

有关新疆铜矿找矿勘查的几点启示^①

廖启林^② 刘悟辉 赵晓霞 邱冬生

(中南工业大学地质研究所 长沙 410083)

摘要 近二十年来,新疆铜矿勘查取得了显著成就,也展示了更好的未来。本文根据新疆铜矿的基本成矿规律与分布特征,提出了新疆铜矿找矿的三个主攻类型、三个远景类型及有利于形成铜矿的四片地块,铜矿趋向于集中在板块的结合部位、古生代是新疆铜矿的集中成矿时期,并就如何进一步开展新疆铜矿的找矿勘查提出了建议。

关键词 铜矿,找矿勘查,启示,新疆

我国长期处于供不应求之中的铜矿资源一直是有色地质勘查找矿的一大重点与难点。作为占有六分之一国土的新疆,其铜矿探明储量排名已从七十年代的占全国第24位上升到目前的第9位,其铜矿勘查的战绩虽不算辉煌,但与其辽阔的疆域相比,似乎仍显美中不足。新疆铜矿具成矿种类多、成矿环境广、找矿程度相对不算太高、应用新理论新方法新技术综合找矿小有尝试等特点,近年来一些知名专家学者先后撰文论述了新疆铜矿成矿规律与找矿对策等方面的论题。作者在收集了前人有关研究成果的基础上,结合最近参加科研与学习的体会,亦就新疆铜矿找矿勘查的有关问题谈点浅见。

1 新疆铜矿找矿勘查的新进展

自七十年代以来,新疆的铜矿勘查大致可分为三个阶段,堪称“三级跳”: (1)七十年代末,发现了喀拉通克大型铜镍硫化物型铜矿,自此掀起了在“三山两盆”寻找与基性—超基性杂岩有关的铜镍硫化物型矿床的高潮,随着黄山、黄山东、香山等一批中—大型铜镍硫化物矿床的发现及喀拉通克式“岩浆熔离—贯入型铜镍矿床”成矿模式的问世,使新疆的铜镍找矿进入鼎盛时期; (2)八十年代中后期,在世界著名的矿区阿尔泰多金属成矿带之中国境内——阿尔泰山南缘泥盆纪构造火山盆地中发现了阿舍勒大型块状硫化物(铜、锌)矿床,从而拉开了在北疆寻找陆缘裂谷带晚古生代火山喷流沉积成因的块状硫化物(富)铜矿的序幕,随着阿舍勒盆地铜

① 收稿日期 1998-12-14 审回日期 1999-12-23

② 第一作者简介:廖启林,男,1964年生。高级工程师,博士研究生,矿产普查勘探及应用地球化学研究。

矿找矿的深入及一些中型块状硫化物铜矿(如乔夏哈拉)的发现,使新疆的铜矿在全国的排名一下就跃升了许多;(3)九十年代之后,先后发现了小热泉子、土屋等中—大型铜矿床,尤其是最近新发现的大型斑岩铜矿——土屋铜矿,结束了新疆无成型斑岩铜矿的历史,可以断言这对于下个世纪天山南北的铜矿找矿勘查无疑是一个良好的昭示。

在应用科学成矿理论、引进先进的找矿方法技术方面,新疆过去几十年的铜矿勘查找矿亦颇有收益。在全疆(主要在北疆)曾先后开展过铜镍矿会战、海相火山岩型铜矿会战、西天山铜矿会战等,系统学习借鉴了斑岩成矿理论、铜镍硫化物成矿理论、海底火山喷流沉积的块状硫化物铜矿成矿理论,并在新疆的铜矿勘查实践中对这些理论有了更深的认识或充实;在开展地—物—化—遥多兵种协同作战、联合攻关方面,新疆的铜矿勘查也进行了诸多尝试,尤其是在引进一些勘探深度较大的地球物理方法与手段应用于深部铜矿评价方面称得上小有建树。通过国家三〇五项目,新疆曾先后从国外引进了瞬变电磁法(TEM)、音频磁大地电法(CSAMT)、大功率激电法等物探手段,在阿舍勒、黄山、喇嘛苏、喀拉通克等铜矿区开展了物探深部找铜试验,获得了宝贵的经验与资料,其中新疆的CSAMT法于九十年代初还到内地一些找铜强省协助过有关矿区开展深部找矿攻关。

2 新疆铜矿的主要成矿类型

新疆已发现铜矿产地 540 多处,探明一定储量的铜矿床近 60 处,可见其铜矿种类还是较丰富的。王有标(1978)、张良臣(1990)、董德俊(1993)、刘德权(1994)与田培仁(1994)等知名专家先后提出了新疆铜矿分类的划分方案。其中王有标等将新疆铜矿分为六大类,即(1)块状硫化物型;(2)铜镍硫化物型;(3)接触交代型;(4)斑岩型;(5)砂岩型;(6)热液脉型。田培仁将新疆铜矿分为:(1)岩浆熔离—贯入型铜镍矿床;(2)海相火山岩型铜矿;(3)陆相火山岩铜矿;(4)斑岩型铜矿和(5)层控热液型铜矿五大类。新疆维吾尔自治区内生矿产成矿规律及预测图说明书》(1986)将新疆内生铜矿划分为斑岩型、矽卡岩型、热液型、火山岩型、层控热液型及岩浆熔离型等六大类。以上分类方案有其可取之处,作者从便于找矿勘查的角度出发,将新疆铜矿分为三个主攻类型、三个远景类型、二个客观存在类型。三个主攻类型即块状硫化物铜矿、铜镍硫化物铜矿及斑岩铜矿;三个远景类型即热液变质改造型、陆相火山岩型、砂岩型这三类铜矿;二个客观存在型铜矿即矽卡岩型铜矿、岩浆热液型铜矿(脉状)。所谓主攻类型即近期找矿的重点目标;远景类型即指还未取得重大找矿突破,但其潜在的成矿条件与找矿远景都不错,可作为持久战略目标留待深入解剖;客观存在类型即指有此矿床类型存在,其价值与远景均不太明朗、工作安排可暂缓的成矿类型。新疆铜矿类型与其储量的关系见表 1。

表 1 主要铜矿类型与其储量比例对比表

Table 1 The comparison for different types of Cu ore deposits

铜矿类型	所点储量比例		
	世界 (伦斯贝格, 1986)	中国 (姚金炎等)	新疆 (1998)
斑岩型	55	41. 5	> 16
砂页岩型	29	16. 5	1. 5
块状硫化物型	8. 8	1. 5	35
铜镍硫化物型	3	7. 6	30
岩浆热液(脉状) 型	1	5	2
自然铜型	< 1		
碳酸盐型	0. 8		10
矽卡岩型	0. 6	26. 2	
陆相火山岩型	< 0. 5	< 1	< 1
热液变质改造型	< 0. 5	< 1	< 5
备 注	表中数据在不断变化之中, 来源不一可能有出入, 仅供参考		

2. 1 新疆主攻铜矿类型的成矿特征(见表 2)

表 2 新疆三种主攻铜矿类型的基本成矿特征

Table 2 The characteristics of three main kinds of copper deposit in Xinjing

铜矿类型	块状硫化物型	铜镍硫化物型	斑岩型
成矿时代	早、中泥盆世	海西中晚期	海西中晚期
大地构造背景	岛弧边缘的陆缘裂谷带(拉张)	弧后盆地(拉张)	会聚板块边缘(古岛弧、陆内裂谷等)(挤压为主)
含矿建造	基—酸性的火山—沉积建造	铁质基性岩	钙碱性火山岩带
赋矿岩性	富钠质基—酸性火山岩	以橄榄苏长岩及黑云角闪苏长岩为主	以闪长斑岩、花岗闪长斑岩、长石斑岩为主
矿体形态	层状、似层状、脉状	较复杂、有脉状、盆状、筒状、透镜状、囊状等	与含矿岩体一致, 有岩钟状、岩株状、豆状、脉状
岩石化学特征	里特曼指数 $\sigma=0.63\sim3.3$, 属钙碱系列, Na_2O 含量明显大于 K_2O , SiO_2 具“双峰”式, 富 TFe	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 0.5\% \sim 7.1\%$, $\text{SiO}_2 = 32.3\% \sim 59.1\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5.9\% \sim 23.6\%$, $m/f = 0.5 \sim 5.3$ 。属偏酸偏碱铝过饱和的富铁镁质岩	$\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) > 1.4$, $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) = 7.07 \sim 9.55\text{q}$ 且 $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$, 酸/碱值 $= 6.4 \sim 8.3$, 氧化指数 $= 0.59 \sim 0.75$ 。以富硅高碱为特征
金属矿物	以黄铁矿、黄铜矿为主, 次有闪锌矿、方铅矿、辉铜矿、斑铜矿、磁黄铁矿、毒砂、辉银矿及硫盐、氧化物等	以磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、紫硫镍矿为主, 次有针铁矿、辉砷镍矿、红砷镍矿、辉铜矿、斑铜矿、砷黝铜矿等	主要为黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿, 次为斑铜矿, 再次为磁铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、自然金及铁铜氧化物等。
矿石构造	致密块状、条带状、脉状、浸染状	海绵陨铁状、块状、浸染状	以细脉浸染状为主

续表

蚀变类型	绢云母化、硅化、绿泥石化、黄铁矿化、重晶石化和碳酸盐化	角岩化、石墨化、蛇纹石化、纤闪石化	次生石英岩化—石英绢云母黄铁矿化—泥化—钾化—硅化—青盘岩化—高岭土化
地球物理与地球化学特征	地物: 高极化、高密度、低阻、无磁 地化: (As, Sb, Bi, Hg, Ba) 之前缘晕 → (Cu, Pb, Zn, Ag, Au, Ba) 之矿体晕 → (W, Sn, Mo) 尾晕	地物: 高磁、高密度、高导电性、低阻, “三高一低” 地化: 由外而内形成 B(I, F) → Ba, As, Mo, Ag → Cr, Co → Cu, Ni 的水平分带; 由上而下为 I, F → B, Ba, As, Mo → Cr, Ag → Cu, Ni, Co	地物: 中密度、弱磁、高极化、较低电阻 地化: 由内向外形成 (Cu, Mo, Au) → (Mo, Cu, Ag) → (Pb, Zn, Ag, As) 的水平分带
成矿作用	以海底火山喷发作用为主	岩浆熔离—贯入作用	以火山热液作用为主, 具多成矿作用
矿床实例	阿舍勒铜(锌)矿	喀拉通克铜镍矿	土屋铜矿

2.2 三种远景类型铜矿的基本特征

2.2.1 热液变质改造型铜矿 多期多阶段成矿明显, 主成矿期与矿体所赋存的地层之间存在明显的时代差异。早期铜的矿源层受后期热力、动力、水力等的不断作用, 使成矿物质活化迁移, 从而形成不同形态重新组合聚集的矿体, 矿体以似层状、脉状、不规则状等出现。矿石呈致密块状、条带状、浸染状等。金属矿物为黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿、自然铜、赤铜矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿等。围岩蚀变有硅化、绿泥石化、绿帘石化等。中—东天山新近发现的小热泉子铜矿即属于此类;

2.2.2 陆相火山岩铜矿 多集中在石炭—二叠世的陆相火山建造中。矿化以火山构造为主导, 呈现出与火山演化阶段相匹配的矿化类型(如火山喷发、喷溢、热液、沉积、次火山等)。矿体产出受控于火山机构, 环状、放射状断裂构造多为容矿构造, 含矿岩性多为流纹质集块岩组成的隐性角砾岩、熔岩、火山碎屑岩等; 矿石矿物组合以辉铜矿、斑铜矿、碘银矿等中低温矿物为主, 叶腊石化、明矾石化、绢云母化、绿泥石化和高岭土化为主要蚀变。代表矿床有西天山地区阿吾拉勒山西段穷布拉克铜(银)矿等;

2.2.3 砂岩铜矿 在新疆分布较广, 天山、昆仑山和阿尔金山都有出现, 以小矿为主, 含矿岩系稳定, 可分为陆相沉积与海相沉积两种, 以后者矿化更好一些。该类铜矿一是受层位控制, 二是成矿时代较晚。最晚已见于新第三系(E)棕色含铜岩系中。若纯从沉积成矿而言, 这类铜矿价值可能有限。但若考虑到新疆一些地区在中—新生代仍经历了较强烈的大地构造活动, 碰巧这些比较晚的构造运动能使广泛分布的砂岩型铜矿(化)进行一次集中而充分的富集的话, 形成有价值的内生铜矿则是有可能的, 云南等地就曾有过这方面的先例。因此, 若以这些砂岩铜矿(化)为线索, 试图寻找与热液活动有关的内生铜矿, 则其前景可能就不一样了。

3 新疆铜矿成矿环境的探讨

3.1 成矿时代问题

新疆的铜矿绝大多数都集中形成于古生代这一时期,尤其是晚古生代这一成矿期,现已发现的几个大型铜矿(阿舍勒、喀拉通克、土屋、黄山等)均形成于晚古生代。这与世界上的铜矿成矿时代及国内其它地区的铜矿成矿时代对比都有显著差异,如表 3 所示。

表 3 各时代铜矿储量所占比例对比表

Table 3 The comparison of reserves of copper deposit in every minerogenetic periods

成矿时代	铜矿储量所占比例/ %		
	世界 (王少波, 1988)	中国 (王之国, 1994)	新疆 (1988)
前寒武纪	32	25.38	
古生代	8.5	10.75	98.5
中生代	9.1	45.40	
新生代	50.4	18.46	1.5

3.2 成矿物质基础问题

表 4 列出了新疆几片主要地块的铜矿及其相关元素的地区丰度值,从中可以看出新疆的铜成矿物质基础总体上应是较丰富的地区之一。相比之下有四片地块即中—东天山、东准噶尔、西准噶尔、阿尔泰都具有较好的铜成矿物质基础。总的来说这四片地块的铜及其相关元素(Ba、Mo、Ag 等)的地区丰度值要高于其它地块,且基本上其铜的地区丰度值均高于铜的地壳丰度值。实际上新疆目前发现的三大铜矿,阿舍勒即产在阿尔泰,喀拉通克即产在东准噶尔,土屋即产在中—东天山(本地块除此外还产有小热泉子铜矿),这也从另一角度证实了上述推断。从 Ni、Co 在全疆普遍较低而言,新疆铜镍硫化物矿床的成矿物质基础相对不如斑岩铜矿及块状硫化物型铜矿丰富充足,这与几个地块的 Cu、Mo、Ag、Zn、Ba 相对较高是一致的。因此,就成矿物质基础而言,新疆较有利的富铜地块是东准噶尔、西准噶尔、中—东天山、阿尔泰,三个铜矿找矿主攻类型中应更加优先考虑斑岩铜矿及块状硫化物型铜矿。

表 4 新疆几个主要地块的铜及其相关元素丰度值

Tabal 4 Abundance of copper and related elements in some main districts in Xinjiang

地区	样品数	Cu	Pb	Zn	Mo	Ba	Ag	Ni	Co	
阿尔泰	541	37	20	44	0.9	400	0.1	37	11	(1) 元素含量单位全为: $\mu\text{g/g}$ / 10^{-6} (2) 除西天山数据是根据 1/50 万区域化探扫面所统计外,其余皆据 1/20 万金属量测量所统计。资料来源于谢德顺、于大为等
东准噶尔	277	86	13	37	2.0	484	0.82	24	16	
西准噶尔	232	70	14	44	5	430	0.02	37	16	
西天山	966	23.5	13.7	62.4	0.34	412	0.0604	12.1	7.68	
北天山	109	24	22	41	0.4	362	10.1	22	4	
中—东天山	375	62	32	43	2.0	698	0.05	22	10	
北山	231	30	19	47	2.0	433	0.06	22	10	
地壳丰度(1964, 泰勒)		55	12.5	70	1.5	425	0.07	75	25	

3.3 大地构造背景

新疆的铜矿,尤其是大型铜矿趋向于集中在一些大的板块的接合部位,如阿舍勒铜(锌)

矿、喀拉通克铜镍矿, 乔夏哈拉铜(金)矿都产于西伯利亚板块与哈萨克斯坦-准噶尔板块的过渡部位, 其它一些铜矿多集中在准噶尔板块与塔里木板块的缝合部位等。

3.4 铜、硫、镍等成矿物质来源

已发现新疆一些较有名的铜矿其成矿物质都涉及到上地幔, 所以具有 Cu、S、Ni 等幔源(至少是深部地壳)来源者或 Cu、S、Ni 等深部丰度值较高的地段, 应为形成大型铜矿的有利部位, 这与世界上一些著名铜矿的成矿背景是类似的。

4 结论

(1) 新疆铜矿最好的成矿时代是古生代, 尤其是晚古生代。需主攻的铜矿类型是斑岩铜矿、块状硫化物型铜矿、铜镍硫化物型铜矿, 以前二者尤甚, 就长远而言, 还宜兼顾砂岩型铜矿、热液变质改造型铜矿及陆相火山岩型铜矿的解剖与研究;

(2) 就大地构造而言, 新疆铜矿的有利成矿部位是几大板块的交汇部位; 就地域而言, 铜矿的成矿物质基础相对更为丰富充足的有中-东天山、东准噶尔、西准噶尔、阿尔泰等地块; 就工作程度而言, 南天山及塔里木盆地周边的勘查程度相对更低, 但其铜矿的成矿线索还是较多的, 应考虑下个世纪作为找铜工作重点之一;

(3) 吸收新的科学成矿理论, 引进先进的勘查技术与方法仍不失为新疆铜矿勘查能持续稳定发展的一条成功之道, 象幔源成矿、活化成矿、非线性成矿等观点都是一些经实践检验确有其生命力的观点, 若在新疆的铜矿勘查中能灵活地加以借鉴与运用, 有望取得一定的效果;

(4) 综上所述, 新疆的铜矿勘查已取得了不菲的成绩, 但更展示了更美好的未来。可以预计, 通过踏实的工作后, 下个世纪新疆铜矿资源在全国的地位还会上升。

参考文献

1. 新疆维吾尔自治区内生矿规律及预测图说明书. 1986, 95 ~ 105
2. 陈哲夫, 等. 新疆开合构造与成矿. 新疆科技卫生出版社(K), 1997, 208 ~ 213
3. 田培仁. 新疆铜(镍)矿主要矿床类型、特征及其分布规律. 矿产与地质, 1994, 8(5): 321 ~ 325

SOME ENLIGHTMENTS ABOUT PROSPECT AND EXPLORATION OF COPPER DEPOSITS IN XINJIANG

Liao Qilin Liu Wuhui Zhao Xiaoxia Qiu Dongsheng

(Institute of geology, CSUT, Changsha, 410083 China)

Abstrace

Prospect and exploration of Cu ore in Xinjiang for the latest 20 years are fruitful and reveal a bright future. This paper discusses the three types of Cu deposits and four target areas for further prospect and exploration, i. e. porphyre, magmatic hydrothermal and continental volcanic types and Middle-East Tianshan Mountain, the East Zhunger Basin, the west Zhunger Basin and Altai target areas on the basis of metallogenic regularities and distribution patterns of Cu ore in Xinjiang

Key words copper deposits, prospect and exploration, enlightenment, Xinjiang

(上接第 71 页)

THE COMPUTER PROGRAMING OF SOIL NAILING DESIGN

Wu Yinzhu Pan Dianqi Wu Liping

(Chang chun College of Technology 130021)

Abstrace

This paper introduces the philosophy and motlhodogy and basic principle of soil nailing programing. Example operated is cited

Key words soil nail, computer, programing