

《火葬场大气污染物排放标准》（征求意见稿）

编制说明

《火葬场大气污染物排放标准》编制组

二〇一一年三月

项目名称：火葬场大气污染物排放标准

项目统一编号：248

承担单位：民政部一零一研究所、环境保护部环境标准研究所、
广州市殡葬服务中心

编制组主要成员：王玮、李伯森、邹兰、肖成龙、孟浩、李大涛、
鲁琦、陈曦、邢喙林、姜思朋、尹荔堃、光焕竹

标准所技术管理人：邹兰

标准处项目管理人：赵国华

目 录

1	项目背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	开题论证	1
1.3	工作过程	1
2	行业概况	3
2.1	殡葬改革	3
2.2	火化状况	3
2.3	火化设备	4
2.4	行业发展趋势预测	6
2.5	节能减排任务繁重	7
3	标准制订的必要性分析	7
3.1	国家及环保主管部门的相关要求	7
3.2	国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求	9
3.3	行业发展带来的主要环境问题	9
3.4	行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展	12
3.5	现行环保标准存在的主要问题	12
4	行业产排污情况及污染控制技术分析	13
4.1	行业主要设备焚烧工艺原理及产污分析	13
4.2	行业排污现状	14
4.3	污染防治技术分析	18
5	行业排放大气有毒有害污染物环境影响分析	22
5.1	烟尘	22
5.2	二氧化硫	22
5.3	氮氧化物	23
5.4	一氧化碳	23
5.5	氯化氢	23
5.6	汞	23
5.7	二噁英类	23
6	标准主要技术内容	24
6.1	标准适用范围	24
6.2	标准结构框架	25
6.3	术语和定义	25
6.4	污染物项目的选择	26
6.5	污染物排放限值的确定及制定依据	26
6.6	其他污染控制指标的确定及制定依据	29
6.7	监测要求	29
7	主要国家、地区及国际组织相关标准研究	29
7.1	与国内现有标准的比较	30
7.2	与国外及港台地区标准的比较	30
8	实施本标准的环境效益及经济技术分析	31

8.1	实施本标准的环境（减排）效益.....	31
8.2	实施本标准的技术经济分析.....	31
9	对实施本标准的建议.....	32
9.1	本标准实施需配套的管理措施、实施方案建议.....	32
9.2	与本标准实施相关的科研项目建设.....	32
9.3	其他建议.....	32

《火葬场大气污染物排放标准》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

近年来，随着我国殡葬改革步伐的加快，殡葬业作为一个特殊的国家公益性行业，环境污染问题已逐步引起社会各界的关注。然而，该行业的污染治理和环境管理却没有得到同步发展和应有的重视。基于适应新形势下环境管理的需求，按照国家环境保护部《关于下达服务行业环境标准制定工作任务的通知》（环办函[2004]号）的要求，将《殡葬业污染物排放标准及测量方法》列入国家标准制修订项目计划，标准制定工作由中国环境科学研究院承担。

由于殡葬业背景特殊的原因，中国环境科学研究院于 2006 年 4 月发文（环院标函[2006]第 26 号）给民政部原社会福利和社会事务司“关于邀请参加制订《殡葬业污染物排放标准及测量方法》的函”，后民政部有关部门与原国家环保总局科技标准司协商同意，于 2007 年 6 月，改由民政部一零一研究所补填环境保护项目任务合同书作为标准承担单位。项目统一编号为 248。参加单位有环境保护部环境标准研究所、广州市殡葬服务中心。

1.2 开题论证

2009 年 10 月 27 日，由环境保护部科技标准司在环境保护部组织召开本标准开题论证会，编制组根据标准框架结构和行业现状，将标准开题报告和标准制定工作实施方案提交与会专家组讨论，并就编制工作中的问题和建议提请专家组探讨、解决。

论证委员会听取了标准主编单位民政部一零一研究所所作的《殡葬业污染物排放标准及测量方法》标准开题论证报告和标准初稿内容介绍，经质询、讨论，形成以下论证意见：

- 一、制定该标准对解决殡葬行业环境污染问题具有积极意义。
- 二、开题报告内容较为详实，提出的技术路线和工作方案基本可行。
- 三、提出如下意见和建议：

- 1.将标准的适用范围调整为“火葬场大气污染物排放标准”；

- 2.需要进一步对国内外相关行业污染设备、技术、监测情况做深入调研，提出可行的控制指标；

- 3.注意与其他相关标准的衔接。

论证委员会通过该标准的开题论证。

1.3 工作过程

(1) 标准调研

任务下达后，我所于 2007 年 8 月成立本标准的项目编制组，同时开展相关资料的查询、收集、分类、汇总等前期工作；于 2007 年 10 月编制组有关人员赴沈阳、山东、上海、江西等主要设备生产厂家开展调研工作，与各设备生产厂家的技术人员进行专题研讨，撰写调研报告；2007 年 11 月起草标准编制开题论证报告。

(2) 现场测试

2008 年 1 月编制组有关人员在广州市火葬场对火化遗体过程中产生的无机污染物烟尘、一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物进行了为期 10 天的现场监测工作；2008 年 11 月委托国家环境分析测试中心对殡葬行业有代表性的火化机排放的二噁英类污染物进行了第一次采样测试；2010 年 7 月委托国家环境分析测试中心对三家火葬场使用的不同型号的平板式火化机排放的二噁英类污染物进行了第二次采样测试，共完成 36 个气体样品的测试工作，获取的监测数据为本标准限值的制定提供了技术依据。

(3) 标准研讨会

2008年9月12日，民政部人事教育司在北京主持召开了本标准制订开题论证会。参加会议的有中国环境监测总站、国家标准审查部、中科院生态环境研究中心、北京市环境保护监测中心、环境保护部、北京市八宝山火葬场、江西南方环保机械制造总公司、沈阳市环境监测中心站代表，并组成了专家组。经专家论证确定了标准编制主导思想、基本原则、技术路线、主要工作内容等，并充分肯定了本标准制订的必要性，同时认为本标准名称涵盖的范围太广，经费太少，可能会影响标准的正常制订进度或将无法按时完成。建议增加经费额度，并将标准名称改为《殡葬行业大气污染物排放标准》为宜。

(4) 参加行业技术交流会议

2008年9月，行业工作会议。会议期间与会人员针对《殡葬业污染物排放标准及测量方法》工作进行了讨论，编制组征求了参会企业对该标准制订的意见。企业建议标准制订要考虑我国国情，并给现有企业留出技术改造和污染控制设施建设时间。

(5) 预征求意见

为了使本标准的技术内容更加科学、合理、可行，2008年7月25日~8月25日针对氮氧化物浓度排放限值，通过电子邮件和电话向主要企业进行了预征求意见。

(6) 参加国家环境保护标准制修订项目工作会议

2009年5月19日，参加了在北京市九华山庄召开的国家环境保护标准制修订项目工作会议，学习了《国家环保标准制修订工作管理办法》及国家环境保护标准技术管理相关事项。

(7) 标准编制工作情况汇报会

2009年7月21日上午，民政部一零一研究所标准编制组向环境保护部科技标准司、环境保护部履约办、环境保护部环境标准研究所、民政部人事司、民政部社会事务司等单位领导、专家汇报了《殡葬业污染物排放标准及测量方法》标准编制工作的进展情况，与会专家就汇报情况发表了各自的见解，主要提出了如下建议：

- a.标准题目的范围过大，可以考虑细化；
- b.明确此标准的属性问题，以确保标准可以有效的实施；
- c.应遵循标准编制新的工作规则，此标准草案与新的工作规则尚有差距；
- d.标准草案稿中4.1.1项，未考虑燃料为燃气的火化装置，噪声和水的内容有待商榷；
- e.标准不是一次性完成的，每隔三、五年就会进行修订，所以标准的内容和资金投入都应有阶段性考虑；
- f.建议分析标准中关于二噁英内容的履约成本以及上升空间；
- g.多收集一些其他国家关于相关标准的资料。

(8) 标准查新

2009年10月19日，委托中国标准化研究院标准馆对本标准题目进行信息检索，检索范围包括：欧洲、德国、英国、法国、日本、美国、澳大利亚、港澳台地区，查新结果：检索到国外有关殡葬法规共7条，但无法在标准库中提出原文。

(9) 征求意见稿编制

开题报告论证会后，承担单位根据专家意见对标准文本进行了名称的调整，改为“火葬场大气污染物排放标准”。此外，承担单位还对相关资料进行了更新，形成了标准的征求意见稿。

(10) 征求意见稿专家研讨会

2010年10月20日，中国环境科学研究院环境标准研究所受国家环境保护部科技标准司的委托，在民政部一零一研究所组织召开了《火葬场大气污染物排放标准》征求意见稿专家研讨会。

专家委员会听取了标准主编单位民政部一零一研究所做的《火葬场大气污染物排放标

准（征求意见稿）》和标准编制说明介绍，一致认为本标准（征求意见稿）结构框架设置合理，内容全面，编制单位基于我国殡葬行业大气污染物排放的调查，提出的控制指标比较合理；殡葬行业大气污染物排放标准的实施对环境保护及履行相关国际公约具有重要意义。

建议标准编制组将适用范围放宽；删除术语和定义中的“标准状态”和“过量空气系数”两个术语，增加“二噁英”等术语；“排烟黑度”改为“烟气黑度”；规范引用文件；表1中的“汞”排放浓度可以不提；“烟尘”和“一氧化碳”的排放浓度还应该严格一些；排放总量限值可以不设；对二噁英采样要单独说明等，希望标准编制组进一步完善本标准征求意见稿后，上报环境保护部，进入网上公开征求意见程序，争取2011年上半年颁布实施。

2 行业概况

2.1 殡葬改革

殡葬是人类社会活动的重要组成部分，与人民群众的生老病死密切相关。中国是一个历史悠久的文明古国，每个不同历史时期的丧葬习俗不尽相同，经过几千年漫长的积淀和发展，在遗体处理和悼念方式上，形成了一整套以土葬为主繁杂的丧葬习俗。中国是世界上人口最多的国家，约占世界总人口的22%，同时也是世界上死亡人口最多的国家，根据国家统计局2010年2月25日发布的《2009年国民经济和社会发展统计公报》，截止2009年年末，我国总人口为133474万人，比上年末增加了672万人；死亡人口943万人，比上年末增加了8万人；死亡率为7.08%。

自1956年毛泽东等老一辈无产阶级革命家在中央工作会议上联名签字倡导火葬以来，遗体处理方式逐渐从土葬走向了火葬。火葬成为国家殡葬改革的主导方向。据2009年中国民政统计年鉴显示，截止2008年年底，全国殡葬事业单位已达到3754个（包括火葬场1692、公墓1209、殡葬管理单位853），火化炉4789台，年火化遗体共计453.4万具，火化率48.5%，全国殡葬行业已形成拥有7.5万名职工的新兴特殊服务行业，其中火葬场职工4.5万人，服务网点几乎遍布全国各大、中、小城市，火化设备的科技含量和火葬场的服务功能、从业人员整体素质等方面较上世纪九十年代相比都有了很大程度的提高。此外，全国共有9个省份、37个地级市、120个县（市、区）实施了不同内容的惠民殡葬政策，覆盖人群达1.32亿人，年投入资金近4亿元。

2.2 火化状况

全国火化遗体数量逐年递增。自1978年-2007年以来，全国30年间的遗体火化数量及火化率变化统计值见表1。

序号	年份	火化遗体数 (万具/年)	火化率 (%)	序号	年份	火化遗体数 (万具/年)	火化率 (%)
1	1978	117.5	/	17	1994	257.1	33.4
2	1979	102.1	/	18	1995	262.7	33.2
3	1980	98.7	/	19	1996	282.7	35.2
4	1981	85.4	/	20	1997	295.0	36.8
5	1982	96.2	/	21	1998	319.7	39.6
6	1983	108.0	/	22	1999	336.4	41.5
7	1984	128.2	/	23	2000	373.7	46.0
8	1985	155.2	/	24	2001	386.7	47.3
9	1986	155.5	26.2	25	2002	415.2	50.6

10	1987	162.0	27.0	26	2003	434.9	52.7
11	1988	180.9	29.5	27	2004	436.9	52.5
12	1989	182.3	30.1	28	2005	450.2	53.0
13	1990	201.3	31.5	29	2006	430.2	48.2
14	1991	215.6	34.0	30	2007	442.1	48.4
15	1992	242.6	31.2	31	2008	453.4	48.5
16	1993	247.6	31.6	32	2009	454.2	48.2
合计		8510.2 万具					

表1 1978年—2008年全国年火化遗体数量统计表^①

表 1 说明，改革开放以来我国年火化遗体数（年火化量）平均以每年 10.7 万人的速度增长，2009 的火化量是 1978 年的 3.82 倍。火化率经历了从低到高的阶段后，于 2005 年达到了 53.0%，近几年出现了缓慢下滑的势态。

遗体火化增长趋势图：

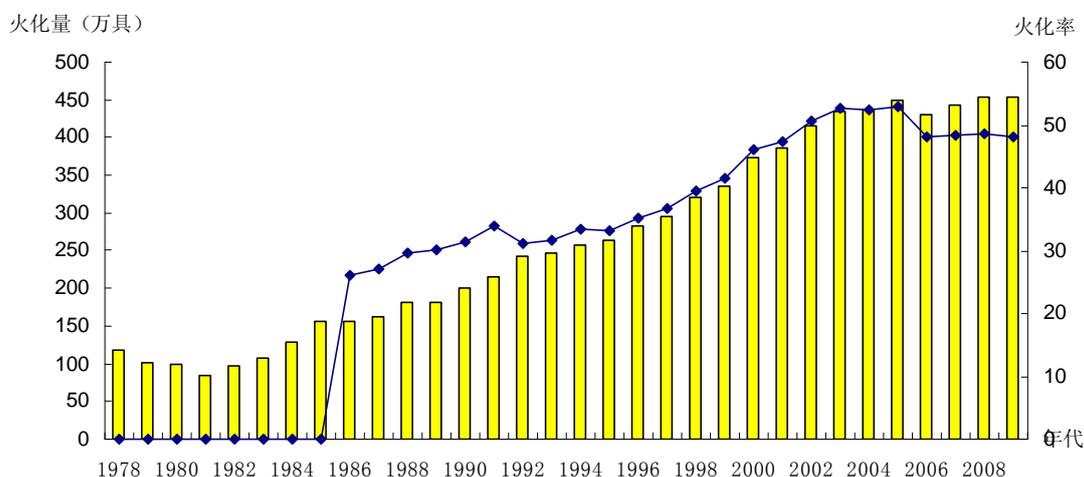


图 1 1978-2007 年遗体火化量及火化率趋势变化图

2.3 火化设备

目前我国火化机生产厂家约有 40 余家，市场份额每年大约在 600 台左右。自 20 世纪 90 年代中后期开始，我国火化机的产品质量和科技含量都有了很大的提高，火化机作为政府统一采购商品，供应商完全以国内产品为主。

2.1.3.1 火化机分类方法较多，现分别叙述如下：

(1) 按火化机所用燃料分，可分为三种：

A. 燃煤式火化机，以煤为燃料，是一种落后的火化机。70 年代就已不再生产。这种火化机污染严重，不符合文明火化要求，多分布在老、少、边、穷地区。

B. 燃油式火化机，以轻柴油为燃料，是一种普及面很广的火化机，约占我国火化机总数的 80%。这种火化机比较安全可靠，使用效果也较好，且不受地域条件限制。常用的轻柴油为 0[#]—20[#]轻柴油。柴油的硫含量为 0.2%，应属于固定燃烧设备（机动车除外）的清洁能源范围，燃料不会造成过大的环境污染。

C. 燃气式火化机，主要以城市煤气、天然气、液化石油气为燃料。这种火化机只能适用于大、中城市或气体燃料丰富地区，目前我国使用较少。这种火化机工作环境好，对环境污

^①根据历年《中国民政统计年鉴》和统计局的有关资料统计。

染较小。但使用时要特别注意燃气泄露，以免造成爆炸或其他安全事故。

(2) 按火化机炉膛结构的不同分为三种：

A. 架空炉式火化机（俗称架铁炉），这种火化机工作时，尸体在炉膛内的炉条上架空焚烧。其优点是架空燃烧可以节省燃料，缩短焚烧时间。其缺点是如果操作不规范，容易造成混骨灰，不符合文明火化要求，已停止使用。如沈阳 82-B 火化机即是。

B. 平板炉式火化机（俗称平板炉），这种火化机炉膛底部是带有两条突筋的耐火材料平板预制板制件。它使用寿命长，便于更换维修，与架空炉式火化机相比不易混骨灰，但燃料消耗大。如江西 YQ 系列火化机多数是这一种。

C. 台车式火化机，这种火化机最大的特点是可以实现一车一炉一具尸，不会混骨灰。但其热损失大，燃料消耗多，价格也较高。

(3) 按火化机的燃烧方式可分为三种：

A. 一次燃烧式火化机，这种火化机只有一个燃烧室，即主炉膛。尸体焚化过程中产生的烟尘和有毒有害物质，直接通过烟道和烟囱排入大气中。由于燃烧不充分，排放的烟气对大气造成较大的污染。

B. 再燃式火化机，这种火化机有两个燃烧室，即主燃室和再燃室。主燃室（主炉膛）是尸体焚化的场所，而再燃室的作用是燃烧烟气。这种方法可以使有毒有害物质燃烧得比较充分，从而达到减轻对大气污染的效果。目前我国多用这种火化机。这与危险废物焚烧炉的要求是相同的，应是发展方向。

C. 多燃式火化机，这种火化机有两个以上燃烧室，即主燃室、再燃室和三燃室等。

多燃式火化机和再燃室火化机相比，烟气在炉内滞留时间更长、燃烧更充分，如果在配用除尘、除臭设备，可以达到无公害化排放，这是较为理想的，但其造价相当昂贵。目前日本开始使用这种火化机，我国目前仅有少数大中城市的殡仪馆使用这种火化机。

(4) 按火化机排烟方式分为：

A. 上排烟式火化机，即烟气是从火化机主炉膛内向上，经再燃室金属管道和烟囱排入大气中。这种火化机如日本东博火化机、美国奥尔（ALL）火化机即是。其优点是烟道检修较为方便，且为地下水位高而不易修筑地下烟道的地区提供了方便。但是这种火化机金属管道造价高，能源消耗大。

B. 下排烟式火化机，即烟气是从火化机主炉膛内向下，经再燃室地下烟道和烟囱排入大气中。我国目前使用的火化机多数是这种形式。其特点是地下烟道施工费用低，烟气在烟道内滞留时间较长。

C. 侧排烟火化机，即水平烟道在火化机主炉膛的侧面，烟气经水平烟道再到垂直烟道后排入大气。这类火化机整体布局欠佳，现已很少采用。

(5) 按火化机的档次分为三种：

A. 低档火化炉，凡是一次燃烧，又没有烟气处理设备的火化机都属于这一档次。其结构简单，维修方便，造价低，但文明程度低，对环境污染严重，是今后逐步改善的对象。

B. 中档火化机，这一档次的火化机设有再燃室（或两台火化机共用一个再燃室）。二次燃烧室排出的烟气经烟道和引射式矮烟囱排放大气中。这种火化机污染物的排放达到国家三级或二级标准，烟囱口基本没有黑烟。

C. 高档火化机，高档火化机现有两种形式，设有多次燃烧并有烟气后处理设备的高档火化机和电脑控制全自动不带烟气处理设备的高档火化机。前者有主燃室、再燃室（和三燃室），使尸体在焚化过程中产生的有毒、有害、有味气体得到充分的燃烧、并配有烟气换热器、除尘器和除臭器等烟气后处理设备，使污染物的排放达到国家一级标准，排烟黑度接近林格曼 0 级。基本上达到无公害排放。但这种火化机体积庞大，价格昂贵；后者利用电脑实行焚化全过程的自动化控制，也没有再燃室，尽可能使燃烧的各个阶段处于最佳状态。这种火化机

的污染物排放可以达到国家二级标准，没有明显的黑烟和异味。这种火化机小巧美观，对环境污染少，但其电脑控制部分价格高，有些电气控制元件靠进口，因而维修困难。

尽管火化机的类别五花八门，但是基本结构都大同小异，一般来说，我国普遍使用的燃油式火化机均包含炉体、风油系统、电控系统、排放系统和进尸系统，其基本组成见表 2。

表 2 燃油式火化机的基本组成

序号	系统名称	组成部件	主要作用	备注
1	炉体系统	主燃室	焚烧遗体、火化棺及随葬品	
		再燃室	焚烧烟尘与可燃气体	
		砖结构	耐火、保温	包括保温层
		外结构	钢性骨架支撑、外表装饰等	
2	风油系统	燃烧器	点火、加热焚化	
		鼓风机	供风（氧）	
		引风机	排烟、冷却降温	
		油箱	储油、供油	包括油位指示装置
		供风管路	分风、供风	包括风阀、闸门
		供油管路	供油、计量	包括油表、过滤器
3	电控系统	供电装置	供电、安全控制	可配备应急发电机
		电控柜	控制各类电动执行元器件	
		显示仪表	显示炉温、压力、用电参数	
4	排放系统	烟气排放设施	烟气净化、冷却、排放	包括除尘净化装置
		骨灰清除装置	提取骨灰、清除飞灰	包括炉内骨灰处理机
5	进尸系统	进尸车	遗体、火化棺及随葬品入炉	包括轨道、履带等
		移动炕面	遗体等入炉、焚化、拣灰	台车型火化机专用
新型火化机一般还设置自动监视系统，用来监视排烟黑度和遗体入炉等情况				

据调查，我国在用的近 5000 台套火化机中，以燃油式、平板型、下排烟者居多，燃烧控制技术主要采用二次燃烧或多次燃烧技术处理遗体，部分中心城市和发达地区火葬场安装了火化烟气净化装置。随着经济的发展和科技水平的提高，火化机的智能高档化、减量无害化将是我国火化机今后发展的方向。

2.1.3.2 遗物祭品焚烧设备

目前，大多数火葬场（殡仪馆）采取将死者的遗物和祭品堆放在厂区内外的空地进行焚烧，或搭建无排气筒的简易设施内进行焚烧，产生无组织排放，给火葬场（殡仪馆）及周围的环境造成了污染。

近年来，由于国家层面对环境保护和人体健康的高度重视，遗物祭品焚烧设备已在有条件的大、中型火葬场（殡仪馆）开始使用。

遗物祭品焚烧设备目前主要以燃油式焚烧炉为主，配备二次燃烧室，有独立的排气筒，有些设备还配有专用的烟气后处理设施。

2.4 行业发展趋势预测

据预测，2050 年前，我国每年的遗体火化量将稳步增加，主要原因如下：

（1）死亡人口数量的增加

随着人口老龄化高峰的到来，人口死亡率将不断提高从表 4 可以看出，改革开放以来的 30 年中我国年死亡人数平均以每年 11 万人的速度增长，按此速度推算，截至到“十二五”的 2015 年底，我国年死亡人口总数将在 2009 年的 943 万的基础上增加 66 万，达到 1009

万，在火化率保持不变的情况下，年火化遗体的总数届时将增加 31 万。

（2）殡葬改革政策的深入

2009 年 12 月，民政部发布了《关于进一步深化殡葬改革促进殡葬事业科学发展的指导意见》（民发〔2009〕170 号），针对今年火化率出现下滑的迹象，明确强调：“坚持推行火葬，逐步扩大火葬区缩小土葬区”，各地民政部门地、都不同程度地加大了推行火葬的力度，预计到 2015 年，火化率能够恢复到 2005 年 53%的水平。

（3）殡葬惠民政策的推广

据 2010 年《殡葬绿皮书》分析，新时期殡葬特惠已经向普惠转化，以火化为主的基本殡葬服务将由政府买单，伴随着殡葬改革的逐步深入和人们传统观念的改变，“十二五”末全国年火化率还将拉升 3 个百分点。加上上述因素，到 2015 年底，预计我国年火化率将达到 56%。

综合以上因素，2015 年我国年火化遗体数量将达到 565 万。如果按平均每具遗体重 70kg，所带遗物祭品重 10kg 计算，届时每年将有 70 万吨遗体 and 10 万吨遗物祭品需要焚化处理，遗体火化和遗物祭品焚烧排放的气体污染物和二噁英类就将会成倍地增加。

2.5 节能减排任务繁重

随着殡葬改革的稳步推进，殡葬服务管理工作得到进一步加强，殡仪服务水平有了新的提高。但面对目前资源节约、环境保护、节能减排所面临的严峻形势，我国殡葬行业目前的现状还存在很大的差距。

殡葬行业中火葬场是目前造成环境污染最重的场所。除了遗体火化烟气排放外，绝大部分单位还存在遗物祭品焚烧的无组织排放，环境污染严重，与节能减排及可持续发展的形势要求相差甚远。因此开发节能减排技术项目是一关键问题。

随着我国经济的快速发展，资源和环境问题日益突出，加快技术进步，淘汰落后生产力，成为各行各业发展中必须解答的命题，这也迫使殡葬行业转变传统模式，民政部发布的《关于进一步深化殡葬改革、促进殡葬事业科学发展的指导意见》，使殡葬行业进入了前所未有的重要发展期。殡葬行业急需提升整体的可持续竞争力和可持续发展的准入政策的要求。

3 标准制订的必要性分析

3.1 国家及环保主管部门的相关要求

环境保护是我国的一项基本国策，是各级政府的一项基本职能。

当前，我国经济社会发展与资源环境约束的矛盾日益突出，环境保护面临严峻的挑战。党中央、国务院高度重视环境保护，将改善环境质量作为落实科学发展观、构建社会主义和谐社会的重要内容，把环境保护作为宏观经济调控的重要手段，采取了一系列重大政策措施。

国家环境保护“十一五”规划是国家“十一五”规划体系的重要组成部分。通知要求各地区、各部门必须深入贯彻科学发展观，转变经济发展方式，下大力气解决危害人民群众健康和影响经济社会可持续发展的突出环境问题，努力建设环境友好型社会。

近年来全球环境污染问题日趋严重，人类的生存与健康，动植物的生存与生长均受到威胁。以二噁英为代表的有机化学物质污染的全球化趋势引起了国际社会的强烈不安，成为近年来最重要的国际环境问题之一，并受到各国政府的高度重视。《斯德哥尔摩》（POPs）公约的通过和生效，标志着全球性二噁英减排行动的开始。

2007 年 4 月 14 日，国务院批准了中国履行斯德哥尔摩公约的《中华人民共和国履行〈关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约〉国家实施计划》（以下简称《国家实施计划》），标志着我国的履约工作将全面进入实施阶段。按照《国家实施计划》，在 2015 年前，我国将重点完善实现履约目标的政策法规，加强机构能力建设，按照分阶段、分区域和分行业的战略

采取相应行动，进一步建立和完善持久性有机污染物清单；加强各类 POPs 削减、淘汰和控制技术研发和推广应用；采取必要的法律、行政和经济手段，以最有效的方式，预防、削减和淘汰持久性有机污染物污染。

殡葬业遗体火化、遗物祭品焚烧是二噁英类的重点污染源之一。在《国家实施计划》中，殡葬业（遗体火化）已经被作为优先开展二噁英减排的六大重点行业之一，《国家实施计划》对殡葬业遗体火化的具体要求如下（见表 3）。

表3 中国优先控制的重点行业2004年二噁英排放情况^②

重点行业	是否附件C第二部分源	排放量（克 TEQ）		是否有增长趋势	是否有BAT/BEP导则	是否相对高风险
		大气	总量			
(1) 废物焚烧行业		610.5	1757.6			
(2) 造纸行业（有氯漂白）	是	0.36	161	不确定	是	是
(3) 钢铁行业		1673.4	2648.8			
铁矿石烧结	是	1522.5	1523.4	不确定	是	是
电弧炉炼钢	否	150.9	1125.4	是	是	是
(4) 再生有色金属行业		544.5	1607.3			
再生铜	是	403	1133.8	是	是	是
再生铝	是	133.5	465.5	是	是	是
再生锌	是	8	8	是	是	否
(5) 火化机	否	44	54.9	是	是	否
(6) 化工行业		0	102.4			
五氯酚钠生产	否	0	25	否	是	是
氯酚类衍生物生产	否	0	11.8	否	是	是
四氯苯醌生产	否	0	17.9	否	是	是
氯苯生产	否	0	18.2	否	是	是
氯碱	否	0	20	否	是	是
PVC 生产	否	0	9.54	是	是	否
重点行业源合计		2872.8	6332			
2004 年排放总量		5042.4	10236.8			
百分比		57.0%	61.9%			

殡葬行业在火化过程中排放二噁英，产生的烟气基本不经处理直接排放。尤其是在遗物祭品焚烧中，设备落后或直接无组织排放，这些都会造成较高的二噁英排放。表 4 统计了中国有关重点排放源二噁英排放技术情况。

表4 中国有关重点排放源二噁英排放技术情况^③

重点行业	是否已经应用BAT/BEP	处于研究开发阶段	尚未关注或研究
(1) 废物焚烧行业			

^② 《中华人民共和国履行〈关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约〉国家实施计划》

^③ 《中华人民共和国履行〈关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约〉国家实施计划》

重点行业	是否已经应用BAT/BEP	处于研究开发阶段	尚未关注或研究
生活垃圾焚烧	少数应用	开发应用	
危险废物焚烧	少数应用	开发应用	
医疗废物焚烧	少数应用	开发应用	
水处理污泥焚烧	少数应用	初步阶段	
燃烧危险废物的水泥窑	少数应用	开发应用	
(2) 造纸行业(有氯漂白)	少数应用	初步阶段	
(3) 钢铁行业			
铁矿石烧结	少数应用	初步阶段	
电弧炉炼钢	少数应用	初步阶段	
(4) 再生有色金属行业			
再生铜	没有		没有
再生铝	没有		没有
再生锌	没有		没有
再生铅	没有		没有
(5) 殡葬行业(火化机)	没有	开发应用	

3.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求

3.2.1 行业发展规划

《民政事业发展第十一个五年规划》中关于殡葬事业发展的表述：深化殡葬改革，规范殡葬管理，完善殡仪服务，倡导文明节俭办丧事的新风尚。积极稳妥地推行火葬，有计划、有步骤地改革土葬，倡导骨灰处理生态化。加强殡葬执法检查，规范公墓管理。完善殡仪服务设施，加强殡仪服务的监督和管理，规范服务流程和明码标价。提高殡仪服务水平，满足群众的殡仪服务需求。在《全国民政科技中长期发展规划纲要》(2009—2020年)中指出“随着殡葬行业可持续发展需求不断增强，迫切需要大力推进殡葬污染控制技术研究，促进节能减排和污染治理，建立适合我国实际的殡葬技术体系。”

3.2.2 行业准入政策

殡葬管理条例(1997年7月11日国务院第60次常务会议通过 1997年7月21日中华人民共和国国务院令 第225号发布)中第二章第八条规定：利用外资建设殡葬设施，经省、自治区、直辖市人民政府民政部门审核后同意，报国务院民政部门审批。第二章第十二条规定：殡葬服务单位应当加强对殡葬服务设施的管理，更新、改造陈旧的火化设备，防止污染环境。第四章第十六条规定：火化机、运尸车、尸体冷藏柜等殡葬设备，必须符合国家规定的技术标准。禁止制造、销售不符合国家技术标准的殡葬设备。第五章第二十二条规定：制造、销售不符合国家技术标准的殡葬设备的，由民政部门会同工商行政管理部门责令停止制造、销售，可以并处制造、销售金额1倍以上3倍以下的罚款。

3.3 行业发展带来的主要环境问题

3.3.1 殡葬业主要环境污染

3.3.1.1 对大气环境的污染

无论采用何种殡葬方式都将产生大气污染。葬前的停尸、运尸、吊丧、殡仪活动，遗体不同程度地暴露于大气中，大多数非防腐遗体在各种发酵菌和水解酶的综合作用下将发生腐败变质现象，释放出氨气、硫化氢、尸胺、吲哚、硫醚等化学物质；即使对遗体作了防腐处理，防腐药剂的挥发也能带来醛类等有害气体的污染问题。葬中是大气污染的重点。土葬是

任尸体自然氧化分解、腐败发臭的缓慢过程，对大气环境存在长期的恶臭污染，主要污染物除少量的无机气体外，大多为脂肪、蛋白质等生物降解产生的小分子有机气态污染物。

火葬是将遗体在高温给氧条件下快速焚化的过程，虽然能消除细菌病毒等生物污染，但会产生严重的大气污染。遗体、火化燃料、随葬品及遗体包装物等燃烧都能产生大量的烟尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、重金属汞及二噁英等有毒有害物质。我国现阶段火化及消烟除臭设备还比较落后，大多数火化机没有安装烟气净化设备，本行业火化废气的污染还相当严重，直接危害殡仪职工的身体健康并污染外环境。

3.3.1.2 对水体环境的污染

土葬后的遗体在微生物作用下分解，遗体内有毒重金属元素会随降水的地下渗透作用溶入地下水。遗体火化后露天存放的骨灰在降水的淋洗作用下，不但能溶出重金属污染地下水，还能随地表径流污染地表水，迄今为止，该问题还没有引起人们足够的重视。遗体在防腐过程中的引流、洗涤或湿法处理火化废气都能产生高浓度的有毒有害废水，污染着火葬场周围的水质。

3.3.1.3 噪声污染

噪声污染主要来自于火葬过程中的机电等设备。风机、电机、骨灰粉碎机都是噪声和振动的固定污染源，殡仪车、送葬车辆是噪声的流动污染源，哭丧的人群、燃放鞭炮也能产生噪声污染，把本该宁静的殡仪场所变成了轰鸣喧闹的地方。

3.3.1.4 生物污染

殡葬行业生物污染可分为直接和间接两种。直接污染来自于遗体本身向环境散发出的细菌、病毒等，直接危害人体健康。间接污染来自于接触遗体的设备、器具、用品的污染，也来自于蚊、蝇等病媒昆虫及老鼠的污染。

此外，殡葬对生态环境还能产生一系列的破坏，滥建公墓，乱埋坟丘，置棺木而砍伐树木，竖碑林而乱开山石，占用耕地破坏植被资源，凡此种种，都是殡葬业比较突出的生态环境破坏问题。

3.3.2 行业主要污染物排放量

依据民政部 2010 年统计年鉴，2009 年全国火化遗体达到 454.2 万具，估算 2009 年遗体火化各污染物排放总量结果见表 5。

表 5 2009 年遗体火化各污染物排放总量结果

序号	污染物名称	测试值 (kg/h)	遗体数计算值 (具)	年排放总量 (吨)	总量百分比 (%)
1	烟 尘	0.151	454.2×10 ⁴	514.4	16.2
2	二氧化硫	0.034		115.8	3.6
3	氮氧化物	0.317		1079.8	33.9
4	一氧化碳	0.4		1362.6	42.8
5	氯化氢	0.225		102.2	3.2
6	汞	0.0018		8.2	0.3

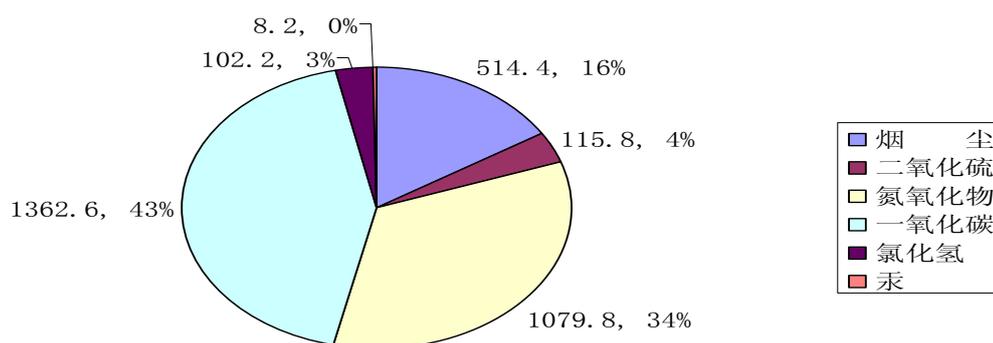


图 2 2009 年遗体火化各污染物排放总量结果

当前，以废物焚烧行业、造纸行业、钢铁行业、有色金属再生行业、殡葬行业、化工行业为国家优先开展二噁英减排的重点行业。与常规污染物不同，二噁英类在自然环境中极难降解，并在全球范围内长距离迁移；被生物体摄入后不易分解，并沿着食物链浓缩放大，对人体危害巨大。二噁英类不仅具有致癌、致畸、致突变性，而且还具有内分泌干扰作用。二噁英类对人类的影响会持续几代，对人类生存繁衍和可持续发展将构成重大威胁。

根据 UNEP 二噁英类排放清单工具包计算，火化机焚烧遗体产生二噁英的大气排放因子采用 $10 \mu\text{g TEQ/具}$ ，2004 年全国火化遗体排放到大气中的二噁英为 43.7 Ig TEQ ；火化遗体产生的残余物排放因子采用 $2.5 \mu\text{g TEQ/具}$ ，2004 年全国排放到火化焚烧残余物中二噁英为 10.9 Ig TEQ ，两者合计为 54.6 Ig TEQ 。

2009 年，全国共计火化遗体 449.1 万具，如果继续按照 UNEP 二噁英类排放清单工具包进行计算，我国全年火化遗体排放到大气中的二噁英总量为 44.9 Ig TEQ ；火化焚烧残余物中二噁英总量为 11.2 Ig TEQ ，两者合计为 66.1 Ig TEQ ，结果表明：2009 年比 2004 年增加了 11.5 Ig TEQ 。

遗物祭品焚烧属于无组织排放，各地风俗习惯不同，祭品类成分也大相径庭。遗物祭品焚烧产生的二噁英类污染物浓度和总量，目前因没有监测数据而无法给出准确的结论，但是可以肯定，作为无组织排放、没有任何减排措施的遗物祭品焚烧对殡葬领域二噁英类总排放量的贡献率是不容忽视的。

3.3.3 本行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

殡葬行业主要污染物为大气污染物。依据 2007 年普查数据，我国烟尘排放量为 1166.64 万吨，二氧化硫排放量为 2320 万吨，氮氧化物排放量为 1797.7 万吨，殡葬行业的主要污染物排放总量及占全国的比列见表 6。

表6 殡葬行业主要污染物排放总量及占全国的比列统计表^④

污染物指标	殡葬行业污染物排放量 (吨/年)	全国污染物排放量 (万吨)	占全国比例 (%)
烟尘	514.4	1166.64	4.4×10^{-5}
二氧化硫	115.8	2320	4.9×10^{-6}
氮氧化物	1079.8	1797.7	6.0×10^{-5}

^④ 2007 年《中国环境公报》

一氧化碳	1362.6	-----	-----
二噁英 ^⑤	83.7Ig TEQ	10236.8 Ig TEQ	8.2×10^{-3}

3.4 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

3.4.1 清洁生产工艺及污染治理工艺的最新进展

目前，国内绝大多数火葬场遗体火化的原理均采用二次或三次燃烧法，大部分没有烟气后处理设备，燃料以轻柴油为主，少数使用天然气，煤炉基本淘汰。

尤其是随着中国履约进程的加快，二噁英污染控制技术呈现出日新月异的发展趋势，如传统的急冷+布袋+活性炭吸附处理设施以及急冷+碱洗+旋风+活性炭喷射+布袋等。另外，为了实现遗体火化和遗物祭品焚烧过程的无害化管理，还需要在处置设施运行以及源头分类管理等方面加强管理，旨在中国技术和管理两方面实现污染物达标排放。

3.4.2 国家推行相关先进技术的指导性文件

《中华人民共和国履行〈关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约〉国家实施计划》和《关于二噁英污染防治的指导意见》是国家推行二噁英等持久性有机污染物减排先进技术的指导性文件。

3.5 现行环保标准存在的主要问题

对于殡葬行业，国家环境保护部门没有专门制定的大气污染物排放标准。对此原国家环保总局在《关于殡仪馆建设中大气污染物执行排放标准问题的复函》（环函[2001]114号）中规定：对焚尸炉排放大气污染物可控制其烟气黑度和臭气浓度。烟气黑度执行林格曼黑度1级，臭气浓度按《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）的规定执行。

民政部编制了《燃油式火化机污染物排放限值及监测方法》（GB13801-92），并于1992年11月16日经国家技术监督局批准在全国范围内执行。该标准规定了燃油式火化机的污染物排放限值（见表），标准分三级规定了六项污染物：烟尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、硫化氢、氨气的烟道污染物排放浓度（毫克/立方米）限值和总量（公斤/小时）限值；还规定了总悬浮颗粒、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、硫化氢、氨气的火化间（相当于职业卫生标准）污染物浓度限值。另外还规定了烟气黑度值、火化机产生的噪声强度限值、火化间异味嗅觉限值。同时配套了相应的监测方法。此标准颁布实施后，对行业的环境管理起到了一定的促进作用，对了解全国殡葬行业环境污染的危害和影响，行之有效地开展殡葬行业环境污染的综合防治具有参考价值。

由于该标准不是由国家环境保护部门制定的，还不是真正意义上的国家大气污染物排放标准，使火化机污染物的排放按该标准执行存在立法程序方面的问题，不利于环境保护部门的监督管理和执法，也造成目前对火化机污染物排放监测和环境管理比较薄弱，甚至有些地方还是空白，使行业的污染物排放和污染治理受到了影响。因此，按照原国家环保总局有关污染物排放标准制定的工作思路，更有效的控制殡葬行业火化机的污染物排放，制订本国家环保标准。

3.5.1 其他需要说明的问题

(1)《燃油式火化机大气污染物排放限值》（GB 13801-2009）标准是《燃油式火化机污染物排放限值及监测方法》（GB 13801-92）的修订版。《燃油式火化机污染物排放限值及监测方法》（GB 13801-92）中主要以燃油式火化机遗体火化过程中产生的气态无机污染物为主要控制对象，包括：烟尘、一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、氨气、硫化氢六种常规污染物排放浓度和排放总量限值，没有规定重金属类如汞；氯化物、有机污染物和持久性有机污染物（POPs）等，由于此标准的制订较早，标龄较长，控制的污染物种类相对不够全

^⑤ 《中华人民共和国履行〈关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约〉国家实施计划》

面。《燃油式火化机大气污染物排放限值》(GB 13801-2009)在 GB 13801-92 的基础上,增加了氯化氢、汞和二噁英等主要污染物的排放限值。

(2) GB 13801-2009 中规定,污染物控制指标是与环境空气质量功能区相对应,将标准划分为一级、二级、三级,这使得处在不同功能区的单位执行不同的排放限值,而实际情况是大多数工艺技术水平落后的火葬场都建在三类区域,而软硬件设备实施较好的火葬场多在一类和二类区域,不利于对先进工艺设备的推广。

(3) GB 13801-2009 将氨气、硫化氢作为污染物控制指标,专家给出硫化氢的不确定度为 4.6,现场对其测试很难获取准确的结果。

(4) GB 13801-2009 中只有烟尘和二噁英排放浓度以 11%作为换算基准,不利于监测结果的真实性体现。

(5) 遗体火化属于特殊行业,火化机属于特殊产品,GB 13801-2009 未对火化工况、排放高度进行具体要求。

4 行业产排污情况及污染控制技术分析

4.1 行业主要设备焚烧工艺原理及产污分析

我国殡葬行业与国外发达国家相比具有诸多不同的特点。我国作为世界年死亡人口最多的国家,近半数遗体要在火葬场进行火化处理,虽然火化能消除遗体的生物污染,可随之而来的化学污染问题却远远没有解决。

4.1.1 火化机焚烧工艺原理

火化机是用来焚烧尸体的设备。其基本原理是在具有微负压和一定温度、一定容积的炉膛内,依靠不断供应的燃料和给养空气的助燃,使尸体焚烧灰化。燃烧后的烟尘、有毒有害气体、臭味经过一定的处理后经烟道和烟囱排入大气中,残渣成灰供丧主收敛安葬。

火化机不同于一般其他工业窑炉,但与固体废物焚烧炉有类似性,具有以下特点:

(1) 尸体在火化机炉膛内于一定温度下焚烧。在焚烧过程中不断地供应燃料和助氧风,以满足尸体在各个燃烧阶段所需要的热量。

(2) 尸体在焚烧过程中,根据不同尸体的不同焚烧状态,不断调节燃料和助氧风供量,使尸体在各个燃烧阶段尽可能都处于最佳燃烧状态。

(3) 火化机的燃烧对象是尸体和随葬品,他们本身就是可燃物,而尸体的胖瘦、性别和随葬品的轻重、成分等又各不相同。所以说火化机的燃烧对象是可燃的、多变的。因此,燃料和助氧风的供给以及焚烧时间等都因尸体的不同而不同。

(4) 火化机的炉膛应在微负压下工作,因为尸体在焚化过程中产生烟尘、恶臭等有毒有害气体,如在焚烧过程中炉膛内出现正压,则上述有毒有害气体容易溢出炉门外,污染车间工作环境。如负压过大,又会过多地损失热量,造成能源的浪费。

目前,我国火葬场使用较为普遍的火化机为燃油式火化机。虽然燃烧方式做过改进,但国内外还没有哪一种方法同时具有适用范围广、效率高、成本低这三方面的优点。国内火化机生产厂家主要采用二次燃烧或多次燃烧技术处理遗体。

根据现状调查结果显示,台车式火化机污染物排放情况较其他炉型火化机污染物排放情况好。为了控制火化机污染物排放效果,建议生产厂家在设计火化机时,必须将 3T(燃烧温度、烟气在燃烧室的滞留时间、湍流度)作为主要的技术参数进行最佳设计。另外,操作人员的操作水平、随葬品的组分、遗体的自身情况等诸多因素都直接影响污染物排放结果。

4.1.2 产污分析

火化机在将尸体、火化燃料、随葬品及遗体包装物在高温给氧条件下快速焚化的过程中,会排放大气污染物,其中有害物质多达几十种,主要包括:颗粒物、二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物、氯化氢、氟化氢、重金属(汞)及含二噁英、苯并 a 芘等持久性有机物(POPs)。

废气污染物的排放率与燃烧温度、湍流度、停留时间（统称 3T）、以及管道的设计、净化装置效率有关。

4.1.2.1 颗粒物

包括尘、烟气和灰以及其他不能燃烧的颗粒物质，有机碳颗粒物通常在二燃室燃烧即可去除。

4.1.2.2 二氧化硫

由燃烧燃料和体内的一SH 基产生的。天然气和人体本身的含硫量很低，而有些燃料如煤炭中含有一定的硫。

4.1.2.3 氮氧化物

高温燃烧时，由空气中的氮和氧发生反应产生的，一般来说，火化产生的氮氧化物排放量很低且不是主要的，它可通过控制温度和燃烧器的设计来控制氮氧化物的排放。

4.1.2.4 一氧化碳

由不完全燃烧产生的，它可通过适当地控制操作火化设备而使排放减到最小。

4.1.2.5 重金属

重金属的排放主要来自人体本身和遗物燃烧。近年来国外对汞的排放关注较多，而汞则主要来自牙齿中的填充物，按照填充物的类型和数量可包含 5-10 克的汞，它可通过在火化室中用硒盐洗涤去除。需要注意的是，如用塑料和其他填充物时，汞的排放可减少。

4.1.2.6 氯化氢

来自于塑料燃烧，它可通过湿式洗涤来去除。这点非常重要，否则会形成酸性环境，导致设备腐蚀，大大降低使用寿命。

4.1.2.7 二噁英和呋喃类

在一定温度下木纤维或氯化塑料燃烧产生的，他们可通过减少氯化塑料或二次燃烧时达到一定高的温度和保持停留时间来减少排放。防止二噁英等的再次形成可通过有效的废气管道急冷技术的设计来实现的，去除则需要向烟气中加喷活性炭和高效布袋除尘器等减排设备。

4.1.2.8 恶臭气体

在火化过程中产生的硫化氢、氨气等有味的污染物的排放造成的，它们可通过化学吸附等方法去除。

4.2 行业排污现状

4.2.1 调查数据表

据 2009 年中国民政统计年鉴显示，截止 2008 年年底，全国殡葬事业单位已达到 3754 个（包括火葬场 1692、公墓 1209、殡葬管理单位 853），火化炉 4789 台，火化率已近 48.5%，全国殡葬行业已形成拥有 7.5 万名职工的新兴特殊服务行业，其中火葬场职工 4.5 万人，服务网点几乎遍布全国各大、中、小城市，火化设备的科技含量和火葬场的服务功能、从业人员整体素质等方面较上世纪九十年代相比都有了很大程度的提高。

标准编制组调查监测火葬场的污染物排放数据测试结果，见表 7 和表 10。

表7 遗体火化气态污染物排放结果^⑥

	CO	SO ₂	NO ₂	NO	CO ₂ %	O ₂ %	NO _x
测试结果 1	124.36	5.62	4.05	20.16	1.92	18.39	24.21
测试结果 2	131.9	13.24	3.38	37.92	3.14	18.15	41.3
测试结果 3	51.61	15.82	4.85	54.81	2.07	18.09	59.66

^⑥ 本编制说明中给出的数据（不包括二噁英测试值）均未按 O₂=11%进行换算。

测试结果 4	312.15	24.16	3.63	38.19	/	/	41.82
测试结果 5	/	23.39	2.02	49.97	3.15	17.77	51.99
测试结果 6	250.86	12.99	2.64	29.32	2.29	17.85	31.95
最大值	312.15	24.16	4.85	54.81	3.15	18.39	59.66
最小值	51.61	5.62	2.02	20.16	1.92	17.77	24.21
平均值	145	15.9	3.4	38.4	2.10	18.05	41.8

2009年3月，获得经国家环境分析测试中心测试结果，见表8。

表8 二噁英排放测试结果

样品描述	检测项目	烟气二噁英类平均值 (ng TEQ/m ³)	周边土壤二噁英类毒性当量浓度 (TEQ) (ng/kg)
1号馆平板炉 (无后处理设备)		5.1	2.5
1号馆台式炉 (无后处理设备)		3.4	1.2
2号馆平板炉 (无后处理设备)		3.7	22
2号馆台式炉 (无后处理设备)		6.0	6.3
3号馆平板炉 (无后处理设备)		3.3	0.55
3号馆台式炉 (无后处理设备)		2.9	0.83
	平均值	4.1	5.6

2010年10月，获得国家环境分析测试中心检测报告，结果见表9。

表9 二噁英排放测试结果

样品描述	检测项目	烟气二噁英类平均值 (ng TEQ/m ³)	周边土壤二噁英类毒性当量浓度 (TEQ) (ng/kg)
1号馆3 [#] 平板炉 (无后处理设备)		2.8	8.3
1号馆4 [#] 平板炉 (无后处理设备)		1.8	2.6
2号馆1 [#] 平板炉 (无后处理设备)		1.3	8.1
2号馆2 [#] 台式炉 (无后处理设备)		2.7	2.2
3号馆1 [#] 平板炉 (有后处理设备)		0.29	23.0
3号馆2 [#] 台式炉 (有后处理设备)		0.73	1.7

表 10 火化烟气污染物排放调查表

编号	烟尘 (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	CO (mg/m ³)	NH ₃ (mg/m ³)	H ₂ S (mg/m ³)	大气压 (Kpa)	S 截面 (m ²)	V 采样 (L)	Qsmd Ndm ³ /h	T 烟气 (°C)	O ₂ (%)
1	85	1.7	118.9	28	0.2	0.2	102.5	0.22	80	1550	205	17.4
2	48	2.3	51.2	41	0.2	1.1	102.9	0.152	136	8249	154	17.3
3	54	2.9	41.1	44	0.4	0.1	101.6	1.057	138	3611	105	18.0
4	53	9.8	97.9	62	1.8	4.0	101.3	0.159	94	4352	306	13.0
5	60	1.9	76.8	258	0.1	0.4	101.7	0.197	153	3773	140	17.4
6	113	3.8	115.6	238	0.1	0.3	101.8	0.442	92	3140	121	16.7
7	51	5.7	55.2	85	<0.1	0.1	102.0	0.062	161	1034	173	17.6
8	153	4.3	48.6	38	0.1	0.8	107.2	0.139	89.5	2229	106	17.5
9	143	11.4	46.3	263	0.2	2.8	102.9	0.126	86	1393	97	18.3
10	1095	41.9	104.5	445	0.5	8.3	102.5	0.114	189	2425	167	14.0
11	120	49.5	228.1	145	0.5	6.0	102.0	0.213	100	2195	235	16.2
12	84	22.9	132.2	62	0.4	3.8	102.7	0.197	172	3517	193	17.9
13	43	5.2	153.5	45	0.3	0.5	102.2	0.152	115	1675	214	15.8
14	92	4.3	75.5	335	0.1	0.1	103.5	0.086	200	4555	131	18.8
15	44	3.5	110.3	25	0.4	0.5	103.1	0.359	138	4052	158	15.7
16	51	2.9	45.8	23	0.1	0.3	103.8	0.167	161	3452	93	17.3
17	116	13.4	298.0	96	0.5	1.4	103.5	0.349	87	2882	336	17.9
18	134	9.4	77.6	75	0.1	1.3	98.3	0.139	143	2276	97	18.3
最大值	1095	49.5	298.0	445	1.8	8.3	107.2	1.057	200	8249	336	18.8
最小值	43	1.7	41.1	23	<0.1	0.1	98.3	0.062	80	1034	93	13.0
平均值	141	10.9	101.4	128	0.3	1.8	102.7	0.229	130	3131	168	17.0

排放总量 (kg/h)	0.151	0.034	0.317	0.4	0.0009	0.006	/	/	/	/	/	/
----------------	-------	-------	-------	-----	--------	-------	---	---	---	---	---	---

4.2.2 行业排污水平分析

依据民政部统计资料显示, 2009 年全国火化遗体达到 454.2 万具。估算 2009 年全国遗体火化各污染物排放总量结果见表 11。

表 11 2009 年遗体火化各污染物排放总量结果

序号	污染物名称	测试值 (kg/h)	遗体数计算值 (具)	年排放总量 (吨)	总量百分比 (%)
1	烟 尘	0.151	454.2×10 ⁴	514.4	16.2
2	二氧化硫	0.034		115.8	3.6
3	氮氧化物	0.317		1079.8	33.9
4	一氧化碳	0.4		1362.6	42.8
5	氯化氢	0.225		102.2	3.2
6	汞	0.0018		8.2	0.3

4.3 污染防治技术分析

4.3.1 行业清洁生产技术

从源头控制遗体火化及遗物祭品焚烧过程中污染物排放技术方法, 即保证火化机炉膛温度(temperature)在 850℃ 以上(最好是 900℃ 以上), 使二噁英类完全分解; 保证火化烟气在再燃室中有足够的停留时间 $\geq 2s$ (time), 使可燃物完全燃烧; 优化火化机的再燃室设计, 合理配风, 提高烟气的湍流度(turbulence); 保证足够的炉膛空气供给量(excess air), 排放出口烟气中的氧气含量应为 8%—12%。

4.3.2 行业污染末端处理技术

火化机与焚烧炉排放控制相似, 不仅排放废气中的烟尘、NO_x、SO_x、HCL 等去除技术是必要的, 而且烟尘中含有二噁英类和重金属类物质的减排技术也是重要的。通常烟气净化设备主要包括: 热交换器(急冷装置)、烟气除尘净化装置、除臭装置、除酸装置、活性炭吸附、喷射装置、催化过滤装置等部分, 它是一套应用技术的组合。

4.3.2.1 热交换器

废物燃烧时产生的高温烟气是一种热源, 对其加以回收利用可降低整个系统的运行成本, 提高经济效益, 同时可减轻尾气处理的负荷。但火化机不同于一般的工业炉窑, 其运行介质和运行条件具有特殊性, 余热利用必须以保证焚烧系统运行的安全性和防止二噁英的再生为前提。

热交换器有高效热管换热器、列管水冷式热交换器等。他们是分别安装在静电除尘器和除臭器前, 把烟气的温度降到静电除尘器和除臭器所能承受的额定温度下, 同时要通过骤冷过程有效抑制二噁英等有害气体的再生成。

4.3.2.2 脱酸装置

目前用于焚烧炉尾气酸性气体去除的技术有湿法、半干法和干法三种方式。为了控制二噁英的生成和保证除尘器的正常运行, 从热交换器出来的烟气必须在脱酸塔中瞬间降温。由于冷却水在喷入脱酸装置后能迅速的蒸发, 通过脱酸冷却水能很好地使烟气迅速冷却。

4.3.2.3 除尘器

除尘器有旋风除尘器、洗涤器、颗粒层除尘器、电除尘器、袋除尘器等各种方法, 它的选定有设备费、运行费、维修、所需动力、除尘效果、大型化的适应性、废水处理的有无等很多要考虑的因素, 作为焚烧炉排气用的除尘器, 现主要以电除尘器和袋除尘器为主体, 其中布袋除尘技术和设备在我国已经成熟, 在固体废物焚烧中应用很广, 且对有机物控制效果好, 是未来的发展方向。

(1) 布袋除尘器

将织布、毡等圆筒状的滤布的一端塞住, 从外面或里面把含尘的气体过滤, 在滤布上形

成粉尘层，由于这个层可以高效地捕尘，在滤布上堆积的粉尘层，通过反吹震动或脉动喷吹被适当抖落。布袋除尘器要达到好的除尘效果，重要的是滤袋材质的选择，要根据烟尘的性质和烟气的成分选择合适的滤料，如果滤料不合适，使用寿命受影响，而更换滤料的费用却不菲。

滤料的材质要考虑以下因素：耐温、耐酸、耐碱、耐氧化等；另外，抗水解能力也是选择滤料必须考虑的一个因素。由于滤袋材质的不同其价格差异很大，所以最终的选择往往是一次性投资和运行成本及效果综合考虑的结果。不同的滤料的使用温度、除尘效率、清灰性能、费用及对烟气中不同化学成分的耐腐蚀程度都不一样，需要综合考虑来选择。一般可供选择的滤料有：玻璃纤维滤料，Teflon, Ryton, P84, Gore-tex 等。

(2) 静电除尘器

静电除尘器的工作原理是通过高压静电场的烟尘发生电离后，使烟气存在着大量正、负离子。这些正、负离子与烟气中的粉尘微粒相结合，就使粉尘微粒具有正电性或负电性。在电场的作用下带正、负电的微粒聚集在辅助电极，尘粒聚集到一定厚度以后，经震打装置的震打作用，粉尘被其惯性作用从沉淀极表面剥落下来落入灰斗中，达到除尘效果。

电除尘器因为捕集率高，压力损失低，维护管理容易，适于大型装置，所以火力发电等大型装置使用较多。目前，在焚烧装置中，它仍被采用，主要因为：

焚烧排气中由于水蒸气浓度高，除尘装置有必要在较高温度下运行；

异常燃烧产生之际，高温气体到达除尘器时，滤布有破损的危险；

袋式除尘器对于吸湿性的粉尘，湿度降低时滤料可能被堵塞。

但是在 300℃左右运行时，在电除尘器内有产生二噁英的可能，而且由于袋除尘器的高温耐久性的提高和其集尘性对控制在灰尘中含有的二噁英排放很有效，因此最近采用袋除尘器比较广泛。

(3) 电除尘器和袋除尘器的比较

对电除尘器和袋除尘器的比较后，得出以下几点：

对亚微米粒子的捕集性能，袋除尘器高。

袋除尘器出口的灰尘浓度不大受入口浓度的影响，但电除尘器受入口浓度的影响较大，入口浓度超过设计值，出口浓度不能达到要求值。

灰尘的比电阻对电除尘器的集尘性能有很大影响，这个比电阻因灰尘的组成的操作温度而异。

在上游设置干式洗涤的场合，可与在袋除尘器中的粉尘层内进行吸收反应相对应。在电除尘器捕集板上的粉尘层内不发生吸收反应。因此，在使用电除尘器时为除去同程度的酸性气体，吸收剂的量增加 30%左右。

4.3.2.4 活性炭吸附、喷射

活性炭纤维是超越于颗粒活性炭的高效吸附材料，具有高度发达的微孔结构，比表面积大，吸附容量高，吸、脱附速度快，净化效果好，在简单条件下可完全脱附的特点，并耐酸、耐碱、耐高低温、不易粉化；活性炭纤维对气相和液相中的有机物质及无机杂质有优良的吸附作用，浓度范围广，可处理高浓度及微量、痕量的被吸附物；活性炭纤维对含氯有机物有极强吸附作用，对消除二噁英类作用显著。

4.3.2.5 除臭器

除臭器又称化学吸附器，主要是用来除去烟气中的恶臭和异味。其工作原理是当烟气进入除臭器内，在引风机抽力的作用下，烟气通过化学浸渍活性炭层，活性炭层在额定的工作温度下，发挥其很强的吸附性能，不断有效地吸附烟尘中的恶臭和异味，达到除臭效果。

使用除臭器必须注意的是：首先是浸渍活性炭怕受潮，一旦受潮，影响除臭效果，其次是受潮后烟气通过活性炭层时的阻力增大，使得引风困难，甚至会使炉膛内产生较大正压。

然而，活性炭有很强的吸水性，所以受潮又是不可避免的。因此，如果烟气通过活性炭时的阻力增大了 30-50Pa 时，应将活性炭取出晒干后再用。如果受潮的活性炭已呈泥状，则不能再用，必须更换。

4.3.2.6 催化过滤

REMEDIA D/F 催化过滤器系统是由膨体聚四氟乙烯(ePTFE)构成的 Gore-tex 薄膜与催化毛毡基衬压制而成。

REMEDIA D/F 催化过滤器系统的工作原理如下：Gore-Tex 薄膜能够将精细颗粒吸附在过滤器的表面上。当清灰时，固体会从过滤器表面脱落并且被收集到布袋尘器的底部。气态二噁英与呋喃穿过 Gore—Tex 薄膜进入催化毛毡，催化剂即刻与二噁英与呋喃产生化学反应，即将其转化为极少量的 CO₂、H₂O 和 HCl。见图 3 所示。

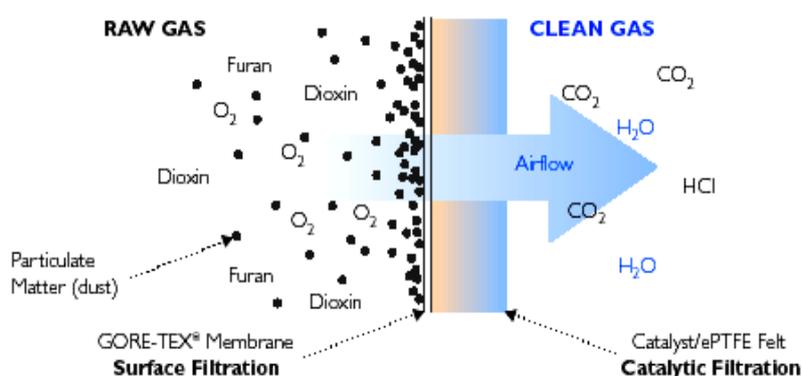


图 3 REMEDIA D / F 催化过滤器系统示意图

这种系统实际上是“催化过滤”技术与“表面过滤”技术的集成。系统由 ePTFE 薄膜与催化底布所组成。底布是一种针刺结构，纤维是由膨体聚四氟乙稀复合催化剂组成。这种覆膜的催化毡材料能够把 PCDD/F 在一个低温状态（180℃~260℃）通过催化反应来进行彻底摧毁，即在催化介质表面二噁英被分解成 CO₂、H₂O 和 HCl。

与使用粉状活性炭(PAC)的吸附剂系统不同，REMEDIA D/F 催化过滤器系统不是简单地把二噁英类从废气转换为固体废物，而是彻底地消灭它们。与采用 PAC 系统相比，REMEDIA D/F 催化过滤器系统使二噁英对环境的总排放量(包括气体与固体)降低了超 90%。

使用 PAC 系统有效消除二噁英时，需要对废气进行冷却来提高二噁英减排效率。REMEDIA D/F 催化过滤器系统的工作温度最高可达 260℃。

在测试环境工作温度介于 180~250℃之间；过滤速度介于 0.8m/min 至 1.4 m/min 之间，REMEDIA D/F 催化过滤器系统能够保持相同的工作效率，并使 PCDD/F 排放浓度降至 0.1ng(TEQ)/m³ 以下。

Remedia®工艺与传统的 PAC 法相比较具有以下特点：

- (1) 气态的二噁英被彻底分解而不是被吸附在固体颗粒表面通过转移仍然存在；
- (2) 系统不再需要化学物质（活性炭）及填料装置；
- (3) 新技术实施非常简单，不需要改造已有布袋除尘设备；
- (4) 减少了二噁英再合成的潜在可能；
- (5) 系统集成了极高粉尘捕集率，低过滤压降，长机械寿命等戈尔 ePTFE 薄膜滤袋的优势。

4.3.3 行业目前污染物治理情况

4.3.3.1 主要治理技术种类

目前主要采用以下两种比较成熟有效地治理措施。

(1) “火化烟气→急冷装置→布袋除尘器→活性炭吸附装置→排放”。如图 4 所示。

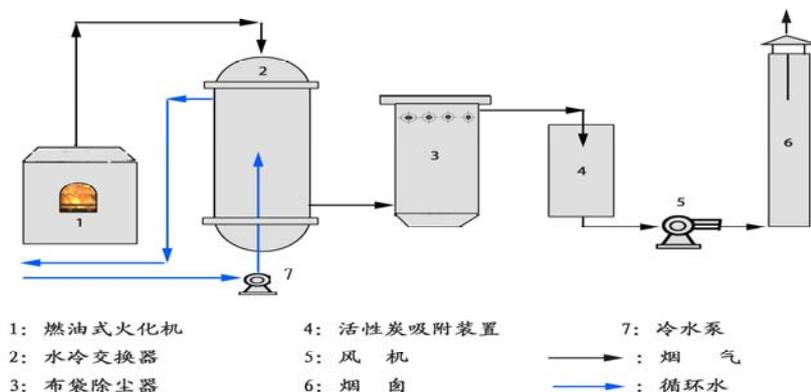


图 4 火化烟气净化工艺流程图

(2)“火化烟气→急冷装置→碱液淋洗器→旋风离心机→活性炭喷射装置→布袋除尘器→排放”。如图 5 所示。

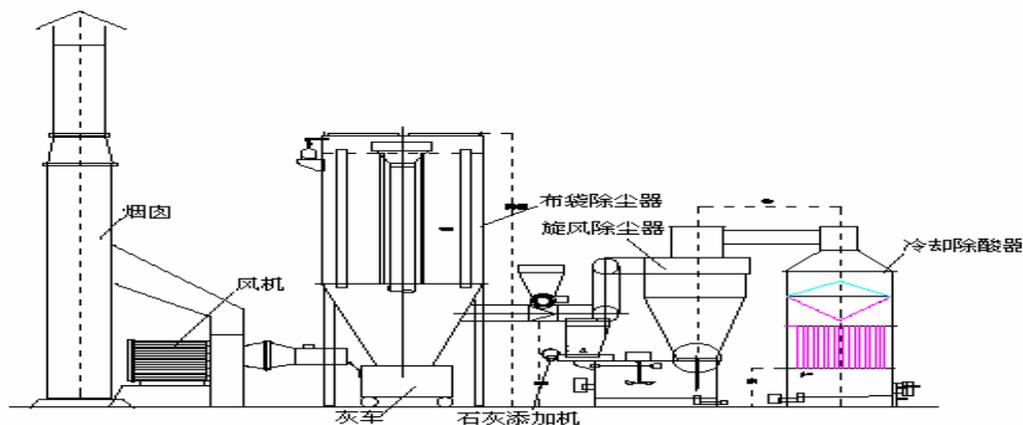


图 5 火化烟气净化装置流程图

4.3.3.2 污染治理设施投资

以工程实例为例：单具体火化平均时间为 1h；理论烟气排放量为 6000m³/h；油耗平均为 41 升/具；用水量以 1m³/具；主要设备耗电量：配备两台 7.5Kw 风机，其他辅助用电设备忽略不计。

(1) 一次性成本

本装置一次性投入成本 32 万元人民币，装置采用不锈钢材质制造，抗腐蚀性能较好。

(2) 运行成本

以单具遗体火化计算成本：（通常柴油密度以 0.84 计算，每吨柴油大约折合 1190 升），目前国内柴油价格为 6100 元/吨，山东省诸城市物价部门规定工业用电价格为 0.92 元/千瓦；用水价格为 2.5 元/吨，具体计算如下：

油耗：41 ÷ 1190 × 6100 = 210（元）

电耗：2 × 7.5 × 0.92 = 13.8（元）

水耗：4 × 2.5 = 10（元）

合计：210+13.8+10=233.8（元）

计算结果表明：火化单具遗体的总成本约合人民币 240 元左右。

4.3.4 工程实例

山东省诸城市火葬场，诸城市位于山东半岛的东南部，地处青岛、潍坊、日照、临沂四地市交界，是名副其实的交通枢纽，城市常住人口 107 万，年火化量在 8000 具左右，在火化机烟气出口采用“火化烟气→急冷装置→碱液淋洗器→旋风离心机→活性炭喷射装置→布袋除尘器→排放”技术措施来完成。如果按照本减排装置运行的测试结果计算遗体火化各污染物年减排量，可以得出如下结果，见表 12：

表 12 遗体火化各污染物年减排量对比结果

序号	监测项目	测试结果 (mg/m ³)	估算 09 年排 放总量 (吨)	测试 09 年排 放总量 (吨)	减排量 (吨)	减排率 (%)
1	烟 尘	18.6	514.4	126.5	417.6	75.4
2	二氧化硫	8.8	115.8	114.2	1.6	1.4
3	氮氧化物	36.2	1079.8	738.6	341.2	31.6
4	一氧化碳	43.2	1362.6	881.4	481.2	35.3
5	氯化氢	1.07	102.2	21.8	80.4	78.7
6	汞	N.D.	8.2	/	/	/
7	二噁英	0.16 ng TEQ/m ³	39.0~80.7 Ig-TEQ	3.2~6.7 Ig-TEQ	35.8~74.0 Ig-TEQ	91.7

表 12 中某些污染物估算年排放量比殡葬业遗体火化实际年排放量要小，因此实际减排效果应该更大。

5 行业排放大气有毒有害污染物环境影响分析

殡葬业主要排放的大气污染物包括：烟尘、二氧化硫（SO₂）、氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)、氯化氢(HCl)、汞(Hg)和二噁英类。

5.1 烟尘

烟尘微粒是指分散于大气中的液态或固态物质，如烟、尘、雾和烟黑等，其粒径在 0.001~500μm 之间。烟是一种含有固体、液体微粒的气溶胶，其粒径多小于 1μm。大气中的尘主要来源于处理煤、矿石等固体物料所产生的粉尘、风沙、燃料燃烧等。燃料燃烧产生的尘主要是指炭黑、飞灰等粒状悬浮物。

烟尘微粒对人体危害的成都随其性质及粒径大小有所不同。大于 10μm 的烟尘微粒，几乎都可被鼻腔和咽喉所捕集，而不进入肺泡。对人体危害最大的是 10μm 以下的飘尘，经过呼吸道沉积于肺泡，如被溶解，就会直接进入血液，有可能造成血液中毒；未被溶解的污染物有可能被细胞所吸收，造成细胞破坏，侵入肺组织或淋巴结可引起呼吸系统疾病。

5.2 二氧化硫

二氧化硫又称亚硫酸酐，在通常状况下是有强烈刺激性气味的无色有毒气体。二氧化硫超标可产生毒性，其毒性主要表现为经接触所引起的急慢性危害。急性中毒可引起眼、鼻、黏膜刺激症状，大量吸入可引起肺水肿、窒息、昏迷甚至死亡。人对空气中浓度为 0.03mg/L 的二氧化硫只能耐受 1 分钟。长期小剂量接触空气中的二氧化硫，会导致嗅觉迟钝、支气管炎、肺通气功能和免疫功能下降。严重者可引起肺部弥漫性间质纤维化和中毒性肺硬变。此外，可影响钙吸收，促进机体钙丢失。我国规定车间最高允许浓度为 15mg/m³。

5.3 氮氧化物

构成大气污染的氮氧化物主要是一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂)。

NO 对人体的生理影响目前还不十分清楚。NO₂ 是对呼吸器官有刺激性的气体。大气中 NO₂ 浓度 0.12ml/L 时, 人会感到臭味。当与二氧化硫共存时, 这个臭值要低些。NO₂ 浓度为 (1.6~2.0) ml/L 作用 15 分钟, 会使慢性气管炎患者出现呼吸阻力增大。浓度为 (25~75) ml/L 作用 1 小时以内, 就会引起支气管炎和肺炎。浓度为 80ml/L 经 3~5min, 胸部会出现绞痛感。

5.4 一氧化碳

一氧化碳是无色、无臭、无味的气体, 故易于忽略而致中毒。一氧化碳进入人体之后会和血液中的血红蛋白结合, 进而使血红蛋白不能与氧气结合, 从而引起机体组织出现缺氧, 导致人体窒息死亡。一氧化碳对人体毒害程度大小, 由许多因素决定: 如空气中 CO 的浓度、接触 CO 的时间、呼吸的速度等都影响着人们受害的程度。一氧化碳是大气中分布最广和数量最多的污染物, 也是燃烧过程中生成的重要污染物之一。

5.5 氯化氢

氯化氢在常温常压下为具有刺激性气味的无色有毒气体, 易溶于水, 水溶液呈酸性, 就是常说的盐酸。对眼和呼吸道粘膜有强烈的刺激作用。急性中毒: 出现头痛、头昏、恶心、眼痛、咳嗽、痰中带血、声音嘶哑、呼吸困难、胸闷、胸痛等。重者发生肺炎、肺水肿、肺不张。眼角膜可见溃疡或混浊。皮肤直接接触可出现大量粟粒样红色小丘疹而呈潮红痛热。慢性影响: 长期较高浓度接触, 可引起慢性支气管炎、胃肠功能障碍及牙齿酸蚀症。无水氯化氢无腐蚀性, 但遇水时有强腐蚀性, 对水体会造成污染。

5.6 汞

汞是在正常大气压的常温下唯一以液态存在的金属。内聚力很强, 在空气中稳定, 蒸气有剧毒。溶于硝酸和热浓硫酸, 但与稀硫酸、盐酸、碱都不起作用, 能溶解许多金属, 具有强烈的亲硫性和亲铜性, 即在常态下, 很容易与硫和铜的单质化合并生成稳定化合物。

汞很易蒸发到空气中引起危害: 0℃时已蒸发, 气温愈高, 蒸发愈快愈多; 每增加 10℃蒸发速度约增加 1.2~1.5 倍, 空气流动时蒸发更多; 汞不溶于水, 可通过表面的水封层蒸发到空气中; 水银蒸气易被墙壁和衣物等吸附, 成为不断污染空气的源头。虽然少量吸入汞蒸气不会对身体造成太大的危害, 但长期大量吸入, 则会造成汞中毒。汞中毒分急性和慢性两种: 急性中毒有腹痛、腹泻、血尿等症状; 慢性中毒主要表现为口腔发炎、肌肉震颤和精神失常等。

5.7 二噁英类

二噁英一般指多氯二苯并一对二噁英 PCDDs(Polychlorinated dibenzo-p-dioxins)和多氯二苯并呋喃 PCDFs(Polychlorinated dibenzofurans)的总称。二噁英是一类非常稳定的脂性固体化合物, 无色、无味、无极性。在水中的溶解度较低, 在强酸、强碱及氧化剂中仍能稳定存在, 可溶于大部分有机溶剂, 容易在生物体内富集。自然界中的微生物降解、水解及光解作用对其结构影响很小, 在高温下仍很稳定, 在 750℃以上才会分解。二噁英类包括很多异构体, 由于氯原子在 1-9 的取代位置不同, 其中 PCDD 有 75 种异构体, PCDF 有 135 种异构体。化学结构式如下图 6:

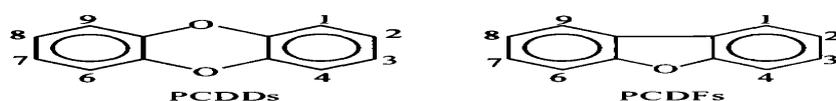


图 6 PCDDs 和 PCDFs 化学结构式

这 210 种异构体中有 17 种 (2,3,7,8 位被氯取代) 对人类和生物危害最为严重, 毒性最

强的是 2,3,7,8-四氯二苯并-对-二噁英 (2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin, 简称 2,3,7,8-TCDD 或 TCDD)。其分子量为 321.96, 白色结晶体, 熔点 302~305℃, 500℃开始分解, 800℃、21s 完全分解。

大气环境中的二噁英 90%来源于城市和工业垃圾焚烧。含铅汽油、煤、防腐处理过的木材以及石油产品、各种废弃物特别是医疗废弃物在燃烧温度低于 300-400℃时容易产生二噁英。大气中的二噁英浓度一般很低。与农村相比, 城市、工业区或离污染源较近区域的大气中含有较高浓度的二噁英。一般人群通过呼吸途径暴露的二噁英量是很少的, 即估计为经消化道摄入量的 1%左右, 约为 0.03pgTEQ(kg·d)。在一些特殊情况下, 经呼吸途径暴露的二噁英量也是不容忽视的。有调查显示, 垃圾焚烧从业人员血中的二噁英含量为 806pgTEQ/L, 是正常人群水平的 40 倍左右。排放到大气环境中的二噁英可以吸附在颗粒物上, 沉降到水体和土壤, 然后通过食物链的富集作用进入人体。食物是人体内二噁英的主要来源, 胎盘和哺乳可以造成胎儿和婴幼儿的二噁英暴露, 经常接触的人更容易得癌症。二噁英是环境内分泌干扰物的代表, 它们能干扰机体的内分泌, 产生广泛的健康影响。

普通人群是不可能接触到二噁英纯品的, 故急性中毒致死的可能性很小, 只可能受到长期低剂量的暴露, 即人体可通过食品、空气和水等途径接触到二噁英, 其中食品是主要来源, 人体接触的二噁英类 90%来自膳食方面。慢性中毒症状为: 体重减轻, 胸腺萎缩, 免疫系统受损, 肝损伤, 卟啉病, 氯痤疮, 生殖发育和智力影响等。1998 年世界卫生组织(WHO)将日允许摄入量(TDI, Tolerable Daily Intake)从原来的 10pg/kg 体重降至 1~4pg/kg 体重。表 13 为部分国家规定的二噁英类日允许摄入量(TDI)。

表 13 部分国家规定的二噁英类日允许摄入量(TDI) (pg/kg·d)

国家	加拿大	荷兰	瑞典	丹麦	瑞士	德国	英国	日本
TDI	10	1	5	5	10	10	10	5

国外二噁英类污染最早可追溯到 1953 年马斯夫的一次事故中 75 名工人二噁英中毒; 1957 年美国东部及中西部发生的雏鸡大量死亡事件就是由于饲料中混入了含二噁英类的脂肪所致; 1961 年美军在越南进行枯叶战时散布了大量的除草剂, 其主要成分就是在 2,4,5-T、2,4-D 之中加了微量的二噁英; 60 年代的日本九州地区的米糠油事件也与“二噁英”有关, 当时并未作为“二噁英”污染来处理, 而只是认为其原因是米糠油生产过程中混入了一种叫做多氯联苯(PCBs)的有毒物质, 其实, “二噁英”恰恰就是伴随着多氯联苯(PCBs)而产生的副产品; 1978 年美国纽约州拉夫渠住宅区二噁英污染; 1979 年中国台湾, 因管道泄漏导热油, 造成多氯联苯和二噁英中毒; 1983 年密苏里州泰晤士湾街道被含二噁英的油覆盖, 居民撤离该地区; 同年汉堡齐洛韦德垃圾存放场发现二噁英, 花费 2.1 亿马克清理; 1984 年汉堡柏林路公司工厂区被二噁英污染, 公司关闭; 1991 年德国众多城市的游戏场和体育场发现有被二噁英污染的铜渣; 1992 年杜萨尔多机场大火产生大量二噁英, 浓度超过限值 10 倍; 20 世纪末, 由于伯齐利尼斯回收利用公司的故障, 造成二吨含二噁英的锌粉落在杜斯堡; 同年比利时发生的“二噁英”事件, 不仅给本国造成了近 10 亿欧元的损失, 也在全世界范围内造成强烈影响。40 多个国家和地区作出紧急反应, 我国的有关部门依法暂停进口和禁止销售可能污染的食品。“二噁英”这个陌生的名词一夜之间几乎家喻户晓、妇孺皆知。

6 标准主要技术内容

6.1 标准适用范围

本标准适用于燃油式火化机、燃气式火化机、其它新型燃料火化机及遗物祭品焚烧设备。

本标准适用于现有火葬场、殡仪馆（含遗体火化业务）大气污染物排放管理；本标准适用于对火葬场建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收及其投产后的大气污染物排放管理。

本标准适用于法律允许的污染物排放行为。新设立污染源的选址和特殊保护区域内现有污染源的管理，按照《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等法律、法规、规章的相关规定执行。

6.2 标准结构框架

6.2.1 标准的主要章节内容

本标准共有六个章节，分别是：

（1）适用范围；（2）规范性引用文件；（3）术语和定义；（4）大气污染物排放控制要求；（5）大气污染物监测要求；（6）实施与监督。

6.2.2 现有企业、新建企业的划分时间点，以及执行标准的时间

以标准实施之日界定两个时间段，分现有单位和新建单位，分别制订排放标准。

对于现有单位，自2012年1月1日起，其污染物的排放按现有单位的规定执行；自2016年1月1日起，其污染物的排放按新建单位的规定执行。初步考虑现有单位的过渡期为4年。

对于新建单位，自2016年1月1日起，其污染物的排放按新建单位的规定执行。

现有单位和新建单位（包括改、扩建）的项目建设时间，以环境影响评价报告书（表）批准日期为准。

6.2.3 不同生产工艺、不同产品类型等的划分及划分依据

火葬场大气污染排放源主要以火化设备、遗物祭品焚烧设备和无组织排放源为主。

遗体火化是一种非稳态、变边界的氧化燃烧过程，即一次性地将遗体和随葬品送入主燃室进行高温燃烧，再燃室进行辅助燃烧，以延长烟气的停留时间，直至所有可燃组分完全燃尽的过程。火化燃料主要以轻柴油和城市天然气为主。产品类型主要以平板炉和捡灰炉为主。设备工艺流程基本相同。

为了有效控制火葬场大气污染物排放，以排放达标为主旨，本标准中未对不同燃料、不同炉型执行不同排放标准进行划分。

6.3 术语和定义

（1）本标准中采用和定义了10个术语。分别是：火葬场（指从事火化死者遗体和遗物的场所）、遗体处理（对遗体进行消毒、清洗、更衣、冷冻、冷藏、解剖、防腐、整容、整形、塑形、火化等活动的统称，通常指遗体的消毒、防腐、整容、火化的过程。）、遗物祭品焚烧（将死者遗留下来的衣物、生活用品及其他物品灰化的过程。）、现有单位（指本标准实施之日前已建成运行或环境影响评价文件已通过审批的火葬场。）、新建单位（指本标准实施之日起环境影响评价文件通过审批的新建、改建和扩建的火葬场。）、无组织排放（指大气污染物不经过排气筒的无规则排放，主要包括遗物或祭品露天焚烧，或在无排气筒的简易装置内焚烧等。）、二噁英类（指多氯代二苯并-对-二噁英和多氯代二苯并呋喃类物质的总称。）、二噁英类毒性当量（各二噁英类同类物浓度折算为相当于2,3,7,8-四氯代二苯并-对-二噁英毒性的等价浓度，毒性当量浓度为实测浓度与该异构体的毒性当量因子的乘积。二噁英毒性当量可以通过下式计算： $TEQ = \sum(\text{二噁英毒性同类物浓度} \times \text{TEF})$ ，其中二噁英毒性当量因子(TEF)是二噁英毒性同类物与2,3,7,8-四氯代二苯并-对-二噁英对Ah受体的亲和性能之比。）、排气筒高度（指自排气筒(或其主体建筑构造)所在的地平面至排气筒出口计的高度）、标准状态（指温度为273.15K，压力在101325Pa时的状态。本标准规定的大气污染物

排放浓度限值均以标准状态下的干气体为基准。)

(2) 本标准中火葬场、遗体处理、遗物祭品焚烧、现有单位、新建单位、无组织排放的定义是编制组给出的。二噁英类、二噁英毒性当量、排气筒高度、标准状态的定义引自其他标准。

(3) 本标准中对新建单位要求专用设备(含火化间)排气筒最低允许高度为12m。当排气筒周围半径200m距离内有建筑物时,排气筒应高出最高建筑物3m以上。

目前,国内火葬场火化专用设备排气筒的高度在9~12m范围内。主要原因是:上世纪90年代初,由于当时火化设备技术含量较低,污染物排放相对比较严重,火葬场的大烟囱成为各地的“标志性建筑物”,百姓看到高烟囱就认为是火葬场,给百姓的心里造成了很大的影响,同时,高空排放给周边群众带来诸多的不满。为了改变这种现状,民政部有关司局做出了推倒大烟囱,每台火化机单独配备10m左右高的烟囱,增加二次燃烧室,提高燃烧效率,以减轻污染排放的程度。

本标准中规定排气筒高度为12m,主要是基于我国火葬场(殡仪馆)所用火化设备定型产品烟囱高度均不超过此高度,为了尽可能达到国家环保相关要求,特规定排气筒高度为12m,并强调“当排气筒周围半径200m距离内有建筑物时,排气筒应高出最高建筑物3m以上。”这样应基本符合环保对排气筒15m高的要求。

6.4 污染物项目的选择

遗体火化是一种特殊的公益事业,火葬场大气污染物排放控制标准的制订,即要充分结合火葬场目前的环境管理现状和我国目前殡葬设备生产技术水平,又应考虑行业今后的发展和技术进步的要求,突出污染物减排控制重点。

火葬场污染的重点是火化机和遗物祭品焚烧产生的烟气排放,同时,在确定控制项目时,要考虑行业的特征,筛选有代表性的特征污染项目,使火葬场大气污染物排放控制标准真正起到控制本行业污染的作用,同时要严格遵照《国家环境保护标准修订工作管理办法》第二章第六条的相关要求执行。

6.4.1 本行业可能产生的主要污染物

火葬是将遗体在高温给氧条件下快速焚化的过程,虽然能消除细菌病毒等生物污染,但会产生严重的大气污染。遗体、火化燃料、随葬品及遗体包装物等燃烧都能产生大量的烟尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、重金属汞及二噁英等有毒有害物质。

大多数火化机没有安装烟气净化设备,火化废气的污染还相对严重,因此,烟气黑度指标应该作为本行业主要污染指标之一进行控制。

噪声污染主要来自于火葬过程中的机电等设备。风机、电机、骨灰粉碎机都是噪声和振动的固定污染源,殡仪车、送葬车辆是噪声的流动污染源,哭丧的人群、燃放鞭炮也能产生噪声污染。

6.4.2 污染物控制项目及确定依据

标准中选取的污染物都是排放量相对较大的,并且具备一定基础条件,可实施控制和监测的污染物。其中二氧化硫和氮氧化物国家总量控制的指标。氯化氢、汞、二噁英是火葬和焚烧过程中排放的特征污染物,对人体健康、生物毒性较强和对大气环境危害较大的污染物。二氧化硫、氯化氢主要来自燃烧对象和燃料,氮氧化物来自于燃烧对象、燃料和燃烧条件,烟尘、一氧化碳、二噁英等来自燃烧过程,因此在治理过程中针对不同污染物采取不同的治理措施。

6.5 污染物排放限值的确定及制定依据

排放限值的确定主要是基于设备的制造工艺、合理可行污染预防与控制技术,并适当考虑环境风险。技术经济评估、成本效益分析是标准制订的基本方法学依据。排放限值确定的实质就是,选择最佳设备和有效的污染控制技术,在考虑合理的成本基础上,保证必要的污

染消减水平，以达到控制污染物排放的目的。

本标准污染物排放浓度确定的主要依据：（1）现有火葬场各排污环节的实测数据；（2）根据殡葬业设备水平和污染控制技术所能达到的效果；（3）现有单位污染排放标准依据调研实测结果较严值而定；新建单位污染排放标准依据采用较先进技术所能达到水平而定。（4）污染物排放限值的确定结合了《大气污染物综合排放标准》、《生活垃圾焚烧污染控制标准》、《危险废物焚烧污染控制标准》和《医疗废物焚烧炉技术要求》中有关指标的允许排放浓度限值要求。

6.5.1 污染控制标准值形式

本标准中涉及的标准值以各污染物的最高允许排放浓度限值表示。

在我国已颁布和将颁布的污染物排放标准中，无一例外地均将污染物的浓度作为标准值的形式。这种形式具有数据获得容易，并能直接用于控制和管理。为了能更准确、更真实地反映遗体火化过程各污染物的排放情况，本标准规定火化烟气采样应对每具遗体火化全过程进行采样测试，即从再燃室点火开始到主燃室关火停止。每具遗体按一个样品计算。

本标准中规定遗物祭品焚烧设备的排放情况同样采用排放浓度限值的形式表示。

6.5.2 各限值的制定依据

火化技术的逐步提高，缩短了每具遗体的火化时间，火化时间的缩短客观上提高了烟尘等污染物的排污速率和排放浓度。火化机的排放系统普遍采用引射排烟装置，其结果是监测断面的烟气流速加大、部分飞灰在监测断面和烟囱出口之间处于沉浮状态，对监测有不利的影响。同时引射后的烟气氧气含量升高，经多年监测，烟气中氧气含量多在17~18%左右，在计算烟尘排放浓度时，以11%氧气含量作为换算基准，折算后的浓度一般为实际排放浓度的2.5~3.3倍左右。

本标准中污染物排放浓度限值均是以氧气含量为11%进行换算后的折算值。

6.5.2.1 烟尘

根据对18家火化机现有产品调查监测数据和在广州殡葬服务中心、诸城实验基地的测试结果进行统计汇总、计算分析得出，烟尘实测浓度范围43~1095 mg/m³和51~312 mg/m³，折算后61%左右现有火化机产品烟尘平均浓度限值在60 mg/m³上下，因此，本标准规定现有单位（现有单位，下同）烟尘排放浓度限值为60 mg/m³；新建单位执行30 mg/m³，通过配备后处理设备基本可达到，如布袋除尘器等技术。

遗物祭品焚烧烟尘排放浓度限值为100 mg/m³；主要参考《医疗废物焚烧炉技术要求》中对烟尘的要求。现有单位遗物祭品焚烧依据无组织排放的相关标准要求执行。

6.5.2.2 二氧化硫

二氧化硫作为国家“十一五”期间主要总量控制指标之一，本标准对其进行了较严格的控制。该因子的确定依据先进的控制技术所能达到的效果而定。根据多年来对火葬场遗体火化排放二氧化硫的监测结果进行统计分析，及采用相关烟气后处理技术实验结果，本标准对遗体火化过程二氧化硫现有单位的平均浓度限值设定为30mg/m³；新建单位二氧化硫排放浓度限值设定为15mg/m³。

鉴于目前遗物祭品焚烧炉在全国火葬场的使用率和使用情况，本标准规定在限制期限内，二氧化硫执行国家无组织排放的有关要求，对新建单位配置遗物祭品焚烧设备二氧化硫排放限值设定为50 mg/m³。

6.5.2.3 氮氧化物

依据对18家火化机现有产品调查监测数据和在广州殡葬服务中心的测试结果进行统计汇总、计算分析得出氮氧化物排放浓度范围在41.1~298.0mg/m³和24.2~59.7mg/m³之间，此数据为未进行折算值，折算后相当于102.8~745.0 mg/m³和60.5~149.1mg/m³。因此，本标准规定遗体火化过程氮氧化物现有单位的排放浓度限值设定为200mg/m³，在18组调查测试

数据中，有50%现有单位氮氧化物排放浓度可以达到此要求；新建单位氮氧化物排放浓度限值设定为 $150\text{mg}/\text{m}^3$ 。新建单位达到本标准限值要求，需采取有效的氮氧化物处理技术来实现。本限值要求与《生活垃圾焚烧污染控制标准》、《危险废物焚烧污染控制标准》和《医疗废物焚烧炉技术要求》中氮氧化物的排放标准 $400\text{ mg}/\text{m}^3$ 、 $500\text{ mg}/\text{m}^3$ 、 $500\text{ mg}/\text{m}^3$ 相比，相对比较严格。控制 NO_x 的排放可以通过以下几种措施实现：低氮燃烧技术；优化燃烧器的形状、功能设计；确定空气和燃料之间的配比；控制燃烧区的温度及其分布；合理使用再燃室，并对其温度进行控制；控制烟气的滞留时间，提高炉膛的整体设计水平。

本标准对遗物祭品焚烧氮氧化物排放要求在限制期限内，未作相关的具体有关要求，对新建单位配置遗物祭品焚烧设备氮氧化物排放限值设定为 $200\text{ mg}/\text{m}^3$ 。

6.5.2.4 一氧化碳

依据对18家火化机现有产品调查监测数据和在广州殡葬服务中心的测试结果进行统计汇总、计算分析得出一氧化碳排放浓度范围在 $23\sim 44.5\text{ mg}/\text{m}^3$ 和 $52\sim 312\text{ mg}/\text{m}^3$ 之间，此数据为未进行折算值，折算后相当于 $58\sim 1862\text{ mg}/\text{m}^3$ 和 $130\sim 780\text{mg}/\text{m}^3$ 。因此，本标准规定遗体火化过程一氧化碳现有单位的排放浓度限值设定为 $150\text{mg}/\text{m}^3$ ，从严加以要求。在18组调查测试数据中，有66%现有单位一氧化碳排放浓度可以达到此要求；新建单位一氧化碳排放浓度限值设定为 $80\text{mg}/\text{m}^3$ 。新建单位可以通过优化炉膛结构，合理配风等燃烧控制手段及后处理技术实现达标要求。

遗物祭品焚烧的种类、成分与各地的风俗习惯有很大关系，经济发达地区多以鲜花等现代祭品为主；欠发达地区还是沿用原有的纸制品、食品、衣物等。由于鲜花、食品等含水量较大，热值小，不易燃烧，风俗习惯又不允许像垃圾焚烧先分筛、烘干等流程进行处理。本标准对遗物祭品焚烧一氧化碳排放要求在限制期限内，一氧化碳执行国家无组织排放的有关要求，对新建单位配置遗物祭品焚烧设备一氧化碳排放限值设定为 $150\text{mg}/\text{m}^3$ ，等同于现有单位遗体火化一氧化碳排放限值。

6.5.2.5 氯化氢

遗体火化过程氯化氢现有单位的排放浓度限值设定为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ；新建单位氯化氢排放浓度限值设定为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。所有排放限值要求均严于国家现行标准中对氯化氢排放要求。碱液喷淋技术可有效去除氯化氢污染物。

遗物祭品焚烧排放限值中将氯化氢排放限值设定为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，与现有单位遗体火化排放限值相同。

6.5.2.6 汞

不对现有单位遗体火化过程汞做限制；新建单位汞排放平均浓度限值设定为 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。活性炭喷射技术可以有效去除烟气中的汞。

遗物祭品焚烧排放限值中未对汞进行限制。

6.5.2.7 二噁英

遗体火化过程二噁英指标（包括PCDD和PCDF类，不包括共面PCB等）只设排放浓度限值。由于遗体火化二噁英排放监测数据量很少，根据标准编制组委托国家环境分析测试中心的实测数据在 $1.0\sim 8.1\text{ ng TEQ}/\text{m}^3$ 范围，并参考《生活垃圾焚烧污染控制标准》对二噁英控制要求，本标准设定现有单位二噁英的排放浓度限值设定为 $1.0\text{ng TEQ}/\text{m}^3$ ；根据标准编制组完成的国家科研项目，即通过“火化烟气→急冷装置→布袋除尘器→活性炭吸附装置→排放”组合技术进行二噁英减排，效果可以达到 $0.54\text{ ng TEQ}/\text{m}^3$ ；采用“火化烟气→急冷装置→碱液淋洗器→旋风离心机→活性炭喷射装置→布袋除尘器→排放”组合技术进行二噁英减排，测试结果范围在 $0.1\sim 0.35\text{ ng TEQ}/\text{m}^3$ ，考虑到这些数据毕竟是科研实验结果，如果在实际应用中可能会有一定偏差，同时，充分考虑到殡葬业火葬场的实际情况、运行成本等综合因素，将新建单位二噁英排放浓度限值设定为 $0.5\text{ng TEQ}/\text{m}^3$ ，此限值与国家《危险废物焚烧污染控

制标准》对二噁英控制要求一致。

基于目前火葬场尚未全部配备遗物祭品焚烧设备，因此，对现有单位遗物祭品焚烧二噁英排放未作要求，对新建单位配置遗物祭品焚烧设备二噁英排放限值设定为 $1.0\text{ng TEQ}/\text{m}^3$ ，与目前国家《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB 18485-2001）中对二噁英控制要求一致。

6.5.2.8 烟气黑度

引用GB13801-2009中的规定。

6.5.3 达标技术分析

火葬场排放污染物成分相对比较复杂，其中包括无机污染物，同时也包括有机及重金属有毒有害物质。因此达标技术的选用，必须是综合性组合技术。现有单位达到本标准限值要求，一般可以采取在二次燃烧室出口处（原来尾部排放点）配置烟气减排设备既可以实现。

新建单位必须采用主动控制和被动减排联用技术，以确保完成达标任务。包括：全过程控制技术，即火化机设计燃烧温度在 850°C 以上，气体的停留时间大于 2S ，保证足够的空气进行燃烧；被动减排联用技术，即针对烟尘的袋式除尘器，针对二噁英和汞的急冷装置和活性炭喷射装置，针对酸性气体（ SO_2 和 HCL ）的除酸装置，针对 NO_x 的选择性还原装置及其他技术的组合应用。

6.6 其他污染控制指标的确定及制定依据

6.6.1 确定过量空气系数的依据

现有工业炉窑的空气过量系数规定为 1.7 ，相当于含氧量 8.65% ，国外标准含氧量规定各不相同，如德国 17% ，韩国 16% ，我国台湾 18% ；而在实测数据中，含氧量变化差异很大。根据国外相关标准和实测数据的统计分析，确定含氧量按 11% 进行统一折算。

折算公式如下：

$$c = \frac{21-11}{21-O_s} \times c_s$$

式中： c —标准状态下被测污染物经换算后的浓度， mg/m^3 ；

O_s —烟气中氧气的浓度， $\%$ ；

c_s —标准状态下被测污染物的浓度(mg/m^3)。

6.6.2 控制大气污染物无组织排放的措施及依据

无组织排放的污染物主要在遗物祭品焚烧中产生，因此，控制无组织排放主要措施就是配备专用的遗物祭品焚烧设施，从而取消无组织排放源的存在。

6.7 监测要求

对火葬场大气污染物烟尘、二氧化硫、氮氧化物（以 NO_2 计）、一氧化碳、氯化氢、汞的采样按《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》（GB/T 16157）进行，二噁英的采样按《环境空气和废气二噁英类的测定 同位素稀释高分辨气相色谱高分辨质谱法》（HJ 77.2）进行。

在污染物排放监控位置需设置永久性采样口。

烟气黑度按《固定污染源排放 烟气黑度的测定 林格曼烟气黑度图法》（HJ/T 398-2007）执行。

对火葬场污染物排放情况进行监督性监测的频次、采样时间等要求，可根据实际情况制定相应的具体要求。

7 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

7.1 与国内现有标准的比较

本标准与国内现有相关标准的排放限值比较见表14。

表 14 本标准与国内现有相关标准比对比表

项 目	本标准 平均浓限值		相关标准		
	现有 单位	新建 单位	大气污染物 综合排放标准 GB16297-1996	危险废物焚烧 污染控制标准 GB 18484-2001	生活垃圾焚烧 污染控制标准 GB 18485-2001
烟 尘	60	30	120	100	80
二氧化硫	30	15	550	400	260
氮氧化物 (以NO ₂ 计)	200	150	240	500	400
一氧化碳	150	80	—	100	150
氯化氢	50	30	1.9	100	75
汞	/	0.2	0.012	0.1	0.2
二噁英类	1.0	0.5	/	0.5	1.0
烟气黑度	<林格曼 I 级		/	林格曼 I 级	林格曼 I 级

由表14可以得出：本标准中规定的项目烟尘、二氧化硫、氮氧化物、烟气黑度的限值均严于国内现行相关标准规定的限值要求；氯化氢限值严于《危险废物焚烧污染控制标准》(GB 18484-2001)和《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485-2001)，一氧化碳、汞限值相对比较宽，二噁英限值严于《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485-2001)，与《危险废物焚烧污染控制标准》GB 18484-2001限值相同。

7.2 与国外及港台地区标准的比较

在国际上,来自英国的监测数据显示,焚尸炉排放PCDD/PCDF 的浓度范围为0.01~0.12 ng I-TEQ/ m³ (Edwards 2001); 法国火葬场PCDD/PCDF 的排放数据在0.1~4.2 ng I-TEQ/ m³ 之间 (Livolsiet al 2006); UNEP在曼谷火葬场(由较长的砖头堆砌的排烟管道)得到的PCDD/PCDF排放平均结果是17.6 ng I-TEQ/ m³ (Fiedler 2001); 韩国火葬场调查汇总的PCDD/PCDF排放浓度在0.46~2.1 ng I-TEQ/ m³ (Kim et al 2003); 日本, 在一项由Takeda做过的详细调查中, 研究者测试了27个火葬场排放烟气中的PCDDs/DFs总浓度, 结果在0.074~29.2 ngTEQ/m³范围内, 算术平均值为2.9 ngTEQ/m³。

1990年, 英联邦火化协会对火化机的二噁英排放浓度要求低于0.1 ng TEQ/m³ (氧气含量11%, 干燥、标准温度计压力下)。

据有关技术资料显示, 日本于2000年开始实施的《火葬场二噁英排放导则》中规定现有火葬场总二噁英浓度限值5ng-TEQ/m³N^⑦ (氧气含量12%, 干燥、标准温度计压力下)。由于宗教的原因, 日本火葬场的大气污染物排放不受“大气污染控制法案”或“废物管理和公共卫生法案”的约束。

国外几个国家和港台遗体火化二噁英排放值及标准限定值比较见表15。

表 15 主要国家、地区遗体火化二噁英排放值及标准限定值比较表

数据 ngTEQ/m ³	英国	法国	泰国	韩国	日本	香港	台湾
测试值	0.01-0.12	0.1-4.2	17.6	0.46-2.1	0.074-29.2	/	/

^⑦ PCDDs/DFs and PBDDs/DFs EMISSIONS FROM CREMATORY Vol. 71, 2009 / Organohalogen Compounds page000848

标准限值	0.1	0.1	/	/	5	0.1	0.1/0.5
------	-----	-----	---	---	---	-----	---------

2009年10月30日，标准编制组委托中国标准化研究院标准馆标准查新报告（编号：2009213）给出的查新结论如下：国外发达国家在污染物中的烟尘、二氧化硫、氮氧化物、二噁英等有害污染物排放和监测方面，已经形成了比较完备的限量和检测标准体系，但针对殡葬业的污染物排放及测量方面未检索到相关信息。本项目的标准制定将殡葬业污染排放和检测纳入到环境保护监管体系当中，在环保领域具有新颖性。

8 实施本标准的环境效益及经济技术分析

8.1 实施本标准的环境（减排）效益

目前，我国殡葬行业在用火化炉的使用寿命通常是5000~8000具，按每天火化2~3具计算，现有的火化炉将在5~10年内全部更新。由于我国逐步进入老龄化，全国的火化率和火化量将不断增加，殡葬行业大气污染物消减任务必将越来越沉重。

改革开放以来，我国年火化遗体数（年火化量）平均以每年10.7万人的速度增长，2009年全国火化量为454.2万具，据此可以预测2012年火化量为486.3万具，2016年火化量为529.1万具，届时，所有新安装的火化炉和遗物祭品炉将改变焚烧工艺或者安装烟气后处理设备，以满足污染物排放达标要求。按表1、表8和表10数据为预测基准，本标准实施后火葬场大气污染物减排环境效益结果见表16。

表 16 本标准实施后火葬场大气污染物减排环境效益表

项目	年火化量 (万具)	污染物排放量							
		烟尘 (吨/年)	二氧化硫 (吨/年)	氮氧化物 (吨/年)	一氧化碳 (吨/年)	氯化氢 (吨/年)	汞 (吨/年)	二噁英 (Ig TEQ)	
存量部分	2009年	454.2	514.4	115.8	1079.8	1362.6	102.2	8.2	83.7
	2012年	454.2	65.4	32.7	218.0	163.5	54.5	/	19.1
	(削减率%)		(-87.3)	(-71.7)	(-79.8)	(-88.0)	(-46.7)		(-77.2)
增量部分	2016年	454.2	32.7	16.3	163.5	87.2	32.7	2.1	8.8
	(再削减率%)		(-6.3)	(-14.2)	(-5.0)	(-5.6)	(-21.3)	(-74.4)	(-12.3)
	2012年	32.1	4.6	2.3	15.4	11.6	3.9	/	1.3
总计	2016年	42.8	3.1	1.5	15.4	8.2	3.1	0.2	0.8
	2009年	454.2	514.4	115.8	1079.8	1362.6	102.2	8.2	83.7
	2012年	486.3	70.0	35.0	233.4	175.1	58.4	/	20.4
(削减率%)		(-86.4)	(-69.8)	(-78.4)	(-87.1)	(-42.8)	(/)	(-76.2)	
总计	2016年	529.1	35.8	17.8	178.9	95.4	35.8	2.3	9.6
	(再削减率%)		(-6.6)	(-14.8)	(-5.0)	(-5.9)	(-22.2)	(-71.9)	(-12.3)

8.2 实施本标准的经济技术分析

8.2.1 现有单位达到第二阶段值需要的投资运行费用

以一个火葬场安装4台火化炉（其中2台平板炉、2台捡灰炉）、1台普通遗物祭品焚烧炉为例，现有单位达到本标准第二限值，需在每台焚烧设备后面加装烟气后处理设备，以每台

35万元计算，5台烟气后处理设备共计环保投资175万元，占项目总投资的52%。5台后处理设备的年运行费用约为7.3万元（单次运行费用约20元，按平均每次焚烧成本234元，单套设备年处理量730次计算，约占设备投入总成本的2.2%）。

按照上述为例，全国5000台火化机和1692台遗物祭品焚烧炉（按每个火葬场配备1台计算）烟气后处理设备共需投入23.42亿元。后处理设备年运行总费用为0.98亿元。

8.2.2 现有企业的达标率

依据调查数据，以及2008年国家环境分析测试中心的二噁英监测数据分析，本标准实施时，现有单位污染物浓度限值的达标率为：烟尘44%、二氧化硫89%、氮氧化物89%、一氧化碳72%、二噁英0%。

本标准实施时，现有火葬场达到新建单位污染物浓度限值的达标率为：烟尘30%、二氧化硫89%、氮氧化物89%、一氧化碳61%、二噁英0%。

8.2.3 达标技术情况

目前，我国殡葬行业大多数火化机以及遗物祭品焚烧设备采用焚烧直排方式排放火化废气，没有安装火化烟气后处理系统，只有极少数如江、浙、粤以及京、津等发达地区省会级火葬场安装了烟气净化系统。目前采用的主流核心技术是物理吸附、化学脱除等技术组合。如：急冷碱洗+布袋除尘+活性炭吸附。这种技术已日臻成熟。据山东诸城市火葬场后处理设备测试数据，火化大气污染物排放均已达到本标准新建单位限值要求。为我国殡葬行业节能减排提供了一个很好的技术参考实例。

9 对实施本标准的建议

9.1 本标准实施需配套的管理措施、实施方案建议

对新建火葬场，应严格控制排放。当地环境保护部门应督促现有火葬场加装合格的排气筒、减排设施及永久性监测孔，对其进行定期监测，为下一步进行污染治理提供可靠的基础数据。

9.2 与本标准实施相关的科研项目建议

应开展殡葬行业二噁英排放现状调查，摸清底数；着手制定殡葬行业二噁英减排技术导则，加强技术管理措施；深入研究适合我国殡葬行业二噁英减排最佳实用技术（BAT）；氯化氢和二噁英的监测数据少，代表性差，该指标作为行业特征污染物，只能参考国外标准和其他国内标准。建议对火葬场排放的氯化氢和二噁英进行广泛的监测，研究其对周围生态环境的影响和人体健康风险评估。

9.3 其他建议

（1）我国绝大多数火葬场目前没有配备专用的遗物焚烧和祭品处置设施，无组织排放污染严重，应从行业政策层面进行管理和强化，限期强制执行本标准规定。

（2）对新建单位的审批，应严格执行本标准。

（3）对现有单位，应按本标准的规定，分期分批地采取限期治理的方式，使其在限制期限内全面符合本标准规定的污染物排放限值。

（4）在执行新标准时，建议按照《关于二噁英污染防治的指导意见》的要求，采用清洁能源火化遗体，控制火化随葬品中PVC等有害成分，提高火化温度，延长火化烟气在再燃室的滞留时间等措施，力争用较简单的技术或方法实现减排的目标，使大多数在用火化机的污染物排放达标。

（5）建议制定《火化机强制报废标准》，在火化机强制报废标准中规定“限期治理的火化机所排放的污染物仍不能达到相应国家标准的应强制报废”。以加速淘汰污染重、能耗高的陈旧火化设备，从源头上进行减排工作。

