**《核电厂消防水系统管道腐蚀管理导则》编制说明**

**（报批稿）**

**一、工作简况**

**1、任务来源**

2024年6月25日核学会在北京组织召开中国核学会团体标准立项把关会，《核电厂消防水系统管道敷设管理导则》经评审通过立项。

**2、主要工作过程**

2024年9月，召开了标准起草启动会，由牵头单位海南核电有限公司介绍了标准申报过程和获批情况，标准制定意义和编制基本思路。各参加单位对编制思路进行了讨论。

2024年11月，召开了标准草稿框架沟通会，各参加单位对草稿框架进行了讨论。

2025年8月，形成标准征求意见稿，并上报协会征求意见。

**3、主要参加单位和工作组成员及其所作的工作等**

标准的主要起草单位包括海南核电有限公司、苏州热工研究院有限公司、福建福清核电有限公司。

**二、标准编制原则和主要内容**

**1、标准编制原则**

本标准的修订符合核电行业设备可靠性评价方法发展的原则，本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则以及标准的目标、统一性、协调性、实用性、一致性和规范性原则来进行本标准的制定工作。

（1）科学性

本标准中对于消防水管道流动状态与腐蚀等级的对照关系开展了于大量的现场检查和检测，总结对比了多个核电厂的消防水管道腐蚀速率，保证了标准中腐蚀等级分级的科学性。

（2）实用性

本标准规定了核电厂消防水系统管道腐蚀管理的基本内容、方法及通用技术要求，包括一般要求、管道腐蚀敏感性分级、腐蚀管理策略、检查与监督和适用性评价等环节建立规范，以统一核电厂消防水系统管道腐蚀管理，使其向科学化、合理化方向迈进，填补核电厂消防水管道腐蚀管理的空白，促进核电厂在消防水管道腐蚀管理的发展。

**2、标准主要内容的依据**

本标准编写格式遵从GB/T 1.1-2020的要求，内容上规定核设施领域小径管对接焊缝及插套焊缝数字射线成像检验技术条件，包括一般要求、检测方法、图像质量及评定、检测结果评定和质量分级、图像保存与储存、检测记录和报告等等。

标准的各个章节技术和内容在现有标准基础上，结合生产实践和国内外技术积累。本标准是在充分消化吸收现有行业标准的基础上，对射线数字成像检测技术提出新的技术条件，使其适用于我国核设施建造领域。新技术要求提出的具体形式包括：结合我国核电现行标准，明确射线数字成像检测技术的适用范围、图像灵敏度要求、图像灰度要求、图像技术等级等。

**3、解决的主要问题**

消防水系统是一个非闭式且压力较高的管网系统，当发生火灾时，消火栓或自动水消防设施被使用，管网压力降低，消防泵自动启动提供水源灭火，是核电厂防火系统的主要组成部分，是核电厂重要的安全保障系统。

核电厂的消防水系统必须保证在电厂运行寿命内长期处于有效备用状态，但是，随着核电机组运行时间增加，消防水管壁减薄、腐蚀产物沉积与堵塞管道将使得消防水系统性能降级，导致核电厂的安全性受影响。2017年5月法国Belleville核电厂识别出JPP消防回路管线中的两管段存在缺陷，测量数据表明其不能保证该管道现有的抗震强度，并已于2017年6月23日将其宣布为重大核安全事件，被界定为INES2级事件。国家核安全局（NNSA）根据上述经验反馈，给各电厂发文NNSA-2018-003“关于消防水管道壁厚减薄可能导致地震条件下最终热阱全部丧失”经验反馈要求：尽快开展排查工作，全面排查联合泵房所有类型管道是否存在类似壁厚减薄的问题。消防水管道的腐蚀问题逐渐凸显并引发电厂运营者及核安全主管当局高度重视。

目前，对消防水系统安全稳定运行构成直接威胁的主要是消防水管道的腐蚀：消防水管道腐蚀泄露将造成消防水的大量浪费，并导致电气设备的短路损坏，腐蚀产物能引起消防系统阀门卡塞、堵塞消防喷嘴等问题，导致消防灭火功能弱化或丧失；消防水管道的堵塞则将造成消防水系统压力和流量降低，影响消防水系统灭火效能。消防水管道的腐蚀与堵塞问题，是一个潜伏期时间长，爆发集中的问题。伴随国内核电厂服役时间的延长，消防水管道腐蚀问题愈发突出，并给电厂维修、消防系统定期试验带来极大负担。

另一方面，消防水系统庞大，管道数量多，分布广泛、排水试验周期不同等，造成不同区域、不同功能的消防管道内部腐蚀状况差异较大。面对庞大的消防水系统，缺少系统性、针对性和周期性的腐蚀检查，使得消防水管道腐蚀状况得不到及时反映，消防水管道腐蚀得不到有效控制。

国家核电法规有如下法规包括或涉及到消防系统：HAD 102-11-2019《核动力厂防火与防爆设计》、HAD 103-11 核动力厂定期安全审查、HAD 103-12-2012 核动力厂老化管理；国家标准：GB 50745-2012《核电厂常规岛设计防火规范》、GB/T 22158-2021《核电厂防火设计规范》；能源标准：NB/T 25045-2015《核电厂消防设施性能评价与监督导则》等，上述法规在内容上以消防系统的功能性、防火性为出发点，几乎都未涉及消防水系统的腐蚀与防护相关内容，本标准的编制是对核电法规、国家标准、行业标准的一个有效补充，解决了影响消防水系统可靠性的腐蚀因素。

**三、主要试验（或验证）情况**

无。

**四、标准中涉及专利的情况**

本标准不涉及专利问题。

**五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况**

通过本标准的编制能够指导核电厂有针对性、有计划性、有方法的开展核电厂消防水系统腐蚀管理工作，科学合理的制定消防水管道腐蚀管理周期、管理方法，提升消防水系统管道的可靠性，保障机组的可靠性。

**六、与国际、国外对比情况**

（1）国际相关标准情况

目前EDF和美国电厂对于消防水管道腐蚀普遍的处理对策是到期更换（15-20年）。EDF正在论证使用工程塑料管道替代部分碳钢管道的可行性；而美国EPRI也出台了消防水管道腐蚀和堵塞评估指南，但并未给出一个最为有效的解决方案，美国少量电厂也在尝试对核电厂消防水进行水处理，以期解决消防水管道的腐蚀问题。而国内电厂对消防水系统的管道治理还处于消缺阶段，并未开始系统性的管理。而已有运行经验表明，核电厂消防水管道投运7-15年后，消防水管道腐蚀问题将逐渐凸显。

国际上，2000年通过国际消防安全系统规则，美国防火协会在98年出台了《NFPA 25-1998 消防水系统检查、试验、维修标准》。另外，美国EPRI也制定了相关指导文件，包括《TR-109633消防系统腐蚀及结垢的评价与治理导则》等，对消防水管道的状态评估和管理提出了建议。

（2）国内相关标准情况

《核动力厂防火与防爆设计》(HAD102/11-2019)5.3.2.5要求：“为避免电化学腐蚀，水喷淋和水喷雾系统零部件的材料应相互匹配”；5.3.4.9要求“消防水系统的供水应考虑必要的化学处理和附加过滤，以避免因碎片、生物污垢或腐蚀产物导致喷头堵塞”。《核动力电厂老化管理》（HAD103/12）4.8章要求，应针对筛选出的具备明确老化机理的设备或部件，都应编制具体的老化管理大纲，并对大纲结构和有效性提出要求。GB50974-2014《消防给水及消火栓系统技术规范》中8.2.4规定了消防水系统管道材质要求。对于埋地管道，采用的管材应具有耐腐蚀和承受相应地面荷载的能力，可采用球墨铸铁、钢丝网骨架塑料复合管和加强防腐的钢管等管材。对于室内外架空管道，应选用耐腐蚀、有一定耐火性且安装连接方便可靠的管材，可用热镀锌钢管、无缝钢管等管材。8.2.8规定当系统工作压力小于等于1.20 MPa时，架空管道可采用热浸镀锌钢管；当系统工作压力大于1.20MPa时，应采用热浸镀锌加厚钢管或热浸镀锌无缝钢管；当系统工作压力大于1.60MPa时，应采用热浸镀锌无缝钢管。GBJ13《室外给水设计规范》、DL5000《火力发电厂设计技术规程》、DL5027《电力设备典型消防规程》等有关国家、行业标准未对地下消防水系统管道使用材质做出更多的规定。在GB50745-2012《核电厂常规岛设计防火规范》、GB50084－2001《自动喷水灭火系统设计规范》和GB50219－95《水喷雾灭火系统设计规范》等规范中，消防水水质无明确的规定。EJ/T649-92《核电厂电缆系统设计及安装准则》要求当电缆通道（导管）用于碱性过大的地方，要求用沥青涂层或类似材料保护，用于有腐蚀性环境中，金属导管应采取防腐措施，其他未找到明确的参考规范。

对于消防水系统的设计，无论是国内还是国际的标准法规，都注重于消防水系统的灭火功能，很少考虑消防水系统的设备和管道的设计寿命、运行过程的失效及管理措施。核电厂消防系统管道亟待出台相关标准予以规范管理。

**七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性**

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

**八、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**九、标准性质的建议说明**

建议本标准的性质为团体标准。

**十、贯彻标准的要求和措施建议**

标准发布后，海南核电有限公司有限公司将配合中国核学会组织行业召开标准宣贯会，开展培训活动，促进该标准更好的贯彻实施。

**十一、废止现行相关标准的建议**

无。

**十二、其他应予说明的事项**

无。