

第七部分：维修性数据的收集、分析与表示

Guide on maintainability of equipment

Part 7: Collection, analysis and presentation of data related to maintainability

1 引言

对产品的维修性进行评价,需要产品寿命周期内不同时刻的维修性数据。本标准的目的是概述收集、分析及表示维修性数据时需要予以考虑的内容。

维修性数据的收集、分析与表示,要求在产品的设计期间、生产期间及工作期间进行。这些数据一般由产品的供货方以维修性数据报告的形式提供给预期的使用者,数据报告包括数据及基本原理,主要的维修性数据是修理与维护停机时间和工时。维修保障信息也应提供,此信息应说明需要的人员及设施。

在表示维修性数据时,需要着重考虑的是维修规则、名词术语及定义、数据来源说明、分析程序、数据表示方法。本标准概述了上面提出的各种要素的范围。

2 术语及定义

维修性数据通常应用 GB 3187《可靠性基本名词术语及定义》和本导则中规定的参数表示。使用的术语若 GB 3187中没有包括,则这些术语应作为数据表示的一部分予以充分说明。

本标准使用下述特定术语:

维修策略:产品维修时所采用的各种维修水平、维修场所与维修条件之间的相互关系的说明。

维修规则:一般的维修策略在具体产品上的应用。

自动恢复时间:自动地使产品达到能完成要求的功能所需要的恢复时间。

3 维修规则说明

为了清楚地理解所表示的维修性数据,说明数据是可用的,产品的维修规则是必不可少的。表1说明了为描述适用的维修规则一般所需要的信息类型。

表 1 维修规则必要的资料示例

产品标记	日期				
产品说明					
产品功能					
维修规则					
维修场所 ¹⁾	维修水平	技能要求	保障设备要求	技术文件要求	训练要求
1. 在产品上(原位)					
2. 当地(中间级)					
3. 基地(大修工厂)					

注：1) 维修场所仅是说明性的，维修场所应与产品的维修需要及使用场所一致。

4 数据来源

维修性数据可从以下几方面得到：

相似产品的历史数据；

产品设计和制造数据；

产品验证和现场数据。

这些数据可用基本的维修性量度值(真值、预计值、估计值、外推值)表示。

在说明上述各种数据来源时，应予考虑的要点如下。

4.1 历史数据

首先应说明历史数据的来源(现场使用、修理工厂的经验和历史数据所依据的产品。其次，历史数据适应于目前研制的产品的理由应加以说明。收集数据使用的方法、维修人员的训练及技能水平和历史数据对所研究产品的适用性影响的差异也应说明。

历史数据主要用于产品规范的计划阶段，在产品寿命的后期阶段，应考虑它们与在现行产品上所得到的实际数据的关系。历史数据也可作为维修性检验(见本导则第六部分：维修性检验)的辅助信息来源。

4.2 产品设计和制造数据

如果维修性数据是从设计和制造阶段(研制试验或生产线)通过采用设计分析或预计获得，则使用的方法必须予以鉴定。方法如何选择和应用应提供详细说明，并应说明数据在精度方面存在着的任何可能的限制。本导则的第五部分(设计阶段的维修性研究)论述了设计分析和评价方法。

产品设计和制造数据，将作为产品维修性鉴定及验收、评审历史数据的贴切性及以往的维修性估计值的有效性根据。

4.3 产品验证及现场数据

维修性数据可从样机进行的实验或产品使用(修理工厂、现场工作)期间产生的数据中得到，选用的维修操作方法、数据监控和记录技术应加以说明。维修人员的技术水平及其受到的训练也应加以说明。本导则的第六部分详述了各种不同的维修性验证技术。反馈的验证数据和现场数据是确定产品寿命周期使用阶段工程活动的依据。

5 分析程序

当检验维修性是否符合规定的要求以及对维修性进行测定而提供维修性数据时，使用的分析程序应加以说明，有关的要点有：

数据的编辑；

数据分布分析；

参数计算。

5.1 数据的编辑

应说明为保证数据的准确性、完整性及有效性所采取的措施，如对数据进行检查，应说明进行此项工作的原因及使用的规则。

5.2 数据分布分析

要对维修性数据进行处理，首先必需确定数据的基本分布。对检验分布形式所用的方法以及方法选择的原理应加以说明。分布分析常用的方法有 X^2 检验、柯尔莫洛夫-斯米尔洛夫检验和图示检验。

5.3 参数计算

计算各种维修性参数的依据应加以说明。如果选择的参数是根据积累的或某一时间间隔的数据计算出来，对计算使用的方法应加以详述；如果使用了维修性数学模型，则模型应予以充分说明。

6 数据表示

维修性数据表示一般分为：

修复性维修；

预防性维修。

此外，维护保障数据亦应给以说明，以提供必要的背景信息。

6.1 修复性维修

修复性维修时间一般由包含几个要素的修理实施时间表示，表2为修复性维修工作中记录修理要素细节的一种常用格式。该表格提供鉴别故障单元(单元性能)、故障类型(缺陷)、实施维修的技术人员(姓名)、需要的人员数量以及停机时间的各种要素，它适用于从研制或操作试验得到的数据。从历史的或预计的资料来源得到的数据，可用均值或中位数表示，而不以单一的作业数据表示。表3用表格形式说明了上述资料来源的数据以及汇总的(平均的)试验数据可采用的表示形式，此表对产品各主要的子单元的平均时间和标准偏差，给出了组件平均修理实施时间及其各组成要素，如果需要，也可选用百分位值表示，以代替标准偏差，如第95百分位值。

描述修理情况有时使用的其他参数有：

故障自动检测率(产品工作时)；

故障自动恢复率；

1至 n 个插入式的单元自动或手动的故障定位准确度；

自动或手动修理方法的效率；

平均修复实施时间或修复实施时间的百分位值。

这些参数的平均值可从历史数据或预计数据及试验数据中得到。

表2 实施修理任务数据一览表

单位:h

作业序号	单元代号	故障	名称	人员数量	诊断	技术延迟	各个子项诊断时间			
							修复	最后校验	合计	工时
1	LRA-1 ¹⁾	CR-1		1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5
2	LRA-1 ¹⁾	C-24		2	0.7	0.2	0.2	0.2	1.3	2.6
3	LRA-5 ¹⁾	—		—	—	—	—	—	—	—

注：1) LRA 使用现场维修可更换的组件。

表3 实施修理时间一览表

单位:h

单元代号	诊断时间		技术延迟		修理时间		最后校验时间		合计时间	
	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
LRA-1 ¹⁾	0.2	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.5	0.05
LRA-5 ¹⁾	0.7	0.1	0.2	0.05	0.2	0.05	0.2	0.05	1.3	0.09

注：1) LRA 使用现场维修可更换的组件。

6.2 预防性维修

预防性维修数据的表示，要求对任务的持续时间以及出现的频次分别予以表示，表4给出了数据表示可采取的形式。预防性维修时间一般用维护实施时间表示。对观测到的非维护实施的停机时间，必要时可进行补充说明。为了有助于维修计划安排，也要求估计出每种任务的维修工时。除了具体的任务信息以外，预防性维修次数的总数也应予以表示。

6.3 维修保障资料

用户为了制订维修保障方案，将需要维修保障资料。表5具体说明了维修保障可能需要的资料类型。

主要资料有建议的维修规则、训练要求、专门的工具或其他保障设备及使用的技术文件。此外,产品维护要求应根据所进行的主要维护工作对人员的技能、保障设备的要求以及它们对停机时间和工时的影响进行详述。其次,对维修保障数据所考虑的后勤时间、所用备件的交付,必要时可作为附加要求。

表 4 预防性维修一览表 单位: h

任务序号	单元代号	作业说明	规定的任务频次	任务程序代号 ¹⁾	需要的人员数量	工时	实际维护时间
1	LRA-1	清扫空气过滤器 (627号零件)	每500小时	A-1	1	0.5	0.5
2	LRA-1	更换刷子 (123号零件)	每500小时	A-2	2	1.5	0.75
3	—	—	—	—	—	—	—

注: 1) 参看维护任务程序的详细说明。

表 5 维修保障数据示例

产品代号 _____ 日期 _____

产品说明 _____

产品功能 _____

维修规则 _____

训练条件 _____

专用工具、使用的检测或辅助设备 _____

使用的技术文件 _____

产品维修条件:

代号说明 维修场所 措施类型 人员技能 保障设备 任务频次 每项任务工时 总工时

附加说明:

本标准由电子工业部标准化研究所、南京714厂起草。