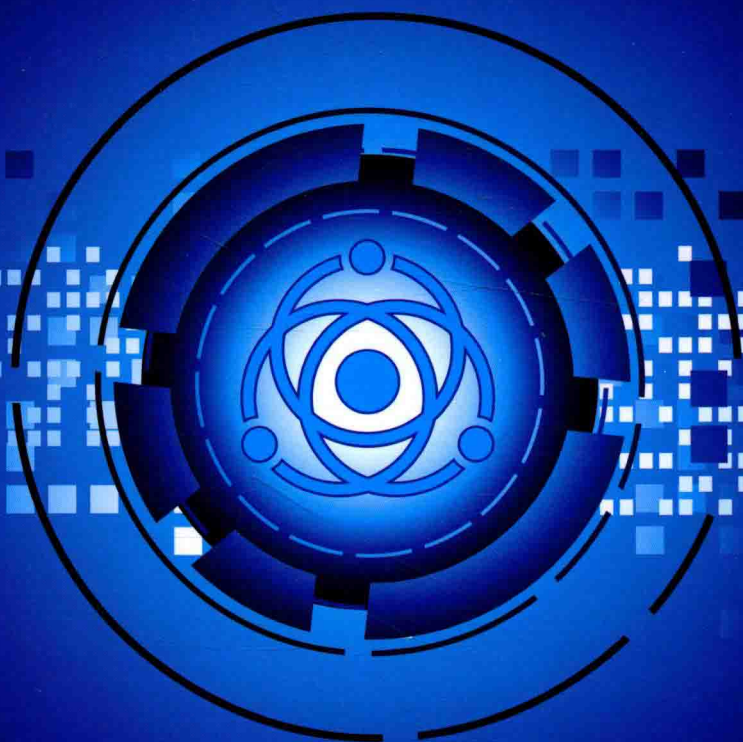


过程设备与工业应用丛书

传热技术、设备 与工业应用

廖传华 李海霞 尤靖辉 著



化学工业出版社

过程设备与工业应用丛书

传热技术、设备 与工业应用

廖传华 李海霞 尤靖辉 著



化学工业出版社

· 北京 ·

《传热技术、设备与工业应用》是“过程设备与工业应用丛书”的一个分册,本书在系统介绍传热设备和传热过程机理的基础上,分别详细介绍了热风炉、管壳式换热器、板式换热器、螺旋板式换热器、热管换热器、蒸发器与余热锅炉的工作特性、设计原理、用途及评价。

《传热技术、设备与工业应用》不仅适合石油、化工、生物、制药、食品、医药、环境、机械等专业的高等学校的教师、研究生及高年级本科生阅读,同时对相关行业的工程技术人员、研究设计人员也会有所帮助。

图书在版编目(CIP)数据

传热技术、设备与工业应用/廖传华,李海霞,尤靖辉
著. —北京:化学工业出版社,2017.12
(过程设备与工业应用丛书)
ISBN 978-7-122-29916-1

I. ①传… II. ①廖…②李…③尤… III. ①换热器-
研究 IV. ①TK172

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第136410号

责任编辑:卢萌萌 仇志刚
责任校对:王素芹

加工编辑:汲永臻
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张26¼ 字数654千字 2018年6月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:158.00元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

传热现象广泛存在于大自然中，可以说，传热过程是所有过程发生和发展中必不可少的共性问题之一，研究各种传热现象的发生过程及相关的传热设备对进一步提高工农业生产效率和国民经济水平具有重大意义。为此，在江苏高校品牌专业建设工程资助项目（PPZY2015A022）的资助下，我们著写了这本《传热技术、设备与工业应用》。除理论阐述外，还针对各种供热与换热设备列举了工业应用实例，具有很强的实践性，力求使读者能通过本书的学习，对目前过程工业中涉及的传热设备及其应用特性有一个概括性的了解。

全书共分 10 章。第 1 章根据过程工业的工作条件，提出了对传热过程和设备的要求；第 2 章对传热过程的基本理论进行了介绍；第 3 章对以水为介质的供热设备——锅炉进行了介绍；第 4 章对以空气为介质的供热设备——热风炉进行了介绍；第 5 章对管壳式换热器进行了介绍；第 6 章对板式换热器进行了介绍；第 7 章对螺旋板式换热器进行了介绍；第 8 章对热管换热器进行了介绍；第 9 章对蒸发器进行了介绍；第 10 章对工业过程中广泛应用的余热锅炉进行了介绍。

全书由南京工业大学廖传华、南京科技职业学院李海霞和南京三方化工设备监理有限公司尤靖辉著，其中第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 8 章、第 9 章由廖传华著，第 3 章、第 5 章、第 10 章由李海霞著，第 6 章、第 7 章由尤靖辉著。全书由廖传华统稿。

全书从选题到材料的收集整理、文稿的编写及修订等方面都得到了南京工业大学黄振仁教授的大力支持，在此深表感谢。南京三方化工设备监理有限公司赵清万、许开明、李志强，南京工业大学李政辉对本书的编写工作提出了大量宝贵的建议，南京朗润机电进出口公司朱海舟提供了大量图片资料，研究生赵忠祥、闫正文、王太东、李洋、刘状、汪威、李亚丽、廖玮、宗建军等在资料收集与文字处理方面提供了大量的帮助，在此一并表示衷心的感谢。

本书的编写与修订工作历时三年，虽经多次审稿、修改，但由于作者水平有限，不妥及疏漏之处在所难免，敬请广大读者不吝赐教。在编写过程中参考了大量的相关资料，在此谨对原文作者致以衷心的感谢。

著者

2017 年 8 月于南京工业大学

目录

CONTENTS

第1章 绪论

- 1.1 供热设备的主要类型 /001
 - 1.1.1 锅炉 /001
 - 1.1.2 热风炉 /003
- 1.2 换热设备的主要类型 /004
 - 1.2.1 换热设备的主要类型 /004
 - 1.2.2 换热设备的选型 /005
- 1.3 传热设备的材料 /006
- 1.4 传热设备的防腐蚀 /008
- 1.5 传热设备设计的一般考虑 /008

第2章 传热

- 2.1 传热的方式和方法 /010
 - 2.1.1 传热的基本方式 /011
 - 2.1.2 工业传热的方法 /011
 - 2.1.3 稳定传热和不稳定传热 /012
- 2.2 导热 /012
 - 2.2.1 傅里叶定律 /012
 - 2.2.2 热导率 /013
 - 2.2.3 单层和多层平壁导热 /014
 - 2.2.4 单层和多层圆筒壁导热 /016
- 2.3 对流传热 /017
 - 2.3.1 对流传热方程式 /018
 - 2.3.2 对流传热系数的关联式 /019

- 2.3.3 无相变时的对流传热系数 /020
- 2.3.4 有相变时的对流传热系数 /022
- 2.3.5 对流和辐射的联合传热 /025
- 2.4 间壁两侧流体的传热 /026
 - 2.4.1 总传热速率方程 /026
 - 2.4.2 换热器的热量衡算 /027
 - 2.4.3 传热推动力与两流体的流向 /028
 - 2.4.4 总传热系数 /031
- 2.5 换热器 /034
 - 2.5.1 换热器的类型 /034
 - 2.5.2 换热器内流体流程和流速的选择 /042
 - 2.5.3 各种间壁式换热器的比较 /042
 - 2.5.4 传热的强化途径 /042
- 参考文献 /043

第3章

锅炉

- 3.1 供热锅炉的基本构造和性能参数 /044
 - 3.1.1 锅炉的构成 /045
 - 3.1.2 供热锅炉的基本构造 /045
 - 3.1.3 供热锅炉的工作过程 /047
 - 3.1.4 供热锅炉的性能参数 /048
 - 3.1.5 锅炉的评价指标 /050
- 3.2 蒸汽锅炉 /052
 - 3.2.1 烟管锅炉 /052
 - 3.2.2 烟管水管组合锅炉 /055
 - 3.2.3 水管锅炉 /057
- 3.3 热水锅炉 /066
 - 3.3.1 强制流动热水锅炉 /066
 - 3.3.2 自然循环热水锅炉及其改型 /070
 - 3.3.3 复合循环热水锅炉 /073
- 3.4 汽水两用锅炉 /075
 - 3.4.1 热水和蒸汽同时供应 /075
 - 3.4.2 汽水两用锅炉的运行调节 /077
- 3.5 特种锅炉 /077
 - 3.5.1 真空锅炉 /078

- 3.5.2 冷凝锅炉 /079
- 3.5.3 生物质锅炉 /080
- 3.5.4 垃圾锅炉 /082
- 3.5.5 导热油锅炉 /084
- 3.5.6 电热锅炉 /085
- 3.5.7 核能锅炉 /087
- 3.6 辅助受热面 /089
 - 3.6.1 蒸汽过热器 /089
 - 3.6.2 省煤器 /090
 - 3.6.3 空气预热器 /092
 - 3.6.4 尾部受热面烟气侧的腐蚀 /094
- 3.7 锅炉安全附件 /095
 - 3.7.1 安全阀 /095
 - 3.7.2 压力表 /097
 - 3.7.3 水位表 /098
 - 3.7.4 高低水位警报器 /099
- 参考文献 /099

第4章 热风炉

- 4.1 热风炉的技术参数及特性 /102
 - 4.1.1 热风炉的技术参数及评价指标 /103
 - 4.1.2 热风炉的特性 /105
- 4.2 直接加热热风炉 /108
 - 4.2.1 固体燃料直接加热热风炉 /109
 - 4.2.2 液体燃料直接加热热风炉 /118
 - 4.2.3 气体燃料直接加热热风炉 /122
- 4.3 间接加热热风炉 /123
 - 4.3.1 间接加热热风炉的基本设计计算 /124
 - 4.3.2 无管式热风炉 /126
 - 4.3.3 列管式热风炉 /134
 - 4.3.4 热管式热风炉 /138
- 4.4 热媒加热式热风炉 /148
 - 4.4.1 蒸汽加热式热风炉 /149
 - 4.4.2 导热油加热式热风炉 /150
- 4.5 烟气余热回收 /155

- 4.5.1 烟气余热回收换热器的分类 /155
- 4.5.2 对流型换热器 /156
- 4.5.3 辐射型换热器 /156
- 4.5.4 陶土换热器 /158
- 4.5.5 热管换热器 /158
- 4.5.6 旋转式换热器 /160
- 4.5.7 蓄热室 /161
- 4.5.8 热媒式换热器 /163
- 4.5.9 旋风式余热回收装置 /166
- 4.5.10 热泵 /166
- 4.5.11 余热锅炉 /167
- 参考文献 /168

第5章

管壳式换热器

- 5.1 管壳式换热器的结构与型号 /172
 - 5.1.1 管壳式换热器的总体结构 /172
 - 5.1.2 管壳式换热器的型号 /176
- 5.2 管壳式换热器的工艺设计 /176
- 5.3 管壳式换热器的结构设计 /187
 - 5.3.1 换热器的外壳 /187
 - 5.3.2 管束 /190
 - 5.3.3 管板 /194
 - 5.3.4 膨胀节 /202
 - 5.3.5 其他结构 /206

参考文献 /212

第6章

板式换热器

- 6.1 板式换热器 /214
 - 6.1.1 结构特点 /215
 - 6.1.2 设计计算 /221
- 6.2 板翅式换热器 /233
 - 6.2.1 结构特点 /233
 - 6.2.2 设计计算 /239

6.3 伞板换热器 /257

6.3.1 结构特点 /257

6.3.2 设计计算 /261

参考文献 /265

第7章 螺旋板式换热器

7.1 螺旋板式换热器的优点及其分类 /268

7.1.1 螺旋板式换热器的优点 /268

7.1.2 螺旋板式换热器的分类 /269

7.2 螺旋板式换热器的结构 /271

7.2.1 密封结构 /271

7.2.2 外壳 /272

7.2.3 螺旋板的刚度 /273

7.2.4 进、出口接管的布置 /273

7.3 螺旋板式换热器的设计 /274

7.3.1 螺旋通道的几何计算 /274

7.3.2 传热工艺计算 /276

7.3.3 螺旋板式换热器的压力损失 /286

7.3.4 强度和刚度计算 /289

7.3.5 制造工艺 /302

参考文献 /305

第8章 热管换热器

8.1 热管的工作原理及特性 /307

8.1.1 热管的工作原理 /307

8.1.2 热管的结构 /307

8.1.3 热管的主要特性 /309

8.2 热管的分类 /309

8.2.1 按工作温度分类 /309

8.2.2 按冷凝液回流方式分类 /309

8.3 热管基本理论 /311

8.4 热管的传热机理 /318

- 8.4.1 传热原理 /318
- 8.4.2 热管的传热极限 /319
- 8.5 热管的应用 /322
- 8.6 热管设计 /323
- 8.7 热管换热器的设计计算 /332
 - 8.7.1 热管换热器的分类 /332
 - 8.7.2 热管换热器的设计 /339
- 参考文献 /353

第9章 蒸发器

- 9.1 蒸发器的型式 /356
 - 9.1.1 自然循环型蒸发器 /357
 - 9.1.2 强制循环型蒸发器 /359
 - 9.1.3 单程型蒸发器 /359
 - 9.1.4 浸没燃烧蒸发器 /362
 - 9.1.5 蒸发器的选型 /363
- 9.2 单效蒸发 /364
 - 9.2.1 溶液的沸点和温度差损失 /364
 - 9.2.2 单效蒸发的计算 /366
 - 9.2.3 蒸发器的生产能力和生产强度 /371
- 9.3 多效蒸发 /372
 - 9.3.1 多效蒸发的操作流程 /373
 - 9.3.2 多效蒸发的计算 /374
 - 9.3.3 多效蒸发和单效蒸发的比较 /379
 - 9.3.4 多效蒸发中效数的限制及最佳效数 /380
- 9.4 蒸发器的设计 /381
 - 9.4.1 蒸发器的设计举例 /381
 - 9.4.2 蒸发器的辅助装置 /384
- 参考文献 /385

第10章 余热锅炉

- 10.1 余热锅炉的组成及其特点 /387
- 10.2 余热锅炉的分类 /389

10.3	烟道式余热锅炉	/389
10.3.1	工作原理	/390
10.3.2	工作方式	/391
10.3.3	类型	/391
10.4	余热锅炉的热工计算	/393
10.5	余热锅炉的工作特性	/394
10.5.1	高温(烟道)余热锅炉	/394
10.5.2	中低温余热锅炉	/395
10.5.3	高效(热管)余热锅炉	/399
10.5.4	经济分析	/402
10.6	余热锅炉的应用	/403
	参考文献	/406

第1章

绪论

由于受物料存在状态及分子或原子间相互作用的限制，过程工业生产几乎无法在自然条件下进行，必须在一定的温度条件下通过改变物质的存在状态（物理变化）和化学特性（化学变化），才能生产出满足一定使用需要的产品。因此，为保证过程工业的正常进行，传热设备必不可少。

根据传热设备在过程工业中所起的作用，可分为两种类型：换热设备和供热设备。用于为工业过程提供热量或热介质的装置称为供热设备；用于两种或两种以上流体间、流体和固体间、固体粒子间或者具有不同温度的同一种流体间进行热量（或焓）传递的装置称为换热设备。

1.1 供热设备的主要类型

根据供热介质的不同，可将过程工业中应用最为广泛的供热设备分为锅炉和热风炉。

1.1.1 锅炉

锅炉是供热之源，主要用以产生蒸汽和热水。通常将工业和供暖用的锅炉称为供热锅炉，以区别于用于动力和发电的动力锅炉。

锅炉的主要作用是为过程工业提供一定温度的蒸汽或热水，根据提供产物的不同，锅炉可分为蒸汽锅炉和热水锅炉。

锅炉由锅与炉两部分组成，其中锅是进行热量传递的汽水系统，由给水设备、省煤器、锅筒及对流束管等组成；炉是将燃料的化学能转化成热能的燃烧设备，由送风机、引风机、烟道、风管、给煤装置、空气预热器、燃烧装置、除尘器及烟囱等组成。

燃料在炉子里燃烧产生高温烟气，以对流和辐射的方式通过汽锅的受热面将热量传递给汽锅内温度较低的水，产生热水或蒸汽。为了充分利用高温热量，在烟气离开锅炉前，先让其通过省煤器和空气预热器，对汽锅的进水和炉子的进风进行预热。

为了保证锅炉安全工作，锅炉上还应配备安全阀、压力表、水位表、高低水位报警器及超温超压报警装置等。

锅炉的分类有多种方法，一般情况下可从以下角度对锅炉进行分类。

(1) 按用途分类

锅炉按用途可分为电站锅炉、工业锅炉、生活锅炉等。电站锅炉用于发电，工业锅炉用于工业生产，生活锅炉用于采暖和热水供应。

(2) 按结构分类

按结构形式，可分为火管锅炉（锅壳锅炉）、水管锅炉和水火管锅炉。火管锅炉中，烟气在管内流过；水管锅炉中，汽水在管内流过。

(3) 按容量大小分类

按容量大小，可将锅炉分为大型锅炉、中型锅炉和小型锅炉。习惯上，蒸发量大于100t/h的锅炉为大型锅炉，蒸发量为20~100t/h的锅炉为中型锅炉，蒸发量小于20t/h的锅炉为小型锅炉。

(4) 按蒸气压力分类

按出口工质压力可分为常压锅炉、微压锅炉、低压锅炉、中压锅炉、高压锅炉、超高压锅炉、亚临界压力锅炉、超临界压力锅炉和超超临界压力锅炉。常压锅炉的表压为零；微压锅炉的表压为几十个帕斯卡；低压锅炉的压力一般小于2.5MPa；中压锅炉的压力一般为5.9MPa；高压锅炉的压力一般为9.8MPa；超高压锅炉的压力一般为13.73MPa；亚临界压力锅炉的压力一般为16.67MPa；超临界压力锅炉的压力为23~25MPa；超超临界压力锅炉的压力一般大于27MPa。发电用锅炉的工作压力一般都为中等压力以上。

(5) 按工质在蒸发系统中的流动方式分类

按蒸发受热面内工质的流动方式可分为自然循环锅炉、强制循环锅炉、直流锅炉和复合循环锅炉。自然循环锅炉具有锅筒，利用下降管和上升管中工质密度差产生工质循环，只能在临界压力以下应用。直流锅炉无锅筒，给水靠水泵压头一次通过受热面，适用于各种压力。强制循环锅炉在循环回路的下降管与上升管之间设置循环泵用以辅助水循环并作强制流动，又称辅助循环锅炉或控制循环锅炉。复合循环锅炉是介于强制循环锅炉和直流锅炉之间的一种锅炉。它在高负荷时按直流锅炉模式运行，而在低负荷时按强制循环锅炉模式运行，循环泵只在低负荷下工作。

(6) 按燃料或能源种类分类

按所用燃料或能源种类不同，可分为固体燃料锅炉、液体燃料锅炉、气体燃料锅炉、余热锅炉和生物质燃烧炉。

(7) 按燃烧方式分类

按燃烧方式的不同，锅炉可分为火床燃烧锅炉、火室燃烧锅炉、流化床燃烧锅炉和旋风燃烧锅炉。

(8) 按排渣方式分类

按排渣方式，锅炉可分为固态排渣锅炉和液态排渣锅炉。固态排渣锅炉中，燃料燃烧后生成的灰渣呈固态排出，是燃煤锅炉的主要排渣方式。液态排渣锅炉中，燃料燃烧后生成的灰渣呈液态从渣口流出，在裂化箱的冷却水中裂化成小颗粒后排入水沟中冲走。

(9) 按烟气压力分类

按炉膛烟气压力可分为负压锅炉、微正压锅炉和增压锅炉。负压锅炉中炉膛压力保

持负压,有送、引风机,是燃煤锅炉的主要型式。微正压锅炉中炉膛表压力为 $2\sim 5\text{kPa}$,不需引风机,宜于低氧燃烧。增压锅炉中炉膛表压力大于 0.3MPa ,用于配蒸汽-燃气联合循环。

(10) 其他分类法

除上述常规的分类方法外,还有其他的一些分类法,如:

按锅筒数目可分为单锅筒和双锅筒锅炉,锅筒可纵置或横置。现代锅筒型电站锅炉都采用单锅筒型式,工业锅炉采用单锅筒或双锅筒型式。

按整体外形可分为倒U形、塔形、箱形、T形、U形、N形、L形、D形、A形等。D形、A形用于工业锅炉,其他炉型一般用于电站锅炉。

按锅炉房型式可分为露天、半露天、室内、地下或洞内布置的锅炉。工业锅炉一般采用室内布置,电站锅炉主要采用室内、半露天或露天布置。

按锅炉出厂型式可分为快装锅炉、组装锅炉和散装锅炉,小型锅炉可采用快装型式,电站锅炉一般为组装或散装。

1.1.2 热风炉

热风炉的用途是为过程工业提供一定温度的热空气,是气流干燥、喷雾干燥、流化干燥、塔式干燥等装置的主要辅助设备,也是温室及家畜饲养场加温的主要设备,广泛应用于农业生产、农产品及食品加工、冶金、建材等行业。当热风炉产生的热风被用来干燥物料时,热风加热被干燥物料并蒸发水分,然后带走水蒸气,热风炉性能的好坏直接影响到干燥设备的技术经济指标;当热风炉产生的热风被用来加热温室及饲养场时,热风的主要目的是加热环境中的空气,使其适合动植物生长,此时热风炉的性能将影响环境条件的控制,最终影响到动植物的生长。除个别情况外,几乎所有利用热风炉的场合对热风都要求洁净、无污染。

长期以来,根据不同的需要以及燃料的不同,人们开发了各种各样的热风炉。目前,用于热风炉的热源主要有天然气、煤、电、油以及太阳能。加热形式主要有直接烟道气式和间接换热式。换热器的类型更是复杂多变,有无管式、列管式及热管式等。在功率上有大型和小型之分。

热风炉可根据燃料、燃烧方式和加热方式来分类。

根据燃料类型可分为固体燃料热风炉、液体燃料热风炉、气体燃料热风炉。

根据燃料或热源的不同可分为燃生物质材料热风炉、燃煤热风炉、燃油热风炉、燃气热风炉、电加热器和太阳能集热器等。

根据加热形式分主要有直接烟道气式热风炉和间接换热式热风炉。间接换热式热风炉根据热载体的不同可分为导热油加热炉、蒸汽热风炉、烟气热风炉等。根据换热器形式的不同可分无管式热风炉、列管式热风炉、热管式热风炉等。

固体燃料在炉中的燃烧方式基本有三种:铺层燃烧、悬浮燃烧和沸腾燃烧,与之相应的燃烧设备分别称之为层燃式热风炉、悬燃式热风炉和沸腾燃烧式热风炉。层燃式热风炉又分为手烧式热炉、链条式热风炉和往复式炉排热风炉。

根据司炉方式可分为机烧式热风炉和手烧式热风炉。

根据炉体结构可分为卧式热风炉和立式热风炉。

根据炉排的分布形式可分为水平炉排热风炉和倾斜炉排热风炉。

根据功率大小可分为大型热风炉和小型热风炉。功率在 100 万大卡 (1×10^6 kcal, 1cal=4.18J) 以上为大型热风炉, 功率在 100 万大卡以下的为小型热风炉。

1.2 换热设备的主要类型

在换热设备中, 用得最多的是管壳式换热器。在传统的折流板换热器获得广泛应用的前提下, 由于工艺要求、能源危机和环境保护等诸多因素, 传热强化技术和换热器的现代设计方法获得了飞速发展, 设计人员已经开发出了多种新型换热器, 以满足各行各业的需求。例如, 为了适应加氢装置的高温高压工艺条件, 螺纹锁紧换热器、密封环换热器、金属垫圈式换热器技术获得了快速发展, 并在乙烯裂解、合成氨、聚合和天然气工业中得到了大量应用, 可达到承压 35MPa、承温 700℃的工艺要求; 为了回收石化、原子能、航天、化肥等领域使用燃气、合成气、烟气等所产生的大量余热, 产生了各种结构和用途的废热锅炉用以回收热能; 为了解决换热器日益大型化所带来的换热器刚度增大、振动破坏等问题, 纵流式换热器获得了飞速的发展和应用, 不仅提高了传热效果, 也有效克服了由于管束振动引起的换热器破坏现象。另外, 各种新结构高效换热器、高效重沸器、高效冷凝器、双壳程换热器也大量涌现。

总体而言, 换热设备在工业过程中的应用体现在以下几个方面:

- ① 反应物料的加热或冷却;
- ② 产品的冷凝或冷却;
- ③ 反应热量的取出或供应;
- ④ 液体的蒸馏、气化或稀溶液的蒸发;
- ⑤ 工业余热(废热)的回收和热能的综合利用。

1.2.1 换热设备的主要类型

换热设备根据热量传递方法的不同, 可以分为间壁式、直接接触式和蓄热式三大类。

(1) 间壁式换热器

温度不同的两种流体通过隔离流体的器壁进行热量传递, 两流体之间因有器壁分开, 故互不接触, 这是过程工业生产经常要求的条件, 也是应用最广泛的类型。

(2) 直接接触式换热器

又称混合式, 冷流体和热流体在进入换热器后直接接触传递热量。这种方式对于工艺上允许两种流体可以混合的情况下是比较方便而有效的, 如凉水塔、文氏管、喷射式冷凝器等。

(3) 蓄热式换热器

又称蓄热器, 是一个充满热体(如格子砖)的蓄热室, 热容量很大。温度不同的两种流体先后交替地通过蓄热室, 高温流体将热量传给蓄热体, 然后蓄热体又将这部分热量传给随后进入的低温流体, 从而实现间接的传热过程。这类换热器的结构较为简单, 可耐高温, 常用于高温气体的冷却或废热回收, 如回转式蓄热器和切换阀门式蓄热器。

现代过程工业生产中应用的换热设备, 绝大多数为间壁式换热器。在间壁式换热器中, 传热过程的不同、操作条件的差异、流体性质的各种特点以及间壁材料的制造加工性能等因素决定了传热设备的结构类型是多种多样的。

1.2.2 换热设备的选型

换热设备的类型很多（见表 1-1），各种形式都有它特定的应用范围。在某一种场合下性能很好的换热器，如果换到另一种场合，传热效果和性能则可能会有很大的改变。因此，针对具体情况正确地选择换热器的类型是很重要和很复杂的工作。

换热设备选型时需要考虑的因素是多方面的，主要是：a. 流体的性质；b. 流量及热负荷量；c. 操作温度、压力及允许压降的范围；d. 对清洗、维修的要求；e. 设备结构材料、尺寸和空间的限制；f. 价格。

流体的性质对换热器类型的选择往往会产生重大的影响，如流体的物理性质（比热容、热导率、黏度）、化学性质（如腐蚀性、热敏性）、结构情况以及是否有磨蚀颗粒等因素都对传热设备的选型有影响。例如硝酸的加热器，由于流体的强腐蚀性决定了设备的结构材料，从而很快就限制了可能采用的结构范围。如对于热敏性大的液体，能否精确控制它在加热过程中的温度和停留时间往往就成为选型的主要前提。流体的清净程度和是否易结垢，有时在选型上往往也起决定性作用，如对于需要经常清洗换热面的物料就不能选用高效的板翅式或其他不可拆卸的结构。

表 1-1 换热设备的结构分类

换热设备的分类	间壁式	管壳式	列管式	固定管板式	刚性结构	用于管壳温差较小的情况(一般 $\leq 50^{\circ}\text{C}$)，管间不能清洗
					带膨胀节	有一定的温度补偿能力，壳程只能承受较低压力
				浮头式		管内外均能承受高压，可用于高温高压场合
				U形管式		管内外均能承受高压，管内清洗及检修困难
				填料函式	外填料函	管间容易泄漏，不宜处理易挥发、易燃易爆及压力较高的介质
					内填料函	密封性能差，只能用于压差较小的场合
				釜式		壳体上部有个蒸发空间，用于再沸、蒸煮
				双套管式		结构比较复杂，主要用于高温高压场合或固定床反应器中
		套管式			能逆流操作，用于传热面较小的冷却器、冷凝器或预热器	
		蛇管式	沉浸式		用于管内流体的冷却、冷凝，或者管外流体的加热	
			喷淋式		只用于管内流体的冷却或冷凝	
		紧凑型	板式		拆洗方便，传热面能调整，主要用于黏性较大的液体间换热	
	螺旋板式		可进行严格的逆流操作，有自洁作用，可用作回收低温热能			
	板翅式		结构十分紧凑，传热效果很好，流体阻力大，主要用于制氧			
	伞板式		伞形传热板结构紧凑，拆洗方便，通道较小，易堵，要求流体干净			
	板壳式		板束类似于管束，可抽出清洗检修，压力不能太高			
	直接接触式				适用于允许换热流体之间直接接触	
	蓄热式				换热过程分两段交替进行，适用于从高温炉气中回收热量的场合	

同样，换热介质的流量、操作温度、压力等参数在选型时也很重要，例如板式换热器虽然高效紧凑，性能很好，但是由于受结构和垫片性能的限制，当压力或温度稍高时，或者流量很大时，这种型式就不适用了。

需要注意的是，随着生产技术的进步，各种换热器的适用范围也在不断地发展。如对于高温高压的换热过程，以前主要选用结构简单的蛇管或套管换热器，但这些类型换热器的流体处理量小，价格高，不能适应现代大型化装置的需要，因此随着结构材料和制造工艺的发展，列管换热器已广泛应用于高温高压的场合。

1.3 传热设备的材料

在进行传热设备设计时,对传热设备各种零、部件的材料,应根据设备的操作压力、操作温度、流体的腐蚀性能以及对材料的制造工艺性能等的要求来选取。当然,最后还要考虑材料的经济合理性。一般为了满足设备的操作压力和操作温度,即从设备的强度或刚度的角度来考虑,是比较容易达到的。但对于材料的耐腐蚀性能,有时往往成为一个复杂的问题。如在这方面考虑不周到,选材不妥,不仅会影响传热设备的使用寿命,而且也大大提高了设备的成本。材料的制造工艺性能则与传热设备的具体结构有密切关系。

一般换热设备用的材料,可分为金属材料和非金属材料,而金属材料又可分为黑色金属和有色金属。

(1) 黑色金属及其合金

① 碳钢 价格低,强度较高,对碱性介质的化学腐蚀比较稳定,对酸很容易被腐蚀,在无耐腐蚀性要求的环境中应用是合理的。碳钢按除氧的程度又可分为沸腾钢、半镇静钢和镇静钢等。

沸腾钢:容易产生偏析,有焊接裂纹产生的可能性。

镇静钢:由于加工工艺性能良好,焊接性能好,被广泛地用作传热设备的各种零部件的材料。

② 低合金钢 在碳钢中加入少量的 Cr、Mo 等元素,以增加高温时的强度,并作为耐腐蚀钢在高温高压的氢介质环境中使用。力学性能和组织均有足够的稳定性,无热脆现象,冷加工性和焊接性良好。

(2) 不锈钢

① 马氏体不锈钢 对铁离子、亚硫酸气体、硫化氢和环烷酸等均有耐腐蚀性,但对染料水溶液、混合气体等的耐腐蚀性低。由于含碳较高,故强度和硬度较高,而耐腐蚀和耐热性则稍有降低。马氏体组织由于热处理有淬硬性,焊接时由于热影响产生变形应力,容易开裂。

② 铁素体不锈钢 对氧化性酸,尤其是硝酸,有很好的耐腐蚀性。在碱性溶液、无氯盐水、苯和洗涤剂中也都有良好的耐腐蚀性,切削性良好。但厚板焊接容易脆裂,且焊后有晶间腐蚀的倾向,不宜用于厚度较大或低温使用的部件。

③ 奥氏体不锈钢 有稳定的奥氏体组织,具有良好的耐腐蚀性和冷加工性能。

④ 耐热钢 按用途分为抗氧化钢、热强钢及汽阀钢;按组织分为铁素体钢、马氏体钢;按加工方法分为热轧、锻制及热处理。

⑤ 低温用钢 按规定适用于设计温度 $\leq -20^{\circ}\text{C}$ 的钢。

(3) 有色金属及其合金

① 铜及铜合金 铜具有很好的导热性、导电性,塑性也好,其强度随温度升高而降低,在温度较低时,铜的强度反而升高,低温冲击韧性好,故在深冷低温设备中应用较多,并广泛用作传热设备。铜在不浓的硫酸或亚硫酸中耐腐蚀。在稀的和中等浓度的盐酸、醋酸、氢氟酸和其他非氧化性酸中有较高的稳定性。铜在苛性碱中,由于形成保护膜而相当稳定。铜在许多气体中被腐蚀。

铜镍合金在国外广泛地用作传热管,作为高温高压管壳式换热器所选用的材料。