

浅谈原油储罐密闭脱水器对常减压装置的影响

邵明辉

华北石化公司储运部

DOI:10.12238/etd.v6i4.15483

[摘要] 本文就原油储罐使用密闭脱水器后对常减压装置的多方面影响展开讨论。在精准把控脱水过程中,密闭脱水器减小了水击现象,并稳定了进料的流量及温度,从而明显加强了常减压装置的平稳运行情况,而且它可降低原油中的含水量,并减轻了设备因原油水分导致的腐蚀和结垢状况,进而改善了设备的使用寿命并削减了维护费用,另外它也能削减污染物的排放量,改良生产的安全性。从真实案例中可以发现,密闭脱水器的运用产生了可观的经济效益与环境效益,为炼油企业的安全生产,高效运作及绿色发展提供了强有力的支撑。

[关键词] 原油储罐; 密闭脱水器; 常减压装置; 影响分析

中图分类号: U698.5 文献标识码: A

A Brief Discussion on the Impact of Closed Dehydrators in Crude Oil Storage Tanks on Atmospheric and Vacuum Distillation Units

Minghui Shao

Storage and Transportation Department of Huabei Petrochemical Company

[Abstract] This article discusses the various impacts of using a sealed dehydrator on the atmospheric and vacuum distillation unit in crude oil storage tanks. In the precise control of the dehydration process, the sealed dehydrator reduces water hammer and stabilizes the flow rate and temperature of the feed, thereby significantly enhancing the smooth operation of the atmospheric and vacuum distillation unit. It can also reduce the water content in crude oil and alleviate the corrosion and scaling caused by crude oil moisture, thereby improving the service life of the equipment and reducing maintenance costs. In addition, it can also reduce pollutant emissions and improve production safety. From real cases, it can be found that the use of sealed dehydrators has produced considerable economic and environmental benefits, contributing to the safe production, efficient operation, and green development of refining enterprises. Development provides strong support.

[Key words] crude oil storage tank; Closed dehydrator; Atmospheric and vacuum distillation equipment; impact analysis

引言

随着环保要求的日益严格和炼油企业对生产精细化管理的追求,密闭脱水器在原油储罐中的应用逐渐普及,为装置的安全生产和高效运行提供有益参考。

1 原油储罐使用密闭脱水器的必要性

1.1 传统脱水方式的弊端

传统的原油储罐脱水多采用人工脱水或简单的自动脱水至罐下污水池,再通过地下管道输送至污水处理系统的方式。这种方式存在诸多弊端,脱水过程中,原油中的挥发性有机化合物(VOCs)、硫化氢等有毒有害气体大量挥发到空气中,不仅污染环境,还对现场作业人员的身体健康构成严重威胁。由于这些有毒气体密度比空气大,易在地面附近聚集,长期沉降可能渗入土壤,

造成土壤污染。脱水过程中存在漏油风险,一旦发生,泄漏的油因粘度大,易堵塞下水道,不仅造成环境污染和安全隐患,还导致原油浪费。地下污水管道若发生破损或渗漏,难以及时发现,污水会污染土壤和地下水,违反相关环保法规。

1.2 密闭脱水器的优势

密闭脱水器能够有效克服传统脱水方式的不足。其在密闭环境下进行脱水操作,极大程度减少了有毒有害气体的挥发,降低了对环境和人员的危害。通过精确的油水界面检测和自动控制技术,可实现精准脱水,减少脱水带油现象,提高原油利用率,降低后续污水处理难度。密闭脱水系统通常配备完善的监控和报警装置,能实时监测脱水过程,及时发现并处理异常情况,提高了脱水操作的安全性和可靠性。部分密闭脱水器还具备油泥

截留和回收功能,进一步提升了资源利用率,减少了对环境的污染^[1]。

2 储运部原油罐区密闭脱水器的工作原理

2.1 工作原理

储运部原油罐区使用的密闭脱水器主要是利用物理方式实现原油水分的精准分离并加以排除,此装置的设计依据的是油水密度差异这个最基础的物理现象,同时还结合电导率、超声波传播特点等综合因素,形成智能化的脱水监测与控制系统,脱水器内部集成了多套高精度的传感器阵列,并且它们可以随时对脱水管道内部介质的密度梯度、电导率变化以及超声波回声特征等多种关键信息予以获取,在经过多参数融合分析算法之后,就能动态地勾画出油水混合物的分层界面轮廓图像。

当监测数据达到油水界面到达预定的脱水阈值位置时,控制系统就会启动排水执行机构,这时电磁阀组会立刻打开排水通道,依靠重力,下层水分通过专门管道被排出系统之外,这一过程完全处在密闭环境中进行,避免了传统敞开式脱水手段可能会造成的油气散逸,环境污染之类的麻烦事。伴随着脱水工作的继续推进,一旦传感器察觉到排水口附近介质密度出现突然变化,也就是通常所说的电导率急剧下降并且超声波衰减系数也减小的时候,这意味着水分大概已经差不多排尽,这个时候系统就会立刻关掉排水阀门,防止原油外漏白白浪费。

现代智能型密闭脱水器还加入了机器学习算法,创建起原油物性参数数据库之后,系统就能自动辨别不同批次原油的密度、粘度、含水率等特性参数,而且依靠历史运行数据,设备可以随时调整检测阈值和脱水策略,即便原油性质出现波动或者工况改变,像是温度、压力变化之类的情况,依然可以做到±0.5%的脱水精确度,这种自适应调节能力让设备适应复杂工况的能力大幅提升,很适合在海上平台,边际油田这样环境条件变化无常的地方使用。

2.2 超声波式密闭脱水器

超声波式脱水器属于密闭脱水技术的关键分支,依靠独特的检测原理在工业界得到广泛应用,它的工作原理依赖于超声波在不同介质里传播时所表现出的特性差异,当频率处于20kHz-1MHz范围内的超声波束垂直射向油水交界面的时候,因为水的声阻抗大约为 $1.5 \times 10^6 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,而原油的声阻抗则约为 $0.8 \times 10^6 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,所以会在界面处引发明显的反射回波现象,利用精密手段来测定发射波与回波之间的时间差 Δt ,再配合已知的声速数值(水中约为1480m/s,原油中约为1300m/s),系统便可以准确地算出油水界面的即时位置。

但这项技术的执行对安装工艺有很高的要求,超声波探头与罐体的轴向夹角需要精确控制在正负0.5度之间,不然就会造成声束发散角变大从而产生检测盲区,某炼化企业的真实情况表明,当探头倾斜角度超过1.5度的时候,界面检测误差会陡然增长到15毫米以上,而且设备的成本结构当中,压电陶瓷换能器占到了40%,高端产品单台价格可以达到传统机械式设备的3到5

倍,后期维护要配备专门的声学分析仪,每隔两年还要做一次换能器性能标定,这些都是超声波技术难以普及的因素。

为冲破应用瓶颈,行业正尝试复合式检测方案,最新研发的智能传感器实现了超声波与微波雷达的融合检测,凭借双模数据交叉验证,在维持原有精度的同时,把安装容差放宽到 $\pm 2^\circ$,设备综合成本下降约25%,这样的技术迭代方向显示,未来密闭脱水系统会朝着更集成、更适应环境的方向发展,给原油储运环节的智能化转型赋予关键技术支撑^[2]。

3 原油储罐使用密闭脱水器对常减压装置的影响

3.1 对常减压装置平稳运行的影响

3.1.1 减少水击现象

在实际生产过程中,水击的危害不可轻视,小小的管道震动就有可能引发管道衔接处松动,进而产生渗漏现象,从而影响到生产环境的安全与卫生,严重的水击还可能直接破坏管道,阀门等设备,比如巨大的冲击力就会造成管道破裂,阀门密封失效,甚至造成设备结构上的损坏,这些设备一旦发生故障,常减压装置就无法正常运作,而且还要花费大量的时间和人力,物力去修理或者更换,严重影响生产进程,加大生产开支。

相比之下,采用密闭脱水器之后,情况就大有改观,密闭脱水器具备精确控制脱水速率和水量的功能,它可以按照原油的具体情况以及工艺需求,稳定又均匀地把水分从原油里分离出来,通过精确控制,防止大量水瞬间涌入进料系统,从而缩减水击现象出现的次数和强度,既保证了常减压装置进料系统的稳定运行,又减小了设备故障的风险,而且还能延长设备的使用寿命,为装置长时间稳定运行提供有力支持。

3.1.2 稳定进料流量和温度

原油含水量不稳的时候,输进常减压装置的进料流量和温度就会发生波动,进料流量的波动会打乱装置里各个塔器的物料平衡,传质,传热过程就无法稳定开展,拿蒸馏塔来说,进料流量突然变动,塔内的液位和气液相分布就会发生改变,从而影响到分离效果,使得产品纯度下降,进料温度的波动同样会给装置运行带来不利影响,温度过高或者过低都会影响到化学反应的速率和平衡,造成产品质量变差。

密闭脱水器的应用很好的解决了这个问题,它可以保证进入常减压装置的原油含水量保持在一个较低的水平,极大的降低了由于水分变化造成的原油物性变化,从而使得进料流量和温度更为稳定,为常减压装置各塔器内传质、传热提供了稳定的基础,在稳定的进料条件下,各塔器可以按照设计的要求正常进行分离和反应操作,使装置操作更加稳定,控制更加准确,使装置可以在更好的工况下运行,减少了由于进料波动造成的不合格产品和生产波动,提高了产品的合格率和生产效率。

3.2 对常减压装置设备维护的影响

3.2.1 减轻设备腐蚀

以常减压塔为例,塔壁、塔盘等部件长期处在高温、高湿、含有腐蚀性介质的环境里,腐蚀现象较为严重,塔壁被腐蚀之后会变薄,塔体的强度和稳定性都会下降,泄漏的可能性加大,塔

盘腐蚀会干扰它的分离效能,致使产品质量下滑,换热器的管束也容易遭受腐蚀,管束被腐蚀以后会变薄甚至穿孔,造成换热器泄漏,进而影响装置的正常运作。

使用密闭脱水器降低原油含水量后,进入到装置中的腐蚀性介质会大量减少,因为水分是溶解盐类等腐蚀性物质的主要载体,所以减少水分就是减少腐蚀性物质的带入量。例如在实际生产中,采用密闭脱水器后,常减压塔的塔壁、塔盘、换热器管束等设备的腐蚀速率明显降低,既延长了设备的使用寿命,减少了设备维修和更换的次数,又降低了设备维护的成本。

3.2.2减少结垢现象

原油里含有各种各样的杂质与盐分,在常减压装置运行期间,水分蒸发的时候,杂质和盐分很容易在设备表面沉积下来,造成结垢现象,这种现象在换热器等设备上更为常见,换热器管壁上的盐垢会影响其传热效率,盐垢的导热系数比金属管壁低很多,大量盐垢堆积会导致热量传递受阻,换热器必须耗费更多能量才能达到同样的换热效果,从而增加能源消耗。

密闭脱水器的运用削减了原油中的水分及盐分混进常减压装置,降低了结垢的概率,即便长久运行,装备表面的结垢现象也不再那么严重,如此一来,换热器等产品就能维持其传热能力,整个装置的高能运行就有了保障,结垢引发的清洗与养护工作得以减少,这样做的结果就是降低了维护花费,而且装置运行效率也被提高,稳定运作时,产品的质量同样会得到提升,这样也就增强了企业的市场竞争力。

3.3对常减压装置环保与安全的影响

3.3.1减少污染物排放

传统脱水方式中挥发到空气中的有毒有害气体是炼油企业重要的污染源之一。使用密闭脱水器后,从源头上减少了VOCs等污染物的排放,改善了装置周边的空气质量,降低了对环境的污染风险。稳定的原油质量和高效的常减压装置运行,减少了因产品质量不合格或生产波动导致的废气、废水和废渣等污染物的产生,使炼油企业在环保方面的压力显著减轻,有助于企业满足日益严格的环保法规要求,提升企业的社会形象。

3.3.2提高生产安全性

密闭脱水器的应用降低了脱水过程中因有毒有害气体泄漏引发的安全风险,保障了现场作业人员的生命安全。减少了常减压装置因水击、设备腐蚀等问题导致的设备损坏和事故发生概

率,提高了装置的本质安全水平。完善的监控和报警系统能及时发现脱水过程中的异常情况,采取相应措施进行处理,避免事故的扩大。在常减压装置运行过程中,稳定的进料条件和设备状态也有助于减少操作失误引发的安全事故,为企业的安全生产提供了有力保障^[3]。

4 原油储罐使用密闭脱水器的实际案例分析

炼油企业年加工原油能力达800万吨,原油储罐区原有脱水方式为人工和半自动相结合,脱水过程中存在异味散发、脱水带油等问题,且对常减压装置的平稳运行和产品质量产生一定影响。储运部原油储罐进行改造,安装了超声波式密闭脱水器,并配套建设了远程监控系统。改造后,脱水过程中的异味问题得到彻底解决,周边环境空气质量明显改善。进入常减压装置的原油含水量稳定控制在0.25%以下,水击现象基本消除,装置进料流量和温度波动范围大幅缩小,操作稳定性显著提高,产品纯度和收率均有所提升。

5 结论

原油储罐使用密闭脱水器对常减压装置具有多方面的积极影响。在平稳运行方面,稳定进料流量和温度;产品质量上,降低产品含水量,提高纯度和收率;设备维护层面,减轻设备腐蚀和结垢;环保与安全角度,减少污染物排放,提升生产安全性。实际案例也充分证明了密闭脱水器应用后带来的显著效益。然而,在应用过程中也存在一些问题,如设备故障、原油性质影响及维护管理难度大等,通过加强设备维护,随着技术的不断进步和应用经验的积累,密闭脱水器将在炼油企业中发挥更大作用,助力企业实现安全生产、高效运行和绿色发展的目标,为炼油行业的可持续发展提供有力支撑。

[参考文献]

[1]张国峰,谷红兵,王平胜.油品储罐密闭自动脱水电磁控制系统探究[J].化工管理,2023,(35):64-66.

[2]杜娟,孙润林,蒋志明,等.原油储罐自动脱水器选型研究[J].天然气与石油,2021,39(06):45-49.

[3]孙永.油罐自动脱水器功能需求分析[J].化工管理,2018,(35):37.

作者简介:

邵明辉(1968--),男,汉族,河北沧州人,本科,工程师,从事油品储运研究。