

# K6 No. 1 Orebody of Sulinggou Gold Mine, Shanyang County, Shaanxi Province Mining Method Selection

Li Han, Zhaolei Hao, Pingding Li, Yanpeng Kou

Shangluo Northwest Nonferrous 713 Corps Company Limited, Shangluo Shaanxi  
Email: 763187796@qq.com

Received: Dec. 20<sup>th</sup>, 2019; accepted: Jan. 9<sup>th</sup>, 2020; published: Jan. 16<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

The Sulinggou gold deposit in Shanyang county, Shaanxi province is located in the ore-gathering area of Xijiadian gold mine, Shanyang county, Shaanxi province. The newly discovered No. K6-1 orebody occurs in the formation conglomerate of the devonian Xichahe formation. The orebody thickness is small, occurrence is steep, belongs to steeply inclined thin to thick orebody. Based on the analysis of the mining conditions and the comparison of the advantages and disadvantages of mining methods, it is recommended to adopt the sublevel caving mining method without bottom pillar, and the selection of mining technology and equipment is preliminarily determined, which provides a basis for mining.

## Keywords

Sulinggou Gold Mine, No. K6-1 Orebody, Sublevel Caving Mining Method without Bottom Pillar

---

# 陕西山阳县苏岭沟金矿K6-1号矿体采矿方法选择

韩力, 郝兆磊, 李平定, 寇延鹏

商洛西北有色七一三总队有限公司, 陕西 商洛  
Email: 763187796@qq.com

收稿日期: 2019年12月20日; 录用日期: 2020年1月9日; 发布日期: 2020年1月16日

## 摘要

陕西山阳县苏岭沟金矿位于陕西省镇安县二台子-山阳县夏家店金矿矿集区,其中新发现的K6-1号矿体赋存于泥盆系西岔河组地层砂砾岩中,金矿体受断裂构造控制,矿体稳固程度较差,顶、底盘围岩稳固程度较好。矿体厚度较小、产状陡,属急倾斜薄到中厚矿体。通过对矿床开采条件分析、采矿方法优缺点的比较,推荐该矿山采用无底柱分段崩落采矿方法,初步确定了开采工艺和设备选择,为矿山开采提供了依据。

## 关键词

苏岭沟金矿, K6-1号矿体, 无底柱分段崩落采矿方法

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

陕西山阳县苏岭沟金矿位于陕西省镇安县二台子-山阳县夏家店金矿矿集区,访矿集区经过多年的地质勘查,已陆续发现二台子金矿、米粮金矿、龙头沟金矿、王家坪金矿、夏家店金矿等多个矿床(田),并投入开发利用,产生了良好的经济效益[1]。其中苏岭沟 K6-1 号金矿体为近年新发现的金矿体,位于夏家店矿床,赋存于泥盆系西岔河组地层砂砾岩中,矿山拟进行开发利用。本文通过对矿床开采条件分析,结合几种采矿方法优缺点的比较,初步确定了开采工艺和设备选择,为矿山开采提供了依据。

## 2. 矿床开采方式

### 2.1. 矿区地形地貌和环境条件

矿区位于秦岭南麓,山脉总体呈近东西向展布。区内地势陡峻,地形复杂,植被发育,峰谷明显,最高海拔高程 1483.6 m,一般山地海拔高程为 980~1300 m,相对高差 200~550 m。地面坡度一般为 25°~35°,局部形成陡崖。矿区内主要河流为苏峪河,属于丹江水系。次级水系较发育,沟谷多呈南北向,如紫草沟、岩屋沟、烟囱沟等流量较小,由南向北流入苏峪河,并随季节变化,旱季大多断流。苏峪河最低侵蚀基准面 930 m。长年水流不断,并经银花河汇入丹江河,流量随季节而变化,年流量  $1195 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。矿区属亚热带季风性半湿润山地气候,四季分明,夏季最高气温为 37.7℃,冬季最低气温为 -10.9℃,年平均气温 13℃~15.3℃。气温垂直分布差异大,绝对高度每升高 100 m,温度降低 0.6℃,年降雨量为 478.3~1089.4 mm,年平均降雨量 736.4 mm,雨季多集中于 7 月底~9 月底,降水量占全年的 49%,最大日降雨量为 199 mm,最大时降雨量 58.2 mm,年蒸发量 880 mm,最大蒸发量出现在 6 月至 8 月,干燥度 1.24。冬季盛行偏北风,夏季盛行东南风,5~7 级大风和 8 级狂风时有发生。雷电、冰雹天气常见,偶有山洪爆发,引发滑坡、泥石流等地质灾害,无霜期 195~214 天,每年 11 月中旬至次年 2 月下旬为积雪、霜冻期,冻土深度达 10.5~27.8 cm。区内居民点分布不均,多集中于河谷两岸、沟谷口,向南部高处人烟稀少。农业生产为主要经济活动,农作物主要有玉米、小麦、大豆、土豆等。副业以核桃、药材

为主。矿区已架设了高坝 - 矿区的高压输电线路, 并与西北电网相连, 可提供充足的电力, 有利于矿山开发。手机网络信号覆盖全区。

## 2.2. 矿体赋存条件

K6-1 号矿体分布于神洞沟 - 小东沟一带 K6 号矿化蚀变带 L16~L11 勘探线之间[2]。地表出露最大标高 1365 m, 最低标高 1337 m; 工程控制最低标高 1056 m, 控制垂直深度约 310 m, 倾斜深度约 300 m。矿体目前控制长度 40~250 m, 控制最大垂深 310 m。按原检测说明书氧化矿工业指标: 矿体单工程厚度 0.41~15.95 m, 平均厚度 2.9 m, 厚度变化系数 123.6%, 较稳定, 平均品位  $2.67 \times 10^{-6}$ , 品位变化系数 152.5%, 有用组份分布较均匀。矿体赋存于泥盆系西岔河组, 矿体主要由(含砾)石英砂岩、千枚岩、石英岩碎块、岩石粉末、粘土质、石英团块、褐铁矿粉末等组成, 褐铁矿化、硅化蚀变强烈; 矿体呈透镜状, 有分支复合的特点。矿体产状比较稳定, 总体走向  $200^{\circ} \sim 210^{\circ}$ , 倾向北西西  $275^{\circ} \sim 310^{\circ}$ , 倾角  $60^{\circ} \sim 74^{\circ}$ , 平均产状  $290^{\circ} \angle 65^{\circ}$ ; 矿体上下盘围岩均为泥盆系西岔河组(含砾)石英砂岩、含砾砂岩、细粒砂岩和白云母石英片岩、绢云母千枚岩。

## 2.3. 开采方式的确定

根据矿体赋存条件, 矿体位于矿区最低侵蚀基准面之上, 矿体平均厚度 2.9 m, 局部地段矿体厚度可达 15 m, 倾角  $60^{\circ} \sim 74^{\circ}$ , 属于急倾斜薄矿体。露天开采剥采比较大, 推荐该矿山采用地下开采方式。

## 3. 开采范围

### 3.1. 矿区开采范围及开采对象

本次的开采范围为采矿证范围内 K6-1 号金矿体, 采矿证标定标高 850~1350 m, 开采对象为 K6-1 号金矿体。

### 3.2. 矿区开采顺序和首采地段

该矿山总体上采取自上而下的开采顺序, 由高至低逐中段依次回采。根据矿山各中段矿量及三级矿量的要求, 设计首采地段为 1310 中段。

## 4. 采矿方法

### 4.1. 开采技术条件

苏岭沟金矿区最低排泄基准面 930 m [3], 矿区汇水面积 8 km<sup>2</sup>, 矿体出露标高基本在本地排泄基准面之上, 加之区内地形较陡, 地表径流发育, 平硐开采利于地下水自然排泄。目前矿区采探坑道最低标高为 930 m (PD930 坑道), 由于邻区夏家店矿区在 825 m 标高进行抽水, 矿山目前开采最低标高为 930 m 以上均未发现明显涌水, 仅局部地段有滴水。后期开采至 850 m 标高附近可能出现涌水。矿体深部 850 m 标高, 竖井开采则矿坑涌水量约为 749 m<sup>3</sup>/d, 最大疏干影响半径 517 m, 平硐涌水量为 4800 m<sup>3</sup>/d。夏家店地区水质水化学类型为 HCO<sub>3</sub>-Ca·Mg 型水, 各项毒理学成份均低于生活饮用水限量标准。综合分析, 山阳县苏岭沟金矿区水文地质勘探类型属以构造(岩溶)裂隙含水为主、直接进水, 水文地质条件中等的矿床, 即 III 类二型。

矿体主要为水沟口组下段( $\epsilon$ 1s1), 岩性为褐红色 - 暗紫色薄层 - 中厚层状硅质岩、灰色 - 灰黑色硅质板岩、碳质板岩、少量泥质板岩, 含碳量高。局部含磷结核及白云质条带。呈中薄层状, 抗风化能力低, 易风化破碎, 稳定性较差, 工程强度低, 易产生顺层溜滑。岩体基本质量等级分类为 III~V 级。矿

体顶板为灰白色厚层 - 巨厚层状隐晶白云岩、角砾状白云岩；灰白色厚层 - 巨厚层微晶白云岩、藻凝块(虫蚀状)白云岩；灰白色 - 灰色厚层状隐晶质白云岩。岩体基本质量等级分类为Ⅱ级。矿体底板为深灰色中厚层状灰岩、灰质白云岩、泥灰岩、泥页岩、碳质灰岩夹页岩。上段( $\epsilon 1s3$ )为灰色 - 深灰色薄层 - 中厚层状微晶白云岩、细晶白云岩、泥质白云岩。矿层内有层间滑动，整体层间结合较好。岩体基本质量等级分类为Ⅱ~Ⅴ级。苏岭沟金矿矿体围岩坚硬程度为坚硬 - 较坚硬，完整性较好，较稳定，金矿体属较软 - 软弱岩组，地下水对采矿硐室稳定性影响较大。苏岭沟金矿区工程地质勘探类型，依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》属碳酸盐岩中等复杂类型，即Ⅲ类二型。

## 4.2. 采矿方法的选择

该矿山矿体属急倾斜薄到中厚矿体，矿体最大厚度 15.95 m，最小 0.41 m，矿体稳固程度较差，顶、底盘围岩稳固程度较好。该矿山矿体很难采用空场法回采，又由于矿石品位低，充填法回采成本高，且矿山规模小，服务年限短，采用充填法不可行。可选用的采矿方法有无底柱分段崩落法和有底柱分段崩落法。无底柱分段崩落法没有复杂的底部结构，采准和回采工艺简单，便于采用大型无轨设备，实现高度机械化的作用；回采工作以进路为单位，作业集中互不干扰，易于管理，具有较大的灵活性；生产能力大，劳动生产率高；安全性较好；不留矿柱，不存在矿柱回采问题。其缺点是贫化损失较大，在独头巷道中作业，通风条件较差。有底柱分段崩落法，适应范围广，比较灵活；劳动生产率比较高，生产能力较大；采矿与出矿的设备简单，使用和维修都很方便；通风条件好。其缺点是采准切割工程量大，并且施工机械化程度低，矿柱回采比较麻烦，矿石损失和贫化较大。

两种采矿方法都能引起地表塌陷，所以该矿山在回采过程中一定要及时回填，并复绿。通过以上两种采矿方法优缺点的比较，推荐该矿山采用无底柱分段崩落采矿法。

## 4.3. 回采工艺

### 4.3.1. 矿块构成要素

矿块沿走向布置，阶段高度 60 m，长度 50 m，宽度为矿体厚度，分段高度 10 m，回采进路沿走向布置在脉内靠近矿体下盘。局部矿体厚度大于 20 m，回采进路垂直走向布置，进路间距 10 m，上下分段回采进路菱形布置，矿块构成要素见表 1。

Table 1. Table of elements of ore blocks

表 1. 矿块构成要素表

序号	矿块构成要素	无底柱分段崩落法
1	矿块长度	50
2	阶段高度	40
3	矿块宽度	矿体厚度
4	分段高度	10
5	进路间距	10

### 4.3.2. 采准切割工作

阶段沿脉运输平巷一般布置于矿体下盘脉外，且在下阶段矿体回采错动界线以外。沿中段沿脉运输巷每隔 50 m 掘进穿脉巷道，直通矿体上盘。由于矿体走向较短，矿山共设置一条采场斜坡道。沿中段沿脉巷道掘垂直矿体走向的斜坡道联络道，再掘进采场斜坡道，并与上一中段的斜坡道联络道相通。人员和设备运送共用斜坡道。每个矿块设一条矿石溜井，位于下盘围岩中。根据所采用的出矿设备及溜井负

担范围, 确定矿石溜井间距为 50 m, 溜井断面为圆形, 直径  $\phi = 2.0$  m。每两个矿块(即每隔 100 m)设一条废石溜井, 溜井断面为圆形, 直径  $\phi = 2.0$  m。回采进路沿矿体走向布置于脉内靠近矿体下盘位置。回采进路断面为 3 m × 3 m。为了形成切割槽, 在回采进路的端部开凿切割平巷和切割天井, 断面均为 2 m × 2 m。斜坡道联络道、溜井联络道断面为 3 m × 3 m。

#### 4.3.3. 回采工作

由于矿脉厚度不太大, 回采进路沿矿体走向布置于脉内靠近矿体下盘位置, 切割平巷、切割天井布置在回采进路的端部。回采时以切割天井为自由面形成切割槽, 从矿块两侧切割槽向中央后退式回采。

正常情况下, 一个矿块中有一个分段做采准、切割, 一个分段进行凿岩、出矿。为保证采场生产安全, 对脉外采切工程, 必须根据岩石情况进行锚网或者砌支护。回采进路不稳固地段, 建议采用钢拱架、液压支柱或者锚网支护。回采时, 采用 YGZ90 凿岩机配 TJ25 台架在回采进路中凿上向中深孔, 炮孔为扇形布置, 炮孔直径 60~65 mm, 最小抵抗线 1.6~1.8 m, 孔底距 1.2~1.4 m, 采用粉状乳化炸药, 装药器装药, 导爆管雷管起爆。每米炮孔崩矿量 5.8 t, 边孔角 45°~60°。矿块综合回采率: 85%; 矿块综合贫化率: 17%; 矿块生产能力: 260 t/d。

#### 4.3.4. 矿石运搬

采下矿石用 WJD-1 型铲运机运至采场矿石溜井溜放到中段运输平巷。

#### 4.3.5. 覆盖层及地压管理

无底柱分段崩落法只有在形成覆盖岩层的条件下进行挤压爆破才能获得的较好的爆破效果。同时, 只有在覆盖岩层下放矿, 才能充分回收矿石。此外, 一定厚度的覆盖岩层, 还可对大面积或局部的围岩突然塌落起到缓冲作用, 保证安全生产。覆盖层的厚度应大于分段高度, 一般为 15~20 m。矿体上盘矿体顶板为灰白色厚层 - 巨厚层状隐晶白云岩、角砾状白云岩; 灰白色厚层 - 巨厚层微晶白云岩、藻凝块(虫蚀状)白云岩; 灰白色 - 灰色厚层状隐晶质白云岩。由于在回采初期就直接运用无底柱分段崩落法进行开采活动, 因此, 为了形成覆盖岩层, 设计采用边采边放顶的方法来实现这一目的。此法直接在靠近地表的第一分层矿体内开掘一系列与回采进路相平行的放顶巷道, 然后在放顶巷道中钻凿上向放顶中深孔, 与回采炮孔分次逐排爆破形成覆盖岩层, 覆盖层厚度 15~20 m。在生产过程中, 覆盖层厚度不足时, 可在上盘围岩中掘进放顶巷道, 用深孔爆破补充放顶。

#### 4.3.6. 矿块通风

无底柱分段崩落法采矿方法是在独头巷道中作业, 通风困难; 因此, 在采准、切割、回采(凿岩、装矿)等工作面要用局扇进行辅助通风。

回采进路中安装 JK58-1№4 (高效、节能、低噪声)矿用局扇和风筒, 采用抽出式通风。新鲜分流由中段运输平巷→斜坡道→分段平巷→回采进路, 污风由局扇抽出用风筒送入上部回风平巷(上中段脉外运输平巷)→主回风井→排出地表。采准、切割等掘进工作面均用 JK55-2№4.5 型局扇进行通风。

#### 4.3.7. 除尘

除了用局扇进行通风以外, 回采工作面和掘进工作面均采用湿式凿岩, 出渣和出矿工作面进行喷雾洒水, 溜井和装卸矿地点采取净化措施。此外设置专职通风管理机构 and 人员, 负责通风防尘工作, 建立健全通风制度。

### 4.4. 回采设备选择

无底柱分段崩落法回采采用 YGZ90 凿岩机配 TJ25 台架在回采进路中凿上向中深孔。计算矿山正常

生产时，同时回采的矿块数为 1 个，同时出矿的进路数为 3 条。需要 YGZ90 凿岩机 1 台，备用 1 台。

采下矿石用 WJD-1 型铲运机运至采场矿石溜井溜放到中段运输平巷。每 2 条进路配 1 台铲运机，计算共配备 1 台，备用 1 台。

## 5. 结论

山阳县苏岭沟金矿 K6-1 号金矿体赋存于泥盆系西岔河组地层砂砾岩中，金矿体受断裂构造控制，矿体稳固程度较差，顶、底盘围岩稳固程度较好。矿体属急倾斜薄到中厚矿体。矿床水文地质条件中等、工程地质勘探条件中等复杂。通过对矿床开采条件分析、采矿方法优缺点的比较，推荐该矿山采用无底柱分段崩落采矿方法，初步确定了开采工艺和设备选择，为矿山开采提供了依据。

## 参考文献

- [1] 胡远平, 宋清理, 胡兴旺. 陕西山阳县夏家店矿床成矿机理及找矿预测[J]. 地球科学前沿, 2017, 7(1): 58-66.
- [2] 胡远平, 宋清理, 姚学军. 山阳县苏岭沟金矿控矿因素及找矿潜力分析[J]. 科学时代, 2014(3): 139-141.
- [3] 王向阳, 赵灿, 等. 陕西省山阳县苏岭沟银矿资源储量核实报告[R]. 商洛西北有色七一三总队有限公司, 2018.