

第七章 汞、锑矿床找矿潜力 与成矿规律预测

第一节 资源概况

我国汞矿和锑矿资源比较丰富，目前汞矿探明储量（截止 1996 年底，下同）仅次于西班牙与前苏联，产量与出口量也曾经居世界第三位，但近十几年来我国汞矿勘查与生产不断下滑，现已成为世界最大汞矿进口国。锑矿目前探明储量仍居世界之首，生产与出口量也一直领先于世界各国，并对全球锑矿生产与贸易起着重要影响。

一、矿产地与分布情况

我国汞矿床与汞矿点分布十分广（图 3-7-1），其中成型矿床有 127 处，分属于全国 13 个省（自治区），主要集中分布在贵州（64 处）、湖南（15 处）、广西（9 处）、陕西（7 处）和云南（7 处）等 5 省（区），占全国汞矿产地的 80.4%（图 3-7-3）。此外在四川、甘肃、青海、广东、湖北、辽宁、吉林、浙江以及台湾（缺具体储量）亦有产出，但所占比例甚小，反映了我国汞矿产地具有向中部地区集中的趋向。

我国锑矿床分布范围比汞矿床广（图 3-7-2），其中成型矿床 114 个，分属于全国 18 个省（区），主要集中于湖南（20 处）、贵州（20 处）、广西（18 处）、云南（13 处）、广东（7 处）、陕西（7 处）、甘肃（5 处）、河南（5 处）等 8 个省（区），占全国锑矿床数的 83.2%（图 3-7-4）。此外在湖北、安徽、江西、青海、吉林、浙江、四川、内蒙古、黑龙江和西藏等 10 个省亦有产出。

二、矿产储量分布

我国汞矿已探明储量为 15.0456 万吨，保有储量 8.1514 万吨，略低于世界汞矿大国西班牙（9 万吨）。汞矿储量主要集中在贵州、陕西、四川、广东、湖南等 5 省（表 3-7-1），占全国汞矿探明储量的 89.3%，保有储量的 85.8%（图 3-7-5、3-7-6），特别是贵州、四川、陕西等 3 省几乎占据了我国汞矿储量 80%。

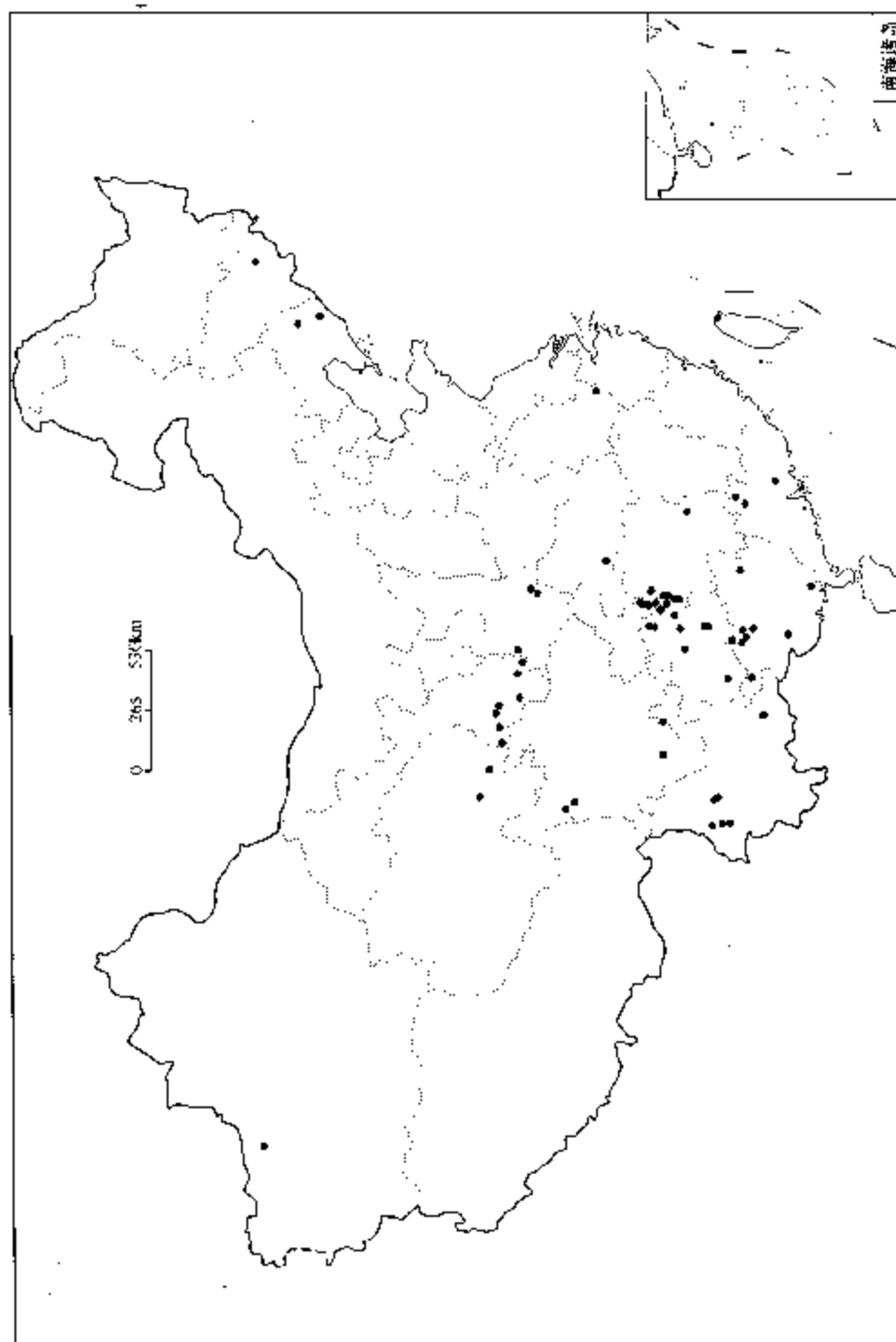


图3-7-1 中国汞矿分布略图

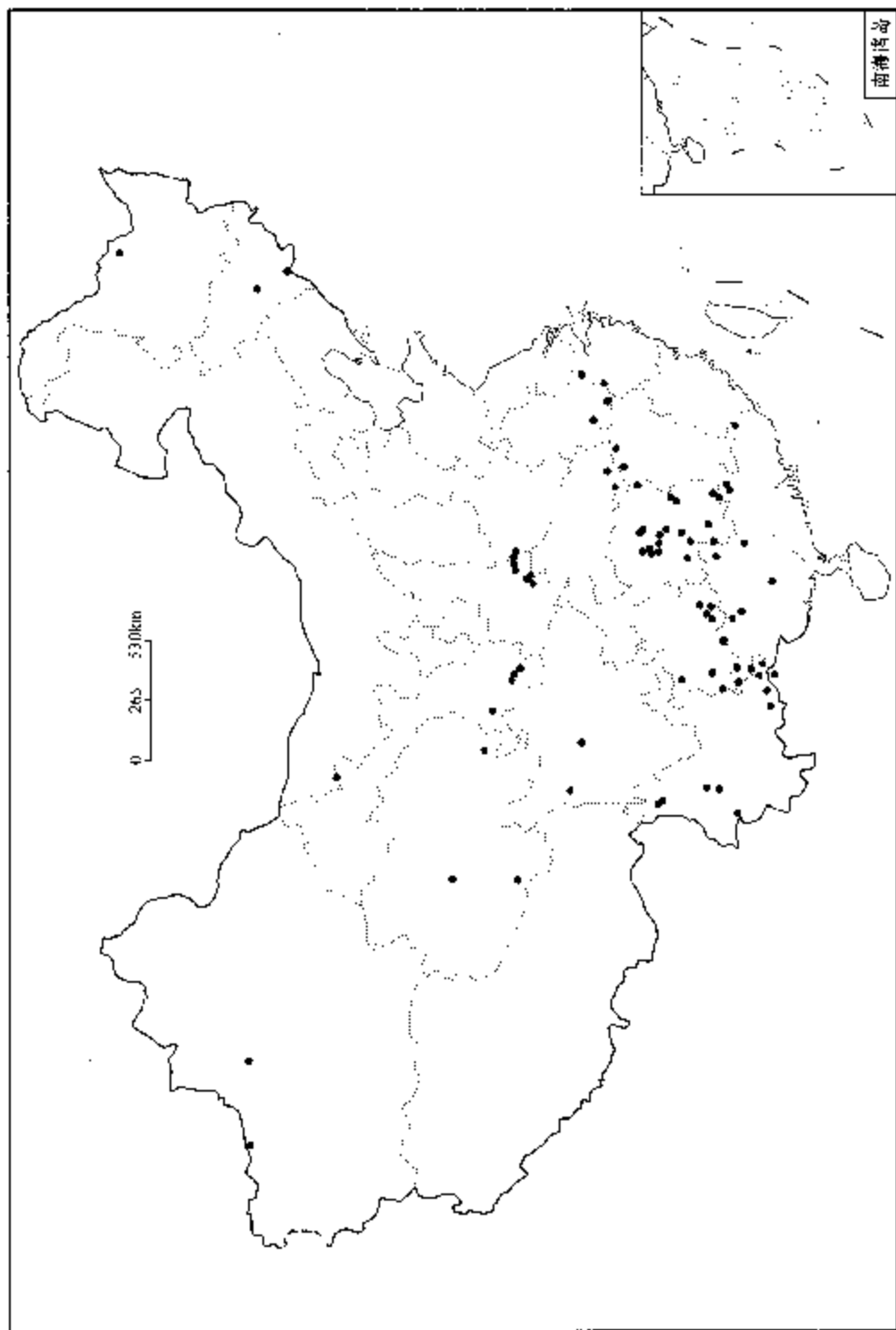


图3-7-2 中国梯矿要布略图

我国锑矿已探明储量为 421.546 万吨，保有储量 278.216 万吨，超过国外总储量的 137% 以上。我国锑矿储量主要集中在湖南、广西、贵州、云南、甘肃、广东、陕西等 7 省（区）（表 3-7-2），占全国累计探明储量的 95%，保有储量的 93%（图 3-7-7、3-7-8），特别是湖南、广西、贵州等 3 省（区）占全国锑矿储量的 70% 以上。

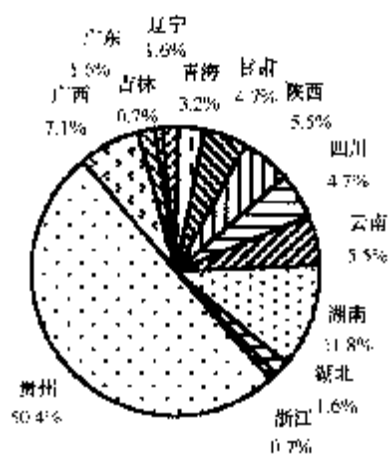


图 3-7-3 中国汞矿床数量分布百分比图

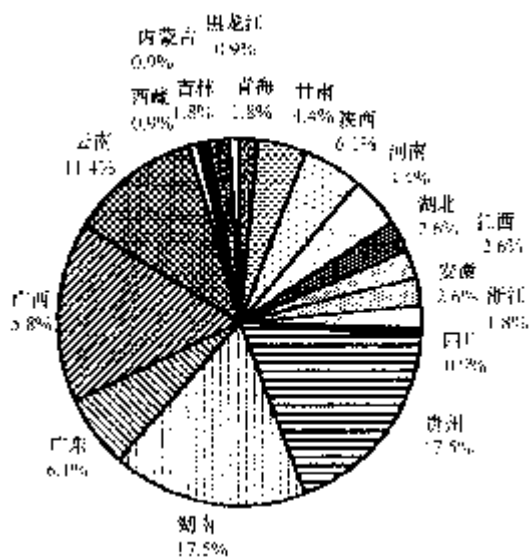


图 3-7-4 中国锑矿床数量分布百分比图

表 3-7-1 主要省份的汞矿储量

省名	贵州	陕西	四川	广东	湖南
项目					
累计探明储量/万 t	9.14	1.63	1.41	0.65	0.57
保有储量/万 t	3.13	1.61	1.29	0.49	0.47

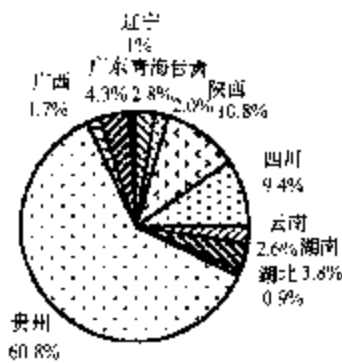


图 3-7-5 中国汞矿床累计储量分布百分比图

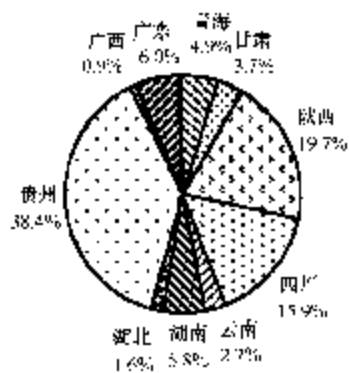


图 3-7-6 中国汞矿保有储量分布百分比图

表 3-7-2 主要省区的锑矿储量

省区	湖南	广西	贵州	云南	甘肃	广东	陕西
项目							
累计探明储量/万 t	144.81	136.73	47.73	31.43	16.24	13.67	10.07
保有储量/万 t	56.21	115.57	23.93	28.46	15.29	12.20	7.87

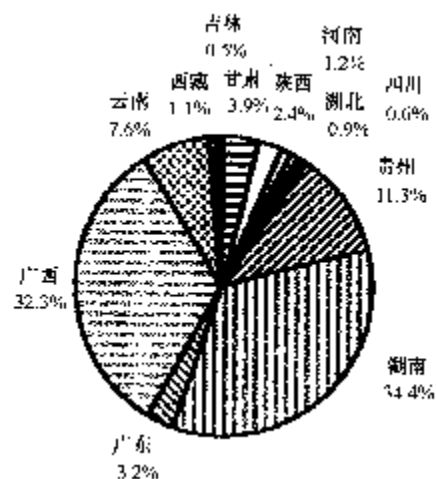


图 3-7-7 中国锑矿床累计值量分布百分比图

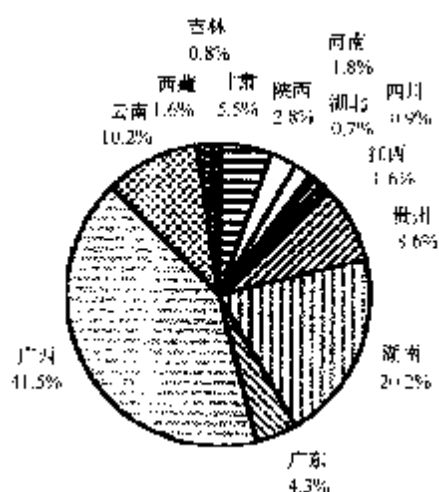


图 3-7-8 中国锑矿床保有储量分布百分比图

上述储量分布情况表明，我国汞、锑矿床储量具有明显相对集中的特点，几个省（区）的汞或锑的储量可占全国的 70%~80%，甚至 90%，这种现象在我国其他矿种中是比较少见的。它对于矿山投资、技术改造和环境保护都有一定好处。但是，在我国汞、锑储量中高级别储量（A、B 级）较少，主要为中、低级别储量（C、D 级）。据统计我国汞矿累计探明储量中 C 级和 D 级分别占 46.7% 和 51.6%，而高级别储量不足 2%。锑矿累计探明储量中 C 级和 D 级分别占 44.8% 和 45.0%，而高级别储量仅占 10.2%。至于保有储量中均以 D 级为主，其中汞矿为 75%，锑矿为 63%。这种储量级别分布比例对矿山持续稳产将带来困难与风险。

三、矿床规模与产出

我国汞、锑矿床按《矿产工业要求参考手册》（地质出版社，1987）规定，汞矿储量大于 2000t 为大型矿床，小于 500t 为小型矿床，介于二者之间为中型矿床，而小于 50t 为矿点。锑矿储量大于 10 万吨为大型矿床，小于 1 万吨为小型矿床，介于二者之间为中型矿床，而小于 0.1 万吨为矿点。据此划分标准我国汞、锑矿床中各种规模矿床数见表 3-7-3。从表中可以看出我国汞、锑矿床规模均以中、小型为主，其在汞矿中占 82.7%，在锑矿中占 89%。至于大型矿床都比较集中，汞矿大型矿床 28 个中有 17 个位于贵州，2 个在陕西，其余青海、四川、广东各 1 个。锑矿大型矿床 12 个中有 5 个位于广西、4 个位于湖南，其余贵州、甘肃、云南各一个（图 3-7-9、3-7-10）。我国汞、锑矿虽然均以中、小型矿床占多数，但大型矿床所占百分数也不少，均在 10% 以上。并且在地区上比较集中，这对集中开发、规模生产、扩大市场、提高经济效益都是十分有利的。

表 3-7-3 不同规模矿床统计表

规模 矿种	大型	中型	小型与矿点	总数
汞	22	32	73	127
锑	12	40	62	114



图 3-7-9 中国大型汞矿床数量分布百分比图

四、矿床组成情况

我国汞、锑矿床 99% 以上是原生矿床，次生与氧化矿床极少，不足 1%。在原生矿

床中大体可分两大类，一是独立（或单一）矿床，即以某一种矿物为主体，其他矿石矿物不足 10%，构成单一矿种的矿床，如以辰砂为主的汞矿床，以辉锑矿为主的锑矿床。另一种是共生矿床，即矿石矿物组分较多，汞或锑矿物仅是其中一种，具有一定含量，可与其他组分同时获得工业利用，如锡—多金属—锑矿床，钨—锑—金矿床，铀—钼—汞矿床等。

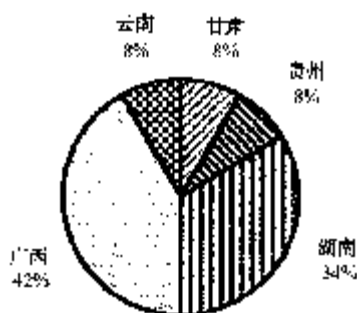


图 3-7-10 中国大型锑矿床分布百分比图

我国汞矿床中独立汞矿床有 68 个，占总矿床数的 68.5%。在累计探明储量与保有储量上分别占原生矿床的 55.0% 和 55.6%，也就是说我国汞矿床储量有一半以上来自独立矿床。独立汞矿床一半以上分布在贵州（45 处），其次位于四川、湖南等地，伴共生矿床以硒汞矿床、铅汞矿床和锑汞矿床最常见，可占伴共生矿床数的 75%，但其分布有一定地域性，硒汞矿床主要产于贵州、铅锌汞矿床主要产于广东、甘肃等地，锑汞矿床主要产于陕西。

我国锑矿床中独立锑矿床有 66 个，占矿床总数的 60%，其占原生矿床的累计探明储量和保有储量分别为 56% 和 46%。我国独立锑矿床分布比较广，主要在贵州（19 个）、云南（11 个），以及湖南、广东等地。伴共生锑矿床除汞锑矿床外，主要为锡—多金属—锑矿床和铅锌锑矿床，此外还有少量钨—锑—金矿床。锡—多金属—锑矿床主要分布在广西河池—南丹一带，共 7 个，占全国锑矿累计探明储量和保有储量分别为 22.6% 和 30%。铅锌锑矿床主要位于湖南和广西、而钨锑金矿床分布甚广，经常可转换成钨锑矿床或锑金矿床。

从上述汞、锑矿床组成情况看，我国汞、锑矿床以原生矿床为主，其中一半是独立矿床。与国外同类矿床相比，我国独立汞矿床所占比例远比国外大，并且规模大，矿石品位高，一般在 0.2% ~ 0.3%；独立锑矿床所占比例略比国外低，但我国锑矿床矿石品位较高，一般在 2% ~ 3%。我国伴共生矿床中具有丰富可利用组分，如 Pb、Zn、Sn、W、Au、Ag、Se 等，使我国汞、锑矿床具有较高的经济价值。

五、资源利用状况

我国汞矿和锑矿有悠久的开发历史，矿产资源丰富，选冶技术水平较高，汞锑矿石及其矿产品在国际上享有声誉。湖南锡矿山生产的“闪星牌”锑产品，在国际市场上占绝对优势，并获免检殊荣。但长年开发，尤其近十几年来带有盲目性开发使资源形势发生了变化。

我国汞矿资源目前累计储量为 15.0456 万吨，保有储量为 8.1514 万吨。汞矿保有储量仅占累计探明储量的 54.14%。也就是说我国汞矿储量有一半多已被消耗，剩下的还不到一半。锑矿资源累计探明储量为 421.546 万吨，保有储量为 278.216 万吨。锑矿保有储量占累计探明储量的 65.99%，大约 $\frac{1}{3}$ 的锑矿资源已被开采，目前剩下 $\frac{2}{3}$ 。上述数据说明了我国汞、锑矿床开发力度还是比较大，特别是汞矿，从而使后备基地与储量都有所不足。

从汞、锑矿床保有储量级别分析，汞矿保有储量中以 D 级为主，占汞矿保有储量的 75%，而 A、B 级仅占 0.03%，可以讲我国汞矿没有高级别的保有储量了。锑矿保有储量中亦以 D 级为主，其占锑矿保有储量的 67%，略比汞矿低，而 A、B 级可达 9.7%，看来锑矿保证程度略比汞矿好。由于汞、锑矿化分散而不稳定，向深部将明显减弱，若考虑汞、锑矿这种产出特点，则意味着今后矿床开发利用的难度与风险将有所增加。

通过长年开发各省区汞、锑资源情况有较大变化，从表 3-7-4 主要省区汞、锑保有储量占累计探明储量比例数来看，东部地区比西部地区资源开发快，保有储量所占比例较低，特别是汞、锑矿业大省如湖南、贵州、广西等省区保有储量仅占探明储量的 $\frac{1}{3}$ 左右，开发强度过大，而西部四川、甘肃、云南等省区保有储量均占累计储量 90% 以上，甚至 100%，资源基本上没有被开发。因此，我国汞、锑矿业今后发展若向人口稀少，工业欠发达的西部地区还是有前途的，它不但有较充足的保有储量，而且也有利于环境保护。

表 3-7-4 主要省区保有储量占探明储量的百分比

矿种	贵州	陕西	四川	广东	湖南	广西	甘肃	云南
汞 / %	34.24	98.48	91.48	75.38	82.46	28.01	100.00	98.89
锑 / %	50.14	78.15	100.00	89.25	38.81	84.52	94.15	90.55

第二节 主要矿床类型

依据矿床地质特征，将我国汞、锑矿床划分为如下四种成因类型。

一、热液层带型

该类型矿床主要产于地台区，沉积盖层较厚，可达数千米，而岩浆活动极其微弱，几乎没有岩体出露。矿区内除少数区域性断裂外，褶皱构造比较发育。矿化作用主要沿一定层位进行，如贵州万山地区主要在中寒武统；湖南沃溪地区在中元古界板溪群。矿化大多集中在透水性较差的泥质岩石之下一定距离的脆性岩石中。矿化以细小的含矿石英脉、含矿白云石脉出现，其长短不一，断续延长数百米至千余米，产状与岩层基本一致，并随之变化而变化。矿化体多呈似层状、层状或带状，少数为透镜状与囊状，近矿围岩蚀变较弱而单调，并以硅化、碳酸盐化（方解石化、白云石化）与矿化最密切。有时可见到黄铁矿化、萤石化、重晶石化、粘土化以及较少见的沥青化等。矿石矿物比较简单，以辰砂、辉锑矿为主，呈浸染状产于脉体与围岩中。与之共生矿物常见的有雄黄、雌黄、黑辰砂、锑华、灰硒汞矿等。该类型矿床矿石矿物 $\delta^{34}\text{S}$ 组成变化较小，在 $14\text{‰} \sim 23\text{‰}$ ，均值为 19.7‰ ，与零值点距离甚远，硫同位素以富集 ^{34}S 为主。依据上述矿床地质与稳定同位素特征，初步认为本类型矿床成矿流体似非岩浆热液或地下水循环热液为主。该类型较典型矿床如贵州木油厂汞矿床（图 3-7-11）、甘肃崖湾锑矿床（图 3-7-12）和湖南锡矿山锑矿床。

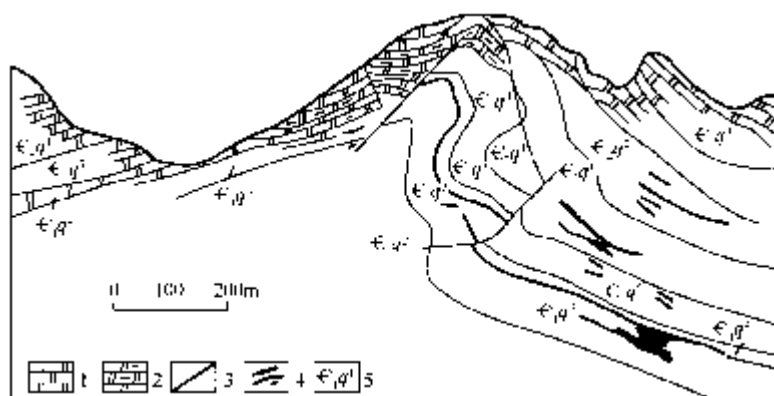


图 3-7-11 置州木油厂汞矿田 33 号剖面图

（据贵州地矿局飞 106 队资料简化）

1—白云岩；2—泥质白云岩；3—断层；4—含矿体；5—地层代号

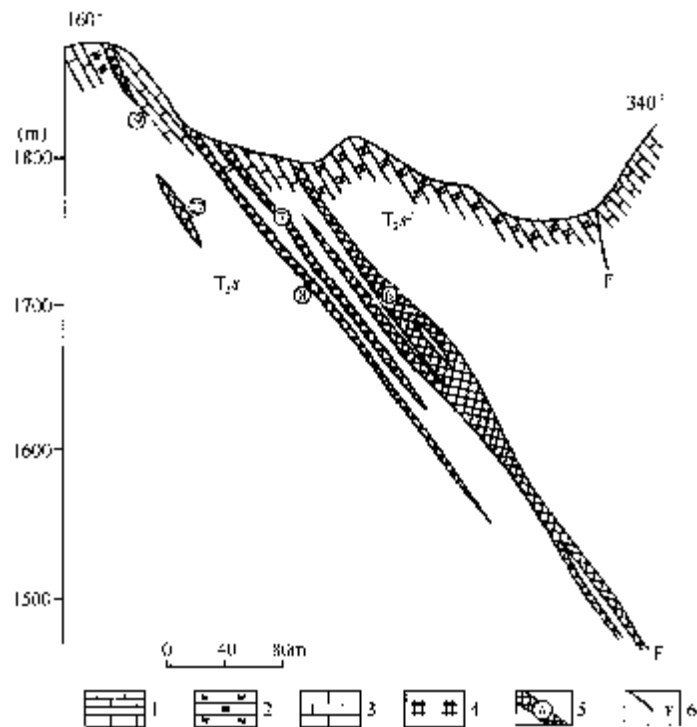


图 3-7-12 甘肃崖湾锡矿床 19 线地质剖面图
(据甘肃地矿局资料简化)

1—薄层灰岩；2—钙质板岩夹灰岩；3—薄至中厚层灰岩；
4—锡矿化；5—锡矿体及编号；6—断层

二、热液脉带型

该类型矿床主要产于造山带。其区域构造活动比较强烈，除复式褶皱外，断裂构造比较发育，并往往伴有不同规模的岩浆活动。成矿作用多发生在一定层位的断裂中，但又受岩性影响，如陕西公馆汞锡矿床，含矿体主要于下泥盆统的白云岩断裂中，在白云岩层岩性差异变化较大部位矿化则富集，所以矿化体与围岩均呈不整合接触，显示了成矿作用受岩性与构造双重控制。该类型矿床的围岩蚀变范围较广，基本上围绕成矿断裂带分布，但强度较弱，主要以硅化、碳酸盐岩化为主，其次为黄铁矿化、萤石化、重晶石化等。矿化体均局限在蚀变带内，呈脉状、透镜状产出，少数为似层状。矿脉多成组平行分布，长可达数公里，厚 $2 \sim 3\text{m}$ 。矿石矿物成分比热液层带型矿床略多，除辰砂、辉锑矿外，经常与其共生的还有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿以及白钨矿、脆硫锑铅矿、辉钼矿等。据流体包裹体研究，其成矿温度比热液层带型高，一般在 $110 \sim 200^{\circ}\text{C}$ ，盐度

$[w(\text{NaCl})]$ 也有所提高, 一般为 $8\% \sim 9\%$, 而 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值为 6‰ , 比热液层带型低, 据上述地质特征与成矿组分表明, 该类型矿床的成矿流体可能有一定岩浆热液加入。该类型较典型矿床有: 陕西公馆汞锑矿床 (图 3-7-13)、青海穆里汞矿床 (图 3-7-14) 以及贵州半坡锑矿床、湖南龙山金锑矿床等。

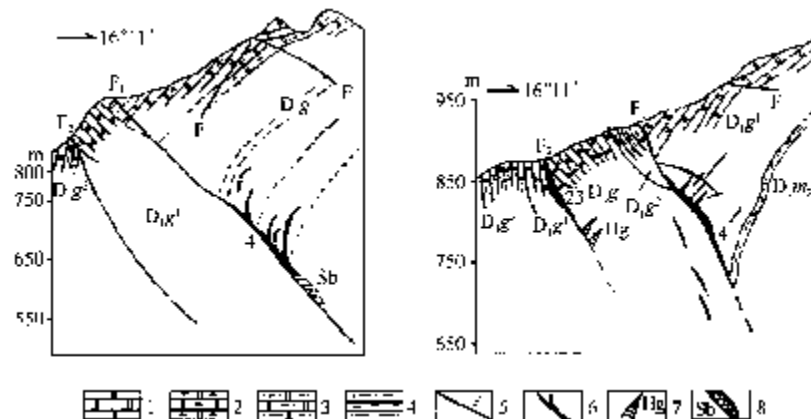


图 3-7-13 陕西公馆汞—锑矿床 5 线 (左) 和 3 线 (右) 剖面图
(据陕西地矿局一队资料简化)

1—白云岩; 2—结晶白云岩; 3—粘土质白云岩; 4—粉砂质千枚岩;
5—断层; 6—汞—锑含矿体; 7—含汞矿体; 8—含锑矿体

三、岩浆热液型

该类型矿床主要产于火山活动带或构造岩浆带内, 与成矿有关的直接围岩主要有三种: 一是花岗岩类; 二是中、基性脉岩; 三是火山岩和火山碎屑岩。矿化作用均产于上述三类火成岩中, 并受其各类构造控制。如湖南高挂山锑矿、吉林迎风沟汞矿产于花岗岩类破碎带中; 云南保山水银厂汞矿和江西宝山锑矿产于辉绿岩脉和云斜煌斑岩脉及其接触带中; 浙江玉岩山汞矿, 贵州晴隆锑矿产于火山岩边缘及其次级裂隙中。

矿体多呈脉状、透镜状、少数为似层状。近矿围岩蚀变较强烈广泛, 除硅化、碳酸盐化外, 还往往具有与围岩性质相匹配的特色蚀变、如花岗岩中的重晶石化; 绿辉岩中铁化; 火山岩中迪开石化、高岭石化、叶蜡石化与水云母化。矿石矿物成分比较多, 除辰砂、辉锑矿外, 尚有黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、针铁矿, 相对而言产于花岗岩类中的矿物比产于火山岩中的复杂, 前者如高挂山、大厂可出现黑钨矿、锡石和硫盐矿物。矿石矿物中 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围较窄, 平均值接近于零值点, 并且矿物包裹体中含氟 (F) 都比较高, 如水银厂、玉岩山矿床中氟 (F) 的含量均在 $0.125\% \sim 0.35\%$, 初步认为该类型矿床成矿热液以岩浆热液为主。该类型中较典型矿床有: 江西

德安宝山锑矿床（图 3-7-15）、吉林迎风沟汞矿床（图 3-7-16）以及云南保山水银厂汞矿床等。

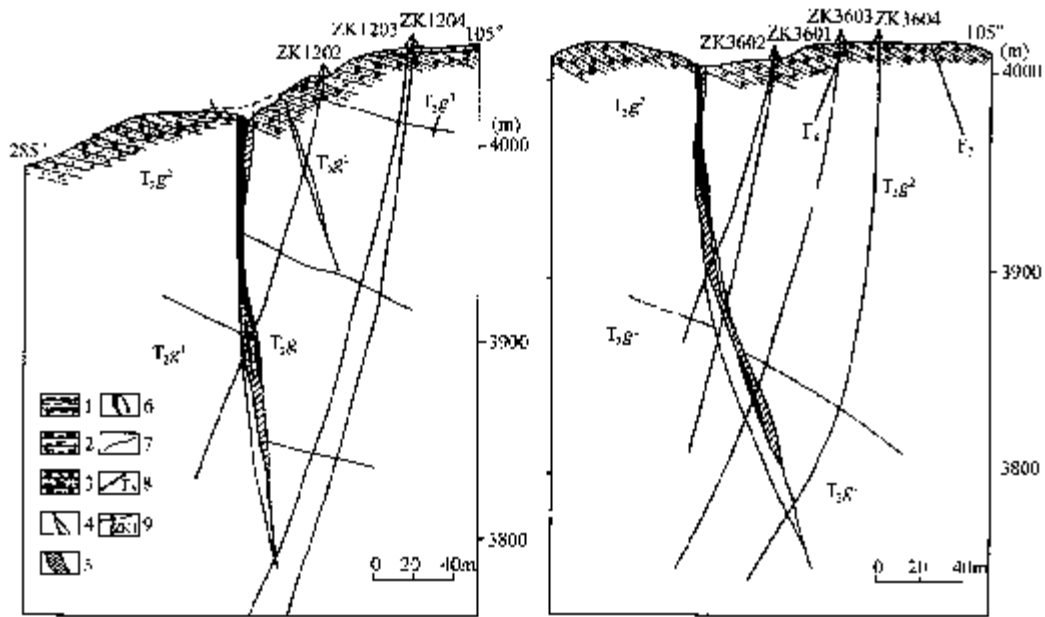


图 3-7-14 青海穆黑汞矿床 12 线（左）和 36 线（右）剖面图

（据青海地质局七地质队资料简化）

- 1—板岩；2—长石石英砂岩；3—含砾长石石英砂岩；4—含矿裂隙带；
5—含矿体；6—矿体；7—地质界线；8—断层；9—钻孔及其编号

四、砂矿型

该类型矿床包括冲洪积砂矿、岩溶堆积砂矿和尾砂堆积。冲洪积砂矿与岩溶堆积砂矿为原生小而分散且不具工业意义的矿化体经风化、搬运而重新堆积形成的矿床。这类矿床在我国为数较少，大多出现在含矿岩层分布区或中生代花岗岩与火山岩出露区附近的河谷阶地、河漫滩和岩溶洼地中。矿体埋存浅，矿石矿物成分简单，常与金矿相伴，但矿床规模一般较小，如广东茶排岩溶堆积砂矿床、贵州车路坪尾砂堆积砂矿、广西镇圩冲洪积砂矿等。

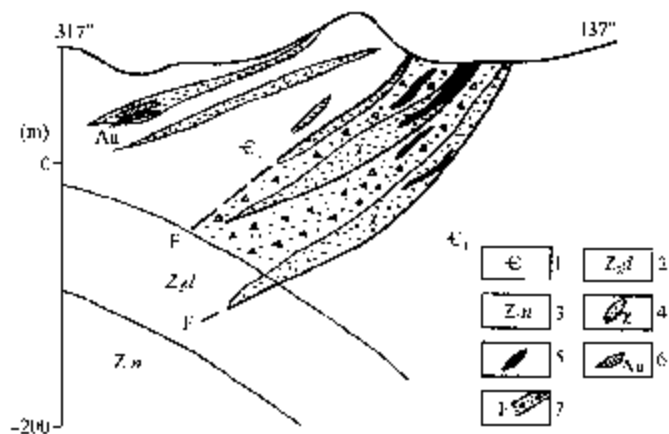


图 3-7-15 江西宝山锑金矿 II 线地质剖面图
(据江西地矿局资料)

1—下寒武统炭质硅质页岩；2—上震旦统灯影组炭质硅质岩；3—下震旦统南沱组冰碛岩、砂岩；4—蝗斑岩；5—锑矿体；6—口金矿体；7—断裂破碎带

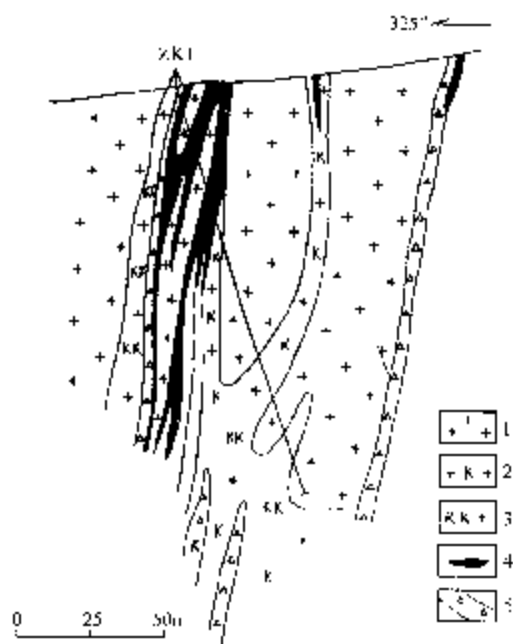


图 3-7-16 吉林迎风沟汞矿床 0 线剖面图
(据延边综合队资料)

1—海西期似斑状黑云母花岗岩；2—硅化带；3—强硅化带；
4—矿化及矿化带；5—破碎带

第三节 汞、锑矿床主要成矿带

我国汞锑矿床按其产出地质构造与成矿特征可划分如下 6 个成矿带。其中藏北成矿带为新近发现的有一定远景，但工作程度较差，资料不全，现仅将其他 5 个成矿带基本特征叙述如下。

一、扬子地台南缘成矿带（简称扬子成矿带）

扬子成矿带包括贵州东北部、湖南西部、重庆东南部、湖北南部、江西北部、安徽南部以及浙江西部等地，主要沿着雪峰山脉西侧，向北经九岭山脉北侧至浙西的白际山，基本上沿扬子地台的南缘分布。

该成矿带汞、锑矿产丰富。目前已发现汞矿床 89 个，占全国汞矿床数的 70%，其中大型 18 个，中型 20 个，累计探明储量 11.4164 万吨，占全国的 76%；保有储量 5.1845 万吨，占全国的 64%。锑矿已发现 41 个，占全国锑矿床数 36%，其中大型 3 个、中型 17 个，累计探明储量 98.3543 万吨，占全国的 23%；保有储量 49.6125 万吨，占全国的 18%。该成矿带汞矿在全国所占比重大于锑矿，是我国以汞矿为主的重要汞锑成矿带。

该成矿带前寒武系以泥、砂质沉积为主，间夹有少量火山喷发物，属于地槽型沉积。武陵运动后褶皱隆起。古生代以来为地台型沉积，其中以台地相与陆坡相碳酸盐岩与碎屑岩较为发育，晚期振荡运动较为频繁。中三叠世晚期受印支运动影响结束了海浸历史，并转为陆相盆地沉积。中生代受燕山运动影响使上述地层普遍褶皱。形成了 NEE-NE 向复式褶皱，并伴有不同程度的岩浆侵入活动，尤其在成矿带东部下扬子地区。显而易见，该成矿带自显生宙以来长期处于相对稳定的构造环境，直到中生代才因区域性燕山运动而受影响。

扬子成矿带中锑矿床与汞矿床多为独立矿床，在空间分布与产出类型上，锑矿床比汞矿床广泛而多样。

汞矿床主要集中在该成矿带西南部，相当于黔东南的松桃、铜仁、务川，湘西的新晃、凤凰，渝东南的酉阳、秀山和鄂西南的长阳等地。这一带以复式褶皱构造为特征。汞矿床主要产出在背斜轴部或其宽缓一翼的横跨褶皱上，个别位于向斜轴部。赋矿地层主要为下、中寒武统，少数为上寒武统与震旦系。矿床类型以热液层带型为主，其次为热液脉带型。前者通常沿着赋矿地层的层间破碎带、层间滑脱带或层间剥离带进行矿化，其矿石矿物简单，矿石品位较高，可达 0.5%。矿床规模较大，为中型以上，如贵州铜仁一带汞矿床。热液脉带型矿床多产于次级断裂构造中，矿石矿物较多，矿石品位

低,变化大。矿床规模较小,往往为共伴生矿床。由于成矿受构造控制,该成矿带汞矿床在空间上自东向西可分出凤凰—新晃、松桃—江口、酉阳—印江、德江—凤岗和务川—温泉等5个近于平行分布的集中区(图3-7-17)。

锑矿床分布较广,自黔西南的晴隆、独山经黔东至湘西的叙浦、安化,向东延至鄂东南的通山、赣北的德安、皖南的休宁以及浙西的淳安,大体上沿扬子地台的西南缘向东北缘,并于江南古陆西侧与北侧产出。该成矿带锑矿以热液脉带型为主,其次为热液层带型与岩浆热液型。其产出特点各处有所差别。黔南一带锑矿床产于下二叠统碳酸盐岩与上二叠统火山岩之间,即所谓“大厂层”中,以热液层带型独立锑矿床为主,如贵州晴隆大厂、小井湾等矿床,矿床规模以中型居多。黔东—湘西一带主要产于中元古界板溪群浅变质岩系中,少数产于中寒武统、下震旦统与上泥盆统中,矿床大多属于热液脉带型共伴生矿床。最常见是钨—锑—金组合,其次为锑—铅—锌组合,矿床规模多为中、小型,如安化符竹溪、桃江西冲等。在鄂东南至浙西一带除产于上震旦统或寒武系灰岩中热液脉带型矿床外,还出现岩浆热液型矿床,后者大多产于中基性或中酸性岩脉及其边缘,以独立锑矿床为主,如江西的宝山、安徽的花山等,矿床多为小型。

二、秦岭成矿带

该成矿带包括陕西南部、甘肃东南部与青海东部,东延至陕西与河南、湖北交界处,呈近东西向展布。

秦岭成矿带汞、锑矿产比较丰富,目前已发现汞矿床17个。占全国汞矿床数的13%,仅次于扬子成矿带,其中大型3个,中型6个,累计探明储量为2.3479万吨,占全国的16%,保有储量2.3126万吨,占全国的28%。锑矿目前已发现16个,占全国锑矿床数的16%,其中大型1个,中型5个,累计探明储量31.6823万吨,占全国的7.5%,保有储量28.4564万吨,占全国的10.2%。该成矿带中汞、锑保有储量占累计探明储量的比例均在80%以上,说明大部分矿床尚未开发,是我国今后待开发的另一个汞、锑矿基地。

秦岭成矿带自新元古代至中三叠世处于相对活动时期,具有自北向南演化的特点,并依次形成了北秦岭造山带,礼县啡水海西冒地槽造山带和南秦岭印支冒地槽造山带,同时出现了东西分异现象,东部海相火山喷发作用相对较弱,而以碳酸盐岩沉积为主;西部海相火山作用相对发育,并以碎屑岩与碳酸盐岩沉积为特征。东部泥盆系,特别是中、下泥盆统广泛出露而西部则以石炭系—三叠系,特别是中、下三叠统最发育,厚度可达数千米。印支运动后结束了海浸历史,褶皱上升,并形成近东西向展布的复式构造和大型走向断裂,同时伴有不同程度的岩浆侵入。秦岭成矿带的汞、锑矿床即在此背景下形成,并主要产于南秦岭印支冒地槽造山带中。

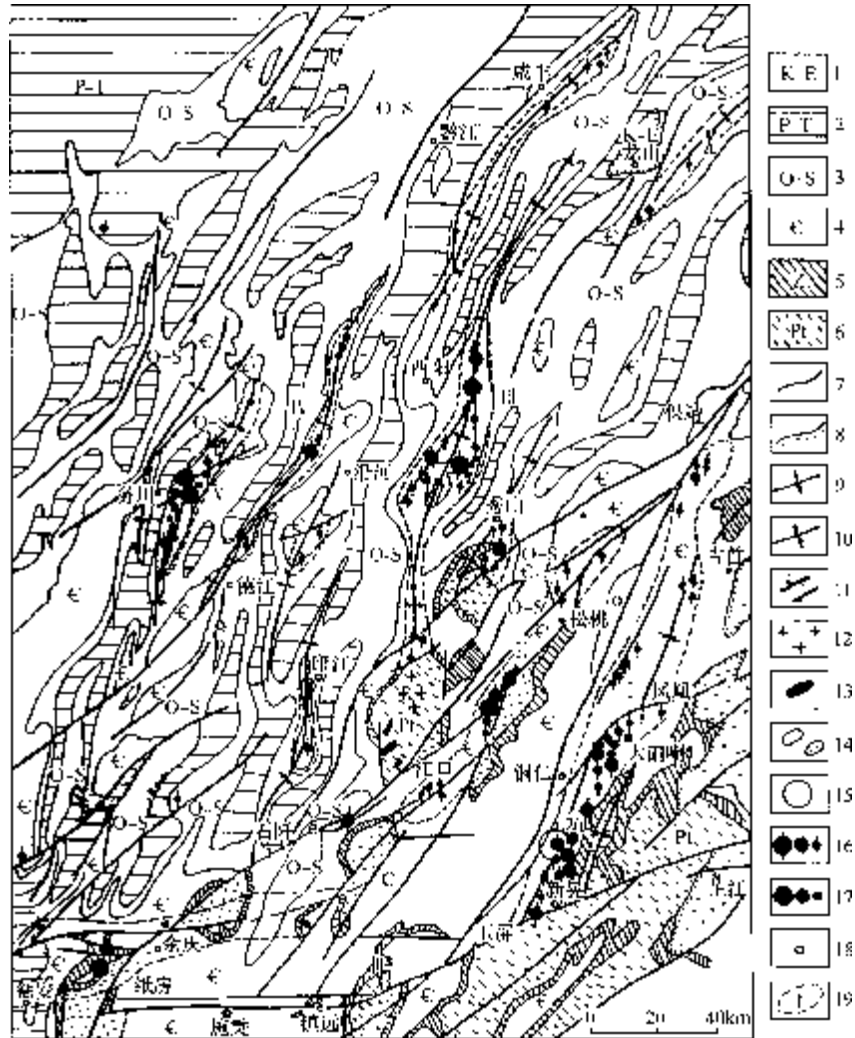


图 3-7-17 湘黔地区汞矿分布图

I—凤凰—新晃集中区；II—松桃—江口集中区；III—酉阳—印江集中区；

IV—德江—凤岗集中区；V—务川—温泉集中区

1—白垩系至老第三系；2—二叠系至三叠系；3—奥陶系至志留系；4—寒武系；

5—震旦系；6—板溪群；7—地质界线；8—不整合地质界线；9—背斜；10—向斜；

11—断层；12—花岗岩组合；13—基性岩和超基性岩组合；14—偏碱性超基性岩组合；

15—寒武系中的超大型汞矿床；16—寒武系中的大、中、小型汞矿床；17—震旦系

中的大、中、小型汞矿床；18—汞矿点；19—汞矿带及编号

秦岭成矿带汞、锑矿床赋存比较集中，均产出在隆起区边缘、近东西向区域性大断裂带附近，主要有两个集中区：陕南集中区与甘南（包括青海东部）集中区。前者成矿

类型比较单一，均为热液脉带型。容矿岩石均为白云岩或大理岩，但其产出层位与特征各处有所不同。在北部（相当北秦岭）赋矿地层为中元古界，其矿石成分简单，以独立锑矿床为主，规模均在中—小型，如陕西的蔡凹、河南的洞沟等。而南部（相当南秦岭）赋矿地层主要为中、下泥盆统，少数为下石炭统，其矿石成分较多，除辰砂、辉锑矿外，常伴有雄黄、雌黄、闪锌矿、方铅矿等，形成以汞、锑为主的伴共生矿床，规模可达大型，如陕西公馆、青硐沟、湖北的高桥坡等（图 3-7-18）。甘南集中区成矿类型也以热液脉带型为主，少数为热液层带型。赋矿地层以中、下三叠统为主，其次为下二叠统与中、下泥盆统，赋矿地层比陕南集中区多并且层位高。容矿岩石以千枚岩、板岩和砂岩为主，碳酸盐岩较少。矿石矿物也比东部陕南集中区复杂，除辰砂、辉锑矿、方铅矿、闪锌矿外，有的还出现白钨矿、锡石等，所以该集中区矿床除少数由单一辉锑矿（甘肃崖湾）或辰砂（青海苦海）组成独立矿床外，其余大多是以汞、锑为主的伴共生矿床，规模一般为中、小型。

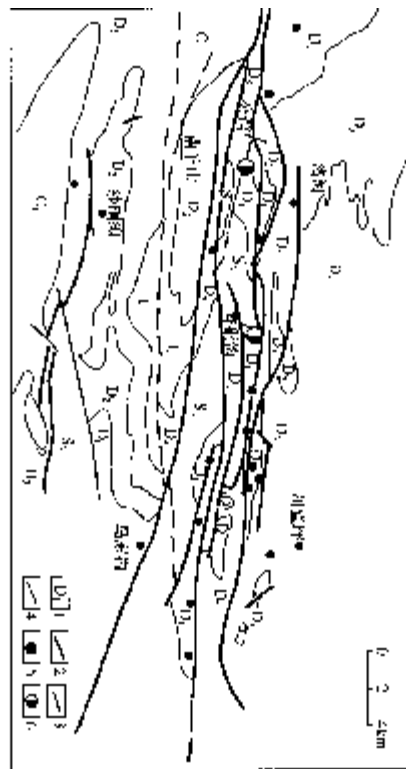


图 3-7-18 公馆—郧西矿带汞（锑）矿分布图

1—地层代号；2—南羊山大断裂；3—断裂；4—地质界线；5—汞矿点；6—汞—锑矿床

三、华南成矿带

华南成矿带包括云南东部、广西东部、湖南中部以及广东北部地区，基本上沿华南造山带西缘呈 NE 向展布。

华南成矿带汞、锑矿产比较丰富，分布较广。目前已发现汞矿床 13 处，占全国矿床数的 10.4%，其中大型矿床 1 处，中型 2 处，累计探明储量 0.9376 万吨，占全国的 6.2%；保有储量 0.5749 万吨，占全国的 7%。锑矿床目前发现 42 处，占全国矿床数的 37.1%，其中大型矿床 8 处，中型 15 处，累计探明储量 272.4348 万吨，占全国的 63%；保有储量 181.5118 万吨，占全国的 65.2%。显然，该成矿带锑矿床的数量与储量远比汞矿床多和大，并且占全国的比例均在 $\frac{1}{3}$ 和 $\frac{1}{2}$ 以上，是我国以锑矿为主的重要成矿带。

华南成矿带下古生界为冒地槽沉积，晚加里东构造运动后结束了地槽历史，并与扬子地台连成一片，为一陆表海，沉积了较厚的碳酸盐岩与碎屑岩。这期间虽有频繁的振荡运动特别是在晚古生代，但没有大规模岩浆侵入活动与海相火山喷发活动。中三叠世后受印支运动影响结束了海侵，以陆相沉积为主，并置于中国东部构造—岩浆活动带范畴之中，发生了丰富多彩的成矿作用。

华南成矿带汞、锑矿床分布比较集中，基本上沿着雪峰古陆边缘分布，并可分出桂北与湘中两个集中区。桂北集中区位于雪峰古陆的南缘，晚古生代地层发育，呈 NE—EW 向展布，构成宽缓的隔挡式褶皱构造。汞、锑矿化主要产于中、下泥盆统海沟相沉积层中的断裂带中。矿床以热液脉带型为主、热液层带型次之、少数为砂矿型。矿石成分较多，大多为伴共生矿床，形成了比较特征的锡—多金属—锑组合和锑—铅—锌组合如南丹—河池地区（图 3-7-19）。湘中集中区位于雪峰古陆的东侧，向南可沿至粤北，该处晚古生代台地相与海滩相沉积发育，呈 NE—NNE 向分布，组成隆、坳相间的构造。赋矿地层比桂北地区多，除以中、下泥盆统为主外，还有下石炭统、中和下寒武统及下震旦统。成矿作用与桂北集中区也有所差别，大多位于短轴褶皱构造中，受层间构造控制，形成规模较大的热液层带矿床，少数位于断裂带中，形成热液脉带型矿床。并且矿化作用均以锑为主，汞矿化较弱。矿石矿物相对比桂北集中区简单，既有大型独立的锑矿床，如锡矿山矿田，也有以锑—金组合和锑—钨组合的伴共生矿床（图 3-7-20）。

四、三江成矿带

三江成矿带包括云南西部、四川西部、西藏东部，向北可延至青海中部，基本上沿澜沧江、怒江和金砂江流域呈近南北向展布。

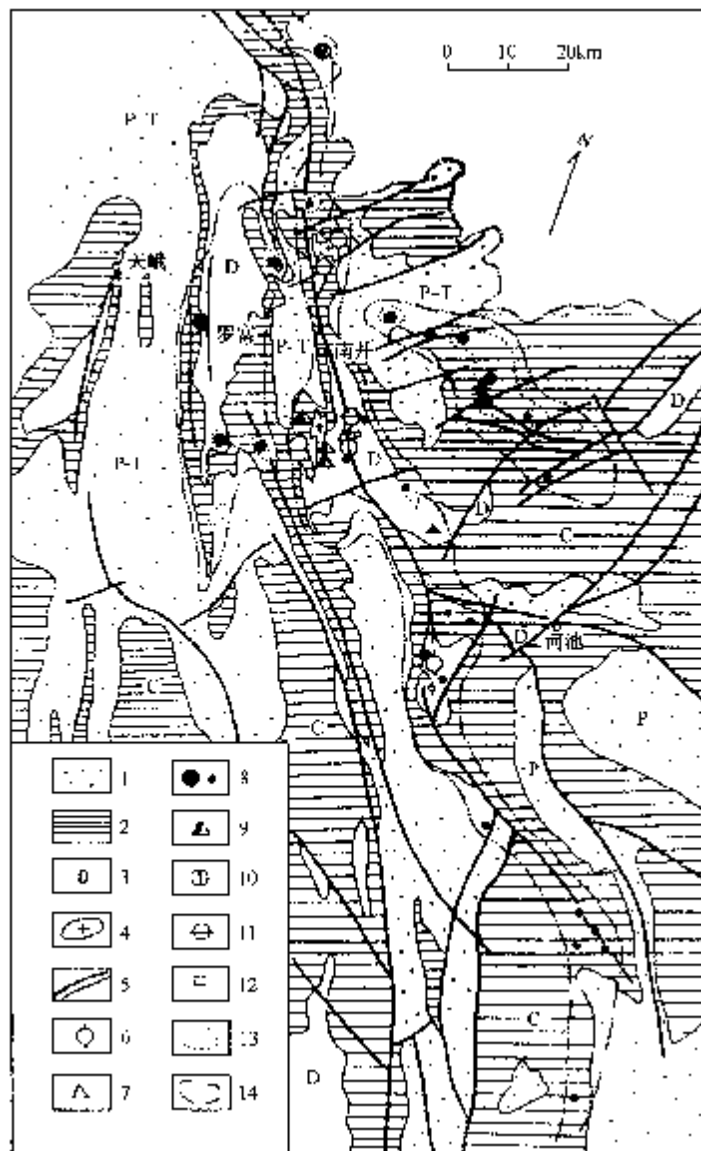


图 3-7-19 南丹—河池汞、锑、锡、多金属矿分布图

1—三叠系至二叠系；2—石炭系；3—泥盆系；4—花岗岩；5—断层及地质界线；6—锑矿；7—多金属矿；8—汞矿；9—锡—多金属矿；10—铜—锌矿；11—锡矿；12—钨矿；13—辰砂重砂异常；14—汞矿带

三江成矿带通过“八五”和“九五”科技攻关，发现了许多汞、锑矿床，以及矿化点与异常点。目前在全国储量平衡表上在册汞矿床 7 处，占全国汞矿床数不足 3%，探明储量 0.2156 万吨，占全国的 1.4%，保有储量 0.0422 万吨，占全国的 0.6%。锑矿

床上储量平衡表的有 5 处, 占全国锑矿床数 4.4%, 累计探明储量 9.3691 万吨, 占全国的 2.22%, 保有储量 9.3691 万吨, 占全国的 3.4%。三江成矿带虽然在矿产储量平衡表上汞、锑矿床数与储量所占全国的比例都不大, 但它有大量矿化点与异常点还没有开展工作, 同时还有尚未审批的四川岷村和西藏美多的 7.1 万吨锑矿储量、四川岷村和子 L 马寺的 0.61 万吨汞矿储量, 并且矿床开发程度很低。所以, 该成矿带是今后找矿与开发均具较大前景的成矿带。

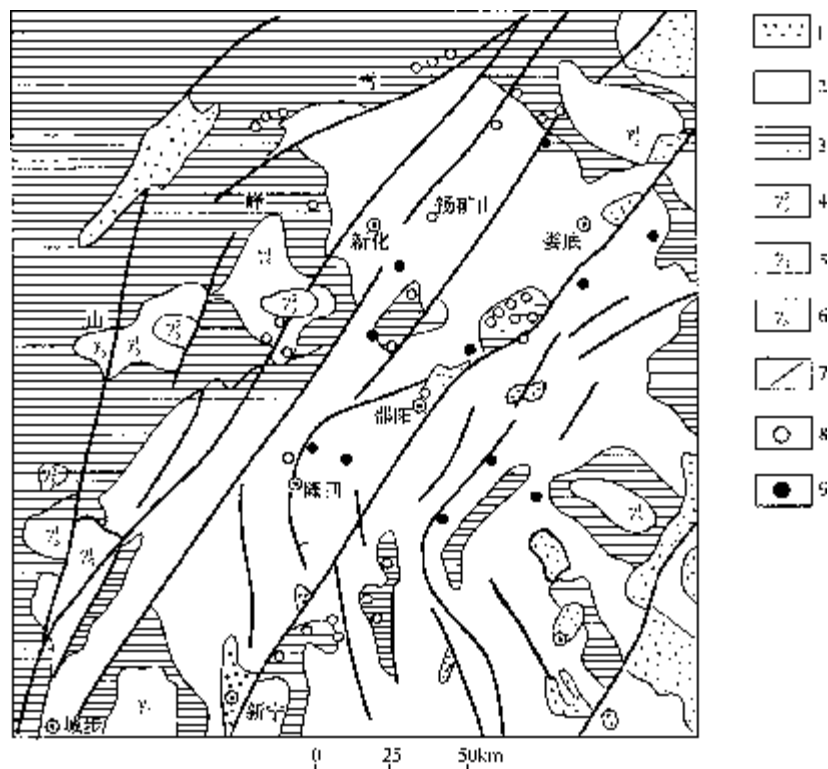


图 3-7-20 锡矿山锑矿床外围锑矿分布图

- 1—老第三系至上三叠统; 2—下三叠统至泥盆系; 3—志留系至新元古界板溪群;
4—燕山期花岗岩; 5—印支期花岗岩; 6—加里东期花岗岩; 7—压扭性与压性断裂;
8—热液层带型锑矿床 (点); 9—热液脉带型锑矿床 (点)

三江成矿带处于扬子地台西缘, 冈瓦纳地块的东北缘, 长期以来为特提斯海槽, 沉积了一套海相过渡型沉积, 并受海西期与印支期构造运动影响, 几经拼合, 直到燕山期最终完成, 使该成矿带内隆拗构造相间出现; 近南北向纵向大断裂平行展布; 各类岩浆活动发育。通常在隆起区内多由早古生代地层组成复式构造, 如保山隆起, 而在坳陷区内则由中三叠统至第三系组成宽缓沉积盆地构造, 从而使区域成矿在隆起区、坳陷区以及断裂带 (包括碰撞拼合带) 上有明显差异。

三江成矿带中汞、锑矿床类型较多，但在空间分布上有一定规律。在隆起区赋矿地层以下泥盆统为主，其次为石炭系—二叠系。容矿岩石常为碎屑岩。在矿区及其外围常有岩体出露。矿床以热液脉带型为主，并且汞矿化比较发育，常成独立矿床，如保山的官山汞矿床、金家山汞矿床，矿床规模多为中、小型。坳陷区内赋矿地层以上三叠统为主，其次为中侏罗统。容矿岩石有的为灰岩，有的为碎屑岩，变化较大。矿床以热液层带型为主，锑矿化比较发育，除形成独立锑矿床外，经常还有与铅、锌形成共伴生矿床，如云南笔架山锑矿床、石崖村锑矿床，矿床规模可达中型。在古陆边缘的断裂带或碰撞结合带附近，容矿岩石多为中生代火山岩或次火山岩，矿床以岩浆热液型为主，矿石组分较多，常为伴生矿床，但其规模有的可达中型以上，如四川呷村，并且在其外围还有较多的矿化点与重砂异常点（图 3-7-21）。

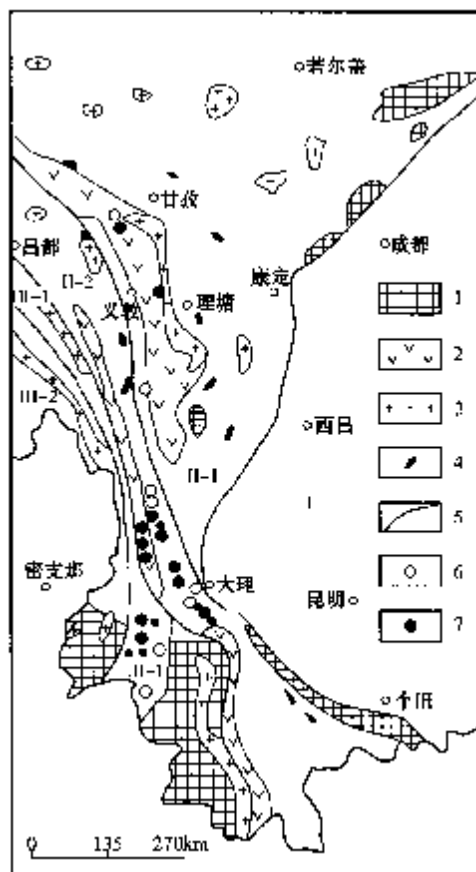


图 3-7-21 三江汞矿成矿带示意图

1—结晶基底；2—岛弧钙碱性火山岩；3—花岗岩；
4—基性、超基性岩；5—大断裂；6—锑矿；7—汞矿

五、沿海成矿带

沿海成矿带包括辽宁、吉林、浙江、福建和台湾等地。汞、锑矿床分布比较分散，规模有限，基本上呈 NNE 向展布。

沿海成矿带目前已发现的汞、锑矿床不多，汞矿床仅 4 处，其中达中型规模 1 处，累计探明储量 0.120 万吨，占全国的不足 1%；锑矿床有 3 处，其中达中型规模 1 处，累计探明储量 2.4600 万吨，仅占全国的 0.5%（台湾汞、锑矿床储量不详，不计在内）。虽然沿海成矿带目前还不是我国重要汞、锑矿成矿带，但是据区调资料不完全统计，沿海各省有汞（锑）重砂异常点或矿化点约 1500 个，因此它仍具有很大找矿前景。

沿海成矿带处于滨西太平洋构造—岩浆带上，印支期以来属于陆相沉积环境，并受太平洋板块向西活动的影响，在燕山期发生了规模较大的构造—岩浆活动，形成了 NNE—NE 向展布的火山岩带，叠置于前中生代基底之上，并伴随多次岩浆侵入作用，使整个地区在中生代处于相对活动的状态。

沿海成矿带汞、锑成矿作用与中生代构造关系十分密切。在中生代火山盆地中、通常矿化作用主要发生在燕山期花岗岩体或中生代中酸性火山岩层中，受花岗岩类断裂破碎带或火山岩层间构造控制，矿床以岩浆热液型为主，矿石成分较单一，多为独立矿床，如吉林迎风沟汞矿床、三合屯锑矿床。在前中生代基底隆起区中，成矿作用主要发生在前中生界碳酸盐岩或浅变质岩中，受断裂控制，呈脉状、透镜状，矿床多为热液脉带型。矿石成分相对复杂，多为伴共生矿床，如辽宁柴河铅、锌、汞矿床。在沿海成矿带中大量重砂异常点或矿化点主要分布在大的花岗岩基或火山盆地附近。

第四节 成矿若干规律

关于我国汞、锑矿成矿规律问题已有很多论述，本文仅在编图资料基础上，从区域成矿角度对其成矿规律若干问题做简要阐述。

一、构造单元与成矿带分布

我国汞、锑矿床分布比较广，全国 21 个省区有汞、锑矿床产出，按其成矿地质特征可划分出 5 个成矿带。虽然每个成矿带的特点各不相同，但在产出的大地构造位置上却比较相似，几乎都产于两个构造单元接壤处附近，并且所接壤的两个构造单元在形成时期与性质上都具有明显的差异，如扬子成矿带处于扬子地台与华南造山系接壤附近，前者自显生宙以来即处于相对稳定状态，并一直延续至中生代，而后者在加里东期为一活动的冒地槽，晚古生代经过相对稳定之后，中生代又开始活动，两者是属于不同性质

的两个构造单元。秦岭成矿带与三江成矿带也属于类似情况。这些反映了构造单元对汞、锑成矿带产出位置的控制。正因为这个原因,使我国汞、锑成矿带在空间分布上似乎围绕扬子地台周边呈近环状分布。

构造单元对汞锑成矿带产出分布的控制主要体现在两方面:不同性质构造单元接壤部位附近往往存在深(大)断裂,如秦岭成矿带的商丹大断裂、扬子成矿带的武陵山大断裂等等。这些深(大)断裂将汞、锑矿床分布定位在它附近;二是不同性质构造单元接壤部位,往往在其隆坳过渡地带形成相对稳定的沉积盆地,将汞、锑矿床产出局限在其中,所以,产出在不同性质构造单元接壤部位的汞、锑成矿带中矿化作用并非连续延伸,而是分段相对集中,如秦岭成矿带的陕南集中区与甘南集中区,华南成矿带的桂北集中区与湘中集中区等。

我国汞、锑成矿作用亦受全球构造控制,与世界两个巨型的汞、锑成矿带相吻合。我国围绕扬子地台周边产出的扬子成矿带、三江成矿带、秦岭成矿带以及华南成矿带均属于南欧—北非—西亚—中亚巨型的汞、锑成矿带范畴之内。而沿海成矿带可归结于全球另一个巨型成矿带——环太平洋汞、锑成矿带之中(何立贤等,1996)。

二、赋矿地层及其形成

我国汞、锑矿床大约90%以上赋存在沉积岩地层中,其赋矿地层几乎包括了各个时代的地层,但其中主要赋矿层位仅几个。据赋矿地层中所探明矿床储量统计:汞矿主要赋矿地层为寒武系,其次为泥盆系与二叠系;锑矿赋矿地层主要为泥盆系,其次为新元古界与三叠系(图3-7-22、3-7-23)。若结合赋矿地层中矿床数量考虑则可更清楚地看出,寒武系中含有全国56%的汞矿床,并占有了全国70%的汞矿储量(图3-7-24、3-7-25);泥盆系中含有全国29%的锑矿床,并占有了全国65%的锑矿储量(图3-7-26、3-7-27)。显而易见,寒武系与泥盆系不但是我国汞矿与锑矿的主要赋矿层位,而且也是我国大型汞矿床与锑矿床主要产出层位。

必须指出:在我国不同汞、锑成矿带中其赋矿地层不尽相同,如扬子成矿带中以寒武系为主;秦岭成矿带中陕南集中区以泥盆系为主;甘南集中区以三叠系为主;三江成矿带隆起区以泥盆系为主,坳陷区以三叠系为主;华南成矿带桂北集中区与湘中集中区均以泥盆系为主,反映了我国汞、锑矿床赋矿地层在不同成矿带及其不同地段有一定产出趋向性,集中产出在某层位上。

我国不同汞、锑成矿带中虽然赋矿地层有所不同,但其形成具有如下特点:

(1) 赋矿地层多形成于区域性构造旋回结束之后新一轮沉积旋回开始的初期或晚期。如扬子成矿带中广布的寒武系赋矿地层即形成于武陵期构造旋回结束之后,新一轮早古生代沉积旋回的初期。秦岭成矿带陕南集中区主要赋矿地层泥盆系形成于加里东构造旋回结束之后晚古生代沉积旋回初期;甘南集中区主要赋矿地层三叠系为海西期构造

旋回结束之后，印支沉积旋回的初期。

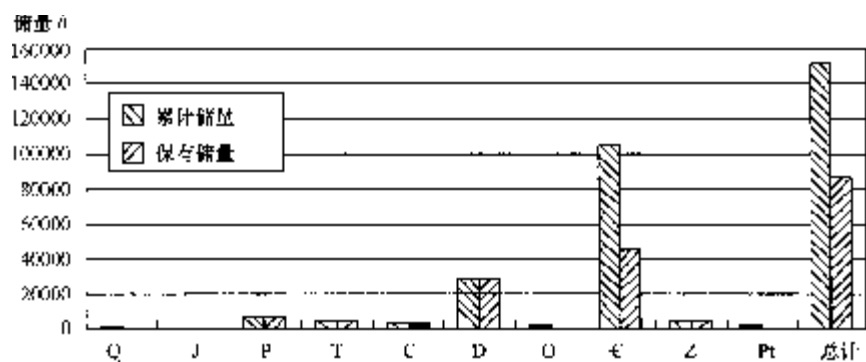


图 3-7-22 中国汞矿各时代地层中储量分布图

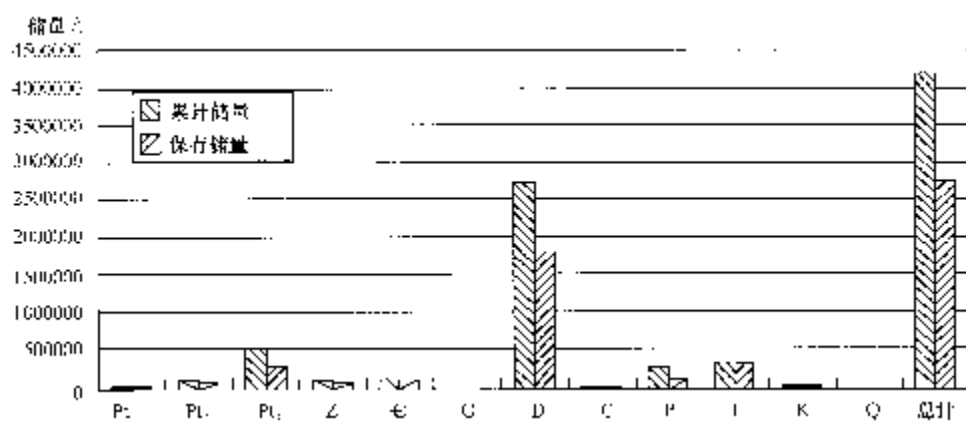


图 3-7-23 中国锑矿各时代地层中储量分布图

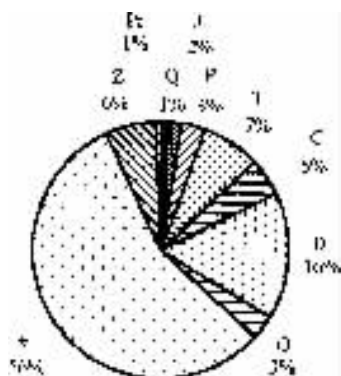


图 3-7-24 中国汞矿在各时代地层中产出的数量百分比图

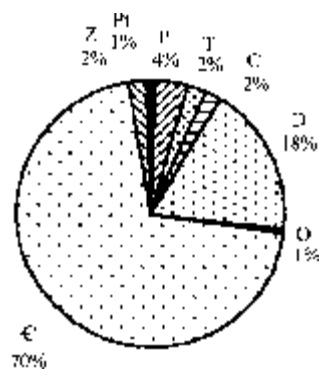


图 3-7-25 中国汞矿在各时代地层中累计储量百分比图

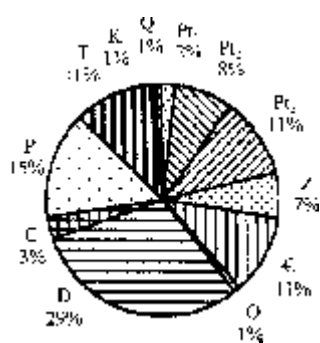


图 3-7-26 中国锑矿床在各时代地层中产出的数量百分比图

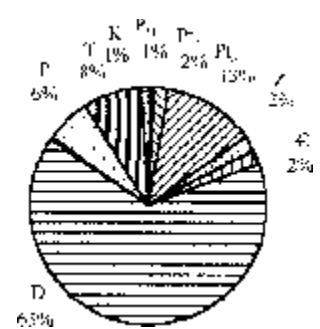


图 3-7-27 中国锑矿在各时代地层中累计储量百分比图

(2) 从赋矿地层剖面分析，其岩性、岩相在垂向上变化比走向大。如秦岭成矿带陕南集中区的中、下泥盆统白云岩在走向上变化不大，但在垂向上变化较大，如灰白色与灰黄

色白云岩，厚层状与薄层状白云岩，含砂粘土质白云岩与白云岩等间互出现，使在垂向上岩石的颜色、成分、构造等特征频繁变化。这种沉积特点反映了赋矿地层形成时其沉积环境与条件不是稳定的，而是几经变化的，沉积海盆处于不完全封闭的环境。

(3) 从上述沉积海盆的古地理分析，其周围常有由海相火山沉积变质岩系组成的古岛屿或古陆块，如扬子成矿带中下寒武统沉积时的海盆，其东即为江南古岛屿；秦岭成矿带陕南集中区中、下泥盆统沉积时的海盆，其南、北两侧分别为扬子古陆（相当其东北部的武当隆起）与华北古陆（相当其南缘的镇平—西峡隆起）。这些古陆或古岛屿给当时海盆沉积提供了大量陆源物质，使海盆沉积物来源多源化同时使地层地球化学产生局部性变化。

三、容矿岩石组合与成矿时间讨论

我国汞、锑矿床的容矿岩石种类较多，既有沉积岩，又有变质岩与岩浆岩，据初步归纳主要有如下 8 个组合，并且不同组合中其容矿特点也有所不同。

(1) 花岗岩与花岗斑岩类：容矿岩性比较单一，常由单一岩性组成，并呈岩脉或岩株产出。矿化主要位于岩体破碎带与裂隙中以及与围岩接触带上，矿体以脉状为主，形态变化大、规模较小，如湖南高挂山锑矿、吉林迎风沟汞矿。

(2) 中基性岩脉：比较常见的有云斜煌斑岩和辉绿岩，容矿岩性比较单一，常以脉状产出，矿化多位于岩脉及其围岩接触带上，矿体形态不规则，比较分散，如江西宝山锑矿、云南保山水银厂汞矿。

(3) 灰岩与火山岩组合：灰岩与火山岩呈假型合或不整合接触，火山岩以基性或中性为主，在火山岩层底部常有一层粘土岩或火山碎屑岩（贵州一带称“大厂层”），矿化多位于火山岩底部接近围岩一侧，呈透镜状、层带状等，矿石组分相对较多，如贵州晴隆锑矿、四川白玉孔马寺汞矿。

(4) 砂岩、粉砂岩、粘土岩组合：该组合有时过渡为砂岩与粘土岩互层，但均以砂岩、粉砂岩为主，粘土岩多以较薄的夹层出现，矿化主要沿层间滑脱带或岩性差异界面分布，矿化体多呈脉状，往往以一个主脉体平行相伴几个副脉体出现，如贵州独山半坡锑矿、青海穆黑汞矿。

(5) 千枚岩、板岩、变质砂岩组合：其中常夹有不纯灰岩（透镜体），千枚岩与板岩部分是由火山凝灰岩或含凝灰质岩石变质而成的，矿化多沿某一层位展布或受层间剥离带控制，呈似层状，规模较大，矿石成分较多，如湖南沃溪钨—锑—金矿床、湖南龙山锑—金矿。

(6) 白云岩、泥质白云岩组合：岩性相对单一，但其成分与结构变化较大，经常不同颜色、成分的碳酸盐岩呈互层出现，如白云岩与泥质白云岩互层，厚层状与薄层状白云岩互层，灰白色与灰黄色白云岩互层等，矿化主要沿层间破碎带或岩性差异界面进

行, 呈似层状、透镜状, 有一定延伸, 如陕西公馆汞锑矿、贵州木油厂汞矿、四川羊石坑汞矿。

(7) 白云岩、砂岩、粘土岩组合: 常呈互层状, 但仍以白云岩为主, 并且其中常以不同构造出现如角砾状、块状、层纹状等, 矿化主要沿白云岩层间或层间破碎带、岩溶构造带等进行, 呈似层状、大透镜状等, 层位稳定, 规模较大, 矿石成分较单一, 如湖南锡矿山锑矿、甘肃崖湾锑矿、贵州丹寨汞矿。

(8) 灰岩、硅质岩组合: 灰岩常过渡为礁灰岩或生物灰岩, 硅质岩变化较大, 两者多呈互层状, 并以灰岩为主体, 矿化主要位于灰岩中, 呈脉状, 规模中等, 如广西大厂茶山锑矿、广西南丹玉兰汞矿。

上述 8 个容矿岩石组合中以白云岩、泥质白云岩组合, 白云岩、砂岩、粘土岩组合和灰岩、硅质岩组合分布最广。显然, 我国汞、锑矿床的容矿岩石有明显的倾向性。为了进一步说明这个问题, 我们将容矿岩石按岩石分类划分了碳酸盐岩类、碎屑岩类, 浅变质岩类和岩浆岩类 (包括火山岩类) 等 4 大类, 统计其中矿床数及其所占的全国储量百分比。从图 3-7-28、3-7-29、3-7-30、3-7-31, 可以进一步看出, 我国汞、锑矿床的容矿岩石以沉积岩为主, 其次为浅变质岩类, 而岩浆岩则不足 5%。在沉积岩容矿岩石中又以碳酸盐岩类占绝大多数, 其按矿床数占 50% 以上, 按矿产储量则在 70% 以上。从容矿岩石组合研究表明, 以碳酸盐岩类为主的容矿岩石很少以单一岩性出现, 大多与其他沉积岩组合在一起呈互层状, 并且从其形成条件看大多属于台地相和海沟相沉积产物。浅变质岩系的容矿岩石也具有类似情况, 但它们形成条件从变质程度看均属低绿片岩相, 个别达高绿片岩相。从其原岩形成看可能属于陆坡相沉积产物。

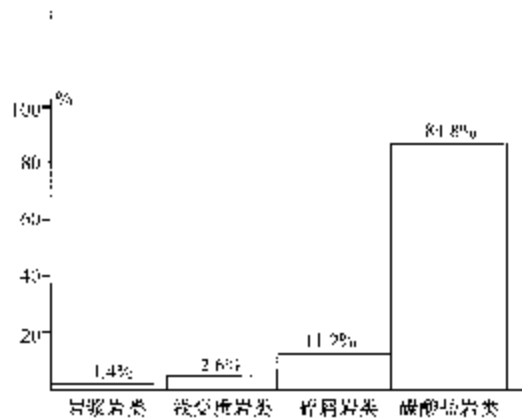


图 3-7-28 不同容矿岩石中汞矿床数百分比图

由于汞锑矿赋存的特殊性, 因此对于成矿时期争论较大。汞、锑矿大多赋存在沉积岩层中, 少数在岩浆岩中。在沉积岩层中以寒武系与泥盆系占绝大多数, 并且 70% 以上的容矿岩石为碳酸盐岩。汞、锑矿化体与围岩往往呈整合接触, 具有同生特点, 但其

矿化与富集范围十分局限，多发生在远离侵入体外围或构造变动显著部位，看来矿化作用并非一次完成。据此，目前大多数学者认为，赋存于沉积岩层中的层带型汞、锑矿床，其成矿物质原始积累可能自早古生代或晚古生代就开始了，而矿床最后定型则为中生代（或燕山期）。据统计按此方式形成的汞、锑矿床占全国汞、锑储量的90%，直接与中生代岩体有关的占7%~8%，砂矿占1%~2%。上述比例反映了汞、锑矿床在成矿时间分布上既具有延续性，又具有倾向性，以中生代（或燕山期）为成矿集中期。

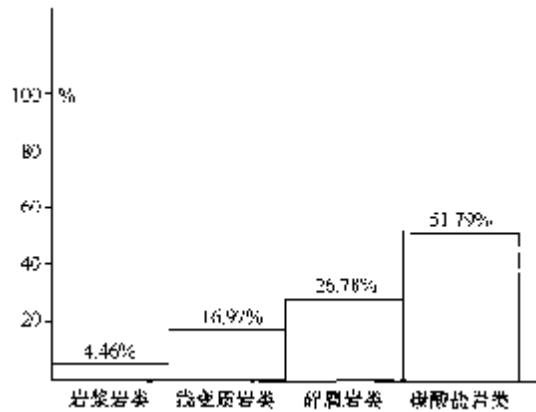


图 3-7-29 不同容矿岩石中锑矿床数百分比图

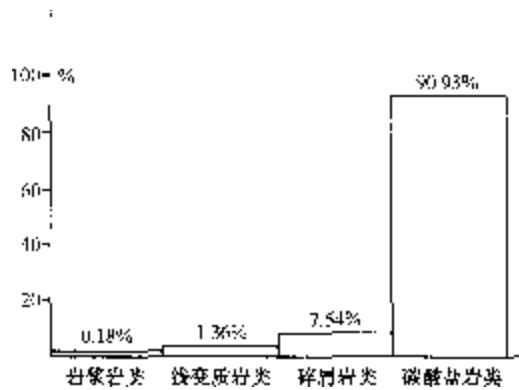


图 3-7-30 不同容矿岩石中汞矿储量百分比图

四、岩浆作用与区域变质作用对成矿的影响

我国汞、锑矿床虽然绝大多数产于不同时代的赋矿地层中，并且在矿床内没有见到有一定规模的侵入体与矿体直接接触或出露，但在矿区或矿田（带）内多多少少还存在岩浆活动的迹象，尤其是可见到发育程度不同的煌斑岩或其他中基性岩的脉体。如扬子

成矿带湘黔一带有较多煌斑岩脉以及中基性—超基性岩脉出露。在锡矿山矿床东部煌斑岩脉中还有花岗斑岩的包裹体。在陕西苟阳—公馆一带亦见有煌斑岩脉。这些煌斑岩脉产出一一般距汞、锑矿床 0.1 ~ 10km 左右，其岩性属于富碱质的基性岩。显然，它来自地壳的深处。在江西宝山锑矿床、云南保山水银厂汞矿床中，这些煌斑岩以及基性岩脉是作为容矿岩石出现的，看来它的侵入与成矿作用时间间隔不会太长。此外，从贵州“大厂层”分析，以及四川孔马寺汞矿床、浙江玉岩山汞矿床等容矿岩石组合特点看成矿作用与火山活动有一定关系，二者形成时间可能十分接近。至于一些岩浆热液型矿床，如广西河池一带（汞）锑是作为锡—多金属矿伴生组分出现的。汞、锑成矿作用不但与岩浆活动有关，而且在物质来源上也有某种直接或间接关系，因此，在以沉积岩为容矿岩石的汞、锑矿床产出分布研究中，不应忽视岩浆活动迹象的研究，它不但是重要找矿标志，而且能为成矿作用进一步研究提供新思路。

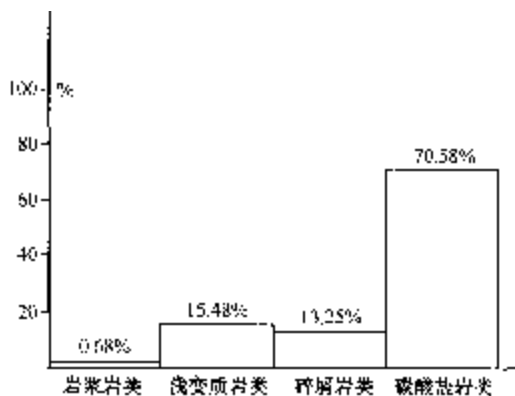


图 3-7-31 不同容矿岩石中锑矿储量百分比图

我国产于变质岩系中汞、锑矿床比较少，特别是在中、深变质岩地区几乎没有汞矿床或矿化点出现，说明了在高温、高压的中深变质条件下，汞锑矿，特别是汞矿具有较高挥发性，容易升华分散，不易富集成矿。与其相类似的我国东部中生代陆相火山岩带中汞、锑矿床也比较少，几乎没有较大的矿床。然而从已知资料获知，我国东部围绕火山岩出露区其重砂异常十分多。特别是汞异常浓度都比较高，说明了我国东部环太平洋中生代火山岩带中不是没有汞、锑矿化发生，而是没有条件富集。其原因很多，但从编图资料表明，我国东部陆相火山岩喷发后往往随之伴有较大规模的岩浆侵入活动。这个因素很可能是造成汞、锑大量升华分散而不能富集成矿的原因之一。

五、控矿构造特征

我国汞、锑矿床在空间分布上有相对集中的趋向。常在成矿带中组成若干集中区，如华南成矿带中湘中集中区与桂北集中区；秦岭成矿带中陕南集中区与甘南集中区等。

在一个集中区中往往是由一个或数个较大规模汞、锑矿床和围绕它周围的若干规模较小汞、锑矿床或矿化点构成的。这种现象在以沉积岩为容矿岩石的矿床集中区中反映特别的清楚。我国汞、锑矿床集中区形成有许多因素，除有利的赋矿地层和容矿岩石外，与成矿构造性质和类型及其相互配制也有密切关系，其中最重要有两个方面：

(1) 应有贯通赋矿地层的活动性断裂存在：这种断裂规模不大，一般长几十公里，个别达百公里、延深较大，走向与区域构造线方向基本一致，活动频繁，开合兼具，属于活动性深断裂，如陕南集中区的南羊山断裂、桂北集中区的河池—南丹大断裂、锡矿山矿田的西部 F_{75} 断裂带。这种断裂本身不含矿，而汞、锑矿床均位于距它不远的一侧，一般是在其上盘几公里至几十公里地方呈有规律地分布。这种断裂活动与形成对该区地质构造及其成矿有着较大影响。

(2) 发育在赋矿地层中的构造裂隙：这种构造裂隙据它产出方向可分纵向与横向两种，纵向构造裂隙包括层间破碎带、层间滑脱带、层间剥离带、不同岩性界面裂隙以及岩溶坍塌带等，其走向基本上与地层一致，以压扭性占多数；横向裂隙包括节理、横断层、羽状构造以及接触带构造等，其走向与地层基本上斜交。构造既有压扭性、又有张扭性，经常呈共轭存在。纵向构造裂隙多与热液层带型矿床关系密切，横向构造裂隙则多与热液脉带型矿床关系密切，构造裂隙发育程度与密集程度对矿化作用的特征起着重大影响。

在上述两个因素影响下不同矿区将有不同的矿化特点，但其控矿构造很少是单一的，往往是以一种控矿构造为主，同时又配置其他形式构造。如锡矿山矿田以层间岩溶坍塌构造最为特征，同时又配有层间破碎带、羽状构造、横断层等构造裂隙。如贵州油木厂汞矿的层间滑脱带最为特征，同时又配有众多的横断层。现在看来多种构造形式配置往往对成矿有利，能形成较大规模的矿床，而单调的控矿构造类型却局限了矿化作用的发展。

六、矿石的矿物组分及其分布规律

我国汞、锑矿床中矿物组分可分为两类：一类是含汞、锑的矿物，另一类是与汞、锑矿物相伴生、共生的矿物。前者比较简单，主要为辰砂、辉锑矿，此外还有为数不多的黑辰砂、灰硒汞矿、黄锑矿、红锑矿、锑华、锑赭石等。与含汞、锑矿物共生的矿物据不完全统计有 30 ~ 40 种，其中较常见的有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、雄黄、雌黄、自然金、金银矿、褐铁矿、针铁矿、辉铋矿、萤石、白云石、方解石与重晶石等。比较少见的有黑钨矿、锡石、辉钼矿、沥青铀矿、白钨矿、钼铅矿等。上述两类矿物，特别是后一类共生矿物，在我国汞、锑矿床中变化较大，有的矿床共生矿物的种类与数量都很少；有的矿床则比较复杂，种类与数量都比较多。据研究表明我国汞锑矿床中矿石矿物成分主要受如下两个因素控制：

矿床类型 我国汞、锑矿床中矿石矿物成分与矿床类型有密切关系,通常热液层带型矿床中除辰砂(辉锑矿)外,共生矿物比较简单,常见有雄黄、雌黄、重晶石、黄铁矿等。数量不足矿石矿物的10%,并且多属中温—低温的硫化物;热液脉带型矿床中共生矿物通常比热液层带型矿床多,常见有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、毒砂、辉铋矿、萤石、重晶石以及沥青铀矿等,可占矿石矿物总量40%,并且多为中温—中低温硫化物;岩浆热液型矿床中共生矿物的种类与数量都比较多,除常见的方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿等硫化物外,还有一定数量的氧化物(锡石)、硫盐矿物(脆硫锑铅矿)、钨酸盐(白钨矿)、钼酸盐(钼铅矿)等,其可占矿石矿物含量的60%~70%。不同类型矿床其矿石矿物组成的类型和含量都有明显的差别。

容矿岩石类型 我国汞、锑矿床中矿石矿物成分与容矿岩石的岩性类型有密切关系,以碳酸盐岩类为容矿岩石的汞、锑矿床其矿石矿物比较单一,多形成以辰砂或辉锑矿为主的独立矿床,如贵州万山的路腊、冷风洞等大型汞矿床;容矿岩石以碎屑岩类或浅变质岩类为主的矿床,其矿石矿物的成分变化较大,有的比较简单,形成了独立矿床,如甘肃崖湾锑矿床,有的比较复杂,除常见的硫化物外,还可出现比较特殊的钨酸盐、钼酸盐矿物,形成了伴共生矿床,如湖南沃溪的钨—锑—金矿床;容矿岩石以岩浆岩为主的矿床,其矿石矿物成分比较多,特别是在岩体接触带上矿床,除具有常见的硫化物,还可出现硫盐矿物及其他类型矿物,如氧化物(锡石),并且数量较多,因此形成的矿床多为伴共生矿床,如广西大厂地区的锡—多金属—锑矿床,其中有用组分可达数十种之多。显然,不同容矿岩石类型将使矿石矿物的种类与数量受到不同的影响。

我国汞、锑矿床中矿石矿物组分由于受上述两个因素影响以及汞、锑元素自身化学特性,使矿石中具有如下主要矿物组合,构成了不同类型的矿石:

(1) 辉锑矿(红锑矿、黄锑矿)—黄铁矿(毒砂、白铁矿)组合,常伴有雌黄、雄黄。该组合在锑矿床中分布较广,并含自然金。

(2) 脆硫锑铅矿(少量辉锑矿)—方铅矿—闪锌矿—黄铁矿(磁黄铁矿、毒砂)、黄铜矿(黝铜矿)—锡石组合,有时还伴有黑钨矿,该组合在桂北集中区较普遍。

(3) 辉锑矿(偶为脆硫锑铅矿)—白钨矿—自然金(金银矿)组合,常伴有一定数量黄铁矿、毒砂,该组合在湘中集中区较发育。

(4) 辉锑矿—辰砂—闪锌矿—方铅矿、黄铁矿组合,常伴有雄黄、雌黄,该组合分布较广,但其中辉锑矿与辰砂变化较大,有的二者共存(陕南);有的以辉锑矿为主、辰砂很弱(广东、湘中);有的以辰砂为主,辉锑矿偶见(贵州)。

(5) 辰砂(自然汞、黑辰砂、灰硒汞矿)—闪锌矿—黄铁矿(毒砂)组合,常伴雌黄、雄黄,该组合在汞矿床中分布较广,有时也伴少量辉锑矿,但后者发育,闪锌矿则减弱。

(6) 辰砂—辉铋矿—沥青铀矿组合,常伴胶黄铁矿以及少量辉锑矿,该组合比较少见。

(7) 辰砂—辉锑矿—白钨矿—黄铁矿组合。

(8) 辉锑矿—铁闪锌矿—黑钨矿—毒砂组合。

后二者比较少见。

上述矿石矿物组合表明,我国汞、锑矿床中可伴生利用的组分主要有硒(Se)、金(Au)、银(Ag)、铅(Pb)、锌(Zn)、钨(W)、锡(Sn)、铀(U_2O_5)等,它们赋存与富集情况各不相同。硒于独立汞矿床的灰硒汞矿中,可直接回收。金、银在汞、锑矿床中多以自然金、金银矿、辉银矿等出现,亦可作为伴生组分回收,不过其品位一般不太高。大量金、银矿富集往往不在汞、锑矿体中而常在汞、锑矿床或其成矿带的外围,形成与汞、锑矿床(带)平行的独立金、银矿床(带),如贵州西南部晴隆—罗甸汞、锑成矿带南部紧邻着有兴仁—望谟金(银)矿带。铅、锌在汞、锑矿床中主要以方铅矿、闪锌矿等出现,并作为伴生组分可被回收利用,但其在汞、锑矿床中并不富集,而往往在汞、锑矿床(带)边部或外围形成铅、锌矿床(带),与汞、锑矿床(带)平行分布,如秦岭成矿带的甘南集中区其北紧邻着大型成县铅、锌矿带。钨在汞、锑矿床中主要以白钨矿,少数为黑钨矿出现,一般可直接回收。有时在钨—锑—金矿床外围亦可出现独立白钨矿矿床,如沃溪钨—锑—金矿床东部西安里白钨矿床。锡主要以锡石出现,易回收利用。铀矿物主要为沥青铀矿,必须经过处理后方可利用。

总之,我国汞、锑矿床中矿石矿物成分并不十分复杂,可利用的组分也比较多,并且常与其他矿种的矿床在空间上呈有规律的分布。

第五节 矿产潜力与资源保护

一、潜力

我国汞矿总储量占世界第三位,锑矿占世界第一位。与世界汞、锑地质资料对比,我国汞、锑矿床有如下三方面差别:

(1) 我国目前所获得汞、锑矿产储量 90% 以上来自属于“南欧—北非—西亚—南亚巨型成矿带”范围内的西南和西北几个省份,而作为世界另一个巨型汞锑成矿带——环太平洋成矿带一部分的我国沿海地区,其矿床数量与储量均寥寥无几,无足轻重。

(2) 国外汞、锑矿床赋矿地层以中、新生界为主,其中第三系可占 60%,中生界占 35%,而我国汞、锑矿床主要赋存在寒武系与泥盆系中,而中、新生界赋矿地层仅占全国赋矿地层的 15% 左右。

(3) 世界大型汞、锑矿床其容矿岩石多为火山岩或火山碎屑岩,而我国大型汞、锑矿床的容矿岩石主要为碳酸盐岩;火山岩与火山碎屑岩作为容矿岩石的不足 10%。

上述对比可以看出我国汞、锑矿床产出与形成的特色,但从另一方面也表明了我国汞、锑矿产资源寻找潜力还是很大,特别是在我国东部沿海地区,虽然目前已知矿床数量有限,规模较小,但在全球成矿带的背景之下,找矿的前提与条件是存在的,何况在我国东部沿海地区有数千个汞(锑)重砂异常与矿化点,因此,在继续围绕扬子地台周边开展寻找热液层带型与热液脉带型矿床的同时,也应加强在中生代火山岩地区,特别是我国东部沿海地区开展寻找岩浆热液型矿床,以求有所突破。

二、市场

我国汞矿与锑矿在国内市场上处于不同状况。汞矿由于长年开采,资源保护程度愈来愈差,而需求却逐年攀升,近年来几乎翻番,一直处于每年 3.3 万 ~ 3.5 万瓶水平,虽然国家在“八五”和“九五”期间,在陕南、鄂西等地新建了几座矿山,使全国生产设计能力达到 4 万瓶/年,但因种种原因未能如期达到。1996 年仅达 3000 瓶/年。每年较大缺口只好造进口弥补,但近年来西方国家发现汞对人体与环境有严重污染,于是对汞矿开采与产品制作严加限制,从而又进一步加剧了我国汞矿市场中供不应求的紧张局面。

我国锑矿每年产量均保护在 10 万吨左右,而国内每年需求量约 2 万 ~ 3 万吨。因此,我国国内锑矿及其产品是比较充足的,而且每年都有大宗出口换汇。近年来由于经济利益驱动,各地盲目生产出口,竞相压价,造成国际市场上锑矿和锑产品供大于求以及市场价格狂跌的局面,使国内厂家蒙受损失,90% 左右的企业处于不同程度的亏损境地,严重打击了我国锑矿企业的生产。虽然政府也几次干预,但效果甚微,从而使我国“锑矿王国”出现了出口年增,创汇不升的状况(曾若兰等, 1988)。

我国汞矿与锑矿国内市场处于不同状况,即汞矿供不应求,锑矿供大于求,然而,它们都存在一个共同问题,即受国际市场所左右。这对汞矿而言情有可原,因我们生产能力不强,需要进口填补缺口,而对锑矿而言根本问题是由于国内各厂家“内战”而引发的,盲目出口,竞相压价,最终“搬起石头砸自己的脚”。说到底还是规范管理问题,这种状况现在看来可能还要持续一段时间,一时难于解决。

三、开发与保护

我国汞矿与锑矿的矿山数量不少,关于今后开发问题应针对各自情况而行,不要一味强调再建新矿山、增加产量等等。对于汞矿近年来国外为了人体健康和保护环境对汞矿生产、利用给予严厉的限制,以至国外大批汞矿山关闭,汞价长期下跌。这种局面不是一时现象,可能是一项历史性措施的必然结果,并且将决定世界汞矿企业的发展方向。我国虽然目前对于汞矿及其产品仍处于供不应求的状况,但绝不能被这暂时现象所

迷惑，而应清醒地看到汞矿企业在今后发展道路上是趋于收缩的。因此，当前在积极改进生产工艺，促使矿山生产达到设计能力，保证国内市场需求的的同时，必须从保证人体健康和环境出发，大力研制替代产品，使我国汞矿企业沿着一条健康的方向发展。

锑矿虽然状况与汞矿不同，但在今后开发中也不能仅强调产量，而是应规范管理。目前当务之急是清理非法开采矿山，限量合法矿山生产，提高产品品种与质量，制定严格的出口政策，在国际市场上真正起到锑大国的龙头作用，进而控制国际市场，左右产品价格，使我国的锑矿资源大国、生产大国与贸易大国的桂冠能长盛不衰地保持下去。