

轻污油储罐油水分离优化改进

纪贻翔（中海油惠州石化有限责任公司，广东 惠州 516086）

摘要：油罐自动脱水，特别是原油罐、污油罐的自动脱水，一直是个世界性难题，之所以难是因为这些油品特性决定的，具备以下一种或多种特性：油品密度大、粘度高、含固多、乳化层厚、带水严重等等，加之生产企业经常要求快速、大量脱水满足需求，国内外绝大多数脱水器都无法满足这一需求。在本次的探讨污油罐油水分离的优化改进中，根据翻阅的文献、图书以及自身的经验对如何优化改进污油罐油水分离问题提出了一些小建议，希望能够对同行业的人员有所帮助。

关键词：污油；储罐；切水；选型；密闭；外送

某炼厂污油罐的污水中氯离子、氨氮超标，污油带水无论进常减压还是进催化、焦化回炼，都可能在塔内或管线内形成氯化铵结盐，且氯离子对不锈钢材质腐蚀严重，故需要对污油储罐进行油水分离，确保污油回炼过程不会造成管线腐蚀。

1 改进前某炼厂轻污油回炼带水问题

某炼厂装置往污油系统退油，组分较为复杂，多次采样发现污油罐硫化物大于 200mg/L，现场人工脱水时 H_2S 中毒风险较大，且进入污提也会对周边环境造成人员中毒风险，由于介质中含硫化物及氰化物，因此流程上需密闭输送，传统脱水方式会有大量的 VOCs 排出，会增加后续处理 VOCs 的麻烦。故考虑选择合适的自动脱水器及密闭外送设施，达到实现污油罐油水分离，将储罐水送至酸性水汽提装置，同时也保证污油能够正常回炼，减少操作人员现场脱水、采样中毒风险。

2 自动脱水器的原理及选型

在石油化工企业，原油、成品油、污油储罐中会沉降出一些明水，为保证油品质量，必须将储罐中的明水及时排出以保持水位不超过规定的高度。以前储罐切水主要采用人工操作的方法，在储罐底部专设一个手动脱水阀，在罐内沉降足够时间后，由人工到罐旁打开切水阀门，并监视整个切水过程。

传统的机械型脱水机由切水罐、内浮筒、外浮筒背压阀等主体部分构成。油罐起火的切水管道直接连通于切水罐入口，大油罐中着火下部的可能贫油的水分将流入切水罐内，在切水罐中利用水和油的密度差，及其在同一个密封容器内压力处处相同的原则，将油水界面张力从切水罐中分离出来，上部的残油将流回大油罐火灾内，而水分则将沉向切水罐底，准确平衡物的内浮筒的位置随着油水的界面上下而变动。依靠

内浮筒上下运动作动力源，内浮筒底部的背压阀作为排水阀，便能灵活有效地控制水的排放，达到自动切水阻油之目的。

智能型自动脱水器可分为超声波传感器和液柱谐振式传感器。

2.1 超声波探测器

超声波探测器发出一束超声波信号，此信息在穿过相应含量的液体并传播一定距离（L）外的一段距离后，在向对面的超声波反射面反射后，再重新送到超声波传感器探测器。在这一过程中，超声波信号传输了两倍的探头间距距离。通过测量超声波信号从发出到接收的传输时间和已知的探头间距，就能够计算出超声波在介质中的声速。

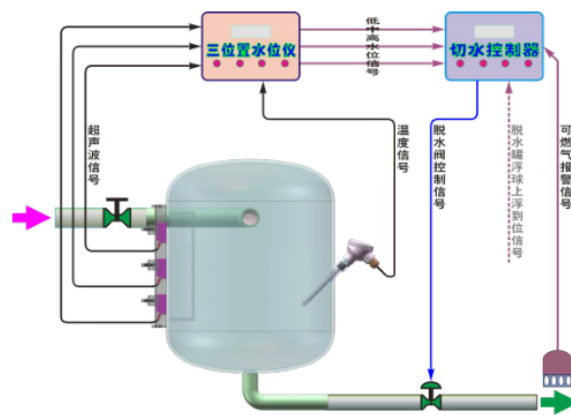


图 1

三通道界面仪型号：FILHZ-A1-X-Y-Z

其中：X：每小时排水量；Y：介质密度；Z：是否有伴热，A 为无保温型，B 为蒸气伴热型。

例：FILHZ-A1-10-0.8-A 表示切水量为 10t/h，介质密度为 0.8，没有保温装置的全自动切水器。

主要技术参数：①切水含油量小于 10ppm；②切水量 10-30m³/h；③环境温度在 -45℃至 +80℃之间；

④压力 $\leq 0.5\text{MPa}$ ；⑤可用于轻油、重油、原油、石油液化气及各种化工溶液。

FILHZ-A1 型直浮式储罐全自动切水器的技术特点及应用要点，在实际应用中，用户往往会根据储罐的类型、容积、介质等的不同，在应用直浮式自动切水器的前提下，增加不同的冗余方式，达到进一步提高切水系统安全性的目标。

污油的粘度高含有大量钠的成分，钠极易积垢，从而影响使用。用于污油罐脱水时，可加装上中下三组外贴式超声波液位仪表，利用超声波在水中和在油中具有不同声速的特点，准确反应出切水罐内的油面位置。配合浮球的位置信号。可保证切水的安全可靠，杜绝不动作或跑油。

2.2 液柱谐振式传感器

液柱谐振式传感器是利用振动元件与被检测液体一起，以一定的频率产生谐振。其谐振频率与被测液体的粘度和密度密切相关。水中含有微量的油，也会影响水的粘度和密度，从而在谐振频率上产生较大的变化。因此，根据检测谐振频率的变化可推导出水中含油量。

脱水器的主体是一根倾斜的管道，在管道上安装有两个判断油水的传感器，能够在线检测水中含油量。当两个传感器都检测到水中含油量足够低，达到脱水设定值要求时，以最小开度开启脱水调节阀，并逐步增大。任何一个传感器检测到水中含油量超过设定值时，都将关闭脱水阀。

进到脱水器中的油回到油罐、油罐中的水进到脱水器，传感器再次检测到水中油含量足够低时，再次开启脱水阀。脱水阀的开度按照一定的公式计算，并实时调整，一直保持最大开度。当传感器出现任何故障时，谐振信号消失，也就不会导致阀门误开而跑油。

2.2.1 自动清洗功能

传感器的振动元件检测灵敏，反应速度快。因与介质直接接触，避免振动元件的污染至关重要，经过多年摸索，目前采用活塞方式清洗，在恒压、恒流的情况下利用脱水器内的水，进行冲洗，为长期可靠运行提供了保障。

2.2.2 自动休眠和唤醒功能

脱水器大多数时间都处于等待状态，因此给脱水器增加了休眠功能。脱水器脱完水以后，自动进入休眠状态，油含量传感器不工作、阀门关闭、停运，只维持伴热不冻不凝的状态。脱水器的休眠功能提高了

设备可靠性，延长了使用寿命。

脱水器休眠有以下几种唤醒方式：①脱水器会定时自动唤醒，有水脱水、无水休眠；②当压力传感器检测到油罐进油时，联锁唤醒，进入工作状态；③在操作室通过 DCS 后台唤醒或操作工到现场用遥控器唤醒。

2.2.3 自动回油功能

在脱水过程中，传感器检测到油含量超标，脱水阀自动关闭，需要回油，脱水器将打开气源三通阀 V1，压缩空气（或仪表风、氮气）进入活塞内，活塞通过油压将压缸内的介质（油或水）从底部压出；浮球受压将堵住底部出口，缸内的介质（油或水）将从回油管回到油罐。

同时，一部分缸内介质经冲洗管，对传感器进行冲洗。

关闭三通阀 V1，在储罐自压作用下，活塞将上移到最高处，并从三通阀 V1 排出缸内压缩空气（或仪表风、氮气）。同时，油罐底部的介质（水或油）经油罐脱水口进入脱水器。

活塞缸内的浮球的密度为 920kg/m^3 。活塞缸内的介质为水时，缸内的浮球将浮起。缸内的水可与脱水器内的油进行自动置换；活塞缸内的介质为油时，浮球将沉在缸底。

脱水口无论直排式、虹吸式，无论离地高、低，均可以实现稳定、可靠的自动回油。

活塞通常须一年维护保养一次。活塞渗漏时，脱水器会自动报警。

3 密闭油罐自动脱水器

选择好的自动脱水器油水分离及密闭外送，能够实现轻污油罐油水分离，将储罐水送至酸性水汽提装置，同时也能保证其他污油罐回炼轻污油不带水，减少操作人员现场脱水、采样中毒风险。

原油、污油罐脱水关键指标是控制水中的含油量，切水多少取决于含油量的设定值，可以快脱和慢脱，根据生产要求灵活设定；可以理解为机器模仿替代的人工切水。

采用独特的管道式结构，不需要油水界面，根据含油量实现快速脱水；脱水带出的油泥能随水一起排出，不需要定期清理。

3.1 密闭脱水功能

当选用密闭脱水时，脱水器上需增设配备两个观察视镜：前视镜用于观察油罐中是否还有水没脱完；

后视镜用于观察脱水是否带油。当储罐中的介质为原油、污油等黑色的油品时,通过视镜可以直接观察到油水界面。当储罐中的介质为无色透明的油品时,通过视镜内的界面指示器可以清楚的观察到油水界面。视镜容易被污染,可以手动提拉清洗手柄,完成清洗;也可以自动清洗:①按动气源按钮,即可完成清洗;②脱水器感知有人靠近时,即启动自动清洗。

当脱出来的水中含有大量的油泥,进入密闭管线后易造成管道堵塞,可在脱水器尾部增设一个沉沙罐,截留污水中的油泥,每年定期清理一次即可。

3.2 油罐自动脱水密闭输送系统

为解决密闭输送的问题,很多的用户和设计院都是做一个比较大的污水罐(40m³以上)收集储罐脱出来的含油污水。当液位到达设定的高液位时,启动污水泵,将污水抽走;抽到设定的低液位时,停泵。同时,检测污水罐中油污的量,一旦发现跑油,就需要紧急处理。这样,在污水罐的呼吸口必然会有大量的VOCs排出,会增加后续处理VOCs的麻烦且油含量极低,脱出的水不会在污水罐内形成油水界面,更不会发生跑油事故,因此可以采用简单的密闭输送方法。如图2所示:

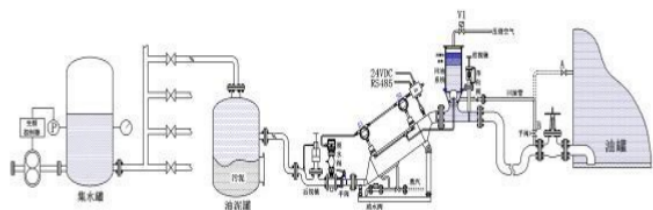


图2

多台脱水器排出的水,可以集中输送到一个密闭集水罐。集水罐的出口安装一台变频泵。通过检测集水罐内的压力,控制变频泵的流量,使集水罐的压力维持在一个稳定的水平(1.5m水柱),保证脱水器的出口不憋压,实现顺利脱水。变频泵采用容积泵,既可以输送集水罐内的液体,也可以输送集水罐内的气体,保持集水罐压力不会因为气体和气温而产生波动。每台脱水器的出口管线上,安装一个单向阀,防止串罐。

新增自动脱水器及油泥罐集成撬装置,新增自油泥罐出口至集水罐入口管线,并增加单向阀防止回流。新增集水罐及容积泵集成撬装置,新增泵出口线及所属附件,泵出口管线接入至酸性水系统线。常规脱水器单台最大脱水速度为15t/h,与储罐沉降、分层的速

度完美契合,能满足绝大部分场合的需要;当需要更快的脱水速度时,只需要增大脱水器主管道的直径即可,最大也能提供单台脱水速度为40t/h,再大时因为流速会影响传感器的灵敏度,建议适当增加脱水器的台数,以满足快速脱水的需求。

密闭脱水既能满足高品质的脱水,脱出的水中油量含极低;也能满足快速高效把油中乳化水全部切干净。为了保障使用效果,密闭脱水器还增加了DCS远传功能,确保脱水器运行的实时数据能够传到DCS画面上,便于中控内操监控,能够看到每一台脱水器的详细信息和实时数据,以及历史数据和曲线。脱水器一旦出现故障,后台监控系统会自动报警。查看历史数据,就能分析出故障原因,为快速处理故障提供了可靠的保障。

4 自动脱水器安装后操作要点

污油罐脱水及回炼控制要点:中控内操监控油水界面,确保传感器传输信号正常,当远程信号判断为水时,打开进集水罐阀门,当集水罐高位时,及时启动转子泵送至酸性水汽提装置。因转子泵为容积式泵,故要确保后路流程通,保证外送不憋压。同时,应该增加保护措施,例如,出口管线增加安全阀,泄压回污油罐,也可以增加回流保护,增加出入口跨线,根据出口压力进行调节阀开度。

5 结论

污油罐自动脱水器密闭外送,主要是为了分离储罐中油水,旧传统是依靠人工脱水,这样子不仅加大操作人员劳动强度,而且脱水带出的有毒气体也会造成较大安全风险,操作人员责任心不足还会造成跑油事件。随着科技的不断进步,智能化自动脱水器应该更加广泛在各大炼厂、油库中使用。在完成选择好的自动脱水器前提下,又增加了密闭外送,不仅解决了脱水过程因硫化氢浓度高,含油污水池味道大、VOCS超标难治理、人员中毒等难题,也解决了重新增加机泵成本。所以我们不仅要提高罐区智能化水平,更要加强储罐管理手段,提高工艺技术水平。

参考文献:

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

作者简介:

纪贻翔(1990-),男,汉族,广东普宁人,大学本科,中级职称,研究方向:储罐油水分离设备设施优化改进。