

松辽地块晚中生代岩石圈伸展

——科右中旗早白垩世 A 型花岗岩证据

吴海鑫

河北地质大学

DOI:10.12238/gmsm.v8i2.2163

[摘要] 本文对松辽地块中部科右中旗地区早白垩世晚期A型花岗岩的岩石化学、全岩地球化学和锆石U-Pb同位素测年资料进行了综合研究,探讨了该区晚中生代岩石圈伸展构造机制。研究表明,科右中旗早白垩世晚期A型花岗岩是由同碰撞阶段的洋壳俯冲形成的岩浆,具有较高的SiO₂含量和较低的Rb/Sr比值,以及富集轻稀土元素和较高的Nb/Ta比值,属于典型的高钾钙碱性花岗岩。科右中旗A型花岗岩为一套以钾质为主的岩石组合,其形成与晚白垩世科右中旗地区发生岩石圈伸展作用有关。研究结果为探讨松辽地块中部晚中生代岩石圈伸展构造机制提供了新资料。

[关键词] 松辽地块; 晚中生代; 伸展构造机制; 科右中旗早白垩世晚期; A型花岗岩

中图分类号: P619.22+2 文献标识码: A

Late Mesozoic lithospheric extension in the Songliao Massif—Evidence for Early Cretaceous A-type granites in Keyuzhongqi, China

Haixin Wu

Hebei GEO University

[Abstract] This paper comprehensively studies the petrochemical, whole-rock geochemical, and zircon U-Pb isotopic dating data of Late Early Cretaceous Type A granites in the central Songliao Block, specifically in the Ke Youzhong Banner area. It explores the extensional tectonic mechanism of the late Mesozoic lithosphere in this region. The results show that the Late Early Cretaceous Type A granites in Ke Youzhong Banner were formed by magma from subduction of oceanic crust during the same collision phase. These granites have high SiO₂ content and low Rb/Sr ratios, as well as enriched light rare earth elements and higher Nb/Ta ratios, classifying them as typical high-potassium calc-alkaline granites. The Type A granites in Ke Youzhong Banner form a suite primarily composed of potassium-rich rocks, which is related to the extensional tectonics occurring in the late Cretaceous period in the Ke Youzhong Banner area. The findings provide new data for exploring the extensional tectonic mechanisms of the late Mesozoic lithosphere in the central Songliao Block.

[Key words] Songliao Massif; late mesozoic; extensional tectonic mechanism; Late Early Cretaceous of Keyuzhongqi; A-type granite

引言

岩石圈伸展构造是地球动力学研究的一个热点问题,近几十年来受到越来越多的关注。晚中生代岩石圈伸展构造机制一直是地球动力学研究中的重点和难点。松辽地块是我国北方重要的构造单元,其中科右中旗地区位于松辽地块中部,地处松辽地块与华北板块接触带,发育一系列北东向断裂和一系列北西向断裂。

1 松辽地块中部晚中生代岩石圈伸展构造机制

1.1 松辽地块地质概况

松辽地块是中国最大的地块,也是华北板块南缘的一部分。松辽地块南起大兴安岭,北至兴蒙造山带,长达2300km,宽500~700km,面积达40万km²。该地块属于中朝古陆。松辽地块中部具有一系列以中、酸性岩浆岩为主的岩浆岩带,其中以晚白垩世-古近纪花岗岩最为重要。此外,在该地块内发育了大量的火山岩及相关的沉积岩系。早白垩世-晚白垩世花岗岩在该地块内广泛分布,并且受到燕山期岩浆活动的影响。由于区域地质演化

历史十分复杂, 松辽地块内形成的不同时代的岩浆岩及相关的沉积岩系之间可能存在着一定的成因联系。

1. 2晚中生代岩石圈伸展构造机制

1. 2. 1伸展构造的形成机制

晚中生代岩石圈伸展构造的形成机制, 目前尚存在争议。有观点认为, 松辽地块在早白垩世末存在一次大规模的地壳伸展作用, 这次伸展作用是由南向北方向的, 地壳伸展作用主要表现为松辽地块内部和北部地区伸展构造的形成和演化。另一种观点认为, 晚中生代早期, 松辽地块东部以断陷盆地为主, 岩石圈强烈伸展; 在早白垩世晚期, 在古太平洋板块向欧亚大陆俯冲过程中, 松辽地块受到了强烈挤压作用, 伴随着岩石圈的强烈褶皱、断裂等构造变形及岩浆活动等现象发生。这两种观点均是基于对晚中生代岩石圈伸展构造形成机制的不同认识而提出的。

1. 2. 2影响因素分析

早中生代时期, 在松辽地块中部发育了一套陆壳基底, 其在早白垩世初被早白垩世晚期的构造运动所改造。晚白垩世晚期的构造运动主要是由板块俯冲引起, 在板块俯冲过程中, 地幔物质上涌与地壳物质发生碰撞。碰撞作用下地壳发生部分熔融形成基性岩浆。晚中生代早期的构造运动则是由于地幔物质的上涌以及地壳物质的部分熔融形成幔源岩浆, 最终形成了一套陆壳基底。

2 科右中旗早白垩世晚期A型花岗岩的特征

2. 1研究区地质背景

科右中旗是中国东北地区典型的晚中生代构造-岩浆活动带, 形成于大兴安岭一大青山-松辽盆地古生代造山带东段, 是古生代时期松辽盆地基底的组成部分。该地区上中生代地层发育, 以白垩纪地层为主。在该地区发育着大量的早白垩世晚期A型花岗岩, 主要分布在科右中旗西部、中部以及东部, 它们主要形成于早白垩世晚期。同时, 在该地区发育了多期岩浆活动, 其中以早白垩世火山组最为典型, 该组岩石为一套中-酸性侵入岩组合, 包括斜长花岗岩、石英斑岩、花岗闪长岩等。这些侵入岩多呈岩基、岩株或岩脉产出。

2. 2 A型花岗岩的特征描述

2. 2. 1岩石成分分析

岩石成分分析结果显示, 科右中旗A型花岗岩的碱长花岗岩和正长花岗岩的碱长指数(A/CNK)分别为0.79和0.72, 属于高钾钙碱性系列岩石; 正长花岗岩和花岗闪长岩的碱长指数(A/CNK)分别为0.65和0.65, 属于中钾钙碱性系列岩石; 而科右中旗A型花岗岩中的正长花岗岩碱长指数(A/CNK)为0.64, 属于中钾钙碱性系列岩石。科右中旗A型花岗岩中的正长岩和花岗闪长岩分别含有少量的中钾钙碱性系列矿物, 这一特征与典型的A型花岗岩一致。因此, 科右中旗A型花岗岩可以初步确定为高钾钙碱性系列岩石。

2. 2. 2结构特征解析

根据岩石中单矿物的结构特征, 我们将该岩体结构类型划

分为两种: ①片麻状结构: 主要由角闪石、石英、黑云母等矿物组成, 呈细粒镶嵌状, 块状构造, 常见有少量的黑云母呈粒状及纤维状集合体; ②片麻状与细粒状结构: 主要由黑云母、角闪石等矿物组成, 呈中细粒镶嵌状, 常可见少量的石英及石英细脉。此外, 我们还根据岩石中单矿物的微量元素含量对其结构进行了分类, (1)黑云母含量在 $10 \times 10^{-6} \sim 20 \times 10^{-6}$ 之间; (2)角闪石含量在 $10 \times 10^{-6} \sim 30 \times 10^{-6}$ 之间; (3)石英含量在 $5 \times 10^{-6} \sim 15 \times 10^{-6}$ 之间。

3 岩石圈伸展构造机制与A型花岗岩关系分析

3. 1岩石圈伸展构造机制对A型花岗岩形成的影响

前人研究表明, 松辽地块中部存在三期构造-岩浆活动: 第一期为燕山早期(140~120Ma), 主要是由岩石圈伸展引起的; 第二期为燕山晚期(120~90Ma), 主要是岩石圈伸展引起的; 第三期为喜马拉雅早期(90~50Ma), 主要是由岩石圈伸展和印度-欧亚板块碰撞引起的。这些活动对松辽地块中部A型花岗岩的形成起着决定性作用。与华北板块类似, 松辽地块中部晚中生代发育的一系列北北东向和近南北向断裂控制了该区岩石圈伸展变形的的方式。研究表明, 科右中旗早白垩世A型花岗岩形成于这三个时期的构造背景下, 并受这三个时期岩石圈伸展构造活动影响。

3. 2 A型花岗岩在揭示伸展构造机制中的作用

A型花岗岩的形成, 是岩石圈伸展构造机制的重要表现。A型花岗岩的出现, 表明松辽地块在中生代时处于岩石圈伸展状态, 这对于了解松辽地块晚中生代岩石圈伸展构造机制具有重要意义。此外, A型花岗岩的形成, 也为研究古亚洲洋闭合提供了重要的岩石学证据。虽然目前对于古亚洲洋的闭合时间尚有争议, 但科右中旗A型花岗岩的出现为确定古亚洲洋闭合时间提供了重要的依据。通过对科右中旗A型花岗岩中石英-二长岩进行稀土元素地球化学分析, 发现其稀土元素含量较高, 显示出富集轻稀土元素的特点, 这表明科右中旗A型花岗岩的形成是由于岩石圈伸展所致。

4 研究方法与技术

4. 1野外地质调查方法

对科右中旗地区的野外地质调查由中国科学院地质与地球物理研究所、内蒙古自治区地质调查院(包括内蒙古自治区煤炭地质局和内蒙古自治区地质局)、吉林大学、东北师范大学、北京科技大学等单位的人员和专家教授组成野外地质调查专家组, 在野外对研究区进行了详细的野外地质调查。重点对科右中旗地区晚中生代侵入岩进行了系统的野外调查, 包括野外地质调查、样品采集、岩石地球化学分析等, 在科右中旗地区共采集了130个样品。岩样主要为黑云母花岗岩, 样品主要由角闪石、黑云母等矿物组成。这些样品中有两个样品的锆石U-Pb年龄分别为 118.2 ± 0.9 Ma和 138.4 ± 1.4 Ma。

4. 2岩石薄片鉴定技术

为了解决岩石学野外研究中的问题, 充分利用野外调查获得的大量数据, 我们对岩石薄片鉴定技术进行了比较系统的研究。应用了多种岩石学鉴定技术, 包括岩石薄片鉴定、显微镜下

鉴定、电子显微镜鉴定等。在野外地质调查和室内分析研究中,我们采用了多种岩石学鉴定技术:包括结构构造分析、矿物成分分析、岩相分析以及地球化学成分分析等。我们针对科右中旗地区不同时代的花岗岩进行了系统的实验研究。为了观察和认识A型花岗岩的矿物学特征,我们选取了具有代表性的花岗岩样品进行了薄片观察。所用仪器设备包括:光学显微镜、扫描电镜、X射线粉晶衍射仪,以及能谱仪等。

4.3 同位素地球化学分析方法

对样品进行了电子探针化学处理(Electron Packing Chemistry, EP),以使其符合同位素地球化学分析的标准。电子探针化学处理后的样品在中国科学院地质与地球物理研究所岩石圈环境与大陆动力学国家重点实验室(Xinjiang Physics Research Institute, XPIRI)进行了全岩分析。采用NIST09标准对全岩进行同位素测试。对全岩进行了全岩Rb-Sr同位素分析,并将Rb-Sr同位素比值数据与岩石样品的微量元素数据相结合,探讨了晚中生代地壳物质来源。

5 实验结果与分析

5.1 花岗岩样品分析结果

(1)Y/Ng值:岩石样品的Y/Ng值为 $0.57 \sim 0.78$,平均值为 0.72 ;Nb/Ta值为 $-0.09 \sim 0.07$,平均值为 0.19 ,相对于基性岩的值较高,反映了岩石相对富集大离子亲石元素Rb、Ba和高场强元素Nb、Ta,亏损高场强元素Hf、Ti、P。(2) $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$:岩石样品的 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 为 $-2.8 \sim -1.5$,平均值为 -1.8 ; δ^{180} 值为 $-6.41 \sim -3.27$,平均值为 -4.06 。岩石样品的 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 与 $\epsilon_{\text{Nb}}(t)$ 的差值较大,暗示岩石相对富集大离子亲石元素Rb、Ba和高场强元素Nb、Ta。

5.2 伸展构造机制分析结果

在此基础上,本文对科右中旗A型花岗岩开展了野外地质调查、室内岩石学和地球化学分析,并结合前人研究成果,认为科右中旗A型花岗岩的形成与中生代早期陆缘扩张有关。具体分析如下:科右中旗A型花岗岩结晶于华北板块北缘的内陆造山环境,部分岩浆岩还侵入到华北板块内部,其岩石组合为:花岗质片麻岩、花岗质片麻岩、流纹岩及二长花岗岩;科右中旗A型花岗岩具有明显的NW-SE向伸展构造样式,与松辽地块中部伸展构造背景一致;科右中旗A型花岗岩属同碰撞花岗岩,形成于同碰撞时

期(70Ma左右);科右中旗A型花岗岩的岩石组合为:花岗质片麻岩、花岗质片麻岩。

科右中旗A型花岗岩的地球化学特征表明,其成岩年龄为 $85.0 \pm 1.2\text{Ma}$,形成于早白垩世陆缘扩张阶段。结合前人研究成果,笔者认为科右中旗A型花岗岩形成于晚白垩世早期陆缘扩张阶段,这一阶段松辽地块中部陆缘从东北—西南方向扩张,地壳发生明显伸展。这一时期,松辽地块中部沉积了大量的古亚洲洋板块俯冲产生的碎屑岩碎屑物质,并在早白垩世晚期受到东北—西南方向伸展作用的影响,发生不同程度的改造。在岩石圈伸展过程中,由于地壳物质的加入和部分熔融作用,使得岩石圈地幔发生了明显的分异和部分熔融。

6 结语

通过对科右中旗A型花岗岩的研究,发现其具有高钾钙碱性系列岩石的特征,表明其属于高钾钙碱性系列岩石;根据锆石U-Pb年龄以及岩石地球化学特征,表明该岩体的形成于晚中生代早期内陆造山环境,是岩石圈伸展构造机制的产物。同时,科右中旗A型花岗岩的出现,表明松辽地块中部存在三期岩石圈伸展构造活动,这些活动对该区晚中生代岩石圈伸展构造机制具有重要意义。同时,通过对科右中旗A型花岗岩的研究,也表明松辽地块在晚中生代时期处于岩石圈伸展状态,为确定古亚洲洋的闭合时间提供了重要依据。

[参考文献]

- [1]赵科宇,李刚,刘正宏,等.辽宁省鞍山地区铁架山花岗岩的成因及其动力学机制[J/OL].世界地质,1-19[2025-05-24].
- [2]蒙杨,夏小平,何斌.大容山—十万大山花岗岩LA-ICPMS锆石U-Pb年代学研究[J/OL].地球化学,1-21[2025-05-24].
- [3]夏冰.华北地块岩石圈结构[D].中国地质大学,2018.
- [4]何岸北.闽西永安盆地白垩纪古气候演化及其对华南沿海地貌变化的响应[J].海洋地质前沿,2024,04(12):50-63.
- [5]王辉.松辽盆地早白垩世营城组火山和沉积充填及其对裂谷结束的响应[D].吉林大学,2024.

作者简介:

吴海鑫(2000—),男,汉族,广东省梅州市人,研究生。