

第一章 锅炉与压力容器 是一种特殊设备

锅炉与压力容器是工业生产中的常用设备，又是比较容易发生灾害性事故的特殊设备。要安全生产，顺利地进行社会主义现代化建设，就必须保证锅炉与压力容器的安全运行。

一、锅炉与压力容器在工业生产中的应用

锅炉与压力容器被广泛地应用在工业生产中。可以说，没有一个行业能够离开这种设备。

锅炉是生产水蒸汽的设备。而蒸汽作为动力常常被用来：带动汽轮发电机组发电；推动蒸汽机驱动机车和轮船；推动汽锤进行锻压等。作为热能，它又常常被用于物料的加热、蒸煮、烘干等工艺过程。所以锅炉广泛地用于电力、交通运输、机械制造、化工、轻工、纺织、冶金、医疗卫生等各部门。

压力的应用同样广泛。压缩空气是一种普遍使用的动力，它被用于：带动风动机械和风动工具进行金属加工、矿山开采、挖掘隧道、铆接桥梁 还被用于喷砂、喷漆、搅拌、输送物料以及控制仪表、自动化装置等。特别是煤矿，用压缩空气就更为普遍。因为风动机械在使用中不会产生火花，可以防止瓦斯爆炸。压缩空气主要来源于空气压缩机，压缩机的一套辅助设备，如冷却器、油水分离器、储气罐等都是压力容器。除了使用压缩空气之外，在工业生产中还经常使用各种有压

力的气体，作为生产的原料或辅助材料。如制造农药要用氯气、金属的焊接和气割需要氧气、氢气等。储存或运输这些气体的容器也是压力容器。

有些工业生产的工艺过程需要在较低的温度下进行，例如食品的冷藏或运输、某些化工产品的制备等，要获得持续的低温，就得采用制冷装置。一套制冷装置通常包括好几个压力容器，如冷凝器、蒸发器、冷冻剂储罐等。有些工业生产的工艺过程则需要在较高的温度下进行，因此常常需要用水蒸汽将物料加热。水蒸汽通常是有一定压力的，用它来对物料加热的设备，无论是间接式，如蒸汽夹套、列管加热器，或是直接式，如蒸煮锅、消毒器等都是压力容器。

石油和化学工业生产中所用的设备，很大一部分是压力容器。因为许多化学反应需要在加压的条件下进行，或者要用提高压力的方法来加速它的进行，以提高设备效率。例如，石油的加氢裂化工艺过程需要在 70~200 个大气压下进行；用氮和氢来制氨，则要在 100~1000 个大气压下实现。近年来，随着石油化学工业的迅速发展，高分子聚合物的生产不断扩大，而大部分聚合反应都需要在较高的压力下进行。例如用乙烯气体聚合成固体的聚乙烯，高压法聚合需要 1000~2500 个大气压。在这些产品的生产过程中，不但反应或聚合需要压力容器，而且参与反应的、有压力的介质往往需要经过精制、加热或冷却等，所以要使用很多的压力容器来实现这些过程。

锅炉与压力容器不仅仅用于工业生产，还用于基本建设、医疗卫生、地质勘探、文教体育等国民经济各部门。我们的日常生活也经常须用锅炉与压力容器。例如取暖、消毒等要用锅炉生产的蒸汽；民用的液化石油气瓶就是一种压力容器。

二、锅炉与压力容器是比较容易发生破坏事故的特殊设备

锅炉与压力容器一方面在工业和其它国民经济部门得到广泛的应用，另一方面比较容易发生事故，而且锅炉与压力容器的爆炸具有较大的破坏性，因此，它的安全问题就特别值得重视。在许多工业国家中，锅炉与压力容器都作为一种特殊设备，由专门机构进行监督。并按特定的规范进行制造和使用。

锅炉与压力容器之所以需要进行监督，一是它的事故率较高，二是事故的破坏性较大。

锅炉与压力容器虽然不象一般转动机器那样容易磨损，也不象高速发动机那样反复变载容易疲劳，但是它们的事故率还是比较高的。英国原子能局及联合部技术委员会为了摸清压力容器的安全可靠，曾组织一个小组，对使用年限在 30 年以内、符合英国标准的 12700 台压力容器进行了一次事故情况的调查，结果在 100300 台·运行年（即容器台数与运行年数的乘积累计）中，记载有 132 次事故，具体情况如表 1-1。

表 1-1 英国调查统计的压力容器事故率

容 器 数	一 般 事 故		重 大 事 故		总 计	
	次 数	事 故 率	次 数	事 故 率	次 数	事 故 率
12700 台 (使用前)	7	5.5×10^{-4}	3	2.3×10^{-4}	10	7.8×10^{-4}
100300 台·运行年 (使用后)	125	12.5×10^{-4}	7	6.7×10^{-4}	132	13.2×10^{-4}

这个统计数字表明，在使用的 10,000 台压力容器中，每年发生的事故要达 13.2 次 其中重大事故 0.7 次。另据报道，英国的原子能容器的事故率更是高得惊人，在 1352 台·运行年中即有 12 次破坏事故，事故率差不多高达 1%。上面所调查的都是一些合乎技术标准的压力容器，如果有粗制滥造的情况，事故率将高到什么程度是可以想象的。

我国的锅炉与压力容器的事故率还缺少正确的统计数字，但从电厂统计的锅炉事故次数来看，估计事故率也是比较高的。应该说，无论是锅炉的设计制造或者运行管理，电厂锅炉一般都比工业锅炉的情况好得多，所以工业锅炉的事故率更高。

为什么锅炉与压力容器的事故率比较高呢？从设备的特性来分析，主要有以下一些原因：

（一）锅炉与压力容器的结构一般都比较简单，但其承压部件的受力情况却是比较复杂的，特别是在开孔附近以及其它一些几何形状发生突变的部位。

（二）锅炉与压力容器的使用条件比较复杂，锅炉直接受火焰加热，温度变化幅度较大，局部地方容易产生过热；压力容器常常承受多种载荷，而且有些还是在高温或深冷的条件下运行。现代的锅炉与压力容器大都是焊接结构，制造过程（特别是焊接）中留下的微小缺陷，在使用中遇到合适的条件（例如温度的变化）就会迅速扩展而突然发生破坏。

（三）与其它设备比较起来，锅炉与压力容器比较容易超载，而且一旦超载会迅速酿成破坏事故。

（四）锅炉与压力容器易受工作介质的腐蚀，使壁厚减薄或材料机械性能发生变化而造成破坏事故，如锅炉的碱脆破裂，压力容器的晶间腐蚀、应力腐蚀等。

锅炉与压力容器之所以作为一种特殊设备，除了因为它们比较易于发生事故以外，更主要的是它们的事故破坏性较大。锅炉与压力容器发生爆炸事故，不但设备被毁坏，而且还常常要破坏周围的设备及建筑物，并造成人身伤亡事故。因为锅炉和压力容器内的介质都是有压力的气体或饱和液体，当锅炉或压力容器破裂时，内部的介质即卸压膨胀，瞬时释放出较大的能量。这些能量可以使整个锅炉或容器，或者是它的碎块以很高的速度飞出，造成人身伤亡。并产生冲击波，在大气中传播，造成更大的破坏。例如 1976 年 4 月，河北省某厂发生高压容器爆炸事故，五个小容器全部炸成碎片飞出，碎片最远飞离 1500 米，一般飞出 400~500 米。从已回收到的碎片的数量和所占容器重量比来估计，碎片数约达千余块。其中有两块碎片分别飞到另外两个车间，将正在工作的两名工人砸死，另一碎片飞出厂外，把一个拾煤渣的青年的腿炸断。爆炸产生的冲击波使在场的工人几乎全被炸死，距离远的也受到击伤，有的肝脏被震伤，有的耳膜被震坏。

锅炉与压力容器爆炸时，除了产生冲击波和碎片造成伤亡外，工作介质的外溢也常常会造成大量伤亡。因为锅炉与一些压力容器里面盛装的是蒸汽和高温水。爆炸时，由于高温水大量蒸发，设备周围立即被热蒸汽所充满，在场的人员会被烫伤甚至死亡。例如 1979 年 3 月，河南省某厂职工浴室的热水箱发生爆炸事故，水箱的一个封头飞出，剩下的筒体和另一个封头向相反方向飞去，打穿两道墙，又将锅炉房的后墙撞了一个大窟窿，跌落在距原地 17 米处。由于该水箱是密封的，内通入压力为 3~4 大气压的水蒸汽，所以水箱内实际是压力为 3~4 大气压的高温饱和水，水箱一爆炸，箱内的部分

水便瞬时蒸发成蒸汽，产生巨大冲击波，把浴室的墙全部冲倒，大梁折断，七间浴室 134 平方米的屋顶全部塌下。同时，整个浴室及其附近全被热蒸汽所笼罩，致使 44 人死亡，37 人重伤。有些压力容器盛装有毒的介质，如液氯、液氨等。这些容器爆炸时，里面的液体也会迅速蒸发，变成有毒的气体，并向四周扩散，造成大量中毒事故。例如 1979 年 9 月，浙江省某电化厂发生氯气瓶爆炸事故，除了产生的冲击波将 400 多平方米的厂房冲倒，并使附近的楼房及 280 多间民房遭到程度不同的破坏以外，约有 10 吨的氯气外溢扩散，附近数公里之内的居民都有程度不同的中毒，共死亡 59 人，中毒住院治疗的 779 人。

有些压力容器的工作介质是可燃的气体或液化气体，这些容器发生爆炸后，里面的可燃介质溢出与大气混合，产生二次爆炸或燃烧等连锁反应，危害就更大。例如 1944 年 10 月，在美国的东俄亥俄州发生了一次液化天然气储罐爆炸火灾事故。开始是一个储罐脆裂，大量气体和液体从罐内喷出，立即着火燃烧，接着引起另一台储罐倒塌和爆炸，造成一片火海。这一次事故死亡 128 人，其它损失达 680 万美元。1964 年 9 月，日本茨木市的一个液化石油气充装站也发生过同样的爆炸着火事故。该站的一辆运油车往一个 10 吨的储罐卸装液化石油气时，因接头漏气而着火，致使储罐受热，罐内压力升高，最后发生储罐爆炸。大量可燃气和油喷出，并迅速着火燃烧，升起一条 40 米高的大火柱，爆炸冲击波把周围建筑物摧毁，500 米以内的门窗全被破坏。我国也发生过类似事故，1979 年 12 月，吉林省某液化石油气储运站，一个容积为 400 米³的液化石油气球形储罐爆炸，引起大火，并导致邻近的另三个储罐和千余个气瓶爆炸，酿成一片火海。

三、各主要工业国的锅炉与压力容器监督机构以及它们所制订的规范

从本世纪初期一些国家发生了几起重大的锅炉与压力容器爆炸事故以后，锅炉与容器的安全问题逐渐引起了人们的注意，许多工业发达国家都先后成立了各种研究机构，从事锅炉与容器的科学研究工作并制订有关技术规范。有些国家还设置专门机构负责锅炉与容器的安全监督工作。例如在苏联十月革命后不久，即成立苏联国家锅炉及起重运输设备监察委员会，包括监察总局以及各地的锅炉监察机关，从事锅炉与容器的安全监察工作，制订技术规范（锅炉监察手册）并监督各部门对规范的执行情况。所有生产用的锅炉与压力容器，在安装投产之前都需要按规定向当地的锅炉监察机关申请登记，并经过技术检验认为合格后方可使用。美国也有专门从事锅炉与压力容器安全监督的官方机构，并颁发了法令性的管理条例。联邦德国也设立有容器的监督及检验的权力机关——技术检验协会。这个机构负责监督有关技术规范的执行情况；有关容器的官方规范则由压力容器委员会制订。日本的锅炉与容器安全监督工作属劳动省管辖，劳动省根据劳动基准法制订有压力容器结构规范等；日本通产省还制订有高压气体管理法规。法国负责压力容器安全监督的权力机关是法国内政部矿业司，该机构除了监督有关技术规范的执行情况外，还负责参与新制容器的技术检验工作。其它如罗马尼亚等国也设立有国家和地方的锅炉与容器安全监察机构，并制订有法令性的技术规范。

我国也很早就成立了锅炉与容器的安全监督专门机构。1958年在劳动部成立了锅炉检查总局，1964年改为劳动

部锅炉监察局，现在是国家劳动总局锅炉压力容器安全监察局。主要负责制订有关锅炉与压力容器的安全监察规程，并监督检查这些规程的执行情况等。

当然，在不同社会制度的国家中，锅炉与压力容器安全监督机构的服务对象与根本目的是不同的。尽管都是安全监督，但在资本主义国家，主要是保护资本家的利益；而在社会主义国家，则是保护劳动人民的安全和健康，保证社会主义建设的顺利进行。

第二章 工业锅炉及其结构

一、锅炉基本知识

锅炉是把燃料的化学能变成热能，再利用热能把水加热成具有一定温度和压力的蒸汽的设备。锅炉也是一种压力容器，只是这种直接受火加热的压力容器在设计结构、材料选用和运行维护等方面都另有一些特殊的要求，所以常常不包括在一般的压力容器的范围内。

顾名思义，锅炉包括两大部分：盛装水、汽的“锅”和进行燃烧加热的“炉”。最原始的锅炉也确实是由一个圆筒形的锅和锅下面烧火用的炉所组成的。后来，随着工业的不断发展，为了提高热效率和蒸汽产量，经过两三个世纪来的一系列改进，锅炉才发展成目前的各种形式，但它基本上还是由锅——锅炉的水、汽受热系统和炉——锅炉的风、煤、烟等加热系统这两个部分构成。

锅炉生产蒸汽的数量用蒸发量——单位时间内产生蒸汽的数量来表示。常用的单位是[吨/时]。锅炉铭牌上标明的蒸发量是锅炉按额定蒸汽参数和给水品质长期运行所能产生的最大蒸发量，叫额定蒸发量。

表示蒸汽工作特性的主要参数是压力和温度。压力的单位是[公斤力/厘米²]（或工程大气压，简称大气压）；温度的单位是[°C]。我们通常用压力表测量压力，压力表上显示的壓力实际上是被测压力与大气压力的差值，所以叫表压力，表压力加上大气压力才是真正作用在被测对象上的压力，叫绝对

压力。用公式表示就是：

$$\begin{aligned} \text{绝对压力} &= \text{表压力} + \text{大气压力} \\ &\approx \text{表压力} + 1。 \end{aligned}$$

通常用来表示蒸汽特性的压力就是表压力。

水被加热到一定温度就要沸腾。水沸腾时的温度叫水的饱和温度。水的饱和温度不是固定不变的，而是随着水面上气压的增大而升高。例如，水在一个大气压下饱和温度接近 100°C 但在高压锅里，水面上蒸汽的压力大于大气压力，水沸腾的温度也就高于 100°C 了。压力为 8 表大气压的水，饱和温度为 174.5°C ；压力升到 13 表大气压，饱和温度就升高到 194°C 。

蒸汽可以分为饱和蒸汽和过热蒸汽。如果蒸汽的温度正好等于它的压力下的饱和温度，这样的蒸汽就是饱和蒸汽。表示饱和蒸汽的特性只用压力就行，因为它的温度是由压力确定的，例如我们讲某锅炉生产 8 表大气压的饱和蒸汽，就是指 8 表大气压、 174.5°C 的蒸汽。

过热蒸汽的温度高于它的压力所对应的饱和温度。例如我们说 8 表大气压的过热蒸汽，就意味着蒸汽的压力为 8 表大气压，温度则高于 174.5°C ，或者为 180°C ，或者为 200°C 等等；因而表示过热蒸汽的特性需要用压力和温度两个参数。

锅炉与一般压力容器的主要区别是受热。受热给锅炉的设计、制造、安装、运行等带来一系列特殊问题。我们不在这里详细讨论这些问题，只介绍一些有关的概念和术语。

1. 受热面及传热

锅炉中用来接受燃料燃烧的热量并把热量传给工质（水、汽）的金属部分叫受热面 如炉胆、火管、烟管、水冷壁、过热

器、省煤器等。受热面的一侧是火焰或烟气在熏烤和冲刷；另一侧是受压的水或蒸汽在吸热和流动，工作条件十分恶劣，最易发生各种缺陷和事故，是安全工作注意的重点。

自然界中热量传递的方式有辐射、对流和热传导（导热）三种，锅炉中的传热也同时存在这三种方式。炉膛中火焰对受热面的主要传热方式是辐射，但也存在着烟气和受热面之间的对流；烟道或烟管中烟气与受热面之间的主要传热方式是对流，但也存在着辐射；受热面吸热后，通过热传导使热量由一侧传到另一侧，然后再通过对流把热量传给水或蒸汽。可以看出，锅炉内的传热过程是个很复杂的过程。

三种不同的传热方式有不同的特点和规律。辐射是依靠电磁波，不通过中间媒介物在两个温度不同、互不接触的物体间传播热量，如太阳把热量传给地球，就是最常见的辐射现象。两个物体之间辐射换热的多少，与两物体的温差及吸收辐射热的能力有关，而吸收辐射热的能力取决于物体的表面粗糙情况等，比如黑色的粗糙表面，吸收太阳辐射热的能力就很强。炉膛中火焰与水冷壁面之间辐射热的多少，取决于炉膛温度、烟气特性和受热面的几何特性等。提高炉膛温度、就可以大大提高辐射换热量。

对流是由于液体或气体各部分发生流动而引起的传热过程，比如搧扇子使人凉快就是最简单的对流传热现象。对流传热的多少和流体的性质、流速大小、流体冲刷方向等有关。比如水的对流换热能力、比汽气大得多，流体流速越高，对流越强；横向冲刷管子比纵向冲刷换热效果好等。当然，对流换热的强弱首先也取决于温差的大小。

热传导是物体内部各部分之间或两物体直接接触使热量从高温部分传到低温部分的现象。如加热铁棒的一端，另一端

也逐渐变热的现象就属于热传导。传导热量的多少主要取决于温差和物体的导热性能。

一般金属的导热性能都比较好，而非金属的导热性能较差。比如水垢的导热能力只有钢材的 $\frac{1}{25} \sim \frac{1}{80}$ ；烟灰的导热能力只有钢材的 $\frac{1}{500} \sim \frac{1}{800}$ 。受热面上积灰或者结垢，就要大大降低受热面的传热能力。积灰或结垢严重时，会明显降低锅炉的经济性。同时，结垢会导致受热面过热鼓包，严重时会导致破坏事故。

从以上情况不难看出，锅炉的传热对锅炉的经济性、安全性都有很大影响。为了保证锅炉传热良好，不但设计时需要周密地考虑，合理设计炉膛和安排布置受热面，而且应该加强运行监督，认真进行水质处理，坚持在运行中吹灰和排污。

2. 蒸发率

单位时间内在单位受热面面积上产生的蒸气数量，称为蒸发率 单位是 公斤 / 米²。蒸发率是设计小型锅炉的重要技术数据 知道了蒸发量和蒸发率 根据炉型、燃料选定) 就可以大致决定蒸发受热面面积。

3. 热效率

锅炉中有效利用的热量 (即水汽吸收的热量) 与燃料带入锅炉热量的比值，称为锅炉热效率，常以符号 η 表示。热效率是反映锅炉经济性的一个综合性指标，其大小既和锅炉的燃烧好坏有关，也和锅炉的传热好坏有关，也与锅炉结构有关。

燃料带入锅炉的热量除了被水汽吸收的有效部分以外，其余部分都被损失掉了。锅炉的热损失主要包括下列几项：

(1 排烟损失；锅炉排出的烟气，一般温度都比较高。

工业锅炉的排烟温度约为 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$; 电站锅炉的排烟温度在 $120\sim 180^{\circ}\text{C}$ 之间。烟气带走的热量是主要的一项热损失。

(2) 气体不完全燃烧损失：锅炉在燃烧中，由于空气量调节不好、供气不足或气体与燃料混合不好、炉内温度水平不高或炉膛容积不够、烟气在炉膛停留时间太短等原因，使部分可燃气体（主要是 CO）未在炉内燃烧就随烟气排出，这样造成的损失叫气体不完全燃烧损失。层燃炉的这部分损失约为 $1\sim 2\%$ 。

(3) 固体不完全燃烧损失：指随灰渣或飞灰漏出或跑掉的未燃烧的煤块、煤粒所造成的损失。燃煤的工业锅炉这项损失也很大，约为 10% 左右。

(4) 散热损失：锅炉炉墙向周围散热所造成的损失，这部分损失较小，一般工业锅炉为 $1\sim 3.5\%$ 。

(5) 灰渣热损失：即随灰渣排出的一部分热量，一般较小。但对燃用多灰份的劣质煤的锅炉，这项损失也很大。

锅炉的热效率也就是燃料带进锅炉的热量去掉上述各项损失的部分。老式工业锅炉的热效率只有 $40\sim 50\%$ ，近年出现的新型工业锅炉热效率可达 $70\sim 80\%$ 。

4. 水循环

水和其它物质一样，受热后体积增大，重度减小；水变成蒸汽时重度将减小许多倍。在锅炉的蒸发受热面中，由于水受热汽化，变轻了的汽水混合物不断向上运动，而别处较冷较重的水不断流到下边，这样往复运动的现象叫水循环。由于它是依靠冷热水重度差及汽水重度差来维持的循环，所以叫自然循环，以区别于依靠水泵压头维持的强制循环。小型锅炉绝大部分是自然循环锅炉。

水管锅炉中的自然循环在循环回路中进行。循环回路包括上升管、下降管及上下锅筒（包括联箱）。水管锅炉的主要蒸发受热面是水冷壁和对流管束。在对流管束中，有些管子在烟气的高温区，受热较强；有些管子在烟气的低温区，受热较弱。受热强的管子中产生蒸汽较多，汽水混合物重度较小，自然向上流动，起“上升管”的作用；受热弱的管子中的水则向下流动，起“下降管”的作用。水冷壁全部是上升管。通常在炉膛外、在连接水冷壁的锅筒和联箱之间装设不受热的下降管。由于水冷壁中是受热的汽水混合物，下降管中是不受热的水，二者有一定重度差，加上结构上的其它条件，受热的水就可以循环流动起来。

水循环的动力是下降管与上升管之间的压力差。即下降管、上升管中工质的重度差与回路高度的乘积。由于下降管与上升管是连通管路，其相连接处的压力相等，所以这个压力差仅用来克服回路中的阻力。因而，影响水循环的因素是：

(1) 锅炉工作压力：压力越低，汽、水重度差越大；压力越高，汽、水重度差越小；接近临界压力（224 公斤力/厘米²）时，汽水重度差就趋近于零，自然循环就难于实现。而对低压锅炉，只要结构上没有对水循环非常不利的因素，自然循环一般都能顺利进行。

(2) 循环回路高度：回路越高，下降管与上升管内工质的压力差就越大，循环动力也越大；相反，如果回路短矮，或回路管道倾斜布置而与水平面夹角太小，都会使循环动力大大降低。

(3) 上升管受热情况与下降管绝热情况：一般说来，如果上升管受热较强或受热长度较长，下降管绝热较好，二者之间工质的重度差较大，循环情况就会好些；如果上升管受热很

弱，而下降管绝热不好甚至直接受热，或者下降管从锅筒中带了汽，这样下降管与上升管中工质的重度差变小甚至变为负值（即下降管中工质重度反而小于某些上升管中工质重度），这时就会出现水循环障碍。

(4) 循环回路阻力：循环动力是用来克服回路阻力的，如果回路阻力过大，如下降管截面过小、汽水引出管截面过小、管道过长、弯头过多等造成回路阻力过大，则循环流动的速度就会大大降低，加上受热不好等其它因素，就可能形成循环障碍。

水循环常见的障碍事故是停滞、倒流、汽水分层。

停滞和倒流出现于受热不均匀的上升管管排中，这时，个别受热弱的管子中汽水混合物的重度较大，使得下降管与这些受热弱的上升管内工质的压差为零或为负值。前一种情况形成停滞——汽水混合物停止不流动；后一种情况形成倒流——上升管中的工质反而向下流动。实践证明，停滞会造成受热面过热、鼓包、管子胀粗甚至爆管事故；倒流造成的危害反而小些，甚至长期倒流的管子仍能安全运行。

汽水分层发生在水平的或微倾斜的蒸发受热面中。当汽水混物流速较小时，蒸汽在上部水在下部分层流动。这种现象会导致受热面过热烧坏或者疲劳破坏，有时在汽水分界处产生腐蚀破坏。

可靠的水循环是锅炉正常工作的基本条件之一，是锅炉安全监督的一个重要内容，在锅炉设计或运行中都必须充分注意这个问题。

5. 热胀冷缩

热胀冷缩是自然界各种物质的重要特性之一。金属的热胀冷缩则比其它物质更为显著。由于锅炉是在高温条件下工

作 锅炉部件又大都是钢制的 所以在设计、制造、安装、运行时，都必须对这个问题有足够注意。要避免受热部件的刚性联结，预先在冷态时为受热部件留出膨胀位置，加热时注意不要加热过快，以免造成膨胀不均并造成附加应力。如锅炉锅筒支座一般是一端固定，一端活动，使锅筒可以自由伸缩；火管锅炉炉胆一般作成波浪形或装有胀缩节头，也是为了保证炉胆受热自由伸缩等等。

上述几个问题，在锅炉专业书中有详细介绍。

锅炉的种类各式各样，分类的方法也很多。按用途可分为电站锅炉、工业锅炉、船舶锅炉；按容量分可分为大型锅炉、中型锅炉、小型锅炉；按压力等级分可分为超临界压力锅炉（压力大于 224 公斤力/厘米²）、亚临界压力锅炉（压力小于 224 公斤力/厘米²）、超高压锅炉（压力为 $140\sim 170$ 公斤力/厘米²）、高压锅炉（压力为 100 公斤力/厘米²）、中压锅炉（压力为 39 公斤力/厘米² 或 25 公斤力/厘米²）、低压锅炉（压力小于 25 公斤力/厘米²）按燃料分可分为燃煤炉、燃油炉、燃气炉、余热锅炉、原子能锅炉等 按燃烧方式分可分为室燃炉、层燃炉、沸腾炉；按水循环方式分可分为自然循环锅炉、强制循环锅炉、直流锅炉等。

电站锅炉一般是容量较大（ 65 吨/时以上）压力较高（中压以上）结构复杂、大多采用室燃（空间燃烧）的锅炉，又可以分为许多种，我们不在这里介绍。

工业锅炉一般指容量小于 65 吨/时各种压力的锅炉和压力等于或小于 25 表大气压各种容量的锅炉，以及特殊用途的锅炉等。主要用于工业生产用汽、采暖、生活等方面。

为了使工业锅炉的规格统一起来，作到系列化和通用化，我国已制订出工业锅炉规范的国家标准，见表 2-1。

表 2-1 工业锅炉参数系列 (GB1921-80)

额定出力 [吨/时]	额定出口蒸汽压力 [表大气压]								
	4	7	10	13	16	25			
	额定出口蒸汽温度 [°C]								
	饱和	饱和	饱和	饱和	350	饱和	350	饱和	400
0.1	△								
0.2	△								
0.5	△	△							
1	△	△	△						
2	△	△	△	△		△			
4		△	△	△		△		△	
6		△	△	△	△	△	△	△	△
10		△	△	△	△	△	△	△	△
15			△	△		△	△	△	△
20			△	△	△	△	△	△	△
35				△		△	△	△	△
65				△		△			

注：对 GB753-65 国标中 5 和 8 表大气压和 6.5 吨 / 时容量的原有产品暂予保留。

工业锅炉的型式很多，每一种型式和规格的锅炉都有一个产品型号。依据我国的编号办法（见 JB1626-75《工业锅炉产品型号编制办法》），产品型号由三部分组成，形如

△△××-××/×××-△×。其中第一部分前面是三个汉语拼音字母，前两个字母表示锅炉本体型式，第三个字母表示燃烧方式 后面是阿拉伯数字 表示蒸发量 [吨 / 时]，第二