

删除[高栗子]: T/CEACI C0026-2025

# 团 体 标 准

删除[高栗子]: T/CEACI C0026-2025

综合传热实验装置技术规范

设置格式[高栗子]: 字体: 三号

Technical Specification for Integrated Heat Transfer  
Experimental Apparatus

设置格式[高栗子]: 居中

(征求意见稿)

删除[高栗子]:

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国化工教育协会发布

删除[高栗子]: 11-30

删除[高栗子]: 11-30

目录

综合传热实验装置技术规范 ..... 1

中国化工教育协会发布 ..... 1

前 言 ..... 3

综合传热实验装置技术规范 ..... 1

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

3.1 套管换热器 Double-pipe Heat Exchanger ..... 1

3.2 列管换热器 Shell-and-Tube Heat Exchanger ..... 1

3.3 标准化快拆接口 Standardized Quick Release Interface ..... 1

3.4 管廊系统 Piping Rack System ..... 2

3.5 备测换热器架 Test Heat Exchanger Rack ..... 2

4 要求 ..... 2

4.1 装置工作条件 ..... 2

4.2 总体要求 ..... 2

4.3 性能要求 ..... 3

4.4 外购件 ..... 3

4.5 主要设备 ..... 3

4.6 自动控制与数据采集系统 ..... 4

5 试验方法 ..... 5

5.1 性能试验 ..... 5

5.2 外购件试验 ..... 5

5.3 主要设备试验 ..... 5

5.4 自动控制系统试验 ..... 5

6 检验规则 ..... 5

6.1 检验分类 ..... 5

6.2 出厂检验 ..... 6

7 标志、包装、运输与贮存 ..... 6

7.1 标志 ..... 6

7.2 包装 ..... 6

7.3 运输 ..... 6

7.4 贮存 ..... 6

# 前言

删除[高栗子]: T/CEACI C0026-2025

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划》的规定起草。

本文件旨在规范综合传热实验装置的设计、制造与验收要求，推动该类教学实验装备向精确化、标准化、模块化及工程化方向发展。通过明确装置在传热性能测试准确性、操作安全性、系统扩展性与工程实践性等方面的技术指标与试验方法，为本类装置的生产制造和质量控制提供全面技术依据，从而保障实验教学质量，支撑化工程教育认证与实践能力培养目标的实现。

本文件由莱帕克（北京）科技有限公司提出。

本标准由中国化工教育协会归口。

本标准起草单位：莱帕克（北京）科技有限公司、大连理工大学、清华大学、郑州大学、郑州轻工业大学、河南莱帕克化工设备制造有限公司、河南化工实践教育装备工程技术研究中心。

本标准主要起草人：孙铭洲、赵扬、李琳、徐丽、杨许召、肖武、彭勇、张秀涛、胡雨牧、郑金友、李亚坤、郑妍妍、徐威、孙玮、刘静阳、李琛、梁梦雪。

本文件为首次发布。

# 综合传热实验装置技术规范

## 1 范围

本文件规定综合传热实验装置的术语和定义、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输与贮存等要求。

本文件适用于化工类高等院校、职业院校及企业培训中心用于传热教学与工程研究的模块化综合实验装置的设计、制造与质量验收。生产厂商应依据本文件确保实验装置达到规定的测试精度、操作安全性、功能扩展性与工程适用性。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

### 3.1 套管换热器 Double-pipe Heat Exchanger

由两种不同尺寸的标准管构成的同心套管结构。内外管之间的环隙为壳程，内管为管程。通过冷、热流体在管程与壳程中的逆流（或并流）流动实现热量交换。

### 3.2 列管换热器 Shell-and-Tube Heat Exchanger

列管换热器又称为管壳式换热器，是最典型的间壁式换热器。在列管换热器内进行换热的两种流体，一种在管内流动，为管程；另一种在管外流动，为壳程，管束的壁面即为传热面，热量通过管壁由一种流体传至另一种流体。

### 3.3 标准化快拆接口 Standardized Quick Release Interface

用于介质管道与换热器之间快速连接与分离的标准化接口组件，确保连接可靠、密封良好并便于操作。

### 3.4 管廊系统 Piping Rack System

集成布置热源介质、冷源介质、排气及排水总管路，并配备标准化输出接口的支撑结构，是连接介质源与备测换热器的桥梁。

### 3.5 备测换热器架 Test Heat Exchanger Rack

用于安装、固定各类待测试换热器试样的专用支架。

## 4 要求

### 4.1 装置工作条件

- a) 介质体系：常为水蒸气 - 空气；但可通过扩展接口兼容其他外部介质；
- b) 操作温度：常温~100℃；
- c) 操作压力（表压）：0~5kPa；
- e) 电源：AC 380 V，总功率 $\geq 7$  kW。

### 4.2 总体要求

装置应体现模块化、平台化设计理念，具备高度的可扩展性、操作安全性及工程实践性，制造工艺应保证结构稳定、密封可靠和长期运行精度。

#### 4.2.1 结构设计：

- a) 应采用功能分层设计：第一层（底层）为介质循环与预处理单元，第二层（上层）为管廊系统与实验操作区；
- b) 装置框架主体应为高质量轻量化支撑框架，配可升降、可锁定万向脚轮（带 ABS 调节手把）。占地面积建议不大于 2200 mm×1120 mm（长×宽×高）。

#### 4.2.2 制造与装配要求：

- a) 所有焊接、连接及密封部位应牢固可靠，无泄漏
- b) 管廊系统应布局合理，标识清晰，快拆接口应互换性强、连接便捷；
- c) 电控柜应独立设置，与工艺区有效隔离，具备集中控制与安全保护功能

### 4.3 性能要求

装置应能够准确完成多种传热实验，关键参数测量系统应具备足够的精度和稳定性。

4.3.1 应能支持多种换热器（如光滑套管、波纹套管、列管等）的快速安装、拆卸与结构观察；

4.3.2 应能准确测定管内传热膜系数 $\alpha$ 、努塞尔数  $Nu$  及总传热系数  $K$ ，实验重复偏差应小于 5%；

4.3.3 温度、压力、流量等测量仪表精度应符合 4.6 规定，数据采集系统应稳定可靠。

### 4.4 外购件

外购件及材料的选择应保证装置耐腐蚀、耐温、耐压及使用寿命，符合相关国家标准或行业标准，并提供材质证明或合格证。

4.4.1 管路：宜采用不锈钢 304 或高性能聚合物材料（如 PU）；

4.4.2 阀门：应选用不锈钢 304 球阀、截止阀或铜闸阀；

4.4.3 紧固件：法兰、螺栓、垫片等应符合装置使用质量、尺寸等国家标准要求；

4.4.4 气体输送：气体输送动力源风量应满足实际实验需求，进风口带过滤装置，进风口及出风口均带有消音装置；

4.4.5 冷凝部件：采用水蒸气等可凝气体为热流体时，应配备单独冷凝系统，用于不凝汽的冷凝。

4.4.6 液体输送：液体输送动力源流量应满足实际需求，耐受温度不得低于输送液体最高温度。

### 4.5 主要设备

#### 4.5.1 蒸汽发生器

- a) 应具备防干烧及多模式控制功能，带保温隔热外壳；
- b) 罐体容积 $\geq 20$  L，加热功率应满足实验需求，工作温度可精确控制；
- c) 蒸汽发生器产生的蒸汽应可以循环回收利用，节约水资源；
- d) 应具备压力与加热联动系统，超压时自动调控加热功率；
- e) 应配备安全防蒸汽溢出部件，蒸汽溢出时自动消除风险。

#### 4.5.2 换热器

- a) 套管换热器内管应为紫铜材质，有效长度 $\geq 1000$  mm，可拆卸，可在内部增加强化件，可验证强化传热相关理论；
- b) 列管换热器应含 15 根以上换热管组成，内部含有折流板；
- c) 高温部件外观应明显区别于其他非高温部件。。

#### 4.5.3 管廊与快拆接口系统：

- a) 应集成热、冷、排气、排水等多路总管，各管系出口应配备不少于 2 个标准快拆接口；
- b) 接口应密封可靠、拆装便捷、耐压符合设计要求。

#### 4.5.4 备测换热器架：

- a) 应可调、可移动，能够稳定承载各个换热器的扩充模块；
- b) 应便于移动和定位。

### 4.6 自动控制与数据采集系统

#### 4.6.1 测量仪表精度要求：

- a) 温度传感器：精度 A 级或以上，保证温度测量的准确性；
- b) 差压传感器：可远传显示，线性误差 $\leq 1.5\%$ FS，保证差压测量的稳定性；
- c) 压力变送器：可远传显示，精度 $\leq 1.5\%$ FS，保证压力测量的稳定性，耐受温度不低于所测介质温度；
- d) 流量测量部件：流量测量部件测定流量应准确可靠，若提供孔板或文丘里流量计应提供标定系数，非常温常压介质流量测量应加入温度和压力的校正；

#### 4.6.2 控制系统功能要求：

- a) 集成主控模组（支持多路信号集成）；
- b) 推荐配置智联交互终端（屏幕分辨率不低于 1920×1080）；支持多种通信协议（WiFi/4G/蓝牙）及外设扩展，可安装专业分析软件（如 Excel、Origin）；
- c) 应具备实时数据采集、过程监控、超限报警及安全联锁功能。

#### 4.6.3 推荐装置配套资源

- a) 配套移动端 APP 及在线学习系统（含 3D 仿真模块、视频指导模块及在线测评模块）；
- b) 配套仿真软件应能模拟多种传热场景，支持数据记录、处理及报告生成等功能；
- c) 配套智慧实验信息管理系统，可实时操作评分、实时多终端数据同步和实时远程

监控。

删除[高栗子]: T/CEACI C0026-2025

## 5 试验方法

### 5.1 性能试验

- 5.1.1 分别安装光滑管、波纹管及列管换热器，检验拆装便捷性与结构可视性；
- 5.1.2 在额定工况下运行，记录进出口温度、压力及流量数据，分别计算  $\alpha$ 、 $Nu$ 、 $K$ ，重复试验三次取平均值，偏差应小于 5%；
- 5.1.3 切换不同介质（水蒸气/热水/冷空气等）进行实验，验证系统兼容性与稳定性。

### 5.2 外购件试验

查验管道、阀门、泵、传感器等外购件的材质证明、合格证及标定证书，必要时进行耐压及气密性复测。

### 5.3 主要设备试验

- 5.3.1 热水罐/蒸汽发生器：进行加热性能、温度控制精度及安全保护测试；
- 5.3.2 换热器：进行耐压试验、密封检查及外观质量验收；
- 5.3.3 管廊及快拆接口：进行压力维持、密封及反复拆装测试；
- 5.3.4 备测换热器架：进行负载稳定性测试。

### 5.4 自动控制系统试验

对数据采集模块、控制执行器、人机界面及软件系统进行功能验证、稳定性测试及兼容性评估。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

包括出厂检验和型式试验。



## 6.2 出厂检验

每套装置须逐台按本文件第4章要求进行检验，合格后方可出厂，并附合格证。

## 6.3 型式试验

有下列情况之一时应进行型式试验：

- a) 新产品试制或者老产品转厂生产时；
- b) 结构、材料、工艺有重大变更可能影响性能时；
- c) 长期停产再恢复生产时；
- d) 质量监督部门提出要求时。

## 7 标志、包装、运输与贮存

### 7.1 标志

每台装置应在明显位置设置铭牌，内容包括：产品名称、型号、主要技术参数、制造商名称、出厂编号及日期。

### 7.2 包装

包装箱应牢固防潮，箱外标注产品名称、型号、制造商及收货单位信息，箱内附装箱单、合格证、使用说明书及配套软件访问信息。

### 7.3 运输

运输过程中应防雨、防震、防撞击，严禁倒置。

### 7.4 贮存

应存放于干燥、通风、无腐蚀性气体的室内环境中，长期存放时应定期通电检查。