

**第二届全国矿产资源综合
利用学术会议
论 文 集**

大会筹备处

一九八八年

编 者 话

本次大会由广西有色金属学会、中国有色金属学会选矿学术委员会、中国核学会铀矿冶学会、中国有色金属学会环保学术委员会、中国选矿科技情报网、中国有色金属工业总公司环保情报网和选矿情报网，联合召开。

根据“文责自负”的精神。论文未做大修改。

目 录

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. 我国矿产资源综合利用现状及改进意见.....地矿部矿产综合利用研究所 | 张兴仁 (1) |
| 2. 铅锡铁共生矿化学分选深度加工及无废工艺的研究..... | 云南红星化工冶金研究所 戴元宁 (8) |
| 3. 有色金属资源综合利用成效与发展.....铜陵有色公司 | 尹定根 (17) |
| 4. 无废工艺是解决环境问题的有效途径.....青岛建工学院 | 姜性义 (21) |
| 5. 合理开发矿产资源搞好综合利用.....北京有色设计总院 | 曹异生 (25) |
| 6. 四川南部硫铁矿资源的综合利用.....四川化学矿山公司 | 骆伏龙 (29) |
| 7. 铜、钼、钴、铁共生矿综合利用研究.....北京矿冶研究总院 | 郭历华 (33) |
| 8. 陕西某地含金银多金属矿综合回收方法研究.....陕西地矿局西安实验室 | 王存志 (43) |
| 9. 回收磁选尾矿中有用矿物的研究.....河南省冶金研究所 | 凌敦平 (48) |
| 10. 多金属铅锌矿综合回收银的研究.....北京矿冶研究总院 | 韩秀英 孟宪毅 (53) |
| 11. 宜春钽铌矿资源综合利用的研究..... | 广州有色金属研究院 周德盛 王碧莲 邹 霓 (59) |
| 12. 从铜硫浮选尾矿中回收白钨矿的研究.....赣州有色冶金研究所 | 熊上噪 苏树红 (62) |
| 13. 沉积变质碳酸锰矿床伴生钴的回收.....中南冶金地质研究所 | 缪 锋 (67) |
| 14. 高硫洗中煤综合利用研究.....四川冶金研究所 | 邱允武 周怡玫 (71) |
| 15. 小型铁选矿厂尾矿的再处理.....北京矿冶研究总院 | 黄利明 李桂鑫 (76) |
| 16. 电厂粉煤灰高梯度磁选除铁的初步研究..... | 中南工业大学 张金明 孙仲元 黄 枢 (82) |
| 17. 铝电解烟气湿法净化塔外合成冰晶石最佳条件的探讨.....抚顺铝厂科研所 | (88) |
| 18. 放射性分选机在含铀金矿中的应用.....北京第五研究所 | 汪淑慧 (93) |
| 19. 栎川钼钨矿石的合理选矿方法.....郑州矿产综合利用研究所 | 王韩生 (97) |
| 20. 含铀铅锌多金属硫化矿石无氰浮选研究.....核工业部北京第五研究所 | 李庆新 (108) |
| 21. 综合利用矿产资源的生产实践.....西华山钨矿 | 肖孔楸 (113) |
| 22. 磷肥生产中氟资源的综合利用.....大冶有色金属公司 | 田 兴 (120) |
| 23. 铜转炉电收尘烟灰的综合利用.....大冶有色金属公司 | 田 兴 夏时霖 (121) |
| 24. 贵溪冶炼厂冶炼烟气除尘净化及其回收..... | 邱呈生 (123) |
| 25. 离子型稀土土矿制装饰砖.....赣州有色冶金研究所 | 卢能迪 (127) |
| 26. 井下废石的利用..... | 刘水生 (129) |
| 27. 贵州铝厂赤泥综合利用.....贵州铝厂 | 邹德润 (131) |
| 28. 热浓酸洗涤净化制酸流程在大冶的实践.....大冶有色金属公司 | 刘润明 (133) |
| 29. 硫化法处理酸性废水.....白银有色金属公司 | 王祖光 岳铁志 (137) |
| 30. 矿坑水一水多用.....水口山矿务局铅锌矿 | 朱峻英 (144) |
| 31. 铜山铜矿井下酸性水用于选硫生产实践.....铜陵有色金属公司 | 倪朝东 赵结斌 (148) |

32. 从重金属离子废水中回收铜……………大冶有色金属公司 羊南冰(152)
33. 新城金矿酸化法回收废水中氰化钠……………北京有色冶金设计研究总院 丛仁廷(155)
34. 矿山废水处理与利用……………江西德兴铜矿 熊报国(157)
35. 选矿厂废水处理与利用……………西华山钨矿 姚昌群(163)
36. 炼铜反射炉烟气余热的利用……………大冶有色金属公司 申妙兴 刘春泉(165)
37. “三废”治理及其利用……………抚顺铝厂 王连生(166)
38. 选矿废水的利用……………寿王坟铜矿环保处(169)
39. 德兴铜矿工业废水治理及综合利用的研究…北京有色冶金设计研究总院 倪 栋(170)
40. 对尾矿再选的探讨……………沈阳铝镁设计研究院 关明久 王人宽(176)
41. 铅锌冶炼废渣的处理与综合利用……………西北矿冶研究院 孟繁杓(180)
42. 铋冶金联合企业的综合利用生产实践……………锡矿山矿务局 杨 光(186)
43. 金刚石晶体的保护……………安徽省地质矿产局测试中心 朱及天(191)
44. 个旧湖尾矿锡相、粒级、流程对回收率的影响……………云锡二冶炼厂 陈焕计(194)
45. 强化黑钨矿伴生银、铋等有价值金属综合回收的探讨……………

赣州有色冶金研究所 林海清(201)
46. 试论新疆雅满苏铁矿资源综合利用……………乌鲁木齐有色设计院 李华盛(208)
47. 磷矿的富集及降低有害杂质前景的探讨……………武汉化工学院 孙家寿(211)
48. 我国硫铁矿资源综合利用研讨……………武汉地质学院 肖 云(214)
49. 湖北广水重稀土矿选矿技术方案设想……………鄂东北地质大队 郝敬翔(222)
50. 选矿对矿产资源利用程度的评估……………江西冶金学院 施辉亮(226)
51. 鄂东南铁铜矿床伴生组分及其综合利用前景分析…中南冶金地质研究所 刘陶梅(231)
52. 提高选别云锡锡矿多种产品效率的生产实践……………云锡公司 陈惠仙(235)
53. 铅锌尾矿的再选技术……………东北工学院 龚焕高等 柴河铅锌矿 田世杰(240)
54. 综合利用钽金属防止放射性污染环境……………核工业部北京五所·王瑞德 赵满常(247)
55. 91号富矿硫化矿分离生产实践及问题研讨……………大厂矿务局 刘惠英(253)
56. 矽卡岩型铜锡矿床中共生元素的综合利用……………广西德保铜矿 谢云生(259)
57. 试论大厂91号富矿合理选矿工艺研究……………大厂矿务局 雷时益(261)
58. 跳汰在大厂锡石—多金属硫化矿选别中的推广应用和展望……………

大厂矿务局有色金属研究所 周中文(277)
59. 锡石粗精矿两段磨选提高回收率的研究……………大厂矿务局车河选矿厂 唐开科(286)
60. 完善选矿工艺流程, 提高精选回收率……………平桂矿务局冶炼厂 李志明(293)
61. 锡精矿精选选冶联合初探……………平桂矿务局冶炼厂 陈朝新(299)
62. DS—II型电子数控加药机应用与维护……………大新 铅 锌 矿 董伟生(308)

我国矿产资源综合利用现状 及改进意见

地矿部矿产综合利用研究所 张兴仁

一、我国矿产资源综合利用现状

矿产资源是人类社会赖以存在和发展的重要物质基础，是一个国家得以繁荣富强的决定因素之一。但它又是不可再生的一次性资源，因此，必须充分注意保护矿产资源，坚持综合利用的方针。

我国是世界上矿产资源种类比较齐全、配套程度比较高、主要矿产资源探明储量比较丰富的少数国家之一。但是由于我国是一个十亿人口的大国，所以人均占有的矿产储量还是比较低。而且我国矿产资源的特点又是贫矿多、复合共生矿和难选冶矿产多，在地理分布上也很不平衡。因此，对我国的矿产资源实行综合开发和利用更具有重要的意义。

建国以来，我国矿产资源的勘查工作获得了可喜的成绩，勘查提供的储量基本满足了建设的需要，并且还探明了一批综合开发利用价值很高的矿产资源。例如，广东某多金属矿，伴生有用元素达17种，若能全部回收利用，其价值可达100亿元以上。个别矿山共、伴生矿产的价值甚至超过主矿产。黑龙江某铜矿中伴生有十种以上的有价元素，其中伴生的黄金有98吨，已达到大型金矿床的标准。广西一锡矿中伴生有用组分达16种之多，甘肃白银矿伴生组分也达十几种。

据湖南148个矿区统计，具有两个以上矿种的矿区有129处之多(未包括伴生有用组分)。广东从现有的矿山来看，钨矿山可综合利用的伴生元素通常有锡、铋、钼和铜，部分矿区还伴生有银、金、铅、锌、钴、硫等。在很多锡、铅、银矿山，可能利用的伴生元素有金、硫、镓、铟、锗、镉。

另外据报导，全国铜储量中将近四分之一是伴生铜矿，伴生金的储量超过原生脉金储量。目前全国开发利用的118个矿种中，有87种部分或全部来源于伴生矿产。这些都说明矿产综合利用大有可为，我国近年来很重视对矿产资源的综合开发和利用，并已取得很大成绩。

例如，白银有色金属公司，对矿石中17种有用元素已能回收利用14种；金川镍矿以镍为主，同时综合回收铜、钴、金、铂族金属等14种产品。目前我国已有相当一部分冶炼企业综合利用率已达到或超过70%。我国黄金综合回收量占总产量的1/4—1/3，白银、铂族金属和稀散元素几乎100%系综合回收产品，近3/4的硫酸原料是从有色金属生产中综合回收的。

近年来，对攀枝花、金川、包头三大共生矿的开发和综合利用，解决了我国对镍、钛、钒、钴及稀土元素的需求，其中有的达到了自给有余，可供出口的水平。白银公司通过综合利用，已回收了大量的金、银以及铟、铊、钨等多种伴生组分，总产值累计超过12亿元。

另外,我国近年来在煤矸石、尾矿、废渣的综合利用方法也已取得了显著的成绩。因此,可以这么认为,我国的矿产综合利用水平,近年来总的趋势是在不断提高,但还存在不少问题有待进一步研究解决。

与发达国家相比,我国的矿产资源综合利用工作,无论在深度还是在广度方面,我们的水平都还是比较低的,还存在着很大的差距。具体表现在:

地矿部门对矿床中共生、伴生矿物综合勘查、综合评价、综合回收的技术可能性与经济合理性评价不够,实验室研究程度不足。工业主管部门往往限于技术、经济和体制等方面的原因,只开发利用本部门对口矿种,置其它共生、伴生资源于不顾是较为普遍的现象。据有关专家估计,我国矿产综合回收率仅50%左右。

据报导,对全国246个含有伴生或共生矿产的大中型矿山企业调查,其中32.1%的矿山没有综合回收伴生或共生有益组分,就是搞了综合回收的矿山,综合利用程度也是比较低的。从对1845个重要矿山的了解,综合利用有用组分70%以上的仅有2%;利用有用组分达50%的矿山不到15%;75%的矿山有用组分利用率低于25%。

目前,我国有色金属冶炼厂回收的伴生组分只有11—18种,而苏联在1980年就已回收到74种。我国伴生组分的综合利用率仅为20.62—68.24%,而日本已达到85—95%,美国100%的砷、铍、硒、铋、镉、钴、镓、锗、铟、镓、铷、铯和铊等,都是通过综合利用取得的;对硫磺的需求,一些发达国家主要是靠从天然气和硫化矿冶炼过程中回收的“有害杂质”来满足的,而我国回收的则很有限,每年要从国外进口大量的硫磺。几十年来,煤炭、冶金、有色金属等各类矿山的废料、尾矿等,估计总量超过亿吨。尽管对它们的综合利用问题已做了不少工作,但与它们的巨大数量相比,就显得非常有限了。所有这些都说明,我国矿产资源综合利用的任务还十分艰巨。

因此,我们在充分肯定成绩的同时,还应清醒地看到,目前我国矿产资源综合利用的水平还是比较低的,与发达的工业国家相比还有不小的差距,应引起我们的高度重视。

二、我国矿产资源综合利用存在的问题及其原因

归纳起来,目前我国在矿产资源综合利用方面存在的问题,主要是:

1. 开展综合利用矿山的企业比例低

总的来看,目前我国的矿山企业中,开展综合利用、部分开展和未开展的矿山企业各占三分之一,说明当前矿山企业对资源综合利用的重要性还认识不足。赵总理在有关部门召开的一次综合利用问题会议上指出:“...综合利用过去由于部门分割,很多企业的潜力、综合利用的可能性,没有很好地发挥出来,如煤矿中有硫铁矿,开采煤炭时把硫铁矿丢掉了...我觉得这方面油水很多,没有释放出来...”。赵总理的这一指示也反映了我国矿产资源综合开发和利用的现状。

据统计,湖南省综合评价、综合规划搞得较好的矿区只占矿区总数的19%。广西玉冬泉矿已初步查明伴生有镉、铊近两吨,但至今没有综合回收。广西大厂锡矿伴生有用组分达16种之多,而目前只回收了十种。湖南宝山铜矿伴生的钨、铋、铅、锌、金、银都未回收。某钨矿山的表外矿石量占全矿区的30%,而其中含银可能占全矿区的40%(Ag的平均品位101克/吨),未作矿量计算的富硫化物矿体含银高,银的品位最低为240克/吨,最高1100克/吨,都未详细研究其综合利用问题。

2. 矿山企业中共、伴生组分的综合利用指数低

据1984年全国矿产资源开发利用情况调查和1986年全国工业普查的资料,目前回收利用的矿种只占可以开展综合利用的50%左右,显然没有做到物尽其用。

3. 选冶技术不过关综合利用回收率低

据统计,在回收伴生组分的矿山企业中,综合回收率低于40%的单位占70%以上。据湖南省统配钨矿资料,综合利用铜、锡回收率为25—35%,钼为30—40%,铋为20—30%,银为3—5%,铅锌基本上未回收。江西某钨矿共生钼的回收率仅为28.8%,铋29.7%、锡37.2%。

我国铅锌矿床储量虽很丰富,但目前资源的综合利用率还比较低。据报导,国外有色金属资源综合利用系数一般在80—90%以上,而我国很多矿产资源的损失率却达45—50%。目前我国铅锌冶炼厂的综合利用率最高为70%左右(不包括硫),特别值得提出的是铅锌冶炼过程中的金银回收问题。一般锌精矿含有100—300克/吨Ag,冶炼时有75—85%的金进入浸出渣或蒸馏渣中。火法蒸馏只能从烟尘中回收10—15%的Au, 15—30%的Ag。湿法冶炼浸出渣,株洲冶炼厂采用浮选法处理,银选矿回收率65—70%。沈阳冶炼厂则将窑渣分别加入铜和铅系统熔炼处理,回收率90—95%。但多数厂矿还未加处理。而国外采用赤铁矿法与改良铁矾法,银的回收率可高达90%。差距是比较大的,因此应加强从锌渣回收金银的研究工作。

我国铅锌选矿厂处理的原矿,基本上为硫化矿,部分为氧化矿和混合矿。铅锌选矿厂普遍副产硫精矿,部分副产铜精矿,个别副产萤石精矿和铁精矿等。选别过程中产出铅精矿品位一般为60—70%,一般都含有金和银;锌精矿品位一般为50—55%,一般含有银;铅的回收率为50—60%,银回收率60—70%。我国铅锌选矿工艺与国外基本相同,技术指标也比较接近,但金、银回收率约低10%,精矿质量也略为逊色。

冶炼过程的综合利用率,据株洲、沈阳等大冶炼厂调查,也只有40—70%。这个数字与苏联(80%)、日本(85%)相比相差甚远。特别是难选复杂矿,如白云鄂博矿是一个著名的铁、铌、稀土的大型共生矿,但铁矿中的稀土回收率相当低。

又如,我国拥有十分丰富的钒钛磁铁矿资源,四川攀西地区有规模巨大储量,经过二十多年的试验研究,现在已能从钒钛磁铁矿中分选出钒铁精矿、钛精矿及硫钴精矿。铁、钒、钛及钴的冶炼回收与选用均具有较高的水平。但从全面综合回收与利用的角度看,目前的指标仍不够理想,今后还应继续加强研究。

总的说来,目前我国在矿产资源的综合利用方面还存在不少差距,造成这种情况的原因主要是:

(1) 对矿产综合利用的重要意义认识不足:

大家知道,矿产资源是不可再生的一次性资源,大自然赋予我们的资源又是很有限的,用一点少一点。并且随着我国“四化”建设的发展,要求的矿产资源与日俱增,因此要求我们在做好地质找矿工作的同时,还应努力提高矿产资源的综合利用水平。

实践表明,矿产资源综合利用,不仅可以增加矿物原料的种类和数量,变废为宝、变一矿为多矿,缓和紧缺矿产的紧张程度,而且还能提高矿产的经济价值,取得最大限度的增产节约效果,同时也是收得稀有金属和分散元素的根本方法和改善环境的重要措施。

一个矿山,搞不搞综合利用,对企业的经济效益会产生极大的影响。不搞综合利用给国

家会造成巨大的损失。如某矿山是一个铜多金属矿，有十三种有用组分，由于开未展综合利用，共损失铜、铅、锌、金、银的潜在价值六千多万元，远高于国家对这个矿山总投资的两倍。

相反，大冶有色金属公司由于开展综合利用，现已能综合回收十多种产品，年产值达2222万元。这个公司近年来共投资4500多万元对原有生产工艺进行了一系列的改造和更新，使矿产资源得到了合理利用，促进了企业的生产发展，减轻了环境污染。相继建立的两个硫酸系列，使铜冶炼过程中的高浓度 SO_2 得到了治理和利用，年产一级品硫酸13万吨，创利500万元。该公司铜录山矿的含泥量大、品位低的难选氧化矿，过去被废弃堆积约有500万吨。去年，该矿投资108万元更新了自磨系统一号浮选系列，使堆积多年的氧化矿得到利用，年增产铜50多吨、金36公斤，节电13万度，创利43万元。

白银有色金属公司，长期坚持开展资源的综合开发利用，使产品品种由几种增加到十几种。到1984年底，产品累计总产值达50亿元，其中综合利用产品产值12亿元多，已形成综合利用体系。

辽宁八家子铅锌矿从1977年开始，从矿体到围岩进行了地质经济综合评价工作，全面查定了有用组分——银、铜、硫的赋存规律及经济利用价值。该矿1979—1984年回收铜446吨、银47.6吨，价值达1174.4万元。1984年银的产值已占全矿总产值的34.1%。

目前个别矿山还综合回收了共生的非金属矿产，如广东泰美花岗岩风化壳铌铁矿区，在回收铌铁矿时，将长石、石英作为生产玻璃的原料予以回收，其产值约占矿区年产值的80%，变副产为主产，成为广东省创立无尾矿选矿工艺的先例。

因此，矿山企业不仅要努力找矿，而且更应重视保矿工作。同时还要根据我国矿产资源的特点，正确处理找矿、用矿和保矿之间的关系，坚持矿产资源综合开发和利用的方针，以期达到延长矿山年限、提高矿山开发的经济效益和社会效益。所以，矿产资源综合利用应是必须长期坚持的基本国策。

事实上，最大限度地保护和综合利用矿产资源早已成为世界各国共同关心的重要问题。工业发达国家对资源的综合利用早已引起高度的重视。苏联政府从五十年代就开始重视矿产资源的综合利用，他们的铁矿工业发展就是一个很好的实例。

长期以来，人们对苏联铁矿工业的迅速发展往往归因于他们有丰富的铁矿（特别是富铁矿）资源这个得天独厚的资源条件。其实，情况并非完全如此。可以说，这在很大程度上是由于他们重视矿产资源综合利用的结果。事实上，他们开发利用的铁矿中，贫矿和富矿、难选矿和易选矿兼有，而且贫矿占有很大的比重。苏联目前开采的铁矿石主要是低品位的磁铁矿石岩（33.5%）和极低品位的钛磁铁矿（16.7%Fe），以及较高品位的矽卡岩型铁矿（37.6%Fe）；此外，还开采少量氧化铁石英岩和褐铁矿。在上述几类矿石中，除磁铁石英岩外，其余矿石（占开采总量的40.8%）都需通过综合处理或综合利用途径才能开发利用。

从苏联的经验看，开发利用贫铁矿未必一定赔钱。卡奇卡纳尔采选公司处理的原矿平均含铁15.9%，但是由于该公司不断扩大露天矿的生产规模和选矿厂的处理能力，采用科学方法组织生产，使用新技术和新设备，综合利用矿产资源等措施，因而自投产以来经济效益逐年提高。

我国开发利用矿产资源的实践也已充分证明，矿产综合利用是大有可为的，不仅保护了矿产资源，而且还能取得很高的经济效益和社会效益。

(2) 管理体制和管理方法上的一些缺陷:

大家知道,任何矿产,或多或少地都会伴生有其它有益、有害组分和共生矿产,这就要求由很多部门共同合作,全面考虑和制定矿床的开发计划,以期实现矿床的综合开发和综合利用。但就我国现行的矿业管理体系来看,不太有利于矿业的发展。正如赵总理所说的那样:“...综合利用过去由于部门分割,很多企业的潜力、综合利用的可能性没有很好地发挥出来”。

我国现行的矿业管理体制,不利于矿业的发展。地质勘查与采掘工业,按矿种、按行业分散到若干工业部门管理,使综合勘查、综合评价、综合开发、综合利用不能有效开展,这是造成矿业落后于加工工业的主要原因。

我国现行的矿山管理体制是按矿种分属各个部门,这很不利于对综合性矿区的综合开发和利用。同一矿区不同矿产资源分别由有关主管工业部门对口管理,单打一的找矿和对口矿种的开发,人为地把自然界割裂开来,这是影响资源综合开发和利用的关键所在。黄金与有色金属分家就是一个突出的例子。

众所周知,黄金是有色金属矿石中的一种常见的伴生组分,因此各国在开采、选冶有色金属矿石,都很重视对它们进行全盘考虑,以实现综合回收。美国有40%的产金量来自回收伴生金,加拿大伴生金产量占25.2%,日本占62.1%,澳大利亚占59%,巴布亚新几内亚几乎为100%〔10〕。我国伴生金的储量,几乎占全国总储量的一半,我国每年从金属矿石中回收的伴生金约占黄金总产量的30—40%。因此,应尽快研究解决黄金与有色金属工业部门的体制问题,以便为矿产资源综合利用创造改好的条件。

(3) 科研工作没有跟上:

可以这样说,我国的矿产综合利用科研工作还没有得到很好开展,综合利用的工艺技术和设施也没有得到很好的解决。我国是拥有十亿人口的大国,发展工农业生产只能以国内的矿产资源为主要物质基础。然而大家知道,我国矿产资源的特点是贫矿多、复合共生矿产多的难选冶矿产多。这就要求我们花更大的力量开展科学研究,不断改进采、选、冶工艺,提高矿产资源的综合利用的水平。

但是,从目前的情况来看,我国矿产综合利用的科研力量还很薄弱,矿产综合利用研究的深度和广度也很不够。据统计,全国4000多个矿点、矿区和矿山,过去没进行综合勘探、综合评价、综合开采、综合利用的约占70%左右。这一情况应引起有关方面的重视。矿业部门不仅要重视找矿,而且还应重视保矿和综合利用。因此,必须进一步加强这方面的科研力量,以尽快提高我国矿产综合利用的水平。

三、对提高我国矿产综合利用的几点意见

下面谈谈对加强我国矿产综合利用工作的几点意见。

为逐步提高我国矿产资源的综合利用水平,各级领导部门都要化很大力量研究和解决一些具体问题,并应采取各种有效的措施,其中包括:

1. 制定规章法令,从政策上给予保证

事实上,工业发达国家对这问题早已引起高度重视。苏、美、日、法等国为加强矿产综合利用工作,都已结合本国的具体情况制定了一些规章制度。例如,苏联在1972年由苏共中央、部长会议和最高苏维埃分别做出了《关于加强自然资源保护和改善综合利用》和《改善

自然资源保护和合理利用矿物资源问题》的决议。要求在矿石的开采和加工中综合利用矿物原料并加强这方面的科研工作。1975年最高苏维埃又颁布了《苏联各加盟共和国矿产法》要求对主要矿产和伴生矿产进行可靠的经济评价,研究和评价利用矿石、顶底板和围岩的可能性。美国在1970年就制定了《美国矿业和矿产条例》,要求合理开发和利用矿物资源及寻找矿物新来源。日本为解决资源问题,也制定了一系列矿业政策,谋求最大限度地利用本国资源。法国政府也制定了一些相应的政策,这些都充分说明他们很重视矿产资源综合利的立法工作。

我国在1986年也颁布了《矿产资源法》,规定:“矿床勘探必须对矿区内具有工业价值的共生和伴生矿产进行综合评价,并计算储量。未作综合评价的报告不予批准”,“在开采主要矿产的同时,对具有工业价值的共生和伴生矿产应当统一规划、综合开采、综合利用”。

《矿产资源法》的颁布,为合理开发和充分利用我国的宝贵资源提供法律保证,这对我国的社会主义建设具有极其重要的意义。

为了切实贯彻《矿产资源法》,不断提高我国的矿产综合利用水平,各级矿产开发管理机构 and 有关部门还应根据《矿产资源法》的要求,建立和健全矿产资源保护的监察机构,制定具体的细则要求,将矿产资源的综合利用作为考核和检查矿山生产的重要技术经济指标,并制定相应奖惩办法。另外,国家也可考虑征收一定的资源税,实行矿区有偿占用和矿产的有偿开采,以促进矿山技术和管理水平的提高。并且还应制定相应的价格和税收政策,以鼓励厂矿企业开展综合利用。

这方面,国外也是这么做的,如苏联从1967年7月1日起,对开采16种矿产实行收费,1975年1月1日起收费矿种扩大到23种,1980年又增加到80种。据称,苏联对开采矿产资源实行收费的目的是,改变单凭行政命令实行保矿的措施,以便从经济利益上去调动开采者的保矿积极性,并收到了好的效果。

2. 实行综合勘探、综合评价、综合开发、综合利用

开展“四个综合”,首先要从矿山地质工作抓起。从地质角度充分认识我国矿产资源的特点,做好物质成分的研究工作。加强物质成分的查定和伴生矿产的调查研究,查明不同伴生组分的赋存状态和产出特征,这是确定对它们的回收方法、工艺流程和回收效果的基础。

与此同时,还要做好综合利用的矿床工业评价。肯定了能回收的伴生组分经济价值,就可相应降低主要组分的工业品位要求,这对于那些地质品位下降的矿山更具现实意义。所以,地质勘探部门在找矿评价中一定要综合分析伴生矿的分布及富集规律、伴生组分的赋存状态、品位及其工业意义,并提交D级以上的储量数据,供设计部门及开采部门考虑,否则各省储委对报告不予审批。

3. 大力提高采、选、冶的回收率

目前,我国在矿产资源开发利用方面很突出的一个问题是矿产资源回收利用率低,开采和损失的损失都十分惊人。据报导,目前有色金属矿山的开采损失一般为15—25%,有的高达30—50%,选矿实收率也有待进一步提高。

由于伴生有益组分通常都赋存在主金属矿物中,因此它们在采、选过程中,往往与主金属一道被回收。所以提高主金属的采、选回收率,就直接关系到伴生有益组分的综合回收。对于以单独矿物存在的共生组分,要不断改进工艺技术,研制新设备和新药剂,提高选矿回收率。同时还要不断地完善现行的处理工艺,实现选冶(包括使用化学和微生物处理工艺)联

合流程，提高矿产综合利用水平。

4. 重视中小型矿产的综合利用

如前所述，我们对攀枝花钒钛磁铁矿、包头稀土铁矿和金川镍矿“三大资源”的综合利用极为重视，已取得了显著的成就。但是，在搞好这样一些大型矿产资源综合利用的同时，对中小型矿产的综合利用也应予以足够的重视。况且，我国矿产资源的另一个特点是，大型矿床相对来说少一些，而中小型矿产资源比较多些，其中有很多矿产资源又都是复合矿，具有综合利用价值。大家知道，几个中小型矿山加起来就是一个大型或特大型矿山，因此应充分和合理地利用好这些资源。

5. 改革现行的矿业管理体制

我国现行的矿业管理体制，不太有利于矿业的发展。为了更好地开发我国的矿业，从现在起就要不断地改革现行的管理体制，广泛实行横向联合，打破现行的部门分割的管理体制，逐步建立采选联合公司和地区性的矿业开发公司（或联合体），将地质—勘探—采矿—选矿—冶炼联合为一体，由单一经营向采选冶联合生产体制过渡。这样就能有利于提高矿产资源的综合开发利用水平，从而促进由单一产品向多种产品的生产发展；在工艺上由简单工艺向着选冶联合过渡，并逐步向无废料、零排污生产工艺过渡。

6. 加强科学研究探讨有关政策

矿产综合利用是一个复杂的科学技术问题而且还与经济、社会等许多方面因素密切相关。所以应组织多方面的力量，研究制订有关矿产资源保护与综合利用的政策和措施，包括根据当时的历史条件提出一些具体的要求。例如，苏联在《1981—1985到1990年苏联经济和社会发展的基本方针》中，对矿产保护与利用以及采取的措施就提出了具体的要求，包括：

(a) 广泛采用少工序、少尾矿和无尾矿的工艺流程；(b) 加强研究煤炭资源和液体燃料的加工方法和综合利用，提高石油和天然气的综合加工能力；(c) 获取多种产品；(d) 在黑色冶金工业中，提高矿石中各组分的回收率和精矿品位，掌握氧化铁石英岩的选矿工艺；在有色冶金工业中，提高矿物原料的综合利用程度，加速运用高温气熔、水冶、微生物和其它有效的工艺流程处理原料；(e) 积极利用“二次资源”。

因此，我们也应积极探讨适合我国国情的矿业生产管理体制，研究矿产伴生组分的成矿地质规律及赋存特征，开展综合利用的矿床工业评价等。

总之，我国矿产资源综合利用的潜力很大，需要做的工作也很多。在四化建设对矿产品的需求逐年增加、找矿勘探和开采难度越来越大、开采品位逐年下降的趋势下，有效地保护和合理地综合利用矿产资源已成为发展国民经济的关键问题之一，务必予以十分关心和重视。

铅、锡、铁共生矿化学分选深度 加工及无废工艺的研究

中国人民解放军 云南红星化工冶金研究所 戴元宁
八〇三〇三部队

一、绪 言

随着高品位锡精矿和单体锡精矿的逐渐减少，贫锡矿、难选共生锡矿的开发利用越来越迫切地摆在我们面前。近年来，各国选矿、冶金工作者都在千方百计寻求对铅锡铁难选共生矿进行铅锡铁分离的各种手段和方法，但皆因或是分离技术上的原因，或是实收率低的缘故，或是经济成本上的问题，未能找到经济合理、实收率高的方法。其原因在于铅锡铁难选共生矿中的铅、锡、铁呈细密状嵌生，难以因一般的选矿或冶金方法分离富集其中的铅和锡，并同时分离回收铁。近来，国内外冶炼上先把锡与铅一起鼓风炉冶炼，不但含铁高难于冶炼，铅的回收率低，还使价值高的锡很大部分进入炼冶后的高铁渣中损失，此类渣中含锡往往高达1—3%，另一部分锡则成为高冶低锡合金，再采用氧化渣富集，再度合金熔炼、真空铅锡分离，电解精炼，最后得到精锡的实收率一般在33%左右。本研究旨在寻求一条合理处理利用铅锡铁难选共生矿的全湿法化学分选和深度加工并举，铅和锡高收率并行的技术路线，既使铅、锡、铁得以较完全地分离，而且在分离的同时实现了深度加工，使铅直接成为硝酸铅产品产出或成为人造白铅矿进而制团炼铅及转化为铅的无机盐化工产品，锡全湿法得海绵锡、压炼精锡或合成锡盐化工产品，主要杂质元素铁也以铁盐形式产出利用。为此，在考虑了锡石对酸的稳固性而氧化铅矿对某些无机酸的良好分解性之后，设计了酸（稀硝酸）浸（溶）——碳（碳酸氢铵）化（沉铅）工艺，既能实现铅锡分离，又便于铅的深度加工，更利于废液以硝酸铵化肥形式回收。

二、原材料分析及试验安排

滇南地区年产出数十万吨低锡高铅高铁难选共生中矿，在选矿上已无法分离，历来处理的方法是使这部份锡与铅混炼，不但因铁高难于冶炼，铅的回收率低，还使大部份锡进入高铁渣中损失，锡的综合回收率不到40%。

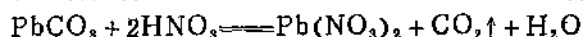
表1 矿料主要成份分析

元 素	Sn	Pb	Fe
含 量 (%)	5—8	20—30	25—35

对上述有广泛代表性的矿样进行了粒级分析，物相分析和电子探针分析，得出两个结论：（一）铅、锡、铁呈细粒状嵌布结构。（二）此类矿物组成基本上是氧化矿型，即铅矿

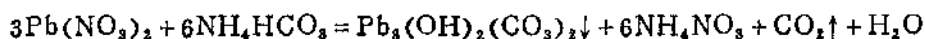
物结构基本上是白铅矿 (PbCO_3)，其能够很好地被某些无机酸溶解；而锡矿物组成结构则均为锡石 (SnO_2)，其不溶于一般甚至浓热的强酸，强碱、氧化性或还原性溶液中；铁矿物结构基本上是高价铁的氧化物 (Fe_2O_3 及 Fe_3O_4)，其可逐渐溶于还原型无机酸(如 HCl)，而不易被氧化型无机酸分解，(如 HNO_3)。

考虑到铅锡铁的有效分离和进一步深度加工利用的方便以及“三废”的简便处理和有效利用，研究选用稀硝酸作浸出剂，使铅进入溶液而使不溶解的锡和几乎不溶解的铁留在渣中，实现了铅与锡铁的分离。浸出的硝酸铅溶液只须进一步净化即可获得化工生产中用途极广的硝酸铅产品，或在浸出液中加入廉价易得的碳酸氢铵，将铅碳化为人造白铅矿(碱式碳酸铅)沉出，而“废液”却为比碳酸氢铵(低级氮肥)有用的硝酸铵(高级氮肥、也用于制炸药)得以回收。(用氨和硝酸根合成硝酸铵实际上是化学工业生产硝酸铵的基本方法^[5]，而我们利用硝酸浸出矿物中的铅后，再以碳酸氢铵使硝酸根转化为硝酸铵，铅则得以分离沉出，硝酸和碳铵只是在转化为硝酸铵的过程中无形中起到了浸铅和沉铅——从矿物中分离铅的媒介作用，既以付产品硝酸铵补抵了辅料硝酸和碳铵的经济成本，又不产生废液)。

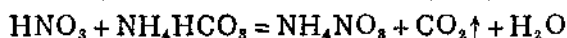


原矿 (稀) ↓ 控制pH分级沉淀净化

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 产品



浸出液 碳 铵 人造白铅矿 硝酸铵



过量酸 碳铵 硝酸铵

分离所得碱式碳酸铅便于制团火冶炼铅，又易于湿法转化生产三盐基硫酸铅、醋酸铅及铅丹等铅的无机盐化工产品，废液则以付产品硝酸铵得以回收利用。

分离所得固相渣——高铁锡中矿可采用还原亚锡稳固体，硫酸浸出，铅屑置换沉锡制海绵锡，并进而压熔撒渣制精锡或转化生产锡酸钠、氯化亚锡、氟硼酸亚锡等锡的无机盐化工产品

表2 主要辅料分析

名 称	主要成份 (%)	来 源
硝 酸	HNO_3 40	驻昆解放军化肥厂
碳酸氢铵	NH_4HCO_3 17	个旧市氮肥厂
硫 酸	H_2SO_4 93	解放军74999工厂
褐 煤 (亚锡还原剂)	固定碳 39.90 挥发份 38.41 灰 份 9.87 水 份 11.82 Cf59.15、Hf4.14、Sf1.16 Nf1.64、Of10.95	开远市小龙潭煤矿

品、(二氧化锡可从浸出液中直接液相氧化获取)。铅置换沉锡后的含铁母液冷冻结晶回收硫酸亚铁付产品,母液循环配酸浸锡或以石灰——铁盐法处理达标排放。

三、工艺条件及设备选择试验与结果

根据矿与硝酸母液相化学反应的原理,对影响铅浸出效率诸因素进行正交试验的极差分析,得出原料矿粒度、硝酸浓度和用量、反应温度和时间等五大因素有直接关系,而影响最大的是硝酸浓度和反应温度。以碳铵对浸出分离后的硝酸铅溶液进行碳化沉铅的极差分析,得出反应pH值和温度有直接影响,而影响最大的是pH值。浸出分离所得高铁锡中矿再经水冶法提制海绵锡并进而压炼精锡及转化锡盐的工艺条件、设备选择的试验与结果,笔者另文详细专述,本篇只作简略介绍。

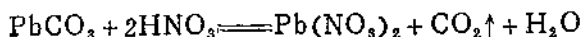
1. 物料的连续湿磨制浆

由于白铅矿(PbCO_3)与稀硝酸的反应极易进行,因而矿料不必过细破碎,而由于细粒状铁泥极难过滤,因而过细破碎反而是有害的。试验和生产实际证明, -80目已足够要求。

而为了加料的均匀性和生产的连续性,选用湿式溢流型球磨机,使物料和水连续而均匀地进入磨机,以含固30%左右的矿料浆均匀出料。在已经工业化生产中选用 1.2×2.4 米湿式溢流型球磨机,在处理量为400公斤/小时物料时,粒度为95%以上-80目,达到了工艺的要求。

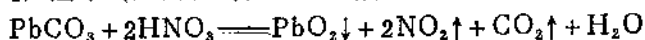
2. 铅的稀硝酸控温浸出

硝酸是一强无机酸,又是一强氧化性酸,在考虑酸浓度时,既要考虑其强酸性,又要注意其氧化性,我们的目的是使白铅矿与硝酸进行一般盐和酸的反应,生点可溶性铅盐——硝酸铅而与不溶性锡石及氧化铁分离:



(稀)

应避免因硝酸的氧化性而发生的氧化还原反应,使 Pb^{+2} 被氧化为 Pb^{+4} 而生成不溶性的 PbO_2 ,达不到分离目的,而且硝酸中的氮被还原为有害的氮氧化物:



(浓)

因此,本反应宜在稀酸条件下进行。但是,酸度太稀,反应速度太低,反应难于进行完全,而且对后一步处理大量溶液也带来能耗高的麻烦。为此,选择适当的稀酸条件是非常重要的。从5%到30%的稀配范围进行了筛选试验,在矿体变化不大的表1试料情况下,得到铅浸出效率最理想的酸浓是11—13%的范围。(图1(1))。

值得注意的是,根据动力学观点,增加反应温度可以加速物质内部微粒的运动,从而提高反应效率。但是当温度高到一定值时,由于物质内部粒子运动加剧,又导致了氧化还原反应的产生,不利于铅的浸出。因而反应温度也是本工艺关键。铅浸出率与反应温度的关系如图(2)以示,当反应温度达到90—95℃时,浸出率已无明显增加,而温度高于95℃时,浸出率反而下降,这即是氧化还原生成了 PbO_2 的原故。

选择适当的硝酸用量和反应时间也是必要的。图2(1)(2)绘出了在上述硝酸浓度和反应温度下,以60转/分搅拌下铅浸出率与酸用量及浸出时间的关系。从图2看出,当反应温度为90—95%,浸出时间 $1\frac{1}{4}$ 小时,酸(11—13%)用量为固:液=1:2.5,铅的浸出率已在

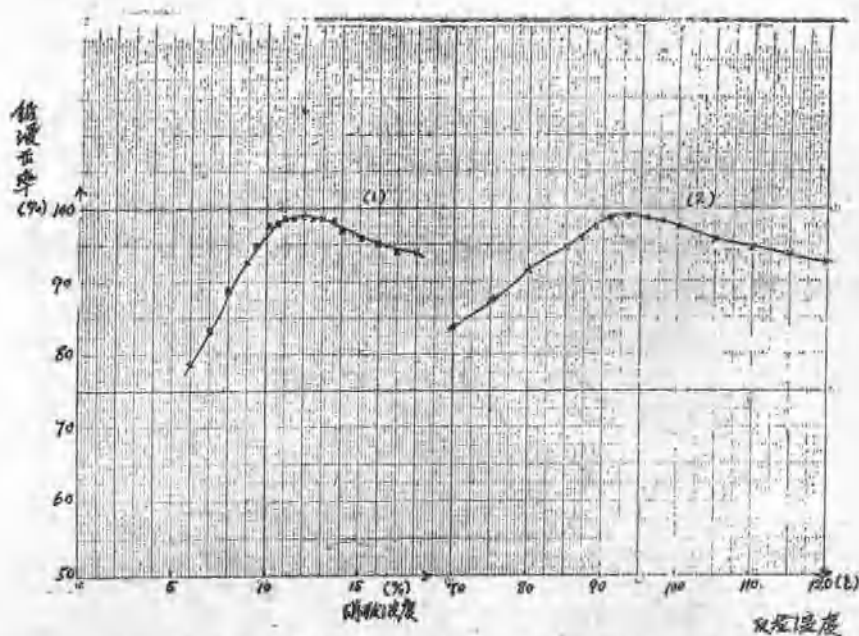


图2 硝酸浓度(1)和反应温度(2)与铅浸出率的效率曲线

97%以上。

已经工业化的浸铅反应是在带有蒸汽蛇管加热的3000立升 不锈钢 (1Cr18Ni9Ti) 反应釜中进行, 处理量为1.2吨矿/3小时。

3. 铅锡液固分离设备的选择

由于浸铅后的固相比比重, 沉降快的砂型锡铁矿和细泥状、胶粘性大的铁锡泥矿组

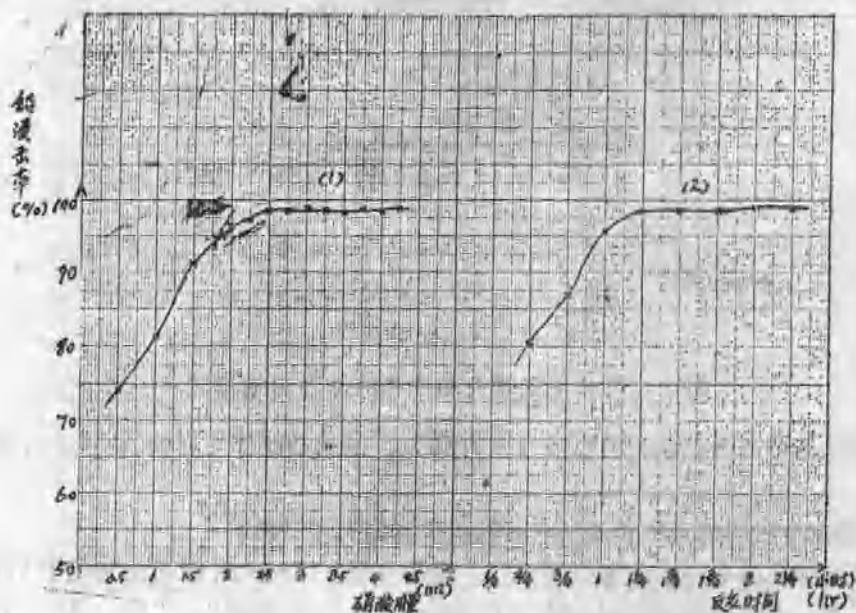
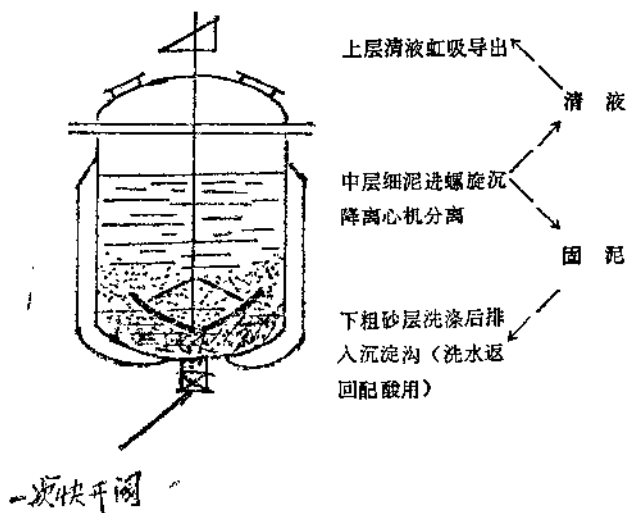
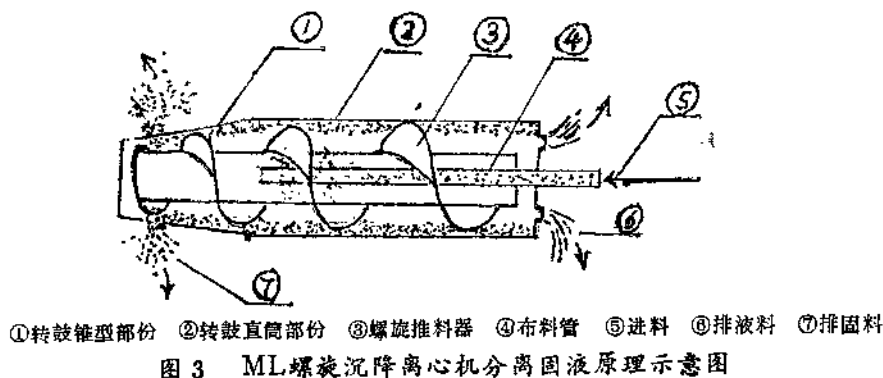


图2 硝酸用量(1)和浸出时间(2)与铅浸出率的效应曲线

成，其粗砂部分迅速沉降板结，而细泥部分悬浮应堵塞滤布，给液固分离设备的选择带来极大困难。试验证明，各种使用滤布的过滤设备（板框压滤机、离心过滤机、真空过滤机等）都不适用。

经过中间规模的反复试验，针对本物料的特点，确定了以3号絮凝剂配合ML螺旋沉降离心机（不用滤布），较好地解决了液固分离问题。3号絮凝剂在3—5分钟内使悬浮胶泥迅速凝聚沉降，上层清液虹吸导出；中层细泥浆虹导入ML450型螺旋沉降离心机，所得清液合并上层清液，固混合并下层粗砂矿，下基粗砂矿经洗涤后排入沉淀沟，洗水返回配酸用。设备结构和工作原理示意图如图二和图4所示。



分离所得清液即为硝酸铅浸出液（不含Sn），而固砂泥即为高铁锡中矿（含Pb0.4—2%）。

4. 铅浸出净化制取硝酸铅化工产品或碳化沉淀人造白铅矿，

(1) 分级沉淀脱杂，净化生产硝酸铅：铅浸出液在1500立升搪瓷反应釜中以20%氨水分级沉淀脱杂，两级过滤（第一级208涤纶布810×810板框压滤机过滤，第二级621涤纶布SS1000离心机过滤），所得纯净的硝酸铅溶液再以40%的硝酸回调pH至强酸，在10M²不

锈钢单效蒸发器中蒸发结晶，以SS1000离心机过滤，晶体硝酸铅在远红外线自动干燥机90—105℃下烘干即得成品硝酸铅，产品质量符合工业和一级品标准。一、二次母液返回合并蒸发结晶，三次母液以碳酸氢铵沉淀回收人造白铅矿。

(2) 碳化沉淀人造白铅矿：铅浸出液也可直接碳化沉淀人造白铅矿。

碳化沉淀人造白铅矿系在60转/分搅拌下的1500立升搪瓷反应釜中进行。将饱和碳酸氢铵水溶液以特制的旋喷头洒入铅的碳酸浸出液中，当pH值达到8时，已有99.9%以上的铅沉出。将碳酸氢铵溶于水后进行液—液相反应，且有旋喷头均匀加入，是为了避免反应时局部“爆发过烈反应”而产生 CO_2 气泡及复盖固料（碳铵）的“爆沸”漫锅。试验及生产实践证明了有关资料列出的pH7.2时，溶液中的残余 Pb^{++} 浓度小于 10^{-5}M 。沉铅率与pH值的关系如图5所示。

从图5看出，严格保证pH为8.0是沉铅完全的关键，否则将影响铅的实收率。但耗费过多的碳铵去提高8.0以上的pH值也是没有必要的。

反应温度影响不大，但加温（80℃足够）可使沉淀疏松，过滤性能好。

人造白铅矿与硝铵废液的分离，采用870×870 60M²橡胶板框压滤机，滤布为208涤纶布，过滤性能较好。

所得人造白铅矿含Pb高（55—70%），不含锡和几乎不含铁，粘结和疏松性能适宜制

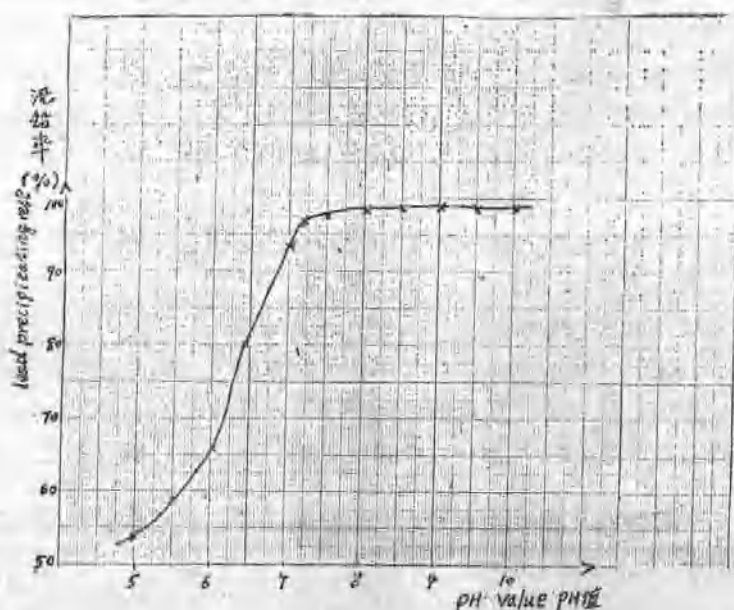


Fig5: effective curve of lead precipitating rate and pH Value

图5 沉铅率与pH值的效应曲线

团（不用加粘剂）进鼓风炉炼铅，（已配合鼓风鼓实现了连续工业化炼铅）。此人造白铅矿也适宜转化生产铅盐（已批量试生产，由所出发湿法生产三盐基硫酸铅和黄丹）。

5. 高铁锡中矿提制海绵锡并进而压炼精锡或转化合成锡盐

关于这一部分，笔者已另有论文专述，本篇只作概略介绍。