

汞矿地质与普查勘探

何立贤 韩至均 安树仁 严均平 著

地质出版社

汞矿地质与普查勘探

何立贤 韩至钧 安树仁 严钧平 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书根据我国广大汞矿地质工作者几十年来积累的找矿勘查研究成果和实践经验,在总结汞矿成矿条件、分布规律、矿床类型及矿床成因的基础上,着重论述了我国汞矿的普查、评价和勘探方法。并且认为,在汞矿勘查过程中,矿床评价,尤其是隐伏矿床评价是最重要、也是最困难的阶段。

本书主要供从事野外第一线工作的汞矿地质工作者参考;也可供有关教学、科研和其他地质勘查人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汞矿地质与普查勘探/何立贤等著.-北京:地质出版社,1996.3

ISBN 7-116-02016-0

I. 汞… II. 何… III. ①汞矿床-地质构造②汞矿床-地质调查③汞矿床-地质勘探 IV. P618.680.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 20128 号

地质出版社出版

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:白铁 王俊

*

唐山市胶印厂印刷 新华书店总店科技发行所发行

开本:787×1092 1/16 印张:8.5 字数:210000

1996 年 3 月北京第一版·1996 年 3 月北京第一次印刷

印数:1—700 册 定价:25.00 元

ISBN 7-116-02016-0
P·1523

前 言

我国的汞矿在世界上是著名的。早在 3000 年前,我们的祖先就知道应用辰砂和水银了。现在,经过多年的汞矿普查勘探工作,积累了大量丰富的地质资料,对这些宝贵的材料和经验进行整理、总结是必要的,也是有条件的。我们受上级委托,担负了这一任务,依据总结的材料,写成了本书。

汞矿床属于“岩浆期后”的“低温热液”矿床这一类。构造和热液是汞矿成矿的必要条件,这是久已被多数地质学家所承认的。但通过我国的实践,特别是西南汞矿区的普查勘探工作,发现层控现象非常明显,而构造因素,在这些地区已不是控制成矿的主要条件,褶皱构造离开目的层(含矿层位),对汞矿普查就没有独立的指导意义了,故我们在本书中将汞矿床分为层控类型、断裂类型和综合类型。这一观点,不能不影响到普查勘探方法。我们在全书中都贯穿了“层控”的思想。

关于汞矿床的成因,涉及的方面和问题较多,在本书中不能详加探讨。依据现有资料,我们提出了我国西南层控现象显著的矿床,其汞质来源是“沉积源”的论点,而汞矿床,则是在沉积作用、成岩作用阶段,在汞初步富集的矿源层的基础上,在构造力、热力作用过程中,经地下热液搬运,在适宜的构造和物理化学条件下进一步聚集形成的。因此,几乎所有的汞矿床都表现出与构造有关的热液矿床的外貌特点。

本书的第三章,只写了与汞矿有关的特殊性内容,对于一般矿种在地质工作中应普遍遵循的原则和工作方法,则未写或写得较少。

《汞矿地质与普查勘探》编写组,由贵州省地质局、西南地质科学研究所和贵州工学院的有关同志组成。书中引用的资料,是全国地质部门和汞矿开采部门广大汞矿工作者辛勤劳动的成果。初稿写成之后,有关汞矿地质队和汞矿山的代表、地质院校和科研部门的代表,对初稿进行了集体审查。由于编写人员水平不高,书中可能存在不少缺点和错误,请广大读者批评指正。

增订版说明

1978年出版的《汞矿地质与普查勘探》是地质出版社在70年代规划出版的矿产普查勘探系列丛书之一。该书编写任务由贵州省地质局组织领导的编写组承担。编写组成员有何立贤(组长)、张裕厚(西南地质科学研究所),谢宜兰、严钧平、张志杰、陈宏祺(贵州省地质局),安树仁、陈庆年、杨国桢(贵州工学院地质系)。技术顾问燕树檀(贵州省地质局总工程师)、韩至钧(贵州省地质局副局长)。从1974年开始野外调查研究、收集资料,于1976年完成初稿,历经三年。由于编写组部分成员因其他工作需要先后调离,书稿最后由何立贤、安树仁、严钧平、张裕厚根据全组成员野外调查和收集的资料执笔完成。初稿写成后,1976年冬由国家地质总局委托贵州省地质局主持,并邀请全国汞矿地质队、汞矿山及有关单位同行专家进行评审,提出修改意见;经进一步补充、修改后,于1978年出版发行,并获第一届全国科技大会奖。该书第一版现已绝版。

该书出版以后的十几年间,正值改革开放的大好时机,我国汞矿地质勘查工作又取得了令人瞩目的成就:相继探明了陕西旬阳公馆和青铜沟特大型汞(锑)矿床、四川西阳羊石坑大型汞矿床;发现、详查、评价了贵州铜仁滑石和万山龙田冲两个隐伏特大型汞矿田。汞矿地质研究工作更加广泛和深入,先后完成了多项汞矿科研任务,并出版了一批汞矿地质研究专著^{[1]、[2]、[3]、[4]};大大提高了我国汞矿地质研究程度,丰富了汞矿地质研究内容。

几十年来的汞矿勘查实践证明,勘查工作需要科学的成矿理论指导。但是,如果没有辩证的思维方法和正确的工作方法以及勇于实践的工作态度,即使成矿理论是正确的,也难以取得重大突破,甚至因一念之差,一孔之误而使脚底下的矿床失之交臂或功亏一篑。因此,在增订版中,除根据最新出版专著中的资料,对第一版中的地质部分予以补充、修订外,在普查勘探方法部分,增加了贵州铜仁滑石和万山龙田冲两个特大型汞矿田的探寻和评价实例。这两个汞矿田都是由埋深几百米的隐伏汞矿床组成,探寻和评价难度很大,风险也很大。有关汞矿地质队的地质工作者,在总结已知矿床成矿条件及矿床分布、赋存规律的基础上,经过深入细致的野外地质调查研究,冒着很大风险,投入大量钻探工作量而发现和作出评价的。这两个特大型汞矿田的发现,不但为矿山提供了相当规模的后备储量,尤其重要的是,还提供了十分难得的实际资料 and 实践经验。比如,对汞矿及某些“低温热液”矿床的成矿深度这个有争议的问题而言,龙田冲矿田南部百星寨矿化带最低见矿标高(-150m)与其相邻的万山矿田矿体赋存标高(700m)的高差已接近1000m。这个事实说明,在沉积岩发育地区,与岩浆活动无可见联系的“低温热液”矿床的成矿深度不是很浅(几百米)而是很深(可达几千米)。这对汞矿及其他“低温热液”矿床成矿理论的研究和隐伏矿的探寻均应有所启迪。

由于原编写组成员分散各地,增订版修编工作由何立贤、韩至钧、安树仁、严钧平完成。增订版中插图由贵州省地矿局区调院绘图室清绘。英文摘要及目录由白铁同志翻译。书中内容涉及面广,差错之处,请读者批评指正。

目 录

前 言

第一章 概 论	(1)
第一节 中国汞矿开采利用历史简述.....	(1)
第二节 汞的特性及主要汞矿物.....	(1)
第三节 汞的用途.....	(4)
第四节 汞矿的开采、选矿和冶炼	(5)
第五节 国外汞资源及产销情况.....	(7)
第六节 汞污染及其防治.....	(8)
第二章 汞矿地质	(10)
第一节 汞矿成矿条件及分布规律	(10)
第二节 汞矿床的类型及实例	(37)
第三节 汞矿床的成因问题	(82)
第三章 汞矿普查勘探	(87)
第一节 汞矿普查	(87)
第二节 详查评价.....	(100)
第三节 矿床勘探.....	(112)
结 语	(126)
主要参考文献	(126)
英文摘要	(127)

CONTENT

Preface

Chapter I	Summary	(1)
1.	The Briefly Discussion of the Exploitation and Utilization History of China's Mercury	(1)
2.	The Character of Mercury and the primary Mercury Mineral	(1)
3.	The Purpose of expenditure of Mercury	(4)
4.	The Mining, Beneficiation and Metallurgical Extraction of Mercury	(5)
5.	The External Mercury resources and Production and marketing	(7)
6.	The Contaminate and Prevention and cure of Mercury	(8)
Chapter II	The Geology of Mercury Deposit	(10)
1.	The Metallogenic prerequisites and the Distribution Regularities of Mercury Deposit	(10)
2.	The Classification of Mercury Deposit Types and the Industrial Examples of Mercury Deposit	(37)
3.	The Genesis of Mercury Deposit	(82)
Chapter III	The Reconnaissance Survey and Exploration of Mercury Deposit ...	(87)
1.	The Reconnaissance Survey of Mercury Deposit	(87)
2.	The Detailed Investigation and Evaluation of Mercury Deposit	(100)
3.	The Exploration of Mercury Deposit	(112)
Concluding Remarks		(126)
References		(126)
Abstract		(127)

第一章 概 论

第一节 中国汞矿开采利用历史简述

汞的主要矿物辰砂(HgS),在中国古代称丹砂、朱砂或硃砂。宋代以后,因主要产销市场在湖南辰州(现名为沅陵),才又名辰砂。据考古资料,在仰韶文化层和龙山文化层里,均发现“涂朱”(砂)遗物,因此,中国利用汞的历史,可以追溯到 5000 年前。从殷开始,丹砂被用作颜料;春秋战国以后,又在炼丹术和医药方面得到了广泛应用,并开始用以提炼汞。东汉时,魏伯阳所著的《周易参同契》一书便描述了汞的物性和与硫的关系,书中写道:“河上姤女(指辰砂),灵而最神,得火则飞(指辰砂分解),不见埃尘(指无残渣),……将欲制之,黄芽(指硫)为根”。在东晋时,在炼丹家葛洪所著的《抱朴子内篇》20 卷中,更进一步总结了硫化汞可逆反应的特性,说“丹砂烧之成水银,积变又还成丹砂”。从梁末陶弘景(公元 456—536)所著的《神农本草集注》和《名医别录》、唐初颁行的《新修本草》以至宋代《图经本草》对丹砂的特征、产地、产状等均有所记述。由此可见,我国对汞的开采利用,比国外利用汞矿最早的希腊人和罗马人还要早一千多年。近代中国汞矿的大量开发利用和勘查研究工作,则始于新中国建立后的 50 年代。经过近几十年的开发和勘查研究,已使中国成为世界上主要汞矿生产国之一。

第二节 汞的特性及主要汞矿物

一、汞(Hg),又名水银,是常温下唯一呈液态的金属,在 -38.89°C 时凝结成固体。相对密度很大,在 0°C 时为 13.59546,在 20°C 时为 13.54614,在 100°C 时为 13.35166。蒸气压很显著,在 0°C 时为 0.00019mm,在 20°C 时为 0.0013mm,在 100°C 时为 0.285mm,这一特性使得汞不断蒸发而进入空气中。汞经加热后有强烈的膨胀性,在 $0-300^{\circ}\text{C}$ 间,其体膨胀系数为 $\alpha=1.8006\times 10^{-4}+2\times 10^{-8}$,非常规则。汞的沸点、熔点均很低,沸点为 357.25°C ,熔点为 -38.7°C 。汞的蒸气为单原子的,在低温时不导电。但是,当电弧产生时就很易导电,同时还发射出绿色及紫外光的光谱。这一特性,使汞在电气工业方面有很重要的价值。在 1m^3 的饱和汞蒸气中, 200°C 时含汞 14mg, 100°C 时含汞 2.4mg,所以汞具有亲气性质。汞可溶于水,在一立升水中,能溶解汞 0.02mg。汞在室温下不能被空气氧化,加热沸腾才能慢慢形成氧化汞。

汞的原子序数为 80,原子量为 200.59。现知汞的同位素有 15 种(质量符号为 191—205)。其中稳定的有六种(质量符号为 196、198、200、201、202、204),其余是不稳定的。汞的化合物有一价和二价。在自然界中常见的是二价高汞形式。汞易与硫生成硫化汞(HgS),与氯生成氯化汞(又名升汞, HgCl_2)和氯化亚汞(又名甘汞, Hg_2Cl_2)。硫化汞在高温下氧化,能直接生成汞和二氧化硫气体,这是火法炼汞的基本原理。汞不溶于冷的稀硫酸和盐酸,但溶

于硝酸,特别易溶于王水。各种碱溶液一般不与汞发生作用。汞能溶解其他金属生成合金,这种合金叫汞齐,人们常利用汞的这种特性提取某些金属,如金、铊等。在常温下,水银不溶解铁族金属,所以装水银的容器常为用生铁或熟铁制成的铁罐。汞是亲铜元素,能与其他亲铜元素共生。汞在亲铜元素中具有较高的电离势能,由于这种原因,从而容易从各种化合物中还原成自然汞,所以在汞矿床中常会发现汞的复杂矿物都不大稳定,如汞黝铜矿 $[(\text{Cu}_2\text{Hg})\text{S} \cdot \text{Sb}_2 \cdot \text{S}_3]$ 和硫汞锑矿 $(\text{HgS} \cdot 2\text{Sb}_2\text{S}_3)$ 等,都容易转变成辰砂等简单的汞化合物,这便是汞矿床中汞矿物主要是辰砂矿物的原因。汞的原子半径是 0.149nm ,两价的离子半径是 0.112nm ,根据类质同像规律,便可能与其他元素的原子或离子半径相似的及其所形成的晶格类型相同的矿物相互置换,从而产生汞的类质同像混入。

二、汞元素的分布广泛,不仅在地壳的各类岩石中有着广泛的分布,而且在地壳外部的水圈中、大气圈中、生物圈中也普遍存在;但与其他部分元素相比,其含量却是少量和微量的。根据对岩石的研究计算,汞在地壳中的平均含量(即克拉克值)约为 $7.7 \times 10^{-6}\%$ (按重量计算),这个数字即等于一吨地壳物质中平均含汞 0.077g ,或等于每一立方公里的岩石中平均含汞 215.6t 。又据计算研究,地壳中 99.8% 的汞均呈分散状态赋存于各类岩石之中,而仅 0.02% 的汞才集中富集成为矿床,从而说明了汞元素在地壳中的极度分散状态。

据统计,火山岩中基性岩和碱性岩的含汞量要比酸性岩高,沉积岩中的含汞量要比火山岩中高;而沉积岩中则又是页岩中最高。

水圈中也含汞。在水圈中,汞的来源主要是两大途径:一是从岩石中风化后进入水圈;二是从气圈中与雨水一起进入水圈。此外,也还可从生物体中进入,但这是微不足道了。水圈中的含汞量是极低的,研究数据是 $0.03\gamma/\text{L}$,这一数据被认为约略可作为汞在水圈中的克拉克值看待。各种水体中含汞的情况是不一样的(表1)。

表1 水圈中水的含汞量

水体类别	含量范围(10^{-9})	平均含量(10^{-9})
雨水	0.05—0.48	0.20
雪	<0.005 —0.05	0.01
溪水、河水、湖水	0.01—0.10	0.03
温泉水及某些矿水	<0.1 —2.50	0.10
地下水	0.01—0.10	0.05
海洋	0.03—5.00	0.20
煤田、油田及其他碱水	0.1—23.00	

汞在水圈中的赋存状态,一般认为可能是呈两种形式:一部分是溶解的气体,以原子状态存在;另一部分则可能与各种阴离子化合物呈解离形式存在。

在气圈中同样有汞的存在,由于汞有极易蒸发的特点,汞便经常呈蒸气状态进入大气中。大气中汞蒸气的来源是多方面的,可以从汞矿床中蒸发(自然汞蒸发),可以从冶炼汞矿石和其他含汞硫化矿石中蒸发,可以从燃烧煤、木柴及其他燃料中蒸发,更可以从水圈中蒸发;此外,还有在火山喷发时进入大气中的汞蒸气,从现代温泉中进入大气中的汞蒸气等许多方面。根据研究,大气圈的含汞量约为 0.2 — $1.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。但不同气体的含汞量是很不一样的,如火山气中的含汞量就很高,其次是汞矿床上的大气和汞矿床上的壤土中气体的含汞量也高,其含量如下所列:

火山气 100 — $9600\mu\text{g}/\text{m}^3$

汞矿床上的大气 $30-1600\mu\text{g}/\text{m}^3$

汞矿床上的壤中气 $21-1600\mu\text{g}/\text{m}^3$

汞在大气中赋存的状态,主要是呈原子的显微分散状态。

此外,汞同样在生物圈中也存在。根据研究,动、植物中均较普遍地含汞,其含量一般为 $0.2-10\text{g}/100\text{g}$ 。从分析研究中发现,在动物中淡水及海水中鱼类的含汞量较高;在植物中则是海藻类的含量较高。据研究,在动物机体内,汞主要聚集在肝和肾中。有一种含汞豆科植物,汞主要是呈粒子形式浓集在豆夹中。

三、目前已知的汞矿物约有 20 种,其中大量的是汞的硫化物,其余则是少量的自然汞、硒化物、碲化物、硫酸盐、卤化物及氧化物等。汞的硫化物主要是辰砂,在工业上利用的几乎仅是辰砂一种矿物。辰砂的分子式是 HgS , 含 Hg 86.2%, S 13.8%, 为颜色鲜红的重矿物。条痕鲜红色, 硬度 2—2.5, 相对密度 8.09—8.20, 金刚光泽, 半透明, 性脆, 不导电。显微镜下观察为非均质, 正交偏光的反射光下具鲜艳的红色的内部反射, 折射率极高, $N_g = 3.272$, $N_m = 2.913$ 。结晶属三方晶系, 常呈菱面体、三方柱等晶形, 亦有成六方晶系之菱面体或薄板状晶体的。一般良好的晶体不常见, 但在我国黔东、湘西地区常有良好的单晶体和穿插双晶产出。在汞矿床中, 有时偶有少量的黑辰砂产出, 其化学式和化学成分与辰砂相同; 常呈细小晶体产出, 也常呈土状粉末或黑色薄膜产出, 颜色为灰黑色, 条痕为黑色, 相对密度 7.7—7.8, 硬度 2—3, 结晶为等轴晶系之四面体或四六面体, 具金属光泽, 不透明, 性脆, 在反射光下无色、均质。

在汞矿床中, 一般都可见到少量或极少量的自然汞产出, 主要是因汞矿物的不稳定所致。其他的汞矿物在汞矿床中则很少见到或很难见到, 其中一些较主要矿物的特征如下:

灰硒汞矿 分子式是 HgSe , 含 Hg 71.7%, Se 28.3%。多为灰色致密块状, 结晶为等轴晶系之四面体。硬度 2.5, 相对密度 8.19—8.47, 颜色为钢灰或淡铅灰色, 条痕近黑色, 金属光泽, 不透明, 性脆。

辉汞矿(辉硒汞矿) 分子式 $\text{Hg}(\text{S}, \text{Se})$, Hg 83.8%, S 11.5%, Se 4.7%。为黑灰色之金属状矿物, 常为块状或细粒状。硬度 2.5, 相对密度 7.98—8.1, 淡黑灰色, 条痕为黑色, 金属光泽, 不透明, 性脆, 结晶为等轴晶系。我国龙塘坳汞矿床中有较多的辉硒汞矿。

碲汞矿 分子式是 HgTe , Hg 61.5%, Te 38.5%, 常为黑色或灰色之块状及粒状, 硬度 3, 相对密度 8.63, 条痕黑色, 金属光泽, 不透明。

硫汞锑矿 分子式是 HgSb_4S_7 , Hg 22%, Sb 53.4%, S 24.6%。成光亮铅灰色之细小柱状结晶群产出, 与辉锑矿极相似。硬度 2, 相对密度 4.81, 熔度 1, 为光亮之铅灰色, 条痕淡红色, 不透明, 半金属光泽。木炭上烧之, 生白色浓烟。在磨光片上可见一个方向或两个方向的解理, 在正交偏光镜下极不均质, 具强烈的深红色内部反射。

汞银矿(汞膏, 银汞齐) 分子式是 AgHg 或 Ag_2Hg_3 至 Ag_{36}Hg 。为银白色金属状矿物, 常成等轴晶系之十二面体, 也有块状及皮壳状。硬度 3—3.5, 相对密度 13.75—14.1, 条痕也为银白色, 强金属光泽, 不透明, 性脆。锤击之, 发特异之臭。用木炭烧之, 汞被蒸发而留有展性之银。

甘汞 分子式是 Hg_2Cl_2 , Hg 84.9%, Cl 15.1%。为一种淡灰色或褐色微透明之角质矿物。常成皮壳状被覆于岩石表面, 偶成正方晶系之板状或锥状晶体。硬度 1—2, 相对密度 6.4—6.5, 有白、淡黄灰、淡黄白、淡灰及褐等色, 条痕为淡黄白色或灰色, 金属光泽, 光透明

至不透明,性柔软。

氯汞矿 分子式是 $\text{Hg}_4\text{Cl}_2\text{O}$, Hg 90.21%, Cl 7.99%, O 1.8%, 普通为黄褐色等轴晶系之小十二面体,其他晶形尚有 20 多种。硬度 2—3,相对密度 8.23。为淡黄褐色,日光下曝晒则变为黑色,粉状者为淡黄绿或淡黄色。金刚光泽或树脂光泽,透明,性脆。

黄氯汞矿 分子式是 $\text{Hg}_2\text{Cl}_2\text{O}$, Hg 88.65%, Cl 7.85%, O 3.5%。为单斜晶系之柱状晶体,晶体形状甚多。硬度 2—3,相对密度 8.73,颜色呈硫磺黄色,粉末为柠檬黄色。曝晒久时则变为橄榄绿色。金刚光泽,性脆,置于硝酸溶液内,如加硝酸银少许,则生成氯化银之白色沉淀。

橙红石 分子式是 HgO , Hg 92.87%, O 7.13%。为橙红色斜方晶系之柱状晶体,晶形甚多,可有绒状之皮壳产出。硬度 1.5—2,相对密度 10,金刚或玻璃光泽。条痕淡橙红色,透明,性脆。

第三节 汞的用途

汞的用途很广泛,无论是金属汞,还是辰砂矿物,在现代工业中都有十分重要而广泛的用途。据统计,汞的用途已在一千种以上。其主要用途有:

一、提取有色金属。用混汞法提取金和从炼铅的烟尘中提取铊。最近又研究成功用于提取金属铝。

二、在电器和仪器工业上,汞用来制造汞弧整流器、水银灯、反光镜、紫外线灯、自动电开关、交通信号的自动控制器、汞盐干电池、蓄电池、汞槽、真空管、血压计、温度计、气压计、水银真空泵、水平仪及其他物理仪器。

三、在化学工业上,用汞作电极电解食盐,生产氯气和烧碱、醋酸、丙酮、氯气等的电解设备。用水银的化合物可以制皮革和植物的防霉剂、木材防腐剂以及防腐油漆(船舰水下部分的涂漆)。

四、红色硫化汞是一种高贵颜料,广泛用于绘画、化妆制品,石印术等方面。

五、医药上,被广泛用于消毒、利尿,治疗胃病、皮肤病等。用氧化汞可制镇定剂、收敛剂。

六、汞和铋、铅、锡、镉可以合成低熔点合金,汞合金为重要的牙科材料。

七、在军事工业上用汞生产雷汞和化学武器。雷汞 $[\text{Hg} \cdot (\text{CNO})_2 \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}]$ 在干燥状态下极易爆炸,用来作重要的起爆剂,用来生产雷管和引火冒。

八、在动力技术上用汞的高压蒸汽开动涡轮机,汞的蒸汽冷凝后重新回到锅炉,这样可以节约燃料消耗约一半。

九、汞的新用途不断出现,如用于精密铸件的铸模,铀原子反应堆的冷却剂,镉基轴承合金等。

对汞的质量要求:

汞:根据国家标准 GB913—66,汞产品分为二级:汞一号,要求含汞不小于 99.999%;汞二号,要求含汞不小于 99.99%。

硃砂:按冶金部标准 YB748—70,硃砂分为三级:特级, HgS 含量不小于 98%;一级, HgS 含量不小于 97%;三级, HgS 含量不小于 96%。

根据不同的用途,对汞的质量要求也不一样,比如:

一、用于提金、银等金属用的汞,要求含汞 99.5%就可以了。

二、制造汞化合物及汞盐用的金属汞,对品质上的最低要求是含 Hg99.5%,铅及锡痕迹。

三、用于制药方面,要求具有高度纯的金属汞,杂质中砷、铜及锌须完全除尽。大多数用货部门要求不含铜及锌,铁痕迹,其他非挥发性物质不得超过 0.01%。

四、用于船舶防腐油漆用的氧化汞(HgO)(红色或黄色)含量至少在 91%以上,不能通过 325 细目的筛余不得超过 10%。

第四节 汞矿的开采、选矿和冶炼

汞矿的开采方法与其他有色金属相同。

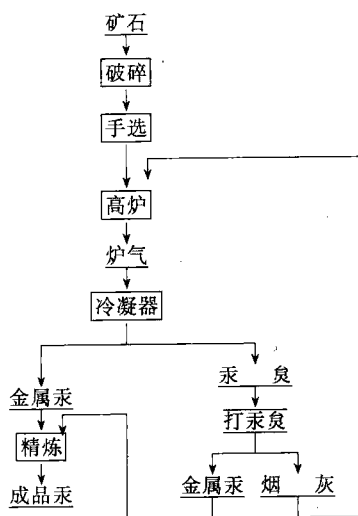
汞矿选矿方法有:①手选;②破碎筛选、重选;③浮选;④重选、浮选相结合。

由于汞矿易冶炼,入炉品位要求不高,所以富矿石稍经手选即可送去焙烧。至于要从不能手选的低品位矿石获得辰砂精矿时,则用浮选法处理。另外,如要求生产出作为药材用的很纯的硃砂时,则用重选、浮选联合流程处理。

汞的冶炼方法颇多,主要分火法和湿法两大类。目前,汞的生产仍以火法为主。原矿直接冶炼有高炉法、回转窑法、沸腾焙烧法;精矿冶炼有蒸馏法和湿法。冶炼方法不同,所需的矿石粒度和品位亦不同。兹将主要炼汞方法及有关事项简述如下:

一、高炉法

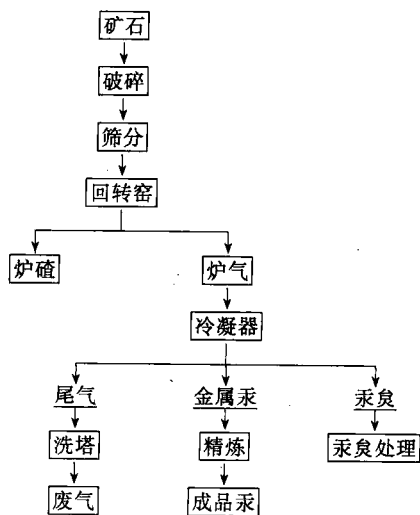
一般入炉矿石品位波动在 0.15%—0.25%之间。炼汞高炉绝大部分是圆形,也有个别为椭圆形。高炉炼汞设备历年来不断改进:炉子容积的增大,增加了矿石处理量;加料改为双料钟;两翼炉桥改为锥形炉桥;炉气的冷凝设备由箱式改为冷凝器。



高炉法生产流程

二、回转窑法

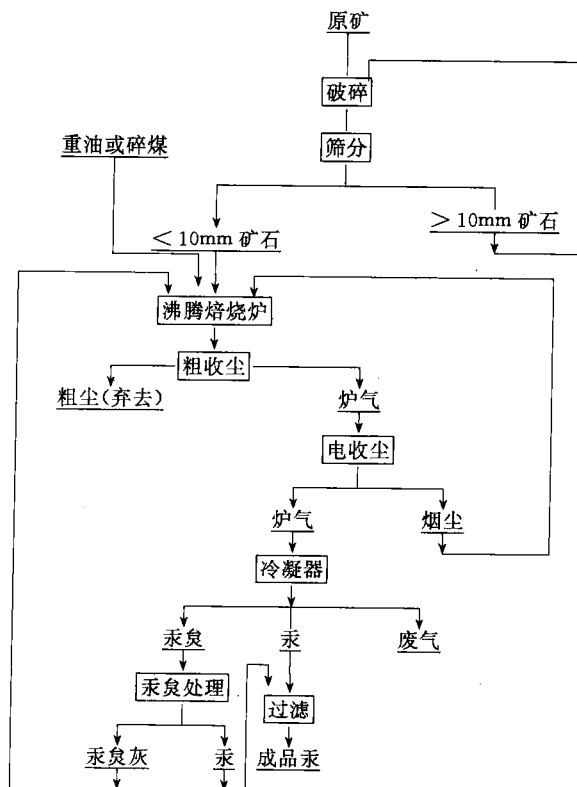
回转窑的特点是处理矿石的能力大,加入矿石的粒度范围大,凡 $<75\text{mm}$ 的矿块、粉碎矿都可以处理,技术上也比较可靠,为炼汞工业上所广泛采用。



回转窑法生产流程

三、沸腾焙烧法

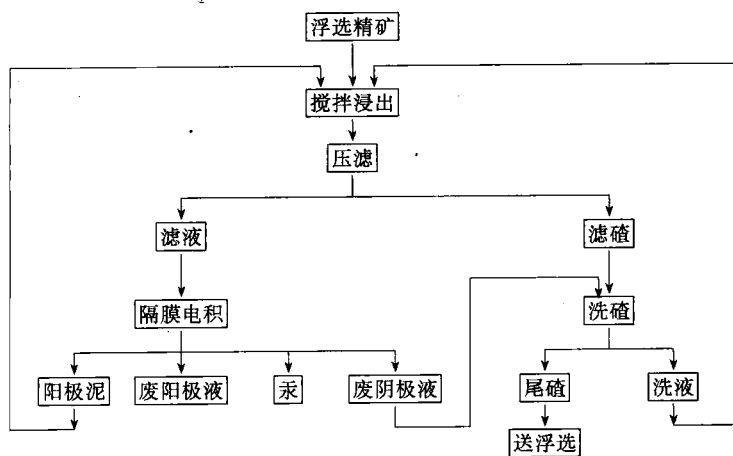
汞的沸腾焙烧是近代发展的新工艺,沸腾焙烧炉有单层、多层、锥形床等炉形。



沸腾焙烧法生产流程

四、湿法

在汞的生产中,湿法炼汞是劳动卫生条件较好的生产流程,到目前为止;在生产中仍以火法为主,湿法炼汞只占着次要地位。



湿法生产流程

五、汞蒸气的冷凝和净化

火法炼汞时,汞均变为蒸气进入炉气。因此,从炉气中收集汞是火法炼汞的主要作业。炉气经净化除尘后通入冷凝器冷却。一般采用管式(垂直的或水平的)冷凝器、箱式冷凝器。冷凝的产物并不全是金属汞,部分汞形成汞炱而聚集于冷凝器中,故从汞炱中回收汞是很重要的。含汞废气的净化也是炼汞时应注意的问题。其方法有洗涤法、软锰矿法、优先氯化法、炭吸附法、漂白粉净化法等。

六、汞炱及其处理

汞炱是细而疏松的物质。由汞、矿尘、硫化物及其他金属氧化物组成,颜色为灰黑色。它是由于进入冷凝系统的矿尘沉降后与已冷凝的金属汞相混合而形成的。从汞炱中提取汞有三种:其一是采用挤压的方法使汞炱中的汞滴被挤出,此法多用打汞炱机;其二是蒸馏法,将汞炱加入蒸馏炉,再从炉气中回收金属汞;其三是用浮选法从汞炱中提取汞。目前仍以第一种方法为主。

第五节 国外汞资源及产销情况

全球汞资源总量,不同国家和部门的统计数有所不同,准确性欠佳,尤其是潜在的储量(即表2中的其他储量)。按1979年美国矿业局资料,世界汞资源总量为1751万瓶(60.40万t)。其中保有储量493万瓶(17.00万t),其他的汞资源量为1258万瓶(43.40万t)。又据1980年美国矿业局与地质调查所联合统计,估算的世界汞资源量为1677.5万瓶(57.87万t),其中所统计的主要产汞国的汞资源量见下表2。表中对我国汞资源量的数字明显偏低。可采储量只占资源总量的27%,如按年产8000t,消耗储量10000计算,只能供15年的需要。

表2 世界汞资源量统计表

产 地	可采储量		其 他		总 计	
	瓶	吨	瓶	吨	瓶	吨
美 国	350000	12075	450000	15525	800000	27600
加拿大	120000	4140	230000	7935	350000	12075
墨西哥	250000	8625	475000	16388	725000	25013
南美洲	30000	1035	27000	9315	57000	10350
意大利	350000	12075	1650000	56925	2000000	69000
西班牙	1450000	50025	4000000	138000	5450000	188025
原苏联	500000	17250	2500000	86250	3000000	103500
南斯拉夫	500000	17250	1500000	51750	2000000	69000
欧洲其他地区	30000	1035	30000	1035	60000	2070
非 洲	350000	12075	30000	1035	380000	13110
中 国	500000	17250	1000000	34500	1500000	51750
土耳其	60000	2070	150000	5175	210000	7254
全世界总计	4490000	154905	12285000	423833	16775000	578738

资料来源：“Mineral Faits and Problem”，1980。

据曹洪水等^①的资料，世界汞年产量的变化趋势是：50年代至60年代，主要产汞国的年产量逐年上升。据国外统计资料，1969年的产量达到10243t。进入70年代后，除原苏联外，其他产汞国的年产量明显下降，至1978年下降至最低点，合计仅6333t。（因意大利、南斯拉夫停止生产）至80年代初，产量略有回升。

汞的国际市场价格，自50年代以来，已出现几次大幅度升降。1950—1955年，汞的需求增加，汞年产量只由1950年的4937t增加到1955年的6402t，因而价格由1950年的2357.13美元/t猛升至1955年的8422.41美元/t。之后，汞年产量虽稳定在9000t左右，但价格起伏甚大。

据1984年1—8月统计，国际自由市场价格在8410—9280美元/t之间波动。这种状况到目前为止，尚无大的改变。

据美国矿产局1980年预测，世界汞资源到2000年的情况是：以1978年世界产量为基础，每年需求量平均增长率为2.3%计，汞的需求量累计（22年）为169509t。按此计算，到2000年时，表2中估计的可采储量已开采殆尽了。

总之，由于环境污染，汞的需求在近期内不会有大的增长；但是，由于汞具有其他金属不可取代的特性，随着防止污染措施的不断完备和汞的新用途的发现，下个世纪对汞的需求还会有所增加。如果按预测的2000年需要10177.5t/年计算，表2中的“其他”汞资源量423883t，也将于2050年全部耗尽。但是，从全球汞矿分布及成矿条件来看，世界汞资源量远远不止于几十万吨。随着已有资源量的不断减少和对汞资源需求的增加，必将促进汞矿的找矿勘探工作。有需要就必有所发现，这可能就是在市场经济条件下，矿产勘查工作的一般规律。

第六节 汞污染及其防治

1971年国际环境会议认为，当前在工业利用的各种金属原料中，汞是当前环境污染的

^① 曹洪水、韦天蛟、何少琴：矿产资源战略分析汞矿，1986，内部资料。

最大公害。汞污染分有机汞和无机汞两类。无机汞毒性较小,由呼吸道进入人体较之由消化道进入人体者危害性大;有机汞通过生物界复杂的食物链可富集数百倍至数十万倍。震惊世界的日本水俣病,即源于含汞废水污染水域中鱼类体中汞量富集,食鱼后转而进入人体,造成大批当地人汞中毒。

当前世界上发达国家对防治污染的环境保护工作十分重视。我国对汞污染,尤其是小矿开采和加工利用过程中的汞污染还重视不够,汞中毒及严重污染环境的事例不少,应引起重视。

1. 环保要求

目前我国制定的国家工业企业对“三废”的排放试行标准 GBT4—73 及国家工业企业设计卫生标准 GBJ3—73,分别对汞的要求如下表 3:

表 3 环保对汞的要求情况表

内 容	具 体 要 求				备 注
废气最高容许 排放浓度	烟 囱 高 度				GBT4—73
	20m	30m	40m	60m	
	0.01mg/m ³	0.02mg/m ³	0.04mg/m ³	0.06mg/m ³	
废水最高容许 排放浓度	0.05mg/L				GBT4—73
在居民区之中含 汞最高容许浓度(日平均)	0.0003mg/m ³				GBJ4—73

2. 防护措施

对采冶的矿山企业,目前的主要防护措施是:

(1)破碎间通风良好,减少粉尘;

(2)冶炼设备严格密封;

(3)车间混泥土地面结实、光滑、并有良好的排水系统。

(4)操作人员必须穿工作服并带过滤口罩,不允许在车间进食;下班后用热水洗澡;并定期体检。

(5)经常测定厂房内空气汞含量,堵塞漏洞,使空气中汞含量不超标。

(6)火法冶炼的废气必须经过净化后方能放入大气。废水用沉淀池沉淀,使清水返回循环使用和用硫化钠沉淀等方法处理。

(7)各生产点的空气汞含量应进行系统的、经常的监控。

对用汞作深度产品加工的厂矿企业,着重解决废气、废水、废渣的处理。废气一般用活性炭过滤,并定期更换。废水要沉淀处理。废渣最好在生产工艺中配上小型汞渣处理设备;大宗的汞渣则集中运往产汞企业作再生汞处理。

第二章 汞矿地质

第一节 汞矿成矿条件及分布规律

汞矿床是在特定的地质条件和物理化学因素的制约下形成的,汞矿的分布是有规律可循的。从已有资料来看,控制汞矿分布与富集的主要因素有以下几个方面:

一、地质构造

地质构造是控制汞矿分布与富集最重要的地质因素,这从汞矿在全球的分布范围、矿体的就位场所、直至辰砂矿物在一块矿石标本上的产出方式上均有所反映。

根据控矿构造的规模及其控矿作用,可以把控矿构造划分为大型、中型和小型构造。大型构造控制汞矿的分布范围;中型构造控制汞矿聚集范围;小型构造则直接控制汞矿的就位场所和产出方式。

从汞矿在全球的分布范围来看,绝大多数汞矿床都分布在两个褶皱构造带中,形成两个全球性巨型汞矿带,即中南欧—中亚汞矿构造带和环太平洋汞矿构造带,其他地区只有零星汞矿分布(图1)。

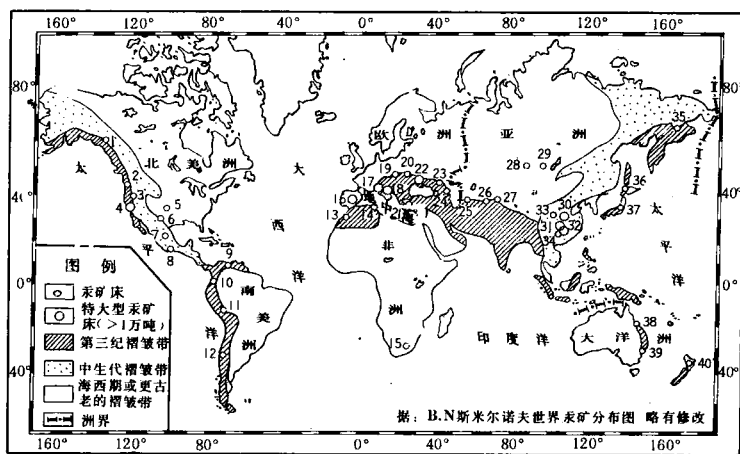


图1 世界主要汞矿分布略图

(据《中国矿床》上册)

- 1—宾奇湖(加拿大);2—奥里根州—奥巴里特等(美国);3—内华达州—内华达,斯季姆包特—斯波里格斯别尔申奇等(美国);4—加利福尼亚—新阿尔马丹、伊德利亚等(美国);5—德克萨斯州—杰尔林格乌阿,麦里斯维尔等(美国);6—坎萨斯州—佩基等(美国);7—达尔谢兹—那勃列兹(墨西哥);8—威特楚科(墨西哥);9—桑—哈西托(委内瑞拉);10—金德包(哥伦比亚);11—华卡维利卡(秘鲁);12—奥瓦里耶(智利);13—谢乌达(摩洛哥);14—柯斯—艾里—马(阿尔及利亚);15—梅尔西逊(南非联邦);16—阿尔马登(西班牙);17—蒙特阿米阿特(意大利);18—伊德里亚(南斯拉夫);19—马拉霍沃,梅尔巴科等(捷克斯洛伐克);20—外喀尔巴阡,大沙杨等(前苏联);21—卡拉布伦(土耳其);22—尼基托夫卡(前苏联顿巴斯);23—高加索—那罗马米逊(前苏联);24—赫别克等(前苏联);25—科彼特山—卡拉耶里奇,库尔苏里(前苏联);26—库吉坦哥(前苏联);27—南费尔干纳—海达尔堪,楚瓦等(前苏联);28—沃伊洛特—阿克达什,察干—乌尊等(前苏联);29—土瓦地区—捷尔林格等(前苏联);30—旬阳公馆(中国);31—务川(中国);32—万山(中国);33—穆黑(中国);34—益兰(中国);35—堪察加的科里亚克(前苏联);36—依托姆卡(日本);37—大和(日本);38—伊托基万(澳大利亚);39—普里干比尔,尤尔基尔巴尔(澳大利亚);40—普希(新西兰)