

# 油矿开采



YOUKUANG KAI CAI

(增刊)

第二届国际会议

——小矿山经济与发展资料译文集

(下集)

中南工业大学

第二届国际会议 小矿点经济与发展

(一九八三年六月)

(译文集)

目 录

- 1、小型矿床勘探开发的经济性.....(1)
- 2、“IKOKOS”财务综合分析系统.....(3)
- 3、用水力提升时地下矿石的破磨.....(24)
- 4、不均匀矿床的先进研究方法和交互采场设计系统.....(3)
- 5、微型机计算机矿山计划程序包.....(10)

## 文 献 简 介

1983年6月12-16日在芬兰的赫尔辛基举行了小矿山经济和发展第二届国际会议。

这次会议出版了会议预印本。收集了各方面的文章27篇。部分题目如下：芬兰——一个小矿山的国家；菲律宾在小规模矿山方面的研究。微型计算机在挪威采矿工程中的应用；小矿床勘探和开发的经济问题；小矿山的矿体内开拓；复杂矿床的先进研究方法及其交互采场设计系统；小矿体的经济回采；采矿工业中如何通过自行设备标准化降低生产和基建费用；芬兰石灰石矿地下与露天开采竞争的技术及经济问题；使用水力提升时的地下破磨；薄层浸出法——矿石浸出中新颖和经济的概念以及通过预选改善采选综合经济。等等。

综观所有文章。完全与这次会议的名称“小矿山经济与发展”相符。亦即。在现时贱金属价格低廉。而劳动费用。能源成本等不断上升等条件下。品位低。赋存条件复杂的中小型贱金属矿山的出路何在？从世界总体来看。中小型矿山有一定的市场地位。这是近一、二十年来其发展的原因。其出路。不管从勘探。还是采矿。选矿整个金属生产过程。显然需从经济及社会效益考虑。特别是前者。否则其生存就是个大问题。

就中小型矿山的采矿而言。诸文章反映的唯一出路还是已趋于成熟的无轨采矿。斜坡道开拓。高效率采矿方法等一套现代化装备及技术；以及包括微型计算机（台式计算机）自动数据处理。网络法。工程进度管理图表等一套现代管理技术。这种现代化装备和技术。以及现代管理技术的综合。使得这些按正常情况赔本。本利相当或赢利极微的中小型

矿山取得较好的经济效益。

这次会议的文章尽管是贱金属、贵金属或非金属矿。但技术及管理等方面对我们是有借鉴意义的。因此，我们从其中选取了十多篇关于采矿方面的文章进行翻译。预计（十多万字）分两集出版。以供我们的科研设计、生产建设及技术管理的同志们参考。

陈 焱

## 芬兰 —— 一个小矿山的国家

Pertti Voutilainen, Gösta Deihl

芬兰历史上的第一个矿山规模很小，几世纪以前，铁是从褐铁中获得。而这种矿石芬兰并不多，第一个较大规模的金属生产是十七世纪从炼铁炉开始的。所用的铁矿石往往是从瑞典进口。芬兰第一个较大规模的金属矿奥里贾维 (Orijarvi) 铜铅锌矿于 1757 年开始开发，继而是 1830 年的皮特卡兰塔矿 (Pitkaranta)。但是，十九世纪末，因为全部已知矿体均已采完，芬兰的采矿业终于停止了。

### 小而复杂的矿体

1910 年奥托昆普 (Outokumpu) 铜矿床的发现标志着芬兰采矿业一个新的开端。基于此，采矿与冶金工业的最新发展期是在本世纪三十年代。奥托昆普矿开采初期的年产矿石量约为 10 万吨，在三十年代末提高到 50 万吨，铜品位为 3.5 - 4%。

芬兰采矿业的快速发展还是五十年代和六十年代的事。现时开采的矿山有 15 个金属矿，14 个石灰石矿，以及诸如磷灰石、滑石和石英工业矿物的矿山。目前芬兰开采中的金属矿如表 1 所列。

表 1 1982年芬兰的金属矿山

| 矿 山   | 主 要 金 属        | 矿石产量,吨/日 | 投产年份 |
|-------|----------------|----------|------|
| 穆斯塔瓦拉 | V              | 4400     | 76   |
| 奥坦马基  | V, Fe, $TiO_2$ | 3500     | 53   |
| 维汗蒂   | Zn, Cu, Pb     | 2600     | 54   |
| 派哈沙尔米 | Cu, Zn, S      | 2300     | 62   |
| 劳特瓦拉  | Fe             | 2300     | 75   |
| 凯米    | Cr             | 1700     | 66   |
| 汉努凯南  | Fe             | 1500     | 78   |
| 希图拉   | Ni, Cu         | 1300     | 70   |
| 科他拉蒂  | Ni, Cu         | 1300     | 59   |
| 沃诺斯   | Cu, Zn, Co     | 1200     | 72   |
| 汉马斯拉蒂 | Cu             | 1100     | 73   |
| 克勒蒂   | Cu, Zn, Co, S  | 1100     | 17   |
| 维他沙尔米 | Cu             | 1000     | 66   |
| 范马拉   | Ni, Cu         | 900      | 75   |
| 路康拉蒂  | Cu, Zn, Co, S  | 800      | 68   |

正如从表1中所看到的那样,芬兰所有的金属矿都是小至中等规模的。矿山不仅是小,一般还很复杂,品位低,75%的矿石来自地下矿。在芬兰,开采条件差的典型矿山有:劳特瓦拉(Rautuvaara)地下

矿，其提升高度达600米。日产矿量2300吨。从中生产磁铁矿精矿约1000吨/日；科他拉蒂（Kotalahti）矿从700米深度提升含0.57%  $\text{Fe}$  和0.22%  $\text{Cu}$  的矿石1300吨/日；维他沙尔米矿（Virtasalmi）是从350米深提升出含0.76%  $\text{Cu}$  的矿石1000吨/日。

表2 1981年芬兰生产的主要金属

|       |    | 生 产           | 出 口           |
|-------|----|---------------|---------------|
| 勘 误 表 |    |               |               |
| 页     | 行  | 误             | 正             |
| 3     | 倒4 | 代末提高到50万吨     | 代末提高到50万吨     |
| 11    | 13 | 当可获得的奖金       | 当可获得          |
| 13    | 10 | 在薄矿脉冲，        | 在薄矿脉中，        |
| 17    | 14 | 1978年以年，      | 1978年以来，      |
| 25    | 3  | 他们还包括矿山外口的    | 他们还包括矿山外口的    |
| 30    | 15 | 并且倘若诸矿        | 并且倘若诸矿        |
| 30    | 倒5 | 至今还没有使用       | 至今还没有使用       |
| 32    | 13 | 伊索荷（Tsoaho）   | 伊索荷（Isoaho）   |
| 35    | 倒1 | 以及延长详细计划达得一年， | 以及延长详细计划达到一年， |
| 36    | 15 | 选碎作业，等等。      | 选矿作作业，等等。     |
| 43    | 3  | 台是赫尔率基        | 台是赫尔辛基        |
| 51    | 8  | 受 实践的一        | 受实践的          |
| 64    | 6  | 火治            | 火治            |
| 70    | 倒7 | …在自愿的基础上完成    | 在自愿的基础上完成     |
| 80    | 6  | …长期的经济效益      | …长期的经济效益      |
| 82    | 倒5 | 由于原因          | 由于历史的原因       |
| 82    | 倒5 | 至至在城镇中心区      | 甚至在城镇中心区      |
| 82    | 倒2 | …以便取得好的经济     | …以便取得好的经济效益   |
| 82    | 倒2 | 这地下矿山…        | 这是地下矿山        |
| 84    | 倒9 | 用于制造水和用于农业    | 用于制造水泥和用于农作   |
| 85    | 倒3 | 每一部分          | 每一            |
| 85    | 倒2 | M22型目动化       | M22型自动化       |
| 87    | 9  | 这种采场场寸就是      | 这种采场尺寸就是      |
| 87    | 12 | 对外破           | 对爆破           |

基于这些金属原料以及差不多两倍于进口的情况，芬兰生产如表2所列的金属。

这样一来，芬兰在一些重要金属中多半能自给了。而且其中有的已有相当数量出口。

### 新技术的发展

随着五十年代和六十年代采矿业的增长，发现的那些小而复杂的矿体开采困难及采矿不经济的问题就变得明显起来。特别是在这个能源昂贵的国家和半北极环境非常敏感的情况下就更是问题。面对这种挑战所采取的对策是制订一项包括各种方法及机器在内的发展计划。表3所列可以说明该发展的一些进展情况。

这样，在采矿公司和制造商之间的合作下，机器及专门技能就得到了发展，使得采矿技术的出口额从1970年约2千万美元增加到现时每年4亿多美元。

表3 芬兰采矿发展的历程

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 1955-60 | 自磨技术                   |
| 60-65   | 地下胶轮铲运机                |
| 65-70   | 斜坡道。重型凿岩台车             |
| 70-75   | 流线分析器。选矿厂自动化。大浮选槽      |
| 75-80   | 充填和支护的发展。液压凿岩。日常岩石力学观测 |
| 80-     | 压滤机。井下设备距控             |

### 矿山机械化的必要性

芬兰的全部采矿作业都是高度机械化的。掘进和采矿的凿岩一般使用自行液压凿岩台车。装载是使用胶轮铲运机。装药、顶板锚固及注浆等所有辅助作业均使用自行设备。人员运送为汽车化。

机械化最直接的结果是确保目前和将来高的生产率及成本效率。使得即使在最不利的价格条件下也能保证效益。为了使人们对芬兰矿山有所了解。表4给出了大多数生产矿山中几个矿山的工班效率。

表4 1981年井下工人工班效率  
(包括维修和辅助部门)

| 矿 山   | 吨/人班 |
|-------|------|
| 维他沙尔米 | 64   |
| 维 汗 蒂 | 38   |
| 汉马斯拉蒂 | 33   |
| 范 马 拉 | 27   |
| 派哈沙尔米 | 24   |

然而,同样重要的考虑是,正确的机械化可以较快地通达新矿体。这对于开发一个有限矿石量的新矿山或开采一个新矿体来说,在现金流和效益中可能是个决定性的考虑。

机械化的第三个考虑是,用有效的设备从诸矿体的一个中心点作业往往能更有效益,它比用老方法,分散在许多矿量较少的点作业更好,且在地下构筑物和服务设施方面大大节约资金。

机械化的第四个重要之点是大大降低采矿作业中的危险和时间的浪费。特别是对于地下条件来说更是如此。图1所示清楚地表明了芬兰这方面的改善。

机械化采矿作业已进行多年。某些改善一方面是由于引进设备,另一方面是随着新设备和方法的使用进行广泛的人员培训。由于培训,工作效能大大提高。本会议上Jerma Porkka和Pentti Kerola

在其“小矿体的经济开采”一文中进一步讨论了这个问题。

## 选矿作业的发展和自动化

(略)

### 机械化和自动化确保连续性

就奥托昆普近二十年的情况而言，公平地说，所进行的这种发展是唯一可能的道路。走这条道路，任何地方都不会由于机械化或自动化而降低成果，而且通过利用这些方法能够经营那些不可能用其他方法的山。即在不增加成本的基础上提高产量或将效果提高到满意的水平。选矿厂和矿山中繁重的负担和危险的三班作业已急剧减少，连同对新方法和新设备的广泛培训，使得各类操作人员较健康和具有良好的工作机能。我们感到，作为一个矿业公司在困难条件下只能沿着同样道路作下去。

在芬兰，小是不可避免的了，然而，我们也发现，只要恰当地修饰，小也是美丽的。

陈 焱 译    王文健校

## 小规模采矿作业的矿体中开拓

Joachim Golling

### 一、前 言

在地下开采中，为了回采有用矿物，总是要挖掘相当数量的废石。依据某矿床的揭露和开发方法，需在围岩内完成一定长度的昂贵的开拓巷道。下述三个主要方面决定这些非采矿的工作量：

关于矿床产状的一些条件，如深度，构造，物理结构。

开采该矿体所用的采矿方法。

使用的和有效的采矿机器。

特别是对于小规模矿山来说，为了使围岩中必要的井巷长度减至最低限度，要有一个必要的设计问题。就采出矿石的单位成本而言，小矿体的体积和总价值有限，要增加开拓的投资一般是不可能的。另一个问题是，尽可能早的开始采矿对于小矿山的成功是极其重要的。当可获得的资金的资金很有限时，希望投入的资金快速回收。

在矿石内掘进可以作为采矿工程中部分探矿活动之用。因此，矿石内掘进的优点可归并为挖掘的岩石量最少以及勘探和开采一个矿体的技术效益。

### 二、关于在矿石内掘进巷道的限制

国际上地下采矿工业已使铲运机技术获得经济上和技术上的成功。这就导致矿山布置和设计的急剧变化，特别是较小的矿山。斜坡道，螺

旋形道，卡车运输，正是与铲运机应用相结合产生的结果。

平巷和联络横巷的矿岩装载，以及矿用卡车的主干运输代表现代小型矿山的技术发展水平。各水平用斜坡道联结以运送人员和材料。这些开拓巷道多半掘于矿体下的围岩中。

选择这种开拓方法的理由之一，无疑是矿体小，以及由此而产生的巷道的有限空间。除了这些由采矿设备所决定的限制以外，在矿石内掘进的应用主要取决于所给定矿床的价值，延伸范围及形状。

### 1. 矿床中矿物的价值

根据矿体中矿物等级的重要差别，实际决定巷道是否掘在矿体内，这些矿物的经济价值是最重要的考虑因素。

如果所开采的矿床的矿物价值很高（例如贵金属），那末矿石几乎就地完全回收是主要的生产目的。这意味着开拓巷道布置在围岩中，使矿石尽可能少地损失于矿柱中。

另一方面，在矿石中掘进的应用对低品位及低价值矿体来说是有优点的。开采赢利很小的矿物将不受废石贫化，并且因掘进中可采出20%矿量，故可能取得较好的经济效果和生产率。这时，矿石损失于矿柱中不是那么重要，因为矿物价值低，基本上允许。

### 2. 矿床的构成条件

矿体的倾角和形状不仅影响采矿方法的选择，而且也影响在矿石内开拓的考虑。铲运机装载及爬坡能力大致上可达 $10^\circ$ ，这对于在矿石内开拓不会有太大问题。把坡度增得更大，对于调整开拓巷道的布置达到多数采矿方法的规范尺寸就变得很困难。

解决该问题可以有两个途径：

### (1)、褶皱或断层的利用

### (2)、斜坡道采矿

在上述两点中，尤其是第二点对于以最小废石量开采矿体给予良好的可能性。

装载水平的布置指明用矿石开拓的可能性及矿床厚度的影响。图 1·1 示出了有色金属矿空场采矿法装载巷道最常用的布置法。如果矿石足够稳固，那末在该巷道靠下盘的一侧设置锥形漏斗的宽巷道是有利的（图 1·2）该巷道的宽度必须满足铲运机将爆落的矿石堆排出所需的尺寸。

在薄矿脉冲，装载巷道及联络横巷可以用装载漏斗来代替（图 1·3），这种布置方法能获得围岩掘进量最少的结果。

### 3、小矿体

小矿体（可采矿量小于 100 万吨）是布置巷道的另一个特殊限制。斜坡道和螺旋道的坡度受到铲运机最大爬坡能力的限制。如果想用直斜坡道将两个水平联结起来，那末斜坡道可以很容易追随矿体，因为坡斜道在水平方向有某种程度的灵活性。

克服垂直高度的先决条件是 最小的走向长度，它可用图 2 的公式计算出来。例如，倾角  $70^\circ$  的矿体，假定水平间距  $h$  是 50 米，斜坡道的坡度为  $10^\circ$ ，则需要 的最小走向长度  $b$  为 280 米。就真实的小矿体而言，象这个例子要求那样，300 米以下的矿体走向长度是少见的。

斜坡道设计有两种可能性：折返式斜坡道和螺旋式斜坡道。折返式斜坡道为几个分段或盘区重叠的联结提供了方便。因此，在现行采矿方法中较容易归并成这种斜坡道型式，采矿循环更为固定，劳动组织能适应采矿顺序的变化及控制。另一方面，铲运机在折返式斜坡道中运行

是很不连续并且费力的。因为它不可能拐  $180^\circ$  弯，必须交替地从向前开变为向后开，这不仅造成额外的磨损，还得顾及安全危险。

螺旋式斜坡道不需要大的走向长度，但这时必须具有的最小矿体厚度应使螺旋道完全处于矿体内。按所用车辆的最小可通行工作半径这种关系，螺旋式斜坡道只能用于厚度20米以上的矿床。此外，需留在螺旋形斜坡道附近的保安矿柱可视具体情况而定。

影响开拓巷道定位的实质性项目如表1所列，从该表中可以清楚地看到，低价值的和小的矿床，无轨采矿法需要在矿石内掘开拓巷道。

表1、影响开拓巷道定位的项目

| 影响项目     | 倾向    |      |
|----------|-------|------|
|          | 矿石内开拓 | 围岩开拓 |
| 高价值矿物    |       | ✓    |
| 低价值矿物    | ✓     |      |
| 缓倾斜      | ✓     |      |
| 急倾斜      |       | ✓    |
| 不规则倾角和走向 |       | ✓    |
| 围岩稳固性差   | ✓     |      |
| 矿石稳固性差   |       | ✓    |
| 无轨采矿     | ✓     |      |
| 小矿体      | ✓     |      |

### 三、矿石内掘开拓巷道实例

相应于上面所述，有几个生产矿山的例子，证明在类似条件下是适宜的。这里也附带叙述几个正在考虑建设的小矿山。所有这些典型实例，其可采矿物都是低价值或赢利甚微的。

## 1. 褶皱带和不同倾角的利用

德意志联邦共和国的梅根 (Meggen) 铅锌矿是个正在生产的矿山, 矿脉严重褶皱, 厚度 1 - 6 米, 锌品位 6 - 8%, 铅约 1%。矿床上部规则, 急倾斜; 而下部褶皱和断层矿体使倾角方向急剧变化, 同时铅锌的综合品位也下降。

最近力求在采矿作业中寻找补救办法, 正因为如此, 使用了在矿石内开拓。尽管一般褶皱矿体带来技术上和经济上的困难, 但在这种情况下反过来又有益。如图 3 中所见, 坡度为  $8 - 10^\circ$  的折返式斜坡道建在急倾斜矿体侧面的主水平之间。后来, 折返式斜坡道的缺点导致更松软的倾斜内侧被应用。象山坡上的公路那样, 斜坡道以缓的弯曲向下。

梅根矿使用的是适应于矿体形状并作了某些变化的分段崩落采矿法。甚至主运输水平也完全在矿体内 (图 4)。以前, 上部诸水平一般用有轨运输。在下盘直轨道平巷以一定距离用联络横巷与矿体联结。现在, 用 30 吨卡车的无轨运输, 其运输巷道随着矿体变化, 巷道的曲率半径满足卡车的需要。

一个同样的、更深刻的例子的图 5 所示的西德一个钾矿。很不规则和品位很低的钾矿层处在盐穹结构中的严重褶皱里。其开采的运输方法考虑了两个方案:

在直巷道和横巷中使用皮带运输 (图 5)。

在随矿层的巷道中使用无轨运输。

当然, 这个决定还取决于所需运出的矿量。而在老的开采现场中, 在矿床小或储量有限的条件下, 显然, 矿石内掘进具有实质性的优点。就该实例而言, 由于显然较低的成本, 使得选用仅占 8% 围岩掘进量的无轨运输布置。