

氧气燃料燃烧及其在再加热炉中的应用

富氧燃烧及其在再热炉中的应用

钢铁再加热是一个能源密集型的過程，需要在再加热炉内实现均匀的温度分布。历史上，换热器被用来预热燃烧空气，从而节约能源。最近的创新包括富氧（O₂）和使用再生式燃烧器，它提供比换热器更高的预热空气温度。这些工艺都有局限性，如设备老化，随着时间的推移能源效率下降，维护成本高，以及随着空气预热温度的提高，氮氧化物排放增加，除非使用特殊设备。

燃烧的启动和维持有三样东西是必要的。它们是燃料、氧气和用于点火的足够能量。如果燃料和氧气能够不受任何限制地相遇和反应，那么燃烧过程的效率是最高的。但在供热实践中，除了有效的燃烧，热量的传递也是实际考虑的问题。

用于燃烧的普通空气除了氧气之外，还含有氮气（N₂）和氩气（Ar）。在空气-燃料燃烧器中，燃烧器的火焰含有来自燃烧空气的氮气。大量的燃料能量被用来加热这些氮气。热的氮气通过烟囱离开，造成能量损失。因此，空气不能为燃烧和传热提供最佳条件。氮气吸收的热量要么被浪费掉，要么被回收以达到节能的目的。目前，在再热炉中最好的空气-燃料加热系统，每吨钢至少需要 310 兆卡，以达到轧制钢铁产品的适当温度。

从历史上看，全氧燃烧的主要用途是焊接和切割金属，特别是钢铁，因为全氧燃烧允许更高的火焰温度，而不是用空气燃料火焰可以实现的。引入创新的全氧燃烧器技术（使用 100% 的氧气）用于钢的再加热是一个非常新的现象。全氧燃烧的概念是由亚伯拉罕在 1982 年提出的，目的是提供富含二氧化碳（CO₂）的烟气。由于其潜在的好处，阿贡国家实验室（ANL）进行了一些研究活动，包括技术经济研究和试点规模研究的主题。

全氧燃料是指用工业级氧气完全取代空气作为燃烧的氧化剂来源的做法。工业级氧气被定义为液态氧供应汽化为气体或现场生成的氧气。液体氧气供应的纯度通常超过 99.99%，而现场生成的氧气纯度通常在 90%至 93%之间。使用现场产生的氧气的优点是成本较低，因为产品不需要液化或运输，并且在较低的压力下输送，以尽量减少电力消耗。在有炼钢空气分离厂的综合钢铁厂，高纯度的氧气（99.99%）可以通过管道从空气分离厂供应。

当使用工业级氧气避免了氮气时，就像在全氧燃烧的情况下，不仅燃烧本身更有效，而且热传导也更有效。全氧燃烧以多种方式影响着燃烧过程。第一个明显的结果是由于废气量的减少而提高了热效率，这是一个基本的结果，对所有类型的纯氧燃料燃烧器都有效。此外，高辐射的燃烧产物--二氧化碳和水的浓度在炉内大气中也会增加。对于加热操作来说，这两个因素导致了更高的加热率，节省了燃料，降低了二氧化碳和氮氧化物的排放，如果燃料含有硫磺，则降低了硫氧化物的排放。图 1 显示了氧气-燃料和空气-燃料的燃烧过程。

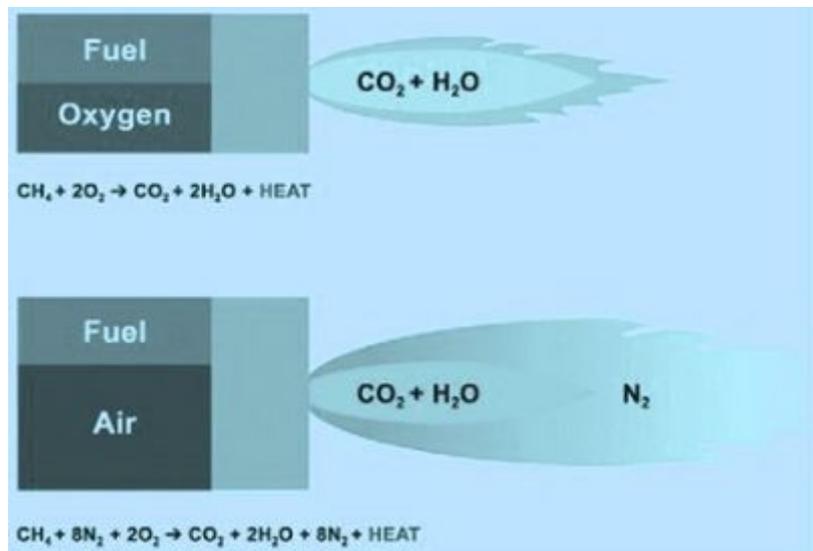


图 1 全氧燃料和空气-燃料的燃烧过程

人们发现氧燃料燃烧在许多方面与空气燃烧不同，包括火焰温度降低和火焰点火延迟。全氧燃料燃烧的许多影响可以用 CO₂ 和 N₂ 之间的气体特性差异来解释，这两

种气体分别是全氧燃料和空气中的主要稀释气体。二氧化碳具有与 N₂ 不同的特性，这影响了热传导和燃烧反应动力学。这些差异将在下文中说明。

密度 - CO₂ 的分子量为 44，而 N₂ 的分子量为 28，因此在全氧燃料燃烧中，烟气的密度更高。

热容量--二氧化碳的热容量比 N₂ 高。

扩散性--二氧化碳的氧气扩散率是 N₂ 的 0.8 倍。

炉内气体的辐射特性：-氧燃料燃烧有较高的 CO₂ 和 H₂O 水平，两者都有较高的排放能力。

与空气燃料相比，纯氧燃料对钢铁产品的加热效率更高、更快。全氧燃料的热效率约为 80% 而空气燃料的效率约为 40% 至 60% 使用纯氧燃料可以提高生产效率，减少燃料消耗，将钢铁产品加热到所需温度。使用纯氧燃料还可以提高温度的均匀性，并减少对环境的排放。

用工业级氧气取代空气的一般优点是，在燃烧过程中，空气中的氮含量几乎或完全被消除了。减少燃烧中的氮气可以提高火焰温度和燃烧效率，因为较低的燃烧气体量减少了从火焰中获取并流失到排气中的热量。在全氧燃烧过程中，会产生一种主要由二氧化碳和水组成的气体。

全氧燃烧的热传递的特点是，由于高发射率（火焰中的二氧化碳和水的浓度相当高）和火焰体积的减少，使其首先增强了向负载传递能量的能力，其次在能源效率方面也有额外的收获。

对于连续加热操作，也可以在炉子入口侧以较高的温度经济地操作再加热炉。这进一步增加了再加热炉的可能产量。据观察，全氧燃烧的能源效率与具有高度预热燃烧空气设备的再加热炉相当，甚至更好。因此，与空气-燃料燃烧相比，使用纯氧燃料的好处如下。

Spire Doc.

Free version converting word documents to PDF files, you can only get the first 3 page of PDF file.

Upgrade to Commercial Edition of Spire.Doc <<http://www.e-iceblue.com/Introduce/word-for-net-introduce.html>>.