

石油化工苯储运罐区设计采用的安全设施

王 统 (洛阳瑞泽石化工程有限公司, 河南 洛阳 471000)

摘要: 根据规范要求, 苯不能与甲苯、二甲苯共用一个罐区, 因此有苯作为原料或者产品出现的厂区都需要新建苯储罐及其配套设施, 达到苯产品单独一个罐区储存的目的。在苯储罐罐组及其配套公辅设施的设计中需要采用哪些安全设施来确保苯储罐的安全运行则需要从多专业着手并做到预防事故设施、控制事故设施、减少和消除事故影响设施。

关键词: 事故; 爆炸; 安全设施; 苯储运

0 引言

苯储运罐区项目有火灾爆炸等危险, 在设计中针对性的采取对应措施, 以尽量避免危害, 降低危害发生后可能造成的事故影响, 根据《危险化学品建设项目安全设施目录》, 本装置采用的安全设施从控制手段上分为: 预防事故设施、控制事故设施、减少和消除事故影响设施。这些安全设施办法和标准包含在各专业设计之中。现以某苯储运罐区项目的设计为例, 从各个不同专业角度就设计采用的安全设施一一阐述如下:

1 储运系统采用的安全设施

本储运罐区相关设计满足《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008 (2018年版)、《石油化工储运系统罐区设计规范》SH/T3007-2014、《石油化工企业厂区管线综合设计规范》(SH3054-1993)等规范要求。

1.1 防泄漏、防火、防爆、防毒、防腐蚀等采取的安全措施

1.1.1 防泄漏

从罐区设备的安全设计、防止物料泄漏等方面对易燃有毒物料苯进行有效控制, 防止产生燃爆、中毒事故。①罐区设计为密闭系统, 正常生产时苯均在密闭容器和管线内, 各个连接处采用可靠的密封措施。各个储罐的接管法兰的垫片和阀门压盖的密封填料采用合适的材料, 各接管的法兰等连接密封处根据介质、温度、压力、腐蚀等情况, 选用合适垫片, 以防止泄漏; ②涉及苯的作业场所设备检修和事故处理时, 操作人员在进入作业场所时必须穿戴个人防护设备; ③输送介质苯的泵, 选用磁力泵, 防止介质泄漏; ④在有苯泄漏和聚集的危险区域, 设置了苯气体检测报警器; ⑤在容易憋压的管道, 设有安全阀, 防止环境温度变化引起气化憋压的状况。

1.1.2 防火、防爆

①阻火器设置。为阻止可燃气体管道上因回火而引起火焰向管道传播, 设置阻火器。储罐顶部的油气集合系统管道的总管及分支管道选用双向非稳态管道爆轰阻火器; ②安全水封。全厂性的排水支干管与排水干管交汇处的支干管上; 全厂性排水支干管、排水干管的管段长度超过 300m 时, 用水封井隔开。储运罐区防火堤内含油污水管道引出防火堤外, 在防火堤外设置隔断阀后设水封井; ③防火堤和隔堤, 储罐均设有防火堤、隔堤, 防火堤的高度约 1.95m, 厚度 250mm, 采用不可燃的钢筋混凝土结构; 罐组内设置汇集雨水的混凝土排水沟。

防火堤的计算: 本单元防火堤, 最长边长 59m, 宽 39m, 堤内以共有 2 台 3000m³ 的内浮顶储罐, 直径为 17m 的数据参考, 计算如下:

$$S=59 \times 39 - 2 \times 3.14 \times (17 \div 2)^2 - 0.5 \times 19 \times 5 = 1799.77 \text{m}^2$$

$$V=3000 \text{m}^3$$

$$H=V \div S \approx 1.67 \text{m}$$

根据《石油化工企业设计防火标准》(GB 50160-2008) (2018年版) 6.2.17 第 2 条之规定, 苯储运罐区项目防火堤实际取 1.95m。根据国家安全监管总局关于进一步加强化学品罐区安全管理的通知 (2014-68 号文件), 本单元设置 1 处隔堤, 隔堤实际高度取 0.6m。

1.1.3 防毒、防腐蚀

①采用 DCS 自动控制系统, 作业人员现场巡检, 减少操作者接触机会; ②苯罐组设置苯气体检测报警器, 工作过程个人携带便携式多种气体检测器; ③本项目苯介质的采样均采用密闭采样器, 设计 2 套密闭采样系统。

1.2 苯罐组及泵房采取的其他安全技术措施

①储罐与泵房之间的防火间距。根据《石油化工企业设计防火标准》(GB 50160-2008) (2018年版)

5.3.5 第 2 条之规定,本单元储罐与泵区之间不得小于 10m,实际取 17m(以共有 2 台 3000m³的内浮顶储罐,直径为 17m 的情况为例);②软管连接,储罐的主要进出口管道采用金属软管连接;③设切断连锁设施;④设紧急切断阀,有毒介质苯储罐进出口管道设置紧急切断阀;⑤氮封设施,有毒介质的储罐设置氮封设施。苯罐组氮封管线采用自力式调节阀控制补氮量,在氮气管线上设置止回阀,防止污氮进入氮气管网;⑥储罐设置呼吸阀,单呼阀和紧急泄压人孔,并在单呼阀管道上安装阻火器;⑦夏季高温可能会引起封闭管道油品气化,局部压力超高,故设置管道安全阀;⑧苯储罐和管道采用热水伴热,防止冬季结晶;为防泄漏,苯装车泵采用磁力泵,机泵进出口排凝为密闭排放;⑨油气回收:苯储罐采用内浮顶罐+氮封+油气回收的方案,苯储罐内的油气(主要为氮气和苯挥发气),通过管道输送至分液罐,然后通过风机(现有)输送至油气回收处理设施,油气回收处理设施依托厂区内现有设备。

2 平面布置采用的安全设施

①功能分区。新建苯储运罐区布置在厂区预留空地,四周新建环形消防通道,满足规范要求;功能分区明确、合理,尽量少占土地;②风速、风向。根据主导风向,尽量让苯介质万一出现泄漏散向无人区;③间距。苯罐区的总平面布置充分考虑了其设备布置及与周边情况的防火、防爆安全间距要求,苯罐区的安全距离以及与界区外相邻设施安全距离均满足《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008(2018 年版)的要求;④高程。罐区竖向布置(含道路、排水改造)与总平面布置相结合,合理利用自然地形,为各单元提供合理的建设场地。根据工艺流程及系统管线对坡度、坡向的要求,尽量减少土方工程量。

3 设备及管道采用的安全设施

压力容器、设备及管道设计应符合国家法规及标准主要有以下几方面:①设计参数负荷国标;②设计、制造、检验、施工所采用的主要标准、规定、规程按现行在用最新版并优先采用国家标准(其次是行业标准)。当各类规范发生矛盾时,以要求高者或要求严者为准;③其他措施:a.为防止灼烫事故的发生,装置中的所有高温设备外部均设有保温层,表面温度不高于 50℃(埋地罐除外);b.装置中平台梯子的设计,其荷载考虑到设备安装和检修的需求,并满足 GB4053.1-3-2009《固定式直梯、固定式钢斜梯、固

定式工业防护栏》中的要求;c.所有设备的制造、检验和验收严格遵循国家、行业最新标准、规范外还严格执行图样技术要求和制造技术要求。

4 电气采用的安全设施

供电电源、电气负荷分类、应急或备用电源的设置。①供电电源可靠按照正常时两路电源同时供电,两段母线同时运行,总负荷满足要求;当一路供电电源故障检修时,由另一供电电源带全部重要用电负荷;②电气负荷按照一级二级三级负荷分好类型配电;③应急或备用电源,一级负荷中特别重要的负荷(DCS、SIS 系统、火灾报警系统等)设置应急电源,分别为:UPS、直流电源以及 EPS。重要仪表用电负荷单元(DCS、SIS 系统)配置 UPS 电源装置,采用冗余配置,保证用电的可靠性,使其可在停电后持续工作不低于 30min,以保证生产装置等的安全停车。火灾报警控制器采用双电源供电,主电源引自 UPS 电源装置,备电源为自身蓄电池供电,蓄电池供电时间不少于 8h。工业电视监控柜电源引自 UPS 电源装置;④电气设备选型:电力设备的选型及安装,满足 GB50058-2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》的要求。苯罐组及泵房的危险介质的温度组别均不超过 T1 组。本单元释放源介质主要为苯,其级别和组别为 IIAT1。选择的电气设备防爆等级为 ExeIIBT4 或 ExdIIBT4。设备保护级别为 Gb。低压开关设备:爆炸危险区域内的所有电气设备,如操作柱、动力检修箱,照明配电箱、照明灯具等,根据 GB50058-2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》的相关要求选用隔爆型或增安型;⑤设备防护等级选择:本单元户外电气设备防护等级 IP55,变配电室内的电气设备防护等级 IP20。配电室内低压柜防护等级为 IP30;⑥本项目爆炸危险区域内仪表防爆等级为 Exia II BT4 或 Exd II BT4;⑦做好防雷及接地安全设施,建筑物、构筑物的防雷及接地满足 GB50057-2010《建筑物防雷设计规范》的要求;室外露天的工艺设备满足 GB50650-2011《石油化工装置防雷设计规范》的要求;⑧做好防静电措施,厂区内的工艺设备、管道等满足 SH/T3097-2017《石油化工静电接地设计规范》要求;⑨工作接地、保护接地安全设施,在低压电源进线处或装有电子设备的电源侧设电源避雷器和电涌保护器。系统接地、保护接地、防雷防静电接地、火警系统等接地连接在同一接地装置上,共用接地装置时,接地电阻≤1 欧姆;⑩电缆选择及敷设电力电缆:0.4kV 低压电力电缆选用

ZA-YJV22-1kV 阻燃型交联聚乙烯绝缘铜芯电缆，截面按载流量选择，并进行电压降及动热稳定校验；控制电缆选用 ZA-KVV22-0.5kV 型；⑪配电采取安全措施：在变电所内低压配电柜内的配出回路安装剩余电流式电气火灾监控探测器；⑫本项目苯罐组及泵房单元内的电动机均设置有断相保护功能。

5 自控仪表及火灾报警采用的安全设施

①应急电源，仪表供电采用备用蓄电池不间断电源装置（UPS），备用蓄电池的供电时间不低于为 30min。电源规格为单相 220VAC 50Hz；②应急气源，仪表气源采用净化风，净化风罐的罐容为当外部系统停止向单元内供风后，应保持 30min 内压力不低于 0.35MPa；③项目控制系统选用 DCS 控制系统，计算机控制，LCD 显示，要求 DCS 系统的电源、CPU、通讯卡件冗余，模拟量控制回路输入、输出卡件冗余，这样提高了系统的可靠性，保证系统的正常运行。有独立的 SIS 系统，有独立的 GDS 有毒气体检测系统，所有有毒气体的检测及报警连锁在 GDS 系统内实现；④在生产现场可能泄漏的易燃易爆及有毒介质主要为苯气体，在生产现场设有苯气体检测报警装置，确保整个罐区的安全运行，以避免事故的发生。根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB/T50493-2019 布置有毒气体检测器及设定报警值；⑤在苯储运罐区设置火灾报警系统、工业电视监控系统及应急广播系统。

6 消防专业的安全设施设计和措施

①消防水源，本项目消防水由公司现有消防水管网供给；②消防水量计算，根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》GB 50160-2008 苯储运罐区项目储罐采用移动式消防冷却水系统，消防冷却水由新建消防系统管网供给。不锈钢双盘相邻罐不考虑冷却，着火罐喷淋强度为 0.6L/s.m，设计消防用水供给时间不低于 4h；③室外消防给水系统：本项目设置独立的稳高压消防给水系统，沿路边设置调压防撞防冻 SSFT150/65-1.6 室外消火栓，消火栓的布置间距不超过 60m，消防水管道上每 5 个消火栓设置切断阀井。每个消火栓附近设置消防器材箱，箱内配置 3 盘 DN65，长 25m 的带快速接口的水带，2 只消防水枪及一把消火栓钥匙。并且距被保护对象 15m 以内的消火栓不计算在该保护对象可使用的数量之内；④泡沫灭火设施。根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》GB 50160-2008 及《泡沫灭火系统技术标准》GB50151-2021 对苯罐组采用半固定式低倍数泡沫灭火系统。消

防时由泡沫消防车提供泡沫混合液；⑤灭火器。根据《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》GB50160-2008 及《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 配置手提式磷酸铵盐干粉灭火器；⑥蒸汽灭火。苯储运罐区项目在泵房内沿一侧墙壁设有固定式筛孔管，固定式筛孔管蒸汽供给强度不小于 $0.003\text{kg/s} \cdot \text{m}^3$ ；另一侧设置有半固定式蒸汽接头，公称直径为 20mm，服务半径 15m，可能出现的泄漏点均在灭火蒸汽软管的覆盖范围内。灭火蒸汽管均从蒸汽主管上方引出，蒸汽压力不大于 1.0MPa。

7 其他安全设施

①抗震。本项目所在地抗震设防烈度为 7 度，设计地震基本加速度为 $0.10g$ 。按《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB50453-2008）规定的要求采取相应抗震措施，乙类建构筑物提高一度设防以满足抗震要求；②需要做好防高、低气温安全措施。苯储运罐区采用露天布置，通风良好，可防止气体发生积聚爆炸；本项目对管道、阀门根据输送物料特性进行保温、防冻处理，以避免发生各类事故；③防风。
a. 根据项目所在地情况考虑设计安全风压。项目设计按当地气象局文件和《建筑结构荷载规范》附录要求，设计基本风压取 50 年一遇，风压 0.53kN/m^2 ，地面粗糙度为 B 类。
b. 建构筑物在设计时充分考虑承载强度和刚度，可消除或降低风载荷对建构筑物、设备的影响；④做好防噪声、灼烫，防护栏、安全标志、风向标的设置等措施；⑤工业管道识别色、识别符号和危险标识按照 GB7231-2003《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》要求执行；⑥在罐区醒目的位置设置色彩明显的风向标。工人可根据风向选择正确操作位置，事故时可选择正确逃生方向；⑦设置淋洗设施。

8 结论

本篇从平面布置及储运、设备、自控、电气、消防等专业出发，阐述了在苯储运罐区项目不同专业在设计中考虑的安全措施及实施设计的办法和标准，以达到苯储运罐区项目按照现行国家相关标准规范采用了预防事故设施、控制事故设施以及减少与消除事故影响设施，在以人为本的前提下，保证装置的安全运行的目的。

作者简介：

王统（1984-），男，本科，工程师，研究方向：石化行业工厂供配电设计及安全设计。