

# 有机过氧化物事故分析及安全提升对策

朱红伟<sup>1,2</sup>, 徐 栋<sup>3</sup>, 伊绘霖<sup>1,2</sup>, 刘澳琦<sup>1,2</sup>, 陈新斗<sup>3</sup>, 孙 冰<sup>1,2\*</sup>

(1. 化学品安全全国重点实验室, 山东 青岛 266000; 2. 中石化安全工程研究院有限公司, 山东 青岛 266000; 3. 兰州助剂厂股份有限公司, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:**近年来有机过氧化物生产行业事故频发,为研究事故特征及致灾原因,提升行业安全水平,从储存、反应、后处理、应急等方面对典型事故案例进行归类分析并提出安全提升对策。结果表明,物料危险性研究缺失、双氧水次生灾害认识不足、反应过程研究不充分是事故发生的主要原因。通过对全流程的有机过氧化物生产工艺中的安全问题进行梳理分析,为相关工艺开发单位建立系统化的安全研究方法和策略、全面提升工艺安全提供建议和参考。

**关键词:**有机过氧化物;化工事故;安全生产;事故预防

**中图分类号:**X928.01

**文献标志码:**A

**文章编号:**0253-4320(2026)S1-0339-05

**DOI:**10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2026.S1.058

## Strategy on safety of hydrogen peroxide oxidation process

ZHU Hong-wei<sup>1,2</sup>, XU Dong<sup>3</sup>, YI Hui-lin<sup>1,2</sup>, LIU Ao-qi<sup>1,2</sup>, CHEN Xin-dou<sup>3</sup>, SUN Bing<sup>1,2\*</sup>

(1.State Key Laboratory of Chemical Safety, Qingdao 266000, China;

2.SINOPEC Research Institute of Safety Engineering Co., Ltd., Qingdao 266000, China;

3.Lanzhou Auxiliary Agent Plant Co., Ltd., Lanzhou 730000, China)

**Abstract:**In recent years, accidents have occurred frequently in the organic peroxide production industry. To study the characteristics and causes of accidents and improve the safety level of the industry, typical accident cases were classified and analyzed from storage, reaction, post-treatment, emergency response, and other aspects, and safety improvement measures were proposed. The results show that the main causes for accidents include the lack of research on material hazards, insufficient understanding of secondary hazards caused by hydrogen peroxide, and inadequate research on reaction processes; By sorting out and analyzing the safety issues in the entire process of organic peroxide production, this study provides suggestions and references for relevant process development units to establish systematic safety research methods and strategies, and comprehensively improve process safety.

**Key words:**organic peroxide; chemical accidents; safety production; accident prevention

有机过氧化物是过氧化氢中的氢原子被烷基、酰基、芳香基等有机基团置换而形成的含有一O—O—过氧官能团的有机化合物<sup>[1-2]</sup>,常作为聚合反应引发剂、橡胶塑料交联剂、不饱和聚酯固化剂以及聚丙烯分子质量调节剂等<sup>[3-4]</sup>。伴随高分子材料和生物医药等有机过氧化物下游行业的蓬勃发展,全球有机过氧化物市场规模呈现稳步扩张态势<sup>[5-6]</sup>。

目前有机过氧化物产能主要集中于国际厂商,其生产及储运技术发展较为成熟,产品质量更为优异,在全球市场占据较高份额。与之相比,我国有机过氧化物生产的核心竞争力不足,具体体现在化学反应过程控制水平和安全风险管控等方面的水平欠缺。此外,随着材料性能、环保安全、应用场景等要求的快速提高和新高分子材料的不断出现,过氧

化物生产企业还必须能够根据下游高分子材料生产企业在产品配方设计、供给、终端应用领域的工艺参数配置和质量标准的需求变化进行快速创新,按需供给,这就对生产灵活性提出了更高要求。

过氧化工艺是国家安监局公布的首批重点监管的危险化工工艺之一,其受热、震动、冲击或摩擦后会分解产生含氧自由基,极易分解甚至爆炸,属于易燃易爆危险品,安全生成风险较大<sup>[7-9]</sup>。

近年来有机过氧化物生产企业发生多起事故,剖析事故原因是减少事故的有效手段之一,且可有效提高本质安全化水平降低生产风险<sup>[10]</sup>。本文中梳理 17 起事故,并进行事故原因分析,这对于提高生产企业的安全管理质量和预防事故的发生具有重要意义。

收稿日期:2026-02-13;修回日期:2026-03-18

基金项目:国家自然科学基金面上项目(22378295)

作者简介:朱红伟(1989-),男,硕士,副研究员,研究方向为化工安全,zhuhw.qday@sinopec.com;孙冰(1985-),女,博士,研究员,研究方向为化工安全,通讯联系人,sunb.qday@sinopec.com。

## 1 事故梳理和分类

过氧化物生产过程危险性高,按照储存(运输)-反应-后处理-应急-其他不同阶段对事故进行分类,总结事故发生的原因。

### 1.1 物料储存、运输单元

1993年4月29日,太原机械学院实验室因抽滤瓶跌落撞击导致过氧化甲乙酮爆炸,继而引发附近约170 kg物料发生殉爆。

2017年8月7日,山东滨州高新区辖区205国道运输过氧化二叔丁基罐车发生爆炸。涉事危险化学品运输罐车超资质违规装载,涉事车辆在运输甲基叔丁基醚后,未经蒸煮或清洗置换,又违规运输与甲基叔丁基醚禁忌的过氧化二叔丁基。由于气温高达34℃左右,加之车辆长途运输过程中存在颠簸、物料震荡、与罐壁摩擦等,使得过氧化二叔丁基与罐内残留的甲基叔丁基醚充分混合发生分解放热反应,或过氧化二叔丁基在上述条件下自身急剧分解发生放热反应,致使罐体内气相空间压力逐渐增大,最终发生爆炸。爆炸产生的高温和飞溅的有机物又引燃了相邻的其他危险化学品运输车辆,造成事故后果扩大。

2017年8月31日,美国阿克玛-克罗斯比化工厂被飓风引发的洪灾淹没,导致工厂电力关闭,冷却系统停止运作,冷藏车内的有机过氧化物分解积热自燃。

2020年5月26日,长葛市某公司在厂房内晾晒过氧化苯甲酰时发生爆炸。

此单元发生事故主要原因为物料撞击、物料储存温度过高、容器未按要求清洁、容器混用等,进而引发物料分解爆炸。

### 1.2 反应单元

2019年9月10日,广东中准生产叔丁基过氧化氢(TBHP)时,投料速度过快同时搪瓷反应釜搅拌桨上叶片与搅拌轴焊接处外衬搪瓷脱落,焊接处裸露的碳钢材料与硫酸反应生成铁离子,使双氧水迅速分解,致反应釜爆炸。2021年7月22日,此公司生产二叔丁基过氧化氢(DTBP)时严重超量使用催化剂(硫酸)进行试生产,造成反应失控,爆炸起火。

2021年2月8日,辽宁某药业生产间氯过氧苯甲酸钾时,物料滴加速度过快,反应失控。生产过程中,反应釜内先加入定量的1,4-二氧六环与双氧水,开启搅拌,通冷却盐水降温后,再滴加氢氧化钾溶液,双氧水与氢氧化钾反应生成过氧化钾。由于

氢氧化钾溶液滴加速度过快,造成反应产生的气体从反应釜无盖的人孔冒出,反应失控后,含1,4-二氧六环与双氧水混合物料从无盖人孔喷出,遇车间静电及车间高热蒸气管路引发爆炸。由于未对反应失控设置体系紧急降温及紧急泄压、卸料的应急措施,现场采用敞口人工操作控制反应,滴加速度过快致反应失控。

2022年12月24日,山东某助剂股份有限公司在叔丁基过氧化氢主反应过程结束,进入静置过程进行水油两相分离时,由于反应设备搅拌桨搪瓷层脱落,使反应物料与搅拌桨腐蚀产生的铁离子接触,逐渐发生分解造成闪燃。

此单元事故主要原因为温度过高、物料配比不当、催化剂过量、pH高或过低、搅拌或取热失效、加料量过快等,造成反应失控;氧化剂进料量过高,引起高浓度氧化剂进入后续工段或气相空间,发生气相燃爆;低温造成物料累积,再次提高温度后,反应速度加快,累积的物料迅速反应造成反应失控;反应釜、搅拌桨保护层脱落,铁离子催化有机过氧化物,物料分解爆炸。

### 1.3 后处理单元

1991年12月6日,许昌某制药厂过氧化苯甲酰烘干过程中发生爆炸。

2012年3月6日,清远英德市某化工公司采用过氧化氢过量条件下反应,分离出的一次废水仍含有比较高浓度(18%~26%)的过氧化氢,在进行废液处理过程中,车间发生爆炸并着火。

2024年10月31日,宝鸡某生物科技有限公司中试实验室在进行过氧化氢叔丁基减压蒸馏时,关闭釜气相管道阀门,未关闭蒸气加热阀门,釜内失去真空,温度快速升高,导致釜发生爆炸。

此单元主要事故原因为过氧化物的蒸馏、浓缩、干燥、萃取、中和等单元操作工艺参数不当物质分解爆炸;设备内物料分解释放氧气或者减压蒸馏混入空气,导致在气相空间与有机物形成爆炸性混合气体,引起气相爆炸。

### 1.4 应急处置

2019年9月16日,广州某工程材料有限公司冰箱因故障停止,引发剂受热分解膨胀胀破包装物,并流淌至冰箱外。员工处置过程中采用面巾擦拭,引起闪爆并引发火灾。后续在处置危险化学品泄漏时,泄漏物过氧化2-乙基己酸叔丁酯受热分解后形成的爆炸性气体,遇工人搬动铁桶时产生的火花,引起爆炸并随后起火,进而引燃现场存放的危险化学

品和空塑料桶等,造成现场火势迅速蔓延并引发多次爆燃。

此单元主要事故原因为应急预案缺失,工人凭借个人经验处置,引发事故。

### 1.5 其他潜在风险

2016年4月30日,无锡通安助剂厂非法进行设备改造并扩大生产装置,擅自改变生产工艺和主要原料的浓度造成爆炸起火。

事故主要原因为采用釜式间歇生产,一套设备用于生产多个产品,切换随意,相关报警、联锁值与实际工艺不匹配,很多操作主要依靠操作人员经验;设备材质选用不合格、加料错误、管线混用、违规操作等,引发物料分解爆炸。

## 2 事故根本原因分析

### 2.1 物料危险性研究缺失

有机过氧化物性质不稳定,易受多种因素影响发生分解甚至爆炸<sup>[11-14]</sup>。很多生产企业对物料热特性参数缺乏认知,根据小试实验操作直接放大,导致放大或生产时发生事故。

2024年10月31日宝鸡事故,对过氧化氢叔丁基减压蒸馏,事故发生时釜内部过氧化氢叔丁基浓度高达89.57%。本事故采用真空蒸馏方式,但缺乏对高浓高过氧化氢叔丁基危险性的认识,高浓度过氧化氢叔丁基起始放热温度降低,更易燃易爆。

利用耐驰绝热量热,测试了70%、90%叔丁基过氧化氢的热稳定性,详见图1,研究发现70%叔丁基

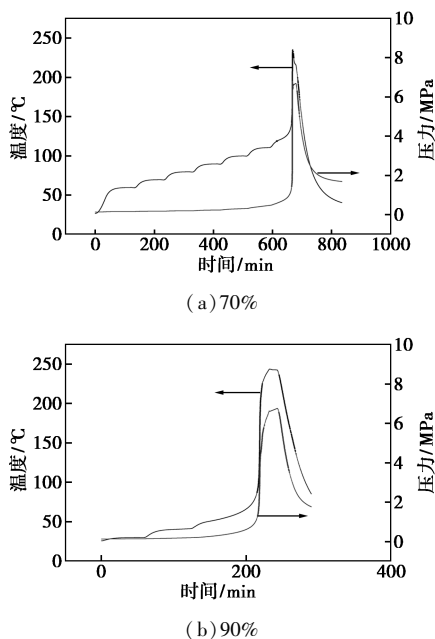


图1 70%、90%叔丁基过氧化氢放热扫描曲线

过氧化氢起始放热温度为119.2℃,而90%叔丁基过氧化氢起始放热温度为68.4℃。说明随着浓度的增大,危险性急剧提高,特别是蒸馏时,若温度控制不当极易引发分解爆炸。企业在未知物料热特性参数时,仅凭经验或者其他浓度性质,就进行生产操作极易引发事故。

以叔丁基过氧化氢为例,其对酸碱也极度敏感<sup>[15]</sup>,高浓度硫酸与其接触后也会导致其分解爆炸。但目前对这方面还缺乏系统研究,文献数据较少。

在1000 mL玻璃杯初步探究了高浓度硫酸对70%叔丁基过氧化氢热稳定性影响,将2 mL 93%硫酸滴加到2 mL 70%叔丁基过氧化氢中。实验发现93%硫酸滴加后,烧杯内迅速冒烟,烧杯底部白色物料变为黄色,见图2。说明高浓度硫酸促使叔丁基过氧化氢发生分解反应,如果增加样品量可能会发生着火爆炸。在实际生产中,在反应釜、产品吨桶、废液罐等设备内如果操作失误或阀门故障,导致浓硫酸直接接触产品油相可能会直接导致爆炸。

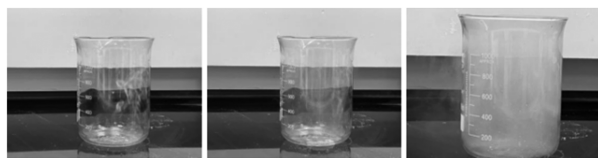


图2 93%硫酸滴加到70%叔丁基过氧化氢中的现象

近年来随着GB/T 42300—2022《精细化工反应安全风险评估规范》的实施,企业对生产过程中物质的热稳定性进行了测试评估,明确了关键安全参数。但对特殊工况下存在的物质以及物质对某些杂质的敏感性定量认识还是不足,尤其是有异常操作时,因认识不足导致错误操作进而引发事故时有发生。根据工艺特点熟知物料危险特性是充分辨识风险、杜绝违章作业的基础之一。

### 2.2 双氧水引发的次生灾害认识不足

有机过氧化物生产中一般使用双氧水作氧化剂,双氧水本身不稳定,易分解爆炸,且稳定性受多种杂质影响较大<sup>[16-19]</sup>。近年来随着双氧水氧化工艺在传统化工上的蓬勃发展,相关工艺安全研究也越来越多,值得有机过氧化物行业借鉴<sup>[20]</sup>。

以叔丁基过氧化氢生产为例<sup>[21]</sup>,通常用硫酸作催化剂,腐蚀相对严重,尤其是生产过程中因搅拌桨搪瓷层脱落导致搅拌桨腐蚀产生的铁离子引发双氧

水分解闪燃的事故多次发生。双氧水对铁离子较为敏感,搅拌桨的材质选择非常重要。

另外在部分反应中采用双氧水过量工艺,反应后水相中的双氧水含量较高,2012 年清远英德市某化工公司“3.26”爆炸火灾事故废水中双氧水含量达到 18%~26%。废水相暂存、处置不当极易引发双氧水分解爆炸,其中一部分原因是反应过程或者硫酸原料引入了金属离子,其浓度比原料双氧水低,但杂质含量高,热稳定性较低。合理控制废水相中双氧水浓度和关键杂质,并明确关键指标是提高工艺安全度的根本方法。

双氧水除了液相分解爆炸外,还易出现分解氧导致的气相爆炸<sup>[22]</sup>。在涉及含双氧水水相的操作时,特别是存在有机气相时,要注意监控氧含量,配备合理的安全连锁设备和措施,杜绝气相爆炸。

### 2.3 釜式反应器持液量大,事故后果严重

有机过氧化物生产过程放热量较大,控制不当极易引发失控爆炸。特别是酸性生产体系,反应控制难度大,超量使用催化剂(硫酸)、滴加速度过快、加料顺序错误均易导致事故。部分刚进入此行业的企业发生事故较多,小试实验时关键安全参数测试不准或忽略小体积烧瓶类实验受外界环境影响较大的事实,在试生产放大阶段,因对反应认识不足,随意改变工艺条件,发生不可控反应。对于过氧化这种危险反应过程,需在明确常规工艺条件下反应放热量、反应放热速率等信息的基础上继续探明温度、酸含量、加料顺序等对反应过程的影响规律,明确安全操作范围,进而制定合理的生产方案。

### 2.4 反应过程研究不足

有机过氧化物生产目前基本采用釜式反应器,釜式反应器持液量大,一旦发生事故后果较为严重。鉴于硝化反应后果严重,近几年国家和地方政府在硝化领域大力推行在线减量技术路线,推广微通道、管式反应器等应用。针对高风险的过氧化工艺可借鉴硝化工艺要求,分类分批推动在线减量技术,提高本质安全化水平。

## 3 安全提升对策

### 3.1 减少物料在线量,连续流技术改造升级

过氧化釜式工艺本质安全水平低,失控风险高,基于反应特性,评估连续流改造的可行性,采用微/管式反应器等连续流反应设备进行连续流改造,减少反应单元的物料在线量,强化过程控制,降低反应失控可能性和严重度,是提高本质安全的重要途径,

意义重大<sup>[23]</sup>。Ebrahimi 等<sup>[24]</sup>在 2011 年率先报道了在内交叉指型微反应器内以质量分数 96% 硫酸为均相催化剂合成过氧甲酸和过氧乙酸的相关研究,得到了 2 种产物在不同温度和催化剂浓度下的生成速率,以及反应平衡时对应的反应条件和反应时间。Yang 等<sup>[25]</sup>系统研究了过氧化乙酰连续化生产工艺,建立了过氧化乙酰生成过程热力学平衡模型和表观反应动力学模型并获得最优工艺参数,进而实现 1 000 t/a 级别中试规模放大。Zhu 等<sup>[26]</sup>以 TBA 和双氧水为原料、硫酸为均相催化剂,在微反应器内实现了 TBHP 合成。当反应温度为 50℃、叔丁醇与过氧化氢摩尔比为 0.9~1.0、硫酸与叔丁醇摩尔比为 0.9~1.1 时, TBHP 的收率和选择性可分别高达 88.48% 和 93%。当前有机过氧化物的连续化生产技术连续获得突破,利用过程强化技术减少物料在线量实现连续稳定生产是实现本质安全提升的关键。

### 3.2 明确安全判据,提升过程安全控制可靠性

基于过氧化工艺存在的物料分解失控、反应失控、气相燃爆等典型过程风险,明确过氧化物典型分解失控温度等安全临界参数,涉及过氧化物容器设置多点温度监测与报警,设备气相管线支管与总管均设置氧含量监测与报警,建议设置冗余仪表以及温度、氧含量多级连锁。

### 3.3 细化安全要求,提高安全标准

不同产品生产切换时要有明确的操作规程、具体的操作要求,相应的报警、连锁值根据实际工艺变更;限制进料管径、设置限流孔板等固定不可超调的限流措施来控制最大允许流量;根据实际泄放工况设置安全阀、爆破片或泄爆管等紧急泄压系统,经评估必要时设置事故应急池/槽;非反应单元双氧水与有机物物理隔离;反应釜搅拌设置独立的后备电源等。

## 4 结论

过氧化危险性高、事故频发,加强基础研究、开发新技术路线是提高安全化水平的根本之路。

(1) 有机过氧化物不稳定,需明确全流程生产过程中纯物质、混合物料的热特征参数,尤其是不同的浓度下温度、杂质等关键因素的敏感度至关重要。

(2) 过氧化工艺涉及双氧水使用,必须系统研究双氧水分解爆炸风险,同时考虑双氧水分解释放氧气带来的气相燃爆问题。

(3) 过氧化反应过程易失控,需明确不同温度、

酸含量、加料顺序、物料配比下的反应放热量、反应放热速率等关键安全信息。

(4) 过氧化工艺中的有机过氧化物、双氧水等涉及储存运输、反应、后处理、应急等方面,需结合具体工艺进行系统化的研究。

(5) 采用微/管式反应器等反应设备进行连续流技术开发是技术发展趋势和安全提升的根本之路。

### 参考文献

- [1] 田映韬. 几种有机过氧化物的热分解特性研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2013.
- [2] 翁干友, 史建公. 有机过氧化物的性质、分类及用途[J]. 石化技术, 2001, (1): 63-66.
- [3] Kruzal J, Hložeková K, Kvasniczková A, *et al.* Application of sulfur and peroxide curing systems for cross-linking of rubber composites filled with calcium lignosulfonate[J]. *Polymers*, 2022, 14(9): 1-20.
- [4] Kruzal J, Kvasniczková A, Hložeková K, *et al.* The effect of temperature and peroxides content on cross-linking and properties of EPDM-based rubber matrix[J]. *Journal of Elastomers and Plastics*, 2022, 54(5): 693-717.
- [5] 葛周晶. 诺力昂宁波基地新生产装置投产, 满足亚洲聚合物生产需求[J]. 现代化工, 2021, 41(10): 32-32.
- [6] 钱伯章. 诺力昂在中国完成有机过氧化物产能扩张[J]. 精细石油化工进展, 2024, (6): 45.
- [7] 何洁. 有机过氧化物的热危险性分析[D]. 南京: 南京理工大学, 2008.
- [8] 远亚群, 郭红宇. 葱醌法生产过氧化氢工艺危险性分析[J]. 现代化工, 2024, 44(6): 209-212.
- [9] 唐小华, 惠菲, 查飞, 等. 有机过氧化物的稳定性研究进展[J]. 应用化工, 2019, 48(10): 2444-2449.
- [10] 陈全, 李馨玉. 基于复杂网络的化工事故致因分析[J]. 现代化工, 2020, 40(S1): 12-15.
- [11] 宋军, 邓秀琼, 纪红兵. 有机过氧化物在生产、储运过程中的危险与可操作性分析[J]. 中国安全生产科学技术, 2015, 11(1): 156-160.
- [12] Willms T, Kryk H, Oertel J, *et al.* On the thermal decomposition of tert.-butyl hydroperoxide, its sensitivity to metals and its kinetics, studied by thermoanalytic methods[J]. *Thermochimica Acta*, 2019, 672: 25-42.
- [13] 王传兴, 谢传欣, 陈庆芬, 等. 杂质对有机过氧化物自加速分解温度的影响[J]. 青岛科技大学学报: 自然科学版, 2007, 28(2): 121-124.
- [14] 黄燕. 有机溶剂对过氧化苯甲酰热危险性影响研究[D]. 重庆: 重庆科技学院, 2021.
- [15] Wang Y W. Thermally incompatible hazards of aqueous tert-butyl hydroperoxide with various acids/alkalis[J]. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2012, 51(23): 7845-7852.
- [16] Chen K Y, Lin C M, Shu C M, *et al.* An evaluation on thermokinetic parameters for hydrogen peroxide at various concentrations by DSC[J]. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2006, 85(1): 87-89.
- [17] 孙峰, 谢传欣, 张帆, 等. pH 值对双氧水绝热分解特性的影响[J]. 化学工程, 2012, 40(2): 42-45.
- [18] 吴德建, 钱新明, 黄平. 过氧化氢热爆炸研究进展[J]. 中国安全生产科学技术, 2011, 7(8): 14-20.
- [19] Pędziwiatr P. Decomposition of hydrogen peroxide-kinetics and review of chosen catalysts[J]. *Acta Innovations*, 2018, (26): 45-52.
- [20] 朱红伟, 姜杰, 孙冰, 等. 氯丙烯直接环氧化工艺反应物料危险性研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2018, 14(1): 173-178.
- [21] 马会强, 沈冲, 杨盟飞, 等. 叔丁基过氧化氢合成研究进展[J]. 化学推进剂与高分子材料, 2020, 18(1): 30-33.
- [22] 朱红伟, 姜杰, 孙冰, 等. 双氧水氧化工艺安全研究策略[J]. 无机盐工业, 2021, 53(1): 77-81.
- [23] 酒江波, 刘尚志, 翰松霖, 等. 基于本质安全理论的化工过程安全管理研究[J]. 安全与环境工程, 2023, 30(5): 11-18.
- [24] Ebrahimi F, Kolehmainen E, Oinas P, *et al.* Production of unstable percarboxylic acids in a microstructured reactor[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2011, 167(2/3): 713-717.
- [25] Yang T, Tian Z, Fang H, *et al.* Apparent kinetics and thermodynamics study of methyl ethyl ketone peroxide in efficient continuous-flow microreaction system and its kiloton pilot plant[J]. *Chemical Engineering Science*, 2024, 285: 119472-119488.
- [26] Zhu H, Yan J, Zhang Z, *et al.* Kinetics study of the peroxidation of tert-butyl alcohol to tert-butyl hydrogen peroxide in a microreactor[J]. *Organic Process Research & Development*, 2023, 28(5): 1486-1493. ■
- [27] 王兴伟. 柴油加氢装置改造生产航煤应用研究[D]. 大庆: 东北石油大学, 2023.
- [28] 丁泳之, 刘帅. 航煤加氢装置用能及节能改造分析[J]. 当代化工, 2025, 54(7): 1744-1750.
- [29] 钟湘生, 许维相, 冯灵涛. 航煤加氢精制装置生产精制石脑油工业实践[J]. 中外能源, 2023, 28(4): 69-73.
- [30] 李晓倩, 关士文, 朴大文. 柴油加氢工艺路线选择[J]. 当代化工研究, 2020, 49(9): 2041-2043, 2062.
- [31] 李坤鹏, 代萌, 张瀚, 等. 航空煤油生产工艺技术进展[J]. 当代化工, 2023, 52(6): 1458-1461.
- [32] 沈文丽, 张旭, 范传宏, 等. 液相加氢技术在航煤装置中应用探讨[J]. 炼油技术与工程, 2020, 50(12): 18-20. ■

(上接第 338 页)

综上所述,该方案采用的技术先进可靠,实施后,全厂能耗降低,有较好的经济效益和社会效益,对当地的经济将起到重要的促进作用,有利于增强企业抗风险能力,提升企业的整体实力。

### 参考文献

- [1] 王强, 刘江波. 提高柴油加氢裂化重石脑油收率的分析与优化[J]. 炼油与化工, 2025, 36(5): 64-69.
- [2] 孔劲媛, 高鲁营, 张虹雨, 等. 中国成品油市场 2024 年回顾与 2025 年展望[J]. 国际石油经济, 2025, 33(3): 67-74, 93.