

融合华龙一号技术规格书监督要求承接研究

Integration of Hualong No.1 Technical Specification Surveillance Requirements Met Research

陈瑜 张帅 羊绍东

Yu Chen Shuai Zhang Shaodong Yang

中广核惠州核电有限公司 中国·广东 惠州 516003

CGN Huizhou Nuclear Power Co., Ltd., Huizhou, Guangdong, 516003, China

摘要: 融合华龙一号作为三代先进压水堆核电机组,其技术规格书参照 NUREG-1431 第 4 版进行编制,包含监督要求,但中国核电厂对监督要求承接并未统一,论文旨在对监督要求进行分析调研,给出建议方案。

Abstract: As the third generation advanced PWR NPP, the technical specification of hualong-1 is compiled with nureg-1431 version 4, including the surveillance requirements. However, China's NPP have not unified the form which can meet surveillance requirements. This paper aims to analyze and investigate the SR and provide suggestions.

关键词: 技术规格书; 监督要求; 承接

Keywords: TS; surveillance requirements; undertake

DOI: 10.12346/etr.v3i11.4650

1 引言

融合华龙一号技术规格书 TS 参照 NUREG-1431 第 4 版进行编制,根据联邦法规 10CFR50.36 和 NRC (美国核管理委员会)发布的管理导则 RG 1.206 第 C.1.4 条对 TS 的规定,TS 必须包含监督要求。监督要求是为确保系统、部件和构筑物(SSC)维持在必要的质量状态下的要求,目的是保证系统和设备是在规定的运行限值和条件下运行。

监督要求 SR 作为技术规格书的重要组成部分,规定了 TS 相关 SSC 的监督项目,定期试验监督大纲作为 SR 的承接文件,规定了安全相关系统和设备必须进行的试验内容、试验准则、试验周期等。该大纲也是国家法律法规要求核电厂制定的文件,国家法律法规对核电厂定期试验监督大纲的要求如下:

①核安全法规 HAF 103《核电厂运行安全规定》^[1]第 6 章规定:营运单位必须制定并实施安全重要构筑物、系统和部件的维修、试验、监督和检查的大纲,必须确定核动力厂所有的安全重要构筑物、系统和部件的维修、试验、监督和

检查的标准和频度,以保证构筑物、系统和部件的可靠性和有效性,与核动力厂整个寿期内的设计要求始终保持一致。

②核安全法规 HAD 103/09《核电厂安全重要物项的监督》^[2]2.8 节规定:营运单位必须尽早制定监督大纲,以便核电厂的物项在调试阶段(必要时在安装阶段)就能切实地执行监督大纲。监督大纲的执行必须按计划进度进行,以使核电厂的安全不受未经试验或未受监督的构筑物、系统和部件的影响。

2 中国核电厂 SR 承接方案调研

2.1 法系核电厂 SR 承接方案

2017 年 9 月《法系核电厂技术规格书研讨会备忘录》^[3]要求法系核电厂参照美系技术规格书的框架,完成技术规格书初步优化,并梳理配套文件体系。目前法系核电厂 TS 正在参照 NUREG1431 第 4 版进行转型优化,监督要求也参照进行编写,但其下游承接文件监督大纲并未做“瘦身”,保留了原法系监督大纲的所有监督项目,对于该大纲未包络的

【作者简介】陈瑜(1983-),男,中国安徽肥东人,硕士,工程师,从事动力工程研究。

SR 的监督要求新增入原大纲，同时在大纲中增加一栏，对 SR 的监督项目进行标识。

该电厂 SR 承接方案传承法系思想，尽量减少对电厂现有运行文件体系的影响，仍按系统编码为顺序进行编制，便于电厂运维，但同一个 SR 的要求可能分散出现在不同的系统，不便于核安全监管。例如，SR 3.6.3.5 要求“核实每一个安全壳电动隔离阀的关闭时间在限值内”，按系统编码为顺序，该 SR 的承接就分散到不同系统中。

2.2 AP1000 核电厂 SR 承接方案

某 AP1000 核电厂监督大纲分为《TS 相关定期试验监督大纲》和《非 TS 相关定期试验监督大纲》。《TS 相关定期试验监督大纲》对技术规格书的 SR 进行正向承接，《非 TS 相关定期试验监督大纲》则是根据定期试验管理程序的规定，遵照相关法规及标准、系统规格书、设备 EOMM 以及行业经验编制。

程序结构和内容方面，《TS 相关定期试验监督大纲》以系统功能为导向，编排结构上与运行限制条件相对应，其内容包括：系统、监督项目、监督内容、适用范围、频度、责任部门、STP 文件、监督要求。如表 1 所示。

监督大纲排版按监督要求编码为顺序，便于监督人员实施更有效的监督，同一个 SR 的承接要求出现在大纲同一位置，便于及时判定 SR 是否满足，从而判断相应 LCO 是否满足。但同一个监督项目可能对应多份执行程序，不便于试验程序的计划排期，如 SR3.6.3.4 的执行程序达 11 本。上述大纲在电厂运维过程中发现其执行性较差，经不断升版，现在变成按系统和功能相混合的形式，原则是能拆成单系统设备的则以单系统设备编制，不能拆分的则以功能进行编制。

3 建议 SR 承接方案

根据以上分析，发现原法系核电厂监督大纲不利于有效监管，而 AP1000 核电厂监督大纲不便于电厂运维。因此，建议方案将从核安全监管及电厂运维两个角度出发，对 SR 进行承接。

①从核安全监管角度出发，编制《TS 相关定期试验监督大纲》，作为电厂顶层指导文件，按监督要求编码为顺序正向设计，梳理监督要求项目，使技术规格书体系更加完整，便于实施有效监管，同时也利于监管单位审查；

②从电厂运维角度出发，编制《安全相关 SSC 定期试验监督文件》，作为电厂技术文件，以原法系定期试验监督要求为上游文件，补充部分未被包络的 SR 部分项目，编排以系统编码为顺序，便于电厂运维。

建议监督要求承接文件框图如图 1 所示。

4 SR 承接方案技术分析工作流程

4.1 《TS 相关定期试验监督大纲》编制技术方法

①审查各 SR 相关要求，包括监督内容、监督准则、监督频度、其他要求。

②正向梳理各项 SR 监督项目。SR 的特点是高度概括，同时部分监督要求对应多个系统、设备，而且每个设备验收准则又不尽相同，计划采用两种方式梳理承接项目：直接式承接：将 SR/TSR 的要求直接放入监督大纲进行承接；分解式承接：将 SR/TSR 进行适当的分解，并据此编写多条相应的承接项目。例如，SR 3.5.2.4 内容为“核实安全注入系统通道上的电动阀门接收真实的或模拟的驱动信号后动作到正确位置。”该监督要求并未给出阀门清单，也未给出该阀门的正确位置，执行和管理相对困难，此类监督要求需要进行分解。

表 1 TS 相关定期试验监督大纲版式

附录 01：技术规格书规定的监督检查、试验项目清单

表1 反应性控制系统

系统	监督项目	监督内容	适用范围	频度	责任部门	STP 文件	监督要求
反应性控制系统	停堆深度 (SDM)	确认 SDM 在限值内。	模式 2 且 $K_{eff} < 1.0$ ，模式 3、4 和 5。	24 小时	ORD	GW-824	3.1.1.1
反应性控制系统	堆芯反应性	【注释：在每次燃料装载之后，且在燃料燃耗超过 60 个等效满功率天 (EFPD) 之前，可校正反应性 (归一的) 预计值到相应于测量的堆芯反应性。】 确认测量的堆芯反应性在预计值的 $\pm 1\% \Delta k/k$ 之内。	模式 1 和 2	在每次换料之后且在进入模式 1 之前； 与【注释：仅在 60 等效满功率天之后要求】之后为 31EFPD	TED	RXS-802	3.1.2.1

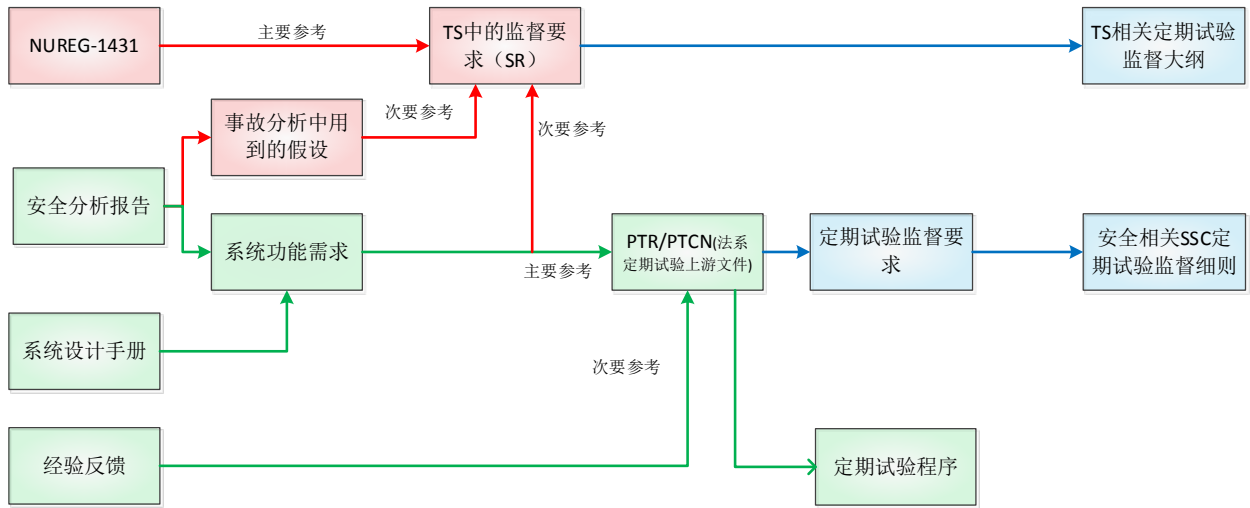


图 1 建议 SR 承接方案

③将对应的 SR 由专业部门进行梳理并挂接相应试验程序。

4.2 《安全相关 SSC 定期试验监督细则》编制技术方法

①从完整性、可执行性方面对原法系思想编制的监督要求进行审查；

②审查完成后，将《TS 相关定期试验监督大纲》已梳理的监督内容对其做完善。

5 结语

综上分析，为保证技术规格书体系的完整性，电厂编制《TS 相关定期试验监督大纲》，该大纲利于核安全监管部

门的审评或审查。为便于电厂运维，电厂编制《安全相关 SSC 定期试验监督细则》，该大纲用于指导电厂相关试验的计划排期以及运维等活动。大纲作为电厂上游指导文件，细则作为下游执行文件，以达成 SR 承接的安全目标和完整性要求。

参考文献

[1] 国家核安全局.HAF103,《核动力厂运行安全规定》[S].
 [2] 国家核安全局.HAD103/09,《核电厂安全重要物项的监督》[S].
 [3] U.S. NRC, RG 1.206, Application for joint license of nuclear power plant[Z].