

# 从沃溪金矿的二次回采探讨老矿山的采充

何谷先

(湖南省湘西金矿)

TD863

**摘要** 分析了湘西沃溪金矿影响上采区二次回采中地面建筑物等方面的问题,并据此提出了老矿山在处理回收资源、保护地面设施上的见解。

**关键词** 沃溪金矿 开采区现状 地压控制 采充

金矿 回采

## 1 沃溪金矿概况

湘西沃溪金矿是个有百余年开采历史的老矿山,建国以来,随着探明的地质储量增加,生产规模逐步扩大,已成为国家黄金生产基地之一。自70年代发现主矿体围岩蚀变中含工业网脉矿体以来,接近地表老采区漏矿、残矿较多,由于历史的原因,大部分空区未及时充填处理,影响地面建(构)筑物的安全,而且这一地段在黄金扩建中重新开拓并逐步成为一个新采区,其中保有永久性矿柱矿量36万t,除解脱部分进行二次回采外,目前仍担负着全区1/4的综合出矿任务,对缓解深部开拓接替起着重要的作用。

该矿区位于湘西古陆边缘与洞庭坳陷过渡地带附近古佛山复背斜的北翼。矿体赋存于板溪群马底驿组中上部紫红色绢云母板岩中,矿脉共4条,相互平行沿层间断裂分布。局部范围内主脉顶底板有分枝复合之节理裂隙脉产出,主层脉产状与岩层产状基本一致,倾向北或北北东,倾角 $26^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,脉厚0.2~10m,平均厚1.21m,其中1.5~3.5m厚的矿脉占上采区总储量的50%以上。矿柱矿体类型有单一的充填料矿、复合矿(含金蚀变围岩与网脉矿)和原生矿,围岩普化系数4~6,断层节理发育,特别是成矿后断裂破

坏了岩体的完整性,顶板围岩易顺层剥落或沿断层、节理面塌落;部分矿块(柱)及新老采区采用削壁充填法开采时,顶板都发生过轻微的沉降现象,给二次回采、空区充填造成了一定的困难。笔者在此特将有关回采、充填等问题提出进行讨论。

## 2 老采区开采现状

据0—9中段上采范围 $V_1$ 、 $V_3$ 脉东和 $V_1$ 、 $V_4$ 脉中部开采过的79个采场统计,采矿总体积为8.67万 $m^3$ ,实际充填体积为3.92万 $m^3$ ,充填率达44%,其中影响地面建(构)筑物和河床的采场,采空体积7.37万 $m^3$ ,实充3.25万 $m^3$ ,充填系数为0.44。按分项统计,充填系数为:河床0.382,冶炼厂0.43,高压水池0.45,老选厂0.625,均未达到设计要求。这些采场空区分布的结构特点是:在空间分布上极不规则,点多面广,分散且重迭,新老空区连成一片,悬顶高,有的空区高达7m以上,处理难度大。部分采场的空区因悬顶时间长,局部顶板岩层垮落,采矿巷道被堵死。修窿、封闭工作量大,要恢复施工条件差,极不安全。有些采场开采时或矿房采完后采用干式条带充填或随后尾砂充填,空区尚未完全接顶,充填体起的作用不大,如204、207、310等矿块。为了保

护有关采矿巷道,部分采矿矿块开采过程中暂留大量顶底柱矿,这样,待矿柱采完后,才能与原来空区一并处理。二次回采充填料矿与复合矿的采场空区,因顶板岩层和矿房两侧充填料矿体中裂隙纵横交错,上下贯通,用尾砂充填时跑砂严重难以封闭。这些老采空区的存在,严重地威胁着地面建(构)筑物的安全,是矿山生产中一大潜伏隐患。

鉴于沃溪矿区上老采区的现实条件,又据1991年资料统计,为保护地表建筑物与河床等免受开采时的影响破坏,留设保安矿柱矿量36万t,其中冶炼矿柱16万t,河床矿柱6.6万t,压风机房矿柱5.6万t,老选矿厂矿柱2.2万t,其它矿柱5.5万t。笔者认为,只要狠抓充填这个关键环节,对部分建筑物进行必要的加固防护措施,采用多种充填形式的采矿方法,对二次回采连成大面积的空区提高充填系数,对有影响相邻矿房的

开采,采取先充后采的原则解脱保安矿柱矿量的回收是可能的。

### 3 地压显现与控制措施

沃溪矿区在长沙矿冶院的指导下,采用三维地表移动理论预计新方法,在冶炼厂及其附近地表矿柱共采出矿岩量12.5万t,采空体积5.8万m<sup>3</sup>,采空面积2.3万m<sup>2</sup>,开采深度最小12m,最大110m。之后,对各采地点均进行了相应的地表沉降观测,地压显现的基本情况见表1。在建筑物下的31个矿块及新老采场,使用削壁充填法开采时,顶板都发生过0.4~0.6m的沉降,在厚矿地段采用尾砂胶结充填的244采场,曾发生过冒顶,有的矿柱被压垮,房柱法的310、343采场也冒落过。地表新布袋室的墙上出现12~14m长的张裂缝。煤料坪挡土墙上出现长8m,宽1~1.5cm的斜裂缝,高压水池的

表1 沃溪矿区上采区地压显现观测分析结果

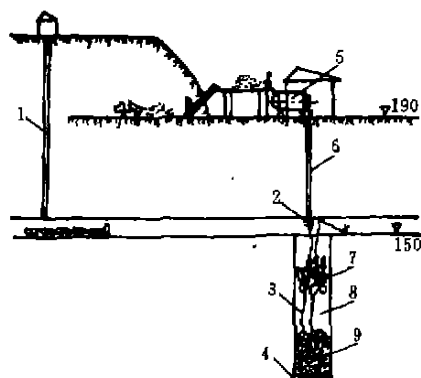
开采矿块编号	矿体赋存条件						开采、观测、分析结果											
	平均倾角 $\alpha/^\circ$	重量 开采 层数	开采深度/m		开采矿体 尺寸/m		开采程度		最大下 沉角 $\theta/^\circ$	上 边 界 移 动 角 $\gamma/^\circ$	下 边 界 移 动 角 $\beta/^\circ$	走向 边 界 移 动 角 $\delta/^\circ$	最大下沉 量/ $\text{mm}^2$		平均 采厚 /m	开采主 要方法	沉降观测 期—井下 开采期	矿柱 面积 比重 /%
			上 边 界	下 边 界	走 向	倾 向	走 向	倾 向					预 计	实 际				
125、208 316、711	26	0	33	122	15~ 35	246	非充 分	充分	89	70	67	—	120	70	2.40	竖分条长 索加锚杆 尾砂充填 及矿柱 “人工矿柱 削壁充填”	1982.5~ 1988.9	8.0
113 204	34 22	0 0	12 32	50 50	10 30	28 50	非充 分	非充 分	82 55	75 75	63 63	— —	68 68	10 10	1.90 1.90	削壁充填 后尾砂充填	1982.6~ 1988.8 1982.1~ 1982.7 1984.4~ 1984.11	7.0
103、104	26	1	82	68	10~ 24	102	非充 分	充分	83	58	55	—	720	26	1.80	削壁充填	1982.6~ 1985.5	7.6
307	32	1	80	110	20~ 40	61	非充 分	非充 分	87	58	55	—	800	45	2.00	削壁充填	1982.1~ 1984.11	9.8
144、244 (包括 207、103、 204— 部分)	25	1	45	90	30	100	非充 分	充分	85	42	60	—	555	308	4.30	长锚索预 控顶及锚 杆加金属 网部分 喷浆及削 壁、房柱法	1984.4~ 1989.7 1984.10	12.1
262、361 —1	22	0	45	60	25	60	非充 分	非充 分	81	57	55	48~ 50	68	14	2.07	柱式削壁 充填	1988.11~ 1990.7 1988.11~ 1989.12	1.5

混凝土壁也出现开裂等等。

笔者认为,地表建筑物的变形与开采矿块的相对位置有很大的关系,同时与矿块的开采顺序、采矿方法、工作面布置、掘进方式、顶板管理、矿柱尺寸大小也有一定关系。因此,对建筑物下矿柱回采或二次回采时,应科学地分析地表移动,制定合理的开采计划与保安措施非常必要。目前,沃溪矿区上采区采取的主要控制措施是:根据待采矿块与冶炼厂的距离,以先远后近的试采原则,将上采区矿块划分为4个工期,每个工期又根据适当的开采顺序划分为多个矿块,严格按照顺序回采;根据矿体形态、厚度、倾角和顶板围岩的稳固性(包括二次回采充填料矿),分别采用不同的采矿方法;采掘工作面的布置与推进方式,本着对控制地表移动以及保护建筑物影响为前提,必要时进行具体分析处理;对于已存建筑物的加固,一般采用圆钢拉杆或钢筋混凝土圈梁;对建筑物及设备的保护一般采用沉降缝采整个建筑物截成几个部分,使每个部分独立下沉;设置缓冲沟以减少地表的压缩变形,并设置基础观测点等。

#### 4 采充方案探讨

老矿山上部或上采区空区的存在,不仅影响相邻矿房的开采,而且威胁着地面建筑物的安全,因此,大部分老矿山上部二次回采或矿柱回收前必须消除空区隐患,并抓好新开采场的采充平衡。沃溪矿区上部采空区的空间分布不规则,悬顶高,有些采场的空区因悬空时间长,局部顶板岩层垮落,采矿巷道被堵死等等,要使充填管道进入空区充填,新掘、修窿、巷道维护及封闭、敷管等工作量巨大,施工时条件极差。为此,建议在主要建筑物下采用地面钻孔充填工艺进行空区处理(见附图),该工艺在湘西金矿鱼儿山坑口实践效果很好。该矿上采区采用的几矿方法实践证明,削壁充填法开采时,顶板



附图 充填工艺示意图

- 1—地面充填井; 2—法兰盘; 3—皮管;  
4—滤水挡墙; 5—搅拌机; 6—钻孔;  
7—废石、大块; 8—充填空区; 9—充填物

种采都发生过沉降现象,在厚矿地段采用尾砂胶结充填时,个别采场发生过顶板严重冒落。可见,削壁充填法对地表损害较为严重,公认沉降系数为0.05的低标号尾砂胶结充填,虽可对地表建筑物实现Ⅰ级保护,但在采后不易做到立即充填、充填不易做到接顶的情况下,对地表变形的控制缺少可靠保证。因此,对重要地段应分别情况,可以采取留少量矿柱加胶结充填或少量矿柱加尾砂充填,并对少部分建筑物进行必要的加固或防护,确保开采时地面建筑物的安全。沃溪矿区上采地段为一个成功的开采实例。如205-1、205、206、207属于离地表很近(约40m)的 $V_1$ 脉矿块,矿块上部地表有冶炼厂的高压水池、公路、排水沟及其它工业设施,内有较多的老窿和已被炉渣充填的高大空区,矿块被周围的空区所包围,矿块的矿岩破碎,特别是顶板离层严重,开采难度相当大。其中205-1是 $V_1$ 脉分支脉的原生矿块,位于205矿块棚上,规模不大,脉幅较大,采用留不规则矿柱全面留矿法开采,锚杆护顶,事后尾砂充填。根据该矿区开采条件,从总体上设计以矿块为单元,在空间上采用分脉同步开采,自下而上、由东向西间隔顺序进行回采,避免应力集中。分脉开采时, $V_1$ 脉

的 207 和 205 矿房超前同时开采,采完后再回采 205-1、206 矿块中的几个小矿柱,最后回收 205 和 207 两个矿块底柱。207、206、205 三个矿块,根据脉厚均采用削壁充填法开采,遇到矿脉局部变厚时,另安装长锚索或架设人工矿柱,加固顶板和强化支护,采完后用尾砂或尾砂胶结充填接顶,有效的保护地面工业设施的安全。

## 5 讨论

(1) 根据沃溪矿区上采区空区分布特点,目前逐渐移向主要建筑物的中心部位,有可能与老空区连通,空区面积增大,如不能严格按设计方案和开采顺序进行,地表有可能出现预计移动变形范围以外的移动趋势,建议近期开采的矿块,如影响相邻矿房开采的空区,应优先处理。

(2) 应组织力量,按轻重缓急有计划、有步骤地消除空区隐患,避免恶性循环。对重叠矿块的开采与充填,在收集整理资料的基础上,重新设计开采方案,必要时充填可采取二次接顶。

(3) 据长沙矿冶院资料,采用三维地表移动理论预计新技术,对胶结充填开采方式的基本支撑顶板工具是矿柱,充填起辅助支撑作用,为了减少地表岩层移动,要加强现场管理,确保充填,护顶质量,防止采场顶板冒落或产生过大的变形。特别是一部分重叠开采的矿块进行二次回采时,会对地表移动有一定的影响,因此,全面使用充填采矿方法控制顶板冒落,防止地表移动是行之有效的。

(4) 建立地面充填系统。矿体倾角大于 45°的矿块,可用留矿法,事后一次尾砂充填。充填法方案是按矿厚和保护对象选用,如矿块经二次圈定后,脉厚有变化时,在单体施工设计时可调整充填方案。如冶炼厂及附近的矿柱矿块距地表仅有 12 m,可采用地表钻孔输送水泥砂浆充填工艺。对其任一矿块的开采,要避免单体设计不贯彻变形预计前提条件的行为,每一个矿块的开采都必须考虑与地表的联系,提出主要建筑物的预计移动与变形值及安全开采的措施。

(上接第 15 页)

$$[\text{Fe}^{3+}][\text{OH}^{-}]^3 = K_{\text{sp}}$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = K_{\text{sp}} / [\text{OH}^{-}]^3$$

除铁后溶液 pH=3.5 时,  $[\text{OH}^{-}] = 3.16 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ ,  $[\text{Fe}^{3+}] = K_{\text{sp}} / [\text{OH}^{-}]^3 = 3 \times 10^{-39} / (3.16 \times 10^{-11})^3 = 9.5 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ 。即除铁后溶液中铁的含量仅为  $9.5 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ 。

(3) 生产实践表明,除铁后溶液中  $[\text{Fe}^{3+}] < 10^{-5} \text{ mol/L}$  时,即能完全确保产品质量合格。

由上可知,本研究以  $\text{H}_2\text{O}_2$  为氧化剂,用  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  调溶液 pH 进行除铁的方法既不向溶液中引入杂质离子,又能有效除铁,工艺可行而且可靠。