



矿石分析丛书



汞矿石分析

KUANG SHI FEN XI



地质出版社



56.85
633

矿 石 分 析 丛 书

汞 矿 石 分 析

贵州省地质矿产局实验研究所 编著

36552 / 53

地 质 部 编 著

(京)新登字 085 号

汞 矿 石 分 析

贵州省地质矿产局实验研究所 编著

责任编辑：关 英

地质出版社出版发行

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路 29 号)

新华书店总店科技发行所经销

开本：850×1168¹/₃₂ 印张：6 字数：153000
1992年8月北京第一版·1992年8月北京第一次印刷
印数：1—600 册 定价：4.85 元
ISBN 7-116-01037-8/P·884

前 言

我国是世界主要产汞国之一。多年来，我国岩矿分析工作者在汞矿石分析方面作了很多研究工作，进行了大量的实践，积累了丰富的经验，但目前尚无一本汞矿分析专著出版。因此，我们应地质出版社之约，总结了国内汞矿分析的经验，同时吸收了一些国外的先进分析方法，编辑成此书，供从事汞及汞矿分析工作者参考。

本书主要是针对汞矿中所含的各种元素，介绍有实用意义的分析方法。书中所述方法都是各实验室，特别是作者单位长期使用的方法，是经过生产实践长期考验的。

针对汞矿的特点，对汞的地球化学特征、矿石样的制备、试样的分解、汞的分离和富集方法等作了简要的阐述。根据不同矿床类型中伴生元素的赋存状态，对伴生的有益和有害元素、汞矿单矿物分析和物相分析也作了较详细的叙述。为配合找矿需要，对化探样品中痕量汞的分析方法有专章详细介绍。

本书编写分工：第二章，陈履安；第六章，伍宗华；其余各章，盛建豪。

在本书编写过程中得到了有关生产、科研单位的支持。贵州省地矿局一〇三地质队吕福生高级工程师与我所万琼华高级工程师一道到国内有关单位收集资料、查阅文献；万琼华同志还对书中一些分析方法进行了试验验证工作；贵州省地矿局领导和科技处的同志始终关怀、支持本书的出版；张佩华高级工程师、颜茂弘、朱昭阳副研究员及冯家积高级工程师分别审阅了书稿，并提出许多宝贵意见。在此一并致谢。

限于作者的水平，加之时间仓促，书中谬误之处，恳请批评指正。

作 者

I

42258

目 录

前言

第一章 汞和汞的地球化学	1
一、汞的化学性质	2
二、汞在地壳中的分布情况及汞的主要矿物	6
三、我国汞矿床的矿石类型及其中常量、微量元素 素的地球化学	8
四、工业对汞矿石的要求	13
第二章 汞矿石分析样品的制备和分解	15
一、分析样品的制备	15
二、汞矿石样品的分解	17
(一) 测汞试样的分解	17
(二) 系统分析试样的分解	17
(三) 单独取样测定汞矿石中伴生元素试样的分解	18
第三章 汞的分离与富集	20
一、高温挥发法	20
二、卤化物挥发法	21
三、沉淀法	22
(一) 沉淀汞离子	22
(二) 沉淀其它离子	22
四、萃取法	23
(一) 碘化物法	23
(二) 二乙基二硫代氨基甲酸钠 (DDTC) 法	24
(三) 高分子胺法	24
(四) 烷基硫代磷酸法	24
(五) 噻唑类试剂法	25
(六) 双硫脲法	25

第四章 汞的测定	26
一、硫氰酸钾容量法	27
二、铜试剂容量法	36
三、双硫脲萃取光度法	39
四、孔雀绿萃取光度法	41
五、原子吸收法	42
六、X-射线荧光法	44
第五章 痕量汞的测定	45
一、痕量汞的预富集	45
二、痕量汞的测定方法	47
(一) 比色法	47
1. 碘化铜比色法	47
2. 双硫脲比色法	48
(二) 冷原子吸收法	50
1. 金汞齐原子吸收法	50
2. 封闭循环式冷原子吸收法	54
(三) 原子荧光法	55
(四) 金膜电阻率法	57
(五) 塞曼原子吸收测汞仪的应用	58
1. 塞曼原子吸收测汞仪简介	58
2. 标准汞化合物热释谱图的制作	58
3. 汞存在形式的测定	59
第六章 汞矿石全分析	60
一、常量系统分析	63
(一) 二氧化硅	63
1. 一般汞矿石中二氧化硅的测定	67
2. 含重晶石、天青石的汞矿石中二氧化硅的测定	68
3. 含萤石、重晶石、天青石的汞矿石中二氧化硅的测定	68
4. 汞锑矿石中二氧化硅的测定	69
(二) 三氧化二铝	70
1. 酒石酸-EDTA 容量法	70

2. 酒石酸-EDTA-氟盐取代法	72
3. 汞矿中低量铝的精确络合滴定法——硝酸亚汞- EDTA 铁和铝的连续测定法	74
4. 铬天青 S-十六烷基三甲基溴化铵光度法	77
(三) 三氧化二铁	79
1. 硝酸亚汞容量法	79
2. 磺基水杨酸光度法	80
(四) 二氧化钛	81
(五) 氧化钙和氧化镁	83
1. 分离-络合滴定法	83
2. 掩蔽-直接络合滴定法	91
3. 氨分离-连续络合滴定法	95
(六) 氧化锰	96
(七) 五氧化二磷	96
二、半微量系统分析	96
(一) 二氧化硅	97
(二) 三氧化二铁	100
(三) 三氧化二铝	100
(四) 二氧化钛	101
(五) 氧化钙和氧化镁	101
三、酸溶系统分析法	101
(一) 酸溶系统分析溶液的制备	103
1. 氢氟酸-高氯酸法(适用于一般汞矿石)	103
2. 氢氟酸-硫酸法(适用于汞锑矿)	103
(二) 氧化钾和氧化钠	103
(三) 氧化钙和氧化镁	104
(四) 氧化锰	105
1. 原子吸收法	105
2. 过硫酸铵光度法	106
(五) 三氧化二铁	107
(六) 五氧化二磷	109
四、其它组分的测定	110
(一) 三氧化硫	110

(二) 二氧化碳	112
1. 非水滴定法	112
2. 酸碱中和法	115
(三) 烧失量	117
(四) 铅和锌	118
1. 原子吸收法	118
2. 极谱法	120
(五) 钡和锶	121
1. X-射线荧光法测定钡和锶	121
2. 铬酸钡容量法测定钡	122
3. 原子吸收法测定锶	124
(六) 氟	125
第七章 汞矿石中微量元素的测定	129
一、铋	129
(一) 硫酸高铋容量法	129
(二) 硫脲-碘化钾光度法	131
(三) 原子吸收法	132
二、砷	133
(一) 砷化氢分离-钼蓝光度法	134
(二) 钼蓝差减法	136
三、硒和碲	138
(一) 硒试剂萃取光度法测定硒	140
(二) 丁基罗丹明B萃取光度法测定碲	144
四、钼	145
硫氰酸钾光度法	146
五、铊	146
萃取分离-结晶紫光度法	148
六、铀	151
(一) 铀试剂Ⅲ光度法	151
(二) 钒酸铵容量法	155
七、金	157
(一) 原子吸收法	157

(二) 硫代米蚩酮全差示光度法	159
第八章 汞单矿物及汞精矿石分析	162
一、辰砂单矿物及精选矿石分析	162
(一) 第一方案	162
(二) 第二方案	164
二、灰硒汞矿单矿物分析	171
第九章 汞矿石物相分析	173
一、汞矿石的物相分析	174
二、汞冶金产品中汞的物相分析	175
参考文献	180

第一章 汞和汞的地球化学^[1-21]

汞，俗称水银，和锌、镉同为周期表上第二副族元素。其原子序数为 80，原子量为 200.59，是唯一的常温下为液态的金属元素。汞的许多物理和化学性质与一般金属乃至同族金属显著不同，而具独特之处（见表 1-1）。这与汞的原子结构特殊有关。

表 1-1 汞、锌、镉的一些物理化学性质

元 素 性 质	Zn	Cd	Hg	汞的特点								
核电荷数	30	48	80	最高								
外层电子结构	3d ¹⁰ 4S ²	4d ¹⁰ 5S ²	4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6S ²	较特殊								
第一电离势 (千焦/摩尔)	906	867	1008	最高								
第二电离势 (千焦/摩尔)	1729	1624	1800	最高								
金属半径 (皮米)	138	154	157	汞与镉相差不大								
共价半径 (皮米)	131	148	149	汞与镉相差不大								
M ²⁺ 离子半径 (皮米)	74	97	110	汞与镉相差不大								
密度 (克/厘米 ³)	7.133(25度)	8.65(20度)	13.546(20度)	最大								
熔点 (度*)	419.58	320.9	-38.87	最低								
沸点 (度)	907	765	356.58	最低								
升华热 (千焦/摩尔)	131.38	112.55	61.92	最低								
气化热 (千焦/摩尔)	114.64	100.00	58.58	最低								
比热 (焦/克·度) (0—100度)	0.390	0.234	0.138	最低								
电负性	1.66	1.46	1.44	最低								
标准氧化还原	<table><tr><td>M²⁺/M</td><td>-0.763</td><td>-0.403</td><td>0.854</td></tr><tr><td>M₂²⁺/M</td><td>-</td><td><-0.2</td><td>0.789</td></tr></table>			M ²⁺ /M	-0.763	-0.403	0.854	M ₂ ²⁺ /M	-	<-0.2	0.789	最高
M ²⁺ /M	-0.763	-0.403	0.854									
M ₂ ²⁺ /M	-	<-0.2	0.789									
电位 (伏)	<table><tr><td>M²⁺/M</td><td>-</td><td><-0.2</td><td>0.789</td></tr></table>			M ²⁺ /M	-	<-0.2	0.789	最高				
M ²⁺ /M	-	<-0.2	0.789									
地球化学电价	0, 2+	0, 2+	0, 1+, 2+	有三种								

* 指摄氏度。

一、汞的化学性质

1. 汞的原子结构 汞是第六周期的元素，核电荷数为 80，具有 $18+2$ 的次外层和最外层电子结构。更为特殊的是，其外数第三层的电子结构为 32。根据理论计算，这三层的电子结构是一种封闭的饱和结构。这就是汞在物理和化学性质上，在许多方面不同于一般金属乃至同族元素的原因，也是单质汞有相当大的化学惰性的原因。因此，有人把单质汞称为金属中的“惰性气体”。汞有二种氧化态： $+2$ 和 $+1$ 。电导测定、拉曼光谱等研究表明，在汞的 $+1$ 价化合物中，汞是以双聚离子 Hg_2^{2+} 出现的，两个亚汞离子 Hg^+ 间形成一个共价键 $\text{Hg}^+:\text{Hg}^+$ ，以便维持二者都是外三层为 32、18、2 的类汞原子结构而能稳定存在。

从外层电子结构可见，汞原子失去两个最外层电子成为汞离子 Hg^{2+} 时，其外层电子为 $5s^2$ 、 $5p^6$ 、 $5d^{10}$ 的稳定结构。当有配位体与之接近时，其最外层的一个 $6s$ 空轨道和 3 个 $6p$ 空轨道就会发生 sp^3 杂化，形成稳定的外轨型络合物。

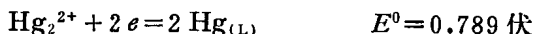
根据 G. N. Lewis (路易斯) 的软硬酸碱理论，酸就是电子对的接受体；碱就是电子对的给予体。所谓硬酸，是指正电荷高、体积小、变形性低、不易失去电子的电子接受体；反之则为软酸。所谓硬碱，是指给出电子对的原子的电负性大、难被氧化、外层电子不易失去的电子对的给予体；反之则为软碱。即硬酸、硬碱不易变形；软酸、软碱容易变形。汞(II)离子由于具有上述的原子结构，和本族元素锌、镉离子相比较，由于核电荷数高而外层电子对核的屏蔽作用不强，因而有效核电荷数高，而具有较大的极化力和变形性，属于典型的软酸。根据“软亲软，硬亲硬，软硬交界两相亲”的规律， Hg^{2+} 能和软碱 S^{2-} 、 Se^{2-} 、 Te^{2-} 、 CN^- 、 I^- 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 等形成特别稳定的化合物或络合物；也能和中间碱，如 Br^- 、 Cl^- 等形成相当稳定的化合物或络合物。

2. 单质汞 从表 1-1 可见， Hg^{2+}/Hg 的标准电位比锌和

镉的高得多。因此，汞极难以被氧化，只有在接近其沸点时才能与氧缓慢作用生成氧化汞。汞具有特别的亲硫性，加热时易与硫直接化合生成硫化汞。在有氧存在的情况下，气态 H_2S 可与汞作用生成硫化汞。汞直接与卤素作用生成卤化汞 (II) 或卤化亚汞 (I)。汞不与稀的硫酸、盐酸和稀碱等反应，但和热的稀硝酸反应，生成硝酸汞 (I)；和热硝酸反应，生成硝酸汞 (II)。

3. 亚汞离子 Hg_2^{2+} 及其化合物 单质汞与有限量的卤素 X 作用或在水溶液中还原汞 (II) 盐时，可生成亚汞盐或亚汞离子。其主要的化合物有 Hg_2X 、 Hg_2SO_4 、 $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 等。

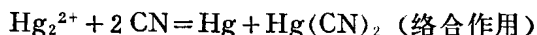
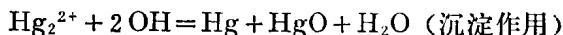
和亚汞有关的标准氧化还原电位如下：



对于歧化反应：



因此，只有其电极电位在 0.789 伏—0.854 伏范围内的氧化剂才能使汞 (0) 氧化为汞 (I) 而不被氧化成汞 (II)。但普通的氧化剂不符合这一要求，故以过量的氧化剂处理汞时，汞完全被转化为 $\text{Hg}(\text{II})$ 。然而，当汞过量 50% 以上时，却只能得到 $\text{Hg}(\text{I})$ 。从歧化反应的标准氧化-还原电位看， Hg_2^{2+} 是稳定的，但由于沉淀作用或络合作用，使 Hg^{2+} 的活度大大减少，歧化作用仍易发生。例如：



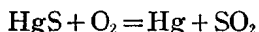
因而，稳定的亚汞化合物是为数不多的。

4. 汞的氧化物 汞有三种氧化物：氧化汞、氧化亚汞和过氧化汞。其中，只有氧化汞是稳定的。其中，氧化亚汞在常温下也会歧化分解为汞和氧化汞，加热时分解更快。过氧化汞更不稳定，极易分解成氧化汞和氧。只有氧化汞是较稳定的，但加热到 400°C 以上，也分解为汞和氧气。

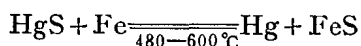
5. 汞的硫化物 汞的硫化物比氧化物稳定得多（见1.汞的原子结构）。

硫化汞主要以两种形式存在，红色六方体的 α -HgS，即辰砂和具有闪锌矿结构的六面体的 β -HgS（黑辰砂）。红辰砂是汞在自然界中最主要的存在形式。黑辰砂则是一种亚稳定状态，在一定条件下（例如加热到 386°C ），转化为辰砂。

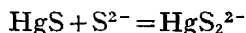
硫化汞的化学性质极其稳定，在水中十分难溶，其溶度积为 4×10^{-53} ，在水中的溶解度仅为 $1 \times 10^{-6} \text{ g/100 g 水}$ 。它不溶于一般的强酸，只能溶解在浓的氢溴酸（HBr）、氢碘酸（HI）和王水中。因此，进行汞矿石试样的分解时常采用王水处理。加热时，氧使硫化汞转化为 HgSO_4 、 SO_2 、 Hg_2SO_4 和汞的混合物。而在 150°C 以上加热时，硫化汞与氧作用生成 Hg 和 SO_2 。



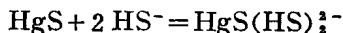
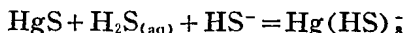
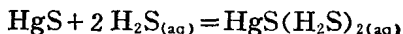
这一反应是汞冶金的基本反应。在汞矿石的分析中，常使矿样中的辰砂与铁粉一起在高温下反应，使其还原成汞并馏凝聚而与其他元素分离，其反应如下：



硫化汞可溶于碱金属硫化物的水溶液中。例如，HgS 和碱性的硫化钠溶液作用时，生成硫汞络离子而使硫化汞溶解。



若为中性溶液或酸性溶液，则主要生成硫氢合汞络离子，反应如下：



这些反应，在地球化学上被认为是汞运移富集的本质因素。

在特定的条件（如在密闭容器中，在惰性气体保护下）适当加热 HgS，它可以不经分解而直接升华。

6. 汞的卤化物 汞的卤化物中，氯化物较为重要。

氯化汞 (HgCl_2), 俗称升汞。为白色针状结晶, 稍溶于水、弱酸和乙醇中。溶解度随温度增高而显著增大。由于其分子结构很接近于共价化合物, 溶于水而不发生电离, 是最典型的络分子。

升汞有剧毒, 内服 0.3 g 就能致人死命, 使用时务必充分注意。

在氯化汞的酸性溶液中加入适量的氯化亚锡 (SnCl_2) 溶液, 可将氯化汞还原为氯化亚汞 (Hg_2Cl_2):

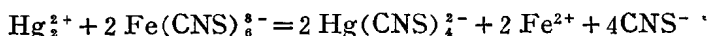


若氯化亚锡过量, 氯化汞则被还原成金属汞:



后一反应广泛应用于汞的检验和测定中。在使含汞试样中的汞转化为氯化汞后, 经过量氯化亚锡还原为汞而供原子化, 作冷原子吸收法测定。此外还有氯化亚汞 (Hg_2Cl_2), 俗称甘汞, 为白色粉末状晶体。甘汞能溶解于盐酸而微溶于水, 少量甘汞无毒。氯化亚汞是一种很不稳定的化合物, 在阳光下就会发生分解。

7. 其它化合物 含氧酸盐, 如硝酸汞和硝酸亚汞。硝酸亚汞在酸性溶液中能定量还原三价铁, 在有过量硫氰酸盐存在下, 还能阻止硫氰酸汞沉淀, 同时还是滴定铁的指示剂。其反应如下:



此外, Se、Te 常取代辰砂中的 S, 以类质同象形式或以单矿物形式存在于天然辰砂中, 后者的例子如灰硒汞矿。

8. 汞的络合物 前已述及, 汞原子失去两个电子成为汞 (II) 离子后, 其最外层的一个 6s 空轨道和 3 个 3p 空轨道可与配位体的孤对电子发生 sp^3 杂化形成外轨型络合物。汞与 S^{2-} 、 Se^{2-} 、 Te^{2-} 、 R_2S 、 RSH 、 SCN^- 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 CN^- 和 I^- 、 Br^- 、 Cl^- 等形成稳定的络合物。在这些络离子或络分子中, 中心原子和配位体之间的键显示出相当显著的共价特征。因此, 在卤化汞加卤素离子 X^- 的溶液中, 汞的存在形态实际上是 HgX^+ 、 $\text{HgX}_{2(\text{aq})}$ 、 HgX_3^- 、 HgX_4^{2-} 这些络合物。和同族元素锌、镉相比, 汞的络合物稳定得多。

汞的络合物的高度稳定性, 在分析化学上, 是溶解、富集、

分离、检验和测定汞的理论依据；在地球化学上，是汞矿形成过程中汞质运移和富集的内在原因；在冶金学上，是汞的湿法冶金的理论基础；在环境科学上，也是用以防治和消除汞污染所必须遵从的规律之一，等等。因此，汞的络合物具有普遍的重要意义。

9. 有机汞化合物 有机汞化合物亦称有机汞。它是汞原子和碳原子直接键合的一类化合物。有机汞对人的毒性要比无机汞大得多。

在地球化学上，由于汞的一般存在形式(或物种)在有机溶剂中比在水中易溶，特别是有机汞化合物和汞的有机酸络合物，更易溶解在有机溶剂中，而且在自然条件下汞易形成这些化合物。因此，汞易被石油捕集，故在石油中常有汞的富集。资料指明，美国加利福尼亚州 Cymric 油田的石油中汞的分析结果达 $2\,000(10^{-9})$ ，是地球水圈平均丰度 0.03×10^{-9} 的 66 000 多倍！以至人们把汞气测量作为寻找地下油气的方法之一。近些年来，我国不少地质学家根据汞及其化合物和油气物理性质的相似性以及矿床储运构造的相似性等，阐明了汞矿床和油气田在成因上的紧密联系。

二、汞在地壳中的分布情况及汞的主要矿物

由于汞及其化合物的热不稳定性和络合物的稳定性，它可以在气相和液相中运移。因此，汞在地球化学上是很活泼的元素，广泛分布在地球的各个圈层。据研究计算，地壳中 99.98% 的汞呈分散状态赋存在各类岩石中，仅 0.02% 的汞富集成为矿床。因此，了解汞在不同地球圈层和地质体中的分布，是研究汞分散富集的重要依据，是研究不同地区汞的地球化学背景的基础资料，对于汞在地质过程中运移富集和汞矿床乃至其他有关矿床成因的研究具有重要意义。

关于汞在各种地质体中的丰度（即克拉克值）数据，由于所使用的分析方法不同、对地壳组成的概念的认识差异和获得平均值的计算方法的不同，不同研究者所得结果的差别比较显著。详

细数据，读者可参看有关著作。

一般来说，在各类岩石中，沉积岩中的汞含量较高，其中尤以板岩和粘土岩为最高，达 $0.4 (10^{-6}^*)$ ；而水圈中汞含量最低，海水中汞的丰度仅为 $0.00003 (10^{-5}^*)$ ，这可能是由于水体中的汞极易被沉积物，特别是其中的有机质和粘土矿物吸附的缘故。

几乎所有的汞矿床都是以硫化物——红色的辰砂(HgS)为汞的有用矿物。黑色的硫化物——黑辰砂和自然汞为数甚少。还有极少量的硒化物和碲化物，如灰硒汞矿 HgSe 和碲汞矿 HgTe 。由于 $\text{Hg}(\text{II})$ 和 $\text{Cu}(\text{II})$ 的离子半径比较接近，汞能以类质同象进入黝铜矿中，部分取代其中的铜，构成一类矿物。但由于汞的电离势高，容易从这类矿物中被还原成自然汞，故这类矿物多不大稳定。

现将汞的主要矿物列表如下。

表 1-2 汞的主要矿物

矿物名称		分子式	矿物名称		分子式
硫化物	辰砂	HgS	硒、碲化合物	灰硒汞矿	HgSe
	黑辰砂	HgS		辉汞矿	$\text{Hg}(\text{S}, \text{Se})$
	锌黑辰砂	$(\text{Hg}, \text{Zn})\text{S}$		碲汞矿	HgTe
含氧化合物	橙红石	HgO	含硫化盐	锌黝铜矿	$\text{Cu}_{17}(\text{Fe}, \text{Zn}, \text{Hg})_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
	氯氧汞矿	Hg_2OCl_2		汞黝铜矿	$(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Hg})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
	褐氯汞矿	Hg_4OCl_2		硒黝铜矿	$\text{Cu}_{10}(\text{Hg}, \text{Cu})_2(\text{Sb}, \text{As})_4(\text{S}, \text{Se})_{13}$
	黄氯汞矿	Hg_2OCl_2		锌砷黝铜矿	$\text{Cu}_{10}(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Hg})\text{As}_4\text{S}_{13}$
	黄氮汞矿	$\text{Hg}(\text{NH}_3)(\text{Cl}, \text{SO}_4, \text{MoO}_4, \text{CO}_3), \text{H}_2\text{O}$		汞砷黝铜矿	$\text{Cu}_{10}(\text{Hg}, \text{Zn})_2\text{As}_4\text{S}_{13}$
				汞锑矿	HgSb_4S_8
	氯铵汞矿	$(\text{Hg}, \text{NH}_4)(\text{Cl}, \text{SO}_4)$			
自然元素	自然汞	Hg	氯化物	角汞矿	HgCl_2
	金汞齐	Au_2Hg_3		甘汞	Hg_2Cl_2
	银汞齐	AgHg_3			
	钯汞齐	Pd_3Hg_2			

* $10^{-6} = \mu\mu\text{m}$, (下同)。

三、我国汞矿床的矿石类型及其中 常量、微量元素的地球化学

组成矿床的矿物和元素及其组合，是复杂的成矿作用的最终结果。它们的地球化学性质、组合特征、含量变化和比值差异，对于所研究矿床的综合利用、成因机制、普查找矿和分析测试都具有十分重要的意义。我国一些地质学者根据矿石的工业用途，将汞矿床划分为若干工业类型，即单汞矿床、汞锑矿床、汞钼铀矿床、汞硒矿床和汞铊矿床。

1. 单汞矿床 即辰砂，是唯一有工业价值的矿物的矿床。这一类型的矿床贵州最为多见。

根据严钧平和刘平的研究，将贵州著名汞矿床的汞矿石化学全分析结果和辰砂中的微量元素分别列于表 1-4 和 表 1-5。它们分别代表了不同蚀变类型矿床的化学组成和各类矿床中辰砂单矿物中微量元素的地球化学特征。这些资料对汞矿石的分析测试方法的选择和建立，具有十分重要的意义。

这类矿床的主要围岩蚀变为方解石化和硅化，次为重晶石化和石膏化等。物质组成比较简单，除辰砂外，少量的金属矿物有辉锑矿、闪锌矿、雄黄、雌黄和方铅矿等。辰砂和辉锑矿中含硒为 16~33 ppm，含矿围岩中还含有少量的 Sb、As、Ba、Sr、I、Br、Ga、Ge 等微量元素。

2. 汞锑矿床 汞和锑的地球化学性质极其相似，但同一矿床二者均具工业价值的矿床在我国极为罕见，陕西公馆矿床是其中仅有的一例。该矿床赋存在中泥盆统的碳酸盐岩地层中。主要围岩蚀变为硅化和碳酸盐化，汞矿化与硅化关系密切。辰砂和辉锑矿紧密伴生，为主要的工业矿物。与汞伴生的微量元素有 Sb、As、Ba、Sr、U、Th、Zn、Au、Ag、Se、Te、Tl 和 Cd 等元素。

3. 汞钼铀矿床 此种矿床由细粒辰砂、极细粒的硫钼矿 (MoS_2) 和呈分散状态的铀黑、显微沥青铀矿组成，三者的品