

警剔埋地储罐“黑天鹅”

左春生

广东金泰达安全科技有限公司, 广东 广州 510220

[摘要]直埋式地下储罐(简称埋地储罐)与地上储罐相比,有良好的防火防爆、较小防火间距要求,广泛用于化工企业的原辅材料、成品罐区储存,文章列举了部分埋地储罐“黑天鹅”现象,提出了风险控制措施,供同类企业参考。

[关键词]双层罐;安全防护距离;禁忌物;安全管理

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15084

中图分类号: X932

文献标识码: A

Police Remove Buried Storage Tanks "Black swan"

ZUO Chunsheng

Guangdong Jintaida Safety Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510220, China

Abstract: Compared with above ground storage tanks, buried underground storage tanks (referred to as underground storage tanks) have good fire and explosion prevention, and require smaller fire separation distances. They are widely used for storing raw and auxiliary materials and finished product tanks in chemical enterprises. This article lists the "black swan" phenomenon of some buried storage tanks and proposes risk control measures for reference by similar enterprises.

Keywords: double layered tank; safety protection distance; taboos; safety management

引言

随着新建化工项目必须进入产业集中区或化工园区、人民对安全期望越来越高以及企业高质量发展,要求节约投资成本,减少占地面积,结构简单紧凑,减少蒸发的损耗等因素,埋地储罐应势而出,主要用于储存原辅材料、成品,而对于埋地卧式储罐的设计、制造、安装,国内没有相关的标准和规范,随着工作时间、作业项目、安全核查等长期积累,笔者遇到一些埋地储罐设置不合理现象,希望给相关的工程设计人员、制造安装、企业管理人员提供相关的参考。

1 单层钢质储罐无罐池埋地现象

容量不大于 50m³ 单层式埋地储罐储存易燃液体设置较多,应用广泛。

企业在收料进罐过程中发生溢罐,易燃液体流进罐体周边沙土之中,不清理增加了罐区火灾风险,频繁清理更换储罐周边沙土增加罐区作业风险,若溢流易燃液体量大可能影响水质、土壤。单层钢质储罐由于施工时焊接质量把控不严、防腐没有做好发生渗漏,由于没有设置罐池、没有设置观测井等渗漏检测,长时间渗漏对于水质、土壤等相关的地下资源来说,会构成巨大的污染源,同时也会对人类的健康构成威胁。

环境与安全风险: 单层钢制储罐由于长期埋设于地下,容易受到地下水气的侵蚀和电解腐蚀,导致储罐壁体逐渐变薄,最终发生渗漏。这种渗漏不仅会污染土壤和地下水,还可能对周边环境和人体健康造成严重危害。例如,石油类污染物中的芳香烃、多环芳烃等物质具有致癌、致畸和

致突变的“三致效应”。此外,单层钢制储罐的设计寿命通常只有 10 年左右,而实际使用中,许多储罐在 4-7 年内就出现明显的腐蚀现象。

政策与法规要求: 随着我国环保要求的提高,《水污染防治法》等法律法规明确规定,加油站等的地下油罐应当使用双层罐或者采取建造防渗池等其他有效措施,并进行防渗漏监测,防止地下水污染。

技术与经济可行性: 双层油罐相较于单层油罐具有更高的耐腐蚀性和安全性。通过在单层钢制储罐外附加一层玻璃纤维增强塑料(FRP)或其他防渗材料,可以有效防止泄漏物直接污染土壤和水源。此外,FRP 内衬技术是一种工期短、成本低、安全环保的旧油罐改造技术,能够最大限度地减少加油站改造中的经济损失。

实际案例与经验: 多个加油站的改造实践表明,将单层钢制储罐更换为双层储罐是切实可行的。例如,广东省广州市、佛山市、肇庆市等均成功完成了加油站单层钢制储罐的改造,并采用了双层油罐及油气回收系统。这些改造不仅提高了储罐的安全性和环保性,还符合国家 and 地方的相关规定。

技术成熟度与推广价值: 双层罐技术已经非常成熟,并且具有良好的推广价值。通过独特的结构设计与施工工艺,可以有效解决单层钢制储罐的腐蚀问题,并提高其耐久性和安全性。此外,双层罐的泄漏检测系统能够 24 小时全程监控,进一步保障了埋地油罐的安全运行。

建议易燃液体储罐: ①设置双层埋地储罐,可采用双层钢制油罐、内钢外玻璃纤维增强塑料双层油罐,内外层

之间保留一定空间,采用渗漏检测技术对实况进行实施监测。②单层钢质储罐设防渗池,防渗池应采用防渗钢筋混凝土整体浇筑,防渗池的池壁顶高于池内罐顶标高,池底低于罐底标高 200mm,墙面与罐壁之间的间距不应小于 500mm,防渗池设检测立管,用于检测储罐有无渗漏。

2 埋地储罐液位显示、报警、联锁设置不合理

企业设置了磁致伸缩液位传感器、雷达液位传感器,将储罐液位远传至控制室,控制室内设置有液位报警,埋地储罐罐区没有设置液位显示器,缺少液位高低报警,现场操作人员仅靠对讲机与控制室人员联系操作。

有的企业设置投入式液位计,将储罐液位远传至控制室,罐区没有设置仪表显示与储罐液位对应换算表,装卸作业人员不清楚储罐准确液位。

液位传感器可以采用多种技术,包括超声波、雷达、电容、磁致伸缩等。例如,超声波液位传感器通过发射声波并接收其反射波来计算液位高度,适用于低粘度液体的点式液位测量。雷达液位传感器则利用电磁波的传播特性,通过发射微波并接收反射波来测量液面高度,适合高温、高压和腐蚀性介质的测量。磁致伸缩液位传感器基于磁致伸缩效应,通过测量脉冲电流与扭转波的时间差来确定液面位置,具有高精度和高重复性。

液位显示通常通过 LCD 显示屏实现,例如在自动液位监控系统中,液位显示通过 LCD1602 实现,同时结合超声波测距模块进行非接触式测量。另外,一些液位传感器还支持通过 PC 或其他显示设备远程监控液位数据,例如基于 LabVIEW 的远程可视化液位过程控制系统。

建议:①储罐设置现场液位显示器,能清晰显示储罐液位情况并远传至中控室,在现场设置液位高低报警仪,保持中控室、现场作业人员能同时接收到报警信号,预防储罐进出料作业时出现溢罐或抽空风险。②设置浮球防溢阀,物料达到油罐容量 95%时,浮球防溢阀内浮球升起,通过压力可以自动停止油料继续进罐。或者在进料管设置紧急切断阀,当物料达到油罐容量 95%时,联锁切断紧急切断阀,预防溢料事件发生。

3 埋地储罐通气管设置

企业埋地储罐通气管刚高出地坪以上、有的设置高出埋地储罐地面 1.0m,有的将通气管通入一个剩水的容器中。

埋地储罐的通气管是用于调节储罐内外压力平衡的重要设施,其设计和安装需符合相关规范和标准。

通气管设置:埋地储罐的通气管管口应高出地面至少 4m,以确保油气能够顺利排放,同时避免对周围环境造成影响。此外,通气管的管口还应高于建筑物顶 1.5m 以上。通气管通常采用钢塑复合管材,具有耐腐蚀、导静电等特性。埋地敷设的钢制管道应采用焊接连接,而复合管材则采用专用接头连接。各个储罐通气管应分开设置,以防止不同油品之间的混油事故。通气管宜集中布置在储罐区旁或沿

周边建筑敷设。所有通气管的管口必须安装阻火器,以防止火焰进入储罐内部。对于储存甲 B、乙类液体的储罐,通气管上还应装设呼吸阀,以减少油气损耗。通气管的横管应坡向储罐,坡度不应小于 5%。埋地钢质工艺管道外表面应进行防腐处理,采用加强级防腐绝缘保护层,以延长使用寿命并防止腐蚀。通气管的公称直径不应小于 50mm。

通气管日常维护:呼吸阀每 1~3 个月需检查正负压阀盘工作是否灵活。正常工作时,会发出“嘶-嘶-嘶”的泄压排气声。若无此声音,需检查阀盘是否出现“卡盘”现象,导杆上是否有污垢,以及阀座密封面是否有磨损。如有问题,需及时清理或更换,确保呼吸阀正常安全运行。阻火器每 3~6 个月检查一次,检查阻火层芯子是否堵塞、变形、腐蚀等。发现被堵塞的阻火层芯子应清洗干净,确保芯子上的每个孔眼畅通,对于变形和腐蚀的阻火层应更换。清洁内部部件,如阀盘、阀座、导杆、导孔和弹簧,必要时使用煤油清洗。定期拆下波纹阻火层,清洗干净,保证每个孔畅通。检查压盖衬垫是否严密,必要时替换并给螺栓加油。使用超过三年后,需更换内部阀盘、导杆及阀座密封面,以保证正常工作和储罐安全运行。

4 液化石油气、二甲醚埋地储罐

4.1 安全防护距离不足

A 企业设置了一个 50m³ 液化石油气埋地储罐、一个 50m³ 二甲醚埋地储罐,设置在同一罐区。

液化石油气的主要成分是丙烷和丁烷。外观与性状:无色气体或黄棕色油状液体有特殊臭味。密度:液态液化石油气 580kg/m³, 气态密度为: 2.35kg/m³, 气态相对密度: 1.686 (即设空气的密度为 1, 天液态液化石油气相对于空气的密度为 1.686), 引燃温度: 426~537℃, 爆炸上限 (V/V): 9.5%, 爆炸下限 (V/V): 1.5%, 燃烧值: 45.22~50.23MJ/kg。液化石油气第一个特点也是最大的特点就是液化石油气的易爆性。一般当发生液化石油气安全事故的时候都会出现爆炸的情况,而且在燃烧之前爆炸。主要的原因是因为液化石油气的热值比较高,单单从热值来进行比较液化石油气要比普通的煤气的热值要高出好几倍,所以当液化石油气出现安全事故时就会出现爆炸的情况。在爆炸之后就会出现燃烧现象,液化石油气的燃烧也与爆炸的威力相似,破坏性大。

二甲醚,是一种有机化合物,标准状态下为无色有气味的易燃气体,化学式是 C₂H₆O。外观:无色气体,有醚类特有的气味,沸点:-29.5℃,密度(液体):0.666g/cm³, 密度(气体):1.97kg/m³, 爆炸上限 (V/V): 27%, 爆炸下限 (V/V): 3.4%, 与空气混合能形成爆炸性混合物,接触热、火星、火焰或氧化剂易燃烧爆炸。接触空气或在光照条件下可生成具有潜在爆炸危险性的过氧化物,密度比空气大,能在较低处扩散到相当远的地方,遇火源会着火回燃。若遇高热,容器内压增大,有开裂和爆炸的危险。

表1 危险化学品重大危险源辨识表

| 单元 | 原辅料/产品 | 名称 | 危险性分类 | 临界量 Q (t) | 最大储存量 q (t) | qn/Qn | Σ qn/Qn | 是否构成重大危险源 |
|------------|--------|-------|---------|-----------|-------------|-------|---------|-----------|
| 储存单元液化石油气区 | 原辅料 | 液化石油气 | 表1 列明物质 | 50 | 29 | 0.58 | 1.24 | 是 |
| | | 二甲醚 | 表1 列明物质 | 50 | 33 | 0.66 | | |

《精细化工企业工程设计防火标准》(GB 51283—2020)4.1.6 液体烃罐区与周边企业建构筑物的防火间距,符合要求。《精细化工企业工程设计防火标准》(GB 51283—2020)对埋地储罐(区)要求:4.2.9 总平面布置的防火间距,不应小于表 4.2.9 的规定,注:4 按罐区总容积或单罐容积较严格者确定。埋地储罐的防火间距不应小于相应储量地上储罐防火间距的 50%。液化石油气、二甲醚储罐与建构筑物防火间距符合要求。

按照《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218—2018)的规定,该企业危险化学品重大危险源辨识详见表 1 所示。

《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》(GB/T 37243—2019)第 4.3 条,装置或设施涉及毒性气体或易燃气体,且设计最大量与其在且其设计最大量与 GB18218 中规定的临界量比值之和大于或等于 1,选用定量风险评价法确定外部安全防护距离。《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》(GB/T 37243—2019)固定带压容器泄漏场景分为小孔泄漏、中孔泄漏、大孔泄露、完全破裂,按照标准列出露天储罐场景 A 企业周边有其他非危险化学品工业企业(一般化工企业)当班人数 100 人以下的建筑,划分为三类防护目标,经定量风险计算有防护目标个人风险大于 3×10^{-5} ,社会风险处于不可接受区,储罐外部安全防护距离不足。

4.2 压力容器检验检测

液化石油气储罐、二甲醚储罐为固定式压力容器,使用单位每年应对压力容器的本体、接口(阀门、管路)部位、焊接接头有无裂纹、过热、变形、泄漏、机械接触损伤等进行检查,应对外表面有无腐蚀、有无异常结霜、结露等进行检查,每年应对隔热层有无破损、脱落、漏气,检漏孔是否通畅进行检查;每年应对支承或者支座有无损坏,基础有无下沉、倾斜、开裂,紧固件是否齐全、完好进行检查。

金属压力容器一般于投用后 3 年内进行首次定期检验。以后的检验周期由检验机构根据压力容器的安全状况等级进行检验。定期检验需要进行检验的表面,特别是腐蚀部位和可能产生裂纹缺陷的部位,彻底清理干净,露出金属本体,需要进行壁厚测定、表面缺陷检测、强度校核等。

从外部安全距离防护确定、企业日常维护、每年检查、有资质单位定期检验等诸多不利因素,建议方面液化石油气、二甲醚设置为露天储罐。

5 禁忌物质同一罐组埋地储存

B 企业设置一个 30m^3 双氧水储罐、一个 30m^3 N-N 二甲

基-1,3 丙二胺埋地储罐,同设在一个罐组,两个储罐间设有超过罐壁的分隔墙,双氧水进料管道沿 N-N 二甲基-1,3 丙二胺埋地罐顶敷设,送往生产车间的输料泵在各自储罐端头地沟内设置。

双氧水又名过氧化氢水溶液,氧化性物质,具有腐蚀性。N-N 二甲基-1,3 丙二胺,闪点为 $20.6 \pm 0^\circ\text{C}$,无色透明液体,为易燃液体,须避免接触的物质:氧化剂,酸。

N-N 二甲基-1,3 丙二胺,密度: $0.8 \pm 0.1\text{g}/\text{cm}^3$,沸点: $145.0 \pm 0.0^\circ\text{C}$ 分子式: $\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$,分子量: 102.178,闪点: $20.6 \pm 0.0^\circ\text{C}$,透明无色液体。稳定性:避免与氧化物、酸、二氧化碳接触。

2018 年,河南省郑州高新技术开发区的河南恒生中科化工股份有限公司发生了一起爆炸事故。事故原因是由于公司管理混乱,将双氧水和其他化学物品堆放在一起。双氧水泄露后引起升温,最终引发了爆炸。

氧化性物质与易燃液体互为禁忌物品不能混存,不应设置在同一罐区。

6 埋地储罐其他安全要求

储罐设置安全阀,安全阀与储罐之间设置阀门,阀门在正常操作时处于铅封开启状态。

可燃液体的埋地储罐(区)的设施应静电接地,可燃液体管道系统有法兰的须做静电跨接。在埋地储罐的根部阀门后按相关规范要求安装绝缘法兰。

埋地罐区的所有防爆电气设备应根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058—2014)的要求选型。

埋地罐区的设备布置是一项综合性系统性的工程设计工作,要求设计人员对规范、企业现实风险、技术知识综合考虑,储罐安装、使用应结合储存物料,研判运营过程风险,从源头上采取本质安全设置,警惕埋地储罐“黑天鹅”现象,有效管控企业风险,以达安全稳定生产。

[参考文献]

- [1] 寇小文,喻黎明,李兵.埋地储罐的设计及安装[J].化工设计通讯,2019,45(1):98-99.
 - [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB 51283—2020 精细化工企业工程设计防火标准[S].北京:中国计划出版社,2020.
 - [3] 住房和城乡建设部.GB 50156—2021 汽车加油加气加氢站技术标准[S].北京:中国计划出版社,2021.
- 作者简介:左春生(1974.5—),本科,专业:化学工程与工艺,职务:副总经理,目前就职于广东金泰达安全科技有限公司。