试析煤化工技术的发展与新型煤化工技术

孙 磊
陕西长青能源化工有限公司 陕西 宝鸡 721000

摘 要：煤炭加工产业不断向前演进，传统煤化工受工艺框架约束，物料转化、产物加工层面暴露出不少现实矛盾。围绕煤化工技术的发展脉络，梳理原料条件、工艺迭代、配套体系带来的改变，本文解析新型煤化工各类加工技术的工艺特征，从转化工艺、配套单元、物料循环、运行适配几个维度梳理技术迭代的推进路径，厘清不同技术模式的现实差异，为煤化工加工体系的更新完善提供可参考的思考方向。

关键词：煤化工；新型煤化工；煤制合成燃料；煤制化工品；物料循环

引言：煤炭属于国内重要的化石资源，热加工手段很早就应用在煤炭资源化加工领域。传统煤化工可以产出焦炭、煤气以及初级化工物料，但加工链条、转化效率存在明显局限。化工催化、设备制造领域取得突破，推动煤炭加工模式发生转变。新型煤化工跳出原有加工框架，拓展煤炭向燃料、化工品转化的实现路径。理清两类技术的发展逻辑与技术特点，能够看清煤炭加工体系内部发生的技术转变。

1 传统煤化工技术演进历程

1.1 传统煤化工技术的技术构成

传统煤化工依托煤炭热解、焦化、气化几类核心工艺搭建完整生产体系。焦化工艺把煤炭置于密闭空间开展高温干馏处理，获取焦炭，伴随产出煤焦油、焦炉煤气等副产物料。气化工艺引入氧化剂对原煤进行转化处理，制取粗合成气，充当后续工序的加工原料。煤焦油加工针对干馏得到的重质组分开展分离提纯，从中萃取各类芳香类化工原料[1]。各个加工单元独立完成物料转变，单元之间依靠管道输送完成物料流转。整套技术借助热加工拆解煤炭内部组分，从原煤当中分离固态、气态、液态产物，产出物资流向化工生产以及工业燃料供给场景。

1.2 传统煤化工技术工艺运转特征

物料转化依托高温热反应推进，生产设备需要持续维持高温工况，热能消耗维持在较高水平。加工流程采用分段处理模式，原料完成一道工序处理，再转入下一处加工单元。反应进程受煤种本身理化性质约束明显，煤质出现波动，产物产出品质就会发生改变。装置运行重点完成基础物料转化，副产物料仅开展简单分离操作。产出品种类相对固定，主要包含焦炭、燃料煤气以及各类初级化工粗品。生产流程调整空间狭小，工艺参数可改动范围有限，很难灵活应对化工市场多元产品的生产需要。

1.3 传统煤化工技术运转层面存在的局限

生产过程会产生不少副产废弃物，部分组分处理难度较高，原料资源得不到充分转化利用。热加工模式带来显著热能损耗，大量热量没有经过回收就直接向外散失。可适配加工的煤种存在一定范围，部分煤源无法直接送入现有装置开展加工。加工得到的产物大多属于初级粗品，深加工产业链条偏短，产品能够创造的经济价值有限。设备运行过程中，物料转化环节容易生成污染组分，加大后续净化处理的工作负担。这套生产模式很难应对现代化工产业提出的生产要求，逐步显现出和行业发展不相匹配的现实矛盾。

2 新型煤化工技术形成的相关条件

2.1 原料利用模式转变带来的技术推动

煤炭不同矿点产出物料，分子结构与反应活性会出现明显区分。早期煤化工生产环节，装置只能接纳特定属性煤料，其余煤源只能排除在加工序列之外。原料选用的固有门槛，限制煤炭资源可开发的规模。原料利用模式发生调整之后，原有选材约束得到松动。生产目标不再锁定少数几类主产物，转而挖掘原煤内部各类组分潜藏的加工价值。入炉之前的预处理流程重新打磨，粉碎、分选工序重新适配不同煤质特征，削弱煤料本身属性对整套流程带来的干扰。前端给料与输送单元跟随原料处理思路完成改造。部分以往直接舍弃的煤料，经过分级筛选之后送入反应装置参与转化。加工环节跳出单纯依靠高温裂解完成分解的固有逻辑，针对原煤大分子结构开展定向处置。煤料内部不同组分按照反应特性分开对待，引导各类组分进入对应转化环节。原料端思路发生改变，为新工艺落地打下现实基础[2]。生产环节挣脱原料选用形成的固化框架，拓宽可供加工的煤炭来源范围。原料层面出现的变化，促使技术人员探索全新转化路径，推动新工艺脱离试验环境，

向实际生产场景过渡。

2.2 化工转化工艺迭代产生的技术支撑

化工领域各类反应处理手段持续向前发展，催化相关技术取得明显突破。催化剂配方与制备方式持续调整，全新催化体系逐步投入煤炭转化场景。催化剂可以干预反应走向，煤料裂解生成分子按照预设方向完成转化，减少无用副产物生成规模。反应器本体内部结构得到改良，内部流场分布得到优化，煤料和反应介质之间接触状态得到改善。温度、压力的调控手段完成升级，可以实现精细化把控。不再依靠大幅度参数波动驱动反应推进，依靠精准调控完成分子层面重组。中间产物可以在装置内部开展二次处理，不用向外转出再重新加工。分离提纯相关技术持续演进，反应产出物料内部杂质去除效率得到提升。各类单元操作手段不断优化，借鉴其他化工领域成熟处理逻辑，经过改动之后适配煤炭加工场景。转化工艺层面持续迭代，化解不少旧工艺难以逾越的技术障碍，为新型煤化工成型筑牢技术根基。新工艺成型，离不开化工转化领域长期积累的技术沉淀。

2.3 生产系统配套体系带来的技术助力

煤化工完整生产流程，无法只依托核心转化单元完成全部作业，上下游配套单元会左右新工艺能否落地实施。物料输送设备结构得到改良，可以应对颗粒度、物性存在差异的煤料，降低送料阶段堵料、断料问题出现概率。换热设备性能得到提升，热量回收手段得到优化，反应环节释放热量可以回收之后重新投入生产流程。产物处理单元加工能力得到增强，粗产物能够实现深度脱杂，满足后续工序对物料纯度提出的硬性要求。检测技术持续更新，可以捕捉装置内部物料状态改变，识别反应过程出现的细微变动，为工艺调试提供现实参照。设备制造加工水平提升，耐高温、耐磨损构件加工难度下降，可以满足新型反应器提出的严苛硬件标准。配套单元持续完善，化解新工艺落地遭遇的硬件阻碍。全新工艺构想，需要对应硬件载体才可以转化为生产能力。配套单元按照新工艺需求重新组合排布，缩短新工艺从试验阶段迈向实际生产的周期，让新型煤化工技术具备落地实施的现实基础。

3 新型煤化工主要技术方向与工艺特点

3.1 煤制合成燃料转化技术

煤制合成燃料以原煤气化生成的合成气作为加工起点，经过催化反应转变为液态燃料产品。整套工艺首先完成煤炭气化处理，将固体煤炭转化为一氧化碳与氢气组成的合成气。再对合成气做净化处理，脱除粉尘、硫化物等干扰反应的杂质组分。净化后的合成气送入合成反应器，依靠特定催化剂推动定向转化，生成液态烃类物质。后续再经过分馏、精制工序，得到可以直接投入使用的清洁液体燃料。这类技术不用依赖石油资源，依靠煤炭资源完成燃料制备。工艺运行看重反应条件的精准调控，反应器内部温度、压力参数会直接左右产物组分构成。原料层面可以接纳品质偏低的原煤，扩大原料选择范围[3]。产出的燃料硫含量处在较低水平，燃烧之后产生的污染物质更少。整套工艺环节链条较长，对气化单元以及催化合成单元运行稳定性有着较高要求。工艺运行过程会消耗可观的水与热能，装置设计阶段需要做好能量回收规划。

3.2 煤制化工品合成技术

煤制化工品合成技术同样以净化后的合成气作为原料，通过催化合成路径制取各类化工中间产物。合成气内部一氧化碳与氢气配比，会根据目标产品做出相应调节。不同催化剂种类，决定合成反应走向，生成甲醇、烯烃等基础化工原料。甲醇作为十分关键的中间产物，既可以直接向外输出，也能够继续送入下游装置开展二次转化。烯烃类产品是化工产业重要基础原料，可延伸出大量高分子加工产品。整套加工流程将固体煤炭转化为平台类化工中间体，摆脱对石油基原料的依赖。工艺运行对合成气纯度有着严苛标准，杂质残留会损耗催化剂活性，拉长装置停工检修周期。反应过程对工况波动较为敏感，参数出现偏移就会生成大量非目标副产物。工艺设计侧重产物定向转化，减少无效物料生成。该类技术打通煤炭向精细化工原料过渡的加工链路，拓展煤炭资源的利用渠道。

3.3 副产物协同处置转化技术

煤化工整套加工流程，会伴随产生煤气化灰渣、未完全转化的碳质物料以及各类工艺废液。副产物协同处置转化技术，针对上述物料开展再加工，改变过去简单堆放处置的模式。气化灰渣内部留存部分未反应碳组分，经过分选处理之后，可回收碳质物料送回气化装置重新参与反应。灰渣其余组分，可作为加工原料用于建材生产。工艺废液内部含有醇类、酚类有机组分，直接排放会带来严重环境负担。通过萃取、分解等处理手段，回收废液当中具备利用价值的有机组分。回收得到的物料重新送回生产主线，实现资源二次利用。这项技术不直接产出主产品，却能够优化整套生产系统的物料流向。把原本视作废弃物的物料重新纳入加工链条，降低外排物料体量。技术落地需要搭配分选、萃取等配套单元，装置建设会增加一部分投入。处置工艺需要匹配主装置的产出节奏，适配主生产流程的物料波动。副产物协同处置转化，提升整套煤化工系

统的资源利用水平。

4 煤化工技术迭代发展的推进方向

4.1 转化工艺层面的优化改进

转化工艺是煤化工生产的核心环节，工艺改进聚焦反应过程本身开展调整。催化剂的改良属于重点突破方向，开发耐受杂质、使用寿命更长的催化材料，减少催化剂更换频次，压缩生产运行当中的物料损耗。针对气化环节，调整炉内反应环境，推动原煤完成更加充分的转化，降低残碳占比。合成反应环节，调整反应条件，引导反应向着目标产物倾斜，抑制非目标副产物生成。精简部分冗长加工步骤，压缩物料流转环节，削减加工过程带来的能量损耗。部分工艺可调整反应路径，减少工序之间物料反复加热冷却带来的热能流失[4]。工艺改良不追求片面提升反应强度，立足原煤本身的转化特性开展调整。各类工艺改动都需要经过装置实际工况检验，脱离现场条件的工艺设想很难落地。持续对转化工艺做打磨，能够从源头改善煤化工生产的加工水平。

4.2 生产系统配套单元的调整升级

整套煤化工生产依靠大量配套单元支撑运行，配套单元的能力上限，会直接约束主工艺的实际发挥。反应设备内部结构持续优化，改善炉内物料流动状态，缓解局部冲刷磨损，拉长设备连续运转周期。物料净化单元做出调整，优化杂质脱除手段，以更低能耗完成合成气当中硫化物、粉尘的去除。公用工程板块做好改造，优化热能回收装置，把工艺释放出来的热量加以回收，供给其他工序使用。设备材质开展更新迭代，抵御高温、腐蚀性介质带来的侵蚀，减少装置泄漏故障发生概率。配套单元升级不能孤立开展，要和主工艺改动互相匹配。主工艺参数发生变动之后，净化、换热、输送等单元也要跟随做出适配调整。配套硬件能力得到释放，新工艺构想才可以转化为实际生产能力。

4.3 物料循环利用模式的完善路径

物料循环利用看重生产流程内部物料的往复处理，减少向外排放的物料体量。生产过程当中未完全转化的合成气，经过简单处理之后重新送回合成反应器，继续参与化学反应。气化产生的固体残渣，经过分选回收残留碳质组分，重新送入气化炉参与加工。工艺废液经过分离处理，回收内部可利用有机组分，返回主线工序。无法回收的残余组分，开展无害化处置。搭建合理的循环回路，需要把控循环物料的占比。循环物料占比过高，杂质会在系统内部不断积聚，反过来干扰主反应正常开展。循环回路的布设，要兼顾装置负荷承受能力。盲目增设循环管线，会增大设备处理负担。结合不同工艺的产物特征，规划物料回收通道，让更多原料价值得到释放，降低原料消耗水平。

4.4 工艺运行适配性提升的实施思路

工艺运行适配性，指向装置面对外部条件波动时的应对能力。原煤来源出现变动，煤质指标随之改变，装置需要具备对应的调节手段。优化操作调节逻辑，面对煤质波动，快速调整气化、合成工序的运行参数，维持产物品质稳定。生产负荷发生变化，装置也需要平稳完成工况切换。改进操作调节手段，缩小负荷变动带来的生产波动。兼顾不同产品生产需求，探索工艺切换的可行方式，让单套装置拥有产出不同产品的潜力。适配性提升，不是无限放大装置调节区间。要划定合理的运行边界，规避参数过度调整带来的设备损伤。结合现场实际生产条件，打磨装置抗波动能力，减少工况变动引发的生产异常，保障煤化工装置可以长期稳定运转。

结束语

传统煤化工存在的各类运转局限，推动加工模式向着新型煤化工方向过渡。原料条件、工艺迭代以及配套硬件共同构成技术转变的基础。各类煤制加工技术不断落地，物料循环处置也融入生产流程。从转化工艺、配套设备、物料回路、运行适配多个方向开展调整，能够改善煤化工生产的实际状态。各类改动需要贴合生产现场实际，持续打磨工艺细节，推动煤炭资源实现更高水平的加工利用。

参考文献

[1]王亚东.煤化工技术的发展与新型煤化工技术探讨[J].科海故事博览,2022(3):13-15.

[2]李昂.煤化工技术发展现状与新型煤化工技术分析[J].化工管理,2023(2):70-72.

[3]于文静.煤化工技术的发展与新型煤化工技术研究[J].化工设计通讯,2022,48(9):10-12,15.

[4]牛志军.煤化工技术发展与新型煤化工技术探讨[J].山西化工,2024,44(2):41-43.