

# 环保与节能视角下的石油化工管壳式换热器制造技术研究

刘 引 王 伟

廊坊广厦新源石化设备制造有限公司 河北廊坊 065000

**摘 要：**随着环保与节能意识的不断增强，石油化工行业对于能源利用效率的要求也越来越高。作为石化装置中重要的热交换设备，管壳式换热器在能源转换和传递过程中发挥着重要作用。本文以环保与节能为视角，对石油化工管壳式换热器的制造技术进行研究和探讨，旨在提高其能源利用效率、减少环境污染。

**关键词：**环保；节能；石油化工；管壳式换热器；制造技术

## 引言

石油化工行业是全球能源消耗和碳排放的主要来源之一。随着全球能源危机和环境问题日益严重，石油化工行业面临着巨大的挑战。管壳式换热器作为石油化工领域中广泛使用的设备之一，其性能的优劣直接影响到整个生产过程的效率和经济性。然而，传统的换热器制造技术存在能源浪费和环境污染等问题。因此，本文以环保与节能为视角，对石油化工管壳式换热器的制造技术进行了研究，具有重要的理论和实践意义。

## 一、管壳式换热器的基本结构和工作原理

管壳式换热器是一种常见的热交换设备，具有结构简单、换热效率高、适用范围广等优点，用于在不同流体之间进行热量传递。它由一个外壳和内部的管束组成，具有以下基本结构和工作原理：

### （一）基本结构

管壳式换热器由一个外壳和内部的管束组成。外壳通常是一个圆柱形容器，具有进出口口和排放口。内部的管束由一组平行排列的管子组成，管子的两端通过管板固定在外壳上。

### （二）工作原理

管壳式换热器的工作原理是通过内部的管束将热量从一个流体传递到另一个流体。其中，一个流体（通常为热源流体）通过管子外侧流动，被称为“壳侧流体”，另一个流体（通常为被加热流体）通过管子内部流动，被称为“管侧流体”。

#### 1. 壳侧流体

壳侧流体进入外壳后，在管子之间形成一个壳程空

间。壳侧流体沿着壳程空间流动，经过管子的外表面，与管侧流体进行热交换。壳侧流体可以是液体或气体，可以是冷却剂、冷却水等。

#### 2. 管侧流体

管侧流体通过管子内部流动，与壳侧流体进行热交换。管侧流体可以是液体或气体，可以是被加热的介质、蒸汽等。

#### 3. 热量传递

热量传递是通过壳侧和管侧流体之间的温度差实现的。壳侧流体通过管子外表面与管侧流体进行热交换，从而将热量从一个流体传递到另一个流体。热量传递的效率取决于流体的温度差、流速、管子材质和换热器的设计参数等因素。

## 二、管壳式换热器的能源利用效率分析

管壳式换热器作为能量转换设备，在石油化工行业中扮演着重要的角色。能源利用效率是衡量换热器性能的重要指标之一。本节主要对石油化工管壳式换热器的能源利用效率进行分析，包括传热效率、压降损失等方面。通过对传统换热器的分析，指出其存在的问题，并提出改进的方向。

### （一）传热效率

传热效率是指换热器在能量转移过程中的传热效果，即传递给流体的热量与总输入热量之间的比例。传热效率受到多种因素的影响，包括换热器的结构设计、流体流动状态、壳程和管程的传热系数等。

### （二）压降损失

压降损失是指在流体通过换热器时，由于流体流动阻力而引起的能量损失。压降损失会导致能源浪费和额外的能耗，因此需要尽量减小压降损失。

### （三）存在的问题

#### 1. 传热效率低

传统换热器的传热效率相对较低，导致能量转换的损失较大。主要由于传统换热器的传热面积有限，流体流动状态不理想以及壳程和管程的传热系数较低等原因导致。

#### 2. 压降损失大

传统换热器的压降损失较大，流体在通过换热器时会产生较大的阻力损失，导致额外的能耗和能源浪费。

#### 3. 清洗和维护困难

传统换热器的结构复杂，清洗和维护困难。传热管道内部容易积聚污垢和沉积物，影响传热效果，而清洗和维护工作需要耗费大量的时间和人力。

### （四）改进措施

#### 1. 优化结构设计

通过优化换热器的结构设计，如增加传热面积、改善流体分布、优化管道布置等，以提高传热效率和减小压降损失。

#### 2. 改进流体流动状态

通过调整流体的流动速度和分布方式，使其在换热器内部形成更为均匀的流动状态，减小阻力损失，提高传热效率。

#### 3. 采用先进材料

选择具有较高导热性能和耐腐蚀性能的材料，以提高换热器的传热效率和使用寿命。

#### 4. 引入新型换热技术

比如微通道技术、膜分离技术等，利用新型结构和工艺，提高传热效率和减小压降损失。

#### 5. 自动化清洗和维护技术

引入自动化清洗和维护技术，如在线监测系统、自动清洗装置等，提高清洗和维护效率，减少人工介入。

### 三、制造技术改进与优化

#### （一）传统制造工艺存在的问题

##### 1. 制造工艺复杂

传统制造工艺通常需要多个步骤，包括管道加工、焊接、组装等，工艺流程繁琐，容易产生人为错误和质量问题。

##### 2. 生产周期长

传统制造工艺的生产周期较长，需要较长的时间来完成各个步骤的加工和组装，导致交货周期延长。

##### 3. 质量控制难度大

传统制造工艺中存在许多人为因素，如操作技术水平、设备精度等，难以实现一致的质量控制和产品稳定性。

#### （二）改进和优化措施

##### 1. 材料选择优化

选择具有良好导热性能、耐腐蚀性和高温高压稳定性的材料，如不锈钢、钛合金、镍基合金等，以提高换热器的传热效率和使用寿命。

##### 2. 焊接工艺优化

优化焊接工艺，采用先进的焊接技术，如激光焊接、电子束焊接等，以提高焊缝质量和强度，减少焊接变形和裂纹。

##### 3. 结构设计优化

通过优化换热器的结构设计，如增加传热面积、改善流体分布、优化管道布置等，以提高传热效率和减小压降损失。

##### 4. 先进加工设备应用

引入先进的加工设备，如数控机床、自动化生产线等，提高生产效率和产品质量，减少人为因素对制造过程的影响。

##### 5. 质量控制与检测技术

建立完善的质量控制体系，采用先进的检测技术，如无损检测、红外热像仪等，对制造过程进行实时监测和质量控制，确保产品的质量和性能。

##### 6. 环境友好制造

推行绿色制造理念，减少对环境的影响。采用清洁生产技术和低VOC排放材料等，减少废水、废气和固体废弃物的排放。

##### 7. 智能制造技术应用

引入智能制造技术，如物联网、大数据分析等，实现设备的远程监控和智能化管理，提高生产效率和资源利用率。

##### 8. 应用数字化技术

采用数字化技术，如CAD/CAM设计与制造、虚拟仿真等，提高工艺设计和生产过程的精确度和效率。

### 四、环境污染控制与减排技术

#### （一）环境污染问题

##### 1. 废热排放

换热器在石油化工过程中会产生大量的废热，如果废热未得到合理利用，将导致能源浪费和环境污染。

##### 2. 废水排放

换热器使用过程中，冷却水和加热水可能受到污染，含有悬浮物、油污、化学物质等，如果未经处理直接排放，将对水体环境造成污染。

### 3. 废气排放

换热器使用过程中可能产生废气，其中可能含有有害气体和颗粒物，对大气环境造成污染。

## (二) 处理措施

### 1. 废热回收利用

通过安装余热回收装置，将废热用于其他工艺或建筑供暖，最大限度地减少废热排放，提高能源利用效率。

### 2. 废水处理

采用适当的废水处理技术，如沉淀、过滤、生物处理等，去除废水中的悬浮物、油污和化学物质，达到排放标准。

### 3. 废气治理

采用废气处理设备，如除尘器、脱硫装置等，对废气中的颗粒物和有害气体进行捕集和处理，减少对大气环境的污染。

### 4. 节能措施

通过优化换热器的结构设计、改善流体分布、提高传热效率等措施，减少能源消耗和碳排放。

## 结论与展望

本文从环保与节能的视角出发，对石油化工管壳式换热器的制造技术进行了研究。通过采用新型材料、优化结构设计和先进的制造工艺和技术，可以提高设备的性能和效率，降低能耗和环境污染。然而，当前的研究还存在许多不足之处，如新型材料的成本较高、优化结构设计需要更多的实验验证等。因此，未来的研究应进一步深入探讨如何降低制造成本和提高设备性能的稳定性，以满足石油化工行业的实际需求。

## 参考文献

- [1] 申玲. 管壳式换热器沸腾传热工艺的设计[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, (05): 95-96+126.
- [2] 高春蕾, 张雪姣, 高建红, 杨涛, 李群. 管壳式换热器流体分配结构设计及均匀性优化[J]. 山东化工, 2023, (05): 207-210+213.