

兵器技术

装备维修性数据收集与分析方法研究

闫鹏 高明君 陈炜刚

(军械工程学院, 石家庄 050003)

摘要 维修性数据的收集与分析是装备使用阶段维修性工作的重要内容。介绍了装备使用阶段维修性数据收集与分析的目的、数据收集的一般程序。重点阐述了维修性数据收集内容组成、数据收集表格设计、数据分析方法, 为使用阶段维修性数据收集与分析工作的顺利开展奠定了基础。

关键词 维修性 数据收集方法 数据分析方法

中图分类号 TJ02 TP391.9; **文献标识码** A

维修性数据的收集与分析是装备使用阶段维修性工作的重要内容^[1,2]。现场维修性数据的收集与分析, 对装备维修性设计水平的评价最重要, 它反映了真实的使用及环境条件, 参与评估的装备数量较多, 是改进原装备设计和开展新装备设计最有益的参考。目前装备使用阶段的维修性数据收集与分析工作存在以下问题: 对维修性数据的收集重视程度不够、内容上缺乏对维修性存在问题及建议等定性数据的收集、缺乏有效的方法对维修性数据进行分析与评价。这些问题导致使用阶段维修性工作被动、数据收集不完整、大量数据没有很好地利用而被埋没。因此本文提出装备使用阶段维修性数据收集与分析方法研究, 以指导使用阶段维修性工作的开展。

1 维修性数据收集与分析的目的

维修性数据是对维修活动中反映装备维修性设计特征的事实和现象的客观表达, 其表达形式是多样的, 可以是语言、文字, 也可以是图纸、图片或录像等图像资料。

维修性数据收集是分析与评价的基础和前提, 维修性数据分析与评价是收集的目的, 反馈是收集与分析评价两者之间的纽带和桥梁。维修性数据收集与分析的目的是找出装备维修性设计的薄弱环

节, 提出改进措施, 提高装备维修性设计水平。具体说来, 其目的如下:

(1) 根据现场维修性数据提供的信息, 改进装备的维修性设计, 提高装备的固有维修性, 并为新装备的研制提供基础性数据;

(2) 根据现场使用提供的数据, 改进装备的维修工艺、维修设备和工具, 使维修方便, 提高装备的可用度;

(3) 根据维修性数据, 预测和评估实际使用与维修保障条件下装备的维修性水平, 检查维修性验证中所暴露的维修性缺陷的纠正情况。

2 维修性数据收集的一般程序

现场使用数据收集的影响因素较多, 再现性低, 维修性数据的收集应有周密的计划和细致的考虑(见图1)。

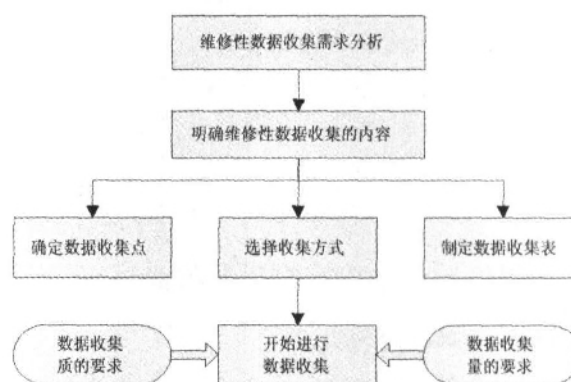


图1 维修性数据收集的一般程序

2006年8月10日收到

第一作者简介: 闫鹏(1970—), 男, 山西霍州人, 硕士研究生, 研究方向: 维修性工程理论与应用。E-mail: yanpeng66688@tom.com.cn.

2.1 明确数据收集的内容

在进行数据收集以前必须进行需求分析,明确数据收集的内容。任务、(使用条件)、对象是整机还是分系统、主要收集的数据、要求的详细程度和精确度。

2.2 确定数据收集点

根据需求分析应选择重点装备和地区作为数据收集点,考虑到同一装备在不同的条件下使用,其维修性数据的差异可能会很大,因此选择的数据收集点在地域和气候上应尽量相似。对于现场使用数据,主要是选择在使用部门的质控室或维修部门等。在选择重点地区或部门时,应以有一定的代表性;如使用的装备群体较大、管理较好、使用中代表了典型的环境与使用条件等。

2.3 选择数据收集方式和数据收集格式

数据的收集可采用以下两种方式进行。一种是“控制性”收集方式,即派专人到现场收集,按预先制定好的计划详细地记录要求的维修性数据,多由专业技术人员完成,该方式下收集到的数据比较完整、准确、适当。另一种是“非控制性”收集方式,即在使用现场聘请有关人员,按所要求收集的内容逐项填写事先制定好的表格,定期反馈;其优点是对收集人员的专业水平要求不高,经济性好。

无论采取哪一种数据收集方式,关键是要设计出好的专门数据收集表格。简单明了、可读性强、便于填写。

2.4 注重维修性数据收集的质与量

数据本身的质和量对数据分析的结果影响很大。从统计观点看,处理的数据量尽量大一些,因而在费用允许的条件下,获取更多的数据是数据收集的基本要求。

随着装备投入使用,其数据量越来越大,随时增加的维修数据反映了装备现场的使用维修性。然而由于管理等方面的原因,数据的不确切性也会很大,因此在对数据满足一定量的要求前提下,要求数据收集应满足的基本要求包括:①数据的真实性;②数据的及时性;③数据的完整性。

3 维修性数据的内容组成和收集表格

3.1 维修性数据内容组成

单位基本数据通常包括单位名称、装备配备情

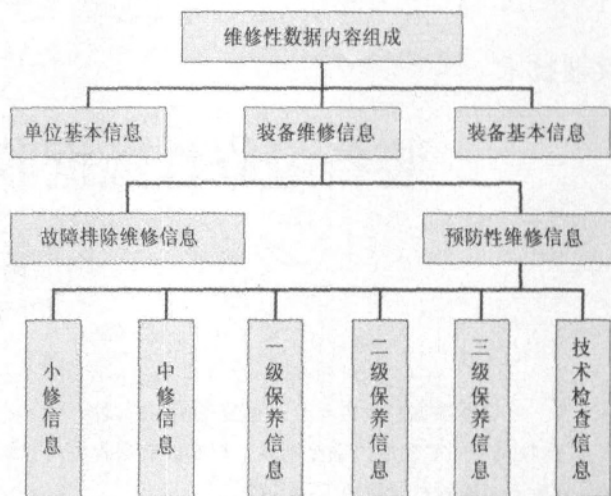


图2 维修性数据内容组成

况、使用分队与维修人员基本情况、维修级别、现行的维护保养制度等。

装备基本信息包括:装备名称、型号、研制单位、使用时间等。

装备维修信息是指排除故障维修、维护保养、技术检查、小修、中修等预防性维修事件中记录的维修过程信息。维修过程信息是维修性数据重要组成内容,最能体现装备的维修性水平,通常包括:维修事件发生频率、维修时间消耗、维修资源消耗、维修性设计存在的问题描述、使用维修人员对存在问题的建设性意见等。

3.2 维修性数据收集表格

考虑到维修性数据是在每一个具体的维修事件过程中体现出来的,考虑到维修类型和任务不同时,维修事件维修性数据组成有较大的差别,故本研究采取基于维修事件的数据收集方法。该方法是通过每一类维修事件设计统一规范的表格记录维修事件中所包含的数据。故障排除维修事件数据收集表1。

4 维修性数据分析方法

维修性数据分析评价工作的关键在于分析评价方法的选择,在实际应用中,通常要根据数据分析评价的目的和可以获得数据的完整程度来选择适当的方法。维修性数据分析评价方法尽管多种多样,但归纳起来不外乎两类:统计分析方法和工程分析方法^[3,4]。

表1 故障排除维修事件信息收集表

故障编号		故障名称	
故障发生频率		所属系统	
故障检测方法		故障诊断时间	
维修事件名称		维修人员组成	
维修过程信息	维修作业名称	基本维修作业名称	时间消耗
维修性存在问题描述			
维修性改进意见			

4.1 统计分析方法

统计分析的方法是在一定的条件下,通过对维修性数据较长时间的观察,采用相应的统计图表、数学计算方法,从中找出宏观的规律和可以定量表示的统计值,作为装备维修性评估的主要依据。该方法是一种宏观的分析,常见的分析方法有直方图法、主次分析法、回归分析等。

4.1.1 直方图法

直方图法是用来整理修复时间数据,并找出其规律性的一种有效方法。通过作直方图,可以得到修复时间的概率密度和累积分布,根据维修性函数的图形表达,即可直接读出各个估计值,如平均修复时间、最大修复时间及修复时间中值。由所作直方图的形状可以初步判断所研究系统修复时间总体属于何种分布,通过计算累积频数曲线上方的面积求得平均修复时间、最大修复时间及修复时间中值的估计值。

4.1.2 主次图分析方法

主次图又叫巴雷特图或排列图,它是一种分析、查找主要因素的直观图表。将要分析的因素按主次从左向右排列作为横坐标,纵坐标为各因素所占的百分比或累积百分比。由此图可找到主要因

素,将其用于产品或系统的维修性问题频数分析,则得到维修性问题最多的关键系统或产品。用于问题产生的类型(可达性、维修安全性、人的因素要求)分析,可区分主要维修性问题及次要问题。同理,还可用于主要原因分析、问题的责任分析等等。

分析中画出频率由高到低各因素的累积频率(累积百分比),累积频率在80%~90%之前的因素为主要因素,在随后的90%~100%范围内的因素为次要因素。在各种分析中,对主要因素应是重点研究的对象。图3是某飞机维修性存在问题的主要系统主次分析图。图3中可看出发动机系统是该机存在维修性问题的主要系统,其次电源系统也应作为关注的对象。

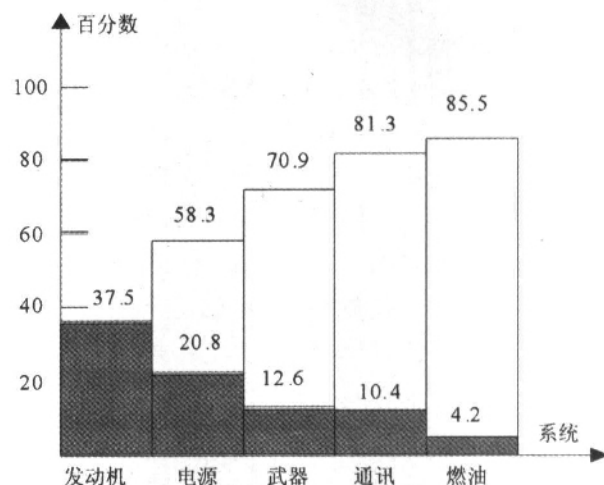


图3 维修性存在问题系统主次分析图

4.1.3 回归分析法

有些装备的维修性参数与多种设计特征有关,而这种关系往往难以直接推导出简单的函数式,这时常通过对现场维修性数据进行回归分析,建立起回归模型。

影响电子设备维修时间的因素很多,经验表明,其中最重要的是设备的负荷程度,即所包含的可更换单元数 μ 和发生一次故障所需更换的单元数 μ_0 。根据历史统计数据,它们近似于线性关系,即可建立线性回归模型,例如,雷达平均修复时间为: $\overline{M}_R = 0.15\mu + 0.0025\mu_0$ 。

4.2 工程分析方法

工程分析方法是研究维修性问题发生的时机、问题发生的相关部位,以及发生问题的类型。从问题

产生的原因及影响进行分析,是一种微观的分析。图4维修性设计缺陷分析方法就是一种十分有效的维修性工程分析方法。

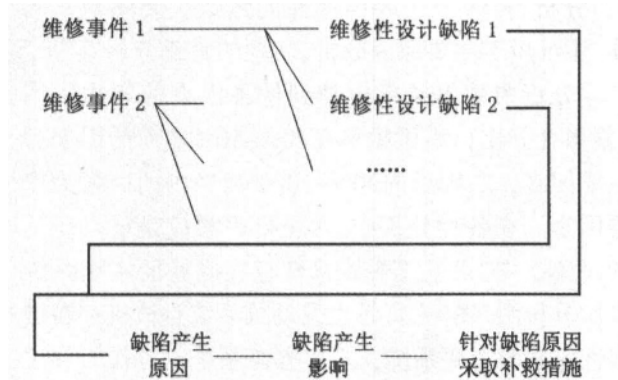


图4 维修性设计缺陷分析的基本思路

维修设计缺陷分析以装备发生的维修事件为分析对象,发现事件中发生的维修设计缺陷,对缺陷的原因、影响进行分析,并把每一个设计缺陷按它对维修任务的妨碍程度予以分类,提出可以采取的补救措施的过程。进行维修设计缺陷分析的目的在于查明维修过程中发生的一切维修设计缺陷,而重点是查明严重妨碍维修任务完成的维修设计缺陷及其原因,以便通过改进设计或采取其它补救措施尽早消

除或减轻因维修设计缺陷导致维修任务失败而带来的严重后果。维修性设计缺陷分析的基本思路如图4所示。

5 结论

本文提出的装备维修性数据收集与分析方法是针对装备使用阶段的维修性工作,分析总结了维修性数据收集的一般程序,重点研究了维修性数据内容组成,尤其是增加了对维修性定性信息的收集,提出基于维修事件的数据收集方法,针对每一类维修事件分别设计相应的数据收集表格,同时归纳了维修性数据统计分析方法,并提出一种有效的维修性数据工程分析方法——维修性设计缺陷分析方法,为使用阶段维修性数据收集与分析工作的顺利开展奠定了基础。

参 考 文 献

- 1 甘茂治,康建设,高崎. 军用装备维修工程学(第二版). 北京:国防工业出版社,2005
- 2 甘茂治,等. 维修性设计与验证. 北京:国防工业出版社,1995
- 3 贺国芳,许海宝. 可靠性数据的收集与分析. 北京:国防工业出版社,1995
- 4 王汉功,等. 装备全系统全寿命管理. 北京:国防工业出版社,2003

Research on Equipment Maintainability Data Collection and Analysis Method

YAN Peng, GAO Mingjun, CHEN Weigang

(Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003)

[Abstract] Equipment maintainability data collection and analysis are important part of maintainability task in use phase. Maintainability data collection and analysis are presented on its aim and commonly procedure. Content and table of data collection and data analysis method are described in detail. This ensures that maintainability data collection and analysis tasks in use phase can develop successfully.

[Key words] maintainability data collection method data analysis method