



西矿科技论文集

青海省科学技术协会 编著
西部矿业集团有限公司科学技术协会

西矿科技论文集

青海省科学技术协会
西部矿业集团有限公司科学技术协会 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

西矿科技论文集/青海省科学技术协会, 西部矿业集团有限公司科学技术协会编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2013. 4

ISBN 978 - 7 - 5046 - 6319 - 1

I. ①西… II. ①青… ②西… III. ①矿业 - 文集 IV. ①TD - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 053981 号

责任编辑 赵 晖 郭秋霞

封面设计 赵 鑫

责任校对 凌红霞

责任印制 张建农

出 版 中国科学技术出版社

发 行 科学普及出版社发行部

地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮 编 100081

发行电话 010 - 62173865

传 真 010 - 62179148

投稿电话 010 - 62176522

网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 889mm × 1194mm 1/16

字 数 400 千字

印 张 14.25

版 次 2013 年 4 月第 1 版

印 次 2013 年 4 月第 1 次印刷

印 刷 北京长宁印刷有限公司

书 号 ISBN 978 - 7 - 5046 - 6319 - 1/TD · 42

定 价 45.00 元

编 委 会

主任委员 汪海涛

副主任委员 石昆明 孙永贵 白永强 周启发

委	员	刘东旭	刘生强	李增荣	潘希宏	陈有凯
		杨英杰	范建明	李伍波	李全学	刘昭衡
		刘伟雄	胡晗东	王训青	周 淦	张 武
		李义邦	张世强	闫 瑜		

主 编 王 洪

序 言

全国科技创新大会提出，提高自主创新能力，建设创新型国家，是国家发展战略的核心，是提高综合国力的关键。要把增强自主创新能力贯彻到现代化建设各个方面，就要加快建立以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系。自主创新，人才为本。加强创新人才和高技能人才队伍建设，培养富有创新精神的高水平科技人才，是实现企业长远发展的关键。

西部矿业集团有限公司，是我国西部地区以矿产资源开发为主业，集采、选、冶一体化的大型矿业公司。对于这样一个高速发展的大型企业，一个快速进步的企业群体，科学技术水平的高低和自主创新能力的优劣，直接影响着西部矿业的生产和效益。为了推动西部矿业公司的科技创新和企业进步，促进科技工作者成长，2006年9月，西部矿业集团有限公司正式成立了科学技术协会。成立科协的目的之一，就是通过科协组织这个桥梁，为广大科技工作者提供交流思想、探讨疑难、转化成果、获取信息的平台；为企业自主创新，走科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源得到充分发挥的发展路子奠定基础。

2011年底公司科协在企业内部发起科技论文征集活动，令人欣喜的是，征集活动受到了公司广大科技工作者和职工的积极响应和参与。截至2012年11月底征集投稿论文共48篇。经过编审委员会专家的评审，并从“内容、创新性、实用性、写作水平”四个方面进行综合评定，最终评选出37篇。这些论文既有作者对企业发展的理性思考，也有对改进生产工艺的技术探讨，还有多年实践经验的总结，可以说，这是西部矿业科技工作者多年的心血和智慧结晶。为了鼓励广大科技工作者进行科技劳动的积极性，西部矿业公司科协和青海科协决定，将本次入选的论文，编辑成2012年度《西矿科技论文集》正式出版，供大家交流。进一步营造鼓励创新的环境，努力造就世界一流科学家和科技领军人才，注重培养一线的创新人才，使全社会创新智慧竞相迸发、各方面创新人才大量涌现。面

对新世纪新发展和新要求，广大科技工作者要全面贯彻落实科学发展观，树立雄心壮志，弘扬创新精神，求真务实、勇于创新，开拓进取、奋发有为，为推动企业的科技进步和创新，建设创新型国家努力奋斗，在全面建设小康社会、构建社会主义和谐社会中谱写新的篇章！

西部矿业集团有限公司科学技术协会

2012 年 12 月 28 日

目 录

冶 金

西部矿业卡尔多铅冶炼工艺存在问题及对策研究	李增荣 盛玉永 (3)
湿法炼锌净化渣综合利用工艺研究及实践	马元虎 (15)
如何提高沸腾焙烧炉可溶锌率	景银德 (26)
锌净化过程中镉复溶过程分析与对策	张佩善 (29)
卡炉处理铜浮渣实践	蔡 文 (31)
浅析转炉吹炼过程中的喷溅	杨文栋 (35)
铜电解精炼车间设计方案探讨	张春发 (39)
铜转炉电收尘烟灰处理工艺探讨	杨文栋 (44)
铝电解生产中影响电流效率因素的研究	王桂香 (48)

地 质

获各琦铜矿铅锌矿体勘探类型及网度的重新确定	王寿林 霍红亮 钟世杰 (55)
获各琦铜矿一号矿床岩石小体重的测试	刘 伟 霍红亮 (58)
内蒙古获各琦铜多金属矿床地质特征与成因分析	江 超 (65)
浅析获各琦铜矿的地质管理	霍红亮 马凤莹 (71)
青海赛什塘铜矿区深部找矿前景分析	刘海红 (75)
赛什塘矽卡岩型铜矿床地质特征及控矿因素分析	李正明 刘 恒 (81)
探采结合在赛什塘铜矿的应用	刘 恒 廖方周 李正明 (86)
呷村银多金属矿田控矿规律研究及成矿预测	李倩倩 (91)
高精度磁法在青海铜峪沟铜矿勘查中的应用	刘海红 高会卿 (96)
三色沟矿床地质地球物理化学特征分析	王洪庆 邓鹏博 (101)
锡铁山中间沟 041 - 11 线深孔钻探事故处理方案探讨	孙 利 张 伟 (107)
灰色系统在矿体面积预测的应用	缪 君 刘海红 李领贵 (110)

采 矿

锡铁山沟矿柱回采的成功实践	田贵有 (117)
锡铁山铅锌矿斜坡道工程施工凿岩台架改进方案探讨	孙 利 杨通录 钟永生 (122)
锡铁山铅锌矿竖井延深工艺技术的应用研究	杨通录 (125)
缓倾斜极薄矿体采矿法探讨	周吉谦 周建华 (129)

选 矿

赛什塘铜矿选矿工艺优化试验研究	肖 云 (135)
格尔木哈西亚图金矿石性质研究	刘焕德 (152)

机 电

矿山设备整体节能探讨	李 辉 (165)
SCS—100 型全电子汽车衡常见故障及处理方法	尹 宁 (170)

分析检测

火焰原子吸收法连续测定矿石中铂钯的研究	吴 敏 (179)
铅冶炼渣中低含量铟的测定——火焰原子吸收	梁金凤 (185)
锡铁山矿铅精矿中金、银分析取制样方法初探	张 贤 (188)

其 他

呷村银多金属矿数字化建设的探讨	李倩倩 金朝辉 (195)
浅谈呷村矿区网络安全维护	金朝辉 (200)
可燃冰开发现状	吴 敏 (204)
硫铁矿烧渣的综合利用研究现状	刘焕德 张鸣鲁 汪 林 (212)
浅析企业知识产权管理	李永芳 (218)

冶 金



西部矿业卡尔多铅冶炼工艺存在问题及对策研究

李增荣 盛玉永

(西部矿业集团有限公司 青海西宁 810000)

摘 要：本文主要是针对西部矿业卡尔多项目自试生产至停产期间的种种现状和存在问题进行了细致分析研究，并在此基础上提出了比较完整的整改措施和重新起炉方案，通过对启炉方案进行经济预测，最终得出可以再次启动卡尔多项目的结论，具有较强的可操作性。

关键词：西部矿业；卡尔多铅冶炼；工艺

本文的研究思路如图 1 所示。

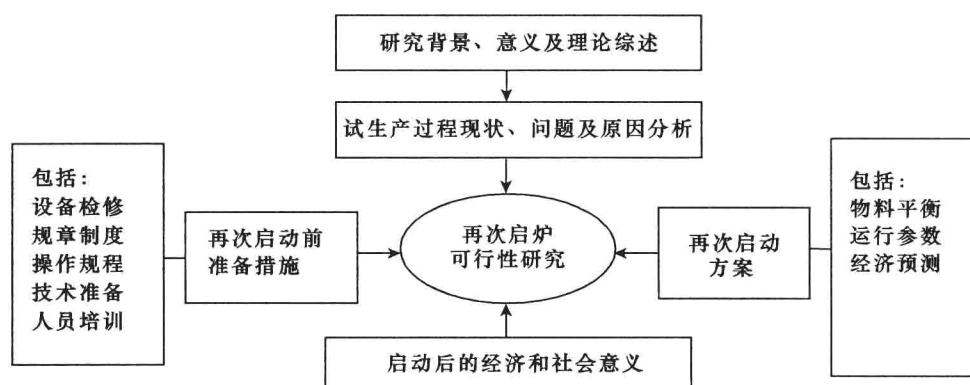


图 1

1 绪论

1.1 背景

卡尔多项目工程于 2004 年 4 月开工建设，2005 年 11 月 28 日建成投料试车。经过了 2006 年、2007 年、2008 年三年的试生产，期间共计产出粗铅金属 48128.66t。同期财务账面亏损 28534.53 万元。由于亏损严重，生产未能达标，加之全球金融危机的影响，从 2008 年以来一直处于停产状态。

1.2 意义

分析其生产过程中遇到的问题、找准对策，实现重新起炉，这对锻炼培养西部矿业冶炼队伍，盘活资产，完善产业链，重塑形象及今后卡尔多工艺在国内的推广应用具有十分重要的研

究意义。

2 卡尔多项目现状和问题

2.1 基本情况

卡尔多冶炼厂设计生产能力为年产 5 万 t 粗铅，副产 4.5 万 t 工业硫酸。配套建设 3600m³/h 工业氧气生产线一套，气体制造厂副产氩气 100m³/h 和氮气 3600m³/h，主要为卡尔多冶炼厂配套提供氧气。项目总投资概算 22118.59 万元，其中：设备投资 19764.91 万元，建筑投资 9362.31 万元。装机总容量 12000kW，实际使用容量 7000kW。配置人员 180 人，实际配置人员 296 人。本项目于 2001 年 3 月启动，2003 年 4 月破土动工，2005 年 11 月建成并投入试运行。2006 年 9 月通过玻立登公司、长沙有色金属研究院、西部矿业公司铅业分公司三方对性能指标的测试。2007 年 12 月 26 日西部矿业股份有限公司 5 万 t/a 粗铅冶炼技改工程通过国家整体验收。

2.2 试生产现状

2.2.1 卡尔多炉三年生产运营情况

表 1 说明卡尔多炉自生产以来，虽一直不够稳定，设备故障频繁，整体上产能低、指标差。但从某一时段看，参数指标已很接近设计值。这说明卡尔多炼铅工艺是成熟的（见卡尔多炉工艺流程，如图 2 所示），不存在严重问题（这从 2006 年 9 月 16 日至 9 月 21 日及 2008 年 10 月的 61 炉次的测试值可以看出）。

表 1 卡尔多炉设计参数与实际生产参数对比

序号	参数名称	设计值	2006 年值	2007 年值 A	2007 年值 B	2008 年性能 测试值
1	每炉加入料量 (t)	82.7	82.7	111.94	115.62	75.48
	其中精矿 (t)	54	68 (混合)	61.8	60.25	55.82
2	每炉产出粗铅 (t)	34.3	30	41.6	37	28.83
	渣 (t)	21.6	—	22.2	28.75	17.13
3	每炉生产周期 (min)	288	246	419.8	568.13	318
	铅回收率 (%)	97	98	96.14	94.81	95.54
	铅直收率 (%)	69.73	—	58.28	58.14	64.51
	渣含铅 (%)	5	4.9	4.53	4.95	7.63
4	冷凝后烟气 SO ₂ 浓度	<6% + / - 2%	6.3	8	9	11
5	氧耗 (Nm ³ /t 铅)	300	300	246.73	336.71	285

注：① 因三年的生产未能实现连续化生产，设备故障多、生产不稳定，加上基础统计的原始数据不全，数据分析不具有全面性和系统性；② 本表中 2006 年参数只取了 2006 年 9 月 16 日至 9 月 21 日与外方专家一同进行性能测试的数据；③ 2007 年 A 参数是指 2007 年 9 月 12 日至 9 月 16 日，采用锡铁山铅精矿进行了 11 炉次指标测试值；④ 2007 年 B 参数是指 2007 年 9 月 19 日至 9 月 24 日，采用锡铁山铅精矿与杂矿 1:1 配比后进行了 8 炉次指标测试值；⑤ 2008 年参数是指 2008 年 10 月进行 13 天 61 炉次的性能测试值。

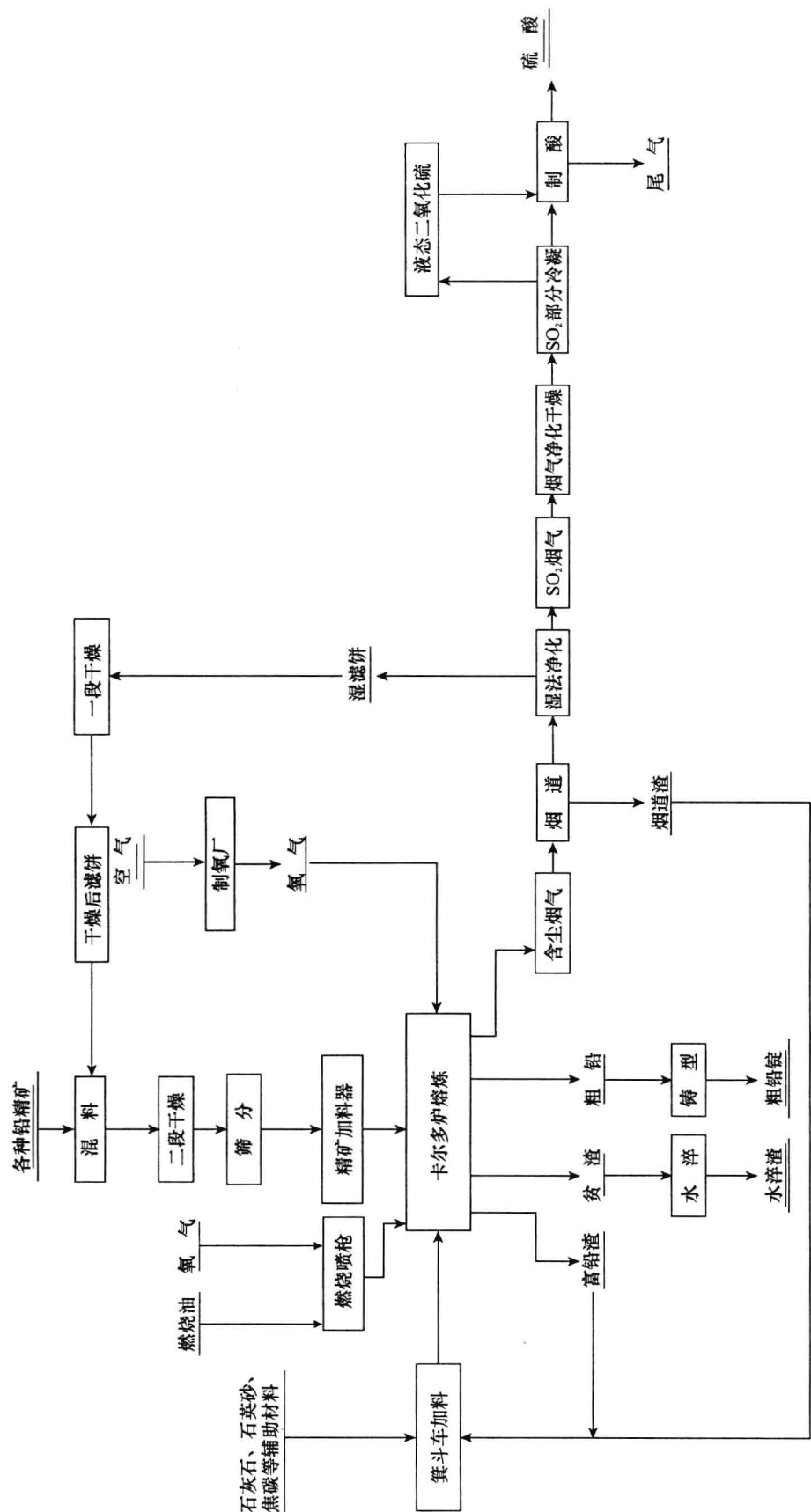


图2 卡尔多炉工艺流程

2.2.2 三年实际运营产能

2006 年铅业分公司共运行 10 个月, 据了解实际卡尔多炉运行不足 7 个月的时间 (因没有详细记录, 具体时间不详); 2007 年除 7 月停产外全年生产, 但实际卡尔多炉开炉时间只有 262 天, 开工率 95.27%; 2008 年 1~5 月在生产, 但实际卡尔多炉生产时间只有 95 天, 开工率 76%。从表 2 还可以看出, 日平均开炉率也未达到设计要求, 只有 50%, 平均每炉粗铅的产出率只达到设计能力的 82.35%。三年的运行证明, 铅业分公司从整个生产工序看, 气体制造厂虽中间出了一些事故和故障, 但总体上运行良好, 实现了达产达标。熔炼系统 (卡尔多炉) 不能连续稳定生产、开工率严重不足。一方面造成氧气过剩排空, 另一方面烟气 SO_2 不能满足制酸系统的需要。

表 2 卡尔多炉三年实际运营产能

项目 名称 时间	年工 作天 数 (d)	实际 运行 天数 (d)	平均 日炉 (次)	投入金属量			产出金属量			平均 日产 粗铅 (t/d)	回收率		
				Pb (万 t)	Au (kg)	Ag (t)	Pb (万 t)	Au (kg)	Ag (t)		Pb (%)	Au (%)	Ag (%)
2006 年	300	167	2.74	1.28	35	13.6	1.15	31.3	12.24	76.72	89.84	89.42	90
9 月 16 ~ 21 日	7	4	1.45	0.04	1.0	0.43	0.028	0.76	0.298	40.64	97.9	95.84	95.39
2007 年	275	262	3.23	2.73	98.8	31.22	2.37	115	28.62	90.53	86.8	116.4	91.68
9 月 12 ~ 16 日	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9 月 19 ~ 24 日	6	5	2.11	0.05	1.37	0.531	0.029	0.789	0.038	59.2	94.81	92.27	96.35
2008 年	125	95	2.5	1.54	30.0	18.72	1.286	47.3	15.53	135.0	83.71	94.7	82.95
10 月 (13 天)	15	13.5	4.2	0.27	4.86	2.513	0.173	5.511	2.442	117.0	95.54	111.45	95.56

2.2.3 整个工艺的设计匹配情况

从表 3 可看出, 粗铅设计产能与硫酸设计产能比较匹配, 但气体制造工序氧气设计产能是需求产能的 152.47%, 超 52.47%。因此在实际运行中由于卡尔多炉产能未达到设计指标, 氧气的富余就更多。在卡尔多炉达产达标的情况下, 设计超出的氧气若不进行销售, 会增加成本 365.72 万元。反之, 可增加销售收入 1338 万元, 创利 972.28 万元。

表 3 卡尔多炉工艺设计匹配情况

项目 名称	工作天数 (d)	产能 (t)	铅精矿需求量 (t)	产出总硫量 (96.68%) (t)	需氧量 K—Nm^3	富余氧量 K—Nm^3
粗铅	300	51450	81000	—	—	—
氧气 K—Nm^3	300	25920	—	—	17000	8920
硫酸	300	42727	—	42727	—	—

再者因烟气净化系统未能达到设计要求,致使烟气含尘及水分较高,堵塞 SO_2 冷却器换热管,突出表现为冷凝效率低,冷凝后烟气 SO_2 浓度高,大致平均在 8% ~ 10% (无记录资料)。超过设计值 6% 的 33% ~ 67%。液态 SO_2 量相对不足。其结果是氧化段转化、吸收不完全,尾气排放中硫超标,造成环境污染;还原段由于液态 SO_2 的补充严重不足,难以实现稳定制酸。为保证制酸系统的运行,造成开工电炉常开不停,电耗很高。

三年来因生产一直未稳定,外方设计的 SO_2 冷却器面积是否偏小。尚不能下结论,有待后续生产实践进一步验证(见设备流程图 2)。

2.2.4 三年实际运营成本情况

三年的生产未能正常运行,因此,成本比较高。表 4 反映出三年运行的具体成本情况:

表 4 卡尔多炉 2006—2008 年运行的生产成本

项目 \ 年份	2006		2007		2008	
粗铅产量 (t)	11549.65		23718.54		12860.47	
氧气产量 (万 Nm^3)	供	排	供	排	供	排
	1342.68	996.2	2299.44	523.49	1022.7	462.836
硫酸产量 (t)	—		17998.00		7885.30	
熔炼成本 (元)	—		41231715.54		54239908.18	
氧气成本 (元)	—		9552854.28		6996013.40	
硫酸成本 (元)	—		10362986.45		6184449.37	
总成本	408367333.36		61147556.27		67420370.95	
粗铅单位成本 (元/吨)	—		1738.38		4217.57	
氧气单位成本 (元/ Nm^3)	—		0.415		0.684	
硫酸单位成本 (元/吨)	—		575.79		784.3	
生产炉数 (次)	412.488		847.09		459.3	
平均炉产 (吨/炉)	28		28		28	

从表 5 中可以看出,三年试生产的加工成本,除制氧成本基本达到设计成本外(主要是已达产)。粗铅和硫酸成本都非常高,主要是生产不正常、不能连续稳定、未达产和停产损失造成的。三年中 2007 年除 7 月份因停产更换烟道外,全年基本生产,产量也相对较高,因此 2007 年的成本相对也有一定的代表性,2006 年和 2008 年都生产不到半年,半年以上的时间在停产,因此其加工成本说明不了问题。

2007 年停产费用共 4532580.19 万元,增加单位成本 191.1 元/吨,若扣除此部分,单位成本可降至:1950.03 元/吨。另外 2007 年还发生 937 万元的改造费用进入了成本,增加单位成本为 395.05 元/吨,若再扣除此部分,单位成本可降至 1554.98 元/吨,产能只有设计产能的 50%,若能达产,可降低固定费用单位成本。如,扣除停产折旧外尚有总额 14067363.77 元的折旧,占单位成本的 953 元/吨,若能达产可降低一半,即 296.55 元/吨,单位成本可降至 1258.43 元/吨。2007 年人工费用共 8758594 元,折合单位成本 369.27 元,若能达产可降低一半,即 184.63 元,这样 2007 年加工成本可降至 1073.79 元/吨。基本达到设计加工成本指标,

实际上因未达产,单位电耗、单位水耗等都比较高,若扣除,卡尔多炉成本完全可以降到设计指标以下不成问题。

表 5 卡尔多炉设计成本与实际生产成本比较 (单位成本)

成本项目	硫酸 (元/吨)	氧气 (元/Nm ³)	粗铅 (元/吨)	粗铅综合成本 (元/吨)
设计值	250.21	0.41	858	1071.22 (不含富余氧量)
2006 年实际生产成本	—	—	—	4285.91
2007 年实际生产成本	575.79	0.42	1738.38	2141.13
2008 年实际生产成本	784.30	0.68	4217.57	5132.77

注:富余氧气成本为 365.72 万元,单位粗铅中增加 72 元。

2.3 突出问题

(1) 卡尔多炉本体开工率不够,影响硫酸系统不能正常地运营,气体制造系统氧气不能有效利用,造成排空浪费。主要是设备故障频繁,检修队伍力量弱,驾驭不了设备运营中的问题。

(2) 技术经济指标差,主要是渣含铅高,产出中间物料量大,直收率、回收率低,加工成本高。

(3) 基础管理不到位,特别是技术管理空白,技术力量弱,不能实现经济运营。

(4) 技术人员和经营管理人员脱节,沟通不够。技术人员没有科学的经济技术运行方案。

(5) 生产技术管理人员与财务核算人员缺乏沟通,财务人员不能很好了解生产工艺各环节,核算与生产技术管理脱节。财务核算、成本分析指导不了生产技术运营管理。

2.4 设备状况

经过近两年的停产,目前的设备状况较差,具体体现在:①滴液分离器内部老化开裂;②控制仪器仪表参数变化大;③弹性元件带病工作,国产化工作进程一半;④烟气净化系统效率低下,烟气含尘量较高与文丘里风机密切相关;⑤二氧化硫液化器污染腐蚀严重,液化能力不能满足生产需要;⑥炉砖寿命即将到期,需要更换炉砖;⑦硫酸转化器触媒失效,需要更换;⑧分子筛填料失效,需要更换;⑨空压机长期受二氧化硫烟气侵蚀,内部情况不详,能否满足生产要求尚待检查;⑩没有完好的卡尔多炉备用回转驱动轮;⑪计量设备参数值变化大,计量不准确;⑫渣铅包使用寿命短且费用昂贵;⑬制酸系统、制氧系统电耗高(冶炼不连续造成的)。

3 措施与方案

3.1 措施

(1) 设备检修及更新改造

对设备进行启动前的一次全面检查、保养和维修,确保设备运转率。更换弹性元件、

解决文丘里风机存在的问题、修复炉体回转的驱动装置、清理二氧化硫液化器、补充冷媒、更换硫酸转换器触媒，对直升烟道检修，恢复水净化系统等。详见设备检修、更新、改造计划。

(2) 整理技术资料、制定各种制度

对铝业分公司卡尔多炉技术资料进行全面的整理，尤其使对外文资料进行系统的翻译，英文操作界面进行中文转换。梳理、补充、完善各项管理制度。

(3) 上岗前对员工进行强化培训，提高操作和维护技能

主要培训如下内容：工艺原理与操作技术培训、设备原理与维护维修培训、生产管理组织与考核培训、成本核算培训、安全规程与操作防护培训。

(4) 制定技术方案、精心准备生产物料

提出原辅料标准要求，制定原辅材料采购计划，为原料采购人员提供技术指导；修订工艺参数和完善技术操作规程；选择技术经济合理渣型。

3.2 方案

3.2.1 启动

计划三个月内完成技改，人员培训，制度建设、流程梳理。运行后再次暴露的问题计划在15日内全面解决。用一至两个月时间进行全面、系统的性能测试。全面收集运行数据，摸索最佳运行参数，为后续稳定连续运行、准确评价经济指标，为最后的科学决策提供依据，力争运行一年卡尔多炉产能达到80%以上，回收率95%以上，粗铅产量完成2万t，确保正的现金流，三年内全面实现达产达标。

3.2.2 试运行工艺参数设定

- 作业制度：年有效工作日300天，采取四班三运转。
- 各种统计报表（设计符合生产工艺要求及经济评价的各类报表，规范报表格式及编号）
- 原辅料（高品位铅精矿、低品位铅精矿、高铁铅精矿、高硅铅精矿、含金银铁矿渣、金银的其他物料）含金银硅石及含铅
 - 冶炼周期 288 分钟
 - 装料 15 分钟
 - 加热 30 分钟
 - 氧化 105 分钟
 - 还原 90 分钟
 - 出渣 15 分钟
 - 冷却 15 分钟
 - 出铅 15 分钟
 - 其他 3 分钟
 - 总计 288 分钟
 - 单炉入炉量 95.3 吨/炉
 - 渣型

SiO ₂	CaO	Fe	Zn
15 - 30	20 - 30	20 - 40	10 - 20
 - 氧料比值：0.131 气氧比：1:2.1