

化工企业液体罐区工艺设计浅析

万 利（山东法恩泰科技工程有限公司，山东 青岛 266555）

廉 政（青岛市惠城环保科技集团股份有限公司，山东 青岛 266555）

摘 要：本文主要对化工企业液体罐区工艺设计中的储罐布置、储罐选型、储罐容量和个数确定、罐区内管道布置等内容进行了详细分析，并论证了科学合理的罐区工艺设计对罐区安全、高效、节能运行起着重要作用。

关键词：储罐；罐区；工艺；设计；配管

随着化工行业的发展，各种化工产品广泛应用于生产生活中的各个领域，化工品的需求量不断提高，促使化工企业液体罐区规模扩大，数量增多。大部分化工品具有易燃、易爆、有毒、腐蚀性等特点，化工品罐区一旦出现事故，将造成严重危害。在罐区设计过程中，应严格按照相关标准、规范进行，使设计达到安全可靠、环境友好、工艺先进合理，运行成本低、管理方便等要求，本文就液体罐区工艺设计的几个要点进行论述。

1 储罐型式的确定

按照储罐建造的特点，可分为地上储罐和地下储罐，地上储罐大多采用钢板焊接而成，具有投资少、建设周期短、日常维护和管理方便等特点，地下储罐储存介质温度比较稳定，气体蒸发损耗较小。在化工企业中，普遍采用地上储罐。

按照储罐的结构特点可分为固定顶罐、内浮顶罐、浮顶罐、卧式罐、球罐等。固定顶储罐适用于储存各类油品、化学品及其他液态物料，常采用弱顶结构。内浮顶储罐是在固定顶储罐内加设内浮盘，内浮盘可

随罐内液面升降，消除罐内液体气化空间，减少物料的挥发损失。外浮顶储罐无固定顶，只有随液面升降的浮盘和罐壁，建造费用省，储存物料损耗低，适用于建造大容积储罐。多用于储存原油、燃料油等大宗物料。卧式储罐适用于储存小批量的物料。

储罐型式的确定需要根据储存介质的闪点、饱和蒸气压、挥发性、火灾危险性、储存容量等来确定。不同火灾危险性类别介质储罐选型见表 1。

易燃和可燃液体储罐应采用钢制储罐。储存乙 B 和丙类液体可选用浮顶储罐、内浮顶罐、固定顶储罐和卧式储罐。容量小于或等于 100m³ 的储罐，可选用卧式储罐。酸类、碱类宜选用固定顶储罐或卧式储罐。

2 储罐容量和储罐个数的确定

储罐容量需要根据储存介质的储存天数来确定，例如某项目的原料罐的储存天数车间之间储存为 3 天，工厂之间储存为 7 天，化工区外储存为 15 天。

确定储罐容量可根据介质进出罐区的流量和对介质储存天数的要求进行计算。计算方法如下：

$$V = (Q_1 - Q_2) \cdot N / \eta$$

表 1 不同火灾危险性类别介质储罐选型

介质类别		名称	参数	储罐选型
甲	A	液化烃	15℃ 时蒸汽压力 > 0.1MPa 的烃类及其他类似液体	球罐、卧罐
	B	可燃液体	甲 A 类除外，闪点 ≤ 28℃	内浮顶罐、浮顶罐、球罐
乙	A	可燃液体	28℃ ≤ 闪点 ≤ 45℃	内浮顶罐、浮顶罐
	B	可燃液体	45℃ < 闪点 < 60℃	内浮顶罐、固定顶罐
丙	A	可燃液体	60℃ ≤ 闪点 ≤ 120℃	固定顶罐
	B		闪点 > 120℃	固定顶罐

表 2 罐组内相邻可燃液体地上储罐的防火间距

液体类别	储罐形式			
	固定顶罐		浮顶、内浮顶罐	卧罐
	≤ 1000m³	> 1000		
甲 B、乙类	0.75D	0.6D	0.4D	0.8m
丙 A 类	0.4D			
丙 B 类	2m	5m		

V: 某种介质储罐总容积; Q_1 : 介质进入罐区的流量, m^3/d ; Q_2 : 介质流出罐区的流量, m^3/d ; N: 储存天数; η : 储罐的储存系数, 储罐容积 $< 1000\text{m}^3$ 的固定顶罐取 0.85, 容积 $\geq 1000\text{m}^3$ 的固定顶罐取 0.9, 内浮顶罐或浮顶罐取 0.9, 卧罐或球罐取 0.9。

储罐的个数要满足生产操作的要求, 化工装置的原料、中间原料及产品储罐个数均不宜少于 2 个, 酸类、碱类及液氨的储罐, 每种物料不宜少于 2 个。原料罐的容量不宜少于一套装置正常操作 1 天的处理量。储罐总容积除以储罐个数即为单个储罐的容积。

3 罐区储罐布置

3.1 一般原则

储罐区一般单独成区布置, 宜布置在人员集中场所及明火或散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧。液化烃罐组或可燃液体罐组不宜毗邻布置在高于工艺装置、全厂性重要设施或人员集中场所的阶梯上。储罐分组力求做到符合生产要求、安全可靠、充分利用地形及地址条件、减少投资。储罐区内储罐外壁与靠近罐区的工艺装置及其他建、构筑物的距离应满足《建筑设计防火规范》GB50016-2014、《石油化工企业设计防火规范》GB50160-2008 等规范的规定。原料罐区和中间原料罐区的位置, 应尽量靠近与之相关的生产装置, 使罐区至生产装置原料泵的入口管道尽可能短, 减少摩阻损失。产品罐区应尽量靠近装油设施。液化烃罐区应布置在通风良好的地方。

储罐应成组布置。同一罐组内, 宜布置火灾危险性类别相同或相近的储罐, 沸溢性液体的储罐不应与非沸溢性液体储罐同组布置, 液化烃的储罐不应与可燃液体储罐布置在同一组内, 地上式储罐不能与半地下、地下式储罐布置在同一组内, 腐蚀性较强液体的储罐不宜与其他液体储罐布置在同一组内, 有毒液体的储罐不能与无毒性液体储罐布置在同一组内。当单罐容积小于等于 1000m^3 时, 火灾危险性类别不同的储罐也可同组布置。

同一罐区内, 储存介质性质相同的或性质相近的储罐, 尽可能地布置在一起, 这样有利于消防, 必要时, 储罐可互相借用, 储罐规格相同的储罐, 尽量布置在一起, 以使罐区显得整齐美观。

3.2 罐组总储量

罐组的总容积应符合以下规定: 固定顶罐组的总容积不应大于 120000m^3 ; 浮顶、内浮顶罐组的总容积不应大于 600000m^3 , 固定顶罐和浮顶、内浮顶罐的混

合罐组的总容积不应大于 120000m^3 , 其中浮顶、内浮顶罐的容积可折半计算。

罐组内单罐容积大于或等于 10000m^3 的储罐个数不应多于 12 个, 单罐容积小于 10000m^3 的储罐个数不应多于 16 个, 但单罐容积均小于 1000m^3 的丙 B 类液体储罐的个数不受此限。

3.3 罐组内相邻储罐防火间距

罐组内相邻可燃液体地上储罐的防火间距不应小于表 2 的规定。表 2 中 D 为相邻较大罐直径, 单罐容积大于 1000m^3 的储罐取直径或高度的较大值; 储存不同类别液体或不同型式的相邻储罐的防火间距应采用本表规定的较大值; 储存丙 B 类可燃液体的浮顶、内浮顶罐, 其防火间距大于 15m 时, 可取 15m。

为便于火灾情况下救援, 罐组内储罐不应超过 2 排, 但单罐容积小于或等于 1000m^3 的丙 B 类储罐不应超过 4 排, 这主要是由于丙 B 类介质火灾危险性较小, 不易起火且易于扑灭。

两排立式储罐之间的间距不能小于 5m, 两排直径小于 5m 的立式储罐及卧式储罐的间距不应小于 3m。两排立式储罐之间往往是布置罐区管道及与罐相连接支管道的地方, 所以, 两排储罐之间的净距, 还应该同时满足管道布置的要求。

3.4 防火堤设置

罐组应设防火堤, 防火堤内的有效容积不应小于罐组内 1 个最大储罐的容积, 当浮顶、内浮顶储罐不满足此要求时, 应设置事故存液池储存剩余部分, 但罐组防火堤内的有效容积不应小于罐组内 1 个最大储罐容积的一半。防火堤是用于常压易燃和可燃液体储罐组或其他液态危险品储罐组发生泄漏事故时, 防止液体外流和火灾蔓延的构筑物, 它的作用是将储罐介质泄漏而导致的事故限定在一定范围内, 防止火灾事故扩大。因此, 防火堤应采用不燃材料建造, 且必须密实、闭合、不泄漏, 可采用黏土、混凝土结构作为基础建设材料, 防火堤的强度应能承受储罐内物料流出时对防火堤的冲击力。

立式储罐防火堤的高度应为计算高度加 0.2m, 但不应低于 1.0m (以堤内设计地坪标高为准), 且不宜高于 2.2m (以堤外 3m 范围内设计地坪标高为准), 卧式储罐防火堤的高度不应低于 0.5m (以堤内设计地坪标高为准)。立式储罐至防火堤内堤脚线的距离不应小于罐壁高度的一半, 卧式储罐至防火堤内堤脚线的距离不应小于 3m。相邻罐组防火堤的外堤脚线之

间应留有宽度不小于 7m 的消防空地。在防火堤的不同方位上应设置人行台阶或坡道,同一方位上量相邻人行台阶或坡道之间距离不宜大于 60m。

4 罐区管道布置

罐区管道安装应满足相关的工艺流程及其他方面的要求。罐区管道一般采用地上管墩敷设,便于施工、操作和维修改造,且便于消防。管墩顶高出罐区设计地面标高一般为 300mm。罐区管道的走向应使管道总长较短。与泵相关的管道,其进、出罐区处应该靠近泵房,以便减少泵入口处管道的长度,给泵创造良好的吸入条件。储罐进出油管径较大或连接管道较多的储罐,尽可能地布置在罐区管道进出口处,以缩短管道长度,减少投资。确定储罐的基础标高时,应充分满足与之相关的泵房内泵的净吸入头的要求。罐区管道的排列顺序要和罐区外管道进罐区的相关部分协同好,尽量避免管道交叉。若出现交叉是,应保证自留管道(如泵入口管线)全线顺坡敷设。

罐区管廊应有坡度,其坡度不应小于 2‰,其坡向应使泵入口管道的末端坡向罐区进出口处。罐区支管道应有坡度,其坡度不应小于 5‰,其坡向应由罐前坡向管廊。

轻质油品及其性质相近的液体管道,未设置隔热层的情况下,当两端阀门关闭时,由于日照会使管道及管内液体温度升高,管道内液体压力有可能超过管道的设计压力,应在适当位置设置泄压装置。热力管道及介质温度较高的管道,尽可能地布置在管廊的一侧或两侧,便于合理地设置补偿器。油品进罐的温度大于或等于 120℃时,必须从罐顶进入罐内。

工艺管道上的阀门,应选用钢制阀门,选用的电动阀门或气动阀门应具有手操作功能。管道穿越防火堤时,需设置套管,管道与套管间空隙应用不燃材料封堵严密。管道和套管应保持同心状态。在管廊适当位置应设置人行过桥,以方便操作人员行走。过桥地面最低处与管道或保温层顶面的净距离不应小于 100mm。

罐区主管廊上布置管墩时,在罐中心线附近的管墩间距应比规定的间距小些,以补偿支管段引起的集中荷载对管道跨距的影响。确定罐前支管道的管墩(架)顶标高时,应考虑到储罐基础下沉的影响,一般应比按坡度计算值减少 50~60mm,若罐基础处地址条件差,结构专业能预计出罐基础的下沉量时,可按预计的下沉量减少。罐前支管道和主管道的连接,一

般情况应采用挠性或弹性连接,地震烈度大于或等于 7 度、地质松软的情况下,管径大于或等于 150mm,可设置储罐抗震用金属软管,金属软管应布置在靠近罐壁的第一道阀门和第二道阀门之间。金属软管与管道的链接,应采用法兰连接,便于安装、调节和更换。

I、II 级毒性液体管道不应埋地敷设,并应用明显区别于其他管道的标志,必须埋地敷设是应设防护套管,并应具备检漏条件。输送腐蚀性液体和 I、II 级毒性液体管道上,不宜设放空和排空装置,如必须设排空装置是,应有密闭收集凝液的措施。

5 结束语

科学合理的罐区工艺设计对罐区安全、节能、高效运行起着十分重要的作用,本文对化工企业液体罐区工艺设计中的几个关键内容进行了分析探讨,希望对以后的工作提供一定的指导和建议。

参考文献:

- [1] GB 50016-2014. 建筑设计防火规范 [S]. 北京:国家质量监督检验检疫总局,2014.
- [2] GB 50160-2008. 石油石化企业设计防火规范 [S]. 北京:国家住房和城乡建设部,2008.
- [3] SH/T 3007-2014. 石油化工储运系统罐区设计规范 [S]. 北京:工业和信息化部,2014.
- [4] SH 3012-2011. 石油化工金属管道布置设计规范 [S]. 北京:工业和信息化部,2011.
- [5] 李征西,徐思文. 油品储运设计手册 [M]. 北京:石油工业出版社,1997.
- [6] 李帅,张彤. 化工厂液体罐区的工艺设计要点 [J]. 工业 C,2016(4):105-105.
- [7] 梁艺凡. 精细化工厂区罐区的工艺设计要点 [J]. 化工设计通讯,2019,45(12):2.
- [8] 姚嘉. 液体化工产品仓储基地罐区的工艺设计 [J]. 江西化工,2021(03):34-37.
- [9] 实黄. 化工装置中液体储罐区的工艺管道设计 [J]. 化工管理,2021(12):35.
- [10] 王智辉,李航. 液体化工产品罐区工艺设计研究 [J]. 中国石油石化,2017(03):53-54.
- [11] 赵乐蓉,徐大利,丁小雷. 液体化工产品罐区工艺设计研究 [J]. 建筑工程技术与设计,2017(23):492-492.
- [12] 孙慧道. 液体化工产品罐区工艺设计时的注意事项 [J]. 世界家苑,2014(02):380-380.
- [13] 温跃鹏. 对液体化工产品罐区的工艺设计探讨 [J]. 中国化工贸易,2018,10(28):23.