

全国

首届中小有色金属企业选矿技术会议

XUANKUANG JISHU HUIYI

论文集

1987.11

中国选矿科技情报网
云南省个旧科学技术协会

全国首届中小有色金属企业选矿技术会议

论 文 集

第一部份

专题讲座

前 言

我国“七五”计划的一个鲜明特点是重视科学技术的发展，进一步使我国经济的成长建立在科技进步的基础上。全国中、小有色金属企业自党的十一届三中全会以来有很大的发展，在经济建设中作出了一定的贡献。

为进一步开发和普遍推广效益好、见效快的科技成果，积极推进广大中、小企业包括乡镇企业加速实现技术进步。中国选矿科技情报网，中国有色总公司选矿情报网，云南省有色金属工业公司，云南省黄金公司，云南省个旧科学技术协会，中国选矿科技情报网南方乡镇企业网，中国选矿科技情报网个旧分网于一九八七年十一月在云南省个旧市联合召开全国首届中、小有色金属企业选矿技术会议。

本届会议的主要议题是围绕提高中、小有色金属企业选矿经济效益、产品质量、节约原材燃料、革新改造、环境保护、加强管理等开展专题讲座和经验交流。从发出征文通知起，陆续收到论文和报告50余篇，由个旧科学技术协会及中国选矿科技情报网个旧分网负责审稿和编辑出版工作。审稿原则是尊重原稿内容，只作文字修改，论文按收到的先后秩序编排。为了使与会代表便于查阅论文内容，本届会议事先将全部征文汇集~~成册~~，~~★全集分~~专题讲座、综合评述、经验交流三个部份，约42万字，内容比较丰富。

个旧市政府及有关部门对~~此次~~会议十分重视，并给予了大力支持，谨表谢意。

由于编排时间较紧以及条件所限，肯定有不足之处，错误难免，请作者谅解，订正。

一九八七年十一月个旧市

全国首届中、小有色金属企业选矿 技术会议《论文集》

编辑、出版人员：

唐宗一 李值民 吴德安 高文芳
张宜生 尹 杰 赵 力

《全国首届中、小有色金属企业选矿技术会议》论文

目 录

专 题 讲 座

浮选理论研究的现状及展向	西安冶金建筑学院	王启运	1	
选矿若干经济问题分析	昆明有色冶金设计研究院	刘玉珂	5	
线性规划在选矿厂管理中的应用	个旧科协	唐宗一	28	
装配式移动选矿厂——选矿设计的新课题	昆明工学院	刘孟星	33	
白银开发利用现状及展望				
北京有色冶金设计研究总院	曹昇生	张远荫	张福慧	40
高梯度磁选的基本理论和某些进展	中南工业大学	孙仲元	袁学敏	49
国内外重选新设备和新工艺的进展	东北工学院	孙玉波	张维庆	61

综 合 评 述

从矿产资源特点出发,加强综合开发和综合利用				
北京矿产地质研究所	李章大	71		
小型有色选矿厂要适当完善,合理简化				
云南省有色金属工业公司	陈育康	75		
中、小有色选矿厂经济效益的探讨	贵州省冶金设计研究院	彭天权	78	
云南中、小有色金属选矿厂主要问题及对策的探讨				
云南省有色金属工业公司	杨剑利	86		
小型钨选厂提高效益的途径	江西龙南县经济委员会	程兆萱	93	
画眉坳钨选厂磨矿工艺初探	画眉坳钨矿	黄植珍	96	
提高锡回收率的有效途径——分散粗选、集中精选				
个旧市经委工业设计处	包占玺	104		
对提高精矿质量、降低氧化镁的探讨	江苏锦屏磷矿	诸葛伟烈	朱丛杰	111
试论建立连续生产间断作业活动流程的简易重选厂	个旧市冶金局	唐吉旭	118	
改善磨矿条件提高选厂经济效益	个旧市红旗矿	孙金宝	123	
固定式胶带运输机皮带跑偏与调整的动力学分析	梅山铁矿选厂	蒋家寿	128	
黄金选矿与公害治理	冶金部长春黄金研究所	许芙蓉	132	
靠产品质量进美国市场——浅谈Q.C小组与质量、效益的关系				
湖南省衡东铅锌矿	李玉田	137		
依靠技术进步提高经济效益	湖北大冶有色金属公司	杨顺梁	139	

白石台银矿选矿工艺流程的研究

.....北京有色金属研究总院 田玉清 董雍康	车小奎	146
含金多金属分离的研究与展望.....河南省冶金研究所	崔雅峰	150
简论提高粤东沿海中、小有色金属企业的技术经济效益		
.....广东汕头有色金属公司	范政臣	168
重晶石的选矿.....广西冶金设计院	李杨源	174
云南省黄金资源开发现状及前景.....云南省黄金工业公司	古镇山	182

经 验 交 流

改革挖潜是提高小型选矿厂经济效益的重要途径.....河北涞源铜矿	刘洪臣	189
小型选厂设计的点滴体会.....广东汕头有色金属公司	钟兴伦	193
磨矿回路选别新工艺的研究及其应用.....广州有色金属研究院	王永堂	198
高效细粒精选设备—横流皮带选矿机的推广应用.....个旧市冶金研究所	秦光龄	205
尖缩溜槽在选矿中的应用.....云锡公司研究所	刘思国	211
水介质旋流器在选煤工艺中的应用.....煤炭科学院唐山分院	姜金城	216
提高武山铜矿选矿指标的探索.....江西武山铜矿选厂	张可凤	221
三达山铜矿扩建改造提高经济效益.....云南省西双版纳铜矿	李松龙	226
提高中、小型选矿厂经济效益的途径.....安徽省安庆地区月山铜矿	李明鑫	228
氧化铜矿的一种新捕收剂.....广州有色金属研究院	顾 禹	233
厚婆坳矿银、锡、铅、锌、硫的分选实践与扩建改造		
.....广东厚婆坳矿	张英泉	235
会泽氧化铅锌砂矿的生产实践.....云南会泽铅锌矿	张忠信	245
细粒浸染状铅锌矿的生产实践.....衡东铅锌矿	曾淑媛	251
高硫铅锌矿石的无氰浮选研究和实践.....湖南有色金属研究所	卢裕隆	253
锡、钨分离的试验研究及其应用.....个旧市新建锡矿	王丽珍	260
海丰锡矿长埔选厂一段磨矿分级工艺改造方案探讨		
.....广东海丰锡矿 马贞集	郑 焕	269
提高后期钨矿山经济效益的途径.....广东怀集县多罗山钨矿	杨昌全	274
DSG—6型高压双辊电选机分选钨、锡混合粗精矿的研究		
.....江西赣州有色金属冶炼厂	余文华	280
移动式砂金选车的初步效果.....河北黄金公司	崔金来	289
处理含金氧化矿的生产实践.....广西黄金公司	黄永星	294
提高小型脉金浮选厂回收率的几点看法.....东北工学院	龚焕高	300
山东小型金选厂破碎流程的改进.....昆明工学院	钱 鑫	304
酸性硫脲浸金的研究.....山东师范大学 山东黄金公司		
.....吴 润 刘成义 曹成波	朱孝芹	310
氰化——电积提金一步法新工艺初探.....广西黄金公司 黄永星	文杨思	319
50吨/日移动式浮选厂.....烟台市黄金工业局	蔡榕方	323

浮选理论研究的现状及展向

西安冶金建筑学院 王启运

浮选方法是有用矿物选别技术中最为广泛使用的物理化学方法之一，被人们誉为二十世纪冶金工业的重大成就。该方法在矿物原料加工中的广泛应用，极大地扩展了矿物原料的利用范围。选矿 (Ore Dressing) 已从矿石的简单的机械加工 (淘洗、筛分、拣选等) 发展成多学科的工艺学 (Mineral Processing)，以前难以涉及的选矿工程禁区，如多金属硫化矿的分离，稀有金属与非金属矿物原料的回收，已陆续被人们认识与征服。自泡沫浮选法在工业上开始应用的半个多世纪以来，浮选法的工艺、浮选药剂，浮选设备不断得到更新与完善。浮选法的应用范围已从矿物原料加工扩展到其它领域，如化工、环境保护、医药卫生、农业、食品加工等。所有这些，都与从事选矿工艺与浮选理论研究的专家们的努力所分不开的。

但是，也应该看到，虽然在诸多的选矿方法中，浮选的选矿效率、选别深度等方面为其它选矿方法所不及，浮选的潜在效率仍未充分地挖掘出来，其主要原因是：浮选时，相界面间所发生的表面化学现象过于复杂，以至于在生产实践中，人们难以精确地去考查这些现象，借以指导生产。在一个相当长的时期内，在确定浮选的工艺条件时，往往乞灵于经验，理论不能指导生产实践的现象颇为严重，从而在西方选矿界中，长期流行这样一种说法：“There is a much in flotation that is a art rather than science” 如何摆脱这种状况，人们走过了漫长的探索道路：

第一个建立起来的浮选过程理论是 A·H·弗鲁姆金与 П·А·列宾捷尔提出的矿化气泡形成的热力学理论。该理论曾广为流传。直至今日，这个理论的研究工作仍在进行着。如进一步精确矿粒与气泡的接触条件；测量气泡从矿粒脱落时的脱力大小等。

研究矿物回收到浮选精矿中的规律性问题，始于本世纪的三十年代。古别尔—迈努

(Гудер-Мену) 在1931年，提出以 $\frac{d\varepsilon}{dt}$ 表达式去描述浮选过程的速度问题。考虑到当

ε 值较高时 $\frac{d\varepsilon}{dt}$ 趋于零，别拉格拉卓夫提出用对数 $\frac{d\varepsilon}{dt} = \ln\left(\frac{1}{1-\varepsilon}\right)$ 表示浮选速度。这

样，从三十年代起，逐步形成了浮选基本行为的动力学概念。从动力学观点研究浮选过程，就不只是研究过程进行的可能性问题，而是探讨其发生的具体条件。M·A 恩格列斯等人在接近实际的条件下，测量矿粒与气泡接触时的感应时间。在此基础上确定了浮选基本行为与混合物料组成、气泡大小，矿浆中化学反应产物、溶解产物之间的相互关系。大量研究工作的结果表明，在浮选的各个阶段中，矿粒向气泡附着这一基本行为，

原书缺页

破碎与磨矿、矿物形成新生表面，从周围介质或水中就会有离子在新生表面上进行吸附。当黄药加入后，黄药的离子就会吸附在已在矿物表面存在着离子的位置上去了，原来吸附的离子被置换而进入溶液。交换吸附理论说明了黄药在矿物表面上定向排列，极性部份被吸向矿物表面，而非极性部份朝外。在通常的化学化合物中，这种定向排列是不可能存在的。

离子吸附理论为一些硫化矿浮选实践所证实。目前，习惯地用来解释黄药的捕收作用。

五十年代的中性分子吸附理论一九五〇年，库克与尼克松提出在矿物表面形成疏水膜机理的不同解释。根据这个理论，溶解在矿浆中的黄原酸碱金属盐进行水解，从而生成黄原酸。黄原酸吸附在矿物表面上。该理论的作者论述说，如果仅仅是捕收剂阴离子的吸附而且没有反离子的吸附时，那么当矿物表面吸附了单离子层的捕收剂离子时，矿物表面就积存了大量的电荷，这显然是一种反常的情况。离子吸附成为可能，必须是在下述情况下出现，即：与黄原酸离子同时进行吸附的还有其反离子，即钠离子或钾离子。但是离子对的吸附是有问题的，因为由于吸附的钾（钠）离子向外，而黄原酸阴离子向着矿物表面，必然引起矿物表面亲水，因此，只能是中性分子吸附。这个理论的基本特征与离子交换吸附理论相矛盾的。Steininger在自己的研究中发现：从闪锌矿浮选的PH值上限与各种硫醇类捕收剂的PKa的关系中，证明中性分子的化学吸附，在矿物——捕收剂体系的浮选中的确起了作用。

黄原酸吸附理论，受到了海基哈尔（Hagihara）的支持。他采用了电子衍射法研究了方铅矿表面黄原酸盐薄膜的特性。海基哈尔推论说，当黄药浓度为500毫克/升时，在矿物表面形成了以铅原子为中心的吸附层薄膜。接着他进一步得出结论说，如果黄药离子被吸附的话，阳离子，即 Na^+ 或 K^+ 的补偿吸附，就无法予以解释了。因为从空间排列来考虑，在黄药离子的附近，再无空地来容纳这些阳离子的吸附。因此，或者是氢离子（它的离子半径比碱金属离子半径小得多）被吸附以平衡黄药阴离子的电荷，或者是中性黄原酸分子吸附在方铅矿的晶格上。

库克与尼克松提出的中性分子吸附理论，能够恰当地解释黄药对闪锌矿的捕收作用。

以界面动电位为基础的浮选理论（浮选静电理论模型）

该理论是由D·W佛尔斯登脑等人提出的用以解释氧化物与硅酸盐类矿物浮选原理的。该理论认为：捕收剂与矿物之间的作用与矿物表面的等电点有关：当矿粒表面为正电时，阴离子捕收剂进行吸附，当表面荷有负电时，阳离子捕收剂进行吸附。D·W佛尔斯登脑采用胺类捕收剂选别石英时，获得了矿物表面电性、回收率、药剂吸附量、接触角等完全一致的结果。

岩崎与库克对针铁矿进行试验（捕收剂为烷基磺酸盐、烷基氯化铵等）亦证实了该理论的合理性。

浮选静电理论模型除用来解释非硫化矿浮选机理外，近来有人研究黄铁矿、磁黄铁矿在浮选矿浆中接触，产生加伐尼电相互作用，从而影响它们的可浮性。

此外，还有其它一些形形色色的观点

Guy与Trahar指出把这些研究成果，直接应用于分选矿物是不容易的。他们认为，现今的硫化矿物浮选理论有明显的缺陷。因为这些理论基本上是根据用纯矿物作的试验得到的结果，假如要克服这个缺点，则需对混合矿物进行许多研究。

布拉克辛提出的《相界面间多种形式作用机理》的概念：

苏联科学院院士И. H布拉克辛等人进一步地研究了药剂分子（离子），矿浆中的溶解物质（包括溶氧），矿物与介质磨析物的氧化产物等对矿物表面的化学、物理化学作用。他认为：在浮选过程中，发生在相界面间的作用是十分复杂的和相互影响的。而在以往的浮选理论研究中，又多是把这些反应割裂开来，分别进行研究。M·A·恩格列斯则认为，有必要对所有能考虑到的因素加以综合研究。他认为：浮选过程，就其本质来讲，它是相界面间所发生的多种化学反应，物化反应、水动力学过程物理结果。

矿浆中“溶氧”对浮选机理的影响

“溶氧”对黄药在方铅矿表面的吸附影响首先是由И. H布拉克辛提出，后由多伦（Tolun）基契诺尔（Kitchener）采用电化学方法所证实。多伦所获得的数据表明：方铅矿吸附黄药时，溶氧起了两个作用：第一，氧使方铅矿表面氧化生成基性的硫代硫酸盐，它与黄药作用在矿物表面生成黄原酸铅薄膜；第二，是提高了方铅矿表面的电化学电位，使黄药氧化成双黄原，从而黄药与双黄原组成的混合膜，使得矿物表面呈疏水性的。

从上述提及的浮选理论（假说）中，不难看出：浮选理论的建立，具有如下特点：

1）、发展是“螺旋线”式上升的。前一理论是后一理论的发展前提，后一理论是前一理论发展的必然结果，具有循序渐进的特点；

2）、理论来源于实践，最初理论的产生总是建筑在生产现象基础上的。人们从观察到的各种浮选现象入手，去建立某种对应关系：如浮选结果与浮选过程中所采用的技术措施（包括诸如工艺条件，矿浆性质，设备结构，强化措施……）与浮选现象之间的关系。

为了建立这种对应关系，就要对表征这些浮选现象的物理量进行测量。现代测试技术高水平的发展为观察浮选微观现象，提供强有力的手段：如俄歇能谱， $\times$ —射线谱，红外光谱，光电子能谱，扫描电镜等。

3）、借助于基础科学知识成就，如表面化学与胶体化学，结晶矿物学，固体物理，分子结构理论等，对浮选中各种现象作出合乎逻辑的解释。

随着科学技术的迅速发展，对天然矿产资源需求量日益增大，富矿、易选矿石很快就开采殆尽，选矿工业急需高、精、尖先进技术，对于理论研究，提出愈来愈高的要求。今后浮选理论研究，除对已开创的领域进行深入研究外，对浮选动力学研究（包括，各种数学模型的建立）将愈加受到人们的重视。如M·A·恩格列斯认为：第一个影响浮选基本行为的重要综合因素是矿物表面水化膜的稳定性的问题。决定水化膜稳定性的是表面微电性作用力，扩散力、毛细管力、范德华氏力、重力等综合作用的结果。

固体表面的残留水化膜，据E·B·捷略金认为是一个单独相，在现代所使用的浮选机条件下，要求在气泡与矿粒短促的接触的时间内（0.001秒以内），固体表面所形成的水化膜，在固液相间力的作用下，迅速减薄，以至破裂。直至残留水化膜，以尽快

选矿若干经济问题分析

昆明有色冶金设计研究院 刘玉珂

选矿对提高资源利用程度起着重要作用。1985年全国有色金属统配企业,采矿回收率为75~95%,冶炼回收率90~98%,而选矿金属实收率从40~96%,其中:铜53~93.6%,平均85.8%;铅57.6~92.3%,平均83.1%;锌69.1~90.9%,平均88.10%。镍81.5~85%,平均82.2%;锡40.1~79.5%,平均58.3%;锑89.5%;汞96.2%;钨63.6~90.3%,平均81.6%;钼74.8~89%,平均77.7%。有色冶金工业采选冶金金属总回收率,铜约72%,铅约70%,锌约76%,镍约64%,锡约48%,锑约70%,汞约89%,钨精矿约74%,钼精矿68%。

一般情况下,采矿、冶炼回收率比较稳定,而选矿回收率波动幅度比较悬殊。在采选冶炼总损失率中,选矿过程金属损失所占比率很大,约占金属总损失率的25~75%,其中:铜占25~73%,平均43.5%;铅32~75%,平均51.1%;锌34~66%,平均40.2%;镍41~47%,平均45.80%;锡50~76%,平均67.6%;锑约31%;汞约占35%。可见,选矿在冶金生产总过程中的重要地位。

促使浮选的基本行为发生。这一点是至关重要的。集中力量研究这一过程的条件与机制,应是现代浮选理论研究的重要课题。

其次需要认真研究的综合因素是气泡群的结构、组成及活化力,当气泡与被浮矿粒附着在一起以后,是靠气泡运载着矿粒上浮到矿浆表面的。关于气泡群的研究,目前虽仅开始,但对浮选的基本行为影响极大。

矿浆中,各种成份(药剂分子、离子;各种金属离子与化学反应生成物)与矿物表面作用形式、机制,继续受到人们的重视。为了做到有的放矢,必须加强选矿工艺矿物学的研究。从一九八五年第十五届国际选矿会议交流论文来看,作为浮选理论研究的前沿——利用先进的测试仪器加强工艺矿物学的研究,是今后发展重要趋向。

今后在浮选理论研究中,侧重于效能的提高,理论研究结合具体矿种进行,有别于纯矿物、纯机理的研究。如,在离心力场中,强化浮选过程,寻求高效的浮选方法,如泡沫分选法对矿浆进行加温、充氧,采取各种措施提高捕收剂在矿物表面作用效果等。

目前,借助于基础科学的最新成就,如:固体物理,物理化学,胶体化学,放射化学,流体力学以及现代化的研究手段,浮选正朝着建立定量的浮选理论方向发展。显然,这项工作是异常艰巨的,因为必须充分考虑到发生在固、液、气三相界面上各种化学反应的特殊性;矿物颗粒表面上的能量状态;浮选药剂组成与结构;矿浆液相的结构性质以及它的物理化学特征等。

在有色冶金工业采选冶总投资中，用于选矿方面的投资比重也很大，在产品总生产费用中，选矿费用也占很大比率。一般情况下，年产一吨金属的选矿投资约占采选冶总投资的30~50%，其中：铜约30%~40%，铅锌约25~40%，锡约38~50%。在金属生产总成本中，用于选矿方面的费用约占30~40%，最高达50%，其中铜约35~42%，铅约30~40%，锌约20~30%，锡约40~45%。所以，降低和节约选矿投资和成本是提高整个冶金工业经济效益的重要一环。而且选矿工艺流程和各种技术方案的合理化，对扩大资源利用范围，改善冶炼技术经济指标，以及对企业水、电、外部运输、环保及辅助附属设置都有很大影响。

因此，正确选择选矿方案和正确处理选矿各种技术经济问题，是非常必要的。

一、选矿厂生产规模问题

选矿厂是从采出矿石到产出最终金属产品的中间生产环节。其生产规模主要受矿山供矿能力的制约，同时也与冶炼厂需求有关。因此，选矿厂的生产规模一般都是与矿山采矿生产规模同时确定，并考虑市场和冶炼的需要，把采、选、冶作为一个整体来研究其合理规模问题。

但是，在寻求多矿山（或多坑口、多矿段）供矿的选矿厂最佳规模时，并且市场又无限制时选矿厂仍有合理规模的确定问题，并反馈给矿山，调整矿山规模，使采、选生产规模达到综合效益最佳。

在过去较长时期内，选矿厂生产规模一般都是按各矿山（或各坑口、各矿段，以下同）各自的合理规模累加数确定的，没有考虑各矿山供矿的不均衡性，结果是选厂长期达不到设计能力，造成资金积压、开工不足、设备闲置、人浮于事等浪费现象。

例如，某矿有五个矿段（坑口）供矿，它们各自的合理生产规模分别为700吨/日、800吨/日、1000吨/日、2000吨/日和1500吨/日，合计6000吨/日，据此确定选厂生产规模为6000吨/日。但长期以来，矿山实际供矿能力最高只5000吨/日左右。原因是，由于各矿段矿体赋存形态都不相同，矿体变化大，各生产中段可布置的矿块数及采场规模不一，它们各自的达产时间和达产持续时间也不一样，再加基建顺序先后和投产时间的差异，以及其它各种不确定因素的影响等等，当A、B两坑达到设计能力时，C、D坑口正在回采矿体上部瘦小处或节理发育破碎地带，达不到设计能力；而当D、E坑口达到设计能力时，A、B坑口生产能力已经下降，甚至开始消失。各坑口实际不可能齐头并进及同时达产。见图1—2—1

根据图1—2—1所示，该矿生产20年来，实际生产能力只在4500~5000吨/日之间，只有设计能力的75~83%。同时从设计来看，在原设计服务年限22年内，达产持续年限只10年，原设想是A、B、C矿段深部和各矿段之间无矿带可能具有较大的远景，有些外围矿点也可能建设，设计的五个矿段有可能时同建成达产。结果全部落空。

多矿山供矿的选矿厂，既应考虑达产的有利因素，又应考虑不利因素，更要考虑不确定因素的影响。分析建设资金供应条件，施工力量、基建进度、矿体矿量变化，物资设备供应条件，生产条件及职工队伍素质，内外部条件等多因素的影响，和未可预见因

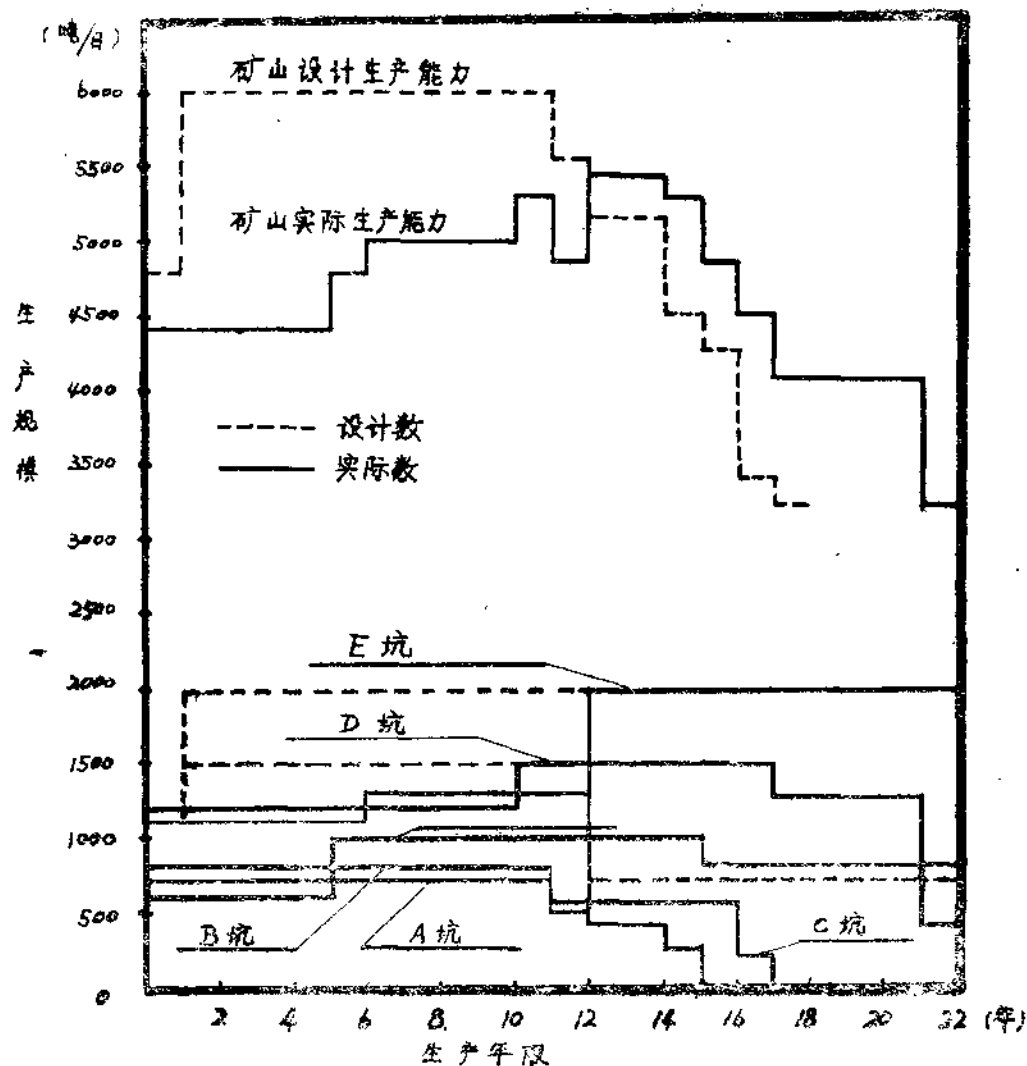


图 1—2—1 生产规模表

素的干扰。通过全面认真的分析，预测生产规模的可靠性系数，并进行定量的敏感性分析，考察其抗风险能力，并据此确定相应的对策。表 1 及图 1—2—1 是当设计规模已确定为 6000 吨/日情况下的敏感性分析。

从表 1 及图 1—2—2 可见，企业生产能力变化的抗风险能力不强。生产能力降到 75% 时，年利润总额只占销售收入的 2.5%，尚不够企业留利之用。如再考虑成本、回收率、原矿品位等变化因素，企业可能亏损。如果国家目标收益率为 8%，则生产能力允许下降幅度不得超过 12%。显然原设计 6000 吨/日偏高。考虑到各种因素的影响，可靠而合理的选厂生产规模应为 4500~5000 吨/日，这样既可以避免按 6000 吨/日设计建设，而按 4500 吨/日生产的浪费和实际产量突升突降大马鞍形，又可节省投资均衡生产。

生产能力变化敏感性分析

表 1

指 标	单 位	基本方案	可靠性系数	可靠性系数	可靠性系数
			0.85	0.80	0.75
生产规模：矿石	吨/日	600	5100	4800	4500
	万吨/年	198	168.3	158.4	148.5
原矿品位：铜	%	1.0	1.0	1.0	1.0
原矿含金属量	吨/年	19800	16830	15840	14850
选矿回收率	%	85	85	85	85
精矿含金属量	吨/年	16830	14305.5	13464	12622.5
基建投资(采选)	万元	29700	29700	29700	29700
销售总成本	万元/年	5977	5561.2	5422.6	5284
其中：固定费用	"	3205	3205	3205	3205
可变成本	"	2772	2356.2	2217.6	2079
销售收入	"	7455.69	6337.34	5964.55	5591.77
销售税金	"	223.67	190.12	178.94	167.75
销售利润	"	1255.02	586.02	363.01	140.02
利税总额	"	1478.69	776.14	541.95	307.77
基建投资利润率	%	4.23	1.97	1.22	0.47
基建投资利税率	%	4.98	2.61	1.83	1.04
基建投资收益率	%	9.98	7.61	6.83	6.04

在确定选厂生产规模时，还必须考虑设备选型与规模相适应的程度以及设备利用率问题。假如，最合理的设备系列为1500吨/日，4500吨/日时需3个系列，不考虑工作天数时，设备利用率100%；5000吨/日，时则需4个系列，设备利用率只83.3%。由于设备利用率低，单位产量的能耗、材料消耗、工资、维修费等都将增加，导致成本上升。按照设备系列配套能力，以4500吨/日为宜，而留500吨/日余地供企业日后挖潜增产。

选矿厂生产规模确定得是否合理，不仅影响矿山建设和生产的规模，而且影响冶炼厂的生产，对国家计划也有一定影响。因此，必须进行多因素综合比较。在矿山开采技术条件允许、技术可能、符合国家计划要求和市场需要的前提下，确定选矿厂最佳经济

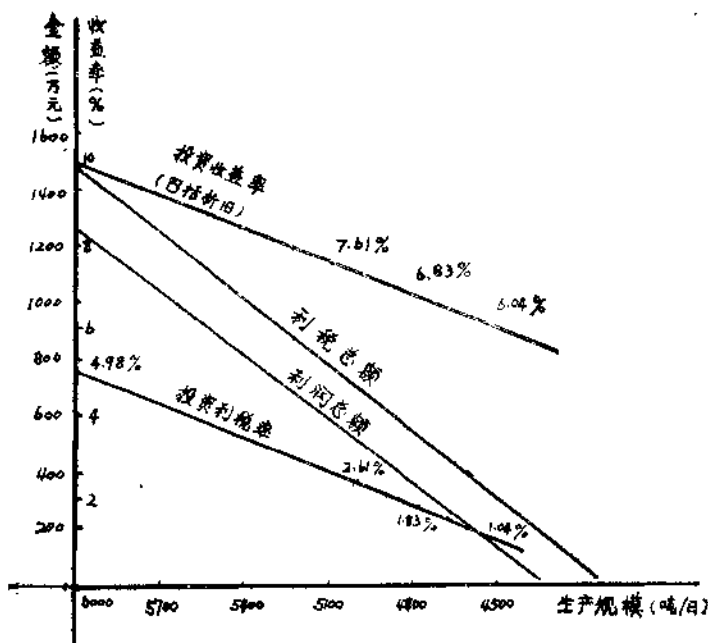


图 1—2—2 生产能力敏感性分析

规模时，一般仍以综合比较法为主，并与采矿结合起来考虑。在一些文献中也曾介绍过最低成本法、最大盈利法和最大现值指数法、收益率法及各种图解法等。现介绍最大净现值法供参考。

为了计算净现值，首先必须计算寿命期内各年现金流入量和现金流出量，并考虑时间因素按基准收益率换算成现值。

现金流入主要包括销售收入和固定资产余值和流动资金回收。销售收入在市场需要容许的情况下，随产量成正比变化；但当超过市场需要极限或存在竞争时，销售收入可能呈曲线变化。选厂销售收入一方面受供矿质量的影响，另方面也受冶炼厂容许能力的限制，有时销售收入也呈曲线变化。固定资产余值和流动资金均在生产期末一次回收。

现金流出主要包括基建投资、流动资金和生产总经营费用等。

基建投资按其与产量的变化关系，可分为固定投资、可变投资与固定突变投资三部分。固定投资是不完全随产量的变化而变化的投资；如，在一定生产规模范围内的外部公路、输配电设施、土地购置、井巷开拓、铺轨架线、通风排水、提升设备、选厂某些主要设备、尾矿库、水源地、安全环保设施以及办公楼等某些福利设施。可变投资是在一定产量范围内，随产量变化而变化的投资，如采切工程、运输设备、一些主要生产设备、某些辅助设施和生活福利设施等。固定突变投资，是指当生产规模超过某一范围后，发生突变的投资。如井巷工程，当超过一定生产规模时，不是只扩大断面，而是需要从单轨改为双轨，或从单巷改为双巷；选厂磨矿设备选型一个系列1500吨/日，当超过1500吨/日时，就从一个系列变为两个系列。其它供水、供电也有这种情况。

生产成本按成本构成由经营成本和折旧两部分组成。经营成本按其与产量变化的关

方案基础数据

表 2

指标名称	单位	I	II	III	IV	V	VI
生产规模: 矿石	吨/日	3500	4000	4500	5000	5500	6000
	万吨/年	115.5	132	148.5	165	181.5	198
原矿品位	%	1.16	1.16	1.16	1.11	1.07	1.04
选矿实收率	%	90	90	90	89.5	89	88.75
精矿含金属量	吨/年	12058	13781	15503	16392	17285	18275
销售收入	万元/年						
生产第1年	"	3739	3739	3739	4381	4381	4381
生产达产持续年限	年	25	22	19.5	19.4	19.45	19.5
年均收入	万元/年	5342	6105	6867	7262	7657	8096
减产持续年限	年	8.58	7.38	6.67	4	1.82	0.45
基建投资	万元	20320	21298	22275	26613	30145	31185
其中: 选矿	"	7449	7622	7795	10065	10240	10415
流动资金: 基建第1年	万元	1200	1200	1200	1300	1400	1400
生产第1年	"	360	505	660	792	901	1116
经营成本: 生产第1年	万元/年	2572	2613	2653	3228	3286	3439
达产年平均	"	2996	3278	3561	4019	4421	4834
收益总额: 生产第1年	"	1167	1126	1086	1153	1099	942
达产年平均	"	2346	2827	3306	3243	3236	3362

系, 同样分为固定成本、可变成本和突变费用三部分, 要视具体情况划分。基本折旧属于固定资产投资回收, 在生产成本中应扣除, 不计入流入或流出。基本公式如下:

$$P(CI) = \sum_{t=1}^n (S + SV)_t \cdot a_t = \sum_{t=1}^n CI_t \cdot a_t$$

$$P(CO) = \sum_{t=1}^n (I + C' + T)_t \cdot a_t = \sum_{t=1}^n CO_t \cdot a_t$$

$$NPV = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t \cdot a_t$$

现 金 流 量 比 较

表 3

方 案	项目	合计	基 建			生 产	达 产 年		产量下降年		期 末 SV	
			1	2	3	第 1 年	系 数	金 额	系 数	金 额	系 数	金 额
i=8% 现值系数			0.9259	0.8573	0.7938	0.735						
I	流入	—	—	—	—	3739	(25年)	5342	(8.58年)	3179	第34年	2576
	现值	46871	—	—	—	2748	7.8459	41913	0.6484	2061	0.058	149
	流出	—	6090	7112	8312	2932		2996		2888		—
	现值	45873	5644	6097	6598	2155		23506		1873		—
	净现值	998										—
II	流入	—	—	—	—	3739	(22年)	6105	(7.38年)	3633	第33年	2770
	现值	51401	—	—	—	2748	7.4976	45773	0.7323	2661	0.0789	211
	流出	—	6390	7454	8654	3118		3278		3168		—
	现值	48366	5917	6390	6870	2292		24577		2320		—
	净现值	3035	—									—
III	流入	—	—	—	—	3739	(19.5年)	6868	(6.67年)	4087	第30年	2974
	现值	55437	—	—	—	2748	7.1390	49031	0.8226	3362	0.0994	296
	流出	—	6683	7796	8996	3313		3561		3564		—
	现值	50801	6188	6684	7141	2435		25422		2931		—
	净现值	4636	—									—
IV	流入	—	—	—	—	4381	(19.4年)	7262	(4年)	4541	第24年	3530
	现值	57881	—	—	—	3220	7.1232	51728	0.547	2484	0.1215	449
	流出	—	7984	9315	10614	4020		4019		3960		—
	现值	57556	7396	7986	8425	2955		28628		2116		—
	净现值	325	—									—
V	流入	—	—	—	—	4381	(19.45年)	9657	(1.82年)	4995		3808
	现值	59788	—	—	—	3220	7.1312	54603	0.2688	1343	0.146	556
	流出	—	9044	10551	11951	4187		4421		4356		—
	现值	62681	8374	9045	9487	3077		31527		1171		—
	净现值	-2893	—									—
VI	流入	—	—	—	—	4381	(19.5年)	8096	—	—	0.164	4075
	现值	61686	—	—	—	3220	7.139	57798	—	—		668
	流出	—	9355	10915	12315	4555		4834	—	—		—
	现值	65653	8662	9357	9776	3348		34510	—	—		—
	净现值	-3967	—	—					—	—		—