

炭黑尾气用于精煤干燥新技术的探讨与应用

庞秀英

(平顶山煤业集团天宏焦化有限责任公司环保办公室, 河南 平顶山 467021)

摘要:论述了炭黑尾气的组成、成分分析, 国内外利用技术发展状况, 利用技术工艺, 以及根据工程实例, 提出了炭黑尾气用于精煤干燥机燃烧炉燃料的利用新技术, 给我国炭黑生产企业尾气利用提供了有益的借鉴, 也丰富了我国炭黑尾气的利用技术范畴。

关键词:炭黑尾气; 利用; 新技术; 研究与应用

EXPLORATION AND USE OF NEW TECHNIQUE OF USING BLACK TAIL GAS TO DESICCATE CLEAN COAL

Pang Xiuying

(Environmental Office of Tianhong Coking and Chemicals Co., Ltd., Pingdingshan Coal Group, Pingdingshan 467021, China)

Abstract: It was described that the composition analysis of black tail gas, development of use technologies both at home and abroad as well as technical processes. According to project examples, it was proposed the new technique of using a black tail gas as the fuel of a combustion furnace for clean coal desiccating machine, which provided useful experience in use of tail gases from black-producing enterprises in China.

Keywords: black tail gas; utilize; new technique; research and use

0 引言

随着我国国民经济的快速发展, 特别是公路建设、汽车工业、涂料、油墨、电线、电缆等行业的发展, 拉动了国内市场对炭黑需求的增长。目前, 我国炭黑行业已成为具有年生产能力 120 万 t, 20 多个品种, 质量、技术水平相当于 20 世纪 80 年代中期国际水平, 与国内轮胎、塑料、油墨、涂料、电缆等行业基本配套的产业。产量世界排名第三。但是, 由于我国炭黑生产企业数量多、规模小, 小炭黑生产装备工艺落后、环保设备差, 炭黑尾气污染严重。对于一条年产 2 万 t 炭黑生产线, 单单每年排入的大气污染物高达 CO 11 193 t、CO₂ 4 120 t、H₂S 68.1 t、H₂ 865.5 t、SO₂ 47.5 t、烟尘 29.92 t 等, 成为老百姓关注的环保热点问题。国家也实行政策引导, 把炭黑尾气治理技术纳入《国家鼓励节约资源综合利用和环保技术》中^[1], 予以强调敦促。基于炭黑尾气余热可燃性和环境污染的现实, 以及人们对资源合理利用的不断认识, 国内许多相关单位都在进行炭黑尾气利用技术的探索。

在国内一些学者、专业技术人员曾提出了炭黑尾

气用于空气予加热、尾气锅炉、尾气发电、尾气炼焦等技术。本文通过对平煤集团天宏焦化年产 2 万 t 炭黑生产线炭黑尾气的成分、热值、状态参数等分析研究, 在国内首次提出用于平煤集团天宏焦化精煤干燥机(干燥精煤 2.1 Mt/a)燃烧炉燃料的新技术, 于 2007 年 4 月通过平煤集团天宏焦化公司立项实施, 2007 年 8 月该项技术得到平顶山煤业集团天宏焦化公司的工程应用, 并取得了明显的环境、经济和社会效果。

1 炭黑尾气组成及成分分析

炭黑尾气是炭黑生产过程中排出的副产品, 从炭黑烟气中将炭黑分离出去后的气体。尾气除含有炭黑外, 还有少量的可燃性气体组分。由于炭黑尾气中水蒸气和粉尘含量高, 热值低, 不易燃烧, 直接通过烟囱排入大气中, 既污染环境又浪费资源。其成分主要有一氧化碳、氢、水蒸气、甲烷、乙炔、二氧化碳、氮、硫化氢、二氧化硫、烟尘等。其成分见表 1。

炭黑尾气中主要成分一氧化碳、氢、甲烷、乙炔等可燃成分占 33.9%, 热值为 2 800 kJ/m³, 因此, 炭黑尾气属高温低热值可燃气体。由于炭黑尾气主要可燃成

分是 CO, 不适宜作为民用燃料, 适宜于工业用。

表 1 炭黑尾气组成及成分

H ₂ /	CO/	N ₂ /	CO ₂ /	CH ₄ /	C ₂ H ₂ /	H ₂ O/	H ₂ S/	SO ₂ /	烟尘/
%	%	%	%	%	%	%	(mg·m ⁻³)	(mg·m ⁻³)	(mg·m ⁻³)
16.0	17.0	30.90	2.3	0.27	0.63	32.9	430	300	188.9

2 炭黑尾气利用技术发展状况

随着炭黑生产规模逐渐扩大, 1.5, 2, 2.8, 4.0 万 t/a 等万吨级炭黑生产线相继建成。炭黑生产中能源利用水平在逐步提高。炭黑反应生成的尾气为高温低热值可燃气体, 充分利用炭黑尾气的余热、可燃性, 以及迫于环保压力, 炭黑尾气利用技术成为炭黑生产企业的主要课题。

2.1 对空气预加热

利用炭黑生产过程、尾气产生的余热, 设置在线空气预热器, 使空气预热温度达 650℃, 再经反应炉夹套进一步加热后入炉。原料油温度可达 280℃, 从而强化反应条件, 降低一次能源消耗, 回收过程产生的二次能源, 充分利用了反应烟气显热的 45%。

2.2 尾气锅炉

炭黑尾气锅炉作为新工艺炭黑生产线的一个重要组成部分, 作为炭黑生产节能的重要设备受到炭黑行业和锅炉生产企业的重视。目前, 锅炉生产企业研制了若干品种类型适宜于炭黑尾气利用的锅炉, 在中小企业普遍得到应用, 并产生了巨大效益。如杭州锅炉厂生产的 QC 系列、SHS 型低燃烧热值的工艺尾气锅炉系列产品。SHS20-2.45/400-Q 型锅炉已用于江西黑猫炭黑股份有限公司韩城炭黑厂。再如天津海豚炭黑有限公司炭黑生产线中, 使用有低压 10 t/h 和 15 t/h 炭黑尾气锅炉, 以及中压 15 t/h 尾气锅炉。

2.3 尾气发电

将炭黑尾气用管道送至锅炉, 与煤进行掺烧, 实现炭黑尾气可燃性气体的利用, 加热锅炉产生蒸汽送往汽轮发电机组发电。

2.4 尾气炼焦

对于炼焦兼炭黑生产企业, 将炭黑尾气送至焦炉作为焦炉热源进行加热, 亦体现出炭黑尾气的利用技术和产生了相当的效益。

2.5 其他方法

如利用炭黑尾气处理 DDNP 废水、高浓度 COD 废水等, 沉淀下来的炭黑等物质掺拌到原料煤或其他燃料中燃烧, 达到脱硫、除尘的目的。

650℃以上, 利用尾气发电已普及到全行业的大中型企业, 利用尾气与煤掺烧也得到了良好应用, 从而减少了污染, 并提高能源的综合利用率, 丰富了炭黑尾气利用的技术范畴。

3 炭黑尾气用于精煤干燥新技术

3.1 炭黑尾气应用

平顶山煤业集团天宏焦化公司现有一条年产 2 万 t 优质炭黑的湿法造粒生产线, 炭黑尾气产生量为 25 000 m³/h。精煤干燥机规模为干燥精煤 2.1 Mt/a, 干燥热源为炭黑尾气、焦炉煤气。炭黑生产设备主袋滤器净化后的含 CO、氢气、甲烷、乙炔等炭黑混合尾气经风机加压后约 20% 作为炭黑回转干燥机热源的燃料, 80% 做为燃料送至精煤烘干系统作为精煤干燥机燃烧炉燃料, 加以有效利用。

3.2 炭黑尾气用于精煤干燥新工艺

由于炭黑尾气为高湿度、高温、高含尘的混合气, 直接作为热源难度大, 需要进行脱尘、除湿后方可利用。其脱尘、除湿工艺是将炭黑工艺袋滤后温度为 200℃ 左右的炭黑尾气送到尾气预处理工序, 尾气首先进入一号洗涤塔, 在塔中与循环冷却水逆流直接接触, 进行冷却、降温、除湿, 一号塔主要是将尾气温度由 200℃ 降至 90℃。一号塔出来的尾气进入二号塔中, 与循环水逆流直接接触, 进行冷却、降温、除湿, 二号塔主要是将尾气温度由 90℃ 降至 30℃, 使冷却、除尘、除湿指标达到工艺要求。二号塔出来的尾气进入旋风分离器, 将尾气夹带的水滴和小尘粒进行分离。旋风分离器出来的预处理后的净化尾气进入非贮气式加压风机, 送到精煤干燥烘干, 剩余部分与焦炉煤气混合后供回炉和其他煤气用户使用。循环水系统是一套 700 m³/h 的冷却水系统, 由风冷和除渣两大部分组成。精煤干燥及尾气用于精煤干燥新技术工艺流程如图 1 所示。

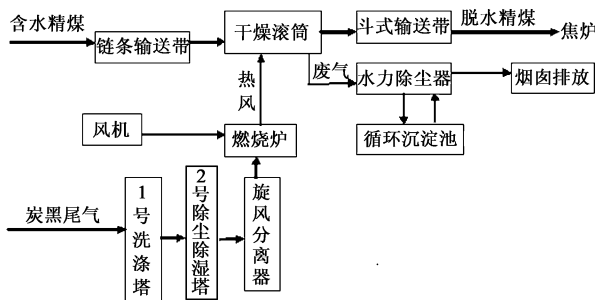


图 1 炭黑尾气用于精煤干燥新技术工艺流程

目前, 利用尾气对空气预加热, 空气温度已达

3.3 炭黑尾气用于精煤干燥新工艺主要设备

炭黑尾气利用新工艺主要设备包括:冷却洗涤塔、旋风分离器、风冷塔、加压风机、循环水泵、解析气混合器、尾气燃烧器等设备、设施。其主要设备规格型号见表 2。

表 2 主要设备规格、型号

设备名称	规 格	数量/台	材质	质量/kg	备注
冷却洗涤塔	$H=20000\text{ mm}$ $\phi=4000\text{ mm}$	2	316	2×50000	内衬防腐
旋风分离器	$\phi=4\ 500\text{ mm}$	1	316	10 000	内衬防腐
风冷塔	$2\ 090\times 10^4\text{ kJ/h}$	1	玻璃钢		
加压风机	$20\ 000\text{ m}^3/\text{h}$, 185 kW	2			
循环水泵	$500\text{ m}^3/\text{h}$, 180 kW	6			
解析气混合器	$\phi=4000\text{ mm}$	1	c·s		湍流片
尾气燃烧器		2			

脱尘除湿预处理主要布置冷却除尘塔、循环水池、循环水冷却塔和尾气加压风机。相关设施布置,按规范集中布置。解析气混合器布置在煤气总管道入口之前。

3.4 预处理后炭黑尾气状态参数

尾气总量 $20\ 000\text{ m}^3/\text{h}$;
含尘量 $\leq 2.5\text{ mg}/\text{m}^3$;
含水量 $\leq 30\text{ mg}/\text{m}^3$;
温度 30°C ;
热值 $4\ 700\text{ kJ}/\text{m}^3$ 。

3.5 炭黑尾气预处理中产生的废水处理工序

在直接式尾气冷却工艺中,炭黑尾气中水蒸气在冷却除尘塔中被冷凝下来,又在循环风冷塔中有部分被以蒸发降温的方式蒸发掉。在整个预处理系统过程中,每小时有 3 t 左右的水被以废水的方式分离出来。这部分水被集中送到生化处理工序作为生化配水的一部分进行使用。收集的尘粒掺入煤中炼焦,不

产生二次污染。

主要指标为:悬浮物 $\leq 200\text{ mg}/\text{L}$;BOD₅ $\leq 90\text{ mg}/\text{L}$ 。

3.6 炭黑尾气用于精煤干燥新工艺特点

该新工艺炭黑尾气利用率高,利用全面;技术工艺具有投资少、占地面积少、设备简单、工艺技术先进,系统自动化水平高,车间不需要专人值班管理,降低了工人的劳动强度;同时,由于产生的废水、尘粒量少,易于处理,不产生二次污染。

3.7 炭黑尾气用于精煤干燥新工艺效益分析

将尾气用于干燥机燃烧炉燃料后,年回收低热值干态炭黑尾气 1.2 亿 m^3 ,年节约回收焦炉煤气量为 3 800 万 m^3 ,折合标准煤 2.5 万 t/a,按每立方米焦炉煤气 0.4 元计,全年收入为 1 520 万元。同时由于炭黑尾气代替煤气作为燃料,年减少污染物排放量 CO 1 193 t、CO₂ 4 120 t、H₂S 68.1 t、H₂ 865.5 t、SO₂ 47.5 t、烟尘 29.92 t 等,环境效益、社会效益、经济效益显著。

4 结论

通过平顶山煤业集团天宏焦化公司的工程实践表明:炭黑尾气脱尘除湿作为精煤干燥机燃料技术的研究和应用效果突出,利用率高,不产生二次污染,新技术可行,工艺先进、安全可靠,环保效果好,社会效益显著,节能减排效果明显。适宜于大、中、小炭黑企业的尾气的综合利用。

参考文献

[1] 国家发改委,科学技术部,原国家环境保护总局·国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术(综合利用部分)目录[S],2005 年第 65 号公告。

作者通信处 庞秀英 467021 河南省平顶山市矿工东路 1 号 平顶山煤业集团天宏焦化公司环保办公室
E-mail gaohong5624@sina.com

2008-08-15 收稿

(上接第 103 页)

[11] 恽魁宏·有机化学[M].2 版·北京:高等教育出版社,1992.
[12] Carrasco-Marin F. Adsorption of SO₂ in flowing air onto activated carbons from olive stones[J]. Fuel, 1992(71): 575-578.
[13] Li Kaixi, Ling Licheng. Influence of CO-evolving groups on the activity of activated carbon fiber for SO₂ removal[J]. Fuel Processing Technology, 2001(70): 151-158.
[14] 蒋文举,江霞,朱晓帆,等·微波加热对活性炭表面基团及其吸附性能的影响[J]. 林业化学与工业,2003,23(1): 39-42.

[15] Boudou J P, Paredes JI, Cuesta A, et al. Oxygen plasma modification of pitch-based isotropic carbon fibres[J]. Carbon, 2003, 41(1): 41-56.

作者通信处 程抗 430072 湖北武汉市 武汉大学资源与环境科学学院环境工程系

2008-03-17 收稿