

冷库用压力容器检验检测方法研究

何英杰

(湖南省特种设备检验检测研究院郴州分院 湖南 郴州 423000)

摘要: 冷库用压力容器检验检测的落实,能够把握压力容器运行状态,分析潜在风险,以便实施有效的检维修维护,优化设备使用性能。本文就冷库用压力容器的检验相关内容做出阐述,明确冷库用压力容器的检验检测方法,进一步探究检验检测中问题及对策,旨在提升冷库用压力容器检验检测的整体水平,促进压力容器使用价值的最大化发挥。

关键词: 冷库用压力容器;检验检测方法;在线动态检测技术

0 引言

在大型生产企业中冷库用压力容器的应用较为广泛,能够提高生产的便捷性,由于该设备使用阶段不可停机,因而实际检验检测存在一定难度。一旦冷库用压力容器存在异常,极易影响其运行的安全性和稳定性,给使用单位所造成的损失不堪设想,因此必须要重视冷库用压力容器的检验检测。

1 冷库用压力容器检验检测的内容

1.1 准备工作

为促进冷库用压力容器检验检测的顺利进行,需要做好充分的准备工作,比如技术资料、设备图纸、安全证书、质量报告等,必须要保持完整。待准备完成后,以资料为参考制定检验检测方案,保证其合理性。检验之前做好待检测部位的清洁工作,保证清洁彻底,就制冷剂氨液的成分开展具体分析。

1.2 氨氮成分检验分析

在氨液不含水分的情况下,压力容器若为不锈钢材质,则所受影响较小,且在冷库循环系统运行过程中,氨液的循环阶段会混入一定杂质,比如防冻油等。压力容器不会受到此类杂质的破坏,压力容器壁上可能会附着混合物,这就能够有效保护容器。空气中的氧气往往会在一定程度上影响压力容器,使得压力容器使用阶段存在泄漏,但此种泄漏是微量的,氨气填充阶段氧气的混入也是经常出现的,不仅如此,在氨气中氧气的混入也有可能发生在检修阶段。受到诸多因素的影响,压力容器表面极易出现化学反应,对制冷系统造成恶劣影响,甚至存在极大的安全隐患,因此在检修之前必须要去除少量氨液开展检验分析,为冷库用压力容器的检验提供可靠依据。

1.3 压力容器检验范畴

就冷库用压力容器来说,外观检测主要从外观结构、壁厚、尺寸、安全附件、紧固件等角度出发,内部检测则以隔热层、细节裂纹、材质、气密性等试验作为入手点。

1.4 安全附件检验及耐压测验

在冷库用压力容器检验检测过程中,安全附件检验及耐压测验环节至关重要,直接关系到压力容器使用性能的发挥,因此必须要落实严格检查,确保其符合要求。比如,在检验安全附件方面,需要由国家质检总局安全阀及爆破片紧急切断阀等进行严格测试,以标准试验文件为依据,以标准试验文件为依据,以确保检验检测数据结果的可靠性。

1.5 典型检测方法

就冷库用压力容器检验检测的实际情况来看,超声波检测、表面磁粉检测、渗透检测法的应用较为常见。表面磁粉检测及渗透检测的应用,离不开辅助检测材料的支持,降低人为因素对于材料实际应用的影响,以确保检测结果的精确度与可靠性,由于这两种检测方法的复杂性,使得超声波检测法在冷库用压力容器检验检测方面的应用频率较高。部分场所及部位特殊,若实际检验检测过程中超声波检测法的效能缺乏发挥的条件,则需要以磁粉检测和渗透检测为辅助,各方法协调应用,以确保压力容器检验检测质量可靠。

2 冷库用压力容器检验检测方法

2.1 超声波检测

所谓超声波检测法,就是以物体或介质为对象,一旦其产生变化,会对超声波的传播产生影响。压力容器检测中超声波的应用,需要判断压力容器内部是否存在缺陷,考虑到缺陷对于超声波反射波形的影响,因此需要把握压力容器缺陷情况,比如大小、形状变化

等,以波形变化为参照,就压力容器内部情况进行绘制,超声波监测仪器在这一方面发挥着重要作用,压力容器检测也得以顺利完成。超声波检测从性质上看为无损检测,检测期间无需对压力容器进行操作处理,能够精准定位缺陷位置,检测的灵敏度高且十分便捷,经济性显著,能够满足小面积缺陷的检测需求。

2.2 磁粉检测

所谓磁粉检测,就是检测过程的实施无需停机处理,能够保持冷库用压力容器的运行,依照一定比例混合水与防冻液,确保与压力容器低温条件相符合,促使磁粉悬浊液流动于压力容器及其连接管道中,随着磁粉悬浊液的流动可实施检测。检测过程中应将压力容器保冷层分段拆除,详细记录各段检测数据,以保证检验检测的有效性。

2.3 渗透检测

就渗透检测来看,实施过程中需要清理干净压力容器表面,对待检测部位渗透相关材料,以显影剂为辅助,促进压力容器表面显影,对压力容器表面状况进行观察,判断是否存在细小裂纹或缺陷。渗透检测法一般应用于压力容器表面气孔、细小裂纹、疏松等方面,能够满足大范围检测需求,对金属锻造、焊接、铸造下的部件以及非金属的物体表面实施检测,为保证检测结果的准确性,应确保被检测物体有着光滑平整的表面。在渗透检测过程中应当注意,所选择渗透材料应当生产自统一厂家,以避免显影效果存在较大差异。在明确被测物体表面材料及属性的基础上,分析其表面特性,对渗透材料进行合理选择。渗透检测阶段应保证检测灵敏度,就现场因素开展综合分析。在标准试验块缺陷高度相似于被测物体表面缺陷的情况下,能够保证缺陷实际检出的可能性较高,检测结果也就更具可靠性。

3 声发射在线动态检测技术在冷库压力容器中的应用

3.1 声发射在线动态检测技术应用优势

冷库压力容器有固定保冷层、液氨无法倒空、氨制冷机无法停车等因素的限制,对其进行声发射在线动态检测,在检验方法和内容上完全不同于常规检验。这使得声发射在线动态检测技术在实际应用中体现出了以下几个方面的特点。

(1) 在线检验。在声发射在线动态检测技术对冷库压力容器进行动态检验的过程当中,冷库压力容器全程处于正常生产状态下,无需停产或清空介质,避免上述操作对用户所带来的损失,用户仅仅需要配合在检验过程中对操作压力进行适当调整即可。

(2) 尽可能减少对保温层的拆除。常规检验过程中,为确保动态检验效果达到最理想状态,需要对带保

温的低压循环桶、中间冷却器等压力容器保温层装置进行全部拆除,此项操作不但会导致冷库用压力容器停产,还会对用户产生巨大损失,并且拆除后的保温层后续恢复难度大,即便勉强恢复也难以达到原有保温效果。而通过对声发射在线动态检测技术的应用,仅需要在放置有传感器装置的部位开挖 $10.0\text{cm} \times 10.0\text{cm}$ 保温层即可完成传感器装置的布设工作,不需要对全部保温层进行拆除处理,并且此环节中所开挖的传感器布设孔位还可作为罐体厚度测量点,检测完成后方便进行修补恢复,在完成动态检测任务的同时确保冷库压力容器保温效果恢复至理想状态。

(3) 可同步进行多个罐体的整体性检测。将罐体布置适量的传感器后,通过两次加压循环就可完成对罐体的整体性检测。由于制冷系统是一个闭路循环系统,不可能单独对某一台压力容器进行升压、降压操作,通过多次试验研究,解决了多台压力容器同时进行检测的难题在检测的过程中,制冷系统压力容器全部布置完传感器以后,可对整个系统进行升压或降压操作,整个检测一次完成,提高了检验效率。

3.2 声发射在线动态检测技术原理

在应用声发射在线动态监测技术对冷库压力容器进行质量动态检验的过程中,需要根据所显示声发射源的具体位置采取措施进行针对性的修理与监控,此过程中所涉及到的定位方式以三角时差定位为主,即将冷库压力容器整体布置相应数量的传感器装置,确保每一部位均能够被三个传感器装置所构成的三角形覆盖,以此种方式确定冷库压力容器装置在任意部位所产生声发射源的具体位置。在声发射动态检测的过程中,冷库压力容器装置进行两次加压循环,一加压循环试验压力均高出正常操作压力的 $10.0\% \sim 15.0\%$,在每次加压或保压的过程中,压力容器薄膜拉应力同时相应增大,内部所含缺陷尖端应力集中增大,释放出弹性机械波,产生声发射信号。根据两次加压循环过程中释放出声发射信号的次数,判断该处声发射源的活性。由于腐蚀、咬边、埋藏缺陷及钢板缺陷尖端的应力集中程度不同,缺陷引起弹性机械波能量不同,声发射信号的强度也不一样。根据声发射信号的强度,结合声发射源的活性可判断出缺陷的危害程度。与常规无损检测复验结果进行对比,可总结出声发射源严重性级别与缺陷性质的对应关系,从而完成对冷库压力容器整体性检测与安全状况评价。

同时,从存在缺陷材料的冷库压力容器在线监测角度上来说,受缺陷材料因素的影响,导致其所对应的尖端应力值大小会发生明显改变,呈现出较大集中,相较于体积性缺陷而言,在外部作用力一致的条件下更容易更早出现屈服,内部产生晶格畸变,最终导致金属键

断裂问题的产生。从这一角度上来说,金属原子间的相对位移会导致周边原子位置发生一定程度上的改变,微观上机械波沿着容器壁向远处发散,导致声发射源的产生。现场所布置的传感器装置可以将材料内部所释放的机械波转换形成电信号,并在放大滤波处理下经计算机分析,利用声发射信号参数对声发射源的具体特征进行准确反映,从而达到准确判断材料缺陷危害程度的目的。

3.3 冷库压力容器在线动态检验评价

某压力容器检验所尝试将声发射在线动态检测技术应用用于冷库压力容器在线动态检验工作中,取得了满意的效果,在不带保温层冷库压力容器以及带保温层冷库压力容器均取得了良好的效果。

对某公司车间冷库压力容器声发射检验过程中低压循环桶进行声发射检测,共有两处有效声发射源。遵循现行金属压力容器声发射检测及结果评价办法 GB/T 18182-2000 中的现行要求, A、B 声发射源强度为弱强度,活性为弱活性水平,综合等级为 B 级,经无损检测复检发现 A 部位焊接接缝上存在条状夹渣,但缺陷未超标。除此以外,声发射在线动态检测技术还可对未焊透、钢板夹层等相关质量缺陷进行准确评估。某公司冷库自投入使用 30 年以来尚未进行过正对性全面检验,冷库储氨器在声发射检测升压、保压过程中产生大量声发射信号。遵循现行金属压力容器声发射检测及结果评价办法 GB/T 18182-2000 中的现行要求, C 号、D 号以及 E 号声发射源强度均表现为高强度水平,活性水平为强活性,综合等级评估为 E 级。经常规无损检测方法进行敷衍,提示 C 号部位为倾斜性夹层,夹层埋藏深度为 3.2 ~ 4.3mm,夹层面积为 20.0 × 80.0mm, D 号部位为 100.0mm 长度未焊透缺陷, E 号部位为 100.0mm 长度未焊透缺陷。除此以外,声发射在线动态检测技术还对冷库压力容器外表面腐蚀以及咬边等质量缺陷有良好的预防效果。某公司冷库自投入使用 30 年以来尚未进行过正对性全面检验,冷库储氨器在声发射检测升压、保压过程中产生大量声发射信号。遵循现行金属压力容器声发射检测及结果评价办法 GB/T 18182-2000 中的现行要求, A 号 ~ I 号声发射源共八处,分别定义为 A 号、B 号、C 号、D 号、E 号、F 号、G 号、H 号、I 号,经无损检测方法进行复检,复检结果显示 F 部位可见明显咬边缺陷,咬边长度为 30.0mm,咬边深度为 1.5mm, H 部位存在明显条状缺陷,缺陷埋藏深度为 4.6mm,缺陷长度为 35.0mm,同时 E 号部位存在严重外表面腐蚀现象。

4 冷库用压力容器检验检测中的问题及对策

冷库用压力容器使用过程中,若缺乏完善的监管体

系,或监管制定的科学性与合理性不足,缺乏完善的设计档案、安装原始资料、初期检验检测报告等,则极易对后期检验检测造成影响,无法保证冷库用压力容器技术参数的准确性与可靠性。针对此种情况,需要全面落实检测工作,保证冷库用压力容器各项技术参数的精准度与可靠性,包括设备压力、材料、介质等,整个检测过程所消耗时间较多,并且会导致支出增加,经济性不足。经过数年来的探索,逐步总结出应对此种特殊情况的可行办法。

在检验检测冷库用压力容器之前,需要通过综合化的方式评估压力容器,若发现设备使用时间过长,或技术资料不够完善,应向相关负责人提出建议,确保设备更换的及时性,以便就冷库运行过程中的安全风险加以有效防范。若压力容器材质相关资料不够完善,可以光谱仪为辅助分析材料性质,设备厚度检测可经测厚仪来实现,对材料力学性能形成客观认识,以材料厚度为参考,就压力容器的力学结构参数加以准确计算。若压力容器外部存在性质严重的腐蚀问题,应妥善采取措施进行防腐处理,定期跟踪设备情况、定点监测、了解壁厚,确保压力容器保持稳定且良好的运行状态,力学性能不可超出冷库用压力容器的允许范围,之后方可实施正常检测。若压力容器其他资料不够完善,应运用先进检测技术加以还原,并发挥网络技术优势,实施全面追踪,把握压力容器生产厂家的实际情况,就原始数据资料进行妥善收集和整理,以保证冷库用压力容器检验检测的实效。

5 结语

为确保冷库用压力容器运行的安全性与可靠性,必须要重视检验检测工作的开展,并重视相关技术人员专业素养与综合水平的提升。在冷库用压力容器检验检测过程中,应结合实际需求选择恰当的检验检测方法,做好检验检测相关工作,客观分析检验检测中存在的问题,并采取有效解决对策,以优化冷库用压力容器的使用性能,为社会生产而服务。

参考文献:

- [1] 宋继华. 冷库用压力容器的检验检测方法 [J]. 科学与财富, 2019(5): 82.
- [2] 张荣国, 徐智明. 冷库用压力容器检验检测方法研究 [J]. 中国设备工程, 2018(12): 99-100.
- [3] 郑金阳, 王军. 小议冷库用压力容器的检验检测方法 [J]. 化工管理, 2016(6): 183.

作者简介: 何英杰(1978.05-),男,汉族,湖南郴州人,本科,高级工程师,研究方向:特种设备检验检测。