

# 炭黑行业清洁生产审核思路探析

丁飞

(上海市环境科学研究院, 上海 200233)

**摘要:** 炭黑为工业发展所需重要的工业原料之一, 同时炭黑生产过程需要消耗大量的能源。随着能源危机以及国际社会对于能源使用造成的气候影响的日益关注, 炭黑生产企业面临着节能减排、提高能源利用效率的巨大压力。利用清洁生产审核思路就炭黑生产企业内部存在的节能减排潜力进行研究分析, 为炭黑生产企业进行节能减排提供了思路。

**关键词:** 炭黑; 清洁生产审核; 节能减排

**中图分类号:** X703      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1006-8759(2011)01-0048-03

## RESEARCH AND ANALYSIS OF CARBON BLACK INDUSTRY CLEANER PRODUCTION AUDIT

Ding Fei

(Shanghai Academy of Environmental Sciences, Shanghai 200233, China)

**Abstract:** Carbon black is needed for the industrial development of important industrial raw material, while its production process consumes a lot of energy. With the energy crisis and the international community for the impact of energy use due to growing concern about climate, carbon black manufacturers are facing with the enormous pressure of energy conservation and energy efficiency improvement. This article applies the idea of cleaner production audit to the existing carbon black production of energy saving and emission reduction potential of internal research and analysis. Carbon black production companies can learn a lot of energy saving and emission reduction ideas from it.

**Keywords:** carbon black; cleaner production audit; energy saving and emission reduction

### 0 前言

纵观国际社会发展趋势, 由于能源消耗带来的环境问题受到前所未有的关注和重视。中国是能源生产和消费大国, 能源需求量持续增长。伴随着能源消费的快速增长, 中国能源短缺的现实日益突出。长期以来, 中国政府非常重视节能减排工作, “十一五”规划提到: 到 2010 年, 我国万元国内生产总值能耗将由 2005 年的 1.22 t 标准煤下降到 1 t 标准煤以下, 降低 20% 左右。2009 年哥本哈根会议, 中国政府做出到 2020 年我国单位国内生

产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45% 的承诺。

为了应对国际社会日益关注的碳减排问题并且缓解我国目前的能源日益紧张的状况, 中国政府出台了一系列节能减排、提高能源利用效率的法律法规, 并且配套了相应的奖励政策及措施, 鼓励企业在保证正常生产前提下, 挖掘节能减排潜力, 为节能减排目标的实现贡献力量。

清洁生产审核是从源头降低污染物产生, 提高资源利用率的科学方法, 是保护环境、降低人类环境风险的有效手段。清洁生产审核也是对企业正在运行的生产过程实施节能、降耗、预防污染的系统分析和评价的重要方法。当前形势下, 鼓励企

业进行清洁生产审核已经成为节能减排工作的重要手段之一。

炭黑主要成分是粒径在 10~100 nm 范围内的碳分子,具有优良的橡胶补强、着色、导电和抗静电以及紫外线吸收功能,因此,广泛用于塑料、化纤、油墨、涂料、电子元器件、皮革化工和干电池行业,以及作为高纯碳材料用于冶金及碳素材料行业中。炭黑已经成为工业生产过程中不可或缺的重要原料,但是由于炭黑生产过程必须使用燃料油作为重要原材料,面对日益严重的能源危机,因此炭黑生产企业应该积极进行清洁生产审核,提高能源利用效率,降低能源消耗。

## 1 炭黑生产工艺概述

炭黑生产工艺主要包括炉法、灯烟法和喷雾法、槽法、滚筒法和混气法以及热裂法、乙炔法和等离子体法以及近年发展起来的废轮胎热裂解法等<sup>[1]</sup>。目前,采用油炉法生产的炭黑产量约占炭黑总产量的 98%以上。

油炉法工艺是以原料油作为主要原料,供以适量的空气,在反应炉内形成密闭的湍流系统,通过高温实现原料油裂解产生炭黑。生成的炭黑悬浮在烟气中,经冷却、过滤、收集、造粒为产品。其生产工艺流程主要包括炭黑生成、炭黑收集、预造粒、造粒及干燥和炭黑包装等过程。

(1)炭黑生成:炭黑生成主要在反应炉内进行,反应炉沿其轴向分为燃烧段、混合段、反应段和急冷段。燃烧段产生高温气流,将原料油完全汽化裂解成炭黑。然后通过急冷段终止反应。急冷后带有炭黑的混合气先进入空气预热器再经过冷却器急冷至布袋过滤器能承受的温度后送入主带滤器。

炭黑生成过程示意图 1 如下。

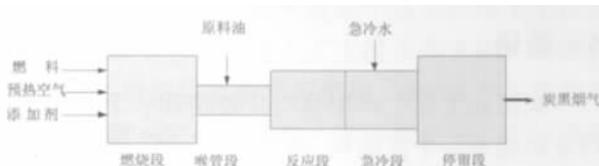


图 1 炭黑生成过程示意图

(2)炭黑收集:混合气体中的粉状炭黑在主带滤器中收集下来,尾气经主带滤器排出。

(3)预造粒:粉状炭黑经过粉碎进入缓冲槽进行搅拌、密实,然后进行预造粒。

(4)造粒及干燥:粘结剂和炭黑一起进行混合、造粒,产生的颗粒状炭黑干燥处理得到炭黑产品。

(5)炭黑储存与包装:干燥后的炭黑进行包装。

生产过程工艺流程如图 2 所示。



图 2 炭黑生产工艺流程图

## 2 炭黑企业清洁生产水平评估

目前,尚未出台炭黑行业清洁生产水平标准,为了评估炭黑生产企业的清洁生产水平,为清洁生产审核提供方向和思路,可使用炭黑行业对标数据对企业清洁生产水平进行评估。

在行业对标数据中,炭黑得率是衡量炭黑生产企业生产水平的重要指标,2009 年炭黑生产行业炭黑得率水平如表 1 所示。

表 1 炭黑得率对标数据表

年份	炭黑得率(吨油/吨炭黑)	
	国内对标数据	国际先进水平
2009 年	1.63	1.4~1.7

## 3 炭黑生产企业清洁生产潜力分析

炭黑生产过程通过更换先进的设备提高反应转化率,提高过程控制自动化水平,充分利用生产过程的余热和可燃尾气,开展燃烧尾气脱硫、脱氮技术都将产生良好的清洁生产效果。

### 3.1 选用高温空气预热器<sup>[9]</sup>

在炭黑生成过程中,实现反应过程热量利用的关键部位为空气预热器,反应器中空气预热器的预热温度对反应器升温速度有直接影响,如果预热温度高,将加快反应器的升温速度,缩短升温过程,极大降低能耗。

采用高温空气预热器技术可以降低反应炉燃料消耗、减少二次急冷水用量及尾气量、提高尾气热值。某国际知名炭黑生产企业的实践证明空气预热温度每提高 100 ℃,可以降低总能耗的 1.95%,因此提高空气预热温度是炭黑生产节能的一项重要措施。

某大型炭黑生产企业投资 2 000 余万元,更换高温空气预热器,将预热温度由 800℃提高到 900 ℃,实现经济效益 400 余万元/a,实现能耗节约 1 000 t 标煤/a。

### 3.2 余热回用<sup>[4]</sup>

炭黑生成工序产生大量的高温产品气经急冷水冷却产品气中的高温热能在喷淋水的汽化过程中被消耗掉。有效回收利用这部分热能,将会极大地减少能源的再投入,给企业带来经济效益的同时大幅降低企业的碳排放量。

某企业投资 900 万元,在高温尾气管线上安装废热回收锅炉,通过换热器实现能量传递,回收部分余热,用于提高原料油预热温度,并减少喷淋水量。该方案实施后,实现节能 2 300 t 标煤/a。

炭黑收集工序经袋滤器排放的尾气温度很高,具有可燃性。目前对于该部分废热,部分企业已经通过废热锅炉产生水蒸汽再回用于生产过程原料油保温等需要能源的环节。在某些产量大的炭黑生产企业,由于废热锅炉产生的蒸汽量大,蒸汽冷凝水水质好,而且水温可达到 80 ℃,包含有部分热能,因此,在某些技术先进的企业已经实现蒸汽冷凝水及其余热回用。该举措减少了软水用量同时利用了蒸汽冷凝水中的余热。

### 3.3 尾气综合利用

目前,大部分企业通过控制采购过程原料油质量以及调控原料油配比确保原料油中硫含量实

现排放的废气中二氧化硫、氮氧化物达标排放。这种控制手段虽然能够达到排放限值要求,但是排放浓度相对较高,不利用二氧化硫总量控制。由于尾气中可燃气体成分较多,在条件具备时,建议对尾气进行综合处理和利用,增加脱硫设施,减少二氧化硫和氮氧化物排放量,保护大气环境,同时将有价值废气用于发电或通过废热锅炉产生蒸汽等途径,降低公司对于外来能源需求。

目前,很多炭黑生产企业已经实现部分尾气的综合利用,主要的利用形式是将尾气用做废热锅炉的热源以及作为生产后段干燥工序的热源,或者在条件允许的情况下外卖给相邻企业作为燃料气。但是,由于尾气量大,大部分企业仅能实现尾气部分利用,仍然有部分尾气通过火炬燃烧浪费。

### 3.4 炭黑粉尘控制

由于炭黑颗粒粒径小、扩散能力特别强,尤其是在炭黑收集、造粒以及包装等工序,粉尘控制非常重要。对于炭黑收集以及造粒工序粉尘控制建议采用寿命长、收集效率高的新型滤袋和袋滤器,提高过滤效率,减少炭黑粉尘对外排放。目前,新型袋滤器集尘效率可达到 99%以上。

对于包装工序粉尘控制,某企业通过引进先进的自动包装设备,提高了包装精度。此外,该自动包装设备加强了包装过程抽风能力,成功控制炭黑包装过程粉尘逸散,并实现收集的粉尘直接回用,降低了粉尘车间排放浓度以及炭黑粉尘对大气排放。

### 3.5 污水零排放

由于炭黑生成工序需要使用大量的急冷水降温,由于急冷水水质要求不高,可使用中水以减少新鲜水用量。目前,技术先进的炭黑生产企业通过生产废水回收利用技术,实现污水的零排放。

## 4 结语

炭黑在工业生产中具有广泛应用,目前炭黑行业仍然是一个高能耗、高污染的行业。我国目前炭黑生产发展很快,但是企业的生产能力及技术水平差别较大。面对我国节能减排的严峻形势,各炭黑生产企业积极开展清洁生产审核,寻找企业内部的清洁生产潜力,在降低企业污染和能耗水平的同时,实现一定的经济效益。

(下转第 59 页)

大气污染物总量控制要求,优化天津市环境空气质量,保障蓝天工程进一步实施,必须针对工业炉窑氮氧化物污染防治要求,结合工业炉窑技术设备和污染治理水平,开展工业炉窑氮氧化物污染排放控制。

### 3 地方标准制订必要性及内容建议

针对上述现行国家标准中存在的问题以及环境管理的迫切需求,对尽快完善工业炉窑大气污染物排放标准提出了要求。根据现行《2009年国家环境保护标准制修订项目计划》,《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078-1996)尚未列入修订范畴,因此天津市可针对现行污染物排放标准中未作规定的项目制订地方污染物排放标准,对现行标准中已作规定的项目,可进一步制订严于国家污染物排放标准的\*\*地方标准。

天津市地方工业炉窑标准制订中,应重点突出加严现行标准限值、纳入燃气炉窑以及补充氮氧化物污染防治的主要内容,同时\*\*结果地方工业炉窑使用的工艺技术水平,进一步细化节能减排、清洁生产的环境管理理念。同时,地方标准的制订要与国家标准工作思路和地方环境管理需求紧密

(上接第50页)

#### 参考文献

- [1]姜艳,谢刚.炭黑生产的工艺进展[J].化学工业与工程技术,2007.28(1):25~27.
- [2]吴立峰,丁丽萍.炭黑应用手册[M].北京:化学工业出版社,

(上接第55页)

滤膜在恒重之前应经过蒸馏水充分浸泡和抽滤(前处理),确定其真实的空白重量,以减少滤膜的不正确使用所带来的误差,达到分析测试的准确程度。试验最终确定了比较科学的悬浮物分析测试中的“步骤—滤膜准备”,即蒸馏水浸泡一天以上(最好再多次更换蒸馏水水)——大于100 mL的蒸馏水抽滤一次——与称量瓶同时恒重。即

结合,并加强标准制订过程及实施后评估<sup>[5]</sup>,确保标准长效运行。

### 4 结论

针对国家现行标准中存在的标准限值宽松、控制因子欠缺等问题,全面系统地了解天津市工业炉窑技术设备和污染治理现状,提出国家标准修订的意见和建议,同时开展地方环境保护标准制订工作。通过提高排放标准控制力度,强化标准实施的针对性和可操作性,促进企业工艺技术升级,实现产业结构优化,推动污染物排放和总量控制,为环境质量持续改善奠定基础。

#### 参考文献

- [1]《工业炉窑大气污染物排放标准》,GB9078-1996.
- [2]赵杰,陈红,檀翠玲等.天津市工业炉窑能源结构与大气污染物排放分析[G].天津市第一次污染源普查成果论文集.
- [3]郝吉明,王书肖,陆永琪.燃煤二氧化硫污染控制技术手册[K].北京:化学工业出版社,P319~320.
- [4]方品贤,江欣,奚元福.环境统计手册[K].四川科学技术出版社,P249~250.
- [5]王文美,陈瑞,魏丽超等.地方环境保护现状问题分析与对策研究[J].环境科学导刊,Vol.29第5期,P21~24.

2008:39.

- [3]杨文智,亓建设.浅析节能技术在炭黑生产中的应用[J].山西焦煤科技,2009.8:3~5.
- [4]孙铁刚.炭黑生产的节能环保措施[J].民营科技,2010.8:24.

不烦琐,又便于操作。

#### 参考文献

- [1]《水质 悬浮物的测定 重量法》(GB 11901-89),《国家环境保护局1989年12月25日批准,1990年7月1日实施》.
- [2]《水和废水监测分析方法》(国家环境保护总局、《水和废水监测分析方法》编委会合编,第四版,中国环境科学出版社,2002年12月).