

ICS 03.080.10

CCS P 02

团体标准

T/QX XXX—XXXX

超声波清洗设备 第1部分：碳氢清洗剂用

Ultrasonic cleaning equipment - Part 1: for hydrocarbon cleaning agents

(征求意见稿)

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中国工业清洗协会 发布

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》的规定起草。

本文件由中国工业清洗协会提出。

本文件由中国工业清洗协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

超声波清洗设备 第 1 部分：碳氢清洗剂用

(征求意见稿草案)

1 范围

本文件规定了使用碳氢清洗剂为清洗介质的超声波清洗设备的型式、组成、技术要求、检测方法、测试要求、包装和贮存。

本文件适用于使用碳氢清洗剂为清洗介质的超声波清洗设备或同类清洗装置。

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 5083 生产设备安全卫生设计总则

GB 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 15322.1-2019 可燃气体探测器 第 1 部分：工业及商业用途点型可燃气体探测器

GB 37822-2019 挥发性有机物无组织排放控制标准

GB 50058-2014 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB/T 6070-2007 真空技术

GB/T 16758-2008 排风罩的分类及技术条件

GB/T 20878-2007 不锈钢和耐热钢牌号及化学成分

GB/T 26114-2010 液体过滤用过滤器通用技术规范

GB/T 34662-2017 电气设备可接触热表面的温度指南

HG/T 5532-2019 工业用烷烃清洗剂

JB/T 4709 压力容器焊接规程

JB/T 5000.13-2007 重型机械通用技术条件

SH/T 3097-2017 石油化工静电接地设计规范

3 术语和定义

3.1

碳氢清洗剂 hydrocarbon cleaner

由烷烃组成或由烷烃和添加剂组成的工业用烷烃清洗剂(又称烷烃清洗剂)，其中烷烃馏程范围在 130℃~300℃之间。

[来源：HG/T 5532—2019 工业用烷烃清洗剂 3.1]

3.2

超声波清洗设备 ultrasonic cleaning equipment

能够产生超声波，并利用超声波在水或其他液态清洗介质中产生空化、振动，促进清洗介质与污垢发生清洗作用的设备或机械。

注：本文件所涉及超声波清洗设备特指采用碳氢溶液为清洗介质的超声波清洗设备，按其内部的清洗环境可分为半密闭式、全密闭式等 2 种型式。

3.2.1 半密闭式碳氢超声波清洗设备 multi-tank hydrocarbon ultrasonic cleaning equipment

清洗对象需顺序进入 2 个以上的工位才能完成清洗、干燥作业；由多个功能槽组成，清洗对象在相对密闭环境下进行清洗、干燥作业的设备或组件。

3.2.2 全密闭式碳氢超声波清洗设备 ultrasonic cleaning equipment

清洗对象可在一个工位内完成全部的清洗、干燥作业；由单个或多个功能槽组成，清洗对象在完全密闭环境下进行清洗、干燥作业的设备或组件。

3.3

超声波系统 ultrasonic system

由超声波换能器和超声波发生器组成；装有超声波换能器的震板置于清洗槽内，由超声波控制箱控制发震时间、电流大小参数的装置。

3.3.1

功率密度 power density

清洗槽中平行于超声波发震面的平面 1 平方厘米面积内的超声波功率平均值，单位： w/cm^2 。

3.3.2

超声波频率 ultrasonic frequency

碳氢清洗设备中超声波振动器每秒震动的频率，单位：Hz。

3.4

抛动系统 throwing system

使清洗对象在清洗槽体、烘干槽体内产生上下移动、左右摆动、旋转等运动的装置，是影响清洗、烘干效果的关键因素之一。

3.5

循环过滤系统 circulating filter system

由泵、管件、阀门、过滤器等组成，具有槽内循环过滤、溢流式循环过滤、全槽液过滤等功能的装置。

3.6

搬运系统 handling system

搬运清洗对象，把需要清洗的对象运送到清洗设备内的各工序位置中的装置。

3.7

真空系统 vacuum system

使碳氢清洗设备获得、改善和（或）维持真空的装置。

3.8

蒸馏再生系统 distillation regeneration system

通过在减压环境下对碳氢液体进行加热使之沸腾产生洁净蒸汽再进行冷凝回用的方式，实现设备内的碳氢液体循环使用目的的装置。

3.9

间接导热 indirect heat conduction

采用蒸汽、导热煤油等媒介进行传热，实现设备的加热功能。

3.10

温度控制系统 temperature control system

通过设备电子式/机械式温度控制系统对加热源、冷却源的实时监控，可实现设备温度检测、控制功能。

3.11

碳氢蒸汽 hydrocarbon vapors

在一定压力和温度下，汽化后的碳氢清洗剂。

3.12

极限压力 ultimate pressure

真空泵对空载干燥的密闭空间进行持续抽真空，该密闭空间逐渐接近、达到并维持稳定的最低压力。

3.13

蒸馏再生能力 distillation regeneration capacity

蒸馏系统通过减压加热蒸馏的方式产生可供给设备使用的洁净碳氢清洗剂每小时的蒸馏量。

3.14

静电接地系统 electrostatic earthing system

把设备内的带电体上的电荷向大地泄漏、消散的外界导出通道；是防止清洗设备内产生静电火花的重要措施。

[来源：SH/T3097-2017 石油化工静电接地设计规范]

4 设备型式分类及功能要求

4.1 设备形式分类

适用于碳氢清洗剂的超声波清洗设备，根据结构形式，分为半密闭式碳氢超声波清洗设备和全密闭式碳氢超声波清洗设备两种类型。

4.2 组成结构或功能要求

4.2.1 碳氢超声波清洗设备的组成结构或功能配置应符合表 1 的要求。

表 1 碳氢超声波清洗设备的组成结构或功能配置

组成结构或功能	全密闭式	半密闭式
设备主体框架及包装门板	√	√
清洗槽/烘干槽	√	√
超声波系统	√	√
抛动系统	√	√
循环过滤系统	√	√
真空系统	√	√
蒸馏回收系统	√	√
搬运系统	◎	√
温度控制装置	√	√
电气控制系统	√	√
废气收集处理系统	√	√

注：√表示必须配置；◎表示按需要配置。

4.2.2 设备型式对比

表 2 超声波清洗设备型式对比

项目		全密闭式	半密闭式
作业形式	流水线式作业	不需要	需要
	工艺过程中清洗对象需转移工位	不需要	需要

单个工位实现清洗、烘干作业	可以	不可以
工艺过程中碳氢与大气环境接触	无	有

4.3 型号组成及编码规则

设备型号由基本型号和槽体数量、槽体有效容量、可处理清洗对象的额定重量、设计序号等 5 部分组成，5 者中间为横直线。

基本型号 辅助型号

CH(1) - (2) - (3) - (4) - (5)

其中, CH: 代表碳氢清洗剂, 其中 C 代表碳元素, H 代表氢元素;

(1) 代表设备型式: Q 为“全密闭式”即首字 (quan 全) 的声母; B 为“半密闭式”即首字 (ban 半) 的声母; 型式选择按表 2。

(2) 代表设备槽体总数量 (包括清洗槽及烘干槽): 由 2 位阿拉伯数字组成, 即 01 代表设备的清洗/烘干槽体数量为 1 个, 02 代表设备的清洗/烘干槽体数量为 2 个..... 99 设备的清洗/烘干槽体数量为 99 个。

(3) 代表设备每次可处理的清洗对象的额定重量: 用 2 位阿拉伯数字组成, 单位为 $1 \times 10^4 \text{kg}$; 即 01 代表额定总量为 10kg, 02 代表额定总量为 20kg..... 99 代表额定总量为 990kg;

(4) 代表单个槽体有效容量, 用两位阿拉伯数字表示, 容量表示按表 3;

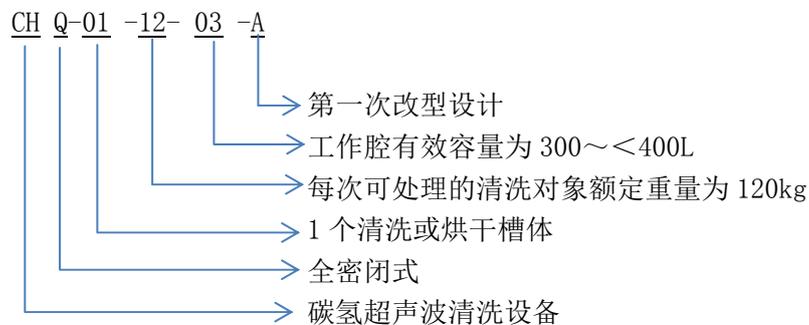
表 3 有效容量代号参照表

代号	01	02	03	...	99
有效容量 (L)	≤ 200	$200 \sim < 300$	$300 \sim < 400$		$9900 \sim < 10000$

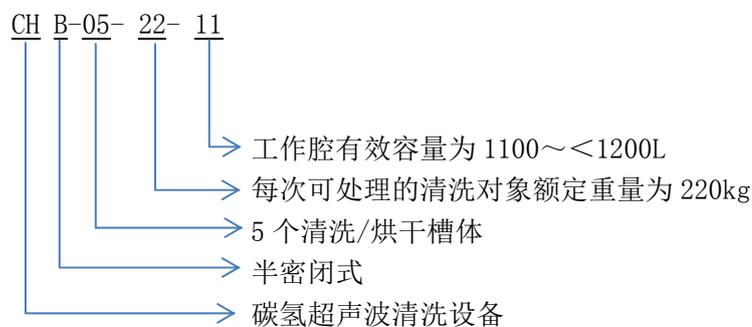
(5) 代表设备设计序号, 以第一次改型设计开始, A、B、C... 表示。

4.4 设备型号编码举例

示例 1: 全密闭式



示例 2: 半密闭式



注: 半密闭式清洗/烘干槽体数量必须 2 个或以上

5 技术要求

5.1 一般要求：

5.1.1 超声波清洗设备应按以下应用场景选择设备类型。

5.1.1.1 清洗槽内碳氢清洗剂的温度条件达到或超过碳氢清洗剂的闭口闪点温度时宜采用全密闭式超声波清洗设备。

5.1.1.2 清洗槽内碳氢清洗剂的温度条件低于碳氢清洗剂的闭口闪点温度时，宜采用半密闭式碳氢超声波清洗设备。

5.1.2 超声波清洗设备结构及机械功能设计应符合“GB 5083”规定要求。

5.1.3 超声波清洗设备工作时外表面温度应符合“GB/T 34662”中小于或等于 55℃之规定。

5.1.4 超声波清洗设备噪音应符合“GB 12348”的要求，监测方法按“GB 12349”标准执行。

5.1.5 超声波清洗设备所需的压缩空气、冷却水源等压力、温度、消耗量均应在设备使用说明书中写明。

5.1.6 超声波清洗设备摆放场地要求：

5.1.6.1 设备应摆放至独立区间内，独立区间应保持空气流通，保证清洗区域换气量等于或大于 6 次每小时；

5.1.6.2 设备摆放的独立区间内的电气防护应符合“GB 50058”危险区域 2 区对应的电气设备保护级别；

5.1.6.3 设备场地环境温度小于或等于 42℃；相对湿度应控制在 35%~75%之间；

5.1.6.4 设备自带排风系统需接到室外；

5.1.6.5 设备严禁阳光下暴晒，以免温度高，造成安全隐患；

5.1.6.6 设备周边 10 米内严禁有火源及动火作业及避免粉尘；

5.1.6.7 设备供电电源：380V、三相、50Hz，电压波动范围 342V~399V，频率波动范围 49Hz~51Hz；设备需单独配置消防电源 220V、单相、50Hz，电压波动范围 198V~231V，频率波动范围 49Hz~51Hz。

5.2 设备技术参数

5.2.1 设备主要技术参数应符合以下规定。

5.2.1.1 设备参数应符合表 4 规定。

表 4 设备技术参数

参数名称		参数数值			
温度控制, °C	半密闭式	清洗槽	烘干槽	蒸馏釜温度	设备表面温度
		≤碳氢清洗剂闭口闪点 10	85~130	90~110	≤55
	全密闭式	清洗、烘干腔室		蒸馏釜温度	设备表面温度
		60~130		90~110	≤55
真空指标	真空清洗时的真空度控制, Pa	5000~50000			
	烘干槽蒸汽预热时的真空度控制, Pa	5000~50000			
	蒸馏釜的真空度控制, Pa	500~20000			
	烘干槽极限压力, Pa	500			

	烘干时的抽气时间, 秒	从大气压抽至 10000Pa	从 10000Pa 抽至极限压力
		≤40	≤90
	升压率, Pa/h	清洗、烘干槽/腔室	蒸馏釜/其他辅助真空罐体
		400	300
VOCs 排放	有组织排放	80 mg/m ³	
	无组织排放	按“GB37822”执行	

5.2.1.2 设备蒸馏回收能力应符合表 4 规定。

表 5 设备蒸馏回收对比表

清洗槽有效容量, L	1~200	201~300	301~500	≥501
蒸馏再生能力, L/h	≥100	≥200	≥300	≥400

5.2.1.3 设备循环过滤系统流量应符合表 5 规定。

表 6 循环过滤系统流量对比表

清洗槽有效容量, L	1~200	201~300	301~500	≥501
过滤泵额定流量, L/min	>30~40	>40~60	>60~100	>100

5.3 装配要求

5.3.1 超声波清洗设备与清洗溶剂接触的部件, 宜选用“GB/T 20878”规定的 06Cr19Ni10 (JIS G1311 标准 SUS304)、00Cr17Ni12Mo2 (JIS G1311 标准 SUS316)、00Cr17Ni14Mo2 (JIS G1311 标准 SUS316L) 等材质制作。

5.3.2 所有零件应按图样技术要求检验合格后才能装配。

5.4 超声波清洗设备结构要求

5.4.1 清洗烘干系统

5.4.1.1 总则

a) 清洗系统应具有用碳氢溶液为介质把被清洗物的内、外表面污垢清洗干净的功能。

b) 清洗系统应包含但不限于以下组成部分: 清洗槽体、密封门、超声波装置、循环过滤系统、温度控制装置、真空系统等。

c) 烘干系统应具有在真空状态下用碳氢蒸汽对被清洗物进行蒸汽清洗的同时使其受热升温, 再对被清洗物进行烘干的功能。

d) 烘干系统应包含但不限于以下组成部分: 烘干槽体、密封门、温度控制装置、真空系统等组成。

5.4.1.2 清洗槽体和烘干槽体内部应可形成真空环境, 应根据槽体结构进行校核, 保证槽体在极限压力下工作的强度; 焊接应符合“JB 4709”要求。清洗槽体和烘干槽体配置有密封门, 密封门上安装有密封圈, 在密封门关闭后可形成密闭环境。

5.4.1.3 清洗槽应具备真空清洗功能, 清洗过程中槽内真空度按表 4 要求。

5.4.1.4 烘干槽槽内温度、蒸汽预热真空度、真空干燥极限真空控制按表 4 要求。

5.4.1.5 清洗槽体和烘干槽体真空密封性测试极限压力状态下的压升率按表 4 要求。

5.4.1.6 超声波系统

5.4.1.6.1 超声波系统应具有利用超声波在液体中的空化作用、加速度作用及直进流作用对液体和污物直接、间接的作用, 使污物层被分散、乳化、剥离而达到清洗目的的功能。

5.4.1.6.2 超声波功率密度按发震面面积单位平方厘米内的平均功率计算, 一般应大于 0.6w/cm²。推荐经验数值在 0.8 到 1.8w/cm² 之间选取。具体功率密度数值各厂家可根据清洗工况不同自行设计。

5.4.1.6.2 超声波频率推荐在 10kHz~120kHz 范围内选取并符合设计要求。

5.4.1.7 循环过滤系统

a) 循环过滤系统应有槽内循环过滤、溢流式循环过滤、全槽液过滤等功能。组成部分应包括但不限于泵、管件、阀门、过滤器等；

b) 过滤器应符合 GB/T 26114 规定；

c) 过滤泵流量应满足对应槽内液体每 10 分钟换液不小于 2 次的功能，泵的选型按表 6 要求选型。

5.4.1.8 温度控制装置

a) 半密闭式碳氢超声波清洗设备清洗设定温度控制按表 4 要求；

b) 全密闭式碳氢超声波清洗设备可无温度控制装置，槽液温度设定应不超过 90℃，温度偏差±2℃；冷源可采用冷水机，风冷式/水冷式，冷水塔等提供；

c) 设备应具备超温保护功能，当监测点温度出现异常时，控制系统可以报警提示。

5.4.1.9 抛动系统

a) 根据清洗烘干效率提升需要，抛动系统可采用上下抛动、左右角度摇摆、旋转等方式进行抛动，抛动系统的速度应可视实际情况可调整；

b) 采用上下抛动的方式时，其上下幅度应大于 30mm；

c) 采用左右角度摇摆的方式时其摆动角度应大于 15°；

d) 采用旋转的方式时，应保证可 360° 旋转。

5.4.1.10 真空系统

a) 真空系统应能实现设备的槽体（罐体）密闭空间形成真空环境功能。

b) 真空系统能力要求应符合：

——当进行蒸汽预热时，烘干槽内压力按表 4 要求控制，烘干槽内压力从常压抽真至 10000Pa 所用时间应符合表 4 要求；

——在高真空干燥时，槽内极限压力应符合表 4 要求；

——烘干槽内从 10000Pa 抽至极限压力所用时间应符合表 4 要求。

c) 真空系统宜采用干式真空泵，真空排气应排至 VOCs 废气收集处理系统。

d) 真空管路动静密封零部件结构型式和尺寸应符合“GB/T 6070”的规定。

5.4.2 蒸馏再生系统

5.4.2.1 蒸馏再生系统应由蒸馏釜、加热装置、冷却装置、真空装置及连接管路组成。

5.4.2.2 蒸馏釜材料应使用具有防腐性能的不锈钢材料制作；焊接应符合 JB/T4709 压力容器焊接规程。

5.4.2.3 蒸馏釜外应包覆保温隔热层，隔热层表面温度应低于 55℃。

5.4.2.4 加热装置宜采用间接加热的方式，可选蒸汽、热媒油等作用传热媒介对蒸馏釜的碳氢清洗剂进行加热；加热源可采用电加热管、使用现场的高温蒸汽等。

5.4.2.5 蒸馏回收系统工作状态下，蒸馏釜内压力控制按表 4 要求，蒸馏罐内温度控制按表 4 要求。

5.4.2.6 蒸馏系统再生能力应按表 5 要求设计。

5.4.3 废气收集处理系统

5.4.3.1 VOCs 废气收集处理系统应能与生产工艺设备同步运行。VOCs 废气收集处理系统发生故障或检修时，设备应停止运行，待检修完毕后同步投入使用。

5.4.3.2 废气收集系统排风罩（集气罩）的设置应符合“GB/T 16758”的规定。采用外部排风罩的，应按“GB/T 16758”、“AQ/T 4274”规定的方法测量控制风速，测量点应选取在距排风罩开口面最远处的 VOCs 无组织排放位置，控制风速不应低于 0.3 m/s。

5.4.3.3 废气收集系统的输送管道应密闭。废气收集系统应在负压下运行，若处于正压状态，应对输送管道组件的密封点进行泄漏检测，泄漏检测值不应超过 500 mmol/mol，亦不应有

感官可察觉泄漏。泄漏检测频次、修复与记录的要求应符合以下要求：

- 泵、压缩机、开口阀或开口管线取样连接系统至少每 6 个月检测一次；
- 法兰及其他连接件、其他密封设备至少每 12 个月检测一次。

5.4.5 电气控制系统

5.4.5.1 控制系统应包括但不限于以下功能具有液面、压力、温度、流量的监测系统。

5.4.5.2 控制系统应具有管路运行状态监控功能，如阀门开关、管路流向控制、管路堵塞指示、管路压力监控、管路流量监控等功能。

5.4.5.3 控制系统应具备故障能自动诊断报警功能；如果发现某一构件损坏或者某一检测信号不正常，在监视器上报警并显示完整报警文本。报警文本应包括以下内容：报警号，报警内容，处理建议等。除此之外，当故障发生后，能够实现操作人员对设备运动过程的手动控制，以便消除故障。

5.4.5.4 超声波清洗设备控制系统应具备通讯能力，应兼容以太网、485、Profinet、5G、Wifi 之一的通讯模式。

5.4.6 物料搬运系统

5.4.6.1 物料搬运系统运行速度、负载应满足设计要求。

5.5 超声波清洗设备气体排放控制要求

5.5.1 超声波清洗设备应配置废气收集处理系统，收集的废气应通过 VOCs 废气收集处理系统处理达标后排放，废气收集处理系统应符合“GB 37822”中第 10 项“VOCs 无组织排放废气收集处理系统要求”中相关规定。

5.5.2 设备所在厂区 VOCs 监控应按“GB7822”标准执行。

5.5.3 碳氢清洗液宜采用密闭管道输送；采用非管道输送方式转移碳氢清洗液时，应采用密闭容器。

5.5.4 超声波清洗设备排放的废液应储存于密闭的容器中，需要转移、处理废液时，应由有资质的单位处理。

5.5.5 含有碳氢清洗剂的固体废弃物应储存于密闭的容器或包装袋中，需转移、处理时，应由有资质的单位或企业处理。

5.6 超声波清洗设备安全保护措施要求

5.6.1 清洗设备内部电气设计应符合以下要求：

5.6.1.1 半密闭式碳氢超声波清洗设备在选用闭口闪点低于 60℃碳氢清洗剂时，设备内部电气设计应采用“GB50058”中，危险区域 1 区对应的电气设备保护级别。

5.6.1.2 半密闭式碳氢超声波清洗设备的清洗工艺采用闭口闪点大于 60℃和闭口闪点不大于 93℃的碳氢清洗剂时，设备内部的电气设计要求需达到“GB 50058”危险区域 2 区对应的电气设备保护级别。

5.6.1.3 全密闭式碳氢超声波清洗设备，设备内部的电气设计要求需达到“GB 50058”危险区域 2 区对应的电气设备保护级别。

5.6.2 超声波清洗设备应配置自动灭火系统，灭火剂应采用不导电、挥发性强的气态灭火剂，在使用过程中不留残余物。灭火系统的设计规范，应符合所选用灭火剂对应的标准要求。

5.6.3 超声波清洗设备内应采用可燃气体探测器对设备内可燃气体进行监测和报警处置，通过连接控制器显示浓度值，并可进行校准、浓度修正和报警限值设定。其最高浓度不超过爆炸下限值的 10%。可燃气体探测器气体浓度监测仪在设计、制造、检验、使用应符合“GB 15322.1”的要求。

5.6.4 超声波清洗设备应配置换气风机，其通风换气次数不小于 6 次/h；且满足“GB 50058”中 3.2.4 要求；当超声波清洗设备的型式是全密闭式碳氢超声波清洗设备时，则无此要求。

5.6.5 超声波清洗设备电控箱内电气元件安装应进行高/低压分开布局，高于 36V 电气元件

和小于或等于 36V 电气元件应各自安装在独立的电控箱内；电控箱整体设计制造应符合“GB/T 5226.1”的要求。

5.6.7 超声波清洗设备的静电接地

5.6.7.1 超声波清洗设备的静电接地应符合以下要求：

——设备内的塔、容器、机泵、换热器、过滤器等的外壳，应进行静电接地；

——有振动性能的部件，其振动部件应采用截面不小于 6 mm² 的铜芯软绞线接地，严禁使用单股线。有软连接的几个设备之间应采用铜芯软绞线跨接；

——转动物体的接地，可采用导电润滑脂或专用接地设施（如在不爆炸、无火灾危险环境下可采用滑环和电刷等）进行接地，但类似于阀杆、轴承转动部分不用进行上述连接。

5.6.7.2 超声波清洗设备可不采取专有的静电接地措施（计算机、电子仪器等除外）适用于如下情况：

——当金属导体已与防雷、电气保护、防杂散电流、电磁屏蔽等的接地系统有电气连接时；

——当埋入地下的金属构造物、金属配管、构筑物的钢筋等金属导体间有紧密的机械连接，并在任何情况下金属接触面间有足够的静电导通性时。

6 试验方法

6.1 蒸馏回收能力检测

6.1.1 蒸馏回收系统蒸馏釜的加热系统、真空度、温度在正常状态；

6.1.2 蒸馏回收系统的管路处于无泄漏的密封状态；

6.1.3 记录单位时间内的蒸馏回收系统中排出的洁净碳氢容量，通过式 1 计算 1 小时的蒸馏量，每次测记录时间不低于 20 分钟，测量 3 次以上取平均值。

$$K = \frac{V}{t} \times 3600 \dots \dots \dots (1)$$

K: 1 小时蒸馏回收量，单位 L/h；

V: 记录单位时间容量，单位 L；

t: 记录时间，单位，S。

6.2 清洗槽循环泵过滤流量检测

6.2.1 流量计安装位置应在过滤器出口后的管路上；

6.2.2 过滤系统的泵、过滤器、相关阀门控制均可正常运行；

6.2.3 采用涡轮式或涡街式流量计进行测量，所用流量计必须经过国家批准的计量部门进行校准，并在有效期内的；

6.3 温度检测

6.3.1 应在设备预热完成后，再正常运行 1 小时后进行测定；

6.3.2 设备表面温度可采用便携式红外线温度计检测，槽体（罐体）内部的温度采用电阻式温度计检测；

6.3.3 所用温度计必须经过国家批准的计量部门进行校准，并在有效期内的；

6.4 真空清洗、蒸汽预热真空度检测

6.4.1 真空计规管应安装在槽体（罐体）侧壁或上盖处，管端应突出内壁约 5mm；

6.4.2 所用真空计必须经过国家批准的计量部门进行校准，并在有效期内；

6.4.3 应在设备预热完成后，再正常运行 1 小时后进行测定；

6.5 烘干槽极限压力检测

- 6.5.1 烘干槽内为空载（不摆放清洗对象）；
- 6.5.2 真空计规管应安装在槽体（罐体）侧壁或上盖处，管端应突出内壁约 5mm；
- 6.5.3 所用真空计必须经过国家批准的计量部门进行校准，并在有效期内；
- 6.5.4 在抽气过程中允许设备用烘干槽本身的加热装置对槽体进行除气；
- 6.6.5 槽体内极限压力应值在开机 24 小时内检测，当测试计算结果每 30 分钟压力变化不超过 5%时，取其趋于稳定的最低压力值为极限压力值。
- 6.6 烘干时的抽气时间检测
 - 6.6.1 从常压抽至 10000Pa 的抽气时间，设备在连续工作的条件下，在槽体（罐体）内压力达到极限压力之后，使槽体（罐体）暴露大气 30 分钟，在抽至表 4 所规定的压力时所需的时间，即为从常压抽至 10000Pa 的抽气时间。
 - 6.6.2 从 10000Pa 抽至极限压力的抽气时间，设备在连续工作的条件下，在完成 5.5.1 的检测后，极限对烘干槽抽气直至达到极限压力值所需的时间，即从 10000Pa 抽至极限压力的抽气时间。
- 6.7 升压率检测
 - 6.7.1 槽体（罐体）经过充分除气后。将其抽气至极限压力，关闭槽体（罐体）与真空系统间的阀门，并关闭各真空泵。
 - 6.7.2 槽体（罐体）内部压力的第一次读数 P_1 应在关闭真空阀门 15 分钟后开始读取，经过 Δt （等于或大于 30 分钟），记取相应的压力 P_2 ，压力读数取 2 位有效数字，并计算 $\Delta P=P_1-P_2$ 。
 - 6.7.3 将连续 3 次重复测量得的 ΔP 和 Δt 值代入式 2 计算，并取 3 次计算结果的平均值，作为表征槽体（罐体）漏气特性的升压率 R 。

$$R = \frac{\Delta P}{\Delta t} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- R---槽体（罐体）的升压率，单位为 Pa/h
- ΔP ---压力增量，单位为 Pa；
- Δt ---时间增量，单位为 h。

- 6.8 VOCs 排放检测
 - 6.8.1 设备 VOCs 废气有组织排放的检测，按“GB37822”第 10.3.2 之要求进行测量；
 - 6.8.2 设备 VOCs 废气无组织排放的检测，按“GB37822”、“GB16297”规定进行测量；
 - 6.8.3 设备 VOCs 废气无组织排放的检测，应在设备连续运转 60min 后进行测量。
- 6.9 可燃气体浓度检测
 - 6.9.1 采用符合标准的并带有数值显示可燃气体浓度检测仪直接进行检测读取参数；
 - 6.9.2 应在设备连续运转 60min 后进行测量。
 - 6.9.3 所用可燃气体浓度检测仪必须经过国家批准的计量部门进行校准，并在有效期内。
- 6.10 接地电阻检测
 - 6.10.1 采用接地摇表对设备内需跨接接地的零部件间的接地点进行测量；
 - 6.10.2 所用接地摇表必须经过国家批准的计量部门进行校准，并在有效期内。
- 6.11 试验介质为常温状态下的碳氢清洗剂。常压下沸点在 130℃到 300℃之间，闭口闪点不低于 45℃。
- 6.12 被测参数的测量仪器、仪表指示值波动范围应不超过表 7 的规定。

表 7 测量仪器、仪表指示值的波动范围

被测参数	波动范围	被测参数	波动范围
高于标准大气压压力	±5%	温度	±2℃

低于标准大气压压力	±0.1%	电阻	±5Ω
流量	±2%	时间	±5%

6.13 噪声试验

6.13.1 超声波清洗设备在额定工况下按“GB 12349”规定方法进行测量。

6.14 试运转试验

6.14.1 负荷运转试验前应进行空载试运转试验，时间 180 min。试运转中清洗设备应无异常声响、振动和泄漏，润滑、温升和所有保护装置应正常。

6.15 负荷运转试验。

6.15.1 负荷运转试验应在额定负载下，负载重量从额定负载 50%逐渐上升到初始工况压力的过程中进行。

6.15.2 试验应不少于四个重量等级，每个重量等级运转时间不少于 30 min，初始工况下运转 4h。

6.16 连续运转试验

6.16.1 连续运转试验应在所有试验项目完毕后，在额定工况下连续运转。试验期间允许中途停机。运转中出现故障允许停机检查，若出现主要零部件损坏，试验应重新开始。连续运转试验时间应为 72 h，冷水源和清洗设备同步进行。

7 检验规则

7.1 清洗设备在制造精度检验、装配精度检验、主要零件材质检验、密闭空间压力检测、过滤系统流量压力检测、密闭性测试检验合格后方可进行运转试验。

7.2 清洗设备的各类检验按 5.2、5.6.6、5.6.7、5.6.8 规定的项目进行。

表 8 超声波清洗设备检验类别

检验项目	要求	型式检验	出厂检验
设备性能试验	5.2	√	√
可燃气体浓度检测	5.6.3	√	◎
试运转试验	5.2.1	√	√
负荷运转试验	5.4.6	√	√
连续运转试验	5.2.6	√	◎
VOCs 排放试验	5.2	√	√
噪声试验	5.1.4	√	◎
注：√表示进行；◎表示按需要。			

7.2 出厂检验

7.2.1 超声波清洗设备整机、零部件或附属装置，应由制造商的质量检验部门检验合格并附有产品合格证方可出厂。

7.2.2 超声波清洗设备出厂检验时性能参数应达到与用户签订的技术文件中相关要求。出厂试验后应对设备内部进行清洁处理，设备各容器及管路不允许有碳氢清洗剂残留。

7.3 型式检验

7.3.1 同一型式的首台设备应做型式检验。

7.3.2 用户有特殊要求时，可在用户处(新产品首台样机除外)检验。具体检验内容由双方协商，但不应低于本文件要求。

7.4 检验报告

7.4.1 出厂检验报告内容包括试验记录和试验结论。

7.4.2 型式检验报告内容应包括：

- a) 试验前超声波清洗设备装配和主要零件检查的资料；
- b) 试验记录、清洗设备的性能曲线图；
- c) 试验用仪器、仪表的计量资料；
- d) 试验条件；
- e) 超声波清洗设备试验结论。

8 标志、包装和贮存

8.1 标志

每台清洗设备上应在明显位置固定永久性产品铭牌，铭牌内容应至少包括：

- 制造商信息，包括且不限于：制造商名称、地址、有效联系方式；
- 超声波清洗设备的名称和型号；
- 超声波清洗设备主要技术参数，应包括且不限于：设备总功率(kW)、电压(kV)、外形尺寸(长×宽×高，单位 mm)、机组质量(kg)；
- 出厂编号、日期；
- 产品执行标准编号。

8.2 包装

8.2.1 设备运输包装应保证符合“JB/T 5000.13”第3.8之要求；

8.2.2 每套超声波清洗设备出厂时应附带下列文件，并封存在防潮袋内：

- 产品合格证明书；
- 产品使用说明书；
- 易损件清单；
- 装箱清单。

8.3 贮存

超声波清洗设备贮存时，应置于干燥、通风的场所，露天存放时应有防雨措施。
