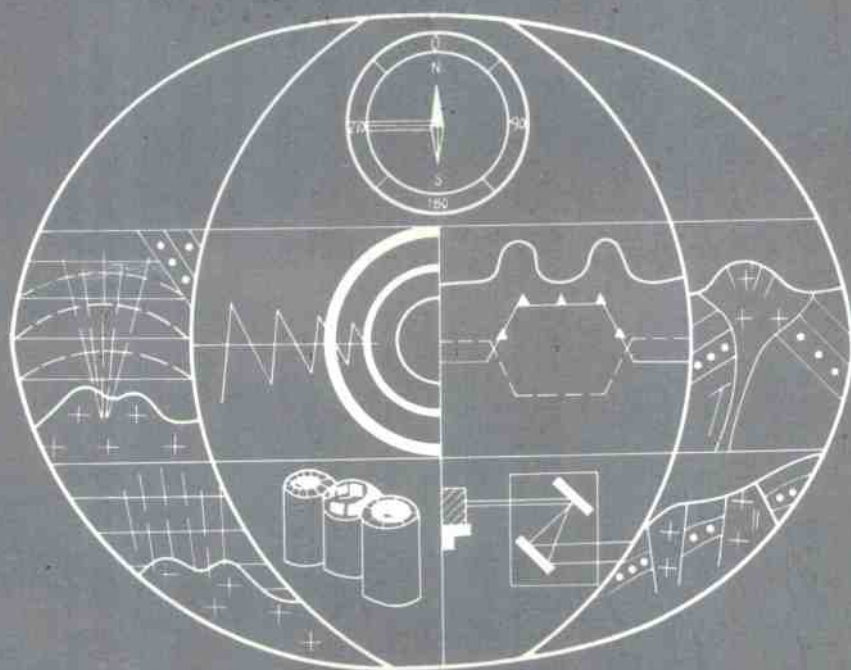


汞的地质地球化学



中国有色金属工业总公司地质勘查总局

矿产地质系列丛书

编号:017

汞的地质地球化学

花永丰著

(贵州有色地质勘查局)

中国有色金属工业总公司地质勘查总局

责任编辑:边绍志

排版、打字:吴健生 郭秀英 刘碧虹

校 对:张建枢

印 刷:中国有色金属工业总公司地质遥感中心

前 言

汞又称水银,是常温下唯一呈液态的银白色金属, -38.89°C 时凝成固体,比重 13.55,以其特异的物化性能广泛用于化学、电气、仪表、军工、医药、航天等领域。

汞主要聚集于汞矿之中,汞矿是有色金属矿产之一。汞除形成大量独立的汞矿床之外,广泛共生和以微量元素状态分布在有色金属、贵金属、能源等各种矿产之中,遍布世界众多国家和地区,是世界主要矿产资源之一。由于汞的物化性能特异,汞还以不同形式分布在地表水体、土壤、大气和动植物体内。

汞的单元素地质地球化学性质在有色金属、贵金属元素中,是最复杂、最具代表性、最具实践性和最富理论意义的元素之一。涉及地球科学、生命科学、环境科学等领域的各学学科。

中国是世界上发现和利用汞矿最早的国家,距今约 4000 年前即已发现和开始利用汞矿,汞矿资源丰富,勘查和研究程度都很高。作者毕生主要从事汞矿及其相关矿产锑、金的勘查和研究工作,本书是这方面的专著之一,在全面探讨世界汞矿研究现状的基础上,研究了汞的宇宙、热液、表生、有机、勘查地质地球化学问题,是一本内容广博,理论性和实践性较强的专著。

本书的编著出版工作是在中国有色金属工业总公司地质勘查总局的组织领导下进行的,始终得到专管地学工作的孙肇均副局长的关怀和支持,地质勘查总局的郑之英教授和孙延锦教授系统指导了编著工作,边绍志同志负责书稿的审定和编辑出版工作,著名地球化学矿床学家,中国科学院院士涂光炽教授,给了作者不少指导,为提高本书水平起了重要作用。

编著工作始终得到中国有色金属工业总公司贵州地质勘查局的关心和支持,刘存祥局长、董家龙副局长为编著工作的圆满完成提供了必要的帮助。

本书编著工作从 1997 年开始,经历了两年多时间。在 1998 年最

后修定书稿的阶段,贵州地质勘查局新一代地质科学后起之秀刘幼平、董光贵、金中国、杨成林、张克学、邹林参加了书稿编著的不少具体工作。

作者对以上提到的单位和个人表示深切的谢意!由于水平有限,书中缺点、错误难免,望读者本着取其精华的原则给予谅解。

花永丰

一九九九年十月

汞的地质地球化学

目 录

第一章 世界汞矿地质概述.....	(1)
第二章 汞矿地质分国论述	(15)
第一节 西班牙	(15)
第二节 意大利	(21)
第三节 中国	(30)
第四节 美国	(40)
第五节 原苏联	(53)
第六节 世界其它有关国家	(68)
第三章 汞的宇宙地质地球化学	(76)
第四章 汞的热液地质地球化学	(79)
第一节 汞矿成矿流体类型	(79)
第二节 汞矿成矿流体的基本组份	(82)
第三节 汞在成矿流体中的存在和迁移形式	(83)
第四节 成矿流体中汞的沉淀方式	(87)
第五节 热液成矿实验及辰砂晶体的人工培养	(91)
第五章 汞的表生地质地球化学	(95)
第一节 表生环境中汞的来源迁出机制	(95)
第二节 表生环境中汞的迁移形式	(105)
第三节 表生环境中汞的沉积富集机制	(108)
第六章 汞的有机地质地球化学	(109)
第七章 汞的勘查地球化学	(117)
第一节 汞作为指示元素的意义	(117)
第二节 自然重砂法	(117)
第三节 原生晕法	(118)
第四节 次生晕法	(120)
第五节 汞气找矿法	(120)
第六节 生物地球化学法	(123)
参考文献	(125)

第一章 世界汞矿地质概述

全世界开采汞矿的国家已达 70 多个,曾被不同程度开拓利用的矿山有数百个之多。这些矿山主要分布在以下几个主要国家:西班牙、意大利、中国、原苏联、美国及南斯拉夫(图 1)。按累计探明的基本储量排列,西班牙是最多的,其次依序是意大利、中国、原苏联、美国等。截止 1977 年前后,仅西班牙的阿尔马登(Almaden)汞矿床即已采出了近 25 万吨汞金属量。意大利的蒙特阿米亚塔(Monte Amiata)矿区,采出的汞金属约为 10 万吨左右。中国的万山等几大汞矿区也已采出了 5 万吨以上的汞金属量。这些被人类在不同历史时期采出的汞金属,曾以不同产品形式被利用,主要产品有两种:水银和辰砂。其中水银是最主要的产品,它在整个产量中的数量(以吨计)比例是 90%以上;作为第二产品辰砂,由于受粒度、晶形完好程度等要求的限制,很难找到足够的符合条件的资源,因此始终未能形成较大规模的生产,因此其所占产量比例就小得多。第二产品中的大粒辰砂,以晶体完美、色彩艳丽、晶形巨大而著称,作为宝石被博物馆陈列或进入市场,这类产品主要来自中国,价值很昂贵。正因为这个原因,人们才在汞矿开采过程中充分注意收集大粒辰砂晶体。

汞矿产品的应用在各个历史时期略有不同,普遍用于工业、农业、科学技术、医药卫生等领域。例如氯气—苛性碱的生产、电气设备、仪器仪表、涂料等方面。

世界汞资源的探明储量,据不完全统计数字,基本情况如(表 1)所列的数字,总储量约 80 万吨。

表 1 世界汞矿探明储量

国 家	储量(t)	国 家	储量(t)
西班牙	400000	土耳其	8000
意大利	100000	阿尔及利亚	7000
中 国	100000	突尼斯	7000
美 国	50000	奥地利	6000
苏 联	46500	爱尔兰	5000
日 本	18000	菲律宾	3000
加拿大	15000	秘 鲁	2000
墨西哥	15000	智 利	1000
南斯拉夫	10000	总 计	793500

汞的价格,70 年代前期,由于资本主义经济危机的影响,国际金属市场的价格景况很不理想,金属需要量普遍减少,价格大幅度下跌。一些国家因汞的市场价格过低而关闭矿山。1976 年后,汞的价格却因限制产量而连续几年出现了上涨的形势见(表 2),1981 年达到了较高的平均价格,即 407.77 美元/瓶。与此同时,一些关闭了的矿山又重新恢复生产,如意大利的蒙特阿米亚塔矿山,在 1976 年关闭,1981 年 4 月又宣布恢复生产。南斯拉夫的伊德里亚矿山,1977 年

停产,1981年10月又重新开工。除了经济形势的影响外,污染问题也严重地影响着汞的产销前途,各国对汞的污染越来越重视,对其限制越来越严。在1970年召开的国际环境会议上,汞被列为污染危害最大的五大元素之首。因此汞的代用品,再生汞的回收和利用很受重视,可以预计,如果不发现汞的新用途的话,汞的价格是不会有上升希望的。

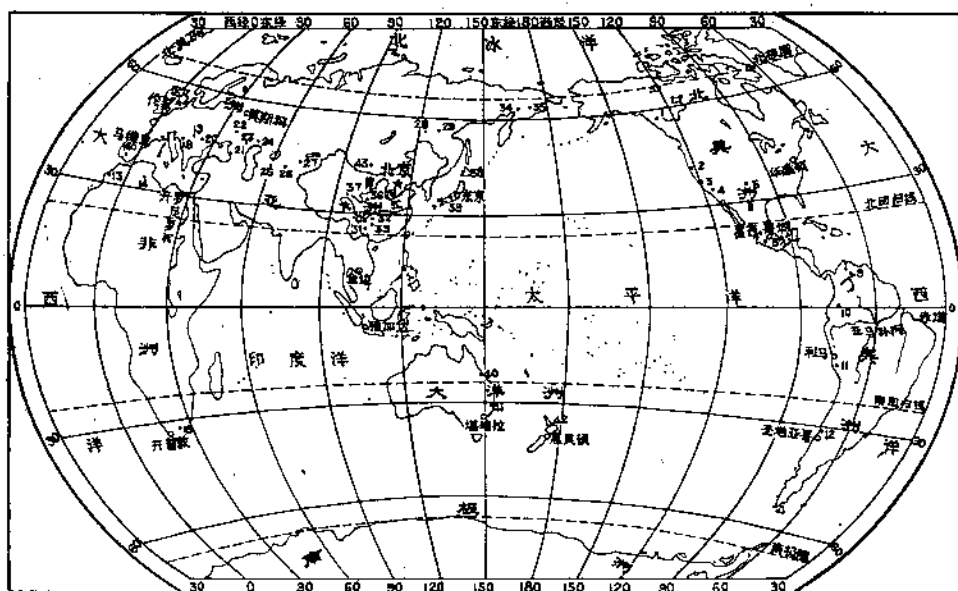


图1 世界汞矿分布图

1—宾奇湖(加拿大);2—奥里根州—奥巴里特(美);3—内华达州—内华达,斯季姆色特—斯波里格斯;别尔申奇等(美);4—加利福尼亚州—新阿尔马登,新伊德里亚等(美);5—德克萨斯州—杰尔林格乌阿,麦里斯维尔等(美);6—坎萨斯州—佩基等(美);7—达尔谢兹—那勃列兹(墨西哥);8—威特迪科(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—蒙塔—阿米亚塔(意大利);18—伊德里亚(南斯拉夫);19—马拉雷沃,梅尔尼科等(捷克斯洛伐克);20—喀尔巴阡大沙场等(原苏联);21—卡拉—布伦(土耳其);22—顿巴斯斯基托夫卡(原苏联);23、24—高加索罗马米逊,赫别克等(原苏联);25—科波特山—卡拉耶里奇,库尔苏里(原苏联);26—库吉坦哥(原苏联);27—南费尔干纳—海达尔堪,楚瓦等(原苏联);28—沃伊格特—阿克达什,察干—乌尊等(原苏联);29—土瓦地区—捷林林格等(原苏联);30—万山(中国);31—酒店塘(中国);32—木抽厂(中国);33—水银厂(中国);34、35—塔察嘉—柯里亚克等(原苏联);36—公馆(中国);37—穆黑(中国);38—依托姆卡(日本);39—大和(日本);40—伊托基万(澳大利亚);41—普里干比尔,威尔基尔巴尔(澳大利亚);42—普希—普希(新西兰);43—中亚蒙古汞矿区(蒙古);44—戈尔德拉姆(爱尔兰)

表2

国际市场汞价格(美元/瓶)

地 区	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1985	
年份										
纽约市场 (自由市场)	121.3	135.71	153.32	281.99	389.45	407.77	401.6	410.8	(304.3)	426.0

截止目前,有关汞的资源前景分析工作进行得不多,据美国1978年《世界矿业》和其它外刊文献资料分析,在资本主义国家主要金属矿产的保证前景中,到2000年汞被列入满足不了

需要的矿种之一。目前世界已探明的汞金属储量约 80 万吨左右,保有可能 20 万吨左右。按 1970—1981 年期间,世界平均年产汞量为 7885 吨(228550 瓶)计,再考虑到采、选、冶回收率,如以 80% 计算,那么生产 7885 吨汞需消耗 9856.25 吨金属储量。以这样的速度,本世纪末或下世纪初将会出现汞的短缺。并且随着开采时间的延长,一些世界著名的汞矿区,如阿尔马登、蒙特阿米亚塔、新阿尔马登、万山等,资源都可能趋向枯竭,开采深度会越来越深。因此,二十世纪以后汞的价格可能会因产量下降而回升,找矿工作也会进一步被重视。并且由于汞的储量和产量主要集中在前述的三、四个国家手中,所以这些国家可能会获得更大的支配世界汞消费市场的能力,因而得到更多的实际好处。因此,加强这个领域的找矿,争取找到更大的、开采条件更好的矿床,到二十一世纪将会是很有意义的,这就需要具有远见卓识和敢于承担风险的精神。

汞矿的找矿和研究工作与汞矿的开采不同,没有那么明显的起伏变化。相反,和其它一些学科一样,近 20 年来有了很大的发展,集中地表现在以下几个方面:

1. 成矿理论的研究进入了一个新时期,70 年代以来各种新技术、新方法已被广泛运用到汞的成矿作用,成矿机理的研究领域,带来了成矿理论的很多进步。例如矿床成因的问题,已突破了传统的单一的岩浆热液成因理论,而出现多来源多成因、卤水成因、沉积—热液改造成因等多种矿床成因观点。因而打破了长期以来“岩浆热液万能成矿论”的沉闷空气,形成了生动活泼的局面。出现了很多有重要价值的著作,如 F·绍佩(1973)的《雷亚尔城省阿尔马登汞矿地质》,何立贤(1981)主编的《汞矿地质与普查勘探》,花永丰(1982)的《中国汞矿成因及其找矿预测》等。它们标志着世界汞矿成矿理论的研究已进入了一个新的时期。

2. 找矿领域有了显著的扩大。60 年代以来,汞矿的找矿已扩展到几乎一切地质领域,所有内生地质作用和外生地质作用环境中都在进行。在岩浆火山作用活动和纯粹的沉积区,都找到或扩大了汞的资源。对各种有色金属,贵金属矿产,如铜、铅锌、砷、锑、黄金等;及石油、天然气、煤中的汞,也引起人们的兴趣,并通过综合回收形成了生产能力。特别是在那些缺少独立的工业汞矿床的国家,这种综合、产出的汞,成了重要的潜在资源。

3. 汞矿找矿方法、找矿手段有了很大改进和发展。随着成矿理论的发展,找矿方法改善很快,成矿预测工作日臻完善。传统的行之有效的次生晕、原生晕等地球化学勘查找矿方法发展很快。70 年代以后的找矿,世界性地已进入找深部矿、隐伏矿、肉眼难以辨认的矿和未知矿的时期。所以汞矿的找矿,除了认真踏实地加强基础地质研究、深化成矿理论研究、建立成矿模式、进行成矿预测外,还出现了很多新的找矿方法,如汞气测量找矿、水化学找矿、稳定同位素地质找矿、包裹体测温、盐晕找矿、卤族元素找矿,以及物探方法找矿等等。虽然某些方法的使用还未具有生产的价值,尚处于试验或半生产状态,但确实使人感到 70 年代以来找矿方法的进步,确有突飞猛进之势。

4. 测试技术的进步,提高了汞矿成矿预测的准确性。原子吸收方法、光谱分析方法已被广泛应用于汞矿找矿的各种样品分析,一次可以报出的元素最多达 30 余种;汞气测量仪器的灵敏度已达 $n \times 10^{-13}$ 克 Hg。电子探针、质谱仪等仪器,对研究汞的赋存形式,同位素组成,包裹体成分都起到了巨大的作用。汞的成矿模拟实验,成矿物理化学条件的研究,在中国、原苏联以及欧美一些国家都在进行。所有这一切,都标志着随着测试技术的发展,汞的测试也进入了一个新阶段。

对世界汞矿的基本地质地球化学特征,过去缺乏比较深入广泛的总结,特别在国内没有这

方面的完整资料。随着不少新的科学在地学中得到广泛普及应用,因此对汞矿床的基本地质特征的认识也深化和扩大了很多。因而给这方面的总结更赋予了不少新的含意。作者从以下10个方面,对世界汞矿床的基本地质地球化学特征,小结如下:

1. 世界汞矿的产出层位

截止目前已知,世界汞矿(化)床的产出地层层位十分普遍,如果把有高汞异常的层位也考虑在内,那么,从太古代到第四纪地层中可能都有汞矿(化)床产出。(表3)是世界部分汞矿(化)床的产出情况统计结果,统计的原则是以能充分反映不同的赋矿地层为准则,所以有些矿(化)床不一定是主要的工业矿床,但其产出层位却十分重要。从(表3)中可以看出汞矿产出层位的普遍性,但是看不出汞矿(化)床是否有主次多少之别。我们以(图1)中所列的72个世界主要汞矿床为主,编制了塔式(图2)图上清楚表明,24%的矿床是赋存在白垩纪地层中,其次是三叠纪地层中。如果概略地按已探明的储量比例计算,那么很大一部分汞储量来自志留纪地层,其次是来自白垩纪地层。

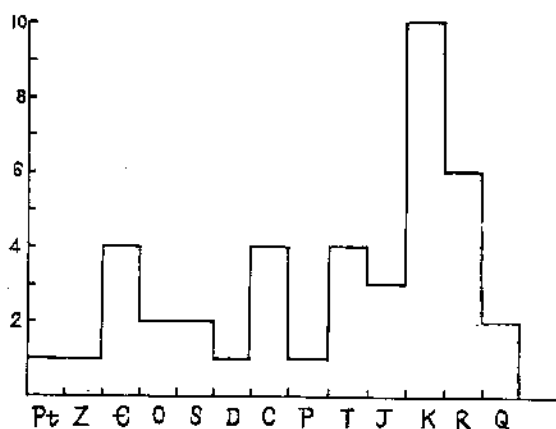


图2 世界部分汞矿床产出层位塔式图

表3

世界主要汞矿床产出地层年代

矿床名称	元古代	震旦纪	寒武纪	奥陶纪	志留纪	泥盆纪	石炭纪	二叠纪	三叠纪	侏罗纪	白垩纪	第三纪	第四纪
	Pt	Z	€	O	S	D	C	P	T	J	K	R	Q
西班牙阿尔马登汞矿					—								
意大利沙尔瓦多汞矿床											—		
意大利索伏拉特汞矿床											—		
意大利巴格罗汞矿床											—	—	
中国万山汞矿			—										
中国公馆汞矿						—							
中国木柚厂汞矿			—										
中国穆黑汞矿									—				
原苏联海达尔坎汞矿							—						
原苏联尼基托夫卡汞矿								—					
原苏联大萨彦汞矿													—
美国新阿尔马登汞矿									—	—	—	—	

矿床名称	元古代	震旦纪	寒武纪	奥陶纪	志留纪	泥盆纪	石炭纪	二叠纪	三叠纪	侏罗纪	白垩纪	第三纪	第四纪
	Pt	Z	Є	O	S	D	C	P	T	J	K	R	Q
美国新伊德里亚汞矿										—			
美国麦克德米特汞矿												—	
墨西哥威楚科汞矿											—		
南斯拉夫伊德里亚汞矿							—	—	—				
阿尔及利亚柯斯艾里马汞矿												—	
德国波法里茨基汞矿							—						
捷克斯洛伐克马拉雷沃汞矿											—	—	
美国内华达汞矿								—					
美国杰尔林格乌阿汞矿											—		
加拿大宾奇湖汞矿													
墨西哥达尔谢兹汞矿											—		
秘鲁黄卡维利卡汞矿											—		
日本依托姆卡汞矿												—	—
土耳其卡拉布伦汞矿													
摩洛哥谢乌塔汞矿			—	—	—								
南非联邦梅尔西逊汞矿	—												
澳大利亚伊托基万汞矿	—	—	—										
新西兰普希希希汞矿													

2. 世界汞矿的赋矿岩性

汞矿的赋矿岩性问题,在一些已出版的文献中曾有过总结报道,但多限于某一国家范围,而全球性的归纳总结还不多见。例如中国的汞矿,无论是按矿床(点)数目,或探明的储量比例计算 50% 以上的矿床(点)是赋存在沉积碳酸盐岩系中,只有个别的矿床与变质岩、火山岩有关。归纳全球的情况,90% 以上的汞矿床(点)或其探明的储量是分布在沉积岩系之中见(表 4),从(表 4)中看出产于火山岩、侵入岩或变质岩中的汞矿床(点)是极少数。同样以(图 1)中所列的 72 个矿床(点)为例,其中的大多数矿床的围岩是石灰岩、白云岩、泥质白云岩(其比例约占 70%),其次是砂岩、页岩、硬砂岩等沉积岩,另外还有少量不同种类的侵入岩、火山岩等。但若按探明储量计算,这个比例就很不一致了,如产在蛇纹岩中的矿床,虽只有新阿尔马登一个,但由于其储量巨大,比例就高一些。

国外有人对全世界的汞矿,作了较详细的统计,汞矿产于火山岩中者不少,其余产于沉积岩、变质岩及蛇纹岩中。产于火山岩中的有:玄武岩类、安山岩类各占 30% 左右,流纹岩类占 35%,余为粗面岩等。

3. 汞矿与岩浆侵入和火山喷发活动

汞矿与岩浆侵入和火山喷发活动之间的关系,无论是空间关系、时间关系或成生联系,都十分错综复杂,很难得出一致的结论。第一种情况的矿区,在汞矿床区内及其外围,没有岩浆岩体或火山岩系发育,是否有隐伏的侵入岩体也无从知道,通常被定为无岩浆侵入及火山喷发活动区,全球范围内的多数汞矿区属于这种情况。中国的绝大多数汞矿区(如湘黔汞矿带、务川汞

表 4

世界主要汞矿床围岩岩性

矿床名称	上覆岩石	含矿岩石	下伏岩石
西班牙阿尔马登汞矿	碳质页岩、石灰岩	石英岩、砂岩	碳质页岩、泥质页岩
意大利沙尔瓦多汞矿床	灰绿色粘土岩夹灰岩、粗面熔岩	货币虫页岩	灰岩夹燧石及页岩
意大利索伏拉特汞矿床	页岩夹灰岩	泥岩、砂岩、页岩、灰岩	页岩夹灰岩
意大利巴格罗汞矿床	页岩夹钙质岩、火山熔岩	灰色砂岩	砂岩、页岩夹泥质灰岩
中国万山汞矿	泥质灰岩、页岩	白云岩、石灰岩	泥质灰岩、页岩
中国公馆汞矿	粘土质白云岩、灰岩、千枚岩	白云岩	粘土质白云岩、灰岩
中国木柚厂汞矿		泥质白云岩、泥灰岩、石灰岩	
中国玉兰汞矿	灰岩、泥质灰岩	泥质灰岩、灰岩、硅质岩	硅质岩、灰岩
中国穆黑汞矿		砂岩、板岩	
原苏联海达尔坎汞矿	泥质页岩、绢云母页岩	石灰岩、似碧玉岩	
原苏联尼基托夫卡汞矿	页岩	砂岩	页岩
原苏联大萨彦汞矿	第四纪沉积	花岗闪长斑岩、凝灰岩	沉积凝灰岩、泥质板岩
美国新阿尔马登汞矿	摩擦粘土、砂岩	蛇纹岩	蛇纹岩、角砾岩
美国新伊德里亚汞矿	页岩、砂岩、断层角砾岩、玄武岩	砂岩、安山岩、页岩	砂岩、页岩
美国麦克德米特汞矿		流纹岩、凝灰岩、火山灰、蛋白石岩	
墨西哥成楚科汞矿		石灰岩	
南斯拉夫伊德里亚汞矿	泥质页岩、砂岩角砾岩	白云岩、泥青质页岩、石英质砂岩	
秘鲁黄卡维利卡汞矿	页岩	石灰岩、砂岩	
德意志联邦共和国波法利茨基汞矿区		粉岩岩株	
捷克斯洛伐克马拉雷沃汞矿		白云岩、安山岩、砂岩	
加拿大宾奇湖汞矿		石灰岩、石英岩、石英云母片岩	
墨西哥达尔谢兹汞矿	页岩、泥质砂岩、泥质片岩	石灰岩	
土耳其卡拉布伦汞矿		石英岩	
阿尔及利亚柯斯艾里马汞矿		砂岩、泥灰岩、片状粘土岩	
澳大利亚普里干比尔汞矿		花岗岩、花岗闪长岩	
澳大利亚伊托基万汞矿	页岩、砂岩、凝灰岩	角砾岩化安山岩	
新西兰普希普希汞矿	玄武岩	硬砂岩、石墨片岩	

矿带、桐麻岭汞矿带、公馆汞矿带)；美国的内华达州汞矿带；原苏联中亚各汞矿区等，都属这方面的实例。第二种情况，在汞矿床区及其外围，有较多的小岩浆岩体或零星的火山岩系分布，汞

矿床与这些岩体(系)之间的空间关系密切,但时间关系不明或不一致,成因联系也不清楚。这种情况的矿区还比较多,如中国的西秦岭汞锑成矿带;西班牙阿尔马登汞矿区;意大利蒙特阿米亚塔汞矿区等,矿区中都发育有一些零星的小侵入岩体和火山喷发岩系。第三种情况,在汞矿床区及其外围,有岩浆岩体或火山岩系发育,与汞矿之间有明显的时空关系,汞矿体以岩浆岩体或火山岩系为围岩,赋存在岩浆岩体或火山岩系之中或火山喷发管筒等构造内,这种类型的矿床实例不多,最典型的是美国的新阿尔马登汞矿床,主矿体就产于蛇纹石化的橄榄岩体之中;德米特里汞矿床则产于一个近乎垂直的火山岩筒内;原苏联远东堪察加地区的一些汞金矿床,主要产于第三纪至第四纪的火山喷发岩筒或岩丘等构造内,它们不仅时空关系密切,而且也有一致的成生联系。

总之,就各方面的情况而言,全球范围内的多数已知汞矿床(区)中,一般没有岩浆侵入和火山喷发活动;部分汞矿床(区)内,则有较多的零星侵入岩体或火山喷发产物,但它们与汞矿之间的成生关系多数尚未论定;而少数汞矿床(区)内,不仅有岩浆岩体或火山喷发活动,而且它们与汞矿之间有密切的时空关系,同属一种成因方式形成。

4. 汞矿的围岩蚀变特征

围岩蚀变无论在何种成因类型的汞矿床中都有发育。这方面的研究成果很多,由于肉眼就能观察,因此以描述地质学方式记载下来的汞矿围岩蚀变类型就有很多种。近些年来,随着测试手段的日臻完善,以及找矿工作的需要,还出现了一批专题性研究成果。归纳这方面的研究成果(表5),可以看出有以下几点特征。

世界汞矿的围岩蚀变类型,种类比较单一。总的以碳酸盐化为主,只有在矿床的产出与火山喷发活动或岩浆侵入活动紧密相关的矿床中,才有一些以硅酸盐化为主的蚀变,例如原苏联远东地区堪察加一带的汞矿床等。

蚀变类型总的属低温产物,一般形成温度是摄氏几十度至摄氏200℃,最高可能也只有300~400℃。中高温蚀变主要见于上述与火山喷发活动或岩浆侵入活动有关的矿床中。

再一特征是成因方式相同的矿床类型,其蚀变特征就很相似。

5. 汞矿的矿物共生组合

矿物共生组合是不同成矿过程的产物,由于矿床成因的不同,成矿作用过程的差异,就产生不同的矿物共生组合体。相反,如成因方式相同,那么产生的矿物共生组合形式一般说是相似或基本相似。综合世界一些典型矿床实例见(表6)。绝大多数汞矿床,其主要矿物共生组合特征都相同,差别只表现在次要矿物有所不同。如中国的几个矿床之间,只有个别矿物有差异,它们与西班牙的阿尔马登汞矿床、原苏联中亚等各汞矿床之间,都只有一些次要矿物的差异。当然,也有少数矿床,如墨西哥的咸楚科汞矿床,主要有用含汞矿物是硫汞锑矿,这是一个少有的很典型的实例。原苏联远东地区勘察加的一些汞矿床也是比较特殊的,其主要金属矿物和脉石矿物具有火山喷发内生成因的矿物组合特征。

表 5

世界主要汞矿床围岩蚀变

矿床名称	蚀变类型	
	主 要	次 要
西班牙阿尔马登汞矿	粘土化、硅化	方解石化、白云石化、沥青化
意大利亚沙尔瓦多汞矿床	黑色粘土化	方解石化、白云石化、沥青化
意大利蒙伏拉特汞矿床	灰色粘土化	方解石化、白云石化
意大利巴格罗汞矿床	硅化	白云石化、方解石化
中国万山汞矿	硅化、白云石化、方解石化	黄铁矿化、沥青化、萤石化、重晶石化
中国公馆汞矿	白云石化、硅化	黄铁矿化、重晶石化
中国木柚厂汞矿	方解石化、白云石化	硅化、重晶石化
中国玉兰汞矿	黄铁矿化、白铁矿化、方解石化、碳质化	水白云母化、硅化、高岭土化、重晶石化
中国穆黑汞矿	硅化、高岭石化	碳酸盐化、褐铁矿化、绿泥石化
原苏联海达尔坎汞矿	硅化、萤石化、粘土化	绢云母化、黄铁矿化、高岭土化
原苏联尼基托夫卡汞矿	地开石化、方解石化	沥青化
原苏联大萨彦汞矿	泥化	碳酸盐化、硅化、重晶石化
美国新阿尔马登汞矿	角砾岩化、蛇纹石化、粘土化	
美国新伊德里亚汞矿	碳酸盐化、高岭土化	蛋白岩化
美国麦克德米特汞矿	绿泥石化、高岭土化	碳酸盐化
墨西哥威楚科汞矿	角砾石化、白云岩化、石膏化	碳酸盐化、萤石化
南斯拉夫伊德里亚汞矿	角砾石化、方解石化、白云石化	石英化
德意志联邦共和国波法利茨基汞矿区	角砾岩化、硅化	绢云母化
南非锦山顶汞矿	片理化、碳酸盐化	绿泥石化
澳大利亚伊托基万汞矿	角砾岩化、方解石化	硅化
新西兰普希普希汞矿	角砾岩化、硅化	方解石化
阿尔及利亚阿斯艾里马汞矿	粘土化	硅化
秘鲁黄卡维利卡汞矿	角砾岩化、黄铁矿化	重晶石化、沥青化
德国波法里茨基汞矿	绢云母化、粘土化	赤铁矿化
捷克斯洛伐克马拉雷沃汞矿	硅化、方解石化	安山岩化
美国苏里弗尔一班克汞矿	碳酸盐化、高岭土化	蛋白石化、石膏化
美国卡林型汞金矿	重晶石化、黄铁矿化、粘土化	沥青化

表 6

世界主要汞矿床矿物共生

矿床名称	金属矿物		脉石矿物	
	主	次	主	次
西班牙阿尔马登汞矿	辰砂	自然汞、黄铁矿、黑辰砂	石英	方解石、白云石、沸石、沥青、重晶石
意大利沙尔瓦多汞矿床	辰砂	自然汞、雄黄、雌黄、白铁矿、黄铁矿	石英、黑色粘土	方解石、沥青、喷气
意大利塞尔文拉汞矿床	辰砂	雄黄、雌黄、黄铁矿	石英、石膏、黑色粘土	方解石、白云石、沥青、有机质
意大利索伏拉特汞矿	辰砂	自然汞、雌黄、黄铁矿	灰色粘土、石英	方解石、沥青、喷气
中国万山汞矿	辰砂	黑辰砂、自然汞、辉锑矿、闪锌矿、辉铋矿、黄铁矿、雄黄、雌黄	石英、白云石、方解石	沥青、萤石、石膏、重晶石
中国公馆汞矿	辰砂	自然汞、辉锑矿、闪锌矿、蓝铜矿、辉钼矿、黄铁矿	白云石、石英	重晶石
中国木柚厂汞矿	辰砂	自然汞、辉锑矿、闪锌矿、黄铁矿、方铅矿、辉钼矿、雄黄	方解石、白云石	石英、重晶石、萤石、石膏
中国德黑汞矿	辰砂、辉锑矿、白钨矿	自然汞、黄铁矿、白铁矿、褐铁矿	石英	方解石、高岭石等
原苏联海达尔坎汞矿	辰砂、辉锑矿	自然汞、雄黄、雌黄、蓝铜矿、闪锌矿、辉钼矿、红铜矿、黑辰砂、汞膏、碳酸铜、黄铁矿	石英、萤石、方解石	粘土矿物、重晶石、绢云母
原苏联大萨彦汞矿	辰砂	黑辰砂、白铁矿、黄铁矿、闪锌矿、辉锑矿	方解石、菱铁矿、水纤菱铁矿	石英、玉髓、重晶石等
原苏联尼基托夫卡汞矿	辰砂	辉锑矿、黄铁矿、毒砂、辉铋矿、黄铜矿	石英、地开石、方解石、白云石	高岭石、臭葱石、水绿矾、泻利盐
原苏联克利扬斯克锑汞矿床	辰砂	辉锑矿、闪锌矿、黄铁矿、雄黄、雌黄等	方解石、白云石、萤石等	重晶石、沥青、石英
原苏联堪察嘉金汞矿床	碲金矿、碲汞矿	碲银矿、辉银矿、辰砂、雄黄、雌黄、斑铜矿、碲铜矿、碲铅矿	地开石、明矾石、冰长石等	石英、玉髓、方解石等
美国新阿尔马登汞矿	辰砂	黄铁矿、辉锑矿、闪锌矿、雄黄	石英、玉髓、蛋白石、方解石	
美国新伊德里亚汞矿	辰砂	黄铁矿、辉锑矿	方解石、白云石	高岭土、蛋白石
美国麦克德米特汞矿	辰砂、科尔德里石	辉锑矿、黄铁矿、闪锌矿等	碳酸盐、石英、玉髓	高岭石、绿泥石等

续表 6

矿床名称	金属矿物		脉石矿物	
	主	次	主	次
美国加利福尼亚硫磺滩	辰砂	辉锑矿、雄黄、自然汞、黄铁矿	自然硫、硫磺、石英	方解石、沸石、萤石等
墨西哥成楚科汞锑矿床	硫汞锑矿、辰砂	辉锑矿、黑辰砂、黄铁矿、雌黄	自然硫、萤石、白云石、石膏、硬石膏	
南斯拉夫伊德里亚汞矿床	辰砂	黑辰砂、自然汞、黄铁矿	方解石、白云石、沥青	石英、白云母
美国加利福尼亚州奥泽尔湖苏里弗尔—班克汞硫矿床	辰砂	硫磺、黄铁矿、辉锑矿、硫华	方解石、白云石、高岭石	蛋白石、喷气
美国加利福尼亚州诺克斯维尔汞金矿	辰砂、金、银	黑辰砂、黄铁矿、白铁矿、黄铜矿、闪锌矿、辉银矿、硫锑铜银矿、方铅矿、辉锑矿	石英、蛋白石、方解石、白云石	
秘鲁黄卡维利卡汞矿	辰砂	黄铁矿、毒砂、雄黄	方解石、石英、重晶石	沥青
澳大利亚昆士兰州汞矿	辰砂	黑黝铜矿、菱铁矿	方解石、石英	
德意志联邦共和国波法利茨基汞矿区	辰砂	自然汞、甘汞、银汞齐、辉锑矿、菱铁矿、赤铁矿、黄铁矿	石英	
捷克斯洛伐克马拉雷沃汞矿	辰砂	毒砂、白铁矿、雌黄、雄黄	石英	方解石、玉髓
南非联邦梅尔西逊汞矿	辰砂、辉锑矿	毒砂、黄铁矿、辉砷镍矿、黝铜矿、辉锑矿、黑辰砂、金	石英	方解石、白云石
新西兰普希普希汞矿	辰砂		玉髓、石英	方解石

6. 汞矿的成矿系列

汞矿成矿系列,即与汞矿在成矿时间上相近,空间分布上相邻,成因方式上类似的其它矿种,与汞矿共同形成一个成矿系列。这种成矿系列比传统意义的共生组合,含意更广泛一些,不仅包括在汞矿床、矿体中共生的有用工业矿体,还包括在同一汞矿区中,不同部位产出的其它多种有用矿产。关于成矿系列的研究已很深入,综合目前世界上的基本认识,大致有以下一些汞矿成矿系列。

Hg—Se—V—Ni—Mo—U—K—P 成矿系列。以中国寒武系中、下寒武统碳酸盐岩碎屑岩系中的汞矿最典型,在一个几十 km² 的汞矿区内,下寒武统底部黑色碳质有机质页岩中赋存有似层状的 V、Ni、Mo、U、P 矿;向上黑色页岩中有储量巨大的非自溶性含钾页岩矿床;再向上在下寒武统及中寒武统的碳酸盐岩中有层状汞矿产出,同时有 Se、U 矿体在同一部位形成。如万山汞矿区,就是这样一个完整的成矿系列。

Hg—Sb 成矿系列,很常见,特别在原苏联、意大利等国家,不少汞矿与锑矿共生。

Hg—Sb—W 成矿系列,这种系列的矿床在土耳其、原苏联、中国都有分布,普遍具有层控

特征。三种元素常以某一种为主,其它具有综合利用的价值。

Hg—Sb—Zn 成矿系列,这也是较常见的一种成矿系列,很多国家都可见到。但多数情况下以铅锌矿为主。汞也有工业利用的价值。中国的凡口铅锌矿就是一个实例,铅锌为主,汞品位可达万分之几,少数高达千分之几,在生产铅锌同时,每年可生产几十吨以至几百吨汞。

Hg—Au—Ba 成矿系列,汞矿、金矿及重晶石矿三者形成一定的紧密共生的矿床系列,美国的卡林型金矿是最典型的实例,本类型矿床在中国、澳大利亚也存在。

Hg—Au—Ag 成矿系列,在一些火山岩中时有分布,特别是环太平洋成矿带中有不少此类矿床点,三种元素多数情况下都具有工业价值。

Hg—石油天然气成矿系列,很多石油天然气田中,都存在高量的汞,有一部分油气田中汞还达到了综合利用的价值,可以从油气中回收汞。

以上是几种常见的、认识较统一的成矿系列,随着认识的深化,这些系列将会进一步完善,也还会有新的系列发现。

7. 汞矿的品位特征

全球范围内各汞矿的品位,按最低工业要求或实际开采品位计算,差别是很大的。中国汞矿虽然面广点多,储量丰富,但品位不高,工业最低品位定为 0.04%,矿床平均品位一般为 0.3%,最低的只有 0.1% 左右。实际开采品位一般是 0.3% 左右,低的时候只有 0.1%。原苏联的汞矿,其品位高低和中国的情况差不多,可能略高一点。汞品位最高的矿床主要分布在地中海沿岸各国,例如西班牙阿尔马登汞矿是举世闻名的,该矿床的品位自有比较正确完整的记载以来,各种资料说明是很高的,平均品位是 2.12%~9.67%,各时期的开采品位也很高,从早期到晚期逐渐下降。这种高品位的特征,是阿尔马登汞矿成为储量丰富,举世闻名的重要原因。意大利的汞矿品位也高,美国的新阿尔马登汞矿品位也高。从(表 7)中归纳大部分汞矿床的情况,大致有以下一些基本特点。

表 7 世界主要汞矿床汞品位

矿床名称	一般品位(%)	最高品位(%)	近期品位(%) (年份)
西班牙阿尔马登汞矿	0.6—20	37	2.12(1975)
意大利蒙特亚米阿塔汞矿区	0.33—4.5	27	0.50(1970)
中国万山汞矿	0.08—0.65	15	0.31(1985)
中国木柚厂汞矿	0.1—0.2	0.3	0.16(1985)
中国大发硐汞矿	0.1—1.5	>10	0.5(1985)
中国白马硐汞矿	0.02—0.2	4	0.2(1984)
中国玉兰汞矿	1—5	>10	
中国公馆汞矿	0.1—20.0	>20	0.3(1985)
中国穆黑汞矿	0.005—1.71	>10	0.3(1985)
美国新阿尔马登汞矿	0.26—32.62	32.62	0.48(1975)
南斯拉夫伊德里亚汞矿	0.19—9.68	>10	6.24(1975)
原苏联海达尔坎汞矿	0.2—20.0	>30	0.45(1975)
原苏联尼基托夫卡汞矿	0.2—20.0	>20	4(1980)