氯乙烯生产工艺技术的优化

燕晓荣（青海盐湖元品化工有限责任公司，青海 格尔木 816099）

摘要：现阶段，氯乙烯对我国的生产生活可以起到十分重要的影响，在氯乙烯生产工艺中仍然存在许多技术问题有待解决，要求针对氯乙烯生产工艺展开积极的优化调整。本文将针对氯乙烯的生产工艺流程展开简要研究，同时针对我国氯乙烯工艺现状进行深入分析，明确我国现阶段氯乙烯生产中存在的问题，并提出针对性的解决措施。

关键词：氯化烯；生产工艺技术；优化

0 引言

氯乙烯在常温下是一种无色有乙醚味的气体物质，易发生液化反应和聚合反应，是聚氯乙烯制备的重要原材料，同时可以用作冷冻剂和有机合成。聚氯乙烯的应用范围一般较为广泛，其实质为热塑性树脂，在经过大量的加工处理后可以实现改性，并制成普通泡沫塑料和卫生级食品包装原料等多种材料。近年来，人们对于聚氯乙烯的质量要求逐渐提升，也对相应的生产工艺提出了更高的要求，需要积极优化氯乙烯生产工艺，以促进聚氯乙烯质量和纯度提升，让氯乙烯实现产业化发展，以实现对于氯乙烯生产技术的优化和改造。

1 氯乙烯生产工艺简述

借助电石乙炔法或天然气裂解法制取乙炔气体，将乙炔和氯化氢进行混合预热，在触媒的催化作用下发生合成反应生成氯乙烯气体。

首先，进入装置的氯化氢气体通过一级和二级石墨冷却器进行冷却，在重力作用的影响下，除去气体中的水分，再通过具有较高氟硅油含量的玻璃丝棉的酸雾过滤器进行酸雾过滤，收集粒径相对较小的酸雾离子，使其水分含量在 600×10^{-6} 以内，最后再通过硫酸干燥塔，利用 98% 硫酸的强脱水性进一步对氯化氢气体进行干燥，获得水分含量在 200×10^{-6} 以下的氯化氢气体。将干燥好的氯化氢和乙炔按照一定比例通入混合器，在混合器内充分混合后送至石墨预热器，加热至 $75 \sim 90^\circ\text{C}$ 时，将其输送到转化器之中进行反应。

在转化器的列管中一般放置氯化汞催化剂，该物质以活性炭为主要载体，借助转化器的列管为反应床层进行合成反应，利用壳程中的冷却介质带出其中的反应热，生成的氯乙烯气体在经过除汞器后，可以除去氯乙烯气体中大量的汞物质，在经过除汞器和冷却器后，需要按照顺序，分别将其传输到降膜吸收器、水洗塔及碱洗塔装置之中，以除去未参与反应的氯化氢气体和转化过程中所产生的酸性物质。

在经过压缩机压缩处理后，粗制的氯乙烯气体可以由全凝器实现全面冷却，并将冷凝下来的液态氯乙烯输送到水分离器之中，通过低沸塔进料泵送入低沸塔，除去其中的氮气和乙炔气体等轻组分，再通过高沸塔实现对于二氯乙烷等重组分的分离，精馏处理合格的氯乙烯液体存储于单体储槽之中^[1]。

2 氯乙烯生产工艺技术所存在的问题

现阶段，电石法氯乙烯生产技术应用相对较为频繁，然而，此项工艺在发展的同时也不可避免地带来了许多生产装置问题，由于半自动化和手动操作的存在，在一定程度上限制了生产过程控制系统的作用发挥。使用电石法进行氯乙烯生产，一般具有如下问题：

2.1 乙炔生产时的温度和压力控制

生成乙炔气体时，在水解作用的影响下会释放出许多热量，导致发生器中的整体温度和压力在短时间内大幅上升。如果压力超出了发生器所能承受的最大范围，则可能引发严重的爆炸事故。为此，目前通常采取气柜降压的方式予以处理。然而，因为气柜的占地面积相对较大，且后期维修成本较高，同时存在十分严重的爆炸风险，因此，气柜降压方式并非最佳选择。

2.2 氯气及氢气配比

氯气与氢气的配比将在一定程度上影响氯乙烯气体生产的整体安全性，同时，也直接决定了产品的纯度和产量。我国目前主要采取人工经验观察的方式确定火焰的颜色，并据此实现对于氯气和氢气输入量的有效控制，其中的误差相对较大，可能带来十分严重的安全事故。

2.3 氯化氢及乙炔配比

一般而言，氯化氢和乙炔的配比应该为 1:1。然而，在生产实践中，为了让反应得以朝正向进行，要求氯化氢气体过量 5%~10%。若氯化氢过量太多，不仅增加水碱洗系统的负荷，而且还会带来严重的设备腐蚀风险。相反，若乙炔过量，则可能导致氯化汞触媒中毒，精馏系统负荷增加，精单体质量下降，浪费乙炔气，造成氯乙烯单体生产成本的增加。

2.4 氯乙烯转化阶段的温度和压力控制

在氯乙烯合成转化阶段，要求将其反应温度控制在 $130^\circ\text{C} \sim 180^\circ\text{C}$ 之间，若控制温度过低，则可能带来严重的资源浪费；若控制温度过高，则可能破坏触媒结晶表面、氯化汞升华从而导致触媒失效。由此可见，此阶段的温度控制将对氯乙烯的整体生产造成严重影响。

2.5 故障诊断系统

在进行氯乙烯生产时，管道堵塞、低高沸塔塔板脱落等问题频发，在发生此类问题时，一般需要人工操作的方式予以实现，表现出一定的滞后性，对氯化烯生产工艺的持久发展造成了一定限制。

3 氯乙烯生产工艺优化措施

3.1 参数控制范围优化

工艺参数控制对于化工生产而言十分关键,要求在过程控制时展开对于数据情况的深入分析,针对数值信息进行细致的偏差计算,以充分避免异常行为。一般可以将氯乙烯生产概括为转化、压缩和精馏三个流程,要求从这些流程着手,展开对于氯乙烯生产工艺流程的高效管控,以提升工艺控制的精确度,让生产过程中的反应效率得到切实提升。

在转化阶段展开对于乙炔和氯化氢配比的科学管理,将两种气体配比控制在 1.00:1.05~1.00:1.10,可以以不同的生产负荷为依托,结合后台转化器、除汞器、碱洗塔出口处的乙炔含量数据,展开对原料气配比的科学调整。同时,要求针对混合气预热器出口位置处的温度进行科学调整,将其控制在 85~90℃,针对转化器进行控制,不断调整循环热水之中的循环量和转化器之中的乙炔进料量,实现对于转化器反应温度的合理化控制,将温度范围控制在 130~150℃,以争取最佳的反应温度。在使用新翻换的触媒时,要求针对转化器上段位置处的反应温度进行科学控制,避免温度超出 180℃,以充分延长触媒的使用期限,争取实现最为优质的反应效果。

在精馏过程中,要求积极展开对于塔压差的控制,将其压力范围调整至 10~24 kPa,至于高沸塔控制压差,要求将其控制在 15~30 kPa,通过对压差的优化调整,让两个塔之间的精馏效果可以得到切实保障。通过对工艺参数控制范围的持续优化,可以在一定程度上提升不同生产单元之间的运行质量。针对乙炔转化率、聚合收率和氯乙烯合成收率进行充分调整,可以切实提升操作过程的质量和有效性,借助高效的分析评价,为工艺参数优化提供充足的依据,以保障氯乙烯生产质量^[2]。

3.2 设备优化

在混合之后,乙炔和氯化氢的混合气体中仍会包含大量的水分,要求针对其中的水分进行及时的脱出处理,将盐酸酸雾捕集器之中的水分含量控制在 600×10^{-6} 以内,而通过硫酸干燥之后的气体水分含量控制在 200×10^{-6} 以内。对于酸雾捕集器,随着使用时间的延长,设备进出口位置处的压差都得到了不同程度的提升,在一定程度上影响了设备的脱水效果。在进行设备优化时,可以进行酸雾捕集器优化,一旦所使用的酸雾捕集器压差升高到了一定值,则难以实现良好的水分脱出效果。为此,可以运行备用设备,无需停车,便可以实现滤芯更换,让设备生产运行的稳定性得到充分保障。

3.3 工艺控制流程优化

3.3.1 热水循环工艺优化

乙炔和氯化氢发生合成反应,生成大量的氯乙烯气体,在此过程中会释放一定的反应热,并借由转化器壳程热水作用,带走反应所产生的热量。我司一期装置利用热水泵的形式进行强制换热操作,在低温差换热过程中造成了大量的电能损失。为此,我厂不断优化和改造

生产工艺,将转化器热水强制循环调整为热水自循环工艺的形式,借助热水的重力差作用,让转化器中的热水在吸热后实现膨胀,以建立自然循环,降低对热水所造成的温差,且此过程的流速相对较低,可以有效减小对转化器内列管外壁所造成的冲击。同时,由于转化器装置中的反应温度波动相对较小,可以有效延长转化器和触媒装置的使用寿命,不会造成过量的动力消耗,表现出十分突出的节能效果。

3.3.2 尾气变压吸附工艺优化

如果以 10 万 t/a PVC 的产能进行计算,可以确定在电石法氯化烯工艺中的 VCM 排放量已经超出 1000t,且排放出的标态乙炔气也超出了 120000m^3 ,不仅造成了大量的资源损失,还对环境造成了严重污染,对降低能耗造成了一定限制。为此,可以借助变压吸附工艺进行尾气处理,并结合生产实践调整吸附剂的类型,以实现对于产品纯度的自由调节,表现出一定的自动化水平,具有良好的操作弹性,且此过程中的氯乙烯和乙炔回收率相对较高。

3.3.3 高效利用氯化氢

为了让乙炔的转化率得到切实提升,同时避免出现过多的氯化氢消耗量和反应副产物,可以将乙炔和氯化氢的物质的量展开调整,将其比例控制在 1.0:1.1,借助此种方法,为反应过程中的合成气提供一定量的未反应氯化氢,在经过降膜吸收器和水洗塔装置后,可以将氯化氢转化为含汞废酸的形式,以充分降低环境污染,实现对于回收废酸中氯化氢气体的高效回用。

为此,可以充分利用盐酸脱析装置,将废酸向脱析塔之中传输,通过脱析反应,生成氯化氢气体,并将其送回到合成系统之中。待发生脱析反应后,可以将质量分数为 20% 的稀盐酸向降膜吸收器之中输送,并将其转化为吸收液的形式,以实现高效的循环利用。通过这种工艺可以实现对于废酸中氯化氢物质的高效回用,有效降低含汞废酸的产量,同时,让水洗装置中的循环处理量得到切实提升,以促进氯化氢吸收水平提升,减少对于其他设备所造成的影响,让水洗、碱洗装置运行过程中的经济性可以得到充分保障。

4 结束语

氯乙烯的生产工艺通常十分繁琐,在此过程中涉及了化学和物理学领域的许多知识。针对氯乙烯的生产制备流程予以优化调整,实现对于氯乙烯转化和精馏过程的高效管控,可以生产出更高质量的氯乙烯成品,让企业的氯乙烯生产质量得到充分保障,以推动企业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 郭良程. 氯乙烯生产工艺技术的优化 [J]. 化工管理, 2021(6):79-80.
- [2] 王利锋, 焦昌梅. 氯乙烯生产工艺过程优化的方法 [J]. 化工管理, 2020(27):170-171.