

甲醇合成的工艺过程分析及控制分析点优化

刘建

泰安圣奥化工有限公司

[摘要]当前, 甲醇在我国各个领域中都得到了广泛的普及与应用, 并且其相关衍生品也能作为替代能源而备受人们关注。当期已有大部分煤基甲醇设施已经投入建设当中, 而且也在不断完善甲醇装置的规模化与操作流程, 而这无疑在很大程度上促进是节能降耗目标的达成以及经济效益的提高, 鉴于此, 本文将对甲醇合成工艺过程进行仔细的分析, 并且提出了优化操作控制的方法, 以供参阅。

[关键词] 甲醇合成; 工艺过程; 控制分析

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.524

引言

甲醇的合成是化工生产中不可或缺的重要组成部分, 就当前世界目前形势来看, 国外的甲醇合成工艺已经十分的成熟, 大多以天然气制甲醇为主。但是我国国内的甲醇合成技术仍然比较落后, 呈现出产能小、浪费多、技术落后、难于满足市场需求、设备磨损过大、设备老化过快等一系列缺点。因此工作人员进行工艺流程优化势在必行, 工作人员应该积极的对甲醇的合成工艺过程进行合理的分析与合理的规划, 对甲醇合成技术操作控制进行合理的优化, 从而解决我国当前甲醇合成技术生产存在的一系列问题。

1 甲醇合成工艺与操作控制相关概述

从化学性质角度来看, 甲醇属于重要的有机化学工业产品, 其整体属于透明、无色、易燃且有毒的气体, 带有轻微酒精气味, 自身熔点为 -97.89 、沸点为 64.89 、自燃点为 470°C 、物理相对密度为 0.7915 ($20^{\circ}\text{C}/4^{\circ}\text{C}$)、闪点为 12.22°C , 导致甲醇爆炸的极限为 $6\%-36.5\%$ 。甲醇能够与乙醚、苯、丙酮、水、乙醇以及大多数有机溶液相融合。甲醇作为当下生产生活中优质燃料和有机化工原料, 主要被应用于甲氨、硫酸二甲酯、甲醛、醋酸、氯甲烷等多种有机产品中, 同时其也被用作医学药品与农业药品的生产中, 甲醇同样能够作为汽油的替换为机械提供动力, 并且不会像汽油一样造成严重的环境污染。因为甲醇不能够单独直接用于生产与生活, 因此甲醇合成与操作流程十分关键, 不同的甲醇合成技术能够得到性质不同的甲醛物质, 进而对应到不同生产需求。而对甲醛的操作与控制同样关乎到甲醇性质的稳定和实际生活中应用甲醇的安全性。甲醇的多种用途决定其在工业生产与实际生活中的重要性, 因此为确保甲醇能够更稳定地发挥自身功能, 工作人员需要更加充分地提升当下甲醇合成与操作控制技术, 为实际生产奠定良好的基础。

2 甲醇合成工艺过程分析

2.1 甲醇合成的反应机理

甲醇是一种重要的化工原料, 甲醇合成的反应机理一直是甲醇合成反应的重点研究问题, 该课题对催化剂的研发、试验现象本质以及最终的测试结论的推测都起着重要的作用。该反应可以概括为在某种化学制剂的催化下发生的复杂的可逆向的一系列化学变化, 比如 CO 与 2H_2 发生反应合成甲醇 (CH_3OH), 也成为放热反应。该反应从平衡原理来阐述, 在温度不变的情况下, 外部压力越大, 得到的产率就相对高些。如果压力不变的情况下, 温度不断提升, 其压力值反而

会不断下降。由此得出结论, 温度越低, 压力越大甲醇的平衡产率就越大。通常用到的催化剂多为锌铬和铜基, 从合成工艺上来看, 不论是哪一种催化剂, 其反应过程无非是五个阶段 (散发 \rightarrow 吸附 \rightarrow 反应 \rightarrow 分析 \rightarrow 扩散), 首先是气体散发到催化剂周围, 并在催化剂的周围发生吸附, 然后在其表面发生化学反应, 反应完成后, 最后产生的气体扩散。

2.2 甲醇合成工艺过程分析

我国的化工工业生产的水平较高, 在化工生产作业中, 甲醇的需求量也相对加大, 并连年成增长的趋势。2019年的甲醇市场报价已经达到 1852 元/t, 而在局部地区的甲醇报价已经接近了 2000 元/t。为了使得当前甲醇的生产技术水平得到提升, 生产的效率变大, 需要探究甲醇的供求问题, 这对于甲醇合成工艺的发展具有至关重要的作用。我国的甲醇生产中往往采用天然气以及煤炭作为生产原料, 主要的生产工艺分为单产甲醇以及联产甲醇两种方式。对甲醇的生产工艺进行分析可以发现, 其生产的流程相对较大, 且整个工艺流程具有较大的复杂性, 在生产中所采用的净化方式不同或者生产所需要的原料不同, 则生产的工艺也有所差异。以天然气作为甲醇工艺生产的技术主要有固定床气化技术以及气流床汽化炉技术等。其中生产甲醇采用煤作为原料时, 往往使用高压技术以及催化技术和水电解质氢联合成气工艺等。在生产甲醇中, 主要包含原料气的制造, 并净化原料气, 从而合成甲醇并进行精馏处理, 而实际的生产工艺过程则需要根据实际的生产情况做出具体的要求。

2.3 甲醇的合成方法

随着社会经济水平的高速发展, 甲醇的制备也不再局限于单一的方法。当前甲醇的工业制备方法有诸多种类, 如合成气法、联醇法等, 现代工业中一般利用合成气法制备甲醇, 具体包括三种方法: 高压法、低压法和中压法。(1) 高压法。高压法是一种较为传统的甲醇生产方式, 其数值在 20 到 35MPa 。普遍使用高压法制备甲醇时的生产技术水平还较为落后, 在原料和人力投入方面均有较大的浪费。此外, 由于高压法还需在高温高压的条件下进行, 这导致了生产出的甲醇具有较多的杂质, 因此这一方法目前已逐渐被市场淘汰。(2) 低压法。随着世界能源危机的爆发, 高压法已无法满足工业发展的需求, 其在20世纪60年代中后期逐渐被低压法制备技术取代。低压法的压力数值在 $5.0\sim 10.0\text{MPa}$ 之间, 这种方式能够在低压状态和特定的条件下进行催化, 最终制备出甲醇。在低压条件下进行反应作用具有比高压状态下更多的

选择性,因此大大降低了能源的消耗,同时也降低了资金的投入。(3)中压法。尽管低压法相对高压法来说大大降低了能源的损耗,但随着化工业对甲醇的需求日益增加,低压合成法导致了设备批量增加,进而引起原料和资金的巨大浪费。因此化工业根据市场的实际情况对压力进行合理调整,将低压合成法变为中压合成法,实现了更好的生产模式。从当前的应用来看,中压合成法在工艺流程和资金投入方面都有明显的优势,且见效快、浪费少,能够有效推动我国的工业发展。

3 甲醇合成工艺的操作控制优化

3.1 甲醇合成工艺的影响参数

(1)优化压力。在合成甲醇过程中,高压能够促进合作的效率与效果,所以通过合理提高合成压力,甲醇生产率亦可以得到提升约1%-2%。(2)优化气体组合工艺参数。在实际合成过程中应当要适时将惰性气体排除,提升反应速度,进而将参与合成反应气体的浓度提高,进而实现甲醇浓度的提升。(3)优化碳氢比。对于合成反应气来说,在选用催化剂时,碳氢比例有着极为重要作用。如若合成气体内,碳氢比较低,可以确保合成反应器内部床层温度底层较为平滑,并且出口具体温度也不高。此外,对于进入塔器中的气体,碳氢比还可以起到稀释的作用,降低反应温度。(4)优化循环气体中的惰性气体浓度。对循环气中惰性气体浓度产生影响的因素主要由转换气中的甲烷含量、氧气中氮气、氩气含量等,而主要是通过调节对驰放气流量进行调节的方式来实现对系统中惰性气体浓度进行调节。而一般需要结合具体工艺情况来控制合成系统中惰性气体的含量,保证在合成系统稳定运行的基础上减少单位产品能量消耗。但是一般难以通过理论计算来得出不同条件下惰性气体的最佳含量值,但是通过大量实践表明,在低负荷状态合理提高惰性气体浓度能够有效降低驰放气带走的有效期体,提高甲醇产量。(5)优化甲醇分离器。就现阶段看来,甲醇装置所使用的甲醇分离器在进行对气量大进行处理过程中存在分离效率差、阻力大等缺点,尤其是在气速偏高情况下,会出现明显的甲醇分离器二次夹带情况,导致系统运行受到影响,所以应当要对甲醇分离器进行优化,尽可能采用高效的甲醇分离器。(6)优化合成反应器。在进行设备优化过程中,需要充分重视合成反应器,如果合成反应器出口温度降低,合成压机压差变大,极易致使超压情况出现,不但需要消耗大量设备能力,而且还会使得生产成本变大,提升故障几率。所以,在实际优化过程中,应当要在保证其他工艺参数正常与稳定的基础上,合理提升其含量,避免由于合成反应差而导致系统压力上升的情况出现。

3.2 优化控制方案

熟练掌握甲醇合成的控制优化有利于提升粗甲醇的品质。影响甲醇制备的几个因素之间表面是独立的,实则是紧密相关的,工艺参数的优化控制都有利于甲醇合成反应的优化。因为甲醇生产制备装置必须兼顾到催化剂的活性温度,因此,催化剂的操作温度必须保持比较低的条件。与此同时,实际的生产过程中必须避免出现催化剂超温的情况。若

长时间于固定压力下操作等温副产蒸汽反应器,会导致甲醇产量的下降,应该合理控制反应器入口气体的温度,科学合理的防止因为催化剂结晶而导致的催化剂失活现象。操作过程之中,要定时的关注对催化剂效用有影响的工艺参数,尽量避免因为提高温度而造成的催化剂失活现象。

3.3 控制方法优化

随优化甲醇合成工艺的控制方法包括两个方面:科学掌握甲醇合成的主动性和合理使用催化剂。(1)科学掌握甲醇合成的主动性。把握甲醇合成的主动性能够切实提高甲醇的品质。在实践过程中,催化剂的使用在甲醇合成反应中产生了较大的影响,因此,掌握甲醇合成的主动性,确保参数合理准确,能够有效提升生产甲醇的效率,确保产品质量与相应的标准要求相符合。(2)合理使用催化剂。在实际反应过程中如果是的第一次使用催化剂,需要先将其进行还原处理,并根据温度还原控制的方法提高反应效果。在还原过程中,其反应原理是往氮气中添加一定的氢气或其他合成气体,进而使催化剂在系统当中实现循环。此外,应合理控制气体含量。

3.4 生产设备优化

想要对甲醇合成操作控制进行优化,需要对相应的生产设备进行改进,以提高甲醇合成效率,满足实际生产需求。为了确保甲醇合成的质量,生产企业需要提高设备的性能,避免设备故障引发的甲醇产品质量问题。在针对生产设备进行优化的过程中,应该重点关注反应器的性能,若生产设备的温度与标准不符,则会导致压缩机出口的压力偏大,引发反应器超压问题,造成能耗和成本的增大,同时也容易引发相应的安全隐患。设备优化环节,需要切实保障生产参数的稳定性,以此为标准提高反应装置含气量,避免出现设备超压的问题。技术人员应该控制好气体中二氧化碳的含量,保证催化剂的效果以及催化的稳定性,确保催化剂的活性能够被控制在理想范围内。

结束语

总而言之,甲醇是非常重要的化工生产原料,是工业的发展有力的推动力,在各个领域之中都有着广泛的应用。现阶段突飞猛进的经济形势下,人们对甲醇需求量也越来越大,因此,对甲醇合成工艺过程以及操作控制优化显迫在眉睫。为了降低生产成本,提高合成速率,需要我们熟悉甲醇的合成工艺过程,优化其操作。本文对合成甲醇的工艺过程与操作控制优化等问题进行了分析与研究。合理的优化控制,不仅仅提高产量,还能提升品质。

参考文献

- [1] 黄飞,谷瑞英.甲醇合成的工艺过程分析及控制分析点优化[J].化工管理.2019(05):95-96
- [2] 王海燕.甲醇合成的工艺过程分析及控制分析点优化[J].化工管理.2018(15):123-124
- [3] 李志宇.浅析甲醇合成的工艺过程及操作控制优化问题[J].化工管理.2017(27):103-103
- [4] 白奎,徐恒彪.甲醇合成的工艺过程分析与操作控制优化问题[J].化工设计通讯.2017(11):3-3,18