

# T/EJCCCSE

团 体 标 准

T/EJCCCSE XXXX—XXXX

## 核电站辅助系统设备维修与保养技术规范

Technical specification for repair and maintenance of auxiliary system equipment in  
nuclear power plant

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	1
5 状态监测 .....	2
6 设备维修 .....	4
7 设备保养 .....	5
8 报告和记录 .....	7

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—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。

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专利的责任。

本文件由中核核电运行管理有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：中核核电运行管理有限公司、××××、××××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

# 核电站辅助系统设备维修与保养技术规范

## 1 范围

本文件规定了核电站辅助系统设备维修与保养的基本要求、维修与保养的技术要求、报告和记录。本文件适用于核电站营运单位,包括所有参与核电站辅助系统设备的故障维修和定期保养活动的单位。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

NB/T 20643—2023 核电厂设备管理分级技术导则

NB/T 20713 核电厂设备腐蚀控制导则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**核电站辅助系统** nuclear power plant auxiliary system

由设备冷却水系统、反应堆腔室和废燃料冷却系统、辅助给水系统、通风和空调系统、压缩空气系统以及放射性废物处理系统组成的确保核电站正常运行和安全所必需的系统和设备。

## 4 基本要求

### 4.1 管理体系

4.1.1 营运单位和所有参与核电站辅助系统设备维修与保养活动的单位均应建立、实施、评定和不断改进符合多维目标要求的综合管理体系。构建管理体系时应综合考虑各种目标之间的相互关系及潜在的相互影响。

4.1.2 管理体系应促进和支持安全文化,确保在公司范围内对重要的安全文化问题达成共识,提供人员和团队能够安全和卓有成效地执行任务的手段。

4.1.3 管理体系应通过一整套文件描述,包含为实现管理目标开发和应用的所有手段和措施。管理体系文件应反映各项活动的复杂过程及其相互关系。文件内容的确定应当由使用人员和受影响人员参与,修改时同样应征求这些人员的意见,应方便使用人员理解,易读、易辨,容易获取。

4.1.4 管理体系文件应及时反映管理政策、公司战略,以及安全、健康、环境、安全保卫、质量、经济性等各种管理目标发生的变化,并应及时反映法律法规要求和其他监管要求发生的变化,还应及时根据实施过程中的经验反馈和从内、外部获得的专业建议进行调整。

4.1.5 营运单位和所有参与核电站辅助系统设备维修与保养活动的单位高层管理者应对建立、实施、评定和不断改进管理体系作出书面承诺,并为执行这些活动分配适当的资源。

4.1.6 营运单位应根据物项的运行重要性、活动的复杂性和成熟程度,建立并实施适用于核电站辅助系统设备的分级管理体系。

## 4.2 设备分级

4.2.1 设备管理分级一般将设备，如阀门、泵、热交换器、风机、传感器、继电器、断路器等可完成独立功能的单元作为对象。

4.2.2 对于大型复杂设备或功能组设备，如大型发电机组、应急柴油发电机、主变压器、大型给水泵组等，除主体设备需分级外，还应对组成主体设备的辅助设备或子层次设备进行分级。

4.2.3 电气或仪控机柜以及中/高压电气开关的内部板件、继电器等子层次设备，如果有设备编码且单一设备故障后果严重，应将内部板件、继电器等子层次设备作为对象进行分级，否则可将控制机柜、中/高压电气开关作为整体进行分级。其他小型电机、低压电气开关宜作为整体进行分级，不必对内部子层次设备进行分级。

4.2.4 构筑物、反应堆堆内构件、备品备件、管道等不宜纳入设备管理分级范围，例如：

- a) 一机械类设备和构筑物：管接头、盲板、喷嘴、管道支吊架、管道阻尼器、污水坑、漏斗、地漏、房门、防火门、屏蔽容器、运输容器等；
- b) 电气和仪控类设备：离线试验箱、机柜架、机箱架、短接片、仪表插头、灯具箱、电缆、套管、电缆槽架、临时仪控装置、调试用仪表仪器、数字化虚拟设备等。

4.2.5 设备分级方法按 NB/T 20643—2023 中第 5 章的规定进行。

## 4.3 技术人员

4.3.1 所有参与核电站辅助系统设备维修和保养活动的单位，均应根据所从事的特定维修任务的需要制订项目人员配备计划，并配备与维修项目相适应的技术人员。项目人员配备计划中应包括人员的选择、培训和配置的规定。

4.3.2 维修和保养项目组的成员应根据所要求的学历、经验和业务熟练程度选派，并对所有参与核电站辅助系统设备维修和保养活动的人员进行相应的培训和资格考核，对满足要求的人员进行授权。

4.3.3 参与核电站辅助系统设备维修和保养活动的单位宜制定并实施与活动相适应的项目人员培训大纲和培训计划，指定或挑选并培训所需的人员，以确保这些人员达到能胜任所承担的工作并保持足够的业务熟练程度。

4.3.4 各门课程宜提到对各项目人员的具体需求，并由合格教员进行培训。培训大纲宜进行定期审查，以确定大纲的有效性。

4.3.5 应着重于理论培训和岗位培训相结合，宜为人员能力的逐步提高创造条件，确保每个人都熟知其所从事的过程和所用的工具，并让他们懂得所涉及的物项、工作内容，以及控制过程的质量可接受的准则。

4.3.6 宜将经验反馈培训、防人因失误培训作为单独的两门课程，并纳入组织的年度培训大纲中。可依据培训教材中的培训要求对培训人员进行实操考试。

## 5 状态监测

### 5.1 通用要求

5.1.1 应在设计阶段考虑设备状态监测测点的布置/检修空间、供电/供水/供气、接口、工作环境电缆敷设、经济性等因素。

5.1.2 在对设备进行状态监测时，应明确其故障模式，提取其故障征兆，识别其故障状态，应针对故障征兆选择合适的监测方法。

5.1.3 对设备进行监测应结合运行参数进行分析，所监测的参数应能反映关键设备故障早期迹象，以及关联设备的运行状态。

5.1.4 对故障征兆宜优先采用在线实时监测方法；不具备条件时，可采用定期试验监测、定期巡检等方法；当监测参数偏离预期状态时，应及时发出预警或者报警。

## 5.2 监测参数

5.2.1 应从设备及其部件故障模式的以下两方面确定监测参数：

- a) 根据设备及其部件失效前的故障发展过程中出现的状态异常或参数变化，选取可探测到的并且与故障模式关联性强的参数作为监测参数；
- b) 根据其故障产生机理，分析造成故障发生的原因，可探测的变化因素作为状态监测的关键点。

5.2.2 监测参数应设置预警值和/或报警值、预警值和报警值的设置方法如下：

- a) 应以保证设备长期安全可靠运行的设计限值或安全限值为基准，参照设备实际运行的正常值，并选取合理的裕度；
- b) 宜参照设备设计和制造技术文件，并考虑设备安装、调试或检修后固有特性；
- c) 预警值和报警值应设置上/下限，设置时考虑绝对限值以及相对变化值。

## 5.3 监测方法

5.3.1 应依据系统、功能、设备的重要度和技术特点建立设备状态监测清单。

5.3.2 根据状态监测清单，宜采用在线实时监测和/或定期试验监测和/或定期巡检等进行设备状态监测。

5.3.3 在进行状态监测时，若单个监测关键点有多种监测方法时，宜综合考虑监测效果、技术难易度实施可行性、数据可处理性、经济性等多个因素，确定适用的监测方法。

5.3.4 在监测同一个参数时，测量仪器设定值、周期、时长、测点位置宜保持一致。

5.3.5 宜通过已安装的传感器进行设备状态实时监测。

5.3.6 宜通过已安装的就地指示表或离线专用仪器仪表，进行设备状态定期监测。

5.3.7 监测参数的监测周期一般宜固定，方法如下：

- a) 根据发现异常到设备失效之间的时间间隔来确定，并考虑合理的裕度；
- b) 在机组瞬态（例如启停机或机组甩负荷等情况）或参数异常时，缩短监测周期，并及时进行分析和评价。

5.3.8 宜通过监测任务执行结果，对状态监测进行结果评价及反馈。

## 5.4 监测实施

5.4.1 宜根据设备确定分析对象、范围及基本要求，充分利用实时监测、巡检、在役检查、定期试验以及维护、健康评价、出厂试验等活动，实施设备状态监测。

5.4.2 除可测量的监测参数数据外，应采集整理和存储设备设计数据、结构特性和参数、维护历史记录等。

5.4.3 设备的状态监测应包括：

- a) 对设备监测参数进行趋势分析，确认其运行的状态；
- b) 持续监测关键设备性能状态和劣化趋势，为后续诊断及维修决策提供支持。

5.4.4 应对监测仪器、传感器进行定期校验，确保监测仪表的有效性。

5.4.5 仪表进行安装时，应选择最可能检测出故障的位置，进行唯一标识，并考虑安全性、灵敏度、可达性等因素。

5.4.6 来自传感器的数据信息应处理成有效形式或格式后，再进行信息传输和存储。在信息传输中断时，宜采取适当的恢复措施，保证数据完整性。

5.4.7 在数据传输至核电厂厂级生产数据管理系统时，应预留所需的接口。

## 6 设备维修

### 6.1 维修大纲和维修计划

6.1.1 设备维修活动都应预先进行策划、制定相应的维修工作文件，如维修管理程序、维修规程、作业指导书、质量计划等，并经过授权人批准后实施。工作文件应由技术上胜任的人员编制，经授权人员审查、确认并批准后生效。工作文件应按计划安排和要求编制，以指导从事维修工作的人员正确进行工作和安排工作顺序。工作文件中宜规定每种作业所用测试设备的类型、量程和所需准确度，工作文件的详细程度应与工作复杂性和重要性相称。

6.1.2 营运单位应根据有关法律法规和标准的要求，制定设备维修的维修计划和维修大纲，并按维修计划和维修大纲的要求进行各项维修活动。

6.1.3 营运单位维修责任部门每年应编制下一年度的维修计划。年度维修计划内容主要包括维修系统或设备的名称、重要技术措施概要、预定维修时间、预定停机天数、维修级别、特殊项目及立项依据、主要技术措施、维修进度安排、工时和费用等。年度维修计划可以根据具体情况进行适当的调整。

6.1.4 参与设备维修活动的单位，应根据营运单位维修大纲的原则和要求，对自己所承担的各项维修活动预先进行质量策划，并制定自己职责范围内的维修计划，可根据需要对不同系统或设备编制专项维修计划，所有维修活动都应根据维修计划的安排有计划地进行。

### 6.2 维修过程实施

#### 6.2.1 一般规定

6.2.1.1 营运单位应按照有关法律法规、设计或制造单位提供的设计建议、同类型机组的维修经验及设备状态评估结果等，合理安排设备维修。

6.2.1.2 设备维修作业宜采用通过论证的先进工艺、新技术、新方法、新材料和新工具。维修单位应在规定的期限内，完成规定的全部维修作业，达到质量目标和标准要求，保证核电站设备安全、可靠、经济、清洁地运行。

6.2.1.3 在工作开始前，各维修专业主管应确保在其监管下工作的人员已得到必要的培训、资源和工作指令。宜建立并使用统计过程控制，以降低物项和过程的变异性并改善质量。

6.2.1.4 参与设备维修活动的现场特种作业人员（如起重工、电焊工、无损检验工、架子工等）和计量仪表检定人员应持有相应的资质证书。所使用的机具、仪表应符合有关安全和技术规定，并有合格的校验证书。

#### 6.2.2 过程控制

6.2.2.1 参与设备维修活动的单位应制定维修过程控制措施，对设备维修中所涉及的影响质量的过程予以控制，确保所有影响设备维修质量的工作都要由技术上能够胜任的合格人员按照认可的技术标准、规程、细则或其他相应文件，使用合适的设备并在适宜的受控条件下完成。这些过程包括维修、修改、拆卸、装卸、贮存、清洁、试验、检查、修理和复役等。

6.2.2.2 参与设备维修活动的单位应根据营运单位的采购要求，针对所承担的维修活动制定每类设备的维修质量计划。维修质量计划应包括需要检查控制的维修步骤、适用的机具（包括专用机具）、需要的主要备件和材料、依据的程序或细则、相应的控制点、验收准则等，并报营运单位审查；也可由营运单位制定维修质量计划，参与设备维修活动的单位应根据营运单位的设点情况，设置控制点。维修质量计划在实施过程中，可根据现场实际进行修改、调整。

- 6.2.2.3 应制定完善的环境保护和劳动保护措施，合理处置各类废弃物，改善作业环境和劳动条件，文明施工，清洁生产，爱护设备、建筑物及施工机具，保持维修现场清洁、整齐。
- 6.2.2.4 应制定并实施防异物控制措施，防止维修过程中异物进入设备、系统。
- 6.2.2.5 设备维修技术人员应熟悉系统和设备的构造、性能和原理，熟悉设备的维修工艺、工序、调试方法和质量标准，能绘制简单的零部件图和电气原理图。
- 6.2.2.6 设备维修作业人员应熟悉安全工作规程，掌握与本职业相关的技能，能看懂维修图纸。
- 6.2.2.7 对于维修中涉及的特殊过程（如焊接、无损检验、热处理、表面处理等），应根据有关的规范、技术规格书、准则的要求或其他特殊要求对工艺进行评定，制定控制措施并对过程进行监控。
- 6.2.2.8 对于现有规范、技术规格书和准则尚未包括的工艺或质量要求超出这些文件的情况，应对人员资格、程序或设备的检定要求另行规定。

## 7 设备保养

### 7.1 文件要求

- 7.1.1 实施设备保养前应制订相应的设备保养大纲，设备保养大纲应明确规定：
  - a) 设备（或系统）代码；
  - b) 设备（或系统）名称；
  - c) 设备位置（厂房与房间号）；
  - d) 保养内容；
  - e) 保养周期；
  - f) 起始日期；
  - g) 所用规程编码或保养卡。
- 7.1.2 关键设备的保养应制定保养规程，内容应包含：
  - a) 设备（或系统）名称及代码；
  - b) 保养目的；
  - c) 安全注意事项；
  - d) 保养项目；
  - e) 保养技术要求；
  - f) 保养实施步骤；
  - g) 执行记录。
- 7.1.3 单个设备的保养，操作比较简单的可采用保养卡。
- 7.1.4 保养执行记录应有执行人、执行日期、实施结果等有关信息，并应归档，妥善保管，便于查询。

### 7.2 环境要求

- 7.2.1 应定期检查厂房内部环境水平，确保设备所处厂房环境合格。
- 7.2.2 厂房内部环境控制指标应至少包括湿度、温度、清洁度等。
- 7.2.3 设备所处环境条件不达要求时，应采取相应的特别保护措施。

### 7.3 保养介质

- 7.3.1 对保养介质应定期检查、更换，确保保养介质合格。
- 7.3.2 联氨溶液应定期检查联氨含量、pH 值、液位，超出限值时应进行补充或更换。
- 7.3.3 惰性气体应定期检查纯度、压力，超出限值时应进行补充或更换。

7.3.4 干燥剂应定期检查外表颜色并定期更换，确保其有效。

#### 7.4 其他要求

7.4.1 厂家设备运行维护手册中有明确保养要求的，应严格按相关要求执行。

7.4.2 保养过程中，如需将外来物品（如干燥剂等）带入系统或设备内部，应按照异物控制来管理，防止外来物品遗留在设备内部。

#### 7.5 保养方法

设备保养方法主要采用：

- a) 干保养：充填干性保养介质，保养介质一般包括干风、性气体、干燥剂等；
- b) 湿保养：根据材料性质的不同，充水可以是原水、除盐水、除水。根据需要在水中添加次氯酸钠、联氨、磷酸三钠、氨水、双氧水、亚硫酸氢钠等化学药剂以防止生物孳生、除氧或缓蚀；
- c) 定期运行：定期投运设备；
- d) 润滑：对转动摩擦部分定期添加或更换润滑剂；
- e) 表面清洁和防护：对设备部件表面进行定期清扫、涂刷油脂或油漆隔离空气。
- f) 保温防冻：对设备进行保温，防冻防潮；
- g) 电化学保护：改变设备部件电位减缓腐蚀，分为外加电流保护和牺牲阳极保护。

#### 7.6 技术要求

##### 7.6.1 容器类设备

7.6.1.1 碳钢材料宜采用湿保养，不锈钢材料采用干保养。对已生锈的表面应及时除锈并采取合适的保护措施。

7.6.1.2 除了设备、系统进行试验、定期检查外，不应退出保养状态，除非有数据和经验表明在设备、系统退出保养的一段时间内，不会发生腐蚀或腐蚀程度在可以接受的范围内。

7.6.1.3 对室外或室内温度低于零度的充水设备和管道，应根据实际情况采取适当防冻措施（如防冻剂、伴热、流体循环等）。

7.6.1.4 设备的腐蚀控制按 NB/T 20713 的规定执行。

##### 7.6.2 机电设备

7.6.2.1 有环境要求的设备，应采取措施，保持其周围环境温度、湿度在要求的范围内，避免腐蚀性气体和灰尘的侵入。必要时采用帆布进行遮蔽、安装临时空调等措施。

7.6.2.2 应定期检查和保持设备的外表面的清洁和完整，检查密封件填料状态，对金属部件裸露部分应采取防锈保护措施（涂抹防锈类油脂等）。

7.6.2.3 传动设备（泵、风机等）采取定期运转的保养方式，若无法进行定期运转，则定期盘车，每月 1 次。

7.6.2.4 机电设备的转动或传动部分（变速箱等）需要润滑，应按厂家的运行维护要求检查润滑情况，频度宜为每月 1 次，并按厂家的运行维护要求定期添加和更换润滑剂。

7.6.2.5 机电设备的动力驱动部分按电动机进行保养，应定期检查电动机绝缘水平，频度宜为每月 1 次，若有自带用于提高设备绝缘等级或者增强抗蚀能力的加热器装置，应定期或连续投用。若动力驱动为柴油机，则按柴油机要求进行保养。

7.6.2.6 应尽可能按照厂家的运行维护说明书对机电设备进行保养，特别是如核级冷冻机、应急柴油发电机等特殊设备。

## 8 报告和记录

8.1 参与设备维修活动的单位应建立记录管理制度。记录管理制度包括维修记录的鉴别分类、接收、编目、归档、储存、检索、保管和处置的安排和职责，维修活动的质量保证记录应包括系统和设备维修状况的所有记录（如审查、检查、试验、工作执行情况的评价等的结果），人员的考核、程序和设备的鉴定资料、系统或设备更换件、修改、不符合项处置，以及其他与质量密切相关的资料 and 文件。

8.2 所有质量保证记录应字迹清楚、完整，不易模糊、褪色，并与所记述的物项或维修活动相对应。质量保证记录应由记录人签字并注明日期，经合格人员确认。

8.3 应采取措施对记录贮存设施进行有效控制，包括防火、防虫、防齿类动物、温湿度控制、地震、电磁辐射和防未经授权人员的介入等，以确保记录保存在适当的环境中。记录在必要的保存期内，尽量减少变质或损坏并防止丢失。

8.4 为防止保存期内记录损坏，必要时应制作拷贝件或以其他介质的方式与原记录分开保存，在记录的转换过程中，应采取措施，确保记录转换的准确性。

8.5 营运单位维修责任部门应收集、整理维修记录并归档，各参与设备维修活动的单位应采取措施对自己在维修活动中产生的有关记录进行收集和整理，并在维修活动结束后按营运单位的采购要求和记录制度的规定进行移交和归档。

---