

秦岭热水沉积型铅锌(铜)矿床

祁思敬 李英 曾章仁 等著
梁文艺 隗合明 宁晰春

地质出版社

秦岭热水沉积型铅锌 (铜) 矿床

祁思敬 李 英 曾章仁 等著
梁文艺 隗合明 宁晰春

地 质 出 版 社

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

本书是“七五”期间攻关项目中对秦岭泥盆系铅锌矿床研究的一个论文集。本区矿床包括两个亚类,即产于泥质岩细碎屑岩多种热水沉积岩和产于石灰岩泥质岩间硅质岩中的两种类型的矿床,特别是后一类型在本区更为重要。书中对从西到东五个典型矿床的地球化学特征和成矿条件提供了较系统的材料,并且提出了一些新的成因认识。此外书中第一篇文章还对本区热水沉积岩石学和地球化学作了专门性的讨论。

秦岭热水沉积型铅锌(铜)矿床

祁思敬 李 英 曾章仁 等著
梁文艺 隗合明 宁晰春

*

责任编辑:唐静轩 于耀先

地质出版社出版发行

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路20号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 10.75 铜版图: 2页 字数: 254000

1993年3月北京第一版·1993年3月北京第一次印刷

印数: 1—420册 定价: 7.50元

ISBN 7-116-01243-5/P·1043

序

热水沉积矿床或喷流沉积矿床是本世纪 70 年代出现的矿床学、沉积学新事物。伴随着洋底扩张理论的兴起,人们直观地利用深海潜水器在大洋中脊一带发现了热水沉积成岩成矿作用,有的地方甚至形成具工业价值的矿床。再配合模拟实验、水-岩石作用实验等,逐渐形成了一种新的成岩成矿思潮,即热水沉积或海底环流成岩成矿论。

20 年来人们愈来愈认识到热水沉积成岩成矿的重要意义。譬如在太古宙,大量成岩成矿作用就是在热水介质中发生的。由于剧烈而频繁的海底火山活动及大量短半衰期放射性能量的聚积,海水温度肯定比今天高很多。前苏联在科拉半岛的世界第一口超深钻井证明了在太古宙变质时期地温梯度是现在的 5—7 倍,即 $150-210^{\circ}\text{C}/\text{km}$,而这样高的地温梯度不可能不影响到当时的海水温度。有人从太古宙磷灰石氧同位素组成估算海水温度高可达 80°C 。这些都说明了太古宙的海水是热的。至于热到什么程度,目前还难以作出判断。

中元古代之后,海水水温逐渐下降到和今天相近,但海底的某些部位,如洋中脊、深海槽等,从海底冒出的水温可达 $350-400^{\circ}\text{C}$ 。

许多矿床学家已认识到,前寒武系中的硅铁建造,不同地质时代海相火山岩系中的块状硫化物矿床,还有一些其他类型矿床都是热水沉积的产物。热水沉积成岩成矿作用的观察和模拟还开拓了重要的物质来源。过去,沉积矿、沉积岩的物质来源不外是三种:陆源、海水源(如一些盐矿)和火山喷溢、喷发源。现在看来,海底喷流也是重要成岩成矿物质来源。

长期以来,困惑地质学家的一些成岩成矿问题,如大量硅岩、层状钠长岩、电气石岩的出现等。解释多种多样,一时归之于碱交代作用,另一时则又是火山热液成因占上风。看来,在不排除这些作用的可能性的同时,也应当考虑热水沉积作用的可能。

本书虽是一本论文集,但却有一致的学术指导思想,即探讨陕甘一带秦岭泥盆系中若干铅锌多金属矿床及含矿围岩的热水沉积特征、地质背景、地球化学及成因。经过作者们的共同努力,为热水沉积成岩成矿作用提供了野外观察、镜下鉴别、实验的依据、见解与工作方法。相信本书的出版将有助于对融外生与内生作用于一体的热水沉积作用的深入研究。

涂光炽

前 言

本书是反映“七五”期间地矿部秦巴地区重大基础地质问题和主要矿产成矿规律攻关项目中对秦岭泥盆系中铅锌矿床研究工作的一个论文集。主要包括铅锌矿亚二级课题下属的七个四级课题研究成果的主要内容和参加同期工作研究生学位论文的一些重要内容。

秦岭泥盆系中铅锌矿床有产于泥质岩细碎屑岩多种热水沉积岩中的和产于石灰岩泥质岩间硅质岩中的两个亚类，后一类型尤具本区特色。书中对从西到东五个典型矿床的地质地球化学特征和成矿条件提供了较系统的材料，并提出了一些新的成因认识。有多种热水沉积岩和铅锌矿密切伴生是秦岭泥盆系铅锌矿床的重要特点之一，书中有一篇文章对本区热水沉积岩岩石学和地球化学作了专门讨论。近年来，秦岭地区大地构造研究取得了不少进展，书中两篇有关文章主要是对铅锌成矿带构造演化及其控矿作用进行了探讨。秦岭地区的两个成矿区内铅锌矿床中有铜作为次要伴生金属。书中对区内一个层状矽卡岩型铜矿的形成条件提出了新的认识。

通过近期研究，秦岭泥盆系铅锌矿床属于热水沉积成因已成为本区多数矿床工作者的共同认识，但对于不同成矿区不同矿床中的一些具体问题仍存在有不完全一致的认识。我们在整个工作中不强求统一，而重在进行具体的观察研究，取得尽可能多的证据，这样做有利于问题的解决和认识的深化。考虑到各个四级课题成果都单独通过了评审，在本书编辑过程中保留了不同作者对某些问题的个人认识。

本书各篇的编排和定稿由祁思敬、李英负责，曾章仁对书中的全部图件作了认真的审订。

论文集的出版得到项目负责人和秦巴科研办公室的大力支持，涂光炽先生在百忙中为本书写了序言，本书作者对他们表示衷心的感谢。

目 录

秦岭泥盆纪热水沉积铅锌矿床研究进展和认识.....	
.....祁思敬 李 英 曾章仁 马国良 (1)	
邓家山铅锌矿床地质特征及成因.....	曾章仁 刘建朝 魏宽义 (9)
洛坝矿床的硅岩和构造特征.....	李 英 韩丛德 (29)
秦岭凤太成矿区泥盆系层控铅锌(铜)矿床控矿因素及找矿方向.....	
.....隗合明 张振飞 吕仁生 (49)	
陕西柞水银洞子银铅多金属矿床地质地球化学特征.....	周圣华 (70)
陕西山阳桐木沟锌矿床地质特征——一个典型海底喷气热液沉积矿床.....	
.....梁文艺 薛春纪 马国良 (87)	
东秦岭山柞镇旬地区区域成矿背景及成矿作用演化模式.....	杨志华 (98)
秦岭泥盆系铅锌矿带的构造演化及成矿.....	宁晰春 (115)
秦岭泥盆纪海底热液沉积岩的岩石学和地球化学.....	
.....薛春纪 祁思敬 马国良 曾章仁 隗合明 (133)	
秦岭热水沉积型铅锌矿床矿石组构研究.....	马国良 祁思敬 (146)
陕西山阳小河口铜矿床地质特征及成因.....	李厚民 祁思敬 (154)
图版说明及图版.....	(166)

Contents

1. Research progress and knowledge of the stratabound lead-zinc deposits in the Qinling Mountains.....
.....*Qi Sijing Li Ying Zeng Zhangren Ma Guoliang* (8)
2. Geologic Features and Genesis of the Dengjiashan Pb-Zn Ore Deposit, Ganshu.....*Zeng Zhangren Liu Jianchao Wei Kuanyi* (28)
3. Characteristics of Silica Rock and Structures of the Luoba Ore Deposit.....*Li Ying Han Chongde* (48)
4. Ore-controlling Factors and Prospecting Directions of the Stratabound Pb-Zn-Cu Deposits of the Fengtai Metallogenic Province, Qinling.....*Wei Heming Zhang Zhenfei Lu Rensheng* (69)
5. Geologic and Geochemical Characteristics of the Yindongzi Ag-Pb Deposit, Shaanxi.....*Zhou Shenghua* (86)
6. Geological Features of the Tongmugou Zinc Ore Deposit, Shanyang County, Shaanxi.....*Liang Wenyi Xue Chunji Ma Guoliang* (97)
7. Metallogenic Setting and Evolution of Mineralization in Shanzha-Zhenxun Region, Eastern Qinling Range*Yang Zhihua* (114)
8. The Structural Evolution and Metallization of the Qinling Devonian Pb-Zn Ore Belt.....*Ning Xichun* (132)
9. A Study of the Petrology and Geochemistry of Seafloor Hydrothermal Sedimentary Rocks of Devonian in Qinling Mountains
.....*Xue Chunji Qi Sijing Ma Guoliang Zeng Zhangren Wei Heming* (145)
10. A Research on Ore Fabrics of the Hydrothermal Sedimentary Pb-Zn Deposits in the Qinling Range.....*Ma Guoliang Qi Sijing* (153)
11. Geologic Features and the Origin of the Xiaohekou Cu Deposit, Shanyang, Shaanxi *Li Houmin Qi Sijing* (165)

秦岭泥盆纪热水沉积铅锌矿床研究进展和认识

祁思敬 李 英 曾章仁 马国良

(西安地质学院)

一、热水沉积成矿作用的提出和研究现状

秦岭泥盆纪层控金属矿床成矿带东西延长近 600 km, 已查明大中小型 铅锌矿床数十个, 和铅锌伴生的还有铁、铜、银、金。六、七十年代中提出的沉积受变质和沉积改造的层控成因观点曾扩大了本区找矿远景, 促进了勘查工作的突破。近年来的工作则进一步肯定了成矿作用与泥盆纪海盆的构造发展和沉积演化之间有密切关系, 并认为铅锌矿床主要是热水喷流到海底沉积形成的, 而铜、金则与热水系统活动的晚期相和受到后期改造有关。最近几年金的远景也逐渐明朗。

本区层控金属矿床热水沉积成因的确定以及在较短时间内能成为大多数研究者的共识, 一方面是由于在本区的生产和科研部门在长期工作中积累了许多能反映矿床成因本质的地质成果⁽¹⁾; 另一方面是由于近年来国外在这方面发表了不少有代表性矿床的详细研究材料, 并做出了很好的理论总结和概括, 对我们有参考借鉴意义。

对沉积岩中层状金属硫化物矿床成因的认识经历了一个从中低温或远成热液观点到沉积同生、沉积演化观点再到同生热液观点的曲折过程。早期的热液观点还是 Lindgren 岩浆热液体系的延伸。层控概念兴起揭示了金属在沉积环境中富集成矿的广泛可能性。各种沉积演化说的基本点就是认为在含矿岩层沉积形成的过程中形成了金属的初步富集, 而以后所经历的变化促使成矿物质活化转移富集成矿。同生热液 (Syngenetic hydrothermal) 的提出是一个重要发展, 因为这是在不断积累起来的氢氧同位素、流体包裹体研究资料基础上重新肯定了成矿介质是热液流体, 但这种热液是在沉积演化中生成的 (Barnes, 1976)⁽²⁾。沉积物形成时所含的大量水在埋藏压实时会发生移动, 随着温度升高, 溶解金属的能力增强, 逐步演化为含矿热卤水。这种卤水能使石油从生油层向有利的构造圈闭迁移, 同时应该也能导致金属在沉积物中的富集。在一般情况下, 压实流体是从盆地中心向边缘移动, 因而金属矿化出现在盆地边缘的有利岩相带。在沉积速率大形成异常压力带的情况下, 热卤水藉助生长断裂上侵, 矿化分布就受生长断裂的控制。这些在沉积盆地正常演化中发生的情况可以较好地解释一部分产于沉积岩中的层控金属硫化物矿床, 但用来解释规模大、品位富的沉积岩中整合层状硫化物矿床就显得不大合适。六、七十年代以来, 对火山岩中块状硫化物矿床也做了大量深入的研究工作, 特别是对塞浦路斯矿床和日本黑矿床所作的研究取得了重要的成果。根据这类矿床以整合层状矿体产出, 下盘常有网脉状矿化蚀变带, 上盘有含铁硅质岩等热水沉积以及大量氢氧同位素和硫同位素证据, 确定矿床是下渗海水演化而成的含矿流体经火山通道直接喷流到海底而形成的。Solomon

(1976)认为,这种在火山堆积物中形成的热水对流房深度可达4—5 km。产于沉积岩中的块状硫化物矿床以前也称为页岩型矿床,与火山岩中块状硫化物矿床在许多方面都很相似,同生成因特征更为明显。Large (1981)考虑了有些沉积岩中的矿床在区域中也常有成矿前或成矿后的岩浆活动,甚至在含矿岩系中夹有火山岩,认为它们也是与异常地热梯度带有关的海底喷气矿床(submarine exhalative deposits),并在系统总结其成因特点的基础上建立了一个受多级盆地、热水通道和卤水盆控制的矿床成因模式^[3]。同一时期,Russell (1981)研究了中爱尔兰石炭纪地层中的铅锌矿床,根据中爱尔兰与蒙特艾萨、布洛肯希尔等矿床的对比研究,提出了在地壳受热拉张变薄条件下,对流房加深而形成大矿床的解释,^[4]后来他把这些矿床统称为SEDEX型。根据中爱尔兰矿床金属来源于石炭系下伏的下古生界,他推断对流房深度可达6—10 km。此外,Hutchinson (1986)还在总结地质历史中块状硫化物矿床的演化中阐述了沉积岩中的喷气沉积矿床是元古代稳定型地壳形成后才出现的。首先是在泥岩碎屑岩中的,到晚元古代才开始有碳酸盐岩中的矿床。它们分别形成于弧后海槽及相邻的台地,都与以拉张为特征的构造环境有关。

现在,对这类矿床的成因研究还在沿着盆地演化和热水系统演化的方向继续深入发展。Large (1988)研究了德国海西盆地、中爱尔兰盆地和加拿大塞耳温盆地的情况,并说明这类矿床主要形成于大陆边缘盆地演化到发生热沉降的裂谷后阶段,脉动的拉张作用控制了断裂作用、火山作用和喷气沉积成矿作用。^[5]Cathles (1981)划分出洋壳中的热水循环系统、克拉通内的离层流系统和过渡型地壳中的热水对流系统等地壳中的三种热水系统类型,这说明地壳中广泛存在着热水流体,但能否成矿则取决于系统的演化时间,流经岩石中的可萃取组分及其萃取率等因素。因此,成矿热液仅是一种暂时的,分布局限的流体系统。^[6]80年代中,继续有新的海底热液沉积物,如大西洋脊、冲绳海槽等的发现和分布在岛弧大陆地区的地热田的深入研究,这对于了解同生热液的物理化学状态、运动形式及硫化物沉淀的机理都有重要意义。

秦岭泥盆纪热水沉积矿床与国外典型成矿区有基本相似的情况,也有其自身的特色,以下一些方面是近期工作中形成的重要认识。

二、泥盆系的两类热水沉积矿床

整个成矿带内铅锌矿床产出条件具有明显的共性,但各部分矿床的特征又存在某些系统的差别。

本区铅锌矿床均产于厚度巨大的海相泥盆纪沉积岩系中。成矿带内总体来讲岩浆活动微弱,一些矿床附近虽有侵入岩,但生成时代晚,与矿化无关。矿床受层位控制明显,地层学工作证明含矿层位主要属中统,含矿层沿走向可延伸数至10公里。含矿层内都有特殊的热液沉积岩作为其重要容矿岩石。主要矿体是层状、似层状,矿石普遍保存有同生沉积构造。强度不均一旦与围岩程度相同的变形和变质作用表明硫化物矿石在主变形期前即已存在。矿石中金属组合与典型岩浆热液型铅锌矿床相比显得简单得多。大多数矿床矿石铅同位素组成、硫化物硫同位素组成特点相当一致。以上这些特征表明成矿带内矿床是在同一个时代内形成的,成矿条件是相同的,以致可以把它们看作是沉积岩容矿铅锌矿系列中占特殊位置的一类矿床^[7]。

早在西成地区矿床第一轮综合研究中就曾经划分过两个矿床类型。^[8]现在认为,有明显差别的两类矿床存在是整个成矿带有普遍意义的事实。分布在陕西北带泥盆系柞水山阳地区的矿床产在以泥岩和细碎屑岩为特征的含矿岩系中,而甘肃西成成矿区北带重要的厂坝一向阳山矿区含矿岩系岩性、岩相特征与其基本相似,唯变质程度较深而已。分布在西成成矿区南带和凤县太白地区的另外一些重要矿床,如邓家山、毕家山、铅硐山等则产于生物碎屑灰岩与上覆泥质岩之间,直接的容矿岩石是一层硅质岩。前一类矿床的泥岩细碎屑岩系为深水槽盆相,具复理石特征,含矿层内有富钠长石、富硅、富镁铁碳酸盐和重晶石等多种热水沉积岩。矿体呈典型整合层状,由块状和层带状硫化物与沉积岩夹层互层组成。含矿层下盘有蚀变角砾岩带或铜网脉状矿化,矿层垂直方向上有Fe、Zn、Pb含量递增的分带,矿石中金属组合有富锌和富铅银的不同情况。后一类矿床矿体产于台地相生物碎屑灰岩之上,容矿岩石为厚层铁白云石硅质岩,其上为盆地相泥质岩石所整覆,形成特征的碳酸盐岩-硅岩-千枚岩层序结构。矿体为似层状,含矿硅质岩内矿化连续性和均匀性都有较大变化,并有产于生物碎屑灰岩内和下盘蚀变岩中的不规则矿化。不常见的受断裂构造控制的矿体一般认为是后期复杂改造的结果。这类矿床矿石组成都很相近,而且比较简单,一般为富锌的铅锌矿,少数矿床中铜可成为次要伴生组分。第一类矿床与国外页岩型矿床基本相似,第二类矿床则更富有本地区特色,特别是在成矿带内的这两类矿床都可构成大型矿床是少见的。因此,不能忽视两类矿床的差别。现在,认为这两类矿床的差别首先是由原来形成环境决定的,沉积期后改造的性质和程度也有一定影响。第一类矿床形成于大陆架下部到陆坡地带的深水半深水区内的一些次级局限性洼地中,有的曾经是卤水盆环境。第二类矿床则形成于碳酸盐台地边缘洼地,而且是在它们发生显著沉陷的情况下。前一类矿床同生成因特征明显,下盘有蚀变带以及金属组合随当地沉积柱和基底不同而异等显示了含矿热水系统原地形成原地释放的特点。后一类矿床中硫化物与容矿岩石组成之间具同生到后生的多样关系。由所有矿床组成简单而彼此相似则可以推想成矿流体是在热水系统演化主期的一定阶段分出来的。Hutchinson (1981)曾认为在扩张裂陷深海槽中形成了以细碎屑岩为主岩的喷气沉积矿床,而在其一侧的浅水克拉通边缘陆架环境中生成了以碳酸盐岩为主岩的喷气沉积矿床^[9]。但他没有指出具体实例。秦岭这两类矿床都发育得这么好是很有意义的。

三、与铅锌矿床伴生的热水沉积岩

秦岭泥盆系层控铅锌矿床常有一些富硅、富钠岩石和硫化物矿石密切伴生,以前把它们当作了一般的围岩蚀变产物。通过近几年的工作,我们相信它们更可能和硫化物矿石一样是热水系统释放到海底时形成的一种特殊类型的沉积岩,成因上是同生的。最初接触这类岩石是在凤县铅硐山矿区,那里含矿的铁白云石硅质岩有相当稳定的层位,铅锌矿与硅质岩的依存关系十分明显,因而开始考虑它们是一种沉积的含矿硅质岩建造^[10]。后来在柞水银洞子矿区工作中发现了含矿层内有更多种类的此种岩石,包括含钠长石硅质岩、含铁白云钠长石硅质岩和重晶石岩以及绿泥石岩,其特点与Bernard等所描述的欧洲火山成因块状硫化物矿床中的喷气沉积物相似,而且岩石种类之多、沉积特点之明显超过了其它地区。特别有意义的是在含矿岩系变质程度较深、原来以各种片岩命名的厂坝含矿层中,经

过仔细检查也证实了钠长石岩、硅质岩与重晶石岩的存在。因此,热水沉积岩对于火山环境中中和沉积岩容矿的热水沉积矿床都有普遍的意义。

成矿带内的热水沉积岩除了在银洞子矿区含矿层下也有发现外一般都集中在含矿层内。含矿层内产出的热水沉积岩多呈层状,或出现于矿体下盘代表热水沉积的早期相或序幕,或者构成容矿岩石的主体,有的是几种热水沉积岩和正常沉积岩构成韵律互层,有的是单一的厚层岩石。这些岩石的厚度可以从几十厘米至数米,最厚可达30m。这些岩石与正常沉积岩整合产出,一般有清楚平整的界面,局部也有渐变过渡特征,岩层内部呈块状或具层纹层理。虽然它们主体是以包括化学和机械的沉积方式形成的,但另一方面,热水对已经生成的沉积物也肯定会发生某种程度的交代和蚀变。热水沉积岩的另一种产状是构成蚀变角砾岩带,常沿区域性断裂带分布。似层状、脉状及不规则的角砾岩体,规模有大有小。组成角砾岩体的热水沉积岩从破裂到角砾移位并常伴有多期交代蚀变现象,由此可见,这些断裂带也就是当时的活动断裂。对桐木沟矿床下盘钠长角砾岩带研究表明,其特征与新西兰Waistapu地热系统喷气伴生的角砾岩有相似之处^[11]。

秦岭地区多种类型的热水沉积岩中大量出现的是钠长石岩、硅岩、镁铁碳酸盐岩类和重晶石岩以及其间的各种过渡类型,此外还有含铁矿物的绿泥石岩、条纹状钠长石石英阳起石岩。其中钠长石岩、硅质岩和重晶石岩构成了重要的铅锌矿矿石类型,钠长角砾岩构成了金和铜矿的容矿岩石。组成热水沉积岩的矿物除钠长石、石英、镁铁碳酸盐矿物、重晶石等主要矿物(它们常占整个岩石的90%以上)外,还伴有绢云母、绿泥石、透闪石、阳起石。特征矿物镁电气石最高可达10%左右,萤石也有出现,少量金属硫化物有黄铁矿、白铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等。根据矿物共生组合、流体包裹体测定资料,大致可以把本区热水沉积岩及有关的交代蚀变岩中的矿物组合划分为:①中高温组合,主要出现钠长石、钾长石、有时有方柱石、透辉石、黝帘石、电气石,其形成温度范围300—200℃间,流体为弱酸—弱碱性, f_{O_2} 较高;②中—低温组合,主要是 SiO_2 类及含镁铁碳酸盐类,形成于250—180℃间,流体为弱碱性, f_{S_2} 略高;③低温组合,以碳酸盐类为主,形成于100—200℃间,流体为弱碱性, f_{CO_2} 较高。

四、沉积盆地的演化与热水成矿作用

对成矿控制因素的认识,随着成因概念的发展也有了新的变化。以前在工作中考虑较多的是泥盆系沉积岩相控制和海西印支期岩浆侵入活动的影响,现在已经证明硫化物矿床虽集中于中泥盆统的一定沉积层位,但并不专属于某一种岩相。硅岩中的矿床下盘虽然有礁滩相生物碎屑灰岩。但成矿主要是发生在台缘洼地已经转变为较深水盆地相之后。至今为止,没有获得泥盆纪沉积同期有重要岩浆活动的证据,一些矿区附近的侵入岩地质的和地球化学的证据都表明它们生成甚晚,与成矿无关。某些岩体与矿床空间上的一致可以说明岩浆源长期演化的继承关系。现在根据热水沉积成矿作用的认识认为成矿与泥盆纪海盆构造发展有关,主要受沉积作用演化、同沉积期构造和地热背景的控制。

本区铅锌矿床产于厚度很大的泥盆系的中上部,含矿层位以下一般有1—3km的沉积岩层,泥盆系与下伏下古生界之间也没有重要的变动和剥蚀,下古生界裂陷盆地型沉积厚度数公里。含矿岩系以暗色细碎屑岩、泥岩为特征,岩石中的有机质为腐泥型,显示了远

岸海盆环境^[12]。至今为止,含矿层中尚无肯定的火山岩层位,这些事实都表明泥盆系中层控矿床的金属来源不是陆源或岩浆来源的,而最可能是由上升热水系统带来的。热水系统在沉积柱中形成后经过长期发展,当同生断裂活动足够强大时即开始向海底释放。根据区内沉积岩厚度考虑了岩石的压缩率,参考了相似环境的现代沉积速率,推算热水系统有百万年以上的演化时间。已经取得的矿物气液包裹体成分和包体水氢氧同位素资料已表明成矿流体主要来源于地层水,并有某些深源组分加入。铅、铋同位素及微量元素研究表明,泥盆系并非矿源层,中泥盆统中的热水沉积成矿是叠加在正常海盆沉积上的一个事件。异常均匀的铅同位素组成及中等的 μ 值(9.2—9.6)指示了下古生界岩系可能是重要的成矿物质来源,即对流房主期应达到近10 km的深度。已知区域内的早古生代地层中一些黑色页岩、硅质岩,震旦纪地层中一些火山岩层位含有较高的铅、锌、铜、银、金、砷、锑等。尝试应用矿物中铋的混合比,推算了流体系统的萃取率,证明对流系统可以达到成矿所需的浓度。

秦岭泥盆系分布区内区域性东西向断裂带两侧常出现沉积厚度和沉积建造类型的显著差异,并有几个沉降和堆积速度大的断陷型沉积带,在广阔的浅海相中上泥盆统分布区内多处发育礁碳酸盐岩建造和以黑色页岩碳酸盐岩复理石为特征的台沟沉积相,它们呈南北向延伸,这表明区域性东西向断裂曾经在同沉积期活动过,南北向基底断裂也导致了断块的不均衡升降。成矿带内铅锌矿床的成矿区 and 矿田总体上成东西向分布,而东秦岭镇安旬阳地区则明显为南北向^[13]。已知成矿区主要出现于陆架边缘到陆坡带内的裂陷海盆中,第一类矿床为向洋一侧的深水半深水槽盆环境,第二类矿床为处在沉降中的台地边缘洼地环境,成矿次级洼地也常被基底隆起分隔,形成隆坳相间格局。第一类矿床矿体下盘的同生角砾岩—砾岩、含矿层内的软沉积变形,滑塌堆积和第二类矿床碳酸盐台地的突然沉降都是受同沉积期断裂控制的表现。

除了含矿层中有各种热水沉积岩及伴生的早期蚀变成区域性分布外,还有一些事实可以表明沉积盆地中存在异常地热背景。这些现象多出现在第一类矿床分布的地区,在柞水山阳一带变质程度普遍低于绿片岩相的泥盆系分布区内出现一些面积很大的黑云母角岩带,区域中没有能引起那么大面积热变质的侵入体,推测这种角岩带是沉积物在高热流影响下从成岩到后生阶段改造的产物。相当这类岩石中黑云母的年龄测定得到了340—310 Ma的数据。银洞子矿区含矿岩系变质最浅,但岩石中有机质普遍达到高成熟度阶段,根据其并非局限于矿体附近的特点,可以认为是整个地区地热长期持续影响的结果。此外,在山阳以东地区中上泥盆统中除出现含有可能为火山热源物质的岩石层位外,还有多种含热液物质的隐爆角砾岩体,上泥盆统中即出现了肯定的火山岩和火山沉积岩。以上事实表明成矿带自泥盆纪开始已进入一个地热增热旋回,根据有关岩体的年龄可知大致在距今280—260 Ma的时间增热达到顶峰,到180 Ma又降到正常。因此,热水沉积成矿应是区域内这一增热旋回早期出现的事件,热流值的增高可能为热水系统形成和活动提供了必要的热源。

五、沉积盆地演化—造山过程的矿床成因系列

秦岭泥盆纪铅锌成矿带代表了一种热水沉积成矿的典型大地构造背景。泥盆系内包括铅锌在内的金属矿床可以看作是一个与盆地沉积演化有关随后又卷入造山过程的一个大成

矿系列。秦岭泥盆系主要是在晚古生代扬子板块北部被动边缘上形成的^[14]，现在分布在造山带碰撞边界的南侧。这一沉积地带内的早古生代沉积就具裂谷或有裂陷海盆性质。区域内加里东运动没有显著造山的作用，泥盆系沉积是继承早古生代盆地发展起来的。从泥盆系各时期沉积范围不断扩大，沉积建造由稳定型发展到次稳定型来看，泥盆纪还是该区一个重要构造伸展时期。盆地内有一些沉陷较深、沉积较快的地区，形成了厚度巨大的沉积柱，在这种沉积柱中金属的积累是成矿的基础。沉积地带内同沉积期构造活动是显著的，并且有些地区出现高热流值。早古生代即出现过的以富Ba为特征的热水喷流活动到泥盆纪有了更大的发展，类似的环境和条件保持到中石炭世或到中三叠世以前。盆地中形成的巨厚沉积包括含矿热水沉积物在内都经历了长期较复杂的成岩后生变化，并且或早或迟卷入碰撞造山事件，在这个时期内受到更为强烈的变质和变形改造，有些地区还受到岩浆活动叠加的影响。和这种背景有关的是成矿带内矿床形成有多种机制，并且一个矿床往往有多期成矿的现象。

在不同时期出现的成矿作用形式包括有：①沉积同生时期主要是热水沉积作用，是成矿带内最重要的成矿时期，各种金属最初形成富集或初步富集状态，其成矿作用方式包括化学沉积和碎屑颗粒的沉积和再沉积，对先已生成的沉积物的交代作用；②成岩—埋藏变质时期，也是一些矿床金属矿物定位的主要时期，成矿作用方式主要是沉积物内金属矿物的重新聚积，孔隙水引起的迁移和矿物的交代作用，在压实条件下局部的不平衡变形，元素沿层面和小裂隙迁移形成脉状矿化；③变质变形时期有多期重结晶作用，硫化物的塑性流动，组分在变质热液中的迁移，角砾岩化等变形组构的形成、矿体形态的改变。在主变形变质期还出现岩浆活动，形成接触带矿化和某些金属组分在层状体上的叠加矿化。

成矿带内细碎屑岩层状热水沉积岩中的层状铅锌银矿床、菱铁矿矿床主要是同生的，后期改造和变质影响较轻微。碳酸盐岩—泥质岩间硅质岩中的层控型铅锌（铜）矿床成岩阶段和后期变形中成矿物质有更显著的活化迁移和再富集。成矿带内有较小的硅质白云岩中的铜矿体，还有含铜金钠长角砾岩型矿床及细碎屑岩中的微细浸染型金矿床，它们是热水系统释放的晚期相或后期热水活动对早期含矿沉积物改造的结果。成矿带东段有与中性小侵入体有空间关系的矽卡岩型铜矿床，小岩体周围有大量平行层面的岩枝，矽卡岩角岩及铜矿体都有良好的层性，现在认为含矿的上泥盆统细碎屑岩、不纯碳酸盐岩石组合中含有金属的热水沉积层位，在持续的热水作用下发生了交代蚀变及矿化富集，局部分布的钼是岩浆热液叠加的。秦岭泥盆纪铅锌矿带有一个平行分布的汞锑矿带，汞锑矿床产于下泥盆统或晚于泥盆系的沉积岩中。汞矿化也集中于一定层位，但主要受岩层的破裂及断裂带控制，具明显后生矿化性质。虽然铅锌矿床和汞锑矿床在产出特征和金属组合上表现有某些联系，但也有与更晚的特提斯构造演化有关的可能，是有待进一步研究的。尽管如此，从上面的叙述中仍可以确定成矿带内主要矿床类型可以纳入到一个由造山前盆地中热水沉积成矿为主到造山过程中后生和叠加对矿化富集起重要作用的矿床成因系列。

秦岭泥盆系层控矿床成矿带的研究有不少问题尚待深入进行下去。主要的如泥盆纪各时期沉积地带内古地理和同生构造的整体格局、各成矿区两类矿床含矿层的肯定层位关系以及热水沉积岩的形成机制等。控矿因素和成因模式研究如何向实用方面转化也是应该着手进行的工作，这种转化对于验证并促进理论认识的深化和在矿床预测和寻找上取得实际效益都是十分必要的。

参 考 文 献

- [1] 涂光炽等, 1981, 中国层控矿床地球化学, 第1卷, 科学出版社
- [2] H. L. Barnes, 1979, 热液地球化学(中译本), 上册P. 47—179, 地质出版社
- [3] D. E. Large, 1981, 沉积岩中的海底喷出铅锌矿床——地质特征和成因评述, 《层控矿床和层状矿床》(中译本), 第9卷, P. 299—321, 地质出版社
- [4] M. J. Russell, 1981, Major Sediment-hosted Exhalative Zinc—Lead Deposits Formation from Hydrothermal Convection Cells that Deepen during Crustal Extension. Short Course in Sediment-hosted Stratiform Lead—Zinc Deposits Victoria Mineralogical Association of Canada, 251—275
- [5] D. E. Large, 1988, Evolution of a Sedimentary Basin for Massive Sulfide Mineralization, Base Metal Sulfide Deposits in Sedimentary and Volcanic Environments Springer—Verlag, Berlin
- [6] L. M. Cathles, 1981, Fluid Flow and Genesis of Hydrothermal Ore Deposits, Economic Geology Seventy—Fifth Anniversary Volume
- [7] 张汉文等, 1987, 秦岭式层控铅锌矿床的基本地质特征及成因, 西安地质矿产研究所所刊第19号, P. 83—95
- [8] 贺元杰, 1989, 西秦岭泥盆纪铅锌矿床成矿模式讨论, 矿产与勘查, 第1期
- [9] R. W. Hutchinson, 1984, 土地壳演化的矿床标志, 国外前寒武纪地质, 第3期
- [10] 梁文艺等, 1985, 陕西凤太地区泥盆纪铅锌矿床形成与演化史及地质依据, 西安地质学院学报, 第7卷, 第1期
- [11] J. W. Hedenquist等, 1985, 新西兰 Waistapu 地热系统的水热蒸气: 起因、伴生角砾岩及贵金属矿化关系, Econ. Geol. Vol. 80, No. 6
- [12] 胡明安, 1990, 陕西柞水银铜子银铅多金属矿床的有机地球化学特征, 地球科学, 第15卷, 第1期
- [13] 杨志华等, 1991, 边缘转换盆地的构造岩相与成矿, P. 109—117, 科学出版社
- [14] 张国伟等, 1988, 秦岭造山带的形成及其演化, P. 86—98, 西北大学出版社

Research progress and knowledge of the stratabound lead-zinc deposits in the. Qinling Mountains

Qi Sijing Li Ying Zeng Zhangren

Ma Guoliang

(Xi'an College of Geology)

Hydrothermal-sedimentary mineralization processes took place in a relatively more active period of the tectonic movement during the evolution of the shelf basins of a passive continental margin. Geological and geochemical features of the ore deposits reveal their origin of submarine exhalation-sedimentation of syngenetic fluids. The major ore-forming mechanisms include deposition in brine pools (accompanying accumulation of intraclasts), and replacement of rocks or sediments serving as and close to the exhalative passages. With unique mineral associations and syndepositional fabrics, the hydrothermal sedimentary rocks are major products of the hot water sedimentation, thus they function as evidences for occurrence of metallization of this kind. Chief factors controlling such metallogenic processes involve heat sources for the hydrothermal convection chambers, activities of the synsedimentary structures, development of a sedimentary column, depositional facies, channels and depressions for transportation and deposition of the ore-forming fluids, and environment for precipitation of the sulfides. Not to be ignored are also the subsequent multiple mineralization processes of reformation or metamorphism in the course of basin evolution and orogenic movements.

邓家山铅锌矿床地质特征及成因

曾章仁 刘建朝 魏宽义

(西安地质学院)

邓家山矿床位于甘肃西成成矿(亚)区的西南部,是秦岭泥盆系铅锌矿带内硅岩型矿床中规模最大的。含矿岩系为中泥盆统西汉水组,与成矿区东部主要含矿层安家岔组的层位可能相当。区内经受了多期复杂变形,存在多条自加里东晚期就开始活动的断层,对矿化有一定控制作用。在西成成矿区西部,可分出两类构造区段,即控制区段(前期褶皱控制了后期褶皱)和改造区段(后期褶皱改变了前期褶皱的格局)。成矿区西部仅有少量中酸性岩株产出,长石铅模式年龄为300—456Ma,黑云母K-Ar法同位素年龄为195—185 Ma。岩石总体变质属低级绿片岩相。

一、矿床地质特征

(一) 含矿地层和岩相

该矿床含矿地层为中泥盆统西汉水组上段。在矿区内可分三层:下部层是中厚层灰岩;中部层是硅(质)岩层,与矿区主矿体相伴随,离开矿区即尖灭;上部层是千枚岩夹灰岩(图1)。

矿区地层的沉积相可划分为4个类型。

1. 开阔台地相 主要由含生物屑微晶灰岩组成,夹砂屑粉晶灰岩,灰—深灰色,中厚层状,水平层理。生物有珊瑚和海百合茎等,含量一般小于5%。反映距岸较远,潮下低能环境。

2. 生物滩相 主要由粉晶生物屑灰岩组成,夹砂屑灰岩、砾屑灰岩、鲕粒灰岩和亮晶生物灰岩。中厚层—块层状。生物屑含量50—80%,为珊瑚、层孔虫、棘皮类和腹足类碎屑。此类岩层一般厚仅1—2m,个别地段达10m。

3. 滞流洼地相 岩石组合为含硫化物硅岩、薄层炭质泥晶灰岩和炭质千枚岩等,水平层理,含少量生物碎屑。2个样品平均含有机碳2.53%,最高3.1%。

4. 浅海盆地相 岩石组合为泥质岩(千枚岩)和薄层泥晶灰岩。浅色,薄层状,水平层理、韵律层理发育,单层厚1—5cm,灰岩与千枚岩之比由1/10到1/2不等,灰岩中含较多腕足类碎屑。该岩相在整个成矿区分布最广。

在垂向上,从西汉水组上段第二层(D_2x^{2-2})至第三层(D_2x^{2-3})其沉积相序为开阔台地相—生物滩相—滞流洼地相—浅海盆地相。成矿恰好发生在由浅水台地环境向水深较大的盆地环境变化时期,往往沉积于滞流洼地中。

在中泥盆世,邓家山矿区一带为半局限浅海盆地,其北为碳酸盐台地,南为生物滩,西为滨外砂滩,由这些障壁围限的盆地长约20km,宽约5km,邓家山—页水河矿田范围

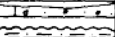
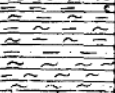
地 层	厚度 (m)	柱 状 图	岩 性	岩 相
Q	< 20		砂质粘土、砂砾	残坡积河流相
D ₂ X ^{2-3c}	> 110		绿泥绢云千枚岩、粉砂质千枚岩	浅海
D ₂ X ^{2-3b}	25 100		以层泥晶灰岩为主，局部相变为生物屑粉晶灰岩。生物有层孔虫、腕足类。赋存有铅锌小扁豆体	盆地
D ₂ X ^{2-3a}	35 180		绢云千枚岩，底部夹白云质千枚岩与薄层灰岩，绢云千枚岩互层。生物以腕足类为主	相
D ₂ X ²⁻²	0 20		含铅锌硅岩（矿层），上部常为炭硅泥质岩和薄层炭质生物屑灰岩	滞流洼地相
	50		上部：中厚层粉晶生物屑灰岩、砂屑灰岩、粉砂灰岩、生物灰岩。生物有珊瑚、层孔虫等。	生物滩相
	190		下部：中厚层微晶灰岩	开阔台地相

图 1 邓家山铅锌矿床含矿岩系柱状图

大致与盆地范围相当。

(二) 构造

矿区处于吴家山—广金坝复背斜（成矿区Ⅰ级背斜）南翼的改造区段内。区内构造变形强烈，多期构造叠加和面理置换现象相当普遍。

1. 褶皱

矿区内褶皱构造的型式复杂多样，如宽缓褶皱、剪切褶皱、平卧褶皱和紧闭倒转背斜等。其中紧闭倒转背斜是区内褶皱构造的主要型式。据我们研究，这类褶皱并非一般层面弯曲而成的主动褶皱，而是第二期剪切褶皱作用叠加在先期褶皱变形面上，后经不同程度的差异升降和韧性剪切逆冲以及强烈构造置换联合作用而成的特殊类型褶皱。矿区内的主要褶皱有邓家山背斜和磨沟背斜。1号矿体所在的邓家山背斜（图2）核部为中厚层灰岩，翼部为千枚岩和薄层泥晶灰岩，北翼倒转，南翼正常，轴面南倾，倾角50°—65°，为一紧闭倒转背斜。枢纽向西倾伏，在背斜两翼的灰岩、硅岩与千枚岩界面附近发育滑断带，核部灰岩向上逆冲，有的地段成为钩状背斜。矿区内其它背斜亦具类似特点。

2. 断层

矿区断裂较发育，多呈东西延伸与褶皱轴向平行，属压性断裂。北东和北西向断层规模小，多属压扭性。断裂可分为：与褶皱密切相关的滑断带、与岩石物性差异有关的脆—韧性剪切带及晚期形成的脆性逆冲断裂带三类。

F₁、F₂断层呈东西向延伸，发育于邓家山背斜和磨沟背斜的倒转翼，其早期为韧性滑断构造，沿灰岩、硅岩与泥质岩边界分布。尽管在区域范围内该断层是很清楚的，但在具体地点接触面上却常是渐变的，较少发现它与层理或叶理呈不整合关系。滑断构造使翼部