文章编号:1000-8845(2014)03-283-06 中图分类号:P588.12 文献标识码:A

新疆阿尔泰造山带库卫基性侵入岩形成时代及地质意义

周刚[1],董连慧[1],秦纪华[2],张立武[2],贺永康[3],赵忠合[2],雷永孝[3]
(1.新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局,新疆 乌鲁木齐 830000;2.新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第四地质大队,新疆 阿勒泰 836500;3.西安地质矿产研究所,陕西 西安 710054)

摘 要:库卫岩体主要由橄榄辉长岩、辉长岩、角闪辉长岩及斜长角闪岩组成。岩体稀土元素含量低,∑REE值为9.97×10^{-6}~26.43×10^{-6},角闪辉长岩$(La/Yb)_N$值为1.77~1.83,铕的正异常弱;橄榄辉长岩$(La/Yb)_N$值为3.07~4.42,具明显的正铕异常。岩体不相容元素含量低,具明显的Sr,Rb,K正异常和Nb,Ta负异常,没有明显的P,Ti异常。岩体La-ICP-MS锆石U-Pb年龄为(381.2±2.8) Ma,形成于陆缘弧环境。岩浆主要来自于亏损地幔,可能受俯冲板片流体的交代。

关键词:库卫;基性侵入岩;形成时代

阿尔泰造山带中酸性侵入岩极发育,引起了地学界的广泛关注[1-5],而对零星出露于该造山带内的基性-超基性侵入岩研究较少[4,6]。基性-超基性侵入岩主要出露于阿尔泰南缘晚古生代火山沉积盆地北侧的阿阿特-库卫-青河一带,具呈带状分布、分段集中的特点(图1)。其中,阿阿特一带有基性岩体零星散布;库卫和可可托海一带有多个基性岩体集中分布;青河一带出露的基性-超基性岩体往往有规模较大的闪长岩体相伴。基性-超基性岩体侵位于早古生代中深变质地层及喀纳斯群浅变质地层中,少部分侵位于早古生代花岗岩体中。岩性以辉长岩为主,东部科克玉依一带见有辉石岩。本文选择库卫基性岩体进行同位素年代学研究,了解其地球化学特征,并探讨其地质意义。

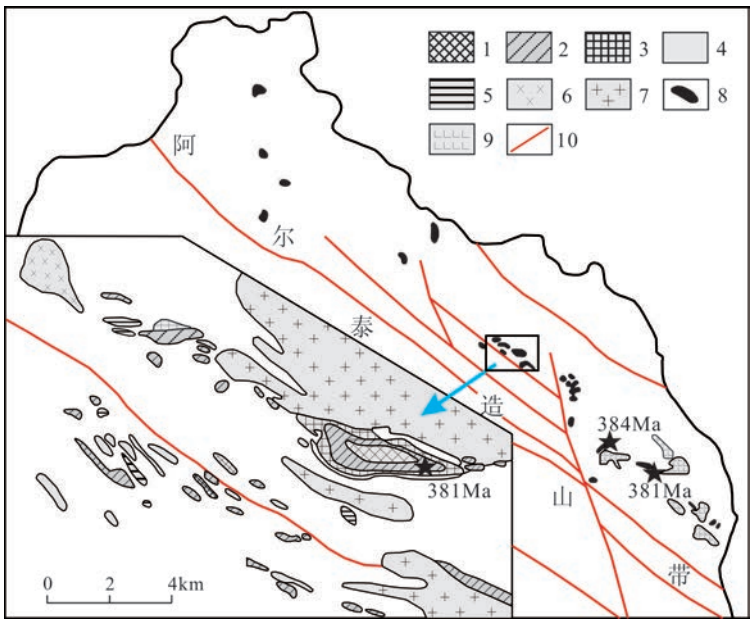


图1 阿尔泰造山带及库卫一带基性–超基性岩分布略图
fig.1 Basic–ultrabasic rock distribution sketch map of Altay orogenic belt and Kuwei area
1.橄榄辉长岩;2.辉长岩;3.辉长辉绿岩;4.辉橄岩;5.辉绿岩;6.闪长岩;7.花岗岩;8.基性-超基性岩;9.角闪辉长岩;10.断层

1 基性岩体地质特征

库卫一带基性岩体成群出露,有几十个岩体,主要呈岩株、岩枝、岩脉产出,长轴主要展布方向为NW向,与区域构造线走向一致。各岩体规模大小不一,其中,库卫岩体规模最大。该岩体呈透镜状,东西长约8 000 m,宽500~2 300 m,面积约13 km^2,长轴走向约310°。岩体侵入地层为震旦系库卫群片麻岩、片岩,北部与花岗岩体接触。岩体具有岩相分带,由中心到边部依次为橄榄辉长岩、辉长岩、

收稿日期:2013-07-11;修订日期:2013-11-26;作者E-mail:xazhougang@126.com
第一作者简介:周刚(1966-),男,湖南新化人,博士,教授级高工,2007年毕业于中国地质科学院矿物、岩石、矿床专业,从事地质技术管理及科研工作

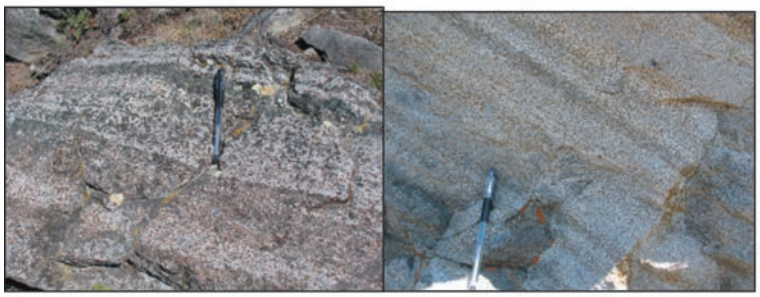


图2 库卫岩体中局部发育的层状构造
Fig.2 The layered structure of local development in Kuwei pluton

角闪辉长岩,北东和南西两侧均见有斜长角闪岩。局部可见橄榄辉长岩与中细粒角闪辉长岩呈互层状产出(图2)。岩体西部见少量辉石岩脉,其中零星分布星点状的黄铁矿化,局部见铜、镍矿化。角闪辉长岩和橄榄辉长岩中普遍发育磁铁矿化。库卫西段岩体中铁平均品位TFe 16.20%、MFe 8.83%,并伴生钒、钛、钴的矿化。

橄榄辉长岩 呈灰黑色,嵌晶含长结构,包橄结构,块状构造。主要由橄榄石(38%)、辉石(42%)和斜长石(20%)组成,见有少量镁铁尖晶石、磁铁矿等副矿物。橄榄石呈粒状,粒径1.0~1.4 mm,包含于较大颗粒的辉石中,具反应边结构;辉石呈半自形-他形粒状,粒径1.2~6.0 mm;斜长石呈半自形板状,粒径1.4 mm×0.6 mm~0.8 mm×0.3 mm,聚片双晶发育,大多包裹于辉石颗粒中。

辉长岩 呈灰绿色,辉长结构,块状构造。主要由斜长石(55%)和辉石(45%)组成。斜长石呈半自形板状,粒径4.4 mm×1.6 mm~1.0 mm×0.4 mm,发育聚片双晶;辉石呈半自形柱状,粒径0.6~2.4 mm,具阳起石化,并有铁质析出。

角闪辉长岩 呈深灰绿色,辉长结构,块状构造。主要由辉石(40%)、斜长石(45%)和角闪石(15%)组成。斜长石呈半自形板状,粒径0.8 mm×1.6 mm~0.2 mm×0.6 mm,发育聚片双晶,受后期热液作用,具细粒化重结晶现象;辉石呈他形-半自形柱状,粒径0.6~1.6 mm,具绿-浅黄绿弱多色性,具阳起石化蚀变,较大颗粒中包有斜长石小颗粒;角闪石呈他形-半自形柱状,粒径0.2~1.0 mm,具褐-浅黄色多色性。

2 岩石地球化学特征

2.1 主量元素特征

库卫岩体中主量元素及微量元素含量见表1。由表1可看出,库卫岩体的SiO_2、TiO_2、K_2O和Na_2O含量较低,Al_2O_3、CaO含量较高。TiO_2含量明显低于阿尔泰南缘其他基性岩体,喀拉通克岩体为0.5%~1.0%[7],锡伯渡、托斯巴斯陶、阿拉托别岩体及哈旦逊岩体中的基性岩的TiO_2含量均在0.5%以上[8-9];CaO含量明显高于喀拉通克岩体(3.2%~8.8%)[7]。

2.2 微量元素特征

库卫岩体稀土元素含量较低,∑REE值为9.97×10^{-6}~26.43×10^{-6},大多为球粒陨石的3~5倍,随SiO_2含量的增加明显增加,均具正的铕异常。在稀土分布图上(图3),出现2种分布曲线,稀土含量略高的2个角闪辉长岩样品呈较平坦的曲线,轻稀土无明显富集,$(La/Yb)_N$值为1.77~1.83,铕的正异常也较弱。稀土元素含量略低的3个含橄榄辉长岩样品,轻稀土元素具一定程度的富集,$(La/Yb)_N$值为3.07~4.42,轻稀土曲线较倾斜,而重稀土元素含量低且曲线平缓,具

表1 库卫岩体主量元素及微量元素含量表
Table 1 The table of major element and trace elements in Kuwei pluton

样号	KW-1	KW-2	KW-3	KW-4	KW-5
SiO_2	41.940	45.070	42.640	45.650	49.020
TiO_2	0.250	0.240	0.220	0.490	0.640
Al_2O_3	17.640	23.600	21.370	14.530	16.970
TFe_2O_3	13.250	6.020	7.030	9.240	7.650
MnO	0.160	0.070	0.081	0.140	0.120
MgO	13.740	7.790	11.110	13.880	8.550
CaO	10.170	13.660	12.660	12.050	12.970
Na_2O	1.170	1.890	1.050	1.310	1.880
K_2O	0.110	0.400	0.240	0.190	0.600
P_2O_5	0.021	0.043	0.026	0.038	0.065
灼失	1.290	0.950	3.350	2.290	1.410
总量	99.741	99.733	99.777	99.808	99.875
$Mg^{\#}$	57.000	62.000	68.000	70.000	62.000
Na_2O/K_2O	10.600	4.700	4.400	6.900	3.100
Sc	18.600	11.000	14.400	42.200	38.000
V	90.500	58.300	73.900	151.000	161.000
Cr	289.00	201.000	186.000	703.000	543.000
Co	88.400	47.600	57.900	66.000	37.000
Ni	246.000	148.000	109.000	193.000	76.800
Ga	12.300	15.000	14.100	11.900	12.900
Rb	3.080	14.000	8.920	4.990	16.900
Ba	65.000	57.300	59.500	39.300	91.000
Sr	262.000	334.000	288.000	203.000	263.000
Y	3.270	3.760	3.130	9.990	11.700
Zr	21.000	43.100	20.500	33.400	43.800
Hf	0.635	1.130	0.612	1.390	1.650
Nb	0.782	2.040	0.670	0.896	1.660
Ta	0.057	0.120	0.047	0.060	0.098
Th	0.238	0.459	0.336	0.400	0.591
U	0.082	0.258	0.118	0.170	0.226
La	1.820	2.970	2.000	2.860	3.520
Ce	2.880	5.260	3.360	5.680	6.910
Pr	0.478	0.755	0.530	0.972	1.170
Nd	1.820	2.910	2.050	4.480	5.360
Sm	0.494	0.633	0.501	1.260	1.510
Eu	0.294	0.361	0.294	0.510	0.602
Gd	0.457	0.594	0.458	1.250	1.510
Tb	0.090	0.111	0.088	0.265	0.307
Dy	0.593	0.678	0.578	1.810	2.130
Ho	0.133	0.147	0.119	0.381	0.443
Er	0.373	0.408	0.331	1.040	1.260
Tm	0.065	0.072	0.056	0.180	0.211
Yb	0.401	0.454	0.350	1.090	1.300
Lu	0.070	0.078	0.056	0.177	0.201
∑REE	9.968	15.431	10.771	21.955	26.434
δEu	1.860	1.770	1.840	1.230	1.210

注:主量元素单位为%,微量元素单位为$\times10^{-6}$

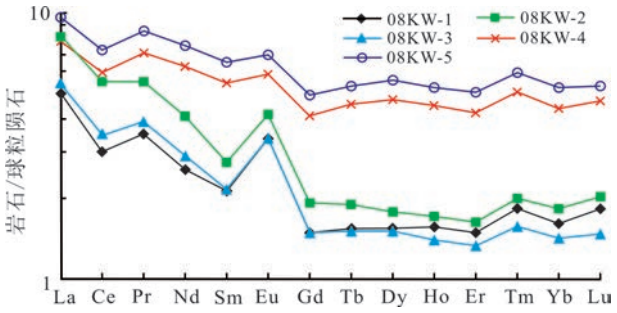


图3 库卫基性岩体稀土元素分布型式图
Fig.3 REE patterns diagram of Kuwei mafic pluton

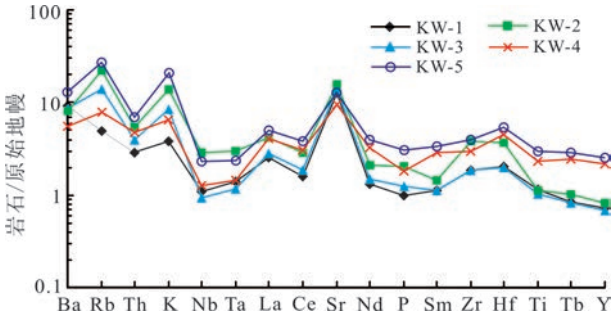


图4 库卫基性岩体微量元素原始地幔标准化蛛网图
Fig.4 Primitive mantle-normalized trace element spider diagram in Kuwei mafic pluton

明显的正铕异常,可能是岩石中发育以斜长石为主的堆晶所致。

库卫岩体中不相容元素含量低,多接近于原始地幔,Rb,Ba,K等大离子亲石元素为原始地幔的10倍。在微量元素原始地幔标准化图解上,具明显的Sr,Rb,K等元素正异常和Nb,Ta负异常,无明显的P,Ti异常(图4)。相容元素Cr,Ni,Co的含量较低。

3 锆石U-Pb同位素年龄

在库卫岩体粗粒辉长岩中取样挑选锆石,在天津地质矿产研究所进行La-ICP-MS锆石U-Pb年龄测定,分析结果见表2。

分选出的锆石以无色透明为主,短柱状,直径大多为10~50 μm,在阴极发光图上,大部分锆石具明显的振荡环带,显示出岩浆锆石的特点。由表2可看出,锆石Th/U值较高,为0.36~1.18,显示出岩浆锆石的特点,与其形态特点一致。

由图5可看出,27个锆石测点在误差范围内具一致的U-Pb年龄,均落在U-Pb一致曲线上,构成单一的正态分布形式,$^{206}Pb/^{238}U$年龄加权平均值为(381.2 ± 2.8) Ma, MSWD=1.8。代表该岩体的结晶年龄,为中泥盆世。

4 讨论

4.1 岩体形成时代及形成环境

前人对库卫岩体进行过SHRIMP锆石U-Pb年龄测试,8粒锆石除1粒锆石为146.8 Ma,其他7粒

表2 库卫基性岩体La-ICP-MS锆石U-Pb年龄测定结果表
Table 2 La-ICP-MS zircon U-Pb dating results table of Kuwei mafic pluton

样号	含量/×10^{-6}		同位素比值/± %							
TM-1	Pb	U	$^{206}Pb/^{238}U$		$^{207}Pb/^{235}U$		$^{207}Pb/^{206}Pb$		$^{208}Pb/^{232}Th$	
1	14	177	0.062 4	1.47	0.464 5	2.64	0.054 3	2.08	0.019 4	1.49
2	10	97	0.061 3	1.52	0.477 7	3.80	0.056 8	3.16	0.020 1	3.89
3	11	107	0.062 7	1.46	0.475 3	3.74	0.055 3	3.05	0.019 4	7.54
4	9	91	0.060 0	1.65	0.487 1	3.47	0.059 2	3.03	0.020 7	4.26
5	14	160	0.062 1	1.45	0.465 6	3.13	0.054 7	2.42	0.019 4	1.76
6	21	197	0.061 9	1.32	0.469 4	2.78	0.055 3	1.99	0.019 6	2.24
7	16	178	0.061 4	1.36	0.472 2	2.82	0.056 1	2.10	0.019 4	1.75
8	14	177	0.063 1	1.50	0.461 2	3.13	0.053 3	2.52	0.019 4	1.70
9	13	154	0.061 4	1.46	0.456 8	3.31	0.054 2	2.60	0.018 9	1.84
10	13	167	0.059 7	1.40	0.460 9	3.00	0.056 3	2.29	0.018 4	1.68
11	18	203	0.059 2	1.43	0.440 7	2.46	0.054 3	1.87	0.019 7	1.68
12	11	138	0.062 1	1.42	0.472 8	3.22	0.055 5	2.54	0.018 8	1.62
13	9	90	0.061 9	1.64	0.475 0	2.95	0.055 9	2.46	0.020 1	4.33
14	20	278	0.061 5	1.33	0.470 7	1.94	0.055 8	1.37	0.019 0	1.55
15	12	159	0.061 8	1.32	0.475 8	3.08	0.056 2	2.33	0.018 7	1.64
17	20	268	0.060 3	1.44	0.446 9	2.10	0.054 0	1.61	0.018 3	1.55
18	45	634	0.059 8	1.41	0.453 7	1.35	0.055 3	1.24	0.018 9	1.39
19	5	63	0.059 3	1.55	0.440 6	4.42	0.054 2	3.78	0.018 7	4.20
20	19	236	0.060 9	1.30	0.435 4	3.40	0.052 1	2.47	0.019 6	1.48
21	27	347	0.059 3	1.42	0.455 2	1.71	0.055 9	1.83	0.019 8	1.37
23	11	145	0.060 6	1.35	0.469 6	3.19	0.056 5	2.36	0.018 9	1.55
24	7	82	0.060 1	1.41	0.447 3	3.92	0.054 3	3.09	0.018 7	3.03
25	7	91	0.059 5	1.49	0.466 6	5.61	0.057 2	4.82	0.019 5	2.18
26	22	230	0.061 6	1.48	0.462 7	2.35	0.054 7	1.81	0.019 8	1.72
27	12	127	0.058 9	1.34	0.455 9	3.81	0.056 4	2.90	0.019 1	2.44
28	8	94	0.061 6	1.63	0.457 1	5.14	0.054 0	4.70	0.019 2	2.30
29	9	112	0.061 6	1.42	0.460 9	4.20	0.054 5	3.07	0.020 1	1.64

续表 2

样品号	同位素比值		年龄/Ma					
TM-1	$^{232}Th/^{238}U$±%		$^{206}Pb/^{238}U$±1σ		$^{207}Pb/^{235}U$±1σ		$^{207}Pb/^{206}Pb$±1σ	
1	0.815 7	0.74	390	6	387	10	383	47
2	0.357 4	0.63	384	6	396	15	484	70
3	0.401 4	0.42	392	6	395	15	423	68
4	0.368 8	0.29	376	6	403	14	573	66
5	0.509 4	0.47	388	6	388	12	399	54
6	0.331 6	1.88	387	5	391	11	423	45
7	0.509 3	0.12	384	5	393	11	455	47
8	0.858 9	3.77	394	6	385	12	341	57
9	0.523 9	1.22	384	6	382	13	381	59
10	0.775 0	0.53	374	5	385	12	464	51
11	0.490 0	1.94	371	5	371	9	383	42
12	0.787 1	0.38	388	6	393	13	433	57
13	0.390 7	0.46	387	6	395	12	450	55
14	1.182 6	1.29	385	5	392	8	443	31
15	0.846 6	0.78	386	5	395	12	458	52
17	0.883 0	0.72	377	5	375	8	373	36
18	1.041 4	1.04	374	5	380	5	425	28
19	0.580 1	1.98	371	6	371	16	378	85
20	0.716 7	0.57	381	5	367	12	291	56
21	0.763 0	0.73	372	5	381	7	449	41
23	0.946 7	0.35	379	5	391	12	472	52
24	0.594 6	0.19	376	5	375	15	382	69
25	0.632 4	0.37	372	6	389	22	500	106
26	0.438 5	0.72	386	6	386	9	401	40
27	0.418 5	0.56	369	5	381	15	468	64
28	0.654 4	1.22	386	6	382	20	373	106
29	0.732 5	0.32	385	5	385	16	394	69

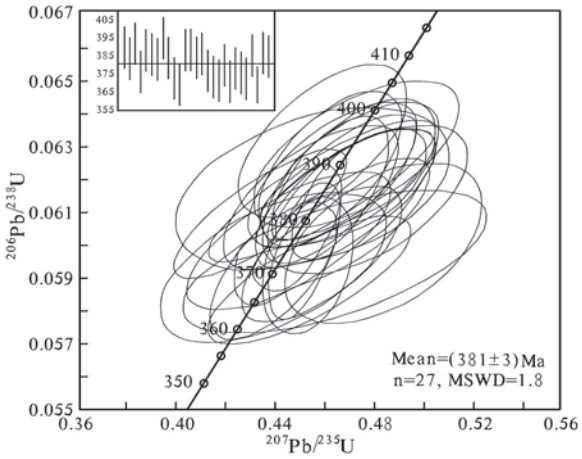


图5 库卫辉长岩锆石U–Pb年龄谐和图

Fig.5 Zircon U–Pb age concordia diagram of gabbro in Kuwei area

锆石 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄为43.8~52.1 Ma，加权平均年龄为(47±1) Ma[6]，本次对库卫岩体进行La-ICP-MS锆石U-Pb测年，27粒锆石加权平均年龄为(381.2±2.8) Ma，与前人测年结果相差较大。本次所测锆石U-Pb年龄各测点 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄在误差范围内基本一致，加权平均年龄误差小，MSWD=1.8，年龄数据较为可靠。张传林对出露在青河县境内的乔拉喀拉基性岩体和科克玉依基性岩采样进行锆石U-Pb定年，其结果约为380 Ma，与库卫岩体形成时代一致。王涛等测得可可托海辉长岩的锆石U-Pb年龄为408 Ma[4]，表明区域上存在408~380 Ma这一期基性岩浆侵入活动。

准噶尔北缘发育有早泥盆世埃达克质火山岩和中泥盆世埃达克质侵入岩[10-11]，表明该时期其处于俯冲阶段。在阿尔泰南缘，发育早—中泥盆世火山沉积盆地，主要由下泥盆统康布铁堡组和中泥盆统阿勒泰组组成(在阿舍勒盆地中主要有下—中泥盆统阿舍勒组和上泥盆统其也组)。下泥盆统康布铁堡组中流纹岩同位素年龄为(413~380) Ma[12]。盆地中发育双峰式火山岩[13]，苏普特一带中泥盆统阿勒泰组双峰式火山岩形成时代为(372~365.5) Ma[14-15]，代表该火山沉积盆地最后拉张时期，表明古亚洲洋向西伯利亚板块俯冲在晚泥盆世早期结束。库卫岩体的形成时代与阿尔泰南缘火山沉积盆地形成的晚期阶段一致，应处于古亚洲洋向西伯利亚板块俯冲的晚期阶段。库卫岩体位于阿尔泰南缘火山沉积盆地北侧，侵位于震旦系库卫群中，其构造环境应为陆缘弧环境。

4.2 岩浆源区及演化

库卫岩体低的稀土元素含量、较平坦的稀土元素分布模式及低的不相容元素含量暗示了其源区为亏损地幔，并具高的熔融程度。KW-4和KW-5号

样品中稀土和不相容元素含量相对较高,稀土分布曲线较平缓,TiO_2含量相对较高,可能是岩石中具相对高的榍石或金红石,相对较高的稀土和不相容元素含量可能与其含榍石或金红石等副矿物有关。由俯冲洋壳板片熔融形成的埃达克质岩石具正的Sr异常和较高的Sr/Y比值及相对较低的重稀土元素含量。库卫岩体明显的正Sr异常和很低的重稀土元素含量,说明其源岩可能受俯冲板片流体的交代。岩石中有角闪石等含水矿物存在,也表明其岩浆形成过程中有流体的参与。

岩体中MgO含量变化较大,暗示岩浆发生过强烈的分异作用,TFe_2O_3和Ni,Co的正相关暗示岩浆发生过橄榄石的分离结晶作用。MgO含量与SiO_2、Al_2O_3、K_2O+Na_2O和CaO的含量呈负相关,说明发生了橄榄石、斜方辉石和单斜辉石的分离结晶作用,稀土元素分布型式中不存在Eu的负异常,说明未发生过斜长石的分离结晶;Cr与MgO呈不明显正相关关系,暗示未发生过铬铁矿的分离结晶作用。较高的La/Nb(大于1)比值和La/Sm比值,暗示可能有地壳物质的混染,与原始地幔标准化曲线图中Ba,Rb,K等活泼元素相对较富集,且与Nb元素负异常结果一致。

4.3 地质意义

对于阿尔泰地区显生宙的陆壳增生是一个长期的热点话题,前人做了大量工作[5,16-20]。大量基于花岗岩的研究表明,该地区显生宙花岗岩普遍具正的Nd初始值和年轻的Nd模式年龄。多数学者认为这些花岗岩来自年轻的玄武质地壳重熔,并认为玄武岩浆底侵作用导致年轻的玄武质下地壳重熔[5,18-21]。研究表明,目前世界上大于20%的地壳是由俯冲带产生的[22]。对库卫基性岩带进一步详细的研究,有助于了解阿尔泰造山带晚古生代俯冲造山过程中岩浆的起源及演化过程。由前述可知,以库卫岩体为代表的380 Ma的基性-超基性杂岩带主要分布于阿尔泰南缘泥盆纪火山-沉积盆地北侧,形成于陆缘弧环境,岩浆主要来自于亏损地幔,为阿尔泰南缘泥盆纪的一次重要地壳增生事件。

层状或环状基性-超基性杂岩是寻找与超镁铁岩相关的内生金属矿床的主要对象。可分为两个成矿系列,①与Cu-Ni-(PGE)硫化物有关的矿床,如甘肃的金川、新疆的喀拉通克及东天山地区的含Cu-Ni硫化物矿床[24,25-27];②以V-Ti磁铁矿为主的一系列基性-超基性质杂岩,其中最著名的是四川攀枝花V-Ti磁体矿[28]。新疆巴楚地区瓦吉里塔格以及阿图什地区的皮羌基性-超基性质杂岩均发现V-Ti磁铁矿床[29]。

在阿尔泰地区,喀拉通克是最典型的与基性-超基性岩有关的Cu-Ni硫化物矿床,它的形成时代约为280 Ma[30]。库卫岩体在成矿特征上与喀拉通克可能存在本质差异。库卫杂岩体中不仅发现明显的Cu-Ni硫化物矿化,还发现磁铁矿矿化。具不同矿化特征的基性-超基性岩的形成时代、岩浆来源、岩浆的演化过程有何不同?其成矿作用过程有何差异?380 Ma的基性-超基性岩更有利于形成哪种成因类型的矿产?其找矿前景如何?对这些问题的进一步研究有助于指导矿产勘查工作的部署。

5 结论

(1)库卫岩体主要由橄榄辉长岩、辉长岩、角闪辉长岩及斜长角闪岩组成,岩体La-ICP-MS锆石U-Pb年龄为(381.2±2.8)Ma。

(2)库卫岩体低Si,Ti,K,Na,高Al,Ca;Mg含量变化较大,其稀土元素含量低。角闪辉长岩与橄榄辉长岩具不近相同的分布型式,前者稀土分布曲线较平缓,铕的正异常弱;后者轻稀土略富集,具明显的正铕异常。岩体有明显的Sr,Rb,K正异常和Nb,Ta负异常,无明显P,Ti异常。

(3)库卫岩体形成于陆缘弧环境,岩浆主要来自于亏损地幔,可能受俯冲板片流体的交代,代表了阿尔泰南缘泥盆纪的一次重要地壳增生事件。

(4)对库卫岩体的进一步研究,有助于了解阿尔泰造山带晚古生代俯冲造山过程中岩浆的起源及演化过程,对矿产勘查工作的部署具指导意义。

参 考 文 献

[1] 芮行健,吴玉金.中国阿尔泰花岗岩的成因[C].花岗岩地质与成矿关系国际学术会议论文集[M].南京:江苏科学技术出版社,1984,180-190.

[2] 邹天人,曹惠志,吴柏青.新疆阿尔泰造山花岗岩和非造山花岗岩及其判别标志[J].地质学报,1988,62(3):228-243.

[3] 刘伟.中国新疆阿尔泰花岗岩的时代及成因类型特征[J].大地构造与成矿学,1990,14(1):43-56.

[4] Wang T, Hong DW, Jahn BM, et al. Timing, Petrogenesis, and setting of Paleozoic synorogenic intrusions from the Altai Mountains, Northwest China: Implications for the tectonic evolution of an Accretionary Orogen[J]. The Journal of Geology, 2006,2114:735-751.

[5] 王涛,童英,李舢,等.阿尔泰造山带花岗岩的时空演变、构造环境及地壳生长意义—以中国阿尔泰为例[J].岩石矿物学杂志,2010,29(6):595-618.

[6] Zhang ZC,Timothy Kusky,Mao JW,et al.Geochronology and geochemistry of the Kuwei mafic intrusion,Southern margin of the Altai Mountains,Northern Xingjiang,Northwest China:Evidence for Distant Effects of the Indo- Eurasia Collision[J].Journal of Geology 2008,116:119-133.

[7] 张招崇,闫升好,陈柏林,等.新疆喀拉通克基性杂岩体的地球化学特征及其对矿床成因的约束[J].岩石矿物学杂志,2003,22(3):

217-224.
[8] 杨文平,周刚,张招崇,等.阿尔泰造山带南缘镁铁质岩体的地球化学特征以及铜镍硫化物型矿床找矿前景分析[J].地质通报,2004,23(4):390-399.
[9] 周刚,张招崇,吴淦国,等.新疆准噶尔北缘造山后伸展及陆壳生长:来自哈旦逊杂岩体的岩石学及地球化学证据[J].地质学报,2009,83(3):331-346.
[10] 许继峰,梅厚钧,于学元,等.准噶尔北缘晚古生代岛弧中与俯冲作用有关的adakite火山岩的发现及其大地构造意义[J].科学通报,2001,46(8):684-687.
[11] 张招崇,闫升好,陈柏林,等.阿尔泰铜矿带东段找矿靶区优选及评价[J].北京:地质出版社,2010.
[12] 柴凤梅.阿尔泰南缘与铁矿床有关的泥盆纪火山岩特征研究[D].中国地质科学院博士后研究工作报告,2010.
[13] 周刚,秦纪华,张招崇,等.新疆富蕴县苏普特一带双峰式火山岩的发现及其地质意义[J].地质论评,2007,53(3):337-348.
[14] 张海祥,牛贺才,K.Terada,等.新疆北部阿尔泰地区库尔提蛇绿岩中斜长花岗岩的SHRIMP年代学研究[J].科学通报,2003,48(12):1350-1354.
[15] 耿新霞,柴凤梅,杨富全,等.新疆阿尔泰南缘达拉乌兹双峰式火山岩年龄及岩石成因[J].岩石学报,2010,26(10):2967-2980.
[16] Han B.F., Wang S.G., Jahn B.M., et al. Depleted mantle magma source for the Ulungur River A-type granites from north Xinjiang, China: Geochemistry and Nd-Sr isotopic evidence, and implication for Phanerozoic crustal growth. Chemical Geology[J].1997, 138: 135-159.
[17] Chen B., Jahn B.M. Genesis of post-collisional granitoids and basement nature of the Junger Terrane, NW China: Nd-Sr isotope and trace element evidence[J].Journal of Asian Earth Sciences, 2004, 23: 691~703.
[18] 韩宝福,季建清,宋彪,等.新疆准噶尔晚古生代陆壳垂直生长(I)-后碰撞岩浆活动的时限[J].岩石学报,2006,22(5):1077-1086.
[19] 童英. 阿尔泰造山带晚古生代花岗岩年代学、成因及其地质意义[D]. 中国地质科学院博士学位论文. 2006.
[20] Wang T,Jahn B,Kovachet V P,et al. Nd-Sr isotopic mapping of the Chinese Altai and implications for comtinental growth in the Central Asian Orogenic Belt[J].Lithos, 2009,110(1/4):359-372.
[21] Yuan C, Sun M, Xiao W J, et al. Accretonary orogenesis of the Chinese Altai:Insights from Paleozoic granitoids[J].Chemical Geology, 2007,242:22-39.
[22] Taylor S.R., S.M., McLennan. The geochemical evolution of the continental crust[J]. Rev. Geophys. 1995,33: 241-265.
[23] Tatsumi Y., Kogiso T. The subduction factory: its role in the evolution of the earth's mantle. Frontier research on Earth evolution, 1999,vol.1 59-63.
[24] 汤中立,李文渊.金川富铂Cu-Ni硫化物矿床成矿模式和地质对比[M].北京:地质出版社,1995,1-205.
[25] 李华芹,谢才富,常海亮.新疆北部有色金属矿床成矿作用年代学[M].北京:地质出版社,1998.
[26] 毛景文,Pirajno F., 张作衡,等.天山—阿尔泰东部地区海西晚期后碰撞铜镍硫化物矿床:主要特点及可能与地幔柱的关系[J].地质学报,2006,80:925-942.
[27] Mao J.W., Pirajno F., Zhang Z.H., et al. A review of the Cu-Ni sulphide deposits in the Chinese Tianshan and Altay orogens (Xinjiang Autonomous Region, NW China): Principal characteristics and ore-forming processes[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2008,32: 184-203.
[28] Zhou M.F., Robinson P.T., Lesher C.M., et al. Geochemistry, petrogenesis and metallogenesis of the Panzhihua gabbroic layered intrusion and associated Fe-Ti-V-oxide deposits, Sichuan Province, SW China[J]. J. Petrol. 2005, 46, 2253-2280.
[29] 芮行健,贺菊瑞,郭坤一,等.塔里木地块矿产资源[M].北京:地质出版社,2002,239-275.
[30] 韩宝福,季建清,宋彪,等.新疆喀拉通克和黄山东含铜镍矿镁铁-超镁铁杂岩体的SHRIMP锆石U-Pb年龄及其地质意义[J].科学通报,2004,49:2324-2328.

The Formation Age of Kuwei Mafic Pluton and its Geological Significance in Altay Orogen,Xinjiang

Zhou Gang[1],Dong Lianhui[1],Qin Jihua[2],Zhang Liwu[2],He Yongkang[3],Zhao Zhonghe[2],Lei Yongxiao[3]
(1.Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources,Urumqi,Xinjiang,830000,China;2.No.4 Geological Team of Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources,Altay,Xinjiang,836500, China;3.Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources,Xi'an,Shaanxi,710054,China)

Abstract: The Kuwei pluton is made up of olivine gabbro,gabbro,hornblende gabbro and plagioclase amphibolite.The pluton REE content is quite low,so that its ∑REE changes only between 9.97×10^{-6}~26.43×10^{-6}.The $(La/Yb)_N$ of hornblende gabbro reaches 1.77~1.83 with the weakly positive Eu anomaly.The $(La/Yb)_N$ of olivine gabbro reaches 3.07~4.42 with the obviously positive Eu anomaly.The content of incompatible elements is quite low,and with the Sr,Rb,K positive anomaly,Nb,Ta negative anomaly without P,Ti obviously anomaly.Zircon La-ICP-MS U-Pb age of this pluton is (381.2±2.8) Ma,and formed in continental margin arc environment.The magma is mainly from the depleted-mantle,and it maybe affected by slab fluids explanation.

Key words: Kuwei;Mafic pluton;Formation age

新疆阿尔泰造山带库卫基性侵入岩形成时代及地质意义

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 周刚， 董连慧， 秦纪华， 张立武， 贺永康， 赵忠合， 雷永孝， Zhou Gang， Dong Lianhui， Qin Jihua， Zhang Liwu， He Yongkang， Zhao Zhonghe， Lei Yongxiao

作者单位： 周刚,董连慧,Zhou Gang,Dong Lianhui(新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局,新疆 乌鲁木齐,830000)， 秦纪华,张立武,赵忠合,Qin Jihua,Zhang Liwu,Zhao Zhonghe(新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第四地质大队,新疆 阿勒泰,836500)， 贺永康,雷永孝,He Yongkang,Lei Yongxiao(西安地质矿产研究所,陕西 西安,710054)

刊名： 新疆地质 ISTIC PKU

英文刊名： Xinjiang Geology

年，卷(期)： 2014(3)

参考文献(30条)

1. 芮行健;吴玉金 中国阿尔泰花岗岩的成因 1984

2. 邹天人;曹惠志;吴柏青 新疆阿尔泰造山花岗岩和非造山花岗岩及其判别标志 1988(03)

3. 刘伟 中国新疆阿尔泰花岗岩的时代及成因类型特征 1990(01)

4. Wang T;Hong DW;Jahn BM Timing,Petrogenesis,and set-ting of Paleozoic synorogenic intrusions from the Altai Mountains,Northwest China:Implications for the tectonic evolution of an Ac-cretionary Orogen 2006

5. 王涛;童英;李舢 阿尔泰造山带花岗岩的时空演变、构造环境及地壳生长意义-以中国阿尔泰为例 2010(06)

6. Zhang ZC;Timothy Kusky;Mao JW Geochronology and geo-chemistry of the Kuwei mafic intrusion,Southern margin of the Altai Mountains,Northern Xingjiang,Northwest China:Evidence for Dis-tant Effects of the Indo-Eurasia Collision 2008

7. 张招崇;闫升好;陈柏林 新疆喀拉通克基性杂岩体的地球化学特征及其对矿床成因的约束 2003(03)

8. 杨文平;周刚;张招崇 阿尔泰造山带南缘镁铁质岩体的地球化学特征以及铜镍硫化物型矿床找矿前景分析 2004(04)

9. 周刚;张招崇;吴淦国 新疆准噶尔北缘造山后伸展及陆壳生长:来自哈旦逊杂岩体的岩石学及地球化学证据 2009(03)

10. 许继峰;梅厚钧;于学元 准噶尔北缘晚古生代岛弧中与俯冲作用有关的adakite火山岩的发现及其大地构造意义 2001(08)

11. 张招崇;闫升好;陈柏林 阿尔泰铜矿带东段找矿靶区优选及评价 2010

12. 柴凤梅 阿尔泰南缘与铁矿床有关的泥盆纪火山岩特征研究 2010

13. 周刚;秦纪华;张招崇 新疆富蕴县苏普特一带双峰式火山岩的发现及其地质意义 2007(03)

14. 张海祥;牛贺才;K.Terada 新疆北部阿尔泰地区库尔提蛇绿岩中斜长花岗岩的SHRIMP年代学研究 2003(12)

15. 耿新霞;柴凤梅;杨富全 新疆阿尔泰南缘达拉乌兹双峰式火山岩年龄及岩石成因 2010(10)

16. Han B.F;Wang S.G;Jahn B.M Depleted mantle magma source for the Ulungur River A-type granites from north Xinjiang,China:Geochemistry and Nd-Sr isotopic evidence, and implication for Phanerozoic crustal growth 1997

17. Chen B;Jahn B.M Genesis of post-collisional granitoids and base-ment nature of the Junger Terrane, NW China: Nd-Sr isotope and trace element evidence 2004

18. 韩宝福;季建清;宋彪 新疆准噶尔晚古生代陆壳垂直生长(I)-后碰撞岩浆活动的时限 2006(05)

19. 童英 阿尔泰造山带晚古生代花岗岩年代学、成因及其地质意义 2006

20. Wang T;Jahn B;Kovachet V P Nd-Sr isotopic mapping of the Chinese Altai and implications for comtinental growth in the Cen-tral Asian Orogenic Belt 2009(1/4)

21. Yuan C;Sun M;Xiao W J Accretonary orogenesis of the Chi-nese Altai:Insights from Paleozoic granitoids 2007

22. Taylor S.R;S.M., McLennan The geochemical evolution of the continental crust 1995

23. Tatsumi Y;Kogiso T The subduction factory:its role in the evolu-tion of the earth’s mantle 1999

24. 汤中立;李文渊 金川富铂Cu-Ni硫化物矿床成矿模式和地质对比 1995

25. 李华芹;谢才富;常海亮 新疆北部有色金属矿床成矿作用年代学 1998

26. 毛景文;Pirajno F;张作衡 天山-阿尔泰东部地区海西晚期后碰撞铜镍硫化物矿床:主要特点及可能与地幔柱的关系 2006

27. Mao J.W;Pirajno F;Zhang Z.H A review of the Cu-Ni sul-phide deposits in the Chinese Tianshan and Altay orogens(Xinjiang Autonomous Region, NW China):Principal characteristics and ore-forming processes 2008

28. Zhou M.F;Robinson P.T;Lesher C.M Geochemistry, petro-genesis and metallogenesis of the Panzhihua gabbroic layered intru-sion and associated Fe-Ti-V-oxide deposits, Sichuan Province, SW China 2005

29. 芮行健;贺菊瑞;郭坤一 塔里木地块矿产资源 2002

30. 韩宝福;季建清;宋彪 新疆喀拉通克和黄山东含铜镍矿镁铁-超镁铁杂岩体的SHRIMP锆石U-Pb年龄及其地质意义 2004

引用本文格式： 周刚. 董连慧. 秦纪华. 张立武. 贺永康. 赵忠合. 雷永孝. Zhou Gang. Dong Lianhui. Qin Jihua. Zhang Liwu. He Yongkang. Zhao Zhonghe. Lei Yongxiao 新疆阿尔泰造山带库卫基性侵入岩形成时代及地质意义[期刊论文]-新疆地质 2014(3)