

滇

Study on Structural and Physical
Processes of Metallogenesis
in Dameichang Type
Copper Deposits, Central Yunnan

中大美厂式铜矿 成矿作用 构造物理过程研究

李志伟 侯蜀光 田敏 刘和林 著

云南科技出版社

滇中大美厂式铜矿 成矿作用构造物理过程研究

李志伟 侯蜀光 著
田敏 刘和林

云南科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

滇中大美厂式铜矿成矿作用构造物理过程研究/李志伟等著. —昆明: 云南科技出版社, 2001.11

ISBN 7-5416-1591-9

I. 滇... II. 李... III. 铜矿—成矿作用—构造物理学—研究—云南省 IV. P618.410.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 079660 号

书 名: 滇中大美厂式铜矿成矿作用构造物理过程研究

作 者: 李志伟 等

出 版 者: 云南科技出版社 (昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼, 邮编: 650034)

责任编辑: 肖 娅

封面设计: 杨 峻

印 刷 者: 云南国浩印刷有限公司

发 行 者: 云南科技出版社

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 8.125

字 数: 200 千

版 次: 2001 年 11 月第 1 版

印 次: 2001 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 500 册

书 号: ISBN 7-5416-1591-9/TD·16

定 价: 20.00 元

若发现印装错误请与承印厂联系

内 容 简 介

本书在大陆岩石圈流变学,特别是摩擦流变学基本原理指导下,以物理学观点及运用构造解析方法,初步提出了成矿作用构造物理过程研究的基本内容及拟采取的技术路线和方法流程。在划分、简述昆阳群内东川类型不同式铜矿及其特征基础上,全面、深入地解剖了刺穿构造及大美厂式铜矿床地质特征,由此进一步揭示大美厂式铜矿成矿作用构造物理过程,并建立了其成矿演化模型。提出的有效找矿标志和找矿方向设想对扩大找矿前景有重要参考价值。

本书研究方法、思路新颖,数据准确,立论有据,论述严谨,可供从事地质矿产、构造科研工作者及高等院校相关专业师生参考。

前 言

分布于云南中东部的中元古界昆阳群,不仅是探索康滇地轴形成与演化历史的一个重要组成部分;而且也是云南极为重要的铁、铜含矿岩系。著名的东川类型铜矿、迤纳厂式(含稀土)铜铁矿和鲁奎山式铁矿等就产于其中。半个多世纪以来,许多单位和个人对该岩群及其中赋存的矿床开展了相当程度的研究,积累了许多宝贵而又有价值的实际资料,并取得了一系列重要成果^[1-12],为科研与生产相结合,促进成矿预测水平的提高作出了应有的贡献。但是,纵观在本区进行的地质研究工作和勘查历程,笔者注意到:

(1)在本区以往的矿床学成果中,研究内容多集中在矿体及其附近围岩,通过对控制矿床的地(岩)层、构造、岩(矿)石、矿物和地球化学等特征进行描述和总结,进而探讨矿床的成因。在探讨构造与成矿作用的关系时,其一总是将成矿看作是化学演化的结果。其二往往局限于不同构造形迹及其组合与矿体空间配置关系地质现象的研究,或认为构造力学作用只是产生各种变形和破裂,为成矿流体的运移提供通道,为矿石的沉淀提供容矿空间。而忽视了在成矿演化过程中各种力学作用和各种化学作用之间的联系,对成矿过程的动力体制、地球动力学背景探讨还没有得到深入的研究。对机械力作用下,成矿过程的流变学特征、流变机制,即岩、矿石所发生的各种物理变化,力学-化学相互作用、相互联系与转化对矿床形成条件提供的信息,和对其在矿床成型中的作用及其意义的研究更缺乏深刻全面的理解与认识,从而也影响到矿产预测的成效性。

(2)东川类型铜矿中的大美厂式铜矿,成矿特征有一般层控铜矿床的普遍性特点,但又有自身的成矿特殊性。大美厂式铜矿与构造关系密切,其控矿骨架构造型式——刺穿体在一定程度上制约和支配着该式铜矿的分布、形态、规模和类型。已知此类刺穿体在滇中昆阳群分布区多达 200 余个,它们中绝大多数都见有铜(铁)矿化,且勘查评价的多属大中型隐伏富矿,如大美厂铜矿、凤山铜矿、鸡冠山铜铁矿等矿床。矿化特征和成矿规律总体上反映是构造动力,特别是流体构造改造成矿作用占据主导地位。但对众多该类构造体只做过一般性的调研和普查工作,成矿演化的构造物理环境条件及过程、成矿机理、成矿规律研究仍不透彻,资源潜力不清。

(3)铜矿是国家紧缺矿种之一。近十余年来,昆阳群找矿工作中铜矿储量增加缓慢。滇中地区以昆阳群内铜矿作为开采主要对象的易门矿务局和东川矿务局,前者拥有的 5 座矿山已闭坑 1 座,其余 4 座在 2005 年前后资源枯竭,仅靠古元古代的大红山铜矿接替,资源形势仍旧相当严峻。更何况,大红山铜矿埋藏深度大,开采成本高;加之大红山群在地表出露有限,实现面上找矿突破尚存在许多问题。后者近年亏损严重,同样面临着铜资源形势紧张,尤其是富矿基地缺乏。毫无疑问,本区矿床学理论研究所面临的攻坚问题及其勘探找矿工作关注的中心内容,是如何从新思路、新途径、新方法上,从具体研究区的实际出发,抓住既有资源潜力又有成矿自身特色的典型矿床有效开展更深层次的成矿作用

过程研究,并从中找出成矿系统内成矿物质随时间演化而进行的空间自组织调整本质规律,进而指导成矿预测实践,以期实现找矿重大突破。

鉴于以往积累的工作基础,针对前述矿床学与构造学结合研究中的薄弱环节或方向、本区存在的资源忧虑和多年开采、天然露头及揭露剖面较好,给观察研究、揭示成矿过程构造现象本质提供了新机遇的有利条件,认定选择大美厂式铜矿作为解剖、研究对象,是开展以昆阳群为场地准备(Ground preparation)的铜矿资源勘查、评价带战略性、方向性的难题,也是一个理论与实践相结合的重要课题。该专著在大陆岩石圈流变学,特别是摩擦流变学基本原理指导下,以物理学观点及运用构造解析的基本理论和方法,结合水力破裂理论、高孔隙流体压力理论和不渗透障理论,采用多学科手段与方法,对大美厂式铜矿成矿作用过程的动力体制、地球动力学背景、流变学及成矿域的构造物理侧面,尤其是对该矿床成矿偏在性构造(metallogenic preferential structure)——刺穿构造(diapiric structure)进行了深入探索、研究,在如下方面取得重要进展:

(1)成矿系统是一个非常复杂的自然体系。矿床的形成是各种力学过程和(生物)化学过程共同耦合作用的结果,对矿床形成过程的全面认识,不仅要从化学、生物化学作用方面加强研究,还必须从构造物理方面加以探索。根据这种理解,提出了成矿作用构造物理研究的基本内容及拟采取的技术路线和方法流程。

(2)基于“裂谷”观点,详细研究了东川类型铜矿赋矿岩系——昆阳群沉积的大地构造环境,明确指出:“昆阳裂陷槽”是发育于康滇地轴晚太古—古元古代以康定群、普登群等为代表的原始地壳结晶基底之上,经古元古代拉伸出现近东西向边缘海火山—沉积盆地,并沉积了大红山群及其相当岩系之后,在距今 1800×10^6 a 前后的“龙川运动”(?)始发之时开始发生的陆内裂谷槽盆环境。这种认识与以往许多研究者的结论不同。

(3)首次提出埋藏变质作用是昆阳群变质的主体,伴随区域变形的区域变质作用叠加是微弱的。除局部强应变带外,整个昆阳群以不发育明显的区域性板劈理和变质程度均在低绿片岩相以内为特征。

(4)东川类型不同式矿床是本区地壳演化过程中不同阶段的产物。成矿是浅部构造与深部构造紧密配合下,在岩浆活动和成矿作用的综合作用下所造就。成矿受特定的构造环境所控制,不同特点的构造控制不同类型的矿床。

(5)刺穿构造是大美厂式铜矿的控矿成矿构造。它的规模、形态、位态、卷入刺穿体内的地层岩石组成、变形及其中基性岩脉侵入活动与矿化规模、矿床成型有密切联系。

刺穿构造内地层岩石的变形序列从早→晚期至少可划分为 $D_1 \rightarrow D_4$ 四个世代。 D_1 以多层超静水压力体系初步形成,并产生平行层理或初始面理($S_0' // S_0$)的微—细方解石(白云石)脉、石英脉、水力破裂岩为特征。在差异应力作用下,地层破裂变形带内流体压力的增大导致刺穿上覆不渗透障而形成刺穿碎裂岩(角砾岩),并伴随早期中基性岩脉的侵入;刺穿碎裂岩(角砾岩)、张性高角度断裂发育是 D_2 世代构造变形的特点。 D_3 世代构造,于刺穿之后发生逆冲推覆作用,形成面理化碎裂岩,顺层掩卧褶皱,同时有晚期中基性岩脉、中酸性岩脉侵入于刺穿角砾岩之中。 D_4 世代构造则以正断裂作用为主,切割 D_3 构造线。 D_2 、 D_3 世代构造变形与大美厂式铜矿主期矿化作用相呼应。

(6)据测试成果,确定大美厂式铜矿成矿均一温度平均值为 $190 \sim 260^\circ\text{C}$,估算的最小

成矿压力为 $(400 \sim 800) \times 10^5 \text{ Pa}$, pH 值介于 6.68 ~ 8.24 之间, EH 为 $-0.62 \sim -0.80$ 。表明成矿主要在弱酸性—还原环境的中—低温、压条件下进行。

据与铜矿共生的脉石矿物 $\delta^{18}\text{O}$ 计算的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值和测试值 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$, 结合容矿岩石变质程度、成矿温、压以及盐度值(4 ~ 18NaCl wt%) 等综合判断, 其成矿流体非岩浆热液, 也非区域变质热液, 而是主要来源于地层水(或建造水), 且可能有大气降水混入演化而形成。

(7) 野外观察和室内显微镜下研究结果, 表明大美厂式铜矿床岩、矿石的变形机制以脆性变形或摩擦滑动机制为主, 同时有压溶作用和晶内(粒内)变形机制存在。

(8) 首次系统地建立了大美厂式铜矿经历的①伸展体制下的初始矿化(沉积成岩成矿)→②挤压体制下的主矿化期(水平挤压成矿→刺穿成矿)→③局部伸展下的岩浆岩脉侵入叠加→④表生氧化富集期等成矿作用过程。刻画了主矿化期成矿作用发生、发展与刺穿构造作用之间的成生联系。提出刺穿成矿作用受到孔隙流体支配, 是在高孔隙流体压力波动作用下, 首先造成含矿地层破裂, 继之含矿流体的局部集中诱发刺穿作用, 在剪应力部分—全部释放之后, 相应含矿流体在适宜的构造物理化学条件下卸载沉淀。刺穿构造带内成矿流体的再分配是对刺穿作用过程应力积累与释放的响应。主矿化期成矿之后, 又受到晋宁期末(或澄江期)中基性岩脉、中酸性岩脉侵入的热力改造, 局部叠加形成部分富铜矿体。这些新认识填补了东川类型铜矿研究中的不足, 也给今后开展此类层控铜矿床成矿机理研究提供了新的思路。

(9) 厘定大美厂铜矿初始矿化期年龄在 $(1716 \sim 1672) \times 10^6 \text{ a}$ 之间, 主期矿化年龄为 $(932 \sim 1184) \times 10^6 \text{ a}$ 。由于主期矿化之后容矿岩石或矿石脆性变形强烈, 其又遭受到近代地下水的改造作用, 结果一方面是造成原生硫化矿的淋滤、迁移; 另一方面是导致区内土状矿、氧化矿的形成。实际上, 这是同一地质作用操纵下的贫化与富化过程。

(10) 基于对大美厂、凤山两典型矿床成矿环境、成矿控制条件等的综合分析与研究, 对寻找大美厂式铜矿的有效找矿标志和找矿方向进行了讨论。结论对本区可持续勘查工作部署有重要参考价值。

值此专著出版之际, 首先要对博士生导师索书田教授、罗君烈教授级高工致以衷心的感谢! 在研究与撰写过程中, 导师以严谨的治学态度和深厚的专业造诣悉心给予指导, 其教书又育人的风范给我留下了深刻的印象。每一章节都倾注着导师的心血。

在此感谢云南省地勘局有关党政领导及局人事教育处的大力支持!

云南省地质科学研究所戴恒贵教授级高工、吕伯西教授级高工、王铠元教授级高工、吴遇安高工, 云南省乡镇企业管理局薛步高教授级高工, 西南有色地勘局蒋家申高工、张泰身高工、邓永寿总工、王顺发高工, 云南省地勘局物化探队王永华总工, 成都理工学院夏文杰教授、李秀华教授、盛吉虎博士后, 昆明理工大学韩润生博士后, 昆明水电院试验室王昌虎主任等给予了大力支持和帮助。

中国地质大学丁振举博士后、张永北博士后、魏启荣博士后、肖荣阁教授、李德威教授、徐启东教授、杜远生教授、钟增球教授、刘清地副教授、朱勤文书记, 以及饶扬玉博士、曾逊博士、师学明博士、刘宇淳硕士、唐晓明博士、成建梅博士、张刘平博士后、张世涛博士、方金云博士后等均给予了许多关怀和帮助。

感谢写作过程中参考的大量已刊和未刊文献的作者。

刘源骏教授级高工、杨巍然教授、姚书振教授、刘肇昌教授、刘德良教授、潘桂棠研究员、张均教授、吴学益研究员、黎功举教授级高工、秦德先教授等二十余位专家审阅了全文,并提出宝贵的修改意见;在此,对他们的关怀和鼓励表示衷心致谢!

Study on Structural and Physical Processes of the Metallogenesis in Dameichang Type Copper Deposits, Central Yunnan

Abstract

Research on structural and physical processes in metallogenesis is a marginal field between ore deposit and tectonics. After analyzing the complexities of metallogenic system, the author believes that during the metallogenesis various effects (dominated by mechanical process) take place in solid rocks and those (dominated by chemical process) occur in fluids and, furthermore, the interactions exist between fluids and rocks. The formation of ore deposits is a coupling result of the mechanical and chemical processes. Meanwhile, the main contents, technical lines and the methods of research on structural and physical processes in metallogenesis are presented.

Dongchuan type copper deposits, located in the southwestern margin of Yangzi platform and hosted in Kunyang group, is one of the very important types of Precambrian stratabound ore deposits in our country. It may be divided into four sub – types (Daqing type, Luoxue type, Taoyuan type and Dameichang type). Applying the essential principle and the method of tectonic analysis, the theory of hydraulic fracturing and the theory of high pore fluid pressure to the analysis of the formation of the deposit, this book attempts to clarify the structural and physical processes in Dameichang type copper deposits.

Based on the study of geotectonic setting, it is presented that the sedimentary basin of the ore – bearing rock system – Kunyang group is an environment of intracontinental rifted basin that formed about 1800×10^6 years ago and ended during Jinning movement (850×10^6 years). It is called "Kunyang Taphrogeosyncline" here. Its eastern and western boundaries were controlled by Xiaojiang Fault and Luzhijiang Fault, respectively. The depth of the western part is larger than that of the eastern part in Kunyang Taphrogeosyncline, where there were Dongchuan horse – shoe basin, Luoci – Wuding elliptical basin and Yimen – Shiping ladle shaped basin. They are the secondary tectonic units that controlled directly the primary metallogenesis in the region. The metamorphic grade of the rocks in Kunyang Taphrogeosyncline is dominated by very – low – grade metamorphism and the regional metamorphic superimposition that accompanied the regional deformation is weak.

The diapiric structure is the preferential structure of the metallization of Dameichang type copper deposits. The strength of copper metallogenesis is closely associated with its scale and shape,

the composition and the deformation of the rocks involved in it and the intrusive activity of the magma. It is worth pointing out that fluid – driven products within compositions of diapiric bodies are recognized. This provides very important evidences and a new thought for explaining the formation mechanism of diapiric structure.

The deformational sequences of rocks in the diapiric structures are divided into four epochs ($D_1 \sim D_4$) from the early stage to the late stage with reference to the field investigation and the study of thin section. The structures of D_1 epoch are characterized by the formation of multilayer hydrostatical pressure system, the hydraulic fractured – filled calcite and quartz veins that were parallel to the bedding and hydraulic fractured rocks. Under the differential stress, the structures of D_2 epoch are characterized by the diapiric cataclasites (breccias), high angle extensional faults and the earlier intrusion of the neutral – basic rock dykes. The features of structures of D_3 epoch are formed after the structures of D_2 epoch, and are characterized by the thrust faulting and late – magmatic intrusion when the magmatic rocks intrude the diapiric cataclasites (breccias). The structures of D_4 epoch are dominated by normal faulting and cut structural lines of other epochs. The structures of D_3 and D_4 epoch are closely relative to the main metallogenic period of the deposits.

The deformed mechanism in rocks and ores is dominated by the frictional sliding. Meanwhile, pressure solution and intra – grain deformation occur.

Four sub – type copper deposits in Dongchuan type copper deposits are the historical products of the evolution of Kunyang Taphrogeosyncline, and are also the direct results of the marked changes of metallogenic environment, the source of metallogenic matter and the metallogenic manner as well as the physical – chemical conditions. Compared with the others in Dongchuan type copper deposits, Dameichang type copper deposits are of marked inheritance and own development property.

The orebodies in Dameichang type copper deposits are the combined products of layered and veined orebodies, but the blind veined ore shoots are dominant. Their forms are very complex. The phenomena of the division and combination of the orebodies are clear. The dip angles are from 60° to 80° . Besides, the veined and brecciated structures are primary ones of the ores. These show the essential features of the epigenetic metallogenesis. The analysis results of the ores indicate that the average values of homogenisation temperature are $190 \sim 260^\circ\text{C}$, minimum pressures are $400 \times 10^5 \sim 800 \times 10^5 \text{Pa}$, pH values are $6.68 \sim 8.24$, Eh values are $-0.62 \sim -0.80$ and salinity is $4 \sim 18 \text{NaClwt}\%$. These data show that the metallogenesis in the deposits took place under the conditions of middle – low temperature and pressure in a weak acid – reductive environment. Based on the analyses of hydrogen and oxygen isotopic data of dolomite, calcite and quartz minerals, combined with magmatic action and the metamorphic degree of ore – bearing rocks etc., it is inferred that the ore fluid came from neither the magmatic hydrothermalism nor the regional metamorphism, but mainly came from strata water and possibly contained atmospheric water.

Through the analysis of the metallogenic environment, the source of ore matter and metallogenic, the structural and physical processes of metallogenesis in Dameichang type copper deposits are first set up. The relations between the evolution of metallogenesis and the diapiric structure (belt) and

tectonic fluid are discussed. The optimal geodynamic and hydraulic conditions that formed the deposits are the compressional regime, the diapiric structure and the impermeable barrier.

According to the dating of rocks and ores, the original metallogenic period is $(1716 \sim 1672) \times 10^6$ years and the main metallogenic period is $(932 \sim 1184) \times 10^6$ years. In addition, the oxidized ore was still formed. The above data indicate that the formation of Dameichang type copper deposits had undergone favourable adjustment and superimposition of the metallogenic materials many times.

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 成矿作用构造物理研究的学术思想	(1)
第二节 成矿作用构造物理研究的基本内容	(3)
第三节 成矿作用构造物理研究技术路线和研究方法	(5)
第二章 成矿地质背景	(7)
第一节 概 述	(7)
第二节 昆阳群沉积盆地的大地构造性质	(7)
第三节 昆阳裂陷槽的基本特征	(9)
一、基底岩系及其特征	(9)
二、断裂构造	(11)
三、地层划分及沉积建造特征	(12)
四、岩浆活动特征	(16)
五、岩石的极低级变质作用特点及构造环境信息	(19)
六、地球物理特征	(23)
第四节 昆阳裂陷槽与世界上一些裂谷的比较	(26)
第三章 昆阳群铜矿研究简评及主要类型铜矿床地质特征	(28)
第一节 概 述	(28)
第二节 铜矿研究现状与存在问题	(28)
第三节 铜矿床类型划分	(30)
一、矿床类型划分准则	(30)
二、本区铜矿床划分方案	(30)
第四节 滇中主要铜矿床类型的基本特征	(32)
一、大箐式铜矿床	(32)
二、落雪式铜矿床	(36)
三、桃园式铜矿床	(50)
四、大美厂式铜矿床	(51)
第四章 昆阳群内刺穿构造	(52)
第一节 刺穿(构造)体概述	(52)
第二节 刺穿体的时空分布	(52)
第三节 刺穿体的形态、产状和规模	(54)
第四节 刺穿体的边界特征及其性质	(55)
第五节 刺穿体的结构特征	(58)

第六节	刺穿体内物质组成及岩石学	(60)
第七节	刺穿体内地层岩石的构造变形序列	(61)
一、	地层岩石的变形特征	(62)
二、	岩石的构造变形序列	(63)
第五章	大美厂式铜矿床形成的构造物理过程	(65)
第一节	概 述	(65)
第二节	大美厂式铜矿的主要地质特征	(65)
一、	容矿刺穿体	(65)
二、	大美厂刺穿体的物质构成	(66)
三、	矿体几何学	(70)
四、	矿石物质成分特点	(72)
五、	矿石的结构、构造特点	(75)
六、	矿物共生组合及生成顺序	(76)
七、	矿石自然类型、分带及其特征	(76)
第三节	大美厂式铜矿床形成的条件	(78)
一、	成矿环境	(78)
二、	成矿物质来源	(79)
三、	成矿物理化学条件	(85)
四、	构造条件	(88)
五、	成矿时代分析	(91)
第四节	岩(矿)石变形机制	(91)
第五节	大美厂式铜矿床成矿构造物理过程讨论	(92)
一、	昆阳裂陷槽裂陷成矿期	(93)
二、	昆阳裂陷槽封闭成矿期	(95)
三、	表生作用期	(101)
四、	成矿演化模型	(101)
第六章	找矿方向	(103)
参考文献	(106)
图版说明及图版	(112)

Contents

Chapter 1 Introduction	(1)
1.1 Academic idea on structural and physical study of the metallogenesis	(1)
1.2 Essential contents on structural and physical study of the metallogenesis	(3)
1.3 Technical lines and methods on structural and physical study of the metallogenesis	(5)
Chapter 2 Geological setting of the metallogenesis	(7)
2.1 Introduction	(7)
2.2 Geotectonic nature of the sedimentary basin of Kunyang Group	(7)
2.3 Essential characteristics of Kunyang Taphrogeosyncline	(9)
2.3.1 Basement rock systems and their features	(9)
2.3.2 Fracture structures	(11)
2.3.3 Division of the strata and the characteristics of the sedimentary formations	(12)
2.3.4 Characteristics of the magmatic activities	(16)
2.3.5 Characteristics of very – low – grade metamorphism of the rocks and its information of tectonic environment	(19)
2.3.6 Characteristics of geophysics	(23)
2.4 Contrast between the Kunyang Taphrosyncline and some rifted basins in the world	(26)
Chapter 3 Brief review of research history and principal types of copper deposits in Kunyang Group	(28)
3.1 Introduction	(28)
3.2 Current situations and problems of research on the copper deposits	(28)
3.3 Classification and types of the copper deposits	(30)
3.3.1 Dividing criteria of the copper deposit types	(30)
3.3.2 Dividing scheme of the copper deposits in this area	(30)
3.4 Essential features of the main types of copper deposits in central Yunnan	(32)
3.4.1 Daqing type copper deposits	(32)
3.4.2 Luoxue type copper deposits	(36)
3.4.3 Tiaoyuan type copper deposits	(50)
3.4.4 Dameichang type copper deposits	(51)
Chapter 4 The diapiric structure in Kunyang Group	(52)
4.1 Introduction of research on the diapiric bodies (structures)	(52)

4.2	Temporal – spacial distribution of the diapiric bodies and their features	(52)
4.3	Shape, occurrence and scale of diapiric bodies	(54)
4.4	Boundary features and their properties of diapiric bodies	(55)
4.5	Textural features of diapiric bodies	(58)
4.6	Material composition in diapiric bodies and petrology	(60)
4.7	Deformed structures of strata and rocks in diapiric bodies	(61)
4.7.1	Feature of deformation of strata and rocks	(62)
4.7.2	Deformed sequence of structures of rocks	(63)
Chapter 5 Structural and Physical processes in the formation of Dameichang type		
	copper deposits	(65)
5.1	Introduction	(65)
5.2	Main characteristics of Dameichang type copper deposits	(65)
5.2.1	Ore – bearing dirpiric bodies	(65)
5.2.2	Composition of Dameichang diapiric body	(66)
5.2.3	Geometry of copper ore bodies	(70)
5.2.4	Material composition of ores	(72)
5.2.5	Textural and structural features of copper ores	(75)
5.2.6	Assemblages and formation orders of minerals	(76)
5.2.7	Natural types, belting of ores and their characteristics	(76)
5.3	Forming conditions of Dameichang type copper deposits	(78)
5.3.1	Metallogenic environments	(78)
5.3.2	Sources of ore – forming materials	(79)
5.3.3	Physical and chemical conditions in metallogenesis	(85)
5.3.4	Condition of structures	(88)
5.3.5	Analysis of metallogenic period	(91)
5.4	Deformed mechanism of rocks and ores	(91)
5.5	Discussions on the ore – forming processes of Dameichang type copper deposits	(92)
5.5.1	Metallogenesis during the rifting period of Kunyang Taphrosyncline	(93)
5.5.2	Metallogenesis during the closing period of KunyangTaphrosyncline	(95)
5.5.3	Superficial metallogenesis period	(101)
5.5.4	Metallogenic evolution model	(101)
Chapter 6 Prospecting direction		
		(103)
References		
		(106)
Plates and their interpret		
		(112)

第一章 绪 论

第一节 成矿作用构造物理研究的学术思想

各类地质构造及其构造系统在控岩控矿中的作用,长久以来已受到很多构造地质学家、矿床学家和岩石学家的重视,并有不少论著发表。然而,在世界上已有的若干大型、超大型矿床的形成过程中,不仅仅只存在构造及其构造动力控岩控矿的地质现象和客观事实,更存在构造动力作为一种成矿营力来影响和制约,甚至支配成矿作用的深层次地质问题^[13-18]。因此,成矿作用构造物理过程研究系是对成矿作用给予构造物理解释。它是介于矿床学、构造地质学、物理学(力学、流变学)及流体力学之间的交叉研究领域,是当前成矿研究中最重要学术研究方向之一。

从活动论观点讲,矿床是地球物质运动的历史产物。在地球演化的不同时期中,不同的构造动力体制造就不同的地质背景、构造形式、应力状态和演化过程,相应促使一些矿床类型的转化与消失,产生某些新的矿床类型。因而,不同构造动力体制和由其铸造的构造环境被认为是制约或控制不同类型矿床形成的背景因素^[19-21]。从更大尺度的演化历史角度来了解特定的成矿时段与区段,从地球物质—热构造—化学运动来探索成矿物质在一定时空域内的形成和区域分布规律等,体现了对成矿物质不同尺度(全球构造带、区域成矿带、矿集区)下富集度研究的更深层次理解与认识。

构造动力成矿从力学性质看,可分为引张动力成矿作用、挤压动力成矿作用和剪切、走滑动力成矿作用三种基本类型^[22]。无疑,它们之间存在着过渡或相互转化的情况。引张动力成矿作用是构造动力成矿的主要方式,从裂解的超大陆、大洋裂谷、伸展盆地、变质核杂岩、剥离断层直到张性裂隙系统等都具有不同程度的含矿性和成矿性^[23-26]。挤压动力成矿作用主要发生在造山环境,典型的是离子半径大、活动性强的成矿元素由褶皱翼部向核部虚脱区发生的局域调整与富集成矿。除此之外,研究较多且较详细的是与逆冲推覆构造有关的控矿成矿作用,如 Hageman 等(1992)研究过的 Brasila 褶皱带中的薄皮逆冲金矿床^[27]; Williams - Jones 等(1992)建立的逆冲断裂带 Ba - Pb - Zn 构造成矿模式^[28]。剪切动力成矿作用则是另一种重要而普遍的构造动力成矿方式。剪切带作为一种常见的构造变形方式广泛发育于各种构造环境中,许多金属矿床,尤其是金矿床就直接产于该系统内^[29-33]。现有资料表明,构造变形带或断裂带不再被简单地认为是成矿流体运移的通道和矿质停积的场所,而是成矿动力学过程的一个有机组成部分。构造带的产生、发展和演化与成矿流体的来源、迁移和沉淀有着密切的联系^[34-37],作为矿质沉淀主要机制之一的成矿流体的物理化学性质变化,特别是流体相的分离^[38-40],与断裂构造带演化造成

的流体压力变化、渗透性封闭作用等密切相关^[36,37,41,42]。

在上述三种基本类型的构造动力成矿过程中,不同尺度构造及界面边缘和转换区,如盆(地)-山(脉)转换区、岩性岩相转换区、构造应力场转换区、各种构造物理化学参量转换区、流体-热构造场转换区及其时间域等等,尤其是转换的突变部位,是能量频繁转换、流体活动异常混合与调整的重要场所,是促使成矿物质由分散→矿化富集→工业矿床形成的有利基本因素。

从系统论观点看,成矿系统是一个非常复杂的自然体系。该系统由金属源区或矿源岩(层)与成矿流体、矿质运移通道、矿质定位和沉淀场所等要素构成。相应地,成矿作用涉及了金属来源→活化(再活化)→搬运→沉淀(堆积)等过程。成矿组分进入流体的方式,虽然目前的研究尚不充分,但可能以吸附、溶解和络合三种方式为主。对原先分散在(火山)沉积岩或变质岩中的金属物质聚集成矿而言,金属物质的活化(再活化)转移可分为固态“机械”运移(含碎裂流动、位错流动、扩散质量迁移、颗粒边界滑移)、液态“化学”运移(含溶液运移、岩浆运移)和混合态运移(机械过程和化学过程同时发生)等三类机制^[43]。由于单纯的扩散是极难于使分散在岩石中的金属物质在几百万年的时间尺度内运移几公里的距离而形成矿床^[44,45],所以形成矿床的任何化学元素的聚集都需要一个化学运移过程来完成。而这种运移(常常是流体运移)又受到温度差和压力差等构造物理因素的驱动,两者相比较,压力差更具有普遍作用的意义。驱动流体的压力包括上覆岩石(层)的静压力、构造应力和成矿流体的内压力等。压力差驱使流体运移以毛细管作用和定向压力作用来实现。大量矿床勘查成果及成矿模拟实验也表明,在以构造为驱动力的围岩物质成分变化、调整中,矿(化)体产出的部位都是应力集中的区段,尤其是开放性断裂、裂隙系统的叠加与发育适度区段,矿化强度更为显著。

如果从深部构造和浅表部构造与流体相互关系对成矿的影响或制约分析,幔隆构造对应着浅部大型拗陷或盆地;重力异常高值区以及磁异常区多表现为基底构造或深部物质的塑性流变区。金属巨量富集产生的大型或超大型矿床,其成矿过程表现出的十分复杂、多样性普遍特征,和成矿物质来源既有壳源也有壳-幔源混合、或者幔源的特点,反映了构造物理作用和由其产生的构造格局与地壳流体及其演化之间存在着密切的联系。这种内在联系揭示了在成矿作用过程中既要发生固态岩石内部的各种作用(以力学的为主)和流体内部的各种作用(以化学的为主),更要发生流体-岩石矿物之间的相互作用。由此可以得出:矿床的形成是各种力学过程和(生物)化学过程共同耦合作用的结果。

在自然界,构造物理力学-化学相互作用主要可能以机械活化(mechanical activation)、应变溶解(strain solution)、应力腐蚀(stress corrosion)等方式参与成矿作用过程^[41]。地壳表面和浅层次的固态地质材料在单纯的机械力作用下,主要表现为产生破裂、摩擦滑动和碎裂流动。其微观机制涉及粒间和穿切几个颗粒的裂解、沿颗粒边界摩擦滑动及颗粒的旋转。脆性变形中由于裂解及扩容,总的比表面积有增大的趋势。同时,岩石矿物晶体局部受破坏而产生物理缺陷(点缺陷——空穴、杂质原子,线缺陷——刃型位错、螺型位错和混合位错等)和化学缺陷,导致固体颗粒表面无序化程度增大;其结果将会使反应活性提高,反应活化能降低,从而有利于成矿物质有效地从固态岩石矿物中溶解、浸出形成含矿溶液。实际上,机械活化成矿十分类似于冶金工业上湿法冶金的浸出过程。