

ICS 27.060.01
CCS J 88

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 4700—2024

蓄热式焚烧炉系统安全技术要求

Technical requirements for safety of regenerative thermal oxidizer

2024-02-05 发布

2024-03-05 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 设计	2
5 安装及验收	5
6 运行	5
7 维护保养	6
8 应急处置	7

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省应急管理厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏中化大气环境科技有限公司。

本文件主要起草人：谢永恒、马晓驰、宁亚南、皮敬文、马小礼、王尧。

蓄热式焚烧炉系统安全技术要求

1 范围

本文件规定了蓄热式焚烧炉系统的设计、安装及验收、运行、维护保养、应急处置的安全技术要求。本文件适用于蓄热式焚烧炉系统新建、改扩建工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 567(所有部分) 爆破片安全装置
- GB 2893 安全色
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB 4053.1 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分:钢直梯
- GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分:钢斜梯
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台
- GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 13347 石油气体管道阻火器
- GB/T 13869 用电安全导则
- GB 15930 建筑通风和排烟系统用防火阀门
- GB/T 16157 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 19839 工业燃油燃气燃烧器通用技术条件
- GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
- GB 50016 建筑设计防火规范(2018年版)
- GB/T 50051 烟囱工程技术标准
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- GB 50160 石油化工企业设计防火标准(2018年版)
- GB 50187 工业企业总平面设计规范
- GB 50257 电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范
- GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
- GB 50489 化工企业总图运输设计规范
- GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
- GB 51283 精细化工企业工程设计防火标准
- AQ 3009 危险场所电气防爆安全规范

HG/T 20229 化工设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范
HJ 1093 蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
SH/T 3413 石油化工石油气管道阻火器选用、检验及验收标准
TSG 11 锅炉安全技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蓄热式焚烧炉 regenerative thermal oxidizer; RTO

将工业有机废气进行燃烧净化处理,并采用蓄热体吸收、释放燃烧热量,对待处理废气进行换热升温、对净化后气体进行换热降温的装置。

3.2

危险与可操作性分析 hazard and operability analysis; HAZOP

以系统工程为基础的一种可用于定性分析的危险性评价方法,用于探明生产装置和工艺过程中的危险及其原因,寻求必要对策。

3.3

保护层分析 layer of protection analysis; LOPA

在定性危害分析的基础上,进一步评估保护层的有效性,并进行风险决策的系统方法,是对降低不期望事件频率或后果严重性的独立保护层的有效性进行评估的一种过程方法或系统。

4 设计

4.1 一般要求

4.1.1 蓄热式焚烧炉系统应包括:蓄热式焚烧炉本体(包含燃烧室、蓄热室、蓄热体等)、燃烧器、风机、进出口切换阀、吹扫阀、新风阀、应急旁通切断阀、应急排放设施、废气切断阀、热旁通阀、阻火器、排气筒、内部管道、电气(配电柜、操作柱等)、自控[点云库(PLC)或分散控制系统(DCS)]、仪表(温度、压力、流量、烃分析仪等)等,设计应符合 HJ 1093 和国家相关法律、法规、标准、规范及相关文件的要求。

4.1.2 蓄热式焚烧炉系统的消防设计应纳入工厂的消防系统总体设计,消防通道、防火间距、安全疏散的设计和消防栓的布置应符合 GB 50016 等的规定;应按照 GB 50140 的规定配置移动式灭火器。

4.1.3 蓄热式焚烧炉系统管路和蓄热式焚烧炉的防爆泄压设计应符合 GB 50160 的要求。

4.1.4 蓄热式焚烧炉系统的用电安全应符合 GB/T 13869、AQ 3009 的相关规定;电气系统防爆设计应符合 GB 50058 的相关规定。

4.1.5 蓄热式焚烧炉系统应有故障自动报警和保护装置,并符合安全生产、事故防范的相关规定。

4.1.6 蓄热式焚烧炉应采取伴热、定期清洗等有效措施,防止管道及蓄热式焚烧炉下室体中的冷凝和沉积产生。

4.1.7 应采取过滤等有效措施从严控制含有焦油、漆雾等黏性物质进入,蓄热式焚烧炉进气中颗粒物浓度应低于 5 mg/m^3 。

4.1.8 易反应、易聚合的有机物和自身具有爆炸性物质不宜采用蓄热式焚烧炉处理。

4.1.9 含卤素的废气不宜采用蓄热式焚烧炉处理;含有机硅的废气应对蓄热体采取保护措施。

4.1.10 蓄热式焚烧炉系统应进行安全风险评估论证,对于废气成分复杂的,应进行 HAZOP 分析并采取相应的安全措施。

- 4.1.11 蓄热式焚烧炉应当具有点火失败和熄火自动保护功能,宜具备反烧和吹扫功能。
- 4.1.12 排气筒的设计应符合 GB/T 50051 以及大气污染物排放标准相关规定和要求。
- 4.1.13 蓄热式焚烧炉系统的固定式钢梯、防护栏杆及平台的安全要求应符合 GB 4053.1、GB 4053.2 和 GB 4053.3 的相关规定。固定式钢梯宜采用斜梯或旋梯。
- 4.1.14 蓄热式焚烧炉系统噪声控制应符合 GB 12348 和 GB/T 50087 的相关规定。
- 4.1.15 蓄热式焚烧炉系统的安全标志、标识应符合 GB 2893、GB 2894 和 GB 7231 等的相关规定。
- 4.1.16 蓄热式焚烧炉系统有余热锅炉的,锅炉应满足 TSG 11 要求。
- 4.1.17 蓄热式焚烧炉系统的安全设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

4.2 设计资质

设计单位应具备相应行业或环境工程专项设计资质。

4.3 技术措施

4.3.1 总平面布置

- 4.3.1.1 场址选择与总图布置应符合 GB 50187、GB 50489 等相关规定。
- 4.3.1.2 场址选择应遵从方便施工和运行维护等要求。
- 4.3.1.3 设备的布置应考虑主导风向的影响,并优先考虑减少有害气体、噪声等对周边敏感目标的影响。
- 4.3.1.4 蓄热式焚烧炉属于明火设备,应远离易燃易爆危险区域,防火间距应符合 GB 50016、GB 50160、GB 51283 等相关规定。

4.3.2 工艺措施

- 4.3.2.1 当废气工况波动较大时,进蓄热式焚烧炉前应通过设置缓冲罐、调整风量等措施,控制蓄热式焚烧炉入口有机物浓度和流速。
- 4.3.2.2 当废气管道内可能沉积危险物质(如可燃粉尘、叠氮化合物等)时应考虑对废气管道进行定期清洗。废气总管需设置一定的坡度,向低点进行排凝收集,避免沉积,且 HAZOP 应对此做重点分析。
- 4.3.2.3 蓄热式焚烧炉系统应通过强制通风措施,满足最低通风量要求,避免可燃物积聚、回火等。
- 4.3.2.4 蓄热式焚烧炉系统进气管道各危险点(如支管接入总管处)宜设置压力检测设施、止回装置、紧急切断阀等,以减少管内气体回冲,产生连锁反应。
- 4.3.2.5 对于浓度较高或含有低燃点物质的应急排放设施应独立设置,不应与高温排空管道共用排气筒排放。
- 4.3.2.6 应急排放设施的管口不应朝向邻近设备或有人通过的地方,且应高出 8 m 范围内的平台或建筑物顶 3 米以上。

4.3.3 设备设施

- 4.3.3.1 当系统风管道采用金属材料时应采用光滑内壁金属管,采取可靠防静电接地措施,风管内壁不应涂刷非导电防腐涂层。风管采用非金属材料时应增加防静电设施。
- 4.3.3.2 当废气中含有腐蚀性气体时,所有管道、阀门和过滤器均应采用耐腐蚀材料制造或按相关标准规范进行防腐处理。
- 4.3.3.3 蓄热式焚烧炉系统钢制管道烟气温超过 60℃ 时,需要做防烫隔热保护,设计应满足 GB 50264 的相关规定。
- 4.3.3.4 置于现场的电气设备、仪表的防爆等级应符合 GB 50058 的要求。
- 4.3.3.5 蓄热式焚烧炉仪表控制系统应设置不间断电源(UPS)备用电源。蓄热式焚烧炉的动力系统应

与工厂中上游设备的动力系统保持一致。

4.3.3.6 蓄热式焚烧炉系统应具备过载保护、短路保护、断相保护、接地保护等功能,接地电阻应 $\leq 4 \Omega$ 。皮带传动的引风机需装配防静电皮带。

4.3.3.7 蓄热式焚烧炉系统防雷设计应符合 GB 50057、SH/T 3038 的相关规定。

4.3.3.8 在线监测采样平台应符合 GB/T 16157 的相关规定。

4.3.3.9 蓄热式焚烧炉系统燃烧器的设计、制造、验收应符合 GB/T 19839 的相关规定。

4.3.3.10 进出口切换阀宜采用提升阀、旋转阀、蝶阀等类型,其材质应具有耐磨、耐高温、耐腐蚀等性能,适应频繁切换,进出口换向阀泄漏率要求 $\leq 0.05\%$ 。高温旁通阀泄漏率应 $\leq 1\%$,并宜设置冷气保护措施。

4.3.4 安全检测控制

4.3.4.1 蓄热式焚烧炉系统应设置 PLC 或 DCS 控制系统[视情况可设置安全仪表系统(SIS)],对风机、阀门、燃烧器、炉膛和废气管道等设备设施的关键参数进行实时监控和联锁。关键设备安全仪表系统的设计应符合 HAZOP 分析、LOPA 分析、安全完整性等级(SIL)评估的要求。

4.3.4.2 进入蓄热式焚烧炉的有机物浓度应低于其爆炸极限下限的 25%。对于含有混合有机物的废气,其控制浓度 P 应低于最易爆组分或混合气体爆炸极限下限最低值的 25%,即 $P < (P_1, P_2)_{\min} \times 25\%$, P_1 为最易爆组分爆炸极限下限(%), P_2 为混合气体爆炸极限下限(%).

4.3.4.3 在蓄热式焚烧炉系统进口管道上,应根据风险识别结果设置 LEL 在线检测仪,应冗余设置。LEL 在线检测仪与进入蓄热式焚烧炉系统的废气切断阀、新风阀、紧急排放阀联动,对废气进行安全处理,确保进入蓄热式焚烧炉的废气浓度平稳且低于爆炸下限的 25%。

LEL 在线检测仪安装的位置距蓄热式焚烧炉入口切换阀的管道等效长度(L)按式(1)确定:

$$L \geq v(t_1 + t_2) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

L ——管道等效长度,单位为米(m);

v ——废气的流速,单位为米每秒(m/s);

t_1 ——取样至检测器响应时间,单位为秒(s);

t_2 ——切换阀门动作时间,单位为秒(s)。

LEL 在线检测仪检测精度 $\pm 5\%$ F.S,控制废气进入 RTO 的浓度 $< 25\%$ LEL。

注:LEL 表示爆炸下限值。

4.3.4.4 含氧组分的超高浓度废气管道应设置氧浓度检测装置。

4.3.4.5 蓄热式焚烧炉系统应设置安全可靠的火焰监测系统、温度控制系统、压力控制系统等。在蓄热式焚烧炉系统的燃烧室和蓄热室内部应装设具有自动报警功能的多点温度检测;燃烧室应设置燃烧温度和极限温度检测报警装置,蓄热体上下层应分别设置温度、压差检测装置;每台燃烧器宜配置不少于 2 支火焰检测器。

4.3.4.6 蓄热式焚烧炉系统应设置过热保护设施。燃烧室温度检测至少应设置 3 支热电偶(双支),并宜设置三级温度报警和采取相应的管控措施。

4.3.4.7 蓄热式焚烧炉系统应设置断电断气(仪表风)后,应急旁通切换阀打开,废气切断阀关闭,炉体进出口切换阀关闭,防止排气筒效应引起蓄热层下部温度上升。

4.3.4.8 仪表风系统应设置缓冲罐或压缩空气储气罐、低压保护及联锁报警。

4.3.4.9 燃烧器燃料宜优先选择天然气、柴油等,燃料供给系统应装设压力检测装置,具备高低压保护、泄漏报警和紧急切断功能。

4.3.4.10 阻火器应设置压差检测装置或上下游安装压力监测装置。

4.3.4.11 蓄热式焚烧炉系统可能泄漏释放可燃或有毒气体的区域,应设置可燃或有毒气体检测报警仪。

可燃或有毒气体检测报警仪的选型、安装应符合 GB/T 50493 的相关规定。

4.3.5 防爆泄压

4.3.5.1 蓄热式焚烧炉系统前端管道应安装阻火器或防火阀。阻火器应符合 GB/T 13347 或 SH/T 3413 的相关规定,防火阀应符合 GB 15930 的相关规定。

4.3.5.2 蓄热式焚烧炉系统进气管道应设置爆破片,爆破片增设位置开关,爆破片应符合 GB/T 567(所有部分)的相关规定;炉体宜设置泄爆设施。泄爆气应释放至安全地点,避开人员活动的区域和其他工艺设施。

5 安装及验收

5.1 安装资质

5.1.1 安装单位应具备相关行业工程施工总承包资质或环保工程专业承包资质。

5.1.2 废气处理量大于 30 000 m³/h 的蓄热式焚烧炉系统的安装,安装单位应具备行业工程施工总承包乙级(含)以上资质或环保工程专业承包资质。

5.2 施工

5.2.1 工程施工应符合国家、行业 and 地方的施工程序及管理文件要求。

5.2.2 工程施工应按设计文件进行,工程变更应履行变更手续。

5.2.3 工程施工中使用的设备、材料和部件应符合相应的标准。

5.2.4 需要采用防腐蚀材质的设备、管道和管件等的施工和验收应符合 HG/T 20229 的相关规定。

5.2.5 电气装置安装、爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收应符合 GB 50257 的相关规定。

5.3 调试

5.3.1 装置调试前,制定调试方案,校验相关安全设施、仪器仪表,确认蓄热式焚烧炉试运行安全条件评估要求。

5.3.2 通过整体调试,工程各系统运转正常,技术指标达到设计和合同要求后启动试运行。

5.4 验收

工程竣工验收应符合《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》《建设项目竣工环境保护验收办法》等相关规定。

6 运行

6.1 运行管理要求

6.1.1 企业应将蓄热式焚烧炉系统运行纳入生产管理体系,并由专业人员负责。

6.1.2 企业应每年组织开展蓄热式焚烧炉系统运行安全风险辨识,制定并落实安全管控措施。

6.1.3 企业应建立健全蓄热式焚烧炉系统安全生产相关管理制度,包括:安全生产职责管理制度、生产操作规程管理制度、设备维护保养管理制度、巡回检查管理制度、变更管理制度、隐患排查治理制度等。

6.1.4 企业应制定蓄热式焚烧炉系统安全操作技术规程、岗位安全操作规程或岗位作业指导书;制定工艺控制卡片,明确操作参数、自控联锁参数等。

6.1.5 企业应建立蓄热式焚烧炉系统运行工艺控制数据报表、生产运行统计报表、运行事故及处置情况、

主要设备运行状况等生产记录台账。

6.1.6 蓄热式焚烧炉系统进气设计工况发生改变或主要设备设施、监控仪表改型,应重新进行安全评估,执行变更管理。不应将设计范围外的废气接入蓄热式焚烧炉系统。

6.1.7 蓄热式焚烧炉系统发生事故重新投运前,应进行安全评估。

6.2 操作管理要求

6.2.1 蓄热式焚烧炉系统投运前,应对管理和运行人员进行培训,掌握治理设备、附属设备的操作和应急处理措施。培训内容包括:基本原理和工艺流程;蓄热式焚烧炉系统进气组分及危险特性、防护措施;安全操作技术规程、岗位操作法、岗位作业指导书;事故应急预案和现场应急处置方案;设备运行故障的发现、检查和排除;蓄热式焚烧炉系统安全运行相关管理制度。

6.2.2 蓄热式焚烧炉系统投运前,应进行安全条件确认,重点做好各相关仪器仪表、联锁系统、紧急停车系统的校验、校准,确保安全设施、职业卫生设施、消防设施齐全、完好、备用。

6.2.3 蓄热式焚烧炉系统启动时,应先用新鲜空气对蓄热式焚烧炉进行吹扫置换。点火失败后需进行吹扫,吹扫时间需满足最少蓄热式焚烧炉炉体5倍体积换气量所需时间。

6.2.4 点火条件满足后,首先点燃燃烧器的母火,确认无误后再导入燃料点燃主火进行预热炉体。

6.2.5 当蓄热式焚烧炉温度出现异常时,通过PLC或DCS程序自动控制关闭废气切断阀,全开紧急排放阀和新风阀,使蓄热式焚烧炉设备完全通过新鲜风降温。

6.2.6 燃烧室温度宜冷却到200℃(含)以下,蓄热式焚烧炉进入停车状态。

6.2.7 蓄热式焚烧炉系统运行过程中,岗位操作人员应按企业规章做好巡查、记录、维护、保养等工作。

7 维护保养

7.1 一般要求

生产企业应把蓄热式焚烧炉设备作为生产系统的一部分进行管理,蓄热式焚烧炉设备应与产生废气的相应生产设备同步运行。

7.2 正常运行期间维护保养

7.2.1 企业应建立蓄热式焚烧炉设备运行状况的台账制度。

7.2.2 蓄热式焚烧炉设备不应超设计负荷运行。

7.2.3 企业应建立蓄热式焚烧炉系统运行状况、设施维护等的记录制度,主要记录内容至少包括:

- 设备的启动、停止时间;
- 过滤材料、蓄热体等的质量分析数据、采购量、使用量及更换时间;
- 设备运行工艺控制参数,至少包括蓄热式焚烧炉进、出口浓度和相关温度;
- 主要设备维修情况;
- 运行事故及处理、整改情况;
- 定期检验、评价及评估情况;
- 污水排放、副产物处置情况。

7.2.4 对蓄热式焚烧炉系统定期检测腐蚀性情况。

7.2.5 运行人员应按企业规定做好巡视制度和交接班制度。

7.3 开停车期间维护保养

7.3.1 应制定治理工程设备的维护计划。

7.3.2 维护人员应根据计划定期检查、维护和更换必要的部件和材料。

7.3.3 维护人员应做好相关记录。

7.4 停炉检查、维修

停炉检查、维修作业应履行特殊作业相关审批手续,符合 GB 30871 的要求。

8 应急处置

8.1 企业应根据安全风险辨识结果,制定相应专项预案和现场处置方案,配备足够的人力、设备、通讯及应急物资等。

8.2 企业应定期开展应急救援演练,并针对演练中暴露出的问题,及时修订事故应急预案、现场应急处置方案。

8.3 蓄热式焚烧炉系统发生异常情况或重大事故,应及时启动应急预案,并按规定向有关部门报告。