

西藏甲玛斑岩矿床中角岩地质与地球化学特征

赵忠¹⁾, 唐菊兴²⁾, 郑文宝³⁾, 冷秋锋¹⁾, 丁帅¹⁾

1) 成都理工大学地球科学学院, 成都, 610059;

2) 中国地质科学院矿产资源研究所, 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京, 100037;

3) 中国地质科学院矿产资源研究所区划室, 北京, 100037

西藏墨竹工卡县甲玛铜多金属矿床位于特提斯-喜马拉雅构造域冈底斯-念青唐古拉(地体)板片中南部, 是冈底斯中东段产出的重要斑岩型-矽卡岩型-角岩型矿床。其中角岩在矿区分布面积广、矿化以铜钼矿为主, 垂向上具有上 Cu 下 Mo 的分带模式, 是甲玛斑岩矿床的重要组成部分。而角岩作为一种热变质岩石, 是寻找深部与岩浆成矿作用有关矿床的一种重要找矿标志(即热蚀变)。通过对角岩中蚀变与矿化的研究, 不仅有助于甲玛斑岩矿床成矿作用过程的研究, 还可根据蚀变分带进一步确定深部隐伏斑岩体位置。

1 地质背景

甲玛铜多金属矿床位于西藏特提斯构造域冈底斯-念青唐古拉(地体)板片中南部, 是冈底斯成矿带中东段产出的超大型矿床。矿区及邻近区域的地层主要为被动陆缘火山沉积岩系, 包括上三叠统麦隆岗组 T_3m 、中下侏罗统叶巴组 J_{1-2y} 、上侏罗统却桑温泉组 J_3q 和多底沟组 J_3d 、下白垩统组林布宗组 K_{1l} 、楚木龙组 K_{1c} 以及塔龙拉组 K_{1t} 。区域上岩浆岩发育, 主要分布在雅江断裂以北, 是冈底斯火山-岩浆弧的重要组成部分。矿区岩浆岩在浅部呈脉岩产出, 深部存在含矿斑岩体。岩石类型包括花岗斑岩、黑云母二长花岗斑岩、花岗闪长斑岩、石英闪长玢岩等。目前研究表明, 岩浆岩含矿性较好的为偏中性斑岩, 其中含矿花岗闪长岩中辉钼矿 Re-Os 等时线年龄为 $(14.78 \pm 0.33) \text{ Ma}$ (应立娟等, 2010)。冈底斯-念青唐古拉地体南缘的构造线总体走势近东西向, 由于区域长期走滑效应, 次级构造线多呈北西西向, 推覆构造发育。甲玛矿区受控于由北向

南推覆构造及由南向北滑覆构造。

甲玛矿区角岩矿体呈筒状产于 0-40 线斑岩矿体上部, 矿化类型以铜钼为主, 且存在上 Cu 下 Mo 垂直分带现象, 矿石构造以脉状-网脉状为主, 局部可见浸染状、块状构造; 结构多见自形-他形粒状及鳞片状结构等。目前见该类矿体最大的厚度达 826 米(ZK3216 钻孔), Cu 平均品位 0.24%, Mo 平均品位 0.054%。

2 角岩地质地球化学特征

甲玛矿区角岩的原岩为下白垩统林布宗组长石石英砂岩、粉砂岩夹薄层泥灰岩(西藏地局, 1994)。由于原岩性质所决定, 矿区角岩类型主要为长英角岩, 有少量云母角岩与钙硅角岩。偏光镜下常见的结构为细粒粒状结构, 主要矿物长英质成分通常以集合体形式出现, 粒度 0.5mm 至微米。岩石具有块状构造, 少数见变余层理构造与条带状构造。岩石中变质新生矿物主要有黑云母、绢云母、透辉石、红柱石、绿帘石、阳起石等。

根据不同钻孔不同深度无矿化蚀变(或弱矿化蚀变)角岩化学成分分析结果得知: 角岩中 SiO_2 58.2%~67.9%, 平均 63.51%; Al_2O_3 14.0%~19.5%, 平均 16.2%; CaO 0.47%~5.16%, 平均 2.0%; $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$ (表 1)。角岩中稀土元素含量一般都较高, 139.91 $\mu\text{g/g}$ ~212.9 $\mu\text{g/g}$, 平均 180.02 $\mu\text{g/g}$ (表 1)。样品的稀土元素配分曲线为右倾型, 轻重稀土分馏较明显; 具有较为明显的负钕异常, 证明甲玛角岩的成分比较单一, 主要为长英角岩。矿区角岩与原岩(外围砂岩)稀土元素组成特征的相似, 说明热蚀变过程中, 岩石的化学成分没有发生明显变化(矿区外围砂岩数据引自杜光树等, 1998)。

表 1 甲玛角岩化学成分含量

Table1 Chemical composition content of hornfels in Jiama

	ZK1604	ZK1607	ZK1609	ZK1620	ZK1616	ZK1616	ZK1616	ZK1616	ZK1618	ZK1618	ZK1618
	-147.60	-101.14	-28.70	-141.15	-20.66	-217.44	-448.66	-535.66	-196.02	-441.18	-548.27
SiO ₂ (%)	58.40	64.80	60.80	62.40	67.90	58.20	63.20	65.60	67.10	65.70	64.50
Al ₂ O ₃ (%)	19.50	16.60	18.00	14.20	14.00	16.80	17.00	15.00	15.00	16.80	15.30
Fe ₂ O ₃ (%)	0.74	1.61	2.60	1.91	2.41	3.66	1.30	2.19	2.03	1.03	2.29
FeO(%)	5.57	4.74	3.27	1.49	2.78	1.24	2.77	3.92	1.53	1.78	1.06
CaO(%)	4.38	1.60	1.17	5.16	0.64	2.11	0.52	0.47	1.76	1.58	2.62
MgO(%)	2.22	2.18	1.73	1.51	0.75	2.31	0.98	0.86	2.19	1.81	1.54
K ₂ O(%)	3.29	3.49	5.27	4.91	4.14	6.49	8.31	5.91	4.32	5.33	5.31
Na ₂ O(%)	1.01	0.86	2.67	2.74	0.20	3.06	3.04	0.54	3.40	3.29	0.47
TiO ₂ (%)	0.75	0.73	0.76	0.59	0.64	0.66	0.68	0.64	0.66	0.71	0.65
MnO(%)	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.10	0.010	0.010	0.010
P ₂ O ₅ (%)	0.15	0.15	0.13	0.10	0.17	0.15	0.11	0.093	0.11	0.15	0.096
H ₂ O ⁺ (%)	1.62	2.16	1.68	1.42	3.28	1.58	1.18	2.26	1.16	0.56	2.30
CO ₂ (%)	0.61	0.09	0.26	3.05	0.17	3.25	1.08	1.75	0.83	0.50	2.75
LOI(%)	2.98	2.16	2.50	4.21	4.38	5.23	2.18	4.44	2.14	1.41	5.72
La(μg/g)	40.90	42.50	42.50	35.00	31.60	40.50	34.50	28.50	35.40	44.10	33.00
Ce(μg/g)	80.30	87.10	84.70	70.00	63.50	81.30	67.60	56.20	73.30	90.50	67.10
Pr(μg/g)	9.25	9.63	9.35	7.57	7.35	8.84	7.61	6.66	7.87	9.87	7.46
Nd(μg/g)	35.20	36.20	34.80	28.10	28.90	33.10	28.70	25.00	29.80	36.60	27.60
Sm(μg/g)	6.90	6.92	6.69	5.46	6.12	6.59	5.35	4.83	5.69	7.05	5.15
Eu(μg/g)	1.31	1.43	1.25	1.11	1.50	1.50	1.11	0.92	1.11	1.34	1.02
Gd(μg/g)	6.77	6.85	6.26	5.27	6.12	6.48	5.16	4.74	5.48	6.66	5.14
Tb(μg/g)	0.92	0.96	0.89	0.71	0.93	0.97	0.72	0.66	0.76	0.92	0.71
Dy(μg/g)	6.10	6.77	6.23	4.93	5.93	6.55	5.05	4.75	5.40	6.15	4.97
Ho(μg/g)	1.26	1.38	1.22	1.02	1.21	1.35	1.05	1.00	1.07	1.28	0.99
Er(μg/g)	3.67	3.96	3.68	2.96	3.41	3.90	3.09	2.95	3.28	3.75	2.93
Tm(μg/g)	0.54	0.57	0.53	0.42	0.51	0.56	0.45	0.42	0.48	0.52	0.43
Yb(μg/g)	3.70	3.64	3.48	2.90	3.32	3.64	3.12	2.84	3.14	3.64	2.80
Lu(μg/g)	0.57	0.55	0.49	0.41	0.49	0.55	0.44	0.44	0.47	0.52	0.42

注：由国家地质测试中心完成

3 角岩的蚀变与矿化

甲玛斑岩矿床的蚀变规模巨大，其中角岩内主要发育有黄铁绢英岩化、中-高级泥化蚀变及青磐岩化主要发育在角岩中，且与矿化关系密切。

(1) 青磐岩化带：在主要分布于矿化斑岩岩株最外围。以角岩中发育大量的绿帘石+绿泥石+石英脉体和绿泥石网脉为特征，正交偏光下还常见绿

帘石、绿泥石交代角岩中的细粒云母。青磐岩化带中的主要矿化特征：发育浸染状黄铜矿或石英+黄铜矿+黄铁矿、石英+辉钼矿脉，为低品位铜矿石带。甲玛矿床青磐岩化带中的铜沉淀与绿帘石等的交代作用有关。晚期碳酸盐化有的作为青磐岩化的产物出现，有的分布在青磐岩化的更外围。

(2) 黄铁绢英岩化带：分布于深部隐伏岩体上部，中心部分为后期泥化蚀变叠加。该带主要表

现为白色的绢英岩化,以发育浸染状绢云母和石英+绢云母+白云母+黄铁矿脉为特征。与典型的斑岩铜矿黄铁绢英岩化不同的是,甲玛矿床的黄铁绢英岩化带中黄铁矿的含量很低,在该带中,一般发育较多低品位网脉状石英+辉钼矿脉,使得该带成为矿区的铜钼工业矿石带。主要矿石矿物组合为黄铜矿+辉钼矿、黄铜矿+黄铁矿、黄铜矿+辉铜矿、黄铜矿+铜蓝、黄铜矿+砷黝铜矿等。

(3) 中-高级泥化带:中级泥化带与高级泥化带较难完全区别开,通常高级泥化带主要构成岩帽部分。矿区中高级泥化带分布于侵入体正上方,叠加在早期的钾化、绢英岩化等蚀变之上。多期矿化叠加使该带的大部分成为矿区角岩中主要的钼铜工业矿石带。

4 讨论

甲玛矿区大面积分布的林布宗组长石石英砂岩、粉砂岩夹薄层泥灰岩,当区域上发生大规模构造岩浆活动是,这类岩石经热等化学变质形成角岩,并在岩浆侵位到一定深度时冷凝结晶分异出大量流体和挥发份,阻挡了其逃逸,构成一道很好的地球化学屏障。随着熔体结晶作用的持续进行,岩浆内部蒸汽压逐渐增大,当蒸汽压大于冷凝壳围压和抗张强度时,水饱和带发生“二次沸腾”,导致上部角岩产生大量脆性裂隙。流体和挥发份通过裂隙系统运移、逃逸,使角岩中裂隙进一步水压致裂。流体和挥发份的释放,温度压力的降低导致熔体缩

减,饱和水的硬壳也随之内移。上述过程反复发生,贯通性裂隙、次生裂隙大量发育,最终形成角岩中平面面积约 0.5km^2 ,垂向延伸大于 1.5km 的高密度裂隙系统,裂隙系统的发育,为大气水的下渗提供了通道,大气水的大量加入增加了流体的酸度,为角岩蚀变和矿化的发生提供了条件。

5 结论

(1) 甲玛斑岩矿床中角岩主要由原来林布宗组砂质、泥质岩经热蚀变形成,角岩中的铜、钼资源量均达到了大型以上规模,占有整个矿床近 $1/3$ 的资源量;产于角岩中蚀变以青磐岩化、黄铁绢英岩化及中-高级泥化,与矿化关系密切,矿化呈上铜下钼的特征。

(2) 深部岩体侵位后,与冷的围岩接触,使岩体外围形成冷凝壳而与围岩隔离;岩株顶部饱和水、挥发份部分通过“二次沸腾”作用,在岩株上部及上覆围岩角岩中产生大量裂隙,随之分泌出岩浆热液;热液在岩株上部形成钾化蚀变,并向围岩中弥漫形成钾化晕,随后进入角岩中由内向外或由下至上形成绢英岩化、青磐岩化蚀变,并在蚀变作用发生过程中,伴随着金属的沉淀;晚期大气水大量加入,流体酸度增加,发生大面积中-高级泥化蚀变,并有金属的富集作用产生。

本文为国家 973 项目(编号 2011CB403103)、国家科技支撑项目(编号 2006BAB01A01)、青藏专项(编号 1212010818089)的成果。