

焦化厂炼焦工艺余热利用

张 剑 (山西西山煤气化有限责任公司, 山西 古交 030205)

摘要: 对于焦化厂而言, 各个环节的炼焦工艺均会产生大量的余热资源, 且具有较大的回收利用价值。然而, 现有大多数焦化厂生产均为粗放的生产经营方式, 产生了丰富的余热资源, 然而未注重对余热资源的利用, 造成了资源的浪费。本文将会对炼焦工艺余热利用现状进行分析, 重点探究了余热资源回收利用方式, 以此来有效提高炼焦工艺余热利用率, 进而提高焦化厂的经济效益与社会效益。

关键词: 焦化厂; 炼焦工艺; 余热利用

0 引言

在进行炼焦生产过程中, 大多数焦化厂均存在污染重、耗能高的问题, 而且还会产生丰富的余热资源, 但是这部分余热资源并未进行科学、合理利用, 而且在处理过程中还需要消耗大量能源, 不仅造成了能源浪费, 而且也会造成生态环境污染。

为了使上述问题得到有效改善, 焦化厂选择了具有热平衡作用的炼焦炉, 并加强了余热资源的回收利用, 主要手段是红焦物理热、燃烧废气热量和荒煤气带走热量的回收, 其中回收红焦物理热是最主要、最有效的方法, 其不仅可以提高余热的利用效率, 而且还可以达到生态环保的目的。

1 焦化厂余热利用现状

在传统炼焦工艺中, 炼焦炉加热系统、焦炉本体以及荒煤气排出系统等环节均会产生大量的余热资源, 如果直接将其排放到大气, 不仅会污染空气, 破坏生态环境平衡, 而且还会通过大气循环系统对土壤和水资源造成污染, 而这部分余热资源具有比较大的回收利用价值。在焦化厂日常生产阶段, 煤气带的输送、冷却等工艺也会产生大量的余热资源, 并且在焦化工段的工艺介质中也有可能存在分散的余热资源, 虽然对余热回收利用给予了重视, 但是仅回收了部分余热, 仍有一部分余热并未得到有效回收, 且对其进行处理时需要消耗大量水电资源, 从而增加了企业的生产成本。

目前, 我国加大了能源改进力度, 对能源利用要求越来越高, 并且时刻遵循以循环经济、能源高效利用为主的理念, 基于节能减排原则下来加大余热资源回收利用, 进而达到低排放、低消耗、高效率的目的, 以期更好的服务于社会, 推动焦化厂向能源节约的绿色工厂转变。同时, 焦化厂为了更好的贯彻落实该项政策, 还需要对现有的焦化工艺进行改进和优化, 以此来提高余热资源利用率。

2 炼焦工艺中余热利用途径

2.1 红焦物理热利用途径

如今, 大多数焦化厂均采用了湿法熄焦的工艺, 造成了红焦热量的大量浪费, 同时在其加热和蒸发阶段也会造成环境污染。在熄焦过程中, 大多数的水主要是以蒸汽形式排放至大气中, 并以降水渗入方式进入土壤和

水体中。熄焦水中含有少量酚、氰等有害物质, 直接将其排放出去将会诱发自然环境污染。此时, 为了更好的满足国家生态绿色发展理念, 则对焦化厂节能减排提出了较高要求, 需要借助相关技术手段来提高对红焦物理热利用, 如干法熄焦。

与湿法熄焦相比, 干法熄焦具有回收热量、改善质量等优点, 且该技术趋于成熟, 有效解决了工程成本高、规格单一的设备制作和管理问题。在焦化厂炼焦工艺中, 干法熄焦技术是相对比较长输的一个炼焦方法, 其能够实现焦化厂装备规模化、系列化生产, 进而确保焦化厂长期稳定、安全生产, 在提高焦化厂自动化工艺水平的同时, 有效降低成本投入, 进而提高焦化厂的经济效益。

干法熄焦方法一般选择了循环的惰性气体为载体, 并结合实际情况来调整红焦热量回收进程, 并且通过锅炉生产的蒸汽可以循环再使用, 不会直接向大气排放。这部分蒸汽在回收之后, 可用于生产或发电领域, 具有较好的节能减排效果, 为推动焦化厂生态、可持续发展奠定良好基础。同时, 焦化厂炼焦人员为了确保炼焦炉能流趋于一个闭路循环系统, 尝试着用干法熄焦的红焦显热来对炼焦煤料进行预热处理, 即引出一部分红焦热量的热循环气体(大约 900℃)来与冷循环气体(大约 600℃)进行混合, 以实现对炼焦煤的预热处理, 这样不仅可以降低入炉煤的水分, 而且还可以有效控制炼焦耗热量。然而, 在实际的炼焦工艺中, 存在或多或少的制约因素, 如在循环气体中融入了炼焦煤中的水分, 在熄焦时将会把这部分水分带至干熄焦装置, 从而影响了设备性能和生产效率。

2.2 荒煤气带走热量利用途径

作为炼焦厂而言, 在进行炼焦工艺中, 荒煤气热量在余热中占据着比较大的比重, 其需要通过减少热量, 降低水分两个方面来提高荒煤气热量的回收利用, 该部分余热一般是指煤料当中水分的加热, 如煤气带走的显热和气化带走的热。在炼焦工艺中, 可以选择预热煤或干燥煤进行炼焦, 其可以使工艺中多余的水分被有效分解, 以达到有效控制余热资源的目的, 并加热碳化室内的水分, 进一步提高材料自身的热能消耗, 同时还可以使材料自身的传热状态发生改变, 这样既能够达到降低散热损失的效果, 而且还可以降低显热的热量散发, 进

而提高余热资源的回收利用效率。

如今,我国的荒煤气带走热量回收技术趋于煤调湿技术,其一般是将水分超过10%的炼焦用煤通过干燥机处理后,达到降低水分的目的,进而使煤炭资源得到科学、合理应用,其具有较好的经济价值,因此得到了焦化厂的广泛关注。根据预热煤的干燥设备和热源划分,现有的荒煤气带走热量利用途径如下:

2.2.1 热源的煤调湿装置选择了焦炉烟道气显热

该煤调湿装置主要是在立式多层干燥机内借助焦炉烟道气的显热来达到与湿煤直接热交换的目的,使煤的水分从最初的9%下降到6%,该煤调湿装置仅在日本中山厂中得到应用;

2.2.2 热源的煤调湿装置选择了用荒煤气显热和焦炉烟道气

该工艺中选择了导热油为热煤,并通过上升管换热器和烟道换热器来对荒煤气显热和焦炉烟道气进行吸收,使其温度提升至210℃左右,并且借助多管回转干燥机来实现与湿煤进行热交换,该过程中湿煤走管外,热煤油走管内。通过对干燥机转数、热煤油温度、给煤量等参数进行调节来确保煤料水分达到预期的目标值。热煤通过湿煤换热后,其油温将会下降至80℃左右,并其运输至烟道换热器进行换热处理,并通过对焦炉燃烧废气余热进行吸收后使其温度提高至130℃左右,继续运送至上管换热器进行换热,通过对荒煤气余热吸收后温度提高至160℃左右,进入管式炉用焦炉煤气加热处理后,温度升高至210℃左右,最终回到干燥机内与湿煤进行换热,以提高余热的循环利用率。该工艺主要是结合热能组成和焦炉能流途径来对节能工艺进行设计,不仅可以实现对燃烧废气、荒煤气携带热能的有效回收,并提高富余焦炉煤气的利用率,而且还可以通过余热资源回收的方式来有效降低装炉煤水分,进而从根本上降低荒煤气的炼焦温度和带出的热量,进而达到降低炼焦能耗的目的。

2.2.3 热源的煤调湿装置选择了蒸汽

在干法熄焦过程中,选择蒸汽进行发电后得到了背压气作热源,并采用多管回转式干燥机。通常情况下,在多管回转干燥机内,蒸汽将会与湿煤进行间接热交换,并取得了比较理想的余热利用效率。该工艺具有运转平稳、设备紧凑、操作运行费用较低、占地面积小等优点,因此得到了焦化厂的广泛青睐。例如,国内宝钢焦炉选就选择了该工艺,通过干法熄焦处理后所得到的蒸汽进行发电,由此产生的低压蒸汽作为热载体,并做好装炉煤料干燥处理工作,从而使煤料水分从最初的10.26%下降到6.5%,进而提高余热利用效率。

2.3 燃烧废气热量回收途径

对于焦化厂而言,只有确保焦炉燃烧废气满足温度要求,才可以确保烟囱具备足够的吸力,才能够在焦炉加热系统中促进气体的流动,该过程中烟道废气不可避免会带走一定的热量,此时需要采取有效措施来尽可能

减少燃烧废气带走热量,并提高余热回收利用效率。通常情况下,可以通过调整焦炉炉体结构来提高热加工性能和焦炉传热效率,进而满足节能效果。同时将节能措施添加至焦炉加热操作上,也可以达到降低燃气消耗量的目的。

在焦化厂炼焦工艺中,燃烧废气热量回收途径如下:

2.3.1 对低空气过剩系数进行调节,以达到减少废弃热量的目的

作为焦化厂,在进行炼焦过程中,需要在确保加热煤气可以彻底燃烧的基础上,通过低空气过剩系数操作的方式来有效提高煤气传热效率和燃烧温度,同时降低燃烧系统中废气量的产生,因为降低废气量可以降低其带走的热量。通过大量的实验研究发现,选择焦炉煤气和混合煤气进行加热时,通过对低空气过剩系数进行调节,节能效果能够超过1%;

2.3.2 焦炉程序变化加热

在炭化室内选择备煤进行炼焦时,在整个结焦周期内,加热用的火道传输给煤料的热量处于动态变化之中,如果煤气加热提供的热量处于恒定时,将不利于炼焦的顺利进行,并且还会造成热量的大量浪费,甚至导致部分炼焦过程无法完成进行。如果选择程序加热时,最好根据结焦时煤料吸收热量变化情况来对煤气供给量进行科学、合理制定,在维持结焦周期固定不变的基础上,可以达到节省加热用热量的目的。实验研究结果发现,与恒定加热炼焦相比,焦炉程序加热炼焦所需要的加热煤气量降低了大概12%,因此降低了废气热损失;

2.3.3 合理控制炼焦炉的焦炉加热及定值加热程序

在炼焦过程中,在焦炉加热系统中所采用的煤气流量是恒定的,然而其极易受到温度、水分、煤气含量等外界因素的影响,从而诱发煤气热值发生改变,对焦炉加热的均匀性和稳定性产生间接影响,进而对焦炭的生产质量产生不利影响。实验研究表明,可以在焦炉上安装煤气流量、烟道和热值间的自动控制调节装置,在维持炼焦炉恒温的同时,有效提高炼焦炉安全系数,以此来达到降低炼焦热量消耗的目的。通常情况下,焦炉加热属于非线性过程,在构建自动系统时要做好温度自动检测工作,并提高焦炉操作管理自动化水平,以此来提高炼焦炉的运行效率;

2.3.4 烟道废气热量回收再利用

在炼焦工艺中,虽然烟囱底部位置温度仅有200℃左右,然而在蓄热室烟道产生的废气温度高达350-400℃,该过程中诱发废气温度降低的关键因素是从分烟道、废气盘和总烟道闸板位置有大量的冷室气体进入。此时,要做好局部烟道废气热量的回收工作,虽然烟道废气温度较低,但是其体积较大,在确保烟尘吸力的同时,一般要投入较大的动力消耗和工艺变动,此时一般会选择将其作为干燥用的热源,进而提高道废气热量回收再利用。

3 能源系统余热资源利用途径

3.1 蒸汽中余热资源利用途径

在炼焦工艺中, 蒸汽属于比较常见的热力能源, 其不仅方便使用, 而且具有较高的安全性, 因此在越来越多的工业领域中得到广泛应用。然而, 蒸汽的成本较高, 可以产生的热效率偏低, 因此在焦化厂炼焦工艺中成为了主要的消耗源。对焦化厂而言, 蒸汽材料用量大, 此时可以通过提高热效率、减少用量等方法来达到蒸汽节能的目的。通常情况下, 可以通过提高工艺技术和改进装备两个方面来提高蒸汽余热利用率, 并且尽可能选择回收的余热资源和焦化自产的二次能源, 以达到节约蒸汽的目的。

在能源系统中, 在蒸汽节能措施中, 减少蒸汽用量是最切合实际的方法, 其可以在确保产品质量、安全性以及主体生产工艺的前提下, 选择替代能源, 以此来提高能源的利用率。如今, 随着我国燃气空调技术的快速发展, 以蒸汽加热为主的溴化锂制冷机开始被直燃式溴化锂制冷机取代, 其能够实现蒸汽资源的有效节约。然而, 在直燃式制冷机使用过程中, 对燃气品质提出了较高要求, 常用的是天然气, 其属于高品质的能源, 但是在焦化厂中很少采用天然气, 并尽可能选择炼焦工艺中产生的高炉煤气、焦炉煤气、转炉煤气等副产能源, 这样既可以提高余热利用率, 而且还可以提高企业的经济效益。

3.2 循环水余热资源利用

对于焦化厂而言, 在进行炼焦工艺中需要消耗大量水资源, 且大部分焦化厂均配备了两套循环水系统, 其中净化循环水系统一般用于煤气净化工艺, 因为具有较大的循环水量, 加之温度不高温差大, 但是所产生的余热总量较大, 此时需要焦化厂采取措施来降低水资源消耗, 并借助水源热泵技术来对水低温余热进行回收利用。通常情况下, 水源热泵属于一套专用的供热装置, 其被广泛应用于路基工程中, 在装置运行过程中, 水低温的热能为其提供热源, 并通过压缩、冷却膨胀等方式来对热能进行收集和采集, 且在提升自身品质的同时, 来对热量进行释放。在集热段中, 借助液态制冷剂来进行吸热, 并以蒸发的方式转变为低压、低温状态, 以期在稳定水源中对品质较低的热能进行采集。在压缩机运行过程中, 也会对其上一个阶段的蒸汽进行吸收, 并通过压缩处理后得到高温高压气体。在供热阶段, 高温高压气体会进一步液化和冷凝, 并作为热源来为炼焦工艺提供所需热能。实际上, 制冷剂可以对水中的热量进行吸收, 并将热量转移至炼焦工艺中, 不仅可以避免热量直接向大气排放, 降低温室效应的发生, 而且还可以在夏季对热量进行储存, 并在冬季借助水源热泵进行释放, 进而达到热量二次利用的目的。

3.3 焦炉煤气中余热资源利用途径

在焦炉煤气中蕴含着大量的余热资源, 然而由于煤气产量高, 无法对煤气进行随意的放散和泄漏, 加之煤

气回收率较低, 从而造成了余热资源的浪费。在焦化厂实际炼焦阶段, 从焦炉将煤气导出, 并通过净化处理后送出, 其属于连续的煤气处理系统。通常情况下, 如果焦化生产正常, 但是后续用户不稳定时, 即使煤气产量较高, 然而由于去向不定, 不可避免会诱发煤气大量放散和泄漏现象, 进而降低了煤气回收率, 导致能源浪费的同时, 也会诱发环境污染, 甚至对焦化自身生产稳定性产生不利影响。如果焦化工艺正常运行, 且后续用户连续运转时, 可以确保焦炉煤气流通顺畅, 这样一来焦化生产稳定, 煤气泄漏和放散少、产量高, 进而大大提高了煤气发生率。

4 焦化厂炼焦工艺余热利用前景

4.1 余热作为采暖或浴池水热源

通常情况下, 在循环氨水中存在焦油、氨等杂质, 此时最好选择板式换热器来进行余热回收。板式换热器一般属于水波纹型, 其可以对水流产生比较明显的湍流, 既能够提高对流传热系数, 而且在板面上不易附着杂质、焦油、水垢等污物。同时, 借助循环氨水的余热来作为采暖或浴池水热源, 也可以达到节能、环保的目的。

4.2 开发余热制冷机技术

在焦化厂炼焦工艺中, 借助余热制冷机技术可以对采暖段的热量进行回收利用, 该过程需要对采暖段循环水进行闭路循环处理, 并通过对冷冻水的制取来供低温段降温, 不仅可以满足初冷器低温段冷却工序对低温水或煤气的需求, 而且还可以降低循环水系统对电能的消耗。同时, 开发余热制冷机技术还可以降低原系统制冷机对能量的需求, 不仅能够降低工序能耗, 减少蒸汽消耗, 而且还可以降低生产成本, 提高经济效益。

4.3 余热用于预热锅炉给水

对于焦化厂炼焦工作而言, 初冷器采暖段循环软水具有较高的温度, 将该部分的余热进行回收后, 可以用于预热锅炉给水。

5 结束语

综上所述, 作为焦化厂要想深刻贯彻和落实国家节能减排、绿色发展理念, 则需要做好炼焦工艺余热利用工作, 并结合焦化厂自身特点来对余热利用途径进行合理选择, 这样不仅可以提高余热利用效率, 而且还可以提高焦化厂的经济效益。

参考文献:

- [1] 李月月, 崔程玮. 焦化厂炼焦工艺余热利用研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(14): 158-159.
- [2] 孟贺. 焦化厂炼焦工艺余热利用 [J]. 善天下, 2021(16): 178-179.
- [3] 张蔚. 焦化厂炼焦工序的节能降耗 [J]. 山西化工, 2008, 28(6): 48-50.

作者简介:

张剑 (1975-), 男, 山西孝义人, 本科, 煤化工工程师, 研究方向: 焦化技术管理。