

文章编号: 1009-6248(2010)03-0028-08

纳日贡玛含矿斑岩体形成机制及其成矿模式分析

郭贵恩¹, 马彦青², 王涛¹, 张永涛¹, 叶继龙¹, 刘宝山¹

(1. 青海省地质调查院, 青海 西宁 810012; 2. 青海省第五地质勘查院, 青海 西宁 810012)

摘要: 通过系统研究纳日贡玛含矿斑岩体的地质、地球化学特征, 深入剖析了含矿斑岩体的形成机制及其成矿模式。研究表明, 纳日贡玛含矿斑岩体与藏东玉龙含矿斑岩体同属一个成矿带, 是喜马拉雅运动第一幕 (40~35 Ma) 的产物。斑岩体主体部分是黑云母二长花岗斑岩, 少部分为花岗闪长斑岩, 围岩为中二叠世尕斯库勒组 (P_{2gd}) 的玄武岩。含矿斑岩为同源岩浆经长期演化、多期侵位而形成的复式岩体, 它们多沿区域性断裂呈串珠状断续分布。斑岩体的内外接触带以及各种裂隙是主要矿体的产出部位。岩体侵入后, 由于热重力扩散作用和 Cu、Mo 元素化学性质的差异, 导致成矿元素在空间分布上具有分带性, 并且显示出下部富钼、上部富铜的分布特征。研究结果对于深入认识该区的成矿地质条件、成矿规律和指导下一步勘探均具有重要的参考价值。

关键词: 铜钼矿床; 花岗斑岩; 成矿模式; 纳日贡玛

中图分类号: P618.41 **文献标识码:** A

斑岩型铜矿床是我国乃至世界重要的铜矿类型之一。世界铜矿的储量和产量有一半来自斑岩型铜矿, 在我国斑岩型铜矿的储量比例占到 64% 左右 (芮宗瑶等, 1984)。自 20 世纪 70 年代以来, 我国相继发现了玉龙、城门山等斑岩型铜成矿带, 新疆东天山和西藏冈底斯地区也有斑岩铜矿带的重大发现。可见, 斑岩型铜矿在我国具有巨大的资源潜力。在青海省杂多县纳日贡玛—吉曲南阿涌—布涌一带, 发现有大量呈岩株状产出的斑岩体, 并均具有较明显的铜、钼多金属矿化, 规模较大, 向南东与著名的藏东玉龙斑岩型铜矿带相连。然而, 该区基础地质研究薄弱, 控矿斑岩体研究欠缺, 成矿背景不明, 严重阻碍了该区的找矿进程。鉴于此, 笔者就纳日贡玛地区含矿斑岩体的岩石特征和地球化学特征进行了系统的研究, 对斑岩体形成的构造环境

和时代进行了分析。在此基础上, 深入剖析了该区斑岩体的形成机制及其成矿模式。

1 地质概况

1.1 矿区地质特征

本区大地构造位置处于欧亚大陆南缘、扬子古陆西缘的古特提斯构造域南缘。成矿区属于三江成矿带的西北端, 与玉龙斑岩铜矿床同属一个成矿带 (图 1)。出露地层主要为早—中二叠世尕斯库勒一套基性—中基性火山岩、碎屑岩及碳酸盐岩建造。地层倾向北, 倾角 $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$; 区内构造十分复杂, 按断层走向分为 4 组: 北东向、北北东向、近南北向和近东西向断层。区内岩浆主要为酸性侵入岩, 侵位受控于构造^① (图 2)。矿体赋存于岩体内部及与围岩

收稿日期: 2010-03-29; 修回日期: 2010-05-10

基金项目: 青海纳日贡玛—拉美曲地区矿产远景调查项目 (矿调 [2004] 2-1 号、矿调 [2005] 2-1 号、矿调 [2006] 2-1 号)

作者简介: 郭贵恩 (1971-), 男, 青海人, 地矿工程师, 从事地质勘查研究、潜力评价工作。E-mail: ggen8171@163.com

① 祁生胜. 纳日贡玛铜钼成矿带控矿斑岩体形成机制研究. 青海省地质调查院, 2006.

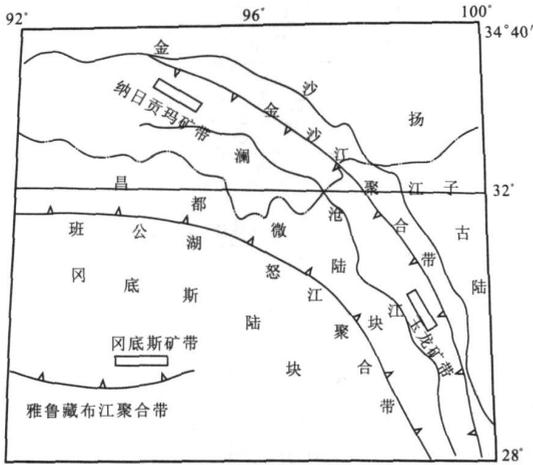


图 1 西藏玉龙、青海纳日贡玛铜钼矿带地理分布位置及构造背景图

Fig. 1 Locating and tectonic background of Cu-Mo mineralization belt in Tibet Yulong and Qinghai Narigongma

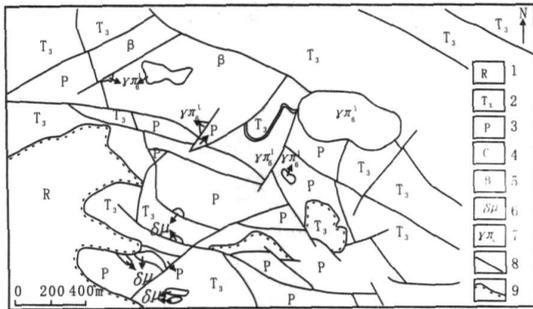


图 2 纳日贡玛地区地质略图

Fig. 2 Geological sketch map of Narigongma area
 1. 古近-新近系; 2. 上三叠统; 3. 二叠系; 4. 上石炭统;
 5. 基性熔岩; 6. 闪长玢岩; 7. 喜山早期花岗斑岩;
 8. 断裂; 9. 不整合界面

矿化的母岩，除已构成矿体外，岩体普遍具弱的铜钼矿化。围岩为中二叠世尕笛考组玄武岩，铜钼矿化较强。斑岩体的分布严格受构造控制，位于北北东向与北西西向断裂的交汇部位（图 2）。

1.3 矿床特征

纳日贡玛铜钼矿床受喜山早期黑云母花岗斑岩控制，矿体赋存于岩体内部及与围岩的接触带，形态呈带状、厚板状、不规则状。根据矿体相对集中分布的特点及所处地质环境、构造部位的差异，共圈定 4 个矿带，其中铜矿体 13 个，钼矿体 14 个、铜钼共生矿体 2 个。纳日贡玛铜钼矿床的主要蚀变有黑云母化、硅化绢云母化、黏土化、碳酸盐化、矽卡岩化等。矿床具有比较典型的斑岩铜矿面型蚀变特征，矿区地表从岩体到围岩依次发育绢英岩化带和青磐岩化带，在局部青磐岩化带的外侧，黄铁矿化强烈。地表蚀变中并未有钾化带的出露，也未见新鲜的花岗斑岩，从而认为矿区的侵蚀程度较深，钾化带和新鲜的花岗斑岩体核心仍然保留于现代地表的下面，但主要的铜矿体已经被剥蚀，表面出露富钼的矿体。

2 含矿斑岩体地质地球化学特征

2.1 岩石学特征

纳日贡玛含矿斑岩体主体部分是黑云母花岗斑岩，少部分为规模较小、生成时代稍晚的花岗闪长斑岩。岩石具有岩相变化，主要表现在矿物粒度、钾长石与斜长石含量比的变化。岩体东枝南端矿物粒度较粗，钾长石巨斑含量高，基质矿物粒度较粗，向西矿物粒度变细，钾长石含量也有减少的趋势。岩体西边缘岩石相变为花岗闪长斑岩，岩体东枝北段局部相变为斜长花岗斑岩。

2.2 地球化学特征

2.2.1 岩石化学

在纳日贡玛侵入体的边部和核部（岩心样）取岩石地球化学样各一，岩石化学分析数据及特征参数见表 1。侵入体内岩石化学成分不甚均一，岩石酸性程度较高，SiO₂ 含量介于 70.61% ~ 72.7%，岩石具有 Al₂O₃ > CaO + Na₂O + K₂O，而且 MgO 含量极低的特点。铝过饱和指数 ASI = 2.73 ~ 1.09，均大于或近于 1.1，属较典型的过铝质花岗岩，相当于 S

的接触带，形态呈带状、厚板状、不规则状。共圈定具有一定规模的铜钼矿带 17 条，估算合计铜金属量 26.6 × 10⁴ t；钼金属资源量 10.6 × 10⁴ t。

1.2 斑岩体基本特征

斑岩体出露于格龙涌上游纳日贡玛地区，长约 2 km，宽约 1 km，长轴走为北北东向，呈不规则“ ”状小岩株。侵入体上呈冠大径细的“蘑菇”状，形态特征与玉龙斑岩体极为相似。

斑岩体具绢云母化、硅化等蚀变，是矿区铜钼

表1 纳日贡玛渐新世花岗斑岩岩石化学及特征参数表

Tab.1 Geochemistry characteristic parameters of Oligocene granite-porphyry in Narigongma

岩石化学测定结果表 ($w_B/\%$)														
样品	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 ⁺	Los	Total
3XT19-1(边)	72.7	0.34	12.96	4.02	0.63	0.01	0.6	0.07	0.18	3.99	0.02	2.26	2.04	99.82
3XT19-2(核)	70.61	0.35	13.63	1.63	0.47	0.01	0.62	1.72	2.17	5.36	0.11	1.28	1.55	99.51
岩石化学有关参数一览表														
样品	A/CNK	A/NK	Nk	F	σ	AR	τ	SI	FL	MF	M/F	OX	K ₂ O/Na ₂ O	MgO/FeO
3XT19-1(边)	2.73	2.81	4.26	4.76	0.58	1.94	37.59	6.37	98.35	88.57	0.07	0.86	22.17	0.95
3XT19-2(核)	1.09	1.45	7.69	2.14	2.03	2.93	32.74	6.05	81.41	77.21	0.17	0.78	2.47	1.32

注: 样品由武汉综合岩矿测试中心测试。

型花岗岩。里特曼指数为 0.58 ~ 2.03, 属于钙碱性岩系列。从侵入体边部和核部岩石化学的变化来看, 岩石中自边部向核部 SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃ 含量略有降低, A/CNK、K₂O/Na₂O、MgO/FeO 等化学参数也明显降低, 而 CaO、K₂O 和 Na₂O 的含量和 Nk、 σ 等化学参数明显升高。在 CIPW 标准矿物计算中, 岩石中刚玉 C 含量分别为 8.64% 和 1.39%, 自边部向核部逐渐降低。

2.2.2 微量元素

侵入体中边部和核部岩石的微量元素分析结果见表 2, 二者较为一致。岩石的不相容元素 K、Rb、Ba、Th 明显富集, Ta、Nb、Ce、Hf 轻度富集或无异常, 而 Sm、Y、Yb 等强烈亏损 (图 3)。微量元素蛛网图的分布形式与板内花岗岩相近, 总体显示了后造山运动花岗岩的特点。

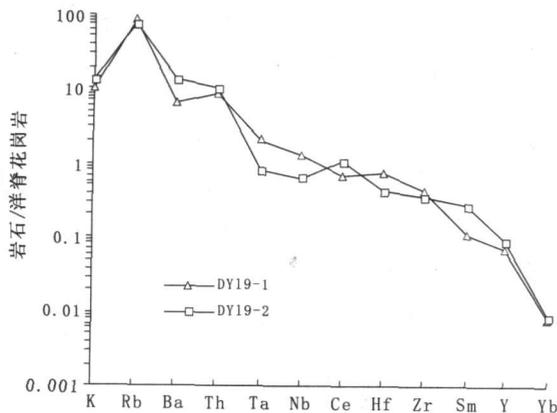


图3 始新世纳日贡玛花岗斑岩微量元素蛛网图

Fig.3 Spider diagram of trace element in E₂ granite porphyry in Narigongma

2.2.3 稀土元素

侵入体中边部和核部花岗斑岩的稀土元素及特

征值见表 2, 稀土配分曲线见图 4。稀土总量 Σ REE 较低, 介于 57.7 ~ 90.95。岩石轻稀土较富集, 轻重稀土比值 LREE/HREE 介于 4.35 ~ 5.44, 均属轻稀土富集型。岩石的 δ Eu 值介于 0.64 ~ 0.94, 具有弱的 Eu 负异常, 且边部负异常明显。 δ Ce 值位于 0.94 ~ 0.97 左右, 基本上无 Ce 异常 (亏损)。岩石的 La/Yb 值为 5.43 ~ 7.37, Sm/Nd 值为 0.23 ~ 0.24。岩墙的稀土元素球粒陨石标准化的分布型式非常一致, 皆为具 Eu 负异常的右倾曲线, 轻稀土部分呈明显右倾斜, 重稀土部分则基本平坦甚至略有左倾 (图 4)。

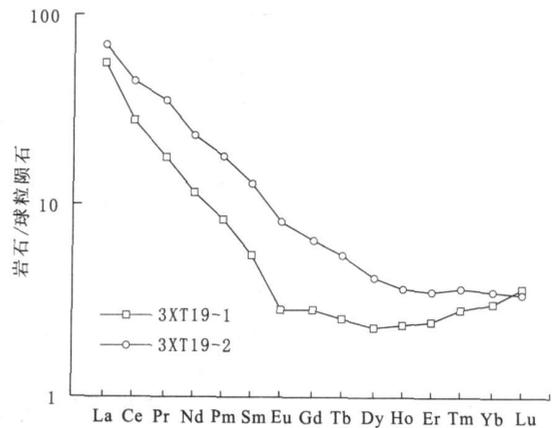


图4 始新世纳日贡玛花岗斑岩稀土配分模式图

Fig.4 Chondrite-normalized REE patterns of E₂ granite porphyry in Narigongma

2.2.4 包裹体分析

气液包裹体是其所捕获的成矿溶液的天然样品, 对气液包裹体进行液相和气相成分分析, 可以了解成矿流体的化学组成。对纳日贡玛斑岩体中 3 个矿物包裹体成分的分析结果 (陈建平等, 2008) (表 3) 表明, 液相成分中阳离子以 Na⁺ 为主, 其次

表 2 纳日贡玛渐新世花岗斑岩地球化学及特征参数表

Tab. 2 Characteristic parameters of E₃ granite-porphyry geochemistry in Narigongma

微量元素分析结果 ($w_B/\times 10^{-6}$)																
样品	Cu	Pb	Cr	Co	Ni	Rb	Sr	Ba	Zr	Hf	Ta	Th	U	Nb		
DY19-1(边)	43.2	10.5	10.5	3.99	7.34	333	18.6	328	140	6.5	1.3	6.79	2.72	13.3		
DY19-2(核)	681	11.3	7.76	21.2	5.18	297	257	654	121	4.1	0.6	8.23	3.42	6.37		
稀土元素测定结果 ($w_B/\times 10^{-6}$)																
样品	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	Σ REE
3XT19-1(边)	16.84	22.5	2.26	6.94	1.02	0.21	0.74	0.12	0.75	0.17	0.51	0.09	0.65	0.12	4.78	57.7
3XT19-2(核)	21.51	36	4.42	14.05	2.49	0.58	1.72	0.26	1.4	0.27	0.75	0.12	0.72	0.11	6.55	90.95
地球化学特征参数值																
样品	LREE/HREE		La/Yb	La/Sm	Sm/Nd	Gd/Yb	(La/Yb) _N	(La/Sm) _N	(Gd/Yb) _N	δ Eu	δ Ce					
3XT19-1(边)	4.35		5.43	4.12	0.24	1.45	3.66	2.59	1.17	0.64	0.97					
3XT19-2(核)	5.44		7.37	4.45	0.23	1.66	4.97	2.80	1.34	0.92	0.94					

注: 样品由武汉综合岩矿测试中心测试。

表 3 纳日贡玛铜钼矿床包裹体成分分析结果

Tab. 3 Analysis results of inclusion composition of Cu-Mo deposits in Narigongma

样号	矿物	爆裂温度 /	气相成分/ $\times 10^{-6}$							
			H ₂ O	CO ₂	CO	CH ₄	H ₂			
1	石英	100~600	520.25	78.65	0.90	0.020	0.11			
2	石英	100~600	550.00	81.24	0.75	0.015	0.13			
3	黄铁矿	100~400	341.37	11.20	0.55	0.010	0.07			
样号	液相成分/ $\times 10^{-6}$									
	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Li ⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH
1	1.74	8.07	3.12	0.295	0.020	0.44	11.75	0.00	0.00	6.70
2	1.82	9.43	3.15	0.190	0.010	0.40	12.78	0.00	0.00	6.70
3	1.95	1.85	5.45	0.640	0.010	0.21	3.65	105.60	0.00	5.60

分析方法: 热爆-超液提取法; 分析单位: 中国地调局宜昌地质矿产研究所同位素室 (据陈建平, 2008)。

是 Ca²⁺ 和 K⁺, 含少量 Mg²⁺ 和微量 Li⁺。阴离子主要为 Cl⁻, 含少量 F⁻。在 3 号样品中, SO₄²⁻ 含量非常高, 原因是受主矿物 (黄铁矿) 热分解的影响。气相成分以 H₂O 为主, 其次是 CO₂, 含微量 H₂、CO 和 CH₄。根据库尔洛夫分类法, 该区的成矿流体属于 Cl-Na-Ca 型溶液。另外, 从分析结果也可看出, 石英矿物的爆裂温度高于黄铁矿的爆裂温度。包体中物质的酸碱度为偏酸性, 表明纳日贡玛斑岩体侵入深度比较浅, 可能小于 4 km^①。

纳日贡玛铜钼矿床中发现的流体包裹体, 是一种岩浆-热液过渡性流体存在的直接证据。根据流体包裹体的研究, 本区斑岩岩浆演化可分为 3 个相互联系并逐渐过渡的阶段: 岩浆阶段、岩浆-热液阶段、热液阶段。岩浆阶段以出现于斑晶或副矿物中的高温熔融包裹体为特征; 岩浆-热液阶段以分布在矿物

边部的较低温熔融包裹体及其共生的多相流体包裹体为特征, 在多相流体包裹体中发现有金属矿物, 说明成矿作用在此阶段已开始进行; 热液阶段以单向干气体包裹体和气液水包裹体的出现为特征, 在岩浆结晶作用的晚期变成岩浆-热液过渡性流体。它们存在于已结晶的矿物之间, 成为粒间流体。粒间流体充填交代形成矿床, 即细脉浸染性铜钼矿。

2.3 构造环境和形成时代

根据对纳日贡玛斑岩体岩石地球化学特征的研究, 推断本期花岗岩应为壳源型。在 Rb-(Y+Nb) 图解中, 本期花岗斑岩样品点全部落入 Syn-COLGA 区 (同碰撞花岗岩区) (图 5)。而在花岗岩构造环境类型划分图解中, 样品点均位于 POG 区 (后造山花岗岩类) (图 6)。综合分析认为, 纳日贡玛斑岩体可能来源于陆内碰撞而加厚的下地壳。俯

① 祁生胜. 纳日贡玛铜钼成矿带控矿斑岩体形成机制研究. 青海省地质调查院, 2006.

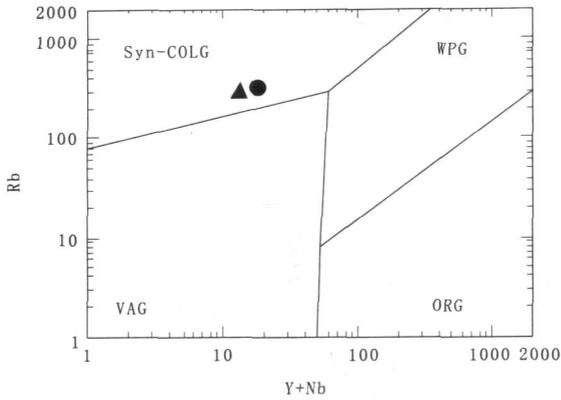


图5 纳日贡玛花岗斑岩的 Rb-(Y+Nb) 图解

Fig. 5 Rb-(Y+Nb) diagram of granite-porphphyry in Narigongma

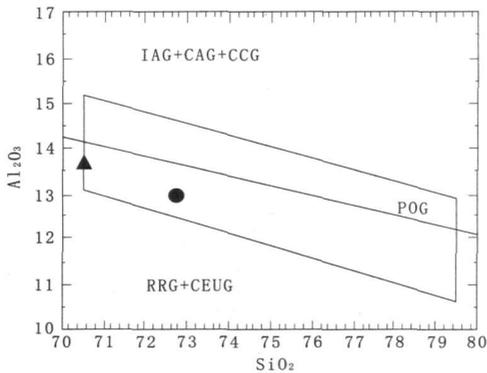


图6 纳日贡玛花岗斑岩的 SiO₂-Al₂O₃ 图解

Fig. 6 SiO₂-Al₂O₃ diagram of granite-porphphyry in Narigongma

冲板块撕裂导致软流圈上涌,引起下地壳物质熔融,产生岩浆侵位而成。

对纳日贡玛黑云母花岗斑岩中3颗锆石进行了U-Pb同位素测试^①,分别获得21 Ma、39 Ma和66 Ma的²⁰⁶Pb-²³⁸U表面年龄,确定纳日贡玛斑岩体形成的时代主要为喜马拉雅早—中期,认为纳日贡玛斑岩体侵位至少有3期。据《西南三江北段铜多金属矿成矿条件研究》项目在纳日贡玛斑岩中取到足够辉钼矿样品,进行Re-Os同位素分析,经计算斑岩铜钼矿成矿年龄为(40.8±0.4) Ma,这就明确了铜钼矿化主要发生在第2期,同时其他期次对矿化

的形成和改造也是不能忽略的。通过与玉龙斑岩铜矿对比,认为无论斑岩体还是矿化都是多期的,而矿化也是多次富集的结果。

3 斑岩体形成机制

据研究,青藏高原在120~65 Ma期间为新特提斯洋俯冲时期。自65 Ma以来,印度大陆和新特提斯洋壳向亚洲大陆俯冲,从而引起青藏高原的隆升(芮宗瑶等,2004;李廷栋等,1995)。这一期间有3次加速过程,分别称之为喜马拉雅运动的第一幕(40~35 Ma)、第二幕(18~12 Ma)和第三幕(3.6 Ma以来)。第一次加速应力释放表现在青藏高原东缘三江地区产生一系列北西向的走滑拉分盆地,导致岩浆上侵,形成一系列斑岩铜矿带(芮宗瑶等,2004)。纳日贡玛铜钼成矿带和玉龙斑岩铜矿带即是该幕的产物。

纳日贡玛-玉龙成矿带斑岩体的形成是新生代特提斯-喜马拉雅构造-热体制的一部分,其中的含矿斑岩均为同源岩浆经长期演化、多期侵位而形成的复式岩体,它们多沿区域性断裂呈串珠状断续分布,在区域上受金沙江和怒江结合带之间的羌塘-昌都微陆块控制。该陆块北部和东部边缘的断裂带控制着矿带的构造岩浆格局,其间的次级配套断裂是矿带的导岩导矿构造,不同构造线的交汇转换部位,控制着含矿斑岩体和矿床的空间定位。

酸性岩浆在地壳较浅部位侵位(3~5 km深度以内)。在冷凝过程中,通过热扩散作用,在重力场中发生分层,形成层状浅部岩浆房。在分层过程中,挥发分向上集中,与此同时,有益组分也向岩浆房上部集中,从而使岩浆房上部富Si、富K的花岗岩浆中Cu、Mo再次富集,经热释放形成斑岩体并成矿。因此,成矿带内各矿体均赋存于斑岩体的浅部(上部)或紧靠岩体的围岩接触带中,与侵入接触面内倾的斑岩体一起构成蘑菇状形态。

4 成矿模式

据陈建平等的研究,纳日贡玛矿床矿脉的稀土

① 祁生胜. 纳日贡玛铜钼成矿带控矿斑岩体形成机制研究. 青海省地质调查院, 2006.

元素特征及稀土分布型式与花岗斑岩的一致(陈建平, 2008), 说明成矿元素主要来源于花岗斑岩体。纳日贡玛矿床为一斑岩型铜钼矿床, 具有典型斑岩型矿床的矿石与热液蚀变特征。纳日贡玛铜钼矿床热液蚀变及成矿理想模式见图 7。

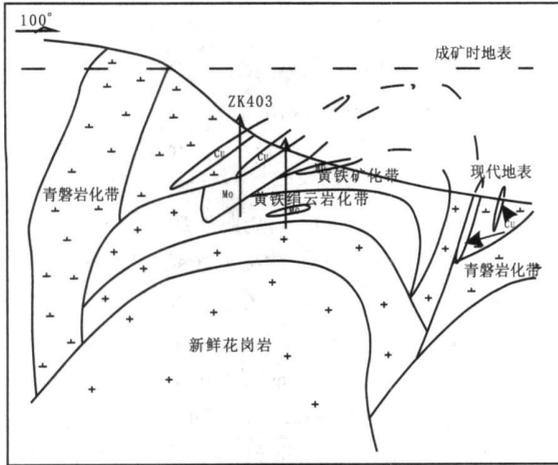


图 7 纳日贡玛成矿理想模式图

Fig. 7 The metallogenetic model of Narigongma deposits

在喜山运动的早—中期, 黑云母花岗斑岩体在北西向构造带的控制下, 自西向东呈楔形侵入到二叠纪杂迪考组玄武岩中, 使玄武岩发生破碎, 产生裂隙。杂迪考组致密状玄武岩充当了“遮挡层”, 而玄武岩中 Cu 元素的高背景可能是铜矿化的“部分矿源层”, 含矿岩浆侵入提供了成矿热液的来源, 推动了成矿作用的发生。它本身携带的高浓度 Cu、Mo 元素也使其成为主要的“矿源岩”^①。

花岗斑岩体侵入后, 随着岩浆结晶作用的不断进行, 硅酸盐矿物不断析出, 岩浆中的 H₂O、CO₂、S、P、F、B、Cl 等挥发组分以及 Cu、Mo 等成矿元素逐渐富集, 在岩浆结晶作用的晚期变成岩浆-热液过渡性流体, 成矿流体为岩浆水和大气降水组成的混合热液, 赋存于已结晶的岩浆矿物之间, 成为粒间流体。在斑岩体侵入的晚期, 由于温度、压力的改变, 岩体体积发生收缩, 在斑岩体顶部形成一定的空间, 为矿物质运移、活化、沉淀提供了空间。同时在汽、水热液的作用下, 斑岩体中含铜、钼矿流体向上运移, 接触带附近玄武岩中含量相对较高的

Cu²⁺ 在斑岩体中含矿流体的作用下, 向接触带发生位移, 二者在斑岩体与玄武岩的接触带部位发生混匀、拥挤, 形成金属硫化矿物的高丰度区。Cu、Mo 元素本着“相同相近”的原则发生凝聚。斑岩体中 Cu²⁺ 由于有玄武岩中 Cu²⁺ 相吸, 逐渐运移到斑岩体的顶部温度相对较低部位沉淀, 并以相对高的吸引力促使离接触带较远玄武岩中 Cu²⁺ 向接触带靠近并发生沉淀。ZK403 玄武岩中 Cu 含量的变化即表现出该特征: 均值(远离接触带)-低值(过渡带)-矿体(接触带)。Mo 离子沉淀在温度相对较高的斑岩体上部, 相对于 Cu²⁺ 富集沉淀在斑岩体底部和中间部位。因此, 成矿元素的空间分布具有分带性。垂向上自浅至深表现为: 铜矿化-钼、铜矿化-钼矿化的特征。由于后期的剥蚀, 平面上表现为: 以斑岩体(钼矿化)-接触带(钼、铜矿化)-围岩(铜矿化)的特征。

5 结论

(1) 笔者系统收集了纳日贡玛斑岩体地质特征、地球化学、流体包体等资料, 并进行了详细的分析研究, 总结出含矿斑岩体的形成机制与斑岩型铜钼矿床成矿模式。

(2) 通过对纳日贡玛斑岩体岩石地球化学特征和 Rb-(Y+ Nb) 图解的研究分析, 认为该斑岩体可能来源于陆内碰撞而加厚的下地壳。俯冲板块撕裂导致软流圈上涌, 引起下地壳物质熔融, 产生岩浆侵位而成。

(3) 对纳日贡玛黑云母花岗斑岩中 3 颗锆石的 U-Pb 同位素研究分析, 获得了 21 Ma、39 Ma 和 66 Ma 的 ²⁰⁶Pb-²³⁸U 表面年龄, 确定纳日贡玛斑岩体形成的时代主要为喜马拉雅运动的第一幕(40~35 Ma), 并且侵位不少于三期。据辉钼矿 Re-Os 同位素分析, 斑岩铜钼矿成矿年龄为 (40.8 ± 0.4) Ma, 这就明确了铜钼矿化主要发生在第二期。同时其他的其次对矿化的形成和改造是不能忽略的。

(4) 岩体侵入后, 由于热重力扩散作用和 Cu、Mo 元素化学性质的差异, 导致成矿元素在空间分布上具有分带性。垂向上自浅至深表现为: 铜矿化

①王贵仁, 田永革, 陈秉芳, 等. 青海省杂多县纳日贡玛铜钼矿详查. 青海省地质调查院, 2008.

钼、铜矿化 钼矿化的特征。由于后期的剥蚀, 平面上表现为: 以斑岩体(钼矿化) 接触带(钼、铜矿化) 围岩(铜矿化) 的特征。

参考文献 (References):

芮宗瑶, 黄崇轲, 齐国明, 等. 中国斑岩铜(钼) 矿床 [M]. 北京: 地质出版社, 1984.

Rui Zongyao, Huang Chongke, Qi Guoming, et al. China porphyry copper (molybdenum) deposit [M]. Geological Publishing House, Beijing, 1984: 1-298.

芮宗瑶, 李光明, 张立生, 等. 西藏斑岩铜矿对重大地质事件的响应 [J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 145-152.

Rui Zongyao, Li Guangming, Zhang Lisheng, et al. Porphyry copper deposit in Tibet's response to major geological events [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11(1): 145-152.

陈建平, 唐菊兴, 陈勇, 等. 西南三江北段纳日贡玛铜钼矿床地质特征与成矿模式 [J]. 现代地质, 2008, 22(1): 9-17.

Chen Jianping, Tang Juxing, Chen Yong, et al. Geological characteristics and metallogenetic model of Narigongma Copper-Molybdenum deposit in the North part of the Sanjiang Region, southwest China [J]. Geoscience, 2008, 22(1): 9-17.

李廷栋. 青藏高原隆升的过程和机制 [J]. 地球学报, 1995, 34(1): 1-9.

Li Tingdong. Qinghai-Tibet Plateau uplift processes and mechanisms [J]. Journal of the Earth, 1995, 34(1): 1-9.

刘增乾, 徐宪, 潘桂棠, 等. 青藏高原大地构造与形成演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1990.

Liu Zengqian, Xu Xian, Pan Guitang, et al. Tectonic evolution and Formation of Qinghai-Tibet Plateau [M]. Geological Publishing House, Beijing, 1990.

杨志明, 侯增谦, 宋玉财, 等. 西藏驱龙超大型斑岩铜矿床: 地质、蚀变与成矿 [J]. 矿床地质, 2008, 27(3): 279-318.

Yang Zhiming, Hou Zengqian, Song Yucai, et al. Qulong superlarge porphyry Cu deposit in Tibet: Geology, alteration and mineralization [J]. Mineral Deposits, 2008, 27(3): 279-318.

杨志明, 侯增谦, 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 Zhiming, Hou Zengqian, Xia Daixiang, et al. Relation ship between porphyry and mineralization in Qulong copper deposit of Tibet and its enlightenment to further exploration [J]. Mineral Deposits, 2008, 27(1): 28-36.

王登红, 杨建民, 闫升好, 等. 西南三江新生代矿集区的分布格局及找矿前景 [J]. 地球学报, 2002, 23(2): 135-140.

Wang Denghong, Yang Jianmin, Yan Shenghao, et al. Cenozoic Ore Concentration Areas in the Sanjiang Region, SW China: Tectonic Setting and Exploration [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2002, 23(2): 135-140.

肖波, 李光明, 秦克章, 等. 冈底斯驱龙斑岩铜钼矿床的岩浆侵位中心和矿化中心: 破裂裂隙和矿化强度证据 [J]. 矿床地质, 2008, 27(2): 200-208.

Xiao Bo, Li Guangming, Qin Kezhong, et al. Magmatic intrusion center and mineralization center of Qulong porphyry Cu-Mo deposit in Tibet: Evidence from fissure-veinlets and mineralization intensity [J]. Mineral Deposits, 2008, 27(2): 200-208.

潘彤译, 杨先觉校. 火山侵蚀和塌陷——以侵入体为中心的矿床叠生的成因 [J]. 世界地质, 1996, 15(1): 35-38.

Pan Tong translate, Yang Xianjue proofread. The volcano corrosion and collapse-fold the fresh origin take the intrusive mass as the central ore deposit [J]. Global Geology, 1996, 15(1), 35-38.

王立全, 侯增谦, 莫宣学, 等. 金沙江造山带碰撞后地壳伸展背景——火山成因块状硫化物矿床的重要成矿环境 [J]. 地质学报, 2002, 76(4): 541-556.

Wang Liquan, Hou Zengqian, Mo Xuanxue, et al. The Post-collisional Crustal Extension Setting: an Important Mineralizing Environment of volcanic Massive Sulfide Deposits in Jinsha Orogenic Belt [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2002, 76(4): 541-556.

陈毓川. 矿床的成矿系列 [J]. 地学前缘, 1994, 1(3-4): 26-33.

Chen Yuchuan. Ore deposit mineralization series [J]. Earth Science Frontiers, (China University of Geosciences, Beijing) 1994, 1(3-4): 26-33.

伊有昌, 马财, 李月隆, 等. 青海省板块构造环境与成矿作用 [J]. 黄金科学技术, 2007, 15(1): 1-9.

Yi Youchang, Ma Cai, Li Yuelong, et al. Plate tectonics environment and mineralization of Qinghai Province [J]. Gold science and technology, 2007, 15(1): 1-9.

肖晓林. 青海省金属矿产成矿规律与控矿因素分析 [J]. 中

国矿业, 2008, 17 (10): 90-98.

(2): 112-118.

Xiao Xiaolin. The metallgenic regularity and ore - controlling factors in Qinghai Province [J] . China Mining Magazine, 2008, 17 (10): 90-98.

Wang Denghong, Chen Yuchuan. A Preliminary Study on the Metallogenetic Series Type of Fe-Cu-Pb-Zn Ore Deposits Related to Submarine Volcanism and Its Origin [J]. Mineral Deposits, 2001, 20 (2): 112-118.

陈毓川, 裴荣富, 王登红. 三论矿床的成矿系列问题 [J] . 地质学报, 2006, 80 (10): 1501-1508.

白云, 唐菊兴, 郭文铂, 等. 纳日贡玛铜(钼)矿床地质特征及成矿作用初探[J]. 矿业快报, 2007, 23 (4) : 75-78.

Chen Yuchuan, Pei Rongfu, Wang Denghong. On Minerogenetic (Metallogenetic) Series: Third Discussion [J] . Acta Geoscientia Sinica , 2006, 80 (10): 1501-1508.

Bai Yun, Tang Juxing, Guo Wenbo, et al. The geological feature and the mineralization initially searches of Narigongma Cu (Mo) deposit [J] . Ore Industry bulletin, 2007, 23 (4): 75-78.

王登红, 陈毓川. 与海相火山作用有关的铁-铜-铅-锌矿床成矿系列类型及成因初探 [J] . 矿床地质, 2001, 20

The Formation Mechanism and Mineralization Pattern of Ore-bearing Granite-porphyry in Narigongma

GUO Gui-en¹, MA Yan-qing², WANG Tao¹, ZHANG Yong-tao¹,
YE Ji-long¹, LIU Bao-shan¹

(1. Qinghai Geological Survey Institute, Xining 810012, Qinghai, China; 2. No.5 Geological
Exploration Institute of Qinghai, Xining 810012, Qinghai, China)

Abstract: We study the geochemical characteristic of the ore-bearing porphyry body in Narigongma and analyze its formation mechanism as well as the mineralization pattern. The results indicate that, Narigongma ore-bearing porphyry body and Tibet Yulong ore-bearing porphyry body belong to the same mineralization belt and is result of the first episode (40-35 Ma) of the Himalayan movement. The main part of porphyry body is the biotite adamellite porphyries, with a small amount of granodiorite-porphyry and the surrounding rock being the Permian Gadikao group (P_{2gd}) basalt. The ore-bearing porphyry is the composite rock body formed from the comagma undergoing a long-term evolution and a multi-stage emplacement, discontinuously distributing in a moniform pattern along the regional fault. The ore body mainly appears in the contact zone between inside and outside of the porphyry and in various fractures. The Narigongma ore deposit is the porphyry type of copper molybdenum ore deposit. It has a typical porphyry ore deposit and the hydrothermal alteration characteristic. After the rock mass invasion, as a result of the thermogravimetry strength diffusion, the difference in chemical property between Cu and Mo causes the ore-forming elements to have a spatial zonation, characterized by that the bottom is rich in molybdenum and the upper is rich in copper.

Key words: copper molybdenum deposit; granite-porphyry; mineralization pattern ; Narigongma