



中华人民共和国国家标准

GB/T 34352—2017

有机热载体锅炉及系统清洗导则

Cleaning guide for the boiler and system with organic heat transfer fluids



2017-10-14 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
4.1 总体要求	2
4.2 基本要求	2
5 技术要求	2
5.1 清洗方案	2
5.2 清洗剂	3
5.3 清洗条件	3
5.4 清洗前准备	4
5.5 清洗系统	4
5.6 清洗工艺及其控制	5
5.7 清洗过程监测	7
6 清洗质量要求与检查	7
6.1 清洗质量要求	7
6.2 清洗质量检查	8
7 安全要求	8
7.1 安全措施	8
7.2 安全操作	9
8 废液处置及排放	9
附录 A (资料性附录) 有机热载体锅炉及系统清洗记录表	10
附录 B (资料性附录) 有机热载体锅炉和循环系统分路清洗系统设置	12
附录 C (规范性附录) 用于在线清洗的有机清洗剂对在用有机热载体的影响小型试验	13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本标准起草单位:中国锅炉水处理协会、宁波市特种设备检验研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院常州分院、杭州市特种设备检测研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院无锡分院、江苏省特种设备安全监督检验研究院苏州分院、广东电网有限责任公司电力科学研究院、苏州首诺导热油有限公司、济南联远实业有限公司、中国特种设备检测研究院、广州特种承压设备检测研究院、绍兴市特种设备检测院、新疆维吾尔自治区特种设备检验研究院、宁波海曙同一节能环保科技有限公司。

本标准主要起草人:王骄凌、周英、胡月新、熊伟东、邓宏康、杨恒忠、范圣平、陈浩、郭洪涛、钱林峰、杜玉辉、姚国平、张荣华、施建新、司荣。



有机热载体锅炉及系统清洗导则

1 范围

本标准规定了有机热载体锅炉及系统清洗的基本要求、技术要求、清洗质量要求、安全及废液处理要求等。

本标准适用于有机热载体锅炉及系统的清洗。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 8978 污水综合排放标准

GB/T 23800 有机热载体热稳定性测定法

GB/T 24747 有机热载体安全技术条件

GB/T 31188 化学清洗废液处理技术规范

GB/T 34355 蒸汽和热水锅炉化学清洗规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

有机热载体 **organic heat transfer fluids**

作为传热介质使用的有机物质的统称。

3.2

有机热载体锅炉及系统 **organic heat transfer fluids boiler and system**

锅炉本体、管道系统、循环泵、热交换设备、膨胀罐、贮罐等整个系统。

3.3

水基清洗剂 **water-based cleaning agent**

以水为溶剂的清洗剂。

3.3.1

碱性清洗剂 **alkaline cleaning agent**

以碱性药剂为主的水基清洗剂。

3.3.2

酸性清洗剂 **acidic cleaning agent**

以酸的水溶液为主的清洗剂。

3.4

有机清洗剂 **organic cleaning agent**

有机化合物组成的清洗剂

3.5

停炉清洗 shutdown cleaning

在停止正常运行的状态下,用清洗剂对有机热载体锅炉及循环系统进行清洗。

3.6

在线清洗 online cleaning

将具有高热稳定性的有机清洗剂加入到有机热载体锅炉系统中,在运行状态下清洗有机热载体锅炉及循环系统,并在一定时间后停炉排出清洗废液(有的包含原在用有机热载体)的清洗方式。

4 总则

4.1 总体要求

4.1.1 对于因有机热载体劣化或污染而造成锅炉及系统沉积油泥、油垢及结焦和积炭的,清洗时应符合本标准的要求,且清洗后基本不残留清洗液,对重新注入的有机热载体不会造成污染。

4.1.2 对于因锅炉系统锈蚀或受酸溶性物质污染而需要酸性清洗剂清洗的,清洗过程和清洗质量应符合 GB/T 34355 的要求。清洗结束时,应确保最后清洗置换水达到中性,然后将锅炉及系统中的水排净,再使用压缩空气等将内部吹干。

4.2 基本要求

4.2.1 清洗单位

4.2.1.1 应当具备相应的清洗能力和清洗技术,建立健全质量保证体系,配备专业清洗技术人员、设备、仪器仪表等,并对清洗质量负责。

4.2.1.2 在清洗过程中应定时进行检查、监测并及时记录,清洗记录表的格式参照附录 A。清洗结束后,应按第 6 章的要求对清洗质量进行检查、评定,并出具清洗竣工报告。

4.2.2 清洗人员

4.2.2.1 应通过专业技能和安全教育培训,掌握锅炉清洗工艺和有关清洗安全操作与防护知识。

4.2.2.2 在清洗过程中应当遵守使用单位和清洗单位安全管理制度和规程,严格执行清洗安全操作程序,确保人身和设备安全。

5 技术要求

5.1 清洗方案

5.1.1 清洗前由清洗技术人员制定清洗方案,并经过相关负责人审核、批准,清洗时应严格执行。

5.1.2 清洗方案应包括以下内容:

- a) 锅炉使用单位名称、锅炉型号、锅炉使用登记证号、投运年限以及上次清洗时间等;
- b) 锅炉及循环系统的相关信息(如运行参数、热交换器数量、热交换温度、能耗情况等);
- c) 锅炉及系统的设备状况,形成油泥、油垢、结焦、积炭程度的判断,以及是否存在堵塞、泄漏等缺陷和采取的措施;
- d) 锅炉及循环系统中有机热载体的总容量,清洗前在用有机热载体的检测数据或污染情况;
- e) 根据清洗小型试验确定的清洗剂、清洗方式和清洗工艺参数控制;
- f) 清洗范围、清洗循环系统(包括原有循环系统和临时清洗系统);
- g) 清洗过程中应当监测和记录的项目、参数及控制要求等;

- h) 清洗废液排放、吹扫、处理方案及要求；
- i) 清洗质量要求及其检查验收等；
- j) 安全注意事项、事故预防措施和应急预案；
- k) 确保清洗中水、电、压缩空气、通讯等充足、安全、可靠使用的措施。

5.2 清洗剂

5.2.1 在清洗条件下应具有良好的清除油泥、油垢能力，并有较好的清焦除炭作用，能够确保清洗质量达到 6.1 的要求；清洗前应确认所用清洗介质对锅炉及系统材质的腐蚀速度不大于 0.1 mm/a，被清洗系统中含有不同材质的设备时，应对不同材质分别进行腐蚀性确认，若设备中含有不适宜该介质进行清洗的材质，应进行有效隔离后清洗，或采取其他方法清洗。

5.2.2 碱性清洗剂应加入合适的表面活性剂、渗透剂、分散剂等清洗助剂，以提高清洗效果。

5.2.3 用于停炉清洗的有机清洗剂，全馏程一般不应高于被清洗锅炉运行时的进口温度，并且清洗后在锅炉重新投入正常运行前能够脱除残留的有机清洗剂。应确保清洗剂使用安全性，如果选用的有机清洗剂包含《危险化学品目录》中列明的物质，应在清洗方案中确认现场的设备、环境和操作人员都可以满足该危险化学品的使用要求，避免发生安全事故。

5.2.4 最高工作温度低于 280 ℃ 的锅炉清洗，采用停炉清洗的有机清洗剂，允许部分重复利用，但使用前应进行有效处理，使其残炭含量小于 0.5%，且清洗液中重复利用的清洗剂用量占总清洗剂量一般不超过 50%，确保清洗液达到 5.2.1 的要求。

5.2.5 用于在线清洗的有机清洗剂产品应按照 GB/T 23800 的方法进行 360h 的热稳定性试验，确定最高允许使用温度，至少应高于锅炉实际使用温度 20 ℃；其 2% 馏出温度应高于锅炉出口最高温度，确保锅炉运行条件下不会发生气化。提供给用户或出售的产品应附带热稳定性试验报告和使用说明书，明确其适用范围，并作出使用安全性承诺。

5.2.6 清洗含有与有机热载体接触的不锈钢换热设备及系统时，清洗液中氯离子的含量应小于 25 mg/L。

5.3 清洗条件



5.3.1 在用锅炉及系统的清洗

5.3.1.1 在用锅炉及系统出现下列情况之一时，使用单位应及时查明原因，判断是否需要清洗：

- a) 有机热载体发生劣化，残炭与运动黏度同时达到表 1 对应的情况；
- b) 有机热载体受到外来物质污染，影响锅炉及系统正常运行；
- c) 炉管发生过热超温、堵塞、爆管等现象；
- d) 锅炉及系统的设备装置及运行条件未变化，且炉膛正常燃烧情况下，排烟温度明显增高（温度测点需设在有机热载体锅炉烟气出口，尾部受热面之前）；
- e) 生产工艺所需温度未变化情况下，需提高锅炉介质出口温度才能满足生产工艺温度要求，燃料消耗增大；
- f) 锅炉循环流量明显较之前偏低或供、回油母管间压差增加较大；
- g) 并联炉管中，任一根炉管出口有机热载体温度高于其他炉管出口有机热载体温度或接近（超过）设定温度上限值。

表 1 可能产生油泥、油垢的在用有机热载体劣化程度

有机热载体指标	残炭和运动黏度劣化的程度						
	残炭 %	1.5~1.9	2.0~2.4	2.5~2.9	3.0~3.4	3.5~3.9	4.0~4.9
运动黏度(40℃) mm ² /s	≥40	≥30	≥25	≥20	≥15	≥10	任何黏度

5.3.1.2 如果检查发现系统内存在油泥、油垢、结焦和积炭或者其他污染物,应及时采取清洗措施。

5.3.1.3 设置在锅炉尾部烟道的蒸汽发生器或余热水箱受热面结生水垢的,应按照 GB/T 34355 的要求对其进行清洗除垢。

5.3.2 移装或停备用锅炉清洗

5.3.2.1 移装锅炉安装前应检查炉管内壁的清洁情况,如果存在油泥、油垢、结焦和积炭物等影响传热的杂质,在锅炉移装就位后应进行清洗,经检验合格后才能连接传热系统。

5.3.2.2 新建或长期停用的锅炉及系统如果有严重锈蚀的,在投运前应进行酸洗。

5.4 清洗前准备

5.4.1 查阅并记录清洗前有机热载体锅炉进、出口的温差和压差,循环泵进出口压差,有机热载体循环流量,燃料消耗量,锅炉排烟温度,热交换设备的进出口温差及换热效率等运行参数。

5.4.2 详细了解锅炉和循环系统的结构、容积、材质和运行流程,确定清洗循环回路。

5.4.3 查看有机热载体检验报告和锅炉定期检验报告,并对锅炉及系统进行全面检查。如果锅炉及系统有泄漏或者发生爆管的,应当修复后再清洗;如果存在堵塞等缺陷的,应当采取有效措施预先处理。

5.4.4 采用停炉清洗的,排出介质后应打开循环系统流速较低部位、容易发生沉积部位的连接法兰和末端封头或堵头,检查管壁油污和结垢状况,判断锅炉及系统结焦、积炭及垢渣和油泥沉积程度,并取样作小型清洗试验。必要时,在容易结焦、积炭、污堵的部位割管取样。

5.4.5 根据锅炉和系统实际情况、油品劣化程度及清洗小型试验结果,选择适宜的清洗剂,设计合理的清洗系统,计算清洗剂用量,制订清洗方案。

5.4.6 根据清洗方案确定的清洗剂及其浓度、体积和用量,准备清洗药品,并对其质量和数量复验无误。

5.5 清洗系统

5.5.1 有机热载体锅炉及系统清洗范围一般应包括:锅炉本体、有机热载体循环管路及换热设备、膨胀罐和贮罐。

5.5.2 锅炉本体及循环系统的清洗应采用循环清洗方式,并符合以下要求:

- 清洗系统设置应合理,避免死角、盲区。清洗循环回路应设置过滤器和可更换的过滤网,清洗初期滤网孔径可稍大,接近清洗终点时,滤网目数应不小于 30 目;
- 利用锅炉系统本身的设备、管道及油泵进行循环清洗时,应保证不会对设备、管件、阀门、油泵和各种仪表及机械密封件等造成损害;
- 清洗系统进、出口应有符合计量要求的压力表、温度计等仪表,并有耐蚀措施。

5.5.3 除酸洗外,一般情况下可利用锅炉系统本身的循环泵和循环管路进行循环清洗,并通过炉膛点火加热清洗液。对于炉管或热交换管路内结焦、结炭严重的,宜设置临时分路清洗系统,将锅炉和热交换装置分开进行循环清洗,其清洗系统设置可参见附录 B。

5.5.4 清洗系统临时管道应采用耐压、耐温、耐碱和耐油的管子连接,参与清洗循环的临时管道应进行清洗工作压力试验,不得有泄漏。

5.5.5 使用过的有机清洗剂再次用来清洗的,注入系统时抽吸管应设不小于 60 目的滤网,避免清洗液中的残渣进入系统。

5.5.6 清洗液需加热的,应合理设置温度测点,并控制清洗液温度,确保不会造成清洗液气化。

5.5.7 清洗现场应设置废液处理或回收设施,并能进行有效处理,保证清洗废液不污染环境。

5.6 清洗工艺及其控制

5.6.1 停炉清洗

5.6.1.1 清洗工艺步骤

停炉清洗工艺步骤根据清洗剂的特性确定,一般步骤为:

- a) 水基清洗剂清洗步骤:排放有机热载体→压缩空气或蒸汽吹扫→油泥预清理→连接清洗系统→热水循环冲洗,系统检查及消缺→配制并注入清洗液,加热清洗→排放清洗液→热水冲洗(必要时重复清洗)→清水置换→排水及压缩空气吹扫等;
- b) 有机清洗剂清洗步骤:排放有机热载体→压缩空气吹扫→油泥预清理,系统检查及消缺→注入清洗剂,加热清洗→排放回收清洗液→压缩空气吹扫等。

5.6.1.2 热载体的排放及预清理

5.6.1.2.1 运行锅炉停炉后,当有机热载体温度降到 $70\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,将锅炉及系统内的有机热载体全部排放到有足够容积的储存设备内,打开热交换装置的各排放阀,用小型抽吸泵抽出管内残油,再用 $0.2\text{ MPa}\sim 0.6\text{ MPa}$ 压缩空气或蒸汽进行系统吹扫(也可分段吹扫),至出口基本无油污吹出为止。

5.6.1.2.2 对于停用锅炉,若锅炉及系统内有机热载体温度较低,且热载体的运动黏度 $>40\text{ mm}^2/\text{s}$ ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$),需先开启循环泵,在循环状态下锅炉点火缓慢升温,将有机热载体加热至 $70\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$,然后熄灭炉火,再进行 5.6.1.2.1 的操作。

5.6.1.2.3 锅炉及系统内的有机热载体排尽后,应打开膨胀罐、贮罐及循环系统管路末端的封头或堵头,对罐体底部和死角部位淤积的油泥,采用人工或高压冲洗等物理方法进行预清理,提高清洗效果。

5.6.1.2.4 未设人孔的膨胀罐、贮罐为清理罐内淤积的油泥而增开人孔时,应注意施工安全。开孔施工应在有机热载体排尽并吹扫置换后,经确认达到安全要求后再进行;对属于压力容器的罐体开孔,还需遵守压力容器相关标准及安全技术规范的相关要求。

5.6.1.3 清洗工艺操作

5.6.1.3.1 采用水基清洗剂清洗时,清洗工艺操作一般按以下要求进行:

- a) 清洗系统设置完毕后,将锅炉及系统注满水,开启循环泵,检查锅炉炉管是否有堵塞、泄漏或其他异常现象,若有泄漏或异常情况应及时处理,然后炉膛点小火,边循环边加热至 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,检查循环系统中每个热交换器循环分路的管子受热温度是否均匀,若有不易受热的管子,说明有可能污堵,需对该循环分路加强冲洗,尽量疏通污堵管路,必要时排水后拆开热交换器管路进行疏通;
- b) 热水循环冲洗一定时间后熄火、排水,将配制好的清洗液打入锅炉及循环系统中,开启循环泵,循环均匀并确认系统无泄漏后,炉膛点小火,边循环边加热清洗(设置清洗箱的,也可以在锅炉和系统中先注水,边循环加热,边加入清洗剂和助剂);
- c) 清洗温度和清洗时间根据清洗剂特性、油泥、油垢和结焦程度而定,一般清洗温度 $80\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 95\text{ }^{\circ}\text{C}$,清洗时间 $8\text{ h}\sim 36\text{ h}$ (可进行重复清洗)。如果油泥、油垢和结焦程度严重,也可延长清

洗时间；

- d) 设置分路清洗系统的,对结焦程度不高的循环系统管线可采用循环与浸泡相结合的方式,在清洗过程中适时关闭循环系统的部分清洗管路的出、入口阀门,增强锅炉本体或者油垢和结焦程度较严重的热交换管路的清洗流量和流速,重点清洗结焦或污堵较严重的部位;如果热交换系统有阻塞现象,也可分组进行循环清洗,冲通阻塞的管子;
- e) 清洗过程中一般可通过系统压力的平稳性、清洗液状态和颜色的变化、过滤器滤出杂质的量、热交换器管路受热均匀性等因素来判断清洗进程。当清洗达到预定时间,各循环管路上压力平稳,用红外热成像仪或测温仪测量热交换管路温度均匀,检查过滤器干净,滤网更换或者清理后再循环 1 h 检查基本无新增油污和渣滓,可判断清洗终点到达,停止加热;
- f) 在循环状态下,待清洗液温度降至 70 °C~80 °C 时进行排放;清洗废液排完后,将锅炉及系统注满清水,边循环边炉膛点小火将水温加热至 80 °C~90 °C,循环约 1 h 后熄火,通过检查管路受热是否均匀,判断循环管路及热交换器是否有堵塞现象,过滤器处是否有残渣积聚。然后趁热将水排尽,若有堵塞或残渣积聚则进行清渣;再次向锅炉及系统注满清水,循环 0.5 h 至 1 h 后排放。循环系统中各个热交换器或循环支路有排放阀的,应打开每个排放阀检查锅炉及各排放点排出水是否呈中性。若锅炉及系统中水呈碱性,需再次重新换水冲洗,直至所有排放点出水清澈,并与进水 pH 值一致;
- g) 锅炉和系统中的水排尽后,用抽吸泵抽吸各排放管,抽出管内残液后再用蒸汽或压缩空气吹扫等方式,除去残留水。不得采用空炉烘烤的方法来除残留水,以免对锅炉造成损害。

5.6.1.3.2 采用有机清洗剂清洗时,清洗工艺操作一般按以下要求进行:

- a) 清洗前检查锅炉及系统是否有堵塞、泄漏或其他异常现象,若有泄漏或异常情况应处理后清洗;
- b) 向锅炉及系统中注满清洗液,开启循环泵,在循环状态下,炉膛点小火,边加热边循环清洗;
- c) 清洗的温度、时间、过程控制和终点判断可按照 5.6.1.3.1 中的 c)~e) 进行。个别有机清洗剂适宜在常温下清洗,其清洗参数控制按产品特性确定;
- d) 对于容量较大的热交换循环系统,可对热交换设备分组循环清洗,以增强清洗流速及其冲刷力。对于油污较严重的系统,后几组设备清洗时需补加新的清洗剂,确保清洗系统中清洗液的有效性;
- e) 清洗结束,停止加热后继续循环,至清洗液温度降至 70 °C~80 °C 时进行排放并回收,用抽吸泵抽吸各排放管,抽出管内残油后再用压缩空气吹扫锅炉及循环系统等方式,除去残留的清洗废液。

5.6.2 在线清洗

5.6.2.1 在线清洗限制条件

5.6.2.1.1 利用少量清洗剂与原有有机热载体混合后进行在线清洗的,仅适用于在用有机热载体残炭和运动黏度超标不大于 10%,传热系统内壁仅粘附油泥或轻微结焦的液相锅炉及液相循环系统。而且清洗前清洗单位应对在用有机热载体取样分析,并按附录 C 的要求进行清洗剂对该有机热载体影响的小型试验,确保加入的清洗剂不会在运行条件下使该在用有机热载体发生不良反应。

5.6.2.1.2 选用的清洗剂应符合 5.2.5 的要求。

5.6.2.2 在线清洗操作

5.6.2.2.1 将膨胀罐内部分有机热载体排至贮罐(排出总量与清洗剂用量相当),通过膨胀罐向锅炉及循环系统中加入清洗剂,在循环中与在用有机热载体混合均匀;或者排出全部在用有机热载体,换成传

热性良好的清洗剂,缓慢升温,脱除水分和轻组分后升温至运行温度。

5.6.2.2.2 在运行状态下循环清洗,到达预定清洗时间后停止运行,一般在线清洗时间不应超过 360 h。

5.6.2.2.3 停止加热后继续循环,至系统内油温降至 70 °C~80 °C 趁热排出,然后用抽吸泵抽吸各排放管。抽出管内残油后,再用压缩空气吹扫系统等方式,除去锅炉及系统内残液。

5.6.2.2.4 废油液排放后,应采取适当的措施,进一步置换清除锅炉及循环系统管路内残留的废液、油泥、残渣等杂质。必要时,进行循环流速均匀性测试,确保炉管和热交换管不被污堵。最后,再次用压缩空气吹扫锅炉及循环系统管路,排尽残留液。

5.6.2.2.5 清洗过程中应注意锅炉进出口温度、压差、升温速度、循环流速等运行状况及循环泵电机的电流是否发生变化,若有异常情况应立即查明原因,必要时停止在线清洗。

5.7 清洗过程监测

5.7.1 加热清洗时应注意观察和记录锅炉压力与出口介质温度,控制清洗压力不高于锅炉工作压力,避免因清洗液气化而导致超压。

5.7.2 清洗过程中(包括在线清洗),应每隔 4 h 用红外热成像仪或红外测温仪对循环系统各个热交换器换热管的壁温进行测定(测定时管外需有流动空气冷却条件),记录各管路的管壁温度及其变化情况,检查管路受热的均匀性,并在锅炉出口温度相同情况下,查看清洗开始时与清洗后期热交换管管壁温度的变化情况,判断清洗效果。对于管壁温度分布不均匀的管路需采取措施加强清洗。如果清洗结束时,热交换管受热仍不均匀,存在局部管壁温度明显偏低的现象,应查明原因。必要时,清洗后需拆下该热交换器,作进一步疏通清渣。

5.7.3 对于清洗前发生过管路污堵甚至烧损事故的锅炉,应检查是否有炉管堵塞。必要时,对于盘管式锅炉,可拆开锅炉出口处保温层,在清洗中用红外热成像仪或红外测温仪测定各路盘管的温度是否基本一致,并比较清洗前后的温度变化情况判断清洗效果;对于管架式、方型盘管、门型管等结构形式的锅炉直段炉管,水基清洗的可在清洗前后的水冲洗和清水置换阶段,有机清洗剂清洗的在注入清洗液后或清洗后重新注入有机热载体时,在循环状态下用超声波流量计检测相邻炉管内介质流速的对比试验(尤其是循环死角或流速低容易造成沉积的部位),根据流速均匀性判断是否有堵塞现象,并判断清洗效果。

5.7.4 清洗过程中,应定时检查系统中的仪器仪表是否正常;经常检查过滤器,清除过滤出来的结焦物和垢渣,尤其当循环系统压力不稳,管道发生振动时,更应及时拆开过滤器,清除滤网上的油污焦渣等杂质。

6 清洗质量要求与检查

6.1 清洗质量要求

6.1.1 被清洗表面(包括膨胀罐和贮罐)应清洁,基本无残留的油泥、结焦物、垢渣及清洗残留液等杂质,可见部位的除污面积应大于 90%。

6.1.2 锅炉炉管和循环系统管路应畅通,无阻塞现象。

6.1.3 清洗结束后,锅炉和循环系统基本无清洗残留液,不得有因残留液造成新注入的有机热载体污染而产生皂化、乳化、分层等问题。采用水基清洗剂清洗的,重新注入有机热载体后,脱水排汽时不应发生因残留水过多而引发膨胀罐喷油,并且一般应在 120 h 内使有机热载体中的水分含量低于 500 mg/kg。

6.1.4 投入正常运行后,循环系统中的有机热载体抽样检测结果应符合 GB/T 24747 中正常使用质量指标;对于全部更换为未使用有机热载体的,残炭测定值不应超过 0.3%、酸值测定值不应超过 0.3 mgKOH/g、低沸物含量不应超过 5%。

6.2 清洗质量检查

6.2.1 清洗后打开膨胀罐和贮罐的人孔,拆开系统中的法兰、管路末端的盲板,过滤器和进出口阀门等,检查清洗效果,应符合 6.1.1 的要求。

6.2.2 对于清洗前发生过管路污堵甚至烧损事故的燃煤锅炉,必要时,对于可以割管的锅炉,可在流速相对较低或受热较强,容易形成沉积的部位进行割管检查;对于能够进行超声波流量计测量的锅炉,可在注入有机热载体后,启动锅炉内循环,用超声波流量计测量锅炉内管路的流速,判断是否有堵塞的炉管。

6.2.3 锅炉及系统重新注入有机热载体后,在工作压力下进行泄漏试验,锅炉及系统应无泄漏。

6.2.4 锅炉投入正常运行后,检测锅炉进、出口的温差和压差,有机热载体流量,锅炉排烟温度,热交换设备的进出口温差等运行参数及燃料消耗量,与清洗前的数据对比,评价清洗效果及其对锅炉系统能耗的影响。

6.2.5 锅炉系统中的有机热载体完成脱水排汽后,在投入正常运行十天内应对循环系统中的介质进行取样检测,其测定结果应符合 6.1.4 的要求;对于不符合要求的,应在三个月内再次抽样检测,并按 GB/T 24747 规定判定和处置。

6.2.6 对于结生严重炭垢的炉管,如果无法清洗除去且影响安全运行的,应该由具有相应修理资质的单位更换炉管。

7 安全要求

7.1 安全措施

7.1.1 清洗单位应根据具体情况制定清洗安全管理制度,在清洗前进行安全技术交底,明确清洗过程安全要求,保障人身、设备安全。

7.1.2 清洗人员应遵守以下安全要求:

- a) 严格遵守清洗单位和锅炉使用单位的安全制度,严格执行化学清洗安全措施;
- b) 掌握安全操作规程,了解所使用的各种清洗剂的特性及急救方法,能够进行自身防护;
- c) 使用有危害的清洗药品时,应按照相关安全要求进行操作,穿戴必要的防护用品。

7.1.3 清洗前应进行安全检查,并符合下列要求:

- a) 与清洗无关的仪表、阀门和管道等已安全隔离;
- b) 所有的连接部位安全可靠,阀门、法兰和清洗泵密封严密。清洗现场应备有耐腐蚀、耐油、耐温的可用于管道、阀门等的包扎材料;
- c) 循环泵、取样点、过滤器等附近应配备可对清洗液泄漏进行有效处理的装备和药剂;
- d) 清洗现场应配备足够可靠的消防设备、安全灯、照明、劳动保护用品、受伤处理的常规和急救药品,并且设置安全警示标志;
- e) 采用临时清洗系统的,临时系统安装后应作清洗最高压力的耐压试验,系统严密不漏才能进行化学清洗;
- f) 具有防爆要求的化学清洗现场,清洗系统应符合防爆要求。

7.1.4 对于有机热载体严重劣化导致闪点、自燃点降低而成为易燃物的,排出系统时应采取必要的消防安全措施。

7.1.5 采用水基清洗的,清洗后如果不能在一个月投入运行,应采取停炉保护措施,防止锅炉及系统发生锈蚀。

7.2 安全操作

7.2.1 清洗过程中炉膛点火、阀门切换等操作前,应认真检查流程后再操作,加热升温时,应严格控制清洗液温度,防止其汽化、喷出等危险发生,防止清洗液泄漏。

7.2.2 人工清理膨胀罐和贮罐的油泥时,人员进入罐体前应对罐内空气进行置换,达到安全要求;罐外应有专人监护,注意罐内操作人员安全。

7.2.3 酸性溶剂、易挥发有机溶剂清洗时不得在清洗系统上进行明火作业,不得在清洗现场吸烟。

7.2.4 废油和清洗废液排放温度不应过高,一般排放温度应控制在 80 °C 以下。排放时应注意安全,操作人员需穿戴相应防护用品,并采取安全隔离措施,避免人员伤害。

8 废液处置及排放

8.1 清洗废液的处置应符合国家有关环保要求的规定。清洗方案中应详细制订清洗废液的处理方法,预备废液处理所需容器或废液池,以及废液处理的药剂。严禁排放未经处理的清洗废液,也不得采用渗坑、渗井和漫流等方式排放。

8.2 水基清洗的废液(包括水冲洗的废水)应按 GB/T 31188 的要求进行处理,符合 GB 8978 的规定后才能排放。

8.3 有机类清洗废液(包括经过在线清洗的已劣化有机热载体)无回收利用价值的,应按照国家环保部门有关处理废弃石油及化工产品的法规要求进行处理。



附录 A
(资料性附录)

有机热载体锅炉及系统清洗记录表

有机热载体锅炉及系统清洗过程应按表 A.1 进行记录。

表 A.1 有机热载体锅炉清洗操作记录表

使用单位						联系人			
地址						联系电话			
锅炉型号		热功率		MW		燃料种类			
锅炉结构						投运日期			
清洗范围						清洗方式			
系统缺陷情况									
清洗小试情况									
清洗前锅炉和油品状况	锅炉工作温度		出口: °C; 回流: °C			锅炉排烟温度		°C	
	锅炉工作压力		出口: MPa; 入口: MPa			燃料消耗 (产能比)			
	热交换器换热情况								
	在用油类型		油品牌号		油投运时间				
	在用油检测		残炭	运动黏度(40 °C)			闭口闪点	酸值	
	测定值		%	mm ² /s			°C	mgKOH/g	
清洗过程记录									
时间	压力/MPa		温度/°C (测温仪型号:)				清洗液 状态颜色	压力表抖动情况和 过滤器清理情况	
	出口	回流	出口	回流	热交换器支管温度分布情况				
水相清洗 置换水测定	测点								
	pH								
废液处置									

表 A.1 (续)

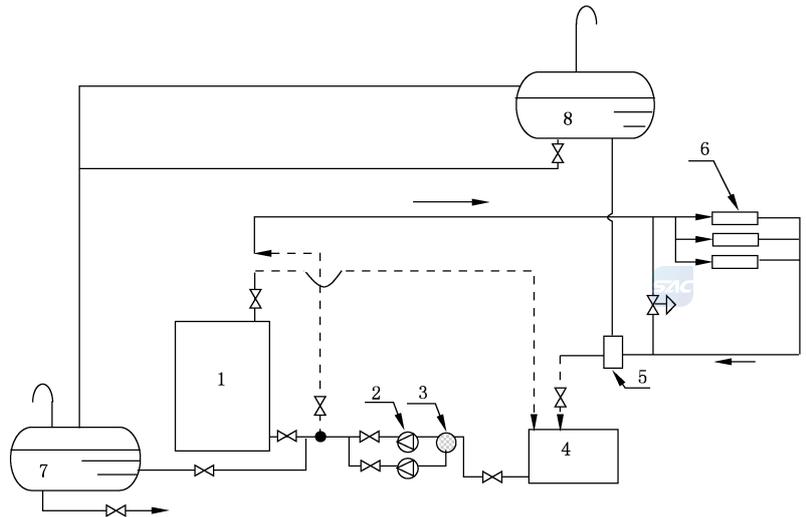
清洗前后 系统检查	清洗前：				
	清洗后：				
低位罐和膨胀罐清洗情况					
清洗 后锅 炉的 状况	锅炉工作温度	出口： °C；回流： °C		锅炉排烟温度	°C
	锅炉工作压力	出口： MPa；入口： MPa		燃料消耗 (产能比)	
	热交换器换热情况				
	清洗后脱水措施			脱水(气)时间	
清洗作业人员：		年 月 日	用户单位签字：		年 月 日

附录 B
(资料性附录)

有机热载体锅炉和循环系统分路清洗系统设置

B.1 分路清洗系统示意图

有机热载体锅炉和循环系统分路清洗的临时管线及连接系统的设置见图 B.1。



说明：

- | | |
|---------|----------------|
| 1——锅炉； | 5——油气分离器； |
| 2——循环泵； | 6——热交换系统及用热设备； |
| 3——过滤器； | 7——低位贮罐； |
| 4——清洗箱； | 8——高位膨胀罐。 |

注：虚线表示的管路和清洗箱为临时加装，其他为系统原有装置和循环管路。

图 B.1 有机热载体锅炉和循环系统分路清洗临时管线连接示意图

B.2 设置要求

B.2.1 设置分路临时清洗系统时，拆开循环泵出口和锅炉出口阀后管路，加装三通、阀门、临时连接管线和清洗箱，其中清洗箱出口连接循环泵入口；循环泵出口装设三通，一路连接锅炉入口，另一路用临时管道连接与锅炉出口断开后的热交换循环系统管路；锅炉出口和热交换循环系统回流至清洗箱。

B.2.2 热交换循环系统入口和回流管需分别加装阀门，使锅炉和热交换系统既可同时清洗，又可分别独立清洗，以便增强锅炉及热交换系统清洗流量，提高清洗效果。

B.2.3 清洗箱出口应设置过滤网和过滤器，避免清洗出来的结焦物和垢渣等固体杂质重新进入锅炉和循环系统管路。

附 录 C

(规范性附录)

用于在线清洗的有机清洗剂对在用有机热载体的影响小型试验

C.1 概要

C.1.1 本试验应在所测试的清洗剂已按 5.2.5 的要求通过热稳定性试验的前提下进行。

C.1.2 本试验在模拟被清洗锅炉出口最高温度的条件下进行,主要测试清洗剂是否会对该锅炉中的在用有机热载体产生不良影响。试验结果不适用该清洗剂对其他锅炉循环系统中所用有机热载体的影响。

C.2 仪器

C.2.1 恒温电加热板,最高控温范围不低于 400 °C,面板加热区域不小于 300 mm×300 mm(也可采用其他类似的加热装置,并尽可能采用回流装置),加热区域温度均匀性及控温精度±5 °C或更精确。

C.2.2 温度计,量程 0 °C~500 °C,测量精度±5 °C或更精确。

C.2.3 用钠钙玻璃或硼硅玻璃制成的 500 mL 烧杯及表面皿。

C.2.4 残炭测定仪(适用于测有机热载体残炭)。

C.2.5 运动黏度测定仪及合适的黏度计(适用于测深色有机热载体运动黏度)。

C.2.6 电位滴定仪及非水 pH 电极(适用于测有机热载体酸值)。

C.2.7 玻璃棒。

C.3 试验方法

C.3.1 在待清洗锅炉的循环系统中取不少于 2 500 mL 的在用有机热载体(以下简称油样),同时查看并记录该锅炉运行时介质出口的最高温度。

C.3.2 取 4 个清洁干燥的烧杯,分别在称取摇匀的油样各 300 g±2 g,在其中两个烧杯中按清洗剂使用说明书的要求,分别加入相同比例的清洗剂,并搅匀。

C.3.3 将恒温电加热板置于通风柜中,并将上述 4 个烧杯盖上表面皿,放置于恒温电加热板的加热区域,开启加热板和通风柜开关,设置并调节加热板恒温控制温度为被清洗锅炉介质出口最高温度加 20 °C(以下称此温度为试验温度)。开始升温后,每隔几分钟进行搅拌和测量温度,直至油温达到试验温度。

C.3.4 在保持油温达到试验温度±10 °C条件下连续加热,总加热时间不少于说明书中要求的清洗时间,若说明书未限制清洗时间,则应不少于 40 h(如间断加热,每次连续保持试验温度的时间应不少于 8 h)。加热过程中定时搅拌和测量温度,必要时互换烧杯位置,尽量使 4 个烧杯中的油温一致且均匀达到试验温度。不搅拌和测温时,烧杯上应盖上表面皿。

C.3.5 加热试验结束后,待油温冷却至室温,分别测定 4 个烧杯中油样的残炭、运动黏度和酸值(每杯平行测定两次),未加清洗剂的油样和加有清洗剂的油样各自取其 4 次测定结果的平均值。

C.4 评判

C.4.1 分别计算经过加热试验后,加有清洗剂的油样与未加清洗剂的油样中残炭、运动黏度、酸值的平均值。

C.4.2 三项指标中任一项指标值不符合下述规定要求的,判定该清洗剂对被清洗设备中的在用有机热载体有不良影响,不能用于该锅炉在线清洗。

- a) 残炭(%): $X_1 \not\leq 1.5X_0$
- b) 运动黏度(40 ℃, mm²/s): $X_1 \not\leq 1.3X_0$
- c) 酸值(mgKOH/g): $X_1 \not\leq 1.5X_0$

注: X_1 ——加有清洗剂的油样测定平均值; X_0 ——未加清洗剂的油样测定平均值。

