

气、液相环氧丙烷循环冷凝系统的设计研究

史先召, 孙承莉, 黄伟金*, 钱 慧, 黄福光, 李 岩

(江苏海企化工仓储股份有限公司, 江苏 泰州 225327)

摘要:为了使普通储罐达到常压下安全储存环氧丙烷的技术要求,在普通储罐上设计了1套气、液相循环冷凝系统和控制装置,实现了对环氧丙烷安全储存目的。设计的系统密闭作业,结构简单,施工改造方便,造价较低,不仅增强了安全性,减少了环境污染,也降低了环氧丙烷物料的损耗。

关键词:环氧丙烷;技术改造;冷凝系统;损耗;安全

中图分类号:TE821

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2015)04-0148-03

Design of circulating refrigeration system for gas and liquid phase propylene oxide

SHI Xian-zhao, SUN Cheng-li, HUANG Wei-jin*, QIAN Hui, HUANG Fu-guang, LI Yan

(Jiangsu JOC Chemical Storage Co., Ltd., Taizhou 225327, China)

Abstract: On the basis of the existing storage tanks, a set of gas and liquid phase circulating refrigeration system and control devices are designed to meet the requirements of propylene oxide storage under atmospheric pressure. The system has many advantages such as closed operation, simple structure, easy to be constructed and renovated, and low cost. It not only enhances the safety of propylene oxide storage but also reduces the environment pollution and the loss of propylene oxide during the storage.

Key words: propylene oxide; technical renovation; condensation system; loss; safety

环氧丙烷(PO)是一种很重要的化工原料,是生产聚氨酯、聚醚等高分子化合物以及增塑剂、润滑剂、阻燃剂等助剂非常重要的有机化合物原料^[1],而且PO也是排名第三的丙烯类衍生物,仅次于丙烯腈和聚丙烯^[2-5]。其衍生物也是食品、化妆品等许多精细化工产品的重要原料。

但就其性质来讲,PO沸点(33.9℃)低,闪点为-37℃,是极易燃易挥发易爆的有毒化学品,危险性高。尤其是在炎热的夏季,平均每日最高气温都高于PO的沸点,若储存温度达到其沸点时,环氧丙烷会高度挥发,造成储存容器内蒸气压过高,这无疑增加了存储的危险性。而且,PO在空气中的爆炸极限为体积分数2.1%~37.0%,与氧化剂接触会发生化学反应,遇高热、明火也易引起燃烧,并产生有毒气体。其蒸气比空气重,能在较低处扩散到相当远的地方,遇明火会引起回燃。

因此,如何安全有效地存储PO,最大限度地降低PO物料损耗、减少大气污染问题,是化工行业一直关注的话题。并由上述PO物化特性可知,储存PO过程中,对于储罐内温度、压力等的控制至关重要^[6]。

1 环氧丙烷存储技术研究现状

据文献[7]记载,研究者通过彻底改变现有储

罐的方式进行PO的存储。研究者的设计方案是把普通储罐更换为压力罐(球罐)来储存环氧丙烷。但根据行业特点来说,球罐一般是用于盛放甲A类易燃物质,并不是专门用来盛放像环氧丙烷这种甲B类易燃物质。球罐作为压力罐来讲,其技术要求非常高。球罐的装置工艺虽能满足环氧丙烷的存放要求,但是相比普通储罐,球罐的制造、组装和焊接要求极其严格,工序也非常复杂,检验工作量大,制造成本较高,费用一般是普通储罐的4~5倍,占地面积也达到了普通储罐的1.5倍左右。而且球罐是由多块球瓣拼装而成,须严格保证装配尺寸精度,以防止在球壳局部部位产生过高的附加应力,所以只能在现场拼装焊接,需要非常严格的现场施工质量管理。球罐的技改方案代价大大超过普通储罐。对于许多已经建成的库区来讲,这种改造方法的代价无疑是企业无法承担的。

据文献[8]记载,研究者采用了冷凝气相环氧丙烷的方式进行回收气相环氧丙烷。研究者利用储罐库区现有的冷冻设备设计改造了气相冷凝回收系统,用以回收气化的环氧丙烷,这种方法的优点是降低物料损耗。但是,该设计方案只考虑了环氧丙烷气体的液化处理方式,并没有对温度过高的环氧丙烷液体做出任何降温处理。

收稿日期:2014-12-15

作者简介:史先召(1967-),男,本科,高级经济师,高级国际商务师,工程师,现主要从事化工储运技术的研究;黄伟金(1979-),男,本科,工程师,长期从事化工储运技术的研究,通讯联系人,0523-86991200, qianhui88i@126.com。

2 PO 存储技术改造方案

本文中针对环氧丙烷物化特性,从安全环保经济的角度综合考虑,对现有库区拱顶立式储罐(普通储罐)提出了技术改造方案,设计了相对应的气、液相冷凝回流循环装置,整个系统密闭作业,工艺结构简单,施工改造方便,造价相对较低。这种技术改造方案有效地解决了 PO 储存过程中储罐的气相平衡。因为设计研究这种气、液相 PO 物料循环冷凝系统不仅很大程度降低了 PO 损耗,又因为该系统密闭,也大大降低了环境污染,最终实现了 PO 常压下安全有效的储存目标。

3 具体技术改造工艺

3.1 工艺流程图

图1为环氧丙烷存储装置技术改造的整体工艺流程简图。

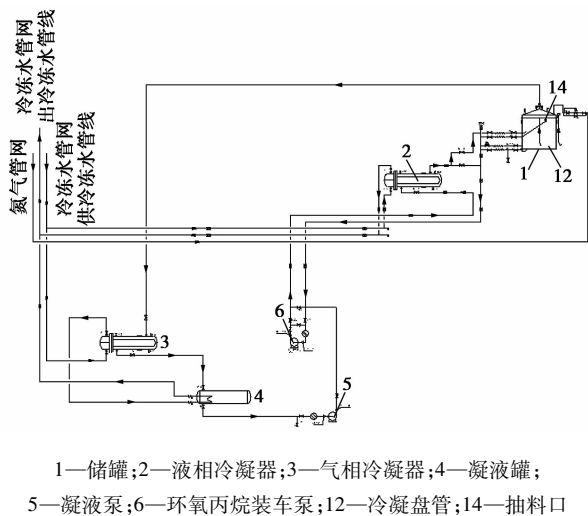


图1 工艺设计流程图

3.2 工艺流程简介

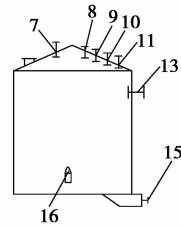
3.2.1 整体工艺设计流程

为了实现 PO 安全环保有效的储运目标,做了如图1所示的技术改造。PO 存储装置使用的是拱顶立式储罐1,经过合理的管道设计将储罐1与液相冷凝器2、气相冷凝器3、凝液罐4和凝液泵5相连接,而凝液罐4则是通过管道一端连接气相冷凝器3,另一端与凝液泵5连接。

3.2.2 储罐改造设计

根据图2拱顶立式储罐放大简图可知,储罐内设置了智能雷达液位计8、多点温度计9、压力变送器11等控制装置。其中智能雷达液位计用来监控储罐内 PO 的液位,压力变送器用来调节储罐内的

压力,多点温度计则实时检测储罐内的温度。



7—单向呼吸阀;8—智能雷达液位计;9—多点温度计;
10—氮封调节阀;11—压力变送器;13—液位报警装置;
15—排污口;16—人孔

图2 储罐放大简图

研究人员在储罐内还设置了浮动抽料装置和罐底进料旋转喷头。安装浮动抽料装置的目的是用来将储罐内 PO 物料抽取至管道,设置旋转喷头的目的则是用来搅拌物料,使 PO 物料达到均匀降温的作用。另外,储罐内设有单向呼吸阀7(见图2),用来将超压气体排至气相冷凝器,安装氮封调节阀用来调节氮封压力。储罐内液面上部设置有抽料口14(见图1),用来将上层高温物料抽取至外部设备。

储罐底部设置冷凝盘管,用来对进入储罐底部的 PO 物料进行降温,这就使得储罐内高温处物料降温回流至罐底,经过循环热传递,储罐内 PO 物料就能够在短时间内降温至设计安全储运温度。设计人员在储罐顶外部设置保冷层和冷凝盘管。环氧丙烷罐顶温度较高,容易产生挥发的气体,因而在储罐顶外部也采用冷凝盘管,当环氧丙烷气体挥发至罐顶时,外部冷凝盘管会将气体冷凝成液体又回到罐内。这种顶部与底部的双重冷凝盘管使得罐内环氧丙烷温度始终处于安全的温度范围内,且大大降低了环氧丙烷的损耗。

3.2.3 智能控制系统设计

该项目的控制装置通过智能信息化技术的手段,采用集散控制系统(亦称 DSC 控制系统)的控制方式,由中央控制室的多台计算机进行实时分散监控(部分监控画面如图3所示),从而进一步确保储存的安全性。

如图3所示,罐区采用 DCS 控制系统来监控整个储罐状态和工艺参数,整个控制系统将现场的仪表信号(流量、温度、泵阀压力、液位等)送至中央控制室数据库,进入 DCS 控制系统。所有关键参数都集中在控制室控制,在中央控制室的计算机上就可对现场的阀门和仪表等设备进行监控和操作。如图3左上图所示,对环氧丙烷储罐的液位、温度和氮封压力进行重点监管,其中的某一参数一旦超过设

定值,监控系统就会发出警示音,同时图中静态圆点也会相应变成不停闪烁状态。中控室的人员可以通过操作控制系统进行相应调节,也可以通知现场操作人员进行确认和操作,这样不仅达到降低危险的目的,又节省人力,同时也提高控制的质量和安全性。

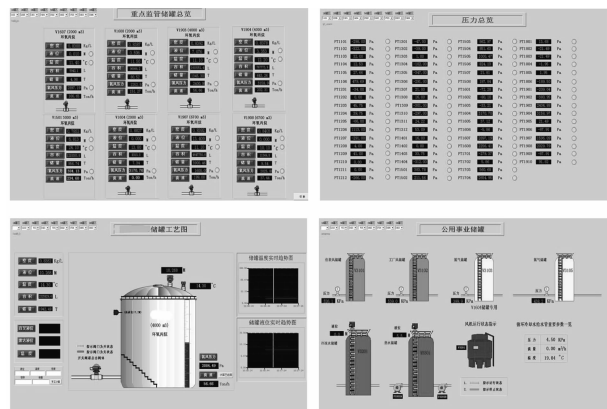


图 3 环氧丙烷储罐工艺监控图

3.2.4 设备管线保冷层的设计

为进一步保证 PO 储存的安全性和冷却效果,在储罐顶外部设置保冷层(采用聚氨酯整体喷涂,其保冷效果好)进一步降低环氧丙烷的损耗。在管道、气相冷凝器、液相冷凝器、凝液罐、凝液泵的外部均设置保冷层,不仅能进一步降低环氧丙烷温度,而且能使其物料的损耗降低很多。

总体来说,该气、液相 PO 循环冷凝系统整体结构简单、成本较低,并且该装置实现了在常压状态下存储环氧丙烷,整套系统密封,对大气没有任何污染。它不仅增强了安全性,提高了企业的经济效益,同时也降低了环境污染。

3.2.5 冷凝循环系统运作流程

PO 物料在整个存储装置中的工作流程主要步骤:①首先,储罐内的热 PO 物料通过抽料口进入液相冷凝器;②通过液相冷凝器冷却、降温后,冷的 PO 物料被泵送至储罐底部;③PO 在储罐底部冷凝盘管作用下继续降温,继而会在短时间内就能达到设定的安全储运温度;④另外,从罐顶挥发的气体则进入相应的气相冷凝器,进行气相 PO 的冷却回收处理。

当储罐内压力高于 4.5 kPa 或 PO 物料温度高于 15℃时,可利用装车泵将储罐内物料抽入液相冷凝器循环冷却;装车泵的进口料取自储罐内浮动抽料装置,通过冷凝器后进入专设进罐管道,该管道在储罐内设置旋转喷头,一有物料进入,旋转碰头自动搅拌,达到均匀降温作用。

4 工艺改造后储存效果分析

相比于现有 PO 的其他储存工艺技术,本设计有益效果如下。

(1)储罐内设置控制装置,实时控制罐内的压强、温度和液位,保证正常储运的条件。

(2)储罐的底部和罐顶的外部均设置冷凝盘管,这种底部与顶部的双重冷却设置使得罐内环氧丙烷温度始终处于安全温度范围内。

(3)所有通物料的管线以及设备均设置保冷层,进一步降低环氧丙烷的温度,进一步确保了安全性。

(4)存储工艺中通过气相冷凝器、液相冷凝器的配合使用,减少了物料的挥发,从而减少损耗。

该技术方案有效地实现了在常压下存储环氧丙烷,并且整套系统在密闭的环境中进行,对大气几乎无污染;整个装置结构简单,造价成本低,资源得到合理有效地配置。

5 结语

目前,化工行业虽然面临着严峻的挑战,但对环氧丙烷的需求量仍呈现稳步增长的趋势,本文中阐述的环氧丙烷储存装置是在企业现有储罐上进行的气、液相冷凝循环系统的技术改造,不仅满足了企业对于存储环氧丙烷的安全要求和经济需求,同时也响应了国家“资源节约型、环境友好型”的可持续发展理念。

参考文献

- [1] 尹红,陈志荣,吕德伟. 环氧乙烷环氧丙烷共聚中的分子结构设计研究[J]. 精细石油化工, 2000, (1): 22-24.
- [2] 沈菊华. 环氧丙烷生产技术发展动向[J]. 化工技术经济, 2001, (1): 13-15.
- [3] 王宏宏,刘晓晖,卢冠忠. 环氧丙烷的合成及催化剂研究新进展[J]. 工艺催化, 2002, 10(4): 32-39.
- [4] 卢冠忠,金国杰. 环氧丙烷合成技术的研究进展及展望[J]. 化工进展, 2004, 23(11): 1153-1160.
- [5] 张敏. 大型低温液体贮罐设计制造[J]. 深冷技术, 2006, (3): 22-26.
- [6] 王珊,黄维秋,董军波. 储运过程中的油品蒸发及回收[J]. 油气储运, 2008, 27(12): 56-59.
- [7] 王钟晖. 采用气相冷凝系统回收储罐中的气相环氧丙烷[J]. 精细石油化工进展, 2007, 8(4): 50-52.
- [8] 郭会蕊,夏存芝. 改变环氧丙烷储存方式的研究[J]. 广东化工, 2009, 36(11): 218-219. ■