

台湾含金斑岩铜矿床

高振敏 李朝阳

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳, 550002)

摘要 台湾省主要金属矿产为金和铜, 本文只介绍斑岩铜矿。为了解台湾斑岩铜矿产出的地质背景, 本文简要分析了台湾地区的地质概况, 以及台湾斑岩铜矿与环太平洋带其他同类型铜矿床的对比情况。台湾斑岩铜矿主要产在台湾省东部海岸山脉及临近的小岛上。最大的铜矿床为奇美铜矿, 已达特大型规模。斑岩铜矿的出现与欧亚、太平洋两大板块碰撞有密切关系。本文较详细地介绍了奇美铜矿床产出的时代、岩石、围岩蚀变及矿体分布特征, 同时还简要介绍了台湾东海岸的都峦山及兰屿岛斑岩铜矿矿化情况。

关键词 台湾岛东海岸 斑岩铜矿

第一作者简介 高振敏 男 1939年4月出生 研究员 博导 长期从事矿床地球化学和成因矿物学研究

1998年11月, 笔者赴台湾进行了矿产资源考察。为便于我国地学界了解台湾的金属矿产情况, 本文将金、铜等矿产分别作简单介绍。台湾除了金铜矿外, 还有铁、汞、铅、锌等矿化。以下着重介绍斑岩铜矿。

1 台湾岛地质概况

为了解金属矿产的成矿地质背景, 在介绍台湾斑岩铜矿之前, 先将台湾的地质概况作简单的叙述。

1.1 地层

台湾主要分三个地质区(图1): 中央山脉地质区; 东部海岸山脉地质区; 西部麓山地质区(何春荪, 1975)^[1]。

(1) 中央山脉地质区包括前第三纪(古生代和中生代)东部变质杂岩亚区(IA)。主要出露岩石有各种片岩, 如绿片岩、黑色片岩、硅质片岩和角闪片岩, 著名地区为大南澳片岩; 片麻岩、变质灰岩及大理岩。主要矿产有大理石、蛇纹岩、闪玉、白云石和块状硫化物矿床。

中央山脉的第三纪浅变质岩, 主要是板岩和千枚岩。主要矿产为含金石英脉。

(2) 东部海岸山脉地质区(II): 下部地层为中新世都峦山层, 由安山质砾岩、集块岩、安山岩岩流和侵入的闪长岩及闪长斑岩(应为玢岩)构成; 上部为上新世大港口层和奇美层, 主要岩石为中性火山

岩(安山岩)和浅成侵入岩(安山斑岩或玢岩), 如安山岩流和集块岩等。主要的矿产为含金的斑岩铜矿。

(3) 西部麓山地质区(III)的地层有中新世野柳群、瑞芳群和三峡群, 上新世桌兰群, 上新世至更新世的头科山群。主要由砂页岩构成。头科山群在台中附近有1000m厚砾岩层。主要矿产有煤、石油和天然气。

1.2 构造

台湾岛的地质构造线方向为南北向。最大的构造主要有两个时代的大地槽。

第一代地槽发生在古生代后期至中生代, 沉积了巨厚的砂岩、页岩和石灰岩, 而且伴随有大量基性至中性火山产物。这一时代的地槽沉积物经变质作用之后形成所谓的大南澳片岩, 即中央山脉东部的变质杂岩区。

第二代地槽发生在第三纪初期, 它的沉积物形成中央山脉西部的浅变质泥岩层。第三纪初期的沉积之后, 于中新世至更新世也有很厚的沉积, 它为第三纪初期沉积的连续, 从而造成了西部麓山地质区。第三纪的地槽沉积物至少有8000m厚。这种快速沉积, 可能是造成金属矿产不发育的原因。

台湾最大的构造现象是太平洋板块与欧亚大陆板块相撞。太平洋板块的菲律宾亚板块, 由东向

1998年12月收稿, 1999年1月18日改回。

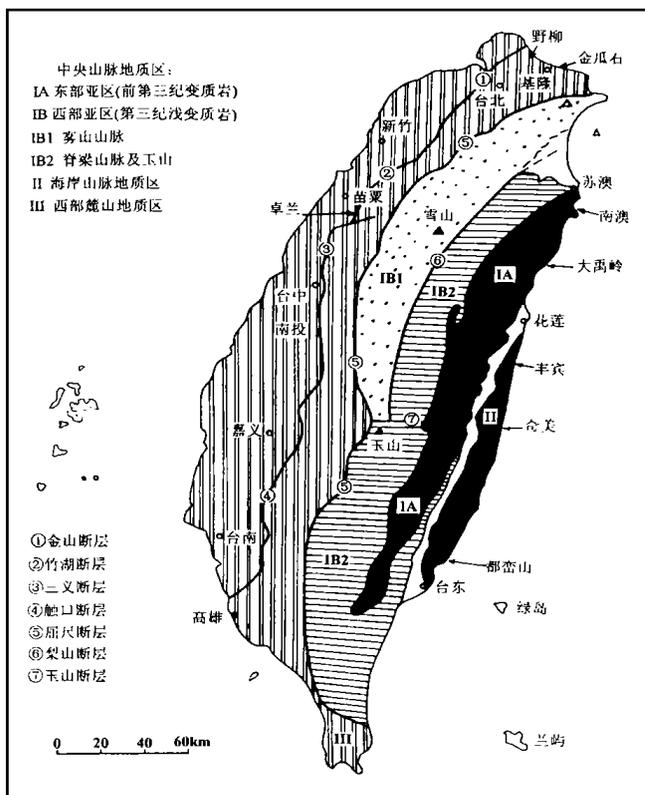


图1 台湾的地质分区(何春荪, 1975)

Fig. 1. Geological division of Taiwan (C. S. Ho, 1975).

西浸没于欧亚板块的台湾岛。两板块的交接处(即缝合线)为海岸山脉与中央山脉交界的台东纵谷(从花莲到台东),碰撞时间为新生代后期(Lu and Hsu, 1992^[2]; Teng, 1990^[3])。正因为两大板块在台湾地区相撞,故导致出现了金瓜石超大型矿床和奇美大型斑岩铜矿床。

2 台湾斑岩铜矿

2.1 斑岩铜矿概况

斑岩铜矿与斑岩有密切成因关系,矿石呈网脉和浸染结构。

环太平洋带是斑岩铜矿主要产地之一。在南北美洲西岸和亚洲、澳大利亚东岸均有较多的斑岩铜矿分布。因为大洋板块俯冲于大陆板块,两类板块相撞,两类地壳物质相混合,局部熔融作用产生中性岩浆,中性岩浆形成的流体是生成斑岩铜矿的源泉。斑岩铜矿可产在岩体内部,也可产在火山锥之下。

台湾的斑岩铜矿主要分布在该岛东部海岸山脉的奇美及其南北方向的丰宾和都峦山一带(图1)。海岸山脉的奇美斑岩铜矿与菲律宾的斑岩铜

矿极为相似(谭立平, 1969^[4]),如 Au/Ag 比值高,形成时代较美、加等国的年轻。在菲律宾亚板块上的斑岩铜矿的形成时代是南老北新,菲律宾南部的 Atlas 铜矿形成时代为 60Ma,北部吕宋岛的 Far Southeast (FSE) 矿床形成时代则为 10Ma。台湾奇美斑岩铜矿形成时间与 FSE 相近,但兰屿岛上的斑岩铜矿只有 3Ma,甚至可能不足 1Ma,是全世界最年轻的斑岩铜矿。

2.2 奇美斑岩铜矿

奇美是花莲县秀姑峦溪河口北岸的一个小村,东距大港口 6km。

2.2.1 奇美铜矿的发现史 1903 年在奇美村东 2km 的秀姑峦溪南岸发现了金矿,开采未成。1937 年~1939 年日本矿业在奇美进行铜矿勘察,挖掘了标高 50m 和 20m 的两个中段的勘探坑道,总长 2231 m。勘察发现了长 130 m,宽 20m 的铜矿体,铜含量 0.64%(矿体外带 0.5%,中心部位含铜 0.7%),储量为 47 万吨。

1966 年元月谭立平自美国 Kennecott 公司回到台湾,采用 H. E. Hawkes 地球化学勘查法,台湾经济部出资 40 万新台币进行勘查研究。1966 年夏评估出奇美为东台地区 13 个地化异常区中最大的一个,奇美异常区长 4 公里,宽 1 公里,但未找到铜矿露头。

1967 年夏谭立平携带自己设计的野外分析箱再赴奇美开展工作,采用美国 Kennecott 公司的土壤取样器在高异常区每百米取样一件,果然发现了次生铜矿物,接着找到了 1, 2, 3, 4, 5 号等五个铜矿露头(图 2)。矿化范围南北长 1500 m,东西宽 200~400 m。这一发现引起了澳大利亚及美国的兴趣。

60 年代末 70 年代初,台湾联合矿业研究所从台湾金属矿业公司和台湾中国石油公司获得 8000 万元新台币的勘探费,进行了勘察工作,填制了 1/5000 的奇美地区地质图和 1/2000 的 3~4 个露头区地质图。并进行了以测定 Cu, Zn, Hg 等元素为主的化探工作,还开展了电法和磁法物探工作。共打 47 个钻孔,每孔进尺 50~300m 不等,总进尺 9463 m。

通过勘察发现,奇美矿化现象主要为浸染状(Disseminated)和局部网脉状(Stockwork),含黄铜矿的石英细脉与菲律宾的斑岩铜矿基本相同。谭立平确定奇美铜矿为菲律宾型(FSE)斑岩铜矿(谭立平, 1969^[4]; Tan 和 Yu, 1971)。

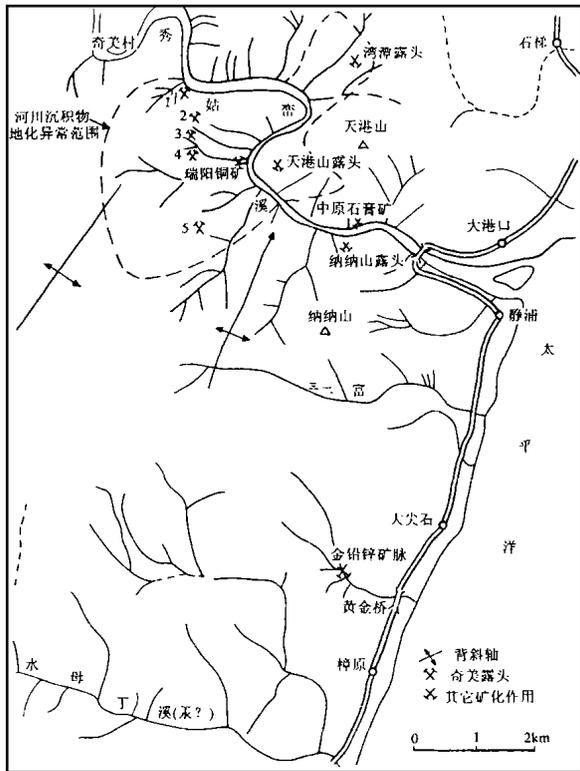


图 2 奇美斑岩铜矿附近矿化作用分布图

Fig. 2. Distribution of mineralization near the Chimei porphyry copper deposit.

2.2.2 奇美铜矿床的地质概况 前面已述环太平洋的斑岩铜矿系太平洋板块与大陆板块碰撞的产物。在北美西海岸的中性岩常为石英二长岩,其它地区则为闪长岩,闪长斑岩(台湾将浅成侵入的中性岩称斑岩)和安山岩。偏中性的斑岩为铜矿的矿源岩。

南美洲型斑岩铜矿主要在隐没作用所产生的火山岩底部约 2 公里处,沿火山喷出的通道周围形成矿体(Sillitoe, 1972^[5]);菲律宾型斑岩铜矿矿体沿主要断裂破碎面形成略垂直的扁形矿体。此类铜矿从内向外分为三个带:即中心带为钾化和硅化带(绢云母、黑云母和钾长石),中间带为绿泥石化、绢云母化和硅化,外带为青磐岩化(含绿帘石、绿泥石、黄铁矿和方解石),矿化最好的为中心带和中间带(谭立平, 1969^[4]; Concepcion 和 Cinco, 1989^[6])。北美型的斑岩铜矿与菲律宾型大体相似,凡绢云母化的范围均可圈为矿体,北美型只是钾长石化要强些(Lowell 和 Guibert, 1970^[7])。

奇美地区的成矿围岩主要是火山岩岩流和集块岩,主要岩石还有闪长斑岩(玢岩),闪长岩和辉绿岩等(Tan 和 Yu, 1970),徐铁良(1956^[8])称这套

岩石为奇美火成杂岩。奇美闪长斑岩的斜长石斑晶占 60%,铁镁矿物以角闪石为主,有些角闪石被黄铁矿所交代。闪长斑岩为铜矿的矿源岩。

美国地质年代学实验室做过奇美闪长斑岩的钾氩年龄测定后得出;辉石闪长岩— $22.2 \pm 3.5\text{Ma}$;斑状辉石闪长岩— $19.0 \pm 2.2\text{Ma}$;斑状紫苏辉石—辉石闪长岩— $17.0 \pm 2.5\text{Ma}$;热水蚀变火成岩— $18.0 \pm 1.8\text{Ma}$ 。杨灿喜等(Yang 等, 1988^[9])以锆石为例测定了秀姑峦溪北岸安山质岩石的年龄为 15.4 ~ 16.4Ma,为奇美地区最年轻的火成杂岩。奇美地区经历了多期次的中性岩浆活动,辉石闪长岩可视为早期的侵入岩。何春荪(Ho, 1969)测定过矿化蚀变闪长岩的年龄为 $9.0 \pm 0.7\text{Ma}$,这一年龄被视为成矿年龄。奇美地区的火成杂岩从渐新世(25Ma)开始活动,到中新世(9 ~ 22Ma)多次侵入和喷出,成矿发生在最晚期,这一点与菲律宾的斑岩铜矿形成时间(9Ma)基本一致。金瓜石地区安山岩形成时间为 0.88 ~ 1.4Ma,矿化时间为 0.92 ~ 1.08Ma,说明金瓜石地区的岩浆活动和成矿时间晚于奇美地区。

2.2.3 围岩蚀变 斑岩铜矿主要产在钾化作用带中,正确识别钾化作用是美国和菲律宾的找矿方法。钾蚀变带有三种标志矿物:绢云母(伊利石)、黑云母和钾长石。这三种矿物都是热水蚀变产物。

绢云母化:在奇美地区非常发育,可作为探矿的主要标志。在台湾的岩浆岩含钾普遍低,只有绿岛和兰屿岛(图 1)部分黑云母及角闪石安山质岩石含 K_2O 超过 1%,但奇美的含绢云母蚀变闪长斑岩 K_2O 高达 1.95% ~ 1.99%,而奇美地区的中性岩中未发现含钾长石高的岩石,黑云母又极少,此处岩石含钾高主要来自绢云母。岩石中绢云母含量达 2% ~ 5%。

黄铁矿化:在奇美铜矿床中较弱。美国有些斑岩铜矿具有黄铁矿化晕圈,在奇美未发现这种晕圈。

粘土化:多发生在斑岩铜矿的中间带。陈陪源研究结果认为,奇美铜矿粘土化的主要矿物为蒙脱石和伊利石。而其它斑岩铜矿的粘土矿化主要为绿泥石、高岭石和绢云母。粘土化的中间带可含矿,也可不含矿。

青磐岩化:按常规多发生在矿体外带。奇美地区的青磐岩化主要为绿帘石、绿泥石、黄铁矿和方解石。

硅化和硬石膏化:可分布在斑岩铜矿的任何带

中。硅化在中心带和中间带表现更为强烈。硬石膏在菲律宾斑岩铜矿中分布在 Sipalay 矿体中心部位, 作为副产品回收。而在菲律宾的 Philex 矿体中则产在矿体底部。奇美的硬石膏集中在最大矿体的北端, 硬石膏脉厚达 10cm, 长 1m 以上。产在矿床之东的硬石膏脉厚达 1m 以上, 已成为中原石膏矿(见图 2)。

表生作用使斑岩铜矿的原生矿物—黄铜矿变为斑铜矿(Bornite)、辉铜矿(Chalcocite)、铜兰(Covellite)、水胆矾(Brochantite)、块铜矾(Antlerite)及含铜褐铁矿。还有一种次生矿物称铜绿(Copper stains), 不叫孔雀石, 因为它不完全由孔雀石组成。

2.2.4 矿体 所发现奇美矿床共有五个露头, 三个矿体(图 3)。一号露头的矿体很小, 三至四号露头连成一个大的矿体, 五号露头是一个小矿体。

三—四号露头称为奇美第三区, 南北长 650m, 东西宽 400m, 此矿床呈北宽南窄形式(南部宽仅 200m)。经几十个 80~358m 深的钻孔勘探结果, 矿石为闪长斑岩(Diorite porphyry)。铜矿的品位 0.2% 以上者储量为 1600 万吨; 0.3% 以上者为 733 万吨; 0.4% 以上者为 369 万吨; 0.5% 以上者铜储量为 186 万吨。铜矿品位 0.5% 以上的富矿石含金 0.4~0.5g/t。

另外, 在奇美铜矿区东南 6 公里处的樟原地区(图 2)还有金银矿脉, 日本人于 1936~1938 年进行过 911m 长的坑道勘探。岩石为砂岩—页岩互层和安山岩。矿脉呈南北和东西走向两组。东西向 1 号脉宽 16cm, 长 9m, 含 Au 10.2g/t, Ag 66g/t; 东西向 2 号脉宽 5cm, 长 4m, 含 Au 7.9g/t, Ag 26g/t; 南北向矿脉宽 110cm, 长 7m, 含 Au 0.5g/t, Ag 4g/t。同时还有铅锌矿化。

3 其它斑岩铜矿

除奇美铜矿外, 台湾东海岸的海岸山脉的都兰山(都峦山)、丰宾和兰屿岛都可能有斑岩铜矿(图 1)。

3.1 都峦山角砾岩矿筒及硅孔雀石矿脉

都峦山铜矿在台东县都峦乡的海岸山脉中, 海拔 1190m 的北山坡, 矿点高度为 550m。称为铜—宝石矿, 宝石指的是含铜石髓。石髓中常夹有孔雀石(Chrysocolla), 当地称为“峦山宝石”。

在二战时日本人就发现了六个露头和三个坑

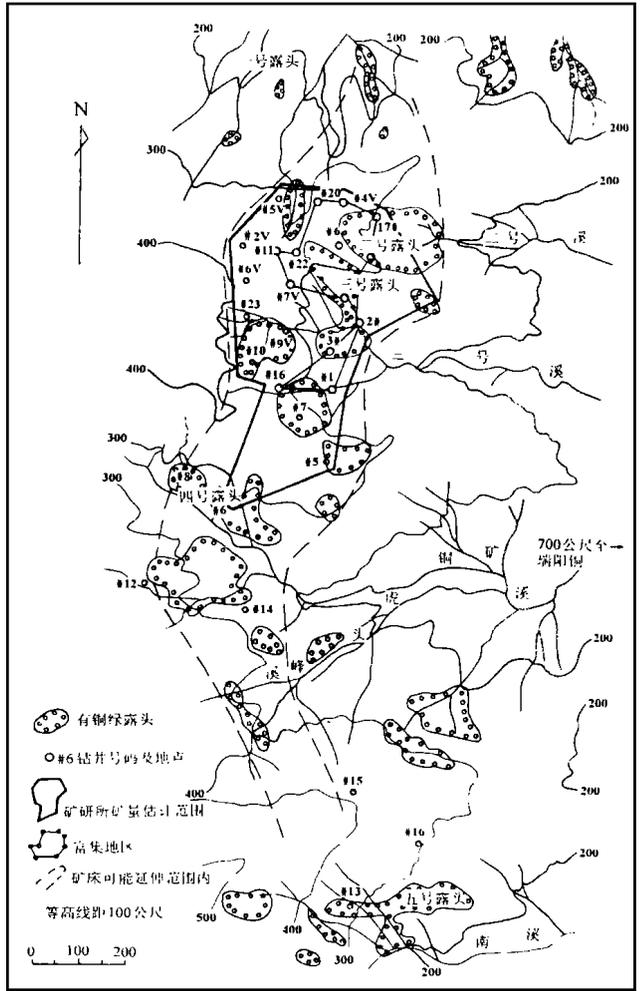


图 3 奇美二号至五号露头铜绿分布及储量估计范围(谭立平, 台湾金属矿物, 1997)

Fig. 3. Copper stain distribution of No. 2 to No. 5 outcrops and the estimated range of reserves of the Chimei copper deposit (L. P. Tan, Metallic minerals of Taiwan, 1997).

道。最大的第四个露头(30×50m)为角砾岩矿筒。角砾呈次圆状, 直径 10~15cm。由安山岩构成。已粘土化。露头产在都峦山集块岩和砂页岩的接触处, 并常被安山岩脉贯穿, 可能是火山喷发中心。其铜含量 0.1%~6.3%(平均 0.41%), 硫含量 15.33%~50.16%(平均 48.8%), Au 4.6g/t 左右, Ag 15g/t。

主要矿物为黄铁矿和黄铜矿, 还有少量辉铜矿、铜蓝。

推测角砾岩筒为斑岩铜矿顶部, 下部可能有较大的斑岩铜矿, 但无地球物理资料和钻探工程证实。

3.2 兰屿岛斑岩铜矿

此处铜矿是 1972 年发现的。主要为含辉石和角闪石的安山岩, 形成时间为 3.5 ~ 1.4Ma。铜矿化分为两个带: (1) 南面为红头村露头; (2) 北面为东清露头。前者 Cu 品位 0.1%, 后者达 0.6%。含

金 0.8g/t。主要矿物有黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿、铜绿、赤铜矿和自然铜。矿化作用主要为细脉状和网脉状, 与黄铁矿共生, 为标准斑岩铜矿。矿化时间大致为 1.4Ma, 蚀变作用主要有硅化、粘土化、绿泥石化、绿帘石化及碳酸盐化。

参 考 文 献

- [1] 何春荪, 台湾地质概论, 台湾经济部, 1975。
- [2] Lu C. Y. and Hsu H. J., Tectonic evolution of the Taiwan Mountain Belt. *Petrology and Geology of Taiwan*, 1992, 27: 21 ~ 46.
- [3] Teng L. C., Geotectonic evolution of late Cenozoic arc-continent collision of Taiwan. *Tectonophysics*, 1990, 183(1~4): 57 ~ 76.
- [4] 谭立平, 菲律宾的铜矿地质。矿冶, 1969, 13(4): 1 ~ 13.
- [5] Sillitoe R. H., A plate tectonic model for the origin of porphyry copper deposits. *Economic Geology*, 1972, 67: 184 ~ 197.
- [6] Concepcion R. A. and Cinco J. C., Geology of the Lepanto Far southeast gold-rich porphyry copper deposit, Mankayan, Benguet, Philippines; Unpublished report of Lepanto Consolidated Mining Co., 1989, p46.
- [7] Lowell J. P. and Guilbert J. M., Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry copper ore deposits. *Economic Geology*, 1970, 65: 373 ~ 408.
- [8] 徐铁良, 台湾东部海岸山脉地质, 台湾地质调查所汇刊第 8 号。1956 15 ~ 41.
- [9] Yang T. Y., Liu T. K. et al. Thermal event records of the Chimei igneous complex; constraint on the ages of magma activities and the structural implication based on fission track dating. *Acta Geologica Taiwanica*, 1988, 26: 237 ~ 246.

AURIFEROUS PORPHYRY COPPER DEPOSITS IN TAIWAN

Gao Zhenmin Li Chaoyang

(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002)

Abstract

Copper and gold are the major components in their mineral deposits in Taiwan Province. This paper only introduces the minerogenic background of porphyry copper deposits, and briefly analyses the geological conditions of the Taiwan area. In addition, comparisons are made with similar copper deposits in the circum-Pacific belt. Porphyry copper deposits of Taiwan occur mainly in the coast of eastern Taiwan and its adjacent islets. The biggest one is the Chimei copper mine, whose reserves are of large-scale. The origin of porphyry copper deposits has an affinity with the collision of Eurasia plate with the Pacific plate. Described in detail in this paper are the ore-forming epoch, petrology, wall-rock alteration and orebody distribution character, of the Chimei porphyry copper mineralization in the Tuluanshan and Lanyu islands, which are located in the coast of eastern Taiwan.

Key words: coast of eastern Taiwan; porphyry copper deposit