706 ± 0.000027	

注:样品采自上吊吊坡地区火山岩实测剖面,由宜昌地质矿产研究所测试。

15、20、24层,每组样品经过严格挑选,新鲜且不含同构造分泌脉。样品岩性主要为绿帘阳起石糜棱岩、阳起绿帘石糜棱岩和糜棱岩化阳起石英片岩,镜下观察矿物成分主要为阳起石、绿帘石、石英及斜长石,经原岩恢复主要为基性火山岩。化学成分 SiO₂=45.06%~47.96%、Al₂O₃=10.43%~14.52%、MgO=5.35%~9.37%、FeO*=9.94%~15.38%、Na₂O+K₂O=2.34%~5.17%、CaO=8.40%~11.71%、TiO₂=0.78%~1.00%,总体显示火山弧玄武岩特点。稀土、微量元素特征为:轻稀土略富集,Sm/Nd=0.24~0.29,Y/Nb=2.08~4.96,δEu平均为0.96,无明显Eu异常。经球粒陨石标准化(里德常数值)后的稀土配分曲线

为右倾型,与岛弧型玄武岩稀土配分曲线型式相似;经N型洋中脊玄武岩标准化后的微量元素地球化学型式表现为Rb、Ta、Sm富集,且具有Ti、Zr、Nb轻微亏损,与岛弧型火山岩微量元素分配样式相同。在SiO₂-Nb/Y图解、TiO₂-Y/Nb图解、TiO₂-Zr图解中,样品全部投入亚碱性玄武岩或拉斑玄武岩区。在Nb/Y-Ti/Y图解、Ti-Zr新图解、FeO*/MgO-TiO₂图解中,绝大部分样品落入岛弧玄武岩区,表明该套火山岩主要形成于岛弧环境。

3 测试流程

称一定量的样品于氟塑料焖罐中,加入(HF+

HClO₄)混合酸,密封后在中温电热板上加热溶解;待样品全部溶解后,开罐蒸干,并升高温度,赶尽HClO₄,加入2.5mol/L HCl溶解沉淀至清液后,将样品分成两份,在其中一份样品溶液中加入(¹⁴⁹Sm+¹⁴⁵Nd)混合稀释剂,混合均匀,蒸干并转化为氯化物。清液通过Dowex 50×8(200~400目)阳离子交换柱,分别用2.5 mol/L HCl和6mol/L HCl淋洗杂质元素,再用6mol/L HCl解吸,并收集LREE部分解吸液、蒸干,用于质谱同位素稀释法测定Sm和Nd的含量。

将另一份样品溶液蒸干,用2.5 mol/L HCl溶解沉淀至清液,并通过Dowex 50×8(200~400目)阳离子交换柱进行杂质分离,收集解吸液蒸干,再用0.2 mol HCl/L溶解沉淀至清液,并通过HDEHP交换柱进行分离Ce、Nd和Sm,收集含Nd部分的解吸液蒸干,用质谱测定¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd同位素比值。

Sm和Nd同位素分析在Finnigan MAT—261可调多接收质谱计上进行,试样以氯化物形式涂在预先经处理过的铼带上。Sm和Nd均采用双带热表面电离(M⁺离子形式)技术,质量分馏用¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd=0.7219校正。在测定该样品时采用La Jolla Nd₂O₃和J.M.C Nd₂O₃标准监控仪器工作状态,采用中国地质科学院同位素地质开放研究实验室张宗清研制的玄武岩岩石标准物质监控分析流程。

全部化学操作在净化实验室的超净工作柜内进行,使用的全部器皿均由氟塑料或石英制成,所用实

际试剂为市售高纯试剂经亚沸蒸馏器蒸馏。其Sm和Nd流程空白为 $2 \times 10^{-10} \sim 8 \times 10^{-11}$ g,空白对所测样品的影响可以忽略不计。

4 讨论

分析结果见表1和图3。因Sm-Nd同位素在变质过程甚至水热条件下也比较稳定,它们的同位素成分能够反映演化了的岩石或岩浆的真正性质,所以Sm-Nd同位素等时线年龄可代表原岩年龄。该套火山岩Sm-Nd等时线年龄为(723±25.0)Ma,这是测区内首次取得的年代学证据,反映其形成年龄为新元古代。

前述地球化学特征表明该套火山岩形成于岛弧环境,表明新元古代时期,测区仍然处于洋壳俯冲挤压环境,而非拉张环境产生的大陆裂谷火山作用阶段^[3],由此说明北祁连山地区在元古代末期还未拼贴成统一的陆块,仍处于洋壳俯冲、消减形成的沟—弧—盆体系阶段。

参考文献:

- [1] 张招崇,毛景文,左国朝,等. 北祁连山西段早元古代变质火山岩的地球化学特征及其构造背景[J]. 矿物岩石, 1998, 18(4): 22~309.
- [2] 王鸿祯,李光岑. 国际地层时代对比表[M]. 北京:地质出版社, 1990.
- [3] 夏林圻,夏祖春,徐学义. 北祁连山构造—火山岩浆演化动力学. 西北地质科学[J]. 1995, 16(1): 1~28.

Chronological evidence of Neoproterozoic volcanic rocks in the eastern segment of the North Qilian Mountains

YU Fu-sheng¹, WANG Chun-ying², DU Guo-min³

(1. Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

2. Third Geological Exploration Institute of Gansu Province, Lanzhou 730050, Gansu, China

3. Yichang Institute of Geology and Mineral, Yichang 443000, Hubei, China)

Abstract: According to the geological survey of 1:50000 Shimenchuan Sheet and Laolongwan Sheet, volcanic rocks different from those in the Early Ordovician Yingou Goup have been found in the Shandiao-diaopo area, Jingtai County in the eastern segment of the North Qilian Mountains. Sm-Nd isochron dating of the volcanic rocks shows that they formed during the Neoproterozoic, about 723 million years ago. REE and trace element and trace element geochemical characteristics suggest that a compressional environment resulting from subduction of oceanic crust occurred there at that time.

Key words: eastern segment of the North Qilian Mountains; Neoproterozoic; island-arc volcanic rocks