

燃化运行中的能源管理与碳减排路径分析

张佳兵

内蒙古京能检修工程管理有限公司 内蒙古 丰镇 012199

摘要: 本文深入探讨了燃化运行中的能源管理与碳减排路径。分析燃化行业能源消耗结构与碳排放来源,指出能源消耗集中于各生产环节,碳排放主要源于能源燃烧与化工过程。探讨能源管理体系构建,涵盖能源管理框架、关键技术措施与能效评估方法。剖析碳减排技术路径,包括源头、过程、末端减碳技术及选择框架。提出能源管理与碳减排协同优化模型构建方法,并通过案例验证其有效性,为燃化行业实现节能减排提供参考。

关键词: 燃化运行; 能源管理; 碳减排; 能效优化

1 燃化行业能源消耗与碳排放特征分析

1.1 能源消耗结构

燃化行业作为能源密集型产业,其能源消耗结构具有独特性和复杂性。从能源类型来看,煤炭在燃化行业的能源消耗中占据重要地位,尤其是在一些传统的大型燃化企业中,煤炭是主要的生产能源。这是因为煤炭价格相对较低,且供应稳定,能够满足大规模生产对能源的需求。然而,煤炭燃烧会释放大量的二氧化碳和其他污染物,对环境造成较大压力。除了煤炭,石油和天然气也是燃化行业重要的能源来源。石油主要用于化工原料的生产和一些特殊工艺的能源供应,而天然气则因其清洁、高效的特性,在一些对环保要求较高的生产环节得到广泛应用。随着环保要求的不断提高和能源结构的调整,天然气在燃化行业能源消耗中的占比逐渐增加^[1]。可再生能源在燃化行业的应用也开始崭露头角,一些燃化企业开始尝试利用太阳能、风能等可再生能源为部分生产环节供电,以减少对传统化石能源的依赖。但由于可再生能源的不稳定性和成本问题,目前其在燃化行业能源消耗结构中的占比仍然较小。从能源消耗环节来看,燃化行业的能源消耗主要集中在生产过程中的各个环节,如原料加工、反应过程、产品分离等。不同的生产环节对能源的需求和消耗方式也有所不同。例如,在原料加工环节,需要大量的热能来对原料进行预热和干燥;在反应过程中,需要维持一定的温度和压力条件,以保证反应的顺利进行,这也会消耗大量的能源。

1.2 碳排放来源

燃化行业的碳排放主要来源于能源燃烧和化工生产过程。能源燃烧是碳排放的主要来源之一,煤炭、石油和天然气等化石能源的燃烧会释放大量的二氧化碳。以煤炭燃烧为例,煤炭中的碳元素在燃烧过程中与氧气结合生成二氧化碳,每燃烧一吨标准煤大约会释放2.6吨左

右的二氧化碳。化工生产过程中的碳排放也不容忽视,在化学反应过程中,一些原料的分解和转化会产生二氧化碳等温室气体。例如,在石灰石煅烧生产水泥的过程中,石灰石中的碳酸钙会分解产生二氧化碳;在一些化工合成反应中,也会因为反应条件或原料的选择而产生碳排放。燃化行业的生产过程中还会产生一些其他温室气体,如甲烷、氧化亚氮等。甲烷主要来源于一些生物发酵过程和化工生产中的泄漏;氧化亚氮则可能在一些特定的化学反应和高温燃烧过程中产生。虽然这些温室气体的排放量相对二氧化碳较小,但它们的全球变暖潜势较高,对环境的影响也不容小觑。

2 燃化运行能源管理体系构建

2.1 能源管理框架

燃化运行能源管理体系的构建需要建立一套完善的框架,以确保能源管理的有效性和系统性。该框架通常包括目标设定、组织架构、制度建设、监测与评估等几个方面。目标设定是能源管理体系的基础,企业需要根据自身的生产情况和能源消耗特点,制定合理的能源管理目标,如降低能源消耗强度、提高能源利用效率等。这些目标应具有可衡量性、可实现性和相关性,以便于后续的监测和评估。组织架构是能源管理体系的重要保障,企业需要成立专门的能源管理机构,明确各部门和人员在能源管理中的职责和权限。能源管理机构应负责制定能源管理计划、组织实施能源管理措施、监测能源消耗情况等工作。制度建设是能源管理体系的核心,企业需要建立一系列的能源管理制度,如能源采购制度、能源使用制度、能源统计制度等。这些制度应规范能源管理的各个环节,确保能源管理的规范化和标准化^[2]。监测与评估是能源管理体系的重要环节,企业需要建立能源监测系统,实时监测能源消耗情况,并定期对能源管理效果进行评估。通过监测与评估,企业可以及时发现

能源管理中存在的问题，并采取相应的措施进行改进。

2.2 关键技术措施

2.2.1 工艺优化

工艺优化是燃化运行能源管理体系中的关键技术措施之一，主要包括换热网络优化和余热回收。换热网络优化可以通过对生产过程中的换热设备进行合理布局和优化设计，提高换热效率，减少能源浪费。例如，在一些化工生产过程中，通过采用夹点技术对换热网络进行优化，可以使换热设备的投资和运行成本降低，同时提高能源利用效率。余热回收则是将生产过程中产生的余热进行回收利用，用于预热原料、加热蒸汽等。燃化行业的生产过程中会产生大量的余热，如果不加以回收利用，将会造成能源的浪费。通过安装余热回收装置，如余热锅炉、热管换热器等，可以将余热转化为有用的能源，提高能源的综合利用效率。

2.2.2 设备改造

设备改造也是提高燃化行业能源利用效率的重要手段。高效电机的应用可以降低电机的能耗，提高电机的运行效率。与普通电机相比，高效电机具有更高的功率因数和效率，可以在相同的输出功率下减少电能的消耗。低氮燃烧器的使用则可以降低燃烧过程中氮氧化物的排放，同时提高燃烧效率。低氮燃烧器通过优化燃烧空气和燃料的混合方式，控制燃烧温度和氧气浓度，减少氮氧化物的生成。此外，低氮燃烧器还可以提高燃料的燃烧完全度，减少未燃尽燃料的损失，提高能源利用效率。

2.2.3 智能控制

智能控制技术在燃化运行能源管理体系中的应用越来越广泛，主要包括先进过程控制（APC）和数字孪生。先进过程控制可以通过对生产过程中的各种参数进行实时监测和控制，优化生产过程的运行，提高能源利用效率和产品质量。例如，在一些化工反应过程中，通过采用APC技术，可以自动调整反应温度、压力、流量等参数，使反应过程保持在最佳状态，减少能源的消耗和产品的次品率。数字孪生则是通过建立生产过程的虚拟模型，对生产过程进行模拟和优化。数字孪生可以实时反映生产过程的运行状态，预测生产过程中可能出现的问题，并提前采取相应的措施进行解决。通过数字孪生技术，企业可以优化生产计划、提高设备利用率、降低能源消耗。

2.3 能效评估方法

能效评估是燃化运行能源管理体系中的重要环节，通过能效评估可以了解企业的能源利用效率，发现能源

管理中存在的问题，并为能源管理决策提供依据。常用的能效评估方法包括能源审计、能效对标和生命周期评估等。能源审计是对企业的能源消耗情况进行全面审查和评估的过程，通过能源审计可以了解企业的能源消耗结构、能源利用效率、能源管理现状等信息，并提出相应的节能建议和措施。能效对标则是将企业的能源利用效率与同行业先进企业进行对比，找出差距和不足，并制定改进措施。通过能效对标，企业可以学习先进企业的能源管理经验和先进技术，提高自身的能源利用效率^[3]。生命周期评估是对产品或服务从原材料采集、生产、使用到废弃处理的全过程进行能源消耗和环境影响评估的方法。通过生命周期评估，企业可以了解产品或服务的能源消耗和环境影响情况，优化产品或服务的设计和生产过程，降低能源消耗和环境影响。

3 燃化运行碳减排技术路径分析

3.1 源头减碳技术

源头减碳技术是指在能源生产和供应环节采取措施，减少碳排放的技术。在燃化行业，源头减碳技术主要包括发展清洁能源和提高能源利用效率。发展清洁能源可以减少对传统化石能源的依赖，降低碳排放。提高能源利用效率也是源头减碳的重要手段。通过采用先进的能源技术和设备，优化能源生产和供应过程，提高能源的转换效率和利用效率，减少能源浪费和碳排放。例如，采用高效的发电设备和输电技术，提高电力的生产和输送效率；采用节能型的工业设备和家用电器，减少能源的消耗。

3.2 过程减碳技术

过程减碳技术是指在化工生产过程中采取措施，减少碳排放的技术。主要包括工艺改进、原料替代和碳捕集与封存（CCS）等。工艺改进可以通过优化生产工艺，减少能源消耗和碳排放。例如，采用新型的催化剂和反应技术，提高化学反应的选择性和转化率，减少副产物的生成和能源的消耗。原料替代则是采用低碳或无碳的原料替代传统的化石原料，减少碳排放。例如，在一些化工生产过程中，采用生物质原料替代石油原料，生产生物基化学品和燃料。碳捕集与封存技术是将生产过程中产生的二氧化碳进行捕集，并运输到合适的地点进行封存，以减少二氧化碳的排放。CCS技术是目前公认的能够有效减少碳排放的技术之一，但目前该技术还面临着成本高、技术难度大等问题，需要进一步的研究和开发。

3.3 末端治理技术

末端治理技术是指在碳排放后采取措施，对排放的二氧化碳进行处理和减排的技术。主要包括二氧化碳的

吸收、吸附和转化等技术。二氧化碳的吸收技术是通过化学吸收剂或物理吸收剂将排放的二氧化碳进行吸收,然后进行分离和回收利用^[4]。二氧化碳的吸附技术则是利用吸附剂对二氧化碳进行吸附,然后通过加热或减压等方式将吸附的二氧化碳进行解吸和回收利用。吸附剂可以是活性炭、分子筛等。二氧化碳的转化技术是将排放的二氧化碳转化为有用的化学品或燃料,实现二氧化碳的资源化利用。

3.4 技术路径选择框架

在选择燃化运行碳减排技术路径时,需要综合考虑技术可行性、经济成本、环境效益和社会影响等因素。技术可行性是指所选技术是否能够在燃化行业的生产过程中得到实际应用,是否具有可靠的技术支撑和运行经验。经济成本是指实施碳减排技术所需的投资和运行成本,是否能够在企业的承受范围内,并带来一定的经济效益。环境效益是指实施碳减排技术后能够减少的碳排放量 and 环境改善效果。社会影响是指实施碳减排技术对社会就业、能源安全等方面的影响。基于以上因素,可以建立一个技术路径选择框架,对不同的碳减排技术进行评估和比较,选择最适合燃化行业的技术路径。在选择技术路径时,还需要考虑企业的实际情况和发展战略,确保技术路径的可行性和可持续性。

4 能源管理与碳减排协同优化模型

4.1 模型构建方法

能源管理与碳减排协同优化模型的构建需要综合考虑能源消耗、碳排放、经济效益等多个因素。通常可以采用数学规划、系统动力学、人工智能等方法进行模型构建。数学规划方法是通过建立数学模型,对能源管理和碳减排的决策变量进行优化求解,以实现能源消耗和碳排放的最小化以及经济效益的最大化。例如,可以采用线性规划、非线性规划等方法,建立能源消耗、碳排放和经济效益之间的目标函数和约束条件,求解最优的能源管理和碳减排方案。系统动力学方法则是通过建立系统动力学模型,模拟能源管理和碳减排系统的动态行为,分析不同因素之间的相互关系和影响。系统动力学模型可以考虑能源消耗、碳排放、技术进步、政策法规等多个因素,通过模拟运行,预测能源管理和碳减排的发展趋势,为决策提供支持。人工智能方法则是利用机

器学习、深度学习等技术,对能源管理和碳减排数据进行分析 and 处理,建立预测模型和优化模型。

4.2 案例验证

为了验证能源管理与碳减排协同优化模型的有效性和可行性,可以选择一些燃化企业进行案例验证。在案例验证过程中,首先需要收集企业的能源消耗、碳排放、生产数据等相关信息,然后根据构建的模型进行模拟和优化^[5]。通过案例验证,可以评估模型在不同情况下的表现,分析模型的优缺点,并对模型进行改进和完善。同时案例验证还可以为企业提供实际的能源管理和碳减排方案,帮助企业降低能源消耗和碳排放,提高经济效益和环境效益。例如,在某燃化企业的案例验证中,采用数学规划方法构建了能源管理与碳减排协同优化模型,并对企业的能源消耗和碳排放进行优化。通过模型优化,企业可以降低能源消耗强度和碳排放强度,同时提高产品的产量和质量,实现能源管理与碳减排的协同发展。

结束语

燃化行业能源管理与碳减排工作意义重大,关乎行业可持续发展与环境保护。本文从能源消耗与碳排放特征分析入手,构建能源管理体系,剖析碳减排技术路径,并提出协同优化模型。通过研究与实践,明确了能源管理与碳减排的方向与方法。未来,燃化行业应持续探索创新,结合自身实际,科学应用相关技术与模型,推动能源管理与碳减排工作取得更大成效,实现经济效益与环境效益的双赢。

参考文献

- [1] 李晓雯.智能能源管理系统在工业生产过程中的节能减排研究[J].模具制造,2024,24(09):243-245.
- [2] 魏甲明,邓升安,姚亮,余跃.关于冶金行业能源管理的研究与思考[J].中国有色冶金,2024,53(04):1-12.
- [3] 赵丽娜.“双碳”背景下化工企业节能减排策略研究[J].塑料工业,2024,52(06):189-190.
- [4] 李明,赵新宇.基于大数据分析的智能能源管理系统研究[J].电子技术与软件工程,2020,(11):107-108.
- [5] 张华,赵明哲.能源管理系统中的数据分析技术及其应用案例[J].自动化与仪表技术,2022,(4),45-52.