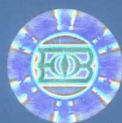
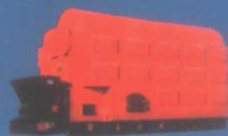


赵钦新等 编著

Gongye Guolu Anquan Jingji Yunxing

工业锅炉 安全经济运行



中国标准出版社

赵
钦
新

等
编
著

工业锅炉 安全经济运行

中
国
标
准
出
版
社

内 容 提 要

本书是配合 GB/T 17954—2000《工业锅炉经济运行》的广泛宣传和贯彻执行而组织编写的。该标准是考核工业锅炉经济运行管理水平的依据。

本书首次从安全、经济、节能的角度出发,根据我国工业锅炉运行的实际状况,结合我国工业锅炉行业的实际运行工作经验,重点讲述工业锅炉安全经济运行的理论和实践。本书的目的在于促进企业锅炉运行管理人员在安全前提下合理有效地控制燃料完全高效燃烧、保证传热元件强化合理传热、确保可靠操作和完善运行管理,从而达到安全、经济、节能的目的。

本书系统地讲述了锅炉经济运行的新技术,具有较强的实用性,可供从事锅炉安全监督、运行管理、热工测试、节能监督及相关专业的工程技术人员参考,也可作为司炉人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

工业锅炉安全经济运行/赵钦新等编著. —北京:中国
标准出版社,2002

ISBN 7-5066-2897-X

I. 工… II. 赵… III. 工业锅炉-基本知识
IV. TK229

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 058903 号

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 24½ 字数 586 千字

2003 年 2 月第一版 2003 年 2 月第一次印刷

*

印数 1—3 000 定价 46.00 元

网址 www.bzcbbs.com

*

科目 627--109

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

前 言

工业锅炉安全经济运行是保障国家财产及人民生命安全,促进国民经济发展,合理使用和节约能源的重要保证。

锅炉是受火焰加热且具有爆炸危险的特殊工业设备和压力容器,其安全性尤为重要。只有在充分保证工业锅炉安全运行管理的基础上,才能保证工业锅炉的经济运行。因此工业锅炉经济运行是在满足安全生产、保护环境和运行可靠的前提下,通过科学管理、技术改造、提高操作及运行水平,使工业锅炉实现热效率高的状态。

能源、资源和环境是全球可持续发展的核心问题。各种能源的开发和高效、洁净地利用是能源产业技术和环保产业技术的关键问题。尽管我国已开始进入多极化能源消费阶段,油品、天然气以及可再生能源在一次能源中的消费比例正在逐年提高,但我国以煤炭为主体的能源生产和消费格局在相当长的时间内不会改变。我国大量原煤直接作为燃料燃烧,造成了严重的废弃物排放和大气污染。目前全国约有中小型工业锅炉 52 万多台,年用煤约 350 Mt,锅炉运行的平均效率约 60% 左右。因此提高我国工业锅炉的热效率,保证工业锅炉经济运行是节约能源、减少废弃物排放和改善大气环境的关键措施。本书正是在这种形势下组织力量编写的。

本书从我国工业锅炉运行的实际工作经验出发,在运用工业锅炉经济运行理论的基础上,着重分析影响工业锅炉经济运行的诸多因素,并给出了工业企业锅炉运行管理人员保证工业锅炉经济运行应采取的管理新经验、新技术和新方法。本书反映了当前工业锅炉行业最新的技术成果,思路清晰,见解精辟,针对性强。书中大量运用插图和表格,形象生动,实用易懂。

本书由西安交通大学热能工程系锅炉研究所徐通模教授(第一章)、赵钦新博士、副教授(第二、三、八章)和惠世恩

教授(第六、七章)以及陕西省锅炉压力容器检验所葛升群高级工程师(第四、五章)共同编著。全书由赵钦新博士统稿,由GB/T 17954—2000《工业锅炉经济运行》的主要起草人徐通模教授和贾铁鹰高工指导全书的编写工作。

限于作者水平,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2002年2月于西安

目 录

第一章 能源环保与工业锅炉	1
第一节 能源消费与环保	2
第二节 工业锅炉现状及发展动向	9
第三节 工业锅炉安全管理	22
第四节 工业锅炉经济运行	30
第二章 锅炉运行基础知识	41
第一节 工业锅炉概念	41
第二节 燃料与燃烧	51
第三节 流体力学原理	61
第四节 热力学基础	67
第五节 热传递原理	70
第六节 锅炉水循环原理	78
第七节 锅炉水处理	82
第三章 燃烧设备与锅炉结构	93
第一节 燃烧设备分类	93
第二节 层状燃烧	94
第三节 悬浮燃烧	110
第四节 沸腾燃烧	124
第五节 煤气化燃烧	127
第六节 工业锅炉结构	132
第四章 锅炉运行与调节	153
第一节 设备检查和准备	153
第二节 锅炉的启动	158
第三节 蒸汽锅炉运行操作与调整	162
第四节 热水锅炉运行操作与调整	165
第五节 循环流化床锅炉的运行调节	170
第六节 锅炉运行中的燃烧调节	174

第七节 锅炉附件的运行操作	180
第八节 吹灰与排污	190
第九节 停炉	195
第五章 锅炉检修与维护保养	198
第一节 锅炉的常规维护保养	198
第二节 停炉保养	201
第三节 常见故障处理	204
第四节 循环流化床锅炉运行中出现的问题与处理	222
第五节 锅炉的定期检修	225
第六节 锅炉受热面的清灰和除垢	237
第六章 锅炉事故诊断与处理	242
第一节 锅炉事故概述	242
第二节 锅炉爆炸事故及防止	250
第三节 锅炉爆炸事故典型案例分析	256
第四节 爆管事故及防止	261
第五节 燃烧设备故障	265
第六节 水系统事故	268
第七节 热水锅炉常见事故分析	276
第七章 工业锅炉热平衡及节能	288
第一节 锅炉热平衡及热效率	288
第二节 工业锅炉热工测试规范	296
第三节 热工测试与计算	299
第四节 工业锅炉节能新技术	322
第八章 工业锅炉房管理与经济运行	337
第一节 锅炉房的建立	337
第二节 工业锅炉选型	342
第三节 锅炉房全面管理	353
第四节 工业锅炉房管理的技术经济评价	362
第五节 工业锅炉运行中检验及定期监测	370
附录 A 工业锅炉相关法规和标准	374
附录 B 锅炉相关网站	377
主要参考文献	383

第一章

能源环保与工业锅炉

工业锅炉的发展动向强烈地受控于国家能源和环保政策。由于我国解放初期工业基础比较薄弱,发展的规模比较小,没有能力建设大型电力机组,工业锅炉在国民经济发展过程中发挥了重要的作用,其自身也获得了较快的发展。我国拥有丰富的煤炭资源,建国之初石油和天然气的开采量比较小,得到优先发展的工业锅炉是燃煤锅炉,燃煤工业锅炉经过多次结构形式的改良,目前已经达到了较高的设计、制造和运行水平,为国民经济的很多产业,诸如动力、化工、印染、造纸、供热等行业的发展提供了稳定的动力和热能。但近十几年来,我国国民经济的发展和能源及环保政策发生了很大的变化,传统的工业锅炉的燃料结构也发生了较大的变化。我国石油工业发展史上有两个极为重要的年份或历史转折点,第一次是1963年,在经过4年会战之后,大庆油田基本建成投产,当年年底,我国政府向全世界庄严宣布,中国人民依靠“洋油”的时代已经一去不复返了。1963年以后,我国石油工业的发展速度是史无前例的。原油产量由1963年的643万t增加到1973年的5361万t,1983年的10607万t和1993年的14524万t,1998年达到16100万t。特别是前20年(1964~1983年),原油产量的年均增长速度高达15.05%,几乎翻了4番。因此从1963年开始,我国由单一的煤炭构成变成了以煤为主的煤、油、气多元能源结构,应该说这种能源结构变化适应了国民经济发展的需要。之后受能源结构调整的影响,加上对石油资源和原油开采增长的乐观估计,盲目提出要“改变燃料结构”,增加我国燃料构成中油、气的比重,而且还将很多燃煤的工业和生活锅炉改成烧油,结果烧油量猛增,1970~1978平均每年增加烧油量350万t。1978年的烧油量更是高达3829万t,1979和1980分别为3591和3552万t,很多锅炉改烧油,特别是大量烧原油,是很大的浪费。而且花费了大量资金把烧煤锅炉改成烧油锅炉。20世纪70年代初期和末期,国际上发生的两次石油危机对世界经济发展产生极

大的影响,各国政府纷纷调整能源政策,采取有效措施,降低石油消费量。我国政府也结合自身的实际情况,于1977年及时提出了压缩烧油的政策,要求把烧油的工业锅炉改为烧煤。1976年,我国石油消费量在能源总消费量中的比重曾高达23%;贯彻压缩烧油政策10年后的1986年,石油消费的比重已降到了17%。实践告诉人们,不合理的石油消费导向是可以通过调整相关政策改变和控制的,但国家付出了昂贵的代价。另一个重要的转折点是1993年,我国从一个石油出口国变成石油净进口国。对这一信号我们应该有一个充分的认识。一方面随着国民经济的快速发展,对能源需求量大增,同时石油、天然气开发速度加快,推动了多元化能源结构进程,因此从1993年开始,国家又开始放宽大中型城市中小型工业锅炉和生活锅炉燃用油品和天然气的限制,发展燃油、燃天然气和城市煤气的燃油燃气锅炉,以取代那些耗能高、分布广、污染严重的燃煤生活锅炉和工业锅炉。另一方面说明我国石油供应短缺问题将长期存在。因此,目前国家正在实施石油进口替代战略,包括增加本国石油和天然气产量,到国外投资开发石油,充分利用国产煤炭,节约用油等。这一战略有利于确保国家石油供应安全可靠,又能保证国民经济及相关产业的快速稳定发展。

我国的能源政策和能源消费结构随着改革开放的不断深化正在和将要发生很大的变化。可以看到国家每一次能源结构的调整都会影响到我国工业锅炉产品结构的变化。另一方面,工业锅炉产品结构的变化也会对环境产生重要影响。基于同样的道理,日益严格的环保法规也将对中小型工业锅炉的产品结构调整产生重要的影响,或者说,为了符合环保要求,工业锅炉的产品结构必须进行调整。

第一节 能源消费与环保

一、中国能源现状及特点

能源是国民经济与社会活动赖以生存和发展的物质基础。因此,能源工业以满足国民经济发展和人民生活对能源的需求为目标。另一方面,能源工业本身又是国民经济重要的支柱产业。要了解我国能源消费结构将要发生的变化,首先必须了解我国能源现状及其发展特

点。中国能源的现状特点如下:

1. 中国是世界能源消费大国,但人均能源消费水平仍很低

中国是一个发展中国家,正处于工业化和城市化的过程中。随着中国的经济发展,能源的消费量也在不断增加。1995 年世界一次能源的总消费量为 115 亿 t 标准煤,美国 29.7 亿 t 标准煤,中国 13.1 亿 t 标准煤,中国约占世界一次能源总消费量的 11.4%,仅次于美国,居世界第 2 位。

但中国人均能源消费水平仍很低,1995 年中国人均能源消费量只有 0.92 t 标准煤,不及世界平均水平 2.08 t 标准煤的一半,而经济合作与发展组织(OECD)国家的人均消费量为 6.57 t 标准煤,是中国的 7.1 倍;美国的人均能源消费量为 11.3 t 标准煤,为中国的 12.3 倍。结合我国的实际情况,可以看到,我国能源的消费目前仍然跟不上国民经济的发展水平和人民生活水平提高的要求。

2. 能源结构以煤为主

以煤为主的能源资源结构和消费结构,是我国能源发展的重要特点。20 世纪 50 年代,我国能源消费结构中煤炭一直占 90%以上,这同当时许多发达国家以油为主的能源结构形成很大差距。因此,为了优化能源消费结构,减少煤炭消费比重,从 60 年代开始,不合理地增加了石油消费比重,一直到 1976 年,石油消费比重达到历史最高点(23%),煤炭消费比重降到历史最低点(70%)。80 年代以来,国际上十分关注温室效应和可持续发展战略,我国由于能源总消费量不断增加而引起的环境污染日益严重。于是,随着国民经济的发展和石油需求的增长,石油进口量增加,使我国能源消费结构有所改善。因此,必须对我国能源的消费结构进行调整才能使国民经济得到健康发展,人民生活水平才能得到有效的提高。

1995 年我国一次能源消费构成中,煤炭占 74.6%,石油、天然气、水电分别占 17.5%,1.8%,6.1%。这与世界的能源结构有很大的差别,1995 年世界一次能源构成中,石油居第一位,占 39.6%;煤炭居第二位,占 27.3%;天然气、核能、一次电力分别占 22.4%7.5%和 2.7%(见图 1-1)。因此中国以煤为主的能源结构在未来很长时间内不会改变,同时中国以煤为主的能源结构是造成能源消费、环境污染和能源利用效率低的重要原因。

3. 中国的能源利用效率低

国际上通常采用国内生产总值(GDP)的能耗强度作为衡量能源效率的宏观指标。GDP 能耗强度定义为单位国内生产总值所消费的能源量。GDP 能耗强度低,表示能源利用效率高。1995 年中国的 GDP 能耗强度为 1.64 t 标准煤/美元,而世界平均水平为 0.39 t 标准煤/美元,中国是世界水平的 4.2 倍,同年 OECD 国家的平均水平只有 0.25 t 标准煤/美元,中国是 OECD 国家的 6.56 倍。这表明中国的能源利用效率比 OECD 国家乃至世界大多数国家低得多,中国要比世界上大多数国家消耗 3 倍多的能源,才能生产出一美元的 GDP,究其原因有如下几个方面:

- (1) 产品的附加值低;
- (2) 高能耗型的产业结构;
- (3) 能源效率低。

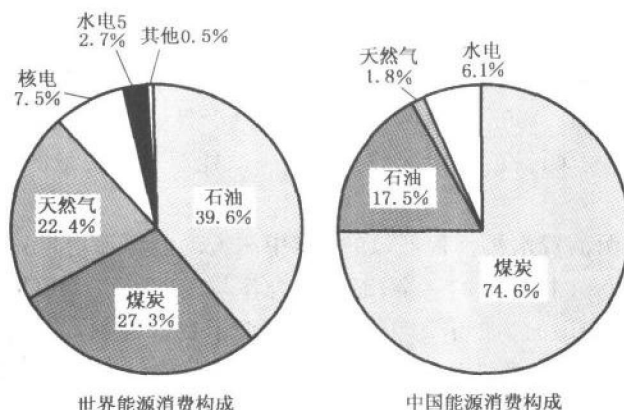


图 1-1 中国和世界能源消费构成的比较

4. 工业是能源消费大户

一次能源转换成二次能源后,成为各个部门的终端能源消费,能源消费的部门构成指在总的终端能源消费中各个部门所占的比重。在能源消费的部门构成方面,中国与世界水平相比也有很大的差别,1995年中国的能源的部门消费构成中,工业占70.3%,居民占15%,交通运输、农业、服务业分别占8.8%、4.4%和1.5%。而世界的终端能源消费中,工业只占35.4%,交通运输占28.3%。OECD国家的终端能源消费中工业占32.8%,交通运输占32.7%。这种结构的差异主要是由于中国产业结构与世界其他国家产业结构的差异所造成的。中国工业的比重比世界其他国家高得多,高耗能的制造业的比重也比其他国家高得多;中国交通运输能源消费的比重比其他国家低得多。

5. 电力增长迅速,但电力消费水平仍很低

从1980年到1995年,中国电力总量由301 TW·h增长到1 002 TW·h,平均年增长率为8.3%,电力的增长高于能源总量的增长。

电力是一种清洁的二次能源,可集中大规模生产,污染排放可以集中综合控制。增加一次能源用于发电的比重,有利于环境保护,而且有利于提高总体能源利用效率。1980年中国用于发电的能源占一次能源总量的20.6%,1995年增加到31.6%,有了很大的提高,但与工业发达国家相比,这个比重还较低,工业发达国家的比重已达到40%以上。中国电力的燃料构成与一次能源品种构成相类似。也是以煤为主,1995年中国电力的燃料构成中,煤炭占77.8%,水能占19.01%,油气占2.1%,核能占1%,其他占0.1%。1995年全世界的发电燃料构成中,煤炭占37.5%,水能占18.9%,核能占17.7%,石油和天然气分别占10.0%和14.6%。

在中国电力的部门消费构成中,工业是最大的消费大户,1995年工业电力消费占全国电力的74.5%。1980年以来,城乡居民的生活用电增长迅速,1980~1995年间的年平均增长率为16%,大约是总电力增长率的一倍,到1995年,城乡居民的生活用电占总电力的比重已达到10.8%。虽然如此,我国居民的平均电力消费水平仍然很低。这与我国的电力垄断政策有很大的关系。2000年12月29日国家经济贸易委员会、国家计划委员会颁布《节约用

电管理办法》的第三章第十一条规定:推广应用电蓄冷蓄热技术;第十九条规定:加速推广峰谷分时电价和丰枯电价,逐步拉大峰谷、丰枯电价差距,研究制定并推行可停电负荷电价;第二十条指出:对应国家重点推广的节约用电产品的电力用户,可申请减免新增电力容量供电工程贴费。国家计委价格司最近透露,电力价格形成机制将发生根本性的变革,改革总体思路已经确定。这次改革的指导思想是:打破垄断,公平竞争,约束造价,降低成本,实现资源优化配置,促进发电、输电和配电协调发展。改革的基本原则,一是电价形成机制要与电力体制改革相适应,与电力体制改革配套进行;二是引入竞争机制,降低电力成本,提高供电效率;三是充分发挥市场机制的使用,促进资源优化配置;四是对垄断环节的价格管制要建立在科学核定成本的基础上,提高价格管理的科学性和透明度。电价形成机制改革的初步设想是:在竞争中形成上网电价,核定高压输电电网输电价格,核定低压电网配电价格并放开供电公司的供电价格。目前国家正在实施的电网改造、电力价格调整有利于提高居民用电的比重。

6. 居民能源利用优质化

虽然煤一直是大多数居民使用的主要能源,但用煤的比重在逐年下降,采用油、气、电等优质能源的比重在逐年增加。我国城镇居民用煤的比重由1985年的82.8%降为1990年的71.5%,优质能源的消费比重由17.3%增加到28.5%,其中优质能源增加最快的是油品和天然气。我国1985年民用天然气为0.43 Gm³,1990年增加为1.86 Gm³,是1985年的4.33倍。除此之外很多冶炼厂(石油炼制、焦炉煤气等)干气也开始用于民用,干气用量1990年是1985年的3倍,城市煤气用量2.16倍,液化石油气是1.75倍。

中国的经济发展目标要求在21世纪中叶达到中等发达国家的水平,其中能源的消费结构是最重要的衡量指标。日本总用能量的96.8%是石油制品、电力和气体燃料,煤炭的使用量只有0.2%;美国家庭能源消费的50%是天然气,1/3是电能。因此尽管我国居民使用能源已经向着优质能源的方向发展,但和世界发达国家相比还有很大的差距。

7. 可再生能源利用比重低

可再生能源主要是指太阳能、风能、生物质能、地热能和水能等能源。它们具有资源丰富、无环境污染、清洁安全、资源不枯竭等优点,是实施可持续发展战略的重要组成部分。总体上来讲,我国可再生能源利用比重低,可再生能源资源丰富,但开发程度低,发展潜力巨大。估计在21世纪中叶前,我国可再生能源可采集量也仅为4~5亿t标准煤,占一次能源总供应的比重不到10%。

目前国际上已开发出一些发展可再生能源的替代方案。欧盟到2010年可再生能源的发电量要翻一番,由6%提高到12%。日本是资源较少的国家,也确定了发展太阳能的方案。澳大利亚也有雄心勃勃的计划,过去10年中可再生能源的研究有突破性的进展。泰国、朝鲜、马来西亚都有可再生能源的发展计划。

二、能源消费结构

多元化的能源结构是世界能源的发展趋势,也将是中国未来能源发展的战略选择。随着能源利用技术的发展,新能源和可再生能源将会持续增加。

煤炭的消费比重会逐渐下降,但其总量仍会上升,预计到2020年,煤炭的消费总量将增长3倍;在2050年以前,预测其比重将仍在55%以上,油、天然气是一次能源中的清洁燃

料,但在能源消费总量中占有的比重是比较低的,油气燃料在能源消费结构中所占的比例不仅远远低于发达国家,而且比世界平均水平还要低 43%,甚至比印度还要低 20%。

煤、油、气都属于化石燃料,使用过程中会产生严重的大气污染,而且对森林、农作物和水土造成严重危害,并导致 CO_2 排放量的迅速增加,煤炭燃烧是释放 CO_2 最多的化石燃料,它要比石油和天然气多排放 29% 和 80% 的 CO_2 ,世界每年的 CO_2 总排放量中,有 43% 来自燃煤。

通过采用燃用清洁燃料替代燃煤,很多大中型城市的以煤烟型的 SO_x 和烟尘污染为主的大气污染状况得到缓解,但 NO_x 氮氧化物的污染有增加的趋势。因为以油、天然气替代煤,可以显著地降低 SO_x 和烟尘污染程度,而氮氧化物降低的幅度不很显著。根据专家计算,燃料每释放 $4.167 \times 10^6 \text{ kJ}$ 的热量,煤、油、天然气的 SO_x 、烟尘和 NO_x 的排放量如表 1-1 所示。

表 1-1 燃料每释放 $4.167 \times 10^6 \text{ kJ}$ 的热量烟气的气体烟尘排放量

kg

燃 料	SO_x	NO_x	烟 尘
煤 炭	1 190~7 900	1 200~4 400	110~17 000
石 油	1 500~1 600	230~1 370	250~1 300
天然气	1.1	140~1 260	9~27

煤层气是近一二十年在世界上崛起的新型能源,是一种以吸附状态储存在煤中的非常规天然气,其成分和常规天然气基本相同,完全可以和常规天然气混输、混用,我国的煤层气资源丰富,陆上埋在 2 000 m 以内的煤层气资源量就达 30~35 万亿 m^3 ,超过陆地上常规天然气的资源总量,可惜开发和利用的程度近乎于零。我国今后几年将加大对煤层气的开发利用能力。

除化石燃料外,可再生能源在能源消费总量中的比例在我国也是比较低的,可再生能源的开发利用,有助于减少化石能源的消耗量和由此引起的污染。

因此,我国今后的能源消费政策应该归结为下面三个层次的发展方向:

- (1) 进一步提高化石燃料的能源利用率;
- (2) 进一步提高化石燃料中油、气能源的利用比例;
- (3) 进一步开发和利用可再生能源。

我国要赶上中等发达国家的经济发展水平,能源结构首先要相应地达到较高水平,按照能源需求测算出 2050 年我国的一次能源消费结构应该为:煤炭占 30%~35%,天然气、石油占 40%~50%,一次电力占 15%~20%。如果没有特殊要求的话,煤炭基本上将退出终端消费。按这种水平进行推算,近期 2005 年的一次能源消费结构应该为:煤炭占 67%,天然气、石油占 26%,一次电力占 7%。

三、用热消费结构

“六五”以前,我国的总体用热消费结构主要体现在由化石燃料热将水加热成蒸汽后提供给用户的,后来开始发展集中供热、热电联产等多种形式的供热途径,虽然集中供热曾受到一些不利因素的影响,但它的存在替代了那些星罗棋布的分散式小锅炉的产热方式,无疑

是供热领域的一大进步,因此集中供热目前已经切切实实地发展起来了,而且在全国大中型城市获得了普遍的推广。热电联产虽然已经受到国家政策的一些强制性影响,但在需要采暖的地区,如果有稳定的热负荷的话,热电联产同样也可以取代分散式小锅炉产热的方式,因为热电联产机组的能源利用率比大型纯凝汽式机组高,因此符合条件的地区也可以采用热电联产供热方式,这样既节约能源又可以改善当地环境。过去分散式家庭采暖及单位小锅炉产热方式大多燃用煤炭,冬季采暖期林立的烟囱浓烟滚滚,粉尘基本上落在供热区周围,曾一度使环境异常恶劣,严重威胁和影响人们的身心健康和生活质量。如今这种供热的格局已经被多极化的供热方式所打破,这些新型的多样化的供热方式主要体现在能量来源的多样化以及大多采用了清洁能源,如太阳能、电能供热和采暖已经进入家庭,单位分散式的小锅炉由过去燃用煤炭改用城市煤气、天然气、石油液化气、沼气、油品等清洁燃料,这种能源消费结构的变化所带来的供热方式的变化将引起有利于环境的极大改善。就拿太阳能供热和采暖来讲,在生活领域使用的主要为太阳能热水器,目前全国已有的太阳能热水器生产厂家近 500 家,虽然各地区发展不平衡,但在有些地区发展势头非常好,不仅如此,通过发展太阳能-电热联合供热技术可以解决太阳能供热存在不足。目前全国已有的这种多能源结构、多极化用热消费将是未来较长时期内主要消费方式。

四、日渐严格的环保法规

保护环境已成为全中国人民的共识,而且以法律的形式确定下来,这说明我国政府坚持“以人为本”、经济和环境“双赢”的原则,即在发展经济的同时,改善环境质量。自 2000 年 9 月 1 日起开始施行的《中华人民共和国大气污染防治法》对防治大气污染,保护和改善生活环境和生态环境,保障人体健康,促进经济和社会的可持续发展作了详细的阐述和规定。其中第三章专门讨论了如何防治燃煤产生的大气污染。综合起来看有以下几点:

1. 新建、扩建、改建向大气排放污染物的项目,必须对建设项目可能产生的大气污染和对生态环境的影响做出评价,规定防治措施,并按照规定程序报环境保护行政主管部门审查批准。

2. 防治燃煤产生的大气污染,首先要求各地政府改进城市能源消费结构,推广清洁能源的生产和使用,重点城市应停止燃用高污染燃料,改用天然气、液化石油气、电或者其他清洁能源。

3. 在第三章如何防治燃煤产生的大气污染中,分别从燃料使用前,燃料使用中以及燃料使用后几个方面确定了原则:

(1) 鼓励和支持使用低硫分、低灰分的优质煤炭,鼓励和支持洁净煤技术的开发和推广。

(2) 大力推行煤炭洗选加工,降低煤的硫分和灰分,限制高硫分、高灰分煤炭的开采。新建的所采煤炭属于高硫分、高灰分的煤矿,必须建设配套的煤炭洗选设施,使煤炭中的含硫分、含灰分达到规定的标准。

(3) 主管部门应当根据国家规定的锅炉大气污染物排放标准,在锅炉产品质量标准中规定相应的要求;达不到规定要求的锅炉,不得制造、销售或者进口。

(4) 新建、扩建排放二氧化硫的火电厂和其他大中型企业,超过规定的污染物排放标准

或者总量控制指标的,必须建设配套脱硫、除尘装置或者采取其他控制二氧化硫排放、除尘的措施。国家鼓励企业采用先进的脱硫、除尘技术,而且企业应当对燃料燃烧过程中产生的氮氧化物采取控制措施。

4. 根据“谁污染,谁治理”的原则,对违反规定,向大气排放污染物超过国家和地方规定排放标准的,应当限期治理,并由主管部门处一万元以上十万元以下罚款。

5. 除此之外国家已经开展了征收工业燃煤二氧化硫排污费的试点工作,将贵州、广东两省,青岛等9个城市定为试点地区,规定按燃煤含硫量,排放每千克硫收费不超过0.20元。

6. 为了切实实施《大气污染防治法》,国家环保总局还制定了《关于划分高污染燃料的规定》,并划定下列燃料或物质为高污染燃料:

(1) 原(散)煤、煤矸石、粉煤、煤泥、燃料油(重油和渣油)、各种可燃废弃物和直接燃用的生物质燃料(树木、秸秆、锯末、稻壳、蔗渣等);

(2) 燃料中污染物含量超过下列限值的固硫蜂窝型煤、轻柴油、煤油和人工煤气。

如基准热值 1 196.17 kJ/kg(即 5 000 kcal/kg)的固硫蜂窝型煤硫含量需 $\leq 0.3\%$;基准热值 2 392.34 kJ/kg(即 10 000 kcal/kg)的轻柴油、煤油硫含量 $\leq 0.5\%$,灰含量 $\leq 0.01\%$;基准热值 956.94 kJ/kg(即 4 000 kcal/kg)的人工煤气硫含量 $\leq 30 \text{ mg/m}^3$,灰含量 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 。

日益严格的环保法规势必对中小型锅炉的产品结构调整产生重要的影响,或者说,为了符合环保要求,我们必须根据要求对产品结构进行调整。

五、热电联产和集中供热新政策

今年国家计委、国家经贸委、建设部、国家环保总局联合发布的《关于发展热电联产的规定》的通知将会对中小型锅炉的发展的市场规模产生较大的抑制作用。目前出台的热电联产新政策强调热电联产具有节约能源、改善环境、提高供热质量、增加电力供应等综合效益。热电厂的建设是城市治理大气污染和提高能源利用率的重要措施,是集中供热的重要组成部分。国家要求各级政府应积极推动环境治理和节约能源,实施可持续发展战略,在每年市政建设中安排一定比例的资金用于发展热电联产、集中供热。

热电联产在能源利用率、环保治理、供热效率等多方面具有明显的优势。热电厂的锅炉容量大,(3 000 kW 背压机需装 35 t/h 锅炉,25 000 kW 背压机需装 220 t/h 锅炉)。热效率高(一般链条炉在 80%以下,煤粉炉则达 88%~90%)烟囱高(可在 80 m 以上,大型热电厂可超过 200 m)除尘效率高,一般可在 90%以上。最近几年推广使用的循环流化床电站锅炉还可在炉内脱硫、脱氮更有利于环境保护。由于热电联产节省大量燃料,锅炉容量大,热效率高,除尘效果好并能高空排放,故能有效地改善环境质量。

分散供热的小锅炉一般是单台容量小,平均容量仅为 2.28 t/h,采暖锅炉容量更小。根据各地劳动部门的统计,容量 $\leq 4 \text{ t/h}$ 的锅炉约占锅炉总台数的 80%~95%,烟囱低,热效率低(广州 1991 年实测 313 台,平均热效率 67%,兰州 1991 年实测 150 台,平均热效率 68.7%,实际负荷率 61%,最低的仅 19%,另据一些地方反映,采暖小锅炉的热效率则在 30%以下),除尘效果差,有的小锅炉甚至无正规的除尘设备。

分散小锅炉供热的标准煤耗率为 $55 \sim 62.1 \text{ kg/GJ}$, 而热电联产锅炉供热的标准煤耗率一般为小于 50 kg/GJ , 因而热电厂能有效地节约能源。

虽然未来 10 年内热电联产的发展受到资金等因素的影响, 发展的速度不会很快, 但对中小型工业锅炉的市场的影 响是潜在的, 它必将在供热领域逐步替代部分或较大比例的为数众多的分散燃煤、燃气、燃电的中小型锅炉。发展热电联产和集中供热是今后国家支持的供热领域优先发展产业, 中小型工业锅炉制造厂对此应该有十分清醒的认识。

第二节 工业锅炉现状及发展动向

虽然多极化的供热方式将在未来取得很大的进步, 但我国的用热消费的主体仍然来自于燃用化石燃料的中小型锅炉, 特别是燃煤工业锅炉。目前我国锅炉(包括在役和新建)装机总量约 50 多万台, 锅炉平均容量在 2.4 t/h 左右, 分布在冶金、机械、化工、纺织、能源等行业, 用煤约 400 Mt/a , 平均效率 60% 左右, 比国外平均水平低 15% 以上。我国中小型的工业和生活锅炉基本上燃用煤炭, 工业锅炉燃煤产生的污染十分严重, 向大气排放 SO_2 600 万 t/a , 烟尘 800 万 t/a , CO_2 6 亿 t/a ; 排放灰渣 8700 万 t/a 。虽然“六五”期间, 对容量稍大的燃煤工业锅炉进行了大规模地改造, 但其改造技术的范围是很窄的, 而且没有从根本上解决问题, 更何况大多数的生活锅炉并没有得到进一步的改进。致使我们国家环境污染问题日趋严峻, 很多城市和地区变成了酸雨区。但分布范围和地域如此之广的中小型锅炉却为主要的工业提供热量来源和生活用能。因此, 一二十年内取消中小型燃煤工业和生活锅炉是不可能的, 唯一的出路是必须发展高效燃煤锅炉和清洁燃料锅炉。其中以发展高效燃煤锅炉更为重要。

一、工业锅炉制造及产品现状

在用的生活和工业锅炉主要分为工业用蒸汽锅炉、自备/热电联产工业锅炉、集中供热热水锅炉、民用生活锅炉、特殊用途(热风、导热油等)锅炉和余热锅炉。

至 1998 年底, 中国在用工业锅炉装机总量已达到 50.12 万台, 折合约 125.69 万蒸吨。蒸汽锅炉 33.55 万台, 共 85.4 万蒸吨; 热水锅炉 16.58 万台, 约为 28.87 万 MW, 折合 40.3 万蒸吨, 约占工业锅炉总量的 32% 。用于生产的约为 23.8 万台, 计 68.87 万蒸吨, 平均单机容量 2.89 t/h , 占总装机容量的 54.8% ; 用于生活的约为 26.3 万台, 计 57 万蒸吨, 平均容量为 2.17 t/h , 占 45.3% 。

据 2001 年的统计, 在用工业锅炉装机总量已达到 52.63 万台, 折合约 125.67 万蒸吨。2000 年原 D 级以上的工业锅炉生产厂家完成工业锅炉生产量为 7.71 万蒸吨、2.14 万台, 实现工业产值 72.7 亿元、工业增加值 21.28 亿元、销售收入 68.46 亿元, 行业利润盈亏相抵后约 2200 万元。与上年度比较, 2000 年工业锅炉生产量增加 5600 蒸吨, 锅炉台数则减少 1000 台。图 1-2 给出了 1996、1998、2000 年 3 年在用工业锅炉台数和在用工业锅炉蒸吨数的图例说明。

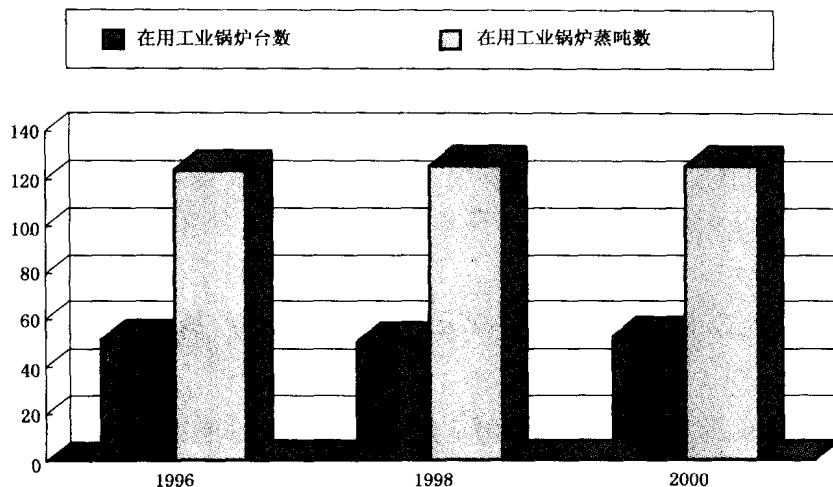


图 1-2 1996、1998、2000 年 3 年在用工业锅炉台数和蒸吨数

从燃料结构上来看,以煤为能源的中小型锅炉从锅炉容量上约占 80%以上,以油和气体为能源的约占 10%,电热锅炉约占 1%,其他是以沼气、生物质、甘蔗渣、黑液等为燃料的锅炉。

在过去的几年里,单台锅炉的容量组成有所变化,小容量锅炉,特别是燃煤的小型锅炉产量逐年下降,大容量锅炉产量有所增加,单台产品的平均容量逐年增加。

为确保锅炉制造质量和运行安全,国家对锅炉制造企业实行核发锅炉制造许可证制度。根据 1997 年(98 年公布)换证和审核情况,全国 E 级以上锅炉生产厂家共有 706 家。按目前持有锅炉许可证的压力等级分为五级:

(1) A 级许可证 9 家,可生产各种压力的固定式锅炉,以生产电站锅炉为主,工业锅炉生产较少;

(2) B 级许可证 18 家,生产压力小于 9.8 MPa 的电站锅炉和工业锅炉,重点生产大于 10 t/h 的热电联产锅炉和大容量热水锅炉;

(3) C 级许可证 40 家,生产压力小于 2.45 MPa 的蒸汽锅炉和热水锅炉;

(4) D 级许可证 149 家,生产压力小于 1.57 MPa 的蒸汽锅炉和热水锅炉;

(5) E1、E2 级许可证企业共 490 家,E1 级锅炉制造企业主要从事压力小于 0.4 MPa 的锅炉生产,E2 级锅炉制造企业主要从事压力小于 0.1 MPa 的蒸汽锅炉和温度小于 120℃ 的热水锅炉生产,以热水锅炉为主,其次为小容量蒸汽锅炉。

以上有许可证的企业锅炉生产厂家共 706 家。另外还有大量的常压锅炉生产工厂,其厂家数量达到数千家之多。生产中小型工业锅炉的厂家之中,有自行设计能力和制造能力的仅有 200 多家,其余大多数厂家没有基本的技术开发能力,特别是 E2 资格的锅炉厂为数众多,厂家基本上没有相关技术人员,产品为低水平抄袭和重复,缺乏创造能力,生产的锅炉产品技术仍然停留解放初期的水平上,更可怕的是其中的大多数厂家,技术上东拼西凑,生产上粗制滥造,管理上混乱不堪,急待整改和技术提高。