

CENA

团 体 标 准

T-CENA × × × × - × × × ×

核电厂无线通信应用技术及管理规范
第 7 部分：运行、维修和培训

(征求意见稿)

× × × × - × × - × × 发布

× × × × - × × - × × 实施

中国核能行业协会 发布

目次

前 言.....	II
引 言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总体要求.....	2
5 运维管理要求.....	2
5.1 系统设备管理要求.....	2
5.2 巡检管理要求.....	3
5.3 定期维护管理要求.....	3
5.4 记录管理要求.....	4
5.5 运维人员网络安全管理要求.....	4
5.6 无线终端设备管理要求.....	4
6 维修人员行为规范.....	5
6.1 故障处理及上报要求.....	5
6.2 设备维修流程要求.....	5
6.3 设备维修规范要求.....	5
7 设备维修要求.....	6
7.1 核心网设备维修.....	6
7.2 传输网及基站维修.....	7
7.3 无线终端设备维修.....	8
8 培训要求.....	8
8.1 总体要求.....	8
8.2 培训课程要求.....	8
8.3 培训及授权.....	8
8.4 复训机制.....	9
8.5 培训记录.....	9

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 T/CENA XXX《核电厂无线通信应用技术及管理规范》的第7部分。T/CENA XXX 已经发布了以下部分：

- 第1部分：通用要求
- 第2部分：设计
- 第3部分：网络安全
- 第4部分：电磁兼容
- 第5部分：设备
- 第6部分：系统验收
- 第7部分：运行、维修和培训

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国核能行业协会信息化专业委员会提出。

本文件由中国核能行业协会归口。

本文件主要起草单位：三门核电有限公司；

本文件参与起草单位：福建福清核电有限公司、海南核电有限公司、山东核电有限公司、中核核电运行管理有限公司、江苏核电有限公司、广西防城港核电有限公司；

本文件主要起草人：陈春华、胡鑫、周志鹏、张开鹏、王礼坤、刘洛骞、吴军、王万磊、曾喻、崔勇、米渊。

本文件为首次发布。

引 言

随着现代无线通信技术的迅猛发展，在核电厂建设无线通信网络系统来承接智慧核电的各类智能应用已经成为智慧核电发展的必然趋势。但是，由于核电行业的敏感性和安全性，对无线通信网络系统提出了全新要求。目前国内外尚无关于核电厂无线通信应用的相关标准规范，急需制定标准来规范和指导无线通信网络系统在核电厂的建设，以提高核电厂无线通信网络系统的建设能力和水平。

为推进核电建设项目的标准化管理进程，规范核电厂无线通信系统建设的不管理要求，明确无线通信系统运维管理、维修人员行为规范、设备维修、培训等要求，有效支持核电无线通信系统运行、维修和培训等工作需要，制订本规范。

CNEA团标 征求意见稿

核电厂无线通信应用技术及管理规范

第7部分：运行、维修和培训

1 范围

本文件规定了核电厂无线通信系统的运行、维修和培训的要求。

本文件适用于国内及国外新建、改建和扩建的核电厂无线通信系统。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

核电厂厂区 nuclear power plants site

单机组或多机组具有相应边界的核电厂区域。

[来源：NB/T 20263-2014]

3.2

核电厂无线通信系统 wireless communication system of nuclear power plants

为实现核电厂厂区无线语音通信、数据通信而设置的专用无线通信网络，是构建智能核电厂的基础网络设施。

3.3

核心网 packet core

管理基站及无线通信终端，并向业务系统汇集转发数据的核心平台。

3.4

传输网 transmission network

基站至核心网之间的传输网络。

3.5

基站 base station

在一定的无线电覆盖区域中，通过移动通信交换中心，与无线通信终端之间进行信息传递的无线电收发信电台。

3.6

无线通信终端 wireless communication terminal

与基站进行数据交互的无线节点设备，负责业务终端与基站之间的数据通信。

3.7

频谱管理 spectrum management

综合采用行政和技术等手段，对频谱的使用进行协调一致的管理，科学合理地使用频谱资源。

[来源：IEC 62988:2018]

3.8

电磁兼容性 electromagnetic compatibility

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

[来源：GB/T 4365-2003]

3.9

网络安全 cybersecurity

通过采取必要措施，防范对网络的攻击、侵入、干扰、破坏和非法使用以及意外事故，使网络处于稳定可靠运行的状态，以及保障网络数据的完整性、保密性、可用性的能力。

[来源：GB/T 22239-2019]

4 总体要求

4.1 核电厂无线通信系统运行、维修和培训应满足国家、行业相关法规、标准的要求。

4.2 核电厂无线通信系统运行、维修和培训应满足核电厂的生产规范要求。

4.3 无线通信系统运行、维修和培训应确保无线系统设备设施安全稳定运行，保障现场人员使用以及业务需求。

4.4 无线通信系统运行工作应包含对核心网、传输网、基站、无线终端设备的集中监控、运行巡检与维护、维修管理、故障处置、运行统计分析等。

4.5 无线通信系统维修工作包应含设备维修的流程、方法、维修人员行为规范等。

4.6 无线通信系统培训工作应包含对核心网、传输网、基站、无线终端等设备的理论培训和技能培训，以及人员的授权上岗流程。

4.7 对运行中的无线通信系统设备开展维修工作应履行维修申请程序的工作控制流程。

4.8 运行维修工作应遵守核电厂生产区域现场管理规定的各项要求。

5 运维管理要求

5.1 系统设备管理要求

5.1.1 运行维护人员应熟知系统设备的基本安全操作和规则。

- 5.1.2 设备应进行定期巡检，巡检内容包括设备物理连接线路、设备状态信息、告警信息、日志信息等，及时了解设备运行状态。
- 5.1.3 设备应进行定期维护，确保设备稳定运行。
- 5.1.4 未经许可不应随意搬动设备、随意在设备上安装、拆卸硬件或随意更改设备连线。
- 5.1.5 未经许可不应随意进行硬件复位。
- 5.1.6 不应在服务器上进行试验性质的配置操作。若需要对服务器进行配置，应验证通过后，才能对服务器进行准确的配置。
- 5.1.7 对可能影响全局的系统设备进行更改、调试等操作前，应预先发布通知，并且在具备充分的时间、方案、人员准备后，才能进行硬件设备的更改。
- 5.1.8 操作设备时应一人操作，一人监督，并且应有维修规程或者维修方案进行指导操作，避免操作失误造成系统不稳定运行或发生安全隐患。

5.2 巡检管理要求

- 5.2.1 巡检人员应了解所有巡检设备的运行状态及参数。
- 5.2.2 巡检人员可通过闻、听、摸、看，全面了解系统、设备情况。
- 5.2.3 巡检人员触摸检查设备情况时，应注意安全，避免站污、触电、烫伤、机械伤害等风险。
- 5.2.4 巡检人员操作设备时应避免修改系统运行状态。
- 5.2.5 对于巡检中发现的问题，巡检人员应及时上报并记录，定期跟踪处理情况，确保发现的问题被妥善解决。
- 5.2.6 巡检应关注以下事项：
 - a) 上一次巡检中发现的问题；
 - b) 现场正在进行的活动；
 - c) 工程师要求进一步查证的工作。

5.3 定期维护管理要求

- 5.3.1 核心网设备定期维护包含以下几个方面：
 - a) 数据备份：针对修改频繁的数据如服务器用户号码等信息应定期进行数据备份，频率 ≥ 1 次/月。针对变动不大数据如交换机配置数据信息等应定期进行数据备份，频率 ≥ 1 次/季度；
 - b) 缓存清理：针对设备长期运行、存在系统垃圾的调度服务器、网络控制器等设备，应定期进行缓存清理，频率 ≥ 1 次/年；
 - c) 冗余测试：针对主备服务器、网络控制器主备单板、汇聚交换机冗余上联链路等设备应定期进行冗余测试，频率 ≥ 1 次/年。
- 5.3.2 传输网和基站设备定期维护包含以下几个方面：
 - a) 针对反应堆厂房等高辐射区域，每个大修周期至少定期保养一次。维护项目可参考本文件7.2.1、7.2.2、7.2.3条。

b) 室外设备应在汛期将至、台风前夕、迎峰度冬检查等时间段进行室外设备稳固度及功能检查，确保室外设备稳定运行。

- 5.3.3 无线终端设备维护：针对手持机、无线传感器、无线摄像机、无线模块等移动终端，应根据用户反馈的问题及时进行修复，并编制无线终端设备性能分析报告，对无线终端设备的可用性持续监督。

5.4 记录管理要求

- 5.4.1 配置信息管理：应设置配置信息台账。设备的配置信息修改时，应在配置台账上及时记录，并注明修改原因及修改时间，方便后续问题反查。
- 5.4.2 备份数据管理：备份数据应统一放置在专用存储介质中，且由专人保管。使用时应进行记录。备份文件应标明备份时间、备份系统、备份人等关键信息。
- 5.4.3 无线终端设备维修及更换的台账管理：针对用户反馈的无线终端设备故障，维修人员应记录返修时间、故障原因、修复结果等信息并由报修人签字确认。在设备无法维修需更换设备时，应记录新旧设备的硬件编号等信息。

5.5 运维人员网络安全管理要求

- 5.5.1 操作人员网络安全要求包括：

- a) 安全策略和管理制度：应对设备操作人员的日常操作建立操作规程。
- b) 授权和审批：应针对系统变更、重要操作、物理访问和系统接入等事项执行审批。
- c) 人员授权管理：应对设备操作人员进行身份鉴别和权限分级管理，并根据权限最小化原则设置（管理员、巡检员）等多级机制，管理人员账号对设备拥有修改权限，巡检员只有设备的查询权限。巡检人员应对设备发生的异常情况及时反馈，由系统管理员统筹进行管理、修复。

- 5.5.2 设备的网络安全要求包括：

- a) 应将各种系统设备纳入等级保护对象进行管理。
- b) 操作设备应进行分级管理，核心设备的操作应开普通工单/工作票处理，应有维修规程或维修方案进行操作指导，并做好设备操作期间的风险隐患分析和应急预案。无线终端设备应做及时修复，满足用户的使用需求。
- c) 设备操作监控及审计要求：系统主机侧宜安装堡垒机等监控审计装置，对设备配置操作进行实时监控记录。
- d) 设备操作规程化：应梳理设备操作流程，按照系统及设备属性，编制操作规程和维修规程。

5.6 无线终端设备管理要求

- 5.6.1 无线终端设备领用、借用管理：无线终端设备借用及领用手续应由专人管理，相关设备借用人不应擅自借给他人使用，不应将设备的频率、工作时间、内容向无关人员泄露。

- 5.6.2 入网授权管理：无线终端设备在核电厂使用前，应获得电厂的入网授权，未经授权的终端不应接入无线网络。
- 5.6.3 终端使用规范：使用人员不应随意变更无线终端设备的设置，使用无线终端设备应与电磁敏感设备保持满足电磁兼容的安全距离。

6 维修人员行为规范

6.1 故障处理及上报要求

- 6.1.1 故障处理应遵循“先抢通，后修复”的基本原则，业务恢复应遵循“先控制类业务，后非控制类业务”的原则。
- 6.1.2 诊断故障时，应对告警信息、故障现象、影响范围及用户申告等进行认真分析。
- 6.1.3 查找或处理故障时，应严格按照设备厂家提供的和自行编制的故障诊断手册、命令手册、维修规程等规定的命令和操作方法进行处理，控制故障影响范围。
- 6.1.4 重大故障发生后，除紧急处理外，应逐级上报主管部门，并在要求时间内提供简要书面报告，故障处理结束后应提交书面故障分析报告。
- 6.1.5 对于无法处理的故障，维修人员应及时反馈上级主管外，同时应立即联系设备厂商技术支持部门，以便及时得到技术支持和帮助，缩短故障历时。
- 6.1.6 应制定紧急情况下的应急措施或预案。维修人员应熟悉其操作步骤和方法，根据故障的不同等级作相应的处理，尽快消除故障、恢复业务。

6.2 设备维修流程要求

- 6.2.1 现场使用人员发现无线通信系统设备故障时，由发现人员报送维修人员，维修人员确认后提出维修申请。
- 6.2.2 维修人员应进行维修准备，根据维修计划开展维修工作，及时完成故障维修。
- 6.2.3 维修前，工作负责人应召开工前会，对工作组成员讨论本次故障的安全风险分析及工作内容。
- 6.2.4 维修过程中工作负责人应严格遵守现场作业要求。
- 6.2.5 维修结束后，应验证设备状态确保故障已完全修复，避免返工现象发生。

6.3 设备维修规范要求

- 6.3.1 为防止意外事故发生，维修人员应遵守与安全有关的法规和规范，养成良好的工作习惯、方法和态度，接受核安全文化的培训。
- 6.3.2 维修人员应以职业化和专业的态度、方法完成维修工作，在执行维修过程中，维修人员应确保辐射防护的最优化，减少放射性污染扩散。

6.3.3 维修人员应保持积极的工作态度，规范自身的维修行为。

7 设备维修要求

7.1 核心网设备维修

7.1.1 日常检查

核心网设备日常检查应包含以下几方面：

- a) 检查机柜及设备清洁度，设备安装稳固度；
- b) 检查设备及各类线缆标识、标牌以及走线规范；
- c) 设备设备风扇、端口以及指示灯的工作状态。

7.1.2 性能监控

应对系统进行性能监控，包含以下几方面

- a) 检查设备处理器、内存占用率应满足指标要求；
- b) 检查核心网数据吞吐量应符合要求；
- c) 检查用户在线数应满足要求；
- d) 监测主要接口的网络延时，丢包率等应不影响网络连通。

7.1.3 数据备份

为保障系统稳定运行，保护关键数据安全，在发生人为或自然灾害的情况下，保证数据不丢失，应建立一套有效可行的数据备份规则，满足无线网络核心设备数据安全可靠的要求。备份应满足以下要求：

- a) 对核心网设备配置数据进行周期性数据备份；
- b) 网络变动时数据应及时备份；
- c) 用户数据、应用数据宜每天增量备份，每月全备份；
- d) 备份文件命名应区分设备名与日期；
- e) 备份工作宜选在业务及系统闲时进行。

7.1.4 设备故障维修

核心网设备故障维修包含硬件故障和软件故障两方面，具体包含以下几方面：

- a) 硬件故障维修
 - 1) 单板、模块故障维修：检查指示灯情况，如异常，可替换相应模块并还原数据，故障处理完毕后，应确保应用已恢复正常。
 - 2) 端口故障维修：检查设备端口外观，如端口故障及时更换端口。检查链路配置情况，如配置参数错误，可重新修改配置后进行下发。
 - 3) 线缆故障维修：检查网线、尾纤是否有折损或者接触不良，可重新拔插或者更换线缆；如光缆损坏，可通过光时域反射器确定断点大概位置并修复。

b) 软件故障维修

- 1) 数据配置错误故障维修：应严格按照备份文档逐条检查数据配置。
- 2) 软件版本及系统缺陷故障维修：判断问题现象是否与系统缺陷有关，如系统版本问题，可及时向厂家报修，获取解决问题的新的版本或补丁。
- 3) 许可证受限维修：检查当前业务量（无线接入、用户接入）是否超出规格限制。

7.2 传输网及基站维修

7.2.1 交换机检查

交换机检查包含以下几个方面：

- a) 外观检查：检查外观是否完整，无明显的外部缺陷，端口指示灯是否正常、设备风扇运转是否正常；
- b) 线缆连接情况检查：电源线连接安全可靠，网线、光纤无松脱现象；
- c) 配置检查：查看处理器内存是否偏高，查看日志是否正常，查看交换机网络地址，域信息，路由配置是否保存正常，可用计算机命令检查交换机端口延时和丢包情况。

7.2.2 光缆巡视

光缆巡视包含以下几个方面：

- a) 外观检查：检查电缆沟（竖井）是否通畅，是否具备防火措施，查看光缆沟道封堵是否严密，盖板是否牢固可靠；检查光缆或尾纤的外护套是否完整；光缆是否有明显弯曲；查看光缆周围有无影响安全的隐患，光缆的弧垂距离是否符合安全运行要求；检查光缆接续盒是否完好并符合要求，光纤活动连接器连接是否稳固，接触是否良好；
- b) 标识检查：检查光缆标识是否规范清晰，标牌上应注明光缆起止点和纤芯数；
- c) 性能测试：用光时域反射器测试备用纤芯是否完好，并记录长度和衰耗。

7.2.3 基站检查

基站检查包含以下几个方面：

- a) 外观检查：检查基站设备安装是否牢固，支架有无损坏、变形；基站设备内外表面应保持清洁，无灰尘；室外基站需重点检查接头防水情况以及室外设备和基础平台的稳固度；
- b) 性能检查：检查设备运行状态是否正常，是否有告警，各指示灯闪烁状态有无异常；
- c) 线缆连接检查：检查设备连接网线、天线馈线连接是否正常，有无松动，线缆应绑扎牢固，且有一定的弯曲余度；检查设备接地线是否连接正常，有无松动；
- d) 标识检查：检查设备及各类线缆标识、标牌、标签有无脱落，字迹清晰；

7.2.4 设备故障维修

传输网设备和基站故障维修包含以下几个方面：

a) 基站设备硬件故障维修

- 1) 检查基站端口连接情况，如端口故障，更换端口确保基站重新上线；
- 2) 如需更换设备，待设备更换后通过网管重新下发数据，并观察故障恢复情况。

b) 接入交换机硬件故障维修

- 1) 检查交换机电源状况，如电源异常，修复电源模块或者电源线路；

- 2) 检查光纤连接情况和光模块状态, 如异常, 修复光缆或者更换光模块;
- 3) 如需更换设备, 待设备更换后重新配置数据, 并观察故障恢复情况。
- c) 系统配置故障维修
 - 1) 检查设备数据是否缺失, 配置是否与现场情况相一致;
 - 2) 通过网管备份的数据, 重新下发至设备, 观察设备运行状态。
- d) 线缆连接故障维修
 - 1) 检查线缆连接有无异常、端口是否正常;
 - 2) 如线缆连接故障, 敷设新的线缆, 并做好标识、标牌。

7.3 无线终端设备维修

7.3.1 无线终端设备包含无线手持机、无线传感器、无线摄像机、无线模块等移动设备。

7.3.2 无线终端设备检查

无线终端设备检查包括以下几个方面:

- a) 定期进行现场巡视, 检查终端指示灯是否正常, 设备性能是否正常;
- b) 无线终端设备的在网情况定期统计、分析;
- c) 对用户反馈的终端不可用情况, 及时整理并排查故障原因;
- d) 根据终端故障原因进行维修或更换备件。

8 培训要求

8.1 总体要求

应按照工作需要编制授权清单, 确定培训及授权内容。只有在通过培训取得授权后, 才可以进行设备运行及维修操作。

8.2 培训课程要求

核电厂无线通信系统培训课程应包括理论培训和技能培训。

8.2.1 理论培训

理论培训是为学员提供必要的基础知识和能力, 以帮助他们理解无线通信系统相关的专业概念。

8.2.2 技能培训

技能培训是让学员在一个受控环境下, 按照电厂程序要求在设备或设备模拟体上执行工作任务。

8.3 培训及授权

- 8.3.1 学员首先应通过理论培训, 学习系统理论知识, 系统化、全面的了解无线通信系统相关知识, 理论培训考核合格后才可以进行技能培训。
- 8.3.2 技能培训应由有资格的专业人员充当培训教员, 指导学员进行无线系统设备的运行维护、故障诊断和维修等工作任务。
- 8.3.3 技能培训考核合格后, 学员才可以获得无线系统运行和维修的岗位授权。只有获得授权, 才可以执行现场设备的维修和操作。

8.4 复训机制

无线通信系统运行和维修的工作人员宜每 2 年进行一次复训，巩固理论知识，提升人员技能水平。在重要的维修活动前，也可根据工作需要开展复训。

8.5 培训记录

培训记录作为人员上岗凭证，纸质版记录应在授权有效期内妥善保存。

CNEA团标 征求意见稿