

核电工程焊接质量与无损检测的管理

Management of Welding Quality and Nondestructive Testing in Nuclear Power Engineering

涂志勇

Zhiyong Tu

深圳市核鹏工程监理有限责任公司 中国·广东 深圳 518000

Shenzhen Hepeng Engineering Supervision Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

摘要: 焊接质量直接关系到核电工程钢衬里、钢结构、管道/支架、设备、储罐等的实体质量,若焊接质量存在问题,会给核电工程质量带来直接影响。基于此,论文通过无损检测技术视角,分析核电工程焊接工艺及技术管理中存在的问题,结合核电工程实际,探究无损检测应用,并根据所提到的问题提出针对性解决措施,从而保障核电工程焊接质量。

Abstract: Welding quality is directly related to the physical quality of steel lining, steel structure, pipes / supports, equipment, and storage tanks of nuclear power engineering. If there are problems in welding quality, it will have a direct impact on the quality of nuclear power engineering. Based on this, this paper analyzes the problems existing in the welding technology and technical management of nuclear power engineering through the perspective of nondestructive testing technology, explores the application of nondestructive testing combined with the actual situation of nuclear power engineering, and puts forward targeted solution measures according to the problems mentioned problems, so as to ensure the welding quality of nuclear power engineering.

关键词: 核电工程; 焊接; 质量; 无损检测

Keywords: nuclear power engineering; welding; quality; non-destructive testing

DOI: 10.12346/peti.v5i3.8416

1 引言

焊接施工技术作为核电工程施工的关键环节之一,由于核电工程焊接和其他行业工程焊接工作相比,其存在一定的差异性以及独有特性。核电管道焊缝运行过程中会承载高温高压腐蚀及辐射环境,所以对焊接质量环节提出更高更严格要求。但随着工程施工深入,出现较多管道、设备等的施工工期与焊接质量控制相矛盾的情况,无形中提升施工质量控制难度,承包单位为加快工期建设进程,存在不吃透标准规范、不遵守设计文件要求,不执行方案程序等方式开展焊接施工活动,给核电工程带来严重的质量隐患。因此,为保证核电工程施工质量能符合标准规范及设计要求,承包单位应加强核电工程焊接的技术管控工作,确保所有焊接作业过程符合要求。无损检测技术是目前在焊接生产施工领域应用较为广泛的一种质量验证技术,其应用可使工程实体质量更加安全,有效避免质量隐患甚至事故的发生。但是,核电工程

检测采用无损检测技术中,工艺技术中存在很多不确定或难以管控的因素,必须重视对无损检测技术应用过程的监督和管理,才能保证无损检测和焊接施工的质量。因此,在核电工程施工中,既要做好焊接施工的管理工作,确保核电工程中无损检测技术发挥应有的作用,避免质量问题的发生,同时也要加强对焊接施工的管理,确保核安全万无一失^[1]。

2 无损检测方法

2.1 超声检测方法

超声波是在弹性介质中传播的机械波,超声波检测原理是利用超声波特殊传播特征,采用压电晶片产生的超声波发射进入待检对象,利用材料及其缺陷的声学性能差异对超声波的传播波形发射情况及能量变化才检验材料内部缺陷。目前,核电工程超声波检测技术主要采用便携式手动超声扫查设备,具有设备简单、易操作、灵敏度高、反应速度快等特征。

【作者简介】涂志勇(1984-),男,中国广东深圳人,本科,工程师,从事焊接及无损研究。

但值得注意的是,在实际检测过程中,任何检测技术均存在缺陷,如当超声检测技术遇到复杂的材料时,其检测结果和实际结果存在一定差异性。因此,工作人员要根据核电工程实际情况,选择对应的无损检测技术,保证检测结果能满足实际要求。

2.2 射线检测技术

射线检测技术是由射线照相检验技术、射线探伤技术、射线实时成型检验技术组成。

①中射线照相检验技术。凭借自身灵敏性高、适用性广等特征,被广泛应用在射线检测中,取得不错的检测效果。同时,在检测射线强度方面,射线感光胶片缺陷位置接收到大量射线,有利于形成缺陷影像;而射线照相检验技术能加强图像质量,但其检验时间较长,需要投入较高的成本。

②射线实时成像检验技术是由成像板、图像增强器等环节组成,技术应用效果决定着成像物体变化,当成像物体变化时图像出现相同改变,即是在透照时能实时观察图像内容,有效提高检验质量。通过将射线检测技术应用到核电工程检验中,提高检测效果;在储存射线检测数据时,要按照检测时间分段保存检测数据,避免影响到检测数据的完整性。站在实践操作质量方面来看,和焊接质量、铸件检测质量有直接联系。在核电工程检验过程中,无损检测技术起到至关重要的作用,不仅能提高检测精度,还能避免检测过程受到外在因素影响。

③射线探伤技术。通过分析实践检测,发现射线探伤检测技术和X射线检测技术基本相同,特别在适用范围和工作原理方面存在相同性。在操作射线探伤技术时,射线探伤在应用方面,其很难受到外在因素影响,提高射线探伤检测的应用范围,全面检测出物项内部缺陷,提高检测数据的准确性。

3 核电工程中焊接质量管理现状

3.1 对焊接施工作业人员任职资格审核工作的重视程度不足

近年来,虽则中国现代核电工程施工活动组织水平快速提高,但从目前核电工程项目焊接施工活动情况来看,其并未配置足够的焊接施工作业人员,且既有核电工程项目焊接施工技术人员自身焊接施工技术不足,存在严重的参差不齐现象,严重影响到核电工程项目正常开展。同时,由于焊接施工技术作业人员数量不足,增加工程焊接成本,还给施工质量控制带来严重影响,严重阻碍现场焊接施工作业正常进行^[2]。

3.2 焊接工艺的评定问题

焊接工序作为核电工程施工的重要环节,其焊接质量和核电工程整体质量具有直接联系,一旦焊接过程中存在任何问题,都会给核电工程质量带来严重影响。针对该种情况,承包单位要提高对核电工程安装、焊接的重视程度,根据施

工现场实际情况来采用合理的焊接工艺,有效提升核电工程焊接质量。焊接工艺水平和核电工程焊接质量有直接联系,一旦该环节出现问题,很容易给整个核电工程焊接水平带来严重影响。但从目前核电工程焊接工作来看,很多核电工程工作人员不注重焊接工艺流程,对于焊接工艺具体工作人员严重缺乏专业培训和教育,导致相关人员的专业素养无法满足核电工程焊接要求,甚至影响到焊接工艺的具体评定效果,产生大量不合格的焊接工艺,给核电工程正常运行带来不同程度的影响。

3.3 监督检查工作问题

监督检查工作作为提升核电工程焊接质量的主要依据。因此,在核电工程焊接工作中要严格筛选技术人员,加强人员和技术保障,全面检查焊接工作质量,一旦出现问题,要第一时间通知焊接人员进行改进,直到焊接质量满足标准规范要求。但目前很多核电工程人员忽视监督检查工作的重要性,在监督检查焊接工作中玩忽职守,导致整个监督检查工作作用流于表面,根本无法发挥其真正作用。为此,相关人员要重视核电工程焊接监督检查工作,全面提高监督管理水平,保证工程焊接质量能满足实际要求^[3]。

3.4 焊接技术资料保存问题

在进行核电工程焊接工作过程中,工作人员过于注重焊接施工过程,对焊接技术资料保存和收集的重视程度不足,一旦这些资料出现问题,很容易影响到整个核电工程焊接质量的追溯性。因此,相关人员进行焊接工作和质量检查工作后,要收集真实焊接数据,给后期焊接工作及现场质量管理提供丰富的数据资源和支撑。

4 核电工程焊接无损检测的管理水平提升方法

在核电工程焊接无损检测过程中,要针对检测薄弱环节制定合理的改进措施并持续优化,先确保无损检测方法的准确性,再采用无损检测检验核电工程质量,保证核电工程焊接质量能达到预期要求。同时,在无损检测时要提倡质量卓越绩效管理,要注重检测部门的专业素养,加强检测管理水平和服务,用优秀服务创造大量经济价值,重视阶段性总结工作,及时反馈无损检测经验,用卓越绩效管理理论提高检测部门工作效果,做到检测过程无错误结论,准确反映出核电工程建设质量^[4]。

4.1 构建健全的质量管理体系

注重规范管理规程,对检查规程、规程进一步规范,对焊接过程进行详细记录。管理单位编制无损检测质量保证大纲,检测大纲需要按照清单内容,对所有材料、所有规格、所有型号分级把关、重点管控,对整个现场进行全面覆盖,从注重事前、事中、事后三个环节进行把关,促使项目检测质量处于受控状态。在核电工程焊接检验过程中,要严格遵循焊接标准,将所有在线检验人员应用到作业人员管理中,加强管理效果。针对多发易发的各种现场焊接薄弱环节,来

分析核电工程焊接检验中存在的问题，并针对问题提出有效解决措施。

4.2 营造良好的核安全文化氛围

从工序生产开始就树立质量特性好的质量是做出来的而不是检验判定的，树立责任意识，用文化约束员工的行为，管理者需要高度重视工程无损检测质量的提升，营造严格氛围的无损检测文化氛围，提高作业人员对核电工程焊接工作的重视程度，用文化约束作业人员日常焊接行为，督促其遵守工艺纪律，注重合理安排检测委托任务单计划、制定检测工艺规程、现场物项检测、减少无损检测人员工作失误等，切实把核电安全文化和质量保证体系要求落实到无损检测技术方面，做好全程控制和现场改进工作。但从目前核电工程焊接工作来看，很多核电工程承包单位作业人员不注重焊接工艺流程，对于焊接工艺具体工作人员严重缺乏专业培训和教育，导致相关人员的专业素养无法满足核电工程焊接要求，甚至影响到焊接工艺的制作，产生大量不合格的焊接工艺。因此，要不断积累检测经验，全面提高无损检测质量，且无损检测人员要和焊工进行密切沟通，及时将检测质量反馈给焊工，对采样比例不合格的焊工进行纠正改进，从而增强焊接人员的责任意识 and 操作技能。

4.3 无损检测记录管理

在注重管理无损检测资料管理，焊接控制单的接续控制和委托检验控制单的接续控制，以及返修委托单、无损方法等三个方面的内容对 NCR、无损检测报告进行审查，充分结合生产厂家的 RT 底片、报表、对同一部位、焊缝的 RT 报告进行审核，以便于具体外形、缺陷分布趋势等方面的缺陷发现。同时验证修复焊缝的 RT 底片特性，验证 UT 缺损部位的状态，发现是否存在违规返修和私自返修等造假现象，并与原焊缝的特征进行对比，加强无损检测技术应用效果；及时做好检测数据的归档工作，并对库房存放情况进行适应性检查，确保正确存放数据。另外，对焊接记录数据的无损检测记录和应对性进行检查，保证实体记录的真实性。突出焊缝布置图、工艺流程图、检测方法的审核，对焊工的各种操作情况在无损检测记录管理中进行跟踪，便于焊缝的质量跟踪与施工过程追溯，不仅能反映检测质量，还能保证材料的使用和跟踪。另外，要做好定期无损检验室的监督检查工作，记录焊缝外观和无损检验等工序的工序逻辑，加强检查严格性，结果反馈的准确性。

4.4 注重检测过程控制

近年来，无损检测技术已经有了很大的进步，在技术优化工作中也有了很大提升，核电工程中无损检测技术的应用也越来越广泛，如相控阵、TOFD、数字射线、涡流检测等。现场的无损检测人员需要对新型的检测技术展开研究，不断为工程施工提供多样化的技术支持或者辅助验证。制定工艺评定和检测工艺规范，需要严格遵循工艺流程进行无损检测

作业，建立健全双重保障机制，即安全质量隐患排查治理机制和安全质量监测风险预控机制，全面检测核电工程焊接的工艺流程，实现过程有记录，完工有报告，报告有结论，要将严谨细实的工作作风应用到核电工程无损检测方面，注重检测过程，保证检测结果的准确性，做好有迹可循，营造良好的文化氛围，提高工作人员检测的积极性。对于核电工程焊接中存在的缺陷，要观察缺陷实际形态，制定合理的返修方案清除缺陷或者严格按照技术标准进行实体质量评估，给机组安全运行打下坚实基础。

4.5 无损检测实验室

注重对检测体系的正确运转方面的检查，过程与结果的一致性检查，规定好相应的无损检测方法及内容，分层做好目视检验、焊缝尺寸检查、渗透检验、真空泄漏检验、超声检测、射线检测、相控阵检测、涡流检测等方法的正确应用，特别注重焊工的抽检比例的全覆盖，尤其是每个焊工的首条焊缝及抽检焊缝的验，必要时加倍检查及全数检验，对焊接质量进行验证。开展季度焊接、无损检测质量联合检查，对工程实体和工程资料的联合检查，质量问题回头看，抽检并按标准强制性条文的要求对焊缝的主要控制尺寸进行检查，特别是焊缝的宽度、长度、焊脚尺寸的符合情况进行测量检查，对焊缝的表面状态进行检查，有无气孔、夹渣、未熔合、未焊透、咬边等缺陷的检查和清除；对焊接控制单进行检查，包括焊工资质、焊接工艺的选用、工艺参数等进行检查，对焊接记录的整理情况复核，从时间空间和工序逻辑进行审查，检查焊接与无损检测记录及报告的衔接情况，保证质量处于受控状态。

5 结语

综上所述，焊接作为核电工程施工中的重要环节，其焊接质量和核电工程施工质量有直接联系。因此，承包单位要提高对焊接工序的重视程度，严格遵循行业要求进行焊接操作，合理利用无损检测技术，全面检测核电工程焊接质量，将核电工程焊接质量控制在合理范围内，推动核电工程实现可持续发展。

参考文献

- [1] 姚勇琦.探究电力工程焊接质量与无损检测的管理与应用[J].山东工业技术,2016,207(1):206.
- [2] 孙克青,徐兴芝.电力工程焊接质量与无损检测的管理与应用探究[J].城市建设理论研究(电子版),2018,248(2):175.
- [3] 马新朝,韩梅.核电工程焊接无损检测管理水平的提升措施[J].理化检验(物理分册),2019,55(7):462-467+482.
- [4] 王于亭.探究电力工程焊接质量与无损检测的管理与应用[J].门窗,2018,134(2):247.