

化工设备压力容器储罐破坏研究及预防方法研究

李 瑛 (山东泰汶盐化工有限责任公司, 山东 泰安 271000)

摘要: 化工设备压力容器储罐是关键的化工设备之一, 在化工生产过程中发挥重要作用, 该设备属于高危密封设备, 其储存产品存在一定危险性, 如果该设备被破坏, 出现泄露或者爆炸事故, 其后果不堪设想。文章概述化工设备压力容器储罐破坏特点, 研究化工设备压力容器储罐破坏原因, 提出保障焊接工艺质量、合理应用设备等措施, 提出化工设备压力容器储罐破坏预防方法, 保障设备应用安全。

关键词: 化工设备; 压力容器储罐; 破坏; 预防

化工设备压力容器储罐是化工企业的重要设备, 储存液态与气态的原料、产品和中间产品, 由于其储存的化工产品普遍具有腐蚀、有害, 有害等特点, 且存储的物料数量远远大于重大危险源的临界量, 潜在风险较大, 处于高危状态, 一个细节上的差错, 就会导致灾难性的事故, 因此, 如何确保储罐在高负荷运转过程中保持安全与稳定尤为重要。

1 化工设备压力容器储罐破坏特点

化工设备压力容器储罐破坏具有危险系数高、环境污染性强、影响化工企业生产效益等特点, 其危险系数高在于: 储罐中储存的化工产品以及化工原料具有易燃、易爆的特点, 如果在化工生产加工过程中出现高温、高压现象, 储罐容易出现变形、腐蚀、损坏等问题, 导致储罐出现物质泄露以及爆炸等事故, 以爆炸为例, 其产生的气体爆炸能量除很少部分消耗于进一步撕裂容器或将碎片抛出外, 大部分会产生冲击波, 除直接伤人外还能摧毁涉及范围内的其他设备或建筑物, 爆炸产生的碎片以很高的速度飞出, 会直接毁坏其他设备、建筑物或者致人伤亡^[1]。

1.1 环境污染性强

化工产品生产过程中, 会出现各类中间产品以及副产品, 这些产品具有腐蚀性与破坏性, 当储罐受到破坏时, 这些产品泄露到地下、河流中, 导致饮用水被污染, 容易造成大范围的商业、公共部门停业, 对人体健康带来威胁, 如出现恶心、皮疹、呕吐、腹痛和腹泻症状等。化工产品泄漏带来的危害具有持续性, 如空气中长期具有刺鼻的气味, 如不采取有效控制措施, 造成影响范围扩大, 容易出现较为严重生态环境破坏以及社会影响, 不利于社会生活稳定。

1.2 影响化工企业生产效益

压力容器储罐是化工生产过程中的关键设备, 该设备出现问题会影响整个生产体系的正常运行, 为化

工企业带来严重经济损失, 此外, 储罐被破坏会影响储罐的使用寿命, 企业需要完善储罐检修制度, 定期对储罐进行保养与维护, 确保储罐的使用寿命, 降低企业更换储罐的费用。

2 化工设备压力容器储罐破坏研究

2.1 腐蚀疲劳

压力容器储罐在长期使用过程中, 容易出现金属疲劳问题, 导致其局部会出现较为明显的破坏现象。由于压力容器储罐出现金属疲劳, 其保护膜会出现拉伸应力, 压力容器储罐内的物质与金属材料发生反应, 造成压力容器储罐表面局部出现较为严重的腐蚀现象, 如果没有及时采取措施进行防治, 保护膜的保护功能逐步降低, 腐蚀面积逐步扩大, 容易带来较为严重的事故。此外, 受到腐蚀的部位呈现为较为活跃的状态, 产生腐蚀阳极, 在拉伸应力以及腐蚀破坏的多重影响下, 压力容器储罐表面会出现裂纹, 带来严重安全风险隐患。

压力容器储罐容易受到腐蚀的部位还有罐基础、罐顶、罐壁、罐底、密封, 外壁等位置, 以压力容器储罐外壁为例, 该设备周边环境一般为石油化工企业, 空气中含有二氧化硫、硫化氢、二氧化氮等有害气体, 在吸附作用、冷凝作用或下雨的影响下, 水汽或者雨水在压力容器储罐外壁形成水膜, 水膜中含有酸、碱、盐类和其他杂质, 在压力容器储罐的金属表面发生电化学腐蚀, 该现象比较轻微, 腐蚀也比较均匀。但在压力容器储罐顶部的凹陷处、焊缝凹陷处、保温层易进水的地方等容易出现较为严重的局部腐蚀现象。

2.2 大应变疲劳

压力容器储罐大应变疲劳问题的出现受到其结构的影响, 压力容器储罐的不连续处以及开孔接管处, 容易受到交变应力的影响, 压力容器储罐金属晶粒在最大应力的影响下出现滑移现象, 压力容器储罐内部

金属材料出现细小裂纹。随着压力容器储罐运行时长逐步增加,裂纹会逐步延伸拓展,让压力容器储罐出现疲劳,最终导致压力容器储罐内部应力结构出现变化,容易出现设备破坏问题。压力容器储罐在化工产品生产环节承受了较大的压力,应力对压力容器储罐的影响加剧,因此,在这一过程中,压力容器储罐破坏的风险概率较高。

2.3 过渡塑形变形

化工行业高速发展,化工产品生产周期延长,化工企业为保障生产与需求保持平稳状态,压力容器储罐长期处于高负荷运行状态,超过了压力容器储罐设计之初的阈值,在化工生产过程中,如果没有及时、高频率的检查压力容器储罐是否处于安全运行状态,压力容器储罐容易由于过载问题出现安全问题,为化工生产埋下安全隐患。当压力容器储罐的压力大于其设计阈值时,储罐会出现塑形变形现象,容器壁变薄,且性质不稳定,严重情况下会直接破裂。压力容器储罐破裂的断口通常为撕裂状,压力越大,断口面积越大。

2.4 应力腐蚀

压力容器储罐出现应力腐蚀的原因包括拉伸张力与金属腐蚀介质,二者共同作用下,压力容器储罐出现严重破坏。压力容器储罐受到金属应力的腐蚀后,设备整体性能下降,内部金属表面出现缺口,腐蚀面积逐步扩大,影响压力容器储罐内部应力的平衡,最终导致压力容器储罐耐压性、密封性逐步消失,该设备出现断裂问题。

2.5 其他破坏因素

氢腐蚀破裂:压力容器储罐工作过程中,其处于高温、高压状态,其内壁表面会吸附大量氢分子,在与化学产品发生一系列转化反应后,氢分子分解为氢原子与氢离子,引发压力容器储罐内部的因溶现象。这一问题对压力容器内壁的影响是持续性的,引发压力容器内壁的腐蚀问题,且腐蚀面积不断扩大,此外,氢离子与氢原子与压力容器内壁的金属发生反应,出现大量物质并沉积,在高温、高压环境下,这些物质会导致压力容器储罐内壁出现细微裂纹,降低该设备的性能。压力容器储罐的工作环境较为复杂,其破坏的原因与因素较为复杂且多元,较为常见的是蠕变与脆性断裂,脆性断裂出现的原因因为压力容器储罐处于低温状态,容易出现在中低强度制造的厚壁储罐或者高强度钢制的压力容器储罐中,该现象的表现为碎块状。蠕变问题的出现受到外部温度以及应力环境的影

响,且温度会影响压力容器储罐的疲劳寿命,例如高温会降低压力容器储罐材料的性能,导致压力容器储罐出现破坏。

3 化工设备压力容器储罐破坏预防方法

3.1 制造前质量检查

由于压力容器储罐的应用具有特殊性,因此,在该设备制造之前,根据该设备的应用范围以及性能要求对其进行针对性设计与制造,确保压力容器储罐的使用符合化工企业生产体系的要求。为确保压力容器储罐的整体安全性,在进行设计制造之前,做好各项工作的质量检查工作,例如,检查制造图纸内容,确保图纸中各项参数的科学性与合理性,保障整体设计的合理性,让压力容器储罐整体结构与性能符合化工企业生产体系的要求。对压力容器储罐的制造流程进行质量控制,在实际制造加工之前,根据图纸内容要求进行试验,按照规范的制造流程检查该制造工艺是否合理,针对不合理的制造流程进行修改,反复实验该流程是否合理,保障压力容器储罐的制造质量。

3.2 保障焊接质量

提高对压力容器储罐焊接工艺的要求,确保每一个环节的焊接质量,保障压力容器储罐的性能达标,其中,材料焊接质量保障尤为重要。在焊接材料选择上,根据压力容器储罐的应用范围,明确该压力储罐容器的功能、结构,选择满足条件的焊接材料。在材料采购、验收与管理过程中,抓好材料质量控制问题,提高焊接材料取样的科学性,保障整体焊接材料质量,确保材料符合相关标准要求。焊接工作开始前,向焊接工人进行技术交底,确保焊接工人明确压力容器储罐具体性能要求,明确焊接关键部位,针对该部位选择优越的焊接材料,焊接结束后检查该焊接部位的压力承受范围,确保该部位强度达到标准要求。此外,焊接过程中需要考虑到压力容器储罐的可塑性、韧性、刚性等,可以选择不锈钢、冷卷等材料,保障焊接质量。

做好焊接工艺及工艺评定工作,保障焊接工艺质量。根据压力容器储罐的性能要求选择合适的焊接工艺,明确焊接具体流程以及焊接过程中各项参数,达到规范焊接工人操作步骤的目的,例如,利用电弧焊进行焊接,焊接过程中不能一气呵成,而是需要反复焊接,保障焊接质量。要求焊接工人按照规范要求开展焊接工作,规范焊接角度、温度,把控焊接部位形状,确保焊接部位没有气孔、裂缝等问题。质量监理人员在焊接工人焊接过程中监督并检查他们的工艺流

程,及时纠正焊接工人的步骤与细节,焊接结束后,根据焊接工艺要求进行的焊接质量的评定,利用科学的检测设备检测焊接部位的质量,确保焊接部位达到标准要求。

做好焊接质量检测工作:焊接结束后,利用现代检测设备对压力容器储罐进行无损伤检测,检测内容包括焊接工艺、焊接材料与制造流程,检测压力容器储罐整体性能是否符合使用要求,如果检测结果显示一项内容不符合要求,禁止将该压力容器储罐投入使用中,避免化工生产过程中出现安全事故。将焊接质检工作划分为三个阶段,分别为焊接前期、焊接中期、焊接后期,三个阶段的质量检测重点不同。焊接前期的质检内容为焊接部位是否干净,焊接材料规格等是否符合要求,焊接中期的质检内容包括焊接工艺流程、焊接操作等,焊接后期的质检内容包括检查焊接部位压力承受能力、外观等,全面保障焊接质量,为压力容器储罐的整体性能提供保障。

3.3 控制金属材料热质

压力容器储罐的制造需要利用到各种金属材料,因此,在制造之前,重视对金属材料进行严格的筛选与质量检查,确保压力容器储罐的复杂、恶劣的工作环境中稳定运行,为达到这一目标,做好金属材料的热处理工作尤为重要。金属材料的热处理方法以正火法为主,改善金属材料韧性,使金属材料的晶粒细化 and 碳化物分布均匀化,去除材料的内应力,增加材料的硬度,为后期压力容器储罐的安全使用奠定良好基础。金属材料热处理过程中的关键环节为淬火过程,介质为水或者油,这一过程能够大幅度提高金属材料的刚性、硬度、耐磨性、疲劳强度以及韧性等,让金属材料满足压力容器储罐的耐腐蚀性等要求。淬火过程中,水、油温度控制在450-550℃之间,冷却速度控制在500℃/S,避免冷却速度过快造成金属材料出现较大的内应力,避免金属材料出现变形以及开裂问题。当利用盐水或者碱水作为介质时,需要注意的是,盐水对金属材料的冷却速度为水、油介质的2倍,且盐水具有腐蚀性,因此,压力容器储罐的热处理需要根据金属材料的特性以及压力容器储罐的性能要求等,选择合理的热处理工艺,保障金属材料性能达到压力容器储罐制造要求。

3.4 应用现代检测技术

在压力容器储罐的制造管理阶段,利用现代化检测技术对该设备进行整体、实时检测,利用传感器对压力容器储罐的焊接等关键部位进行检测,获得精确、

详细的检测数据。将检测数据实时进行汇总并传输到管理平台,当数据出现异常情况时,管理平台进行预警,提醒工作人员采取措施进行治理,排除压力容器储罐存在的风险隐患。利用红外、雷达等设施对压力容器储罐进行无损伤检测,对压力容器储罐内部的保护膜、金属应力、金属压力承受力以及塑性形变等进行检测,及时发现各项风险隐患并立即修复,利用在线热像仪进行压力容器储罐的泄露分析检测,实时进行观测和分析管线法兰、机泵密封、储罐等部位是否存在泄露隐患,避免压力容器储罐出现安全问题,保障该设备使用过程的安全与稳定,为化工企业的安全稳定运营提供保障。工作人员将压力容器储罐的各项检测数据进行记录、整理与保存,建设压力容器储罐的数据库,为后续压力容器储罐的维修、保养以及破坏预防工作提供参考,延长压力容器储罐的使用寿命,避免压力容器储罐发生安全问题。

3.5 设备使用质量控制

在压力容器储罐使用过程中,做好该设备的日常检修与保养工作,保障该设备的使用安全,延长该设备使用寿命。化工企业建设完善的设备检修与保养制度,完善检修内容并落在纸上,要求检修人员按照制度内容要求,利用现代化监测设备开展检修工作,如利用超声波脉冲反射原理进行压力容器储罐的厚度测量,为该设备的保养工作提供参考。化工企业制定压力容器储罐破坏的预防措施与应急预案,开展设备不定期的全面检查工作,如采用定点热成像仪识别压力容器储罐保温失效程度,对其重点点位进行扫描检测,为辨别保温层脱落或罐壁腐蚀失效提供预处理定位依据,避免压力容器储罐破坏问题的发生。

综上所述,化工设备压力容器储罐破坏影响周边环境安全以化工企业工作人员的人身安全,不利于化工企业可持续发展。针对压力容器储罐破坏的预防需要化工企业在压力容器储罐使用中做好检修与保养工作,完善检修制度,利用现代化监测设备进行全面检查,在压力容器储罐制造中,把控金属材料质量,监督焊接工艺质量,确保压力容器储罐的性能满足化工企业生产加工要求。

参考文献:

[1] 彭翠君.化工设备压力容器储罐破坏分析及预防措施[J].中国化工贸易,2023(1):145-147.

作者简介:

李瑛(1970-),男,汉族,山东招远人,本科,工程师,研究方向:氯碱化工。