维普资讯 http://www.cqvip.com

川西地区竹鸡顶铜矿矿床地质特征及矿床成因研究

陈 旭[1],李佑国[2],许 模[1],任光明[2]
(1. 成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室,成都 610059;
2. 成都理工大学地球科学学院,成都 610059)

[摘 要]竹鸡顶铜矿位于著名的多金属成矿带西南三江成矿带北带,义敦岛弧有色、贵金属矿产地集中区南部。成矿岩体地球化学特征表现为Rb、Th和U富集,而Ba、Nb、Sr、P、Ti明显亏损,岩体为轻稀土富集型,呈现中等Eu异常。根据矿床的化学成分特征,成矿构造环境的研究,认为竹鸡顶为滞后火山弧的环境下受到碰撞造山伸展降温过程中的岩浆-构造活动影响形成的铜矿,扬子西缘的俯冲作用为富铜的幔源流体进入中下地壳提供了条件。

[关键词]铜矿床 义敦岛弧 矿床成因
[中图分类号]P618.41;P611 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2008)01-0042-04

竹鸡顶斑岩铜矿在四川省西西部甘孜州稻城县,东经101°,北纬28°40′,位于著名的多金属成矿带西南三江成矿带北带,义敦岛弧有色、贵金属矿产地集中区南部。义敦岛弧已经发现了多个大型的斑岩铜矿,如普朗铜矿、雪鸡坪铜矿、羊拉铜矿。普朗、雪鸡坪铜矿为著名的具有埃达克岩特征的岛弧型斑岩铜矿,羊拉铜矿为夕卡岩型的铜矿床。最近发现的竹鸡顶铜矿床具有岛弧型斑岩铜矿特征,但是在化学成分、成矿物质来源上又与普朗,雪鸡坪的岛弧型铜矿床有的相当的差异。我们根据化学成分特征,成矿构造环境的研究,我们认为竹鸡顶为滞后火山弧的环境下受到碰撞造山伸展降温过程中的岩浆-构造活动影响形成的铜矿,为岩浆热液-斑岩型铜矿系列。通过对竹鸡顶铜矿的研究,对在该区域寻找同类型斑岩铜矿有着重要的指导意义,并且进一步丰富了义敦岛弧带的铜矿床的成矿类型。

1 地质背景

竹鸡顶斑岩铜矿位处乡城大断裂上盘四道桥—竹鸡顶破背斜与三道桥—青达破背斜复合部位。出露上三叠统喇嘛垭组第三段地层,由一套海陆交互相沉积的长英质砂岩—粉砂岩—粉砂质板岩岩性序列组成。褶皱和断裂发育,呈北西向展布,与区域构造线一致,属四道桥—竹鸡顶破背斜与三道桥—青达破背斜南东延长段,在两翼与之平行的低序次背斜和向斜分布密集,在两个破背斜近核部分别发育有F_1、F_2北西向逆冲断裂,与低序次背斜和向斜联合控制着矿体及含铜细晶岩体的分布。

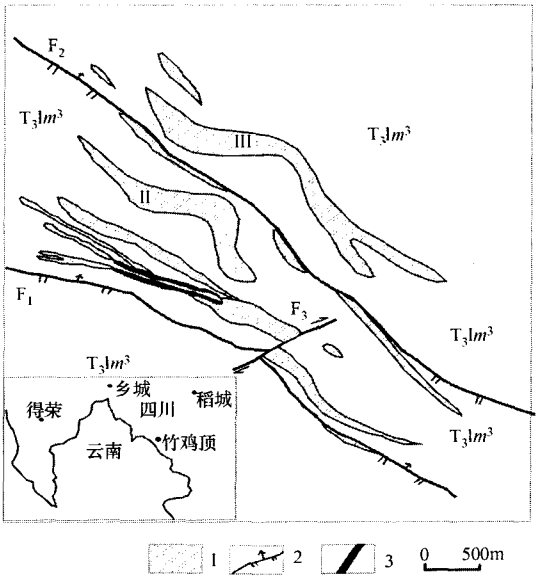

图1 川西稻城县竹鸡顶竹鸡顶铜矿区域地质图
T_3lm^3—上三叠统喇嘛亚组三段;1—花岗细晶岩;2—断层;3—矿体

2 矿床特征

矿床赋存于四道桥—竹鸡顶破背斜与三道桥—

[收稿日期]2006-12-11;[修订日期]2007-04-19。
[基金项目]中国地质调查局项目(编号:200310200018)资助。
[第一作者简介]陈 旭(1981年—),男,2006年毕业于成都理工大学,获硕士学位,在读博士生,现主要从事环境水文地质学及岩石学、矿床地球化学方面工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

青达破背斜复合部位,沿 F_1、F_2 逆冲断裂带和四道桥—竹鸡顶及三道桥—青达破背斜次级破背、向斜近核部呈北西向带状分布。出露标高 4960 ~ 4280m,剥蚀深度 0 ~ 420m,最低侵蚀标高 4200m。

区内花岗细晶岩体广泛发育,沿 F_1、F_2 逆冲断裂带和四道桥—竹鸡顶及三道桥—青达破背斜次级破背斜、向斜近核部成群成带分布,呈岩枝状、脉状产出,分枝复合频繁。岩石特征:主要有石英、微斜长石、斜长石、黑云母等,为石英二长岩成分,相当于石英二长斑岩的边缘相。岩体具硅化、绢云母化、高岭石化等成矿热液蚀变。初步圈定两规模较大的含铜花岗细晶岩带。

通过工程施工揭露与激电测量相配合,初步圈定矿体1个,矿化体1个。

1号矿体:单样 Cu 品位 0.20% ~ 11.42%,矿体平均品位 0.56%。向深位厚度急剧变大品位明显变富,地表平均品位 0.23%;在深部 YM3 ~ CM3M 坑道平均品位 1.47%,其中富矿厚度 2.36m,平均品位 6.73%。以花岗细晶(斑)岩型矿石为主,少量阳起石角岩化砂岩型矿石。

2号矿化体:呈似层状、脉状产出。激电异常长度大于 3.20km,宽 200 ~ 500m. 面积大于 1.12km^2,视激化率一般为 18% ~40%,含铜 0.082% ~0.28%。

根据铜矿化的产出特征,矿区内可划分为微细粒浸染状、裂隙浸染状、脉状、网脉状、团块状、致密块状铜矿化。

矿石物质组分:矿石矿物以黄铜矿、褐铁矿为主,具少量斑铜矿、孔雀石和铜兰,常与方铅矿、黄铁矿、磁铁矿、磁黄铁矿等硫化物共生。脉石矿物以石英、斜长石为主,少量钾长石、绢云母、阳起石、绿泥石、绿帘石、方解石等。

矿石类型:根据矿石的化学成分区内均属硅酸盐型酸性矿石;依据容矿岩石划分矿石自然类型,矿区以花岗细晶(斑)岩型矿石为主,少量阳起石角岩化砂岩型矿石;按矿化类型矿区以浸染状、脉状、网脉状,团块状硫化矿石为主,致密块矿石居次。

成矿后断裂不发育,无破坏矿体的构造。含铜斑岩体普遍存在淋失带→贫化带→原生带的垂直分带现象。各次生带深度不一,与含矿岩石完整程度和节理裂隙发育密度关系密切,在矿石完整、节理裂隙稀疏地段,淋失带深度在 0.53 ~ 1.86m 之间变化,贫化带深度为 0.6 ~ 1.6m;矿石破碎、节理裂隙密集发育地带,淋失带深度大于 5m。铜品位的高低与氧化流失程度、成矿热液蚀变的强弱、黄铜矿分布的密集程度、节理裂隙发育密度和后期叠加强度关系密切。地表矿石中黄铜矿等金属硫化物被氧化流失后造成铜品位严重贫化,一般达不到工业指标,铜含量在 0.05% ~0.19% 之间变化,向深部有逐渐变富的趋势。

3　矿床地球化学特征

3.1　常微量稀土元素特征

竹鸡顶岩体的 SiO_2 含量较高(大于 64%),属于 SiO_2 过饱和、K_2O 高 Na_2O 低的特征,特别是位于地表的样品,其 SiO_2 含量可以高达 80% 左右,而坑道或钻孔样品的 SiO_2 含量往往要低 5% 左右(表2)。计算竹鸡顶各样品岩石化学主要参数得出:该

表1　竹鸡顶化学成分表　　ω_B/%

原编号	岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	LOI	总量
PD3-4	花岗细晶岩	76.91	0.44	10	0.63	1.55	0.026	1.61	2.78	3.41	1.11	0.15	1.12	99.74
PD3-18	花岗细晶岩	71.35	0.43	8.45	0.69	2.66	0.062	1.42	4.49	0.092	2.84	0.16	6.72	99.36
ZJ05-10	花岗细晶岩	80.66	0.39	9.51	0.71	1.04	0.02	0.4	1.12	0.09	1.99	0.13	3.59	99.65
ZK301-1	花岗细晶岩	68.35	0.63	13.75	0.69	3.93	0.057	2.65	4.38	2.03	1.74	0.18	1.11	99.5

表2　竹鸡顶稀土元素表　　ω_B/%

样品号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
PD3-4	29.41	58.07	7.265	28.309	5.269	1.099	5.501	0.939	5.961	1.241	3.389	0.488	2.939	0.42
PD3-18	30.89	56.569	7.275	27.679	5.149	0.999	4.849	0.799	4.899	0.984	2.596	0.361	2.1	0.319
ZJ05-10	27.82	53.309	6.998	27.519	4.699	0.88	4.873	0.789	4.753	0.939	2.432	0.332	1.899	0.26
ZK301-01	11.51	22.24	2.916	11.51	2.339	0.519	2.341	0.409	2.665	0.568	1.591	0.234	1.45	0.209

样品号	REE	δCe	δEu	(La/Sm)n	(La/Yb)n	(Sm/Nd)n	LREE/HREE	LREE	HREE
PD3-4	150.3	0.93	0.62	3.51	6.74	0.57	6.2	129.42	20.88
PD3-18	145.47	0.88	0.6	3.77	9.92	0.57	7.6	128.56	16.91
ZJ05-10	137.5	0.9	0.56	3.72	9.87	0.53	7.45	121.22	16.28
ZK301-01	60.5	0.9	0.67	3.09	5.35	0.63	5.39	51.03	9.47

测试单位:西南冶金测试所,2004。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 3 竹鸡顶微量元素表 ω_B/%

原编号	岩石名称	Nb	Y	Sr	Zr	Sc	Cr	Co	Ni	Zn	Rb	Cs	Ba	Hf	Ta	Th	U
PD3 - 4	花岗细晶岩	8.9	20	285	200	5.98	57	6	<6	53	90	6.8	196	5	1.55	8.17	1.3
PD3 - 18	花岗细晶岩	5.1	13	214	194	5.07	67	7.1	<6	67	95	6.5	402	9.6	1.13	8.25	1.5
ZJ05 - 10	花岗细晶岩	11	24	172	124	5.33	51	4.1	51	78	78	4	587	4.8	1.08	7.45	1.4
ZK301 - 1	花岗细晶岩	6.4	17	140	203	11.3	81	12.5	40	55	129	11.1	162	4.7	1.38	11.7	2.4

原编号	岩石名称	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	As	Sb	Ag	Se	Cu	Pb
PD3 - 4	花岗细晶岩	29.4	58.0	28.3	5.27	1.1	0.94	2.94	0.42	3.1	11.7	0.1	3.6	192	153
PD3 - 18	花岗细晶岩	30.8	56.5	27.6	5.15	1	0.8	2.1	0.32	5.4	5.7	0.2	2.1	162	<100
ZJ05 - 10	花岗细晶岩	27.8	53.3	27.5	4.7	0.88	0.79	1.9	0.26	29.6	6.8	0.3	<0.1	595	105
ZK301 - 1	花岗细晶岩	36.8	69.4	37.5	6.32	1.15	0.82	2.95	0.42	2.7	11.2	<0.1	2.8	168	151

注:样品由西南冶金测试所 2004 年 4 月和成都理工大学应用核技术研究所 2004 年 6 月分析;*采用 Boynlon(1984)球粒陨石推荐值标准化,δCe、δEu 和 ∑REE 采用内插法进行估算。

地区岩浆岩为钙碱性岩浆系列,分异演化程度高,岩浆的分离结晶程度较高。

竹鸡顶花岗细晶岩高场强元素的含量相对富集,尤其是富集 Rb、Th 和 U(图 2),而 Ba、Nb、Sr、P、Ti 则表现为明显亏损。Nb、Ta、Ti 的强烈亏损是弧岩浆岩的特征,Sr、P 的明显亏损,表明岩浆源区存在一定数量的地壳物质参与。竹鸡顶花岗细晶岩的稀土元素特征表现为轻稀土富集型(LREE > HREE,图 3),呈现中等负 Eu 异常特点(δEu = 0.7 ~ 0.4),显示为壳幔混合的特征。而 Rb/Sr 比值为 0.3 ~ 0.5,也是壳幔混合源花岗岩特征。此外,岩体中还存在较明显的 Pt、Pd 正异常,显示有深及地幔的物质,表明可能存在地幔热液上涌。

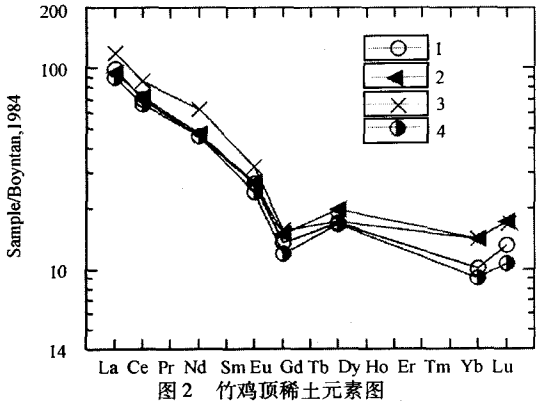

图 2 竹鸡顶稀土元素图

1—PD3 - 4;2—PD3 - 18;3—ZJ05 - 10;4—ZK301 - 1

3.2 构造环境与含矿潜力分析

从竹鸡顶花岗细晶岩的地球化学特征推断,其岩浆可能起源于中下地壳,火山弧花岗岩的特征反映了滞后型的火山弧环境,或者在幔源基性岩浆侵入的影响下,诱发了中下地壳岩石的部分熔融,这可能为幔源铜的带入岩浆创造了条件。

3.3 成矿年龄分析

竹鸡顶的两个全岩分析样品应用 K - Ar 法分析表明斑岩体的侵入时间为 80 ~ 100Ma 左右(表 4),这段期间敦岛弧属于碰撞造山阶段,完整的碰撞造山过程包括早期挤压增温、中期减压伸展增温和晚期伸展降温等 3 个不同性质的连续发生的构造阶段。竹鸡顶岩体年龄为 90Ma 形成于伸展降温期,然而其地球化学成分上表现为弧岩浆特征,反映了滞后型的火山弧环境,或者在幔源基性岩浆侵入的影响下,诱发了中下地壳岩石的部分熔融,我们认为竹鸡顶为滞后火山弧的环境下受到碰撞造山伸展降温过程中的岩浆 - 构造活动影响形成的铜矿,为岩浆热液—斑岩型铜矿系列。

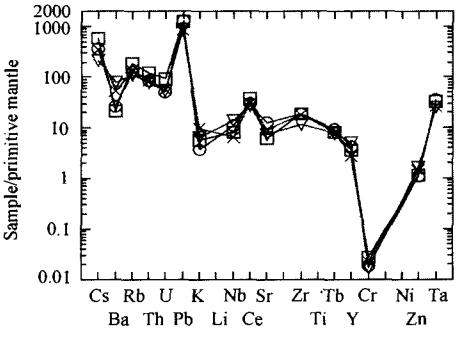

图 3 竹鸡顶微量元素图

表 4 竹鸡顶矿床成矿成岩年龄表

地点	测定对象	方法	年龄/Ma	测定者
竹鸡顶 0 号槽	石英	HAESRDQ	13.3	项目组
竹鸡顶 PD2401	石英	HAESRDQ	5.6 ± 1.0	项目组
竹鸡顶 PD2401	石英	HAESRDQ	13.6 ± 3.0	项目组
竹鸡顶 ZJDT6	全岩	K - Ar	86.5	项目组
竹鸡顶 ZJDT12	全岩	K - Ar	96.4	项目组

西南冶金测试所分析,2004。

然而根据竹鸡顶两个相距较远的脉型矿石的石英 HAESRDQ 年龄分别为 13.6 ± 3.0Ma、13.3Ma,表明晚期的铜成矿作用至少延至中新世,岩体显示前部的脉状矿化是深部典型的细脉浸染状矿化体的改造而为。

维普资讯 http://www.cqvip.com

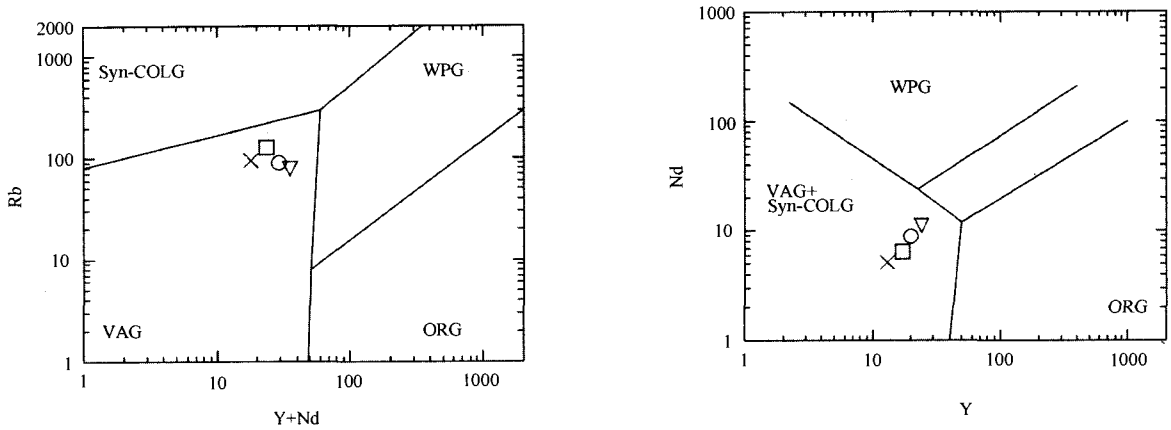

图4　构造环境图解(底图据 Pearce,1984)

WPG:板内花岗岩类;VAG:火山弧花岗岩; Syn－COLG:同碰撞花岗岩类;ORG－洋中脊。

5　矿床成因及找矿前景

矿区已圈定3个规模较大的含铜矿花岗细晶斑岩体,幅频激电异常、土壤铜铅异与之套合,目前仅有1号含铜矿花岗细晶斑岩体进行了工程验证,2、3号岩体尚未施工验证,通过经拣块样分析,岩体具铜矿化,平均含铜0.051%～0.28%,具有良好的成矿地质条件。因此,矿区尚具有巨大的找矿潜力。通过进一步地质评价,矿床规模可望突破大型。竹鸡顶地区的斑岩铜矿成矿主要于高钾偏碱岩浆－构造热液活动有关,在区内,花岗质岩浆可能富集有成矿元素Cu,扬子西缘的俯冲作用为富铜的幔源流体进入中下地壳提供了条件。因此,竹鸡顶地区的浅成－超浅成花岗细晶岩具有良好的富集铜的潜力。铜矿体赋存于花岗细晶岩中,后期黄铜矿呈脉状、网脉状穿插于早期矿体中,含铜花岗细晶岩的热液蚀变具有一定的分带现象。据此,竹鸡顶铜矿属具有后期热液成矿叠加属于斑岩－构造热液型。

[参考文献]

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

[2] 李昌年.火成岩微量元素岩石学[M].北京:中国地质大学出版社,1992.74－88.

[3] 俞沧海.贵池铜山铜矿床成因探讨[J].地质与勘探,2001,Vol.37,No.2:12－16.

[4] 莫宣学,路凤香,沈上越,等.三江特提斯火山作用与成矿[M].北京:地质出版社,1993.178－205.

[5] 曲晓明,侯增谦,唐绍华.义敦岛弧带弧后区板内岩浆作用的时代及意义[J].岩石矿物学杂志,2003,Vol.22,No.2:131－137.

[6] 庄道泽.新疆东天山地区土屋、延东铜矿地球化学特征与异常查证方法[J].地质与勘探,2003,Vol.39,No.5:67－71.

[7] 曾普胜,王海平,莫宣学,等.中甸岛弧带构造格架及斑岩铜矿前景[J].地球学报,2004,Vol.25,No.5:535－540.

[8] 王小春,晏子贵,等.初论西藏冈底斯带中段尼木西北部斑岩铜矿地质特征[J].地质与勘探,2002,Vol.38,No.2:5－8.

[9] 曾普胜,侯增谦,李丽辉,等.滇西北普朗斑岩铜矿床成矿时代及其意义[J].地质通报,2004,Vol.23,No.11:1128－1131.

[10] 普　胜,莫宣学,喻学惠,等.滇西北中甸斑岩及斑岩铜矿[J].矿床地质,2003,Vol.22,No.4:393－400.

[11] Atkinson, William W, Ware, Hunter. Comb quartz layers in the porphyry copper deposit at Yerington, Nevada[J]. Abstracts with Programs－Geological Society of America, vol.34, no.5, pp.15. 2002.

GEOLOGY AND ORE GENESIS OF ZHUJIDING PORPHYRY COPPER IN WESTERN SICHUANG PROVINCE

CHEN Xu[1], LI You－guo[2], XU Mo[1], RENG Guang－ming[2]

(1. *Ntional Laboratory of Geological Hazard Prevention and Geological Environment Protection, Chengdu University of Technology, Chengdu* 610059;2. *College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu* 610059)

Abstract:Zhujiding porphyry copper deposit is located in the north part of the "Three－river" metallogenic belt, and in the south part of non－ferrous and precious metal concentration region of Yidun island arc. Geochemistry of mineralizing bodies show that Rb, Th and U are enrich and Ba, Nb, Sr, P and Ti are obviously deficit. Light rare earth elements are riched with medium Eu anomaly. Based on ore chemical compositions and mineralizing tectonic setting, it is suggested that Zhujiding porphyry copper deposit is formed in the magma－tectonic environment of collision orogenic extension cooling process. Subduction of the western Yangzi platform offers factor for the mantle Cu－rich fluid went into the middle and upper Crust.

Key words:copper deposit, Yidun island arc, ore genesis