

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2020.01.006

青海杂多打古贡卡印支期含矿斑岩体的发现及其地质意义

薛万文,王秉璋,张金明,张志青

(青海省青藏高原北部地质过程与矿产资源重点实验室,青海省地质调查院,青海 西宁 810012)

摘 要:打古贡卡斑岩型铜钼矿位于青海省南部三江北段,属青海省重要的斑岩型铜钼矿成矿带中。本文对打古贡卡含矿花岗斑岩体进行了 LA-ICP-MS U-Pb 测年,获得 (240.1 ± 0.89) Ma 的年龄值,属中三叠世。含矿斑岩的 SiO_2 含量为 65.18%~70.43%, K_2O 为 3.05%~6.76%, Na_2O 为 1.99%~3.47%, 富 SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 为特点,相对贫 Fe、Mg、Ca,里特曼指数为 1.09~4.29,铝饱和指数 $\text{ASI}=1.01\sim1.23$,总体表现为弱过铝质到强过铝质高钾钙碱性系列岩石的特征;微量元素配分曲线总体呈右倾型,大离子亲石元素(LILE)富集,高场强元素(HFSE)亏损,具有较弱的 Eu 负异常。通过岩体地质特征、岩石学及岩石地球化学特征结合区域构造演化特点初步确定打古贡卡中三叠世花岗斑岩形成于俯冲阶段。该岩体的发现具有较为重要的科学意义,为重新认识“三江”北段斑岩型矿床的成矿时代和形成背景提供了新的线索和依据。

关键词:铜钼矿;含矿斑岩;印支期;打古贡卡;三江北段

中图分类号:P611.1

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2020)01-0057-09

LA-ICP-MS Dating and Geological Significance of the Dagugongka Ore-bearing Porphyry in Qinghai Province

XUE Wanwen, WANG Bingzhang, ZHANG Jinming, ZHANG Zhiqing

(Key Laboratory of the Northern Qinghai-Tibet Plateau Geological Processes and Mineral Resources,
Qinghai Geological Survey Institute, Xining 810012, Qinghai, China)

Abstract: The Dagugongka porphyry copper-molybdenum deposit is located in the northern section of Sanjiang, south of Qinghai Province, and it is the important porphyry copper-molybdenum metallogenic belt in Qinghai Province. The formation age of Dagugongka ore-bearing granite porphyry is 240.1 ± 0.89 Ma. The SiO_2 content of ore-bearing porphyry ranges from 65.18—70.43%, K_2O from 3.05%—6.76%, Na_2O 1.99%—3.47%, characterized by rich SiO_2 , K_2O and Na_2O , relatively poor in Fe, Mg, Ca. Ritmann index is 1.09—4.29, and aluminum saturation index (ASI) is 1.01—1.23. Overall, it is a series of rocks from weak peraluminous to strong peraluminous high potassium calc-alkaline. The partition curves of the microelement are generally

收稿日期:2019-08-15;修回日期:2019-09-08

基金项目:青海省杂多县纳日贡玛地区铜钼矿整装勘查区找矿部署研究、“青海省三江成矿带(纳日贡玛—莫海拉亨)铅锌矿综合评价及技术应用开发”项目联合资助

作者简介:薛万文(1971-),男,高级工程师,主要从事地质矿产勘查及成矿规律和矿床成因研究。E-mail:593339751@qq.com

right-dipping, with the enrichment of large ion lithophile elements (LILE), the deficiency of high field strength elements (HFSE) and weak negative Eu anomaly. The geological, petrological and geochemical characteristics of the rock mass combined with the characteristics of regional tectonic evolution preliminarily determined that the Middle Triassic granite porphyry in Dagugongka was formed in the subduction stage. It indicates that the Indo-Chinese porphyry deposit is related to the subduction environment in the Sanjiang belt.

Keywords: copper molybdenum ore; ore bearing porphyry; Indo-Chinese epoch; Dagukongka; northern part of Sanjiang

“三江”特提斯构造域是中国乃至世界上有重要地位的新生代多金属成矿带。“三江”特提斯构造域经历晚古生代—中生代特提斯构造演化与新生代大陆碰撞造山的叠加转换,发生了多幕式的大规模成矿作用和巨量规模的金属聚积,形成了多个大型—超大型矿床,其中的玉龙斑岩铜矿为中国最重要的有色金属矿床。近年来,青海地调院在该区发现了以纳日贡玛含矿斑岩体为中心的多处斑岩型钼铜矿,包括纳日贡玛大型斑岩钼铜矿床、陆日格斑岩型钼铜铅锌矿床和打古贡卡斑岩型钼铜矿床(王召林, 2008)。大量研究表明玉龙含矿岩体的形成年龄为 $(41.2 \pm 0.2) \text{Ma}$, 铜钼矿成矿时代是喜马拉雅早期 $[(40.8 \pm 0.4) \sim (40.86 \pm 0.85) \text{Ma}]$ (梁华英, 2008)。纳日贡玛花岗斑岩成岩年龄为 $(41.0 \pm 0.18) \sim (43.3 \pm 0.5) \text{Ma}$, 属喜马拉雅早期(杨志明, 2008), 证实了三江地区中酸性岩浆侵入以及成矿作用均形成于喜山期碰撞造山阶段。笔者首次对打古贡卡含矿斑岩进行锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄分析, 获得斑岩的形成年龄为 $(240.1 \pm 0.89) \text{Ma}$, 属中三叠世, 与前人认为打古贡卡铜多金属斑岩矿床与青海南部其他斑岩矿床(纳日贡玛等)均是喜山期岩浆活动的产物相悖, 该岩体的发现具有较为重要的科学意义, 为重新认识“三江”北段斑岩型矿床的成矿时代和形成背景提供了新的线索和依据。因此, 笔者对打古贡卡含矿斑岩进行了详细的年代学、岩石地球化学的分析, 试图重塑青海“三江”北段斑岩钼铜矿带的成矿期次及其构造演化, 以期对今后的找矿工作有所帮助。

1 成矿地质背景及斑岩岩石学特征

青海“三江”北段斑岩型钼铜成矿带位于青海省南部的玉树藏族自治州境内, 构造上属金沙江缝合

带与班公湖-怒江缝合带夹持的羌塘地体之上, 成矿带划分位于特提斯成矿域, 喀喇昆仑-三江成矿省, 昌都-普洱成矿带、昌都成矿亚带的西北端(徐志刚, 2008)。该区为吸纳和调节印度-亚洲大陆碰撞应力应变的构造转换地带, 先后经历了晚古生代—中生代古、新特提斯洋盆扩张-俯冲造山作用以及新生代大规模陆内变形地质演化过程。晚古生代—中生代古特提斯洋扩张、俯冲造山表现在金沙江-澜沧江古特提斯洋盆的发育及随后俯冲消减和江达-维西弧发育(莫宣学, 2006); 受印度-亚洲大陆斜向碰撞事件影响, 新生代该区构造变形较为复杂, 经历了至少 2 次逆冲以及 4 次走滑事件, 形成了北西—南东向逆冲断裂系统、走滑断裂系统以及引发的褶皱、走滑拉分盆地等(YIN, 2006)。

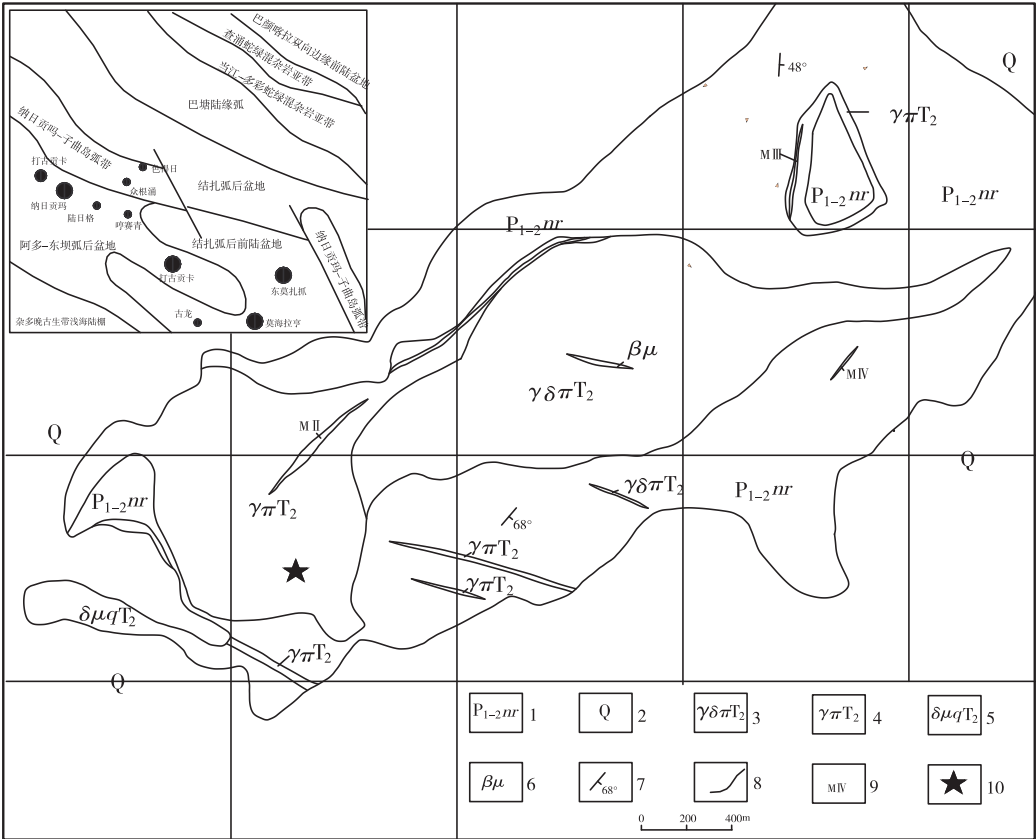
打古贡卡斑岩型钼铜矿位于纳日贡玛矿区西侧约 13 km 处。区内主要出露早—中二叠世诺日巴尕日保组, 受区域构造控制, 呈北西西向展布, 主要岩性为灰绿色、紫红色夹杂色火山碎屑岩, 火山岩夹灰岩、砂岩、砾岩等; 该层是区域上的主要含矿地层, 与成矿关系比较密切。河流谷地主要为现代河流冲洪积及冰碛堆积物。区内侵入岩较为发育, 主要岩石类型有花岗斑岩、花岗闪长斑岩, 普遍分布于区内, 沿北东东向呈椭圆状及条带状分布, 侵入于早—中二叠世诺日巴尕日保组火山岩、砂岩、灰岩中(图 1)。

打古贡卡地区含矿斑岩曾被认为属于新生代纳日贡玛斑岩成矿系统中的组成(陈建平, 2010)。岩体分布的范围基本控制矿体产出范围; 花岗斑岩普遍分布于区内, 呈椭圆状及条带状分布。岩石硅化, 黄铁矿化, 褐铁矿化强烈, 整体形成十分显著的面型蚀变带, 局部与玄武岩接触带为孔雀石化, 是区内主要含矿岩性(图 2a)。

花岗斑岩具斑状结构, 基质微粒结构, 块状构造

(图 2b)。岩石由斑晶和基质组成,斑晶成分是石英(约 15%)、斜长石(约 10%)、钾长石(约 7%)和暗色矿物假象(约 2%),粒度为 0.12~2.90 mm。斜长石呈半自形柱状晶,绢云母化和碳酸盐化强烈,钾长石呈半自形粒状,大小为 0.13~2.75 mm,沿矿物裂纹有碳酸盐充填;暗色矿物呈半自形粒状晶,大

小为 0.16~0.80 mm,全部被碳酸盐、绢云母等交代而保留假象,见近菱形的六边形,据此推断为角闪石。基质主要由显微粒状的斜长石和石英组成,粒径为 0.004~0.02 mm,斜长石具高岭石化蚀变。此外,还有少量暗色矿物和绢云母,前者被碳酸盐矿物交代而保留假象(图 2b)。



1. 早一中二叠世诺日巴杂日保组;2. 第四系;3. 早二叠世花岗闪长斑岩;4. 早二叠世花岗斑岩;5. 早三叠世石英闪长岩;6. 辉绿岩;7. 产状;8. 地质界线;9. 矿体编号;10. 本次采样地点

图 1 打古贡卡地质简图(根据青海地调院,2012,修改)

Fig.1 Regional tectonic map of Dagugongka area(After Qinghai geological survey institute, 2012)

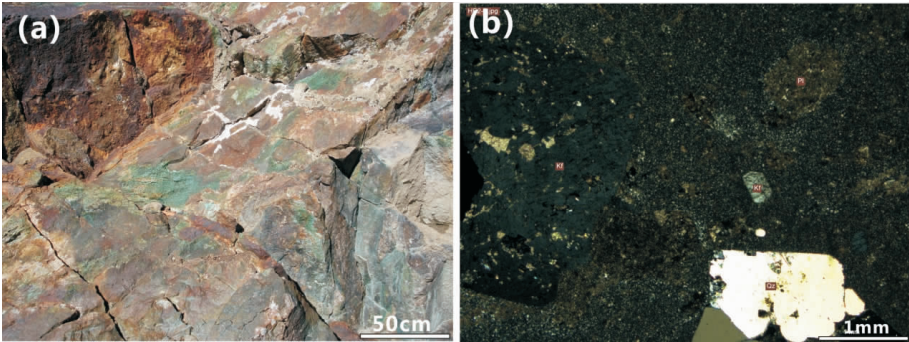


图 2 打古贡卡地区含矿斑岩野外及镜下照片

Fig.2 Field and microscopic photos of ore-bearing porphyry in Dagugongka area

2 样品及测试方法

分析样品采于打古贡卡矿区,岩性为花岗斑岩。野外选择并采集相对新鲜的岩石样品作为岩石地球化学成分分析样品,室内通过岩石薄片观察后并选择蚀变相对较弱的岩石,并将其细碎到 200 目,然后在湖北省地质实验测试中心完成其成分测试工作。主元素分析测试采用 X 荧光光谱法(XRF)完成,分析仪器为菲利普 PW2440 型波长色散 X-射线荧光光谱仪,精度优于 2%~3%。微量及稀土元素采用等离子体质谱法(ICP-MS)和等离子体发射光谱法(ICP-OES),测试仪器采用热电公司, X2 型电感耦合等离子体质谱仪和 ICAP7400 型电感耦合等离子体原子发射光谱仪。各元素的分析精度按照 GSR-1~GSR-12 国家标准物质进行 12 次测量,确定分析方法的准确度和精密度,当元素含量大于 10×10^{-6} 时,其精度优于 5%,当元素含量小于 10×10^{-6} 时,精度优于 10%。

在野外采集 50 kg 新鲜岩石样品用于同位素测年,样品由河北省区域地质矿产调查研究所实验室完成分选。在双目显微镜下挑选具有代表性的锆石颗粒制作成样品靶,并用扫描电镜拍摄阴极发光(CL)图像。微区原位 U-Pb 年龄测定在天津地质矿产研究所同位素实验室采用激光烧蚀多接收器等离子体质谱仪(LA-ICP-MS)完成。采用中国地

质大学刘勇胜博士研发的 ICPMSDataCal 程序和 Kenneth R. Ludwig 的 Isplot 程序进行数据处理,采用 ^{208}Pb 对普通铅进行校正。利用 NIST612 作为外标计算锆石样品的 Pb、U、Th 含量。

3 测试结果

3.1 锆石 U-Pb 测年结果

在打古贡卡花岗斑岩中,用锆石激光探针等离子体质谱法进行了同位素年龄测定。样品所的锆石多呈长柱状或双锥状,为自形-半自形,长宽比约 2:1。从锆石阴极发光(CL)图像(图 3)可以看出锆石内部结构,锆石多发生增生边,内核多为次圆状。为保证测定结果的代表性,选择尽可能覆盖不同外形、不同形态环带结构的不同粒径大小的锆石,使其能充分反映碎屑锆石群的年龄分布特点。

完成锆石 LA-MC-ICP-MS 测点 22 个,测定结果见(表 1)。分析数据 22 颗锆石的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄加权平均值为 $(240.1 \pm 0.89)\text{Ma}$ ($\text{MSWD}=2.3$),为中三叠世。加权平均年龄与单个样点分析结果在误差范围内基本一致,在谐和图上成群集中分布(图 4),部分点偏离谐和线稍远外,其余各点聚集在谐和线上及其附近很小的区域范围内,说明普通 Pb 丢失对测年数据影响不大,所测精度较高。应代表该花岗斑岩的侵入年龄。

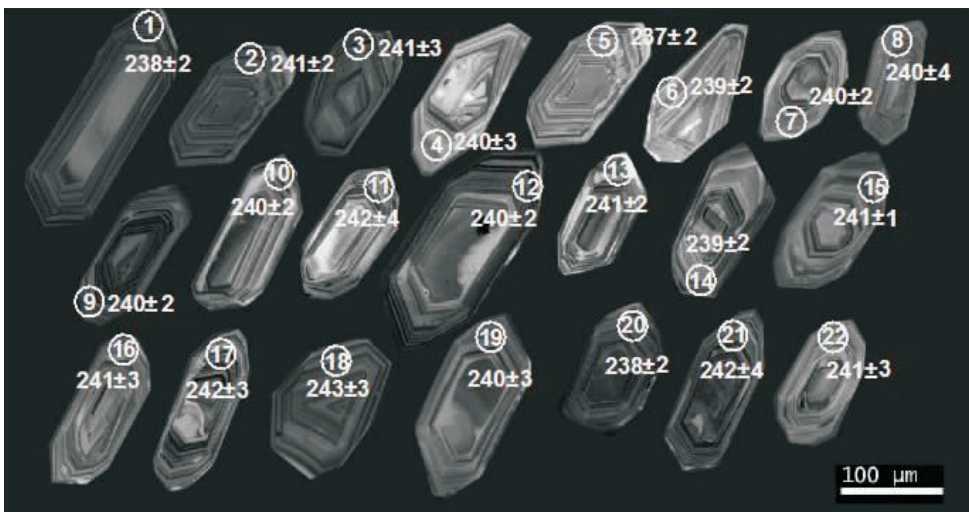


图 3 打古贡卡含矿斑岩锆石阴极发光图像

Fig. 3 CL images of zircon grains in Dagugongka area

表 1 打古贡卡含矿斑岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 同位素测试数据
Tab. 1 U-Pb isotope age determined result of rock in Dagugongka area

测点	含量(10 ⁻⁶)及比值			同位素比值及误差						年龄及误差	
	²³⁸ U	²³² Th	³² Th/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ
1	293.82	195.04	0.66	0.053 09	0.002 82	0.275 52	0.014 38	0.037 64	0.000 38	238	2
2	295.32	189.9	0.64	0.050 75	0.002 07	0.266 84	0.010 69	0.038 13	0.000 31	241	2
3	407.63	325.47	0.80	0.053 31	0.002 83	0.279 67	0.014 35	0.038 13	0.000 50	241	3
4	351.21	248.21	0.71	0.058 07	0.002 90	0.302 89	0.014 54	0.037 90	0.000 48	240	3
5	337.1	304.45	0.90	0.054 63	0.002 15	0.282 66	0.010 89	0.037 52	0.000 29	237	2
6	280.86	173.88	0.62	0.051 55	0.002 40	0.268 57	0.012 27	0.037 79	0.000 35	239	2
7	344.23	238.93	0.69	0.052 26	0.002 43	0.273 35	0.012 49	0.037 93	0.000 34	240	2
8	291.45	199.15	0.68	0.051 12	0.003 93	0.266 76	0.019 98	0.037 87	0.000 70	240	4
9	335.82	278.75	0.83	0.051 94	0.001 50	0.271 91	0.007 30	0.037 99	0.000 28	240	2
10	367.54	351.97	0.96	0.054 38	0.001 88	0.284 29	0.009 31	0.037 93	0.000 34	240	2
11	250.68	191.74	0.76	0.055 44	0.003 75	0.292 86	0.019 20	0.038 32	0.000 65	242	4
12	315.71	167.61	0.53	0.064 06	0.002 36	0.335 70	0.011 67	0.038 01	0.000 38	240	2
13	387.11	342.45	0.88	0.057 36	0.001 95	0.302 04	0.009 69	0.038 17	0.000 35	241	2
14	233.41	139.75	0.60	0.052 84	0.002 06	0.275 04	0.010 47	0.037 75	0.000 31	239	2
15	401.35	373.35	0.93	0.051 34	0.001 10	0.270 38	0.005 18	0.038 17	0.000 23	241	1
16	290.4	217.85	0.75	0.051 58	0.002 93	0.271 29	0.014 91	0.038 12	0.000 53	241	3
17	350.35	272.51	0.78	0.053 52	0.001 89	0.282 71	0.009 45	0.038 27	0.000 35	242	2
18	301.37	214.67	0.71	0.054 34	0.002 42	0.288 57	0.012 35	0.038 47	0.000 44	243	3
19	282.66	227.2	0.80	0.050 56	0.002 52	0.264 81	0.012 73	0.037 94	0.000 47	240	3
20	410.16	349.85	0.85	0.051 61	0.002 16	0.267 15	0.011 01	0.037 55	0.000 29	238	2
21	243.72	145.94	0.60	0.048 77	0.003 60	0.257 33	0.018 51	0.038 22	0.000 66	242	4
22	341.36	240.1	0.70	0.052 21	0.002 35	0.274 45	0.011 90	0.038 08	0.000 43	241	3

注:1. 表中所列误差均为 1σ 误差;2. 测试单位:天津地质矿产研究所。

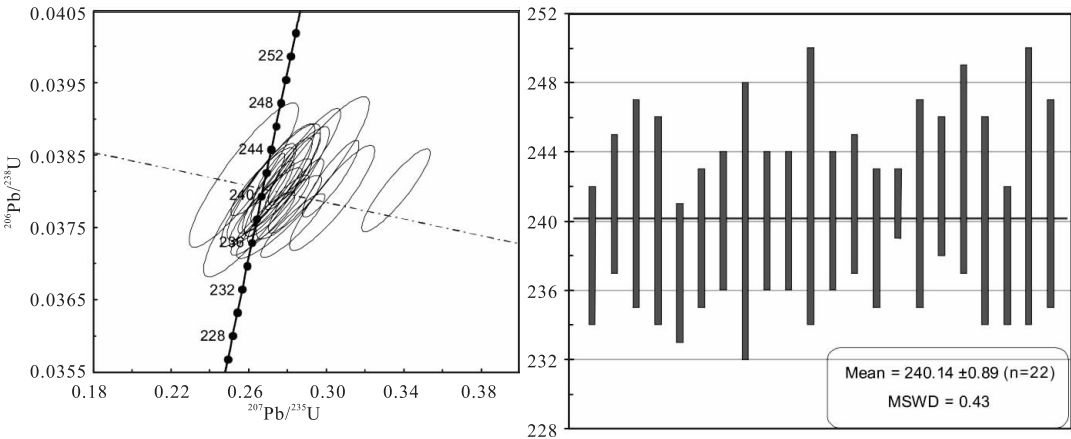


图 4 打古贡卡含矿斑岩锆石 U-Pb 年龄谐和图和加权图
Fig. 4 U-Pb Concordia diagrams and Weighted graph of zircon in Dagugongka area

3.2 岩石地球化学特征

花岗斑岩氧化物含量及特征参数见表 1,从表 1 中可以看出:斑岩 SiO_2 含量介于 65.18~70.43%, K_2O 为 3.05%~6.76%, Na_2O 为 1.99%~3.47%,以富 SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 为特点,相对贫 Fe、Mg、Ca, $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 为 5.36~10.43, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为 1.53~1.95,里特曼指数(σ)为 1.09~4.29。

Al_2O_3 为 13.03~16.64%,铝饱和指数 $\text{ASI}=1.01\sim 1.23$,从弱过铝质到强过铝质均有。在 $\text{SiO}_2-(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 图解(图 5)中样品投点落在花岗岩与花岗闪长岩区域内,与镜下定名一致。在 $\text{SiO}_2-\text{K}_2\text{O}$ 图解上集中位于高钾钙碱性-钾玄岩系列(图 6);在硅碱图上,样品集中在亚碱性系列区域;岩石化学组成总体表现为高钾钙碱性系列岩石的特征。

表 2 打古贡卡地区含矿斑岩主量元素特征表
Tab. 2 The petrochemistry characteristics of ore-bearing porphyry in Dagugongka area

样号	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	H_2O^+	CO_2	LOS	总量
(%)															
04-2	65.18	0.46	14.44	0.65	2.15	0.07	1.66	4.22	1.99	3.05	0.17	2.43	3.38	5.44	94.04
05-3	70.43	0.37	13.88	1.34	0.87	0.09	0.71	1.75	2.93	4.59	0.13	1.48	1.2	2.51	97.09
05-4	67.06	0.59	16.64	2.22	0.62	0.01	0.34	0.27	3.47	6.76	0.1	1.28	0.06	1.91	98.08
样号	ASI	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
(10^{-6})															
04-2	1.01	30.12	53.77	6.21	21.81	3.46	0.98	2.84	0.42	2.11	0.39	1.02	0.16	0.96	0.15
05-3	1.07	41.57	67.55	6.9	22.92	3.38	0.84	2.82	0.38	1.86	0.36	1.06	0.18	1.12	0.18
05-4	1.23	20.52	42.02	4.94	17.85	3.01	0.78	2.41	0.36	1.82	0.35	1.01	0.16	1.04	0.15
样号	Y	ΣREE	δEu	Sr	Li	Be	Cu	Zn	Ga	Rb	Zr	Nb	Hf	Ta	Pb
(10^{-6})															
04-2	10.62	124.4	0.96	128	13.94	1.15	3.25	72.6	17.48	89.42	147.3	11.91	5.8	1.14	11.9
05-3	10.01	151.1	0.83	357	16.6	2.57	8.17	95.97	19.07	197.8	151.1	20.37	5.6	1.73	71.52
05-4	9.38	96.42	0.87	207	7.99	1.4	79.43	56.33	19.82	220	157	10.52	4.8	0.99	36.83

注:测试单位:湖北省地质实验测试中心。

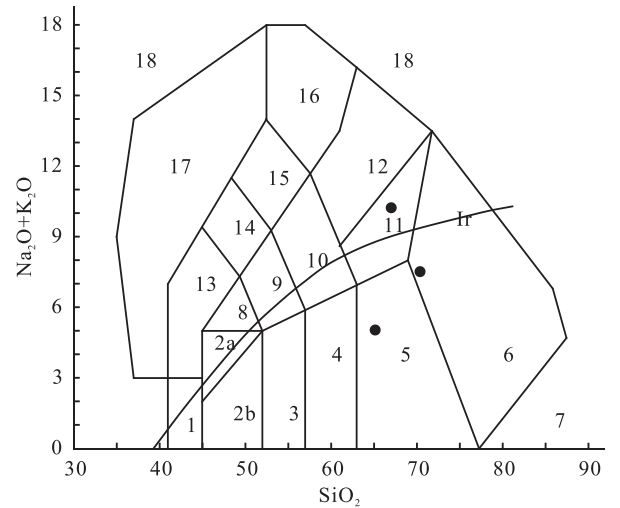


图 5 $w(\text{SiO}_2)-w(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 图解

Fig. 5 $w(\text{SiO}_2)-w(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ diagram

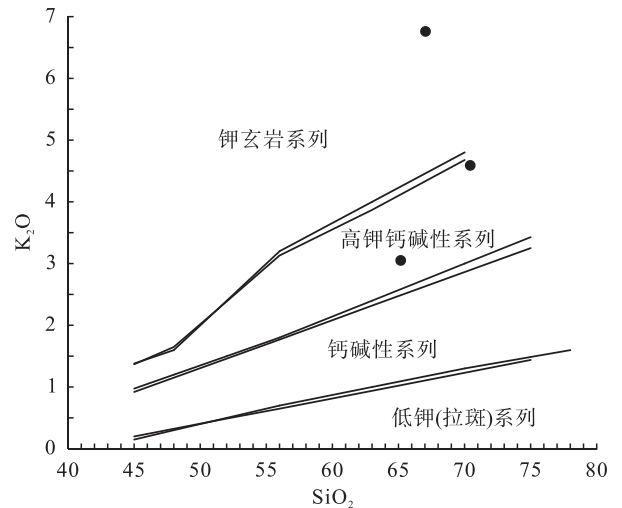


图 6 $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 图解(据 T. N. IRVINE ET AL., 1971)

Fig. 6 $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ diagram (After T. N. IRVINE ET AL., 1971)

该岩体稀土总量为 $96.4 \times 10^{-6} \sim 151.1 \times 10^{-6}$, 平均为 123.6×10^{-6} , 总量偏低, $LREE/HREE=12.2 \sim 18$, 轻稀土强烈富集, $\delta Eu=0.83 \sim 0.96$, 平均为 0.92, $(La/Yb)_N=14.3 \sim 26.5$ 。稀土配分曲线均为向右陡倾的富集型曲线(图 7), 轻重稀土分馏明显, 且轻稀土分馏明显而重稀土分馏较弱, 具有弱的 Eu 负异常或不具 Eu 负异常。微量元素表现出 Rb、Th、La、Hf 等元素相对富集而 Ba、Nb、Ta、Ti、P 等元素亏损的特点(图 8), 显示出岩浆与俯冲有关的特点(MILLER, 1999)。岩石中 Sr

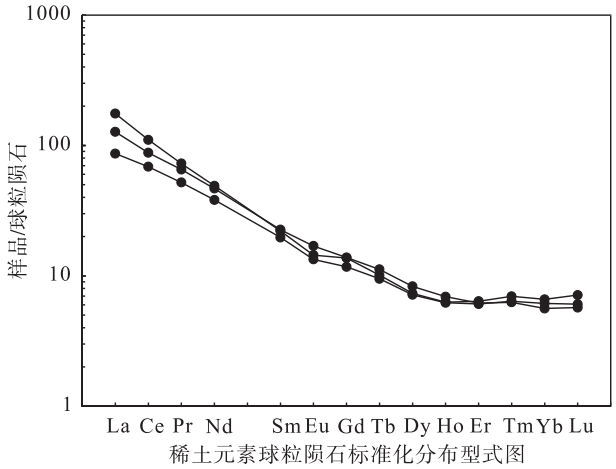


图 7 打古贡卡地区含矿斑岩稀土元素球粒陨石标准化分布型式图

Fig. 7 Chondrite normalized REE distribut patterns diagram of zircon in Dagugongka area

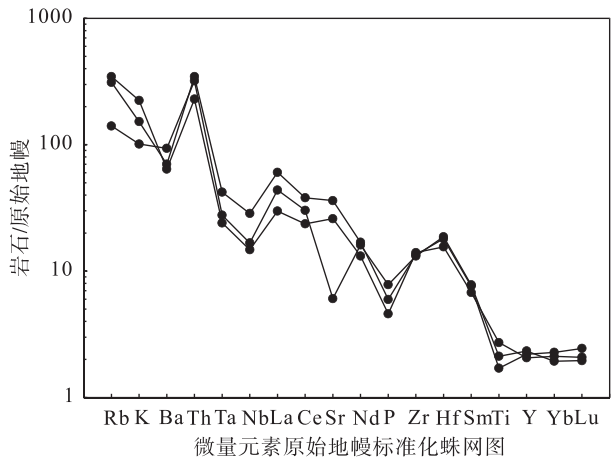


图 8 打古贡卡地区含矿斑岩微量元素原始地幔标准化蛛网图

Fig. 8 Web diagram of metamorphic intrusive rock of zircon in Dagugongka area

含量较小,在 $128 \times 10^{-6} \sim 357 \times 10^{-6}$, Y 和 Yb 含量较低,前者为 $9.38 \times 10^{-6} \sim 10.62 \times 10^{-6}$, 后者为 $0.96 \times 10^{-6} \sim 1.12 \times 10^{-6}$ 。

4 构造环境及地质意义

打古贡卡地区含矿斑岩与中二叠世诺日巴尕日保组呈侵入接触,接触界线处具明显的热接触变质现象。岩石类型主要为花岗斑岩,岩石地球化学分析结果显示里特曼指数为 1.09~4.29, 铝饱和指数 $ASI=1.01 \sim 1.23$, 从弱过铝质到强过铝质均有,反映了岩体强烈的、不均匀的蚀变。稀土元素特征中 $\delta Eu=0.83 \sim 0.96$, 平均为 0.88, 稀土分配模式为轻稀土富集的右倾型, 负 Eu 异常不明显, 表明岩浆来自于幔源岩浆的分异。微量元素表现出 Rb、Th、La、Hf 等元素相对富集而 Ba、Nb、Ta、Ti、P 等元素亏损, 显示出岩浆与俯冲有关的特点。

在 PEARACE 等(1984)的 Nb - Y 图解上位于弧花岗岩 + 同碰撞花岗岩(VAG + syn - COLG)区(图 9), 在 Rb - (Y + Nb)和 Rb - (Yb + Ta)图解上位于弧花岗岩(VAG)和同碰撞花岗岩(syn - COLG)区(图 10、图 11), 在 HARRIS 等(1986)的 Hf - Rb - Ta 花岗岩判别图解上位于火山弧花岗岩区(图 12); 上述特征表明该期次侵入体兼具 I 型和 S 型花岗岩的特点, 是下地壳源岩部分熔融或地幔岩浆分异而成, 岩浆成因属“I”型, 但在岩浆上侵过程中受上地壳熔融物质的混染, 个别岩体中侵入过程中与围岩混染有关, 带有陆壳成分, 使岩石又具有过铝质花岗岩的特点。

在研究区内首次发现印支期含矿斑岩, 结合区域构造演化认为在二叠纪 - 三叠纪发生俯冲活动表现为金沙江洋壳向南侧的北羌塘陆块俯冲, 该构造体系引起局部岩浆侵位, 形成了打古贡卡含矿斑岩体。研究区内该阶段岩浆活动表现较弱, 在其南侧的阿多地区获得了 $(247 \pm 1) Ma$ (U - Pb) 锆石年龄值(杨延兴, 2010), 证明了该时期构造岩浆事件的存在。普遍认为打古贡卡铜多金属斑岩矿床与青海南部其它斑岩矿床(纳日贡玛等)均属喜山期岩浆活动的产物, 这种认识明显是不妥的。本次工作综合各类资料基础上, 认为区内经历了 2 次构造转换, 古特提斯洋弧盆系统和新生代印度大陆与亚洲大陆碰撞造山

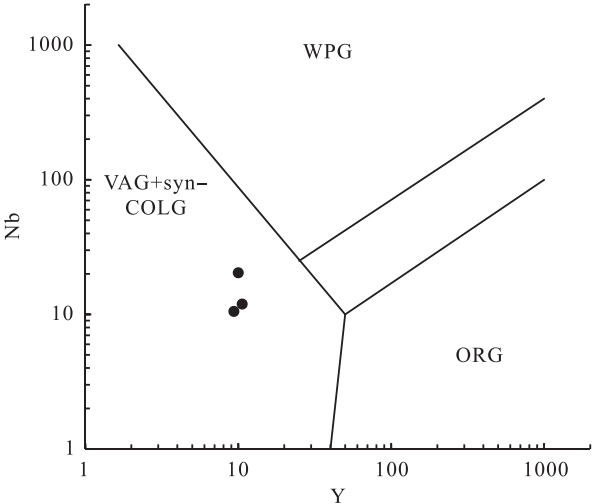


图 9 打古贡卡地区含矿斑岩 Nb - Y 图解

Fig. 9 Nb - Y diagram of zircon in Dagugongka area

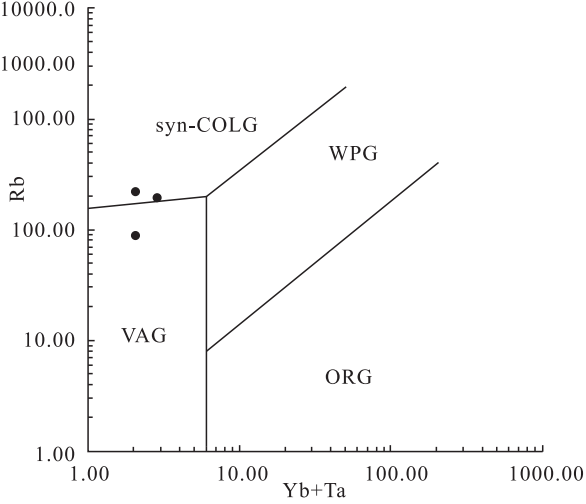


图 11 打古贡卡地区含矿斑岩 Rb - (Yb+Ta) 图解

Fig. 11 Rb - (Yb+Ta) diagram of zircon in Dagugongka area

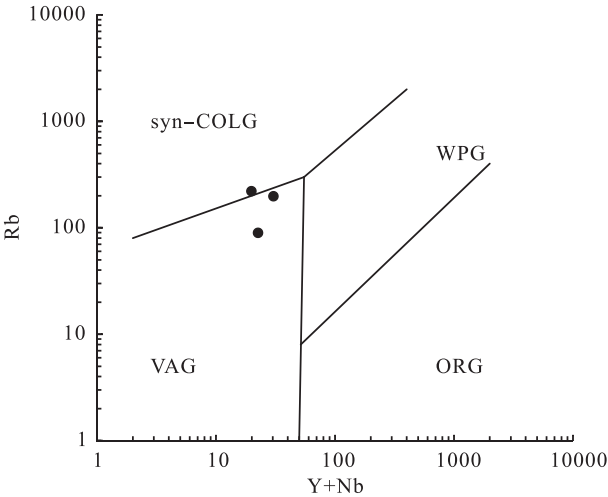


图 10 打古贡卡地区含矿斑岩 Rb - (Y+Nb) 图解

Fig. 10 Rb - (Y+Nb) diagram of zircon in Dagugongka area

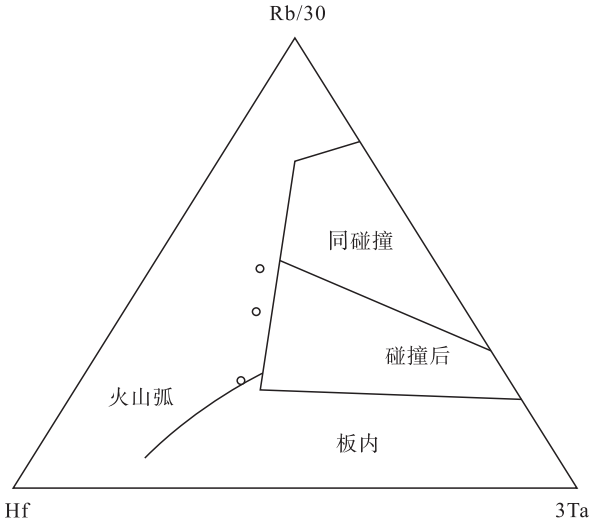


图 12 打古贡卡地区含矿斑岩 Hf - Rb - Ta 图解

Fig. 12 Hf - Rb - Ta diagram of zircon in Dagugongka area

活动,同时这两次构造转换阶段对应着 2 次成矿作用,即以打古贡卡为代表的印支期成矿作用(240.1 ± 0.89)Ma 和以纳日贡玛为代表的新生代成矿作用(<65 Ma)。

5 结论

(1)打古贡卡含矿花岗斑岩样品 LA - ICP - MS 锆石 U - Pb 同位素分析的结果表明,其年龄值为(240.1 ± 0.89)Ma,为中三叠世。

(2)岩石化学分析表明,打古贡卡含矿斑岩具富

K、Na 贫 Fe、Mg、Ca 的特点,属弱过铝质到强过铝质高钾钙碱性岩石系列。岩浆成因属“1”型,但在岩浆上侵过程中受上地壳熔融物质的混染,个别岩体中侵入过程中与围岩混染有关,带有陆壳成分。

(3)打古贡卡斑岩铜多金属矿精确成岩成矿时代的限定,表明三江带存在与俯冲环境相关的印支期斑岩矿床。

致谢:工作中得到青海省地勘局博士生导师潘形的亲切指导,特别感谢青海省地质矿产研究所陈静博士给予指导,并独立完成样品测试及数据整理。

西北大学国家重点实验室承担了本次样品的测试,在此一并致谢。限于篇幅,成文过程中还参考了大量文献,不能详细列出,在此也向有关作者致谢。

参考文献(References):

陈建平,潘彤,郝金华,等. 青海“三江”北段铜多金属矿床成矿规律与成矿预测[M]. 北京:地质出版社,2010:52-81.

CHEN J P, PAN T, HAO J H. Metallogenic regularity and prediction of copper polymetallic deposits in the northern section of “Sanjiang” in Qinghai Province[M]. Beijing: Geological Press, 2010:52-81.

梁华英,莫济海,孙卫东,喻亨祥,等. 藏东玉龙超大型斑岩铜矿床成岩成矿系统时间跨度分析[J]. 岩石学报, 2008,24(10):2352-2358.

LIANG H Y, MO J H, SUN W D. Time span analysis of diagenetic and metallogenic system of Yulong superlarge porphyry copper deposit, eastern Tibet [J], Acta Petrologica Sinica, 2008,24(10):2352-2358.

莫宣学,潘桂棠. 从特提斯到青藏高原形成:构造岩浆事件的约束[J]. 地学前缘, 2006,13(6):43-51.

MO X X, PAN G T. From the Tethys to the formation of the Qinghai-Tibet Plateau: constrained by tectono-magmatic events[J]. Earth Science Frontiers, 2006, 13(6): 043-051

王召林,杨志明,杨竹森,等. 纳日贡玛斑岩钼铜矿床:玉龙铜矿带的北延来自辉钼矿 Re-Os 同位素年龄的证据[J]. 岩石学报, 2008,24(3):503-510.

WANG Z L, YANG Z M, YANG Z S, Nair gongma Porh Pemolyb deinetcoP Perde Poist, northern extension Of YulongeoP Perbelt; evidene efrom hteage Of Re-OS is to Pe Ae Sinica[J]. Acta Petrologica Sinica, 2008,24(3): 503-510

徐志刚,等. 中国成矿区带划分方案[M]. 北京:地质出版社,2008.

XU Z G. The division plan of metallogenic belt in China[M]. Beijing: Geological Press, 2008

杨延兴. 青海省地质调查院. 青海阿多—拉沟赛地区地质矿产调查报告[R]. 青海:青海省地质调查院,2012.

YANG Y X. Geological Survey Institute of Qinghai Province. Geological and Mineral Investigation Report of Adou lagoussai area, Qinghai Province[R]. Qinghai: Qinghai Geological Survey Institute, 2012

杨志明,候增谦,夏代详,等. 西藏驱龙铜矿西部斑岩与成矿关系的厘定:对矿床未来勘探方向的重要启示[J]. 矿床地质,2008,27(1):28-36.

YANG Z M, HOU Z Q, XIA D X, et al. Relationship between Western Porphyry and mineralization in Qulong copper deposit of Tibet and its enlightenment to further exploration [J]. Mineral Deposits, 2008,27(1):28-36.

WANG JH, Yin A, Harrison. A tectonic model for Cenozoic igneous activities in the eastern Indo-Asian collision zone [J]. Earth Planet, 2001,199:123-133.

MILLER, SCHUSTER R, KLOTZLI U, et al. Post-collisional notassic and ultranotassic magmatism in SW Tibet: geochemical and Sr-Nd-Pb-O isotonic constraints for mantle source characteristics and netrogenesis[J]. Petrol., 1999, (40): 1339-1424.