

华东地区

工业锅炉房工程选集

设计概要



1984·上海

华东地区 工业锅炉房工程选集

设计概要

上海市建筑设计标准化办公室
华东地区建筑标准设计协作办公室

一九八四年·上海

目 录

第一章 总则	(3—1)
第二章 锅炉选型和台数	(3—2)
§ 2—1 煤质资料	(3—2)
§ 2—2 锅炉房计算热负荷	(3—5)
§ 2—3 锅炉类型与台数的选择	(3—6)
§ 2—4 锅炉房的主要节能措施	(3—11)
§ 2—5 方案经济比较方法	(3—13)
第三章 锅炉房的布置	(3—14)
§ 3—1 区域布置	(3—14)
§ 3—2 工艺布置	(3—16)
第四章 运煤出渣	(3—24)
§ 4—1 运煤	(3—24)
§ 4—2 出渣	(3—33)
第五章 给水处选	(3—36)
§ 5—1 原水水质分析及水质校核	(3—36)
§ 5—2 低压锅炉水质标准	(3—37)
§ 5—3 水处理系统的选择	(3—38)
§ 5—4 水处理系统的工艺计算	(3—41)
§ 5—5 各种水处理系统的介绍	(3—51)
§ 5—6 炉水的校正处理	(3—61)
§ 5—7 锅炉给水除氧	(3—62)
§ 5—8 锅炉排污	(3—63)
§ 5—9 附表	(3—64)
第六章 汽水管道的	(3—67)
§ 6—1 蒸汽系统	(3—67)
§ 6—2 给水系统	(3—69)
§ 6—3 锅炉给水泵、给水箱及除氧器管道系统的选择	(3—70)
§ 6—4 排污管道系统	(3—72)
§ 6—5 疏水、放水、放气和排汽系统	(3—73)
§ 6—6 汽水管道的选择及计算	(3—74)
§ 6—7 管道的保温和油漆	(3—80)

第七章 鼓引风系统	(3—87)
§ 7—1 鼓、引风机及二次风机选择的原则	(3—87)
§ 7—2 鼓风机的选择计算	(3—87)
§ 7—3 引风机的选择计算	(3—89)
§ 7—4 鼓、引风机的参数	(3—92)
§ 7—5 烟、风道设计	(3—92)
§ 7—6 烟囱设计	(3—93)
第八章 烟气除尘	(3—96)
§ 8—1 除尘方式与选用	(3—96)
§ 8—2 除尘系统设计和布置	(3—102)
§ 8—3 除尘设备	(3—103)
§ 8—4 卸尘设备	(3—111)
第九章 各协作专业的主要技术要求	(3—113)
§ 9—1 土建专业	(3—113)
§ 9—2 电气专业	(3—115)
§ 9—3 热工仪表及自控	(3—116)
§ 9—4 采暖通风专业	(3—118)
§ 9—5 给排水专业	(3—119)
第十章 概算与成本的编制	(3—121)
§ 10—1 概算的编制	(3—121)
§ 10—2 蒸汽成本的计算	(3—124)
附录	(3—129)
附录一 工业锅炉房热工专业设计常用的技术标准、规范	(3—129)
附录二 国际单位制及量和单位(国标)摘录	(3—129)
附录三 机械工业部节能产品和淘汰耗能产品摘录	(3—132)
附录四 主要参考文献	(3—134)

第一章 总 则

能源在我国四化建设中占有重要的地位。当前全国工业燃煤锅炉的能耗约占全国燃煤总消耗量的三分之一,在工业锅炉房的建设中必需从节约能源、安全生产、环境保护和合理投资等方面进行全面地技术经济比较才能在满足用户供热的需要下得到更大的技术经济效益和社会效益。本选集介绍的一批建成的工程实例和根据设计工作实践的经实践教训编写的设计概要力图以上建几方面为标准进行选择 and 阐述,以期读者在进行锅炉房工程建设时,特别在进行可行性研究、方案设计和初步设计时,有所依据和参考。

能源的开发受到资源、资金、运教等多方面的限制,因此能源的节约是当务之急。耗能较多的工业锅炉房装置,理应把提高能源利用率作为主要任务之一。本概要中介绍了当前一些常用的节约能源措施,供读者参考选用。

本概要主要是介绍已有的经验。随着世界上技术的发展,新的科学领域不断开拓和实用技术不断进步,今后将有不少新工艺、新设备、新材料在锅炉房中依用。读者在参考时应加以分析,在选用时则应该考虑当时的客观条件和技术发展趋势。

由于设备材料变更、自控水平不同、管理条件各异等因素,工业锅炉房工程建设的实际基建投资会与本选集之工程实例所提供的数字有所出入。在满足依用要求下怎样因地制宜地减少投资应是大家努力的方向。例如在锅炉房的投资中土建费用占的比例较高,特别是容量大的锅炉由于出渣设备的需要,采用双层布置而增大了土建的工程量,若能研制成较理想的出渣设备,因而改变布

置方式,将会降低投资。再如运煤出渣设备的选择亦与投资关系较大,因此这就需要在保持一定的机械化水平基础上设法降低投资。

锅炉房的供热成本直接影响企业的经济效益。成本与运行管理、设备选型、工程投资等有直接或间接的关系。在设计时既应设法降低一次性工程投资,还应考虑到如何减少经常运行费用。

随着社会的发展,不论城市乡村,土地越来越宝贵。锅炉房设计如何减少用地,应从多方案技术经济比较中求得,对此不仅要考虑到当前,还应从长远的眼光来研究。

对锅炉房的污染源由和一般治理措施,本概要已分别在有关章节中作了介绍。锅炉房专业人员必须重视环境保护工作,在选用时应遵照现行的排放规定,保据不同地区、对象、管理、运行等等情况,进行综合的技术经济分析比较后,确定治理方案。

本概要的编写分工范围系按一设计单位的常规分工,自动控制、热工仪表和非标准设备等三个专业不列入锅炉房工艺专业工作范围,故不作专题介绍。本选集着重介绍工业燃煤锅炉房的建设,对虽与锅炉房有关,但涉及多方面和多专业的内容如集中供热、裕压发电、热水供热等在本概要中也不作介绍。从实际工程的了解,由于各企业的管理体制、企业性质、人员素质等方面的不一,锅炉房的人员编制也有较大的差异,因此本概要中不作专题分析。在编制设计或方建时,专业人员可根据工程的情况经调查研究后与筹建单位确定。

第二章 锅炉选型和台数

锅炉房锅炉炉型的选择和台数的确定是锅炉房设计过程中首先要解决的原则问题,其正确合理与否,不仅影响到锅炉房辅助设备的选择、基本建设投资、能源消耗,而且也影响到以后工厂的正常生产与生活。

锅炉的燃料有煤、重油和天然气等,根据我国当前的能源政策,工业锅炉的燃料以煤为主。

§ 2—1 煤质资料

煤质资料是选择锅炉型号,确定运煤系统的重要依据。因此在锅炉房设计中必须有较完整的煤质分析资料,以便做出较为准确和合理的设计。

一、燃煤的化学成份

在选择锅炉之前,根据建设地区供煤条件,首先要确定一个基本的煤种和煤的来源作为锅炉燃用煤种的依据。基本煤种可以是单一煤种,也可以是多种煤的混合煤种。煤种确定之后应进行煤质分析得到必要的分析数据。

煤质分析有四种基质:应用基、分析基、干燥基和可燃基。应用基包括了原煤的所有成份,分析基为除去外在水份,干燥基为除去内、外在水份,可燃基为除去内、外在水份和灰份。各种组成成份是以重量百分数表示。

煤质四种基质的组成,详见表2—1。

表2—1 煤质四种基质的组成

表示 符号	组 成 成 份							
	碳 C	氢 H	氧 O	氮 N	硫 S	灰 分 A	内在水份 W _n	外在水份 W _w
r	可燃基: $C^r + H^r + O^r + N^r + S^r = 100\%$							
g	干燥基: $C^g + H^g + O^g + N^g + S^g + A^g = 100\%$							
f	分析基: $C^f + H^f + O^f + N^f + S^f + A^f + W^f = 100\%$							
y	应用基: $C^y + H^y + O^y + N^y + S^y + A^y + W^y = 100\%$							

各种基可以相互换算,其换算系数见表2—2

欲求基成分 = 已知基成分 × 基的换算系数K

煤质分析项目内容应包括:

(一)元素分析%: C^r 、 H^r 、 O^r 、 N^r 、 S^r 、 A^r 、 W^r 。

(二)工业分析%: W^y 、 A^y 、挥发份 V^y 、固定碳 $C_{f,1}^y$ 。

(三)煤的低位发热值干卡/公斤: $Q_{L,1}^y$ 。

煤的低位发热值如果没有测试数据,可按元素分析数据用下式估算:

$$Q_{L,1}^y = 81C^r + 246H^r - 26(O^r - S^r) -$$

表2—2 煤质基的换算系数K

已知煤的基	欲 求 煤 的 基			
	应 用 基	分 析 基	干 燥 基	可 燃 基
	换 算 系 数 K			
应用基	1	$\frac{100 - W^f}{100 - W^s}$	$\frac{100}{100 - W^s}$	$\frac{100}{100 - (W^s + A^s)}$
分析基	$\frac{100 - W^s}{100 - W^f}$	1	$\frac{100}{100 - W^f}$	$\frac{100}{100 - (W^f + A^f)}$
干燥基	$\frac{100 - W^s}{100}$	$\frac{100 - W^f}{100}$	1	$\frac{100}{100 - A^s}$
可燃基	$\frac{100 - (W^s + A^s)}{100}$	$\frac{100 - (W^f + A^f)}{100}$	$\frac{100 - A^s}{100}$	1

$$- 6W^s \quad (\text{千卡/公斤}) \cdots (2-1)$$

(四) 煤灰的变形温度 t_1 、软化温度 t_2 、流动温度 t_3 。

(五) 煤的可磨系数 K_{km} (用于煤粉锅炉时需要)。

二、煤质对锅炉燃烧的影响

从锅炉燃烧来说, 煤质指标主要指灰份、水份、挥发份、焦结性和灰熔性等几项工业分析数值来评定。

水份在煤的燃烧过程中, 因汽化吸热而使燃烧温度下降, 水份吸收的热量大部份成为水蒸汽潜热, 另外烟气中水蒸汽量增加亦相应地增加了排烟热损失 (q_2)。当然, 煤中少量的外在水份如 6—8%, 可以起到均匀通风、增加辐射热强度和减少飞灰损失的作用, 相应地提高了燃烧效率, 因此水份对煤的燃烧在一定程度上有其有利一面。

在煤的燃烧过程中, 灰份无发热作用, 而灰份增加会使燃烧温度下降, 使煤的燃烬度差, 造成固体不完全燃烧热损失 (q_4) 增加。另外, 排灰时, 也会增加灰渣的物理热损失。

挥发份是煤的重要特性, 对炉内的着火和燃烧影响很大, 往往是作为煤分类所依据

的一个重要指标。挥发份中可燃成份主要是各种碳氢化合物、氢气和一氧化碳等物质。当加热到 180℃ 时, 挥发份开始从煤中以气态逸出, 当加热到一定温度时, 遇到空气就会燃烧。因此挥发份高的煤就容易着火燃烧, 煤的挥发份若 < 10%, 则着火燃烧将会产生困难。

煤的焦结性是指煤在干馏后形成焦炭的特性。焦结性对于层燃锅炉的燃烧过程有显著的影响, 如在炉排上燃用不焦结性煤, 燃烧中形成粉状焦炭, 使煤层密实, 妨碍空气流动, 若气流速度较大, 有可能被气流带走, 形成火口, 使燃烧恶化。如燃用强焦结性煤, 燃烧时焦炭熔融粘成大片, 阻碍通风, 使焦炭内部的可燃物质难于与空气接触, 使燃烧困难而缓慢, 甚至窒息和中断燃烧。一般来说, 在层燃式锅炉中不宜燃用不焦结性或强焦结性的煤。

煤的灰熔点是指煤灰的变形、软化和流动的温度, 即 t_1 、 t_2 、 t_3 。灰熔点对锅炉燃烧有较大的影响, 灰熔点低, 容易引起受热面结渣。熔化的灰渣会把未燃烬的焦炭裹住而妨碍继续燃烧, 甚至会堵塞炉排的通风孔隙而使燃烧恶化。对于锅炉燃烧主要掌握灰的软化温度 t_2 。一般来说, 灰的软化温度低于 1200℃ 属易熔性灰。

表2—3 工业锅炉行业煤的分类法

类 别		可燃基挥发份 V^r (%)	应用基低位发热量 $Q_{l,w}^r$ Kcal/kg
石煤和煤矸石	I类		≤ 1300
	II类		1300~2000
	III类		$> 2000 \sim 2700$
褐 煤		> 40	2000~3500
无 烟 煤	I类	5~10	$> 3500 \sim 5000$
	II类	< 5	> 6000
	III类	5~10	> 6000
贫 煤		$> 10 \sim 20$	≥ 4500
烟 煤	I类	≥ 20	$> 2700 \sim 3700$
	II类	≥ 20	$> 3700 \sim 4700$
	III类	≥ 20	> 4700

表2—4 工业锅炉设计用代表性煤种表

类 别	名 称	V^r (%)	C^r (%)	H^r (%)	O^r (%)	N^r (%)	S^r (%)	A^r (%)	W^r (%)	$Q_{l,w}^r$ Kcal/kg
石煤、 煤矸石	I类 湖南株洲煤矸石	45.03	14.80	1.19	5.30	0.29	1.50	67.10	9.82	1202
	II类 安徽淮北煤矸石	14.74	19.49	1.42	8.34	0.37	0.69	65.79	3.90	1660
	III类 浙江安仁石煤	8.05	28.04	0.62	2.73	2.87	3.57	58.04	4.13	2223
褐 煤	黑龙江扎赉诺尔	43.75	34.65	2.34	10.48	0.57	0.31	17.02	34.63	2935
无 烟 煤	I类 京西安家滩	6.18	54.70	0.78	2.23	0.28	0.89	33.12	8.00	4344
	II类 福建天湖山	2.84	74.15	1.19	0.59	0.14	0.15	13.93	9.80	6075
	III类 山西阳泉三矿	7.85	65.65	2.64	3.19	0.99	0.51	19.02	8.00	5834
贫 煤	四川芙蓉	13.25	55.19	2.38	1.51	0.74	2.51	28.67	9.00	4992
烟 煤	I类 吉林通化	21.91	38.46	2.16	4.65	0.52	0.61	43.10	10.50	3233
	II类 山东良庄	38.50	46.55	3.06	6.11	0.86	1.94	32.48	9.00	4226
	III类 安徽淮南	38.48	57.42	3.81	7.16	0.93	0.46	21.37	8.85	5305

三、锅炉房设计煤种的确定

锅炉房燃用的煤种，应选用当地供应的

常用煤种并尽量采用就近的煤种，以减少长途运输。煤种和煤质资料一般由工厂基建部门提出。

工业锅炉常用的煤种有石煤、煤矸石、褐煤、无烟煤及烟煤等。工业锅炉行业为了使产品系列化，将燃用煤分成十一类，见表2—3，并将锅炉设计的代表性煤种作了规定，见表2—4。

从表2—3及表2—4内容所示，除褐煤及贫煤外，石煤、煤矸石、无烟煤及烟煤，它们每一种煤都分成三类，但锅炉产品设计中适应煤种是按其中一类作为依据，所以在选用锅炉时不能笼统以“烟煤”或“无烟煤”简单地选择，而应具体了解哪一类，因为往往一个煤种每个类别性质差别较大。虽同一煤种有时因类别不一，甚至发生锅炉点不起来现象，还有建设单位为赶进度，没按当地煤种提前订货，规格也不合要求，造成使用上的长期不合理。而此在设计前期工作时需要慎重对待的。

有些地区，特别是南方一些地区，燃料品种供应变化较多。为了减少运输、节约能源和充分发挥锅炉燃烧设备的特性，可向当地煤炭管理机构了解当地供应工业锅炉的主要煤种和其煤质分析资料，作为锅炉房设计煤种的依据，使锅炉选型趋于合理。

在确定煤种时，通过调查研究应首先考虑单一煤种，不可能时，亦可考虑多种煤的混合煤，但一般不宜超过二种煤，避免对操作带来不利。

§ 2—2 锅炉房计算热负荷

一、全厂热负荷资料

全厂热负荷资料是选择锅炉及确定锅炉房规模大小的依据。因此，必须深入细致地摸清各车间生产工艺、生活及采暖通风等对供热的要求（如供热介质参数、负荷大小及使用情况等），如有条件可绘制出各车间的热负荷曲线。对改建、扩建的工厂，尚须取得有代表性的全厂热负荷曲线。用热负荷曲线来确定锅炉房的规模大小是最为合理，但

实际上这种热负荷曲线较难取得，尤其是新建工厂往往无法求得，为此一般多用公式来计算锅炉房的热负荷。

在计算时，一般应取得下面各项热负荷资料：

（一）全厂各生产车间的耗热量参数要求，包括小时最大耗热量、小时平均耗热量以及生产班次和热负荷特点（如用途、连续或间断、规律性）等。

（二）全厂采暖、通风用热的小时最大耗热量、小时平均耗热量、供热介质、参数要求、全年采暖时间及有关计算温度等。

（三）全厂生活用热（包括浴室、厨房、开水炉等）的小时最大耗热量、小时平均耗热量、参数要求以及使用时间等。

（四）如工厂有余热可资利用时，则应经过技术经济比较，应尽量设法利用。包括小时最大供热量、小时平均供热量以及供热参数、特点（如连续或间断、规律性、可靠性）等。

（五）工厂用热发展情况，包括工厂是否要分期扩建、年限、耗热量增加情况等。

二、锅炉房热负荷的计算

在取得全厂各车间的热负荷曲线或热负荷资料以及改建、扩建厂有代表性的全厂热负荷曲线或热负荷资料后，即可进行锅炉房热负荷的计算。在计算时应将全厂热负荷作具体分析，精打细算，并作必要的技术经济比较，以决定锅炉房采用何种节能措施。由于采用不同的节能措施，锅炉房热负荷的计算方法也有所不同。分别叙述如下：

（一）根据各车间的热负荷曲线相加求得全厂总负荷曲线，再以 K （管网热损失及锅炉房自用蒸汽系数）乘之，即得锅炉房的最大计算热负荷 Q_{max} 。

（二）将全厂总热负荷曲线 $Q=f(t)$ 被横坐标上总的时间 t 除之。再乘以系数 K ，即得锅炉房的平均计算热负荷 Q_p 。

由于热负荷曲线 $Q=f(t)$ 的函数一般难

以计算 Q_p ，的获得可先算出热负荷曲线下方与时间轴线间的面积，然后以 t 除之。

(三)若全厂用热车间较少，总热负荷曲线波动范围不是很大，生产工艺上也能适当进行调度，则可将几个用户的最大耗热量出现的时间错开。如电镀车间槽液加热升温放在上班之前进行，延长槽液加热升温的时间，下班后继续供汽给槽液保温等。采取上述措施后，重新调整总热负荷曲线，尽量缩小负荷曲线上波动的范围，从而计算出锅炉房的最大和平均计算热负荷。最大计算热负荷用以确定锅炉房规模，并据此选择锅炉容量及台数。平均计算热负荷用以计算技术经济指标及成本核算等。

(四)如全厂总热负荷曲线上波动的范围较大，但有条件采用蓄热装置时，则锅炉房规模及锅炉容量和台数可按平均计算热负荷来确定。

(五)对于热负荷量大和常年连续稳定耗热量的工厂，其平均热负荷又是最大热负荷的75%以上，经过可行性分析认为是合理的，可以考虑采用裕压发电——供热的电热合产系统，但要考虑到汽轮机的漏耗及散热损失，一般要增加5~10%的耗热量。

(六)若在设计时，无法取得热负荷曲线，则只能以热负荷资料进行计算，一般按下述计算方法进行。

1. 最大计算热负荷

$$Q_{max} = K(K_1 Q_1 + K_2 Q_2 + K_3 Q_3 + K_4 Q_4 - Q_5) \quad (\text{吨/时}) \dots (2-2)$$

式中 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 分别为全厂采暖、通风、生产、生活最大耗汽量，吨/时；

Q_5 ：全厂平均余热蒸汽量。吨/时；

K ：管网热损失系数（一般常用1.05~1.08）及锅炉房自用蒸汽系数（应经计算求得，如有困难时一般可取1.05~1.07），

因此 $K=1.1\sim 1.15$ ；

K_1 ：全厂采暖最大耗汽量同时使用系数，一般常用1；

K_2 ：全厂通风最大耗汽量同时使用系数，一般常用0.9~1；

K_3 ：全厂生产最大耗汽量同时使用系数。一般常用0.7~1；

K_4 ：全厂生活最大耗汽量同时使用系数，一般常用0.5，若生活用汽和生产用汽时间错开，则 $K_4=0$ 。

2. 平均计算热负荷

$$Q_p = K(Q_{p1} + Q_{p2} + Q_{p3} + Q_{p4} - Q_5) \quad (\text{吨/时}) \dots (2-3)$$

式中 Q_{p1} 、 Q_{p2} 、 Q_{p3} 、 Q_{p4} 分别为全厂采暖、通风、生产、生活平均耗汽量，吨/时；

Q_5 ：全厂平均余热蒸汽量，吨/时；

K ：管网热损失及锅炉房自用蒸汽系数。

公式中各种系数 K 应按不同的工厂采用不同的数值，但目前尚无实测的经验数据，所列各种系数值仅供参考。

采暖通风供热介质若以热水供应，则应另行计算，以便选择热水锅炉。

§ 2—3 锅炉类型与台数的选择

锅炉是锅与炉两者的结合体，概括地说，锅就是热交换器，而炉则是燃烧设备，炉的任务是使燃料能最大限度地放出热能，因此在选择炉型时，首先要根据燃烧的煤种，采用相应的燃烧方式。换言之，燃烧方式是选择锅炉类型重要因素之一。

锅炉燃烧方式一般可分层燃炉、室燃炉和沸腾炉三大类。目前我国燃煤工业锅炉绝大部分是层燃炉，其有链条炉排、往复炉排及振动炉排等多种形式，容量大多在35吨/时以下。室燃炉主要有煤粉炉，容量一般在20吨/时以上。沸腾炉有全沸腾和半沸腾两种形式，容量以10吨/时左右较多。

锅炉按燃料性质可分燃煤炉、燃油炉及燃气炉。按生产热介质可分为蒸汽锅炉和热

水锅炉。本选集只涉及燃煤蒸汽锅炉。

一、工业锅炉型号简介

工业锅炉产品型号由三部分组成，各部分之间用短横线相连，详见图2—1。工业锅炉的本体型式、燃烧方式及燃料种类的代号分别详见表2—5、表2—6及表2—7。

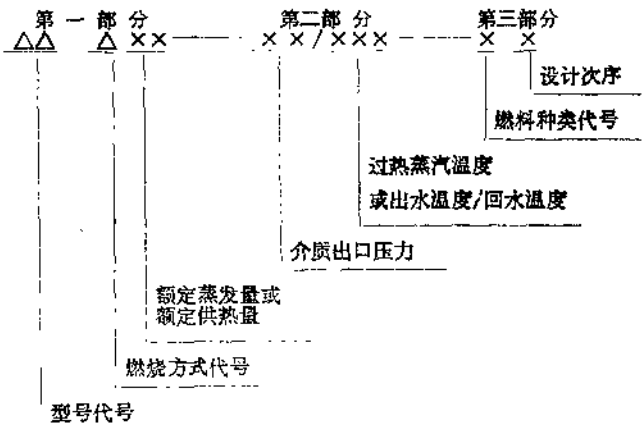


图 2—1 工业锅炉产品型号编制图

表2—5 工业锅炉本体型式代号表

锅炉本体型式	代 号	锅炉本体型式	代 号
立式水管	LS(立、水)	单锅筒横置式	DH(单、横)
立式火管	LH(立、火)	双锅筒纵置式	SZ(双、纵)
卧式内燃	WN(卧、内)	双锅筒横置式	SH(双、横)
卧式外燃	WW(卧、外)	纵置锅筒式	ZH(纵、横)
卧式快装	KZ(快、纵)	废 热 锅 炉	FR(废、热)
分联箱锅筒	FH(分、横)	热 水 锅 炉	RS(热、水)
单锅筒立式	DL(单、立)	强制循环式	QX(强、循)
单锅筒纵置式	DL(单、纵)		

表2—6 工业锅炉燃烧方式代号表

燃 烧 方 式	代号	燃烧方式	代号
固定炉排	G(固)	下饲炉排	A(下)
活动手摇炉排	H(活)	往复推动炉排	W(往)
链条炉排	L(链)	沸 腾 炉	F(沸)
抛 煤 机	P(抛)	半沸腾炉	B(半)
倒转炉排加抛煤机	D(倒)	室 燃 炉	S(室)
振动炉排	Z(振)	旋 风 炉	X(旋)

表2—7 工业锅炉燃料种类代号表

燃料种类	褐煤	烟煤	劣质烟煤	贫煤	无烟煤	甘蔗渣	燃料石
代号	H	A	L	P	W	G	S

举例：

1 WNG1—8，表示卧式内燃固定炉排，蒸发量为1吨/时，工作压力为8表压，蒸汽温度为饱和温度，适用多种燃料，按原设计制造的锅炉。

2 SHL10—13/350—W/1，表示双

锅筒横置式链条炉排，蒸发量为10吨/时，工作压力为13表压，过热蒸汽温度为350℃，适用于无烟煤，按第一次变形设计制造的锅炉。

工业锅炉的容量、参数，既要满足生产工艺上对蒸汽的要求，又要便于锅炉房的设计、锅炉配套设备的供应以及锅炉本身的标准，因而要求有一定的锅炉参数系列，我国目前所用的锅炉参数系列(GB1921—80)见表2—8。

表2—8 蒸汽工业锅炉的基本参数

额定出力 吨/时	额定出口蒸汽压力(表压)					
	4	7	10	13	16	25
	额定出口蒸汽温度(℃)					
	饱和	饱和	饱和	饱和	350	饱和
	饱和	饱和	饱和	饱和	350	饱和
0.1	△					
0.2	△					
0.5	△	△				
1	△	△	△			
2	△	△	△	△	△	
4		△	△	△	△	△
6		△	△	△	△	△
10		△	△	△	△	△
15			△	△	△	△
20			△	△	△	△
35				△	△	△
65				△	△	

注：1.对GB753—65国标中5和8表压和6.5吨/时容量的原有产品暂予保留。

2.锅炉的额定出力系指锅炉燃用设计燃料时，在设计参数下的铭牌蒸发量。

3.在额定出力及额定出口蒸汽压力下，锅炉出口过热蒸汽温度的偏差应不超过下表(表2—9)的规定。

表2—9

额定出口蒸汽压力 (表压)	额定出口蒸汽温度 (℃)	过热蒸汽温度 偏差范围 (℃)
13~16	350	+20 -20
25	400	+10 -20

4.锅炉的给水温度分20℃、60℃、105℃三档，由制造厂在设计时结合具体情况确定其中之一。

二、各种炉型的特点及对燃料的适应性

(一)层燃锅炉——燃料被铺层在炉排上进行燃烧的锅炉，这种锅炉使用的燃烧设备是目前国内工业锅炉中采用得最多，它可分火管、水火管和水管层燃锅炉。其中火管锅炉属小容量规格，不作介绍。

1. 水火管层燃锅炉一般为卧式快装锅炉，它是由一卧式燃管锅炉外加水冷壁管组合而成。烟管构成锅炉的主要对流受热面，水冷壁管及锅筒下腹壁面则为锅炉的辐射受热面。

我国目前卧式快装锅炉的容量有0.5、1、2及4吨/时，工作压力为7~13公斤/平方厘米，饱和蒸汽。

卧式快装锅炉配置有腹定炉排、链条炉排、振动炉排及往复炉排等燃烧设备。

卧式快装锅炉一般要求燃烧挥发份较高($V^r > 20\%$)，发热量较大($Q_{LH} > 5000$ 千卡/公斤)的Ⅲ类烟煤。如果在炉膛内采用了低面长的后拱，也可燃烧挥发份低的燃煤、无烟煤或贫煤。

卧式快装锅炉具有结构紧凑，体积小，便于运输和安装等优点，已被广泛使用。但由于炉膛高度受到一定限制，烟管间水垢不易清除等缺点。在实际运行中还发现由于供应煤种不符燃烧要求及操作等种种原因往往会影响锅炉出力的现象。

2. 水管层燃锅炉的容量在≥6吨/时以

上,它与卧式快装锅炉相比较,由于炉膛容积较宽裕,能根据燃用煤种的特点自如地处置,从而保证了燃料燃烧的完善,在尾部烟道除布置有省煤器外,有的还布置空气预热器,有效地降低排烟温度。此外水管锅炉的清垢除灰条件也比较方便,所以使热效率有较大的提高。但该种锅炉的炉体尺寸较大,在锅炉房布置上要求设置操作运行层,自控和机械化程度也较高。

目前各锅炉制造厂为降低锅炉房及锅炉的投资造价,已研制成功多种单层布置的双汽包水管锅炉。

水管锅炉型式繁多,按锅筒数目有单锅筒和双锅筒之分,就锅筒放置形式则又可分为纵置式、横置式和立置式等几种。我国水管锅炉一般为双锅筒纵置或横置型式。并以横置式较为常见。

锅炉燃烧设备一般为链条炉排、保动炉排和往复炉排。链条炉排是一种结构比较完善的层燃锅炉,国内有比较丰富的设计和运行经验,链条炉排与燃煤之间没有相对运动,所以燃烧通风较差,不适宜烧灰分多、水份高、发热值低和易结焦的煤种。一般适用发热值 $Q_{\text{L}} > 4500$ 千卡/公斤、挥发分 $V' > 20\%$ 的Ⅰ、Ⅱ类烟煤,如在炉膛内设置低而长的后拱,也可烧贫煤和无烟煤。

保动炉排目前国内在10吨/时以下的工业锅炉上少量采用,由于炉排的保动,煤层上下翻动,不易结块,拨火性较好,使燃料和空气有良好接触,所以燃烧工况较好,煤种的适应性也比较广,煤的发热值可稍低于链条炉排,值也不适宜烧水分高、灰熔点低的煤种。缺点是当炉排保动过弱,煤层不能移动;保动过强,则煤层被抛起,造成较大的飞灰损失;同时在煤层抛起时的瞬间,由于燃烧层阻力降低,致使炉子鼓风量骤增而出现炉膛正压,烟、灰喷出炉外,污染环境。此外还会发生炉排可能因故障而卡死停保以及漏煤量多等原因,所以目前尚未普遍采用。

往复炉排结构简单,制造容易,耗钢量少,又有较好的消烟效果。往复炉排有倾斜和水平两种,炉排片作往复运动,使燃料层的透气性改善,为加强燃烧创造了良好条件,所以比链条炉排有较好的煤种适应性。如九江某厂燃用江西萍乡煤,其煤质资料为 $C' 34.42\%$ 、 $A' 45.84\%$ 、 $V' 19.44\%$ 、 $Q_{\text{L}} 3685$ 千卡/公斤(属Ⅱ类烟煤)可以正常运行,链条炉排就不太适应。但往复炉排也存在着不少弱点,如易漏煤、漏风,炉排易于烧坏,在运行过程中难以发现和更换等,所以有待于改进。

另外,还有机械——风力抛煤机锅炉,是利用机械力为主,风力为辅的机械化抛煤设备以代替人工投煤,着火条件好,可以燃烧贫煤与烟煤,因此曾一度被广泛使用。其缺点是飞灰量大,当煤水分大时,会造成抛煤困难,而且横火和出渣劳动强度较大。

(二)煤粉锅炉——煤粉炉需将煤块磨成煤粉,随空气流送入炉后,迅速着火呈悬浮状态燃烧。由于煤粉的燃烧反应面积很大,与空气混合又十分良好,所以不保燃烧迅速,燃烧效率也远比层燃炉高,一般煤粉锅炉适用燃烧烟煤、褐煤、贫煤和无烟煤,在燃用低挥发分的贫煤或无烟煤时,可在炉内敷设卫燃带以保持稳定燃烧。煤粉锅炉一般容量在10吨/时以上。

煤粉锅炉也存在一些不足之处,首先是适应负荷变化的能力较差,通常负荷调节范围只能在70~100%的区间变化,其次煤粉锅炉需配置一套制粉系统,运行的电耗大,设备磨损也较严重,因而设份维护检修工作量较层燃炉大,操作要求也较高。另外,煤粉锅炉排出飞灰较多,给除尘带来一定的困难。因此在工业锅炉房中很少采用。

(三)沸腾锅炉——它的燃烧方式与层燃锅炉和煤粉锅炉都有明显的差别,沸腾锅炉的底部装有炉排,上面放入具有一定粒度的煤层,高压空气由下往上吹,将整个煤层托起,上下翻腾不已,具有液态一样的流动

性，所以也称流化床燃烧方式。沸腾锅炉按其炉排结构可分全沸腾与半沸腾两种，全沸腾锅炉的炉排是固定的，它由布风板和风帽组装而成，结构简单，制造维修方便。半沸腾锅炉的炉排是狭长并带有通风孔板可转动的链条炉排，结构复杂，维修也较麻烦。

沸腾锅炉能迅速着火燃烧，燃烧反应速度快，是目前其它燃烧设备都不可比及的。因此，适应燃用无烟煤屑、石煤、煤矸石等煤种。但全沸腾锅炉不宜燃烧灰熔点低、易结焦的煤。

与其它类型锅炉相比，沸腾锅炉固体不完全燃烧损失大；飞灰中的可燃物含量高以及灰渣物理热损失较高；电能消耗也较大；受热面的磨损严重；飞灰污染较厉害，给消烟除尘带来一定困难。因此只适宜于离煤矿较近或产低质煤的地区采用。

三、锅炉选型原则

在全厂热负荷和燃用的煤种确定后，即可考虑锅炉类型的选择，决定锅炉类型的因素较多，可综合考虑下列要求。

(一)锅炉型号的决定应根据热用户的要求与特点，必须满足供热负荷的需要，所选用的介质（蒸汽或热水）及参数（工作压力和温度）也应符合用户的要求。还应考虑到通过供热管线时介质的压力降和温度降。

(二)锅炉燃烧设备的选择，应根据采用的煤种和锅炉所适应的煤种范围，按下列要求确定：

1. 应能有效地燃烧所采用的煤种，煤质对锅炉燃烧设备的选择的较大的影响，锅炉制造厂是按一定的煤种来设计锅炉的，但也有一个上下适应的范围，所以应根据所选用的煤种来选择合适的燃烧设备，当选用的煤种与锅炉制造厂的设计煤种相差较大时，应与制造厂联系，作必要的相应措施。

2. 对热负荷变化的适应性和压火的性能要较好，大多数工业锅炉房的负荷变化甚大，有的在第三班要停止供汽。因此，煤粉

炉就不能适应这种工况，因为煤粉炉在过低负荷运行时容易熄火，且不适用于间歇生产。上海某厂的一台煤粉炉就因这一问题而无法正常运行。

3. 对消烟除尘有利，消烟除尘与锅炉的燃烧方式有着密切的关系，黑烟的产生是取决燃烧情况，而烟气中含尘量又取决于燃烧方式，所以一般煤粉炉与沸腾炉的烟气含尘浓度多超过层燃炉的含尘浓度。因此，除了根据不同煤种选用适当的燃烧设备，保证适当的燃烧面积和空间，保持较高的炉膛温度，就能得到较好的燃烧工况。消除黑烟外，还应根据除尘条件合理地选用锅炉，以便达到当地对排放的要求。

4. 尚须考虑操作的劳动强度要较轻；辅机能耗要少及金属消耗量要较少等因素。

(三)同一锅炉房内应尽量采用相同燃烧设备、相同容量的锅炉，以利设计、施工、安装和运行管理。仅在遇到用户对蒸汽负荷有较大变化情况时，才在同一锅炉房内采用不同型号的锅炉。但不宜选用两种介质或两种参数的锅炉。例如工厂内局部用户需要热水作供热介质，且其需要量不太大时，可以用蒸汽转换成热水的办法来解决。如需用不同参数时，可以通过减温减压来实现。

(四)所选用的锅炉应有较高的热效率和较低的基建投资、运行管理费用，并应能经济而有效地适应热负荷变化。对那些在短期内热负荷可能有较多增加的锅炉房，要考虑到扩建的可能性，宜采用台数少、容量大的锅炉。如某厂锅炉房最大设计容量为10吨/小时左右，则选用锅炉容量时可有二个方案，一是选用二台6吨/时或6.5吨/时锅炉，二是选用三台4吨/时快装锅炉。从投资来看，选用三台4吨/时快装锅炉的基建费用省，厂房结构简单，要求较低，上马也较快，但必须考虑以下一些因素：

1. 是否能适应热负荷变化的需要。当工厂有蒸汽锻锤或其它耗热量不稳定的设备时，往往会出现热负荷突然上升或降低的可

能,如锅炉房不另设置干汽包或蓄热器,则选用汽包容量较小的4吨/时快装锅炉就不太合适。

2. 必须能适应昼夜最低热负荷的需要。

3. 如近期内热负荷有较多的增长,则也不宜选用容量较小的4吨/时快装锅炉。

4. 当耗热设备的用汽压力较高,超过13公斤/平方厘米,因4吨/时快装锅炉产品目前无此规格,故也不能选用。

总之,必须根据用户的特点,热负荷变化等不同情况,进行技术经济比较,才能最后确定。

(五)在单层锅炉房改建时,尽可能考虑单层布置以节约基建投资。

四、锅炉台数确定原则

(一)选定锅炉台数应按所有运行锅炉在额定蒸发量工作时,能满足锅炉房最大计算热负荷的原则来考虑。当锅炉在很低的负荷下运行时,锅炉效率会大大下降,同时,也可能引起水循环的破坏和燃烧的不稳定。但超负荷运行也会使效率显著下降,还可能使蒸汽品质变坏或炉温升高而导致结渣,并且将影响到锅炉寿命。

当热负荷在一年中变化较大时,可调整投入运行的锅炉台数来适应,使运行的锅炉在接近额定蒸发量下工作。

(二)锅炉房采用锅炉的台数,在一般情况下不少于两台。这对于适应热负荷变化、锅炉检修和扩建等均比较有利。但是有些工厂的锅炉房由于平时加强维护,利用假日进行检修。同时安装一台锅炉较之安装二台锅炉,既可节约投资,又可减少用地和操作人员,从而可降低管理变用。因此,当选用一台锅炉能满足热负荷和锅炉检修的要求时,也可安装一台锅炉。

当采用机械加煤锅炉且锅炉房为新建时,一般不超过四台。扩建和改建时,总台数一般不超过七台。

总之,锅炉台数的确定要有利于适应最大热负荷和最低热负荷变化的需要,尽量做到昼夜之间、夏冬季节都能灵活、经济运行。

(三)锅炉房要否设置备用锅炉,可按以下原则考虑:

1. 以采暖、通风和生活负荷为主的锅炉房,因为考虑到锅炉的检修可在非采暖期进行,如果在运行中发生故障,也可用降低采暖、通风部分热负荷的方式来进行修理,所以,一般可不设备用锅炉。

2. 以生产负荷为主的锅炉房,当用户热负荷可以进行调度以保证锅炉检修时,锅炉房也不设备用锅炉。

3. 当锅炉检修,锅炉房减少供热将引起人身事故,造成重大的生产事故或重大损失时,应设置一台备用锅炉。

§ 2—4 锅炉房的主要节能措施

供热系统包括锅炉房、供热管网和热用户三部分,其中锅炉房节能是一个主要方面。从目前国内工业锅炉房的运行效率来看,一般均偏低,其因素也较复杂,如煤种不固定、系统欠合理、操作水平低以及运行管理不善等等。本节着重提几点锅炉房主要节能措施的建议。

一、确定锅炉房的规模应结合建设地区的城市规划通盘加以考虑,在可能的条件下应积极贯彻集中供热方式来解决工厂的供热,因为这种方式不仅直接节能而且在提高锅炉实际运行效率、保护环境、节省劳力、综合利用以及节约土地等方面都是有利的。但在确定方案前应作详细的可行性分析研究,提出须在热负荷分配、热价成本、投资归属、计量监测、城市规划等方面加以重视,采取相应措施。采用此方式还需要社会各方面给予支持。

二、根据所使用的煤种选用锅炉是锅炉

房节能的基本措施之一，锅型选择不当，燃烧就不完善，热效率难以提高，将长期浪费能源。

三、在计算锅炉房的热负荷时，应将全厂热负荷作具体分析，调整用热设备的用汽时间，将几个用户最大耗热量出现的时间错开，尽量使高低热负荷均衡。这样，不但能使运行的锅炉在接近于额定蒸发量下工作，从而提高锅炉运行效率，节约燃料，而且也能缩小锅炉的规模，节约投资。

四、有些工厂的热负荷是不均衡的，有的热负荷变化还相当大，造成锅炉的正常运行困难。当外界热负荷突然上升和突然下降时，锅炉本身表现出汽压急速下降和上升的现象。操作人员只能采取有时加煤猛烧，有时则压火的措施来适应负荷的变化，会产生难于及时控制燃料与空气之间的匹配，致使燃烧不完全热损失和排烟热损失的增加，导致锅炉效率大为降低，烟囱冒黑烟，又严重影响环境卫生等不良后果。因此热负荷在一定时间内有规律性的波动时，可考虑采用蓄热器来平衡热负荷。合理采用蓄热器平衡热负荷，不但可缩小锅炉的容量或减少锅炉的台数，还可以避免以上所述的因外界热负荷大幅度变化使锅炉一时难以适应的现象，使锅炉能经常保持在稳定的工况下运行，提高锅炉运行效率，节约燃料。

合理地选用蓄热器是设计人员应研究的课题。例如在用户仅有二班连续波动供热情况下，则不宜果用蓄热器来平衡热负荷。因为在第三班时蓄热器将停止使用，器体内的蓄水温度就会下降，当下一班使用时尚需加热至运行温度。这样，既多耗了热能又延长了供应时间，起不到蓄热器的应有效果，甚至造成了浪费。在这种情况下，若采用干汽包来平衡热负荷，效果可衡较好。所以，只有在用户系三班连续供热而且热负荷又具有规律性的变化情况下，采用蓄热器来平衡热负荷是合适的。例如用于造纸、化纤和小化肥等行业。

总之，合理的选用蓄热器是首先要根据用户提供的有代表性的热负荷曲线以及所选用的锅炉容量和供热参数进行计算，来确定蓄热器容量。并对多点用户不同的用热量及参数进行分析研究，制定合理的供热系统，才能取得平衡热负荷的良好效果。

五、采用裕压发电——电热合户是提高热效率和节约能源的一种有效措施。国内工厂的生产、生活用汽一般只需5表压以下的饱和蒸汽，目前国内生产的工业锅炉，除了2吨/时以下的小型锅炉额定出口蒸汽压力小于或等于8公斤/平方厘米以外，4吨/时以上工业锅炉的蒸汽压力均为13—25公斤/平方厘米。因此，一般都在车间热力入口处装设减压装置，将供给蒸汽压力控制在生产所需的压力下。因此高压蒸汽经过减压装置损失了大量能量。

为了充分利用这部分热能，在耗热量较大而且常年较连续稳定的工厂，采用裕压发电——电热合产系统是较合适的。这种系统比单纯供电或供热的系统具有节能的优点。由工厂自备锅炉房产汽供自备背压汽轮发电机发电并入电网运行。其排汽供工厂所需热能，电能供市政电网系统作补充平衡调节。其节能与经济效益随着机组的工作参数和容量的提高而增大，当背压排汽压力相同的情况下，锅炉额定出口蒸汽压力越高则节煤和经济效果就越高。

采用热电合产方式虽能取得节能与经济效益，但相应也带来一些不利因素。如增加汽轮机与发电机以及配电设备的投资，提高了自控程度，对水处理及运煤出灰机运系统的要求较为严格，增加运行及检修的操作人员，增加锅炉房的占地面积，操作管理水平亦相应要求较高及与市政电网的关系等等。所以必须经过详细的可行性分析研究后才能确定。

六、配置一定的热工监测和自动控制的设备，使锅炉能经常保持在较佳的工况下安全运行，以提高锅炉的热效率。

七、其它如提高运行人员的操作水平,改善运行管理,充分利用二次蒸汽和排污水的热能,堵塞跑、冒、滴、漏的现象,维护好设备、热风管和供热系统的保温设施以及根据不同的具体情况,增加尾部受热面等,对提高锅炉房的热能利用,都有积极的意义。

§ 2—5 方案经济比较方法

在选择锅炉类型和确定台数时,应提出两个以上均能在数量上和质量上满足用户的供热要求,并应符合技术先进和运行可靠的设计方案。对这些方案进行经济比较,从中选择出较为合理的方案。在进行方案经济比较的计算中,所采用的各种指标及数据,均应遵照国家和建设地区的有关政策规定。

一、方案基建费用的计算

基建费用一般包括下列各项:

- (一)设备费及其安装费;
- (二)管道与管道附件及其安装费;
- (三)建筑工程费;
- (四)运煤出灰机械化运输设备费及其安装费;
- (五)热工自控仪表装置及其安装费;

$$\text{偿还年限(年)} = \frac{\text{方案A基建投资(元)} - \text{方案B基建投资(元)}}{\text{方案B年运行费用(元)} - \text{方案A年运行费用(元)}}$$

偿还年限目前国家尚未有明确的规定,在锅炉房的方案比较中,一般可考虑4—5年。

四 多方案的经济比较方法

当进行多方案经济比较时(对两个方案比较也适用),为了简化计算,可以采用提出各方案计算费用的方法进行衡量。方案的计算费用越小者,方案越经济。

计算费用通常采用下列方法来计算:

$$A\text{方案的计算费用(元/年)} = \frac{A\text{方案的基建费用(元)}}{\text{偿还年限(年)}} + A\text{方案的年运行费(元/年)}$$

$$B\text{方案的计算费用(元/年)} = \frac{B\text{方案的基建费用(元)}}{\text{偿还年限(年)}} + B\text{方案的年运行费(元/年)}$$

$$C\text{方案的计算费用(元/年)} = \frac{C\text{方案的基建费用(元)}}{\text{偿还年限(年)}} + C\text{方案的年运行费(元/年)}$$

(六)公用费(包括采暖、通风、照明、给排水、电气等);

(七)设备运杂费;

(八)工具、器具费;

(九)工程设计费;

(十)不可预见费及由于调价和地区条件所产生的其它费用。

二、方案年运行费用的计算

年运行费用一般包括下列各项:

(一)燃料费;

(二)软化水费;

(三)电费;

(四)人工工资;

(五)设备折旧费;

(六)建筑折旧费;

(七)备件及维护费;

(八)其它运行费用(如工业用水、生活用水、压缩空气等费用)。

三、两个方案的经济比较方法

当有两个方案相比时,如方案A的基建投资大于方案B,但方案A的年运行费用小于方案B,则可按两个方案的基建投资之差与运行费用之差的比值,即偿还年限来衡量。通常采用下列方法来计算: