

某油库危险化学品重大危险源安全评估

朱汝玲 (江西通安安全评价有限公司, 江西 九江 332000)

摘要: 通过对某油库危险化学品重大危险源的安全评估, 可审查与确定其与现行安全生产法律法规、规章、标准、规范要求的符合性。通过对危险化学品重大危险源的监测监控、安全技术、安全管理、事故应急救援等方面做出客观、公正、合理的评估, 提出有效的安全措施, 全面消除事故隐患苗条, 防范生产安全事故发生。

关键词: 油库; 重大危险源; 安全评估

1 评估的主要依据

主要依据有: 现行的《中华人民共和国安全生产法》、《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》、《危险化学品重大危险源辨识》、《石油库设计规范》等法律法规、标准和规范。

2 重大危险源的基本情况

某油库位于当地化工园区内, 为集水路收发油、公路发油为一体的二级中转油库, 主要经营柴油、汽油, 配送油品全部通过油船运入成品油码头接卸, 通过公路发油台和码头对外进行配送业务。油库总库容 54000m^3 , 库区内共设有 9 个储油罐, 3 套柴油装船泵、3 套汽油装船泵、4 套柴油装车泵、5 套汽油装车泵、4 个公路发油台, 配套设有给排水及消防系统、配电系统、仪表自控系统。

3 危险化学品重大危险源辨识、分级

危险化学品重大危险源辨识和分级依据为《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018。

3.1 危险化学品重大危险源辨识

依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018), 库区内属于重大危险源辨识范围的危险化学品为汽油、柴油, 根据涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所, 分为生产单元和储存单元, 生产单元划分为输油泵棚(输油泵设有紧急切断阀)、公路装车台, 储存单元为储罐区。

油库库区内设有 2 座 9500m^3 和 1 座 9000m^3 固定顶柴油储罐, 4 座 5000m^3 内浮顶汽油储罐、2 座 3000m^3 内浮顶汽油储罐。汽油: 相对密度(水=1): 0.70-0.79 取 0.79, 充装系数取 0.9; 柴油: 相对密度(水=1): 0.87-0.9 取 0.9, 充装系数取 0.9。公路装车台汽车罐车充装系数取 0.9。

由表 1, 表 2 辨识可知, 储罐区辨识指标 $S > 1$, 储罐区构成危险化学品重大危险源。

3.2 危险化学品重大危险源分级

①校正系数 β : 依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018), 汽油、柴油相对应的校正系数 β 均为 1;

②校正系数 α : 油库库址位于化工园区边界附近, 根据调查, 库区边界向外扩展 500m 范围内常住人口数量在 100 人以上, 依据《危险化学品重大危险源辨识》

(GB18218-2018), 校正系数 α 值为 2.0。

③重大危险源分级指标的计算:

$$R = \alpha(\beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2}) = 2(1 \times 92.43 + 1 \times 4.536) = 193.932$$

④重大危险源分级: 经计算, $R=193.932 > 100$, 依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018) 可知, 油库储罐区危险化学品重大危险源级别为一级。

4 事故发生的可能性及危害程度

油库事故类型按事故发生后的表现形式, 分为 5 种类型, 分别是火灾爆炸事故、漏油事故、油品变质事故、设备损坏事故、人身伤亡事故。其中火灾爆炸事故和漏油事故对油库装卸和储存两大生产过程造成的危害最大。

5 可能受事故影响的周边场所、人员情况

5.1 油库与环境的影响

油库装卸、输送、储存、经营的物质为汽油和柴油, 如果发生管线或设备泄漏事故及设备密封损坏, 扩散的油气与空气混合, 形成爆炸性气体, 遇明火、高热能引起火灾和爆炸事故, 可对周边企业、居民产生影响。

5.2 重大事故后果模拟分析

结合评价区域内形成重大危险源物质——汽油、柴油, 预测可能导致主要灾害形成是爆炸危险和火灾危险, 选用可能导致的事故后果的伤害模型为池火灾。

油库发生火灾时, 一般情况下, 火势迅猛, 并伴随着可燃性混合气体的爆炸。油罐发生火灾爆炸, 使油罐遭到破坏, 罐顶炸裂后, 形成池火燃烧, 产生强烈的热辐射, 使周围物体和人员受到热辐射的危害。

5.2.1 池火灾热辐射通量

液池燃烧时放出的总辐射通量为:

$$Q = (\pi r^2 + 2\pi rh)(dm/dt) \pi H_c / [72(dm/dt)^{0.61} + 1]$$

式中:

π 为效率因子, 介于 0.13-0.35 之间, 计算取平均值 0.24。

R 为液池的当量半径, $R = D_{\text{盛}}/2 = (4S/3.14)^{1/2}/2 = 40.5\text{m}$ 。

H_c 为汽油的量大发热量: $H_c = 43.73\text{MJ/kg}$ 。

汽油的燃烧速度: $dm/dt = 0.0225\text{kg}(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

火焰高度: $h = 42D \{ (dm/dt) / [\rho_0(gD)^{1/2}] \}^{0.6} = 43.1\text{m}$ 。

则汽油罐发生池火灾盛期时产生的热辐射通量为:

$$Q = 4.53 \times 10^5 \text{kW}。$$

5.2.2 池火灾热辐射危害

火灾通过热辐射方式影响周围环境,当辐射强度足够大时,可使周围物体燃烧变形,强烈的热辐射可能烧毁设备并造成人员伤亡。热辐射的不同入射通量所造成的损失如表3所示。

5.2.3 目标入射热辐射强度(入射通量)

假设全部热辐射量由液池中心点的小球释放出来,在距液池某点距离 X 处的入射热辐射强度为: $I=QTc/4\pi x^2$ 。目标入射热辐射强度公式反映了入射热辐射通量与受害目标到池火中心距离之间的关系。对于油储罐区而言,实际上就是反映了一个油储罐在发生火灾时,对周围油储罐、设施的影响。当入射热辐射通量一定的情况下,可以计算出目标受害距离。根据盛期池火灾时产生的热辐射通量 Q ,取表3中不同入射通量,计算目标受害距离。

由表3看出,若一个汽油罐发生池火灾。仅火焰产生的热辐射,就能使51.6m范围内的人员遭到严重烧伤,36.5m范围内1min将造成100%死亡。后果严重,并且库区汽油罐在同一个防火间隔内,一个汽油罐发生火灾时,另一个汽油罐将完全处于大火之中,有产生连环火

灾爆炸的可能。

油库若发生池火灾对周边企业及居民的安全将造成严重影响,因此该油库应重点关注防火安全。

6 安全管理措施、安全技术和监控措施评估

6.1 安全技术和监控措施

库区总平面布置及各建构筑物均按《石油库设计规范》GB50074-2014的要求设计及施工。油库采用的工艺流程功能齐全,满足安全、可靠的装卸车作业要求,可实现成品油装、卸,油品储存和事故倒罐、扫仓等功能。

6.1.1 自控或监控措施和设施

①定量装车系统:装车控制系统设置溢油、静电、超流速、超温、无流量等多种安全连续保护控制功能。定量装车系统温度、流速、装车量等监控参数引入中心控制室工控机进行实时监控;

②储罐计量系统:储罐区每个储罐均设有计量参数远传仪表,将储罐的液位、密度、油温、质量等参数进行监测,监测信号引入中心控制室一台储罐计量系统监测工控机,可对储罐进行实时监控;

③流程监控系统:采用PLC控制系统,对收油、付

表1 生产单元危险化学品重大危险源辨识表

单元划分	危险化学品名称	主要危险性类别	临界量 Qi (t)	实际存在量 / 设计最大量 qi (t)	qi/Qi	S
输油泵棚	汽油	易燃液体，类别 2	200	输送泵及输油管道内 油品远小于相应临界量	远远小于临界量， 可忽略不计	< 1
	柴油	易燃液体，类别 3	5000			
公路装车台	汽油	易燃液体，类别 2	200	142.2（按 4 辆汽车汽油罐车计）	0.711	0.711（见 备注）
	柴油	易燃液体，类别 3	5000	162（按 4 辆汽车柴油罐车计）	0.0324	
注：自油库运营以来，公路装车台最大付油汽车罐车罐容 50m ³ ，本次辨识按公路装车台 4 个装车台最多可停靠 4 辆汽车罐车计，由于装车台汽油、柴油共用，公路装车台∑ qi/Qi 最大值可按 4 辆汽车汽油罐车装车计。						

表2 储存单元危险化学品重大危险源辨识表

单元划分	危险化学品名称	主要危险性类别	临界量 Q_i (t)	实际存在量/设计最大量 q_i (t)	q_i/Q_i	S
储罐区	汽油	易燃液体,类别2	200	18486	92.43	96.966
	柴油	易燃液体,类别3	5000	22680	4.536	

表3 热辐射的不同入射通量所造成的损失及不同入射通量的受害距离

入射通量(kW·m ⁻²)	受害距离(m)	对设备的损害	对人的损害
37.5	29.0	操作设备全部损坏	1%死亡/10s; 100%死亡/1min
25	36.5	在无火焰、长时间辐射下,木材燃烧的最小能量	重大损伤/10s; 100%死亡/1min
12.5	51.6	有火焰时,木材燃烧,塑料熔化的最低能量	1度烧伤/10s; 1%死亡/1min
4.0	91.3		20s以上感觉疼痛,未必起泡
1.6	144.3		长时间辐射无不舒服感

油、油品储存各工艺流程进行监控;

④ EDS 紧急切断系统: 库区设有 EDS 紧急切断系统, 储罐设置高高液位报警、低低液位报警紧急联锁停车措施。中心控制室设有紧急停车按钮;

⑤可燃气体检测报警系统: 在中心控制室、汽车发油控制室设置可燃气体报警控制器, 在储罐区、输油泵房、公路装车站台、油气回收装置等有可燃气体泄露的场所设置可燃气体检测仪;

⑥火灾报警系统: 当库区发生火灾或现场报警按钮报警时, 中心控制室自动启动或人工启动消防水泵和启动泡沫泵, 对着火罐进行灭火和冷却保护;

⑦消防系统监控系统: 库区内设有消防给水系统、固定式冷却水喷淋系统及固定式泡沫混合液系统。各储罐上方设有冷却喷淋水管, 罐顶设有火焰探测器。消防水罐设有液位检测、高低液位报警装置及自动补水系统。消防系统监控系统引入中心控制室工控机进行实时监控;

⑧库区周界安防监测系统: 库区四周围墙上设有安防监测, 监测信号引入中心控制室工控机安防监测系统实时监控。

6.1.2 仪表

该油库仪表防护等级不小于 IP65。爆炸危险区域内的仪表选用隔爆型, 防爆等级 Exd II BT4。现场真空压力表、压力表、可燃气体报警器均经检定, 且检定证书在有效期内。油品管道安全阀均经校验, 且校验报告在有效期内。但现场远传监测仪表未及时检定。

6.1.3 消防设施

该油库罐区灭火系统采用固定式低倍数泡沫灭火系统及固定式消防冷却水系统。

罐区泡沫混合液流量最大为 72L/s, 一次灭火泡沫液最大用量为 8.242m³, 采用 6% 低倍数水成膜泡沫液。消防泵房设有 2 座 7m³ 压力式泡沫液储罐, 满足一次灭火消防需要, 但储备泡沫液的富余量不足 100% 的计算量。

该库一次灭火所需水量为 2967.97m³, 油库设有 1800m³ 消防水罐 2 座, 总容量为 3600m³, 满足消防用水的需求。

6.2 危险化学品重大危险源安全监控措施

根据《危险化学品重大危险源监督管理规定》(国家安全生产监督管理总局令 2011 年第 40 号, 根据 2015 年 5 月 27 日国家安监总局令第 79 号修正)、《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》(AQ3035-2010) 等法规、标准要求, 对危险化学品重大危险源安全监控措施进行评估, 经检查, 该库重大危险源安全监控措施满足要求, 但企业应加强安全监控设备的日常管理。

6.3 安全管理措施

油库成立了安全生产领导小组, 配备了专职安全管理人员, 制定了一系列有关安全生产管理制度, 符合安全生产要求。

油库定期对安全设施和安全监测监控系统进行检测、检验, 并进行经常性维护、保养, 保证油库的安全设施和安全监测监控系统有效、可靠运行。

7 事故应急措施评估

7.1 事故应急措施

储罐区设置防火堤, 其容量和高度满足《石油库设计规范》(GB50074-2014) 的要求。库区设有隔油、调节池, 利用隔油、调节池的功能尽量回收溢油, 把事故造成的环境污染降至最低程度。

在发生特大火灾爆炸事故后, 为避免火灾应急处置过程中使用泡沫混合液及消防水造成对区域环境的污染, 油库设有体积为 1200m³ 的事故收集池及 100m³ 油水分离池, 并配置一套处理能力 5m³/h 的含油污水处理装置对池内废水进行处理, 被处理的含油污水达标后外排, 以避免对环境的污染。

7.2 事故应急救援体系

油库建立了较为完善的事故应急救援体系, 成立了应急救援指挥小组, 明确了相关人员的应急管理职责, 编制了生产安全事故应急预案, 但未按《生产安全事故应急预案管理办法》的要求, 及时对预案内容的针对性和实用性进行分析, 并对应急预案是否需要修订作出结论。

8 评估结论与建议

①油库储罐区构成一级危险化学品重大危险源;

②从总体上看, 该油库库址满足国家法律、法规、标准及规范中的有关厂址选择和区域规划的要求;

③油库重大危险源安全监控措施满足《危险化学品重大危险源监督管理规定》等法规、标准的要求, 但企业应加强安全监控设备的日常管理, 现场远传监测仪表应及时检定, 完善罐区安全警示标志并加大泡沫液的储备量;

④油库制定了各级安全生产责任制、安全生产规章制度和岗位安全操作规程, 应加强监督考核, 完善重大危险源档案, 加强安全监控设备的日常管理;

⑤油库成立了应急救援小组, 制定了应急预案, 但应及时进行应急预案评估, 对预案内容的针对性和实用性进行分析, 并对应急预案是否需要修订作出结论。

参考文献:

- [1] GB 18218-2018, 危险化学品重大危险源辨识 [S]. 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会, 2018.
- [2] 李争峰. 对危险源辨识、风险评价技术的应用探讨 [J]. 石油化工安全技术, 2005, 21(3): 3-5.
- [3] 郭琳. 浅谈化工生产中重大危险源的管理问题 [J]. 中国化工贸易, 2013(10).
- [4] 李贵合, 史君, 沈国光. 池火灾模型对汽油罐区火灾事故危险性的分析 [J]. 石油化工安全环保技术, 2013(29).

作者简介:

朱汝玲, 女, 2008 年毕业于江苏工业学院化学工程与工艺专业, 本科, 从事安全评价工作。