

# 内蒙古苏左旗洪格尔地区新发现晚石炭世碱性花岗岩

王树庆,胡晓佳,赵华雷

(1.中国地质调查局天津地质调查中心,天津 300170;2.中国地质调查局华北地质科技创新中心,天津 300170)

**摘要:**兴蒙造山带中段二连-东乌旗地区发育一条晚古生代碱性花岗岩带,代表了碰撞后伸展背景,前人研究多认为其形成于早二叠世中晚期,本次在苏尼特左旗洪格尔地区新识别出晚石炭世( $302 \pm 1$  Ma)碱性花岗岩,与区域上其它晚石炭世碱性花岗岩共同构成了晚石炭世碱性花岗岩带,表明区域上存在晚石炭世( $301 \sim 303$  Ma)和早二叠世( $272 \sim 290$  Ma)两期碱性花岗岩岩浆活动。

**关键词:**兴蒙造山带;洪格尔;晚石炭世;碱性花岗岩

**中图分类号:** P534.45; P588.15

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-4135(2019)02-0081-05

兴蒙造山带作为中亚造山带的一部分,古生代大洋经历了长期俯冲-增生造山作用<sup>[1-6]</sup>,最终沿索伦缝合带闭合于晚二叠-早三叠世<sup>[7-11]</sup>。造山带内晚古生代岩浆作用发育强烈<sup>[12-16]</sup>,沿中蒙边境的二连-东乌旗地区发育一条早二叠世碱性花岗岩带( $276 \sim 290$  Ma<sup>[17-22]</sup>)。本次研究在中蒙边境的苏尼特左旗洪格尔地区新识别出晚石炭世碱性花岗岩,表明二连-东乌旗地区存在晚石炭晚期和早二叠世中晚期两期碱性花岗岩岩浆作用,为这一地区大地构造演化进行了约束。

## 1 地质及岩石学特征

研究区位于兴蒙造山带中段中蒙边境一带苏尼特左旗洪格尔地区(图1),大地构造位置属于贺根山蛇绿混杂岩带以北的晚古生代乌里雅斯太活动大陆边缘<sup>[7]</sup>。区域上晚古生代岩浆作用发育强烈,形成了晚古生代二连-东乌旗巨型岩浆岩带,包括分布面积巨大、从二连浩特一直延伸到东乌旗满都胡边境地区,早石炭世晚期到早二叠世的高钾钙碱性和碱性花岗岩<sup>[17-20,23-30]</sup>和与之密切伴生的晚石炭世宝力高庙组陆相火山岩,近年来地质调查和科研成果表明,这

套火山岩形成于晚石炭世<sup>[31]</sup>,具有向造山后稳定环境演化的特征<sup>[29,30]</sup>。

区内出露古生代以来的地层,包括早泥盆世泥盆组海相陆源碎屑岩、早白垩世白音高老组酸性火山岩及新生界沉积地层等。

本文研究的碱性花岗岩出露于苏尼特左旗西北部中蒙边境附近的洪格尔苏木一带,侵入体呈北东走向,出露面积约  $75 \text{ km}^2$ ,侵入到晚石炭世二长花岗岩(年龄分别为  $320 \pm 2$  Ma 和  $308 \pm 1$  Ma<sup>①</sup>)和碱长花岗岩(年龄分别为  $309 \pm 1$  Ma<sup>①</sup>)中。碱性花岗岩与碱长花岗岩在空间上紧密伴生,二者呈侵入或渐变过渡关系(采样点坐标为:  $112^\circ 08' 48.6'' \text{ E}$ ,  $44^\circ 48' 18.9'' \text{ N}$ )。该期侵入体中含有少量细粒石英闪长岩和花岗闪长岩的较深源包体,呈浑圆状,大小以  $5 \sim 20 \text{ cm}$  为主(图2)。

岩石新鲜面呈肉红色,中粗粒花岗结构,块状构造。矿物以钾长石( $55\% \sim 80\%$ )、石英( $20\% \sim 40\%$ )、斜长石( $1\% \sim 5\%$ )为主,含有少量黑云母和钠铁闪石,可进一步命名为钠闪碱性花岗岩。钾长石为中条纹长石、条纹长石、微斜条纹长石,形态较规则,粒度  $5.0 \sim 10.0 \text{ mm}$ ;斜长石呈半自形板状,粒度  $0.2 \sim$

收稿日期:2019-05-24

资助项目:公益性基础性地质调查项目“温都尔庙-镶黄旗地区区域地质调查(DD20190038)”、“二连-东乌旗成矿带西乌旗和白乃庙地区地质矿产调查(DD20160041)”、华北重大岩浆事件及其成矿作用和构造背景综合研究(12120114020401)”

作者简介:王树庆(1983-),男,硕士,高级工程师,毕业于中国科学院广州地球化学研究所,专业方向为岩石学,岩石地球化学,现从事岩石学、地球化学研究及造山带构造-岩浆作用研究,Email:89617984@qq.com。

①内蒙古1/5万达拉嘎呼都格(1/2)(L49E018017)、乌兰善图音呼都格(1/2)(L49E018018)、德林呼都格(L49E019017)、陶木伊勒特(L49E019018)、红格尔公社(L49E020017)、哈拉图音苏吉幅(L49E020018)区域地质调查报告.河北省区域地质矿产调查研究所.2015.

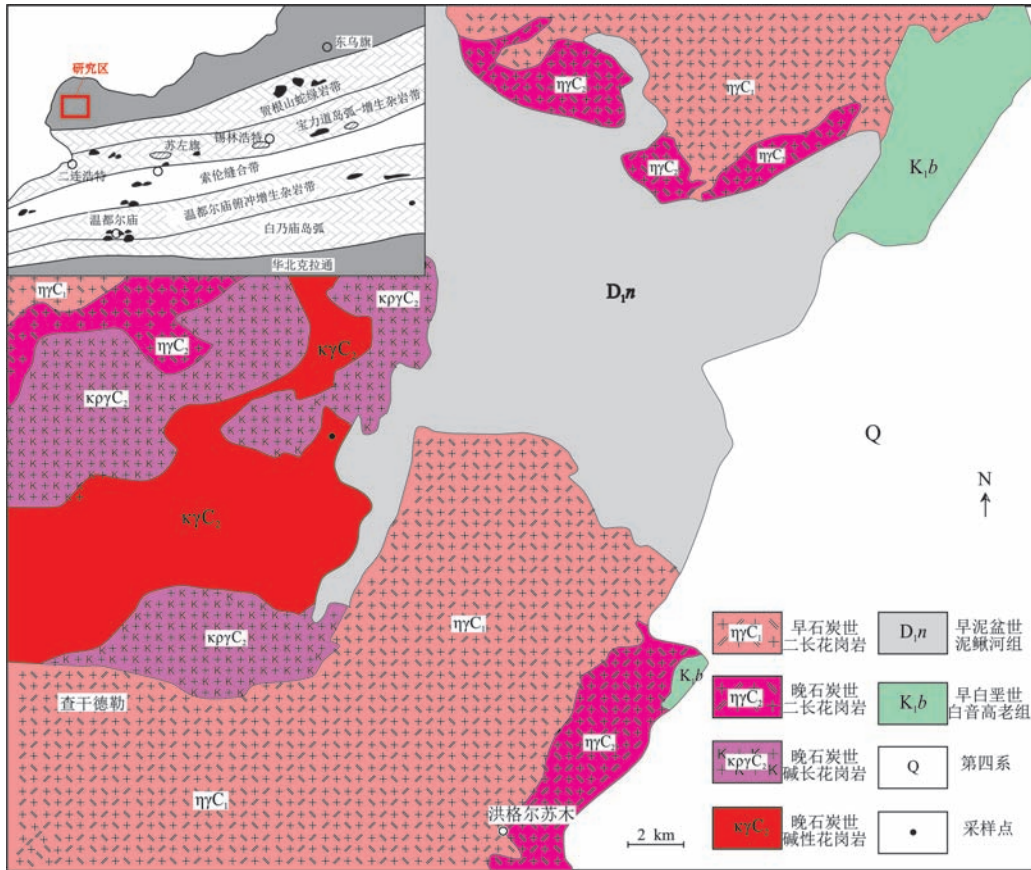


图1 内蒙古苏尼特左旗洪格尔地区地质简图<sup>①</sup>

Fig.1 Geological sketch of Hongger area, Sunidzuoqi, Inner Mongolia

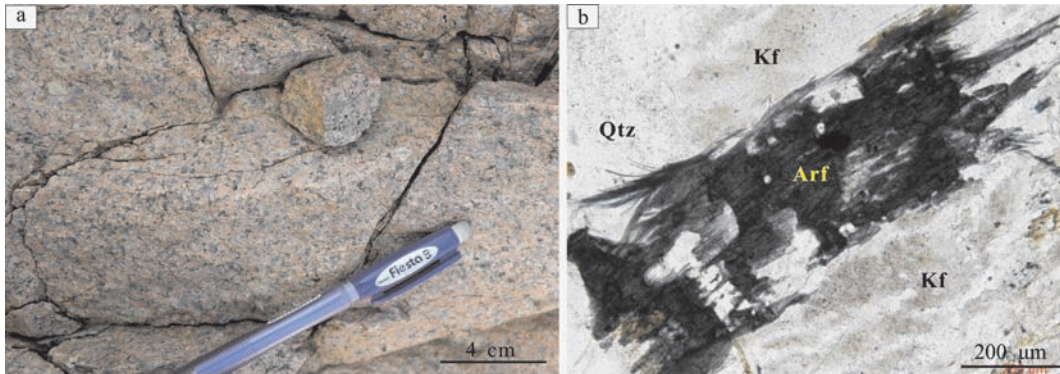


图2 样品野外及镜下照片

Fig.2 Field and microscope photographs of samples

a. 露头照片; b. 镜下照片; Kf. 钾长石; Qtz. 石英; Arf. 钠铁闪石

2.0 mm, 弱绢云母化, 局部被钾长石呈净边状、蠕虫状交代; 石英呈它形粒状, 填隙状分布, 粒度2.0~5.0 mm, 粒内可见弱波状消光, 边界与长石呈不规则状接触; 黑云母叶片状, 多色性明显: Ng' = 暗褐色, Np' = 浅黄褐色, 含量较少; 钠铁闪石呈半自形柱状, 粒度一般0.1~2.0 mm, 多色性明显, Ng' = 蓝灰色、深蓝绿色, Np' = 深蓝色, 正延性, 高正突起, 具闪石式解理, 含量1%~3%。

## 2 锆石 U-Pb 测年分析方法

将新鲜岩石样品破碎至80目, 然后经水粗淘、强磁分选、电磁分选和酒精细淘之后, 在实体显微镜下手工挑选出锆石, 将待测锆石颗粒用环氧树脂制靶, 然后磨至锆石颗粒的一半并抛光, 阴极发光照相在北京锆年领航科技有限公司的日本电子JSM\_6510型扫描电镜上进行。锆石原位U-Pb年龄测试是在天

津地质调查中心同位素实验室利用激光剥蚀多接收器电感耦合等离子体质谱仪(LA-MC-ICPMS)完成的,将NEW WAVE 193-FXArF准分子激光器与Thermo Fisher公司的Neptune多接收器电感耦合等离子体质谱仪联接,采用He气作为剥蚀物质的载气,锆石U-Pb年龄测定采用的激光束斑直径为35 μm,剥蚀时间为30秒,采用美国国家标准技术研究院研制的人工合成硅酸盐标准参考物质NIST610,锆石年龄计算采用GJ-1,具体仪器配置和实验流程参见文献[32]。U-Pb测年数据处理采用中国地质大学刘勇胜博士研发的ICPMSDataCal程序<sup>[33]</sup>,锆石U-Pb年龄谐和图采用Ludwig的Isoplot程序<sup>[34]</sup>绘制。

### 3 锆石U-Pb年代学

红格尔碱性花岗岩锆石测年数据列于表1。

锆石呈自形短柱状,长宽比1~1.5,无色或淡绿色,透明,包裹体少。阴极发光图像显示,锆石具有较细密的振荡环带,指示典型的岩浆成因(图3)。从表1可见,所有测点均具有高的Th、U含量并且Th/U比值除一个分析点小于0.1外(0.06),其余均大于0.1(0.22~0.44),指示了岩浆成因锆石特征。在锆石年龄谐和图上(图3),所有测点均成群落在谐和线上, <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U年龄范围为296~307 Ma,加权平均值为302±1 Ma(n=26,MSWD=2)。

### 4 年龄意义

本次研究通过对苏尼特左旗碱性花岗岩进行锆石LA-MC-ICPMS U-Pb测年,获得了302±1 Ma的成岩年龄,表明侵位于晚石炭世晚期。

目前的研究工作表明,二连-东乌旗碱性花岗岩带的时代集中于早二叠世,年龄范围为272~290 Ma<sup>[17-19,21,22]</sup>,其中Tong等在本次研究的洪格尔碱性花岗岩西部的碱性花岗岩中获得的年龄为276±1 Ma<sup>[21]</sup>,本次在其中获得了晚石炭世晚期的年龄,早于此年龄,可能暗示洪格尔碱性花岗岩的侵位始于晚

表1 内蒙古锡林浩特跃进侵入岩锆石U-Pb测年分析结果  
Tab.1 Zircon LA-MC-ICPMS U-Pb dating data of Yuejin intrusive rocks, Xilinhot, Inner Mongolia

点号	含量 / 10 <sup>-6</sup>		Th / U	同位素比值				年龄 / Ma			
	Pb	U		<sup>206</sup> Pb / <sup>238</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb / <sup>235</sup> U	1σ	<sup>206</sup> Pb / <sup>238</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb / <sup>235</sup> U	1σ
1	25	511	0.35	0.048 8	0.000 3	0.355 4	0.004 9	307	2	309	4
2	25	522	0.29	0.048 1	0.000 3	0.344 4	0.004 4	303	2	301	4
3	19	400	0.25	0.048 5	0.000 3	0.353 0	0.005 3	305	2	307	5
4	16	343	0.34	0.047 6	0.000 3	0.349 5	0.007 7	300	2	304	7
5	25	511	0.37	0.048 1	0.000 3	0.351 1	0.005 1	303	2	306	4
6	29	604	0.29	0.047 6	0.000 3	0.346 3	0.004 0	300	2	302	3
7	30	591	0.44	0.048 3	0.000 3	0.353 0	0.004 6	304	2	307	4
8	26	552	0.28	0.047 7	0.000 3	0.347 0	0.005 1	301	2	302	4
9	25	529	0.22	0.048 3	0.000 3	0.351 2	0.005 2	304	2	306	5
10	29	629	0.32	0.047 1	0.000 3	0.344 2	0.005 6	296	2	300	5
11	28	592	0.32	0.047 8	0.000 3	0.349 9	0.004 1	301	2	305	4
12	16	338	0.27	0.047 6	0.000 3	0.346 6	0.006 0	299	2	302	5
13	20	418	0.27	0.047 7	0.000 3	0.350 2	0.005 2	301	2	305	5
14	25	509	0.32	0.047 9	0.000 3	0.348 4	0.004 8	302	2	303	4
15	12	248	0.42	0.048 1	0.000 3	0.348 6	0.010 4	303	2	304	9
16	25	540	0.27	0.047 9	0.000 3	0.347 1	0.004 3	301	2	303	4
17	14	304	0.32	0.048 1	0.000 3	0.350 3	0.006 2	303	2	305	5
18	24	489	0.41	0.048 7	0.000 3	0.353 4	0.004 6	307	2	307	4
19	24	504	0.40	0.047 5	0.000 4	0.344 1	0.003 7	299	2	300	3
20	19	429	0.06	0.047 3	0.000 3	0.344 9	0.005 0	298	2	301	4
21	39	822	0.30	0.048 1	0.000 3	0.349 8	0.003 5	303	2	305	3
22	22	454	0.36	0.048 1	0.000 3	0.349 3	0.004 8	303	2	304	4
23	26	536	0.36	0.048 4	0.000 3	0.352 3	0.004 6	305	2	306	4
24	28	601	0.25	0.048 6	0.000 3	0.354 4	0.004 3	306	2	308	4
25	20	439	0.23	0.047 8	0.000 3	0.347 3	0.004 9	301	2	303	4
26	22	464	0.34	0.047 8	0.000 3	0.347 1	0.005 0	301	2	303	4

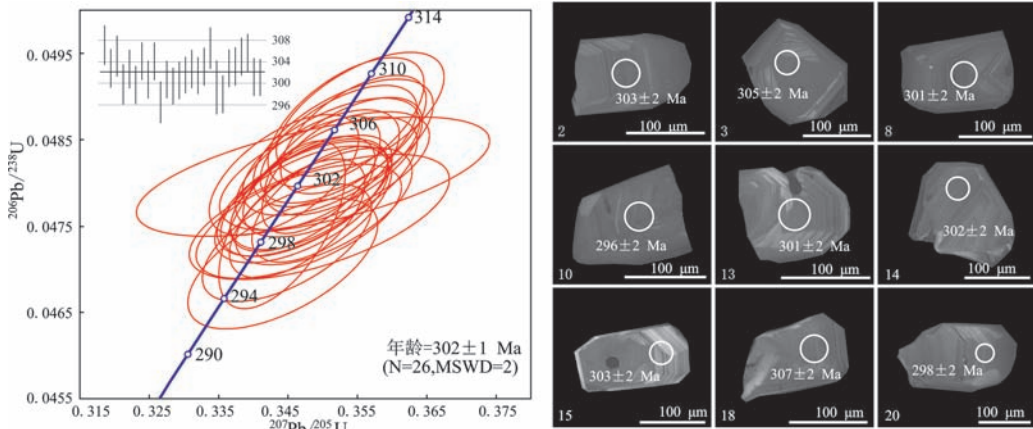


图3 锆石U-Pb谐和图及代表性锆石阴极发光图像(左下角数字为点号,实心圆圈为测年点位)  
Fig.3 Zircon U-Pb dating concordia diagram and cathodoluminescence images  
(The number on lower left corner is spot No., solid circle for U-Pb dating)

石炭世晚期,结合笔者近年来的工作和近年来完成的地调项目<sup>[20]</sup>在白音乌拉、祖横得楞、那仁宝力格、京格斯台<sup>[35]</sup>等地的碱性花岗岩中也获得了晚石炭世—早二叠世早期的年龄(296~302 Ma)。二连—东乌旗晚古生代可能存在更早期(晚石炭世)碱性花岗岩活动。碱性花岗岩代表了伸展的背景,从区域上来看,二连—东乌旗地区晚古生代碱性花岗岩多形成于后造山伸展阶段,与区域上稍早(早石炭世晚期—晚石炭世,325~305 Ma)巨量的后造山型花岗岩一致<sup>[23,24,26,28-31]</sup>,代表了贺根山洋在晚石炭世闭合<sup>[22,36]</sup>造山之后,在后造山垮塌或板片断离引起的伸展背景下诱发的软流圈上涌,带来的热及减压作用下,新生地壳部分熔融的产物,意味着从晚石炭世晚期开始这一地区就进入了伸展阶段。

#### 参考文献:

- [1] 王荃,刘雪亚,李锦轶. 中国内蒙古中部的古板块构造[J]. 地球学报, 1991(1):1-15.
- [2] Li J Y. Permian geodynamic setting of Northeast China and adjacent regions: closure of the Paleo-Asian Ocean and subduction of the Paleo-Pacific Plate[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2006, 26(3-4): 207-224.
- [3] Jian P, Liu D Y, Kröner A, et al. Time scale of an early to mid- Paleozoic orogenic cycle of the long-lived Central Asian Orogenic Belt, Inner Mongolia of China: Implications for continental growth[J]. Lithos, 2008, 101(3-4): 233-259.
- [4] Xu B, Charvet J, Chen Yan, et al. Middle Paleozoic convergent orogenic belts in western Inner Mongolia (China): framework, kinematics, geochronology and implications for tectonic evolution of the Central Asian Orogenic Belt[J]. Gondwana Research, 2013, 23(4): 1342-1364.
- [5] 徐备,赵盼,鲍庆中,等. 兴蒙造山带前中生代构造单元划分初探[J]. 岩石学报, 2014, (07): 1841-1857.
- [6] Xu B, Zhao P, Wang Y Y, et al. The pre-Devonian tectonic framework of Xing'an-Mongolia orogenic belt (XMOB) in north China[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2015, 97, Part B(0): 183-196.
- [7] Xiao W J, Windley B F, Hao J, et al. Accretion leading to collision and the Permian Solonker Suture, Inner Mongolia, China; termination of the Central Asian orogenic belt[J]. Tectonics, 2003, 22(6): 1069-1090.
- [8] Xiao W J, Windley B F, Sun S, et al. A Tale of Amalgamation of Three Permo-Triassic Collage Systems in Central Asia: Oroclines, Sutures, and Terminal Accretion[J]. Annual Review of Earth & Planetary Sciences, 2015, 43(1): 477-507.
- [9] Xiao W J, Windley B F, Han C M, et al. Late Paleozoic to early Triassic multiple roll-back and oroclinal bending of the Mongolia collage in Central Asia[J]. Earth-Science Reviews, 2018, 186: 94-128.
- [10] Chen B., Jahn B M, Tian W. Evolution of the Solonker suture zone: Constraints from zircon U-Pb ages, Hf isotopic ratios and whole-rock Nd-Sr isotope compositions of subduction- and collision-related magmas and forearc sediments[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2009, 34(3): 245-257.
- [11] Jian P, Liu D Y, Kröner A, et al. Evolution of a Permian intraoceanic arc-trench system in the Solonker suture zone, Central Asian Orogenic Belt, China and Mongolia[J]. Lithos, 2010, 118(1-2): 169-190.
- [12] 陈斌,赵国春,Wilde S. 内蒙古苏尼特左旗南两类花岗岩同位素年代学及其构造意义[J]. 地质论评, 2001, 47(4): 361-367.
- [13] 石玉若,刘翠,邓晋福,等. 内蒙古中部花岗岩类年代学格架及该区构造岩浆演化探讨[J]. 岩石学报, 2014(11): 3155-3171.
- [14] 邓晋福,冯艳芳,狄永军,等. 古亚洲构造域侵入岩时空演化框架[J]. 地质论评, 2015(06): 1211-1224.
- [15] 康健丽,肖志斌,王惠初,等. 内蒙古锡林浩特早石炭世构造环境:来自变质基性火山岩的年代学和地球化学证据[J]. 地质学报, 2016(02): 383-397.
- [16] 李红英,周志广,李鹏举,等. 内蒙古东乌珠穆沁旗晚奥陶世辉长岩地球化学特征及其地质意义[J]. 地质论评, 2016, 62(2): 300-316.
- [17] 洪大卫,黄怀曾,肖宜君,等. 内蒙古中部二叠纪碱性花岗岩及其地球动力学意义[J]. 地质学报, 1994, 68(3): 219-230.
- [18] 张玉清,许立权,康小龙,等. 内蒙古东乌珠穆沁旗京格斯台碱性花岗岩年龄及意义[J]. 中国地质, 2009, 36(05): 988-995.
- [19] 程银行,李艳锋,李敏,等. 内蒙古东乌旗碱性侵入岩的时代、成因及地质意义[J]. 地质学报, 2014, 88(11):2086-2096.
- [20] 肖中军. 内蒙阿尔善布拉克一带早二叠世碱性花岗岩地球化学特征、锆石 U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质调查与研究, 2015(03):171-181+191.
- [21] Tong Y, Jahn B M, Wang T, et al. Permian alkaline granites in the Erenhot-Hegenshan belt, northern Inner Mongolia, China: Model of generation, time of emplacement and regional tectonic significance[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2015, 97, Part B(0): 320-336.
- [22] Zhang X H, Yuan L L, Xue F H, et al. Early Permian A-type granites from central Inner Mongolia, North China: Magmatic tracer of post-collisional tectonics and oceanic crustal recycling[J]. Gondwana Research, 2015, 28(1): 311-327.
- [23] 许立权,鞠文信,刘翠,等. 内蒙古二连浩特北部阿仁绍布地区晚石炭世花岗岩 Sr-Yb 分类及其成因[J]. 地质通

- 报, 2012, 31(09):1410-1419.
- [24] 程银行, 滕学建, 辛后田, 等. 内蒙古东乌旗狼麦温都尔花岗岩 SHRI MP 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 岩石矿物学杂志, 2012, 31(03): 323-334.
- [25] 张玉清, 张健, 屈强, 等. 内蒙古阿德拉嘎乌拉正长花岗岩锆石 U-Pb 年龄[J]. 地质与资源, 2013, 22(04):308-312.
- [26] 梁玉伟, 余存林, 沈国珍, 等. 内蒙古东乌旗索纳嘎铅锌银矿区花岗岩地球化学特征及其构造与成矿意义[J]. 中国地质, 2013, 40(03):767-779.
- [27] 张磊, 吕新彪, 刘阁, 等. 兴蒙造山带东段大陆弧后 A 型花岗岩特征与成因[J]. 中国地质, 2013, 40(03):869-884.
- [28] 何付兵, 徐吉祥, 谷晓丹, 等. 内蒙古东乌珠穆沁旗阿木古楞复式花岗岩体时代、成因及地质意义[J]. 地质论评, 2013, 59(06):1150-1164.
- [29] 李可, 张志诚, 冯志硕, 等. 内蒙古中部巴彦乌拉地区晚石炭世-早二叠世火山岩锆石 SHRIMP-U-Pb 定年及其地质意义[J]. 岩石学报, 2014, 30(07): 2041-2054.
- [30] 李可, 张志诚, 冯志硕, 等. 兴蒙造山带中段北部晚古生代两期岩浆活动及其构造意义[J]. 地质学报, 2015, 89:(02): 272-288.
- [31] 辛后田, 滕学建, 程银行. 内蒙古东乌旗宝力高庙组地层划分及其同位素年代学研究[J]. 地质调查与研究, 2011, 34(01): 1-9.
- [32] 李怀坤, 朱士兴, 相振群, 等. 北京延庆高于庄组凝灰岩的锆石 U-Pb 定年研究及其对华北北部中元古界划分新方案的进一步约束[J]. 岩石学报, 2010, 26(7):2131-2140.
- [33] Liu Y S, Gao S, Hu Z C, et al. Continental and Oceanic Crust Recycling-induced Melt-Peridotite Interactions in the Trans-North China Orogen: U-Pb Dating, Hf Isotopes and Trace Elements in Zircons from Mantle Xenoliths[J]. Journal of Petrology, 2010, 51(51):392-399.
- [34] Ludwig, K R. Users Manual for Isoplot 3.00: A geochronological toolkit for Microsoft Excel[M]. Berkeley Geochronology Center, Special Publication, 2003, 4:1-71.
- [35] 王树庆, 胡晓佳, 赵华雷, 等. 内蒙古京格斯台晚石炭世碱性花岗岩年代学及地球化学特征—岩石成因及对构造演化的约束[J]. 地质学报, 2017, 91(7):1467-1482.
- [36] 黄波, 付冬, 李树才, 等. 内蒙古贺根山蛇绿岩形成时代及构造启示[J]. 岩石学报, 2016, 32(01):158-176.

## Geochronology of Late Carboniferous alkaline granite from Honger area, Sunidzuoqi, Inner Mongolia

WANG shu-qing, HU xiao-jia, ZHAO hua-lei

(1. Tianjian Center, China Geological Survey, Tianjin 300170, China;

2. North China Center for Geoscience Innovation, China Geological Survey, Tianjin 300170, China)

**Abstract:** Late Paleozoic alkaline granite belt along Erlian-Dongwuqi area indicate post-collisional extension setting. Most researchers suggested that these granites had formed in middle-late stage of early Permian. In this papers, the authors discover late Carboniferous alkaline granite with zircon U-Pb age of  $302 \pm 1$  Ma in Honger, Sunidzuoqi, Inner Mongolia. The study hint that there were two episodes of alkaline granites along Erlian-Dongwuqi late Paleozoic magmatic belts.

**Key words:** XingMeng Orogeny; Honger; Late Carboniferous; alkaline granite