

PVC 生产技术安全环保性及经济性探讨

吕 锋 晁存德 (青海盐湖元品化工有限责任公司, 青海 格尔木 816099)

摘 要: PVC 即聚氯乙烯的整个生产过程中, 都应使用合理的生产技术, 以此确保整个生产过程具有一定安全环保性与经济性, 如使用得当, 也能有效地提高企业的整体经济效益, 促进实现 PVC 节能减排生产。各生产企业应结合自身实际情况, 合理地开展相应 PVC 生产工作, 响应我国可持续发展的基本国策。文章主要围绕 PVC 生产技术工艺、PVC 生产技术安全性与经济性、PVC 生产技术环保性与经济性三部分展开, 进行详细探讨分析。

关键词: PVC 生产技术; 安全性; 环保性; 经济性

PVC 为一种高分子聚合材料, 其本质上为单个氯原子取代聚乙烯之中的氢原子所得, 聚氯乙烯为五大通用树脂材料之一, 被广泛地应用于日常生活之中, 各类常见生活用品之中都可见 PVC 的影子。在我国, PVC 产业主要从 2001 年时开始起步, 直至 2009 年, 我国已成为了 PVC 产销大国。随着社会经济不断发展, PVC 生产技术逐步成熟, 自动化水平有所提高, PVC 产能与产量都得到了一定提高, 但当前 PVC 生产技术应用安全性、环保性与经济性等仍有待提高, 企业方面在兼顾环保安全同时也需兼顾经济效益, 降低生产所需成本, 从而提高企业的整体竞争力, 在激烈的社会竞争中脱颖而出。

1 PVC 生产技术工艺

PVC 生产过程中, 氯乙烯为基本原料, 因而完整的 PVC 生产流程一般可分为单体氯乙烯生产、聚氯乙烯生产两个阶段, 每个阶段都需要遵循安全环保及经济原则。在单体氯乙烯生产过程中, 主要可从煤炭、石油两条路线出发获取。石油路线一般又可以称作乙烯氧氯化法, 而煤炭路线则可以被称作电石乙炔法。在制得单体氯乙烯之后, 又可以在聚合釜之中通过聚合反应得到聚氯乙烯, 不同聚合方式应用下, 又可分为本体法、悬浮法、溶液法、悬液法四种不同的聚合工艺。但在所有的聚合工艺之中, 当前我国绝大部分 PVC 生产厂家一般都选择应用悬浮法来进行 PVC 生产。

1.1 乙烯氧氯化法制单体氯乙烯

乙烯氧氯化法又可称为乙烯法, 其主要将石油炼化产物中的乙烯 (C_2H_4) 通过氯化反应转变为二氯乙烷 ($C_2H_4Cl_2$), 随后再将二氯乙烷 ($C_2H_4Cl_2$) 通过裂解反应转变为氯乙烯单体。该方法由于绿色环保、原料利用率高、经济实用等相关优势影响下, 就当前

现状而言, 在不少国外企业中都选择采用该种生产方式。

1.2 电石乙炔法制单体氯乙烯

电石乙炔法顾名思义, 即通过煤炭燃烧, 得到电石, 随后将电石与水进行反应, 通过该种方式生成乙炔 (C_2H_2): $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 \uparrow + Ca(OH)_2 + Q$, 此为第一流程环节。该反应主要在乙炔分厂之中开展。在完成该流程之后, 可运用氢气与氯气生成氯化氢气体备用: $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl \uparrow + Q$ 。该流程反应主要在氯碱分厂之中开展, 其中的主要原料氢气与氯气实际上为氯化钠与水反应所生成的。最后可选择应用乙炔与氯化氢气体反应来制得氯乙烯单体: $C_2H_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2=CH-Cl$ 。受到我国自然资源现状影响, 当前该种电石乙炔法制单体氯乙烯的方式在我国 PVC 生产之中较为常用, 但该种生产方式的安全系数较低, 如非专业人员操作, 极易发生各类安全事故。

1.3 悬浮聚合法

悬浮聚合法出现的时间较早, 在上世纪 80 年代, 美国古德里奇公司便已研发该种 PVC 生产工艺。其主要通过将氯乙烯单体液滴在聚合釜之中进行搅拌, 从而使得液滴保持悬浮状态, 在一定温度、压力影响下, 会使得各液滴聚合生成聚氯乙烯。在整个悬浮聚合法生产过程中, 可主要分为准备、加料、聚合、出料四个过程阶段, 每个阶段的操作流程都有一定差异。首先在投料阶段, 需防止放料过程中出现浆料粘釜的情况, 在聚合阶段, 反应釜之中的温度对产品的整体质量会产生较大影响, 在整个生产过程中都需要精确地控制生产温度, 但由于温度控制区间较小, 在整个温度控制过程中或存在较大难点。反应过程中, 如出现物料收缩会导致聚合釜内体积失衡, 从而在一定程度上影响后续传热效果。

2 PVC 生产技术安全性与经济性

与其他的化工产品生产相同, PVC 产品生产过程中, 会受到高温高压、易燃易爆等多种危险因素影响, 在这些危险因素的影响下, 会对企业生产与操作人员的人生安全造成较大影响。在整个 PVC 的生产过程中, 安全管理环节极为重要, 该环节主要为防患于未然, 谨防各类事故发生, 避免造成各类人身伤害, 并减少企业的资金损失。综合考虑 PVC 生产过程, 在确保经济效益的同时减少其中存在的各类不安全因素, 能确保 PVC 生产技术安全性与经济性。

2.1 氯乙烯生产环节

在氯乙烯生产环节之中, 如果氯化氢中的游离氯含量较高, 则会与乙炔反应, 从而生成一些易燃易爆的氯乙炔物质。一般而言, 如氯化氢合成过程中, 氯与氢的配比不正确, 或氢气断供故障等, 则会导致氯含量升高。电石 (CaC_2) 的水解反应实际上也为放热反应, 且该种反应较为剧烈, 往往 1kg 的电石 (CaC_2) 原料通过水解可产生 1659kJ 热量, 如不加以控制, 则会出现爆炸等相关问题。在电石搬运过程中, 如与汗液等接触, 则容易生成氢氧化钙, 如操作不当, 很有可能导致操作人员的皮肤灼伤。在所有事故发生部位之中, 电石加料储斗为常见的部位, 其为电石进入到乙炔发生器之中的重要通道, 在关闭的状态下, 往往能有效地隔绝外界空气进入到发生器之中。一旦储斗活门松动, 则会出现大量空气进入到发生器之中, 这些空气进入之后容易与乙炔混合生成爆炸性的气体。如果储斗之中有水蒸气, 则会导致电石反应提前, 并产生乙炔气体。为确保氯乙烯生产环节安全性, 也需要相关人员合理地控制电石的粒径大小, 如果电石的粒径太小, 则很有可能导致反应速度过快, 从而发生乙炔爆炸。只有乙炔的纯度够高, 才能有效提高其整体转化率, 如乙炔在进入反应器之前, 存在精制不良等相关问题, 其中具有较多的硫化物、磷化物等, 则会出现催化剂中毒反应。与此同时, 如果反应器之中的水含量较高, 则会导致其中水分与氯化氢气体发生反应, 从而导致盐酸生成, 在一定程度上造成设备的腐蚀, 造成较大安全隐患, 也不利于企业提高整体经济效益, 过多的水分也会造成催化剂活性下降。

2.2 氯乙烯聚合环节

在氯乙烯聚合环节之中, 相关人员需要严格地把控聚合釜内的压力与温度, 通过该种方式防止聚合釜出现爆炸等相关问题。一般情况下, 造成聚合釜压力

与温度过高的原因具有多样性特点。如果氯乙烯配方不当, 则会导致装料系数超标, 气相空间减少。其次, 在反应过程中, 在某些因素的影响下, 往往会导致水循环中断, 不能及时地带走反应产生的热量。其三, 如仪器仪表出现问题, 会在一定程度上误导操作人员, 导致出现各类超温、超压操作。其四, 也可能出现由于线路老化而引起的断电, 从而使得整个聚合过程无法按照既定方案开展。如果相关人员操作不当, 则会使得聚合釜泄漏, 其中的氯乙烯单体与空气反应形成爆炸混合气体。在整个进料过程中, 相关人员需要对聚合釜进行有效的压力试验。整个 PVC 生产厂房也需要留有一定的防爆面积, 在设备选择时, 应确保设备符合防静电、防雷等相关要求。

3 PVC 生产技术环保性与经济性

在整个化工生产过程中, PVC 生产一般都会存在高污染、高耗能等相关问题, 在新时代背景下, 应改进 PVC 生产技术, 确保该技术应用下, 整个生产拥有环保性与经济性等相关特点。在确保 PVC 生产环保节能的同时, 也能在一定程度上确保企业经济效益大幅提升。合理开展 PVC 生产的节能减排工作, 能确保各类 PVC 生产能源高效利用, 各类生产原料能真正实现循环利用, 从而较大程度地减少 PVC 的生产成本。在生态文明建设开展过程中, 各行业普遍都较为重视可持续发展战略, 并将其与环境发展二者相协调落实。如环保法严格化、塑料制品限制使用等相关因素影响下, 都会导致 PVC 制造行业发展速度趋缓, 这就需要相关人员解决整个 PVC 生产过程中存在的环保与经济问题, 紧跟时代步伐, 完善 PVC 生产过程中存在的各类缺陷。

3.1 热量的回收利用

一般而言, 在生产 PVC 时, 会释放较多热量, 通过调查企业 PVC 生产放热, 可发现在生产 PVC 时, 每小时都会生产大约 65000kJ 热量。由于受到企业生产技术与设备影响, 这些热量无法完全被回收利用, 一般而言, 部分企业在回收利用这些热量时, 会将如 HCl 合成过程中产生的热量应用在冬季采暖工程之中, 而 VCM 合成所产生的热量则可以应用在 VCM 的精留工序之中。在上述方式的应用下, 都能确保完善热量回收利用流程, 并逐步实现企业节能目的, 提高企业生产的整体经济效益与环保效益。在回收利用 HCl 合成中生成的热量时, 可通过空气加热器, 在整个 PVC 的生产过程中, 部分企业会选择应用旋风除尘器干燥

技术, 该种技术具有压力低等相关特点, 无法迅速地完成整个空气加热的任务。在此背景下, 往往需要将空气加热器分为高温与低温两个部分, 并将 HCl 合成中生成的热量应用在两个加热部分之中, 通过该种方式来减少空气生产目标。除此之外, 也可以将热量应用在蒸汽制冷机组之中制冷。就蒸汽制冷机组本身而言, 其并不具备节能手段, 但如在整个合成过程中, 将废热引入到制冷机组之中, 则能快速地实现节能目标, 通过该种方式, 能有效地实现企业制冷目的, 也能提高企业的经济效益, 并最终实现节能减排目标。

3.2 母液水的回收利用

在企业 PVC 生产过程中, 为了有效地降低 PVC 生产能耗, 需要对 PVC 生产过程中的废水进行综合处理, 一般而言, 在企业 PVC 生产中, 产出的废水被称作母液水, 相比较于其他的工业废水, 该种废水的稳定性更高, 且水温也较高, 其中有着不少有机物。由于该种母液水的废水量较大, 在企业处理过程中, 不仅需要考虑环保因素, 也需要减少废水处理成本, 因而在整个回收利用过程中, 都需要相关人员提前做好规划工作, 确保母液水的回收利用工作顺利地开展。

其一, 一般可以选择应用生物接触氧化法的方式来处理离心过后的母液水, 该种工艺模式较能满足工业水处理的要求, 且整个分解产物只有水和氧气, 整体污染普遍较小, 将母液水处理完成之后, 可直接将其并入到工业水处理系统之中进行下一步软化处理。

其二, 一般也可以应用接触氧化、臭氧处理二者相结合的方法开展离心母液废水处理工作。在该种处理方式下, COD 的去除率往往较高, 一般可以达到 85% 以上, 随后将水经过砂滤处理、臭氧氧化后, 能使得处理后的水达到用水标准。

其三, 也可以应用双膜过滤技术来处理离心母液, 确保其能达到纯水质使用标准。在应用双膜处理离心母液技术时, 有诸多好处, 如在该技术中一般采用外压式方法, 能确保母液之中的 PVC 能一次回收, 所应用的工艺技术与设备相对较为先进, 处理效果也普遍较为稳定, 能达到规定水质标准。且该种技术工艺的操作方式简单, 整体运行与人工维护管理的费用也相对较低。

3.3 氯化汞催化剂的回收利用

在氯乙烯合成过程中, 氯化汞为活性最高的催化剂, 但其同时也为一种剧毒的黑色物质。在整个 PVC

生产过程中, 都需要专人进行良好的防护与储存, 以免其对操作人员的健康与环境卫生等造成不利影响。如针对部分使用后废弃的氯化汞, 需要相关人员将其进行必要的回收处理, 而不能直接地堆放在露天之中。

3.4 精馏尾气的回收利用

在应用电石法制取氯乙烯时, 国内一般会选择应用低沸塔、高沸塔精馏的方式来精馏氯乙烯。但在整个处理过程中, 仍会使得尾气中存在 8% ~20% 的氯乙烯单体, 如不采用先进技术处理, 不仅会导致原料大量浪费, 也会对空气造成较大污染。这就需要相关人员对精馏尾气进行回收利用, 如通过应用膜法有机蒸汽回收、活性炭吸附法等方式进行回收利用。一般而言, 活性炭吸附法主要原理为应用氯乙烯单体的高选择吸附性来开展吸附工作。活性炭本身为多孔型固体, 其表面积较大, 吸收率会随着沸点增加而增加, 因而合理利用活性炭, 能在一定程度上有效地吸收精馏尾气中的氯乙烯单体。而膜法有机蒸汽回收主要则基于溶解——扩散原理开展, 分子质量大、沸点高的组分容易溶解后穿过膜, 但其他的组分却很难穿过膜。该种膜法有机蒸汽回收方法清洁无污染, 且整体应用费用普遍较低, 能提高企业的经济收益。活性炭纤维吸附为基于活性炭吸附技术改良后的技术, 其与活性炭吸附技术的原理实际上相同。但与活性炭不同, 活性炭纤维的表面积更大, 且吸收通道短, 其整体吸收容量比活性炭高 1~5 倍。变压吸附在加压的情况下, 将强吸附组分和弱吸附组分二者的精馏尾气通入至装有特殊吸附介质的吸附装置之上。上述不同的精馏尾气的回收利用技术工艺成本与效益存在一定差异, 企业需结合实际情况选择合适的精馏尾气的回收利用技术工艺。

综上所述, 我国的 PVC 产业发展迅速, 随着产量与产能的提高, PVC 生产过程中的安全与环保问题也出现在各 PVC 生产企业面前。企业需强化内部管理, 创新 PVC 生产技术, 在兼顾安全与环保的同时, 降低企业 PVC 整体生产成本, 持续提高企业经济效益, 改变传统生产理念, 积极解决当前存在问题, 促进企业稳步可持续发展。

参考文献:

- [1] 王亚平. PVC 生产技术安全环保性研究 [J]. 当代化工, 2015, 44(09): 2193-2195.
- [2] 李娜, 陶磊, 成作康. PVC 生产技术的优化 [J]. 化工管理, 2014(26): 142.