

聚酯生产废水废气的工艺处理

白 祥 毛伟龙 江敬辉 梁慧玲

浙江恒逸高新材料有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要：聚酯生产工序会产生组分复杂的废水与废气污染物，污染物处理效果直接影响生产环保水平与设备运行状态。本文围绕聚酯生产全过程的废水、废气处理工艺展开系统性梳理，依次阐述废水分类预处理、深度处理的各类工艺技术，同时涵盖废气收集预处理与深度净化、尾气处置的完整工艺体系。细化物理、化学、生物及物化耦合等不同处理方式的应用原理与工序作用，完善聚酯生产污染物治理的完整技术流程，为行业废水废气无害化、资源化处理提供完整的技术参考。

关键词：聚酯生产；废水处理；废气治理；预处理；深度净化

引言：聚酯产业是化工新材料领域的重要组成部分，规模化生产过程伴随废水与废气的持续产生，污染物组分繁杂且水质、气量波动特征显著，易对生产工况与周边环境产生不良影响。常规处理方式难以适配聚酯污染物的独特属性，无法实现污染物的彻底净化与资源高效利用。依托针对性的预处理与深度处理工艺，可分级去除水体与气体中的各类污染组分。梳理系统化的废水废气处理工艺，能够规范聚酯生产污染物治理流程，提升生产过程的绿色化与规范化水平。

1 聚酯生产废水分类及预处理工艺

1.1 聚酯生产废水主要类型

聚酯生产全过程会产生成分差异显著的各类水体污染物，不同生产工序的用水损耗与物料流失，形成属性各不相同的生产废水。聚合反应阶段的工艺排水含有大量有机小分子物质，水体有机污染负荷整体偏高。纺丝工序产生的废水裹挟细微纤维碎屑与油剂残留，水体浊度与黏度处于较高水平^[1]。设备清洗与地面冲洗产生的综合性废水，污染物组成更为复杂，混杂悬浮杂质与残留化工原料。冷却循环系统排出的废水污染程度相对较低，主要携带微量盐分与换热过程产生的微量杂质。各类废水的污染物浓度与物质组成存在明显区别，针对性划分废水类型能够为后续预处理工艺的选用提供核心依据，保障污水处理系统稳定运行。

1.2 废水预处理物理处理工艺

物理处理工艺依托物理作用分离水体中的杂质物质，不改变污染物的化学存在形态，是聚酯废水预处理的基础工序。过滤处理依托多层滤料结构拦截水体中悬浮纤维与颗粒杂质，有效降低水体浑浊程度。沉淀处理

利用杂质与水体的密度差异，让悬浮颗粒物自主沉降至水体底部，实现水体初步净化。气浮工艺借助微小气泡吸附水体中的轻质杂质与油类物质，带动杂质上浮至水体表层完成分离。调节工艺通过均衡不同时段废水的水质与水量，弱化生产工况波动对污水处理系统造成的冲击，稳定后续处理单元的进水条件，提升整体处理流程的平稳性。

1.3 废水预处理化学处理工艺

化学处理工艺通过可控的化学反应转化水体中的污染物，降解或去除常规物理工艺难以分离的溶解性污染物。混凝处理向废水中投加适配的化学药剂，促使水体中胶体微粒凝聚形成大体积絮体，辅助杂质后续分离降解。氧化处理利用化学氧化剂破坏水体中有机污染物的分子结构，分解各类难降解有机组分，降低水体整体污染负荷。中和处理用于调节废水酸碱数值，平衡生产工序带来的水体酸碱度偏差，让废水水质适配后续生化处理的运行标准，规避酸碱失衡对处理设备与菌群活性造成的不利影响。

1.4 废水预处理固液分离工艺

固液分离工艺聚焦废水预处理过程中形成的固态杂质与水体的分离作业，是衔接前端预处理与深度处理的关键环节。该类工艺可彻底去除混凝、沉淀、气浮工序中产生的固态絮体与颗粒杂质，削减水体中的固态污染物含量。高效固液分离设备可快速完成水体与固态污染物的分层剥离，缩减杂质在水体中的留存时长。规范开展固液分离作业能够减少固态杂质进入后续处理单元的数量，避免管道堵塞与设备磨损问题，持续保障整套污水处理设备的运行效率，优化聚酯生产废水的预处理整

体效果。

2 聚酯生产废水深度处理工艺

2.1 废水生物厌氧处理工艺

生物厌氧处理工艺依托厌氧微生物的代谢作用分解水体中残留的有机污染物，适配聚酯废水高浓度有机组分的降解处理。密闭无氧环境可为厌氧微生物提供适宜的代谢环境，菌群通过分步代谢作用裂解废水中醇类、酯类等难降解有机物质，将复杂有机物转化为简单无机物质与轻质可燃气体。该类处理模式无需消耗大量曝气能源，运行能耗保持在较低水平，对预处理后残留的高污染水体具备良好的净化效果^[2]。水体内部有机负荷可通过微生物代谢逐步消减，有效弱化后续深度处理单元的处理压力，提升整套废水处理系统的有机污染物降解能力。

2.2 废水生物好氧处理工艺

生物好氧处理工艺依靠好氧微生物的增殖与代谢活动，进一步净化厌氧处理后的低浓度残留污染物。持续供氧环境可维持好氧菌群的生理活性，微生物能够快速分解水体中剩余的可溶性有机杂质，降解厌氧阶段未完全反应的中间产物。工艺运行过程中可稳定降解水体化学需氧量与生化需氧量，改善水体通透性能。菌群群落结构可根据进水水质状态自适应调整，对聚酯废水水质波动具备良好的耐受能力。稳定的生化反应环境可持续优化水体洁净程度，为后续物化精制处理奠定良好的水质基础。

2.3 废水物化深度净化工艺

物化深度净化工艺结合物理分离与化学反应的双重优势，处理生化工序难以去除的微量污染物。精细混凝净化可捕捉水体中残留的超细胶体颗粒，进一步澄清水体水质。高级氧化技术能够击碎稳定的有机分子链，去除生化处理后留存的微量难降解物质。吸附工艺利用多孔吸附材料的物理吸附特性，截留水体中微量盐分与残留色度物质。多重物化处理方式协同运作，可全面优化水体各项指标，弥补单一生物处理工艺的处理短板，提升废水净化的精细度与稳定性。

2.4 废水深度精制处理工艺

废水深度精制处理工艺作为废水达标排放或回用的终端处理单元，针对水体残余微量杂质开展精细化净化。精密过滤装置可拦截水体中细微悬浮颗粒物与残余絮体，彻底消除水体浑浊现象。深度脱盐技术可削减水体中可溶性盐类物质，优化水体电导数值。精细净化流程能够规整水体各项水质参数，满足工业回用与合规排

放的严苛标准。整套精制处理流程可最大程度提升水资源利用率，适配聚酯生产节水降耗的生产需求，实现生产废水的无害化与资源化处置。

3 聚酯生产废气收集及预处理工艺

3.1 聚酯生产废气主要组分与来源

聚酯生产各道工序会持续产生不同类型的气态污染物，废气生成渠道贯穿原料反应与成品加工全流程^[3]。酯化反应阶段的高温环境会促使有机原料发生挥发，产生多元醇类与有机酸类气态物质。缩聚工序的高温负压工况容易引发小分子有机物逸散，形成低浓度有机废气。纺丝作业的热定型环节会让丝体表面附着的油剂受热挥发，生成具备轻微异味的气态污染物。原料存储与输送环节的物料挥发，会持续释放微量有机气态物质。各类气态污染物具备扩散性强、浓度波动幅度大的特点，准确区分废气组分与生成源头，能够为收集系统布设和预处理工艺选型提供技术支撑。

3.2 废气密闭收集与输送工艺

废气密闭收集与输送工艺是控制聚酯生产废气无组织扩散的核心工序，可为后续预处理作业提供稳定气源条件。生产产污点位会布设封闭式集气结构，对挥发与逸散的废气进行全方位归集，削减废气外溢范围。集气系统搭配适配的风量调控装置，可根据生产负荷调整抽集强度，适配不同工序的废气产生量变化。输送管路采用密闭防腐结构，适配有机废气的输送工况，规避管路泄漏引发的污染物扩散问题。管路布局遵循气流稳定流动原则，降低气流紊动与阻力损耗，保障废气可平稳输送至各预处理单元。

3.3 废气除尘除雾预处理工艺

废气除尘除雾预处理工艺用于清除废气中混杂的固态颗粒物与液态雾滴，消除杂质对后续废气治理设备的负面影响。生产废气中会混杂细微纤维粉尘、物料粉末以及高温工况形成的水雾与油雾。除尘结构依托惯性分离与过滤拦截原理，阻隔废气中固态颗粒杂质，净化废气固相杂质组分。除雾装置依托气流折流与吸附捕集作用，捕捉悬浮的液态雾粒，实现气液两相的有效分离。该类工序可大幅降低废气含尘量与含湿量，规避杂质附着设备内壁引发的堵塞与腐蚀问题，优化废气后续净化处理条件。

3.4 废气均压调质预处理工艺

废气均压调质预处理工艺用于规整废气的压力、温度与浓度参数，弱化生产工况波动带来的气源不稳定问题。聚酯生产线启停与工序切换会造成废气压力和

浓度出现大幅波动,不稳定的气源状态会干扰末端治理设备的运行稳定性。均压结构可缓冲管路内部气流压力偏差,维持系统气流压力处于平稳区间。调质单元能够对高温废气进行适度降温,均衡不同时段废气的污染物浓度。规整后的废气参数可适配深度治理设备的运行标准,提升整套废气处理系统的运行稳定性与污染物净化效率。

4 聚酯生产废气深度净化与尾气处置工艺

4.1 有机废气吸附净化工艺

有机废气吸附净化工艺依托多孔功能性吸附材料的物理截留作用,完成预处理后废气中残余有机组分的深度脱除。工业应用的吸附介质具备细密微孔架构与充足比表面积,可有效捕捉聚酯废气中残留的醇类酯类等轻质有机分子。废气持续穿过吸附装置内部填料层时,低浓度有机污染物会被牢牢富集于微孔结构内部,气流经过层层净化后完成基础提纯。吸附介质可通过热脱附或吹扫再生方式恢复吸附性能,长期循环投入系统运行,有效控制治理过程的运维投入^[4]。该类工艺适配聚酯生产产生的大风量低浓度有机废气,对微量气态有机杂质具备稳定的净化效果,可弥补前端预处理工序的净化短板。

4.2 有机废气氧化分解工艺

有机废气氧化分解工艺利用高效氧化反应体系,破除吸附工艺难以去除的稳定有机分子结构,实现有机污染物的彻底无害化转化。工艺运行可搭配热能或催化辅助条件,降低有机组分氧化分解的反应活化能,提升反应转化效率。废气内部结构稳定的长链有机物与残余小分子有机物,会在氧化环境中逐步裂解,转化为无危害的基础无机物质。催化载体可稳定反应体系运行状态,减少热能资源消耗,强化整体处理效能。整套工艺能够深度消解废气中残留的难降解污染组分,大幅降低废气有机污染负荷,筑牢废气达标排放的核心基础。

4.3 酸碱废气中和净化工艺

酸碱废气中和净化工艺专门针对聚酯生产工序产生的酸性与碱性气态污染物,开展专项化的深度洗涤净化。工艺核心依托气液传质反应原理,让流动废气与配置的专用洗涤药液充分接触融合。洗涤塔内部规整的填料结构可以拓展气液接触范围,延长污染物与药液的反

应时长,提升酸碱组分的脱除效率。酸性气态污染物质可与碱性药液发生化学反应实现固化分离,碱性气态污染物质可通过酸性洗涤药液完成中和消解。持续稳定的洗涤反应可以平衡废气酸碱状态,削减气态腐蚀性组分含量,规避未达标废气排放对外部生态环境造成的负面干扰。

4.4 尾气后续处置与回用工艺

尾气后续处置与回用工艺属于聚酯废气治理流程的终端管控单元,针对多重净化后的洁净尾气实施科学化处置与资源化利用。经过吸附氧化中和等多道净化工序的尾气,污染指标可满足行业环保排放标准,通过标准化高空排风设施完成有序排放,保障厂区废气排放的合规性。符合洁净度温湿度各项条件的尾气,可导入厂区生产辅助管路系统,用于车间空气置换与生产设备散热作业。合理开发尾气回用途径能够提升工业资源利用效率,减少新风系统的能源消耗。标准化的尾气处置模式可持续规范厂区废气治理体系,推动聚酯生产模式朝着绿色低碳的方向稳步发展。

结束语

聚酯废水废气的工艺处理已形成从源头分类、中段降解到末端精制的完整技术链条。废水端依靠厌氧与好氧微生物的接力代谢,配合混凝、氧化、吸附等物化手段,可有效削减有机污染负荷;废气端通过密闭收集、除尘除雾、均压调质后,经吸附—催化氧化—酸碱中和逐级净化,最终实现达标排放或热风回用。两套系统协同运转,能够显著降低聚酯生产对周边环境的干扰,推动行业走上绿色低碳的可持续路径。

参考文献

- [1] 涂兰兰. 聚酯生产废气废水的处理工艺研究[J]. 皮革制作与环保科技,2024,5(2):8-9,18.
- [2] 吴江蛟. 聚酯化纤纺织废水废气处理工艺优化设计研究[J]. 化纤与纺织技术,2025,54(7):61-63.
- [3] 李露施,陈建荣,范校华,等. 聚酯酯化废水预处理技术中的绿色经济分析[J]. 合成纤维,2022,51(12):32-35.
- [4] 黄龙香. 不饱和聚酯树脂生产“三废”处理探讨[J]. 当代化工研究,2022(20):61-63.