

铜曼矿山排土场排废品位超标原因分析探讨

段敬陶

云南华联锌铟股份有限公司，云南省 文山壮族苗族自治州 马关县 663700

摘 要： 矿山排土场排废品位信息监管是矿石开采质量管理的有效手段之一，发现排废品位超标及时进行原因分析并追踪造成超标源头，可减少矿石流失。本文通过介绍铜曼矿山矿体赋存特征、生产工艺及调度管理系统，并以超标实例进行详细原因分析，旨在引导工程技术人员在进行排废品位超标源头、原因分析时，能进行参考学习。

关 键 词： 铜曼矿山；排废品位；原因分析

Analysis And Discussion On The Reasons For The Excessive Grade Of Waste Discharge In The Dump Of Tongman Mine

Duan Jingtao

YUNNAN HUALIAN ZINC&INDIUM STOCK CO.,LTD. Maguan County, Wenshan Zhuang and Miao Autonomous Prefecture, Yunnan 663700

Abstract： The supervision of waste grade information in mine dump is one of the effective means of ore mining quality management, and the cause analysis and traceability of the source of excess waste can reduce ore loss. This paper introduces the occurrence characteristics, production process and scheduling management system of the ore body of Tongman Mine, and analyzes the causes in detail with examples of exceeding the standard, aiming to guide the engineering and technical personnel to conduct reference learning when analyzing the source and causes of the excessive waste discharge grade.

Key words： Tongman Mine; waste discharge grade; cause analysis

一、废石的定义及判定标准

（一）废石的定义

废石又称矸石，是指矿体周围的岩石（围岩）以及夹在矿体中的岩石（夹石），不含有用成分，或者有用成分含量过少，当前不宜作为矿石开采的岩体^[1]。和废石相对的即为矿石，矿石是指地壳内的矿物集合体，在现代技术经济水平条件下，能以工业规模从中提取国民经济所需的金属或矿物产品，矿石的聚集体称为矿体。

（二）废石的判定标准

废石和矿石的概念是相对的，是随着国民经济的发展、矿山开采和矿石加工技术水平的提高而变化。一般情况下，划分矿石与废石的界限取决于：采矿和矿石加工的技术水平、地区的技术经济条件，以及国家规章制度规定的技术经济政策。矿山企业对废石的判定标准，常以工业指标作为判断依据^[2]。

铜曼矿山开采的矿种为锌、锡、铜矿，对废石的判定，是依据地质矿产行业标准 DZ/T0214-2002《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》规定的硫化矿石现行一般工业指标。其中，超低品位资源是指，化学分析品位未达到边界品位要求，但通过“跳汰+螺旋溜槽”等预富集工艺可以加以回收利用的资源体^[3]。所以，铜曼矿山废石的判定标准即为低于超低品位资源体的岩石：锌品位 < 0.5%，锡品位 < 0.10%，铜品位 < 0.10%，见表1。

表1 铜曼矿山废石判定标准表

指标项	元素	锡	锌	铜
边界品位	勘查规范	0.1-0.2	0.5-1.0	0.2
	矿山使用	0.15	1.00	0.20
超低品位资源品位		0.10	0.50	0.10
废石品位		< 0.1	< 0.5	< 0.1
最低可采厚度（米）			≥ 1	
夹石剔除厚度（米）			≥ 3	

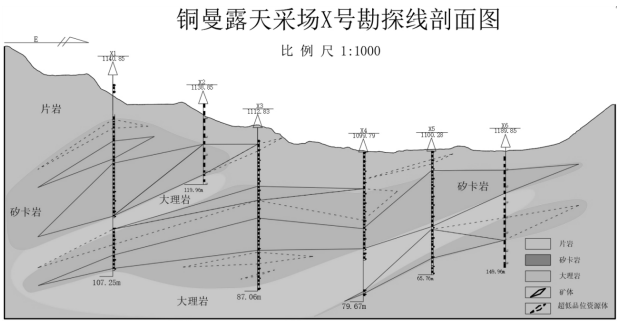
二、矿区废石及矿体特征

矿区揭露的岩性主要为矽卡岩、大理岩、片岩、花岗岩等。

（一）矿体特征

主要赋存于矽卡岩中，少量赋存于片岩、大理岩、矽卡岩互层带内，含矿岩石主要为绿泥石化矽卡岩、矽卡岩化片岩等，颜色多为棕、绿~深绿色，形态不规则多为似层状、透镜状、扁豆状、囊状等，沿走向和倾斜均有膨胀收缩、分枝复合等现象^[4]。矿体沿层产出，走向近南北，倾向西，倾角10 ~ 47°，并以10 ~ 15°的侧伏角自北而南侧伏，东帮区域的矿体产状平缓，部分矿体倾角趋近水平；西帮区域的矿体倾角稍陡，一般倾角10 ~ 40°。矽卡岩矿化极不均匀，同一地质体内，锌锡铜含量差异甚大，有的地段形成富厚工业矿体，有的地段仅有微弱矿化，在生产剥离过程中，因

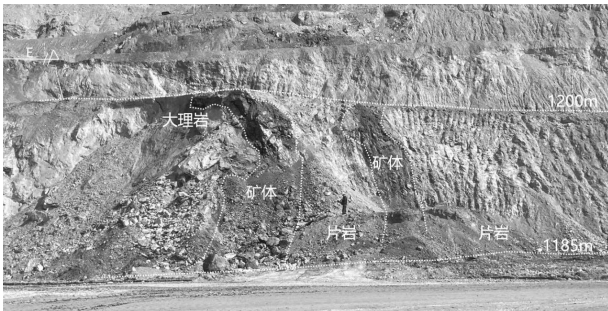
矿化现象微弱，易造成矿石流失，排废品位超标，图1。



> 图1 铜曼露天采场X号剖面图矿体特征示意图

(二) 废石特征

废石以大理岩、片岩为主，与矿体界线清楚，呈整合或斜交接触。其中，大理岩以灰~灰白色薄至中厚层状细至粗晶方解石、白云石大理岩较为常见，部分方解石脉中，以及大理岩与片岩接触面间具铅锌铜矿化；片岩以灰绿色石英云母片岩、绿泥石石英片岩，细至中粒鳞片变晶结构，片状构造，节理裂隙发育，裂隙面见石英细脉及团块，岩石较完整，局部具弱绿泥石化、绿帘石化，偶见星点状黄铁矿；矿体中废石也较为普遍，厚薄不等，形态不规则，常呈条带状、扁豆状、孤岛状、囊状等，图2。



> 图2 铜曼露天采场矿体与废石特征图示

三、生产工艺及调度管理系统

露天矿山生产工艺主要为穿孔、爆破、铲装、运输、推排等五大工艺，造成矿石的流失及排废品位超标的工艺为铲装工艺，分析排废品位超标的原因，还需进一步了解运输工艺及生产调度管理系统。

(一) 铲装工艺

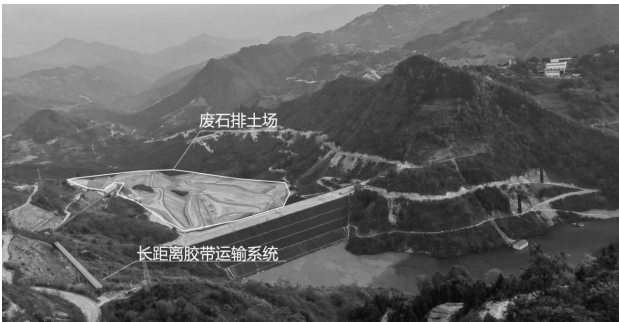
根据采场南北纵向地形和矿体倾伏角较缓，矿体倾角小于地形坡度（地形坡度15°，矿体倾角13°），南部覆盖岩层薄等特点，确定采剥方式为由南向北推进，即沿矿体走向推进。铲装设备主要有（1.6~7m³）挖机数台，（15~18m³）电动液压铲数台^[5]。15~18m³电动液压铲主要用于采区中上部进行剥离作业，工作平台宽度不小于45m，综合生产能力300万m³/a；（1.6~7m³）挖机主要用于采区中下部，进行采矿和靠帮剥离作业，工作平台宽度不小于35m，综合生产能力90万m³/a。

挖机铲斗长约1.28~2.27m，次要及小矿体平均厚度约1~2m（8个主矿体平均厚度约5~20m）。在矿废石隔离过程中，由于不同尺寸的铲装设备，铲装能力不一，面对形态、规模复杂多样的矿体，无法及时进行设备的合理选取，易造成矿石流失排废品位超标。

(二) 排废工艺

铜曼矿山废石运输方式为公路运输和胶带运输，公路运输是通过矿用卡车将采场内的废石，运送至排土场；胶带运输是通过皮带传输将废石输送到排土场。通过胶带运输的废石主要由两块构成，一是采场剥离废石，二是超低品位资源经“资源跳汰回收生产车间”跳汰富集回收利用后剩下的尾渣（所以分析排土场排废品位超标原因，还需调查“资源跳汰回收生产车间”原矿来源及尾渣品位情况）^[6]。

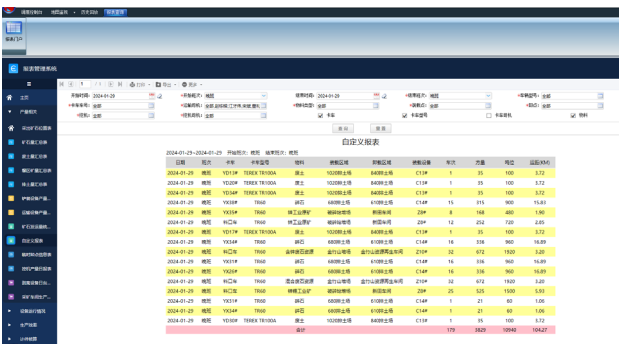
排废点主要有两处分别简称为“1#、2#排土点”。1#排土场位于采区东部，距采场边缘约800m，废土运输方式是公路运输，废石来源均为采场剥离；2#排土场位于采区东南部，与采场最近直线距离约2.4km，排土方式：汽车公路运输+长距离胶带运输组合方式，废石来源一是采场剥离废石，二是“资源跳汰回收生产车间”跳汰富集回收利用后剩下的尾渣，图3。



> 图3 铜曼露天采场铲装现状图

(三) 调度管理系统

熟悉生产调度管理系统，可帮助工程技术人员在调查排废品位超标源头分析上，快速查询到所选时间内各个剥离区的排废位置、运输车辆、运输量，以及回收跳汰车间的尾渣排放量、尾渣品位等信息。铜曼露天矿山调度管理系统，全称为“卡车智能调度管理系统”，简称IDS系统。是通过采用全球卫星定位技术（GPS）、计算机及网络技术、矿山系统工程及优化理论等，对传统的人工调度系统及管理体制进行改造，通过采集生产设备动态信息，实时监控和优化调度卡车、挖机等设备的运行，从而形成一种信息化、智能化的新型现代调度控制系统。调查某时间段排废品位超标时，工程技术人员可在调度系统自定义报表中，选择“发生超标时间段、采剥区域、卸载地点、运输方量”等；在通过“跨时间部门实时报表”，选择查询“资源跳汰回收生产车间”尾矿排放品位信息，最终确定排废品位超标源头，图4。



> 图4 铜曼露天矿山生产调度管理系统示意图

四、排废超标分析

本节以矿山生产数据为例进行排废超标分析，其意义在于引导工程技术人员在进行排废品位超标源头、原因分析时，能进行参考学习。实例：X年X月18、19日，经矿山生产监管人员在2#排土场排废取样中发现，18日中班排废铜品位0.182%，19日夜班排废铜品位0.146%，均超过矿山排废考核指标（铜品位≤0.13%）。

（一）排废源头分析

根据生产调度系统分析，18日中班及19日夜班废土，排至2#排土场的起点位置有：一是“资源跳汰回收生产车间”跳汰富集回收利用后剩下的尾渣通过长距离胶带排至2#排土场；二是采场各平台剥离废土，通过公路及胶带排至2#排土场。现对上述两个位置进行详细分析：

1.回收生产车间尾矿

通过系统“跨时间部门实时报表”，查询“资源跳汰回收生产车间”尾矿排放品位信息：18日中班及19日夜班，废石回收处

理车间废石处理量分别为1.09万吨、1.01万吨，原矿铜废石品位分别为0.080%、0.047%，尾矿品位铜分别为0.066%、0.040%。两个班次尾矿品位均未超过排废品位考核标准，故排除本次排废源头为“资源跳汰回收生产车间”尾矿，表2。

表2 “资源跳汰回收生产车间”尾矿品位信息表				
日期（日）	班次	废石处理量（吨）	废石品位铜（%）	尾矿品位铜（%）
18	中班	10909	0.08	0.047
19	夜班	10192	0.066	0.04
合计/平均值		21100	0.073	0.044

2.采场排废情况

通过调度系统自定义报表查询得出：18日中班、19日夜班，排废至2#排土场的装载区域为1215、1060、1230、1245四个平台区域，共剥离18235m³，车次471车。其中：排废占比最大为1230平台D3#电铲剥离区域，占比本次分析总剥离量48%，其次为1245平台XE1#剥离区域，可初步确定采区排废超标点为1230平台D3#电铲作业区域，表3。

表3 X年X月18日、19日铜曼采场排废2#排土场数据表									
日期（日）	班次	装载设备	物料	装载区域（米）	矿体号	铜品位（%）	方量（m³）	车次（车）	方量占比（%）
18	中班	C1#	废土	1215	21	0.53	2310	63	
		C13#	废土	1060			112	4	
		D3#	废土	1230	1或盲矿体	0.36	3836	96	
		XE1#	废土	1245			2863	74	
19	夜班	C1#	废土	1215	21	0.53	1120	29	
		D3#	废土	1230	1或盲矿体	0.36	4893	121	
		XE1#	废土	1245			3101	84	
合计		C1#	废土	1215	21	0.53	3430	92	19
		废土	1060			112	4	1	
		C13#	废土	1230	1或盲矿体	0.36	8729	217	48
		D3#	废土	1245			5964	158	33
		XE1#	废土				18235	471	

为进一步确认造成排废超标源头，现从调度系统自定义报表中，查询上述区域当期现场取样样品化验信息得出：18日中班，1230平台D3#电铲剥离区域现场管理人员共取样3件，超标2件；19日夜班，1230平台D3#电铲剥离区域现场管理人员共取样2件，超标1件，可确认采区排废超标点，表4。

表4 X年X月18日中班、19日夜班生产样数据							
日期 (日)	平台 (米)	挖机	管理人员	挖机人员	样品编号	Cu	备注
18 (中班)	1215	C1	张某		C1-1#中	0.052	
					C1-2#中	0.057	
					C1-3#中	0.031	
	1230	D3	何某	张某	D3-4#中	0.663	超标
D3-5#中					0.095		
D3-6#中					0.15	超标	
19 (夜班)	1230	D3	李某	王某	D3-1#夜	0.142	超标
					D3-2#夜	0.042	

（二）排废源头确认

通过上述数据分析得出：18日中班及19日夜班排废品位超标点均为1230平台D3#电铲作业区域范围内。根据调度系统生产监管回放：当期D3#电铲在1230平台东北帮剥离，由东向西条带推进，西侧近15米处出露一工业铜矿体，矿石品位约为0.46%，可确认超标的矿体为1230平台一工业铜矿体。

（三）超标原因分析

（1）上述区域矿体主要赋存于大理岩-矽卡岩群体之间，矿体沿岩体裂隙面产出，规模较小、厚度及品位变化较大，矿体较为复杂。中夜班期间，因照明视线不佳，不易识别该矿体，造成排废品位超标。

（2）在剥离废土时，现场及挖机驾驶人员，对有矿化蚀变区域的点，应坚持先取样后发运的原则，待样品化验信息出来确认后，再选择发运，可避免排废品位超标。

五、总结

矿山排土场排废品位信息监管是矿石开采质量管理的有效手段之一，发现排废品位超标需及时进行原因分析并追踪造成超标

源头，尽可能减少矿石流失。原因分析需要工程技术人员熟悉矿山地质情况、矿体赋存特征、生产工艺及调度管理系统等，在调度系统中需要熟悉各模块内容，以便查询到所需信息。

参考文献:

-
- [1] 柏国能, 赵记芬. 都龙锡锌矿区铜-曼矿段主要矿化元素分带规律[J]. 云南地质, 2022, 第41卷(2):187-195.
- [2] 柏国能, 赵记芬. "都龙锡锌矿区铜-曼矿段主要矿化元素分带规律." 云南地质 第41卷. 2(2022):187-195.
- [3] 柏国能, 赵记芬. (2022). 都龙锡锌矿区铜-曼矿段主要矿化元素分带规律. 云南地质, 第41卷, (2), 187-195.
- [4] 文世芸, 徐桂清. 露天矿卡车计算机调度系统的特点、现状与推广前景[J]. 露天采煤技术, 1994(4): 25-29.
- [5] 杨仕教, 戴剑勇. 露天矿卡车运输调度系统的智能优化及应用研究[C]//2004年全国矿山信息化建设成果及技术交流会. 马鞍山:《金属矿山》杂志社, 2004:165-168.
- [6] 范立军, 姚元, 王长军. GPS卡车智能调度管理系统在南芬露天铁矿的运用[J]. 现代矿业, 2013(1): 102-106.