

储罐区的安全设计及管理

王 欢 (中海石油舟山石化有限公司储运一部, 浙江 舟山 316015)

摘 要: 储罐区作为原料和产品的储存场所, 涵盖了油气储运的进出, 是石化企业生产作业的重要场地。储罐区的安全设计及管理, 是企业生产、储存和安全管理的重要环节, 必须从源头的规范设计入手, 在实际生产中加强管控, 防止各类事故发生, 确保企业安全生产。

关键词: 氮封阀; 安全仪表系统; 安全管理

石油化工储罐区用于储存原料、中间品、产品等液体, 涉及的介质种类较为复杂, 且大多为易燃、易爆、有毒、有腐蚀性等特点, 因此储罐区存在较高的危险性, 为了保证储罐的安全稳定运行, 需要防患于未然, 做好罐区的规范设计, 制定一系列的管理规定, 双重实现储罐区的安全管理。

1 储罐区的选址及布置

储罐区的选址和布局应参照相关标准和规范, 其布置不宜高于工艺生产装置、全厂重要设施或人员密集场所, 防止泄漏的可燃气体或液体流散至低处, 引发火灾爆炸事故。如受条件限制必须布置在厂区高处时, 需采取预防液体流散, 影响地势低处的措施。比如, 在高位罐组附近设置集液池, 防火堤失效状态下溢漏的液体经导液沟自流进入集液池内, 集液池生产类别为丙类, 事故状态下按甲类管理。

1.1 储罐应成组布置

布置时要有选择, 所有储罐不是都布置在同一防火堤内: ①毒性极度及高度的单独成组布置; ②沸溢性液体不得与非沸溢性液体储罐成组布置; ③压力储罐与低压储罐、常压储罐不可同组布置; ④火灾危险性类别相近或相类的储罐可以布置在同一防火堤内。如甲 A 类单独成组; 甲 B、乙 A 类同组; 乙 B 和丙类同组。⑤储罐容积相差太大的不宜同组布置。

除遵循以上原则外, 每个罐组的总容积及储罐个数尚应满足相关规范要求。

1.2 储罐组应设防火堤

防火堤内应采用不燃烧材料建造, 且必须闭合、密实、不泄露。防火堤内的有效容积不得小于罐组内 1 个最大储罐的容积。

2 储罐的选型

储罐的选型应符合规范要求, 易燃和可燃液体储罐采用钢制储罐。

第一: 材质选型: ①一般物料采用碳钢材质即可;

②有腐蚀性或对物料有洁净度有要求的物料可采用不锈钢材质; ③盐酸、稀硫酸等强腐蚀介质采用玻璃钢材质。第二: 储罐选型: ①液化烃等甲 A 类液体常温储存应选用压力储罐; ②沸点低于 45℃的甲 B 类液体可选用低压或压力储罐; ③甲 B、乙 A 类液体应选用内浮顶储罐, 内浮顶应选用全接液耐火浮顶。有特殊要求的储存介质如易聚合的苯乙烯、丙烯酸等, 可采用固定顶储罐, 但需要设置氮封设施; ④储存乙 B 和丙类液体可选用浮顶、内浮顶或固定顶储罐。

3 储罐的安全附件

储罐由于储存大量的原料、中间品及成品等, 其危险性较大。储罐附件是为了完成储罐的正常作业, 保障安全生产, 必须配备的相应设备。主要包含氮封系统、呼吸阀、阻火器及泄压人孔等。

3.1 氮封系统

往储罐罐顶补充氮气或其他惰性气体, 有效防止储罐发生爆炸起火事故, 进一步加强储罐的安全可靠性。一般情况下, 每台储罐设置单独的氮封阀组且氮气接入口和引压口均位于罐顶。

3.1.1 氮封阀

①可选用自力式调节阀或先导式开关型调节阀; ②开启/关闭压力差不宜大于 0.3kPa; ③阀体、阀杆、阀芯材料为不锈钢; ④阀前设置过滤器。

3.1.2 氮封量

①考虑物料性质、储罐泵出量、外界气温变化导致储罐温降的影响; ②氮封量应满足泵抽出储罐内储存液体所需的补充气量要求, 同时考虑到气温变化对储罐内气体冷凝和收缩所导致的补气需求; ③氮封量 \neq 最大泵出量 + 储罐热吸入量 (SH/T3007); ④和储罐采用内浮顶罐或固定顶罐没关系, 和物料性质、建设地点、储罐容积、保温方式有关。

3.2 氮封系统设置及管理

①导压管不应太长, 建议不超过 4m; ②导压管

应自阀体（先导阀体接导压管位置）向储罐倾斜，以防特殊情况下导压管内有水或其他冷凝物，可顺流至罐内；③尽量减少弯头，提高取压精度；④安装前对氮气管道进行吹扫，在氮封阀入口装设过滤器；⑤合理选择和设定氮封阀关闭压力值的范围，避免和呼吸阀开启压力产生交集，防止氮封阀不关闭一直补气（浪费氮气、串气），呼吸阀不关闭一直排放（介质浪费、火灾隐患）；⑥靠近罐顶安装，氮封阀取的是阀后压力，越靠近储罐，储罐的压力越稳定。同时，氮封阀应远离呼吸阀，可以避免氮气进入后直接流出；⑦根据氮封量分析氮气消耗量是否过大，检查呼吸阀、泄压人孔的密封性；⑧检查罐顶压力表压力趋势（压力高低报警）、氮封阀开关动作。

3.2.1 呼吸阀

减少储存物料的蒸发损耗，并保证罐内气体压力在一定的范围内正常运行。储罐甲 B、乙类液体的固定顶容器及地上卧式容器；在任何情况下，储罐上均应安装呼吸阀，以保护系统内的气体。呼吸阀选型时应明确设定压力、超压值、通气量、泄漏量等关键指标的要求。

3.2.1.1 呼吸阀的通气量

①呼吸阀的吸入量 = 液体最大出液量 + 大气温降导致的储罐吸入的空气量。

②呼吸阀的呼出量 = 液体进入储罐时造成的罐内液体气体呼出量 + 大气升温导致罐内气体膨胀呼出的气体。

3.2.1.2 呼吸阀的日常管理

①每月进行一次物料进出作业的定期检查；②在有物料进出时，每 2 小时进行一次检查；③对通风正负压阀盘的响应情况进行定期测试；④关注网罩是否破裂，压盖衬垫的紧密性，以及冬季是否存在冰冻现象；⑤对导杆和阀盘接触密封面的损伤情况进行定期检查。

3.3 阻火器

阻止火焰从外部到储罐中的未燃烧混合气体的扩散，从而保证储罐的安全。在各储罐 VOCs 气相支线

靠近储罐位置、废气处理装置入口等地方，必须安装阻爆轰型阻火器，其材质应选用不锈钢。阻火器的选型应根据 VOCs 气体的性质（组成、MESG 值）、操作条件、潜在点火源、阻火器安装位置等综合确定。阻火器的日常管理可与呼吸阀同步进行，管理内容包括：检查阻火盘的堵塞和腐蚀情况、阻火盘的间隙值等。

3.4 泄压人孔

预防阀由于锈蚀或温度下降后发生的阻塞和冻结现象的发生。阻碍罐内气相的正常呼吸，或因发生火灾产生大量气体需要排放，是常压储罐的最后一级保护储罐的措施。安装氮气或其他惰性气体的储罐，应配置安全泄压装置，以防泄漏、伤人事故等。宜选用直径不小于 DN500 的泄压人孔。

3.4.1 泄压人孔的泄放量

在火灾工况下，泄压人孔的泄放量按《Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks》API 2000 进行选择 and 计算，与储罐的浸润面积以及设计压力有关。

3.4.2 泄压人孔的日常管理

①定期检查泄压人孔是否漏气；②定期检查泄压人孔是否卡盘。

4 储罐区的仪表元件及联锁

储运罐区常见的仪表元件有液位、温度及压力等监测元件，其测量信号需传送至控制室集中显示。

4.1 液位

储罐一般设置 2 套原理不同的测量仪表，至少有 1 套为连续测量远传仪表。其中一套用于日常监测，一套用于高高、低低液位联锁。

4.2 压力

储罐需设置就地指示仪表和压力远传仪表。在压力监测系统中，压力传感器和压力远传仪表不得共用一个开口，其安装位置需确保在最高液位下能够准确测量气相的压力，并便于观察和维护。以常压储罐为例，各项压力值建议如表 1，单位：kPa(g)。

4.3 温度

储罐应设置温度测量仪表，温度计的安装宜安装在储罐便于观测处。对于有加热或制冷措施的储罐，

表 1

储罐	呼吸阀				氮封阀		单呼阀				呼吸阀				泄压人孔				储罐
设计压力	超压值 10%	设定压力	启闭压差 85%	泄漏压力 75%	开启压力	关闭压力	泄漏压力 75%	启闭压差 85%	设定压力	超压值 10%	泄漏压力 75%	启闭压差 85%	设定压力	超压值 10%	泄漏压力 85%	启闭压差 90%	设定压力	超压值 10%	设计压力
-0.5	-0.33	-0.3	-0.255	-0.225	0.2	0.5	0.68	0.77	0.9	0.99	1.01	1.15	1.35	1.49	1.53	1.62	1.8	1.98	2

还需设置温度高低报警。

4.4 可燃 / 有毒气体探测器

储罐区储存甲、乙 A 类可燃液体或剧毒、高毒类介质需设置可燃 / 有毒气体探测器。既属于可燃气体又属于有毒气体的单组份气体介质，应设有毒气体探测器，多组份气体介质，应分别设置设置可燃 / 有毒气体探测器。

4.5 预防“冒罐”

连锁储罐区最大危险为“冒罐”，每台储罐需设置高高液位连锁关闭储罐进口管道控制阀。对于内浮顶储罐，储罐低液位连锁关闭储罐出口管道控制阀并同时停输送泵，防止浮顶落底，出现气相空间带来危害。

4.6 其他

根据安监总管三〔2014〕116号《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》、国家安全生产监督管理总局第40号令《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》、项目HAZOP分析报告等相关要求设置安全仪表系统（SIS），SIS系统和DCS系统完全独立。

5 安全管理

储罐区是危化生产或者储存企业重要的风险点，管理不到位或者有较大安全隐患时极易引发安全生产事故，影响企业的安全运行，威胁企业的经济效益以及从业人员的生命安全，因此做好储罐区的安全管理工作是确保储罐区安全高效运行的重要手段。

5.1 消防管理

储罐区应采取严格的防火防爆措施，设置相应的消防设施和器材，并定期进行检查和维护。

5.2 安全仪表管理

储罐应设置泄漏监测系统，对储罐的本体及各个连接部位进行实时监测，出现异常情况时及时进行警报处理。该系统应具有高敏感度和高精度，能够实时反映出储罐的状态。操作人员管理针对储罐区的操作和管理人员，企业应进行专业的培训，内容应包括储罐的结构、性能特点、操作规程、应急处理等方面的知识。

5.3 设备设施管理针对储罐区的设备和设施

企业应进行定期的检查和维护工作。检查内容主要包括储罐本体及附件、管道系统、消防设施等。同时，应对检查结果进行记录和分析，及时发现和解决潜在的安全隐患。

5.4 应急管理

针对储罐区可能发生的泄漏或其他事故，企业应建

立完善的环境监测和应急处理体系。该体系应包括环境监测、应急预案、应急处置等内容。同时应定期进行模拟演练和评估工作确保体系的有效性和可操作性。

5.5 巡检管理

制定详细的巡检计划，包括巡检时间、路线、人员、工具等，确保可操作性和可执行性。通过专业的人员，携带必要的工具，重点关注储罐本体、管道系统、阀门、法兰、密封件等部位，检查其是否有泄漏、损坏、腐蚀等现象。对巡检中发现的问题、采取的措施等情况进行记录和分析，及时发现和解决潜在的安全隐患。

5.6 变更管理

储罐区在实际生产中会有各种变更，变更管理在于需要建立变更程序，明确生产变更、设备变更、操作变更、工艺卡片变更、报警变更、连锁变更、人员变更等所有变更需要依据的程序或制度，严格执行各项程序和制度，将变更管理做到闭环才是风险可控的。

5.7 风险作业管理

近年来，储罐区的一般作业导致事故发生比较常见，这要求我们必须根据国家相关标准要求，制定作业许可制度，明确办理作业许可票据的范围，实现安全风险全面管控，预防事故发生。《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）第4.13.2条要求，作业许可范围包括：① GB 30871中规定的特殊作业；② 装置区施工和检维修作业；③ 设备、管线的打开；④ 企业认为需要通过许可管理的其他作业。

6 结论

综上所述，加强储罐区的安全设计和管理是企业保障生产安全的重要措施之一，只有通过全面系统的管理手段和方法才能最大限度地降低储罐区的安全风险，保障企业的正常生产和运营。

参考文献：

- [1]GB50160-2008（2018年版），《石油化工企业设计防火标准》
- [2]SH/T3007-2014，《石油化工储运系统罐区设计规范》
- [3]API 2000，《Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks》
- [4]《石油化工储运罐区罐顶油气连通安全技术要求（试行）》
- [5]AQ/T 3034-2022，《化工过程安全管理导则》

作者简介：

王欢（1984.10-）男，汉，江西九江人，助理工程师，本科，研究方向：油气储运。