



移动扫码阅读

张帅.火化机污染物排放特点及减排技术探讨[J].能源环境保护,2022,36(4):99-103.

ZHANG Shuai. Discussion on emission characteristics and reduction technology of pollutants from cremators[J]. Energy Environmental Protection, 2022, 36(4): 99-103.

火化机污染物排放特点及减排技术探讨

张 帅

(福寿园环保机械制造有限公司,安徽 广德 242200)

摘要:为了进一步降低火化炉尾气污染物排放浓度,分析了火化机污染物排放特点,通过试验研究了火化时长对污染物排放浓度的影响。结果表明:火化炉燃烧过程的影响因素较多,参数波动大且炉内燃烧稳定性差,由此导致尾气排放污染物浓度波动较大;对于常规的净化工艺,通过延长焚烧时间和优化炉膛燃烧条件,粉尘、SO₂、HCl、Hg、黑度、二噁英可以达到《火葬场大气污染物排放标准》(GB 13801—2015)要求;当火化时长达到45 min以上,尾气污染物排放得到较好控制,SO₂、NO_x、CO含量可分别降至8、140、71 mg/m³。

关键词:火化炉;污染物;净化技术

中图分类号:X701

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2022)04-0099-05

Discussion on emission characteristics and reduction technology of pollutants from cremators

ZHANG Shuai

(Fushouyuan Environmental Protection Machinery Manufacturing Co., Ltd., Guangde 242200, China)

Abstract: In order to further reduce the pollutant concentration of exhaust gas from cremators, the emission characteristics of pollutants were analyzed, and the effect of cremation duration on the concentrations of pollutants was studied through experiments. The results show that the combustion process in the cremator was affected by many factors. The parameters fluctuate greatly and the combustion stability is poor. Thus the pollutant concentration of exhaust gas fluctuates greatly. For the conventional purification process, the concentrations of dust, SO₂, HCl, Hg, blackness and dioxin can meet the requirements of the emission standard of air pollutants for crematory (GB 13801—2015) by extending the incineration time and optimizing combustion conditions of the cremator. When the cremation duration was more than 45 min, the pollutant concentration of exhaust gas are well controlled, and the concentrations of SO₂, NO_x and CO are reduced to 8, 140, and 71 mg/m³.

Key Words: Cremator; Pollutant; Purification technology

0 前 言

随着国家的发展,人口老龄化的逐步扩大,遗体火化数量逐年增加。2020年民政事业报告中报道,65岁以上老年人占总人口达到13.5%,遗体火化量555.8万具,比2019年增加了33.1万具,呈逐年升高态势^[1],殡仪馆火化机的火化任务与日

俱增。殡仪馆火化机在运行过程中,通过火化炉燃烧实现火化过程,燃烧时产生含有污染物的废气排放到环境中。城市化的进程也使得居民离殡仪馆的距离越来越近,多个研究报告^[2-4]指出火化机废气中污染物含量存在超标现象,如NO_x、二噁英、Hg等,会对附近居民的身心健康和环境造成一定危害。

随着国家对环保的重视,各个行业的环保排

放标准也逐步制定完善。《火葬场大气污染物排放标准》^[5]中也对火化机排放各种污染物进行了规定,其中重点污染物主要有粉尘、SO₂、NO_x、二噁英(PCDD/PCDFs)、Hg等。针对各污染物的净化技术已有相关的规定和研究文献^[6-9],但火化过程中仍存在污染物超标状况,如何选择最优的净化技术仍需要进行探讨和研究。随着技术的进步和环保指标的提高,针对火化机污染物的减排技术需要不断更新升级。本文分析了火化机污染物的特点,并通过试验分析了进一步降低污染物排

放的途径。

1 试验过程和方法

1.1 火化炉尾气特点

火化炉焚烧遗体过程中,可燃物种类复杂,包括遗体、遗物、棺材等。燃料供给不断调整,火化过程中需要多次开关炉门,造成炉内燃烧条件波动较大,产生的烟气中污染物含量也忽高忽低。《火葬场大气污染物排放标准》(GB 13801—2015)中规定的主要污染物及排放限值见表1。

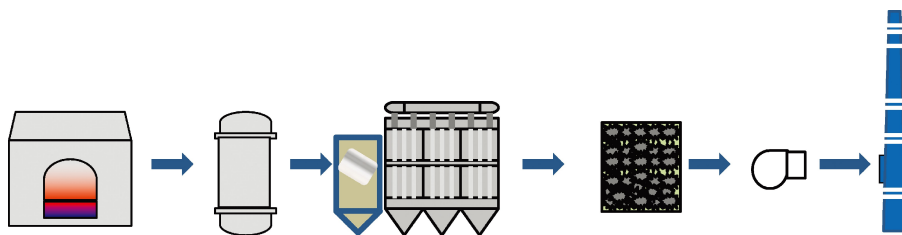
表1 火化机烟气排放指标

Table 1 Emission standard of flue gas from cremators

种类	烟尘/ (mg·m ⁻³)	二氧化硫/ (mg·m ⁻³)	氮氧化物/ (mg·m ⁻³)	一氧化碳/ (mg·m ⁻³)	氯化氢/ (mg·m ⁻³)	汞/ (mg·m ⁻³)	二噁英/ (ng TEQ/m ³)	黑度/ 等级
限值	30	30	200	150	30	0.1	0.5	1

通过调研并结合杭州某火化炉现场检测的数据分析可知^[10-14]:火化机在运行时,各污染物排放浓度波动较大。一般在火化炉正常稳定运行情况下,其中SO₂波动范围在10~90 mg/m³之间,NO_x浓度范围在40~400 mg/m³,二噁英波动在0.2~2 ng TEQ/m³,有些火化炉尾气烟囱常常出现黑烟现象;其原因是火化机为非连续性运行,燃料供给和可燃物量变化

极大、不同厂家生产的火化机的炉内燃烧条件、控制程序上有所区别,再加上某些火化工不严格按规范操作,经常造成爆燃和不完全燃烧现象,尽管环保净化设施已经投运,但是否满足当下的环保需求,实际运行是否完全符合设计意图,仍需进一步跟踪调研,环保技术需进一步提高。目前火化机行业污染物常规的净化技术路线如图1所示。



(火化炉→急冷降温装置→初除尘器→布袋除尘器→活性炭箱→风机→烟囱)

图1 常规净化工艺

Fig.1 Conventional purification process

通常火化炉烟气出口温度在800~900℃左右,以保证燃烧过程的完全发展,降低污染物排放。出口烟气首先需进行降温,通过换热器快速降至250℃以下,避免二噁英的二次生成,然后进行除尘等净化工序。一般燃油火化炉尾气出口中酸性物质相对较多,常常在风机后配以碱洗塔进行脱硫脱酸。在现阶段,净化设备中针对脱硝工艺的应用较少,尾气中NO_x含量偶有超标情况,尤其是在快速燃烧初期,多种污染物含量均出现超标的情况,需进一步优化火化炉的炉内燃烧条件,改进燃烧程序。

1.2 试验过程

在杭州某殡仪馆火化机上进行试验,对污染物

的净化过程和技术应用效果进行分析。

首先对火化炉的运行状况进行试验,在不影响炉内温度和压力,在不影响火化任务的前提下,通过检测火化炉内温度、压力、废气流量和污染物含量,考察了不同火化进程下污染物的排放特点,然后对该火化机尾气净化工艺设施进行分析判断,提出优化改进的技术方向。该殡仪馆现有的净化工艺路线为:“火化炉—水冷换热器—旋风除尘器—布袋除尘器—风机—喷淋塔—烟囱排放”,采用德图烟气分析仪(testo350)进行实时检测,二噁英采用取样后化验的方式进行。

2 结果与分析

通过控制燃料供给量、供风量和点火时间调控

燃烧过程,使燃烧时间在 35~55 min 之间,检测不同燃烧条件下的燃烧参数,主要为火化炉运行参数和尾气污染物含量,结果如表 2~4 所示。

表 2 火化炉运行参数

Table 2 Operating parameters of cremators

参数	火化时间/min	火化温度/℃	火化炉内压力/Pa	二燃室运行温度/℃
条件 1	35	800~870	-5~-30	850~950
条件 2	45	800~870	-5~-30	850~950
条件 3	55	800~860	-5~-30	850~950

表 3 直排烟囱检测数据

Table 3 Test data of the chimney

参数	废气流量/ (Nm ³ ·h ⁻¹)	粉尘量/ (mg·m ⁻³)	SO ₂ / (mg·m ⁻³)	NO _x / (mg·m ⁻³)	二噁英/ (ng TEQ/m ³)
条件 1	2 000~3 000	41~152	29~89	229~459	0.1~1.5
条件 2	2 000~3 000	32~102	31~49	219~401	0.1~0.8
条件 3	2 000~3 000	36~99	20~46	189~379	0.1~0.8

表 4 经过净化处理后烟囱污染物排放数据

Table 4 Pollutant concentration of exhaust gas in the chimney after purification

参数	废气流量/ (Nm ³ ·h ⁻¹)	粉尘量/ (mg·m ⁻³)	SO ₂ / (mg·m ⁻³)	NO _x / (mg·m ⁻³)	二噁英/ (ng TEQ/m ³)
条件 1	2 000~3 000	15~39	5~15	229~459	0.1~0.9
条件 2	2 000~3 000	10~31	2~10	140~290	0.1~0.5
条件 3	2 000~3 000	5~24	2~10	120~270	0.1~0.5

由表 2~4 中数据可知,火化机污染物直接排放会造成污染物的超标排放,污染周边环境。在常规的净化技术路线下,通过尾气净化设施后,烟气中污染物含量大大降低。在延长火化时间后,污染物含量均降低。与直排烟囱的检测数值比较,尾气烟囱排放物中粉尘、SO₂、二噁英在较好的燃烧条件下均可达到《火葬场大气污染物排放标准》(GB 13801—2015)中的相关规定,可通过连续检测结果(如图 2~4)进一步分析火化过程污染物排放特点。

针对不同的污染物采用针对性的净化工艺,粉尘采用“旋风除尘器+布袋除尘器”可以很好的实现脱除,SO₂ 通过活性炭箱吸附或碱液喷淋塔吸收可以较好的实现净化,而二噁英类污染物主要通过“炉膛内燃烧+末端急冷降温”进行减排,在燃烧不良情况下,还需增加活性炭吸附或微波发生器进行分解净化,CO 和 NO_x 排量控制主要在于炉膛燃烧情况,NO_x 也可采用末端治理的方式进行,如 SNCR 和 SCR,需投入额外的治理成本。

图 2~4 显示了不同运行条件下经过净化设施后污染物的排放情况,分析可知,NO_x 和 CO 排放含量存在超标的时间段,尤其是在快速燃烧时,常发生在火化刚开始初期,此阶段中可燃物存在爆燃现象,产生的污染物难以控制,需对此过程进行限制。在闭火闷烧、延长了火化时间后(图 3 中火化了 48 min 左右,图 4 中火化了 60 min),污染物峰值变低,整体趋于平缓,尤其是 CO 峰值明显降低,以平均值计算时,在条件 2、条件 3 下,CO 排放量分别达到 71 mg/m³ 和 69 mg/m³,NO_x 排放值分别为 140 mg/m³ 和 162 mg/m³,均可达到国家排放标准。因此,可采用延长火化时间、降低主燃温度、提高二燃温度、控制给风量等措施^[15],控制火化炉污染物排放,调控火化过程。

在延长火化时间后,污染物产生速度变缓慢,有了更充分的焚烧时间,燃烧更稳定,更完全,CO 排量大大降低;在稳定燃烧下炉内温度均一化程度较好,易于通过燃料供给和供风调控整体温度,

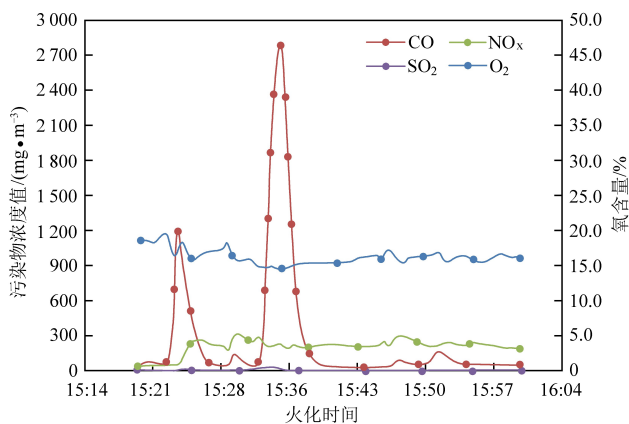


图2 条件1下运行的尾气检测结果(火化时间:15:24~16:00)

Fig.2 Test results of exhaust gas under the condition 1 (cremation from 15:24 to 16:00)

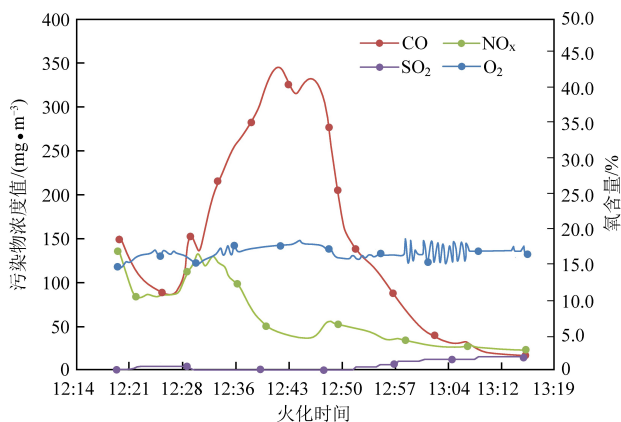


图3 条件2下运行的尾气检测结果(火化时间:12:26~13:14)

Fig.3 Test results of exhaust gas under the condition 2(cremation from 12:26 to 13:14)

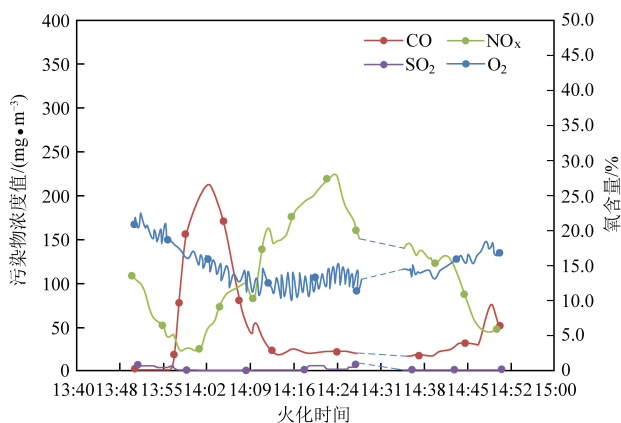


图4 条件3下运行的尾气检测结果(火化时间:13:50~14:50,包含7 min左右的自清洗时间)

Fig.4 Test results of exhaust gas under the condition 3 (cremation from 13:50 to 14:50, including a self-cleaning time for about 7 minutes)

降低 NO_x 排量,因此可从此方面入手,针对不同的炉膛,进行各方面的优化,针对不同火化炉的实际燃烧条件,摸索最佳的燃烧工况。

3 结 论

通过对火化过程的检测和分析可得以下

结论:

(1)火化炉燃烧过程的影响因素多、参数波动大,炉内燃烧状况稳定性差,尾气排放污染物浓度波动较大。在经过行业内常规的净化工艺后,大部分污染物被脱除,在延长焚烧时间,优化炉膛燃烧条件后,粉尘、SO₂、HCl、Hg、黑度、二噁英都可以达到《火葬场大气污染物排放标准》(GB 13801—2015)规定的排放限值。

(2)在最佳燃烧条件下,SO₂、NO_x、CO 排放浓度可分别控制在 8、140、71 mg/m³。

(3)对于 NO_x的净化,行业内一般没有设置针对性的设备,在整个燃烧过程中,偶然出现超标现象,需要进一步优化炉内燃烧状况和改进尾气净化工艺进而达到更好的环保效果。可以借鉴常规的脱硝技术,结合火化炉燃烧工况,利用前端高温段 SNCR 或末端低温 SCR 的方法,降低尾气中 NO_x污染物排放量。

参考文献

- [1] 中华人民共和国民政部. 2020 年民政事业发展统计公报 [R]. 中华人民共和国民政部, 2021.
- [2] 薛亦峰, 闫静, 田贺忠, 等. 北京市火葬场大气污染物排放现状及污染特征 [J]. 环境科学, 2015, 36 (6): 1959-1965.
- [3] 殷惠民, 刘岩, 李斯明, 等. 我国燃油式火化机的大气污染物排放特征 [J]. 环境化学, 2014, 33 (2): 359-360.
- [4] 熊程程, 王玮, 李大涛, 等. 火化烟气中二噁英类排放特征及其对周边环境的影响研究 [J]. 环境科学与技术, 2013, 36 (9): 192-197.
- [5] 中华人民共和国生态环境部. GB 13801—2015 火葬场大气污染物排放标准 [S]. 北京: 中华人民共和国生态环境部, 2015.
- [6] 王玮, 肖成龙, 李大涛, 等. 火葬场二噁英现状测试与控制对策研究 [C] // 持久性有机污染物论坛 2011 暨第六届持久性有机污染物全国学术研讨会, 2011: 270-272.
- [7] 熊程程. 火化机恶臭气体排放现状及减排控制措施 [C] // 2014 中国环境科学学会学术年会, 2014: 641-644.
- [8] Takeda N, Takaoka M, Oshita K, et al. PCDD/DF and coplanar PCB emissions from crematories in Japan [J]. Chemosphere, 2014, 98: 91-98.
- [9] Xue Y, Cheng L, Chen X, et al. Emission characteristics of harmful air pollutants from cremators in Beijing, China [J]. PLOS ONE, 2018, 13 (5): 0194226.
- [10] 尹文华, 于晓巍, 韩静磊, 等. 遗体火化二噁英类排放水平及影响因素 [J]. 环境科学, 2015, 36 (10): 3596-3602.
- [11] 尹文华, 李旭东, 冯桂贤, 等. 火化机中二英的排放特征和指示物的研究 [J]. 环境科学学报, 2017, 37 (12): 225-231.
- [12] 毛智强, 王育文. 烟气净化技术在殡仪馆火化机遗体焚烧中的应用 [J]. 节能技术与应用, 2020, 7: 96-98.
- [13] 张世豪, 陈曦, 翟晓曼, 等. 京津冀火葬场烟气的污染物排放特征及减排潜力分析 [J]. 环境化学, 2021, 40 (4): 1059-1070.
- [14] Xue Y F, Tian H Z, Yan J, et al. Present and future emissions of HAPs from crematories in China [J]. Atmospheric Environment, 2016, 124: 28-36.
- [15] 乐伟军, 张银桥, 徐伟勇. 绿色火化炉控制系统的设计 [J]. 工业炉, 2000, 22 (1): 33-37.