



天津翔悦密封材料有限公司

弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司

温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

影响锅炉热效率的一项重要指标

铁煤集团水暖厂 郭润

锅炉的热效率是指锅炉有效利用热量占输入锅炉热量的百分比。燃料的发热值是指燃料完全燃烧时放出的热量。在锅炉运行中，燃料不可能完全燃烧，其可燃成分未燃烧所折合成的热损失称之为锅炉不完全燃烧热损失；另外，燃料放出的热量也不可能完全被有效利用，有的热量被排烟、灰渣带走或透过炉墙散失了。所以，锅炉运行时存在着种种热损失。一般，损失的绝对量用 Q_i 表示，相对量用 q_i 表示。这些热损失的大小决定了锅炉的热效率。锅炉的热效率是通过锅炉的热平衡确定的。所谓热平衡，是指输入锅炉的热量 Q_r 与锅炉有效利用热 Q_1 及各项热损失 $Q_2 \sim Q_6$ 之间的数量平衡关系。

确定锅炉热效率有正、反平衡两种方法，按反平衡法锅炉热效率可表示为

$$\eta = 1 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6)$$

损失的热量越多，则锅炉的热效率越低。而过量空气系数对 q_2 、 q_3 、 q_4 有决定性的影响，直接影响着炉内燃烧的好坏以及热量损失的大小，这就意味着直接影响锅炉热效率。

在锅炉运行时，当1kg燃料完全燃烧（即在烟气中没有可燃气体存在），而又没有剩余氧存在，此时燃料所需的空气量称为理论空气量，用符号表示。在锅炉运行时，受实际锅炉燃烧技术条件的限制，不能做到空气与燃料理想的混合。比理论空气量多出的这部分空气称为过量空气（ $V_k - V_k^0$ ），而实际供给的空气量与理论空气量的比值 a 称为过量空气系数：

$$a = \frac{V_k}{V_k^0}$$

炉中的过量空气系数 a 是指炉膛出处的 $a_{L''}$ ，它的量值与燃料种类、燃烧方式以及燃烧设备结构的完善程度有关。供热锅炉常用的层燃炉 $a_{L''}$ 一般在1.3~1.6之间。

过量空气系数对排烟热损失 q_2 的影响：影响排烟热损失 q_2 的主要因素是排烟温度和排烟容积。排烟过量空气系数 apy 对排烟热损失有决定性的影响。 apy 越大，燃烧产生的烟气量就越大，因而 q_2 损失得越大。中小型热水锅炉的排烟温度一般高达200℃~250℃，空气过量系数也都远远超过最佳值。因此排烟热损失 q_2 可达20%左右，成为锅炉各项热损失中最大的一项。 apy 的大小，主要由炉膛出口空气过量系数 $a_{L''}$ 决定。过小的 $a_{L''}$ 会使燃烧缺乏足够空气量而导致气体不完全燃烧热损失 q_3 和固体不完全燃烧热损失 q_4 增加；但 $a_{L''}$ 太大，则使大量的空气白白带着可回收燃料放出的热量从烟囱排走，使 q_2 升高，降低锅炉热效率。

过量空气系数 a 对空气不完全燃烧热损失 q_3 的影响：如果过量空气系数 $a_{L''}$ 取得过小，可燃气

体因得不到充分的氧气，使碳与氧结合的能力降低，使燃烧过程减弱，因而使可燃气体不能完全燃烧。所以使气体不完全燃烧热损失 q_3 增大，从而降低锅炉热效率，如果 $a_{L''}$ 取得过大，冷空气会吸收由于燃料燃烧或高温炉渣向后烘反射的热量，从而使炉膛温度降低，同时降低了燃料燃烧的物理化学性质，减弱了碳与氧结合的能力。如果没有足够高的炉膛温度，煤就不能迅速而完全燃烧。致使气体中的一部分可燃气体（一氧化碳、氧气、甲烷）没有燃尽，也就没有放出应用的热量就被排出炉外。同时由于 $a_{L''}$ 过大，气流速度会增加，使可燃气体在炉中停留在时间缩短，同样不能使煤迅速而完全燃烧，因此，造成气体不完全燃烧热损失 q_3 增大，使锅炉热效率降低。

过量空气系数对固体不完全燃烧热损失 q_4 的影响：如果过量空气系数（炉膛出口处的 $a_{L''}$ ）太低，会增加来参加燃烧或未燃尽碳粉与灰渣一同落入灰斗，所造成的飞灰损失 Q_{fh} ，一般炉渣里含碳量增加2.5%，可浪费煤1%左右，从而降低锅炉热效率。而随 $a_{L''}$ 稍增，则 q_4 会有所降低。但 $a_{L''}$ 取得过大时，气流速度增加，这样会带出一些没有燃尽的煤粒，使煤在炉膛中停留的时间缩短，降低燃煤利用率。因为要使煤迅速而完全燃烧除了具备：(1)供给充足的空气；(2)有足够高的炉膛温度；(3)可燃物与空气有良好的接触外，还必须有充分的燃烧时间，否则燃煤就不能迅速完全燃烧，增加固体不完全燃烧热损失，降低锅炉热效率。对于层燃炉，固体不完全燃烧热损失约为5%~15%。最佳的炉膛过量空气系数应当使 $(q_2+q_3+q_4)$ 的值为最小。

apy 的大小还与炉膛后沿烟气行程各处烟道的漏风有关。因为漏风点的烟气温度降低使其各受热面的传热量减少，这会使排烟温度和排烟容积增加，进而使排烟热损失 q_2 越大，从而降低锅炉热效率。一般排烟温度每升高12%~15%，排烟热损失 q_2 将提高1%。对于一般的层燃炉，大量的漏风往往来自出灰口或出渣口。由于有些锅炉房出渣口设置在室外，施工时如果忽略了过量空气系数对锅炉热效率的影响，使除渣机与墙壁之间留有很大的空隙，或者除渣机虽然有水封存在，但水封的位置不能完全到位，都会造成大量冷空气通过除渣机进入炉膛。这便使空气过量系数加大，这部分冷空气进入炉膛参与烟气的回程，冲刷尾部对流管束，减弱热水与气热交换的能力，降低炉膛温度，破坏正常燃烧，又增加了气体不完全燃烧热损失，固体不完全燃烧热损失及排烟热损失，同时又增加了电耗，降低了锅炉热效率。在不能完全控制冷空气从除渣机进入的情况下，可以考虑在除渣机上部及老鹰铁下部的空间合适的位置设置暖气及热水循环管等散热装置来提高冷空气的温度，以免降低炉膛温度，提高锅炉的热效率。

过量空气系数直接影响着炉内燃烧的好坏以及热损失的大小。因此，常常需要根据烟气分析结果求出过量空气系数。排烟过量空气过量系数，可以从烟气分析结果，根据 CO_2 和 O_2 的含量计算出来。炉膛出口过量空气系数由排烟空气过量系数与烟道漏风系数之差确定。过量空气系数的计算公式如下：

完全燃烧时：

$$A = \frac{1}{1 - 3.76 \times \frac{O_2}{100 - (RO_2 + O_2)}}$$

不完全燃烧时：

$$A = \frac{1}{1 - 3.76 \times \frac{O_2 - 0.5CO}{100 - (RO_2 + O_2 + CO)}}$$

在锅炉实际运行时CO含量一般都不高，可视其不完全燃烧。而干烟气中含碳量接近79%，即N₂=79%故a的近似计算如下：

$$A = \frac{1}{1 - \frac{79}{21} \cdot \frac{O_2}{N_2}} = \frac{21}{21 - O_2} = \frac{\frac{21}{1+B}}{21 - O_2} = \frac{RO_{2\max}}{RO_2}$$

式中RO_{2 max}表示烟气中三原子气体空间的最大值。 B—燃烧特性系数

因此可以及时进行监督和调节，减少热损失，提高锅炉的热效率。

文章作者： 郭润

发表时间： 2003-08-01 16:41:01

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)