

最新工业炉窑

设计、改造及节能环保 治理新工艺新技术

实用手册

ZUIXIN GONGYE YAOLU SHEJI GAIZAO JI JIENENG
HUANBAO ZHILI XINGONGYI XINJISHU SHIYONG SHOUC



安徽文化音像出版社

最新工业炉窑设计改造及节能环保治理新工艺新技术实用手册

主 编:周 伟

出版发行:安徽文化音像出版社

出版时间:2005年1月

制 作:北京海传光盘有限公司

ISBN 7-88413-100-5

定 价:998.00元(1CD-ROM+四卷手册)

编 委 会

主 编 周 伟

编 委 陈 成 郭明娟 马玉朋 乔玉昆
姜庆丰 周 浩 刘晓欣 林贻远
吴 泉 程明诗 郝伟宇 陈敏晴
林明河 丁 倩

前 言

工业窑炉是在工业生产中,利用燃料燃烧或电能转化的热量,将物料或工件加热的热工设备。工业窑炉的创造和发展对人类进步起着十分重要的作用。中国在商代出现了较为完善的炼铜窑炉,窑炉温达到 1200°C ,窑炉子内径达0.8米。在春秋战国时期,人们在熔铜窑炉的基础上进一步掌握了提高窑炉温的技术,从而生产出了铸铁。

1794年,世界上出现了熔炼铸铁的直筒形冲天窑炉。后到1864年,法国人马丁运用英国人西门子的蓄热式窑炉原理,建造了用气体燃料加热的第一台炼钢平窑炉。他利用蓄热室对空气和煤气进行高温预热,从而保证了炼钢所需的 1600°C 以上的温度。1900年前后,电能供应逐渐充足,开始使用各种电阻窑炉、电弧窑炉和有芯感应窑炉。二十世纪50年代,无芯感应窑炉得到迅速发展。后来又出现了电子束窑炉,利用电子束来冲击固态燃料,能强化表面加热和熔化高熔点的材料。

工业窑炉的燃料也随着燃料资源的开发和燃料转换技术的进步,而由采用块煤、焦炭、煤粉等固体燃料逐步改用发生窑炉煤气、城市煤气、天然气、柴油、燃料油等气体和液体燃料,并且研制出了与所用燃料相适应的各种燃烧装置。窑炉的环保工作受到人们越来越多的关注。

工业窑炉的结构、加热工艺、温度控制和窑炉内气氛等,都会直接影响加工后的产品质量。在锻造加热窑炉内,提高金属的加热温度,可以降低变形阻力,但温度过高会引起晶粒长大、氧化或过烧,严重影响工件质量。

同时,为了使窑炉温恒定和实现规定的升温速度,除必须根据工艺要求、预热器和窑炉用机械型式、燃料和燃烧装置类别、工业窑炉排烟方式等确定优良的窑炉型结构外,还需要对燃料和助燃空气的流量和压力,或对电功率等可控变量通过各种控制单元进行相互调节,以实现窑炉温、窑炉气氛或窑炉压的自动控制。

为了促进工业窑炉设计、改造及节能环保治理新工艺新技术水平的推广,我们特组织有关专家、学者编撰了此手册。手册分为总论、工业炉窑内气体传动与传热计算、工业炉窑设计、工业炉窑改造、工业炉窑节能新工艺新技术、工业炉窑环保治理新工艺新技术、工业炉窑自动化技术、相关标准规范及相关法律法规,内容全面、新颖。

本书在编撰过程中参考了相关资料,在此一并表示感谢。由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大专家、学者批评指教。

手册编委会

2005年1月

目 录

第一篇 总 论

第一章 工业炉窑概述	(3)
第一节 锅炉	(3)
第二节 工业炉	(6)
第二章 我国中小型电站锅炉、工业锅炉和窑炉的现状与发展	(13)
第一节 我国中小型电站锅炉现状	(13)
第二节 我国工业锅炉和生活锅炉现状	(14)
第三节 我国工业窑炉的现状	(15)
第四节 锅炉改造的意义	(16)
第三章 工业炉窑生产工艺及应用技术	(18)
第一节 介休 1 号炼焦炉	(18)
第二节 块矿炉制硫酸	(31)
第三节 钙镁磷肥焙烧炉	(39)
第四节 型煤焙烧窑	(44)
第五节 水泥煨烧窑	(49)
第六节 石墨坩埚焙烧炉	(55)
第七节 砂货焙烧炉	(60)
第八节 铁合金电炉	(65)
第九节 电石炉	(78)
第十节 釉面砖煨烧窑	(108)
第十一节 蛭石焙烧炉	(112)
第十二节 铝矾土煨烧炉	(118)
第十三节 木炭焙烧炉	(123)
第十四节 炼磺炉	(126)
第十五节 陶器烧成窑	(132)
第十六节 耐火材料煨烧窑	(138)

第十七节	石灰煅烧窑	(144)
第十八节	砖窑及砖瓦的烧制	(150)
第十九节	硫化钠煅烧炉	(156)
第二十节	石膏焙烧炉	(161)

第二篇 工业炉窑内气体传动与传热计算

第一章	热力计算	(171)
第一节	热力计算基本参数	(171)
第二节	功、热量和熵	(174)
第三节	热力学基本定律	(177)
第二章	传热计算	(180)
第一节	导 热	(181)
第二节	对流换热	(188)
第三节	辐射换热	(199)
第三章	流体力学计算	(209)
第一节	流体主要物理性质	(209)
第二节	流体静压强的特性	(212)
第三节	流体的运动规律	(216)
第四节	伯努利方程及其应用	(218)
第五节	流体流动的阻力	(223)
第六节	气液两相流动	(228)
第四章	锅炉受压元件强度计算	(234)
第一节	概述	(234)
第二节	锅炉钢材的种类	(235)
第三节	锅炉受压元件的热应力	(236)
第四节	锅炉受压元件的残余应力	(237)
第五节	受压元件钢材的强度性能	(239)
第六节	安全系数及许用应力	(252)
第七节	圆筒体受压元件强度计算步骤	(256)
第八节	圆筒形受压元件的强度计算公式	(257)
第九节	封头的强度计算	(268)
第十节	孔的加强计算	(274)
第五章	锅炉的通风系统及空气动力计算	(282)
第一节	概 述	(282)
第二节	烟风系统阻力的计算及烟囱高度的确定	(287)

第三节	锅炉受热面的流阻计算	(289)
第四节	锅炉烟、风道的流阻计算	(301)
第五节	自生通风力计算	(316)
第六章	流化床锅炉的简易计算	(320)
第一节	理论空气量和理论烟气量近似计算	(320)
第二节	烟气焓的估算	(321)
第三节	锅炉热效率和煤耗量的估算	(322)
第四节	锅炉小时空气量、烟气量估算及风机选择	(323)
第五节	布风板面积和受热面的估算	(324)
第六节	锅炉烟、风道气体流速及截面积的估算	(325)

第三篇 工业炉窑设计

第一章	炉膛结构的设计	(329)
第一节	煤粉炉和油炉炉膛结构设计	(329)
第二节	链条炉炉膛结构设计	(335)
第三节	超大型锅炉炉膛结构的设计	(336)
第二章	工业炉窑的材料与砌体设计	(340)
第一节	锅炉炉墙材料	(340)
第二节	炉衬设计	(380)
第三节	炉墙结构设计	(397)
第四节	炉底结构设计	(400)
第五节	纤维炉衬计算	(403)
第六节	锅炉炉墙的砌筑	(416)
第三章	炉架及其他金属附件	(440)
第一节	钢架结构的确定	(440)
第二节	炉底水冷构件的设计	(444)
第四章	工业炉窑其他设计	(452)
第一节	省煤器的设计	(452)
第二节	管道设计	(460)
第三节	烟道烟囱的设计	(461)

第四篇 工业炉窑改造

第一章 煤粉锅炉改循环流化床锅炉.....	(467)
第一节 我国中小容量煤粉锅炉的现状及其改造方向.....	(468)
第二节 煤粉锅炉改造的方式.....	(470)
第三节 循环流化床锅炉的炉型与煤粉锅炉的改造.....	(472)
第四节 下排气旋风分离器循环流化床燃烧技术改造 75t/h 电站煤粉锅炉方案设计	(487)
第五节 锅炉改造的技术经济分析.....	(493)
第二章 煤粉锅炉的改造与调整.....	(495)
第一节 煤粉燃烧的特点.....	(495)
第二节 煤粉锅炉常见问题及分析.....	(499)
第三节 应用稳燃腔煤粉燃烧器改造锅炉.....	(504)
第四节 应用其它先进煤粉燃烧技术改造锅炉.....	(509)
第五节 煤粉锅炉调整试验.....	(518)
第六节 热管在电站锅炉空气预热器中的应用.....	(523)
第三章 工业锅炉改流化床锅炉.....	(525)
第一节 工业锅炉改流化床锅炉的发展.....	(525)
第二节 工业锅炉改流化床锅炉应注意的几个问题.....	(526)
第三节 工业锅炉改流化床锅炉的设计参数选取及某些部件结构.....	(530)
第四节 工业锅炉改流化床锅炉举例.....	(534)
第四章 国外电站锅炉改流化床锅炉.....	(542)
第一节 概 述.....	(542)
第二节 用流化床锅炉取代旧电站锅炉.....	(542)
第三节 对旧电站锅炉的翻新改造.....	(549)
第四节 改旧煤粉锅炉为带埋管的流化床锅炉.....	(555)
第五节 电站锅炉增容升级改造.....	(557)
第五章 锅炉控制的更新改造.....	(560)
第一节 锅炉基本控制理论.....	(560)
第二节 工业锅炉控制系统.....	(564)
第三节 电站锅炉监测与控制.....	(570)
第六章 锅炉除尘设备改造.....	(579)
第一节 除尘设备的种类、性能与选用.....	(579)
第二节 旋风水膜除尘器改造.....	(588)
第三节 电除尘器改造.....	(603)

第七章 锅炉脱硫技术改造	(617)
第一节 概 述	(617)
第二节 炉内喷钙脱硫	(618)
第三节 干法烟气脱硫	(622)
第四节 湿法烟气脱硫	(627)
第八章 锅炉机组风机改造	(631)
第一节 概 述	(631)
第二节 锅炉机组用风机	(641)
第三节 风机的磨损及防磨技术	(650)
第四节 风机的振动及防止方法	(661)
第五节 风机的选择	(671)

第五篇 工业炉窑节能新工艺新技术

第一章 工业炉窑节能新工艺新技术概述	(677)
第一节 能源问题	(677)
第二节 工业锅炉和炉窑节能	(688)
第二章 工业炉窑热平衡新工艺新技术	(698)
第一节 锅炉炉窑热平衡的常用术语和基本概念	(698)
第二节 热平衡测定	(700)
第三节 热损失计算	(708)
第四节 锅炉工业炉窑热平衡试验	(718)
第五节 锅炉设计中热平衡计算	(724)
第三章 新技术、新材料在工业炉窑节能上的应用	(733)
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	(733)
第二节 模糊控制技术在节能降耗方面的应用	(739)
第三节 工业炉用燃烧装置	(742)
第四节 节约和替代燃料油技术	(745)
第五节 耐火纤维材料	(751)
第四章 高能耗工业炉窑节能新工艺新技术	(766)
第一节 锅炉的节能途径	(766)
第二节 工业炉窑的节能途径	(771)
第五章 工业炉窑余热回收利用新工艺新技术	(793)
第一节 余热资源概述	(793)
第二节 余热资源的来源及其分类	(794)
第三节 余热资源利用方式	(797)

第四节	余热资源的计算	(798)
第六章	工业窑炉其他节能新工艺新技术	(799)
第一节	冶金炉节能新工艺新技术	(800)
第二节	化铁炉及有色熔炼炉节能新工艺新技术	(808)
第三节	热处理炉节能新工艺新技术	(812)
第四节	锻造炉节能新工艺新技术	(816)
第五节	轧钢加热炉与均热炉节能新工艺新技术	(821)
第六节	玻璃池窑与隧道窑节能新工艺新技术	(823)
第七节	煤气化炉节能新工艺新技术	(826)

第六篇 工业炉窑环保治理新工艺新技术

第一章	工业炉窑环境污染及污染物排放标准	(837)
第一节	环境污染及危害	(837)
第二节	锅炉工业炉窑污染物排放标准	(844)
第二章	工业炉窑烟气净化新工艺新技术	(873)
第一节	有毒有害气体	(873)
第二节	烟气中氮氧化物的防治与控制	(875)
第三节	烟气中二氧化硫的控制	(938)
第四节	空气的净化处理	(965)
第五节	其他燃烧污染物的生成与脱除	(967)
第三章	工业炉窑烟尘净化新工艺新技术	(972)
第一节	烟尘的污染情况	(972)
第二节	烟气除尘	(979)
第三节	冲天炉除尘	(1035)
第四节	煤炉除尘	(1053)
第四章	工业炉窑水处理新工艺新技术	(1057)
第一节	水处理设计资料	(1057)
第二节	水中杂质	(1075)
第三节	锅炉和炉窑的水处理	(1079)
第四节	水处理方法简述	(1081)
第五节	锅内加药处理	(1081)
第六节	离子交换水处理	(1087)
第七节	锅炉的给水除氧	(1112)
第八节	锅外水处理	(1124)
第五章	工业炉窑噪声污染及其它污染治理新工艺新技术	(1129)

第一节 噪声污染	(1129)
第二节 消除噪声	(1136)
第三节 工业锅炉和炉窑常用的几种消声器	(1139)

第七篇 工业炉窑自动化技术

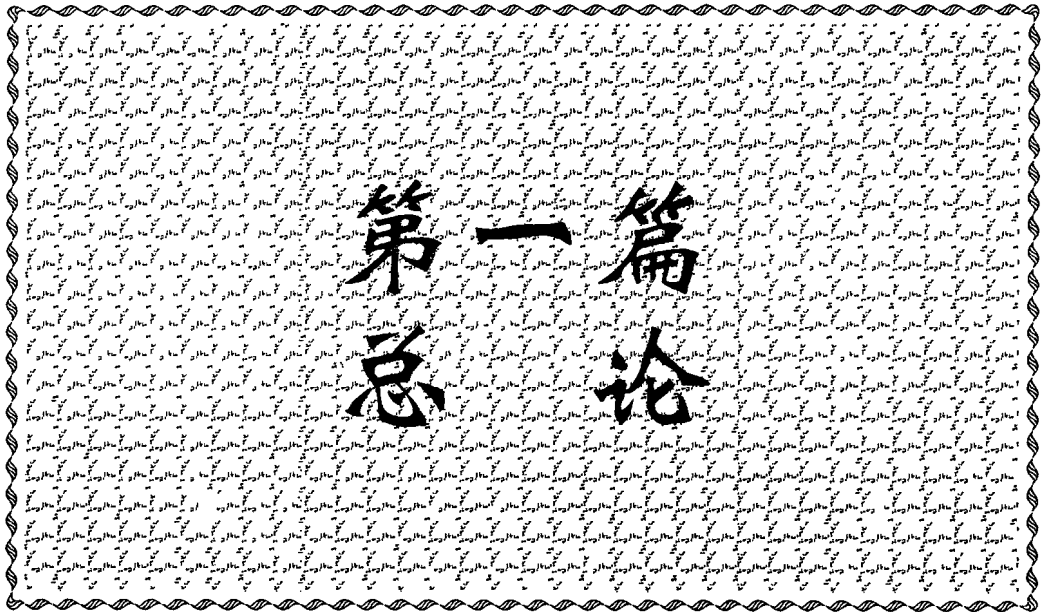
第一章 工业炉窑自动化技术概述	(1149)
第一节 锅炉和工业炉窑计算机控制的发展和现状	(1149)
第二节 炉窑计算机控制的意义	(1151)
第三节 我国锅炉和工业炉窑计算机控制的展望	(1152)
第四节 锅炉和工业炉窑计算机控制系统的组成	(1153)
第五节 工业控制机的特点	(1155)
第六节 DDC 系统的功能和应用场合	(1157)
第七节 工业炉窑计算机控制系统的分类	(1158)
第二章 直接控制计算机硬件及通道接口电路	(1160)
第一节 工业控制机的总线标准	(1160)
第二节 工业控制计算机主机基本结构	(1167)
第三节 过程控制计算机的内存扩展	(1175)
第四节 过程控制计算机的中断系统	(1183)
第五节 数字、开关量通道(I/O)接口电路	(1187)
第六节 模拟量输出通道及输出控制电路	(1199)
第七节 模拟量输入通道	(1214)
第三章 过程控制软件	(1235)
第一节 过程控制软件概述	(1235)
第二节 炉窑计算机直接控制系统程序结构	(1243)
第三节 键盘、显示管理(监视管理)程序	(1249)
第四节 模拟量输入程序	(1255)
第五节 输出处理及输出补偿程序	(1275)
第六节 回路控制程序	(1281)
第七节 组态控制软件	(1285)
第四章 过程控制算法	(1293)
第一节 基本控制算法——PID 算法	(1293)
第二节 纯滞后补偿控制	(1323)
第三节 最优控制	(1331)
第四节 自适应控制	(1345)
第五节 模糊控制	(1353)

第五章 工业炉窑参量	(1373)
第一节 炉膛燃烧及压力控制	(1373)
第二节 锅炉参量控制	(1389)
第六章 工业炉窑生产过程的监督管理	(1399)
第一节 监督管理系统的任务	(1399)
第二节 IBM—PC/XT 用做监督管理机的系统	(1400)
第三节 集中分散型控制系统介绍	(1418)
第七章 工业炉窑自动化应用实例	(1437)
第一节 工业锅炉计算机控制实例	(1437)
第二节 工业炉窑计算机控制实例	(1477)

第八篇 相关标准规范

第九篇 相关法律法规

.....



第一篇 总论

第一章 工业炉窑概述

第一节 锅炉

一、锅炉概述

锅炉从开始应用至今已有 300 多年的历史。它是从小、型、中型到大型,从微压、低压到中压,从铆接结构到焊接结构,从手工操作到机械化、自动化等。主要是沿着增加供热能力、提高压力、降低能耗、减轻劳动强度、节省钢材以及改善污染的方向发展的。

早在 17 世纪 60 年代,第一台铜制球形锅炉诞生,其压力仅 9.81 ~ 19.62kPa。此后,为满足生产和生活上的需要,锅炉类型与结构也不断创新,到目前为止出现了锅壳式的火管锅炉和水管锅炉;自然循环锅炉和强制循环锅炉以及水、火管混合形锅炉等等。

锅壳式锅炉的特征是锅炉的主要部件都放在锅筒内,外表看上去仅是一个圆筒,这种锅炉又分为立式锅壳锅炉和卧式锅壳锅炉两种。绝大部分是火管锅炉,目前普遍使用的快装锅炉是在卧式外燃回火管锅炉的基础上,增加了水冷壁辐射受热面和经济器等尾部受热面,成为一种水、火管混合式锅炉。

随着蒸汽动力的发展,要求锅炉产量和参数不断提高,火管锅炉不能满足这种要求,水管锅炉便应运而生。水管锅炉的特征是把主要受热面的管子布置在锅筒的外面,另用耐火砖砌成炉膛,在炉膛中燃烧的火焰冲刷管子的外壁,水在管中流动,并在上下锅筒之间自然循环。最初生产的水管锅炉是横直水管,水管两端

与大集箱连接,由于整块的方形集箱强度要求较高,后将整集箱改为分集箱。这样强度得到了保证,但集箱和集箱上的手孔加工复杂,而且精度要求高,金属消耗量也比较大。另外,横水管管内汽水混合物容易分层流动,对水循环不利。后来将水管垂直布置,方形集箱都由锅筒和圆形集箱代替,而且锅筒的数目逐渐减少。水管锅炉用弯水管作为受热面,摆脱了锅筒水容积空间的限制,大大增加了锅炉的自由度,能充分适应单台锅炉容量增大、蒸汽参数提高的要求。

锅炉的炉膛或燃烧室也在不断地改进。老式的燃烧设备是固定炉排手工加煤,现在小型立式锅炉中还有采用的。随着锅炉容量的不断增大,耗煤量相应增多,司炉劳动强度增加,同时煤在锅炉中不完全燃烧情况日益严重,因而出现了机械化和半机械化燃烧设备。由于城市现代化建设和环保的要求,近年来燃油或燃气锅炉日益增多,与之配套的是全自动的燃烧控制系统。

锅炉的辅助设备也在不断改进。为了提高热效率,改善燃烧工况,进一步利用炉膛辐射热、提高蒸发量,在炉膛内布置了水冷壁,在尾部出现了经济器(或称省煤器)和空气预热器等受热面。受热面的管材品种也不断增加,如:光管、波纹管、鳍片管、肋片管和钉刺管等,以增大受热面提高产热量。

由于焊接技术的发展,锅炉制造方面,过去所采用的铆接工艺已逐步由焊接工艺所取代,这样不仅提高了锅炉的质量,又节约了钢材。

由于水管锅炉对水质要求高,锅炉给水也由原水逐步改进为软化水,为了避免锅炉的腐蚀还需采用除氧水。水处理设备和管理日趋完善。

随着现代工农业的迅猛发展,环境质量不断恶化,对社会环境保护要求提高了,锅炉消烟除尘也从无到有并逐步升级,烟气的脱硫脱硝技术正日趋成熟。

由于仪表工业和计算机技术日新月异的发展,自动化仪表以及元器件的先进性、可靠性不断提高,锅炉运行所需的自动化控制装置越来越受到设计管理人员的青睐。

总之,近年来锅炉的发展十分迅速,社会的要求也逐年提高,锅炉技术和管理人员需要全面掌握锅炉有关技术和知识,并不断更新、充实,以实现锅炉的安全经济运行。

二、锅炉的分类

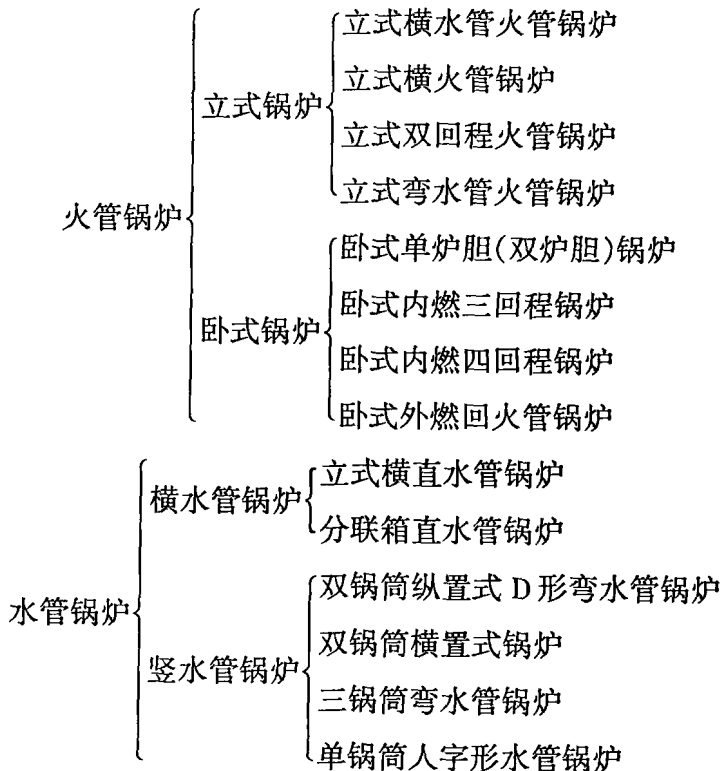
目前,锅炉广泛用于国民经济各部门和人民生活之中。锅炉分类方法有很多种,例如按用途分,按锅炉本体结构分,按锅炉燃烧燃料种类分,按水循环形式分,按压力高低分等。

(一)按锅炉用途分

锅炉可作为热动力设备和供热设备。前者可用作电站锅炉、船舶主锅炉和机车锅炉,后者用于加热、干燥、采暖、生活等方面。用于供热方面的锅炉,有以水为工质的蒸汽锅炉、热水锅炉、热管锅炉,有以空气为工质的热风炉,还有以导热油为工质的载热体加热炉。

(二)按锅炉本体结构分

按锅炉本体结构可分为火管锅炉和水管锅炉两种。



(三)按锅炉燃烧燃料种类分

按锅炉燃烧燃料种类分为燃煤锅炉(包括燃块煤锅炉,燃煤粉锅炉,燃煤水浆