

浅析防火标准中关于可燃液体储罐的几个问题

孙 勇 (中国天辰工程有限公司黑龙江分公司, 黑龙江 哈尔滨 150000)

摘 要: 阐述了可燃体储罐在防火标准中罐容尺寸、内浮顶、耐火保护、罐间距、材质及接管等方面的特殊要求及注意事项。

关键词: 可燃液体储罐; 内浮顶; 防火间距; 耐火保护

1 概述

在现行的设计防火标准中, 如《石油化工企业设计防火标准》、《建筑设计防火规范》、《精细化工企业工程设计防火标准》中, 对设备的容积尺寸、浮顶结构、耐火保护、储罐间距及安全附件等有特别的要求, 下面就以《石油化工企业设计防火标准》等防火标准中相关要求为例, 对相关情况加以归纳。

2 罐容及尺寸限制

现行《石油化工企业设计防火标准》中对浮顶储罐单罐容积不应大于 150000m^3 ; 储罐罐壁高度不应超过 24m ; 固定顶和储存甲 B、乙 A 类可燃液体内浮顶储罐直径不应大于 48m ; 全压力式或半冷冻式液化烃储罐的单罐容积不应大于 4000m^3 。根据我国石油化工企业实践经验, 采用地上钢罐是合理的, 地上钢罐造价低, 施工快, 检修方便, 寿命长。近年来, 为适应工艺装置的大型化发展需要, 储存设备的大型化也有了很大的进步。但就近些年国内外消防标准的要求趋势来说, 对于储存设备, 在设备的容积及高度等方面有一定要求, 那么为什么在近年的标准中在这方面有加大要求的趋势呢, 笔者认为主要是考虑消防要求, 结合目前的消防设备能力和发生事故后的扑救及影响, 特对储罐的容积、直径和高度等做出了限制。

3 关于内浮顶

现行《石油化工企业设计防火标准》中要求单罐容积小于或等于 5000m^3 的内浮顶储罐采用易熔材料制作的浮盘时, 应设置氮气保护等安全措施; 单罐容积大于 5000m^3 的内浮顶储罐应采用钢制单盘或双盘式浮顶; 单罐容积大于或等于 50000m^3 的浮顶储罐应采用钢制双盘式浮顶。

浮顶罐或内浮顶罐储存甲 B、乙类液体可减少储罐火灾概率, 降低火灾危害程度。罐内基本没有气体空间, 一旦起火, 也只在浮顶与罐壁间的密封处燃烧, 火势不大, 易于扑救, 且可大大降低油气损耗和对大气的污染。鉴于目前洗盘式浮盘已淘汰, 明确规定选

用金属浮舱式的浮盘, 避免使用浅盘式浮盘。金属浮舱式浮盘包括钢浮盘和易熔材料制作的浮盘 (如铝浮盘和浮筒式不锈钢组装浮盘) 等。浮盘选用不仅受可燃液体物性 (包括物化性质和腐蚀性) 和材质 (碳钢、合金钢或奥氏体不锈钢) 本身强度影响较大, 还要综合安全环保考虑从源头控制减少挥发性气体排放, 减少对环境的污染。对于有特殊要求的甲 B、乙 A 液体物料, 如苯乙烯、醋类、加氢原料、丙烯腈等易聚合、易氧化或有毒的液体物料, 选用固定顶储罐或卧式储罐加氮封储存也是可行的; 对于拔头油、轻石脑油等饱和蒸汽压较高的物料, 可通过降温采用固定顶罐储存或采用低压固定顶罐储存。储罐容积小于或等于 200m^3 的储罐, 浮顶或内浮顶罐系列不全, 难以选用, 特别是储罐容积小于或等于 100m^3 的立式储罐, 不易制造, 也不一定经济。为了适应少量物料的储存及精细化工装置的实际需要, 可采用带气体密封的固定顶罐储存或卧式储罐储存。容积大于 5000m^3 的内浮顶储罐如果采用易熔材料浮盘, 当出现火灾时, 很容易发生全面积火灾, 难以扑救。另外, 综合安全环保考虑, 故规定容积大于 5000m^3 浮顶或内浮顶储罐采用钢质单盘或双盘式浮盘。

4 关于设备的耐火保护

现行《石油化工企业设计防火标准》中下列承重钢结构, 应采取耐火保护措施:

①单个容积等于或大于 5m^3 的甲、乙 A 类液体设备的承重钢构架、支架、裙座;

②在爆炸危险区范围内, 且毒性为极度和高度危害的物料设备的承重钢构架、支架、裙座;

③操作温度等于或高于自燃点的单个容积等于或大于 5m^3 的乙、丙类液体设备承重钢构架、支架、裙座;

④加热炉炉底钢支架;

⑤在爆炸危险区范围内的钢管架, 跨越装置区、罐区消防车道的钢管架;

⑥在爆炸危险区范围内的高径比等于或大于 8，且总重量等于或大于 25t 的非可燃介质设备的承重钢构架、支架和裙座。

无耐火保护层的钢柱，其构件的耐火极限只有 0.25h 左右，在火灾中很容易丧失强度而坍塌。因此，为避免产生二次灾害，使承重钢结构能在一般火灾事故中，在一定时间内，仍保持必需的强度，故规定应采取耐火保护措施。以上“承重”的概念为直接承受设备或管道重量，“非承重”的概念为仅承受人员操作平台或承受和传递水平荷载，不直接承受设备或管道重量。为避免火灾事故时跨越装置区、罐区消防车道的钢管架坍塌而影响消防车通行的情况发生，增加了跨越装置区、罐区消防车道的钢管架耐火保护要求。爆炸危险区范围内的高径比等于或大于 8 的设备承重钢构架，一旦倒塌会造成较大范围的次生危害。在爆炸危险区范围内，毒性为极度或高度危害的物料设备的承重钢构架、支架、裙座，一旦倒塌会造成环境污染、人员中毒。因此从事故危害严重性方面考虑，对以上结构应采取耐火保护措施。

5 关于地上可燃液体储罐间距

5.1 GB50160 罐组内相邻可燃液体地上储罐的防火间距要求（见下表）

表 1

液体类别	储罐形式			
	固定顶罐		浮顶、 内浮顶罐	卧罐
	≤ 1000m ³	> 1000m ³		
甲 _B 、乙类	0.75D	0.6D	0.4D	0.8D
丙 _A 类	0.4D			
丙 _B 类	2m	5m		

需说明的是：第一，表中 D 为相邻较大罐的直径，单罐容积大于 1000m³ 的储罐取直径或高度的较大值；第二，储存不同类别液体的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；第三，现有浅盘式内浮顶罐的防火间距同固定顶罐；第四，可燃液体的低压储罐，其防火间距按固定顶罐考虑；第五，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。

另外，储罐区占地大，管道长，故在保证安全的

前提下罐间距宜尽可能小，以节约占地和投资，储罐的间距主要根据下列因素确定：

①储罐着火概率，根据过去油罐火灾的统计资料，新中国成立后至 1976 年 8 月，储罐年火灾概率仅为 0.47%。1982 年 2 月调查统计的油罐年火灾概率为 0.448%。多数火灾事故是在操作中不遵守安全规定或违反操作规程造成的。因此，只要提高管理水平，严格遵守各项安全制度和操作规程，就可以减少事故的发生；

②储罐起火后，能否引燃相邻储罐爆炸起火，是由该罐的破裂状况和液体溢出或淌出情况而定的。如果火灾中储罐顶盖掀开但罐体完好，且可燃液体未流出罐外，则一般不会引燃邻罐。如东北某厂一个轻柴油罐着火历时 5h 才扑灭，相距约 2m 的邻罐并未引燃；上海某厂一个油罐起火后烧了 20min，与其相距 2.3m 的油罐也未被引燃。实践证明，只要采取有效的冷却保护措施，因辐射热而烤爆或引燃邻罐的可能性不大；

③消防操作要求，考虑对着火罐的扑救和对着火罐或邻罐的冷却保护等消防操作场地要求，不能将相邻罐靠得很近。消防人员用水枪冷却油罐时，水枪喷射仰角一般为 50°~60°，冷却保护范围为 8m~10m。泡沫发生器破坏时，消防人员需往着火罐上挂泡沫钩管。因此，只要不小于 0.4D 的防火间距就能满足消防操作要求。对于小于等于 1000m³ 的固定顶罐，如果操作人员站的位置避开两个储罐之间最小间距的地方 0.4D~0.6D 的间距也能满足上述操作要求；

④ 0.4D~0.6D 的罐间距在国内石油化工企业中已执行多年，证明是安全经济的；

⑤储罐类型，浮顶罐罐内几乎不存在油气空间，散发出的可燃气体很少，火灾几率小，国内的生产实践和消防实验均证明，浮顶罐引燃后火焰不大，一般只在浮顶周围密封圈处燃烧，热辐射强度不高，无需冷却相邻储罐，对扑救人员在罐平台上的操作基本无威胁。例如，某厂曾有一个 5000m³ 和一个 10000m³ 浮顶罐着火，都是工人用于提白沫灭火器扑灭的。所以，浮顶罐的防火间距可比固定顶罐适当缩小；

⑥近年来，某些石油化工企业在改、扩建工程中，为了减少占地，储罐采用了细高的罐型，占地虽然有所减少，但不利于消防，为此提出用罐高与直径的较大值确定其防火间距，日本防火法规中也有类似的规定；

⑦丙类液体也有采用浮顶罐、内浮顶罐储存方式，所以增加丙类浮顶罐、内浮顶罐的防火间距。

5.2 GB50016 甲、乙、丙类液体储罐之间的防火间距（见下表）

表 2

类别			固定顶储罐			浮顶储罐 或设置充 氮保护设 备的储罐	卧式 储罐
			地上 式	半地 下式	地下 式		
甲、乙类 液体储罐	单罐 容量 $V(m^3)$	$V \leq 1000$	0.75D	0.5D	0.4D	0.4D	$\geq 0.8m$
		$V > 1000$	0.6D				
丙类液 体储罐		不限	0.4D	不限	不限	-	

需说明的是：第一，D 为相邻较大立式储罐的直径（m），矩形储罐的直径为长边与短边之和的一半；第二，不同液体、不同形式储罐之间的防火间距不应小于本表规定的较大值；第三，两排卧式储罐之间的防火间距不应小于 3m；第四，当单罐容量不大于 $1000m^3$ 且采用固定冷却系统时，甲、乙类液体的地上式固定顶储罐之间的防火间距不应小于 0.6D；第五，地上式储罐同时设置液下喷射泡沫灭火系统、固定冷却水系统和扑救防火堤内液体火灾的泡沫灭火设施时，储罐之间的防火间距可适当减小，但不宜小于 0.4D；第六，闪点大于 120 的液体，当单罐容量大于 $1000m^3$ 时，储罐之间的防火间距不应小于 5m；当单罐容量不大于 $1000m^3$ 时，储罐之间的防火间距不应小于 2m。

6 关于设备及附件材质的问题

现行《石油化工企业设计防火标准》中对可燃液体储罐材质为钢材；可燃气体的储存设备为干式气柜、湿式气柜及球罐，可见其材质也为钢材。但近年在沼气和行业大量使用的双膜气柜也有冶金、危化行业使用的迹象，笔者认为双膜气柜就材质而言与湿式、干式气柜有本质区别，钢材为不燃材料，而双膜气柜多为聚四氟类材料防为级别达到 B1 级已是很高的，但与钢材的不燃性是有本质区别的。

再者，无论是 GB50016GB50160 或是 B51283 中可燃气体罐（或）的防火间距要求时均按不燃材料储存设备考虑，而达不到不燃材料的双膜气柜在防火间

距方面肯定存在不同。

另外，在设备附件材料方面，比如设备的液面计材质选择方面，几个防火标准并没有要求，而 HG/T20583—2011《钢制化工容器结构设计规定》中 10.1.3 条，容器中盛装易燃、易爆危险性介质和毒性程度为中度、高度、极度介质时，不允许选用玻璃管液面计和玻璃浮子液面计。这对火灾原蔓延有很好的抑制作用。

7 关于储罐接管

现行《石油化工企业设计防火标准》中当可燃液体容器内可能存在空气时，其入口管应从容器下部接入，若必须从上部接入，宜延伸至距容器底 200mm 处。

从容器上部向下喷射输入容器内时，液体可能形成很高的静电电压，据北京劳动保护研究所测定，汽油和航空煤油喷射输入形成的静电电压高达数千伏，甚至在万伏以上，这是很危险的。因为带电荷的液体被喷射输入其他容器时，液体内部同符号的电荷将互相排斥而趋向液体的表面，这种电荷称为“表面电荷”。表面电荷与器壁接触，并与吸引在器壁上的异符号电荷再结合，电荷即逐渐消失，所需时间称为“中和时间”。中和时间主要决定于液体的电阻，可能是几分之一秒至几分钟。当液体表面与金属器壁的电压差达到相当高并足以使空气电离时，就可能产生电击穿，并有火花跳向器壁，这就是点火源。容器的任何接地都不能迅速消除这种液体内部的电荷。若必须从上部接入，应将入口管延伸至容器底部 200mm 处。

综上所述，在几个现行防火设计标准中关于设备的选材、结构尺寸、间距及附件等方面均有特殊要求，在设备的设计、布置时应引起注意。另外，在 2020 年 2 月份，中共中央办公厅和国务院办公厅印发《关于全面加强危险化学品安全生产工作的意见》中，明确指出“提高危险化学品储罐等贮存设备设计标准，研究建立常压危险货物储罐强制监测制度。”因此，笔者认为未来可燃液体储罐在消防、安全等方面要求会越来越严格。

参考文献：

- [1] GB 50160-2018. 石油化工企业设计防火标准 [S]. 北京：中国石油化工集团有限公司，2018.
- [2] GB 50016-2018. 建筑设计防火规范 [S]. 北京：中华人民共和国住房和城乡建设部，2018.
- [3] GB 51283-2020. 精细化工企业工程设计防火标准 [S]. 北京：中国石油和化工勘察设计协会，2020.