

核电站设备制造质量管理研究

王伟

(中乌先楚核能科技有限公司 山东 青岛 266000)

摘要: 核电行业设备制造质量监管在确保核安全方面起着重要作用。本文在介绍核电设备监督要求及相关要素基础上,分析了合同式设备质量监督方式的优势和不足,并提出指令式设备质量监督方法。通过分析,应用指令式设备质量监督方法,能够更好地提高监督工作的效率。

关键词: 监督管理; 工作指令; 管理优化; 核电工程

0 引言

核电作为一种新型能源,在国民经济中占有至关重要的地位。在经济发展、能源结构优化的背景下,安全、可靠、清洁的核能成为我国战略发展的关键。核能在适应经济社会发展对能源的日益增长、保障能源供应与安全、保护生态、推动电力行业发展、增强经济、提升产业技术、提升国家在世界上的地位等方面都起到举足轻重的作用^[1]。目前,我国核电事业迎来了难得的发展机遇,无论是工程审批数量,还是工程建设规模,均创历史新高。在我国核电工程进入设备生产高峰时期,设备生产质量监管工作的工作量越来越大,而监管人员的数量却越来越少,这是摆在核电行业设备制造质量监管队伍面前的一个挑战^[2]。因此,本文对核电站设备制造质量管理进行研究。

1 核电设备监督要求及相关要素

1.1 核电设备质量监督综述

质量监管是由使用者(或其授权代表)根据国家法规、规章、合同、技术标准及其他技术规定,在供应商设备制造厂进行产品质量监督的行为^[3]。核电厂设备监管的重点是:核电厂的核岛、常规岛,电厂配套设施,核燃料组件及有关组件;主要内容为核安全相关的设施,如压水堆核电站的主回路(反应堆压力容器、蒸汽发生器、稳压器、主泵、主管道)。压力容器、汽轮机、发电机、主变压器、DCS等设备对电站的安全和利用率有很大的影响;而对核电厂施工有重要影响的设备,如压水堆核电站核岛环式起重机,虽

然不是核安全相关设备,但它是在核电工程建设中承担核岛主体装置吊装等工作的重要设备,因此,它也是必须予以重视的重要设施^[4]。设备质量监控的基础是生产企业获得有关部门的生产资质、工程技术管理和质量控制系统的良好运行。设备是厂家生产的,设备的质量监管不能免除厂家的检查或对合同设备进行最后的检查,其生产的质量完全由与客户签署的设备供应合同的生产企业承担^[5]。

1.2 设备质量监督实施要素

核安全文化强调“四个凡事”：“凡事有章可循，即一切事情都要有规则（文件）；凡事有人负责，即所有事情都要有人负责（工作职责）；凡事有人监督，即所有的事情都要由人来监督（质量控制）；凡事有据可查，即所有的事情都有据可查（质保）”，这就是核电设备生产的“人、机、料、法、环”的管理与控制。

(1) 人员。人员的能力、意识、操作和资质，在生产核能产品时，可以通过训练而得到一定程度的提升。所有的工作都要有人负责，并且负责的人员应具备相应的资格，例如：NICEP、焊接、常规岛设备、特种设备、核燃料等作业人员都必须持证上岗。从事核安全设备无损检验工作的人员，应当按照国务院核安全机构的有关规定，参加国家核安全监管机构统一组织的考试，并取得资格证书后，方可从事相应方法和级别的民用核安全设备无损检验活动。民用核安全设备焊工需要按照国家核安全机构的有关规定，经培训合格取得相应的资格证书后，方可从事民用核安全设备焊接活动。焊工取证和焊工的各种测验测试必须在生产之前进行，以

保证焊工具有按焊接技术所规定的焊接程序来完成合格焊缝焊接的能力。

(2) 机器:用于生产核电产品的设备,与ISO9000质量管理标准中所说的设备基本相同。而机器设备要考虑设备性能、生产能力及设备维护等。车间设备性能的校验情况需要得到重视,例如焊接设备的检验。焊接车间必须有适当的设备,能够进行高品质的焊接作业,同时还要有适当的热处理和检测设备,包括:适用于不同的焊接过程和工作环境的焊接设备;满足生产需求的热处理设备;适用于非破坏性检测的无损检测设备。如果工厂没有提供必需的热处理或检测设备,则需寻找具有相应资质及设备的第三方来完成任务,并确保热处理和检测质量。

(3) 原材料。生产核动力设备所选择的原材料,必须采用符合产品质量标准或经加工的原材料,以防止原材料质量问题导致产品不合格。重点关注原材料的质量证明书、标识、入厂检验等。如对焊接材料进行验收测试,以确保生产中使用的焊材质量和评价测试中的焊材质量一致,并在焊接作业后对焊缝进行检测。

(4) 工艺:核电产品的工艺、组成技术成分。采用适当的工艺可以降低产品成本,提高产品合格率,从而使核电产品的质量得到保证。此外,核电产品的制造过程中一切都要有规则(书面程序),即不同的生产工艺和相关的制造规范、程序、大纲、质量计划(质量追踪)等。

2 合同式设备质量监督实施分析

2.1 合同式设备质量监督概述

对设备的质量监管要“工作正确、防范、发现、定性、处置、反馈”。

(1) 合理工作:制定设备购置技术规程,建立完善的组织架构,完善装备品质监测技术文件,并切实执行监督。

(2) 预防:以质取胜,以防为主。要主动做好准备,尽早介入,把质量问题扼杀在摇篮里。

(3) 及时发现:对生产工艺中的关键工艺进行控制,以防止生产中出现质量问题。

(4) 精确性:配备合格的设备监理员和一批能与设备监理员一起工作的质量监督人员,以确保在发现问题的同时,对问题进行准确的定性。

(5) 快速处理:建立完善的报表体系和数据管理

体系,并以特定的报表格式和数据库将问题及时反馈到有关部门。

(6) 及时反馈:在解决质量问题的过程中,发现造成产品质量问题的原因,进行经验总结,并及时作出经验反馈,以防止类似产品的质量问题再次出现。

合同式设备质量监督在设备质量监督的范围、内容、标准等方面,对合同各方的权利和责任进行了规定,为监督的执行提供了法律基础和保证;在采购、制造、装配、检验、测试、包装和运输过程中,明确提供方的职责,说明主要的质量管理和监测工作、使用者的权利,以及使用者对第三方的监督和义务。设备质量监理应根据相关各方签订的合同,由监理单位负责监督,但不能免除或减少被监理单位对工程公司的责任。

2.2 合同式设备质量监督的优势

合同式核电设备的质量监管模式是基于我国多年运行的核安全监管体制,按照国家有关规定和规范制定的一种通用的管理方式。这些管理要求是我国核电装备质量监管工作的基础和规范行为,因此,建立这些管理制度是核电工程质量监管工作的根本条件。

首先,合同式核电设备的质量监管模式实现了设备质量监管分级管理。核电厂设备种类繁多,规格繁杂,设备规模比一般的工程项目要大得多。以国内两个正在建设的工程中的两个机组为例,对其机械、电气、仪表、材料等都要进行质量监督。因此适合采用合同式核电设备的质量监管模式。

其次,该模式是目前国内普遍采用的、比较完善的、最常用的质量监管手段,也是目前所有核电站的典型监控方式。

最后,该模式确定了技术问题并提出了相应的解决方案,通过对出现的问题和处置提出清晰的规范,可以对整个过程进行跟踪,并对其进行监督和处理。这是一种比较有效的解决问题的方法。

2.3 合同式设备质量监督的不足

在设备生产高峰时期,生产质量监管工作的工作量越来越大,而生产过程中的监管人员数量却相对稀少,这就使得生产管理部门面临的问题越来越突出。一方面,质量监控人力资源无法无限扩展,而监理人员无法100%地对生产过程进行全面的检查与监控;另一方面,也不能让质检部门自行确定哪些生

产活动应该监督。

目前,我国设备制造业的质量监督尚有一些问题:

- (1) 缺乏计划文件,缺乏针对性和个性化的监督;
- (2) 缺乏将上游需求与下游实施相连接的连结和纽带;
- (3) 缺乏一种用于检查执行者的工作是否符合基本质量监管要求的自动工具,即自设要求、自行完成,以简易方式检验督导执行结果是否符合 SSP 的最低要求;
- (4) 缺乏一种工具来对工作负载进行定量评估,工厂和合同包的数目与工作负载之间不存在直接的对应关系。

3 工作指令式方法研究与实施

3.1 核电质量监督工作指令式管理方案的提出

与常规设备监管领域的结果符合性检查相比,核电工程的合同式设备生产质量监管方式提升了对设备制造过程关键点的监控,并在档案系统上实现了闭环的可跟踪管理。但是,这种监管方式存在以下缺陷:

首先,监督的源头是设备的采购合同,采购合同的数量直接影响监督人员的投入,不能保证企业的集约化经营。

其次,监管上缺少顶层规划,对不同品质标准的装备难以进行有效的评估,缺少基础和支持,监管

工作更依赖于监管人员的技术水平。

最后,在前期核电单工程施工中,由于施工任务相对集中,监理人数相对充裕,经验丰富,可以在长期的配合下,以口头或其他通讯方式进行监督。

目前,我国已进入多个工程建设的时期,许多核电厂的业主都要承担多项工程,如何合理地安排人力资源,已成为监理单位关注的焦点。同时,鉴于合同式设备生产质量监管方法在实际应用中存在不少缺陷,提出了一种工作命令型管理的构想,即根据“重点设备、重点工序、重点关注”的原则,加强对重点设备的监管力度,加强对重点工序的监管力度,并在有限的人力物力条件下,制定并实施更为合理的监督措施,从而达到对核电设备生产质量的监管要求。核电工程 ESG 管理过程如图 1 所示。

3.2 工作指令的特点

工作指令在国内外已不是首次被提到,但其大多以任务命令的方式,由上游单位向各相关单位下达。目前,我国核电设备质量监管尚无相关的管理模式。作业指示是一种监管需求,或一种文档整合。它是监督方的内部文件,是指根据合同要求、业主监督要求、业主或监督方管理要求,把监督技术文件、专家对设备的了解、经验反馈等信息传达到监督实施部门。一旦发生了转包,就会立即生成一个分工作命令。它连接着设备质量监管小组的上下两个环节,使设备的监控工作在前、后两个环节“统一思想,

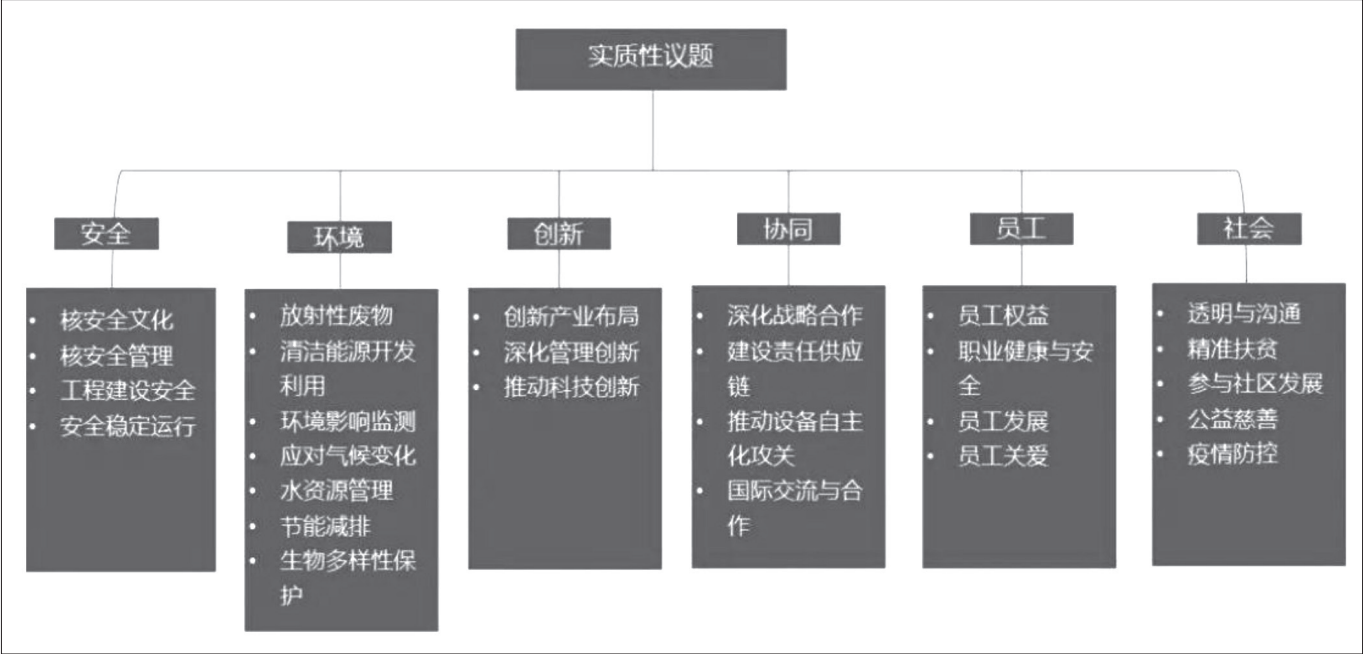


图 1 ESG 管理

统一步骤，统一行动”，可以防止前后台之间的交流不彻底。作业指导书是一种综合的档案，包括设备质量监督分级、监督指导、专项监督计划、监督频率、经验反馈和上游需求。

3.3 工作指令性文件研究

核电设备的质量监测工作包含了许多设计文件、质保文件、技术规范、行业标准、法律法规，以及国内外相关文件等，文件的类型很多，信息量很大。而监理和保证工作的人要对具体的仪器进行监视，因此，大的文件信息系统只能够对文件进行筛选，不可能对文件进行高效鉴别，也不可能为其出具与监督工作标准相符的文件。在实施质监活动前，由质监部门负责组织实施设备的生产监管活动，编写与其相关的技术资料，并对其内容、条件、方法进行明确的规定，从而对质检人员的实地监管活动进行指导和管理。对核动力装备的品质监管进行全面的完善与升级，是保证核动力装备安全监管工作顺利进行的前提。设备生产质量监管技术文件主要分为三个方面：监测活动范围内的监测活动分级、设备编制专项监测计划、生产工艺编制监测指导原则。核电成本管控方式转变见表 1。

表 1 核电成本管控方式转变

比较内容	传统成本管理	全面成本管理
目标	为降低成本而管理成本	以战略为导向，关注竞争优势的提升，不仅仅是成本的降低
时间	关注短期成本	关注长期成本
空间	关注产品的制造成本 关注内部成本	关注全方位/全过程成本，也关注外部成本（供应商，客户）
高度	关注作业性成本	关注结构性/执行性等战略性成本
形态	关注显性成本	也关注隐性成本
关注的成本动因	表层的直接动因，如料工费的消耗	深沉次动因。如技术水平、效率、质量、资本占有等
内涵	会计成本	经济成本
参与度	主要是财务部门	全员参与
方法	事后控制为主，关注结果	从源头下手，关注动因和过程

3.4 工作指令式信息化管理研究

在计划、实施、反馈和改进过程中，始终都有一个完整的过程，它是品质监督实施的依据和保障，也是协调各方之间关系的一个主要媒介。设备制造

品质监督是装备制造过程中的一个重要环节，它是联系总公司与下属各部门、监督管理层和工作层的纽带和基础。在装备制造业的信息传递、收集、加工、整理、检索、分发、储存等多个层面，对装备制造过程中的信息进行有效的整理、分析和利用，可以为设备生产的生产质量监督工作降本增效。(1) 将各类报告发给司令部，报告内容包括监督行动报告、备忘录、观察报告、专题报告和月度报告，每月报告以电子表格的方式列出每个个体报告的数目和对所属厂的不符合标准问题的解决办法；(2) 对各个地区的报告进行人工统计，并将其汇总、统计、分析，形成月度报告和统计报告。但是其难以对报表数据进行检索与查询，档案查阅、资料不便；项目文件的传递、审核、取号、发布等工作还全部是人工完成。

在我国的工程建设中，各类报表大量涌现，在各类设备的生产中，使用手工方式对质量监测报告进行监督，已经成了一个“瓶颈”。所以，要对这些资料进行分类、高效查询和使用，就需要构建一套完整的装备制造品质监测系统。信息管理系统可以根据相关信息、报告、上下游技术文件、合同等结构特征，实现系统的模块化管理。

(1) 个人工作台：主要包括代办工作、工作发起、已完成工作、关注工作、工作委托、综合统计、个人记录报告等子模块，集成了个人相关信息报告的发起、修改、记录与跟踪、统计功能。

(2) 记录报告模块：综合质量监察者发起的报告，包括报告的发起、审批和打印，以及完整的查询、清单和下载报告。

(3) 技术文件部分：监测指引和专用监测计划，它能把设备生产过程中的技术支撑文件输入到系统中，为后期的系统设计提供依据。

(4) 基本信息：包括个人信息、供应商信息、合同信息、组织机构等信息，系统将基本信息录入其中，成为信息管理人员获取个人信息、供应商信息、合同信息等信息的共享平台。

(5) 系统管理：流程信息维护、流程角色维护、流程节点维护等。

4 结语

综上所述，在实施设备生产过程中，采用指令式的管理方式，提高了监督工作的效率，主要体现在：

(1) 从接到质量计划到签订合同、分发，质量监

督小组比其他部门更早地介入到合同的实施。

(2) 事先明确监管要求,有利于实现质量监管理念上的统一;还能将经验和信息转化为现实。专家依据特殊的监督计划、经验反馈等资料,制定设备生产监督的需求;下游监督人员以品质规划为手段,以监督规划需求为底线,在生产实践中对监督措施进行适当的补充,以保证设备生产质量监控的基本技术文件。在对多个项目进行生产过程中,对各装置进行质量监控,保证各装置的监控能够达到监控的要求。

(3) 事先对监管需求进行清晰界定,以便于合理配置人力。设备生产质量监理人员的分配,不再以供货商和设备的数目为基础,而以监督要求中的现场监督任务为基础,使其更为科学、合理。

(4) 方便监督人员监督生产设备的生产活动。在多个项目的生产过程中,生产设备的质量监管工作不可避免地要面对多个现场的同时进行。监督作业计划是根据采购包整体观点制订的行动基础,它能协助监督人员在没有监督人员的情况下,挑选最关心设备生产质量监督的证人,避免了对关键工序的疏漏和监督人员失误分析引起的疏漏。

(5) 有利于管理人员对监理工作的确认,有利于从“大项目、大工程”的大局观念来组织质量监督,

节约人力。设备生产质量监管是从整体上进行多项生产的,如果生产过程中的质量能够控制,则可以采取随机抽查的形式进行,不需要对每一项都进行重复的、没有太多价值的工作。管理人员可藉由设备生产品质监测资讯系统,执行监察人员之工作,如未完成,则应请监察人员注意或提供解释,并提供后续补救。

参考文献:

- [1] 李秀山. 国内核电设备制造企业质量管理分析与对策 [J]. 核标准计量与质量, 2012(01):24-31.
- [2] 王晶. EPC 模式下在建核电项目设备质量管理研究 [J]. 华东电力, 2014, 42(08):1702-1706.
- [3] 邵勇. 国内核电设备制造企业质量管理分析与对策 [J]. 质量探索, 2016(03):55-56.
- [4] 张森. 沈阳电力机械公司核电设备制造过程质量管理研究 [D]. 吉林: 吉林大学, 2018
- [5] 沈凯. 核电设备产业链质量管理提升实践研究 [J]. 价值工程, 2020, 39(01):40-41.

作者简介: 王伟(1982.11-), 男, 汉族, 山东青岛人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 非标设备制造。

(上接第 34 页)

况条件下, 依靠减速机技术的进步(如输出轴增设冷却风扇等)、各种电气技术(如软启动、变频启动等)的应用: 电动机在软启动和变频启动时可选择比电动机直接启动时更小型号的减速机; 电动机直接启动时, 将液力耦合器作为轴连接器时可选择比联轴器作为轴连接器时更小型号的减速机。

参考文献:

- [1] 成大先. 机械设计手册: 第 4 卷 [M]. 4 版. 北京: 化学

工业出版社, 2004:16-48.

- [2] 吴昌林, 张卫国, 姜柳林. 机械设计 [M]. 3 版. 武汉: 华中科技大学出版社, 2011:50+147.

- [3] 北京起重运输机械设计研究院, 武汉丰帆科技发展有限公司. DT II (A) 型带式输送机设计手册 [M]. 2 版. 北京: 冶金工业出版社, 2013:658.

作者简介: 赵国庆(1981.08-), 男, 汉族, 湖北仙桃人, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向: 机械设备设计。