

跑马坪矿残矿回收方案探讨

李守杰, 侯克鹏, 陈俊智, 杨泽

(昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 针对跑马坪 2220 m 中段滞留大量残矿和 2220 m 中段以下采矿方法的改变; 对矿区的地质概况、残矿开采技术条件、残采方案、回采工艺和放矿管理进行了详细的分析。文中制定了合理的残矿回收方案, 为 2220 m 中段以下无底柱分段崩落法采矿创造了条件。

关键词: 残矿回收; 大量崩落法; 无底柱崩落法; 回采工艺

Discussion on the Projects of Residual Ore Recovery in Paomaping Mine

LI Shoujie, HOU Kepeng, CHEN Junzhi, YANG Ze

(Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, Yunnan, China)

Abstract: According to the fact that a lot of residual ores are remained at 2220 m sublevel and the mining method is changed under 2220 m sublevel, the geological information, technical conditions of residual ores recovery, residual mining project, stoping technology and drawing management are analyzed in detail. The reasonable residual mining project is conformed in this paper, which can create conditions for the mining of non-pillar sublevel caving method under 2220 m sublevel.

Key words: residual ore recovery; bulk caving; non-pillar caving method; ore winning technology

0 概述

跑马坪矿 XVIII1 矿体自开采以来, 形成了 2220~2280 四个中段, 2220 中段已采用浅孔留矿法回采。根据矿山规模和采矿技术要求, 2220 中段以下将采用无底柱崩落采矿法回采。所以要回收 2220 中段的残矿, 并形成上覆盖层。需要确定安全、经济、高效的残采方案。

1 地质概况和开采技术条件

1.1 地质概况

矿区位于三江褶皱系兰坪-思茅凹陷北端、弥沙河断裂带与澜沧江断裂所夹持的南北向断裂带之间。区内地层分为外来系统和原地系统, 外来系统中、下白垩统景星组 (K_1^J), 为倒转的外来系统底部地层, 覆于原地系统云龙组上段 Ey^{b-2} 地层之上, 这两套地层是本区的主要含矿地层, 受灰岩角砾岩控制。

1.2 开采技术条件

跑马坪矿区 XVIII1 矿体控制长 770 m, 最宽 260 m, 控制工程最低标高 2 032 m, 最高标高 2 403 m。矿体长轴北东—南西向, 向北西倾伏, 走向 80° , 倾向 350° , 平均倾角 23° 。矿体平均厚度为 12.90 m, 总体为似层状—透镜状。矿体上盘岩性以灰、灰白色石膏角砾岩及石膏矿石为主, 局部含灰色泥灰岩岩块, 在北东部位夹棕红色泥质粉砂岩。矿体岩性为灰岩角砾岩。矿体下盘岩性为灰色灰岩角砾岩及砂质灰岩角砾岩, 以及紫红色泥质粉砂岩、细砂岩。采区范围内地表无任何建、构筑物。

2220~2240 中段从 1[#]~23[#]采区共分为 23 个采场。如图 1 所示。其中 1[#]、2[#]、3[#]采场矿石品位较低, 所以弃采, 14[#]、15[#]、16[#]采场无矿; 11[#]采场为保护斜井未开采; 其余采场均

采用浅孔留矿法进行回采。采空区暴露已有 4 年之久。矿区 2220 中段以下矿体将采用无底柱分段崩落法进行回采。由于 2220 中段南部空区与以上各中段空区重叠，若贯通则高度可达 70 多米。为了防止上部围岩突然大量冒落时，冲击气浪和机械冲击对下部采准巷道、采掘设备和人员的危害。矿山 07 年采用硐室爆破，在生产区上部形成 40 m 厚的岩石保护垫层。

经现场调查 2220 中段残矿，残矿类型为顶柱、间柱，矿量 17.5 万吨，平均品位 6.0%。如表 1 所示。

表 1 2220 至 2240 中段残矿矿量统计表

Table 1 Statistic chart of residual pillars from 2220 m sublevel to 2240 m sublevel

中段	地点	残矿类型	矿柱数量和尺寸				矿石量 /t	品位 /%
			数量	长	宽/m	高/m		
2220~ 2240 中段	4~8采场	间柱	4	水平厚度	4	20	37120	6.0
	9~13采场	间柱	5	水平厚度	4	20	87000	6.0
	17~19采场	间柱	2	水平厚度	4	10	8932	6.0
	20~23采场	间柱	5	水平厚度	4	15	10440	6.0
	付17~付19采场	间柱	3	水平厚度	4	10	26284	6.0

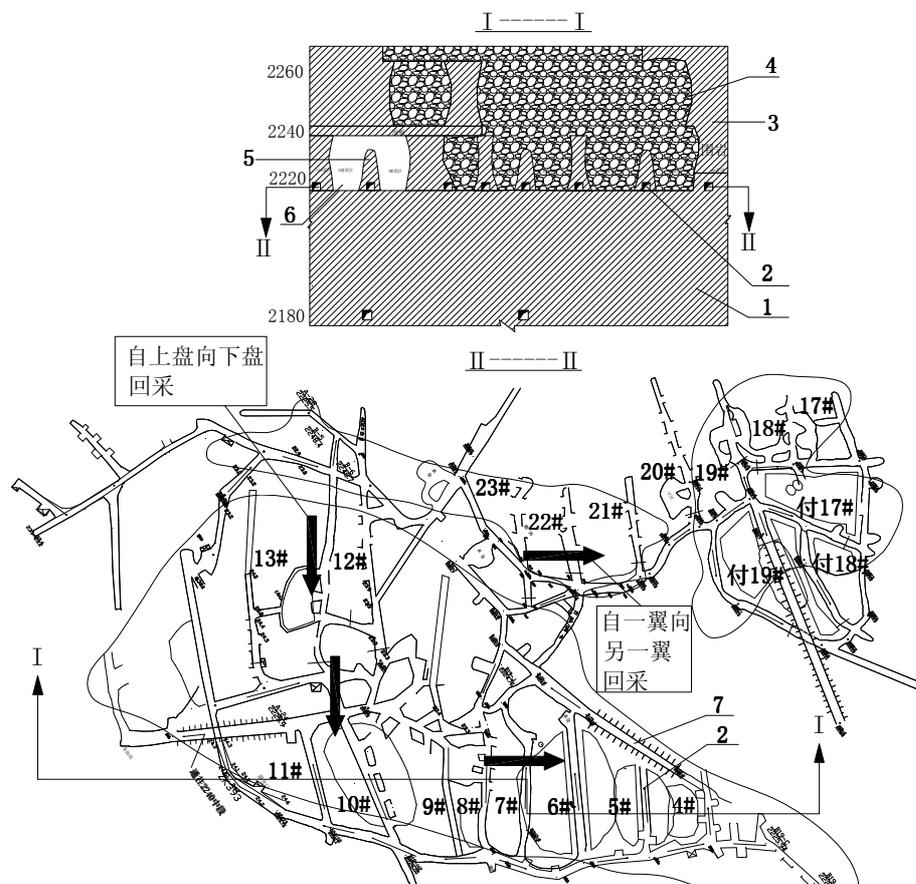


图 1 2220 中段采场分布示意图

Fig. 1 Distributing graph of mine stope at 2220m sublevel

1—矿体；2—穿脉平巷；3—围岩；4—废石；5—间柱；6—留矿法采空区；7—斜井
依据采场的存在状态，分为三类：敞空矿房、充填废石矿房、未回采矿房；

1) 敞空矿房：9[#]、10[#]采场，17[#]~23[#]采场，付17[#]~付19[#]采场。

2) 充填废石矿房：4[#]~8[#]采场，12[#]、13[#]采场。

3) 未回采矿房：11[#]矿房，为保护斜井未开采。采场分布如图1所示。

2 回收方案

2.1 可选方案

对于留矿法回采矿房后所留下的矿柱，其回采方法取决于已采矿房的存在状态。

1) 采完的矿房敞空时，回收矿柱方案：大量崩落法回采；即用中深孔爆破，向敞空矿房崩落矿柱。顶、底柱和间柱同时回采；间柱先于顶、底柱崩落。

2) 采完的矿房被废石充填时，回收间柱可选方案：方案一：分层崩落法；方案二：有底柱分段崩落法；方案三：无底柱分段崩落法。

2.2 方案比选

对于废石充填的矿房，对比三种矿柱回收方案：方案一、二、三。

2.2.1 方案一：分层崩落法

优点：该法的矿石损失率与贫化率较低，适用于回采价值高的矿石。可以在工作面选矿，并弃置废石于巷道中。对矿体形状适应性大。缺点：木材消耗量大；矿块生产能力小；有火灾危险；通风条件不好。

由于残矿的品位为6%，略高于最低工业品位，比较适用于低成本回收。而且分层崩落法生产能力较低，将影响矿石产量。所以分层崩落法回收不适用。

2.2.2 方案二：有底柱分段崩落法

优点：该法有多种回采方案，使用灵活；生产能力较大；采矿与出矿设备简单；通风条件好。缺点：采准切割工程量大，施工机械化程度低；矿石损失贫化大。

由于有底柱分段崩落法采切工程量大，且底部结构复杂，施工机械化程度低。结合矿山的实际情况，在矿柱厚度不大，且矿石品位不高的情况下，大量的采切工程将会提高残矿回收成本。所以此方法优点不突出。

2.2.3 方案三：无底柱分段崩落法

优点：安全性好；采场结构简单，回采工艺简单；机械化程度高。缺点：回采巷道通风困难；采场结构和放矿方式不当时，矿石损失贫化较大；采场强度不如有底柱分段崩落法。由于矿山原有穿脉平巷保存完好，可以作为回采巷道，有利于降低采切成本。

无底柱分段崩落法安全性好，采切工程量相对较少，机械化程度高很适合低品位矿柱的回收。由于废石层厚度大于20 m，满足无底柱分段崩落法覆岩下放矿的要求。相比另外两种方法，其成本较少，且产量较高，比较适用。在采矿过程中，关键要设计好采场结构和控制好放矿。

2.3 残采方案的确定

综上对比分析，确定残采方案。

采用大量崩落法回收敞空矿房的顶、底柱和间柱。采用无底柱崩落法回收已充填废石的空区的间柱和底柱。总体回采顺序由上盘向下盘退采。

1) 对于敞空的矿房，采用大量崩落法回收间柱比较可行。回收间柱的同时，也完成放顶工作。

2) 回收充填废石矿房内的间柱和底柱，不再拉切割槽，在穿脉端部钻凿束状中深孔，

向松散废石进行挤压爆破，然后进行松动放矿，然后以原有穿脉为回采巷道，采用无底柱崩落法回收间柱。

2.4 回收方案确定

1)17[#]~23[#]采场和付 17[#]~付 19[#]采场顶板暴露面积 3000 多 m²，上盘围岩中等稳固。由于顶板暴露面积较大，所以借鉴其他矿山，采用自然崩落法处理采空区。即用大量崩落法回收间柱，来扩展空区顶板暴露面积，诱导采空区顶板冒落，以形成覆盖层。矿石在下一分段放出。采用大量崩落法回收 9[#]、10[#]采场的间柱；同时完成放顶工作。

2)4[#]~8[#]采场、12[#]、13[#]采场已经被废石充填，采用无底柱崩落法回收间柱。回采方法：在穿脉平巷端部，向间柱钻凿束状中深孔，然后向空区中的松散废石进行挤压爆破，爆破后松动放矿。以穿脉平巷为回采进路，采用无底柱崩落法回收间柱。

3)11[#]矿房仍需保护斜井，不进行开采。

3 回采工艺

3.1 回采顺序

1)采用大量崩落法崩落 17[#]~23[#]采场和付 17[#]~付 19[#]采场的矿柱；扩展空区面积，诱导顶板冒落。矿石留作缓冲垫层先不放出，在下分段无底柱分段崩落法回采时放出。必要时采用强制放顶。

2)回采 12[#]采场和 13[#]采场残矿，由于空区已经充填，以原有穿脉为回采巷道，采用无底柱崩落法回收间柱。

3)采用大量崩落法回收 9[#]、10[#]采场的间柱，同时崩落顶板。间柱和顶板一次爆破，间柱超前。矿石在下一分段放出。

4)回采 4[#]~8[#]采场残矿，由于空区已经充填，以原有穿脉为回采巷道，采用无底柱崩落法回收间柱。

3.2 回采参数

大量崩落法回采敞空矿房残矿，在 2220 切割水平所开凿岩硐室中，向间柱钻凿扇形中深孔；在 2240 切割水平所开凿岩硐室中，向顶柱钻凿水平或上向中深孔。凿岩用 YGZ80 凿岩机，孔径 60 mm，最小抵抗线 2~2.4 m。

回采间柱，使用 YGZ80 凿岩机，钻凿上向扇形孔，孔深 11m，孔径 60 mm，边孔角 45°，排距 1.4 m，孔底距 1.0~1.5 m；一次爆破 1~2 排炮孔。装药系数 80%~90%，小补偿系数：12%~15%。爆破采用装药器粉状装药，起爆网路采用非电起爆。

注意事项：采用大量崩落法时，应注意减少大块产出率，大块不但降低了出矿强度，也加大了矿石的损失和贫化。为此应认真布置矿柱中的凿岩巷道以利于均匀布置炮孔，精心凿岩，严格检查炮孔质量。

采用无底柱崩落法要注意以下几方面：1) 在回收间柱之前，砌墙封闭斗穿，防止回收底柱过程中，堵塞进路。2) 端部放矿易出现贫化，需设计合理的崩矿步距，放矿步距，放矿截止品位，严格控制放矿。崩矿步距过大；将导致放出纯矿石量不多的情况下，就产生贫化。故在回采过程中，根据矿石层高度和放出体偏心率，来选择合适的崩矿步距和放矿步距；以控制矿石的损失贫化。

3.3 通风

新鲜风流经阶段运输平巷→装矿穿脉→经局扇风筒→人行设备材料通风井→上中段回风平巷→总回风井→经主扇抽出地表。

3.4 放矿

无底柱崩落法的放矿属于端部放矿，其放出椭球体受到端壁影响，轴线倾斜，更易引起

矿石贫损，须严格按照放矿截止品位 4.5%放矿。根据经验公式确定崩矿步距和放矿步距， $1.26\text{ m} \leq \text{崩矿步距} \leq 2.52\text{ m}$ ，一次崩落一到二排炮孔；放矿步距 $1.57\text{ m} \leq l_b \leq 3.15\text{ m}$ 。装岩机需全断面均匀装矿，以减少贫损。

4 结语

根据 2220 中段的残矿开采技术条件，参考其他矿山残矿回收实例。经过对比分析，认为采用大量崩落法回采敞空矿房的间柱，采用无底柱崩落法回采充填废石矿房的间柱，不但可以安全回收 2220 中段残矿，而且可以为 2220 中段以下中段无底柱分段崩落法的正常回采形成覆盖层。降低了下一分段的凿岩深度，提高了下一分段凿岩效率。可为矿山正常回采做准备。

参考文献

- [1] 柯波. 无底柱分段崩落法在矿柱回收中的应用[J]. 金属矿山, 2009(2): 51-52.
- [2] 谢世俊. 金属矿床地下开采[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1979.
- [3] 王青, 史维祥. 采矿学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2006.
- [4] 王昌汉. 放矿学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1982.
- [5] 费子文. 采矿手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1991, 4.
- [6] 宫国慧. 浅孔留矿法矿柱回收方案探讨[J]. 矿业工程, 2008, 6(4):24-26.
- [7] 宗忠祥. 留矿法矿柱回采的实践[J]. 江苏冶金, 1997(3):57-60.
- [8] 王湖鑫. 地下残矿回收方法研究[J]. 矿冶, 2008, 17(2):24-26.
- [9] 刘兴国. 无底柱分段崩落法矿石损失贫化分析[J]. 金属矿山, 2006 (1): 53-60.
- [10] 龙胜科. 中深孔爆破回收浅孔留矿法矿柱[J]. 山东冶金, 1992,14(6): 1-4.

基金项目：云南省科技厅节能减排创新工程项目（2008KA001）

李守杰（1983-），男，硕士研究生，采矿工程专业，主要研究方向为矿山地压控制。