

Brief Introduction to Quality Control of Nuclear Process Production Process

Xiaowei Tao

Shanghai Liangong Valve Factory Co., Ltd., Shanghai, 201901, China

Abstract

Nuclear-grade valves use a large number of medium conveying control devices in nuclear power plants, and most of them bear safety. The quality control of valve products plays an important role in nuclear safety. Some valves directly determine the operation quality and safety quality of nuclear power plant systems. This paper mainly discusses the quality control in the production process of nuclear grade valves.

Keywords

nuclear grade valve; production process; quality control

核级阀门生产过程质量控制简述

陶小卫

上海良工阀门厂有限公司, 中国·上海 201901

摘要

核级阀门在核电站中是使用数量较多的介质输送控制设备,且大都承担安全作用。阀门产品的质量控制对核安全起着重要作用,部分阀门直接决定着核电站系统运行质量和安全质量。本文主要针对核级阀门生产过程中的质量控制进行探讨。

关键词

核级阀门; 生产过程; 质量控制

1 引言

核电阀门是指在核电站流体管路系统中使用的阀门,基本功能是控制管路介质的流通。核电阀门在核电站中是使用数量较多的介质输送控制设备,是核电站安全运行中的必不可少的重要组成部分。随着中国核电项目的重启,核电阀门的需求将迎来一个新高峰。

2 核电阀门技术特点

核电站用的阀门在系统中不仅要求对介质管路起到调节隔离介质,并且要求作为安全设备隔离放射性介质。因此,阀门质量对于核电站的安全运行至关重要。相对于常规电站阀门,核电阀门除了一般的质量保证分级外,还需要根据在核电站系统中安装位置及功能要求进行安全分级。从安全级别上分为核安全 I 级、核安全 II 级、核安全 III 级以及非核级。凡执行安全功能的物项均属核安全级。不执行安全功能的则

属非核安全级,其中安全 I 级对安全的重要性最大,II、III 级的重要性依次递减。目前中国主流的压水堆核电站,两台 100 万 kW 机组共有各类阀门 3 万台,其中核安全 I 级阀门占 2.3%,II、III 级阀门约占 52%。核安全级阀门对比常规电站阀门主要有以下技术特点:^[2]

2.1 质量体系不同

常规电站阀门一般按照特种设备(TS)质量保证体系要求控制质量,而核安全级阀门生产制造则必须按照民用核安全设备(HAF003)质量保证体系要求控制质量。

2.2 产品标准不同

普通电站阀门一般采用 GB、JB 以及 NB 标准等产品标准,而核电阀门目前主要按照 RCC-M 和 ASME 标准要求生产,中国在 RCC-M 和 ASME 基础上陆续编制了压水堆核电阀门系列标准以及压水堆核电厂核岛机械设备设计规范等一系列标准规范。

2.3 性能要求高

核安全级阀门管道介质一般为放射性流体,对于核电站的安全有着极大影响,所以对阀门的密封、启闭等性能要求极高,在电站运行过程中绝对不允许泄漏等现象存在。在ASME标准体系要求中,把阀门等同于承压容器,保证其安全性能的各项指标非常严格。对安装操作空间、环境照明及操作规程等均有明确要求。

2.4 抗辐照要求

核安全级阀门除内部介质具有放射性辐射外,其安装环境也有可能存在一定的辐射剂量。故在材料选择等方面除考虑防腐等要求外还需要考虑使用抗辐照材料,以防止在辐照环境中材料腐蚀老化引起的质量问题。

2.5 长寿命要求

核电站设计寿命为40年,则要求核级阀门主体零部件寿命也为40年。

2.6 高参数高性能发展方向

随着核电技术的发展,中国钠堆等示范快堆的建造进行的同时,也对中国核级阀门制造厂提出了新的要求,阀门技术参数要求向着大口径、高温高压等方向发展。以钠快冷堆为例,其中一回路冷却剂为液态钠,阀门介质温度高达600°C,远远超过了之前核级阀门的温度要求。

综上所述,核级阀门主要有如下质量特征:

- (1) 各项性能绝对可靠;
- (2) 材料必须选用抗辐射老化材料;
- (3) 执行核安全功能;
- (4) 高技术、高参数方向发展。

3 核级阀门生产过程质量控制

3.1 核级阀门主要质量控制点

从阀门制造厂接到客户订单开始到阀门验收出厂,期间主要的质量控制点有:设计、原材料(毛坯)采购、机加工、焊接、无损检验、装配、最终检验及出厂检验等。其中设计、机加工及装配环节与常规阀门无太大差异,以下主要阐述采购、焊接、无损检验及最终检验环节质量控制要求。^[1]

3.2 原材料采购

3.2.1 采购产品分类

制造厂在采购前需要对所采购的物资按照质量体系要求

进行分类。对于阀门来讲,承压元件毛坯或原材料是最重要的,分为A类;非承压零部件毛坯或原材料和阀门驱动装置分为B类;其余零部件为C类。如用户有要求,需要根据要求进行调整。

3.2.2 供应商选择

制造厂在选择潜在供方时,需要组织公司质保、技术及采购部门需按照HAF003的要求对潜在供方进行综合评价,须以供方按照采购文件的要求提供物项和服务能力为基础,主要评价供方质保体系执行情况、质量管理水平、供方的业绩和人员的能力、供方的技术和制造设备条件等方面,评价合格后方可纳入合格供方行列。对于提供AB类物资的供应商尽可能采用源地评审的方式进行评价。

3.2.3 采购文件

制造厂采购部门在发起采购前,需要明确所采购货物的技术要求。对于AB类货物需要提供给供应商明确的采购技术规范,包括执行标准、技术参数、质保要求、试棒要求、检验要求、运输要求、随机资料、交货状态等内容,并且确保供应商已完全理解规范内容并按照规范要求投产。

3.2.4 外购物资验收

(1) 原材料或毛坯验收

首先审查材料质量证明文件包括材料规范、热处理状态、理化性能及无损检验报告等,同时检验产品外观和尺寸,A类外购件还需按照标准要求复验,包括材料的理化性能复验以及铸锻件毛坯无损探伤检验。

(2) 承压紧固件验收

承压紧固件除了上述检验外,还需要委托权威第三方按批次对材料进行复验。第三方复验合格后方可入库使用。

(3) 驱动装置检验

核电阀门常用的驱动装置一般为电气动装置,此类部件建议在制造厂出厂前按要求现场见证最终检验,以确保到阀门制造厂后及时使用。

所有外购件均必须在所有项目验收合格后方可入库使用,对于不合格品必须按要求做好标识放置在专用区域并及时进行处理,不允许有不合格品传递到下一生产环节。

3.3 焊接过程质量控制

关于焊接的控制,在操作工焊接前,需要对操作环境、人员资质、焊机焊材、本体材料、焊接工艺评定及焊接操作

规程等进行详细检查,确保符合要求后方可开工焊接。在焊接过程中,还要注意本体初始温度是否符合要求,不同焊层间所使用的焊材是否有变动,相应的层间温度是否符合要求,焊后热处理工艺是否符合要求。由于焊接质量受较多因素影响,必须尽可能的将所能控制的因素控制好方能提供焊后产品的合格率。一旦出现失控环节,很容易出现大面积的不合格品,造成不可挽回的损失。

3.4 无损检验

核级阀门的金属密封面均要求做无损检验,一般采用渗透检验。在质量控制过程中一般需要注意以下问题:

(1) 环境条件不符合要求。比如 RCCM 对渗透检验有最低温度要求,在冬天进行密封面的渗透检验,需要采取加热措施后进行。

(2) 渗透检验后零件表面需要清洗干净方能向下流转。由于渗透检验零部件较多,有时现场工人为了工作效率忽略了零部件表面清洁质量直接进行下一环节生产。这就需要现场巡检人员检验到位,同时提高工人质量意识、积极性和责任心,避免发生此类问题。

4 最终检验

4.1 外观质量检查

外观检验主要指通过目视检查对阀门整体外观质量进行判定,对出现局部缺陷或瑕疵的产品及时处理,如无法及时处理,必须做好标识并隔离待后续处理。

4.2 压力试验

压力试验过程一般需要质检人员以及客户现场见证以保证产品质量的可靠性。具体内容如下:

- (1) 确认《试验规程》及《试验大纲》是否满足要求;
- (2) 在试验前后均要对阀门内腔进行仔细检查,防止有异物;
- (3) 检查试验用水及水质处理过程,确认水质报告符合要求;
- (4) 对检验用设备及压力表进行检查,确认设备状态良好、选用的仪表量程合理,检定有效;
- (5) 检验过程中,确认试验压力、保压时间等参数均符合《试验规程》及《试验大纲》要求;
- (6) 检验完成后,需如实记录试验结果,不允许弄虚作假;
- (7) 将试验报告交审核人员确认签字;
- (8) 试验完成后,再次检查阀门内腔是否完好,确认无误后进行清洗干燥包装。

5 结语

核级阀门在核电站系统中承担着核安全责任,其质量控制是非常重要的,制造过程中的质量控制更是重中之重。所以,作为阀门制造厂,需要高度重视产品制造过程中的质量控制,严格执行民用核安全质保体系及相关产品标准,确保为核电站提供安全可靠的产品。

参考文献

- [1] HAF003 核电厂质量保证安全规定(1991年7月27日国家核安全局令第1号发布1991年修改)
- [2] 法国核岛设备设计和建造规则协会(AFCEN).《压水堆核岛机械设备设计和建造规则》(RCC-M(2000+2002补遗)苏州热工研究院,译[S].上海:上海科学技术文献出版社,2010.