

自动切水器在储运罐区中的设计与应用研究

沙世昌 王 状 (山东裕龙石化有限公司, 山东 烟台 265700)

摘要:本文基于对自动切水器的特点、工作原理与应用优势的基础上,深入探究在不同类型油罐实际操作中自动切水器设计安装及应用中的注意事项,最后对其操作要点提出几点建议,以供相关研究参考。

关键词:自动切水器;油罐;储运罐区;设计应用

中图分类号: TE972 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167(2025)014-0112-03

Design and Application Research of Automatic Water Cut Device in Storage and Transportation Tank Area

Sha Shichang Wang Zhuang (Shandong Yulong Petrochemical Co., Ltd., Yantai Shandong 265700, China)

Abstract: Based on the characteristics, working principles, and application advantages of automatic water cutters, this article explores in depth the design and installation of automatic water cutters in practical operations of different types of oil tanks, as well as the precautions to be taken. Finally, several suggestions for their operation points are proposed for relevant research reference.

Keywords: automatic water cutter; Oil tank; Storage and transportation tank area; application

1 自动切水器结构特点及工作原理

1.1 自动切水器的结构及特点

自动切水器结构简单,主要由进水口、排水口、罐体、浮桶、连杆、无背压阀门等组成。其特点主要为:不用电源,根本上保证了罐区防火、防爆的要求;无需外加动力,环保节能,不需要人工操作自动控制切水,运行时没有噪音,适用于不同比重的油品及其他化工产品液体的分离,具有广泛的适用性,其维护成本也相对较低。此外,自动切水器还具有一些其他特点,如切水结束后能够保持一定高度的水位形成自动水封,确保无油品外泄;底部设有排污阀,便于清洗和维护等。

1.2 自动切水器的工作原理

自动切水器工作原理主要基于浮力原理和杠杆原理。它利用不同油品介质与水的密度差产生的浮力,通过浮筒在油水介质中的浮力差,使浮筒上下运动。即如图1所示,自动切水器装置内部装配有中心导向杆,该导向杆与浮筒形成固定连接。装置的侧面装有能够旋转的连杆,其一端与中心导向杆相接,另一端则与无反压阀门的拉杆相连接。无反压阀门底部与排水口相接,整个系统依靠重力驱动,利用容器内液体的压力以及油水密度的差异来产生足够的浮力。该系统结合浮力原理和敏感的杠杆机制,并通过放大装置来控制特制无反压阀门的开关动作。如图2所示,系统还采用旋流导板设计,以加快油水分离过程,并将分离出的油品迅速送回储油罐中,实现自动排水和油品收集的功能。

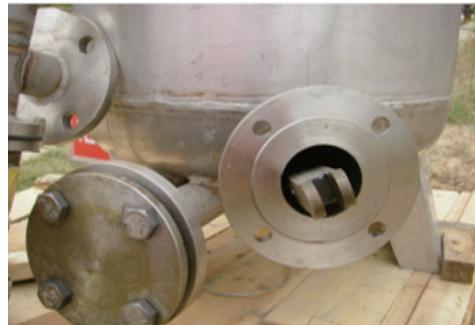


图1 中央导杆与浮桶固连可转动的连杆



图2 使用中的自动切水器

此外,一些先进的自动切水器还采用了短波液质谐振吸收工作原理,通过检测被测液体介质的温度、密度、介电常数等参数,精确计算出水中含油率,并根据含油率的大小自动控制调节阀的开度和关闭。

2 自动切水器工作过程分析

2.1 切水器工作运行过程

某化工企业采用的切水设备统一为机械类型,其中在液化气储罐区使用的是YQS-V10-B型号,而剩

余罐区则使用 QS-VXX-Y 型号。这些设备以构造简洁、平衡块固定无需调整、安装便捷、排水效率高、回油迅速、自动进行切水作业以及安全性高为显著特征。

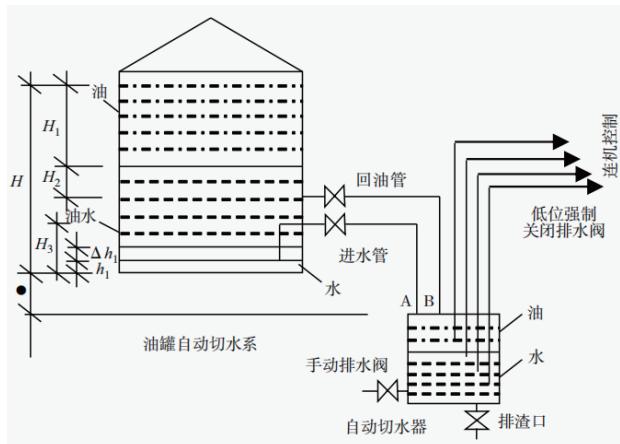


图 3 WBTS 油罐自动切水系统示意图

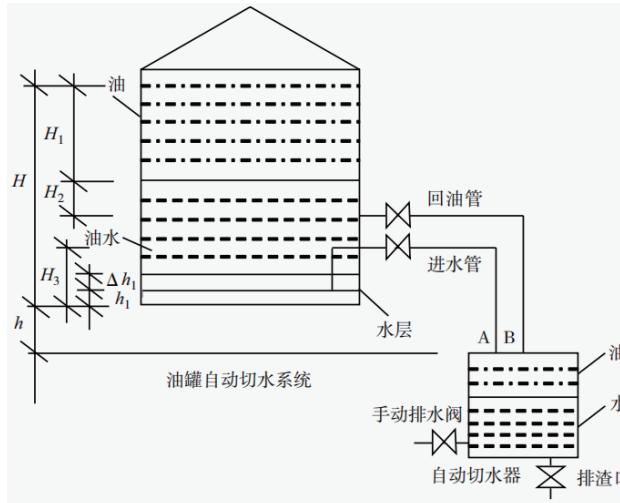


图 4 QS-VXX-Y 型油罐自动切水器示意图

设油的密度为 $\rho_{\text{油}}$ ，水的密度为 $\rho_{\text{水}}$ ，混合后的油水密度位于两者之中，即 $\rho_{\text{油}} < \rho_{\text{油}} + \rho_{\text{水}} < \rho_{\text{水}}$ 。在起始时刻，油罐与切水器开始泵入密度为 $\rho_{\text{油}} + \rho_{\text{水}}$ 的混合液体，此时可以将它们视为两个分隔的个体。在经过 t 时间的自然分层之后，油罐与切水器的底部各自积聚了高度为 h_1 的水层，上层则是油层。随后，在 Δt 时间间隔后，油罐内水层的高度上升至 $h + \Delta h_1$ ，此时水面已经覆盖了进水管的入口。由于切水器的顶部安装位置低于油罐底部，并且其设计采用了虹吸原理，导致进水管在此时完全被水填满。

油品通过虹吸原理，源源不断地经过回油管道抵达储油罐顶部油层，此过程中，水不会反向流入罐内。脱水器内部水分持续积聚，一旦水位上升到特定高度，不同类型的脱水装置会启动各自的排水分控机制。① 针对 WBTS 型号的脱水器，当上端感应器侦测到水位时，微电脑控制系统将开启脱水出口阀，实现脱水操

作。待油面降至下端感应器位置，微电脑系统则会指挥关闭出口阀。② 而某化工企业所采用的 QS-VXX-Y 型和 YQS-V10-B 型脱水器，其工作原理为：水位上升至一定高度，浮球（浮桶）受浮力作用上升，进而驱动机械结构开启脱水出口阀以排放水分。随着水位降至特定水平，油水混合物的上浮力相应减弱，使得浮标（浮筒）下沉，回归初始位置，进而封锁脱水排放阀门。如此循环往复，便完成了自动排水的操作。虽然这两种型号的排水装置在基本工作原理上相差无几，然而在控制机制上却各有千秋。

2.2 适用范围

适用范围：① 通过理论推断，在油品密度 $\rho_{\text{油}}$ 低于水密度 $\rho_{\text{水}}$ 的情况下，能够利用自动脱水装置执行脱水操作；② 若油品密度与水密度相差无几，或是油品粘度较高，则不宜使用机械式自动脱水装置，由于在当前情况下，油和水的密度 ρ 存在微小差距，导致脱水设备的均衡调节工作变得更加复杂；③ 鉴于石油及其相关产品易生成油包水 (W/O) 或水包油 (O/W) 类型的乳液，常规上不建议单独使用自动切水器，但可以考虑与破乳装置共同运作；④ 自动切水器在针对轻质油品和液化石油气的自动脱水作业中更为适宜。

3 设计安装及应用中的注意事项

3.1 设计安装注意事项

精心设计和安装自动排水装置是确保其顺畅运作的关键，若装置安装不当，则无法发挥自动排水的功能，同时也便于日常操作，更无法保障安全。自动排水装置中关键的杠杆机构需要选用高灵敏度的类型，以保障其动作的敏捷性和信赖度：① 在挑选自动切水装置的过程中，必须全面考虑油品的特性，若油水密度差不大、易形成油水乳状液或含有较多杂质，则建议不使用自动排水装置；② 自动切水装置的设计选择应与油罐设计同步进行，根据不同类型的排水装置，相应设计油罐的排水和回油系统；③ 在安装之前，需要细致检查设备的外观以及排水阀等关键部件是否有受损情况，若发现影响性能的问题，应及时与生产商联系进行更换；④ 安装过程中，需依照油品介质密度的不同，由制造商负责调整配重，以保障切水装置能够正常且高效地工作；⑤ 切水器的给水管路可根据虹吸式与直连式两种方式进行布局；采用虹吸式布局时，水管可直接由储罐壁贯穿接入，实现彻底的排水效果。而直连式布局则需在罐体内设置积水坑，并将水管引至积水坑中，以确保罐壁的坚固性和排水的彻底性。在此情形下，推荐虹吸式布局，某化工企业的实践表明，除了球形储罐外，其余设备均使用直接连

接于油罐排水管的虹吸方式；⑥对于采用虹吸式布局的切水器，必须配备回油管路，避免因油水密度不同和U形弯的存在，而不能有效回流油品；⑦在使用直连式布局的切水器中，可以考虑不设置回油管路。设计时，储油罐与切水器之间的连接管道不宜过细，建议直径不小于DN150，并确保管道的储罐端稍高于切水器端。必须避免管道储罐端低于切水器端，以及上下袋式配管的错误布局，这些错误会导致无法回油。即便如此，仍建议在设计中考虑增设回油管路；⑧安装切水器过程中，必须确保其顶端标高低于油罐底部（积水坑）的标高，以防止油罐底部积水，导致脱水不彻底；⑨安设回油管时，其高度须高于进水管，两者高差至少200mm，且回油管直径应不小于DN50，以确保回油顺畅；⑩在切水器入口法兰与油罐排水口之间，以及回油管上，各安装一个小型手动阀门，以便于进行检查，确保切水器能够安全切换；⑪根据油品性质，考虑在切水器进水口处增设过滤器；⑫在设计储油罐时，为有效脱除水分并保障切水器工作效率，建议设计带有集水坑的储油罐结构。

3.2 切水器的应用及注意事项

熟练掌握切水器的操作技巧，留意操作过程中的关键要点，并严格执行切水器的日常维护与保养措施：①在切水器组装到位之后，先行关闭出水控制阀，然后利用水源进行设备内部空气的排出。操作时，需开启回油管及进水管的阀门，让水逐渐充满储水容器，水位上升。对于机械式脱水器，其工作流程包括：浮球（容器）随水位上升，自动开启排水阀，排出积水直至清空，随后油脂流入容器内，浮标（容器）下沉，自动封锁泄水口，实现排液动作，依此方式不断循环，达到自动断水的效果；②当设备安装完毕并开始运行时，可以在导入燃油的过程中同时打开回油管和给水管的控制阀，在执行排空程序的同时完成脱液作业；③对于液化气存储罐的清空作业终结后，正式启用时仅需开启回油管和给水管的控制阀。若采用氮气进行替换封存，则在导入燃料的同时开放回油管和给水管的控制阀，脱水过程则依照前面所述进行；④在低温区域操作时，需添置加热电缆以维持保温状态，确保在盘管加热过程中，切水器的给水入口及回油管道的阀门不得处于关闭状态；⑤按时检验平衡块，确保浮球的顺畅运作；⑥鉴于石油及其衍生物中水分可能含有铁质氧化物等微粒，长期积累可能在切水器底部沉积，从而影响阀门操作的灵活性，通常规定每三个月开启排放阀进行清污。

4 操作要点与建议

WBTS型号的切水装置可实现联动自动排水，并

配备了油位过低感应功能。一旦油液降至感应器的低限，系统便会自动关闭脱水出口阀，有效避免了因油位感应故障导致的漏油事故。此外，通过多台切水器的集中管控，还能显著提升作业效率。而对于某家煤制油化工企业所使用的机械自动排水装置，因其难以实现联动和集中控制，存在一定安全风险。为降低自动排水操作的安全隐患，建议实施以下措施来克服切水器自动排水的局限性：

首先，确保严格遵循操作规程，定期对排水装置进行维护与养护，以保证其持久的安全性和稳定性。其次，在巡检过程中，要细致入微地检查排水装置是否存在破损或损伤，一旦发现异常，应立刻切断水源，停止运作。再次，排油前需预留充足时间让储油罐完成油水分离过程，并利用人工水准仪测量水位，预估排水的所需时长，然后启动排水装置进行排油操作。在此过程中，操作人员必须坚守岗位，以确保安全。完成排水后，必须及时关闭排水出口阀门，防止因排水装置突发故障而导致的漏油事件。在日常操作中，应手动开启排泄口阀以排放储罐内积水，待排水作业完毕后，若无新的燃油即将注入，需及时关闭排泄口阀。至于液化气储罐排水，建议将人工控制与自动排水系统相结合，一旦积水达到设定高度，即手动启动排泄口阀进行排水。待水位降至安全值时关闭排水装置的出口阀门，这样既能防止因操作疏忽或错误导致液化气泄漏，又能减轻人工负担。

5 结论

通过本文研究，确保切水器未来运行稳定、高效，关键在于其设计的精准选择与安装的恰当性。深入掌握切水器的运作机制及操作要领，是确保其正确和安全使用的基础，这同样为切水器的后续维护和新增安装提供了科学且可靠的支持，从而保证切水器能够充分发挥其功能，实现既定的使用目标。

参考文献：

- [1] 夏宝良. 油罐自动切水器安装问题的探讨 [J]. 金陵科技, 2020(4):29-31.
- [2] 王磊, 王辉. 膜法技术在甲醇驰放气回收氢气中的应用 [J]. 煤化工, 2019, 43(2):27-29.
- [3] 过良. 自动切水器在油罐区的设计与应用分析 [J]. 石油化工, 2021, 42(5):542-546.

作者简介：

沙世昌（1999-），男，汉族，辽宁盖州人，本科，初级助理工程师，研究方向：自动控制。

王状（1993-），男，汉族，安徽阜阳人，本科，初级助理工程师，研究方向：机械设计制造及其自动化。