

黄金科技丛书

金銀文集

庆祝黄金情报网成立十周年

黄金情报网采矿专业情报站
(北京有色冶金设计研究总院)

一九八四年十一月

序 言

黄金采矿专业情报站为庆祝建网十周年,出版了此《文集》,内容有海南島万宁烏场海濱砂矿采选联合移动装置、我国黄金矿山采矿方法现状与发展趋势;緩倾斜极薄矿脉开采新方案;矿石不够稳固、围岩中等稳固、傾斜中厚矿床的采矿方法;含金石英薄矿脉开采中降低矿石損失和贫化;黄金矿山水力充填采矿的技术成就和改进途径的探討;皮帶溜槽在采金船上的生产实践;典型选金厂的药剂和钢球消耗量;墨西哥的银矿以及与其共生的金、铜、铅、锌等矿物的采、选、冶工艺等,内容丰富多彩,对各级领导和有关专业人员将会有一定的参考价值。本《文集》由北京有色冶金设计研究总院赵魁阁编印。

黄金采矿专业情报站

《金银文集》

总 目 录

1. 对海南岛万宁乌场海滨砂矿采选联合移动装置的考察……………王鸿翔 (1)
2. 我国黄金矿山采矿方法现状与发展趋势……………胡庆森 (8)
3. 缓倾斜极薄矿脉开采新方案
——炮孔抛掷、沟槽集矿、条形控顶房柱法……………钱源 (16)
4. 水平排水管用于露天矿疏干……………王煦华、高士田 (22)
5. 新中生代砂矿开采工艺的确定和完善……………文敏、周致勤 (26)
6. 含金石英薄矿脉开采中降低矿石损失和贫化的探讨……………陈学仁 (29)
7. 关于文峪金矿505号脉开拓系统改进后的经济效果……………吴宝贵、朱启封 (37)
8. 双向单溜口溜井底部结构在文峪金矿的应用……………吴宝贵 (39)
9. 黄金山水力充填采矿的技术成就和改进途径的探讨……………陈隆金 (40)
10. 皮带溜槽在采金船上的生产实践……………李宝江 (45)
11. 小型矿山开采方法的变革与发展趋势……………胡宪铭 (51)
12. 双峰铃山金矿增设氰化工艺提金获得较好的经济效益……………张应凡 (54)
13. 典型选金厂的药剂和钢球消耗量……………张远荫 (55)
14. 墨西哥的银矿……………孙锦清 (62)
15. 自由港黄金公司泰赖特坎伊翁金氰化厂生产实践述评……………陈贤书、张远荫 (133)
16. 艾克蒂银矿从精矿中除砷除锑的工艺……………王植家、谢纪元 (146)
17. 从含砷锑的金矿石中回收金的工艺……………彭玉红、褚会芳 (152)
18. 统计法在含银铅—锌矿石选矿研究中的应用……………何方箴 (155)
19. 黄金信息…………… (171)
20. 智利的金矿业…………… (171)
21. 资本主义国家的黄金生产现状…………… (173)

对海南岛万宁乌场海滨砂矿采 选联合移动装置的考察

北京有色冶金设计研究总院 王鸿翔

内容

- 一、前言
- 二、装置及流程
- 三、设备及性能
- 四、技术经济效果
- 五、结语

一、前 言

笔者于一九八三年六月十五日至六月二十五日对海南岛万宁乌场海滨砂矿移动式采选联合装置进行了考察。

乌场海滨砂矿位于海南岛东南部沿海万宁县境内的保定矿区，矿床是沿海岸边呈条带状分布的含钛铁矿和锆英石为主的大型海滨砂矿床，矿区火成岩较少，属海滨地貌。矿体露出地表，海平面以上平均厚度9.5米，矿块平均宽度230米。长20000米，矿体最低深至海平面以下32米，矿石粒度均匀，松散，含泥量少， $-0.63 \sim +0.1$ 毫米粒级约占矿石总量90%，

-0.08 毫米粒级含量在1%以下，有用矿物集中富集在 -0.3 毫米，其金属占有率在95%以上，矿石中无卵石，仅有少量贝壳、杂草等异物，表面无覆盖层，开采容易。

矿石中主要有用矿物为钛铁矿和锆英石，二者赋存成正比关系。可综合回收的矿物有独居石、金红石、锡石及微量黄金等，其它伴生矿物有白钛石、磁铁矿、赤铁矿、菱铁矿、褐铁矿、锐钛矿、络尖晶石等。脉石矿物以石英为主，少量长石，云母，其总量约占97.12%，其它有角闪石，辉石，电气石、绿帘石，石榴石，符山石，磷灰石、黄玉，重晶石等。

二、装置及流程

采选是采用一套采选连续作业的移动式联合装置，其中包括69-4型斗轮挖掘机采矿设备，45米移动式皮带运输机，容积为55立方米的移动式矿仓及移动式选矿装置等组成，这套设备的联系图全貌如图1所示。

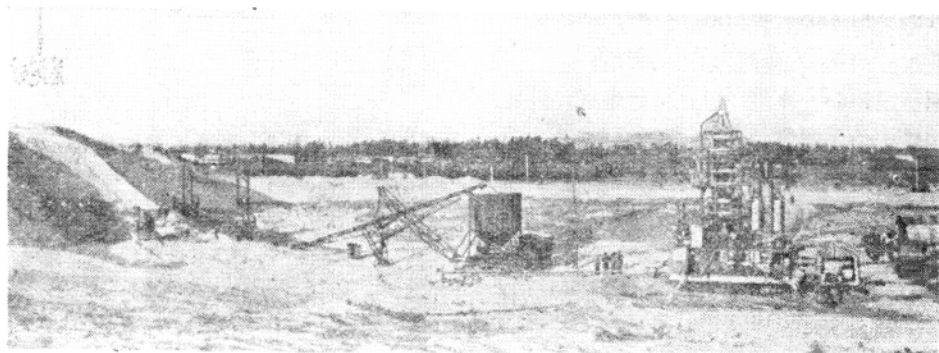


图1 设备联系图全貌

1983/6/25

全部移动装置采用电动机驱动的履带式行走机构。移动时只需向工作面场地推平,即可在自然工作面上行走,进退转向自如。移动式选矿装置是在一台B—C—1型冲击式钻机履带行走机构支撑的一个宽5米,长8米的大平台上建成的。选矿装置总高度11米,总重量约26吨,行走电动机功率55千瓦。行走速度0.9公里/时,移动定位后用四个螺旋支撑固定,故在运转中稳定,从而保证选别作业的正常进行。移动式选矿装置如图2所示

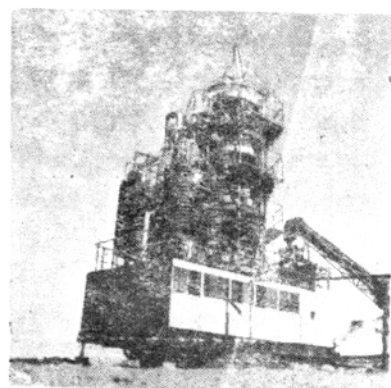


图2 移动式选矿装置

选矿装置分为两层,下层为一个高约2米的封闭间,主要装有驾驶台、砂泵、电器控制设备;上层为露天平台。装有一台五联斜面打击筛,一台直径为2米的圆锥选矿机,4台Φ900毫米四头螺旋溜槽和浓度控制仪等,供水供电采用外接水管和电缆供给,设备各有避雷装置。采选工艺流程如图3所示。

原矿采用69—4型斗轮挖掘机采矿,斗轮挖掘机排矿给至两台长度为45米的移动式皮带运输机运送至移动矿仓的20米进料皮带运输机,然后给入容积为55立方米的移动式矿仓,仓内矿石经Φ2米圆盘给矿机控制矿量,再经矿仓所属15米排料皮带运输机输送至移动式选矿装置上的造浆斗,在该皮带运输机上装有一台DZB—2A型电子皮带秤进行原矿计量。矿

石经加水造浆后给入一台五联500×1000毫米斜面打击筛进行预先筛分,筛上产品作为尾矿丢弃,筛下产品用砂泵扬送至一台Φ2米七层圆锥选矿机进行粗选。

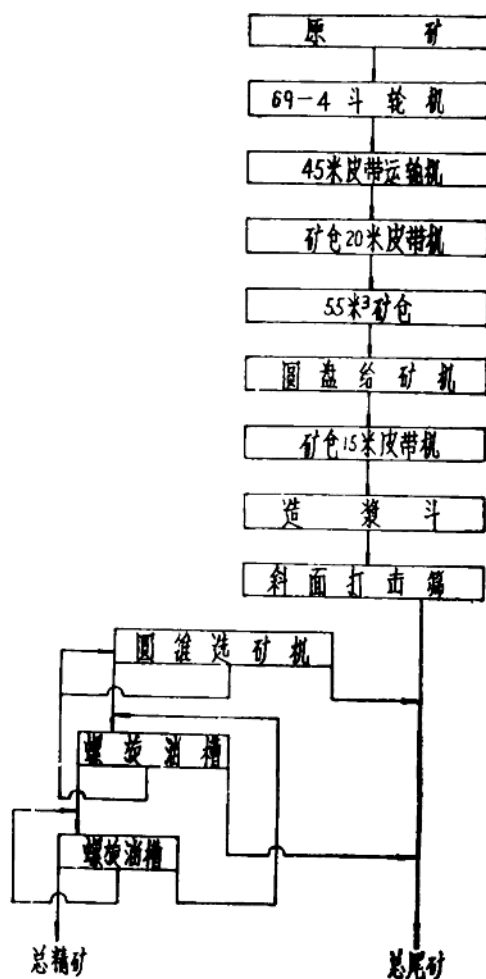


图3 采选工艺流程

在给矿管上安装有QN—1型浓度计检测和记录给矿浓度。原矿经圆锥选矿机选别后丢弃尾矿,采用砂泵扬送至采空区复填,其中矿由砂泵扬送至第二段给矿进行再选。圆锥选矿机精矿用砂泵扬送至一次精选螺旋溜槽分浆

斗，分配后分别给入三台螺旋溜槽进行一次精选，一次精选尾矿作为最终尾矿丢弃。中矿自流到砂泵返回圆锥选矿机二段给矿再选。

精矿用砂泵扬送至二次精选螺旋溜槽，二次精选精矿为供精选厂用最终粗选总精矿，中矿自流到砂泵返回给矿再选，其尾矿自流到砂泵返回到一次精选再选。

圆锥选矿机分选过程如图4所示，其组合形式为3DS—S（D代表双层锥；S代表单层锥）。全部分选过程为四段七次选别，附两次扇形溜槽选别。给矿1经给矿斗缓冲后给入分配锥2，在分配锥2上均匀分布的矿浆经分矿器3分成二流，分别给入上层分选锥4，及下层分选锥5进行选别，分选后的重矿物，经排矿缝截出，即为一次选别精矿，两层分选锥精矿合并流入单层分配锥7，然后流进单层分选锥8进行分选。选别后得第一段选别精矿，即精矿。双层锥尾矿，通过导管经单层锥与单

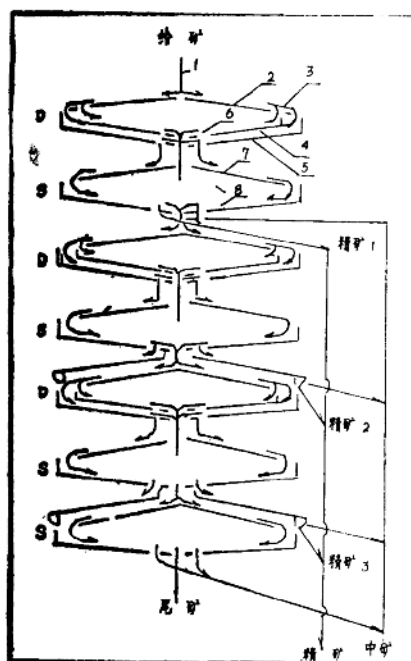


图4 圆锥选矿机分选过程

层锥尾矿合并，进入第二段选别。而第二段及第三段分选过程同第一段圆锥选别，不同之处在于第二段及第三段圆锥精矿，经过一次扇形溜槽选别，分别获得精矿Ⅱ和精矿Ⅲ，扇形溜槽尾矿作为中矿，返回至第二段给矿，第四段为一次单层锥选别，所得尾矿即最终尾矿，其精矿与二、三段扇形溜槽尾矿合并作为中矿返回。圆锥选别机的内部流程如图5所示。

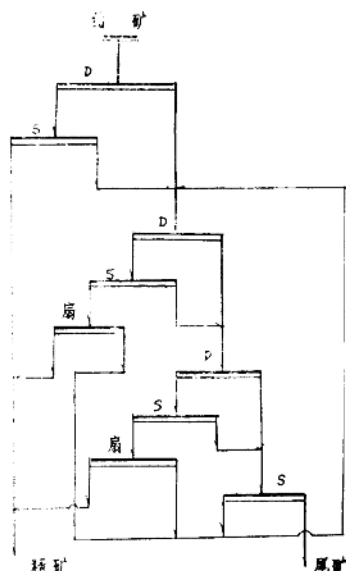


图5 圆锥选别机的内部流程

三、设备及性能

以69—4型斗轮挖掘机为主体采矿设备和以Φ2米圆锥选矿机为主体选矿设备所组成的移动式采选联合装置，其设备联系图如图6所示。

现在仅就主要采选设备及其性能分述如下：

1. 69—4型斗轮挖掘机

该斗轮挖掘机（如图6所示），主要由行走机构，斗轮，进料皮带运输机，排料皮带运输机，回转机构，油压升降系统和操作室七部份组成。

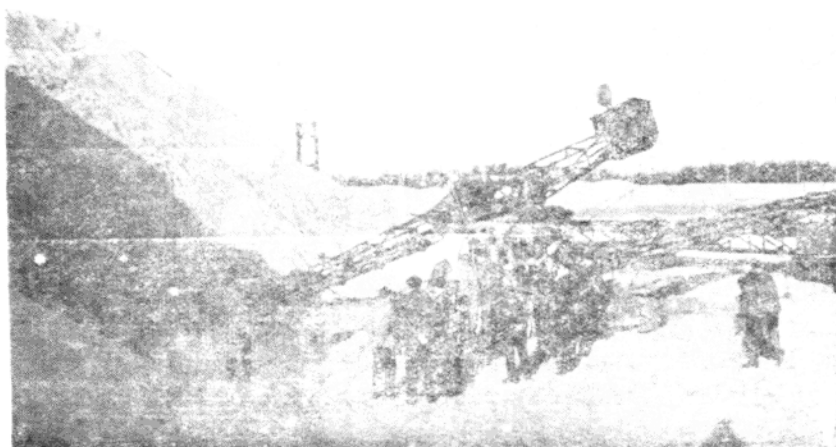


图6 斗轮挖掘机

其性能为：

- (1) 生产能力 100 吨/时；
- (2) 斗轮直径1.6米；斗容11立升；转速2.64转/分，功率5.5千瓦。

(3) 进料皮带输送机：取料高度 0 — 4.2米，长度9米，带速2米/秒，带宽500毫米，功率4千瓦，回转角 $\pm 90^\circ$ ；

(4) 排料皮带输送机：卸料高度3米，长度18米，带宽500毫米，带速2米/秒，功率4千瓦，回转角 $\pm 90^\circ$ ；

(5) 行走机构：履带长度4米，带宽0.46米，对地比压4.73吨/米²，行走速度7米/分，功率 2×4 千瓦；

(6) 回转机构：转数0.233转/分，驱动功率4千瓦

(7) 油压系统：油泵CB—40F型，油压80~120公斤/厘米²，功率7.5千瓦；

(8) 装机总功率7.5千瓦；

(9) 机组总重13吨。

2. GC45—1型移动式皮带输送机

该移动式皮带输送机，主要由四部份组成，即45米皮带输送机，行走机构，平台及移

动料斗如图7所示

其性能为：

(1) 皮带输送机：由0.5米胶带，桁架、标准滚筒及托辊和传动装置所组成。桁架分为7节，由螺钉联接，距悬臂两端装有手动绞车，可使悬臂前段自由上升或下降，传动装置在中间，可使胶带正向或反向运转，长度为45米，带速2米/秒，悬臂端升降角度为 $-8^\circ + 13^\circ$ ，输送能力100立方米/时，驱动功率7.5千瓦；

(2) 行走机构是利用BY2D—2型穿孔钻机的相应部份。履带对地比压为0.58公斤/厘米²、行走速度900米/时，驱动功率17千瓦；

(3) 平台是利用穿孔钻机机架改装，并增设龙门架及操作室，全车总重12.4吨。

3. 移动式选矿装置

该移动式选矿装置即所谓移动式选厂是由斜面打击筛、圆锥选矿机、螺旋溜槽与行走机构四部分所组成。

(1) 斜面打击筛

其作用是在入选前将原矿中杂草，贝壳等

异物筛出,以便保证圆锥选矿机作业的正常进行、防止砂泵及选矿机排料口堵塞。该设备为环缝式梯形截面不锈钢筛条横向排列的筛面,并附有机械式打击机构

其性能为:

- (1) 筛面规格: 长×宽 1000×550 毫米;
- (2) 总筛分面积: 2.8平方米;
- (3) 筛孔间隙: 2.4毫米;

- (4) 斜度: 60~62度;
- (5) 打击次数: 11次/分;
- (6) 功率: 2千瓦;

(2) 圆锥选矿机

圆锥选矿机由双层,单层圆锥及扇形溜槽组合而成,重叠配置在一个高约8米的环形框架内,每层圆锥分别由给矿斗,分配锥,选别锥,接矿器等主要部件构成。锥体由玻璃钢制成,表面衬有刚玉耐磨层。

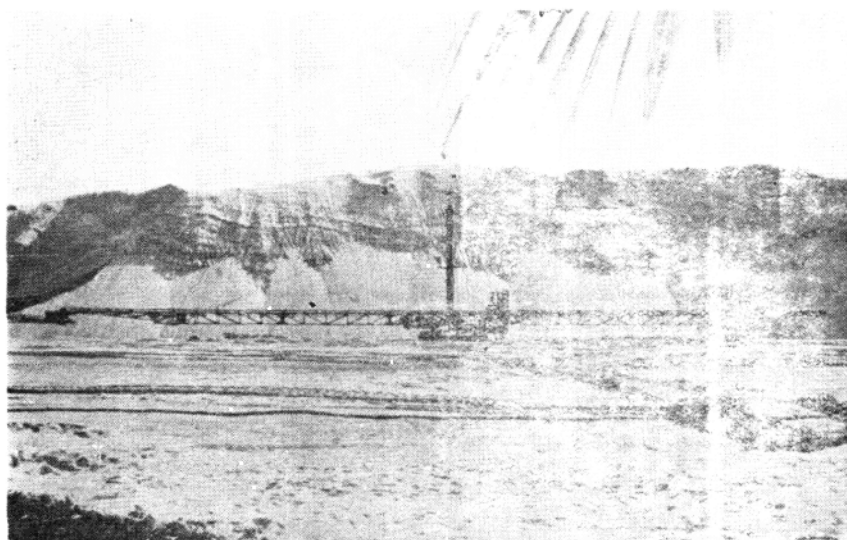


图7 GC45—1型移动式皮带运输机

其性能为:

- (1) 流程结构: 七层四段3DS—D
- (2) 圆锥直径: 2米
- (3) 选别锥倾角: 单锥 17.5°、双锥 16.5°;
- (4) 处理量: 97.91吨/台·时;
- (5) 给矿浓度: 60.10%;
- (6) 扇形溜槽:
规格: 长×宽 940×290毫米;
尖缩比: 19;
倾角: 19~20°;
个数: 二、三段各6个。

3. 螺旋溜槽

为使圆锥选矿机的精矿获得进一步精选,使精矿品位达到精选厂用料要求,采用Φ900毫米、4头螺旋溜槽。

其性能为:

- (1) 螺旋溜槽规格: Φ900毫米;
- (2) 螺距: 560毫米;
- (3) 圈数: 4圈;
- (4) 头数: 4头;
- (5) 截面: 立方抛物线 $Y=0.0296X^3$;
- (6) 横向倾角: 内缘3°,外缘9°;
- (7) 纵向倾角: 内缘44°,外缘11°;

4. 行走机构

行走机构是用B—C—1型穿孔钻机的相应部份,是属于废物利用,行走速度0.9公厘/时,为四段减速,一段链轮减速,两段开式齿轮减速及一段皮带减速,其驱动功率为55千瓦。其总图如图8所示。

其性能为:

(1) 链条拉断负荷: 6000公斤;

(2) 行走速度0.9公里/时;

(3) 履带对地比压0.7公斤/厘米²;

(4) 行走机构重量6600公斤。

5. 移动式料仓

该移动式料仓主要由给料皮带输送机,料仓,圆盘给矿机,排料皮带输送机,行走机构等五部份组成。

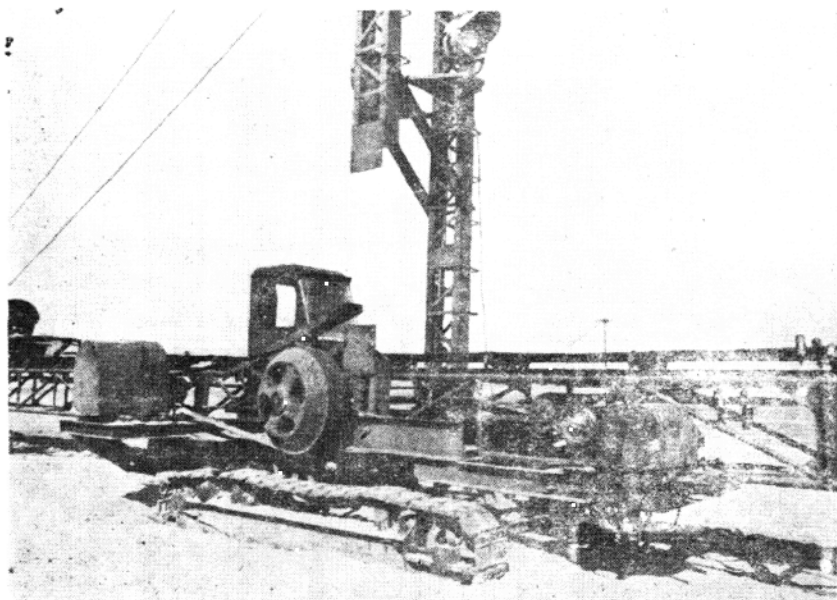


图8 行走机构传动装置总图

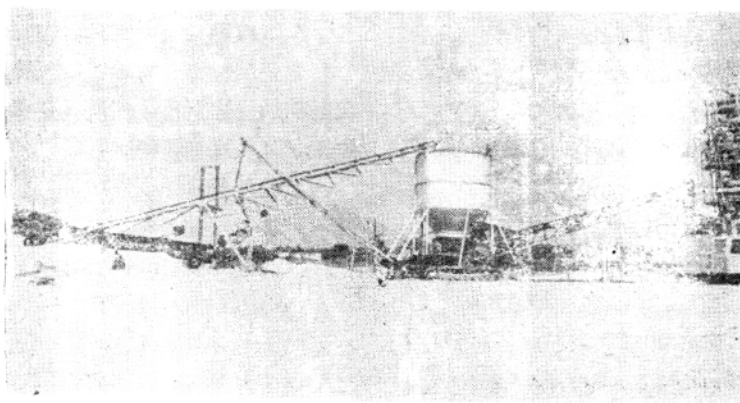


图9 移动式料仓

其性能为:

(1) 给料皮带运输机, 宽为0.5米, 长为20米, 驱动功率为7千瓦;

(2) 料仓由钢板焊接而成, 固定在行走机构平台上, 容积为55立方米。

(3) 圆盘给矿机, 直径2米, 功率13千瓦;

(4) 排皮运输机, 宽为0.5米, 长为15米, 功率为4.5千瓦, 该机固接在料仓及行走机构平台上。

(5) 行走机构, 目前采用B—C—1型穿孔钻机的相应部分。

四、技术经济效益

移动式采选联合装置, 采矿以斗轮挖掘机为主体设备的干采干运新工艺; 选矿以圆锥选矿机为主体设备的“移动式选厂”的新工艺与原来万宁乌场钛矿采用的水力开采, 4英寸砂泵运输, 摇床选别工艺技术经济指标对比结果如下表

项目	指标	工艺	
		采 选 新工艺	水采— 摇床*
处理量	吨/时	66.40	33.76
原矿品位	TiO ₂ %	0.73	1.269
粗精矿品位	TiO ₂ %	36.29	25.77
粗精矿回收率	%	84.22	75.20
选厂面积	米 ²	40	348
水耗量	吨/吨原矿	1—1.17	8—12
装机容量	千瓦	215	230.7

*1981年万宁乌场钛矿生产年终表报数据。

五、结 语

1. 全套采选设备采用移动式, 搬迁方便, 可省去固定式采选厂所需的搬迁费用, 同时又能缩小采选之间及尾矿的运输距离, 实现边采, 边运, 边选, 边复填的连续作业, 有利于提高运转率, 降低成本。

2. 采用斗轮挖掘机进行干采, 皮带运输机干运, 效率高, 省动力, 控制方便, 回收率高, 适合选矿工艺要求, 对保证圆锥选矿机高浓度作业及给矿量稳定的需要是十分必要的。

3. 采选新工艺与水采—摇床工艺相比, 在装机容量相近的情况下, 处理能力高近一倍, 在原矿品位低于二分之一的情况下, 粗精矿品位可提高10.5%, 回收率可提高9.02%, 选厂面积可节省90%, 单位水耗量可降低70~80%, 工艺简单, 控制容易, 处理量大, 成本低。

六、几点想法

1. 通过这次考察, 认为这套采选联合装置, 对类似于海滨砂矿, 易选有用矿物是可行的, 技术经济指标先进, 效果显著。

2. 这套联合装置较宜于在平坦开阔地面作业, 不宜于爬坡, 尽量利用废旧的底盘, 以降低成本。

3. 如装置所承载的负荷过重, 可考虑采用步行式或电动轮式行走机构。

总之, 移动式采选联合装置的出现, 为我国开发海滨砂矿物资源开辟了一条喜人而又有效的途径。

我国黄金矿山采矿方法现状与发展趋势

长春黄金研究所 胡庆森

内 容

一、前言	8
二、脉金矿山采矿方法现状	8
1. 急倾斜极薄和中厚矿体开采现状	9
(1) 极薄矿脉开采广泛使用削壁充填法	9
(2) 薄矿脉普遍开采用留矿法开采	10
(3) 中厚矿体多用分段法开采	10
2. 倾斜矿体的开采现状	11
(1) 倾斜薄矿脉开采用全面法、全面留矿和横撑支柱法	11
(2) 倾斜中厚矿体的开采现状	11
3. 缓倾斜矿体开采现状	11
(1) 缓倾斜薄矿脉小进路全面法开采现状	12
(2) 缓倾斜中厚矿体采用水平分层尾砂胶结充填采矿法开采	12
三、黄金矿山采矿方法发展趋向	13
1. 地下采矿方法选择应与矿床开采条件相适应	13
2. 空场采矿法通过加强生产技术管理和技术改革提高企业经济效益	13
3. 黄金脉矿山应重视推广和扩大使	

用充填采矿方法	13
---------	----

四、附表	14
------	----

(一) 部分黄金脉矿山80~83年损失和贫化指标表	14
(二) 国外有色金属薄矿脉损失、贫化指标表	15

一、前 言

目前我国黄金脉矿山采矿方法种类较多,初步统计不少于20种,在这些方法中,主要是空场法(包括留矿法)和充填法两大类,并以浅孔凿岩落矿为主,综观采矿方法的选择和矿体赋存条件基本相适应。但由于生产技术管理跟不上和采矿工艺存在问题,损失贫化指标仍然很高,又由于我国黄金矿床类型较多,矿体形状十分复杂,厚度、倾角、品位变化较大,以及围岩稳固程度差等特点,给矿床开采带来一定困难。

少部分矿山受上述开采条件的影响。采矿方法又与开采条件不适应,损失和贫化指标更高。有的总损失率达到40~50%,总贫化率60~70%。

下面从调查研究中谈谈我国黄金矿山采矿方法现状和今后发展趋势。

二、脉金矿山采矿方法现状

我国脉金矿山的采矿方法,按回采地压管理方法分类,大体上可分为空场采矿法(包括留矿法)和充填采矿法两大类。见表1。

表 1

类 别	采矿方法	主要采矿方案	矿 例
一、空场法	1.全面法	①留不规则矿柱全面法	峪耳崖矿、黄金洞矿、秦岭矿、沂南金矿、湘西金矿
		②大小进路全面法	张家口矿
	2.横撑支柱法	留不规则矿柱	峪耳崖矿
	3.房柱法	浅孔凿岩落矿	张家口矿、湘西金矿
	4.留矿全面法	留不规则矿柱	文峪金矿
	5.留矿法	①浅孔留矿	招远、岫岩、夹皮沟、小西南岔、五龙、金厂峪、龙水、峪耳崖等矿
二、充填法		②浅孔留矿加水力冲矿	五龙金矿
		③支柱留矿	东南金矿
	6.分段法	中深孔落矿	招远、金厂峪、夹皮沟等矿
	1.尾砂充填法	上向水平分层充填	招远、湘西金矿
	2.尾砂胶结充填法	上向水平分层充填 下向水平分层充填	焦家、新城金矿 招远灵山分矿
	3.削壁充填法		红花沟、金厂沟梁、湘西金矿、夹皮沟矿等
	4.干式充填法		夹皮沟、小西南岔、红花沟……等矿

全国黄金脉矿山采矿方法比例

留矿法：43%； 充填法：30%；

空场法：25%； 其他法：2%

有色矿山采矿方法比例 表 2

采 矿 方 法	所占比例 (%)
一、空场法	17.30
其中：全面法	1.6
房柱法	2.7
分段法	13.0
二、留矿法	38.20
三、充填法	11.40
其中：干式充填	1.4
胶结、尾砂充填	10
四、崩落法	33.10
其中：壁式	0.5
分层	1.7
分段	30.9

1. 急倾斜极薄、薄和中厚矿体开采状况

急倾斜矿体约占生产矿山地质储量的35~40%，目前使用的采矿方法有削壁充填、留矿法和分段法。

(1) 极薄矿脉开采广泛使用削壁充填法。

极薄矿脉宽度变化在0.2~0.8米之间，应用这种方法的有红花沟、金厂沟梁、夹皮沟的八家子坑口等。

削壁充填法回采工艺较复杂、劳动强度大，生产效率低。但损失贫化指标低。

矿块沿走向布置，走向长30~40米，中段高40米左右，矿块两边有人行天井，采场中设有2—3个矿石溜井，大多数架设木溜井，也有铁溜井，采场溜井规格：1.5×1.5米²，铁溜井，直径一般为0.8~1.0米，顶柱高3米，底柱高4米，削壁顺序各矿因条件而异，有先削废石，后削矿石的。

采场矿石运输采用胶轮手推车和小型电耙耙矿, 铺垫材料多数用运输皮带和草垫子, 采场生产能力在15~25吨/日, 凿岩台效: 20~30吨/台, 工班效率: 2.5~3.0吨/工班, 出矿效率2吨/工班左右。总损失率各矿均小于10%, 总贫化率15~35%, 红花沟金矿用削壁充填法开采极薄矿脉取得了较好的技术经济指标。

(2) 薄矿脉普遍采用留矿法开采

矿脉宽从0.8~3.0米多用浅孔留矿法开采, 无论黄金矿山和有色矿山采用留矿法开采的比重都很大。当围岩不稳固时, 如红花沟、夹皮沟八家坑口等矿选用了干式充填法, 东南金矿选用支柱留矿法。

留矿法底部结构有普通漏斗、平底结构、电耙溜井、无底柱等布置型式。采矿台效视脉宽窄有高低, 一般在20~40吨/台班或40~60吨/台班, 采矿工效各矿差异较大, 多数在4~7吨/工班五龙和夹皮沟矿在13吨/工班, 采场生产能力在20~40吨/日至40~60吨/日, 还有少数矿山大于100吨/日, 采准比: 10~32米/千吨。

留矿法只计算采场上采中的损失和贫化率, 不反映矿山的总损失和总贫化率。通过调查认为, 岫岩和峪耳崖矿总损失率在10%左右, 其他各矿均大于此数, 乳山金矿总贫化率约在20~25%, 其他各矿约在40~50%。调查结果表明, 留矿法的总损失总贫化率都很高, 造成的原因是多方面的, 主要有以下几个因素:

①选用留矿法与开采条件不适应造成损失、贫化大, 如四道沟分矿、小西南岔、招远矿、西山坑口等。②矿体赋存条件复杂, 矿岩不稳片帮、冒顶时有发生、矿体中夹石无法剔除等。③是生产技术管理不严、经济责任制尚不完善、出矿管理制度不落实、专业人员的监督、检查、指导作用发挥不够。④控制采幅不严、设计采幅没有充分依据、随意选择爆破参

数、对两帮围岩片落和护顶没有采取锚固措施, 大部分矿山都有这种情况。岫岩金矿用经济责任制控制留矿法采幅效果很好, 最小采幅在1米以内。五龙金矿为回收底板存矿采用水力冲矿也收到了效益。

红花沟矿脉幅宽大于0.8米以上的用于式充填法, 采场沿走向30~50米长作矿块, 每隔8~10米设溜矿井, 其规格为 $1.8 \times 1.8 \text{米}^2$, 用木支护, 或设直径为1米的金属溜井。充填井设在采场中间部位, 用胶轮手推车运送充填料和运矿石, 铺垫料有草袋和运输皮带。目前夹皮沟八家子坑和小西南岔正在作干式充填试验。

(3) 中厚矿体多用分段法开采

分段法比例约占9%, 使用分段法的矿山有金厂峪矿、夹皮沟三道岔坑和招远矿的九曲分矿。矿块构成要素如下: 中段高40~45米, 分段高一般6~8米, 分段凿岩巷道规格 $2.5 \times 2.5 \text{米}^2$ 、矿块底柱高度6~11米。全部采用电耙溜井的底部结构, 矿块大部分沿走向布置, 其长为40米左右, 金厂峪矿用YG-80可以打 360° 的束状炮孔, 最小抵抗线1.3~1.5米, 崩矿步距有3米和大于3米的, 炮孔直径多数为60毫米, 凿岩台效约在20~25米/台班, 采矿台效在120~150吨/台班, 每米炮孔崩矿量6~7.5吨/米

中深孔落矿的损失, 贫化计算的结果与实际的指标相差很大, 目前使用中深孔落矿的矿山都没有较为实际的损失, 贫化指标。

中厚矿体在矿岩不稳固, 作业现场不安全的条件下用分段法回收资源还是解决问题的, 金厂峪矿使用电动铲运机后已将原电耙溜井的底部结构改为平底结构进路出矿, 这有助于发挥电动铲运机的工作能力, 分段法凿岩、出矿效率高, 采矿成本低(直接成本1.5~2.6元/吨)在矿体较厚、品位较低, 围岩含矿的条件下采用较为合适。

2. 倾斜矿体的开采现状

倾斜矿体分为薄矿脉和中厚矿体开采。

(1) 倾斜薄矿脉开采用全面留矿法、全面法和横撑支柱法。

(一) 文峪金矿全面留矿法

505号矿脉倾角 $30\sim 50^\circ$ ，一般为 $35\sim 37^\circ$ ，平均厚度为1.25米，采用全面留矿法，矿块沿走向布置，走向长50米，垂高30米，顶、底、间柱均为3米，联络道间距5米，采场二个矿石漏斗设主天井两侧5米处，用电耙出矿，采场留三个 3×3 米²的矿柱，视顶板岩石稳固程度而定，顶板用涨壳式锚杆维护，浅孔凿岩落矿，采矿台效 $35\sim 40$ 吨/台班，工效4.5吨/工班。

(二) 峪耳崖矿的盲 9° 、盲 10° 矿脉倾角在 45° 和 $45\sim 60^\circ$ 之间，矿脉宽1米左右，矿岩基本稳固，选用全面法和全面横撑支柱法。全面法采场留不规则矿柱，横撑支柱法用坑木作横撑支护顶板围岩，同时在采场中还留有不规则矿柱，回采顺序是从天井一侧分段后退式采矿，作业现场基本安全，采场用电耙耙矿，无底柱用装岩机装矿，大部分用普通漏斗型式，

采矿台效 $20\sim 30$ 吨/台班，采矿工效4吨/工班，采场生产能力 $20\sim 30$ 吨/日，损失率 $4.7\sim 11\%$ ，贫化率 $25\sim 30\%$ ，都是计算一次的，通过调查，认为损失率在 10% 以内，贫化率约在 $40\sim 50\%$ ，贫化大的原因是由于采幅太宽而造成的，如加强采场管理，控制采幅，贫化指标是会降下来的，对矿块品位较高的横撑支柱法可试验采用削壁充填法开采。即可节省大量坑木又能降低损失贫化率。

(2) 倾斜中厚矿体的开采现状

焦家金矿属倾斜中厚矿体、工业矿体共六条，其中 1° 矿体是主脉，厚度 $3\sim 15$ 米不等，最厚25米、矿体倾角 $40\sim 60^\circ$ ，上陡下缓。地质品位为13.57克/吨，现采用水平分层尾砂胶结充填采矿法，矿房垂直走向布置，分矿房、矿柱二步回采，先采矿房后采矿柱，目前矿房宽7米，矿柱宽8米，阶段高40米，分层高 $2.5\sim 3.0$ 米，底柱高 $5\sim 6$ 米，顶柱高2米，用7655凿岩机打眼，采场用13吨电耙耙矿、一步采矿房底板用 $1:4$ 灰砂作充填料，以后用 $1:10$ 的水泥尾砂充填矿房，二步采矿柱全用尾砂充填，采准比为 17.8 米/千吨。

项 目	80年	81年	82年	83年	
采矿直接成本	7.73元/吨	5.65元/吨	5.79元/吨	5.32元/吨	
充填成本	410 "	958 "	11.63 "	8.53 "	
出矿成本		17.69 "	18.24 "	16.37 "	
采准比 (米/千吨)	17.2	17.2	20.0	17.0	
采场工班效率 (吨/工班)	2.56	2.56	5.02	5.7	
采场生产能力 (吨/日)			25	26	
每月同时生产矿块数 (个)			17	18	
采完一个矿块的平均时间 (月)	13.7	12.7	12.5	10	最长达17个月
损失率 (%)	21.9	24.3	14.8	12.2	累计平均17.5
贫化率 (%)	26.8	27.3	21.9	18.6	" 23.2

损失, 贫化指标不是总损失总贫化率,

焦家金矿选用水平分层尾砂胶结充填采矿法基本合理, 几年的生产实践, 二步回采困难较多, 两帮实际留有0.5—4米的矿壁支护顶板和两帮充填体。矿石损失很大、生产指标一直没有达到设计水平。充填系统是合理的, 但充填工艺如输送浓度、水泥离析、充填体强度、充填料的配比和局部充填设备等还有一定问题。

损失率高是由于留矿壁的原因, 对留矿壁和不留矿壁目前有争议, 对充填体强度也没有统一认识、矿体上盘围岩破碎, 矿岩界限不清、夹石剔除困难。加上生产和技术管理跟不上去使损失、贫化指标偏高, 如能解决上述问题, 这种采矿方法的技术经济指标会明显好转。

3. 缓倾斜矿体开采现状

缓倾斜薄矿脉开采除全面法外还有小进路全面法、中厚矿体用房柱法和尾砂胶结充填采矿法。分别叙述如下:

(1) 缓倾斜薄矿脉小进路全面法开采现状

张家口矿矿床形状十分复杂, 矿体被断裂切割成数个断块, 矿体本身就是破碎和挤压带内矿化地段, 顶板有糜棱岩, 疏松破碎、开采条件十分困难。矿体厚度、倾角、品位分布极不均匀、呈透镜状缓倾斜产出。含金石英脉由0.28~8.15米。平均2.27米。矿体倾角14~22°, 平均17°。平均品位6.4克/吨左右。

薄矿脉用小进路全面法开采, 矿块沿走向40米打探矿上山(沿脉天井), 在上山一侧打电耙峒室, 另一侧布置采矿进路(2×2米²), 采场中间又布置采准上山, 作二次圈定矿体用, 矿块倾斜长约为40米、中段高8~10米。开采顺序从上向下, 从一侧向另一侧后退式采矿、采场留不规则矿柱、用7655凿岩机浅孔凿岩落矿、二合电耙分横向和纵向耙矿。采场生产能力50~70吨/日。矿块回采率80年前为66~73%, 贫化率38.2~48.4%。81年后

回采率提高到79.6~86%。

贫化率下降到8.07~15.9%。自实行企业经济责任制以来, 损贫指标落到人头上, 两项指标都有下降趋势。在安全条件下应减少采场, 矿柱数量和尽量回收矿柱, 并对采场底板的落地矿石想办法回收, 采场顶板锚杆注浆和锚喷技术还应继续使用。压缩采幅加强生产技术管理使用进路全面法采矿还是合理的。

张家口矿有少部分大于3米以上的中厚矿体。东北工学院与矿方合作试验房柱法采矿。回采工艺与全面法相似。只是房柱法先在矿体顶板拉开切割层即“切顶”工作, 以后用锚杆, 金属网和喷浆联合支护顶板, 在安全顶板的条件下, 自上而下分层回采, 试验取得了良好的效果, 矿方应完善房柱法的回采工艺。

秦岭金矿缓倾斜薄矿脉采用留不规则矿柱的全面法

9°脉平均倾角为22°, 平均厚度0.74米。平均品位17.78克/吨。矿块沿走向长50~60米布置, 段高20~25米、顶柱斜长2米、底柱3米、漏斗间距7~10。普通漏斗型式。电耙耙矿。顶、底柱一般都回收。不规则矿柱有时用人工砌石柱代替支护顶板。采场结束后扫矿粉, 全部回收矿石。

采矿台效35~40吨/班, 采矿工效7~8吨/工。采场生产能力35吨/日左右。损失率5~7%。贫化率35~40%。

(2) 缓倾斜中厚矿体采用水平分层尾砂胶结充填采矿法。

新城金矿矿床赋存在北东向的焦家主断裂下盘的破碎蚀变岩带之中。矿体产状、形态、矿化程度均受构造控制、工业矿体基本呈单脉型。但分枝复合、膨缩现象也很发育、矿体倾角28~30°、属缓倾斜矿床、矿体平均厚度9米、最大37米、平均品位8.98克/吨。1°脉厚矿体部分矿石中硬, 上盘围岩无松软变化, 薄矿体的上盘围岩与断裂带接触, 易塌落。

回采工艺与焦家金矿基本相同,采场生产能力设计50吨/日,采场用13吨电耙耙矿,实际生产能力30吨左右/日。采矿台效49吨/台班,采矿工效39吨/工班,采矿成本19.85元/吨,(直接成本+车间经费),损失率21.2%,贫化率27.2%,新城金矿计算的损失率和贫化率很接近总损失总贫化率。

矿量损失主要是由于在二步回采时留矿壁的原因,约占矿块矿量的13~20%,设计矿柱回收率为56%,损失44%,矿壁和矿柱的损失和焦家相似。

采矿方法选择与矿体开采条件相适应,但必须解决充填工艺中存在的问题,把损失和贫化指标降到设计指标以下。

三、黄金矿山采矿方法发展趋势

近几年来,黄金生产发展很快,为适应我国现代化生产和对国外开放政策的要求,黄金需求量越来越多,到本世纪末要实现黄金产量大幅度地增长目标,必须同时发展国营和群采,在大力发展砂矿采金的同时,应充分重视骨干矿山的建设和对现有矿山的技术改造,在这当中,首先要解决好地下采矿方法。

1. 地下采矿方法的选择应与矿床开采技术条件相适应

综观黄金矿山地下采矿工艺和技术装备水平还很落后、技术力量不足,生产管理差。不少矿山的采矿方法尚不能适应生产发展的需要,这突出的表现在采场生产能力偏低,矿石的损失和贫化严重,经济效益差,其中很重要一条原因在于采矿方法与矿床开采条件不相适应、每一种特定的工业矿床的开采条件,客观上都存在着一种技术经济效果相对应的最优采矿方法,在现有的技术装备条件下,根据矿床赋存特点,采用相适应的采矿方法,才能收到最好的综合指标。

采矿方法选择必须因矿制宜,不加选择的采矿方法“移植”或千篇一律没有定性与定量相结合的研究方法,必然使经济效益差。

从矿山调查可见,全国部分矿山的采矿方法存在与矿床开采条件不相适应的问题,应把这个问题作为近期矿山技术改造的主要内容。

2. 空场采矿法通过加强生产技术管理和技术改革提高企业经济效益

空场法(包括留矿法)在全国黄金地下采矿方法占68%,其中浅孔留矿法占43%,全面法、房柱法、横撑支柱法、分段法、全面留矿法……等占25%,应以现实的技术观点重视空场采矿法。对空场法的技术改革和加强生产技术管理势在必行。空场法的变革方向应以降低损失、贫化为主。通过加强生产管理达到降低产品成本,提高生产率,获得最大的经济效益为目标。对不适应开采条件的采矿方法要通过试验改变原方案。对围岩不含品位的极薄矿脉,建议试用削壁充填法开采,对围岩条件不好的矿床应控制留矿法的使用,严格控制采幅宽度,设计采幅一定有充分的依据,大力推广和使用锚喷技术,重视锚杆、锚杆桁架、锚杆金属网对支护顶板和两帮围岩的作用。减少或尽量回收矿柱。对日益发展起来的振动放矿技术和乳化油高能炸药和先进爆破技术在有条件的矿山都应推广使用。全面法和房柱法采场矿石运输用三滚筒绞车代替双筒电耙,以提高出矿能力。黄金重点矿山通过引进国外先进技术和设备,以提高凿、装、运机械化水平,对已引进的电动、柴油铲运机应继续推广使用,金厂峪矿使用电动铲运机在井下出矿效果显著。

3. 黄金脉矿山应重视推广和扩大使用充填采矿法

充填采矿法对开采贵重金属最大限度的回收资源和减少废石混入是一种比较好的采矿方法。由于它对不同类型矿床赋存条件比其他采矿方法有更大的适应性,这就使充填法在国内外得到了广泛的应用,随着现代采矿技术与设

备的发展。采矿成本随着效率的提高而明显下降。从而使充填法进入一个新的发展阶段。

加拿大、美国、日本、瑞典、澳大利亚及其他国家在开采贵金属时，充填法被广泛使用。加拿大鹰桥和国际镍公司的镍矿山用充填法采出的矿石占30~75%，加拿大用充填法采出的有色金属矿石占全部矿山的35~37%。在瑞典波立顿矿山用分层充填法的比重占25%。在法国用充填法采出矿石占67%。

我国黄金矿山充填法的比例逐年增加，削壁充填和干式充填采矿法对极薄、薄矿脉的开采影响越来越大。红花沟金矿等矿山成功地使用了这种方法，并取得了明显的技术经济效益。充分地回收了矿产资源。

这种方法虽然充填系统和工艺较复杂，生产能力低，成本较高。但它可以补偿由于金属损失和废石混入加大处理矿石的一部分费用，对采用精料方针是合适的。

今后应对削壁和干式充填法实行科学管理，提高各道工序的作业质量。用经济责任制来提高回收率和降低贫化率。

水平分层尾砂胶结充填采矿法应实现充填系统仪表控制自动化，提高输送浓度和充填体

强度，减少水泥离析。以降低损失和贫化率为目标。适当增加中段高度，减少矿柱损失。

实现采场出矿机械化。国外采场出矿基本上都用不同规格的铲运机出矿，即能提高采场的出矿能力又可选别出矿。

秘鲁瓦隆矿，急倾斜矿体，厚度在1.2米或更小，过去曾用EHST—1A型电动铲运机开采薄矿脉，没有获得较好的经济指标，瓦隆矿通过实践认识到，开采薄矿脉的最好方法，就是采用真正适合这类矿体并能在宽度极有限的采场中进行装矿和运输的窄轨设备。所以瓦隆矿引进法国研制的CT—500HE微型电动铲运机，取得了较好的效果。

长春黄金研究所与红花沟金矿目前为在采场试用这种设备作准备工作。

综上所述，黄金矿山的采矿方法应逐渐扩大使用充填法，对空场法（包括留矿法）应降低矿石的损失和贫化率。为提高采矿生产能力和经济效益，必须配备与回采工艺相适应的机械化回采设备。今后黄金矿山的采矿方法将随井下凿、装、运机械化设备的更新而变革。

四、附 表

部分黄金脉矿山80~83年损失和贫化指标 (%) 附表（一）

序号	指标 年月 矿名	损 失 率				贫 化 率			
		80	81	82	83	80	81	82	83
1	夹皮沟金矿	1.1	0.2	4.1	3.9	28.1	23.1	24.8	23.4
2	小西南岔矿	5.84	9.5	27.3	22.1	28.3	15.7	22.4	35.7
3	五龙彪金矿	2.4	4.7	2.0	1.7	17.6	24.6	21.8	16
4	岫岩金矿	0.1	0.03	1.0	1.6	11.8	24.9	33.6	13.8
5				4.4	11.00			20.0	30.7
6	金厂峪金矿	2.2	2.2	1.7	4.7	26.4	21.0	24.8	24
7	招远金矿	10.8	8.5	5.55	10.1	36.9	35.4	36.5	32.3
8	沂南金矿	8.9	10.2		5.7	18.9	10	12.2	11.6