

EO/EG 装置乙二醇产品氯离子超标问题控制策略 及经济效果分析

杨宇雷 (中国石化海南炼油化工有限公司, 海南 洋浦 578001)

摘要: 针对环氧乙烷/乙二醇 (EO/EG) 装置中乙二醇 (MEG) 产品氯离子超标问题, 系统分析了氯离子超标的成因、控制策略及改进方向。研究表明, 工艺操作参数失衡 (如返炼物料循环、后部凝液系统注碱量不当) 是导致产品氯离子提升的主要原因。通过调整碱液注入量、优化回流比及返炼操作, 可有效降低乙二醇产品氯离子浓度。本文提出增加脱氯床, 并强调未来需开发智能化监测技术以提升控制效率。研究结果为 EO/EG 装置长周期运行和生产聚酯级乙二醇产品提供了重要参考。

关键词: EO/EG 装置; 乙二醇; 氯离子超标; 经济效果分析

中图分类号: TQ223.16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 011-0053-03

Control Strategy and Economic Effect Analysis of Chloride Ion Exceeding Standard in Ethylene Glycol Product of EO/EG Plant

Yang Yulei (Sinopec Hainan Refining and Chemical Co., Ltd., Yangpu Hainan 578001, China)

Abstract: This article systematically analyzes the causes, control strategies, and improvement directions of excessive chloride ions in ethylene glycol (MEG) products in ethylene oxide/ethylene glycol (EO/EG) plants. Research has shown that imbalanced process operating parameters (such as recycled materials circulation and improper alkali injection in the rear condensate system) are the main reasons for the increase in chloride ions in the product. By adjusting the injection amount of alkali solution, optimizing the reflux ratio and refining operation, the chloride ion concentration of ethylene glycol products can be effectively reduced. This article proposes adding dechlorination beds and emphasizes the need to develop intelligent monitoring technology in the future to improve control efficiency. The research results provide important references for the long-term operation of EO/EG devices and the production of polyester grade ethylene glycol products.

Keywords: EO/EG device; glycol; Excessive chloride ions; Economic Effect Analysis

乙二醇 (MEG) 是 EO/EG 装置的核心产品, 广泛用于聚酯、防冻剂等领域, 是环氧乙烷 (EO) 主要的下游产品^[1]。然而, MEG 产品中的氯离子超标问题长期困扰装置运行, 不仅影响产品质量, 还加剧腐蚀风险。近年来, 随着装置大型化和长周期运行需求增加, 氯离子控制成为关键挑战。本文通过分析某企业在其中一阶段 MEG 产品侧线氯离子超标事件, 探讨成因并提出系统性解决方案, 旨在为同类装置操作提供优化经验。同时聚酯级的乙二醇产品较工业乙二醇产品价格高 100-200 元/t, 氯离子指标控制也为装置创造巨大的经济效益。

1 EO/EG 装置工艺流程简介

1.1 EO 段工艺流程

在银催化剂作用下, 乙烯与纯氧发生氧化反应, 生成 EO。氧化反应后的循环气在 EO 吸收塔, 与贫吸收液 (含微量 EO 的水) 逆向接触, 吸收循环气中的目标产物 EO。富含 EO 的富吸收液通过 EO 汽提塔加热进行汽提, 将 EO 汽提到下一工段^[2]。汽提后贫吸收液返回 EO 吸收塔对 EO 再吸收。汽提出的 EO 通过

EO 精制塔进一步精制得到高纯度 EO 产品。

1.2 CO₂ 脱除工艺流程

来自 EO 吸收塔塔顶的蒸汽经过循环气压缩机加压后进入 CO₂ 吸收塔底部, 同时, 贫碳酸盐溶液进入该塔上端与循环气逆流接触, 用活性碳酸钾溶液吸收循环气中的 CO₂。吸收塔的富碳酸盐溶液经过贫富液换热器换热, 温度提高后进入再生塔上的富液闪蒸罐, 富碳酸盐溶液减压, 闪蒸出大部分烃类有机物送至其他单元, 闪蒸后的富碳酸盐溶液进入再生塔上部的汽提段, 在塔底再沸器 (外供间接蒸汽包括工艺蒸汽和低压蒸汽) 的作用下煮沸再生, 溶液再生成为贫碳酸盐溶液返回吸收塔。

1.3 MEG 段工艺流程

采用上游 EO 工段的环氧乙烷水溶液为原料, 将 EO 与水按照一定比例混合加热, 在高温下反应生成 MEG、二乙二醇 (DEG)、三乙二醇 (TEG) 和重乙二醇等产品。反应得到的 MEG 水溶液通过多效蒸发及真空干燥塔, 将其中的水分脱除, 得到粗 MEG。粗 MEG 通过 MEG 精制工段, 分离出 MEG、DEG、TEG

表 1 腐蚀介质腐蚀类型

	主要腐蚀介质	可能腐蚀类型	主要影响设备
100 氧化单元	有机酸、氯离子、二氧化碳、氧气	氯化物应力腐蚀、有机酸电化学腐蚀	气-气换热器、循环气管道
200 脱碳	碳酸盐、二氧化碳、氯离子、氧气	氯化物应力腐蚀、碳酸盐应力腐蚀	再生塔及再沸器
200 EO 吸收汽提	有机酸、氯离子、二氧化碳、氧气	有机酸电化学腐蚀、氯化物应力腐蚀	EO 汽提塔及再沸器
300 EO 精制	有机酸、氯离子、二氧化碳、氧气	有机酸电化学腐蚀	EO 精制塔及再沸器
400 EG 反应精制	有机酸、氯离子	有机酸电化学腐蚀、晶间应力腐蚀、氯化物应力腐蚀	反应器、多效蒸发器、再沸器及工艺凝液罐、干燥塔及再沸器、塔顶冷凝器系统
500 EG 分离	有机酸、氯离子	有机酸化学腐蚀、氯化物应力腐蚀	DEG/TEG 塔釜及再沸器

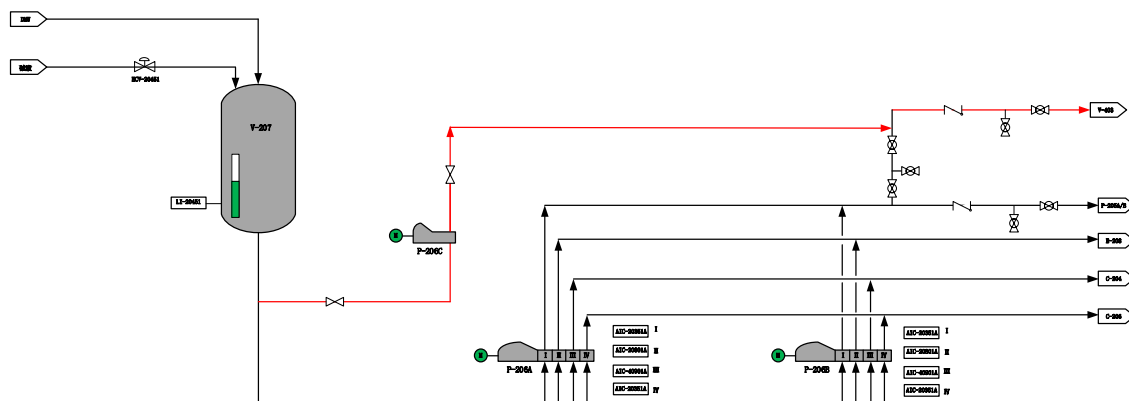


图 1 EO/EG 装置新增碱泵流程

和重醇（危废）。

某炼化 EO/EG 装置 MEG 产品占比比例较高。按照国标 GB/T 4649-2018，聚酯级 MEG 产品指标中氯离子含量 ≤ 0.5 mg/kg。若氯离子含量长期超标，会导致 MEG 产品降级销售，产品中氯离子含量过高问题长期困扰装置运行，不仅影响产品质量，还加剧不锈钢管线氯离子腐蚀风险，因此如何降低产品中氯离子含量是亟需解决的问题^[3]。

2 氯离子系统

某炼化 EO/EG 装置采用 SHELL 工艺，氯离子可能出现在 100 氧化单元、200 脱碳、200 EO 吸收汽提、300 EO 精制、400 EG 反应精制、500 EG 分离单元，可能造成的腐蚀类型和主要影响的设备如表 1 所示。

3 氯离子超标事件及分析

3.1 侧线超标事件

以 2024 年 6 月事件为例，某日发现 MEG 中间产品罐 T-502B 产品中 MEG 产品氯离子超标，化验分析结果 0.76mg/L（聚酯级指标小于 0.5mg/L）。立刻对乙二醇精制塔侧线进行加样，乙二醇侧线产品的氯离子含量为 0.81。通过排查热脱盐水、原料碱液、脱水塔顶换热器、氧化工段一氯乙烷注入、不合格产品罐返炼、化验方法等潜在因素，最终确定氯离子超标主要与工艺凝液系统注碱有关。原本工艺凝液罐 V-403 的 pH 在 6.6-6.7，通过调整碱液注入量后，将工艺凝液系统 pH 控制在 7-8 之间，MEG 产品中的氯离子含

量恢复正常^[4]。

3.2 氯离子超标成因分析

原料质量是影响 MEG 产品氯离子含量的重要因素。热脱盐水、碱液等原料中的氯离子可能进入系统，导致产品超标。工艺操作参数对氯离子的分布和富集有显著影响。回流比、塔釜温度、进料位置等参数的变化会改变氯离子在精馏塔中的分布。此外，装置负荷波动、催化剂性能变化、一氯乙烷注入量等也会影响氯离子的迁移和富集。

设备腐蚀和泄漏是另一个重要因素。换热器内漏、塔内件腐蚀等都可能氯离子进入产品系统。研究表明，氯离子在某些设备中的局部富集是造成 MEG 产品超标的重要原因。

某炼化 EO/EG 装置原设计流程中，只有碱泵 P-206 泵 I 泵头去乙二醇急冷段，用于脱去副反应产生的酸和醛，在装置设计阶段，由于 EO/EG 装置工艺凝液系统携带微量腐蚀性杂质并且存在较多的两相流，工艺凝液系统管线腐蚀存在较大问题，装置部分凝液管线已腐蚀穿孔和减薄的问题已有发生，国内 EO/EG 凝液系统管线出现腐蚀穿孔、减薄的案例较多。因此在装置设计阶段，碱泵 P-206 泵 I 泵头增加了工艺凝液罐 V-403 注碱流程。由于两处压差不同，V-403 罐需要注碱液时需将去急冷段流程关闭后才能注入，在实际使用过程中发现，来回切换 P-206- I 泵头碱液流程，造成急冷段及 V-403 的 pH 波动较大，

pH 波动范围 5.5–10.0, 另外碱液加入不连续、操作不稳定极易影响产品质量, pH 控制不当, 会使后系统三乙二醇精制塔 C-504 再沸器管束 E-511 结盐等问题, 因此装置决定新增一台泵及管线进行改造 (EO/EG 装置新增碱泵流程如图 1 所示), 经改造后, 工艺凝液罐实现了 pH 稳定控制, 目前控制在 7–8 之间, 避免由于停止注入碱液期间, 后部凝液系统 pH 的变化引发乙二醇产品氯离子波动, 经改造后未再出现乙二醇产品氯离子超标情况^[5]。

3.3 氯离子控制策略

工艺优化是控制 MEG 产品氯离子含量的有效手段, 通过调整回流比、进料位置和碱液注入量, 可以有效降低产品中的氯离子含量。在 2024 年 6 月的超标事件中, 通过调整 V-403 罐的碱液注入量, 成功将 MEG 产品氯离子含量控制在合格范围内。

设备改进是另一个重要方向, 增加脱氯设施、优化设备结构设计等措施均可以有效控制氯离子含量。例如, 卫星石化乙二醇装置在 MEG 产品馏出口增加脱氯床后, 氯离子含量问题得到根本解决。在线监测与预警系统的建立对于及时发现和处理氯离子超标问题至关重要。通过实时监测关键位置的氯离子浓度, 可以及时调整操作参数, 预防超标发生^[6]。

4 经济效果分析

4.1 成本控制

调节碱液注入量并优化回流比及返炼操作, 可能需改造原有控制系统, 涉及设备的采购, 安装调试及人员培训都会产生相应的成本, 在需要准确调控各参数时还可能要增添少量测试装置而造成成本部分上升, 尽管如此这些耗费都是相对偏低的, 并且在设施操作稳定性增强情况下可以通过改进产出来的质量及效能来弥补, 但是为了满足更高的市场需求会选择增大脱氯床数量, 这就要购置脱氯所需要的工具与试剂并完成所需的有关装备设置与管路衔接流程, 而且脱氯用的试剂也有必要按照既定间隔周期进行替换, 这就形成了持续性的经济支出。但在长远看来这种投资不仅能有效防止因超出标准氯元素给产品本身带来更多质变危害, 还能预防对装备造成的损害从而获得显著的经济回报。

4.2 收益分析

采用了氯离子控制对策后, 有效地减少了 MEG 系列产品中氯离子的含量并改善了其品质, 使得其更加满足于聚酯级乙二醇产品的需求, 优质产品价格较高且竞争力较大, 能给企业直接带来经济利益, 而稳定的产品质量帮助企业塑造良好形象, 扩大市场份额并进一步增加了收入。对氯离子含量进行控制可减小对设备的

腐蚀、延长使用周期、减少对设备的保养与换料, 比如降低设备腐蚀引起泄漏事故的发生, 并规避停产维修所带来生产上的损失, 还能节约维修所需物资, 劳动力等支出, 这一部分效益虽很难准确地量化出来, 但是对于公司长期平稳经营有着重大意义。优化工艺操作及强化在线监测有利于维持装置平稳运行, 并降低由于氯离子超标而造成生产的波动及异常状态, 稳定了生产流程能使产品收率达到最大化、生产成本降至最低这就为企业带来了更大效益, 比如合理地设置回流比与返炼操作能让反应进行得比较完全、原料利用率得到提高而且在一定程度上促进了生产效率。

5 结论

通过对 EO/EG 装置氯离子超标事件的分析, 原料质量、工艺操作和设备腐蚀是导致 MEG 产品氯离子超标的主要因素。通过工艺优化、设备改进和在线监测等综合措施, 可以有效控制 MEG 产品中的氯离子含量。

基于研究结果, 提出以下建议, 新增注碱泵, 专门供给后部凝液系统加碱注入, 控制 V-403 罐 pH 在 7–8, 防止由于流程切换引发的 pH 波动, 寻找平衡点以满足 MEG、DEG、TEG 产品的质量要求; 增加 MEG 脱氯床, 从根本上解决氯离子超标问题; 加强系统中氯离子浓度的监控, 特别是 TEG 塔釜物料中的氯离子浓度, 预防设备腐蚀。

未来研究应着重于开发新型脱氯技术和智能化监测系统, 以进一步提升 MEG 产品质量控制水平。同时, 加强装置运行过程中的氯离子监测和管理, 建立完善的氯离子控制体系, 对于实现 EO/EG 装置的长周期安全运行、产品质量、经济效益具有重要意义。

参考文献:

- [1] 梁文博. 我国乙二醇生产及市场分析预测 [J]. 化学工业, 2024(01):58-63.
- [2] 周召方. EO/EG 装置腐蚀机理分析及工艺防腐对策 [J]. 石油化工设备技术, 2024,45(05):28-31+5.
- [3] 张婷婷. 高选择性催化剂在 EOEG 装置生产运行中的应用 [J]. 山东化工, 2023,52(23):215-219.
- [4] 孔朝辉. 环氧乙烷 / 乙二醇装置腐蚀分析 [J]. 中国设备工程, 2019(15):118-120.
- [5] 金海明. 乙二醇产品质量情况分析对策 [J]. 山东化工, 2022,51(15):147-149.
- [6] 王栋栋, 曹进. 乙二醇单元腐蚀控制改造 [J]. 化工管理, 2019(34):188-189.

作者简介:

杨宇雷 (1992-), 男, 汉族, 湖北随州人, 研究生, 中级工程师, 研究方向: 环氧乙烷 / 乙二醇运行优化。