

大型储罐设计中主要安全问题及对策

魏晋平（天脊集团工程有限公司，山西 长治 047507）

摘 要：大型储罐体积庞大，因此潜在危险性较高，一旦发生事故，损失将十分惨重。为此，在分析了大型储罐工程危险性的基础上，重点论述了大型储罐设计中的主要安全问题及其对策。全面提高大型储罐的安全性。

关键词：大型储罐；安全问题；对策

目前，随着我国对能源资源需求量的逐渐提升，储罐的体积也在不断的增大，随着其体积的增大，对其进行设计施工的难度也将会提升，出现安全风险问题的概率增加，如何保障大型储罐的设计使用安全成为了一项重要问题，同时，由于储罐内的介质相对较多，介质本身就具有一定的危险性，储罐还将直接暴露在外界环境中，一旦出现安全风险问题，必然会造成严重的后果。针对储罐的安全性问题，本次研究在对其使用危险性进行分析的基础上，提出储罐设计过程中的主要安全问题及解决对策，为保障储罐的设计使用安全奠定基础。

1 储罐的主要危险性问题分析

1.1 储罐的腐蚀

在储罐腐蚀方面，其腐蚀主要可以分为两种类型，分别是罐内腐蚀以及罐外腐蚀，对于罐内腐蚀而言，其主要与储存介质以及储存温度有关，同时，在储罐内存在气体和液体两相，在气体和液体的交界处会形成原电池，引发严重的电化学腐蚀问题，进而使得罐壁的腐蚀速率提升，对于罐外腐蚀而言，其又可以分为大气腐蚀以及土壤腐蚀两种类型，土壤腐蚀主要存在于罐底板位置处，大气腐蚀主要存在于储罐外壁和罐顶位置处，通过对罐底、罐壁以及罐顶三个区域的腐蚀问题进行分析发现，罐底位置处的腐蚀较为严重，腐蚀类型以坑点腐蚀为主，罐底的腐蚀主要是由于土壤所引起，土壤中含有一定量的腐蚀性物质，同时，对于土壤中的部分细菌而言，在生命活动的过程中也会产生酸性物质，这使得罐底位置处的腐蚀较为严重，罐顶位置处的腐蚀次之，罐壁位置处的腐蚀较为轻微，罐顶和罐壁的腐蚀都是由于大气腐蚀所引起，大气中含有一定量的二氧化碳，在雨水天气以后，罐顶位置处可能会产生积水，二氧化碳溶于水，将会对罐顶产生严重的腐蚀，对于罐壁而言，其并不会产生积水，因此，其腐蚀速率相对较低，罐顶和罐壁的腐蚀主要

以局部腐蚀为主。

1.2 浮盘沉底导致泄漏问题

在进行大型储罐设计的过程中，需要着重注意浮盘沉底问题，如果浮盘的设计以及施工存在缺陷，出现浮盘沉底问题的概率将会大幅提升，浮盘沉底问题不但会引发介质泄漏，还将会出现火灾爆炸问题。在另一方面，在对储罐进行设计的过程中，需要对储罐的材料进行合理的选择，对于材料的强度要求相对较高，如果其强度不满足要求，在储罐使用的过程中可能会出现裂纹，此时必然会引发介质泄漏问题。

2 大型储罐设计中主要安全问题及对策

2.1 地基基础问题和相应对策

储罐的施工地面勘测和存放技术基础工程设计，是确保大容量储罐安全可靠运行最基本的技术保障。按照国家石化工业标准规范，应当在施工选址的过程中开展工程地质勘查，包括一般地基、软土地基、山区根基和特种土地基，根据各自勘探特点，制定适当的地基处理方式，同时还应当做场地与建筑物之间的地震效应评估，以防止工程建设在软硬性不一的地面上，或者活动性地地质断裂破裂带的影响区域内。

常见的罐基础形式有环墙（梁）式、外环墙（梁）式和护坡式。应根据地质条件进行选型。罐基础必须具有足够的整体稳定性、均匀性和足够的平面抗弯刚度，罐壁正下方基础构造的刚度应予加强，支持底板的基床应富于柔性以吸收焊接变形，宜设防水隔油层和漏油信号管，地下水位与基础顶面之间的距离不得小于毛细水所能达到的高度。通常为2m。

首先需要对地基以及基础进行全面的设计，两者的可靠性会对储罐整体的安全性产生重要影响。在实施地基与基础工程设计以前，技术人员就必须开展全方位的地质勘察工作，对整个储罐施工范围内地表的运动状况进行分析，并对影响地基与基础工程的各种因素加以深入研究，但其实，地基的处理属于一个基

基础性的工作,对地基的处理如果存在问题将会使得整个建设施工的难度提升。针对地基和基础设计过程中可能会出现的大量问题,设计之前工作人员必须对现场进行详细的调研和勘察,根据勘察和调研的结果,对储罐进行针对性的设计,为了防止储罐在使用的过程中遭受到地质灾害的影响,工作人员需要进行地质灾害评价,对储罐的抗灾能力进行校核,采取一系列的措施,全面保障地基和基础设计的合理性。

2.2 密封装置问题及对策

在进行大型储罐设计施工的过程中,在储罐垂直度以及椭圆度方面可能会出现一定的误差,尽管这种误差很小,但是也会对储罐的密封度产生严重的影响,如果储罐的密封性相对较差,原油泄漏的概率将会提升,在原油和空气接触以后,部分原油可能会挥发为气体,挥发为气体的原油更加易燃,如果储罐区域存在火源,必然会引发严重的安全事故。为了全面解决密封性问题,设计人员需要与现场施工人员进行充分的沟通,对密封性较差出现的原因进行系统分析,以便采取合理的措施解决密封性问题。

为了进一步改进目前普遍采用的封闭装置存在的不足,国内最新研制了“滚轮骨架密封”,它采用若干个圆弧线段密封骨架,通过转轴连接,使密封骨架象链条一样在弹簧力的作用下随着储罐改变形状。骨架端部装有滚轮,当浮顶上下移动时,滚轮就在罐壁上行走,并保持密封骨架与罐壁距离不变。该装置具有防雨、刮蜡、双重密封等多种功能。

另外,还通过利用滚轮骨架对储罐进行了封闭方法,经过对罐的内部构造进行研究得知,在浮顶与罐壁的二者之间有一圆环,通过利用滚轮骨架,就能够将其分割成许多圆弧线,而通过利用可以转动的转轴,也能够使骨架相互连接,从而构成了一个封闭圈,其形式也和储罐的一样,从而全面解决了浮顶的密封性不好的情况,而这个方法的主要封闭方法就是双重封闭,在使用的过程中相对较为先进,密封效果相对较差,且产生的摩擦力也相对较小,并不需要增设其他类型的部件,成本费用相对较低。同时,该种类型的密封方式还可以发挥防雨挡板的效果。

在对储罐进行设计施工结束以后,工作人员需要对储罐的密封性进行全面检查,只有密封性符合要求的前提下,储罐才能投入使用,在储罐使用的过程中,也需要定期进行检测,如果发现储罐的密封性存在问题,则需要及时采取措施解决问题,防止出现安全风

险事故。

2.3 抵抗风载荷性能问题和对策

由于储罐正朝着大型化的方向发展,这就要求储罐必须具有很高的安全性。事实上,在储罐体积增大的前提下,半径和壁厚的比例也会提升,储罐的刚性将会降低,其抵抗风载荷的能力将会大幅降低。抵抗风载荷是影响储罐安全性的重要因素,如果其抵抗风载荷的能力相对较低,将会出现储罐失稳问题,最终引发介质泄漏事故。通过对我国储罐的分布情况进行调研发现,我国有大量的储罐分布在沿海地区,这些地区出现台风的可能性较大,在台风的影响下,储罐可能会出现自振问题,储罐本身可能会遭受到一定的破坏。同时,对于我国大多数的储罐而言,其抵抗台风的能力有待提升,这就要求在对储罐进行设计的过程中,设计人员需要充分考虑储罐的屈曲特性。

关于罐的抗风载荷问题,所采用的措施主要可以包括以下三个方面:第一,必须在罐上设置抗风圈,针对抗风圈而言,它必须能够在罐壁位置处产生节线圆,其也能够增加罐整体的抗外压能力,在遭受到风载荷时,可以使得储罐保持一定的圆度,一般情况下,抗风圈可以安装在储罐的顶部位置处,其与包边角钢之间的距离保持1m左右。其次,在使用抗风圈的过程中,抗风圈与储罐之间的连接需要选择连续满角焊方式,如果抗风圈位置处非常容易产生积液,则需要设置一定数量的排液孔。最后,如果只是在储罐的顶部位置安装抗风圈,其顶部位置虽然可以保持圆度,但是在储罐的中下部位置处,还是容易出现吹瘪问题。因此,需要在储罐的中下部位置处安装加强圈,主要是提高储罐本身的抗外压能力。

2.4 浮盘沉底问题和对策

对容量很大的储罐来说,浮盘沉底属于一个很普遍的现象,但经过进一步研究后表明,造成这种类似现象的因素也相对较多,即当浮盘遭遇到了某种外力之后,或者因为浮盘被严重卡住,所以,其独立运行的功能就会减弱,此时存在着浮盘沉底现象的概率将会提升。针对该类型问题,在进行储罐设计的过程中需要考虑刮蜡机构因素。设计人员必须充分重视刮蜡机构的设计问题,通过对我国部分储罐的刮蜡机构进行调研发现,其刮蜡的效果相对较差,导致储罐形成的结蜡无法被完全去除,在储罐温度降低的前提下,这部分石蜡将会在罐壁上凝结,在浮盘下降的过程中,这部分石蜡将会掉落在浮盘上,进而使得浮盘的重量

提升。同时,在雨天石蜡将会对中央排水管产生堵塞,进而使得浮盘的重力再次提升。因此,工作人员需要对刮蜡机构进行合理的设计,进而使得刮蜡机可以充分发挥作用。为了防止出现排水系统堵塞问题,在对排水系统进行设计的过程中,需要尽可能提高排水系统的规格。

2.5 防腐问题及对策

通过对储罐的泄漏问题进行调研发现,大多数的泄漏问题都是由于腐蚀所引起,对于储罐不同的位置而言,引起腐蚀的原因也存在较大的区别。在进行防腐处理的过程中,不同的位置需要根据腐蚀的原因采取不同的措施。对于罐底外壁而言,其主要是由于土壤带有一定的腐蚀性,进而使其腐蚀较为严重,因此,需要在罐底外壁增设防腐涂层,使得罐底外壁与土壤之间可以相互隔离,最终对罐底外壁起到保护效果,通过广泛应用可知,该种防腐措施的应用效果相对较好。对于罐底内壁而言,在增设防腐涂层,可以发挥的防腐效果远不如罐底外壁,因此,除了需要对罐底内壁增设涂层以后,还需要采取一定的电化学保护措施。

常见的电化学保护措施可以分为2种类型,分别是强制电流保护以及牺牲阳极保护,设计人员需要对这2种电化学保护措施进行对比优选。另一方面,通过实施电化学保护措施,还可以避免储罐遭受雷击。对于储罐的整个外壁而言,也可以采用增设防腐涂层的措施,事实上,市场上常见的防腐涂层材料相对较多,不同类型材料可以发挥的防腐效果也存在一定的差异,因此,设计人员也需要对常见的防腐材料进行对比和优选,进而使得储罐的防腐效果得到提升。对于储罐外壁的防腐涂层而言,其由于会与外界环境直接接触,在遭受雨季和暴晒以后,防腐涂层可能与罐壁相互分离,此时将无法发挥防腐的效果。因此,工作人员需要定期对防腐涂层进行检查,如果发现防腐涂层与罐壁分离问题,则需要重新粉刷防腐材料。

2.6 防火堤排水设计问题及对策

在储罐出现破裂问题以后,必然会有大量的原油流出。为了防止出现该种问题,需要在储罐的周围设置防火堤,其不但可以防止出现大面积的原油泄漏问题,还可以防止引发大面积的火灾问题。在进行防火堤设计的过程中,密封性属于一项重要参数,通过对我国部分储罐周围的防火堤进行调研发现,大多数储罐使用的防火堤为活动闸板,在雨天可以将闸板打开

进行排水,排水结束以后可以将其关闭,如果出现了闸板失灵问题,在排水结束以后可能无法将其关闭,此时如果出现原油泄漏问题,事故处理的难度将会提升。为了防止出现该种类型的问题,设计人员除了需要设计防火堤以外,还需要对水封井以及切水收油装置进行设计,将三者相互组合,共同组成阻火排水装置,防火以及排水功能都可以充分发挥效果。

2.7 排水设计

下雨时打开,排水后关闭。若闸板未能及时关闭时而出现溢油事故,或下雨时闸板未能及时开启造成污水积聚都会影响事故控制或对生产造成不良影响。另外,当油罐起火破裂后,闸板处于关闭状态,油品被限制在防火堤内,随着灭火扑救工作的进行,大量的冷却水及泡沫析出的水份会造成油面上升,最终溢出防火堤。因此,建议在防火堤外设置由水封井和切水收油装置联合组成的阻火隔油排水装置,完全避免人工操作,从根本上既解决排水问题,又可在发生事故时挽救和回收一部分油,减轻火灾带来的损失和造成的破坏。这一系统需要一定容量的事故存液池以回收油品。

3 结束语

随着我国储罐体积的逐渐提升,对其设计安全问题提出了更高的要求。事实上,储罐的设计是一项相对较为复杂的工作,这主要是因为影响储罐使用安全的因素相对较多,设计的过程中必须对这些因素进行充分的考虑,只有做好储罐安全设计工作,才能保障储罐长期处于安全使用状态。

参考文献:

- [1] 李超.大型石油储罐锚固设计探讨[J].石油化工设备,2022,51(05):83-86.
- [2] 张福龙,李春书,王岩.大型储罐环境下多机器人检测作业任务规划[J].计算机工程与应用.
- [3] 王明章.大型外浮顶储罐密封本质安全技术提升研究[J].安全、健康和环境,2022,22(07):29-33.
- [4] 帅露.大型储罐罐顶优化设计[J].化工设计,2019,29(05):29-32+1.
- [5] 姜坤.大型原油储罐建设安装过程中浮顶排水系统选型应用[J].价值工程,2019,38(31):145-146.

作者简介:

魏晋平(1989-),女,山西潞城人,于2012年7月毕业于晋中学院,本科,工程师,研究方向:压力容器设计。