

# 青藏高原有色金属矿产分布特征<sup>\*</sup>

陈文明<sup>1)</sup> 李永森<sup>2)</sup> 亓绍玫<sup>1)</sup> 张承信<sup>1)</sup>

(1) 中国地质科学院矿床地质研究所, 北京; (2) 中国地质科学院地质研究所, 北京)

**摘 要** 青藏高原是举世无双的世界屋脊, 以其独特的地质构造环境形成了得天独厚的矿产资源, 青藏高原拥有全国铜矿储量最大的玉龙超大型斑岩铜矿, 镍钴矿储量最大的金川大型铜、镍(钴)矿, 及铅、锌矿储量最大的金顶铅锌矿。本文以地体构造为基础, 着重论述了青藏高原 Cu、Pb、Zn、Co、Ni、W、Sn、Mo、Hg、Sb 等有色金属矿产的分布特征。

**关键词** 有色金属 地体构造 分布特征 青藏高原

## 1 铜

铜是青藏高原最重要的有色金属矿产, 目前已探明超大型矿床 1 处、大型矿床 10 处、中型矿床 38 处、小型矿床 200 余处<sup>[1~3]</sup>(图 1)。矿床类型以斑岩型、沉积岩型、基性-超基性岩型及火山岩型为主。

### 1.1 斑岩型铜矿

该类铜矿是青藏高原最重要的铜矿类型, 目前已探明铜矿储量 973.3 万 t, 占该区铜矿总量的 39%, 包括超大型矿床 1 处、大型矿床 2 处、中型矿床 3 处。该类铜矿床主要分布在可可西里-松潘地体与羌塘地体之间的印支期金沙江缝合带及喜马拉雅地体与冈底斯-拉萨地体之间雅鲁藏布江缝合带中段北侧<sup>[4]</sup>。位于金沙江缝合带西侧的斑岩铜矿北起青海杂多, 南至西藏芒康, 呈 NNW 向展布, 矿带长 600 余公里, 是目前青藏高原最重要的斑岩成矿带, 已探明的铜矿储量占该区斑岩铜矿总量的 95%。该带上的含铜斑岩体均形成于喜马拉雅期, 此期该区在大地构造上处于地台活化(地洼)阶段<sup>[5]</sup>。该带上含铜斑岩体距喜马拉雅期的喜马拉雅板块俯冲消减带 500 余公里(图 2)。因此该带上的斑岩铜矿具陆(板)内斑岩铜矿的特点。该成矿带北部以杂多纳日贡玛斑岩铜矿为代表, 含矿岩体为黑云母花岗斑岩及浅色细粒花岗斑岩, 它赋存于下三叠统海相碎屑岩及中基性火山岩中, 以铜、钼矿化为主, 伴生 W、Sn、Bi、Ag、Au。目前已探明铜矿储量 6.3 万 t, 品位 0.52%, 钼矿储量 6.6 万 t, 品位 0.11%。铜矿主要产于岩体的外接触带及岩体内的捕虏体中, 钼矿化主要产于岩体内。南部江达-芒康斑岩铜矿带长 200 余公里, 是目前我国最重要的斑岩铜矿带, 带上的主要含矿斑岩体以二长花岗斑岩为主, 岩体年龄为 26.4~64.3 Ma, 仅该带南部的几个岩体(色错、色礼)的年龄为 84.9~101.6 Ma。赋矿地层岩性主要为上三叠统杂色砂页岩-白云质碳酸盐岩建造(玉龙、多霞松多及扎拉尕、莽总的部分矿体)及其接触的下三叠统酸性火山

\* 本文获国家科委“青藏高原矿产资源找矿前景与开发对策研究”项目资助

第一作者: 陈文明, 男, 1942 年生, 研究员, 从事金属矿床研究, 邮编: 100037

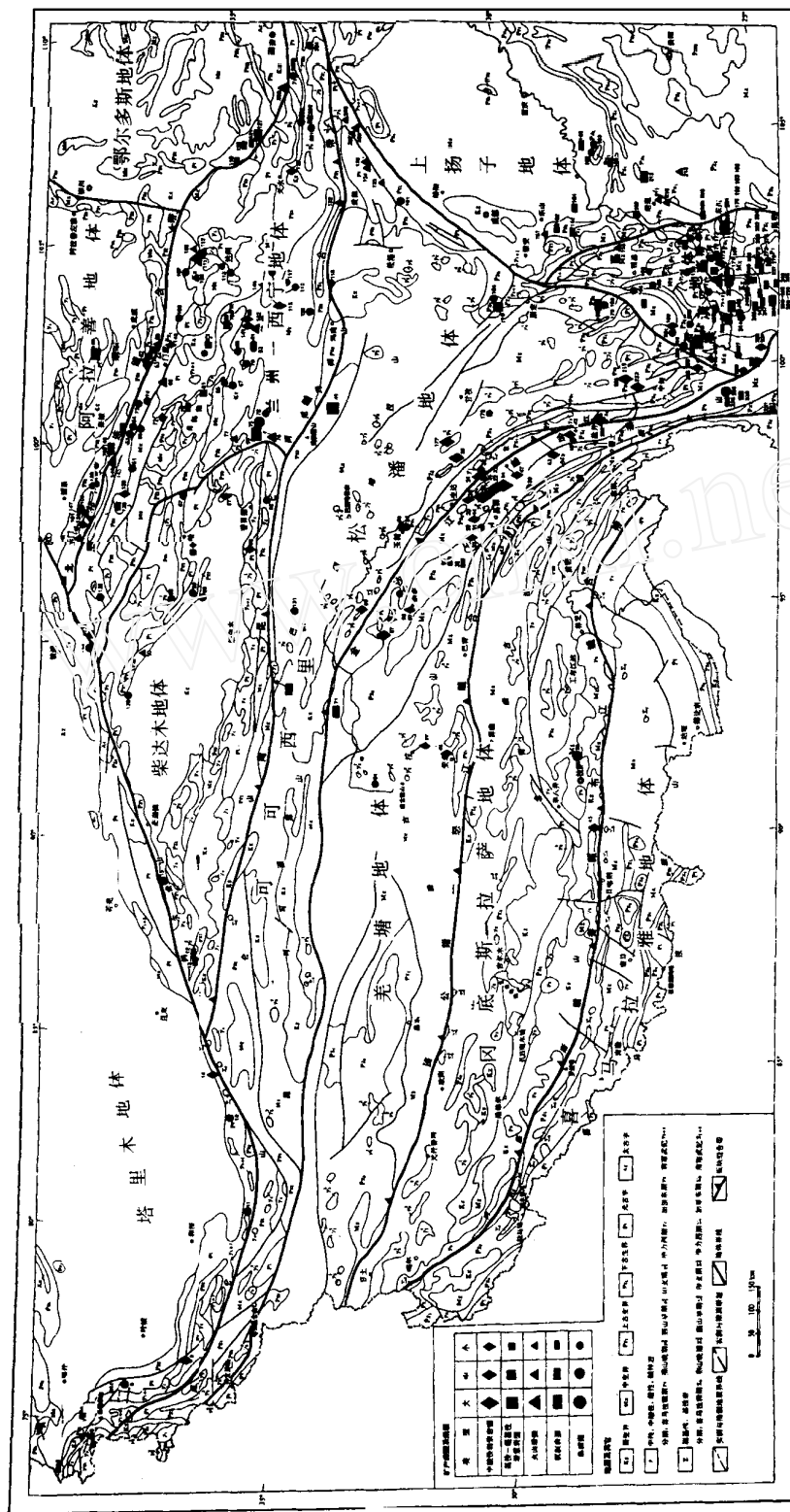


图 1 中国青藏高原铜矿产图

Fig. 1 Distribution graph of the copper mineras in Qinghai-Tibet plateau, China

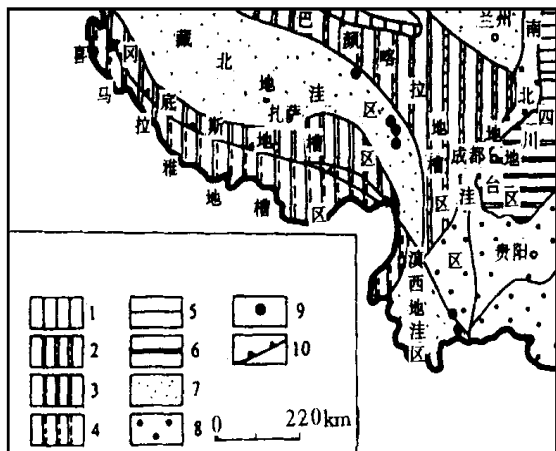


图 2 中国青藏高原喜马拉雅期大地构造分区及含铜斑岩体分布略图

Fig. 2 Sketch map showing Himalayan tectonic division and distribution of Himalayan copper-bearing porphyry bodies in Qinghai-Tibet plateau, China

- 1 - 海西期地槽褶皱区, 2 - 印支期地槽褶皱区, 3 - 燕山期地槽褶皱区, 4 - 喜马拉雅期地槽褶皱区, 5 - 后吕梁期地台区, 6 - 后晋宁期地台区, 7 - 中亚期地槽褶皱区, 8 - 华夏期地槽褶皱区, 9 - 喜马拉雅期含铜斑岩体, 10 - 喜马拉雅期地壳叠接消减带

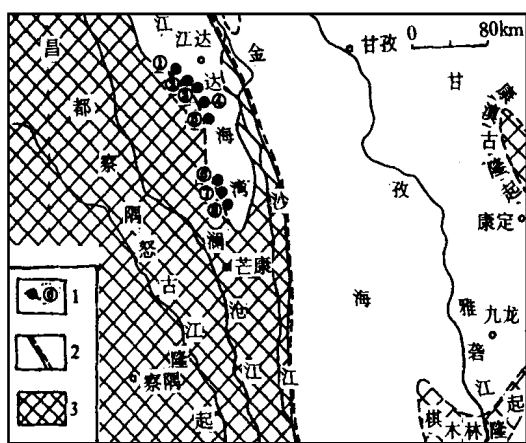


图 3 昌都地区中晚三叠世岩相古地理及斑岩铜矿分布略图

Fig. 3 Sketch map showing the middle-late Triassic lithofacies and paleogeography and distribution of porphyry copper deposits in the Qamdo area

1 - 斑岩铜矿床、矿点及编号:

- 玉龙; - 扎拉尕; - 莽总; - 多露松多;  
- 马拉松多; - 色礼; - 吉错; - 马牧普;

2 - 隆起边界断裂; 3 - 古陆或古隆起带

岩(马拉松多)、下二叠统碎屑岩夹火山碎屑岩(扎拉尕、莽总部分矿体)。其中矿床规模最大,铜品位最富的玉龙超大型斑岩铜矿产于上三叠统杂色砂页岩(甲丕拉组)与白云质碳酸盐岩(王卡组)之间的过渡部位。该矿床中有 2/3 储量的矿体(、号)呈似层状产于接触带的围岩中,其铜矿品位大于 1.2%,是我国唯一具次生富集带的斑岩铜矿床。该成矿带在空间分布上还受古地理控制,它位于藏北滇西古陆东部,昌都察隅古隆起与金沙江古隆起之间的昌都海湾西缘<sup>[6]</sup>(图 3)。该成矿带以铜矿为主,伴生 Mo、Fe、Ag、Au、W、Bi、Pb、Zn、Co 及铂族金属。已探明铜矿储量 892 万 t、钼矿量 25.9 万 t、钴矿储量 5.4 万 t、金矿储量 44.8 t、银储量 4157 t。位于金沙江缝合带东侧的斑岩铜矿带,北起四川德格,南至云南中甸,长约 500 余公里。北段矿带以德格昌达沟斑岩铜矿为代表,含矿岩体为花岗闪长斑岩,赋矿地层为上三叠统拉纳山组黑色含碳质砂板岩及灰色砂岩。矿体主要产于花岗闪长斑岩内外接触带的蚀变岩石中,并以外接触带为主。该矿带南段的矿床以中甸雪鸡坪斑岩铜矿为代表,含矿岩体的岩性主要为石英闪长玢岩及石英安山玢岩,呈岩墙状产出,其产状与地层基本一致,岩体的年龄为 213 Ma,雪鸡坪铜矿在大地构造上位于巴颜喀拉地槽褶皱带<sup>[7]</sup>,属地槽褶皱型斑岩铜矿,赋矿地层岩性为中上三叠统西康群的砂板岩,矿体呈似层状、似板状产于石英闪长(安山)玢岩及其接触带。已探明铜矿储量 24.7 万 t,伴生 Mo、Au、Pb、Zn。位于康滇地体西南缘的斑岩铜矿以盐源西范坪与下关马厂箐为代表,含矿岩体主要为喜马拉雅期的花岗斑岩,前者赋矿地层为三叠系碎屑岩,已探明铜矿储量 11.4 万 t,品位 0.53% ~

0.96%,伴生 Au、Ag、Mo。后者赋矿地层岩性为中奥陶统滨海相碎屑岩,矿体主要产于花岗斑岩的内外接触带,钼矿产于内接触带,铜矿主要产于外接触带的夕卡岩化长英质岩中,已获铜矿储量 3.7 万 t,品位 0.66%,钼矿储量 4.7 万 t,品位 0.08%。位于雅鲁藏布江缝合带中段北侧的斑岩(夕卡岩)铜矿带呈近 EW 向展布,其中以尼木-曲水(长约 100km)及达孜-墨竹工卡(长约 80km)二段矿化较好,分别以尼木厅宫及墨竹工卡甲马赤康铜矿为代表。厅宫含矿斑岩体为喜马拉雅期的花岗斑岩,产于上白垩统林子宗组中酸性火山岩夹砂板岩中,铜品位 0.16%~2.83%。甲马赤康铜矿产于喜马拉雅期花岗斑岩与上侏罗统上部大理岩的接触带,主要为夕卡岩型铜矿,含铜 0.63%~1.35%,铅 2.64%~6.04%,伴生 Au、Ag、Mo、Co,已探明铜矿储量 6.7 万 t,铅矿储量 5.6 万 t。

## 1.2 沉积岩型铜矿

青藏高原地区目前已探明沉积岩型铜矿储量 633.2 万 t,占该区铜矿总量的 25.35%,占我国沉积岩型铜矿总量的 67%,其中包括大型矿床 3 处、中型矿床 20 处、小型矿床 30 余处,成矿时代主要为中晚元古代、古生代及中生代。中晚元古代是该区沉积岩型铜矿最重要的成矿时代,产于该时期的沉积岩型铜矿储量占该区沉积岩铜矿总量的 56%,它主要分布在康滇地体中段、盐边元谋古陆东侧、中元古代东川-易门裂隙海槽的东缘,呈 NNE 向带状分布,北起四川通安,南至云南元江,南北长 600 余公里。赋矿层岩性主要为中元古界昆阳群、会理群的海进式含铜建造,其下部为杂色砂页岩,中部为白云质碳酸盐岩,上部为黑色(含碳)页岩。矿体主要产于两种岩相或岩性的过渡部位,特别是杂色砂页岩向白云质碳酸盐岩过渡的泥质白云岩、含藻白云岩及灰色长石石英砂岩,其中铜占该矿带储量的 87%。下古生代沉积岩型铜矿占该区沉积岩型铜矿的 2%,它主要分布在兰州-西宁地体与阿拉善地体及鄂尔多斯地体之间的北祁连缝合带上,呈 NW-SE 向带状分布。矿带 SE 段以甘肃陈家庙铁-铜矿为代表,它位于兰州-西宁地体东北缘,矿体产于下古生界牛头河群第二段的斜长角闪片岩、黑云更长片麻岩、黑云母石英片岩等变质岩系中,矿体由下至上,由铁矿体渐变为黄铁矿体、黄铜矿体,已获铜矿储量 9.8 万 t,品位 0.73%。矿带 NW 段以甘肃天鹿铜矿为代表,它位于阿拉善地体的西南缘加里东褶皱带边缘拗陷槽内,含矿层为中志留统泉脑沟组上部及上志留统旱峡组下部的杂色砂页岩中。上古生代沉积岩型铜矿占该区沉积岩型铜矿总量的 10%,它主要分布在塔里木地体西南缘、兰州-西宁地体的南缘及上扬子地体的西南缘。位于塔里木地体西南缘的上古生代沉积岩型铜矿以盖孜特格里苏曼砂岩型铜矿为代表,含矿层为上泥盆统及下石炭统的滨浅海相杂色砂岩。矿带长约 5km,已探明小型铜矿 1 处,伴生 Ag。兰州-西宁地体西南缘的上古生代沉积岩铜矿位于早二叠世东昆仑海槽的北缘,呈 NW 向展布,以青海铜峪沟铜矿为代表,含矿层为下二叠统的粉砂岩、泥岩夹碳酸盐岩。矿体产于碎屑岩与碳酸盐岩的过渡部位及碎屑岩中含 Ca、Mg 较高的部位。目前该矿已探明铜矿储量 50.3 万 t,品位 1.23%,伴生 Pb、Zn、Ag、Sn。康滇地体东北侧上扬子地体西南缘的上古生代沉积岩型铜矿主要分布在乐山-沐川一带,呈 NW 向展布,含矿层为上二叠统乐平统上部的内陆河湖相含煤黑色砂页岩,以四川新华乡及张家村铜矿为代表,矿化范围较大,但矿层薄,已探明的铜矿多为小型。中生代沉积岩型铜矿占该区沉积岩型铜矿总量的 32%,它主要为陆相杂色砂页岩型铜矿,主要分布:康滇地体元谋古陆周围的滇中中生代陆相断陷盆地的边缘<sup>[8]</sup>,以云南六苴、凹地苴、大村、郝家河及四川大同厂

等砂页岩铜矿为代表,是我国最重要的陆相砂岩铜矿分布区,它的铜矿储量占我国该类铜矿总量的 66%。含矿层主要为侏罗 - 白垩系的杂色砂页岩; 藏滇古陆东侧的兰坪 - 思茅中新世代断陷盆地的边缘,以金满砂岩铜矿为代表,含矿层主要为中侏罗统花开左组的杂色砂页岩; 柴达木地体西南缘,卡其哥落得 - 克其卡勒克一带的新生代陆相断陷盆地的边缘,以卡其哥落得及克其卡勒克砂岩铜矿为代表,含矿层主要为下第三系杂色砂砾岩。该类铜矿的矿体均产于杂色岩系中由紫色岩石向浅色岩石过渡的浅色岩石中。矿床多属中小型富铜矿。

### 1.3 基性 - 超基性岩型铜(镍、钴)矿

该类铜矿已探明铜矿储量 430.5 万 t,包括大型矿床 2 处,中型矿床 2 处,占该区铜矿总量的 17.2%,是我国该类铜矿的主要产地。它主要分布: 阿拉善地体南缘隆起区中的基性 - 超基性岩带,该岩带受龙首山北侧深断裂控制,呈 NW-SE 向带状分布,以金川白家咀子铜镍矿为代表,含矿岩体为晋宁期的纯橄榄岩 - 二长辉橄岩类,属苦橄质拉斑玄武岩系列。岩体呈楔状、漏斗状产于前震旦系龙首山群和韩母山群的角砾混合岩、白云质大理岩、混合岩及黑云母片岩等深变质的岩系中。矿体主要产于岩体的中下部、底部,局部产于岩体上下盘的围岩中,已探明铜矿储量 349.9 万 t,品位 0.71%,镍矿储量 528.28 万 t,品位 0.87%,钴矿储量 15.15 万 t,品位 0.027%,金矿 71.9 万 t,银矿 1277t; 可可西里 - 松潘地体北缘巴颜喀尔古生代褶皱系的阿尼玛卿褶皱带中的积石山超基性岩铜矿带<sup>[8,9]</sup>,长约 150km,目前已探明 9 处铜矿床、矿点,其中以德尔尼铜钴矿规模最大。该矿床的含矿岩体主要为海西期辉橄岩,其次为橄榄岩、橄辉岩及辉石岩,它产于上石炭统大理岩夹角闪片岩及下二叠统砂岩、千枚状板岩、碳质板岩及玄武岩中。矿体呈似层状、透镜状产于超基性岩中,容矿岩主要为角砾状蛇纹岩、暗绿色蛇纹岩和叶蛇纹石白云岩,局部为碳质凝灰岩。目前已探明铜矿储量 54.2 万 t,品位 1.23%,伴生钴矿 2.85 万 t、金矿 29.3t、银矿 275t; 康滇地体中部川滇基性 - 超基性岩带,该带位于雅安 - 昆明以西,金沙江断裂带以东的狭长地带内,北起丹巴,南至元谋,呈近 SN 向展布,长 600 余公里。带上的矿床以杨柳坪、朱布及力马河为代表。丹巴杨柳坪铜镍矿位于杨子地体西侧,可可西里 - 松潘地体的东缘,川滇 SN 向裂谷带的北端,含矿岩体为海西期辉长辉绿岩、辉石岩、橄榄岩、二辉橄岩。它呈似层状产于石炭系大雪组云母片岩、碳质板岩、石英岩和大理岩层间。矿体主要赋存在岩体下部的蛇纹岩和滑石岩中,已探明铜矿储量 8.3 万 t,品位 0.17%,伴生镍矿 3.6 万 t,品位 0.44%,钴矿 0.16 万 t,品位 0.017%。朱布铜镍矿位于川滇裂谷带中段永仁隆起之东,含矿岩体主要为加里东期的辉长岩、辉石岩及橄榄岩,岩体呈 V 形产于元古宇元谋群的一套深变质的片麻岩、片岩夹大理岩中。矿体产于岩体的边部及底部,已探明铜矿储量 1.43 万 t,品位 0.22%,镍矿 0.2%。力马河铜镍矿位于川滇裂谷带中段东侧,含矿岩体由橄榄岩、辉石岩、辉长岩及闪长岩组成。它产于中元古界会理群力马河组(石英岩夹板岩)及凤山营组(硅质灰岩)的变质岩中。矿体产于岩体中下部、底部的橄榄岩相及部分辉石岩相中,已探明铜矿储量 1.2 万 t,品位 0.49%,镍矿 0.99%,伴生钴。

### 1.4 火山岩型铜矿

该类铜矿已探明铜矿储量 352.7 万 t,占该区铜矿总量的 14.12%,包括大型矿床 3 个,中型矿床 6 个。它主要分布: 兰州 - 西宁地体与阿拉善地体之间的北祁连火山岩铜矿带,

呈 NW - SE 向带状分布,长约 800km,该成矿带西北段以甘肃华树沟、柳沟峡为代表,它位于北祁连缝合带北侧,阿拉善地体南缘,长约 130km,含矿层主要为中上元古界镜铁山群千枚岩及镜铁山铁矿层。在华树沟已探明铜矿储量 23 万 t,品位 0.22 % ~ 0.87 %,伴生 Fe、Pb、Zn。该带的东南段以甘肃白银厂、青海红沟为代表,该段矿带位于北祁连缝合带南侧,兰州 - 西宁地体北缘。长约 300km。含矿层主要为寒武 - 奥陶系的细碧角斑岩系<sup>[11,12]</sup>。已探明铜矿储量 205 万 t,品位 1.2 % ~ 3.6 %,伴生铅矿 38.8 万 t、锌矿 64.6 万 t,金矿 6.4t 及银矿 505.4t; 上扬子地体西北侧,可可西里 - 松潘地体东北缘平武 - 勉县火山岩铜矿带,该矿带呈 NE - SW 向分布,长约 200km,含矿层主要为中晚元古界碧口群及刘家坪组的基性 - 中酸性火山岩,细碧角斑岩及含铁石英岩。该带已探明中、小型铜矿 3 处,矿点 30 余处,伴生 Au、Co、Ag、Zn; 康滇地体中段火山岩铜矿带:该矿带产于康滇古陆东侧滇中 - 西昌一带裂隙槽中,以四川拉拉厂铜矿为代表,含矿层为中元古界河口群的一套钠质火山岩 - 陆源碎屑 - 碳酸盐建造。矿体主要产于黑云石英钠长片岩、石榴黑云片岩及条带状石英钠长岩中,已探明铜矿储量 64.39 万 t,品位 0.92 %,伴生钴矿 1.28 万 t,品位 0.028 % ~ 0.245 %,钼矿 1.56 万 t,品位 0.025 % ~ 0.18 %。

## 2 钴、镍矿

该区是我国钴、镍矿主要产地,已探明大型矿床 8 处,中型矿床 6 处,小型矿床 10 处,它们主要分布于基性 - 超基性岩内,常与铜矿共生,其产出特征见铜矿中的基性 - 超基性岩铜矿部分。

## 3 铅、锌矿

该区是我国铅锌矿重要产地,目前已探明铅锌超大型矿床 1 处,大型矿床 7 处,中型矿床 37 处,小型矿床 40 余处<sup>[1~4]</sup>(图 4)。以沉积岩型、火山岩型为主。

### 3.1 沉积岩型

该区已探明该类铅矿储量 478.3 万 t,占该区铅矿总量的 45 %,锌矿储量 2235.1 万 t,占该区锌矿总量的 77.6 %。矿床的赋矿层时代主要为晚元古代、上古生代及中新生代。晚元古代沉积岩型铅锌矿已探明铅矿储量 65.9 万 t,占该区沉积岩型铅矿总量的 15.4 %,探明锌矿储量 379.1 万 t,占该区沉积岩型锌矿总量的 16.9 %。它主要分布在康滇地体东缘,以四川团宝山、天宝山及大梁子铅锌矿为代表;上扬子地体西缘,以云南永善金沙厂、彝良毛坪及巧家茂租铅锌矿为代表。该类铅锌矿的含矿层主要为晚元古界的白云岩,伴生 Ag、Cd、Ge。上古生代沉积岩型铅锌矿已探明铅矿储量 146.2 万 t,占该区沉积岩型铅矿总量 34.1 %,探明锌矿储量 676.9 万 t,占该区沉积岩型锌矿总量 30.1 %。它主要分布在鄂尔多斯地体的西南缘及兰州 - 西宁地体的东北缘,以甘肃厂坝、李家沟、毕家山及陕西八方山铅锌矿为代表。这些矿床位于上古生代华北古陆与扬子古陆之间秦岭海槽北侧,含矿层在厂坝 - 向阳地区主要为中泥盆统安家岔组,容矿岩石主要为黑云母石英片岩及大理岩;在凤太地区,含矿层主要为中泥盆统古道岭组,容矿岩主要为硅质岩、礁灰岩及泥质岩,伴生 Cu、Au、Ag、In、Cd、Ge。中新生代沉积岩型铅锌矿已探明铅矿储量 217.1 万 t,占该区沉积岩型铅矿总量的 50.5 %,探明锌矿储量 1191.3 万 t,占该区沉积岩型锌矿总量的 53 %。它主要



分布在羌塘地体南段兰坪-思茅中生代断陷盆地,以兰坪金顶铅锌矿为代表,矿体的容矿岩主要为下第三系云龙组上段杂色砂岩及中段含膏盐的杂色含角砾细砂岩、细砂岩及粉砂岩。伴生银矿 1604t,镉矿 2.97 万 t,锑矿 5.2 万 t,铊矿 1783t 及硫铁矿 24.6 万 t。

### 3.2 火山岩型

该区已探明该类铅矿储量 322.6 万 t,占该区铅矿总量的 30.3%,探明锌矿储量 418.1 万 t,占该区锌矿总量的 14.5%。该类铅锌矿的含矿层位主要为下古生代及中生代。下古生代火山岩型铅矿已探明铅矿储量 139.9 万 t,占该区火山岩型铅矿总量的 47.3%,探明锌矿 151.2 万 t,占该区火山岩型锌矿总量的 41.2%,它主要分布于西宁-兰州地体北缘及柴达木地体的北缘,含矿层位主要为寒武-奥陶纪,赋存于寒武系地层中的铅锌矿以祁连下沟及弯阳河为代表,容矿岩为中酸性火山岩,伴生 Au、Ag、Cd、Ga、Se 及 Sb。赋存于奥陶系中的火山岩型铅锌矿以青海锡铁山及甘肃小铁山为代表。锡铁山铅锌矿的含矿层上奥陶统滩间山群的一套火山-沉积岩系,其下部为基性和酸性火山碎屑岩互层,中部为黑色含碳正常沉积碎屑岩和碳酸盐岩,上部为中基性火山碎屑岩,矿体主要产于中部碱质绿泥绢英片岩和碳酸盐岩中,局部产于上部中基性火山碎屑岩中。已探明铅矿储量 1300 万 t,品位 4.16%,锌矿储量 139.8 万 t,品位 4.86%,伴生金矿 13.23t、银矿 1165t、锡矿 3735t、铟矿 670t 及镉矿 9108t。小铁山铅锌矿位于兰州-西宁地体北缘,北祁连加里东海槽的北缘。含矿层为中下奥陶统变质石英角斑凝灰岩,伴生 Cu、Au、Ag、Se、Te、In、Cd 及 Ga。中生代火山岩型铅锌矿已探明铅储量 155.9 万 t,占该区火山岩型铅矿总量的 82.7%,探明锌矿储量 216.3 万 t,占该区火山岩型锌矿总量的 58.8%。它主要分布在可可西里-松潘地体西南缘玉树-义敦一带,以青海赵卡隆及四川呷村铅锌矿为代表。赵卡隆铅锌矿位于江达-德钦晚三叠世火山岩带的北段,含矿层为上三叠统甲丕拉组砂板岩、安山岩及波里拉组灰岩。矿体产于砂板岩与安山岩及砂板岩与灰岩之间,与菱铁矿共生,伴生银,已探明铅矿储量 11.1 万 t,锌矿储量 2.3 万 t,银矿储量 400t,铁矿储量 1068 万 t。呷村铅锌矿位于德格-乡城晚三叠世岛弧火山岩带北段昌台火山沉积盆地中,含矿层为上三叠统呷村组中段的“双峰”式海相火山岩系,其基性岩为拉斑系列的玄武岩或辉绿岩,酸性岩为钙碱系列的流纹岩或英安岩,上矿带的容矿岩主要为酸性火山岩最上部的富硅流纹质火山碎屑岩和灰岩。矿体由 Pb、Zn、Ag、Cu 多金属矿和重晶石矿组成。下矿带的矿体主要赋存于流纹岩带中部的硅化、绿泥石化英安流纹岩中。该矿已探明铅矿储量 144.86 万 t,品位 1.84%,锌矿储量 214.06 万 t,品位 2.72%,伴生银 3825t,品位 48.59g/t,铜矿 12.5 万 t,品位 0.16%,铬矿 9997t。

### 3.3 接触交代及热液型铅锌矿

该二类铅锌矿在本区不是主要类型,已探明该二类铅矿储量 262.4 万 t,占该区铅矿总量的 24.7%,锌矿储量 226.6 万 t,占该区锌矿总量的 7.9%。该二类铅锌矿以中型为主,在塔里木地体西南缘,康滇地体东缘,上扬子地体的西南及冈底斯-拉萨地体南缘均有产出。接触交代型铅锌矿主要与海西-燕山期的中酸性岩体有关,伴生 Au、Ag、Sn、Cd。

## 4 汞、锑矿

该区已探明大型汞矿 3 处、中型汞矿 5 处、小型汞矿 15 处,大型锑矿 1 处、中型锑矿 1 处及小型锑矿 13 处。它们主要分布于以下几个地区:



(1) 兰州 - 西宁地体的南缘及柴达木地体的东南缘, 为昆仑 - 秦岭汞锑成矿带, 呈北北东向带状分布, 长约 700 余 km, 该带已探明汞矿储量 0.54 万 t, 占该区汞矿总量的 47%。以青海的玛多苦海、同德穆黑、沙尔诺、河南赫格楞及甘肃的西河沟、马家山、林台子汞矿为代表。这些汞矿主要受地层及构造断裂破碎带控制, 赋矿层主要为二叠 - 三叠系的细碎屑岩相, 伴生 Au、Sb、As。锑矿主要分布于该汞锑成矿带的东段, 已探明锑矿储量 16.37 万 t, 占该区锑矿总量的 78.6%。以甘肃的崖湾、美秀南、宕昌的水眼头、银洞梁及安家山为代表。矿体主要产于中三叠及中泥盆统(安家山)的薄层灰岩、粉砂岩及砂板岩中, 矿体的形态、产状主要受构造断裂控制。锑品位在崖湾矿床较高, 一般为 4% ~ 5%, 高者达 36.63%。伴生元素主要有 Ag、Hg。

(2) 可可西里 - 松潘地体东缘玉树 - 白玉一带, 是“三江”汞锑成矿带的北段, 呈 NNE 向展布, 长 200 余 km, 已探明汞矿储量 0.19 万 t, 占该区汞矿总量的 16.5%。带上的汞矿以白玉孔马寺为代表, 矿体主要产于上三叠统图姆沟组火山岩底部的流纹质火山岩中, 矿体的形态、产状受赋矿层中的断裂破碎带控制, 伴生 Ag、Cd。该带探明锑矿储量 3.45 万 t, 占该区锑矿总量的 16.6%。以白玉呷村 Pb、Zn、Sb 多金属矿床为代表, 锑不形成独立矿体, 作为伴生组分产出。

(3) 羌塘地体南段东缘兰坪 - 宝山一带, 属三江汞锑成矿带的南段, 呈近 SN 向展布, 已探明的汞矿储量不多, 只占该区汞矿总量的 0.1%, 带上的汞矿以保山水银厂为代表, 矿体产于中泥盆统灰岩、泥灰岩及角砾状灰岩的断裂构造蚀变带中, 伴生 As、Sb。该带已探明锑矿储量 0.7 万 t, 占该区锑矿总量的 3.4%, 以云南维西石门多及漾濞塔盘山锑矿为代表, 矿体主要产于上三叠统的次生石英岩中, 锑品位 1.5% ~ 20%, 伴生 Au。

(4) 上扬子地体西南缘兴仁 - 贞丰汞、锑成矿带。该带上汞矿以兴仁滥木厂、大坝田、贞丰块作为代表, 已探明汞矿储量 0.41 万 t, 占该区汞矿总量的 36.4%。滥木厂汞矿产于下三叠统夜郎组(泥质白云岩), 上二叠统龙潭组、长兴组(黑色碳质砂页岩夹灰岩)及下二叠统茅口灰岩。矿体主要赋存于龙潭组及长兴组的断裂破碎带中, 伴生 Au、Tl。该带已探明锑矿 0.3 万 t, 占该区锑矿总量的 1.4%, 以富源余家老山锑矿为代表。

## 5 钨、锡、钼矿

该区已探明大型钨矿 3 处、中型钨矿 4 处、小型钨矿 3 处、大型锡矿 2 处、中型锡矿 9 处、小型锡矿 3 处、大型钼矿 1 处、中型钼矿 4 处、小型钼矿 10 处。该区钨、锡、钼矿主要分布以下几带:

### 5.1 北祁连钨、钼成矿带

该成矿带以钨矿为主, 它们主要分布在北祁连缝合带的二侧, 呈 NW 向带状产出, 已探明钨矿储量 27.16 万 t, 占该区钨矿总量的 76.7%, 探明钼矿储量 0.1 万 t, 仅占该区钼矿总量的 0.5%。钨矿主要分布在该矿带的西段, 以甘肃的塔儿沟、野马滩钨矿及干巴河脑、大道口、青大坂钨钼矿为代表, 长约 500 km。带上的钨(钼)矿主要为接触交代型矿床, 成矿与加里东期的花岗岩、花岗闪长岩关系密切, 赋矿围岩主要为下元古界的绢云母石英片岩、角闪石英片岩、条带状、层状大理岩及下志留统的千枚岩、变砂岩。矿体主要产于岩体的内外接触带中, 伴生 Mo、Be、Bi、As。

## 5.2 东昆仑-西秦岭锡钨成矿带

该带呈近东西向展布,长千余公里,已探明锡矿储量5.12万t,占该区锡矿储量的39.1%,钨矿储量0.48万t,占该区钨矿总量1.7%。带上的锡矿主要为接触交代矽卡岩型及海相沉积岩型,前者以青海都兰小卧龙、沙柳河锡矿为代表,矿体主要产于印支期的酸性岩体与上奥陶统滩间山群变质的碎屑岩、碳酸盐岩接触带的夕卡岩中,伴生Cu、Pb和W。后者以青海日龙沟、铜峪沟铜锡矿为代表,矿体主要产于下二叠统变质的粉砂岩、泥岩夹碳酸盐岩中,伴生Cu、Pb、Zn、Ag、Au、Cd、Ga。该带钨矿以接触交代夕卡岩型为主,以甘肃阿姨山钨铜矿及青海的同德克穆达、多托索南钨矿为代表,阿姨山铜钨矿产于燕山期花岗闪长岩与下石炭统泥岩、灰岩接触的矽卡岩及黑云母角闪岩中,含 $WO_3$  0.83%,铜1.22%,伴生Ag、Bi。克穆达及多托索南钨矿均产于中三叠统古浪堤组的砂板岩夹灰岩中,伴生Sb、Mo。

## 5.3 “三江”钼、锡、钨成矿带

该带是该区钼矿主要产地,已探明钼矿储量17.56万t,占该区钼矿总量的93.9%。带上的钼矿主要为斑岩、矽卡岩型铜钼矿床,以青海纳日贡玛、西藏的多霞松多、玉龙及云南中甸红山、马厂箐为代表,其地质特征同金沙江斑岩铜矿带。锡矿主要产于该带的南段西盟、腾冲一带,已探明锡矿储量4.66万t,占该带锡矿总量的35.6%。该带锡矿以云龙铁厂、泸水石缸河及腾冲冻冰河为代表<sup>[13]</sup>。在西盟地区锡矿体主要产于元古宇西盟群、崇山群及澜沧江群的变质砂板岩、火山岩及燕山-喜马拉雅期的花岗岩中,矿化以锡石-电气石-石英脉型为主,在腾冲地区矿体主要产于中石炭统勐洪群的板岩夹灰岩与燕山-喜马拉雅期花岗岩的内外接触带中,矿化以云英岩型为主。该带的钨矿主要分布在该带中段中甸一带,以麻花坪、红山为代表,矿体主要产于中泥盆统云母石英片岩、大理岩(麻花坪)及中三叠统红山组的砂页岩与大理岩间的层状矽卡岩中,矿化以黑钨矿、白钨矿-绿柱石-石英脉型及矽卡岩型为主,伴生Be、Bi、Mo、Ag、Zn。

## 5.4 川滇锡、钨成矿带

该带位于康定-会理一带,呈近南北向带状分布,该带以锡矿为主,已探明锡矿储量3.28万t,占该区锡矿总量的25.0%。以康定甲基卡锡矿、赫德钨锡矿、泸沽大顶山及会理东星、韩家坪锡矿为代表。该带上的锡矿多产于印支-燕山期的花岗岩与中-上三叠统砂板岩及前震旦系会群的接触带中。

# 6 结 论

(1) 铜、钴、镍、铅、锌是青藏高原的优势矿种,分别占全国同类矿种储量的40%、55.7%、51.2%、29.8%及30.8%。

(2) 铜矿以斑岩型、沉积岩型、基性-超基性岩型及火山岩型为主。斑岩型铜矿主要产于金沙江缝合带的两侧,尤以西侧最佳,含矿斑岩体主要为喜马拉雅期二长花岗斑岩,赋矿地层主要为下二叠统与上三叠统的火山碎屑岩、杂色砂页岩及白云质碳酸盐岩。雅鲁藏布江缝合带中段北侧,尼木-曲水及达孜-墨竹工卡一带的侏罗-白垩系地层也是斑岩铜矿成矿的有利地段,含矿岩体主要为喜马拉雅期。沉积岩型铜矿的成矿有利地段是康滇地体中段、盐边元谋古陆东侧中元古代东川-易门裂隙海槽东缘的中晚元古界的杂色砂页岩-白云质碳酸盐岩-黑色页岩的海进式含铜建造,兰州-西宁地体西南缘早二叠世东昆仑海

槽北缘及塔里木地体西南缘的石炭 - 二叠系的杂色碎屑岩 - 白云质碳酸盐 - 黑色页岩建造;康滇地体元谋古陆周围、藏滇古陆东侧兰坪 - 思茅的中新代断陷盆地及柴达木地体西南缘卡其哥落得 - 克其卡勒克一带的新生代断陷盆地。火山岩型铜矿的成矿有利地段是北祁连火山岩带,西北段的含矿层是中上元古界镜铁山群的火山 - 沉积的含铁(铜)建造,以火山岩型铁铜矿为主,东南段的含矿层为寒武 - 奥陶纪的细碧角斑岩系,以火山岩型铜、铅、锌矿为主。上杨子地体西北侧平武 - 勉县火山岩铜矿带,含矿层为中晚元古界的碧口群及刘家坪组的基性 - 中酸性火山岩及含铁石英岩及康滇地体中段西昌 - 滇中一带的中元古界河口群的一套钠质火山岩 - 陆源碎屑 - 碳酸盐岩建造。

(3)基性 - 超基性岩型镍、钴、铜矿,主要产于阿拉善地体南缘隆起区的前震旦系龙首山群和韩母山群的深变质岩系中的晋宁期基性 - 超基性岩带,可可西里 - 松潘地体北缘巴颜喀尔古生代褶皱带中的海西期积石山超基性岩带及康滇地体中部丹巴 - 元谋一带的海西期基性 - 超基性岩带。

(4)铅锌矿以沉积岩型及火山岩型为主,沉积岩型铅锌矿的含矿层主要为中生界、上古生界,其次为晚元古界。中新代沉积岩型铅锌矿主要分布于羌塘地体南段兰坪 - 思茅中新代断陷盆地中的下第三系的云龙组的杂色碎屑岩系中。上古生代沉积岩型铅锌矿主要分布在鄂尔多斯地体的西南缘、兰州 - 西宁地体东北缘的上古生代秦岭海槽北侧的中泥盆统的细碎屑岩、硅质岩及碳酸盐岩中。火山岩型铅锌矿含矿层时代主要为下古生代及中生代,下古生代火山岩型铅矿主要分布于西宁 - 兰州地体北缘及柴达木地体北缘的寒武 - 奥陶系的一套火山 - 沉积岩中;中生代火山岩型铅锌矿主要分布于可可西里 - 松潘地体西南缘玉树 - 义敦一带的上三叠统的“双峰”式海相火山岩及火山沉积岩系中。

(5)汞、锑、钨、锡、钼是该区次要矿产。钼矿主要为斑岩 - 矽卡岩型铜钼矿床,其分布同斑岩 - 矽卡岩型铜矿。汞锑矿主要分布于兰州 - 西宁地体南缘及柴达木地体东南缘,为昆仑 - 秦岭汞锑成矿带及上杨子地体西南兴仁 - 贞丰一带,赋矿层主要为二叠 - 三叠系的细碎屑岩夹碳酸盐岩,矿体的形态、产状主要受构造断裂带控制。钨矿主要分布于北祁连缝合带的西段,矿体主要产于加里东期花岗岩的内外接触带中,赋矿地层主要为下元古界绢云母、角闪石英片岩、大理岩及下志留统千枚岩、变砂岩。锡矿主要分布于东昆仑 - 阿尼玛卿、康定 - 会理及“三江”南段西盟 - 腾冲一带。在东昆仑地区锡矿以接触交代矽卡岩型为主,矿体产于印支期的花岗岩与上奥陶统变质的碎屑岩、碳酸盐岩的接触带。阿尼玛卿一带的锡以沉积岩型为主,矿体主要产于下二叠统变质粉砂岩、泥岩夹碳酸盐岩中。康定 - 会理地区的锡矿主要产于印支 - 燕山期花岗岩与中上三叠统及前震旦系会理群的砂板岩及大理岩的接触带中。西盟 - 腾冲地区的锡矿主要产于元古界西盟群、崇山群、澜沧江群的变质砂板岩、火山岩及中石炭统勐洪群砂板岩夹灰岩与燕山 - 喜马拉雅期花岗岩的接触带。

## 参 考 文 献

- 1 中国地质科学院. 中华人民共和国矿产图集. 北京:地质出版社,1973.
- 2 中国地质科学院地质研究所. 中国黑色、有色金属矿产图集,北京:地质出版社,1996.
- 3 地质出版社、中国地质矿产信息研究院、中国地质科学院矿床地质研究所,中国金属矿产资源图,北京:地质出版社,1992.
- 4 马杏垣. 中国及邻近海域岩石圈动力学图,北京:地质出版社,1987.
- 5 陈国达. 地台活化及其找矿意义,北京:地质出版社,1960.
- 6 陈文明. 中国陆(板)内地台活化型玉龙斑岩铜矿带地质特征及形成机制,地质科学论文集,北京:中国经济出版社,1996.
- 7 任纪舜等. 中国大地构造及其演化,北京:地质出版社,1980.
- 8 王鸿祯等. 中国古地理图集,地图出版社,1985.
- 9 中国地质科学院岩石圈研究中心、地质矿产部地质研究所,青藏高原岩石圈结构构造和形成演化,北京:地质出版社,1996.
- 10 潘桂棠等,青藏高原新生代构造演化,北京:地质出版社,1990.
- 11 陈毓川,朱裕生等. 中国矿床成矿模式,北京:地质出版社,1993.
- 12 裴荣富等. 中国矿床模式,北京:地质出版社,1995.
- 13 李永森,周伟勤,陈文明,史清琴等. 怒江-澜沧江-金沙江地区重要金属矿产成矿特征及分布规律,北京:地质出版社,1986.

## Distribution of Nonferrous Metallic Mineral Resources in Qinghai-Tibet Plateau

Chen Wenming<sup>1)</sup> Li Yongsen<sup>2)</sup> Qi Shaomei<sup>1)</sup> Zhang Chengxin<sup>1)</sup>

( 1) Institute of Mineral Deposits, CA GS, Beijing; 2) Institute of Geology, CA GS, Beijing)

**Abstract** Qinghai-Tibet Plateau, known as the world's roof, abounds in mineral resources endowed by its unique geological environment. On Qinghai-Tibet Plateau there are such famous ore deposits as the super-large Yulong porphyry copper deposit with the richest copper reserves in China, the large Jinchuan copper-nickel (cobalt) deposit with China's most abundant nickel-cobalt reserves and the Jinding lead-zinc deposit with China's highest lead-zinc reserves. On the basis of the terrain, this paper deals mainly with the distribution of nonferrous metals such as Cu, Pb, Zn, Co, Ni, W, Sn, Mo, Hg and Sb on Qinghai-Tibet Plateau.

**Key words** nonferrous metal terrain distribution Qinghai-Tibet Plateau