

危险化学品储罐罐底在线声发射检测与安全性评估

王国庆（南通经济技术开发区住房和城乡建设局，江苏 南通 226009）

摘要：文章针对某一公司的3辆危险化学品储罐罐底进行在线声发射检测实验，通过在线声发射技术设备回传的数据制定相应的维修计划和安全评估方案，验证得出相应的技术评价级别。通过一系列的实验研究显示，利用罐底在线声发射技术可根据时差定位、重点区域、声源的活动性对危险化学品储罐罐底的结构和性能进行整体分析，作出安全性评估。这在危险化学品储罐罐底检测领域具有一定的指导意义。

关键词：危险化学品；声发射；检测；安全评估

危险品的储罐，由于其特殊性和受自然环境的影响常年需在裸露的环境中进行，而且液体的位置随时出现变化。储罐罐底是最容易出现问题的环节，首先罐底随着液体的多少，承受着不同的压力；其次，危险化学品大多都具有极强的腐蚀性，长期的储存，对罐底的侵害较大，从整体上降低了储罐罐底的牢固度，日积月累的液位变化和冲击，会形成局部腐蚀坑，导致罐底局部变薄，发生危险化学品泄漏，后果不堪设想。

为了避免危险化学品储罐罐底泄漏事故的发生，就要从根本上解决罐底被腐蚀的问题。首先，危险化学品储罐在制造过程中，要充分考虑它的工作属性，在制造过程中就要加强防腐处理。在后期使用过程中需要定期保养维护，制定相对应的保护措施，防止储罐罐底被腐蚀发生泄漏；其次，在储罐使用过程中，加强监测设备的使用，防患于未然，早发现，早解决。制定相应的应对措施和针对不同问题的检修计划。针对危险化学品储罐罐底的监测，传统方法则是采用定期开罐进行数据监测检查和评价储罐的整体强度和安全系数，但是这样的检查方法需要该储罐车定期到指定检测网点进行，该储罐就要停止运输，清理罐体内所有危险液体残留才能进行检测，劳神费力。甚至在罐体存在风险的时候，由于工作性质需要，不能及时打开储罐，留下巨大的安全隐患。针对我国所有危险化学品储罐检查结果发现，有一半以上罐体状态良好，不需要离线检测，仅有不到10%的罐体为危险罐体，需要及时检修，剩余罐体存在一定的风险，需要制定合理的检修计划，否则会对罐体造成不可逆性损害。

在线声发射检测技术是危险化学品储罐罐底检测的新技术形式。及时搜集罐底的实时数据，建立罐底腐蚀情况的分析库，对储罐罐底的使用寿命进行预判，对使用过程中可能出现的罐底泄露问题进行科学评

估，在保证整体安全的基础上，让危险化学品的储罐得到最大化的利用效率，延长使用效率，降低离线检测成本，提高储罐的利用率。

1 危险化学品储罐的基本运行情况

本项研究选取的3台储罐，自开始使用后，均未进行过系统检测，使用时间长达15年之久，储罐的基本参数详见表1。

2 危险化学品储罐罐底检测方案

2.1 在线声发射监测数据参数

声发射检测设备主要采用美国进口PAC-SAMOS-32声发射系统，R3I-AST型号传感器，检测的频率30~60kHz；增益40dB；门槛电平34~45dB；检测过程中的执行标准JB/T 10764-2007常压金属储罐声发射检测及评价方法和国标GB/T 18182-2000金属压力容器声发射检测及结果评价方法；该项检测技术的定位方式主要为区域定位和时差定位。

2.2 传感器安装

声发射检测技术的应用，主要是在危险化学物品储罐的罐底，距离罐体底部边缘30~50cm处贴近第一圈管壁处四周设置传感器。通过传感器传回到仪器的数据进行汇总分析，制定相对应的检修计划和安全评估报告。对在此次研究过程中，给第一辆编号1826储罐车罐底安装10个传感器，给第二辆2068及第三辆3235储罐均安装9个传感器，检测实验数据。

2.3 声发射技术原理数据分析

基本原理分析。声发射检测过程中，需要以下操作步骤：①危险化学品储罐内液体达到罐位60%~90%最高液位，将罐体静置8~24h左右，同时关闭储罐所有的阀门，防止液体泄漏的同时也最大限度地减少噪声对结果的干扰；②在储罐底部布置好传感器之后，通过仪器设备校对传感通道灵敏度；③通过设置门槛高度和滤波的参数界限的方法来减少外界噪声干扰，

让背景噪声的测量更加准确；④在线声发射检测设备仪器在线检测 3h 以上，待检测结束后，再次校对传感通道灵敏度；⑤根据传感器反馈到声发射设备的数据进行分析，对危险化学品储罐罐底的性能结构进行完整性评价；⑥此次检测是利用储罐内危险化学介质进行检。

3 检测结果及性能评价

检测以国标 GB/T18182-2012《金属压力容器声发射检测及结果评价方法》和推荐标准 JB/T10764-2007

《常压金属储罐声发射检测及评价方法》为检测依据，可针对同一个储罐的罐底检测可以同时采用两种及两种以上的检测方法进行分析。具体检测结果及性能评价如下：

3.1 声发射源的时差定位和分级

将每个有效的声发射源按照级别分类整理，具体分级详见表 2，表 2 中的 C 值获得渠道是通过定期对一定数量的罐体进行离线检测和开罐查验等直接方式获得。C 数值较为稳定直接，E 数值检测区出现的定

表 1 危险化学品储罐基本情况

储罐型号	内含液体物品	容量及使用年限 / 年		规格 /mm	结构特点形式	保温措施
1826	汽油	2500	15 年	族 40500×16850	双盘浮顶罐	无保温措施
2068	柴油	2500	13 年	放 14500×15120	固定顶	无保温措施
3235	煤油	2500	14 年	§ 14520×14986	固定顶	无保温措施

表 2 声发射源的分级及评定区腐蚀状态结果

声源级别	检测区出现的定位事件数 E (每小时)	评定检测区域的腐蚀状态结果
一级	$E \leq C$	局部未出现腐蚀现象
二级	$C < E \leq 10C$	局部出现轻微腐蚀现象
三级	$10C < E \leq 100C$	局部出现明显腐蚀现象
四级	$100C < E \leq 1000C$	局部出现较为严重的腐蚀现象
五级	$E > 1000C$	局部出现严重的腐蚀现象
	E1:75	E2:63

表 3 罐底板基于区域定位分析的声发射源的分级

声源级别	平均每个通道出现的装机数量 H (每小时)	评定检测区域的腐蚀状态结果
一级	$H \leq K$	局部未出现腐蚀现象
二级	$K < H \leq 10K$	局部出现轻微腐蚀现象
三级	$10K < H \leq 100K$	局部出现明显腐蚀现象
四级	$100K < H \leq 1000K$	局部出现较为严重的腐蚀现象
五级	$H > 1000K$	局部出现严重的腐蚀现象

表 4 罐体板底声发射源活性分析

储罐型号	1#	2#	3#	4#	5#	通道号 (H×N)		8#	9#	10#	11#	12#
						6#	7#					
1826	483×82	448×85	477×91	570×85	567×95	558×98	654×95	582×95	666×99	575×92	787×98	659×88
2068	269×36	335×34	346×38	258×29	333×23	317×26	368×28	326×22	-	-	-	-
3235	232×30	265×28	278×35	211×18	198×19	228×21	202×20	209×18	-	-	-	-

注：活性：H×N，其中 H 表示每个通道每小时出现的撞击数；N 表示每个通道每小时出现的撞击数的平均能量。

表 5 罐底板综合等级评价

储罐型号	时差定位分析及分级	区域定位分析及分级	综合评价分级	腐蚀实际情况	维修建议
1826	三级	三级	三级	中等腐蚀	考虑计划进行维修
2068	二级	一级	二级	少量腐蚀	近期不需要计划维修
3235	二级	一级	二级	少量腐蚀	近期不需要计划维修

位事件数。

3.2 声发射源的重点区域定位和分级

针对声发射源的重点区域通道发生的撞击数进行分类详见表3。表3中K值的获取渠道为通过一定数量的重点区域监测和开罐验证结果的直接方式获得。表3内H值详见表4。

3.3 罐体板底声发射源活动性分析

通过表1、表2、表3对罐体板底声发射源的区域时差定位和重点区域定位划分声发射源的活动性。可根据每个通道每小时出现的撞击数(H)和装机数量的平均能量数值范围表示罐体板底声发射源的活动性,对罐底的完整性进行评价。具体数据分析结果详见表4。

3.4 结果

检测以国标GB/T18182-2012《金属压力容器声发射检测及结果评价方法》和推荐标准JB/T10764-2007《常压金属储罐声发射检测及评价方法》为依据,对表2、表3、表4的分析数据进行综合性评价,具体结果详见表5。

4 结论

常压下的危险化学品储罐在石油化工产品的储存和运输过程中起着重要的传输作用。由于20T是易燃易爆液体罐的临界点,超过20T的储罐一般都被规划到危险化学品运输领域。随着危险化学品储罐的逐年增加,罐体也随着自然环境的侵蚀和原油质量的好坏带来的损坏,导致危险化学品储罐发生泄漏的重大安全事故等,造成严重的资源浪费和大气环境污染,危害人体健康和生命财产安全。储罐罐底的腐蚀泄漏是发生安全事故的重要原因,罐底部面板的腐蚀和液体介质直接接触,用目测和传统机械式测量评估相当烦琐,加大了罐体底部实际腐蚀情况的检测与评估难度。危险化学品储罐罐底最常见的侵蚀形式就是危险化学液体的腐蚀。在线声发射检测的主要目的就是及时发现罐底的腐蚀情况,并根据数据制定相应的安全评估,罐底是腐蚀的重灾区,也是保护罐体整体结构的重要区域。做好危险化学品储罐罐底防腐蚀检测和安全评估,及时进行数据分析,将危险控制在最低范围,防患于未然。

声发射检测技术打破传统危险化学品储罐罐底检查方式,让检测变得更加便捷,灵活。在线声发射检测技术是一种动态无损检测性检测方法,检测数据信号来自缺陷本身,在检测过程中通过对罐体底部时差定

位,罐体重点区域定位分析,判断罐体底部的腐蚀真实情况。从数据进行分析,可以准确判断罐底腐蚀的活动动态和严重性。声发射技术是一种最为常见的物理检测方法,不同的材料有不同的发声,声发射信号的特点就是频率范围宽,从几赫兹到几千赫兹不等,声发射辐射面积广,释放的声波足够强烈,甚至能够达到人耳能够听到的范围。绝大多数罐体底部腐蚀断裂前都有声发射现象产生,但是很多材料的声发射频率发出的信号较弱,人耳不能直接接收到,所以需要灵敏的电子仪器对罐体底部进行实时监测,通过声发射检测设备及时捕捉罐体内的实际情况。声发射技术,就是利用声发射检测仪器,记录、分析信号内容和利用声发射信号反馈的内容推断声发射源的技术总称。在危险化学品储罐罐底检测和安全评估过程中采用声发射在线技术,像是为储罐底部安装了随身听诊器,及时将罐体内的实际情况传输到设备上,让相关负责工作人员对储罐的情况了如指掌。

通过以上对3台危险化学品储罐的在线声发射检测与安全评估得出,无损害的检测方法更加适用于现代危险化学品罐体底部的腐蚀情况检测,技术成熟,结果可靠。通过在线声发射技术回传的数据实际情况,再由相关人员制定科学化评估方案,极大解决了传统检测评估过程中发生的由于罐底腐蚀造成的危险事件。目前为止针对微信物品储罐罐底的检测维修主要采用声发射技术,在线检测,随时随地了解罐体的动态情况根据声发射反馈的结果,有针对性地进行检修和维护,还可以通过连续几次的声发射结果,根据罐体的运输情况和运输介质制定定期的保养计划,减少维修费用,减少危险化学品罐体泄漏事故的发生。在线声发射检测技术的应用,是危险化学品罐体随时监测的重要手段,在整体性快速检查罐体底部腐蚀情况下,声发射能够准确监测罐底情况和腐蚀程度,实现分级预报,在保证危险化学物品储罐安全运输的前提下,最大程度地保证罐体完整性,减少开罐操作风险,也大大减少了对好罐的强行检测,有针对性的“治疗”效果才更加明显,该项技术的全面应用,减轻该领域的维修压力和资金支出,保证人民的生命安全和环境安全,值得推广应用。

作者简介:

王国庆(1982-),男,江苏泰州人,学士,主要从事危险化学品管理研究。