ISSN 1671 - 2900
CN 43 - 1347/TD

采矿技术 第9卷 第1期
Mining Technology, Vol. 9, No. 1

2009年1月
Jan. 2009

云南弥渡县九顶山铜钼矿东部采矿方法初探

田金明

(九顶山矿业股份有限公司, 云南 弥渡县 675600)

摘 要:针对九顶山铜钼矿东部厚大矿体,矿区地质概况、矿床赋存特征、开采技术条件,依据现有工程矿岩物理性质和岩性指标(RQD),分析了矿石自然崩落的"可崩性",提出在该矿段选择、应用阶段自然崩落采矿法;论述了矿块自然崩落采矿系统结构参数、回采工程等,探寻了规模化开发利用九顶山铜钼矿资源,降低采矿制造成本的高效、经济,快速发展途径。

关键词:九顶山铜钼矿;阶段自然崩落采矿法;可崩性

九顶山铜钼矿大约清末就有小规模土法采冶。1958年群众冶铜极盛,留有大量炉渣,自1985年民采活动深入矿区,随后几年无序开采,资源浪费严重。1992年弥渡县组建九顶山铜矿(县办国有企业),开拓4个中段,其中2个中段(2700,2640 m)的铜矿体由牟定铜矿(引进)系统开采,并已采完。2001年7月弥渡县九顶山铜矿正式办理采矿许可证,新开2个中段,即(2580,2615 m),由于开采不系统,采矿方法不当,矿体部分巷道已塌陷。2006年4月,云南铜业与弥渡县人民政府签订了九顶山铜钼矿资源开发协议,8月组建成立了弥渡县九顶山矿业有限公司,9月九顶山铜钼矿《技改扩建项目》科研通过,10月25日开工建设,至2007年6月建成日处理矿石1500 t选厂一座。新开中段(2540,2500,2480)由于采区矿岩破碎,断层、裂隙密集纵横,开拓、采切巷道采用素混凝土和14#矿用槽钢支护,现采矿活动区域内地压集中、活动强烈。表现在巷道工程坍塌、冒顶现象时有发生,工程造价成本平均达9000元/m。为使矿山达到规模化开采,降低采矿制造成本,本文提出在九顶山铜钼矿东部矿段选择阶段自然崩落采矿法,仅供探讨。

1 矿区地质

1.1 概 况

矿区位于扬子地台西侧的盐源丽江台缘凹陷的最南端。区域处于藏滇地槽褶系与康滇地轴的接触过渡带,构造发育,以北北西向和北东向两组褶皱为主,以此相伴形成北北西向、北北东-北东向两组逆断层;东西向、南北向两组正断层横交或斜交地层走向,延伸不远,常使地层及逆断层明显错断。岩浆活动频繁,发生于海西和燕山两期,海西期受大断裂控制,以玄武岩和基性-超岩性岩浆侵入为主;燕山期主要是沿背斜轴部及岩层弱化带侵入的富碱性花岗岩质小型岩体。矿区及附近出露志留系上流(挖色流)海相碎屑岩,石炭-二叠系碳酸岩及二叠系上流玄武岩。

处于区域南北向与北东向两组构造的交接部位,两组构造相互干扰形成近东西向构造,总体为:向南陡倾的单斜,倾角一般40°~60°,最大75°~80°;东端较缓,为20°~30°。受区域构造影响,矿区及附近次级南北向平移断层及剪裂隙极为发育。对矿床和含矿溶液的运移影响甚大。在岩浆侵入的作用下,与岩体直接接触的志留系上统砂页岩发生强烈的接触变质和岩浆期后热液蚀变作用,由内到外可分为透辉石、长英角岩带;条带状长英角岩带和千枚岩、蚀变砂岩带三个带。弥渡县九顶山铜钼矿就处在东西向九顶山倒转背斜的南翼。

1.2 东部钼矿带矿床(体)特征

九顶山钼矿包括矿区内的钼矿带和铜钼矿带的全部及铜矿带内圈的一部分,各矿带的划分与构造裂隙带、接触变质带和蚀变带划分基本吻合。其中东部钼矿带产于侵入体北侧内接触边缘的构造裂隙中,与岩浆岩直接相连,成矿裂隙发育。矿体形态和产状取决于裂隙的产状和密集程度,可分为4类。

(1) 由彼此相连的复合裂隙群形成的大矿体,产于第二、三构造裂隙带中。

(2) 由为数众多又彼此相连的矿脉群、主矿条和平行小矿条组成,分岔、尖灭、再现频繁出现,形态

万方数据

十分复杂。

(3) 产于侵入体中部的雁行状钼矿体,由众多夹石相隔的透镜状矿体群组成,呈雁行状排列,形态变化极大,矿化极不均匀,夹石最厚 3 ~ 6 m,走向长达 400 m 以上,由于部分夹石在采矿活动中难以剔除,故回采采幅水平厚度达 540 m 以上。

(4) 产于岩浆岩与沉积岩内外接触带的蚀变岩石中,矿化强度与含金构造裂隙发育程度密切相关,矿床成因为中温热液细脉浸染型矿床(见图 1)。

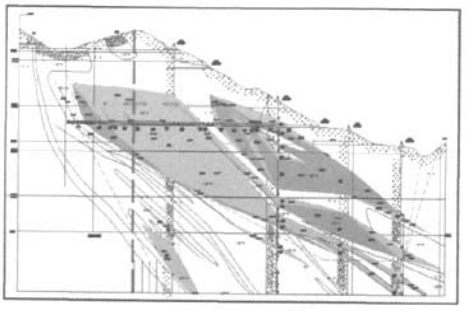


图 1 弥渡县九顶山铜钼矿东部第 6 号勘探线剖面

1.3 矿石性质

全区钼矿石以硫化矿为主,赋存岩石分为辉钼矿花岗斑岩、辉钼矿长英角岩、矽卡岩化辉钼矿 3 类。矿石结构有叶片状、自形 - 他形粒状、乳浊状、围边、交代残余、压碎等结构;构造有细脉状、细脉浸染状、条带状、块状,构造十分发育。主要金属矿物为辉钼矿,粒度一般为 0.019 ~ 0.20 mm,集合体 0.07 ~ 0.46 mm,个别 2 ~ 7 mm。矿石品位与含矿裂隙密集程度密切相关,钼矿相邻厚度方向品位变化很大,其中:东部矿块平均品位为 0.06% ~ 0.10%,全区平均 0.081%,变化系数 49.6% ~ 54.6%。

1.4 水文地质

上志留统中上部(S_3^4)的薄层状砂质岩互层和底部的页岩为隔水层;中部(S_3^2、S_3^3)为砂岩裂隙弱含水层。与矿体直接相关的围岩为花岗斑岩裂隙弱含水层和接触带的角岩裂隙含水层,后者裂隙发育且多为张性,富水性强,含承压水,坑道掘进角岩带时涌水急剧增加。大气降水是地下水的补给来源,矿区山高坡陡,沟谷发育,有利于地表水和地下水的排泄,富水性强的蚀变角岩带和富水性相对较弱的花岗斑岩带是矿床的主要充水含水层,使地下水直接入坑。

2 开采方案研究

与矿床开采直接相关的工程地质岩组为花岗斑岩和角岩块状岩类软弱 - 坚硬工程地质岩组。前者裂隙发育,风化带的高岭土化、绿泥石化使岩体变得软硬不均,岩体稳定性差,开采巷道进入该岩组作业后,据统计约 80% 地段需要高质支护,后者裂隙较发育,岩体相对稳定。

2.1 矿块"可崩性"指数调查与研究

阶段自然崩落采矿法的选择取决于矿石本身自然崩落性质的"可崩性"判定,而"可崩性"迄今尚无一个较完善的确定方法。因此,作者在获取九顶山东部钼矿体"可崩性"指数时:

(1) 在 2540 东沿现完成的采掘工程中,对以下 4 类:含矿、不含矿角岩,含矿、不含矿花岗斑岩提取支护指标(见表 1)。

表 1 2540 坑道箱木支撑量统计

岩性	总长度(m)	架棚长度(m)	支撑系数(%)
含矿角岩	544	87	16
不含矿角岩	414	77	18.6
含矿花岗斑岩	946	502	53.1
不含矿花岗斑岩	1042	551	52.8

(2) 在现有揭露坑道工程中,展开工程地质调查,进行矿岩物理性质、裂隙测定,结果见表 2(钼矿体重一般为 2.4 ~ 2.6 t/m^3,湿度为 1% 左右)。

表 2 岩石裂隙率统计

岩性	坑道长(m)	裂隙率(条/m)		
		最小	最大	平均
蚀变花岗斑岩($\gamma\pi1$)	500	4	25	22
致密花岗斑岩脉($\gamma\pi1$)	500	2	6	3
蚀变角岩	500	7	15	9

普氏硬度为Ⅳa 级,岩石的力学性质统计表见表 3,抗压强度最大 1332 kg/cm^2,最小 852 kg/cm^2,湿抗压强度为 688 ~ 940 kg/cm^2,崩落后的最大块度直径为 1500 ~ 2500 mm,最小直径 < 3 mm,而多集中于 250 ~ 1000 mm 之间。

(3) 采集矿块生产探矿钻探岩芯 645m,从该地质岩芯断裂指数(见图 2),经数理类比,综合表 1 ~ 表 3 所列技术资料,分析判定,该矿块矿石"可崩性"能满足应用阶段自然崩落法的条件。

2.2 矿体自然崩落方案

据上述成果以及阶段自然崩落法的基本特点,把矿块底部水平大面积拉开和回采边界切帮后,借

万方数据

助矿体自重与地压作用和必要的工程切割矿块自然崩落成碎块，矿石经底部装矿巷道放出。随着矿石大量的放出，上部覆盖岩层将自然崩落充填空区（见图3）。

表3 岩石物理性质测定

矿石种类	样号	取样地点		岩石物理性质试验结果						备注
		坑道号	坑深(m)	比重	容量	孔隙率	吸水率(%)	湿抗压 (kg/cm²)	干抗压(kg/cm³)	
含矿蚀变	1	5121	130	2.71	2.59	4.43	0.68	688	-	为三次试验
花岗斑岩	2	6401	200	-	-	-	-	850	1092	的平均值
含矿蚀	3	5121	130	2.71	2.59	4.43	0.68	688	-	为三次试验
变角岩	4	4321	80～90	-	-	-	-	1607.5	1876.7	的平均值
致密花岗斑	5	5121	137	2.76	2.6	3.71	0.36	1160	-	为三次试验结
岩(不含矿)	6	6101	40	-	-	-	-	1045	1237	果的平均值

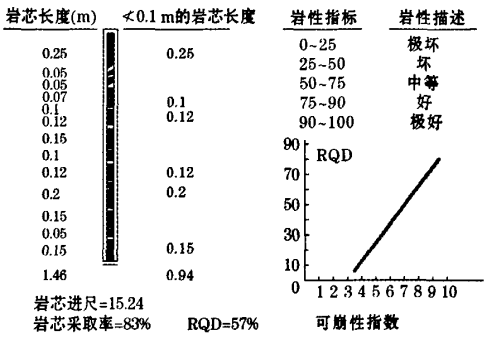


图2 地质岩芯断裂指数

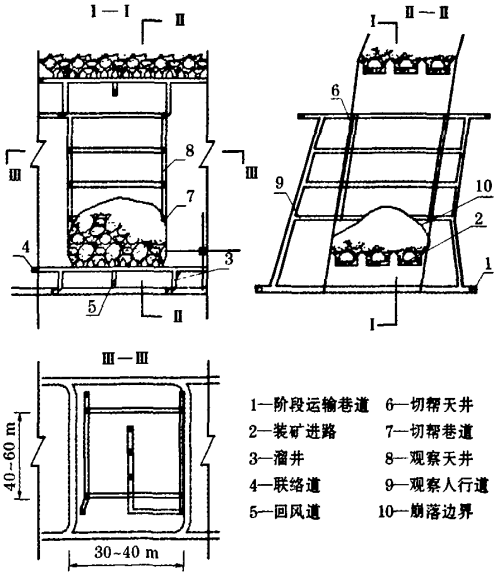


图3 阶段自然崩落法方案

向建设2#,3#,4#盘区，对整个东部2450水平以上矿块，实施全面连续开采，（见图5）。

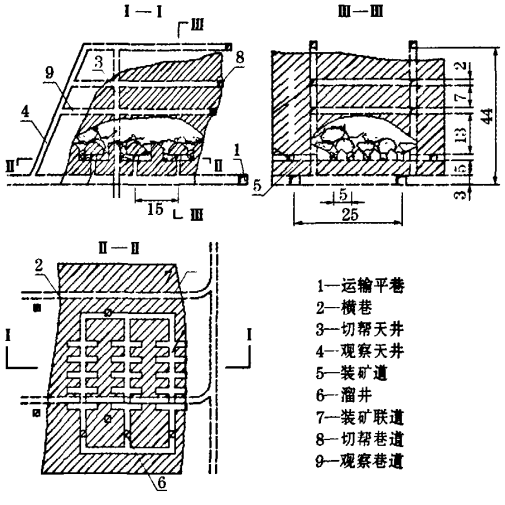


图4 2540中段矿块自然崩落法方案设计

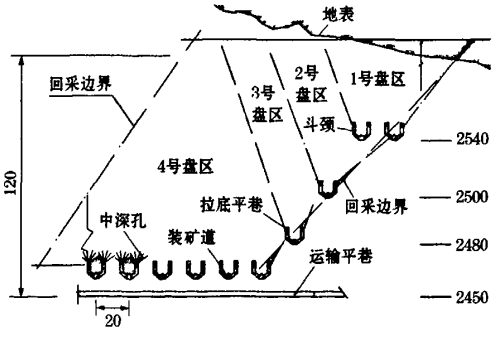


图5 全面连续自然崩落采矿法

2.2.1 设计原则

依据东部钼矿体空间形态、产状、倾角等矿块开采技术条件，划定回采单元（矿块），首期在2540中段下盘矿块设计回采盘区，（见图4）。

与此同时，分别在2500,2480,2450 m沿矿体走

2.2.2 采场结构要素

考虑到出矿巷道的维护费用、矿块切割工程量、准备时间随着矿体增大而增大，采场阶段高度上盘为120 m，下盘中段盘区高40～80 m。采场水平宽度为该采场阶段回采单元宽度，长度为100～120

万方数据

m。装矿道布置形式(视矿体形态)沿走向布置,间距20 m(巷道中心对中心),指形漏斗斗间距8 m,漏斗口错开布置。

2.2.3 采切工程

采准布置:下盘装矿道、运输平巷和横巷、装矿进路、斗颈、人行天井、回风道、联络道,在矿块的下盘、岩石移动线以外7~10 m设计布置2~4条水平观察进路与下盘运输道联通,用于观察矿石的自然崩落过程,兼回风和处理矿块边角未自然崩落平衡拱支撑点。切割布置:切割天井、切帮天井、切帮平巷和横巷、拉底平巷和横巷等。

由于东部钼矿段围岩为蚀变花岗斑岩,底柱承受的地压大,出矿装矿巷道的支护选用30~45 cm厚的高标号混凝土支护或采用14#槽钢结构和金属网喷射混凝土联合支护方式;对装矿道进路(斗穿)的全金属眉线,用锚杆索加锚索加固,出矿为无轨设备,运输采用电机车。

2.2.4 回采工程(切帮及拉底)

(1)切帮:主要是解决削弱(沿采场下盘回采边界)矿块与原岩体的联系,破坏矿石自然崩落过程中形成的平衡拱基;控制矿块的崩落,使它不发展到相邻未进行采矿活动的矿块或两帮的围岩中;切断或降低平衡拱角的应力,提高崩落边界附近处于高应力区巷道的稳定性。切帮时,靠近采空区的一侧的不切帮;上盘岩石不稳固时,为避免出矿过程中的侧面贫化不切帮,只对回采矿块下盘切帮。

(2)拉底:目的是在矿块底平面对应切槽切帮形成的"崩落预裂面"拉开矿块底平面自由空间,促使矿石自然崩落。采用浅孔或中深孔在拉底巷道顶扳向上分别钻凿扇形浅孔和中深孔与扩漏斗孔同时爆破,此方法灵活,效果直观,但拉底工程量大,劳动生产率低。需要注意的是:拉底速度要与矿石自然崩落速度相适应。拉底速度过快,次生应力难以得到充分的利用,对矿石的自然崩落不利,拉底速度过慢,出矿装矿巷道随地压应力集中,对其稳固性不利。因此,浅孔拉底(每次拉一对漏斗受矿面积);中深孔(每次爆破3~4排炮孔);相邻拉底巷道之间的超前距离保持在6~12 m。

2.2.5 出矿和地压控制

出矿分为两个阶段:第一阶段是在矿石自然崩落过程中的局部出矿;第二阶段是矿石自然崩落结束后,在崩落岩石覆盖下的大量出矿。

(1)"加速"局部放矿,尽快形成矿石连续自然崩落的补偿空间。

(2)"控制"放矿速度,使之空间面与矿石的自然崩落速度相适应。因为,出矿速度慢,会阻碍矿石自然崩落的发展,使出矿巷道随地压应力集中,压实已崩下的矿石,导致放矿口放矿困难。而出矿速度快,则在已崩下矿石与未崩的矿石之间形成较高的空间,矿石大面积崩落时会产生动压力和空气冲击波,若矿块侧面有崩落的覆岩,则覆岩废石将涌入采场空间造成提前贫化。因此,确定本方案采场出矿速度参数值为0.15~0.30 m/d,最高达1.0~1.2 m/d;出矿初期取小值,矿块区域可崩性好时取大值。或在采场生产过程中,根据矿石的自然崩落速度进行调整。采场出矿设备采用重力放矿,铲运机进路装矿,无轨和电机车中段运矿。

3 结 论

3.1 可行性

在九顶山东部厚大钼矿块中,选择阶段自然崩落采矿法是可行的。

(1)该矿段经济回采矿体形态规整,矿体与围岩的接触界线近似于采矿自然安息角,下盘围岩比上盘岩石稳固,覆盖岩石稳固性差,能够随矿石自然冒落。

(2)矿体裂隙发育,易于自然冒落,从采掘冒落矿岩统计分析,块度不大;矿石品位分布均匀,夹石少;矿石不结块;矿体厚度大(>40~80 m),矿块自然崩落夹持性小,有足够的自然崩落水平面积。

(3)地表允许崩落,矿块生产能力大,劳动生产率高,较阶段崩落法比,采切工程量小,采矿制造成本低。

3.2 存在的问题

该方法适用条件要求较严格;方法灵活性差,矿块落矿方式一旦"开弓"较难改变成其他采矿方法;对矿块切帮顺序、拉底和出矿的管理水平、采矿技术、质量要求高;出矿巷道的支护和维修工作量大;产量调节比较困难。

参考文献:

[1] 薛步高.景东卜勺—昆岗磁铁矿床地质特征[M].昆明:云南科技出版社:204~206.

[2] 云南省有色地质313队.弥渡县九顶山铜钼矿资源储量核实报告[R].楚雄:云南省有色地质313队,2006:20~23.

[3] 《采矿手册》编辑委员会.采矿手册(第2卷)[M].北京:冶金工业出版社,1990:459~540.

(收稿日期:2008-11-02)

万方数据