



中华人民共和国国家军用标准

FL 0103

GJB 368B-2009

代替 GJB 368A-1994

装备维修性工作通用要求

General requirement for materiel maintainability program

2009-05-25 发布

2009-08-01 实施

中国人民解放军总装备部 批准

目 次

前言	III
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
4.1 维修性工作的目标	2
4.2 维修性工作的基本原则	2
4.3 订购方与承制方的职责	2
4.4 维修性工作与其他相关工作的协调	3
4.5 维修性信息	3
4.6 维修性要求	3
4.7 维修性要求的验证	4
4.8 使用期间的维修性工作	4
5 维修性及其工作项目要求的确定(工作项目 100 系列)	4
5.1 确定维修性要求(工作项目 101)	4
5.2 确定维修性工作项目要求(工作项目 102)	5
6 维修性管理(工作项目 200 系列)	5
6.1 制定维修性计划(工作项目 201)	5
6.2 制定维修性工作计划(工作项目 202)	6
6.3 对承制方、转承制方和供应方的监督和控制(工作项目 203)	6
6.4 维修性评审(工作项目 204)	7
6.5 建立维修性数据收集、分析和纠正措施系统(工作项目 205)	7
6.6 维修性增长管理(工作项目 206)	8
7 维修性设计与分析(工作项目 300 系列)	8
7.1 建立维修性模型(工作项目 301)	8
7.2 维修性分配(工作项目 302)	8
7.3 维修性预计(工作项目 303)	9
7.4 故障模式及影响分析——维修性信息(工作项目 304)	10
7.5 维修性分析(工作项目 305)	10
7.6 抢修性分析(工作项目 306)	11
7.7 制定维修性设计准则(工作项目 307)	11
7.8 为详细的维修保障计划和保障性分析准备输入(工作项目 308)	12
8 维修性试验与评价(工作项目 400 系列)	12
8.1 维修性核查(工作项目 401)	12
8.2 维修性验证(工作项目 402)	13
8.3 维修性分析评价(工作项目 403)	13
9 使用期间维修性评价与改进(工作项目 500 系列)	14
9.1 使用期间维修性信息收集(工作项目 501)	14

GJB 368B-2009

9.2 使用期间维修性评价(工作项目 502).....	14
9.3 使用期间维修性改进(工作项目 503).....	15
10 应用指南.....	15
附录 A (资料性附录) 应用指南.....	16

前 言

本标准代替 GJB 368A-1994《装备维修性大纲》。

本标准与 GJB 368A-1994 相比，主要有下列变化：

- a) 修订后标准更名为《装备维修性工作通用要求》。
- b) 标准的适用阶段由原来的研制与生产扩展为论证、研制、生产和使用。
- c) 标准的行文不再采用“承制方制定维修性保证大纲”和“订购方提出大纲要求”的说法，而改为订购方提出维修性计划，承制方制定并实施维修性工作计划。
- d) 新标准增加的要求和工作项目系列及工作项目主要有：
 - 1) 总则(相当于原标准的一般要求)中增加了“维修性工作的基本原则”、“订购方与承制方的职责”和“使用期间的维修性工作”等内容。
 - 2) 增加了“维修性及其工作项目要求的确定”工作项目系列，称之为 100 系列，其中包括“确定维修性要求”和“确定维修性工作项目要求”两个工作项目。
 - 3) 将原 100 系列顺推为 200 系列。200 系列增加了“制定维修性计划”和“维修性增长管理”工作项目。“制定维修性计划”要求订购方对其开展的维修性工作，通过制定计划，实施有效的管理。
 - 4) 原 200 系列顺推为 300 系列。300 系列增加了“抢修性分析”工作项目。
 - 5) 原 300 系列顺推为 400 系列。400 系列增补了“维修性核查”、“维修性分析评价”工作项目。
 - 6) 增加了“使用期间维修性评价与改进”工作项目系列，称之为 500 系列，其中包括“使用期间维修性信息收集”、“使用期间维修性评价”、“使用期间维修性改进”三个工作项目。

本标准的附录 A 是资料性附录。

本标准由中国人民解放军总装备部电子信息基础部提出。

本标准起草单位：军械工程学院、装甲兵工程学院、海军装备研究院舰船论证研究所、空军装备研究院航空装备研究所、第二炮兵装备研究院第一研究所、船舶工业综合技术经济研究院、沈阳飞机设计研究所。

本标准主要起草人：郝建平、王松山、何成铭、林武强、辛文逵、阮永梅、陈大圣、李 宏、甘茂治。

装备维修性工作通用要求

1 范围

本标准规定了装备寿命周期内开展维修性工作的要求和项目,为订购方和承制方开展维修性工作提供依据和指导。

本标准适用于各类装备(或系统、分系统和设备)。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本标准的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包含勘误的内容)或修订版本都不适用于本标准,但提倡使用本标准的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GJB 431 产品层次、产品互换性、样机及有关术语
- GJB 450 装备可靠性工作通用要求
- GJB 451 可靠性维修性保障性术语
- GJB 841 故障报告、分析和纠正措施系统
- GJB 1371 装备保障性分析
- GJB 1686 装备质量信息管理通用要求
- GJB 1775 装备质量与可靠性信息分类和编码通用要求
- GJB 1909 装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求
- GJB 2072 维修性试验与评定
- GJB 2547 装备测试性大纲
- GJB 2961 修理级别分析
- GJB 3273 研制阶段技术审查
- GJB 3385 测试与诊断术语
- GJB 3837 装备保障性分析记录
- GJB 3872 装备综合保障通用要求
- GJB 4803 装备战场损伤评估与修复手册的编写要求
- GJB/Z 23 可靠性和维修性工程报告编写一般要求
- GJB/Z 57 维修性分配与预计手册
- GJB/Z 72 可靠性维修性评审指南
- GJB/Z 91 维修性设计技术手册
- GJB/Z 145 维修性建模指南
- GJB/Z 1391 故障模式、影响及危害性分析指南

3 术语和定义

GJB 431、GJB 451 与 GJB 3385 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 任务维修性 **mission maintainability**

产品在规定的任务剖面中,经维修能保持或恢复到规定状态的能力。

3.2 固有维修性 **inherent maintainability**

通过设计和制造赋予产品的,并在理想的使用和保障条件下所呈现的维修性,也称设计维修性。

3.3 使用维修性 operational maintainability

产品在实际的使用维修中表现出来的维修性，它反映了产品设计、制造、安装和使用环境、维修策略等因素的综合影响。

3.4 维修性使用参数 operational maintainability parameter

直接与战备完好性、任务成功性、维修人力和保障资源有关的一种维修性度量。其度量值称为使用值(目标值与门限值)。

3.5 维修性合同参数 contractual maintainability parameter

在合同中表达订购方维修性要求的，并且是承制方在研制和生产过程中可以控制的参数。其度量值称为合同值(规定值与最低可接受值)。

4 总则

4.1 维修性工作的目标

开展维修性工作的目标是确保研制、生产或改型的装备达到规定的维修性要求，以提高装备的战备完好性和任务成功性，减少维修人力及其他维修保障资源要求，降低寿命周期费用，并为装备全寿命管理和维修性持续改进提供必要的信息。

4.2 维修性工作的基本原则

维修性工作的基本原则主要有：

- a) 维修性工作必须遵循预防为主、早期投入的方针，应把预防、发现和纠正产品设计、制造等方面的维修性缺陷作为维修性工作的重点。
- b) 装备论证阶段应对维修性要求充分论证，并与相关特性及资源相协调，保证维修性要求合理、科学并可实现。
- c) 维修性工作必须纳入装备的研制工作，统一规划，协调进行。应积极采用并行工程的方法，实现各类工程活动的综合协调。
- d) 应根据产品所处阶段、复杂和关键程度、使用(贮存)环境、新技术含量、费用、进度以及产品数量等因素对工作项目的适用性和有效性进行分析，选择效费比高的维修性工作项目。
- e) 必须加强对研制和生产过程中维修性工作的监督与控制，严格进行维修性评审，为转阶段决策提供依据。
- f) 应重视收集并分析现役装备，尤其是同类装备存在的维修性问题，在新研装备中采取有效的措施，避免类似问题重复出现，以提高其维修性。
- g) 应充分重视使用期间的维修性工作，尤其是初始使用阶段的维修性评价和维修性改进工作，以最终满足部队对装备维修性的要求。
- h) 尽可能利用有关标准或有效的工程经验，通过规范化的工程途径，开展各项维修性工作，其实施结果应形成报告。
- i) 装备设计应当充分考虑在战场上对损伤装备进行快速应急的损伤评估和修复的可能性与有效性。
- j) 软件的开发必须符合软件工程的要求，对关键软件应有维护性要求并规定其验证方法。

4.3 订购方与承制方的职责

4.3.1 订购方职责

订购方的职责主要有：

- a) 制定并实施维修性计划，对装备寿命周期的维修性工作进行管理；
- b) 提出型号的维修性要求和维修性工作项目要求，并与承制方协商，将使用维修性要求转化为维修性合同要求，并纳入研制总要求及相关附件；
- c) 对承制方的维修性工作项目进行监控，主持或参与维修性评审，对维修性试验与评价的结果进行认

定；

- d) 按合同或有关规定向承制方提供开展维修性工作所必需的信息；
- e) 装备部署后，组织进行使用期间的维修性评价和改进等。

4.3.2 承制方职责

承制方的职责主要有：

- a) 协助订购方对装备的维修性要求进行论证，确保维修性要求的合理性和可实现性；
- b) 制定并实施详细的维修性工作计划，落实合同要求的各项维修性工作，实现合同规定的维修性要求；
- c) 对转承制方的维修性工作进行监控，按转承制或供应合同严格验收转承制产品或外购产品；
- d) 根据合同或有关规定向订购方提供资料及数据；
- e) 对使用中暴露的维修性缺陷负责改进；
- f) 协助或负责实施订购方组织的使用期间维修性改进。

4.4 维修性工作与其他相关工作的协调

维修性工作应与其它相关工作协调，主要包括：

- a) 维修性工作应与可靠性、综合保障、测试性、安全性、质量管理等相关的工作相协调，并尽可能结合进行，但应保证维修性工作的实质性内容和要求；
- b) 维修性工作的输出信息应能满足综合保障、测试性和安全性工作的有关输入要求，维修性工作计划应明确这些接口关系。

4.5 维修性信息

维修性信息包括装备论证、研制、生产和使用阶段产生的有关维修性数据、报告及文件等。维修性信息工作的主要要求有：

- a) 维修性信息应作为装备质量信息的重要内容，并按 GJB 1686 的规定实施统一管理；
- b) 应明确装备寿命周期各阶段对维修性信息的要求，并通过利用或完善现有的信息系统，建立维修性数据收集、分析和纠正措施系统(DCACAS)，有效地收集、记录、分析、处理和反馈维修性信息；
- c) 有关维修性信息应按 GJB 1775、GJB 3837 等标准的要求，规定信息单元的名称和代码；
- d) 订购方和承制方相互提供的维修性信息及其要求均应在相应的合同中明确，其中维修性工作报告的格式应符合 GJB/Z 23 的规定。

4.6 维修性要求

4.6.1 维修性定量要求

4.6.1.1 维修性定量要求的范围

维修性定量要求应反映系统战备完好性、任务成功性、保障费用和维修人力等目标或约束，体现在保养、预防性维修、修复性维修和战场抢修等诸方面。不同维修级别，维修性定量要求应不同，不指明维修级别时应是基层级的定量要求。

4.6.1.2 维修性参数

维修性参数可分为以下三类：

- a) 维修时间参数，如平均修复时间(MTTR)、系统平均恢复时间(MTTRS)、平均预防性维修时间(MPMT)等；
- b) 维修工时参数，如维修工时率(MR)；
- c) 测试诊断类参数，如故障检测率(FDR)、故障隔离率(FIR)、虚警率(FAR)、故障检测隔离时间(FIT)等。

4.6.1.3 确定维修性定量要求的原则

确定维修性定量要求的主要原则有：

- a) 在确定维修性要求时,应全面考虑使用要求、费用、进度、技术水平及相似产品的维修性水平等因素;
- b) 在选择维修性参数时,应全面考虑装备的任务使命、类型特点、复杂程度及参数是否便于度量及验证等因素,参数之间应相互协调;
- c) 维修性参数要求应由系统战备完好性、任务成功性、维修人力和保障资源等要求导出,在反映维修性目标的前提下,选取最少的维修性参数,按 GJB 3872 和 GJB 1909 的规定,协调权衡确定维修性、可靠性、保障系统及其资源等要求;
- d) 订购方可以单独提出关键分系统和设备的维修性要求,对于订购方没有明确规定的较低层次产品的维修性要求,由承制方通过维修性分配的方法确定。

4.6.2 维修性定性要求

维修性定性要求是为使产品维修快速、简便、经济,而对产品设计、工艺、软件及其他方面提出的要求,一般包括可达性、互换性与标准化、防差错及识别标志、维修安全、检测诊断、维修人素工程、零部件可修复性、减少维修内容、降低维修技能要求等方面。

4.7 维修性要求的验证

4.7.1 维修性合同要求验证

在研制合同中,对于规定的维修性要求必须明确验证的方法和接收、拒收判别准则。在确定验证方法时应注意以下问题:

- a) 维修性验证试验,应在合同规定指标所对应的产品层次上进行;当不能或不适宜用试验方法验证产品维修性时,允许利用不同层次产品的维修性数据(特别是试验结果),采用建模与仿真或其他分析、综合的方法,评定产品的维修性水平是否符合规定的要求;
- b) 维修性试验应以统计方法为基础,可根据 GJB 2072 或其他有关标准,选择适合的统计试验方案,并确定环境条件。

4.7.2 使用维修性评价

订购方应通过有计划地收集、分析实际使用过程中的维修数据,评价装备的使用维修性水平。

4.8 使用期间的维修性工作

装备部署后,订购方应有计划地安排并组织维修性信息的收集分析、维修性评价、维修性改进等工作,以不断提高装备的维修性水平。

5 维修性及其工作项目要求的确定(工作项目 100 系列)

5.1 确定维修性要求(工作项目 101)

5.1.1 目的

协调并确定维修性定量定性要求,以满足系统战备完好性、任务成功性要求和保障资源等约束。

5.1.2 工作项目要点

5.1.2.1 订购方应根据装备的任务需求和使用要求提出装备的维修性要求,包括定量要求和定性要求。

5.1.2.2 装备的维修性要求应与可靠性、保障系统及其资源等要求协调确定,以合理的费用满足系统战备完好性和任务成功性要求。

5.1.2.3 维修性要求确定应遵循 4.6 的规定。

5.1.2.4 维修性要求确定工作应按 GJB 1909 规定的要求和程序进行。

5.1.2.5 在论证过程中,应对维修性要求进行中间和最终评审。维修性要求的评审应有装备论证、设计、试验、使用和保障等各方面的代表参加。维修性要求评审尽可能与系统要求审查和相关特性的要求评审结合进行。

5.1.2.6 确定的维修性要求应纳入装备研制总要求、研制合同或相关文件。

5.1.3 注意事项

注意的事项主要包括：

- a) 维修性要求确定工作的安排应纳入维修性计划；
- b) 要求承制方参与或承担的论证工作应当用合同明确。

5.2 确定维修性工作项目要求(工作项目 102)

5.2.1 目的

选择并确定维修性工作项目，以可接受的寿命周期费用，实现规定的维修性要求。

5.2.2 工作项目要点

5.2.2.1 订购方应优先选择经济有效的维修性工作项目。

5.2.2.2 维修性工作项目的选择取决于具体产品的情况，考虑的主要因素有：

- a) 要求的维修性水平；
- b) 产品的类型和特点；
- c) 产品的复杂程度和重要性；
- d) 产品新技术含量；
- e) 费用、进度及所处阶段等。

5.2.2.3 维修性工作项目应与相关工程，特别是与按 GJB 450、GJB 2547、GJB 3872 确定的可靠性、测试性和综合保障工作项目协调，综合安排，相互利用信息，减少重复的工作。

5.2.2.4 应明确对维修性工作项目的具体要求和注意事项，以确保维修性工作项目的实施效果。

5.2.2.5 应对选择的维修性工作项目的经济性、有效性进行评审。

5.2.3 注意事项

注意的事项主要包括：

- a) 维修性工作项目选择确定工作应纳入维修性计划；
- b) 对承制方的维修性工作项目要求应纳入合同或相关文件。

6 维修性管理(工作项目 200 系列)

6.1 制定维修性计划(工作项目 201)

6.1.1 目的

全面规划装备寿命周期的维修性工作，制订并实施维修性计划，以保证维修性工作顺利进行。

6.1.2 工作项目要点

6.1.2.1 订购方应在装备立项综合论证开始时制定维修性计划，其主要内容包括：

- a) 装备维修性工作的总体要求和安排；
- b) 维修性工作的管理和实施机构及其职责；
- c) 维修性及其工作项目要求论证工作的安排；
- d) 维修性信息工作的要求与安排；
- e) 对承制方监督与控制工作的安排；
- f) 维修性评审工作的要求与安排；
- g) 维修性试验与评价工作的要求与安排；
- h) 使用期间维修性评价与改进工作的要求与安排；
- i) 工作进度及经费安排等。

6.1.2.2 随着装备论证、研制、生产、使用的进展，订购方应不断调整、完善相关阶段维修性计划。

6.1.2.3 维修性计划应通过评审。

6.1.3 注意事项

注意的事项主要包括：

- a) 要求承制方承担的工作应在合同中明确；

b) 维修性计划应与订购方的其他计划如可靠性计划、综合保障计划等相协调。

6.2 制定维修性工作计划(工作项目 202)

6.2.1 目的

制定并实施维修性工作计划,以确保产品满足合同规定的维修性要求。

6.2.2 工作项目要点

6.2.2.1 承制方应根据合同要求制定维修性工作计划,其主要内容包括:

- a) 产品的维修性要求和维修性工作项目的要求,工作计划中至少应包含合同规定的全部维修性工作项目;
- b) 各项维修性工作项目的实施细则,如工作项目的目的、内容、范围、实施程序、完成结果和对完成结果检查评价的方式;
- c) 维修性工作的管理和实施机构及其职责,以及保证计划得以实施所需的组织、人员和经费等资源的配备;
- d) 维修性工作与产品研制计划中其他工作协调的说明;
- e) 实施计划所需数据资料的获取途径或传递方式与程序;
- f) 对评审工作的具体安排;
- g) 关键问题及其对实现要求的影响,解决这些问题的方法或途径;
- h) 工作进度等。

6.2.2.2 维修性工作计划随着研制的进展不断完善。当订购方的要求变更时,计划应做必要的相应更改。

6.2.2.3 维修性工作计划应经评审和订购方认可。

6.2.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 维修性工作项目要求;
- b) 维修性评审的要求;
- c) 需提交的资料项目。

其中 a) 是必须明确的。

6.3 对承制方、转承制方和供应方的监督和控制(工作项目 203)

6.3.1 目的

订购方对承制方、承制方对转承制方和供应方的维修性工作进行监督与控制,必要时采取相应的措施,以确保承制方、转承制方和供应方交付的产品符合规定的维修性要求。

6.3.2 工作项目要点

6.3.2.1 订购方对承制方的维修性工作实施有效的监督与控制,督促承制方全面落实维修性工作计划,以实现合同规定的各项要求。

6.3.2.2 承制方明确对转承制产品和供应品的维修性要求,并与装备的维修性要求协调一致。

6.3.2.3 承制方明确对转承制方和供应方的维修性工作要求 and 监控方式。

6.3.2.4 承制方对转承制方和供应方的要求均应纳入有关合同,主要包括以下内容:

- a) 维修性定量与定性要求及验证方法;
- b) 对转承制方维修性工作项目的要求;
- c) 对转承制方维修性工作实施监督和检查的安排;
- d) 转承制方执行维修性数据收集、分析和纠正措施系统的要求;
- e) 承制方参加转承制方产品设计评审、维修性试验的有关事项;
- f) 转承制方或供应方提供产品规范、图样、维修性数据资料和其他技术文件等的要求。

6.3.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确：

- a) 对承制方的监督与控制要求及内容；
- b) 对参加转承制方或供应方维修性评审的要求；
- c) 转承制产品或供应品是否进行维修性验证试验，以及试验与监督的负责单位。

6.4 维修性评审(工作项目 204)

6.4.1 目的

按计划进行维修性要求和维修性工作评审，确保维修性要求的合理性，并最终实现规定的维修性要求。

6.4.2 工作项目要点

6.4.2.1 订购方应安排并进行维修性要求和维修性工作项目要求的评审，并主持或参与合同要求的维修性评审。

6.4.2.2 订购方安排的维修性评审及其要求应纳入维修性计划。

6.4.2.3 对承制方的维修性工作应进行评审。承制方制定的维修性工作计划应包括评审点设置、评审内容、评审类型、评审方式及要求等。

6.4.2.4 应提前通知参加评审的各方代表，制定详细的评审实施计划，并提供有关评审的文件和资料。

6.4.2.5 维修性评审应尽可能与作战性能、可靠性、安全性、综合保障等评审结合进行，必要时也可单独进行。

6.4.2.6 维修性评审的结果应形成文件，主要包括评审的结论、存在的问题、解决措施及完成日期。对承制方的维修性评审结果应经订购方认可。

6.4.2.7 维修性评审应按 GJB/Z 72 和 GJB 3273 规定的有关内容进行。

6.4.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确：

- a) 对承制方维修性评审的要求；
- b) 需提交的资料项目。

6.5 建立维修性数据收集、分析和纠正措施系统(工作项目 205)

6.5.1 目的

建立维修性数据收集、分析和纠正措施系统，确立并执行维修性缺陷记录、分析和纠正程序，实现维修性的持续增长。

6.5.2 工作项目要点

6.5.2.1 承制方应建立维修性数据收集、分析和纠正措施系统，并保证其贯彻实施。

6.5.2.2 数据收集系统建立的时机不应晚于方案阶段，并与可靠性、安全性、保障性的有关数据收集系统(参见 GJB 841)协调或结合。整个研制过程应使用同样的数据收集系统。

6.5.2.3 维修性数据分析工作程序包括缺陷报告、原因分析、纠正措施的确定和验证，以及反馈到设计、生产中的程序。

6.5.2.4 维修性缺陷纠正的基本要求是问题描述准确、原因分析透彻、纠正措施有效。

6.5.2.5 应将维修性数据报告和分析的记录、纠正措施的实施效果及审查结论立案归档，使其具有可追溯性。

6.5.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确：

- a) 承制方维修性数据收集、分析和纠正措施系统和订购方信息系统协调的内容和范围；
- b) 承制方向订购方报告数据的产品层次及提交与 DCACAS 有关的资料的要求；
- c) 向保障性分析提供的数据项目。

其中 b) 是必须确定的事项。

6.6 维修性增长管理(工作项目 206)

6.6.1 目的

制定并实施维修性增长管理计划,以实现维修性按计划增长。

6.6.2 工作项目要点

6.6.2.1 应将产品研制的各项有关试验纳入试验、分析与改进的维修性增长管理过程。

6.6.2.2 承制方应从研制初期开始对关键的分系统或设备实施维修性增长管理。

6.6.2.3 在工程研制阶段应有计划地开展维修性增长,对发现的维修性问题,在定型前应进行改进。

6.6.2.4 在部队试用期间发现的问题,要及时反馈到研制部门,在装备改进、改型中落实。

6.6.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 维修性增长目标及时限;
- b) 需提交的资料项目。

7 维修性设计与分析(工作项目 300 系列)

7.1 建立维修性模型(工作项目 301)

7.1.1 目的

建立产品的维修性模型,用于定量分配、预计和评定产品的维修性。

7.1.2 工作项目要点

7.1.2.1 可采用 GJB/Z 145 提供的程序和方法建立产品的维修性模型。

7.1.2.2 建立维修性数学模型,应考虑下列因素:

- a) 影响产品维修性的设计特征,如故障检测与隔离方式、故障频率、重量、布局、安装方式等;
- b) 与维修性模型相应的维修级别及保障条件;
- c) 与维修性模型有关的维修项目(如规定的可更换单元)清单;
- d) 相似产品的数据积累和维修工作经验。

7.1.2.3 模型的复杂程度应与产品的复杂程度相适应。应根据设计的变更和使用保障条件的变化及时对模型加以修改。维修性数学模型的输入和输出应与产品的其他分析模型的输入和输出要求相一致。

7.1.2.4 应针对不同的维修性要求分别建立产品的维修性模型。

7.1.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 确认供选择的建模方法;
- b) 用作定量要求的维修性参数;
- c) 维修保障方案;
- d) 所建模型对应的维修级别;
- e) 为保障性分析提供报告的要求(见工作项目 308);
- f) 需要补充的维修性术语;
- g) 由前期保障性分析得出的维修性指标或约束;
- h) 需提交的资料项目;
- i) 修改模型的要求。

其中 b)、c)、d) 是必须确定的事项。

7.2 维修性分配(工作项目 302)

7.2.1 目的

将产品顶层的维修性定量要求逐层分配到规定的产品层次。

7.2.2 工作项目要点

7.2.2.1 应将产品维修性定量要求逐层分配到规定的产品层次，作为维修性设计和提出外协、外购产品维修性定量要求的依据。具体的维修性分配值应列入相应的技术规范。所有维修性分配值应与维修性模型相一致，并随模型的修改而更改。

7.2.2.2 可采用 GJB/Z 57 推荐的方法或其他适宜的方法进行维修性分配，分配的方法和采用的理由应当记录成文并经订购方认可。

7.2.2.3 维修性分配应与维修性预计相结合，并考虑各部分指标实现的可能性。维修性分配要与可靠性分配、保障性分析密切协调。若按 GJB 2547 要求进行测试性分配，维修性分配值应作为其基础。

7.2.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确：

- a) 维修性分配的最低产品层次；
- b) 保障性分析所需的相关信息；
- c) 订购方指定的产品，应提供其维修性水平和相关的维修保障信息；
- d) 需提交的资料项目；
- e) 及时修改维修性分配的要求。

其中 a)、c) 是必须确定的事项。

7.3 维修性预计(工作项目 303)

7.3.1 目的

估计产品的维修性，评价所提出的设计方案在规定的保障条件下，是否能满足规定的维修性定量要求。

7.3.2 工作项目要点

7.3.2.1 承制方应按确定的维修级别分别对产品及其组成部分进行维修性预计。必要时，应对所提出的不同使用和维修保障方案分别进行预计。

7.3.2.2 预计的结果应能表明该产品是否满足合同规定的维修性指标。

7.3.2.3 应根据维修性定量要求确定预计的参数，必要时，应对预防性维修工作量、费用予以预计。

7.3.2.4 预计时，应该采用 GJB/Z 57 规定的方法，也可采用由订购方批准或提供的其他方法。应指明预计产品维修性所采用的专门技术和数据来源。若对 GJB/Z 57 中没有包括的设备种类进行预计时，所采用的数据应得到订购方的批准。

7.3.2.5 有维修性要求的产品都应进行维修性预计。如果有具体的文件或者有确实的维修性历史资料，证实产品故障及维修不影响总体要求的维修性时，可不进行该产品的维修性预计，但需经订购方认可。

7.3.2.6 根据需要，维修性预计应反复进行，不断完善。

7.3.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确：

- a) 进行维修性预计的维修级别；
- b) 进行维修性预计的产品层次；
- c) 产品的维修保障方案或其备选方案；
- d) 订购方提供的设备的维修性信息；
- e) 预计的维修性参数；
- f) 将工作项目 301 和 302 规定为工程研制阶段必须实施的工作项目；
- g) 预计方法及其来源；
- h) 以实际经验和试验数据及时修改预计的条件与要求；
- i) 订购方对采用实际数据的批准权限和程序；
- j) 为保障性分析及其记录提供数据的要求；
- k) 需提交的资料项目。

其中 a)、b)、c)、d)、e) 是必须确定的事项。

7.4 故障模式及影响分析——维修性信息(工作项目 304)

7.4.1 目的

确定可能的故障模式及其对产品工作的影响,以便确定需要的维修性设计特征,包括故障检测隔离系统的设计特征。

7.4.2 工作项目要点

7.4.2.1 按照 GJB/Z 1391 进行故障模式及影响分析(FMECA)和损坏模式及影响分析(DMEA),以获取维修性信息,例如故障检测、故障排除措施等。

7.4.2.2 本工作项目应与可靠性、安全性、人素、保障性分析及技术手册编制时所进行的故障模式及影响分析(FMEA)或故障模式、影响及危害性分析(FMECA)的工作结合起来。

7.4.2.3 确定本工作项目结果在设计故障检测隔离系统和进行维修性分析等方面的具体应用。

7.4.2.4 可参照 GJB/Z 1391 提供的程序和方法,在不同阶段进行硬件、功能、工艺及软件 FMEA。

7.4.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 如果在合同工作说明的其他地方没有引用 GJB/Z 1391,则在本工作项目中必须引用;
- b) 当引用 GJB/Z 1391 时,确定其中订购方所要求的事项;
- c) 进行 FMEA 的维修级别;
- d) 本工作项目所需提交的数据;
- e) 为保障性分析提供报告的要求(见工作项目 308)。

其中 a)、b)、c) 是必须确定的事项。

7.5 维修性分析(工作项目 305)

7.5.1 目的

分析从承制方的各种报告中得到的数据和从订购方得到的信息,以建立能够实现维修性要求的设计准则、对设计方案进行权衡、确定和量化维修保障要求、向维修保障计划提供输入,并证实设计符合维修性要求。

7.5.2 工作项目要点

7.5.2.1 在设计过程中,承制方应对维修性要求及有关约束进行分析。通过分析,使维修性要求更加具体、明确、与其它要求协调一致,且与产品的具体特点更加紧密联系,从而使维修性要求能够结合到具体的设计中。

7.5.2.2 应对产品设计方案进行维修性的权衡分析,包括维修性设计自身的权衡、维修性与其它性能设计的权衡,确保整体优化。

7.5.2.3 承制方应结合装备维修保障方案对装备维修时间进行分析,为维修性设计准则的建立、测试性要求的提出与细化提供依据。

7.5.2.4 承制方应对产品的故障检测能力进行分析,评价故障检测能力能否满足维修性要求,为更详细的维修性设计提供输入。

7.5.2.5 承制方应对产品维修进行人素分析,包括维修作业用力分析、可达性分析、维修操作空间分析、可视性分析、维修安全性分析等。应充分利用电子样机,采用仿真手段尽早进行上述分析,及时发现并反馈设计缺陷。

7.5.2.6 应综合利用可靠性、维修性、保障性的有关信息进行维修费用预测分析。费用预测结果不合理时,应及时调整设计。

7.5.2.7 承制方应在初步设计评审时向订购方提交一份维修性分析项目清单。各分析项目应协调进行。

7.5.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 使用和保障方案及其备选方案, 其中包括环境条件、任务剖面、期望寿命和故障定义;
- b) 产品的维修性定量要求;
- c) 费用约束条件;
- d) 所计划的人员技能、培训规划、设施、设备及工具的完备程度;
- e) 为保障性分析提供报告的要求(见工作项目 308);
- f) 需提交的资料项目。

其中 a)、b) 是必须确定的事项。

7.6 抢修性分析(工作项目 306)

7.6.1 目的

分析评价潜在战场损伤的抢修快捷性与资源要求, 并为战场抢修分析提供相应输入。

7.6.2 工作项目要点

7.6.2.1 承制方应根据产品的预定作战任务对产品基本功能项目进行分析, 确定潜在战场损伤, 必要时应进行模拟试验。

7.6.2.2 以产品 FMEA、DMEA 分析为依据, 对战场损伤进行逻辑决断, 确定适当的抢修工作类型。

7.6.2.3 分析和评价装备抢修的快捷性和所需资源, 对抢修性的薄弱环节提出改进意见, 具体方法可参照 GJB 4803。

7.6.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 装备的作战任务和作战环境;
- b) 装备可能存在的损伤源;
- c) 关于战场损伤的分析要求;
- d) 评审要求;
- e) 为保障性分析提供报告的要求(见工作项目 308);
- f) 需提交的资料项目。

其中 a)、b) 是必须确定的事项。

7.7 制定维修性设计准则(工作项目 307)

7.7.1 目的

将维修性的定量和定性要求及使用和保障约束转化为具体的产品设计准则, 以指导和检查产品设计。

7.7.2 工作项目要点

7.7.2.1 承制方应该制定维修性设计准则, 并形成文件。维修性设计准则应随着设计的进展不断改进和完善。

7.7.2.2 维修性设计准则应该经过评审。初步设计评审时提交一份设计准则及其来源的文件, 并得到订购方认可。在详细设计评审时应最终确定其内容和说明。

7.7.2.3 维修性设计准则的制定可参考 GJB/Z 91、适用的设计手册、已有的维修性设计评审核对表和有关经验教训。设计准则除应包括一般原则(总体要求)外, 还应包括产品各组成部分维修性设计的原则或指南。

7.7.2.4 研制过程中应严格执行维修性设计准则, 并及时进行符合性检查。

7.7.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 要采用的专门设计手册的详细说明;
- b) 要考虑的有关维修性设计原则或指南的详细说明;
- c) 可从订购方获得的人员、部署地域或地点、使用环境、维修方案等有关约束的信息;

- d) 为保障性分析提供报告的要求(见工作项目 308);
- e) 需提交的资料项目。

7.8 为详细的维修保障计划和保障性分析准备输入(工作项目 308)

7.8.1 目的

为制订详细的维修保障计划和按 GJB 1371 进行的保障性分析准备输入,使维修性工作项目的有关输出与保障性分析的输入要求相协调。

7.8.2 工作项目要点

7.8.2.1 应根据订购方确认的使用与保障要求及方案,将来自工作项目 301、305、306、307 及其他有关工作项目的结果,作为制订详细维修保障计划和进行保障性分析的输入数据的基础。

7.8.2.2 应将与维修保障计划和保障性分析有关的维修性分析结果制成清单,并经订购方认可。清单必须随着维修性分析的深入和维修性设计准则的确立而及时修正。清单内容包括:

- a) 在每一维修级别维修的产品层次、范围和频数;
- b) 每一维修级别的初始人员技能要求和人力需求(或有关约束条件);
- c) 每一维修级别的人工或自动检测系统的特性;
- d) 每一维修级别需要的初始维修技术文件;
- e) 每一维修级别必须的人员初始培训及训练器材;
- f) 每一维修级别需要的初始设施;
- g) 每一维修级别需要的专用与通用保障设备和工具;
- h) 维修保障有关的计算机资源。

7.8.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 用于制订详细的维修保障计划和进行保障性分析所需的各类维修性信息的说明;
- b) 为保障性分析提供报告的要求;
- c) 需提交的资料项目。

其中 a) 是必须确定的事项。

8 维修性试验与评价(工作项目 400 系列)

8.1 维修性核查(工作项目 401)

8.1.1 目的

检查与修正维修性分析与验证所用的模型及数据,鉴别设计缺陷,以便采取纠正措施,实现维修性的持续增长。

8.1.2 工作项目要点

8.1.2.1 从签订研制合同起到设计定型前的研制过程中,应在不同产品层次上反复进行维修性核查。

8.1.2.2 应根据产品类型、产品层次,确定维修性核查的重点。维修性核查可利用产品的电子样机,采用仿真的方式进行。

8.1.2.3 承制方应制定详细的维修性核查方案,并经过订购方认可。其一般要求参照 GJB 2072。

8.1.2.4 维修性核查结束后,应形成相应的结果文件。

8.1.2.5 对维修性核查发现的维修性缺陷,进行原因分析并制定纠正措施。

8.1.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 对维修性核查的要求;
- b) 关于核查结果确认的说明;
- c) 需提交的资料项目。

其中 a) 是必须确定的项目。

8.2 维修性验证(工作项目 402)

8.2.1 目的

验证产品的维修性(含测试性)是否符合合同规定要求。

8.2.2 工作项目要点

8.2.2.1 应根据 GJB 2072 或采用经订购方批准的其他方法进行维修性验证。

8.2.2.2 维修性验证试验可与产品可靠性试验、与维修性有关的保障要素的定性评价等结合进行。

8.2.2.3 维修性验证试验应包含测试性验证。

8.2.2.4 应制订维修性验证计划,并经订购方批准。其一般要求应符合 GJB 2072。计划包括以下内容:

- a) 验证的目的、指标和要求;
- b) 验证的方法及选用的理由;
- c) 若结合其他试验进行时,应说明理由、方法及注意事项;
- d) 受试样品、试验用设备、设施以及所需维修作业数;
- e) 试验组的组成、人员资格及职责;
- f) 有关下列情况的规定或处理原则:保障设备故障;由于从属故障导致的维修;技术手册和保障设备不适用或部分不适用;人员数量与技能水平的变更;拆配修理;维修检查;维修时间限制等;
- g) 试验总时间和详细的试验实施计划;
- h) 收集数据的内容与属性,并纳入工作项目 205;
- i) 订购方参加验证的时机与程度。

8.2.2.5 验证结果应编写成报告,其中应附完整的验证记录,并报订购方审定。

8.2.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 维修性验证的地位和作用;
- b) 维修性验证试验的时机与场所;
- c) 按 GJB 2072 或者选用别的验证方法;
- d) 维修性(含测试性)的验证指标值;
- e) 维修性验证报告与保障性分析报告要求的协调;
- f) 需提交的资料项目。

其中 b)、c)、d) 是必须确定的事项。

8.3 维修性分析评价(工作项目 403)

8.3.1 目的

通过综合利用与产品有关的各种信息,评价产品是否满足合同规定的维修性要求。

8.3.2 工作项目要点

8.3.2.1 对难以组织维修性验证试验的产品,允许采用相似产品和产品组成部分的各种试验数据和实际维修数据进行维修性分析评价,并应在设计定型阶段完成。

8.3.2.2 承制方应尽早制定维修性分析评价方案,详细说明所利用的各种数据,采用的分析方法(包括仿真方法)和置信水平等。该方案应经订购方认可。

8.3.2.3 应对维修性分析评价的方案和评价准则及结果进行评审。

8.3.3 注意事项

订购方在合同工作说明中应明确:

- a) 维修性分析评价的产品或产品层次;
- b) 对维修性分析评价所采用的数据和方法的要求;

- c) 保障性分析所需的相关信息;
- d) 需提交的资料项目。

其中 a) 和 b) 是必须确定的事项。

9 使用期间维修性评价与改进(工作项目 500 系列)

9.1 使用期间维修性信息收集(工作项目 501)

9.1.1 目的

通过有计划地收集装备使用期间的各项有关数据,为评价与改进维修性、完善使用与维修工作以及新研装备的论证与研制等提供信息。

9.1.2 工作项目要点

9.1.2.1 使用期间应当组织收集详实的维修性信息,包括装备在使用、维修、贮存和运输等过程中产生的故障信息、维修信息、维修资源信息等。

9.1.2.2 订购方应组织制定使用期间维修性信息收集计划,其主要内容包括:

- a) 信息收集和分析的部门、单位及人员的职责;
- b) 信息收集工作的管理与监督(含保密)要求;
- c) 信息收集的范围、方法和程序;
- d) 信息分析、处理、传递的要求和方法;
- e) 信息分类与维修性缺陷判断准则;
- f) 定期进行信息审核、汇总的安排等。

9.1.2.3 使用或维修保障单位应按规定的要求和程序完整、准确地收集使用期间的维修性信息,按规定的方法、方式、内容和时限,分析、传递和存储维修性信息,定期进行审核、汇总。

9.1.2.4 使用期间维修性信息应参照 GJB 1775 及有关标准进行分类和编码。

9.1.2.5 使用期间维修性信息应纳入部队现有的装备信息系统。

9.1.3 注意事项

注意的事项主要包括:

- a) 使用期间维修性信息收集应与可靠性、保障性信息收集工作相协调;
- b) 维修性信息收集应重视信息的及时性、真实性与准确性。

9.2 使用期间维修性评价(工作项目 502)

9.2.1 目的

确定装备在实际使用条件下达到的维修性水平,评价装备是否满足规定的使用维修性要求。

9.2.2 工作项目要点

9.2.2.1 使用期间维修性评价包括初始使用阶段维修性评价和后续使用阶段维修性评价。使用期间维修性评价应以实际的使用条件下收集的各种数据为基础,综合利用部队使用期间的各种信息。必要时也可组织专门的试验,以获得所需的信息。

9.2.2.2 订购方应组织制定维修性评价计划,计划中应规定评价的对象,评价的参数和模型、评价准则、样本量、统计的时间长度、置信水平以及所需的资源等。

9.2.2.3 使用期间维修性评价一般在装备部署后,人员经过培训,保障资源按要求配备到位的条件下进行。

9.2.2.4 应编制使用期间维修性评价报告,并将有关维修性改进意见反馈到承制方。

9.2.3 注意事项

注意的事项主要包括:

- a) 使用期间维修性评价应与使用可靠性评估、战备完好性评估协调进行;
- b) 要求承制方参与的事项应用合同明确。

9.3 使用期间维修性改进(工作项目 503)

9.3.1 目的

对装备使用期间暴露的维修性问题采取改进措施,以提高装备的维修性水平。

9.3.2 工作项目要点

9.3.2.1 根据装备在使用中发现的维修性问题和相关技术的发展,通过必要的权衡分析或试验,确定需要改进的项目。

9.3.2.2 订购方应组织制定使用期间维修性改进计划,主要内容包括:

- a) 改进的项目、改进方案、达到的目标;
- b) 负责改进的单位、人员及职责;
- c) 经费和进度安排;
- d) 验证要求和方法等。

9.3.2.3 使用期间改进装备维修性的途径主要包括:

- a) 设计更改;
- b) 制造工艺的更改;
- c) 维修方法的改进;
- d) 保障系统及保障资源的改进等。

9.3.2.4 全面跟踪、评价改进措施的有效性。

9.3.3 注意事项

承制方参加使用期间维修性改进的要求应通过合同予以明确。

10 应用指南

本标准的应用指南参见附录 A。

附录 A
(资料性附录)
应用指南

A.1 概述

A.1.1 内容

本附录提供了标准规定的各项维修性工作项目的详细指南。

A.1.2 目的

本附录为选择和实施本标准规定的维修性工作项目提供指导与参考。

A.2 维修性及其工作项目要求的确定

A.2.1 一般考虑

A.2.1.1 确定维修性要求的根本目的是为了获得易于维修保障的装备,以实现规定的战备完好性和任务成功性要求,并减少维修资源消耗,降低寿命周期费用。

A.2.1.2 确定维修性工作项目要求的目的是为了通过实施最少且最有效的工作项目,实现规定的维修性要求。

A.2.1.3 确定维修性及其工作项目要求是订购方主导的两项重要的维修性工作,是其他各项维修性工作的前提,这两项工作的结果决定了装备的维修性水平和维修性工作项目的费用效益。

A.2.2 工作项目 100 系列

A.2.2.1 确定维修性要求(工作项目 101)

A.2.2.1.1 提出和确定维修性定量定性要求是获得装备良好维修性的第一步,只有提出和确定了维修性要求才有可能使维修性与作战性能、费用等得到同等对待,才有可能获得维修性良好的装备。因此,订购方必须协调确定维修性要求,并纳入新研或改型装备的研制总要求,在研制合同中必须有明确的维修性定量定性要求。

A.2.2.1.2 维修性要求的确定要经历从初定到确定,由使用要求转化为合同要求的过程。一般过程是:

- a) 在装备立项综合论证过程中,应提出初步的使用维修性要求;
- b) 在研制总要求的综合论证过程中,应权衡、协调和调整可靠性、维修性和保障系统及其资源要求,以合理的寿命周期费用满足战备完好性和任务成功性要求;
- c) 在方案阶段结束转入工程研制前,应确定使用维修性要求的目标值和门限值,并将其转换为合同中的规定值和最低可接受值;
- d) 将维修性定性要求、定量要求和验证要求列入产品合同或合同附件中。

A.2.2.1.3 维修性要求的构成及其内容必须符合《研制总要求》规定的使用要求和前期保障性分析的结果。准确理解这些使用要求和保障性分析的结果,对后续的维修性工作具有重要影响。

同维修性有关的装备使用要求通常表述为:

- a) 每单位日历时间(年、月、日)的使用小时数;
- b) 战备完好性和任务成功性目标;
- c) 停机时间约束;
- d) 机动性要求;
- e) 自保障特性的要求;
- f) 人力、技能等保障约束;
- g) 反应时间要求;
- h) 使用环境;

- i) 使用现场的数目、位置以及装备数量;
- j) 部署安排。

A.2.2.1.4 装备的维修性要求由战备完好性、任务成功性等导出。

在工程实践中,由战备完好性、任务成功性要求准确导出装备的维修性要求是很困难的,因为影响战备完好性的因素很多,不但受到诸多与保障有关的设计因素,如可靠性、维修性、测试性等影响,还受到由于各保障资源引起的以及管理造成的延误的影响,因此确定维修性要求就需要一个反复分析和迭代的过程。

工程中的一般作法是:根据类似装备的可靠性、维修性水平,考虑新装备由于采用新技术产生的影响,估计其可能达到的新水平,并同时估计保障系统及其保障资源造成的延误,通过建立仿真模型,分析实现战备完好性、任务成功性要求的可能性,经过反复的分析、调整和协调,才能确定装备的维修性要求。

A.2.2.1.5 为了与使用要求取得一致,应该按各个维修级别规定相应的要求。维修性要求及约束条件涉及以下各个方面:

- a) 允许的维修停机时间;
- b) 修复所需的诊断和测试时间;
- c) 每次维修活动或每个使用(工作)小时的维修工时;
- d) 故障检测率、故障隔离率和虚警率;
- e) 预防性维修和战场损伤修复的影响;
- f) 维修级别的划分及各级别的修复能力;
- g) 测试与诊断方案;
- h) 维修方案;
- i) 人员技能水平限制。

A.2.2.1.6 由战备完好性要求和任务成功性要求导出的是使用维修性要求,使用维修性要求用使用维修性参数和使用值描述,如平均停机时间(MDT)、维修工时率(MR)等。使用维修性要求需要转换为承制方在研制过程中可以控制的合同要求,合同要求用维修性合同参数和合同值描述,维修性合同参数一般采用维修性设计参数,如平均修复时间(MTTR)、平均维护时间(MTTS)等。表 A.1 为使用维修性与合同维修性比较。

表 A.1 使用和合同维修性对比

合同维修性	使用维修性
<ul style="list-style-type: none"> ◇ 用于定义、度量以及评价承制方的项目 ◇ 由使用要求导出 ◇ 合同维修性目标的实现应能保证可靠性和使用维修性要求 ◇ 用固有值来表示 ◇ 只考虑承制方能够控制的因素 ◇ 只考虑设计和制造的影响 ◇ 典型参数: <ul style="list-style-type: none"> ■ MTTR(平均修复时间) ■ MTTS(平均维护时间) ■ 平均修复时间(MTTR) 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 用来描述在计划环境中使用的性能 ◇ 不能作为合同要求 ◇ 用来描述在实际使用中所需要的维修性性能水平 ◇ 用使用值表述 ◇ 考虑所有因素 ◇ 包括了设计、质量、安装环境、维修策略、修理、延误等的综合影响。 ◇ 典型参数 <ul style="list-style-type: none"> ■ MDT(平均停机时间) ■ MR(维修工时率) ■ 平均修复时间(MTTR)

A.2.2.1.7 通常在合同或任务书中规定的是装备顶层的维修性要求,应允许承制方对以下各层次灵活地分配维修性要求,但经过权衡后的分配结果必须能够实现总的维修性要求。

A.2.2.1.8 经过分析、论证和协调,应在产品技术规范中明确规定定性或定量的维修性要求。在按使用要求拟定规范时,必须明确地反映维修性要求的实质。规定的要求应是:

- a) 适应当前技术发展水平和费用约束的可行的定量与定性要求;
- b) 能够考核和验证的要求;
- c) 陈述明确, 避免含糊不清。例如, “除计时器外应以插入式模块组装” 就比 “应尽最大可能以插入式模块组装” 更明确。

A.2.2.1.9 维修性定性要求是为使产品维修方便、经济、迅速, 对产品设计、工艺、软件等方面提出的非量化要求。简化装备设计与维修、具有良好的可达性、提高标准化程度和互换性、具有完善的防差错及识别标记、保障维修安全、测试准确快速和简便、重视贵重件的可修复性、要符合维修中人机环工程的要求等是通用的维修性定性要求。GJB/Z 91 对这些要求及其设计技术做了详尽说明。维修性定性要求的具体内容与产品的使用特点和结构特征密切相关。

A.2.2.2 确定维修性工作项目要求(工作项目 102)

A.2.2.2.1 实施维修性工作的目的是为了实现在规定的维修性要求。维修性工作项目的选取取决于要求的产品维修性水平、产品的复杂程度和关键性、产品的新技术含量、产品类型和特点、所处阶段以及费用、进度等因素。对一种具体的装备, 必须根据上述因素选择若干适用的维修性工作项目。订购方应提出工作项目的要求, 并在合同工作说明中明确对每个工作项目要求的细节。

A.2.2.2.2 维修性工作项目的选择应遵循以下原则:

- a) 工作项目的选择应以确保达到维修性定性与定量要求为主要目标。要从实现维修性定性和定量要求出发, 从本标准选择若干必要的工作项目, 同时还应鼓励承制方提出补充的工作项目、备选的工作项目和对工作项目进行改进。
- b) 费用效益是选择工作项目的基本依据。由于进度和资金限制, 应该选择经济而有效的工作项目。选择工作项目时, 可根据产品维修性目标和各工作项目所需的费用, 综合考虑工程项目的复杂程度、阶段划分和资金、进度要求等因素, 将本标准各工作项目按先后顺序排列。一般情况下, 均应选择维修性计划和工作计划(工作项目 201 和 202), 但在充分考虑装备的重要性和工程项目的复杂程度后, 如确不需要维修性工作计划时, 也可引用单个的工作项目。
- c) 维修性工作项目应与其他专业工程(如综合保障、安全性、可靠性等)相协调, 避免重复, 维修性建模和分析尤其需要与保障性分析相协调, 但不能重复。此外, 还应保证保障性分析及其记录与维修性(含测试性)分析及其数据不重复。
- d) 维修性要求的确定、工作项目的选择和剪裁、说明细节的补充、详细设计评审项目要求的制定等工作之间需要协调。选择工作项目过多、要求提供过于详细的资料、对承制方的工作控制过度、对维修性工作及其结果进行过多的审批, 都会给承制方增加不必要的负担, 其结果是增加合同费用、延迟工作进度。

注: 本附录提出的准则为工作项目的选择提供一般的指导和说明。至于各工作项目的进行时机、所要求深度以及根据工作项目结果所要采取的措施, 在很大程度上取决于实践经验和具体装备的要求。

A.2.2.2.3 为了选择适用的工作项目, 应对工作项目的适用性进行分析, 可采用如表 A.2 所示的“工作项目重要性系数分析矩阵”的方法, 得出各工作项目的重要性系数, 重要性系数相对高的工作项目就是可选择的适用的项目。

表 A.2 中需要考虑的因素可根据具体情况确定, 如产品的复杂程度、关键性、新技术含量、费用、进度等。每一因素的加权系数通过打分确定(取值为 1~5), 一般讲, 可靠性低的产品, 维修性工作项目的加权系数相对大一些; 复杂程度高的产品, 维修性工作项目加权系数大一些; 测试性水平低的产品, 维修性工作项目加权系数要大一些。确定了考虑因素并选取了加权值后, 将每一个工作项目的加权值连乘, 然后按表中的方法计算每一工作项目的重要性系数。

考虑的因素和加权系数的取值, 与参与打分的专家水平和经验有关。虽然, 得到的重要性系数带有一定的主观性, 但表示了一种相对的、且经过权衡的结果。利用表 A.2 得到的工作项目重要性系数为订购方提出工作项目要求提供参考。

A.2.2.2.4 表 A.3 参考常规武器装备的研制程序, 提供在研制与生产各阶段及现役装备的改进中应该进行哪些工作项目的一般指导。依据该表可初步确定各阶段一般应包括的维修性工作项目, 在进一步查阅本标准对该工作项目详细说明的基础上, 确定其是否适宜定为特定阶段的维修性工作。该表只是一般性的指南, 并不能适合所有的情况。对于不同的产品, 可根据其研制程序, 调整阶段划分和确定相应的维修性工作项目。战略武器装备和军用卫星可按相应研制程序划分。

表 A.2 工作项目重要性系数分析矩阵

工作项目	加权系数(1~5)							乘积 ^a	重要性系数 ^b
	复杂程度	关键性	产品类型及特点	新技术含量	使用环境	所处阶段	—		
101									
102									
·									
·									
·									

^a 乘积=各因素加权系数的连乘。

^b 重要性系数: 假设乘积值最大的工作项目重要性系数为 10, 其他工作项目的重要性系数 = $\frac{\text{该工作项目乘积}}{\text{最大乘积}} \times 10$ 。

表 A.3 维修性工作项目应用矩阵表

本标准条款编号	工作项目编号	工作项目名称	论证阶段	方案阶段	工程研制与定型阶段	生产与使用阶段	装备改型
5.1	101	确定维修性要求	√	√	×	×	√ ⁽¹⁾
5.2	102	确定维修性工作项目要求	√	√	×	×	√
6.1	201	制定维修性计划	√	√ ⁽³⁾	√	√ ⁽³⁾⁽¹⁾	√ ⁽¹⁾
6.2	202	制定维修性工作计划	△	√	√	√	√
6.3	203	对承制方、转承制方和供应方的监督和控制	×	△	√	√	△
6.4	204	维修性评审	△	√ ⁽³⁾	√	√	△
6.5	205	建立维修性数据收集、分析和纠正措施系统	×	△	√	√	△
6.6	206	维修性增长管理	×	√	√	○	√
7.1	301	建立维修性模型	△	△ ⁽⁴⁾	√	○	×
7.2	302	维修性分配	△	√ ⁽²⁾	√ ⁽²⁾	○	△ ⁽⁴⁾
7.3	303	维修性预计	×	√ ⁽²⁾	√ ⁽²⁾	○	△ ⁽²⁾
7.4	304	故障模式及影响分析—维修性信息	×	△ ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	√ ⁽¹⁾⁽²⁾	○ ⁽¹⁾⁽²⁾	△ ⁽²⁾
7.5	305	维修性分析	△ ⁽³⁾	√ ⁽³⁾	√ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	△
7.6	306	抢修性分析	×	△ ⁽³⁾	√ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	△
7.7	307	制定维修性设计准则	×	△ ⁽³⁾	√	○	△
7.8	308	为详细的维修保障计划和保障性分析准备输入	×	△ ⁽²⁾⁽³⁾	√ ⁽²⁾	○ ⁽²⁾	△

表 A.3 (续)

本标准条款编号	工作项目编号	工作项目名称	论证阶段	方案阶段	工程研制与定型阶段	生产与使用阶段	装备改型
8.1	401	维修性核查	×	√ ⁽²⁾	√ ⁽²⁾	○ ⁽²⁾	△ ⁽²⁾
8.2	402	维修性验证	×	△ ⁽²⁾	√ ⁽²⁾	○ ⁽²⁾	△ ⁽²⁾
8.3	403	维修性分析评价	×	×	△	√ ⁽²⁾	√ ⁽²⁾
9.1	501	使用期间维修性信息收集	×	×	×	√	√
9.2	502	使用期间维修性评价	×	×	×	√	√
9.3	503	使用期间维修性改进	×	×	×	√	√

注：表中符号的含义分别为：
 √ …… 一般适用 △ …… 根据需要选用
 ○ …… 一般仅适用于设计变更 × …… 不适用
⁽¹⁾ 要求对其费用效益作详细说明后确定。
⁽²⁾ 本标准不是该工作项目第一位的执行文件，在确定或取消某些要求时，必须考虑其他标准或《工作说明》的要求。例如在叙述维修性验证细节和方法时，必须以 GJB 2072 为依据。
⁽³⁾ 工作项目的部分要点适用于该阶段。
⁽⁴⁾ 取决于要订购的产品的复杂程度、组装及总的维修策略。

A.3 维修性管理

A.3.1 一般考虑

A.3.1.1 维修性工作涉及装备寿命周期各阶段和装备各层次，包括要求确定、监督与控制、设计与分析、试验与评价以及使用期间的评价与改进等各项维修性活动。维修性管理是从系统的观点出发，对装备寿命周期中各项维修性活动进行规划、组织、协调与监督，以全面贯彻维修性工作的基本原则，实现既定的维修性目标。

A.3.1.2 订购方应在立项论证阶段制定维修性计划，对装备寿命周期，尤其是研制阶段和早期使用阶段的维修性工作做出全面安排，规定各阶段应做好的工作，明确工作要求。对承制方工作的要求应纳入合同。承制方根据合同和维修性计划制定详细的维修性工作计划，作为开展维修性工作的依据。维修性工作计划应经订购方认可。计划和工作计划应随着研制工作的进展不断补充完善。

A.3.1.3 开展维修性工作需要有相应的组织机构及明确的职责，确定组织机构及其职责是落实各项维修性工作，实施有效维修性管理的重要环节。对维修性工作监督与控制，实施维修性评审，建立维修性数据收集、分析与纠正措施系统等是实施有效管理，确保实现规定维修性要求的重要手段。管理性工作项目所需的人力、经费和资源较少，但其作用和效果却非常明显，一般均应作为要求的工作项目。

A.3.1.4 维修性增长管理(工作项目 206)是一项复杂的技术管理工作。维修性核查(工作项目 401)、维修性验证(工作项目 402)、维修性分析评价(403)都包含评定产品的维修性、发现设计缺陷、制定改进措施的内容，因此必须根据实际情况，权衡上述三项工作的效益和费用，以选择最有效的途径实现维修性增长。

A.3.2 工作项目 200 系列

A.3.2.1 制定维修性计划(工作项目 201)

A.3.2.1.1 维修性计划是订购方进行维修性工作的基本文件，也是承制方制定维修性工作计划的重要依据。该计划除应包括维修性要求的论证和维修性工作项目要求的论证外，还包括维修性信息收集、对承制方的监督与控制、使用期间维修性评价与改进等一系列工作的安排与要求。制定维修性计划是订购方必须做的工作，通过该计划的实施来组织、指挥、协调、控制与监督装备寿命周期中全部维修性工作。随着维修性工作的开展，应不断补充、完善维修性计划。

A.3.2.1.2 在维修性计划中,应明确订购方完成的工作项目及其要求、主要工作内容、进度安排以及实施单位等。要求承制方开展的工作,应纳入合同文件。

A.3.2.1.3 维修性计划的作用是:

- a) 对维修性工作提出总要求、做出总体安排;
- b) 对订购方应完成的工作做出安排;
- c) 明确对承制方维修性工作的要求;
- d) 协调维修性工作中订购方和承制方以及订购方内部的关系。

A.3.2.2 制定维修性工作计划(工作项目 202)

A.3.2.2.1 制定维修性工作计划的主要目的是,在给定维修保障要求(约束)和使寿命周期费用最小的条件下,确保设计满足规定的维修性要求。

A.3.2.2.2 维修性工作计划是承制方开展维修性工作的基本文件。承制方将按该计划来组织、指挥、协调、检查和控制全部维修性工作,以实现合同中规定的维修性要求。

A.3.2.2.3 维修性工作计划需明确为实现维修性目标应完成的工作项目(做什么),每项工作进度安排(何时做),哪个单位或部门来完成(谁去做)以及实施的方法与要求(如何做)。由于维修性工作计划反映了承制方实现维修性要求的决心和措施,因此该计划的科学和完备程度是订购方选定承制方应考虑的一个重要因素。

A.3.2.2.4 维修性工作计划的作用是:

- a) 有利于从组织、人员与经费等资源,以及进度安排等方面保证维修性要求的落实和管理;
- b) 反映承制方对维修性要求的保证能力和对维修性工作的重视程度;
- c) 便于评价承制方实施和控制维修性工作的组织、资源分配、进度安排和程序是否合适。

A.3.2.2.5 维修性工作计划应与可靠性工程、综合保障等领域的有关工作相互协调,避免重复。

A.3.2.2.6 维修性工作计划必须纳入装备研制计划,其安排与研制阶段决策点相一致并按时完成。

A.3.2.3 对承制方、转承制方和供应方的监督与控制(工作项目 203)

A.3.2.3.1 对承制方的维修性工作实施监督与控制是订购方重要的管理工作。在装备的研制与生产过程中,订购方应通过评审等手段监控承制方维修性工作计划进展情况和各项维修性工作项目的实施效果,以便尽早发现问题并采取必要的措施。

A.3.2.3.2 承制方为保证订购的配套产品达到维修性要求,必须采取下列监控措施:

- a) 选定转承制方时,应选择那些已被证实能够研制、生产满足维修性要求的产品的厂家;
- b) 对转承制方的产品规定维修性要求和试验要求;
- c) 与转承制方建立密切的联系,及时解决设计中的接口和相互关系问题;
- d) 进行必要的检查和评审,保证每个转承制单位正确有效地进行维修性工作。

A.3.2.3.3 为保证转承制产品和供应品的维修性符合规定的要求,承制方在签订转承制和供应合同时应根据产品维修性定性、定量要求的高低、产品的复杂程度等提出对转承制方和供应方监控的措施。

A.3.2.3.4 承制方在拟定对转承制方的监控要求时应考虑对转承制方研制过程的持续跟踪和监督,以便在需要时及时采取适当的控制措施。在合同中应有承制方参与转承制方重要活动(如设计评审、维修性试验等)的条款,参与这些活动能为承制方提供重要信息,为采取必要的监控措施提供决策依据。

A.3.2.3.5 订购方对转承制产品和供应品的直接监控要求应在相关的合同中明确,例如订购方要参加的转承制产品的评审等。

A.3.2.3.6 承制方应对转承制方的维修性工作计划进行评审,并监督其执行,其工作模式与订购方对承制方的维修性工作评审和监督类似。

A.3.2.4 维修性评审(工作项目 204)

A.3.2.4.1 维修性评审是对维修性工作监督和控制在有效方法,在研制过程中应作为产品设计评审的一个组成部分,并在合同工作说明中规定,保证评审的人员和经费落实。

A.3.2.4.2 维修性评审主要包括订购方内部的维修性评审和按合同要求对承制方、转承制方进行的维修性评审，另外还应包括承制方和转承制方进行的内部维修性评审。

A.3.2.4.3 维修性定量、定性要求和维修性工作要求是订购方内部维修性评审的重要内容。维修性定量、定性要求评审应与相关特性的要求评审结合进行，并尽可能与系统要求审查(见 GJB 3273)结合进行。评审可采用专家(包括邀请承制方专家)评审的方式进行。

A.3.2.4.4 承制方应对合同要求的正式维修性评审和内部进行的维修性评审做出安排，制定详细的评审计划。计划应包括评审点的设置、评审内容、评审类型、评审方式及评审要求等。该计划应经订购方认可。

A.3.2.4.5 维修性设计评审的目的是保证所选定的设计和试验方案、实施进度与维修性要求的一致性。研制期间应及时、不断地进行评审。随着设计的进展，评审的间隔时间可适当延长。订购方和承制方都应把维修性设计评审作为阶段决策的重要依据。

A.3.2.4.6 应尽早做出维修性评审的日程安排并提前通知参加评审的各方代表，提供评审材料，以保证所有的评审组成员能有准备地参加会议。在会议前除看到评审材料外，还能查阅有关的设计资料，以提高评审的有效性。评审中承制方除提供设计资料外还应提供下列有关信息：

- a) 预防性维修要求和约束条件；
- b) 对维修性有影响的硬件技术状态及可达性；
- c) 必要的诊断及测试安排；
- d) 需要的工具、设备、设施和有关文件资料。

A.3.2.4.7 无论是订购方进行的维修性评审，还是承制方安排的维修性评审，或是转承制方进行的维修性评审，均应将评审的结果形成文件，以备查阅。

A.3.2.5 建立维修性数据收集、分析及纠正措施系统(工作项目 205)

A.3.2.5.1 建立数据系统的根本目的是为系统进行维修性分析、评价、改进提供基础。系统的建立可参见 GJB 841。

A.3.2.5.2 应在整个研制周期中进行维修性、测试性与诊断数据收集。有关数据可通过以下工作或其结果中获得：

- a) 维修性分析；
- b) 工程试验；
- c) 维修性验证试验；
- d) 样机；
- e) 部队试验与试用。

A.3.2.5.3 维修性数据的用途是：

- a) 提供保障信息；
- b) 查明产品的维修性缺陷，如维修的可达性、安全性不好等，并为拟定纠正措施提供依据；
- c) 建立维修时间的档案，以便比较和用于预计；
- d) 确定是否符合规定的维修性、测试性与诊断要求；
- e) 检验维修性分配、预计及验证所采用的维修时间分布假设。

注：除上述用途外，维修性数据还可为评价技术手册、测试设备、训练要求及训练器材等维修资源的适用性，确定人员的数量和技术水平的要求，查明不必要的预防性维修，确定合理的预防性维修的内容和频数等提供依据。

A.3.2.5.4 收集与报告的数据应该对承制方和订购方都能使用。数据系统应能迅速检索所有维修性数据。数据系统的范围及其内容应符合研制与生产的需求。需要收集的信息如：

- a) 故障的征兆和模式；
- b) 故障件；
- c) 修复措施；

- d) 恢复功能的时间;
- e) 维修工时;
- f) 维修过程及发现的维修性缺陷;
- g) 测试人员和维修人员的技术水平。

A. 3. 2. 5. 5 试验数据报告所提供的信息中, 要能足以证实观察的结果和估计值。一般包括下列信息:

- a) 开始维修的时间和日期;
- b) 产品及其组成的识别信息;
- c) 所进行的具体维修活动;
- d) 所用的故障检测与隔离的方法和故障诊断的结果;
- e) 维修情况及异常现象的具体说明;
- f) 维修人员或维修小组的实际维修时间记录。

A. 3. 2. 5. 6 研制和试验阶段数据分析的主要目的是辅助设计, 重点是找出维修性设计的薄弱环节, 提出纠正措施, 也为制订维修保障计划提供输入信息。

A. 3. 2. 5. 7 对所有不符合规定的产品都应进行详细分析, 包括对技术规范、设计图纸的评审, 对样机或批生产产品的考察等, 以便找到不合格的原因, 并确定改进措施。

A. 3. 2. 5. 8 产品进入维修性验证以后, 还需进行数据分析, 以便查明有关维修性的一些未预见到的问题, 并视情对确定的维修人员和备件要求再次肯定或作必要的调整。对以前使用过的产品也可收集其维修性数据进行分析, 以便进一步改进。

A. 3. 2. 5. 9 应在工程研制阶段之前就尽早安排用于维修性预计的数据收集, 以便于工程研制和试验对有关数据的利用。

A. 3. 2. 5. 10 在方案阶段就应初步安排数据收集工作, 并在试验开始之前在维修性验证计划中落实。

A. 3. 2. 6 维修性增长管理(工作项目 206)

A. 3. 2. 6. 1 维修性增长管理应尽可能利用产品研制过程中各项试验的资源与信息, 把有关试验与维修性试验均纳入以维修性增长为目的的综合管理之下, 促使产品经济且有效地达到预期的维修性目标。

A. 3. 2. 6. 2 拟定维修性增长目标和增长方案是维修性增长管理的基本内容。维修性增长目标和方案应根据工程需要与现实可能性, 经过对产品的维修性预计值与同类产品维修性状况的分析比较, 以及对产品计划进行的维修性试验与分析后加以确定。

A. 3. 2. 6. 3 对维修性增长过程进行跟踪与控制是保证产品维修性得以持续改进和增长的重要手段。为了对增长过程实现有效控制, 必须强调及时掌握产品的维修性信息, 严格实施维修性数据收集、分析、处理, 确保维修性缺陷原因分析准确、纠正措施有效。

A. 4 维修性设计与分析

A. 4. 1 一般考虑

A. 4. 1. 1 维修性设计与分析是赋予产品良好维修性的根本途径。维修性设计是由一系列维修性设计与分析工作项目来支持的。维修性设计与分析的目的是将成熟的维修性设计与分析技术应用到产品的研制过程, 选择一组对产品设计有效的维修性工作项目, 通过设计满足订购方对产品提出的维修性要求, 并通过分析尽早发现产品的薄弱环节或设计缺陷, 采取有效的设计措施加以改进, 以提高产品的维修性。

A. 4. 1. 2 早期的设计决策对产品的寿命周期费用产生重要影响, 为此, 应尽可能早地在产品研制中开展维修性设计与分析工作, 有效地影响产品的设计, 以满足和提高产品的维修性水平。

A. 4. 1. 3 每个产品都有其特定的要求, 应通过剪裁维修性工作项目来适应这些要求, 如: 对新研制的产品, 建立维修性模型、维修性分配、维修性预计、制定维修性设计准则、维修性信息分析等可能是最基本的维修性工作项目。

A. 4. 2 工作项目 300 系列

A. 4. 2. 1 建立维修性模型(工作项目 301)

A. 4. 2. 1. 1 建立模型是一种旨在预计产品参数的系统分析过程。模型可以是简单的功能流程图或框图,也可以是描述整个产品的复杂流程图,还可以是描述产品参数和产品特性关系的数学关系式。模型可以用手工,也可以通过计算机程序来实现。它们可以专门用作维修性设计手段,以便进行分配、预计、设计或保障方案的选择权衡。

A. 4. 2. 1. 2 利用维修性模型可以确定一个变量的变化对产品研制、费用、维修性或维修操作特性的影响。可能时,应实现维修性模型与费用模型、战备完好性模型及其他保障性分析模型的关联与协调。这些模型也可以用来确定故障检测率、故障隔离率、故障的频数、平均修复时间、规定百分位的最大修复时间、维修停机时间率等因素的变化所带来的影响。还可以将维修性模型进行扩展用于分析、确定和评价产品的维修级别,其分析方法参见 GJB 2961。

A. 4. 2. 1. 3 维修性模型的必要性通常与产品的复杂程度有关。例如,对雷达系统的设计来说,模型几乎是必须的;但是对于简单设备(如便携式收发报机)模型可能是不必要的。因此,在确定本工作项目是否需要及其应用范围时,预想的产品复杂程度应当是考虑的重要问题。

A. 4. 2. 1. 4 只要硬件设计许可,即使还没有可利用的定量的输入数据,也应尽早建立模型。利用早期的模型,能够发现需要采取的措施。

A. 4. 2. 1. 5 在方案阶段,利用模型可以设定和评定各种设计和保障的备选方案。在工程研制阶段,可以对以前建立的模型进行修改,用于考察研制进度是否可以达到规定的要求和设计指标以及对工程变更的后果进行评定。

A. 4. 2. 2 维修性分配(工作项目 302)

A. 4. 2. 2. 1 承制方应该以一个或几个具体的维修性指标或要求开始维修性设计过程。指标或要求可以表示为:平均修复时间、维修工时率、故障检测率、故障隔离率等。为了有助于实现产品的维修性指标,必须将这些指标转换为产品各组成部分的维修性要求。这个转换过程就是维修性分配。

A. 4. 2. 2. 2 进行维修性分配的目的如下:

- a) 为产品或产品各组成的设计人员提供维修性设计指标,以使产品最终符合规定的维修性要求;
- b) 提供一种维修性记录与跟踪手段;
- c) 在涉及几个转承制方或供应方时,维修性分配可以作为承制方的一种维修性管理工具。

A. 4. 2. 2. 3 可以由订购方或由承制方或由双方联合组织分配。如果由订购方承担产品的(设计)综合任务时,则由订购方进行分配,并将分配的结果作为要求列入与下层产品承制方签订的单独的合同中。当产品是由承制方综合时,则整个产品的维修性由总师单位或联合承制方负责进行维修性分配,并要保证与其转承制方共同实现合同规定的维修性要求。下层次产品的承制方(或转承制方)负责将其所承担的指标或要求分配给更低的设计或组装层次。

A. 4. 2. 2. 4 应将合同中要求的维修性规定值分配到较低的产品层次,作为产品的维修性设计的初始依据。完成初步的维修性分配后,应利用低层次产品的维修性数据,通过维修性预计,初步预计能够达到的维修性水平,并与要求值进行比较。在方案和工程研制的早期,尽管由于不掌握设计的细节,不能获得准确的预计值,但对于方案比较和确定合理的分配模型是有意义的。应重复进行上述的分配和预计,直到获得合理的分配值为止。

A. 4. 2. 2. 5 应按维修性要求对应的维修级别进行分配,而且只需要进行到对所分配的维修性指标值有直接影响的硬件层次。例如,如果对基层级维修的平均修复时间规定了指标,而没有对中继级和基地级规定,则维修性只分配到基层级维修的可拆装单元。

A. 4. 2. 2. 6 在分配过程中应给每个有关的产品做出初步的维修性估计。估计值可以从以下来源得到:

- a) 维修性预计;
- b) 类似产品得来的数据;
- c) 从类似产品得来的经验;

d) 根据个人的经验和判断得出的工程估计值。

A. 4. 2. 2. 7 应该尽可能在研制的早期阶段开始分配工作, 因为此时进行权衡和重新定义要求的灵活性最大, 尽早开始的另一个理由是可以有时间确定较低层次的维修性要求(将系统的要求分配给分系统, 将分系统要求分配给其下各层次)。此外, 还必须把这些要求固定下来, 以便给设计人员规定具体的要求。

A. 4. 2. 2. 8 初步设计评审和详细设计评审中都应评审分配的指标、结果和存在问题。

A. 4. 2. 3 维修性预计(工作项目 303)

A. 4. 2. 3. 1 为了保证规定的产品维修性要求(及分配值)得到满足, 需要在整个研制过程定期对其维修性进行评估。

A. 4. 2. 3. 2 在方案阶段, 维修性预计是选择最佳设计方案的一个关键因素。由于在这个阶段可利用的具体数据量有限, 所以维修性预计主要依赖于历史数据与经验。

A. 4. 2. 3. 3 在工程研制的初步设计阶段, 维修性预计可以用来确定产品的固有维修性特征、建议的工程更改对维修性的影响, 还可支持产品特性的权衡。在这个阶段有更多的具体的产品信息可以利用, 所作预计一般要比在方案阶段更准确。这些预计方法所需要的信息如下:

- a) 维修方案;
- b) 功能方框图;
- c) 工作原理;
- d) 可更换单元清单;
- e) 可更换单元的可靠性估计值;
- f) 诊断方案的诊断能力。

A. 4. 2. 3. 4 在工程研制的中期, 一旦确定了详细功能方框图和完整的装配方案, 就可以采用详细预计方法。详细预计所用的方法与初步预计相似, 使用这些方法所需要的信息如下:

- a) 维修和诊断方案, 包括状态显示面板、操作员控制面板的布局、机内测试设备的使用和能力、接口数据、拆装和更换工作的方案, 产品安装的安排及可达性的详细说明;
- b) 功能方框图;
- c) 工作原理;
- d) 详细的零部件清单及可拆装单元的简图或线路图;
- e) 每一可拆装单元的可靠性估计值;
- f) 可拆装单元的草图和图纸。

注: 上述前 5 项信息与早期预计所要求的信息相似, 但更为翔实。因为项目进展到此时, 工程判断和假设已被设计决策所代替, 部分设备已经结束草图设计而进入正式图纸阶段, 已经选定了供货单位和转承制方, 并且在许多情况下, 各个可拆装单元已经经过功能试验和测试。

A. 4. 2. 3. 5 所选择的预计方法必须与规定的维修性参数相适应。GJB/Z 57 为维修性的若干参数规定了几种优先选用的预计方法。这些方法能把测试性特点和原理(诸如产品不同层次的故障检测率、隔离率及隔离等级与诊断方案等)结合到预计中去。也可以采用其他预计方法。预计所需要的数据种类取决于预计参数、有关的产品层次及维修级别。另外, 也有预计预防性维修工作量的方法。

A. 4. 2. 3. 6 维修性预计在整个项目过程中是反复迭代的, 而且与可靠性分配、产品技术状态项目分析工作等密切关联, 在论证和工程研制阶段订购方均应对维修性预计提出要求。此外, 在维修性验证之前, 也应进行维修性预计。

A. 4. 2. 3. 7 维修性预计结果是可用度分析、保障性分析和维修工程分析的输入。

A. 4. 2. 4 故障模式及影响分析——维修性信息(工作项目 304)

A. 4. 2. 4. 1 故障模式及影响分析用来确定与故障检测隔离及修复有关的维修性设计所需要的信息。它特别与下列活动有关: 故障指示器的确定和设计、测试点的布置、故障诊断方案的制定、故障检测隔离

系统设计特性的确定等。无论是哪一级维修，故障检测隔离的效果和效率都是决定维修性的关键因素，为了有效进行故障检测及隔离设计，需要确定故障模式及其与故障征兆的关系。通过损坏模式及影响分析还可以发现影响抢修性的设计弱点。

A. 4. 2. 4. 2 在进行故障(损伤, 下同)模式及影响分析时, 要用到工程图表、可靠性及试验数据。

A. 4. 2. 4. 3 在故障模式及影响分析中, 首先必须确定可更换单元以上各层次产品的所有重要的故障模式, 对产品使用没有影响或是出现概率很小的故障模式可以忽略。如果故障不会导致安全性后果, 下一步是确定每一故障模式的故障影响。故障影响定义为故障模式对产品的使用、功能或状态导致的结果。故障影响是依据产品工作时显示的信号、输出的方式或向另一个产品提供信号或输出的方式加以描述的。针对下列主要因素, 通过对功能方框图或简图进行分析和研究, 可以编制故障影响清单:

- a) 向其他产品输送的信号;
- b) 向操作者输出的信号;
- c) 状态和监控面板的显示信号;
- d) 其他性能监控信息。

A. 4. 2. 4. 4 故障模式及影响分析的深度和范围决定于维修性要求与产品的复杂程度及其特点。对于简单设备, 其要求可能只限于基层级维修性, 譬如说预期在基层级只有 5 个或更少的可更换单元, 那么将只要求小范围的故障模式及影响分析, 分析深度只到这些可更换单元。对比较复杂的设备, 可能对基层级和中继级维修性都有要求, 譬如预期在基层级会有 10 个或更多的可更换单元, 每一基层级可更换单元又至少包括 10 个中继级可更换的单元, 这种设备的故障模式及影响分析范围就会比较大, 分析深度要求达到中继级可更换的单元。

A. 4. 2. 4. 5 故障模式及影响分析或有关的分析也可能被规定为可靠性和安全性工作及其计划的一部分, 此时, 应该尽量将这些分析协调和结合起来。

A. 4. 2. 4. 6 由于确定故障模式、影响及纠正措施涉及许多不同专业的知识与技术, 其分析需要从各工程专业活动获得输入。无论是由哪个工程小组进行分析, 都应该确保掌握 FMEA 的设计工程师在其中起重要作用。所有可能用到 FMEA 分析所产生的知识和结果的各个专业都必须对 FMEA 结果进行严格检查。因此, 应该把对 FMEA 的分析结果及其应用情况的评审作为项目正式评审的要求。

A. 4. 2. 5 维修性分析(工作项目 305)

A. 4. 2. 5. 1 维修性工作是为了通过设计活动形成能够满足产品使用所要求的维修能力, 维修性分析是其中一项关键性的工作项目, 主要目的是:

- a) 确立能够提供所需要的产品特性的设计准则;
- b) 为通过备选方案的评定和利用权衡研究做出的设计决策创造条件;
- c) 有助于确定修理和保养策略及实现维修性特性的关键性保障;
- d) 证实设计符合维修性要求。

A. 4. 2. 5. 2 维修性分析工作的安排必须与整个研制进展及阶段决策点相匹配。本工作项目很可能与保障性分析工作发生交叉, 必须加强协调, 保证各分析工作的一致, 并避免重复。

A. 4. 2. 5. 3 维修性要求及其相关约束直接影响产品的设计方案, 因此应对维修性要求及有关约束进行分析与分解, 准确理解设计要求对设计方案的影响, 并将设计要求细化为与具体设计相关的描述。维修性分析把各维修级别的维修性要求, 以及有关维修策略、方案及维修保障计划的信息作为输入。维修策略指实施维修的一些规则或规定(谁、在哪里、如何维修); 维修方案是实施各维修级别维修策略、实现维修绩效目标的措施或途径; 而维修保障计划则是实现这个方案的详细方法和安排。

A. 4. 2. 5. 4 综合权衡是维修性分析的重要内容, 不仅要在产品顶层进行权衡, 以便对产品备选方案进行评定; 还要在其以下层次进行, 作为选择详细设计方案的依据。综合权衡是确定与使用、保障费用、设计方案、设计细节和维修策略有关的维修性指标的有效手段。同时, 还应对设计方案中的维修性进行权衡, 确保产品各层次、各类型的维修性要求协调一致, 整个方案科学合理, 费效良好。

A. 4. 2. 5. 5 维修时间是维修性的主要体现，通常有多种组成部分，各时间要素的不同取值直接影响产品设计方案和实现途径。因此，应对维修时间组成进行分析，推断不同取值对设计方案的影响以及对实现技术途径的要求。维修时间分析一般应包括对以下时间要素的考虑：

- a) 故障诊断与检测时间；
- b) 拆卸时间；
- c) 修复时间；
- d) 重新装配时间；
- e) 调整调校时间；
- f) 检查测试时间。

A. 4. 2. 5. 6 维修性在许多情况下决定于测试和诊断系统设计的恰当性和有效性。因此，维修性分析应该包括对测试和诊断系统的构成和设计的相应分析。可供考虑的测试与诊断系统的类型有：

- a) 外部自动硬件测试；
- b) 外部自动软件测试；
- c) 内部自动硬件测试；
- d) 内部自动软件测试；
- e) 人工操作软件测试；
- f) 人工测试；
- g) 半自动(人工和自动的组合)测试；
- h) 维修辅助手段和其他诊断程序。

A. 4. 2. 5. 6. 1 硬件测试通常是通过激励源向产品及其组成提供输入，对其输出进行监测。故障隔离的层次也可能正好就是被测试产品。硬件测试也可能包含用正常的功能输入来监测性能。

A. 4. 2. 5. 6. 2 利用软件进行测试仍然要求激励源和监测，但它还要对测试得到的输入输出进行预定的逻辑分析，因此与硬件测试相比，如果假设输入和输出相同，利用软件测试可以将故障隔离到更低的产品层次。

A. 4. 2. 5. 6. 3 机内测试设备是设计在产品中的专用设备，用以使产品或其若干组成完成特定的自检功能。

A. 4. 2. 5. 6. 4 外部测试设备可能是通用、也可能是专用设备。通用设备用来对多种设备进行一般功能测试，如信号发生器、测量仪表和显示器等。

A. 4. 2. 5. 6. 5 人工测试基本上是利用标准的现成测试设备和某种程度的“试探”技术，测试过程中通常会反复的置换和调整。对于非常简单的或不复杂的设备来说，这种测试可能是最有效的。

A. 4. 2. 5. 6. 6 使用自动测试设备也可能要反复置换和调整，但对于复杂产品，可以明显提高其测试效率。

A. 4. 2. 5. 6. 7 值得注意的是，产品在正常工作显示的同时，也在某种程度上输出了判别和隔离故障的信息，可以利用这些信息进行故障定位(特别是在整机级)。

A. 4. 2. 5. 6. 8 检测手段与维修辅助手段综合应用可提供良好的检测诊断能力，包括诊断程序，修理规程和维修经验数据、便携式维修辅助装置(PMA)、交互式电子技术手册(IETM)。

A. 4. 2. 5. 7 人的因素是影响维修能力和效率的重要因素，维修性分析应针对主要的维修活动进行人素工程分析，主要项目包括：

- a) 力量与疲劳分析。主要分析维修人员在特定操作空间和姿势下，能否提供足够的力量，是否能够持续完成规定的作业。
- b) 可达性分析。主要分析维修人员是否能够得到测试点、维修点、操作点，包括徒手操作和使用工具操作等情况。
- c) 维修操作活动空间分析。主要分析装备是否为维修人员、被拆卸零部件提供了足够的、连续的

操作和移动空间。

- d) 可视性分析。主要分析维修人员在维修操作过程中是否可以看得见被操作对象,是否提供了足够的照明条件等。
- e) 维修安全性分析。主要分析高压、高温、腐蚀、辐射等对维修人员的健康和安全的影晌,也应包括对装备的安全性分析。

A. 4. 2. 5. 8 经济性也是维修性的一个重要目标,设计过程中必须对维修费用进行预测和分析,尽量避免不合理因素的引入。费用分析不仅要考虑故障件的成本,还要考虑所需工具、设备等因素,需要时,还应考虑由于特殊技术或工艺要求所产生的费用影响。

A. 4. 2. 5. 9 维修性分析过程中应注意:

- a) 装备-维修人员-维修工具或设备必须作为一个整体来考虑;
- b) 测试系统必须作为产品设计的一个组成部分,在研制早期就应当考虑;
- c) 测试系统常常是在产品主要功能之外附加的硬件和软件;
- d) 测试系统往往会有一定的局限,如不能检测出所有的故障,对部分故障难以隔离定位,甚至有时产品尽管正常工作,但却被指示为有故障等,这些质量特性影响着维修性、保障性要求与战备完好性目标的实现;
- e) 测试系统的费用在产品的总费用中占有相当大的比重,维修性分析在确定测试系统的设计构成的同时,还要确定测试系统的质量特性。

A. 4. 2. 5. 10 维修性分析应该有助于确定产品及其各层次组成的修理策略,这种分析的结果应通知订购方所属的保障性分析人员作为保障性分析的输入,与这些人员取得必要的协调,以避免重复工作。

A. 4. 2. 5. 11 维修性分析对实装或实物样机的依赖限制了维修性分析的开展,目前虚拟现实(VR)技术已经成熟并在设计领域获得广泛应用,尤其是随着电子样机出现,维修性分析也应充分利用各种仿真技术(如虚拟维修仿真技术)及时尽早开展。

A. 4. 2. 5. 12 维修性分析所需的输入信息主要来源如下:

- a) 可靠性分析和预计;
- b) 维修有关的人的因素的研究;
- c) 安全性分析;
- d) 制造工艺分析;
- e) 费用分析。

A. 4. 2. 6 抢修性分析(工作项目 306)

A. 4. 2. 6. 1 抢修性是在预定的战场条件下和规定的时限内,装备损伤后经抢修恢复到能执行某种任务状态的能力。抢修性分析目的是分析评价潜在的战场损伤抢修的快速性与资源要求,并为战场抢修分析提供相应输入,而战场抢修分析是制订装备战场损伤评估与修复(BDAR)大纲进而准备抢修手册及资源的一种重要手段。分析的目标是在战时以有限的时间和资源使装备保持或恢复执行任务所需的基本功能。

A. 4. 2. 6. 2 与一般维修不同,战场抢修允许采用一些非常规的方式方法,在战场条件下尽快恢复装备的基本功能,常见的抢修方式有切换、切除、重构、拆换、替代、原件修复、制配等。抢修方法不同,其所需要资源、时间、难度和装备的可恢复程度也不同,应当通过战场抢修分析加以选择。当不能选择适用有效的抢修方法时,应提出改进建议。战场抢修分析可参见 GJB 4803。

A. 4. 2. 6. 3 抢修性分析对预想的战场损伤及其抢修方法的快速、方便、有效性进行分析评估,主要内容包括:

- a) 抢修性要求与其他特性要求权衡;
- b) 损伤评估与修复时间分析;
- c) 损伤评估与修复时间预计;

- d) 损伤快速检测与定位有效性分析;
- e) 损伤评估与修复安全性分析;
- f) 损伤评估与修复资源评估。

A. 4. 2. 6. 4 进行战场抢修和抢修性分析, 应收集如下信息:

- a) 装备概况;
- b) 装备的作战任务及环境的详细信息;
- c) 可能的作战威胁情况;
- d) 产品故障和战斗损伤的信息;
- e) 装备维修保障信息;
- f) 战时可能获得的保障资源信息;
- g) 类似装备的上述信息等。

A. 4. 2. 7 制定维修性设计准则(工作项目 307)

A. 4. 2. 7. 1 为了将维修性要求及预期的使用约束条件转换为实际的和有效的硬件设计, 必须确定和采用通用和专用的设计准则、标准及技术措施, 以满足人员和保障约束条件及战备完好性、任务成功性等目标。

A. 4. 2. 7. 2 维修性分配、综合权衡、维修性分析, 是确定产品及各组成部分定量和定性要求和制定设计准则的基础。

A. 4. 2. 7. 3 通用设计准则

A. 4. 2. 7. 3. 1 为减少维修造成的停用时间, 可以采用:

- a) 无维修设计;
- b) 标准的和经认证的设计和零部件;
- c) 简单、可靠和耐久的设计和零部件;
- d) 减轻故障后果的故障保护机构;
- e) 模块化设计;
- f) 从基层级到基地级的有效的综合诊断装置。

A. 4. 2. 7. 3. 2 为减少维修停用时间, 可以通过设计使下列工作迅速可靠:

- a) 预测或检测故障或性能退化;
- b) 受影响的组件、机柜或单元的故障定位;
- c) 隔离到某个可更换或可修复的模件或零件;
- d) 通过更换、调整或修复排除故障;
- e) 确定排除故障与保养的适用性;
- f) 识别零件、测试点及连接点;
- g) 校准、调整、保养及测试。

A. 4. 2. 7. 3. 3 为减少维修费用, 可通过设计减少:

- a) 故障对人员和设备的危害;
- b) 全套专用维修工具;
- c) 对于基地或承制方维修的要求;
- d) 备件和材料的消耗和费用;
- e) 不必要的维修;
- f) 人员的技能要求。

A. 4. 2. 7. 3. 4 为降低维修的复杂程度, 可以采用下列设计:

- a) 系统、设备和设施的兼容性;
- b) 设计、零件及术语的标准化;

- c) 相似零件、材料和备件的互换性;
- d) 最少的维修工具、附件及设备;
- e) 适当的可达性、工作空间和工作通道。

A. 4. 2. 7. 3. 5 为降低维修人员要求, 可以采用下列设计:

- a) 合理有序的职能和工作分配;
- b) 搬运的方便性、机动性、运输性及储存性;
- c) 最少的维修人数和维修工种;
- d) 简单而有效的维修规程。

A. 4. 2. 7. 3. 6 为减少维修差错, 可采用设计措施以减少:

- a) 未检测出的故障或性能退化的可能性;
- b) 无效维修, 疏忽, 滥用或误用维修;
- c) 危险的或难处理的工作内容;
- d) 维修标志和编码含混不清。

A. 4. 2. 7. 4 拟定设计准则必须有助于分析人员选择维修性的定量设计特征, 从而把最佳的维修性设计到产品中去。

A. 4. 2. 7. 5 设计准则的拟订, 应该使那些能够确保产品整个寿命周期内维修保障经济有效的特征在设计中得到考虑。

A. 4. 2. 7. 6 确定是否符合准则的最好方法是检查产品功能图、简图、设备组装、外形、配合及功能、技术规程以及对照设计评审核对表的内容。这种确认是否符合准则的过程应在整个工程研制阶段持续进行, 并在研制过程中根据所提出的工程更改按规定迭代进行, 每次检查均应形成设计准则符合性报告。

A. 4. 2. 8 为详细的维修保障计划和保障性分析准备输入(工作项目 308)

A. 4. 2. 8. 1 本工作项目是以确定和准备数据为主的一项工作, 目的在于逐步获得适用且有效的数据, 并跟踪与协调维修性分析工作和保障性分析工作, 避免不必要的重复。

A. 4. 2. 8. 2 数据的种类、数量和有效程度, 随产品的型号和研制阶段不同应有差异。通常结构简单的产品, 易于得到符合实际的有效数据。相反, 结构复杂的产品, 要得到有效的数据就比较困难。在研制阶段的早期, 可能只能得到相似产品的数据或预计的数据, 误差较大。随着研制工作的进展, 特别是 1:1 样机的制成, 数据会变得更有效。

A. 4. 2. 8. 3 维修保障计划和保障性分析的输入要求见 GJB 1371, 有关的维修性数据主要有:

- a) 产品的结构与安装特点;
- b) 产品的性能检测和故障诊断特性;
- c) 与维修性有关的产品技术状态;
- d) 维修性预计结果;
- e) 在各维修级别上所要求的不同种类的维修工作;
- f) 在每一维修级别开展维修工作所需的工具、设备、场地以及各种技术手册等;
- g) 每一维修级别要求的人员技术水平与种类。

A. 4. 2. 8. 4 在工程研制开始之前, 应该提供确定保障要求所需数据; 在工程研制过程中, 关键设计评审之前, 应该提供保障性分析所需数据。

A. 5 维修性试验与评价

A. 5. 1 一般考虑

A. 5. 1. 1 维修性试验的目的是:

- a) 发现和鉴别维修性缺陷, 提供设计改进的依据;
- b) 考核、验证产品的维修性是否符合维修性定量要求;

c) 对有关维修保障资源进行评价。

A. 5.1.2 本系列工作项目是通过试验和分析判定产品的维修性是否符合规定要求的过程，除了在研制阶段进行的试验与评价外，还应结合部队试用、试修进行评价。维修性验证试验本身虽不能保证产品达到所要求的维修性，但它可促进承制方的维修性工作。

A. 5.1.3 订购方应根据产品的任务要求，产品的种类以及试验费用等，确定维修性验证正式要求，并将验证与评定的范围、结构与功能层次，验证方法以及试验程序等，详细写入合同工作说明中。

A. 5.1.4 订购方应按照产品的使用和其他约束条件提供信息，以便为确定试验计划提供依据。这些信息至少应包括：维修性的定性定量要求，维修环境，维修性试验时产品的使用模式以及验证的维修级别等内容。

A. 5.1.5 对于每一项维修性试验，都应制定试验计划和方案，试验完成后，应提出相应的试验报告。

A. 5.2 工作项目 400 系列

A. 5.2.1 维修性核查(工作项目 401)

A. 5.2.1.1 维修性核查是承制方为实现装备的维修性要求，贯穿于从可更换单元到顶层产品的整个研制过程中，不断进行的检查、核对、试验与评定工作。

A. 5.2.1.2 维修性核查的目的是检查与不断修正维修性分析的结果，鉴别设计缺陷，以便采取纠正措施，保证维修性不断增长，最终满足规定的维修性要求。

A. 5.2.1.3 维修性核查的方法比较灵活，应最大限度地利用研制过程中各种试验(如功能、样机、模型、合格鉴定和可靠性试验等)所获得的维修作业数据，并采用较少的和置信度较低的(粗略的)维修性试验。

A. 5.2.1.4 在研制早期还可采用木质模型或金属模型进行演示、测算。应用这些数据、资料进行分析，找出维修性的薄弱环节，采取改进措施，提高维修性。

A. 5.2.1.5 维修性核查还应尽可能利用各种成熟的建模与仿真技术，如虚拟维修仿真技术，基于三维电子样机的维修性核查，有利于尽早发现设计缺陷，分析费用也比较经济。

A. 5.2.2 维修性验证(工作项目 402)

A. 5.2.2.1 维修性验证是一种正规的严格的检验性试验评定，即为确定装备是否达到了规定的维修性要求，由指定的试验机构进行的或由订购方与承制方联合进行的试验与评定。

A. 5.2.2.2 维修性验证通常在设计定型或生产定型阶段进行。在生产阶段进行装备验收时，如有必要，也可进行验证。

A. 5.2.2.3 维修性验证的结果应作为装备定型的依据之一，验证试验的环境条件，应尽可能与装备实际使用维修环境一致，或十分类似。试验中维修所需要的维修人员、工具、保障设备、设施、备件、技术文件，应与正式使用时的保障计划规定一致。

A. 5.2.2.4 GJB 2072 对维修性验证试验规定了统一的试验方法和要求。如果由于特殊原因，在 GJB 2072 中找不到一种合适的方法时，则应由订购方提供其他的试验方法，或由承制方确定相应的试验方法，并经订购方认可。

A. 5.2.2.5 维修性验证试验计划，应于产品工程研制开始时基本确定，并随着研制的进展，逐步调整。该计划应包括下各项内容：

- a) 试验组织；
- b) 试验进度安排；
- c) 保障用物资；
- d) 试验经费；
- e) 试验准备；
- f) 有关试验的一些基本规定(参见 A.5.2.2.8)；
- g) 验证的实施方法。

A. 5. 2. 2. 6 应在合同中明确规定订购方参加验证评审的时间与范围。未经订购方同意的任何维修性验证试验计划，不得实施。

A. 5. 2. 2. 7 试验组的组成与职责一般符合以下要求：

- a) 试验组的组成。试验组一般分为两个小组，即验证评定小组和维修小组。验证评定小组内应有订购方的代表参加。维修小组由熟悉被试产品维修的人员组成，如果全部为承制方的人员，则他们应具有与产品部署使用后的维修人员相当的资格和技能水平；如果全部用部队的维修人员，则他们应事先经过适当的培训。
- b) 试验组的职责。验证评定小组负责安排试验、监控试验和处理试验数据；维修小组负责具体实施所要求的维修活动。每个试验组人员的具体职责应在详细的试验计划中规定。

A. 5. 2. 2. 8 试验开始前，应结合具体产品情况，由承制方与订购方协商确定有关处理下列各项的基本规则：

- a) 仪器引起的故障：由于仪器的不正确安装与操作而引起的产品故障，排除这些故障要花费维修时间；
- b) 从属故障：由原发责任故障所导致的所有从属故障，应对原发责任故障和从属故障所引起的维修时间加以区分；
- c) 不合适的保障设备：在完成具体维修工作时，发现事先规定使用的保障设备不合适时，应采取的措施；
- d) 技术手册中的不适当内容：由于技术手册中提供了不恰当、不准确或不充分的信息（例如，连接器的互换性），从而导致产品受损或诱发维修差错，由此将引起消耗额外的维修时间；
- e) 人员数量与技术水平的统计：如果某一给定的维修工作间断地或连续地要求具有不同技能的人员时，如何按维修工作估计工作时数；
- f) 同型拆配：应规定在维修过程中，是否允许采取同型拆配的方法，包括产品或保障设备的同型元件与组件的拆配；
- g) 使用检查：在装备出动前、后或定期检查的某一阶段中所作的目视检查或任何维修，是否被认为是预防性维修。

A. 5. 2. 3 维修性分析评价(工作项目 403)

A. 5. 2. 3. 1 维修性分析评价主要用于难以实施维修性验证的复杂装备。

A. 5. 2. 3. 2 维修性分析评价通常可采用维修性预计、维修性缺陷分析、同类产品维修性水平对比分析、维修性仿真、低层次产品维修性试验数据综合等方法，评价装备是否能达到规定的维修性水平。

A. 5. 2. 3. 3 维修性分析评价主要是评价装备或其组成的维修性。评价的方法、利用的数据、评价准则和评价的结果均应经订购方认可。维修性分析评价可为使用期间维修性评价提供支持信息。

A. 6 使用期间维修性评价与改进

A. 6. 1 一般考虑

A. 6. 1. 1 500 系列规定的三个工作项目 501、502、503 是装备在使用期间非常重要的维修性工作，通过实施 500 系列工作项目达到以下目的：

- a) 利用收集的维修性信息，评价装备的维修性水平，验证是否满足规定的维修性要求，当不能满足时，提出改进建议和要求；
- b) 发现使用过程中的维修性缺陷，组织进行维修性改进，提高装备的维修性水平；
- c) 为装备的使用、维修提供管理信息，为装备的改型和提出新研装备的维修性要求提供依据等。

A. 6. 1. 2 工作项目 501、502、503 彼此之间是密切相关的，使用期间维修性信息收集(501)是维修性评价(502)和维修性改进(503)的基础和前提。使用期间维修性信息收集的内容、分析的方法等应充分考虑维修性评价与改进对信息的需求。维修性评价的结果和在评价中发现的问题也是进行维修性改进的重

要依据。应注意三项工作的信息传递、信息共享，减少不必要的重复，使维修性信息的收集、评价和改进工作协调有效地进行。

A. 6. 1. 3 工作项目 501、502、503 是装备使用期间装备管理的重要内容，必须与装备的其他管理工作相协调，统一管理。使用期间维修性信息的收集是装备信息管理的重要组成部分，必须统一纳入装备的信息管理系统。维修性评价应与其他评价，如可靠性评估、保障性评估等协调进行。维修性改进也是装备改进的一部分，必须协调权衡。

A. 6. 2 工作项目 500 系列

A. 6. 2. 1 使用期间维修性信息收集(工作项目 501)

A. 6. 2. 1. 1 应建立严格的信息管理和责任制度。明确规定信息收集与核实、信息分析与处理、信息传递与反馈的部门、单位及其人员的职责。

A. 6. 2. 1. 2 进行使用期间维修性信息需求分析，对维修性评价及其他维修性工作的信息需求进行分析，确定维修性信息收集的范围、内容和程序等。维修性信息一般应包括：

- a) 维修类别；
- b) 维修级别；
- c) 维修程度；
- d) 维修方法；
- e) 维修时间；
- f) 维修日期；
- g) 维修工时；
- h) 维修费用；
- i) 人员专业技术水平；
- j) 维修性缺陷；
- k) 维修单位。

A. 6. 2. 1. 3 使用期间维修性信息收集工作应规范化。按 GJB 1775 等标准的规定统一信息分类、信息单元、信息编码，并建立通用的数据库等。

A. 6. 2. 1. 4 应组成专门的小组，定期对维修性信息的收集、分析、贮存、传递等工作进行评审，确保信息收集、分析、传递的有效性。

A. 6. 2. 2 使用期间维修性评价(工作项目 502)

A. 6. 2. 2. 1 使用期间维修性评价的主要目的是对装备的维修性水平进行评价，验证是否满足部队对装备的维修性要求，发现装备的维修性缺陷，以及为装备的改进、改型和新装备的研制提供支持信息。

A. 6. 2. 2. 2 维修性评价应尽可能在典型的实际使用与维修条件下进行，这些条件必须能代表实际的作战和保障条件。被评价的装备应具有规定的技术状态，使用与维修人员必须经过正规的训练，各类维修保障资源按规定配备。

A. 6. 2. 2. 3 维修性评价在装备部署后进行，可以结合使用可靠性评估、保障性评估等一起进行。

A. 6. 2. 2. 4 应制定维修性评价计划，计划中应明确参与评价各方的职责及要评价的内容、方法和程序等。

A. 6. 2. 2. 5 在整个评价过程中应不断地对收集、分析、处理的数据进行评价，确保获得可信的评价结果及其它有用信息。

A. 6. 2. 3 使用期间维修性改进(工作项目 503)

A. 6. 2. 3. 1 确定的维修性改进项目，应该是那些对减少维修消耗时间、降低维修成本、降低维修技术难度有重要影响和效果的项目。

A. 6. 2. 3. 2 维修性改进是装备改进的重要内容，必须与装备的其它改进项目进行充分的协调和权衡，以保证总体的改进效益。

A. 6. 2. 3. 3 维修性改进应有专门的组织负责管理，其主要职责是：

- a) 组织论证并确定维修性改进项目；
 - b) 制定维修性改进计划；
 - c) 组织对改进项目、改进方案的评审；
 - d) 对改进的过程进行跟踪；
 - e) 组织改进项目的验证；
 - f) 编制维修性改进项目报告等。
-