

油气回收技术在装车系统中的应用

刘文杰

兰州石化公司精细化工部

DOI:10.32629/jsse.v4i3.20993

[摘要] 传统的炼化企业装车过程中存在少量油气挥发的问题,油气中的挥发性有机化合物(VOCs)会逸散到空气中,会形成臭氧和PM_{2.5}前体物,直接导致光化学烟雾和大气污染,对周边环境造成污染,同时对现场作业人员呼吸系统产生危害。为了实现清洁生产减少排放,需对挥发油气进行回收。本文简单介绍现汽车装车油气回收技术,以及在现有企业使用的典型例子。

[关键词] 油气回收; 吸收; 膜分离; 吸附

中图分类号: TE3 **文献标识码:** A

Application of Oil Vapor Recovery Technology in the Loading System

Wenjie Liu

Lanzhou Petrochemical Company's Fine Chemicals Department

[Abstract] In the loading process of traditional refining and chemical enterprises, there is a small amount of oil and gas volatilization. The volatile organic compounds (VOCs) in the oil and gas will escape into the air, forming ozone and PM_{2.5} precursors, directly causing photochemical smog and air pollution, polluting the surrounding environment, and also causing harm to the respiratory systems of on-site workers. To achieve clean production and reduce emissions, it is necessary to recover the volatile oil and gas. This article briefly introduces the current oil vapor recovery technology for vehicle loading and typical examples used in existing enterprises.

[Key words] Oil and gas recovery; Adsorption; Membrane separation; Adsorption

引言

每年各炼化企业有大量的汽油、煤油、柴油以及C₆~C₁₀等危险化学品通过常压罐汽车或火车槽车运输。大部分物料具有沸点较低,易挥发、易燃、易爆等物化特性,在装车环节中不可避免地出现有机挥发物,即造成了物料的损耗又对大气环境造成污染,同时对作业人员呼吸系统会产生危害。根据《油气回收处理设施技术标准》(GB/T50759-2022)第3.0.2条规定,“易挥发性可燃液体的装卸过程应设置油气回收装置”;《石油化学工业污染物排放标准》(GB 31571-2015)第5.1.3条规定,“大气污染物特别排放限制,非甲烷总烃≤120mg/m³,有机废气去除率≥97%”,所以对装车系统油气进行回收势在必行。油气回收技术的主要目的就是减少这些挥发性有机化合物的排放,有效降低油气对大气的污染,有助于改善空气质量,构建绿色环保作业体系。

1 油气回收技术

1.1 有机溶剂吸收法

吸收原理基于各组分在吸收剂中溶解度的差异进行分离。待回收的有机物(吸收质)在吸收剂(如柴油、煤油等高沸点溶剂)中有较大的溶解度,而混合气体中的其他组分(如空气)溶解度

则很小。通过溶剂达到吸收油气中有机介质,达到降低排放气中有机物含量目的。缺点是需要深冷和高压,运行成本较高。

1.2 膜分离法

膜分离是基于溶解扩散的机理,混合物中各物质在膜两边的压差不同,油气中各组分通过膜时的速度差,达到分离油气中空气与烃类目的。膜的结构:底层无纺布、中间层为耐受溶剂的多孔膜材料、上层为橡胶态。缺点是膜的材质要求高,使用周期短,易污染堵塞,影响分离。

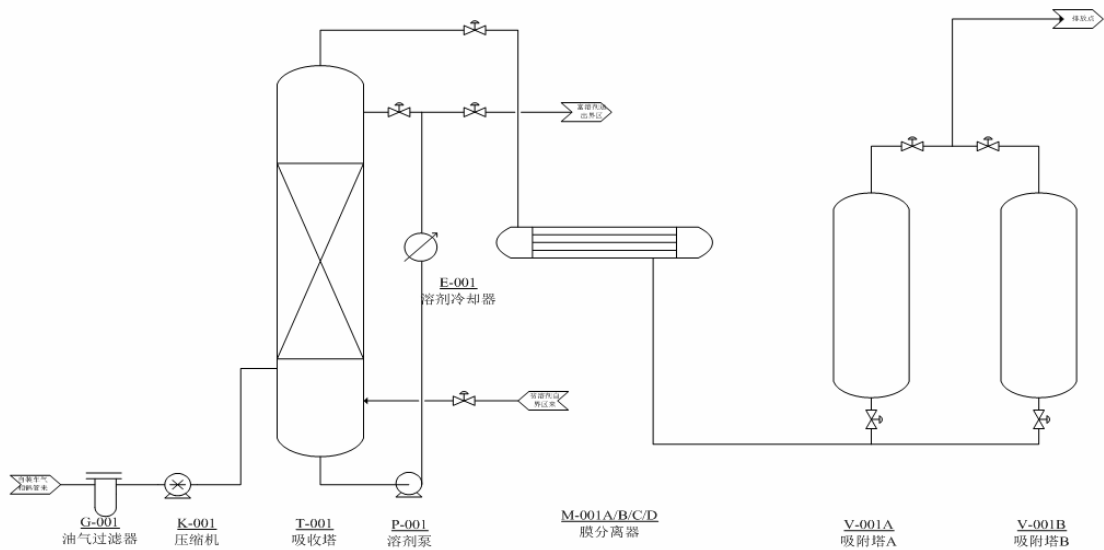
1.3 吸附法

当前吸附法主要采用吸附剂为活性炭、活性纤维或硅胶等,吸附材料的特性是单位体积的表面积极大,不同的吸附材料对油气中的某些组分的吸附选择性较高,而对其他组分的吸附选择性较弱。油气中的烷烃、芳烃等有机组分扩散到吸附材料的孔隙中被吸附下来,而油气中的空气、水蒸气由于吸附力较弱,而未被吸附,达到分离的效果。缺点是因吸附材料的特性其选择性强,部分有机物无法全部吸收,使用周期短,处理量小等问题。

2 油气回收技术在装车系统中的应用

国内某炼化企业汽车装车系统每年装车能力6万吨/年,主要物料为C₆~C₉烃类组份,油气回收装置典型流程如图所示:

油气回收系统流程简图



流程描述：油气回收设施是采用“吸收+膜分离+吸附”三级复叠工艺,分为：加压吸收单元、膜分离单元、活性炭吸附单元组成。

吸收单元：油气自罐车底部气相接口经气相鹤管进入到油气回收设施。首先混合油气进入加压吸收单元，油气经油气压缩机K-001压缩至0.3MPa~0.7MPa，从吸收塔T-001中部进入喷淋吸收系统，与吸收剂逆流接触吸收。吸收剂为重柴油，间歇收至吸收塔T-001中，自吸收塔中上部进入，首次补充液位至塔釜60%高度。正常运行过程中贫液泵P-001自循环操作，运行一段时间后，当贫油吸收部分油气达到饱和之后，对吸收剂进行更换。

膜分离单元：吸收塔顶的未被吸收油气进入膜分离单元，油气进入膜分离单元后一分为二，提浓后的透过侧油气回到前面压缩机入口，重新加压喷淋吸收处理；浓度较低的透余侧气体进入到活性炭吸附单元。

吸附单元：膜出口的较低浓度油气进入到吸附单元后，通过活性炭进行吸附处理，油气在吸附塔。V-001A/B底部，吸附后的达标排放尾气，最后排放至高15m的尾气排放管。排放线设置有尾气总烃在线分析仪和尾气采样口，定期由环境监测管理部对排放的尾气浓度进行检测，尾气分析指标为：油气处理效率大于等于97%。活性炭吸附塔共有两具，活性炭的吸附和脱附通过气动阀自动完成切换，吸附与脱附的切换是以时间为依据，可调整范围为15min~60min。脱附过程通过真空泵抽真空完成，当吸附塔脱附状态时，气动阀控制打开通入少量N₂，保证吸附过程的真空度。真空度由自力式调节阀控制在10kPa，脱附过程中真空泵排出的气体返回至压缩机入口，经压缩机重新进入吸收系统。

表1 设计指标

序号	名 称	单 位	指标
1	油气处理量	Nm ³ /h	100
2	外排气非甲烷总烃浓度	mg/m ³	≤80
3	有机废气去除率	%	≥97

表2 设备一览表

序号	名称	位号	规格型号	材质	设计条件		
			内径×高度×厚度 mm		介质	温度,℃	压力,MPa
1	吸收塔	T-001	φ900×5586×6	S30408	空气、油气	80	1
2	吸附塔	V-001A	φ700×2432×6	S30408	空气、油气	80	1.0/-0.1
3	吸附塔	V-001B	φ700×2432×6	S30408	空气、油气	80	1.0/-0.1

表3 操作参数一览表

序号	名 称	单 位	指标
1	吸收塔T-001入口压力	MPa	0.6~0.7
2	吸收塔T-001溶剂循环流量	m ³ /h	3~6
3	吸收塔T-001顶气相流量	Nm ³ /h	25~100
4	膜组件M-001出口压力	MPa	0.6~0.75
5	膜组件M-001出口温度	℃	15~50
6	膜组件M-001出口流量	Nm ³ /h	25~100
7	吸附塔V-001A/B温度	℃	10~40

该装置投用以来排放口非甲烷总烃达标排放，有机废气去除率均值98%以上。

3 结论

在石油化工行业装卸环节,油气回收技术已被广泛应用,在装车区域安装油气回收系统具有多方面重要意义。

(1)环保层面在油品装卸过程中,柴油中的挥发性有机化合物(VOCs)会逸散到空气中,对周边环境造成污染。油气回收技术的主要目的就是减少这些挥发性有机化合物的排放。例如石化行业,将该技术应用于油品装卸过程,有效降低了油气对大气的污染,有助于改善空气质量,构建绿色环保作业体系。西北销售川渝分公司完成铁路柴油大鹤管装车区域油气回收系统的投入工作,在深化VOCs治理领域取得关键突破,为行业环保治理提供了成功范例。

(2)资源利用层面通过回收油气,可以提高资源利用率,避免浪费。油气是宝贵的资源,直接排放到空气中不仅造成环境污染,也是对资源的极大浪费。安装油气回收系统能够将逸散的油气收集起来,经过处理后重新利用,提高了油品装卸过程中的资源利用效率,符合可持续发展的理念。

(3)安全层面油气逸散会增加火灾或爆炸的风险。油品挥发出的油气与空气混合后,在一定条件下可能形成爆炸性混合物,遇到火源就会引发火灾或爆炸事故。油气回收技术有助于降低油气逸散,减少作业区域内的油气浓度,从而降低火灾或爆炸风险,提升操作安全性,保障工作人员的生命财产安全。

(4)企业合规层面从长远来看,安装油气回收系统有助于企

业符合环保要求。随着环保法规的日益严格,企业需要采取有效措施减少污染物排放。安装油气回收系统是企业履行环保责任、实现可持续发展的必然选择,有利于企业在环保监管日益严格的环境下稳定发展。

4 结束语

(1)采用“吸收+膜分离+吸附”三级复叠分离技术,可以有效到达很好的油气回收,系统技术成熟,油气回收处理率高。

(2)三级复叠分离技术通过PLC或DCS控制,实现在线活性炭还原,极大的延长了活性炭使用周期,降低了人员的劳动强度。

(3)存在的缺点:一是投资高;二是对吸收剂品质要求较高,方可确保吸收效率;三是膜组件滤芯使用周期短,更换费用高。

【参考文献】

[1]杨海宏.溶剂吸收法油气回收设施在装车系统中的应用[J].化工技术与开发,2015,44(01):41-44.

[2]王春艳,朱克坚.膜分离法油气回收技术在油品装车系统的应用[J].仪器仪表用户,2010,17(04):87-88.

[3]张卫.油品装车过程中的油气回收[J].科技资讯,2007(16):252-253.

作者简介:

刘文杰(1973--),男,汉族,甘肃省兰州市人,本科,助理工程师,研究方向:安全与环境保护。