

新疆东准噶尔地区奥陶纪斜长花岗岩的发现

施文翔,冉秋成,冯江鹏,于洋,李艳

(新疆地质矿产勘查开发局 第一区域地质调查大队,新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:通过 1 : 5 万区域地质调查,在东准噶尔地区老君庙东北部发现了一套侵入前早奥陶世变质岩的斜长花岗岩。锆石 SHRIMP U - Pb 测年结果显示²⁰⁶Pb/²³⁸U 表面年龄加权平均值为(468.1±5.5) Ma,代表斜长花岗岩的结晶年龄,这是首次报道东准噶尔地区的奥陶纪斜长花岗岩。斜长花岗岩 SiO₂ 含量 70.09%、高 Na₂O(6.12%)、低 K₂O(1%)、Mg 含量较高(1.82%),标准矿物中刚玉分子含量达到 1.96。稀土总量较低(72.97×10^{-6}),Eu 负异常不明显,轻重稀土分馏明显[(La/Yb)_N=16.05],具低 Sr、低 Y、Yb,较高的 K、Rb、Ba、Th、Nb、Ta 负异常明显,正 Ce 异常。反映奥陶纪斜长花岗岩为幔源岩浆成因,并受到了地壳的混染,形成环境可能为大洋环境。奥陶纪斜长花岗岩的发现,表明东准噶尔地区奥陶纪时期存在一次岩浆热事件。

关键词:东准噶尔;奥陶纪;斜长花岗岩

中图分类号:P588.12

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2015)03-0057-05

Discovery of Ordovician Plagiogranite from East Junggar, Xinjiang

SHI Wenxiang, RAN Qiucheng, FENG Jiangpeng, YU Yang, LI Yan

(No. 1 Regional Geological Surveying Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources Perambulation and Development, Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract: A set of Ordovician plagiogranites, of which the SHRIMP U - Pb zircon dating showed that the crystallization age was 468.1±5.5 Ma, was found intruding the Pre - paleo-Ordovician metamorphic rocks in the northeastern Laojunmiao of East Junggar. The Ordovician plagiogranite age was first reported in the East Junggar. The content of SiO₂ is 70.09%; MgO (1.82%) and Na₂O (6.12%) content are high while K₂O (1%) content is low. The content of standard mineral corundum molecules reached 1.96. The total REE is low(72.97×10^{-6}), and negative Eu anomaly is not obvious, while the fractionation between LREE and HREE ((La/Yb)_N=16.05) is evident. There is lower Sr, Y, and Yb content, but higher K, Rb, Ba, Th content; there are also Nb and Ta negative anomalies and Ce positive anomaly, reflecting that the magma of plagiogranites was mantle - derived probably formed in ocean environment, and contaminated by the crust. The discovery of the Ordovician granites confirmed the existence of an extensive magma - metamorphic thermal event in the east Junggar through Ordovician period.

Keywords: east Junggar; Ordovician; plagiogranite

收稿日期:2015-03-31;修回日期:2015-05-06

基金项目:中国地质调查局项目“新疆东准噶尔地区 L46E019004 等 6 幅 1 : 5 万区域地质调查”(1212011120514)

作者简介:施文翔(1984-),男,福建周宁人,工程师,2009 年毕业于中国地质大学(武汉),从事区域地质调查研究。E-mail: 38188185@qq.com

夹于天山山脉和阿尔泰山脉之间的准噶尔盆地是哈萨克斯坦-准噶尔板块的组成部分,历史上经历了洋盆的裂解、消减、闭合和造山事件,与之相伴,发育多期岩浆活动,以晚古生代为主,早古生代的岩浆活动相对较弱(陈丽秋等,2008;张栋等,2011)。奥陶纪岩浆活动则更为少见,仅在西准噶尔地区和北准噶尔地区发育有规模不等的蛇绿岩及以中基性为主的火山活动,奥陶纪花岗岩目前尚未见报道,仅在其东延的哈尔里克山一带见有少量分布(曹福根等,2006)。

通过东准噶尔地区 1:5 万区域地质调查,在原始石炭纪地层①中识别出了一套奥陶纪斜长花岗岩和早前奥陶世变质岩,对斜长花岗岩的岩浆锆石进行 SHRIMP U-Pb 定年,以期对其围岩地层时代和可能存在的早古生代卡拉麦里洋的裂解事件提供信息。

1 地质特征

研究区位于卡拉麦里大断裂南侧,大地构造位置隶属于哈萨克斯坦-准噶尔板块-准噶尔微板块-东准噶尔古生代陆缘盆地(图 1)。出露的地层主要有前早奥陶世老君庙变质岩、上石炭统石钱滩组浅海相碎屑岩碳酸盐岩、六棵树组火山岩夹陆源碎屑岩、侏罗系西山窑组含煤碎屑岩②。

斜长花岗岩侵入老君庙变质岩,并被上石炭统石钱滩组和六棵树组不整合接触(图 1)。出露 3 处小岩体,均呈岩枝状,总体走向呈北西西向,出露总面积约为 1 km²。出露的岩性为浅灰-灰白色斜长花岗岩,由岩体边部到中心岩石由细粒结构逐渐过渡为中细粒结构。岩体与老君庙变质岩接触带见大量绿泥石英片岩、石英岩残留体和捕虏体,岩体边部与老君庙变质岩混染较强烈,岩体剥蚀较浅。

斜长花岗岩为浅灰-灰白色,细粒-中细粒花岗岩结构、块状构造,岩石主要由斜长石、石英、黑云母、钾长石组成。斜长石半自形板状,粒径 0.4 × 0.3 mm~2.5 × 2.0mm,聚片双晶发育,受应力作用双晶纹弯曲变形,轻度泥化,含量为 76%~79%;

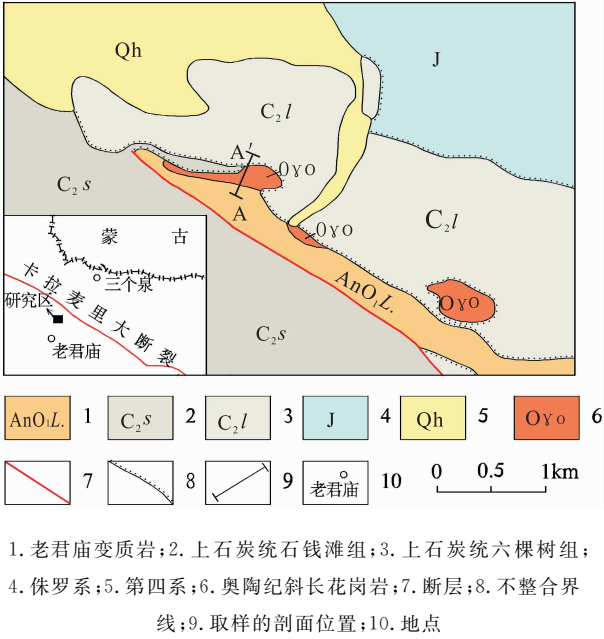


图 1 研究区地质略图
Fig. 1 Geological sketch map of the study area

钾长石呈他形粒状,粒径 0.3~0.5mm,具条纹结构,轻度泥化,含量为 1%~3%;石英粒状,熔蚀港湾状,粒径 0.3~1.2mm,波状消光,含量为 20%~23%;黑云母:鳞片状,片径 0.3~1.2mm,均绿泥石化,含量为 1%~3%;副矿物包括磁铁矿和磷灰石。岩石受应力作用破碎强烈、碎裂岩化作用明显,沿破碎带分布被碾碎的岩粉和碳酸盐、绿泥石。

2 形成时代

笔者选择了侵入于老君庙变质岩石斜长花岗岩进行了单颗粒锆石 SHRIMP U-Pb 定年。在双目镜下挑选出内部无裂隙的锆石制靶,锆石阴极发光特征显示(图 2),所选锆石均为柱粒状自形晶,粒径一般为 80~150 μm,个别大于 250 μm,绝大多数锆石具震荡生长环带,为典型的岩浆锆石(吴元保等,2004),个别锆石边部为典型的岩浆锆石,核部为残留锆石(4.1),可能为岩浆源区或就位过程中捕获的。

锆石测年在中国地质科学院地质研究所离子探针中心的 SHRIMP II 上进行,其原理和流程见参考

①新疆第一区域地质调查大队,老君庙幅 1:20 万区域地质矿产调查,1980。
②新疆地质调查院,新疆东准噶尔地区 L46E019004 等 6 幅 1:5 万区域地质调查报告,2014。

文献(宋彪等,2002),分析结果用 SQUID 和 ISO-
PLOT(Ludwing K R.,2001;Ludwing K R.,2008)
程序进行数据处理。共对 7 颗锆石进行了 7 个点的
分析,分析结果见表 1、图 3。
所测锆石 Th/U 显示出较窄的变化范围(0.44
~0.62),均大于 0.4,符合岩浆锆石的特点(吴元保

等,2004)。
7 个测点的测试结果(图 3)显示,锆石 Pb 丢失
不明显,投点比较集中,并位于谐和线附近,得到
 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄加权平均值为 $(468.1\pm 5.5)\text{Ma}$
(95% 置信度,MSWD=1.4),属于中奥陶世,为斜
长花岗岩的结晶年龄。

表 1 奥陶纪花岗岩锆石 SHRIMP U - Pb 同位素测年结果表
Tab.1 Zircon SHRIMP U - Pb data of Palaeo - Devonian granites

Spot	U (10 ⁻⁶)	Th (10 ⁻⁶)	²³² Th / ²³⁸ U	²⁰⁶ Pb / ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb / ²⁰⁶ Pb	不谐 和度 (%)	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb ±%	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U ±%	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U ±%
1.1	423	182	0.44	462 ±5	473 ±56	+2	0.056 5	2.5	0.074 ±1.0
2.1	295	129	0.45	466 ±5	523 ±61	+11	0.057 8	2.8	0.075 ±1.1
3.1	398	230	0.60	470 ±5	399 ±85	-18	0.054 7	3.8	0.076 ±1.0
4.1	429	184	0.44	471 ±5	408 ±57	-16	0.054 9	2.5	0.076 ±1.0
5.1	487	294	0.62	456 ±7	425 ±64	-8	0.055 3	2.9	0.073 ±1.6
6.1	331	146	0.46	469 ±5	472 ±71	+1	0.056 5	3.2	0.076 ±1.1
7.1	361	169	0.49	476 ±5	504 ±45	+6	0.057 3	2.1	0.077 ±1.0

注:分析误差为 1σ,普通铅运用实测²⁰⁴Pb 进行修正。

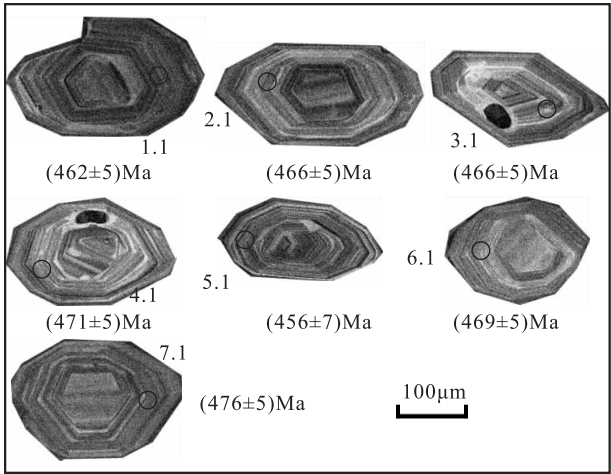


图 2 奥陶纪斜长花岗岩锆石阴极发光图像及测点位置图
(图中圆圈均代表 32 μm)

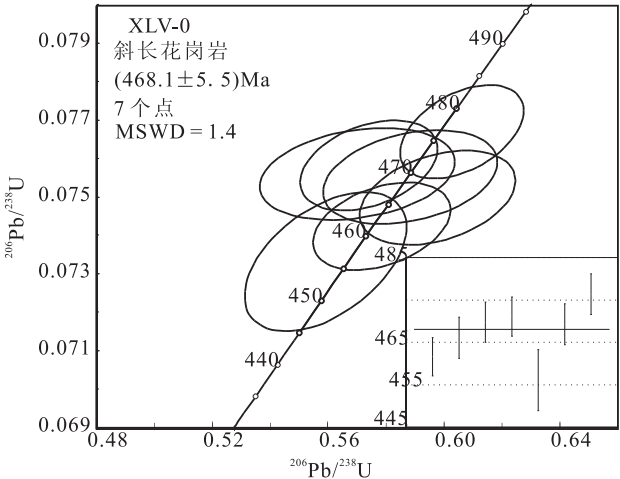


图 3 奥陶纪斜长花岗岩锆石 SHRIMP U - Pb
同位素测年谐和曲线图

Fig. 3 Concordant diagram of the SHRIMP zircon
U - Pb dating of Ordovician plagiogranite

3 岩石地球化学特征

在斜长花岗岩岩体中取得一个样品,测试成果
见表 2。岩石 SiO₂ 含量 70.09%,里特曼指数 σ 为

1.87,具明显的高 Na₂O(6.12%)、低 K₂O(1%)、
Mg 含量较高(1.82%)的特征。铝不饱和指数
A/CNK 1.13,为弱过铝质岩石,标准矿物中刚玉分
子含量达到 1.96,总体上属于弱过铝近低钾碱性
岩石。

稀土元素配分曲线图上(图 4A)显示轻稀土富集、重稀土平坦的右倾型分布型式,稀土总量较低(72.97×10^{-6}),Eu 负异常不明显,轻稀土富集且分馏明显,重稀土相对亏损且分馏不明显,仅略高于原

始地幔,轻重稀土分馏明显 $[(La/Yb)_N=16.05]$ 。微量元素蛛网图中(图 4B),奥陶纪斜长花岗岩具低 Sr、低 Y、Yb,较高的 K、Rb、Ba、Th、Nb、Ta 负异常明显,正 Ce 异常。

表 2 奥陶纪斜长花岗岩主量元素、稀土元素及微量元素测试结果表
Tab. 2 Main elements, REE and trace elements analytical data of Ordovician plagioclase granites

编号	岩性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	CO ₂
XLV-0	斜长花岗岩	70.09	0.39	14.51	1.27	1.43	0.04	1.82	0.94	6.12	1	0.11	1.73	0.35
		烧失量	总量	σ	Na ₂ O/K ₂ O	MF	A/CNK	K	Ti	P	C*			
		1.75	99.8	1.87	6.12	59.7	1.13	8301	2338	480	1.96			
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
		16.07	27.59	3.38	12.56	2.06	0.64	1.74	0.23	1.22	0.22	0.61	0.11	0.72
		Lu	Y	Rb	Zr	Nb	Hf	Ta	Th	U	Ba	Sr	δEu	(La/Yb) _N
		0.12	5.70	25.20	101.8	2.94	3.52	0.39	4.02	1.60	297.7	205.1	1.01	16.05

注:主量元素含量为 10⁻²,微量及稀土元素含量为 10⁻⁶,C: CIPW 标准矿物刚玉分子含量。

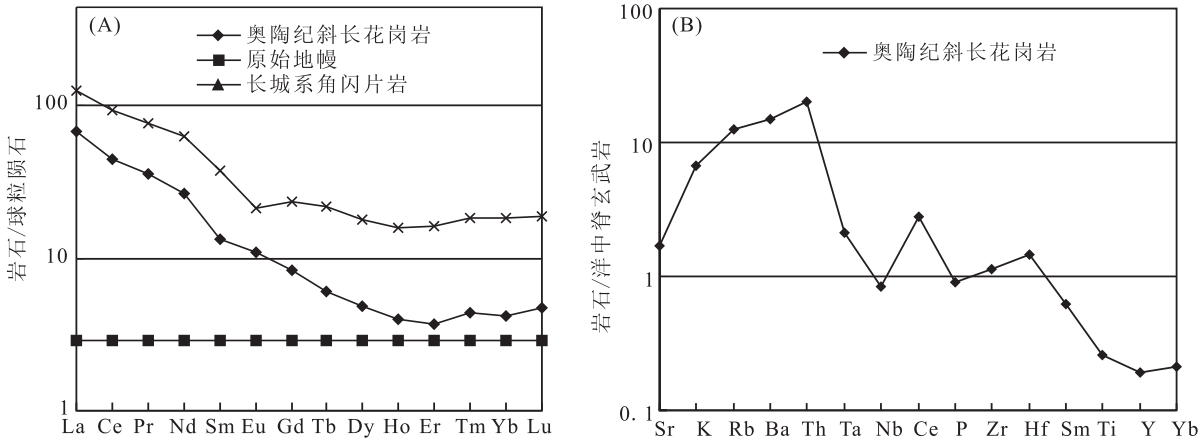


图 4 (A)奥陶纪斜长花岗岩稀土元素配分曲线图和(B)微量元素蛛网图

Fig. 4 (A)Chondrite normalized REE patterns and (B)spider diagram of Ordovician plagioclase granites

4 讨论

4.1 斜长花岗岩成因分析

奥陶纪斜长花岗岩具较高的 MgO、高 Na₂O、低 K₂O、低 Sr 等特征,反映其洋壳或地幔源区的特征。A/CNK 1.13 大于 1.1,标准矿物中刚玉分子达到了 1.96,显示富铝的特征。

岩石稀土含量处于绿泥石英片岩与原始地幔之间的区域内(图 4),野外露头上岩体侵入前早奥陶世老君庙岩群,并受后者混染,表明奥陶纪斜长花岗岩岩浆侵入过程中有部分地层物质加入。岩石低含量的 TiO₂和高场强元素(Nb、Ta),表明岩浆源区可能残留了富 Ti 矿物(金红石),低重稀土、Y、Yb 可

能是岩浆源区为含石榴子石、角闪石、辉石的麻粒岩在较高压力下部分熔融形成的,低 Sr、Eu 异常不明显表明源区可能有少量基性斜长石残留,因此斜长花岗岩源区可能为含斜长石(金红石)的石榴子石角闪辉石岩。

准噶尔地区奥陶纪花岗岩不发育,仅在其东延的哈尔里克山一带见有少量报道(曹福根等,2006)。笔者发现的奥陶纪斜长花岗岩是东准噶尔地区首次报道的奥陶纪花岗岩,验证了李亚萍等人在准噶尔盆地东部基底中存在奥陶纪的中酸性岩浆岩的推论(李亚萍等,2007)。

区域研究成果显示东准噶尔地区寒武纪到奥陶纪中期时期为大洋环境,发育了扎河坝-阿尔曼太蛇绿岩,同位素年龄成果显示(479±27)~(561±41)

Ma(刘伟等,1993;黄萱等,1997)^①。区内奥陶纪斜长花岗岩形成于(468.1±5.5)Ma,在误差范围内与扎乌坝-阿尔曼太蛇绿岩的形成时间一致,证实了东准噶尔地区奥陶纪时期存在一次岩浆热事件,同时也说明奥陶纪斜长花岗岩形成于大洋环境的可能性比较大。

4.2 对斜长花岗岩围岩地层时代的制约

前人1:20万区域地质调查将斜长花岗岩的围岩地层划分为下石炭统巴塔玛依内山组蚀变火山-沉积岩组合^②。最新的1:5万区域地质调查成果显示,其为一套高绿片岩相变质岩石组合,其中的绢云绿泥石英片岩锆石 SHRIMP U-Pb 测年成果显示成岩年龄集中约 485Ma,为早奥陶世^③。李锦轶等对其中的石英片岩进行白云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 定年,获得了(461.5±0.2)Ma 的坪年龄和(462.0±4.1)Ma 等时线年龄,认为其变质时代不晚于中奥陶世(李锦轶等,2000)。笔者通过对侵入老君庙变质岩的斜长花岗岩进行精确的锆石 SHRIMP U-Pb 测年,获得了(468.1±5.5)Ma 的结晶年龄,在误差范围内与李锦轶等取得的白云母⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄一致(李锦轶等,2000),表明该年龄很可能是由岩浆热变质作用导致的变质年龄。因此,斜长花岗岩的围岩地层的形成时代应不晚于早奥陶世。

参考文献(References):

曹福根,涂其军,张晓梅,等. 哈尔里克早古生代岩浆弧的初步确定 来自塔水河一带花岗质岩体 SHRIMP U-Pb 测年证据[J]. 地质通报, 2006, 25(8): 923-927.

CAO Fugen, TU Qijun, ZHANG Xiaomei, et al. Preliminary determination of the Early Paleozoic magmatic arc in the Karlik Mountains, East Tianshan, Xinjian, China—Evidence from zircon SHRIMP U-Pb dating of granite bodies in the Tashuihe area[J]. Geological Bulletin of China, 2006, 25(8): 923-927.

陈雨秋,赵忠合,何立新,等. 新疆玛因鄂博断裂南侧阿热勒托别岩体地球化学特征及地质意义[J]. 西北地质, 2008, 41(2): 22-30.

CHEN Liqiu, ZHAO Zhonghe, HE Lixin, et al. Geochemistry and Tectonic Implications of the Aretuobie Pluton to South of the Mayinebo Suture Zone in Altay, Xinjiang [J]. Northwestern Geology, 2008, 41(2): 22-30.

黄萱,金成伟,孙宝山,等. 新疆阿尔曼太蛇绿岩时代的 Nd-Sr 同位素地质研究[J]. 岩石学报, 1997, 13(1):

85-91.

HUANG Xuan, JIN Chengwei, SUN Baoshan, et al. Study on the Age of Armantai Ophiolite, Xinjiang by Nd-Sr Isotope Geology[J]. Acta Petrologica Sinica, 1997, 13(1): 85-91.

李锦轶,肖序常,陈文. 准噶尔盆地东部的前晚奥陶世陆壳基底——来自盆地东北缘老君庙变质岩的证据[J]. 中国区域地质, 2000, 18(3): 297-302.

LI Jinyi, XIAO Xuchang, CHEN Wen. Late Ordovician continental basement of the eastern Junggar Basin in Xinjiang, NW China: Evidence from the Laojunmiao metamorphic complex on the northeast basin margin [J]. Regional Geology of China, 2000, 18(3): 297-302.

刘伟,张湘炳. 乌伦古—斋桑泊构造杂岩带特征及其地质意义[A]. 新疆北部固体地球科学新进展[C]. 北京: 科学出版社, 1993: 217-228.

LIU Wei, ZHANG Xiangbing. Characteristics and geological significance of Urungu - Lake Zaysan tectonic rock complex belt[A]. New progress of solid Geosciences in northern Xinjiang [C]. Beijing: Science Press, 1993: 217-228.

宋彪,张玉海,万渝生,等. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论[J]. 地质论评, 2002, 48(增刊): 26-30.

SONG Biao, ZHANG Yuhai, WANG Yusheng, et al. Mount making and procedure of the SHRIMP Dating [J]. Geological Review, 2002, 48(suppl.): 26-30.

吴元保,郑永飞. 锆石成因矿物学研究及其对 U-Pb 年龄解释的制约[J]. 科学通报. 2004, 49(16): 1589-1604.

WU Yuanbao, ZHENG Yongfei. Genesis of zircon and its constraints on interpretation of U-Pb age[J]. Chinese Sciences Bulletin, 2004, 49(16): 1589-1604.

张栋,路彦明,潘爱军,等. 东准噶尔北缘两类钙碱性花岗岩特征及其构造-成矿意义[J]. 西北地质, 2011, 44(2): 51-71.

ZHANG Dong, LU Yanming, PANG Aijun, et al. Two Types of Calcium Alkaline Granite and Their Tectonic-Metallogenic Significance in North Margin of Eastern Junggar [J]. Northwestern Geology, 2011, 44(2): 51-71.

LUDWIG Kenneth R. SQUID 1.02, a User's Manual[M]. Berkeley: Berkeley Geochronology Center Special Publication, 2001.

LUDWIG Kenneth R. User's Manual for Isoplot3.70, a geochronological toolkit for Microsoft Excel[M]. Berkeley: Berkeley Geochronology Centre Special Publications, 2008.

①新疆地质调查院. 新疆富蕴县幅 1:25 万区调修测报告, 2012.

②新疆地矿局区域地质调查大队. 老君庙幅 1:20 万区域地质调查报告, 1980.

③新疆地质调查院. 新疆东准噶尔地区 L46E019004 等 6 幅 1:5 万区域地质调查报告, 2014.