特大采空区下安全高效采矿的实践

孙 浩

(狮子山铜矿,安徽铜陵市,244031)

摘 要 狮子山矿(简称狮矿)西山矿段现存的特大采空区,是一个难以控制在长期开采过程中不发生大崩落的采空区。在这样的采空区下继续开采,安全和效益两方面的矛盾就十分突出。二十年来,狮矿采取了"暂留矿石垫层"、"开天窗"、"封闭式采场结构"、"封闭空区"、"空区监测"等一系列重大措施,保证了下部开采的安全,同时,采用阶段崩落法开采,使采矿一直保持高效势头,社会效益,经济效益均十分显著。

关键词 采空区 矿石垫层 封闭式采场 空区监测 矿柱回采

狮矿西山矿段大采空区的体积已由1975年的23万m^3,增加到1997年末的151万m^3;大采空区北面的小采空区体积1995年末为50万m^3。

该采空区与空场法采空区有着本质的区别:它是一个开采初期预计会崩落而没有崩落,但却难以控制在长期开采过程中不发生大崩落的采空区。在这样的采空区下的矿体开采,安全和效益两方面的矛盾就十分突出。现将该矿二十年来有关重要的实践经验予以归纳总结,供同仁们参考并请斧正。

1 初期采空区的形成

狮矿开采初期即在+20m、-10m、-40m 3个中段进行,3个中段分别开辟了3、4、7个采场,这十四个采场结束共采出矿石20.7万t,占-40m中段以上总矿量的1/3。矿房结束后,所有的顶柱、底柱、用4次深孔大爆破回采完毕,其中以最后一次大爆破的规模最大,一次回采了-7#、-9#、-11#三条矿柱(见图1),爆破量23.5t。爆破炸药用量97吨,号称"百吨大爆破"。这次大爆破后,围岩没有按预计随之崩落,结果在-40m中段底台以上,形成了一个23万m^3的盲空区。空区安全隐患由此形成。

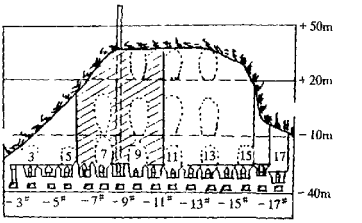


图1 -40米以上开采示意图

2 采空区下安全高效开采

2.1 暂留矿石垫层崩落法的确立

采用暂留矿石垫层崩落法的主要理由是:

(1) 为防止空区顶板大面积突然崩落产生冲击波对人身、设备的危害,采场底台以上要有20~30m缓冲层。如果采用围岩作垫层,需要崩落45万t围岩,当时预算约200万元。由于需要掘相应的硐室、坑道、深孔等。需要半年以上的时间,而且爆破围岩后,空区体积又增大了13万m^3,也不一定能导致空区顶板崩落至地表,因而空区隐患仍不能彻底消除。岩石作垫层,放矿时,破碎的围岩容易混入矿堆中,而另一部分矿石混入围岩垫层中无法回收,造成矿石贫化和损失。

(2) 用当时预算的200万元资金可开采矿石20万t,使其暂留在采场内可作13m厚的垫层,这暂留矿石在今后出矿过程中或采矿终了时,可进行部分回收。另外,13m厚的矿石垫层,可以把顶板冒落的围岩与下部矿堆隔开(见图2),使出矿过程中避免了围岩混入和矿石损失。

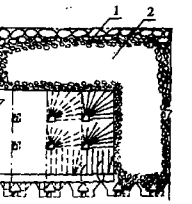


图2 暂留矿石垫层阶段崩落法

1—冒落废石 2—矿石垫层

鉴于以上理由,决定留一定厚度的矿石作垫层,来保障大空区下的安全生产。

2.2 配套实施的安全措施

综合分析确立了暂留矿石垫层崩落法以后,为此配套实施了以下措施:

(1) 开凿天窗:利用西矿段+50m中段9#采场已回采通地表的有利条件,设计从+20m与+50m老采区贯通形成"天窗",以求在顶板大面积冒落时产生的高压气流能从天窗逸出地表,减轻对坑下的危害。

(2) 封闭采空区。封闭采空区是指封闭井下所有与空区相通的巷道,防止顶板冒落时产生的冲击波四处危害。百吨大爆破后,分别在+50m、+20m、-10m、-40m等中段不同位置砌筑了14道混凝土封闭墙,隔断了生产作业区与空区的通道。现西山矿段回采深度已达到了-190m中段,-160m中段以上所有通空区的巷道全部砌筑了混凝土封闭墙,空区完全被封闭。

(3) 采用"封闭式"采场结构。所谓封闭式采场结构,即是使正在采切或回采的采场不与采空区相贯通的采场结构,以使空区顶板突然大面积冒落时产生的冲击波不会对生产作业人员造成直接伤害。在封闭式采场结构中,电耙道垂直矿体走向布置,切割层(一层)凿岩硐室由于处在暂留的矿石垫层最下部已与空区完全隔开,故沿走向布置,二层及以上的凿岩硐室由于可能处于暂留的矿石垫层的上部,故垂直矿体走向布置,不与空区相通。

采用这种封闭式采场结构,能使作业人员在采切、回采、出矿全过程中,始终处于安全状态下作业。

(4) 对空区进行全方位监测。尽管采取了一系列安全措施,但如能在大冒落前即可对冒落的规模及大致时间作出正确判断,便可将大冒落造成的危害降到最低程度。为此,狮矿与马鞍山矿山研究院共同进行了"空区顶板岩石移动监测"和"地压活动观测"等研究工作。

在空区监测工作中,通过从地表打通大空区的7个钻孔,在其中4个孔的深部各安设了3个基点,以便根据3个基点所测得的数据来判断空区顶板裂隙发育情况,其余3个孔用以

长期监测空区顶板标高，空区净空高和垫层厚度的变化。

随着开采深度加深、空区顶板暴露面积日益增大，在这种形势下，采取－80m中段17#采场矿体不回采的措施，留一条宽25m的垂直走向矿柱，将Ⅱ－Ⅴ矿带分成两个区域回采。为了更全面掌握空区情况，在大空区上部增加了3个钻孔，在小空区上部施工了4个钻孔，长期专人进行空区监测(见图3)。同时，在－80m 17#穿脉巷道内，不同地点安装了光应力计，大应变计等监测仪器，对空区进行更全面监测。

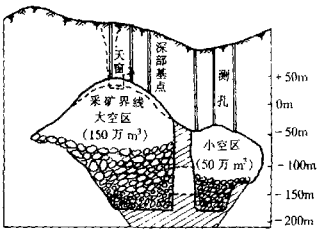


图3　采空区纵向投影示意图

3　矿柱回采及空区处理

3.1　矿柱回采

17#矿柱内共有地质储量72.6万t，最高品位1.83%，平均为1.0%，金属量7297t(见附表)。

二十多年来，大小空区的体积已增大到205m³，但对空区全方位的监测资料显示，空区围岩是稳定的，整体性好。因此，早在1989年就有人提出对17#矿柱适时回采的建议。但17#矿柱回采与否，有两种观点：一种观点认为，17#矿柱是使大空区处于稳定状态的重要因素之一，而现行的采矿方法在稳定空区下开采已产生了巨大的经济效益，而且还将产生巨大的经济效益，17#矿柱不回收，整个西山矿段的总损失率也只有20%，如17#矿柱现在回采，空区现有的稳定的应力分布将被破坏，空区随时会发生大冒落，这样，对矿柱回采人员的安全十分不利。第二种观点认为，纵观采空区全貌，空区纵向长与横向之比较大，因而可认为，该空区稳定与否，主要取决于空区横向跨度的大小，而横向跨度最大的是已经回采结束的15#采场，其横跨102m；17#矿柱回采后的水平跨度只有70m，因此，17#矿柱可以进行回收，并不对大空区的稳定构成大的影响。

附表　17#矿柱内矿量分布表

中　段	矿量(万t)	品位(%)	金属量(t)
－18m以上	54.685	0.87	42
－80～－120m	19.0385	1.02	1938
－120～－160m	27.4831	1.09	2994
－160～－190m	20.6091	0.92	1888
合　计	72.5992	1.00	7297

直到1995年初，西山17#矿柱回采工作才正式提上日程，针对多年来的两种观点，狮矿会同马鞍山矿山研究院，采用大型电子计算机对空区围岩的稳定性进行模拟计算，计算出的结果经专家分析论证认为，有步骤地、部分回采17#矿柱是安全的，不会对大空区的稳定造成大的影响。但在回采时应持慎重态度，要加强空区监测的力度，以确保开采的安全。时至1997年底，17#矿柱已安全回采高品位矿石21万t以上。预计，17#矿柱内72.6t矿石可回采37.865万t，回收率为52.15%，回收金属量4336t，回收率为59.4%，17#矿柱的回采，延长了西山矿段的服务年限，缓解了狮矿深部大团山矿段的生产压力，为狮矿由老区向深部新

区平稳过度起到了重要作用。

3.2 空区处理

在17#矿柱开始回采以前，人们对空区处理不外乎三种方案。一是暂不处理，长期监测；二是崩落空区顶板；三是用废石充填采空区。其中以第三种方案最为现实可行，即：狮矿今后大团山、冬瓜山矿床基建开拓，相当长的时期内，有大量的废石排放，而现矿山废石场已满，大量的废石无处排放，急需新建废石排放场，另一方面，是西山大空区需处理，而且空区围岩稳定，有足够时间允许长期充填。将二者联系起来考虑，废石充填是个现实可行的方案。这三种方案的共同特点是：待Ⅱ－Ⅴ矿带回采结束，再对空区进行处理，最后进行矿柱回收。

今后的空区处理仍将采用上述的第三方案，所不同的是先回收矿柱，后进行废石充填。

先回收矿柱是依据人们对空区围岩稳定性的新的更高级的认识("矿柱回采"中已详述)其必要性有二点：一是由于受－190m中段开采的影响，－160m中段2#沿脉巷道将被破坏，亦即－154m走向采场的出矿系统将被破坏。如此，将造成17#矿柱底板品位为1.83%的V_2矿体的5.13万t矿石不能回收；二是到1994年末，大空区15#采场的垫层标高已经降至－80m，而17#矿柱诸矿体的产状决定了回采时必须以15#采场为自由面进行矿石崩落，如15#采场垫层标高继续下降，则矿柱回采时将有大量的矿石崩落在15#采场冒落的围岩上得不到回收。

由于17#矿柱回采，使西山大小两个空区联成一体，到1997年底，空区体积达211万m^3，因此建议，废石充填方案应尽快实施，以达到及早地、彻底消除空区安全隐患之目的。

4 结束语

(1) 大型盲矿体开采，应用崩落法，由于地表未陷落，而形成大盲空区，对下部继续开采造成了安全隐患。狮矿采用暂留矿石垫层、开天窗，封闭空区周围坑道及空区监测等一系列安全措施，创造了不崩落顶板，不充填空区，特大采空区下安全采矿的实例，为地下矿床开采开拓了新路。

(2) 特大空区下应用暂留矿石垫石阶段崩落法和控制放矿技术，使矿石损失率仅为5.8%，贫化率为5.7%，克服了崩落法贫化、损失率高的致命弱点，使崩落采矿法发生了本质变化。

(3) 十多年的空区监测，积累了大量的实践经验，使人们对采空区围岩稳定性的认识不断深化，对今后相应的矿山和狮矿深部开采具有指导意义。