

中段采矿法及 深孔凿岩

金岭铁矿编

冶金工业出版社

4

中段采矿法及深孔凿岩

金嶺鉄礦 編

冶金工业出版社

目 录

前言.....	1
第一部分 中段采矿法及大量崩落法的具体应用.....	3
第一节 矿山地质情况简述.....	3
第二节 中段采矿法的应用.....	4
第三节 矿柱的回采.....	21
第二部分 深孔凿岩.....	34

中段采矿法及深孔凿岩

金岭铁矿 编

编辑：刘天瑞 设计：童熙卷 校对：詹家秋

1958年12月第一版 1958年12月北京第一次印刷12,000册

787×1032· $\frac{1}{32}$ ·70,000字·印张 $1\frac{18}{32}$ ·定价0.16元

北京五三五工厂印刷 新华书店发行 书号 1312

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业许可证书字第033号

前 言

1954年我矿由全部露天开采轉入局部地下开采。在开始时，对于采矿方法的选择，感到是一个很大的問題。因此，虽然进行了慎密的研究，設計了一种斜层分层充填采矿法，但因技术水平所限，加之缺乏經驗，終觉无确切把握。

同年3月，苏联专家尤·庫·奧波伦克同志来矿，深入现场，实地考察，建議使用苏联地下采矿中效率高的中段采矿法（М.И. 阿果什柯夫命名为分段采矿法），并具体講授中段采矿法的步驟和操作方法，使我矿在生产技术工作方面有了明确的方向，因此大大地鼓舞了全体职工的积极性和劳动热情。在党委的統一领导和行政干部的积极組織下，首先組織了干部（矿长、党团委书记、支書、工会主席、科长、車間主任、有关技术人員等）进行系統的学习专家建議，从而在干部中初步克服了認為中段采矿法不安全的抵触思想。然后又分別向全体职工講授。为了巩固和考查学习的收获，举行了試驗，結果一般成績优良，因而奠定了可靠的基础；同时組織技术人員根据专家建議进行施工設計，开始施工。

矿柱回采，是采用頂柱齐放和矿房充滿废石后的大量崩落法。

我矿全体职工在党的正确领导下和苏联专家的具体帮助下，發揮了忘我的社会主义劳动热情，克服了许多困难，取得了很大的成績。如我矿职工提出的回采房間矿柱的大量崩落法；刘学孔、张言慎、彭希荣三同志提出的中段强制采矿

法，和先进生产者向修行同志的深孔凿岩五项操作經驗等等行之有效的方法，从而有力地保証了我矿能提前一年又十月完成第一个五年計劃的生产任务。现将我矿在执行中段采矿法中的具体作法和取得的經驗总结如下，但由于我们的技术水平有限，在总结中不可避免的是会有缺点甚至有錯誤的，因此請同志们多加指正。

第一部分

中段采矿法及大量崩落法的具体应用

第一節 礦山地質情况簡述

矿体位于結晶石灰岩（上盘）与透輝石矽嘎岩（下盘）之間。走向 NE 45°，平均傾角 50°，矿体厚度 6.5~69 公尺，平均为 31 公尺。矿石以磁鉄矿为主，其內夹有少量的黃鉄矿、黃銅矿等杂质。矿床成因类型为接触交代矿床。

一、矿体构造

岩层排列自上而下依次为：

- （1）第四紀黃土层；
- （2）中奥陶紀石灰岩，此层为矿体上盘；
- （3）矿体；
- （4）透輝石、矽嘎岩，为代表矿床成因类型的岩石；
- （5）二长岩，为侵入体之边缘岩石。

除了上述五个岩层之外，还有四条較大的后期岩脉（閃长斑岩和煌斑岩脉），斜穿矿体。

矿石节理不甚发育。二长岩节理大都是凝固节理。石灰岩由于受到火成岩侵入时期力之影响，节理发育，大体可分三种节理：

- （1）张节理：其裂隙切割与石灰岩傾向一致。
- （2）压节理：垂直受力方向，其裂隙切割与岩层走向一致

(3) 剪切节理，其走向与上述两组成 45° 。

二、矿岩物理机械性質

1. 体重：

矿石	4.00 吨/公尺 ³ ；
石灰岩	2.70 吨/公尺 ³ ；
砂页岩	2.50 吨/公尺 ³ ；
二长岩	2.40 吨/公尺 ³ 。
2. 硬度：

矿石、 $f=4\sim6$
岩石、 $f=8\sim10$ 、稳固。
3. 松散系数：

矿石、1.5
石灰岩、1.53。
4. 矿石湿度2.24%。

第二節 中段采礦法的应用

一、矿块构成要素

矿块构成要素决定于矿床地质的赋存条件，矿石的物理机械性及使用的采矿方法，它是决定整个回采工作过程中是否达到最大的安全与经济的主观因素。比如說，增大矿房宽度（即相对地减小了矿柱的宽度），可以增加矿块的回采率，减少单位重量矿石所占的开拓，采准巷道数量。增加阶段高度，就相对地减少了底柱矿量对矿房矿量的百分比，矿块构成要素是一个既重要而又很复杂的问题。现将我矿的中段

采矿法矿块构成要素分成七点逐一介绍：

1. 阶段高度：为33公尺，这是受到过去日人已开拓的巷道所限制。这种作法，在当时节省了许多巷道开拓费用，开拓时间可以缩短，同时设计上方便。但是它的缺点也是严重的：（1）单位重量矿石摊销的采准巷道过多，达到21.8公尺/千吨矿石，增加了矿石成本；（2）矿柱（包括底柱、顶柱、间柱）矿量占矿块矿量67%，严重地降低了矿房矿石在矿块中的比重，减少了矿块中的回采率；（3）底柱的高度由于受到阶段高度的限制，仅为9公尺，于是不可能增设格筛巷道或电耙巷道，严重地降低了出矿工人劳动生产率，因而经常使矿房回采周期增长，减少矿房昼夜生产量。

根据许多技术文献，认为中段采矿法的阶段高度为50~60公尺比较合理。我们是深深体会到段高过小给回采工作带来许多不利的因素。

2. 顶柱厚度一般为5~6公尺，等于矿房宽度0.3~0.5倍。在矿石中等稳固，暴露面积不大于400公尺²时是适用的。

3. 小中段高度：为8公尺。浅孔爆破时，小中段高为8公尺不合适，用深孔爆破时，则显得过小，应该增加到10~12公尺。

4. 底柱高度为9公尺，这个高度是十分不合理的，底柱高度过小，不能掘进破碎巷道，增加放矿困难，放矿工人不得不就地装车，生产率很低，平均不超过22吨/工班，而且劳动强度很大。合理的底柱高度应为12公尺左右。

5. 矿房宽度：我矿是厚矿脉（平均厚31公尺），所以矿房是垂直走向布置的，矿房宽度一般为12公尺，根据我矿

的情况是比较适宜的。

6. 间柱宽度：为8公尺，等于矿房宽度 $\frac{2}{3}$ 倍，宽度为8公尺的间柱，是合适的。在矿柱中掘进一部份采准巷道仍然可以保持它的稳固性。

7. 矿房长度：矿房作穿脉布置时，矿房长度等于矿脉厚度，平均为31公尺。

矿房和矿柱实际尺寸

编号	矿房尺寸		间柱尺寸		顶柱尺寸		矿柱稳定程度说明
	宽度	长度	宽度	长度	宽度	长度	
1	18	21	8	9	5.5	12	顶柱稳固，空顶两月后才放落
2	13	20	8	17	5.3	18	矿房采完后，局部冒顶
3	11	20	8	11	5.4	22	稳固
4	11	30	10	21	5.5	33	空顶约三月，顶柱自然崩落
5	18	38	8	35	5	45	矿房将采完时，顶柱塌落，间柱被压碎
6	16	20	8	30	10.5	41	顶柱自然塌落
7	16	48	8	38	10.5	52	在矿房中临时保留了一条8公尺的沿脉矿柱，稳固
8	12	44	10	44	5.8	33	稳固（也发现掉渣现象）
9	12	29	10	36	5.8	30	稳固
10	12	24	8	31	5	24	稳固
11	12	37	8	41	5	29	稳固
12	10	31	10	34	5	23	稳固

附注：1. 表中矿房矿柱的长度之所以不一样，是因为矿体是接触交代矿床，厚度经常变化。

2. 表中编号六、七两格中的顶柱厚度因上部有旧人掘进的巷道（坑道高2.5公尺）故为10.5公尺。

3. 8、9两格中间柱宽度因8号矿房原设计为16公尺，后专家建议缩至12公尺，但采准工作已经做好，故将多余的4公尺，增至8、9两间柱。

4. 矿房宽度的变化是根据矿脉厚度的变化而变化的。矿脉厚则矿房宽度应缩小。即矿房的面积不宜过大（在我矿情况不应超过400公尺²）。

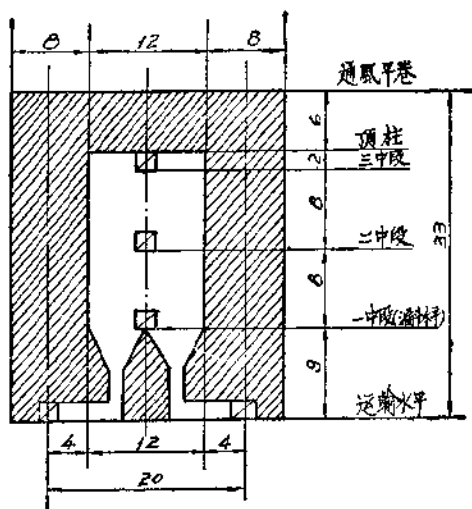


图 1 矿块构成要素

二、采矿准备

中段采矿法在我矿的应用是属于前进式的。初开采时矿块的准备超前很少，以致开拓、准备、回采三者的矿量不能保证平衡，难以供给正常回采的足够矿量，从而使矿房的回采时间拖长，同时房间矿柱及护顶矿柱的放落都不能很有节奏的按一定的时间完成。

本法的开拓布置因迁就过去日人在+35公尺水平开凿在上盘石灰岩中的主要运输巷道及三条石门，故主要运输巷道仍布置在上盘石灰岩中，并通过旧有的三条石门及每个矿块新开的运输横巷以联通上、下盘主要运输平巷。

关于采准巷道布置、用途和尺寸叙述如下：

(1) 下盘主要运输平巷：是将下盘探矿巷道扩大断面后形成的，其规格为 2.3×3.7 公尺，这种将探矿巷道扩大断面而作主要运输巷道的方法显然是不合理的，但是当探矿工作不能满足回采工作的要求时，这种综合利用巷道的方法还是允许的。

(2) 运输横巷：在每一房間矿柱的中间都开有一条穿脉运输横巷，其规格为 2.3×3.7 公尺，漏斗布置在横巷中的两侧内，负担两个相邻矿房的各二分之一的放矿任务。

(3) 人行天井：用于将阶段划分为矿块，比天井在每个房間矿柱的中心线上沿矿体下盘开凿一般开在二长岩与矿体的接触线上，其倾斜为 $50 \sim 55^\circ$ ，断面为 1.8×2.8 公尺，分为两格，一为人行、材料格，另一为溜矿格。

(4) 漏斗平巷与漏斗天井：位于运输横巷中，漏斗平巷规格为 2.5×2.2 公尺，漏斗天井为 2×2 公尺，漏斗间距为6公尺。另外我们曾试用塹沟式的漏斗，即在矿房底的两边+38公尺水平处掘进两条，横巷直通整个矿房，其断面为 2×2 公尺。

(5) 塞炮巷道：由于底柱高度过小，无二次破碎巷道，但在使用圆锥形漏斗时为了解决放矿过程中的堵塞现象，我们采取在漏斗天井的中间掘进一条断面为 1×1.8 公尺的塞炮巷道，专作处理漏斗堵塞之用。

以上的巷道布置我们认为存在着以下的問題，如果是新开采一个矿床时应避免这些缺点：

(1) 阶段高度太小（只有33公尺），这显然是不合理的，合理的阶段高度一般应不小于 $50 \sim 60$ 公尺。我矿的阶段

高度之所以这样小是因为迁就日人所遗留下来的巷道。

(2) 主要运输巷道应开在下盘的脉外，而且尽可能的不要拿探矿巷道作为下盘的主要运输巷道。

(3) 底柱高度太小(只9公尺)，因此不能开凿电耙巷道，这给二次破碎和放矿工作造成了一定的困难，合理的底柱高度应不小于12公尺。

采准、切割工作量。由于地质条件、矿脉厚度以及每一矿块的宽度都不同，因此其采准、切割工作量亦不同，现将几个矿块的采准切割工作量列表于下：

每千吨矿石的采准、切割工作量 (公尺/千吨)

采准、切割工作量	八号矿块	十一号矿块	十二号矿块	备 注
公尺/千吨	21.8	20.7	17	

附注：1. 八号矿块每中段有三条横巷，十一号矿块每中段有两条横巷，故该二矿块的采准、切割工作量大些。

2. 十二号矿块是有代表性的一个矿块，每中段只有一条横巷，故其采准、切割工作量最小。

三、回采工程

1. 切割工作

(1) 切割天井(采准天井)。是开在上盘石灰岩与矿石接触处，位置在矿房中央，断面为 2.4×1.8 公尺，其开凿是随接触面的弯曲而弯曲，但其倾角不小于 45° 。切割天井的主要用途：

I、作为脱盘时开切割槽的自由面。

II、顺便探清矿体与石灰岩的接触情况。

Ⅱ、在脱盘时可作通风之用。

(2) 中段平巷及中段横巷。在每一中段除开有上、下盘平巷外，并在矿房中间开凿中段横巷一条以联通上、下盘平巷及作为回采巷道之用，其规格为 2×2 公尺如图2所示。

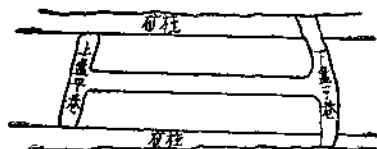


图 2

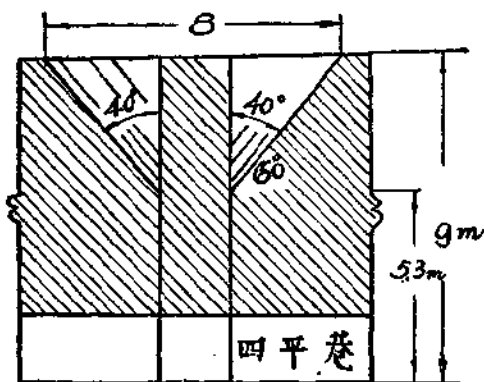


图 3 扩大漏斗工作图

(3) 漏斗扩大及中国式漏斗：

Ⅰ、圆锥形漏斗的扩大：如图3所示，首先在漏斗天井中自+35公尺水平向上高5公尺处在四周向上打斜眼2~3排，爆破后形成安全式漏斗状。然后在一中段向下布置2~3排

Ⅲ、中国式漏斗：是由苏联专家赫洛莫夫建議采用，具体情况如图 4 所示。該式漏斗可以減輕繁重的体力劳动，在装粉矿时可以提高效率60%，但是由于我矿在出矿过程中要低硫矿、高硫矿分別装车以及进行二次破碎等工作，使用該式漏斗就不如就地装车方便，因此未能在我矿全面推广。

2. 采礦

采矿工具与設備：KUM-4 型，ПТ-45 型凿岩机用以打深孔用，OM-506 型凿岩机拉槽用。其他有风，水繩，安全带，照明电灯等等。

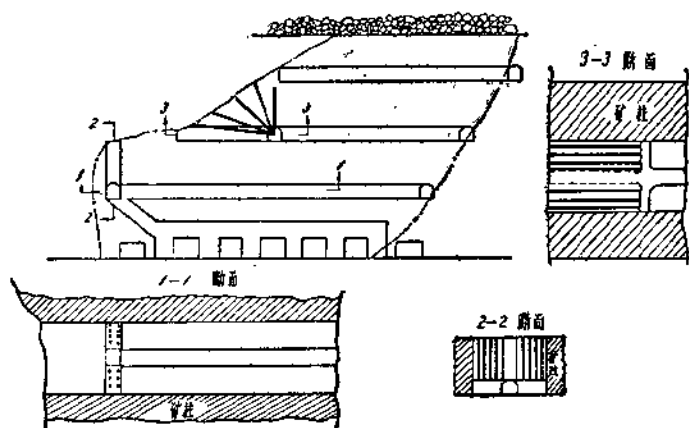


图 5

矿房的脱盘工作。根据矿体上盘倾斜情况的不同而所用的脱盘方法亦不同，我矿在 1 至 11 号矿房都是在脱盘卷中向上向下打浅孔进行爆破，形成回采自由面，但是这种脱盘方法缺点是很多的，如：进度慢，不安全，往往一次脱不好須

第二次,第三次重脱。后来我們改用深孔脱盘,效果良好,其优点是:工作安全,进度快,脱出的自由面规整,給正式回采矿房創造了良好的条件(參看圖5)。

矿房采矿。1) 最小抵抗綫的計算:

我矿所采用的公式

$$W = d \sqrt{\frac{7.85 \Delta \tau}{K' m}}$$

式中 d — 炮孔直径, 0.65公尺,

Δ — 炸药密度, 硝酸铵炸药为 1;

τ — 装药相对长度, 实际为 0.6~0.7;

K' — 炸药单位消耗量 1.04 公斤/公尺³;

m — 药包間的相对距离, 平均为 1。

$$W = 0.65 \sqrt{\frac{7.85 \times 1 \times 0.65}{1.04 \times 1}} = 1.46 \text{ 公尺。}$$

M. B. 卡古林 — Л. И. 巴隆公式:

$$W = \frac{d}{\sqrt[3]{f}} \sqrt{42.3 \cdot \Delta \cdot \tau}$$

式中: f — 普氏岩石硬度系数, 取 8。

其他符号同前式。

$$W = \frac{0.65}{\sqrt[3]{8}} \sqrt{42.3 \times 1 \times 0.65} = 2.41 \text{ 公尺。}$$

我矿根据实际經驗采用最小抵抗綫为 $W = 1.5 \sim 2$ 公尺时为最适合。

2) 用拉槽眼回采矿房: 当回采自由面正式形成之后, 即进行拉槽, 在拉好的槽中用 ПТ-45 型凿岩机向上打垂直平行深孔。靠上盘的矿石硬度較大 ($f = 8 \sim 10$) 且比較稳定, 安

全情况良好，因此使用拉槽眼是有条件的。根据多次經驗，最小抵抗綫为 $1 \sim 1.2$ 公尺，眼距 $1 \sim 1.1$ 公尺时爆破效果最好。在靠近房間矿柱的炮孔以距矿柱 $0.1 \sim 0.2$ 公尺为最恰当，这样既不会将房間矿柱打坏，也不会丢矿。靠下盘的矿石硬度較小（ $f = 6 \sim 8$ ），其最小抵抗綫为 $1.8 \sim 2.1$ 公尺，眼距为 $1.6 \sim 1.8$ 公尺爆破效果最好。在靠近房間矿柱的炮孔以距矿柱 $0.2 \sim 0.3$ 公尺最为恰当。具体情况见图 6a。

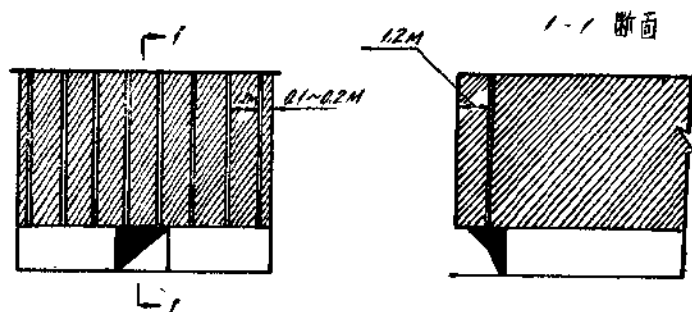


图 6a

平行深孔的优缺点：

优点：（Ⅰ）炮孔利用率高；（Ⅱ）炮孔与房間矿柱平行容易将矿柱側面爆齐，給用大量崩落法回采房間矿柱創造了有利的条件；（Ⅲ）爆破后的自由面整齐且块度均匀，大块率少。

缺点：（Ⅰ）凿岩工在“拉槽”中打眼不够安全，特别是在矿石硬度較小和不稳定的情况下；（Ⅱ）每次打眼之前都須重新拉槽，因此不經濟。

3）用扇形深孔回采矿房。当回采自由面正式形成之