

T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXX—2025

烷烃脱氢反应系统

Alkane dehydrogenation reaction system

(征求意见稿)

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国中小商业企业协会 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 2

4 系统组成 2

5 技术要求 2

6 试验方法 5

7 检验规则 6

8 标志、随行文件 7

9 运输、包装、贮存 7

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。

本文件由洛阳智达石化工程有限公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：洛阳智达石化工程有限公司……

本文件主要起草人：……

烷烃脱氢反应系统

1 范围

本文件规定了烷烃脱氢反应系统（以下简称“反应系统”）的系统组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、随行文件、包装、运输和贮存。

本文件适用于低碳烷烃催化脱氢反应系统的生产、制造和检验验收。

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 150.2 压力容器 第2部分：材料
- GB/T 150.3 压力容器 第3部分：设计
- GB/T 150.4 压力容器 第4部分：制造、检验和验收
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 983 不锈钢焊条
- GB 3836.14 爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境
- GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
- GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则
- GB/T 4732（所有部分） 压力容器分析设计
- GB/T 4830 工业自动化仪表 气源压力范围和质量
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB/T 11141 工业用轻质烯烃中微量硫的测定
- GB/T 12459 钢制对焊管件 类型与参数
- GB/T 12771 流体输送用不锈钢焊接钢管
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13401 钢制对焊管件 技术规范
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 17854 埋弧焊用不锈钢焊丝—焊剂组合分类要求
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB/T 20801（所有部分） 压力管道规范 工业管道
- GB/T 24593 锅炉和热交换器用奥氏体不锈钢焊接钢管
- GB/T 24925 低温阀门 技术条件
- GB/T 25198 压力容器封头
- GB/T 30519 轻质石油馏分和产品中烃族组成和苯含量的测定 多维气相色谱法
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
GB 50177 氢气站设计规范
GB 50316 工业金属管道设计规范
GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
GB 50650 石油化工装置防雷设计规范
HG/T 20592 钢制管法兰（PN系列）
HG/T 20615 钢制管法兰（Class系列）
NB/T 10558 压力容器涂敷与运输包装
NB/T 47003.1 压力容器 第1部分：钢制焊接压力容器
NB/T 47010—2017 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
NB/T 47013.2—2015 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
NB/T 47013.4—2015 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
NB/T 47013.5—2015 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
NB/T 47013.8 承压设备无损检测 第8部分：泄漏检测
NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
SH/T 3097 石油化工静电接地设计规范
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 系统组成

反应系统主要由压力反应器、分离器、控制器为不同单元设备，并通过管道、阀门相连接。

5 技术要求

5.1 外观、尺寸及偏差

反应系统各部分的外观应符合设计要求，尺寸及偏差应按计算确定，并留有必要的裕量。

5.2 结构

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 反应系统的废水排放应符合 GB 8978 的规定、固体废弃物排放应符合 GB 18599 及环保的有关规定；废气宜回收利用，当采用排入大气方式时，应符合 GB 16297 及环保的有关规定。

5.2.1.2 反应系统的工作压力范围宜为 0.8 MPa (G) ~3.0 MPa (G)。

5.2.1.3 反应系统应设置置换气体接口，置换气体宜采用氮气。

5.2.1.4 反应系统中设备表面温度高于 50 °C 或低于 0 °C 的设备、管道及仪表管道应采取绝热措施，应符合 GB/T 4272 的规定。

5.2.1.5 循环冷却水水质应符合 GB/T 50050 的规定；仪表空气质量应符合 GB/T 4830 的规定。

5.2.1.6 反应催化剂的物理性质、化学组分、使用条件、使用要求应符合国家和行业的规定。

5.2.2 压力反应器

5.2.2.1 压力反应器的设计、制造、检验和验收应符合 GB/T 150.1、GB/T 150.2、GB/T 150.3、GB/T 150.4 的规定。

5.2.2.2 反应器的材质应满足系统工作状态的要求，采用不锈钢板时应符合 GB/T 4237 的规定。

5.2.2.3 反应器的布置应按烷烃脱氢反应的化学工艺流程进行设计。

5.2.3 管道及其附件

5.2.3.1 反应系统的管道要求应符合 GB/T 20801（所有部分）的规定。

5.2.3.2 含氢气体管道材质选择还应符合 GB 50177 的规定；有热应力的管道还应符合 GB 50316 的规定。

5.2.3.3 各部分设备间输送管道的配置符合以下规定：

- 材料应与各成分相容；
- 应具有保温绝热措施；
- 管道内部应无油脂、水分及机械杂质；
- 管道连接宜采用焊接，管道接头应密封可靠；
- 输送管道应地上敷设，管道的布局应避免与道路交叉，如受条件限制采用明沟铺设，应采取防止气体在管沟内积聚的措施，并在进出装置及建筑物处密封隔断；
- 管道长度宜短，并应减少死区，连接处应进行绝热处理；
- 长距离的常温或低温固定管道，每隔一段距离设置允许轴向伸缩和限制径向移动的托架，且应具有可靠的接地措施。

5.2.3.4 管道附件宜与管道材质等同或高于管道材质。

5.2.3.5 对于有热应力的管道，应采取热补偿措施，且不应影响安装、操作和维修。

5.2.3.6 管道内介质有脉动冲击的管段，应采取吸收脉冲能量的措施。

5.2.3.7 管道及附件的布置应整齐有序，减少管道交叉。

5.2.3.8 含氢气的管道附件材质选择应符合 GB 50177 的规定。

5.2.4 阀门

5.2.4.1 应按照阀门的功能以及阀门所处位置确定阀门的绝热型式，阀门应符合 GB/T 24925 的规定。

5.2.4.2 阀门应具有良好的密封性能，在不同环境下状态应灵活。阀门内腔的流道应畅通，应能确保吹除和置换顺利进行。

5.2.5 分离器

5.2.5.1 当分离器壳体为承压设备时，其设计、制造应符合 GB/T 150.3、GB/T 150.4 的规定；当分离器壳体为常压设备时，其设计、制造应符合 NB/T 47003.1 的规定；当使用分析设计标准进行分离器的设计时，分离器的设计、制造应符合 GB/T 4732（所有部分）的规定。

5.2.5.2 不锈钢焊条应符合 GB/T 983 的规定，埋弧焊用不锈钢焊丝-焊剂组合分类应符合 GB/T 17854 的规定，钢制对焊管件应符合 GB/T 12459 和 GB/T 13401 的规定。

5.2.5.3 不锈钢焊接钢管应符合 GB/T 12771、GB/T 24593 的规定，不锈钢无缝钢管应符合 GB/T 14976 的规定。

5.2.5.4 压力容器封头应符合 GB/T 25198 和 GB/T 13401 的规定

5.2.5.5 钢制管法兰应符合 HG/T 20592 或 HG/T 20615 的规定。

5.2.5.6 不锈钢和耐热钢锻件的等级应不低于 NB/T 47010—2017 中 II 级的规定。

5.2.5.7 焊接工艺评定应符合 NB/T 47014 的规定。

5.2.6 电气设施

5.2.6.1 反应系统的配电设备宜靠近负荷中心，并应集中控制，配电室、控制室不应与有腐蚀和容易积水的场所毗邻。

5.2.6.2 生产环境电气设施的设防应符合 GB 50058 的规定，爆炸级别应不低于 II C T2。

5.2.6.3 在有爆炸危险环境中的电气设备及其配线选用、配置应符合 GB 50058 和 GB 3836.14 的规定。

5.2.6.4 有爆炸危险房间的照明应采用防爆灯具，其光源宜采用荧光灯等高效光源。灯具不应安装在气体释放源的正上方。生产单元系统区域内应设置应急照明。

5.2.7 自动控制和监测

5.2.7.1 反应系统的自动控制及软件编程应满足工艺要求。

5.2.7.2 自动控制系统应具备报警连锁功能，进行监测报警、自动或手动停车。

5.2.7.3 自动控制和监测设备符合以下规定：

——原料泵出口、转化器进出口、成品进出口和仪表空气总管处应设置压力检测仪表；

——汽化器、过热器、转化器、原料液预热器、冷却器进出口、冷却介质进出口应设置温度检测仪表；

——反应系统的原料烷烃、成品烯烃应设置流量检测仪表；

——反应系统宜配置原料组分、含氢气体组分及成品烯烃纯度的分析仪器；

——反应系统区域内应设置可燃气体、CO 等有毒气体报警装置，并应符合 GB/T 50493 的规定。

5.2.8 防雷、防静电及保护接地

5.2.8.1 建筑物的防雷分类及防雷措施应符合 GB 50057 的规定；露天布置的装置区的防雷设计应符合 GB 50650 的规定。

5.2.8.2 防静电接地设计应符合 SH/T 3097 的规定。含可燃介质管道的法兰、阀门连接处宜设置防静电金属连接线（铜质）跨接。

5.2.8.3 管道保护接地应符合 GB 50177 的规定。室外架空的管道应与防雷电感应的接地装置相连。埋地管道应在进出建筑物处与防雷电感应的接地装置相连。

5.2.8.4 要求接地的设备、管道等均应设接地端子。接地端子与接地线之间，可采用螺栓紧固连接；对有振动、位移的设备和管道，其连接处应加挠性连接线过渡。

5.3 性能

5.3.1 性能参数

反应系统的性能参数应符合表1的规定。

表1 性能参数

项目	指标
烯烃含量/%	≥70
生产效率/%	≥95
硫含量（质量分数）/（mg/kg）	≤1.0

5.3.2 无损检测

5.3.2.1 容器的焊接接头无损检测应在形状尺寸检查、外观目视检查合格后进行。拼接封头的焊接接头应在成形后进行无损检测。

5.3.2.2 常压设备的焊接接头无损检测应符合 NB/T 47003.1 的规定；承压设备的焊接接头无损检测应符合 GB/T 150.1 的规定。

5.3.2.3 对于 A、B 类焊接接头应采用射线检测，射线检测应符合 GB/T 150.4 的规定，检测比例为 100%，射线检测的技术等级应按 NB/T 47013.2—2015 中规定的 AB 级，合格质量等级应不低于 NB/T 47013.2—2015 中规定的 III 级。

5.3.2.4 承压设备 C 类、D 类焊接接头表面检测应符合 GB/T 150.4 的规定，磁粉检测应符合 NB/T 47013.4—2015 中规定的 I 级，渗透检测应符合 NB/T 47013.5—2015 中规定的 I 级。

5.3.3 耐压试验

5.3.3.1 承压设备的耐压试验结果应符合 GB/T 150.1 的规定。

5.3.3.2 常压设备的耐压试验结果应符合 NB/T 47003.1 的规定。

5.3.4 泄漏试验

耐压试验合格后应进行泄漏试验，试验结果应符合 NB/T 47003.1 的规定。

6 试验方法

6.1 试验前准备

6.1.1 试验前，应检查所有制造厂提供的各种合格证、技术文件、包括全部例行试验记录和证书、图纸资料、压力容器产品安全质量监督检验证书等，逐一进行核对无误后进行试验。

6.1.2 检测现场的生产环境符合设计要求，各种生产辅助系统均应达到开车所应具备的条件。

6.1.3 反应系统的原料、催化剂、电源和自控系统均应符合设计要求，达到开车所应具备的条件。

6.1.4 开车后，逐渐增加负荷直至烷烃浓度、工作压力、工作温度、烯烃产量达到设计工况，并稳定运行后开始进行检测、记录。

6.2 外观、尺寸及偏差

反应系统组装完成后进行，应对外观、各部分设备的尺寸以及管路、电气线路的连接准确性进行目视检验。

6.3 结构

应按照设计要求进行目视检查结构。

6.4 性能

6.4.1 烯烃含量

按 GB/T 30519 的规定进行

6.4.2 生产效率

按式 (1) 进行计算，结果以百分率表示。

$$E = \left(1 - \frac{C_{out}}{C_{in}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E ——生产效率；

C_{out} ——反应器出口分散相浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

C_{in} ——反应器入口分散相浓度，单位为毫克每升（mg/L）。

6.4.3 硫含量

按GB/T 11141的规定进行。

6.4.4 无损检测

应按NB/T 47013.4—2015的规定进行。

6.4.5 耐压试验

无损检测合格后应进行耐压试验，外压设备和真空设备应以内压进行耐压试验。承压设备的耐液压试验应按GB/T 150.4的规定进行；常压设备的耐压试验应按NB/T 47003.1的规定进行。

6.4.6 泄漏试验

6.4.6.1 泄漏试验应在耐压试验合格后进行，泄漏试验包括气密性试验和氦检漏试验。

6.4.6.2 承压设备气密性试验应按GB/T 150.4的规定进行，常压设备的泄漏试验应按NB/T 47003.1的规定进行。应对所有焊接接头和连接部位进行泄漏试验。

6.4.6.3 氦检漏试验及评定应按NB/T 47013.8的规定进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 每套反应系统应进行出厂检验。各部分应在组装前进行检验。

7.2.2 出厂检验主要包括：外观、尺寸及偏差、无损检测、耐压试验、泄漏试验。

7.2.3 若出厂检验结果全部合格，则判该反应系统合格；若出现不合格项，允许对反应系统进行返修，返修后重新进行出厂检验，直至出厂检验所有项目合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

——新产品试制或老产品转厂生产定型鉴定时；

——产品正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

——产品停产一年后恢复生产时；

——出厂检验结果与上次型式检验差异较大时；

——行业主管部门提出型式检验的要求时。

7.3.2 型式检验项目为本文件规定的所有项目。

7.3.3 若型式检验所检项目全部符合本文件规定，则判型式检验合格。若有不合格项目，则判型式检验不合格。

8 标志、随行文件

8.1 标志

8.1.1 标志制作、安装位置应符合 GB/T 150.4、GB/T 13306 的规定。

8.1.2 标志的内容应简洁、明确，显示主要性能参数、指标和要求。标志应固定在易于观察的明显位置。

8.1.3 压力容器铭牌应由压力容器制造单位按 TSG 21 的制作。

8.1.4 包装箱储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.2 随行文件

设计单位应提供反应系统在安装、运行维护中所需的系统设计说明书、设计图纸文件、使用手册、分析手册、维护手册，主要设计文件如下。

——设计说明书：

- 设计依据；
- 设计规范和标准；
- 设计范围；
- 工艺说明；
- 施工要求。

——设计图纸文件：

- 工艺管道专业主要供流程图、设备布置图、管道平面布置图、管道轴测图、管道特性表等，流程图应列出控制点和管径；
- 设备专业主要提供设备总装图。压力容器应提供强度计算书或应力分析报告、三类压力容器应提供风险评估报告；
- 自控专业应提供仪表清单、仪表数据表、报警及联锁逻辑图、回路原理图、可燃及有毒气体报警平面布置图、仪表安装图、安装材料表、控制柜接线原理图；
- 电气专业应提供系统图、电气原理图、防雷接地图、危险区域划分图、安装材料表。

——使用手册：

- 应含启动、停机程序的技术要求或操作步骤说明；
- 安全使用须知应含生产环境有关的物料特性、防爆、防毒、防泄漏、安全运行及安全疏散说明；
- 当有远距离监控系统时应提供人机操作界面的操作运行说明。

——分析手册：

- 所需分析介质的性质和规格；
- 分析方法；
- 烷烃脱氢过程中的控制分析；
- 成品气的分析。

——维护手册：

- 催化剂、吸附剂、填料等使用说明、更换要求、推荐使用年限；
- 需定期更换或维保的部件，并提出更换、维保的要求。

9 运输、包装、贮存

9.1 通则

应符合NB/T 10558、GB/T 150.4及设计文件的规定。

9.2 运输

- 9.2.1 设备的运输方式和措施应能保证设备及其包装不发生损伤，设备在运输中应装有防松垫、托等以便保证零部件在运输途中不致松脱。
- 9.2.2 运输过程中，应有防止振动、颠簸及碰撞造成产品或包装箱损坏的措施。
- 9.2.3 设备运输中应有防雨、防震动措施。
- 9.2.4 运输除符合以上要求外，还应符合公路、铁路、船舶运输的规定。

9.3 包装

- 9.3.1 包装应符合 GB/T 13384 的规定。
- 9.3.2 碳钢、低合金钢件的机加工外表面应涂防锈油。
- 9.3.3 设备各管口法兰处应进行封堵，封堵件应能耐风、雨侵蚀，并采取防护措施。
- 9.3.4 包装箱外壁应用不褪色涂料清晰地注明下列内容：
 - 产品名称、型号；
 - 包装箱毛重；
 - 包装箱长（mm）×宽（mm）×高（mm）；
 - 制造单位名称；
 - 发货单位及详细地址；
 - 收货单位及详细地址。

9.4 贮存

- 9.4.1 反应系统应妥善存放在相对湿度不超过 90%和通风良好的场所，不应颠倒、侧放。对临时露天存放的包装箱应采取防雨、防潮和防止碰撞等措施。
 - 9.4.2 反应系统应水平放置，地面应加垫板或枕木。
 - 9.4.3 如需露天以及存在腐蚀环境放置较长时间，出厂前应在壳体内壁涂防锈油，必要时采用充氮保护并在存放期间定期检查补充氮气，传动装置宜在室内存放并在使用前及时清洗。
 - 9.4.4 反应系统应贮存在清洁、干燥的场所。
-