

目 录

一、盘区回采振动出矿连续开采法研究工作计划	
1-1 盘区回采振动出矿连续开采法研究工作计划	(1-1)
铜陵有色金属公司 中南工业大学	
二、盘区回采振动出矿连续开采法研究报告	
2-1 盘区回采振动出矿连续开采法研究报告	(2-1)
中南工业大学 铜陵有色金属公司	
三、大量崩矿采矿新工艺及采场连续作业线的研究	
3-1 盘区回采振动出矿采矿法设计	(3-1)
狮子山铜矿 中南工业大学	
3-2 采场连续工艺系统方案论证	(3-19)
中南工业大学 狮子山铜矿	
3-3 采场连续工艺系统中的大块管理	(3-28)
中南工业大学 狮子山铜矿	
3-4 强化连续出矿与运输的底部结构及 不同出矿方式的对比试验总结	(3-38)
中南工业大学 狮子山铜矿 铜陵有色金属公司设计研究院	
3-5 采场出矿运矿 ZCYS 连续 作业机组的工业试验总结	(3-47)
中南工业大学 狮子山铜矿 铜陵有色金属公司设计研究院	
3-6 垂直深孔大量崩矿的试验研究总结	(3-54)
狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院	
3-7 垂直深孔凿岩硐室支护试验总结	(3-66)
狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院	
3-8 JZC 轻型组合振动出矿机的研制与试验	(3-71)
中南工业大学 狮子山铜矿	
四、YZY 移动式分节振动运输列车的研制	
4-1 新型振动运输机的论证	(4-1)
中南工业大学	
4-2 振动运输机模拟试验机设计	(4-8)
中南工业大学	

- 4-3 振动运输机模拟机室内试验设计
及试验结果分析 (4-20)
中南工业大学
- 4-4 YZY 移动式分节振动运输列车设计 (4-55)
中南工业大学
- 4-5 YZY 移动式分节振动运输列车半工业试验报告 ... (4-62)
中南工业大学
- 4-6 YZY 移动式分节振动运输列车工业试验报告 (4-70)
中南工业大学 狮子山铜矿 铜陵有色金属公司设计研究院
- 4-7 YZY 移动式分节振动运输机
激振方式的理论分析 (4-82)
中南工业大学
- 4-8 振动运输机输送物料的运动规律研究 (4-94)
中南工业大学
- 4-9 YZY 振动运输机物料输送速度
和输送能力的分析 (4-112)
中南工业大学
- 4-10 YZY 振动运输机试制报告 (4-131)
中南工业大学机械厂
- 4-11 关于 YZY 移动式分节振动运输列车
试制报告 (4-135)
武汉市文华机械厂
- 4-12 YZY 移动式分节振动运输列车测试报告 (4-139)
中南工业大学 狮子山铜矿 铜陵有色金属公司设计研究院
- 4-13 YZY 移动式分节振动运输列车使用说明书 (4-149)
中南工业大学
- 4-14 YZY 移动式分节振动运输列车用户意见书 (4-159)
狮子山铜矿

五、双通孔多排同段爆破拉槽新工艺

- 5-1 双通孔多排同段爆破形成切割槽的研究试验总结 ... (5-1)
狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院
- 5-2 拉槽方式的选择 (5-6)
狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院

5-3	双通孔多排同段爆破形成切割槽的设计	(5-11)
-----	-------------------------	--------

狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院

5-4	双通孔多排同段爆破形成切割槽的工业试验	(5-15)
-----	---------------------------	--------

狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院

5-5	双通孔多排同段爆破形成切割槽的评价	(5-20)
-----	-------------------------	--------

狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院

六、YZS 原矿振动条筛的研制

6-1	YZS 原矿振动条筛的工业试验总结	(6-1)
-----	-------------------------	-------

中南工业大学 狮子山铜矿 铜陵有色金属公司设计研究院

6-2	YZS 原矿振动条筛的设计	(6-8)
-----	---------------------	-------

中南工业大学

6-3	YZS 原矿振动条筛的试制报告	(6-15)
-----	-----------------------	--------

狮子山铜矿

6-4	YZS 原矿振动条筛的使用说明	(6-17)
-----	-----------------------	--------

中南工业大学

6-5	YZS 原矿振动条筛用户意见书	(6-22)
-----	-----------------------	--------

狮子山铜矿

七、多排同段挤压崩矿理论及工艺技术研究

7-1	多排同段挤压崩矿理论及工艺技术研究总结	(7-1)
-----	---------------------------	-------

狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院

7-2	多排同段爆破在地下矿连续开采中的应用	(7-12)
-----	--------------------------	--------

狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院

7-3	西山-120m15 [#] 矿块底板试验采场崩矿 试验报告	(7-21)
-----	---	--------

狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院

7-4	15 [#] 矿块底板采场分层爆破设计与施工	(7-28)
-----	---------------------------------------	--------

狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院

7-5	狮子山铜矿-120m15 [#] 矿块底板采场 试验研究的总结	(7-38)
-----	---	--------

狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司

7-6	15 [#] 矿块顶板采场深孔大爆破 崩矿的设计与施工总结	(7-46)
-----	---	--------

狮子山铜矿 中南工业大学 铜陵有色金属公司设计研究院

7-7 同段爆破的现场模拟研究 (7-61)

中南工业大学 狮子山铜矿 铜陵有色金属公司设计研究院

7-8 多排同段崩矿试验和现场模拟试验爆破
测试报告 (7-85)

中南工业大学 狮子山铜矿 铜陵有色金属公司设计院

7-9 多排同段爆破的实验室模拟实验研究报告 (7-92)

中南工业大学

八、盘区回采振动出矿连续开采法研究的经济效益

8-1 盘区回采振动出矿连续开采法专题的
经济效益分析 (8-1)

中南工业大学 狮子山铜矿 铜陵有色金属公司设计研究院

8-2 关于“盘区回采振动出矿连续开采法专题的
经济效益分析”审核结论 (8-11)

狮子山铜矿财务科

附件

9-1 YZY 移动式分节振动运输列车检测报告

9-2 YZS 原矿振动条筛检测报告

盘区回采、振动出矿连续开采法研究工作计划

一、国家重点科技项目专题合同

项目名称、编号：金属矿床高效回采方法和装备技术开发
75-31
课题名称、编号：地下矿连续开采工艺技术和装备的研究
75-31-05
专题名称、编号：盘区回采、振动出矿连续开采法研究
75-31-05-01
主持部门：中国有色金属工业总公司
承担单位：铜陵有色金属公司 中南工业大学
专题负责人：温世慈 黄存绍
起止年限：1986-1990

1、攻关目标和内容及主要技术经济指标

- 1)、研究试验可以实现连续崩矿和出矿运输的采矿方案。
- 2)、研究试验能保证崩落矿石质量,符合连续出矿与运输的凿岩爆破崩矿的工艺、技术、工具、和合理的参数。
- 3)、研制采场用的振动出矿机。
- 4)、研制连续运输机。
- 5)、研制振动条筛。
- 6)、采空区监控。

第一阶段:(86-87年)在西山-120m水平15[#]采场进行平行深孔的崩矿,振动出矿,梭车运输的工业试验。

第二阶段:(88-90年)在西山-160m11[#]采场进行大量崩矿、振动出矿、连续运输的工业试验。

主要技术经济指标:

- | | |
|------------|--------|
| ①不合格大块产出率: | ≥3-5% |
| ②采区生产能力: | 500t/d |
| ③矿石贫化率: | 10-15% |

- ④矿石损失率: 10-15%
⑤采切比: 150m / 万吨
⑥采矿作业成本: 1.8 元 / 吨

2、研究试验方法和技术路线

“盘区回采振动出矿连续开采法研究”是一个理论性和实践性均很强的研究课题。研究成功后对国民经济将会作出较大的贡献,需要各参加单位通力合作,充分发挥各自优势,集中力量研究崩矿块度的控制,连续出矿与运输设备等关键技术难题,以达到预期的技术经济效益,并在研究中遵循以下的技术路线:

坚持理论与实践相结合,室内试验与现场工业试验相结合。在理论指导下进行工业试验。最后将工业试验成果总结上升为理论。实验室试验与现场工业试验同时交错进行,相互验证、补充、提高。

充分利用现有的研究成果。我们在平行深孔崩矿和振动出矿方面已进行了不少的工作,取得了较好的成绩。本研究将充分利用这些成果,在此基础上争取有较大的提高。

以国外最新成果为借鉴,在借鉴国外经验的同时,保持我们自己的特色,以期达到或超过七十年代末,八十年代初的国际先进水平。

3、专题承担单位、参加单位及分工。

1)、专题承担单位:狮子山铜矿,中南工业大学;参加单位:马鞍山矿山研究院,铜陵公司设计研究院

2)、中南工业大学负责:采矿方案设计、试验研究,振动出矿机设计研究,连续运输设备研究设计,振动条筛研究设计。技术上主要负责及专题资料整理。

3)、狮子山铜矿:负责连续开采施工图设计及施工,“多排同段爆破”工艺试验研究设计及施工,并做好协调工作。

4)、马鞍山矿山研究院:负责空区监控。

5)、铜陵公司设计研究院:参加有关工作。

4、专家评议意见

地下矿深孔大量崩矿、振动出矿、连续运输的一步骤回采是近几年发展起来的,具有效率高、综合机械化水平、设备简单、投资少等优点,适合我国国情,对改革现有的崩落法是一个重大突破。对我国地下矿技术改造有重大意义。因此希望组织国内力量,从采矿工艺和“多排同段爆破”技术、设备有关方面进行攻关,争取时间,“七.五”期间在铜陵狮子山矿试验成功、应用,然后推广。

二、狮子山铜矿开采现状和试验地点选择

1、矿床地质

狮子山铜矿上部开采的矿体包括东西狮子山、老鸦岭和准备重建的大团山、冬瓜山等矿段。

矿床属于矽卡岩类型。赋存于中生代闪长岩类侵入体与三迭系青龙群中下部条带状灰岩的接触带矽卡岩及内变质带闪长岩中，矿体成群产出，东西狮子山共有大小矿体 234 个，其中主矿体 14 个。一般规模不大，形态较复杂，倾斜中等；金属矿物组分以黄铜矿、磁黄铁矿及黄铁矿为主，平均含铜 1.2%，品位变化不均匀，含硫 3.05%，金 0.94g/t，银 29.69g/t。矿石品级为单一的原生硫化矿石，氧化矿石含量甚微，可选性好，选矿回收率高达 96%。矿石自然类型主要有含铜矽卡岩及含铜角砾岩两种，少量块状硫化矿石。矿床工业类型属矽卡岩型，勘探属第Ⅳ类型。

西狮子山矿段共有 117 个矿体，其中主矿体 7 个。主矿体的形状以似层状透镜体为主，倾角为 30° — 65° 。矿体厚度是中间大，两翼小，自 1.0 至 52.5m，平均为 4.3—17.0m，矿体中常有夹石出现。

矿石和围岩都很稳固。

2、开采现状

狮子山铜矿为年产矿量 65 万吨左右的中型有色金属矿山，为二级企业，产品为铜精矿和硫精矿，副产金和银，富集于铜精矿中，冶炼时回收，产品送铜陵有色金属公司的冶炼厂。

狮子山铜矿是六十年代初期基建投产的，开采了二十多年，有职工四千人，采用下盘竖井开拓，阶段高度为 40m 和 30m（见图 1）。开采矿体有老鸦岭和东西狮子山三个矿段。

东西狮子山矿的开采使用阶段崩落法，用上向扇形深孔“多排同段爆破”挤压崩矿，阶段划分为 2—3 个分段，用电耙出矿。

—40m 以上的矿体已基本上采完，正在回采的阶段为—80m 和—120m，—160m 阶段为主要运输水平，矿石由混合井，用箕斗提升到地面（图 1）。

二十多年来，在东西狮子山盲矿体的开采形成了两大空区（图 1 只表示了西狮子山的）。由于围岩很稳固，空区体积很大，空区采用了留垫层的方法处理。垫层由预留的矿石和自然冒落的围岩组成，厚

度在 30m 左右。因此，对空区之下的矿体，在回采放矿过程中，准确控制垫层厚度，对保证安全生产是很重要的。

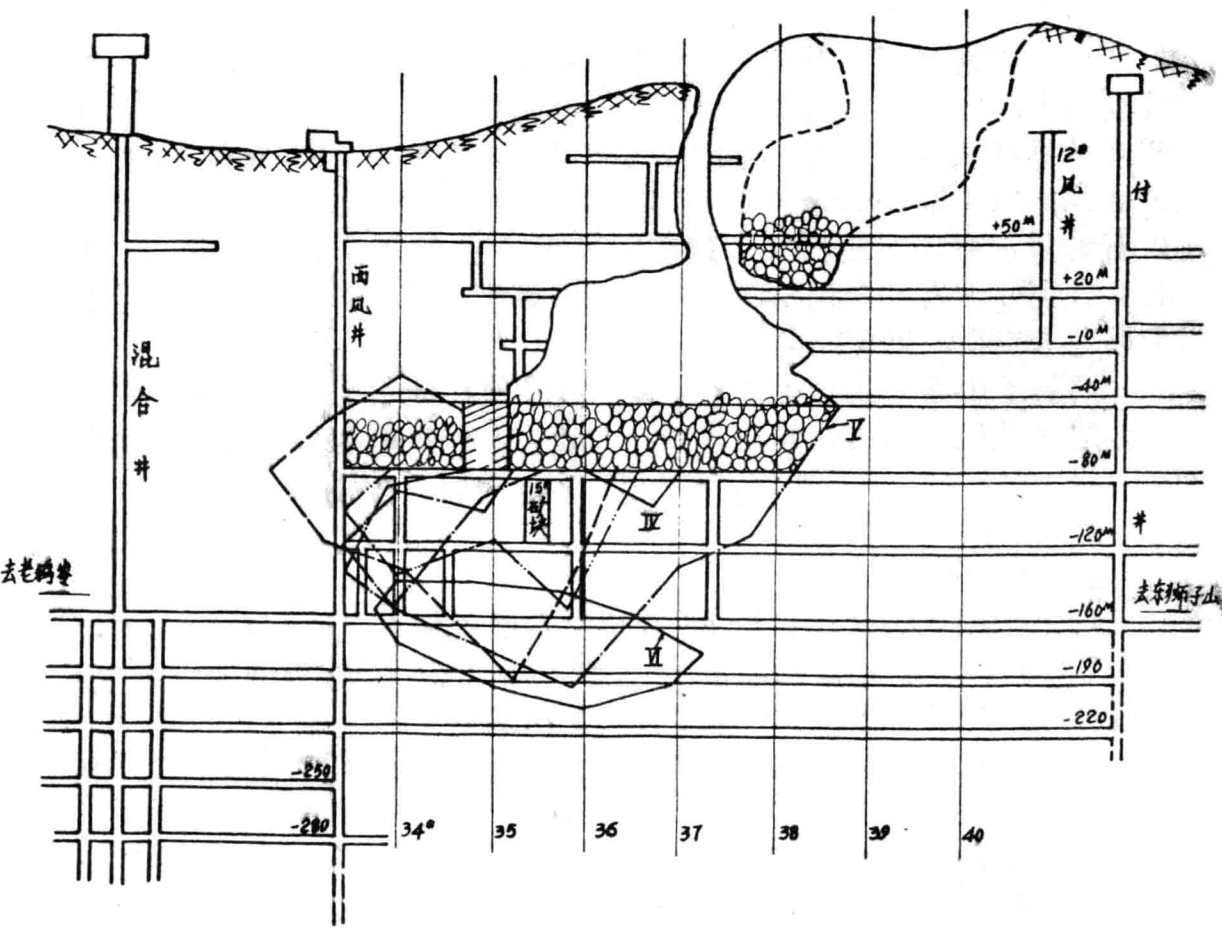


图 1 试验矿块位置

1984 年至 1988 年的主要采矿指标见表 1。

表 1 全矿综合性指标

指标名称	计量单位	1984	1985	1986	1987	1988
年采矿石量	万吨	66.23	63.32	64.08	65.7	66.7
全员劳动效率	吨/人·年	257.2	257	246	251	261
贫化率	%	19.1	20.1	18.37	18.29	17.34
损失率	%	22.3	17.5	16.65	17.66	16.09
采矿炸药单耗	kg/t	0.6	0.5994	0.5511	0.5699	0.5674

1984 年至 1988 年的选矿指标列入表 2 中。

表 2 选 矿 指 标

指标名称	单位	1984	1985	1986	1987	1988
选矿回收率	%	95.56	96.18	95.96	95.94	95.42
铜精矿品位	%	21.11	20.45	24.59	25.47	25.49
处理原矿石量	万吨	66.77	68.57	65.03	65.89	69.20
原矿含铜量	吨	5863.16	6008	5889	6552	6528
原矿品位	%	0.88	0.876	0.905	0.994	0.930

-120m 以下各阶段的矿石储量减少，在“八.五”期间将采完，深部的大团山矿体已由北京有色冶金设计研究总院进行了初步设计，在深部矿体的开采中，还要继续使用目前的混合井。

埋藏在-600m 至-1000m 之间的大团山和冬瓜山两个大矿体，储量在亿吨以上，铜含量在 1% 左右，因此狮子山铜矿是一个很有发展前途的矿山，扩建后的狮子山铜矿将是一个特大型的有色矿山。

3、试验地点选择

在选择试验地点时，反复多次考虑了下列问题：

1)、试验研究和“七.五”期间矿山的正常生产的相互影响，尽可能地缩小；

2)、试验有一定的代表性，获得结果为“八.五”期间的生产和深部矿体开采有较大的参考价值；

3)、能在规定的时间内，用有限的资金，完成试验研究任务；

4)、吸取国内外近年来的最新成就，尤其是合作双方的特点与优势能充分发挥；

5)、利用狮子山铜矿已有的设备和采切工程,减少工业试验的时间和所需的资金;

6)、在有限的时间和资金的条件下,设法多试验研究一些项目,便于其它矿山推广使用。

根据上述原则,选择了-120m 西狮子山矿段的 15[#]矿块作为试验地点。它位于-120m 阶段至-80m 阶段,在 17[#]保安矿柱东侧(参阅图 1),沿走向方向,它位于 34[#]至 35[#]勘探线之间。试验矿块沿 15[#]的剖面图如图 2 所示。

从图 2 中可以看出,15[#]矿块是由Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ三个主要矿体组成,在Ⅳ、Ⅴ两主矿体之间有一厚度为 13-14m 左右的夹层,一 80m 以上为大空区,用垫层保护-80m 以上的底柱,使-80m 以下的作业有安全的工作条件。

15[#]矿块的矿体厚度为 68m,其中有 14m 厚的低品位夹层,下盘为砂卡岩和角砾岩,倾角为 54° ,上盘为闪长岩,倾角为 40° 。矿块沿走向宽度为 13m,为 14[#]和 16[#]穿脉所限制。阶段高度为 40m,矿石实体重为 $3.3\text{t}/\text{m}^3$,因而-120m 15[#]矿块的矿石储量为 116688t。矿石和围岩都很稳固,15[#]矿块垂直走向的剖面如图 2 所示。试验矿块的矿石品位偏低,只有 0.78%。包括夹石在内,则只有 0.64%。

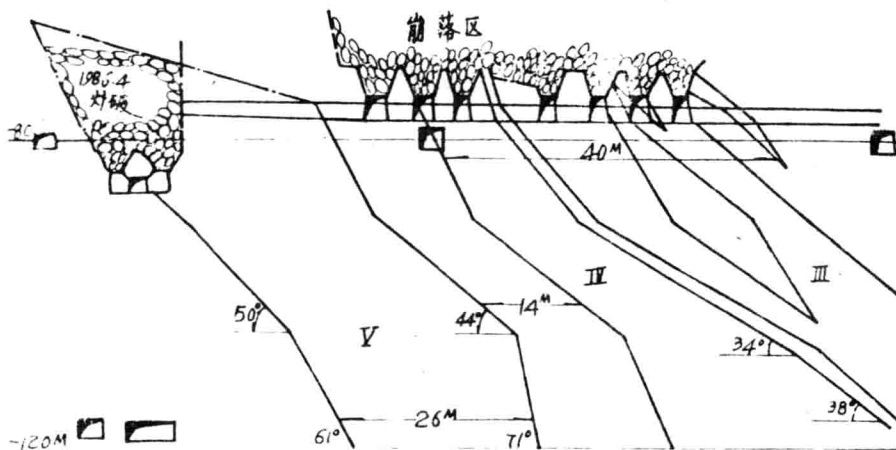


图 2 15[#]矿块垂直走向剖面图

邻近 15[#]矿块的左右两侧的矿块,在“七.五”期间已安排生产任务,都要进行回采,因此,试验矿块的研究工作不能影响正常的生产。

试验地点不够理想之处为：1)、矿体形状变化大；Ⅲ和Ⅳ矿体中都有不能剔除的夹石；2)、矿块构成要素的选择受到限制，会影响研究的效果。

15[#]矿块选为试验地点之前，狮子山铜矿准备试验用 KY-120 型牙轮钻机钻凿深孔的 VCR 法，用电动铲运机出矿，已完成了一些采准工作，可以利用。例如，-120m 水平的沿脉巷道，14[#]和 16[#]穿脉巷道，以及通往-160m 水平的 2[#]、3[#]、3[#]-1 溜井，都已掘进完成。虽然利用这些巷道可以缩短 15[#]矿块的采准时间，但是影响巷道的合理布置。

三、试验方案的制订

在制订试验研究方案时，首先考虑的是实现合同中的要求：实现大量崩矿连续出矿与连续运输的要求，指标要达到和超过八十年代末的世界水平，同时还要具有中国特色。

制订试验方案是受很多约束条件的：试验地点 15[#]矿块的采矿地质条件；已完成的采切工程；狮子山铜矿的装备水平；国家提供的研究经费；在五年时间内完成等的制约，周密地考虑这些主客观条件，进行细致的全面的系统分析，权衡利弊，决定取舍。

狮子山铜矿已订购了 KY-120 牙轮钻机，有多排同段爆破的经验，试验研究费只有 225 万元，这些条件决定了采用垂直下向平行深孔崩矿，等孔距布置炮孔，排除了引进美国 CMM-2 型钻机的设想。

15[#]矿块位于西山大空区之下，这就决定了用崩落底柱，转运空区废石充填采空区，进行空区处理。为了试验矿块和矿山正常生产安全，开展了空区地压显现规律和监控的研究。

在大空区之下进行试验研究，为了创造安全的工作条件，在凿岩硐室之上，必须有比较完整稳固的矿柱，因而凿岩硐室的布置降低到 -87m 水平，但是带来可崩落矿石量嫌少的缺点（图 3）。

矿体形态多变，下盘接触而不规整，倾角不够陡急，这就决定了使用不同深度炮孔崩矿，以减少矿石贫化率（图 3）。

为了实现试验前期的振动出矿机配梭车的半连续出矿试验，为后期的振动出矿机配振动运输机的连续运输创造经验，减少试验研究的一般性的巷道掘进工程量，节省时间和研究经费，降低矿石贫化率，

决定利用V和IV矿体之间14m厚的夹层，将15[#]矿块划分为底板采场和顶板采场两个试验采场（图4），在不同的采场进行不同的试验研究：

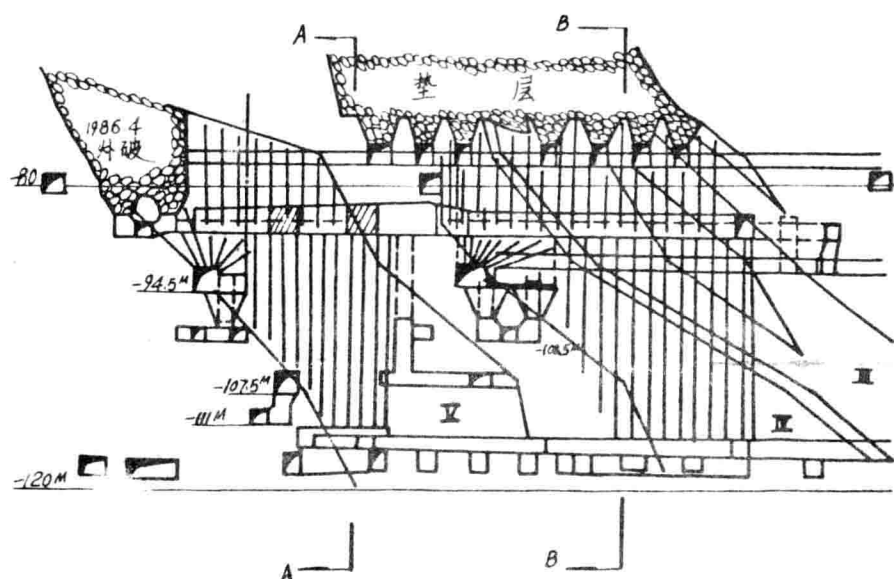


图3 15[#]矿块试验方案

1)、底板采场

在前期进行试验研究，主要研究内容为：

- ①垂直下向平行深孔，多排同段，自下而上水平分层崩矿；
- ②振动出矿机配梭车半连续的出矿试验；
- ③适合狮子山铜矿的爆破参数的试验研究；
- ④大爆破的测试；
- ⑤深孔装药爆破工艺的研究。

2)、顶板采场

在后期进行试验研究，主要研究内容为：

- ①振动出矿机配振动运输列车和振动条筛的连续流水作业线的研究；
- ②多排同段爆破形成切割槽的试验研究；
- ③多排同段侧向挤压崩矿的试验研究。

为了有利于放矿过程中控制垫层的厚度，决定采用振动出矿机出矿，为了提高放出大块矿石的能力，增加深孔崩落的矿量，决定采用平底式底部结构，降低底柱高度，增加受矿巷道和出矿巷道的断面。

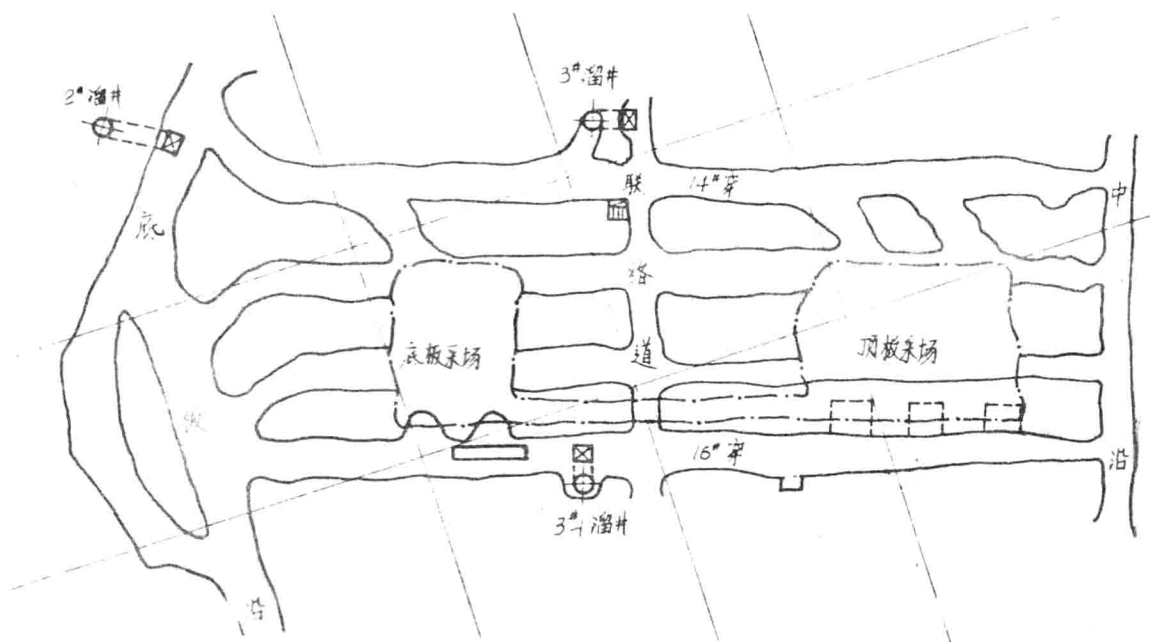


图4 15#矿块采场的划分

15#矿块内没有断层破坏, 矿岩稳固, 采用留临时矿柱支护凿岩硐室 (图5), 节省支护费用。

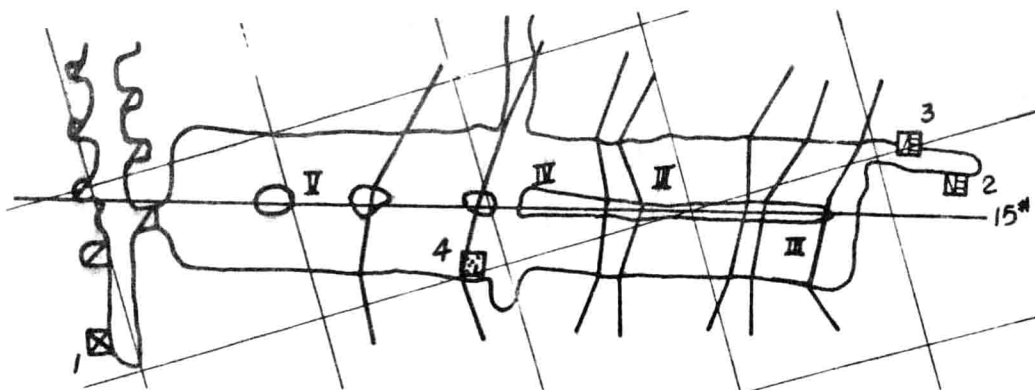


图5 支护凿岩硐室的临时矿柱

生产条件和矿体产状限制了两个试验采场的阶段高度和采场长度

的增加，因而在试验研究期间不能采出更多的矿石，方案的采切比不可能更小。

根据以上分析，就制订出了 01 专题的试验研究方案为：垂直深孔崩矿，平底结构不设二次破碎水平层，振动出矿，连续运输的采矿方法方案，简称为盘区回采振动出矿连续开采法。

四、连续出矿与连续运输流水作业线的设想

连续出矿与连续运输流水作业线是“地下矿连续开采工艺技术和装备”研究课题的重要内容之一。

在构想连续作业系统时，认真研究了国外期刊上有关瑞典和加拿大正在进行研究试验的连续出矿与连续运输的系统。他们想用振动铲运机将采场矿石装上移动式破碎机。粗碎之后再转载到连续运输设备上。

国外正在研究的连续出矿与连续运输系统的缺陷是：

- 1)、铲运机的动作不能改善被放矿岩的流动性；
- 2)、构成系统的环节多；
- 3)、设备的外形尺寸大，在采场底部要形成大的工作空间，采切工程量大；

4)、设备结构复杂，维护工作量大。

我们计划研制的连续出矿与连续运输系统要求达到下列目的：

- ①矿块底部结构简单，矮小，底柱中的矿量少；
- ②连续出矿设备能改善被放矿岩流动性，放出大块能力强，可以减少不合格大块的产出率，有利于降低损失和贫化；
- ③设备的外形尺寸小，可以减少硐室开挖工程量，有利于底柱的维护；
- ④设备结构简单紧凑，能适应井下作业条件，维护工作量少；
- ⑤以电力为动力，不用液压件，使易损件少，造价低廉，加工容易；
- ⑥调节运距方便，可以在不同采场使用；
- ⑦可以利用落差破碎部分大块，减少用炸药爆破处理大块的工作量；

⑧提高采场放出大块尺寸，尽量降低不合格大块产出率，将二次破碎工作转移到采场之外，减少二次破碎对生产的干扰，提高连续出

矿与连续运输作业系统的工作时间利用率。

⑨对被运矿岩块度适应性强，既能运送大块，又能运送粉矿；

⑩拆卸安装方便，尽量不要混凝土基础，灵活性大。

根据上述要求，我们提出了用振动出矿机自采场连续出矿，并向振动运输列车直接供矿，振动运输列车为电动分节式的，振动运输列车向设在溜井上口的振动条筛卸矿。振动运输机与振动条筛之间有一定的落差，在矿石降落过程中，部分大块被击碎，振动条筛是定向振动，透筛效果好。在振动条筛上没有破碎的大块，落入溜井一侧的破碎硐室中，用炸药覆土爆破，集中进行处理，因而在15[#]矿块顶板采场的16[#]穿脉中设计了图6所示的连续出矿与连续运输的流水作业系统。

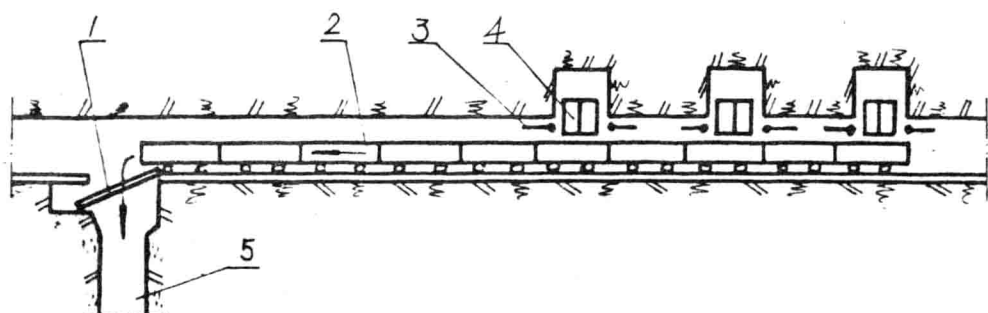


图6 15[#]矿块顶板采场16[#]穿脉中的
连续出矿与连续运输的作业系统

1-YZS 原矿振动条筛； 2-YZY 振动运输列车； 3-喷雾器；

4-JZC 振动出矿机； 5-3[#]-1 溜井

振动运输机的理论研究工作，与底板采场的工业试验平行进行。振动出矿机在底板采场配6m³梭车进行半连续出矿与运输的工业试验，为顶板采场的试验提供借鉴。

为了确保研究成功，我们将采取下列措施：

1)、振动出矿机先行完成室内试验和现场工业试验，对狮子山铜矿的矿岩性质能有所了解，为顶板采场试验积累经验。

2)、振动运输列车的研制分三步走：第一步用1:2的模拟样机

在室内进行模拟试验研究；第二步用 1: 1 的模拟样机进行半工业试验，试料采用采石场运来的石灰石，不加工，不挑选，检验振动运输机对被运送物料块度的要求；第三步，在现场进行工业试验，用严密研究过程来保证研制的成功。

五、研究工作的进度计划

在安排试验研究工作的进度计划时，力争五年全面完成专题的试验研究内容，以较好的成果向党和人民汇报。在这一思想的指导下，现场施工，现场工业试验，室内理论研究和试验，以及调研工作，只要条件允许，采取交叉平行的方式进行，充分利用时间和空间，调动各合作单位的积极性，使整个专题的研究工作，有条不紊，前后呼应，彼此协作，齐头并进，其进度计划列于图 7。

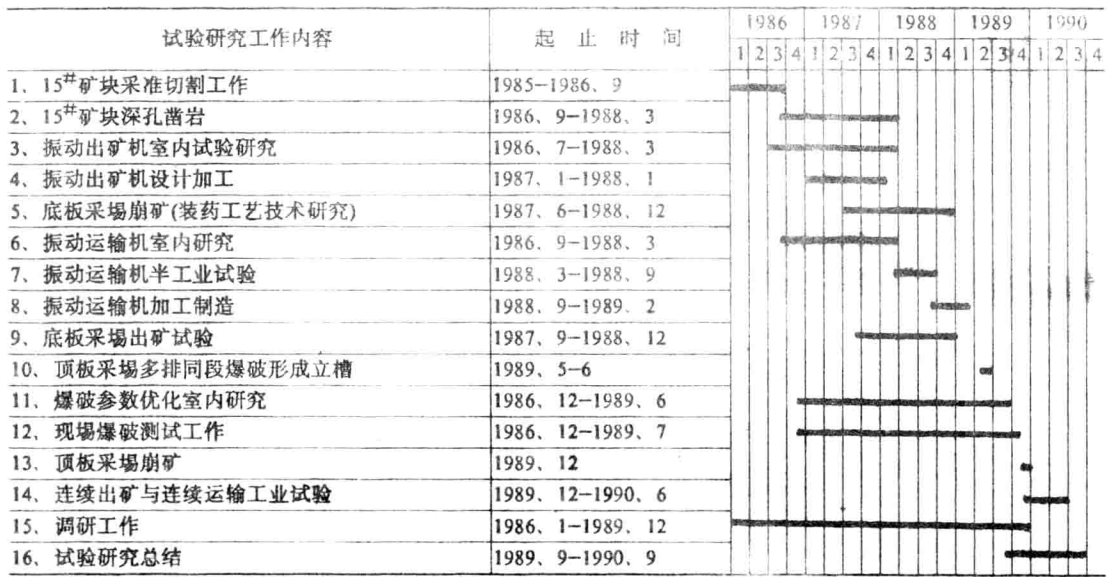


图 7 试验研究工作进程表