

溶剂再生装置运行问题解决技术的运用及其对经济效益的影响探讨

王 凡 (中石化(天津)石油化工有限公司, 天津 300450)

摘 要: 随着溶剂再生装置的广泛应用, 管路堵塞、搅拌机故障等运行问题日益凸显, 严重制约了装置效率与经济效益。为解决这些问题, 本文以某溶剂再生装置为例, 从管路结构优化、搅拌机设计改进等方面进行技术与工程应用, 明确了抗腐蚀材料的选用、在线监测与智能控制在稳定运行中的重要作用。研究成果表明, 通过管路综合技术优化, 不仅可以有效降低溶剂再生装置的运维成本、提高系统自动化程度, 还可显著提升溶剂再生率, 确保产品质量, 进而增加经济效益, 具有重要的工程参考价值。

关键词: 溶剂再生装置; 运行问题; 解决技术; 管路优化

0 引言

溶剂再生装置是实现溶剂循环利用和资源综合回收的关键设备, 其平稳连续运行对施工成本和经济效益具有直接影响。然而, 由于工艺复杂性与系统集成度较高, 再生装置也存在诸多问题。这不仅降低了溶剂再生速率与回收率, 增加了修理维护频次, 还可能因运行异常带来安全事故。因此, 开展以装置实际工程为指导的管路等关键部件的结构优化设计与过程控制改进是确保再生系统平稳可靠运行的应有之义。

1 溶剂再生装置常见运行问题

1.1 设备问题

1.1.1 管路堵塞

溶剂再生装置中的管路堵塞问题主要源自两方面: 一是溶剂质量问题, 如果溶剂中含有的杂质、污染物等较多, 这些杂质和沉淀物容易在管道内沉积堆积; 二是运行管理问题, 如启停操作不当加重管道腐蚀变质和异物进入, 无法按标准程序排污也会增加管道内污染物沉积。这两方面共同作用下, 管道腐蚀产物、各类沉淀物长期堆积, 最终导致严重堵塞。

1.1.2 贫液中热稳盐超标

溶剂再生装置运行过程中, 贫溶液中热稳盐超标是比较常见的问题。这主要是因为若原料溶液中的热稳盐含量已经超过了设计规范, 在装置正常工艺条件下很难将其有效脱除, 这会直接导致贫溶液中热稳盐残留超标; 此外, 正蒸汽量不足也会降低溶剂的挥发和热稳盐的脱除效率; 再生塔内温度过低或液体流动过快, 都会缩短热稳盐与溶剂接触脱除的时间, 减慢反应速率, 导致热稳盐难以全部脱除而聚集在贫溶液中。这些因素共同作用的结果, 就会使得贫溶液中热

稳盐浓度超出标准和规范^[1]。

1.2 工艺问题

1.2.1 回收率低

溶剂再生装置回收率低的原因综合分析主要可以归结为三大方面: 一是原料溶剂质量问题, 如果原料溶剂中的杂质、污染物过多, 这部分是无法再生的将直接影响回收率; 二是工艺参数设置不当导致再生效果差, 常见问题如再生温度过低、再生塔内结构故障引起液气接触效率差等; 三是检测监控失灵无法准确掌握再生过程中的质量变化情况, 再生控制就会失调。

1.2.2 产品质量差

溶剂再生装置产品质量差的根本原因在于再生过程中无法有效除去杂质而导致其残留在产品中。这些杂质来源一是原料溶剂本身就含有难以再生的组分杂质, 二是再生过程控制参数不当, 导致一些组分未得到有效再生, 残留在产品中。在此基础上, 再生塔内部结构损坏导致液气接触不足, 以及产品储运转移过程中的二次污染也会成为质量问题的负面因素。

2 溶剂再生装置运行问题的解决技术

2.1 设备优化技术

2.1.1 改进管路结构

为改进溶剂再生装置的管路结构, 减少管路堵塞问题, 需要从选材、结构设计和运行维护三个层面进行综合技术改进。首先, 选择抗腐蚀和耐磨性能更优的管材, 这是解决管路堵塞的基础。其次, 在结构设计上应合理规划管路, 尽可能减少管段数目和转弯部位, 在易沉积管段设置底部倾斜带动流动, 以减缓沉淀积聚。此外, 还可以设置在线高压水冲洗口, 利用高压水流体冲刷管壁清除附着物。最后, 根据运行分

析确定堵塞风险最高管段,进行隔离和快速更换改造,使其堵塞不会蔓延影响系统。

2.1.2 调整再生塔运行参数,优化热稳盐脱除

针对溶剂再生装置中贫液热稳盐超标的问题,调整再生塔运行参数,优化热稳盐的脱除效果,是比较有效的对策。首先,必须从源头抓起,严格控制原料输入的质量,确保溶液中热稳盐含量不超过设计容许极限,否则光依靠再生工艺很难将其去除干净^[2]。其次,合理增加正蒸汽的投入量,为再生塔提供充足的热能,加速溶剂的挥发升华过程,也使得热稳盐脱附进入气相的速率明显提高。此外,适当提升再生塔上部的温度水平,可缩短热稳盐从液相向气相迁移的时间,加快脱除效率。最后则是要控制好贫溶液在再生塔内的流速,使其与上升气流获得足够的接触时间,从而实现热稳盐的充分脱附。通过综合调节温度、流量、蒸汽量等参数,就可以有效增强再生塔对热稳盐的脱除效果,确保贫液质量稳定达标。

2.2 工艺优化技术

2.2.1 提高回收率的方法

为提高溶剂再生装置的回收率,需要从前处理提纯、再生过程控制优化和后端精制回收三个阶段实施系统性技术改进。首先,设置前置预处理单元,对原料溶剂进行提纯,减少未再生组分的输入,降低后续分离难度。然后,优化再生核心工艺,特别是温度、压力、时间等关键参数,建立热力学模型设定再生窗口,精确控制参数实现充分挥发。同时,采用先进的在线色谱检测,实时监测产品组分实现再生的及时停机。再次,升级再生塔内部填料,增大液气接触面积,并设置在线清洗系统防堵塞。最后,设置后端精馏回收系统深度分离提纯残余产品和轻组分,进一步提高收率。

2.2.2 提升产品质量的工艺

为提升溶剂再生装置产品的质量,需要对原料溶剂的严格前处理和设计精良的再生工艺两大方面进行技术改进。首先是前处理除杂,设置精馏、萃取、吸附脱色等单元,有效去除各类难挥发杂质,提高进入再生系统的纯度,这是保质量的基础。其次,建立热力学模型确定最佳再生温度区间,实现温度的精确控制,保证组分的完全除去的同时避免生成新杂质。然后,再生塔顶安装在线色谱/质谱检测系统,实时监测产品组分变化,再生一旦达标即停机,防止质量问题的发生。此外,设置后端再生产品精馏系统进行调质,除去残留轻组分,深度提纯。从源头除杂、精确控温、在线检测到产品后处理的全流程质量控制体系,使得从再生输入端到最终产品输出端的各个环节

质量指标均明确、容差都经过科学设定,这样可以有效减少质量波动的随机性,保证再生溶剂产品质量的稳定可控。

3 解决技术应用对经济效益的影响

3.1 降低运营成本

首先,这些技术手段可以有效降低溶剂再生系统的运维成本。例如管路和搅拌机优化结构设计,使用高强度抗腐材料,降低腐蚀变质速率,减少维修次数,大幅减少备件更换和系统停工维护造成的维护费用^[3]。智能在线监测预警系统的使用也降低了人力运维成本。其次,这些技术显著提高了溶剂再生系统处理溶剂废料的自动化程度与效率。如工艺参数优化使单位溶剂产量的能耗明显降低;采用高精度检测控制系统靶向再生不同组分,提高再生效率。这减少了溶剂废料的输出量和系统的能源消耗,直接降低了成本。再次,这些技术对稳定和提高再生溶剂产品的质量起到了关键性作用。优质再生溶剂产品可以直接回用于生产过程,降低新鲜溶剂的采购量,减少了溶剂采购成本。

3.2 提高产品收益

首先,这些技术直接提高了溶剂再生和高值利用的效率与效果。如优化再生工艺和检测控制系统,使再生溶剂产率、合格率明显提高,同时减少了无法再利用的废液输出,这样直接增加了溶剂再生这一环节的产值,提高了这部分收益。其次,再生溶剂产品质量的稳定和提高也带来了经济效益和社会效益“双提升”的正增长。再生溶剂质量好转减少了对新鲜溶剂的依赖,降低了溶剂采购和更新成本,增加了企业溶剂使用成本的节约。同时产品质量稳定也减少了因再生溶剂质量波动而增加的后道工序不合格品的产出,从而提高了生产系统的整体效益。最后,这些技术还可以提高溶剂再生装置及其上下游系统的自动化和信息化水平,减少了人工操作成本。这进一步提高了溶剂生产链上的资源配置效率,对企业的持续发展也更有利。

3.3 延长装置寿命

采用先进技术手段解决溶剂再生装置的运行问题,不仅可以稳定和延长装置本身的使用寿命,也将减少其对周围设备造成的损耗影响,从而提高制造系统的整体使用年限。

具体来说,这些技术优化了装置中的管路、搅拌机等关键部件的结构,增强了抗腐蚀性和耐磨性,有效延缓了金属面向工作环境的损耗速率。稳定的抗腐蚀性和机械强度是长寿命的前提。此外,这些技术还提高了监测、控制和维护的智能化水平,可以更早发现潜在问题并快速响应,避免了许多事故的发生或扩

大,减少了由于故障或事故造成的装置的使用年限缩短。与此同时,由于溶剂再生效率和质量的提高,减少了无法再生利用的溶剂流向下流的输出,这降低了这部分溶剂废料对周边环境和处理系统的腐蚀影响。同时再生溶剂质量的稳定,也减少了其质量波动对下游生产工艺的负面作用。

3.4 减少环境治理支出

首先,这些技术直接提高了溶剂的再生利用效率与效果,减少了无法再再利用的废弃溶剂的产生。这直接降低了需要进行处置的有害废液的排放量。同时再生溶剂产品质量的提高,也减少了其在下流生产过程中因质量问题而需处置的次品数量。这两方面因素综合作用,直接减少了溶剂生产、再生、消费全流程的环境负荷输出^[4]。其次,这些技术提高了系统的检测与控制水平,各种参数的优化减少了溶剂在再生过程中异常情况下生成的有毒有害物质的产生量。这也降低了需要环境治理的污染物排放量。最后,系统的稳定和寿命的延长也降低了由于设备老化、故障、事故等异常情况带来的污染物排放量。

4 提高溶剂再生装置运行的优化对策

4.1 加大技术推广

为更好推动溶剂再生装置运行优化技术的广泛应用,需要政产学研用多方共同努力。政府部门应将这些技术的研发与应用推广纳入国家科技产业规划,以政策支持促进技术创新。高校与科研机构要加强与企业的合作,围绕工业实际技术痛点开展研发。关键技术攻关出成果后及时组织现场试验示范,验证效果。龙头企业也需发挥自身影响力,不断引进消化新技术,同时也要开展行业内技术交流培训,带动中小企业整体进步。

4.2 提供装置改造资金支持

为推进溶剂再生装置运行优化技术改造,解决资金短缺问题,可以采取以下多种渠道进行融资支持:第一,充分利用国家环保技改基金和其他政策性财政资金,这是改造的重要资金来源;第二,通过商业银行信贷,并争取地方政府提供贴息等资金扶持;第三,立足地方实际成立产业技改投资平台,采取政府和社会资本合作模式,以市场化运作支持技改项目;第四,对于实力雄厚的大型再生企业,也要加大技改积累,利用节约的运营成本和自筹的社会融资,建立企业内部的技改基金。只有多渠道获取改造资金支持,才能为装置更新提供足够支持,推进溶剂再生环节的持续技术升级,实现装置的优化和智能化,迈向绿色生产。

4.3 建立溶剂再生装置运营数据库

为建立溶剂再生装置运营数据库,实现运行数据的高效集中化收集与利用,需要解决技术标准统一和管理规范两个层面问题。技术上,要统一规定装置数据接口标准,采用云计算平台集中存储各装置的海量运行数据,开发移动检测软件实现便捷的数据补录,通过建模分析装置运行与工艺参数之间的内在关系,实现科学决策。管理上,要制定行业数据收集规程,对接入系统的数据质量实施严格核查,建立企业内部分析应用的激励机制,不断提高数据库的覆盖率与数据真实性。

4.4 外部环境控制

按照天气变化和操作条件不同状态,需要针对空冷进行及时启停处理,并对变频空冷转速实施合理调节。溶剂再生装置在实际运行中所形成电力消耗主要是以空冷器以及机泵运行为主。在对应操作条件以及气温状况形成较大变化条件下,需要对空冷器进行及时启停处理,并对变频空冷整体转速实施合理调节,对应整个系统装置节点运行具有良好辅助性作用。在整个系统装置处于正常运行状态下,如果技术操作人员发现对应介质温度超出整体控制指标条件下,外操作需要对备用空冷器进行迅速启动,或进一步扩大变频空冷器运行转速。

5 结语

随着各类溶剂再生装置规模化建设,必须高度重视其运行质量的确保。管路和搅拌机等关键部件的结构优化设计是基础,还需要完善数据采集和工艺控制体系,实现装置全生命周期、全要素的智能化过程管理,以适应绿色和可持续发展的需要。

参考文献:

- [1] 李治明,荣荣,范成兵等.炼厂溶剂再生装置运行中存在的问题及思考[J].现代化工,2022,42(11):230-235+239.
- [2] 林锦波.溶剂再生装置运行的问题分析及对策探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(13):105-106.
- [3] 王会强.影响溶剂再生装置胺液质量的原因分析及对策[J].石油化工安全环保技术,2016,32(05):58-62+74+6.
- [4] 陈育坤.影响溶剂再生装置运行的若干问题及对策分析[J].石油化工安全环保技术,2016,32(03):54-56+3-4.
- [5] 赵建武,和冰涛.碳五分离装置溶剂再生釜长周期影响因素分析[J].石油化工应用,2020,39(12):114-116.