

The Design Points of Nitrogen Sealing System for Atmospheric Pressure and Low Pressure Storage Tank

Yan Li

Shandong Fuhai Petrochemical Engineering Co., Ltd. Nantong Branch, Nantong, Jiangsu, 255095, China

Abstract

In the operation process of light oil storage tank, there are often problems such as respiratory loss, severe waste of oil, and even increase the oil and gas explosion space in the storage tank. In addition, when the concentration of hydrogen sulfide in the oil is high, a large amount of ferrous sulfide is easy to produce, increasing the risk of material spontaneous combustion. In view of the above situation, the nitrogen sealing system of the storage tank can be fully utilized to increase the sealing of the storage tank through the nitrogen pipeline, breathing valve, nitrogen valve, emergency pressure relief valve and other devices, so as to ensure that the oil and gas space in the tank is moderate to maintain the nitrogen sealing state of positive pressure, and realize the safe operation of the storage tank. The paper mainly on the atmospheric pressure and low pressure tank nitrogen sealing system design analysis, especially for the nitrogen sealing system principle, pressure design principle, gas supply calculation method, considerations, so as to effectively play the role of the application of tank nitrogen sealing system, ensure the safety of the tank, avoid outside gas pollution tank material, has played an important role in the petrochemical industry.

Keywords

atmospheric pressure storage tank; low-pressure storage tank; nitrogen sealing system; design key points

常压及低压储罐的氮封系统设计要点思考

栗艳

山东富海石化工程有限公司南通分公司, 中国·江苏南通 255095

摘要

在轻质油储罐运行过程中, 往往存在储罐呼吸损耗等问题, 油品大量挥发浪费严重, 甚至加大储罐内油气爆炸空间; 此外当油品中的硫化氢浓度较高时, 容易产生大量的硫化亚铁, 加大物料自燃风险。针对以上情况, 可以充分利用储罐氮封系统, 通过氮气管线、呼吸阀、氮气阀、紧急泄压阀等装置, 增加储罐密封性, 确保罐内油气空间始终保持正压的氮气封存状态, 实现储罐安全运行。论文主要对常压及低压储罐的氮封系统设计要点进行分析, 尤其对氮封系统的原理、压力设计原则、供气量计算方法、注意事项等进行详细分析, 从而有效发挥储罐氮封系统的应用作用, 保障储罐安全, 避免外界气体污染罐内物料, 在石油化工行业发挥了重要作用。

关键词

常压储罐; 低压储罐; 氮封系统; 设计要点

1 引言

在石油化工企业运行中, 物料在存储、运输过程中往往会发生挥发现象, 不仅造成极大的物料浪费, 还会致使外界气体进入储罐造成物料污染。此外, 由于储罐内物料外输、温度变化等因素影响, 致使罐内气体压力波动较大, 危害储罐稳定运行。基于此, 需要利用氮封系统增加储罐密封性, 保障整体氮气处于封存状态, 实现常压、低压储罐的灵活性处理, 减少罐内有氧环境, 减少自燃风险。

2 氮封技术原理

通常情况下, 氮封系统包含氮封阀、呼吸阀、泄氮阀、紧急泄放装置等构成。当需要把储罐中的物料输送出来时, 储罐内的液面会下降, 气相容积增大, 罐内气相压力减小^[1]。这种情况下, 为了保障储罐安全运行, 需要打开氮封阀, 并向储罐内持续注入氮气, 确保储罐内的氮气压力增高到氮封阀压力设定值时, 就需要自动关闭氮封阀; 当需要向储罐内输送物料时, 储罐内的气相容积会逐渐降低, 罐内压力越来越高, 当压力值超过泄氮阀设定值, 就需要打开阀门, 把储罐内的氮气向外界释放, 这样可以降低储罐内的氮气压力, 当储罐内的氮气压力达到泄氮阀压力设定值时, 就会自动关闭泄氮阀。如果氮封阀和泄氮阀不能正常运行时, 需要利用呼吸阀代替氮封阀、泄氮阀对整个储罐安全进行保护。当发

【作者简介】栗艳(1985-), 女, 中国山东德州人, 硕士, 工程师, 从事化工工艺设计、化工管道设计研究。

生火灾时,储罐内液体在热气影响下温度升高,蒸发量加大,这时候就需要利用紧急泄放装置把储罐内的气体释放出来,进而控制储罐内的压力,避免储罐受到损坏。在氮封系统实际应用中,需要结合实际情况,优化改造内浮顶储罐,如封堵储罐罐壁通气口,通过安装呼吸阀进而保障氮封系统安全性;此外还需要安装紧急泄放阀,进而避免氮封系统发生故障问题,避免储罐发生超压、负压问题,防止发生抽瘪事故^[2]。其中氮封系统主要引用在内浮顶储罐和固定顶储罐中。其中,氮封系统流程如图1所示。

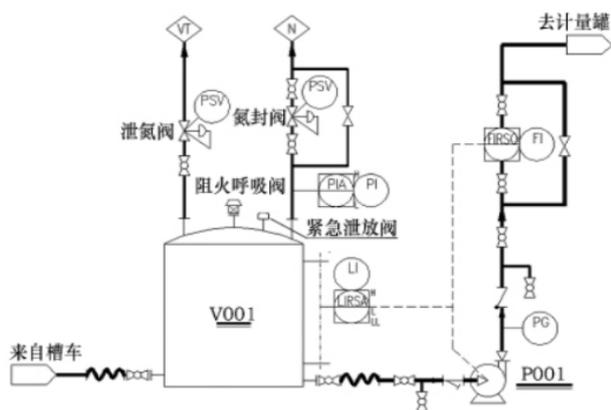


图1 氮封系统流程

3 氮封系统压力设计原则

钢制立式圆筒形固定顶储罐的设计压力通常需要设置在 $-0.5\sim 2\text{kPa}$ 。为了保障氮封系统安全运行,需要确保各个安全附件压力区间没有交集。一旦不同安全附件定压误差过大或者压力区间出现交集等问题,就会影响氮封系统的正常运行。通常情况下,在氮封系统设计过程中,需要确保泄氮阀压力值在氮封阀压力值以上,这样可以减少供氮装置、泄氮装置的启动频率,减少氮气浪费,且能够进一步提升整体设备装置的使用寿命^[3];呼吸阀呼出设定值需要在泄氮阀压力值以上,且在氮封阀压力设定值以下;灌顶呼吸阀能够对储罐安全进行良好保护,尤其是在氮封阀、泄氮阀不能正常工作的状态下,需要呼吸阀发挥其保护功能,避免储罐受到损坏。

4 氮封系统供气量计算

氮封装置的供气量影响因素主要有物料外输量、气相冷凝、收缩量等。其中氮封装置供气量控制原则如以下公式所示:氮封装置供气量 \geq 物料外输储罐需补充气量+罐内气体冷凝和收缩所需补充的气量。罐内外输补充气量就是最大输出能力;在气温骤降影响下致使储罐内的气体收缩、迅速冷凝等引起罐内气相降低,就要结合实际需求向储罐内补充气量^[4]。按照相关规范要求,当储罐有效容积超过 3180m^3 ,补充起量和储罐壳体表面积呈现比例关系,最小补充气量为 $0.6\text{m}^3/\text{m}^2$;当有效容积在 3180m^3 以下时,最小

补充气量为 $0.178\text{m}^3/\text{m}^2$;以上所需气量的总量再加上一一定量的损耗,就是单个储罐氮封系统所需消耗的氮气的量。以上气量允许储罐内气体每小时温度变化 37.8°C 。

5 氮封系统使用工况

储罐系统往往需要结合实际生产需要对罐内的气体进行外输或者内输,为了避免这一过程中储罐内物料受到外界气体污染产生化学反应,需要充分发挥氮封系统的作用,利用补充、释放储罐内的氮气等方式,确保储罐内的压力始终保持稳定,避免储罐内物料与外界气体相接触^[5]。氮封系统主要在不同大型储罐气封保护系统中进行使用,如储存介质闪点在 60°C 以下,且物料易燃易爆;储存介质毒性大且挥发性较强;储存介质含硫且储罐材质为碳钢时,会生成硫化亚铁,此时需要利用氮封系统避免该物质出现自燃问题;对水溶性介质进行储存时需要利用氮封系统控制水分;储存介质与空气接触发生聚合等。

6 氮封系统的应用优势

储罐氮封系统属于自力式微压力控制系统,能够保障容器顶部保护气体压力的稳定性,避免储罐内出现可燃环境,同时能够结合储罐内压力情况对罐内气体进行排放,如当气温突然下降时会引起储罐内物料蒸汽出现冷凝现象,或者当储罐内物料外输致使液面降低时,会致使储罐内压力降低,这时候需要开启氮封阀,并向储罐内补充氮气,这样可以防止常压储罐出现真空问题,防止内外压差过大致使储罐被压瘪的问题^[6];氮封系统的应用,还能够保护储存物料,尤其可以避免外界气体进入到储罐内对罐内物料造成污染,进而保障物料的安全性,使其能够长期保存;氮封系统的应用能够减少大气环境污染,该系统的应用能够确保储罐内部始终处于微正压状态,这样可以降低物料蒸发量,减少物料挥发。氮封装置应用较为灵活,且节能效果较好,能够保障整体装置可靠性运行,方便后期维修和操作,在石油化工行业获得了良好的应用前景。在氮封装置应用过程中不需要额外消耗能源,可以在没有电、没有燃气的情况下,充分利用被调介质能量作为动力源,充分利用压力阀指挥器针对性控制压力阀芯位置,这样可以通过调节流经阀门介质流量的途径,保障阀门后端压力的稳定性和可靠性,使其压力保持恒定。还可以结合实际情况对氮封装置的供氮压力进行灵活性设置,并能够使其连续运行,此外还能够利用调节氮封阀顶部调节螺丝的方式,改变弹簧受力情况,实现设定压力范围工艺值的灵活性调整。

7 氮封技术的影响因素

储罐中的物料往往受到物料性质、密度、作业环境等因素的影响,致使物料蒸发损耗严重。因此,在氮封系统设置中需要充分考量以下因素:①温度变化,室外环境温度变化会引起储罐内物料温度的变化,进而改变物料饱和蒸汽

压。当储罐内物料温度持续增高时,会导致液面上部的气体出现膨胀现象,液面物料蒸发量也越来越高,进而致使储罐气体压力过高,引起膨胀呼气问题。当储罐内的物料温度降低时,液面上部气体出现收缩凝结现象,罐内气压降低,引起收缩吸气问题^[7]。②液位变化,在储罐进料、输料过程中,会引起罐内液位出现改变,进而引起储罐压力改变。当向储罐内输入物料时,液位逐渐升高,气相空间压缩,罐内压力升高,一旦储罐排气不顺畅,很有可能引起鼓罐现象;外输物料时,罐内的液位降低,气相空间越来越大,气压降低,这是就要向罐内补气,不然会加大瘪罐事故。③隔绝空气,如果储罐内的物料属于易燃易爆品、有毒品等,为了减少呼吸因素引起的物料损耗,避免有毒有害气体泄露到空气中污染环境,需要引进氮封系统,利用呼吸阀、紧急泄放阀等装置对储罐进行保护,进而避免外界气体进入储罐,避免物料受到污染,避免储罐超压、负压损坏等问题引起储罐损坏。

8 注意事项

在氮封系统设计过程中,为了保障氮气供气管的安全运行,需要将其接管位置设置在与泄氮管接口较远的位置,同时需要从罐顶部插入储罐内20cm左右,这样可以避免氮气出现短路问题。呼吸阀需要安装在储罐气源的最高点,这样可以减少物料蒸发引起的损耗,只有这样才能确保储罐呼吸能够在火灾事故中与最大通道直接连接。此外需要在灌顶中心对称安装两个呼吸阀,且要优化选择呼吸阀规格,尽量选择全开启式的呼吸阀。此外,要结合环境温度、物料性质等优化选择物料类型,尤其可以通过防冻、防结晶等措施对呼吸阀进行保护。当在寒冷天气使用时,需要使用全天候呼吸阀进行安装。在氮封系统设计中,需要将氮封阀前压力设计在2.5kPa以下,如果现场压力较高,需要在阀前安装一个特定型号的自力式压力调节阀,这样可以对现场压力进行有效调节,使其不超过1kPa,这样可以保障整体储罐的安全性使用。在氮封系统设计中,需要结合实际情况,把氮封阀、泄氮阀安装在与灌顶不远的位置,尽量不要安装在罐底部,这样可以防止因为背压管线过长引起较大的压力调节误差等问题。在氮封系统设计中,需要因地制宜,根据当地地形、气候条件,选择针对性的保温隔热措施,此外还需

要对氮气储罐容量进行科学设置,这样可以实现供气量最小化,有效控制设备投资,减少整体设备运行费用,最大程度上节省成本^[8]。虽然氮封系统能够减少储罐内组分挥发,但是当饱和蒸汽超过76kPa时,需要使用压力容器进行储存,这样可以源头控制氮封系统稳定性;此外还需要做好密封系统的改造工作,针对液位计密封、检尺孔密封、泡沫发生器密封等部分进行针对性改造处理,减少泄露问题,尤其要在使用前开展正负压试验,保障储罐密实性。要优化回收装置设计,减少油品损耗程度,对温度进行合理控制,优化氮封系统的回收系统,减少油品损耗程度,同时与尾气回收系统联合应用,减少油品挥发损失,降低环境污染。

9 结语

综上所述,为保障常压及低压储罐的安全运行,减少油品挥发浪费,需要对氮封系统进行优化应用,充分发挥呼吸阀、紧急泄放阀等装置的功能作用,进而降低物料损耗,减少外界气体进入储罐内,避免内部物料受到污染,同时降低环境污染,保障整体储罐的安全性和可靠性。因此要结合石化化工行业的实际需求,优化设计常压及低压储罐的氮封系统,使其在石油化工行业发挥重要作用。

参考文献

- [1] 邢银全.常压及低压储罐安全泄放系统设计分析[J].云南化工,2021,48(12):116-118.
- [2] 韩志萍.低压储罐三级压力保护的设置与计算[J].石油化工安全环保技术,2021,37(5):22-26+37.
- [3] 兰曙阳,王子伟,蔡世昌.低压液体化工品储罐氮封装置的常见故障和维修应用[J].港口科技,2020(8):4-5+10.
- [4] 伊建华.常压、低压储罐压力泄放设施设定压力及呼吸量精确计算[J].化工设计,2018,28(6):35-37+1-2.
- [5] 李雪娟.石油化工常压及低压储罐的氮封系统设计[J].低碳世界,2018(6):359-360.
- [6] 冯浩.浅析低压储罐设计[J].石化技术,2018,25(2):110.
- [7] 范丛峰,张梦华.可燃介质低压储罐氮封系统设计和呼吸气量的计算[J].山东化工,2017,46(6):114-115.
- [8] 王佰亮.石油化工常压及低压储罐的氮封系统设计[J].化工设计,2016,26(5):14-16+21.