ICS 71.120.30
CCS J 75

T/CS

团 体 标 准

T/CS 009—2024

固定管板式换热器

Fixed tube sheet heat exchanger

2025－03－04 发布 2025－03－04 实施

中国商品学会 发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　型式和基本参数 1
5　材料 1
6　技术要求 2
7　试验方法 2
8　检验规则 3
9　标志、涂敷和运输包装 4

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东福尔特种设备有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：山东福尔特种设备有限公司、山东能源集团建工集团有限公司地矿建设分公司、江西建设职业技术学院、陕西铁路工程职业技术学院。

本文件主要起草人：遇广志、王琳、于逢欣、张思深、张燕、宁珍、孙裴。

固定管板式换热器

1 范围

本文件规定了固定管板式换热器的型式和基本参数、材料、技术要求、试验方法、检验规则、标志、涂敷和运输包装。

本文件适用于固定管板式换热器（以下简称“换热器”）的生产和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 150.1 压力容器 第 1 部分：通用要求

GB/T 150.4—2024 压力容器 第 4 部分：制造、检验和验收

GB/T 151 热交换器

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 28712.2 热交换器型式与基本参数 第 2 部分：固定管板式热交换器

NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测

NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测

NB/T 47013.10 承压设备无损检测 第 10 部分：衍射时差法超声检测

NB/T 47013.11 承压设备无损检测 第 11 部分：射线数字成像检测

NB/T 47013.14 承压设备无损检测 第 14 部分：射线计算机辅助成像检测

NB/T 47013.15 承压设备无损检测 第 15 部分：相控阵超声检测

NB/T 47019 锅炉、热交换器用管订货技术条件 第 1 部分：通则

TSG 21—2016 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

GB/T 151 界定的术语和定义适用于本文件。

4 型式和基本参数

应符合 GB/T 28712.2 的规定。

5 材料

5.1 所有材料应有材料生产商的质量证明文件，检验项目和内容应符合相关要求。

5.2 材料的性能及各项要求，应符合相应的材料和压力容器要求。

5.3 材料的使用应符合 TSG 21—2016 中 2.1.2.1 的要求。

5.4 垫板、补强圈的材料应与壳体材料或壳体复合材料的基层材料相同。

5.5 直接与壳体相焊的非承压的内、外部件应与壳体材料或壳体复合材料的基层材料相同。

5.6 换热管应为冷拔管，管的尺寸精度应选用高级精度，外径及允许偏差应符合 NB/T 47019 的相关规定。

6 技术要求

6.1 外观质量

6.1.1 换热器外表面应清洁，不应有超过材料厚度负偏差的凹坑、划伤、压痕缺陷。

6.1.2 涂层应光滑平整、色泽均匀，不应有明显的气泡、流挂、皱纹、露底与其他损伤。

6.1.3 各管口应圆整，无毛刺、污物、氧化等缺陷。

6.1.4 焊缝外观要求如下：

a) 焊缝表面不应有裂纹、未熔合、气孔、夹钨、弧坑和飞溅物等缺陷；

b) 焊缝表面的咬边深度不应大于 0.1 mm，咬边连续长度不应大于 20 mm；

c) 焊缝两侧咬边的总长不应超过该焊缝长度的 5%，焊缝总长度小于 400 mm 时，不应超过该焊缝长度的 10%。

6.2 制造公差

换热器制造公差应符合工程图或设计规范的要求。

6.3 无损检测

对符合 GB/T 150.4—2024 中 10.3 规定的焊接接头应进行射线或超声检测，射线、超声检测合格指标应符合 GB/T 150.4—2024 中表 5 的规定。

6.4 气密性

补强圈应进行空气和肥皂水试验，可以用氮气替代空气。试验过程中应无可见泄漏，如有泄漏，应在修补后重新进行试验。

6.5 耐压强度

制造完工的热交换器应按设计文件的规定进行耐压试验。试验过程中应无渗漏，无可见的变形和异常声响。

7 试验方法

7.1 仪器仪表

试验用仪器仪表应经法定计量检验部门检定合格，并在有效期内。

7.2 外观质量

外观应在正常照度下，逐项进行目测。

7.3 制造公差

根据图样尺寸和公差要求，选用符合精度要求的度量工具进行检查。

7.4 无损检测

7.4.1 按 NB/T 47013.2、NB/T 47013.11、NB/T 47013.14 对焊接接头进行射线检测。

7.4.2 按 NB/T 47013.3、NB/T 47013.10、NB/T 47013.15 对焊接接头进行超声检测。

7.5 气密性

试验介质应采用洁净、干燥的空气或氮气，试验压力为（0.4～0.5）MPa(g)，试验按以下步骤进行：

a) 在补强圈外侧均匀涂抹肥皂水；

b) 给换热器通入空气或氮气进行加压；

c) 气体压力缓慢上升到试验压力，保压不少于 5 min，目测检查有无可见泄漏。

7.6 耐压强度

7.6.1 耐压试验的试验压力和必要时的强度校核按 GB/T 150.1 的规定进行。

7.6.2 耐压试验前，换热器各连接部位的紧固件应装配齐全，并紧固妥当；为进行耐压试验而装配的临时受压元件，应按该换热器同类受压元件的要求进行设计、制造、检验和验收，以保证其安全性。

7.6.3 试验用压力表应安装在被试验压力容器安放位置的顶部。

7.6.4 耐压试验保压期间不应采用连续加压以维持试验压力不变，试验过程中不应带压拧紧紧固件或对受压元件施加外力。

7.6.5 试验液体一般采用水，试验合格后应立即将水排尽并用压缩空气将内部吹干；无法完全排尽吹干时，对存在奥氏体不锈钢、镍及镍合金制元件接触水的换热器，应控制水的氯离子含量不超过 25 mg/L。

7.6.6 试验程序和步骤规定如下：

a) 换热器内的气体应当排净并充满液体，试验过程中，应保持压力容器观察表面的干燥；

b) 当试验压力容器器壁金属温度与液体温度接近时，方可缓慢升压至设计压力，确认无泄漏后继续升压至规定的试验压力（设计压力的 1.5 倍），保压不少于 30 min；

c) 然后降至设计压力，保压足够时间进行检查，检查期间压力应保持不变。

8 检验规则

8.1 检验分类

换热器检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 换热器应经质量检验部门逐台检验合格并附有产品合格证明文件后，方可出厂。

8.2.2 出厂检验项目按表 1 执行。

表 1 检验项目

项目	出厂检验	型式检验
外观质量	√	√
制造公差	√	√
无损检测	—	√
气密性	√	√
耐压强度	—	√
注：“√”为需要检验的项目；“—”为无需检验的项目。		

8.2.3 出厂检验结果全部符合本文件要求时，判出厂检验合格；出厂检验结果有一项不符合本文件要求时，允许返厂检修后进行复检。复检结果全部符合本文件要求时，判出厂检验合格；复检结果有任何一项不符合本文件要求时，判出厂检验不合格。

8.3 型式检验

8.3.1 换热器应每年进行一次型式检验。有下列情况之一的也应进行型式检验：

a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b） 正常生产后，若结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
c） 产品停产半年及以上，恢复生产时；
d） 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
e） 行业主管部门或质量管理部门提出要求时。

8.3.2 型式检验项目按表 1 执行。

8.3.3 型式检验应从出厂检验合格产品中随机抽取，抽取数量应满足检测要求。

8.3.4 型式检验结果全部符合本文件要求时，判型式检验合格。型式检验结果有任何一项不符合本文件要求时，允许加倍重新抽取样品进行复检，复检结果全部符合本文件要求时，判型式检验合格，否则为不合格。

9 标志、涂敷和运输包装

9.1 标志

9.1.1 每台设备应在明显的位置装有一安在铭牌座上的铭牌。铭牌至少应包含以下内容：
a） 产品名称；
b） 制造单位名称；
c） 介质名称；
d） 设计温度；
e） 设计压力；
f） 耐压试验压力；
g） 产品型号；
h） 换热面积；
i） 产品编号；
j） 制造日期。

9.1.2 有特殊要求（安装、使用）的换热器，还应配置警示牌或在醒目位置标示警示要求。

9.1.3 热交换器应有冷、热侧介质进出口标识。

9.2 涂敷

9.2.1 除非另有规定，供货厂商负责碳钢和低合金钢设备的外表面喷砂处理符合 GB/T 8923.1 中的 SA2.5 级并根据合同涂漆规定涂底漆，中间漆及面漆。

9.2.2 除锈之后 4 h 内应进行涂漆作业，不应放置过夜。

9.2.3 涂漆应在耐压试验和泄漏试验合格后进行，另有规定的除外。

9.2.4 涂漆表面也包括法兰面（密封面以外）和螺栓孔的内表面。只有上述涂漆可在水压试验前进行。

9.2.5 焊缝坡口表面不应涂漆，但现场焊接的坡口应涂一层对焊接质量无害且易去除的保护层。

9.2.6 涂漆时，应对不需要涂敷油漆的法兰密封面、螺纹表面等做好防护。

9.2.7 换热器制造完毕后应清除焊接污染、氧化皮、制造标志和其他杂物。

9.3 运输包装

9.3.1 所有可拆卸的内构件及其备件，供货商应进行试组装，在试装配后应单独包装。

9.3.2 小零件应袋装、装箱或采取其他保护措施，备用管件和密封垫片应单独装箱发运。

9.3.3 所有坡口的接管应采用金属盖板保护。

9.3.4 所有法兰接口应采用最小厚度为 4 mm 与法兰外径相同的钢制盲板和最小厚度为 3 mm 的软橡

胶垫用螺栓紧固。螺栓直径不应小于 M12，应等距离分布，但不少于 4 个螺栓。

9.3.5 所有密封面及紧固件（含备品备件）应涂刷防锈油，对于不锈钢紧固件，应在安装前涂上防咬合剂。

9.3.6 换热器应采取必要防腐保护措施，确保换热器在现场不额外进行保护的条件下，可以存储至少 6 个月而不会发生任何损坏。

9.3.7 换热器出厂前内部应充氮气保护，氮气压力不应小于 0.05 MPa(g)，换热器上应设置压力表检测氨气压力，并确保压力表不被损坏。并设置阀门以方便更换压力表，设置接头用于补氮。其余设备发运前采用内置干燥剂密封保护。

9.3.8 所有的螺纹连接应配上螺塞，暴露的螺纹应配上螺纹保护套。检漏孔应塞满油脂。

9.3.9 供货厂商在运输过程中负责装载、固定和保护换热器而不受损坏。在装卸过程中应采取措施保证缆绳、绳索、链子等不损坏涂漆表面。当需要时应提供运输用的座。

9.3.10 应在换热器明显位置标注重心和吊点位置以方便吊装。

9.3.11 换热器装车时，摆放位置应考虑到场吊装的便利性，方便现场吊装。