**《核电厂反应堆保护系统信号故障处理技术导则》编制说明**

**一、工作简况**

**1、任务来源**

根据《关于征集2020年度中国核能行业协会团体标准项目的通知》（核协科发【2020】9号），结合核电厂数字化仪控系统近年来运行和调试经验，组织编制《核电厂反应堆保护系统信号故障处理技术导则》技术标准。本标准由江苏核电有限公司主编，生态环境部核与辐射安全中心等单位参编。

**2、主要工作过程**

江苏核电有限公司按照《关于征集2020年度中国核能行业协会团体标准项目的通知》的要求提出了中国核能行业协会团体标准项目立项申请，并获得批准。江苏核电有限公司按照标准制定要求，组织成立了标准编制组，广泛地收集国内、国际相关标准及资料、相关经验反馈，在多年良好的工程实践基础上，编制了该标准初稿。

标准编制组于2020年6月启动本标准的编制工作，经过前期调研、资料收集整理、可行性分析等工作，确定了标准的名称和主体内容。

**3、主要参加单位和工作组成员及其所作的工作等**

本标准由江苏核电有限公司主编，生态环境部核与辐射安全中心等单位参编，主要编制人员名单（初稿）和主要编制人员简介如下：

3.1编制人员名单

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 性别 | 年龄 | 职务职称 | 专业 | 任务分工 | 所在单位 |
| 李伟 | 男 | 42 | 研究员级高工 | 核仪器、仪表 | 全面负责标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |
| 张云波 | 男 | 38 | 高工 | 仪表与控制 | 总体组织标准编制工作 | 核与辐射安全中心 |
| 管运全 | 男 | 40 | 高级工程师 | 核电仪控 | 标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |
| 乔宁 | 男 | 32 | 工程师 | 仪表与控制 | 标准编制工作 | 核与辐射安全中心 |
| 穆海洋 | 男 | 36 | 高级工程师 | 核电仪控 | 标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |
| 刘景宾 | 男 | 32 | 工程师 | 仪表与控制 | 标准编制工作 | 核与辐射安全中心 |
| 谢国宝 | 男 | 30 | 工程师 | 核电安全仪控 | 标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |
| 郑佳慷 | 男 | 36 | 工程师 | 仪表与控制 | 标准编制工作 | 核与辐射安全中心 |
| 管海飞 | 男 | 39 | 工程师 | 核电安全仪控 | 标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |
| 史东亮 | 男 | 51 | 高级工程师 | 核仪器、仪表 | 标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |
| 支凤春 | 男 | 54 | 研究员级高工 | 金属塑性加工 | 标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |
| 段鹏 | 男 | 46 | 高级工程师 | 工业电气自动化 | 标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |
| 刘敏 | 男 | 31 | 工程师 | 热能与动力工程 | 标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |
| 孟祥山 | 男 | 34 | 工程师 | 网络工程 | 标准编制工作 | 江苏核电有限公司 |

3.2主要编制人员简介

1）李伟， 江苏核电有限公司仪控处副处长（主持工作），从事数字化仪控系统设计管理、安装和调试管理、数字化仪控运维管理和设备管理等工作，在上述领域有丰富的实践经验和理论专业基础，全面负责本标准的编制工作。

在田湾核电站1-6号机组建设过程中组织完成了全数字化仪控系统的设计审查、安装和调试以及运维工作，构建了田湾核电站仪控设备可靠性管理体系，完成了田湾核电站仪控系统中长期规划编制等工作。获得了十余项省部级管理创新和科技创新奖励，入选江苏省第四期、第五期“333高层次人才”培养计划。发表学术论文4篇，专利授权21项。

2）张云波，控制理论与控制工程专业硕士，长期从事核电厂仪表与控制的核安全审评和技术支持工作，先后参与了《福岛核事后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》、《核动力厂设计安全规定》、《核动力厂仪表和控制系统的设计》、《核电厂网络安全监管技术政策》等核安全法规/导则/监管要求的制/修订。负责本标准编制工作的总体组织。

3）管运全，硕士，自2006年以来一直从事田湾核电站1-4号机组全数字化仪控系统设计管理、安装和调试管理、运行维护工作，具有丰富的理论和实践经验，获得省级奖励20余项，12项专利获得授权，入选江苏省第五期“333高层次人才”培养计划。

4）乔宁，核科学与技术硕士，从事核电厂仪控系统审评工作8年，对仪控相关标准、审评、调试方面具有丰富经验，作为章节负责人参与多个核电厂审评工作，在仪控领域发表多篇相关论文和著作。

**二、标准编制原则和主要内容**

**1、标准编制原则**

本标准的制订原则有以下几点：

（1）相容性原则：本标准结合国内外仪控系统的技术特点要求，采用广泛应用的技术标准作为基础。

（2）创新性原则：结合核电仪控技术多年在中国调试、运行的实践经验和在引进、消化、吸收基础上，结合核电自主化对管理要求进行创新。

（3）实用性原则：本标准规定了详细的技术要求，并给出了详细的技术要求和示范，可直接应用于核电站反应堆保护系统信号故障处理的设计和开发应用，既符合我国国情，又能被国内外各同类型核电厂广泛使用。

（4）品牌原则：打造中国仪控技术应用品牌，提升在国际话语权和影响力。

**2、标准主要内容的依据**

本标准的规范性引用文件按照国家标准的统一导语，并根据被引用标准的情况，对所引用的标准采用不注日期引用。标准编写的格式遵从GB/T 1.1-2020的要求，内容包括：

前言

1. 范围
2. 规范性应用文件
3. 术语和定义
4. 总体原则
5. 技术规格书的编制
6. 设计和开发
7. 功能集成
8. 功能的安装和调试
9. 验证与确认
10. 运行和维护
11. 功能变更

**3、解决的主要问题**

核电厂安全重要仪表和控制系统越来越计算机化后，其设计和故障模式也呈现出一定的复杂化趋势。据统计，2017-2019年中国核电发生的10起仪控引起的机组非停事件中，有5起都和DCS系统的质量位有关，反应堆保护系统信号故障后的处理对于机组的安全性和可靠性有着重要影响。

根据IEC61513-2011中相关的要求，执行安全功能的仪控系统检测到故障时，仍然需要通过逻辑降级、故障安全和闭锁输出的方式使安全系统保持在备用模式安全运行。国内外尚无标准从仪控系统全生命周期对信号故障提出要求，亟需制定相关标准来规范相关活动，包括：

1）根据反应堆保护系统输入信号的特点，制定信号故障的监测（质量位）方案，提供取样管线故障、变送器故障、线路故障、通讯故障、系统软硬件故障等情况下识别信号的故障状态处理导则；

2）根据冗余仪表信号故障数量和重要程度制定逻辑降级的处理原则；

3）调研不同核电机组，制定信号故障后的默认值（缺省值）或最后有效值的设置方案；

4)根据冗余仪表信号故障特点，研究对安全功能的影响，并提供解决指导；

5）制定核电厂反应堆保护系统信号故障处理方案在设计、测试、运行维护期间、变更等方面的指导方案。

**三、主要试验（或验证）情况**

福岛核事故以后，国内外对于数字化仪控系统的要求越来越高，各类型核电机组和仪控平台对于信号故障后的处理方式，并没有统一的意见。本标准通过本标准通过调研和试验的方式，制定通用的核电厂反应堆保护系统信号故障处理技术导则。

**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**

本标准填补了国内外核电厂保护系统信号故障处理没有系统性技术要求的空白，提供了压水堆核电厂仪控系统在技术规格书编制、设计和实现、集成、验证和确认、安装和调试、运行和维护、系统设计修改等阶段的指导要求，适用于压水堆核电厂反应堆保护系统的信号故障处理。其他仪控系统的故障处理方法亦可参照本标准执行。

**六、与国际、国外对比情况**

本标准引用了IEC 61513 Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety –General requirements for systems和HAF 102 核动力厂设计安全规定。上述标准属于国内外先进标准并在行业内广泛应用，国外尚未发布专门的国际标准。

本标准全面对比分析了国内外相关标准的技术指标，绝大多数指标已达到国内外同类标准水平，部分指标还高于国内、国外同类标准。

**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**

根据IEC61513中相关的要求，核电厂执行安全功能的仪控系统信号故障时，仍然需要通过逻辑降级、故障安全和闭锁输出的方式使安全系统保持安全运行。

本标准基于IEC61513的相关要求，当系统检测到故障时，能以降级等方式运行，为系统故障时的降级方式提供具体技术指导。

对于安全系统故障检测和处理方面，目前已有如下标准，侧重点均有不同：

1）NB/T 20068—2012核电厂安全重要仪表和控制系统应对共因故障的要求，侧重于系统应对共因故障的要求；

2）GB/T 13626—2008单一故障准则应用于核电厂安全系统，侧重于单一故障准则的应用要求；

3）NB/T 20096-2012核电厂系统故障模式与影响分析，侧重于FMEA的方法、一般原则和实施步骤；

由于目前国内外的法规、标准、技术导则中没有关于核电厂反应堆保护系统故障信号处理的技术导则，有必要通过调研和试验制定一个统一的技术导则，在保证故障安全的前提下，能够通过本导则的故障处理机制兼顾系统可用性。

**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，江苏核电有限公司单位将配合中国核能行业协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