JNX3 – 70 – 2 型焦炉烟囱排放物治理实践*

张鲁斌，曹雪燕，潘庆如

（内蒙古包钢钢联股份有限公司煤焦化工分公司，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 文章总结了包钢煤焦化工分公司7 m大容积焦炉烟囱排放物治理过程中的实践经验，分析了影响7 m焦炉烟囱排放物超标的主要原因；通过调整加热制度、压力制度、加强炉体维护等措施，对烟囱排放物指标进行控制，为JNX3 – 70 – 2型焦炉烟囱排放物治理工作提供一定技术参考。

关键词： 烟囱；硫化物；氮氧化物；加热制度；窜漏

中图分类号： X511 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009 – 5438(2020) 01 – 0076 – 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.01.022

Governance Practices for Stack Effluents of JNX3 – 70 – 2 Coke Oven

Zhang Lu – bin, Cao Xue – yan, Pan Qing – ru

(*Coke Chemical Engineering Branch Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, it is summarized the practical experiences in the governance process of stack effluents for 7 m large capacity coke oven of Coke Chemical Engineering Branch Co. of Baotou Steel, analyzed the main causes impacting the stack effluents for 7 m coke oven exceed standard. The indexes of stack effluents are controlled by such measures as adjusting heating and pressure schedules as well as strengthening oven body maintenance, which provide certain technical reference for governance of stack effluents for JNX3 – 70 – 2 coke oven.

Key words: chimney; sulfide; oxynitride; heating schedule; blowby

2015年1月1日《炼焦化学污染物排放标准》GB16171—2012正式实施，对现有焦化企业而言，要求达到GB16171—2012中表 – 5的标准，即SO_2浓度不超过50 mg/m^3，NO_x浓度不超过500 mg/m^3，颗粒物浓度不超过30 mg/m^3。因此，为了达到标准要求，控制焦炉烟囱SO_2、NO_x的达标排放成为广大焦化工作者的重要研究方向。包钢煤焦化工分公司现有4座JNX3 – 70 – 2型大容积7 m焦炉，设计生产能力300万t/a，每两座焦炉组成一个炉组，共用一套烟气排放系统。2015年9月4座焦炉全面投产，在运行过程中SO_2、NO_x均出现不同程度的超标现象，其中SO_2浓度：100 ~ 120 mg/m^3；NO_x浓度：550 ~ 650 mg/m^3；颗粒物浓度：10 ~ 20 mg/m^3。

1 焦炉烟囱排放主要污染物及来源

1.1 二氧化硫

根据焦炉结构及生产特点，焦炉废气中的SO_2主要由加热煤气燃烧带入硫化物和装煤后部分荒煤气窜漏到焦炉燃烧室带入硫化物[1]。

焦炉加热用煤气带入的硫化物燃烧后生成硫化物，导致废气中硫化物过高。目前包钢煤焦化工分公司焦炉加热所使用的高炉煤气中H_2S浓度小于

* 收稿日期：2019 – 07 – 08

作者简介：张鲁斌(1989 –)，男，山东省牟平县人，工程师，现从事煤焦化生产技术工作。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 mg/m^3，净化后未经 ADA 处理的焦炉煤气中 H_2S 浓度在 1 000 mg/m^3 左右。

配合煤含硫量偏高，配合煤中的全硫有 30% ～35% 进入煤气中，进入煤气中的硫主要以硫化氢的形态存在，荒煤气在净化脱硫前 H_2S 浓度约为 6 000 ～7 000 mg/m^3，另外还含有少量脱硫工序中无法脱除的有机硫。而部分荒煤气中硫化物由于焦炉炉体窜漏，从炭化室进入燃烧室燃烧生成的 SO_2，一般焦炉窜漏量在 1% ～2% 之间，每吨入炉煤所产生的荒煤气有 3.5 ～7.0 m^3 漏入燃烧系统。

以上二者中的硫皆来源于入炉配合煤中的全硫。

1.2　氮氧化物

氮氧化物是造成大气污染的物质之一，其与碳氢化合物作用可形成光化学烟雾，对环境和人体健康带来严重影响。NO_x 按生成机理分为温度热力型、碳氢燃料快速型和含氮组分燃料型，而焦炉烟囱尾气中 NO_x 主要的成因是热力型，即焦炉加热温度造成的[2]。

包钢煤焦化工分公司技术人员对焦炉标准温度、废气温度和氮氧化物的生成进行实验研究，当焦炉停止加热时，氮氧化物浓度迅速下降，停止加热 5 min以后浓度基本为零（见表 1）。根据 7 m 焦炉生产经验，结焦时间每变动 30 min，相应的标准温度变化 5 ～10 ℃，根据试验，在保证焦炭成熟的前提下，焦炉结焦时间越短、标准温度越高，产生的 NO_x 浓度越高（见表 2），特殊情况下，可以通过对焦炉结焦时间的调整对烟囱废气氮氧化物进行控制。由表 1 及表 2 的数据可以确定造成焦炉废气氮氧化物超标的主要原因是温度热力型。

表 1　焦炉停止加热氮氧化物浓度变化

停止加热时间/min	NO_x 浓度/(mg·m^{-3})
1	487
2	259
3	98
4	17
5	4
6	1
7	0
8	0
9	0
10	0

表 2　不同结焦时间下氮氧化物指标统计

结焦时间/h	标准温度/℃		NO_x 浓度/(mg·m^{-3})	烟道温度/℃
	机侧	焦侧		
24.0	1 245	1 305	571	195
24.5	1 235	1 295	497	187
25.0	1 230	1 290	483	181
25.5	1 220	1 280	452	177
26.0	1 210	1 270	407	172

表 3 为 3#、4#焦炉烟道温度和氮氧化物指标统计表，3#、4#焦炉使用混合煤气加热（掺混比 2% ～3%），标准温度执行机侧 1 245 ℃、焦侧 1 305 ℃，焦炉废气温度和立火道的温度随着交换周期呈规律性变化。交换后 5 min 废气温度呈现下降趋势，之后废气温度逐渐呈现升高趋势，至交换前废气温度达到最高，期间烟囱冒青烟现象逐渐明显，焦炉交换时有 40 s 停止加热时间，NO_x 浓度急剧下降，在交换后 5 min 达到最低值。由此可知，焦炉交换时间越长烟囱氮氧化物指标越高。

表 3　3#、4#焦炉烟道温度和氮氧化物指标统计

交换后时间/min	NO_x/(mg·m^{-3})	烟道温度/℃
1	487	175
2	476	173
3	462	172
4	450	171
5	457	170
6	461	171
7	468	171
8	474	172
9	482	173
10	489	173
11	494	175
12	501	177
13	510	178
14	522	180
15	538	182
16	555	184
17	574	186
18	598	189
19	629	191
20	665	194

2　焦炉废气排放物治理方法

2.1　调整焦炉加热制度

煤焦化工分公司 4 座 7 m 焦炉均使用混合煤气加热，掺混比约 2% ～3%，技术人员通过试验，关闭焦炉煤气掺混，使用单一高炉煤气加热，降低由加热煤气带入的硫化物浓度。

在保证焦炭成熟的前提下，提高焦炉横排、直行系数，将标准温度从机侧 1 245 ℃、焦侧 1 305 ℃调

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

整为机侧1 235 ℃、焦侧1 295 ℃，整体降低10 ℃，有效降低温度热力型的NO_x生成。

JNX3－70－2型焦炉使用三段加热，煤气与空气道设在立火道隔墙中；第一段开口在立火道底部（即斜道口），第二段开口距立火道底1 750 mm，第三段距立火道底3 500 mm。三段空气开口气量比分别为60%、10%、30%；三段煤气开口气量比分别为80%、10%、10%；技术人员通过对第三段出口断面调节砖进行调节，改变立火道高向温度分布，从而进一步减少NO_x的生成。

通过现场测量确定集气管压力，保证结焦末期吸气管下方炭化室底部压力大于5 Pa，由于JNX3－70－2型焦炉使用三段集气管，故对每段集气管压力分别进行测量，最后确定集气管压力，暂时将集气管压力从155 Pa提高到185 Pa，增加荒煤气导出系统阻力，提高荒煤气在炭化室的停留时间，在一定程度上促进炉墙石墨生长，加强炉体严密性，并且后续随着季节继续对集气管压力进行调整。

煤焦化工分公司技术人员通过对焦炉烟囱排放物数据进行统计分析，在焦炉换向周期内，立火道的温度及废气温度呈现规律性变化，换向末期上升气流的立火道温度达到最大值，废气温度最高，随着上升气流转为下降气流，立火道的温度和废气温度呈现下降趋势，废气温度和氮氧化物浓度随着立火道温度的变化而成正比例变化。研究小组人员通过对焦炉在线监控系统的数据进行统计分析，发现SO_2、NO_x的浓度值随着交换时间呈线性周期性变化，如图1所示。

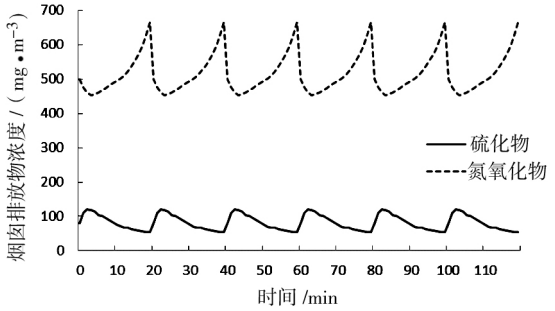


图1 焦炉烟囱SO_2、NO_x排放浓度随交换过程变化示意图

图1为两座焦炉共用一套烟囱排放，交换时间为20 min，在交换过程中，NO_x浓度急速下降，交换后缓慢上升，而SO_2浓度则与之相反，呈上升趋势，交换完成后达到峰值，之后逐渐下降到正常值。所以技术人员尝试调整交换时间，由20 min延长至30 min，这样减少了SO_2排放浓度峰值，从而降低SO_2排放浓度平均值，相应NO_x排放浓度平均值有所增高，但仍然在指标范围内。

2.2 强化生产维护管理

在日常的生产操作及热工管理过程中，加强热工管理，提高炉温均匀性。防止因温度变化造成热力型氮氧化物急剧增加，同时加强炉体维护工作，定期对水平烟道、炉头、拉条沟部位进行抹补、灌浆，改进热修人员的维护方式。引进新的炉体维护技术，利用陶瓷焊补堆焊形式、反应物生成与硅砖材质相同产物的SiO_2和Al_2O_3的特点[3]，对焦炉炉墙剥蚀、裂缝、溶洞、凹面等严重缺陷重点进行处理，保证焦炉炉体严密，防止因炉体窜漏造成荒煤气窜漏到燃烧室中造成硫化物、氮氧化物浓度增加。

严格执行护炉铁件的制度管理，定期检查、及时分析，保证护炉铁件对炉体保护性压力。制定炉门检修计划，对炉门定期进行维修，在一个季度内对所有炉门循环检修一次。加强对炉门修理设备维护，保证炉门修理工作的正常进行。加强炉门刀边、炉门框清扫，避免炉门不严而引起炉头部位炉墙窜漏。

3 结束语

通过采取调整焦炉加热制度、加强焦炉炉体维护、稳定焦炉生产等手段，焦炉烟囱废气SO_2和NO_x排放浓度不断降低，其中SO_2排放浓度降低约50%，NO_x排放浓度降低约20%，调控效果明显。但随着国家环保要求越来越严格，新的超低排放控制指标的实施（即SO_2浓度不大于30 mg/m³，NO_x浓度不大于150 mg/m³，颗粒物浓度不大于10 mg/m³），要实现焦炉烟囱废气连续稳定达标排放，建设烟气脱硫脱硝项目势在必行。开展7 m烟囱排放物治理也对后续脱硫脱硝工艺路线选择、设备选型具有重要意义，为脱硫脱硝装置实现低负荷、低成本运营提供保障。

参 考 文 献

[1] 张学，吕锐. 焦焦炉烟囱废气超标排放的原因及控制措施[J]. 甘肃冶金，2018，(40)：49－50.

[2] 赵燕. 焦化厂焦炉烟囱废气污染防治概述[J]. 理论与方法，2015，(16)：168.

[3] 潘立慧. 炼焦技术问答[M]. 北京：冶金工业出版社，2011.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net