



中华人民共和国国家标准

GB/T 25148—2010

工业设备化学清洗中除垢率和 洗净率测试方法

Test methods of scale removal rate and detergency rate
of chemical cleaning for industrial equipment

2010-09-26 发布

2011-03-01 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

前 言

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国石油和化学工业协会提出。

本标准由全国化工机械与设备标准化技术委员会(SAC/TC 429)归口。

本标准起草单位：蓝星环境工程有限公司、中国蓝星(集团)股份有限公司。

本标准起草人：李德福、王建军、陈恩惠、张恒录、刘焯、张良虎、王双田、单素灵。

工业设备化学清洗中除垢率和洗净率测试方法

1 范围

本标准规定了工业设备化学清洗过程中除垢率和洗净率的测试条件、测试方法和测试步骤。
本标准适用于各类工业设备化学清洗除垢率和洗净率的现场测定。

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 25146—2010 工业设备化学清洗质量验收规范

GB/T 25147—2010 工业设备化学清洗中金属腐蚀率及腐蚀总量的测试方法 重量法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

化学清洗 **chemical cleaning**

采用化学药剂与被清洗设备或管线表面污垢发生化学作用而去除污垢的方法。

3.2

除垢率 **scale removal rate**

N

被洗除的垢质量与清洗前原有垢质量的百分比(%)。

3.3

洗净率 **detergence rate**

B

设备表面经化学清洗后，已清洗干净的设备表面积与清洗前污垢覆盖表面积的百分比(%)。

3.4

监视管 **tube of watch**

在化学清洗施工时，用来监视清洗过程进展情况和用以测定除垢率的一段样管，这段样管可以从被清洗设备上割取，其上附着污垢应能代表该设备的污垢特征。

3.5

指定面 **specified surface**

在清洗前，由施工方和委托方共同指定的用来测定除垢率或洗净率的可见设备清洗表面，其上附着污垢应能代表该设备的污垢特征。

3.6

未指定表面 **unspecified surface**

设备指定面以外的可见清洗表面。

3.7

视觉清洁 visibly clean

设备清洗后,在可见视觉范围内,被清洗设备表面没有可见污垢存在的状态。

3.8

油含量 oil content

除油清洗后,单位金属表面上残留油污的质量,单位为毫克每平方米(mg/m^2)。

3.9

柔性取样框 flexible sample frame

由柔性材料制作而成的具有规定尺寸的可用于确定取样面积的框架。

3.10

清洗系统 cleaning system

同时接受清洗的由多个设备和管道组成的装置或系统。

4 方法概要

4.1 除垢率的测定

4.1.1 视觉清洁法

本方法是利用污垢颜色与设备本色反差较大,容易用肉眼分辨。在完成清洗后,直接打开设备,由验收小组成员直接用肉眼观察和判断,估算洗净程度的方法。本方法适用于大型容器等可用目测法直接观察到的设备内外表面清洗效果的判断。

4.1.2 容积法

容积法是根据同一带垢监视管与干净监视管存在容积差别这一原理来测定清洗前后污垢体积的变化值,来计算体积除垢率的定量检验方法。

4.1.3 重量法

重量法是根据同一带垢监视管与干净监视管存在质量差别这一原理来测定清洗前后污垢质量的变化值,来计算质量除垢率的定量检验方法。

4.2 洗净率的测定

4.2.1 拓印法

拓印法是根据同一指定面在清洗前后,残留污垢面积与未清洗指定面面积的比值变化,来计算洗净率的定量检验方法。本方法更适用于运行设备结垢的洗净率检测。

4.2.2 数点法

数点法是在规定测试面积内,清点残留污垢的点数和测量残留污垢直径,由此来计算洗净率的定量检验方法。

5 测试准备

5.1 测试位置选择

除垢率和洗净率的测定主要适用于现场清洗效果的评价,测试点应选择在对清洗效果有较高要求的具有代表性的被清洗表面。例如锅炉类清洗时炉管对清洗效果的要求较高,应选择炉管、锅筒为代表性测试表面,换热设备的换热面对清洗效果有较高要求,应选择换热面为代表性的测试表面。塔器、容器类的器壁对清洗效果有较高要求,应选择器壁为代表性的测试表面。

5.2 监视管样的选择

应选择能代表设备污垢特征的管段为目标管段,如锅炉的辐射管和水冷壁管、列管式换热器的列管、循环冷却水管网中 DN25 mm~DN32 mm 的小支管管段。对目标管段直接截取长度为 150 mm~200 mm 的管样,应确保管壁内部污垢不受破坏,保持原有污垢状态。对存在有机物污垢的管样,不能

用电气焊直接割取,应使用手动钢锯割取。

5.3 监视管的加工和安装

5.3.1 重量法测试除垢率时监视管的加工

将已割取的监视管样去掉热影响区,根据天平所能承载的重量和管径大小,确定其截取的长度,再确定管壁加工的厚度,一般将割下的监视管样截取长 50 mm~100 mm 的监视管段,在车床上切削其外壁,使管样壁厚为 0.5 mm~1.0 mm 左右。如割取的监视管样管径小于 32 mm,则无需进行外壁车削处理,去掉热影响区后,在车床上直接割取长为 50 mm~100 mm 的监视管段,经烘干恒重后,放入干燥器中备用。加工时不应影响管内污垢附着状态和物化性质。

5.3.2 容积法测试除垢率时监视管的加工

将已割取的监视管样去掉热影响区,在车床上截取 100 mm~150 mm 的管段,并将两端车削平齐,用无水乙醇擦拭监视管外表面,表面干燥后备用。加工时不应影响管内污垢附着状态和物化性质。

5.4 测试时机

5.4.1 利用监视管测定除垢率和洗净率时的测试时机

工业设备除垢率和洗净率的测定一般选择在待清洗溶液配好循环均匀后,开始测试,待结束清洗步骤,清洗溶液全部排出设备时结束测试。

5.4.2 直接在被清洗设备内表面测定除垢率和洗净率时的测试时机

在全部清洗工作完成后,打开设备,直接进行视觉清洁法、数点法或拓印法测定洗净率。

6 试验步骤

6.1 除垢率的测定试验步骤

6.1.1 视觉清洁法除垢率的测定步骤

对于大型容器等可用目测法直接观察到的设备内外表面,在完成清洗作业后,用目测法检查被清洗表面上的除垢效果,看不到有明显污垢存在,或残留垢量目测达到 GB/T 25148—2010 中表 3 规定要求时,则认为合格。当无法通过视觉清洁法确定除垢率或洗净率时,可用其他测定方法检验。

6.1.2 容积法除垢率的测定步骤

容积法除垢率的测定按下列操作步骤进行:

- 取三个备用的监视管,分别将一个端头用强力胶带平面密封,向监视管内注满蒸馏水;
- 将监视管内的蒸馏水全部倒入量筒中进行体积测量,测量到的监视管容积为 V_1 ;
- 测量完成后,去除强力胶带,将监视管挂入清洗系统中进行清洗;
- 待结束全部清洗、钝化工作后,取出监视管,用无水乙醇将监视管外表面擦净,表干后将其中一个端头用强力胶带平面密封,再次向监视管内注满蒸馏水;
- 将监视管内的蒸馏水全部倒入量筒中进行体积测量,测量到的监视管容积为 V_2 。

6.1.3 重量法除垢率的测定步骤

重量法除垢率的测定按下列操作步骤进行:

- 从干燥器中取出三个备用监视管,用精密天平称重(精确到 ± 0.001 g),称得原始监视管质量为 M_0 ;
- 将称量后的监视管挂入清洗系统中进行现场清洗;
- 待结束全部清洗、钝化时,取出监视管,用无水乙醇清洗,烘干、恒重后,称得现场清洗后监视管的质量为 M_1 ;
- 如果监视管上仍有残留污垢存在时,将称重后的监视管在实验室进行彻底清洗,使其表面达到没有垢状态;
- 取出监视管,水冲洗、无水乙醇清洗,烘干、恒重后,称得实验室彻底清洗后监视管的质量为 M_2 ;

- 经过现场清洗、钝化工作后,如果没有残留污垢存在时,无需在实验室进行彻底清洗, $M_2 = M_1$;
- 用游标卡尺测量无垢监视管被清洗表面的尺寸,并计算没有垢监视管被清洗总表面积为 S ;
- 按照 GB/T 25147—2010 规定的方法测定酸洗时金属腐蚀率,计算出现场清洗期间监视管的腐蚀总量为 A_1 ;
- 按照 GB/T 25147—2010 规定的方法测定实验室彻底清洗时的金属腐蚀率,计算出实验室彻底清洗期间监视管的腐蚀量为 A_2 。

6.2 洗净率的测定试验步骤

6.2.1 拓印法洗净率的测定试验步骤

拓印法洗净率的测定按下列操作步骤进行:

- 设备清洗前,由施工方和委托方共同划定三处洗净率测试的指定面,并进行标识,测量污垢覆盖面面积为 S_0 ;
- 结束全部清洗、钝化工作后,用透明纸或描图纸在已标识的指定面上拓印残留污垢的印迹,测量残垢印迹的面积为 S_1 。

6.2.2 数点法洗净率的测定试验步骤

数点法洗净率的测定按下列操作步骤进行:

- 结束全部清洗、钝化工作后,任选定三处具有代表性的被清洗金属表面;
- 用 100 mm×100 mm 柔性取样框(参见附录 A)框定已选定被清洗金属表面,然后观察框定面残留垢点的数量和直径;
- 将三处选定面的测定结果取算术平均值。

7 结果计算

7.1 容积法除垢率计算

根据已知没有垢的监视管内径 D (或用游标卡尺测量),按式(1)计算没有垢监视管的容积 V_0 :

$$V_0 = \frac{3.14}{4000} \times D^2 \times L \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- V_0 ——没有垢的监视管容积,单位为毫升(mL);
- D ——没有垢监视管内径,单位为毫米(mm);
- L ——监视管长度,单位为毫米(mm)。

再用式(2)计算除垢率:

$$N = \frac{V_2 - V_1}{V_0 - V_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- N ——除垢率;
- V_2 ——清洗后监视管容积,单位为毫升(mL);
- V_1 ——清洗前监视管容积,单位为毫升(mL);
- V_0 ——无垢监视管容积,单位为毫升(mL)。

7.2 重量法除垢率计算

按照式(3)计算重量法除垢率:

$$N = \frac{m_0 - m_1 - A_1 \times S}{m_0 - m_1 - (A_1 + A_2) \times S} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- N ——除垢率;

m_0 ——原始监视管质量,单位为克(g);

m_1 ——现场清洗后监视管的质量,单位为克(g);

A_1 ——现场清洗期间监视管的腐蚀量,单位为克每平方米(g/cm^2);

m_2 ——实验室彻底清洗后监视管的质量,单位为克(g);

S ——无损监视管被清洗表面积,单位为平方厘米(cm^2);

A_2 ——实验室彻底清洗期间监视管的腐蚀量,单位为克每平方米(g/cm^2)。

7.3 拓印法洗净率的计算

按式(4)计算洗净率:

$$B = \frac{S_2 - S_1}{S_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

B ——洗净率;

S_2 ——清洗前指定面中污垢覆盖的面积,单位为平方厘米(cm^2);

S_1 ——清洗前指定面经化学清洗后残留污垢的面积,单位为平方厘米(cm^2)。

8 测试结果与报告

每组试验中,以三次测定结果的算术平均值作为最终测试结果,出具测试报告。