

# 济钢焦化节能减排技术

甄玉科

(济钢集团有限公司 化工厂,山东 济南 250101)

**摘要:**介绍了济钢焦化节能减排技术应用情况。济钢焦化通过开发干熄焦、煤调湿、无蒸汽蒸氨、负压蒸馏、密封无尘排渣和脱硫液使用氧气再生等具有自主知识产权的新技术以及应用化产尾气资源化利用技术、无蒸汽焦炉煤气水封技术、循环闭式用水工艺和泄漏治理等行业先进技术,实现了焦炭全干熄、废渣循环利用、工艺废水零排放等,提高了能源利用率,济钢焦化工序综合能耗降至94.4 kgce/t。

**关键词:**焦化;节能减排;余热回收;三废

**中图分类号:** TQ520.6

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1004-4620(2013)06-0043-03

## 1 前言

济钢焦化注重节能减排技术的研究应用,开发了干熄焦、煤调湿、无蒸汽蒸氨、负压蒸馏、密封无尘排渣和脱硫液使用氧气再生等具有自主知识产权的新技术,应用了化产尾气资源化利用技术、无蒸汽焦炉煤气水封技术、循环闭式用水工艺和泄漏治理等行业先进技术,提高了能源利用率,使济钢焦化工序综合能耗降至94.4 kgce/t,达到了行业先进水平,减排了污染物,现场无组织废气排放基本达到了GB 16171—2012《炼焦化学工业污染物排放标准》的要求。

## 2 焦化行业节能减排潜力分析

### 2.1 煤焦系统

1)煤尘、焦尘的回收利用。焦化煤焦系统物料运输过程和焦炉操作过程中的扬尘是焦化主要污染源,煤尘、焦尘的资源化回收利用是节能减排的重点。

2)焦炉余热回收利用。焦炉是焦化工序主要能耗大户,焦炉输入的总热量中,红焦显热带走约37%,荒煤气带走约32%,烟道气带走17%<sup>[1]</sup>。另外,焦炉散失的热量、红焦显热、上升管余热及烟道气余热是焦化节能减排潜力所在。

### 2.2 化产系统

1)合理利用煤气温度梯度。煤气净化回收过程也是煤气频繁升降温的过程,造成了能源的浪费。优化工艺、合理利用煤气温度梯度是节能减排的重点。

2)降低蒸馏耗热量。焦化生产过程中有剩余

氨水蒸氨、富油脱苯、焦油蒸馏、工业萘蒸馏等工序,每个蒸馏过程都需提供大量的蒸馏热量,降低蒸馏耗热量是节能减排的重点。

3)化产零蒸汽技术。蒸汽制冷机、硫铵工序预热器、煤气水封、蒸馏都要消耗大量的蒸汽加热或保温,一方面造成了能源、资源浪费,另一方面部分蒸汽冷凝后的焦化废水难处理,化产零蒸汽技术是节能减排重点。

4)化产尾气资源化回收利用技术。焦化化产异味污染源分布广,性质差异大,排量不稳定,为气态,治理难度大,实现化产尾气资源化回收是减排的重点。

## 3 济钢焦化节能减排技术

### 3.1 余热回收技术

1)国产化干熄焦技术。干熄焦是焦化行业节能减排技术,起源于前苏联,在日本得到快速发展。但在20世纪90年代,仅宝钢从日本、上海焦化从乌克兰引进了干熄焦,投资高阻碍了干熄焦技术在国内推广应用。济钢引进、消化吸收、转化乌克兰技术,开发了国内第1套70 t/h国产化干熄焦,设备国产化率达到了95%以上,1999年4月一次投产成功,节能量约为30 kgce/t,处于行业领先水平。国产化干熄焦技术的研发形成了具有济钢自主知识产权的干熄焦技术,培养了一批设计、操作及运营维护的人才。在此基础上,又开发了100 t/h、160 t/h干熄焦装置,实现了焦炭全干熄。

2)煤调湿技术。集煤的风选破碎和调湿技术于一体,济钢研究开发了具有自主知识产权的以烟道气为热源的煤调湿技术,利用焦炉烟道废气余热,使配合煤水分降低了2%~3%,节约加热用焦炉煤气617.6万m<sup>3</sup>/a,减排废水4万t/a,降低粉碎机电耗50%,该技术达到了行业领先水平。

3)荒煤气余热回收技术。炼焦产生的750~

收稿日期:2013-09-12

作者简介:甄玉科,男,1966年生,1989年毕业于武汉钢铁学院煤化工专业。现为济钢化工厂厂长,高级工程师,从事煤气净化回收与化产品精制工作。

800℃的荒煤气,在桥管和上升管通过循环氨水喷洒使煤气降温至78~82℃,造成了能量浪费。济钢近几年进行了荒煤气余热利用的研究,以导热油为热载体回收荒煤气余热项目完成中试,由于技术局限性未能实现工业化;济钢又与中冶焦耐工程技术有限公司共同开发了回收荒煤气显热生产蒸汽的余热回收技术,即将荒煤气导入余热锅炉产生蒸汽用于发电,正在进行中试。项目一旦成功,将是焦化技术的又一次重大突破。

4)煤气初冷器余热回收技术。来自焦炉的78~82℃的煤气进入初冷器用中低温水冷却至22℃,上段循环水出水温度高达70~75℃,经凉水架冷却后循环使用,造成了能量的浪费。济钢在冬季将上段循环水直接用于供暖,回收余热5600kW。为进一步提高初冷器余热利用率,将超低温制冷及热泵技术相结合,研究开发双效热泵回收初冷器余热,即夏季将初冷器上段循环水出水引入机组生产低温水,制冷量达4070kW;冬季利用机组的制热功能,将初冷器中段部分循环水出水引入机组,用以加热初冷器上段循环水出水,制热量3800kW,具有较高的经济效益。

### 3.2 节能减排技术

1)减压蒸馏技术。减压蒸馏是通过降低液面压力降低物料沸点,从而降低操作温度,降低蒸馏耗热量,已广泛应用于石化行业。济钢将减压蒸馏应用于焦化行业,成功开发了焦油负压蒸馏、负压脱苯和负压蒸氨,既实现了无蒸汽蒸馏,减排了废水,也降低了蒸馏操作温度,降低了蒸馏耗热量。对120万t/a的焦化厂,采用负压脱苯工艺年可节省标准煤2500t,采用负压蒸氨技术年可节约标准煤约1000t<sup>[2]</sup>,同时减排了化产尾气,改善了环境。

2)负压脱硫技术。济钢开发了具有自主知识产权的负压脱硫技术,即将脱硫工序放置于电捕后、鼓风机前,来自电捕的25~30℃的煤气直接进入脱硫,省去预冷塔;煤气经鼓风机加压后,温度升高至50~60℃,取消了硫铵工序预热器<sup>[3]</sup>。年可节省标准煤约15637t,降低了化产废水和设备投资维护费用。

3)化产零蒸汽技术。为降低化产系统蒸汽消耗,济钢开发了导热油技术和无蒸汽煤气水封技术。①导热油技术。以导热油代替蒸汽用于化工生产的高效用能工艺技术,包括导热油蒸氨、导热油替代蒸汽蒸苯技术和导热油用作加热介质干燥硫铵等技术,提高了能源利用效率。如导热油蒸氨节能量约为3.16kg标准煤/t剩余氨水,减排了化产废水<sup>[4]</sup>。②无蒸汽煤气水封技术。煤气水封是焦化

区域常见设备,需用蒸汽吹扫、保温,能源利用率低,且增加废水量。济钢一方面应用电伴热技术,减少保温用蒸汽;另一方面在冷鼓区域应用“双传防堵”无蒸汽煤气水封,以循环氨水作为传热介质,杜绝了蒸汽消耗。平均每台可节约蒸汽0.2t/h,减排了废水。

4)水资源循环利用工艺。焦化企业一般用水为开式系统,生活水、生产水一次应用后外排,循环水系统污水直接外排,蒸汽冷凝水直接外排或进入污水系统,水的利用率低,废水量大。济钢以水质分析为基础,优化用水工艺,建立了循环闭式用水模式,实现了水的梯级、循环使用,提高了水重复利用率。降低新水消耗74m<sup>3</sup>/h,化产污水量减少了39m<sup>3</sup>/h,外排水量大幅降低。

5)捣固焦技术。在钢铁联合企业,一般采用顶装煤炼焦,需要优质煤源。捣固焦与顶装焦相比,具有扩大炼焦煤源、改善焦炭质量的优点,在成本压力和优质炼焦煤资源短缺条件下,捣固焦成为降低炼焦成本的有效方法。济钢开发了顶装煤改捣固焦技术,在1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>和5<sup>#</sup>焦炉进行了改装试验,并成功投运,降低了配煤成本。

6)高压水清扫炉门技术。炉门密封不严造成冒烟冒火是炼焦工序主要污染源。济钢开发的高压水清扫炉门技术,采用高压水与机械刀具联合清扫的方式,实现了炉门自动清扫,确保了炉门严密,减少了荒煤气外溢。

7)集气管压力模糊控制技术。济钢1<sup>#</sup>~5<sup>#</sup>焦炉共用1套鼓冷系统,存在较强的耦合干扰,集气管压力波动大,经常造成焦炉放散。采用焦炉集气管压力模糊控制技术成功解决了这一问题。即采用集中控制方式动态调整初冷器前吸力,应用模糊控制原理调配吸力,通过控制煤气流速和流量的变化平衡稳定焦炉压力,杜绝了焦炉放散。

### 3.3 焦化三废资源化回收利用技术

1)炭化室单调技术。炭化室单调工艺是近几年随着焦炉大型化从国外引进的节能减排技术,无烟装煤效果显著,杜绝了装煤时荒煤气和煤尘外溢,具有良好的环境效益和经济效益。济钢与中冶焦耐工程技术有限公司共同开发了国产化的炭化室单调工艺,应用于济钢8<sup>#</sup>、9<sup>#</sup>焦炉,装置运行稳定,虽还存在着初冷器阻力大等问题,已制定了解决方案,完善后将推动此技术的应用。

2)自除尘式加煤车技术。济钢研究开发了自除尘式加煤车,增加第三导套结构,完善了除尘系统的设计缺陷,实现自动和智能控制,整个操作过程与装煤操作同步进行,不影响焦炉单炉操作时

间,实现了装煤烟尘的回收利用,减排了装焦烟尘,改善了环境。

3)脱硫液使用氧气再生技术。济钢8#、9#焦炉采用塔式HPF法焦炉煤气脱硫工艺,脱硫液用喷射器自吸空气再生,吸入空气量约7 500 m<sup>3</sup>/h,废气量大、含氧高,无法直接并入负压煤气,从塔顶直排,污染环境。为实现脱硫再生尾气回收,开发了脱硫液使用氧气再生技术,使用含氧40%的氮氧混合气体再生,使废气量降至2 700 m<sup>3</sup>/h,成功将尾气并入煤气负压系统,同时改善了脱硫效果。

4)密封无尘排渣技术。焦化冷鼓区域机械化澄清槽(焦油氨水分离器)排焦油渣是敞开系统,焦油渣洒落污染地面,液体中氨、焦油等组分挥发造成大气污染。为解决排焦油渣污染问题,开发了密封无尘排渣系统,实现了排渣过程全密闭、自动化操作,杜绝了化产异味扩散。

5)化产尾气回收利用技术。焦化化产区域塔、槽、釜、罐是常见设备,均设有放散管、泄压阀等附属部件,连续或间歇与大气相通,氨、萘、苯等化产恶臭气体排放严重。济钢根据化产尾气性质,针对性开发了多种尾气回收技术:负压蒸馏技术,用于焦油蒸馏、富油脱苯、蒸氨;文氏管喷洒洗涤工艺,用于冷鼓、提盐、苯精制;煤气负压回收技术,用于蒸氨、粗苯、脱硫、苯精制;尾气焚烧,用于焦油精制。实现了化产尾气的资源化回收利用。

6)型煤技术。针对焦化生产过程产生的焦油渣、煤尘、焦尘等固体废物,济钢开发应用型煤技术,以化产废渣作粘结剂,结合焦炭和煤尘成型配煤炼焦新技术,实现了焦化三大渣的连续自动化闭路循环利用,改善了环境。

7)脱硫废液提盐技术。济钢采用HPF法煤气脱硫,为防止脱硫液在循环中副盐积累,定期置换部分脱硫液至备煤系统,脱硫液系统需要不断补充新水,既增加了水耗和焦化废水量,又影响了脱硫效率。为此,开发了脱硫液提盐技术,利用重结晶的方法,提取了脱硫液中的多铵盐,实现了HPF脱硫工艺无废水排放,改善了脱硫效果,使塔后煤气硫化氢含量达到了设计要求,减排了SO<sub>2</sub>。

## 4 结 语

济钢已初步构架了焦化行业清洁节能生产模式,实现了焦炭全干熄、废渣循环利用、工艺废水零排放、化产尾气回收利用。工序能耗逐步降低至94.4 kg标准煤/t,达到了行业先进水平,无组织废气排放基本达到了GB 16171—2012《炼焦化学工业污染物排放标准》的要求,使现场环境大为改观,推动了焦化行业可持续发展。但节能减排技术需要与时俱进,今后将进一步进行上升管、烟道气、循环氨水、蒸馏工艺等余热回收利用,废水零外排,焦炉煤气升值利用等节能减排技术的研究与应用,以推动焦化行业技术不断进步,实现焦化行业低碳绿色转型发展。

### 参考文献:

- [1] 于振东,郑文华.现代焦化生产技术手册[M].北京:冶金工业出版社,2010.
- [2] 甄玉科,祝仰勇,张顺贤,等.负压蒸氨技术的研究与应用[J].燃料与化工,2012,43(5):53-57.
- [3] 康春清,齐娜,祝仰勇.煤气半负压工艺的开发与应用[J].山东冶金,2008,30(6):29-30.
- [4] 林宪喜,祝仰勇.导热油加热技术在蒸氨系统中的应用[J].燃料与化工,2004,35(3):28-30.

## Energy-saving and Emission Reduction Technology of Jinan Steel's Coking System

ZHEN Yuke

(Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

**Abstract:** This article introduces the application about energy-saving and emission reduction technologies of Jinan Steel's coking system. They developed new technologies with independent intellectual property rights, such as coke dry quenching, coal moisture control, no steam distilling ammonia, negative pressure distillation, sealed dustless discharge, regenerated desulfurized liquid by oxygen and used the advanced technologies of coking industries, such as recycling-utilization of tail gas, no steam water seal for coking gas, circulating and closed type water process, and leakage management, realizing all coke dry quenching, waste residue recycling, zero emissions of process waste water and so on. The energy utilization rate was improved and the comprehensive energy consumption of the coking procedure was reduced to 94.4 kgce/t.

**Key words:** coking; energy-saving and emission reduction; waste heat recovery; three wastes

## 常见单位符号大小写混淆示例

单位名称	错误符号	标准符号	单位名称	错误符号	标准符号	单位名称	错误符号	标准符号
米	M	m	帕[斯卡]	pa	Pa	千克	Kg	kg
秒	S	s	瓦[特]	w	W	摩[尔]	Mol	mol
吨	T	t	电子伏	ev	eV	升	l	L