

探索PTA装置余热回收的新技术路径

田 猛¹ 胡海红²

1. 新疆库尔勒中泰石化有限责任公司 新疆 库尔勒 841000

2. 新疆美克化工股份有限公司 新疆 库尔勒 841000

摘 要: PTA(绝对苯二甲酸) 装置作为聚酯产业链中的关键生产环节, 其运行过程中的余热回收对于提高能源利用效率、降低生产成本以及实现可持续发展具有重要意义。本文旨在探讨PTA装置余热回收的新技术路径, 通过分析当前余热回收技术的现状、挑战与机遇, 结合具体案例, 提出一系列创新性的技术路径, 以期PTA行业的绿色发展提供理论支持和实践指导。

关键词: PTA装置; 余热回收; 新技术路径; 可持续发展

1 引言

随着全球对聚酯产品的需求不断增长, PTA装置的规模和技术水平也在持续提升。然而, PTA生产过程中产生的大量余热若未能得到有效回收利用, 不仅会造成能源浪费, 还会增加企业的生产成本和环境污染。因此, 探索PTA装置余热回收的新技术路径, 对于提高能源利用率、降低碳排放、实现绿色发展具有至关重要的意义。

2 PTA 装置余热回收的现状与挑战

2.1 现状

目前, PTA装置余热回收技术已经取得了一定的发展成果。例如, 一些企业采用了余热锅炉、溴化锂吸收式热泵、有机朗肯循环等技术来回收PTA生产过程中的余热。这些技术在一定程度上提高了能源利用效率, 降低了生产成本。然而, 随着PTA装置规模的不断扩大和环保要求的日益严格, 现有的余热回收技术仍面临诸多挑战。

2.2 挑战

(1) 余热品质低: PTA装置产生的余热往往品质较低, 如温度不高、压力不稳等, 这增加了余热回收的难度和成本。例如, PTA生产过程中的一些废气温度可能仅在100-200℃之间, 且流量和压力波动较大, 给余热回收设备的稳定运行带来了挑战。

(2) 技术瓶颈: 现有的余热回收技术在效率、稳定性、经济性等方面仍存在瓶颈, 难以满足PTA装置大规模余热回收的需求^[1]。例如, 余热锅炉的传热效率受到烟气侧和工质侧传热系数的限制, 难以进一步提高; 溴化锂吸收式热泵的效率受到工质对性能和热泵循环参数的影响, 提升空间有限。

(3) 系统集成难度大: PTA装置是一个复杂的系统, 余热回收技术需要与整个生产流程紧密集成。这涉及到余热回收设备的选型、布局和管道连接等多个方面, 增

加了技术实施的难度和风险。例如, 余热锅炉的安装需要考虑与PTA装置的烟气排放系统的匹配, 以及蒸汽输送管道的布局和保温等问题。

(4) 环保压力: 随着环保法规的日益严格, PTA装置在余热回收过程中需要更加注重环保和可持续性。例如, 余热回收设备的运行不能产生新的污染物, 且工质的选择应符合环保要求。同时, 余热回收技术的应用应有助于降低企业的碳排放, 实现绿色发展。

3 PTA 装置余热回收的新技术路径

3.1 高效余热锅炉技术

3.1.1 技术原理

高效余热锅炉是一种专门设计用于回收低品质余热的设备。它通过优化锅炉的结构和传热方式, 提高余热回收的效率。例如, 采用多回程烟道设计, 增加烟气在锅炉内的停留时间, 使烟气与工质充分换热; 增加传热面积, 采用高效的传热元件, 如鳍片管、螺纹管等, 提高传热系数; 优化烟气流动方式, 减少烟气流动阻力, 提高烟气的均匀性, 从而提高余热锅炉的传热效率和余热回收量。

3.1.2 应用案例

某PTA生产企业通过引入高效余热锅炉技术, 成功将生产过程中的低温余热转化为蒸汽, 用于后续的生产环节。该企业原有的余热回收设备效率较低, 大量余热被浪费。引入高效余热锅炉后, 对锅炉的结构进行了优化, 采用了多回程烟道设计和高效的传热元件。数据显示, 该技术的应用使得企业的能源利用效率提高了约10%, 同时降低了生产成本和碳排放。具体来说, 每年可节约标准煤数千吨, 减少二氧化碳排放数万吨。

3.1.3 优势分析

高效余热锅炉能够充分利用低品质余热, 提高能源利用效率。通过优化设计和运行管理, 可使余热回收效

率达到较高水平,为企业节约大量的能源成本。通过优化设计和运行管理,高效余热锅炉能够保持稳定的运行状态,确保余热回收的连续性和可靠性。例如,采用先进的控制系统,实时监测锅炉的运行参数,自动调整锅炉的负荷和燃烧状态,保证锅炉的安全稳定运行。虽然高效余热锅炉的初期投资可能较高,但由于其显著的节能效果,能够在较短时间内收回投资,并为企业带来长期的经济效益。同时,随着技术的不断进步和规模化生产,高效余热锅炉的成本也在逐渐降低。

3.2 溴化锂吸收式热泵技术

3.2.1 技术原理

溴化锂吸收式热泵是一种利用溴化锂-水溶液作为工质对的热泵系统。它由发生器、吸收器、冷凝器和蒸发器等部件组成。在发生器中,通过加热使溴化锂溶液中的水分蒸发,产生高温高压的蒸汽;蒸汽进入冷凝器,放出热量,冷凝成液体;液体进入蒸发器,吸收低温热源的热量,蒸发成蒸汽;蒸汽再进入吸收器,被溴化锂溶液吸收,完成一个循环^[2]。通过这种方式,溴化锂吸收式热泵可以回收低温余热,并将其提升为高温热能,用于加热工艺介质或产生蒸汽。

3.2.2 应用案例

某PTA装置采用了溴化锂吸收式热泵技术来回收母液中的余热。该装置的母液在生产过程中会产生大量的低温余热,传统的余热回收方式效果不佳。引入溴化锂吸收式热泵技术后,通过合理设计热泵系统,优化工质对的浓度和循环参数。该技术成功将母液中的低温余热转化为高温热能,用于加热反应釜中的工艺介质。这不仅提高了反应温度,还降低了蒸汽消耗量和生产成本。据测算,每年可节约蒸汽数千吨,降低生产成本数百万元。

3.2.3 优势分析

溴化锂吸收式热泵不使用氟利昂等对环境有害的制冷剂,具有较好的环保性能。它利用热能驱动,减少了对电能的依赖,降低了碳排放。该技术能够充分利用低温余热,提高能源利用效率,降低企业的能源消耗和生产成本。通过回收余热产生高温热能,减少了对外部能源的需求。溴化锂吸收式热泵可以根据实际需求进行灵活调节,满足不同工况下的余热回收需求。例如,通过调整热泵的循环参数和负荷,可以适应不同的余热温度和流量变化。

3.3 有机朗肯循环技术

3.3.1 技术原理

有机朗肯循环(ORC)是一种利用低沸点有机工质进行热力循环的发电技术。在PTA装置中,有机朗肯循环可以回收低温余热,并将其转化为电能。该技术通过工质的

蒸发、膨胀、冷凝和压缩等过程实现热能与电能的转换。具体来说,低温余热加热有机工质,使其蒸发成高温高压的蒸汽;蒸汽进入膨胀机,膨胀做功,带动发电机发电;做功后的蒸汽进入冷凝器,放出热量,冷凝成液体;液体通过泵压缩,提高压力,再次进入蒸发器,完成一个循环。

3.3.2 应用案例

某PTA生产企业引入了有机朗肯循环技术来回收生产过程中的低温余热。该企业经过对多种有机工质的筛选和循环参数的优化,选择了一种适合该装置余热特性的工质。通过该技术的应用,企业成功将余热转化为电能,用于供应厂内的电力需求。数据显示,该技术的应用使得企业的自发电比例提高了约20%,同时降低了外购电的成本和碳排放。每年可减少外购电量千万千瓦时,降低用电成本数百万元。

3.3.3 优势分析

有机朗肯循环能够充分利用低温余热进行发电,提高能源利用效率。与传统的发电方式相比,它可以在较低的温度下实现热能与电能的转换,扩大了余热回收的范围。虽然有机朗肯循环的初期投资较高,但由于其显著的节能效果和发电收益,能够在较短时间内收回投资,并为企业带来长期的经济效益。同时,随着技术的不断发展和规模化应用,有机朗肯循环设备的成本也在逐渐降低。有机朗肯循环技术符合可持续发展的要求,有助于企业实现绿色低碳转型。通过回收余热发电,减少了对传统能源的依赖,降低了碳排放。

3.4 螺杆水蒸汽热泵技术

3.4.1 技术原理

螺杆水蒸汽热泵是一种利用螺杆压缩机将低品位蒸汽压缩为高品位蒸汽的热泵系统。在PTA装置中,螺杆水蒸汽热泵可以回收低温低压的蒸汽余热,并将其压缩为高温高压的蒸汽,用于加热工艺介质或产生动力。螺杆压缩机通过两个相互啮合的螺杆转子,将蒸汽吸入并进行压缩,提高蒸汽的压力和温度。

3.4.2 应用前景

螺杆水蒸汽热泵技术具有投资少、收益高、余热利用效率高等优点。在PTA装置中,该技术有望替代传统的蒸汽发生装置,实现余热的高效回收利用。例如,通过回收PTA装置中的低温蒸汽余热,螺杆水蒸汽热泵可以产生高温高压的蒸汽,用于驱动汽轮机发电或加热反应釜中的工艺介质。与传统的蒸汽发生装置相比,螺杆水蒸汽热泵可以显著降低能源消耗和生产成本。

3.4.3 优势分析

螺杆水蒸汽热泵能够充分利用低温低压的蒸汽余

热,提高能源利用效率。通过压缩蒸汽,使其压力和温度升高,满足不同的工艺需求。与传统的蒸汽发生装置相比,螺杆水蒸汽热泵具有较低的投资成本和运行成本,能够为企业带来显著的经济效益。它的设备结构简单,维护方便,运行稳定可靠。螺杆水蒸汽热泵可以根据实际需求进行灵活调节,满足不同工况下的余热回收和蒸汽需求。例如,通过调整螺杆压缩机的转速和负荷,可以控制蒸汽的压力和温度。

3.5 富氧节能改造技术

3.5.1 技术原理

富氧节能改造技术是一种通过提高氧气浓度来优化燃烧过程、提高能源利用效率的技术。在PTA装置中,通过引入富氧空气或纯氧,可以提高燃烧反应的速率和温度,从而减少燃料的消耗和废气的排放。同时,富氧燃烧还可以产生更多的高温烟气余热,为余热回收提供更多的热源。

3.5.2 应用案例

中国石化仪征化纤公司对PTA装置进行了富氧节能改造,通过引入外界富氧空气,成功实现了节约蒸汽并回收利用蒸汽余热发电的目标。在改造前,该装置的燃烧效率较低,能源消耗和废气排放较大。引入富氧空气后,燃烧反应更加充分,提高了热效率。数据显示,改造后装置日均可额外发电7万度,年发电2500多万度,经济效益达1000多万元,同时二氧化碳排放量也大幅降低。

3.5.3 优势分析

富氧节能改造技术能够显著提高燃烧效率,减少燃料的消耗和废气的排放,从而降低企业的能源消耗和生产成本。通过优化燃烧过程,使燃料充分燃烧,提高了能源利用效率。通过减少废气的排放和提高余热回收效率,富氧节能改造技术有助于企业实现绿色低碳转型。降低二氧化碳等污染物的排放,符合环保要求。虽然富氧节能改造技术的初期投资可能较高,但由于其显著的节能效果和环保效益,能够在较短时间内收回投资,并为企业带来长期的经济效益。同时,随着富氧技术的不断发展和成本的降低,其应用前景将更加广阔。

4 新技术路径的实施策略与建议

4.1 加强技术研发与创新

企业应加大对PTA装置余热回收新技术的研发投入,鼓励技术创新和成果转化。通过与高校、科研机构等合作,共同开展关键技术攻关和示范项目建设,推动余热回收技术的不断进步和应用。例如,设立专项研发基金,支持科研团队开展余热回收技术的研究;建立产学研合作平台,促进技术交流合作。

4.2 优化系统集成与运行管理

在实施新技术路径时,企业应注重余热回收系统与整个PTA生产流程的紧密集成。通过优化系统设计、提高运行管理水平等方式,确保余热回收系统的稳定运行和高效利用。同时,还应加强对余热回收系统的监测和维护,及时发现并解决问题,确保系统的长期可靠运行。例如,采用先进的自动化控制系统,实现对余热回收系统的实时监测和自动调节;建立完善的设备维护管理制度,定期对设备进行检查和维护。

4.3 注重经济性与可持续性

在选择新技术路径时,企业应充分考虑其经济性和可持续性。通过对比分析不同技术的投资成本、运行成本、节能效果和环境影响等因素,选择最适合自身发展需求的技术方案。同时,还应注重技术的可持续性发展,确保其未来仍能保持较高的竞争力和应用价值。例如,进行详细的成本效益分析,评估新技术的投资回收期和经济效益;考虑技术的环保性能和对企业可持续发展的贡献。

4.4 加强政策引导与支持

政府应加强对PTA装置余热回收技术的政策引导和支持力度。通过制定相关法规和标准、提供财政补贴和税收优惠等措施,鼓励企业采用新技术、新工艺进行余热回收利用。同时,还应加强对余热回收技术的宣传和推广力度,提高社会公众对余热回收技术的认知度和接受度。例如,出台余热回收技术的专项扶持政策,对采用新技术的企业给予资金补贴和税收减免;组织余热回收技术的宣传和培训活动,提高企业和公众对余热回收重要性的认识。

结语

PTA装置余热回收的新技术路径对于提高能源利用效率、降低生产成本、实现绿色发展具有重要意义。通过引入高效余热锅炉技术、溴化锂吸收式热泵技术、有机朗肯循环技术、螺杆水蒸汽热泵技术以及富氧节能改造技术等新技术路径,可以有效解决当前PTA装置余热回收过程中存在的问题和挑战。然而,在实施新技术路径时,企业还需要加强技术研发与创新、优化系统集成与运行管理、注重经济性与可持续性以及加强政策引导与支持等方面的工作。只有这样,才能确保新技术路径在PTA装置余热回收领域得到广泛应用和推广,为企业的绿色发展和可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]史少君,王霞,郭冬琴.PTA装置母液余热回收工艺研究[J].现代化工,2021,41(06):224-227.
- [2]董言纲,王敏,刘春胜.PTA精制母液余热回收技术研究[J].云南化工,2020,47(02):75-77.