

双加压法稀硝酸生产工艺技术的应用研究

常 健

唐山中浩化工有限公司, 河北 唐山 063611

[摘要] 所谓稀硝酸多指浓度低于 68% 的硝酸, 此类物质氧化特点突出, 具有一定的腐蚀性, 在工业生产中被深度应用。基于此, 文章以双加压法作为切入点, 探讨稀硝酸生产过程中工艺技术应用。首先, 概括双加压法, 介绍常用于稀硝酸生产工艺技术。其次, 基于实践分析工艺技术体现的特征。最后, 针对生产过程中出现的问题提出解决措施, 保证生产质量, 并提高产量。希望以下论述, 可以为从业人员提供可靠参考。

[关键词] 双加压法; 稀硝酸; 工艺技术

DOI: 10.33142/ect.v2i7.12761

中图分类号: TQ111.2

文献标识码: A

Application Research on the Production Process Technology of Dilute Nitric Acid Using Double Pressure Method

CHANG Jian

Tangshan Zhonghao Chemical Co., Ltd, Tangshan, Hebei, 063611, China

Abstract: The so-called dilute nitric acid mainly refers to nitric acid with a concentration below 68%. This type of substance has prominent oxidation characteristics and certain corrosiveness, and is deeply applied in industrial production. Based on this, the article takes the double pressure method as the starting point to explore the application of process technology in the production process of dilute nitric acid. Firstly, the double pressure method is summarized, and the commonly used production process technology for dilute nitric acid is introduced. Secondly, based on practical analysis of the characteristics reflected in the process technology. Finally, solutions are proposed for the problems that occur in the production process to ensure production quality and increase output. It is hoped that the following discussion can provide reliable reference for practitioners.

Keywords: double pressure method; diluted nitric acid; process technology

引言

硝酸是化学工业重要原料之一, 目前我国每年硝酸需求量超过 1000 万吨, 硝酸工业产品主要用于制造化学肥料及炸药, 此外还用于制造染料、医药、照像材料、塑料、石油化工、合成纤维等其他重要工业生产。目前国内外工业化生产稀硝酸几乎全部采用氨氧化法, 根据氨氧化的压力和水吸收氧化氮气体的压力。稀硝酸生产分为常压法、综合法、中压法、全高压法、双加压法 5 种工艺, 由于双加压法硝酸工艺具有节能、环保大型化等特点, 其中氧化率为 95%, 吸收率为 97%。为了进一步提升生产负荷, 优化氧化反应效率, 提高氧化炉催化性能, 降低液氨单耗, 减少催化剂的浪费, 各生产厂家竞相实验, 但效果均不理想。双加压法是现代工业背景下常用于生产稀硝酸的工艺技术, 考虑到工业生产工业需求, 针对该技术持续优化创新, 具有十分重要的意义。从我国工业发展角度来看, 自 20 世纪初期, 依托挪威电弧法硝酸积极研发自主技术, 如今已经衍生出大量硝酸生产装置及工艺技术, 包括常压法、综合法等, 上述方法对硝酸生产而言极为关键, 可以保证生产安全, 提高硝酸质量。

1 双加压法稀硝酸生产工艺技术概述

从某种角度来讲, 稀硝酸生产工艺突破与机械工艺、

设备等有不可分割的联系, 随着自动化技术深度应用, 稀硝酸生产模式发生巨大改变, 呈现出自动化、标准化等特点。从客观层面出发, 技术在不同阶段会衍生出与之相匹配的工艺技术。无论是传统背景下的常压法, 或经过一段时间发展之后生成的全中压法, 又或者是具有时代特点的双加压法, 硝酸工艺始终在不断创新, 但其核心一直是利用氨的氧化完成生产。考虑到硝酸活跃特点对生产造成的影响, 完善生产流程, 加强环节管控, 依据作业需求优化资源分配, 控制操作阶段能耗, 把握制备规模, 体现经济特点同时提高技术应用水平, 动态监测氨物质实际消耗, 判断硝酸生产受到的影响, 由此掌握氨利用率与硝酸生产之间的联系。

1.1 常规稀硝酸生产工艺

由于硝酸生产成本中原料氨占有很大比重, 提高氨的氧化率, 降低氨的消耗是很重要的。因此, 在选择氨氧化工艺条件时, 首先必须保证高的氧化率。目前, 硝酸生产多数使用单一功能的铂网催化剂, 此种催化剂仅具有催化功能, 不仅催化剂流失严重, 液氨消耗高, 而且后期氧化炉温度偏高, 温度难以控制, 安全风险相对较大。

常压与综合是稀硝酸生产常用工艺, 两者存在相似之处, 对压力与温度要求较低, 因此工艺本身存在某些缺陷。

首先,应用过程中无法实现充分反应,这是稀硝酸生产阶段面临的主要问题。如果生产环境压力较低,无法有效推动气体分子相互碰撞,没有全面进行化合反应,硝酸吸收效率因此下降。不仅会迟缓生产速度,对物质提纯及后续处理环节执行而言较为不利。

其次,硝酸纯度不高是两种方法共同弊端。现有反应条件限制下,常压与综合应用之后容易提高杂质占比,如此不仅会影响硝酸质量,还会在产品内遗留安全隐患。

另外,尾气排放同样是两者应用期间需要着重考虑的问题。因化合反应不够完全,尾气处理效果不佳,导致部分有害气体漂浮在大气内,降低生态质量同时威胁人民生命安全。

最后,生产能耗过于严重导致两者实际应用缺少经济特点。不够完善的反应条件及不合理的设备会增加生产阶段能源消耗,如此不仅会提高成本支出,还影响资源之间整合。

1.2 全中压和全高压法

全中压是指利用 0.5MPa 的压力生产所需硝酸,控制氨气、氧气、氮气等混合,确保化合反应彻底,流程简单操作便捷,能提高生产效率,减少硝酸损耗。与普通稀硝酸制备工艺相比,这种方式易于应用,成本支出较低,占地面积有限,产物纯度较高,仅从生产角度来看该工艺无疑十分优越。但是,该工艺同样存在一些缺陷,包括无法妥善处理生产尾气,排放废物污染大气环境。20 世纪初期到中期,我国生产单位主要通过全中压法制备所需硝酸,而随着技术不断创新,该工艺逐渐被淘汰。

其次,全高压法是在环境压力达到 9MPa 情况下进行硝酸生产,该工艺对生产工具有较为严格的要求,特别是抗压能力,与前者存在共通之处。使用该方法可以获得纯度更高的硝酸,控制污染气体排放,减少对生态环境造成的破坏,但因该工艺压力要求较高,氨气与氧气可能无法充分反应,对此,生产阶段需要加大催化剂用量。

1.3 双加压法工艺分析

综上所述,全中压与全高压各有独特优势,两者结合应用之后即会体现“双加压”特点。简单来说,条件允许的情况下,利用中压扩大生产规模,随后通过高压对产品进行提纯处理,整合两者可以有效控制环境污染,减少对自然环境造成的破坏^[1]。双加压法应用过程中,催化剂用量与常规方法下催化剂用量基本相同。

2 双加压法稀硝酸生产工艺技术的基本特征

2.1 安装快捷方便,节能高效

双加压法背景下,对稀硝酸生产而言,“四合一”机组是不可缺少的重要装置,在实际生产中发挥了非常重要的作用。所谓“四合一”机组即是以汽轮机为驱动源,与氧化氮压缩机、空气压缩机、尾气透平等设备结合在一起,由此打造完整生产系统。

生产作业进行之前,技术人员需对机组进行验证,通过调试了解机组运行状况。检测机组各功能模块,依据生产需求设计机组工作参数,模拟实际生产,确保机组可以稳定运行,实现高效生产,为作业奠定基础。

与早期生产模式下的硝酸生产设备相比,“四合一”机组在精准度方面取得了重大突破。结构之间的连接更为紧凑,不仅稳定性得到提升,还能控制生产阶段资源消耗,减少材料成本支出,提升作业效率。

近年来,国内企业通过持续研究尾气透平与氧化氮压缩机等技术,解决早期机械设备匹配度不足带来的问题。深究工艺原理与特点,研发全新的生产设备,在具体应用中取得理想效果。同时,对氧化氮与生产设备之间的契合度进行综合分析,对两者连接模式进行优化,提高硝酸生产水平。

2.2 稀硝酸制造品质较好,生产效率高

化合反应阶段,提高压力可以促进分子相互碰撞,加快反应速度,缩短反应时长,提高反应强度。高压条件下,氧化效果更为突出,可以促使反应快速完成。

科研人员通过对化合反应持续探索,对生产设备进行了优化改进。调整管道具体位置,使管道排气功能得到增强。如此,设备运行过程中,可以使气体在内部空间快速流通,促使氧化反应完全,提高氧化水平。

另外,从硝酸生产工艺角度来看,科研人员经过长期努力同样取得了一定成绩。推出新型双加压法,除继承传统工艺优势之外,还引入多种现代化工艺技术。例如,气体冷却技术。生产阶段,利用该工艺可以对化合过程中生成的水分子进行冷却处理,优化处理效果同时加快吸收进程,保证产品质量同时提高生产效率,呈现节能环保特征^[2]。

2.3 废气排放量小,对自然环境危害较小

双加压法硝酸生产工艺经过不断改进,优化了氨与氮气应用方式。生产阶段,通过高压条件处理材料,如此不仅可以减少硝酸中的杂质,还能简化生产流程,提高生产效率同时减少能耗。

对双加压法硝酸生产而言,高压是不可缺少的基础条件,在材料处理方面发挥了非常重要的作用。基于外部环境控制生产压力,调节排放废物中一氧化氮含量。如此,既可以保护自然环境,还能优化化学反应效果,实现全面反应。

除此之外,高压条件解决了传统生产工艺应用后一氧化氮吸收不足带来的问题。高压环境下,生产阶段生成的一氧化氮易于被氧化成二氧化氮,经吸收塔吸收后满足生产要求,提高生产效率。同时,为生产污染物排放提供帮助,符合既定标准要求同时加强控制,为生态环保提供助力。

2.4 生产成本较低,对氨和铂的消耗较少

稀硝酸生产过程中,引入双加压法可以为化合反应提供保障,提高材料转化效率,控制生产能耗。通过现代化

工艺技术控制生产阶段气体流动,安装温控设备,精准调节温度与气体位置。改变催化剂安装形式,促使原材料完全融合,优化化合反应效果,提高氨转化率,减少铂金属的浪费,提高稀硝酸产量。综上所述,双加压法制备稀硝酸不仅具有经济特点,还能起到节能环保作用。

3 双加压法生产稀硝酸的问题及解决措施

3.1 高温冷凝酸液腐蚀的改进措施

传统模式下,稀硝酸制备阶段引入的设备经过长期使用容易出现质量问题,究其原因,稀硝酸生产生成的废气会浸入设备结构内,破坏结构稳定性与完整性,导致设备生命周期缩短,生产效率随之降低,当前硝酸工业生产设备无法有效消除冷凝酸造成的腐蚀,设备防护能力低下,内壁结构之间存在较大缝隙,设备经过长期使用后内部堆积大量杂质,加剧换热管道腐蚀,某些生产单位没有及时探明设备老化成因,忽略定期维护保养具有的重要性,在设备内部遗留隐患,增加安全事故发生概率。面对这种情况,作为生产管理者,应在设备闲置期间组织工作人员进行全面清洗,通过酸液清除设备管道附着杂质,提升管道表面平整度与光滑度,使内部结构连接更为紧凑。设计者还要结合稀硝酸生产需求对内部结构进行优化,调整管道位置,通过多管道完成冷却水输送,实现废气分流,避免管道运行沉积影响生产进度^[3]。

3.2 铂网受尘埃和废气污染腐蚀造成设备停车

设备经过长期运行之后,硝酸产量与质量受到不明因素影响,原材料耗量持续增加,对设备进行全面检修之后,工作人员发现这一问题与铂网积灰严重有关,沉重的杂质使设备运行迟缓,应用效果大打折扣,硝酸浓度因此下降。如果生产单位处于环境污染较为严重的区域,且没有定期对滤网全面清洗,生产质量与产量均会出现问题。对此,作为生产管理者要及时采取有效解决措施,基于现有生产设备安装新型空气过滤装置,改善铂网工作现状,控制生产污染,规避停工检修。此外,对现行空气过滤模式进行优化改进,对过滤网进行分层处理,通过高效设备对液氮进行预处理,提高液氮蒸发物纯净度。生产单位需定期安排专人对设备铂网进行检查,了解其污染状况,及时清洗或更新设备,尽量保证铂网干净整洁,剔除表面附着杂质,利用氮气对管道进行系统清洗,避免结构受损严重。

3.3 打破场地设施对稳定生产的限制

某些生产单位之所以无法高效生产稀硝酸,并不是受生产条件限制,而是生产电力供应不能得到有效保障,无

法持续作业,用电高峰期背景下,工业用电会带给当地电网更大压力,导致电网长期保持负荷状态,引起局部断电的情况,稀硝酸生产被迫停止,增加资源消耗,不利于清理设备残留杂质,增加稀硝酸生产难度。这种情况下,生产单位应结合运营现状与资源条件设计生产方案,积极与供电部门交流沟通,提高机组工作效率,把握生产阶段系统耗电量,控制设备生产周期,尽量规避用电高峰期,雷雨天气下停止生产作业,降低安全事故发生概率,防止发生意外情况。

3.4 解决换热效率较低且无法实现高效生产的策略

对双加压法应用而言,换热设备具有非常重要作用,但某些设备不能满足高效生产需求,环境温度较高,通风效果不佳的情况下,生产热量不易消散,导致设备温度持续增加,影响生产活动。面对这种情况,作为生产单位管理者,必须积极改进设备内部结构,提高通风、散热等能力,维持热平衡,合理控制管道应用,防止沉积导致管道温度升高,减轻换热设备运行过程中承担的压力。设备制造阶段,要严格控制耐高温、耐腐蚀材料应用,基于生产需求控制管道,通过科学有效的排列方式与焊接工艺清除生产尘垢,满足生产单位提出的需求,提高换热设备运行稳定性^[4]。

4 结论

总而言之,结合上述分析内容可以看出。工艺技术及设备应用对稀硝酸生产来说具有十分重要的意义,但经过实际探索发现,制造设备运行过程中暴露出许多问题。对此,文章立足实际针对双加法加以探讨,概括工艺方法具有的特点,深入分析设备运行过程中出现的问题,并提出针对性解决策略,提高产品纯净度同时控制材料消耗,提高我国工业综合竞争优势。

[参考文献]

- [1]任思光.双加压法稀硝酸生产工艺技术应用研究[J].化工管理,2020(12):185-186.
 - [2]解明,怀亮.15万吨/年双加压硝酸装置开车运行总结[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(2):137-138.
 - [3]郑鹏图.双加压法稀硝酸生产装置运行情况分析[J].化工设计通讯,2021,47(4):132-133.
 - [4]李苏军.双加压法制稀硝酸工艺中二次水改一次水的利与弊[J].化肥设计,2021,59(1):54-56.
- 作者简介:常健(1988.6—),男,河北省唐山市人,汉族,本科学历,化工工程师,就职于唐山中浩化工有限公司,从事化工生产(硝酸生产和罐区储运)相关工作。