

油气储运站场安全阀设置

张砚雪 刘 娜 (山东中石大工程设计有限公司, 山东 东营 257000)

摘 要: 当油气储运站场的承压设备的内部压力超过安全阀的整定压力时, 阀瓣会快速打开, 安全阀起跳, 将超压介质有效排出, 在此过程中, 油气储运站场安全阀呈现全部开启的状态, 因此就要求安全阀需具备良好的稳定性; 当超压介质排放完毕后, 内部压力下降到规定范围内时, 安全阀会自动完成闭合, 承压设备则会恢复到正常运行状态, 在此阶段就要求安全阀具备良好的密封性能, 基于稳定性和密封性的要求, 笔者总结了安全阀在使用过程中的原则, 并针对安全阀设置、校验和维修等关键问题进行了探讨。

关键词: 石油天然气; 安全阀; 设置; 检修维护

0 引言

在油气储运站场承压类特种设备的运行过程中, 安全阀是非常重要的安全附件, 可以保证油气储运站场特种设备处于正常的运行状态, 能够有效地避免设备因超压而被破坏, 所以针对安全阀进行定期维护和校验是保证承压设备安全稳定运行的有效措施。

1 油气储运站场安全阀相关研究及设置原则

1.1 安全阀相关研究

安全阀是油气储运站场常用的一种自动阀门, 其作用为保护装置及容器, 防止内部压力超过额定的安全值, 对于安全生产起着十分重要的作用^[1]。一般情况下, 安全阀的选型与计算主要根据 API520—2020《炼油厂泄压装置的定径、选择和安装》及 API521—《安全阀计算规定》中关于安全阀各种工况的计算方法, 但在实际项目中, 安全阀的事故工况复杂多变, 即使混合流体的物性参数可借助模拟软件查询, 但不同的软件对混合物的物性参数及计算结果还是会存在少量的误差, 同时反复的迭代计算使得整个流程变得繁琐。国内也有不少学者使用模拟软件对安全阀的计算和选型进行了研究。孙义峰使用 Aspen Plus 对塔顶回流故障工况和火灾工况进行了泄放量和选型计算; 赵恒亮等介绍了 Aspen Plus 中安全阀的计算原理及火灾工况下的使用步骤; 张立宁等通过 HYSYS 动态模拟对 LNG 管路的安全阀泄放进行了热力学分析; 吴丽美等在 Aspen Plus 中对计算出的液体缓冲罐的不同喉径的安全阀进行了动态模拟对比。

1.2 设置原则

油气储运站场所用安全阀的类型众多, 相对的分类方法也很多。常见的分为弹簧式、波纹管式和先导式。每类安全阀有各自的特点, 弹簧式安全阀重量轻、易于操作、运行维护成本低, 是化工中常见的一种安

全阀; 背压波动较大或介质具有腐蚀性时可选择波纹管式; 先导式具有良好的密封性能, 受背压的影响小, 可安装在口径大、排量大的流体系统中^[2]。背压的大小也可作为选择安全阀类型的依据。一般情况下, 背压不超过整定压力的 10% 时选用弹簧式, 背压不超过整定压力的 30% 时选用波纹管式, 背压大于的整定压力的 50% 且低于 95% 或进、出口管道尺寸大于 200mm × 250mm 时, 使用先导式安全阀。例如: LNG 储罐操作时设定压力为 70kPa, 一般的弹簧式安全阀可能有慢泄漏现象, 且鉴于处于 -130 ~ -162℃ 低温条件及火灾工况下泄放量大, 通常选用低温先导式安全阀。同时由于环境外部热量输入导致 LNG 膨胀, 进而封闭管段超压、发生危险, 需要在液体存量 > 40 L 的罐体及管段上设置热膨胀安全阀 (TSV), 排放管道连接至气化气系统便于回收^[3], 罐体顶部设置安全阀, 按照模拟计算泄放量结果选型。

2 石油天然气常见储运方式

2.1 槽车运输

槽车运输是油气储运站场实现能源高效、环保运输的重要途径, 其在中短程运输中的优势更是不容小觑。然而, 在石油天然气槽车运输的实践环节中, 仍然存在着诸多挑战, 具体表现为以下几个方面。

首先, 槽车的设计和制造需满足低温、高压、低泄漏等严格要求。油气储运站场所用槽车采用疏水型材料为基础的保温层, 搭配高真空技术, 能够有效保证石油天然气在运输过程中的低蒸发率, 从而缓解车载存储罐内压力的增长, 提升运输效率。槽车的动力和操控性也不容忽视, 将直接决定能否适应复杂多变的道路条件。此外, 由于石油天然气的低温特性, 专用的低温防护装置及配套的液相、气相双回流装载技术同样必不可少, 能够有效防止槽车装载过程中所出

现的泄露、结冰问题。

其次,全面的运输安全管理体系至关重要,包括运输路线的科学规划、槽车驾驶员的专业培训、运输过程中的实时监控等,这些措施将有效防止和处理可能出现的运输事故^[4]。

2.2 船舶运输

船舶运输是长途和跨海能源运输的主流方式,其以庞大的运输能力和广阔的航线网络,在全球能源运输格局中扮演着关键角色。从船舶设计与制造的角度来看,因石油天然气的低温、易蒸发特性,船舶的货舱设计需采用高效的隔热材料和制冷系统,保证石油天然气在运输过程中的稳定储存。同时,还应考虑船舶的稳定性和航行性,使其适应不同海况下的运输需求。船舶载货与卸货的过程是对船舶运输技术与安全性的双重考验,必须确保在这两个关键环节中,运用精确控制的装卸技术和设备,以降低石油天然气的泄漏风险。装卸操作的专业人员,应具备丰富的实践经验,以应对可能出现的各种突发状况。在船舶运输中,航行的安全管理策略也非常关键,包括航线规划、天气预报、船舶动态监测等多方面的信息整合,需要实现实时、高效的传递,并做出迅速决策。

2.3 管道运输

管道运输的核心优势在于它连续性和稳定性,特别是在大规模、长距离的运输中显得尤为重要。相较于其他运输方式,油气储运站场管道运输的初始投资和维护成本可能较高,但从长期看来,它的高效和稳定性有助于实现经济目标,因此,需要相应地搭配尖端的管道设计与制造技术,如先进的耐腐蚀材料和控温系统,使管道能够在各种极端环境下长期稳定运作,无论是在管道建设还是在管道运行阶段,安全始终是首要任务。从预防性的视角出发,在设计和施工阶段应遵循严格的安全标准,确保管道的强度和韧性,以抵御地壳活动或恶劣天气的影响,并引入实时监测系统,以便快速发现和处理任何潜在的风险。

3 石油天然气储运站场中安全阀设置措施

3.1 把好源头设计关

第一,按照相关法规标准规范设计,油气储运站场设计文件中对安全阀型号、整定压力、调压范围、泄放管安装等提出明确要求;结合《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG21-2016) 9.1.3 要求,与设计部门共同研究安全阀装设截断阀的可行性,从根源上解决连续运行设备难以离线校验的问题;必须设

置截断阀时,应经使用单位安全技术负责人批准,并采用加铅封或锁定的方法保证设备运行时截断阀保持在全开状态。

第二,各单位应严格按照设计要求进行物资采购,重视入场验收,确保安全阀整定压力与弹簧压力等级相匹配。

第三,各单位应加强施工质量验收,业务主管部门必须有专业人员参加验收,确保安全阀及其配件安装正确^[5]。

3.2 把好校验关

近年来随着工业化进程的加快,油气储运站场承压类特种设备数量逐步增长,安全阀数量也同步增多。由于安全阀校验到期时间不一样,为了避免安全阀超期未检的风险,企业就会在不同的时间段为了拆卸送检安全阀而停车。如果是采用在设备上直接校验安全阀整定压力的模式,则会存在着一定的风险和限制。例如对于易燃易爆和有毒介质的承压设备,是不能采用直接在设备上升压进行安全阀校验的方式,而且设备升压还会存在使全系统达到瞬间超压的风险。对于安全阀数量巨大的油气储运站场来说,既能满足校验要求,又能减少停产损失,是他们迫切需要的校验模式。

目前,安全阀校验通常采用以下几种方式,第一种是企业将安全阀拆卸下来后,送到校验机构,在安全阀校验装置上进行升压试验测定开启压力^[6]。第二种是,针对安全阀到期又不能拆卸的企业,由校验人员去现场,在设备上进行校验。在校验中,应重点做好如下措施:

第一,确定校验周期。油气储运站场根据安全技术监察规程的要求对在役安全阀,需要保证至少每年进行一次校验,以弹簧直接式安全阀为例,在满足一定的条件下,经过使用单位批准,可适当延长安全阀的校验周期,通常是对在役安全阀进行 RBI(风险的检验)评价,计算失效可能性和失效后果,得出风险等级,据划分的等级确定其具体的检验周期,具体可参考 GB/T26610—2022《承压设备系统基于风险的检验实施导则》^[7]。

第二,在线校验。在线校验就是指在不拆除安全阀的前提下,对其整定压力和密封性能进行检测。在实际使用过程中,在线校验方法可分为以下几种。

3.2.1 采用辅助开启装置进行试验

该方法利用校验工具对油气储运站场安全阀施加

外部向上的附加力,使安全阀强制开启,并且对其整定压力进行检测。在整个过程中,需要确保承压设备系统的运行压力不足以开启安全阀,在线校验仪器包括数据采集、液压驱动系统以及机械夹具等,在校验过程中,液压驱动系统通过提供附加拉力强制开启安全阀,通过传感器测量附加的提升力。

3.2.2 采用被保护系统及其压力进行试验

该方法是在油气储运站场承压系统运行过程中,通过提升承压系统的运行压力,从而获得安全阀的具体整定压力,能够更加直观更加全面地反映出油气储运站场安全阀的实际运行状态,同时可以测试其工作性能。但在实际校验过程中,承压系统的工作介质有可能会给校验工作带来一定的不利影响,而且该方法需要承压系统的工作压力瞬间增加一定的量值,因此在校验过程中会存在一定的危险性,需要现场操作人员进行安全防护。在线校验方法有一定的适用范围,应根据油气储运站场运用情况选用合适的在线校验方法。比如采用辅助开启装置进行试验的方法不能用于非弹簧式安全阀;对先导式安全阀主阀不能校验;由于无法做到安全阀的排放后回座,因此也无法整定安全阀的回座压力;由于不能施加提升力,不能校验部分弹簧内置式、无阀杆的安全阀。

3.3 把好安全使用关

油气储运站场应监理完善安全阀台账,增加安全阀压力等级、设计压力、运行压力等数据;按照《安全阀安全技术监察规程》要求建立安全阀技术档案,安全阀与设备技术档案可合并建立;建立完善安全阀管理制度,编制检查表,开展定期自查和日常巡查。安全阀出现以下情况时,应当停止使用并更换、调整(前5种情况应予以报废):①阀瓣和阀座密封面损坏或导向零件锈蚀严重或阀芯与阀座粘死,已经无法修复;②调节圈锈蚀严重,已经无法进行调节;③弹簧严重腐蚀生锈,已经无法使用;④阀体有裂纹;⑤附件不全且无法配置;⑥超过校验期;⑦无产品合格证和铭牌;⑧性能不符合要求;⑨安全阀失灵或有故障时;⑩铅封损坏;⑪选型不当;⑫安全阀出口泄放管缩径或未引至安全地点;⑬截断阀未全开。

3.4 安全阀维护与维修

为了使安全阀始终保持良好的状态,油气储运站场除了要把控设计、制造、检验等环节外,安全阀的维修工作也是不容忽视的。维修前首先需要了解油气储运站场安全阀运行中常见的故障,针对各种故障分

析原因,合理安排维修工作可以有效提升维修效率。首先,应对安全阀内部进行彻底地清洁,安全阀运行过程中对于运行环境的要求相对较高,对安全阀内部定期清洁可避免杂质混入其中,导致安全阀堵塞,无法正常起跳;其次,要保证油气储运站场安全阀铅封的完整性,应定期对安全阀的铅封进行检查,确保铅封处于有效的密封状态。如果是杠杆式安全阀,还需要对重锤进行校验,查看其是否存在松动或者移动的现象;再次,还需要对安全阀密封面泄漏问题进行高度关注,及时采取必要的维修措施,例如对密封面进行研磨或者更换密封面,密封面泄漏很有可能会从微量泄漏逐步演变成大量泄漏,最终影响到整个承压系统的运行状态;最后,油气储运站场安全阀运行过程中经常会出现堵塞的现象,需要对其进行定期排放,可以利用手动排放试验对安全阀进行排放测试,确保安全阀能有效地起跳。

4 结语

加强石油天然气油气储运站场储运的安全管理工作,核心目标不仅是提升工作效率,保障经济发展需求,更为关键的是应对全球能源危机,促进我国可持续发展目标的顺利实现。在日后的油气储运站场储运工作中,势必还会面对更多的问题和挑战,期望科研工作者与行业实践者能够加倍努力,为石油天然气的储运安全保驾护航。

参考文献:

- [1] 姚智翔. 井下安全阀检测设备及应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(09): 53-54.
- [2] 窦锦爱. 滑套式井下安全阀设计及动态特性探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(03): 89-91.
- [3] 杨平. 水下安全阀的相关分析[J]. 化工设计通讯, 2020, 46(04): 117+122.
- [4] 张伟国, 曹波波, 金颖等. 预防气体水合物堵塞的深水油气井测试安全阀下入位置研究[J]. 石油钻探技术, 2019, 47(04): 110-115.
- [5] 刘强, 楼红军, 黄剑波. 基于模糊综合评价的安全阀校验周期确定方法研究[J]. 化工管理, 2018(28): 96-97+100.
- [6] 王佳琨, 许步建, 陈涛等. 安全阀 GOST 标准的计算和选型[J]. 石油化工设计, 2018, 35(03): 23-25+6.
- [7] 刘威, 杨松, 买煜等. 井下安全阀国内外研究现状与国产化思考[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2018, 40(03): 164-174.