

ICS 71.040.40
G 76
备案号:20495—2007

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 3924—2007

锅炉水处理药剂性能评价方法 动态法

Standard test method for performance of boiler water treatment
chemicals—dynamic simulation method

2007-04-13 发布

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

2007-10-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

前 言

本标准针对锅炉水处理药剂性能的测试方法而订。

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由中国石油和化学工业协会提出。

本标准由全国化学标准化技术委员会水处理剂分会(SAC/TC63/SC5)归口。

本标准负责起草单位:天津化工研究设计院。

本标准主要起草人:张超、朱传俊、邵宏谦。

本标准由全国化学标准化技术委员会水处理剂分会(SAC/TC63/SC5)负责解释。

锅炉水处理药剂性能评价方法 动态法

1 范围

本标准规定了在燃煤、燃油、燃气以及电加热等形式的常压或低压锅炉中使用的炉内水处理化学品(以下称水处理药剂)的缓蚀和阻垢性能动态模拟试验的技术要求和试验方法。

本标准适用于额定压力小于或等于 2.5 MPa 以水为介质的蒸汽锅炉、汽水两用锅炉以及以水为介质的固定式承压热水锅炉和常压热水锅炉的锅水中添加的水处理药剂的阻垢性能、炉内液相缓蚀性能、炉内汽相缓蚀性能和对蒸汽冷凝水的管道缓蚀性能测定。炉外水处理设备以及物理方法锅炉水处理器的阻垢、缓蚀性能测定也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 150 钢制压力容器

GB 1576 工业锅炉水质

GB/T 6903 锅炉用水和冷却水分析方法

GB 6904.1 锅炉用水和冷却水分析方法 pH 测定 玻璃电极法

GB 6905.1 锅炉用水和冷却水分析方法 氯化物的测定 摩尔法

GB 6907 锅炉用水和冷却水分析方法 水样的采集方法

GB 6908 锅炉用水和冷却水分析方法 电导率的测定

GB 6909.1 锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定

GB 6910 锅炉用水和冷却水分析方法 钙的测定 络合滴定法

GB 6911.1 锅炉用水和冷却水分析方法 硫酸盐的测定 重量法

GB 6913.2 锅炉用水和冷却水分析方法 磷酸盐的测定 总无机磷酸盐

GB 6913.3 锅炉用水和冷却水分析方法 磷酸盐的测定 总磷酸盐

GB/T 15451 工业循环冷却水中碱度测定方法

GB/T 18175 水处理剂缓蚀性能的测定 旋转挂片法

HG/T 3523 冷却水化学处理标准腐蚀试片技术条件

JB 4730 压力容器无损检测

3 术语

3.1

低压锅炉 low pressure boilers

容积大于或等于 30 L,额定压力小于或等于 2.5 MPa,以水为介质用于产生蒸汽或提供热水的密闭承压锅炉。

3.2

热水锅炉 hot water boilers

常压或出口压力小于或等于 0.1 MPa,只用于提供热水的锅炉。

3.3

炉内化学处理 in-boilers chemical treatment

通过在给水中添加水处理药剂,并在锅炉内部与被加热介质发生化学反应,从而阻止锅炉的换热部分与输水、输气管路发生结垢和金属腐蚀的化学水处理方法。

3.4

锅炉水处理药剂 water treatment chemicals for boilers

用于防止锅炉系统结垢和金属腐蚀的各种水处理化学品。

3.5

给水 feed water

向锅炉内供给的自然水或经过处理的水。

3.6

锅水 boilers water

锅炉的锅筒中容纳的用于加热后产生蒸汽或提供热水的水。

3.7

阻垢率 prevent scale rate

经过化学或物理方法处理的水与未经处理的水的换热效果之比,以百分数表示。

3.8

缓蚀率 prevent corrosion rate

经过化学或物理方法处理的水与未经处理的水对金属的腐蚀作用之比,以百分数表示。

3.9

腐蚀速率 corrosion rate

以金属被腐蚀产生失重而算得的平均腐蚀速率,单位以 mm/a 表示。

4 方法提要

锅炉水处理药剂性能评价方法 动态法是在实验室给定条件下,模拟常压或低压锅炉实际运行时的锅内压力、锅水温度、蒸发速率、给水水质、金属材质等主要参数,通过埋在锅炉钢管表层下的测温元件,检测在锅炉钢管表面结垢后的垢下温度的变化,以及测试悬挂在锅水、锅内蒸汽和蒸汽冷凝水中的标准试片失重的方法,对锅炉水处理药剂的阻垢和缓蚀性能进行评价的测试方法。

5 试验装置(见图1)

5.1 模拟锅炉

5.1.1 主体材质

厚度不小于 6 mm 20 G 锅炉钢,外壁加保温层。

5.1.2 液相室

5.1.2.1 尺寸:内径不小于 DN150 mm,长度随容积确定。

5.1.2.2 有效容积:不大于 25 L。

5.1.2.3 一端用椭圆封头焊接封死,另一端焊接相应尺寸的法兰。

5.1.2.4 与汽相室用两根不小于 DN150 mm 锅炉钢材质的连通管连通。

5.1.2.5 底部设排污口,连接管直径不小于 DN25 mm。

5.1.2.6 适当位置留有测量炉内液体温度接口以及可取出的挂片架。

5.1.3 汽相室

5.1.3.1 有效容积不小于液相室的 1/3。

5.1.3.2 两端用椭圆封头焊接封死。

- 5.1.3.3 上部设有蒸汽出口,连接管直径不小于 DN15 mm。
- 5.1.3.4 上部设有限压安全保护装置,压力设定值 2.6 MPa。
- 5.1.3.5 适当位置留有测量炉内气体温度接口以及可取出的挂片架。
- 5.1.3.6 适当位置留有给水进水口,进水管直径不小于 DN15 mm。
- 5.1.4 水位测量接口
适当位置留有锅水水位测量接口。

5.1.5 参照标准

加工符合 GB 150《钢制压力容器》标准要求,焊缝参照 JB 4730 标准进行探伤检测。模拟锅炉整体液压试验压力为 4.1 MPa。

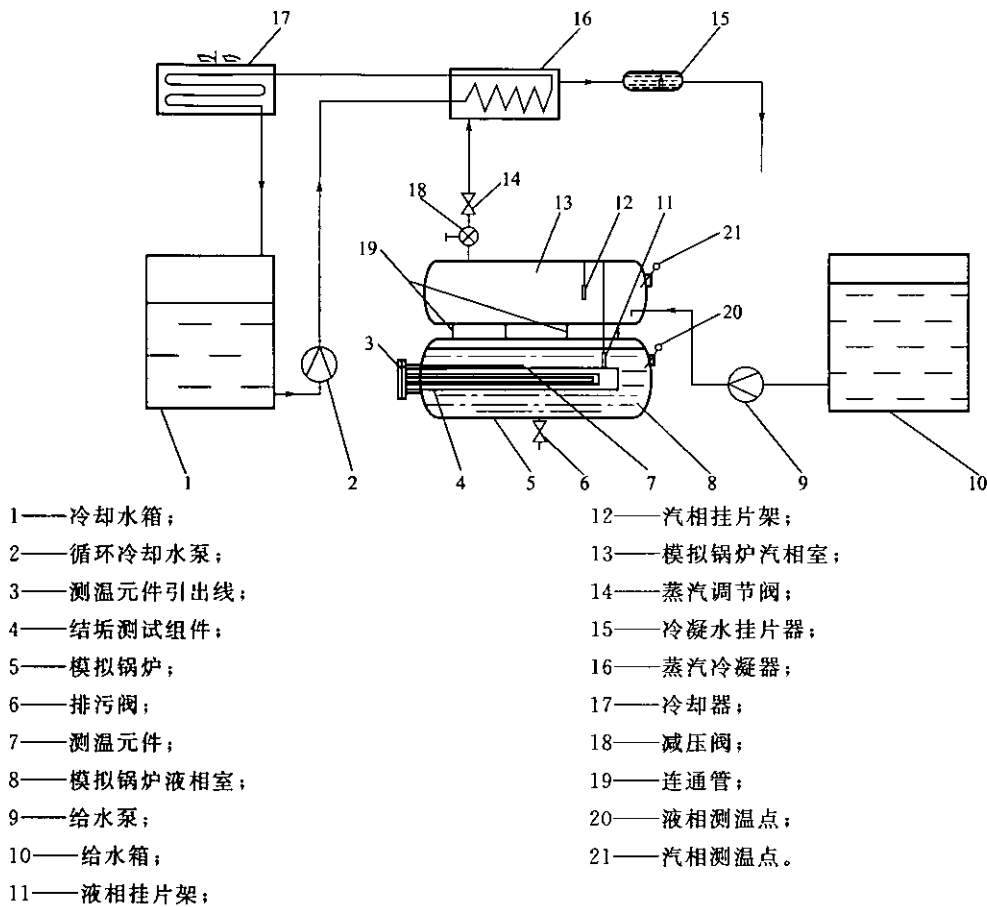


图 1 动态评价装置示意图

5.2 结垢测试组件(见图 2)

5.2.1 结构

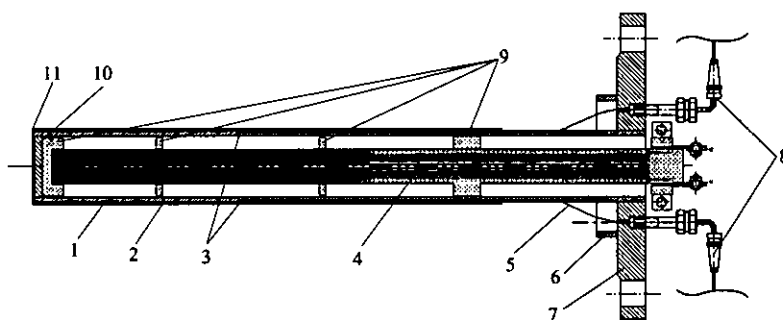
内管是一空心圆管,一端用钢板焊接封死,另一端焊接与模拟锅炉液相室(5.1.2.3)相同规格法兰。内管内放加热元件,内管外表面开槽埋入测温元件,埋入测温元件后内管外表面包 1.5 mm ~ 2 mm 20 G 锅炉钢板对口焊接,两端与内管密封焊接,包覆钢板焊缝车平。外包钢板也可用内径与内管外径能够紧密配合,壁厚不超过 2 mm 的锅炉钢管,埋入测温元件后两端与内管密封焊接的方法代替。

5.2.2 外包钢板内表面

应与测温元件紧密接触。

5.2.3 内管

5.2.3.1 尺寸:DN 50 mm×600 mm。



- 1——内管；
- 2——外包钢板；
- 3——测温元件；
- 4——加热元件；
- 5——测温元件引出线；
- 6——安装止口；
- 7——安装法兰；
- 8——测温元件引出线接头；
- 9——加热元件支撑；
- 10——封头钢板；
- 11——焊缝。

图 2 结垢测试组件结构示意图

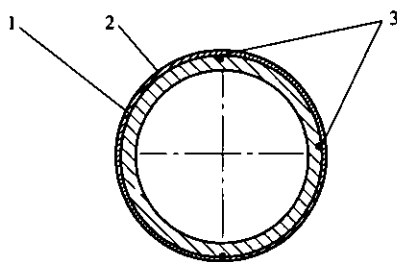
5.2.3.2 材质：壁厚不小于 5 mm 20 G 锅炉钢。

5.2.4 测温元件

5.2.4.1 分度号：K 或测温范围 0~600 °C 其他类型热电偶。

5.2.4.2 尺寸：φ2 mm，长度 400 mm。

5.2.4.3 安装方法：参照 5.2.1 结构，内管外表面开 2 mm 深的槽，在内管和外包钢板之间的上部和横向分别埋设，埋设数量不少于 2 支。测温元件引出线也埋于槽内，见图 3。



- 1——内管；
- 2——外包钢板；
- 3——测温元件。

图 3 测温元件埋设示意图

5.2.5 加热元件

φ35 mm×600 mm 单端接线槽型硅碳棒，功率不小于 5 kW。

5.2.6 加热元件支撑

高温刚玉陶瓷。

5.3 挂片架

5.3.1 材料

φ4 mm 聚四氟乙烯或能耐 230 ℃ 以上温度的非金属丝。

5.3.2 悬挂的试片

不得与炉体金属部分接触。

5.4 减压阀

蒸汽减压,减压比 5 : 1~20 : 1。

5.5 蒸汽冷凝器

管程或壳程,换热面积不小于 0.2 m²。

5.6 冷却器

风机盘管式,换热量不小于 3 000 W。

5.7 水箱

5.7.1 给水箱

材质为不锈钢或塑料,容积不小于 200 L。

5.7.2 冷却水箱

材质为不锈钢或塑料,容积不小于 200 L。

5.8 水泵

5.8.1 给水泵

出口压力 3 MPa,流量不小于 30 L/h,供水量连续可调,应选用变频器。

5.8.2 循环冷却水泵

扬程 8 m,流量 0.5 m³/h。

5.9 管路系统

DN15 304 不锈钢,冷凝器之后以及循环冷却水管路可用不锈钢或塑料管。

5.10 信号采集和仪表控制系统

5.10.1 垢下温度

5.10.1.1 测温元件:5.2.4.1 条款中要求的热电偶 2 支。

5.10.1.2 测温仪表:配合测温元件,能够显示两点温度。系统测量误差应达到 ±1 ℃。

5.10.1.3 仪表输出:1 V~5 V 或 4 mA~20 mA。

5.10.2 炉内液相及汽相温度

测温元件为精度 0.2 级 Pt100 热电阻,仪表为带信号输出和报警接点的数字显示型仪表。信号输出给记录装置或计算机,报警接点作为超温报警使用。

5.10.3 炉内压力

汽相室压力取样点不少于 2 处,一处使用电接点压力表作为超压报警使用;另一处使用压力传感器,将检测到的压力信号传送给显示仪表或自动记录装置。

5.10.4 模拟锅炉水位

使用带信号远传的磁翻板液位计或其他方式的液位传感器。远传信号为 1 V~5 V 或 4 mA~20 mA 模拟信号,传送给控制仪表。控制仪表设定锅水水位,其输出控制给水泵或通过变频器控制变频给水泵,使水位保持恒定。水位误差不超过 ±2 %。

5.10.5 加热功率控制

5.10.5.1 检测信号:50/5 电流互感器的加热电流、加热电压。

5.10.5.2 控制仪表:可显示和设定功率的功率控制器,显示小数点后两位,控制精度应达到 ±1 %。

5.10.5.3 仪表控制输出:可控硅触发信号。

5.10.5.4 控制元件:耐压 250 V/30 A 单相可控硅或功率控制器。

5.10.5.5 仪表信号输出:1 V~5 V 或 4 mA~20 mA。

5.10.6 循环冷却水控制

冷却水箱 5.7.2 内设置水温检测点,通过控温仪表控制蒸汽冷却水温度,控温范围(50±3)℃。冷却水箱底部的放水口并联一个电磁阀,电磁阀受控温仪表输出接点控制。超过设定水温时打开电磁阀排水并自动补进冷水。

5.10.7 锅内液相和汽相温度

在锅内液相和汽相部位处设置测温点(图 1 中的 20、21),测温元件为 Pt100 热电阻或分度号 K 热电偶,通过测温仪表显示测量的温度。

5.10.8 记录及曲线绘制

可以使用多点纸介质或无纸记录仪接收 1 V~5 V 或 4 mA~20 mA 信号,实时记录垢下温度、汽相温度、液相温度、加热功率、炉内压力等数值和曲线,记录仪的输出信号可以传送给 DCS 计算机系统,进行数据处理和控制。

6 试验用水

6.1 按附录 A 配制用于阻垢性能、缓蚀性能和阻垢缓蚀性能的试验用水。

6.2 也可使用现场提取的锅炉给水,单次试验取水量不少于 0.5 t。现场采集的锅炉给水,按照 GB 6907《锅炉用水和冷却水分析方法 水样的采集方法》对水样进行采样分析,水质应符合 GB 1576《工业锅炉水质》标准中给水的要求。

7 试验前准备

7.1 测试组件(5.2)的表面处理

7.1.1 打磨

先用 2#(粒度 60)粗砂纸将金属表面的附着物、锈蚀斑点粗磨去,再用 0#(粒度 150)的细砂纸进一步打磨,之后用清水冲洗干净。

7.1.2 碱洗

用毛刷蘸 10%氢氧化钠水溶液刷洗测试组件表面后用清水冲洗,反复两遍,去掉表面油污。

7.1.3 酸洗

将测试组件放入一筒状容器中,加有缓蚀剂的盐酸溶液(5%盐酸+0.3%六次甲基四胺)中浸泡 15min,取出后用清水冲洗干净。根据表面结垢情况,也可以用硝酸或硫酸溶液清洗。

7.1.4 中和

将测试组件放入 1%氢氧化钠+0.3%苯胺溶液中浸泡 10min,之后用清水冲洗干净。

7.1.5 脱水

用无水乙醇擦拭测试组件表面,自然风干后待用。

7.2 计算试片面积

用千分之一卡尺测量试片的长、宽、厚尺寸,计算出试片全部六个面面积之和,单位以 mm² 表示,精确到小数点后 2 位。

7.3 试片处理

符合 HG/T 3523 规定的碳钢试片,先用软纸将新试片表面防锈油脂擦拭干净,再分别浸泡在石油醚或无水乙醇中,用脱脂棉反复擦洗,取出后用滤纸吸干,置于干燥器中 4 h,取出用万分之一天平称量,读数精确到 0.000 1 g。称重后放回干燥器中待用。

7.4 悬挂试片(缓蚀剂缓蚀性能试验时进行)

试验前在模拟锅炉(5.1)中液相(图 1 中 11)、汽相(图 1 中 12)和蒸汽冷凝水(图 1 中 15)部位,用非金属丝悬挂好试片,试片不得与金属壁接触。

7.5 安装测试组件(5.2)

将测试组件整体装入模拟锅炉内,测试组件法兰与模拟锅炉法兰之间加石墨密封垫圈,对称拧紧固

定螺栓,最后连接好测温元件引出线接头(图 2 中的 8)。

7.6 仪表的校正

未向锅内注水前,对温度、液位、功率等计量仪表以及加药计量泵进行校正。

7.7 模拟锅炉内注水

开启给水泵向模拟锅炉内注水,水位不超过满水位的 2/3。

8 试验步骤

8.1 空白试验

8.1.1 开机

8.1.1.1 加热升温。接通加热电源,为避免加热元件骤热断裂,先将加热功率调节到 0.5 kW 加热 30min 后,调整功率为 1.5 kW 升温至产生蒸汽。

8.1.1.2 调整压力。产生蒸汽后,将蒸汽调节阀(图 1 中 14)关紧,压力升至附录 A 中表 A.1 压力等级选定的压力 P 时,缓慢开启蒸汽调节阀,并调整减压阀(图 1 中 18)使产生的蒸汽稳定。

8.1.1.3 蒸汽冷凝。开启循环冷却水泵和冷凝装置,冷却水的流量应保持基本恒定;正常运行时冷却水箱的温度差控制在 5°C 以内,可以通过排放热水同时补充冷水方法调节。

8.1.1.4 加热功率调整。开启冷却水后压力下降,调整加热功率使压力逐步回到初始数值 P ,并保持稳定。

8.1.1.5 蒸发量调整。在蒸汽冷凝水出口处,用 1 L 量筒接取冷凝水并计时,换算的蒸发量应在 $(2 \pm 0.2)\text{L/h}$ 范围内,如果超出此范围,重复 8.1.1.4。把冷凝水收集到容器中。

8.1.1.6 记录数据。压力和加热功率调整后,30min 内压力波动在 $(P \pm 0.03)\text{MPa}$ (试验压力 P 值的确定见表 A.1),加热功率波动在 $\pm 1\%$ 范围内时,算作系统运行稳定,此时刻按附录 B 中表 B.1 内容记录的数据为初始数据。以后每间隔一小时填写一次试验记录。

8.1.2 排污及锅水分析

8.1.2.1 排污。每 24h 排污一次,排污量 1 L,记录每次排污时间和排污量。

8.1.2.2 锅水分析。每次收集的排污水自然冷却到室温后,对水质成分进行分析,分析方法按 GB/T 6904.1(pH)、GB/T 6908(电导)、GB/T 6905.1(氯离子)、GB/T 6909.1(硬度)、HG/T 5-1502(碱度)进行。按附录 B 式(B.1),以氯离子浓度方法计算出的浓缩倍数超过 10 倍时,适当增加排污次数或排污量。每次排污水集中收集到容器内。

8.1.3 试验结束

当连续 24 h 两点垢下温度平均值变化小于 1°C 时结束空白试验,记录试验所用时间和冷凝水总量 $V_{\text{空}}(\text{L})$ 。每次试验时间一般不少于 12 天。

8.2 加药试验

按水处理药剂使用说明书的添加量,将药剂添加到给水箱(图 1 中的 10)中搅拌均匀。与空白试验 8.1 相同的水质、相同的操作条件,当冷凝水收集量与空白试验冷凝水总量 $V_{\text{空}}$ 相同时结束加药试验,并记录试验时间。加药试验与空白试验排污量相等。

9 试验后处理

9.1 每一次试验结束后,待模拟锅炉内的锅水温度自然降至室温后,将水排出并与每次排污收集到的排污水一起存储在容器中,静置 24 h 后取上清液,按 8.1.2.2 对水质进行分析。

9.2 收集的锅水和排污水去除上清液,沉积物用滤纸过滤后留用。

9.3 松开结垢测试组件固定螺栓将其取出,用电吹风冷风吹干。观察测试组件表面结垢情况并用显微镜观察水垢形貌。

9.4 将打开的模拟锅炉底部沉积物充分收集,与 9.2 收集的沉积物合并一起,放入 110°C 烘箱中干燥

至恒重,称取质量,比较空白和加药试验沉积物质量差。

9.5 取下悬挂在液相、汽相和冷凝水测试点处的试片,清水冲洗后放入 5% 盐酸+0.2% 六次甲基四胺溶液中浸泡 20min 取出,再用清水冲洗后浸入 3% 氢氧化钠+0.2% 苯胺溶液中浸泡 10min,取出蒸馏水冲洗、滤纸吸干水分,无水乙醇脱水、滤纸吸干,放入干燥器 4 h 后取出称重。

10 结果计算

10.1 以 °C/kW 表示的垢下温度变化率(S)按式(1)计算:

$$S = K_1 - K_0 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$$K_1 \text{——试验结束时单位功率对应的温度变化量, } K_1 = \frac{(t_{a1} + t_{b1})/2 - T_1}{P_1};$$

$$K_0 \text{——试验起始时单位功率对应的温度变化量, } K_0 = \frac{(t_{a0} + t_{b0})/2 - T_0}{P_0};$$

$(t_{a1} + t_{b1})/2$ ——试验结束前两点垢下温度平均值,单位为摄氏度(°C);

$(t_{a0} + t_{b0})/2$ ——试验起始压力稳定后两点垢下温度平均值,单位为摄氏度(°C);

P_1 ——试验结束时加热功率,单位为千瓦(kW);

P_0 ——试验起始时加热功率,单位为千瓦(kW);

T_1 ——试验结束时锅内液相温度,单位为摄氏度(°C);

T_0 ——试验起始时锅内液相温度,单位为摄氏度(°C)。

10.2 以百分数(%)表示的阻垢率(S_p)按式(2)计算:

$$S_p = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

S_0 ——空白试验 8.1 得到的垢下温度变化率,单位为摄氏度每千瓦(°C/kW);

S_1 ——加药试验 8.2 得到的垢下温度变化率,单位为摄氏度每千瓦(°C/kW)。

10.3 碱度比(D_r)按式(3)计算:

$$D_r = \frac{r_e}{r_s} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

r_e ——试验结束收集锅水的碱度(以碳酸钙计),单位为毫克每升(mg/L);

r_s ——试验给水的碱度(以碳酸钙计),单位为毫克每升(mg/L)。

10.4 沉积物质量比(B_m)按式(4)计算:

$$B_m = \frac{m_2}{m_1} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

m_1 ——空白试验 8.1,按 9.5 方法得到的沉积物质量,单位为克(g);

m_2 ——加药试验 8.2,按 9.5 方法得到的沉积物质量,单位为克(g)。

10.5 平均腐蚀率(C_r)以 mm/a 表示,按式(5)计算:

$$C_r = 1.115924 \times 10^6 \frac{M_0 - M}{S t} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

M_0 ——初始时称量的碳钢试片质量,单位为克(g);

M ——试验结束时称量的碳钢试片质量,单位为克(g);

S ——碳钢试片的表面积,单位为平方毫米(mm²);

t ——试验时间,单位为小时(h);

1.115 924×10⁶——折算为毫米每年(mm/a)的换算系数。

10.6 缓蚀率(δ)以百分数(%)表示,按式(6)计算:

$$\delta = \frac{C_{r0} - C_{r1}}{C_{r0}} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

式中:

C_{r0} ——空白试验 8.1 得到的平均腐蚀率,单位为毫米每年(mm/a);

C_{r1} ——加药试验 8.2 得到的平均腐蚀率,单位为毫米每年(mm/a)。

10.7 液相、汽相和冷凝水部位测试的平均腐蚀率,分别用液相腐蚀率(C_{r1})、汽相腐蚀率(C_{rs})和冷凝水腐蚀率(C_{rc})表示,均按式(4)计算。

10.8 液相、汽相和冷凝水部位测试的缓蚀率,分别用液相缓蚀率(δ_1)、汽相缓蚀率(δ_s)和冷凝水缓蚀率(δ_c)表示,均按式(5)计算。

11 试验报告主要内容

11.1 试验给水水质。

11.2 操作参数,如加热功率、运行压力、蒸发量、循环冷却水温度、排污方式等。

11.3 加药方式和加药量。

11.4 试验过程中的锅水水质。

11.5 结垢检测组件的表观照片和垢型显微照片。

11.6 垢下温度随时间变化曲线。

11.7 试验数据项目。

附 录 A
(规范性附录)
标准给水的制备

A. 1 试剂

- A. 1.1 无水氯化钙。
- A. 1.2 无水硫酸镁。
- A. 1.3 碳酸氢钠。
- A. 1.4 氯化钠。

A. 2 仪器设备

- A. 2.1 电子天平。
- A. 2.2 玻璃仪器。

A. 3 阻垢性能试验给水的配制

A. 3.1 初始配制水:称取无水氯化钙 100 g、无水硫酸镁 36 g,溶于 3 L 水中,搅拌均匀溶解后,转移至给水箱(图 1 中的 10)中,加水稀释至 180 L;另称取碳酸氢钠 66 g,用 3 L 水将碳酸氢钠均匀溶解后,转移至给水箱中搅拌均匀,用水稀释至 200 L。

A. 3.2 补充配制水:按总硬度 $6 \text{ mmol/L} (3/4\text{Ca}^{2+} + 1/4\text{Mg}^{2+})$ 、碱度 $4 \text{ mmol/L} (\text{HCO}_3^-)$ 配制。

A. 4 缓蚀性能试验给水的配制

A. 4.1 初始配制水:称取无水氯化钙 33.3 g、无水硫酸镁 12 g、氯化钠 117 g,溶于 3 L 水中,搅拌均匀溶解后,转移至给水箱(图 1 中的 10)中,加水稀释至 180 L;另称取碳酸氢钠 33.6 g,用 3 L 水将碳酸氢钠均匀溶解后,转移至给水箱中搅拌均匀,用水稀释至 200 L。

A. 4.2 补充配制水:按总硬度 $(3/4\text{Ca}^{2+} + 1/4\text{Mg}^{2+}) 2 \text{ mmol/L}$ 、碱度 $(\text{HCO}_3^-) 2 \text{ mmol/L}$ 、氯离子 $(\text{Cl}^-) 10 \text{ mmol/L}$ 配制。

A. 5 阻垢缓蚀性能试验给水的配制

A. 5.1 初始配制水:称取无水氯化钙 100 g、无水硫酸镁 36 g、氯化钠 117 g,溶于 3 L 中,搅拌均匀溶解后,转移至给水箱(图 1 中的 10)中,加水稀释至 180 L;另称取碳酸氢钠 33.6 g,用水去离子 3 L 将碳酸氢钠均匀溶解后,转移至给水箱中搅拌均匀,用水稀释至 200 L。

A. 5.2 补充配制水:按总硬度 $(3/4\text{Ca}^{2+} + 1/4\text{Mg}^{2+}) 6 \text{ mmol/L}$ 、碱度 $(\text{HCO}_3^-) 2 \text{ mmol/L}$ 、氯离子 $(\text{Cl}^-) 10 \text{ mmol/L}$ 配制。

试验压力等级序列见表 A. 1。

表 A. 1 试验压力等级序列

P=1.0 MPa			P=2.0 MPa			自设压力
阻垢	缓蚀	阻垢 缓蚀	阻垢	缓蚀	阻垢 缓蚀	ZX

附录 B
(资料性附录)
记录表格式

表 B.1 运行原始记录表

时 间			加热功率 /kW	蒸汽压力 /MPa	锅内温度/℃		垢下温度/℃	
日期	时间	累积时间/h			液相	汽相	1	2

表 B.2 排污水质检测记录

项目 取样时间	总硬度 /(mmol/L)	总碱度 /(mmol/L)	氯离子 /(mg/L)	电导率 /(μ S/cm)	pH	浓缩倍数

表 B.3 试验数据项目内容

项 目	内 容	备 注
试验时间	自×××× 至××××	
等级序列	阻垢、缓蚀或缓蚀阻垢	试验压力
给水水质	(标注原水或配制水)	
加药量/(mg/L)		
蒸发速率/(L/h)		
蒸发水总量/L		
垢下温度变化率/(℃/kW)		加药试验
阻垢率/%		
沉积物质量比		
平均腐蚀率/(mm/a)		加药试验

浓缩倍数计算。以倍数表示的浓缩倍数(N_{Cl})按式(B.1)计算：

$$N_{\text{Cl}} = \frac{C_{\text{锅}}}{C_{\text{给}}} \dots\dots\dots (\text{B. 1})$$

式中：

$C_{\text{锅}}$ ——锅水中氯离子浓度，单位为毫克每升(mg/L)；

$C_{\text{给}}$ ——给水中氯离子浓度，单位为毫克每升(mg/L)。
