

ICS 27.120.20

F 83

备案号: 46481-2014

**NB**

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20296—2014

---

# 核电厂安全重要电气、仪表和控制设备维修 要求

Maintenance requirement of electrical, instrumentation and control equipment  
important to safety of nuclear power plant

2014 - 06 - 29 发布

2014 - 11 - 01 实施

国家能源局 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 维修目标 ..... 2

5 设备状态和维修类型 ..... 2

6 维修原则 ..... 4

7 维修策略 ..... 4

8 维修过程 ..... 8

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准主要起草单位：中科华核电技术研究院有限公司北京分公司。

本标准主要起草人：张晓昊、李兴林、付敬强。

本标准首次发布。

# 核电厂安全重要电气、仪表和控制设备 维修要求

## 1 范围

本标准规定了核电厂安全重要电力设备、仪表和控制设备及其供电设备的维修目标、维修原则、维修类型和设备状态的界定、维修过程、维修策略的基本要求。

本标准适用于各种类型核电厂安全重要电力设备、仪表和控制设备及其供电设备在设备运行期间的维修活动。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GB/T 15474 核电厂安全重要仪表和控制功能分类

NB/T 20053 核电厂安全重要电气、仪表和控制设备安装要求

NB/T 20086 核电厂安全级电气设备老化评估、监测和缓解

NB/T 20088 核电厂安全级电气设备零部件更换要求

## 3 术语和定义

### 3.1

**维修 maintenance**

为保持或恢复产品处于能执行规定功能的状态所进行的所有技术和管理，包括监督的活动。

### 3.2

**故障 fault**

产品不能执行规定功能的状态。

注：预防性维修或其他计划性活动或缺乏外部资源的情况除外。故障通常是产品失效后的状态，但也可能失效前就存在。

### 3.3

**预防性维修 preventive maintenance**

为降低设备失效的概率或防止功能退化，按预定的时间间隔或按规定准则实施的维修。

### 3.4

**纠正性维修 corrective maintenance**

故障确认后，使设备恢复到能执行规定功能状态所实施的维修。

### 3.5

**正常状态 normal state**

设备的功能特征参数和状态指标均在规定范围内，其变化趋势不明显。

### 3.6

**降质状态 degraded state**



## NB/T 20296—2014

该状态下, 尽管设备可运行, 但其性能指标超出规定的范围或有下降的趋势。

#### 4 维修目标

有效维修对核电厂的安全运行十分重要, 它不仅保证所有承担安全功能的核电厂构筑物、系统和部件能按设计意图和假设保持其可靠性和有效性, 而且保证在运行开始以后, 核电厂的安全状态不会受到有害的影响。

核电厂的维修需要特别注意, 因为:

- a) 即使在核电厂停堆时, 为确保不丧失所有必要的安全功能, 仍要求有最低数量的部件保持可运行, 这给维修带来限制;
- b) 即使在核电厂停堆时, 由于辐射防护的限制, 也难于接近核电厂某些物项;
- c) 对厂区人员和公众有潜在的放射性危害。

#### 5 设备状态和维修类型

##### 5.1 设备状态

核电厂运行期间, 安全重要电气设备的状态可分为正常状态、降质状态和故障状态三种。

##### 5.2 维修类型

###### 5.2.1 纠正性维修

纠正性维修仅仅是为纠正故障设备进行的维修。对有鉴定要求的安全重要电气设备, 纠正性维修应使设备恢复其正常状态。

###### 5.2.2 预防性维修

预防性维修可分为以下两类:

- a) 计划性维修(按时间安排的维修): 不论设备状态如何, 依照预先计划进行的维修活动。
- b) 预兆性维修(按设备状态的维修): 基于状态监测结果和性能下降趋势分析, 确定设备的状态, 从而做出何种维修的决定。

安全重要电气设备的维修应注重预防性维修, 以保证运行期间设备持续保持在安全状态。

##### 5.3 预防性维修的设备对象

###### 5.3.1 概述

电气设备包括电力设备、仪表和控制设备及其供电设备。电气设备划为安全级(1E级)和非安全级(非1E级)两大类。

###### 5.3.2 安全级

安全级适用于防止发生事故以及在发生事故时和事故后为保护公众所需的所有电气设备。安全级电气、仪表和控制设备的例子有(针对不同的机组类型, 可能有所区别):

- a) 交流辅助电力系统中与安全功能有关的各种设备;
- b) 应急柴油发电机;
- c) 蓄电池及其充电设备;



- d) 上充泵、安注泵、余热排出泵、辅助给水泵、安全壳喷淋泵等所用的电动机以及安全壳隔离阀电动装置；
- e) 反应堆保护系统的设备；
- f) 专设安全系统信号获取、处理及供电设备；
- g) 堆内温度测量装置；
- h) 反应堆压力容器液位测量及堆芯冷却剂过冷度测量装置；
- i) 核测量系统中源量程、中间量程和功率量程探测器；
- j) 用于保护的稳压器液位和压力监测装置；
- k) 用于事故后监测的装置，例如事故后安全壳辐射监测装置，事故后稳压器液位、压力监测装置等；
- l) 重要厂用水和设备冷却水系统的主要仪表；
- m) 安全壳电气贯穿件。

### 5.3.3 非安全级

安全级以外的电气、仪表和控制设备属于非安全级。对非安全级电气、仪表和控制设备应当区别对待，其中属于安全重要的应列为 NC(S)（非安全级中有特殊要求的）类（SR 级）。

安全级及非安全级中的 NC(S) 类设备适用于预防性维修。

### 5.4 维修形式

设备的维修活动形式主要可分为下列几种：

- a) 监督，这种活动主要进行整体的功能检查，通过正常运行时的周期试验来确认设备的可用性。例如模拟量传感器的监督是对模拟量测量通道的测量结果与其它独立的测量同一物理量的通道或设备的测量结果进行比较。监督的目的是探测传感器通道的实际的偏差。
- b) 验证，验证是仅考虑传感器在其工作环境下的一种预防性维修，主要用来确认设备的输出与被测的物理量一致。验证是在不破坏传感器电气回路的情况下，传感器的读值与参考值进行的比较，其偏差需要符合预先计算的准则。验证的目的是确保传感器的读值尽可能符合物理测量值。
- c) 校验，校验仅与设备本身有关，校验时检查传感器的若干输出值与参考值相比较。校验可以是预防性或纠正性维修。
- d) 目视检查，目视检查是以上其它维修活动的补充，在这项维修活动中，仅通过目视的方式对设备的状态进行检查。
- e) 修理，修理是指尽力恢复损坏的部件。修理可以在线或离线进行，但必须通过维修工作流程取得许可证，并在修理完成后进行检查和试验，以保证其使用性能尽可能完全恢复。
- f) 更换，当发现物项缺损不能修复时，需使用已证明是相同的备品进行更换。更换下来的缺损物项必须有相应的处理流程，不允许堆放在工作现场。更换后必须在运行人员的配合下进行适当的功能试验和性能试验，并记录试验结果。

## 6 维修原则

### 6.1 遵循定期试验监督大纲的要求

定期试验是一种定期技术监督活动。定期试验由下列活动组成：功能试验，目视验证或检查、化学分析、校验、验证、测量等。这种技术监督是在电厂整个寿期内按事先确定的周期进行的。定期试验监督大纲用于保证设备可以实现预期的系统可用性。因而，核电厂安全重要电气、仪表和控制设备在维修



## NB/T 20296—2014

后应注意探测设备的运行状态是否处在规定的限值之内。规定的限值是最低的性能要求,例如响应时间、整定值准确度,以及设计基准规定的其他性能要求。

## 6.2 满足设备鉴定等级的要求

核电厂安全重要电气、仪表和控制设备的鉴定,是保证设备在其寿期内,在各种预期的运行和事故工况下,都能可靠的履行期规定的安全功能,它是保证核电站安全和稳定运行的基础。因而,核电厂安全重要电气、仪表和控制设备在维修后,应保证其能够满足其鉴定等级的要求。

## 6.3 满足运行技术规范的要求

运行技术规范规定了设备正常运行的边界范围。严格遵守运行技术规范是确保在电站寿期内机组核安全的一个坚定不移的原则。核电厂安全重要电气、仪表和控制设备的维修必须严格遵循运行技术规范的要求。

# 7 维修策略

## 7.1 维修策略制定的一般要求

### 7.1.1 概述

核电厂管理人员应综合考虑安全、经济和技术,制定核电厂安全重要电气、仪表和控制设备的长期维修策略,并与老化管理活动相协调。维修策略制定时应考虑7.1.2~7.1.8的内容。

### 7.1.2 维修团队人员资质、数量及责任划分

为了确保核电厂的安全和经济运行,维修人员在执行各种维修活动之前,必须进行适当的培训和取得资格,并且只承担与其岗位相关的全部职责。核电厂运营管理者必须组建一个实施维修大纲的维修组织。维修组织结构取决于所承担的维修范围。在任何情况下,维修组织负责人必须对维修大纲的实施负主要责任。在任何情况下,核电厂运营管理者必须保证有足够数量的合格人员来执行维修大纲。

### 7.1.3 设备供应商的持续供货能力

应保证设备的供应商具有良好的持续供货能力。供应商的选择应遵循以下原则:

- a) 提供的产品和服务与公司的采购目的相一致;
- b) 具有良好的技术能力、质保体系和相关经验;
- c) 商业信誉、财务状况良好;
- d) 有能力以最佳成本效益来满足采购的需要;
- e) 在相同条件下采用地域就近的原则;
- f) 在物资采购中,选择供应商的顺序依次为生产厂家、总代理商或独家代理、中间商或分销商。

### 7.1.4 设备备件的数量

持续获得鉴定合格的备件,对确保核电厂安全运行非常重要。所有的维修活动必须进行充分准备,应确保维修工作使用的备品备件符合原设计的要求并具有足够的数量。

### 7.1.5 维修作业的外包管理

设备维修外包供应商的合理使用,是核电生产企业充分利用外部人力和技术资源、提高检修管理效率、降低经营成本的重要途径,也是电站在设备大修期间所需资源的延伸。大修供应商的工作质量直接



影响电站的安全和业绩，其承担的维修工作是电站维修的重要组成部分。应形成完善的设备维修外包管理模式，通过供应商选择、维修过程管理、人员质量控制、项目工时结算和供应商绩效考核评价等方式对设备维修外包进行高效管理。

#### 7.1.6 预防性维修大纲的更新和优化

- a) 优化预防性维修的目的是在提高或至少不影响核安全和可用率的前提下，从维修成本和设备可用性的角度获得最佳维修效率；
- b) 优化预防性维修应以技术和经济的方法为基础，综合考虑设备的功能、设备的可靠性和设备的不可用性对电厂安全和可用率的影响，并且要避免过度维修；
- c) 合理地安排预防性维修活动，以提高维修效率和（或）机组可用率；
- d) 对于因预防性维修费用相对比较昂贵，而不进行预防性维修的设备，只要其故障率能够控制和（或）可接受，或设备不具有重要功能，可对其进行纠正性维修。

#### 7.1.7 经验反馈的管理

经验反馈指的是良好实践的推广和对失误的总结，它的实施及推广有利于安全意识的增强和技术水平的提高，维持电厂的安全水平。经验反馈与核电厂的安全、设备的可用性、运行和检修的质量、行政管理的效率等各方面都有密切的关系，是在电厂运行和维修过程中保持和改善安全性的重要环节。电厂的经验反馈应统一管理，并通过对生产线各部门及相关单位包括承包商适当的职责划分来保证。经验反馈的过程包括事件和异常的探测、事件和异常通告及分析报告批准、事件及异常分析和纠正行动的确定、纠正行动实施与跟踪以及经验教训的利用。

#### 7.1.8 维修过程中的质量保证和控制

对于维修活动，应建立质量控制的体系，验证设备的维修工作是否符合有关的验收标准。质量控制人员主要包括以下主要任务：

- a) 检查工作文件包内是否包括需要验证的工作项目和验收标准；
- b) 准备验证的手段，包括合格的测量与试验工具；
- c) 已设定的停工待检点，不得无故被跨越；对检查数据和结果应进行评估，对于不符合验收标准的工作项目，必须提出纠正行动要求，并加以跟踪落实；
- d) 对验证结果作好记录，并注明验证人的姓名；
- e) 代表业主对承包商承担的工作进行独立检查。

#### 7.2 维修过程优化

安全重要电气、仪表和控制设备的维修应采取以可靠性为中心、以正常状态的保持为目标的维修策略，并尽可能优化维修过程。

应遵守下述原则，对核电厂安全重要电气、仪表和控制设备的维修进行优化：

- a) 用系统分析法（如故障模式影响分析、以可靠性为中心的维修或系统功能故障树分析等方法）确定预防性维修的范围，编制维修设备清单和老化敏感部件清单。
- b) 应制定系统、设备的维修计划和维修程序（包括预防性维修和纠正性维修），以保持或恢复其安全状态的功能特性和原有的可靠性。
- c) 运用状态监测技术，定期进行设备功能特性参数和安全状态指标的监测，确认老化降质程度和趋势，NB/T 20086 提供了指导。对老化降质趋势明显的设备，应提高监测频度，并通过改善设备运行条件、周围环境条件或适时进行维修，将设备性能恢复到验收准则范围内来控制减缓老化降质趋势，以减少不必要的维修活动。



## NB/T 20296—2014

- d) 在维修活动中, 尽可能应用经验反馈, 对设备的运行、监督和维修记录进行审查, 以给出有关设备失效机理、设备老化敏感部件或材料、老化失效模式和失效原因及纠正措施等信息。
- e) 设备或重要部件的更换应满足 NB/T 20088 的要求并应保证:
  - 1) 用来更换的设备或部件在功能、特性和质量方面不能低于原设备或部件的鉴定样本;
  - 2) 如果进行在线更换, 应保证更换前评价其对系统功能特性的影响, 并形成文件;
  - 3) 保存所有更换的记录, 以便实现任何可追溯性需要。
- f) 设备维修后应重新校准, 校准程序应保证:
  - 1) 新的校准值在规定限值内;
  - 2) 如果进行在线校准, 应在校准前评价其对系统功能特性的影响, 并形成文件;
  - 3) 保存所有校准记录, 以便实现可追溯性需要。
- g) 维修后如需要重新安装, 安装应满足 NB/T 20053 的规定。
- h) 重新安装后应重新试验, 以确认设备或部件满足其正常功能。
- i) 在维修活动中应尽可能采用新的成熟的测试和维修技术。

### 7.3 维修优化方法

#### 7.3.1 概述

对安全重要电气、仪表和控制设备的维修宜采用以可靠性为中心的维修 (RCM) 或以技术分析为导向的维修 (TCM) 进行优化。

对于电气设备, 以 RCM 分析作为设备运行和维修优化的主要手段, 同时辅之以内外部经验反馈。对未进行 RCM 分析的系统, 将主要以内外部经验反馈的方式来进行设备运行和维修优化。

对于仪表和控制设备, 以 TCM 分析作为设备运行和维修优化的主要手段, 同时辅之以内外部经验反馈。对未进行 TCM 分析的系统、设备, 将主要以内外部经验反馈的方式来进行设备运行和维修优化。RCM 对于仪表控制设备的优化成果作为 TCM 分析过程的参考。

#### 7.3.2 以可靠性为中心的维修

RCM 是从系统的角度对维修进行的优化, 它考虑了设备故障对机组可靠性和功能的影响后果, 识别出关键敏感设备, 仅对关键敏感设备采用预防性维修。通过 RCM 分析, 可以提高系统设备的可靠性并降低系统和设备的运行及检修成本。

RCM 的主要分析过程如下:

- a) 确定所分析系统实施的功能和性能标准;
- b) 确定功能失效模式, 明确部件故障到什么程度才不能实现其功能以及引起每种可能的功能丧失的原因;
- c) 分析故障影响和故障后果;
- d) 利用决策树, 确定对不同设备所采用的维修类型和频度;
- e) 对 RCM 分析结果进行审查, 将分析结果与现有的维修大纲作分析比较;
- f) 根据最终审定的结果形成维修导则并修改维修大纲。

RCM 需遵循下列原则:

- 优先采用监督和验证的方法而不直接采用校验和调整的方法, 以减少定期检验和调整次数;
- 做出校准决定时应考虑设备的状态;
- 应有针对性的去控制和处理降质或失效的设备, 尽可能避免使用整体拆装的方式进行设备检查 (装配不当将影响设备的正常状态);
- 尽可能减少系统性和周期性维修活动的次数;



——用与预防性维修相同的原则进行纠正性维修。

### 7.3.3 以技术分析为导向的维修

TCM是以技术分析为导向的仪控设备维修，它是一种用于优化核电厂仪控设备预防性维修策略的分析方法。TCM主要由功能分析、技术分析和维修决策3个部分构成。TCM分析的主要特点是：首先列出分析边界内的设备清单，然后以设备为对象和出发点展开分析，通过对分析设备故障后的后果进行功能分析，评估设备关键度；通过分析设备故障原因及如何预防来进行技术分析，提供预防性维修或改造建议；最后结合功能分析和技术分析结果来进行维修决策，选择合适预防性维修策略。

技术分析是TCM分析的核心环节。技术分析以设备类型为分析方向，它根据设备工作原理和实际运行维修经验，通过设备故障模式分析来确定设备预防性维修任务或提出改造建议；通过设备可靠性分析来确定合适的预防性维修周期。技术分析结果将与功能分析结果一同作为后继预防性维修决策的依据。

功能分析以设备功能位置为分析方向，它从设备应用于某个具体功能位置时所承担的电站、系统功能出发，分析功能故障和故障影响，评估设备故障后果和设备关键度等级，用以实现电站设备分级管理和维修资源优化配置。

维修决策用于综合功能分析结果所得到的设备关键度等级和由技术分析结果所得到的预防措施建议，制定预防性维修任务、维修周期、维修准则，维修窗门和设备状态跟踪方案；同时也对执行部门、维修工具等其他维修实施细节加以必要说明。

除了技术分析及功能分析外，基于对核电站及仪控设备实际情况的考虑，维修决策还应遵循以下几个主要原则：

- a) 优先选择状态维修活动，限制侵入性定期维修任务的使用或执行频度；
- b) 因应不同的工作环境和使用频率适当调整预防性维修周期；
- c) 尽可能协调设备不同维修任务的维修周期，以及仪控设备维修任务与相关机械设备维修任务的周期，避免频频拆卸设备；
- d) 避免同时干预冗余通道、降低共模故障风险；
- e) 识别并强调 K1、K2、K3 级设备，提示下游维修实施环节遵守有关维护要求，避免破坏其鉴定合格状态；
- f) TCM 维修优化的最终结果必须符合电站定期试验监督大纲及其他国家法规的要求。

此外，TCM在分析过程中宜兼顾设备老化与寿命管理的需要，其分析成果应用于仪控设备的趋势分析和预测性维修，以实现仪控设备状态检测和失效预测。

## 8 维修过程

### 8.1 建立维修导则

#### 8.1.1 概述

维修导则是维修大纲的指导性文件。通过技术分析的方法，如RCM、TCM、FMECA（Failure Mode Effects and Criticality Analysis，故障模式、影响及危害性分析），或几种分析方法的综合运用确定针对不同系统和设备采用最佳的维修模式，使系统和设备得到最佳的维修效果。

维修导则应考虑设备的技术特性，承担的系统功能，安全功能及维修成本等诸因素制定。维修导则要对维修什么设备、为什么维修和什么时候维修等问题做出分析或说明。

维修导则应依据技术分析方法的不断进步和内外部经验反馈而改进、完善和提高。

#### 8.1.2 维修导则的类型



根据设备的特性和维修限制条件与维修实施间的平衡，需要建立了几种类型的维修导则，它们是：

- a) 通用导则：通用导则解释了维修活动的组织方法，其结构没有固定的形式，取决于其内容，其目的是确定总体维修原则来指导仪控设备维修，或解释维修的选择，或阐明过程方式或组织实施方式。
- b) 分类维修导则：分类维修导则对同一类设备进行了分析，其结构是固定的。该导则进行一种设备类型的维修分析，并且对被选出来的系统进行分析。导则由两个部分组成，一部分是在总体描述部分解释“为什么”和“怎样”维修；另一部分由设备功能和功能分类清单组成。
- c) 系统维修导则：系统维修导则针对专门的仪控系统，其结构也是固定的。该类导则只对有多种类型设备的专用系统进行维修分析，因为有许多不同的设备和器件，维修活动的分析更为复杂，分类维修导则的结构不适用。

## 8.2 建立维修大纲

核电厂安全可靠的运行需要有一个有效的、高质量的维修大纲。维修大纲包括管理方面和技术方面的全部预防措施和纠正措施。

维修大纲规定了维修的设备、维修项目和维修的频度，维修大纲的范围包括在役检查大纲，性能试验大纲，化学分析大纲，定期试验大纲和预防性维修大纲。

维修大纲包括下列内容：

- a) 建立一个维修组织，说明该组织具有的技术和监督等方面的各种职能，确定每一维修岗位的责任和权力；
- b) 行政管理程序的制订和实施；
- c) 维修人员的挑选、培训和资格考核；
- d) 预防性维修计划的制订和实施；
- e) 纠正性维修程序的制订和实施；
- f) 监督和试验程序的制订和实施；
- g) 在役检查程序的制订和实施；
- h) 在建造和调试阶段功能试验和性能试验程序的制订和实施；
- i) 用于维修的设施和设备的准备和维护；
- j) 全部维修活动的计划和进度安排；
- k) 维修所需物品和备品备件的采购和管理；
- l) 核电厂改造的批准和实施；
- m) 维修记录的编写和管理；
- n) 确立并保持同设计者、卖方、分包者、厂外维修公司、建造公司、营运单位中厂内外其他部门（如核电厂运行部、核电厂辐射防护部和质保部）的联络和接口。

需要实施预防性维修的设备应按照GB/T 15474进行功能分类，并编制具有设备类型、功能类别、鉴定类别、制造商名称的设备清单，并依据功能分析和故障模式分析，确定老化敏感设备或关键部件清单。

## 8.3 形成维修实施文件

### 8.3.1 维修实施文件编写的依据

维修实施文件主要包括预防性维修大纲、维修程序和质量计划。编写维修实施文件的依据主要有：

- a) 国家法规、导则和规范等；
- b) 核电厂的最终安全分析报告和维修政策等；

- c) 设计单位和供货商文件，这些文件主要包括“系统设计和运行手册”（SDM）和“设备运行和维修手册”（EOMM）等；通过查阅和分析 SDM 和 EOMM，可以了解设备或系统的设计要求、结构、性能、运行和维护要求，为保证设备在寿期内的可靠性和可用性需进行的维修活动和周期等，它们是编写预防性维修大纲的主要参考文件；
- d) 经验反馈，包括国内、外的经验反馈。

### 8.3.2 预防性维修大纲

预防性维修大纲用来明确定义核电厂须实施预防性维修的构筑物、系统和部件的预防性维修频度和深广度要求，以保证核电厂的系统 and 设备的性能维持在相应的水平上，正常执行其应有的功能，从而保证机组的安全运行和可用率。

预防性维修大纲的基本内容为维修项目清单。维修项目清单内容必须包括：

- a) 功能位置；
- b) 维修内容：清晰的描述所必须完成的维修工作；
- c) 周期；
- d) 实施状态；
- e) 维修程序：应保证程序适用于维修项目，并处于生效状态。
- f) 执行部门；
- g) 来源：凡新增、修改的维修项目必须填写来源码。

### 8.3.3 维修程序

由于核安全的重要性，在核电厂的系统和设备上进行各种维修活动，都必须按照事先准备好的各种书面指令执行，以避免人因错误和防范各种风险，并使维修工作的质量得到有效的控制以达到预期的效果和质量标准。

维修程序就是这样的包含大量执行指令、关键控制点及记录执行结果的文件。维修程序的主要内容如下：

- a) 封面页部分给出重要的基本信息：如电厂标识、标题、编码、版号、状态、质量分类、风险等级、参考文件，编写、校核、批准者的姓名等。
- b) 维修程序修改跟踪部分：给出维修程序升版的理由、依据，记录维修程序的升版历史。
- c) 维修程序正文部分宜包含“概述”、“风险分析及注意事项”、“先决条件”、“工具、材料、备件”、“许可证”、“检修工序”、“品质再鉴定”等部分。
- d) 维修报告部分：根据检修工艺及质量控制要求，对应于相应的工序编制相应的维修报告供工作负责人、检查人员、准备人员等填写、检查、总结。其作为维修活动的原始记录供存档查询。

### 8.3.4 质量计划

质量计划用于组织大型或复杂的任务。质量计划需包含以下内容：

- a) 工作票号、标题和功能位置；
- b) 操作步骤（包括操作描述、适用文件、许可证、工作负责人）；
- c) 控制点（承包商控制点、运营单位控制点）与签字。

## 8.4 维修实施与记录

### 8.4.1 工作文件包



对于纠正性维修申请，任何员工发现设备缺陷或故障后，应根据严重程度进行汇报，进行必要的初步分析和判断后，记录完整的设备编号，及时、准确、详细的录入工作申请。预防性维修的工作申请票及定期试验申请票由计划工程师发出。工作申请经过审核和批准后，准备工程师开始准备工作指令，并最终形成完整的工作文件包。

一份完整的工作文件包应包括如下内容：

- a) 工作包首页；
- b) 工作指令；
- c) 风险分析；
- d) 隔离指令；
- e) 检修规程；
- f) 附图、其它附件；
- g) 质量计划（需要时）
- h) 领料申请单（需要时）；
- i) 再鉴定单（需要时）。

#### 8.4.2 工作许可证

当需要在运行的系统和设备上从事某项工作时，为了防止对工作人员的伤害和阻止对正常运行的系统和设备造成影响，必须持有工作许可证。工作许可证表明工作所需的安全条件已具备。

计划工程师接到准备好的工作文件包以后，安排工作时间窗口，并向运行部门提出工作许可证申请。

工作许可证的申请和审批应有完善的流程，以保证其内容明确，工期合理且风险可控。

#### 8.4.3 工作实施

工作负责人根据工作指令的要求，组织人员进行现场的维修工作，包括：

- a) 领取相应的材料、备品备件和工具；
- b) 领取相应工作许可证；
- c) 召开工前会；
- d) 携带工作文件包到现场；
- e) 验证设备标识；
- f) 验证隔离边界；
- g) 验证现场工作条件，采取必要的防护措施；
- h) 根据工作指令和程序实施现场工作；
- i) 控制点的验证；
- j) 做好相关的工作记录；
- k) 避免异物落入系统设备内部；
- l) 根据要求进行品质再鉴定；
- m) 工作完成后恢复系统设备状态；
- n) 清理现场，归还工作许可证。

#### 8.4.4 记录

维修记录是为维修大纲完全按质量保证大纲执行提供客观证据所必需的，同时也为维修效果的后续审查提供依据，为可靠性研究提供数据。维修记录主要包括工作申请票、工作指令和维修报告等。

工作负责人工作完成后应填写维修报告，包括故障类别、故障现象、故障原因、处理措施、故障处理结果等内容。

准备工程师负责对维修报告审查、分类，决定维修报告是否进行存档及存档的类型，收集经验反馈和其它建议，对预防性维修大纲、维修规程的修改进行跟踪和评价。对需要跟踪的项目落实跟踪措施。负责对临时存放的维修报告进行管理，确保维修报告的完整。

文档资料部门负责按规定存放维修报告和记录。

---