

中国大型铜矿床类型、成矿环境 与成矿集中区的潜力

王之田 秦克章

(中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所)

内容提要: 本文通过对我国31个大型以上及56个中型铜矿床的综合调研并与国外对比得出如下结论:①中国陆壳是在几个古板块基础上增生起来的,大型铜矿成矿作用在空间上向板块边缘推移,在时间上越来越新。大型铜矿床多出现在地台边缘、增生褶皱带边缘和陆内断裂拗陷带边缘;②大型铜矿可分六大成矿期,以中生代最重要,次为新生代、中元古代;③我国地跨世界三大构造域,板块构造丰富多样,地壳运动频繁而又比较强烈。因此,就形成大型铜矿床的环境而言,内生成分较多的矿床类型比外生成分较多的矿床类型可能更为有利。大型铜矿床可分六大类型,斑岩型最有潜力,CuNi型有希望;④中国地台仅占陆壳面积约三分之一,固化较晚,且不稳定,不具备形成国外某些特大型-超大型铜矿的环境;⑤划分出16个成矿集中区、远景区,并指出其成矿环境、类型和潜力。

主题词: 大型铜矿床 类型 成矿环境 成矿集中区 潜力 中国

大型、特大型和超大型矿床,由于它们不言而喻的经济效益而为各国经济地质学家所重视。就铜矿来说,世界已开发和有经济价值的矿床中,550kt以上规模的矿床占总储量的92.41%,而其中5.5Mt以上规模的矿床占总储量的66.37%^[14]。我国已知大型以上规模铜矿床计31个,占全国总储量的66.67%,其中大型25个占33.41%,特大型4个占16.16%,超大型2个占17.1%。因此认真研究总结、勘查和开发大型以上规模的铜矿床,是根本解决铜矿资源问题的重要途径。作者曾对我国铜矿床若干特点作过探讨^[1],本文是在进一步综合调研我国31处大型以上规模和56处中型铜矿床并与国外对比基础上提出的,旨在与同行研讨切实推进我国大型以上规模铜矿床的发现。

一、中国大地构造骨架与陆壳模型

中国大型铜矿床成矿特点,与中国地壳性质和大地构造格局发展有关。中国地跨世界三大构造域,中国板块为欧亚板块的一部分。中国大地构造发展、演化,可以概括为四大阶段:①太古代-古元古代阶段,中朝板块的逐渐形成,约1700Ma前固化;②中新元古代阶段,扬子古板块及塔里木古板块的形成,约700Ma前固化;③古生代阶段,古亚洲大陆的逐步形成;④中、新生代阶段,滨太平洋构造带和特提斯-喜马拉雅构造带的形成和发展。环绕中朝-塔里木和扬子板块的增生褶皱带由老到新依次形成,并镶接于古板块边缘,使中国大陆逐渐增生扩展。

中国陆壳模型及其特征可以概括为：①中国陆壳面积地台区占1/3，其余为增生褶皱带区；②所占质量百分数地台区29.7%，褶皱区70.29%，而全球则相反，地台区69.6%，褶皱区30.4%；③中国陆壳平均厚度（47km）大大超过全球陆壳的平均厚度（36.5km）。中国陆壳沉积层质量百分数（9.2%）大大高于全球陆壳沉积层质量百分数（2.2%）^{〔15〕}。

二、大型铜矿类型、成矿环境及其潜力

根据含矿岩系并结合矿床成因分类的原则可将我国大型以上规模铜矿划分为六大类型（表1）^①。其中以斑岩型最为重要，其次为海相沉积岩块状硫化物型、矽卡岩型、海相火山岩块状硫化物型、镁铁质-超镁铁质岩铜镍型和海相沉积变质岩型。而世界上铜矿探明储量各类型百分数分别为：斑岩型51.7%，矽页岩型26.1%，黄铁矿型10.3%，铜镍型6.0%，脉型3.2%，矽卡岩型2.2%（B. A. Первого, 1983）。中国大型铜矿床可分为六个大的成矿期，主要成矿期为中生代，其次是新生代和中元古代，古元古代、晚古生代和早古生代更次之。太古宙和新元古代仅有中型铜矿形成。

表1 中国已知大型铜矿床类型及地质时代占有储量百分比^①

Table 1. Genetic types of known large-sized copper deposits in China and their reserve percentage in various geologic times

时 代 类 型	太古宙 (%)	古元古代 (%)	中元古代 (%)	新元古代 (%)	早古生代 (%)	晚古生代 (%)	中生代 (%)	新生代 (%)	类型百分比 (%)
斑岩型		5.62				7.05	24.58	17.36	54.61
海相沉积岩块状硫化物型							11.38	0.55	11.93
矽卡岩型							9.44	0.55	9.99
海相火山岩块状硫化物型		4.69			2.50	1.20			8.39
镁铁质-超镁铁质岩铜镍型			7.69						7.69
海相沉积变质岩型			7.38						7.38
陆相砂页岩型									0
时代百分比 (%)	0	10.31	15.07	0	2.50	8.25	45.40	18.46	99.99

①成矿时差大者以最终成矿时代为准，由几个类型复合的矿床均依具体类型分别统计

1. 斑岩型：中国大型斑岩铜矿（Cu、Cu-Au、Cu-Mo、Cu-Pb-Zn-Ag），产出大地构造环境可分为大陆边缘（包括陆内古板边）和岛弧（古岛弧）环境。根据时空条件又可划分造山晚期、造山期后和克拉通活化环境成矿。大型斑岩铜矿床不论与板块俯冲消减带的关系密切与否，都与区域性深大断裂有关，而这种深大断裂带均产生在两个较大的正负构造单元发生大幅度相对运动的位置。大型斑岩铜矿床常见于深大断裂的横向断裂上或陆相火山断陷盆地边缘。

我国大型斑岩铜矿多与广泛发育的钙碱系列中酸性火山-岩浆作用形成的多期次复式杂岩体有关。火山岩主要为安山岩-英安岩-流纹岩建造，而侵入岩则为闪长岩-花岗闪长岩

① 我国陆相砂页岩型，已知单个矿床均属中、小型，目前分析也没有更好的聚矿场所，因此本文不作讨论

-花岗岩建造。其原始岩浆起源于下地壳或上地幔,或壳幔混源并受上部地壳的混染。成矿物质具多源特征,或与分熔岩浆一起来自下地壳或上地幔,或来自上地壳,或来自地表岩层。参与蚀变和成矿的热液是一些含矿岩浆水和大气水的富含金属和盐类矿物的混合热液,通常具有早期正岩浆和晚期对流的蚀变矿化证据。典型的矿化蚀变,从斑岩系统中心向外过渡,为两期叠加,即早期的钾化-青磐岩化,为晚期的石英绢云母化-青磐岩化叠加,形成现今常见的由斑岩体向围岩方向的蚀变分带模式:钾化-石英绢云母化-青磐岩化。相应的矿化分带为 $\text{Mo}(\text{Cu}, \text{Au}) \rightarrow \text{Cu}(\text{Mo}, \text{Au}) \rightarrow \text{Pb}, \text{Zn}, \text{Ag}$ 。矿石构造由内向外为浸染-浸染细脉-细脉-大脉。常有角砾岩筒出现。我们强调蚀变的规模、面型分带性和叠加性对成矿的控制作用^[2]。大型铜矿的蚀变范围大,如铜厂、玉龙大于 8 km^2 ,乌奴格吐山(简称乌山)大于 5 km^2 ,且具中心式环状对称蚀变分带。近年研究发现:斑岩热液蚀变过程中主岩和围岩的稀土元素变化具互补性,证实了热液对流的存在^[2]。斑岩蚀变矿化后出现明显锗亏损,锗亏损对斑岩铜矿化具指示意义^[3]。矿化蚀变随剥蚀深度而异。我国江西银山为一个侵蚀甚浅具直立延伸、连同陆相火山岩至侵入岩达数千米比较完整的斑岩系列,由上往下为围岩中的大脉 $\text{Pb}, \text{Zn}, \text{Ag}$ 矿-大脉、中脉 $\text{Cu}, \text{Au}, \text{Pb}, \text{Zn}, \text{Ag}$ 矿-围岩和斑岩中的小脉、细脉、浸染 Cu, Au 矿。主要由上侵斑岩冷却而导致斑岩和围岩广泛发育的多期破裂裂隙控制着大型斑岩铜矿的蚀变和矿化^[4]。关于次生作用,我国已知大型斑岩铜矿床由于缺乏完整的内部和外部特定条件^[5],故未形成厚大次生富集带。中国大型斑岩铜矿主要分布在(图1):

(1) 中国大陆东部,属环太平洋成矿域西部带的外带,成矿时代均为燕山期。有华南褶皱系新发现的紫金山铜金矿(91—102Ma^①),下扬子拗陷带的城门山铜矿,江南地轴的铜厂、富家坞、朱砂红、银山铜矿等。

我国大陆东部与美洲西部地质背景明显不同:美洲科迪勒拉-安第斯造山带大体呈南北向与板块边界平行分布,而我国东部基底构造大体为东西向,受中生代北东向构造切割,古生代及中生代后期运动各地段差别明显,隆起和沉降相间出现。沿太平洋两岸基底成分存在差别,西岸我国大陆斑岩铜矿基底多为粉砂-泥质岩系^[5],东岸美国西部斑岩铜矿基底为元古代片岩,局部有辉绿岩床侵入,并有火山成因硫化物矿化^[5]。太平洋西带与大陆之间是由边缘海和岛弧组成的宽阔过渡带而太平洋东带则没有边缘海和岛弧,过渡带大大缩减。此外,东西两岸俯冲速度亦存在差异,现今西带达每年 10 cm 以上,东带在 5 cm 左右^[16]。太平洋西带和东带成矿时代均表现为越向东越年青,但前者是由大陆向大洋迁移,后者是由大洋向大陆迁移。究其原因,除地球自转原因外,作者推测太平洋板块在中生代时向西为缓角度俯冲,表现在西岸大陆上的成矿;新生代时则变为高角度俯冲,表现在西带岛弧型斑岩铜矿的出现。而太平洋板块向东俯冲由中生代至新生代则可能为从高角度变为缓角度。这些可能是我国东部斑岩铜矿不如美国西部的原因。

(2) 中国西南部,属特提斯-喜马拉雅成矿域的东段,在我国为印度板块与中国板块及其间的冈底斯-念青唐古拉中间板块的俯冲、碰撞兼有大陆边缘和岛弧的成矿带。成矿时代为中、新生代。有三江褶皱系的玉龙(37.9—55Ma)、马拉松多、多霞松多铜矿等。

(3) 中国北部,属古亚洲成矿域的外带,为西伯利亚、哈萨克斯坦与中朝-塔里木板

① 石礼炎、李子林,1989,福建上杭紫金山次火山热液铜金矿床地质特征初探,福建地质,第4期

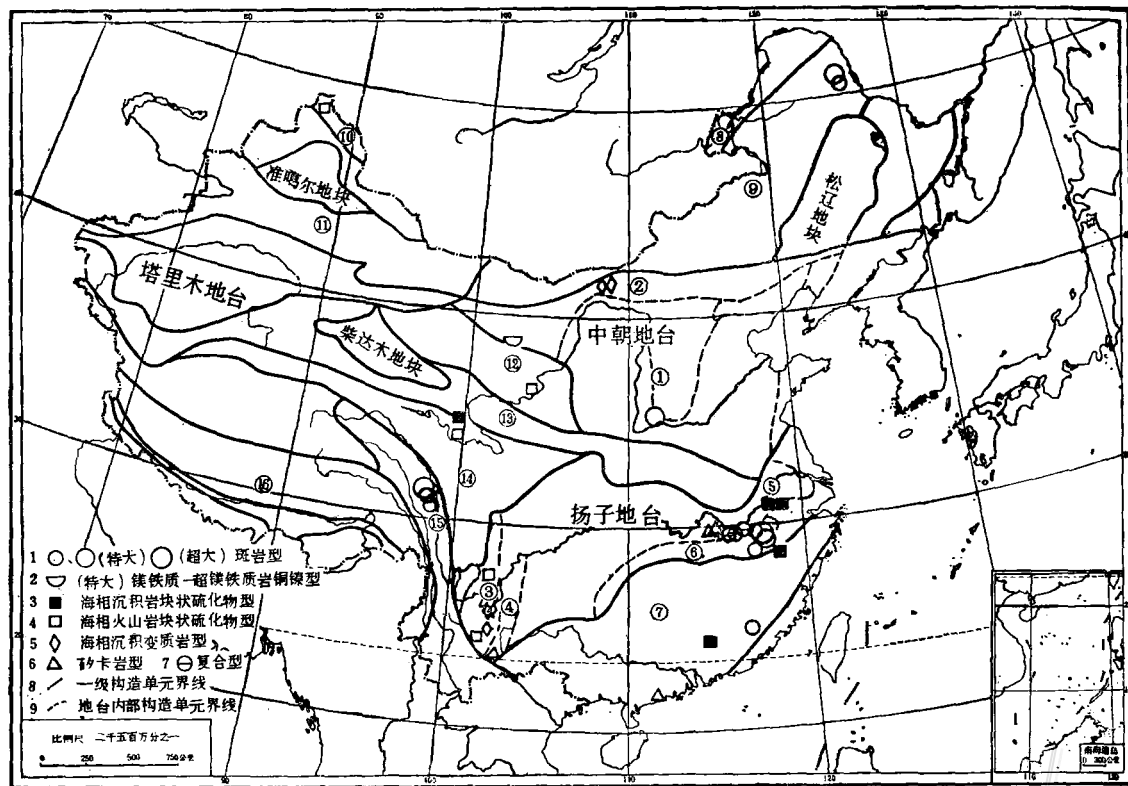


图 1 中国大型铜矿成矿集中区、远景区与构造单元略图

①—山西断隆; ②—内蒙地轴; ③—康滇地轴; ④—滇东拗陷带; ⑤—下扬子拗陷带; ⑥—江南地轴; ⑦—华南褶皱系; ⑧—额尔古纳褶皱系; ⑨—内蒙-大兴安岭褶皱系; ⑩—阿尔泰褶皱系; ⑪—天山褶皱系; ⑫—祁连褶皱系; ⑬—秦岭褶皱系; ⑭—巴颜喀拉-甘孜褶皱系; ⑮—三江褶皱系; ⑯—冈底斯-念青唐古拉褶皱系

Fig.1. Sketch map showing metallogenic provinces and prospects of large-sized copper deposits as well as tectonic units in China.

①—Shanxi faulted uplift; ②—Inner Mongolia axis; ③—Kangdian axis; ④—Diandong (Eastern Yunnan) downwarping belt; ⑤—Lower Yangtze downwarping belts; ⑥—Jiangnan axis; ⑦—South China fold system; ⑧—Ergune fold system; ⑨—Inner Mongolia-Dahinganling fold system; ⑩—Altay fold system; ⑪—Tianshan fold system; ⑫—Qilian fold system; ⑬—Qinling fold system; ⑭—Bayanhar-Ganze fold system; ⑮—Sanjiang fold system; ⑯—Gangdise-Nianqingtanggula fold system; 1—Giant, supergiant porphyry type; 2—Giant copper-nickel type in semic-ultrafemic rocks; 3—Massive sulfide type in marine sedimentary rocks; 4—Massive sulfide type in marine volcanic rocks; 5—Metamorphosed marine sedimentary rocks; 6—Skarn type; 7—Compound type; 8—Boundary of Grade 1 tectonic units; 9—Boundary of tectonic units within a platform.

块间海洋盆地兼有洋脊扩张和俯冲消减及碰撞的古大陆边缘和岛弧环境。成矿时代主要为海西期。有大兴安岭褶皱系的多宝山 (283Ma, 杜琦, 1984) 和受太平洋板块运动影响波及的额尔古纳褶皱系的乌山 (燕山期, 138Ma^[7]) 铜矿。

此外, 山西断隆的中条隆起产有铜矿峪前寒武纪“变斑岩铜矿”。为古元古代优地槽早期海底喷流火山沉积容矿岩铜矿 (2150Ma), 古元古代末地槽回返造山, 被陆相中酸性次火山岩 (1700Ma, 冀树楷, 1990) 顺层侵入改造, 形成“变斑岩铜矿”, 但并没有从根本上改变矿床受原生岩石控制的特点。

本型如下地区具有新增、发展或发现大型、特大型或超大型的潜力:江南地轴的赣东北,华南褶皱系的闽西南,三江褶皱系中段(藏东)和北段(青南),甘孜褶皱系义敦岛弧带南段、雅鲁藏布江缝合线以北地区,大兴安岭褶皱系北段的多宝山地区和南段的西拉木伦深大断裂与松辽断陷西缘交接的三角地区,额尔古纳褶皱系,天山褶皱系的甘肃北山地区,中条隆起。

斑岩型是世界上最重要的铜矿类型。世界上53个超大型铜矿床(大于5Mt)中有30个为斑岩型。世界铜产量的一半也来自斑岩铜矿。在我国中型以上斑岩铜矿储量占全国储量比例,由60年代的25%^①增长到目前的47.5%。我国4个特大型铜矿中有3个为斑岩型,2个超大型铜矿均为斑岩型。因此,从全国看,应对斑岩型给予更多注意。可以预见我国斑岩铜矿占有比例将持续稳定增长,其开发利用比例也将大幅度增长。

2. 海相沉积岩块状(条带状、层纹状)硫化物型:即为作者1988年明确划分出的海相碎屑岩—碳酸盐岩过渡层间的块状(条带状、层纹状)硫化物型铜矿^[1],以下简称海相沉积岩块状硫化物型。成矿环境为大陆地壳海西—印支期海相断裂拗陷带,为受一定层位控制的沉积改造型矿床^[8]。沉积成矿时期为晚古生代,改造富集时期为中生代,两者成矿时差约200Ma。它们几乎都分布在华南晚古生代第一个海侵岩系底部,由碎屑岩向碳酸盐岩过渡的部位。海盆内的含矿物质由海底热泉(或旁侧古陆提供^[8,9],即被加热了的海水通过对流循环作用把成矿元素从喷口围岩中淋滤出来,同生沉积形成铁矿石硫化物相(黄铁矿,伴Cu、Au、Pb、Zn)、碳酸盐相(菱铁矿)和氧化物相(赤铁矿)。有用金属元素以喷口为中心的垂向和侧向分带,依次为Cu、Au—Pb、Zn—Fe、Mn。至燕山期,中小型侵入体常常重新沿着代表基底构造薄弱部位的海底热泉喷口中心侵入,侵入体不仅从前寒武纪古老基底掳取并携带部分含矿物质,而且作为热源使原过渡层间的硫化物(胚胎矿)活化、转移和再富集,最终形成现今所看到的沉积改造型块状硫化物矿床。大型铜矿床主要分布在下扬子拗陷带中石炭统白云岩中,有冬瓜山、武山、新桥等铜矿;华南褶皱系信江流域的下石炭统砂页岩、灰岩和中石炭统灰岩中,有永平铜矿,粤北的上泥盆统灰岩、白云质灰岩中,有大宝山铜矿。秦岭褶皱系西端^[10]青海赛什塘铜矿,也可能属此类沉积(晚古生代)改造(印支期)块状硫化物铜矿。

本型具新增和发现大型潜力的地区,有安徽马山到冬瓜山之间及青海铜峪沟—赛什塘地区。

3. 矽卡岩型:碳酸盐岩在我国较发育,占沉积岩出露面积的55%^[11],矽卡岩型铜矿较世界其它地区占有比例大。中国大型的矽卡岩铜矿(Cu—Fe, Cu—Mo, Cu—Pb—Zn)的成矿地质环境与斑岩型接近,多产在活动带,主要与燕山期中酸性侵入岩有关,围岩主要是古生代以来的碳酸盐岩。蚀变矿物以钙硅酸盐即矽卡岩组合为特征,早期为无水矿物透辉石、石榴子石等,晚期为含水富镁矿物组合,如金云母、透闪石、阳起石、绿泥石等,同时伴有铜矿物共存于早已形成的矽卡岩内部较年青的破裂裂隙中。成矿物质来自侵入体或来自围岩。中国大型矽卡岩铜矿主要分布在环太平洋成矿域,有下扬子拗陷带的铁山、铜录山、城门山铜矿,成矿时代为170—110Ma,滇东拗陷带的个旧矿田及华南褶皱系的石录铜矿。个

① 王之田, 1966, 我国铜矿资源现状分析与找矿方向。冶金工业部北京地质研究所

旧铜矿矿质可能部分摄取自矿区发育的辉绿岩床。矽卡岩铜矿常与斑岩铜矿同时产在一个矿床内,如玉龙、城门山、武山和封三洞铜矿。

本型大型铜矿可见潜力不大。个旧矿田可能有一定程度的增长。前述某些中—新生代斑岩铜矿潜力区,斑岩与碳酸盐岩接触的凹部可能有新的发现。

4. 海相火山岩块状(条带状、层纹状、浸染状^①)硫化物型:本型与海底火山喷流沉积活动有关,以下简称海相火山岩块状硫化物型。成矿环境主要为大陆边缘斜坡已跨上洋壳部位的优地槽(岛弧),或经洋壳俯冲传送到海沟地带的原来生成在洋中脊的蛇绿岩套。成矿时代以古元古代、早古生代为主,晚古生代次之。典型矿床由构成矿床主体的块状硫化物的层状透镜体和不整合的网脉型硫化物矿化带组成。网脉状矿化带中含有经过热液蚀变的底板岩石。从网脉带的核部和块状硫化物透镜体的底部向上和向外,矿石矿物、脉石矿物和热液蚀变矿物具有明显的分带性。该类大型矿床主要分布在:康滇地轴古元古代变钠质火山岩中,以大红山铜铁矿(1700Ma)和拉拉厂铜矿为代表;中条隆起古元古代绛县群变质基性熔岩和偏酸性层凝灰岩中,以铜矿峪铜矿为代表;北祁连加里东褶皱系早古生代偏碱质变细碧角斑岩中,以白银厂铜铅锌矿(503Ma)为代表。以上均为优地槽环境。此外,巴颜喀拉—甘孜褶皱系北缘阿尼玛卿山俯冲带的晚古生代镁铁质—超镁铁质岩中,以德尔尼铜钴矿为代表,为洋脊环境蛇绿岩套剖面上部产物。

本型具新增大型潜力地区有阿尼玛卿山,发展为特大型潜力地区有大红山,具发展到大型规模的地区有阿尔泰海西褶皱系西段新发现的阿舍勒(泥盆纪),甘孜印支褶皱系东南缘的李伍(奥陶纪)及其义敦岛弧带的白玉地区,北缘与内蒙海西褶皱系南缘交接部位内蒙地轴的白乃庙(古元古—中元古代,聂凤军,1990)。

本型在国外太古宙是重要成矿期。我国以红透山中型铜矿(3100Ma)为代表,位于辽东台隆铁岭隆起的太古宙绿岩带中,容矿岩石为变粒岩—片麻岩—角闪质岩石,与北美太古宙绿岩带中的Cu—Zn块状硫化物矿床具某些相似性。由于中国陆壳面积地台区所占比例很小,陆壳固化时间较世界其它地台、地盾区要晚500—1000Ma,并且地壳运动频繁而又比较强烈,太古界面积极小且支离破碎,因此象加拿大地盾上的太古宙—古元古代火山岩块状硫化物型巨型铜带在我国出现的可能性不大。

应指出,国际上近十年来对火山成因块状硫化物矿床的观察和计算表明,硫化物既可从上浮热柱中堆积,也可在密度大的卤水池中堆积;既可形成于火山岩基底上,也可形成于沉积岩基底上;既可发育于裂谷构造中的地形低洼处,也可发育于海山上的地形高耸处^[17]。除海相火山活动外,海底特定水文、地热和地形也是不可缺少的条件。这就给我们预测带来困难,关键是如何理解形成块状硫化物的基本地质作用。

5. 镁铁质—超镁铁质岩铜镍型:该类型主要产于地台边缘或增生褶皱带边缘。岩体群分布严格受深断裂控制。成矿时代以中元古代为主,其次为晚古生代。常见含矿岩体类型有二辉橄榄岩、辉长岩—辉石岩—橄榄岩、斜方辉石岩。矿化可分为岩浆深部熔离型、岩浆贯入型、岩浆熔离型和接触交代型,以前二者为主。金属矿物主要为磁黄铁矿、镍黄铁矿和黄铜

① 姜福芝,1989,浸染状硫化物铜矿床—海底火山成因贱金属硫化物矿床的新成员。第四届全国矿床会议论文摘要汇编(下)

矿等。以镍为超大型、铜为特大型的甘肃金川矿(1509 Ma^[10])为代表,该矿位于内蒙地轴西南缘,超镁铁质岩构造侵位于中元古代长城群白家咀子组中。

本型可见大型潜力地区有阿尔泰早海西褶皱系东段南缘的喀拉通克地区,天山晚海西褶皱系东段北缘新发现的黄山—赤湖地区。我国板块构造线多达14条以上,与蛇绿岩套下部层位有关的或可能与大陆内部热点有关^[18]受深大断裂控制的镁铁质—超镁铁质岩石比较发育,具备寻找铜镍矿床的条件,预计在我国北方和青藏地区还会有新的发现。国外资料表明,地壳中如含大量的硫则为镁铁质—超镁铁质岩浆所同化摄取,而有利于铜镍矿的形成^[19],对此应给予注意。与陆内裂谷有关的溢流玄武岩的侵入相中Cu—Ni—Pt硫化物矿床,是国外60年代以来最有远景的一种类型,如苏联的诺里尔斯克矿田(三叠纪)和美国的德卢斯矿化杂岩体(中元古代)。我国攀西裂谷带及其南延地区存在分布面积达0.3Mkm²以上的二叠纪峨眉山溢流玄武岩,可作一些先期调研探索。

6. 海相沉积变质岩型:本型大型矿床成矿为古大陆边缘斜坡靠近大陆以陆壳为基底的冒地槽环境,为浅海相或泻湖三角洲相矿床。成矿时代主要为中(新)元古代。国内有些学者认为本型属内克拉通裂谷环境,由于除内蒙地轴狼山地区外,康滇地轴和中条地区迄今没有发现陆内裂谷根本特征,即说明切穿岩石圈的高碱性火山岩和岩浆岩的确切证据,故本文暂不应用裂谷这一术语。其下伏的古元古代含铜岩系不仅可作为陆源沉积矿源层的铜质来源,也可成为沿断裂渗透上来的海底热泉铜质来源。矿床的形成经历了同生—成岩—后生作用阶段。矿层主要位于由碎屑岩相到碳酸盐相(也有相反情况)的过渡带中,某些铜矿与具有生物化学作用特点的含藻层或碳质岩层存在着密切的空间关系。矿床均遭受了浅—中程度的区域变质,构造运动及变质作用对原有的沉积铜矿中的矿质进行了改造、迁移和富集。矿化的富集与贫化程度明确地取决于矿石改造区的古温度梯度^[20]。

本类型大型矿床分布:康滇地轴有东川(1039Ma)和易门铜矿,产于昆阳群碳酸盐岩内,矿化富集在由氧化向还原环境即紫色向浅色过渡带的浅色层一边,铜矿层的厚度与紫色层呈正相关关系,呈赤铁矿—辉铜矿—斑铜矿—黄铜矿—黄铁矿矿物分带。内蒙地轴有霍各乞铜矿,产于狼山群第二组(1098—1600Ma),主要含矿岩系为条带状碳质石英岩、白云岩和碳质板岩。

本型东川汤丹铜矿具发展到特大型的可见潜力。狼山和中条山可能会有某种程度的增长。中国地台是不稳定的,导致长期隆起剥蚀和长期稳定海盆聚矿条件不理想。因此难以找到与中、新元古代内克拉通裂谷有关的扎伊尔—赞比亚巨型规模的铜矿。

三、中国大型铜矿成矿集中区、远景区及潜力

综上所述,我国大型铜矿按大地构造分区可分出16个成矿集中区、远景区(图1)。现对其成矿条件与成矿潜力简述如下:

1. 山西断隆:本区自中元古代以来处于相对隆起状态,基底岩系(太古宙—古元古代)出露广泛,古生代以来的沉积盖层发育较完整。大型铜矿集中在南部的中条隆起,古元古代有优地槽早期环境的落家河(中型)和铜矿峪(特大型)海相火山岩块状硫化物型铜矿,铜矿峪在地槽回返造山晚期受到改造成为“变斑岩铜矿”;中元古代有冒地槽环境的沉积

变质岩型中型铜矿(胡家峪、篦子沟)。后者继承了前者的成矿物质。中条隆起的铜矿峪类型,具发展为超大型的潜力。

2. 内蒙地轴:长期隆起带,主要为前寒武系变质基底。中段狼山产有中元古代冒地槽环境的沉积变质岩型铜矿(霍各乞、炭窑口),叠置在中基性火山岩系之上。西南缘龙首山隆起带中产有中元古代金川铜镍矿。本区这两种类型的铜矿资源可能会有一定程度的增长。北缘古元古代—中元古代优地槽海相火山岩型白乃庙铜矿,具大型潜力。

3. 康滇地轴:基底由古、中、新元古代变质岩系组成。在震旦纪—中三叠世期间是隆起带,印支运动后,大部分地区转化为内陆断陷盆地。古元古代有产于优地槽环境的大红山和拉拉厂铜矿,中(新)元古代有产于冒地槽环境的东川和易门铜矿田,中生代活化期产有大姚、牟定、会理等陆相砂页岩型中型铜矿床。该区表现出明显的成矿继承性。本区古元古代火山岩块状硫化物型和中元古代沉积变质岩型铜矿仍具较大潜力,其中大红山和东川汤丹具发展为特大型的潜力。

4. 滇东拗陷带:为康滇地轴东侧轴缘拗陷带,主要沉降期为震旦纪至早古生代。经燕山和喜马拉雅运动形成较复杂的褶皱断裂带。产有燕山期矽卡岩型铜矿。个旧矿田可能有一定程度的增长。

5. 下扬子拗陷带:为震旦纪至三叠纪的拗陷带。经受印支、燕山期多次构造岩浆作用。产有燕山期沉积岩块状硫化物型、矽卡岩型、斑岩型铜矿,常形成几种类型复合的矿床。安徽马山—冬瓜山之间具发现大型铜矿的潜力。

6. 江南地轴:为长期活动隆起带,元古代粉砂泥质浅变质岩系构成基底。雪峰运动较弱,后期经受过印支、燕山、喜马拉雅运动多次改造。中生代活化期产有燕山期斑岩铜矿。本区仍有潜力,银山可望发展为特大型。

7. 华南褶皱系:为晚加里东期地槽褶皱系。晚加里东期后开始了相对稳定的沉积盖层发育时期。印支运动后进入大陆边缘活动带发展阶段,经受了由西向东发展的燕山和喜马拉雅运动。有最终形成于燕山期的海相沉积岩块状硫化物型(大宝山)、斑岩型(紫金山)和矽卡岩型(石录)矿床。本区仍有潜力。永安—梅县拗陷为燕山期斑岩成矿系列和海相沉积岩块状硫化物型铜矿待进一步揭开的具有大型—特大型潜力的地区。

8. 额尔古纳褶皱系:为受燕山运动强烈影响的晚海西褶皱系。以前曾认为是早加里东褶皱系。海西期后本区镶嵌于西伯利亚地台边缘。北东向额尔古纳—呼伦深断裂在燕山期强烈复活,火山岩浆活动广泛发育。产有燕山期乌山斑岩铜铅矿床和属斑岩成矿系列的甲乌拉次火山岩热液Pb-Zn-Ag-Cu矿床。本区具有较大的可见潜力,将发展为超大型斑岩成矿系列Cu、Mo、Pb、Zn、Ag资源基地。

9. 内蒙一大兴安岭褶皱系:这是被燕山运动强烈改造了的晚海西地槽褶皱系。本区中、新生代陆相火山—沉积岩系及海西期花岗岩基分布广泛,古生代及其以前地层零星出露。北段有海西期的多宝山斑岩铜矿。本区具有较大潜力,多宝山地区具可见超大型潜力。此外,南段的西拉木伦深断裂与松辽地块交接三角部位为待揭开的燕山期斑岩成矿系列潜在区。

10. 阿尔泰褶皱系:地槽在泥盆纪末褶皱回返形成早海西褶皱系。西段有泥盆纪火山岩块状硫化物型阿舍勒铜矿,东段南缘有海西期喀拉通克铜镍矿。阿舍勒、喀拉通克地区均

具较大潜力。

11. 天山褶皱系: 包括天山山脉主体及甘肃北山山脉。天山地槽由泥盆纪末开始褶皱, 至早二叠世末才全部褶皱回返形成晚海西褶皱系。空间上以中天山为中心, 褶皱向南北两侧逐渐扩大。北山有公婆泉斑岩型和可能属斑岩系列的与次火山岩热液有关的白山堂中型铜矿, 二者仍有潜力。天山东段北缘有黄山铜镍矿, 黄山—赤湖地区具大型潜力。北天山西段博罗霍洛复背斜区域成矿条件较好^①。

12. 祁连褶皱系: 主要是一个加里东期褶皱系。由中带的前寒武纪变质岩基底和南北两带变质的早古生代海相火山沉积建造组成。产有白银厂火山岩块状硫化物型铜矿。本区陆续发现了高压低温的蓝闪片岩变质带、构造混杂堆积和蛇绿岩套等古板块俯冲带标志。本区铜资源估计还会有某种程度增长。

13. 秦岭褶皱系: 为印支期褶皱系。在震旦纪—三叠纪期间具地槽活动特征, 经加里东、海西、印支构造旋回逐渐褶皱回返, 至三叠纪末结束地槽活动转化为褶皱系。西端邻甘孜褶皱系处产有青海铜峪沟、赛什塘沉积岩块状硫化物型铜矿, 仍有潜力。

14. 巴颜喀拉—甘孜褶皱系: 为印支褶皱系。区内三叠系地槽沉积广泛覆盖, 古生界仅出露于边缘地带。晚海西运动使局部地带隆起, 如阿尼玛卿山。印支运动造成普遍隆起, 岩石轻微变质。北缘阿尼玛卿山产有与晚古生代蛇绿杂岩有关的德尔尼大型铜钴矿。东南缘有早古生代李伍中型铜矿。西南缘义敦岛弧区中甸产有印支期斑岩型雪鸡坪和矽卡岩型红山中型铜矿。阿尼玛卿山具新增大型潜力, 李伍和中甸地区具发展为大型的潜力。东北缘略、勉、阳三角地区新发现铜厂中型富铜矿, 产于石英闪长岩 (340 Ma) 的内接触带, 可望发展为大型。

15. 三江褶皱系: 主要为印支地槽褶皱系。沿三江深断裂变质杂岩带发育, 原岩时代包括中、新元古代到三叠纪。变质带之间, 昌都—兰坪—思茅一带为中、新生代拗陷带中的巨厚海陆交互相含煤和含膏盐红色岩系。本区先后受到加里东、海西、印支、燕山和喜马拉雅运动作用。中段藏东昌都中、新生代红色盆地东缘产有喜马拉雅期斑岩型玉龙超大型铜矿 (兼有矽卡岩型和沉积岩块状硫化物型) 和多霞松多、马拉松多大型斑岩铜矿。本区潜力很大。中段铜资源翻番是有条件的。北段青海南部杂多盆地东北缘具有较好的斑岩成矿条件, 为待揭开的潜在远景区。

16. 冈底斯—念青唐古拉褶皱系: 为燕山期增生褶皱带。包括北缘喀喇昆仑—丁青—澜沧江缝合线 (P_2-J_1)^[11]和南缘雅鲁藏布江缝合线 ($K-E$)^[13]之间的广大地区。中间存在中生代期间由印度古陆分裂出来的纳木错地块。本区有两条规模巨大的花岗岩带: 一条沿申扎—野贡藏布断裂以北分布 (145—36Ma); 另一条沿雅鲁藏布江北岸, 即冈底斯花岗岩带 (110—20Ma), 长2000km以上^[13]。本区西与土耳其—中伊朗同属于冈瓦纳古陆和欧亚古陆间的中间板块, 对形成斑岩铜矿极为有利。土耳其的托罗斯山已发现大型斑岩铜矿, 伊朗的扎格罗斯山已发现超大型斑岩铜矿 (萨尔切什梅)。雅鲁藏布江缝合线以北地区为待揭开的超大型铜矿潜在远景区。

① 王之田、秦克章, 1988年6月, 新疆博罗霍洛复背斜铜多金属成矿区带考察认识和工作建议

四、结 论

1. 中国陆壳是在几个板块基础上增生起来的,以古老的陆块为核心,以不同时代的增生褶皱系为边缘,向外逐渐增生和发展,从而导致了火山岩、岩浆岩类、沉积岩系及有关类型大型铜矿在空间上向板块边缘推移,在时间上越来越新。因此我国大型铜矿多出现在地台边缘、增生褶皱带边缘和陆内断裂拗陷带边缘,它们均处在隆、拗构造衔接部位。

2. 我国已知大型铜矿床可分为六大类型,以斑岩型最为重要。我国地跨世界三大构造域,板块构造丰富多样,地壳运动频繁而又比较强烈,这在世界其它地区是少见的。因此就形成大型铜矿床的环境而言,内生成分较多的矿床类型比外生成分较多的矿床类型可能更为有利。我国潜力最大的类型是斑岩型。铜镍型是一个有希望的类型。多达14条以上的板块构造边缘镁铁质-超镁铁质岩带是一个有利条件,当然还要看侵位地壳是否富硫。

3. 我国碳酸盐岩很发育,导致矽卡岩型大型铜矿占有一定比例。由于我国大地构造、岩浆作用和沉积建造具多旋回演化特点,在一个成矿集中区的成矿继承性、几种类型共存和在一个矿区的多成因复合成矿现象表现明显。而且同生沉积后经改造或变质的铜矿床比较发育^[11]。

4. 中国陆壳质量地台区占29.7%,其余为增生褶皱带区,而全球陆壳则相反,地台区占69.6%。且中国陆壳固化较世界其它地台、地盾地区要晚500—1000Ma以上。因此,象太古宙—古元古代成矿期加拿大地盾绿岩带块状硫化物型铜带,在我国出现的可能性不大。加之地台比较不稳定,因此不具备形成象中元古代中非铜带那样的稳定海盆聚矿环境。中国大陆东部与美洲西部虽同属环太平洋成矿域,但斑岩成矿地质背景明显不同,因而成矿规模也不同。

5. 我国大型铜矿的形成可分六个大的成矿期,以时代较新的为主。整个地史中,燕山期成矿作用具有特殊的重要意义。

中国地史早期大型铜矿成矿作用相对较单一,随着地壳演化铜矿成矿作用和矿床类型愈来愈多样化。地史早期阶段占优势的是玄武岩浆、海相沉积变质作用,晚期占优势的是花岗岩浆活动和陆相沉积作用,因而分别形成与其有关的铜矿类型,除陆相沉积作用外,均出现了大型铜矿。

6. 中国大型铜矿成矿集中区、远景区可划分出16个。已知成矿集中区以下扬子拗陷带、江南地轴、三江褶皱系和康滇地轴比较重要,其次为内蒙地轴、华南褶皱系、内蒙—大兴安岭褶皱系和山西断隆的中条隆起等成矿集中区^[1]。从成矿条件和新的找矿潜力综合看,其重要性大体依次为三江褶皱系、内蒙—大兴安岭褶皱系、冈底斯褶皱系、康滇地轴、中条隆起、江南地轴、甘孜褶皱系、额尔古纳褶皱系、华南褶皱系、阿尔泰褶皱系、下扬子拗陷带、天山褶皱系、秦岭褶皱系西端、滇东拗陷带、内蒙地轴、祁连褶皱系。从成矿条件看,冈底斯褶皱系为待揭开的最有潜力的斑岩成矿远景区。

本文企图建立在最新调研成果基础上,但由于作者水平所限,特别是随着今后地质工作的不断深入,成矿系统可能比迄今任何人所考虑的更大更普遍,本文提出的认识肯定会有很大的变化。本文只想说明一个问题,即中国大型铜矿既有全球性的共性,但又有自己的特

点,在进行国内外大型铜矿床对比时,应更多地注意到不同点,只有这样才能对我国大型铜矿床类型、特点、成矿远景区潜力作出恰当估计。最后,作者对我国的铜矿资源前景持谨慎乐观态度。

野外调查中得到各有关地质队、矿山技术人员的大力协助。准备本文之际,承蒙学部委员宋叔和先生指点,我所多位同志热情介绍有关情况。谨在此一并致以衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1] 王之田、秦克章 1988 中国铜矿床类型、成矿环境及其时、空分布特点 地质学报 第3期
- [2] 秦克章、王之田、潘龙驹 1990 满洲里—新巴尔虎右旗铜、钼、铅、锌、银带成矿条件与岩体含矿性评价标志 地质论评 第6期
- [3] 王之田、秦克章 1989 满洲里—西旗斑岩铜多金属成矿系列REE地球化学特征及应用 地球化学 第4期
- [4] 宋叔和、王之田、任治机、刘湘培 1990 有色金属矿床研究现状和趋势 《当今世界地球科学动向——中国科学家谈第28届国际地质大会》 地质出版社
- [5] 王之田、刘湘培、宋叔和 1990 美国西南部斑岩铜矿 《当今世界地球科学动向——中国科学家谈第28届国际地质大会》 地质出版社
- [6] 姜齐节 1984 铜矿集中区的主要类型和铜矿床形成条件 地质与勘探 第6期
- [7] 王之田、秦克章 1988 乌奴格吐山下壳源斑岩铜钼矿床地质地球化学特征与成矿物质来源 矿床地质 第4期
- [8] 王之田 1985 长江中、下游铜矿床主要类型、成矿特征及其成矿复合模式 《国际交流地质学术论文集——为27届国际地质大会撰写》 (4) 地质出版社
- [9] 顾连兴、徐克勤 1986 论大陆地壳断裂拗陷带中的华南型块状硫化物矿床 矿床地质 第2期
- [10] 郭文魁主编 1987 1:400万中国内生金属成矿图及说明书 地图出版社
- [11] 涂光炽等著 1984 中国层控矿床地球化学 第一卷 科学出版社
- [12] 高延林 1990 青、藏、川、滇地区印支期太平洋型古大陆边缘的特征 地质学报 第3期
- [13] 李春昱、王荃、刘雪亚、汤耀庆 1982 亚洲大地构造图(1:800万)说明书 地图出版社
- [14] Laznicka, P., 1983, Giant ore deposits: a quantitative approach, *Global Tectonics and Metallogeny*, Vol.2, p.41—63.
- [15] Li Tong, 1989, The chemical composition of the continental crust in China. *Progress In Geosciences of China (1985—1988)*, Vol. III, Geological Publishing House, Beijing.
- [16] Tom Simkin, Robert I. Tilling et al., 1989, *The Dynamic Planet—World Map of Volcanoes, Earthquakes and Plate Tectonics*. U.S. Geological Survey.
- [17] Lydon, J. W., 1988, Ore deposits models-8: Volcanogenic massive sulphide deposits. Part II: A genetic model. *Geoscience Canada*, Vol.15, No.1, p.43—65.
- [18] Sawkins, F. J., 1984, *Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics*. Springer-Verlag.
- [19] Naldrett, A. J., 1984, Magmatic sulfide deposits. 27th IGC Abstracts, Vol. VI, Section 12, p.219—220. Moscow, USSR.
- [20] Demin, Y. I. et al., 1989, Transformation of stratiform ore deposits. 28th IGC Abstracts, Vol. 1 of 3, p.385—386, Washington, D. C., USA.

TYPES, METALLOGENIC ENVIRONMENTS AND POTENTIALITIES OF METALLOGENIC PROVINCES OF LARGE COPPER DEPOSITS IN CHINA

Wang Zhitian and Qin Kezhang

(Research Institute of Mineral Resources and Geology, CNNC, Beijing)

Abstract

Based upon a comprehensive investigation into 31 large and 56 medium-sized copper deposits in China in comparison with those abroad, this paper reaches the following conclusions:

1. China's continental crust was formed by the accretion around several massifs throughout the geological ages which led to the migration of the metallization of large copper deposits towards the margins of the old plate with the lapse of time. Therefore, China's large copper deposits mostly occur along margins of platform, accretionary fold belt and faulted downwarping belt within the continental crust.

2. The Chinese continent lies across the world's three tectonic domains and is characterized by varied plate tectonic styles as well as frequent and rather strong crustal movements. Therefore, so far as the formation of large copper deposits is concerned, the environment seems to be more favorable for the deposits of mainly endogenic origin than deposits dominated by exogenic origin. Of the six major types of large copper deposits in China, the porphyry type seems to have the largest potential, and the copper-nickel type is also promising.

3. There are six major metallogenic epochs for China's large copper deposits. Mesozoic is the most important epoch, and Cenozoic and Mesoproterozoic are next in importance.

4. In China's continental crust, the platform region makes up 29.7% in mass percentage, and the rest is composed of folded regions, whereas in the global continental crust the platform region makes up 69.6%. The consolidation of China's continental crust took place later than that of the platform and shield areas in other regions of the world, and China's platform is not stable. The metallogenic environments for giant copper belts such as the environments of the Archean-Neoproterozoic Canadian shield and Mesoproterozoic Central Africa are not likely to exist in China.

5. The authors have assigned the large copper deposits in China to 16 metallogenic provinces and prospects and pointed out their mineralization types and potentialities.