

文章编号: 1004-0609(2003)03-0760-04

# 一种新型的缓倾斜多层矿体采矿技术<sup>①</sup>

罗周全<sup>1</sup>, 周科平<sup>1</sup>, 古德生<sup>1</sup>, 史秀志<sup>1</sup>, 陈建宏<sup>1</sup>,  
高文翔<sup>2</sup>, 戴云鸥<sup>2</sup>, 胡寺华<sup>2</sup>, 陈学元<sup>2</sup>, 张庆文<sup>2</sup>

(1. 中南大学 资源与安全工程学院, 长沙 410083; 2. 云南锡业公司, 个旧 661000)

**摘要:** 针对传统缓倾斜多层矿体的采矿方法, 如全面法、中深孔落矿下盘漏斗法和爆力运搬法等, 生产能力小、劳动强度大、安全性差、成本高等缺点, 从云南锡业公司松树脚锡矿“大马芦”矿段的实际开采技术条件出发, 提出了一种新型颇有特色的缓倾斜多层矿体的采矿方法——深孔合采井下矿废分离连续采矿法。它采用大直径深孔合采矿岩、井下矿岩集中分离、连续采矿等技术, 变革了传统的分采工艺, 有效地克服了传统采矿方法的弊端, 为缓倾斜多层矿体的高效、低耗和安全开采提供了新的技术方案。

**关键词:** 缓倾斜; 多层矿体; 矿废分离; 连续采矿

中图分类号: TD 323

文献标识码: A

## 1 开采技术条件

云南锡业公司松树脚锡矿“大马芦”矿段, 矿体赋存标高为 1 860~1 310 m, 埋深 540~1 090 m。该矿段有矿体 47 个, 地质储量 865 万 t, 锡金属储量 150 346 t, 平均锡品位 1.756%, 潜在价值 70 亿元。矿段中缓倾斜层状矿体 33 个(占矿石量 63.5%), 呈现叠瓦状产出, 倾角 5°~25°, 矿层 1~5 层, 夹层最薄为 1~3 m, 最厚达 20 m。矿石类型为赤铁矿、褐铁矿为主的松软土状氧化矿, 遇水即呈泥浆状; 而围岩及夹层为坚硬的白云岩和大理岩, 矿岩容易分离。

## 2 开采技术方案

利用“大马芦”矿段矿岩物性不同及易于分离的特点, 采用大直径深孔落矿工艺对多层缓倾斜矿体进行合采, 采下矿岩进行集中筛选分离, 分离出的废石直接回填采空区, 矿浆浓缩后输送到选矿厂, 多矿块平行作业, 进行连续采矿<sup>[1~4]</sup>。

### 2.1 采矿方法

将矿体划分为盘区、矿段, 并以矿段为回采单元, 采用下向平行深孔侧向崩矿方式及无二次破碎

水平的组合式振动机出矿的底部结构, 以电机车运输矿石到溜井, 采切、落矿、出矿、充填各工序相互协调, 分别在相邻矿段平行进行, 采矿工作面连续推进, 采矿过程如图 1 所示。

### 2.2 采矿工艺系统

“大马芦”矿段矿石为土状的氧化矿, 夹石为白云岩和大理岩。充分利用矿岩崩落的块度差异且易于分离的特点, 对采下矿岩进行集中筛选, 分离出的废石不出坑, 直接回填井下采空区, 而筛选后的矿浆

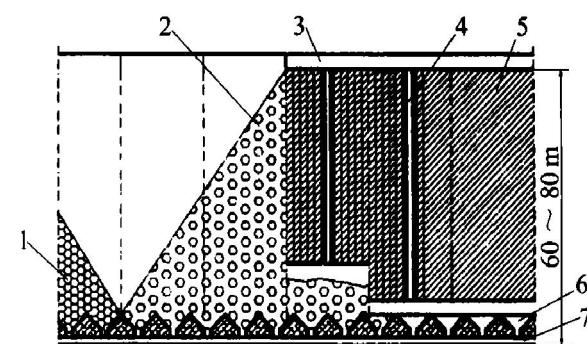


图 1 大直径深孔连续采矿示意图

Fig. 1 Sketch of continuous mining using large-diameter longhole blasting

1—Filling rock; 2—Ore; 3—Drilling chamber;  
4—Cutting raise; 5—Blasthole;  
6—Ore drawing chute; 7—Transport drift

<sup>①</sup> 基金项目: 云南省省院省校科技合作基金资助项目(2001UBBEAOOC038)

收稿日期: 2002-05-17; 修订日期: 2002-09-27

作者简介: 罗周全(1966-), 男, 教授, 博士。

通讯联系人: 罗周全, 教授; 电话: 0731-8879245; E-mail: S-Mining@mail.csu.edu.cn

运送到地表, 经浓缩后转运到选厂(如图2, 3所示)。

### 3 技术经济指标

根据矿段矿体赋存特征和开采技术条件, 按使用新工艺回采缓倾斜矿体矿石总量的24%计算, 达

到的技术经济指标分别如表1和表2所示。可见, 新采矿方法比传统采矿方法具有明显的优势<sup>[5-7]</sup>。

### 4 采矿方法的技术创新点

本采矿方法在以下几个方面具有创新性: 1) 采用大直径深孔合采缓倾斜多层松软矿体, 变革了传统的分采工艺, 实现多层矿体的高效采矿; 2) 在我国地下矿山首次在井下实现矿岩集中分离, 废石回填采空区, 废石不出坑, 基本实现无废开采; 3) 我国地下矿山首次实现从坑内至选厂用矿浆输送方式运输矿石, 大大减少了运输量, 降低了运输成本; 4) 在缓倾斜多层矿体开采中, 首次实现大量落矿的高效连续采矿。由于采用不留间柱的一步骤回采, 避免了由于间柱回收而带来的作业面分散、多中段作业, 生产管理复杂, 井下人均劳动生产率低, 以及间柱回收安全性差、效率低、成本高、资源大量损失的弊端<sup>[8-11]</sup>。

### 5 结语

缓倾斜多层矿体的开采问题, 是一个世界性难

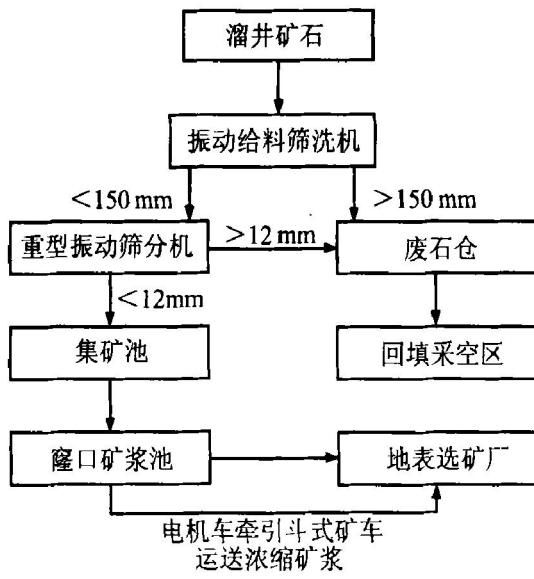


图2 采矿工艺流程图  
Fig. 2 Flow chart of mining technology

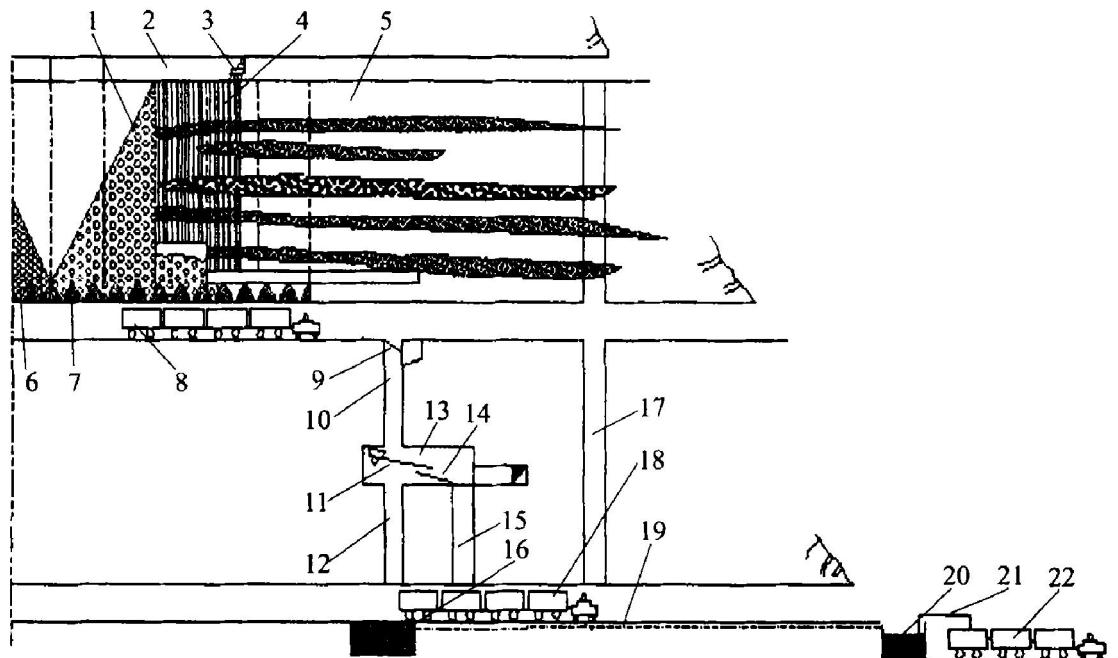


图3 采矿工艺系统示意图

Fig. 3 Sketch of mining technology system

1—Ore; 2—Drilling chamber; 3—Drilling machine; 4—Blasthole; 5—Waste rock layer; 6—Waste rock; 7—Ore drawing chute; 8—Vibrating transport vehicle; 9—Vibrating screen; 10—Ore rise; 11—Vibrating screening and washing machine; 12—Ore pulp rise; 13—Ore and waste separation chamber; 14—Heavy vibrating screen; 15—Waste raise; 16—Ore pulp accumulating pool; 17—Waste raising shaft; 18—Mine car; 19—Ore pulp pipeline; 20—Surface concentrating pool; 21—Pump & pipeline; 22—Electric locomotive

表1 技术指标

Table 1 Technical index

| 工艺类型 | 日出矿量/<br>(t·d <sup>-1</sup> ) | 年出矿量/<br>(10 <sup>4</sup> t·a <sup>-1</sup> ) | 出矿锡品位/% | 年产金属量/<br>(t·a <sup>-1</sup> ) | 千吨掘采比/<br>(m·kt <sup>-1</sup> ) | 全员实物劳动生产率/<br>(t·人 <sup>-1</sup> ·a <sup>-1</sup> ) | 采矿贫化率/% | 采矿损失率/% |
|------|-------------------------------|---|---------|--------------------------------|---------------------------------|---|---------|---------|
| 传统工艺 | 600                           | 19.8  | 1.296   | 2 566.0                        | 33.7                            | 323.0   | 14      | 11      |
| 新工艺  | 900                           | 29.7  | 1.371   | 4 071.9                        | 23.6                            | 507.0   | 9       | 7       |

表2 经济指标

Table 2 Economical index

| 工艺<br>类型 | 原矿成本/<br>(元·t <sup>-1</sup> ) | 精锡成本/<br>(元·t <sup>-1</sup> ) | 销售收入<br>(含税)/<br>(万元·a <sup>-1</sup> ) | 利润总额/<br>(万元·a <sup>-1</sup> ) | 税后利润/<br>(万元·a <sup>-1</sup> ) |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| 传统工艺     | 244.22                        | 30 640.18                     | 7 259.57                               | 1 669.71                       | 1 118.71                       |
| 新工艺      | 225.09                        | 26 695.73                     | 11 519.53                              | 3 597.53                       | 2 410.34                       |

题。介绍的缓倾斜多层矿体深孔合采井下矿废分离连续采矿方法,能有效克服传统采矿方法的生产能力小<sup>[12]</sup>、劳动强度大、安全性差、成本高等诸多弊端,且有创新性和实用性。本文作者仅仅只是对采矿方法和工艺过程作了介绍,而对该方法所涉及到的多层松软矿体大直径深孔凿岩爆破、井下矿岩集中分离与废石回填,以及井下矿浆输送等技术问题将另撰文讨论。

## REFERENCES

- [1] 古德生. 地下金属矿山采矿连续工艺[J]. 中国矿业, 1992, 1(2): 13~16.  
GU De sheng. The continuous mining technology in underground metal mines [J]. China Mining Magazine, 1992, 1(2): 13~16.
- [2] 古德生, 王惠英, 李觉新. 振动出矿技术[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1988. 79~81.  
GU De sheng, WANG Hui ying, LI Jue xin. Vibration Ore Drawing Technique [M]. Changsha: Central South University of Technology Press, 1998. 79~81.
- [3] 王维德. 地下矿山连续采矿的发展前景[J]. 国外金属矿山, 1992, 200(9): 37~40.  
WANG Wei de. The prospect of underground continuous mining [J]. Foreign Metal Mine, 1992, 200(9): 37~40.
- [4] 王惠英. 连续开采译文集[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1989. 36~37.  
WANG Hui ying. Translation of Continuous Mining Material [M]. Changsha: Central South University of Technology Press, 1989. 36~37.
- [5] 闻邦椿, 刘凤翹. 振动机械的理论及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 1982. 115~117.  
WEN Bang chun, LIU Feng qiao. Theory of Vibration Machine and its Application [M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 1982. 115~117.
- [6] 闻邦椿, 刘凤翹, 刘杰. 振动筛、振动给料机和振动运输机的设计与调试[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989. 62~66.  
WEN Bang chun, LIU Feng qiao, LIU Jie. The Design and Debug of Vibration Screen, Feeding Machine and Vibration Transport Machine [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1989. 62~66.
- [7] 张竞寰. 振动给料斗[M]. 北京: 水利电力出版社, 1989. 132~134.  
ZHANG Jing huan. Vibration Feeding Hopper [M]. Beijing: Irrigation and Electricity Press, 1989. 132~134.
- [8] 余佑林, 吴爱祥. 地下矿连续开采技术的应用[J]. 中南工业大学学报, 1995, 26(6): 720~723.  
YU You ling, WU Ai xiang. The application of underground continuous mining technology [J]. Journal of Central South University of Technology, 1995, 26(6): 720~723.
- [9] 吴爱祥, 胡华, 古德生. 地下金属矿山连续开采模式初探[J]. 中国矿业, 1999, 8(3): 28~31.  
WU Ai xiang, HU Hua, GU De sheng. Discussion of the pattern of underground continuous mining in metal mine [J]. China Mining Magazine, 1999, 8(3): 28~31.
- [10] 余佑林. 新型原矿振动条筛的研制与应用[J]. 中国钼业, 2001, 25(1): 33~36.  
YU You lin. The development of a new type of ore vibration screen and its application [J]. China Molybdenum Industry, 2001, 25(1): 33~36.
- [11] 吴爱祥, 胡华. 地下金属矿山无间柱连续采矿工艺技术研究[J]. 金属矿山, 2001(10): 9~12.  
WU Ai xiang, HU Hua. Research on continuous mining technology without rib pillars in underground metal mines [J]. Metal Mine, 2001(10): 9~12.
- [12] 解世俊, 孙凯年. 金属矿床深部开采的几个问题[J]. 金属矿山, 1998(6): 3~6.  
XIE Shi jun, SUN Kai nian. On several problems in mining of deeply located metal deposits [J]. Metal Mine, 1998(6): 3~6.

# A new mining technology for slightly inclined multi-layer ore bodies

LUO Zhouquan<sup>1</sup>, ZHOU Keping<sup>1</sup>, GU Desheng<sup>1</sup>, SHI Xiuzhi<sup>1</sup>, CHEN Jianhong<sup>1</sup>,  
GAO Wenzian<sup>2</sup>, DAI Yunrou<sup>2</sup>, HU Shirhua<sup>2</sup>, CHEN Xueyuan<sup>2</sup>, ZHANG Qingwen<sup>2</sup>

(1. School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China;  
2. Yunnan Tin Corporation, Gejiu 661000, China)

**Abstract:** The traditional mining methods for extraction of the slightly inclined, multi-layers deposits, such as overall mining, bottom chuting with medium length holes and ore overthrowing mining by blasting, have low productivities, high labor intensity and costs, and/or poor safety. A new mining method — continuous mixing mining applied underground ore-waste separating, was put forward for this kind of deposit. An application of it was made to Da Malu deposit in Songshujiao Tin Mine of Yunnan Tin Corporation according to the mining conditions there. By the method, the ore and rock all together are first blasted, then separated underground. The mining process can be conducted continuously. The method is a new mining technique possessing high efficiency, low material consume and high safety for the mining of this kind of deposit.

**Key words:** slightly inclined ore body; multi-layered deposit; ore-waste separation; continuous mining technique

(编辑 吴家泉)