ICS 75.010

CCS E01

DBXX

辽 宁 省 地 方 标 准

DBXX XXXX—20XX

锅炉中性化学清洗导则

Boiler Neutral Chemical Cleaning Guide

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布　　20XX-XX-XX 实施

辽宁省市场监督管理局　发布

目　次

前言.....错误！未定义书签。
1 范围.....1
2 规范性引用文件.....1
3 术语和定义.....1
4 基本要求.....1
5 技术要求.....2
6 金属腐蚀的防止与控制.....3
7 锅炉清洗工艺.....4
8 清洗过程检测.....4
9 清洗质量要求.....5
10 安全要求.....5
11 清洗废液排放处理.....5
附录 A 中性清洗剂中总铁的测定.....6

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》给出的规则起草。

本文件由辽宁省市场监督管理局提出。

本文件由辽宁省市场监督管理局归口。

本文件起草单位:

本文件主要起草人:

锅炉中性化学清洗导则

范围

本导则适用于小于22MPa锅炉非运行状态下的中性化学清洗。

本标准规定了锅炉中性清洗的基本要求、技术要求、清洗过程监督、清洗质量、安全保障及废液排放处理等。

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，仅注日期的版本使用于本文件。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 34355蒸汽和热水锅炉化学清洗导则

DL/T 956 火力发电厂停（备）用热力设备防锈蚀导则

DL/T 523 化学清洗缓蚀剂应用性能评价指标及试验方法

DL/T 1151.1～1151.22火力发电厂垢和腐蚀产物分析方法

术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

1.1

锅炉中性化学清洗 Boiler neutralchemical cleaning

采用中性有机络合剂等化学药剂除去锅炉水汽系统中的各种沉积物，清洁金属表面、形成耐蚀防腐保护膜的清洗方法。

1.2

中性有机络合剂 Cleaning Neutral organic complexing agent

有机络合剂的钠盐或钾盐，药剂 pH 范围在 6.5～8.5，中性或近中性药剂。

基本要求

1.3 清洗单位

4.1.1 清洗单位应有第三方认证的清洗资质或具备相应的清洗能力和清洗技术，建立健全质量安全保证体系，配备专业清洗技术人员、设备、仪器仪表等。

4.1.2 清洗单位应定期对清洗相关人员进行技术和安全培训，清洗前应进行技术交底，并制定安全管理制度和应急预案。

4.1.3 清洗单位应对其清洗质量负责，清洗单位主要负责人为清洗质量和安全环保第一负责人。清洗前应做好制定质量计划并严格执行；清洗过程中应定时进行检查并记录。

4.1.4 清洗结束后，应按本标准清洗质量的要求进行验收，按规定处置清洗废液，及时出具清洗竣工报告，并将清洗过程的各项记录、方案、报告等相关资料存档，清洗系统中悬挂的腐蚀指示片应妥善

保存两年以上。

1.4　清洗人员

4.2.1 应通过专业技能和安全教育培训，掌握锅炉清洗工艺、安全操作与防护知识和应急预案，并考核合格，持证上岗操作。

4.2.2 清洗过程中应遵守锅炉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，保障人身和设备安全。

4.3 质量保证体系

4.3.1 制定各岗位人员职责、权限，任命质保工程师及各质量控制系统责任人员；

4.3.2 制定质保手册和程序文件，其要素应包括文件和记录控制、合同控制、材料控制、清洗工艺控制，清洗过程检验、清洗设备和检验试验装置控制、不合格品(项)控制、质量改进与服务、管理评审、人员管理、与清洗相关方控制等；

4.3.3 控制要素至少包括以下控制范围、程序、内容：

(1)实施中的控制要求、过程记录、检验试验项目、检验试验记录和报告；

(2)相关人员配备，职权和检查确认的工作见证。

技术要求

1.5　清洗前准备

5.1.1 查阅锅炉档案，了解锅炉的结构、材质，并且对锅炉内外部进行全面检查，并进行消缺处理。

5.1.2 清洗前检查并记录锅炉结垢腐蚀情况，必要时拍照。

5.1.3 应在锅炉受热面取有代表性的垢及腐蚀产物(以下简称垢）进行分析，并进行溶垢试验。对于额定工作压力大于或者等于3.8MPa的锅炉还应在受热部位割管，应进行沉积物量测定及成分定量分析，并且进行模拟清洗小型试验。管样的割取和沉积物（垢）量的测定参照GB/T34355，垢的采集和分析方法参照 DL/T 1151.1～1151.22。

5.1.4根据锅炉情况、垢的程度及清洗小型试验结果，选配适宜的清洗剂、缓蚀剂和清洗助剂等，设计清洗系统，制订清洗方案。

5.1.5 清洗方案应由本单位技术人员制定，审核批准后再经锅炉使用单位确认，清洗中严格按方案执行。

5.2　清洗方案

5.2.2 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) 锅炉设备状况，包括锅炉结构、材质、容积、清洗范围、消缺情况；
c) 锅炉垢的情况，包括垢的分布、厚度或者沉积物量，结垢物成分分析结果；
d) 清洗剂配制、用量、清洗工艺及其控制参数；
e) 清洗系统图；
f) 腐蚀指示片、监视管在清洗系统中悬挂位置与数量；
g) 清洗所需要采取的节流、隔离、保护等措施；
h) 清洗工艺过程记录、检验项目和控制要求指标等；
i) 清洗过程设备、药剂、配件、水、气、电等配备；

j) 清洗过程人员配制，清洗进度情况；

k) 清洗验收质量要求；

l) 清洗废液的排放处理；

m) 系统恢复情况；

n) 安全环保要求、隐患排查及预防措施、应急处置预案等。

1.6 清洗液

5.2.1 清洗剂的选择。应根据垢的成分，选择有机膦类聚合物、羧酸类聚合物、磺酸类共聚物等药剂的钠盐或钾盐中的一种或几种进行溶垢试验，并根据试验的结果，选择合适的清洗剂，对于额定工作压力大于或者等于 3.8MPa 的锅炉，应尽量选择钾盐，清洗药剂等级应为各产品标准中的优级品，并严格控制药剂中未反应单体的含量和氯离子含量。

5.2.2 缓蚀剂的选择。应根据清洗剂的种类，选择协同钝化效果好的缓蚀剂，可选择六次亚甲基四胺、苯并三氮唑、羟基苯并噻唑等缓蚀剂，应在清洗系统建立后清洗药剂加入前加入。清洗前应对所用缓蚀剂进行缓蚀效率试验，确保缓蚀效率达到 98％以上，并且腐蚀速率符合本标准要求，不发生点蚀及其它局部腐蚀。缓蚀效率的测定可按 GB/T34355 进行，用于电站锅炉化学清洗的缓蚀剂还应按 DL/T 523 进行测试，其各项性能指标应符合该标准的要求。

5.2.3 清洗助剂的选择。为了清除有机类附着物，增强清洗剂性能，可添加清洗助剂，但应测定添加助剂对缓蚀剂缓蚀效率的影响，添加助剂后金属的腐蚀速率和缓蚀剂的缓蚀效率符合本标准规定。

1.7 清洗系统

5.3.1 应根据锅炉结构、清洗范围、锅炉现场条件和环境以及方便安全等绘制清洗系统图，制定临时系统安装卡，按要求安装并记录。

5.3.2 清洗系统的设置应满足清洗要求，且能实现正反两个方向清洗。清洗箱应满足清洗过程加热要求，清洗箱出口应装设滤网，滤网孔径应当小于 5mm，并且有足够的流通截面；清洗箱应有腐蚀试片悬挂位置，出口管应有监视管安装装置，并设置流量计，控制监视管流速与锅炉水冷壁管流速基本一致，运行锅炉宜在炉墙水冷壁管处设监视管装置；清洗泵应有备用泵；临时管路安装水平铺设的临时管道，朝排水方向的倾斜度不得小于 3/1000，焊接操作人员应持有相应的合格焊接项目的特种设备作业人员证。清洗系统中的阀门应灵活、严密，不含铜部件，不参与清洗的系统、设备、仪表及部件等都应可靠隔离或者保护；锅筒下降管口应安装临时节流孔板，事故放水管封闭，锅筒上设临时液位计及液位监视和报警信号，也可在锅筒内设置影像设备，锅筒顶部应设有排气管；临时系统安装要考虑锅炉清洗时受热向下膨胀量，要有缓冲膨胀的措施；安装清洗泵进、出口管道时，应考虑热膨胀补偿措施；在靠近临时接口或临时接口的母管上宜加装隔离门，以便进行临时系统的水压试验。

5.3.3 清洗前应进行临时系统的水压试验，并及时消缺。

5.3.4 清洗中使用检测仪器设备应计量检定。

5.4 清洗条件

5.4.1工业锅炉锅炉受热面被结垢物覆盖80％以上，并且结垢物平均厚度达到1mm以上；或锅炉受热面有严重的锈蚀。

5.4.2 电站锅炉基建炉、运行锅炉受热面垢量或运行年限达到 GB/T34355 标准。

6 金属腐蚀的防止与控制

6.1 清洗时必须在清洗系统中悬挂金属腐蚀指示片，测定金属腐蚀速率和腐蚀总量。

6.2 清洗时应加入合适的缓蚀剂，其浓度和使用方法应根据试验结果确定。

6.3 清洗时，锅炉炉管内清洗液流速应保证腐蚀速率不大于本标准的规定，宜维持在 0.2 m/s～0.5m/s，不得大于 1m/s。

6.4 清洗时，清洗剂浓度控制在 5%～8%，苯并三氮唑、羟基苯并噻唑控制在 0.02%～0.03%，清洗助剂根据试验添加，清洗液温度控制在 50℃～60℃，pH 值控制在 6.5～8.5，pH 值超过 8.5 时应及时补加或更换清洗剂；清洗时间一般不超过 12 小时，清洗液温度低时，可适当延长清洗时间，但应试验确定，且金属腐蚀速率和腐蚀总量不应超过本标准要求。

6.5 锅炉化学清洗后，电站锅炉应 20 天内投入运行，否则应根据 DL/T 956 采取相应的保护措施。

7 清洗工艺

7.1锅炉化学清洗工艺步骤一般包括：清洗前水冲洗、碱洗、碱洗后水冲洗、中性清洗、排液、氮气或空气吹扫。当锅炉清洗系统中无有机附着物时，可省略碱洗步骤。

7.2清洗过程中碱洗及随后的水冲洗用水量汽包锅炉为水容积的3～5倍，直流锅炉为6～9倍。中性清洗用水量为水容积的1～1.2倍。

7.3 清洗前水冲洗按GB/T34355执行；

7.4 碱洗工艺按GB/T34355执行；

7.5 碱洗后水冲洗：用过滤澄清水、软化水或除盐水冲洗，至出水pH值小于等于8.5，水质透明。

7.6 中性清洗工艺控制：

a) 应预先将清洗系统中水循环加热至清洗要求温度的下限，并根据泵流量在一个循环周期内均匀加入缓蚀剂，待系统内缓蚀剂循环均匀后，通过清洗箱注入清洗液至 5.5.6 规定的浓度；

b) 清洗液温度控制在 50℃～60℃，pH 值控制在 6.5～8.5，pH 值超过 8.5 时应及时补加或更换清洗剂；清洗时间一般不超过 12 小时，清洗液温度低时，可适当延长清洗时间，但应试验确定，且金属腐蚀速率和腐蚀总量不应超过本标准要求。

c) 清洗系统进清洗液 30min 前，应将监视管段投入循环系统，并控制监视管内流速与被清洗锅炉水冷壁管内流速相近。

d) 每一回路循环清洗到预定时间时，应加强进出口的总铁离子浓度的化验分析，检查其是否达到平衡，当分析结果总铁离子浓度达到稳定平衡后，可取下监视管检查清洗效果，如监视管内基本清洁，再循环清洗 1h 左右，即可停止清洗；

e) 清洗过程应注意控制清洗液温度、循环流速、锅筒及清洗箱的液位。

7.7 排液、氮气或空气吹扫工艺控制：用纯度大于97%的氮气或压缩空气连续顶出废清洗液，并继续吹扫至清洗液干燥

8 清洗过程监测

8.1清洗时应分别在监视管、锅筒或清洗箱内悬挂腐蚀指示片，每个部位腐蚀指示片应不少于3片。

8.2取样和监测点通常宜设在清洗系统的进口、出口和排放管，必要时可在系统其他部位设置监测点；

8.3清洗过程中应及时按以下要求进行化学监督，同时监测清洗液的温度和流速，并予以记录：

a) 碱洗：每4h（接近终点时每1h）测定碱洗液的pH值、总碱度和PO43-浓度；

b) 中性清洗：开始时每30min（中间阶段每1h）测定清洗液中的pH值、总铁浓度。接近终点时，应缩短测定间隔时间。

8.4 碱洗工艺过程检测按GB/T34355执行。

8.5中性清洗根据化验数据和监视管内表面的除垢情况判断清洗终点。总铁含量不再上升，检查监视管段，管内是否已清洗干净。若管段仍有污垢，应把监视管段放回系统继续清洗，直至监视管段全部清洗干净。若监视管段已清洗干净，可继续循环清洗1h结束清洗。

9 清洗质量要求

9.1 锅炉清洗质量应符合以下要求：

a) 被清洗的金属表面应清洁，基本上无残留氧化物和焊渣，无明显金属粗晶析出的过洗现象，不允许有镀铜现象；

b) 用腐蚀指示片测量的金属腐蚀速率的平均值应小于 $6g/(m^2 \cdot h)$，且腐蚀总量不大于 $80g/m^2$；

c) 运行炉的除垢率不小于 90%；

d) 基建炉基本无残余垢量；

e) 固定设备上的阀门、仪表等不应受到腐蚀损伤；

f) 被清洗的表面应形成良好的钝化保护膜。

清洗除垢率与残余垢量的测定见 GB/T34355 附录 J。

9.2 清洗后，应及时清除锅筒和下联箱、直流炉的启动分离器和联箱等可能存在的沉渣；需要时应割管检查清洗质量；拆除临时管路，恢复锅炉系统。

9.3 锅炉清洗后应尽快投入运行，如在 20 天内不能投入运行，应进行防腐保护，方法见 DL/T956。

10 安全要求

10.1 清洗单位应制定清洗安全管理制度，清洗人员应掌握安全操作规程，了解所使用的各种清洗剂的特性、急救方法和自身防护措施。

10.2 清洗人员应严格遵守本单位和锅炉使用单位的安全规章制度，清洗过程按要求穿戴防护用品，做好人员保护工作。

10.3 清洗前应对清洗现场进行安全风险辨识，做好隐患排查，制定应急预案；

10.4 清洗作业前，按规定办理作业票，并做好安全技术交底；

10.5 清洗过程中严格按安全制度进行，做好药剂、水、电、汽等防护工作，现场照明、道路应保障及时做好现场巡查工作；

10.6 配备必要的防护物资、警戒物资和急救药品。

11 清洗废液排放处理

清洗方案中应制订清洗废液的处理方法。清洗废液排放应符合 GB 8978。其他施工过程环保要求应符合当地相应标准要求。

附 录 A

（资料性附录）

中性清洗剂中的总铁的测定

A.1 基本原理

在酸性环境下，当用酸性高锰酸钾氧化有机物，生成硫酸铁，以磺基水杨酸为指示剂，用 EDTA 标准溶液滴定时测定总铁含量。

A.2 试剂

a.EDTA 标准溶液：0.1000mol/L；

b.磺基水杨酸：10%水溶液；

c.氨水：分析纯，27%；

d.硫酸：分析纯，98%；

e.高锰酸钾：化学纯，5%。

A.3 测定方法

取 V_S清洗液（约 2～ 5 mL），加入 250mL 三角烧瓶中，再加入 2mL 浓硫酸并加热至 50～80℃，滴加高锰酸钾溶液，至紫色不再退去（淡紫色），用蒸馏水稀释至 50mL，滴加浓氨水将 pH 值调至 2～３，加入 5～6 滴磺基水杨酸指示剂，用 0.100mol/L（1/2EDTA）标液滴定溶液由黑紫色变为黄亮色，记下消耗的消耗量 V。

A.4 计算

总铁（总 Fe），按式 A.1 计算；

$$总\mathrm{Fe}=\frac{56MV}{V_S}\times 1000\ (\mathrm{ppm})\quad (A.1)$$

式中：56－Fe 的原子量；

M－EDTA 浓度，mol/L；

V－滴定消耗的 EDTA 体积，mL；

G－试样重量，取近似值 1g/mL,用取样体积 V_S代替。