

章节 3.1

绪论

绪论

《蒸汽和冷凝水系统》的锅炉房部分将着重于锅炉房的设计和锅炉房内的设备，以及在锅炉房内的应用。

一个设计、操作和维护良好的锅炉房是高效蒸汽设备的核心。但是，要实现这一点却有很多障碍。有时锅炉房和锅炉房内必须的设施有时被认为是繁琐的，甚至在今天的能源意识环境下，准确的蒸汽流量测量和成本对不同用户的适当分配并不被普遍认同。这就意味着在锅炉房提高效率和节约成本对最终用户来说很难证明是有效的。

在很多情况下，管理锅炉房和提供蒸汽是工程经理的职责，因此任何效率方面的问题也认为是他的责任。

务必记住蒸汽锅炉是压力容器，容纳着滚烫的热水和超过100°C的蒸汽，而且它的设计和操作要符合一些复杂的标准和规定。

□ 这些标准包括：

场所要求 – 例如，英国，澳大利亚和新西兰都有各自的标准。

□ 标准之间的差异好像很小但有时却相当重要。

不断改变 – 例如，工艺正在快速改变，以及相关的立法机关要求的设备性能的改进和操作标准的频繁调整，导致了锅炉设备的安全装置的增加。

□ 环境因素 – 很多国家强调日益严密的控制系统，包括散热标准和设备的总效率。忽视这些（和未采用控制装置）的使用者将面临高额罚款的风险。

□ 成本因素 – 燃料成本持续上涨，企业经常审查蒸汽生产成本和能源浪费管理。

鉴于上述原因，用户必须确认国家，当地和当前的法律。

本部分的目的是为锅炉房的设计者、操作人员和维护者提供一个认识以及锅炉和相关设备发展要求考虑的事项。

现代蒸汽锅炉有各种容量以适合从大到小的应用。通常，当要求多台锅炉满足需求时，集中供热锅炉房是经济可行的，因为与分散的锅炉房相比安装和运行成本都显著降低。

□ 例如，集中供热比使用分散的小锅炉有如下优势：

□ 更多的燃料和税率选择。

□ 集中锅炉房常常使用同样的锅炉，减少了备件、库存和成本。

□ 容易进行热量回收而且回报良好。

□ 减少人力监控用于其它职责。

□ 锅炉设备经济选型，适合变化的负荷。

□ 废气排放更容易监控。

安全和效率协议更易于监控。

锅炉燃料

三种常用的燃料用于蒸汽锅炉 — 煤、油和燃气。还有工业和商业废料也用于特定的锅炉，以及电用于电锅炉。

煤

煤是最普通的固体燃料家族，含碳量很高。这一家族有多种型号的煤，每一种与煤的构成成分和碳的含量有关。这些煤包括：

□ 泥煤。

□ 褐煤。

□ 烟煤。

□ 半烟煤。

□ 无烟煤。

烟煤和无烟煤往往用于锅炉燃料。

在英国，使用块煤的锅壳锅炉日益减少。原因如下：

- 可用性和成本 – 很多煤层消耗殆尽，英国生产的煤比以前更少，而且这种减少还将继续。
- 对变化负荷的反应速度 – 使用块煤，将在以下各阶段产生很大的时间滞后：
 - 加热负荷的需求。
 - 加煤进入锅炉。
 - 煤的点火。
 - 产生蒸汽满足负荷要求。

为了克服这个时间延迟，设计的燃煤锅炉要求容纳更多的饱和水，提供能量储备以对付这个时间延迟。这就意味着锅炉要更大，并因此带来更贵的购买成本和占据了宝贵的产品生产空间。

灰 – 煤燃烧产生灰尘。

灰很难除去，通常需要人力介入并且在除灰时减少蒸发量。

灰必须处理，这本身将产生成本。

加煤设备 – 各种加煤装置一般都需要大量的维护工作。

排放 – 煤平均含有1.5%的硫(S)，根据不同的煤矿含硫量可能高达3%。

在燃烧过程中：

硫与空气中的氧气(O₂)结合形成 SO₂ 或 SO₃。

燃料中的氢(H)与氧(O₂)结合形成水(H₂O)。

燃烧过程结束后，SO₃与水(H₂O)结合产生硫酸(H₂SO₄)，如果正确的烟道温度不能维持将在烟道里凝结引起腐蚀。或者与烟气一起排入大气。这些硫酸与雨水一起返回地面，将造成：

- 损坏建筑结构。
- 对植物产生危害。

煤产生的灰很轻，一部分不可避免的被排气带到烟道并作为烟尘排入大气。尽管如此，在发电厂煤仍然作为大型水管锅炉的燃料。由于这些电站的规模很大，研发上面提及问题的解决方案变得经济，而且还有政府的压力要求使用国内生产的燃料，保证电力供应的国家安全。

电站使用的燃煤被磨成很细的粉末，一般被称为‘煤粉’，通常缩写为“pf”。

- pf的小尺寸颗粒意味着大大增加了相对于其体积的表面积，使燃烧非常迅速，克服了使用块煤时的反应速度问题。
- pf的小尺寸颗粒意味着易于流动，几乎像液体一样，可通过燃烧器进入炉膛，取消了燃用块煤时的加煤机。
- 为了加强锅炉的灵活性和调节比，可能有30个pf燃烧器布置在炉墙和炉顶，每一个都可以独立控制以增加或减少炉膛内特定区域的加热量。例如，控制过热器出口的温度。

考虑到排放到大气的气体质量：

- 锅炉烟气将直接通过一台电子除尘器，充电的金属板吸附灰尘和其它离子，从烟气中去除它们。
- 在烟气清洗器内去除硫。
- 最终排放到大气的是高质量的气体。

燃烧1kg煤可产生将近8kg蒸汽。

油

锅炉用燃油是用石油经过蒸馏生产出较轻的油如汽油、石蜡、煤油和柴油后的残渣产生的。有不同等级的燃油，每一种适合于不同的锅炉，如：

- D级 – 柴油或汽油。
- E级 – 轻质燃料油。
- F级 – 中等燃料油。
- G级 – 重油。

在英国从1950年起油取代煤成为锅炉燃料的首选。这主要归于那时的政府燃料和电站部门对改进锅炉设备的研究。

燃油比燃煤的优势包括：

- 满足蒸汽负荷需求的反应时间短。

- 这就意味着在锅炉内可储存较少的能量。锅炉因此可以更小，对环境散热少，随之效率提高。
 - 小锅炉尺寸意味着占用生产空间少。
 - 取消了机械加煤装置，减少了维修工作量。
 - 燃油仅含有微量的灰，事实上取消了灰处理的问题。
 - 没有煤的接收、储存和处理所碰到的困难。
- 1L油近似产生15kg蒸汽。

燃气

燃气作为锅炉燃料容易燃烧，需要很少的过剩空气。燃气有两种：

- 天然气 - 它是在地下天然产生。它在自然状态下使用（除非要去除杂质），含有很高比例的甲烷。
- 液化石油气 (LPG) - 这是从石油精练中产生的气体，然后在压力下以液态形式储存。LPG最常见的形式是丙烷和丁烷。

在1960年后期天然气的可用性（如来自北海的天然气）导致锅炉的进一步发展。

燃气比燃油的优势包括：

- 燃料储存不是问题，气体通过管道直接进入锅炉房。
- 天然气仅含有微量的硫，意味着烟气中硫的含量几乎是零。

对一台10 bar g，总运行效率为80%的锅炉，1个热当量的燃气（相当于105.5 MJ）可生产将近42kg的蒸汽。

废料作为主要燃料

有两方面：

- 废料 - 这里，废料燃烧产生热量用于生产蒸汽。目的是安全彻底的处理有害物质，医院就是一个很好的例子：
 - 在这些情况下，废料的完全彻底燃烧比较困难，要求复杂的燃烧器，控制空气比率和监控排放，特别是微粒物质。这种处理的成本高，使用其热量生产蒸汽仅能减少部分成本。尽管如此，这个方案总的经济性，考虑到用其它方法处理废料的成本，仍然是吸引人的。
 - 使用废料作燃料包括经济的利用制程废料的可燃性。例如造纸厂从木头上剥离的树皮，糖厂的甘蔗渣，有时甚至是养鸡厂的干草。

燃烧过程将相当复杂，但废料处理成本的总经济性和产生蒸汽用于现场其它应用使该方案非常有吸引力。

- 废热 - 是指来自制程的热气体，如熔炼炉，直接进入锅炉目的是改进工厂效率。这种形式的系统根据工厂内蒸汽需求的不同，复杂程度也不同。如果制程没有蒸汽需求，可加热蒸汽到过热然后用于发电。这种技术越来越普遍的用于热电厂 (CHP)：
 - 燃气轮机驱动交流发电机发电。
 - 高温 (通常500°C) 气轮机乏气进入锅炉，产生饱和蒸汽用于设备。

这种形式的工厂有很高的效率。其它优势包括现场供电安全，或以补贴的价格将电销售到国家电网。

使用那种燃料？

燃料的选择非常重要，因为这对锅炉设备的成本和机动性有重要的影响，需要考虑的因素包括：

- 燃料成本 - 为了便于比较，燃料成本表示为元/kg蒸汽。
- 燃烧设备成本 - 适用于所选燃料的燃烧器和相关设备的成本，以及必须遵守的排放标准。

供应的安全

如果不能为工厂提供蒸汽的后果是什么？例如，如果接受不稳定的供应，可获得优惠价格的燃气。这就意味着燃气公司在燃料过剩时才供应燃料。但是，当燃料的需求接近供应的极限，或许由于季节变化的原因，供应就可能中断。

另一种选择是，锅炉用户可选择指定双燃料燃烧器，当燃气价格低时使用燃气，燃气供应中断时可方

便的转而使用燃油。两用燃烧器明显是设备投资更贵的选项，并且很可能不能或很少获得燃气供应。尽管如此，设备由于停供蒸汽而停机的成本通常比这些额外成本高很多。

燃料储存

当使用主燃气干线时这不是问题，除非使用双燃料系统。但如果使用瓶装气，轻油、重油和固体燃料时这个问题就突出了。

问题包括：

- 储存多少，在哪里。
- 如何安全储存易燃材料。
- 将重油保持在合适的温度的成本是多少？
- 如何准确测量燃油消耗。
- 储存损耗余量。

锅炉设计

在设计锅炉时锅炉制造厂必须知道用那种燃料。因为不同的燃料产生不同的火焰温度和燃烧特性。

例如：

- 油燃烧的火焰明亮，大部分热量在炉膛里通过辐射传热。
- 气体燃烧产生透明蓝色火焰，炉膛内辐射传热量较少。

在设计仅用燃油的锅炉，改用燃气将导致更高温度的烟气进入火管的第一回程，引起额外的热应力，并导致锅炉过早的损害。

锅炉形式

锅炉的目的是：

- 尽可能的高效释放燃料中的热量。
- 将释放的热量传递给水，尽可能高效的产生蒸汽。
- 将蒸汽从水中分离准备送到设备，尽可能高效的将能量传递给制程。

不同的锅炉形式适用于不同的蒸汽应用。

