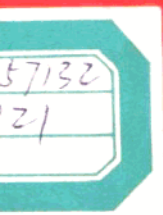


谨将此书献给第三十届国际地质大会



# 中国秦岭型铅锌矿床

王集磊 何伯墀 李健中 何典仁 编著



地质出版社

# 中国秦岭型铅锌矿床

王集森 何伯辉 李健中 何典仁 编著

期 限 表

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

063587

## 内 容 提 要

本书详细描述了秦岭型铅锌矿床的成矿环境、地质特征,并将该类型矿床细分为热水沉积矿床、热水沉积改造矿床、热水再造矿床;通过研究矿床的热水成矿作用、地球化学特征及与国内外其它铅锌矿床进行对比,分析了“礁硅岩套”与成矿的关系,提出了秦岭型铅锌矿床的概念并建立了成矿模式,最后对矿床的综合评价标志进行了分析,对资源潜力进行了预测。

## 图书在版编目(CIP)数据

中国秦岭型铅锌矿床/王集磊等编著. -北京:地质出版社,1996.7

ISBN 7-116-02003-9

I. 中… II. 王… III. 铅锌矿床-类型, 秦岭-中国 IV. ①P618.420.7②P618.430

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第21163号

## 地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路31号)

责任编辑:刘连和 江晓庆

\*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本 787×1092 1/16 印张:17.25 字数:41.10万

1996年7月北京第一版·1996年7月北京第一次印刷

印数:1—960册 定价:20.00元

ISBN7-116-02003-9

P·1519



谨将此书献给

**第三十届国际地质大会**

王集石

1995.12.16

# 序

专著《中国秦岭型铅锌矿床》问世了，这无论对金属矿床学、区域成矿学还是对矿床评价都是件喜事。

很多大型、超大型铅锌矿床都属于层控型，并常产于沉积岩（可夹火山物质，也可经历不同程度变质作用）中。沉积岩中的层控铅锌矿床主要有两种类型：一类是热水沉积或沉积喷流型（SEDEX）；另一类是改造型，西方文献多称密西西比河谷型。前者常产于细碎屑岩-泥质岩-硅质岩-碳酸盐岩建造中，后者则多出现于碳酸盐岩中。

从世界范围看，这两种层控铅锌矿床多少有相互排斥的现象，即二者一般不同时出现于同一成矿带内。如内蒙古狼山一带的中元古宇内产有一系列热水沉积型铅锌矿床，但在同一含矿层位中未见改造型铅锌矿床；反之，在滇黔桂接壤处及美国中西部都有众多改造型铅锌矿床分布，但却缺失热水沉积型铅锌矿床。

南秦岭的西成矿带中的中泥盆统内既产出热水沉积型铅锌矿床（厂坝），又分布有较多的改造型铅锌矿床（邓家山等），这在其他国家及地区是十分鲜见的，因而研究这两种类型铅锌矿床的形成机制、时空展布规律及二者的有机联系的任务便必然地要落在秦岭地区矿床地质工作者的肩上。

在专著中作者重点论述了含矿地层中泥盆统的分层对比、岩相古地理和古构造条件，提出了生长断裂、礁后断陷滞流盆地、礁硅岩套等新的认识，建立了几种互有联系而又各具特色的层控铅锌矿床的成矿模式，这些矿床被命名为“秦岭型铅锌矿床”。这就为阐明热水沉积型与改造型铅锌矿床共生的机理提供了一定的理论基础。另外，专著给出了秦岭型铅锌矿床的综合评价标志，这对普查评价是十分有益的。

着眼于超大型矿床，有一个难题是应当逐步得到解决的，即为什么全球（中国、澳大利亚、德国、加拿大等国）的超大型热水沉积型铅锌矿床都产出于中元古宇和中泥盆统？是什么因素对这样显著的时控性起决定性的作用？看来，专著作者对这一难题的解决作出了新贡献。

涂光炽

1994.6.14

# 目 录

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| 绪论 .....                          | ( 1 )   |
| 第一章 秦岭型铅锌矿床的成矿环境 .....            | ( 4 )   |
| 第一节 大地构造环境 .....                  | ( 4 )   |
| 一、地层 .....                        | ( 4 )   |
| 二、区域构造基本特征 .....                  | ( 21 )  |
| 第二节 岩相古地理环境 .....                 | ( 56 )  |
| 一、秦岭泥盆纪岩相古地理及沉积环境特征 .....         | ( 56 )  |
| 二、秦岭泥盆纪成矿时期的岩相古地理环境 .....         | ( 71 )  |
| 第二章 秦岭型铅锌矿床的主要特征 .....            | ( 79 )  |
| 第一节 概述 .....                      | ( 79 )  |
| 第二节 秦岭型铅锌矿床的含矿岩层特征 .....          | ( 82 )  |
| 一、热水沉积矿床(厂坝式)的含矿岩层特征 .....        | ( 82 )  |
| 二、热水沉积改造矿床(毕家山-铅硐山式)的含矿岩层特征 ..... | ( 84 )  |
| 三、热水再造矿床(锡铜沟式)的含矿岩层特征 .....       | ( 87 )  |
| 第三节 秦岭型铅锌矿床的控矿构造特征 .....          | ( 88 )  |
| 一、区域控矿构造(礼县-白云-山阳深大断裂)特征 .....    | ( 88 )  |
| 二、生长断裂——热水喷溢活动的通道 .....           | ( 92 )  |
| 三、同沉积背斜——主要的赋矿构造 .....            | ( 96 )  |
| 四、其它有关的褶皱与断裂构造 .....              | ( 98 )  |
| 第四节 热水沉积矿床——厂坝式铅锌矿床 .....         | ( 105 ) |
| 一、含矿地层与容矿岩石 .....                 | ( 105 ) |
| 二、构造、侵入岩与变质作用 .....               | ( 105 ) |
| 三、地球物理场特征 .....                   | ( 106 ) |
| 四、含矿地层与容矿岩石的地球化学特征 .....          | ( 106 ) |
| 五、矿化地质特征 .....                    | ( 110 ) |
| 六、主要金属矿物微量元素特征 .....              | ( 110 ) |
| 七、稳定同位素组成特征 .....                 | ( 110 ) |
| 八、包裹体特征及成分 .....                  | ( 111 ) |
| 九、主要成矿控制条件 .....                  | ( 111 ) |
| 十、典型矿床实例:厂坝-李家沟铅锌矿床 .....         | ( 111 ) |
| 第五节 热水沉积改造矿床——毕家山-铅硐山式铅锌矿床 .....  | ( 116 ) |
| 一、含矿地层与容矿岩石 .....                 | ( 116 ) |
| 二、矿床构造与围岩蚀变 .....                 | ( 117 ) |
| 三、地球物理场特征 .....                   | ( 118 ) |
| 四、含矿层位与容矿岩石的地球化学特征 .....          | ( 120 ) |
| 五、矿化地质特征 .....                    | ( 124 ) |

|                                        |              |
|----------------------------------------|--------------|
| 六、主要金属矿物微量元素特征 .....                   | (125)        |
| 七、稳定同位素组成特征 .....                      | (125)        |
| 八、包裹体特征及成分 .....                       | (125)        |
| 九、主要成矿控制条件 .....                       | (126)        |
| 十、典型矿床实例 .....                         | (126)        |
| <b>第六节 热水再造矿床——锡铜沟式铅锌矿床 .....</b>      | <b>(145)</b> |
| 一、含矿地层与容矿岩石 .....                      | (145)        |
| 二、矿床构造与围岩蚀变 .....                      | (145)        |
| 三、地球物理场特征 .....                        | (146)        |
| 四、含矿层位与容矿岩石的地球化学特征 .....               | (146)        |
| 五、矿化地质特征 .....                         | (146)        |
| 六、主要金属矿物微量元素特征 .....                   | (148)        |
| 七、稳定同位素组成特征 .....                      | (148)        |
| 八、主要成矿控制条件 .....                       | (148)        |
| 九、典型矿床实例——锡铜沟铅锌矿床 .....                | (148)        |
| <b>第三章 秦岭型铅锌矿床与热水成矿作用 .....</b>        | <b>(153)</b> |
| 第一节 秦岭型铅锌矿床的地球化学特征 .....               | (153)        |
| 一、秦岭型铅锌矿床的物质组分 .....                   | (153)        |
| 二、秦岭型铅锌矿床的稳定同位素组成和包裹体成分特征 .....        | (165)        |
| 第二节 秦岭型铅锌矿床与现代热水成矿作用 .....             | (195)        |
| 一、“礁硅岩套”与热水成矿作用的关系 .....               | (195)        |
| 二、秦岭型铅锌矿床与现代热水成矿作用 .....               | (213)        |
| 第三节 秦岭型铅锌矿床与国内外若干铅锌矿床类型的对比 .....       | (219)        |
| 一、秦岭型铅锌矿床的提出 .....                     | (219)        |
| 二、秦岭型铅锌矿床与国内外若干铅锌矿床类型的对比 .....         | (220)        |
| 三、秦岭型铅锌矿床的区域找矿评价意义 .....               | (224)        |
| <b>第四章 秦岭型铅锌矿床的成矿控制条件及成矿作用分析 .....</b> | <b>(225)</b> |
| 第一节 秦岭型铅锌矿床的成矿控制条件 .....               | (225)        |
| 一、地层及沉积环境对秦岭型铅锌矿床的控制作用 .....           | (225)        |
| 二、构造对秦岭型铅锌矿床的控制 .....                  | (228)        |
| 三、区域热事件对秦岭型铅锌矿床的控制 .....               | (230)        |
| 第二节 秦岭型铅锌矿床的成矿作用分析 .....               | (232)        |
| 一、成矿溶液的来源与物质组分分析 .....                 | (232)        |
| 二、秦岭型铅锌矿床的成矿作用分析 .....                 | (234)        |
| 第三节 秦岭型铅锌矿床的成矿模式 .....                 | (243)        |
| 第四节 秦岭型铅锌矿床的综合评价标志及资源潜力预测 .....        | (245)        |
| 一、秦岭型铅锌矿床资源潜力预测模型的建立 .....             | (245)        |
| 二、秦岭型铅锌矿床的综合评价标志 .....                 | (246)        |
| 第五节 秦岭型铅锌矿床的找矿方向与综合找矿方法 .....          | (249)        |
| 一、找矿方向 .....                           | (249)        |
| 二、综合找矿方法 .....                         | (250)        |
| <b>结 语 .....</b>                       | <b>(251)</b> |

|              |       |
|--------------|-------|
| 主要参考文献 ..... | (253) |
| 英文摘要 .....   | (255) |

# Content

|                                                                                                                                                       |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Introduction</b> .....                                                                                                                             | ( 1 )   |
| <b>Chapter 1: The metallogenic environment of Qinling-type Pb-Zn ore deposits</b> .....                                                               | ( 4 )   |
| 1.1 Tectonic environment .....                                                                                                                        | ( 4 )   |
| 1.1.1 stratum .....                                                                                                                                   | ( 4 )   |
| 1.1.2 Basic characteristics of regional structure .....                                                                                               | ( 21 )  |
| 1.2 The environment of petrographical facies and paleogeograph .....                                                                                  | ( 56 )  |
| 1.2.1 The characteristics of petrographical facies and paleogeography and sedimentary<br>environment of Qinling mountain during Devonian period ..... | ( 56 )  |
| 1.2.2 The environment of petrographical facies and paleogeography during Devonian metallogenic<br>period of Qinling mountain .....                    | ( 71 )  |
| <b>Chepter 2: Main characteristics of Qinling-type Pb-Zn ore deposits</b> .....                                                                       | ( 79 )  |
| 2.1 A summary .....                                                                                                                                   | ( 79 )  |
| 2.2 The characteristics of ore horizons of the Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....                                                                  | ( 82 )  |
| 2.2.1 The characteristics of ore horizons of the hydrothermal sedimentary deposit<br>(Changba subtype) .....                                          | ( 82 )  |
| 2.2.2 The characteristics of ore horizons of the reformed hy drothermal sedimentary deposit<br>(Bijiashan-Qiandongshan subtype) .....                 | ( 84 )  |
| 2.2.3 The characteristics of ore horizons of the reconstructed hydrothermal sedimentary deposit<br>(Xitongou subtype) .....                           | ( 87 )  |
| 2.3 The characteristics of ore-controlling structure of the Qinling-type Pb-Zn<br>ore deposit .....                                                   | ( 88 )  |
| 2.3.1 The characteristics of regional ore-controlling structure (Lixian-Baiyun-Shanyang deep<br>fault) .....                                          | ( 88 )  |
| 2.3.2 growth fault—an important pathway of hydrothermal spout action .....                                                                            | ( 92 )  |
| 2.3.3 Synsedimentary anticline—a main ore-hosting structure .....                                                                                     | ( 96 )  |
| 2.3.4 Other folds and faults .....                                                                                                                    | ( 98 )  |
| 2.4 Hydrothermal sedimentary deposit-Changba subtype Pb-Zn ore deposit<br>.....                                                                       | ( 105 ) |
| 2.4.1 Ore horizons and ore-hosting rocks .....                                                                                                        | ( 105 ) |
| 2.4.2 Structure, intrusive rocks and metamorphism .....                                                                                               | ( 105 ) |
| 2.4.3 The characteristics of geophysical field .....                                                                                                  | ( 106 ) |
| 2.4.4 The geochemical characteristics of ore horizons and ore-hosting rocks .....                                                                     | ( 106 ) |
| 2.4.5 The geological characteristics of metallization .....                                                                                           | ( 110 ) |
| 2.4.6 The trace elements' characteristics of main metallic minerals .....                                                                             | ( 110 ) |
| 2.4.7 Stable isotopic composition characteristics .....                                                                                               | ( 110 ) |
| 2.4.8 Inclusion composition and characteristics .....                                                                                                 | ( 111 ) |
| 2.4.9 Main metallogenic controlling conditions .....                                                                                                  | ( 111 ) |

|                   |                                                                                                          |       |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.4.10            | Typical deposit example                                                                                  | (111) |
| 2.5               | Reformed hydrothermal sedimentary deposit—the Bijiaoshan-Qiandongshan subtype Pb-Zn ore deposit          | (116) |
| 2.5.1             | Ore horizons and ore-hosting rocks                                                                       | (116) |
| 2.5.2             | Deposit structure and wall-rock alterations                                                              | (117) |
| 2.5.3             | The characteristics of geophysical field                                                                 | (118) |
| 2.5.4             | The geochemical characteristics of ore horizons and ore-hosting rocks                                    | (120) |
| 2.5.5             | The geological characteristics of metallization                                                          | (124) |
| 2.5.6             | The trace elements' characteristics of main metallic minerals                                            | (125) |
| 2.5.7             | Stable isotopic composition characteristics                                                              | (125) |
| 2.5.8             | Inclusion composition and characteristics                                                                | (125) |
| 2.5.9             | Main metallogenic controlling conditions                                                                 | (126) |
| 2.5.10            | Typical deposit examples                                                                                 | (126) |
| 2.6               | Reconstructed hydrothermal sedimentary deposit—Xitonggou subtype Pb-Zn ore deposit                       | (145) |
| 2.6.1             | Ore horizons and ore-hosting rocks                                                                       | (145) |
| 2.6.2             | Deposit structure and wall-rock alterations                                                              | (145) |
| 2.6.3             | The characteristics of geophysical field                                                                 | (146) |
| 2.6.4             | The geochemical characteristics of ore horizons and ore-hosting rocks                                    | (146) |
| 2.6.5             | The geological characteristics of metallization                                                          | (146) |
| 2.6.6             | The trace elements' characteristics of mine metallic minerals                                            | (148) |
| 2.6.7             | Stable isotopic composition characteristics                                                              | (148) |
| 2.6.8             | Main metallogenic controlling conditions                                                                 | (148) |
| 2.6.9             | Typical deposit example                                                                                  | (148) |
| <b>Chapter 3</b>  | <b>Qinling type Pb-Zn ore deposits and hydrothermal metallization</b>                                    | (153) |
| 3.1               | The geochemical characteristics of Qinling-type Pb-Zn ore deposits                                       | (153) |
| 3.1.1             | The composition of Qinling-type Pb-Zn ore deposits                                                       | (153) |
| 3.1.2             | The composition characteristics of stable isotope and inclusion of Qinling-type Pb-Zn ore deposits       | (165) |
| 3.2               | Qinling-type Pb-Zn ore deposits and recent hydrothermal metallization theory                             | (195) |
| 3.2.1             | Relationship between "reef-chert rock suite" and hydrothermal metallization                              | (195) |
| 3.2.2             | Qinling-type Pb-Zn ore deposits and recent hydrothermal metallization theory                             | (213) |
| 3.3               | Comparison of Qinling-type Pb-Zn ore deposits with some famous Pb-Zn ore deposits in the world           | (219) |
| 3.3.1             | The raise of Qinling-type Pb-Zn ore deposits                                                             | (219) |
| 3.3.2             | Comparison of Qinling-type Pb-Zn ore deposits with some famous Pb-Zn ore deposits in the world           | (220) |
| 3.3.3             | Significances of regional ore-searching for and appreciation to Qinling-type Pb-Zn ore deposits          | (224) |
| <b>Chapter 4:</b> | <b>The metallogenic controlling factors and metallogenic analyses of Qinling-type Pb-Zn ore deposits</b> | (225) |

|                            |                                                                                                                      |       |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4.1                        | The metallogenic controlling factors of Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....                                        | (225) |
| 4.1.1                      | The stratum and sedimentary environment controls on Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....                            | (225) |
| 4.1.2                      | The structure controls on Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....                                                      | (228) |
| 4.1.3                      | The regional thermal event controls on Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....                                         | (230) |
| 4.2                        | Analyses about the metallization of Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....                                            | (232) |
| 4.2.1                      | Analyses about the sources and compositions of metallogenic solution .....                                           | (232) |
| 4.2.2                      | Analyses about the metallization of Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....                                            | (234) |
| 4.3                        | The metallogenic model of Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....                                                      | (243) |
| 4.4                        | The comprehensive exploratory marks and calculation of potential resources for Qinling-type Pb-Zn ore deposits ..... | (245) |
| 4.4.1                      | The model of calculation of potential resources for Qinling-type Pb-Zn ore deposit .....                             | (245) |
| 4.4.2                      | The comprehensive exploratory marks of Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....                                         | (246) |
| 4.5                        | The exploratory directions and comprehensive prospecting methods for Qinling-type Pb-Zn ore deposits .....           | (249) |
| 4.5.1                      | Exploratory directions .....                                                                                         | (249) |
| 4.5.2                      | Comprehensive prospecting methods .....                                                                              | (250) |
| <b>Conclusion</b>          | .....                                                                                                                | (251) |
| <b>References</b>          | .....                                                                                                                | (253) |
| <b>Abstract in English</b> | .....                                                                                                                | (255) |

# 绪 论

中国秦岭泥盆系铅锌矿带是目前世界上几个少有的巨型铅锌矿带之一，拥有十余个中型至超大型矿床和数十个小型矿床及矿点，已探明铅锌金属储量数千万吨，其规模之大足以与 Mississippi Valley、Broken Hill、Mount Isa、检德等世界著名超大型铅锌矿床相媲美。

由于秦岭地区介于我国南、北两大构造单元（华北地台和扬子地台）之间，是世界著名的造山带之一，在漫长的地质历史过程中，历经多次的构造作用，地质构造异常复杂，因而对秦岭型铅锌矿床的研究，不仅有着重要的经济意义，而且也有着特殊的地质意义。

本书是在“秦岭泥盆系铅锌矿带成矿规律与找矿方向”科研专题研究成果的基础上编写而成的。该成果曾获得 1990 年度中国有色金属工业总公司科技进步一等奖，1991 年度国家科技进步二等奖。

为了总结秦岭地区的地质找矿和科研工作成果，1986 年中国有色金属工业总公司要求以甘肃有色地质勘查局为负责单位，由西北有色地质勘查局和矿产地质研究院共同参加，进行“秦岭泥盆系铅锌矿带成矿规律与找矿方向”的科研课题研究工作。

课题研究自 1986 年开始进行。1988 年 4 月，为了加强领导，组织好本课题的研究工作，专门成立了课题的编辑委员会，由王集磊同志任主编，何伯堦、刘东升同志任副主编，汤正纲、喻锡锋、李实、李健中、何典仁、吴健民、赵化琛等同志任编委。在科研过程中，编委会负责了整个科研主导思想的确立、子课题的设置与分工、科研进程的协调工作，并负责审查了文字报告、图纸和附件的全部内容，督促了修改工作。

本课题还蒙中国科学院学部委员涂光炽教授担任顾问工作，为课题科研学术指导思想的确立给予了卓有成效的建议，并数次约见有关科研人员，了解进展情况，提出建议，对课题研究取得成功给予了很大的关心和帮助。

课题研究的全部工作，于 1989 年底完成，并按要求编写了科研报告。

从一开始，课题的科研工作就注意与地质找矿的密切结合，科研与生产的相互促进。在甘肃、陕西两省有色地质部门广大职工的共同努力下，秦岭地区铅锌矿的储量不断增加，新的矿床和矿点不断被发现，使该区铅锌的找矿前景日益广阔。目前秦岭已成为我国铅锌矿主要资源基地之一。

通过科研工作，初步解决了以下几个关键问题。

1. 通过详细的地层、古生物研究工作首次确立了西成铅锌矿田新的泥盆系地层表，建立了洞山组、西汉水组、安家岔组和吴家山组的新的分层系统，为缩小找矿靶区提供了可靠的依据。

2. 通过岩相古地理及构造、古地磁的研究，确认在秦岭泥盆纪时期，礼县-白云-山阳深大断裂两侧分属于扬子及华北两大板块，且该断层南、北两侧的泥盆系有着完全不同的岩相古地理面貌。

3. 通过岩相古地理研究，首次提出了秦岭泥盆系铅锌矿床的主要控矿岩相古地理环境为礁后断陷滞流盆地环境及与碳酸盐台地有关的生物礁环境，并比较科学地论证了中泥

盆地西成-凤太碳酸盐台地的存在、范围、水深、生物与生物礁的发育状况及其与铅锌矿化的关系。

4. 首次提出了秦岭型铅锌矿床的分类方案(热水沉积矿床——厂坝式;热水沉积改造矿床——毕家山-铅矾山式;热水再造矿床——锡铜沟式),并对每类矿床的特征、形成机理给予了较为详细的讨论。

5. 经过研究认为,秦岭型铅锌矿床的形成主要受到沉积环境和生长断裂等因素的制约,生长断裂对于有利沉积环境的形成和热水喷流作用均有重要的影响,初步识别出一些与成矿有关的生长断裂。

6. 首次提出了“礁硅岩套”的概念,认为所谓“礁硅岩套”就是指发育于中泥盆世西成-凤太碳酸盐台地之上的一套由热水作用形成的、与生物礁有关的礁(灰岩)-硅(质岩)-泥(质岩)岩石组合,它是热水沉积改造矿床的典型容矿岩石。

7. 经过研究,对秦岭型铅锌矿床的成矿规律有了更深入的认识,提出了秦岭型铅锌矿床的成矿模式和形成机理,认为厂坝式矿床是形成于礁后断陷滞流盆地中的较为典型的热水沉积矿床。

8. 通过成矿规律的研究,建立了秦岭型铅锌矿床成矿系列并将其与国外古生界超大型铅锌矿床进行了对比,认为秦岭型铅锌矿床是兼有热水沉积矿床(Meggen式)、热水改造矿床(Mississippi Valley式)特征的一类热水沉积改造矿床,从而丰富了铅锌矿床的成因与特征分类。

为了迎接即将于1996年在北京召开的第30届国际地质大会,向国内外的同行展示中国有色地质部门地质科技人员的科研成果,中国有色金属工业总公司地质总局决定,在“秦岭泥盆系铅锌矿带成矿规律与找矿方向”研究成果的基础上,出版《中国秦岭型铅锌矿床》一书,作为中国有色地质部门向第30届国际地质大会提交的地质科研成果之一。

由于原科研报告的文字部分达30余万字之多,并有若干附件,为适应出版工作的需要,1993年9月10日至11日在西安市西北有色地质勘查局,由原课题主编王集磊,副主编何伯墀,责任编委李健中、何典仁共同研究商定,将原科研报告的八章二十八节内容合并删简为四章十六节。本书着重阐述秦岭型铅锌矿床的成矿环境、主要特征及其与热水成矿作用的关系以及找矿模型和找矿效果。另外,自1990年以来,甘肃和西北两个有色地质勘查局在秦岭地区对铅锌矿的地质勘查和科学研究中取得的若干新进展和新成果,也在本书中得到体现。

本书的编辑出版工作由王集磊、何伯墀、李健中、何典仁四位同志共同协商完成,并由李健中同志负责执笔对全书进行了最后的统稿及定稿工作。在本书编写过程中,除对原科研报告的结构进行了大幅度的调整外,还在突出热水成矿作用、矿床地球化学特征等方面对原科研报告进行了较大幅度的修改与补充。

在本书出版之际,作者特别要感谢下列同志,他们在参与“秦岭泥盆系铅锌矿带成矿规律与找矿方向”的科研工作中付出了辛勤劳动并提出了创造性的建议。他们是:吴健民、赵化琛、李实、喻锡锋、汤正纲、李作华、李杏林、张洪杰、吕国安、王汝融、窦元杰、张声炎、张云明、曾益文、李退昌、高兆奎、陈光、刘月星、刘东升、倪公权、杨铭君、陈耀光、植启汉、张炳熊、钱文广、黄书俊、蒋治瑜等。

作者还要特别感谢涂光炽教授,他在百忙之中为本书的修改出版提出了宝贵的意见并

亲自为本书撰写了序言。感谢吴延之教授、冉崇英教授、姚培慧高级工程师、张锦樵高级工程师、陈文森高级工程师，他们在 1994 年 5 月西安评审会议上为本书出版稿的修改、出版提出了大量的宝贵意见。愿本书的出版为我国铅锌矿床成矿理论与找矿实践作出一点菲薄的贡献。

# 第一章 秦岭型铅锌矿床的成矿环境

## 第一节 大地构造环境

### 一、地层

秦岭型铅锌矿床发育于秦岭褶皱系之中。秦岭褶皱系地层发育齐全,从太古宇到第四系均有出露。古老的前寒武纪地层呈东西向集中分布在褶皱系南、北两侧。中部的古生代地层,以泥盆系最发育,矿产亦最为丰富,其次为三叠系、石炭系、志留系及寒武-奥陶系。为了叙述方便,按沉积特征、构造-岩相特征将本区地层划为以下若干区域(图1.1):华北区、秦岭区(包括东秦岭分区和西秦岭分区)和扬子区。

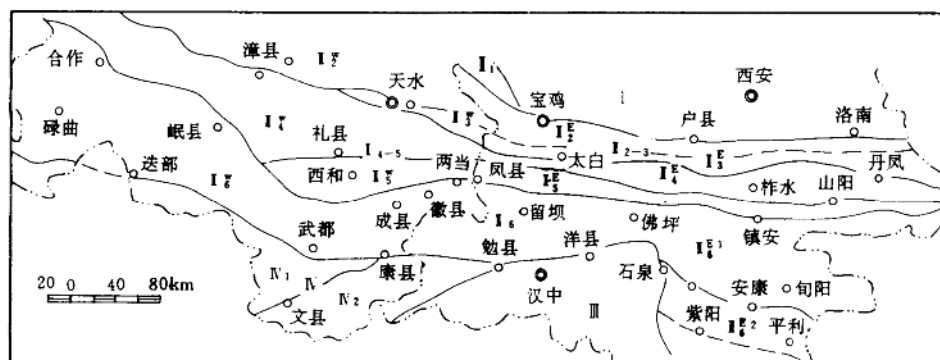


图 1.1 秦岭褶皱系地层区划略图

Fig. 1.1 Sketch map showing stratigraphic region of Qinling fold system

I—华北区。II—秦岭区: II<sub>1</sub>—六盘山分区; II<sub>2-3</sub>—北秦岭—中祁连分区 (II<sub>2</sub><sup>W</sup>—兰州—清水小区, II<sub>2</sub><sup>E</sup>—宝鸡—洛南小区, II<sub>3</sub><sup>W</sup>—李子园小区, II<sub>3</sub><sup>E</sup>—太白—商县小区); II<sub>4-5</sub>—中秦岭分区 (II<sub>4</sub><sup>W</sup>—潼关—天水小区, II<sub>4</sub><sup>E</sup>—柞水—山阳小区, II<sub>5</sub><sup>W</sup>—西和一成县小区, II<sub>5</sub><sup>E</sup>—凤县—镇安小区); II<sub>6</sub>—南秦岭分区 (II<sub>6</sub><sup>W</sup>—迭部—徽县小区, II<sub>6</sub><sup>E</sup>—留坝—白河小区, II<sub>6</sub><sup>E2</sup>—紫阳—平利小区)。III—扬子区。IV—巴颜喀拉区: IV<sub>1</sub>—巴颜喀拉小区; IV<sub>2</sub>—摩天岭小区

本书仅着重描述秦岭区的地层,尤其是将较详细地描述与铅锌矿产有关的秦岭泥盆纪地层。

### (一) 前寒武系 (AnC)

秦岭的前寒武系地层主要分南、北两个区域分布。北带集中在华北地台南缘及祁连褶皱带南缘,组成秦岭褶皱系和华北地台及祁连褶皱系的接壤地带。带中的地层包括秦岭群、宽坪群、陶湾群及牛头河群。秦岭群主要分布在太白—商县小区,向西延入甘肃天水以南、李子园北东地区。其下部由黑云斜长片麻岩、混合片麻岩、混合岩、角闪片岩夹英

安质晶屑凝灰岩、变质砂岩及大理岩组成；中部为含石墨大理岩、白云质大理岩夹黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩；上部为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、黑云白云石英片麻岩夹变质火山岩。宽坪群主要分布在武山-太白-丹凤深大断裂以北及天水-宝鸡-洛南深大断裂以南，一般可分为上、中、下三个岩组：下宽坪群为绢云石英片岩、石英片岩夹绿泥片岩、硅质大理岩及变质砂岩；中宽坪群主要为绿片岩系，由绿泥阳起片岩、绿帘阳起片岩、钠长阳起片岩、钙硅质岩夹石英片岩、含炭石英片岩组成；上宽坪群则由黑云石英片岩、变粒岩夹绿泥片岩、石英片岩组成。总厚 1 000—5 400m。陶湾群分布于天水-宝鸡-洛南深断裂以北，南侧亦有出露。其下部为黑云母片状石英大理岩夹斜长角闪岩、钙质石英岩，中部为绢云绿泥片状石英大理岩夹钙质片岩，上部为白云质大理岩夹绢云绿泥石英片岩，总厚 1 000—3 500m。天水-宝鸡-洛南深断裂北侧、兰州-清水地层小区中分布的牛头河群，总厚 8 000 余米，可分为两个亚群：下亚群以黑云母片麻岩夹黑云斜长片麻岩、黑云石英片岩、二云母片岩及大理岩为主，上亚群则由大理岩、角闪片麻岩及玄武安山玢岩、英安岩、安山玢岩等组成的绿片岩系。

秦岭褶皱系南侧代表扬子古陆陆缘区的前寒武系分别为郧西群和耀岭河群，分布于巴山褶皱带北侧的紫阳—平利一线。郧西群及耀岭河群是出露于郧西，郧县及其南侧，安康月河流域以及平利、竹溪、洞河之间的古老地层，前者在下，后者在上。郧西群总厚可达 5 300 余米，下部为晶屑凝灰岩，中部为绢云石英片岩、二云母石英片岩及变砂岩条带，上部为变质的酸性火山岩，局部夹中基性变质火山岩。耀岭河群则主要由一套变质的中基性火山岩及浅变质沉积岩组成，总厚度为 1 640m ±。

## (二) 下古生界 (P<sub>z1</sub>)

秦岭地区下古生代地层在东秦岭留坝—白河小区最为发育，次为紫阳-平利小区，凤县—镇安小区亦有零星分布。

### 1. 寒武系 (Є)

下统为含磷层及炭质板岩、铝土质页岩；中统为白云质灰岩及砂、页岩；上统为白云岩、白云质灰岩。总厚度为 226—375m，仅见于东秦岭部分地区。

### 2. 奥陶系 (O)

下统为白云质灰岩夹白云岩，中统为含燧石结核条带状灰岩夹白云质灰岩，上统为千枚岩夹砾状灰岩。总厚度为 1 133—3 536m，亦见于东秦岭部分地区。

### 3. 志留系 (S)

主要由千枚岩、硅质岩、硅质灰岩及板岩组成，总厚度为 800—2 000m 不等。除分布于东秦岭外，在西秦岭白龙江流域亦颇发育。

## （三）泥盆系 (D)

泥盆系是秦岭褶皱系发育最完全、研究最详细、矿产最丰富的地层。其划分对比可见表 1. 1。

### 1. 研究简史及地层分布特征：

对秦岭地区泥盆系的研究始于 30 年代。1931 年葛利普 (Grabau, A.W.) 在《中国泥盆纪之腕足类》一文中首次报道了成县东南庙儿川的泥盆纪地层。1931 年，越亚曾、黄汲清在镇安—柞水间古道岭村附近发现中泥盆统海相灰岩，命名为“古道岭灰岩”。1944 年，叶连俊、关士聪在甘肃礼县建立了“西汉水系”，时代定为中泥盆世；同时在甘

肃徽县铁山附近建立“铁山层”，用以代表秦岭晚泥盆世海相沉积。

表 1.1 秦岭褶皱系泥盆系划分对比表

Table 1.1 Correlation and division of Devonian System of Qinling fold system

| 时代 | 西欧     | 中国华南   | 西秦岭         |             |         |           |             |                  | 东秦岭              |             |             |       |
|----|--------|--------|-------------|-------------|---------|-----------|-------------|------------------|------------------|-------------|-------------|-------|
|    |        |        | 西和-成县<br>小区 | 漳县-天水<br>小区 | 迭部-徽县小区 |           |             | 康县-略阳            | 凤县-镇安<br>小区      | 留坝-白河<br>小区 | 白云-柞水<br>小区 |       |
| 上统 | 法门阶    | 锡矿山阶   | 洞山组         | 大草滩群        | 陡石山组    | 铁山群       | 铁山群         |                  | 九里坪组             | 南羊山组        | 上统          |       |
|    | 弗拉斯阶   | 余田桥阶   |             |             | 擦洞台组    |           |             |                  |                  | 冷水河组        |             |       |
|    |        | $D_3$  | $D_3d$      | $D_3dc$     | $D_3e$  | $D_3f$    | $D_3t$      |                  | $D_3j$           | $D_3l$      |             | $D_3$ |
| 中统 | 吉维特阶   | 东岗岭阶   | 西汉水组        | 中统<br>碎屑岩组  | 下吾那组    | 古道岭组      | 冷堡子组        | 三<br>河<br>口<br>群 | 星红铺组             | 扬岭沟组        | 青石埂组        |       |
|    |        | $D_2d$ | $D_2x$      | $D_2a-e$    | $D_2x$  | $D_2g$    | $D_2l$      |                  | 古道岭组             | $D_2y$      | $D_2q$      |       |
|    | 艾菲尔阶   | 应堂阶    | 安家岔组        |             | 鲁热组     |           | 张家坝组        |                  | 王<br>家<br>楞<br>组 | 大枫沟组        | 池沟组         |       |
|    |        | $D_2y$ |             |             | $D_2l$  |           | $D_2x$      |                  |                  | $D_2d$      | $D_2c$      |       |
|    | 爱姆阶    | 四排阶    | $D_2a$      |             | 当多组     | $D_2d$    | 岷堡沟组        |                  |                  | 石家沟组        | 牛耳川组        |       |
|    | $D_1s$ | 郁江阶    | 杂拉组         |             | $D_1q$  | $D_1m$    | 公馆组         |                  |                  |             |             |       |
| 下统 | 爱姆阶    | 郁江阶    | 吴家山组        |             |         | 上普<br>通沟组 | 石<br>坊<br>群 | $D_{1-2sh}$      |                  |             | 西岔河组        |       |
|    | 勃利霍夫阶  | $D_1y$ |             | 下普<br>通沟组   |         |           |             |                  | $D_1p^1$         |             |             |       |
|    | 济根-舍丁阶 | 那高岭阶   |             | $D_1w$      |         |           |             |                  | $D_1p^2$         |             |             |       |
|    |        | 莲花山阶   |             |             |         |           |             |                  |                  |             |             |       |
|    |        | $D_1l$ |             |             |         |           |             |                  |                  |             |             |       |

解放后，随着国家大规模经济建设的开展，地质工作逐步深入。1970 年以后，秦岭地区 1/20 万区测工作基本完成，各地层分区及相应的标准剖面相继建立。80 年代以来，随着西成、凤太等铅锌矿田地地质找矿工作的深入开展，秦岭地区泥盆系的研究工作也相继获得进展：在甘肃省西成地区建立了以洞山组、西汉水组、安家岔组及吴家山组为代表的完整的泥盆系分层系统，从而取代了区测工作中建立的中泥盆统西汉水群的分层体系，并逐步得到大多数地质工作者的公认；在陕西省凤太地区，对原星红铺组、王家楞组的时代重新进行了厘定，确认星红铺组具有上泥盆统的色彩；在陕西省柞山地区对原有地层重新进行了划分；在陕西省旬阳地区也重新确立了新的地层层序，确认了公馆组的下泥盆统色彩。所有这些不仅推进了地层研究工作，也推进了区内层控矿床找矿工作。

秦岭地区的泥盆系分布广泛，发育齐全，化石丰富，并大致可以划分出以下三个带。  
北带包括西秦岭天水—漳县小区及东秦岭白云—柞水小区。在西秦岭以深水浊流、等深流沉积及海陆交互相沉积为主，在东秦岭以深水一次深水盆地相沉积为主。