

# 工业炉窑

## 设计制造及节能环保治理技术手册

□主编 / 梁军

GONGYELUYAO

GONGYELUYAO

哈尔滨地图出版社

# 工业炉窑设计制造及 节能环保治理技术手册

GONGYE LUYAO SHEJI ZHIZAO JI  
JIENENG HUANBAO ZHILI JISHU SHOUCHE

梁 军 主编

(一卷)

哈尔滨地图出版社

·哈尔滨·

# 工业炉窑设计制造及 节能环保治理技术手册

GONGYE LUYAO SHEJI ZHIZAO JI  
JIENENG HUANBAO ZHILI JISHU SHOUCHE

梁 军 主编

(二卷)

哈尔滨地图出版社

·哈尔滨·

# 工业炉窑设计制造及 节能环保治理技术手册

GONGYE LUYAO SHEJI ZHIZAO JI  
JIENENG HUANBAO ZHILI JISHU SHOUCHE

梁 军 主编

(三卷)

哈尔滨地图出版社

·哈尔滨·

# 工业炉窑设计制造及 节能环保治理技术手册

GONGYE LUYAO SHEJI ZHIZAO JI  
JIENENG HUANBAO ZHILI JISHU SHOUCHE

梁 军 主编

(四卷)

哈尔滨地图出版社

·哈尔滨·

**图书在版编目(CIP)数据**

工业炉窑设计制造及节能环保治理技术手册/梁军主编. —哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2003. 11

ISBN 7 - 80529 - 675 - 8

I. 工… II. 梁… III. 工业炉窑 - 技术手册

IV. TK175 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 102766 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码: 150086)

北京施园印刷厂

开本: 787mm × 1092mm      1/16      印张: 129      字数: 2000 千字

2003 年 11 月第 1 版      2003 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 800      定价: 980.00 元

# 前 言

随着 21 世纪的来临和国民经济的迅猛发展,能源的消耗也越来越大,能源危机逐渐临近,国家对资源的充分利用越来越重视,人们对自己赖以生存的环境要求越来越高,环境保护工作已越来越被政府各级部门所重视。而现在的一些老工业锅炉和窑炉的使用排放烟气,一方面造成环境污染,影响生态平衡,另一方面,也是燃煤燃烧不完全燃烧设备不先进、浪费能源。节能降耗不但提高了企业的经济效益,而且促进资源利用和主动改善生态环境的社会效益和环保效益。因此搞好工业锅炉和炉窑的环境治理技术和节能技术工作已成了设计人员必须考虑的一个基本要素。

本书内容涉及了工业锅炉和炉窑基础知识,燃烧、燃烧设备和燃烧计算,工业锅炉和窑炉的传热学和传热计算,新型工业锅炉和窑炉的设计,节能降耗知识和最新的节能降耗技术,环保基础知识和环保治理技术,计算机自动化控制系统知识、现代工业锅炉和窑炉最先进的集散控制系统及主要的自控元器件及最先进的一些工业锅炉和窑炉,工业锅炉和窑炉安全运行和科学管理等等。

由于本书深入浅出的全面的系统地介绍了工业锅炉和窑炉的有关知识,可以作为工业锅炉和窑炉管理人员及锅炉窑炉工的培训和自学教材,特别是可以作为锅炉窑炉使用人员及锅炉窑炉设计、制造、安装、维修人员实用手册和参考书。

由于本书涉及的内容非常广泛,限于编者水平,不可能完全反映工业锅炉和窑炉技术的全貌和最新水平,甚至还有缺点和错漏,敬请读者批评指正。

本书编委会  
2003 年 11 月

# 编 委 会

主 编	梁 军				
编 委	贺立军	杨 军	胡雨林	郝振宇	
	赵 蕊	贺保宏	罗 玲	韩建伟	
	王 荣	藏园园	赵德庆	章雨欣	
	耿晓俊	谢 勘	宫娜娜	赵芹娟	
	郭晓翠	徐晓浩	陈 伟		



## 目 录



## 第一篇 锅炉及工业炉窑概况

第一章 锅炉概论 .....	(3)
第一节 锅炉概述 .....	(3)
第二节 锅炉的分类 .....	(4)
第三节 主要锅炉介绍 .....	(6)
第四节 锅炉技术的发展趋势 .....	(38)
第二章 工业炉 .....	(45)
第三章 我国锅炉和炉窑的基本现状及发展 .....	(60)
第一节 我国锅炉和炉窑制造工业及技术的发展炉窑 .....	(60)

## 第二篇 基础知识

第一章 锅炉和工业炉基础知识 .....	(65)
第一节 锅炉的分类、构造与组成 .....	(65)
第二节 锅炉型号表示方法 .....	(66)
第三节 锅炉的参数与技术经济指标 .....	(72)
第四节 锅炉的工作过程 .....	(76)
第五节 锅炉热平衡及效率计算 .....	(77)
第六节 锅炉燃料 .....	(81)
第七节 燃料燃烧的基本概念 .....	(86)
第八节 锅炉设备动态特性分析 .....	(88)
第九节 工业炉炉型分类及其操作 .....	(95)
第十节 加热炉的生产率和热效率 .....	(107)
第二章 热力学基础 .....	(112)
第一节 热力学基本参数 .....	(112)

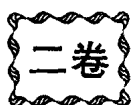
第二节 功、热量和熵 .....	(114)
第三节 热力学基本定律 .....	(117)
第三章 传热学基础 .....	(119)
第一节 导热 .....	(120)
第二节 对流换热 .....	(125)
第三节 辐射换热 .....	(133)
第四章 流体力学基本知识 .....	(140)
第一节 流体主要物理性质 .....	(140)
第二节 流体静压强的特性 .....	(142)
第三节 流体的运动规律 .....	(144)
第四节 伯努利方程及其应用 .....	(146)
第五节 流体流动的阻力 .....	(149)
第六节 气液两相流动 .....	(153)
第五章 热工仪表基础 .....	(158)
第一节 热工仪表概述 .....	(158)
第二节 基本概念 .....	(162)
第三节 常用压力仪表 .....	(164)
第四节 流量仪表 .....	(176)
第五节 常用温度测量仪表 .....	(191)
第六节 其它检测仪表 .....	(202)
第七节 电—气转换器、阀门定位器 .....	(207)
第八节 显示调节仪表 .....	(212)
第九节 执行器 .....	(220)
第十节 常用热工仪表的安装 .....	(226)
第六章 锅炉受压元件强度计算 .....	(266)
第一节 概述 .....	(266)
第二节 锅炉钢材的种类 .....	(267)
第三节 锅炉受压元件的热应力 .....	(267)
第四节 锅炉受压元件的残余应力 .....	(268)
第五节 受压元件钢材的强度性能 .....	(269)
第六节 安全系数及许用应力 .....	(280)
第七节 圆筒体受压元件强度计算步骤 .....	(283)
第八节 圆筒形受压元件的强度计算公式 .....	(284)
第九节 封头的强度计算 .....	(292)
第十节 孔的加强计算 .....	(298)
第七章 炉用机械 .....	(305)
第一节 炉门升降机构 .....	(305)
第二节 台车 .....	(310)

第三节 台车牵引机车	(311)
第八章 锅炉的通风系统及空气动力计算	(315)
第一节 概 述	(315)
第二节 烟风系统阻力的计算及烟囱高度的确定	(319)
第三节 锅炉受热面的流阻计算	(320)
第四节 锅炉烟、风道的流阻计算	(331)
第五节 自生通风力计算	(344)
第六节 锅炉送、引风机的选择与计算	(347)
第七节 除尘系统及除尘器	(349)
第八节 常用风机	(361)
第九章 锅炉的炉墙和构架	(400)
第一节 锅炉炉墙及其结构	(400)
第二节 炉墙材料及其性能	(401)
第三节 炉墙的传热计算	(405)
第四节 锅炉炉墙的结构	(411)
第五节 锅炉构架平台和扶梯	(419)
第十章 锅炉设计方案的选择、总体布置及锅炉设计的辅助计算	(425)
第一节 概 述	(425)
第二节 燃烧方法选择	(425)
第三节 锅炉参数、容量和燃料对受热面布置的影响	(426)
第四节 锅炉炉膛及对流受热面设计布置	(431)
第五节 锅炉的总体布置	(446)

## 第三篇 燃料的燃烧及燃烧设备

第一章 炉窑用燃料	(467)
第一节 燃料分类	(467)
第二节 燃料的化学成份	(476)
第二章 燃料的燃烧	(477)
第一节 燃烧过程中的化学反应机理	(477)
第二节 燃烧形式的分类与相互关系	(479)
第三节 气体燃料燃烧	(480)
第四节 液体燃料的燃烧	(495)
第五节 固体燃料的燃烧	(501)
第六节 燃料的燃烧产物	(513)

## 目 录



## 第三篇 燃料的燃烧及燃烧设备(续)

第三章 燃料的燃烧计算	(515)
第一节 燃料燃烧计算的任务和基本规则	(515)
第二节 燃烧计算常用的一些数据	(515)
第三节 燃料发热量计算	(519)
第四节 所需空气量的计算	(522)
第五节 燃烧后烟气量的计算	(524)
第六节 燃烧产物焓的计算	(526)
第七节 燃烧温度的计算	(528)
第八节 燃料换算	(538)
第四章 燃烧状态	(541)
第一节 宏观观察燃烧状态	(541)
第二节 烟气分析	(542)
第五章 工业炉窑的燃烧设备	(552)
第一节 各种燃烧设备的介绍	(552)
第二节 工业窑炉的燃烧设备	(588)
第三节 火床炉锅炉的燃烧设备	(606)
第四节 流化床锅炉的燃烧设备	(634)
第五节 煤粉炉的燃烧设备	(643)
第六节 气体燃烧器	(656)
第七节 油燃烧器	(692)

## 第四篇 传热与传热计算

第一章 导 热	(715)
第一节 稳定态传导传热	(715)

第二节 不稳定态传导传热	(721)
第二章 辐射传热	(742)
第一节 热辐射的基本概念	(742)
第二节 封闭体系内表面间的辐射传热	(752)
第三节 气体的辐射	(756)
第四节 气体和通道壁的辐射传热	(761)
第三章 对流换热	(763)
第一节 对流换热的基本知识	(763)
第二节 自然对流换热	(767)
第三节 强制对流换热	(770)
第四章 综合传热	(778)
第一节 气体与表面间的传热	(778)
第二节 气体通过墙壁向另一气体的传热	(779)
第三节 火焰炉内的综合传热	(788)
第五章 对流受热面的传热计算	(792)
第一节 对流受热面传热计算的基本概念	(792)
第二节 传热系数	(793)
第三节 温压的计算	(795)
第四节 灰污系数、热有效性系数和利用系数	(799)
第五节 烟气侧对流放热系数	(803)
第六节 烟气侧辐射放热系数	(814)
第七节 工质侧对流放热系数	(819)
第八节 空气和燃烧产物、水蒸汽的热物性	(821)
第九节 对流受热面的传热计算	(823)
第十节 屏式受热面的传热计算	(829)
第十一节 锅炉的热力计算	(837)
第六章 对流受热面的设计	(841)
第一节 对流蒸发管簇和凝渣管簇的设计	(841)
第二节 对流受热面中的烟气流速	(843)
第三节 对流受热面的腐蚀及其防护	(850)
第四节 对流受热面的优化设计	(856)
第七章 炉内传热及炉膛中辐射受热面的设计	(866)
第一节 炉内传热的基本概念	(866)
第二节 炉内传热相似理论解法	(868)
第三节 大容量锅炉的炉内传热计算	(879)
第四节 循环流化床燃烧室中的传热	(880)
第五节 炉膛中辐射受热面的设计	(886)

## 第五篇 工业炉窑设计与制造

第一章 设计概论	(895)
第一节 设计	(895)
第二节 炉型选择	(899)
第二章 炉膛设计	(905)
第一节 煤粉炉和油炉炉膛设计	(905)
第二节 链条炉炉膛设计	(909)
第三节 超大型锅炉炉膛的设计	(911)
第三章 工业炉窑的材料与砌体设计	(914)
第一节 锅炉炉墙材料	(914)
第二节 炉衬设计	(947)
第三节 炉墙结构设计	(962)
第四节 炉底结构设计	(965)
第五节 纤维炉衬计算	(967)
第六节 锅炉炉墙的砌筑	(977)
第四章 工业炉辅助设备的设计	(996)
第一节 回转式空气预热器	(996)
第二节 管式空气预热器	(1004)
第三节 过热器的设计	(1009)
第四节 再热器(中间过热器)的设计	(1018)

## 目 录

## 三卷

## 第五篇 工业炉窑设计与制造(续)

第五节 省煤器的设计 .....	(1023)
第六节 管道设计 .....	(1029)
第七节 烟道烟囱的设计 .....	(1030)
第五章 预热器 .....	(1032)
第一节 预热器用途及选用 .....	(1032)
第二节 间壁式预热器的设计 .....	(1037)
第三节 热管式预热器的设计 .....	(1082)
第四节 蓄热式预热器的设计 .....	(1086)

## 第六篇 锅炉和炉窑的节能技术

第一章 节能概述 .....	(1097)
第一节 能源问题 .....	(1097)
第二节 工业锅炉和炉窑节能 .....	(1105)
第二章 锅炉和炉窑热平衡 .....	(1112)
第一节 锅炉炉窑热平衡的常用术语和基本概念 .....	(1112)
第二节 热平衡测定 .....	(1114)
第三节 热损失计算 .....	(1120)
第四节 锅炉工业炉窑热平衡试验 .....	(1128)
第五节 锅炉设计中热平衡计算 .....	(1132)
第三章 技术、材料、工业、锅炉和锅窑在节能方面的应用 .....	(1139)
第一节 局部增氧助燃技术在工业锅炉和炉窑节能中的应用 .....	(1139)
第二节 模糊控制技术在节能降耗方面的应用 .....	(1144)
第三节 工业炉用燃烧装置 .....	(1146)

第四节 节约和替代燃料油技术 .....	(1148)
第五节 耐火纤维材料 .....	(1152)
第四章 高能耗工业锅炉及炉窑节能途径 .....	(1166)
第五章 工业锅炉和炉窑余热资源的回收利用 .....	(1186)
第六章 工业锅炉炉窑节能 .....	(1192)
第七章 新型节能高效蓄热式工业炉 .....	(1201)

## 第七篇 环保治理技术

第一章 环境污染及污染物排放标准 .....	(1207)
第一节 环境污染及危害 .....	(1207)
第二节 锅炉工业炉窑污染物排放标准 .....	(1212)
第二章 烟气净化 .....	(1235)
第一节 有毒有害气体 .....	(1235)
第二节 烟气中氮氧化物的防治与控制 .....	(1237)
第三节 烟气中二氧化硫的控制 .....	(1287)
第四节 空气的净化处理 .....	(1307)
第五节 其他燃烧污染物的生成与脱除 .....	(1309)
第三章 烟尘净化 .....	(1313)
第一节 烟尘的污染情况 .....	(1313)
第二节 烟气除尘 .....	(1320)
第三节 冲天炉除尘 .....	(1367)
第四节 煤炉除尘 .....	(1381)
第四章 水处理 .....	(1384)
第五章 噪声污染及其它污染的控制 .....	(1441)
第一节 噪声污染 .....	(1441)
第二节 消除噪声 .....	(1446)
第三节 工业锅炉和炉窑常用的几种消声器。 .....	(1448)

## 第八篇 自动化技术在工业炉窑中的运用

第一章 计算机控制基础 .....	(1457)
第一节 控制基本术语 .....	(1457)
第二节 自动控制的基本类型 .....	(1458)
第三节 采样控制系统的基本概念和术语 .....	(1460)
第四节 计算机过程控制中的理论分析工具 .....	(1462)
第五节 过程控制系统的过渡过程和质量指标 .....	(1471)



第二章 工业锅炉和炉窑实用计算机控制技术 .....	(1475)
第一节 概 述 .....	(1475)
第二节 与工业锅炉和炉窑的自动化控制相关事宜 .....	(1481)