

污水生化系统臭气处理设施常见问题浅析

陈恒山

中国石化长城能源化工(宁夏)有限公司公用工程运行部 宁夏 银川 750000

摘要: 中石化长城能源化工(宁夏)有限公司生化系统臭气处理装置采用“碱洗+水洗工艺”对生化系统臭气治理。利用收集的废气中组分(如 H_2S 、 NH_3 等)能溶于水的性质,用 $NaOH$ 溶液作为吸收介质,将废气中含有的 H_2S 、 NH_3 中和,并通过加碱计量泵不断调节溶液 pH 值,使其排放出的废气达到环保标准。装置建成投运后,总体运行平稳,出气指标能够达标排放,但运行中还存在一些问题。文章重点对设施运行中存在的常见问题进行分析,并提出针对性解决措施。

关键词: 臭气; 碱洗; 水洗; 常见问题分析

1 引言

污水处理厂的恶臭气体主要来源于污水和污泥处理单元,其中厌氧池是污水处理单元产生恶臭的主要场所。污水处理工艺过程中产生的恶臭气体组成物质主要由碳、氢和硫元素组成,主要有氨气、硫化氢、硫醇、VOCs等组分。而高浓度的含硫以及含氮物质会抑制硝化反应的进行,使污水脱氮效果变差,进而造成恶臭气体积聚,根据有关资料介绍,恶臭气体成分中氨浓度最高,其次是硫化氢,而硫化氢也是产生恶臭的主要来源之一。这些恶臭气体,对污水厂金属材料、设备和管道有一定的腐蚀性,对厂区及周边环境也会造成污染,更有甚者会影响企业员工和周边居民的正常工作和生活。臭气中的恶臭物质,对人体的呼吸、消化、心血管、内分泌及神经系统都会造成不同程度的毒害,使人体产生畸变、癌变。因此,随着国家对环境保护的重视程度不断提高,针对污水恶臭处理技术与应用的探索也显得意义重大,如何有效控制并减少污水臭气排放至关重要,现阶段也备受石油化工行业所关注。

1.1 臭气治理技术及应用

就目前来看,国外臭气治理技术已经经历了数十年的发展、研究和运营,我国当前还处在一个初期阶段,但是随着国家城镇化进程的不断加快,民众对环境保护也有了新的认识,环境保护受到了更多关注和行业重视,各类臭气治理技术也在这一过程中得到了快速发展和深化应用。现阶段,国内在臭气治理过程中,主要采用高能离子脱臭、植物液除臭、活性炭吸附等除臭技术,并且其应用范围较为广泛,几种工艺各有优势,但核心思想依然是从“源头消减、过程控制、末端治理”三个方面对臭气进行分类收集、分质处理。

1.2 行业内臭气治理技术应用

目前石油化工行业内主要通过“生物喷淋净化+矩阵式蜂巢形光催化氧化+碱液吸收技术和碱洗+水洗+生物滤池+组合式活性炭纤维吸附”等技术的组合应用来实现现场“除臭”。

生物喷淋净化+矩阵式蜂巢形光催化氧化+碱液吸收主要工艺流程主要是生物喷淋净化系统由一个装有填料的生物洗涤塔和一个装有活性污泥的生物反应器构成。生物洗涤塔喷嘴将直径很小的水雾逆流喷洒填料,填料的比面积比普通的生物洗涤器大,使废气中的污染物充分接触,气相转变为液相,实现质量传递。污染物通过活性污泥中微生物的氧化作用,去除污染物。

废气先经生物洗涤初步净化易生物降解的部分有机物、硫化氢、氨等成分。生物洗涤通过自动加药系统调节废气酸碱性。然后废气经生物洗涤塔顶部的除雾层后进入光催化系统,分解难溶于水、生物降解性差的有机物。光催化主要原理是通过紫外光及催化剂效用,产生较强的氧化自由基,实现对有机物的分解。最后经过轻质吸附剂吸附,处理少量残留的大分子异味物质。吸附剂需定期蒸汽再生,以保证其孔隙的正常,避免油雾的堵塞。通过碱液吸收去除光催化氧化可能产生的 SO_2 和氮氧化物等酸性气体。

1.3 宁夏能化污水生化系统臭气治理装置简介

宁夏能化公用工程运行部主生化系统臭气治理装置主要处理主生化池及调节池产生的臭气,该臭气含有硫化氢、氨、苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃等有害气体,臭气量 $170000\text{ m}^3/\text{h}$ 。装置投用前,现场异味明显,手工监测指标无法满足标准规范,影响现场正常生产。考虑到职工工作环境及职业卫生健康等问题,需要对主生化池及调节池废气进行收集及处理,利用废气(如 H_2S 、 NH_3 等)能溶于水的性质,用 $NaOH$ 溶液作为吸收介质来将

废气中和在溶液中并通过计量泵进行控制加药,使其排放出的废气达到环保标准,臭气经处理后设计出口浓度应能满足《恶臭污染物排放标准》(GB14554-1993)厂界标准值二级标准(新改扩建)、《石油炼制工业污染物排放标准》(GB 31570-2015)中大气污染物排放限值及企业边界污染物排放限值。

1.4 工艺流程简介

本装置采用碱洗+水洗的臭气处理方式,利用废气(如 H_2S 、 NH_3 等)能溶于水的性质,用NaOH溶液作为吸收介质来将废气中和在溶液中并通过计量泵进行控制加药,使其排放出的废气达到环保标准。排放指标应满足《恶臭污染物排放标准》(GB14554-1993)厂界标准值二级标准(新改扩建)、《石油炼制工业污染物排放标准》(GB31570-2015)中大气污染物排放限值。

主生化池和生产废水调节池产生的臭气在引风机的作用下,由进气管进入气体除臭装置碱洗处理段,气体自下而上穿过填料层,与碱洗液充分接触。碱洗处理过程将废气中的部分油气、杂质颗粒物、大部分的 H_2S 等酸性恶臭类成分去除,保证硫化氢满足处理要求。碱洗处理段内设置填料,填料要求孔隙率高,压力损失低。喷淋液采用生产给水,投加碱液,循环使用。

碱洗塔出口废气进入水洗塔,气体自下而上穿过填料层,与洗涤液充分接触。水洗处理过程将废气中的碱性成分去除,保证满足后续单元处理要求。水洗处理段内设置填料,填料要求孔隙率高,压力损失低。喷淋液采用生产给水,循环使用。经洗涤塔处理后的废气湿度很大,为防止冬季排气筒冒出大量“白烟”,在水洗塔顶部设置除雾器,气体进入丝网除雾段,由于雾沫上升的惯性作用,雾沫与丝网细丝相碰撞而被附着在细丝表面上。细丝表面上雾沫的扩散、雾沫的重力沉降,使雾沫形成较大的液滴沿着细丝流至两根丝的交接点。细丝的可润湿性、液体的表面张力及细丝的毛细管作用,使得液滴越来越大,直到聚集的液滴大到其自身产生的重力超过气体的上升力与液体表面张力的合力时,液滴就从细丝上分离下落。处理后的废气通过引风机送入25米的排气筒进行排放。

2 目前运行存在的问题及解决措施

2.1 冬季凝液对分析仪器的影响

因主生化系统废气具有水蒸气含量高、酸性气体占比较大的特点,在冬季运行中凝液量较夏季的产生量有明显激增,在管线低点形成大量聚集。通过定时排凝可以控制部分凝液进入后处理系统,但是废气中仍有较大占比水蒸气,随着大气量、高流速通过碱洗塔和水洗塔

后通过尾气烟囱进行排放。投入运行后受尾气含水影响排气筒非甲烷总烃在线监测系统测量非甲烷总烃过程中出现数据波动较大的异常情况,进入冬季,整个气相系统水汽较大时数据波动尤为明显。因此,解决尾气分析系统中水汽干扰成为出气指标检测的关键之一。

解决措施:增加前段废气管线低点排凝,通过运行观察,定期在设置的排凝点将凝液及时排出,减少进入处理系统和分析系统的水分,有利于气相色谱的稳定运行。同时,对在线数据分析小屋进气管道进行改造,除保证连续监测系统中全过程加热外,分析仪进气口增加水分干燥设备,通过以上两种措施确保分析系统数据准确可靠。

2.2 系统风压损失较大

臭气引风机至碱洗塔入口压降在1000~1300Pa,风压损失大。

解决措施:一是设备原因,引风机产生负压风力经碱洗塔和水洗塔填料层、除雾器和喷淋头后,负压降低,整改方案是定期检查填料层、除雾器和喷头是否完好,是否有异物污堵,安排检修清理;二是工艺原因,循环液不断循环吸收废气,水质变差影响处理效果,整改方案是定期对碱洗塔和水洗塔进行排污置换,确保水质清澈。

2.3 负压调整范围有待摸索

装置运行过程中,臭气管道负压调整不均衡,导致主生化池局部臭气聚集,有异味产生。

解决措施:在现有臭气治理设施负压侧增加远传压力表计,可实现实时掌握VOCs治理设施收集侧负压,确保恶臭气体全部收集处理,提高DCS和现场巡检效率,实时对比分析,及时对收集侧密封性进行监控。

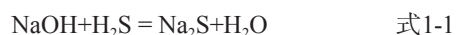
2.4 生化池溶氧与VOCs系统运行负压平衡点摸索

在日常运行中,主生化池需要通过开启鼓风机曝气来给微生物提供降解有机物所需的氧气,但是我们的生化系统在经过密闭化改造后,目前处于完全封闭状态,过量的曝气会导致反吊膜形成气鼓膨胀,部分密封薄弱点会形成破损,池内恶臭气会呈现无组织逸散,异味治理和排查梳理均存在一定的难点。但是,风机开启不足,又会导致生化系统溶解氧偏低,硝化和反硝化作用受到一定程度的抑制,造成出水氨氮超标。与此同时,主生化臭气系统的负压也会呈现持续下降的趋势,造成主生化反吊膜凹陷,让本来显得不足的溶氧更是捉襟见肘,生化系统的处理能力进一步受到抑制。因此,如何调整曝气量和控制废气处理系统的负压成为主生化系统稳定运行的关键。

解决措施：通过日常运行的摸索，根据主生化池曝气风机的开启数量，调整废气处理系统的负压，目前从摸索的经验来看，主生化废气处理系统负压控制在-650Pa到-800Pa之间，好氧末端溶氧可以稳定保持在2-4mg/L，生化系统运行较为稳定，产生的废气量及多余的曝气空气能够及时被引风机抽进废气处理系统。

2.5 碱洗塔pH的控制对酸性气体吸收影响

通过对上游装置来水及气相空间分析，确定挥发气以酸性为主，主要含有硫化氢、一氧化碳、二氧化硫、甲烷、氨气等，特别是硫化氢占比较大，同时也是整个废水系统异味来源的元凶，为了降低后续处理工艺的处理压力，需要初步去除气相中的H₂S酸性气体和气溶胶类物质，碱洗塔工作原理是采用废气逆流式进入碱洗塔，在填料层通过喷淋液中和吸收净化废气的原理，碱洗塔通过这样的工作原理可用来处理酸雾废气、H₂S硫化氢等恶臭气体。但碱液喷淋过程本身会将部分碱液及水分引入处理系统，因此在碱洗塔的pH控制上需要进行摸索，确保能够完全将酸性气体洗涤去除，又不会对后续装置产生负面影响。有研究表明：氢氧化钠是碱，硫化氢是酸性气体（它的水溶液是氢硫酸）。它们之间能够发生反应而使硫化氢气体被吸收。而氢硫酸是一种二元酸。它的对应盐有正盐、酸式盐。当氢氧化钠吸收少量硫化氢气体时，生成的是正盐硫化钠：



当氢氧化钠吸收过量硫化氢气体时，生成的是酸式盐硫氢化钠：



在常温下，硫化钠溶液的稳定性较高，能够长时间保持其性质不发生变化。然而，当硫化钠溶液暴露在空气中或在高温环境下，它会逐渐分解，并生成硫化氢气体和氢氧化钠。这个分解反应会导致溶液中硫化氢

浓度的增加，从而增加了溶液的腐蚀性和毒性。因此，在存储和使用硫化钠溶液时，必须注意避免其暴露在空气中或高温环境下，以保持其稳定性。硫化钠还可以与金属离子发生反应，形成相应的金属硫化物沉淀。例如，与铜离子反应生成铜硫化物。因此，在运行中需要尽量避免氢氧化钠溶液吸收过量硫化氢气体，产生具有腐蚀性和不稳定性的硫化钠。

解决措施：控制碱洗塔的运行pH，防止浓度过高，按照目前运行情况来看，碱洗塔溶液pH控制在9.5-11.5，通过在线pH计及时调配碱液，防止投加过量或不足。

3 结束语

主生化臭气治理装置作为公司重点环保治理项目，关乎企业绿色环保、职工人身健康的永续发展，挥发性有机物的无组织逸散恰恰成为病痛所在。查明装置运行中存在的问题，找出应对措施已迫在眉睫，挖掘出了原设计中的问题和运行条件限制，也为下一步的设备改造、工艺优化指明了方向，提供了数据支撑。虽然目前装置运行稳定，但未来装置出气如何实现持续性稳定达标任重而道远，仍需时刻保持严谨、警惕的态度做好后续工作。

参考文献

- [1]关浩.石化企业污水处理场废气处理技术的应用[J].当代化工,2023,52(03):721-725+734.
- [2]胡立海.污水处理厂废气治理设计要点分析[J].化工设计通讯,2021,47(11):157-159.
- [3]王国栋.污水处理场废气生物处理装置提标[J].聚酯工业,2021,34(05):61-62+66.
- [4]陈庆荣.污水处理厂废气多层次处理方法研究[J].绿色科技,2021,23(02):135-136.
- [5]张翔,王建成,周卫可.化工企业污水处理系统废气的排放特征[J].化工管理,2020,(28):94-95.