探讨压力容器设计制造中的典型问题

杨新振 (滨州市特种设备检验研究院, 山东 滨州 256600)

摘要: 本文简要阐述了压力容器的设备特征: 运行安全性较高、设计制造规范性较强、结构样式类型较多; 分析了压力容器设计、制造等各项生产活动现存问题: 设计灵活性不足、风险分析能力欠佳、材料代用影响产品质量问题等; 探索了提高压力容器产品质量的有效方法: 进行防腐蚀设计、提升风险分析合理性、合理配置设计人员生产专业性等, 以提升压力容器的生产效能。

关键词: 压力容器; 结构样式; 材料代用

压力容器, 在众多行业中获得了广泛应用, 比如科学研究、工业生产等, 压力容器的设计、制造过程应安全可靠, 直接影响压力容器的运行能力。然而, 由于压力容器在实际运行期间, 可能受到客观环境的多重作用。因此, 在设计制造各项生产环节中, 应侧重关注生产品质, 保障产品性能, 提升设备的应用效果。

1 压力容器的设备特征

1.1 运行安全性较高

压力容器作为特种设备, 在使用时相比其他设备而言, 适用于压力、温度较大差异的各种工况中, 能够保障容器使用安全性。压力容器中盛装具有较高危险性的易燃易爆物质、有毒的化学物质, 如若发生安全事故, 将会引起较大的经济损失问题, 甚至会威胁人民的生命安全。因此, 在设计制造各项生产活动中, 应以安全生产为首要原则, 同时关注国家法规内容, 提升产品质量监管有效性, 切实保障压力容器使用的安全性^[1]。

1.2 设计制造的标准性较高

压力容器的生产各环节, 相比其他设备生产具有较高的专业性, 在设计、生产制造中, 含有多个领域的先进生产技术。比如, 在生产期间, 需要的科目包括自动化机械制造、机械加工、焊接作业、检验检测等。任意科目使用专业性不强时, 对于压力容器的生产使用, 均会造成不利作用。与此同时, 致力于生产压力容器的技术人员, 对其提出了从业技能专业性的要求, 包括: 专业技术学习、生产经验积累、生产法律内容的融合、生产标准的准确理解、有效的沟通协调等, 以保障压力容器生产有效性, 减少容器安全性问题。

1.3 结构样式类型较多

压力容器在实际运行期间, 使用的压力、温度、介质等工艺参数, 表现出性能多元化、工况复杂化等特点。在此情况下, 压力容器的设计、制造要与生产工艺相适应, 在多样化生产条件下, 压力容器产品在结构样式方面, 表现出多样化特点, 以应对各种使用环境。比如, 热交换器、反应器等, 在对此类压力容器进行结构设计、产品生产时, 设计人员应全面掌握设备结构的理论特征, 同时在设计标准的引导下, 保障产品结构的设计品质, 使其具有较高的结构安全性, 便于压力容器有序运行。

2 压力容器设计、制造等各项生产活动的现存问题

2.1 设计灵活性不足

设计人员作为压力容器生产的关键角色。人员专业性, 直接关联着压力容器的产品质量。然而, 在多种因素作用

下, 设计人员无法完全发挥自身专业性价值, 降低了压力容器设计的合理性, 阻碍压力容器生产制造的进展。比如, 在成本控制作用下, 压力容器的产品质量无法获得实质性提升。由于设计人员在限定的成本区间内, 难以选择性能优异的生产原料。在成本内控、政策外因的共同作用下, 降低了设计人员的工作灵活性, 无法切实保障压力容器的设计品质。

2.2 风险分析能力欠佳

在 2009 年, 提出了风险分析管理思想。针对压力容器的潜在风险问题, 给出了具体分析, 包括设备故障、风险控制。截至目前, 设计人员进行压力容器设计时, 尚不能够全面把握风险分析要点, 同时在确定风险节点时, 存在经验缺乏问题。因此, 在风险分析时, 存在技术积累的欠缺现象, 同时大部分风险测评报告, 设计应用的参考价值较低。

2.3 材料代用形成的产品质量问题

压力容器的生产原材料质量, 对于其设备性能具有决定性作用。然而, 在实际生产制造期间, 极易发生原材料数量不充足、超出成本预算等问题。部分生产商, 为了保障设备生产制造的经济收益, 采用成本低廉、品质不佳的用料, 作为原材料的替代用料, 由此增加了压力容器使用的安全隐患。此外, 部分单位使用替代用料方法, 以期应对成本控制工作。低廉成本替代材料的使用, 在生产前期, 能够缓解企业的生产经济压力, 但是难以保障替代用料的生产能效^[2]。

2.4 低温环境运行压力容器的结构设计不到位

在较低环境温度条件下, 压力容器可能会发生性能失效问题。在性能失效前期, 压力容器整体结构, 将会发生轻微塑性变形问题, 对于整体压力容器性能并未形成实质性影响。在性能失效后期, 压力容器发生破裂、泄漏等重大危害。容器在低温条件下形成的性能失效问题, 成因包括材料耐低温性能欠佳、结构设计不合理、制造工艺有缺陷等。在国家标准、产品标准的多重要求下, 对于低温环境容器生产材料给出了相对应的选材依据。因此, 在选材方面, 将不会发生较大失误问题。然而, 生产工艺检验方面, 通常依据图纸设计内容, 开展工艺制造。因此, 结构设计, 逐渐成为低温环境下容器结构设计的关键因素, 以保障容器使用的安全性。

3 保障压力容器产品质量的有效方法

3.1 进行防腐蚀设计

大多数情况下, 压力容器的原材料以金属材质为主,

在实际使用期间,可能发生材质腐蚀问题。因此,在压力容器生产期间,应加强防腐蚀设计,依据防腐规范,提升防腐设计效果,以延长压力容器的使用期限。同时,压力容器的设备运维人员,对于设备应开展阶段性检修工作,使压力容器不在腐蚀环境中运行,以减少设备腐蚀可能性,科学防控压力容器腐蚀。在生产压力容器时,结合使用介质采用耐腐蚀材料,以提升压力容器整体防腐性能。

3.2 提升风险分析合理性

风险分析工作,具体分为两类,一类为定性评价风险,另一类为定量确定风险情况。在风险分析时,定量判断的分析方法,依赖于一定数量的统计资料。定期评价方式具有管理的便利性,然而在评价人员个人专业性、风险认知差异等因素,降低了定性风评的准确性。对压力容器进行风险分析工作时,以设计环节为起点,以定量评价为方向,通过分析比重指标,主观判断风险因素。在实际风险分析期间,一般会表现出多个风险因素,对于风险因素逐一设计防范方法,排查各风险防范方法之间的不兼容问题,尝试获取有效的风控体系,以保障压力容器的使用性能^[3]。

风控的具体措施:①排查压力容器在运行期间可能发生的功能失效问题,针对问题制定规避方法,维护容器使用的安全性;②结合风控运作理论,提升风控层次,采取有效措施,保障风控品质;③对于压力容器的使用人员,使其明确压力容器的运维方法,便于在压力容器使用异常时,操作人员能够在第一时间进行问题处理,积极执行应急预案;④为压力容器操作人员,提供设备的维护保养方法,保障设备处于安全运维管理状态,合理回避风险问题,增强压力容器使用的安全性。

3.3 合理配置设计人员生产专业性,保障产品质量

压力容器的设计较为关键,作为设备制造的主要参考依据,是影响产品性能的重要因素。结合压力容器的生产制造要求,比如参数性能、使用安全等,应有计划地提升设计人员专业能力,使其具备较为广阔的设计技能储备,对于各类法规标准具有准确认知。同时,在技能培训、设计实践各项活动中,提升知识使用的灵活性。在设计期间,涵盖的专业科目,包括力学、焊接、检验检测等,便于设计人员合理掌握设计约束规则,全面提升压力容器的设计效果。例如,在压力容器设计环节中,设计人员应掌握各类控制方法,控制项目包括材料类型的选择、设计设备结构、生产成本控制、生产进度规划等。此类控制条件,统称为压力容器设计的内控约束条件。此种设定方式,归结于此类条件具有动态性,设计人员将会结合实际情况,对约束内控因素进行有效管理,包括收集生产数据、确定因素之间的关联关系,形成最优的设计成果,展现设计师的工作能力。

3.4 材料代用的使用技巧

针对替代用料的使用问题,应结合压力容器的设计标准,确定其设备性能,对于原材料与替代用料进行对比分析,分别从用料成分、力学性能、焊接表现、加工性能表现、耐腐蚀表现等视角,完成用料对比,保障替代用料性能,减少替代用料使用问题。在对比两种用料时,应进行用料性能的全面分析,保障替代用料的可操作性。在此基础上,

验证替代用料与压力容器运作介质之间的关系,保障替代用料与运作介质处于相容状态。针对替代用料,对其进行应力设计,确定焊接工艺合理性,提升热处理有效性,加强用料无损检测,综合确定替代用料的使用可行性,最大程度地保障压力容器性能^[4]。

例如,S单位,在进行材料采购时,在进行材料验收时,发现用料存在明显的性能问题,具体表现为:用料形变、表面凸凹不平等。对于此材料品质问题,应采取的采购设计方法为:①加强用料供应商的经营资质调查,同时对各类供应商进行按类管理,针对压力容器生产制造的关键材料,比如钢板、封头等,选择资质较高、社会口碑优异的供应商,以此保障材料供货品质;②在用料验收时,依据用料验收流程,严格开展性能检测工作,减少劣质用料入库;③对于验收完成的用料,采取抽样检测方式,保障用料性能处于达标状态,方可投入生产使用,以保障压力容器制造效果。

3.5 低温环境运行压力容器的结构设计方法

在结构设计期间,保障设计人员对于压力容器制造标准形成全面认知,同时在设计方案中,准确标注特殊结构的设计内容,完成设计注意事项的完善,以保障产品制造效果。在设计期间,合理规划低温容器的整体布局,具体设计方法如下:①在结构中存在的间断性元件,应为其设计长度充足的过渡圆弧半径;②在各类连接件之间,应预留有效的过渡空间;③合理回避结构外观形变问题,有效分担局部压力;④有效控制较大幅度的温差问题;⑤在各类焊接连接位置,全面使用全焊透结构。

3.6 焊接缺陷问题的处理方法

3.6.1 焊接缺陷问题

H企业在生产制造压力容器时,发生的焊接缺陷问题,成因包括:焊接操作规范性不足、焊接工艺不完善、用料性能不佳等。缺陷问题主要表现为:焊缝形变、边角错位等。

3.6.2 焊接缺陷问题的处理方法

依据用料使用标准,严格控制边角错位、形变等缺陷问题;对于焊接操作的电流大小,进行合理控制,回避电弧过长问题,以减少焊缝咬边制造问题。

4 结论

综上所述,现阶段压力容器在石油、化工、海事多个领域中,获得了广泛应用。压力容器具有一定危险性,保证产品生产质量,能够减少设备危险事故的发生可能性。因此,压力容器设计、制造单位,应严格遵守国家法规标准,以较高的技术标准,提升压力容器生产质量,以推动各行业有序发展。

参考文献:

- [1] 孙辉.压力容器设计制造中的典型问题及对策[J].石油和化工标准与质量,2020,40(24):23-25.
- [2] 王亚欧.锅炉压力容器制造监督检验问题探讨[J].科技创新导报,2020,17(29):43-45.
- [3] 刘剑.压力容器设计及制造过程中降低应力集中的措施[J].石油石化物资采购,2021(3):100-101.
- [4] 杨友进.浅谈压力容器设计问题[J].写真地理,2021(2):250.