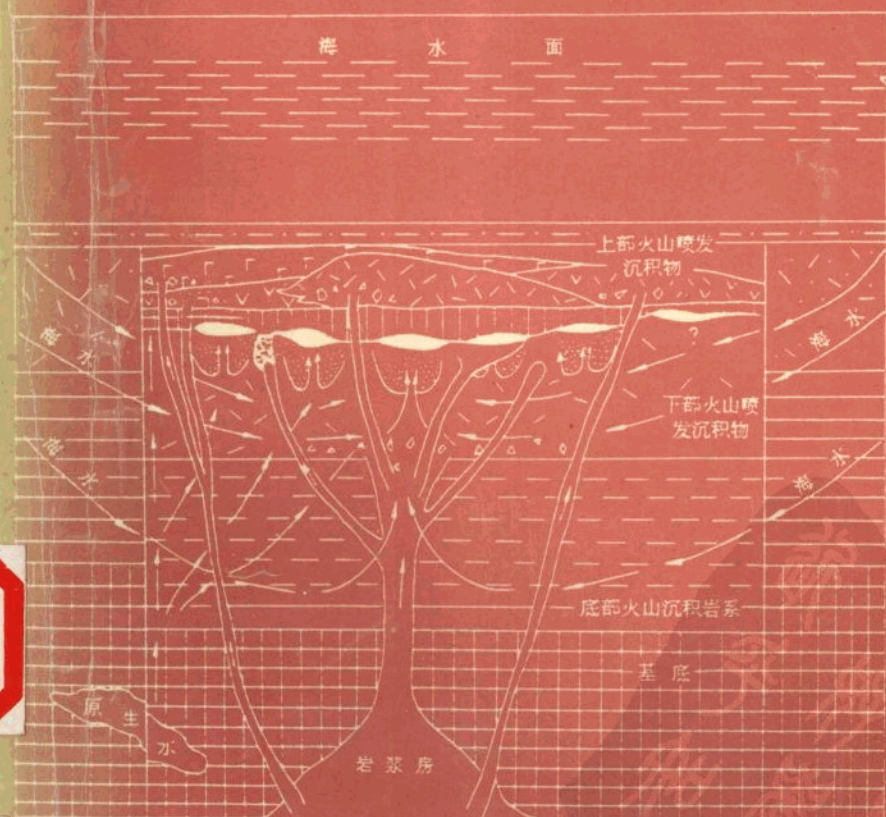


西北海相火山岩地区 块状硫化物矿床

邬介人 等 著



中国地质大学出版社

西北海相火山岩地区
块状硫化物矿床

邬介人

任秉琛 黄玉春 朱美珠 赵 统 于浦生 著

中国地质大学出版社

MASSIVE SULFIDE DEPOSITS IN MARINE VOLCANIC ROCK AREA IN NORTHWEST CHINA

Wu Jieren

**Ren Bingchen Huang Yuchun Zhu Meizhu
Zhao Tong and Yu Pusheng**

PRESS OF CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES

· (鄂) 新登字第 12 号 ·

· 版权所有 翻印必究 ·

内 容 简 介

本书为国内第一部关于西北海相火山岩地区块状硫化物矿床学、区域成矿学等多学科综合性论著。全书共分五章,第一章重点论述了中国西北地区岩石圈的演化及大地构造格局,造山带的海相火山岩系与块状硫化物的分布;第二章、第三章建立了块状硫化物矿床区域系统分类方案,系统总结了区域矿床地质-地球化学特征;第四章、第五章以点、带、面相结合为原则,论述了区域成矿条件、成矿模式与成矿规律。内容丰富,图文并茂,反映了我国海相火山岩地区块状硫化物矿床研究的现状与理论水平。

本书可供地质勘查、教学、科研人员在各自实践中参考。

③ 西北海相火山岩地区块状硫化物矿床

邬介人 等著

出版发行 中国地质大学出版社 (武汉市·喻家山·邮政编码: 430074)

责任编辑 刘士东 李纪良 责任校对 熊华珍 贾群子

印 刷 中国地质大学出版社印刷厂

开本 787×1092 1/16 印张 18 插页 4 字数 460 千字

1994 年 5 月第 1 版 1994 年 5 月第 1 次印刷 印数 1—800 册

ISBN 7-5625-0936-0/P·318 定价: 19.50 元

序

由郭介人等研著的《西北海相火山岩地区块状硫化物矿床》一书是地质矿产部“七五”科技研究项目“西北地区海相火山岩及块状硫化物矿床成矿规律研究”（编号：86056）的重要组成部分之一。其成果是在区域地质调查资料、矿区勘查资料、矿山地质与专题研究资料等前人研究基础上，经研究者多年的实际调查和室内测试研究，详细认真综合分析系统与总结而成。本书首次较系统而全面地论述了西北地区块状硫化物矿床的区域地质构造背景，指出了它们时空分布特点，并确认含矿岩系为偏碱性—钙碱质火山岩系，具有裂谷岛弧双峰式火山岩与蛇绿岩套两种类型；对西北地区块状硫化物矿床作喷气—火山成因类和喷气—沉积成因类的划分，以点（白银厂、小铁山等）、带（北祁连加里东褶皱带）、面（西北全区）相结合的方式，重点列举了点、带的矿床地质—地球化学特征，结合面上矿床的对比，进而总结了全西北地区块状硫化物矿床的区域成矿特征与时空分布规律；通过对若干典型矿区（白银厂矿田等）的详细研究，讨论了矿床的形成机理，首次提出了依据比较充分的白银厂矿田的综合成矿模式。从找矿预测的初步研究表明，块状硫化物矿床在西北地区仍具有较大的资源潜在优势和较好的找矿前景。这一著作对研究全国甚至全球的块状硫化物矿床具有重要参考价值。

中国是邻接太平洋以大陆为主的国家，岩石圈的研究对深入了解我国资源发展前景很重要。西北地区占我国广大地域的三分之一强，它具有大型塔里木和鄂尔多斯盆地以及柴达木、准格尔等较小盆地，在研究岩石圈沉积作用及其有关的能源矿产方面，可作为天然的实验室。更重要地是，在其边部祁连—昆仑—秦岭和天山等褶皱山系以及相对隆起的阿拉善古陆记录着本区从太古代至今的重要地质发展史实。《西北海相火山岩地区块状硫化物矿床》一书，探讨了成矿环境，涉及到了成岩构造环境；论述了西北地区壳幔结构和断裂系统及其发展演化，展示了火山岩型矿床的时空分布规律；另一方面依据火山岩的成因和成矿作用亦可以反演出本区地质构造演化，显示出西北岩石圈结构、演化特点。因此本书不仅是学术水平高的有关块状硫化物矿床成矿理论的专著，而且对研究西北地质构造演化也有重要参考价值。

宋叔和

1992.12.24.

前 言

国内外大量的地质勘查、矿山开发和地质科研的成果资料表明,黄铁矿型铜-多金属矿床是重要的资源类型和金属来源之一,具有极高的经济价值。这类矿床在我国西北地区具有十分重要的地位。建国初期,白银厂铜矿床的找勘成功与现代化采、选、冶生产能力的形成,为我国的经济建设做出了巨大的贡献。40年来,随着白银厂矿山的老龄化,保有储量减少,后备资源紧缺。扩大资源储备,开展深部及外围乃至整个西北地区的找矿工作是一项更为迫切的任务。

在这种形势下,作者自1986年以来承担了地质矿产部“七五”指令性项目“西北地区海相火山岩及块状硫化物矿床成矿规律研究”(项目编号:86056)中的西北海相火山岩地区块状硫化物矿床成矿规律与找矿方向的研究。在前人地质工作所积累的大量资料与成果的基础上,在协作单位甘肃白银有色金属公司矿山处、地质队等鼎力支持下,经过5年的辛勤劳动,继1991年6月提交了合作项目:“甘肃白银地区黄铁矿型铜、多金属矿床形成条件、成矿模式及找矿预测”科研报告之后,又编写了本课题的最终科研报告,即呈献给广大读者的“西北海相火山岩地区块状硫化物矿床”这本专著。

这里要强调的是,笔者在西北海相火山岩地区块状硫化物矿床研究中的科研思路,遵循了继承与发展的原则,在充分把握国内外研究领域现状的基础上,通过自身科研实践来开创西北地区块状硫化物矿床研究的新局面。坚持理论与应用相结合的原则,在重视矿床成因与成矿条件研究的同时,为新一轮的找勘实践提供理论指导与靶区优选。遵循点、带、面展开的原则,在矿床、矿田及至整个西北地区的研究中,重视不同层次的点、面结合,做到典型引入、区域对比、系统总结,在成矿预测与靶区优选中同样强调了点、带、面展开的原则。在科研工作中笔者对前人的科研成果和资料进行认真地分析和对比,对北祁连山地槽褶皱带白银厂、郭密寺等重点地区进行了多年野外地质观察,系统采集了大量标本、样品,做了大量实验测试工作,获得了一批新数据,为本课题最终科研报告和本书编著打下了坚实的基础,并获得以下重要成果与进展。

1. 确认与北祁连加里东地槽褶皱带海相火山岩有关的块状硫化物成矿期主要为中寒武世与早-中奥陶世,矿床分别属于黑矿型系列与塞浦路斯型系列。白银厂矿田位于地槽褶皱带中间复背斜带,大陆边缘活动带裂谷或岛弧夭折裂谷的大地构造环境,偏碱性火山岩建造具双峰式特征,石英角斑质岩石组成白银厂短背斜的“酸性核”。主要容矿岩石为石英角斑凝灰岩。据其主金属组合主要为铜-锌型(折腰山、火焰山)、锌-铅-铜型(小铁山、四个圈、铜厂沟-拉牌沟)等两类,赋存在寒武纪早期酸性喷发期后一定的含矿层位(段)中。在“酸性核”内呈点、带、面相结合的分布规律。在系统分析成矿地质背景、矿床地质、地球化学特征的基础上,确定此矿床的主要控矿因素为:①早期酸性喷发的火山构造;②生长性的断裂构造;③复合热流体的形成条件(含矿热卤水的迁移富集);④海底次级盆地的分布;建立了白银厂矿田综合成矿模式。具体反映了“三多”复合成矿特点,强调了开放式热流体体系的组成与海水渗滤循环在成矿中的地位,注意到了容矿岩与上覆岩层对成矿的有利影响,突出了矿田诸矿床的内在联系与整体规律,对扩大找矿前景,探索新的找矿思路将会有一定的实际意义。

2. 在阐明西北地区岩石圈演化历史及造山带的分布格局的背景条件下, 将全部块状硫化物矿床分为喷气-火山成因与喷气-沉积成因等两大类, 共 19 个矿床系列。前者归纳起来主要为白银厂-小铁山式(黑矿型)、银洞沟-猪咀哑巴式(塞浦路斯型)、红沟-扎麻什克式(别子型?)、镜铁山-陈家庙式(大红山铁铜型)等四式及若干金属组合类型, 反映了区域内 I 类块状硫化物矿床的基本面貌; 后者归纳为 3 式及 4 个类型。

3. 在总结区域块状硫化物矿床学、地球化学特征的基础上, 确认白银厂-小铁山式矿床是最主要的成矿类型, 在中酸性火山岩集中分布区具有最好的找矿前景。其次在造山带基底隆起, 变质火山沉积岩系中赋存的铁铜型铜矿床是块状硫化物成矿系列的外延部分, 成矿前景看好, 将成为铜的主要找矿方向之一。德尔尼铜-锌-钴矿产于蛇绿岩系超镁铁质岩石内, 就其成因仍可归属喷气-火山成因类塞浦路斯型。红沟铜矿产于晚奥陶世细碧角斑岩系基性端元, 是白银厂-小铁山式与银洞沟-猪咀哑巴式的过渡类型, 属富铜类型。小铁山、东沟坝多金属矿床属富金银型块状硫化物矿床可命名为多金属贵金属矿床, 在综合找矿、综合评价、综合利用上具有发展前景。在研究喷气-火山成因类块状硫化物矿床的同时, 通过与喷气-沉积成因类矿床的类比, 加深和完善了对前者的成矿机理及成矿规律的认识, 并拓宽了对弱火山活动区的找矿思路。

4. 在对区域矿床特征及成矿条件分析的基础上, 查明了区域矿床分布规律, 进行了区域成矿远景评述, 总结了成矿规律, 确立了区域找矿标志, 开展了找矿预测, 提出了找矿方向。概括说来, 以中朝、塔里木地台为界, 南、北两侧优地槽、冒地槽广布, 具多旋回的构造演化历史, 相应地发育有早古生代、晚古生代、中生代的块状硫化物成矿活动。已有矿产地的资源储量, 占有重要地位, 就其成矿地质条件、找勘研究程度而论, 有着极大的潜在资源优势与找矿前景。

本课题由西安地质矿产研究所海相火山岩地区块状硫化物矿床研究组承担, 甘肃白银有色金属公司地质队为协作单位。课题负责人郭介人。主要参加研究人员有郭介人、任秉琛、黄玉春、朱美珠、赵统、于浦生。先后曾参加课题工作还有李风波、张群力、阎军、杨斌、李福东、郭炳北。协作单位甘肃白银有色金属公司地质队参加人员有黄文耀、赵书俊、刘晓明、张洪培、杨秋辉、张义、赵敏忠和尹政等。

本书第一章“区域成矿地质背景”由任秉琛编写; 第二章“矿床地质特征”中的一、二、三、五、六由郭介人编写; 四由朱美珠编写; 第三章“矿床地球化学特征”部分中的一、二、三由黄玉春编写, 四由任秉琛编写, 五由赵统编写, 六由朱美珠编写。第四章“矿床形成机理与成矿条件分析”中的一、二、三、四、五、六由郭介人编写, 七由黄玉春编写; 第五章“区域成矿规律与找矿预测”由郭介人编写。于浦生主要承担编图工作。全书最后由郭介人统纂定稿。

在工作过程中, 甘肃白银有色金属公司(队)和有关省局(队、所)以及我所各级领导都给予了支持和帮助, 得到了学部委员宋叔和教授的热情指导和关心, 以及夏林圻、夏祖春研究员, 叶良和、王岷副研究员, 周世德、黄文耀、符增有等高级工程师的大力支持和帮助。

本书定稿过程中承蒙学部委员宋叔和教授、李先祥研究员、祁思敬教授、葛朝华副研究员、妙凌云高级工程师、闻立峰编审、张建中副研究员等评委精心评阅全文, 提出宝贵意见, 并给予很高评价。

西安地质矿产研究所李纪良、贾群子分别承担本书责任编辑和校对的部分工作，胡淑梅、陈美云等清绘了全部图件，西安市誉洲办公自动化服务部为我科研报告的送审与本专著出版作了大量微机处理工作。

在此，作者向为本书的出版在各方面给予支持与帮助的评审员及上述单位与个人表示衷心的感谢，恳请广大读者予以批评指教。

作者

1992年3月

目 录

第一章 区域成矿地质背景.....	(1)
一、中国西北地区地质构造发展演化和壳幔结构.....	(1)
(一) 西北地区地质构造发展演化历史与构造格局奠定	(1)
(二) 西北地区壳幔结构及其断裂系统	(10)
二、西北地块状硫化物矿床成矿地质背景.....	(11)
(一) 火山-喷气成因类块状硫化物矿床成矿地质背景	(12)
(二) 喷气-沉积成因类块状硫化物矿床成矿地质背景	(17)
第二章 矿床地质特征.....	(20)
一、块状硫化物矿床的分类.....	(20)
(一) 矿床的分类原则	(20)
(二) 矿床类型与系列的划分	(20)
二、块状硫化物矿床分类特征.....	(24)
(一) 喷气-火山成因类矿床 (I)	(24)
(二) 喷气-沉积成因类块状硫化物矿床 (II)	(48)
三、矿体的形态、产状与矿床规模.....	(54)
(一) 矿体的形态	(54)
(二) 矿体与容矿岩的时空关系	(62)
(三) 矿床的规模	(64)
四、矿石矿物组成、结构构造及其生成次序.....	(65)
(一) 矿石类型与分布	(65)
(二) 矿石矿物组成与分布	(69)
(三) 矿石结构、构造	(78)
(四) 矿石矿物组合	(81)
(五) 矿石矿物的生成次序及成矿阶段	(81)
五、容矿岩、围岩蚀变与矿床的关系.....	(82)
(一) 喷气-火山成因类块状硫化物矿床	(84)
(二) 喷气-沉积成因类块状硫化物矿床	(85)
(三) 铁-铜型矿床	(85)
(四) 容矿岩与矿体同变质、变形	(86)
六、区域矿床学特征.....	(86)
(一) 块状硫化物矿床的多样性	(86)
(二) 成矿的多旋回和多阶段性	(87)
(三) 矿床 (矿点) 的群、带分布特征	(87)
(四) 矿床具有一定的层位与层控性	(88)
(五) 矿床的变形、变质	(89)
(六) 矿床的伴生组分特征	(91)

(七) 矿床赋存岩系的岩性、岩相特征	(92)
(八) 矿床的地表地质标志	(92)
(九) 矿床的剥蚀深度	(93)
第三章 矿床地球化学特征	(94)
一、白银厂矿田块状硫化物矿床成矿元素与微量元素地球化学	(94)
(一) 主金属元素铜、铅、锌的分布	(94)
(二) 矿石化学成分及其相关性	(95)
(三) 围岩中成矿元素及微量元素	(98)
二、郭密寺地区块状硫化物矿床主元素与微量元素分布特征	(103)
(一) 矿床中主元素组成及其分布	(103)
(二) 北祁连中、西段块状硫化物矿床的单矿物及微量元素	(107)
三、其他块状硫化物矿床的主元素与微量元素	(119)
(一) 刘家坪铜-锌矿床	(119)
(二) 红沟铜矿床	(119)
(三) 锡铁山矿床	(120)
(四) 蛟龙掌多金属矿床	(120)
(五) 阿舍勒矿床	(121)
(六) 德尔尼矿床	(122)
(七) 铜峪沟-赛什塘矿带	(126)
(八) 陕西银洞子银-铅多金属矿床	(127)
(九) 西成矿田	(129)
四、稀土元素组成与地球化学特征	(131)
(一) 细碧-角斑岩系稀土元素组成与地球化学特征	(131)
(二) 矿石稀土元素组成特征	(138)
五、同位素地球化学	(142)
(一) 铷-锶、钐-钕、氩-氩年代学及地质意义	(142)
(二) 硫同位素	(147)
(三) 碳、氧同位素	(154)
(四) 铅同位素地球化学	(159)
六、金、银等伴生元素组成与分布	(165)
(一) 金、银在矿床、矿石、矿物及围岩中的分布	(165)
(二) 其他伴生元素组成与分布	(168)
(三) 小铁山矿床金、银赋存状态与分布特征	(173)
第四章 成矿条件分析与矿床形成机理	(192)
一、矿床成矿地质条件分析	(192)
(一) 成矿时代有利性分析	(192)
(二) 容矿岩条件分析	(194)
(三) 火山岩、火山-沉积岩系特征及其演化与成矿的联系	(196)
(四) 构造作用在成矿过程中的重要地位	(197)

(五) 相条件是喷气-火山成因类矿床成矿的重要地质因素	(199)
二、成矿物理化学条件分析.....	(202)
(一) 成岩、成矿压力条件的分析	(202)
(二) 成矿温度条件的分析	(202)
(三) 硫逸度、氧逸度、pH 值等条件分析	(203)
(四) 锡铁山矿床与白银厂矿田矿床成矿物理化学条件的对比	(204)
三、成矿物质来源与热流体系统.....	(206)
(一) 矿质的来源	(206)
(二) 热流体(热水)系统	(207)
四、成矿物质的迁移富集方式.....	(209)
(一) 成矿元素的地球化学性质与行为	(209)
(二) 成矿物质的迁移富集方式	(211)
五、白银厂矿田的成矿机理与综合成矿模式.....	(212)
(一) 白银厂矿田的成矿机理	(212)
(二) 白银厂矿田的综合成矿模式	(217)
六、区域成矿机理.....	(220)
(一) 成矿的大地构造位置	(220)
(二) 成矿需要相对宁静的地质-地球化学相	(221)
(三) 喷气成矿过程的改造与叠加	(221)
七、与国内外同类型矿床对比.....	(222)
第五章 区域成矿规律与找矿预测.....	(226)
一、白银厂地区控矿条件和矿床分布规律.....	(226)
(一) 控矿地质-地球化学条件	(227)
(二) 矿床、矿体的分布规律	(229)
二、北祁连加里东褶皱带矿床的分布规律.....	(231)
(一) 与酸性火山岩有关的矿床分布	(232)
(二) 与蛇绿岩系有关的矿床分布	(232)
(三) 与以基性岩为主的细碧角斑岩系有关的矿床分布	(232)
(四) 与前寒武纪基底变质岩系有关的块状硫化物矿床和铁铜(多金属) 矿床的分布.....	(234)
三、西北地区块状硫化物矿床的分布规律.....	(234)
(一) 矿床类型的区域分布	(235)
(二) 影响矿床分布的基本地质因素	(235)
四、区域成矿远景分析.....	(237)
(一) 矿床类型的远景性评述	(237)
(二) 成矿(期)时代的远景性评述	(238)
(三) 成矿区域的远景性评述	(239)
五、区域找矿标志.....	(242)
(一) 典型矿床的找矿标志	(242)

(二) 区域找矿标志系列	(244)
六、找矿模式	(247)
七、找矿预测	(248)
(一) 白银厂矿田及其外围的找矿预测	(249)
(二) 祁连县清水沟—白柳沟地区的找矿预测	(252)
(三) 镜铁山地区铁—铜型矿床扩大远景的可能性	(253)
(四) 北祁连晚奥陶世细碧—角斑岩系分布区的找矿预测	(253)
(五) 新疆阿舍勒地区的找矿预测	(253)
(六) 阿尼玛卿山、鄂拉山地区晚古生代铜矿的找矿预测	(254)
(七) 柴达木北缘加里东期裂谷带多金属矿的找矿预测	(254)
(八) 南秦岭碧口群变质火山—沉积岩系分布区的找矿预测	(254)
(九) 南秦岭泥盆纪多金属成矿带的找矿预测	(255)
(十) 青南三江地区中生代海相火山—沉积岩区的找矿预测	(255)
八、工作建议	(256)
(一) 对白银厂地区的地质工作建议	(256)
(二) 对其他块状硫化物矿床分布区的工作建议	(257)
结语	(259)
主要参考文献	(260)
英文摘要	(264)
图版说明	(268)
图版 I—X	

Contents

Chapter 1. Regional metallogenic geologic setting	(1)
1. Tectonic evolution and crust-mantle structure of Northwest area, China...	(1)
2. Metallogenic geologic setting of massive sulfide deposits in northwest area	(11)
Chapter 2. Geologic characteristics of deposits	(20)
1. Classification of massive sulfide deposits	(20)
2. Classified characteristics of massive sulfide deposits	(24)
3. Shape, occurrence and scale of the deposits	(54)
4. Compositions, structures and sequences of ore minerals	(65)
5. Host rocks and wall-rock alterations	(82)
6. Regional characteristics on study of mineral deposits	(86)
Chapter 3. Geochemical characteristics of the deposits	(94)
1. Geochemistry of ore-forming elements and minor elements in the massive sulfide deposits in Baiyinchang orefield	(94)
2. Distributions of major elements and minor elements in the massive sulfide deposits of Guomisi area	(103)
3. Major elements and minor elements of other massive sulfide deposits	(119)
4. Rare earth element composition and Geochemical feature	(131)
5. Isotopic geochemistry	(142)
6. Composition and distribution of associated elements (Au and Ag etc.) ...	(165)
Chapter 4. Metallogenic conditions and metallogenic mechanisms of the mineral deposits	(192)
1. Analyses of Ore-forming geologic conditions of the deposits	(192)
2. Analyses of Minerogenic physical-chemical conditions	(202)
3. Metallogenic material source and hydrothermal system	(206)
4. Ways of Migration and enrichment way of ore-forming material	(209)
5. Minerogenic mechanism and generalized metallogenic model in Bai- yinchang orefield	(212)
6. Mechanism of regional metallogenic process	(220)
7. Comparison with other same type deposits both in home and abroad	(222)
Chapter 5. Regional minerogenic regularity and prospective prediction	(226)
1. Ore-control conditions and distributions of deposits and orebodies in Baiyin area	(226)

2. Distributed regularity of mineral deposits in North Qilian Caledonian foldbelt	(231)
3. Distributed regularity of massive surfide deposits in northwest area	(234)
4. Analysis of regional metallogenic prospect	(237)
5. Regional ore-searching signs	(242)
6. Prospecting model	(247)
7. Prognosis for ore-hunting	(248)
8. Suggestion of further geologic work	(256)
Conclusion	(259)
References	(260)
Abstract in English	(264)
Illustration of plates	(268)
Platers I — X	

第一章 区域成矿地质背景

块状硫化物矿床的成矿作用是在壳幔演化过程中一定的成矿环境中进行的。从太古宙至今诸地质时期均有其发生和发展,表明块状硫化物矿床的成矿作用具有多旋回性,并且每个旋回的成矿作用特点有所不同。从地质构造发展演化的历史以及区域成矿的特点而论,对我国西北地区块状硫化物矿床的研究不仅具有理论意义,而且具有找矿的实际意义。本章主要阐述西北地区地质构造发展和壳幔物质的演化、含矿建造、成矿地质环境等。

一、中国西北地区地质构造发展演化和壳幔结构

(一) 西北地区地质构造发展演化历史与构造格局奠定

西北地区不同地质时期地质块体的升降、开合、压扭的构造运动,古陆和造山带的剪切滑移、古冰碛作用、古生态环境的演变和古地磁资料表明,西北地区不同地质时期的地质块体都经历了一定的空间位移和转动。这种空间的聚散离合态势取决于不同地质时期的板块构造机制,按照地层褶皱、地质年龄和不同整合现象,西北地区地质构造运动可划分为3个时期:①太古—元古宙;②早古生代—晚古生代;③中生代。

1. 太古—元古宙

1) 分布在西北地区太古宙地层的出露,只限于有争议的晚太古代地层。在华北台块南缘分布有太华群,在塔里木和中天山分布有塔格拉克布拉克群和克约普留布拉克群,在鄂尔多斯北缘也有分布。与元古宙的界线年龄约为2500Ma。根据商丹—西峡一带原“秦岭群”(实为太华群)的斜长角闪岩Sm-Nd等时线年代测定,太华群的地质年龄为 $2973 \pm 295\text{Ma}$ (翟明国等,1989)。太华群为具活动类型的长英质片麻岩—英云闪长质片麻岩夹双极分异的变基性和酸性火山岩的沉积—变质组合,构成原始壳幔杂岩体,其中角闪岩相带可能属高级变质的太古宙绿岩带。克约普留布拉克群是一套具含钦石英岩夹层的绢云石英片岩、黑云母角闪岩、混合片麻岩;可能包括早元古代部分地层,其构造环境开始出现明显分异特征。塔格拉克布拉克群为一套以长英质火山岩为主的变质杂岩,推测其属于太古宙绿岩带上部层位。碧口群下部划出的鱼洞子群,U-Pb 锆石年龄为 $2657 \pm 9\text{Ma}$ (秦克令,1990),属浅粒岩—斜长角闪岩—条带状角闪混合岩变质杂岩组合。西北地区晚太古代地层可能都经历了由粘塑性流变到脆性破裂的多期叠加变形演化过程,并以北西西向线型紧密褶皱构造为突出特点。

2) 参照王鸿桢教授等意见,元古宙地质年代早、中、晚可划分为新元古代(包括震旦纪)、中元古代、古元古代,其上界年龄分别为600Ma、 $1100 \pm 50\text{Ma}$ 、 $1850 \pm 50\text{Ma}$ 。

已获地质年龄的古元古代地层有秦岭群,U-Pb 锆石和Sm-Nd 年龄为2267Ma和

2080Ma (张宗清、刘敦一, 1989); 柴达木达肯大坂群, U-Pb 锆石年龄为 2205Ma; 湟源群, U-Pb 锆石年龄为 2469Ma; 阿尔金中段安南坝群, U-Pb 锆石年龄为 2462.5Ma; 中天山群, U-Pb 锆石年龄为 1933Ma。与秦岭群西部毗邻的天水地区陇山群, 有人将其划为早元古代 (张二朋, 1990)。西北地区太古-元古宙地层划分如表 1-1 所示。古元古代地层为泥砂质碎屑岩夹大理岩, 具类复理石建造特点, 其中夹有中基性火山岩; 化隆群和秦岭群则出现双极分异的基性火山岩和酸性火山岩。太古宙末期的五台运动形成了稳定的克拉通后, 在华北地台南缘秦岭至化隆一带, 太古宙结晶基底大陆边缘裂陷增生形成了秦岭群和化隆群沉积-火山岩的双峰组合; 龙首山、柴达木、塔里木 (包括天山中央隆起) 地区, 古元古代沉积-火山岩组合似乎是在太古宙内以硅铝壳为基底的活动性盆地中形成的, 地幔上拱和地幔物质的贯入对硅铝壳起着改造作用。吕梁运动 (龙首山或兴地运动) 的热构造事件使岩石普遍受到了不对称褶皱作用、断裂作用以及超镁铁质岩、花岗岩和中性岩脉的侵入作用, 强烈的变质改造作用使岩石局部达麻粒岩相、高级角闪岩相及混合片麻岩化。构造线总体方向为北西向或近东西向, 但在青海化隆至湟水一线, 其构造线方向为南北向, 可能受到南北向基底裂陷的控制; 柴达木北缘达肯大坂群的近南北向构造线则受到左行滑移的阿尔金断裂带的影响。古元古代沉积-变质岩岩石组合, 于古元古代末期的构造运动完成了与古陆的拼贴, 大陆岩石圈加厚, 构成了规模较大的原始地台。

中元古代在古元古代末形成统一的华北-塔里木原始地台基础上, 使原始地台裂解成塔里木、柴达木和阿拉善地块。鄂尔多斯和贺兰山一带的中元古界, 上部为以碳酸岩为主的蓟县系, 下部为由石英片岩、石英砂岩、片麻岩组成的长城系, 夹有数十米至数百米的辉绿岩和中基性火山岩, 具活动型建造的特点。在宁夏海原地区, 根据古植物孢粉可划分出长城系南华山群、蓟县系园河群 (霍福臣等, 1988.)。这套地层受南北向、北东向和北西向三联裂点断裂系统控制, 向南敞开的裂解支延伸到秦岭, 西北方向裂解支与狼山-阴山中晚元古代裂陷槽相接。阿拉善与柴达木间的原始地台内部在长城纪发生北西向裂陷作用, 西段党河群和朱龙关群具有双极分异的中基性和酸性火山岩与基性火山岩-复理石沉积组合, 厚度约 6000—7000m; 东段兴隆山群下部中酸性和中基性火山岩呈互层状产出, 总厚度达 5000 余米。兴隆山群上部为一套硅质大理岩、白云岩及千枚岩、板岩, 向东延展到陇西、武山至天水一带 (天水一带称陇山群), 以富镁质大理石-石英岩-片岩-片麻岩岩石组合为主, 其中夹有酸性火山岩和基性火山岩 (斜长角闪岩)。在陕西唐藏和甘肃花庙子片麻岩中, U-Pb 锆石年龄分别为 1513.9Ma 和 1010.3Ma (宋志高, 1991)。陇山群的时代为蓟县-长城纪, 上部可能包括有青白口系。该区地层北部呈南北向, 南部则近东西向, 受原始断裂系统控制。蓟县系镜铁山群由于构造关系不清楚, 将其划分为蓟县系和中寒武统。在东部豫西一带中元古界具三联裂点构式, 其东西向裂解支由豫西延至陕南, 形成熊耳群和宽坪群。熊耳群、宽坪群岩石记录表明, 熊耳群为由钾细碧岩和钾角斑岩组成的碱性玄武岩系列岩石, 具双模式火山作用特点, 属大陆边缘张性裂陷环境; 宽坪群碳酸盐岩-碎屑岩建造则形成于边缘海碳酸盐台地。新疆库鲁塔格地区是前寒武系出现较完整的地区, 中元古界下部为稳定构造环境中的洪水沉积, 上部为火山熔岩及其火山碎屑岩。两套巨厚层沉积-构造迥异, 并显示大陆生长具以垂直增生为主的特征, 形成于内硅铝层裂解盆地构造环境, 晚期壳下融熔体分离上涌显示了大规模的火山喷发和溢流。

表 1-1

西北地区前寒武纪地层对比表

时代	分区	陕 西				甘 肃—青 海			新 疆		构造运动
		小秦岭	陕南扬子区	北山阿拉善	柴达木南北	中祁连中段	中祁连中段	祁连东段	库鲁格塔格	中天山	
元 古 宇	上覆地层	e_1	e	e_1	e_1	D_3	e_2	e_{1-3}	e_1	e_{1-3}	
	震旦系	罗圈组	断头崖组	红山口群	狼牙山群	多诺诺尔群	花石山群	杏儿沟群	库鲁克塔格群	天湖群	塔里木运动 (晋宁运动)
	850 ± 50			烧火沟群						昭苏群	
	青白口系	石北沟组		大豁落山群	冰沟群	龚岔群		花石山群	帕尔岗塔格群	帕尔岗塔格群(摩什台群)	阿尔金运动 (四堡运动)
	1000 ± 50					托来南山群		花石山群	爱斯基干群	卡瓦布拉克群(科克苏群)	
太 古 宇	中元古界 P_2	冯家湾组 杜关组 巡检司组 龙家园组 高山河组	碧口群	平头山群		克河群	青石坡组 磨石沟组	兴隆山群	杨吉布拉克群	星星峡群 (特克斯群)	奥克拉运动 (清银沟运动)
	1400 ± 50			白湖群							
	长城系	熊耳群 铁桐沟组	下亚群								
太 古 宇	1850 ± 50										吕梁—中岳运动
	溱沔系			龙首山群	金水口群			马御山群	兴地塔格群	中无山群	
	1950 ± 50			敦煌群							
太 古 宇	五台系	太华群	?						塔格拉克布拉克群	克约普留布拉克群	五台运动
	2500 ± 50										
太 古 宇	五台系		洮渭子群								
	2500 ± 50										