

ZHONGGUO NUANTONG KONGTIAO ZHILENG NIANJIAN

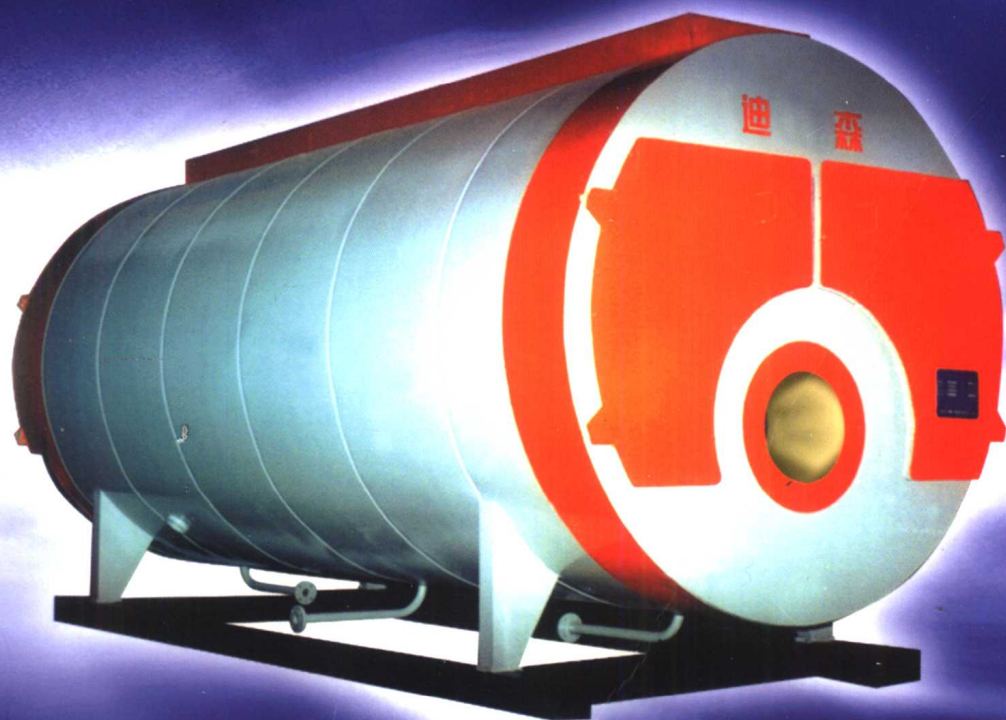
中国暖通空调制冷年鉴

中国暖通空调制冷年鉴编写组 编



迪森股份
DEVOTION GROUP

创 造 价 值 满 足 顾 客



迪森国际化服务体系

广州迪森热能技术股份有限公司 总部地址：广州市经济技术开发区东区宏明路迪森工业园 电话：(020)82268688 82268372 传真：(020)82268190 邮编：510760 E-mail:gd@devotiongroup.com



中国轻工业出版社

中国暖通空调制冷年鉴

ZHONGGUO NUANTONG KONGTIAO ZHILENG NIANJIAN



中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国暖通空调制冷年鉴.2001/《中国暖通空调制冷
年鉴》编写组编—北京:中国轻工业出版社,2002.1
ISBN 7-5019-2204-7

I.中… II.中… III.①采暖—电气工业—中国
—2001—年鉴②通风工程—电气工业—中国—2001
—年鉴③空气调节系统—电气工业—中国—2001—
年鉴
IV.F426.6-54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 086738 号

责任编辑: 陈秀石 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 李 宏 王 威 监印: 胡兵
策划编辑: 陈秀石 责任校对: 方 敏 版式设计: 冯翠芝

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010-88390107

印 刷: 北京跋通印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2002年1月第1版 2002年1月第1次印刷

开 本: 889 × 1194 1/16 印张: 21.375

字 数: 500千字

书 号: ISBN 7-5019-2204-7/TU · 030

定 价: 198.00元

广告经营许可证: 京工商广临字 20010028号

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

《中国暖通空调制冷年鉴》编辑委会

(按姓氏笔画排序)

顾问: 闫启森 吴元炜 郎四维
周瑞民 郭玉伟 薛殿华
马维红 朱国民 张贵林
郑永泉

主编: 宋德强 栗东
编委: 王雅珍 任钢炼 刘梦真
张务勋 张恒 张锦荣
辛定国 范柏樟 赵志安
霍小平

采编: 刘雅芬 许宁 李顺华
杜洁 张玉茜 张秀坤
胡莉莎 傅晋 谢静

责任编辑: 陈秀石 栗园

设计总监: 王威

美术编辑: 李宏 吕刚 冯翠芝

编辑部地址: 北京市西城区北三环中路甲
29号2号楼华尊大厦尊邸1301

邮编: 100029

电话: (010) 82021088 82021086

传真: (010) 82021085-102

前言 FOREWORD

随着我国奥运申办成功,顺利加入WTO,我国的建设项目迅速增多,暖通空调制冷是建设项目中重要的一部分,不但要有好的整体设计,还应选择适宜的产品。

目前国内市场暖通空调制冷产品种类繁多,经营企业众多,良莠不齐,使广大用户在选择使用时有诸多不便,为此我们组织编写了《中国暖通空调制冷年鉴》一书,以飨读者。本书内容丰富,资料详实,系统介绍了各种产品的生产工艺,结构特点以及安装保养方面的知识,以方便消费者正确选择,本书还介绍了暖通空调制冷生产企业的有关情况,希望能促进暖通空调制冷市场向信息化、开放化、规范化发展推动生产施工企业及商家间的交流、合作、提高我国暖通空调制冷行业的总体水平有所裨益。

由于学识水平及时间等因素所限,难免有所漏误不当之处,恳请广大读者批评、指正。

本书编撰过程中,得到有关部门领导和许多专家及企业的支持,在此一并表示感谢!

《中国暖通空调制冷年鉴》编辑部

二零零一年十一月

总目录

供热锅炉及供热、供暖设备篇	1
制冷及空气调节设备篇	127
水系统篇	259
通风设备篇	285
自动控制系统及测量、控制、仪表篇	305
其他篇	337

Giftsin 信诚所至

吉川空调



广东吉川电器有限公司 广州市江南大道中100号中广大厦 徐州吉川电器有限公司 江苏省沛县沛城西环路8号
电话: 020-34354502 传真: 020-34354495 邮编: 510240 电话: 0516-4687338 4616827 传真: 0516-4687398 邮编: 221600
网址: <http://www.giftsin.com> 电子信箱: sales@giftsin.com

北方网讯, 需要完整PDF请访问: www.eitongbook.com

《中国暖通空调制冷年鉴》索引页目录

一、供热锅炉及供热、供暖设备篇

中国锅炉行业的历史、现状及发展	1
锅炉的特点、分类、加工工艺和有关标准	7
锅炉运行的准备、监视、操作与调节	19
热水锅炉及采暖系统水处理	40
工业锅炉节能监测方法	48
新型供暖系统及其发展趋势	52
高低层住宅直连供暖	55
换热器及传热研究的现状及动向	58
板式换热器的结构特点及其应用领域	62
家用太阳能热水器的选择	64
家用太阳能热水器热性能试验方法	67
双定压值定压方法应用研究	75
我国供热锅炉、供热供暖设备企业名录及知名品牌	83

二、制冷及空气调节设备篇

制冷设备的安装、操作与运行调试	127
空气调节概述	138
空调设备安装规范	152
制冷系统安装规范	158
换热和加湿设备	165
空气过滤器	173



陕西省建运工程机械有限责任公司

矩形圆形金属风管制作机械化
建运牌系列通风管道咬口机械

中国工程建设名牌产品
我国住宅小区与智能建筑推荐产品
第四届中国制冷空调设备信得过产品



我公司是中国制冷学会、中国制冷空调工业协会、中国建筑装饰协会暖通空调委员会和全国暖通空调及净化设备标准化技术委员会的会员单位，是一个从事暖通空调、环保净化、梳棉梳毛和防腐保温工程金属风管制作机械的专业企业。

品种齐全（32个品种、60种规格）
质量可靠（符合GB50243-97新规范）
中央空调、净化空调、冷库系统、环保净化及防腐保温工程的设计、制作与安装。

地址：西安市雁塔区太平堡21号
邮编：710061
电话：029-5227265 5240225 8080790
传真：029-5231200
电子邮件：sxjywf@pub.xa-online.sn.cn
网址：<http://www.sxjywf.com.cn>
<http://www.建运通风管道咬口机械·公司>
联系人：销售部



《中国暖通空调制冷年鉴》索引页目录

房间空气调节器安装规范	180
进出口房间空气调节器安全检验规程	188
我国制冷、空气调节设备企业名录及知名品牌	191

三、水系统篇

中央空调系统中的循环水泵	259
冷却塔、泵与风机的安装	268
我国水系统企业名录及知名品牌	275

四、通风设备篇

通风机安装的一般规定	285
通风空调软件智能化的研究	287
速装式铝板复合保温风管	292
我国通风设备企业名录及知名品牌	297

五、自动控制系统及测量、控制、仪表篇

热量表设计选型及安装使用问题刍议	305
楼宇自控系统设计与施工方法略谈	310
变频器在空调泵系统中的应用分析	322
我国自动控制系统及测量、控制、仪表企业名录及知名品牌	327
其它篇企业名录及知名品牌	337
清华同方人工环境工程公司	342



芬兰瑞特格散热器 — 新居的时尚选择

瑞特格 供热集团是欧洲住宅领域内一家知名供应商，以钢制板型散热器、地板采暖加热系统为主要产品。瑞特格公司 60 年采暖领域的成功经验，可为您提供全方位的供热技术咨询及高品质的产品，其中钢制板型散热器年产量达到 800 万组，成为欧洲主要的散热器制造商。

瑞特格公司进入中国的主要业绩：北京世方豪庭、国兴家园、银枫家园、风格雅园、中国第一商城、万柳光大花园、世纪城、凤凰城、天津泰风家园、武汉新业大厦、青岛绿岛花园、南京利德花园、沈阳格林豪森、济南雅居园等。



瑞特格北京
地址：北京市朝阳区北大街2号
港澳中心写字楼8层
电话：(8610) 65014268
传真：(8610) 65014246
邮编：100027
<http://www.rettigheating.com>
E-mail: rhtsales@eastnet.com.cn

中国锅炉行业的历史、现状及发展

一、我国的能源构成

中国煤储量占全球总储量的 46%，一次能源消费中煤占到 76%，是世界上以煤为主要能源的国家。中国生产的煤炭 80%以上作为燃料直接烧掉，其中发电占 28.6%，工业锅炉和窑炉占 40%以上。而作为城市能源供应中一个主要部分的城市供热所消耗的能源，随着城市现代化建设的发展，预计将达到全国能源总量的 13.6%。

由于受我国能源构成的制约，长期以来我们执行以煤为主的能源政策，过多地使用煤炭带来了效率低、效益差、污染严重等后果。据统计，大气中 90%污染物和 80%烟尘来自燃煤。由于二氧化硫排放引起的酸雨污染已扩展到整个国土面积的 30%，且日趋严重。如此严峻的形势，迫使我们面对能源结构的改变这一新的重大课题。

而从世界各国发展趋势看，工业化国家无一例外均采用了以油、气燃料为主的能源路线，逐步降低了固体燃料的比例。1950 年煤炭在世界一次能源结构中占 57.3%，1970 年下降到 30.5%，1996 年下降到 26.9%，而 1996 年世界能源结构中石油占 39.5%，天然气占 23.5%，两者共占 63%。发达国家早已完成由煤炭时代向石油时代的转换，正向石油、天然气时代过渡。我国有关主管部门近几年已认识到这一点，正在积极调整能源政策，除了加速我国石油、天然气的勘探和开发，还充分利用国际油气资源，并规划在 2000-2015 年期间大力发展风能、太阳能、地热、生物质能等新能源和可再生能源。在节能法和大气污染防治法中都明确规定，改进城市能源结构，推广清洁能源的使用。大气污染防治重点城市，改用天然气、液化石油气、电和其他清洁能源。表 1 反映出近年我国能源构成调整情况和今后要达到的目标。

表 1

我国能源构成情况和目标

时间(年)	煤(%)	石油(%)	天然气(%)	水电(%)	核电(%)
1991	76.1	17.1	2.0	4.8	--
1995	75.0	17.3	1.8	5.9	--
2000	71.0	24.0	2.7	2.0	0.2
2015	61.0	28.5	7.1	2.6	0.8

二、锅炉行业的发展

我国锅炉行业的发展史是与我国能源结构的变化调整情况密不可分的，特别是与国民经济发展和人民生活水平密切相关的工业锅炉的发展，更是直接依赖于我国的能源政策、环保政策和城市能源供应政策。

(一) 燃煤锅炉的发展

我国工业锅炉的发展经历了 20 世纪 50 年代主要以仿制英国和苏联炉型为主，60 年代自

主开发研制水火管卧式快装锅炉和 70 年代研制燃劣质煤锅炉等阶段,使该行业得到了一定的发展。至 1980 年,全国共拥有工业锅炉 20 万台、37 万蒸吨,年耗煤量 2 亿吨。锅炉平均热效率 65%,并形成年产 6 万蒸吨的规模。此后,随着国民经济的高速发展,工业锅炉行业也随之高速增长,至 1998 年末,全国在用工业锅炉已有 50.12 万台、125.69 蒸吨,年耗煤量 4 亿多吨。并拥有工业锅炉 8 大类、38 个系列、85 个品种、300 多个规格的产品(不包括油气炉),年生产能力已达 15 万蒸吨。实际年生产量 7~8 万蒸吨、3~4 万台,产品质量和品种都有很大提高,已成为当今世界燃煤工业锅炉生产和使用第一大国(具体内容如表 2)。

表 2

我国在用锅炉品种规格

分类	手烧	链条	往复	抛煤机	沸腾	煤粉	(油气)	热水
系列	9	5	4	2	5	5	(5)	8
品种	16	17	15	2	12	7	(6)	16
规格	30	17	41	7	33	11	(26)	44
容量(t/h)	0.2~1	0.5~20	0.5~10	10~20	2~35	4~20	(0.5~20)	0.35~29MW

我国工业锅炉生产企业众多,据不完全统计,目前具有 A 级生产许可证的企业有 27 家, B 级生产许可证的企业有 189 家, C 级生产许可证的企业有 490 家,此外,还有近千家常压锅炉生产企业。如此众多的锅炉生产企业,造成企业生产规模偏小、竞争激烈,产品设计、制造水平不高,与国外同类产品相比,普遍存在热效率偏低、污染严重的问题。为解决此问题,大多数厂家除了积极调整产品结构外,都在努力提高产品性能、质量,提高热效率和降低污染物排放,发展高效、节能环保型燃煤工业锅炉。

在这些为数众多的工业锅炉产品中,用于城市供热的水热水锅炉占 40%左右。在集中供热等政策引导下,容量迅速向大型化方向发展,近几年来单台热水锅炉容量已从 0.35MW、7MW 增至 29MW 和 58MW,并成为主导产品,产量也逐年增加。

此外,根据热水采暖系统的不同要求和改装的需要,还出现了常压热水锅炉、负压热水锅炉等炉型。

(二) 燃油、燃气锅炉的发展

燃油、燃气锅炉是 20 世纪中期才出现的,到 70 年代末得到很大发展。根据有关资料,到 80 年代初,工业发达国家的燃油、燃气锅炉已占其工业锅炉总数的 95%以上。

我国的燃油、燃气工业锅炉产品问世比西方晚 15 年左右,但发展很快。60~70 年代,只有三家制造厂,产品的产量也极少,而且多数是“援外”项目的配套产品。70 年代后期以来,无论是制造厂还是燃油、燃气锅炉都增长十分迅速。其主要原因是:油气田的大量开发给燃油、燃气锅炉提供了必要的燃料,另一方面则得益于经济发展,即市场经济的发展和改革开放。经济的快速增长又使环境效益上升为重要的持续发展因素,也促进了燃油、燃气锅炉的发展。经过近 20 年的发展,我国的燃油、燃气锅炉产品的品种增加很快,产品质量也有很大提高。特别是锅炉本体(受压部分)的质量水平已不亚于发达国家的制造质量。但燃烧器的

工艺水平和燃料供应系统中一些关键件,如电磁阀等与发达国家相比,差距还较大。因此,目前燃油、燃气锅炉的发展就出现了明显的“中西结合”态势,即国内锅炉主体配国外燃烧器。其结合方式有两种:一种是外国投资者以其燃烧技术进行合资办厂,这类产品无论是出口或国内销售都有明显的优势。另一种就是用户要求制造厂家或自行用国内锅炉本体配国外燃烧器,因而引来许多国外厂商来我国销售燃烧器。

近两年,国内自行研制开发的燃烧器也如雨后春笋般地涌现出来,其性能和工艺水平已与国外产品相接近。可以肯定,我国燃油、燃气锅炉的产品质量和技术水平,再经过一段不长的发展时间,必然达到世界的先进水平。

(三) 电热锅炉的发展

电热锅炉是结构最简单的一种锅炉,实际上它只有“锅”没有“炉”,但是蒸汽锅炉和热水锅炉两个“安规”都把电热锅炉列了进来,这才导致电热锅炉被当作锅炉,必须领取锅炉制造许可证。事实上它是一个具有电加热元件的容器。但不管怎么说,它的用途和燃煤、燃油、燃气锅炉是一样的,只不过电热锅炉没有任何烟尘和有害气体的排放,因此,是所有锅炉中最洁净的锅炉。

电热锅炉在我国的发展,是我国电力工业发展和环境保护要求交互作用的必然结果。到1998年底,全国发电总装机容量已达2.7亿kW,发电量1.1万亿度,电网出现供大于需,电负荷大量富余,国家决定三年内不再新装火电机组。另外,工业用电下降,居民和商业用电比例增大,导致电网峰谷差拉大。由于电网调峰能力严重不足,影响到供电安全 and 质量。电力部门鼓励利用低谷电,鼓励采用电热锅炉蓄热系统,开发低谷电力市场。一些地区电力公司已经逐步实行峰谷分时电价,对消峰填谷实行奖励。另外,随着环保要求的不断提高,国家对大气质量标准的要求也越来越高。这些都为发展电热锅炉创造了一个极好的机遇。

世界上第一台电热锅炉是由美国精工公司于1947年设计生产的。该公司半个世纪以来一直致力于发展电热锅炉系列产品。近年又开发了高电压电极型蒸汽锅炉,其电热蒸汽锅炉蒸发量达75t/h,最大电功率达50MW。电热热水锅炉最大电功率为27MW,热效率可达99%以上。为了降低成本,该公司已在上海组装其产品。近年日本也在开发电热锅炉,川崎重工公司电蒸汽锅炉单台容量已达28t/h。其他国家如俄罗斯、韩国、英国也在发展电热锅炉。目前,这些国家的产品已纷纷进入中国市场。

我国最早生产电热锅炉的厂家只有三家,单台蒸发量不超过0.2t/h,输入功率都在200kW以下。1985年以来,国内一些锅炉厂开始生产电热锅炉,蒸汽锅炉单台容量最大为2t/h,热水锅炉容量为1.4MW,电功率为1500kW。目前,全国各地都在积极开发电热锅炉产品,生产厂家已达数十家。

(四) 热水锅炉的发展

从古到今,无论是家里用的锅,还是工厂里用的锅炉,都是依靠传热面导热,水与火之间始终有一道隔离物,这就使人们理所当然地认为水能灭火,水火不相容。这真是万世不变的客观规律吗?

颜孟秋先生勇于创新,契而不舍,带领一批科研人员,历时十年以全新概念、全新机理,以高科技为手段,终于突破了水火不相容这一万世陈规,发明了烧水不靠传热面,而以水火相容直接换热的全新结构

的热水炉,破天荒地创造出不用锅、管可烧热水的奇迹。这并不是否定客观规律,而是更深刻地认识客观规律,更巧妙地利用客观规律。这种热水炉极大地提高了热效率,提高了环保指标,大幅度地降低了生产制造成本,具有很强的新颖性、实用性、创造性。

这种热水炉的核心部分是“机电一体筒式喷火机”。

这种喷火机与众不同之处首先在于它用一个电机的两端伸出轴驱动两个风机叶轮,在叶轮外径相同的情况下,风经两极压缩,使风压提高了,噪音降低了。升压风直接导入燃烧火焰筒中,无蜗壳,这样不仅外形尺寸小了,且风压损失也少了。其次,颜孟秋先生根据多年从事航空燃烧技术的经验,研制成功了一种气流组织与分配合理、燃烧十分完全的火焰筒,达到了耗电省、燃烧纯净。用这种喷火机烧成的火焰,直接与水接触,实现了“水不灭火”,热效率达 97.6%;同时,因为燃烧率极高(达 99.96%),火焰气体中 CO、CH、C 等含量几乎为零,其成分仅仅是 CO₂、N、O₂ 等惰性气体,从而也实现了“火不污水”。并且该炉使用的燃料是国家标准的天然气、煤气、及柴油,因而燃烧后的气体含 SO₂ 量几乎为零。

纯净的火焰从炉的下部转向到另一筒或环形空间,需加热的水从此筒喷淋与火焰相混相容进行直接接触热交换,从而使热量的 97% 以上被水雾粒吸收,就这样使水升温加热。热气降至 50℃ 以下成为尾气再从炉顶排出,完成了换热全过程。同时因排温低,水蒸气被冷凝而放出潜热,又可回收部分热能。所以,这种水火相容的热水炉是热水技术的革命性创新,是传统燃油燃气锅炉的更新换代产品。

此炉较其它锅炉的优越性具体表现在:

- (1) 超高热效。反平衡热效为 98.17%, 正平衡热效为 97.09%, 与国内外同比锅炉高出 11~15 个百分点。
- (2) 超轻小。该炉与同规格国内外锅炉相比,其重量与体积仅为 1/2~1/10。
- (3) 超低价。与同规格锅炉相比,其价格降低 20%。
- (4) 超洁净。据北京市环保监测中心检测,水火相容热水炉尾气按国家一类地区限制值标准,烟尘仅为其 5.12%, SO₂ 仅为其 1/500, NO_x 仅为其 62%, 达到了几乎无污染的水平。同时,风机、电机在筒内,加之有隔音措施,因此噪音与同规格国内外热水炉相比低 4~6 个分贝。因此它具有良好的环保状态。
- (5) 超安全。本炉匹配有电脑控制与安全保障系统,而且由于它的体积和重量大大缩小,且在常压下工作,没有正压,炉壁无高温,运行无振动,彻底消除了锅炉爆炸等事故的隐患。

颜氏水火相容热水炉已获中国和 International 的发明专利,获湖南省、北京市对它们的各种检测合格报告,并允许在城市(如北京)的一类地区使用,产品标准获技术监督部门批准执行。

水火相容热水炉是对热水技术的重大革命,是对全社会物质文明的重大贡献,也是发明人颜孟秋老先生从事五十余年热工、燃烧、流体力学研究的高科技创新智慧结晶。随着城市大气净化的严格要求,特别是北京申奥成功之后,这种高效、节能、洁净的取暖热水炉,必定会有更大的市场空间,为首都乃至祖国的蓝天做出自己应有的贡献。

三、我国城市供热的现状

我国城市热力规划和小型节能热电项目可行性研究中,均以年节煤量和年节约吨标煤净投资作为主要的评估目标。在我国煤的产量与消耗量均在 75% 左右的条件下,该项规定十分合理,它对我国经济建设、城市基础设施的建设和集中供热、热电联产的发展起了巨大的作用。热电联产、集中供热的优越性集中表现在节约能源,改善环境,提高供热质量,增加电力供应等方面。随着国民经济高速增长和可持续发展战略的实施,对环境保护提出了更高的要求,使决定采暖和供热方式的首要因素已从以“节能”为主要评估目标逐渐转变到以“大气环境质量”为主要评估目标。以前,城市供热系统大多采用分散的小型锅炉房,锅炉单台容量小(据 1995 年统计,全国工业锅炉平均容量仅 2.4t/h)、烟囱低、热效率低、除尘效果

差,造成烟囱林立、环境污染和能源浪费严重。而集中供热厂锅炉容量大,热效率高,除尘效率高,而且有利于灰渣综合利用和节约宝贵的城市用地,因此近十几年内得到迅速发展。

据统计,1997年全国设市城市达668个,其中有286个城市有集中供热设施。全国供热面积8.1亿 m^2 。东北、华北和西北,集中供热的普及率已达到29.8%,全国集中供热普及率12.24%。

锅炉容量的增大,效率的提高和烟囱数量的减少,从总体上讲是有助于节约能源和治理燃煤造成的烟尘污染,而且也取得了显著的效果,但大气环境质量仍不容乐观。同时大型供热厂也遇到了新的问题,由于种种原因,大型供热厂的供热成本本来就居高不下,政府每年用于城市集中供热的补贴数以亿计。特别是近两年,由于企业不景气等原因,收缴采暖费遇到了前所未有的困难。

另一方面,随着住房改革的深入,采暖费的分户计量和收缴已提到议事日程,成为今后发展的必然趋势。为解决这些问题,分户供暖方式悄然而生。

分户供暖的好处是无庸讳言的,不用建设锅炉房,不用铺设地下管网,节省土地面积,室温可自己调节,避免了用户冷热不均的现象。同时令人头疼的采暖费收费难的问题迎刃而解。随着我国能源结构的变革,非煤燃料,特别是天然气比例的增加,为分户供暖创造了条件,同时也为家用锅炉的发展开辟了广阔的前景。

目前市场上的家用锅炉有燃油、燃气和用电三大类。据统计,仅在北京市经营壁挂式锅炉的商家已有80多家,美国、德国、法国、韩国、日本等国有名的锅炉生产厂家都在我国设立了办事处,品牌种类繁多。国内的商家也不甘落后,开始进军这一领域。据有关部门估计,未来几年内预计将达到200至300家。

这三类家用锅炉中,燃油锅炉缺点比较明显,柴油价格比较高,使采暖成本过高。更重要的是燃油排出的飘尘会造成新的污染。因此,家用锅炉现在已很少采用燃油式的。燃气锅炉使用煤气或天然气作燃料,由于具有热效率高、体积小、安装方便、占空间小等特点,已成为目前家用采暖锅炉产品生产的主流。但这种产品也存在着较大的安全隐患。虽然生产厂家将进风和排风口都放在室外,但当一座塔楼里的几百户居民或一个小区内的几千户居民同时开启燃气锅炉,再加上用燃气做饭等,势必消耗大量的氧气并排出大量的废气,造成小区内的空气质量和居住环境恶化,长此以往会影响居民的健康。而用电热锅炉则不会出现此种现象,电锅炉的环保作用是其他任何类型锅炉所无法比拟的。在产品的安全性上生产厂家已有十分过硬的技术和手段保证不漏电,因此由于漏电伤人的可能性微乎其微。唯一不足的是使用电锅炉有一个能源转换的问题,从理论上说费用比较高。只有在充分利用电网优惠的低谷电价,避开高峰用电时,电热锅炉的运行成本才与燃气相近。有业内人士发表看法说,目前燃气锅炉生产厂家多于电热锅炉厂家的原因有点像热水器刚出现时的状况,开始虽然几乎都是燃气的,但由于燃气在安全性等方面的缺点和用电的极广泛性等优点,用电的必然后来居上,成为主流。但毕竟电热锅炉是将高级能源转换成低级能源,而其它锅炉是将低级能源转换成高级能源,所以电热锅炉只能对能源结构起拾遗补缺的作用,它不可能也不应完全替代常规采暖锅炉。

除此之外,在分户供暖系统的采暖方式上,还有采用低温热水地板辐射采暖、采暖热水

联供以及太阳能采暖等多种方式。最值得一提的是远红外电热片采暖方式。电热片采用电力为能源,以辐射形式供暖,它不是单纯加热空气,而是使人体和周围密实物体(墙壁、地面、家具等)首先吸收能量,温度升高,然后由这些物体散发辐射热来自然均匀地升高室内温度。没有干燥和闷热的感觉,没有传统供暖系统因空气对流引起的室内浮灰,使室内空气更清洁、更舒适,运行安全可靠。整个系统防水、防潮,工作时电热片表面最高温度只有 50℃ 左右,因此不会发生烫伤、引起爆炸和火灾等事故,且具有温度可调,寿命长久等特点。这种采暖方式已逐渐受到人们的重视和青睐。各类供暖系统的经济技术对比见表 3。

表 3

各类供暖系统的经济技术对比

供暖系统	污染	布置 灵活性	安装费用	运行费用	维护费用	寿命	热利用率	运行噪声	室内环境
电热片供暖方式	无	好	中	较高	低	最长	高	无	最佳
电锅炉供暖方式	小	中	中	较高	中	20 年	高	小	一般
太阳能供暖方式	无	中	高	低	高	10 年	低	中	好
燃煤锅炉供暖方式	严重	中	中	中	高	25 年	低	中	一般
燃气锅炉供暖方式	较大	中	中	较高	中	25 年	低	中	一般
燃油锅炉供暖方式	较大	中	中	高	中	25 年	低	中	一般

锅炉的特点、分类、加工工艺和有关标准

一、 锅炉的特点

锅炉是将燃料的化学能转化为热能、电能的特殊设备。通过燃烧燃料加热介质（工质一般为水），供工厂、电厂采暖使用。

锅炉燃用的燃料范围广泛，最常用的是煤、油、气，还有木柴、蔗渣、垃圾，以及近年来在高科技领域里发展的核燃料等等。锅炉将工质（水）加压、加热，产生热水、饱和蒸汽、过热蒸汽，最重要和最常用的是火力发电厂利用高温高压过热蒸汽带动汽轮机发电。此外，热水、饱和蒸汽、过热蒸汽还广泛用于化工、纺织、印染、造纸等工业并作为动力，而生活上主要用于供暖。锅炉是当今人类现代化生活和生产中必不可少的极其重要的设备。

锅炉结构分为“锅”和“炉”两部分。锅的部分在设计上为封闭循环系统，称为汽水系统，由锅筒、集箱和由管子或管排组成的炉内受热面及外部连接管道组成。工质（水）在正常温度下由泵推动进入系统，经加热到所需参数后经出口供应用。炉的部分由燃烧设备、炉膛、烟风道组成，称烟风系统。燃料在炉内燃烧产生大量高温烟气，在鼓风机、引风机的推动下，沿炉膛辐射受热面和一系列对流受热面的烟道行进后，将热量传给受热面的工质，最后由烟囱按设计排烟温度和必须达到的排放标准排出。

锅炉的设计经历了许多年的历史，随原理和相关理论的发展进行了不断完善、改进，不同参数和不同燃料的燃烧方式，使锅炉的锅与炉设计为各式各样的结构形式，而炉的部分（燃烧装置、炉膛、烟风系统）和锅的部分（水循环系统）的理论设计和整体结构布置、配合关系已达到十分合理、完善的程度。锅炉运行的自动化控制程度也达到了相当高的技术水平。

锅炉在结构设计方面取决于燃料的种类和燃料的燃烧方式及用户所需的工质出口参数，采用合理的设计结构可以有效地节约金属材料和提高锅炉效率。

燃煤锅炉的一般结构形式

(1) 煤粉炉 煤经磨煤机磨成很细的、满足一定颗粒度要求的煤粉，通过燃烧器点火后喷入炉膛燃烧。整体结构多为 π 形布置，单锅筒（炉列锅），钢结构支架，炉膛截面一般为正方形，内壁为水冷壁排管，外壁为密封炉墙，四角布置煤粉燃烧器，炉膛出口处水平烟道内布置对流受热面（高、低温过热器），尾部垂直烟道竖井内交错布置几级蛇形管排省煤器和空气预热器。热烟气在鼓、引风机推动下流经各受热面，对工质加热后降到设计的排烟温度，从烟囱排放至大气中。煤粉炉的优点是煤的燃烧为双面着火，燃烧效率高，负荷稳定，但其辅助机械庞大，如必须有磨煤机，并且必须有完全封闭的煤粉仓，煤粉的易燃易爆使煤粉具有一定的危险性，其操作管理水平也要求较严格。煤粉炉的容量、压力可以达到相当高的参数，当今国内外的大型火力发电厂所有大容量、高参数的锅炉基本上都为煤粉炉。

(2) 循环流化床 是节能环保的首选炉型，可燃用各种煤，包括煤矸石，燃料在一定的料度范围内送入布置有布风板的沸腾床上沸腾燃烧，有时加和一定比例的石灰，在燃烧过程中

可脱硫, 热烟气夹着灰同样流经各受热面加热工质, 灰通过特殊设计的分离装置经分离后将大颗粒未燃尽的部分分离出来再送回炉膛循环燃烧直至燃尽。燃烧产物(灰)还可做建筑材料等。循环流化床锅炉优点突出, 燃烧效率高, 负荷范围调节性强, 是当今世界上技术先进、符合节能环保要求的锅炉设备, 也是目前国内外锅炉行业正在不断开发研究应用的发展方向, 其型式多种多样, 理论结构复杂, 关键在于解决炉内受热面的磨损。但其自动化操作管理水平要求高, 金属(合金钢)耗量大, 制造工艺复杂。循环流化床锅炉应用广泛, 既可应用于电厂, 也可用于工业和供暖, 但其容量、参数范围目前还没有煤粉炉大。国内许多厂家通过引进国外技术, 或与有关大专院校联合研究开发, 在国内的一些中型电厂已有应用, 既取得了可观的成效, 也面临不断地完善。由于目前供暖、供热水方面的应用尚在开发研究阶段, 在参数系列、设计制造方面国内还没有统一的标准, 故在此不赘述。

(3) 层燃炉 也称火床炉, 是经历历史发展最长, 从最简单最原始的型式发展和沿用至今的燃煤(或其他如木材, 蔗渣, 垃圾)锅炉。一般采用固定炉排(算)或链条炉排(行进式炉算), 固定炉排只用于小型锅炉, 最常用的为链条炉排, 随炉排的行进, 将煤逐渐送至炉排尾部, 在行进过程中完成燃烧, 燃烧时由炉排下部的进风管向炉膛内补充燃烧所需空气, 热烟气同样流经炉膛受热面和布置于其他烟道的受热面加热工质后至设计的烟温排出锅炉。链条炉排有链带式、鳞片式、横梁式等多种形式。链条炉排锅炉的布置型式很多, 有倒 N 型、 π 型等, 炉膛内的前后水冷壁管形成前、后拱, 根据不同的煤种设计成不同形状, 此外还有无锅筒、单锅筒、双锅筒等型式。目前国内在供热水和供暖方面仍在应用的主要为小型、中型链带式和鳞片式链条炉排。大型链条炉排一般为横梁式, 多用于化工、造纸、纺织、印染等工业或大面积集中供暖、工厂自用中小型电站等。其容量限制在中、小型参数范围内。链条炉排锅炉的主要缺点是单面着火, 其次国内链条炉排锅炉的煤基本上都是原煤, 煤的粒度范围较大, 并且锅炉的密封性差, 因此燃烧效率低于煤粉炉。而链条炉排又是在高温下的复杂结构的机械运动部件, 故障率也较高。但其可选参数多, 负荷范围大小调节方便, 易于操作控制, 辅助机械相对小, 危险性小于煤粉炉, 故在国内应用仍非常广泛。近年来许多锅炉设计和制造厂家不断的对其进行改进, 如分层给煤装置的出现, 对链条炉排侧密封的改进和制造质量方面的加强以及对锅炉整体密封结构的改进等等, 使链条炉排锅炉水平不断提高, 如果再采用国外燃烧型煤的方式, 链条炉排锅炉还将继续应用。

(4) 燃油、燃气锅炉 随现代化科技的发展, 环保、节能的要求和国内资源的不断发现和开发, 城市供暖不断的用燃油、燃气锅炉取代燃煤锅炉, 近两年大城市逐渐以燃气(天然气)锅炉为主。燃油、燃气锅炉一般采用卧式锅壳式水火管锅炉, 有快装式、固定式等型式, 炉膛的布置还有单回程、双回程、三回程等等, 结构上与燃煤锅炉基本相似, 只是采用的燃烧器和外围配套元器件上不同。目前国内各大宾馆、饭店等还有一些国外进口的小型特殊结构(如锅片式铸铁锅炉)的燃油、燃气锅炉。图 4 为典型的燃油燃气炉结构。

二、锅炉的分类

由于锅炉设备应用场合广泛, 燃料种类繁多, 随着当前现代化工业的飞速发展和地球上

矿产资源的不断减少,要求人类从环保、节能、综合利用等方面逐渐开发新产品,淘汰旧产品。因此,锅炉的种类在不断增加,其分类方法也十分复杂。从原理和技术角度来看,一般按以下几种方法分类:

按压力等级分: $0\sim 1.27\text{MPa}$, $1.27\sim 2.5\text{MPa}$, $2.5\sim 3.8\text{MPa}$, $3.8\sim 9.81\text{MPa}$, 9.81MPa 以上亚临界、超临界锅炉。有时,将 1.27MPa 以下的锅炉称为低压炉, $2.5\sim 3.8\text{MPa}$ 称中压炉,其中还偶尔有 5.29MPa 的锅炉称次高压炉,而 9.81MPa 以上的称高压炉。

按燃烧方式分:煤粉炉,链条炉,循环流化床炉,油炉,气炉等等。

按工质的循环方式分:自然循环,强制循环,复合循环等。

从习惯上还有一些并不严谨的分类,如中压以下的层燃或燃油、燃气炉,用于供暖、供热水、纺织、印染、化工、造纸等方面的称工业锅炉,中压以上的煤粉炉、循环流化床炉,专门用于发电或热电联产的油、气炉亦称电站炉。

三、锅炉的制造工艺

锅炉是非常重要的受压、受热设备,因此带有危险性,一旦发生重大事故将给人类的生活带来灾难性的后果。因此在设计中对材料的选用是首先要考虑的,在强度设计计算充分满足有关标准要求之后,锅炉的制造质量就成为锅炉安全运行的重要因素之一。目前,国内对于锅炉的制造已有非常严格和完善的规程和技术标准,对锅炉制造厂家的要求也有严格的等级划分。一般按制造锅炉所能达到的压力级别由高到低分为 A, B, C, D 四级,每一等级的制造厂应有相应的加工、检测设备能力,应配备相应的技术人员、专业工种的持证操作人员、检验人员和专业管理人员,应具备完善的各级管理、技术部门。等级越高,其锅炉制造的设备、检测能力越强,自动化生产程度越高,管理也要求越严。对于各级厂的能力和专业技术人员的水平及管理水平的保持或申请提升,国家质量技术监督局都要按国家有关规定和标准进行定期的现场取证复查和审查。

锅炉是由金属材料元件组成的设备,尤其是大型电站和工业锅炉,零部件中受压受热元件种类繁多,形状各异,故制造工艺和检验要求也十分严格。锅炉的承压受热元件,必须采用许多专用大型设备和专用的工具、工艺装备制造。一般说来,锅炉元件的制造工艺手段主要为:原材料的进厂检验,下料,钢板卷制、压制成型后组装焊接,管子弯曲成型后对接焊接,结构件的冲、弯、剪、组装焊接,还包括许多成批量的零件采用铸造、锻造、各种方法的机械加工和热处理。锅炉元件最重要的工艺过程是焊接,焊接方法采用了手工焊、埋弧自动焊、气体保护焊、等离子焊、高频焊、摩擦焊等。检验手段采用了原材料和焊接试验的机械性能试验、金相分析、受压元件的无损探伤、水压试验及各零部件的尺寸、外观检查等等。国家质量技术监督局和锅炉行业主管部门制订有严格详细的规程和制造检验技术条件,各级锅炉制造厂根据规程和技术条件中的详细要求,根据本厂的厂房、设备能力,各工种(尤其是持证工种)的操作技术水平,零部件合理的加工流水作业步骤(工序,甚至细致到工步),以及经济成本、制造周期等各方面因素,由专业技术人员编制零部件的制造过程工艺规程、检验规程作为制造过程中的指导和执行文件。同时实际制造过程中形成“三按”(按图样,按

技术条件、标准,按工艺规程)生产,使锅炉每一零部件从制造到产成后的最终检验、油漆、包装均在严格的受控、管理状态下进行。

四、锅炉生产的国家标准、行业标准和技术认证标准

(一) 锅炉制造许可证制度

我国对生产锅炉产品的企业实行许可证管理制度,原劳动部颁发的《锅炉压力容器安全监察暂行条例》实施细则中规定,各锅炉制造企业在符合锅炉制造许可证条件下,同时必须持有国家质量技术监督局或省级质量技术监督局核发的一定级别的“锅炉制造许可证”,方可进行相应级别锅炉产品的设计、制造等活动。锅炉制造许可证级别划分如表 1 (摘自国家质量技术监督局文件“质技监局锅发[2001]08 号”)。

表 1 锅炉制造许可证级别划分

级别	工 作 参 数	发 证 机 关	有 效 期
A	不限	国家质量技术监 督局	五年
B	额定蒸汽压力 ≤ 2.5 MPa (表压,下同)		
C	额定蒸汽压力 ≤ 0.8 MPa 且额定蒸发量小于等于 1t/h		
D	额定蒸汽压力 ≤ 0.1 MPa 的蒸汽锅炉和额定出口水温 $< 120^{\circ}\text{C}$ 且额定热功率 ≤ 2.8 MW 的热水锅炉	省级质量技术监 督局	

注: 1. 额定出口水温 $< 120^{\circ}\text{C}$, 但额定热功率 > 2.8 MW 的热水锅炉属于 C 级。

2. 额定出口水温 $\geq 120^{\circ}\text{C}$ 的热水锅炉,按照额定出水压力(表压)分属于 C 级及其以上各级。

(二) 锅炉制造企业及其生产的锅炉产品必须符合的法规

锅炉制造企业及锅炉产品必须符合以下法规:

中华人民共和国产品质量法;

锅炉制造许可证条件;

锅炉压力容器安全监察暂行条例;

《锅炉压力容器安全监察暂行条例》实施细则及修改通知;

蒸汽锅炉安全技术监察规程;

热水锅炉安全技术监察规程;

小型和常压热水锅炉安全技术监察规程。

(三) 锅炉产品标准

锅炉产品标准有以下各类:

(1) 性能、参数和型号编制

JB/T10094-2001 工业锅炉通用技术条件