

# T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXX—2025

## 机械设备可靠性评估技术规范

Technical specification for reliability evaluation of mechanical and electrical  
equipment

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国机电设备工程协会 发 布

# 目 次

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 前言 .....           | III |
| 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 评估程序 .....       | 1   |
| 5.1 评估组织 .....     | 1   |
| 5.2 评估过程程序 .....   | 2   |
| 6 可靠性需求分析与确定 ..... | 2   |
| 6.1 用户需求分析 .....   | 2   |
| 6.2 确定可靠性指标 .....  | 2   |
| 7 可靠性评估方法 .....    | 3   |
| 8 可靠性试验 .....      | 3   |
| 8.1 验证方案 .....     | 3   |
| 8.2 试验条件 .....     | 3   |
| 8.3 试品的检测 .....    | 3   |
| 9 数据的采集 .....      | 4   |
| 9.1 试验场试验 .....    | 4   |
| 9.2 现场跟踪试验 .....   | 4   |
| 9.3 故障记录 .....     | 4   |
| 10 可靠性评估过程改进 ..... | 4   |
| 11 评估报告 .....      | 5   |

# 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××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 机械设备可靠性评估技术规范

## 1 范围

本文件规定了机械设备可靠性评估的基本要求、评估程序、可靠性需求分析与确定、可靠性评估方法、可靠性试验、数据的采集、可靠性评估过程改进、评估报告等内容。

本文件适用于机械设备（含单机设备及成套系统）全生命周期的可靠性评估活动。

## 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。

GB/T 5080.1 可靠性试验 第1部分：试验条件和统计检验原理

## 3 术语和定义

GB/T 5080.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**耐久性分析** durability analysis

通过分析产品对寿命周期中使用、维护、运输、储存以及其他活动的应力响应，以评估它的可靠性预计值和预期寿命。

## 4 基本要求

4.1 应按照相关法规的要求制定包括可靠性评估程序和可靠性评估流程图在内的可靠性评估作业指导文件。

4.2 现场评估至少配备两名具有相应资格的评估人员（包含组长1名，组员若干），评估人员应在专业技术人员配合下开展现场评估。

4.3 评估组应配备满足评估检测用仪器设备和必要装备，仪器设备检测精度应能满足要求。

## 5 评估程序

### 5.1 评估组织

5.1.1 可靠性评估机构受理后，委托单位应在可靠性评估前与评估机构签订书面协议，明确双方的责任、权利和义务。

5.1.2 评估协议签订后，评估机构应成立评估组，必要时可邀请机械设备制造、安装、改造、修理单位的专业技术人员参加。

5.1.3 明确评估对象和范围、准备评估仪器、收集相关资料、确认现场安全防护措施。

5.1.4 现场评估对设备本体和使用环境进行必要的检查和测试、查阅相关技术资料和相关人员座谈等方式确定评估对象存在的各类危险因素，并进行详细客观的记录。评估组可根据评估对象实际情况，调整评估项目内容。

- 5.1.5 对现场安全检查发现的各类危险因素进行分析和识别,评估失效后果的严重程度和失效后果发生的概率,将相关信息输入评估软件系统进行运算处理。
- 5.1.6 根据信息处理结果,综合概率等级和严重程度判定各个危险因素的风险等级和风险类别,判断机械设备可靠性等级。
- 5.1.7 根据风险等级评定的结果,从技术和管理方面提出降低或消除风险的措施。
- 5.1.8 指出评估对象存在的主要风险,列出应采取的安全措施。
- 5.1.9 评估组应在评估过程结束后,综合相关资料和现场评估情况,形成可靠性评估报告。

## 5.2 评估过程程序

### 5.2.1 评估申请应包括下列内容:

- a) 评估项目:分阶段性评估(设计阶段、基建阶段、生产阶段)和全过程评估;
- b) 评估范围:分主厂房范围评估和全厂范围评估;
- c) 评估要求:提出评估人员专业、方法、目标和试验对象等要求;
- d) 评估时间:初步时间安排。

### 5.2.2 评估组织应根据评估申请,提交评估计划,应包括下列内容:

- a) 评估概述:评估目的与任务描述;
- b) 评估环境:包括先决条件(评估时的系统或设备运行状态条件要求)、限制条件(评估过程中限制运行的条件,如投入备用设备或安全系统等)、特别注意事项(如信号的强制或拆除,环境条件等)、评估资料(列出所需要查阅的评估资料,如图纸、技术规格书、设备故障记录等)、试验仪器与人员(完成工作所需要的专用试验设备、标准仪器、工具和电厂人员配合要求等);
- c) 评估过程:列出完成评估工作的内容、步骤、方法与标准,评估过程时间,计划达到的评估结果形式。
- d) 评估人员结构:提供评估项目人员结构和职能分工。

## 6 可靠性需求分析与确定

### 6.1 用户需求分析

可靠性需求分析应包括下列内容

- a) 设备的使用频率;
- b) 设备使用场景及习惯;
- c) 可使用结构化的方法实施用户需求调研活动,如客户反馈,途径是访谈、现场调查采集等。

### 6.2 确定可靠性指标

确定设备可靠性指标的工作应注意下列内容:

- a) 在确定可靠性指标要求时,考虑使用要求、费用、进度、技术水平及相似设备的可靠性水平等因素;
- b) 在选择可靠性指标时,考虑设备或其部件的使用方式、用途、类型、风险、复杂程度,及参数是否便于度量;
- c) 在选择可靠性指标时,考虑设备的安全风险,保证其安全有效性;
- d) 在满足实际使用需求和同类设备可比性的前提下,选择的可靠性指标数量最少且指标之间相互协调;
- e) 确定可靠性指标要求时,宜明确故障判据和验证方法;
- f) 可靠性指标的选取考虑与维修性、可用性、可测试性、耐久性、保障性指标相协调。

## 7 可靠性评估方法

- 7.1 可靠性评估应采用可记录、可控制和可重复的方法与技术，其中可能包括分析与试验。在数据质量可靠的情况下，推荐搜集和使用已有产品的现场使用数据来实施可靠性评估。
- 7.2 相似性分析法利用已有设备使用数据来比较用途和承受环境相似的新研设备和在役设备，进而评估新研产品的可靠性。
- 7.3 耐久性评估用于估计有寿件的寿命（失效率随时间变化）。耐久性评估应能评估温度应力、振动应力和电应力的长期效应。
- 7.4 数据手册预计可作为其他方式收集的数据补充，应收集来自相似产品、元件或模块供应商的数据。
- 7.5 试验法评估应通过对具有代表性的参数精确度抽测、自动调节品质扰动试验、控制系统性能与功能在线试验、保护系统实动试验、控制回路接线紧固度试验、人员技能现场测试等手段获得数据，分别对参数显示和控制的准确性、控制系统运行的可靠性、设备运行的安全经济性、人员技能素质和设备运行指标等进行定量评估。
- 7.6 解析法评估应通过设计资料、技术台账、规章制度、现场设备、显示画面、逻辑组态等检查和分析，分别对设备安装的可靠性和可维护性、参数显示和控制的准确性、规章制度和技术资料的完整性运行故障处理和技术措施的正确性，存在隐患和缺陷的风险性等进行定性评估。
- 7.7 一般性评估应通过浏览方式，采用解析法评估，评估范围比例应大于全部内容的 80%。
- 7.8 重点评估应在一般性检查基础上，对指定的评估项目采用试验法或解析法进行重点评估，评估范围比例（检测系统或仪表精度抽测除外）应大于全部评估范围的 10%。

## 8 可靠性试验

### 8.1 验证方案

机械设备由于其自身的特点，在做可靠性试验时采用定时或定数截尾试验方案，验证方案指标分为以下几种：

- a) 以失效率数大小作为可靠性指标；
- b) 以平均无故障工作时间作为可靠性指标；
- c) 以成功率作为可靠性指标；
- d) 以平均首次故障前工作时间作为可靠性指标；
- e) 以额定寿命时的可靠度作为可靠性指标。

### 8.2 试验条件

可靠性试验装置应符合下列规定：

- a) 能实现逐次检测；
- b) 当试品失效时，试验装置应自动停止该试品的试验、记录失效试品的编号、触头编号及失效发生时的试验次数；
- c) 能够实现对一件试品的多点监控；
- d) 进行程序控制，并能正确按照操作循环的顺序进行。推荐采用计算机进行控制，也可采用其他合适的试验装置。

### 8.3 试品的检测

8.3.1 试验前先对试品进行检测，检查试品的零部件有无损坏、变形、断裂或缺少部件，如有剔除这些不良试品，并按规定补足试品数，剔除掉的试品不计入相关失效数  $\gamma$  内。

8.3.2 按试品的特点与要求，根据相关产品可靠性试验标准中的要求进行检验。

### 8.3.3 试验后检测要点应包括下列内容：

- a) 各零部件有否破损、断裂；
- b) 功能和性能是否完好，具体检查项目见相关产品可靠性试验标准中的规定来检测；
- c) 连接导线或部件是否出现松动。
- d) 试品在试验后检测中，任一项目检测结果不符合产品标准的规定，即认为该试品失效，其失效时间按试验结束时的循环次数计算，失效数进行添加。

## 9 数据的采集

### 9.1 试验场试验

9.1.1 试验过程中应随时检查机械设备运行的情况，并做好记录。记录应准确，凡涂改之处应有记录人的签章并说明理由。

9.1.2 一旦发生故障，检验人员应根据故障判定原则、计数原则，对故障立即进行记录，并填写“故障记录表”“故障分析报告”。

9.1.3 在试验过程中，达到寿命期限的耗损件和配套件的更换不计故障，但应作记录。

### 9.2 现场跟踪试验

9.2.1 机械设备可靠性现场跟踪试验的数据采集点应至少2个~3个。

9.2.2 试验过程中可由评估机构或组织用户检查机床运行的情况，并做好记录。记录应准确，凡涂改之处应有记录人的签章并说明理由。

9.2.3 由用户进行数据采集时，应对用户进行培训，使用户明确有关定义和含义，掌握故障判定原则，并向用户提供机床的故障记录表和故障分析报告。

9.2.4 评估机构应定期到用户现场了解情况，并对具体问题予以指导，同时应定期或一次性对用户的记录和报告进行回收并负责保存。

9.2.5 一旦发生故障，检验方或用户应根据故障判定原则、计数原则，对故障立即进行记录，并填写“故障记录表”“故障分析报告”。

### 9.3 故障记录

9.3.1 对某种机械设备进行可靠性评价时，应给出具体产品的故障分级表，以明确不同级别故障的名称和表现形式。

9.3.2 每台样机应分别如实记录所发生的故障情形，包括故障名称、发生时间、故障修复时间、故障别等内容。必要时，对故障进行适当描述。

9.3.3 发生关联故障时，按一次故障计，按危害程度最严重的故障确定故障级别。

9.3.4 多个故障同时发生但无关联关系时，应分别记录故障名称，按危害程度最严重的故障确定故障级别，按一次故障计。

9.3.5 故障排除以后重复出现的同样故障，按又发生一次计算。

9.3.6 误用故障不计入故障次数，但应如实记录。

## 10 可靠性评估过程改进

### 10.1 确认类型应包括下列内容：

- a) 将可靠性评估的计算结果与现场使用数据比较，如MTTF、MTBUR、置信区间、失效前时间等；
- b) 将可靠性评估所预计的失效位置、失效模式和失效机理与现场使用数据比较；
- c) 检查以确认记录的所有失效都“合法”；

d) 将实际经受的环境条件，使用条件和维护条件与可靠性评估中的假设条件比较。

10.2 可靠性评估结果改进可靠性评估过程，应包括下列内容：

- a) 改进数据收集过程；
- b) 给定评估的应用时，对其适用的数据源和方法的选择过程进行改善；
- c) 修改公式，算法和计算方法；
- d) 采纳工业研究与学术界的适用于该产品的可靠性评估方法；
- e) 确定用于相似性分析建模的已有设备；
- f) 改进对评估结果的解释说明，这些结果被用来辅助制定有效决策。

10.3 可靠性评估过程应包含数据收集和分析，或者如何恰当使用工程数据，用户拒收数据和现场使用数据以改进设备的设计和制造过程，如 FRACAS、可靠性增长、可靠性强化和统计过程控制。

## 11 评估报告

11.1 应编制评估作业指导书并发布实施，作业指导书应包括安全状况评估记录和报告的模板和细则等内容，评估报告主要内容至少包括评估情况简介、评估组组成、设备概况、风险评估、安全评估意见、安全评估结论等，并应附上评估建议措施清单。

11.2 评估报告应包括下列内容：

- a) 前言：说明任务来源；
- b) 目的；
- c) 试验对象；
- d) 试验条件、试验装置和试验程序：注明依据的试验标准，与标准不同之处，加以说明；
- e) 试验结果：对原始数据加以处理，形成数据汇总表；
- f) 结论：根据试验结果和评定，对机械设备的可靠性做出说明；
- g) 试验日期。

11.3 评估报告须有编制、审核、批准人员的签字和评估机构专用章或公章。

---