

燃煤工业锅炉在我国地位

能源的发展和利用，直接影响着社会和经济的发展，它与国民经济发展、国民生活水平的提高有着非常密切的联系。能源发展和利用的历程使世界各国坚信这样一个事实：节约能源和提供足够的能源是人类面临的主要挑战之一。因此，进入 90 年代以来，特别是 1992 年的里约热内卢环境与发展大会（UNCED），在提到能源问题时，都考虑并确定了支持发展高效能源技术等方针，从而实现能源的可持续发展。

工业锅炉是与国民经济发展、提高人民生活水平直接相关的热能产品。又因它耗能大、污染物排放多和涉及面广而倍受重视。我国工业锅炉的发展经历了 50 年代仿英仿苏，60 年代自制水火管快装锅炉，70 年代研制劣质煤锅炉等各个阶段；到 80 年代，全国已有 20 万台共 37 万 t 的工业锅炉，年耗煤占当时煤产量的 1/3 达到了 2 亿 t，锅炉的年产量为 60 万 t。80 年代在制订我国工业锅炉各种标准的基础上，研制了带有适宜燃用中值煤的各种燃烧设备的工业锅炉，无论是规模和质量均有所提高。进入 90 年代，工业锅炉又有了较大规模的发展，至 1997 年末，全国工业锅炉已达 50.1 万台、121.2 万 t，年耗煤量 4 亿多吨。

随着锅炉年产量的不断增加，工业锅炉的品种也有扩大。1997 年，工业锅炉已有 8 大类、38 个系列、85 个品种、300 多个规格的产品。其中链条炉仍占有 65% 左右的绝对优势。

现在,全国 548 家 E 级以上工业锅炉厂,年生产能力达 15 万 t,年生产 3~4 万台、8~10 万 t 的工业锅炉,生产能力和生产量均已超过需求量。

我国能源结构以煤为主,1996 年,煤在我国的能源消耗中占 78.2%;我国工业锅炉以燃煤为主。近 10 年来,我国能源生产和消费的实践证明:1992 年里约热内卢大会确定的支持高效能源技术的方针是非常正确的;本世纪末和下个世纪的前 10 年,能源生产面临的挑战将是多方面的,其中提高能源生产率和降低能耗显得尤为重要。为此,应使已经成熟的高效能源技术和节能技术商品化。可见,研究并实施燃煤工业锅炉的节能实用技术是一个十分重要的课题。

第一节 煤炭是我国的主要燃料

在世界和一些主要国家的能源消费构成中,固体燃料(主要指煤炭)占有仅次于液体燃料的重要地位,世界一次能源消费构成中,煤占到 27.2%。自从 70 年代西方出现能源危机后,美国的石油消费下降了 6.1%,其他地区平均减少 3.4%。能源消费大国对煤炭这种固体燃料的兴趣日渐复苏。

在我国,除了 60 年代盲目提倡烧油一阵风之外,工业锅炉一直以煤炭为主要燃料。预计将来燃气、燃油锅炉会有一定的发展,但工业锅炉燃煤为主的状况仍将在我国保持下去。图 1-1 是 1995 年我国一次能源消费构成图。

一、我国煤炭利用的特点

在我国能源消费总量中,煤炭一直占 70%以上。能源消费构成以煤为主、工业锅炉以燃煤为主,这是我国不同于世界上绝大多数国家的特点。煤炭在我国开发利用中有如下

优势和劣势。

1. 煤炭利用史长，但目前加工能力低

600 年前，意大利人马可波罗到过元朝做官，所著《东方述记》中写道：

“中国的燃料不是木头，也不是草，而是一种黑石头。”可见，当时的西方并

不比我国先进；对于国计民生至关重要的煤，尚且一无所知，煤还没有成为其生活和生产的重要资料。

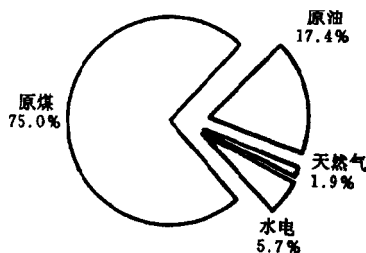


图 1-1 我国一次能源消费量构成图

历史证明，我国比西方发现、使用煤炭起码要早 1500 年。然而，我国对煤炭的加工能力较低，1995 年洗选加工能力仅为产量的 24%，按用户对煤炭的粒度、发热量、挥发分要求等进行加工的部分，也处于量小质低的状况。除了用于炼焦和作为原料的煤炭及特殊工艺需要的品种煤之外，原煤一般不经加工，大部分是把原煤直接供应给用户当作燃料使用。前些年建成了大同矿务局燕子山选煤厂，设计能力 450 万 t，说明我国对煤炭的加工能力已开始提高。

2. 煤炭储量，大，但人均资源量少

我国煤炭地质储量仅次于前苏联和美国，居世界第三位，资源比较丰富，占全球储量的 1/10 以上。1980 年底已探明的煤炭保有储量为 6425 亿 t，现在生产矿和在建矿占用的储量占保有储量的 15%，储量开发程度不高，资源潜力很大。这是中国经济发展和社会稳定的重要物质条件。

然而，我国的人均能源资源量少，仅为世界平均水平的一半略强。

3. 我国的煤炭产量大，总消费量高，人均消费量也较高

建国以来，我国煤炭工业得到了迅速发展，尤其是进入80年代后，其发展速度之快是世界各国所罕见的，表 1-1 为煤炭生产发展状况，表 1-2 为 1996 年世界各国各种能源消费状况。

表 1-1 我国煤炭生产量 发展状况

年 份	原煤产量 (万 t)	倍 数
1949	3243	1
1957	13073	4
1985	85000	26
1989	100000	38
1996	139700	43

表 1-2 1996 年世界各国各种能源消费状况

Mt (百万吨油当量)

国 别	石 油	天 然 气	煤 炭	核 能	水 电
全世界	3312.8	1971.6	2257	621.3	42.7
1996 年/1997 年 增长率 (%)	2.4/1.4	4.6/0.5	2.3/0.9	0.9/0	0.8/—
美 国	833	569	516	183.3	28.8
法 国	91	29	14.7	102.8	6.0
德 国	137.4	75.2	88.9	41.7	1.8
加 拿 大	79.5	66.4	23.1	23.9	30.3
英 国	83.7	76.7	44.9	24.5	0.3
俄罗斯	128	317	119	28.1	13.2
澳大利亚	35.7	17.2	42.9	—	1.4
中 国	172.5	15.9	666	3.7	15.9
中国台湾	35.3	4.0	19.3	9.7	0.8
印 度	78.7	19.5	140.3	2.1	6.0
日 本	269.9	59.5	88.3	76.8	7.4

从上表可见，到本世纪末，我国煤炭年产量和年消费量，都达到了世界第一位。人均能源消费量为世界人均能源消费量的 0.47 倍。

4. 中国能源利用浪费严重，单位产量能耗高，万元产值能耗高，能源利用率低

主要表现在三个方面：

(1) 单位产量能耗高。

生产单位产量的能源消耗量的大小，反映了一个国家或企业的管理水平和设备、工艺的先进程度。

我国单耗比发达国家高得多，见表 1-3。

表 1-3 中、日三项工业产品的单位综合能耗（1995 年）

项目	火力发电供电煤耗	钢铁吨钢可比能耗	乙烯综合能耗
国别	g 标准煤 / (kW · h)	t 标准煤 / t 钢	t 标准煤 / t 乙烯
中国	412	0.98	1.277
日本	329	0.65	0.871
中国/日本	1.25	1.5	1.5

(2) 能源生产率低。

无论是从缓解世界能源供应紧张和不足的状况，还是从减少温室气体排放量的目的出发，都要求降低产品能耗和提高能源生产率。关于这个问题，世界各国的情况相差很大，能耗大的工业设备（如锅炉）必须加以改造，甚至停产，以便使全世界平均能源生产率逐年提高。表 1-4 是世界银行 1996 年 6 月提供的《世界发展报告》中的数据，从表中可见，中国每消费 1kg 能源所产出的美元值仅为世界 133 个国家和地区平均值的 21%。

表 1-4

1996 年世界各国能源生产率 GDPUS \$ /kgoe

国 别	能源生产率	备 注
美 国	3.2	
日 本	9.6	
新加坡	3.6	
中 国	0.7	
俄罗斯	0.6	
世界平均	3.3	133 个国家和地区

(3) 能源利用率低。

人们常用效率这个词来衡量一件事物的活动水平。同理，使用燃料于热工动力设备时，在供给的能量中，有多少被有效地利用要通过效率来表达。它是指某一设备为达到某一特定目的，供给能量的有效利用程度在数量上的表示，它等于有效能量占供给能量的百分数。耗能设备的效率越高，损失就越少，能量利用得就越好。对一个国家来说，能源利用率是衡量这个国家能源利用有效程度的一项综合性指标。

有资料显示，我国能源总利用率只有日本的 58.8%。而工业锅炉的运行效率，至今仍落后于发达国家 10%~15%。工业锅炉燃料以煤为主且大都燃用原煤，动力配煤所占比例很小且配煤质量不高，油、气炉仅占总量的 6%，因此，早在 80 年代，我国就已经明确提出了提高耗能大户燃煤工业锅炉的效率，节省燃料的规划，规划要求全国工业锅炉平均热效率要由 1980 年的 60% 提高到 73% (1990 年) 和 76% (2000 年) 从而可节煤 5867 万 t (1990 年) 和 16490 万 t (至 2000 年)。此项规划由于种种原因没有得到完全实施。

目前正在计划和实施的 GEF 项目，涉及我国工业锅炉行业 25% 的制造厂 (生产规模 2.7 万 t/年) 的产品，实现 GEF 项目将大大改变我国工业锅炉的落后面貌。

二、统筹节能法

在工业锅炉中一度最常见的型号是快装锅炉，以其整装出厂、安装快捷、占地小、启动快及相对于散装炉价格低等特点，得到迅速发展。

在运行中，某厂将一台 KZL4 型锅炉向前延长炉排近 2m，在此预燃室内没有布置受热面，使烟气流程加长，原辐射受热面变成对流受热面，烟火管成为烟气余热受热面。该厂如此改炉的目的是为了使烟囱不冒黑烟。结果是：烟囱不冒黑烟了，但炉子处于正压运行状态，锅炉房内烟气弥漫，既没达到环境保护的目的，又降低了锅炉热效率，使该厂成为超耗户。

工业锅炉的管理工作不能单打一。如果锅炉用户只注意锅炉出力、劳动局只抓安全、能源监测部门只管节能、环保局只强调消烟除尘，一个城市里，锅炉检验所、节能中心、环保监测站各干各的，工作不相往来，对节能事业极为不利。

统筹节能法是节能工作的必由之路。统筹节能法的核心有三点。

1. 统一立法

我国已经颁布《节约能源法》，各市地也相应制定了一些节能管理办法、规定。

世界上大多数国家，包括工业发达国家（美国、日本等）和发展中国家（印度等）的节能工作都有法可依，并都起了很大的作用，值得借鉴。如日本的《合理利用能源法规》（1979年6月22日第49号）和《工厂合理用能的考核标准》（1979年10月27日通产省制定第467号公告、1979年12月26日通产省修订第559号公告），不仅对节能的总的指导思想、机构、指定的管理人员（能源管理士）规定得十分

明确，而且对节能的具体内容作了详尽的说明，并要求严格控制设备、材料、技术指标。

现代科学管理经济的方法之一就是法律手段调整经济关系。节能工作是一项综合庞大的系统工程。因此必须把行政、经济和法律手段有机地结合起来，并逐步过渡到以法律手段为主来领导、组织、管理节能工作。

2. 统一机构或系统

这就是说，由统一的能源管理系统，用运筹学的方法进行能源的充分利用与节约工作。这个系统应为包括劳动局、环保局、能源监测中心在内的统一的机构，并应统筹考虑耗能设备制造和运行中的安全、节能和环保工作。没有它的批准，不合理的耗能设备不能出厂，不准安装、运行，得不到能源供应。这就能防浪费于未然。成批公布已经上市或正在运行的耗能设备为浪费型被淘汰产品的作法是治标而非治本，既不能根绝新的耗能设备的出现，又造成不断更新设备的人力、物力和财力的极大浪费。在锅炉技术改造实践中，各企业对这种状况意见很大：新购入的有劳动部门签章的锅炉，安装运行后不久，就发现热效率低又污染环境，节能环保部门就要求改造。为什么不在锅炉出厂时由劳动安全、节能、环保三方面共同把好关？除锅炉本体外，蒸汽流量计安装不久就停摆、疏水阀几周就坏……，不少锅炉辅机、附件、仪表产品质量低劣，却仍不断充斥市场。

统一的能源管理系统，使分散的各能源管理机构从体制上一体化，便于使各类耗能产品的能耗定额标准化，应当设置专门的改炉技术研究机构，统一领导锅炉改造的技术研究，逐步使耗能设备从设计制造上就更新换代、达到规范化。

这个统一的系统，作为执行节能法的执法部门，采取必

要的行政干预制止浪费，推广节能技术。对制造部门，要限制或制止能耗高、效率低的设备投产和发展；对各耗能企事业单位，要做好节能的基础性工作，搞好企业的能源统计分析和企业能量平衡，耗能设备的监测，逐步完善能源测试计量系统，开展能源技术与管理的标准化工作，以便把节能建立在科学的基础之上。

这个统一的系统，要建立、健全企业能源利用的考核监督制度，把单位综合能耗作为鉴定企业管理好坏的一大指标；要强化经济管理手段，发挥税收、价格、奖惩的作用，使节能与工矿企业的经济活动紧密结合起来。

这个统一的系统，要积极发展和研究节能技术，包括基础研究和应用研究，近斯的和远期的节能计划规划目标及措施，建立节能技术储备、智力储备、使节能工作不是一阵风，而是一浪高过一浪。

统一的能源管理系统，作为节能执法者，全部职责可以概括为两点：一手抓硬件——先进的节能设备、产品的生产和使用；一手抓软件——宏观和微观的节能管理。

3. 统一的节能意识

统筹节能法说到底是一种科学的现代管理意识。颁行节能法、建立能源统筹机制，其最根本目标是形成一个“行行重视节能、人人自觉节能”的局面，使节能成为公民的一种约定俗成的新道德、新风尚。

节能是在国民经济各部门，在生产和生活各个领域，合理有效地利用能源，以最少的能源消耗生产出更多适应社会需要的产品，创造出更多的价值，尽量减少经济增长对能源的依赖程度，从而达到发展生产和改善生活的目的。

不只对我国，就是对全人类来说，节能也是地球面临的

迫切需要解决的问题，联合国会议曾一致认为：能源、粮食、人口、环境是人类面临的四大问题。而世界全部常规能源，百年后也要逐渐枯竭。地球的能源和环境保护的形势告诉我们：为了我们自己的发展，为了人类未来的生存，必须节能。

节能并不意味着降低生产活力和生活水平，它的根本出发点是：技术上可行，经济上合理，采取环境和社会可以接受的措施，以便有效地利用能源资源，提高能源利用率和能源利用的经济效果。日本经济起飞的实践已证明：用低能源消耗增长率可以保证高的生产增长率。

在保证我国经济增长方面，节能起了重要作用，甚至在能源消费减少的情况下，保持了一定的增长速度。这主要是通过采取调整工业结构、加强能源科学管理和进行节能技术改造等措施而取得的。

日本在节能方面卓有成效：1980年与1973年相比，其国民生产总值增加了33.2%，单位产值能耗却下降了22.8%。1980年我国能源消耗水平与日本相当，而日本国民生产总值相当于我国的四倍。

这就不仅是日本统一节能立法、统一节能机制的成果，也是日本各行各业节能意识强烈的成果。例如：日本某公司建成的节能样板楼，冬季排放的脏热空气，要与进入室内的新鲜冷空气进行热交换后才能放走，以节约取暖燃料；百叶窗式窗帘可随阳光照射角度的变化而转动，以利于冬季采光取暖或夏季避光隔热；自来水经过洗澡或厨房洗涮之后的废水、经雨水回收装置处理后的雨水，都用于冲洗厕所，做到“一水分级，重复多用”。

统筹节能法对于节能专职和非专职人员，对于每位公民、各种行业都适用。它时时唤醒你的节能意识，它总在不断提

醒你：这种管理方式，这种运行操作方式，改进工作或工艺的革新建议、设想、方案，是否有利于节能。

第二节 工业锅炉是煤炭消费的主要设备

锅炉是随着工业对蒸汽（动力）的要求而发展起来的。1770年出现了圆筒型锅炉，但受热面太少，产汽量太小。人们为提高产汽量，便从两个方向着手增加受热面。

一个方向是在圆筒内增加烟火管，由一支两支火管变为细管组，燃烧室多在锅筒内，如兰开夏锅炉。

另一个方向是在锅筒外增加水管。水管由少变多、由直变弯，发展成为现代大型弯水管锅炉。如 SHL10型锅炉。

从锅炉的发展过程可以清楚地看出如下规律：锅炉受热面由小到大，传热方式由单纯的传导、对流传热到首先重视辐射受热面，而且配置适当的拱型，保持既有利于锅炉吸收有效的辐射热，又有利于燃烧有适当的水冷度；最后，布置一定比例的对流受热面，并增加尾部附属受热面（如省煤器）以充分利用烟气热量。

吨钢材产汽率和锅炉热效率逐渐提高。但目前我国工业锅炉普遍存在的问题是：有些产品，在鉴定出厂时，其书面原始技术资料记载的热效率、出力等指标都较高，但实际运行中，实际效率与设计鉴定效率差距很大。原因主要是燃烧工况不正常。这里有设备本身问题，也有操作管理问题。就设备本身分析，其出力和效率主要受到两方面因素的制约：一是锅炉结构设计、制造和安装是否先进合理；二是锅炉所燃用煤种是否与原设计煤种相接近。而这两者又是互相关联、互相制约的。所以，重新研究锅炉，尤其是炉膛的设计问题，很

有必要。

一、锅炉的基本构造和工作过程

锅炉是把燃料的化学能转换为蒸汽（或热水）热能的热工设备。锅炉运行的目的，在于安全可靠、经济有效地把燃料的化学能转化为热能，进而将此热能通过金属受热面传递给水，以生产蒸汽或热水，供生产或生活之需。

锅炉由锅和炉子两部分组成。锅炉的工作包括同时进行着的三个过程：燃料的燃烧过程、烟气向水的传热过程 and 水的加热汽化过程。

现在我们以图 1-2 所示的 SHL10-13/350 型锅炉（即双锅筒横置式链条炉）为例，简要地介绍锅炉的基本构造和工作过程。

汽锅的基本构造包括锅筒（对蒸汽锅炉又叫汽包）、管束、水冷壁、集箱、下降管和省煤器等组成的一个封闭汽水系统。炉子是由煤斗、炉膛、煤闸板、链条炉排、分段风室、炉拱、送风装置及除渣装置等组成的燃烧设备。

此外，为了保证锅炉的安全经济运行，蒸汽锅炉还必须装设安全控制附件及辅助设备，如安全阀、水位表、高低水位警报器、压力表、主汽阀、排污阀和逆止阀等。

下面把锅炉运行中三个同时进行的工作过程分述如下。

1. 燃料的燃烧过程

锅炉的炉子设置在汽锅的前下方，此种炉子是供热锅炉中应用较为普遍的一种燃烧设备——链条炉排炉。燃料在加煤斗中借自重下落到炉排面上，炉排借电动机通过变速齿轮箱减速后由链轮来带动，犹如皮带运输机，将燃料带入炉内。燃料一面燃烧，一面向后移动；燃烧需要的空气由风机送入炉排腹中风仓后，向上穿过炉排到达燃料层，进行燃烧反应

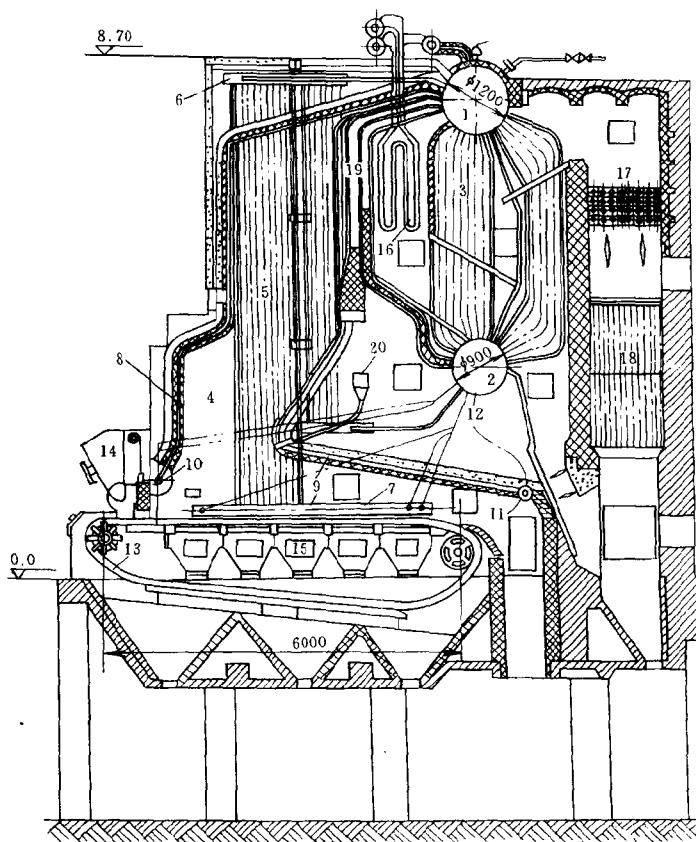


图 1-2 SHL10-13/350 型锅炉

1—上锅筒；2—下锅筒；3—对流管束；4—炉膛；5—侧墙水冷壁；6—侧水冷壁上集箱；7—侧水冷壁下集箱；8—前墙水冷壁；9—后墙水冷壁；10—前水冷壁下集箱；11—后水冷壁下集箱；12—下降管；13—链条炉排；14—加煤斗；15—风仓；16—蒸汽过热器；17—省煤器；18—空气预热器；19—烟囱及防渣管；20—二次风管

形成高温烟气。燃料最后烧尽成灰渣，在炉排末端翻过除渣板（俗称老鹰铁）后排出，整个过程称为燃烧过程。燃烧过程进行得完善与否，是锅炉正常工作的基本条件。要保证良好的燃烧必须要有高温的环境，必需的空气量和空气与燃料的良好混合。当然为了锅炉燃烧的持续进行，还得连续不断地供应燃料、空气和排出烟气、灰渣。为此，就需配备送、引风设备和运煤出渣设备。

2. 烟气向水（汽等工质）的传热过程

由于燃料的燃烧放热，炉内温度很高。工业锅炉炉膛温度一般可达 $900\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ，主燃区火焰应呈橙黄色。在炉膛四周墙壁上，布置有一排（或两排）水管，一般为 $\phi 57\sim\phi 78$ 的 T20（或 T10）碳素钢管，这就是水冷壁。水冷度的概念就是：有效辐射受热面与炉壁面积之比。对工业锅炉而言，水冷度的一般范围是

$$x = \frac{F_{yx}}{F_{lb}} = 0.4 \sim 0.7 \quad (1-1)$$

水冷度是个很重要的概念，它的大小直接影响锅炉的出力、效率，决定了燃烧工况的正常与否。

由于高温烟气与水冷壁进行的换热以辐射换热为主，所以水冷壁也叫辐射受热面。水冷壁吸收烟火辐射热后，将热量传递给管内工质（水）。继而烟气受引风机、烟囱的引力而向炉膛上方流动。烟气出烟窗——炉膛出口处的防渣管后，就冲刷蒸汽过热器——一组垂直放置的蛇形管受热面，使汽锅中产生的饱和蒸汽在其中受烟气加热而成为过热蒸汽，过热器为 $\phi 30\sim\phi 50$ 的碳素钢或合金钢。烟气接着掠过胀接在上、下锅筒间的对流管束，在管束间设置了折烟墙，使烟气呈“S”形曲折地横向冲刷，再次以对流换热方式将热量传递给

管束内的工质。锅炉管束的钢管直径一般为 $\phi 50 \sim \phi 70$ 。沿途降低着温度的烟气最后进入尾部烟道，与省煤器和空气预热器内的工质进行热交换后，以经济的较低烟温排出锅炉。省煤器实际上是给水预热器，它和空气预热器一样，都设置在锅炉尾部（低温）烟道，以降低排烟温度，提高锅炉效率，从而节省了燃料。

3. 水的汽化过程

它也是蒸汽的生产过程，主要包括水循环和汽水分离过程。经过处理的锅炉给水（包括回水）由水泵加压，先流经省煤器而得到预热，然后进入汽锅。

锅炉工作时，汽锅中的工质是处于饱和状态下的汽水混合物。位于烟温较低区段的对流管束因受热较弱，汽水工质的重度较烟温较高区段略大；而位于烟气高温区的水冷壁和对流管束，因受热强烈，相应的工质重度较小；从而重度大的工质则往下流入下锅筒而重度小的向上流入上锅筒，形成了锅水的自然循环。此外，为了满足组织水循环和进行输导分配的需要，一般还设有置于炉墙外的不受热的下降管，借以将工质引入水冷壁下方的下集箱（又叫防焦箱），而通过上集箱上的汽水引出管将汽水混合物导入上锅筒。

借助上锅筒内装设的汽水分离设备和锅筒本身的重力分离作用，汽水混合物得到了分离；蒸汽在上锅筒顶部引出后进入蒸汽过热器，而分离下来的水仍回落到上锅筒下半部的水空间。汽锅中的水循环，也保证了与高温烟气相接触的金属受热面得以冷却而不会被烧坏，这是锅炉能够长期安全可靠运行的必要条件。而汽水混合物的分离设备则是保证蒸汽品质和蒸汽过热器可靠工作的必要设备。

从上述例子可以看出，锅炉的工作过程是由燃烧过程和

传热过程组成的，众多复杂的锅炉部件都是为了完成并强化这两个过程的。按照锅炉的工作过程，可以把锅炉分成两大部分：锅炉本体和燃烧设备。

锅炉本体包括水冷壁、锅筒、锅炉管束、过热器、省煤器、空气预热器等。它们都是各种形式的压力容器受热面，烟气的热能通过这些受热面传递给工质。锅炉本体的一侧处在高温烟气的条件下，因此要求它们的结构和材料要能承受高温并抵抗烟气的腐蚀；锅炉本体的另一侧是工质——水、蒸汽或空气，水和蒸汽在工作时都有相当高的压力，所以锅炉本体的主要部件还要具有一定的承压能力；另外锅炉本体还应具有良好的传热性能。

燃烧设备包括煤斗、煤闸门、链条炉排、风室及炉拱等。它们的作用是将燃料送入燃烧室，提供燃烧所需要的条件，完成燃料的燃烧过程，为锅炉本体输送足够的热量。燃烧设备的形式主要取决于燃料的种类和燃烧方式。工业锅炉的燃烧方式主要是层燃，煤呈层状置于炉排上燃烧。炉排可以是固定的（手烧炉），也可以是机械化移动的，如链条炉排、往复炉排等。燃烧设备要能适用于不同煤种的燃烧，保证燃料的及时着火和燃尽，还应有一定的燃烧强度，能给锅炉提供足够的、可利用的热能。

二、锅炉的分类、规范与型号

（一）锅炉分类

1. 按受热方式分

（1）火管锅炉。水在管子外，烟火在管子内，管子胀或焊在锅筒内的火管锅炉又分为立式和卧式两种形式。立式的典型代表是考克兰炉，卧式的典型代表是 WNL4 型。

（2）水管锅炉。水在管子内，烟火在管子外，管子都在

锅筒外部与锅筒相连接。水管锅炉又分为直水管锅炉和弯水管锅炉。典型代表为 SZL6.5 型和 SHL20 型。

(3) 水管火管混合型锅炉。典型代表是快装锅炉。

2. 按容量分

(1) 大型：60t/h 以上。

(2) 中型：60~10t/h。

(3) 小型：10t/h 以下。

3. 按汽压分

(1) 高压锅炉：65kgf/cm² 以上，即 6.37MPa 以上。

(2) 中压锅炉：25~65kgf/cm²，即 2.45~6.37MPa。

(3) 低压锅炉：25kgf/cm² 以下，即 2.45MPa 以下。

4. 按燃烧方式分

(1) 室燃炉，包括煤粉炉，油炉和旋风炉。

(2) 层燃炉，包括各种炉排的锅炉，如链条炉，往复炉排炉，振动炉排炉，抛煤机活炉排炉，抛煤机链条炉，活动炉排炉，固定炉排炉。

(3) 室燃层燃混合炉，如沸腾炉。

5. 按使用的燃料分

包括煤炉、油炉、气炉（煤气、石油气、天然气）、简易煤气炉、废热锅炉、太阳能及核能炉。

6. 按用途分

包括电站锅炉、专用锅炉（机车、船舶用）及工业锅炉。

(二) 工业锅炉

工业锅炉是指蒸发量不大于 35t/h（或 65t/h）、锅筒额定压力不大于 2.45MPa 的生产、生活用低压锅炉，包括蒸汽锅炉和热水锅炉（GB1921—80、GB753—76）。

蒸发量 D (t/h) 指蒸汽锅炉每小时在一定压力、温度、效