



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

本科“十四五”规划教材

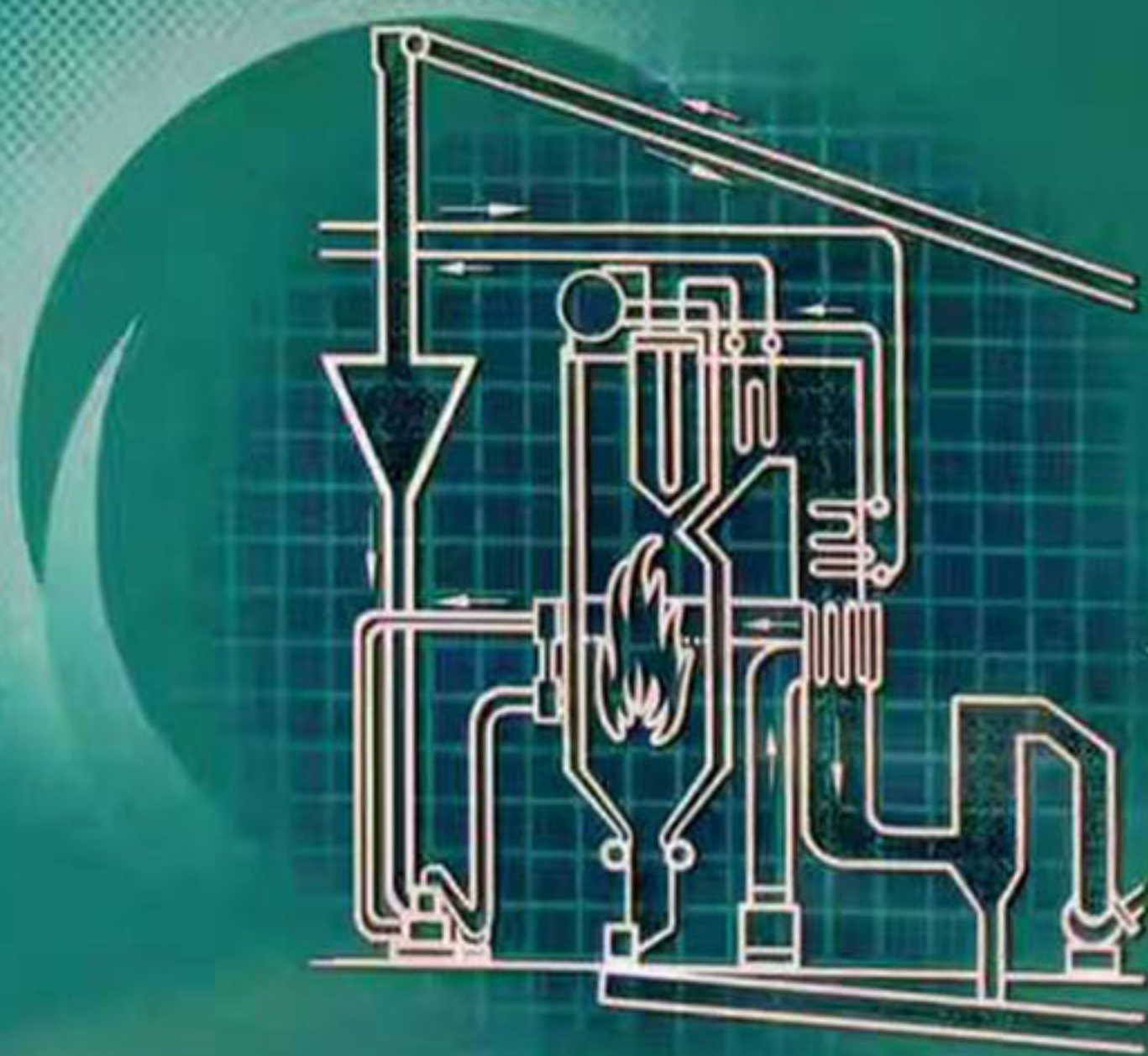


普通高等教育能源动力类专业“十四五”系列教材

锅炉

(第3版)

车得福 刘银河 邓磊 王长安 编著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

本科“十四五”规划教材



普通高等教育能源动力类专业“十四五”系列教材

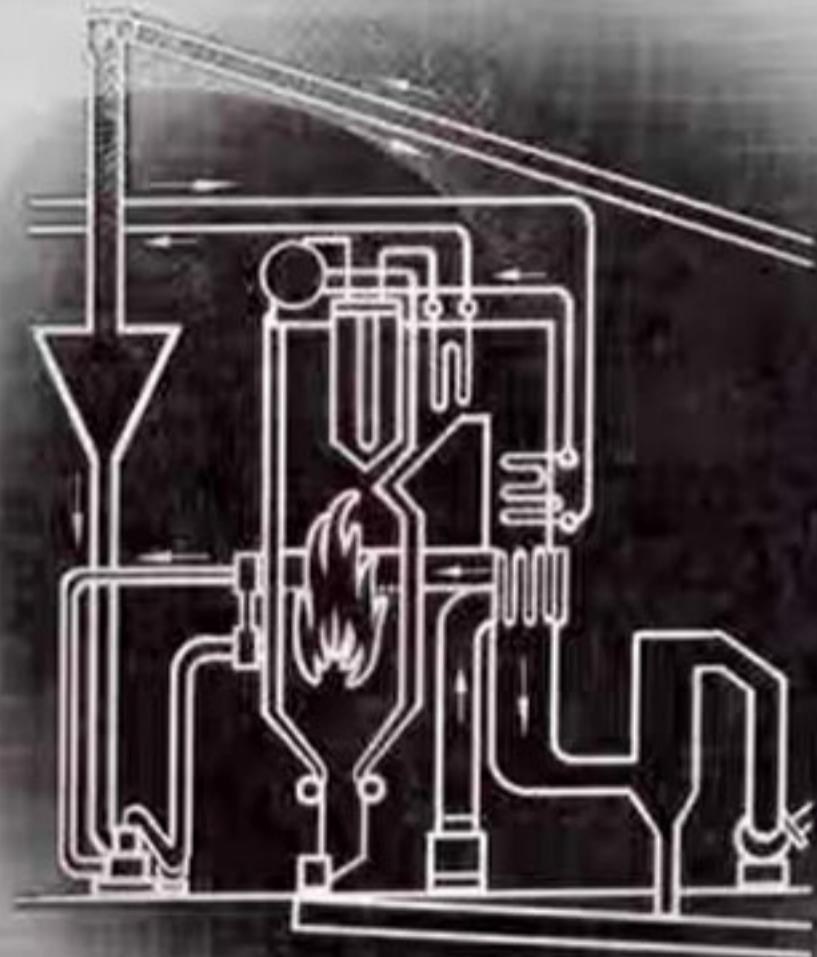
锅炉

(第3版)

车得福 刘银河 邓 磊 王长安 编著

建春惠存指正.

车得福
2022.7



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

前 言

本书自2008年出版第2版以来已十年有余。这期间,我国高等教育快速发展,教学体系和教学内容不断改革和更新,同时科学技术也日新月异。作为我校能源动力类专业的锅炉原理课程的授课时数已经大幅度压缩,第2版《锅炉》已经严重不能适应当前的教学需要,这是本书修订再版的主要出发点。

经过多年的酝酿和思考,本书再版时主要遵循以下原则:最大限度地压缩篇幅以便于授课和学生学习,主要讲述锅炉的工作原理,电站锅炉和工业锅炉并重。与第2版相比,删除了第2版中第2章锅炉型式简介、第16章锅炉材料及强度、第17章锅炉通风、第18章锅炉炉墙与构架及第19章锅炉运行。这几章内容在新的授课时数下无法讲授或是已在其他课程中涵盖。本次再版不仅最大限度地更正了前两版的谬误之处及表述不清之处,并对大部分章节的内容都进行了更新和增删。参考文献统一列在最后。

本书由车得福、刘银河、邓磊、王长安改版。其中车得福负责第1章、第6章、第9章~第11章的改编,刘银河负责第4章和第5章的改编,邓磊负责第3章、第7章及第12章的改编,王长安负责第2章和第8章的改编。全书由车得福主编并统稿。

本书自出版以来相继被多所高等学校选定为本科生教材,也被广泛用于培训教材,更受到众多读者的关注,也收到许多读者的来信。本次再版修订过程中最大程度地吸收了相关建议和意见,使本书增色不少,在此一并表示衷心感谢。

受作者学识及教学经验所限,书中错误及不妥之处仍实难避免,继续得到各方读者批评指正为盼。

作者

2021.6

目 录

第 1 章 锅炉基本知识	(1)
1.1 锅炉与能源利用	(1)
1.1.1 能源利用现状	(1)
1.1.2 锅炉在国民经济中的作用	(3)
1.1.3 锅炉的基本组成及一般工作过程	(5)
1.2 锅炉参数及性能指标	(8)
1.2.1 锅炉的分类	(8)
1.2.2 锅炉参数和型号表示	(9)
1.2.3 锅炉的性能指标	(14)
1.3 锅炉发展历史、现状和未来	(16)
1.3.1 锅炉的演变	(16)
1.3.2 我国锅炉工业现状	(18)
1.3.3 锅炉技术发展趋势	(19)
复习思考题	(21)
第 2 章 燃料及其准备	(23)
2.1 燃料的分类及其组成	(23)
2.1.1 燃料的分类	(23)
2.1.2 燃料的组成	(24)
2.1.3 燃料成分的基准及其换算	(26)
2.2 固体燃料	(27)
2.2.1 煤及其特性	(27)
2.2.2 煤炭的分类	(34)
2.2.3 其他固体燃料	(38)
2.3 液体燃料和气体燃料	(40)
2.3.1 油类燃料及其特性	(40)
2.3.2 其他液体燃料	(44)
2.3.3 天然气体燃料	(45)
2.3.4 人工气体燃料	(45)
2.3.5 气体燃料的特点	(47)
2.4 燃料准备的一般原则	(47)
2.4.1 工业锅炉的燃料供应	(48)
2.4.2 电站锅炉的燃料供应	(48)
2.5 煤粉及其制备	(49)

2.5.1 煤粉及其特性	(49)
2.5.2 磨煤机	(54)
2.5.3 制粉系统	(64)
2.6 液体和气体燃料的准备	(71)
2.6.1 燃油供应系统简介	(71)
2.6.2 燃气供应系统简介	(73)
复习思考题	(75)
第3章 物质平衡与热平衡	(77)
3.1 燃烧所需空气量	(77)
3.1.1 理论空气量	(77)
3.1.2 实际空气量、过量空气系数和漏风系数	(79)
3.2 燃烧产物及其计算	(80)
3.2.1 理论烟气量和实际烟气量	(80)
3.2.2 完全燃烧方程和不完全燃烧方程	(83)
3.2.3 烟气分析及运行过量空气系数的确定	(85)
3.3 燃烧温度和烟气焓	(88)
3.3.1 燃烧温度及其含义	(88)
3.3.2 烟气焓值及燃烧温度的确定	(89)
3.4 锅炉的热平衡	(90)
3.4.1 锅炉热效率	(90)
3.4.2 各项热损失	(92)
3.4.3 燃料消耗量	(95)
复习思考题	(95)
第4章 燃烧方式及燃烧设备	(97)
4.1 燃烧的基本知识	(97)
4.1.1 燃烧及其基本原理	(97)
4.1.2 着火和点火	(99)
4.1.3 煤、焦炭和煤粉的燃烧	(103)
4.1.4 油质燃料及气体燃料的燃烧	(107)
4.1.5 燃烧完全的条件	(109)
4.1.6 燃烧质量的评价	(111)
4.1.7 燃烧的方式	(111)
4.2 层燃燃烧方式及其设备	(113)
4.2.1 层燃炉的工作特性	(113)
4.2.2 固定炉排炉	(116)
4.2.3 移动炉排炉	(122)
4.2.4 往复推饲炉和振动炉排炉	(133)

4.3 室燃燃烧方式及其设备	(136)
4.3.1 煤粉炉	(136)
4.3.2 燃油炉	(155)
4.3.3 燃气炉	(165)
4.4 流化床燃烧方式及其设备	(169)
4.4.1 流化床燃烧简介	(169)
4.4.2 沸腾燃烧方式及其设备	(170)
4.4.3 循环流化床燃烧方式及其设备	(177)
4.5 旋风燃烧方式及其设备	(184)
4.5.1 旋风燃烧及其特点	(184)
4.5.2 旋风炉的分类及其工作过程	(186)
4.5.3 旋风炉对燃料的适应性	(189)
复习思考题	(190)
第5章 锅炉各种受热面的作用及结构	(191)
5.1 水冷壁、凝渣管、对流管束及锅筒	(191)
5.1.1 炉膛水冷壁	(191)
5.1.2 凝渣管	(198)
5.1.3 锅炉管束	(198)
5.1.4 锅筒的作用及结构	(199)
5.2 过热器及再热器	(201)
5.2.1 过热器及再热器的作用及结构	(201)
5.2.2 汽温变化及其调节的必要性	(209)
5.2.3 汽温调节的原理和主要方法	(213)
5.3 省煤器及空气预热器	(222)
5.3.1 省煤器的作用及结构	(222)
5.3.2 空气预热器的作用及结构	(227)
5.3.3 省煤器与空气预热器的联合布置	(236)
复习思考题	(239)
第6章 锅炉整体布置	(240)
6.1 锅炉热力系统	(240)
6.1.1 蒸汽参数对热力系统的影响	(240)
6.1.2 燃料性质对热力系统的影响	(248)
6.1.3 容量对热力系统的影响	(249)
6.1.4 各种受热面布置原则	(250)
6.2 锅炉外形布置	(250)
6.2.1 工业锅炉的外形	(250)
6.2.2 电站锅炉的外形	(253)

6.3 基本参数的选取	(255)
6.3.1 排烟温度的选取	(256)
6.3.2 热空气温度的选取	(257)
6.3.3 炉膛放热强度	(257)
6.3.4 炉膛出口烟温的选取	(259)
6.3.5 空气和烟气流速	(260)
复习思考题	(261)
第7章 锅炉传热性能计算	(262)
7.1 锅炉传热计算的类型和方法	(262)
7.1.1 传热性能计算的任务和类型	(262)
7.1.2 锅炉传热计算的步骤	(264)
7.2 辐射受热面的传热计算	(264)
7.2.1 炉膛传热过程及特点	(264)
7.2.2 烟气的辐射特性	(265)
7.2.3 炉膛受热面的辐射特性	(272)
7.2.4 炉膛传热计算方法及基本公式	(274)
7.2.5 炉膛传热计算的相似理论法	(276)
7.2.6 炉膛传热计算步骤	(286)
7.2.7 其他辐射受热面的传热计算	(292)
7.3 对流受热面的传热计算	(292)
7.3.1 对流受热面及其传热特点	(292)
7.3.2 对流放热系数	(294)
7.3.3 辐射放热系数	(296)
7.3.4 传热温压	(297)
7.3.5 传热面积和流速	(300)
7.3.6 污染及冲刷不完全对传热的影响	(302)
7.3.7 强化受热面的传热计算	(305)
7.3.8 对流受热面传热计算的方法(包括各受热面计算要点)	(307)
7.4 热力计算的程序化方法简介	(312)
复习思考题	(314)
第8章 受热面外部工作过程	(315)
8.1 结渣与积灰	(315)
8.1.1 结渣	(316)
8.1.2 干松灰	(319)
8.1.3 高温黏结灰	(320)
8.1.4 低温黏结灰	(321)
8.2 受热面的外部腐蚀	(324)

8.2.1	水冷壁管的腐蚀	(324)
8.2.2	过热器及再热器的腐蚀	(325)
8.2.3	低温受热面的腐蚀	(326)
8.3	磨损	(328)
8.3.1	磨损机理分析	(328)
8.3.2	减轻或预防磨损的方法	(329)
8.4	振动	(330)
8.4.1	对流受热面的振动	(330)
8.4.2	炉膛的振动	(333)
	复习思考题	(334)
第9章 锅炉水动力学及锅内传热基础		(336)
9.1	流型及流动参数	(336)
9.1.1	锅炉水循环方式	(336)
9.1.2	汽液两相流的流型	(338)
9.1.3	汽液两相流的基本参数	(341)
9.2	流动阻力	(344)
9.2.1	摩擦阻力	(345)
9.2.2	重位压降	(346)
9.2.3	加速压降	(346)
9.2.4	局部阻力	(346)
9.3	锅炉管内传热	(347)
9.3.1	管内传热过程	(347)
9.3.2	沸腾传热恶化及其防止措施	(350)
9.3.3	各类传热区域放热系数计算	(359)
9.4	集箱水动力学	(363)
9.4.1	分配集箱和汇集集箱中的压力变化	(363)
9.4.2	集箱的连接型式及其对流量分配的影响	(365)
9.4.3	集箱中的两相流动	(368)
9.5	并联管组的热偏差	(369)
9.5.1	热偏差的产生及其影响因素	(369)
9.5.2	减小热偏差的措施	(376)
	复习思考题	(378)
第10章 自然循环锅炉水动力特性		(379)
10.1	自然水循环原理	(379)
10.1.1	自然循环回路的水动力基本方程	(379)
10.1.2	循环回路的压差特性	(381)

10.1.3 循环回路工作点的确定方法	(383)
10.2 自然循环水动力计算	(385)
10.2.1 水动力计算的目的是内容	(385)
10.2.2 循环回路的压降计算	(386)
10.2.3 水动力计算方法和步骤	(388)
10.3 自然水循环的可靠性	(389)
10.3.1 上升管内工质的流动停滞和倒流	(389)
10.3.2 循环可靠性校验	(391)
10.3.3 水循环可靠性分析	(393)
复习思考题	(397)
第 11 章 强迫流动锅炉水动力特性	(398)
11.1 直流锅炉蒸发管的水动力特性	(398)
11.1.1 水平蒸发管的水动力特性	(398)
11.1.2 多值性的影响因素及其防止措施	(400)
11.1.3 垂直蒸发管的水动力特性	(404)
11.2 蒸发管内工质的脉动现象	(407)
11.2.1 脉动型式及产生机理	(407)
11.2.2 管间脉动的稳定性条件	(410)
11.2.3 脉动的影响因素及其防止措施	(411)
11.3 强制循环和复合循环锅炉	(413)
11.3.1 强制循环锅炉	(413)
11.3.2 复合循环锅炉	(416)
11.4 水动力特性计算的程序化方法简介	(419)
复习思考题	(419)
第 12 章 锅炉受热面管壁温度校核	(421)
12.1 锅炉受热面管壁温度校核计算基础	(421)
12.1.1 沿圆周均匀受热时圆管的管壁温度	(422)
12.1.2 沿圆周不均匀受热时圆管的管壁温度	(423)
12.1.3 膜式水冷壁的管壁及鳍片温度	(425)
12.2 锅炉受热面管壁温度校核	(428)
12.2.1 壁温校核点处的工质温度	(428)
12.2.2 壁温校核点处的最大热负荷	(431)
12.3 管壁温度校核计算的程序化方法简介	(433)
复习思考题	(434)
参考文献	(435)