

团 体 标 准

T/EERT XXXX—2023

蓄热燃烧装置运行维护规范

Code for operation and maintenance of regenerative combustion devices

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2023 - XX - XX 发布

2023 - XX - XX 实施

浙江省生态与环境修复技术协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 总体要求	1
6 预处理系统	2
7 蓄热燃烧系统	4
8 风机	7
9 安全装置	8
10 远程在线监测系统	10
11 应急处置	11
12 环境保护、安全与职业健康	11
附录 A（资料性） 蓄热燃烧装置维修保养细则	12
参考文献	15

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。

本文件中的某些内容可能涉及专利，文件的发布机构不承担识别这些专利的责任

本文件由浙江省生态与环境修复技术协会提出。

本文件由浙江省生态与环境修复技术协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：上海睿筑环境科技有限公司、××××

本文件主要起草人：××××

蓄热燃烧装置运行维护规范

1 范围

本文件规定了蓄热燃烧装置运行维护的术语和定义、缩略语、总体要求、预处理系统、蓄热燃烧系统、风机、安全装置、远程在线监测系统、应急处置、环境保护、安全与职业健康等内容。

本文件适用于企业蓄热燃烧装置的运行和维护,也可为生态环境管理部门的日常管理和环保管家等生态环境第三方服务机构的工作提供参考。

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 4272 设备及管道保温设计通则

GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范

GBZ 1 工业企业设计卫生标准

GBZ 2.1 工作场所有害因素接触限值第1部分:化学有害因素

GBZ 2.2 工作场所有害因素接触限值第2部分:物理因素

HJ 1093—2020 蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范

3 术语和定义

HJ 1093及JB/T 13734界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预处理系统 pre-treatment system

为了保证进入蓄热燃烧装置的气体适合于氧化燃烧的条件,或减小后续设备的处理负荷,通过预混箱、洗涤塔、除雾器等装置对废气进行预处理的系统。

4 缩略语

VOCs: 挥发性有机物 (Volatile Organic Compounds)

LEL: 爆炸下限 (Lower Explosive Limited)

RTO: 蓄热式氧化炉 (Regenerative Thermal Oxidizer)

PLC: 可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)

DCS: 分布式控制系统 (Distributed Control System)

5 总体要求

5.1 主要工作内容

5.1.1 日常维护

根据设备设施特点,开展日常维护保养工作,重点设备和组件应提高维护保养频次。

5.1.2 现场巡检

5.1.2.1 通过不同层次的定期巡检,全面掌握系统所有设施运行状况,及时发现各个环节可能存在的设备缺陷、机构缺损、系统隐患及其运行风险。

5.1.2.2 依据巡检发现的问题，制定大、中、小维修方案；并根据维修方案进行维修。

5.1.3 检修维护

对设备和系统进行各项检查、养护、修复、更换、检验等，通过专业的维护工作使设备保持良好的状态。

5.2 文件管理

建立完善的巡检记录、维护保养及检修记录归档制度，制定齐备的安全操作规程、系统运行维护规范，并定期组织员工学习。

5.3 人员管理

5.3.1 应配置相应的管理人员、技术人员和生产人员。

5.3.2 管理人员应有相应工程项目管理经验，从事同类工作年限不低于 8 年。

5.3.3 技术负责人应有相应的工程类专业技术职称，从事同类工作年限不低于 5 年。

5.3.4 特种设备操作人员应持相应工种的有效期内的《特种设备作业人员证》，离岗半年以上的应重新考核合格后方可上岗。

5.3.5 所有生产人员应至少每年一次参加运行维护管理培训。

6 预处理系统

6.1 系统调试

6.1.1 加药系统

6.1.1.1 启动前检查加药系统各设备状态、各转动设备通电情况和药剂情况。

6.1.1.2 加药泵启动前应检查机封水、润滑油位以及加药罐液位是否正常。

6.1.1.3 药剂的投加量可根据吸收塔内吸收液 pH 值的变化，通过自控系统自动进行调节。

6.1.2 吸收塔

6.1.2.1 启动前应对管道、阀门以及热控仪表进行检查，确保循环泵进行空载盘车符合要求；

6.1.2.2 启动后检查循环泵各个运行参数是否符合要求。

6.1.3 除雾器

6.1.3.1 启动前对管道、阀门、仪表等进行检查，确保除雾器可以正常工作。

6.1.3.2 如果除雾器前后差压达到高值报警，应及时对除雾器进行冲洗，直至除雾器前后差压降至正常范围。

6.1.4 工艺水系统

6.1.4.1 启动前对循环水泵管道、阀门、仪表以及水箱液位进行检查，满足条件后启动循环水泵。

6.1.4.2 水箱液位低于 1 m 时，开启补水阀门，待水箱液位恢复至设定高度后关闭补水阀门。

6.1.5 自控系统

6.1.5.1 自控系统采用 PLC 或 DCS 控制，通过采集与传输关键点位的温度、压力、液位等参数变化信号来达到触发自动控制或连锁的安全运行功能。

6.1.5.2 预先设定吸收液 pH 值，自控系统可根据 pH 值进行自动加药。

6.1.5.3 预先设定吸收塔液位值，自控系统可根据液位进行自动补水及废液排放。

6.1.6 电气系统

6.1.6.1 检查控制柜及编程安装完毕，具备调试条件。

6.1.6.2 检查总气源的气源压力达是否到设计要求，检查各分气源管路无漏气现象。

6.1.6.3 气/电动阀调试应符合以下要求：

——阀门安装符合安装要求；

- 阀门反馈与就地指示信号正确；
- 阀门限位符合工艺要求。
- 6.1.6.4 智能仪表调试应符合以下要求：
 - 各仪表、执行器安装、接线符合要求，具备调试条件；
 - 仪表校准：现场仪表显示值应与上位机一致；
 - 调整现场仪表的量程是否符合设计要求；
 - 测量仪表电源接线端子电压是否符合表计要求。
- 6.1.6.5 电机调试应符合以下要求：
 - 启动电源后，机泵运行正常；关闭电源后，机泵停运；
 - 检查泵/电机反馈接线是否正确；
 - 各个泵/电机运行 1~2 h 后，检测泵/电机温度是否在额定范围内。
- 6.2 日常巡检与维护
 - 6.2.1 加药系统
 - 6.2.1.1 检查加药泵的振动、噪音、润滑油位等情况，监视出口压力、电机温度、加药罐液位等运行参数，并且做好记录。
 - 6.2.1.2 检查系统管路是否有泄漏、堵塞现象。
 - 6.2.2 吸收塔
 - 6.2.2.1 检查吸收塔本体是否有漏液及漏烟、漏风现象。
 - 6.2.2.2 检查液位和 pH 值是否控制范围内，监视吸收塔，防止发生溢流。
 - 6.2.2.3 检查循环系统回路是否有泄漏、堵塞现象；循环泵入口滤网是否堵塞。
 - 6.2.2.4 检查吸收塔喷淋层喷雾状态是否良好。
 - 6.2.2.5 检查补碱供给管线及补碱阀是否堵塞。
 - 6.2.2.6 检查循环泵的电机温度、泵的出口压力等运行参数，并且作好记录。
 - 6.2.3 除雾器
 - 6.2.3.1 检查除雾器进出口压差是否超出正常范围。
 - 6.2.3.2 检查除雾器冲洗水是否畅通，填料是否有明显结垢、堵塞情况。
 - 6.2.4 工艺水系统
 - 6.2.4.1 检查工艺水泵出口压力是否在正常范围。
 - 6.2.4.2 检查水泵运行是否有振动、泄漏情况。
 - 6.2.4.3 检查各用水点是否有发生断水、工艺水箱液位过低、工艺水管破裂等情况。
 - 6.2.4.4 检查是否存在进水阀故障、工艺水泵跳闸等情况。
 - 6.2.4.5 监控工艺水箱等相关液位，出现液位过低及时处理。
 - 6.2.4.6 冬季应根据停泵的时间，将泵内和管道内的水排空，防止冻坏管道和水泵。
 - 6.2.5 自控系统
 - 6.2.5.1 定期对预处理系统 pH 计、液位计、压差计及其他相关测量仪表进行校准。
 - 6.2.5.2 定时对各浆液测量仪表进行在线清洗。
 - 6.2.5.3 发现测量显示异常应及时查明原因，进行检修或更换。
 - 6.2.6 电气系统
 - 6.2.6.1 检查开关各部位是否清洁、完整、无杂物。
 - 6.2.6.2 检查操作系统与位置指示器是否对应、正确。
 - 6.2.6.3 检查接线是否完好，各连接处是否牢固，连接部位及触头是否有过热现象。
 - 6.2.6.4 检查控制和信号电源是否已送电，开关跳、合闸试验是否良好。
 - 6.2.6.5 检查结构是否完整、挂闸是否牢固、是否有脱落危险；各部件是否有振动及变形现象。

6.3 故障诊断及处置

预处理系统运行常见故障原因分析及处理方法见表1。

表1 预处理系统运行常见故障原因分析及处理方法

序号	故障现象	主要原因	处理方法
1	设备周围存在明显积液或白色结晶物等,界区内异味明显	1.吸收塔、风管、加药罐等存在漏点 2.阀门、法兰连接处松动,密封件破损或脱落 3.水泵密封处泄漏	1.逐一排查吸收塔、风管、加药罐等设备,存在老化、破损、开裂的部位及时维修或更换 2.逐一排查阀门及法兰连接位置,存在明显漏液痕迹的及时处理 3.单机启动泵,检查泵运行中的泄漏情况,存在漏液痕迹停止泵运转,及时维修
2	水泵自动停机/不启动	1.电机温升过高触发过热保护,线圈断电,水泵停机 2.水泵入口液位过低,无法监测到水流或压力上升	1.排查水泵过热原因,是否由于转子卡住引发的启动绕组过热,或运转阻力过大,电机过载,由专业人员进行维修或更换 2.增加水泵入口液位高度
3	吸收塔喷淋量过小	1.循环管路或循环泵入口堵塞 2.喷嘴发生堵塞	1.及时用清水冲洗;循环泵入口滤网清理 2.喷嘴用清水冲洗,冲洗无效的及时更换喷嘴
4	吸收塔/除雾器前后压差过大	塔内填料层/除雾器填料堵塞严重	将填料掏出用高压水枪冲洗,无法清理干净及时更换
5	仪表显示异常	仪表被污染或仪器计相关连线本身被损坏	对仪表进行在线清洗,无效后拆卸修理

7 蓄热燃烧系统

7.1 系统调试

7.1.1 燃烧器

- 7.1.1.1 在没有通电的情况下,测试控制电路是否有短路现象。
- 7.1.1.2 通电,手动启动助燃风机后断开,检查风机是否正常运转。
- 7.1.1.3 启动燃烧器,并观察风门动作是否正常。
- 7.1.1.4 如点火不成功,检查燃油压力,燃油电磁阀是否开启。
- 7.1.1.5 点火成功后观察烟囱是否有黑烟情况;如有黑烟,应适当调整配风或燃料,检查是否有积碳。
- 7.1.1.6 转成大负荷,观察是否冒黑烟,并调整配风或者燃料。
- 7.1.1.7 停机后,再多次点火,转火,观察有无熄火现象。

7.1.2 RTO 炉

- 7.1.2.1 打开启炉新风阀门,保证蓄热砖温升要求。
- 7.1.2.2 核实烟气分析仪是否开始运行。
- 7.1.2.3 核实旁路切断阀是否处于关闭状态。
- 7.1.2.4 启动 RTO 炉,观察烟气温度和燃烧工况。
- 7.1.2.5 核实 RTO 炉进出口压力在设计范围内。
- 7.1.2.6 达到预热温度后,开始引入废气。
- 7.1.2.7 记录 RTO 炉相关运行数据。

7.1.3 提升阀

- 7.1.3.1 开机前,应急旁路阀应处于打开状态,提升阀应处于关闭位置。
- 7.1.3.2 RTO 炉启动时,先对 RTO 炉进行预热,采用新鲜空气对 RTO 炉内部进行吹扫,新鲜空气从新风阀进入,提升阀和吹扫阀按周期切换,蓄热体顶部达到 750~800℃时,完成预热过程。
- 7.1.3.3 RTO 炉运行时,提升阀和吹扫阀由自控系统控制阀门按周期切换,实现废气的连续净化。
- 7.1.3.4 RTO 炉离线时,应急旁路阀打开,进口切断阀关闭,新鲜空气从新风阀进入 RTO 炉,提升阀和吹扫阀保持运行状态;当解除离线连锁时,废气重新切入。

7.1.3.5 RTO 炉停机时, 应急旁路阀打开, 进口切断阀关闭, 进气提升阀关闭, 出口提升阀打开, RTO 处于自然降温状态。

7.1.4 蓄热体

7.1.4.1 开机时, 应先对蓄热体用新鲜空气进行吹扫, 待烟囱的出口浓度 $<30\text{ mg/m}^3$ 时, 方可对蓄热体进行升温。

7.1.4.2 蓄热体升温时, 应对升温速度进行控制。

7.1.5 内保温

7.1.5.1 内保温材料应平整、密实, 不应存有缝隙。

7.1.5.2 内保温材料的耐受温度应 $\geq 1250^\circ\text{C}$ 。

7.1.5.3 保温厚度应在 250 mm~320 mm 之间。

7.1.5.4 保温要求应符合 GB 4272 的规定, 并在高温部分设警示标志。

7.1.6 自控系统

7.1.6.1 自控系统采用 PLC 或 DCS 控制, 通过采集与传输关键点位的温度、压力、浓度等参数变化信号来达到触发自动控制或连锁的安全运行功能。

7.1.6.2 预先设定废气入口 LEL 浓度值, 自控系统可根据 LEL 浓度值进行稀释风量调节; LEL 浓度值超过 25 %时, RTO 炉可自动切换到离线状态。

7.1.6.3 预先设定关键点位温度值, 自控系统可根据温度值自动进行阀门开度调节; 温度过高时, RTO 炉自动切换到离线状态或停机状态。

7.1.6.4 预先设定 RTO 进出口压差值, 自控系统可根据压差值进行报警指示, 用来监控蓄热体的工作情况; 压差超过设计允许值时, RTO 炉自动切换到离线状态或停机状态。

7.1.6.5 燃烧器系统检测到火焰控制器火检信号, 大火电磁阀才能开启; 若检测不到火焰控制器火检信号, 大火电磁阀可立即关断。大火电磁阀应采用冗余配置, 确保关断动作的可靠执行。

7.1.6.6 所有的报警信息均应长期存储在实时数据库中, 供操作及维护人员分析、判断整个系统的运行状态, 调整工艺参数, 使系统高效、稳定运行。

7.2 日常巡检与维护

7.2.1 燃烧器

7.2.1.1 检查燃油管道是否漏油, 油泵运行是否正常, 燃油管路压力是否正常。

7.2.1.2 检查燃气管道是否泄漏, 流量与压力是否正常。

7.2.1.3 定期清理燃气过滤器, 每年至少清理一次。

7.2.1.4 定期进行火花塞积碳清理, 宜每月对火花塞进行一次清洁维护保养和检查高压导线的外观。

7.2.1.5 每月应对火焰探测器的探测镜头进行一次清洁维护保养检查工作。在系统停车或年度大修时, 应对探测镜头、冷却气、管道接头处、位置牢固性做整体检查。

7.2.1.6 检查电磁阀阀芯是否有杂质, 关闭是否严密。

7.2.1.7 定期进行视镜清洁。

7.2.1.8 检查视镜的冷气保护管路是否有泄漏、堵塞情况。

7.2.2 RTO 炉

7.2.2.1 检查炉体本身是否严密无泄漏, 是否腐蚀穿孔。

7.2.2.2 检查进出口压差指示是否正常。

7.2.2.3 检查炉体内部格栅是否有脱落、锈蚀、堵塞情况。

7.2.2.4 检查在线监测(分析)仪表运行是否正常, 并定期进行校准。

7.2.2.5 停机后对炉体和管道内的积灰进行清扫。

7.2.2.6 RTO 炉体运维保养项目见表 2。

表2 RT0 炉维护保养项目表

序号	保养项部位	保养项目		
		月保养	季保养	年度保养
1	热电偶	接点牢固性检查	设定值查核、外观清洁	讯号检查更换（判断）
2	压力表	压力记录外部清洁	量程压差测量	内部清洁垫片更新
3	气缸	定位器检查	电磁阀线圈确认电线及传送器检查	垫片更新气密度判断
4	烧嘴	燃烧状况检查	烧嘴清洁	燃烧室内部清洁
5	火焰探测器	清洁输出值检查	运作功能检查接点、位置牢固性检查	更换UV灯管、防水橡胶更换
6	炉体	外部清洁	补漆	内部清洁、检查漏点
7	保温	-	-	箱体外部温度测量、保温棉状况检查
8	比例阀	清洁带动螺杆上紧	上润滑油	更换培林

7.2.3 提升阀

- 7.2.3.1 检查阀门是否泄漏，阀板是否腐蚀穿孔，阀体是否清洁无明显污物。
- 7.2.3.2 检查阀门反馈信号与实际开关信号是否一致，是否阀门反馈响应时间 ≤ 2 s。
- 7.2.3.3 检查阀轴是否偏心，阀板是否有明显腐蚀，阀壳内是否有积液、污物。
- 7.2.3.4 检查阀内防腐、浇注料是否完整无破损。

7.2.4 蓄热体

- 7.2.4.1 蓄热体装卸及搬运过程是否严格执行轻拿轻放的要求。
- 7.2.4.2 检查炉内蓄热体与模块间贴合是否严密，排列是否精准对齐，蓄热体单体是否发生位移。
- 7.2.4.3 检查蓄热体是否有破损或堵塞。
- 7.2.4.4 检查保温模块之间的密封、模块与炉体壁面之间的密封状态是否符合要求。
- 7.2.4.5 检查蓄热体压差是否在正常范围。
- 7.2.4.6 根据排烟温度核算蓄热体蓄热效率，判断蓄热体的蓄热性能是否符合工艺要求。
- 7.2.4.7 如处理含硅废气造成陶瓷蓄热体堵塞，应停机降温至 30°C 以下，把陶瓷蓄热体搬出来用压缩空气吹扫。
- 7.2.4.8 首次运行3个月后宜进行一次检查。
- 7.2.4.9 检测元件至少每年检测一次，损坏元件应及时更换。

7.2.5 内保温

宜每3个月进行一次内保温绝热效果检测，使用红外相机拍摄炉膛外部，确认是否有温度过高的情况发生。

7.2.6 自控系统

- 7.2.6.1 定期对气动执行器的气源中的杂质和积水情况进行检查。采用吸附干燥过滤的气源，每月宜进行一次排水；未采用吸附干燥过滤的气源宜每周进行1~2次排水，冬季和雨季可增加排水频次。
- 7.2.6.2 气缸的严密性、电磁阀线圈、执行器的限位开关凸轮和定位器等部件每季度做一次常规检查，检查仪表气源的接口是否有气体泄漏，执行器开关是否灵活，位置是否准确。
- 7.2.6.3 检查减压阀压力是否保持在 $0.4\text{ MPa}\sim 0.6\text{ MPa}$ 。
- 7.2.6.4 每个月对减压阀进行检查，并排水。
- 7.2.6.5 每个季度对电磁阀及消音器进行检查。
- 7.2.6.6 每半个月对气缸运行情况进行检查，如气缸通气是否顺畅无堵塞，运行是否正常无磨损。
- 7.2.6.7 每半年对阀门接头螺栓是否松动进行检查。
- 7.2.6.8 检查阀板与阀座密封面是否有间隙。

7.3 故障诊断及处置

蓄热燃烧系统运行常见故障原因分析及处理方法见表3。

表3 蓄热燃烧系统运行常见故障原因分析及处理方法

序号	故障现象	主要原因	处理方法
1	排放浓度过高	1.提升阀存在泄漏或卡死 2.旁路阀门密封性差,存在泄漏 3.进气浓度过高	1.检查提升阀是否存在腐蚀、偏心或卡死等问题,若有及时停机维修或更换 2.检查旁路阀门在关闭状态下是否存在漏气现象,若有及时检修或更换 3.控制车间进气浓度,及时更换旁路活性炭,避免活性炭吸附饱和
2	风机风量风压异常	1.风机软连接损坏 2.蓄热砖存在堵塞	1.检查软连接处是否存在泄漏、破损,若有则及时修补更换 2.辅助RTO进出口压差值判断,若压差示数过大,表面蓄热砖内存在堵塞,及时清理
3	风机发生跳停	1.触发RTO系统连锁保护 2.风机故障	1.检查RTO系统连锁保护动作是否存在异常项,及时排除故障 2.若短时间不能恢复正常,停机检修
4	燃烧器接通电源后电机不转	1.供气压力不足 2.没有电压 3.马达失灵 4.电气元件故障	1.检查气压是否满足条件;电磁阀接头处是否漏气;清理或修理电磁阀管道接头 2.检查并接上电路 3.进行修理或更换 4.检查温控器是否闭合;控制电路中断,寻找断开点;接触器不动作,手动复位检验;热继电器损坏,更换热继电器
5	燃烧器点不着火或点着后5s内熄火	1.点火变压器烧坏 2.点火棒位置异常 3.电极异常 4.气压异常,供气流量偏小	1.点火变压器及时换新 2.重新调整点火棒位置 3.检查电极是否破裂或与地短路 4.调整气压,清理滤网,重新调整空燃比
6	VOCs去除效率降低	1.陶瓷堵塞 2.提升阀存泄漏 3.旁路阀门密封性差,存在泄漏	1.若发现堵塞,开启废气旁路,RTO离线,对陶瓷进行冲洗或压缩空气吹扫,处理后恢复RTO系统运行 2.检查提升阀是否存在腐蚀、偏心或卡死等问题,若有及时停机维修或更换 3.检查旁路阀门在关闭状态下是否存在漏气现象,若有及时检修或更换
7	蓄热砖压损过大	1.陶瓷堵塞 2.蓄热砖粉化	1.到达系统终压时,应采取清洗、压缩空气吹扫、或吸尘器清理;局部顽固部位用铁丝进行穿刺,及时疏通,降低压损 2.清理、更换蓄热砖

8 风机

8.1 系统调试

8.1.1 启动前检查

启动前检查内容包括但不限于:

- 供电系统是否正常;
- 风道是否完备;
- 风机、电动机底脚螺丝无松动,靠背轮防护罩齐全良好;
- 仪表检查;
- 风机联锁、保护检查;
- 各个轴承是否加注合格润滑油;
- 检查各阀门是否在启动位置;
- 风机冷却风系统;
- 风机润滑油系统检。

8.1.2 启动

8.1.2.1 油泵、风机启动后,检查各个轴承供油量、压力是否达到设计要求,润滑油和冷却器启动时阀门位置。

8.1.2.2 检查风机轴承温度、电机轴承温度、电机定子温度是否正常。

8.1.2.3 检查风机电机润滑油压是否不低于 0.1 Mpa。

8.1.3 停机

- 8.1.3.1 逐步打开出口旁通阀，同时逐步关闭进气阀。
 8.1.3.2 逐步关小进气节流门至 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。
 8.1.3.3 按动停车按钮，并注意停机过程中有无异常现象。

8.2 日常巡检与维护

- 8.2.1 风机启动后定期检查油压是否异常变化，油温是否正常，油位是否正常。
 8.2.2 检查风机的振动、噪音等情况，当风机突然发生强烈振动且已超过跳闸值，或机体内部有不正常摩擦声音时，应紧急停止风机运行。
 8.2.3 检查风机电流、出口压力、风量是否正常。
 8.2.4 检查风机运行声音是否正常，消音器是否有异物、堵塞。
 8.2.5 检查滚动轴承温度是否超过 90°C ，滑动轴承是否超过 75°C 。
 8.2.6 检查风机入口滤网的情况。
 8.2.7 检查风机各部位有无泄漏情况。
 8.2.8 检查风机轴承的油位标记，油位应控制在液位的 $1/2$ 以上。如油位过低，应重点检查轴承座是否溢流、油管道是否泄漏、旋转油密封处，油箱排污阀是否开启。如油位过高，应重点检查冷油器是否有泄漏导致冷却水进入油箱内。
 8.2.9 检查冷却水进回水是否畅通，观察水流指示器或压力表，测量进回水管道温差是否变化。
 8.2.10 在雨季或机组定期排污时，检查电机与冷却器之间的密封垫是否有空隙。
 8.2.11 定期更换风机的轴承润滑油，润滑油充填量宜为轴承空间的 $30\%\sim 50\%$ 。轴承单元、轴承座的润滑油更换周期见表 4。

表 4 轴承单元、轴承座的润滑油更换周期

轴承运转温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	转速, v (r/min)		
	≤ 1500	$1500 < v \leq 3000$	> 3000
≤ 60	4个月	3个月	2个月
$60 < t \leq 70$	2个月	1.5个月	1个月
> 70	轴承温度每升高 10°C ，补充周期减半（允许温升 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ）		

8.3 故障诊断及处置

风机运行常见故障原因分析及处理方法见表5。

表 5 风机运行常见故障原因分析及处理方法

序号	故障现象	主要原因	处理方法
1	风机振动	1. 进气箱、扩散段与主风筒标高不一致 2. 风机叶轮和电机未做动平衡 3. 风机静叶开度不一致 4. 烟、风道的振动也会引起风机的受迫振动	1. 找出导轨每一个底板实际标高后进行增减垫片，直至连接定位销能自由穿入，消除振动 2. 重新做完动平衡解决 3. 在试转前先将静叶全部关闭状态，进入风机内部检查每片静叶的实际状态，调整至全部静叶角度一致，检查静叶是否存在与外壳间隙过小而卡涩情况，再与热控专业对风机挡板执行机构连杆进行检查，保证标高和长度一致 4. 在扩散筒出口端下面增加一个活动支点，当机组负荷变时微调该支点，消除振动
2	轴承温度高	轴承润滑油系统运行异常	检查轴承运行情况，检查油位是否正常。若轴承温度急剧上升并报警，应紧急停止风机运行

9 安全装置

9.1 设计要求

9.1.1 LEL 可燃气体检测仪

9.1.1.1 废气入口总管上至少设置 2 支 LEL 可燃气体检测仪，采用冗余设计，信号设置为 2 取 1 或 3 取 2。

9.1.1.2 LEL 安装位置与进气切断阀之间的距离应满足安全响应时间要求。

9.1.1.3 当 $LEL \geq 25\%$ 时，进气切断阀关闭，RTO 炉切换到离线状态。

9.1.2 阻火器

RTO 炉入口前管道上应设置阻火器。

9.1.3 泄爆片

9.1.3.1 RTO 炉入口前管道上应设置泄爆片，RTO 炉应设置泄爆口。

9.1.3.2 不应设置重力式泄爆门。

9.1.3.3 泄爆片动作后应及时更换，不应重复使用。

9.1.4 高温泄放旁路

9.1.4.1 RTO 炉应设有高温泄放旁路，旁路上设置调节型高温泄放阀，与 RTO 炉出口管道低温烟气混合后进入后续处理系统。

9.1.4.2 高温烟气不应直接对空排放。

9.1.5 应急旁路

9.1.5.1 废气总管上应设置应急旁路管道，旁路上设置活性炭吸附箱。

9.1.5.2 应急旁路管道上活性炭吸附箱前后应分别设置切断阀，该切断阀不应与进气切断阀合并，不应采用两位三通式阀门。

9.1.5.3 活性炭吸附箱上应设温度保护和消防喷淋保护措施。

9.2 日常巡检与维护

9.2.1 LEL 可燃气体检测仪

9.2.1.1 LEL 可燃气体检测仪的样气每 6 个月应标定一次，探头每季度检查一次。

9.2.1.2 滤芯根据使用工况定期更换。

9.2.1.3 干燥剂根据运行工况确定其更换周期。

9.2.2 阻火器

9.2.2.1 阻火器每 6 个月应清理一次滤网。

9.2.2.2 检查阻火器前后压差指示是否正常。

9.2.3 泄爆片

泄爆片每 6 个月检查一次，发现破损及时更换。

9.2.4 高温泄放旁路

9.2.4.1 高温泄放旁路每季度检查一次，检查外保温是否损坏，管道是否泄漏，表面温度是否高于 60°C 。

9.2.4.2 校核高温泄放阀的阀门开度反馈。

9.2.5 应急旁路

9.2.5.1 应急旁路每季度检查一次，检查管道是否泄漏。

9.2.5.2 检查活性炭吸附箱进、出口阀门气密性，检查开/关反馈信号是否正常。

9.3 故障诊断及处置

安全装置常见故障原因分析及处理方法见表 6。

表 6 安全装置常见故障原因分析及处理方法

序号	故障现象	主要原因	处理方法
1	LEL读数异常	1.环境中水汽含量大,影响读数 2.标定气选择不当	1.采样前端增设过滤装置,避免水汽干扰 2.分析进气组分,选择合适的标定气
2	阻火器前后压差过大	阻火器内芯堵塞	清理或更换阻火器内芯
3	泄爆片破损	1.系统超压 2.泄爆片振动过大	1.分析系统超压原因,必要时停机检修 2.检查泄爆片安装位置周围的强气流影响,控制气流波动,增加泄爆片应力
4	高温泄放旁路温度过高	1.内保温或外保温损坏 2.阀门开度反馈异常	1.停机进行内保温或外保温修补 2.检查阀门信号反馈,及时修理更换执行器
5	活性炭箱温度过高	1.活性炭切断阀密封性差 2.活性炭有焖燃风险,需紧急降温	1.检查活性炭切断阀密封,泄漏过高及时修理或更换 2.进行消防喷淋降温

10 远程在线监测系统

10.1 系统调试

10.1.1 系统在正式通电前,应确认厂房供电为 220 V 交流电,波动值不应超过 $\pm 10\%$;机柜已接地且电阻 $\leq 4\ \Omega$;检查各部件间电路是否断开,确认没有短路现象后,方可进行供电。

10.1.2 送电前,应将各气体分析仪的进气管拔掉,待样气处理系统运行正常后,再接上。将差压、绝压传感器相连的气管卸掉,待检查反吹正常后,再将其接上。

10.1.3 设备供电步骤如下:

- 开启电源分配箱总开关,给空调、照明、空压机送电,运行正常后,向机柜送电;
- 机柜得电后,开启机柜里的总开关,再将电伴热管、温控器、风扇的空开合上;
- 运行正常后,再给平台送电,逐一打开传感器箱里的空开,检查净化风装置、采样加热及保温装置、烟尘分析仪等工作是否正常;
- 以上运行正常后,再将 PLC、直流电源、电磁阀的电源合上,检查采样管、皮托管反吹是否正常,如正常,则将绝压、压差传感器的气管接上,检查各标定电磁阀工作是否正常;
- 电伴热管温度达到设置温度后,将真空泵、电子制冷器、各分析仪、工控机的开关合上。

10.1.3.1 检查分析仪气管中无液态的水滴、水雾后,打开各分析仪零气、标气电磁阀,用标气吹扫气管中的水雾、灰尘,切换电磁阀到采样状态,把分析仪的进气管接上。

10.1.4 设置上位机控制软件中的各参数,对分析仪进行标定,结合现场情况,检查各参数是否正常,可调整各分析仪的参数设置。

10.2 日常巡检与维护

10.2.1 每日 2 次检查远程在线监测运行状态,检查数据传输系统是否正常,如发觉数据有连续异常情况,应立即前往站点进行检查。

10.2.2 检查数据采集传输是否正常稳定运行,是否实时传输有效数据。

10.2.3 检查防雷设施是否正常,定时进行检验,如有损坏应立即更换。

10.2.4 检查空压机是否正常运行,并定时排水。

10.3 故障诊断及处置

远程在线监测系统常见故障原因分析及处理方法见表 7。

表 7 远程在线监测系统常见故障原因分析及处理方法

序号	故障现象	主要原因	处理方法
1	掉电报警	电路连接松动或保险丝烧断 或其它电路故障	按电路图逐步排查并排除
2	显示屏无实时数据	通信故障	检查通信电缆是否松动、通信参数设置是否有人更改、数据采集模块电源是否松动等,并加以排除
3	分析数值显示异常	1.皮托管阻塞,传压管路泄漏,或 传感器电路松动、短路、断路等	1.检查管路和电路,并排除故障 2.如零点严重漂移,将相应变送器送国家规定的机构

序号	故障现象	主要原因	处理方法
		2.零点或量程严重漂移	校准
4	废气极限值报警或测量值异常	1.实际排放浓度超标 2.数据采集、通信电路异常 3.分析仪零点严重漂移	1.检查燃料的品质是否合格、除尘器是否有故障，并解决排除 2.检查数据采集、通信线路并排除故障 3.对分析仪进行校准
5	废气分析仪测量值过低或者不变化	1.气体浓度过低 2.气管接头脱落 3.流量计关闭	1.检查燃烧气体 2.检查气管接头是否接通 3.检查流量计是否关闭

11 应急处置

11.1 应编制事故应急预案（包括环保应急预案）。应急预案应包括应急预警、应急响应、应急指挥、应急处理等方面的内容，并配备足够的人力、设备、通讯及应急物资等。

11.2 蓄热燃烧装置发生异常情况或重大事故，应及时应对，启动应急预案，并按规定向有关部门报告。

12 环境保护、安全与职业健康

12.1 环境保护

应符合HJ 1093—2020中6.4的要求。

12.2 安全

12.2.1 应将蓄热燃烧装置纳入企业安全生产管理体系，制定安全风险辨识管控制度，定期开展安全风险辨识，排查事故隐患。

12.2.2 明确第三方运维单位的安全生产责任和安全生产要求。

12.2.3 吊装、动火、高处作业、有限空间等危险作业应事前进行审批，并符合 GB 30871 的规定。

12.3 职业健康

12.3.1 应符合 GBZ 1、GBZ 2.1、GBZ 2.2 的规定。

12.3.2 应配备齐全个体劳动保护防护用品。

12.3.3 应配备有毒有害气体检漏仪器、便携式照明及报警装备等防护用品。

12.3.4 运维人员进入作业区域应佩戴安全帽、工作服、专业劳保手套和鞋，做好安全防护工作。

附录 A
(资料性)
蓄热燃烧装置维修保养细则

表 A.1 RTO 炉及燃烧器检查维护保养细则

序号	维护保养内容	保养频次			检查情况		保养措施
		月	季度	年	合格	不合格	
1	设备外观的维护(除锈、漏点地方补焊、刷油漆)						
2	燃烧器管路各显示仪表的正常运转的标准检验						
3	检查燃烧器管路及结合处的泄漏情况(燃气管路、燃油管路、烧嘴雾化、风门管路、压缩空气管路)						
4	观察燃烧火焰的色泽和透明度						
5	检查运转中的火焰信号反馈标准						
6	燃烧器烧嘴内部初级清理保护						
7	火焰监测器件清理维护,镜头擦拭						
8	检查所有废气管路法兰连接处的泄漏情况(连接处变形所致的泄漏等)						
9	焚烧炉表面各点温度的检查测定(45℃+常温)						
10	局部外表高温点的检查记录(防止保温棉脱落,炉体表面的烧灼痕迹)						
11	点火系统可靠性校正调整,火花塞积碳清理						
12	集气室防腐涂层腐蚀情况检查、防堵层是否有结晶物堵塞情况检查、浇筑料是否有脱落						
13	蓄热室防腐涂层腐蚀情况检查、保温检查(脱落、收缩)						
14	陶瓷层堵塞情况检查、是否有塌陷、散落、老化						
15	燃烧室保温检查(脱落、收缩)						
16	陶瓷格栅板检查,有没有因为腐蚀损坏						
17	炉膛爆破片检查						
18	对不良记录的燃烧器器件做必要性的更换						

表 A.2 气控阀门维护保养细则

序号	维护保养内容	保养频次			保养状况		维护结果
		月	季度	年	合格	不合格	
1	电磁换向阀的正确运转确认						
2	气控阀反馈信号和实际开关的检查						
3	气控阀主体的清洁维护						
4	气动三联件及减压阀是否存在漏气						
5	清洁汽水分离器内脏污						
6	及时补充油雾器内润滑油						
7	蝶阀体内部的清洁保养						
8	密封件检查与更换						
9	阀门的腐蚀情况检查						
10	阀门内部防腐或涂层是否有脱落						
11	压缩空气管道漏气及腐蚀情况检查,能不能达到正常工作4~6 kpa,通过气动三联件调节						
12	气缸密封件检查						
13	阀杆、阀体、阀板腐蚀及密封性检查						
14	消音器腐蚀、透气率检查						
15	提升阀气密封检查,包括阀板和阀座的密封、阀杆的同轴度						

注:蝶阀检查项目为1~9项,提升阀检测项目为1~15项。

表 A.3 风机维护保养细则

序号	维护保养内容	保养频次			保养状况		维护结果
		月	季度	年	合格	不合格	
1	检查防震软接是否存在泄漏情况						
2	检查所有固定螺旋是否因转动导致松动脱落现象，及时紧固						
3	检查并记录风机在运转过程中是否有异响						
4	风机电机马达的震动、异响						
5	检查风机底部排水情况						
6	需要停机时的检查维护						
7	风机转动皮带的松紧检查						
8	可能需要的动平衡测试及叶轮调整						
9	检查强制冷却风扇的运转情况						
10	变频器运转中的停机检查						
11	风机叶轮和壳体有没有腐蚀情况检查						
12	风机变速箱内部是否缺油（注意确定原厂家用的是机油、还是齿轮油），油位到指定刻度，正常半年更换一次油						
13	风机和工作频率是否匹配检查						
14	风机电机及轴承的地方加润滑脂						
15	风机皮带每年半年张紧一次，每年更换一次						
16	直联风机变速箱每半年加油一次，每年更换一次，条件恶劣工况较差，每季度更换一次						

表 A.4 安全装置维护保养细则

序号	维护保养内容	保养频次			保养状况		维护结果
		月	季度	年	合格	不合格	
1	所有风管接合处是否存在漏风、漏气的情形发生						
2	检查所有接合处螺丝的紧固情况						
3	检查所有的管路是否存在漏液现象，是否存在堵塞现象						
4	检查油泵运行是否正常，有无异响						
5	检查阻火器是否有积液、腐蚀、堵塞						
6	LEL清理、排水、滤芯更换，系统标定						
7	燃气报警装置检查，是否存在泄漏						
8	RTO进口、出口压差检查(超过3000 pa，则陶瓷层可能存在堵塞)						
9	阻火器进口出口压差检查						
10	管道爆破片检查						
11	高温旁通阀开合度检查，高温阀开度信号检查						
12	平台及整体的补漆和腐蚀处理						

表 A.5 自控系统维护保养细则

序号	维护保养内容	保养频次			保养状况		维护结果
		月	季度	年	合格	不合格	
1	确认所有设备至控制柜线路外观良好						
2	所有线端子是否紧固						
3	所有元器件是否外观良好（重点检查发热引起的异常）						
4	控制柜及控制台外观清洁，排风扇清洁						
5	控制柜照明是否存在问题						

序号	维护保养内容	保养频次			保养状况		维护结果
6	检查触摸屏外观及触摸界面是否清洁						
7	检查并保持控制室整洁、清洁，无灰尘						
8	风机变频器检查						
9	停机、急停程序检查（失水、失气、失电保护）						
10	PLC控制程序优化，包括安全控制、连锁关系						
11	控制参数优化（根据现有参数及运行记录调整 阀门切换时间、工作温度、点火温度等）						

参 考 文 献

- [1] 关于转发《蓄热式焚烧炉（RTO 装置）安全要点》（通应急函[2020]13 号）
 - [2] 生态环境部《关于加快解决当前挥发性有机物治理突出问题的通知》（环大气[2021]65 号）
 - [3] 生态环境部关于印发《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气[2019]53 号）
 - [4] 关于转发《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》（国办发[2010]33
 - [5] 关于印发《蓄热式焚烧炉（RTO 炉）系统安全技术要求（试行）》的通知（苏应急[2021]46 号）
 - [6] 广东省《挥发性有机物（VOCs）整治与减排工作方案(2018-2020)》
 - [7] 广东省《挥发性有机物重点行业现场检查工作指引（试行）》
 - [8] Q/SH 0117 油气回收系统工程技术导则
 - [9] JB/T 13733 工业有机废气蓄热催化燃烧装置
 - [10] JB/T 13734 工业有机废气蓄热热力燃烧装置
 - [11] GB 3836.16 爆炸性环境 第16部分 电气装置的检查与维护
 - [12] GB/T 34661 油气回收系统防爆技术要求
 - [13] HJ 2027 催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
 - [14] GB 50160 石油石化企业设计防火标准
 - [15] JC/T 2135 蜂窝陶瓷蓄热体
 - [16] SGBZ-0805 风管及部件保温施工工艺标准
-