

总体工程

FMECA 在雷达装备综合保障中的开展与应用*

甘传付¹,刘向东²

(1. 空军装备研究院, 北京 100085; 2 南京电子技术研究所, 南京 210013)

【摘要】 综合保障是提高装备战斗力的重要手段,综合保障工作的开展,可以全面解决装备可靠性、维修性、测试性、安全性和保障性的问题。而在装备综合保障工作中,可以通过开展 FMECA 来获得可靠性、维修性、测试性、安全性和保障性的重要信息,从而指导装备综合保障各项工作的开展,发现综合保障中的薄弱环节,从而提出改进措施。该文重点讨论 FMECA 在综合保障各项工作中的重要意义,并为 FMECA 适应综合保障工作提出了相应的要求及实现方法,使 FMECA 成为综合保障的核心工作内容。在某型雷达综合保障工作中,通过重点开展 FMECA 工作达到综合保障设计的要求。

【关键词】 故障模式、影响及危害性分析;雷达装备;综合保障

中图分类号: TN951 文献标识码: A

Development and Use of FMECA in Radar Integrated Support

GAN Chuan-fu¹, LU Xiang-dong²

(1. Air Force Equipment Research Institute, Beijing 100085, China)

(2. Nanjing Research Institute of Electronics Technology, Nanjing 210013, China)

【Abstract】 Integrated support is very important to improve battle effectiveness of equipment. The implementation of integrated support is able to solve the problems of reliability, maintainability, testability, safety and supportability fully. However, reliability, maintainability, testability, safety and supportability can obtain important information from implementation of FMECA that can direct the implementation of integrated support, find out the shortcoming of equipment and suggest the failure correction measure. This paper emphasizes the significance of FMECA in the integrated support, puts forward the requirement and realization method of FMECA, and makes FMECA as the nuclear contents in integrated support. In radar integrated support analysis, FMECA is used as a very important method of solving the problems in integrated support design.

【Key words】 FMECA; radar equipment; integrated support

0 引言^[1-2]

综合保障是装备发挥战技术性能的重要工作,是指在费用的约束下,装备在全寿命周期内从可靠性、维修性、测试性、安全性、保障性出发研究装备的保障问题。当前,由于对综合保障这一复杂的工程技术认识不清,将综合保障这一多项工程的综合体看作一个单一的工程,找不到综合保障工作的切入点,使得我国装备的综合保障工作主要局限在理论研究方面,因而在实际工程中没有得到很好地应用。综合保障的发展经历了可靠性发展,当时主要考虑装备的使用寿命能够延长、装备平均故障间隔时间延长的因素;随着装备复杂度的提高,装备损坏不可避免地发生,如何让损坏的装备尽快恢复战斗力就引出对维修性的研究;而维修性的一个主要影响就是测试性,随着对测试性的重要程度认识的提高,将测试性独立出来;再随着装备复杂

度的发展,装备部署的范围不断变大,如何使维修资源得到保障成为了研究的又一重点;如何将这些分析结合起来,在研制阶段就要考虑保障的问题成为综合保障概念形成的根源。要做好综合保障,最基本的要从可靠性、维修性、测试性的分析开始,结合考虑费用这一经济性因素,重点做好故障分析,合理安排保障问题。FMECA 是对装备故障的一项最为全面和基础的故障分析方法,是整个综合保障工程的核心工作内容。

1 综合保障中 FMECA 工作内容

在综合保障工作中,根据 GJB 1391-92 (故障模式、影响及危害性分析程序)的要求,完成表 1 和表 2 的内容的分析和填写,其中大部分信息的分析、填写与 GJB 1391-92 的要求一致,为让 FMECA 中信息适应综合保障工作要求,检测方法和纠正措施规定如下。

* 收稿日期: 2005-06-26 修订日期: 2005-11-20

表 1 故障模式及影响分析

代码	装备或功能标志	功能	故障模式	故障原因	任务阶段与工作方式	故障影响			检测方法	纠正措施	严酷度类别
						局部影响	高一层次影响	最终影响			

表 2 故障模式、影响及危害性分析

代码	装备或功能标志	故障模式	故障原因	任务阶段与工作方式	严酷度类别	故障概率或故障率数据源	故障率 p	故障模式频数比 j	故障影响概率 j	工作时间 t	故障模式危害度 C_{mj}	装备危害度 C_r	备注
----	---------	------	------	-----------	-------	-------------	---------	-------------	------------	----------	------------------	-------------	----

1.1 检测方法

每个检测方法包括检测方法的维修级别、测试类型以及检测的指示,详细说明如下:

1)检测方法的维修级别(基层级、中继级、基地级、供应商、厂商等),来自维修性分析中维修级别分析;

2)检测方法以测试类型来划分,测试类型主要按测试的工具类型来给定,如 B II、ATE、三用表、示波器、频谱仪、数字逻辑仪以及矢量网络仪等,每个检测方法可以是一种测试类型,也可以是多种测试类型的组合,如 B II、B II+三用表等,用最简单通用的工具和仪表或其组合确定检测方法;

3)检测指示必须能够详细地描述该故障模式的检测点或观察位置的不正常参数值及其不正常显示,每种检测指示都对应一种测试方法。

1.2 纠正措施

纠正措施主要是指故障发生后的处理以及为预防故障发生采取的措施。包括故障后采取维修、部分维修或不维修的处理措施,以及防止产生严重后果的故障模式而采取的措施,通过进行故障后果的分析,对有经济性、任务性、安全性后果的故障考虑填写包括保养、使用人员监控、使用检查、功能检测、定时更换、定时报废、综合工作等信息,将其作为预防性维修的重要信息来源。

2 雷达 FMECA 工作的开展^[3]

雷达装备 FMECA 工作由于结构层次比较复杂,需要将表 1 和表 2 的工作内容进行合理分工,才能使 FMECA 各项工作准确地开展。根据雷达层次结构特点,可以将其按照产品树的层次要求划分为系统设计师、中间设计师和底层设计师,考虑层次之间的接口关系,其开展方法和过程见图 1,整个综合保障工作中 FMECA 分析的具体步骤如下:

1)在装备计划节点制定后,由计划部门下发 FMECA 的计划,综合保障总师负责并组织各级设计师开展 FMECA 分析,总体部门、质量部门抽调专人对 FMECA 的工作进行监督和验收。

2)系统设计师给定系统级的故障模式(最终影响),并对严酷度进行分级、给出各维修级别基本测试类型和常用的检测方法,确定工作阶段和持续时间,然后将所分析的内容下发给下级设计师。

3)中间层设计师按照本标准中的方法,首先描述本级的所有故障模式,然后将故障模式的检测方法及检测指示(如果系统级没有提供该检测方法或测试类型,根据需要进行添加,并通报系统设计师)和纠正措施给出来。在获得上级设计师的上级故障模式后,与上级设计师一起分析本级故障模式的上级影响,上级影响从上级设计师所给定的故障模式中寻找。如果上级故障模式中没有找到相应的上级影响,设计师自己给出相应的上级影响,并上报上级设计师。

4)中间设计师将所分析的内容上报给上一级系统设计师,作为上级设计师检验的重要依据,上级设计师检验合格后,将其内容与其上级内容合并,构建中间级维修级别的维修信息,并整理。中间层设计师将检验合格的本级 FMECA 内容发布给下级设计师,如果下级设计师是底层设计师,则转入 5),如果下一级也是中间设计师,则转入 3)。

5)底层设计师按照本标准中的方法描述本级的所有故障模式,给出本级的故障模式的检测方法及检测指示(如果系统级没有提供该检测方法、测试类型或检测指示,则根据需要进行添加,并通报系统设计师),提出纠正措施等内容。另外,给定故障模式频数比、危害度等值。在获得上级提供的上级故障模式后,与上级设计师一起分析本级故障模式的上级影响,上级影响从上级设计师所给定的故障模式中寻找,如果上级故障模式中没有找到相应的上级影响,设计师自

己给出相应的上级影响,并上报上级设计师。底层设计师将分析结果上报给中间设计师进行检验。

6) 各级故障模式、影响及危害度分析结果收集后,经过上级的验收后,作为本级的重要维修信息,保存整理。

7) 系统设计师将基层级、中继级和基地级(根据具体情况选择) FMECA 分析结果单独整理,制定出各维修级别的维修计划,包括修复性和预防性维修计划,并将作为部队装备的维修资源提供给部队。

8) FMECA 分析在各个阶段不断进行修正、不断进行组合,最后形成适应部队维修的重要信息来源,提高部队的保障效率。

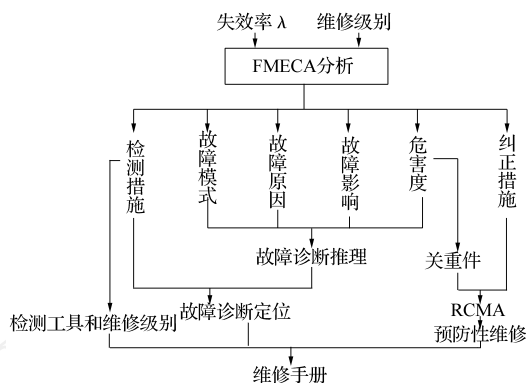


图 2 FMECA 分析对综合保障的重要作用

4 结 语

FMECA 分析非常简单,只要明确了各项内容的要求以及明确分析的过程,就可以解决综合保障分析中测试性分析中的检测率和隔离率,提供诊断的流程,为预防性计划的制定提供科学的方案。另外 FMECA 分析的结果可以作为 FTA 和 RCMA 的基础,在对一些重要故障做 FTA 和 RCMA 分析时, FMECA 可以为其提供基本框架,当前许多产品由于在 FMECA 分析上存在问题,造成保障无从抓起的现象,完全可以通过加强 FMECA 分析来解决。

本文的研究是基于某装备的综合保障工程的基础上总结出来的,通过实际工程的检验,其理论性和可操作性都得到了证明,是一项比较理想的 FMECA 开展与应用方法。

参 考 文 献

- [1] 杨秉喜. 雷达综合技术保障工程 [M]. 北京:中国标准出版社,2002
- [2] 李明,刘鹏. 武器装备发展系统论证方法 [M]. 北京:国防工业出版社,2000
- [3] Barkai J. Automatic generation of a diagnostic expert system from failure mode and effects analysis (FMEA) information [M]. SAE Technical Paper Series, 1999.
- [4] 甘传付,曹宏炳,黄允华,等. 基于 FMECA、FTA 的故障诊断和故障预报 [J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24 (11): 127 - 130.

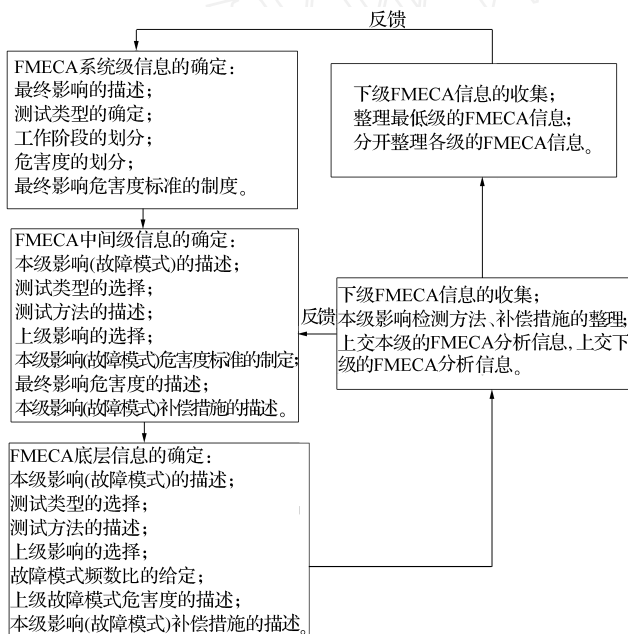


图 1 雷达装备 FMECA 工作开展的方法和过程

3 FMECA 在综合保障中的应用^[4]

根据表 1 和表 2 的分析内容,可获得与可靠性、维修性、测试性、保障性和安全性的许多信息,并对这些工作的进一步开展提供科学的指导,其中表 2 的失效率来自可靠性预计结果,而故障原因和高一层影响则为故障诊断提供重要的思路,检测方法则可以给出重要的测试性指标以及诊断的判断依据,纠正措施能制定预防性维修以及故障处理意见,从表 1 的严酷度类别和表 2 中其余的危害度定量分析,又能确定关重件,为是否进行预防性维修提供重要的依据,而通过预防性维修的分析和修复性维修的分析则可以构建装备各维修级别的维修手册。如图 2 所示, FMECA 的内容是非常丰富的,关键是要认真完成其工作内容。

甘传付 男,1976年生,博士。研究方向为维修理论、故障诊断、检测技术、综合保障工程方面等。

刘向东 男,1956年生,副总工程师,研究员。研究方向为电子产品质量与可靠性、综合保障等。