

ICS 71.040.01  
G 76  
备案号:23731—2008

# HG

## 中华人民共和国化工行业标准

HG/T 2160—2008  
代替 HG/T 2160—1991

---

### 冷却水动态模拟试验方法

Dynamic simulation method for cooling water

2008-04-23 发布

2008-10-01 实施

---

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

## 前 言

本标准代替 HG/T 2160—1991《冷却水动态模拟试验方法》。

本标准与 HG/T 2160—1991 相比,主要变化如下:

- 试验管采用单管,并增大了试验管的直径;
- 对试验装置增加了过程控制系统,提高了试验运行参数精度。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 均为规范性附录。

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:光明化工研究设计院、天津化工研究设计院、上海高森水处理有限公司等。

本标准主要起草人:李成国、郭喜民、郭丰祥、张菊芳、邵宏谦。

本标准于 1991 年首次发布。

## 冷却水动态模拟试验方法

### 1 范围

本标准规定了敞开式循环冷却水动态模拟试验的适用范围、技术要求、试验方法。

本标准适用于敞开式循环冷却水系统中,金属材料(包括黑色、有色金属)间壁式换热设备在实验室内进行小型动态模拟试验,也适用于中型动态模拟试验。现场监测换热器试验亦可参照使用。

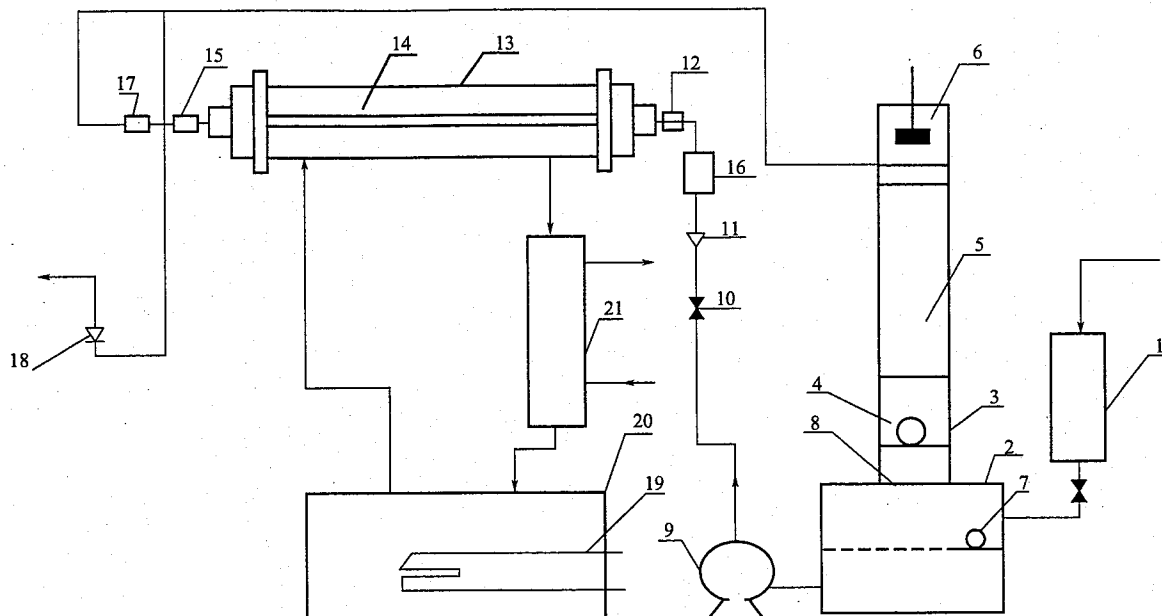
### 2 规范性引用文件

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/T 5776—2005 金属和合金在表面海水常规暴露腐蚀和评定的导则
- GB/T 6903—2005 锅炉用水和冷却水分析方法 通则
- GB/T 6904—1986 锅炉用水和冷却水分析方法 pH测定 玻璃电极法
- GB/T 6907—2005 锅炉用水和冷却水分析方法 水样的采集方法
- GB/T 6908—2005 锅炉用水和冷却水分析方法 电导率的测定
- GB/T 6909.1—1986 锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定 高硬度
- GB/T 6912.1—2006 锅炉用水和冷却水分析方法 硝酸盐和亚硝酸盐的测定 硝酸盐紫外光度法
- GB/T 6912.2—1987 锅炉用水和冷却水分析方法 硝酸盐和亚硝酸盐的测定 亚硝酸盐紫外光度法
- GB/T 6912.3—1986 锅炉用水和冷却水分析方法 硝酸盐和亚硝酸盐的测定  $\alpha$ -萘胺盐酸盐光度法
- GB/T 14640 工业循环冷却水中钾含量的测定 原子吸收光谱法
- GB/T 15451 工业循环冷却水中碱度测定方法
- GB/T 15452—1995 工业循环冷却水中钙、镁离子的测定 EDTA滴定法
- GB/T 15453—1995 工业循环冷却水中氯离子的测定 硝酸银滴定法
- GB/T 15893.2—1995 工业循环冷却水中硫酸盐的测定 重量法
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- HG/T 3523 冷却水化学处理标准腐蚀产物分析方法规则
- HG/T 3540 工业循环冷却水中磷含量的测定 钼酸铵分光光度法
- HG/T 3530 工业循环冷却水污垢和腐蚀产物试样的调查、采取和制备
- HG/T 3531 工业循环冷却水污垢和腐蚀产物中水分含量测定方法
- HG/T 3532 工业循环冷却水污垢和腐蚀产物中硫化亚铁含量测定方法
- HG/T 3533 工业循环冷却水污垢和腐蚀产物中灼烧失重测定方法
- HG/T 3534 工业循环冷却水污垢和腐蚀产物中酸不溶物、磷、铁、铝、钙、镁、锌、铜含量测定方法
- HG/T 3535 工业循环冷却水污垢和腐蚀产物中硫酸盐含量测定方法
- HG/T 3536 工业循环冷却水污垢和腐蚀产物中二氧化碳含量测定方法
- HG/T 3610 工业循环冷却水污垢和腐蚀产物分析法则

### 3 方法提要

冷却水动态模拟试验方法是在实验室给定条件下,用常压饱和蒸汽加热模拟换热器,模拟冷却水现场的流速、水质、流态、换热材质、换热强度、冷却水进出口温度、浓缩倍数、pH 值、电导率值、水处理剂添加浓度等主要工艺参数,综合评定水处理剂的缓蚀和阻垢性能,见图 1。



- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1——补水槽;          | 11——转子流量计;   |
| 2——集水池;          | 12——入口测温元件;  |
| 3——冷却塔;          | 13——模拟换热器;   |
| 4——电动风门;         | 14——试验管;     |
| 5——填料;           | 15——出口测元件;   |
| 6——轴流风机;         | 16,17——挂片筒;  |
| 7——浮球阀;          | 18——排污阀和流量计; |
| 8——塔底测温元件;       | 19——电加热器;    |
| 9——水泵;           | 20——电热蒸汽炉;   |
| 10——电动调节阀和流量传感器; | 21——冷凝器。     |

图 1 冷却水动态模拟试验装置流程示意图

## 4 试验装置

### 4.1 模拟换热系统

#### 4.1.1 模拟换热器

4.1.1.1 由耐腐蚀的金属材料制造,外壁有良好的保温层。

4.1.1.2 热介质为常压下饱和蒸汽,对于换热强度小的试验,也可以使用热水作为热介质。

4.1.1.3 模拟换热器的有效长度根据试验管长度而定,一般不小于 700 mm。

#### 4.1.2 试验管

4.1.2.1 尺寸:DN19 mm×2 mm 无缝金属单管组成(也可根据需要采用其他尺寸的试验管)。其长度不小于 630 mm,其有效换热长度不小于 570 mm。

4.1.2.2 材质:20 号优质碳素钢(GB 699—1999)亦可选用与所模拟现场设备相同的金属材料。

4.1.2.3 内壁要求无麻点、裂纹、锈蚀等明显的缺陷,黑色金属试管外壁镀硬铬。

#### 4.1.3 密封接头

材质:聚四氟乙烯或耐温 $>150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的非金属材料。

#### 4.2 冷却塔系统

##### 4.2.1 集水池

4.2.1.1 容积:一般按循环冷却水每小时用量的 $1/3\sim 1/5$ 计算。

4.2.1.2 材质:工程塑料或不锈钢材料。

4.2.1.3 液位应恒定,并能自动控制和加入补充水。

##### 4.2.2 冷却塔

4.2.2.1 尺寸:应根据当地气温、湿度和工艺温差确定。通常直径为 $300\text{ mm}$ 、高 $1500\text{ mm}$ ,填料高度为其塔身的 $3/4$ 左右,冷却降温幅度可达 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.2.2.2 材质:有机玻璃等工程塑料。

4.2.2.3 填料:聚丙烯多孔球, $\phi 38\text{ mm}$ 。

##### 4.2.3 风机

全封闭轴流防湿风机,通风量不小于 $3700\text{ m}^3/\text{h}$ 。

##### 4.2.4 水泵

一般采用扬程 $16\text{ m}$ ,流量 $1.6\text{ m}^3/\text{h}$ ,耐腐蚀泵。

#### 4.3 常压饱和蒸汽系统

4.3.1 电热蒸汽炉体积: $70\text{ L}$ 。

4.3.2 电热蒸汽炉体材质:耐腐蚀金属材料。

4.3.3 电热蒸汽炉电热棒材质、功率:耐腐蚀金属材料, $15\text{ kV}\cdot\text{A}$ 。

4.3.4 过量蒸汽冷凝器材质:耐腐蚀金属材料。

4.3.5 相应连接管路材质:耐腐蚀金属材料。

#### 4.4 过程控制系统

4.4.1 测温元件:Pt100型铂电阻(分辨率 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),也可用水银温度计(分度值 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。

4.4.2 流量计:可用玻璃转子流量计,最小分度值小于控制值 $\pm 2\%$ ,安装时应考虑便于拆卸清洗。也可用电子式流量计(如涡流或电磁流量计)。

4.4.3 对于需要调pH值的循环水系统,应具备pH值、电导率值在线检测和控制功能。

4.4.4 循环水系统能自动补水。

4.4.5 过程控制。

4.4.5.1 试验过程中,采用微机控制和处理数据。微机系统自动测控冷却水流量,其精度为流量的 $\pm 1\%$ ;自动测控模拟换热器入口水温,其精度为 $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;自动测控冷却水pH值,其精度为 $\pm 0.2$ ;自动测控冷却水电导率值,其精度由工艺条件决定。

4.4.5.2 微机测控系统可显示和记录冷却水瞬时流量、模拟换热器入口水温、出口水温、温差、换热蒸汽温度、pH值、电导率值和瞬时污垢热阻值,及相对应的过程曲线。

#### 4.5 水路系统

管道:耐蚀管材(PPR<sub>1</sub>、UPVC或ABS工程塑料管)。

### 5 试验水质

5.1 试验水质采用实际工况用水,若无法采用时,可根据水中主要成分配水。

5.2 应对配制水主要成分的含量进行分析。

### 6 试验准备

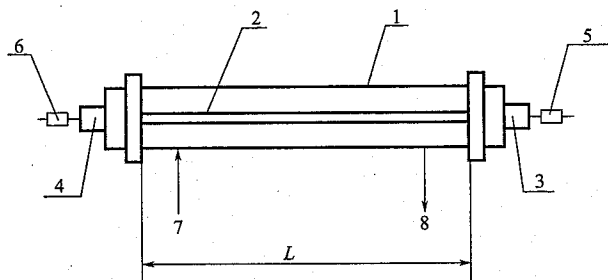
#### 6.1 试验管前处理

6.1.1 选管:根据工艺条件,选择相应的材质、管径。密封好后的试验管其长度不得大于模拟换热器长度。

6.1.2 内表面处理:先用粗砂纸[通常粒度为 60(2 号)]将试验管内坑蚀、点蚀磨平,再用细砂纸[通常粒度为 150(2/0 号)]进一步打磨,然后按 GB/T 5776—2005 附录 A 对试验管进行清洗。

6.1.3 称重:碳钢及低合金钢,称准至 1 mg;耐蚀材料称准至 0.5 mg。如用大口径试验管时,可称准至 5 mg。

6.1.4 装管和测量尺寸:测量模拟换热器内端长度  $L$ (mm)准确到 1 mm,见图 2。将已称过的试验管(4.1.2)与接头(4.1.3)联接。检查联接处是否漏水。



- 1——模拟换热器;
- 2——试验管;
- 3——入口密封接头;
- 4——出口密封接头;
- 5——入口感温件;
- 6——出口感温件;
- 7——换热蒸汽入口;
- 8——换热蒸汽出口。

图 2 模拟换热器内试验管有效传热长度示意图

6.1.5 记录:将试验管的质量、长度、腐蚀面积、传热面积分别记录在附录 A 表 A.3 的表格中。

## 6.2 仪表的校正

应事先对流量、温度、pH 值、电导率值等计量仪表进行校正。

## 6.3 清洗

每次试验前用自来水进行系统清洗。需要时亦可用 2% 盐酸溶液(含 1% 六次甲基四胺)进行清洗。清洗时,水走旁路,不经过模拟换热器。

## 6.4 预膜及水处理剂投加方式

试验管若要预膜时,可待上述 6.1~6.3 工作完毕后,直接一次性投加预膜剂于集水池中。正常运行时,必须均匀的投加水处理剂于集水池中。

## 7 试验步骤

### 7.1 开机

每次开机时,必须开启循环水泵,然后再通入蒸汽,停机时应先停蒸汽加热,30 min 后再停水泵。

### 7.2 清洁管热阻测定

待蒸汽温度、冷却水流量和入口水温已达到规定值,并稳定 2 h~6 h 后,可每隔 15 min~30 min 测量冷却水进出口温度和蒸汽温度共 8 次,测量时应严格地将流量、入口水温、蒸汽温度控制在规定值。用数理统计方法舍去其中异常值,求出其算术平均值。

清洁管热阻以  $r$  表示,单位为  $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ ,按式(1)计算:

$$r = \frac{\pi d_i l \times 3600}{4 \times 186.8 G} \left( \frac{T - t'_{\text{进}}}{t'_{\text{出}} - t'_{\text{进}}} - \frac{1}{2} \right) = \frac{0.86 \pi d_i l}{G} \left( \frac{T - t'_{\text{进}}}{t'_{\text{出}} - t'_{\text{进}}} - \frac{1}{2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $r$ ——清洁管热阻,单位为平方米·摄氏度每瓦( $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ );
- $d_i$ ——试管内径,单位为米(m);
- $G$ ——冷却水流量,单位为千克每小时(kg/h);
- $T$ ——蒸汽温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );
- $t'_{\text{进}}$ ——冷却水进口温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );
- $t'_{\text{出}}$ ——冷却水出口温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );
- 4 186.8——水的热容,单位为焦耳每千克·摄氏度[J/(kg· $^\circ\text{C}$ )];
- $l$ ——试验管有效换热长度,单位为米(m);
- 3 600——从小时换算为秒的数值。

### 7.3 瞬时污垢热阻测定

测定清洁管热阻  $r$  后,可每隔 2 h 按 7.2 方法测定瞬时污垢热阻( $r_{\text{si}}$ ),瞬时污垢热阻以  $r_{\text{si}}$  表示,单位为  $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ ,按式(2)计算:

$$r_{\text{si}} = \frac{0.86 \pi d_i L}{G} \left( \frac{T - t_{\text{进}}}{t_{\text{出}} - t_{\text{进}}} - \frac{1}{2} \right) - r \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $G$ ——冷却水流量,单位为千克每小时(kg/h);
- $r$ ——清洁管热阻,单位为平方米·摄氏度每瓦( $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ );
- $t_{\text{进}}$ ——冷却水瞬时进口温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );
- $t_{\text{出}}$ ——冷却水瞬时出口温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );
- $T$ ——蒸汽温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );
- $d_i$ ——试管内径,单位为米(m);
- $L$ ——试验管有效换热长度,单位为米(m)。

### 7.4 浓缩倍数、极限碳酸盐硬度和蒸发量的测定

在不排污情况下,每隔 2 h 按 GB/T 15453、GB/T 14640 和 GB/T 15451 测定氯化物、钾离子和碱度:

- a) 总碱度( $M$ );
- b) 钾离子(无药剂干扰时,亦可选用氯离子);浓缩倍数以  $\text{K}^+$  计。

7.4.1 浓缩倍数的计算:冷却水中浓缩倍数( $N$ )可按式(3)计算:

$$N = \frac{\rho_{\text{循}}}{\rho_{\text{补}}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $\rho_{\text{循}}$ ——循环冷却水中钾离子的质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L);
- $\rho_{\text{补}}$ ——补充水中钾离子的质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L)。

7.4.2 极限碳酸盐硬度的计算:以 mmol/L 表示的极限碳酸盐硬度( $M$ )按式(4)计算:

$$M = N' - \frac{M'_{\text{循}}}{M'_{\text{补}}} > 0.2 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $N'$ ——循环冷却水瞬时浓缩倍数;
- $M'_{\text{循}}$ ——循环冷却水瞬时总碱度的质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L);
- $M'_{\text{补}}$ ——补充水瞬时总碱度的质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L)。

当  $M'_{\text{循}}$  值符合式(4)时,即为极限碳酸盐硬度  $M$ 。

7.4.3 蒸发水量的计算:以  $m^3/h$  表示的循环冷却水蒸发水量( $Q_e$ )可按附录 C 中 C.2 计算。

7.5 排污水量和补充水量的计算

以  $m^3/h$  表示的排污水量( $Q_b$ )和补充水量( $Q_m$ )可按附录 C 中 C.3 计算。

7.6 分析测定项目

除钾离子、氯化物和碱度必须测定外,其余化学分析测定项目可根据工艺要求自行决定。

7.7 试验周期

连续试验周期不得少于 15 天,以瞬时污垢热阻值稳定 48 h,不再增长作为试验结束的依据。试验过程中若出现故障,冷却水循环中断次数不得大于 2 次,每次时间不得大于 6 h。

8 试验后处理

8.1 试验结束后,将试验管取下,观察腐蚀和结垢情况,分别测定污垢化学成分,年污垢热阻  $r_{si}^*$ ,污垢沉积率  $mcm$ ,平均垢厚  $X$ ,垢层密度  $\rho$  和腐蚀率  $B$ ,局部腐蚀深度。

8.2 将试验管一端紧压在橡皮胶板上,另一端用滴定管加入蒸馏水至试验管充满水,量取体积为  $V_1$ ,将水放出后,试验管在 105 °C 鼓风烘箱中干燥至恒量,其质量为  $G_2$ 。

8.3 用不锈钢匙轻刮烘干后管内污垢,按 HG/T 3610、HG/T 3530、HG/T 3531、HG/T 3532、HG/T 3533、HG/T 3534、HG/T 3535、HG/T 3536 方法测定污垢的成分。

8.4 上述试验管再按附录 B 的方法进行处理。

8.5 再按 8.2 方法量取体积并称量,其体积和质量分别为  $V_2$  和  $G_3$ 。

8.6 将试验管剖开,详细观察记录腐蚀形貌,典型的试样应进行拍照。

9 结果的计算

9.1 腐蚀

9.1.1 以 mm/a 表示的年腐蚀率( $B$ )按式(5)计算:

$$B = \frac{KG}{ATD} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$K$ —— $3.65 \times 10^3$ ;

$G$ ——试管腐蚀后减少的质量,单位为克(g);

$T$ ——试验时间,单位为天(d);

$A$ ——试管腐蚀面积,单位为平方厘米( $cm^2$ );

$D$ ——金属密度,单位为克每立方厘米( $g/cm^3$ )(碳钢 7.85,铜 8.94,黄铜 8.65,不锈钢 7.92)。

9.1.2 以 mm 表示的局部腐蚀深度,包括平均深度及最大深度,其测定方法见附录 C.1.3。

9.2 污垢

9.2.1 以  $mg/cm^2$  表示的污垢沉积率( $mcm$ )按式(6)计算:

$$mcm = \frac{30(G_2 - G_3)}{AT} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$G_2$ ——试验管试验后的质量,单位为毫克(mg);

$G_3$ ——试验管去除污垢后的质量,单位为毫克(mg);

$A$ ——试验管内表面的面积,单位为平方厘米( $cm^2$ );

$T$ ——试验时间,单位为天(d)。

9.2.2 以  $m^2 \cdot ^\circ C/W$  表示的年污垢热阻( $r_{si}^*$ )按下列方法测定和计算:

a) 曲线法:按 7.3 测出的瞬时污垢热阻  $r_{si}$ ,用数理统计方法舍去异常值,以  $r_{si}$  为纵坐标,相应的



时间(d)为横坐标,用微机或人工绘制污垢热阻-时间曲线,然后取图中平滑曲线最高的 $r_{si}$ 值乘1.1即为年污垢热阻( $r_{si}^*$ )如图3所示。

b) 两点法:从图3中选择既接近平滑曲线又靠近实测曲线的两个点。这两个点必须符合 $d_3$ (天数) $=2d_1$ (天数),然后按式(7)计算年污垢热阻 $r_{si}^*$ :

$$r_{si}^* = \frac{r_{si}^2(d_1)}{2r_{si}(d_1) - r_{si}(d_3)} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$r_{si}(d_1)$ ——运行 $d_1$ 时间的瞬时污垢热阻,单位为平方米·摄氏度每瓦( $m^2 \cdot ^\circ C/W$ );

$r_{si}(d_3)$ ——运行 $d_3$ 时间的瞬时污垢热阻,单位为平方米·摄氏度每瓦( $m^2 \cdot ^\circ C/W$ )。

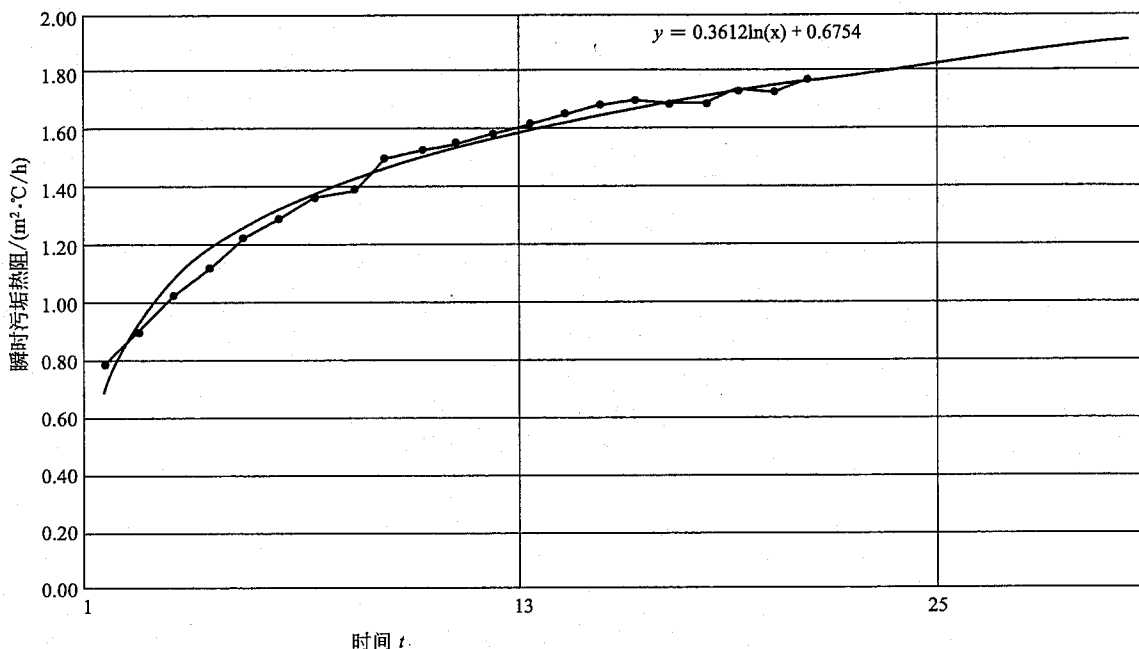


图3 污垢热阻-时间曲线

9.2.3 平均垢厚(X)按附录C中C.1计算。

9.2.4 垢密度( $\rho$ )按附录C中C.2计算。

9.2.5 污垢化学成分按HG/T 3531、HG/T 3532、HG/T 3533、HG/T 3534、HG/T 3535和HG/T 3536规定的测定方法进行测定。

## 10 试验报告主要内容

10.1 试验管材质、牌号、尺寸和处理方式等。

10.2 工艺参数:如浓缩倍数,pH值,水处理剂含量控制范围,传热面积,冷却水进出口温差,换热强度等。

10.3 水质分析。

10.4 试验结果。

附录 A  
(规范性附录)  
记录表格式

表 A.1 水质及水处理剂分析报表 单位为毫克每升(mg/L)

水质成分分析		水处理剂成分分析	
测定项目	含量	测定项目	含量

表 A.2 动态模拟试验原始数据记录表

测定项目 测定时间	蒸汽温度 /°C	冷却水入口 温度/°C	冷却水出口 温度/°C	温差( $\Delta t$ ) /°C	流量 /(kg/h)	浓缩倍数 /N	瞬时污垢热阻 /( $m^2 \cdot ^\circ C/W$ )

表 A.3 动态模拟试验原始记录表

测定项目	
预膜条件	
试验管长度 $l/\text{m}$	
试验管腐蚀面积(内径) $A/\text{cm}^2$	
试验管原重 $G_1/\text{mg}$	
试验管试验后重 $G_2/\text{mg}$	
污垢增重 $(G_2 - G_3)/\text{mg}$	
试验管去污垢后重 $G_3/\text{mg}$	
腐蚀失重 $(G_1 - G_3)/\text{mg}$	
腐蚀率 $B/(\text{mm}/\text{年})$	
试验管试验后体积 $V_1/\text{mL}$	
试验管去垢后体积 $V_2/\text{mL}$	
体积差 $(V_2 - V_1)/\text{mL}$	
传热面积 $F/\text{m}^2$	
垢密度 $\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)$	
平均垢厚 $X/\text{mm}$	
污垢沉积率 $mcm/[\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{月})]$	
年污垢热阻 $/(\text{m}^2 \cdot \text{°C}/\text{W})$	

**附录 B**  
**(规范性附录)**  
**试验管内表面后处理方法**

**B.1 钢**

**B.1.1** 将已刮去大部分污垢和腐蚀产物的试验管,一端紧压在橡皮胶板上,另一端用滴管小心加入盐酸溶液(配制方法:盐酸 500 mL,六次甲基四胺 40 g,加水至 1 L),直至除净污垢和腐蚀产物为止,但不得破坏试验管外镀铬层,并立即用自来水冲洗至中性。

**B.1.2** 用 80 g/L 氢氧化钠溶液中和,再用自来水冲洗干净。

**B.1.3** 放入无水乙醇中浸泡 1 min~2 min。

**B.1.4** 取出后及时用电风吹干,放在干燥器中 1 h 后称重。

**B.2 不锈钢**

操作步骤同 B.1,但盐酸溶液改用硝酸溶液(配制方法:硝酸 100 mL,加水至 1 L)并在 60 °C 下浸泡 20 min。

**B.3 铝和铝合金**

操作步骤同 B.1,但盐酸溶液改为磷酸溶液[配制方法:磷酸 50 mL,铬酐( $\text{CrO}_3$ )20 g,加水至 1 L],并在 80 °C~90 °C 下浸泡 10 min。

**B.4 铜和铜合金**

操作步骤同 B.1,但盐酸溶液改为硫酸溶液(配制方法:900 mL 水加入 100 mL 硫酸混匀)并在室温下浸泡 1 min~3 min。

## 附录 C

## (规范性附录)

## 试验结果和蒸发水量、补充水量、排污水量的计算

## C.1 试验结果的计算

## C.1.1 平均垢厚

以 mm 表示平均垢厚(X)按式(C.1)计算

$$X = \frac{D}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{V_1}{V_2}} \right) \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

D——去除污垢后的试验管内径,单位为毫米(mm);

V<sub>1</sub>——试验后试验管的体积,单位为毫升(mL);

V<sub>2</sub>——试验管去除污垢后的体积,单位为毫升(mL)。

## C.1.2 垢的密度

以 g/cm<sup>3</sup> 表示垢的密度(ρ)按式(C.2)计算:

$$\rho = \frac{G_2 - G_1}{V_2 - V_1} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

G<sub>1</sub>——试验后试验管的质量,单位为克(g);

G<sub>2</sub>——去除污垢后试验管的质量,单位为克(g);

V<sub>1</sub>——试验后试验管的体积,单位为毫升(mL);

V<sub>2</sub>——试验管去除污垢后体积,单位为毫升(mL)。

## C.1.3 局部腐蚀深度的测定

## C.1.3.1 试验管选 5 个最深蚀坑。

C.1.3.2 用玻璃板做标准板(厚度均匀,其公差±0.01 mm,尺寸 80 mm×30 mm)以千分表或点蚀仪进行测定。

C.1.3.3 试验管 5 个最大蚀坑深度平均值为最大坑深值。

## C.2 蒸发水量的测定

在系统不排污的情况下,记录补充水槽液位高度(cm)和时间 t<sub>1</sub>(h),待补充水槽液位下降至零,对应的的时间 t<sub>2</sub>(h),以 m<sup>3</sup>/h 表示的蒸发水量(Q<sub>e</sub>)按式(C.3)计算:

$$Q_e = \frac{AH}{10^6 (t_2 - t_1)} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

A——补充水槽面积,单位为平方厘米(cm<sup>2</sup>);

H——补充水槽高度,单位为厘米(cm);

t<sub>1</sub>——开始记录的时间,单位为小时(h);

t<sub>2</sub>——液位下降至零时记录的时间,单位为小时(h)。

## C.3 排污水量和补充水量的计算

以 m<sup>3</sup>/h 表示的排污水量 Q<sub>b</sub> 和补充水量 Q<sub>m</sub> 可分别按式(C.4)和式(C.5)计算:

$$Q_m = Q_e \frac{N}{N-1} \dots\dots\dots (C.4)$$

$$Q_b = Q_m - Q_e \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：

$Q_e$ ——蒸发水量，单位为立方米每小时( $m^3/h$ )；

$N$ ——循环冷却水浓缩倍数。

---

## 近期出版水处理剂类部分化工行业标准目录

标准号	标准名称	书号
HG/T 2228—2006	水处理剂 多元醇磷酸酯	0379
HG/T 2230—2006	水处理剂 十二烷二甲基苄基氯化铵	0380
HG/T 2429—2006	水处理剂 丙烯酸-丙烯酸酯类共聚物	0381
HG/T 2762—2006	水处理及产品分类和代号命名	0382
HG/T 3824—2006	苯骈三氮唑	0383
HG/T 3923—2007	循环冷却水用再生水水质标准	0480
HG/T 3924—2007	锅炉水处理药剂性能评价方法 动态法	0481
HG/T 3925—2007	甲基苯骈三氮唑	0482
HG/T 3926—2007	水处理剂 2-羟基膦酰基乙酸(HPAA)	0483
HG/T 2160—2008	冷却水动态模拟试验方法	0602
HG/T 3523—2008	冷却水化学处理标准腐蚀试片技术条件	0647
HG/T 3527—2008	工业循环冷却水中油含量测定方法	0685
HG/T 3657—2008	水处理剂 异噻唑啉酮衍生物	0686

中华人民共和国  
化工行业标准  
冷却水动态模拟试验方法

HG/T 2160—2008

出版发行:化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

北京云浩印刷有限责任公司印装

880mm×1230mm 1/16 印张1 字数27千字

2008年9月北京第1版第1次印刷

书号:155025·0602

---

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定价:12.00元

版权所有 违者必究