

文章编号:1671-4814(2010)04-264-07

西昆仑空巴克石英闪长岩类地球化学特征 及构造环境分析*

范飞鹏¹, 崔春龙², 杨恒书³

(1 南京地质矿产研究所, 南京 210016)

(2 西南科技大学环境与资源学院, 四川绵阳 621010)

(3 四川省地矿局川西北地质大队, 四川绵阳 621000)

摘要:西昆仑空巴克石英闪长岩为原特提斯洋基本闭合, 康西瓦韧性剪切带活动的产物。岩体属强过铝质、钙碱性系列偏碱性浅成相花岗岩类, 大多属I型花岗岩, 少数为S型花岗岩, 构造环境为晚加里东期活动陆缘碰撞造山带环境。岩浆源为壳幔混源型。

关键词:石英闪长岩; 地球化学; 构造环境分析; 西昆仑

中图分类号: P588.12

文献标识码: A

西昆仑属于祁连-秦岭-昆仑构造带的组成部分, 由北向南可分为多个构造单元^[1], 空巴克岩体处于西昆仑北缘古生代岛弧带内。该带花岗岩为I型花岗岩, 是下地壳部分熔融和冷凝固晶产物^[2,3]。也有人认为侵入岩主体为地幔同熔成因, 形成于碰撞前消减板块边缘环境^[9]。而崔春龙等^[4]认为该区侵入岩为钙碱性强过铝质S型花岗岩类, 形成于板块碰撞前、造山晚期和同碰撞时期。该岩体变形强烈, 作者和黄建国等人^[5]对该岩体考察后发现该岩体接触带与铜金、铜多金属矿化关系密切。而该岩体就处于岩浆、构造和矿化异常的敏感区, 本文主要通过对空巴克石英闪长岩类的岩石学矿物学特征, U-Pb 同位素测年、以及地球化学特征来探讨岩石成因和构造环境分析。

1 区域地质特征

研究区断裂较为发育, 主要呈SN向或NNE向展布, 其中规模较大的为库科西鲁克断裂和空巴克断裂。该断裂对区域内岩体和矿床(点)有控制作用(图1)。库科西鲁克断裂呈现为由西往东逆冲, 断面往西陡倾, 倾角大多在60~80°之间。该断裂西侧为磁铁矿、钼矿及铅锌矿化带, 东侧为金铜多金属成矿带^[6]。空巴克断裂由西向东逆冲, 断面西倾, 倾角60~75°左右, 在断裂下盘燕山期花岗二长岩中应力节理较发育, 局部发育褶皱变形。空巴克岩体分布于库科西力克断裂以东和空巴克断裂之间(图1)。

* 收稿日期: 2010-06-24

基金项目: 新疆阿克陶县恰尔隆一带1:50000区域地质矿产调查(XJQDZ2006-18)资助。

第一作者简介: 范飞鹏(1982~)男, 硕士, 主要从事矿产普查方面的工作和研究。

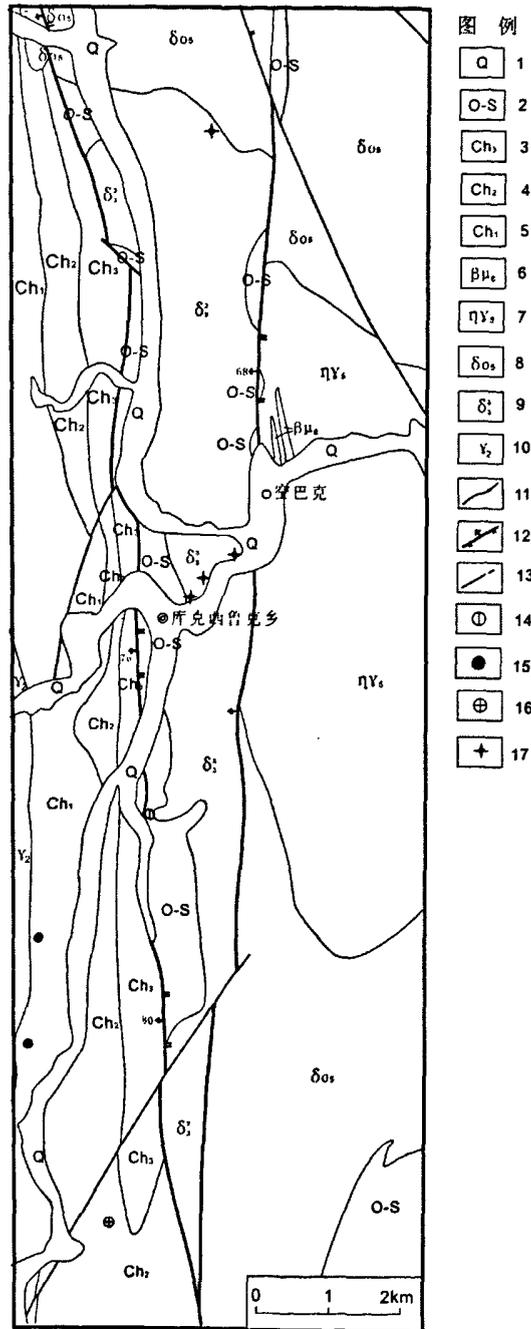


图1 研究区地质图(实测)

Fig. 1 Geologic sketch map of the studied area (on the spot measured)

1-第四系河流冲积物;2-奥陶志留系千枚岩、砂岩夹灰岩;3-长城系上岩组斜长角闪片岩,底部砾岩;4-长城系中岩组大理岩夹片岩;5-长城系下岩组石榴云母片岩,斜长角闪片岩夹大理岩;6-喜马拉雅期辉绿岩;7-燕山期二长花岗岩;8-印支期石英闪长岩;9-晚加里东期闪长岩类;10-晋宁期花岗岩;11-地质界线;12-逆断层;13-实测及推测性质不明断层;14-铜金矿化点;15-铜矿化点;16-金矿化点;17-采样点

区域内出露地层主要为中元古界和古生界。中元古界长城系赛图拉岩群为灰黑色斜长角闪片岩、石榴云母片岩及云母片岩,中部为灰白色及深灰色厚层-块状大理岩,厚度约为2 750 m。古生界奥陶系-志留系为深灰色黑云母石英千枚岩及碳酸盐化石英砂岩和结晶灰岩。在岩体边缘或残留顶盖部位,多为片岩、混合岩夹大理岩或透灰石砂卡岩等,厚度大于600 m。

2 岩体特征及U-Pb 年龄

岩体形态呈大体近南北向长垣式展布的岩株。出露宽度1.5~2.5 km,长度近于15 km,面积22.5 km²,侵入奥陶-志留纪绿片岩相变质岩中,西缘边界接触关系清楚(超动接触),接触蚀变特征明显,有黑云母角岩和砂卡岩等。东缘边界受近南北向空巴克断裂控制,局部见围岩捕虏体,岩体中有后期(晚印支-燕山期)花岗岩脉零星穿插。

空巴克岩体的岩石矿物学特征表明其为变质石英闪长岩,因遭受较强的动力变质作用,呈现为浅灰-深灰色片理化(糜棱岩化)细-中粒蚀变石英闪长岩。岩体的西部边缘为细粒闪长岩,中部是中粒闪长岩,局部出现中-粗粒闪长岩。从宏观上看,岩石的片理化特征比较明显,面理比较平直,S₁面理西倾(270~280°),倾角60~85°,局部见剪切变形褶皱。矿物呈现出较明显定向性,微型剪切劈理比较发育。

空巴克岩体的岩石类型为石英闪长岩,其矿物组成以浅色矿物为主(70%~80%)。浅色矿物主要为斜长石(50%~65%,An=39~41),正长石(20%~35%)和石英(10%~15%)(颗粒较小)。暗色矿物以黑云母为主,角闪石少量,含量15%~25%。副矿物有榍石、磷灰石和锆石等。长石呈半自形粒状,发育聚片双晶,边缘有钠长石净化边或石英硅化边。石英属细粒它形晶。岩石的后生变质明显,碎斑结构和糜棱结构在岩石中比较普遍。主要蚀变矿物为绿泥石、绿帘石、绢云母和石英等,常见绿泥石化和绿帘石化,且多沿微裂隙分布。

对该岩体进行的U-Pb 同位素年龄测定为432±2 Ma^①,确定形成时代为晚加里东期,为原特提斯洋两侧大陆碰撞基本闭合^[1],介于康西瓦孔兹岩和康西瓦右行剪切变形带形成的时间^[8]。空巴克岩体应为这一地质事件的产物。

3 主元素地球化学特征

据4件岩石化学样品测试结果,对空巴克岩体岩石类型、岩浆系列及形成机理等进行了初步分析,获得的认识与宏观较为一致。

空巴克岩体代表性样品的主元素分析结果(表1)表明,岩石的SiO₂含量较高,为59.59%~61.7%,平均为60.29%,属SiO₂过饱和型的中性岩系列岩石类型;Al₂O₃ 16.53%~17.62%,平均为17.17%,铝过饱和指数(A/CNK)为1.2~1.53,平均1.44,属强过铝质;CaO 3.51%~5.66%,平均4.81%;MgO 2.15%~2.40%,平均2.285%;P₂O₅比较稳定,为0.17%~0.32%,平均0.22%(表1)。从硅、钾、钠、钙等化学成份特征和标准矿物Q-A-P分类命名图解的投点(图2)可判定空巴克岩体的主体岩石类型为钙碱系列的石英二长闪长

① 新疆阿克陶县恰尔隆一带1:50000区域地质报告

岩和石英闪长岩。从 ACF 图解来看,除 VIII01 样外,其余均落在 I 型花岗岩与 S 型花岗岩分界位置(图 3)。

表 1 空巴克岩体常量元素地球化学成分(wt/%)

Table 1 Geochemical compositions of major elements for Kongbake pluton(wt/%)

样号	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
IV28-5gs1	闪长岩	59.89	0.56	17.62	5.46	1.87	0.084	2.4	5.66
IV27	闪长岩	61.7	0.55	17.39	4.88	1.55	0.075	2.17	4.6
N28	石英闪长岩	60	0.65	17.14	5.59	3.25	0.107	2.34	5.47
VIII01	石英闪长岩	59.56	0.88	16.53	5.25	4.27	0.097	2.15	3.51
	均 值	60.29	0.66	17.17	5.30	2.74	0.09	2.27	4.81
样号	岩石名称	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Σ	A/CNK	ALK	σ	AR
IV28-5gs1	闪长岩	3.66	2.51	0.17	99.88	1.49	6.17	2.25	1.72
IV27	闪长岩	3.32	3.44	0.17	99.84	1.53	6.76	2.44	1.89
N28	石英闪长岩	3.09	2.98	0.215	100.83	1.49	6.07	2.17	1.73
VIII01	石英闪长岩	4.47	5.27	0.32	102.31	1.25	9.74	5.73	2.89
	均 值	3.64	3.55	0.22	100.72	1.44	7.19	3.15	2.06

注:数据由国土资源部成都矿产资源监督检测中心测试

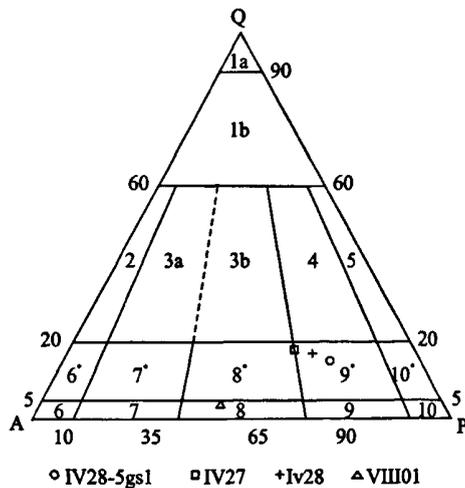


图 2 空巴克岩体 Q-A-P 分类图

Fig. 2 Q-A-P classification diagram of Kongbake pluton

Q(石英),A(碱性长石),P(斜长石),1a-硅英岩;1b-富石英花岗岩类;2-碱长花岗岩;3a-花岗岩(正长花岗岩);3b-花岗岩(二长花岗岩);4-花岗闪长岩;5-英云闪长岩;6'-石英碱长正长岩;6-碱长正长岩;7'-石英正长岩;7-正长岩;8'-石英二长岩;8-二长岩;9'-石英二长闪长岩;9-二长闪长岩;10'-石英闪长岩;10-闪长岩

FeO 及 TFe₂O₃ 数据变化较明显,FeO 在 1.55%~4.27%,平均 2.74%,TFe₂O₃ 在 4.88%~5.59%,平均 5.30%;氧化指数 F 为 1.94,说明空巴克岩体为浅成相侵入岩。

碱度 AR 为 1.72~2.89,平均值 2.06,SiO₂-A. R 图解(图 4)、碱-二氧化硅图解(图 5)投点结

果可以确定空巴克岩体属于钙碱性系列岩浆岩。全碱(ALK)含量,即 Na_2O+K_2O 值为6.07%~9.74%,平均7.19%。该区 K_2O/Na_2O 为0.69~1.18,平均0.97,除了IV28号样品, Na_2O 约大于或接近 K_2O 含量。

从空巴克岩体主体岩石的里特曼指数 σ 为2.16~5.73,平均3.15,戈蒂里指数 τ 为13.70~25.58,平均21.43和里特曼-戈蒂里图解(图6)、岩石组合与构造环境关系示意性图解(图7)可知,岩体形成于晚加里东期活动陆缘碰撞造山带环境。

因此,空巴克岩体属强过铝质、钙碱性系列石英闪长岩类,大多属I型花岗岩,少数为S型花岗岩,岩体形成于晚加里东期活动陆缘碰撞造山带环境。

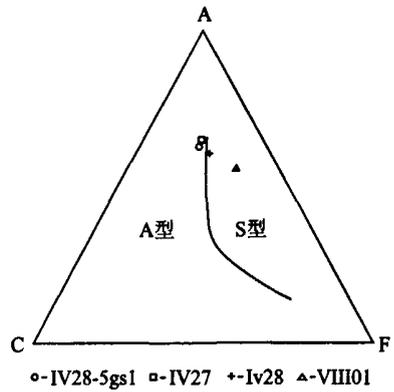


图3 空巴克岩体 ACF 图

Fig. 3 ACF diagram of Kongbake pluton

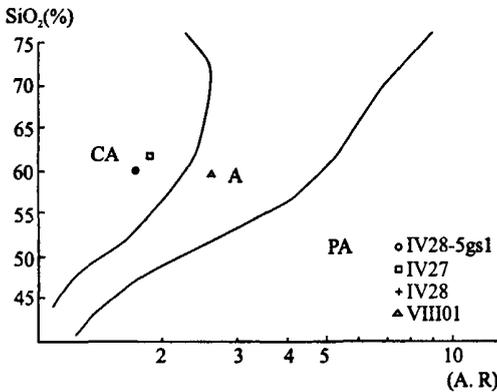


图4 空巴克岩体 SiO_2 -A.R 图解

Fig. 4 SiO_2 -A.R diagram of Kongbake pluton

CA-钙碱性;A-碱性;PA-过碱性

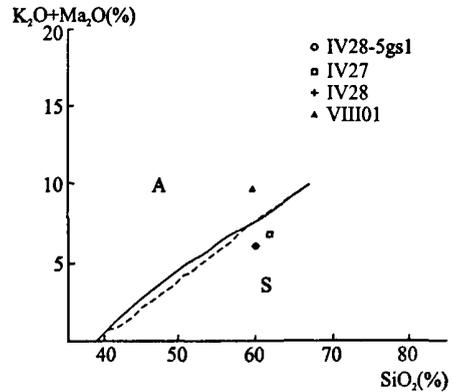


图5 空巴克岩体 (K_2O+Na_2O) - SiO_2 图解

Fig. 5 (K_2O+Na_2O) - SiO_2 diagram of Kongbake pluton

A-碱性区;S-亚碱性区

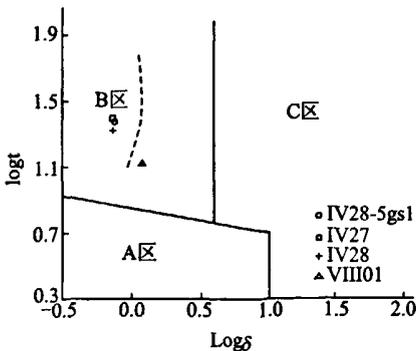


图6 空巴克岩体 lgr - $lg\delta$ 图解

Fig. 6 lgr - $lg\delta$ diagram of Kongbake pluton

A-板内稳定环境;B-闭合边缘的岛弧、活动陆缘造山带环境;C-板内或造山带火山岩演化的碱性火山岩

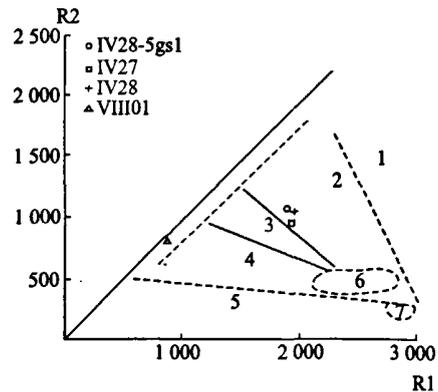


图7 空巴克岩体 R_1 - R_2 图

Fig. 7 R_1 - R_2 diagram of Kongbake pluton

1-地幔分异产物;2-板块碰撞前;3-碰撞隆起;4-造山晚期;5-非造山;6-同碰撞;7-造山期后

4 稀土元素地球化学特征标准化模式

(1)从轻、重稀土总量数据比值(表 2)和稀土配分模式曲线(图 8)均显示,稀土总量 ΣREE 为 $(125.11\sim 97.72)\times 10^{-6}$,平均 178.42×10^{-6} ;LR/HR 值为 8.65~10.15,平均值为 9.14; $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 9.01~12.67,平均 10.39。

(2)轻稀土元素分馏度 $(\text{La}/\text{Sm})_N$: $(\text{La}/\text{Sm})_N$ 值为 3.45~4.67,平均 4.27,均大于 1,指示分馏程度较好,轻稀土较富集。

(3)重稀土元素分馏度 $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$: $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$ 值为 1.36~3.80,平均 1.54,表明分馏程度中等,重稀土略有富集。

(4)稀土配分曲线斜率 $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值: $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值为 9.01~12.76,平均 10.39,稀土配分曲线为右倾平缓式(图 8)。

(5) $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 为 3.67~4.1,平均 3.96; Ce/Yb 为 5.85~6.55,平均 6.79; δEu 为 1.08~1.12, Eu 无亏损, δCe 为 0.74~0.76, IV28-5gs1 和 IV27Ce 略有亏损。

因此,空巴克岩体与典型的 I 型花岗岩类曲线较为接近,成因为壳幔混源型。

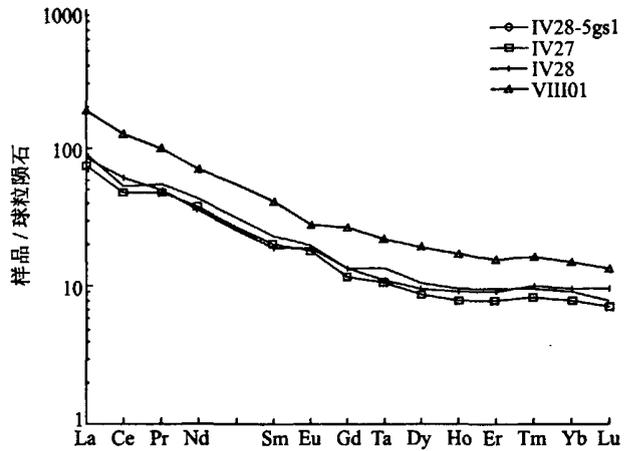


图 8 空巴克岩体稀土配分曲线图解

Fig. 8 REE distribution pattern diagram of Kongbake pluton

表 2 空巴克岩体的稀土元素成分($\times 10^{-6}$)及特征参数表

Table 2 Compositions and characteristic parameters of rare earth elements for Kongbake pluton ($\times 10^{-6}$)

样品号	样品名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
IV28-5gs1	闪长岩	33.4	50.9	7.64	30.4	5.36	1.72	4.13	0.77	3.98	0.82	2.36
IV27	闪长岩	28.3	44.9	6.65	26.3	4.63	1.55	3.63	0.63	3.38	0.68	1.94
IV28	石英闪长岩	32.2	61	6.9	25.6	4.34	1.69	4.07	0.65	3.76	0.8	2.3
VII01	石英闪长岩	68.9	124	14	52.3	9.33	2.49	8.13	1.29	7.22	1.45	3.88
	均值	40.7	70.2	8.8	33.65	5.92	1.86	4.99	0.83	4.59	0.94	2.62
样品号	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	LR/HR	δEu	δCe	$(\text{La}/\text{Sm})_N$	$(\text{Gd}/\text{Yb})_N$	$(\text{La}/\text{Yb})_N$	Ce/Yb
IV28-5gs1	0.35	2.25	0.31	17.4	161.79	8.65	1.08	0.74	3.92	1.48	10	22.62
IV27	0.29	1.95	0.28	14.6	139.71	8.79	1.12	0.76	3.85	1.50	9.78	23.03
IV28	0.36	2.41	0.37	21.2	167.64	8.96	1.21	0.94	4.67	1.36	9.01	25.31
VII01	0.58	3.64	0.52	39.8	337.52	10.15	0.86	0.91	4.64	1.80	12.76	34.07
	均值	0.39	2.56	0.37	23.25	201.67	9.14	1.07	0.84	4.27	1.54	26.26

注:数据由国土资源部成都矿产资源监督检测中心测试,稀土元素采用等离子质谱法(ICP-MS)测定,型号为美国热电公司 X7 型

5 结论

(1)西昆仑空巴克石英闪长岩类属晚加里东期,为原特提斯洋基本闭合、康西瓦韧性剪

切带活动的产物。

(2) 岩体属浅成相强过铝质、钙碱性系列石英闪长岩类, 大多属I型花岗岩, 少数为S型花岗岩, 岩体形成于晚加里东期活动陆缘碰撞造山带环境。

(3) 轻稀土较重稀土富集, 轻稀土分馏较好, 重稀土分馏中等, 曲线呈右倾平缓型, 与I型花岗岩类较为相近, 岩浆源为壳幔混源型。

参考文献

- [1] 潘裕生. 西昆仑构造特征与演化[J]. 地质科学, 1990, 25(3): 224-231.
- [2] 董永观, 郭坤一, 肖惠良, 等. 西昆仑地区成矿远景[J]. 中国地质, 2003, 30(2): 173-178.
- [3] 董永观, 郭坤一, 廖圣兵, 等. 新疆西昆仑科库西里克铅锌矿床地质及元素地球化学特征[J]. 地质学报, 2006, 80(11): 1730-1738.
- [4] 方锡廉, 汪玉珍. 西昆仑加里东期花岗岩类浅认识[J]. 新疆地质, 1990, (2): 153-158.
- [5] 崔春龙, 范飞鹏, 李源, 等. 西昆仑北坡恰尔隆一带花岗岩类地球化学特征及构造背景初论[J]. 西南科技大学学报, 2009年, 24(1): 48-55.
- [6] 黄建国, 崔春龙, 李文杰, 等. 新疆西昆仑科库西鲁克多金属矿集区地质特征[J]. 矿床地质, 2009, 28(2): 218-223.
- [7] 毕华, 王中刚, 王元龙, 等. 西昆仑造山带构造-岩浆演化史[J]. 中国科学(D辑), 1999, 29(5): 398-406.
- [8] 许志琴, 戚学祥, 杨经绥, 等. 西昆仑康西瓦韧性走滑剪切带的两类剪切指向、形成时限及其构造意义[J]. 地质通报, 2007, 26(10): 1252-1261.

Geochemical characteristics of quartz-diorites of Kongbake pluton, West Kunlun and their tectonic setting

FAN Fei-peng¹, CUI Cun-long², YANG Heng-shu³

(1. *Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing, 210010, China*)

(2. *Environments and Resource School, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, 621010, China*)

(3. *Northwest Geological Brigade of Sichuan Bureau, Mianyang, 621010, China*)

Abstract

Quartz-diorites of Kongbake pluton, West Kunlun, are the product of activities of the Kangxiwar ductile shear zone when the former Tethys Ocean was basically closed. According to the geochemical characteristics, the Kongbake pluton belongs to the strongly peraluminous and calc-alkaline series hypabyssal granitoids, most of which are I-type granite and minority are S-type granite. It is concluded that the tectonic setting is active continental margin collisional orogenic belt in Late Caledonian and the magma source belongs to crust-mantle mixing type.

Key words: quartz-diorites; geochemistry; analysis of tectonic setting; West Kunlun