

干熄焦余热发电技术分析

孙秀苗* 卞富斌

华泰永创(北京)科技股份有限公司 北京 100176

摘要:我国是煤炭生产消耗大国,煤炭是我国利用主要的能源,也是焦煤第一生产大国,但是在炼焦生产过程中造成严重的环境污染和能源浪费,利用干熄焦技术不仅提高了生产效率,而且还最大程度的减少了对环境的污染,不仅实现企业的经济效益,而且实现了社会效益,达到了企业经济效益和社会效益的双丰收。鉴于此,本文从干熄焦余热发电系统介绍出发,对干熄焦余热发电技术进行整体介绍并分析,通过探讨其利弊来更高层次研究此项技术,从而为我国焦化行业的发展奠定良好基础。

关键词:干熄焦余热;发电系统;技术分析

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0403-22>

1 干熄焦余热发电系统

干熄焦余热发电系统可分为余热回收系统和余热利用系统两部分。余热回收系统主要是在干熄炉与余热锅炉中进行,通过惰性循环气体回收红焦显热,并将余热锅炉中的水加热成具有一定参数的过热蒸汽,实现热量的传递;余热利用系统主要是在汽轮机和发电机内进行,将余热锅炉产生的过热蒸汽送入汽轮机,将热能转换为机械能,并通过发电机产生电能,实现热量的转换。

干熄焦系统主要由干熄炉及其附属设备、除尘器、余热锅炉、汽轮机及发电部分组成。红焦从焦炉炭化室推出,并由焦罐台车上的圆形旋转焦罐接收,焦罐台车在电机车的牵引下移动到干熄焦提升井架底部,由提升机提升至井架顶部并向干熄炉中心平移,此时炉盖自动打开,装入装置的下料口自动对准干熄炉口,焦罐开始下降并与装入料斗的上料斗接合,焦罐继续下降直至底部闸门自动打开,开始装入红焦;红焦装入完毕后,焦罐自动提起,装入装置也自动将炉盖关闭,焦罐在提升机的牵引下原路返回至提升井架底部的空焦罐台车上。

红焦装入干熄炉后,先进入预存室,随着排焦的进行逐渐下降至冷却段,与循环气体进行热交换而被冷却后,经振动给料器、旋转密封阀、溜槽排出,最后由皮带输送机运出。循环气体在吸收焦炭显热后温度升高至 900~970℃,经干熄炉斜道区进入环形烟道汇集后流出干熄炉,经过一次除尘器分离粗颗粒焦粉后进入干熄焦余热锅炉加热水产生一定参数的过热蒸汽,温度降至约 160~180℃ 的低温循环气体从锅炉底部引出,经二次除尘器进一步分离细颗粒焦粉后进入给水预热器继续换热,温度降至约 130℃ 后再次进入干熄炉继续冷却焦炭。

经除盐、除氧后约 104℃ 的锅炉给水由给水泵送往干熄焦余热锅炉,经过省煤器吸收循环气体热量后进入汽包;汽包内的炉水分两路进行,一路为自然循环即炉水经下降管送入膜式水冷壁,吸热汽化后返回汽包;另一路为强制循环即炉水经下降管进入强制循环泵加压,再分别送入光管蒸发器和鳍片管蒸发器,吸热汽化后返回汽包,汽包内的饱和蒸汽经一次过热器、减温器和二次过热器升温转变成过热蒸汽后,并入蒸汽管网送往汽轮机组发电或用于工业生产。

2 我国干熄焦技术应用现状

干熄焦技术在我国应用是从 1985 年上海宝钢工程引进日本干熄焦装置开始的,并且在此后得到了较广泛的应用,促进了干熄焦技术在我国蓬勃发展的。截至到 2013 年,我国已建成和正在建造的干熄焦装置已经达到 200 多套,应用干熄焦技术生产的焦炭已经高达两亿吨,占据了焦炭产量的一大半,目前我国的钢铁企业配套的焦化厂基本建设了干熄焦装置,我国的干熄焦装置数量和焦炭产量均占据世界第一。虽然我国的干熄焦装置和产量均较多,但是这并不意味着我国的干熄焦技术成熟。由于我国引进应用干熄焦技术的时间较短,相对于发达国家来说,我国的干熄焦技术还很很不成,存在着较多的问题,例如:技术较落后;系统不成熟;余热利用效率不高;处理能力不够,这些问题阻碍

*通讯作者:孙秀苗,1989年6月9日,女,汉族,江苏无锡人,中级工程师职称,本科学历,研究方向:热力相关,主要从事干熄焦项目的热力设计工作。

了我国干熄焦技术的进一步发展,对于焦炭生产有着极其不利的影响,造成了焦炭产量较低,设备使用时间较短,进一步也会影响企业的经济效益和社会效益。

国内干熄焦技术发展的30年里,形成了以中日联、中冶焦耐、济钢设计院等为代表在干熄焦技术设计、施工方面具有较高水平的企业单位。这些企业自引进干熄焦技术以来,在吸收消化国外技术的同时,一直进行技术升级和自主创新,在技术工艺、设计施工等方面均达到一定水平,推动了干熄焦技术的良好实施和应用。在旋转焦罐技术、多管式二次除尘技术、优质干熄炉耐火材料技术、密封式连续排焦技术、防偏析装入装置技术、高温高压锅炉及汽轮机发电技术等方面达到了国际领先水平;在个别方面实现了技术突破,如在干熄焦装置中应用热管技术,解决了循环气体对换热器露点腐蚀问题,提高了换热器效率和延长了使用寿命;在干熄焦排焦装置上采用电机振动给料器,解决了原电磁振动给料器噪音高、发热量高不易散热等问题。

面对资源和环境的双重压力,同时也在国家政策的大力扶持下,以首钢、唐钢、武钢、鞍钢为代表的钢铁企业都在大力建设干熄焦项目,2006年以来先后建设投产了140t/h、150t/h、180t/h、200t/h等大型干熄焦装置,并配套建设了蒸汽回收并网发电系统;世界最大的干熄焦装置——首钢京唐钢铁260t/h干熄焦装置于2010年1月投产,这些投产的大型干熄焦装置极大的提高了我国焦化行业的熄焦水平。

为了降低企业的生产成本,这些钢铁企业对干熄焦电站的实际运行情况进行分析和研究,对干熄焦主要设备结构以干熄焦电站的运行参数进行优化,最大限度的提高干熄焦的效益。

为了进一步优化干熄焦技术并提高其实用性,2000年以来,我国加大了对干熄焦基础理论的研究,并且大多技术已应用到在建和已建的干熄焦工程项目中。以清华大学,北京科技大学,东北大学、上海理工大学为代表的高等院校对干熄焦技术进行了深入研究,在干熄炉内焦炭与循环气体间的传热和流动、干熄炉内布料和供风对焦炭粒度分布和换热、干熄焦余热锅炉内的传热特性、以及干熄焦主要设备的结构等方面进行了实验研究和数学模拟,并取得了深入的进展,为干熄焦系统的稳定运行和余热高效回收利用提供了技术保障。

目前我国干熄焦市场发展迅速,国内企业在开拓市场强调经济效益的同时,也应该静下心来,增加基础研究方面的投入,这样,国产干熄焦才能破解节能效果达不到设计要求、收益率低等问题,干熄焦的市场前景也会更加美好。

3 干熄焦技术的利弊

3.1 优点

3.1.1 提高焦炭质量,提高发电量

干熄焦技术就是运用惰性气体给炽热的焦炭降温的方式,相对于传统的湿法熄焦技术而言,避免了湿焦使焦炭急剧降温给焦炭带来的不利影响,因为这样会影响焦炭的内部结构,会降低焦炭的强度和耐磨性。湿焦会使焦炭发生强烈热反应,会进一步提高炼铁的成本,减少了生铁的产量。运用干熄焦技术能降低焦炭热反应性,提高焦炭热强度,提高焦炭质量,干熄焦后的焦炭机械强度、耐磨性、筛分组成方面均有明显的提高。增加炼铁的产量,提高炼铁的效率,进一步提高了企业的经济效益。

3.1.2 实现了节能减排和低碳环保

相对于湿熄焦而言,干熄焦技术减少了水资源的浪费,同时加热后的惰性气体循环利用吸收热量,减少了对于资源的浪费。并且,传统的湿熄焦产生了大量的硫化物和氢化合物等有害物质,并且还会形成粉尘进入大气中,这些有害物质会形成酸雨,进而污染水资源,土地资源等,也会危害人体健康。利用干熄焦技术,大大减少了对于污染物的排放,不仅保护了环境,同时,还会延长了干熄焦装置的使用寿命。这样不仅减少了对于资源的浪费,实现了节能的目的,同时也减少了污染物的排放,实现了低碳环保的目标,对促进企业节能减排、转型升级以及改善生态环境,具有重要现实意义。

3.2 缺点

干熄焦技术工艺较复杂,企业前期资金投入较多,增加了企业的压力,并且设备机器较重大,运行时间较长,很难保证机器的运转正常,在机器除尘维护方面要求较高。干熄焦技术在运用过程中,红焦与少量惰性气体中的氧气发生反应,在一定程度上损失焦炭,造成焦炭烧损,设备安装及运行操作维护好的企业烧损率在2%以下,少数企业烧损率达到5%以上。干熄焦生产过程中与红焦接触,与湿法熄焦相比有被烧伤烫伤及干熄炉内一氧化碳、氢气含量超

标爆炸风险。

4 技术分析

4.1 工艺流程

化学车间送来的除盐水及汽轮机凝汽器的凝结水经凝结水泵加压送至低压省煤器，被加热至 85℃左右进入除氧器，除氧器的工作压力为 0.588MPa，除氧加热用的蒸汽取过热器的蒸汽，进除氧器前设计个减压阀。经除氧后的锅炉给水温度为158℃。除氧器出水经给水泵进入锅炉高压省煤器，然后经汽包、水冷壁、过热器后成为高压过热蒸汽，高压过热蒸汽进入汽轮机发电机组做功发电后经凝汽器凝结成水，实现一个完整的热力循环。在工艺流程中引入了双压系统，使余热锅炉排气温度大大降低，提高了余热利用率。

4.2 主要设备技术规范

4.2.1 余热锅炉技术参数

型式：锅炉采用双压系统，自带除氧系统，自然循环汽包炉；锅炉最大连续蒸发量/h：65、82；过热蒸汽出口温度/℃：540；过热蒸汽出口压力/MPa：9.81。

4.2.2 汽轮机技术参数

型式：高温高压，单轴、单缸、单排汽、凝汽式；型号：N40-8.83/535；额定功率/MW：40；额定进汽压力（绝压）/MPa：8.83；额定进汽温度/℃：535；额定进汽量/（t·h⁻¹）：135。

5 结语

干熄焦技术与传统的湿法熄焦技术而言，回收利用红焦显热进行发电，不但节省了能源，减少发电成本，实现企业的经济效益，而且减少污染物的排放，改善了大气环境质量，实现了社会效益。干熄焦余热发电技术在符合社会的发展要求，在未来必将蓬勃发展，取得更高的经济效益和社会效益。

参考文献：

- [1]敖成桥.干熄焦余热发电技术分析[J].数码世界,2018(07):168.
- [2]李云锋,董建山.干熄焦余热发电技术分析[J].煤炭与化工,2013,36(06):110-111.
- [3]杨玫林.干熄焦余热发电系统分析与运行优化研究[D].华北电力大学,2015.