

黑龙江五道岭组地层时代划分及其与钼矿的关系

赵忠海^{1,2}, 孙景贵², 郭 艳¹, 曲 晖¹, 徐国战¹, 孔 申¹, 王 卓¹

1. 黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江 哈尔滨 150036; 2. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130061

摘 要:五道岭组是黑龙江重要的与成矿关系密切的陆相火山岩地层, 长期以来对它的地质时代存在不同认识. 本文依据近几年新取得的同位素测年数据, 结合与五道岭组紧密伴生的花岗岩类的时代研究, 以及对五道岭组火山岩类与伴生花岗岩类的地球化学特征对比研究, 提出五道岭组地层时代属于晚三叠世—早侏罗世的新认识. 论述了五道岭组火山岩类、晚三叠世—早侏罗世花岗岩类和与前二者关系密切的钼矿是在大体相同的地质时代依次相继形成. 较早的陆相火山喷发形成五道岭组火山岩地层, 随后发生多阶段的岩浆岩类侵入, 而钼矿在同源岩浆演化到更晚阶段形成. 五道岭组火山岩类和晚三叠世—早侏罗世花岗岩类具有相同的岩浆起源, 它们分别是同源岩浆在不同演化阶段和不同深度的产物, 因而在时空关系、岩石化学、微量元素、稀土配分和同位素组成等方面表现了明显的一致性. 五道岭组地层与钼矿及花岗岩类的密切时空关系和成因联系可用于评价钼矿成矿远景区.

关键词:五道岭组; 同位素年龄; 地质时代; 花岗岩类; 钼矿; 黑龙江省

DOI:10.13686/j.cnki.dzyz.2017.01.005

THE STRATIGRAPHIC AGE AND RELATIONSHIP WITH MOLYBDENUM OF THE WUDAOLING FORMATION IN HEILONGJIANG PROVINCE

ZHAO Zhong-hai^{1,2}, SUN Jing-gui², GUO Yan¹, QU Hui¹, XU Guo-zhan¹, KONG Shen¹, WANG Zhuo¹

1. Heilongjiang Institute of Geological Survey, Harbin 150036, China; 2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China

Abstract: The Wudaoling Formation, which is closely related to mineralization, is a set of significant continental volcanic strata in Heilongjiang Province. Arguments have long existed about its geological age. Based on new isotopic data, with geochronological study on the granitoids that are closely associated with the Wudaoling Formation, as well as the geochemical comparison of the volcanic rocks and associated granites, this paper proposes a new recognition that the Wudaoling Formation can be defined from Late Triassic to Early Jurassic epoch. It is also identified that the molybdenum deposits in the area were formed closely related to the volcanic rocks of Wudaoling Formation and the Late Triassic-Early Jurassic granites in an approximately same geologic period. The Wudaoling volcanic formation was formed by earlier continental volcanic eruption, followed by multistage intrusion of granitoids, and then the molybdenum deposits were formed in the later stages of comagmatic evolution. The volcanic rocks of Wudaoling Formation and the Late Triassic-Early Jurassic granitoids are products of a single source at different evolution periods and depths. Therefore, there is a clear consistency in the space-time relationship, petrochemistry, trace elements, REE patterns and isotopic composition between them. The close space-time and genetic relationship between the Wudaoling Formation, the associated granitoids and the molybdenum deposits can be applied in the assessment for molybdenum metallogenic prospective areas.

Key words: Wudaoling Formation; isotopic age; geochronology; granitoid; molybdenum deposit; Heilongjiang Province

收稿日期:2015-12-30; 修回日期:2016-03-02. 编辑:李兰英.

基金项目:中国地质调查局“黑龙江伊春-延寿地区铅锌钼多金属矿评价”(编号 200210200034).

作者简介:赵忠海(1984—),男,在读博士,工程师,主要从事矿产调查、矿床学研究,通信地址 黑龙江省哈尔滨市新乡里街 9 号, E-mail//zhaozhonghai_99@163.com

以酸性火山岩为主的五道岭组地层主要分布于黑龙江省中部(小兴安岭—张广才岭一带)(图1),是黑龙江省重要的含矿地层之一,与钼矿的关系尤为密切。该地层从建立至今的50年中,地层时代几经变更,从最初的晚二叠世改定为晚二叠世—早三叠世和晚三叠世,后来又改回晚二叠世并沿用至今。然而五道岭组的地层时代问题并未真正解决。近几年来在省内主要成矿区(带)大范围开展的1:5万区域地质矿产调查中,取得了许多与五道岭组地层时代有关的新资料,并且在五道岭组地层分布区新发现了大型和特大型钼矿,使该地层与成矿的关系及其时代归属引起关注。本文在总结研究近几年1:5万区域地质矿产调查资料和其他矿产勘查及科研资料的基础上,提出关于五道岭组地层时代的新认识,并探讨该地层与成矿的特殊关系。

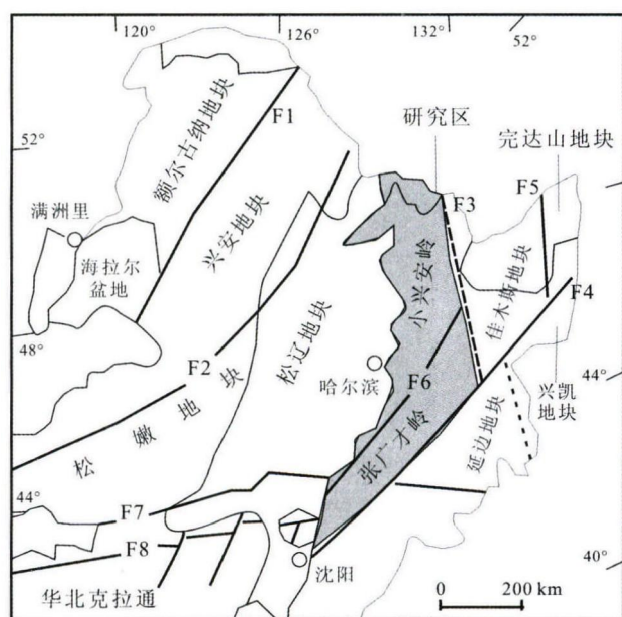


图1 研究区大地构造位置图

Fig. 1 Tectonic map of study area and surrounding regions

F1—塔源—营口断裂带;F2—黑河—嫩江断裂带;F3—牡丹江断裂带;
F4—敦密断裂;F5—同江—当斯断裂带;F6—依兰—沂蒙断裂带;F7—西
拉木伦河—长春—延吉断裂带;F8—华北北缘断裂带

1 五道岭组地层的岩性特征和时代沿革

五道岭组最早由郑广渊等于1963年创建于黑龙江省阿城市小岭镇附近,指不整合在有化石依据的下二叠统地层(玉泉组等)之上,以酸性和中酸性火山岩为主,夹中性火山岩及凝灰质粉砂岩的一套陆相火山

沉积地层^①。此后主要依照地质类比的原则,省内多个地区特征相似的中—酸性火山岩地层被确定为上二叠统五道岭组。1978年内部出版的黑龙江省1:100万地质图说明书和1981年内部出版的黑龙江省1:50万地质图说明书均将五道岭组的地层时代确定为晚二叠世。按照当时的概念,五道岭组的下部以中性火山岩占优势(中性岩段),五道岭组上部主要为酸性火山岩(酸性岩段)。

1989年完成、1993年正式出版的《黑龙江省区域地质志》^[1]对五道岭组地层的划分和时代归属做了较大改变,把原五道岭组地层解体,将原五道岭组下部的中性岩段仍称之为五道岭组,但时代改为晚二叠世—早三叠世;将原五道岭组上部的酸性岩段划为凤山屯组,时代为晚三叠世。由于原先的五道岭组酸性火山岩分布范围很大,中性火山岩分布范围很小,因此按照区域地质志的重新划分,原先的上二叠统五道岭组大部分改成了上三叠统凤山屯组。区域地质志划分的上二叠统一下三叠统五道岭组岩性为中性熔岩及其凝灰岩夹少量沉积岩。上三叠统凤山屯组以酸性熔岩及其凝灰岩为主夹少量沉积岩。

1997年出版的《黑龙江省岩石地层》^[2]对五道岭组地层的划分和时代归属做了再次变更,将《黑龙江省区域地质志》划分的上二叠统一下三叠统五道岭组与上三叠统凤山屯组又合并在一起,统归为五道岭组,时代定为上二叠统。这样,经历了反复的变更过程,五道岭组又回归到最初建组时的基本内涵和时代定位。

近几年来广泛开展的1:5万区域地质矿产调查取得了许多新鲜资料,发现被重新确定为晚二叠世的五道岭组地层,实际上与晚三叠世—早侏罗世花岗岩类有密切的空间伴生关系,并且在五道岭组中取得的同位素年龄与在晚三叠世—早侏罗世花岗岩体中取得的同位素年龄具有相当的一致性。大量的新鲜资料要求对五道岭组地层的时代重新研究和确定。

2 五道岭组及伴生的花岗岩类的同位素年龄和时代

2.1 五道岭组地层的同位素年龄

五道岭组地层主要由火山岩组成,其中未发现对确定地质时代有意义的生物化石。因此,确定五道岭组的时代主要依据该地层与其他地层及侵入岩的相互关系、岩性岩相对比和同位素测年等资料。

黑龙江省区域地质志^[1]编写过程中在五道岭组地

①郑广渊,等.黑龙江省阿城县玉泉-小岭地区地质矿产初步普查报告.1963.

表 1 五道岭组地层的同位素年龄
Table 1 Isotopic age of Wudaoling Formation

岩石名称	取样位置	测定方法	年龄/Ma	资料来源
流纹岩	库尔滨水库北	K-Ar	160.2±2.6	克林、东克林幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
流纹岩	21 号剖面	K-Ar	165.7±1	霍吉河林场、二龙山林场、汤洪岭林场幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
流纹岩	守虎山主峰	钾长石 K-Ar	218.4±2	结烈河、青山、北沟幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
流纹质凝灰熔岩	守虎山主峰	钾长石 K-Ar	192.1±1.7	结烈河、青山、北沟幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
流纹岩	5 号剖面 TC115	K-Ar	172.4±2.7	五二零、寒月林场幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
中酸性熔岩	6 号剖面 TC40	K-Ar	180.2±3.4	八林场、大丰幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
变安山岩	6 号剖面 TC50	K-Ar	175.2±3.3	八林场、大丰幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
英安岩	铁力市柳河林场	K-Ar	218.5	文献[1]
火山岩	伊春市小西林	K-Ar	212.5	文献[1]
火山岩	阿城市石发	Rb-Sr	231	文献[1]

层中取了几个同位素测年样品,其 K-Ar 年龄为 212.5、218.5 Ma,Rb-Sr 年龄为 231 Ma (表 1)。两种方法测得的年龄值比较接近,K-Ar 法测得的年龄值偏新。上述年龄值属于中—晚三叠世。

近几年黑龙江省广泛开展的 1:5 万区域地质矿产调查,在多个 1:5 万图幅的五道岭组地层中取了同位素测年样品。在各个图幅中获取的五道岭组火山岩的 K-Ar 法同位素年龄为 160.2~218.4 Ma,反映的地质时代为晚三叠世—中侏罗世。年龄数据的分布情况未显示较大的时代间断。

从现有的五道岭组年龄数据分析,确定五道岭组地层形成于晚三叠世—中侏罗世比较合理。

2.2 与五道岭组地层伴生的侵入岩年龄

黑龙江省中部主要为规模宏大的呈南北向展布的花岗岩带所占据。岩浆侵入活动大致分为 3 次:第一次侵入形成二长花岗岩类,多呈岩株状,常具有似斑状结构,与围岩侵入关系明显;第二次侵入形成正长花岗岩类,多呈岩基状,常具有中粗粒结构;第三次侵入形成碱长花岗岩及碱性花岗岩类,岩体规模较小,受断裂控制明显。

五道岭组被上述以二长花岗岩和碱长花岗岩为主的花岗岩类所侵入。由于花岗岩类分布范围很大,五道岭组分布范围相对很小,所以从空间上看,五道岭组地层呈孤岛状散布在花岗岩类的“汪洋大海”中(图 2)。

由于花岗岩类侵入五道岭组,因此花岗岩类的地质时代对于确定五道岭组的地质时代有重要意义。然而这套花岗岩类的地质时代在过去几十年中几经变化。较早时期(20 世纪 60 年代)这套花岗岩类被确定

为华力西晚期,后来(20 世纪 80 年代)被改为印支晚期。近年开展的 1:5 万区域地质矿产调查中,多数图幅将其定为晚三叠世—早侏罗世,少数图幅将其定为晚三叠世。在各个图幅的 1:5 万区域地质矿产调查以及一些科研项目中取了较多的同位素测年样品,年龄分布范围为 165.1~244 Ma (表 2)。其中绝大部分集中分布在 175~210 Ma,此范围之外只有少数几个样品。上述同位素年龄特征显示黑龙江省中部的花岗岩带主要形成于晚三叠世—早侏罗世^[3-6]。

对比表 1 和表 2 所列的同位素年龄数据,五道岭组的同位素年龄分布在 160.2~231 Ma 之间,花岗岩类的同位素年龄分布在 165.1~244 Ma 之间,显示五道岭组地层与花岗岩类的同位素年龄具有明显的可比性。

需要指出的是,五道岭组的同位素年龄基本是 K-Ar 法年龄,而花岗岩类的同位素年龄主要是 U-Pb 法年龄。一般来说,K-Ar 法年龄有可能偏新一些。如果只对比二者的 K-Ar 法年龄数据,则五道岭组的 K-Ar 法同位素年龄分布在 160.2~218.4 Ma 之间,花岗岩类的 K-Ar 法同位素年龄分布在 165.1~207 Ma 之间,二者的同位素年龄也基本一致。可见,不同的对比方法均显示五道岭组地层与伴生的花岗岩类的同位素年龄大体相同。

2.3 五道岭组地层时代讨论

广泛出露黑龙江省中部的下二叠统玉泉组和土门岭组地层时代的确定都有可靠的生物化石依据。区调资料显示,五道岭组不整合覆盖在玉泉组和土门岭组地层之上。这种关系表明,五道岭组地层形成于早二叠世之后。

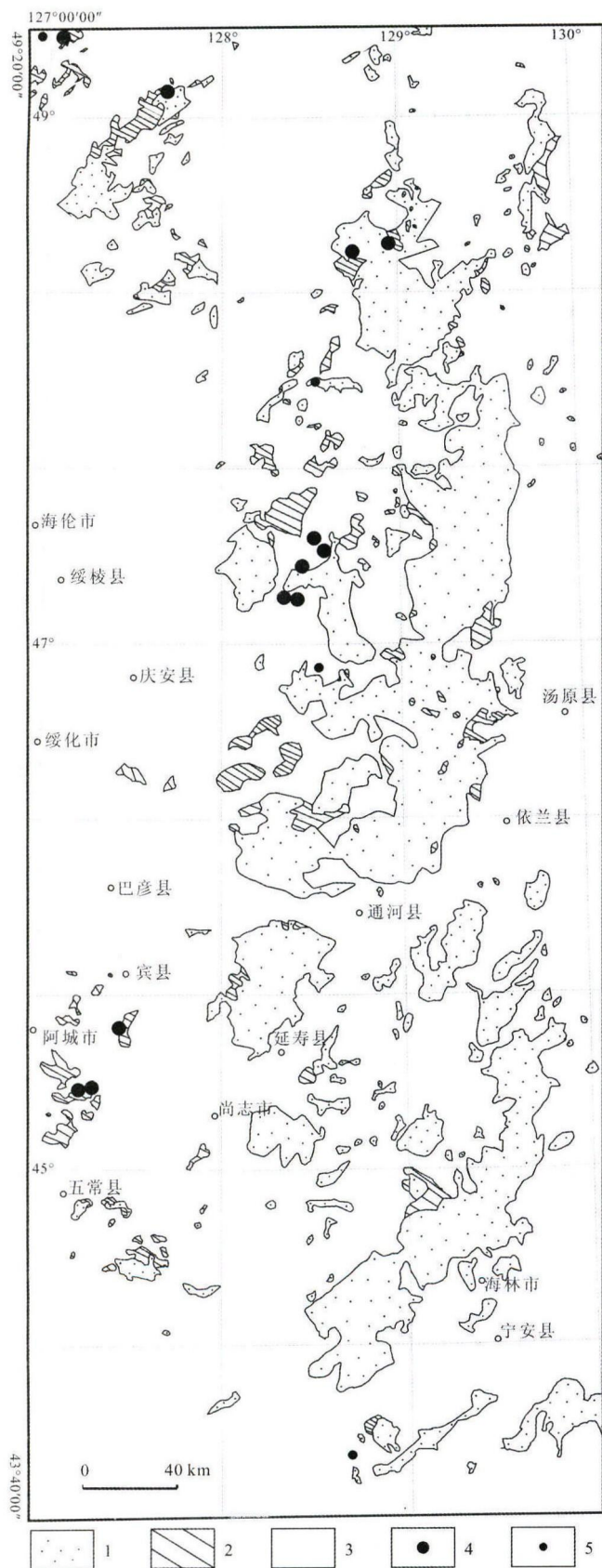


图2 黑龙江省中部五道岭组地层及花岗岩类与钼矿的空间关系

Fig. 2 Distributions of Wudaoling Formation, granitoids and molybdenum deposits in Central Heilongjiang Province

1—晚三叠世—早侏罗世花岗岩类(Late Triassic-Early Jurassic granitoid); 2—五道岭组(Wudaoling fm.); 3—其他地层和侵入岩(other formations and intrusive rocks); 4—钼矿床(Mo deposit); 5—钼矿点(Mo occurrence)

五道岭组地层零散分布在主要由二长花岗岩、碱长花岗岩等组成的南北向花岗岩带中,并被花岗岩类侵入。大量同位素测年资料显示,花岗岩类形成于晚三叠世—早侏罗世,据此认为五道岭组地层的形成不会晚于早侏罗世。

在五道岭组地层中获取的同位素年龄数据与伴生的花岗岩类的同位素年龄数据基本一致,反映五道岭组地层与伴生的花岗岩类形成于大体相同的地质时代。

以上分析表明,五道岭组地层与伴生的二长花岗岩、碱长花岗岩等花岗岩类均形成于晚三叠世—早侏罗世。由于花岗岩类侵入五道岭组,因此可以认为五道岭组地层形成稍早,随后发生花岗岩类侵入。火山岩沉积与随后的花岗岩类侵入相隔时间较短,表现为五道岭组地层与花岗岩类的同位素年龄没有显著的差别。

3 五道岭组地层与钼矿成矿的关系

3.1 时间关系

目前黑龙江省中部地区钼矿床中辉钼矿等矿石矿物的同位素测年数据很少,在多数情况下还是依据成矿岩体的同位素测年数据间接推断成矿年龄。根据8个钼矿区的同位素测年资料,钼矿区内含矿的花岗岩类与周围区域不含矿的花岗岩类具有一致性,也存在差异。周围区域不含矿的花岗岩类存在较多大于207 Ma的年龄数据,总的同位素年龄显示为晚三叠世—早侏罗世;而8个钼矿区花岗岩类成矿岩体的同位素年龄为175.8~201.1 Ma(表2),显示为早侏罗世。上述特征显示,在黑龙江省中部晚三叠世—早侏罗世花岗岩带中,与钼矿关系密切的花岗岩体基本形成于早侏罗世,相应地钼矿成矿时代也为早侏罗世。

上述推论得到鹿鸣钼矿区成矿年龄资料的支持。谭红艳等^[14]采用锆石U-Pb对鹿鸣钼矿区含矿的二长花岗岩测年获得成岩年龄为 (187.2 ± 1.2) Ma。通过对辉钼矿样品的Re-Os法同位素分析,获得等值线年龄为 (177.4 ± 3.5) Ma。加权平均年龄为 (178.08 ± 0.79) Ma。两种方法获得的年龄大致相近。

史鹏会等^[18]对含矿的石英斑岩样品进行单颗粒锆石分选,选取岩浆成因特征明显的锆石进行年龄测定。根据实验结果,将具有不同特征的锆石主要划分为2组。第一组为主体,14个单颗粒锆石加权年龄为 (193.6 ± 1.1) Ma,认为其代表石英斑岩的结晶年龄。第二组有5个单颗粒锆石,获得其加权年龄为 (186.2 ± 2) Ma,认为该年龄代表成矿年龄。该年龄与鹿鸣钼矿

表 2 黑龙江省中部晚三叠世—早侏罗世花岗岩类的同位素年龄
Table 2 Isotopic ages of Upper Triassic-Early Jurassic granitoids in Central Heilongjiang Province

取样地点	测试对象	测试方法	年龄/Ma	资料来源
逊克县老新兴八道桥北	碱长花岗岩	K-Ar	203.5±1.8	老新兴、反修、高岗山幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
		K-Ar	171.1±1.6	
		K-Ar	165.1±1.5	
逊克县东克林西 20 km	正长花岗岩	锆石 U-Pb	174±3	克林、东克林幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
	二长花岗岩	锆石 U-Pb	183±2	
逊克县汤林林场北 12 km	二长花岗岩	锆石 U-Pb	178±2	霍吉河、二龙山汤洪岭幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
逊克县阳光林场东北	正长花岗岩	锆石 U-Pb	184±3	
伊春市峻岭林场北西	二长花岗岩	锆石 U-Pb	201±2	乌伊岭、峻岭幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
伊春市峻岭林场西	正长花岗岩	锆石 U-Pb	235.3±0.7	
伊春市东升林场北	正长花岗岩	锆石 U-Pb	216.2±0.4	美丰、移山林场幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
伊春市上游林场东南	二长花岗岩	锆石 U-Pb	201.5 ±2.9	
伊春市林海林场西山	二长花岗岩	锆石 U-Pb	200.9±2.2	
伊春市移山林场南	正长花岗岩	锆石 U-Pb	189.8±2.3	石林林场、汤旺河幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
伊春市晨光村东南	碱长花岗岩	锆石 U-Pb	207±3.1	
伊春市营木新村北	碱长花岗岩中辉钼矿	Re-Os	220	长青营林所、五营区幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
伊春市长青河上游山	石英二长岩	K-Ar	170.2±1.6	
伊春市五营西	二长花岗岩	K-Ar	180.6±1.7	红星区、汤南林场幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
伊春市卫国林场北	花岗闪长岩	K-Ar	165.2±1.6	
伊春市红星镇北清水河	碱长花岗岩	锆石 U-Pb	213±4	五二零、寒月林场幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
	含角闪石二长花岗岩	K-Ar	247.7±2.3	
伊春市寒月林场北	似斑状二长花岗岩	锆石 U-Pb	195±2	八林场、大丰幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
打箐沟上游北山	二长花岗岩	锆石 U-Pb	175±3	
伊春市西沟西山	花岗闪长岩	锆石 U-Pb	180±2	沈阳地质矿产研究所、黑龙江小兴安岭—张广才岭成矿带铅锌多金属成矿规律研究
伊春市大西林林场	二长花岗岩	锆石 U-Pb	200±2	
伊春市金山屯东	似斑状二长花岗岩	锆石 U-Pb	207±2	文献[7]
伊春市小西林红旗坑口北	似斑状二长花岗岩	锆石 U-Pb	197±1	
伊春市小西林红旗坑口北	花岗闪长岩	K-Ar	190.9±1.7	二股经营所、丰林林场幅 1:5 万区域地质矿产调查报告
伊春市南岔大磊林场东北	花岗闪长岩	K-Ar	183.6±1.8	
伊春市前进地区	粗粒二长花岗岩	Rb -Sr	199±12.9	文献[8]
	粗粒二长花岗岩	K-Ar	207±1	
伊春市小西林	黑云母二长花岗岩	K-Ar	195.3~195	文献[9]
伊春市前进东山	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb	209±4	
庆安县西北河北	正长花岗岩	锆石 U-Pb	175.2±0.2	文献[10]
铁力市二股营林所东北	二长花岗岩	锆石 U-Pb	182.0±0.4	
铁力市清溪沟(平安东)	二长花岗岩	锆石 U-Pb	199.4±0.6	文献[9]
伊春市朝阳林场西北	二长花岗岩	锆石 U-Pb	225.0±0.4	
伊春市十五公里北	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb	244±2	文献[9]
伊春市新曙光南	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb	195±3	
伊春市新曙光南	细粒正长花岗岩	锆石 U-Pb	223.4±3.2	文献[9]
伊春市东风站西北	中细粒花岗闪长岩	锆石 U-Pb	182±1	
	黑云母二长岩	锆石 U-Pb	173±3	文献[8]
孙吴县西岗子-天龙山-幸福林场	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb	176±1	
	黑云母正长花岗岩	锆石 U-Pb	183±2	文献[9]
	黑云母正长花岗岩	锆石 U-Pb	185±2	
	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb	192.8±2.5	文献[9]
逊克县翠宏山钨钼铁多金属矿区	二长花岗岩	锆石 U-Pb	194.1±1.6	
	二长花岗岩	锆石 U-Pb	199.0±3.1	文献[10]

表 2(续) Table 2 (Continued)

取样地点	测试对象	测试方法	年龄/Ma	资料来源
逊克县霍吉河钼矿区	二长花岗岩	K-Ar	198	黑龙江地质三队(1984)
	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb	184.9±0.9	文献[11]
	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb	186±1.7	文献[12]
	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb	176±4	沈阳地质矿产研究所(2006)
铁力市鹿鸣钼矿区	二长花岗岩	锆石 U-Pb	201.1±3.9	
	二长花岗岩	锆石 U-Pb	176.2±4.3	文献[13]
	二长花岗岩	锆石 U-Pb	182.3±4.0	
	二长花岗岩	锆石 U-Pb	176±2.2	文献[9]
	二长花岗岩	锆石 U-Pb	187.2±1.2	文献[14]
	二长花岗岩	锆石 U-Pb	195.4±1.4	文献[15]
	二长花岗岩	锆石 U-Pb	197.6±1.3	
伊春市翠玲钼矿区	黑云角闪石英二长岩	锆石 U-Pb	178±0.7	文献[12]
铁力市二股西山铁钨钼多金属矿区	二长花岗岩	锆石 U-Pb	192.3±4.6	
			175.8±3.4	沈阳地质矿产研究所(2006)
铁力市二股东山铁钨多金属矿区	正长花岗岩	锆石 U-Pb	179.3±4.6	
阿城市秋皮沟钼矿区	碱长花岗岩	锆石 U-Pb	184.1±2.2	文献[16]
	碱长花岗岩	K-Ar	180.9	文献[17]
阿城市五道岭钼矿区	碱长花岗岩	锆石 U-Pb	193.9±1.3	文献[18]
	石英斑岩	锆石 U-Pb	193.6±1.1	

区的辉钼矿Re-Os法同位素年龄比较接近,均反映了钼矿成矿时代为早侏罗世。

五道岭组、花岗岩类和钼矿的同位素测年资料及三者的空间关系表明,它们形成于大体相近的地质时代。五道岭组以酸性火山岩为主的地层和与其伴生的花岗岩类形成于晚三叠世—早侏罗世,钼矿形成时间略晚,形成于早侏罗世。

3.2 空间关系

黑龙江省的钼矿除了奥陶纪形成的多宝山和铜山斑岩型铜钼矿床外,其他钼矿床形成于早侏罗世,主要分布在黑龙江省中部(小兴安岭—张广才岭成矿带)。五道岭组地层与成矿的关系比较特殊,黑龙江省中部发育铅、锌、铜、铁、钼、钨、锡、金、银等多种金属矿产,但与五道岭组地层有关的矿产主要是钼矿。五道岭组地层与钼矿的密切关系表现在以下方面。

(1)在各个钼矿区或矿区外围,几乎都有五道岭组地层出露,显示该地层与钼矿有密切空间关系(表3)。除表3所列之外,在黑龙江省中部近年开展的1:5万区域地质矿产调查中新发现的许多钼矿(化)也都赋存在五道岭组地层分布区。

(2)研究发现,对于单一矿种的钼矿,矿区附近主要出露由酸性火山岩组成的五道岭组。对于钼与铅、锌、铜、金等共生的矿床,矿区附近除五道岭组之外,还出露下寒武统铅山组(主要由镁质碳酸盐岩组成)、下

二叠统土门岭组(主要由炭质细碎屑岩及碳酸盐岩组成)及下奥陶统小金沟组(浅变质砂岩、碳酸盐岩夹中酸性熔岩)。上述特征显示,铅、锌、铜、金等矿产与铅山组、土门岭组、小金沟组等具有矿源层意义的地层关系密切,而钼矿只与五道岭组地层关系密切。

表 3 黑龙江省中部钼矿床与地层的关系统计表
Table 3 Relationship between molybdenum deposits and strata in Central Heilongjiang Province

编号	矿产地名称	钼矿规模	矿区附近主要地层
1	孙吴县正阳山钼矿点	矿点	五道岭组
2	孙吴县清溪钼矿床	小型	五道岭组
3	逊克县茅宝沟钼矿床	小型	五道岭组
4	逊克县翠宏山钨钼铁多金属矿床	中型	铅山组、五道岭组
5	逊克县霍吉河钼矿床	大型	五道岭组
6	伊春市密林钼矿点	矿点	五道岭组
7	伊春市翠玲钼矿床	小型	五道岭组
8	铁力市鹿鸣钼矿床	特大型	五道岭组
9	庆安县徐老九沟钨钼多金属矿床	小型	铅山组、五道岭组
10	铁力市二股西山铁钨钼多金属矿床	小型	铅山组、五道岭组
11	铁力市二股东山铁钨多金属矿床	小型	铅山组、五道岭组
12	铁力市大锅山金铜钼矿点	矿点	小金沟组、五道岭组
13	宾县弓棚子铜铋钨钼矿床	小型	土门岭组、五道岭组
14	阿城市五道岭钼矿床	中型	五道岭组
15	阿城市二道岭钼矿床	小型	五道岭组
16	阿城市苏家围子铁钨铋矿床	小型	土门岭组、五道岭组
17	宁安市朱敦岭西金钼矿点	矿点	五道岭组

(3) 1:5 万区域地质矿产调查中开展的水系沉积物化探测量圈出的以钼为主的化探异常与五道岭组地层有密切空间关系, 上述特征在结列河、青山、北沟等 1:5 万图幅中十分明显。

(4) 矿区内钼矿与五道岭组地层的空间关系大致有两种情况。第一种情况是钼矿赋存在五道岭组地层与花岗岩类侵入体的接触带部位, 地层本身赋矿。此种情况很少, 只见于五道岭钼矿床。五道岭钼矿区南部出露五道岭组酸性火山(碎屑)岩^[19], 北部为岩株状早侏罗世碱长花岗岩(图 3)。黄铁矿化石英斑岩呈不规则透镜体状沿碱长花岗岩与五道岭组火山岩的接触带侵位。在黄铁矿化石英斑岩中以及黄铁矿化石英斑岩与五道岭组火山岩和碱长花岗岩的接触带发育夕卡岩, 钼、铁、硫矿体主要赋存在夕卡岩中。此外黄铁矿化石英斑岩也含矿。矿区内早侏罗世碱长花岗岩的 U-Pb 法同位素年龄为 $(193.9 \pm 1.3) \text{ Ma}$, 黄铁矿化石英斑岩的 U-Pb 法同位素年龄为 $(193.6 \pm 1.1) \text{ Ma}$ ^[18]。成矿时代为早侏罗世。

第二种情况比较普遍, 五道岭组不是赋矿地层, 钼

矿赋存在五道岭组地层附近的花岗岩类岩体中, 可以霍吉河钼矿床为代表。霍吉河矿区东部出露上二叠统五道岭组酸性为主的火山岩, 早侏罗世碱长花岗岩出露于矿区西南部(图 4)。沿五道岭组与碱长花岗岩接触带侵位的早侏罗世斑状花岗闪长岩分布在矿区的中部。在斑状花岗闪长岩中见细粒二长花岗岩呈爆破角砾岩筒状出露。钼矿体围绕由二长花岗岩组成的爆破角砾岩筒呈环带状赋存在斑状花岗闪长岩中。在霍吉河钼矿区内与成矿有关的花岗闪长岩和二长花岗岩密切共生, 呈渐变过渡, 是同源岩浆的不同演化阶段的产物, 其中二长花岗岩的 U-Pb 法同位素年龄为 $(184.9 \pm 0.9) \text{ Ma}$ ^[11] 和 $(186 \pm 1.7) \text{ Ma}$ ^[12], 花岗闪长岩 U-Pb 法同位素年龄为 $(190.3 \pm 2.4) \text{ Ma}$ ^[6], 霍吉河钼矿床辉钼矿 Re-Os 模式年龄分别为 $(180.7 \pm 2.5) \text{ Ma}$ 和 $(181.3 \pm 2.6) \text{ Ma}$ ^[20], 反映该矿床成岩及成矿时代均为早侏罗世。

3.3 五道岭组地层与花岗岩类和钼矿的成因联系

五道岭组地层、花岗岩类和钼矿三者之间密切的空间关系和同位素年龄的一致性, 显示它们之间可能存在成因联系。

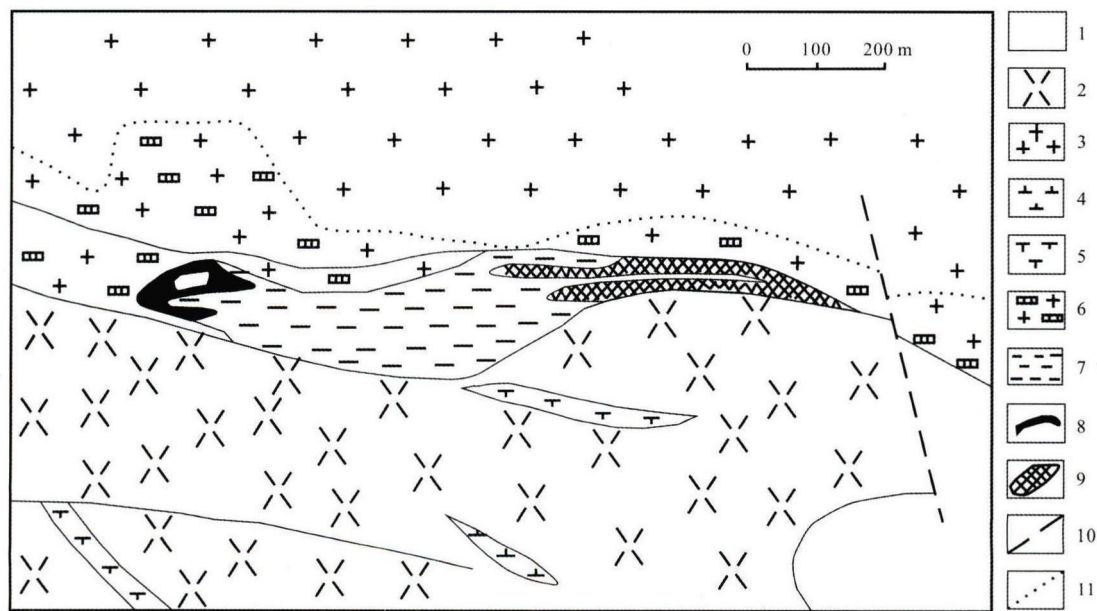


图 3 五道岭夕卡岩型钼矿床地质简图

(据文献[18]修改)

Fig. 3 Schematic geological map of the Wudaoling skarn molybdenum deposit

(Modified from Reference [18])

1—第四系(Quaternary); 2—五道岭组火山岩(volcanic rock of Wudaoling fm.); 3—早侏罗世碱长花岗岩(Early Jurassic alkali-feldspar granite); 4—闪长岩(diorite dike); 5—正长斑岩脉(syenite porphyry dike); 6—早侏罗世黄铁矿化石英斑岩(Early Jurassic pyritized quartz-porphyry); 7—夕卡岩(skarn); 8—钼矿体(Mo orebody); 9—铁矿体(Fe orebody); 10—断层(fault); 11—蚀变界线(alteration boundary)

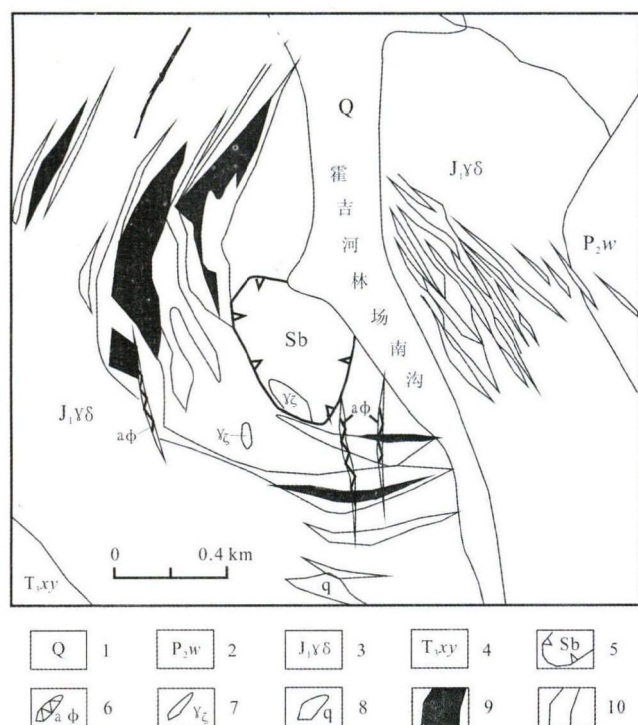


图4 霍吉河钼矿床地质略图

(据文献[21]修改)

Fig. 4 Geological sketch map of the Huojihe molybdenum deposit

(Modified from Reference [21])

1—第四系(Quaternary);2—五道岭组中酸性火山岩(acidic-intermediate volcanic rock of Wudaolin fm.);3—花岗闪长岩(granodiorite);4—二长花岗岩(monzogranite);5—爆破角砾岩筒(explosive breccia pipe);6—钠长斑岩脉(albitophyre dike);7—花岗细晶岩脉(granitic aplite dike);8—石英脉(quartz vein);9—钼工业矿体(commercial Mo orebody);10—钼低品位矿体(low-grade Mo orebody)

与钼矿空间关系密切的五道岭组地层主要由酸性火山岩组成。在岩石化学特征方面,五道岭组火山岩高硅富钾, K_2O/Na_2O 为1.23~1.74^[1],部分地区的五道岭组流纹岩 SiO_2 的平均含量高达79%以上;在微量元素方面高Rb低V;稀土元素表现出铈亏损;氧同位素组成具有低 ^{18}O 特征。上述地球化学特征显示,形成五道岭组火山岩的酸性岩浆起源于上部陆壳的部分熔融。

与五道岭组空间上紧密共生的花岗岩类具有相似的地球化学特征^[1]。花岗岩类(二长花岗岩、正长花岗岩和碱长花岗岩) SiO_2 的含量69.49%~76.15%,有相当部分大于75%,属酸性-超酸性岩石;岩石显示富钾特征,由二长花岗岩向正长花岗岩和碱长花岗岩钾质增高;岩石的铝指数(Al/CNK)绝大多数大于1,标准矿物出现刚玉;固结指数(SI)多为1~6,反映岩浆源深度较浅;稀土元素配分图解具有显著的铈负异常;氧同位素组成显示低 ^{18}O 的特征。

五道岭组火山岩类与晚三叠世一早侏罗世花岗岩类不仅具有时空关系,在岩石化学、微量元素、稀土配分和同位素组成等方面也具有显著的一致性。多方面的一致性显示五道岭组火山岩类与晚三叠世一早侏罗世花岗岩类具有共同的岩浆起源,它们分别是同一源区的岩浆在不同演化阶段和不同深度空间的固结产物。钼矿成矿事件在火山岩类和花岗岩类形成之后的更晚阶段发生,岩浆经过先期的多次喷发和侵入活动之后演化为富含成矿物质和挥发组分,引发了钼的成矿作用。

以上的讨论表明,在黑龙江省中部晚三叠世一早侏罗世的构造-岩浆旋回中,同源岩浆的喷发、侵入和相关的成矿作用具有承袭和演化关系,火山岩类、花岗岩类和钼矿在大体相同的时代相继形成,在空间上紧密伴生,具有内在的成因联系。

在形成五道岭组的火山作用中,在火山活动中心或主要的岩浆通道附近形成的火山岩厚度较大,并较多的潜火山岩形成。另一方面,火山作用中心地带通过持久和强烈的火山喷发和热液作用,在火山堆积物中富集了较多成矿组分,往往成为此后成矿作用的中心地带。由于这些地带的火山岩层厚度较大,且存在较多的潜火山岩体,较远离火山活动中心的厚度较薄的火山岩体更有可能在经受长期剥蚀作用后保存下来。由此产生了下列现象:在没有五道岭组地层出露的广大面积的花岗岩类分布区至今未发现钼矿床,钼矿床只赋存在五道岭组地层分布区的花岗岩体中(或花岗岩体与五道岭组的接触带)^[22]。该特征可以作为评价一个地区钼矿找矿远景的重要标志。在广大面积分布的晚三叠世一早侏罗世花岗岩带中,通常是那些呈孤岛状残存的五道岭组地层分布较多和该地层厚度较大的局部地区,具有较好的钼矿找矿远景。

4 结语

《黑龙江省岩石地层》^[21]将五道岭组地层时代定位晚二叠世以来,直到最近几年广泛开展的1:5万区域地质矿产调查仍将这套地层划为晚二叠世。这种时代定位与现有的五道岭组岩石的同位素测年资料相矛盾,不好解释五道岭组与晚三叠世一早侏罗世花岗岩类在空间上紧密伴生、在岩石化学成分和同位素组成等方面具有广泛一致性的现象,也不好解释它们的构造-岩浆演化关系以及它们与钼矿的密切关系。本文总结的资料和讨论表明,以酸性火山岩为主的五道岭

组地层时代应当是晚三叠世—早侏罗世;五道岭组火山岩类与晚三叠世—早侏罗世花岗岩类是同一源区的岩浆在不同演化阶段和不同深度空间的固结产物,因而它们在地质时代、化学成分、同位素组成及其与成矿的关系等方面具有广泛的一致性。上述认识对于在黑龙江省中部地区评价钼矿成矿远景区和确定找矿靶区有实际意义。

参考文献:

- [1]黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1993:155-158, 270-273, 311, 422-425.
- [2]黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1997:109-110.
- [3]韩振哲,赵海玲,李娟娟,等. 小兴安岭东南伊春一带早中生代花岗岩与多金属成矿作用[J]. 中国地质, 2010, 37(1): 74-87.
- [4]赵寒冬,刘勇,邓晋福,等. 小兴安岭伊春地区环斑花岗岩组合特征及其地质意义[J]. 中国地质, 2009, 36(3): 658-668.
- [5]毛景文,周振华,丰成友,等. 初论中国三叠纪大规模成矿作用及其动力学背景[J]. 中国地质, 2012, 39(6): 1437-1471.
- [6]张森,寇林林,韩仁萍,等. 黑龙江省霍吉河钼矿成矿特征及赋矿花岗岩闪长岩锆石 U-Pb 年龄[J]. 地质与资源, 2013, 22(3): 169-173.
- [7]唐文龙,杨言辰,李骞,等. 伊春前进地区岩浆岩的地球化学特征及其对成矿的制约[J]. 吉林大学学报:地球科学版, 2007, 37(1): 42-47.
- [8]徐美君,许文良,王枫,等. 小兴安岭中部早侏罗世花岗质岩石的年代学与地球化学及其构造意义[J]. 岩石学报, 2013, 29(2): 354-366.
- [9]李秀荣,杨宏智,邵军. 黑龙江翠宏山铅锌多金属矿床岩浆岩特征及成矿年龄[J]. 地质调查与研究, 2011, 35(2): 114-118.
- [10]邵军,李秀荣,杨宏智. 黑龙江翠宏山铅锌多金属矿区花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 测年及其地质意义[J]. 地球学报, 2011, 32(2): 164-169.
- [11]杜保峰,魏俊浩,王启,等. 中国东部钼矿成矿背景与成岩-成矿时差讨论[J]. 矿床地质, 2010, 29(6): 935-945.
- [12]杨言辰,韩世炯,孙德有,等. 小兴安岭-张广才岭成矿带斑岩型钼矿床岩石地球化学特征及其年代学研究[J]. 岩石学报, 2012, 28(2): 379-388.
- [13]邵军,杨宏智,贾斌,等. 黑龙江鹿鸣钼矿床地质特征及成矿年龄[J]. 矿床地质, 2012, 31(6): 1301-1309.
- [14]谭红艳,舒广龙,吕骏超,等. 小兴安岭鹿鸣大型钼矿 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 和辉钼矿 Re-Os 年龄及其地质意义[J]. 吉林大学学报:地球科学版, 2012, 42(6): 1758-1767.
- [15]马顺清,陈静. 黑龙江鹿鸣钼矿区花岗岩锆石年龄、地球化学特征及其地质意义[J]. 中国地质, 2012, 39(5): 1162-1171.
- [16]王林,杨言辰,张国宾,等. 黑龙江秋皮沟铜矿床年代学与地球化学特征及成因[J]. 世界地质, 2013, 32(1): 25-33.
- [17]韩振新,郝正平. 黑龙江省主要成矿带矿床成矿系列[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 1996:39-40.
- [18]史鹏会,杨言辰,叶松青,等. 黑龙江五道岭钼铁矿床地质地球化学特征及成因[J]. 世界地质, 2012, 31(2): 263-269.
- [19]于崇波. 五道岭钼矿床矿物学特征及成因[J]. 有色金属(矿山部分), 2011, 63(1): 41-47.
- [20]张琳琳,刘翠,周肃,等. 小兴安岭霍吉河钼矿区含矿花岗岩类特征及成矿年龄[J]. 岩石学报, 2014, 30(11): 3419-3431.
- [21]李林山,何财,李少云,等. 黑龙江省伊春市霍吉河钼矿床地质特征及成因探讨[J]. 吉林地质, 2010, 29(2): 53-55.
- [22]黄凡,陈毓川,王登红,等. 中国钼矿主要矿集区及其资源潜力探讨[J]. 中国地质, 2011, 38(5): 1111-1134.