

## 前 言

中亚造山系(带)是全球最大的显生宙增生造山带和陆壳生长区,也是世界上最重要的矿集区之一,一直是国际地学界关注和研究的热点地区。迄今为止,围绕中亚造山系显生宙的构造演化和陆壳生长问题,已经实施了4项IGCP对比研究,获得了一大批重要研究成果。大量研究已经揭示,中亚造山系的一个显著特点是发育巨量的、具有年轻幔源组分的花岗岩,是研究增生造山和地壳生长的重要对象。

中国北方造山系属于中亚造山系的南缘,其与整个中亚造山系带一样,发育大量的花岗岩。前人对这些花岗岩已做了很多研究,积累了丰富资料,特别是近年来,大量高精度锆石年龄数据层出不穷,为较系统地总结花岗岩演化奠定了基础;另一方面,随着矿产资源勘察工作的加强,花岗岩与矿产资源的关系研究也取得了新的进展。目前“十二五”地质调查和地质科学研究,特别是境内外地质的对比研究即将展开,该地区的花岗岩研究还将深入。为了集中反映已有的一些研究成果,为下一步研究奠定基础,本专辑征集了16篇论文,以期集中展示这方面新的研究成果,同时提出新的问题,为今后研究提供参考。

中国北方造山系由多个构造单元即造山带组成,其中很多单元跨越国界延伸。因此,以地质单元为研究对象,开展境内外的对比是做好该地区研究的基础。阿尔泰造山带横跨中、俄、哈、蒙四国边界,是中亚造山系带的主要组成部分。王涛等的“阿尔泰造山带花岗岩时空演变、构造环境及地壳生长意义——以中国阿尔泰为例”一文总结了该造山带花岗岩的时空演变、成因类型和构造环境,并探讨其增生造山和地壳生长的意义。以往认为,该造山带主体花岗岩主要是晚古生代岩浆活动的产物,但近年来新获得的大量锆石定年结果显示,阿尔泰造山带的花岗岩主体形成于早中古生代(470~400 Ma),少量为晚古生代花岗岩,集中形成于290~270 Ma期间。值得注意的是,在中国阿尔泰还鉴别出早中生代(220~200 Ma)花岗岩,伴生稀有金属矿产,具有板内环境特点,它们是萨彦岭-外贝加尔中生代花岗岩-稀有金属成矿带的组成部分。该文还通过花岗岩体同位素填图,揭示了阿尔泰地壳结构及陆壳的水平 and 垂向生长。该研究提供了系统研究一个造山带花岗岩浆演化并以此探讨造山过程和地壳生长的一个实例。

晚石炭世-早二叠世岩浆作用在中国北方造山系乃至中亚造山带系普遍发育,其地球动力学意义引起了人们的关注。童英等初步总结了“北疆及邻区石炭-二叠纪花岗岩时空分布特征及其构造意义”,总体上将其分为3个期次:早石炭世(359~320 Ma)、晚石炭世-早二叠世(320~270 Ma)和晚二叠世(270~252 Ma)。不同构造单元石炭-二叠纪花岗岩形成时代峰期和特征并不一致,但是晚石炭世-早二叠世花岗岩浆具有同步性,并形成大量碱性(A型)花岗岩,暗示此时已转入造山后伸展背景。

早中生代花岗岩在中国北方造山系乃至中亚造山带系不断被发现,其发育程度远远超出已有的认识,特别是早中生代岩浆活动往往伴随重要的稀有金属成矿作用,应该引起重视,加强研究。李舳等的“中亚造山系中南段早中生代花岗岩类时空分布特征及构造环境”试图对中

亚造山带系南部的早中生代花岗岩基本特征进行总结。初步研究结果显示,该时期花岗岩大致可以划分出早中三叠世(251~227 Ma)和晚三叠世—早侏罗世(226~195 Ma)两个阶段。早期阶段花岗岩具有准铝质—弱过铝质的钙碱性—高钾钙碱性或弱碱性花岗岩的特点,在中亚造山系西部地区为后造山构造背景,在东部地区可能为同造山晚期阶段,晚期阶段花岗岩具有准铝质—弱过铝质的高钾钙碱性—碱性花岗岩的特点,且同期的超镁铁质—镁铁质岩较发育,为后造山或非造山或板内伸展构造背景。

准噶尔造山带发育于准噶尔盆地周边,是北方造山带系花岗岩研究程度较高的地区,也是北方造山带系中最早通过高 $\epsilon_{Nd}(t)$ 花岗岩探讨陆壳生长的地区。近年来,关于准噶尔造山带花岗岩的研究已经积累了大量的资料。本专辑“新疆西准噶尔拉巴花岗岩地球化学特征及年代学研究(魏荣珠)”一文报道了西准噶尔玛依勒地区拉巴岩体的年龄( $287 \pm 5$  Ma 和  $295 \pm 2$  Ma)和地球化学特征,是对已有的后碰撞阶段伸展岩浆活动研究的一个补充。

天山造山带在北方造山系中占据突出位置,发育强烈的早古生代同造山花岗岩浆作用。本专辑 3 篇文章涉及到西天山和西南天山花岗岩的研究。徐学义等在“西天山那拉提地区古生代花岗岩的年代学和锆石 Hf 同位素研究”一文中报道了新的锆石年代学、地球化学和 Hf 同位素的研究成果。在天山造山带,越来越多的晚古生代花岗岩和基性侵入岩被鉴别出来。黄河等的“新疆西南天山霍什布拉克碱长花岗岩体岩石学及地球化学特征:岩石成因及其构造与成矿意义”进一步提供了二叠纪 A 型花岗岩研究实例,认为西南天山地区的霍什布拉克碱长花岗岩体是典型的 A1 型花岗岩,是基性下地壳在高温低压的环境下重熔的产物,属于板内阶段的岩浆作用,在大地构造上受到塔里木板块内部裂谷体系的影响,与西南天山地区大多数后碰撞花岗岩有着不同的特点,此外,还提出该岩体对研究区霍什布拉克大型铅锌矿成矿贡献有限,但具有形成锡矿床的潜力。基性岩的研究对于查明花岗岩浆的成因和构造环境具有重要意义。朱志敏等的“西天山特克斯晚古生代辉长岩岩石地球化学”一文研究了西天山出露规模最大的层状基性—超基性侵入岩体(哈拉达拉岩体)。岩体具有拉斑玄武岩系列的岩浆特征,结合区域构造演化,提出西天山在晚石炭世—早二叠世大地构造格架演化发生了转变,即由俯冲碰撞阶段向碰撞后伸展环境转换。

北山造山系花岗岩的研究相对较弱。近年来,较为系统的研究揭示,北山造山系带中花岗岩主要形成于早古生代、晚古生代、早中生代。张文等的“甘肃北山西涧泉子富碱高钾花岗岩体的锆石 LA-ICP-MS 定年及其构造意义”研究了二叠纪花岗岩的一个代表岩体,其时代略微年轻(锆石年龄  $266.1 \pm 2.2$  Ma),具有富碱高钾的特征,为后碰撞环境裂谷作用阶段的产物。

内蒙古地区及华北北缘花岗岩的研究较为详细。该地区发育早古生代、晚古生代和早中生代花岗岩。李建锋等的“内蒙古达茂旗北部闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb、角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代学及其地质意义”一文也报道了内蒙古达茂旗北部早古生代闪长岩的年代学研究结果。两件闪长岩样品分别获得 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为  $453 \pm 3$  Ma 和  $446 \pm 5.3$  Ma,角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为  $459.2 \pm 2.4$  Ma 和  $442.9 \pm 4.2$  Ma,表明该岩浆侵位后,经历了结晶并快速冷却的过程,可能揭示了本区岛弧带和华北板块碰撞的构造意义。

晚石炭世—早二叠世花岗岩的发育是该区岩浆作用的一个特点。韩宝福等的工作表明,在靠近中蒙边界的内蒙古西部呼伦陶勒盖地区,在中元古界和石炭系中出露数个花岗岩体。以前的资料显示它们为晚古生代—中生代岩体。SHRIMP 锆石 U-Pb 定年结果为  $313 \pm 5$  Ma、 $277 \pm 2$  Ma、 $278 \pm 4$  Ma 和  $130 \pm 2$  Ma,是该地区首次报道的锆石年龄资料。晚石炭世花岗岩具有 I-A 过渡型的元素地球化学特征,而早二叠世花岗岩具有 A 型花岗岩的特征,属于铝质 A 型花岗岩。晚古生代花岗岩的共同特征是均以正的  $\epsilon_{Nd}(t)$  值(0.90~3.43)为特征,具有新生地壳的性质,是内蒙古西部地区陆壳生长的标志。

郝百武等的“内蒙古镶黄旗哈达庙金矿杂岩体年代学、地球化学及其形成机制”的研究表明,中亚造山系东段华北地台北缘原被认为是燕山期的哈达庙石英闪长岩的锆石年龄为  $273 \pm 2$  Ma,从石英闪长岩到含金花岗斑岩,具有从板块碰撞前到同碰撞的特征。本文还为在中亚造山系东段华北地台北缘寻找与古亚洲洋俯冲增生碰撞有关的金矿提供了线索。

近年来,大兴安岭地区花岗岩研究获得了很大进展。在本专辑中,薛怀民等报道了大兴安岭西南坡位于内蒙古东南部二连浩特—贺根山缝合带与索伦山—西拉木伦缝合带之间的维拉斯托石英闪长岩和闪长岩、拜仁达坝花岗闪长岩以及道伦达坝英安质晶屑凝灰岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄,它们分别为  $310 \pm 2$  Ma、 $311 \pm 2$  Ma、 $319 \pm 3$  Ma 和  $300 \pm 5$  Ma,并认为西伯利亚板块与华北板块之间主缝合带的闭合时间应在晚石炭世前,主缝合带的位置应在二连浩特—贺根山一线。

王彦斌等的“内蒙赤峰楼子店拆离断层带下盘变形花岗质岩石的时代、成因及地质意义:锆石 U-Pb 年龄和 Hf 同位素证据”一文,将该区古生代至中生代花岗质岩浆作用划分为 4 个时期:早石炭世(327 Ma)、二叠纪(252~285 Ma)、中三叠世—早侏罗世(241~184 Ma)、中侏罗世—早白垩世(163~125 Ma)。早石炭世花岗岩可能对应于古亚洲洋古生代向南俯冲于华北板块的时期,二叠纪花岗岩是古亚洲洋最后闭合、蒙古弧与华北陆块北缘拼合与伸展有关的岩浆活动的产物,该区大面积的中三叠世—早侏罗世花岗岩是西伯利亚与华北陆块碰撞后地壳伸展的记录,中侏罗世—早白垩世岩浆活动则发育在伸展构造背景中,与岩石圈减薄存在着密切的成因联系。这些新年龄资料将为华北陆块北缘古生代—中生代地质构造演化提供重要的年代学制约。

值得注意的是,晚中生代花岗岩在中国东部大量发育,在内蒙东部也同样发育。“大兴安岭中北段莫尔道嘎地区含矿斑岩:锆石 U-Pb 年龄、Hf 同位素特征及成矿意义”一文(王召林等)报道了该地区与斑岩钼矿有关的早侏罗世花岗斑岩、花岗闪长斑岩,锆石年龄为 183、194 和 199 Ma,可能代表蒙古—鄂霍茨克洋闭合阶段的岩浆侵入事件,推测太平川斑岩钼矿的成矿年代大致在 195~180 Ma。

华北地块北缘毗邻中亚造山系,两者的关系一直存在有较大争议。近年来,华北地块北缘花岗岩的研究取得了重要进展,在该区发现的大量晚古生代—早中生代侵入体,构成了沿华北地块北缘呈东西向分布的岩浆岩带。这些岩浆岩带为研究这一问题提供了重要依据。张拴宏等的文章较系统地总结了这些成果。该区花岗岩主要发育于泥盆纪(400~360 Ma)、早石炭世晚期—中二叠世(330~265 Ma)及二叠纪末—三叠纪(250~200 Ma)等 3 个时期。泥盆纪

的花岗岩主要为碱性岩,可能与白乃庙岛弧岩带与华北克拉通弧陆碰撞后的伸展作用有关;早石炭世晚期—中二叠世主要为闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩及花岗岩,其形成与古亚洲洋向华北地块的俯冲作用有关;而二叠纪末—三叠纪主要为钾长花岗岩、二长花岗岩及碱性杂岩,其形成与华北地块和西伯利亚南缘蒙古增生褶皱带拼合后的伸展及岩石圈拆沉作用有关。

除了上述古生代—中生代花岗岩外,中国北方造山带发育的一些古老地块中还发育元古宙花岗岩。“阿拉善地区新元古代岩浆事件及其地质意义”(耿元生等)是这一研究的代表。该文报道了在阿拉善西部地区发育的一些眼球状片麻岩和条带状片麻岩,以往将它们作为阿拉善群的地层对待。4个样品的锆石定年结果为904~921 Ma,揭示阿拉善地块经历了新元古代早期(格林威尔期)造山作用的强烈改造,它们可能为与祁连地块等具有相似性,应属于不同于华北克拉通的独立变质地块。

应该看到,中国北方造山系为一个复合造山系,发育巨量花岗岩,不但不同构造单元发育的花岗岩浆作用不同,即使是一些同期花岗岩,在不同地区的构造环境也可能有明显差异。毫无疑问,本专辑的16篇文章尚不足以完整地反映该地区花岗岩的研究现状。希望本专辑能够为今后进一步加强中国北方造山系花岗岩演化及成矿意义的研究,特别是加强区域性综合对比研究和系统总结,以提高整体研究水平起到抛砖引玉的作用。

中国地质科学院地质研究所 王涛  
北京大学地球与空间科学学院 韩宝福  
中国地质大学(北京) 张招崇

2010年10月8日