

浅谈石油化工储运系统中的环保对策

李道钊（中国石化海南炼化化工有限公司，海南 儋州 578001）

摘 要：石油化工储运系统是石油化工企业的重要组成部分，其主要任务是储存和运输石油化工产品。然而，石油化工储运系统在运行过程中可能会产生废气、废水、废渣等污染物，造成环境污染，威胁生态环境和人类健康。随着环保法规的日益严格和公众环保意识的提高，石油化工企业必须采取有效的环保对策，以减少储运系统对环境的影响。本文将简要探讨石油化工储运系统中的环保问题，并提出相应的对策，为石油化工企业实现绿色发展提供参考。

关键词：石油化工；储运系统；环保对策

0 引言

石油化工储运系统是石油化工产业链中的重要环节，承担着原油、成品油及化工产品的储存和运输任务。由于石油化工产品具有易燃、易爆、有毒、有害等特性，储运过程中的环境保护问题尤为突出。近年来，随着环保法规的日益严格和社会公众环保意识的提高，石油化工储运系统的环保对策逐渐成为业界关注的焦点。

1 石油化工储运系统中的环保问题

1.1 泄漏风险

石油化工产品由于其特殊的物理化学性质，一旦发生泄漏，将对周围环境造成严重污染。这种污染可能涉及空气、土壤和水体，影响范围广泛，后果严重。在储存环节，储罐是泄漏风险的主要来源。由于长期存储大量化学品，储罐可能因腐蚀、老化、操作不当或自然灾害等原因发生泄漏。特别是对于一些易挥发、易燃易爆的化学品，泄漏不仅会造成环境污染，还可能引发火灾爆炸等次生灾害。储罐底部和接缝处是最容易发生泄漏的部位，需要特别关注。在运输环节，管道运输和车船运输都存在泄漏风险。管道运输虽然相对安全，但长距离输送过程中，管道可能因地质变化、腐蚀或外力损坏而发生泄漏。特别是在穿越河流、湿地等敏感区域时，一旦发生泄漏，将对生态系统造成严重破坏。车船运输则面临更多不确定因素，如交通事故、装卸操作不当等，都可能导致泄漏事故的发生。泄漏风险的危害不仅限于直接的环境污染。石油化工产品泄漏后，挥发性有机物（VOCs）的释放会导致空气质量下降，危害人体健康。渗入土壤的化学品会污染地下水，影响农业生产和饮用水安全。进入水体的污染物则会破坏水生生态系统，影响渔业资源。此外，泄漏事故还可能引发火灾爆炸，造成更大范围

的环境破坏和人员伤亡。

1.2 挥发性有机物排放

在储运过程中，由于石油化工产品的易挥发特性，VOCs 的排放几乎贯穿整个储存和运输环节，成为不可忽视的污染源。在储存阶段，固定顶储罐是 VOCs 排放的主要来源之一。当环境温度升高或储罐液面上升时，储罐内的蒸汽空间会被压缩，导致 VOCs 通过呼吸阀或其他开口排放到大气中。这种“呼吸损失”在日常操作中频繁发生，累积起来会造成大量的 VOCs 排放。浮顶罐虽然在一定程度上减少了 VOCs 排放，但密封不良或操作不当仍可能导致泄漏。此外，在储罐清洗、检修等维护过程中，残留的化学品挥发也是 VOCs 排放的重要来源。在运输环节，VOCs 排放主要发生在装卸过程和运输途中。装卸过程中，由于液体流动和暴露于空气中，会产生大量的 VOCs 排放。特别是在开放式装卸作业中，这种排放更为显著。管道运输过程中，虽然系统相对封闭，但在泵站、阀门等设备处仍可能存在微小的泄漏，长期累积也会造成可观的 VOCs 排放。车船运输则面临更大的挑战，尤其是在装卸和运输过程中的温度变化，可能导致更多的 VOCs 释放。VOCs 排放的危害是多方面的。首先，它是形成光化学烟雾的重要前体物，与氮氧化物在阳光照射下反应，生成臭氧等二次污染物，严重影响空气质量。其次，某些 VOCs 本身具有毒性，长期接触可能对人体健康造成危害，如刺激呼吸道、引发头痛、眩晕等症状，甚至可能增加癌症风险。此外，VOCs 排放还会导致能源损失，对企业造成经济损失。

1.3 废水污染

废水污染是石油化工储运系统中一个不容忽视的环保问题，它不仅对水环境造成直接威胁，还可能通过食物链对整个生态系统产生长期影响。在石油化工

储运过程中,废水来源多样,污染物成分复杂,处理难度大,如果处理不当,将会对周围水体、土壤甚至地下水造成严重污染。在储存环节,废水主要来源于储罐清洗、雨水冲刷和设备冷却等过程。储罐定期清洗产生的废水含有大量油类物质、有机溶剂和悬浮物,污染负荷高,处理难度大。雨水冲刷储罐区域时,会携带地面油污和化学品残留物,形成含油污染雨水。设备冷却水虽然主要是清净下水,但长期使用后也可能被油品或化学品污染。

此外,储罐区的消防水收集系统在日常也可能积累一些污染物,需要定期处理。在运输环节,废水污染主要发生在装卸过程和管道清洗维护中。船舶运输时,舱室清洗产生的含油污水是一个重要的污染源。管道运输过程中,定期的清管作业也会产生大量含油废水。车辆运输过程中,虽然废水产生量相对较小,但清洗车辆和设备仍会产生一定量的含油废水。这些废水中的污染物种类繁多,主要包括石油类、悬浮物、有机物、氮磷等常规污染物,以及苯系物、多环芳烃等特征污染物。这些污染物对水环境的影响是多方面的:石油类物质会在水面形成油膜,阻碍氧气溶解,破坏水生生态系统;有机物的分解会消耗水中溶解氧,导致水体富营养化;一些特征污染物如苯系物具有较高的毒性,可能对水生生物造成直接伤害,并通过食物链积累,最终影响人类健康。

2 石油化工储运系统中的环保对策

2.1 管道和储罐维护

管道和储罐维护是石油化工储运系统环保对策中的关键环节,它直接关系到系统的安全性、可靠性和环境友好性。有效地维护不仅能够预防泄漏事故,减少污染物排放,还能延长设备使用寿命,提高整个系统的运行效率。在石油化工行业,管道和储罐作为储运系统的核心组成部分,其维护工作尤为重要且复杂。首先,管道维护是一项系统性工程。它始于科学地设计和高质量地施工,但更重要的是日常的检查和维护。定期检查是管道维护的基础,包括外观检查、测厚、压力测试等。通过这些检查,可以及时发现管道腐蚀、裂纹、变形等问题。特别是对于长距离输送管道,还需要采用智能清管器等先进设备进行内部检测,以发现难以从外部察觉的缺陷。除了物理检查,还应建立完善的数据监测系统,实时监控管道的压力、流量、温度等参数,任何异常波动都可能是潜在问题的预警信号。管道防腐是维护工作的重点。根据不同

的环境条件,可以采用涂层防护、阴极保护等多种方法。对于地下管道,还需要考虑土壤腐蚀性,必要时采取改良土壤或增加保护层等措施。在易发生地质灾害的地区,还应加强对管道周围地质条件的监测,预防因地质变化导致的管道损坏。储罐维护同样重要且复杂。储罐的主要维护内容包括防腐、检漏、清洗等。防腐措施包括定期检查和更新防腐涂层,对于金属储罐,还可以采用阴极保护技术。检漏是储罐维护的关键,可以采用声波检测、红外热像等先进技术,及时发现微小的泄漏。对于大型储罐,还需要定期进行沉降观测,防止因地基不均匀沉降导致的储罐变形和泄漏。储罐清洗是一项重要但具有潜在环境风险的维护工作。清洗过程中产生的废水和残渣需要妥善处理,避免造成二次污染。采用先进的原位清洗技术,如自动清洗系统,可以大大减少人工操作,降低环境风险。此外,对于易挥发物质的储存,还需要定期检查和维护呼吸阀、密封装置等,以减少挥发性有机物的排放。

2.2 泄漏检测系统

管道和储罐维护是石油化工储运系统环保对策中的关键环节,它直接关系到系统的安全性、可靠性和环境友好性。有效地维护不仅能够预防泄漏事故,减少污染物排放,还能延长设备使用寿命,提高整个系统的运行效率。在石油化工行业,管道和储罐作为储运系统的核心组成部分,其维护工作尤为重要且复杂。首先,管道维护是一项系统性工程。它始于科学地设计和高质量地施工,但更重要的是日常的检查和维护。定期检查是管道维护的基础,包括外观检查、测厚、压力测试等。通过这些检查,可以及时发现管道腐蚀、裂纹、变形等问题。特别是对于长距离输送管道,还需要采用智能清管器等先进设备进行内部检测,以发现难以从外部察觉的缺陷。

除了物理检查,还应建立完善的数据监测系统,实时监控管道的压力、流量、温度等参数,任何异常波动都可能是潜在问题的预警信号。管道防腐是维护工作的重点。根据不同的环境条件,可以采用涂层防护、阴极保护等多种方法。对于地下管道,还需要考虑土壤腐蚀性,必要时采取改良土壤或增加保护层等措施。在易发生地质灾害的地区,还应加强对管道周围地质条件的监测,预防因地质变化导致的管道损坏。储罐维护同样重要且复杂。储罐的主要维护内容包括防腐、检漏、清洗等。防腐措施包括定期检查和更新防腐涂层,对于金属储罐,还可以采用阴极保护技术。

检漏是储罐维护的关键,可以采用声波检测、红外热像等先进技术,及时发现微小的泄漏。对于大型储罐,还需要定期进行沉降观测,防止因地基不均匀沉降导致的储罐变形和泄漏。

2.3 密闭储运

密闭储运是石油化工储运系统中的一项关键环保对策,它通过最大限度地减少物料与外界环境的接触,有效控制挥发性有机物(VOCs)的排放,防止泄漏,并降低环境污染风险。这一策略不仅有助于保护环境和工人健康,还能减少物料损失,提高经济效益。在储存环节,密闭储运主要体现在储罐的设计和操作上。传统的固定顶罐在温度变化或液位变动时会产生大量的“呼吸”损失,造成VOCs排放。为了解决这个问题,内浮顶罐和外浮顶罐被广泛应用。这些罐型通过浮动的顶板紧贴液面,大大减少了气相空间,从而减少了VOCs的挥发。对于特别易挥发或有毒的物料,还可以采用双层密封的浮顶罐,进一步提高密封效果。此外,在罐顶和罐壁的接缝处使用高效的密封材料,如机械式密封或液压式密封,可以显著减少边缘泄漏。对于固定顶罐,可以采用氮封或其他惰性气体保护技术,通过在罐内维持一定的惰性气体压力,防止外界空气进入,从而减少VOCs的形成和排放。同时,可以安装压力真空阀,在一定压力范围内保持罐内气体平衡,只有在压力超出设定范围时才允许气体进出,最大程度地减少了“呼吸”损失。在物料装卸过程中,密闭操作尤为重要。采用浸没式装载或底部装载技术可以显著减少装载过程中的VOCs排放。这些技术通过将装载管延伸到液面以下,最大程度地减少了液体与空气的接触面积。同时,可以采用气相平衡系统,将装载过程中排出的气体回收至储罐或气体处理装置中,实现闭路循环。对于易挥发的物料,还可以考虑使用低温装载技术,通过降低物料温度来减少挥发。

2.4 废水处理设施

石油化工储运过程中产生的废水成分复杂,污染物种类多样,包括油类、悬浮物、有机物、重金属等,因此需要设计和运行高效、可靠的废水处理设施来应对这些挑战。废水处理设施的设计首先需要考虑废水的特性和来源。在储运系统中,废水主要来自储罐清洗、管道清洗、装卸过程中的跑冒滴漏、初期雨水等。这些废水的水质和水量可能存在较大波动,因此处理设施需要具备足够的灵活性和处理能力。通常,废水处理系统会采用多级处理工艺,包括预处理、主体处

理和深度处理等阶段。预处理阶段主要目的是去除大颗粒杂质和部分油类物质,常用的设备包括格栅、沉砂池、隔油池等。其中,隔油池对于去除游离油尤为重要,可以大大减轻后续处理单元的负荷。对于含有大量乳化油的废水,可以考虑使用气浮装置,通过微小气泡的吸附作用提高油水分离效果。主体处理阶段通常采用物理化学法和生物法相结合的方式。物理化学法包括混凝沉淀、氧化、吸附等工艺,可以去除大部分悬浮物、胶体和部分溶解性有机物。生物法则主要用于去除可生物降解的有机物,常用的工艺包括活性污泥法、生物膜法等。考虑到石油化工废水中可能含有一些难降解有机物和有毒物质,可以采用强化生物处理技术,如生物接触氧化法、膜生物反应器等,提高处理效果。对于一些特殊污染物,如重金属、难降解有机物等,可能需要采用深度处理工艺。常用的深度处理技术包括高级氧化、活性炭吸附、离子交换、膜分离等。例如,臭氧氧化可以有效去除一些难降解的有机污染物;反渗透技术则可以去除废水中的溶解盐分,实现废水的回用。

3 结束语

石油化工储运系统的环保对策是确保石油化工产业绿色发展的重要保障。未来,随着科技的不断进步和环保要求的提高,石油化工储运系统的环保对策将更加多样化和智能化,推动石油化工产业朝着更为安全、环保和可持续发展的方向发展。希望本文的研究能够为相关企业提供有益的借鉴,共同推动石油化工储运系统的绿色转型。

参考文献:

- [1] 陈嘉薇.基于物联网的继电保护设备状态监测与远程维护[J].通信电源技术,2023,40(16):236-238.
- [2] 孙永涛.浅谈石油化工储运系统中的环保对策[J].中国机械,2020(18):134,136.
- [3] 王成军.探讨石化油品储运系统环保安全问题[J].石油石化物资采购,2020(26):72-72.
- [4] 赫明成.研究石化油品储运系统环保安全问题[J].中国化工贸易,2017,9(04):42.
- [5] 陈冰泉.化工油气储运技术及其创新分析[J].化工管理,2022(16):33-35.
- [6] 杨辉.化工油气储运技术现状及改进创新[J].科技资讯,2023(24):27-29.
- [7] 张晓涛.化工油气储运技术及其创新分析[J].石化技术,2022,24(3):12-14.