

超设计使用年限的压力容器检验及安全评估

李伟光

身份证号: 21011419881225601X

DOI:10.61369/ME.2025050001

摘 要 : 压力容器是化工厂、炼油厂等工程盛放气体、液体的密封容器,在长期使用后,尤其是超出设计使用年限后,往往会出现各类故障与风险。为此,文章将从超设计使用年限的压力容器角度,探讨检验及安全评估,提出一些建议,希望能提升检验及安全评估成效,为压力容器安全、可靠使用奠定基础。

关 键 词 : 超设计使用年限;压力容器;检验检测;安全评估

Inspection and Safety Assessment of Pressure Vessels Exceeding Their Design Service Life

Li Weiguang

ID: 21011419881225601X

Abstract : Pressure vessels are sealed containers for holding gases and liquids in chemical plants, oil refineries and other projects, which tend to have various kinds of failures and risks after long-term use, especially after exceeding the design service life. In this regard, the article will discuss the inspection and safety assessment from the perspective of pressure vessels exceeding the design service life, and put forward some suggestions, hoping to improve the effectiveness of inspection and safety assessment, and lay the foundation for the safe and reliable use of pressure vessels.

Keywords : beyond the design life; pressure vessel; inspection; safety assessment

引言

特种设备关系着民众的生命及财产安全,会影响社会安全运转。比如截至2019年年底,全国特种设备共计1525.47万台。包括:锅炉38万余台、压力容器419万余台、起重机械244万余台、电梯709万余台、客运索道1089条、大规模游乐设施2万余台、场(厂)内专用机动车辆100万余台,气瓶1.64亿只、压力管道56.13万公里。压力容器常被应用于化工厂、加工厂以及炼油厂中,是相关行业的重要设施。压力容器有自身的使用年限,随着时间的推移,一些超出设计使用年限的压力容器可能在运行中发生各种隐患问题,给相关行业的生产带来极大隐患。因此,对于超出设计使用年限的压力容器,需要做好检验及安全评估工作,使其能满足压力容器的要求。从检验及安全评估的重要性来看,其能及时发现一些存在隐患的压力容器,通过对相关部件进行更换或者修复,能进一步降低安全事故发生概率,达成安全生产的目标。同时通过检验及安全评估,也能掌握超出设计使用年限压力容器的各项性能指标以及状态的情况,有助于制订运维措施来延长压力容器的使用寿命,保障压力容器能够稳定、可靠的运行。因此,文章从超设计年限的压力容器角度探讨检验及安全评估具有非常重要的价值,能避免相关压力容器在使用过程发生安全事故,达成安全生产的目标^[1]。

一、压力容器与检验安全评估

压力容器是化工厂、炼油厂生产中的关键设施,有传热、反应、分离以及储运等用途。从压力容器的特点来看,主要包括安全性、专业性、结构稳定性等,相关行业在使用压力容器之前,需要做好压力容器使用分析,以便消除压力容器在使用过程的安全隐患。

压力容器长期使用之后,可能会超出设计使用年限,进而对压力容器的使用带来风险。比如压力容器可能在超出设计年限后发生强度失效、刚度失效、失稳、腐蚀失效等问题,比如压力容

器承受应力超过材料屈服强度;压力容器超出正常范围,导致压力容器失效;压力容器使用可能会失去平衡、稳定的状态等。这些因素都会影响压力容器的正常使用,出现各种风险隐患。为了解决这一问题,相关企业需要做好定期检验,及时发现压力容器运行中的风险隐患,以便制定针对性的防控措施,延长压力容器的使用寿命,保障压力容器长期使用。以压力容器无损检验为例,在对超出设计使用年限压力容器的检验过程,可以引入无损检测技术,包括磁粉检测、渗透检测、射线检测、超声检测以及涡流检测等。比如在压力容器表面缺陷检测中,可以应用磁粉、渗透等无损检测方式,在实际检测中,应围绕压力容器应力集中

部位，比如球形储罐的支柱角焊缝、易造成环境开裂和机械损伤的部位、焊缝丁字口区域等，这些是压力容器可能发生风险隐患的关键位置，都应作为无损检测的重点。在压力容器内部检测方面，可以应用射线检测、超声波检测等技术，相关技术常用于压力容器制造、安装过程，检出率较高。在实际应用中，检测人员需要结合压力容器的壁厚、结构等方面信息，设计检测流程方案，发挥射线、超声波检测的优势。比如中厚壁容器（壁厚大于20mm）可优先选用超声波检测；薄壁容器（壁厚小12mm）对接焊缝优先选用射线检测。在检验要点方面，应关注修理、补焊的部位以及应力集中部分等，这些位置都可能再次出现问题，影响压力容器的正常使用^[9]。

对于超出设计使用年限的压力容器，除了利用检验方式找出问题以外，也需要做好压力容器的安全评估，这样能明确压力容器的使用要点，制定针对性的运维措施，延长压力容器的使用寿命。在实施安全评估时，一般参照 GB/T19624《在用含缺陷压力容器安全评定》等标准过程进行评估。GB/T19624主要内容包括对评定对象的状况调查（工况、历史、环境等）、缺陷检测及缺陷成因分析、材料检验（损伤、退化与性能等）等，在实际评估过程，需要相关人员按照要求进行评估。除了 GB/T19624 标准以外，GB/T35013也可以用于压力容器的安全评估，比如该标准主要评估多种损伤模式和缺陷，包括腐蚀减薄（局部减薄、均匀减薄和点蚀）、氢鼓包、氢致开裂和应力导向氢致开裂等。通过安全评估方式，可以掌握压力容器的运行状态以及各项性能，以便企业根据压力容器的实际情况以及评估结果，拟定针对性运维方案，以消除压力容器使用中的风险隐患，延长压力容器的使用寿命，保障压力容器安全、可靠的运行^[9]。

二、超设计使用年限的压力容器检验及安全评估面临的问题

对于超设计使用年限的压力容器，检验及安全评估是保障压力容器长期使用的关键，能及时找出压力容器使用中的隐患与问题，以便制定针对性的运维措施。但在实际应用过程，可能会面临一些问题，影响超设计使用年限的压力容器检验及安全评估效果。本章节将探讨超设计使用年限的压力容器检验及安全评估所面临的问题，以下将进行详细阐述。

（一）检验方案不完善

超设计使用年限的压力容器的检验过程，可能会面临检验方案不完善的问题，导致检验结果无法满足要求，比如超设计使用年限的压力容器的检验过程，会存在一些误差因素，包括计算误差、测量误差、不可避免误差等，主要原因包括检测设备、检测人员、检测环境以及检测技术等。比如在压力容器检验过程，检验设备是关键，如果检验设备在使用之前未进行测试，可能会存在检测精度不高等问题，导致压力容器检验出现误差。同时检验设备长期使用后还可能出现故障问题，如果相关企业缺乏定期运维，可能会导致后续检验的结果出现偏差，进而影响超设计使用年限的压力容器的检验成果。再如超设计使用年限的压力容器的检验过程会受到环境因素的影响，包括环境温度、环境湿度，如果检验环境控制不合理，就容易出现误差问题，影响超设计使用年限的压力容器的检验成果^[10]。

（二）安全评估过程不合理

在超设计使用年限的压力容器安全评估中，可能会面临不合理的问题，比如安全评估的内容及流程不合理，同时安全评估过程可能缺乏针对性的监督与管控，这可能导致安全评估过程出现不合理的问题。

（三）检验及安全评估队伍建设不足

在超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估过程，队伍素质关系着检验与安全评估的效果，比如在超设计使用年限的压力容器的检验过程，检验人员对整个检验流程不熟悉，或者检验过程出现不规范的问题，就会影响超设计使用年限的压力容器的检验准确度。再如安全评估过程，评估人员对各类安全评估标准不了解，可能会影响安全评估的准确性^[10]。

（四）检验及安全评估实施缺乏保障

在超设计使用年限的压力容器的检验过程，保障措施关系着检验及安全评估的效果，比如内控建设保障、技术投入保障等。比如在超设计使用年限的压力容器的检验中，检验技术落后，未引入先进的检验技术或者设备，这就会影响检验成果。

三、超设计使用年限的压力容器检验及安全评估建议

对于超设计使用年限的压力容器，一般需要通过检验以及安全评估方式找出可能存在的问题及隐患，以便制定针对性的措施，延长压力容器的使用寿命，保障压力容器安全、可靠的运行。为此，本章节将根据上述问题，提出一些建议，希望能提升超设计使用年限的压力容器检验及安全评估水平，保障压力容器安全、可靠的运行。

（一）完善检验方案

对于超设计使用年限的压力容器检验工作，相关企业要完善检验方案，以保障检验过程顺利进行。一是检验准备。在超设计使用年限的压力容器检验之前，需要做好准备工作，包括技术准备、设备准备、环境准备等，避免检验过程出现误差。比如在设备准备方面，相关企业要安排专业人员在检验之前对涉及的设备进行检查，排除设备的功能故障，以保障设备能满足检验要求。在技术准备方面，相关企业应根据超设计使用年限的压力容器实际情况，合理选择检验技术，比如无损检测技术中，射线、超声等检测方式主要用于压力容器内部检测，而磁粉、渗透等无损检测技术主要用于压力容器外部检测。因此，在检验之前，要先明确检验的目标，之后再从适宜性、合理性以及经济等角度合理选择检验技术，以提升检验的准确度，减少检验误差。在环境准备方面，相关企业要根据所选择的检验技术，分析检验环境中的主要影响因素，包括温度、湿度等，之后再针对性调整，使其能满足超设计使用年限的压力容器检验要求。二是检验过程。在超设计使用年限的压力容器检验过程，检验人员应根据压力容器的实际情况，按照规范性、标准性的原则开展检验工作，比如定期对压力容器的资料进行审查，包括压力容器设计资料（强度计算书、设计图纸等），生产制造资料（产品合格证、监督检验证书、质量证明书），同时也要检查压力容器的结构、焊缝等。在压力容器壁厚测定方面，可以采用超声无损检测技术^[10]。

（二）做好安全评估

安全评估是保障超设计使用年限的压力容器长期使用的关键，

评估人员需要按照现行标准对压力容器进行评估，以便找出压力容器使用中的问题，为压力容器管理及运维提供参考。一是做好安全评估分析。在超设计使用年限的压力容器安全评估之前，评估人员需要做好安全评估分析，比如结合现行不同标准进行分析，明确安全评估的主要内容，以便制定合理的安全评估方案，保障超设计使用年限的压力容器安全评估效果。二是加强安全评估管控。基于超设计使用年限的压力容器安全评估过程，相关企业要做好安全评估管控工作，比如基于安全评估内容以及流程，设计针对性的管控与监督体系，这样可以及时发现超设计使用年限的压力容器安全评估中的问题，有助于不足的地方进行优化与完善，从而提升超设计使用年限的压力容器安全评估水平^[7]。

（三）建设专业队伍

基于超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估要求，相关企业要组建专业化队伍，以提升压力容器检验及安全评估水平。一是人才引进。在超设计使用年限的压力容器的检验过程，相关企业要做好人才引进分析，结合常见人才引进要素，制订人才引进方案。比如分析人才引进要点，包括检验过程的人才需求、安全评估环节的人才需求等，同时也要根据自身实际情况，进行综合分析，以便制订适宜性、针对性的人才引进方案，实现组建高素质队伍的目标。在人才引进的选聘环节，相关企业要转变以往人才选聘理念，可以从人才对现代化技术的应用程度、人才的职业素质、人才的创新创造能力角度出发，以选出高素质的检验及安全评估人才。在人才引进之后，相关企业也要了解人才的一些需求，比如对薪酬、绩效方面，不同人才的需求也会存在差异，企业应根据人才需求，进行针对性调整与优化，以激发人才的工作积极性与主动性，进一步提升超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估水平。第二，人才培养。在超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估过程，相关企业可以从人才培养出发，根据现有检验人员以及安全评估人员实际情况制定针对性的培训教育方案，以提升相关人员的素质。以超设计使用年限的压力容器的检验培育为例，先对现有检验人员进行调研，了解当前检验人员的能力素养情况以及提升需求之后再搜集教育素材，制定针对性的人才培育方案，这样可以提升检验人员的素养能力，避免检验过程出现误差。当然，在人才培养过程，相关企业也要转变传统人才培养理念，可以推进线上线下培育模式，比如将超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估的要点设计成线上视频课程，让检验人员与安全评估人员在业余时间到线上进行观看与学习，以此提升相关人员的素养能力，使其满足超设计使用年

限的压力容器的检验及安全评估的要求^[8]。

（四）制订保障措施

在超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估过程，相关企业要制订保障措施，包括内控保障、技术投入保障等。一是内控保障。相关企业应根据超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估要点，明确内控目标，将内控目标分解到检验及安全评估的各个环节，通过这种方式规范检验及安全评估工作，避免相关工作开展过程出现问题。同时，企业也可以从超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估角度出发，营造良好的内控氛围，让所有人员参与其中，通过这种方式可以提升检验及安全评估效果。二是技术投入保障。在超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估过程，相关企业要注重技术投入保障，比如根据超设计使用年限的压力容器的检验要求，拟定技术投入规划，加大资金投入力度，引进先进的检验技术及设备，以提升检验的准确度，同时企业也要注重数字化建设，加大大数据分析、物联网等技术的投入力度，以辅助超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估，及时发现压力容器使用中的风险隐患，以便制定针对性的运维方案，保障压力容器能安全、可靠的运行^[9]。

四、结语

综上所述，压力容器在长期使用后，可能会发生超出设计使用年限的问题，这也会导致压力容器使用过程出现各类风险问题，严重影响压力容器的使用效果。为了解决这一问题，文章将探讨超设计使用年限的压力容器，分析检验及安全评估，提出一些建议，比如相关企业要安排专业人员在检验之前对涉及的设备进行检查，排除设备的功能故障，以保障设备能满足检验要求；检验人员应根据压力容器的实际情况，按照规范性、标准性的原则开展检验工作；基于安全评估内容以及流程，设计针对性的管控与监督体系，这样可以及时发现超设计使用年限的压力容器安全评估中的问题；将超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估的要点设计成线上视频课程，让检验人员与安全评估人员在业余时间到线上进行观看与学习，以此提升相关人员的素养能力；注重数字化建设，加大大数据分析、物联网等技术的投入力度，以辅助超设计使用年限的压力容器的检验及安全评估，及时发现压力容器使用中的风险隐患等^[10]。希望上述探讨与分析能为超出设计使用年限的压力容器检验与安全评估提供参考，保障压力容器长期使用。

参考文献

- [1] 牟龙龙. 超服役压力容器定期检验安全评估分析 [J]. 品牌与标准化, 2024, (03): 130-132.
- [2] 苏明, 赵乾成, 张磊, 等. 浅析超设计使用年限压力容器的检验与安全评估 [J]. 中国设备工程, 2024, (05): 196-198.
- [3] 殷小明. 超设计使用年限的压力容器检验及安全评估方法探讨 [J]. 西部特种设备, 2024, 7(01): 20-24.
- [4] 雷艳. 压力容器检验中的可靠性与安全性评估研究 [J]. 产品可靠性报告, 2024, (01): 131-133.
- [5] 汪杰, 李建锋. 压力容器监督检验中不符合项的处理方法探讨 [J]. 特种设备安全技术, 2023, (06): 16-18+22.
- [6] 李斌. 工业锅炉和压力容器检验存在的问题与优化策略 [J]. 化纤与纺织技术, 2023, 52(12): 96-98.
- [7] 雷艳. 压力容器检验中的腐蚀与疲劳损伤评估与预测 [J]. 冶金管理, 2023, (21): 76-78.
- [8] 秦应鹏, 戚振, 李娜. 超服役压力容器基于风险评估的定期检验探讨 [J]. 化工装备技术, 2023, 44(01): 57-60.
- [9] 戚振, 程和新, 武军. 超服役压力容器定期检验安全评估探讨 [J]. 中国特种设备安全, 2021, 37(08): 68-70.
- [10] 陈学东, 范志超, 陈永东, 等. 我国高端压力容器设计制造与维护技术进展 [J]. 机械工程学报, 2023, 59(20): 18-33. DOI: 10.3901/JME.2023.20.018.