

港口液氨装卸储存作业的安全技术

赵忠强

(中海油能源发展股份有限公司采油服务分公司, 天津 300000)

【摘要】液氨是一种常用的工业化学品, 广泛应用于农业、化工、医药等领域, 但其具有高毒性和易燃性, 对人体健康和环境安全造成严重威胁。因此, 港口液氨装卸储存作业的安全技术研究对于保障工人生命安全具有至关重要的作用。基于此, 本文通过文献综述, 总结港口液氨装卸储存作业存在的安全隐患, 并分析导致这些事故的原因, 提出相关安全技术措施, 旨在减少事故发生的可能性, 有效降低事故的影响范围。通过实践证明, 只有加强安全管理, 健全安全技术措施, 才能有效预防液氨装卸储存作业中的事故发生, 保障工人和生态环境的安全。

【关键词】港口; 液氨; 装卸储存作业; 安全技术

近年来, 随着工业化进程不断加快, 促进能源需求持续增长, 液氨是一种广泛应用于化工、冶金、石油等行业的重要原料, 其运输和储存过程中的安全问题一直备受关注, 港口液氨装卸储存作业在我国的重要性日益突显。由于液氨自身具有较强的特殊性, 具有极强的腐蚀性和毒性, 一旦发生泄漏事故, 很可能造成严重的人员伤亡和环境污染。因此, 港口液氨装卸储存作业的安全技术研究势在必行, 旨在提高作业人员的安全意识和应急处理能力, 确保液氨运输和储存过程的安全可控。基于此, 本文将针对港口液氨装卸储存作业的安全技术进行研究, 通过分析液氨特性、设备安全性能、安全管理措施等方面, 为港口液氨装卸储存作业的安全保障提供科学依据和技术支持, 推动行业的健康发展。

一、液氨装卸储存作业的风险分析

(一) 液氨的特性

液氨是一种常见的工业气体, 具有许多独特的特性。在常温下呈现出无色无味的液体状态, 非常容易识别和处理, 其沸点约为 -33°C , 在大气压下很容易蒸发成气体, 使得液氨在许多工业应用中成为一种方便的气体。同时, 液氨具有良好的溶解性, 溶解许多有机和无机物质, 让液氨成为一种重要的溶剂, 在化学合成和实验室研究中得到广泛应用。液氨具有较高的导热性能, 这意味着其能快速传导热量, 提高液氨在制冷和冷冻过程中的效果, 其制冷效果远超其他制冷剂, 被广泛应用工业中。液氨还具有一定的腐蚀性, 与某些金属发生反应, 并腐蚀它们的表面。因此, 在处理液氨时要特别注意安全措施, 以防止危险事故的发生。

(二) 常见事故类型

在液氨装卸储存作业存在着各种安全风险, 常见的事故类型有以下要点。第一, 泄漏事故。泄漏可能是因设备故障、操作不当或者管道破裂等原因引起, 在液氨泄漏后, 其具有较大的蒸发潜热, 能迅速吸热蒸发, 形成大量气态液氨, 对人体呼吸道和眼睛造成严重损伤, 且液氨具有强烈的腐蚀性, 会引发火灾事故; 第二, 火灾事故。液氨具有较高的燃烧性, 容易在空气中燃烧, 因此液氨的装卸储存作业容易引发火灾事故。火灾和设备故障、不当操作、电弧或明火等因素有直接关联, 如果发生火灾, 液氨燃烧会产生大量有毒气体, 对人体造成严重威胁。随着火灾覆盖范围进一步扩大, 很可能导致液氨容器爆炸, 进一步加剧事故的严重程度; 第三, 中毒事故。液氨是一种有毒气体, 长时间暴露于高浓度的液氨气体环境中会引发中毒。液氨的毒性主要表现为窒息性, 对呼吸系统和眼睛有较强的刺激作用。在液氨装卸储存作业中, 如果操作不当, 人员可能会接触到高浓度的液氨气体, 从而出现中毒现象, 甚至会导致死亡。

(三) 风险来源

装卸设备是液氨装卸储存作业中的重要组成部分, 但也是潜在的风险来源, 如装卸设备的故障或损坏可能导致液氨泄漏, 进而造成火灾、爆炸等严重事故, 所以确保装卸设备的正常运行具有至关重要的作用。同时, 操作人员的安全意识和技能水平也是液氨装卸储存作业中的重要因素, 操作人员要具备正确的操作知识, 了解液氨性质, 并严格按照操作规程进行作业, 如果工作人员缺乏专业知识很容易发生液氨泄

漏、误伤他人等事故。而环境因素也会对液氨装卸储存作业产生影响，如高温、高湿度等恶劣的环境条件会提高液氨压力，增加泄漏的风险。且环境中可能存在易燃物质、氧气等因素，是诱发火灾、爆炸等事故的主要因素，也要引起相关人员的高度重视。

二、港口液氨装卸储存作业的准备工作的准备工作

液氨作业海港码头泊位为 5 万等级液体化工泊位，液氨船靠泊后，由码头前沿接驳管线经焊接钢管直接连接至后方球罐区，管道长度约为 7.7 公里，目前为国内最长的港区内装卸接驳管线。液氨装卸过程中存在泄漏风险，特别是长距离输送液氨更需要对温度、流速、压力等工艺参数进行严格控制，并对工艺、设备、操作人员进行严格要求，以防止泄漏、中毒和事故发生。本文以一次液氨卸船装罐为例，总结了在液氨装卸和储存过程中预防各类事故发生的措施。

（一）球罐和管道的清理

港口液氨装卸储存作业是一项高风险的工作，为了确保作业安全和顺利进行，必须对球罐和管道进行彻底清理。在开始清理前，必须先将球罐内的液氨全部排空，并确保球罐内压力降至零，才能对球罐进行外部清洗。清洗过程中，应使用适当的清洗剂来去除球罐表面的污垢和积存物。清洗剂应根据污垢的性质选择，如碱性清洗剂可用于去除油脂和有机物。在清洗过程中，还需注意使用适当的清洗工具，如高压水枪、刷子，确保彻底清洗球罐表面。清洗结束后，应对球罐进行检查，确保表面无明显的腐蚀。为了确保液氨储存物料的质量要求，需要将系统内的氧含量降至 0.1% 以下。通过保持低氧含量，可以防止管道和球罐内形成可燃混合气体气氛。由于球罐内侧铁锈在建造过程中被成功处理，人工尽管现场注重检查罐根出料口至阀门环节，发现罐内壁不存在锈迹问题，有效满足液态氨储存要求。

（二）系统试压

在进行系统试压前，要进行安全检查，检查所有液氨储存设备和管线的完整性，并确保所有阀门、管道连接件、仪表的固定牢固，保证其没有出现任何松动问题。检查并清除所有阀门的堵塞物，确保液氨能够顺畅流动。然后，进行系统试压前，要准备好试压介质，通常液氨作为试压介质是最常见的选择，氨具有较高的压缩性和良好的密封性能，能够有效地进行系统试压。但是，在使用液氨进行试压时，需要注意其毒性和腐蚀性，必须采取相应的安全措施，防止泄漏和接触。同时，工作人员制定详细的试压方案，将球罐和管道作为一个整体，开展气密性试验，试验

介质为压缩空气，试验压力控制为 2.16MPa，保压时间为 24 小时。在保压过程中，工作人员要利用肥皂水检查阀门密封填料、阀门压盖、球罐和工艺管道的法兰接口，一旦发现存在泄漏问题，要立刻停止试验。如果没有发现任何问题，要进行详细记录并签字。

（三）系统卸压

系统卸压是指将液氨储存系统中的压力逐渐释放，使其达到安全操作水平。下面是系统卸压的一般步骤：

1. 确定安全区域：在进行系统卸压工作前，要确保周围没有人员和其他障碍物，设立安全区域，划定禁止进入的范围，并设置相关警示标识，以确保工作场所的安全。

2. 关闭进气阀门：首先，需要关闭液氨储罐的进气阀门，防止新的液氨进入系统，确保系统中只有待处理的液氨。

3. 打开排气阀门：接下来，打开液氨储罐上的排气阀门，将系统内的压力通过排气阀门进行释放。在打开排气阀门之前，需要确保排气阀门处于正常工作状态，无损坏或堵塞。

4. 监测压力变化：在系统卸压过程中，要不断监测压力变化情况，使用压力计等仪器进行实时监测，并根据监测结果调整卸压速度和方法。

5. 控制卸压速度：为了确保安全，卸压速度应控制在合理范围内。如果卸压速度过快，可能会引发液氨的剧烈蒸发，增加压力释放的风险；而卸压速度过慢，则会延长作业时间，增加工人的暴露时间。

6. 处理剩余液氨：当系统卸压至设定压力以下时，可以继续将液氨完全排空，以确保系统中不留有任何剩余液氨。

7. 安全检查：在完成系统卸压后，需要全面安全检查液氨储存设备，检查液氨储罐、管道、阀门等设备的工作状态，确保没有泄漏安全隐患。

系统卸压是港口液氨装卸储存作业中的重要准备工作。通过正确的卸压操作，能降低液氨装卸储存作业的风险，确保工作人员和设备的安全。因此，在进行液氨装卸储存作业前，必须严格按照相关操作规程进行系统卸压。

（四）系统充氮置换

进行系统充氮置换前，要对整个作业区域进行安全隔离，确保没有其他人员进入操作区域。然后，进行球罐充氮，旨在将球罐内的空气排除，以防止液氨与空气接触引发火灾事故。工作人员要关闭球罐进气阀门，并打开球罐排气阀门，向罐内注入氮气，并

将罐顶放在空阀开启 80% 位置,将球罐内的空气排出,通过高压气体将球罐内的空气充分置换掉,直至球罐内只有纯净的氮气。同时,当工作人员采用便携式气体检测仪检测氧含量低于 0.1% 时,要关闭放空阀,持续向球罐中充氮气,保证系统微正压为 0.01MPa,停止充氮工作。在充氮过程中,应严格控制充氮速度和压力,以防止球罐内产生过高的压力。接下来,进行管道充氮。关闭管道进气阀门,并打开管道排气阀门,将管道内的空气排出,通过高压气体将管道内的空气充分置换掉,直至管道内排除的气体氧含量低于 0.1% 时达标,关闭管道末端阀门,实现管道充氮置换。在充氮过程中,同样需要严格控制充氮速度和压力,以防止管道内产生过高的压力。

三、卸船作业流程

(一) 液氨卸船流程

在液氨卸船过程中,工作人员要利用软管连接码头工艺管道和船上管汇,通过氮气置换软管中的气体,排放到液氨船上部的放空口,排放时间控制为 1min,在排放完成后,组织相关人员启动气相线。在将气相管道放到料球罐路径所有阀门,专业人员要检验操作流程的正确性,通知船方进行气相线开阀工作,利用船上液氨气相空间压力,冲压进行气相管道、球罐工艺管道充压操作。但值得注意的是,在充压过程中,要关闭液氨船和物料管线连接阀门,通过控制船侧气相线阀门调整气相线管道和球罐冲压速度,分析气相管线上的温度表,保证其温度超过 -5°C 。等到气相管线、球罐、物料工艺管道和液氨船气相空间压力相互平衡后,要启动船上阀门和码头阀门,打开液氨输送泵,将输送速度控制为 1m/s,避免流速过快出现大量静电。

(二) 卸料结束后的操作

在船舶卸载液氨时,船方会控制液氨泵的流速,以降低卸载速度,同时通知码头和后方球罐区做好停泵准备。当液氨卸载量达到设定数值之前,码头作业人员需要立即关闭与船上相连的气相线阀门。在清管器的第一道球阀和气相平衡线的三阀组中,船上需要关闭泵出口阀,并利用船上或岸上的氮气,将氮气从船上泵出口排放至气口进行排线作业。随后,在收球器前的第一个球阀同时时间歇式开启的情况下,重复此操作 5~10 次,逐渐打开收球器上的高点放空阀。在无氨气气味的情况下,关闭氮气阀和收球器前的第一个球阀,完全打开收球器上的高点放空阀,以泄压。然后,舰上将接管拆开,并使用起重装置将软管吊装向岸上,完成卸载作业。

四、总结

港口液氨装卸储存作业是一个高风险的工作环境,要采取一系列的安全技术措施来保障作业人员和设备的安全。本研究通过对液氨装卸储存作业过程中的安全隐患进行分析,并提出了相应的解决方案。

1. 在液氨装卸储存作业过程中,存在着氨气泄漏、火灾等重大安全隐患。为了解决这些问题,建议在港口液氨装卸储存作业中加强气体检测和监控系统的建设,对装卸作业区域进行实时监测,一旦发现气体泄漏,能及时采取相应的应急措施。

2. 在装卸过程中,操作人员的个人防护意识普遍较差。建议加强对作业人员的安全培训,提高他们的个人防护意识,确保他们能够正确佩戴个人防护装备,并且熟悉应急处理措施。

3. 液氨储存设备的维护保养不到位,存在安全隐患。为了解决该问题,建议港口管理部门加强对液氨储存设备的定期检查和维修,确保其处于良好的工作状态,并及时修复或更换有问题的设备。

综上所述,港口液氨装卸储存作业的安全技术措施是非常重要的,必须加强气体检测和监控系统的建设、提高作业人员的个人防护意识、加强液氨储存设备的维护保养等措施,有效提高港口液氨装卸储存作业的安全性。希望这些措施能够在实践中得到应用,为港口液氨装卸储存作业的安全保障提供一定的参考和指导。

参考文献:

- [1] 商显芹,王强,刘豹林,等.液氨预处理对羊毛纤维中性染料染色动力学及染色性能的影响[J].毛纺科技,2023,51(7):32-37.
- [2] 李文,卢雪松,王浩然,等.基于 CA 模型的突发事件下液氨厂区人员疏散模拟研究[J].灾害学,2023,38(2):171-177.
- [3] 武晓卫.氨盐水存储替代重大危险源液氨罐区在纯碱装置中的应用[J].纯碱工业,2024(1):17-19.
- [4] 潘振祥,张志鹏.基于 ALOHA 软件的液氨储罐的事故后果分析[J].辽宁化工,2023,52(8):1204-1207.
- [5] 胡盼,孔韦海,张强,等.高锰奥氏体低温钢 HM400 在液氨介质中的应力腐蚀敏感性研究[J].材料保护,2023,56(5):120-126.

作者简介:

赵忠强(1987-),男,工程师,研究方向:从事 LNG 运输相关工作。