

炼焦系统余热回收系统研究

鲜光应（山西焦化设计研究院（有限公司），山西 临汾 041606）

摘要：我国是焦炭产能大国，从20世纪80年代便对炼焦系统的余热回收技术给予高度关注并开始进行深入研究。鉴于炼焦的独特性、荒煤气的热物性特点、焦炉生产的安全性等原因，在比较长的一段时间内炼焦系统的余热回收研究工作进展并不顺利，但伴随着科研技术的进步和经验的积累，炼焦系统余热回收的研究成果越加丰硕，其在提高余热回收率、实现节能环保方面发挥着重要作用。本文将基于炼焦系统余热回收系统所涉及到的相关内容进行深入分析和探究。

关键词：炼焦系统；余热回收系统；余热回收技术

现阶段，我们国家针对炼焦系统余热的回收研究，多集中在焦炉上升管部分进行热交换的方式上面，而且当前很多焦化厂依然在采用这样的余热回收方式。这种余热回收方式在实践应用中暴露出了很多问题，比如结焦问题、漏水问题等等，所以，相关领域在不断加大科研力度，意在研究出一种更具高效性和先进性的炼焦系统余热回收技术，对余热回收系统做出进一步的优化和完善。

1 关于我国炼焦行业发展趋势分析

随着大众生活水平逐渐提高，越来越多的客户对炼焦行业较为重视并提出了较多的需求和建议，所以，炼焦行业一直积极致力于满足客户需求，以满足客户需求为发展方向和目标。近些年，伴随着互联网技术的推广应用，炼焦行业也呈现出新的发展趋势，炼焦行业正在全力完成从传统模式向新型互联网融合模式的过渡。当前，炼焦行业的发展势头越发强劲，与炼焦行业相关的诸多平台已经逐步拓展到了三线城市和四线城市当中，炼焦企业也积极优化整合资源，完善产业链条，从供应到生产再到售后，整合全部婚介，实现产业赋能，提供更全方位的支持和保障。

近几年，行业领域内的客户从炼焦行业新技术场景中得到了更加良好的体验和感受，因为有了技术的助力，炼焦行业中的产品质量以及服务水平都得到了非常大的提升，更因此获得了更加广阔的市场空间。炼焦行业中有越来越多新型先进科学技术的引入和应用，诸如大数据、云计算、人工智能等等，这些新型科学技术的使用为炼焦行业的发展开辟了全新的天地，同时也给炼焦行业的标准化问题提供了全新的思考空间，炼焦行业中积存已久的问题和痛点也得到了有效解决和攻克，炼焦行业实现了生产效率与客户体现的双提升目标。

在行业消费主体年轻化、行业贷款等金融需求不断增加的背景下，炼焦行业中不同规模和实力的企业都全力推动消费和银行等金融机构的合作，要进一步深入挖掘行业生态金融场景，将重点集中到了支付管理的升级当中。在金融场景持续发力的过程中，我们国家的炼焦市场发力供应链呈现出非常显著的金融优势，而且有越来越多的炼焦企业和金融机构达成了高效合作与对接，整个炼焦行业的产业链运作效率得到了普遍提升。从当前炼焦企业的发展形势来看，未来炼焦企业与多领域联合会越来越深入。

2 炼焦余热回收系统背景技术

何为焦化，其指的是有机物质碳化变焦的过程。我们国家的炼焦化学工业虽然起步较晚，但发展速度很快，在实际发展过程中更是成功制取了多种化学产品。现在，我们国家是世界上排名很靠前的焦化产品生产、消费和出口大国，在医药、化工、国防以及生物材料等领域，焦化产品都有着非常广泛的应用。

近几年，从国家发展的角度来说，其对焦化行业供给侧结构改革重视程度越来越高，针对焦化行业中出现的诸多问题都给予了及时解答和应对。焦化领域整体呈现出平稳发展的态势，之前一些传统落后的产能也在按照一定的秩序被改进和淘汰。伴随着绿色低碳发展水平的提升，焦化企业的发展前景越来越广阔，其在推动国家经济发展中也发挥着越来越重要的作用。

据相关部门统计，与前年相比，去年一年我国的焦炭产量呈现出同比下降的趋势，去年我们国家的焦炭产量共计4.64亿t，同比下降了2.2%。但钢铁联合焦化企业焦炭产量占比有所上升，产量达到了1.1亿t，同比增长了5.5%。

炼焦系统中,焦炉是最核心的设备,是能量转换装置中高效率的热工设备。现阶段焦化企业生产制造过程中使用的焦炉,净化率可以达到 87%–89%。炼焦本身便是一个相对完善的能量转换过程,其在炼焦和转换能力的过程中会同步产生优质的二次能源,近些年伴随着焦炉本体设备的创新和改进,其在绝热性能、热量利用以及煤气燃烧等方面都有了非常大的提升。但是,我们也必须要承认,现在焦化企业所使用的焦炉还是有着很大完善空间的,其节能余地还是非常广阔的。

当前在炼焦领域,焦化企业都在积极朝着绿色焦化节能方向发展,意在通过提高炼焦过程中所产生余热资源的回收利用效率来实现节约资源、保护环境的目的。

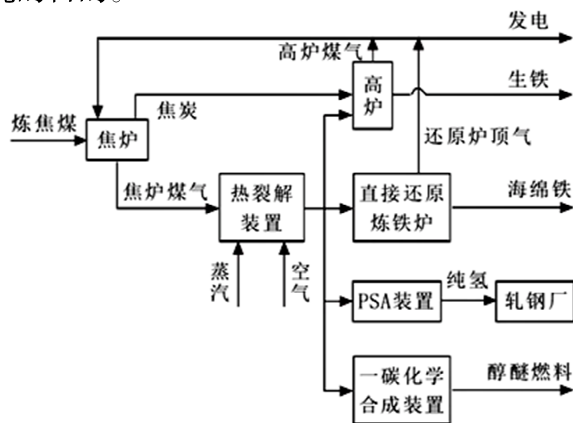


图1 焦炉生产过程示意图

在焦炉生产过程,物质流和能量流是会发生很大转化和变化的,在焦炉的输出端,余热可以分为以下几个部分或者几种类型:

其一,红焦炭。红焦炭的温度是在 950–1050℃,炼焦过程中,红焦炭中的能量和余热多是以物质流的形式推出去,根据查阅相关资料内容,在整个焦炉输出总热量当中,红焦炭会占据 37% 左右的一个比重。以一个大型焦炉为例,该焦炉的炼焦消耗热量是 108kgce/t 焦,红焦炭所占据热量会在 40.0kgce 左右。

其二,荒煤气。荒煤气的温度是在 650–700℃ 之间,炼焦过程当中,荒煤气是通过上升管以能量流的形式排出,在焦炉输出总热量中占比约为 36%。如果焦炉的炼焦消耗热量是 108kgce/t 焦,荒煤气便可占据 38.9kgce 的热量。

其三,烟道废气。烟道废气的温度相对较低,其大概是保持在 250–300℃ 之间,烟道废气和荒煤气的排出形式是相同的,都是以能量流的形式排出,但烟道废气是从烟囱排出去。烟道废气热量会

占到焦炉输出总热量的 17% 左右。即一个大型焦炉的炼焦耗热量是 108kgce/t 焦时,烟道废气便可以带出大约 18.4kgce 的热量。

除上述三种余热形式之外,还会有部分热量以能量流的形式从焦炉本体表面散发出去,进入到空气当中。据相关研究和统计证明,因为炉体表面热损失,占比大约在焦炉输出总热量的 10%,即一个大型焦炉的炼焦耗热量是 108kgce/t 焦时,每吨焦炭会损失 10.8kgce 热量。

就现阶段的炼焦余热回收技术应用情况来看,关于红焦炭、荒煤气以及烟道废气的余热回收都已经有了相对成熟并且应用广泛的技术。

3 基于不同部分余热的回收技术

3.1 红焦显热回收——干熄焦

红焦显热约占焦炉能耗的 40%。湿熄焦时,这部分显热随蒸汽直接排入大气,不但浪费能源还严重污染环境。

干熄焦是利用惰性气体将红焦冷却的一种熄焦方法。在干熄过程中,红焦从干熄炉顶部装入,低温惰性气体由循环风机从干熄炉底部鼓入,在冷却段与红焦逆流换热,升温至 880–980℃ 后从干熄炉斜道口经过一次除尘器后进入干熄焦锅炉;高温惰性气体在锅炉中与水换热,温度降到 160–180℃;经二次除尘器除尘后,由循环风机加压,再经副省煤器换热冷却至 130℃ 后进入干熄炉循环使用。

干熄焦不但可回收红焦热量的 80%,能够有效地利用红焦的显热,同时提高焦炭质量。余热锅炉产生的高温高压蒸汽可用来发电,最终将红焦的显热转换为电能,节能、减少污染及经济效益十分明显。

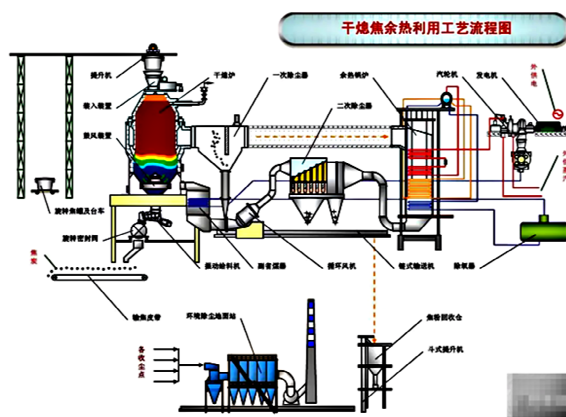


图2 干熄焦余热利用工艺流程图

3.2 荒煤气余热回收——热管荒煤气余热回收

理论及实践数据表明,每生产 1t 红焦的高温荒煤气余热回收后至少能产生 0.1t、0.6MPa 蒸汽。炼

焦荒煤气的余热回收有着显著的经济效益。

热管是利用工质的相变换热来传递热量,因此热管具有很大的传热能力和传热效率。热管式换热技术工作原理与热管锅炉类似,从焦炉炭化室出来的约 700℃左右的荒煤气送入上升管,通过辐射换热,将热量传至碳钢水热管,温度降至 500℃左右离开上升管;在上升管内的热管吸收荒煤气热量,将管内的水变成蒸汽,沿着热管上升加热管外的水,产生蒸汽。

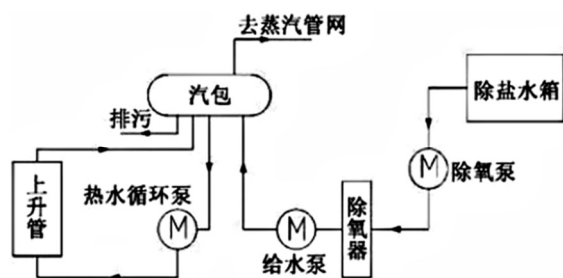


图 3 荒煤气余热回收流程

除利用上升管热管来回收荒煤气余热之外,针对荒煤气的余热还有另外两种比较常见的应用技术,即循环氨水余热的回收利用和初冷器余热的回收利用。

首先,循环氨水余热的回收利用。循环氨水在喷洒荒煤气之后,其本身的温度就会上升到 80~85℃,这里面就包含了很多的余热资源,这些余热能量提出出来之后就可以用于发电,采暖,等等很多作用。

其次,初冷器余热的回收利用。目前很多焦化厂使用的都是二段式的煤气间接初冷器,这种存在了很多的弊端,比如出去时候的温度只能降到 40℃左右,并不能够满足新的煤气使用标准。为了降低煤气出口的温度便于有效的利用余热,可以采用的是横管式的布置,这样就可以很大程度上提高了其本身的传热效率以及冷却水的出水温度,并且还可以用于采暖,从而提高了余热的利用率。

3.3 烟道气余热回收——余热锅炉烟道废气余热回收

焦炉加热后的烟道废气温度可达 260~300℃,排放到大气中,严重浪费能源和污染厂区环境。

在主烟道翻板阀前开孔,将 260~300℃的烟道废气引出,经余热锅炉换热降温至约 160℃后,经锅炉引风机再排入主烟道翻板阀后的烟道,经烟囱排空。

该技术简单、可靠,热量输送过程不需外界动力,故障率低,所带来的效率相对较高。

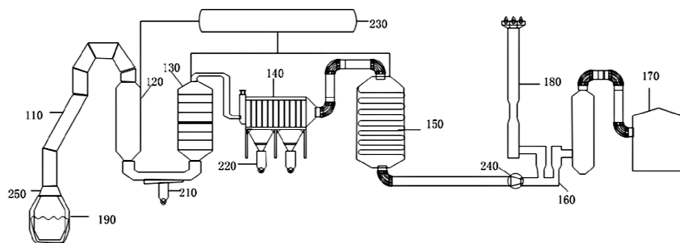


图 4 余热锅炉烟道废气余热回收流程原理图

4 结束语

综上所述,余热余能的回收利用一直都是焦化企业致力于研究和开发的重点项目,不同部分的余热回收难度不同,所应用到的具体余热回收系统和余热回收技术也有着不同的要求和标准。目前,焦化企业针对余热回收领域已经获得了比较多的研究成果,也有很多成果被广泛应用于实践,但其中还是存在着一些技术难关还需要进一步研究和探索,相信伴随着这些技术难关被逐一攻破,焦化企业在炼焦生产过程中对余热的回收效率必然会越来越高,进而更好地实现节能环保、可持续发展的目标。

参考文献:

- [1] 李月月,崔程玮.超大型焦炉炼焦工艺除尘系统研究[J].化工管理,2021(6):168-169+171.
- [2] 范志萍.焦化厂初冷器工艺冷却中余热的回收和利用[J].中国金属通报,2020(18):163-164.
- [3] 陈海,刘良平,文红.基于能量流网络图浅析炼焦厂余热余能回收利用[J].冶金能源,2021,40(5):17-20+64.
- [4] 梁杰群,黄飞平,胡艳君.焦炉烟气脱硫脱硝+余热回收技术探讨与实践[J].柳钢科技,2020(2):56-58.
- [5] 陈巍.焦炉上升管荒煤气余热回收利用的相关技术分析[J].河北企业,2020(7):149-150.
- [6] 张辛,刘昱,刘敦宏.浅析新型余热锅炉技术在焦炉烟道气余热回收中的应用[J].产业科技创新,2020(33):73-74.
- [7] 彭文平,杨林杰,袁玮盛,等.外管为螺旋管及多孔填料的炼焦荒煤气显热回收套管换热器一维热计算模型[J].工业加热,2022,51(1):14-18.
- [8] 余建维.对于熄焦余热锅炉运行爆管的几点探讨[J].昆钢科技,2020(6):55-57.

作者简介:

鲜光应(1981-),男,汉族,山西临汾人,本科,中级工程师,研究方向:热动及暖通设计。