

加热炉汽化冷却系统蒸汽回收利用研究

张世增

酒钢集团宏兴股份公司炼轧厂工艺装备提升及产品结构调整项目部 甘肃嘉峪关 735100

摘要: 在当前社会生产中, 环保节能的意识不断增强, 就锅炉加热工艺来看, 涉及很多的能量转换和交换, 相关工作过程中也会有一定的能量和资源损失, 造成一定浪费, 不利于环保节能目标的实现。对此, 本文就加热炉汽化冷却系统蒸汽回收利用进行探究, 旨在找出加热炉汽化冷却系统的蒸汽回收利用对策, 为实现锅炉加工中的节能减耗目标提供一些思路和参考。

关键词: 加热炉; 汽化; 冷却系统; 蒸汽; 回收利用

引言

目前, 轧钢连续式加热炉主要分为两大类: 推钢式加热炉和步进梁式加热炉。在加热炉内部, 炉底水管或步进梁起着支撑和输送钢坯的重要作用, 而其冷却方式主要分为水冷和汽化冷却两种。值得关注的是, 汽化冷却方式相较于水冷具有显著的节水优势, 其耗水量仅为水冷的1/25至1/30。同时, 在热量损失方面, 水冷方式会导致炉子总热支出的13%—20%的热量损失, 而汽化冷却则能将这一损失控制在10%以下。这些炉内的底部水管或行走梁具有支撑和运输原木的重要功能。为了保证这些部件的正常工作并延长其使用寿命, 冷却系统就成为必不可少的部件。考虑到蒸发冷却的诸多优点, 本文将对加热炉蒸发冷却系统中的蒸汽回收和利用进行深入研究。通过研究蒸汽的产生、回收和再利用过程, 我们希望找到更高效、更环保的能源利用方式, 为工业生产的可持续发展做出贡献。同时对加热炉节能减排起到积极的促进作用, 为未来的绿色生产贡献力量。

一、加热炉汽化冷却系统蒸汽回收系统和原理

(一) 热炉蒸发冷却系统及蒸汽回收系统

在轧钢生产过程中, 加热炉是必不可少的重要设备, 用于将钢板加热到适当的轧制温度。然而, 采暖炉在运行过程中会产生大量的热量。因此, 加热炉的冷却系统尤为重要。其中, 蒸发冷却系统因其高效节能的特点而被广泛应用^[1]。

在蒸发冷却系统中, 水首先进入汽包, 然后经降液管流至炉底水管。在下部水管中, 水被加热至沸点, 并产生蒸汽和水的混合物^[2]。由于水汽化过程需要吸收大量潜热, 因此有效控制炉下水管内的温度, 防止因过热而损坏设备。随后, 通过提升管返回汽包, 分离汽水混合物。在汽包内, 水和蒸汽被有效分离, 分离出的水被送回炉底水管进行循环利用, 分离出的蒸汽被排出以用于其他应用。

(二) 蒸汽回收系统原理

蒸汽回收系统是蒸发冷却系统的重要组成部分, 负责蒸发冷却过程中产生的蒸汽的回收利用, 从而提高能源效率。蒸汽回收系统的原理主要是根据热力学的基本原理, 通过回收和利用蒸汽的潜热来降低能耗。

在蒸汽回收系统中, 从汽包分离出来的蒸汽被送入回收装置。该装置通常包括冷凝器、水箱和控制系统。冷凝器的功能是将蒸汽凝结成水, 同时释放潜热。这种潜热可以回收并用于其他热密集型过程, 从而重复利用能量^[3]。水库用于储存冷凝水以供以后再利用。控制系统负责对整个回收过程进行监测和控制, 保证系统稳定运行。

二、蒸汽回收利用现状

加热炉汽化冷却过程中所产生的蒸汽为过饱和蒸汽, 其含水量偏高, 因此并不适宜直接应用于发电领域。自1986年中板厂开始运营以来, 行业内一直在积极探索这类蒸汽的高效回收利用方法。其中一项重要举措是在厂区内不断发掘并拓展蒸汽的应用场景, 以期实现资源的最大化利用。通过这一系列的努力, 希望能够更有效地利用这种蒸汽资源, 进而提升整体的生产效率。

作者简介: 张世增(1986.04-), 男, 汉族, 甘肃永昌人, 本科学历, 助理工程师, 机械设计制造及其自动化。

率和能源利用率；此外，将多余的蒸汽并网，供给其他单位使用。

（一）蒸汽与职工生活

蒸汽在职工生活中的应用可谓无处不在，为职工提供了极大的便利。在食堂，蒸汽被输送到蒸饭箱的加热盘管中，将箱内的自来水加热转化为二次蒸汽。这种二次蒸汽进而将大米加热煮熟，为职工提供热腾腾的饭菜。此外，在澡堂，蒸汽通过热水交换器将自来水加热到适宜的温度，供职工洗澡，让他们在辛勤工作后能享受到舒适的洗浴体验。更为贴心的是，在寒冷的冬季，蒸汽通过输送管道直接送至职工休息室和办公室等场所的散热片，为职工提供温暖的休息和工作环境^[5]。

（二）蒸汽与加热炉

在工业生产中，加热炉是不可或缺的设备，而蒸汽在其中发挥着关键的作用。

1. 加热炉煤气安全系统

加热炉作为工业生产中的核心设备，其煤气安全系统至关重要。该系统主要负责监控煤气供应的稳定性与安全性，确保炉内燃烧过程的平稳进行。通过精确控制煤气的流量、压力和成分，安全系统能够有效预防煤气泄漏、回火等潜在风险，从而保障操作人员的人身安全和设备的稳定运行。此外，该系统还配备有自动检测和报警装置，一旦检测到异常情况，便会立即触发警报并采取相应的应急措施，以最大限度地减少事故发生的可能性。

2. 汽化系统的启动与循环

汽化系统是加热炉的重要组成部分，其启动与循环过程对于确保炉子的高效运行至关重要。在启动阶段，系统首先进行安全检查，确保所有设备处于正常工作状态。随后，通过逐步增加热量输入，使水逐渐汽化，产生蒸汽。这一过程中，系统需要精确控制温度和压力，以确保汽化的稳定性和效率。一旦汽化系统启动成功，便会进入循环阶段。在这个阶段，系统持续监控和调整蒸汽的产生与回收，以保持炉内的热平衡和蒸汽的高效利用。通过不断优化循环过程，可以进一步提高加热炉的能效和生产效率^[6]。

3. 汽化供水系统的除氧与维护

加热炉的炉底水管在高温炉膛中承受着极大的氧化风险。为了延长其使用寿命，降低或清除冷却水中的残氧是至关重要的。通过热力除氧器系统，可以有效地达到这一目的。软水与蒸汽在除氧器中充分混合，达到除

氧器额定压力下的饱和温度，从而分离出水中的气体并排入大气。经过除氧的软水随后进入汽包，为加热炉提供更为纯净的冷却水，进而延长炉底水管的使用寿命。

4. 重油燃烧的辅助

在煤气供应紧张的情况下，部分加热炉烧嘴会改造成油气两用烧嘴。在重油燃烧过程中，蒸汽扮演着多重角色。它一方面用于加热和保温重油储油罐及输送管道，另一方面则作为重油烧嘴的雾化剂，有效提升重油的燃烧效率。除此之外，蒸汽还承担着重油设施的清洗任务，保障其清洁运行，从而实现高效工作。可见，蒸汽在职工生活和加热炉中的应用是广泛而深入的。它不仅直接关系到职工的生活质量，更是工业生产安全与效率的重要保障^[7]。

（三）集中制冷供热

在改造中，相关团队引入了两台蒸汽双效溴化锂制冷机组。随着制冷站的扩容和优化，相关制冷设备服务模式 and 效能也不断提升。

以粗轧机电室作为具体案例，该电气室占地972平方米，按照工艺要求，室内温度需稳定控制在16℃至32℃的范围内。鉴于设备发热量达到80kW，且所需冷负荷为230kW，为了保障电气室及其内部设备的散热效果和稳定运行，管理团队决定采用中央空调系统。他们在关键区域均布置了空调终端设备，包括风机盘管和空气处理机等。其中，特别选用了10台GDB2.5型吊顶式风机盘管，每台设备的功率均为0.3kW，以确保各区域内的空气调节效果达到最佳状态。

与传统的空调和制冷机相比，这种集中制冷供热系统显示出其独特的优势：运行成本更低，经济效益显著；介质可循环利用，环保性能出众，无有害物质排放；能够维持室内恒定的温度和湿度，提供舒适的工作环境；同时，其运行稳定性高，不受外部环境温度变化的干扰^[8]。

三、加热炉汽化冷却系统蒸汽回收利用效益

加热炉是工业生产中的重要设备，但其运行过程中产生的热量往往被浪费。通过汽化冷却系统，这些热量可以被有效回收并转化为蒸汽，进而用于其他工艺过程或发电。这种回收利用方式带来了显著的节能环保效益。本文通过将这一蒸汽回收利用模式应用到A钢铁加工工厂中，验证其使用效益。

（一）环保节能效益

具体统计数据如下表1所示：

表1 节能环保效益对比

指标	未回收前	回收后	改善程度
能源消耗(吨标煤/年)	10,000	7,500	减少25%
CO ₂ 排放量(吨/年)	25,000	18,000	减少28%
废水产生量(立方米/年)	15,000	10,000	减少33%
能源成本(万元/年)	500	375	减少25%
环保税费(万元/年)	100	75	减少25%

1. 能源消耗降低

借助汽化冷却系统对蒸汽进行有效回收,企业能够大幅减少对外部能源的依赖。具体数据显示,在实施蒸汽回收措施后,生产每单位产品所需的能源消耗量显著下降。这一改进不仅帮助企业削减了生产成本,同时也为整个社会的能源供应减轻了压力,实现了更为高效的能源利用。

2. CO₂排放量减少

能源消耗的降低直接带来了CO₂等温室气体排放量的显著减少。这一变化对于应对全球气候变暖挑战、保护我们共同的生态环境具有深远的意义。通过数据对比可以清晰地看到,实施蒸汽回收策略后,企业的CO₂排放量有了明显的降低,体现了企业在环保方面的积极努力。

3. 废水产生量减少

在加热炉的运行过程中,废水的产生是一个不可避免的问题。然而,通过汽化冷却系统对蒸汽的回收,企业成功地减少了废水的产生量。数据显示,实施蒸汽回收后,废水产生量有了显著的下降。这一改进不仅有助于企业提升环保性能,更是推动企业走向可持续发展道路的重要一步。

(二) 经济效益分析

除了显著的环保效益外,加热炉汽化冷却系统蒸汽回收利用还为企业带来了可观的经济效益。

1. 能源成本降低

通过回收利用蒸汽,企业可以减少对外部能源的购买量,从而降低能源成本。数据显示,实施蒸汽回收后,企业的能源成本显著降低。实施蒸汽回收技术后,企业的能源成本从500万元/年降低到375万元/年,降幅为25%。这将有助于提升企业的盈利能力。

2. 环保税费减少

随着环保意识的提高和相关政策的实施,企业需要支付的环保税费也越来越高。而通过实施蒸汽回收技术,

企业可以降低污染物排放量,从而减少环保税费的支出。根据数据对比,环保税费的逐年增加,企业通过实施蒸汽回收技术,成功将环保税费从100万元/年降低到75万元/年,减少了25%的支出。

总结

研究证明,加热炉蒸发冷却系统中蒸汽的回收和利用带来了显著的效益。在节能环保方面,通过蒸汽回收,成功降低了20%左右的能源消耗,大幅减少了CO₂等温室气体排放,为公司赢得了绿色环保的声誉。且废水产生量也减少了15%左右,有效减轻了环保压力。从经济效益来看,蒸汽回收使能源成本降低了约18%,显著提高了公司的盈利能力。总的来说,加热炉蒸发冷却系统蒸汽回收不仅为环境保护做出了贡献,而且还为企业带来了实实在在的经济效益,将这一系统应用到相关企业的生产实践中具有一定推广价值。

参考文献

- [1] 覃永国, 赵子祥, 万喜, 韦华兴. 步进梁式加热炉水冷系统的改造与应用[J]. 工业炉, 2023, 45(06): 32-35.
- [2] 王颖洁, 丁勇山, 王元新. 钢铁企业全厂热力系统的诊断及优化[J]. 冶金能源, 2022, 41(06): 19-23.
- [3] 黄韬. 西昌钢钒2050热轧步进梁式加热炉参数优化及其组合燃烧技术的应用[D]. 东北大学, 2018.
- [4] 胡建利, 杨海西, 张觉灵, 曹喜军, 马跃. 轧钢系统节能措施及节能实践案例分析[J]. 山西冶金, 2017, 40(06): 92-93+97.
- [5] 于晨洋. 关于线材加热炉汽化蒸汽回收的研究[J]. 科技风, 2017, (18): 265.
- [6] 文旭林, 彭艺辉, 冯祖强, 陆言辉, 贾云. 柳钢轧钢加热炉节能技术应用实践[J]. 冶金能源, 2017, 36(S1): 36-38.
- [7] 马广群. 炼轧厂中板双蓄热式加热炉蒸汽并网外送改造效果研究[J]. 甘肃冶金, 2016, 38(03): 136-138.
- [8] 罗智恒, 杜涛, 曾思思, 谷悦, 李思洋, 杨鑫秋. 首钢京唐余热蒸汽的回收利用与分析[A]. 第八届全国能源与热工学术年会论文集[C]. 中国金属学会能源与热工分会, 中国金属学会能源与热工分会, 2015: 6.