

液化石油气球罐储存安全设计

张雪军 裴宏宇 (山西潞安煤基清洁能源有限责任公司, 山西 长治 046200)

摘要: 本文围绕液化石油气球罐技术设备, 遵循相关技术规范文件, 研讨其安全设计控制措施, 致力于提升液化石油气物质储存过程总体安全性创造支持条件, 并且为相关领域的技术工作人员, 创造提供经验参考条件。

关键词: 液化石油气; 球罐设备; 储存; 安全设计

0 引言

从本质角度展开阐释分析, 液化石油气物质, 指的是以丙烷物质和丁烷物质为主要组成物质, 密度介于空气密度 1.50–2.00 倍区间的液化烃类混合化学物质。液化石油气物质的储存技术方式, 通常涉及包含低温压力储存技术方式, 常压低温储存技术方式, 以及常温压力储存技术方式。源于具体运用的技术工艺流程简洁且技术可靠性充分, 常温压力储存技术方式, 现阶段被认定成液化石油气物质的最常用储存技术方式。文章将常温压力储存液化石油气球罐设备选做典型案例, 对其安全设计相关问题展开系统详细的介绍分析。

1 设计参数的选择

1.1 设计压力

此处讨论的设计压力技术参数项目, 指的是液化石油气球罐设备容器顶部位置需要承受的最高压力作用负荷, 其数值应当 $\geq$ 液化石油气球罐设备的工作压力。

常温压力储存液化石油气球罐设备的设计压力技术参数项目选取原则为: ①在实际选择的介质物质为丁烷物质条件下, 设计压力技术参数项目选取 0.79MPa (G); ②在实际选择的介质物质基于温度 50.00℃技术环境下的饱和蒸气压强度小于 1.57MPa (G) 条件下, 设计压力技术参数项目选取 1.57MPa (G); ③在实际选择的介质物质为液态丙烷物质, 或者是介质物质基于温度 50.00℃技术环境下的饱和蒸气压强度大于 1.57MPa (G), 小于 1.62MPa (G) 条件下, 设计压力技术参数项目选取 1.77MPa (G)。

除此之外, 在球罐设备用于储存正丁烷物质或者是异丁烷物质条件下, 假若其在储存温度技术环境条件下的饱和蒸气压强度小于 0.10MPa, 则应当采取措施控制确保球罐设备的设计压力技术参数项目, 能够稳定耐受全真空技术环境条件, 且长期持续保持优质

稳定的使用性能。

1.2 设计温度

所谓设计温度技术参数项目, 指的是在容器设备保持正常稳定运行状态条件下, 需要设定的技术元件金属材料温度参数。考量到液化石油气球罐设备的壳体材料需要遭受所在地区气候环境条件施加的影响作用, 因而其最低设计温度参数数值, 应当遵从所在地区连续多年间的平均最低气温参数的最低数值加以选择确定。

1.3 安装高度

当前, 针对液化石油气物质使用的输送泵设备大多数是屏蔽泵设备, 具备离心泵设备形式, 其安装高度可运用公式 (1) 加以计算。

$$h = \frac{P_1 - P_v}{\rho g} - H_{v1} - NPSHa \quad (1)$$

在公式 (1) 中, h 表示的是输送泵设备的安装高度技术参数项目, 也就是输送泵设备入口侧球罐液面最低位置与输送泵设备入口中心线位置的高度差值, 如果数值为正, 则表示吸上, 如果数值为负, 则表示灌注, 其计量单位为 m; P_1 表示的是吸入液面压力技术参数项目, 其计量单位为 MPa; P_v 表示的是输送温度条件下液体物质的饱和蒸气压技术参数项目, 其计量单位为 MPa; ρ 表示的是输送温度条件下液体物质的相对密度技术参数项目, 其计量单位为 kg/m^3 ; $NPSHa$ 表示的是输送泵设备的必须汽蚀余量技术参数项目, 其计量单位为 m; H_{v1} 表示的是输送泵设备进口侧技术系统的管道阻力损失技术参数项目, 其计量单位为 m。

源于液化石油气物质基于球罐设备内部的温度参数与运用输送泵设备输送过程中的温度参数大致相当, 因而输送泵设备入口侧球罐液面之上的压力强度, 与输送温度条件下的饱和蒸气压彼此相等, 也就是说 $P_1 = P_v$, 继而可以将公式 (1) 简化处理成公式 (2):

$$h = -H_{VT} - NPSHa \quad (2)$$

从公式(2)可知, 输送泵设备的安装高度技术参数项目, 是输送泵设备的必须汽蚀余量技术参数项目, 以及输送泵设备进口侧管道阻力损失技术参数项目的数值相加。

为调整降低球罐设备的实际安装高度, 通常可以做如下考量: ①要最大限度选择汽蚀余量技术参数项目较小的输送泵设备, 且还要最大限度控制缩短输送泵设备入口位置连接的管道技术组件长度; ②在输送泵设备型号不变, 且入口位置管道技术组件长度不变前提下, 应当尽量选择使用口径较大的管道技术组件, 致力于最大限度控制缩减输送泵设备入口侧位置的阻力损失数量。

2 仪表设计

2.1 液位计、温度计和压力表

针对液化石油气物质球罐设备搭配使用的液位计技术组件、温度计技术组件, 以及压力表技术组件, 应当确保其能够基于球罐设备使用现场准确呈现参数数值, 且还要将具体测量获取的测量参数数值传输到控制室进行集中呈现。除此之外, 还要妥善考量并且做好针对单独压力高限报警的设置技术环节。

2.2 高、低液位报警

为确保实际推进开展的生产活动过程始终具备程度最为充分的安全性和有序性, 应当明确设定高液位报警和低液位报警, 继而支持实现针对液化石油气球罐设备内部液位高度的监控技术目标, 规避其超越最高液位限度值或者是最低液位限度值。

在设定液化石油气球罐设备内部最高液位限度值和最低液位限度值过程中, 应当支持保证相关技术工作人员, 能够在 10.00–15.00min 之内切断进料过程或者是出料过程。

2.3 高高液位报警联锁

液化石油气球罐设备的高高液位报警技术过程, 经由安装配置在球罐顶部位置本体之上的液位开关技术组件加以控制。液位开关技术组件与液化石油气球罐设备液相进口管道技术组件之上的紧急切断阀组件联锁, 能够控制规避球罐设备内部的实际液位超越最高允许液位。

2.4 可燃气体报警器

对于液化石油气球罐设备组而言, 可燃性气体物质浓度检测报警器技术组件的设置过程, 应当严格遵从满足《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警

设计规范》SH3063 的有关条文规定。

3 阀门设计

3.1 管道阀门

液化石油气物质输送管道上安装配置的阀门组件最适宜选择使用截止阀技术组件, 且阀门技术组件的设计压力技术参数项目应当 $\geq 2.50\text{MPa}$, 且其必须同时具备稳定充分耐受低温环境技术性能, 以及耐受 H_2S 物质腐蚀作用技术性能。

3.2 紧急切断阀

为控制确保液化石油气球罐设备的使用过程具备最为充分的安全性, 需要在球罐设备的液相进口管道技术组件和出口管道技术组件上均安装配置紧急切断阀技术组件, 且在紧急切断阀技术组件与球罐设备的高高液位报警具备联锁机制条件下, 能及时将进料过程切断; 而在遭遇火宅事件, 或者是液化石油气物质泄漏事件条件下, 紧急切断阀门技术组件能够发挥针对管路系统的及时切断作用。

为确保紧急切断阀门技术组件发挥彰显最佳作用, 通常要求其能够同时支持运用热动关闭操作方式、手动关闭操作方式, 以及遥控关闭操作方式。

3.3 安全阀

①对于大型液化石油气球罐设备而言, 应当对其设置 2 个或者是 2 个以上的弹簧封闭全启式安全阀技术组件, 同时确保其开启压力参数数值不大于液化石油气球罐设备的设计压力参数数值, 且所有实际安装使用的弹簧封闭全启式安全阀技术组件, 均应当支持满足事故发生条件下对应的液化石油气物质最大泄放量技术需求; ②弹簧封闭全启式安全阀技术组件的最小泄放面积技术参数项目, 应当遵照我国现行版本《压力容器安全技术监察规程》中的相关规定展开计算处理。

4 其他安全措施

4.1 球罐脱水措施

液化石油气物质在储存过程中或者是在运输过程中通常会包含水分, 而水的存在, 不但会影响破坏液化石油气产品的质量状态, 导致液化石油气物质基于球罐设备内部呈现出虚假液位现象, 还会影响计量数据准确性, 客观上应当充分考量围绕球罐设备的二次脱水技术问题。

二次脱水技术过程的本质, 就是要将分布在球罐设备底部位置的水排导到脱水罐设备中, 继而在完成气水分离技术过程后, 将脱水罐设备内部的水排出。脱水罐设备的设计压力参数项目应当与液化石油气球

罐设备的设计压力参数项目保持一致。如果确定实际储存的液化石油气物质中不含水分,则可以设置二次脱水技术系统。

4.2 球罐注水措施

要针对液化石油气球罐设备使用具备液化石油气物质泄漏问题预防功能的注水技术设施。

通常情况下,液化石油气球罐设备的液相进出管道技术组件安装设置在球罐设备底部位置,底部位置容易发生积水现象,在气温偏低的我国北方地区冬季环境条件下,假若未能运用恰当合理的防冻技术控制措施,或者是在其他因素作用下引致液相进出管道技术组件的第一道阀门所在位置发生破裂现象,则将会导致液化石油气物质泄漏事件。

在发生液化石油气物质泄漏事件之后,利用设置在泵房内部的液化石油气泵设备,借助球罐液相进出管道技术组件向球罐设备内实施注水操作过程,促使球罐设备内部液面逐渐升高,在将破损发生点位置放置到水面之下后,确保从发生破裂的阀门技术组件所在位置向外溢出的液体物质仅仅是水,而不包含液化石油气物质,继而给后续开展的抢修处置技术过程,创造提供扎实而又充分的准备条件。注水操作过程可借助液化石油气泵设备实施,水管组件与液化石油气泵设备入口位置管道组件的连接过程,选择使用半固定连接技术方式。

4.3 球罐之间气相平衡管

源于在相同液化石油气球罐组内部不同球罐设备的设计压力技术参数项目完全相同、其储存的物料种类完全相同,应当针对各球罐设备之间安装配置气相平衡管技术组件。

在球罐设备内部的液位发生改变条件下,球罐设备内部压力强度如果发生抬升变化或者是下降变化,则球罐设备内部的气体物质,通常会借助平衡管技术组件完成排出过程或者是补充过程,继而实现球罐设备内部压力强度的平衡控制目标,提升液体物质的进入速度和排出速度。

不同球罐设备间安装配置的气相平衡管道技术组件应当规避出现低点,确保平衡管道技术组件始终保持程度最为充分的相互连通状态。

4.4 氮气置换

要针对液化石油气球罐设备集中存放区域规划设置氮气供给技术系统,在投料环节开展前针对球罐设备推进开展气体置换技术环节,控制确保充分安全性。

4.5 球罐隔热设计

为控制规避液化石油气物质储存球罐设备基于夏季高温气候环境中,技术系统的压力强度呈现出升高变化,诱导产生类型多样的安全隐患因素,通常考虑围绕液化石油气物质储存球罐设备本体部分选择使用凉凉隔热胶降温技术控制措施,或者是对其设置使用喷淋冷却水环管技术组件。

4.6 防雷和防静电接地

液化石油气物质在储存过程中或者是在运输过程中,通常极易发生静电积聚现象,鉴于此种情况,应当针对液化石油气球罐设备和管道技术组件,遵从设计规范设置防静电接地技术措施;与此同时,为控制规避大气环境中发生的雷电天气现象针对液化石油气球罐设备集中存放空间区域施加消极影响,应当基于液化石油气球罐设备集中存放空间区域设置防雷技术措施,确保实现最为充分的安全控制效果,规避发生类型多样的安全事故,保障生命财产安全。

5 结束语

综合梳理现有研究成果可以知晓,液化石油气物质是具备易燃易爆特性的物质,围绕液化石油气物质推进开展的储存技术活动过程,需要直观面对复杂多样的安全隐患因素,做好基于多个方面的细节控制。从现有研究文献看,在发生与液化石油气物质相关的安全事故条件下,通常能够给企事业单位或者是城乡各界人民群众的生命安全和财产安全施加严重破坏。推进开展围绕液化石油气物质球罐设备的安全设计工作过程,必须严格遵从国家标准文件和行业规范文件,控制确保液化石油气物质的球罐设备储存过程长期保持安全稳定状态。

参考文献:

- [1] 毛学强,刘绍东,杨洋,等.液化石油气球罐本质安全状态及失效模式研究[J].工业安全与环保,2023,49(05):63-65+99.
- [2] 赵卓远.一液化石油气球罐定期检验发现缺陷分析及处理[J].特种设备安全技术,2023(02):10-11+29.
- [3] 胡守成.关于在用液化石油气球罐产生裂纹的原因及预防措施[J].特种设备安全技术,2022(06):11+47.
- [4] 曾浩,周欣.浅析液化石油气球罐定期检验发现的缺陷及处理[J].中国设备工程,2022(11):121-123.
- [5] 李伟东,陈明哲,李玉,等.基于热-结构耦合分析的液化石油气储罐失效预警判定[J].中国安全生产科学技术,2021,17(02):91-97.