云南滇东北与玄武岩有关的铜矿床含矿岩系组成与划分*

The composition and division of ore-bearing rocks in copper deposits related to basalts in northeastern Yunnan

侯蜀光[1]，徐章宝[1]，包 钢[2]，章正军[3]，钱壮志[4]，高宏光[1]

（1 云南省地质科学研究所，云南 昆明 650011；2 云南省地质调查院，云南 昆明 650011；3 云南省国土资源厅，云南 昆明 650051；4 长安大学，陕西 西安 710054）

HOU ShuGuang[1] XU ZhangBao[1] BAO Gang[2] ZHANG ZhengJun[3] QIAN ZhuangZhi[4] and GAO HongGuang[1]

(1 Yunnan Institute of Geological Sciences, Kunming 650011, Yunnan, China; 2 Yunnan Geological Survey, Kunming 650011, Yunnan, China; 3 Yunnan Bureau of Land and Resources, Kunming 650051, Yunnan, China; 4 Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

摘 要 滇东北与玄武岩有关的铜矿床是中国近 3 年来矿床学研究和资源勘查的热点之一，本文结合科研和资源勘查项目实际工作，对该区域含矿岩系的组成与划分进行了研究和探讨。依据研究，含矿岩系由二叠系峨眉山玄武岩组（P_2e）上部（第三岩性段顶部和第四岩性段）和宣威组（P_2x）底部组成，可划分为 5 个矿化层，进而对 5 个矿化层的岩性组成、矿化特征和成矿前景进行全面总结，这将为该区域今后进一步开展找矿和勘查工作提供方向和依据。

关键词 滇东北 玄武岩 铜矿床 含矿岩系

http://www.kcdz.ac.cn/

滇东北二叠系峨眉山玄武岩中自然铜矿发现较早，在古代就已被民间开采，有老硐及冶炼炉渣遗迹多处，直至现在仍有民采在进行。1949 后，国家地质部门虽投入了一定工作对其进行勘察，但因当时工作结果认为矿床规模太小而一度中断。直至 2001 年底至 2002 年初，朱炳泉、胡耀国等在对滇东北开展野外实地调查时，发现在该区存在很富的自然铜工业矿床和广泛的自然铜矿化（胡耀国等，2002；朱炳泉等，2002；朱炳泉等，2002；），该区域自然铜矿床再次引起人们关注。

云南省地质科学研究所分别于 2002 年 6 月和 7 月开始对滇东北地区的二叠系玄武岩型铜矿进行踏勘和较为系统的地质调查工作，首先在鲁甸县的小寨向斜进行了 1 : 10000 地质测量，并对闹鹰岩、大地、龙井沟、苏家箐 4 个矿点进行重点解剖。同时还对滇东北近 3 000 km^2 范围的二叠系玄武岩区开展了 1 : 25 000 地质调查，初步圈定了与玄武岩有关的含铜层位、矿化有利地段和多个重点铜找矿靶区。在此期间，中科学院广州地化所、广州大学、中国地质大学、长安大学、中国地质科学院矿床所、云南地质科学研究所、中国科学院、加拿大太平矿业有限公司等科研、教学及生产单位的专家学者，对滇东北玄武岩型铜矿的地质背景、矿床特征、控矿因素、成因类型、成矿系统等方面展开研究，并取得了许多新的进展（朱炳泉，2003；5 朱炳泉等，2003；毛景文等，2003；朱炳泉，2003；李厚民，2004；李厚民，2004；李厚民，2004）。

基于上述工作成果，云南省科委于 2003 年在该区设立了重点基金项目，中国地质调查局于 2003 正式下达了对滇东北玄武岩型铜矿进行解剖性地质勘察项目，目前这些项目正在进行中。本文正是以上两项目阶段性研究成果基础上完成的，需要说明的是，反映在本文中的成果是很初步的，随着项目研究的进行，其他成果将另文发表。

1 成矿地质背景

滇东北广泛分布二叠纪玄武岩，并属大陆溢流型，总厚 260~1 600 m，且自西向东渐为减薄（云南地质矿产局，1990）

*云南省自然科学基金资助项目，项目编号：2003D0016Z

（图 1）。据前人研究，大陆溢流玄武岩具有比一般基性火山岩更高的 Cu 背景值（~80×10^{-6}），而滇东北二叠纪大陆溢流玄武岩的铜含量又比其他区域高出一倍多（~170×10^{-6}），这就为后期铜的富集提供了丰富的铜源。依据剖面的测试结果，早期喷发玄武岩中的铜量变化不大，接近平均值，而晚期喷发玄武岩中的铜含量趋于分散而不均匀，从低于平均值到高于平均值几倍均有，最高可大于 1 000×10^{-6}。

沿滇黔接壤区北西向喷发堆积的玄武岩，在滇东北地区可划分为 4 个岩性段（图 2）。其中第一岩性段以爆发相火山角砾岩为主，并沿西侧小江断裂带分布，厚 0~351.9 m；第二、三岩性段以单一的溢出相斑状玄武岩为主，喷发韵律不明显或不发育，之间以紫红色凝灰岩相隔，总厚 160~835 m，顶部为一层厚 8~19.5 m 的稳定凝灰质泥岩→含碳凝灰质泥岩组合层；第四岩性段则为致密状玄武岩→气孔状或杏仁状玄武岩→透镜状、角砾状玄武岩构成的具多个韵律型喷发（一般 5~7 个）的岩石组合，局部夹含凝灰质泥岩和含炭凝灰质泥岩，厚 67~324 m，大部分地段变化在 90~170 m 之间。第四岩性段在宏观露头上普遍表现为顺层片理或劈理化、透镜体化、滑动境面、擦痕线理及构造角砾岩、断层泥等同褶皱期层间滑动断层构造特征，富铜矿层多沿这些构造薄弱带分布，部分品位很高的含沥青自然铜矿石呈透镜状沿层间扩容空间就位等亦正是这一层间构造控制的结果。

上述第四岩性段中的含炭凝灰质沉积夹层的出现，反映了峨眉山玄武岩浆喷发晚期尚有地表浅水环境存在，且该类岩石也是滇东北玄武岩层中铜矿床的重要赋矿层位之一。岩浆的韵律性喷发及间歇，为浅水湖盆的形成及多期火山气液活动创造了条件，同时其相关建造也为后期有机流体和成矿流体充填提供了有利空间。

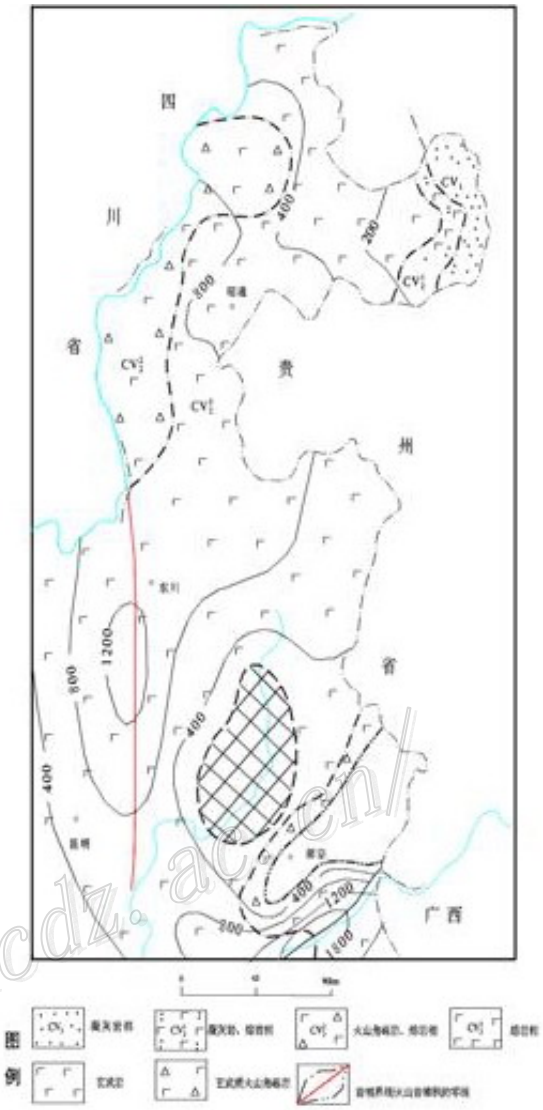

图 1 滇东北地区玄武岩厚度变化

2 含矿岩系组成

滇东北玄武岩铜矿的含矿部位主要为二叠系峨眉山玄武岩组（P_2e）上部—宣威组（P_2x）下部，所包含的地层单元有上

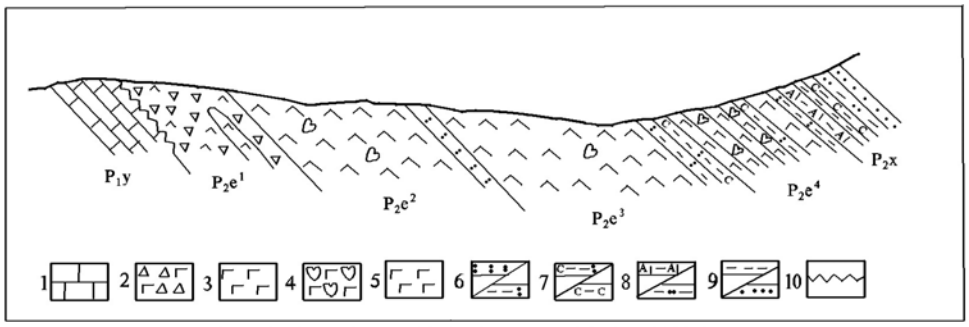

图2 滇东北上二叠统峨眉山玄武岩组剖面简图

F: g.2 Geological Seltion of Emeishan basalt group of up Permian System in Northeast Yunnan

1、灰岩，2、玄武质火山角砾岩，3、斑状玄武岩，4、含杏仁或杏仁玄武岩，5，致密玄武岩，6、凝灰岩/凝灰质泥岩，7、含碳凝灰质泥岩/碳质泥岩，8、铝质岩/粉砂质泥岩，9、泥岩/砂岩，10、火山喷发不整合接触。P_1y下二叠统阳新组，P_2e^1、P_2e^2、P_2e^3、P_2e^4 上二叠统峨眉山玄武岩组

http://www.kcdz.ac.cn/

二叠统峨眉山玄武岩组第三岩性段上部含碳凝灰质沉积岩、第四岩性段全部及宣威组底部铝质岩。其间主要为一套含 Cu 背景较高、且有明显铜矿化及铜矿层存在的含矿火山地层组合，并由此构成滇东北玄武岩铜矿的含矿岩系（图 3），总厚 100~190 m。据岩石原生晕剖面测量结果，该套含矿岩系的 Cu 背景一般变化在 200~1 000×10^{-6}之间，最低值为 10×10^{-6}，最高值达 2 000×10^{-6}，显示含铜矿化层系中具有较高的 Cu 背景和有铜矿(化)层存在。

3　含矿层划分及各矿（化）层特征

根据含矿岩系中的含矿岩性、矿化特征及所在层位的上下关系，将其自下而上划分为 5 个矿（化）层。各矿（化）层特征如下：

第一矿（化）层：位于峨眉山玄武岩组第三段上部。厚 8~l9.5 m，岩性为一套紫红、深灰色凝灰质沉积岩，自下至上构成沉凝灰岩→凝灰质泥岩→含碳凝灰质泥岩/粉沙岩的岩性组合，区域上较为稳定。铜质多富集在该矿化层顶部深灰色含炭的凝灰质泥岩、粉沙岩中，其间尚含大量碳化木或植物树杆化石，厚 0.2~3.3 m。由于遭受热液蚀变，含矿岩石矿物多由石英细晶粒、铁泥质、碳质、硅质、沸石及少量方解石组成。铜富集层沿走向不太稳定，一般几十米~几百米，最长一处见于鲁甸小寨向斜东翼南端的赵家海—闹鹰岩之间，断续长约 10 km。据民采老硐揭露，工业铜矿体多呈顺层串珠状、透镜状、饼状分布。矿石矿物主要是自然铜和辉铜矿，次为黑铜矿与赤铜矿，Cu 品位 0.2%~10%。矿（化）层受后期构造改造较强，构造镜面发育，碳质多呈厚 1~25 cm 不等的条状、饼状、透镜状聚集，沸石呈网脉状分布，大部分铜矿物也富集在碳质、沸石化、硅化层中。在地表多被氧化成紫红色，且呈碎块或砂泥状，在与顶部玄武质熔岩接触面上可见到自然铜片，局部地段尚有孔雀石化。

第二矿（化）层：位于峨眉山玄武岩第四段下部。厚 50~130 m 不等, 其间由致密状玄武岩→杏仁状玄武岩→玄武质角砾岩/致密状玄武岩→杏仁状玄武岩/致密状玄武岩→杏仁状玄武岩→薄层透镜状凝灰岩构成的喷发堆积韵律发育。矿化岩石主要为各喷发堆积韵律上部的灰色沸石碳酸盐化、硅化、沥青化杏仁状玄武岩与角砾状玄武岩，次为蚀变玄武岩。杏仁状玄武岩与角砾状玄武岩矿化岩性层在走向上大致连续，只是两者在空间上常互为替代，且厚度不稳定，变化范围多在 2~50 m 之间。杏仁状玄武岩层顺层片理化现象明显，风化后质松，且显褐、浅紫灰色，杏仁体含量占 10%~30%, 且多被沸石、沥青、石英、绿帘石、绿泥石等矿物充填；玄武质角砾岩的角砾成分为杏仁状玄武岩，角砾间充填物为绿泥石、绿帘石。沸石与沥青除充填在杏仁体中外, 部分呈细条网脉状、团块状产出。该矿化层岩石原生晕 Cu 含量普遍大于 250×10^{-6}，最高达 1 280×10^{-6}。沿该矿化层有大量采矿老硐、采坑及近年民采矿洞分布，并采到可出售的商品矿石。地表半风化露头中沿矿化层可见孔雀石、黑铜矿、赤铁铜矿及自然铜，但不连续，单个矿化体断续长 300~>5 000 m，连续长一般 2~>20 m，厚 0.3~3.83 m，含 Cu 不均匀，品位多介于 0.1%~20%之间。据对鲁甸小寨矿区部分矿段按 200 m 工程间距的深部工程验证，单矿体走向长 100~548 m，顷向延深 170~346 m，厚 1.19~4.0 m，Cu 平均品位 1.06%~1.96%。铜矿化主要呈网脉状、浸染状与沥青共同充填于角砾间隙及构造小裂隙中，少量充填于气孔中。矿石矿物以自然铜为主，偶见辉铜矿（见于玄武质角砾岩中），表生氧化产物有黑铜矿、赤铜矿、孔雀石及硅孔雀石。该矿化层中的矿体，总体显示出似层透镜状的产出特征。

第三矿（化）层：位于峨眉山玄武岩组第四段中部。含矿岩石与第一含矿层基本相同，只是在局部地段出现含碳凝灰质岩屑砂岩，且沉积平行层理明显。该矿化层多被挤压成厚薄不等的透镜状、藕节状产出，空间上不太连续，厚度变化在 0.0~5.0 m 之间。经岩石原生晕剖面测量，Cu 背景较高, 普

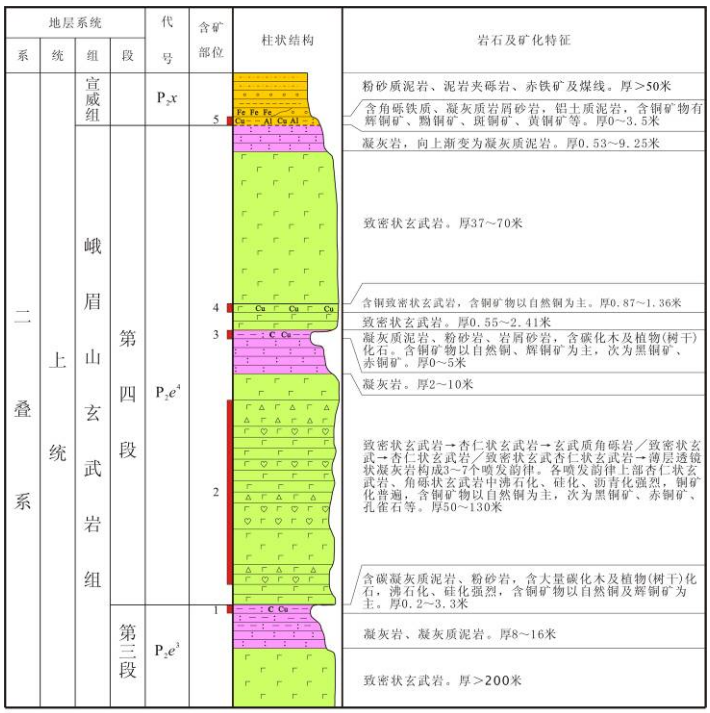

图 3　滇东北地区玄武岩铜矿含矿岩系综合柱状图

遍大于 300×10^{-6}, 且在多条线上出现大于 1 000×10^{-6}。在鲁甸小寨向斜的闹鹰岩、昭通市茂林向斜的永胜得、会泽迤车向斜的半边街等地均有铜矿体分布，单矿体连续长 100~200 m 不等，厚 0.4~2.2 m，Cu 品位一般 1.6%~7.5%，最高可达 13%，当地农民采出矿石经手选后直接作商品矿石出售。矿石矿物以自然铜为主，次为辉铜矿，表生氧化物有黑铜矿、孔雀石等；蚀变矿物有石英、沸石、阳起石及少量方解石、钠长石。自然铜在强蚀变碳质细碎屑岩中呈网脉状分布、片状产出，在蚀变碳质粗碎屑岩中呈 d=0.1~1.0 mm 的不规则粒状产出；辉铜矿多呈不均匀斑点状分布，但含量较少。

第四矿（化）层：位于峨眉山玄武岩组第四段上部单一的致密状玄武岩层中，具体含矿部位为该套致密状玄武岩层底部距第三含矿层 0.55~2.41 m 范围内。含矿岩石及围岩均为青灰色致密状玄武岩，无蚀变和破碎现象，矿化体与围岩呈过渡关系。含铜矿物主要为自然铜，呈星点浸染状分布，粒度较细，一般为 0.1×0.1~0.6×0.7 mm，少许达 1×1~1.5×1.5 mm。该含矿层区域上稳定，但矿化不连续。据对鲁甸县小寨向斜的初步勘察结果，该含矿层在向斜东翼虽然稳定出露，但铜品位变化较大，难以圈出工业矿体；而西翼该含矿层既稳定，矿化又均匀，所施工的 6 个钻孔均见矿化，矿体呈似层状产出，厚 0.87~1.36 m，Cu 品位 0.6%~2%。

第五矿（化）层：是本文研究新近发现和确立的一个矿（化）层，该矿化层无论在赋矿围岩，还是矿化特征上均与前 4 层明显不同，就其成矿地质特征分析，所成矿床应为一新的矿床类型。该层位属上二叠统宣威组底部，在会泽县大黑山（乐业向斜东翼中段）、水槽子（水槽子向斜东翼北端）等地见之。含矿岩石主要为铝土质泥岩、紫灰色凝灰质泥岩、次为含碳质泥岩（水槽子）。该矿化层下与峨眉山玄武岩第四段顶部凝灰岩呈过渡接触或与致密状玄武岩呈突变接触，上与宣威组灰绿色泥岩或铝土质泥岩整合关系，厚 2.0~3.5 m，部分区域有稳定的层状铜矿体产出。含铜矿物有辉铜矿、黝铜矿、斑铜矿、黄铜矿，次生铜矿物有蓝铜矿、孔雀石、黑铜矿等。铜矿物多呈浸染状、星点状、薄片状、微细粒簇状集合体分布，单矿物颗粒 0.1~2 mm。与铜矿物伴生的尚有黄铁矿等硫化物。围岩蚀变简单，低温组合，主要为沸石化、碳酸盐化、绿泥石化和弱的硅化及绢云母化，局部见滑石化。地表见单矿（化）体连续长 250~1 500 m，厚 1.5~3.0 m，Cu 品位 0.2%~3.0%。因含铜矿层紧靠峨眉山玄武岩，其成铜环境与二叠纪火山活动有一定的成因联系，故将其归入峨眉山玄武岩型铜矿含矿岩系的组成部分。

4 结 语

滇东北与玄武岩有关的铜矿床含矿岩系由二叠统峨眉山玄武岩组（P_2e）上部（第三岩性段顶部和第四岩性段）和宣威组（P_2x）底部组成，进一步可划分为 5 个矿化层。5 个矿化层中，3 个分布在第四岩性段，其余 2 个与之紧邻，由此显示了峨眉山玄武岩组第四岩性段作为含矿岩系的中心地位。需要强调的是，本文研究新发现的会泽县大黑山-水槽子一带的第五矿化层，其地质特征和成矿表现与其他 4 个矿化层明显有别，以含铝土质泥岩为主要赋矿围岩的地质特征显示了一类沉积改造型铜矿床新类型。矿化出现于稳定的层位，区域分布又具一定规模性，这些都预示了该类矿化良好的资源潜力和找矿意义。

http://www.kcdz.ac.cn/

参 考 文 献

胡耀国, 朱炳泉, 常向阳. 2002. 滇黔边界大规模自然铜矿化的极端成矿条件藕合. 研究成果(未刊).

李厚民, 毛景文, 徐章宝, 等. 2004. 滇黔交界地区峨眉山玄武岩铜矿化蚀变特征. 地球学报, 25(5): 495~502.

李厚民, 毛景文, 张长青, 等. 2004. 滇黔交界地区玄武岩铜矿同位素地球化学特征. 矿床地质, 23(2): 232~240.

李厚民, 毛景文, 张长青, 等. 2004. 滇黔交界地区玄武岩铜矿有机质的组成. 结构及成因, 地质学报, 78(4): 519~526.

毛景文, 王志良, 李厚民, 等. 2003. 云南鲁甸地区二叠纪玄武岩中铜矿床的碳氧同位素对成矿过程的指示. 地质论评, 49(6): 610~615.

云南地质矿产局. 1990. 云南省区域地质志. 北京: 地质出版社.

朱炳泉, 常向阳, 胡耀国, 等. 2002. 滇-黔边境鲁甸沿河铜矿床的发现与峨眉山大火成岩省找矿新思路. 地球科学进展, 17(6): 1~8.

朱炳泉, 常向阳, 胡耀国, 等. 2003. 地球化学急变带与地幔柱资源系统. 矿物岩石地球化学通报, 22(4): 406~412.

朱炳泉, 胡耀国, 张正伟, 等. 2002. 滇-黔地球化学边界似基韦诺（Keweenaw）型铜矿床的发现. 中国科学(D 辑), 32(增刊): 287~293.

朱炳泉. 2003. 大陆溢流玄武岩成矿体系与基韦诺（Keweenaw）型铜矿床. 地质地球化学, 31(2): 912~917.

朱炳泉. 2003. 关于峨眉山溢流玄武岩省资源勘查的几个问题. 中国地质, 30(4): 49~59.