

## 中国前寒武纪铜矿成矿特征\*

陈文明

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

**摘要** 前寒武纪是中国铜成矿作用的一个重要时期, 该时期形成的铜矿占中国铜矿的 24.4%, 它们位于前寒武纪陆块边缘的裂陷带。矿床类型按容矿岩原岩的岩性主要有沉积岩型、火山岩型、基性-超基性岩型及斑岩与火山岩的过渡型, 它们分别占前寒武纪铜矿的 34.4%、26.5%、20.6% 及 18.5%, 未见夕卡岩型铜矿。矿化类型主要有 Cu-Zn 型、Cu-Co 型、Cu-Ni-Co 型、Cu-Pb-Zn 型、Cu-Fe 型及 Cu-Mo 型。未发现 Cu-Au-U 型(奥林匹克坝型)及太古宙的 Cu-Ni-Pt 型(与科马提岩有关)。成矿时代为新太古代-新元古代(2 700~658 Ma), 且华北陆块中的铜矿主要形成于新太古代中元古代, 而扬子陆块中的铜矿主要形成于古元古代-新元古代。

**关键词** 铜矿 成矿作用 前寒武纪 中国

中图分类号: P618.41

文献标识码: A

前寒武纪是铜成矿作用的重要时期, 据目前的统计(朱训等, 1999, 中国有色总公司、北京地质研究所, 1987, 陈文明, 1994), 在全球范围内, 形成于前寒武纪的铜矿占铜矿总储量的 30%, 其中元古宙占 26%, 太古宙占 4%; 中国前寒武纪铜矿占中国铜矿储量的 24.4%, 其中元古宙占 23.5%, 太古宙占 0.9% (图 1)。赋存于前寒武纪地层中的铜矿占世界铜矿储量的 46%, 其中元古宙地层占 41%, 太古宙地层占 5%, 在中国赋存于前寒武纪地层中的铜矿占中国铜矿储量的 40.2%, 其中元古宙地层占 37.8%, 太古宙地层占 2.4% (图 2)。

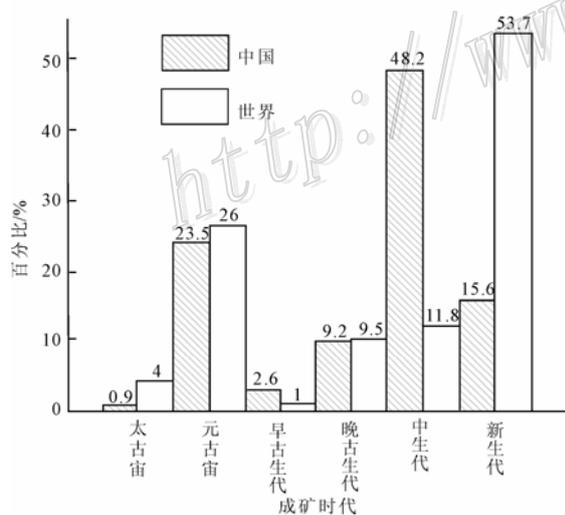


图 1 中国及世界不同成矿时代铜矿储量比例直方图  
Fig. 1 Histogram showing copper reserve percentages of different matallogenic epochs in China and in other parts of the world

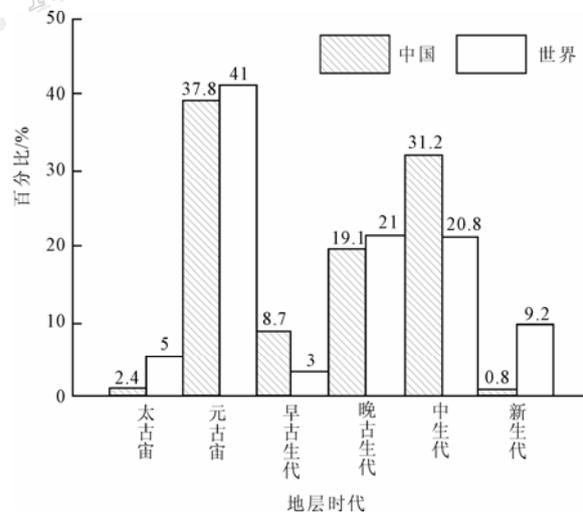


图 2 中国及世界不同时代地层中铜矿储量比例直方图  
Fig. 2 Histogram showing copper reserve percentages of strata of different ages in China and in other parts of the world

\*本文由中国地质调查局地质调查项目(编号: K1.4-3-1)资助  
作者简介 陈文明, 男, 1942 年生, 研究员, 从事金属矿床的研究工作。

## 1 前寒武纪铜矿类型与特征

前寒武纪铜矿类型(按容矿岩原岩的岩性分类)主要是沉积岩型、火山岩型、基性-超基性岩型与斑岩-火山岩过渡型,在全球范围内,各类型矿床的铜矿储量分别占世界前寒武纪铜矿储量的 71.8%、13.8%、10.5%、3.9%;在中国,这四类矿床的铜矿储量分别占中国前寒武纪铜矿储量的 34.4%、26.5%、20.6%及 18.5% (图 3)。各类铜矿特征简述如下:

### 1.1 沉积岩型铜矿

该类铜矿占世界沉积岩型铜矿储量的 76.9%,中国的该类矿床的铜储量占中国沉积岩型铜矿储量的 75.1% (图 4)。其主要形成于元古宙,而太古宙的沉积岩铜矿储量分别只占世界及中国沉积岩型铜矿储量 0.1%与 0% (图 4)。因此元古宙沉积岩型铜矿是前寒武纪铜矿最重要的类型。

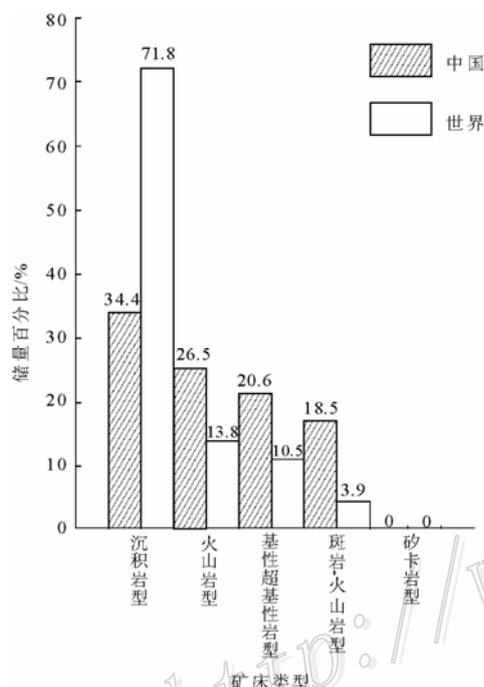


图 3 前寒武纪不同类型铜矿储量比例直方图

Fig.3 Histogram showing copper reserve percentages of different types of Precambrian copper deposits

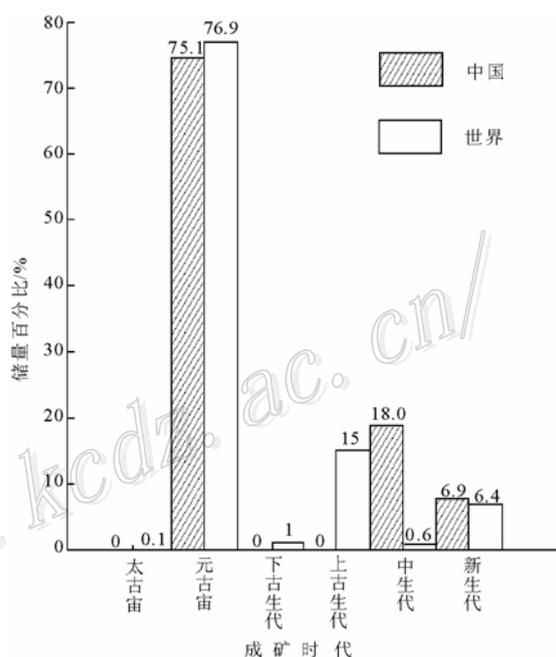


图 4 沉积岩型铜矿不同成矿时代储量比例直方图

Fig.4 Histogram showing copper reserve percentages of sedimentary copper deposits of different metallogenic epochs in China and in other parts of the world

该类铜矿产出的构造部位主要是前寒武纪陆块边缘裂谷或裂陷带的边缘,中国的前寒武纪沉积岩型铜矿主要产于前寒武纪华北陆块与扬子陆块边缘的裂陷带(图 5)中。如中条山沉积岩型铜矿(包括胡篔型、横岭关型及篱笆沟型)产于华北前寒武纪陆块南缘中条山“人字”型裂谷的两侧,产于其中铜矿带的容矿岩同位素年龄值为 1 832 Ma (篔子沟, Rb-Sr 等时线, 孙海田等, 1990)、2 453~2 029 Ma (篔子沟, 锆石 U-Pb 法, 孙大中等, 1991)、2 357 Ma 与 2 526 Ma (篱笆沟, 硫化物 Re-Os 法与锆石 U-Pb 法);狼山地区的沉积岩型铜矿(包括霍各乞、炭窑口及东升庙等)产于华北前寒武纪陆块北缘狼山—渣尔泰山中元古代裂陷带内,容矿岩石同位素年龄值为 1 600~1 800 Ma (Pb 模式年龄, 芮宗瑶、施林道等, 1994, 丁梯平等, 1992);东川—易门等沉积岩型铜矿产于扬子中元古代陆块西南缘的东川—易门裂陷带内。容矿岩石主要是由昆阳(会理)群杂色碎屑岩-白云质碳酸盐-黑色砂页岩组成的陆源碎屑岩-碳酸盐建造,矿床及矿体主要赋存于该建造中不同岩相(岩性)的过渡部位,容矿岩石年龄值: 658 (烂泥塘)~1 805Ma (稀矿山)(U-Pb 法, 罗君烈, 1995),矿体均呈层状、似层状产出,矿床中的金属矿物具明显

矿床名称

- 1-6 篦子沟、胡家峪、老宝滩、南和沟、桐木沟、店头; 7 铜矿峪; 8 落家河; 9-14 铜凹山神庙、东沟、庙疙瘩、东峪沟、凉水泉-老豹窝; 15-18 虎坪、刘庄治、篱笆沟、上豹沟-铜疙瘩; 19-29 落雪、稀矿山、汤丹、因民、滥泥坪、石将军、牛厂坪、白锡腊、新矿、四棵树、拖布卡; 30-44 三家厂、狮子山、铜厂、峨腊厂、七步郎、梭佐、起乍、里土、一都厂、象鼻山、大黑山、万宝厂、绿房、绿宝冲、杨家庄; 45 大青山; 46 河口(曼蚌); 47-56 迳纳厂、朱家坝、小新厂、打厂岭岗、观天厂、老五少、海孜、都家坡、大管、梁花管; 57-62 青龙厂、红龙厂、大明槽、岔河、甘庄、铜厂冲; 63-65 大美厂、小新厂、中村老洞善; 67 白乃庙; 68-70 霍各乞、炭窑口、东升庙; 71 桃红; 72 西裘; 73 潘家; 74 铜峪; 75 东流水; 76 刘家坪; 77 铜厂; 78 金川; 79 桦树沟; 80 铜厂坡; 81 拉拉厂; 82 李伍; 83-86 红旗沟、黑管、通安、新田; 87 红透山; 88 王家庄; 90 红裕龙 91 石碌; 92 柏松; 93 小沟铜矿; 98 大坡岭; 99 冷水管; 100 筏子坝; 101 杜坝

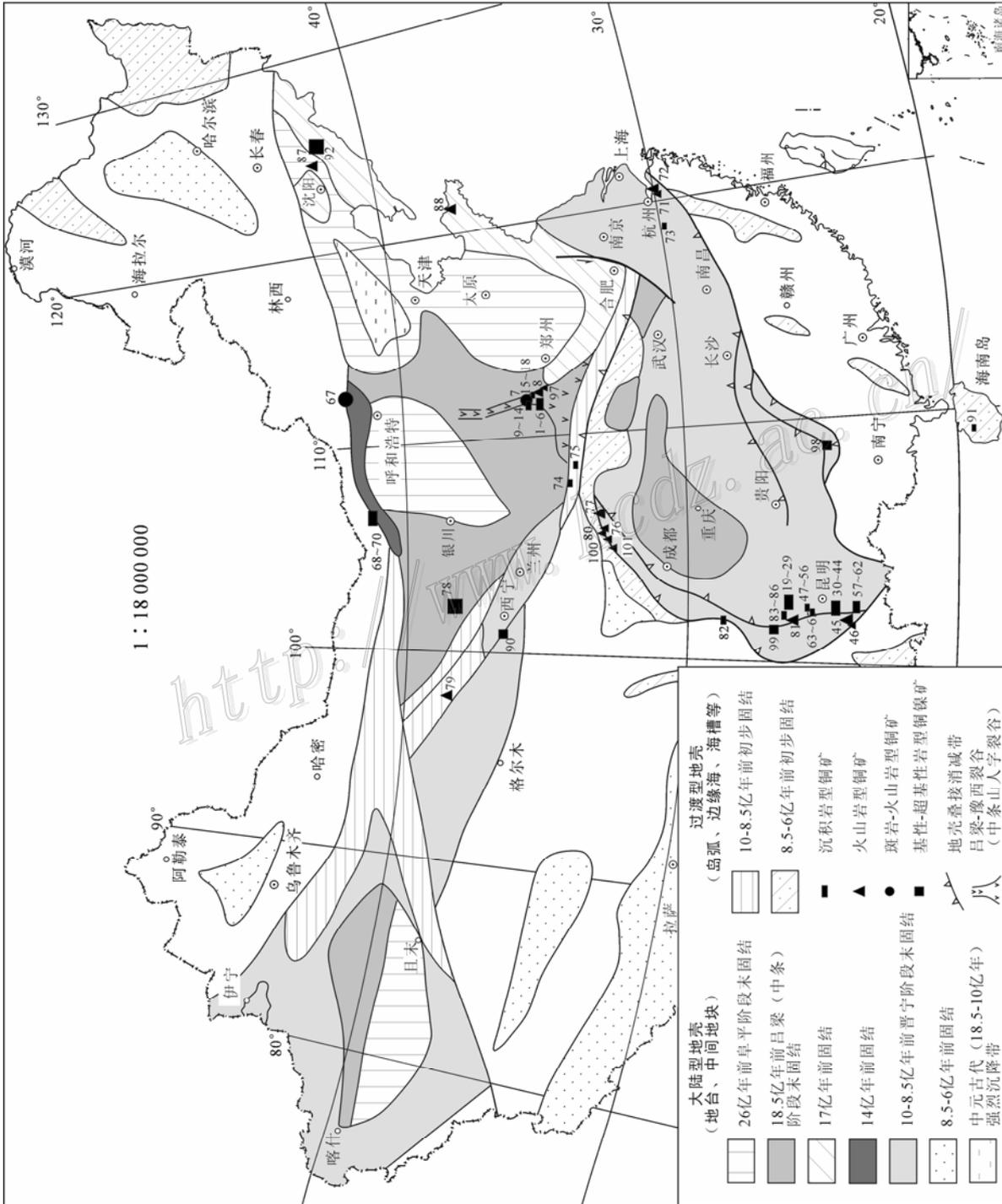


图5 中国前寒武纪古构造与铜、镍矿分布图(古构造底图来自王鸿祯等, 1985)

Fig. 5 Paleotectonic map showing the distribution of copper and nickel deposits in Precambrian in China

的分带, 一般由矿体的下部(底)至上部(顶)或矿体的边部到中心, 是由紫色岩石到浅色岩石, 其金属矿物演变顺序为: 赤铁矿、自然铜带→辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿带→黄铜矿、黄铁矿带→黄铁矿带。伴生 Fe、Co、Au、Ag、Pb、Zn 等(龚琳等, 1981, 陈文明, 1999)。

### 1.2 火山岩型铜矿

该类铜矿也是前寒武纪铜矿的主要类型, 在世界火山岩铜矿中占 46%, 其中元古宙占 32%, 太古宙占 14%; 在中国占火山岩铜矿的 47.8%, 其中元古宙占 42.7%、太古宙占 5.1% (图 6)。

该类铜矿产出的构造部位也主要是前寒武纪华北陆块与扬子陆块的边缘(图 5)。产于华北陆块的火山岩型铜矿以辽宁红透山及山西落家河铜矿床为代表, 它们的成矿时代主要为新太古代-古元古代, 容矿岩是一套变质的绿岩系。红透山铜矿床产于华北新太古代陆块的东北缘, 容矿岩为清原群(鞍山群)红透山组黑云斜长片麻岩、夕线黑云石英片麻岩及角闪斜长片麻岩, 是一套变质的绿岩系, 同位素年龄为 2 605 (Rb-Sr 法等时)~2 880 Ma (锆石, 翟明国等, 1985), 伴生组分为 Zn、Au、Ag、Cd。落家河火山岩型铜矿产于华北古元古代陆块南缘中条山“人字”型裂谷带的东侧, 容矿岩石为锋县群宋家山组的海相火山碎屑沉积变质岩系(绿片岩系), 包括绿泥片岩、石墨片岩、绢云片岩、角闪片岩及钠长变粒岩等; 其中石墨片岩及含石墨的绿泥片岩、绢云片岩是矿体赋存的主要围岩, 同位素年龄为 2 485~2 764 Ma (锆石 U-Pb 法, 孙继源等, 1995), 伴生组分为 Co、Ni、Zn、Ag、Au、As。

产于扬子陆块的前寒武纪火山岩型铜矿以大红山—拉拉厂, 铜厂—筏子坝及西裘为代表, 它们的成矿年代主要为古元古代-新元古代, 容矿岩主要是一套富 Na 的中酸性-基性火山-沉积岩系(细碧角斑岩系)。大红山、拉拉厂大型铜矿床产于扬子元古宙陆块西南缘安宁河—绿汁江断裂(裂陷)带的西侧。容矿岩是大红山群与河口群的一套由细碧角斑岩-砂页岩-碳酸盐岩组成的富钠的火山-沉积岩系, 同位素年龄为 1 481 (侵入河口群中拉拉厂浅成基性岩体)~2293.5 Ma (大红山矿石 Pb 法年龄, 杨应选等, 1988), 矿体呈似层状、透镜状, 伴生组分为 Fe、Co、Mo、Au、Ag。铜厂—刘家坪—阳坝—筏子坝铜矿带产于扬子陆块西北缘的中元古代碧口—勉县裂陷带中, 矿带呈北东-南西向展布, 长约 200 km。容矿岩为碧口群富钠的中酸性-基性火山岩及其火山沉积岩系(细碧角斑岩系), 矿体主要赋存于基性与中酸性火山岩的过渡部位, 并以中酸性火山岩(石英角斑岩系)为主(秦克令等, 1994, 宋学信等, 2002), 容矿岩石的同位素年龄为 853 (刘家坪)~1 038 Ma (铜厂, 黄崇柯等, 2001), 矿体呈似层状、透镜状产出, 目前已发现中、小型矿床 5 处, 伴生组分为 Cu、Zn、Fe、Co、Au、Ag。西裘火山岩型为中型铜矿床, 产于扬子元古宙陆块的东南缘绍兴—江山断陷带中的北东端; 容矿岩为双溪坞群中段中基性-中酸性火山-沉积岩系(细碧角斑岩系), 矿体呈似层状、透镜状产出, 主要赋存于绢云母石片岩、次生石英岩及千枚岩中, 同位素年龄值为: 976.4~802.3 Ma (黄有年, 1993)。伴生组分为 Zn、Ag、Au、Co、Cd, 并具块状硫化物矿床的典型分带, 矿体由中心向外的矿石类型为块状 Zn、Cu、(Ba) 矿石→浸染状 Cu、S 矿石→浸染状单硫矿石→矿化长英质火山碎屑岩(绢云母石英片岩)。矿石矿物分带为闪锌矿-重晶石-黄铜矿带→黄铁矿-黄铜矿带→黄铁矿带。

### 1.3 基性-超基性岩型铜矿

该类铜矿在世界基性-超基性铜矿中占 79%, 其中太古宙占 35%、元古宙占 44%, 在中国, 占基性-超基性岩铜矿的 66%, 并均产于元古宙。中国该类矿床以甘肃金川、吉林赤柏松、四川冷水箐及广西大

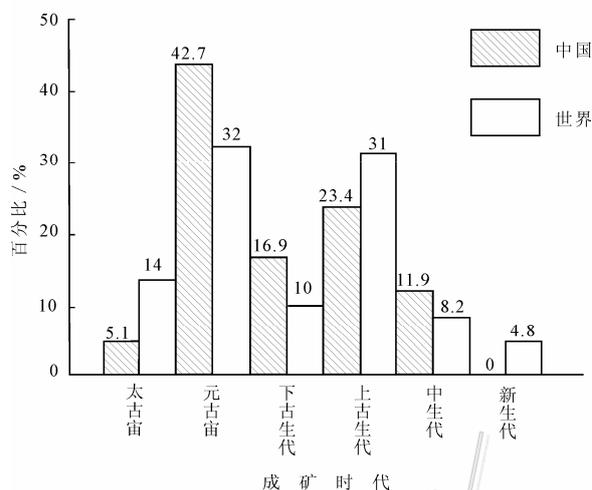


图 6 中国及世界火山岩型铜矿不同成矿时代储量比例直方图

Fig. 6 Histogram showing copper reserve percentages of volcanic type copper deposits of different metallogenic epochs in China and in other parts of the world

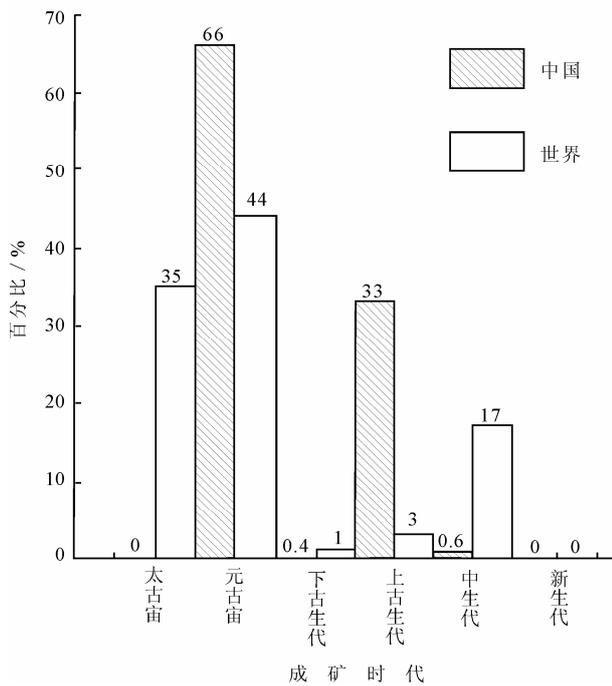


图7 中国及世界基性-超基性岩浆铜矿不同成矿时代储量比例直方图

Fig. 7 Histogram showing copper reserve percentages of basic-ultrabasic type copper deposits of different metallogenic epochs in China and in other parts of the world

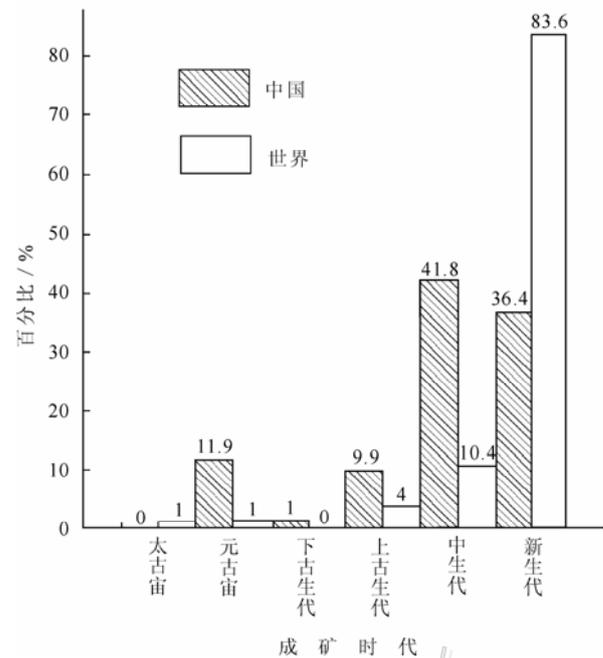


图8 中国及世界斑岩铜矿不同成矿时代储量比例直方图

Fig. 8 Histogram showing copper reserve percentages of porphyry copper deposits of different metallogenic epochs in China and in other parts of the world

坡岭为代表, 它们均产于前寒武纪陆块边缘的裂隙带或断裂带中(图5)。容矿岩主要是侵位于中深变质岩系中的镁铁质-超镁铁质岩(铁质超基性岩),  $m/f$  值一般为2~5(傅德彬等, 1988; 汤中立, 1995; 杨应选等, 1988)。成矿的同位素年龄为982(广西大坡岭, 硫化物的Re-Os法, 毛景文, 2001)~2 242 Ma(吉林赤柏松, K-Ar法, 傅德彬, 1988)。矿床类型以岩浆熔离-贯入型硫化物矿床为主(金川、赤柏松及冷水箐), 其次是岩浆熔离型(大坡岭), 成矿元素除Cu、Ni外尚有Co、Pt族、Au、Ag等, 其矿床地质特征详见(表1)。

#### 1.4 斑岩或斑岩-火山岩过渡型铜矿

该类铜矿在前寒武纪铜矿中为次要类型, 占世界斑岩铜矿储量的2%, 占中国斑岩铜矿储量的11.9%。前寒武纪的斑岩铜矿在中国属斑岩-火山岩的过渡类型, 它产出的构造部位也是前寒武纪陆块边缘的裂隙、断裂带, 在中国主要产于华北前寒武纪陆块的边缘, 以中条山铜矿峪及内蒙白乃庙铜矿为代表。铜矿峪斑岩铜矿位于华北元古代陆块南缘中条山“人字”形裂谷的头部(交叉部位), 容矿岩是绛县群骆驼峰组的一套富Mg、Fe的凝灰岩及凝灰质碎屑岩经深源富碱(K、Na)热流体交代而成的中酸性斑岩及中基性岩。矿体主要赋存于变花岗岩闪长斑岩、变石英二长斑岩、绢英岩及变中-基性岩中, 是一个多因复合变斑岩型铜矿。同位素年龄为2 108~2 947 Ma(硫化物Re-Os等时线, 陈文明等, 1998)。矿体呈似层状、扁豆状及透镜状(图9)产出, 产状与围岩基本一致, 是一个特大型铜矿床, 铜平均品位0.68%, 伴生组分为Mo、Co。白乃庙斑岩铜矿位于华北中元古代陆块北缘, 容矿岩为白乃庙群变质的中酸性火山岩及绿片岩(原岩为一套海相的中基性-酸性火山岩建造), 矿体主要呈似层状、透镜状赋存于绿片岩中(占Cu、Mo矿体的64.8%)及英安质熔岩(占Cu、Mo矿体34.8%)。矿床形成的同位素年龄为: 1 114~1 146 Ma(锆石U-Pb等时线, 聂凤军等, 1993)。

表 1 中国前寒武纪主要基性-超基性岩类铜镍矿床地质特征简表

Table 1 Geological characteristics of Precambrian basic-ultrabasic type copper and nickel deposits in China

矿床名称	构造环境	矿床类型	寄矿岩体岩性	寄矿岩体围岩	矿体产出部位	矿体形态、产状	成矿元素含量 (wt%)	成矿时代
吉林森柏松	华北中元古代陆	岩浆熔离-贯入矿	超细粒长岩-橄辉苏长岩	太古平鞍山群四道砬子	主要产干岩体底部细粒苏长超长岩, 暗色	主要呈岩脉状、透镜状	Cu 0.37%, Ni 0.59%; Co 0.02%; R 0.33	早元古代 (2342 Ma) (K-Ar 法, 傅增彬, 1988)
扶东北缘绿帘		化物型为主	长岩-超长岩等, 铁	河组黑云母斜长角闪	橄辉苏长超长岩及煌			
裂谷带			铁质-超铁铁质岩, mf: 2.5~4.1, 呈当隙	片麻岩及混合岩	长岩岩, 次产干模瓣			
			当隙状产出		带的围岩中			
甘肃金川	华北中元古代陆	岩浆熔离-贯入矿	橄辉二超岩, 二超橄辉	古元古界白家湾干组蛇	主要产干岩体中	主要为似板状、	Cu 0.71%; Ni 0.87%;	中元古代 (1508±31) Ma
扶西南缘龙白		化物型为主 (占	岩及橄辉岩等超铁	以岩大理岩, 黑云斜	下部及边部的二超橄	透镜状, 次为	Co 0.027%; R 0.21	(Sm-Nd 同位素等时线
山裂谷带		85.1%), 次为岩	铁质岩体, mf:	长片麻岩及混合岩	榴岩, 纯橄岩及橄	麻状, 似层	状, Pd 0.12	年线, 杨中立等, 1995)
			岩熔离型, 贯入		榴二超岩	状, 扁豆状	Cr, Ir, Ru, Rh	911 Ma (硫化物 Re-Os
			型及模瓣交代型				Au, Ag, S	等时线, 卢卫仁, 1993)
广西大坡岭	扬子中元古代陆	岩浆 (原地) 熔离	超长超石岩-超石岩及闪	古元古界四堡群西组	产干岩体底部	似层状、透镜状	Cu 0.8%, Ni 0.53%,	元古代 982~2219 Ma
扶西南缘四堡		硫化物型为主	长岩-超长超石岩-超	变质部砂岩	(与细粒超石岩类系		Co 0.018%, R 0.04	( Re-Os 等时线 与
天河断裂带			石岩-橄辉超石岩等铁		密切相关)		gt, Pd 0.023	gt, Sm-Nd 等时线, 毛景文,
			铁质岩, mf: 1.6~4.1,					1990; 2001) 及
			呈似层状岩床或岩盆					1737~1863 Ma (榴石铅
			产出					法, 韩发等, 1994)
四川冷水箐	扬子中元古代陆	岩浆熔离-贯入矿	角闪二超橄辉岩, 二超	中元古界盐边群中段变	产干岩体下部,	似层状、条带状	Cu 0.31%; Ni 0.92%;	中元古代 1031 Ma (K-Ar
扶西缘吉河-程		化物型为主	橄辉岩, 角闪超石岩	榴岩	低部的二超橄辉岩	及透镜状	Co 0.032%; R+Pd	等时线, 姚家梅, 1988)
海断裂带			及单超橄辉岩等铁				0.1~0.2	gt
			质-超铁铁质岩, mf:					
			2.0~4.1, 呈岩盆, 岩					
			巢状产出					

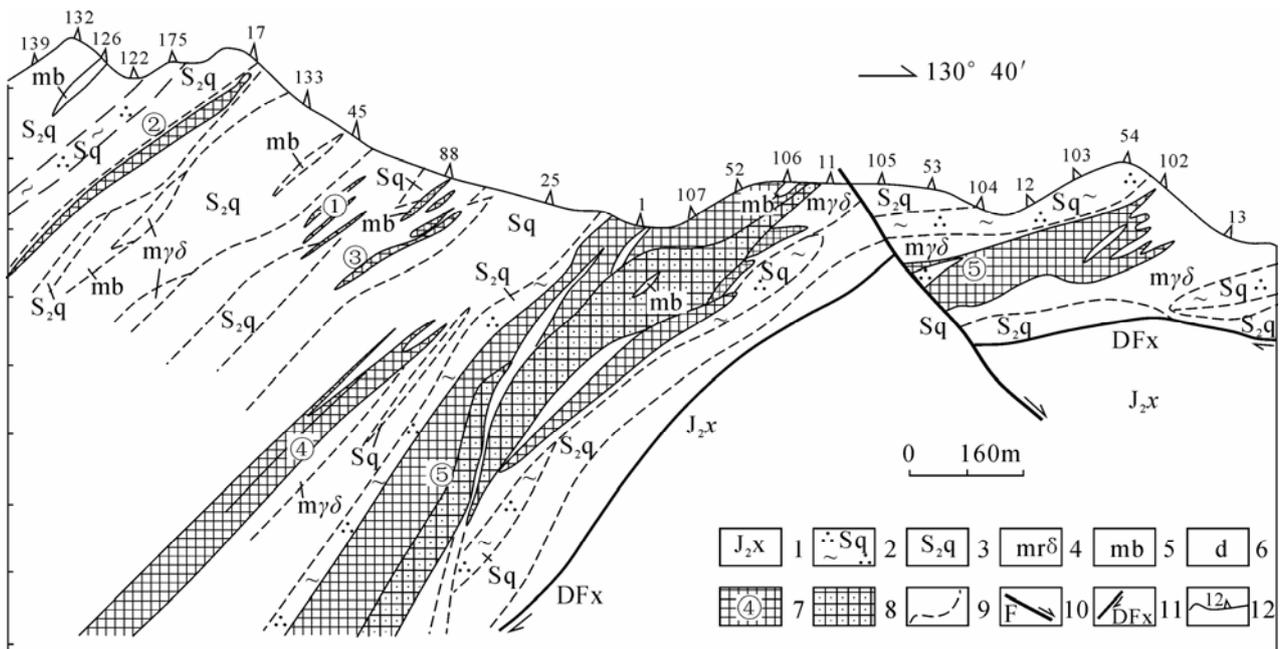


图9 铜矿峪斑岩铜矿地质剖面略图(据山西地质局123队)

1—西井沟组变基性火山岩; 2—绢英岩; 3—绢英片岩; 4—变花岗闪长岩; 5—变基性岩; 6—闪长岩; 7—Cu矿体及编号;  
8—Cu、Mo矿体(Mo品位>0.003%); 9—地质界线; 10—断层; 11—剥离断层; 12—钻孔及编号

Fig. 9 Geological sketch section along No.9 exploration line of the Tengkuangyn porphyry copper deposit

1—Metabasic volcanic rocks of Xijingou Formation; 2—Sericitic-quartz rock; 3—Sericitic-quartz schist; 4—Metagranodiorite porphyry; 5—Metabasic rocks; 6—Diorite; 7—Copper orebody and its serial number; 8—Copper-molybdenum orebody (Mo grade>0.003%); 9—Geological boundary; 10—Fault; 11—Peel fault; 12—Drill hole and its serial number

## 2 结论

综上所述中国前寒武纪铜矿具以下特点:

(1) 前寒武纪是中国铜成矿作用的一个重要时期, 该时期产出的铜矿占中国铜矿总量的24.4%, 特别是元古宙尤为重要, 同时与全球相比中国形成于太古宙的基性-超基性岩及火山岩型铜矿相对较少(图1)。

(2) 前寒武纪铜矿的矿床类型按容矿岩原岩的岩性主要分布沉积岩型、火山岩型、基性-超基性岩型及斑岩与火山岩过渡型, 它们的储量分别占前寒武纪铜矿的34.4%、26.5%、20.6%及18.5%, 未见夕卡岩型铜矿。同时该时期形成的斑岩铜矿常为斑岩-火山岩的过渡类型, 并具层控的特征。

(3) 前寒武纪铜矿的矿化类型主要为Cu-Co型(东川、中条山胡蓖型等)、Cu-Ni-Co型(金川、赤柏松等)、Cu-Zn型(红透山、刘家坪、筏子坝及西裘等)、Cu-Fe型(大红山、拉拉厂、稀矿山及略阳铜厂等)、Cu-Pb-Zn型(霍各乞、东升庙及炭窑口等)及Cu-Mo型(铜矿峪、白乃庙等)。与国外相比中国未找到Cu-Au-U型(奥林匹克坝)铜矿及太古宙绿岩型(与科马提岩有关)Cu-Ni(Pt)矿床。

(4) 前寒武纪铜矿不管何种类型均位于前寒武纪陆块边缘的裂谷、(断裂)或裂陷带中(图5), 中国目前发现的前寒武纪铜矿均产于华北陆块与扬子陆块边缘裂谷或裂陷带。根据成矿条件分析, 塔里木前寒武纪陆块边缘的裂陷带, 特别是其西南边缘的裂陷带也是寻找前寒武纪铜矿, 尤其是沉积岩型与火山-沉积岩型铜矿的有利地区。

(5) 前寒武纪铜矿中绝大部分矿体呈层状、似层状、透镜状产出, 并具层控的特点。

(6) 形成于“华北陆块中的各类前寒武纪铜矿的成矿时代均早于扬子陆块, 如沉积岩型铜矿, 在华

北陆块主要形成于新太古代(中条山横岭关型与篱笆沟型)、古-中元古代(胡篦型及狼山地区铜矿), 同位素年龄为 1 600 Ma (狼山铜矿)~2 526 Ma (篱笆沟型) 而扬子陆块内的沉积岩型铜矿主要形成于中-新元古代(东川—易门), 同位素年龄为 658 (烂泥坪)~1 805 Ma (稀矿山)。火山岩型铜矿成矿时代在“华北陆块”主要是新太古代(红透山)-古元古代(落家河), 同位素年龄为 2 485~2 700 Ma, 而形成于扬子陆块的火山岩型铜矿的成矿时代主要是古元古代(大红山、拉拉厂)-新元古代(西裘), 同位素年龄为 802~2 293 Ma。又如前寒武纪的斑岩型铜矿主要形成于华北陆块(铜矿峪、白乃庙), 而形成于扬子陆块的斑岩型铜矿主要成矿作用发生于显生宙。前寒武纪的基性-超基性岩型铜矿也具此特点, 产于华北陆块的该类铜矿主要形成于古元古代(赤柏松)与中元古代(金川), 矿床规模较大, 而扬子陆块中的该类铜矿主要形成于中、新元古代(大坡岭、冷水箐)。因此应重点在华北陆块的边缘断陷带寻找新太古代与古元古代时期的铜矿, 如太古宙绿岩型 Cu-Ni 矿及古元古代的乌多坎型(砂页岩型)铜矿, 而在扬子陆块的边缘裂陷带中则应主要寻找中、新元古代时期形成的铜矿, 如赞比亚型、奥林匹克坝型铜矿。

### 参考文献

- 白瑾, 余致信, 颜耀阳, 等. 1997. 中条山前寒武纪地质[M]. 天津: 天津科学技术出版社.
- 中国有色金属总公司北京矿产地质研究所. 1987. 国外主要有色金属矿产[M]. 北京: 冶金工业出版社.
- 陈文明. 1994. 国内外铜矿资源分析及对中国找铜工作的几点建议[A]. 见: 中国主要矿产资源形势分析与普查找矿策略[C]. 北京: 北京科学技术出版社. 353~358.
- 陈文明. 1996. 中国中条山铜矿峪早元古代变斑岩铜矿复合成矿作用[A]. 见: 地质科学研究论文集[C]. 北京: 中国经济出版社. 353~358.
- 陈文明, 李树屏. 1998. 中条山铜矿峪斑岩铜矿金属硫化物的 Re-Os 年龄及地质意义[J]. 矿床地质, 17(3): 224~228.
- 陈文明. 1999. 中国东川沉积型铜矿床成矿模式[A]. 见: 第30届国际地质大会论文集, 第九卷[C]. 北京: 地质出版社. 151~155.
- 丁梯平, 等. 1992. 华北元古宙铅锌成矿带稳定同位素研究[M]. 北京: 北京科技出版社.
- 傅德彬, 陈尔臻. 1988. 吉林省硫化铜镍矿床成矿规律[J]. 吉林地质, (2): 124~143.
- 龚琳, 王承尧. 1981. 论东川式铜矿的成因[J]. 地质科学, (3): 203~211.
- 韩发, 沈建忠, 聂凤军, 等. 1994. 江南古陆南缘四堡群同位素年代学研究[J]. 地球科学, (1-2): 43~50.
- 冀树楷, 付昭仁, 李树屏. 1992. 中条山铜矿成矿模式与勘探模式[M]. 北京: 地质出版社.
- 卢纪仁. 1993. 中国岩浆铜镍矿床的成矿模式[J]. 地质研究, (24): 78~84.
- 罗君烈. 1995. 古陆边缘裂陷槽中以镁质碳酸盐岩为容矿石的(东川式)沉积——改造铜矿床模式[A]. 见: 中国矿床模式[C]. 北京: 地质出版社. 70~73.
- 毛景文, 张宗清, 董宝林. 1990. 江南古陆南缘四堡群钨钨同位素年龄研究[J]. 地质论评, (3): 264~267.
- 毛景文, 杜安道. 2001. 广西宝坛地区铜镍硫化物矿石 982 Ma Re-Os 同位素年龄及其地质意义[J]. 中国科学(D辑), 12: 992~998.
- 聂凤军, 裴荣富, 吴良士, 等. 1993. 内蒙古白乃庙地区岩浆活动与金属成矿作用[M]. 北京: 北京科学技术出版社.
- 广西壮族自治区第九地质队. 1974. 广西某铜镍矿床地质特征的初步认识[A]. 见: 铬镍钴铂地质矿产专辑, 第三集[C]. 北京: 地质出版社. 122~128.
- 秦克令, 金浩中, 赵东宏. 1994. 碧口古岛弧带构造演化与成矿[J]. 河南地质, 12(4): 304~317.
- 芮宗瑶, 施林道, 方如恒, 等. 1994. 华北陆块北缘及邻区有色金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社. 110~138.
- 宋学信, 郭月敏, 徐珏, 等. 2002. 筏子坝别子型铜锌矿床构造环境与演化[J]. 矿床地质, 21(增刊): 451~458.
- 孙大中, 李惠民, 林源贤, 等. 1991. 中条山前寒武纪年代学、年代构造格架和年代地壳结构模式的研究[J]. 地质学报, (3): 216~231.
- 孙海田, 葛朝华. 1990. 中条山式热液喷气成因铜矿床[M]. 北京: 北京科学技术出版社.
- 孙继源, 冀树楷, 真允庆. 1995. 中条裂谷铜矿床[M]. 北京: 地质出版社.
- 汤中立. 1995. 金川铜镍硫化物矿床模式及地质对比[M]. 北京: 地质出版社.
- 杨应选, 仇定茂, 阙梅英, 等. 1988. 西昌—滇中前寒武纪层控铜矿[M]. 重庆: 重庆出版社.
- 姚家栋. 1988. 西昌地区硫化铜(铂)镍矿床成因[M]. 重庆: 重庆出版社.
- 王鸿祯, 等. 1985. 中国古地理图集[M]. 北京: 地质出版社.
- 黄崇柯, 白冶, 朱裕生, 等. 2001. 中国铜矿床[M]. 北京: 地质出版社.

- 黄有年. 1993. 浙江西裘铜矿床地质特征及找矿标志[A]. 见: 地质矿产系列找矿丛书-1, 中国铜矿找矿新进展[C]. 北京: 矿产地质研究所. 294~303.
- 翟明国, 杨瑞英, 黄宗祥, 等. 1985. 红透山太古代带型块状硫化物铜锌矿的稀土元素找矿标志[J]. 科学通报, 30(5): 371~374.
- 赵祥生, 马少龙, 邹湘华. 1990. 陕甘川碧口群的时代、地层特征及其划分与对比[A]. 见: 秦岭一大巴山地质论文集(一)[C]. 北京: 北京科学技术出版社. 176~184.
- 中条山铜矿地质编写组. 1978. 中条山铜矿地质[M]. 北京: 地质出版社.
- 朱训, 主编. 1999. 中国矿情第二卷[M]. 北京: 科学出版社.

## Metallogenic Characteristics of Precambrian Copper Deposits in China

Chen Wenming

(Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

### Abstract

Precambrian is an important copper metallogenic epoch in China. Copper deposits formed in this period account for 24.4% of China's total copper reserves. Among them Proterozoic deposits make up 23.5% and Archean ones 0.9%. They are located in aulacogens on margins of Precambrian continental blocks. According to the protolith lithology of host rocks, copper deposits may be classified into sedimentary, volcanic, basic-ultrabasic and porphyry-volcanic transitional types, which constitute 34.4, 26.5, 30.6 and 18.5% of Precambrian copper deposits, respectively. Mineralizations mainly include Cu-Zn, Cu-Co, Cu-Pb-Zn, Cu-Fe, and Cu-Mo types. Up till now, Cu-Au-U type (Olympic Dam type) and Archean Cu-Ni-Pt type (related to komatiites) have not been found yet. Ore-forming processes lasted from Neoproterozoic to Neoproterozoic (2700~658 Ma BP). Copper deposits in the North China block were mainly formed from Neoproterozoic to Mesoproterozoic, whereas those in the Yangtze block are mainly products of Paleoproterozoic-Neoproterozoic.

**Key words:** copper deposits, metallogenesis, Precambrian, China

<http://www.kyz.com/>