

成品油罐钢制单盘内浮盘安装改造施工分析

朱 辉 (国家管网西部管道独山子分公司, 新疆 克拉玛依 833699)

摘要: 文章围绕储罐安装改造单钢制内浮盘, 结合其结构特点、浮盘安装焊接过程产生变形展开分析, 论述了施工过程步骤及质量安全方面注意事项, 确保储罐安全稳定运行。

关键词: 储罐; 内浮盘; 施工

0 引言

随着我国经济的发展, 有效利用能源、减少环境污染、降低安全生产事故频次, 防止突发环境事件, 确保生命安全的重要性日益凸显。尤其随着国家相关技术规范的修订, 要求对已运行多年的成品油储罐改造, 安装应用内浮盘的工作逐渐增多。因此, 需要正确把握内浮盘安装方法, 以推进石油化工行业的VOCs治理设施升级改造。

1 内浮盘的特点

内浮盘适用于相关成品油罐, 主要安装在储存汽煤柴等挥发性油品的拱顶罐中。内浮盘位于储罐内油品介质之上, 随着罐内液位上下浮动, 能有效隔绝罐内油品与大气接触, 降低油品储存过程中的挥发损耗, 充分发挥能源节约的作用。

2 内浮盘的相关结构概述

内浮盘主要是圆形, 稳定性强, 零件模块化, 便于制作、运输、安装工作, 能够有效缩短投产周期。浮盘骨架设计是平行结构, 整个分成若干小单元, 盖板稳固于骨架上端, 内部为蜂窝状整体受力, 增加浮盘结构的刚度与强度, 防止出现一定的倾盘、卡盘等问题。优质铝合金或不锈钢材料浮筒型式内浮盘, 其结构简单, 不易生锈, 对油品不存在污染, 使用寿命长等, 但其为易熔材料故多使用于容积 5000m^3 以下, 且设置有氮气保护等安全措施的储罐; 对于大容积的储罐则多采用钢制浮盘, 其浮力大, 稳定性强, 抗倾斜和卡阻能力强, 但存在检维修难度大、高风险动火作业的问题。

3 内浮盘的安装施工分析

3.1 内浮盘的安装案例

针对成品油站3#罐, 钢制拱顶罐, 遵循《立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范》(SY/T 5921-2017)对油罐的修理周期相关规定需对储罐进行大修, 为减少3#储罐VOCs排放, 进一步改善周边的环境质量, 对原拱顶罐进行增设内浮盘, 改造成内浮盘罐。

储罐修理过程中需对罐内进行强制实时通风, 一般采用下进上排的方式进行空气置换, 且每小时通换风量为罐容积的3倍以上, 施工组织方案中应对防爆风机具体的布置及运行管理进行详细的规定。

3.2 内浮盘的选择

针对容积 5000m^3 以上储罐其内浮盘的材质为钢制单盘内浮盘或不锈钢制全接液式内浮盘, 其选取的条件依据GB50160-2018规范中储罐的相关要求。针对本次改造的3#储罐, 罐内储存介质为0#柴油, 属乙B类液体, 依据相关规范对内浮盘的选用要求, 此次改造选用钢制单盘内浮盘, 其在环保、安全性和经济性都优于不锈钢全接液式内浮盘, 在安装方面钢制单盘需要在罐壁开设施工门, 且现场焊接工作量较大, 对现场组装、焊接的施工要求高, 在施工期间安装工作量和难度高于不锈钢全接液式内浮盘, 但综合考虑其在环保、安全性和经济方面的优势, 因而建议此次改造选用钢制单盘内浮盘。

3.3 钢制单盘内浮盘技术要求

储罐由拱顶改为内浮盘, 需要将储罐新增导向柱及量油管导向筒两者安装方位形成180度分布, 以确保内浮盘在全行程运行中安全平稳。安装的导向装置、密封装置、自动通气阀与支柱等无卡涩现象, 同时保证不得和罐内附件相碰造成损伤。避免对密封装置的橡胶包带形成损伤, 罐内壁应光滑无明显凸起。钢制内浮盘附件选用材料应与内存储液相适应, 其设计浮力需大于其自重的2倍。

内浮盘与油面接触的部位下表面采用段焊, 上表面为满焊, 对单盘板三板搭接焊缝及单盘板和浮舱底板两端对接前边焊缝进行渗透检测, 同时对三板搭接处焊缝进行不小于53kPa真空试漏, 其他焊缝进行煤油试漏, 对浮舱进行785Pa严密性试验, 安装结束后对浮盘进行整体试漏试验, 无漏点为合格。内浮盘支柱、导向装置等穿过内浮盘时, 应加设密封。内浮盘上所有的金属件均应互相电气连通, 通过罐壁与罐外

部接地件相连，静电导出线不少于2根且均匀分布，静电导线应采用截面积为 30mm^2 的镀锡软铜复绞线。此外，钢制内浮盘上开设2个DN600的人孔，人孔的安装高度不应小于300mm，人孔直梯下端距离罐底板不少于300mm，其结构需要适合浮盘运动且不得损伤浮盘及其他部件。

3.4 内浮盘改造施工门实施方案

本次油罐改造增加钢制内浮盘需在罐壁合适位置开设施工门，施工时制作浮盘的钢板等材料通过施工门运至罐内，施工门的尺寸应根据钢制内浮盘钢板尺寸确定，通常施工门的尺寸为 $2000\text{mm} \times 2500\text{mm}$ （长 \times 宽），本次大修施工门开设尺寸为 $2200 \times 1000\text{mm}$ 。施工门的切割及恢复安装焊接要求：施工门开设前必须在储罐壁板外侧焊接20#槽钢进行加固以防止火焰切割时热应力导致壁板变形给壁板复原带来施工难度。壁板复原组对前应对板材进行双面打磨，打磨宽度不小于30mm。板材组对时为V形坡口，坡口角度为60度，组对间隙为3-5mm，焊接方法采用氩电联焊或全氩焊。

焊接时，内侧将弧板加固或者用角铁斜角撑拉定位，防止施焊后热应力变形。封堵钢板的滚弧应与罐壁内径曲率半径一致，钢板的尺寸偏差应符合《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》（GB 50128-2014）中对壁板预制的相关要求，封堵钢板加工表面应光滑，根据标准NB/T47013规定进行检验，射线检测技术等级为AB级，合格级别为Ⅱ级合格，磁粉或渗透检测和各级别为Ⅰ级。封堵钢板与罐壁板的对接接头应用低氢焊条且保证全焊透。

3.5 浮盘安装改造施工分析

依据浮盘设计结构，浮盘单盘板必须在同一平面内组对，浮盘单盘板安装后符合设计要求。其中临时支架采用6#槽钢，按照施工图纸临时支架从中心向四周放射性敷设，临时支架密度为1:0.75（个数：间距），以满足支架对单盘板及浮舱的托举。安装时所有立柱与储罐底板临时点焊固定，立柱与立柱之间用6#槽钢作为拉筋进行加固，每圈临时支架之间也采用槽钢进行加固，使其成为一个整体增加支架的强度及刚性。严禁将临时支架点焊固定在罐壁，防止对罐壁焊缝进行二次加热，从而影响罐壁环向及纵向焊缝质量。临时支架拆除后，应对底板表面的焊疤进行打磨，并且对打磨位置进行渗透检测，合格级别为Ⅰ级（考虑罐壁的焊缝高度及外防腐的影响，故未建议罐壁上

焊接）。

3.5.1 浮盘单盘板的安装

浮盘单盘板安装时需要均匀铺设单盘板，避免集中堆放，以便于更快的安装工作。单盘板组对时控制板与板的搭接长度不小于30mm，组对前对板材四周50mm范围内上下表面进行打磨处理，表面无油脂、油漆、浮锈等视为合格。组对后要进行上下表面定位固定焊，各板长边压实靠紧，焊接时先进行上表面的满焊再进行下表面段焊，段焊长度为100焊缝（间距200）mm，最后进行单盘板与环向及径向筋的段焊，段焊长度为50（200）mm。在单盘板铺设、焊接、校正完毕后组焊单盘支柱、人孔、自动通气阀、呼吸阀等附件，为了保证其垂直度。

3.5.2 浮盘边缘浮舱的安装

在支撑架上铺设浮舱底板，底板铺设完毕后，先对底板两头进行削边处理然后进行将两头100mm马蹄口进行对接焊，对马蹄口焊缝进行渗透检测，组焊后对浮舱内外边环板进行安装组对，边缘板组对后根据隔板和桁架安装基准线分别划出隔板、桁架等位置线，按线实现组对并焊接，并保证桁架及隔板距离浮舱焊缝不小于100mm。焊接后铺设浮舱顶板，在顶板上划出浮舱支柱、浮舱人孔等位置，依次展开安装工作。

3.5.3 浮盘安装技术要求

浮盘重要的相关安装施工技术主要在于多方面，如：浮盘板的搭接的可控偏差范围是 $\pm 5\text{mm}$ ，其外边缘板与罐壁板的距离偏差范围主要是 $\pm 15\text{mm}$ ，而外边缘板的垂直可控偏差范围是3mm内。用1m长的直线样板展开检查工作浮舱顶板变形情况，同时保证外边缘板与罐壁间隙不小于200mm且间隙误差处于15mm内。单盘板厚5mm在焊接施工时易收缩变形的问题，按照GB50128-2014需严格焊接工艺和顺序，具体方案如下：

①对浮舱底板排序，从施工门处开始顺时针依次排序。底板采用小板拼大板组合方法，即两块小板拼接组对，外圆尺寸放大3mm进行组对，防止焊接后产生内缩，导致圆周尺寸缩小。拼接板焊接完毕后，1-2焊接，3-4焊接，然后1-2焊接的板块和3-4焊接的板块在焊接成一块大板，进行两两板块组对焊接；两块小板预制焊接时，产生微量变形可进行敲打校平；

②浮舱底板焊接由底板中心向两端焊接，让热应力向外释放，有效减少形变。浮舱底板上下表面点焊

长度 50mm, 间距 200mm。点焊完成后先进行浮仓底板上表面跳焊, 待冷却至室温后再进行上表面填充盖面焊。然后再从浮舱底板下表面进行段焊, 段焊的长度 100mm, 间隔 150mm。确保上表面满焊, 下表面断焊, 焊接时按照焊接工艺规程严格控制焊接线能量, 保证焊后焊缝表面无气孔、咬边、烧穿等缺陷, 焊脚高为 6mm;

③焊工分区域分部焊接浮舱底板, 浮舱底板焊接时应隔板焊, 有效避让热力传导, 发生翘边现象。应做好焊工编号, 严格执行焊接工艺规程, 控制好电压, 电流, 及焊接速度, 采用 3.2 直径 J427 低氢型焊条, 烘烤温度 350-400° 两个小时, 焊接电流控制在 90-115A;

④浮舱底板下表面点焊在临时支架的槽钢上, 使浮舱底板有一个固定刚性结构力度, 防止发生变形。安装完成后对焊点进行打磨, 直至报监理验收合格;

⑤单盘板焊接先焊十字中心板, 按先短焊缝后长焊缝并采用隔板焊的方式焊接, 采用先断焊后满焊方式完成中心板的焊接。中幅板与浮舱内环板焊接先跳焊定位, 温度降至常温后满焊的方式进行。

3.6 附件安装

针对附件进行安装时, 需要严格根据相关设计图纸来展开施工工作。如: 量油管与导向管的垂直度需要满足一定的范围, 偏差值 \leq 管高的 0.1%, 且 ≥ 10 mm。针对密封圈的安装, 注意不能损伤橡胶制品密封, 在安装后重视防火问题。

4 作业安全风险识别

在浮盘罐检修过程中, 各环节中不同风险隐患较多, 要从能量隔离、作业环境处置、气体检测、工机具检验、人员行为管控、操作步骤执行、环境保护和应急准备等各方面进行详细的 JSA 分析评估, 制定风险削减措施进行安全管控。

4.1 能量隔离措施落实

全面落实工艺、电气和仪表等能量隔离, 做到隔离有效, 能量受控, 作业现场达到检修界面交接标准。工艺隔离条件确认, 关注介质的盲板或拆断落实; 确认仪电隔离, 设备断电、仪表联锁解除完成; 保持火灾、可燃气体报警、消防报警仪表的正常投用。

4.2 消防应急措施确认

半固定消防泡沫系统应与储罐保持连通; 检查固定泡沫系统防止消防泡沫系统发生可燃介质互窜; 消防通道畅通无障碍。

4.3 进罐作业前罐内处置要点

按规定时间完成油罐蒸煮; 惰性气体置换; 强制通风置换, 关注浮盘上下气相空间检测和对流; 从人孔外向罐内用消防水冲洗, 防止硫化亚铁自燃。

4.4 防自燃及火灾爆炸的控制措施

①作业前施工人工器具检查: 防爆工器具, 切割刺穿密封带使用陶瓷刀具; 罐内应使用电压为 12V 的防爆安全行灯; 储罐静电接地测试合格;

②施工人员的安全行为的管控: 人员内外穿防静电服装, 触摸人体静电器; 动火作业做好安全防范措施: a. 动火点放置灭火器、防火毯; b. 动火作业前使用 VOC 气体检测仪及四合一气体检测仪进行气体检测, 无异常后进行动火作业, 动火点气体检测仪实时监测; c. 动火前罐内通风系统投用进行强制通风; 不得携带钥匙、皮带扣等金属物品进入罐内; 作业人员安全带钩头使用棉绳全部包裹扎实;

③防止坍塌的措施。浮盘下搭设安全支撑: 从人孔向罐内倒运脚手架材料, 搭设脚手架支撑; 浮盘模块坐落在脚手架支撑上, 脚手架搭设按照脚手架专项施工方案进行搭设, 搭设前确定脚手架称重及脚手架材料送检合格; 合理安排工序, 严禁物料堆集摆放, 边安装模块边安装浮盘支撑;

④变更管理的措施。严格作业方案实施管理, 浮盘安装方式不得随意变化; 作业人员固定; 作业需临时变更时, 全面评估和审批;

⑤环保管控的措施。拆除废料集中存放, 设置防渗措施; 规范处置危废, 严禁随意排放; 关注环境检测。

5 结语

总而言之, 在成品油罐内浮盘的改造施工过程中, 装配式内浮盘的零部件要由人孔送入罐内后开展安装工作, 运用符合规范标准要求产品质量的施工技术, 推进企业节能环保更好地发展。

参考文献:

- [1] 何贵全, 梁仪, 章正华, 林秋蕙, 王庆峰. 大型立式圆形储罐内浮盘的辅助制作安装 [J]. 建筑施工, 2020(11).
- [2] 张金新, 刘楠, 张金鑫, 魏小龙. 搭接式内浮盘储罐的浮盘制造 [J]. 广东化工, 2020(17).
- [3] 刘同刚, 赵星远, 马哲. 钢质内浮盘储罐内浮盘整体提升施工技术 [J]. 中国化工装备, 2022(06).
- [4] 曲云芹, 刘正林, 马晓旭. 大型浮盘储罐内部结构改造安装方案探讨 [J]. 炼油与化工, 2019(02).