维普资讯 http://www.cqvip.com

第21卷 第2期
1999年6月

化 工 矿 产 地 质
GEOLOGY OF CHEMICAL MINERALS

Vol.21 No.2
Jun.1999

中国雄黄雌黄矿床类型、成矿机制与找矿方向

熊先孝*

(化学矿产地质研究院)

提 要 中国雄黄雌黄矿床,根据成矿作用、地质产状、成矿地质构造环境和地球化学特点分为三大类七种类型。即层控型(下关式单一雄黄矿床,水落式多金属雄黄矿床)、热水沉积型(界牌峪式雄黄雌黄矿床,松潘式金砷矿床)、热液型(石峡式辰砂、雌黄矿床,王庄式辉锑矿雄黄矿床和宁陕式金、钨、铊、雄黄矿床)。三大类矿床成矿机制各异。应在适宜的地层、大地构造区域,根据有利的矿物、地球化学等信息寻找该类矿床。

关键词 雄黄雌黄矿床 层控 热水沉积 热液

1 矿床地质特征与分类

1.1 矿床地质概述

中国雄黄雌黄矿产资源丰富,名列世界前茅,矿床主要产于地台边缘和造山带。赋矿地层时代,从太古宙到中生代均有,但最主要的赋矿地层为寒武系和奥陶系。

砷元素地球化学性质活泼,在成矿过程中有极大的迁移能力,它可呈配位化合物搬运,亦可呈气相升华。从地球深部沿断裂构造向温度和压力减低的近地表迁移和成矿,故具有低温成矿的特点。均一法测得这类矿床主要成矿温度在100~200℃范围内,直接测雄黄雌黄包裹体均一温度为70~188℃(表1)[1,2]。

这类矿床成矿物质主要来自地层和地壳深部,碳、氧、硫及铅同位素资料已证实了这一点[3,4]。矿床的围岩为碳酸盐岩和碎屑岩组成,其中含有丰富的古生物化石。结合区域岩相古地理分析不难看出,含矿建造为浅海-滨海相沉积,局部见有海陆交互相沉积特点。在岩性控制矿化的各种因素中,岩石的孔隙结构对矿液的赋存和运移至关重要,为什么赋矿岩石均为碳酸盐岩和碎屑岩,在某种程度上就与它们有利矿化孔隙结构有关[4]。在控矿因素中,构造起着重要的作用。矿床多产于背斜轴部,特别是背斜与断裂交汇部位更利于成矿。在矿区范围内,一般小型褶曲和断裂控制矿体的分布。

表1 雄黄雌黄矿床均一温度

Table 1 Homogenization temperature of realgar/orpiment deposits

序号	测定矿物[1]	均一温度(℃)		
		样品数	范围	平均值
1	雄 黄	2	133~150	142
2	雄 黄	3	70~148	118
3	雄 黄	11	188	188
4	雄 黄	2	157~158	157.5
5	雄 黄*	24	97~177	130
6	雌 黄	1	180	180
7	雌 黄	2	143~144	143.5
8	方解石	4	122~169	154
9	方解石	1	169	169
10	方解石*	37	78~239	130.2
11	石 英	3	117~235	161
12	石 英*	5	145~270	211
13	水 晶	10	109~215	153
14	水 晶	13	133~200	163
15	水 晶	9	120~223	159

1)带*者据姚超美、熊先孝(1998),分析者:李荫清;其它据张宝贵(1999),测试者:喻茨玖、卢焕章

* 作者简介:熊先孝,男,38岁,地质与勘探专业,高级工程师,河北涿州市,邮码:072754
收稿日期:1999-03-19

维普资讯 http://www.cqvip.com

矿石与围岩的矿物组成比较简单。矿石与围岩矿物组成有共同之处。矿石矿物主要为雄黄、雌黄、辰砂、辉锑矿、自然金，其它矿物占极次要地位。脉石矿物主要为白云石、方解石、石英、玉髓、绢云母等。围岩的矿物则以前述之碳酸盐矿物为主。

1.2 矿床分类

这类矿床在成因上大部分与岩浆岩无关，但由于长期受岩浆热液成矿论的束缚，大都将其列入岩浆期后热液矿床的类型之中。这种有悖于事实的分类不仅束缚了成矿理论的发展，而且制约了这类矿床找矿工作的进展。近年来，随着矿床学的发展，新矿床的发现，越来越多的事实证实这类热液矿床与不同构造背景的地热系统有关。在考虑成矿地质背景、流体性质、热源和水文地质条件的基础上，结合矿质在其中的源、运、聚过程等形成机制，根据 As、Hg、Sb 等元素地球化学性质较活泼的特点，尝试将我国雄黄雌黄矿划分为三大类七种类型(表 2)。这种分类是建立在矿床地球化学基础上，又是与我国复杂多样的地质成矿条件分不开的。合理的矿床分类既有助于找矿，又有助于科学研究。

表 2　中国主要雄黄雌黄矿床类型

Table 2 Typification of Chinese major realgar/orpiment deposits

成因类型	亚　类	主要成矿元素	含矿建造	主要控矿构造及层位	矿体形态	矿物组合	矿床实例
层控型	下关式	As	碎屑岩 碳酸盐岩	背斜轴部及断裂控矿 侏罗系、三叠系	层状、似层状、透镜状	雄黄、雌黄、硫黄、辉锑矿，方解石、石膏	下关、银洛桥，察雅
	水落式	As, Hg, U, Au, Tl, Pb, Zn	碳酸盐岩 碎屑岩	背斜翼部及断裂控矿 泥盆系，侏罗系、三叠系	似层状、透镜状、脉状	雄黄、雌黄、辰砂，锑雌黄、黄铁矿、铅锌矿、方解石，石英	水落、南华龙潭、丫他、惠水宁旺
热水沉积型	界牌峪式	As	碳酸盐岩	背斜与断裂控矿 寒武系、奥陶系	囊状、透镜状、藕节状、脉状	雄黄、雌黄、辉锑矿 白云石、方解石	界牌峪、思南、教子垭
	松潘式	AS、Au	碳酸盐岩	背斜与断裂控矿 泥盆系	巢状、脉状、透镜状	雄黄、雌黄、金矿[1]、辉锑矿、黄铁矿、石英、玉髓、方解石	松潘大寨、、舟曲坪定
热液型	石峡式	As、Hg	碳酸盐岩 碎屑岩	褶皱控矿 泥盆系、寒武系	不规则透镜状、脉状	雌黄、辰砂、黄铁矿、辉锑矿、雄黄、白云石、方解石、石英	石峡、丹寨、万山
	王庄式	As、Sb	片岩、浅粒岩、大理岩	断裂控矿 太古宇雁岭沟群	扁豆状、不规则囊状、脉状	雄黄、辉锑矿、雌黄、金矿[1] 白云石、方解石、石英	王庄、小红沟
	宁陕式	As、Au、W、Tl、Ag	片岩、变泥砂质结晶灰岩	断裂控矿 泥盆系	脉状、树枝状，透镜状	雄黄、雌黄、白钨矿、辉锑矿、辰砂、黄铁矿 方解石、石英、绢云母	宁陕

1)原资料为"金矿"，具体矿物不详

2 成矿机制

2.1 层控型雄黄雌黄矿床

2.1.1 成矿机制　该类型矿床产于古大陆板块内部大型盆地中，从地质产状、地球化学和成矿作用方式将我国层控雄黄雌黄矿床成矿过程分为三个阶段：第一阶段为成矿物质沿基底构造断裂以喷溢方式进入海洋或大型陆相盆地的预富集阶段；第二阶段为沉积物沉积成岩阶段，即矿源层和储矿层形成阶段，此阶段成矿物质局部相对富集，但多数情况下还不能形成矿床；第三阶段为后生改造阶段，即层控矿床形成阶段，在此阶段，褶皱断裂和大气降水的环流作用及层状承压水热系统对成矿具有重要作用。后生改造作用主要指矿源层形成后，受后期地质作用改造而成矿的过程，也包括预富集阶段后，深部上升的晚期气液直接在含矿层地层中成矿的后成成矿过程。

2.1.2 实例　云南南华龙潭雄黄矿位于扬子准地台西南缘南坪思茅中生代陆相盆地中，受红河大断裂影响，构造线呈北北西走向。主要含矿层为上侏罗统江边组地层，容矿岩石为不纯的白云岩、灰岩和泥岩。矿化比较连续且多层。矿体呈似层状、透镜状和脉状，与地层产状一致。最大矿层走向长 800m，厚 1.02～1.10m。矿石主要有块状、细脉状、晶簇状和浸染状四种构造。矿石矿物为雄黄、雌黄和镁毒石、砷镁石。脉石矿物主要为方解石、白云石和石英等。矿石中分散元素具有富集 Tl 和 Cd 的特点。据涂光炽(1987)[4]对硫同位素分析，$\delta^{34}S$ 为 -22.36‰～-29.91‰，同位

维普资讯 http://www.cqvip.com

素组成比较均一。且在一定程度上显示了细菌还原硫酸盐的特点，反映出中生代陆相沉积环境中微生物参与了成矿作用。硫、碳、氧同位素组成表明围岩参与了成矿作用，在某种程度上可以说，砷及其相伴的多种元素是来自地层。

2.2 热水沉积型雄黄雌黄矿床

2.2.1 成矿机制 该类型矿床产于碰撞造山带和古陆边缘，受断裂带中深循环水地热系统控制。矿床多与同生断裂、深大断裂和派生的构造有关。在成矿带和矿田往往有深大断裂通过，构造断裂发育，这些断裂系统既是成矿物质运移通道，又是赋矿场所。根据其地质产状、地球化学特征和成矿作用方面表现为热水沉积(热泉)型雄黄雌黄矿床的成矿模式[3]：

地质历史时期大规模的地壳运动使岩层普遍褶皱并遭受剥蚀，岩溶化作用沿碳酸盐岩层的断裂部位发展。海水(大气降水)下渗，在地壳深部获得热能形成热水溶液，在地层中循环运移，萃取地层中 As、Sb、Au 等成矿元素形成含矿热液沿基底断裂、盖层断裂和气液断裂(A·M·日尔诺夫，1982)迅速上升，并带到一个有利的构造部位(如封闭的聚矿盆地)沉积成矿。如对流循环的含矿热液在地表或近地表减压环境中，成矿流体发生沸腾，使酸性挥发组分，如 CO_2、H_2S 等向外逸散，导致成矿元素浓度和 pH 值增大。而后，由于含氧大气水的加入，因氧化作用使含 H_2S 的成矿溶液酸度升高，致使成矿溶液变成地表高浓度 SiO_2 酸性溶液——热泉。热泉携带成矿物质上涌形成“侵入状”矿化角砾岩[5]。上涌热泉沉淀出硅质岩(硅华)阻塞了通道，由于聚气增加，气液爆破导致岩石破碎，形成矿化隐爆角砾岩[6,7]。由于减压沸腾和 pH、Eh 值改变引起含矿热液中成矿元素以堆积、充填和交代作用方式形成雄黄矿床。

2.2.2 实例 湖南石门界牌峪雄黄雌黄矿位于扬子准地台南缘，基底地层为元古宙的火山岩、碎屑岩建造。盖层由下至上为下震旦统冰川相磨拉石建造，上震旦统碳酸盐岩、含磷质页岩和硅质岩，下寒武统砂、页岩，中上寒武统至下奥陶统主要为碳酸盐岩建造。矿床赋存于中上寒武统至下奥陶统碳酸盐岩建造中。基底同生大断裂呈 NE 向穿过矿区，其旁侧 NEE、NNE 向次级断裂发育。古代热泉与现代热泉多沿此断裂分布。沿断裂带分布有角砾化作用强烈的硅质岩。且常见雄黄、雌黄、黄铁矿和金矿化。该矿床具有典型三层结构，顶部为硅质岩，中部为透镜状角砾岩，下部为块状雄黄雌黄矿体。矿体呈不规则脉状、囊状、透镜状。在空间分布上呈串珠状、藕节状和瓜藤状产出。总体形态似藕节状，断面似等轴状。一般直径 10～20m，最大部分为 30～50m。矿石具浸染状、块状、角砾状、晶簇状、皮壳状和葡萄状等构造。矿石矿物主要为雄黄、雌黄，脉石矿物主要为方解石、白云石和石英。碳、氧、硫同位素研究结果表明[3]：成矿溶液的碳来自海相碳酸盐岩层，围岩中的碳参与了成矿作用。硫来自海水硫酸盐岩，测试结果显示三者“同源”，均来自于海相沉积岩层中。矿床属古热泉气体隐爆充填堆积矿床。

2.3 热液型雄黄雌黄矿床

2.3.1 成矿机制 该类型矿床产于大陆边缘、大陆裂谷和碰撞造山带，受年青的浅成岩浆活动有关的地热系统控制。矿床多产于断裂构造和深大断裂发育地区，成矿带和矿田往往有岩浆岩发育。矿床赋存于岩体与围岩接触带或附近。根据地质产状、地球化学和成矿作用等方面的特征，胡光勋等(1989)提出热液型雄黄雌黄矿床成矿模式[8]：燕山期大规模造山运动，不仅使岩层发生了褶皱和断裂，而且伴随有大规模的岩浆侵入。围岩地层广泛蚀变时，通过水-岩相互作用，使地层中 As、Sb、Au、Hg 等成矿元素大量淋滤迁移到热液中[造山期的火山-(超)浅成岩浆岩可能也贡献了部分矿质]形成含矿热液，含矿热液沿断裂破碎带上升到有利的构造部位(褶皱轴部、断裂交汇处)成矿。在含矿热液向地表或近地表迁移减压环境过程中以充填和交作作用方式形成矿床。

2.3.2 实例 陕西宁陕新建雄黄矿位于秦岭大别印支造山带，宁陕-安康泥盆纪盆地北及宁陕岩体外接触带，矿体就位于 NE 与 NW 向两组断裂中。成矿岩体主要为中酸性花岗岩类，如石英闪长岩、石英二长岩和花岗闪长岩的中深成相和浅成相。岩石属钙碱性花岗岩类，如石英闪长岩、石

维普资讯 http://www.cqvip.com

英二长闪岩和花岗闪长岩的中深成相和浅成相。岩石属钙碱性－碱钙性系列。雄黄矿体呈脉状、分枝状或囊状产出，赋存于断层角砾岩中，其产状与断层产状基本一致，矿化与围岩呈渐变过渡关系。矿石具有角砾状、块状、脉状、浸染状构造。矿石矿物主要为雄黄，少量雌黄、白钨矿、辉锑矿、辰砂、自然金及黄铁矿等；脉石矿物为方解石、石英、绢云母等。宁陕岩体之热液活动与矿床有密切的关系，成矿物质来源与地层有一定关系外，与岩体关系更为密切，矿床属浅成低温交代充填热液矿床。

3　有关找矿的几点认识

(1)中国雄黄雌黄矿床主要分布在没有岩浆岩或岩浆岩不发育的碳酸盐岩和碎屑岩分布的地区。这些地区地层中As含量一般高于地壳丰度的几倍、几十倍[4]。在矿区地层和矿体围岩中成矿元素含量是地壳丰度的几百倍或更高。这类矿床含矿层与储矿层关系分析，多属自生自储，在找矿勘探时，顺层找矿尤为重要。

(2)这类矿床在我国中南、西南分布广泛，储量丰富，这些地区无疑是寻找该类矿床的有望地带。此外，在秦岭大别、松潘甘孜造山带和中朝准地台南缘Hg、Sb、As成矿带的碳酸盐岩和碎屑岩分布地带，也是不可忽视的有望地带。

(3)这类矿床成矿时代以中、新生代为主，特别是受燕山期构造控制，具有燕山期成矿的特点。这与我国燕山期地壳强烈运动密切相关，矿床还受古地理环境控制较明显，已知矿床多分布在江南、康滇和秦岭等古陆的边缘地带，应注意据古环境古地理找矿。

(4)这类矿床与铅、锌、铀、金 、锑、汞矿床(化)及黄铁矿、萤石、水晶等非金属矿在同一成矿带或同一地区形成一系列矿床组合。在成因、地球化学、成矿特点和空间分布上关系密切，可根据矿床组合找矿。

(5)利用砷、汞、锑等低温成矿和在热事件影响下有极大的迁移能力的特点，宜利用在矿床附近极易形成热晕、气晕和元素分散晕等地球化学信息找矿。

(6)这类矿床开采历史悠久，古人采掘矿床有丰富的经验。迄今在不少地方还保留有古人采矿老窿和冶炼遗址。如雄黄沟、石磺厂、雄黄洞等，可根据这类地名进行找矿。

参　考　文　献

1　张宝贵. 中国主要层控汞锑砷矿床分类成矿模式与找矿. 地球化学, 1989, (2): 131～138.

2　姚超美, 熊先孝, 刘昌涛. 湖南石门雄黄矿床成矿流体演化与成矿作用. 矿床地质, 1998, 17(增刊): 1063～1066.

3　熊先孝, 姚超美. 石门雄黄矿床地质及其成矿模式. 矿床地质, 1998, 17(增刊): 515～518.

4　涂光炽, 等. 中国层控矿床地球化学(第二卷). 北京: 科学出版社, 1987.

5　熊先孝. 论石门雄黄矿区矿化角砾岩成因类型. 地质论评, 1997, 43(5): 483～450.

6　熊先孝. 论界牌峪地区"陀状"角砾岩成因及找矿意义. 岩石矿物学杂志, 1996, 15(3): 228～234.

7　熊先孝. 湖南石门雄黄矿区硅质岩的热水成因. 化工矿产地质, 1997, 19(2): 109～114.

8　胡光勋. 宁陕新建雄黄矿床地质特征. 陕西地质科技情报, 1989, 3.

DEPOSIT TYPES OF CHINESE REALGAR/ORPIMENT DEPOSITS AND THEIR MINERALIZING MACHANISMS

Xiong Xianxiao

(*Geological Institute for Chemical Minerals*)

Abstract

According to their mineralizing processes, geological occurrences, tectonic and geochemical environments, Chinese realgar/orpiment deposits may be classified into three types including stratabound, hot-water

维普资讯 http://www.cqvip.com

sedimentary and hydrothermal, Three types can be further distinguished into seven subtypes such as Xiaguan (only realgar), Shuiluo (polymetallic + realgar), Jiepaiyu (realgar + orpiment), Songpan (gold + arsenic), Shixia (cinnabar + orpiment), Wangzhuang (stibnite + realgar) and Ningshan (gold + thallium + orpiment). Three major type have considerably different mineralizing mechanisms from one another and exploration works should be launched in suitable stratigraphic and tectonic positions after having favorable mineral and geochemical data about the deposits.

Key words: realgar/orpiment deposit, stratabound, hot-water sedimentation, hydrothermal solution

宝石如何分类

(1)宝石的化学组分　宝石可由纯化学元素(钻石——碳)、比较简单的化合物(SiO_2)、或多种不同的化合物和元素的混合物组成。我们熟悉的宝石材料大多是氧化物或硅酸盐(即它们含氧或硅),这些宝石材料往往在地壳内冷凝时间超过千年才能形成晶体。

(2)宝石的晶体结构　宝石可由简单的或复杂的非连续结晶体(如钻石)、大量微晶聚集的结晶体(隐晶质,如玉髓)、或(非晶质)块体(如蛋白石)组成。通常情况下,融岩冷却的慢,形成较大的宝石晶体;融岩冷却的快,形成较小的宝石晶体。另外,某些有机质(如贝壳和骨头)也通常被用作宝石材料。宝石的晶体结构体系分为:①立方晶系,结晶体由立方体、等轴体组成,立方晶系结晶体的通常形式有四面体(4 个面)、立方体(6 个面)、八面体(8 个面)、菱形十二面体(12 个面)、四角三八面体(24 个面)和六八面体(48 个面)。以立方晶系形式存在的宝石晶体体系有三个等长且相互垂直的轴,包括钻石、石榴石类、黄铁矿和尖晶石等;②六方晶系,结晶体由六方晶系组成,晶体体系有四个轴,其中,三个轴是等长的,且在同一平面内以 60°角相交,另一个轴垂直于这三个轴组成的平面。包括绿柱石、刚玉、石英和电气石等;③正方晶系,结晶体有三个互相垂直的轴,其中两个轴长度相等,如锆石等;④斜方晶系:结晶体有三个互相垂直的轴,其中三个轴互不相等,其典型实例是黄玉;⑤单斜晶系,结晶体有三个不等长的轴,其中两个轴以除 90°角之外的任意角相交,且两者垂直于另一个轴。翡翠和霞石通常属于这类;⑥三斜晶系,结晶体有三个不等长的轴,它们以除 90°角之外的任意角相交。如拉长石和微斜长石。

(3)宝石的光学性质　宝石的光学性质主要源于宝石的化学组分和晶体结构。①颜色,宝石的颜色是不同频率的可见光的选择性吸收或透射的明显结果。宝石的颜色能够用色彩、色调、亮度三种特性结合起来描述。色彩是光频率作用的结果,常用熟悉的术语如红、橙、黄、蓝、绿、青、紫来描述。色调是指从明到暗的一种变化。亮度是表示颜色饱和度或纯度的一个量。宝石常具有多向色性或光致色现象,如变石及蓝宝石、石榴石、电气石等出现的变色现象是不同波长的光选择吸收的结果。②光学性质:在宝石晶体结构中,通过不同方向的光有不同的行程。在一块宝石中,如果光的速率在通过所有方向上是不变的,这块宝石被认为是单一折射,即具单色性,它有一个折射率,这是等轴晶体的特性。如果光的速率随着方向不同而改变,这块宝石是双折射的,即具有各向异性,它有两个折射率。在各向异性的物质中光被分成两个偏振化的类型,即普遍射线和特殊射线。各向异性物质能够进一步按性质划分为单轴性、双轴正光性和双轴负光性。在各个方向上由于内应力不同,隐晶质(非晶质)物质能够散射光,呈现一种称为不规则的双折射现象,如蛋白石、琥珀和玻璃。③折射率:折射率是光在空气中的速率与通过一个透明物质时的速率的

(下转 86 页)