

化工品装车下装鹤管的应用

蔡宏源（中海油气（泰州）石化有限公司运行五部，江苏 泰州 225300）

摘要：航煤、石脑油、重芳烃、苯、甲苯、混合二甲苯等化工品装车位现采用上装浸没式鹤管。经过技术攻关，对上装鹤管的密封形式不断改良和升级，上装鹤管与槽车之间的密封采用上装气动锁紧式密封装置后，密封情况总体良好，上装形式在装车过程中已能很好改善 VOCs 挥发问题，但由于上装的特点，装车前及完成后抽拔鹤管的过程中，必然会引起抛洒滴漏，且短时间内槽车灌口敞口，加之部分槽车灌口尺寸不统一等原因使得密封无法完全密闭，装车全过程始终有油气挥发。通过底部装车得调研和改造后，彻底解决了装车全过程得低、零排放，同时有效增大了气相收集进油气回收系统得处理量，增加了污油得回收量，即环保又经济得解决了 VOCs 治理。

关键词：API 干式快速接头；下装鹤管；干式阀

装车场装卸芳烃类化工品，设 1 套 600Nm³/h 油气回收装置，用于回收苯、甲苯、混合二甲苯、重芳烃、石脑油装车时产生的油气，减少油气对大气的污染，有效的保护环境。装车鹤管数据如表 1。

表 1 鹤管装车一览表

鹤管型式	鹤管规格	数量	最大装载车量 m ³ /h	主要介质
航煤、重芳烃上装鹤管	液相 DN100, 气相 DN50	2	130	航煤、重芳烃
石脑油上装鹤管	液相 DN100, 气相 DN50	1	130	抽余油
混合二甲苯上装鹤管	液相 DN100, 气相 DN50	1	130	二甲苯
混合二甲苯、苯上装鹤管	液相 DN100, 气相 DN50	2	130	二甲苯、苯
甲苯汽车上装鹤管	液相 DN100, 气相 DN50	1	130	甲苯
重芳汽车上装鹤管	液相 DN100, 气相 DN50	2	130	重芳烃

根据《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570-2015）5.4.4 规定，装车应采用顶部浸没式或底部装载方式，顶部浸没式装载出油口距离罐底高度应小于 200mm。装车场最初设计是浸没式，满足规范要求。根据 GB37822-2019《挥发性有机物无组织排放控制标准》附录 A，厂区内非甲烷总烃（MMCH）监控点处任一次浓度限值不超过 30mg/m³ 的要求，检测 2# 棚装车过程中 VOCs 的情况，检测值 > 30mg/m³，平均值达到 89.2mg/m³，超过了国家标准规定的限值。

1 化工品装车技术现状

目前化工品装车采用上装鹤管进行装车，与槽车之间的密封采用的是上装气动锁紧式密封装置，密封情况总体良好，但由于上装的特点，装车完成抽拔鹤

管的过程中，必然会引起抛洒滴漏，且短时间内槽车灌口敞口，加之灌口尺寸不统一等原因使得密封面无法完全密闭，现场有油气挥发。现有上装鹤管操作方式为气缸式，鹤管结构复杂，检维修更换零部件复杂。鹤管安装在平台上面，操作人员及驾驶员须在平台上操作，驾驶员悬挂安全带在车顶操作，操作过程复杂且不安全，频繁上下平台影响装车效率。

2 改造及实施

随着国家对环保要求的提高，液体运输装备的技术改进也在不断地加大推进速度，特别是液体收发过程中的环保、安全、节能得到更多的关注，原有的上装鹤管已经不能满足相关要求，于是出现了下装式油罐车，随之，满足下装式油罐车装卸的下装鹤管新技术也越来越多地得到应用。国内早期出现的下装式车型大多是由国外引进的，随着下装式油罐车和油气回收产品的系统化和标准化，国内也有改造厂制造此种车型，下装式油罐车逐渐普及。这种设备是为了满足大规模集中油品配送而生产的，它一般有多个罐舱，可以一次配送多种不同牌号的油品，当然也可用于装运一种油品。

下装油罐车主要产品配件有：人孔盖、油气回收阀、油气回收接头、海底阀（紧急切断阀）、卸油阀、防溢流传感器等。下装车的装卸接口如图 1 所示。和上装车型不同的是，下装属于密闭装卸，一般配有高位液位探测和气相管道接口。下装接口如图 1。

较上装鹤管装车，下装装车能很好的解决上述问题。改造时将上装鹤管接口法兰处拆开，将新更换的下装鹤管（液相、气相）整体布置安装在原上装装车栈台上，改造原有管路，完善与栈台相配套的相关的

工艺及公用工程管道,原栈台上的控制仪表及批量控制系统整体不变,栈台下部安装停靠装置,防止下装鹤管接头随意摆动。装车场气相收集线为 DN50 的管线,而改造下装后的气相接头管为 DN80 管,考虑到气相管阻,更换 DN80 的气相收集管及配套阻火器。



图 1 下装车装卸接口

3 鹤管的主要结构分析

3.1 底装鹤管与液态烃发货鹤管结构

底装鹤管与液态烃发货鹤管装卸臂一般由内臂、外臂、内臂锁紧装置、旋转接头、平衡器、干式分离接头和拉断阀等部件组成。鹤管由 5 只旋转接头相互连接,以实现臂的三维运动,能保证在规定的包络空间的任何位置与槽车正确对接。鹤管底部配置弹簧缸平衡装置,用于平衡外臂和外伸臂等部件和管内液体的重力。使臂始终处于平衡状态。保持上下升降、左右旋转轻便灵活。

3.2 下装鹤管的主要结构

下装鹤管装卸臂由内臂、外臂、垂管(金属软管或复合软管构成)、旋转接头、平衡器、拉断阀、停靠装置、干式分离接头等部件组成。鹤管由 4 只旋转接头相互连接,以实现臂的三维运动,能保证在规定的包络空间的任何位置与槽车正确对接。装车鹤管顶部配置弹簧缸平衡装置,用于平衡外臂和垂管等部件和管内液体的重力。使臂始终处于平衡状态。保持上下升降、左右旋转轻便灵活。

改造后的每套下装鹤管由液相、气相鹤管组成,汽车下装连接:如图 2,它由三个旋转接头、一根复合软管、平衡系统和液相接头等组成。下装接口一般离地 500mm,为适应罐车车型接口高度的不同,此结构的外臂可围绕旋转接头 A 上仰或下俯,调节液相接头的高度 H1;采用软管连接适应罐车接口的不同尺寸和型号,外壁到接口的长度为 L2(其中软管一般取 3m),外臂 L(一般取 2m),使罐车接口处留有较大的操作空间。



图 2 汽车下装连接

每套下装鹤管还包括:API 干式分离接头(干式阀)、回转弯头、转接管、水平管总成、弹簧缸总成、连接管、回转油管、立柱、停靠装置、底装溢油静电保护器、拉断阀。

3.3 各部件功能说明

停靠装置:鹤管装车作业结束后,将气、液相快速接头与停位支架上的阳接头对接,防止接头随意摆动时遭到破坏。

底装溢防静电保护器:连接方式为“六孔插头”,有效的实现高液位保护功能防止冒罐事故的发生,同时带有现场静电接地现场报警功能、可有效防止因罐车静电接地不良而导致事故发生。

旋转接头、回转油管:鹤管最重要的组成部件。产品具有操作灵活、密封好,能适应较为恶劣的使用环境。其主要密封件为聚四氟乙烯,具有高耐磨性、自润滑性等特点,同时具有磨损自动补偿性使主密封具有较长的使用寿命。

水平管总成:与连接管、转接管等相连,可在水平面上上下回转,与软管联动实现精确对位。

液、气相复合软管:软管形式对位更加方便、灵活。

弹簧缸总成:平衡系统由耳轴、支架、弹簧、弹簧缸组成,平衡系统为压簧平衡方式,平衡系统使鹤管在工作范围内保持平衡。

拉断阀:能防止管路意外断裂造成的泄漏事故,该装置属于整个传输环节的弱连接点,达到设定条件即断开管路连接,而中间介质自封在管路中。

气、液相快速接头:采用干式分离接头与槽车连接,又称干式阀如图 3,其装拆安全方便且断开后无泄漏(小于 10mL),符合 API RP1004 标准。

干式阀的原理为两阀对接时,副阀推开主阀自锁钩板的碰钩,自锁钩板内端的定位钩从滑套的钩槽脱离,同时将压紧爪向四周推开,对接后,压紧爪扣入副阀体压紧槽内,此时主阀与副阀的壳体对接密封、阀芯对接密封。转动操控手柄,对接后限位推动滑套向前将压紧爪周向定位;继续转动手柄,通过凸轮轴带动连杆机构,推动对接的阀芯移动,离开阀口密封面,打开通道,介质可以流过。关闭时,反向转动操控手柄,主阀阀芯退回关闭阀口,副阀阀芯在弹簧作用下封堵位阀门,实现关闭,关闭后,两阀芯之间紧密接触,无空间留存介质,所以称之为干式阀。结构如图3。

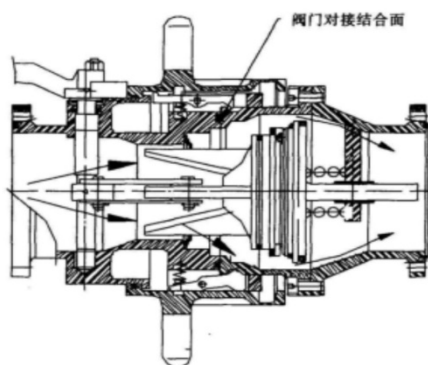


图3 干式阀结构图

3.4 下装鹤管优点

下装鹤管作为液体介质储运新技术与原上装式鹤管相比,具有许多优点:

3.4.1 消除安全隐患

上装鹤管由于油品对罐底的冲击,会产生大量静电,带来很大的安全隐患;而下装鹤管可以实现液体静态装车,回避油品与罐体的冲击,大大减少了静电和油气挥发的产生,解决装车过程中多年来存在的安全隐患。

3.4.2 保护环境

下装鹤管实现液面静态装车,没有油品的冲击,就大大减少了油气的挥发,保护了环境。此外,顶装罐管的密封实际上无法从根本上实现密闭装车(因为罐车顶部人孔的不规则);而下装鹤管通过快速接头在装车过程中与新型罐车配合使用完全可实现密闭装车,在现场使用便携式VOC气体检测仪检测的大气环境数据接近 $0\text{mg}/\text{m}^3$,真正意义上实现油气回收,既达到环保的要求,又能利于资源的二次回收利用。

3.4.3 经济效益

装车过程中车辆处于密闭状态,油气能全部回收

进油气回收系统,油气回收量增加,减少油气的损失。通过油气回收装置污油罐回收量统计现发车每吨回收量比原先每吨回收量高出约 0.024kg ,正常每辆车装货 30t ,通过计算可得每辆车可回收 0.72kg 油品。按照吨油 7500 元计算,每发一辆车可回收效益达 5.4 元。

3.4.4 操作方便

下装鹤管前端利用特种快速接头与罐车对接,使现场工作人员操作设备程序简单,人员操作鹤管在平地就可以完成;避免人员操作顶装鹤管时需要上栈桥和罐车进行高空作业。另外,下装鹤管一次可同时装多仓多品种,而过去顶装鹤管如要装同样的多品种,罐车要移位几次,大大地延长了装车时间,降低了生产效率,而且增加了员工的劳动负荷。工人在地面作业,可避免因顶部作业而坠落的危险。不用打开顶盖,可减少油气挥发及外界因素对油品质的影响。

4 改造后的效果

下装鹤管投用后操作便捷,操作人员不用在平台上操作,驾驶员不用登高悬挂安全带在车顶操作,操作过程实现本质安全,并提升装车效率。鹤位处检测的VOCs排放值达标,检测数据如表2所示。

表2 鹤位处检测的VOCs排放平均浓度统计表

日期	VOCs 排放平均浓度, ppm						平均值
	7#位	9#位	10#位	11#位	12#位	13#位	
2022.8.31	0	0	0	2	0	1	0.5
2022.9.5	0	1	0	0	1	0	0.33
2022.9.16	0	2	1	0	0	1	0.66

5 结语

汽车下装鹤管是为汽车灌装成品油(汽油、柴油等)、轻腐蚀及低粘度的液体化工品等介质而开发的一种专用灌装设备,采用API干式接头与槽车连接。鹤管采用全密闭设计,便于进行油气回收,可提高装车流量,还可多品种物料同时装车,提高装车工作效率与安全性,且达到环保要求。

参考文献:

- [1] GB 31570-2015. 石油炼制工业污染物排放标准[S]. 北京:国家质量监督检验检疫总局,2015.
- [2] GB 37822-2019. 挥发性有机物无组织排放控制标准[S]. 北京:生态环境部,2019.
- [3] 祖国希. 液化石油气操作技术与安全管理(第三版)[M]. 北京:化学工业出版社,2009.

作者简介:

蔡宏源(1991-),男,汉族,注册安全工程师,从事油品储运工艺技术、安全管理工作。