

国产艾萨烧枪在某危废行业应用

邓敏隶

江西华赣瑞林稀贵金属科技有限公司，江西丰城，331100；

摘要：艾萨烧枪广泛应用于艾萨炉和奥斯迈特炉，它是一种直立沉没式喷枪，称为“赛洛”枪，喷枪吊挂在喷枪提升装置上，便于生产操作。根据生产形式和工艺工况不同，一些富氧顶吹炉直接采用艾萨喷枪，也有一些采用有保护套的艾萨喷枪，本文介绍了艾萨喷枪在某危废行业的应用出现一些问题及其解决方法，对喷枪的改进和发展具有指导意义。

关键词：危险废物；喷枪；工艺风；热平衡；旋流器

DOI： 10.69979/3060-8767.24.3.025

序言

某厂以处理危险废物为主，处理物料有：工业污泥和PCWB线路板。处理工艺为：原料破碎、配料——物料干燥——熔炼——还原——铜、渣排放。

处理物料炉体为具有耐火材料衬里的垂直圆柱体，艾萨喷枪从炉顶中心插入炉内，喷枪头部浸没在熔池的熔渣层中，冶炼所需的工艺富氧通过喷枪送入渣面以下液态层中，形成强烈搅动状态的熔池，炉料从炉顶加料口加入炉内，直接落入处于强烈搅动的熔池，快速被卷入熔体与氧反应，炉料被迅速熔化，生产炉渣和铜铈。为方便烘炉及生产过程中的加料需要，在炉顶设置升降的喷枪，并考虑采用风冷保护结构，以保证其正常使用。

艾萨喷枪（又称：浸没式富氧顶吹喷枪）特点：喷枪头部浸没在熔池的熔渣层内，创造良好的反应动力学条件，极大增加了反应过程的传热、传质效果，大大提高了反应速度，热效率高。燃料适应范围广，重油、柴油、天然气、粉煤均可。

1 烧枪使用情况及问题分析

1.1 使用状况

某冶炼厂从2016年-2018年生产期间，富氧顶吹烧枪基本功能可以实现，但是在使用中的效果不太理想，具体状况如下：

熔炼过程熔池飞溅剧烈，喷枪发出的流体，不能形成旋流状态；

枪端不能浸没熔池，处于悬吊燃烧；

(3) 枪管整体弯曲变形严重；

(4) 枪体难以行程挂渣层，枪端生产寿命短。

1.2 现状分析

根据朱祖泽、贺家齐主编《现代铜冶金学》^[1]中第五章奥斯迈特熔炼与艾萨熔炼中P273-283中对烧枪的描述，赛洛烧枪和艾萨烧枪区别，在于第四层冷却风保护套的区别。设计区别考虑艾萨枪使用中，工艺风的量可以满足烧枪的热量平衡，保证烧枪的物理形状。如果不能满足烧枪的热平衡，需要对烧枪进行外置冷却风进行保证烧枪的工作状况。

根据魏涛《顶吹熔池熔炼喷枪寿命影响因素的探讨》^[2]、杨柳青《Ausmelt炉喷枪枪位控制与喷枪寿命研究》^[3]做了分析说明，结合生产实践结论如下：

(1) NTRS炉烧枪本体热平衡不准确

根据生产实践，烧枪的形状，定义为烧枪的热量不平衡导致弯曲变形，如图：



图1：现场使用照片

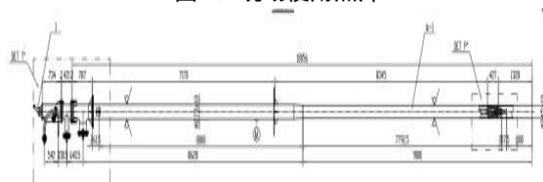


图2：原图

本照片中存在两种热量不平衡，第一是枪本体的不平衡导致整体的弯曲；第二是枪头的热量不平衡导致枪头烧损过

快。

结合《现在铜冶金学》理论及各家富氧顶吹冶炼厂生产实践和本厂的生产实践中，解决第一个热平衡问题，需要对枪体进行增加冷却风套处理。解决第二问题，需要烧枪和熔体解除地方形成“挂渣”保护层，延长枪头的使用寿命。这样就可以形成枪体的整体的热量平衡。

(2) 合适生产模型，结合热平衡确定工艺参数

在实际生产中，熔池喷溅剧烈，喷溅高度达到2.5~3m。枪端无法浸没熔池，处于悬吊燃烧状态，喷枪发出的流体，无法形成旋流状态。

在某冶炼厂的烧枪设计过程中，也曾经考虑工艺风对烧枪本体的冷却，但在实际生产中存在不匹配现象，造成生产中喷溅问题和枪头不能浸没的问题。

李东波、杨堃等在《艾萨喷枪旋流技术研究与应用》^[4]、王仕博《艾萨炉顶吹熔池流动与传热过程数值模拟研究》^[5]中对烧枪的生产模型及对喷枪插入深度对流场的影响做了分析，结论是：建立相对准确的生产模型。

在正产的生产过程中，某厂的参数设置在4500Nm³/h~6000Nm³/h，根据艾萨烧枪的理论计算，可以满足烧枪的整体热平衡，但是在实际生产中没有满足热量平衡，暂时不考虑烧枪的本身结构导致的问题，先重新核实生产模型，确定合适的工艺参数，在确定艾萨烧枪的具体结构。

1.3 改进方向

(1) 喷枪发出的流体，不能形成旋流状态

通过深入研究图纸和现场的使用情况看，NRTS 喷枪出口是 $\phi 245 \times 10$ 的直通管道，尽管内部焊接了螺旋导向叶片，叶片高度约30-40mm，内部处于空虚状态，在通风的状况下，螺旋的片没有很好起到导向作用，如图3：



图3：现在风道口

为了解决风的旋转问题，在闪速熔炼精矿喷嘴中对风的研究已经很深了，其中：南京理工大学的常金彪在《铜闪速炉精矿喷嘴风口部件设计及仿真分析》^[6]中明确分析了如何引

导风的旋转及其不同的叶片对风旋转的影响。结合其他冶炼厂在生产中应用，如图4所示。



图4：某冶炼厂使用的风口

改进措施：在现有口径基础上改进成强制旋转风道，进行摸索试验，提高烧枪的搅拌能力，图5。



图5：改进措施

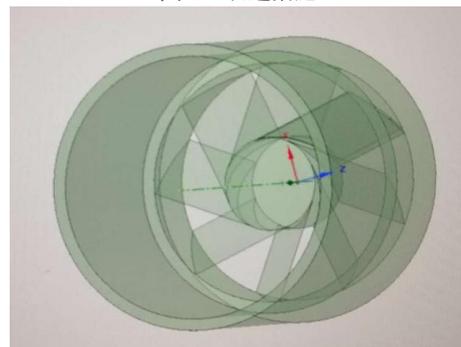


图6：8片旋流器设计图

可以减少口径和旋转叶片的个数，根据常金彪的研究，可以在流体力学中进行模拟，提高准确性。

(2) 枪管整体弯曲变形严重

枪体的变形弯曲，完全由于热辐射所导致，根据赛洛烧枪的结构，NTRS 炉烧枪需要增加一层外置的风冷套管。由于通入的风量不参加熔炼反应，需要特别制作有进有出的风管风套。

风套的内部结构采用竖装条，左侧集中进入，右侧集中排出，类似某冶炼厂的使用成熟的精矿喷嘴结构，如图。



图7 某冶炼厂外部焊接风道 图8 具体结构示意图

(3) 枪端无法浸没熔池，且生产寿命短

通过模型计算出枪体出口的流速，通过改进后壁圆管方式，可以提高枪头寿命，根据经验，可采用16mm310s钢板卷制成合适的枪体头形状。

计算出相应的工艺参数和生产模型后，计算出烧枪的尺寸。结合生产技术人员的研究和本公司的生产实践，具体改进如下：(1) 烧枪的形式有艾萨烧枪改成奥斯迈特烧枪（赛洛烧枪），改进内容在第三层的风管上增加第四层防护套管。风套管长度建议至沉没层（俗称枪头）上方200-300mm。(2) 对现有的枪头（310s圆管）进行改进，改成壁厚20mm卷管。

(3) 对枪体内部的旋流器旋流片进行改进，采用一系列间隔排列短旋流器。(4) 防护层风管采用内部通道形式，有利于对套管冷却效果的控制。

参考文献

- [1] 朱祖泽.《现代铜冶金学》[M]. 科学出版社, 2003 273-283
- [2] 魏涛.《顶吹熔池熔炼喷枪寿命影响因素的探讨》[C]. 云南铜业集团公司、云南省有色金属学会第七届冶炼技术论文发布会, 358-372
- [3] 杨柳青.《Ausmelt 炉喷枪枪位控制与喷枪寿命研究》[D] 昆明大学毕业论文, 57-62
- [4] 李东波、杨堃.《艾萨喷枪旋流技术研究与应用》[C]. 云南铜业集团公司、云南省有色金属学会第七届冶炼技术论文发布会, 30-36
- [5] 王仕博.《艾萨炉顶吹熔池流动与传热过程数值模拟研究》[D] 昆明大学毕业论文, 6-17
- [6] 常金彪.《铜闪速炉精矿喷嘴风口部件设计及仿真分析》[J] 信息技术 2013, 42(6): 107 ~ 109