

20元

机密

编号:

新中国有色金属

选 矿 工 业

《当代中国有色金属工业》编委会

一九八七年·北京

前 言

遵照中央宣传部一九八二年十一月十二日中宣发文〔1982〕44号“关于编写出版《当代中国》丛书的通知”，中国有色金属工业总公司组成了《当代中国有色金属工业》编委会，组织力量，汇集资料，进行编写的准备工作。在工作过程中，收集到有关有色金属工业各方面的大量素材，为了把这些材料系统整理起来，按专业编成十七卷，定名为《新中国有色金属工业》丛书，做为编写《当代中国有色金属工业》一书的基础资料，付印内部发行。各卷的名称是：

1. 新中国有色金属地质事业
2. 新中国有色金属采矿工业
3. 新中国有色金属选矿工业
4. 新中国有色金属铝镁工业
5. 新中国有色金属铜工业
6. 新中国有色金属镍钴工业
7. 新中国有色金属铅锌工业
8. 新中国有色金属锡工业

9. 新中国有色金属锑汞工业
10. 新中国有色金属钨钼工业
11. 新中国有色金属贵金属工业
12. 新中国有色金属稀有金属工业
13. 新中国有色金属合金加工工业
14. 新中国有色金属环境保护与安全卫生
15. 新中国有色金属基本建设
16. 新中国有色金属科学研究
17. 新中国有色金属教育事业

本丛书不公开发行，仅供内部参考使用，故在保密上和文字上未做过多的处理，对一些问题也仅是提出初步看法，敬希保管使用本丛书的单位或个人，要注意这一点。

本丛书的编撰过程中，有色金属工业各部门抽出大量人员参与提供素材，撰写成书，在此谨向他们表示感谢。本丛书编撰出版时间短促，不妥和错漏之处在所难免，敬希读者同志提出宝贵意见。

《当代中国有色金属工业》编委会

一九八五年十月

目 录

前 言

绪 论

第一章 中国有色金属选矿工业发展历史	1
第一节 旧中国有色金属选矿工业	1
第二节 新中国有色金属选矿工业	6
第三节 新中国有色金属选矿工业的重大成就	11
第四节 继续前进的方向	22
第二章 有色金属选矿生产的发展	27
第一节 铜选矿生产的发展	27
第二节 铅锌选矿生产的发展	66
第三节 钨选矿生产的发展	90
第四节 锡选矿生产的发展	135
第五节 钼选矿生产的发展	152
第六节 镍选矿生产的发展	165
第七节 锑选矿生产的发展	176
第八节 汞选矿生产的发展	185
第九节 稀有金属选矿生产的发展	189
第十节 选矿药剂生产的发展	199
第三章 有色金属选矿科学技术进步	208
第一节 选矿科研的发展	208
第二节 选矿工艺的技术进步	211
第三节 选矿设备的技术进步	264
第四节 选矿药剂的技术进步	298

第五节 选矿自动化的技术进步	309
第六节 选矿理论研究的进展	319
附录 选矿厂和选矿药剂厂实例	328

绪 言

选矿是材料工业生产中的一个重要工序。旨在将矿山采出的矿石，也称原矿，加工成为适于下一生产工序所需的原料。特别是有色金属矿产资源的特点之一是原矿的有价金属含量较低，如钨、锡、钼等矿石仅为千分之几。经过选矿将原矿加工成为精矿，使精矿中的金属含量成百倍乃至成千倍的富集，成为下一生产工序的原料。有色金属矿产资源的又一特点是多金属共生矿多，例如铅锌矿、铜钼矿、铜镍矿、锂铍钽铌矿等，都必须通过选矿，将原矿中的共生金属矿物及有价成份彼此分开，加工成为相应的精矿或其它产品，这不仅为下一工序提供符合技术要求的原料，而且综合利用矿产资源。因此，不借助现代的选矿技术，有色金属和稀有金属矿产资源的开发利用将无法实现。

新中国成立前，有色金属选矿工业十分落后，中国出口的钨砂、大锡和锑品等商品，在其生产过程中，为提高原矿中的金属含量，均赖以传统的手选技巧来实现，而以机械设备进行矿石加工的选矿厂则不足二十家，而且大都集中在东北。一九四九年入选矿石量仅三十余万吨；处理矿石品种也只有铜、铅锌、钼、黄金等少数几种。设置选矿专业的文教、科研单位屈指可数。选矿设计事业则是个空白。

新中国成立后，国民经济蓬勃发展，有色金属产量成倍增长，选矿厂的建设和选矿技术的进步也随着生产的发展而突飞猛进。一九八三年全国大小选矿厂有397座，入选矿石约7,600万吨，处理矿石品种增至十七种。由中国有色金属工业总公司领导的设有选矿专业的高等院校有三所，研究院所五个，设计院五家，基本形

成了生产、科研、设计和教学相互配套的选矿工业体系。

值得指出的是有色金属选矿工业之所以能够取得今天的成就，主要是依靠中国共产党的正确领导和培养起来的一批专业队伍的辛勤劳动。这批队伍在有色金属选矿生产、科研和设计等工作的实践中，不断总结经验，奋发图强，针对中国资源特点，发展了选矿技术设备，形成了具有特色的钨、锡细泥选矿工艺，合成了新的浮选药剂，改进了氧化矿和多金属硫化矿的分选技术，而联合流程的发展又较好地提高了矿产资源综合利用水平和选矿厂生产指标，为有色金属工业的繁荣作出了贡献。

三十多年来，中国有色金属选矿工业尽管取得了一些成就，但总的看，在工艺矿物学的应用，选矿厂的技术管理和装备水平，原材料消耗以及自动控制等方面，与发达国家相比，尚有不小的差距，还需不断努力，迎头赶上，才能完成四化建设的宏伟任务。

本书是为编写《当代中国有色金属工业》而收集、整理的有关资料。撰写本书时，得到生产厂矿的大力支持以及广大同行的热心援助，提供了大量的宝贵资料，张翰臣、罗中兴、东乃良、查贵嵩、李毓康、毛云辉、王铭爵等同志参加审稿工作，使本书能够顺利完成，在此敬志谢忱。但局限于我们的编写水平，在资料的应用和处理方面，一定存在不少缺点，重复和遗漏在所难免，敬希读者批评指正。

第一章 中国有色金属选矿 工业发展历史

旧中国，有色金属工业十分落后，作为有色金属工业重要组成部分的选矿工业，就失去了赖以发展的基础。

新中国的成立，有色金属选矿工业进入了一个新的历史发展时期。选矿厂建设规模的由小到大，选矿品种的增多，技术的重大进步，管理水平的提高，选矿科研、设计、教育事业的发展，都标志着有色金属选矿工业达到了一个新的水平，形成了生产、科研、设计、教育配套的有色金属选矿工业体系。

第一节 旧中国有色金属选矿工业

中国是具有几千年历史的文明古国。选矿技术的发展可以追溯到四千年前。据《史记》记载，河南省襄城县首山铜矿在黄帝时代即已开采。商周时期广泛使用青铜器，被誉为历史上的青铜时代。到春秋战国时期，已能将地下采出的矿石，通过分选，取其精华，弃其糟粕，以废石及泥土充填采场洞穴。湖北大冶铜绿山汉代古矿井的文物中，有类似今日淘金盘的器皿，足以证明凭借矿物比重差异的重力分选技术在当时就已经应用。宋代赵彦卫在《云麓漫钞》中对白银的生产有记载，“取银之法，每石壁有黑路乃银脉，随脉凿穴而入，甬容人身，深至数十丈，烛火自然，所取银矿皆碎石，用皿捣碎，再上磨，以绢罗细，然后以水淘，黄者即石，弃之，黑者乃银。”这段文字具体地描述了当时辉银矿的开采和选矿过程。宋代宋应星《天工开物》中也有矿石采出之后，经拣净、淘洗，然后入炉煎炼的记载。这里讲的拣净、淘洗相当于今日的手选和重力选矿。中国在有色金属生产过程中，

应用选矿技术的历史悠久，有相当的水平。

一八〇〇年以来，封建王朝长期采取锁国自守的政策，特别是鸦片战争后的一百多年中，帝国主义的侵略和清政府的腐败，使中国的经济一蹶不振，矿冶生产技术长期停滞不前。然而，欧洲在十八世纪产业革命的推动下，选矿技术有了显著进步。二十世纪初，利用硫化物表面的亲油和疏水性质，探索了新的选矿方法——全油浮选法。一九二四年，美国以黄药改善浮选效果，浮选法从摸索阶段进入了工业应用阶段，扩大了选矿领域。而中国在这一时期，却一直停留在传统的手工拣选和重力淘洗的落后水平上。

中国有色金属机械化选矿厂的建设始于本世纪初。一九〇六年湖南水口山铅锌矿聘请广东新会县夏佐卿建成老鸦巢斜井工程，一九〇九年建成选矿厂，这是中国第一座机械化选矿厂。该厂经一九一七年扩建，日处理矿量达到200吨。据当时文献记载，水口山选矿厂设有纯汰厂、敲砂厂、淀洗厂和洗砂台等。全厂以蒸汽为动力，设有锅炉3台，共120马力。

一九〇九年云南个旧锡务公司向德国怡和洋行购买了50万元的洗选、动力、运输、冶炼和化验等设备，于一九一〇年兴建选矿厂，一九一三年建成，主要用摇床生产锡精矿。

一九一七年中国矿商刘鼎臣与日本人森峰之竹合伙在辽宁凤城县青城子开矿，并于一九二一年十月兴建一座简易选矿厂，所产铅锌精矿运往日本。一九三九年张作霖以“中华资源不准洋人开发”为理由，封禁该矿，选矿厂设备随即拆迁。日本帝国主义为了掠夺中国矿产资源，不遗余力地建设矿山，一九三一年到一九四五年，先后建成了杨家杖子、青城子、清原、岫岩、桓仁、石嘴子、夹皮沟、马鹿沟、分水多等十多座有色金属选矿厂（见表1—1），用以选别钼、铜、铅锌、硫、金和汞等。为了向浮选厂提供浮选药剂，在沈阳筹建了一座选矿药剂厂。这批选矿厂除了杨家杖子的生产规模较大（日处理矿量3,000吨）外，其余的较小，日处理矿

表1—1 日本在东北建设选矿厂一览表

序 号	矿山名称	处理矿石类型	规模 (吨/日)	建厂或投产日期	备 注
1	青城子	铅锌硫	500	1939年建成 1 号和 2 号系统 1942年建成 3 号系统	1949年 9 月恢复一个系统生产
2	杨家杖子	铅锌、钼	3,000	1935年处理铅锌矿 1938年以选钼为主	1949年修复 1950年恢复生产
3	清 原	铜金	100—140	1937年	1949年恢复生产
4	马鹿沟	铜	100—300	1937年	1950年恢复生产, 1953年拆迁
5	岫 岩	铅锌硫	240	1942年	1949年 10 月恢复生产
6	分 水	铜	300—500	1942年—1943年	1948年恢复生产
7	桓 仁	铅锌	300	1942年—1943年	
8	石嘴子	铜	500	1941年	1948年恢复生产
9	夹皮沟	金铜	500	1940年	1947年恢复生产
10	天宝山	铜铅锌	200	1942年	1951年恢复生产
11	接梨树	铜	50	1943年	1951年恢复, 1950年停产
12	芙 蓉	铜金	50		矿石送分水分选厂
13	老牛沟	金铜	300—500		1947年恢复生产
14	五 龙	金	—	1938年建矿	1949年恢复生产
15	周杖子	汞		1944年	未恢复生产
16	华 铜	铜	80		矿石送分水分选厂

量为100—500吨。选矿厂的建筑比窑简陋，设备配置拥挤，生产流程简单，操作条件很差，伤亡事故时有发生。由于建厂周期短，生产能力形成较快，加之矿石均为简单易选的硫化矿石，大量金属被掠夺。以青城子矿为例，据一九二一至一九四四年的不完全统计，日本人掠夺铅精矿62,948吨，粗铅1,307吨，合计金属铅36,506吨；锌精矿1,475吨，含锌681吨；硫化铁精矿15,216吨；银11.9吨。

国际市场上素有声誉的江西钨矿，湖南锑矿，贵州汞矿和广西、云南锡矿的选矿方式主要是手拣和简单的淘洗。江西钨矿的选矿生产，先经手选后用铁锤破碎、竹筛分级、桶洗富集；广西平桂砂锡矿用沟冲洗富集；云南除个旧和老厂外用畜力石碾粉碎（见图1—1），以平板沟槽、砖槽、圆槽（见图1—2）、沉淀沟（见图1—3）等简单装备，人工进行重力选矿，而微细粒锡石的回收则赖以“敲大锅”的独特技巧，凭操作者经验回收，选矿技术十分落后。



图1—1 石碾磨矿

抗战期间，国民党政府资源委员会锡业管理处和钨业管理处分别在广西桂林和江西大庚的炼锡厂用进口的强磁选机对高锡钨



图1—2 圆槽选矿

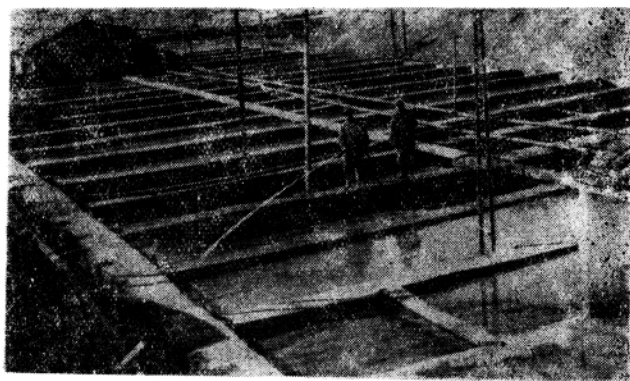


图1—3 沉淀沟选锡石

砂进行钨锡分选。运转时间不长。

旧中国选矿人才稀缺，高等院校中的选矿课程设在矿冶工程系内，教材内容贫乏，授课时间少，而且设置矿冶工程系的高等

院校也只有北洋工学院、唐山工学院、焦作工学院、湖南大学、重庆大学、云南大学等有限的几所。中等专科学校则仅有湖南楚怡工业学校。

抗战胜利，东北首先解放。为恢复选矿厂的生产，一九四八年在夹皮沟金矿局举办了两期选矿专业训练班，培养选矿专业人才。这些学员工作在全国各地，成为发展选矿工业的骨干力量。

选矿科研尤其落后。三十年代国民党政府资源委员会在南京成立矿室，从事矿产资源的开发研究，设有采矿、冶金、选矿和炼焦等研究室，是中国选矿研究工作的肇始。矿室后迁重庆，改名矿冶研究所。一九四六年迁到北平。先后在该所从事选矿研究的技术人员不过二十余人。此外东北地区的大陆科学院中也有三、四人研究铁矿石的选矿。

选矿厂设计事业是个空白。

第二节 新中国有色金属选矿工业

新中国成立三十多年来，有色金属选矿工业的发展经历了恢复生产、建设高潮，十年动乱和欣欣向荣的时期。从基础十分薄弱、技术非常落后的状况发展到今天拥有相当生产规模，处理矿种比较齐全，在一定领域中选矿技术、生产指标比较先进的有色金属选矿工业，并且形成了生产、科研、设计和教育配套的综合体系。

一、经济建设恢复时期

一九四九年十月新中国成立至一九五二年，有色金属选矿工业进入了恢复生产时期。除东北老解放区已恢复夹皮沟、老牛沟、清原、石嘴子、岫岩和分水六座选矿厂外，又恢复了杨家杖子钼矿、青城子铅矿、天宝山铜铅矿、桓仁铅矿、马鹿沟铜矿、接梨树铜矿等选矿厂，新建了华铜铜矿和芙蓉铜矿两座选矿厂。同时恢复了沈阳选矿药剂厂，一九四九年七月开

始生产液体乙基黄药，一九五〇年扩建并改名为沈阳冶金选矿药剂厂，又增加了固体黄药、丁基黄药、白药和松醇油(二号油)等新品种的生产。

在选矿生产管理中，普遍采取缩小碎矿粒度，增加球磨机处理能力，提高产量，降低药剂消耗和推广快速浮选等重大技术措施，发展了选矿生产。

内地的有色金属选矿工业，实际上是新中国成立后才逐渐发展起来的。首先恢复和扩建了有一定基础的云南个旧、老厂选矿厂，平桂水岩坝，以及水口山铅锌矿选矿厂；建成了安徽铜官山选矿厂。同时将国民党政府资源委员会为江西钨矿购买的美国的重选设备，主要是磨式破碎机、对辊碎矿机、3×8英尺棒磨机、跳汰机和摇床，于一九五一年在大吉山钨矿安装投产，获得了较好的选矿技术经济指标。中央有色金属工业管理局中南分局决定将仿制任务交给衡阳矿山机械厂，每套设备处理能力核定为125吨/日，在一些重点钨矿推广。从此结束了手选钨砂的历史。

二、经济建设高潮时期

一九五三年到一九六六年是有色金属选矿工业蓬勃发展时期。通过实践和在苏联专家的帮助下，逐渐掌握了选矿生产技术，具备了一定的科研、设计、企业管理的能力。为有色金属选矿工业进一步发展打下了基础。

在此期间选矿厂的建设全面展开。选矿厂建设规模和数量以前所未有的速度发展，并增加处理锑、汞、镍、稀有金属选矿厂，与此同时建设了与之配套的选矿药剂厂。

铜选矿厂，新建了德兴，中条山有色金属公司的胡家峪、篦子沟，大冶有色金属公司的新冶、赤马山，东川矿务局的因民、滥泥坪，寿王坟，红透山，彭县和易门等二十余座。多数是大中型选矿厂。由苏联援建的日处理矿量万吨的白银厂选矿厂于一九六〇年投产。一九六六年处理铜矿石达到1,170万吨，为一九四九年7.9万吨的148倍。

铅锌选矿厂，先后建成了柴河、桃林、黄沙坪、银山等十余座，由保加利亚援建的泗顶铅锌选矿厂于一九五八年投产。一九六六年处理铅锌矿石192.65万吨，为一九四九年1.8万吨的107倍。

锡选矿厂有新建的云南锡业公司黄茅山、大屯、新冠、卡房等。使该公司选矿厂增至8座，日处理矿量18,150吨。一九五七年建成大厂矿务局长坡锡选矿厂。一九六六年处理锡矿石817万吨，为一九四九年5.8万吨的140倍。

钨选矿厂的建设如雨后春笋。在江西建成了盘古山、画眉坳、铁山垄、下垅、漂塘、荡坪、浒坑等，由苏联设计的大吉山、西华山和岵美山等大型选矿厂于一九五九年和一九六〇年建成投产。在湖南、广东等地新建了湘西、湘东、瑶岗仙、石人嶂、瑶岭等。一九六六年处理矿量猛增到490万吨，为一九四九年的2万吨的245倍。

钼选矿厂除扩建由苏联援建的杨家杖子，使之成为中国最早的万吨级选矿厂外，金堆城钼业公司一九六六年建成500吨/日的第一座选矿厂。此外在浙江、河北等地也建成一些小型选矿厂。一九六六年处理钼矿石214万吨，为一九四九年20万吨的10.7倍。

镍矿的开发利用是新中国成立后才开始的。五十年代建成了第一座镍选矿厂会理镍矿选矿厂。一九五八年在甘肃金川发现了储量丰富的铜镍矿床。一九六六年建成了金川镍矿第一选矿厂，当年处理镍矿石50.36万吨。

一九五五年前，铋和汞的选矿基本上是手选。第一座机械化铋选矿厂在湘西沃溪矿区建成。世界闻名的锡矿山铋矿于一九五九年在南矿区建成规模为450吨/日的选矿厂。一九六六年铋矿石的处理量达32万吨，为一九五〇年3万吨的10倍。汞矿的机械化选矿厂于一九五七年在贵州汞矿、新晃汞矿和务川汞矿等矿山建成，生产规模都比较小，处理矿量根据市场需求随时调整。

由中苏新疆有色金属及稀有金属公司筹建的可可托海铍钼铋矿选矿厂，于一九五九年建成，一九六一年投产。广东、广西、

山东等地从一九五八年起也建成一批小型选矿厂，综合回收海滨砂矿中的锆英石、独居石、金红石、钛铁矿等稀有金属矿物。从此，奠定了中国稀有金属选矿生产的基础。

为适应有色金属选矿工业的发展，选矿药剂的生产也不断扩大。除了沈阳冶金选矿药剂厂外，一九五八年建成云南冶炼厂选矿药剂车间，一九六〇年投产；建设了白银有色金属公司选矿药剂厂，一九六五年投产。选矿药剂的年生产能力达到两万吨左右。

三、十年动乱时期

动乱的“文革”十年中，有色金属选矿工业的发展遭受严重的干扰。由于有过去的基础，虽然延缓了选矿厂建设速度，但仍有一定的发展。建成了大冶有色金属公司铜绿山、丰山，铜陵有色金属公司凤凰山，东川矿务局落雪，中条山有色金属公司铜矿峪，江西武山，云南大姚、牟定以及黑龙江松江等铜选矿厂。一九七四年处理铜矿石1,470万吨。国际上当时发展迅猛的自磨机在铜矿峪选矿厂首次试用；以一段磨析—浮选法处理难选氧化铜矿的新工艺完成了半工业试验，不久在广东石炭铜矿投入了工业生产。

由保加利亚援建的八家子铅锌选矿厂，于一九六九年投产；广东的凡口铅锌矿、白银有色金属公司小铁山、四川会东、黑龙江小西林等铅锌选矿厂也先后建成。一九七四年铅锌矿石年处理矿量达454万吨。

扩建了云南锡业公司黄茅山和大厂矿务局长坡选矿厂；新建了云南锡业公司羊坝底和平桂矿务局白面山、新岭、烂头山等锡选矿厂；综合回收钨、锡的香花岭选矿厂也投入了生产。锡矿石的年处理能力增至800万吨。

钨选矿厂数目增加不多。由于采用了矿石预先富集和细泥处理的新技术，年处理量仍有增长，一九七四年达到544万吨。

金堆城钼业公司第二选矿厂的建成和栾川钼矿小选厂的投