

可靠性 维修性·保障性 管理

主编 秦英孝

副主编 张耀文 江劲勇 周光明 杨石宝



国防工业出版社

可靠性·维修性·保障性管理

主 编

秦英孝

副主编

张耀文 江劲勇 周光明 杨石宝

编 审 组 成 员

(按姓氏笔画排序)

邓恩万 刘 翥 关祥武 苏祥荣
吴卓明 张立海 赵明月 秦 宏 董安华

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

可靠性、维修性、保障性管理/秦英孝主编. —北京:
国防工业出版社, 2003.10

ISBN 7-118-03158-5

I. 可 ... II. 秦 ... III. 可靠性管理
IV. TB114.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 040923 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)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 11% 306 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:18.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

可靠性维修性保障性是影响军用装备效能的主要因素,是一个国家技术队伍素质、管理以及工业基础水平的重要标志,它是设计出来、生产出来、管理出来的。因此,必须在设计时赋予、在生产中保证、在使用中发挥。一切可靠性维修性综合保障工程技术活动都要通过管理去规划、组织、协调、控制和监督。为了获取优质产品,在寿命周期过程中,对其进行有效管理至关重要。

当前,许多国家都在为打赢一场高技术条件下的局部战争,积极发展新型装备,使其不仅具有精确打击、高威慑力,而且还具有快速机动、灵活保障和持续作战的能力。为此,在提高武器装备战术技术性能的同时,大力发展可靠性维修性保障性技术,并取得了显著的成绩。与此相比,我国的可靠性维修性综合保障工程起步较晚,无论从发展需求或与国外水平相比都有明显的差距。为赶超世界先进水平,我国在武器装备建设中也采取了许多紧急措施,但也出现了诸如装备研制时间紧、任务重、技术难度大、风险高以及预研与研制交叉、研制与生产交叉、生产与引进交叉、试生产与批生产交叉等这些新特点。为适应当前装备建设的新形势,尽快扭转我国与国外水平的差距,首先必须加强对可靠性维修性保障性工作的管理,大力发展可靠性维修性保障性技术,同时也必须重视专业人才培养,提高可靠性维修性保障性设计与管理人才的素质,这对促进我国可靠性维修性综合保障工程的深入发展,更有效地提高装备质量具有重要的意义。鉴于这一目的,我们参考国内外有关文献,借鉴当前我国武器研制中的一些经验,编写了《可靠性维修性保障性管理》一书。

全书分9章,主要介绍了可靠性维修性综合保障工程有关理

论和管理的基本概念,寿命周期中管理的主要内容,可靠性维修性保证大纲及综合保障计划的制定,装备研制、生产、使用阶段管理的主要工作,可靠性维修性保障性信息管理等内容。鉴于可靠性维修性保障性是产品重要的质量指标,它必须在质量管理体系的有效运行下使其要求得以实现,以及当前我国质量管理工作的重点及需要,在第四章中对质量管理体系的建立及质量保证大纲的制定等有关内容也作了论述。这一章的安排,可能冲淡了可靠性维修性保障性管理的主要内容,但考虑到,一方面质量管理中包括了可靠性维修性保障性的管理,另一方面,对质量管理体系的建立和运行并实行有效的监督也是可靠性工作者一项不可推卸的责任。

本书由秦英孝主编,张耀文、江劲勇、周光明、杨石宝任副主编,邓恩万、刘献红、关祥武、苏祥荣、吴卓明、张立海、段明月、秦宏、董安华等同志编写了有关章节初稿。甘茂治教授审查了全书内容并提出许多宝贵意见,最后由秦英孝修改定稿。在编写中,主要参考了杨为民、甘茂治、付光民、李良巧、马运义、万小平等老师的著作以及国家军用标准、GJB3872《实施指南》等,在此对上述文献作者表示衷心的感谢。

编写本书目的是发表我们对装备可靠性维修性保障性管理工作的看法和观点,“抛砖引玉”以引起专家讨论,不断系统、完善我国武器装备可靠性维修性保障性管理中的有关内容。但由于水平有限,无论体系结构及内容等方面定有不少缺点及错误,希望读者及专家批评、指正,以便一部系统、完善,内容准确,实用性强的可靠性维修性保障性管理教材在我国尽快出版,以推动我国装备可靠性维修性保障性管理理论的发展并使之尽快上升到新的水平。

编 者

2003 年 1 月

目 录

第一章	绪论	1
第一节	可靠性维修性保障性管理概述.....	1
第二节	可靠性、维修性与保障性宏观管理.....	12
第三节	可靠性维修性综合保障管理组织	14
第四节	可靠性维修性保障性管理与质量管理的关系	18
第二章	可靠性维修性与综合保障工程基础	22
第一节	可靠性工程基本理论	22
第二节	可靠性设计与分析	37
第三节	电子产品的可靠性设计	48
第四节	可靠性试验	53
第五节	维修性工程概述	63
第六节	保障性与综合保障概述	81
第三章	寿命周期中可靠性维修性保障性管理	96
第一节	寿命周期中可靠性维修性保障性管理	96
第二节	可靠性保证大纲的制定.....	107
第三节	装备维修性保证大纲的制定.....	130
第四节	可靠性维修性保证大纲的评审与监督.....	148
第五节	综合保障计划的制定及实施.....	155
第四章	装备质量管理体系及产品质量保证大纲	164
第一节	装备质量管理体系的建立	164
第二节	质量管理体系的审核和认证.....	170
第三节	质量管理体系运行的监督.....	177
第四节	产品质量保证大纲的编制.....	183
第五章	研制过程可靠性维修性保障性管理	200

第一节	研制过程可靠性维修性保障性管理概述·····	200
第二节	研制阶段可靠性维修性保障性管理内容·····	204
第三节	可靠性维修性保障性评审·····	209
第四节	可靠性维修性评审检查项目单·····	218
第六章	生产过程可靠性维修性保障性管理·····	241
第一节	生产过程可靠性维修性保障性管理的意义·····	241
第二节	生产过程可靠性维修性管理的内容·····	244
第三节	高可靠性生产线及优先级生产线的建立和管理·····	273
第四节	元器件的可靠性管理·····	276
第七章	使用过程可靠性维修性保障性管理·····	290
第一节	使用过程可靠性维修性保障性管理概述·····	290
第二节	装备装运、储存的可靠性管理·····	292
第三节	装备使用中的维修管理·····	297
第四节	装备的定寿与延寿·····	303
第五节	售后技术服务的管理·····	310
第八章	可靠性维修性保障性信息管理·····	318
第一节	可靠性维修性保障性信息管理概述·····	318
第二节	可靠性维修性保障性信息管理的内容·····	324
第三节	可靠性维修性保障性信息系统及其管理·····	338
第四节	可靠性维修性与综合保障工程标准·····	343
第九章	加强我国可靠性维修性保障性管理的措施·····	353
第一节	加强各类人员的可靠性教育·····	353
第二节	开展可靠性技术的交流与研究·····	356
第三节	加强型号装备可靠性维修性保障性的管理·····	358

第一章 绪 论

可靠性维修性保障性是军用装备效能的主要影响因素,也是装备质量的重要指标,它是设计出来、生产出来、管理出来的,因而必须从头抓起,在设计时赋予,在生产中保证,在使用中发挥。为了获取优质产品,在其寿命周期过程中对可靠性维修性保障性进行综合管理至关重要。

本章将重点介绍可靠性维修性保障性管理的重要性、特点、职能,管理的组织机构以及与传统质量管理的联系与区别等内容。

第一节 可靠性维修性保障性管理概述

可靠性维修性保障性管理就是从系统的观点出发,对产品寿命周期中的各项可靠性技术活动进行组织、协调、监督与控制,以实现既定的可靠性目标,并保持寿命周期费用最省。

一、可靠性维修性保障性管理的重要意义

为了说明可靠性维修性保障性管理的重要意义,先介绍可靠性维修性保障性的作用和地位。

(一)可靠性维修性保障性的作用和地位

1. 可靠性维修性保障性的作用

可靠性维修性保障性对装备的作战能力、生存力、部署机动性、维修人力和使用保障费用等将产生重要影响。

1) 高可靠性提高了武器装备的作战能力

提高装备的可靠性可以减少装备发生故障的次数;提高装备的战备完好率或增加出动率,能保证装备连续出动的能力,同时还提高装备持续作战和完成任务的能力,从而提高了装备的作战能力;改进维修性,减少装备在地面维护和修理的停机时间以及装备再次出动的时间,能提高装备的出动率,同时还可减少装备战场修理时间,提高装备再次投入作战的能力。例如,F-15A 战斗机由于可靠性差、维修困难而且缺少备件,其战备完好率长期保持在 50% 左右。经过改型的 F-15E 战斗机,由于显著地提高了可靠性、维修性及测试性,在海湾战争中的战备完好率高达 95.5%,其连续作战能力几乎提高近一倍。因此,故障多、维修困难的装备,其性能再好也是没有战斗力的。F-111 是美国高性能的战斗轰炸机,1986 年美国空袭利比亚时,24 架 F-111 从英国基地起飞,其中 6 架飞机因电连接器故障等原因而空中返航,到达目标后又有 5 架因火控系统故障而未能投弹轰炸,近一半飞机未能完成规定任务。

2) 高可靠性可增强装备的生存力

采用先进的可靠性、维修性设计技术和减少对那些在战争中易受摧毁的地面固定设施的依赖是增强装备生存力的重要途径之一。采用冗余度及容错、可达性、模块化及互换性等可靠性、维修性设计技术,采用对装备安全起关键作用的系统或设备在发生故障、或在战斗中损坏后,仍然能安全执行任务,或者安全返回基地,通过战伤修理后再次投入战斗,增强了装备的生存力。

3) 高可靠性可提高武器装备的机动性和快速部署能力

提高可靠性、改进维修和测试性,采用先进的 BIT,进而取消或减少对地面中继级维修车间的依赖,有助于减少装备部署的运输要求,提高装备部署的机动性。例如,美国部署一个 F-15A 战斗机中队(24 架飞机)大约需要 15 架~18 架 C-141IB 重型运输机来运载各种保障设备、备件、维修人员、资料及航空电子设备中继级维修车间,仅航空电子设备中继级维修车间就需要 5 架~6 架

C-141B 运载。而 F-22 战斗机的研制、由于其可靠性比 F-15A 高 1 倍多,维修工时少一半多,大大提高了装备部署的机动性。

4) 高可靠性可减少装备的维修人力

装备部件及设备可靠性的提高,能减少故障发生次数,因而减少维修次数;维修性的改进将提高维修工作效率,减少维修时间。因此,可靠性维修性的改进将减少维修人力。例如,美国 F-4E 战斗机是 20 世纪 60 年代服役的未开展可靠性设计的飞机,其可靠性维修性水平较差,装备一个 F-4E 中队需要 588 名维修人员;F-15A 中队所需的维修人员为 554 人;90 年代末服役的战斗机 F-22,其可靠性比 F-15 提高一倍多,装备一个 F-22 中队所需的维修人员只有 277 人,仅为 F-15A 的一半。

5) 高可靠性可降低装备的使用保障费用

可靠性、维修性的改进将减少人力、备件供应以及保障设备和器材,降低维修人员的技术等级要求和培训要求,进而降低装备的使用保障费用。例如,美国海军战斗机 F/A-18,由于在研制中强调可靠性、维修性设计,加强可靠性、维修性管理,并进行严格的试验及验证,其可靠性水平比 F-4J 战斗机提高近 3 倍,因而在整个飞机使用寿命期内(20 年),600 架 F/A-18 的使用保障费(包括燃料费、维修人力费、修理器材费、备件费等)将比 F-4J 节省 36 亿美元。

2. 可靠性维修性保障性在现代装备研制中的重要地位

在现代化装备的研制中,可靠性、维修性与保障性占有重要的地位。可靠性、维修性与综合保障工程是装备设计工程的重要组成部分,它作为专门工程的核心,与传统工程一起,构成了设计工程的两大支柱;可靠性、维修性与保障性管理还是装备研制系统工程管理的有机组成部分。

1) 可靠性、维修性及保障性是系统质量的重要特性

在相当长的一段时间内,我们只注重装备的战斗性能,而忽视可靠性、维修性,系统地提出和研究保障性问题则更是近年来的事。树立当代质量观念就必须把其视为与性能同等重要的特性,

在设计、研制装备时,必须提出这方面的定性、定量要求,并把这些要求和战术性能要求一起纳入装备的技术指标之中。

2) 可靠性、维修性和保障性是制约装备效费比的重要因素

当代质量观不仅注重产品性能等,而且注重质量的经济性内涵,其核心是提高装备效能,降低寿命周期费用,即提高效费比。

提高装备的可靠性、维修性与保障性,可以提高装备的效能。可以降低寿命周期费用。统计表明,在产品从论证、研制直到使用、报废的全过程中,由于质量缺陷带来的经济损失和消耗是以数量级的变化而增大的。缺乏可靠性、维修性与保障性设计的产品,尽管其研制初期可能投入较少的费用,但是产品研制后期费用以至整个使用阶段的维修保障费用将大大增加。大量事实证明,由于可靠性及维修性差,造成花费大量资金研制生产出来的装备交付部队后,其可用性低,维修保障费用高,甚至长期形不成战斗力,这方面的教训是很深刻的。

3) 装备的可靠性、维修性和保障性是重要的设计特性,必须在研制时注入

可靠性、维修性与保障性是装备的重要属性,是设计出来的,生产出来的,管理出来的。其中设计最为重要,只有在设计阶段,就把可靠性、维修性与保障性设计到装备中去,才能在生产过程和使用过程予以保证。如果在设计阶段不考虑可靠性、维修性与保障性,到生产阶段之后发现问题再考虑,势必花费更多的时间和代价,有的问题则根本无法解决,甚至带来“后患无穷”的局面。装备的可靠性、维修性与保障性工作必须遵循,将预防、发现和纠正可靠性、维修性设计及元器件、材料和工艺等方面的缺陷作为工作重点,采用成熟的设计和行之有效的可靠性、维修性与保障性试验技术,以保证和提高装备的固有可靠性、维修性与保障性水平。另外,影响或构成保障性的还有保障资源,也必须在研制时考虑、规划和筹措,有些设备还必须及早研制,资料、培训等也需及早准备(文献[1])。

(二) 可靠性、维修性与保障性管理的重要意义

1. 可靠性维修性保障性管理是系统工程管理的组成部分

任何一个装备从计划开始到设计、生产、使用、维修直至报废，是一个不可分的连续过程。要保证产品的可靠性，在工厂内部它与设计、生产、试验、原材料供应、仪器设备、乃至人事、行政等各部门都有密切的关系。在工厂外部又与元器件生产企业、使用单位、维修等紧密联系。在这样一个过程，如果有一个环节失误，就会造成不可挽回的后果。例如，在设计阶段对产品固有可靠性考虑不足，则无论在以后的生产、使用和维修中如何注意提高质量，仍然不可能获得经济效果好、可靠性高的产品。同样道理，产品在设计、生产中赋予了较高的可靠性水平，但在使用中不正常操作，或使用者的训练，造成使用中故障频繁发生，产品的可靠性同样不可能保证，产品的性能不能很好地发挥。由此可见，可靠性工作是一个系统工程，一方面，在这个系统中各个部门或单位，都必须为实现产品的可靠性目标进行有效的管理、协调与监督，各行其职才能最终保证产品的可靠性、维修性。另一方面可靠性工作从时间顺序来看，包括了研究、设计、制造、试验、运输、储存、安装、使用及维修的各个阶段；从产品形成来看，包括了从原材料、元器件、零部件到设备、系统的各个环节；从内容来看，又包括理论、设备、标准、技术、教育、管理等各个方面。这些都要通过宏观和微观的可靠性管理来组织、协调，发挥出系统的整体效益。

我国《武器装备可靠性与维修性管理规定》明确提出，武器装备可靠性维修性管理是系统工程管理的重要组成部分。可靠性维修性保障性工作必须统一纳入武器装备研制、生产、试验、使用等计划，与其他各项工作密切地进行。应当对装备性能、可靠性、维修性、安全性、保障性等质量特性进行系统综合和同步设计……。认真贯彻这一规定，对提高可靠性维修性保障性管理水平，促进装备质量的全面提高具有深远的意义。

2. 我国当前经济建设及装备建设的新特点,要求必须抓好可靠性维修性保障性管理工作

(1) 当前,我国的经济建设正面临着从计划经济向市场经济转变。为了搞活企业,正在下放权力,减少国家对企业的行政干预,这是完全必要的。但在这种情况下,可靠性宏观管理若取消或者削弱,历史将会教训我们。这是因为:

① 可靠性是一个涉及全社会各个方面的系统工程,它的客观规律要求必须进行行业以至全国的统筹和协调,任何一个基层单位都不可能单独承担这个系统工程。

② 在当前的情况下,我国军品市场竞争机制并未完全形成,其对产品质量和可靠性的制约作用不明显,关于产品质量的法制也不健全,基层单位积极开展可靠性工作的动力和压力不足。

③ 可靠性是一个用时间来表征的质量指标,在生产制造过程中,难以直接测定产品的可靠性,而是出厂后在用户使用中才能表现出来;产品的使用、维护费用多数又是用户承担,这也会使一部分基层单位出现漠视产品出厂后的可靠性的短期行为。

④ 国内外的经验教训都证明,可靠性工作需要政府部门自上而下的干预、指导,才能有效地组织和开展起来。国际公认的可靠性专家波多斯提出的可靠性工作四原则之一就是“在任何机构里,可靠性和质量保证的各项措施必须自上而下地贯彻执行”。“领导部门在制定各项措施时,必须提出明确的理论和方针”。“如果领导部门不把可靠性作为首要目标,不提供所需设施,则工作人员是不可能生产出可靠产品的。”由此可见,进行可靠性宏观管理与可靠性微观管理都十分必要和重要。

(2) 当今许多国家都在为打赢一场高技术条件下的局部战争,积极发展新型装备,使其不仅具有精确打击,高威慑力,而且还具有快速机动、灵活保障和持续作战能力。由于我国同发达国家相比,无论在武器性能上和可靠性水平上差距仍较大,为赶超世界先进水平,在装备建设中采取了许多紧急措施,但也出现了一些新的特点,可归纳为:

① 时间紧、任务重、技术难度大,风险高。

② 高度交叉、并行:预研与研制交叉;研制与生产交叉;生产与引进交叉;试生产与批生产交叉;要求高,要求加快进度,保证质量,保证数量。

但目前我国在对装备可靠性工作中诸如指标、设计、试验、剖面、软件、外场验证等方面尚未全面系统地开展实质性的工作,因此必须从管理上加大力度,以适应新装备建设工作的要求。

3. 当前装备可靠性工作存在的问题,必须加强可靠性管理予以解决

近几年,国家组织有关专家对几个集团公司的数个重点武器系统的质量工作进行了调查,发现许多型号研制、生产进度与质量的矛盾十分突出,一些影响当前型号研制生产质量的突出问题亟待解决,主要问题有以下 7 个方面:

(1) 部分装备型号研制工作在高度交叉作业中缺乏有效的管理措施,导致研制生产风险增大;

(2) 部分型号单位的质量责任不够落实;

(3) 型号研制可靠性工作不深入,性能设计与可靠性设计不同步;

(4) 型号质量保证组织不健全,职能不到位;

(5) 承制单位无法制约配套产品的供应和质量;

(6) 质量与可靠性工作保障条件亟待加大力度并需统筹安排;

(7) 型号研制队伍的质量可靠性意识薄弱,可靠性知识、可靠性专业人才缺乏。

产生上述的原因有诸多方面:

(1) 有技术难度大,认识不足的问题;

(2) 有研制单位设计不足,试验不充分的问题;

(3) 有原材料、元器件、工艺、制造水平差、基础薄弱的问题;

(4) 有组织、管理、计划安排的问题,及对质量可靠性工作重视不够、抓不得力的问题。

我国对几个型号武器质量问题进行的统计分析,发现管理方面因素占质量可靠性方面很大比重。某型装备质量可靠性问题的统计结果如表 1.1 所示。

表 1.1 某装备质量问题原因统计分析表

序号	直接原因	质量可靠性问题	
		数量/个	比例/%
1	操作失误 Δ	20	13.9
2	质量检验把关不严、漏检 Δ	25	17.4
3	设计缺陷、技术问题未吃透	47	32.6
4	工艺规程不合理	13	9.0
5	技术状态失控 Δ	11	7.6
6	工艺未过关	7	4.9
7	元器件质量问题	12	8.3
8	原材料不符合要求	2	1.4
9	违反规章制度,违反劳动纪律 Δ	6	4.2
10	未对软件进行检查测试 Δ	1	0.7
注: Δ ——管理原因。			

从上述统计可看出,造成装备质量与可靠性问题中,管理原因占 43.8%。因此可以说,完成装备研制的关键,首先在于加强武器装备全系统、全寿命中可靠性维修性保障性管理。

二、可靠性维修性保障性管理的观点

可靠性维修性保障性管理工作要贯穿于全系统全寿命周期,强调以下观点。

1. 用户观点

可靠性维修性保障性管理要十分强调用户观点,用户使用应该是管理的出发点和落脚点,设计、制造、使用维修各个阶段的各项工作都要保证装备使用可靠、维修方便、保障有力。一切措施的有效性也都要以用户使用可靠来检验。元器件、零部件生产厂的

产品,要以用户上机不良率及现场失效率等指标来判定优劣。设备、系统生产厂的装备,最终要以装备使用可用度(战备完好性)等指标来判定优劣。

2. 系统观点

要从系统的观点出发,对系统的各个子系统、各个环节和各项工作进行统筹和协调,实现系统的优化,完成系统的最终目标,保证产品的可靠性维修性保障性。

3. 信息观点

可靠性维修性保障性的工程活动要利用系统内外的各种信息,以便进行协调和指挥。数据与情报是管理、决策以及设计、工艺控制的依据,必须十分重视它们的收集、处理、交换与应用。数据与情报的收集与应用越是准确、及时,可靠性工作的进展就越迅速。要重视信息反馈,完成闭环控制,不断提高可靠性维修性水平和保障能力。

4. 量化观点

在可靠性维修性和保障性有关工程与管理的实践中,不但要进行定性分析,而且要进行定量分析。只有定量,才能结合数学模型,更深刻、更精确地揭示它的规律性。只有定量,才能区分优劣界限,明确目标,进行管理。不但要关心硬技术的量化,而且要关心软技术即管理的量化。

5. 统计观点

可靠性维修性保障性与管理所涉及的问题及数据,往往是随机的,但在其中却隐藏着统计规律性,因此,必须用统计的观点去看待和分析各种数据和故障现象,按统计规律进行评定和控制。

6. 费用观点

可靠性工作不能离开经济性,不能不考虑成本和费用。进行成本及费用分析时,应着重考虑寿命周期费用,不但要从企业角度考虑设计、制造、试验等各项成本以及售出后获得的利润,而且要从社会角度考虑产品出厂后的使用和维修费用。要追求全寿命周期费用最省。

7. 反馈观点

将系统输出的信息与标准、规范比较后,反馈到输入端,进行调整与纠正,这是依靠信息反馈完成的闭环控制。实践证明,反馈速度快、周期短,就可以不断提高产品的可靠性。

8. 素质观点

一个企业的产品可靠性水平,实质上是一个企业人的素质的表现。影响产品可靠性的设计缺陷、制造缺陷,都是人的工作缺陷造成的。甚至购进的原材料、元器件、零部件的缺陷,就使用单位而言,也是人在认定及采购工作中的缺陷造成的。因此,要致力于人的可靠性教育,并严格训练与管理,充分发挥人的作用。

9. 突破观点

可靠性水平不但要维持,而且要突破(改进)。突破,是产品越来越复杂,市场竞争越来越激烈所提出的必然要求。

考虑到我国可靠性管理水平与产品可靠性水平与国外先进水平的差距还很大,我们尤其要加强突破的观点,有计划地组织可靠性突破。

三、可靠性、维修性与保障性管理的特点和职能

(一)可靠性维修性保障性管理的特点

管理是为保证产品的可靠性、维修性与保障性而逐步总结完善并形成的一种科学方法,它体现以下特点。

(1)强调工程性。管理具有很强的工程性,它要求在时间和费用允许的条件下,研制出满足订购方需要的可靠产品。它是紧密结合具体的产品,离开工程实际,谈不上什么管理。

(2)强调整体性。强调在产品全寿命周期内所有的可靠性活动是一个整体。必须统一安排计划,强调各个不同的技术部门、单位内外、承制方与订购方、承制方与元器件和零件的供应厂家之间要相互合作,统一进行管理。

(3)强调统计性。利用统计分析手段,不断地对现场故障数据