



小型锅炉构造与安全技术

XIAOXING GUOLU GOUZAO YU ANQUAN JISHU

湖南人民出版社

小型锅炉构造与安全技术

湖南省革命委员会劳动局编

*

湖南人民出版社出版

湖南省新华书店发行

湖南省新华印刷二厂印刷

*

1977年11月第1版第1次印刷

统一书号：15109·123 定价：2.11元

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，随着社会主义革命和社会主义建设的蓬勃发展，蒸汽锅炉的使用越来越广泛，在工农业生产和人民生活中起着很重要的作用。为了这一新形势发展的需要，进一步认真贯彻党的安全生产方针，更好地做好锅炉安全工作，我们特地组织编写了这本《小型锅炉构造与安全技术》。全书分十章，附插图四百幅，内容大体分为五个方面：一、锅炉基本原理及各种类型的小型锅炉构造；二、燃料、燃烧和各种燃烧设备；三、锅炉附件和附属设备；四、锅炉运行、维护保养及锅炉管理的要求；五、锅炉改造中的安全问题。可供广大司炉工人和从事锅炉安全管理工作的同志学习参考。

本书在编写过程中，曾得到株洲电厂、衡阳电厂、湘潭电厂、长沙电厂、红湘江机器厂、江南机器厂、江麓机器厂、株洲硬质合金厂、长沙锅炉厂、湘潭锅炉厂、冶金工业部长沙有色冶金设计院、湖南省革命委员会机械工业局、湖南省轻工设计院、湖南大学、湖北省革命委员会劳动局以及我省各地、市、县劳动部门等单位的热情帮助和大力支持，提供了很多有益的资料和经验。在此，我们谨向这些单位和同志表示衷心地感谢。

由于我们理论水平不高，业务知识有限，实践经验较缺乏，书中不妥和错误之处在所难免，恳切希望同志们批评指正。

湖南省革命委员会劳动局

一九七六年六月

目 录

第一章 锅炉的基本原理及锅炉构造

第一节 锅炉的基本概念和发展概况	(1)
一、锅炉的基本概念	(1)
二、锅炉蒸发量的概念	(1)
三、锅炉的分类	(2)
四、锅炉的发展概况	(2)
第二节 锅炉的传热过程概述	(3)
第三节 锅内水循环的概念	(5)
第四节 蒸汽产生的过程	(6)
第五节 锅炉金属材料及性能	(8)
一、钢的冶炼概述	(9)
二、沸腾钢与镇静钢的区别	(10)
三、碳钢及合金钢的区别	(10)
四、铸铁与钢的区别	(11)
五、金属材料的性能	(11)
第六节 锅炉工作压力的确定和水压试验的目的	(17)
一、锅炉运行条件的特殊性	(17)
二、锅炉工作压力的确定	(17)
三、水压试验的目的	(19)
第七节 锅炉型号的表示方法及含义	(19)
一、锅炉型号的表示方法	(19)
二、锅炉型号举例	(21)
第八节 锅壳锅炉	(21)
一、立式大横水管锅炉	(22)
二、立式平头火管锅炉	(24)

三、立式埋头火管锅炉	(26)
四、立式多横水管锅炉	(27)
五、立式多横火管锅炉	(29)
六、立式双回程火管锅炉	(31)
七、立式弯水管锅炉	(32)
八、立式直水管锅炉	(34)
九、立式水火管混合锅炉	(36)
十、卧式双炉胆锅炉	(38)
十一、卧式单炉胆锅炉	(41)
十二、船舶式水背锅炉	(42)
十三、船舶式干背锅炉	(45)
十四、卧式外燃回火管锅炉	(46)
十五、卧式内燃回火管锅炉	(49)
十六、卧式快装锅炉	(51)
第九节 水管锅炉	(55)
一、纵锅简直水管锅炉	(55)
二、横锅简直水管锅炉	(57)
三、双横锅筒弯水管锅炉	(60)
四、三锅筒弯水管锅炉	(62)
五、双锅筒纵置式锅炉(ДКВ)	(64)
六、快装水管锅炉	(66)
七、双横锅筒煤粉锅炉	(68)
八、半沸腾燃烧水管锅炉	(69)
九、双纵锅筒燃油锅炉	(71)
十、单锅筒纵置式倒转链条炉排锅炉	(74)
第十节 锅内装置	(77)
一、汽水分离装置	(77)
二、蒸汽清洗装置	(80)
三、分段蒸发及连续排污装置	(81)
四、锅内给水装置	(82)

第二章 过热器、省煤器及空气预热器

第一节 过热器	(84)
一、过热器的构造及分类	(84)

二、影响过热蒸汽温度出现偏差的主要因素.....	(87)
三、过热器的附件.....	(87)
四、过热蒸汽温度的调节.....	(87)
第二节 省煤器	(88)
一、省煤器的作用.....	(88)
二、省煤器的种类及构造.....	(89)
三、省煤器的防磨措施.....	(91)
第三节 空气预热器	(92)
一、空气预热器的作用.....	(92)
二、空气预热器的种类、结构及布置.....	(93)
三、空气预热器在运行中应注意的几个问题.....	(95)

第三章 燃料、燃烧及燃烧设备

第一节 燃料、燃烧和锅炉热效率	(97)
一、燃料的基本成分和发热量.....	(97)
二、煤的生成和分类.....	(98)
三、锅炉燃用油的主要性质和指标.....	(99)
四、燃料的燃烧.....	(100)
五、通风概述.....	(104)
六、锅炉的热损失.....	(104)
七、锅炉效率概述.....	(106)
第二节 固定炉排	(107)
一、概述.....	(107)
二、固定炉排的结构.....	(108)
三、固定炉排上煤的燃烧特点和燃烧过程.....	(109)
四、手烧炉在操作上应注意的事项.....	(110)
第三节 手摇翻转炉排	(111)
一、概述.....	(111)
二、手摇翻转炉排的结构和工作性能.....	(111)
三、抛煤机手摇翻转炉排的清炉操作.....	(113)
第四节 链条炉排	(113)

一、概述.....	(113)
二、鳞片式链条炉排.....	(116)
三、横梁式链条炉排.....	(123)
四、链带式链条炉排.....	(126)
五、炉拱、防焦箱、挡渣板及老鹰铁.....	(129)
六、链条炉排的变速传动装置.....	(133)
七、燃料在链条炉排上的燃烧过程及调节方法.....	(137)
八、链条炉排常见的故障及处理.....	(142)
第五节 振动炉排	(142)
一、概述.....	(142)
二、振动炉排的结构及工作原理.....	(143)
三、振动炉排安装和运行中应注意的几个问题.....	(145)
第六节 往复推动炉排	(146)
一、概述.....	(146)
二、往复推动炉排的结构及性能.....	(147)
三、关于往复推动炉排安装与运行的一些要求.....	(150)
第七节 抛煤炉	(152)
一、概述.....	(152)
二、风力机械抛煤机.....	(154)
三、抛煤炉的运行.....	(161)
第八节 煤粉炉	(165)
一、概述.....	(165)
二、煤粉的细度和表示方法.....	(165)
三、制粉设备.....	(166)
四、给煤机.....	(171)
五、喷燃器的结构和布置方式.....	(172)
六、防止烟气在炉膛中产生涡流的措施.....	(177)
七、煤粉炉结焦的原因及其预防措施.....	(178)
八、煤粉炉的运行.....	(179)
第九节 燃油炉	(181)
一、油燃烧的特点.....	(182)
二、常用的几种喷油嘴.....	(182)

三、常用的几种调风器的结构及性能.....	(186)
四、燃油加热器和过滤器.....	(190)
五、卸油与供油系统.....	(191)
六、提高燃油炉炉膛热强度的主要措施.....	(192)
七、燃油炉运行中应注意的事项.....	(193)

第十节 沸腾炉 (195)

一、沸腾燃烧的基本概念.....	(195)
二、全沸腾炉概述.....	(198)
三、半沸腾炉概述.....	(201)
四、沸腾炉的点火.....	(202)
五、沸腾炉正常运行的一般操作方法.....	(204)
六、关于沸腾炉安全与经济方面的问题.....	(206)

第四章 附件、管道及仪表

第一节 弹簧管式压力表 (209)

一、弹簧管式压力表的构造及工作原理.....	(209)
二、压力表的附属零件.....	(210)
三、压力表常见的故障及其产生的原因.....	(211)
四、压力表装置的要求.....	(212)

第二节 水位表及高低水位警报器 (213)

一、水位表的型式及构造.....	(213)
二、水位表装置的要求.....	(218)
三、冲洗水位表的方法.....	(220)
四、水位表在运行中常见的故障、产生的原因及危害性.....	(221)
五、检修水位表的注意事项.....	(222)
六、高低水位警报器.....	(223)

第三节 安全阀..... (227)

一、安全阀的型式及工作原理.....	(227)
二、安全阀装置的要求.....	(230)
三、安全阀的调整、校验及排汽量试验.....	(231)
四、安全阀常见的故障及其产生的原因.....	(232)

第四节 阀门..... (233)

一、蒸汽阀.....	(233)
------------	-------

二、给水阀.....	(235)
三、排污阀.....	(238)
四、减压阀.....	(241)
五、阀门常见的故障.....	(243)
六、疏水器.....	(243)
七、工业管道阀门型号的表示方法.....	(245)
第五节 给水自动调节器	(248)
一、单冲量给水自动调节器.....	(248)
二、双冲量给水自动调节器.....	(249)
三、SK—C型给水调节器.....	(250)
第六节 蒸汽管道	(251)
一、蒸汽管道的连接及吊装.....	(252)
二、蒸汽管道的膨胀补偿装置.....	(253)
三、蒸汽管道的保温.....	(256)
四、锅炉房内管道漆色的要求.....	(258)
第七节 测量仪表	(259)
一、常用的测温仪表.....	(259)
二、流量计.....	(266)
三、风压表.....	(268)
四、烟气分析器.....	(272)

第五章 辅 助 设 备

第一节 给水设备	(277)
一、射水器.....	(277)
二、活塞泵.....	(279)
三、离心泵.....	(282)
第二节 风机.....	(284)
一、风机的性能概述.....	(285)
二、离心式风机的工作原理及结构.....	(285)
三、锅炉常用的几种风机.....	(289)
四、风机型号的表示方法.....	(290)
五、风机的维护与保养.....	(290)
六、常见的风机故障及其产生的原因.....	(291)

第三节 除渣设备	(292)
一、小车出渣	(293)
二、机械除渣	(293)
三、气力除渣	(293)
四、低压水力除渣	(294)
第四节 除尘设备	(294)
一、概述	(294)
二、干法除尘	(295)
三、湿法除尘	(298)
第五节 吹灰器	(304)
一、常用的几种吹灰器	(305)
二、吹灰时应注意的问题	(306)

第六章 锅炉运行及事故处理

第一节 烘炉与煮锅	(307)
一、烘炉的目的及要求	(307)
二、砖烟囱及水泥烟囱的烘干	(308)
三、煮锅的目的及要求	(309)
第二节 锅炉升火及停炉	(310)
一、升火前的准备工作	(310)
二、升火及停炉中应注意的主要问题	(311)
三、正常停炉的一般操作方法	(311)
四、紧急停炉的一般操作方法	(312)
第三节 锅炉运行中的管理工作	(313)
一、搞好锅炉运行日常管理工作的必要性	(313)
二、锅炉运行日常工作要点	(313)
第四节 常见的锅炉设备事故	(314)
一、锅炉爆炸的危害性	(314)
二、锅炉爆炸的原因及预防措施	(316)
三、锅炉缺水事故	(316)
四、锅炉满水事故	(318)

五、汽水共腾.....	(319)
六、炉管爆破事故.....	(320)
七、过热器管爆破事故.....	(321)
八、省煤器管损坏事故.....	(322)
九、空气预热器严重泄漏事故.....	(323)
十、水击事故.....	(323)
十一、烟道内二次燃烧爆炸事故.....	(324)
十二、燃烧室耐火砖及碓砖的损坏.....	(325)

第七章 锅炉的维护保养及管理

第一节 锅炉的维护保养	(326)
一、锅炉在安装前的维护保养.....	(326)
二、备用锅炉的维护保养.....	(327)
三、锅炉防腐方法的选择及注意事项.....	(329)
第二节 锅炉管理的规章制度.....	(330)
一、交接班制度内容提要.....	(330)
二、岗位责任制内容提要.....	(331)
三、锅炉运行规程内容提要.....	(332)
四、水质管理制度内容提要.....	(332)
五、锅炉定期检修及验收制度内容提要.....	(332)
六、锅炉定期检验制度内容提要.....	(333)
第三节 锅炉事故调查的一般方法	(333)
第四节 锅炉安全技术登录薄的应用	(334)
一、建立锅炉安全技术登录薄的目的.....	(334)
二、填写要求.....	(335)

第八章 水质处理

第一节 锅炉给水处理的重要性与水质指标.....	(336)
一、水垢形成的过程.....	(337)
二、水垢的分类.....	(337)
三、水垢的主要物理性质.....	(338)
四、水垢对锅炉运行的危害.....	(338)

五、锅炉给水水质指标.....	(339)
第二节 水中悬浮物及胶体杂质的清除.....	(340)
一、沉淀法.....	(340)
二、凝聚法.....	(340)
三、过滤法.....	(341)
第三节 锅内水处理	(341)
一、综合化学药剂水处理.....	(342)
二、石墨处理法.....	(345)
三、柞木处理法.....	(345)
四、橡胶栲胶处理法.....	(347)
第四节 锅外水处理	(349)
一、钠离子交换软化法.....	(349)
二、树脂软化法及其软化装置.....	(355)
第五节 水的除氧	(359)
一、热力除氧法.....	(359)
二、化学除氧法.....	(360)
第六节 清除水垢的几种方法.....	(363)
一、手工除垢.....	(363)
二、机械除垢.....	(363)
三、化学除垢.....	(364)

第九章 锅炉检查与检修

第一节 锅炉内外部检查	(370)
一、检查前的准备工作.....	(370)
二、锅炉内、外部检查的要点	(371)
三、锅炉安全附件及附属设备检查要点.....	(371)
四、锅炉检查的一般方法.....	(372)
第二节 锅炉检修	(375)
一、检修的目的与基本要求.....	(376)
二、修理的分类.....	(376)
三、锅炉修理的准备工作.....	(377)

四、铆缝渗漏的修理方法.....	(377)
五、腐蚀处的堆焊修理.....	(379)
六、裂纹的修理.....	(381)
七、挖补修理.....	(383)
八、管子的检修.....	(388)
九、省煤器的检修.....	(394)
十、阀门的检修.....	(395)

第十章 锅炉改造中的安全问题

一、新制锅筒须注意的要点.....	(398)
二、利用原有的锅筒须注意的要点	(399)
三、制造联箱须注意的问题.....	(399)
四、在锅筒、联箱上开孔的要求	(403)
五、加装水冷壁的一些基本要求	(405)
六、安全阀、主汽阀的排汽量校核	(409)

附 录

附录一、饱和蒸汽热力特性表(以压力为准)	(410)
附录二、过热蒸汽热力特性表(以压力为准)	(412)
附录三、钢管及钢板重量表.....	(413)
表1: 每平方米传热面面积所需钢管重量	(413)
表2: 每米长钢管重量	(413)
表3: 每平方米面积钢板重量	(413)

第一章 锅炉的基本原理及锅炉结构

第一节 锅炉的基本概念和发展概况

一、锅炉的基本概念

锅炉是利用燃料的热能来生产蒸汽的一种设备,由“锅”与“炉”两大部分组成,故称锅炉。

“锅”是指锅炉本体结构的汽水系统,如锅筒、沸水管、水冷壁管、联箱、过热器、省煤器等部件,均属于“锅”的部分。

“炉”是指锅炉的燃烧系统,凡与燃烧有关的炉墙、炉膛、烟道以及由燃烧设备组成的风、煤、烟系统,均属于“炉”的部分。

一些小型锅壳锅炉(如立式大横水管锅炉、立式多横火管锅炉等)没有砖砌的炉膛和炉墙,它的汽水系统和燃烧系统用同一材料制成,“包”在锅壳内部,属于不可分的整体。因此,这类锅炉的“锅”与“炉”部分就不象水管锅炉那样明显。

“锅”与“炉”,一个水,一个火,一个吸热,一个放热,把这两个既相矛盾又密切关联的部分科学地进行组合,即成了一套生产蒸汽的设备——锅炉。锅炉生产蒸汽的能力,通常以三个参数表示,即:蒸汽压力(公斤/厘米²),蒸汽温度(℃),蒸发量(吨/小时)。“锅炉参数”是由锅炉设计部门确定的。锅炉制造厂出厂的每台锅炉,在锅炉本体明显的部位,装有包括锅炉参数及其它内容的金属铭牌:

- (1) 锅炉型号及名称。
- (2) 许可工作压力(表大气压)。
- (3) 蒸汽温度(有过热器的指过热器出口蒸汽温度,没有过热器的即指饱和蒸汽温度℃)。
- (4) 额定蒸发量(吨/时)。
- (5) 制造年月。
- (6) 制造厂产品编号。
- (7) 制造厂名称。

二、锅炉蒸发量的概念

每台锅炉的蒸发量,根据锅炉总的传热面积和单位面积上的蒸发率来计算,

$$D = H \times E \quad (1-1)$$

式中 D ——蒸发量(公斤/时);

H ——总的传热面积(米²);

E——蒸发率(公斤/米²·时)。

凡一面是水(或汽),另一面接触火焰或受烟气冲刷的部位,都属锅炉的传热面。

锅炉的传热面可分辐射传热面和对流传热面。

辐射传热面的特点:辐射传热面直接暴露在强烈的高温火焰区,热的传播是以辐射方式进行的,且这部分传热面的汽水混合物均是上升的(如水管锅炉布置在炉膛四周的水冷壁管)。由于辐射传热面吸收的热量多,热交换进行得快,因此,水循环速度快,产生的蒸汽量多,蒸发率也就高些。

对流传热面的特点:对流传热面布置在烟气通过的区域里,靠与烟气的接触获取热量(如K型锅炉的大部分主炉管),就水管锅炉而言,这部分传热面的汽水混合物通常是上升的,而水则是下降的。由于这部分传热面传递的热量较辐射传热面少些,热交换进行得慢些,水循环的速度也慢些,因此,蒸发率也就较辐射传热面的蒸发率低些。

三、锅炉的分类

根据锅炉的装置和用途,以及锅炉压力的高低和蒸发量的大小等,可从以下四个方面进行分类:

1.按锅炉装置可分为:固定式锅炉、移动式锅炉(如蒸汽机车、船舶和压路机上的锅炉等)。

2.按用途可分为:电站锅炉、工业锅炉和生活锅炉。

3.按压力可分为:低压锅炉,工作压力在25表大气压以下(蒸汽出口温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$);中压锅炉,工作压力为39表大气压(蒸汽出口温度 450°C);高压锅炉,工作压力为100~140表大气压(温度 $\geq 540^{\circ}\text{C}$)。

四、锅炉的发展概况

蒸汽锅炉发展的历史已有二百多年了。十七世纪六十年代,第一台试验用的锅炉还是用铜制的,外形象个圆球,压力只有0.1~0.2公斤/厘米²。后来改由生铁铸造。随着冶金工业和机械制造工业的发展,使制造锅炉的材料、设备和工艺技术不断完善,炉型不断更新,结构日益合理,安全性能和经济性能不断提高。从圆筒形锅炉发展到今天的高参数的现代化大型锅炉,概括地讲,锅炉设备的发展是围绕着以下几个方面进行的:

1.提高烟气的流速。先以增加烟囱的高度的办法来提高抽风力,由于不可无限地增加烟囱高度,便采取加装引风机,为了克服燃料层的阻力,后来又增装了鼓风机,并利用空气预热器将空气加热,往炉排下送热风。这些改进不仅使燃料得到较充分燃烧,同时可加速烟气对传热面的冲刷,加快热交换过程。

2.提高水循环的速度,增加单位面积上的传热量。老式的小型锅炉(如立式锅炉和兰开夏锅炉)水循环的速度是缓慢的,但水管锅炉,特别是现代化大型水管锅炉,水循环的速度相当大。水循环的速度加快了,使单位面积上的传热能力大大提高。

3.增加辐射传热面。为了进一步提高热交换效率,将一部分传热面移到炉膛内,使单位面积上的蒸发率大大提高。

4.不断改进燃烧方式。锅炉的燃烧方式在很长的时间内一直停留在固定炉排层燃方式上。随着锅炉的容量不断增大,燃烧设备和燃烧方式必须相应地跟上去,于是就出现了机械炉排燃烧室,随后又出现了烧煤粉、液体、气体燃料的燃烧方式,实现了不间断地向燃烧室内投进燃料。由于燃烧方式和燃烧设备的改进,单位时间内和单位面积(或单位容积)上燃烧的燃料量增加。这样,既满足了提高锅炉蒸发量的要求,还有助于燃料充分燃烧,降低了燃料不完全燃烧的热损失,尤其对于烧多种燃料和劣质煤有利。

5.降低排烟温度,减少排烟热损失,提高锅炉效率。长时间以来,在如何提高锅炉的效率方面作了很大的努力。老式锅炉不仅传热面的布置不合理,而且没有装置尾部传热面,有的排烟温度高达 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ 以上,浪费了很大一部分热量,锅炉效率仅 $50\sim 60\%$,甚至还有低于 50% ,以后逐渐增加省煤器、过热器和空气预热器,使排烟温度显著降低,锅炉效率逐步提高。目前,较先进的锅炉机组的热效率超过了 92% 。

6.改进锅炉结构,降低金属消耗量。获得1吨蒸汽需要耗用多少钢材,这是衡量锅炉设备先进与否的一项重要的经济技术指标。随着冶金工业的发展,钢材质量的提高和品种的增多,以及锅炉结构的不断改进,使钢材消耗量不断降低。老式的兰开夏锅炉每吨蒸汽需耗钢材8吨多,而现在制造的小型锅炉,每吨蒸汽的钢材消耗量降低到4.5吨左右。

7.提高锅炉设备运行的机械化和自动化程度,降低劳动强度,改善劳动条件,保证安全运行。老式手工操作的锅炉,不仅司炉人员劳动强度大,而且很难保证安全。随着科学技术的发展,锅炉运行的机械化和自动化程度不断提高。现在不仅大型电站锅炉已实现了全自动化,而且小容量锅炉也逐步在实现机械化和自动化,减轻了司炉人员的劳动强度,改善了劳动条件,提高了锅炉安全运行的可靠性。

8.提高锅炉出力和蒸汽参数。由于锅炉的燃烧方式、燃烧设备、锅炉结构,以及制造锅炉的钢材不断改进和逐步完善,使锅炉的参数不断提高,适应了发展大型火电站的需要。目前,工作压力超过300大气压和蒸汽温度为 560°C 的直流式锅炉,在一些国家相继出现,工作压力在 $100\sim 130$ 大气压的自然循环的锅炉则很普遍,原子能电站也逐步在发展,蒸发量接近4000吨/时的锅炉已经出现。

第二节 锅炉的传热过程概述

两种不同温度的物体在接触或接近时,便会发生传热现象。热总是从温度高的物体向温度低的物体传递,如图1—1所示。热量传递的快慢,决定于两个物体的温度差。温差越大,传热就越快,传递的热量也就越多。

锅炉在运行中,燃料放出的热量通过金属壁传给介质(水,蒸汽,空气)的这一全过程称锅炉的传热过程。以图1—2为例:管外是烟气,管内是水,金属壁外表面有一层积灰,内

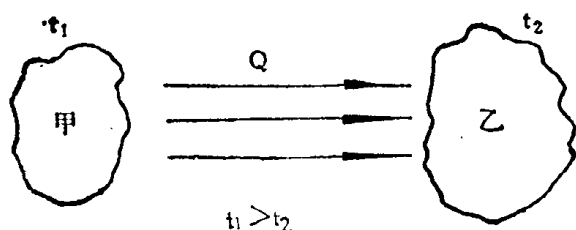


图1—1 热交换示意图

表面有一层水垢，热的传递过程是：管外积灰层→管壁→管内水垢层→介质。这种连续传给热量的传热方式，称为交换式传热。

烟气向传热面的放热有两种方式：

(1) 辐射放热：燃料放出的热能转变为辐射能，向炉膛四周传播（相似于太阳发出的热以辐射方式向地面传播）。辐射能的传播速度几乎与光速（300000公里/秒）相等。这种放热方式与热源和辐射传热面的距离以及温度有关。距离近，温度高，辐射能就强烈，放热就越多，传播热就快。据实际测验，布置在炉膛内的水冷壁管，每平方米的传热面积上，每小时可吸收200000~300000大卡的热量，比对流吸热高5~10倍。很明显，在蒸发同样多的水的情况下，采用水冷壁管要比采用对流管束能节省钢材。因此，根据不同的炉型，在炉膛内适当地增加水冷壁管的数量，能收到提高锅炉出力的效果。

(2) 对流放热：烟气以某一速度流动时，在与传热面的接触过程中放热，称对流放热。对流放热与烟气的流速及温度有很大关系。流速大，烟气冲刷管壁就强烈，放热也就越多。烟气温度高，与对流传热面内的水温差大，传热能力愈强，反之就小。另外，对流放热与传热面的结构和布置有关，如图1—3所示。小管径的管子接受对流放热比大管径的管子就好些，

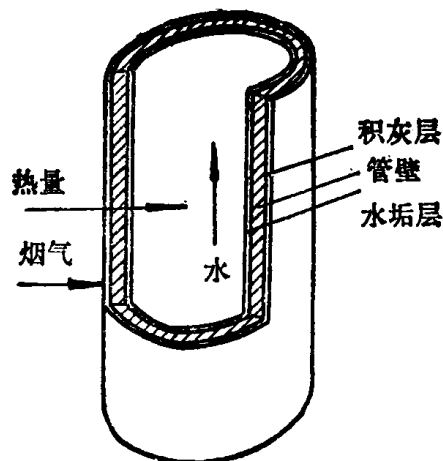


图1—2 锅炉钢管的传热过程示意图

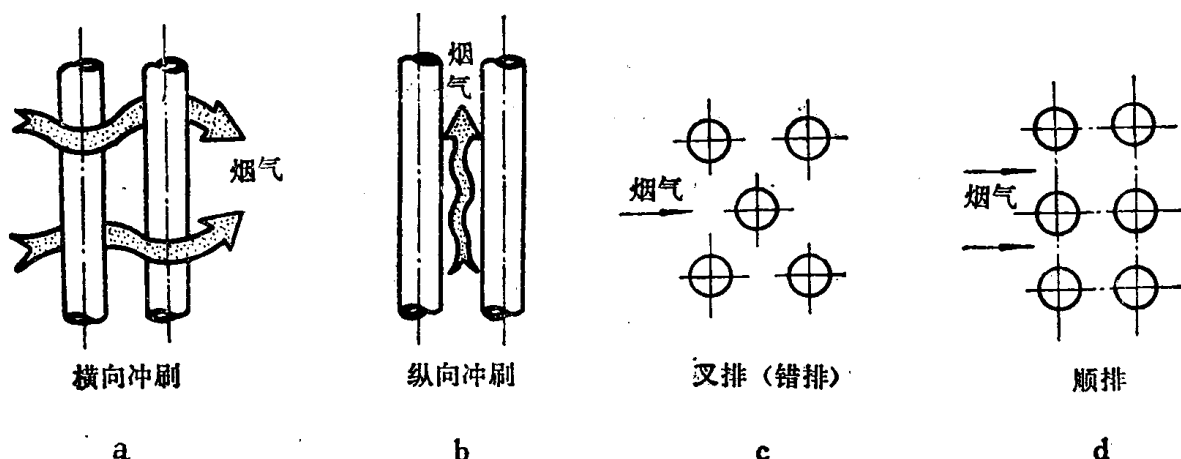


图1—3 管子的几种排列方式比较

烟气对管子作横向冲刷（如图1—3a），对流放热比较强烈；烟气对管子作纵向冲刷时（如图1—3b），对流放热就比较差；在横向冲刷的情况下，管子错开排列（如图1—3c），放热