

“在当前全球经济恢复缓慢、中国经济结构深度调整的形势下，全球和中国矿业都进入了一轮相对困难时期。开拓先进的、非传统的采矿新理论、新技术，是振兴金属采矿业的必由之路”——中国工程院院士蔡美峰。



空场法、崩落法和充填法是金属矿山的三种常用采矿方法。充填法由于成本高，只有部分矿物价值高的矿山才采用。为了适应绿色采矿的要求，减少采矿造成的环境污染和对生态环境的破坏，必须对传统的采矿模式及其工艺技术进行根本变革。

## 一、采矿工艺变革

### 1、机械连续切割、掘进技术

从长远目标出发，采用机械掘进、机械凿岩的方法，以连续切割设备取代传统爆破采矿工艺进行开采是一个重要方向。因为爆破采矿工艺一是对围岩稳固性造成破坏，二是矿石、废石一起采，大大增加选矿作业和提升的工作量。

#### 优点

- 1> 机械切割能准确开采目标矿石，使开采矿石贫化率降到最低。
- 2> 可实现切割落矿、装载、运输工艺平行连续进行，为实现连续采矿创造了条件。

#### 问题

- 1> 采矿机作业受金属矿床形态多变的影响
- 2> 复杂地质条件限制和切割头的寿命及费用的问题

### 2、高压水射流破岩掘进与采矿技术

高压水射流技术是上世纪 70 年代发展起来的一种清洗、切割新技术。目前高压水射流用于软岩和中等硬岩破岩已经实现，在煤矿有广泛应用。但在破碎坚硬矿岩时，需使用更高的水射流压力，会导致射流发射装置系统的可靠性和寿命降低。为了解决

硬岩破岩问题，高压水射流需向超高压大功率化方向发展。为在金属矿硬岩条件下用于破岩提供可能。

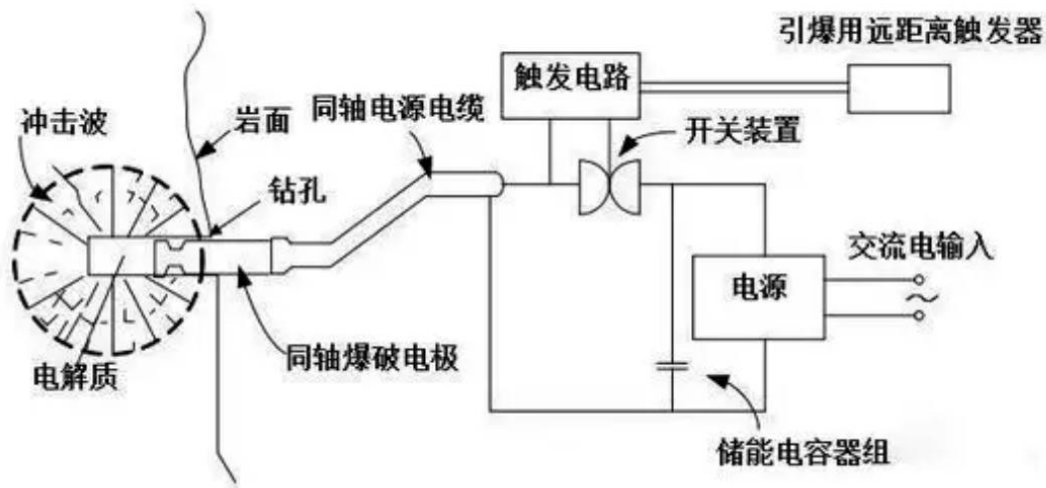
### 3、激光破岩掘进与采矿技术

激光破岩是利用高能激光束产生的热量对岩石局部迅速加热，随温度升高依次实现破碎、分解、熔化和汽化三种破岩形式。

采矿破岩只要实现破碎即可。当高能激光作用于岩石表面时，岩石局部迅速受热膨胀，导致局部热应力升高。当热应力高于岩石极限强度时，岩石就会发生热破碎，实现切割破岩。

### 4、等离子破岩掘进与采矿技术

该技术利用电能将炮孔中的电解液转变成高压、高温等离子气体，通过等离子气体快速膨胀形成冲击波，产生类似于炸药的爆破效果。爆破产生的压力可超过 2GPa，这样高的压力足以破裂坚硬岩石。该技术的实施可极大改善作业环境，减少了传统爆破对围岩和环境的影响和破坏。



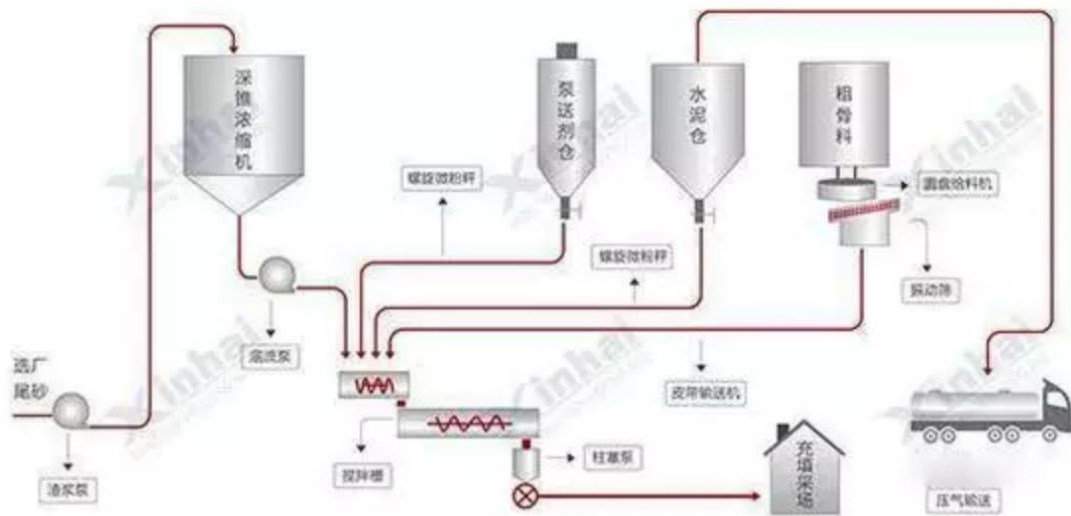
## 二、支护工艺变革

### 5、膏体充填采矿技术

通常情况下，由于成本高，只有部分矿物价值高的矿山才采用充填法。但为了实现绿色采矿，控制岩层移动和地表沉陷，保护自然和生态环境；有效控制深部开采剧烈的地压活动，避免巷道、采场失稳破坏引起各种灾害事故的发生，充填采矿法将是多数矿山包括铁矿，不得不选择的采矿方法。这是传统采矿模式的重大变革。

但是，开采价值和支护成本相平衡的原则还是要遵守的。为了降低充填成本，必须对充填工艺和充填材料进行重大改革。全尾砂膏体充填，可在低水泥耗量条件下获得高质量的充填体，能有效维护空区、控制岩爆。代表了这种技术的发展方向。

某全尾砂胶结充填系统我国金川公司采用该技术，用戈壁碎石集料、全尾砂与水泥制备成浓度 81%~83% 的膏体，充填体抗压强度达到 10MPa 以上。我们应在这方面进行更进一步研究，为广泛推广应用创造条件。



### 三、采选一体变革

#### 6、采选一体化技术

井下预选、抛尾技术。在矿石提升地面之前，在井下进行预选和预富集，抛去大部分废石，可以明显降低矿石提升量。矿浆输送技术。对于深部开采，将矿石预选后在井下破碎、研磨成矿浆，用管道输送的方法送至地表选矿厂，是一项具有发展潜力的技术。管道水力输送与其它运输方案相比，具有基建投资低、对地形适应性强、不占或少占土地、连续作业受外界条件干扰小以及自动化程度高、技术可靠等一系列优点

将选矿厂建在井下。地下选矿后直接向地面输送精矿，可大量减少废石的提升量，是解决提升难题的一个重要途径。同时，废石与尾矿留在井下用于采空区充填，实现原地利用，并减少排出地面后对生态环境的污染、破坏，是实现无废开采的重要手段。而且，地面无选矿厂和尾矿库，省去征地建尾矿库和尾矿库管理的费用，发挥一举多得的作用。

### 四、开采技术变革

#### 7、无废开采技术

无废开采的目标是最大限度地减少废料的产出、排放，提高资源综合利用率，减轻或杜绝矿产资源开发产生的负面影响。因此采矿活动应遵从工业生态学的观点，将矿山生态环境、资源环境和经济环境相互联系起来，以最小排放量获取最大资源量和经济效益，并使生态环境得到充分保护。要实现无废开采，首先要采用采切比小的采矿方法、大力降低矿石贫化率，实现废料产出最小化，从源头上控制废石产出率等。

同时，要提高选矿工艺技术水平，尽可能提高选矿回收率、资源综合利用程度和利用率，减少尾矿排放量；开发创新的选矿技术和设备，将矿石资源中由于选冶水平低不能利用的成分减到最少。通过井下预选、将选厂建在井下等方法，做到废石、尾矿不出井，用于回填采空区，实现采选废弃物的就地有效利用。加强综合回收，实现废弃物的资源化，提高废弃物的整体利用水平，努力实现矿山固体废弃物的零排放、零堆存。