

装备维修决策技术

——维修工程的方法——

徐绪森 编著

ZHUANGBEI
WEIXIU JUECE
JISHU

兵器工业出版社

装备维修决策技术

——维修工程的方法

徐绪森 编著

兵器工业出版社

(京)新登字 049 号

内 容 简 介

本书讲述了维修保障决策分析一些基本方法,内容包括维修工程和维修保障分系统的基本概念,可靠性、维修性参数的选定,预防性维修大纲的分析制定方法,维修时机和检测时机的确定,维修备件、工具设备等维修资源的筹供决策方法,维修人与配置和维修计划的编制,维修数据处理方法和维修质量管理等。

本书可作为高等院校,特别是军队工科院校学习“维修工程”课程的基本教材或参考书,也可供装备维修或设计的工程技术人员从事维修保障分析时参考。

装备维修决策技术

——维修工程的方法

徐绪森 编著

兵器工业出版社 出版

(北京市海淀区车道沟 10 号)

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经销

军队工程学院印刷厂印装

开本:787×1092 1/16 印张: 10 插页 1 字数:230 千字

1991 年 12 月第 1 版 1991 年 12 月第 1 次印刷 印数:0001 1000 册

ISBN 7-80038-383-0/TJ·53(课) 定价:6.15 元

409422

出版说明

遵照国务院关于高等学校教材工作的分工,原兵器工业部教材编审室自成立之日起就担负起兵工类专业教材建设这项十分艰巨而光荣的任务。由于各兵工院校、特别是参与编审工作的广大教师积极支持和努力,及国防工业出版社、兵器工业出版社和北京理工大学出版社的紧密配合,自1985年到1988年共编审出版了89种教材。

为了使兵工类专业教材更好地适应社会主义现代化建设培养人才的需要,反映兵工科学技术的先进水平,达到打好基础、精选内容、逐步更新、利于提高教学质量的要求,在总结第一轮教材编审出版工作的基础上,制订了兵工教材编审工作的五个文件。指导思想是:以提高教材质量为主线,完善编审制度,建立质量标准,明确岗位责任,充分发挥各专业教学指导委员会的学术和咨询作用,加强从教材列选、编写到审查整个教材编审过程的科学管理。

1985年根据教学需要,我们组织制订了“七五”教材编写规划,共列入教材176种。这批教材主要是从经过两遍教学使用、反映较好的讲义中挑选出来的,较好地反映了当前兵工教材的科学性和适合我国情况的先进性,并不同程度的更新了教材内容,是一批较好的新型教材。

本教材由王宝孝高级工程师主审,经兵工教材编审室审定。

限于水平和经验,这批教材的编审出版难免有错误之处,希望广大读者批评指正。

机械电子工业部兵工教材编审室

1989年8月

13317/1807

序 言

军事技术装备的维修保障,是军事后勤的主要任务之一,是战斗力的组成部分,已为历次战争所证明。但是,以往漫长岁月所积累的经验教训和现代科学技术的发展揭示人们,以往沿用的一套所谓“经验维修”的方法,已经远远不能适应现代战争和现代化装备的客观要求了。由于人们对许多事物的认识不断深化,思维空间也在改变。以军事技术装备的维修保障而言,不仅要继续深入研究装备的故障机理和具体的维修方法与维修技术,而且日益注重从宏观上去研究维修保障有关的各种因素,用系统工程和优化技术对这些因素加以分析、综合和权衡,作出有效而经济的维修保障决策来。研究装备全寿命过程的维修保障问题,正是《维修工程》学科的任务。

《装备维修决策技术》这本书,从装备全寿命过程中维修工程的主要工作出发,提供维修保障分析和决策中常用的一些基本方法,具有明显的实用性。目前专门介绍维修决策方法的书尚属少见。因此,这本书的出版发行,无疑将有助于维修工程工作的具体实施和开展。

《装备维修决策技术》一书,可供广大维修技术和维修管理人员学习《维修工程》掌握维修决策技术方法的教材或参考书,也可作为装备研制人员进行可靠性、维修性设计和维修保障设计时的参考书。

编著者虽然从事装备维修工作 30 余年,但《维修工程》在我国毕竟还是近十年来发展起来的新兴学科,尚有许多维修保障的决策问题和管理方法问题,有待于广大维修工作者去开拓解决。我衷心希望这本书能起到抛砖引玉的作用,能见到广大维修工作者写出更多更好的有关《维修工程》方面的新书来。

王宏济

1990 年 12 月于军械工程学院

目 录

绪 论	(1)
第一章 维修保障分析和维修保障分系统	(7)
第一节 维修的种类、级别和活动	(7)
第二节 维修保障分系统的基本概念	(9)
第三节 维修保障分析的主要工作	(10)
第四节 装备维修保障规划的文件	(13)
第二章 可靠性和维修性参数及指标的选定	(18)
第一节 可靠性和维修性的常用参数及其特点	(18)
第二节 可靠性和维修性参数及指标的确定	(24)
第三节 装备系统参数指标综合权衡的效-费分析方法	(30)
第三章 以可靠性为中心的维修分析方法	(45)
第一节 概述	(45)
第二节 系统和设备的 RCM 分析	(46)
第三节 结构的 RCM 分析程序	(52)
第四节 维修的有效性经济性分析	(60)
第四章 预防性维修决策	(64)
第一节 预防性维修周期决策	(64)
第二节 状态监控(视情)维修决策	(75)
第三节 检测周期决策	(83)
第五章 维修物资资源决策	(88)
第一节 维修备件决策	(88)
第二节 维修工具设备和检测设备的选配	(97)
第三节 维修物资材料的储供决策	(101)
第六章 维修人力资源和组织计划决策	(108)
第一节 维修人力资源决策	(108)
第二节 装备维修管理计划及网络技术的应用	(116)
第七章 数据的统计分析方法和维修质量管理	(127)
第一节 维修数据的收集和管理	(127)
第二节 维修数据的一般分析方法	(128)
第三节 维修数据的回归分析	(135)
第四节 装备维修的质量管理	(142)

附 录.....	(147)
附表 1	(147)
附表 2	(148)
附表 3	(149)
后 记.....	(151)

绪 论

长期以来,人们头脑中“维修”的概念,似乎只是一种修修补补的技术性和技艺性工作。这种认识在第二次世界大战前也许不错,然而近半个世纪以来,随着科学技术的发展,装备(含设备下同)的结构日趋复杂,性能日益完善,而价格又更加昂贵。为了保障和恢复装备的性能,所花费的维修人力、物资消耗,以惊人的速度增加着。复杂装备对维修技术保障的要求也越来越高。为了使现代化装备获得及时、有效而经济的维修保障,人们开始应用系统工程和优化技术的原理,不仅研究维修的微观方面,即维修的工艺技术问题,而且研究维修的宏观方面,即研究维修的策略和维修保障的科学管理,逐渐形成了“维修工程”这门新兴的综合性应用学科。

一、维修工程及其在装备寿命周期内的工作

“维修工程”是装备全系统全寿命过程中维修保障的系统工程。其研究范畴是:在装备的论证和研制阶段,如何对装备提出先进可行的可靠性和维修性要求,以便对系统的论证和研制以及生产施加影响;在此同时作出有关维修保障分系统的各项规划和决策,因此它是装备研制与维修保障之间的纽带。在装备使用阶段,它研究如何进行维修保障和维修资源的计划、组织、控制和决策等管理工作;它研究维修数据的收集和统计分析工作;研究如何提高维修和维修保障的质量及效益,并对装备的改进提供信息反馈和咨询。

“维修工程”的基本观点是全系统全寿命过程整体优化的观点,它是有关维修保障的系统工程。它以系统工程优化技术为手段,以计算机的应用为工具,实现装备维修保障的科学化。其最终目标就是保障日益复杂昂贵的装备获得及时有效而经济的维修保障。

装备全寿命周期内维修工程的主要工作如下:

1. 论证阶段

在进行装备研制的必要性和可行性研究以及进行战技指标和方案论证的同时,根据装备的任务要求、使用特点、环境要求、费用约束、研制周期……等,初步选取可靠性和维修性参数;制定维修保障的初步方案(或初步装备维修保障规划)。论证阶段的初步维修保障方案,由于缺乏装备的实际数据和资料,只能是大体的设想,例如可以初步建议分几级维修和各维修级别所需要的主要设备等。

利用系统工程的方法进行系统综合分析,如效能分析、费用分析、维修保障分析……等。综合权衡优化设计方案和各类指标方案,在此基础上形成设计方案、结构方案、战技指标、可靠性和维修性指标、初步装备维修保障规划、确定可靠性维修性设计准则等,并将主要指标、要求和方案写入研制任务书或合同书中。

维修工程在此阶段的工作十分重要,基本上确定了可靠性和维修性要求与装备维修保障规划的大体轮廓。

2. 研制阶段

在根据研制任务书或合同书精心设计的同时,维修工程的主要工作是根据设计信息和对

可靠性和维修性进行预计的结果,对下列问题进行评定:(1)与规定的可靠性维修性要求和设计准则是否一致,有无可靠性和维修性的增长工作可做;(2)初步的维修保障方案或初步的装备维修保障规划所规定的维修方法步骤是否适当:如是否符合人素工程要求、安全性要求、作战使用要求以及与设计的装备构形是否一致等;(3)维修资源是否适当:备件是否足够,维修工具、设备是否考虑得完备;(4)维修级别是否恰当等。在进一步综合权衡优化的基础上,必要时修改可靠性和维修性的分配;修改初步装备维修保障的规划,对装备的设计施加影响,提供设计改进意见或方案。

经过完善修改的装备维修保障的规划包括预防性和修复性维修的维修任务、级别、工具设备、备件及维修消耗物资,技术资料出版、人员培训、经费计划(维修保障费用)……等。

在设计定型评审时,要同时对可靠性维修性和初始装备维修保障规划进行检验评审,提出能否定型的建议或改进意见。

3. 生产阶段

根据生产阶段的信息,例如可靠性维修性增长的信息,维修工程应进行维修保障分析,修改完善初始装备维修保障规划。此时,应配套生产维修保障必须的物资资源,培训使用和维修人员,编写出版维修技术文件等。

4. 使用维修阶段

根据使用特别是试用信息,修改完善初始装备维修保障规划,进行维修周期探索;结合使用情况和条件进行维修保障决策,如维修时机、维修资源的保障、维修人力保障、维修的组织计划等方面的决策。注意收集使用维修数据,进行统计分析,为决策提供依据;注意维修质量,必要时进行改进性维修。

使用阶段维修工程的另一项重要任务是对无初始装备维修保障规划的现役装备,结合其使用情况和现有的维修保障情况,进行维修保障分析,优化维修方案,以补充制定装备维修保障规划和不断完善维修保障分系统。

5. 淘汰处理阶段

进行装备的更新决策;考虑装备淘汰后维修保障系统的调整和其它遗留问题;收集整理分析在装备全寿命周期中的数据资料,做好信息管理和反馈工作。

综上所述,维修工程是研究装备全寿命过程中维修保障管理的软学科。“管理就是决策”;“管理是一系列决策过程”^①。因此如何对装备全系统全寿命过程中维修保障的各项活动进行科学决策,是维修工程工作实施中应当研究解决的方法问题,也是维修工作研究的主要问题。

《装备维修决策技术》正是从维修决策的角度出发,以有关维修工程活动的各项决策问题为线索,介绍一些进行维修保障决策的技术方法。

二、维修决策的重要性及研究的主要问题

军事装备是战斗力的重要组成部分,军事装备的维修保障是我军后勤保障的主要构成部分之一,维修保障的决策质量关系到战争的胜负。据外国军事专家估计,现代战争的剧烈程度,使武器装备的损坏率比二次世界大战时的损坏率将增大5~7倍。一次战役装备平均损坏率达

^① 这两句话是美国经济与管理学家西蒙(Simon·H·S)和德鲁克(Drucker·P)讲的。

30%以上,局部地区甚至超过50%。因此从某种意义上讲,战场已变成了交战双方装备维修能力和修复率的竞争场。

第四次中东战争中,阿拉伯方面损坏坦克2554辆,修复851辆,占总损坏数的34%;而以色列损坏840辆,修复420辆,占总损坏数的50%。此外以方还把战场当作补给场,及时回收并修复了阿方丢弃的战损坦克867辆。这样以色列依靠强大的维修力量和合理的维修决策,在战争末期坦克总数不仅没有减少,而且还有所增加,使以军取得了战场的主动权。以方维修保障决策的成功,引起了各国军事专家的重视。例如以军早就对坦克提出了通用化改造决策,付诸实施后,以军坦克的各大部件(如炮塔、发动机等)具有通用性,因而能够在战场条件下,对战损坦克进行较快的拆配修理。

最近42天的海湾战争中,多国部队首先对伊拉克连续空袭了38天,其规模之大,使用的先进兵器和高技术手段之多,均为第二次世界大战以来所绝无仅有。多国部队平均每天出动飞机2400架次,总共仅仅损失飞机不到50架,损失率约为5/10000。显然,没有强大的维修保障支持是不可能的。多国部队在后来4天的地面进攻中,实际只用了一天即已达到重创伊军收复科威特的目标,取得了全歼或重创伊军29个师,俘获近十万的战果。据外国通讯社报道,美国装甲师每天要消耗5000t弹药、1200KL燃油和700KL水。这么快的突破行动没有强大周密的后勤保障也是不可能实现的。这次海湾战争中美军的后勤保障人员是作战人员的5倍。这些事实充分说明了后勤和维修保障的重要意义。

维修保障的科学决策不仅影响战时的胜负,就是和平时期也关系到装备的军事效能和经济效益。据美国资料介绍,从1974年起美军对飞机大修采取了视情维修方式,即不是到期就送修,而是先进行技术检查,根据实际情况决定是否送修。采用这种方式,节省维修经费提高飞机使用效率十分明显。例如UH-1型直升机大修周期由平均四年半延长到六年半,仅此一项就可节省3亿美元的维修费用。由于延长了大修周期,相当于可供使用的飞机增加了400架。我国空军,采用维修决策的科学分析,对某型飞机作出了取消飞行50h定检的决策,不仅节约了大量的维修工时和费用,而且降低了飞机的人为故障率。因此,为了使装备在平时确实保持良好状态,常备不懈,保证平时训练等各项任务的完成;在战时能够得到及时的修复和补充,迅速恢复战斗力,真正作到维修保障的优质、高效和低消耗,必须掌握和加强维修决策的科学技术和方法。

维修保障的科学决策,也是作好各类设备综合管理、充分发挥设备作用的基础。例如日本从欧美国家吸取了维修的先进决策方法,创立了全员生产维修(TPM),使不少企业的设备维修费用降低一半,故障停机时间减少3/4。我国约有40万个工交企业,固定资产达7000亿元,其中机器设备约占60%~70%,达4000亿元。^①搞好这些设备的综合管理,结合科学技术的发展进行维修、改造与更新的科学决策,使老设备的性能提高、寿命延长,保证企业创造更高的经济效益,将对国民经济的腾飞,起着重要的作用。

装备维修决策是研究解决装备全系统全寿命过程中的维修保障问题,以取得最佳的费用和效果。这些问题主要是:

1. 从装备的作战使用要求出发,如何进行维修保障分析,对装备的设计施加影响,并如

^① 这是“六五”期间的统计,“七五”末期翻了一番,独立核算的工业企业拥有的固定资产达14000亿元。

何规划和建立维修保障子系统。这里,首先要了解维修保障分析的主要工作和维修保障分系统的基本内容及其建立过程。

2. 在装备的论证研制初期,如何从系统的要求和分析出发,对装备提出先进可行的可靠性、维修性等性能要求,这是系统分析和维修工程分析要解决的主要问题之一。

3. 装备预防性维修大纲的制定方法。过去一段较长的时期里,某些装备过分强调定期维修,大拆大卸,以为多维护多保养就能防患于未然,结果事与愿违,不合理的维修和拆装反而诱发了许多人为故障,降低了装备的效能。以可靠性为中心的维修分析是当前比较先进的预防性维修大纲制定方法和维修决策方法,其逻辑决断的原则和方法不仅适用于预防性维修大纲的制定,而且为装备维修决策提供了指导性的原则。通过以可靠性为中心的维修分析可以用来确定维修方式、方法、任务和级别。

4. 预防性维修的安排。例如对于故障与工作时间有明显对应关系且确有耗损期的装备,如何确定维修间隔期;如何进行以状态监控为手段的视情维修;检测监控的采样周期又如何确定。

5. 维修物资资源的筹措和储备供应。这里的维修物资资源主要是指维修的备件、工具设备及维修所需的其它物资等。怎样保证这些资源能够及时有效的满足维修的需要,同时又不积压浪费。

6. 维修人力资源的规划和维修工序计划的安排。

7. 维修数据的收集和统计分析常用的基本方法。

8. 关于加强维修质量管理,提高维修质量。

维修工程应当提供解决上述问题的方法。当然,装备维修工作中需要决策的问题还很多,有些可建立起数学模型用解析的方法去解决;有些很难建立数学模型,只能提一些决策的原则,由决策者根据实际情况去分析决断。装备维修决策的技术领域中还有不少问题,不少方法有待于广大维修管理和工程技术人员去探索去解决。

三、维修决策的特点及一般程序

维修决策根据维修管理的不同层次,既有宏观的和长期的决策与规划,又有具体的技术决策和实施方案选优。各类装备的主管部门主要是宏观的、长期的决策与规划;各装备使用单位的维修部门或维修实施部门主要是技术决策和实施方案选优,前者可称为战略决策,后者可称为战术决策。

军事装备的维修战略决策部门根据全国(军)的总任务和总目标,制定维修工作的指导思想 and 原则、长期维修规划(维修技术、维修力量的发展规划等)、维修的标准、条例和规章制度。军事装备的维修战术决策部门则根据上级部门的有关政策指令,制定具体的规章制度和维修计划,确定维修实施方案。维修战略决策和战术决策的比较如表 0-1 所示。

1. 维修决策的特点

(1) 系统性。所谓系统,是指将所要研究的对象中相互关联、相互制约的有关组成部分,按照特定的目标,以最协调的形式结合成一个有机整体。装备的维修保障系统是作战系统中后勤保障分系统的子系统,它不仅考虑装备本身的设计结构特性,同时还必须从整个后勤保障分系统以至于整个作战系统即全局来考虑问题,按整个作战胜利的要求来考虑问题。例如在考虑维

修机构的组织体系时,必须与后勤保障的组织体系相适应,与作战的需要相适应。通过系统分析、设计、优化,达到系统决策方案的最优。

表 0-1 维修战略决策与战术决策的比较

项	决策种类	战略决策	战术决策
时间		长期(3年以上)	短期
目标		多目标组成的目标系统	单目标或少目标
内容		宏观,粗略,广泛指导性	详细,具体,深入
方法		定性的评估多	定性或定量的计算比较
模型		建立规范的模型难	易建立具体模型

就是在装备维修保障分系统本身中,也要考虑维修任务、维修级别和维修资源等各个方面的系统优化问题。不从系统整体效益出发,就不能很好协调的完成维修保障任务。

(2) 时间性。战争的情况瞬息万变,“时间就是胜利”,“时间就是战斗力”。时间性体现在:首先要将时间作为装备维修决策的重要因素之一,要保证装备维修的及时性。例如战时采用靠前(现场)维修和换件(拆配)维修的决策原则,以及建立适当的快速维修保障分队等。其次要考虑决策的时效性,在某段时间是优化的决策,过了这段时间可能就不是正确的决策了。此外决策者还要把自己的主要精力和最好的时间用于最至关重要事件的研究和决策上。

(3) 风险性。维修决策是对未来维修方案的决定,这种决定又是基于对未来形势、装备任务要求、装备技术状况和可靠性状况等的评估作出的,因而难免带有一定的风险性。

风险性要求决策者既要认识风险,敢于承担一定的风险,又要力求避免或减少风险带来的损失。为此,要留有余地,研究准备好一些适应风险的备用方案和调整决策,以做到有备无患。

(4) 模糊性。维修决策的模糊性表现在不少情况下决策的问题、目标、约束等一系列因素都具有模糊性,如问题的政治影响,环境条件等。对于非程序化的决策问题,特别是复杂化的高层次决策,是难以精确定量描述的。模糊数学的创始人查德(Zadch)从长期的实践中,总结出—条原理:“当系统的复杂性增加时,我们使它精确化的能力将减少,直到达到一个阈值,一旦超过时,复杂性和精确性将互相排斥。”这就是说,复杂性越高,有意义的精确能力便越低;而精确化的能力越低,便意味着系统具有的模糊性越强。因此对复杂的维修决策问题有时要涉及到模糊论方法学。

2. 维修决策的一般程序

(1) 明确问题。维修决策总是为了解决维修中的某些问题,首先要将问题的特征,性质、范围、背景、条件及相关因素搞清楚。维修决策常遇到的问题如第一节所介绍。

(2) 确定目标。问题往往是现象,确定目标是深入分析问题的结果。例如某修理分队的备件库,如何解决备件的合理正常储备,为我们提出了决策问题。合理正常储备的目标是什么呢?分析问题的首要要求是要保证需要备件时能及时供应。为此可以把备件储备得越多越好,但带来的后果是大量的备件积压在仓库里,大量的维修经费不能周转利用。考虑到装备零部件的故障率和训练作战要求等因素,可以规定一定的备件可保障概率作为目标,也要规定一定的和可承受的维修经费(备件购置费)为约束条件,综合考虑目标和约束条件,才能正确作出备件采购、贮存计划决策。

(3) 收集信息。必要的信息资料是正确决策的前提,决策过程是信息的沟通、综合、分析和反馈的过程,如果这个过程受阻,就会增加决策的盲目性。

维修决策信息主要是作战、训练、生产等项活动的任务要求;装备的可靠性、维修性信息;维修保障力量的信息;维修经费约束……等。各维修管理部门,必须建立有效的信息系统,建立全面的历史资料、现状资料和预测资料库,保证信息的及时、准确和连贯。

(4) 建立模型拟定方案。有了明确的目标,加上丰富的数据资料,就可以建立决策模型。决策模型是把实际的决策问题加以抽象、简化,但它却能本质的反映问题的性质、形态和内部矛盾结构。只有把那些与问题有关的主要因素和关系选择出来,把次要的因素和关系加以舍弃,才能使问题明确化、模型化,便于人们考虑和分析。

在模型分析的基础上拟定可行方案,可行方案尽可能多一些,还要对每一方案的可行性进行充分的研究和论证。

(5) 分析比较方案作出选择决策。在各个方案分析、比较的基础上,决策者(可以是个人也可以是群体)可以对各个方案的优劣、利弊、得失加以全面系统的综合权衡,从中选定最优方案或满意方案。

(6) 方案的实施。方案选定后,决策过程可以说是基本结束了,但方案的实施仍需要一定的宣传、动员和组织实施工作,这需要领导者的决心、魄力和领导艺术。

(7) 检验和反馈。要在实施中不断检验方案的实际效果,发现问题及时查明原因,作修正性的调整决策,以保证目标的全部实现。

整个决策的一般程序如图 0-1 所示。

上述决策程序是一个有机的整体,既有各自的内容,又相互连系、交叉、渗透。例如在选择方案时可能发现都不满意,有可能是目标不恰当,或信息资料不全面,而需重新分析问题设定目标,收集信息资料。

通过上面对维修工程和维修工程工作的简要分析,提出了维修工程在装备全寿命过程中应解决的维修保障问题及维修决策的特点和一般程序。

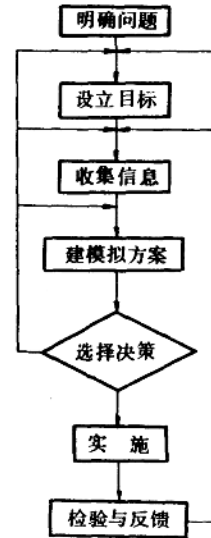


图 0-1 维修决策的一般程序

第一章 维修保障分析和维修保障分系统

维修保障分析又称维修工程分析,它是装备后勤保障分析的核心。维修保障分析作为系统工程过程的一部分,在装备研制过程中对装备设计和维修保障分系统的规划之间进行综合权衡整体优化,以便有助于:①对设计有影响的保障问题进行考虑;②确定与设计之间有最佳关系的保障要求;③对所需的保障资源进行研制或采购;④在使用阶段以最低费用提供所需的保障。

维修保障分析的结果一方面促进装备的设计,使之与维修保障分系统相匹配,发挥装备的最大效益;另一方面形成装备维修保障规划,并对实施规划所需的硬件和软件进行研制、采购和开发,以建立适用的维修保障分系统。维修保障分析把维修保障分系统的建立和完善与装备的性能和结构设计紧密联系在一起,如图 1-1。在装备的全寿命过程中,维修工程要逐步建立和不断完善维修保障分系统。因此,维修保障分析也是装备各寿命阶段维修工程的主要工作。

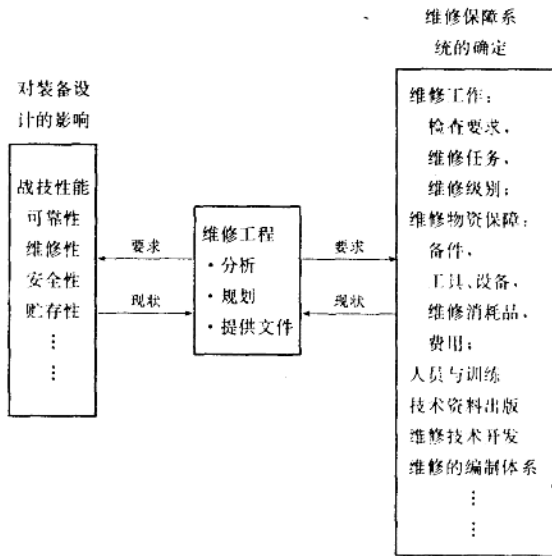


图 1-1 维修工程与装备设计和维修保障系统的相互关系

第一节 维修的种类、级别和活动

维修的种类、级别和活动是维修保障分析与维修工作决策中常用的概念。

一、维修的种类 (Maintenance catalogue)

从不同的角度,维修的种类有不同的划分方法。

1. 按故障发生与否可分为二类

这种分法也是当前比较常用的分法。

(1) 预防性维修 (Preventive maintenance)

通过对产品的系统检查、检测,发现故障征兆,以防止故障发生并使其保持在规定状态所

进行的全部活动。即在故障发生前预先对装备(或部件)进行维修,消除故障隐患,防患于未然,它可以包括:调整、润滑、定期检查和必要的修理等,适用于故障后果危及安全和任务完成的情况。预防性维修一般可分为定时(期)维修和状态(视情)维修两种方式。

a. 定时维修。是一种以装备的工作时间为基础,来确定维修时机的维修。定时维修的优点是便于有计划的安排维修作业,组织维修人力和物资。定时维修适用于已知寿命分布规律且确有耗损期的装备,这种装备的故障与使用时间有明确的关系。还有一些装备的故障后果对安全和任务完成有严重影响,而又不宜采用状态(视情)维修,采用定时与视情相结合,即定时检查保养(完整状态下或分解状态下),根据检查情况决定进一步的维修活动。

b. 状态(视情)维修。它以对装备的技术状态进行监控和检测为基础,确定维修活动。状态维修适用于耗损故障初期有明显的劣化参数表征,又有适当手段加以观察检测的装备。状态维修的优点是维修的针对性强,能够充分利用机件的工作寿命又能有效地预防故障。但是,只有加强故障机理和故障劣化的表征研究,完善故障检测的手段,才能做好状态维修。

(2) 修复性维修(Corrective maintenance)

修复性维修又称排除故障维修,即一般所说的修理,它是装备(或部件)发生随机性失效或故障后,使其恢复到规定状态所进行的全部活动。某些故障后果不严重,不危及安全和任务完成、且不至于产生其它从属致命故障的部分,可以进行事后维修。它的优点是机件的工作寿命得到充分利用,减少了不必要的预防维修工作量和人为差错造成的故障。

此外还有改进性维修。改进性维修是以提高装备的战术技术性能(含可靠性、维修性)为目的,利用完成装备修理任务的时机、技术和设备,同时完成装备改进的维修工作。正确采用改进性维修,既能提高装备的素质,又不必花费过多的费用。不少维修工作者把这种维修单独例为一类,称为改进性维修。

2. 按维修对象是否撤离现场分为二类

(1) 现场维修。在装备使用现场进行的维修,可以减少装备运送所延误时间,保证修理及时。这种维修适于不需大型设备就能修理的故障装备,或具有保障到现场进行维修的人力和物力。现场维修的情况不尽相同,有的认为装备只要不后送到远离战场的后方,就是现场维修。

(2) 后送维修。将装备撤离使用现场,后送到修理单位进行的维修。这种情况一般是需要大型设备才能进行修理,或者不具有保障到现场进行维修的人力、物力时,才后送维修。

二、修理等级和维修级别

1. 修理等级(Repair level)。按修理的深度和范围划分一般分为大修、中修和小修。通常大修时装备全部解体,修理基准件,更换或修复所有不符合要求的零、部件,全面消除缺陷,恢复装备原有性能,达到新品标准或规定的大修出厂标准;装备的小修通常是指:为保证装备的完好状态而进行的调整、修复或更换个别零部件的修复工作;装备中修的修理深广度介于大、小修之间。实践表明,不少装备难于区分大、中修的修理深广程度。不同类型的装备,由于复杂程度大不相同,故其大、中、小修的深广度和要求的设备技术条件亦是很不相同。

2. 维修级别(Maintenance level)。按修理机构的梯次配备划分,装备修理可分为基层级、中继级和基地级修理。基层级修理指装备所在建制单位的基层修理分队(所),一般完成装备的维护保养和小修任务。装备在这一级别维修时,不脱离建制单位;中继级修理指基层级的上级

修理分队(所、厂)及其派出的维修分队,一般完成装备的中修;基地级修理指国家工业部门所属工厂、总部或大单位的企业化修理厂等,一般完成装备的大修或改进性维修任务。

上述维修级别的划分原则,适用于各种类型的装备,但哪一维修单位属于哪一维修级别,要根据装备的特点、装备的编配情况和总体战略、战役和战术的部署等因素来划定。

此外,装备的使用操作人员,也要承担日常的维护保养和检测工作。这一维修工作虽然不是专门从事装备维修保障的一级组织体制,但是也起到了维修技术保障的作用。因此,对装备进行维修决策时,应考虑这一部分的维修内容。有时称这部分工作为操作手维修。

三、维修事件、维修活动和基本维修作业

1. 维修事件(Maintenance event)

指由于故障、虚警或按预定的维修计划,所进行的一种或多种维修活动,从而使装备保持或恢复到规定状态的事件,称维修事件。

2. 维修活动(Maintenance action)

维修事件的一个局部,包括使产品保持或恢复到规定状态所必须的一种或多种基本维修作业。维修活动如检测、保养、故障定位、分解、更换、修复、再装(结合)、调校、试车(试运行)等活动,每一维修事件由这些维修活动的一项或多项构成。这些活动的具体含义是:

- (1) 检测。为确定装备的技术状况或参数量值,而对装备进行的技术活动。
- (2) 保养。为了保持装备处于规定状态所需采取的措施。如润滑、加燃料、加油、清洁等。
- (3) 故障定位。确定故障大体部位的过程。
- (4) 分解。为了便于接近装备的某一部分或便于进行某项维修活动,而拆下装备的若干零部件的活动。
- (5) 更换。将需更换的零部件拆下,安装上替换品的活动。
- (6) 修复。对装备的某些故障(劣化)零部件,进行的原件加工或其它修复措施,以恢复该零部件的功能(状态)的维修活动,又称原件修复。
- (7) 再装(结合)。把分解拆下的各件重新装上的活动。
- (8) 调校。将装备恢复到规定的工作状态所必需作的对不协调情况进行纠正的调准校正过程。
- (9) 试车(试运行)。维修后的装备,为检验修理效果,保证正常运转时达到规定功能状态而进行的试运行。

3. 基本维修作业(Elementary maintenance activity)

基本维修作业又称维修的基本工作单元。在给定的维修结构层次上,一项维修活动可以分解成若干工作单元,例如分解某部件,这项维修活动可分成拧下螺钉、拆箱体、打下销钉……等基本工作单元。

第二节 维修保障分系统的基本概念

维修保障分系统是装备系统不可缺少的重要组成部分,它包括用于保障装备维修(含战损后的修复)所需的资源、实施维修工作和维修管理的编制体制以及维修保障的计划、组织和管

理控制手段。其中维修资源又包括技术资源、人力资源和物资资源。物资资源有时又统称维修器材,它包括维修所需的一切备件、工具、设备、设施和消耗的原材料。过去一段时期里,维修保障分系统大都是在装备研制好后,甚至于是交付部队使用后,才逐步规划和建立的。许多事例表明,这种作法往往使得装备缺乏维修保障性设计,保障系统各要素之间或与主装备之间不能很好的协调匹配,从而大大的降低了装备的军事效益。例如某型火炮装配到部队5年,尚无维修技术资料,部队不会正确使用和维修,引起了许多故障,造成一半以上的火炮不得不送回工厂修理。有人估计,前几年里各种装备维修资料,平均要滞后于装备3年配发到部队。也有不少装备,由于在研制中未考虑将来的维修,在装备配发到部队后,缺少配套的维修备件、设备和维修机构,给维修工作的开展造成困难。

以往的经验使人们认识到:维修保障分系统必须与装备本身同时规划,同时建立和研制,做到相互匹配。由于新的科学技术在装备研制中的应用,装备日益复杂,同时又受到资源有限和费用的制约,因而要把维修保障分系统放到装备系统的总体中,做为一个完整的整体去规划去设计。装备维修保障分系统的研制计划是装备系统研制计划的一部分,在装备论证研制的初期,就应结合到装备的研制工作中去,保证装备性能和结构与有关的维修保障要素之间得到最优的平衡。这种综合权衡和优化,全面考虑了系统的性能、结构和工作特点,考虑了所需提供的各种资源、系统效能以及寿命周期费用等。

装备的性能和结构设计与维修保障分系统的设计是相互影响、相互促进的。要在装备论证研制的各个阶段综合权衡,比较各种方案,进行维修保障分析,以获得与装备使用性能相匹配的维修保障分系统,发挥装备系统整体的最佳效益。例如在维修保障系统的规划中,应根据装备的结构特点考虑装备的可测试性。如果综合权衡的结果需要机内检测,则应在装备的设计中加以实现;如果不需机内检测,则在维修保障分系统的规划中,应考虑检测设备的选配,如是否有通用的检测设备可供采购,或是自行研制专用的检测设备。对于装备设计,则要考虑适当的检测点和供检测用的接口(或插孔)。

第三节 维修保障分析的主要工作

维修保障分析是一项多学科的重复性很强并与许多维修决策问题有连系的活动,这种活动贯穿于全寿命过程各个阶段,但最重要的阶段仍然是论证和研制阶段。进行分析的要素或目标主要是费用、进度、性能及保障性。

一、制定维修保障分析大纲

维修保障分析大纲是维修保障分析管理的指导文件。

1. 分析的重点和策略

在装备研制初期,通过对可能的装备设计和使用方法以及保障特性的分析,决定分析的重点和策略,为规定分析项目打下基础。

2. 分析的计划

完成哪些分析工作项目,由谁负责完成,什么阶段什么时间进行。

3. 评审计划