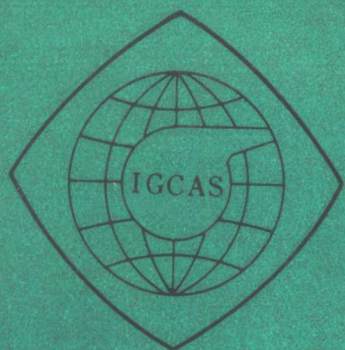




ANNUAL REPORT
INSTITUTE OF GEOCHEMISTRY
ACADEMIA SINICA

中国科学院
地球化学研究所
年 报

(1985)

贵州人民出版社

中国科学院地球化学研究所年报
ANNUAL REPORTS INSTITUTE OF
GEOCHEMISTRY ACADEMIA SINICA

1985

贵州人民出版社
GUIZHOU PEOPLE'S PUBLISHING HOUSE

中国科学院地球化学研究所年报

(1985)

中国科学院地球化学研究所 编

贵州人民出版社出版

(贵阳市延安中路5号)

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店发行

787×1092毫米 16开 13.5印张 302千字

1986年12月第1版 1986年12月第1次印刷

印数1—2,300

书号 13115·76 定价 3.10 元

目 录

矿床地球化学.....	(1)
同位素地球 化学.....	(55)
元 素 地球化学.....	(67)
有机与沉积地球 化学.....	(75)
环境地球 化学.....	(95)
矿 物 学.....	(105)
矿物物理学与矿物 合 成.....	(113)
岩 石 学.....	(119)
岩矿分析 测 试.....	(125)
第四纪地 质 学.....	(147)
构造、遥感 地 质.....	(159)
仪器 研 制.....	(169)
研究生硕士学位论文 目 录.....	(179)
1984年我所科技工作者在各类刊物上发表的论文 目 录.....	(180)
著作简介.....	(185)
1984年我所科技工作者为国内外学术会议提交的论文目录	(189)
1984年我所国际科学合作与学术 交 流.....	(197)

矿床地球化学

1.1 层控矿床的矿床组合	涂光炽
1.2 中国层控重晶石矿床地球化学	陈先沛 高计元
1.3 中国层控钼矿床地球化学	陈南生 杨秀珍
1.4 中国层控钨矿床地球化学	李 英 万嘉敏
1.5 中国层控银矿床地球化学	程景平等
1.6 中国层控雄黄雌黄矿床的地球化学	张宝贵 梁伟义
1.7 中国层控冰洲石矿床地球化学	曹俊臣等
1.8 中国层控萤石矿床地球化学	曹俊臣等
1.9 中国层控黄铁矿矿床地球化学	赵振华
1.10 中国层控水晶矿床地球化学	刘国彬 喻茨玫
1.11 大厂矿床成因并兼论锡石硫化物矿床形成条件*	涂光炽
1.12 3B 型花岗岩及其成矿作用的研究	章振根等
1.13 大厂矿田成矿条件及硫同位素体系的热力学分析	张哲儒等
1.14 三江地区钨矿带地球化学研究	张玉泉等
1.15 铀矿床的演化及找矿问题*	涂光炽
1.16 华南花岗岩铀矿中硅化带、绿泥石化带、碱长交代体三位一体的演化模式	王联魁等
1.17 新疆及邻区成矿相似性的初步探讨	涂光炽
1.18 汞矿物溶解度计算及成矿条件初探	白正华 张哲儒
1.19 白云鄂博Nb-TR矿床的氧碳同位素特征及其物质来源的讨论	刘铁庚

开创新局面，办成第一流的研究所

涂光炽*

建国三十五年来，国家走了一段光辉的历程，也经历了一段弯路，十一届三中全会以后又走上正确的航道。在这个时候，总结回顾我们过去搞的工作，是很有必要的。

我们地化所是一个年轻的所，建所以来，在党的领导和全所职工的努力下，出了不少科研成果，并培养了一批人才。在国内地学界发挥了比较重要的作用，而且在国外也有一定的影响。概括起来为以下几方面：

第一，尽管存在文化大革命的严重干扰，我们仍然在很多方面起到先行的作用。例如，1972年，我所受中国科学院地学部的委托，在贵阳筹备组织了地学部工作会议，这个会议对科学院的单位是一个很大的震动，因为它重新肯定了“出成果，出人才”的重要性，肯定了发展学科的必要性。在当时学术界正是万马齐喑的年代，能这样做是不容易的。紧接着我们又召开了“稀有元素矿床地球化学学术会议”。1972年我所《地球化学》创刊(73年正式发行)。从那以后，其他刊物才相继恢复或创立。1978年全国科学大会后，由我所发起并成立了中国矿物岩石地球化学学会。随后，我们的兄弟学会也相继恢复活动。1981年我们又创办了英文版的《地球化学》(Geochemistry)，这是地学界第一个外文刊物。

第二，我所在面向经济建设方面做出了卓越的成绩。例如：解决了一些生产方面提出的重大的综合性课题。从1966—1970年这个阶段，我们遵照郭沫若院长对我们所的要求，在一些重大矿区的物质成分研究上，取得了比较好的进展，包括一些重要的矿山。1970年以后，我们逐步从综合利用的物质成分考察转向能源、矿产资源、矿物材料和环境等研究工作，并作出了较好的成绩。首先是对我国能源、矿产资源的战略找矿布置上，提出了一些很重要的意见，如在南方碳酸盐地区，提出以找气为主、找油为辅的找油气战略决策意见，很受石油工业部的重视，亦被找矿实践所证实；在我国西部，特别是准噶尔油田；在东部，特别是中原油田等等，都做了大量的工作。1975年，在我国富铁矿找矿高潮快要来临之际，提出了应该对富铁矿广开门路，而不应着重过多的考虑风化壳型富铁矿，这个建议也受到生产部门的重视，同样被后来的找矿实践所证实。还有在铀矿地质、花岗岩与成矿、层控矿床等，都做了不少工作。在矿物材料方面，也发挥了先行的作用，如赤泥塑料、涂层等，都作出了很显著的贡献；环境方面在北京西郊、京津唐地区、官厅水库，以后又在南方的一些地区都做了比较多的工作。

第三，我们所在发展学科，建立实验室方面也取得同样的成就。国内的地球化学领域或相邻近的领域，都有很多学科和实验室是在我们所首先开始建立的基础上发展起来的。例如，1968年我们建立有机地球化学实验室，填补了国内的空白；在1969年我们又开始环境地球化学的工作，当时环境工作、环境污染这些名词在国内也很少见；天体地球化学工作、高温高压

* 根据涂光炽所长在全所庆祝建国三十五周年大会报告的资料整理的

实验地球化学工作以及第四纪地球化学、矿物波谱学、波谱实验等在我国也是开展得比较早的。

从学科的发展、实验室的建设来看，经过全所科技人员的努力，已经逐步发展成为我国地球化学和矿物学的中心。

另外，随着任务的完成，学科的发展，实验室的建立，我们所培养了大批人才。目前，全所已有40多名高研、近300多名助研或工程师。我们还向很多兄弟单位输送了大批人才，副研近30人，助研约100人，我们还要坚持这样做，继续向兄弟单位输送科研骨干。

但是，也应看到，我们也受了许多干扰，特别是文化大革命的严重干扰，在很多方面还不能满足党和国家的要求。前年党中央提出了科技工作要面向经济，要大力开展应用研究，积极而又有选择的搞一些发展工作，继续重视基础研究方针，我们所的同志应该按照这个方针齐心协力，再接再厉，把我所的科研工作更好的搞上去。我们应该开创新局面，把地化所办成第一流的研究所。这个第一流，包括下述含义：

第一，出第一流的成果。科研单位出成果、出人才的要求早在1958年中共中央提出来的十四条就已经作了明确的说明。在这以后，始终坚持这一要求。所以，我们所应该出第一流的成果。它不只是出一些报告，出一些论文，还要包括为国民经济重大的、综合性的问题提出解决的方案。其中有很多是攻坚项目，如最近我们到新疆去了一趟，新疆提出了很多关于能源和矿产资源的要求，不只是说我们要写出一些科研报告，或者做出一批分析数据，或者搞出规律性就完了，而是需要我们为找矿实践作出贡献。这方面的要求会越来越多，这对发展学科也是义不容辞的义务。在发展地球化学和矿物学方面，我们应该作出应有的贡献。

第二，应该出第一流的人才。我所应该出第一流的研究人才，第一流的技术人才，第一流的科技管理人才，我们所应该出一大批从野外到室内、技术全面的、一专多能的人才。还应该尽量培养更多的、更合格的、更好的研究生。

第三，出第一流的刊物。我们所现有四个刊物，《地球化学》、《矿物学报》、《地质地球化学》、英文版《地球化学》，我们应该很好地把这四个刊物办好，办成不仅具有国内的先进水平，而且要办成具有国际水平的刊物。除了这四个刊物以外，我们还有其他的出版物，都应该办成第一流的。

第四，应该建立第一流的实验室。对地球化学、矿物学来说，实验室是一个最重要的武装阵地，没有实验室，可以说一事无成。我们应该在有机地球化学、岩矿分析测试、高温高压、同位素、实验地球化学等都成为国家的第一流实验室，并逐步在国际上取得第一流实验室的水平。在这方面，除了要更新一些设备，更重要的还是调动各方面的积极性。在体制上，政策上要进行改革，逐步地实现一部分实验室公管共用，而且按照科学院的要求，逐步向国内外开放一些实验室。目前，我们有些实验室在国内处于领先的地位，今后我们还应该继续努力保住金牌，更上一层楼，把工作搞好。同时，还有一些实验室原来在国内是比较好的，但是现在则落后于兄弟单位。对这些实验室我们应该很好的抓上去，赶上我们的兄弟单位。

第五，应该办好第一流的学会。现在有一个学会靠挂在我们所，这就是中国矿物岩石地球化学学会。这个学会和我们的一些兄弟学会比较起来，是一个很小的学会，我们已做了大量的组织、学术交流等工作，今后应该更好地发挥它的作用。

第六，第一流的组织管理。这是一个非常重要，也是最关键的问题。在组织管理上，要

立足于对外开放，对国内外开放；要贯彻真正的学术民主、百家争鸣的方针。同时还要坚持实事求是作风。过去的组织管理已经不能适应今天的形势，那种吃“大锅饭”、小而全的作法使积极性受到干扰，必须废除。要进行改革，要处理好几个方面的关系，即任务与学科、应用与基础、学习与工作、民主与集中、个人与组织、一线与二线（包括行政、技术、科研）、科研与技术等关系。

同志们，我们要再接再厉，多出成果，多出人才，迎接建所二十周年。

层控矿床的矿床组合

涂光炽

在我国,一些层控矿床常常显示有规律的矿床共生组合关系。所谓矿床组合是指在空间上、时间上和成因上密切相关的一组矿床。从一定意义上看,矿床组合是人们所熟知的矿物组合这一概念的引伸。本文在讨论层控矿床的矿床组合时,也照顾到矿体组合、矿物组合和元素组合,因为这几种组合之间,有着密切的联系。研究矿床组合对解决矿床成因、形成条件、分布规律与矿床演化等问题十分必要,对找矿勘探也有重要的实践意义。

层控矿床的矿床组合内容十分丰富,这里仅以层控铁矿床、铅锌矿床、汞锑矿床为例进行讨论,同时,也涉及到这些矿床组合的若干特征问题。

(一) 层控铁矿床的矿床组合及其时控性

(1) 太古界中的条带铁矿与金矿:如吉林和河北的条带铁矿与金矿有类似的地层层位和岩性组合,地区上又相邻近并经历了共同的早期历史(沉积—变质—混合岩化)。由于Fe、Au的地壳丰度值相差十分悬殊,两者富集成矿的历史不完全一样,铁矿床为火山沉积变质矿床,而金矿床是在晚期的改造作用中才真正活化富集成矿。

(2) 早元古代的硼-铁矿床:如我国辽东半岛、苏联阿尔丹地区和美国新泽西州及纽约州产出的硼-铁组合矿床。它们均限于元古代早期。

(3) 沉积(或变质)铁矿床与沉积(或变质)锰矿床:如我国新疆莫托沙拉石炭纪铁矿及其上之锰矿,海南石碌铁矿床之上也出现锰矿化。

(4) 中元古代层控稀土-铁建造:矿床主要赋存于碳酸岩中(白云鄂博、滇中、福建等)。稀土矿化在铁矿体及其围岩白云岩中均有产出。

(5) 铁的氧化物矿床与铁的硫化物矿床(常有重要的Cu、Pb、Zn):两者都可能与海底火山活动有关,如新疆什可布台铁矿床及其外侧的块状硫化物矿化。

(6) 层控菱铁矿矿床与层控铅锌矿床:这种组合主要见于上古生界和三叠系。它们均为沉积改造矿床,在改造程度上,菱铁矿矿床和与之共生的铅锌矿床常常是一致的,反映了它们在成因上的联系。

(二) 层控铅锌矿床的各种组合

(1) 层控铅锌矿床与Fe、Mn、Mg的碳酸盐共生。除前已述及的菱铁矿-铅锌矿组合外,层控铅锌矿床中有时含较多的菱锰矿,Mn也有工业意义(如栖霞、八家子)。也见到铅锌矿与菱镁矿矿床的共生组合(如四川汉源)。

(2) 层控铅锌矿床与黄铁矿组合可见于不同类型的矿床中, 如同生为主的矿床(高板河)、沉积-强烈改造矿床(小铁山等)。

(3) 层控铅锌矿床与Ag、Au组合。与铅锌矿床类型有关, 碳酸岩中的铅锌矿床含金、银低, 碎屑岩、细碎屑岩的层控铅锌矿床中含Au、Ag一般较高。

(4) 层控铅锌矿与层控汞矿床组合, 如黔东、湘西。

(5) 层控铅锌矿与层控锑矿床组合, 如湘、桂。

(6) 少数层控铅锌矿床含Sn(黄钒矿或类质同象形式)。

(7) 层控铅锌矿床与U组合, 如桂北。

(8) 层控铅锌矿床含较多的萤石和硫酸盐矿物(石膏、硬石膏、重晶石、天青石等), 如金顶(天青石)、乐梅(重晶石)、金沙(萤石)等。

(三) 层控汞锑矿床的各种组合

(1) 汞-锑-钨成矿带, 如秦岭。

(2) 汞-锑-砷组合, 如桂北。

(3) 汞-铀-钼组合, 较少见。

(4) 汞-天然气组合, 如西欧的煤成气田。

(5) 钨-锑-金组合, 如湘西钨-锑-金带。

(6) 辉锑矿-黄铁矿-萤石组合, 如黔滇带。

(7) 辉锑矿-水晶组合, 如湘、桂、黔。

ORE DEPOSIT ASSEMBLAGES IN STRATA-BOUND ORE DEPOSITS

Tu Guangchi

Abstract

Some strata-bound ore deposits generally exhibit regular paragenetic relations. In this paper the author discusses the characteristics of ore deposit assemblages in strata-bound ore deposits (or of ore assemblage, mineral association or element association) and their genetic implications in special reference to strata-bound Fe deposits, Pb-Zn deposits and Hg-Sb deposits. I. strata-bound Fe deposits: (1) BIF-Au(Ar); (2) B-Fe deposits (Pt_1); (3) Fe-Mn ($Pt-Pz$); (4) REE-Fe formations (Pt_2); (5) Fe oxide and Fe sulfide deposits; (6) $FeCO_3$ -Pb-Zn deposits ($Pz-T$). II. strata-bound Pb-Zn deposits: (1) Pb-Zn-Fe, Mn, Mg carbonate; (2) Pb-Zn- FeS_2 ; (3) Pb, Zn-Au, Ag; (4) Pb, Zn-Hg; (5) Pb, Zn-Sb; (6) Pb, Zn-Sn; (7) Pb, Zn-U; (8) Pb, Zn- CaF_2 and Pb, Zn-sulfate. III. strata-bound Hg-Sb deposits: (1) Hg-Sb-W; (2) Hg-Sb-As; (3) Hg-U-Mo; (4) Hg-natural gas; (5) Sb-Au-W; (6) Sb- FeS_2 - CaF_2 ; and (7) rock crystal-Sb.

中国层控重晶石矿床地球化学

陈先沛 高计元

我国是重晶石丰产国家之一，各地质时代均有重晶石矿床（点）的发现。最重要的重晶石成矿时代是寒武纪、奥陶纪、泥盆纪、三叠纪和白垩纪。大多数重晶石矿床是层控矿床。

（一）层控重晶石矿床的分类和矿床特点

按层控成矿的观点，将我国主要重晶石矿床分为：1. 热水沉积-轻微改造类型，按矿体产状再分为：（1）层状型（新晃、随县、永安、安康等）；（2）层状-脉状型（来宾-象州，北川）。2. 沉积-强烈改造类型，再分为：（1）碳酸岩中脉状型（汲县、鄂西、川东南、黔中）；（2）碎屑岩中脉状型（衡阳、麻阳）。

层状重晶石矿床的主要地质-地球化学特点是：（1）产出的地质时代较多，其中以寒武系中的层状重晶石矿为最重要；（2）层状重晶石矿可产在不同的地质构造单元内，包括优地槽、冒地槽和地台的拗陷带内，一般趋势是发育在构造活动性较强的沉积盆地中；（3）重晶石层的含矿系厚度差别很大，以数百米到数千米不等；（4）含矿系的岩石组合多种多样；（5）重晶石层的层数和规模不等，层数一般为1—2层，有的多达十几层以上；层厚以1—2 m为主，亦可多达十几米以上。层数的多少与含矿系中较粗的碎屑物的数量成正比关系；（6）层状重晶石层有成带分布的特点，如寒武系层状重晶石有秦岭巴山带、江南带和东南带等。一个带中仅在局部盆地中堆积成矿；（7）重晶石盆地明显受同沉积的大断裂所控制；（8）重晶石层及含矿围岩均以水平微细层理为特点，重力流和密度流常可出现，岩石和矿石中有机质含量高，说明重晶石层是在静水停滞性还原盆地中堆积的；（9）层状重晶石与硅岩有密切共生关系。不论产于何种地质构造背景或不同时代的重晶石层都是以硅岩或硅质页岩为直接顶底板。硅岩的岩石类型多样：包括碧玉、藻硅岩和微晶硅岩等类型；（10）重晶石层及硅岩围岩中，都有明显的早期交代现象，如顺一定层位分布的放射状球粒重晶石团块结核或透镜体，岩石学关系显示球粒重晶石是准同生性质的。新晃重晶石层的球粒重晶石其同位素年龄与含矿地层的年龄一致。其他早期交代现象还有广泛发育的大致顺层的早期塑性石英重晶石小脉，重晶石交代化石而不影响基质等；（11）重晶石层的矿物和元素组合简单，最主要的是重晶石（少数矿区有多少不等的毒重石）和石英、黄铁矿及有机粘土。重晶石层中的微量元素除Sr高以外，很少有其他元素。然而重晶石层的围岩或重晶石的夹层中元素组合复杂，部分可成为矿点或矿床。常见的元素组合为P、V、Mo、U、Mn、FeS₂-多金属等；（12）矿石和围岩中有机质高，部分矿区有机分析表明有机质来源于低等浮游生物。成矿盆地中均普遍缺乏底栖的化石群；（13）重晶石层沉积在高地热的环境，放射状球粒和塑性交代脉的包体测温为100—180℃，沥青反射率为170—200℃；（14）重晶石层的包体成分分析为高盐度（>14% NaCl wt）。离子特点是 $\text{Na}^+ \gg \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ ，

$\text{SO}_4^{2-} \gg \text{Cl}^- > \text{F}^-$ ，成矿溶液为 $\text{SO}_4^{2-}-\text{Cl}^--\text{Na}^+-\text{K}^+$ 型；(15) 重晶石层中重晶石硫同位素分析均为大正值，并分别与该期海水硫酸盐的平均硫同位素值相近。

层状-脉状重晶石是指同一地质时代的沉积盆地甚至同一矿区既有层状重晶石，又具有工业价值的脉状重晶石矿。层状重晶石的特点已于上述。脉状重晶石矿有多金属硫化物脉，多金属重晶石脉和单一的重晶石脉。这些矿脉存在明显的空间分带性：多金属脉和多金属重晶石脉延伸深度大，形成温度高（180—220℃），成矿溶液 N^+ 、 Cl^- 离子较高，单重晶石脉延伸深度小，形成温度较低（160—190℃），成矿溶液中 K^+ 、 SO_4^{2-} 离子较高。据层状和脉状重晶石出现在同一地区和同一地层，层位上层状重晶石在上，脉状重晶石在下；层状和脉状重晶石矿在成分、结构和构造上有着某些共同之处，并有一定的演化趋势；包体成分和成矿温度相近，也有类似的分带现象，因此认为两者是同源、同期、同一成矿作用在不同地质背景中的差异。

沉积强烈改造型脉状重晶石的主要特点是既受区域性断裂系统的控制，又受一定的地层层位和岩性的控制。成矿温度不高。成矿溶液性质也为 $\text{SO}_4^{2-}-\text{Cl}^--\text{Na}^+-\text{K}^+$ 型。脉状重晶石硫同位素分散程度大。碎屑岩中脉状重晶石的发育与硅化带的宽度和强度成正比。

(二) 层控重晶石矿床的形成机理

据对我国层控重晶石矿床的研究结果和与国外重晶石矿床的对比，重晶石的地球化学性质，现代形成的重晶石研究成果等方面的材料，认为我国层状和层状-脉状重晶石矿是海底热水溶液作用的产物，热水溶液涌出海底，与海水相互作用以沉积方式生成层状重晶石矿；热水溶液充填海底下的裂隙而形成脉状重晶石矿。产在碳酸岩和碎屑岩中的脉状矿床是矿源层中分散的 Ba 经后期作用而富集的。

GEOCHEMISTRY OF STRATA-BOUND BARITE DEPOSITS IN CHINA

Chen Xianpei Gao Jiyuan

Abstract

Barite deposits are widespread in China, but the important periods of mineralization are ϵ , D, O, T, K. Most strata-bound barite deposits in China can be divided into: (1) hydrothermal-weakly reworked type, which can be subdivided into: 1) stratified type, and 2) stratified-vein type; and 2. sedimentary-strongly reworked type, which involves: 1) veins cutting across carbonate rocks, and 2) veins cutting across clastic rocks. Based on the geological and geochemical characteristics of strata-bound barite deposits in China and by comparing with those elsewhere throughout the world, it is concluded that the stratified and stratified-vein barite deposits were derived from hydrothermal solutions, interacting with the sea water, while they discharged from the sea floor; when hydrothermal solutions filled up the cracks beneath the sea floor, vein deposits were formed. The strongly reworked barite vein deposits occurring in carbonate rocks and clastic rocks were formed by later geological processes which made Ba mobilized and thus dispersed in the source beds.

中国层控钼矿床地球化学

陈南生 杨秀珍

中国层控钼矿床主要分布在我国北方华北地台与秦岭褶皱带的过渡带,和南方华南地台与华南褶皱带的过渡带,即江南古陆两侧。

层控钼矿床主要产于中元古代、寒武纪、石炭纪和三叠纪地层。改造和叠加时期主要为燕山期。

层控钼矿床划分为四种类型:(1)沉积-轻微改造钼矿床;(2)沉积-强烈改造钼矿床;(3)沉积-岩浆气液叠加钼矿床;(4)沉积变质-混合岩化钼矿床。

层控钼矿床的沉积建造分为三类:(1)火山沉积岩建造;(2)海相碎屑岩建造;(3)海相细碎屑岩夹碳酸岩建造。

层控钼矿床矿体形态有层状和脉状两种。矿石结构构造有条带状、条纹状、碎屑状、角砾状和千糜状。

层控钼矿床的矿床组合有:(1)胶硫钼矿-二硫镍矿-磷块岩-重晶石矿床组合;(2)辉钼矿-磁铁矿矿床组合;(3)辉钼矿-方铅矿-(铀)-(稀土)矿床组合;(4)辉钼矿-白钨矿-黄铜矿矿床组合。

层控钼矿床中主要钼矿物有辉钼矿和胶硫钼矿。次生钼矿物主要有钼华。辉钼矿结晶类型和成矿温度密切相关。 $2H_1$ 型辉钼矿(二层六方多型)形成温度较高($600-1300^{\circ}\text{C}$), $3R$ 型辉钼矿(三层菱面体多型)形成温度较低($350-900^{\circ}\text{C}$), $2H_1+3R$ 型辉钼矿温度介于两者之间,属混合型。胶硫钼矿形成温度低(250°C 以下)。层控钼矿床中辉钼矿主要为 $2H_1$ 型和 $2H_1+3R$ 型两种。沉积-轻微改造钼矿床中钼矿物主要为胶硫钼矿。

层控钼矿床围岩蚀变。沉积-轻微改造钼矿床有硅化和白云石化。沉积-强烈改造钼矿床有钾化、碳酸盐化、黄铁矿化和绢云母化。沉积-岩浆气液叠加钼矿床有矽卡岩化、硅化、叶蜡石化、萤石化和碳酸盐化。

层控钼矿床的微量元素组成。 U 、 Th 含量和 Th/U 比值:沉积-轻微改造钼矿床 U 高 Th 低, $U=225.3\text{ppm}$, $Th=101.8\text{ppm}$, $Th/U=0.65$ 。沉积-岩浆气液叠加钼矿床也是 U 高 Th 低, $U=279.2\text{ppm}$, $Th=9.2\text{ppm}$, $Th/U=0.03$,这两类钼矿床 Th/U 比值都小于1。而斑岩钼矿床 U 低 Th 高, Th/U 比值都大于1。其中脉状钼矿床 $U=1.1\text{ppm}$, $Th=3.1\text{ppm}$, $Th/U=2.82$ 。细脉浸染状钼矿床 $U=1.4\text{ppm}$, $Th=3.1\text{ppm}$, $Th/U=1.69$ 。层控钼矿床的含矿围岩也具有同样的特点。 V 、 Ni 、 Co 含量和比值:沉积-轻微改造钼矿床中 V 、 Ni 高 Co 低, V/Co 和 Ni/Co 比值一般大于50。沉积-强烈改造钼矿床中 V 、 Ni 低, V/Co 和 Ni/Co 比值一般小于10。沉积-岩浆气液叠加钼矿床中, V 、 Ni 、 Co 含量和比值一般变化比较大。

层控钼矿床的矿源层。华北地区太古代太华群、元古代熊耳群、元古代蓟县系高山河组,元古代栾川群白术组等地层中钼含量为 $1.1-15.0\text{ppm}$ 。华南地区下寒武统牛蹄塘组地层中钼含量高达 81ppm ,下二叠统茅口组地层中钼含量高达 22ppm 。

层控钼矿床硫同位素组成。沉积-轻微改造钼矿床 $\delta^{34}\text{S} = -12.32 \sim +18.38\%$, 平均为 $+3.58\%$ 。沉积-强烈改造钼矿床 $\delta^{34}\text{S} = -6.05 \sim 11.36\%$, 平均为 -8.51% 。沉积-岩浆气液叠加钼矿床 $\delta^{34}\text{S}$ 值分为二组: 一组为较小的正值 $\delta^{34}\text{S} = +5.89 \sim -0.36\%$; 另一组为较大的负值, $\delta^{34}\text{S} = -6.05 \sim -11.36\%$, 平均为 -8.51% 。

层控钼矿床包裹体温度测定。硫化物爆裂法测温范围为 $150 \sim 420^\circ\text{C}$ 。沉积-强烈改造钼矿床形成温度为 $150 \sim 420^\circ\text{C}$; 沉积-岩浆气液叠加钼矿床形成温度为 $150 \sim 405^\circ\text{C}$; 沉积变质-混合岩化钼矿床形成温度为 $150 \sim 320^\circ\text{C}$ 。沉积-强烈改造钼矿床中萤石均一法测定温度为 $270 \sim 320^\circ\text{C}$ 。包裹体主要为液体包裹体, 气液比为 $20 \sim 30\%$, 包裹体大小为 $5 \sim 10\mu\text{m}$ 。

层控钼矿床找矿远景。层控钼矿床的形成与控矿地层、矿源层、岩相古地理环境、构造特征、岩浆气液叠加、后期改造作用、变质作用及混合岩化作用密切相关, 层控钼矿床的形成是多种地质作用的结果。由此看来, 在华北地区应在元古代老地层中寻找沉积-强烈改造和沉积变质-混合岩化钼矿床为主。在华南地台和华南褶皱带的过渡带寻找与下寒武统地层有关的沉积-轻微改造和沉积-岩浆气液叠加钼矿床为主。而在华南褶皱带则寻找与年青地层有关的沉积-岩浆气液叠加和沉积变质-混合岩化钼矿床为主。

GEOCHEMISTRY OF STRATA-BOUND MOLYBDENUM ORE DEPOSITS IN CHINA

Chen Nansheng Yang Xiuzhen

Abstract

This paper deals with: (1) the classification of strata-bound molybdenum ore deposits; and (2) the geological and geochemical characteristics of strata-bound molybdenum ore deposits.

Strata-bound molybdenum ore deposits in China can be divided into the following types:

1. Post-sedimentary-weakly reformed deposits;
2. Post-sedimentary-strongly reformed deposits;
3. Post-sedimentary deposits enriched by later magmatic-pneumatolytic processes; and
4. Metasedimentary-migmatized deposits.

Chemical analyses of 65 samples, minor element analyses of 59 samples and sulfur isotopic analyses of 58 samples have been conducted in this study.

中国层控钨矿床地球化学

李 英 万嘉敏

目前已知的层控钨矿床属于沉积-改造型层控矿床。按其含矿岩石特征及成矿性质,又可以划分为沉积-改造细碎屑岩石英脉亚型及沉积-改造碳酸岩方解石石英脉亚型。其元素共生组合包括W-(Hg)、W-Fe₂O₃, W-Cu, W-Sb, W-Sb-Au等,与阿尔卑斯成矿带中的层控钨矿床略有差别。

我国已知的沉积-改造型层控钨矿床主要分布于湘、赣两省的北部,属于华南地台及其相邻的加里东褶皱带边缘。其主体构造线为东西向。矿带与其相邻区的地球化学带为Au—W—Au—W—Sb—Au—Sb-(Cu)—Pb—Zn。这与阿尔卑斯成矿带的地球化学分带相似,仅以Au代替了Hg。

主要含矿地层为中元古界,同位素年龄为800—1400Ma,并集中于900—1100Ma沉积的板溪群中,与其不整合接触的中石炭统底部亦有同类矿体。

这些矿床具有一些明显的时空变化规律。它们受区域地球化学,含矿岩性及含矿岩石的形成时代、成矿元素的地球化学活泼性等因素控制。一般讲,含矿岩石越新,所赋存的矿床元素组合越复杂,由简单的W—Au或W—Cu组合演化为多元素复杂组合。同时,富钙岩石中以W为主;而细碎屑岩中,则更为复杂。

含矿岩系许多层位中WO₃含量可达20—40ppm。统计数据说明,典型矿床的无矿化岩石W含量均大于10ppm。而W的同生地球化学富集作用与富钙岩石、凝灰岩含量、沉积韵律的发育程度有密切关系。一般讲,富钙质、富凝灰质、细韵律发育的岩石中,W含量都较高。已查明W在矿源层中的赋存状态有两种:约有30%左右为氧化铁胶体吸附态,其余为微粒白钨矿。这些成矿及伴生元素是在火山旋回晚期的喷气-热液活动中由深部带来;并在稳定浅海细碎屑岩-碳酸岩沉积相中以吸附和内碎屑形式沉积富集的。

已知层控钨矿床的主要矿物为白钨矿,其次为黑钨矿。伴生矿物为辉铋矿、黄铜矿、黄铁矿自然金,及少量的闪锌矿和方铅矿,个别矿床见有辰砂。钨矿物中Mo含量很低,并与白钨矿的颜色无关。Nb、Ta含量也偏低,Nb/Ta比值为2.5—78.6。Sc不高于含矿地层含量。 Σ TR则接近克拉克值。

围岩蚀变为退色化(铁白云石化、碳酸岩化、绿泥石化的综合蚀变),矽化、黄铁矿化、叶蜡石化和绿泥石化等,蚀变宽度仅为几到几十厘米。其中主要变化是Fe₂O₃含量减少,碳酸盐矿物增多。

硫同位素组成具明显变化规律。黄铁矿与辉铋矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 随含矿地层由老到新的变化逐步由-10%,增加到+10%以上。矿脉中的方解石碳和氧同位素组成略与海相碳酸岩(生物灰岩)不同,而近似于白云质灰岩。

矿石铅的铅同位素组成说明它们具有混合铅特征的正常铅,模式年龄为600Ma左右。矿脉中的白云母K-Ar同位素年龄为158—136Ma。铅同位素的 μ 值为9.0—9.3。