

# 降低锌电积外排酸雾的生产实践

欧阳全红

(中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂,广东 韶关 512300)

[摘要] 湿法炼锌过程中酸雾的产生主要发生在锌电积车间,酸雾会刺激人的呼吸道与皮肤,腐蚀人的牙齿,污染周边空气和土壤。丹霞冶炼厂针对锌电积车间外逸酸雾严重的问题,通过严控新液质量,改进电解槽通风系统,改进风冷塔布液系统、捕滴器,并增加捕沫器等措施,使得外排酸雾减少了99.5%以上,厂房四周的酸雾浓度小于 $0.025\text{ mg/m}^3$ ,风冷塔外排酸雾 $0.3\text{ mg/m}^3$ ,不但达到了国家限值排放的要求,而且在行业内遥遥领先。同时,由于风冷塔增高、喷淋系统改进,风冷塔的降温幅度也达到 $5\sim 6\text{ }^\circ\text{C}$ ,满足了锌电积正常稳定生产的要求。

[关键词] 湿法炼锌; 锌电积; 酸雾; 新液质量; 风冷塔; 布液系统; 捕沫器; 喷淋系统

[中图分类号] TF813; TF803.2 [文献标志码] B [文章编号] 1672-6103(2021)05-0065-04

DOI:10.19612/j.cnki.cn11-5066/tf.2021.05.013

湿法炼锌过程中酸雾的产生主要发生在锌电积车间。锌电积过程中释放出大量的氧气和少量的氢气,它们逸出时会带出电解液而形成酸雾。另外,为维持锌电积过程需要的适宜温度,电解废液需要经过风冷塔进行降温,从塔顶逸出的气体也形成酸雾。酸雾会刺激人的呼吸道与皮肤,腐蚀人的牙齿,污染周边空气和土壤<sup>[1-5]</sup>。

中金岭南丹霞冶炼厂(以下简称“丹霞冶炼厂”)自2009年10月投产以来,一直重视对环境的保护和治理,经过多年的工艺技术和设备改造,锌电积过程酸雾的排放不但达到了广东省特别排放限值要求,而且在行业内遥遥领先。

## 1 改进前锌电积外排酸雾存在的问题

锌电积车间的电解液采用空气冷却塔降温,维持电解液温度在 $35\sim 42\text{ }^\circ\text{C}$ ,风冷塔设计有上、下两层捕滴器,能够将大部分液体捕捉下来。酸雾吸收率为 $80\%\sim 85\%$ ,但是外逸的酸雾还是比较严重,对周围的设备设施和环境造成影响。

电解厂房内使用两台风冷塔风机强制抽风,室内的环境得到改善。但是当一台风冷塔风机进行检修作业,只有一台工作时,通风量明显不足,厂房内酸雾偏大。另外,不同的气压、风向对风冷塔的抽风效果也有较大的影响。

物料变化导致净化生产出现波动时,新液钴、锗等杂质元素超标,阴极上产生的氢气量增加,造成酸雾浓度上升。

## 2 改进措施

### 2.1 风冷塔的改进

1) 风冷塔布液系统的改进。改进措施:①喷淋管数量由原来的16根增加至24根,并均匀布置;②喷头数量由原来的32个增加至48个,且将喷头出口形式作了相对改进,由原来的直喷管改为螺旋状出口,增加了布液面积,提高了液体雾化能力,便于液体冷却;③严格把控喷淋管的材质、厚度、焊接质量,减少因喷淋管损坏、喷头脱落等问题造成液体喷出塔外的现象。

2) 捕滴器的改进。改进措施:①原V型捕滴器的间距为 $50\text{ mm}$ ,间距较大,不能很好地阻隔酸雾中的部分液滴飘出,通过试验将捕滴器的间距缩小至 $40\text{ mm}$ ,既能保证酸雾中的液滴较少飘出,又保证了液体的冷却效果;②改进捕滴器材质,由PVC材质改为PP材质,提高了使用寿命,避免使用过程中

[收稿日期] 2021-03-16

[作者简介] 欧阳全红(1983—),男,湖南永州人,工程师,车间主任,从事锌电积车间、净化车间的生产管理工作。

[引用格式] 欧阳全红.降低锌电积外排酸雾的生产实践[J].中国有色冶金,2021,50(5):65-68.

部分捕滴器损坏造成酸雾飘出;③严把捕滴器安装质量关,避免因人为因素造成酸雾外逸。

3)增设第三层丝网捕沫器。在两层捕滴器上方增设一层丝网捕沫器,用于收集经过捕滴器后飘出的较小颗粒液滴。据该项目的工况及具体情况,采用了专门适用于电解液冷却塔的改良除沫器,其主要用于分离直径较大的 $3\sim 5\ \mu\text{m}$ 液滴。当带有雾沫的气体以一定的速度上升,通过除水器上的改良除沫器时,由于雾沫上升的惯性作用,使得雾沫与除沫器的细丝碰撞而粘附在细丝表面上。细丝表面上的雾沫进一步扩散,加上雾沫本身的重力沉降,使雾沫形成较大的液滴沿着细丝流至它的交织处。由于细丝的亲湿性、液体的表面张力及细丝的毛细管作用,使得液滴越来越大,直至其自身的重力超过气体上升的浮力和液体表面张力的合力时,就被分离而落下。只要操作气速等条件选择得当,气体通过该除沫器后,其除沫效率可达99%以上,完全达到去除雾沫的目的。

第三层丝网捕沫器是一种高效的气液分离装置,使用的丝网除沫器材质为PP材质,具有以下特点:结构简单、重量轻、耐腐蚀;空隙率大、压力降小;接触表面积大、除沫效率高;安装、维修、操作方便。其工作原理如图1所示。

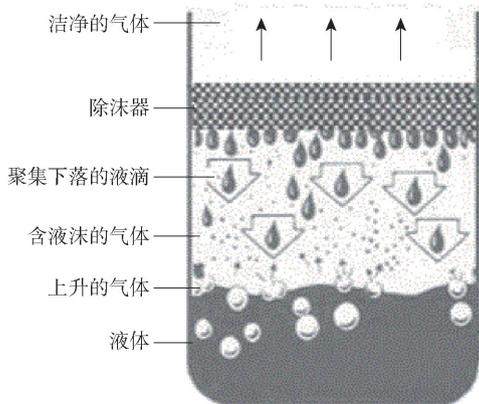


图1 第三层丝网捕沫器工作原理

改造完成后,风冷却塔外排废气酸雾浓度检测值为 $0.1\ \text{mg}/\text{m}^3$ ,降温幅度在 $5\sim 6\ ^\circ\text{C}$ ,具有较好的环境效应,也满足了生产降温需求。

## 2.2 对通风罩进行改造

车间总共有8台风冷却塔对电解循环液降温,原设计电解槽上使用两台 $60\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ 的风机进行抽风,槽上酸雾较少,但是其中一台进行检修的时候,

槽上的酸雾比较严重,为确保槽上酸雾长期处于较低水平,对通风罩进行了改造。将另外两台风冷塔风机也并入通风罩进行抽风,确保任何时候都有至少有两台风机正常工作。电解槽通风系统示意图见图2。

为了调节风机的进风量和电解槽面的空气流速,在通风罩上增加一个可以调节角度的百叶窗。既降低了电解槽面酸雾,又保证了风冷塔的降温效果。

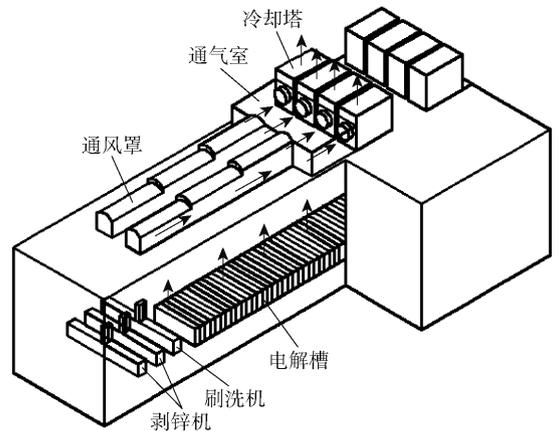


图2 电解槽通风系统示意图

## 2.3 严控新液质量

新液杂质偏高时,锌片会复溶,产生大量氢气,气体上升过程会夹带出大量含酸小液滴,造成电解槽面酸雾增加。

搅拌装置对除铁效果影响非常大,为提高针铁矿生成率,引进了德国的EKATO高效气体分散搅拌装置,提高了搅拌效率,同时为改善气体分散效果创造了条件。除铁效果改善的同时, $\text{F}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、As、Sb、Ge等也去除得更彻底。除铁后液的各项杂质水平: $[\text{F}^-]$ 为 $18\sim 20\ \text{mg}/\text{L}$ , $[\text{Cl}^-]$ 为 $400\sim 500\ \text{mg}/\text{L}$ , $[\text{As}]\leq 0.01\ \text{mg}/\text{L}$ , $[\text{Sb}]\leq 0.01\ \text{mg}/\text{L}$ , $[\text{Ge}]\leq 0.02\ \text{mg}/\text{L}$ 。

压滤机卸渣前后或者新滤布刚刚投入使用时,液体中都不可避免地夹带一些渣,从而污染新液,造成杂质含量上升。为解决这个问题,净化压滤机增设了不合格液溜槽,压滤机吹渣、卸渣后重新使用或者刚刚换完新滤布投入使用的压滤机全部将压滤液切换到不合格液溜槽 $5\sim 10\ \text{min}$ ,确认滤液清亮、无渣后,再切换回滤液溜槽。该措施使得净化新液的稳定性、合格率大幅提升。

湿法炼锌系统随着时间的延长,溶液中的有机物开始累积,TOC(有机碳总量)达到一定的量后会

对锌片质量和电流效率产生比较大的影响,严重时甚至造成烧板。活性炭加入的连续性、均匀性对吸附溶液中的 TOC(有机碳总量)有较大的影响。2019年将活性炭的加入方式由干料加入改成浆化后加入,电解废液 TOC(有机碳总量)含量稳定在 30~40 mg/L。

净液工序改造前,新液质量不稳定,锌片偶尔会有小孔,槽面酸雾检测值为 1.2~2.0 mg/m<sup>3</sup>,虽然比同行槽面酸雾 2.0~3.5 mg/m<sup>3</sup>低,但人在电

解槽面行走时,还是能感觉到酸雾刺鼻。改造完成后,电解生产平稳,槽面酸雾检测值下降到 0.8~1.0 mg/m<sup>3</sup>,降幅达 30%以上,整个厂房内的作业环境大为改善。

### 3 效果分析

#### 3.1 检测标准方法及气象参数

酸雾检测标准方法见表 1。检测当天气象参数检测结果见表 2。

表 1 酸雾检测标准方法

过程项	方法及依据标准(最新版)	使用仪器	检出限
采样	《大气污染物无组织排放监测技术导则》HJ/T 55-2000	LH-1 智能空气微尘大气采样器	/
硫酸雾检测	离子色谱法 HJ 544-2016	ICS-600 离子色谱仪	0.005 mg/m <sup>3</sup>

表 2 检测当天气象参数

参数	环境温度/℃	环境气压/kPa	风速/m·s <sup>-1</sup>	风向	天气状况
数值	33.2	100.2	1.0	西	晴

#### 3.2 检测位置

两座风冷塔的检测点位示意图见图 3,检测点位对应的外排酸雾检测结果见表 3。表 3 中排放限值标准参照《大气污染物排放限值》(DB 44/27—2001)第二时段无组织排放监控浓度限值。

#### 3.4 检测结果

改进完成后,锌电积厂房四周外排酸雾检测值小于 0.025 mg/m<sup>3</sup>,风冷塔外排酸雾 0.3 mg/m<sup>3</sup>,完全达到排放限值要求,整体环境和员工的感觉良好。

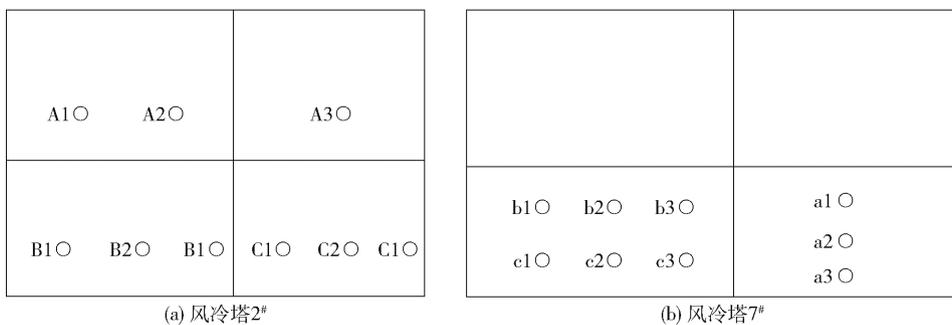


图 3 检测点位示意图

(○为无组织废气检测点)

表 3 风冷塔外排酸雾检测结果

检测点位	风冷塔 2# A1	风冷塔 2# A2	风冷塔 2# A3	风冷塔 2# B1	风冷塔 2# B2	风冷塔 2# B3	风冷塔 2# C1	风冷塔 2# C2	风冷塔 2# C3	排放限值
硫酸雾浓度/mg·m <sup>-3</sup>	0.282	0.215	0.274	0.132	0.089	0.103	0.101	0.092	0.079	1.2
检测点位	风冷塔 7# a1	风冷塔 7# a2	风冷塔 7# a3	风冷塔 7# b1	风冷塔 7# b2	风冷塔 7# b3	风冷塔 7# c1	风冷塔 7# c2	风冷塔 7# c3	排放限值
硫酸雾浓度/mg·m <sup>-3</sup>	0.224	0.278	0.207	0.069	0.086	0.115	0.145	0.103	0.101	1.2

## 4 结语

丹霞冶炼厂针对锌电积车间外逸酸雾严重的问题,通过严控新液质量,改进电解槽通风系统,改进风冷塔布液系统、捕滴器,并增加捕沫器等措施,使得外排酸雾减少了 99.5% 以上,厂房四周的酸雾浓度小于  $0.025 \text{ mg/m}^3$ ,风冷塔外排酸雾  $0.3 \text{ mg/m}^3$ ,不但达到了国家限值排放的要求,而且在行业内遥遥领先。同时,由于风冷塔增高、喷淋系统改进,风冷塔的降温幅度也达到  $5 \sim 6 \text{ }^\circ\text{C}$ ,满足了锌电积正常

稳定生产的要求。

[参考文献]

- [1] 彭容秋. 锌冶金[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 2005.
- [2] 王吉坤. 铅锌冶炼生产技术手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2012.
- [3] 马荣骏. 湿法冶金原理[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.
- [4] 《铅锌冶金学》编委会. 铅锌冶金学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [5] 梅光贵, 王德润. 湿法炼锌学[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2001.

## Production practice to minimize acid mist discharge from zinc electrowinning

OUYANG Quan-hong

**Abstract:** Generation of acid mist mainly occurs during electrowinning of the hydrometallurgical zinc refining process. Acid mist irritates respiratory tract and skin, corrodes teeth and contaminates ambient air and soil. Fugitive acid mist in zinc electrowinning operations has been a major concern in Danxia Refinery. Control measures are taken including strict control of the quality of purified solution, optimized ventilation system of electrolysis cells, improved liquid distribution system and spray trap of air-cooled tower and provision of foam trap. As a result, acid mist discharge to atmosphere decreases by more than 99.5%. Ambient acid mist concentration drops to lower than  $0.025 \text{ mg/m}^3$  and acid mist discharge from air-cooled tower declines to  $0.025 \text{ mg/m}^3$ . It is not only in compliance with state discharge limits but also far ahead in the industry. Meanwhile, the increased height and optimized spray system of the air-cooled tower improves the cooling range to  $5 - 6 \text{ }^\circ\text{C}$ , which meets the requirements of normal and stable operations of zinc electrowinning.

**Key words:** hydrometallurgical zinc refining; zinc electrowinning; acid mist; quality of purified solution; air-cooled tower; liquid distribution system; foam trap; spray system

## 长沙有色院 39 工程项目成果获奖

10月15日,中国有色金属建设协会2021年度有色金属建设行业工程咨询、勘察、设计及信息技术等成果评价结果公布。长沙有色冶金设计研究院有限公司39项工程项目成果获奖。其中,工程设计成果获奖9项,工程咨询成果获奖30项。

“青海东台吉乃尔盐湖锂、钾、硼矿产资源综合开发利用项目”“广西信发铝电有限公司弄峒排泥库一期工程”荣获工程设计成果一等奖;“中国铝业股份有限公司渑池雷沟铝土矿采矿工程”等5项成果荣获工程设计成果二等奖;“湖南郴州临武县南方矿业有限责任公司玉岭铅锌锡多金属矿1000 t/d采矿工程”等2项成果获工程设计成果三等奖。

有色金属建设行业工程咨询、勘察、设计及信息技术成果评价每年组织一次,汇集了行业内各项优秀工程。本次评选为期3个月,共评选出各类优秀成果445项,包含优秀工程设计成果118项、优秀工程咨询成果220项、优秀工程勘察成果105项、优秀信息技术成果2项。

(资料来源:中国有色金属报)