

专题讨论——核电焊接

核电工程核岛焊接综合管理

郑日水

(中电投电力工程有限公司 大连核电分公司海阳核电项目部, 山东 海阳 265100)

摘要:核电工程的焊接管理离不开前期的策划。针对核电核岛工程,从焊接工程的组织管理、技术管理、施工管理、信息化管理方面提出基本设想,以供进入核电建设,特别是核岛焊接的承包商参考。

关键词:核岛工程;组织管理;技术管理;施工管理;信息化管理

中图分类号:TG47 **文献标识码:**C **文章编号:**1001-2303(2009)08-0001-05

Integrated management of welding of nuclear island in nuclear power project

ZHENG Ri-shui

(Haiyang Nuclear Power Project Department, CPI Dalian Nuclear Power Management Co., Ltd., Haiyang 265100, China)

Abstract: Welding management of nuclear power project can not be separated from pre-planning. For the nuclear island engineering in nuclear power, put forward a basic tentative idea from several aspects of organization and management, technology management, construction management, information management. Reference for the Contractors who enter Nuclear Power Construction Industry, especially Nuclear Island Welding

Key words: nuclear island prection; organization management; technoling management; construction management; information management

0 前言

焊接是核电工程建设的关键工艺技术。对于核岛承包商,在第三轮核电工程建设到来时,其焊接管理必须在吸取前两轮核电项目管理经验的基础上,建立一套更加完整、科学的焊接管理体系,集中人力、物力,走专业化管理道路,提高工作效率,降低焊接施工成本,确保工程的焊接质量和施工工期。

在此从焊接工程组织管理、技术管理、施工管理、信息化管理等多方面阐述核电工程中核岛焊接时的综合管理,以供准备进入核电建设特别是核岛焊接的承包商参考。

1 焊接工程管理策划的重要性

焊接工程管理是一种特殊工艺和技术管理过

程,将管理的“人、机、料、法、环”五要素纳入到焊接管理体系中,其内容主要为焊接组织管理、焊接技术管理、焊接施工管理和信息化管理四大部分。组织管理是技术管理和施工管理的基础,技术管理是施工管理的龙头,信息化管理是技术管理的手段,它们是相辅相成的管理模块。

焊接组织管理包括参与焊接的职能部门、施工队/厂工作人员的组织与配备等,它将形成不同层次的管理结构网。

焊接技术管理包括对法规文件、标准、施工图纸、技术规格书、质量计划和焊接控制单、焊接工艺评定、焊工资格证书及过程档案、焊接工艺规程和焊接施工程序的管理,目的是执行文件的正确性、完整性。

焊接施工管理包括焊接工艺评定、焊工培训和资格管理、焊接材料验收和复验、焊接工机具、产品(焊接见证件)施焊、焊接进度、焊接质量检验、合格率报表、不符合项资料、焊接过程记录的管理,目的

收稿日期:2008-10-29;修回日期:2009-03-29

作者简介:郑日水(1964—),男,浙江江山人,高级工程师,主要从事核电工程和锅炉压力容器的安装、焊接和管理工作。

是确保施工条件,按计划顺利进行。

焊接信息化管理是指焊接工程数据库的开发、建立和使用,是核岛承包商采用软件管理焊接工程模块的平台,包括焊接法规文件、设计技术规范、最新焊接程序清单、工艺评定文件清单、焊工资格证件、焊接质量计划、焊接无损检验抽检软件、焊接见证项目、焊接不符合项目报告、焊接合格率报表、焊工合格率管理等。

若在工程施工前没有良好的策划,将导致管理不善,数据不完整、不准确,可能会出现以下问题:产品施焊无工艺评定支持和焊接工艺规程指导、焊工无证施工、用错焊材等,造成大面积返工,影响整个工程质量和施工进度;焊接人力、设备、材料资源没有充分利用,效率低下,增加工程建设成本。

另一方面,如果缺乏良好信息化管理手段,将出现数据收集迟缓,造成焊缝漏检、错检,产生质量缺陷,使核电站运行时存在危险,甚至导致发生核安全事故,给业主造成极大的经济损失和不良的社会影响;同时,业主无法及时得到各种准确的焊接报表,无法掌握现场实际情况,使承包商缺乏管理上的干预手段,难以保证焊接工程的质量处于受控状态。

针对核岛工程的特殊性,对特殊工艺的管理体系各部分的策划,具体阐述如下。

2 焊接组织管理

2.1 焊接组织管理简介

依据焊接专业结构的特殊性,结合分工明确、职责清楚的原则,承包商可结合项目组织机构的设立情况,设立焊接专业职能部门和相应岗位。

职能部门包括技术部、焊培中心、理化室、无损检测室、QC部、物资部等部门。目前,核电建设无论是投资方还是承包商,都在朝着专业化管理方向发展,承包商正在按专业化施工管理设立现场组织机构,焊接施工管理有自身的焊接施工队(简称焊接队),其他施工队分为主设备队(负责完成核岛 EM2 包的有关工作)、机械队、管道队、电仪队、通风队等。

相应岗位:承包商主要焊接工作人员的岗位可设立为焊接总监、焊接工程师、焊接技术员、焊接质保工程师、焊接分队长、焊工、焊接操作工、气焊工、焊条烘干员、焊接检验师、焊接质检员、焊接无损检测工、焊接材料工程师等。

2.2 焊接组织管理及岗位职责

2.2.1 项目部焊接总监

全面负责承包商焊接专业的前期总体策划,组织编制并审批焊接工程施工组织设计;提出焊接工程一览表及工程量清单;审批工艺评定计划及报告;审批焊工培训计划及焊工合格证报告;审批焊接管理程序、焊接工作程序(含质量计划文件)、特殊措施及方案、焊接设备和材料采购计划及焊接材料复验等;组织召开焊接会议;组织处理焊接 I、II、III 类 NCR(不符合项)报告;指导焊接工程师的工作等。

2.2.2 技术部

(1)焊接工程师。

负责焊接施工图纸、技术规格书、焊接相关国家标准规范的收集、统计、汇编;负责接口计算机软件工程师开发焊接信息系统;负责焊接管理程序、工作程序、焊接质量计划的编制、方案、焊接工艺数据库的编制和设立;负责焊接设备、工机具、焊接材料计划的编制;负责整个工程焊接工艺评定和焊工考试项目清单的编制;负责焊接工作联系单的编制和回复;负责焊缝无损检验委托单的编制;负责焊接技术交底卡的编制和讲解;负责现场焊接中出现问题的处理;负责焊接日常记录、交工资料的收集、整理。

(2)焊接资料员。

负责焊接施工图纸、技术规格书、焊接相关国家标准规范、焊接管理程序、工作程序、焊接质量计划的编制、方案、焊接工艺、焊接交工资料的归档管理;负责所有文件的内传外发;负责焊接记录、资料的输入;负责焊接信息系统的日常输入、查询、维护。

2.2.3 焊培中心

(1)焊接工程师。

负责组织焊接工艺试验、工艺评定工作的具体实施,包括安排人员领料、下料、坡口加工、组对、焊接、机械加工、检测报告收集、焊接工艺评定报告的编制和管理;负责焊工考试工作的具体实施,包括领料、下料、坡口加工、焊工培训、监督焊工考试、机械加工、检测报告收集、焊工档案的编制和管理;负责材料复验(包括核级母材、焊接材料等)焊接、试样加工等;负责焊接现场见证件的机加工和试样保存。

2.2.4 物资管理部

(1)焊接材料工程师。

负责按焊接材料采购技术规格书要求和技术部焊接工程师提供的焊材计划中明确的规格、数量进行采购和复验;负责焊材一级库房的建立和维护。

(2)焊接设备工程师。

负责按技术部焊接工程师提供的焊接设备、工

机具计划中明确的焊接设备、工机具型号、数量进行调拨或采购;负责焊接设备、工机具的维修和维护。

2.2.5 QA部

焊接质保工程师负责监督检查技术部、焊培中心、物资部、QC部、施工队的焊接工作是否符合核安全法规和承包商质量保证大纲的要求,一旦发现偏离法规和大纲要求,有权停止这些部门的工作。

2.2.6 质量检验控制

(1)QC部。

a. 焊接质检工程师。

负责通用焊接质量检验大纲和专项工作程序的编制;负责收集焊接质量检查技术文件、国家标准、规范;负责召开焊接质量事故会议并做出处理意见;负责分配和指导焊接检查员的工作;负责焊接交工资料清单的编制。

b. 焊接检查员。

负责每一份焊接质量计划的启动、运行、关闭全过程的检查;负责通知无损检测室进行焊缝无损检验,并把检测结果及时通知焊接工程师;负责焊缝返修单的填写。

(2)无损检测室。

a. 无损检验工程师。

必须取得核行业无损检验的相应等级的许可证,负责焊缝无损检验工作的具体工艺制定,包括液体渗透检查、X γ 射线检查、超声波检查等七种核电行业NDE方法的工艺制定,按法规、标准编制工作程序,评定探伤焊缝质量等级、编制并发布焊缝无损检测报告。

b. 无损检验员。

负责焊缝无损检验工作的具体实施,包括液体渗透检查、X γ 射线检查、超声波检查等七种核电使用NDE的工艺方法操作。

c. 焊接数据输入员。

负责焊接质量计划、焊接控制单、无损检验报告等按焊接信息化管理软件窗口对完成后的工作进行数据输入;负责无损检验底片和报告的存储、保管。

d. 理化试验室。

负责焊接工艺评定、焊工考试、焊接见证件、材料复验的试样理化性能检测实施程序,并编制、发布有关检测报告;负责按焊接信息化管理软件窗口数据维护和更新,对完成后的工作进行数据输入。

2.2.7 施工队

(1)主设备队(在主设备队中设立焊接分队,负责EM2包的焊接工作)。

a. 焊接分队长。

负责主管道、波动管、中子通量管、 Ω 密封环、堆内构件、电气贯穿件、机械贯穿件、不锈钢覆面、核级管道(1、2、3)、主给水主蒸汽管道、喷淋系统管道、仪表管、不锈钢水箱等焊接生产组织协调,确保按承包商五级网络计划完成;负责焊工、焊接操作工、气焊工、焊接记录员的日常工作安排、考勤和合理分配奖金。

b. 焊接技术员。

负责主设备队焊接质量计划的启动、运行、关闭;负责主设备队焊接记录的日常收集整理;负责向烘干员技术交底焊材的烘干和保温温度等规范;负责跟踪QC部无损检测室对焊缝无损检测信息;负责对焊接不符合项的现场处理等。

c. 焊工。

负责每条焊缝按工程师的技术交底要求,按质量计划要求在规定的时间内完成焊接工作并在质量计划栏中签字;负责对发放到个人的焊接设备、工机具的保管;负责焊材的领用和退回。

d. 焊接记录员。

负责按系统、子系统的焊口统计,焊接数据信息包括:管道牌号、尺寸或钢板牌号、厚度、焊缝代号、焊工钢印号、检验级别、焊接时间等;负责对焊接数据的计算机输入和数据维护;统计焊口NDE完成、质量计划的关闭情况等。

e. 焊材烘干员。

负责焊材的烘干、发放、回收,并作好记录,保管好文件,对过期的焊接材料报告焊接技术人员进行处理。

(2)机、电、管、通防队(在各施工队中设立焊接分队,负责焊接工作)。

a. 焊接分队长。

负责核级管道、非核级管道、钢结构、支吊架、风管、不锈钢、碳钢罐(核容器)等的协调焊接,确保按承包商五级网络计划完成;负责焊工、焊接操作工、气焊工、焊接记录员的日常工作安排、考勤和奖金分配。

b. 焊接技术员。

负责主设备队焊接质量计划的启动、运行、关闭;负责主设备队焊接记录的日常收集整理;负责向烘干员技术交底焊材的烘干和保温温度等规范;负责跟踪QC部无损检测室对焊缝无损检测信息;负责



对焊接不符合项的现场处理等。

c. 焊工。

负责每条焊缝按工程师的技术交底要求,按质量计划要求在规定的时间内完成焊接,并在质量计划栏中签字;负责对发放到个人的焊接设备、工机具的保管;负责焊材的领用与退回。

d. 焊接记录员。

负责按系统、子系统的焊口统计,焊接数据信息包括:管道牌号、尺寸或钢板牌号、厚度、焊缝代号、焊工钢印号、检验级别、焊接时间等;负责对焊接数据的计算机输入和数据维护;统计焊口 NDE 完成、质量计划的关闭情况等。

3 焊接技术管理

3.1 焊接技术管理工作简介

焊接技术管理工作主要包括:国家标准、规范、技术文件、施工图纸、设计变更清单等数据平台的建立、消化;焊接管理程序、工作程序和焊接工艺数据库的编制;焊接质量计划、焊接设备、工机具计划和焊接材料计划管理软件平台的编制和使用(具体计划的编制)。利用管理数据平台编制和实施焊接工艺评定计划、焊工考试计划、焊接见证件计划。焊接技术管理就是确定上述内容由哪个部门、哪些人来做,具体做什么、怎样做,相互之间如何协调管理。

3.2 焊接技术管理流程

焊接管理流程如图 1 所示,该流程是以技术(部)为核心的管理模式。

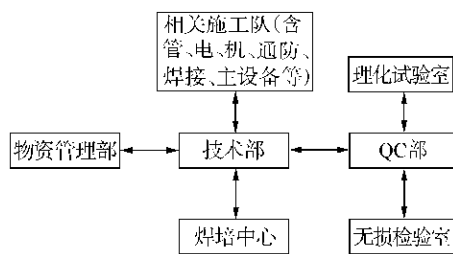


图 1 焊接管理流程

4 焊接施工管理

4.1 焊接施工管理简介

焊接施工管理包括:生产任务分解、生产任务分工、焊接劳动力安排和持证人员资格控制、进度计划控制、设备工机具控制、焊接材料发放、焊接质量控制、工作接口控制。

4.2 焊接施工管理

4.2.1 焊接生产任务分解(WBS)

核电核岛工程焊接可分为主管道、波动管、中子通量管、驱动机构及热电偶 Ω 环、堆内构件、主蒸汽管道、主给水管道、喷淋管道、海水管道、淡水管道等系统的不锈钢和碳钢工艺管道、电气贯穿件、机械贯穿件、不锈钢覆面、不锈钢水箱、钢结构、支吊架、风管、电气仪表管、人员闸门、设备闸门等焊接。

4.2.2 焊接生产任务分工

焊接生产任务主要由专业施工队和外协加工厂来完成。非标设备和大型 H 型钢结构焊接委托外协加工厂完成,也可以在制作车间完成;主管道、波动管、中子通量管、驱动机构及热电偶 Ω 环、堆内构件、电气贯穿件、机械贯穿件等焊接由专业 EM2 包焊接分队完成;工艺管道(核级、非核级)、钢结构(小型)、支吊架、风管、电气仪表管、不锈钢水箱、不锈钢覆面、人员闸门、设备闸门等焊接由一般专业队的焊接分队完成。

4.2.3 焊接劳动力控制

焊接劳动力主要指焊工、焊接操作工、气焊工、焊接烘干员、焊接记录员(质量跟踪员),根据合同承接工程范围来确定劳动力分配。

所有焊工都必须接受进场前的焊接基础知识、安全知识和操作技能考试,成绩优秀者进入 EM2 包队,成绩合格者进入其他专业队,成绩不合格者被淘汰。

4.2.4 焊接进度计划控制

焊接进度计划控制的依据是承包商合同进度计划(三级计划)和各级网络(四、五级施工)进度计划,分成管道焊缝、结构焊缝、罐类焊缝进行量化,进入计算机软件数据化平台管理,由具体人员进行日常数据输入、维护。

管道焊缝以管径和壁厚为参数,计算出某个子项共有多少长度焊缝,以此确定在进度计划要求工期内投入多少名焊工,从而控制焊接进度。

结构和罐类焊缝以消耗焊材质量为参数,将每个结构焊缝换算为质量,根据经验每个焊工在每个工作日内应完成定额焊条质量(一般规定 12 kg/工作日),计算出某个系统或子项共需多少焊材,以此确定在进度计划要求工期内投入多少名焊工,从而控制焊接进度。

4.2.5 设备工机具/材料控制

EM2 包,每名焊工配置一台氩—电联焊手工电弧焊机和—个焊接工具箱;其他专业队,根据情况

专题讨论
——
核电焊接

配置氩—电联焊手工电弧焊机或单电弧焊机和工具箱,焊接操作工每人1台自动焊机,焊工领用焊接设备和工机具都必须登记和备案,并签订设备保管和保护协议。

所有现场使用的焊机必须状态良好,且电流表、电压表、氩气表等在标定范围内。

所有焊材由烘干员根据焊接工程师发布的 WAS (材料领用单)单要求,到物资管理部领取,根据焊接工程师提供的烘干规范进行烘干和保温;焊工根据焊接工程师提供的 WPS(焊接工艺卡)要求到烘干室领用并作登记,当天用不完的焊材应退回烘干室。

为了防止浪费焊材,焊接工程师应制定每种焊缝的焊材消耗系数,超出者按规章制度处罚。

5 焊接信息化管理

焊接信息化管理是一个系统管理工程,也是承包商提升自身管理水平、减少人力、提高效率、降低成本的手段。因此,核电工程焊接数据具有系统性、完整性、正确性、时效性的要求,必须尽早策划和实施,才能达到事半功倍的效果。

焊接产生的数据必须按管理的过程设置模块,采用计算机软件进行焊接数据库平台的开发和建立,使需要的各种数据和报表自动、定期生成。才能实现文件定期更新、制度化管埋;焊接材料计划按施工图纸编制审批发放使用可控;焊接工艺评定能够得到及时开发、完善;焊工培训有序进行取证,资格证得到有效管理;焊接质量计划和焊接数据单输入受控,焊接质量计划状态开启、焊接检验按软件抽批规则及时归批受检、无损检验有序进行、焊接质量计划状态能够及时受控关闭;焊接合格率月报能够准确及时完成,定期报送业主;焊工合格率能够做到及时统计,焊工再培训工作能够及时进行,现

场整体焊接合格率能提高,焊接质量能得到保证,焊接见证件能及时按计划完成,焊接产品质量得到及时验证等功能的实现。

信息化管理平台的设立必须根据焊接组织管理、技术管理、施工管理的模式进行软件需求模块的编制、数据库的建立、数据输入、数据定期维护与更新、需求报表的定期形成和打印功能的实现等,这些管理平台窗口的设立是一个庞大的系统数据库,需要根据三大管理方式为条件进行策划、投入人力、物力进行实施,从而真正实现对焊接系统工程受影响的“人、机、料、法、环”五要素进行全面的数字化管理,达到状态受控,提高管理效率,在管理方面收到良好的经济性。

总之,一个有竞争性的核岛承包商,它必将采用信息化管理的手段来实现焊接信息的全面管理,提高企业自身的管理水平,保证数据的完整性、正确性、时效性,达到焊接质量全面受控,确保核电站的未来运行安全。

6 结论

未来核电工程的焊接管理,离不开组织管理、技术管理、施工管理、信息化管理的手段,只有核岛承包商自身的焊接管理走上了规范化管理之路,核电的业主对焊接质量的管理才能真正实现规范化的接口管理,焊接工程的质量才能得到全面受控,才能真正实现“有章可循、有人负责、有人监督、有据可查”的核电管理理念。

信息化管理平台体现出焊接系统数据的准确性、管理的经济性,增强了业主、用户对焊接质量的信心,核电工程焊接质量管理手段的提高,核电站的安全才能得到更加有力的保障,中国的核电事业的明天才能更加辉煌。

蠕墨铸铁的焊接工艺

蠕墨铸铁除含有 C、Si、Mn、S、P 等元素外,还含有少量稀土蠕化剂,但其稀土含量比球墨铸铁低,故焊接接头形成白口的倾向比球墨铸铁的小、比灰铸铁大,力学性能高于灰铸铁而低于球墨铸铁,抗拉强度为 300~500 MPa, δ 为 1%~6%。

(1)气焊。焊丝牌号为 HS403,熔剂采用 CJ201,用中性焰焊接,焊件焊前预热 650℃,焊后所得焊缝蠕化率达 60%~70%,基本组织为铁素体加珠光体,无渗碳体出现,最高硬度为 230HBS,焊接接头的抗拉强度为 370 MPa, δ 为 1.7%,基本与母材相匹配。

(2)同质焊缝的电弧冷焊。采用牌号为 Z288 钢芯蠕墨铸

铁电弧冷焊焊条,焊芯材料 H08A,外涂强石墨化药皮,并加入适量蠕墨化剂。在缺陷直径大于 40 mm、深度大于 8 mm 的情况下,配合大电流、连续焊工艺,可使焊缝蠕化率达 50% 以上。焊缝基体组织为铁素体加珠光体,无渗碳体出现,焊接接头最高硬度为 270 HBS,有良好的加工性,焊接接头的抗拉强度为 390 MPa,伸长率为 2.5%,能与母材相匹配。

(3)异质焊缝电弧冷焊。采用牌号为 Z308 的纯镍蠕墨铸铁电弧冷焊焊条,具有较好的加工性,焊接接头的抗拉强度可达 298 MPa,伸长率为 6%,能与母材相匹配。

蠕墨铸铁焊条、焊丝目前尚未列入国家标准型号。

