

# 分段凿岩阶段矿房法的改进和应用

钟福生

(厦门紫金工程设计有限公司,福建 厦门,361006)

**摘要:**乌吐布拉克铁矿床属急倾斜中厚的低品位矿体,矿山采用分段凿岩阶段矿房法回采矿体,矿石回采率为75%,经济效益不高.针对该矿体的赋存条件和特点,决定对现有采矿法的结构参数进行改进,增加矿柱回收工艺,并开展了采矿方法工业试验.工业试验表明,改进后的采矿方法其采切比为 $42.4\text{ m}^3/(10^3\text{ t})$ ,矿石回采率从原有的75%提高至85%,明显改善主要技术经济指标,并提高了采场生产能力.

**关键词:**分段凿岩阶段矿房法;矿柱回收;采切比;回采率

中图分类号:TD853.32

文献标志码:A

文章编号:1672-9102(2014)03-0044-04

## The modification and application of sublevel drilling and stage stoping

ZHONG Fusheng

(Xiamen Zijin Project Design Co., Ltd., Xiamen 361006, China)

**Abstract:** The ore deposit of Wutublake Iron Mine belongs to steeply dipping, medium thick and low-grade orebodies. As the mining method used to be sublevel drilling and stage stoping, the rate of recovery is too low to recover economically. Regarding the characteristics of occurrence conditions, the decision was made to improve the structural parameters of the existing method and add a pillar recovery process to the modified method. The new mining method is carried out as an industrial test, it indicates that the ratio of extraction - to - cut is  $42.4\text{ m}^3/(10^3\text{ t})$ , and recovery rate has increased to 85% from 75%. It shows that the main techno-economic indexes including production capacity has been improved significantly.

**Key words:** sublevel drilling and stage stoping; recovery of ore pillars; ratio of extraction - to - cut; rate of recovery

新疆乌吐布拉克铁矿位于阿尔泰山脉中部西南边缘山前地带.矿山设计生产规模 $150 \times 10^4\text{ t/a}$ ,实际生产能力为 $120 \times 10^4\text{ t/a}$ .矿体多为中厚急倾斜矿体,主要采用分段凿岩阶段矿房采矿法回采矿体,由于矿柱回收困难,矿块实际回采率仅为75%.加之矿石品位较低,材料、人工成本不断攀升,矿山运营并不理想.为了提高矿石回收率,增大采场生产能力,需要对采矿方法进行改进,在满足矿山设计生产能力的同时,提高回采率.

### 1 矿体特征与矿岩力学参数

矿区主矿体产状主要为不规则似层状.矿体倾角一般呈 $65^\circ \sim 75^\circ$ ;矿体厚度为 $8.0 \sim 20\text{ m}$ ,平均 $15\text{ m}$ ,属中厚至厚的急倾斜低品位矿体.矿石平均密度 $3.98\text{ t/m}^3$ ,岩石平均密度 $2.92\text{ t/m}^3$ ,矿岩松散系数 $1.6 \sim 1.9$ .矿岩多为块状结构,风化程度不高,稳定性好,其主要岩石力学参数见表1.

收稿日期:2014-05-19

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51374242);中南大学自由探索计划资助项目(2012QNZT028)

通信作者:钟福生(1987-),男,福建龙岩人,助理工程师,研究方向:采矿工艺. E-mail: yellowribbons@163.com

表1 岩石力学参数

岩石名称	密度 /(t/m <sup>3</sup> )	抗压强度/MPa		抗剪强度 /MPa	坚固性系数	松散系数	岩石等级
		垂直	水平				
矿石	3.98	145.40	110.01	12.2~3.0	7.0~13.0	1.7~1.9	I~III
围岩	2.92	125.60	103.20	9.4~6.7	6.0~10.0	1.6~1.8	I~VI

## 2 采矿方法

矿山采用分段凿岩阶段矿房法回采矿体. 该采矿法安全性好, 适合采用高效回采设备<sup>[1,2]</sup>, 目前采场实际生产能力最高可达468 t/d. 根据矿山现场实测数据, 由于矿柱较难回收, 该法的矿石的回采率不足75%. 为提高回采率, 矿方决定对分段凿

岩阶段矿房法进行改造, 并增加矿柱回收环节.

### 2.1 采场结构参数

如图1所示, 矿块高即为阶段高度50 m, 在阶段高度上分3个分段(上2个分段高均为15 m, 最下部分段高12 m). 矿块顶柱高8 m. 矿块沿走向布置时<sup>[3]</sup>, 矿房长50 m, 间柱长8 m; 矿块宽为矿体水平厚度.

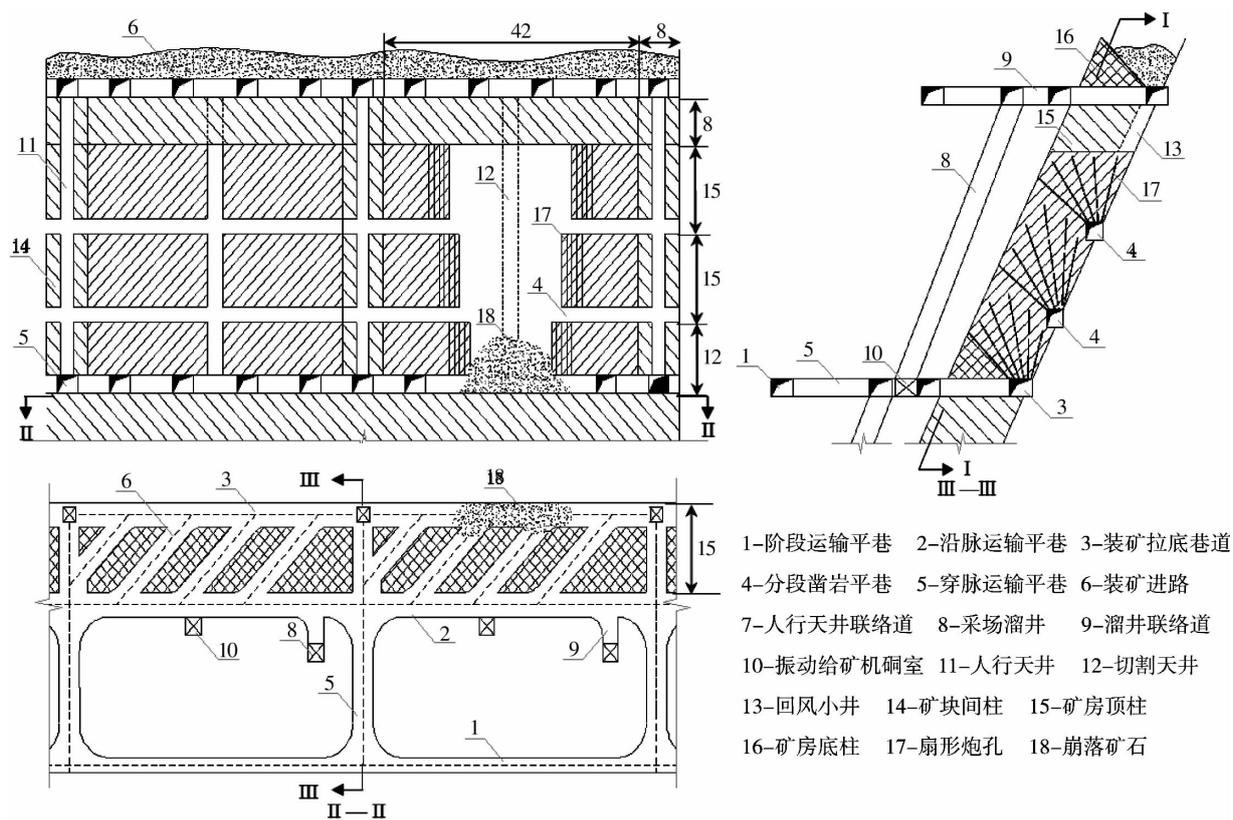


图1 分段凿岩阶段矿房法

### 2.2 采切工程

采准工程主要有穿脉运输巷、出矿沿脉运输平巷、装矿进路、人行天井、分段凿岩平巷. 每隔50 m布置一条穿脉运输巷. 受开拓系统布置因素的影响, 出矿沿脉运输巷布置在矿体上盘, 并尽量靠近矿体, 同时还须与穿脉运输巷联通, 构成环形运输回路.

人行天井布置在间柱中央并靠近矿体下盘. 人行天井掘进完成后, 在人行天井内的每隔一个分段高度位置, 掘进分段凿岩平巷, 构成人行及通风的主要通道<sup>[4,5]</sup>. 由于在采切过程中, 无轨设备难以

进入凿岩平巷内, 因此凿岩平巷的掘进出渣主要依靠电耙. 自出矿沿脉运输平巷内每隔12 m以45°角向矿体下盘方向掘进装矿进路, 装矿进路与矿房最下分段凿岩平巷联通<sup>[6]</sup>.

切割工程有拉底、切割天井. 切割槽虽属于切采工序, 但计算时归于回采中. 切割天井布置于矿房中央, 切割天井上端(矿块顶柱内)作为回风小井, 与上中段沿脉运输平巷联通. 在矿房最下分段凿岩平巷中掘进扇形炮孔, 爆破出矿后形成V形堑沟. 根据采切工程布置及各采切巷道、硐室的断面规格, 可计算标准矿块采切比, 见表2.

表2 采切工程量计算表

所属工程	项目名称	数目 /(条/组)	断面规格 /m	掘进断面 /m <sup>2</sup>	长度/m		工程量/m <sup>3</sup>	
					岩石中	矿石中	岩石	矿石
采准工程	穿脉运输平巷	1	3.9×3.8	13.62	26.0	15.0	354.12	204.3
	沿脉运输平巷	1	3.8×3.2	11.49	50.0	0.0	574.50	0.0
	人行天井	1	2.0×2.0	4.00	0.0	52.0	0.00	208.0
	分段凿岩平巷	2	2.8×2.8	7.43	0.0	100.0	0.00	743.0
	装矿进路	4	3.8×3.2	11.49	0.0	64.0	0.00	735.4
	溜井联络道	1	3.8×3.2	11.49	4.0	0.0	45.96	0.0
	采场溜井	1	Φ3.0	7.07	52.0	0.0	367.64	0.0
	振动给矿机硐室	1	—	—	—	—	400.00	0.0
	切割天井	1	2.0×3.0	6.00	0.0	52.0	0.00	312.0
切割工程	切割槽	1	—	417.60	0.0	2.5	0.00	1 044.0
	装矿拉底巷道	1	2.8×2.8	7.43	0.0	50.0	0.00	371.5
合计	采切比:42.1 m <sup>3</sup> /(10 <sup>3</sup> t), 4.24 m/(10 <sup>3</sup> t)				总长 467.5 m		工程总量 5 360.4 m <sup>3</sup>	

### 3 回采工艺

#### 3.1 凿岩爆破

采场凿岩爆破的参数主要取决于矿体及围岩的工程地质条件, 单次爆破所担负的爆破面积, 其次为爆破施工时所采用的钻孔设备, 炸药类型等<sup>[7]</sup>.

回采前, 将切割天井沿矿体全断面拉开, 为回采提供足够的自由面. 拉槽工序完成后开始钻凿回采中深孔. 用 YGZ-90 中深孔在凿岩硐室内凿上向扇形炮孔, 排距为 1.6 m, 孔底距为 1.8~2.2 m, 孔口距为 0.6~0.9 m, 炮孔排面角 85°. 采用 BQF-100 装药器充装粒状铵油炸药, 线装药密度 5.01 kg/m, 非电导爆系统起爆, 同排同段, 各排分

段加导爆管并联网路一次性起爆<sup>[8]</sup>. 每次爆 2 排孔, 可以多分段同时侧向崩矿, 爆破后形成梯段工作面. 根据矿体赋存条件及炮孔参数绘制的炮孔布置图<sup>[9]</sup>, 计算的单次爆破所担负的矿体面积为 262.8 m<sup>2</sup>, 炮孔崩矿量约为 8 t/m.

#### 3.2 矿柱回收工艺

根据表 2 的计算结果, 矿柱所含矿量占整个矿块的 35.3%. 实际回采过程中, 仅回收少量矿柱, 整个矿块回采率不足 75%. 为解决这一问题, 决定对矿柱实施分步回收的方案. 如图 2 所示, 首先, 回收本中段的矿房顶柱和间柱和上中段底柱, 在本中段底柱的保护下出矿; 待本中段矿房、顶柱、间柱、及上中段底柱回收完毕后, 再对本中段底柱矿体进行凿岩爆破. 具体步骤如下:

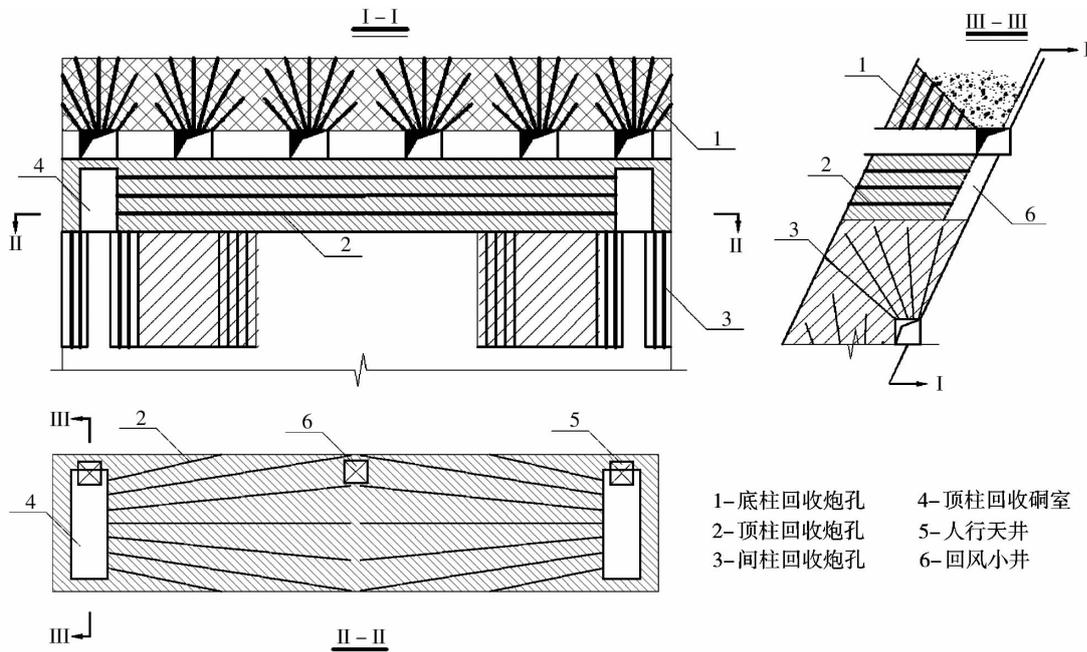


图2 矿柱回收布置图

顶柱回收:在不影响矿房回采的同时,在人行天井与顶柱相交区域掘进顶柱凿岩硐室,并钻凿水平深孔;在矿房回采快结束时,爆破顶柱,和矿房矿石一起落入V形堑沟内,在底柱的保护下进行出矿<sup>[8]</sup>。

间柱回收:在人行天井联络道内钻凿垂直扇形深孔,利用微差爆破,待顶柱炮孔爆破后再爆间柱。

底柱回收(上中段):上中段矿块回采邻近结束时,在上中段底柱内的出矿巷道内钻凿上向扇形深孔,并装药连线。待本中段矿块采切完成后再进行爆破。这样,上中段底柱矿石就可以和本中段的顶柱、间柱矿石一起落入V形堑沟内,在底柱的保护下进行出矿。

矿柱回采率计算见表3。

表3 矿房、矿柱回采计算表

计算项目	工业矿量 /10 <sup>4</sup> t	采切副产矿石 /10 <sup>4</sup> t	采切后剩余矿量 /10 <sup>4</sup> t	矿柱回采矿石 /10 <sup>4</sup> t	回采率 /%
顶柱	2.4	0.04	2.36	1.58	68
底柱	1.8	0.52	1.30	0.76	71
间柱	1.7	0.12	1.60	1.01	66
矿房	9.1	0.77	8.30	7.91	95
合计	15.0	1.45	13.56	11.26	85

为保证矿柱回收过程中的安全性,矿柱回收炮孔需一次性全部钻凿完毕,依次崩落上中段矿房底柱,本中段矿房顶柱和间柱,所有崩落矿石均在本中段矿房底柱的保护下进行出矿作业。

#### 4 采场生产能力

现场工业试验表明,在采场内的YGZ-90凿岩台效可达35 m/台班,铲运机出矿工效为260 t/台班。矿山工作制度为330 d/年,3班/d,8 h/班。采场内设备的工时利用率约为60%,则采场综合生产能力为468 t/d,根据矿山可布置的同时生产采场数不少于10个来估算,该分段凿岩阶段矿房法可以满足 $150 \times 10^4$  t/a的生产规模。

#### 5 结论

1)分段凿岩阶段矿房法具有生产能力大,劳动效率高的优点,但由于矿柱工业矿量占矿块工业矿量比例大,加之矿柱回收的可操作性及安全性问题,造成矿柱回收困难。未采下矿柱的损失是造成矿块回采率低的主要原因。

2)对矿柱实施分步回收,分次崩落处理,在底柱保护下出矿的方案,可有效解决回采率低的问题。试验结果表明,实施后矿块顶柱、底柱、间柱均可有效回收部分矿石,矿柱综合回采率可达68.5%,使得矿块回采率由方案实施前的75%提高至实施后的85%。

3)在底柱保护下出矿的方案既可保障空区周边作业人员和设备的安全,提高了矿石回收率,为

矿山回收矿柱提供了技术和经验指导。

4)由于矿柱内布置有切割巷、凿岩巷等采切工程,这些工程对矿柱回收时采用爆破参数有重要影响,进而影响矿柱回收效果和安全性,在实际生产过程中应根据矿柱尺寸结构和已有工程制定合适的爆破方案,并采取相应的安全管理措施。

#### 参考文献:

- [1] 黄胜生. 国内外缓倾斜中厚矿体采矿方法现状[J]. 矿业研究与开发, 2001, 21(4): 21-24.
- [2] 李海洪. 黄沙坪铅锌矿多金属矿采矿方法研究[J]. 矿业研究与开发, 2010, 30(3): 4-6.
- [3] 李凯, 廖九波, 朱坤磊. 分段凿岩阶段空场嗣后充填法在急倾斜破碎矿体中的应用[J]. 化工矿物与加工, 2002(1): 34-37.
- [4] 谷新建, 胡磊. 新龙矿业公司极破碎难采矿体采矿方法优化研究[J]. 矿业研究与开发, 2007, 27(4): 1-2.
- [5] 魏建中, 张保, 杨福波. 新罗村难采矿体开采技术研究与实践[J]. 现代矿业, 2010(11): 66-68.
- [6] 陈兴发, 张岚. 分段空场采矿法聚矿堑沟的设计优化[J]. 有色金属设计, 2009, 36(3): 57-60.
- [7] 钟福生, 陈建宏, 范文录. 破碎岩体内异形断面巷道掘进的光面爆破技术[J]. 爆破, 2012, 29(1): 34-39.
- [8] 任从坡, 王聚永. 分段凿岩阶段矿房法回采爆破方案的改进[J]. 采矿技术, 2009, 9(6): 88-89.
- [9] 苏静, 吴桂义, 张义平, 等. 扇形垂直中深孔爆破参数选取的正交试验研究[J]. 矿业研究与开发, 2012, 32(4): 100-101.