

大型原油储罐检修风险分析及管控措施

魏若苗（山东港口日照港油品码头有限公司，山东 日照 276800）

摘要：大型原油储罐是油品储存、输运的重要设备，为了保证原油储罐的运行安全，需要按规定年限开展检修工作。储罐检修涉及大部分特殊作业，具有安全风险高、作业难度大等管理难点。本文结合油库安全事故特点和储罐检修施工主要风险分析，提出大型原油储罐检修安全管控措施。

关键词：原油储罐；检修；管控措施

在大型原油储罐运行中，可能出现罐体及附件腐蚀穿孔等情况，给安全生产带来重大安全隐患。储罐检修是保证原油储罐长期安全运行的有效手段。原油储罐检修工作环节多、危险系数大，检修过程中存在临时用电、动火、登高等特殊作业，容易发生火灾、爆炸等安全事故。

1 大型油库的重要特征

油库是由多个油罐组成的石油产品中转、储存的仓库，总贮量大，储存的油料品种多，具备火灾危险性。在油库的储运生产作业，包括油品的输运、装检测作业，对重质高凝点油品的加热、保温、伴热，还有对油罐及各种设备、设施的检测作业过程中，无不产生产生积蓄静电、使用高温载热体和大量的电设备、动用明火等，无疑会对油库构成火灾威胁。据统计，火灾爆炸事故约占油库所有安全生产事故的50%，而这些火灾爆炸事故发生的部位集中在装卸车作业、管线物料泄漏、储罐及其管线检维修作业等，也正是当前国内诸多油库现场安全管理的重点和难点。

2 油库储罐检修施工主要风险分析

大型原油储罐的失效模式，以腐蚀减薄，尤其是局部减薄为主，环境应力腐蚀开裂、机械损伤和其他损伤也时有发生，发生材质劣化的可能性较低。储罐检维修主要是指除焊缝返修外其他储罐检修项目，需要根据开罐检查后，确认具体的维修项目，一般包括一二次密封更换、刮蜡板维修更换、阳极块安装、中央排水管更换、保温支撑圈更换等项目。

2.1 中央排水管拆除

中央排水管拆除前应保证罐内通风良好，每次进罐前进行有害气体检测，确认有害气体含量在可控范围内。拆除集水坑与排水管连接法兰螺栓。拆除时应采取有效的措施，防止排水管坠落罐底对罐底板损害。拆除中央排水管与管壁排水口相接法兰螺栓。排水管拆除后，利用10-15人协同搬运，通过排污孔将排水

管运至罐外。

由设计单位、中央排水系统厂家对现场确认，明确影响新换排水管下落的浮舱支柱、支柱保护架及阳极块数量。阳极块、支柱及支柱保护架的拆除采用砂轮机切割拆除，拆除前至少在作业半径1m内的罐底板上铺盖消防沙。拆除支柱抽出后，在船舱上部用砂轮机将支柱套管销孔以上部分切割掉，用6mm钢板将套管焊接盲死，角焊缝高度6mm，焊缝表面打磨圆滑，不得有目视可见缺陷。阳极块、支柱保护架砂轮机切割拆除时应注意保护罐底板，不得伤害底板。切割打磨拆除完成后，拆除部位涂刷绝缘漆。

2.2 阳极块安装

酸性水、微生物腐蚀和硫化物应力腐蚀开裂可能在储罐底板和壁板下部的介质侧发生。先检验阳极表面是否有油污和氧化物，再组装牺牲阳极。如果阳极表面存在油污和氧化物，应采用砂纸将阳极表面打磨干净。这是由于牺牲阳极表面的油污和氧化物能降低阳极的活性，影响阳极电流的发生。安装时把管壁阳极块焊接部位打磨至金属光泽后，把阳极块均匀焊接至管壁位置。

2.3 刮蜡装置维修

刮蜡机构连接转动部位油污清理后对刮蜡板、重锤进行检查确认更换数量。确定需要的刮蜡板做出明显标识，利用扳手依次拆除运至罐外。安装时，保证刮蜡板与管壁接触紧密，并对刮蜡机构所有螺栓连接部位进行检查紧固。

2.4 保温支撑圈更换

使用角磨机切除原有保温支撑圈，使用滑轮、缆绳运送至地面，定期运送至指定位置。先完成所有金属面的安装工作，并应组装好全部预制和装配件，再进行焊接安装。清理干净所有毛刺、锋利的边角、起层等表面缺陷。

焊接完成保温部分的承重件和固定件再进行除

锈。仔细检查除锈处理前后的焊接区域,为提供平整的涂敷表面,应彻底处理焊瘤的突起和棱角等。

第一道保温支撑圈的焊接位置是在距离储罐底部100mm处,依次向上,焊接1组承重圈按要求是每间隔983mm。支撑件储罐的外壁之间应满焊。

2.5 中央排水管安装

安装前应对到货排水管的规格、型号进行检查。确认规格型号符合要求,外观无磕碰损坏现象,与排水管相配的吊耳、吊链、配重、垫片、螺栓齐全。在罐外排水管展开,利用10-15人协同从排污孔将排水管运至罐内。

排水管与集水坑连接法兰相接后,在排水管道制造厂家技术人员的指导下按照排水管下落轨迹摆放排水管,使排水管另一端至管壁排水法兰连接处,用螺栓紧固连接。排水管的吊耳、配重、支架、法兰连接部位、摆放轨迹等检查确认无误后,在制造厂家的指导下对拆除后的船舱支柱、支柱保护架、阳极块进行安装。

船舱支柱、支柱保护架、阳极块进行安装前应在作业区域内罐底板上铺消防沙。安装形式遵照原有储罐施工图。排水管水压试验采用手动压力泵进行水压试验。水压试验压力0.4MPa,保持时间30min,无渗漏、无异常响声为合格。安装完毕检查确认后,按照罐内作业工具清单,清点作业工具运至罐外,作业现场进行清扫。

2.6 囊式一次密封安装

安装前首先要检查一次密封装置的各零件是否齐全,是否符合图纸要求,并进行预组装抽查检验工作,确保所有的零部件都符合图纸要求。检查浮顶与罐壁间环形空间的实际间距是否符合设计要求。检查罐壁内表面和浮顶外边缘板是否光滑平整,圆弧过渡是否均匀。橡胶带在安装前应在一侧边距边缘25mm或20mm处划线冲孔,孔间距与浮顶边缘板上的孔间距一致,边缘板上端和罐壁内测圆周上按45度等分,即将整条胶带按8段均分,在等分点做出标志作为安装定位点。安装时橡胶带产生的皱褶部分应沿圆周在段内均匀分布。聚氨酯泡沫应具有足够的弹性,既可以保证罐壁与浮顶间间隙变化时的良好密封,又可使浮顶升降自如,不发生卡滞现象。聚氨酯泡沫安装时要求压入罐壁与浮顶间环形空间内,每根之间无明显缝隙,最后一段的长度在现场按实际情况下料。安装时齿形橡胶带搭接处打磨后用粘接剂粘合。贴合面要求无脱层、气泡,刮蜡齿错位不得超过4齿,搭接宽

度不低于100mm,以免油品渗入橡胶带内。一次密封围绕储罐安装后,密封胶带不允许有皱褶、脱出等现象。下部突出应有规则,无扭曲现象,上部平整,与罐壁接触面高度不小于200mm。齿形胶带应具有耐磨、耐油、耐腐蚀、耐老化等性能。出场的密封胶带为一次性成型中间无任何接头,只有在现场安装时有一个接头。一次密封的金属构件表面应光滑平整,且具有保护密封胶带的功能。当金属构件暴露在浮顶与罐壁之间时应设立导静电回通装置。

2.7 二次密封安装

安装前首先要检查二次密封装置的各零件是否齐全,是否符合图纸要求,并进行预组装抽查检验工作,确保所有的零部件都符合图纸要求。检查浮顶与罐壁间环形空间的实际间距是否符合设计要求。防蒸发隔膜在安装前应在距边缘25mm处划线冲孔,孔间距与浮顶边缘板上的静电导杆每间隔1m安装一个,密封刮板连接板应安装两个孔距。安装完毕后,当浮顶边缘板与罐壁之间的环形间距及其偏差在标准允许范围之内时,密封刮板应与罐壁紧密贴合,保持良好的密封效果。

3 大型原油储罐检修中的安全防护措施

3.1 强化安全教育

每位进入施工现场的作业人员除接受其施工项目部教育外,都要接受公司级、站队级、现场级安全教育,考试合格后方可入场施工。严格执行班前安全讲话和每周例会制度,有针对性地交代每天工作中的安全注意事项。特殊工种必须持有国家有关部门颁发的上岗证。

3.2 施工用电安全措施

持有电工特种作业操作证的人员担任施工现场电气作业人员;应先进行安全交底,并按照要求开具作业许可,严格履行审批,方可作业。

电线使用良好的绝缘线,且用绝缘胶皮隔绝与金属支架、栏杆等的接触。电缆架空或埋地敷设,禁止在地面明设。禁止使用破皮或老化的电线与电缆。要架起电缆接头,有防雨和防其他损伤的措施,有醒目的警告牌。电线、电缆凡进铁棚子、开关箱、过道路处及可能有机伤害的地方,均加套管保护。

不得用金属丝绑扎电线、电缆,严禁乱拉乱拽。开关箱有醒目的标示牌,安装牢固。开关箱要有门、有锁,箱内无杂物,按照标准化要求做到防雨、防火,箱体有接零保护。施工用电执行三相五线制,三级控制两级保护的配电方式,漏电保护器与用电设备相匹

配,并装在用电设备电源线的首端。严格执行“一机、一闸、一保”制,严禁一闸多用。

3.3 焊接与切割作业安全措施

持有特殊工种作业证合格的人员方能进行焊接与切割作业;作业前应进行安全交底,并按照等级开具动火作业许可,严格履行审批手续。焊接或切割作业人员必须戴合适的防护服和防护面罩及焊镜,每天对其使用的焊接或切割设备进行检查,发现问题立即进行维护或者向公司报修。

对调节器、软管和回火防止器进行检查后再使用氧气和乙炔设备。氧气与乙炔瓶间距大于 5m,氧气、乙炔气瓶与明火的间距不小于 10m。在气割拆除处平台上使用防火布、彩钢板对火星、飞溅等进行遮盖、遮挡,避免火星掉落在地面。监护人随时监控现场的动火情况,动火前必须检查防火措施是否到位,不到位禁止动火,且在动火过程中需随时监控动火情况以免火星、飞溅等外漏。动火前使用可燃气体检测仪检测,检测合格后方可动火,检测定时监控。

3.4 防止高空坠落和物体打击事故发生安全措施

高处作业必须采取可靠的安全措施,严格履行作业许可审批手续。作业许可证必须现场进行安全条件确认,经审批后再施工作业,严禁无作业许可证施工。

必须设置监护人且监护人必须经培训合格具备相应资质持证上岗,且不得离岗。从事高空作业时应系好安全带并做到“高挂低用”。脚手架应经监理、施工单位共同检查合格后,挂牌标识,方可使用。高处作业应使用合格的脚手杆、吊架、梯子、脚手板,防护围栏,挡脚板和安全带,作业前应认真检查所用安全设施是否坚固、牢靠。在安全、不易失落处放置高处作业使用工具、材料等,防止砸伤下方人员。

3.5 密闭空间施工管理措施

受限空间作业实行的“三不进入”是指无进入受限空间作业许可证、监护人不在场和安全措施不落实不进入。进入受限空间前,应对受限空间内气体成分进行检测分析,检测合格后可进入。进入受限空间作业必须办理许可证。

施工区域安全负责人对现场监护人和作业人员进行必要的安全教育。现场人员应熟知应急预案内容,在受限空间外的现场配备一定数量符合规定的应急救援器具和灭火器材。

当受限空间状况改变时,作业人员应立即撤出现场,并严禁入内,在入口处应设置警告牌,并采取防范措施防止误入。保证受限空间必要时采取强制通风,可

采用自然通风。进入受限空间内的作业人员应轮换作业或休息,每次工作时间不宜过长。进入受限空间作业应使用安全电压和安全行灯。进入金属容器 and 特别潮湿、工作场地狭窄的非金属容器内作业,照明电压不大于 12V。当照明电压大于 12V 时,应安装漏电保护器,严禁带入容器内使用接线箱(板)。

3.6 工作服饰与个人防护管理措施

在工作区的每个人都要按规定穿戴防护用品、用具。作业人员如离地面 2m 以上高度,应系上符合要求的安全带,安全带采用五点式双挂钩安全带。应检查使用的安全带是否完好并适合于该项工作的要求。

凡从事具有伤害眼睛的工作人员戴合适的护目镜、面罩等防护用品,以防事故发生。工作时按规定佩戴劳保手套。为隔绝噪音、保护听力,从事噪声超过 85 分贝的工作人员都要佩戴耳塞。采取佩戴防尘口罩或防尘面具等有效的保护措施以消除危害。

3.7 储罐浮盘上部罐壁油膜防护措施

罐外返修作业时,在各作业点对应的罐内部,设置可燃气体检测仪,防止罐壁温度升高导致残留油气挥发积聚。

4 结语

原油是一个国家的经济血液,其重要程度不言而喻。原油储罐中储存大量的有毒、易燃易爆物质,是危险性高的化学品容器。在运行和检修过程中,如果操作不当容易产生各种安全问题。为此,在定期对原油储罐进行检测,尤其是一些大型检修工作,必须认真对检修工艺开展全面的风险辨识,并制定有效防控措施。在操作过程中,应严格落实各项安全措施,保证原油储罐检修全过程的安全性。

参考文献:

- [1] 赵元林. 大型原油储罐检修中的安全管控 [J]. 化工管理, 2020(07).
- [2] 黄绍硕, 程伟, 程四祥. 大型原油储罐在线检测及 RBI 评估 [J]. 石油化工腐蚀与防护 2022, 39(3): 35-39.
- [3] 邢述, 王晶, 王十, 闫河. 大型常压原油储罐基于风险的检验应用与研究 [J]. 中国特种设备安全, 2021(14): 6-9.
- [4] 曹建初, 张海艳, 蒋伟. 石油化工储罐检维修作业中的风险分析与控制措施 [J]. 化工安全与环境, 2020, 33(34): 8-11.
- [5] 刘啸, 宫吉超, 韩均. 港口大型原油储罐检修流程及安全控制措施 [J]. 水上安全, 2023(2): 151-154.