

521118

西成鉛鋅礦田 地質科研論文集



中國有色金屬
工業公司

甘肅地質勘探公司

《西成铅锌矿田地质科研论文集》

编辑委员会

主 编 王集磊 魏振达

编 委 喻锡锋 陆贤群 李 实 周维君 李健中

李叔良 王桂琴 郭瑞媛

责任编辑 魏振达 周维君 李健中 郭瑞媛

编 者 的 话

经过有关方面共同努力，在我公司广大地质工作者的热情支持下，《西成铅锌矿田地质科研论文集》终于和大家见面了。

西成铅锌矿田从发现到进行大规模找矿评价工作的今天，已经十余年了。为了促进矿田内地质找矿工作更进一步地深入开展，我公司1983年9月在甘肃省成县106地质队召开了《西成铅锌矿学术讨论会》，会上一共收到和宣读了公司内外地质工作者的科研论文73篇。在这个基础上，我们编辑了这本论文集供国内同行们参考。

本论文集只收入了我公司参加《西成铅锌矿学术讨论会》的论文以及后来为本论文集专门补写的一部份论文。在讨论会之前公开发表过的有关西成铅锌矿田的论文以及非本公司系统的地质工作者所撰写的有关西成铅锌矿田方面的论文，由于篇幅所限，此次一律没有收入。

西成铅锌矿田的地质研究工作目前尚处于初期阶段，因此论文集中存在问题是在所难免的。在编辑过程中，对于个别长期以来争论较大的问题（例如矿田地层划分问题），在尊重作者观点的前提下，进行了必要的统一。但因为分歧由来已久，有的看法尚不能取得完全一致，所以在论述同一矿床的论文中，地层划分、构造认识可能不尽一致，望读者鉴谅。

论文集最后定稿时，编委会对部份论文进行了必要的删改、补充，由于我们水平所限，错漏之处仍在所难免，在此一并向作者致歉。

编 者

一九八四年九月 兰州

目 录

1、西成铅锌矿田与成矿有关几个问题的商榷	王集磊	(1)
2、西成铅锌矿田找矿历史的回顾及其前景展望	王集磊 喻锡锋	(4)
3、西成铅锌矿田区域地质及矿产的基本特征	喻锡锋 窦元杰	(9)
4、西成地区铅锌矿床成矿规律的初步探讨	窦元杰	(22)
5、西成铅锌矿田控矿相模式议	周维君	(32)
6、秦岭西段铅锌矿床中生物礁的控矿作用	王集磊 周维君	(40)
7、西成铅锌矿田沉积再造礁控矿床的类型、地质特征及 形成机理初探	王集磊 李健中	(49)
8、西秦岭泥盆系地层中铅锌矿床类型划分及在找矿工作中的意义	李 实	(59)
9、西秦岭北带(甘肃成县~礼县)泥盆系地层划分的商榷	张建云	(64)
10、西成铅锌矿田地层划分之初见	陆贤群	(74)
11、厂坝铅锌矿床成因认识的回顾、几个问题及成矿模式	周维君	(84)
12、厂坝——李家沟铅锌矿床地质特征及形成机理	李健中	(91)
13、厂坝铅锌矿床地质特征及其成因	职 逊 温质刚	(99)
14、厂坝铅锌矿床成因探讨	高明生	(106)
15、李家沟铅锌矿床地质特征	杨明礼	(113)
16、向阳山铅锌矿床地质特征	杨云松	(118)

17、毕家山铅锌矿床地质特征及控矿因素的初步分析	李叔良	(123)
18、毕家山多金属矿床地质特征及其找矿意义	曹庆善	(134)
19、洛坝铅锌矿床地质特征及构造形态的初步分析	郭宗正	(140)
20、焦沟铅锌矿床地质特征及控矿条件初析	郭宗正	(149)
21、西成矿田西部铅锌矿床控矿条件之研究	高增黄 石美行	(155)
22、邓家山铅锌矿床地质特征	王虎城	(161)
23、页水河铅锌矿床地质特征及成因探讨	李钧洲	(169)
24、西成铅锌矿田东部几个主要矿床矿石组构的初步研究	李世佩	(175)
25、邓家山铅锌矿床矿石组构的基本特征	许凤仪	(179)
26、西成铅锌矿田稳定同位素地球化学特征及矿床形成机理的讨论	刘存祥	(185)
27、西成铅锌矿田稳定同位素地球化学特征总结	宁德宏	(197)
28、从卫星象片看西成矿田的控矿地质特征	曾益文	(206)
29、西成铅锌矿田卫片影象特征及其找矿意义	张洪杰 陈耀光	(209)
30、物探在西成矿田东部地区铅锌找矿中的作用和效果	沈能治	(216)
31、分散流数据的因子分析在扩大西成铅锌矿田找矿远景工作中的应用	温彦艺 段家训	(224)
32、西成铅锌矿田东部地区壤中铅锌铜钼元素地球化学场特征	刘广富 周义明	(230)
33、用R型因子分析的结果浅谈厂坝、毕家山矿床中元素组合特征	周义明 刘广富	(234)
34、物化探在西成铅锌矿田西部的找矿作用浅议	吕国安	(239)
封面设计: 柳 森		

西成铅锌矿田与成 矿有关几个问题的商榷

王 集 磊

西成铅锌矿田是近几年来探明的国内有数的几个特大矿田之一，在生产实践和科学研究中已积累了大量的资料。从大的成矿单元上来说，西成铅锌矿田属于西秦岭多金属成矿带，其范围向东可以延长到陕西省凤太地区以东，向西在岷县半沟铅锌矿床的西部仍有延展。在这个长达数百公里，宽数十公里的成矿带上，盛产着铅、锌、铜等有色金属矿产。近几年来，经过甘肃省冶金地质勘探公司、西北冶金地质勘探公司等地质战线广大科技人员的共同努力，现在已经查明：在这条矿带上有厂坝、毕家山、邓家山、洛坝以及八方山、银母寺、峰崖、铅碛山等一大批大~中型铅锌矿床；小型矿床更是星罗棋布。因此，可以预见，在不久的将来，厂坝等一大批有色金属矿山将作为开发大西北的骨干企业屹立在秦岭的群山之中，为我国有色金属工业的发展作出应有的贡献。

一、关于层控矿床的概念

我们对西成铅锌矿床地质特征的认识历史，实质上就是对层控矿床地质特征的认识史。早在六十年代末期，我们就开始了对矿田中最大的矿床——厂坝矿床的找矿勘探工作。但当时由于大多数同志囿于传统岩浆热液观点的束缚，对一个矿床找矿前景的好坏仍然离不开成矿母岩（即岩浆岩）、适宜的控矿构造和合适的沉淀场所等三个要素，因此对矿田的规模和远景未能作出正确的评价。

七十年代中期，随着层控矿床理论的发展和矿床科研手段的进步，我们逐渐认识到：西成矿田中许多矿床的产出和层位有一定的关系，也就是说矿床的形成主要受层位控制。目前认为最主要的控矿层位是中泥盆统碎屑岩及碳酸盐岩建造。基于这个认识，我们集中力量搞好基础地质工作，初步确立矿田内新的地层表；查明了含矿层位的展布形态；并且进一步树立沿层找矿思想；使西成铅锌矿田的规模有新的发展，在找矿工作中迈出了可喜的一步。

回顾这段历史，结合西成铅锌矿田的找矿实践，我们认为：“层控矿床是一种与层位有关，岩浆作用和火山作用不明显，和生物作用有一定联系的矿床”。在这种矿床的形成过程中，同生沉积作用起着不可忽视的作用。从宏观上来看，层控矿床是产于一定时代的地层中的矿床，即矿床既有层位控制的因素，又具有时间控制因素。但是，从成矿物质来源和主要成矿作用方面考虑，我们认为层控矿床不应该包括和岩浆作用、火山

作用有明显密切联系的层状矿床。这样就可以使“层控矿床”这个近年来被搞得比较含混的概念逐渐地变得清晰和明朗起来。

另外，从矿床形成作用这个角度来理解，层控矿床还和生物成矿作用有一定联系，它不是简单的机械沉积矿床，它还经历了成岩后期的改造作用——但这个改造作用是有限度的，和变质矿床在程度上有很大的区别。

因此，我们主张将层控矿床作为一种成因分类而纳入矿床学研究的领域。那种任意扩大层控矿床概念，把层控矿床搞成一个包罗万象的名词的做法，对于层控矿床研究工作的发展显然是十分有害的，同时也是和找矿工作的实践相违背的。

当然上述意见随着矿床学科研究和生产的日益发展，在理论和实践上也会更加丰富和完善的。

二、西成铅锌矿田中矿床产出的一些基本特征

通过几年的生产和科研，我们认为西成矿田中所有矿床大致都具有以下一些基本特征：

矿床中矿体一般都成为似层状、透镜状、鞍状及囊状和围岩整合产出，矿体穿切围岩的现象比较少；主要的矿体一般都产于灰岩或砂岩之中，产于泥质岩石中的矿体较少；矿床围岩蚀变不发育以至于见不到蚀变；矿石物质组分较为简单并经常发育条带状构造和块状构造。

在地球化学特征上，矿床常具有比较均一的硫源， δS^{34} 值多变动于+5‰—25‰之间，显示了和海水硫酸盐硫同位素组成相似的特征；铅同位素测定表明矿床的矿石铅多属于正常铅范畴；另外，包体测温结果也表明矿床形成温度多在150℃—250℃之间，属于中等温度范畴。

因此，和世界著名的一些大型铅锌矿床（例如密西西比矿床；广东凡口矿床等）相比较，西成铅锌矿田中许多矿床的形成与同生沉积作用关系更为密切。并且大体上可分为以厂坝—李家沟矿床为代表的沉积变质型和以毕家山—邓家山矿床为代表的沉积变质改造型。两类矿床既相互依存、又相互区别。前者沉积特征明显，矿床规模巨大，后者在沉积作用的基础上，又具有明显的后期改造特征、矿体赋存状态更为复杂一些，矿床规模为中—大型。

三、关于生物成矿作用机制

近年来，随着碳酸盐岩石研究工作日益广泛深入地展开，生物成矿作用的机制越来越广泛地引起了矿床学界的注意。随着西成铅锌矿田找矿和科研工作日益深入，生物成矿作用在铅锌矿床形成中的作用正广泛地被地质工作者所接受，而且在普查找矿工作中显示出积极的指导意义。

根据近年来的研究，生物礁在成矿过程中大约有如下几方面的作用：

1、通过生物机体或有机酸的吸附、形成有机络合物的方式聚集成矿元素。根据现代海洋学资料（J·D·Milliman等），若干喜礁动物的文石质硬体，可不同程度地

富集Fe、Pb、Zn、Mn、P等元素。如软体动物文石质碳酸盐中Pb的浓度系数可达4200—6700，绿藻中Fe的浓度系数可达360。分析还表明，近代海洋中的软体动物如蚝含Zn可达8700ppm，蛤含Zn为360ppm，海绵含Zn115ppm。

2、生物礁形成的礁坝可以造成后礁的停滞环境，有利于金属的沉淀。在这种环境下，介质的物理化学条件发生了显著变化，并产生了大量的 CO_2 、 CH_4 、 H_2S 等，为成矿物质的聚集和沉淀创造合适的环境。

3、礁灰岩原生及次生孔隙非常发育，为成矿溶液的迁移、停储提供了有利的条件；礁灰岩特殊的化学活动性，普遍富含有机物质可由于细菌活动使有机物分解，提供金属沉淀所需的 H_2S ，同时改变环境的PH、Eh值，造成成矿元素沉淀的新场所。

4、礁灰岩完整的生、储、盖组合以及本身的隆起，为后期继承性背斜的形成奠定基础，并提供了矿液停储的有利空间。西成铅锌矿田的找矿实践证明：有的矿床，如：毕家山、邓家山、洛坝等矿床有可能是在礁体本身中直接成矿的，含矿灰岩本身就是礁灰岩，因而单纯用背斜控矿的观点就很难完满地解释这些矿床所表现出来的各种地质特征。事实上，这种背斜可能是在继承礁体的基础上发展起来的继承性礁背斜。它们都有完整的生（礁体），储（鞍部剥离空间），盖（上复泥质岩石）组合，极为有利于后期改造作用的进行。而有的矿床，如厂坝、李家沟矿床，它们是在礁后泻湖这样一种特殊的古地理环境中形成的，其中有的矿体（如I号矿体）的形成和礁体的关系也可能十分密切。当然，有关生物成矿作用的问题还有待于我们进一步去研究，但是通过对现代碳酸盐考察情况的了解，我们认为：如何认识古代生物礁，礁灰岩以及查明礁在铅锌矿成矿作用中的机理，可能是指导我们进一步找矿工作的一个课题。

四、关于成矿物质的来源问题

在认识到生物成矿作用的前提下，成矿物质来源问题就迎刃而解。当然从形成“矿源层”到形成矿体还有一段距离，这里还有一个成岩作用的问题。但无论何种认识，在矿石堆积的同生沉积性质方面是比较一致的，即认为矿石是和围岩基本上同时形成的，而不是围岩固结后外来加入的物质。因此沿层位找矿仍将是今后找矿工作中一个重要方向。

通过这些年的工作，我们认为：在西成地区的找矿和研究工作中还应该注意以下几个方面：

1、研究矿床的定位机制以指导我们去找寻新的矿床。在找矿难度越来越大的今天，我们要进一步提高找矿效果，必须深入地研究矿床的定位机制。因为矿床的形成和定位是一个问题的两个方面，只有了解矿床定位机制，才能知道什么地方去找矿。

2、建立矿床成矿模式问题。只有建立了矿床的成矿模式，矿床的定位机制才能够得到解决。因此在一个矿床、一个矿床细致工作的基础上，找出共同点和不同点，建立合理的成矿模式，对今后找矿工作可能会有所裨益。

3、适当地进行成岩成矿试验。通过现代手段，再现成矿的过程，对于建立一个合理的成矿模式是不可忽视的工作。过去我们在这方面工作做得还很不够，今后我们希望

能和国内研究所的同行们配合，在成岩成矿实验工作方面作一些有益的尝试。

4、重视物化探在找矿工作中的应用。在西成铅锌矿田的普查找矿工作中，物化探手段一般说来应用在找矿工作中效果仍是比较好的，个别的效果还比较突出。因此作为一种找矿手段，物化探工作仍是不可忽视的。今后，要不断总结物化探在西成铅锌矿田找矿工作中的经验和效果。

（本文系根据作者在西成铅锌矿床学术讨论会上的总结整理而成，整理成文后经作者本人审阅、同意）

西成铅锌矿田找矿 历史的回顾及其前景展望

王集磊 喻锡锋

西成铅锌矿田位于甘肃省西和县、成县地区，矿田面积1200余平方公里。矿田内赋存丰富的铅、锌矿产资源，就目前已探明的铅锌储量居我国第二位。几个主要矿床具有规模大、储量集中、品位富、埋藏浅、可行性条件好的特点。目前国家正在进行建设中，不久的将来将成为我国重要的有色金属工业基地之一。

矿田地质找矿工作始于1964年，历时十三年的地质工作大致可划为两个阶段：第一阶段是1964—1969年，经历了矿田的发现和几个主要矿床的评价—勘探，历时五年。普查找矿先后发现了洛坝—毕家山、厂坝及丰水—杜家（页水河—邓家山）等铅锌矿床，地质评价勘探的结果，提交了厂坝特大型铅锌矿床勘探报告及毕家山、李家沟矿床初步评价报告，共获铅锌储量 $\times\times\times$ 万吨，奠定了西成铅锌矿田基础，是本区最重要的找矿阶段。但是，当时由于铅锌建设项目无着，找矿重点由铅锌转入铜、铁，加之地质工作受某些传统理论的束缚，看不到矿田的巨大潜力，致使70—75年期间矿田地质工作完全停顿达六年之久，地质工作全部转移到矿田外围。

矿田地质工作的第二阶段是76年以后到现在。我们在认真贯彻冶金地质工作为冶金工业生产和建设服务的方针下，遵循地质规律，学习和运用层控矿床理论的基础上，加强了基础地质工作，深入研究矿田成矿规律和矿床控矿条件，敢于实践，在普查找矿和矿床评价勘探上又有了重大突破，在李家沟、毕家山、邓家山等矿床的深部评价上取得了显著成果，铅锌储量由 $\times\times\times$ 万吨跃增到 $\times\times\times$ 万吨，从而肯定了西成矿田的巨大价值，为国家建设提供了资源。

回顾历史，总结经验教训，我们的主要体会是：

一、“就矿找矿、从点到面、点面结合”的工作方法，在新区找矿中具有重要的作用，也是地表地质工作的基本方法。

早在1957—1968年期间我公司的二队（原西北公司二队）就在秦岭铅锌矿带中部风太矿田地区进行地质工作，对八方山、银母寺、洞沟等铅锌矿床进行了评价或初勘，在区域上进行了1:5万地质测量，并认识到中泥盆统古道岭组控矿是该区的特点。随着地质工作的深入，预测这套地层和含矿层有向西延展到甘肃地区的可能。为了开展新区找矿于1964—1965年期间组成一个地质普查小组（随后是一个普查分队）向西深入到甘肃徽县、西和、成县、武都等地区进行踏勘找矿。在没有任何前人地质资料的情况下，完全依靠路线地质调查和深入群众访问，带着铅、锌矿石标本，发动群众报矿，一旦发现线索立即踏勘追索。在不长的时间内先后发现了洛坝、毕家山、厂坝—干鱼浪、杜家一丰水（页水河—邓家山）等铅锌矿点及外围的一批锑、汞、铜矿点。通过选区对比，划定了三片最佳普查找矿区（西成铅锌矿即是其中之一）并优先在该区开展铅锌找矿工作。根据风太地区的找矿经验，以八方山矿床刺穿构造控矿模式与洛坝、毕家山矿床进行类比，认为毕家山矿床控矿条件、矿床地质特征很相类似，加之交通条件比较有利，因此选择该矿床首先进行地表及深部评价，同时对洛坝—厂坝进行地表工作。随着工作的深入，逐步认识到厂坝矿床地质条件更为有利，矿化长达7公里余。1966年下半年106队又将深部评价重点由毕家山转入厂坝。这是一个正确的也是重要的战略转移，从而打开了厂坝矿床的找矿局面，并于69年结束厂坝矿床勘探，提交了×××万吨铅锌储量。面上的找矿评价工作也取得了好成果，初步肯定了李家沟、毕家山等矿床的远景规模。同时在西部地区二队也开展了邓家山矿床的远景评价工作。这些矿床的规模均属大型矿床，还有几处中小型矿床。回顾西成地区的找矿历史实际上就是一个“就矿找矿、从点到面、点面结合”的工作过程。自然成矿区的选择是地质工作成败的关键，西成矿田的正确选择主要是借鉴了风太矿田的经验，因此，总结老区成矿规律以指导新区找矿是非常重要的。随着工作的进展，不断总结新的经验扩大找矿自然也是同样重要的。当然，一个矿田的形成是客观存在，但要去认识它却不是一朝一夕的事，是广大地质工作者多年辛勤劳动的结果。

二、加强基础地质工作，研究区域成矿规律，指导找矿评价和勘探。为适应地质找矿工作需要，公司组织106队、二队、综合队和检验室在西成矿田内进行了1:50000地质图资料更新、岩相古地理研究和成矿规律、成矿预测的专题研究，完成了1:50000地质测量1000余平方公里及岩相古地理编图和样品测试。我们进行填图的目的除建立系统的地层划分外，主要是解决三个方面的问题：①地层的划分和矿源层、含矿层的确定；②控矿相的划分；③构造与成矿的关系；最后进行成矿区预测。

西成铅锌矿田位于西秦岭海西—印支褶皱带东段，区内出露地层主要是泥盆系，次为三迭系、侏罗系和第三系、第四系。泥盆系由一套巨厚的碎屑岩和碳酸盐岩组成，为复理式的滨海—浅海相沉积建造，厚达万米以上。1:20万区测资料将中泥盆统地层命名为西汉水群，并划分两个岩组（下部雷家坝组，上部榆树坪组）七个岩性段，西成矿田归属第五、六、七岩性段。我们通过1:5万区测，在前人资料基础上，依据较多

的古生物化石等资料,对区内地层重新作了划分。将原归属中泥盆西汉水群地层重划归上、中、下泥盆统,下列四个岩组若干岩段或岩层。目前基本肯定划分的方案是:

泥盆系:上统:洞山组(D_3d):分上、下层;

中统:西汉水组(D_2X):分上、下层,上层中部为邓家山含矿灰岩;

安家岔组(D_2a):分上、下层,下层厂坝层;

下统:吴家山组(D_1w):分上、下层。

含矿层的研究,提出了三个主要含矿层,即中统安家岔组下部厂坝层(D_2a^1)和上部焦沟层(D_2a^2),以及西汉水组上部邓家山含矿灰岩层(D_2X^{2-2})。由于地层划分有争议,因此,在含矿层的划分上意见也不尽一致,但一致公认厂坝层是区内最佳含矿层。该层环绕吴家山背斜核部展布,上部层是一套大理岩和白云岩、白云质灰岩的碳酸盐岩建造,是一个台地相沉积;自石鼓子以东,相变为细碎屑岩夹大理岩及白云岩的台地边缘相沉积。该层下部是黑色炭质页岩相沉积,局部夹中性或基性火山岩、硅质岩,为含炭—火山—砂页岩建造,为台内盆地相沉积。厂坝层厚度变化大,从44米一千余米,出露面积200余平方公里。目前,已知厂坝、李家沟、毕家山等矿床均赋存于该层中,已探明储量占全区的78%,无疑是本区最重要的含矿层。应当指出的是,有人认为邓家山、洛坝等矿床亦应归厂坝层,由于依据不足,尚有待进一步探讨。

构造的研究表明,区内构造线总体为东西向,由紧闭的背斜、向斜构造组成,主要褶皱为吴家山背斜,基本上控制了矿田的展布,其次级背斜构造往往是在礁灰岩的基础上发展起来的继承性背斜,具有明显的控矿作用,如毕家山、洛坝、邓家山等矿床。

岩相古地理的研究,将区内中上泥盆统划为台地相区和盆地相区。台地相区位于矿田东部,主要由安家岔组下部厂坝层组成,根据位置和岩相、岩性差异可进一步分为台地边缘相组、台地相组、台(内)盆地相组。其中:台地边缘指状生物丘滩相是最重要的控矿相,已知的厂坝、李家沟、向阳山矿带均受该相带控制。盆地相范围广大,自安家岔组上部焦沟层至上泥盆统浅海相沉积广泛分布,约占矿田范围60—70%面积,盆地相可细分为生物礁滩相组、生物碎屑滩相、生物层礁相、点礁相、盆地相等。其中生物礁滩相组是最重要的控矿相,控制有洛坝、邓家山诸矿床,由于浅海盆地相中生物礁发育且在矿田南部大体呈带状断续展布,有人认为应属链礁(堤岛礁),其礁后相成矿较为有利,是今后找矿的有利方向,特别是寻找隐伏的生物礁体有可能发现隐伏铅锌矿床。

通过区域研究,归纳区内主要控矿条件大体是:①最佳含矿层—厂坝层。②最佳控矿相—台地边缘指状生物丘滩相或者说丘后洼地相。③最佳控矿构造,在礁灰岩基础上发展形成的背斜构造。当然,一个矿床不可能具备所有最佳条件,但如果具备一、二条对成矿就有利。

三、运用现代成矿理论和科学技术,采用综合找矿手段。

关于区内铅锌矿床成因认识大体上经历两个不同的阶段:前一阶段我们主要受岩浆期中低温热液成矿理论的束缚,认为矿液来自岩浆岩。其主要理由是:①几个主要矿床如厂坝、毕家山、洛坝等矿床均分布在岩体周边部或相距甚近。②厂坝矿床北部的黄荆关岩体中铅含量高于中酸性岩体克拉克值的八倍,铜、锌含量也高一倍多,且岩体边部见

铅锌矿化。③具典型中低温热液矿床围岩蚀变，如绢云母化、黄铁矿化、重晶石化、硅化、碳酸盐化等。④矿石矿物组分简单，当时认为矿液既然来自岩浆岩，便局限在岩体周边部找矿，而且是距岩体近的矿床其规模就大，越远则越小，甚至没有价值。这种认识束缚了我们找矿思路，也使我们看不到矿田潜在的巨大远景。后一阶段我们在学习和运用“层控”矿床成矿理论的过程中，结合本区地质特点，开展区域地层、岩相古地理、构造的研究，总结区域成矿规律，对成矿极为有利的李家沟、毕家山等矿床重新进行了深部评价。例如六十年代末勘探厂坝矿床时便对李家沟矿床进行了评价，虽然李家沟矿床与厂坝矿床毗连，且属同一含矿层位，但当时从岩浆热液成因的观点去评价，认为矿床距成母岩黄诸关花岗岩体较远，矿质来源不充分，地表矿体小，矿化弱，其规模有限，只计算了40万吨远景储量就下来了。直至到七八年我们接受了层控矿床理论以后，才认识到它的岩性组合与厂坝相似，古地理条件又是一个局部的滞流洼地（丘后洼地相）。因而推测厂坝一向阳山长约7.5km的地段是成矿有利地段，采用200米间距进行系统钻探控制，工作结果表明自厂坝至向阳山长7.5km范围内，三个滞流洼地（或丘后洼地相）分别控制厂坝、李家沟、向阳山三个铅锌矿床，滞流洼地的范围自西而东由大到小，分别为 $2.4\text{km}^2 \sim 1.68\text{km}^2 > 1\text{km}^2$ 。矿床规模亦相应由大到小，即由 $\times\times\times$ 万吨— $\times\times$ 万吨— $\times\times$ 万吨。李家沟矿床通过评价，不但扩大了I号矿体规模，又发现了Ⅱ—1号新矿体，且矿体由地表到深部，逐渐由薄变厚，由贫到富，在洼地中心部位矿体最为集中，使李家沟矿床规模由原有 $\times\times$ 万吨跃增到 $\times\times\times$ 万吨，增加4倍以上。尤其是厂坝—李家沟矿床在约 4km^2 范围内集中了 $\times\times\times$ 万吨储量，对国家建设极为有利。

又如邓家山矿床，1978年开始评价时，认为矿体受短轴背斜控制、背斜核部灰岩只出露1600余米，当时把找矿重点放在背斜两翼延深部位，1980年只计算了 $\times\times$ 万吨远景储量。随着找矿工作的深入和岩相古地理的研究，才发现构成背斜的核部灰岩并不呈对称的层序，岩层均向南倾，灰岩厚70余米，但延深 >300 米，且灰岩中出现大量生物化石，才认识到所谓核部灰岩实际是生物碎屑滩相灰岩，铅锌矿体受生物灰岩控制。追索灰岩的结果，控制长 <4500 米，铅锌储量跃增至 $\times\times\times$ 万吨。现在认为邓家山“短轴背斜”可能是礁灰岩的生长比同期沉积的千枚岩快，在地壳不断下降过程中，礁灰岩是不断生长升高的，以致成为原始沉积时的水下隆起（礁灰岩和其它沉积物对比，呈相对的正地形）并以它为核心形成背斜构造，这种背斜构造实际上是一种“继承性”背斜，它控制了矿体的形成。

洛坝铅锌矿床是我们应用地质类比法认为矿床也是一个背斜构造而决定马上评价的矿床，按背斜控矿布置钻孔，发现两翼矿体迅速尖灭，远景不大。但随着工作深入，认识到所谓核部灰岩实质上是生物礁，灰岩中心部位无明显层理，造礁生物如层孔虫、通孔珊瑚、槽珊瑚等化石丰富，有的部位可富集到50—70%。铅锌矿体主要产在近礁后相一侧的生物灰岩上盘的角砾状石英岩之中，或者就赋存在生物灰岩之中。我们沿生物丘礁追索，使矿床规模由1200米延长到2200米以上，储量亦由几万吨增到几十万吨。最近竣工的29—2孔在预定含矿最为有利部位见到了累计60余米厚的多层矿体，其中主矿体厚12.83米， $Pb+Zn$ 达22.30%，最富部位厚8.58米， $Pb+Zn$ 达32.04%，这为洛坝矿床寻

找富大矿体打出了新的前景。

尽管目前大多数同志接受层控矿床的观点,但在探讨成矿方式和物质来源上却各说不一;有人提出同生沉积改造成矿说,认为物质来源于远火山和陆源。有人提出沉积变质热卤水改造成矿说,认为古断裂提供了喷溢高硫热卤水。有人提出沉积变质改造热液迭加说,认为物质多来源。其它还有底溢热卤水沉积说,礁相控矿说……等等。不同的成矿方式假说都展示了一幅找矿蓝图,我们主张百家争鸣,这样可以打开找矿思路,力争不断有所发现。

按照层控矿床的观点,成矿虽然有时控,层控的特点,但并非局限于某一个层位的某一时代。在西成矿田范围内,除广布泥盆系地层外,矿田南部还有三迭系、侏罗系,第三系地层分布,我们在研究区域化探次生晕资料时,发现三迭系地层中亦有明显的异常分布。通过检查,发现了新的铅锌矿点、地表揭露矿化带亦具有一定的规模,今年我们在新区进行1:1万物化探工作中,在处理异常时又在三迭系地层中发现了新的矿体,但是其前景如何有待我们去实践。

在矿田地质工作中,我们采用了地质、物化探、同位素地质、数学地质、遥感地质等综合方法进行找矿。区内先后投入了1:5万化探分散流9000余 km^2 (矿田内2000 km^2),1:5万原生晕测量600余 km^2 ,1:7万沟岗化探次生晕600余 km^2 ,1:1万物化探详查近200 km^2 ,配合矿床评价进行了物化探1:2000—1:5000精查,卤族元素和土壤汞气测量,矿体充电等工作,对已知矿化点或找矿远景区进行了多类判别分析,多元因子分析等。编制了各种相应图件,对分析数据和岩石矿物含量进行了电算处理。多种方法的综合结果,圈出了十余处最佳成矿予测区,为寻找隐伏矿床开拓新区找矿提供了依据。

展望未来,西成铅锌矿田范围1200余 km^2 内,目前已进行详查工作区不足200 km^2 ,区内已知矿化点 $\times\times$ 余处,已进行深部评价或勘探的矿床也不足10处,许多有望矿点有待我们去研究去工作,而寻找隐伏矿床的工作仅仅是开始,对已确定的十余处最佳成矿区需要深部验证,还有大量工作可作,找矿的前景相当可观。但是应当看到,我们的工作水平还很低,工作中还存在许多问题,在今后的工作中,需要加强下列方面的工作:如①建立矿床成矿模式。②进一步扩大已知矿床规模。③寻找隐伏礁灰岩—背斜构造。④台地边部的滞流洼地的发现和验证。⑤物化探异常区的研究处理。⑥共生、伴生矿产的评价。⑦三迭系、第三系地层中的找矿。今后我们除总结自己的经验外,需要认真学习其他单位的好经验,要学习国外的好经验,学习现代成矿理论,绝不能局限于某一种成矿理论上,例如页岩容矿—喷气沉积理论就需要我们在学习中去研究。总之,今后应进一步运用现代成矿理论和各种科学技术去指导找矿,这不仅对西成铅锌矿田远景规模的扩大有着直接的作用,而且对铅锌成矿理论也将有新的提高。

西成铅锌矿田 区域地质及矿产的基本特征

喻锡锋 奚元杰

本文仅将近年来基础地质资料归纳整理,着重介绍矿田地质及铅锌矿产的基本情况。

一、区域地质背景:

西成矿田构造位置处于昆仑秦岭地槽褶皱区秦岭地槽系海西冒地槽褶皱带中部(图1)。该带北部西段与祁连中间隆起带相接,东段与北祁连—北秦岭加里东优地槽褶皱带毗邻,其间被临夏、天水、下白云,商南长达千余公里的断裂带相隔。南部以临潭、岷县、江洛、凤县、山阳断裂带为界,与印支冒地槽褶皱带相邻。

出露地层主要有泥盆系、石炭系、二迭系。下泥盆统仅见于西段成县吴家山地区,为浅海相泥、钙质粉砂岩夹碳酸盐岩。中泥盆统东段山阳一带大西沟组、刘岭组为浅海相具复理式韵律的砂岩、板岩及少量灰岩组成。凤县、镇安一带星红铺组、古道岭组、王家楞组为砂岩、板岩灰夹岩、泥质灰岩组成的浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩沉积;在西段礼县、成县一带安家岔组、西汉水组为浅海相碳酸盐台地及碎屑岩夹碳酸盐岩。上泥盆统

东段山阳、柞水、凤县一带九里坪组为砂岩、板岩和少量灰岩组成的浅海相碎屑岩,西段天水、武山临潭大草滩群为海陆交互相粗碎屑岩,西和一带洞山组为细砂岩、粉砂岩、板岩、夹灰岩的浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩,宕昌东北岷县间并以南铁山群为灰岩夹泥质灰岩及灰质板岩的浅海相碳酸盐岩。下石炭统在东段商县、山阳、柞水一带二裕河组为炭质板岩夹砂岩和薄煤层,顶部为灰岩,属于海陆交相沉

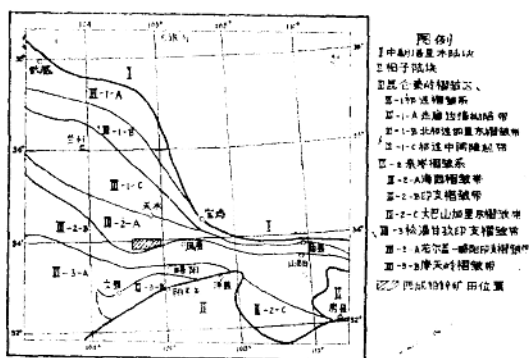


图1 西成铅锌矿田地质位置图

积。西段天水、临潭一带为浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩及火山岩。中上石炭统在东段缺失,西段天水临潭一带为海陆交互相碳酸盐岩与含煤碎屑岩。二迭系在岷县间井—武山

马坞以西才有大量出露,为浅海相碎屑岩与碳酸盐岩。三迭系缺失。侏罗纪以后的地层则全为内陆河湖、沼泽、山麓等陆相沉积。

该带内以印支期花岗侵入岩最为发育,横贯全带,其次是燕山期花岗侵入岩,主要分布在西段甘肃境内,此外,海西期花岗侵入岩多呈小岩株,主要分布在东段陕西境内。

基性、超基性岩沿该带边界深断裂带零星分布。

据区域布格重力资料计算,西成矿田地壳厚在48—50公里之间,向东递减,向西递增,处于我国东部慢坡带中段。进一步研究则处于凤县—高县东西向慢槽与武都—通渭南北向慢坡区的交接部位。上述慢槽区南以东西向勉县—南郑断裂带为界,于勉县向西转成南西向展布;北以东西向宝鸡—洛南断裂带为界,宝鸡向西转成北西向展布,呈喇叭形。慢坡区即为南北向武都—通渭断裂带,为纵贯我国中部南北向构造带之一部分。由此形成以东西向及南北向深层构造的骨格,及后北东向和北西向构造的迭加组成了深层构造的基本轮廓。上述南北向、东西向构造带分别形成特提斯海洋板块、塔里木—中朝陆块扬子陆块的边界。此一格局形成于扬子旋回晋宁期,尔后的构造运动及盖层沉积均继承了这种格局,但强大的东西向构造掩盖和改造了南北向构造,形成以东西向构造为主的、巨大的秦岭褶皱系。

晋宁期后至加里东期大部分地区处于优地槽沉积。只有在矿田以南武都—略阳一带沉积了古生界志留系浅海相冒地槽笔石页岩建造。形成了南部近东西向的康县—略阳及北部东西—北西向的北秦岭断裂带,沿断裂带均有超基性岩的分布。南北向构造被掩盖或不明显。在优地槽地区形成一系列与海底火山喷发有关的矿床,前寒武纪于矿田北部祁连山隆起带牛头河群中有陈家庙铜铁矿床(含锌较高)、黄崖铅锌矿点、南部摩天岭褶皱带碧口群中的铁、铜铁(含锌)、含铜黄铁矿,前寒武纪刘家坪组中的刘家坪铜锌矿床等,颇有南北遥相呼应的特征。加里东期于北部祁连山隆起带奥陶纪火山岩中产有铜、铜铅锌、铜锌、铅锌等矿床,东延秦岭群中亦产有铜(锌)矿床。南部武都一带在志留纪冒地槽中则沉积了U、V、Cu、组合的矿床。加里东期末,北部祁连山板块嵌合在华北陆块边缘,抬升为剥蚀区。南部碧口群则在加里东期前嵌合在扬子陆块的边缘,抬升为剥蚀区,武都一带志留系部分露出海面成为海岛。

海西期,北部祁连山加里东褶皱带从泥盆纪至第三纪均为内陆盆地湖相沉积,牛头河群中有海西期中酸—酸性火成岩侵入。海洋沉积仅局限在康县—略阳断裂带与北秦岭断裂带之间,为冒地槽滨—浅海相沉积,局部有较深水的沉积,受东西向海槽控制。北部泥盆系与东秦岭凤县一带同属一个沉积区,形成铅锌矿带,与牛头河群接触关系不谐,现为断裂接触。南部泥盆系一般与志留系整合,在中下泥盆统碎屑岩沉积期间形成赤铁—菱铁矿床。武都白龙江一带中泥盆统平行不整合于志留系及下泥盆统之上,可见部分志留纪海岛于中泥盆世沉入海底再度接受沉积。石炭二迭纪北部海水由东北向西南退出,致使北秦岭东及泥盆系长期处于剥蚀状态,西段石炭二迭系较为发育。此间

*据桂林所1975年12月。陈家庙ZK 2—6—15金云母砂线石董青石英变粒岩全岩样K—Ar年令881m·y。

产生一系列近东西向断裂带,如岷县—江洛断裂,舟曲—徽县断裂带。南北向构造活动不明显,但从三迭纪沉积前缘仅限于武都—武山南北带以西,说明南北向构造活动是存在无疑的。

印支旋回三迭纪时来自特提斯海的海水,在秦岭地区只有一支伸展到东秦岭,其受岷县—江洛断裂带及舟曲—徽县断裂带控制,位于本区南部。海槽呈东西向,为浅海相复理地槽复理石建造。产有以三迭系地层为主体的层控锑汞矿带。三迭纪末海水全部向西南退出,秦岭地区在以后的地质历史时期中,进入了陆相湖泊沉积。在北秦岭上古生代地层中有大量中酸—酸性火成岩侵入,具南北成列、东西成行的排列格局,形成与此有关的钨、钼、锡、铜、铅锌等有关矿化。

由此可见矿田泥盆纪沉积时,以产有丰富金属矿产的优地槽沉积地层为基底及北部古陆,使泥盆纪铅锌矿床形成,具备了雄厚物质基础。

二、矿田地质

(一) 地层及沉积相

矿田内出露地层主要为泥盆系,次有三迭系三渡水组,中下侏罗系、第三系、第四系,其中除第四系在全区有零星分布外,余者均分布于矿田南部及西北部与泥盆系呈断层或不整合接触。三迭系三渡水组为浅海相碎屑岩系,具复理式建造特征,主要岩性为板岩、砂岩、角砾状或竹叶状灰岩。侏罗系、第三系为内陆断陷湖盆沉积的砾岩、砂砾岩、砂岩、泥砂质岩。第四系为黄土状粉砂质粘土及冲、残、坡积物。(图2)

西成矿田泥盆系地层表

表一

界	系	统	地方名称 组层	符号	厚度 (M)	岩性	主要化石
上古生界	泥盆系	上洞山组	2	$D_3 d^{2-1}$	>130 (未见顶)	黄绿~杂色含粉砂质绢云绿泥板岩、砂质板岩、钙质粉砂岩夹灰岩扁豆体。	灰岩中含化石 <i>Sinodisphyllum</i> sp. <i>Peneckiella</i> sp. <i>Yunnanellina triplicata</i> Grabau. <i>Y. abrupta</i> Grabau. <i>Y. supersynplicata</i> Tien.
				$D_3 d^{1-3}$	380~504	薄~中厚层生物灰岩、粉晶灰岩。底部夹黄绿色绢云绿泥板岩。有Pb、Zn矿化。	<i>Hypothyridina hunanensis</i> Wang. <i>H. Linglingensi</i> Wan.
			1	$D_3 d^{1-2}$	350~600	灰~黄绿色含粉砂质绢云绿泥板岩、方解绿泥板岩、绿泥千枚岩夹含生物碎屑粉晶灰岩、白云质粉砂岩。	<i>Atrypa shetienchiaensis</i> sp.
				$D_3 d^{1-1}$	150~300	棕灰褐色石英细砂岩、钙泥质粉砂岩、石英钠长石夹含粉砂质绢云母板岩(波痕及交错层理发育)。	<i>Cyrtospirifer</i> sp.
		中西汉水组		$D_2 X^{2-3}$	350~400	黄绿色千枚岩、千枚状板岩、绢云绿泥片岩夹粉砂岩、粉砂质和千枚状粉晶灰岩, 含Cu矿化。	灰岩中含化石: <i>Disphyllum</i> sp. <i>Alveolites</i> sp. <i>Temnophyllum</i> sp.
			2	$D_2 X^{2-2}$	210~360	薄~中厚层粉晶、泥晶、生物碎屑灰岩夹变粒泥晶、生物屑变形粒、千枚状粉晶灰岩(具斜层理)有大~小型Pb、Zn矿床。	<i>Pseudomicroplasma</i> sp. <i>Cladopora</i> sp. <i>Dendrostella</i> sp. <i>Strinquocephalus</i> sp.
				$D_2 X^{2-1}$	145~585	灰~黄绿色中薄层细石英砂岩、砂岩、粉砂岩夹千枚岩及生物灰岩。	<i>Atrypa</i> sp. <i>A. richchofen</i> (Kayser). <i>A. disquamata</i> Sowerby.
				$D_2 X^{1-2}$	85~120	薄~中厚层泥晶、含生物屑泥晶灰岩, 顶部有2~3米厚的生物灰岩, 有Pb、Zn矿化。	<i>A. peshiensis</i> Grabau. <i>Schizophria Kiilsingensis</i> (Gradau).
			1	$D_2 X^{1-1}$	150~220	棕色中厚层细石英砂岩, 含千枚岩的细砂岩夹含亮晶球粒的灰岩(波痕及斜层理发育)。	<i>Ambocoelia</i> sp. <i>Undispirifer</i> sp. <i>Indospirifer</i> sp.