

核电公司定检技术文件体系提升

张小川 郑海波 姚维明

中广核核电运营有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i4.8359

[摘要] 核电站定检技术文件是核电定期检修的执行或参考文件,执行人员在核电定期检修期间需严格按照该技术文件进行作业。核电站基建时期,已完成检修大纲及配套维修程序编写。随着核电站运行,各类设备检修经验逐渐成熟或优化,设备不断迭代更新,最初建立的维修程序已不能完全胜任当前阶段需求。但升版该技术文件的人员往往是一线作业人员,仅关注技术工艺相关或验收标准相关改动,对文件整体质量提升贡献有限。所以对文件维护者的文件体系提升培训至关重要。

[关键词] 核电公司; 定检; 技术文件; 提升

中图分类号: TM623 **文献标识码:** A

The technical document system of nuclear power companies was improved

Xiaochuan Zhang Haibo Zheng Weiming Yao

China Nuclear Power Operations Co., Ltd

[Abstract] The technical document of the regular inspection of nuclear power plant is the execution or reference document of the regular maintenance of nuclear power plant. The executive personnel shall strictly follow the technical document during the regular maintenance of nuclear power plant. During the construction period of the nuclear power plant, the maintenance outline and supporting maintenance procedures have been completed. With the operation of nuclear power plant, the maintenance experience of all kinds of equipment is gradually mature or optimized, and the equipment is constantly updated. The initial maintenance procedures initially established are not fully qualified for the requirements of the current stage. However, the personnel who upgrade the technical document are often front-line operators, who only pay attention to the changes related to the technology or acceptance standards, and make limited contribution to the overall quality improvement of the document. Therefore, it is very important to improve the document system training of document defenders.

[Key words] nuclear power company; regular inspection; technical documents; improvement

引言

核电站基建时期,已完成检修大纲及配套维修程序编写。随着核电站运行,各类设备检修经验逐渐成熟,最初建立的维修程序逐渐需要适应性修改。今天和大家一起探讨如何体系提升核电站定检技术文件。一般来讲维修程序结构应各基地予以统一,以某核电集团维修程序为例:程序包含概述、风险分析和预防措施、先决条件、工具、仪器、仪表、备件和材料、具体工艺步骤、再鉴定、附录等章节。下面分别对每个章节编写要求及格式推荐做介绍

1 概述

概述本程序的功用和使用条件;可简练给出设备的主要参数和在系统中的功能和作用,以及该设备不可用将产生的后果等主要信息。概述中可以列出设备的型号、尺寸和基本参数,但不要提及工序中可能使用的标准,如需该标准应体现在完工

报告中,以免重复。

示例: ASG系统被列为专设安全设施系统。

当正常给水系统(CVI、CEX、ABP、APP、ARE系统)其中之一失效时,ASG系统投入运行,排除堆芯余热,达到余热排除系统(RRA系统)投入运行的状态。反应堆冷却剂系统排出的余热通过辅助给水系统传递给二回路,由GCT系统进行冷却。

电动辅助给水泵,为节段式、双壳体多级离心泵。泵轴封采用自冲洗机械密封,由泵一级抽头提供机械密封冲洗水。

2 风险分析和注意事项

内容要求:重点描述设备检修过程中存在的影响机组或系统稳定运行、或造成设备损坏的各种具体风险、检修过程中的各种工艺风险、典型的人因失效风险、历史经验反馈等,包括对其他关联设备的影响、来自其他设备或活动的影响,及应采取的预防措施。此部分内容与工单中的风险分析互为补充。

整体原则:与检修工艺、技术等相关的风险(设备损坏、设备拆装过程中的安全风险、设备本身的异物控制等)应写到程序中;与功能位置相关的风险,如环境风险(RX20米异物、高空、辐射等)、系统风险(对系统的影响)应写到工单页风险分析维修程序结构化应考虑窗口融合,将两部分的风险分析整合到一个界面,便于执行时使用。

2.1 风险分析完整

工业安全风险完整:误碰、跑水、起重、坠落、窒息、触电、腐蚀、氢爆、烫伤、冻伤、动火等、临边作业、窒息、使用化学品、滑跌、幽闭空间等。

辐射防护风险完整:沾污、高剂量照射、内污染等、接触放射性液体。

防异物风险完整:隔离区、系统开口、设备清洁度等。

系统性风险完整:核安全风险及潜在核安全风险、技术规范/IO、设备联动、报警等。

2.2 预防措施有针对性、可行性

预防措施内容描述需与风险类型与描述内容一一对应,并且明确、具体、可操作。

禁止出现如“做好防坠落措施”/“遵守工业安全相关规定”等类似的笼统描述,应写清楚如何防坠落的具体措施以及需准备的工器具和材料等。

对应的条件、边界、状态设置、报警号明确。

注意:工作过程中的重要风险和预防措施必须落实到具体步骤的紧前方,对工作人员工作过程起到及时有效的提醒作用。

3 先决条件

内容要求:描述设备维修时,机组及系统应处的状态条件和现场工作条件。关注点:对机组和系统状态要求明确具体;现场开工条件满足工作要求(保温、脚手架、容器等)。

示例:对机组和系统的要求

被检查设备停运,电、液隔离

现场条件

现场照明充足。

设置维修隔离区域。

精密部件和拆卸零件摆放整齐。

4 工具、材料、备件

内容要求:以表格形式给出维修活动所需的基本工具、材料、备件清单。备件清单分A、B两类(A类是必换件,B类是可能更换的备件),该清单应给出备件名称、型号规格、图纸号、件号、需要数量及仓库编码等。

(1)工具:应包含全部现场适用的工具,包括:风险预防措施中所需使用的工具,吊装工具,防坠落工具,防异物工具,测量工具等。描述工具名称、规格/型号、数量等信息,规格型号应表明使用工具的特有信息,比如:扳手的尺寸,兆欧表的电压等级,万用表的精度,力矩扳手的量程等。

(2)材料、备件:备件清单应准确无误,并准确区分A/B类;核实数量需与实际需求是否一致;该清单应给出备件名称、型

号规格、图纸号、件号、需要数量及仓库编码等。编码不齐全时,应查询系统并补充完整;自制备件需注明自制;非自制备件,无编码的情况,应进行编码并补充完整;如清单中包含无效的备品备件或废品的消耗品(如丙酮),应予以剔除;应准确给出消耗品名称,如威第儿,不能笼统描述为清洗剂。备件清单中,如果备件名称是英文,需要翻译成中文,并将中文名备注在备注栏中。

5 检修工艺

内容要求:检修工艺步骤是程序的核心部分,程序中的检修内容应满足维修大纲和维修手册的要求,程序中的工艺流程要识别完整,具有逻辑性的必须备注清楚,工艺控制标准可量化。只要是存在失效风险的点,即使是应知应会也要进程序。

(1)维修活动分解的规则和编制方法:①步骤描述:采用动宾结构形式描述,即检修动作+设备名称②N.1—N.N:检修设备部件标号。步骤描述:采用动宾结构形式描述,即检修动作+设备部件名称③具体操作下一级部件步骤的标号(基础操作)。步骤描述:建议简洁明了,条理清晰,避免内容过于繁琐,而不得要领。④具体的基础操作步骤规定及细节补充说明的标号。步骤描述:具体操作步骤规定及细节补充说明,罗列相关操作要点。解决原有程序中基础操作部分长篇累牍式描述,转变为单一操作(要求)的步骤。

(2)防人因的设计:为避免人因失误,在基础操作工艺设计中,可考虑设置警告、提醒、监护等措施进行防控。设计步骤:①识别可能出现人因失误步骤,确定后果的严重性;②根据严重性和发生的时间,选取合适防人因措施加入,警告、提醒、监护等:

警告:步骤如一旦操作失误,有重大设备损坏或人员伤亡风险,无法挽回,需要重点提醒操作人员关注相关操作要点及要求,可采用警告模式进行提醒关注。位置:警告应置于需要执行步骤上方,以达到提前警告提醒功能。内容:哪一步骤失效可能出现的后果+需要采取的预防措施。

提醒:步骤如出现失误后,不会即时发生后果,如后续发现可挽回,可采取提醒方式。位置:提醒可置于需要执行步骤下方,以达到提醒及补充说明功能。内容:哪一步骤失效可能出现的后果+需要采取的预防措施。

监护:对应部分关键步骤、容易出现人因失误或一旦出现失误无法接受的步骤,可采用监护点预防措施。监护点在具体监护具体步骤标号或◆后方编制(监护点)。位置:置于相关步骤下方,便于签字。

(3)工序中标准与记录的要求。程序正文中的要求、标准应与EOMM手册等上游文件符合,对于上游文件没有给出具体标准的,应参考厂家标准、国标、行标给出,且相同的设备在不同程序或不同的基地中的同一参数标准应一致;程序中同一参数的标准在工序、记录表格、图纸及程序其他章节中的标准应该一致(容易出现不一致的是≤和<),一般建议标准只在程序中的记录页部分体现一次,避免出现不一致,也便于工作负责人比对结果;验收标准涉及到计算公式的,尽量用范围体现,避免工作

负责人计算失误。如 $280 \pm 5\%$, 可优化为 $266 \sim 294$ 。程序中对螺栓力矩值的要求: 对于EOMM中已给出了螺栓力矩值的, 严格按照EOMM中的要求执行。对于EOMM中没有给出力矩值要求的, 如果是QSR设备或QR级重要设备、并且影响设备功能的螺栓, 要根据国内外有关的参考资料给出力矩值, 如通用螺栓力矩紧固导则等。程序中不应出现有测量的数据而没有控制标准, 如只是用于跟踪趋势则需备注清楚; 程序中要记录的数据的部分需设置合理的记录位置, 需重点关注“***是否***”或“***有无***”类似判断性的检查, 应该附记录表格或将工序改为“确认*****应无*****”, 例如工序“检查端盖有无裂纹”

(4) 经验反馈进程序。尽量将相关历史IOER简要列出。对于重大影响的经验反馈案例, 如可能引起核安全和环境事件、停机停堆、状态后撤、重大设备损坏、重大人身伤害、辐射防护和工业安全事件的, 可以将经验反馈案例以警示信息的形式在程序操作步骤之前体现, 但描述经验反馈的字数不宜超过140字。用于执行较高风险活动的程序中应采用各种手段提醒执行者的注意, 并在程序中对相关内容作详细的描述。经验反馈对应的行动应在具体的程序内容中体现。为避免维修程序臃肿, 单份程序中的经验反馈的数量不建议超过5项。

示例: 提醒: ①机械密封冲洗管线安装时需兼顾调整法兰、法兰垫片、活接头配合, 消除管道应力; ②冲洗管法兰处有节流孔板, 垫片需以节流孔板侧法兰圆周边为基准将垫片居中, 垫片圆周偏差建议小于1mm; ③活接头与机械密封压盖连接处建议使用高强度密封胶带, 缠绕8-10圈, 如果安装过程中发生接头回转(向松的方向)建议拆卸重新缠绕胶带并紧固;

(5) 工序中的警示信息注释合理。用于执行较高风险活动的程序中应采用各种手段提醒执行者的注意, 在程序中对相关内容作详细的描述, 适当的重复也是必要的。工序中的警示信息分为四类, 说明、注意、警告和反馈, 具体含义如下, 为充分显示警示作用, 警示信息应采用黑体加粗并设置警示框。说明、注意、警告等注释信息, 应放在相关工序紧后方, 起到实时提醒作用, 具体含义如下:

6 程序可视化

工序的可视化是程序质量的重要体现, 维修程序应尽量做到可视化, 以指导现场工作, 减少人因失误。可视化的总体要求是利用维修手册、原厂说明书、现场照片等图片精准示意程序中的关键方法和步骤、重要位置和状态等, 以达到指导现场工作的目的。

示例:

打开底部排油阀, 排放润滑油。

使用3375049专用扳手或皮带钳拆下滤清器。

清理滤清器盖周围, 检查清理滤清器盖密封垫, 确保旧ORING已拆下并废弃。

将润滑油涂在滤清器盖密封垫表面, 滤清器内充满新润滑油。

安装新滤清器, 手上紧后, 在上紧3/4圈(注意着力点为滤清器上部, 否则会使下部筒体变形)。注: 安装滤器前再次确认旧ORING已拆下。

使用新润滑油冲洗曲轴箱至无杂质。

回装底部排油阀, 更换润滑油至最大油位线处。

7 结束语

核电公司定检文件提升是一项长期且艰难的任务, 在推动文件体系提升过程中可能会面临重重困难。但如果管理层认识到该项任务的重要性及必要性, 应持续高强度推进, 调配相应管理及物资资源, 确保该项任务能长期有效执行。

[参考文献]

[1]李成豪, 何建武, 胡卓伟, 等. 定检工作自动化在继电保护领域的应用[J]. 自动化应用, 2023, 64(05): 190-192+195.

[2]李忠安, 沈全荣, 王言国, 等. 电力系统智能装置自动化测试系统的设计[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(08): 77-80.

[3]沈屹. 核电电源板卡的故障检修介绍[J]. 仪器仪表用户, 2022, 29(07): 78-83.

作者简介:

张小川(1986--), 男, 汉族, 河南信阳市人, 本科, 中广核核电运营有限公司, 工程师, 质量管理。