



2021 CHINA PETROLEUM & CHEMICAL
INTERNATIONAL CONFERENCE
中国国际石油化工大会

论文集

摘要

PROCEEDING

2021年10月25-29日 中国·宁波
October 25-29, 2021 Ningbo, China



目录 Contents

碳排放权交易政策对中国企业对外直接投资的影响研究	1
双碳目标下中国（西藏）尼泊尔跨喜马拉雅水电开发合作研究	2
退税优化赋能石油化工出口企业降本增效	3
炼厂绿色制氢成本及可行性探讨	5
石油化工企业生产和管理模式数字化转型及应用研究	6
论 LYCS 型智能测温报警铸铁合金空气预热器 研发应用助力碳达峰	7
大型调峰型地下储气库用集成式压缩机可行性分析	9
“MVR 核心技术”水蒸汽压缩机开发及应用	10
聚光强化提升 CO ₂ 光还原过程效率	11
陕鼓方案助力一带一路绿色建设	12
基于能源互联岛的化工项目碳流、能流系统优化方案探析	13
红外热成像系统在石化行业的智能化应用	14



碳排放权交易政策对中国企业对外直接投资的影响研究

李卓 王峰伟

(武汉大学经济与管理学院)

摘要内容 Abstract:

本文以 2009 年至 2019 年中国上市公司为研究对象，利用国家发展改革委办公厅颁布的《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》——碳排放交易政策作为政策冲击，采用双重差分法研究了排放交易试点政策对中国上市公司对外直接投资规模的影响。首先，基准回归结果发现：第一，碳排放权交易政策与公司对外直接投资规模之间存在正向的相关关系，即碳排放权交易政策的实施会显著促进试点地区企业的对外直接投资规模；第二，在进行了倾向得分匹配、缩尾处理、改变聚类方式、替换被解释变量的度量方式和安慰剂测试等稳健性检验后，本文的实证结果依然稳健。

其次，异质性检验有以下四个方面的发现：第一，当按企业所有制进行分组检验时，发现碳排放权交易政策对企业对外直接投资的影响在国有、私营企业均有体现，但对私营企业的影响程度和概率更大；第二，当按企业所在行业污染程度进行分组检验时，发现碳排放权交易政策给企业对外直接投资规模带来的影响主要体现在非污染行业的企业上，这也说明了中国的市场型碳规制政策并未造成中国企业的污染转移；第三，当按企业规模进行分组检验时，发现碳排放权交易政策主要促进了小规模企业的对外直接投资规模，大规模企业由于经济实力更大等原因受碳规制政策的影响并不显著。

再次，进一步的机制检验发现，碳排放权交易政策对企业对外直接投资规模的影响是通过技术创新渠道实现的。在碳排放权交易机制下，企业会主动寻求技术创新以满足企业降低碳排放的环境需求。由于企业积极的创新行为可以改善生产效率，这不仅有助于降低生产成本和提高产品差异化，获得市场竞争优势，还能够相对减少企业在既定产量下的污染排放总量。当技术减排使得企业排放总量低于排放限额时，剩余排放权还可以通过碳市场交易获得额外的减排收益。随着上述潜在收益的提升，管理者会更倾向于对外投资。

最后，基于研究结果，为规范我国企业进行对外直接投资动机，推动我国对外直接投资结构升级，本文提出以下政策建议：一方面，在制定碳规制政策的同时应当积极鼓励公司创新行为，增加对公司创新的补贴，让企业利用技术的升级来冲减碳规制带来的成本增加并提升企业的国际竞争力，实现更好更有效率的“走出去”；另一方面，要考虑到不同性质的企业面对碳规制政策的承受程度，增加对民营、非污染、小规模的企业、低污染企业的创新补贴，积极发挥创新机制对于企业对外直接投资的驱动效应。

关键字 Keywords:

碳排放权交易；对外直接投资；技术创新

双碳目标下中国（西藏）尼泊尔跨喜马拉雅水电开发合作研究 Development of Trans-Himalaya Hydro-power Cooperation between China (Tibet Autonomous Region) & Nepal on the Plan for Carbon Emission Peak and Neutralization

许肖阳

(中共成都市委党校马克思主义学院)

摘要内容 Abstract:

“一带一路”倡议实施以来，中国始终将南亚地区特别是尼泊尔看作是“一带一路”倡议的重点方向之一。西藏自治区紧抓历史机遇，与尼泊尔相关部门间开展全方位、多层次的交流与合作，双方在“五通发展”等方面取得突出进展，区域间关系显著提升。立足新的历史起点，推动高质量发展，特别是围绕双碳目标，进一步深化西藏与尼泊尔之间的合作关系，需要进一步加强双方在清洁能源特别是水电开发的合作。

Since the implementation of the “Belt and Road” initiative, China has always regarded South Asia, especially Nepal, as one of the key directions of the initiative. The Tibet Autonomous Region has seized the historical opportunities and carried out all-round and multi-level exchanges and cooperation with the relevant departments of Nepal. The two sides have made outstanding progress in the development of the "policy coordination, facilities connectivity, unimpeded trade, financing integration, people-to-people bonds", and the relationship between regions has been significantly improved. Based on a new historical starting point, to promote high-quality development, especially on the plan for emission peak before 2030 and carbon neutralization before 2060, it is necessary to deepen the cooperative relationship between Tibet and Nepal, to further strengthen the cooperation between the two sides in the development of clean energy, especially hydropower.

关键字 Keywords:

双碳目标；一带一路；跨喜马拉雅；水电开发合作

Carbon emission peak and neutralization; “Belt and Road” initiative; Trans-Himalaya; Cooperation of hydro-power development



退税优化赋能石油化工出口企业降本增效

薛峰

(上海雅鹰船务有限公司管理层)

摘要内容 Abstract:

国家为鼓励出口，提高中国品牌在海外的竞争力，从 1985 年开始，出台了一系列免税、退税政策。商品编码是海关对货物实施监管的有效途径，准确归类也是企业能否充分享受国家退税政策的关键。本文结合 PX 项目重点阐述合理归类对企业享受出口退税政策的现实影响。

一、项目背景介绍

GP 项目是一个液化天然气 (LNG) 出口站。项目位于美国 D 州。

NF 公司承接了共 100 万英寸的管道预制。

二、财政部退税新政

为推动钢铁行业高质量发展，今年 5 月 1 日、8 月 1 日国务院关税税则委员会先后对钢管等 146 个税号的产品取消出口退税。

对于 GP 项目来说，原来申报税号为 7305、7306 的钢管，如今退税率直接从 13% 降至 0%，将直接损失约 7600w 人民币。

面对退税新政，深入研究产品，通过准确归类实现足额退税成为合法、有效解决问题的办法。

三、液化天然气 (LNG) 生产工艺介绍:

四、液化天然气 (LNG) 生产设备的商品归类分析

从设备构造和工作原理分析，不同工艺的液化天然气生产，都是利用压缩机制冷，通过热交换器使天然气冷却，最终成为液化天然气 (LNG)。

液化天然气 (LNG) 生产设备，符合品目 8418 注释描述的设备形式，应归入商品编码 8418699090。

五、NF 公司出口的预制管道归类简析:

(一) 预制管道相关概念:

中华人民共和国化工行业标准 HG/T 21641—2013《管道工厂预制化技术规范》:

管道定义:

管道组成件:

管道预制:

NF 公司出口的预制管道情况:

NF 公司承接 GP 项目的管道预制工作，是按照客户提供的图纸在工厂完成管道的制造，出口后作为液

化天然气（LNG）生产设备的零件使用，应按零件归入商品编码 8418999990。

六、归类特性

由于工业产品生产的复杂性，造成了其生产过程的分工协作。中国国内制造业仅仅是全球产业链中某个工业产品生产过程中的一个环节。

七、雅鹰推动中国能源、冶金企业实现足额退税的历程

雅鹰作为关务咨询专业机构，先后参与了哈电、葛洲坝、成达重工等 50 多家企业的关务风险防控服务，有效的保障了这些项目的高品质服务需求。雅鹰的工作得到了中国对外承包商会和海关职能部门的认可。

八、GP 项目 操作流程

九、海关归类预裁定难点

十、雅鹰提供专业服务的意义和必要性

（一）通过准确归类为 GP 项目提供可以量化的退税提升服务；

（二）雅鹰提供的专业服务是 NF 公司合规建设的组成部分；

（三）企业需要在原材料涨价、用工成本增加、汇率波动和疫情下物流成本大幅增加的情况下，充分享受好国家给予的退税政策。

雅鹰服务的核心是防范因盲目归类或海关质疑时无法佐证申报意志带来的法律风险，真正做到守法合规、应退尽退。

关键字 Keywords:

退税优化



炼厂绿色制氢成本及可行性探讨

张轩

(中国石油技术开发有限公司石化分公司)

摘要内容 Abstract:

面对全球气候变暖挑战，促进能源转型、减排温室气体、加快绿色低碳技术发展受到世界各国的重视。自我国去年提出‘双碳’目标以来，政府通过各种行政手段和政策压减碳排放，促进新能源产业发展，反应了我国能源结构调整和产业结构转型升级的急迫性。炼厂作为传统能源的重要节点，其本身也属于高碳排放行业，在“双碳”目标的总体要求下，将面临更大的转型升级压力。中国炼厂由于加工规模、原料性质、产品比例及工艺流程各有不同，所以加工过程中的单位碳排放也存在较大差别。以某加工能力为 1000 万吨 / 年的炼厂为例，其二氧化碳排放量约为 250 万吨 / 年，平均每加工 1 吨原油排放 0.25 吨二氧化碳。在炼厂所有工艺单元中，制氢单元的二氧化碳排放约占 8%，仅次于加热炉燃烧和催化裂化装置，碳排放量巨大。如果以没有二氧化碳排放的绿氢替代，则可以大量减排。目前国内炼厂制氢以天然气制氢或煤制氢为主，经过分析，在当前的技术及原料价格水平下，天然气制氢成本约在 1.5 元 /Nm³ 左右，原料成本占总成本的 80%，煤制氢成本在 1.1 元 /Nm³ 左右，原料成本占总成本的 55%。同时比较了在相同制氢成本下的煤和天然气的价格水平。

绿氢的主要制备手段是电解水，目前可以商用的电解水技术路线可分为碱性电解槽 (ALK) 电解和质子交换膜电解槽 (PEM) 电解。在目前的条件下，电解制氢的成本主要由设备折旧和电费构成，碱性电解槽 (ALK) 制氢成本约为 2.7 元 /Nm³，质子交换膜电解槽 (PEM) 制氢成本约为 3.6 元 /Nm³，两者差异主要由于碱性电解槽的成本远高于质子交换膜电解槽。目前电解水制氢的成本仍远高于化石能源制氢。如果将二氧化碳排放成本以碳税的形式纳入成本考量，则在 700 元 / 吨和 1300 元 / 吨碳税的情况下，煤制氢和天然气制氢成本会高于电解水制氢。因此如果电解水要成为炼厂制氢的主流并具备经济性，需要通过降低电价、增加电解槽工作时间、以及通过技术进步降低电解槽的制造成本等手段来降低电解水的制氢成本。

关键字 Keywords:

氢气；二氧化碳；成本；电解水；碱性电解槽；质子交换膜电解槽

石油化工企业生产和管理模式数字化转型及应用研究

岳华 翟又文 陈玲

(昆船智能技术股份有限公司党政办, 昆明学院机电工程学院)

摘要内容 Abstract:

随着设备智能化需求的不断提高, 全球制造业正经历以数字化、智能化技术为核心, 以互联网、物联网信息技术为基础的技术革新及产业升级。石油化工企业管理模式的数字化转型是未来的发展趋势。数字化管理工厂是实现企业生产设施数字化和智能化的重要途径, 数字化工厂在石油化工企业的深入应用, 能够评估产品生产工艺的合理性, 统筹规划建造资源和生产计划, 以数字化方式创建物理实体的虚拟模型, 借助数据模拟物理实体在现实环境中的行为, 通过虚实交互反馈、数据融合分析、决策迭代优化等手段, 有效地将企业的产品即物理实体和信息世界互联交融在一起, 对产业的生产过程进行精准实时控制, 从而优化生产工艺过程, 降低生产成本。

关键字 Keywords:

数字化; 智能化; 石油化工企业; 决策迭代



论 LYCS 型智能测温报警铸铁合金空气预热器 研发应用助力碳达峰

虞辉 许煜 许栋五

(洛阳森德石化工程有限公司)

摘要内容 Abstract:

习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上的讲话中指出，中国宣布将提高“国家自主贡献”力度，力争 2030 年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。碳达峰碳中和是党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，只有纳入生态文明建设整体布局，才能推动经济社会绿色转型和系统性深刻变革。“碳达峰”是指二氧化碳的排放达到峰值不再增长，意味着中国要在 2030 年前，使二氧化碳的排放总量达到峰值之后，不再增长，并逐渐下降。“碳中和”是指在 2060 年前，中国通过植树造林、节能减排、产业调整等形式，抵消自身产生的二氧化碳排放。

加热炉是石油化工行业中的能耗大户，有效提高加热炉热效率能够节能减排，创造巨大的经济效益和社会效益。在当前能源形势紧张的今天，作为加热炉主要燃料的天然气短缺且价格不断上涨，同时如何降低碳排放助力碳达峰，如何综合考虑加热炉余热回收设备的使用成本及效益回收是节能减排设备生产厂家、专家和业主共同思考的方向。

我公司专利设备 LYCS 型铸铁合金纯平板空气预热器自 2007 年起开始应用于加热炉余热回收，适应严苛工况，能够有效收集排放到大气中的高温烟气的热量用来加热通入加热炉的空气。与西北工业大学合作智能测温报警系统能够随时监测预热器排烟温度并发送短信提醒相关负责人。

技术路线：调研各种形式的预热器，总结优点和缺点以及实际运行中遇到的各种问题，结合国内外经验，选择合适的材质和设计方案，建立模型，实践检验，根据应用中遇到的问题，不断改进，找到解决方法，不断提高设备的耐用性能。

创新模式：在材质和结构设计上进行突破，有效克服预热器露点腐蚀和积灰结垢问题。露点温度区选用铸铁合金材质，结构上采用纯平板形式，换热板竖直放置，烟气自上而下流动，空气横向流动，板间距大而可调整，有利于烟气流动顺畅，不易积灰，前后压降低。设置水冲洗机构，可以定期冲洗灰垢，进行保养和维护。同时设置温度检测机构随时可以用手机发短信查看排烟温度，排烟温度超出正常范围，可发短信到相关负责人手机，提醒异常，进行查看和维护保养。

技术指标：1. 预热器排烟温度有效降低至 120℃以下，如果现场空间足够，可以达到 100℃以下。2. 烧气工况下稳定运行 10 年左右，烧油工况下稳定运行 6 年左右。3. 效益简算：按加热炉处理量及对应预热器成本核算，基本 1-2 年内能够回收成本。

加热炉预热器排烟温度每降低 20℃，加热炉热效率提高 1%。如果原预热器排烟温度 180℃，那么应用新型预热器，排温度降至 120 摄氏度时，加热炉热效率提高至少 3%。

LYCS 型铸铁合金纯平板空气预热器的推广应用以来为用户节约巨额燃料费用，提高加热炉热效率，降低加热炉能耗，节能环保，降低碳排放，正符合国家政策降低碳排放的大方向，为降低碳排放做出一份实际的贡献，创造巨大的经济效益和社会效益。

举例说明 :2020 年应用于延长集团延安炼油厂 260 万吨 / 年常压装置加热炉，运行后，预热器排烟温度从 165℃ ~179℃降低至 115℃，排烟温度每降低 20 度，提高加热炉热效率 1%。节约燃料概算：温差 50 度，系数 0.265，烟气量 36468kg/h，节约标油 48.4kg/h，一年 8000 小时，节约标油 387 吨 / 年，折合燃料气 $387/0.85=455$ 吨 / 年，燃料气 2100 元 / 吨核算，仅一台加热炉一年可节约燃料费用 95.6 万元，十年节约近千万燃料费用。另外只要定期冲洗预热器低温段，使用期间无需更换任何换热模块，节约大量人力物力，利国利民。

关键字 Keywords:

铸铁合金纯平板 节能减排 抗露点腐蚀耐积灰结垢 易清洁 综合成本低 回收效益快且持久 严苛工况



大型调峰型地下储气库用集成式压缩机可行性分析

彭媛

(西安陕鼓动力股份有限公司设计研发部)

摘要内容 Abstract:

随着国内天然气储运业务的快速发展，地下储气库对于管网调峰的作用日益凸显，大型化成为储气库的发展趋势。相比传统的储气库注气往复式压缩机，离心压缩机组单台处理量大，安全可靠，尤其是集成式压缩机能够解决目前离心压缩机组调速范围窄、系统复杂、启停周期长等问题，更加适合大型调峰型储气库的应用需求。结合国外集成式压缩机及其在储气库应用现状，对比了国外集成式压缩机的优势与特点，并针对国内在规划的大型地下储气库参数，提出了集成式压缩机应用于大型调峰型储气库的配置选型方案。

关键字 Keywords:

集成式压缩机、磁力轴承、地下储气库、注气压缩机

“MVR 核心技术” 水蒸汽压缩机开发及应用

李新宏

(西安陕鼓动力股份有限公司设计研发部)

摘要内容 Abstract:

石化、煤化工、印染、制药等重点污水处理过程中，在常规水处理技术后，多数废水得到回用或排放，但同时形成了大量高盐高有机物的废液。这些废液的零排放处理是实现水质改善的关键。目前采用的高含盐有机废液焚烧技术和浓缩废液干化技术存在能耗高、二次污染严重的问题。为了解决废水零排放，陕鼓动力牵头完成国家重大专项“高浓高盐有机废水高效节能蒸发装备产业化”，以行业高浓度难降解高盐废水为研究对象，通过高效节能环保的机械蒸汽再压缩（MVR）热泵蒸发技术实现盐和水的分离，通过结合深度处理工艺，将有机物从废水中有效去除，实现冷凝液达标排放或回用。

其中水蒸汽压缩机为机械蒸汽再压缩（MVR）热泵蒸发技术的核心设备，长期以来主要由阿特拉斯、PILLER、弗瑞德等欧洲公司所垄断，因此压缩机成为该项技术国产化的技术瓶颈。

本文介绍了 MVR 技术原理、与传统多效蒸发的能耗对比以及不同种类压缩机的使用范围。并对其中技术含量最高，开发难度最大，市场需求最旺盛的离心式水蒸汽压缩机进行了重点介绍，并以陕鼓动力的研发过程为例，说明国内离心式水蒸汽压缩机的研发难点、研发过程、适用范围以及近年来取得的重要成果。

关键字 Keywords:

废水零排放 MVR 水蒸汽压缩机



聚光强化提升 CO₂ 光还原过程效率

张泽凯

(浙江工业大学化学工程学院)

摘要内容 Abstract:

本文简要介绍了一种提升 CO₂ 光还原过程效率的科学原理和技术路径，具体为通过聚光实现反应过程强化，提升 CO₂ 光还原过程的能量转化效率。聚光可以提升入射光强，增加载流子浓度，提高反应温度，促进 CO₂ 的转化，特别是 C₂₊ 产物的生成。

温室气体 CO₂ 等的排放导致全球气候不断变暖，极端天气出现数量日益增加。我国政府高度重视碳减排问题。2020 年 9 月，习近平主席在第 75 届联合国大会一般性辩论上指出，中国将提高国家自主贡献力度，CO₂ 排放力争于 2030 年前达峰，2060 年前实现碳中和。

CO₂ 减排的主要方式是 CCUS, 即所谓 CO₂ 的捕集、封存和利用。捕集与封存 (CCS) 是指将 CO₂ 从工业尾气或大气中分离出来并储存到特定地点，是一个纯投入的过程。为了可持续发展，又增加了 CO₂ 利用的步骤，目前的技术发展限于物理利用，如将 CO₂ 注入油井提升采收率，以及注入饮料制成碳酸饮料等。

而在化学家的眼里，CO₂ 的利用不仅限于此。CO₂ 可以作为一种优异的碳源，可以通过还原反应得到各种有用的含碳化合物，实现碳循环。

当然，作为碳氧化的终产物，CO₂ 的还原代价比较高，特别涉及到能量的输入和使用效率。当前 CO₂ 还原技术最为成熟和接近工业化的是 CO₂ 加氢制甲醇路径，但最为前沿的则是模仿植物光合作用的 CO₂ 光还原利用路径，该路径在太阳光的作用下让 CO₂ 与水反应，在得到碳氢化合物的同时释放出 O₂。

CO₂ 光还原的面临的挑战是太阳能转化效率极低。由于光强增加会促进载流子复合，当前 CO₂ 光还原的研究均在自然光强和常温常压下进行，反应条件实际上过于温和，且一般只能得到 C₁ 化合物。

这种思维限制了对 CO₂ 光还原过程的条件强化，但实际上一定程度上，提高光强等反应条件并非不可接受，特别是要得到 C₂₊ 产物的话，就必须增加载流子浓度，所以问题实际上是要求我们在反应条件的强化与载流子复合速率增加之间寻找一个平衡。

用公式可表示为
$$S = \frac{[CH_3 \cdot]}{[H \cdot]}$$

因此，我们采用聚光技术提升了光强，从而提升了 C₂₊ 产物的生成速率。特别是发现聚光的优点不仅限于增加反应光强，更在于增加了入射光的利用方式，即利用阳光转化成的热量来提高反应体系温度，促进反应进行，增加了对太阳光的利用效率，

用公式可表示为：
$$E_{总} = E_{光} + E_{热}$$

式中，E_光 为直接利用的光能，E_热 为转为热能后参与反应的光能。

总之，聚光强化 CO₂ 光还原有望为未来的碳中和提供一条有前景的路径。

关键字 Keywords: CO₂ 光还原，过程强化，太阳能，聚光

陕鼓方案助力一带一路绿色建设

赵金艳 刘青 田攀

(西安陕鼓动力股份有限公司海外北方市场销售部)

摘要内容 Abstract:

陕鼓借助“一带一路”发展机遇，整合全球资源，开展与国际先进企业和研究机构合作交流。目前，已设立陕鼓欧洲研发公司(德国)、陕鼓欧洲服务中心(捷克)、陕鼓印度服务中心等12家海外公司和服务机构，并建立了覆盖印度、土耳其、德国、西班牙、俄罗斯、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、越南、印度尼西亚等100多个国家和地区的海外营销体系，为全球石化领域用户提供优质的系统方案。

2018年，陕西国际产能合作(捷克)促进中心在捷克陕鼓EKOL公司揭牌，陕鼓作为该中心主任单位，将借助平台引领陕西企业与捷克和中东欧企业对接交流，开展产能产融合作。

陕鼓以自身优势服务于海外工程，推动节能环保技术和装备走出国门，包括催化裂化及灵活焦化节能环保产品和系统服务、硝酸机组和丙烷脱氢制丙烯装置再生气压缩机、丙烯压缩机、乙烯压缩机、及产品气压缩机等，提升客户的生产效益与炼化一体化成本竞争优势。

陕鼓大型高效节能设备以及绿色系统方案一直持续服务于“一带一路”用户，为用户提供了“中国智造”和“绿色建设”的完美方案。

关键字 Keywords:

一带一路，系统解决方案、节能装备、中国智造、绿色建设。



基于能源互联岛的化工项目碳流、能流系统优化方案探析

田中锋 苗雨

(陕西鼓风机(集团)有限公司工研院系统方案中心)

摘要内容 Abstract:

在碳达峰、碳中和政策加快推进的背景下，化工尤其是煤化工过程碳排放强度和压力突出，节能减排成为争取未来生存空间和发展主动权的重要手段。陕鼓“能源互联岛”核心技术借鉴互联网思维，根据区域资源禀赋特点，将区域内“热、电、冷、风、水、废、油、气、交、环境监测”等统一规划、智能管理，从源头减量、能源替代、节能提效、回收利用、工艺改造和碳捕集等环节实现区域节能减排目标，建设了全球首个能源互联岛示范项目，实现区域清洁能源使用率 100%，可再生能源使用率 100%，可再生能源在系统内贡献率 34%，万元产值能耗 5 千克标煤，创造了全球行业万元产值能耗最低、排放最少的智能制造基地。

依托能源互联岛创新技术，陕鼓已在化工园区能源规划、化工存量项目能效诊断优化、化工增量项目碳优化以及 CO₂ 耦合利用方面进行了创新方案实践。

在某化工园区能源规划方面，从整个园区的安全、绿色、节能入手，分园区、工厂、单元装置三个层级搭建能源互联平台，将增量配电网、热电岛、工业气体岛、氢能利用中心、低碳产业园、水务一体化、资源再利用中心、能源管控中心、智能制造云服务等进行系统规划，实现清洁能源使用率 48-55%，可再生能源使用率 15-20%，预期可节约天然气耗量 18%-20%，节约标煤耗量 10%-15%，CO₂ 排放减少 55%-57%。

在某存量化工项目能效诊断优化方面，采用流程建模、能耗对标、能源平衡优化、能源调度优化、装置操作优化、能源监测智能化等技术手段，针对全流程机组、空分系统、蒸汽动力系统、循环水系统、工艺系统、低温热系统等，从能源损失控制与余热余能利用、用能设备升级及运行优化控制、工艺流程优化与生产组织改进、能源结构调整与能源系统优化、三废综合利用以及碳捕集、碳中和等角度进行系统诊断和优化提升，实现系统综合能耗降低 22699.76 吨标油，减少 CO₂ 排放 8.23 万吨 / 年，降低全厂 CO₂ 排放 6.13%。

在某新建化工项目碳优化方面，以三层级能源互联岛技术为核心，从工艺流程、能量转换设备、配套公辅装置、新能源综合利用等维度提供系统解决方案，结合互联网及大数据分析，系统提升能源利用效率和清洁能源、可再生能源耦合利用率，预期可减排 CO₂ 194.57 万吨 / 年，降碳比例约 18%，综合能耗降低约 7%。

在 CO₂ 耦合利用方面，以某化工项目为例，将焦化副产的焦炉煤气和石灰窑尾气中捕集的 CO₂ 作为原料，采用 CO₂ 加氢制甲醇工艺生产绿色低碳甲醇和 LNG。项目实现 CO₂ 直接减排 10 万吨 / 年，与传统煤制甲醇项目相比，间接减排 CO₂ 约 50 万吨 / 年。

关键字 Keywords:

能源互联岛、园区能源规划、能效诊断优化、碳优化

红外热成像系统在石化行业的智能化应用

杨文龙

(杭州佳速度产业互联网有限公司研发中心)

摘要内容 Abstract:

近年来石油化工有限公司数字化、智能化程度逐渐提高,但由于其过程管控对象理化性质的复杂,导致相关仪器仪表准确计量困难甚至有些关键参数难以准确估计。一方面需要发展先进的工程热物理参数表征方法,尤其是准确的获取大面积二维甚至三维的温度分布场;另一方面需要借助于先进的机器学习方法,发展石化领域的的数据驱动模型,有效的补充传统物理模型的不足。红外测温作为一种常用的在线温度表征方法,其应用技术正在日趋完善,表现在感知面积范围、成像实时性、存储容量、处理速度及成本等方面皆有大幅优化;因此先进红外成像仪在石化领域的系统性应用将为行业的智能化提供重要的大数据基础。本研究认为在这种数据基础上与石化行业经验与知识相结合建立专业数据集,使得以深度神经网络(DNN)为代表的的人工智能机器视觉(CV)模型与方法的引入成为可能。一般石油化工生产过程其热力设备往往保持24小时不间断连续运行,因此发展一种实现有关安全监测功能的智能算法需要针对关键部位在非接触式检测布置的基础上设计合理的采集频率并分配好云端的算力协同完成分析功能。现有研究的石化安全检测应用对象包括传送管道、耐火及绝热材料、通过设备和材料表面二维温度分布分析捕捉各种反应炉的腐蚀、破裂、减薄、堵塞以及泄漏等异常分类状态;例如热漏点告警的设计,依据热成像图片结合图像处理技术检测催化裂化装置、反应堆尾气设备和熔炉、安全阀与凝气阀的泄漏,尤其分析地下管道的漏失等,智能方法可以有效地去除噪声、设置动态阈值减少误判的概率;进一步评估风险的智能预警功能,联合设备台账信息或者信息模型对如炉身、燃气和排尘管道、反应堆槽以及转移线路中耐火材料的损耗、裂缝和磨损等全生命周期的健康状态展开检查分析,可以起到预防事故及优化能耗的作用。本研究主要对最为关键的裂解炉的安全监测进行了分析,主要包括三个关键技术点:一是对裂解分馏塔底积焦的检测,实现对积焦状态的准确分析能够指导工艺操调、确定最佳运行方案,实现设备的长周期运行;二是检测裂解炉炉管局部“热斑”,对炉管内因结焦等原因形成的炉管热斑进行分析,可以评估其对炉管使用寿命的影响,为维修炉管的实施方案提供依据;三是评估催化/裂化装置衬里损坏状况,关键设备(催化再生器、反应器和除沫器等)内部有多层衬里材料,热成像智能分析手段结合传热学理论计算可了解装置运行情况下的衬里损伤程度,从而为制定检修方案提供参考。

关键字 Keywords:

红外成像仪;石化设备;人工智能;裂解炉





 **2021 CHINA** PETROLEUM & CHEMICAL
INTERNATIONAL CONFERENCE
中国国际石油化工大会

