

Discussion on Key Success Factors of Quality Management in Nuclear Power Projects

Liangxing Wang

Huitianbang Energy Engineering Technology (Suzhou) Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215000, China

Abstract

China is one of the few major countries in the world with a relatively complete nuclear industry system. Actively promoting nuclear power construction is of great significance for national energy security, energy structure optimization, air environment improvement, equipment manufacturing industry level improvement, nuclear industry technology leading the trend, comprehensively accelerating economic development, solving the problem of large-scale population employment, and consolidating China's comprehensive strength in multiple aspects. Quality management is particularly important for the safety, reliability, and sustainable development of nuclear power. This paper explores the necessity of quality management in nuclear power construction by selecting several key success factors of quality management, in order to provide reference for quality management of nuclear power projects.

Keywords

quality management; nuclear power projects; key success factors

浅谈质量管理在核电项目中关键成功因素

王亮星

汇添邦能源工程技术（苏州）有限公司，中国·江苏 苏州 215000

摘 要

中国是当今世界上极少数具有相对完善核工业系统的大国之一，积极推进核电建设对国家能源安全保障、能源结构优化、空气环境改善、装备制造业水平提升、核工业科技引领潮流、全面加速经济发展，解决大批量人口就业难题，以此多方位巩固中国综合实力具有重要的意义。为了核电的安全可靠性和可持续发展，质量管理显得尤为重要。论文通过择取几个质量管理关键成功因素，探讨质量管理在核电建设中存在的必要性，以期为核电项目质量管理提供参考。

关键词

质量管理；核电项目；关键成功因素

1 引言

目前中国在运在建核电机组合计 79 台，位居世界第二位。但发电装机和发电量占比仍较小，分别为 2.2% 和 5%，尤其是发电量占比，不及世界平均水平的 1/2，发达国家的 1/3。在碳达峰碳中和目标下，按照 2030 年、2050 年核发电量占比分别达 10% 和 18% 测算，核电在运装机至少需要达到 1.5 亿 kW 和 3.8 亿 kW。根据这样的测算，未来十年必须保持每年核准 10 台以上核电机组的发展力度。那么，有效的质量管理将成为峰碳中和目标实现的前提。

2 核电项目质量管理目标

质量管理既可以单一轨道行驶，也可以综合项目管理体系轨道同步运行。核电质量管理目标是开展质量活动起始

到截止有客观证据证明符合法规、质量保证大纲、程序文件的要求，最终确保核电站能够顺利投产运行和退役。

3 质量管理在核电项目中的关键成功因素

3.1 构建质量保证体系

建立质量保证体系是开展质量管理活动的前提，核安全法规对核电项目制定质量保证大纲的原则和目标做出了要求，以“第一章引言”“第二章质量保证大纲”“第三章组织”“第四章文件控制”“第五章设计控制”“第六章采购控制”“第七章物项控制”“第八章工艺过程控制”“第九章检查和试验控制”“第十章对不符合项的控制”“第十一章纠正措施”“第十二章记录”“第十三章监查”13 个要素明确了构建质量保证体系的范围^[1]。在质量管理实践中，发现“防造假”对于核查大宗材料质量证明文件、特种作业人员资格证件、供应商资格评价资料、工艺过程检测报告等方面也至关重要。于是，现有核电质量保证体系基本以 14 个要素构成，积极响应了“安全第一、质量第一”的指

【作者简介】王亮星，男，中国湖北武汉人，本科，助理工程师，从事QA质量管理研究。

导思想，四个凡是准则。

通过完整的质量保证体系构造，和有效的质量管理监督，促进物项或服务在一系列活动中质量已达到所必需的要求。

3.2 构建质量保证体系文件

质量保证体系文件是用来描述已建立的质量保证体系文件结构以及各层级文件的范围，通常可分为以下三种：

第一层次：质量保证大纲，遵循核质保法规、导则的要求建立的总质量保证大纲或分质量保证大纲文件，其中还包含了质量政策声明。

第二层次：管理性文件，对质量保证大纲所提出的指导方针和要求在各工作领域中的质量管理作进一步的阐述。

第三层次：工作程序、实施细则、图纸等，用来详细指导该项工作具体实施措施和管理方法。

依据《核电厂质量保证大纲的格式和内容（试行）》的函的规定“各单位可根据实际情况对本单位质量保证体系文件分层/分级进行描述、并承诺在质量保证大纲体系文件中体现适用的法规以及导则中的原则和要求”试行^[2]，如图1所示。

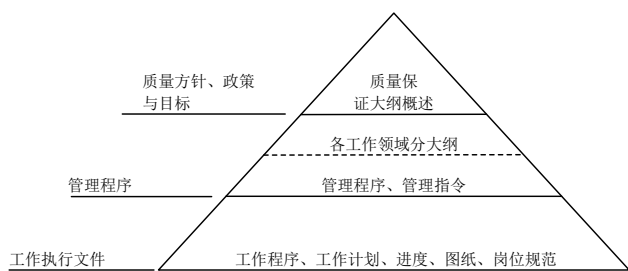


图1 各层级文件范围

构建质量保证体系文件的作用，若现有的工作不能被现有程序文件所覆盖且新程序又尚未编制出来时，可依据更高层次文件或指令对这些工作进行指导。

3.3 质量保证物项分级

依据GB/T 17569—2021《压水堆核电厂物项分级》中4.2（d）的规定“为了在物项设计、采购、制造、施工、运行、维护等活动中实施合理的质量保证措施，应进行质量保证分级。分级时宜考虑物项的安全等级、选择的工程设计规则、抗震类别、对核电厂运行的重要性等多种因素”^[3]为保证物项重要程度不同分配到合理的监管资源，宜根据物项服务做出分级，分级可参照GB/T 17569—2021标准划分。

3.3.1 质量保证物项分级

- ①质量保证1级，QA1。
- ②质量保证2级，QA2。
- ③质量保证3级，QA3。
- ④非核质量保证级，QNC。

3.3.2 质量保证分级范围

- ①质量保证1级，QA1适用于：

- a.B-SCI 承压设备及其支承件（标注支承件除外）。
- b.F-SCI、F-SC2的泵和自动门。
- c.堆内构建、控制棒驱动机构等非承压机械设备。
- d.燃料组件及其相关组件。
- e.B-SC1、B-SC2、F-SC1和F-SC2的构筑物。
- f.安全壳贯穿件和安全壳隔离阀。
- g.F-SC1的电气设备（机械部件是QA2的除外），部分重要的F-SC2电气设备。

②质量保证2级，QA2适用于：

- a.QA1级以外的F-SCI和F-SC2承压机械设备和部件。
- b.未列入QA1的B-SC2、B-SC3承压机械设备和部件。
- c.部分具有功能级或屏障级的非承压机械部件，包括乏燃料装卸和贮存设备，F-SCI和F-SC2的通风设备，B-SC1承压设备的标准支承件以及QA1和QA2设备支承件。
- d.通风系统中的F-SCI电气设备（如果其机械部件是QA2）未列入QA1的F-SC2电气设备，及部分重要的F-SC3电气设备。

e.有抗震I类要求的F-SC3构筑物。

③质量保证3级，QA3适用于：

- a.未列入QA1或QA2的具有功能级或屏障级的设备和部件。
- b.未列入QA1或QA2的F-SC3电气设备。
- c.未列入QA2的F-SC3以及部门NC的构筑物。

QA1、QA2和QA3的共同要求是执行HAF003及采购合同的规定；QNC的要求是执行采购合同和推荐性标准要求；对不同的物项进行质量保证分级管控，其目的是保证物项的质量管理投入与重要度对等。

3.4 质量趋势分析的运用

3.4.1 质量趋势分析的意义

质量趋势分析的意义在于对核电厂设计、制造、建造、调试、运行期间各种活动中有价值的信息（数据）进行汇总，比较和分析了解工程项目（总体）的质量状况，找出影响质量的潜在趋势，采取积极有效的纠正和预防措施，防止出现重复性的质量缺陷，并不断完善质量管理体系。

3.4.2 质量趋势分析的范围

为洞察同期活动优、劣化趋势，分析产生的原因，推断同期活动质量。可根据工作职责结合项目质量目标，选择有价值的代表质量特性的数据（如材料验收合格率、不符合项关闭率、质量通知单发出率等）和代表原因的数据（如人因失误、物项性能不良、人员履职等）作为研究分析的对象，包括（不限于）：

①体系管理：体系的建立和运行需要通过监督/监查活动、管理部门审查活动、体系评审活动，验证体系有效性和完整性。可将提出的CAR和OBN数量、整改措施执行情况等，纳入分析范围。

②设计控制：可将设计图纸按期发布率、设计接口

处理、设计图纸/文件质量、设计变更(CR)执行情况等,纳入分析范围。

③制造活动:可将采购文件符合性、监造质量控制、质量计划控制、物项出厂验收控制、不符合项控制、上级单位检查提出的问题,纳入分析范围。

④建造(建安)活动:可将程序文件控制、技术交底次数、质量计划控制、设计变更控制、工艺过程控制、大宗材料控制、检查与试验控制、人员资格与培训、上级单位检查提出的问题等,纳入分析范围。

⑤调试活动:可将调试文件控制、调试活动的开展状况、试验合格率、不符合项的统计、上级单位检查提出的问题等,纳入分析范围。

3.4.3 质量趋势分析方法

①质量趋势分析的频率,可根据工程进展和当前质量情况决定并符合项目管理程序要求。通常是按月、按季度、按年度开展,当观察到了不良趋势有蔓延恶化的可能,应增加趋势分析的频率。

②一般根据职责范围和质量目标收集能够反映物项和服务(样本)数据,数据的信息的来源不限于设计、制造、建造、调试等活动中产生的质量相关的数据,收集的数据应客观、准确、真实且具有代表性和时效性。

③将获取的数据进行统计、梳理,转化成图形(如直方图、排列图、控制图、散布图、饼分图)呈现出质量波动的幅度和质量变化的形态,找出图中的不良趋势。

④对不良趋势下一步发展是否存在恶化的可能预判、思考产生这些不良趋势的症结解决办法。

⑤组织责任单位/部门,对不良趋势的存在的问题进行沟通探讨,制定纠正行动项范围,包括但不限于:项目管理流程和管理程序文件的存在问题;人员履职存在的问题;专业技能操作存在的问题。

⑥安排各责任单位/部门执行纠正行动项,执行完毕对整改结果进行验证,评价纠正行动项的有效性。

3.5 加强关键领域质量改进推广运用

第一,美国质量管理专家戴明博士作为质量管理的先驱者,首先将PDCA循环概念广泛推广和运用在质量管理活动中;PDCA是英语单词Plan(计划)、Do(执行)、Check(检查)和Action(处理)的第一个字母,PDCA循环是按照“计划—执行—检查—处理”的流程不停顿地周而复始地运转,是全面质量管理应遵循的科学程序。

第二,约瑟夫·M·朱兰博士(Joseph M. Juran)在《质量三部曲》论文中提出了“质量计划”“质量控制”“质量改进”概念,是在PDCA循环基础上进行了升华,强调管理职责与质量目标的实现。朱兰通过大量的实际调查和统计分析认为:在所发生的所有质量问题中,仅有20%是由基层操作人员的失误造成的,其中80%的质量问题是领导者

造成的。还得出80%的质量问题是在20%的环节中产生的,为奠定全面质量管理(TQM)的理论基础和基本方法作出了卓越贡献。

第三,核电现有的质量管理体系是基于核安全法规要求建立,在质量管理过程中致力于满足现行法规和程序的要求。与朱兰博士倡导的质量改进,打破旧的平稳状态达到新的管理水平,帮助找到更好的管理工作方式并不冲突。相反两者相辅相成,质量控制是质量改进的前提,质量改进是质量控制发展方向,质量控制是面对“今天”的要求,而质量改进是为了“明天”的需要。

根据朱兰质量手册将质量控制和质量改进各分为7个步骤,如表1所示^[4]。

表1 朱兰质量手册将质量控制和质量改进步骤

质量控制流程	质量改进流程
1. 选定控制对象	1. 证实改进的必要,即争取立项
2. 配置策略方案	2. 确立专门的改进项目,即设立项目组
3. 确定测量方法	3. 项目领导组织,强调领导人的参与
4. 建立作业标注	4. 组织诊断,确认质量产生的原因
5. 判断操作的正确性	5. 采取补救措施
6. 分析与现行标准的差距	6. 在操作条件下验证补救措施的有效性
7. 对差距采取行动	7. 在新水平控制,保持已取得的成果

如今有很多核电厂通过开展QC小组活动,集思广益、团队协作的方式解决质量问题,既增强了员工的质量意识和提高质量管理水平,又达到了质量改进的目的是值得借鉴推广。

4 结语

在核电项目中,质量管理的关键成功因素是多方面的。离不开建立完善的质量管理体系、明确质量管理目标、规范的工作流程、高素质的人才团队等,正是这些众多的因素结合构建一道坚韧有力的屏障,保证了核电工程安全可靠。希望参与核电建设的每一位工程人增强质量意识,遵守质量红线,响应质量预防/管控措施,齐心协力为中国的核电事业贡献一份力量。

参考文献

- [1] 国家核安全局.中华人民共和国核安全法规汇编[S].北京:中国法制出版社,1998.
- [2] 生态环境部核电安全监管司.关于印发《核电厂质量保证大纲的格式和内容(试行)》的函(核电函〔2020〕31号)[S].2020.
- [3] 国家标准化管理委员会,国家市场监督管理总局.GB/T 17569—2021 压水堆核电厂物项分级[S].2021.
- [4] 韩冰.朱兰的质量管理三部曲[J].企业改革与管理,2009(9):65-66.