



中华人民共和国国家军用标准

FL 0111

GJB/Z 72—95

可靠性维修性评审指南

A guide to review for
reliability and maintainability

1995—05—31 发布

1995—12—01 实施

国防科学技术工业委员会 批准

目 次

1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 定义	(1)
4 一般要求	(1)
5 详细要求	(2)
5.1 R&M 评审的类型和评审点的设置	(2)
5.2 论证阶段评审	(2)
5.3 方案阶段评审	(3)
5.4 工程研制阶段评审	(3)
5.4.1 初步设计评审	(3)
5.4.2 详细设计评审	(4)
5.5 设计定型评审	(4)
5.6 生产定型评审	(5)
5.7 软件的 R&M 评审	(5)
5.8 评审的管理	(5)
5.8.1 R&M 评审专业组的组成	(5)
5.8.2 评审准备工作	(5)
5.8.3 评审检查项目单	(6)
5.8.4 评审后的工作	(6)
5.8.5 评审文件管理	(6)
附录 A 可靠性评审检查项目单(补充件)	(7)
附录 B 维修性评审检查项目单(补充件)	(16)
附录 C 软件的 R&M 评审(补充件)	(22)

中华人民共和国国家军用标准

可靠性维修性评审指南

GJB/Z 72-95

A guide to review for
reliability and maintainability

1 范围

1.1 主题内容

本指导性技术文件提供了装备可靠性与维修性(以下用 R&M 表示)评审的通用要求、内容、方法和程序。

1.2 适用范围

本指导性技术文件适用于有 R&M 要求的装备的论证、方案、工程研制、设计定型和生产定型各阶段。生产和使用过程亦可参照使用。

1.3 应用指南

本指导性技术文件的各项要求和内容,可进行适当的剪裁,以适应具体装备的 R&M 评审的需要。剪裁应以装备的特点、任务需求、复杂性、寿命周期费用及合同或研制任务书的要求等为依据。

2 引用文件

GB 8566	计算机软件开发规范
GB/T 11457	软件工程术语
GJB 368A	装备维修性通用大纲
GJB 437	军用软件开发规范
GJB 439	军用软件质量保证规范
GJB 450	装备研制与生产的可靠性通用大纲
GJB 451	可靠性维修性术语
GB 1310	设计评审

3 定义

本指导性技术文件中的术语采用 GJB 451、GB/T 11457 中的定义。

4 一般要求

4.1 订购方和承制方在装备研制过程中应进行分阶段、分级的 R&M 评审,以确保 R&M 工作按预定的程序进行,并保证交付的装备及其组成部分达到规定的 R&M 要求。评审结论是转

阶段决策的重要依据之一。

4.2 R&M 评审应是产品可靠性与维修性大纲必须规定的工作项目。在签订合同所编写的《工作说明》中应明确提出 R&M 评审要求。

4.3 R&M 评审应作为装备阶段评审的主要内容之一,在研制程序、计划或合同规定的各主要阶段评审点实施。根据需要可以进行 R&M 专题项目评审。R&M 评审和 R&M 专题项目评审应纳入研制程序、计划。

4.4 评审主办单位在按 GJB 1310 规定制订的评审管理制度中应有 R&M 评审的管理内容,包括评审组织、评审程序、跟踪管理等要求。

4.5 评审主办单位应按产品可靠性与维修性大纲要求制订具体的 R&M 评审工作计划,包括评审类型、评审点设置、评审要求等。

4.6 评审主办单位应参照本指导性技术文件编制评审检查项目单,以保证评审中对 R&M 重要问题都能给以适当的考虑。

5 详细要求

5.1 R&M 评审的类型和评审点的设置

根据装备研制阶段、产品组成层次和评审的任务与范围的不同,一般可按下列类型选择和设置 R&M 评审点。

5.1.1 按研制阶段划分

- a. 论证阶段评审;
- b. 方案阶段评审;
- c. 工程研制阶段评审;
- d. 设计定型评审;
- e. 生产定型评审。

5.1.2 按产品组成层次划分

- a. 系统级评审;
- b. 分系统级评审;
- c. 装置级及其以下级别(设备、部件等)评审。

5.1.3 R&M 专题项目评审

根据研制工作需要进行的其它 R&M 评审。

5.1.4 软件的 R&M 评审

在系统研制和软件开发的全过程中应根据 GB8566、GJB437、GJB439 规定进行软件的 R&M 评审。评审类型和评审点的设置见附录 C(补充件)C1。

5.2 论证阶段评审

5.2.1 目的

评价所论证装备的 R&M 定性与定量要求的科学性、可行性和是否满足装备的使用要求。评审结论为申报装备的战术技术指标提供重要依据之一。

5.2.2 应提供的文件

在进行装备战术技术指标评审时,应当包括对 R&M 指标的评审。

提交评审的文件一般应包括下列 R&M 的内容:

- a. 装备的 R&M 参数和指标要求及其选择和确定的依据;
- b. 国内外相似产品或装备 R&M 水平分析;
- c. 装备寿命剖面、任务剖面及其它约束条件(如初步的维修保障要求等);
- d. R&M 指标考核方案;
- e. R&M 经费需求分析。

5.2.3 主要内容

主要评审提出 R&M 要求的依据及约束条件,R&M 指标考核方案设想。

详细内容见附录 A(补充件)A1 和附录 B(补充件)B1。

5.3 方案阶段评审

5.3.1 目的

评审 R&M 研制方案与技术途径的正确性、可行性、经济性和研制风险。评审结论为申报装备的《研制任务书》和是否转入工程研制阶段提供重要依据之一。

5.3.2 应提供的文件

在方案阶段评审中,必须将装备的 R&M 方案作为重点内容之一进行评审。

提交评审的文件一般应包括下列 R&M 的内容:

- a. 可达到的 R&M 定性、定量要求和 R&M 技术方案及其分析(含故障诊断及检测隔离要求等);
- b. R&M 大纲及其重要保证措施;
- c. R&M 指标考核验证方法及故障判别准则;
- d. 采用的标准、规范;
- e. R&M 设计准则;
- f. R&M 经费预算及依据。

5.3.3 主要内容

主要评审 R&M 大纲的完整性与可行性,相应的保证措施以及初步维修保障方案的合理性。

详细内容见附录 A(补充件)A2 和附录 B(补充件)B2。

5.4 工程研制阶段评审

工程研制阶段的 R&M 评审应根据实际情况具体安排,一般可进行两次评审,即初步设计评审和详细设计评审。

5.4.1 初步设计评审

5.4.1.1 目的

检查初步设计满足研制任务书对该阶段规定的 R&M 要求的情况;检查 R&M 大纲实施情况;找出 R&M 方面存在问题或薄弱环节,并提出改进建议。评审结论为是否转入详细设计提供重要依据之一。

5.4.1.2 应提供的文件

在进行初步设计评审时,应当包括对装备的 R&M 设计及 R&M 大纲进展情况进行评审。提交评审的文件一般应包括下列 R&M 的内容:

- a. R&M 初步设计情况报告(含分配、预计、相应的模型框图及分析报告,各维修级别的故障检测、隔离方法等);
- b. 关键项目清单及控制计划;
- c. 故障模式及影响分析(FMEA)或故障模式、影响及危害性分析(FMECA)和故障树分析(FTA)资料;
- d. 元器件大纲;
- e. R&M 研制和增长试验及鉴定试验方案,本阶段试验结果报告。

5.4.1.3 主要内容

主要评审在工程研制的第一阶段各项 R&M 工作是否满足 R&M 大纲的要求。详细内容见附录 A(补充件)A3.1 和附录 B(补充件)B3.1。

5.4.2 详细设计评审

5.4.2.1 目的

检查详细设计是否满足任务书规定的本阶段 R&M 要求;检查 R&M 大纲实施情况;检查 R&M 的薄弱环节是否得到改进或彻底解决。评审结论为是否转入设计定型阶段提供重要依据之一。

5.4.2.2 应提供的文件

在进行详细设计评审时,应当包括对装备达到的 R&M 水平及实施 R&M 大纲情况进行评审。

提交评审的文件一般应包括下列 R&M 的内容:

- a. R&M 详细设计(含分配、预计和 R&M 分析,对每一维修级别故障检测、隔离设计途径和测试性的评估等);
- b. R&M 验证;
- c. 预期的维修和测试设备清单及费用分析;
- d. FMEA(FMECA)、FTA 资料;
- e. R&M 增长。

5.4.2.3 主要内容

主要评审 R&M 大纲实施情况、R&M 遗留问题解决情况及 R&M 已达到的水平。

详细内容见附录 A(补充件)A3.2 和附录 B(补充件)B3.2。

5.5 设计定型评审

5.5.1 目的

评审 R&M 验证结果与合同要求的符合性;验证中暴露的问题和故障分析处理的正确性与彻底性;维修保障的适应性。评审结论为能否通过设计定型提供重要依据之一。

5.5.2 应提供的文件

在进行装备设计定型评审时,应当对装备 R&M 是否满足《研制任务书》、合同要求进行评审。

提交评审的文件一般应包括下列 R&M 的内容：

- a. 系统 R&M 设计总结报告；
- b. FMEA(FMECA)报告；
- c. R&M 试验、验证及其分析评估报告；
- d. R&M 大纲实施报告；
- e. 装备的维修、测试设备，工具，零备件，资料配套清单；
- f. 诊断与测试性设计的有效性分析；
- g. 供应单位、转承制单位配套研制的产品 R&M 鉴定报告；
- h. 对维修保障的影响和协调性分析报告。

5.5.3 主要内容

主要评审装备 R&M 是否满足《研制任务书》和合同要求。

详细内容见附录 A(补充件)A4 和附录 B(补充件)B4。

5.6 生产定型评审

5.6.1 目的

确认装备批生产所有必须的资源和各种控制措施是否符合规定的 R&M 要求。评审结论为装备能否转入批生产提供重要依据之一。

5.6.2 应提供的文件

在生产定型评审时，应当鉴定或评审在批生产条件下装备 R&M 保证措施的有效性。

提交评审的文件一般应包括下列 R&M 的内容：

- a. 用户试用和生产定型试验的结果符合批准设计定型时的 R&M 的分析评价报告；
- b. 试验和试用中出现的 R&M 问题的分析及改进情况报告。

5.6.3 主要内容

主要评审试生产的产品是否满足规定的 R&M 要求以及在批量生产条件下装备 R&M 保证措施的有效性。

详细内容见附录 A(补充件)A5 和附录 B(补充件)B5。

5.7 软件的 R&M 评审

软件的 R&M 评审是软件评审的重要组成部分，在装备系统研制过程中涉及软件的 R&M 评审内容见附录 C(补充件)C2。

5.8 评审的管理

R&M 评审的组织管理执行 GJB 1310 中 5.3 条的规定，R&M 评审程序执行 GJB 1310 中 5.2 条的规定，并应同时考虑下列要求。

5.8.1 R&M 评审专业组的组成

R&M 评审专业组的组成人员应根据评审阶段和评审内容的不同，而有所选择和区别。其中 R&M 方面的技术专家应不少于三分之二，并尽可能从相应的专业技术机构或评审委员会中选聘。

5.8.2 评审的准备工作

5.8.2.1 主管设计(论证)人员应负责按 GJB 1310 中 5.2.1 条的规定和本指导性技术文件的

要求认真准备设计(论证)工作报告及评审所需的其它文件,提出《设计评审申请报告》(格式见 GJB 1310 附录 B)。

5.8.2.2 有关业务主管部门负责组织拟定评审大纲和日程计划。

5.8.2.3 评审组成员在正式评审前应有充足的时间按专业分工,全面审阅评审文件,充分做好评审准备工作。

5.8.3 评审检查项目单

为了保证评审中对 R&M 的有关问题都能给以适当的考虑,评审主办单位应根据评审需要并参照附录 A(补充件)、附录 B(补充件)、附录 C(补充件)编制对 R&M 工作情况和结果进行逐项核对与评价的检查清单。

5.8.4 评审后的工作

5.8.4.1 评审结束后,评审组长应负责整理评审记录,填写《评审报告》。其格式见 GJB 1310 附录 B(参考件)。

5.8.4.2 有关业务主管部门应对评审报告中提出的问题、解决措施和实施计划进行跟踪管理,检查和监督其实施结果。

5.8.4.3 跟踪管理的结果应及时向有关部门反馈信息,填写有关记录,并作为下一次评审的输入信息。

5.8.5 评审文件管理

评审申请报告、评审记录、评审报告以及追踪管理的实施结果文件等应按规定传递、分发和归档。

附录 A

可靠性评审检查项目单

(补充件)

本检查项目单在评审中起提示作用。对提问“是否……?”的问题,答案为“是”或“否”;答案为“否”时应阐明理由和提出改进建议。

A1 论证阶段评审

A1.1 可靠性指标是否经充分论证和确认? 是否与维修性、安全性、保障性、性能和费用等进行了初步的综合权衡分析? 可靠性指标与国内外同类产品相比是属于先进、一般或落后的水平?

A1.2 可靠性的要求(定性、定量指标)的完整性、协调性如何?

A1.3 寿命剖面和任务剖面是否正确、完整?

A1.4 是否提出了可靠性大纲初步要求? 主要的可靠性工作项目的确定和经费、进度是否进行了权衡分析?

A1.5 重要的可靠性试验项目要求是否明确? 其进度和经费是否合理?

A2 方案阶段

A2.1 是否根据可靠性大纲初步要求对 GJB 450 及相应行业标准进行了合理的剪裁制定了可靠性大纲,该大纲是否能保证产品达到规定的可靠性要求?

A2.2 可靠性大纲规定的工作项目是否与其他研制工作协调,是否纳入型号研制综合计划?

A2.3 所定方案的可靠性指标与维修性、安全性、保障性、性能、进度和费用之间进行综合权衡的情况是否合理?

A2.4 可靠性指标的目标值是否已转换为合同规定值? 门限值是否转换为合同最低可接受值?

A2.5 系统可靠性模型是否正确? 相应的指标分配是否合理?

A2.6 可靠性预计结果是否能满足规定指标要求?

A2.7 系统方案是否进行了可靠性的比较与优选?

A2.8 所确定的方案是否采取了简化设计方案? 是否尽可能采用成熟技术? 如果采用新技术、新材料、新工艺是否有充分试验证明其可靠及性能满足要求?

A2.9 可靠性指标及其验证方案是否已经确定并纳入到相应合同或任务书中?

A2.10 方案中的可靠性关键项目与薄弱环节及其解决途径是否正确、可行?

A2.11 可靠性设计分析与试验是否规定了应遵循的准则、规范或标准?

A2.12 可靠性工作所需的条件和经费是否得到落实?

A3 工程研制阶段评审

A3.1 初步设计评审

A3.1.1 是否修正了可靠性模型,进行了可靠性预计和指标再分配? 可靠性预计值是否有足够的裕量?

- A3.1.2 是否按照可靠性设计准则进行了可靠性设计?
- A3.1.3 是否进行了 FMEA(FMECA)工作? 是否确定了可靠性关键项目和管理要求?
- A3.1.4 是否建立了可靠性数据管理系统和故障报告、分析与纠正措施系统? 效果如何?
- A3.1.5 是否对外协配套产品的承制单位进行了可靠性控制? 有无明确的可靠性设计和鉴定验收要求?
- A3.1.6 是否制定了产品贮存试验大纲并着手开展试验分析工作?
- A3.1.7 可靠性大纲和工作计划对本阶段规定的任务的落实情况如何?
- A3.1.8 元器件大纲规定的本阶段工作落实情况如何?
- A3.1.9 是否有初步的可靠性试验、验证计划及方案? 本阶段试验结果如何?
- A3.2 详细设计评审**
- A3.2.1 可靠性设计分析一般检查项目
- A3.2.1.1 系统可靠性指标分配结果如何?
- A3.2.1.2 可靠性预计结果是否满足规定要求,预计方法及数据来源是否符合可靠性大纲或相应文件的规定?
- A3.2.1.3 是否将可靠性作为必保要求与其他要求进行综合权衡?
- A3.2.1.4 设计是否尽可能采用标准件及现有零、部件,并尽量减少零部件种类和数量?
- A3.2.1.5 可靠性薄弱环节是否采取了有效改进措施?
- A3.2.1.6 材料及工艺的选用是否符合相容性要求?
- A3.2.1.7 如有要求,设计是否充分考虑防潮湿、防盐雾、防霉菌、防沙尘和抗核防护?
- A3.2.1.8 FMEA 和 FTA 等可靠性分析的结果如何?是否确定了系统所有严重、致命或灾难性故障模式? 是否有足够的补救措施?
- A3.2.1.9 是否考虑了功能测试、储存、包装、装卸,运输及维修对可靠性的影响?
- A3.2.2 非电产品可靠性设计与分析
- A3.2.2.1 受力结构的应力——强度分析结果、实际能达到的安全系数(经静力试验给出的结果)是否满足可靠性要求?
- A3.2.2.2 承受动载荷结构的动力响应分析或疲劳寿命是否满足使用要求?
- A3.2.2.3 耐热材料的极限情况,失效判据及使用安全裕度是否满足使用要求?
- A3.2.2.4 环境保护设计是否考虑了下列要求:
- a. 高、低温下金属结构的强度、刚度是否能满足可靠性要求,是否要求采取特殊隔热措施,所采取的措施是否满足可靠性工作的要求;
 - b. 结构耐振动、冲击、加速度、噪声等影响的工作可靠性如何?
 - c. 材料在高、低温及周围介质环境下性能是否能满足要求? 长期存放时是否能保证可靠地工作? 对不同金属接触腐蚀是否采取措施加以防止。
- A3.2.2.5 运动结构对各种偏差的最坏情况组合的分析结果是否满足使用要求?
- A3.2.2.6 连接结构防松动措施是否正确、可靠?
- A3.2.2.7 引信、火工品及固体发动机的可靠性(贮存可靠及工作可靠)是否经过试验充分验证?

A3.2.2.8 引信、火工品及固体发动机的装配检测是否有安全、防爆及防误操作的措施？

A3.2.2.9 引信、战斗部的发火是否采用了多级保险？能否确保适时起爆及安全可靠？

A3.2.2.10 火工品是否有防盐雾、防潮、防霉菌设计及检查方法？

A3.2.2.11 火工品在寿命周期内的防雷、防静电、防辐射及防高压电场等的措施是否满足用户要求？

A3.2.2.12 液压、气压系统的设计是否能保证在其寿命周期内各种条件下均可靠，密封性是否符合要求？是否有防止产生超压或不允许的负压的安全措施？

A3.2.2.13 气路、液路管道设计是否力求距离短、拐弯少、易固定及密封性检查方便？管路接头的连接结构是否能保证寿命周期各种条件下可靠、不松动？

A3.2.2.14 光学设备的环境措施和提高耐久性措施是否确保了寿命周期内的战术指标要求？

A3.2.3 电子产品可靠性设计与分析

A3.2.3.1 是否根据预计结果通过下列措施来提高设备的可靠性：

- a. 减少电路复杂性；
- b. 降低环境温度条件和力学条件；
- c. 提高元器件质量等级；
- d. 通过进一步降额，降低元器件应力；
- e. 增加冗余。

A3.2.3.2 元器件大纲是否考虑了以下要求：

- a. 承制方是否有元器件控制委员会或相应的组织来促进在设计中正确选择和应用元器件；
- b. 承制方是否定出并保持一份最新的优选元器件清单，以供设计师使用；
- c. 承制方是否定出降低电气或电子元器件电应力的降额指南；
- d. 降额指南是否符合技术规范的要求；
- e. 承制方是否已制定出正确选择元器件类型的元器件应用指南；
- f. 在设计中是否使用军用等级元器件；
- g. 在使用非标准元器件的地方，它们是否有适当的鉴定或试验数据及可靠性证明材料；
- h. 在使用非标准元器件时，它们是否是根据有可靠性要求和环境要求的技术规范控制的图纸采购的；
- i. 在设计中使用的元器件是否在工作温度、非工作或贮存温度、湿度、振动、冲击等方面满足它们将经受的环境的要求；
- j. 是否就正确应用元器件作出评估，元器件的应力计算或测量是否符合相应的应用指南及降额指南的要求；
- k. 在使用有可靠性要求的元器件的地方，元器件等级是否与可靠性要求相适应；
- l. 在使用军用等级半导体器件的地方，所用器件等级是否适当？
- m. 在使用军用等级微电路或高质量微电路的地方，所用器件等级是否适当；
- n. 所有被选用的元器件是否能满足设备的寿命(工作寿命及贮存寿命)要求；

o. 那些对于冲击、振动、静电放电以及其他不明原因造成的损坏、退化和污染敏感的关键元器件和精密元器件是否规定了专门的采购、试验及装卸要求；

p. 是否规定了装配方法和清洗程序,以防止在装配到印制电路板、底板等上面的过程中将元器件损坏；

q. 在选择特定的元器件时,是否考虑了那种元器件的主要失效模式；

r. 在设计中是否尽可能地使用固定的而不是可变的元件(诸如电阻器、电容器和电感线圈等)；

s. 是否对所有继电器、电动机、电动发电机、旋转功率变换器等进行了控制,以使它们在使用过程中不会产生过度的火花或瞬变现象；

t. 在湿度不受控制的地方,是否使用密封式电阻器、电容器和继电器等；

u. 元器件(包括有可靠性要求的元器件)在进货检查时是否都按规定的环境条件及抽样方案经过了筛选。

A3.2.3.3 在进行参数最坏情况分析或统计分析,以确定元器件电气容差时,是否考虑了：

a. 制造容差；

b. 温度变化引起的容差；

c. 老化引起的容差；

d. 湿度引起的容差；

e. 高频或其他工作限制引起的容差。

A3.2.3.4 为了能抑制射频干扰是否应用了如下的设计惯例：

a. 在可行的时候,是否使用交流非整流电机,而不用直流电机？在通、断感性负载的电路里设置灭火花电路；

b. 在使用导线对的时候,在共同屏蔽里是否用双绞线来提供最佳干扰抑制？强干扰时信号传输是否使用了双绞线或外屏蔽双绞线；

c. 是否优先使用短导线而不使用长导线；

d. 是否使用滤波连接器来消除谐波和其他类型的固有干扰；

e. 在不改变滤波效率的情况下,滤波器是否尽可能接近干扰源安装；

f. 在底板、导线管、屏蔽、连接器、结构件和壳体之间,是否使用焊接技术以保证有良好的电接触；

g. 是否消除了螺栓、螺帽和引出孔上的不导电层；

h. 对干扰非常敏感或者产生干扰的设备是否采用内部屏蔽。例如,射频输入级和本机振荡器应单独屏蔽；

i. 所用带宽是否尽可能接近被接收信号的带宽以利于提高信噪比；

j. 在印刷板的电源线上是否设置去耦电路(L—C、R—C 或 C)；

k. 为了减少干扰,是否将功率地线、数字地线和模拟地线分开布设；

l. 屏蔽层是否遵守单点(低频)和多点(高频)接地规则；

m. 是否未将有噪声的电缆与干净的信号线捆绑在一起；

n. 是否未将电缆布设得靠近已知干扰源；

- o. 是否使用了屏蔽层或金属结构作为回流线路；
- p. 为方便检查,所有引出的测试点均无绝缘涂层吗？
- q. 是否尽量控制脉冲波形前后沿升降速度和宽度,以减少干扰的高频分量；
- r. 连接线布线设计是否注意了强弱信号隔离及输入线与输出线隔离；
- s. 是否控制了印刷线路间距,以减少印刷线间的偶合。

A3.2.3.5 热设计是否考虑了下列要求：

- a. 是否进行了确定元器件或组件工作环境温度的详细热分析；
- b. 是否对试生产的装置进行过热分布图的测试；
- c. 设备内部冷却措施能否足以把内部最高温升限制到设备可靠工作的允许范围；
- d. 大功耗元器件(例如大功率电阻器、变压器、二极管和液管等)的散热措施是否充分；
- e. 在使用水冷或气冷进行冷却的地方,是否选择了气密元器件、在设备内消除冷凝、把元器件与湿气冷凝隔离开或进行其它保护；
- f. 所有印制电路板是否都有保护涂层；
- g. 为了保证在要求的工作温度范围内电路稳定,是否在高温和低温极值进行过电路性能试验；
- h. 导热表面是否接触良好(无气隙)而且热阻低；
- i. 表面镀层和涂层是否具有有良好的热传导和热辐射系数；
- j. 用来把元器件固定在印制电路板或底板上的粘合剂是否具有有良好的导热性能；
- k. 采用了封装、密封和保护镀层材料的地方是否具有有良好的导热性能；
- l. 是否考虑了连接材料热膨胀的不同；
- m. 大功耗元器件为了更好地散热,是否直接装到底板上；
- n. 元器件与散热器之间热接触面积是否满足散热要求；
- o. 热敏感元器件是否远离热气流通道、电源和其他大功耗元器件；
- p. 在热敏感元器件需要避开热流的地方是否有气隙或隔热措施；
- q. 是否使用热过载装置来防止由于冷却装置失效引起的危险；
- r. 导热管入口处是否有过滤器来防止在组件上集聚灰尘使导热效能降低；
- s. 装在印制电路板上的元器件的引线是否有足够余量,以利于在热膨胀和收缩过程中减少导线应力；

A3.2.3.6 对结构设计抗振动和冲击的要求：

- a. 是否已进行分析并确定设备在规定的环境中必定会遇到的谐振频率；
- b. 为了验证设计结构的完整性,是否进行过详细的振动、冲击以及结构分析；
- c. 是否用加速度计测量关键的或特定的组件,并且据此设计具有足够余度的振动和冲击传递特性系统；
- d. 是否考虑在其自然频率接近预期环境频率的组件和元器件安装座上增加阻尼；
- e. 为了防止电路导线出现高应力或疲劳失效,是否把大型元器件(超过 14 克重量)牢固地固定在底板或印制电路板上；
- f. 重的元器件是否装在接近安装点的底板角的附近以便直接由结构支撑,而不是装在支

撑点之间；

g. 重的元器件的重心是否保持较低并靠近安装座的底板？安装高度过高的元器件是否有局部加固措施；

h. 电缆和线束是否在连接端附近夹紧，以避免谐振及防止在连接点出现应力和失效；

i. 电缆和导线长度是否适当，以防止在温度变化和机械振动和冲击过程中产生应力；

j. 当电缆对疲劳失效敏感时，是否使用绞合线；

k. 元器件和组件间是否留有适当的空间，以避免在温度变化、振动和冲击过程中碰伤；

l. 所有元器件的引线是否符合电装规范，以避免过应力。

A3.2.3.7 设计印制电路板是否考虑避免下列问题：

a. 印制电路板材料、金属包层或结合强度、板子的弯曲等与其存储温度和工作温度（加上工作温升）是否相容；

b. 印制电路板是否具有足够高的电阻率，以确保在高温情况下，也能满足电路漏电流限制的要求；

c. 在出现高电压的地方，印制电路板的电弧电阻是否足够高；

d. 为了防止造成不希望有的电容，印制电路板的介电系数是否足够低；

e. 印制电路板的抗弯强度是否足以满足结构抗振动的要求；

f. 印制电路板的导体宽度是否足以承受最大电流而无过热；

g. 为了有利导线连接，印制电路板的所有通孔与埋孔是否已经金属化；

h. 印制电路板导体间隔是否按导体之间的安全电压（例如：0.635 毫米/150 毫伏峰值）要求设计；

i. 印制电路板导电路径之间是否留有足够间隔，以保持电容最小；

g. 印制电路板是否有保护涂层。

A3.2.3.8 在使用密封、嵌入封装的地方，材料是否已根据需要考虑：

a. 良好的导热性；

b. 良好的绝缘性；

c. 阻尼冲击和振动的措施；

d. 与被密封器件相匹配的热膨胀系数；

e. 在振动、机械冲击及热冲击下有良好的抗破裂或粉碎能力；

f. 在预期的使用环境下，有良好的化学稳定性。

A3.2.3.9 冗余设计应考虑以下要求：

a. 对关键功能是否考虑了切实可行的冗余；

b. 使用冗余的地方，是否考虑了避免可能损坏全部冗余电路工作模式的故障情况。

A3.2.3.10 在设计中是否根据需要采用了保护电路，以防止可能造成的危害？

A3.2.3.11 是否进行了正常和最坏情况的电路分析？在最坏情况下是否能保证电路稳定？

A3.2.3.12 老练和环境应力筛选

A3.2.3.12.1 是否在下列等级上进行了老练处理：

a. 元器件级；

- b. 分组件或组装件级；
 - c. 设备级；
 - d. 系统级。
- A3.2.3.12.2 老练持续时间是否适当？
- A3.2.3.12.3 备件是否得到相应的老练？
- A3.2.3.12.4 所有设备或系统是否得到相同的老练？
- A3.2.3.12.5 在设备验收之前是否有无故障老练要求？
- A3.2.3.12.6 老练和环境应力筛选是否在下列条件下进行的：
- a. 温度(高)；
 - b. 温度循环；
 - c. 振动。
- A3.2.3.12.7 环境应力筛选是否进行了符合下列因素要求的随机振动：
- a. 组件、单元件或设备级；
 - b. 功率谱密度；
 - c. 频率范围；
 - d. 持续时间。
- A3.2.3.13 是否考虑了下述可能引起潜在通路的问题,例如：
- a. 信号是否不会通往不需要的地方；
 - b. 运算放大器是否避免了无意识的推向饱和；
 - c. 数字装置的推挽电路引线输出端是否已避免连接在一起；
 - d. 含有对称性的电路是否避免了不对称的元件或通路；
 - e. 同一电路是否避免了混合的多个接点；
 - f. 数字电路、继电器或电爆管是否已避免在同一地线上；
 - g. 捆扎在一起的不同电位的电源线之间的绝缘是否可靠；
 - h. 电源与相应的接地点是否位于同一基准点；
 - i. 是否已避免不希望有的电容器放电通路；
 - j. 在状态或开关电路改变过程中是否已避免产生瞬时不希望发生的电流通路。
- A3.2.4 可靠性增长试验
- A3.2.4.1 承制方是否制定并执行可靠性增长试验大纲？
- A3.2.4.2 可靠性增长试验是否包括被试产品的全部关键的部分？
- A3.2.4.3 可靠性增长试验所包括的下列环境试验条件是否符合为设计鉴定所规定的水平？
- a. 高温和低温；
 - b. 振动；
 - c. 冲击；
 - d. 湿度。
- A3.2.4.4 性能要求检查是否在要求的工作温度水平以上进行的？
- A3.2.4.5 关键元器件或组件的寿命试验或可靠性试验是否已进行？

- A3.2.4.6 是否对部件等进行“阶跃应力”试验来确定设计的安全系数?
- A3.2.4.7 在可靠性研制试验过程中,是否收集了故障数据和维修数据,以便确定是否需要提高可靠性?
- A3.2.5 可靠性验证试验
- A3.2.5.1 试验是否模拟了任务剖面?
- A3.2.5.2 是否需要对所有工作模式进行试验?
- A3.2.5.3 故障的定义和判别准则是否符合规定的要求?
- A3.2.5.4 试验是否是在合同技术规范规定的环境等级下进行的?
- A3.2.5.5 对受试产品进行的老练是否符合技术规范要求?
- A3.2.5.6 是否已将不工作和设备储存时间从相应的验证可靠性试验时间中扣除?
- A3.2.5.7 在试验过程中是否只进行技术手册中规定的预防性维修而不进行其它预防性维修?
- A3.2.5.8 为试验规定的性能检查是否能够检查整个设备故障率?
- A3.2.5.9 是否所有接口都需要模拟或激励?
- A3.2.6 故障报告、分析和纠正措施系统(FRACAS)
- A3.2.6.1 故障报告、分析和纠正措施系统是否有效?
- A3.2.6.2 故障报告、分析和纠正措施系统是否记录并报告包括在下列过程中发生的故障;
- a. 在转承制方的工厂的检验;
 - b. 进货检验;
 - c. 加工过程中的检验;
 - d. 研制试验;
 - e. 组件或组装件试验;
 - f. 设备组装和检验;
 - g. 老练或环境应力筛选;
 - h. 交付试验;
 - i. 验收试验;
 - j. 环境和鉴定试验;
 - k. 可靠性和维修性试验。
- A3.2.6.3 是否对所有故障都进行故障分析?
- A3.2.6.4 是否已按元器件数目和故障类型来总结出现的故障,以便确定趋势和分布图?
- A3.2.6.5 是否已经定出了决定需要纠正措施的门限值(百分比缺陷或故障率)?
- A3.2.6.6 故障报告表格是否包含关于下列内容的必要信息:
- a. 确定失效的元器件、发生故障的组件等;
 - b. 经过时间度量(用于设备级的故障);
 - c. 故障征候;
 - d. 故障对设备或系统的影响;
 - e. 在发生故障时的试验及环境条件;

f. 可疑的故障原因。

A3.2.6.7 故障报告、分析和纠正措施系统是否也包括关键分组件的转承制方？

A3.2.6.8 转承制方的故障报告是否已包括在承制方的故障总结中？

A3.2.6.9 包括改变设计在内的纠正措施在定型之前对其有效性是否进行过验证？

A3.2.6.10 在重复出现同类故障时，是否重新进行纠正措施研究？

A3.2.6.11 是否需要把建议的纠正措施提交给采购单位取得同意？

A4 设计定型阶段评审

A4.1 可靠性指标的鉴定结果是否满足合同或任务书要求？

A4.2 合同或任务书规定的可靠性数据及可靠性大纲实施总结报告是否齐全并符合规定要求？

A4.3 在研制过程中发生的故障的改正措施是否全部落实并且有效？

A4.4 必要时可以有重点地参照 A3.2.1——A3.2.6 再检查可靠性设计与试验是否符合要求？

A5 生产定型阶段评审

A5.1 试生产的条件是否能保证产品达到规定的可靠性？

A5.2 试用期间出现的可靠性问题是否得到解决？可靠性是否达到规定的要求？

A5.3 试生产可靠性验收试验结果是否满足合同要求？验收试验出现的问题是否已解决？

A5.4 批生产工艺规范及生产质量控制措施是否能保证产品可靠性要求？

附 录 B
维修性评审检查项目单
(补充件)

本检查项目单在评审中起提示作用。对提问“是否……?”的问题,答案为“是”或“否”,答案为“否”时应阐明理由和提出改进建议。

B1 论证阶段评审

- B1.1** 是否经过需求分析提出装备的使用要求?
- B1.2** 维修性定性和定量要求是否进行了充分的论证和确认? 是否与可靠性、安全性、保障性、性能、进度和费用之间进行了初步的权衡分析?
- B1.3** 装备的维修性指标与国内外同类型装备相比是属于先进、一般或落后的水平?
- B1.4** 规定的寿命剖面和任务剖面是否正确、完整? 其中环境剖面是否符合实际使要求?
- B1.5** 是否编制了维修性大纲初步要求? 主要的维修性工作项目的确定与经费、进度是否进行了权衡分析?
- B1.6** 是否已确定初步的维修方案和初步的维修保障要求?
- B1.7** 装备的维修性要求是否与初步的维修方案相协调?

B2 方案阶段评审

- B2.1** 各备选方案是否避免了现有装备存在的维修性缺陷?
- B2.2** 是否对各备选方案进行维修性分析并提出各方案的优点和存在的问题?
- B2.3** 在确定方案过程中,是否对各备选方案的维修性与可靠性、保障性、性能、进度和费用之间进行权衡分析使方案优化?
- B2.4** 是否根据同类型产品的经验数据,初步预计装备各备选方案的有关维修性指标? 预计的结果是否符合规定的要求?
- B2.5** 是否对装备有关的维修性指标规定了成熟期的目标值和门限值?
- B2.6** 是否将装备有关维修性指标的目标值转换为合同规定值,门限值转换为合同最低可接受值?
- B2.7** 装备的维修性指标是否按功能框图分配到各系统、分系统或主要设备(功能项目)?
- B2.8** 是否根据维修性大纲初步要求对 GJB 368A 及相应的行业标准进行了合理的剪裁制定了维修性大纲? 该大纲是否能保证产品达到战术指标的维修性要求?
- B2.9** 是否制定维修性工作计划并纳入型号研制综合计划?
- B2.10** 是否确定系统、主要分系统或设备的维修方案?
- B2.11** 系统、主要分系统或设备的可修复件的修理级别是否确定? 确定的依据是什么?
- B2.12** 是否规定了系统、主要分系统或设备在各维修级别相应的维修策略? 依据是什么?
- B2.13** 是否初步确定了系统、主要分系统或设备在各维修级别的计划维修和非计划维修任务? 依据是什么?
- B2.14** 测试、维修设备的要求是否与维修方案相一致?

- B2.15** 是否对各维修级别的维修人员类型、数量、技术熟练程度进行估计？是否满足使用要求？
- B2.16** 是否根据类似装备的使用与保障经验对新装备的使用与保障方案进行了分析和剪裁？
- B2.17** 是否确定初步的维修保障方案？
- B2.18** 系统、分系统是否可利用各维修级别现有维修保障设施？是否需要建立新的设施？对计划的进度和费用有何影响？
- B2.19** 是否制定装备的维修性验证方案并纳入合同？

B3 工程研制阶段评审

B3.1 初步设计评审

- B3.1.1** 是否初步确定了系统、分系统或设备的基层级可更换单元(LRU)和中继级可更换单元(SRU)？确定的依据是什么？
- B3.1.2** 在总体布置方案上是否考虑了各系统、分系统或设备的测试和维修要求？
- B3.1.3** 在总体布局上,配置在不同部位上的系统、分系统或设备是否尽量做到在检查或拆卸故障件时,不必拆卸其它设备和机件？
- B3.1.4** 在总体布局可能的条件下,是否给维修人员提供了充分的维修空间？工作舱口开口的尺寸、方向、位置是否使维修人员在比较合适的姿态下进行操作？
- B3.1.5** 是否初步确定了系统、分系统或设备的测试点数量、位置和测试的基本要求？
- B3.1.6** 系统、分系统或设备是否采用了必要的机内测试设备(BITE)？
- B3.1.7** 是否在选择机内测试设备或外部测试设备之间作了权衡分析？选择的依据是否合理？
- B3.1.8** 装备的维修性指标是否根据需要分配到有关的功能层次？
- B3.1.9** 装备的维修性定性和定量要求是否明确到必要的详细程度？
- B3.1.10** 是否对系统、分系统或设备进行维修性预计？预计的结果是否满足规定的要求？
- B3.1.11** 是否提出各维修级别的维修和测试设备初步清单？
- B3.1.12** 是否提出系统、分系统或设备在各维修级别的初步备件清单？
- B3.1.13** 是否制订装备的维修性试验计划？
- B3.1.14** 是否在工程样机上进行维修性演示？对演示中暴露的维修性缺陷和问题有否采取有效的改正措施？

B3.2 详细设计评审

B3.2.1 简化设计

- B3.2.1.1** 设计系统时是否寻求了多种简化的方案？
- B3.2.1.2** 是否采用标准的或现有的零部件完成系统所要求的功能？
- B3.2.1.3** 是否采用多用途、多路传输的设计,以减少所需的零件数量？
- B3.2.1.4** 考虑冗余要求时,是否使系统设计的元件数量达到最低限度？
- B3.2.1.5** 是否把完成维修工作的通用和专用工具的数量减到最少？
- B3.2.1.6** 是否简化故障诊断的方法？

- B3.2.1.7** 电路调整和机械调整是否减少到最低程度? 调整是否方便?
- B3.2.2** 标准化
- B3.2.2.1** 在设计中是否尽最大可能采用标准设备和零件?
- B3.2.2.2** 对功能相似的部位,是否采用同样的设备或零件?
- B3.2.2.3** 设备上的识别标记是否符合有关的标准?
- B3.2.3** 互换性
- B3.2.3.1** 在任何适用的地方是否具有完全的互换性?
- B3.2.3.2** 在有功能互换性的地方,是否避免了在尺寸、形状和装配方面对互换性的影响?
- B3.2.3.3** 在标牌上和有关使用说明中,是否有足够的资料使用户能够正确地判断两个相似零件能不能互换?
- B3.2.3.4** 设计在不同的应用中完成同一功能的项目,是否提供了完全的互换性?
- B3.2.3.5** 所有相同的可拆下的零件是否具有电的和机械的完全互换性?
- B3.2.3.6** 损坏率高的零部件是否具有互换性?
- B3.2.3.7** 在完全互换性不适用的地方,是否尽可能使零部件的设计具有功能互换性而其连接用的附件则具有物理互换性?
- B3.2.3.8** 是否注意了在新老装备中所用的零部件之间保持完全互换性?
- B3.2.3.9** 不同工厂生产的相同零、部件是否具有互换性?
- B3.2.4** 可达性
- B3.2.4.1** 所在需要维修、检查、分解或更换的设备和零部件是否都具有最佳的可达性?
- B3.2.4.2** 用于目视检查通道是否设有透明窗口或快速开启的口盖?
- B3.2.4.3** 采用无遮盖的通道口是否可能降低装备的性能?
- B3.2.4.4** 需要物体出入的通道是否采用了铰链门?
- B3.2.4.5** 如果通道口的位置装不了铰链门,是否采用了卡锁式快速开启的盖板?
- B3.2.4.6** 各零部件的安排是否为测试和维修工具提供足够的使用空间?
- B3.2.4.7** 结构设计是否能使所有需要更换的部分都是可达的而不必移动其它部分?
- B3.2.4.8** 通道门的形状是否能允许必须通过它的那些元件和辅助设备进出?
- B3.2.4.9** 拆卸紧固件是否方便、快速? 紧固件数量是否是最少?
- B3.2.5** 模块化
- B3.2.5.1** 是否根据需要与可能将系统划分为若干个机械、电气、电子模块、以使空间得到有效的利用并满足装备可用度的要求?
- B3.2.5.2** 是否明确规定弃件式模块报废所用的测试方法和报废标准?
- B3.2.5.3** 模块中包含的各个元件是否具有一种最佳的规定功能而没有赋予其它无关的功能?
- B3.2.5.4** 模块的设计是否能从设备上卸下以后进行工作测试,而更换后的模块几乎不需要作调整?
- B3.2.5.5** 设计时是否使部件所包含的各个模块能够独立卸下而不必移动其它的模块?
- B3.2.5.6** 是否使每一模块能独立地进行检查? 若需调整,调整时是否与其它部件不相关联?

- B3.2.5.7** 每个模块是否尽可能设计得小而轻,一个人能搬运携带?
- B3.2.5.8** 是否采用快速拆卸固定装置使模块拆换简便?
- B3.2.6 测试性**
- B3.2.6.1** 被测试设备是否与测试设备具有相容性?
- B3.2.6.2** 是否进行故障模式影响和后果分析,并作为测试性分析的一部分?
- B3.2.6.3** 测试点是否尽可能都集中在前方面板上?
- B3.2.6.4** 如有要求在使用状态各外部测试点的可达性是否都得到了保证?
- B3.2.6.5** 每一测试点上是否都标有相应的名称与记号?如有可能是否标有应测试的信号和容许范围?
- B3.2.6.6** 测试点的位置是否靠近有关的控制器和显示器?
- B3.2.6.7** 通过各测试点测试是否能将故障隔离到可更换的模块或单元?
- B3.2.6.8** 测试点的设计与布局是否与各级维修技术水平相适应?
- B3.2.6.9** 所有的测试点是否有适当的防护和照明?
- B3.2.6.10** 对危险征候是否有自动报警和显示?
- B3.2.6.11** 是否尽可能使用标准化、通用化的测试设备?
- B3.2.7 故障诊断**
- B3.2.7.1** 测试系统的故障检测能力是否符合规定的要求?
- B3.2.7.2** 测试系统是否能将故障隔离到所要求的可更换层次?
- B3.2.7.3** 虚警率、不能复现率和重测合格率是否符合规定要求?
- B3.2.7.4** 测试系统的硬件设计是否与系统的环境条件相一致?
- B3.2.7.5** 自动化测试硬件的故障是否会引起系统故障?
- B3.2.7.6** 如果有不能测试的参数或单元是否对系统设计作了修改?
- B3.2.7.7** 与测试设备接口的关键部件是否进行了潜在通路分析?
- B3.2.7.8** 是否根据需要采用了机内测试设备(BITE)?
- B3.2.7.9** 在不用机内测试设备时,测试点能否提供检查和故障隔离?基层级可更换单元(LRU)上的测试点能否用于中继级的检查和故障隔离以检查中继级可更换单元(SRU)?SRU上的测试点能否用于基地级的检查和故障隔离以检查单个零件的故障?
- B3.2.8 标记**
- B3.2.8.1** 是否所有的单元都有标记并注上充分的识别数据?
- B3.2.8.2** 标志的位置是否无阻挡地可以充分辨识?
- B3.2.8.3** 从操作人员正常观察位置看到的标记内容是否便于正面观察?
- B3.2.8.4** 凡技术人员必须辨认、读取或操纵的每一项目上是否都有显著标记?
- B3.2.8.5** 对于需要判定故障的所有单元,是否有简图说明并直接标在其附近?
- B3.2.8.6** 部件外壳上的显示标牌是否提供了与该部件有关的电、气动或液压的特性?
- B3.2.8.7** 密封的元件是否尽可能标上了电流、电压、阻抗、端点数据等?
- B3.2.8.8** 润滑点是否有相应的标记?
- B3.2.8.9** 是否标明了控制器的运动方向(特别是在缺乏这方面知识就会损坏设备时)?

- B3.2.8.10 设备上的识别标记是否符合有关的标准?
- B3.2.8.11 标记能否在长期使用中保持清新?
- B3.2.9 人素工程
 - B3.2.9.1 测试点、机件调整和机件连接是否便于识别和操作?
 - B3.2.9.2 工作舱口的尺寸、方向、位置是否使操作人员在合适的姿态下操作?
 - B3.2.9.3 在系统、设备上维修时的环境条件是否符合人的生理参数和能力?
 - B3.2.9.4 设计时是否遵循单人搬动的机件重量不大于 16kg,两人搬动的机件重量不超过 32kg,重量超过 32kg 的机件采取起重措施?
 - B3.2.9.5 在所有利用人体感官调整的程序中是否提供了直观、声响或触觉的反应?
 - B3.2.9.6 在野外操作时,能否使维修人员穿御寒服戴手套完成维修工作?
- B3.2.10 维修安全
 - B3.2.10.1 对需要维修的部件,是否使维修人员不会受到电、热、辐射、运动零件、有毒化学物质和放射性物质等有危险因素的危害?
 - B3.2.10.2 各维修通道口的边缘是否避免锐角或采取保护措施,以防止伤人?
 - B3.2.10.3 在可能发生火警的地方是否配备适当的消防设备?
 - B3.2.10.4 在维修时可能伤人的铰接件和滑动件是否设有固定的支撑或弹键?
 - B3.2.10.5 对人员和设备有危害的部位是否有明确的标记?
 - B3.2.10.6 对于储有很大能量且维修时需要拆卸的装置是否备有释放能量的结构和安全可靠的设备或工具?
 - B3.2.10.7 对于可能因静电或电磁辐射而引起失火或引爆的装置是否有防静电和防电磁辐射措施?
 - B3.2.10.8 凡与安装、操作、维修安全有关的地方,是否有专用文件或在有关技术文件中做出规定?
- B3.2.11 防维修差错
 - B3.2.11.1 设计上是否采用“装上就对,否则就装不上”的设计思想?
 - B3.2.11.2 对外形相似而功能不同的机件,对于容易装反、装错的机件,是否采取防错措施?
 - B3.2.11.3 当系统、分系统或设备内机件较多、空间较小、机件安装定位困难,可能发生操作差错时,是否设有安装定位和操作方向标记?
- B3.2.12 维修性分析
 - B3.2.12.1 是否按规定的维修性要求,确定并完成了维修性分析中应考虑的事项?
 - B3.2.12.2 是否将维修性有关工作项目的结果,作为准备维修保障性分析的信息输入?
 - B3.2.12.3 是否把按测试性大纲进行的维修性分析的输出作为测试和诊断分析的基础?
 - B3.2.12.4 根据详细设计结果及确定的维修保障方案,是否对装备进行维修性预计?是否满足规定的指标要求?
- B3.2.13 试验验证
 - B3.2.13.1 是否在模拟条件下进行维修性和测试性验证试验?
 - B3.2.13.2 模拟条件与实际使用条件有何差别?对装备的维修性验证结果影响程度如何?

B3.2.13.3 受试装备的验证结果是否符合合同规定的维修性定量和定性要求?

B3.2.13.4 验证中发现的维修性缺陷和问题是否采取有效的改正措施?

B4 设计定型评审

B4.1 装备是否在实际条件下进行维修性和测试性验证试验?

B4.2 根据验证中获取的装备及其系统、分系统和设备的维修性信息,经分析计算出有关的维修性参数值是否符合规定的指标要求?

B4.3 验证中发现的维修性缺陷和问题是否采取有效的改进措施?

B4.4 各种测试装置、维修保障设备和工具、维修技术资料、维修人员培训方案是否达到预定的要求?

B4.5 按合同规定需要提交的有关维修性设计报告是否齐全?

B4.6 工程研制阶段评审遗留问题是否已彻底解决?

B5 生产定型阶段

B5.1 是否将产品的维修性设计特性反映在有关的生产规范和图纸及质量保证要求上?

B5.2 对试生产的产品是否通过生产技术、工艺标准、过程控制等办法控制产品有关维修性要求?

B5.3 对试生产的产品是否按产品的验收技术条件进行维修性及测试性要求的验收?

B5.4 是否按照计划要求在安排产品生产的同时,对维修和测试设备与备件生产、维修技术资料的印刷出版及维修人员的培训等作出安排?

附录 C
软件的 R&M 评审
(补充件)

C1 评审类型和评审点的位置**C1.1 评审类型**

在系统研制过程和软件开发过程中,涉及软件 R&M 的评审如下:

- a. 系统需求评审;
- b. 软件需求分析评审;
- c. 软件验证与确认计划评审;
- d. 软件概要设计评审;
- e. 软件详细设计评审;
- f. 软件实现评审;
- g. 软件综合测试评审;
- h. 软件确认测试评审;
- i. 系统综合测试评审;
- j. 管理评审。

C1.2 评审点设置

软件作为装备系统的组成部分,在其开发过程各阶段末都要设置评审点,上述各类评审分别在这些评审点上进行,如表 C1 所示。

表 C1 软件开发各阶段的 R&M 评审

开发阶段	系统需求评审	软件需求分析评审	验证与确认计划评审	概要设计评审	详细设计评审	软件实现评审	软件综合测试评审	软件确认测试评审	系统综合测试评审	管理评审
系统设计	✓									✓
软件需求分析		✓	✓							✓
软件概要设计				✓						✓
软件详细设计					✓					✓
软件实现						✓				✓
软件综合测试							✓			✓
软件确认测试								✓		✓
系统综合测试									✓	✓

C1.3 软件 R&M 评审点与 5.1.1 条按研制阶段划分评审点的关系有如下几种情况：

C1.3.1 嵌入式软件

C1.3.1.1 一种装备在系统、分系统和设备等各层次均可能有嵌入式软件。不同层次的嵌入式软件的 R&M 评审点有些与该层次硬件的相应研制阶段评审点相对应。

C1.3.1.2 同一层次的软件和硬件若研制阶段对应关系很紧密,软件的阶段起动略迟于硬件,研制过程相互制约,阶段评审可结合进行,但应根据实际情况,具体安排;若对应关系不太紧密,研制过程相互制约很少,则仅在该层的系统研制评审点(如 5.1.1 所述)软件、硬件才有对应关系。

C1.3.2 非嵌入式软件

基本没有相互制约的对应关系。

C2 评审目的、必要条件和主要内容

在各评审点与软件 R&M 直接相关的评审目的、必要条件和主要评审内容如下：

C2.1 系统需求评审

系统需求和系统设计的评审过程中对软件 R&M 的需求进行评审。

C2.1.1 评审目的是：

- a. 为确定软件开发项目及其 R&M 要求提供依据；
- b. 为签订软件开发合同创造条件。

C2.1.2 评审条件是：

- a. 系统设计已明确初步软件需求和接口需求,有需求说明和可行性分析报告；
- b. 已拟订初步开发计划,对软件 R&M 大纲有明确要求。

C2.1.3 主要评审内容为：

- a. 软件 R&M 要求,软件任务书内容是否完整、明确、任务剖面是否完整加以描述；
- b. 研制进度、费用保证计划；
- c. 软件 R&M 大纲要求；
- d. 系统硬件和软件 R&M 指标要求的权衡；
- e. 风险分析。

C2.2 软件需求分析评审

C2.2.1 评审目的是：

- a. 为确定指派基线和开展软件概要设计提供依据；
- b. 促进 R&M 要求的细化展开合理、恰当；
- c. 促进软件 R&M 大纲及实施计划制订得合理有效。

C2.2.2 评审条件是：

- a. 已完成软件需求分析,编写了软件需求规格说明；
- b. 已拟订软件验证与确认计划；
- c. 已拟订软件 R&M 大纲和实施计划；
- d. 已编制用户手册概要。

C2.2.3 主要评审内容为：

- a. 软件需求规格说明的质量(无歧义性、完整性、可验证性、一致性、可修改性、可追踪性、和在运行与维护阶段的可使用性)；
- b. 接口要求说明；
- c. R&M 要求的细化展开；
- d. 对 R&M 的设计要求；
- e. 对关键操作的时限和时序要求的说明；
- f. 软件验证与确认计划；
- g. 软件 R&M 大纲、计划；
- h. 软件确认测试计划；
- i. 软件配置管理计划；
- j. 用户手册对易使用性、易维护性的考虑；
- k. 文档要求；
- l. R&M 数据采集要求和管理办法；
- m. 对转承制软件的质量管理办法；
- n. R&M 保证体系负责人、职责和权限；
- o. 风险分析。

C2.3 软件验证与确认计划评审

作为软件需求分析阶段评审中的一项内容进行软件验证与确认计划评审。

C2.3.1 评审目的是促使验证与确认计划周密、恰当、方法合适、完备。

C2.3.2 评审条件是：

- a. 已编写软件验证与确认计划；
- b. 已编写软件需求规格说明；
- c. 已编写软件项目开发计划。

C2.3.3 主要评审内容为：

- a. 各阶段验证与确认的任务项；
- b. 验证方法和完成准则及其应用；
- c. 产品确认方法(如检验、评审、审核、走查)及其应用；
- d. 确认测试计划；
- e. 测式、检验和 R&M 分析等的数据采集和报告要求；
- f. 各阶段的验证与确认报告要求；
- g. 日程安排和责任者。

C2.4 软件概要设计评审

C2.4.1 评审目的是：

a. 评估概要设计方案对软件需求规格说明的符合情况，为批准进入软件详细设计阶段提供依据；

b. 指明改进 R&M 设计的方面。

C2.4.2 评审条件是：

- a. 已编写概要设计说明、接口设计说明、数据要求说明和数据库设计说明；
- b. 已编写综合测试计划；
- c. 按 R&M 大纲完成了本阶段应完成的事项。

C2.4.3 主要评审内容为：

- a. 软件总体结构、模块划分、功能流程、主要算法、操作顺序、存储要求和分配及数据库设计等有关 R&M 方面的内容；
- b. 所有内部、外部接口的设计等有关 R&M 方面的内容；
- c. R&M 要求的细化展开情况；
- d. 关键操作时限和时序要求的设计方案；
- e. 软件可靠性设计技术的采用；
- f. 人机接口对人素工程方面的考虑和对操作人员的要求；
- g. 本阶段应完成的验证与确认工作；
- h. 软件综合测试计划；
- i. R&M 大纲中本阶段应完成的工作；
- j. 选用的工具；
- k. 软件配置管理。

C2.5 软件详细设计评审

C2.5.1 评审目的是：

- a. 验证详细设计符合概要设计说明的要求，为批准进入软件实现阶段提供依据；
- b. 指明需改进 R&M 设计之处。

C2.5.2 评审条件是：

- a. 已编写详细设计说明；
- b. 已确定模块间的详细接口信息；
- c. 已拟订模块测试方案；
- d. 按 R&M 大纲完成了本阶段应完成的事项。

C2.5.3 主要评审内容为：

- a. 模块的功能、数据结构和控制流程，其正确性、完备性、模块化程度和复杂性；
- b. 模块接口信息的正确性、一致性和协调性及是否实现了接口设计的要求；
- c. 关键操作的时限和时序；
- d. 关键模块内的故障预防、检测、容错、恢复措施；
- e. 数据库设计中的保密安全措施；
- f. 编程要求的详细说明；
- g. 存储器分配及其余量；
- h. 本阶段应完成的软件验证与确认工作；
- i. 模块测试方案；
- j. 按 R&M 大纲完成的本阶段应完成的工作；
- k. 软件配置管理。

C2.6 软件实现评审

C2.6.1 评审目的是：

- a. 验证程序模块与详细设计说明关于 R&M 要求的一致性；
- b. 评估单元测试的充分性；
- c. 为批准进入软件综合测试阶段提供依据；
- d. 指明需改进编码和单元测试之处。

C2.6.2 评审条件是：

- a. 已编写模块程序,有软件开发卷宗；
- b. 已进行软件单元测试,有完整的测试记录和文档；
- c. 已编写操作手册和用户手册。

C2.6.3 主要评审内容为：

- a. 模块源程序及其验证与确认结果；
- b. 模块源程序的失效安全性分析和评价工作；
- c. 单元测试用例、测试执行记录和测试结果；
- d. 操作手册和用户手册；
- e. 对经过修改的软件进行重新测试的情况；
- f. 软件配置管理和修改控制情况；
- g. 对转承制软件的测试和 R&M 分析。

C2.7 软件综合测试评审

C2.7.1 评审目的是：

- a. 评估软件综合测试的充分性,为批准进入确认测试阶段提供依据；
- b. 指明软件综合测试需改进之处。

C2.7.2 评审条件是：

- a. 已进行软件综合测试,有测试分析报告；
- b. 有可运行的软件源程序清单。

C2.7.3 主要评审内容为：

- a. 软件综合测试用例、测试记录和测试分析报告；
- b. 软件及其各功能子系统的输入和输出的处理能力,特别是经受错误的能力；
- c. 失效安全分析和评价工作；
- d. 对经过修改的软件进行重新测试的情况；
- e. 软件配置管理和修改控制情况。

C2.8 软件确认测试评审

C2.8.1 评审目的是：

- a. 验证软件确认测试的准备工作充分,符合测试计划；
- b. 验证软件符合需求规格说明中关于 R&M 的要求,为批准进入交付验收或进入系统综合测试提供依据；
- c. 指明需改进 R&M 之处。

C2.8.2 评审条件是：

- a. 已进行软件确认测试,有测试分析报告；
- b. 有最终的用户手册和操作手册。

C2.8.3 主要评审内容为：

- a. 软件确认测试用例、测试环境、测试记录和测试分析报告；
- b. 软件在性能和降级能力方面的强度测试用例、测试环境、测试记录和测试分析；
- c. 软件可靠性测试用例、测试环境和结果分析,用例是否恰当,用例的量是否能够验证需要达到的可靠性要求；
- d. 提供用户使用的测试用例集；
- e. 最终的用户手册和操作手册；
- f. 关键时序和时限的操作；
- g. 对经过修改的软件进行重新测试的情况；
- h. 软件配置管理和修改控制。

C2.9 系统综合测试评审**C2.9.1 评审目的是：**

- a. 验证软件产品基线符合系统要求,为最后验收软件和系统设计定型提供依据；
- b. 指明在 R&M 方面需改进之处。

C2.9.2 评审条件是：

- a. 已有经过确认测试的软件产品基线；
- b. 凡已指明需改进之处均已修改并经重新测试。

C2.9.3 主要评审内容为：

- a. 与软件有关的测试用例、测试环境、测试记录和测试报告；
- b. 软件失效安全分析；
- c. 软件可靠性分析；
- d. 软件可维护性分析；
- e. 软件维护工作情况；
- f. 软件配置管理情况。

C2.10 管理评审

管理评审与各阶段评审相结合。

C2.10.1 评审目的

- a. 保证 R&M 大纲落实,计划周密、合理；
- b. 指明 R&M 管理需改进之处；
- c. 为减小风险、进行资源分配和项目整体控制提供依据。

C2.10.2 管理评审的评审条件和内容已融合在各阶段评审条件和内容之中。内容一般涉及：

- a. R&M 大纲及其实施计划的制定和实施情况；
- b. 配置管理和修改控制情况；
- c. 可靠性有关的数据收集、管理情况；

d. 有些阶段进行的风险分析情况。

附加说明：

本指导性技术文件由航天工业总公司提出。

本指导性技术文件由航天工业总公司 708 所归口。

本指导性技术文件由航天工业总公司 708 所、一院一部、二院 204 所,航空航天大学可靠性研究所,航空工业总公司 301 所,船舶工业总公司可靠性中心,709 所,兵器工业总公司标准化所,中国人民解放军海军装备可靠性评审中心、空军第五研究所、第二炮兵第四研究所、军械工程学院四系、总参陆航局、第 61 研究所、三部八局起草。

本指导性技术文件主要起草人:伍平洋、刘珍妮、吴真真、王 纬、王 华、周宏佐、毛黎明、卢新玲、李 勤、康继纲、颜承伟、赵国起、庞 敏、郭允良、付光甫、姜书田、王显忠。

计划项目代号:J91HT27。