

中国恩菲有色冶炼余热锅炉

陈逢胜, 陈 芹

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘 要] 本文首先介绍了有色冶炼余热锅炉的特点及其结构,在此基础上介绍了中国恩菲在有色冶炼余热锅炉方面的发展历程、技术突破及部分业绩。最后,介绍了中国恩菲专利产品弹簧振打清灰装置的技术优势及使用业绩。

[关键词] 余热锅炉; 弹簧振打; 专利技术

[中图分类号] TF806 [文献标志码] B [文章编号] 1003-8884(2021)04-0012-03

DOI:10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.04.003

0 引言

重有色金属(铜、镍、铅、锌等)是我国国民经济重要基础原材料。冶炼过程高温烟气成分极为复杂,烟气中 SO_2 和烟尘含量高、湿度大、露点高、腐蚀性强、结渣严重,极易引发冶炼生产中的重大安全事故。如何安全高效地对冶炼复杂烟气进行冷却、降温及余热回收是制约冶炼工艺安全生产和节能降耗的重大技术难题。余热锅炉是冶炼工艺系统中的关键余热回收设备,其核心技术一直被美国福斯特惠勒及德国欧萨斯等公司所垄断。

1 余热锅炉结构

目前,余热锅炉发展很快,炉型也比较多,基本上可以分为三种形式:三通道、两通道和单通道形式。三通道式余热锅炉包括上升烟道、下降烟道和水平烟道三部分烟道;两通道余热锅炉包括上升烟道和水平烟道两部分烟道;单通道余热锅炉则是只包括水平烟道一部分。

2 中国恩菲余热锅炉

针对有色冶炼余热锅炉热负荷不稳定、堵塞和磨损、腐蚀和配置受限等问题,中国恩菲工程技术有限公司(以下简称“中国恩菲”)通过研发,结合生产中的实际情况,不断提高设计准确性,改进锅炉系统,优化锅炉结构,进行了大量的创新工作,并在实际生产中取得了较好的效果。经过几十年几代人的努力,中国恩菲余热锅炉的研究设计能力是国内有色行业最强的,已经达到国内领先和国际先进水平。中国恩菲设计的余热锅炉具有配套炉型多、应用范围广、可靠性高、经济效益好等特点,彻底结束了有色冶金余热锅炉以往必须依靠进口的历史。

到目前为止,中国恩菲已经完成五十余个国内外有色冶炼项目余热锅炉的设计或者总承包工作,设计并运行的余热锅炉已达 130 余台。中国恩菲在余热锅炉技术上有较高的水平和不断创新的能力,保证了中国恩菲的余热锅炉具有较好的灵活性,适应性广,为余热锅炉的完全国产化和推广应用做出了重要贡献。

中国恩菲设计的余热锅炉的蒸发量从每小时几吨到每小时百吨均有,设计蒸发量最高达 164 t/h。中国恩菲独立设计了世界有色金属冶炼领域中最大规模的顶吹炉余热锅炉——内蒙古兴安铜锌冶炼有限公司锌渣处理熔炼炉余热锅炉,该余热锅炉对炉罩、过渡段、垂直烟道及辐射室均进行了结构创新设

[收稿日期] 2021-02-19

[作者简介] 陈逢胜(1976-),男,湖南浏阳人,教授级高级工程师,硕士,主要从事有色冶炼领域热能工程设计工作,现任中国恩菲工程技术有限公司冶金化工事业部热工室主任。

[引用格式] 陈逢胜,陈芹.中国恩菲有色冶炼余热锅炉[J].有色设备,2021,35(4):12-14.

计,适应了工艺生产的要求,运行状况良好。

中国恩菲利用掌握的技术对原来进口的余热锅炉进行改造,使之适应不断提高的生产要求。2001年,中国恩菲对西北铅锌冶炼厂引进川崎重工的锌焙烧炉余热锅炉进行了改造;2003年完成了江西铜业集团贵溪冶炼厂引进川崎重工的闪速炉余热锅炉的改造;2004年完成了对引进川崎重工的贵溪冶炼厂5台转炉余热锅炉的改造和金隆公司1台闪速炉余热锅炉、3台转炉余热锅炉的改造。2011年完成了对引进福斯特惠勒的金川公司1台镍闪速炉余热锅炉的改造。

中国恩菲逐步形成了一套具有独立知识产权的余热锅炉先进技术体系,包括有色余热锅炉计算突破,设计、制造、安装和使用在内的完整产业链。中国恩菲已彻底掌握有色冶炼余热利用重大技术与装备核心技术,并达到世界先进水平。同时获得省部级科学技术和优秀工程设计一等奖7项,获得国家发明专利15项、实用新型4项,发表论文5篇。表1~4是近几年中国恩菲设计的不同炉型的部分业绩。

表1 焙烧炉余热锅炉部分业绩(典型)

名称	蒸发量/ (t·h ⁻¹)	压力/ MPa	温度/ ℃
会泽焙烧炉余热锅炉	35	4.4	258
西北铅锌焙烧炉余热锅炉	50	3.2	400
曲靖锌焙烧炉余热锅炉	30	4.0	252
内蒙焙烧炉余热锅炉	30	4.0	252
济源焙烧炉余热锅炉	30	4.0	252
赤峰焙烧炉余热锅炉	6	3.0	400
成州焙烧炉余热锅炉	6	3.2	236
伊朗亚兹德余热锅炉	8	3.82	249

3 中国恩菲弹簧振打清灰装置

弹簧振打清灰装置是余热锅炉的配套设备,中国恩菲在吸收国外先进技术的基础上,结合有色冶炼余热锅炉设备设计及运行的实践经验,开发出的一种先进高效的锅炉清灰系统专利产品。它可清除各种锅炉尘垢,是恶劣条件下清洁受热面的有效工具。它填补了我国强粘结性烟灰锅炉高效清灰装置的空白,并于1997年首次申请了专利。根据实际运

表2 转炉余热锅炉部分业绩(典型)

名称	蒸发量/ (t·h ⁻¹)	压力/ MPa	温度/ ℃
赤峰金剑转炉余热锅炉	17	5.0	265
金川50t镍转炉余热锅炉	7.5	2.5	228
金川86t镍转炉余热锅炉	14	3.0	235
金川110t镍转炉余热锅炉	14	3.0	235
铜陵30t铜转炉余热锅炉	5.0	4.3	255
贵溪转炉余热锅炉改造	14	4.3	255
金隆转炉余热锅炉改造	14	4.3	255
云冶110t铜转炉余热锅炉	13	4.2	253

表3 顶吹炉余热锅炉部分业绩(典型)

名称	蒸发量/ (t·h ⁻¹)	压力/ MPa	温度/ ℃
云锡顶吹熔炼炉余热锅炉	30	2.7	400
楚雄顶吹熔炼炉余热锅炉	28	3.5	370
金川顶吹熔炼炉余热锅炉	160	4.6	260
大冶顶吹熔炼炉余热锅炉	110	4.6	260
西乌旗熔炼炉余热锅炉	161	4.2	254
会泽顶吹熔炼炉余热锅炉	28	4.4	257
吉镍顶吹炼炉余热锅炉	41	4.4	257

表4 闪速炉余热锅炉部分业绩(典型)

名称	蒸发量/ (t·h ⁻¹)	压力/ MPa	温度/ ℃
防城港闪速熔炼炉余热锅炉	116	6.0	277
防城港闪速吹炼炉余热锅炉	49	6.0	277
金川镍闪速炉余热锅炉	74	4.6	260
三门峡闪速吹炼炉余热锅炉	32	5.4	270
赤峰金剑侧吹炉余热锅炉	72	5.0	265

行情况,中国恩菲持续进行了创新和改进,目前已经由Ⅱ型升级到Ⅲ型,陆续申请了多项专利,并获得了国家发明专利1项,和实用新型专利1项。

本装置与国内其它同类产品相比,在提高锅炉设备利用率、减轻维护强度和工作量以及节能等方面具有十分明显的优势。该装置在技术性能上与国外同类产品相同,但在价格上却具有很大

的优势。

中国恩菲开发出了最新型的智能型弹性振打清灰系统,配备恩菲低压智能配电系统,能够对运行过程中的卡锤、欠保养、严重过载等非正常运行情况进行在线监测、实时监视和智能控制,提高工厂自动化作业水平,精确保护设备。本装置击振力大,五档可调,范围为40~400 kN。弹性元件产生低频震荡,清灰效果好,又不损害受热面,振打频率可调,振打周期可程序控制。能耗低,寿命长,维护方便。

弹性振打清灰装置可用于各种锅炉受热面清灰。烟尘,特别是粘结性强的烟尘,沉积于锅炉受热面上,严重影响传热,降低热量回收,甚至堵塞通道,引起停炉。当用一般方式难以清除时,更突显弹性振打清灰装置的威力。

本装置是中国恩菲的专利技术(专利号:ZL 2016 2 0323115.9),由中国恩菲自己的配套厂家生产,中国恩菲所有总承包项目中的振打装置均由中国恩菲直接供货,而且单独作为设备供货给不少用户。截止目前,已在有色冶金行业近60个项目、130多台锅炉中使用,销量超过3 000台。金川集团有限公司镍冶炼富氧顶吹工程、铜陵有色澳炉搬迁项目、内蒙兴安铜锌冶炼有限公司渣处理项目、印度德里巴渣处理项目、会泽冶炼分公司锌浸出渣处理工程等均采用了中国恩菲的弹性振打清灰装置。图1为现场安装的弹簧振打装置图,图2为弹簧振打安装后的图。



图1 弹簧振打图



图2 弹簧振打现场安装图

表5 弹簧振打清灰装置业绩表

业主名称	数量/ 套	合同签 订年份
云南驰宏锌锗股份有限公司会泽冶炼分公司	60	2019
中国有色金属建设股份有限公司	256	2017
铜陵有色金属集团控股有限公司	283	2016
灵宝市金城冶金有限责任公司	180	2016
四川东方锅炉工业锅炉集团有限公司	15	2016
五矿铜业(湖南)有限公司	186	2014
内蒙古兴安铜锌冶炼有限公司	228	2014
大冶有色金属有限公司	8	2014
河南中原黄金冶炼厂有限责任公司	250	2013
北方铜业股份有限公司	110	2011
大冶有色金属有限公司	126	2009
金川集团有限公司	124	2006

4 结语

中国恩菲有色冶炼余热锅炉经过多年的发展,传承匠心精神、不断创新,其负责研发和设计的余热锅炉得到了客户和市场的广泛认可。随着冶炼工艺的技术突破,余热锅炉研发也必将紧随其后实现更高效的余热回收目标。

(下转第32页)

- [18] 易爱飞,朱兆武,张健,等. 废旧三元电池正极活性材料盐酸浸出液中钴锰共萃取分离镍锂[J]. 有色设备,2018(4):4-9.
- [19] He LP, Sun SY, Yu JG. Performance of $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ prepared from spent lithium-ion batteries by a carbonate co-precipitation method[J]. *Ceramics International*. 2018,44(1):351-357.
- [20] Zhang X, Bian Y, Xu S, et al. Innovative application of acid leaching to regenerate $\text{Li}(\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_2$ cathodes from spent lithium-ion batteries[J]. *ACS Sustainable Chemistry Engineering* 2018, 6(5):5959-5968.
- [21] Zhou H, Zhao X, Yin C, et al. Regeneration of $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ cathode material from spent lithium-ion batteries[J]. *Electrochimica Acta*. 2018, 291:142-150.
- [22] Zhang X, Xie Y, Cao H, et al. A novel process for recycling and resynthesizing $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ from the cathode scraps intended for lithium-ion batteries[J]. *Waste Management*. 2014,34(9):1715-1724.
- [23] Shi Y, Chen G, Liu F, et al. Resolving the Compositional and Structural Defects of Degraded $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$ Particles to Directly Regenerate High-Performance Lithium-Ion Battery Cathodes[J]. *ACS Energy Letters*. 2018,3(7):1683-1692.
- [24] Shi Y, Zhang M, Meng YS, et al. Ambient - Pressure Relithiation of Degraded $\text{Li}_x\text{Ni}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2(0 < x < 1)$ via Eutectic Solutions for Direct Regeneration of Lithium-Ion Battery Cathodes[J]. *Advanced Energy Materials*. 2019:1900454.

Progress of Research on Recycle of Spent Ternary Material

FEI Zi-tong, YANG Xuan, DONG Peng, MENG Qi, ZHANG Ming-yu

Abstract: Developing new energy vehicles (NEV) is an important measure to achieve the goal of “Double Carbon”. As the major power source of NEV, ternary lithium ion batteries have been increased by years in both production and sales, which leads to an explosive generation of used ternary lithium ion batteries. The recycle of used ternary lithium ion batteries has multiple benefits in terms of resource, environmental protection, economy and so on. In this paper, the research progress in recent years on the recycle of used ternary lithium ion batteries is introduced, including the pre-treatment and recycling technologies of these batteries. The recycling technologies include pyrometallurgical process, hydrometallurgical process, direct regeneration, etc. The merits and defects of these technologies are analyzed and the developmental direction of recycling spent ternary material is expected.

Key words: spent ternary material; recycle; direct regeneration; hydrometallurgy



(上接第 14 页)

Waste Heat Boiler Developed by China ENFI for Nonferrous Metallurgy

CHEN Feng-sheng, CHEN Qin

Abstract: The characteristics and structure of the waste heat boiler for nonferrous metallurgy is introduced, followed by the development history, technical breakthrough and part of track records of China ENFI in terms of the WHBs for nonferrous metallurgy. Finally, the technological superiority and application cases of the mechanical rapping ash removal device are presented. The device is a patented product of China ENFI.

Key words: waste heat boiler; mechanical rapping; patented technology

