

原油储罐的安全因素分析及预防措施

张彤翼（舟山国家石油储备基地有限责任公司，浙江 舟山 316021）

摘要：通过对影响原油储罐安全的因素（火灾爆炸、腐蚀、静电、雷击）的分析，结合目前的技术现状及以往经验，给出相应的预防措施，为原油储罐的安全高效运转提供保障，为油库安全管理提供参考，对预防油库重大恶性事故的发生具有深远影响。

关键词：原油储罐；安全；措施

1 概述

原油储罐是石化行业的重要设备，是保证国家能源命脉的基本单元，对整个石化行业的安稳运行起着至关重要的作用。而如今伴随着中国经济的腾飞，原油的需求量与日俱增，油库的规模与数量大幅增加，原油储罐的安全性问题也变得愈来愈突出。

鉴于原油储罐的潜在危险性，事故后果的严重性，本文将综合分析影响原油储罐安全性的因素，并给出相应的预防措施。

2 火灾爆炸事故原因分析及预防措施

2.1 火灾爆炸事故原因分析

原油属于甲B类易燃液体，具有易挥发、闪点低、爆炸下限低，极易在常温条件下引起燃烧爆炸的危险特性，正是由于这种特性也使得火灾爆炸成为了原油储罐最主要也是重要危险因素。

原油储罐发生火灾事故的三个必要条件为：可燃物、空气和着火源。其中，着火源主要来自撞击、摩擦、明火、电气火花、静电火花、雷电等；可燃物主要来自冒罐跑油，脱水跑油，设备、管线、阀件损坏跑油，以及密封不良造成油气挥发，另外还来自于罐底开焊破裂、浮盘沉底等特大型泄漏事故之中。当泄漏的原油轻质组分蒸汽与空气混合达到爆炸极限时，遇到火花就会发生爆炸。特别是在风天，外泄原油的火焰在风的作用下还会对邻近的油罐造成威胁，甚至造成油罐的连锁爆炸事故，后果极其严重。根据有关部门的统计，在油品火灾中储罐的事故占了接近一半，特别是原油储罐事故是油罐火灾的主要形式。

2.2 火灾爆炸事故预防措施

由于原油、空气和着火源是构成原油储罐发生火灾爆炸的三要素，因此，控制和消除三个要素中的任何一个，火灾爆炸就会终止。

原油储罐发生火灾爆炸分为罐内和罐外两种，对罐内火灾爆炸来说，应重点预防和控制各种点火能量的存在。对罐外火灾爆炸来说，则应重点防止原油泄漏和控制着火源。

由于着火源是引起火灾爆炸的重要原因之一，所以必须严格管制。对进入罐区的人员和车辆进行严格的限制和管控，在罐区周围明显地方贴出严禁烟火的警告提示，以引起罐区人员高度重视，时时提醒；油罐动火应

严格执行石油企业工业动火安全规程，并实施现场监护。

对于可燃物可能发生的泄漏事故，则应在设计过程中加以考虑和预防。如原油固定顶储罐呼吸阀处应装设阻火器，以防止外部火源进入罐内；原油储罐顶应装设可燃气体检测报警装置、火灾报警装置及工业监视电视系统，以便及时扑救和控制油罐区初期火灾；还应根据原油储罐容量大小选择适宜的消防冷却水系统和泡沫灭火系统。

同时还应建立起相应的HSE制度，制定详细的油罐发生大量原油泄漏和火灾爆炸的紧急事故预案，定期对工作人员进行安全教育，进行模拟演习，以提高员工的防范意识和能力。

3 腐蚀的原因分析及预防措施

3.1 腐蚀的原因分析

油罐腐蚀可以分为储罐受到原油中杂质的腐蚀、受到空气中某些物质的腐蚀、地面土壤对储罐的腐蚀。主要原因如下：①油品中的含水量和含氧量的影响：在升高温度时加速了油品的自然对流，促使罐底的水分向上运动和面层氧气向下运动，造成有利于腐蚀的条件，加快罐内壁的腐蚀；②硫化物的腐蚀：腐蚀过程在溶解有硫化氢、二氧化碳、水蒸气和氧的水薄膜下进行。硫化氢不仅造成化学腐蚀，而且由于腐蚀产物硫酸的存在，还可能进而造成电化学腐蚀。硫化氢的浓度愈大，腐蚀速度愈快；③电解质腐蚀：罐底内壁因化学成分的不均匀（尤其在焊缝处最明显），在电解液的作用下将形成腐蚀电池，产生电化学腐蚀。

3.2 腐蚀的预防措施

对原油储罐内外腐蚀情况初步调查的结果表明，腐蚀的部位主要有以下几个方面：①罐底内部腐蚀情况严重，大多为溃疡状的坑点腐蚀，主要发生在焊接热影响区、凹陷及变形处；②罐顶腐蚀次之，为伴有孔蚀的不均匀全面腐蚀；③罐壁腐蚀较轻，为均匀点蚀，主要发生在油水界面，油与空气界面处；④罐底部的外腐蚀更为严重，主要发生在边缘板与环梁基础接触的一面。

虽然目前我国对储罐的防腐蚀设计还没有统一标准，但对于大型原油储罐而言，系统全面地设计并实施防腐的重要性是不言而喻的。储罐腐蚀的预防措施如下：①罐底内部防腐：采用涂料防护与电化学保护相结

合的防护措施,一方面涂料可大大减少阴极保护电流的消耗,减少阳极安装数量;另一方面阴极保护电流集中于涂层的缺陷处,使缺陷涂层处的钢板得到保护,两者相辅相成,能取得最佳保护效果;②储罐边缘板防腐:一般采用材料性能优异、防水效果好、维修容易的CTPU防水材料和贴覆玻璃布加强涂层强度的防护方案。此方案能满足油罐的运动和变形要求,起到有效的防水作用,保护油罐底板;③罐壁及罐顶防腐:a.适当增加腐蚀严重部位如罐底和罐顶的板材厚度,但不应超过钢板总厚度的20%;b.采用耐腐蚀的涂料作为表面涂层保护;c.采用牺牲阳极的阴极保护措施;d.采用喷砂除锈和涂敷工艺等施工工艺方法。

4 静电的危害分析及预防措施

4.1 静电危害产生的原因分析

在原油进入管道后与管道接触的过程中会产生电子,这些电子有的被流体带走从而形成在某一段原油中电荷量不均等的现象而产生静电。产生静电的方式主要有四种:液体的沉降带电,这种带电大部分会发生在储罐中;流体带电,就是电子分布不均匀产生的电荷;喷射带电,这是由微小液滴产生的电子云;摩擦带电,原油的流动与管道之间进行接触导致的。

石油属于高绝缘物质,这类非导电性液体在储运过程中,产生和积聚大量的静电荷,静电聚积到一定程度就可发生火花放电。如果在放电空间还同时存在爆炸性气体,便可能引起着火和爆炸。

4.2 静电危害的预防措施

在油品的储运过程中,防止静电事故的安全措施主要有以下几个方面:①防止爆炸性气体的形成。大爆炸和火灾危险场所采用通风装置加强通风,及时排出爆炸性气体使浓度不在爆炸范围内,以防止静电火花引起爆炸;②加速静电泄漏,防止或减少静电聚积。静电的产生本身并不危险。实际的危险在于电荷的积聚,因为这样能储存足够的能量,从而产生火花将可燃性气体引燃。为了加速油品电荷的泄漏,可以接地、跨接以及增加油品的电导率;③防止操作人员带电。人体表皮有一定的电阻,如果穿着高电阻的鞋,因人体和衣服之间相互摩擦等原因,会使人体带电。因此,经常在油泵房、灌装油间及从事装卸作业的人员,应避免穿着化纤服装,穿着防静电服和防静电鞋;④减少静电的产生。从目前的技术状况来看,还不能完全消除静电电荷的产生,只能采取减少产生静电的技术措施:a.控制油品的流速;b.控制加油方式;c.防止不同闪点的油品相混及控制清扫介质;d.流经过滤器的油品要有足够的漏电时间。

5 雷电的危害分析及预防措施

5.1 雷电危害产生的原因分析

雷电是由带电的云层对地面建筑物及大地的自然放电引起的,它会对人、建筑物以及大地上的生命体形成严重的危害。雷电虽然属于自然现象,可也是引起油罐发生火灾爆炸的不可忽视的重要因素。在油罐上空发生

雷击时会放电并产生一个瞬间冲击电压,在没有完善的安全设施将此电压立即消除的情况下就极有可能引发油罐的爆炸,如果此时罐区空气中含有一定量的原油轻组分,同时有雷击的放电提供足够引燃空气的能量时火灾便不可避免地发生。

5.2 雷电危害的预防措施

5.2.1 特大型储油罐增加等电位连接点

顶与罐体之间必须有可靠的电气连接,一般用两根软铜线进行连接,为了避免铜线之间产生电感应使铜线尽可能保持自然伸展状态而不能互相缠绕,同时浮顶与罐体之间应避免存在小间隙并取消静电铜刮板。因为这些刮板在雷击时可能大量产生火花,如果原来密封和罐壁之间存在间隙,在罐区气体达到爆炸混合比时储罐极有可能发生火灾。

5.2.2 设防雷接地网

通过多根接地线连接,各接地电阻值在规范要求的范围内。接地点至少有2个,两者相距不得大于30m,油罐的呼吸阀、阻火器、量油孔、人孔、光孔的金属附件必须保持等电位连;在库区应设置避雷针,保护油罐。运用防雷击电脉冲技术,将电源和信息路通过屏蔽的方式给予保护油库敷设输油管道的开、末端以及分支处、拐弯处的防雷装置必须健全并有足够的接地引线,尽可能使相关材质统一,以利于放电现象的消除。

5.2.3 消除消防设施隐患,确保系统安全运行

储油罐配置的消防设施有泡沫灭火系统、冷却水喷淋系统和消防栓等。在实际工作中,油罐消防设施可能存在安全隐患,如冷却水喷淋系统中出现腐蚀物堵塞出水口,使出水量减少和管道腐蚀穿孔,冷却水不能有效喷洒在罐壁上,消防栓在日常的维护保养不到位,致使开关不灵等。为此,应彻底整治消防设施存在的安全隐患,避免造成巨大的经济损失。

6 强化日常安全管理

①定期组织学习宣传消防法规,普及消防安全知识;②加强对电源、火源的安全管理和检查工作,发现安全隐患立即排除,确保安全;③加强对油库消防安全管理,健全防火档案;④建立专职或义务消防组织,定期进行培训,开展自防自救工作;⑤制定切实可行的应急安全预案,并定期进行演练。

7 结语

通过对原油储罐安全因素的分析,了解预防措施,提高油库从业人员对突发情况的处置能力,为油库的日常安全检查提供客观依据,并为油库的安全管理提供参考,对预防重大恶性事故的发生提供有力保障。

参考文献:

- [1] 种波芳,宋淑云.原油储罐安全分析及预防措施[J].石化安全环保技术,2008,24(6):30-31.
- [2] 王长旭.储油罐雷击火灾事故预防措施[J].油气储运,2008,27(10):46-47.