

锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题分析

赵梦纯

河南省锅炉压力容器检验技术科学研究院焦作分院 河南 焦作 454150

摘 要: 本文深入探讨了锅炉压力容器及压力管道检验中的裂纹问题,分析裂纹产生的客观温度、腐蚀、机械疲劳等原因,并提出包括确保材料质量、制定科学检验程序、加大新技术投入、形成规范质量检验及维护体系等防治措施。同时,通过“宁夏东毅环保科技有限公司脱盐水加热器爆炸事故”的案例分析,强调预防与处理的紧迫性和重要性。

关键词: 锅炉压力容器; 压力管道检验; 裂纹问题

1 锅炉压力容器检验的重要作用

锅炉压力容器检验在工业生产中扮演着至关重要的角色,它不仅关系到企业的经济效益,更直接影响到人民的生命财产安全。第一,锅炉压力容器检验有助于确保设备的安全运行。锅炉和压力容器在工作过程中,由于高温、高压、腐蚀等因素,容易出现裂纹、变形等缺陷,这些缺陷如果不及时发现和处理,可能会导致设备发生爆炸、泄漏等事故,造成人员伤亡和财产损失。通过定期的检验,可以及时发现并消除这些潜在的安全隐患,确保设备在安全的状态下运行。第二,锅炉压力容器检验有助于提高生产效率。通过检验,可以发现设备存在的问题,并采取相应的措施进行修复或更换,从而减少因设备故障造成的停产、停工现象,提高生产效率。第三,锅炉压力容器检验有助于延长设备使用寿命。通过合理的检验和维护,可以及时发现设备的磨损、腐蚀等问题,并采取相应的措施进行修复,从而延长设备的使用寿命,降低企业的维修成本。第四,锅炉压力容器检验有助于提高企业的质量管理水平。通过检验,企业可以建立完善的设备管理制度,对设备的使用、维护、检验等环节进行规范,提高企业的整体质量管理水平。同时,锅炉压力容器检验有助于符合国家相关法律法规的要求。我国对锅炉压力容器和压力管道的安全运行有着严格的规定,企业必须按照规定进行定期检验,以确保设备符合国家标准,避免因违法生产而承担法律责任^[1]。第五,锅炉压力容器检验有助于促进技术创新。在检验过程中,可以发现现有技术的不足,推动企业进行技术创新,提高设备的性能和安全性。

2 锅炉压力容器压力管道裂纹提出产生原因分析

2.1 客观温度导致裂纹问题

在高温高压的工作环境下,材料会经历热应力和热疲劳,从而引发裂纹。材料在受热时会发生热膨胀,而

锅炉压力容器压力管道的结构往往较为复杂,不同部位的热膨胀不均匀,导致应力集中,形成裂纹。特别是在启动、停机或温度变化较大的情况下,这种应力集中现象更为明显;温度变化会导致材料性能的变化,如热硬性、韧性等,从而影响材料的抗裂纹能力^[2]。当温度过高时,材料的热硬性降低,韧性增强,容易产生裂纹;而当温度过低时,材料的热硬性增强,韧性降低,同样容易引发裂纹;高温高压环境下,材料中的有害元素和夹杂物容易析出,形成裂纹源。这些有害元素和夹杂物在高温下的析出速度加快,导致材料性能下降,裂纹产生。

2.2 腐蚀导致裂纹问题

腐蚀是锅炉压力容器压力管道产生裂纹的另一个重要原因。腐蚀不仅会降低材料的强度和韧性,还会在材料表面形成缺陷,为裂纹的产生提供条件;锅炉压力容器压力管道在长期运行过程中,会受到各种介质的腐蚀,如水、酸、碱、盐等。这些介质会与材料发生化学反应,形成腐蚀产物,导致材料性能下降,形成裂纹;局部腐蚀是锅炉压力容器压力管道腐蚀的一种常见形式,如点蚀、孔蚀等。局部腐蚀会导致材料厚度减薄,形成裂纹源,进一步扩大裂纹。另外,腐蚀还会影响材料的微观结构,如晶粒长大、析出相形成等,这些微观结构的变化会降低材料的抗裂纹能力。

2.3 机械疲劳导致裂纹问题

在反复的载荷作用下,材料会经历应力循环,导致裂纹的产生和扩展。锅炉压力容器压力管道在工作过程中,会受到交变载荷的作用,如压力、温度、振动等。这些交变载荷会导致材料内部的应力循环,使材料逐渐产生裂纹;材料在应力循环过程中,会经历疲劳裂纹的产生、扩展和断裂三个阶段。疲劳裂纹的产生与扩展速度与材料的抗疲劳性能密切相关;材料的微观缺陷、表面缺陷等也会加速疲劳裂纹的产生和扩展。这些缺陷在

应力循环作用下, 容易成为裂纹源, 导致裂纹迅速扩展。

3 锅炉压力容器压力管道裂纹问题防治措施

3.1 确保生产材料和制作的科学性

锅炉压力容器及压力管道的材料质量直接关系到设备的长期安全运行和裂纹的产生。因此, 确保生产材料的科学性是防止裂纹问题的首要步骤。企业应严格筛选供应商, 选择信誉良好、质量稳定的原材料制造商, 并对其进行定期审核。在材料入库前, 必须进行严格的质量检验, 包括但不限于材料的化学成分、力学性能、金相组织以及表面质量等; 材料在运输和储存过程中也应采取有效措施, 防止其受潮、锈蚀或受到其他形式的损伤^[3]。在制作阶段, 应制定科学合理的生产工艺流程, 确保每个环节都符合标准要求。特别是焊接环节, 作为裂纹产生的高发区, 必须严格控制焊接工艺参数, 选择合适的焊接材料和焊接方法, 并进行焊前预热和焊后热处理, 以减少焊接应力和防止裂纹产生。同时, 加强生产过程中的质量监控, 及时发现并纠正生产过程中的偏差, 确保锅炉压力容器及压力管道的制作质量。

3.2 制定科学合理的检验程序

为了及时发现并处理锅炉压力容器及压力管道中的裂纹问题, 制定科学合理的检验程序至关重要。企业应依据国家相关标准和规范, 结合设备的实际运行情况和历史故障数据, 制定详细的裂纹检验计划。检验计划应包括检验周期、检验方法、检验部位、检验标准以及后续处理措施等内容。在实施检验过程中, 应确保检验人员具备相应的资质和技能, 并严格按照检验计划执行。对于发现的裂纹问题, 应详细记录其位置、形态、尺寸等信息, 并立即评估其对设备安全性的影响。根据评估结果, 制定相应的处理方案, 如进行焊接修补、更换部件或停机检修等。同时, 建立裂纹问题台账, 对裂纹问题进行跟踪管理, 为后续的设备维护和安全管理提供参考^[4]。

3.3 引入先进裂纹检测技术, 强化科技支撑

在锅炉压力容器及压力管道的裂纹检验领域, 科技的进步为我们提供更为精准高效的解决方案。企业应积极拥抱新技术, 通过引入超声波检测、射线探伤及红外热成像等高科技手段, 实现对设备内部裂纹的精确识别与无损检测, 显著提升检验的精确度和检测速度; 利用大数据分析 with 人工智能算法, 对海量检测数据进行深度挖掘, 能够预测潜在的安全隐患, 为设备的预防性维护和优化提供科学依据。企业应保持对国内外裂纹检测前沿技术的关注, 积极引进并快速吸收新技术成果, 转化为自身的技术优势, 不断提升在裂纹检验领域的核心竞争力, 为设备的长期安全稳定运行筑牢科技防线。

3.4 构建标准化检验与维护机制, 深化日常管理

为确保锅炉压力容器及压力管道的持续安全性能, 建立一套标准化的质量检验与维护体系势在必行。企业应首先确立清晰、详尽的检验标准与操作流程, 涵盖检验的全面范围、精准方法及严格要求, 以确保检验工作的标准化和有效性。同时, 完善设备维护保养制度, 明确各级责任主体, 细化维护保养任务, 确保每一项维护工作都能按时、按质完成。在日常管理中, 加强对设备运行状态的实时监控, 对关键性能参数进行定期检测与分析, 及时发现任何异常情况并迅速采取应对措施, 有效遏制潜在风险。另外, 企业应注重提升维护人员的专业技能与安全意识, 通过定期举办培训、讲座和交流活动, 引入外部专家指导, 共享先进维护经验, 打造一支专业、高效的维护团队^[5]。加强行业内的合作交流, 共同探索解决裂纹问题的新方法、新思路, 促进整个行业的技术进步与协同发展。通过构建标准化检验与维护机制, 并深化日常管理工作, 能够确保锅炉压力容器及压力管道长期保持在安全、高效的运行状态。

4 案例分析

4.1 “宁夏东毅环保科技有限公司脱盐水加热器爆炸事故”案例分析

2024年4月18日, 宁夏东毅环保科技有限公司发生一起严重的特种设备安全责任事故。事故发生在凌晨1时54分, 该公司的焦炉煤气制甲醇装置转化工段二层南侧的脱盐水加热器突然发生爆炸, 导致2名作业人员当场死亡, 4名人员受伤。经过详细的事故调查, 发现事故的直接原因是脱盐水加热器的焊缝存在严重的焊接缺陷, 这些缺陷在运行过程中逐渐扩大, 最终引发了转化气的泄漏和闪燃。此案例不仅暴露了设备焊接质量控制的不足, 也凸显了企业在特种设备安全管理和维护方面的漏洞。

4.2 事故原因分析

“宁夏东毅环保科技有限公司脱盐水加热器爆炸事故”的原因可以从多个方面进行深入剖析。首先, 从设备本身的角度来看, 焊接质量的低劣是导致事故发生的直接原因。这可能是由于在制造或维修过程中, 焊接工艺控制不严、焊工技术水平不高或质量检查不严格所致。其次, 从安全管理的角度来看, 企业可能存在对特种设备安全管理不够重视、安全管理制度不健全或执行不力的问题。例如, 定期检查和维护制度的缺失、安全隐患排查和整改不到位等都可能为事故的发生埋下伏笔; 操作人员的安全意识和操作技能也是影响事故发生的重要因素。如果操作人员对设备性能、操作规程和安全知识了解不足, 就可能在操作过程中产生误操作或忽

视安全警示,从而增加事故风险。

4.3 预防与处理措施

为了防止类似“宁夏东毅环保科技有限公司脱盐水加热器爆炸事故”的再次发生,企业和社会各方应采取以下预防与处理措施:第一,加强设备质量控制。企业应建立健全的设备质量管理体系,对特种设备的制造、安装、维修等各个环节进行严格的质量控制。特别是在焊接环节,应选用合格的焊接材料和工艺,确保焊缝质量符合标准要求;加强焊工的技术培训和资格认证,提高其焊接技能和质量意识。第二,完善安全管理制度。企业应制定科学的安全管理制度和操作规程,明确各级管理人员和操作人员的职责和权限。加强对特种设备的安全管理和维护,定期进行安全检查和隐患排查,及时发现并整改安全隐患。此外,建立健全的应急救援预案和处置流程,确保在发生事故时能够迅速响应并有效控制事态发展^[6]。第三,提高操作人员素质。企业应加强对操作人员的安全教育和培训,提高其安全意识和操作技能。使操作人员能够熟悉设备性能、操作规程和安全知识,掌握正确的操作方法和应急处理技能;加强操作人员的日常管理和考核,确保其遵守安全规程和操作规程,杜绝违章操作行为。第四,加强社会监管和技术支持。政府相关部门应加强对企业的安全监管和技术支持,督促企业落实安全主体责任和安全管理规定。加强特种设备安全法规的宣传和普及工作,提高全社会的特种设备安全意识。第五,建立健全事故调查和责任追究机制。对于发生特种设备事故的企业,应依法依规进行严肃的事故调查和责任追究。通过深入剖析事故原因,明确事故责任,对责任单位和责任人进行严肃处理,形成有效的震慑作用。同时,将事故教训转化为改进措施,推动整个行业安全水平的提升。

在“宁夏东毅环保科技有限公司脱盐水加热器爆炸事故”的后续处理中,除了对直接责任人进行追责外,还应重点关注以下几个方面:一是加强事故信息的公开

透明,及时向社会公布事故调查进展和处理结果,接受社会监督;二是组织专家对事故进行深入分析,提炼出具有普遍意义的经验教训,为其他企业提供借鉴;三是推动企业开展全面的安全自查自纠工作,排查并消除类似的安全隐患;四是加强与行业协会、科研机构等单位的合作与交流,共同推动特种设备安全技术的进步和发展。总之,“宁夏东毅环保科技有限公司脱盐水加热器爆炸事故”是一起严重的特种设备安全责任事故,它给我们敲响警钟。必须从中吸取教训、总结经验、完善制度、强化管理、提高技术、加强监管,共同推动特种设备安全工作的深入开展,确保人民群众生命财产的安全和社会的和谐稳定。

结束语

通过对锅炉压力容器压力管道裂纹问题的详细分析,本文旨在为工业安全生产提供有效参考。企业应高度重视裂纹问题的预防和处理,采取科学合理的措施,确保设备的长期安全运行。同时,加强技术研发和社会监管,推动行业技术进步和安全管理水平提升,为人民群众生命财产安全保驾护航。

参考文献

- [1]高聪.锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题分析[J].中国设备工程,2022(19):158-160.
- [2]关超.锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题[J].南方农机,2020,51(08):218-219.
- [3]王守学.锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及预防措施[J].建材与装饰,2020(17):203+206.
- [4]王克刚,王靖虎.锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题[J].中国设备工程,2022(06):164-165.
- [5]赵晓钧.锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题研究[J].中国设备工程,2022(06):180-181.
- [6]韩忠美.锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及预防处理方法[J].中国设备工程,2020(06):124-126.