



普通高等教育“九五”国家级重点教材

军用装备维修工程学

甘茂治 康建设 高 崎 著

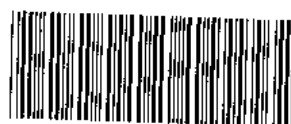
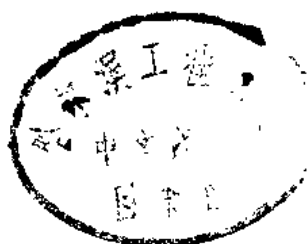


国防工业出版社

463688

军用装备维修工程学

甘茂治 康建设 高崎 著



00463688

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

军用装备维修工程学/甘茂治等著. —北京:国防工业出版社, 1999. 11

ISBN 7-118-02116-4

I. 军… II. 甘… III. 军事-装备-维修 IV. E92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 20606 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

x

开本 787 × 1092 1/16 印张 21 1/2 495 千字

1999 年 11 月第 1 版 1999 年 11 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 31.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

《军用装备维修工程学》 编审委员会

主任委员 徐滨士

委 员 (按姓氏笔画排序)

于 江 于永利 马绍民 王汉功

王宏济 石荣德 甘茂治 刘瑾辉

李陆平 李俊刚 罗 云 陈学楚

唐文彪 高 崎 徐仁益 康建设

序

资产(民用设备、军用装备等)是我国社会主义现代化建设的重要物质技术基础。近年来,随着社会的技术进步,设备(装备)朝着大型化、自动化、智能化、复杂化、高速化、精密化、计算机化和流程化方向发展。设备越进步、越发展,设备的维修与管理就越重要,先进的设备需要先进的维修与管理。

维修不仅是为了保持和恢复资产的良好技术状态及正常工作(运行)所采取的措施,而且是改善性能、提高企业(部队)装备素质不可缺少的措施。所以,维修是对资产的一种再投资、再制造、再利用,有时还包括再设计(产品和过程)。在现代化大生产中,维修已不再是一种辅助手段或应急措施,而是生产力的有机组成部分。从这个意义上说,设备维修是生产力。同样,从维修对形成、保持和提高战斗力的作用来讲,维修是战斗力。

现代维修已经成为一种内容广泛、涉及面广、技术复杂的产业。在发达国家维修(翻修、重新制造)业有相当大的规模,并应用着种种先进技术。在国民经济和科学技术日益发展的今天,资产维修在社会发展(国民经济、科学技术、文化教育等)和国防建设中的地位 and 作用,变得越来越重要,特别是进入 90 年代以来,维修对于延长资产使用寿命、节省和合理利用资源尤甚。因此,为减少环境污染、保持社会持续发展的作用,它已被越来越多的国家、越来越多的人所认识,他甚至认为,“维修是为了未来的投资”、“维修是社会持续发展的关键性因素”,足见它的重要。

由于资产维修内容的扩展及其在社会发展和国防建设中的地位和作用的加强,资产维修不能单靠技艺,更要靠知识、靠科学、靠管理。资产维修与管理是建立在诊断技术、维修技术和信息技术等基础上,以现代管理科学为先导,融技术、经济和管理为一体的交叉、综合学科。这一学科越来越受到重视。发达国家非常重视该学科的研究和推广应用,并在经济、科技、防务等方面的发展中发挥了巨大作用。1974 年,联合国教科文组织把设备维修工程列入学科目录,使它得到迅速发展,如美国发展为设备维修工程(Maintenance Engineering),欧洲建立了设备综合学(Terotechnology),日本提出并推行全员生产维修(TPM)等。如今,维修学科的研究与应用正在向深度和广度方向发展。

我国有丰富的资产维修与管理的经验。改革开放后,民用行业引进了发达国家的设备综合学和实践经验,结合我国国情,开展学科研究与应用。国家制订并推行《设备管理条例》,贯彻设计、制造与使用相结合,修理、改造与更新相结合,技术管理与经济管理相结合,专业管理与全员管理相结合等原则,推广状态监测、故障诊断、表面工程等新技术,对于提高企业经济效益,保证国民经济持续、稳定发展取得了很大成就。

我军 20 年前从国外引进维修工程理论,通过学习、消化,结合我军维修工作实际,贯彻以可靠性为中心的维修,积极采用新技术,推动了装备维修改革和维修工作发展。尽管在武器装备越来越复杂、价格越来越昂贵、维修经费紧缩的情况下,我军仍能保证完成部队作战、训练、战备等任务,并获得了丰富的经验。在此过程中,有关理论研究也取得了重

要成果。这些实践经验和理论成果为本书——《军用装备维修工程学》的编写提供了重要基础。

本书的作者系统总结已有经验和成果,经过理论研究和再创造,明确提出把研究装备维修保障系统的建立和运行规律作为维修工程的主要内容,建立具有我国我军特色的维修工程理论框架;把装备可靠性、维修性作为维修理论研究的基础,突出全系统全寿命过程的可靠性、维修性工作;根据学科发展,充实了测试与测试性、战场抢修、定寿延寿等新内容;从科学建立和运行维修保障系统出发,对维修保障系统总体设计、维修任务和资源确定、维修管理和质量监控等展开深入地论述。本书内容丰富、新颖,取材广泛,反映了国内外维修工程理论研究的新成果和工程实践的新经验;结构合理,重点突出,理论与实际紧密结合。作者以严谨、认真的精神完成编写提纲、三易其稿,并先后经过军内外本学科专家、教授组成的编委会审查、讨论。我相信,本书会受到读者的欢迎,其出版发行必将有利于推动维修工程理论研究和应用。

本书是作为国家高等教育重点教材编写的。其主要读者对象是军队和国防科技系统工程技术院校的学生和教师,也可供军队和国防科技工业的工程技术人员使用。由于维修工程理论和技术具有普遍适用性,故也可供民用设备研制、维修、管理等行业的工程技术人员和院校师生参考。

徐滨士

前 言

“二战”以来,科学技术高速发展,特别是电子、核能、航空、航天、计算机、自动控制等高技术的发展及其在军事上的广泛应用,引发了一场军事技术革命。高技术条件下的局部战争,以其高强度、快节奏、高消耗等特点对武器装备提出了更高要求。武器装备的效能越来越高,作战使用环境越来越严酷,构造越来越复杂。装备的维修保障和相关的可靠性、维修性问题,已经是形成、保持和提高军用装备战斗能力的关键,成为军队装备发展与建设的重要问题。研究与提高装备的可靠性和维修性,解决维修保障问题是装备研制、生产、订购、使用、维修和管理各部门的共同任务,而军队在其中起着推动作用。了解装备的维修保障和相关的可靠性、维修性的理论和技术,对于军事工程技术和管理人员来说是必不可少的。研究这些内容的《军用装备维修工程》课程已在全军工程技术院校普遍开设(尽管使用的名称不完全相同),并成为军队重点建设学科或研究方向。本书正是为适应院校对该课程教学需要而编写的。

装备(设备)的可靠性,我国从 50 年代后期就开始研究,但在“文革”中被中断;维修性和维修工程学科则是在 70 年代后期从国外引入的。近 20 年来,维修工程学科和可靠性维修性的研究和应用,在军事领域和民用电子、航空、航天、机械等行业有了很大的发展,促进了武器装备和民用设备质量的提高和有效使用。在积极推进工程实践的同时,有关学科研究也得到发展。特别是结合我国实际,形成了具有我国特色的强调装备全系统、全寿命管理的维修工程学科。本书反映了国内外维修工程学科近年来发展的新内容。

本书作为军队工程技术院校的教材,在较为全面地介绍维修工程理论和技术及相关的可靠性维修性基础的同时,注重体现军队工程技术与管理人才知识需求的特点。本书分为 12 章:第一章“绪论”,第二章至第六章介绍了可靠性和维修性的基本概念、指标要求、模型、设计与分析,试验与评定,以及特殊的可靠性、维修性问题等。其中关于使用、储存可靠性(以及维修性),既是军队特别关心的,又是军队工程技术与管理中的重要工作;而测试性(及第十章中的战场抢修性)等则是国内外近年来研究的热点问题。从第七章起是维修工程的基本内容,紧紧围绕装备维修保障系统的建立和运行规律,详细地介绍了有关的基本概念、保障性分析,装备系统分析方法,维修方案,维修任务的分析与确定,装备战场抢修,维修资源的确定与优化,以及维修管理等。这些内容中的多数,既适合于装备论证、研制、生产过程,又适用于使用、维修过程,是工程技术与管理人才需要掌握的重要内容。全书教学时数大约 60~100 学时。不同的院校、专业和学制,根据课时数可选用或补充内容。本书也可供其他工程院校教学使用,以及供工程技术与设备管理人员参考。

本书是在系统总结、吸收近 20 年来我军各院校有关研究与教学实践的基础上编写的。本书的结构体系和部分内容,参考、吸取了各军兵种和院校类似教材,特别是国防工业出版社出版的《可靠性维修性保障性丛书》和《装备维修工程学》。本书编委会由中国工程院院士、中国设备管理协会副会长、中国机械工程学会副理事长徐滨士教授主持,成员

大都是从事本课程教学与研究的专家、教授和编过类似教材的作者。在本书编写过程中,他们对编写的提纲、征求意见稿、送审稿认真进行审查,提出了许多宝贵的修改意见和建议。在此一并表示感谢。

本书主编单位是军械工程学院,参编单位有装甲兵工程学院、工程兵工程学院、运输工程学院、海军工程学院、空军工程学院、二炮工程学院和空军雷达学院。本书的内容经过编委集体讨论定稿。执笔人是甘茂治(第一章、第四至六章和第十章)、高崎(第二、三章)、康建设(第七至第九章、第十一、十二章),全书由甘茂治统稿。张华同志在本书的立项、编写和出版中做了大量的工作,特别是对本书的总体设计提出了宝贵意见。维修工程是正在发展中的学科,尽管本书经过编委们的共同努力,但由于编写人的水平有限,错误和不完善之处在所难免,恳请读者批评指正。

著 者

目 录

第一章 绪论	1
1.1 装备维修与维修保障系统	1
1.2 装备维修工程	6
1.3 装备维修与维修工程的发展概况	13
第二章 可靠性基础	19
2.1 可靠性的概念	19
2.2 可靠性参数及指标	29
2.3 系统可靠性	35
2.4 软件可靠性	45
2.5 人对系统可靠性的影响	49
习题	51
第三章 可靠性技术	54
3.1 可靠性分配	54
3.2 可靠性预计	60
3.3 故障模式、影响与危害性分析	64
3.4 故障树分析(FTA)	72
3.5 可靠性统计试验	82
习题	94
第四章 维修性基础	97
4.1 维修性的意义	97
4.2 维修性定性要求	98
4.3 维修性定量要求	103
4.4 维修性模型	112
习题	117
第五章 维修性技术	118
5.1 维修性分配	118
5.2 维修性预计	121
5.3 维修性分析	127
5.4 维修性试验与评定	132

习题.....	143
第六章 测试与测试性.....	145
6.1 测试的基本概念及分类	145
6.2 测试性及其要求	147
6.3 测试性分配	150
6.4 测试性预计	152
6.5 测试点与诊断程序的确定	154
习题.....	160
第七章 维修工程分析及其系统分析方法.....	161
7.1 保障性与保障性分析	161
7.2 系统可用度分析	170
7.3 系统效能分析	187
7.4 寿命周期费用分析	197
7.5 系统费用—效能分析	207
习题.....	211
第八章 维修方案的确定.....	212
8.1 维修方案	212
8.2 维修级别及其划分	213
8.3 修理策略	215
8.4 维修方案的形成	218
习题.....	220
第九章 维修工作的确定.....	221
9.1 以可靠性为中心的维修	221
9.2 预防性维修间隔期的确定	238
9.3 修理级别分析	250
9.4 维修工作分析与确定	258
习题.....	263
第十章 装备战场抢修与抢修性.....	265
10.1 战场抢修.....	265
10.2 战场损伤分析.....	269
10.3 战场损伤评估与修复分析.....	272
10.4 抢修性(战斗恢复力).....	277
习题.....	279

第十一章 维修资源的确定与优化	280
11.1 维修资源确定的依据和原则.....	280
11.2 维修人员与训练保障.....	282
11.3 维修器材的确定与优化.....	286
11.4 维修设备的选配.....	300
11.5 技术资料.....	302
习题.....	305
第十二章 装备维修管理与质量监控	306
12.1 装备维修管理.....	306
12.2 装备的定寿与延寿.....	313
12.3 装备质量监控与维修信息管理.....	321
习题.....	332
参考文献.....	333

第一章 绪 论

军用装备是军队战斗力的重要组成部分,而装备维修是保持、恢复乃至提高战斗力的重要因素。装备的维修历来受到军队的重视,并经济、有效地保障了军队作战、训练和战备工作,在国防建设中发挥了重要作用。随着高新技术的发展及其在武器装备中的应用,对维修提出了新要求、新课题,也提供了新手段,使以维修工程为主干的维修理论与技术得以发展。本章将介绍维修及维修工程理论与应用的基本概念及其发展。

1.1 装备维修与维修保障系统

1.1.1 维修的基本概念及区分

维修(maintenance)是为使装备保持、恢复到或改善其规定技术状态所进行的全部活动。显然,这是一个非常广泛的维修概念。维修贯穿于装备服役全过程,包括使用与储存过程。一般维修的直接目的是保持装备处在规定状态,即预防故障及其后果,而当其状态受到破坏(即发生故障或遭到损坏)后,使其恢复到规定状态。现代维修还扩展到对装备进行改进以局部改善装备的性能。维修既包括技术性的活动(如检测、隔离故障、拆卸、安装、更换或修复零部件、校正、调试等),又包括管理性活动(如使用或储存条件的监测、使用或运转时间及频率的控制等)。

从不同的角度出发,维修有不同的分类方法。最常用的是按照维修的目的与时机分类,可以划分为:

1. 预防性维修

预防性维修(preventive maintenance)是在发生故障之前,使装备保持在规定状态所进行的各种维修活动。它一般包括:擦拭、润滑、调整、检查、定期拆修和定期更换等。这些活动的目的是发现并消除潜在故障,或避免故障的严重后果防患于未然。预防性维修适用于故障后果危及安全和任务完成或导致较大经济损失的情况。根据人们长期积累的经验,预防性维修通常可分为定期(时)维修与视情维修两种方式。

① 定期(时)维修(hard time maintenance)依据规定的间隔期或固定的累计工作时间或里程,按事先安排的计划进行的维修。其优点是便于安排维修工作,组织维修人力和准备物资。定期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,大部分项目能工作到预期的时间以保证定期维修的有效性。

② 视情维修(on-condition maintenance)通过检测、监控掌握装备的状况,对其可能发生功能性故障的项目,作必要的预防性维修。视情维修适用于耗损故障初期有明显劣化征候的装备,并需有适当的检测手段和标准。其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。

以上两种预防性维修方式各有其适用的范围和特点,并无优劣之分。正确运用定期维修与视情维修相结合的原则,可以在保证装备战备完好性的前提下节约维修人力与物力。但由于这两种方式的名称在字面上容易引起误解,在维修分析中已改用更加合理的预防性维修工作类型替代笼统的“维修方式”。

使用分队对装备所进行的例行擦拭、清洗、润滑、加油注气等,是为了保持装备在工作状态正常运转,也是一种预防性维修,通常叫做维护或保养(servicing)。

此外,随着监控手段的进步和信息技术的发展,形成了状态监控维修(status monitoring maintenance, 又称预测性维修, predictive maintenance),即对一种型号(或一批)装备的总体进行连续监控,通过统计分析,确定该种(批)装备或其某些重要项目的可靠性水平,以判定其是否能够继续使用;如不能满足使用要求,就应进行维修(例如更换一批某型元件或部件,尽管其中有些还未损坏)。状态监控维修的优点是可以充分利用被监控项目的使用寿命,但必须以项目故障不危害装备的使用安全或任务完成为前提。

2. 修复性维修

修复性维修(corrective maintenance)也称修理(repair)或排除故障维修。它是装备(或其部分)发生故障或遭到损坏后,使其恢复到规定技术状态所进行的维修活动。它可以包括下述一个或全部活动:故障定位、故障隔离、分解、更换、再装、调校、检验以及修复损坏件等。

3. 战场抢修

又称战场损伤评估与修复(battlefield damage assessment and repair, BDAR)。是指当装备战斗中遭受损伤或发生故障后,采用快速诊断与应急修复技术恢复、部分恢复必要功能或自救能力所进行的战场修理。它虽然也是修复性的,但环境条件、时机、要求和所采取的技术措施与一般修复性维修不同,必须给予充分的注意和研究(详见第十章)。

4. 改进性维修

改进性维修(modification or improvement),是利用完成装备维修任务的时机,对装备进行经过批准的改进和改装,以提高装备的战术性能、可靠性或维修性,或使之适合某一特殊的用途。它是维修工作的扩展,实质是修改装备的设计。结合维修进行改进,一般属于基地级维修(制造厂或修理厂)的职责范围。

维修还有其他的分类方法,例如按维修对象是否撤离现场,可分为现场维修与后送维修。又例如按是否预先有计划安排,可分为计划维修和非计划维修。通常把有计划的预防性维修叫做计划维修;把不能预先计划在出现故障或损坏时进行的维修称为非计划维修。

此外,随着计算机在装备上的广泛应用,计算机软件维修(或称维护)也日益成为不可忽视的问题。软件维修通常包含适应性维修和改正性维修。前者是为使软件产品在改变了的环境下仍能使用进行的维修;后者是克服现有故障进行的维修。此外,对软件也有改进性维修。

1.1.2 维修保障系统

维修的根本目的是保证装备的使用,进而保障部队的作战、训练和战备。所以,维修对部队来说属于保障工作。一般地说,“维修”与“维修保障”并无严格的区分。但维修工作自身也需要保障,这就是需要人、财、物力的支持,特别是人员训练,备件及原料、材料、油料

等消耗品供应,仪器设备维修及补充,技术资料的准备及供应等等要素。这就是说,完成维修保障任务,需要一个完善的维修保障系统(maintenance support system)。所谓维修保障系统是由经过综合和优化的维修保障要素构成的总体。维修保障要素,除上述的人与物质因素外,还应包括组织机构、规章制度等管理因素,以及包含程序和数据等软件与硬件构成的计算机资源或系统。所以,维修保障系统也可以说是由装备维修所需的物质资源、人力资源、信息资源以及管理手段等要素组成的系统。显然,维修保障系统是由硬件、软件、人及其管理组成的复杂系统。

维修保障系统可以是针对某种具体装备(如某型飞机,某型火炮)来说的,它是具体装备系统的一个分系统;也可以是按军队编制体制(如某级某种部队)来说的,它是在部队首长统一领导、技术保障或修理部门管理下的,是部队的一个分系统。建立、建设或完善维修保障系统,是贯穿于装备研制、采购、使用各阶段的重要任务;对装备技术部门来说,则是长期的经常的任务。

维修保障系统的功能是完成维修任务,将待维修装备转变为技术状态符合规定要求的装备(图1-1)。在此过程中,它还需要投入:各种有关的作战、任务要求(信息输入),能源、物资(物、能输入)等。维修保障系统完成其功能的能力就是保障力。维修保障系统的能力既取决于它的组成要素及相互关系,又同外部环境因素(作战指挥、装备特性、科技工业的供应水平以及运输、储存能力等)有关。

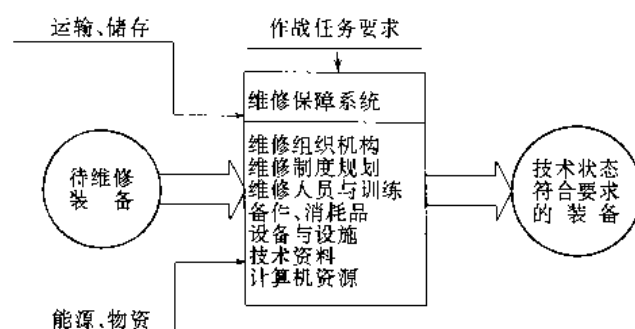


图1-1 维修保障分系统的组成、功能示意图

1.1.3 装备维修在国防建设和现代战争中的作用和地位

军用装备维修是保持、恢复乃至提高军队战斗能力的重要因素。在现代条件,特别是高技术条件下的局部战争中更是如此。在第四次中东战争中,以色列军队在10天中修复坦克近2000辆次;英阿马岛之战中,英军损坏军舰12艘,战中修复11艘,都是依靠维修来保持和恢复军队战斗力。在90年代初的海湾战争中,美国三军以及动员的民用维修力量,通过维修使飞机、舰船、坦克等武器装备达到了非常高的完好率、出勤率(飞机、舰船完好率达到90%以上,飞机每天飞行几小时到十几小时),并及时有效地进行战场抢修,保证了以38天空袭加4天地面战斗取得胜利。事实证明,在高技术条件下的局部战争中,战争的准备和进程大大加快、空间时间压缩,保持部队战斗力将更加依赖于武器装备“战力再生”,将更加依赖于维修保障。在和平时期,武器装备在使用与储存中,也要通过维修来保持其战备完好性,延长使用寿命与储存寿命,保证部队训练、执勤和战备需要。而通过装

备的改进性维修,还可提高装备的作战能力。

同时,装备作为产品,对其维修实质上是一种再投资、再生产(有的还要再设计)。维修这种投资有着重大的经济效益,是一种“为了未来的投资”。以较少的资源消耗维修装备,获得与购买新装备同等或相近的效能就是这种经济效益的体现。此外,装备以及更广泛的产品或资产维修又是资源的一种再利用,通过维修延长使用寿命,减少废弃物和污染物,将减少对环境危害。所以,维修已成为国民经济、国防建设持续发展的重要策略。

正因为如此,世界各国军队都非常重视武器装备维修,投入了巨大的人力、物力。多年以来,美军每年装备维修费都达数百亿美元,80年代以来维修费接近装备研制费与采购费之和。据统计,近40年来其装备维修费约占国防费用的14.2%。美、苏(俄)一个陆军师的维修人员少则900余人,多则1000余人,达到全师人数的10%以上。在各国军队建设中,都把装备维修力量建设作为一项重要内容,即使在紧缩军队、紧缩军费的形势下,也要求保留一定数量的基地级修理力量,同时积极筹划利用民间力量进行装备维修,做好动员准备,以应战时急需。

由此可见,武器装备维修具有重要作用和地位。同时维修已经不是由少数维修人员进行的具体维修作业范畴的问题,而是涉及到军队组织指挥、人员训练、制度法规、装备性能、保障资源等多方面因素的问题,需要系统地加以研究和规划。正是在这样的背景下,维修不仅需要技术,而且需要理论,需要研究维修保障的基本规律。

1.1.4 装备维修保障中的基本矛盾和基本规律

在装备维修保障中,普遍存在如下基本矛盾:

① 装备维修保障与装备作战(使用)需求的矛盾 装备维修保障的一切活动都是为了保障装备平时和战时满足作战(使用)对维修的需要服务的。平时与战时的装备运用对维修保障提出了各种需求,维修保障必须满足这种需求;然而,保障能力、效果和效率受多种因素制约,这样两者之间就产生了矛盾。军用装备维修固然属于军事领域的活动,但就其实质来说是生产(再生产)、经济性的活动,故上述矛盾通常表现为供应与需求的矛盾。正是这一矛盾规定和影响维修保障系统的建立与运行。

② 装备维修保障主体与装备维修保障客体的矛盾 这是维修保障系统在其运行过程中产生的矛盾。装备维修保障主体是从事装备维修保障的一切人员;装备维修保障客体是武器装备及其各种维修保障资源。在装备维修保障主体与客体的矛盾中,一般地说,装备维修保障客体是矛盾的主要方面,它规定和影响装备维修保障主体。同时,装备维修保障主体又反作用于装备维修保障客体,而且在一定条件下两者是可以转化的。正是这一矛盾运动,规定了维修保障系统建立与运行的全过程。

③ 维修保障系统与环境的矛盾 维修保障系统既有自身的内部环境,又有装备系统、军事系统、国防系统、社会系统……这样的外部环境。在系统和环境的关系中,尽管维修保障系统对环境产生一定的影响,但更基本的是系统的建立和运行受环境的制约。在这对矛盾中,一般地说,环境对维修保障系统的作用是主要的,因此它是矛盾的主要方面。而维修保障系统本身又对环境具有相对的独立性,可以克服环境所带来的一些不利影响。环境是系统存在与发展的基础,功能是系统与环境相互作用所表现出的特性。正是维修保障系统与环境这一矛盾,规定了维修保障系统的功能特性。

针对这些矛盾,维修保障系统的建设和运行,即维修保障工作应当遵循一些基本规律,即:

① 装备维修保障适应装备作战(使用)需求的规律 装备维修保障以支持和保证装备作战(使用)为前提,随装备作战样式的变化而发展。装备维修保障与装备作战(使用)需求之间的相互作用和矛盾运动,揭示了装备维修保障与装备作战(使用)需求之间的本质的、必然的联系,这就是装备维修保障适应装备作战(使用)需求的规律。装备作战(使用)的任务决定了装备维修保障的目标。作战装备的多样性、作战行动的突然性与时限性决定了装备维修保障的时限性和超前性。装备维修保障适应装备作战(使用)需求的规律告诉我们,装备维修保障虽然是为装备作战(使用)服务的,处于矛盾的次要方面,但是,如果装备维修保障不能适应装备作战(使用)需求或保障不力,不仅会使保障对象难以得到及时有效的保障,而且会对整个作战行动产生消极的后果和影响。因此,装备维修保障对作战使用需求要主动适应、预有准备,实行“保障先行”;依据作战部署,合理配置维修力量,从维修装备数量、质量上满足作战使用需求。而在平时要统筹规划,加强保障系统建设,合理制定维修计划,保障部队的训练、战备及执勤等任务的完成。正确地认识和遵循这一规律,对于做好装备维修保障、提高部队的战斗力具有重要意义。

② 装备维修保障客体决定装备维修保障主体的规律 装备维修保障客体是维修保障活动存在的基础,同时也是维修保障主体选择并确定保障目标、保障手段的客观依据。维修保障客体决定维修保障主体主要表现为,维修保障客体的特性决定着维修保障主体的组织方式及素质要求,维修保障客体的发展变化决定了维修保障主体的发展变化。有什么样的武器装备及其保障资源,便要求具有相应素质的保障人员实施装备维修保障,武器装备及其保障资源的发展对保障人员的组织方式与素质会提出更新、更高的要求,需要对其不断地进行调整、培训和提高。一般地说,高技术武器装备需要掌握高技术的人员来维修,可能需要某些高技术维修手段。这是高技术武器装备的客体对保障主体的要求。当然,维修保障主体又能能动地反作用于维修保障客体。这主要表现为,当维修保障主体能够全面把握维修保障客体时,便能科学地确定保障目标,合理地选择保障手段,恰当地制定保障方案和计划,适时地确定和组织维修保障资源,并通过实施保障收到预期的保障效果。为此,作为保障主体的维修(技术)保障机构和人员,要尽早介入装备的研制过程,从保障角度对装备设计及保障资源的研制、筹措施加影响,并使保障主体、保障系统与保障客体中的武器装备更好地匹配。反之则会面对保障客体而显得无所适从,盲无头绪,造成频频失误,难以实现保障有力。

③ 维修保障系统的环境制约维修保障系统的规律 任何系统都与环境有着不可分割的联系。装备维修保障系统的建立、运行离不开国家的经济、政治和军事等外部环境的制约,这种环境的发展变化对装备维修保障系统的建立和运行会产生深刻的影响。比如,当前装备维修保障系统的建立及运行最直接地要受到市场经济及高技术发展的制约。环境制约维修保障系统的作用主要表现为,维修保障系统对环境的依赖性和环境对维修保障系统的导向作用。进入 90 年代以来,市场经济及高技术的发展对维修保障系统的建立、运行产生了深刻而又广泛的影响。例如,市场经济的发展一方面为武器装备维修保障提供了广泛(包含国外)面相对低廉的物质与技术资源,一方面又使传统的单一计划经济的资源保障渠道受到威胁,有的甚至事实上被瓦解。高新技术的发展为维修保障提供了新的手

段(材料、工艺、技术),而高新技术装备的维修又面临着高费用问题。我国科技发展水平和国防费用、装备维修费用推动或者限制着高新技术维修手段的应用。这些因素,既直接影响着维修保障系统与装备作战(使用)之间的供需关系,也必然导致传统的保障方法和手段发生根本的变化。

在探讨与研究维修保障系统的外部环境时,还要注意军队内部各个系统的关系,特别是作战指挥系统、后勤保障系统对技术保障的作用和约束。例如,维修是保障部队作战或平时部队训练等任务的,要依据作战指挥来确定技术保障的任务、目标、重点、方式及保障机构配置等;同时,随着技术保障地位的加强,维修已成为一种指挥职能,指挥员既要指挥作战行动,又要指挥保障行动。此外,保障系统自身的指挥、通信、防卫作战等,都要依托或依赖于作战指挥系统。维修保障系统一般是从后勤保障系统中分离出来的,它在装备及其他资源的供应、运输、储存等方面,至今仍依赖于后勤保障系统,受其制约,而在战时涉及保障地域划分、防卫等方面仍有密切联系。这些都要求维修保障系统必须对环境具有很强的适应性,这也包括对环境的反作用。

维修保障系统对外部环境的适应性关键在于系统内部本身,通过系统内部组成要素的有序组织及优化完善,可以使得维修保障系统与环境协调发展。要求我们在现有的外部环境条件下,积极、主动地研究维修保障系统在组成要素及组织结构等方面存在的各种问题并加以解决,使得维修保障系统真正能够及时、高效、匹配地建立和运行。

1.2 装备维修工程

1.2.1 基本概念

维修工程(maintenance engineering)是装备维修保障的系统工程,是研究装备(设备)维修保障系统的建立及其运行规律的学科。它主要研究维修保障系统的功能、组成要素及其相互关系;还要研究系统相关的外部因素,有关的设计特性、使用要求等,如何建立、完善维修保障系统,并及时、有效、经济地实施维修保障。它也可表达为:维修工程应用装备全系统全寿命过程的观点、现代科学技术的方法和手段,优化装备维修保障总体设计,使装备具有良好的有关维修的设计特性,并与维修保障分系统之间达到最佳匹配与协调,并对维修保障进行宏观管理,以实现及时、有效而经济的维修。

作为一门学科的维修工程,在其上述定义中的要点是:

- ① 研究的范围涉及维修保障系统和与维修有关的装备特性(如可靠性、维修性、测试性、保障性等)和要求;
- ② 研究的目的是优化装备有关设计特性和维修保障系统,使维修及时、有效而经济;
- ③ 研究的对象是维修保障系统的总体设计、维修决策及管理以及与维修有关的装备特性要求;
- ④ 研究的主要手段是系统工程的理论与方法,以及其他有关的技术、手段;
- ⑤ 研究的时域贯穿于装备的全寿命过程,包括装备论证、研制、使用(含储存)、维修直至退役。

由此可见,装备维修工程既不是研究具体维修作业的维修技术,又不是研究具体设计验证方法的设计学科,而是进行有关维修的分析、综合、规划与系统总体设计的工程技术