

工业热工炉窑实行富氧燃烧生产实践

崔新华

河北鑫达钢铁集团有限公司技术部, 河北 唐山 063000

[摘要] 钢铁企业中实行富氧燃烧已经成为了一种成熟的技术, 需要各自根据现场实践情况采取不同的富氧方式, 富氧的效果也是比较明显, 通过现场钢包、铁水包的烘烤富氧燃烧, 废钢预热器的富氧燃烧技术实践, 富氧后, 温度提升较快, 节约能源也比较明显, 为企业创造的效益也是比较明显的。

[关键词] 业炉窑; 铁水包; 富氧燃烧

DOI: 10.33142/ec.v5i4.5838

中图分类号: TK16

文献标识码: A

Practice of Oxygen Enriched Combustion in Industrial Thermal Furnaces

CUI Xinhua

Technology Department of Hebei Xinda Iron & Steel Group Co., Ltd., Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract: The implementation of oxygen enriched combustion in iron and steel enterprises has become a mature technology, which needs to adopt different oxygen enriched methods according to the on-site practice, and the effect of oxygen enriched combustion is also obvious. Through the on-site oxygen enriched combustion of ladle and molten iron ladle and the oxygen enriched combustion technology practice of scrap preheater, after oxygen enriched, the temperature increases rapidly, the energy conservation is also obvious, and the benefits created for the enterprise are also obvious.

Keywords: industrial furnace; hot metal ladle; oxygen enriched combustion

引言

在钢铁企业中, 燃料能源的利用都在实行计划管理, 合理分配, 对于高炉、转炉、焦炉的副产品——高炉煤气、转炉煤气和焦炉煤气的利用, 钢铁企业经过不断的技术改造和实践, 由以前的无续排放变为现在的合理计划应用。对于钢铁企业的三大燃料用气, 各个企业根据各自不同的热工炉窑特性采用了合理分配, 有的利用煤气发电, 有的利用煤气烘烤铁水包(罐)、钢包、中包, 有的使用在了合金烘烤炉上面, 有的使用在了废钢预热器上面。在使用过程中, 煤气的利用效率各有千秋, 有的利用效率高, 有的利用效率低, 于是就开始使用了氧气进行助燃的方式——富氧燃烧。

富氧燃烧技术(oxygenenriched combustion)简称OEC, 通俗地解释就是空气中O₂浓度大于21%的都统称为富氧燃烧技术, 当全部使用氧气进行燃烧时, 为全氧燃烧。

1 富氧燃烧技术应用方法

目前富氧燃烧技术的应用在钢铁企业中已经成为一种成熟的技术, 从理论分析研究到生产应用实践, 采取的方式也是各有不同, 有的采用局部富氧技术, 即在常规燃烧器正常燃烧时, 由于煤气质量因素影响燃烧效果, 温度上生缓慢, 或者空气助燃时燃烧效率低, 此时采用富氧燃烧技术。

对于这种情况, 采用的技术手段也是由以下几种:

第一、直接富氧燃烧技术。在燃烧器的点火孔处使用富氧管道, 将氧气通过富氧管道送至燃烧器的喷口位置,

氧气直接与燃烧器的煤气混合, 参与燃烧。

这种富氧燃烧技术适合于轧钢加热炉常规烧嘴, 回转窑烧嘴处, 在点火烘炉期间, 由于炉内温度较低, 煤气燃烧效果不好, 使用氧气进行助燃后, 煤气燃烧速度加快, 温度提升较快, 从而达到提高燃烧效率的目的。现场直接富氧技术示意图如下图1所示。

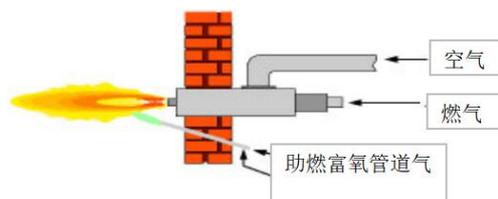
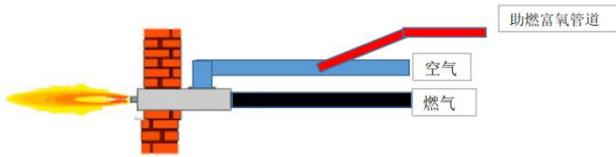


图1 直接富氧

采用直接富氧燃烧技术, 仅用于临时提高燃烧温度, 提高燃烧效率, 富氧量没有一个固定的数据, 待燃烧正常后, 富氧即可停止, 完成富氧的目的。

1.1 间接富氧燃烧技术

采用这种燃烧技术主要是将氧气管道进行正规化铺设, 上部安装流量计、压力表和各种控制阀门, 根据热工炉窑的技术要求, 考虑到富氧量, 合理使用, 在使用过程中根据工艺要求控制各种参数。此种管道布置一般将氧气管道的出口安装在空气管道中, 随着空气鼓风机将空气输送的过程中, 氧气随着空气的流动而流动, 最终到达燃烧器, 参与燃气的燃烧, 现场安装示意图如下图所示:


图2 间接富氧

有的个别现场直接在风机进风口使用氧气管道将氧气送入，鼓风机将氧气从风机口吸入到风管道中，与空气混合在一起到达燃烧器，参与燃气的燃烧。

采用这种富氧技术，氧气混合到助燃风管道中，随着助燃风在管道内的流动，两者混合比较均匀，到达燃烧器时燃烧效果比较好。这种富氧燃烧技术在目前的应用比较普遍，由于采用了氧气流量和压力检测，富氧量的大小可以根据热工设备的工艺需要进行调整。

1.2 全氧燃烧技术

全氧燃烧技术简单理解就是全部使用氧气进行助燃，无空气参与燃烧，此种烧嘴的设计和普通烧嘴的设计有所不同，使用的热工设备也有所不同，由于是全氧燃烧，燃烧产物中的氧气含量高于普通空气助燃的氧气含量，对于热工设备内部的耐材、设备可能会产生氧化，例如钢包使用富氧或者全氧燃烧，对内部的镁碳砖产生氧化，轧钢加热炉使用富氧或者全氧燃烧，会加剧钢坯的氧化；锅炉使用富氧或者全氧燃烧，会对内部的锅炉管产生氧化和损坏。

目前实行全氧燃烧的在钢铁企业中可以在全浇注料内衬的铁水包、钢包中使用，在干式料（无塞棒机构）中包烤包器中可以使用，在白灰回转窑可以使用，在炼钢厂废钢预热烘烤器中可以使用。

在使用过程中，高温烟气中富裕的氧气对耐材和设备损坏比较小，可以值得推广应用。

2 富氧燃烧技术现场应用实践案例

2.1 铁水包富氧燃烧

对于富氧燃烧的实践，某钢厂对于炼铁厂全浇注料打结的铁水包（小修包）实行了富氧燃烧，跟踪了使用效果，实行富氧燃烧的时间：上午 9:42，当时现场情况：当时铁水包已经点火约 40 分钟，现场烤包器稍微给风，由于包内温度低，火苗燃烧不好，从包盖与包沿的缝隙处冒出，既浪费了煤气，又污染了厂房环境，现场图片如下图 3 所示。


图3 富氧前烤包器盖表面温度颜色

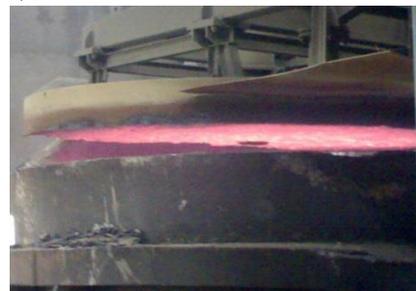
9:58 现场烤包器的包盖轻微发红，10:08 对铁水包进行观察，烤包器盖发红现象已经非常明显，温度在 600—700℃，如下图 4 所示。


图4 富氧后的烤包器盖温度

10:17，通过对铁水包内部耐材的温度、颜色变化来看，较未进行富氧的铁水包烘烤情况，变化比较明显，首先从火焰的刚性来看，富氧燃烧时，火焰明显缩短，刚性较强，铁水包内的火焰如下图 5 所示。


图5 富氧燃烧时铁水包内火焰

10:33 对于烘烤情况进行观察，包盖温度在 1000℃ 左右，颜色呈现橘黄色，如下图 6 所示，火焰形状不明显，基本达到铁水包烘烤工艺温度的基本温度，进行保温一定的时间即可。


图6 富氧燃烧后期包盖颜色

对于此次铁水包实行的富氧燃烧，由于铁水包为小修包，不受烘烤曲线的限制，耐材烘烤可以快速进行，整个实践跟踪过程进行了 40 分钟，烘烤效果如下：

(1) 富氧燃烧后，包盖温度提升非常快，50 分钟从 500℃ 到 1000℃，铁水包的烘烤时间节省 4 小时。

(2) 煤气量减少 40—50%，富氧前煤气阀门全开

(100%)，富氧后，配加助燃风 20%，煤气阀门开 80%，根据冒火情况减少煤气使用量，从包盖温度达到 1000℃时，煤气阀门开度为 40%，助燃风开度为 30%。

2.2 废钢预热实施富(全)氧燃烧

钢铁企业中的炼钢厂为了降低铁耗，目前都在实施添加废钢的工艺措施，对于废钢的预热，可以缩短冶炼时间，提高转炉耐火材料使用寿命，一般采取的措施是在废钢槽内使用转炉煤气的专用烘烤器进行预热，为了提高预热效果和缩短烘烤时间，将烘烤时间缩短，有的企业采用了富氧或全氧燃烧器对废钢进行烘烤，例如河南洛阳某工程技术股份有限公司与冶金高校联合开发的富氧燃烧技术预热废钢，能够在 5 分钟内将废钢压块快速加热到 1000℃以上，时间缩短了 15 分钟以上，温度提高了 600℃，大大提高了废钢预热效率，提高了现场生产效率。

现场废钢预热采用富氧燃烧如下图 7 所示。



图 7 废钢预热采用富氧燃烧烘烤

2.3 山西某钢厂实施富氧燃烧

山西某钢厂对于钢包、铁包的烘烤器采用了富氧燃烧技术，首先对于设备进行了改进，其中炼铁总厂改造了 2 个铁包烘烤器，炼钢厂改了 7 个钢包烘烤器，1 个中间包烘烤器，共改造了 10 个烘烤器，总计投资约 650 万元。

对于钢包、铁包实施富氧燃烧后，效果非常明显，取得的效益据财务数据统计，对于使用转炉煤气的钢包，煤气单价为 0.2 元/m³，高炉煤气单价为 0.1 元/m³，氧气单价为 0.36 元/m³，节能率按照 60%计算，改造后的设备每年节约燃气费用约为 849.08 万元，即一年内即可回收投资成本。

2.4 其它热工设备采用的富氧技术

东北某企业中燃煤锅炉采用富氧燃烧，强化燃煤燃烧效果，节能 38%；

山东某企业石灰回转窑采用富氧燃烧，提高燃烧效率，节能 45%；

河北承德某钢厂烧结点火器采用富氧燃烧，节能 25%；

江苏某城市垃圾焚烧炉，采用富氧燃烧，提高燃烧效率，节能 28%；

高原地区的钢铁企业，氧气量稀少，燃料燃烧不充分，热效率地，采用富氧燃烧后可以解决问题。

3 实行富氧燃烧过程中的注意事项

在对热工设备采用富氧燃烧技术，如果是在旧有设备

进行改造的，对于氧气管道必须进行重新铺设，布置管道走向，设置专用的氧气管道，一般遵循的原则如下：

(1) 在采用富氧燃烧技术前，编制详细的操作技术方案、工艺管控方案、安全预防措施和应急预案；

(2) 根据不同的工艺设备采用不同的富氧方式，一般最安全的措施为在空气管道中进行富氧，此操作可以将氧气与空气混合的比较均匀，安全性也比较高；对于在风机口实行的富氧操作，一般为临时实验措施；对于直接在烧嘴前端部采用的富氧方式，为临时实验措施。

(3) 对于氧气管道的铺设需经过专业部门进行施工，按照《GB 16912-1997 氧气及相关气体安全技术规程》进行施工，氧气管道采用酸洗、氩弧焊接和打压工序；

(4) 在热工设备安全区域，安装氧气点阀箱，安装计量仪表，氧气压力控制在 10--15KPa；

(5) 在采用富氧燃烧过程中，随时观察火焰燃烧情况，采用富氧燃烧后，燃料中的可燃物—碳元素与氧气结合比较充分，燃烧速度加快，火焰缩短，火焰的外焰温度瞬间升高，会形成局部高温区，随时根据工艺技术要求调整氧气量的大小；

(6) 采用富氧燃烧后，NO_x 的形成会由于温度的快速升高而加剧产生，在目前环保要求下，热工设备烟气排放过程中必须进行脱硫脱硝，所以对于环保设备应该按照要求进行投入使用。

(7) 采用富氧燃烧时，富氧浓度在 26%~31%时最佳。

4 实行富氧燃烧的意义

采用富氧燃烧技术，主要是提高了燃烧温度，提高了热工设备的生产率，同时节约了燃料，减少了 SO₂、CO₂ 的排放，但是根据燃烧原理，NO_x 的排放会明显增加，

这就需要各行业的技术人员不断研究和创新，采取合适的技术手段和设备改造，以获得节能与环保的双重效益。

5 结语

在钢铁企业，对于能源的合理利用都有一个平衡点，主要是从各种能源使用量的平衡，节能效果平衡和成本进行平衡，目前面临环境管控的高标准和严要求，需要进行一个整体能源利用平衡测算，以环境管控为主要目标、以效益最大化，成本最低化为原则，经过现场各种富氧燃烧的经验应用和总结，选择合适的富氧燃烧方式，取利于企业，造福于人民。

[参考文献]

[1] 姜山, 张世强. 浅谈工业炉窑节能的途径[J]. 资源节约与环保, 2018(8): 13-22.

[2] 张金虎. 工业炉窑自动化与节能[J]. 能源工程, 1991(2): 29-30.

作者简介: 崔新华(1974.9-)男, 汉族, 内蒙古包头市, 热能工程师, 大学本科, 主要研究钢铁企业热工炉窑技术和钢铁企业耐材使用维护方面技术。