

文章编号: 1005 - 8893 (2006) 04 - 0008 - 03

常温常压吸收法油气回收装置的开发与应用^{*}

赵书华¹, 黄维秋¹, 徐燕平², 徐 斌¹

(1. 江苏工业学院 江苏省油气储运技术重点实验室, 江苏 常州 213016; 2. 中国石油化工股份有限公司 九江分公司, 江西 九江 332004)

摘要: 在多年研究的基础上, 采用自主研发的油气回收专用吸收剂, 开发出常温常压吸收法油气回收装置, 极大地提高了吸收性能和解吸效果。该装置已成功应用于中国某公司铁路轻油装车过程中, 投运以来, 运行良好, 油气回收率达 95.12%。

关键词: 油气; 吸收; 回收装置; 应用

中图分类号: X 74

文献标识码: A

Development and Application of Gasoline Vapor Recovery Equipment by Absorption at NTP

ZHAO Shu - hua¹, HUANG Wei - qiu¹, XU Yan - ping², XU Bin¹

(1. Jiangsu Key Laboratory of Oil and Gas Storage and Transportation Technology, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China; 2. Jiujiang Company, SINOPEC, Jiujiang 332004, China)

Abstract: Vapor recovery equipment with absorption method at NTP was developed, which used the absorbent developed by ourselves. These technologies improve the ability of absorption and desorption. The plant has already been successfully applied in train loading process of oil products in a certain company of China. Since the system ran, it has had high reliability and the vapor recovery efficiency was up to 95.12%.

Key words: vapor; absorption; recovery equipment; application

汽油等轻质石油产品的挥发性强, 在运输和装卸过程中会产生大量的油品损耗和严重的油气污染, 危害严重^[1,2]。防止和控制油品损耗越来越被人们所重视, 大力开发和推广油气回收技术和装置非常必要。

目前, 油气回收技术和装置从原理上可分为吸收法(常温常压吸收法、冷却吸收法)、吸附法、冷凝法及膜分离法等^[3~6]。根据文献[7~9]的综合分析, 利用多年研究成果, 采用自主开发的油气回收专用吸收剂 AbsFOV - 97, 立足于国内常规

设备, 开发出常温常压吸收法油气回收工业化装置, 成功应用于中国某公司铁路轻油装车过程, 回收效果明显, 效益显著。

1 装置设计

1.1 技术路线及工艺

吸收法油气回收技术是利用适宜的高效吸收剂选择性吸收在储运过程中形成的汽油等轻质油蒸气与空气的混合气, 而空气难被吸收直接排放到大气

^{*} 收稿日期: 2006 - 06 - 27

基金项目: 中国石油化工股份有限公司科技基金项目(300045)

作者简介: 赵书华(1965 -), 男, 山东东阿人, 实验师。

中去。

整个油气回收过程由吸收 - 解吸 - 回收 3 部分组成，工艺流程如图 1 所示。密闭装车过程挥发排放出来的油气和空气的混合气经集气管引进溶剂吸收塔，大部分油气被从塔顶喷淋下来的吸收剂 AbsFOV - 97 所吸收，含有少量油气的尾气从塔顶排放至大气中；吸收了油气的富吸收剂进入真空解吸

罐解吸再生，再生后的贫吸收剂由泵送至塔顶循环使用，解吸出的高浓度油气通过真空泵送至汽油吸收塔，经由塔顶喷淋下的贫汽油吸收后从塔底直接泵送装车而被回收利用。未被解吸的少量油气由塔顶再进入容积吸收塔重新被吸收。吸收剂流量根据进气状况而自动调节，从而实现油气吸收回收处理的连续操作。

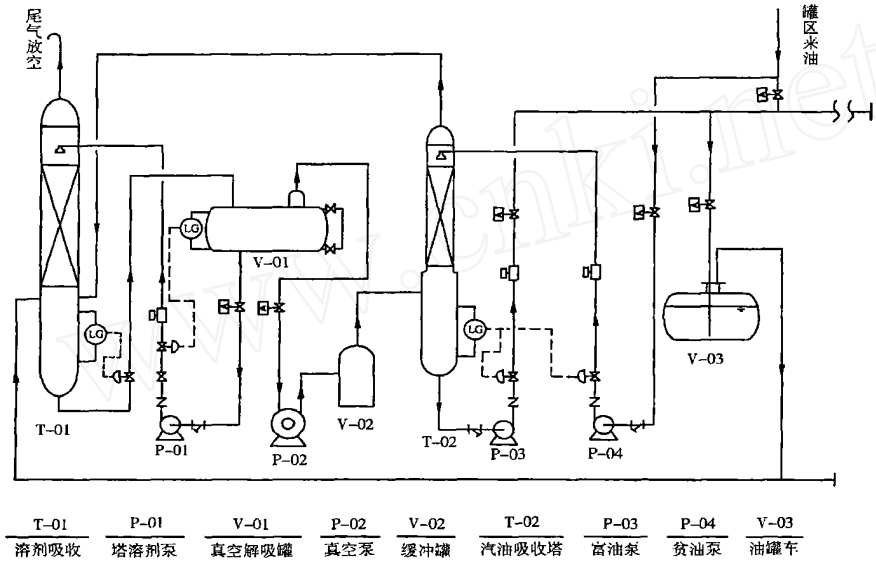


图 1 装置的工艺流程图

Fig. 1 Flow path chart of the vapor recovery equipment

1.2 主要设备设计及选型

该装置设计为撬装式成套结构，满足常温常压工艺，全部采用国产化设备和材料。主要由溶剂吸

收塔、汽油吸收塔、真空解吸罐、一台真空泵、3 台离心泵及工艺管道阀门和控制系统组成。装置的主要设备设计及选型见表 1。

表 1 装置的主要设备

Table 1 Main equipments of the vapor recovery system

位号	设备名称	规格型号	流量	数量	工作介质	温度	压力/扬程
P - 02	真空泵	2BW5353	$4\,000\text{ m}^3\text{ h}^{-1}$	1	油气、密封液	常温	4.0 kPa
T - 01	溶剂吸收塔	$\phi 1\,000 \times 21\,102$		1	油气、吸收液	常温	116.3 kPa
T - 02	汽油吸收塔	$\phi 600/800 \times 17\,380$		1	油气、汽油	常温	121.3 kPa
V - 01	真空解吸罐	$\phi 2\,000 \times 6\,508$		1	油气、吸收液	常温	2.33 kPa
P - 01	溶剂泵	YB160M1 - 2	$70\text{ m}^3\text{ h}^{-1}$	1	吸收剂	常温	30 m
P - 03	贫油泵	YB112M1 - 2	$12.5\text{ m}^3\text{ h}^{-1}$	1	汽油	常温	40 m
P - 04	富油泵	YB112M1 - 2	$12.5\text{ m}^3\text{ h}^{-1}$	1	汽油	常温	40 m

1.2.1 真空泵的选用

真空泵是用于将富吸收剂中的油气解吸出来，并使吸收剂再生，它是油气回收装置中的关键设备。由于采用常温常压吸收法技术的国产化油气回收装置为国内首套，国产化真空泵没有在油气回收装置上使用的先例，且流量大、真空度要求高。经过多次调研、试验及现场考察后，最终选用广东佛山水泵厂提供的 2BW5353 型液环真空泵，并采用乙二醇和蒸馏水做冷却密封液。

1.2.2 吸收塔设计及填料选型

根据回收装置的吸收特点，溶剂吸收塔、汽油吸收塔选用立式碳钢填料塔。考虑到规整填料的优良性能，选用优质高效的不锈钢丝网波纹规整填料，该填料结构及特性参数见表 2。

1.2.3 解吸卧罐设计

真空解吸卧罐是吸收剂再生的关键装置，即要保证吸收液的有效流动，又要达到良好的解吸效果，该解吸罐进行了专门优化设计，采用带有一定

坡度和均布挡板的多层隔板式卧式结构。

1.2.4 吸收剂的选择

吸收剂性能的优劣是整套回收装置吸收效果的关键。研究证明：自主开发的油气回收专用吸收剂 AbsFOV - 97 具有显著的综合性能^[8]，该吸收剂吸收量大，吸收剂性能稳定，使用安全可靠，在真空解吸时，油气残留量小，其吸收性能和使用寿命测试优于国外产品，是吸收法油气回收装置的最佳选

择。其物性参数见表 3。

2 效果分析

该装置于 2005 年 7 月建成，8 月 9 日实现了一次投运成功。自投运以来，运行良好，控制可靠。经检测，在装车泵流量为 $360 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 的情况下，各项指标均达到设计要求，实际生产过程中的数据标定见表 4。

表 2 填料的特性参数

Table 2 Characteristics parameter of regular packing

型号	直径/mm	比表面积/ $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$	空隙率/%	堆密度/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	理论塔板数/ m^{-1}	F 因子/ $\text{m} \cdot \text{m}^{-1} (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})^{0.5}$	压力降/ $\text{kPa} \cdot \text{m}^{-1}$
CY700	1 000/600	700	87~90	350	8~10	1.3~2.4	0.66

表 3 吸收剂的物性参数

Table 3 Physical property parameters of absorbent

吸收剂	密度/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	粘度/ $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	闪点(开口)/	沸点/	电导率/ $\text{s} \cdot \text{m}^{-1}$	蒸气压/Pa
AbsFOV - 97	926.1 (20)	7.95 (40)	191	210 (0.7 kPa)	28	<50 (25)

表 4 实际生产过程中的数据标定

Table 4 Test data in equipment running

采样序号	装车油品及牌号	$c_{\text{in}}/\%$	$c_{\text{out}}/\%$	$w/\%$	装车口周围环境总烃质量浓度/ (g/m^3)	
					无回收装车时	回收装车时
1	97 # 汽油	9.38	0.55	97.7	78.2	0.93
2	90 # 汽油	12.31	1.09	94.1	108.7	1.20
3	90 # 汽油	19.54	2.05	93.6	21.8	0.67
4	93 # 汽油	21.46	1.75	95.0	43.3	0.99
5	93 # 汽油	21.21	1.79	95.2	53.5	1.08

说明： c_{in} ， c_{out} 分别表示回收装置进、出口油气总烃体积分数， w 为回收率， $w = \left[1 - \frac{c_{\text{out}} (1 - c_{\text{in}})}{c_{\text{in}} (1 - c_{\text{out}})} \times \frac{m_{\text{out}}}{m_{\text{in}}} \right] \times 100\%$ ，式中： m_{in} 、 m_{out} 分别为回收装置进、出口油气平均摩尔质量， g/mol 。推荐值： $m_{\text{in}} = 65.5 \text{ g}/\text{mol}$ ， $m_{\text{out}} = 49.0 \text{ g}/\text{mol}$ 。

从表 4 可以看出，在装车过程中，油气回收装置的回收效果相当明显，平均回收率达 95.12%，装车期间装车口周围环境大气中总烃浓度显著下降，降低幅度均大于 96%。大大减少了油气的外逸，装车场所的作业环境得到了明显改善。

从经济效益分析，按照装车过程汽油的排出油气体积分数为装车量的 0.13%，烃回收率为 95.12%，以汽油装车出厂量 550 kt/a 计算，考虑到季节等因素影响，实际回收汽油量按 80%，汽油价格按 3 500 元/t 计算，当年回收资金约 208 万元/a。3 年即可收回成本并赢利，经济效益显著。

3 结 语

开发的常温常压吸收法油气回收装置，技术先进，工艺合理，成本低，见效快。适合炼油厂、油库推广使用。

参考文献：

- [1] 黄维秋, 赵书华, 高锡祺. 推广应用油气回收技术势在必行[J]. 石油库与加油站, 2000, 9(1): 25 - 27.
- [2] 李巨峰, 陈义龙, 李斌莲. 油气回收技术发展现状及其在我国的应用前景[J]. 油气田环境保护, 2006, 16(1): 1 - 3.
- [3] 宋福安. 长岭炼油厂汽油装车轻烃回收装置投用[J]. 石油炼制, 1986, (1): 59 - 61.
- [4] 彭国庆. 冷凝法回收油气问题的探讨[J]. 石油化工环境保护, 1999, (2): 30 - 33.
- [5] Rick Bennett. Recovery of Hydrocarbon Vapors from Ship Loading of Crude Oil[J]. Petroleum Review, 1993, 47(554): 134 - 135.
- [6] Baker R W, Wijmans J G, Kaschemekat J H, et al. The Design of Membrane Vapor - Gas Separation Systems[J]. Jour Membrane Sci, 1998, (151): 55 - 62.
- [7] 黄维秋, 高锡祺, 赵书华. 蒸发油气吸收回收技术的研究() 吸收剂筛选与吸收解吸试验[J]. 石油化工高等学校学报, 1999, 12(2): 63 - 68.
- [8] 黄维秋, 高锡祺, 赵书华. 蒸发油气吸收回收技术的研究() 小型试验及其影响因素分析评价[J]. 石油化工高等学校学报, 1999, 12(3): 52 - 57.
- [9] 黄维秋, 钟秦. 油气回收技术分析比较[J]. 化学工程, 2005, 33(5): 53 - 56, 65.