

大型石油罐区电气危害分析及安全控制措施

赵从峰 钱庆钊 (山东港口日照港油品码头有限公司, 山东 日照 276800)

摘要: 石油具有易燃易爆的特性, 在运输、储存、装卸等生产作业过程中稍有不慎, 就会造成严重的后果。大型油库一旦发生泄露、火灾、爆炸, 将会造成重大的国家财产损失、严重伤及人民生命, 并污染环境, 其中电气危害是引发油品储罐区火灾的一项重要原因之一。结合在山东港口日照港油品码头有限公司油库区的电气规章制度和工作经验, 并查阅相关资料, 对引发油品罐区火灾的危险因素进行分析, 重点对大型石油储罐区主要电气危害进行了分析, 并针对静电、雷击、电气系统等危害以及电气设备的选用和维修管理提出了安全防护对策。

关键词: 储罐区; 电气危害; 火灾; 安全控制

0 引言

油品储罐区是具有一定规模的用于储存石油或石油产品的综合性设施, 多采用地上立式浮顶罐或拱顶油罐, 主要用于储油、收发油作业。随着经济社会发展, 目前油库区向大型化发展, 占地大、罐数多, 多在百万吨及以上, 一旦发生泄露火灾、爆炸等安全事故将造成巨大的财产损失和人员伤亡。

本文主要通过对储罐电气危害的分析研究, 识别主要安全风险, 并针对性提出相关安全技术和措施, 从而保障大型石油罐区的安全运行。

1 引发油品储罐区火灾的主要危险因素

1.1 油品储罐的基本情况

山东港口日照港油品码头有限公司现有四个油库区 (其中一个为特级油库), 大型储油罐共有 45 座。

其中 2007 年建设投产一库区 (33 万立)、2011 年建设投产二库区 (42.5 万立)、2015 年建设投产四库区 (60 万立)、2021 年建设投产五库区 (160 万立), 部分库区因使用时间较长, 设备老化、设计时标准发生了改变等, 现场故障问题较多, 安全风险随之加大。

1.2 储罐火灾风险分析

为了对储罐火灾危险有害因素进行分析, 通过查阅书籍、翻阅文献和网络发布的新闻, 统计了国内外 53 起石油化工储罐事故, 结合事故报告, 得出事故原因, 24% 是由雷电引起, 23% 是由违规操作引起, 11% 是由过量充装引起的, 11% 是由静电引起的, 11% 是由设备失效引起的。

通过以上数据分析, 电气危害是油品储罐区火灾的主要危险因素之一。因此, 在保障油品储罐区安全生产运行过程中, 有效分析电气危险因素、确保电气安全尤为重要^[1]。下面结合自己工作总结以及行业

规范, 分析大型油品储罐区中可能存在的主要电气危害, 并提出安全控制措施。

2 大型油品储罐区电气危害分析

大型油品储罐区的电气危害主要包括静电放电、雷击危害、电气系统危害、电气人身伤害等, 对油库区内的设备设施、人身有着巨大的安全风险, 严重时可引起火灾爆炸、触电伤亡等事故。

2.1 静电放电

石油是非导体, 电导率一般都比较低, 容易积聚静电。引发油品装卸、收发油等的火灾爆炸事故的重大原因之一就是静电。下面将介绍几点静电的危害:

①在生产作业过程中石油通过过滤器、阀门、管道等设备, 液体与管壁等相互摩擦产生了大量静电荷, 在管线、储罐中慢慢积累, 若是得不到有效释放, 达到高电位后产生电火花。一旦超过油气的最低点火能量则会造成火灾爆炸事故;

②当库区作业人员穿着化纤衣服、普通鞋子, 由于运动过程中产生摩擦, 则可能会携带高电位的静电。静电放电在库区各个场所都有可能发生, 很难预料, 其危害性较大。

2.2 雷击危害及杂散电流

油品罐区是重点防雷区域, 是影响大型储油罐区安全运行的重要因素之一。雷电对站内的油罐、输电线路、建筑物有潜在威胁, 若这些设施的防雷装置不得当或失效, 会产生极大的过电压和过电流, 在其波及范围内, 可能造成着火、爆炸^[2]。尤其是已落浮盘的浮顶罐, 浮盘上会积聚大量的油气, 从而引发火灾、爆炸、人员伤亡事故。

杂散电流窜入危险性场所, 也是火灾爆炸事故发生的原因之一。

2.3 电气设备危险有害因素

电气设备分为两部分：供配电系统、仪器仪表控制系统。下面将介绍几种由于电气设备产生火源的情况：

①由于设计、设备选型的上失误，导致选用了不满足防火防爆的电气设备，在生产使用过程，就可能产生电弧、电火花，从而引发火灾；

②电气短路、线路绝缘破损，电气设备接地设施的不良、失效，未使用带“Ex”的设备，电气线路、照明不符合防爆要求等原因易引起电气火花；

③控制运行系统出现故障，各点的温度、压力、液位等的仪表指示失灵，SIS 连锁失效，仪表信号受到干扰波动、失真，均可能导致油温失控、储罐抽空、油品溢出等生产失控的一系列严重后果；

④电气设备在运行过程中，本身的自有的缺陷以及长时间使用造成的老化使安全自动装置、继电保护失控、失灵；

⑤电气设备在调试安装、故障维修处理过程中，由于安装或操作不规范，则可能导致电气设备过载、短路，表面产生高温、电火花，引发火灾爆炸事故；

⑥携带并使用普通手机、普通对讲机、手电、电子手表、打火机等非防爆器材均有可能产生电火花。

2.4 电气人身事故

港口作业环境潮气大、湿度大、金属设备众多，若作业人员缺乏足够的安全电气常识，不熟悉现场电气设备设施，当出现设备故障时，接触电气设备时将会引发触电，造成人身伤亡、火灾等严重后果。通过分析近几年有关的事故案例，主要原因如下：

①高压导体接地装置失效、流过较大的工作电流、雷电形成跨步电压等；

②电气设备设施接地装置不合格、绝缘性能不符合规范要求、绝缘损坏造成外壳、金属支架等出现接地电压，加之设备年久失修，易造成工作人员间接触电从而危及个人生命安全；

③维修过程中，当电气设备设施存在缺陷或发生超负荷、短路等故障有可能造成维修操作人员触电；

④作业人员违章作业、违章指挥，不按照电气设备安全操作规程操作，未经允许在油库区内私自拉线、接线取电等，接线时未连接漏电保护器，从而引发触电、火灾事故；

⑤个人防护用具佩戴不完善，不穿戴绝缘鞋等导致触电事故；

⑥个人电气知识匮乏，无知者无畏，私自进出配电室等场所进行开合闸等操作，在处理电气火灾时，不能第一时间正确选择灭火器等。

3 预防油气危害的安全防护措施

大型油品储罐区存在较大的电气危害，为了预防可能存在的电气火灾爆炸风险，分别从安全设计、防雷防静电安全措施、安全运行、设备运维和人员管理等多个方面进行分析研究，制定可靠的安全控制措施。

3.1 安全设计

从现场设备设施的本质安全出发，确保现场设备设施满足以下几方面的要求。

3.1.1 电气线路设计

大型油品储罐区中的电气设备及线路产生高温、火花等的主要因素之一就是危险电压和过电流，电气线路设计中应严格按照《供配电系统设计规范》等国家、行业规范进行设计安装，从而防止高温、火花、电弧的产生。

3.1.2 设置火灾自动报警系统、雷电预警系统

在各机柜间设置火灾报警联动控制柜，实现对库区及首站工艺装置区及建筑物火灾信号采集、监控。在库区安装雷电预警系统，按照对应级别的雷电预警采取对应的防雷工作。

3.1.3 电气设备的整体防爆

电气系统的整体防爆，要求电气系统强弱电、防雷、防静电以及每个局部、每一个电气安装部分都防爆^[3]。

3.1.4 加装人体保护装置和设置安全互锁

为保障人员在电气设备上安全工作，必须设置电气设备安全互锁装置；在电弧保护范围内工作的人员应严格按照规程做好个人防护措施，以免电击、电弧伤害；对电器操作区域内，必须铺设绝缘地板、绝缘胶皮。

3.2 防雷防静电安全措施

站场内建构筑物的防雷保护要严格遵照《建筑物防雷设计规范》的有关规定。

①大型油品储罐区属于一级防爆保护区，对防雷防静电的要求极高，金属储罐要做环形防雷接地，浮顶金属储罐采用伸缩式接地装置将浮顶与罐体做电气连接，间距不大于 30m，并沿罐周多点均布；浮盘和储罐用 2 根静电导线连接，安装浮盘活动走梯两侧；一、二次密封与浮盘采取有效的电气连接；

②油罐顶板厚度均大于 4mm，可不设避雷针保护，

但必须设防雷接地。平行敷设的工艺管线、金属构架、阀门等用静电线跨接,所有管道、钢架、容器均应做防雷防静电接地;

③生产装置区入口、爆炸危险区入口处侧设人体防静电设施并设有明显标志。人体防静电设施可靠接地,接地电阻不大于 10Ω ;

④室外凡正常不带电的一切电气设备金属外壳,当绝缘破坏有可能呈现危险电压的都要可靠接地,每基路灯金属灯杆均应作可靠接地。

3.3 安全运行

从油品储罐区生产、设备使用情况的角度去考虑,提炼出以下几点:

3.3.1 控制油品流速,减少油品中的静电

原油进罐初始速度应低于 1m/s ,最大不高于 4.5m/s ,为了便于工作人员明确安全流速,并便于记忆,同时根据进、出口阀门开关时长,将安全流速进行了设置,具体为下表:

序号	储罐型号 (m^3)	储罐类型	浮盘升起阶段 (m^3/h)	浮盘落底阶段 (m^3/h)
1	100000	浮顶罐	5000	1400
2	50000/55000	浮顶罐	3500	1200
3	30000	浮顶罐	3000	1000
4	10000	浮顶罐	1700	600
5	10000	拱顶罐	1700	
6	5000	拱顶罐	1200	

3.3.2 在油库区域内,做好人体静电消除

油库区操作人员要穿防静电服、静电鞋;进入防爆区、上爬油罐、计量取样前要触摸静电消除器,以消除人体静电。

3.3.3 做好库区雷电的年检工作

按照年度计划按时对库区的防雷防静电装置进行检查、检测,并确保其符合现有防雷技术规范,对发现的问题,如发现断裂松脱、影响雷电流通过等要及时采取措施进行整改,确保整个防雷系统安全有效。

3.3.4 做好库区的电气巡检工作

日常运行过程中如发现静电跨接线脱落、穿线管未封堵或防爆胶泥脱落、静电消除器失效等问题要及时进行上报维修。

3.4 油品储罐区电气设备使用与维护

①油品储罐区在运行期间,要安排专人定期对电气安全设施检查维护保养,确保其处于正常状态;

②日常运行维修检查时,应当尽量避免打开防爆电气设备的接线盒、密封盒、进线装置等,必须打开时应先切断电源,检维修后应恢复电气设备的密封;

③在检维修过程中,要使用无火花防爆工具。检修时应将防爆设备拆至安全区域进行,现场的设备电源电缆线头应做好防爆绝缘处理,并严禁通电。检维修使用的电动工具,安装漏电保护器,工具导电外壳进行防护性接地;

④临时用电时,必须申请办理《临时用电安全作业证》,并负责作业方案和安全措施的制定和落实;

⑤电气作业人员遵守电工作业安全操作规程,执行检修制度;

⑥在有触电危险的场所要设置明显的“当心触电”等电气安全警示标识;电气作业操作、维修人员必须熟练掌握触电急救方法。

3.5 加强制度建设和人员管理

加强大型石油罐区安全生产管理,建立、健全电气设备的安全规章制度和操作规程,并根据现场情况及时修订更新,加大对油库生产人员、电气维修人员的教育和培训,做好人员持证上岗,杜绝违章操作、违章指挥,避免电气火灾、触电等事故发生。

定期开展电气设备专业安全检查,对储罐的防雷防静电接地、人体防护装置、自控仪表、电动阀门等进行检查,发现问题及时整改。

4 结论

大型油品储罐区安全运行涉及到设备、人员、工艺、货物等多个方面,在保障生产正常运行的同时,更要加大力度对安全进行管控。电气安全控制措施需要考虑到各个方面,需加强各环节的管理和控制。在油库建设之初,就要严格按照设计图纸进行施工建设,确保工程质量,在日常生产运营中,要保证有充足的专业电气人员,提高操作人员和电修人员的专业素质和安全意识,提高检查、维修质量,按时年检,发现问题要及时进行处理,从而确保大型油品储罐区安全运行。

参考文献:

- [1] 蔡文斌. 储油罐的安全事故控制分析 [J]. 石化管道, 2009, 32(3): 33-35.
- [2] 刘玉堂. 储油罐雷击着火的原因及预防措施 [J]. 石化管道, 2005, 31(2): 67-69.
- [3] 刘喜何. 油气储运中的火灾危险分析及预防 [期刊论文]. 城市建设理论研究, 2012(36): 9-11.