

塔东铁矿选矿工艺流程设计

徐有枢

(中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司)

摘要:针对吉林省敦化市塔东铁矿可综合回收的硫、磷元素品位较低的实际情况,从既保证铁精矿质量、又控制磷回收成本的角度阐述了该矿选矿工艺流程的合理性、经济性。

关键词:塔东铁矿;硫、磷;选矿工艺流程;优化

中图分类号:TD913 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-5683(2009)02-0102-03

塔东铁矿是吉林省三大铁矿资源基地之一,矿区位于吉林省敦化市北北东27°方位,直距62km,行政区划隶属于敦化市雁鸣湖镇(大山咀子镇),初步探明铁矿资源储量为1.36亿t左右。

1 矿石性质

塔东铁矿矿体赋存于志留系红光组中部岩性段中,属海底火山喷发-沉积变质矿床,磁性铁矿石。含矿岩性为磷灰石角闪岩,磷灰石磁铁斜长角闪岩,斜长角闪片麻岩,以前二者为主。

矿石中主要有用矿物为含钒磁铁矿、含氟磷灰石、含钴黄铁矿等。次生矿物为假象赤铁矿、褐铁矿、孔雀石等。非金属矿物主要有普通角闪石、斜长石。矿石构造主要以条带状、致密块状、稠密浸染状、细脉浸染状构造为主。

主要有用矿物磁铁矿、黄铁矿及磷灰石的嵌布特征与共生关系如下。

(1)磁铁矿。是该矿床主要金属矿物,以两种状态赋存在矿石中。一种为他形粒状或集合体与黄铁矿、黄铜矿呈浸染状、稠密浸染状以及块状产出。磁铁矿单晶粒度多在0.04~0.08mm。集合体粒度多在0.2~0.5mm。磁铁矿晶体主要和黄铁矿接触连生,少数和黄铜矿、磁黄铁矿接触连生,部分磁铁矿晶体溶蚀交代黄铁矿晶体,少量磁铁矿晶体呈细小粒状、不规则细小脉状分布在黄铁矿晶体中,粒度小于0.01mm。另一种为以细小脉状分布在岩石裂隙中,脉宽小于0.01mm。磁铁矿中普遍含有钒,含量在0.43%~0.48%,含量较稳定,磁铁矿占铁总量的68%。

(2)黄铁矿。分布于含矿层位及铁矿层中,其

围岩中含量较少。黄铁矿和磁铁矿密切伴生,在黄铁矿晶体中包裹有细粒状磁铁矿晶体,主要呈浸染状、稠密浸染状、似条带状、细脉浸染状、致密块状产出。粒度变化较大,单晶粒度多在0.05mm左右,集合体粒度一般在0.1~0.3mm。

(3)磷灰石。呈他形或椭圆的半自形颗粒。粒度在0.5~1.0mm,星散分布在磁铁矿条带之中。

2 原矿多元素及物相分析

原矿多元素分析见表1,铁物相分析见表2。

表1 原矿多元素分析结果 (%)

元素	TFe	SFe	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO
含量	25.02	23.09	14.04	33.84	7.00	5.98	8.86
元素	V ₂ O ₅	Cu	Co	S	P ₂ O ₅	R ₂ O ₃	Ig
含量	0.220	0.028	0.0049	1.771	0.838	0.0187	4.33

表2 原矿铁物相分析结果 (%)

相名	磁铁矿	磁黄铁矿	假象赤铁矿	黄铁矿	碳酸铁	硅酸铁	合计
含铁量	18.05	0.32	0.26	0.73	0.65	5.27	25.28
分布率	71.40	1.27	1.03	2.89	2.57	20.84	100.00

从原矿多元素分析结果看,除铁以外,可考虑综合回收的只有硫和磷。铜和钴含量较低,其回收有待进一步试验研究。

3 选矿试验

2007年初吉林省地质科学研究所对塔东铁矿矿样进行了岩矿鉴定和选矿试验研究,之后中钢集团马鞍山矿院有限公司根据选矿设计要求进行了补充试验。

3.1 吉林省地质科学研究所选矿试验

试验方案共3个,分别是:直接磁选、先浮硫后磁选、浮硫磷后磁选。磨矿细度试验表明-200目含量68.70%为最佳分选粒度;磁选场强为71.66kA/m。

3.1.1 直接磁选(见表3)

3.1.2 先浮硫后磁选(见表4)

徐有枢(1981-),男,四川隆昌人,助理工程师,243004 安徽省马鞍山市。

表3 磁选试验结果

产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%		
		TFe	S	P ₂ O ₅	TFe	S	P ₂ O ₅
铁精矿	24.00	69.42	0.45	0.12	66.59	5.30	2.64
尾矿	76.00	11.00	2.67	1.50	33.41	94.70	97.36
原矿	100.00	25.02	2.03	1.16	100.00	100.00	100.00

表4 试验结果

产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%		
		TFe	S	P ₂ O ₅	TFe	S	P ₂ O ₅
硫粗精矿	8.27	29.76	21.49	0.61	9.70	86.10	4.19
铁精矿	23.72	69.19	0.12	0.13	64.70	1.38	2.56
磁选尾矿	68.01	9.55	0.38	1.65	25.60	12.52	93.25
原矿	100.00	25.37	2.06	1.20	100.00	100.00	100.00

3.1.3 浮硫磷后磁选(见表5)

表5 试验结果

产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%		
		TFe	S	P ₂ O ₅	TFe	S	P ₂ O ₅
硫精矿	4.98	39.94	39.57	0.56	7.88	91.72	2.35
磷精矿	3.08	3.25	1.70	33.16	0.40	2.44	86.09
铁精矿	24.78	68.36	0.10	0.12	67.09	1.15	2.51
尾矿	67.16	9.26	0.15	0.16	24.63	4.69	9.06
原矿	100.00	25.25	2.15	1.19	100.00	100.00	100.00

3.1.4 试验评述

选矿试验结果表明磨矿后直接磁选,铁精矿的全铁品位、杂质P含量均达到优质铁精矿要求,但是S含量为0.45%,达不到产品质量要求。磨矿后先浮硫,可起到回收硫和脱除磁选入选物料中的硫的作用;磁选作业可以生产优质的铁精矿,并可使磁选尾矿中的磷有所富集。浮硫-浮磷-磁选流程,能得到合格的硫精矿、磷精矿和铁精矿,符合选矿工艺要求。但是该试验缺少干选抛尾和粗粒磁选抛尾试验。

3.2 中钢集团马鞍山矿山研究院补充试验

补充试验内容包括干选抛尾试验、湿式粗粒磁选抛尾试验以及浮硫-浮磷-磁选选别试验,试验结果见表6。

通过补充试验,弥补了选矿试验的不足,使设计基础更加可靠。

4 几种选别工艺流程的比较

合理的选矿工艺流程,应满足技术上可行,经济上合理,在综合考虑选厂所在地区状况和满足用户对产品质量要求的条件下,尽可能地回收矿产资源中的有益元素。

4.1 选矿工艺比较

直接磁选流程所生产的铁精矿含S量过高,不符合铁精矿的质量要求;浮硫-磁选-浮磷流程和浮硫-浮磷-磁选流程均能生产合格的铁精矿、硫精矿

和硫精矿。因此,先磁选后浮选流程是不可行的。

表6 试验结果

产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%		
		TFe	S	P ₂ O ₅	TFe	S	P ₂ O ₅
干抛精矿	81.97	29.89	2.09	0.97	97.65	96.83	95.20
干抛尾矿	18.03	3.30	0.31	0.22	2.35	3.17	4.80
湿式粗磁选精矿	63.57	35.45	2.10	0.80	89.84	75.60	61.03
湿式粗磁选尾矿	18.40	10.64	2.04	1.55	7.81	21.23	34.17
硫精矿	3.54	36.89	35.35	0.66	5.22	70.84	2.76
铁精矿	26.41	66.52	0.044	0.085	70.03	0.044	2.64
磷精矿	1.29	2.17	0.26	31.81	0.12	0.17	49.16
总尾矿	68.76	8.99	0.73	0.17	24.63	28.31	45.44
原矿	100.00	25.09	1.77	0.83	100.00	100.00	100.00

4.2 技术经济比较

技术经济上仅对浮硫-磁选-浮磷流程和浮硫-浮磷-磁选流程进行比较:浮磷药剂与加热蒸汽的消耗都是按入选原矿量和药液体积计算的,生产投入相当大。为此,对这两个浮磷流程方案的成本投入与产出进行了以下经济上的比较。见表7。

表7 两工艺方案选磷经济指标对比

工艺方案	选磷入选矿量/(万t/a)	磷精矿量/(万t/a)	选磷成本/(万元/a)
浮硫-磁选-浮磷	284.49	15.48	2422.38
浮硫-浮磷-磁选	386.50	15.48	2883.60

5 设计流程特点及作用

5.1 设计流程

根据选矿工艺指标及技术经济比较最终推荐浮硫-磁选-浮磷流程作为硫、磷、铁分离设计流程,并据此补做了相关试验,设计原则流程图见图1,试验结果见表8。

设计破碎流程采用三段一闭路流程,中碎产品进行一次干选抛尾,以恢复地质品位,细碎后产品进行一次湿式粗粒磁选,进一步提高入磨料全铁品位,减少入磨量。硫、磷、铁分离流程采用先浮硫,再磁

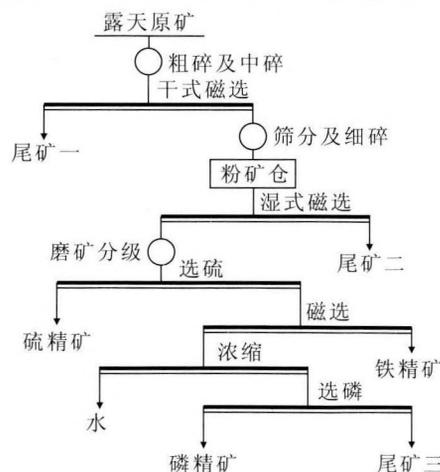


图1 设计原则流程图

表 8 原则流程试验结果

名称	品位/%			回收率/%			
	TFe	S	P ₂ O ₅	εTFe	εS	εP ₂ O ₅	εMFe
硫精矿	34.50	35.00	0.70	8.96	70.00	2.87	
铁精矿	66.00	0.04	0.06	66.00	0.31	0.95	97.00
磷精矿	2.20	0.27	30.00	0.22	0.20	47.90	
尾矿一	5.50	0.81	0.48				
尾矿二	10.64	3.31	3.21				
尾矿三	8.26	0.39	0.09				
原矿	22.72	2.95	2.95	100.00	100.00	100.00	100.00

选,磁尾浮磷;浮硫采用一粗一精二扫选流程,磁选采用一粗一精流程,浮磷采用一粗二扫三精流程。

5.2 设计流程特点

5.2.1 设计流程主次分明,重点突出

塔东铁矿以生产铁精矿为主,综合回收硫精矿、磷精矿。设计流程充分体现了铁精矿生产的中心地位:①流程在入磨前进行了二次预选,入磨料全铁品位从 22.72% 提高到 30.96%, 抛除废石 36%, 尽管在第二次湿式抛尾后,硫损失回收率 20.21%, 磷损失回收率 40.18%, 但是磁性铁回收率高达 97.76%; ②流程采用先浮硫后磁选流程,充分保证铁精矿的产品质量。

5.2.2 流程经济合理,选别顺序先后有据

塔东铁矿产品方案中铁精矿产率 22.72%, 硫精矿产率 5.90%, 磷精矿产率 2.30%, 在保证铁精矿产品质量的前提下,优先磁选显然能大大减少后续作业的处理量,从而减少设备、厂房等建设投资,与此同时,处理量的减少,也将大量缩减药剂、能耗

等生产经营费用。选择先磁选后浮磷方案能节约成本 461.22 万元/a。

5.2.3 工序设置灵活,适应性强

①塔东铁矿可综合回收的磷元素,在原矿中含量较低,仅为 0.834% (P₂O₅ 含量),矿石中 P₂O₅ 含量的波动对选磷作业的效益影响较大,如果实际生产时采出矿石中磷品位进一步贫化,磷元素将不再具有综合回收的价值;②浮磷作业会受到矿浆温度的影响,塔东铁矿地处东北,冬季气温严寒,可能会对其作业的效果有所影响;③市场行情的波动对磷回收的影响也不可忽视,磷精矿价格较低时,会造成企业的亏损。

基于以上因素,综合考虑流程将浮磷作业布置在选矿作业的最后,以便灵活操作,通过对厂房的优化布置,当磷品位降低或者市场恶化,磷不具有综合回收价值时,磁选尾矿可不经浮磷作业,直接进入尾矿浓缩池,大大增强了流程的灵活性和适应性。

6 结语

目前,随着我国矿产资源的大力开发,新建矿山矿石品位也越来越低,对有用元素综合回收利用的要求也越来越高。在市场繁荣时,尤其要注意对选矿工艺流程的合理制定,不但要做到在高价位时充分回收资源,而且要做到低价位时对生产的灵活调整,使企业始终在较合理的状态下运行。

(收稿日期 2008-11-28)

· 信息平台 ·

世界大型铁矿区分布情况

国家	矿区名称	储量/亿 t	品位 Fe/%	百分比/% 占本国储量	相关著名铁矿企业
澳大利亚	哈默斯利	320	57	91	哈默斯利公司、BHP 公司
巴西	铁四角	300	35~69	65	淡水河谷(CVRD)公司、MBR 公司
巴西	卡拉加斯	180	60~67	35	淡水河谷公司
玻利维亚、巴西	木通(玻)乌鲁库姆(巴西)	580	50~53	交通不便未开发	
印度	比哈尔,奥里萨	67	>60	29	MMTC 公司
加拿大	拉布拉多	206	36~38	51	加拿大铁矿公司(IOC)魁北克、卡蒂尔矿山公司(QCM)
美国	苏必利尔	163	31	94	明塔克、帝国铁矿、希宾公司、蒂尔登公司等
俄罗斯	库尔斯克,卡奇卡纳尔	575	46	50	列别金、米哈依洛夫、斯托依连公司、卡奇卡纳尔公司
乌克兰	克里沃罗格	194	36	17	英古列茨、南部、北部、中部采选公司
法国	洛林	77	33	95	
瑞典	基律纳	34	58~68	66	LKAB 公司
委内瑞拉	博利瓦尔	20	45~69	99	CVG Ferrominera Orinoco CA
利比里亚、几内亚	宁巴矿区	20	57~60		