



飞机机电BIT技术

FEIJI JIDIAN JI NEI CE SHI JISHU

石山 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

飞机机电BIT技术

石 山 刘勇智 童止戈 谢 军 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

飞机机电 BIT 技术 / 石山等编著. —北京: 国防工业出版社, 2010. 1

ISBN 978-7-118-06576-3

I. ①飞... II. ②石... III. ①航空电气设备—机内测试②航空—机械设备—机内测试 IV. ①V22②V242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 187933 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 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 13 字数 231 千字

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

前 言

信息技术的广泛采用,使各种航空装备或系统的信息化程度越来越高,航空机载 BIT(机内测试)技术是先进飞机实现信息化不可缺少的重要技术,BIT 不但能够监控机载设备的主要工作参数,用于机载设备的维修和维护检测,还可以预测未来可能发生的故障,甚至可以进行余度管理并对故障的机载设备系统进行重组。先进飞机在设计时,已经形成了全机的监控、检测和自诊断系统,在航空电子系统设置数据记录装置,记录全机各个系统 BIT 传输来的检测数据,如故障 LRU 的代码、故障时间和次数、故障的模式和等级等。航空电子系统将 BIT 设置在本系统内,各子系统的 BIT 对所管辖的 LRU 进行检测。机载 BIT 技术的应用使复杂的机务维护变得快捷、方便,大大减少了设备的维修和排故时间,降低了对维护人员的要求,减少了设备因反复拆装造成的人为故障,使设备的使用寿命得到延长,系统的可靠性得到提高,维护费用得到降低。尤其对于军用飞机来讲,能够极大提高再次出动的能力,更加有效地完成任务。

BIT 技术自 20 世纪 80 年代初从美国航空电子业界开始发展以来,应用范围迅速扩展。当今世界形势和现代战争特点决定了武器装备不但要求其具有先进的战术性能,而且要求其具有良好的测试性、维修性、可靠性。BIT 技术是改善系统或设备测试性与诊断能力的重要途径,它实现了测试的自动化,对保证新型武器装备保持和发挥高的作战效能,大幅度降低维修保障费用具有重要的意义。

借鉴航空电子系统 BIT 的成功经验,将 BIT 概念与技术延伸到航空机械电气系统(简称航空机电系统),进行航空机电系统的 BIT 设计与应用是航空机载 BIT 技术的重要拓展。航空机电系统的结构类型和功能模块不像航空电子系统那样规范,工作状态、环境和故障具有一定的特殊性。不同类型的对象和故障,信息获取方式、数据传输通道、信号处理方式等差异性较大,

特殊性较强。由于机电系统诸多因素的耦合作用,例如机电系统的电气和机械惯性,造成机电 BIT 的响应指令较慢,实现起来相对于电子 BIT 更有难度。为紧贴部队的需要,本书着眼航空机电 BIT 技术发展方向,立足航空机电 BIT 设备装备现状,研究航空机电系统 BIT 设备在飞行训练、作战保障中的地位 and 作用。以新时期军事战略方针为依据,坚持科学发展观,全面落实素质教育和创新教育,着力提高人才培养质量。突出自重构和自修复等前沿理论和故障检测、监控、诊断和隔离等关键技术研究。以了解航空机电 BIT 系统知识、掌握机载 BIT 设备使用维护技能为主线,拓宽知识面,培养专业技能和科学素质。了解机载 BIT 系统在机载武器装备、飞机操纵系统中的地位和作用;了解航空机电 BIT 技术的发展过程及其分类;理解各类航空机电 BIT 设备的基本组成、工作原理和结构特点;掌握各类航空机电 BIT 设备的使用方法;达到运用所学知识解决航空机电 BIT 设备设计论证、产品监造、使用维护等工程实际问题的目的。

全书共分 6 章,由石山主编。其中第 1、2、3、6 章由石山编写,第 4 章由谢军和刘勇智编写,第 5 章由童止戈编写,刘文杰、刘猛参加了部分内容编写。王曙鸿教授、倪世宏教授、刘惠聪副教授、罗燕副教授在百忙之中审阅了全文,并提出了宝贵意见,特此表示感谢。

限于作者的水平,书中难免存在错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2009 年 7 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 BIT 的基本概念	1
1.1.1 可测试性要求	1
1.1.2 BIT 的定义	2
1.1.3 BIT 的性能指标	5
1.1.4 BIT 的测试模式	5
1.1.5 航空机电 BIT	6
1.2 BIT 技术的理论与应用	7
1.2.1 BIT 技术的基本理论	7
1.2.2 机载 BIT 技术的应用	8
1.3 机载 BIT 技术的发展	10
1.3.1 智能 BIT 技术	10
1.3.2 PHM 技术	11
第 2 章 BIT 原理	14
2.1 BIT 基本原理	14
2.1.1 BIT 系统组成	14
2.1.2 BIT 内容	15
2.2 机电 BIT 的故障字典法	17
2.2.1 故障树分析——故障字典法	17
2.2.2 故障模拟——故障字典法	23
2.3 BIT 故障诊断的故障分析法	27
2.3.1 网络元件参数测试	27
2.3.2 多频故障诊断	31
2.3.3 k 故障诊断法	38

2.4	组合逻辑诊断	45
2.4.1	数字电路故障诊断	45
2.4.2	通路敏化法	49
2.4.3	布尔差分法	51
2.4.4	多故障分析及冗余电路诊断	51
2.5	继电控制电路故障诊断	53
2.5.1	继电控制电路的逻辑等效	54
2.5.2	继电控制系统的故障诊断	59
2.5.3	继电控制电路故障诊断中的几个问题	63
第3章	BIT 的技术实现	65
3.1	BIT 技术	65
3.1.1	余度 BIT	65
3.1.2	环绕 BIT	66
3.1.3	并行 BIT	66
3.1.4	模拟 BIT	66
3.1.5	数字 BIT	67
3.2	BIT 的设计	68
3.2.1	BIT 通用测试性设计准则	68
3.2.2	设备的模块划分	69
3.2.3	BIT 的测试点	70
3.2.4	BIT 传感器的选择	72
3.3	BIT 的技术实现	72
3.3.1	分析 BIT 要求和确定技术指标	72
3.3.2	BITE 的总体设计	75
3.3.3	设计方案	77
3.3.4	设计方案事例一	78
3.3.5	设计方案事例二	83
3.3.6	设计方案事例三	87
第4章	BIT 技术应用	92
4.1	飞机电源 BIT 技术	92

4.1.1	发展历程	92
4.1.2	飞机供电管理中心	93
4.2	飞行控制系统 BIT 技术	96
4.2.1	飞行控制系统 BIT 结构	96
4.2.2	机内测试模态功能	97
4.2.3	MBIT 飞控专用测试设备	99
4.2.4	飞行前自检测	104
4.3	机械电气系统监控处理机	105
4.3.1	功能	105
4.3.2	组成与工作原理	106
4.3.3	软件与工作方式	111
4.3.4	使用操作	111
4.4	飞机的自检和告警系统	116
4.4.1	飞机自检和告警系统的组成	116
4.4.2	逻辑和控制组件的基本工作原理	117
4.4.3	飞机的自检和告警系统工作原理	122
4.4.4	自检状态	126
4.5	公共设备管理系统	128
4.5.1	功用	128
4.5.2	特点	129
第 5 章	智能机电 BIT 技术	132
5.1	概述	132
5.1.1	常规 BIT 存在的问题	132
5.1.2	智能 BIT 概念	133
5.1.3	智能 BIT 发展	137
5.2	智能 BIT 技术	137
5.2.1	智能 BIT 特点	137
5.2.2	专家系统在 BIT 中的应用	137
5.2.3	人工神经网络在 BIT 中的应用	138
5.2.4	信息融合 BIT 中的应用	139

5.2.5	模糊理论 BIT 中的应用	140
5.2.6	智能 BIT 技术应用	140
5.3	重构技术	141
5.3.1	综合式航空电子结构	141
5.3.2	航空电子系统重构设计	143
5.4	BIT 新技术	151
5.4.1	飞机的故障预测和健康管理	151
5.4.2	综合运载器健康管理	152
5.4.3	基于信标的多任务异常分析	154
第 6 章	机电 BIT 虚警问题	159
6.1	虚警	159
6.1.1	BIT 虚警定义	159
6.1.2	飞机 BIT 成熟过程	161
6.2	机电监控系统虚警机理分析	167
6.2.1	机电 BIT 失效导致系统虚警	169
6.2.2	机电接口失效导致系统虚警	170
6.2.3	监控处理机故障导致系统虚警	173
6.2.4	总线故障导致系统虚警	174
6.2.5	MFD 故障导致系统虚警	175
6.2.6	飞机机电 BIT 系统数学模型	176
6.3	机电监控系统虚警控制	177
6.3.1	机电监控系统虚警控制方案	177
6.3.2	基于数据质量的虚警控制研究	180
6.3.3	基于智能算法的虚警控制研究	186
6.3.4	算法结合	189
6.4	基于 Petri 网的机电监控系统虚警分析	191
6.4.1	Petri 网概述	191
6.4.2	机电监控系统虚警分析 Petri 网建模	191
6.4.3	分析与计算	196
参考文献		199

第 1 章 概 述

航空机电机内测试(Built In Test,BIT)是测试技术的一个分支,是一门高度专业化的技术。在一般测试技术的基础上,航空机电 BIT 还是武器装备实行故障预测和状态管理(PHM)的重要支撑技术。

随着飞机机载设备的数字化和信息化技术的发展,机载机电设备的可测性要求越来越重要。飞机机载设备的内涵主要有自动测试设备和机内测试两个方面。随着机载机电设备维修性要求的提高,迫切需要机载机电设备本身具备监测、隔离故障的能力以缩短维修时间,所以机内测试在测试性研究中占据了越来越重要的地位。航空机电 BIT 技术是改善飞机机电系统或设备测试性与诊断能力的重要途径。

1.1 BIT 的基本概念

1.1.1 可测试性要求

随着飞机和机载设备的复杂程度和技术含量的不断提高,人们逐渐认识到除飞机的战术性能外,还存在一些设计赋予飞机的固有属性,如可靠性、保障性、维修性、生存性、安全性及可测试性等。现代飞机及其机载设备,功能越来越先进,结构越来越复杂,测试性、维修性越来越困难,研究机载设备的测试性、维修性,对保证飞机发挥较高的作战效能,降低维修保障费用具有重要意义。

可靠性是指产品在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的能力。可靠性的概率度量称为可靠度。保障性是系统的设计特性和计划的保障资源能满足平时战备及战时使用要求的能力。维修性是指产品在规定的条件下和规定的时间内,按规定的程序和方法进行维修时,保持或恢复其规定状态的能力。维修性的概率度量称维修度。可测试性是同可靠性、维修性相并列的一门新型学科和技术,其发展和应用对于提高产品的质量,降低产品的全寿命周期费用具有重要意义。可测试性的概念最早产生于航空电子领域,随着电子设备功能和结构日益复杂,可靠性、维修性要求日益增高,“黑箱”方法已越来越难以满足需求。为此,要求测试人员以更积极的方式介入测试过程,不仅要承担传统测试中

激励生成者和响应分析者的角色,而且要成为整个测试过程的主导者和设计者,通过改善被测试对象的设计使其更便于测试,即提高被测对象的可测试性。

可测试性定义:产品能及时准确地确定其状态(可工作、不可工作、性能下降),隔离其内部故障的设计特性。以提高可测试性为目的进行的设计被称为可测试性设计(Design For Testability, DFT)。可测试性描述了测试信息获取的难易程度,是设备本身的一种设计特性,其最终目标是提高产品的质量和可靠性,降低全寿命周期费用。

一般来说,进行可测试性设计会增加硬件的开销。这方面有两种基本策略:一种是为了获得最大的可测试性而不惜成本地进行设计;另一种是希望采取一些切实有效的方法,增加少量或有限的硬件开销来提高系统和电路的可测试性。这两种策略是根据不同的可测试性要求来确定的。同时考虑到硬件的复杂化往往会降低设备的可靠性,因此在实际进行可测试性设计时还要考虑可靠性的要求。

可测试性涉及关键技术主要表现在:可测试性度量,要提高产品的可测试性,首先要对产品的可测试性水平进行描述,也就是进行可测试性的度量;可测试性机制的设计与优化,就是将某种能方便测试进行的可测试性机制引入到产品中去,提供获取被测对象内部测试信息的渠道;测试信息的处理与故障诊断,为了实现提高产品质量和可靠性,降低产品全寿命周期费用,要求可测试性技术能够方便、快捷地获取有关被测产品状态的信息,确定产品工作是否正常、性能是否良好、是否存在故障以及存在何种故障,以便调整设计、排除故障、更换备件等后续行为。

机载设备测试性的内涵主要有自动测试设备和机内测试两个方面。传统的测试主要是利用外部的测试仪器对被测设备进行测试,自动测试设备开发费用较高、种类繁多、操作复杂、人员培训困难,而且自动测试设备只能对航空装备进行离线测试,随着航空装备维修性要求的提高,迫切需要机载设备本身具备监测、隔离故障的能力以缩短维修时间,所以机内测试在测试性研究中占据了越来越重要的地位,成为测试性领域研究的重要内容,也是讨论航空设备检测技术中不可忽视的重要组成部分。

1.1.2 BIT 的定义

一般而言,产品的测试性由两部分组成:一是产品的固有测试性;二是产品外部的测试设备或机内测试。外部测试设备可以是自动的,也可以是手动的。机内测试是产品本身为故障检测、隔离或诊断提供的测试能力,是一种能显著改善系统或设备测试性和诊断能力的重要技术手段。其标准有 GJB2547—95《装备测试性大纲》、GJB/Z91—97《维修性设计技术手册》、GJB3385—98《测试与诊

断术语》、MIL—STD—2165A—93《电子系统和设备测试性大纲》、MIL—STD—471A《设备或系统的 BIT、外部测试、故障隔离和测试性特性要求的验证及评价》等。

机内测试即系统或设备内部提供的检测和隔离故障的自动测试能力,代表了一种新的“可测试性设计”概念。它要求在系统和设备设计的开始就同时考虑系统的测试问题,并同时进行系统的可测试性设计。机内测试通过良好的结构化和层次性设计,对测试单元(如芯片)、可置换组件(如电路板)和系统等各级故障实现故障检测隔离的自动化,大量减少了维修资料、通用测试设备、备件补给库存以及维修人员数量,从而降低产品全寿命周期费用。

机内测试是指系统和设备依靠自身的电路和程序,对自身的状态进行检测和监控,并对故障进行检测和隔离。具有这种功能的设备叫做机内测试设备(Built-In-Test-Equipment, BITE)。BIT 在国内的翻译还有机内自检测、机内自测试、机内自检等。下面是美军 MIL—STD—1309C 对 BIT 的定义。

定义 1: BIT 就是系统、设备内部提供的检测、隔离故障的自动测试能力。

定义 2: BIT 的含义是系统主装备不用外部测试设备就能完成对系统、分系统或设备的功能检查、故障诊断与隔离以及性能测试,它是联机检测技术的新发展。

随着现代航空工业的发展和未来战争对飞机性能要求的提高,大量先进的机载设备被不断更新到飞机上,使飞机在功能上越来越先进的同时,结构越来越复杂,维护越来越困难。同时, BIT 技术的应用使复杂的机务维护变得快捷、方便,大大减少了设备的维护和排故时间,降低了对维护人员的要求,减少了设备因反复拆装造成的人为故障,使设备的使用寿命得到延长,系统的可靠性得到提高,维护费用得到降低。尤其对军用飞机,能够极大提高再次出动的能力,更加有效地完成任务。BIT 与设备效能关系如图 1-1 所示。

BIT 技术是改善机载设备系统或设备测试性与诊断能力的重要途径。现代化的机载装备武器系统设计非常复杂,而实验和维修手段却相对落后,很多还采用常规的测试方法,这就是推动 BIT 技术产生、发展的动力。BIT 是测试和维修的重要手段,它使以前系统中用手工完成的绝大多数测试实现了自动化。在实际应用中,常规 BIT 技术在提高航空装备测试性能和维修性、简化测试维修设备、提高测试维修效率、降低测试维修费用等方面将起到很大作用。

具体而言, BIT 技术对于设备有以下几方面的重要作用:

(1) 提高诊断能力。通过多层分布式 BIT 设计,可以对芯片、电路板等实现故障检测、诊断和隔离自动化。

(2) 简化测试设备。在检测中应用 BIT,可以减少专用或通用测试设备,提

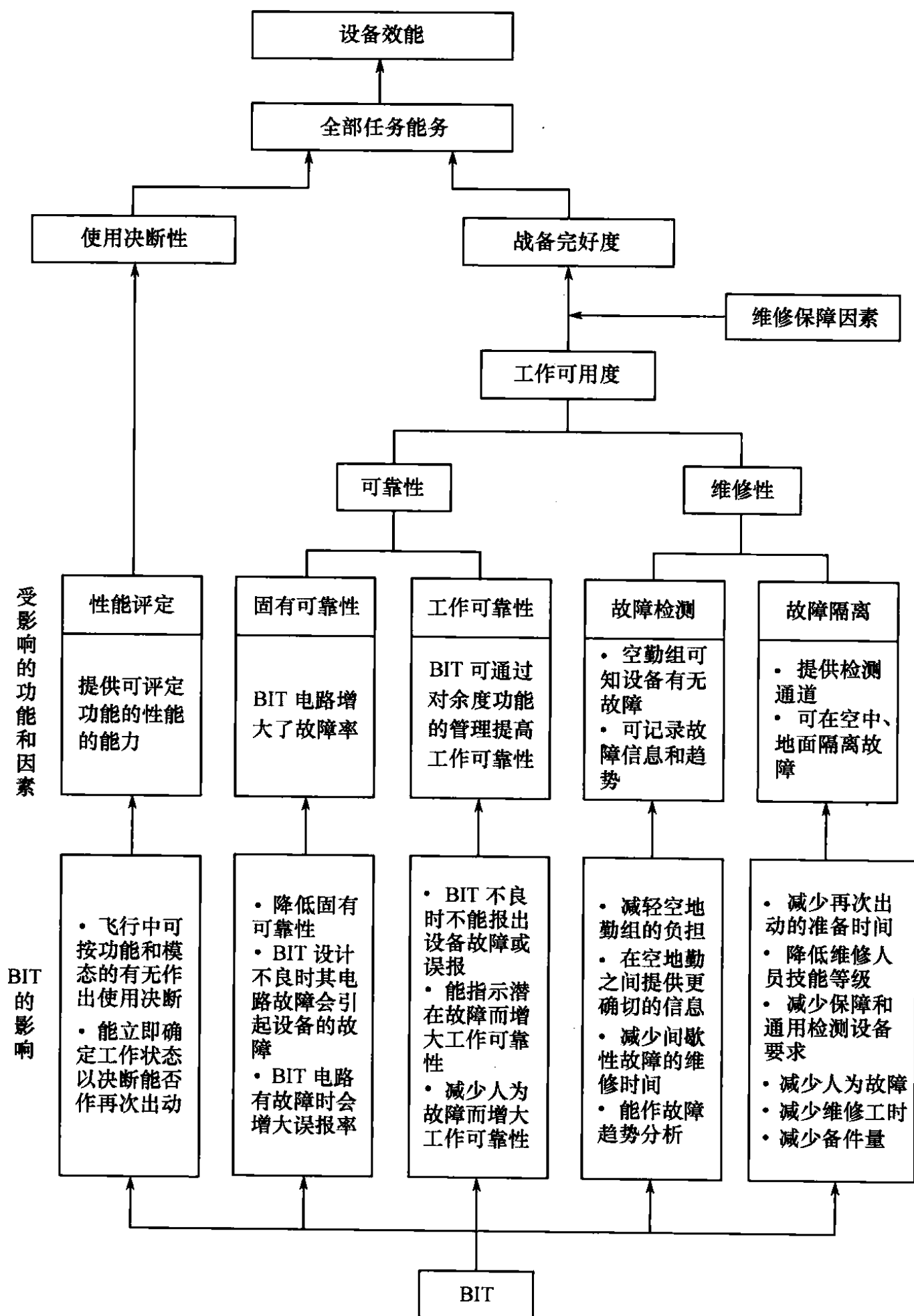


图 1-1 BIT 与设备效能关系

高检测效率。

(3)减少技术保障。应用 BIT 不仅可以减少技术人员数量,同时也可以降低对操作人员的技术要求。

(4)降低维修费用。应用 BIT 能快速和及时发现故障,并采取维修措施,降低维修费用。

BIT 技术应用范围越来越广,正发挥着越来越重要的作用。为了判定复杂武器系统是否处于正常工作状态,或者为了发现并隔离故障,采用 BIT 技术已经成为无可替代的选择。研究表明,在复杂机载电子系统中使用 BIT 技术至少可以降低 50% 的维修时间。美国是研究和应用 BIT 技术较早的国家之一,已在 F-111A、F-15A、B-1B、F-18、F-16、A-6E 和 F-22 等军用飞机的航空电子设备和机电系统上不同程度地应用了 BIT 技术,提高了飞机的战备完好性和出勤率,降低了维护费用,取得了明显的经济效益。

1.1.3 BIT 的性能指标

在 GJB2547-95《装备测试性大纲》等相应规范中,为武器装备研制规定了 BIT 指标。BIT 的性能主要用故障检测率 FDR、故障隔离率 FIR 和故障虚警率 FAR 这 3 项指标来进行度量。

故障检测率是指在规定的时间内,检测到的系统故障总数与可能发生的故障总数(根据故障模式和影响分析及可靠性分析结果确定)之比。

故障隔离率是指已检测出的并被隔离到规定等级(1 个~2 个外场 LRU)故障总数与在同一时间内被检测出的故障总数之比。

虚警率是指系统发生的虚警数与故障显示总次数之比。

对于上述三项指标,BIT 设计中一般要规定出具体量值,如 $FDR \geq 95\%$, $FIR \geq 90\%$, $FAR \leq 5\%$ 。同时 BIT 设计还应充分利用设备的固有资源,特别是计算机的功能,在不增加或尽量少增加机内测试电路和装置(一般 BIT 所带来的硬、软件额外增加量不应超过电子系统电路元器件的 10%,以保证系统的可靠性)的前提下,完成应有的测试任务。在可能的情况下,BIT 可全部或部分地通过软件来实现,特别是主要功能及其参数的检测,以便充分了解设备在部件或组件级的工作状况,还要能与系统的电路设计综合为一体。

1.1.4 BIT 的测试模式

按照不同的工作机理,可将 BIT 分为两种类型:周期 BIT 和启动 BIT。周期 BIT(Periodic BIT, PBIT)也称连续 BIT,它是指当设备通电,BIT 就自动开始工作,直到电源断开为止。

由于 PBIT 能按一定的时间间隔独立地进行测试,不需要外界干扰,也不影响设备性能,因此 PBIT 是 BIT 的主要工作类型。启动 BIT(Initiated BIT, IBIT),它需要操作人员启动,并引入激励信号才能工作。启动 BIT 又分为自动 BIT 和

维修 BIT 两种模式。自动 BIT 在 BIT 工作以前需要有启动请求,当操作人员通电以后,它就持续地进行检测,不需要操作人员干预,就能提供系统的状态信息;维修 BIT 能使工作人员分段或交互式进行启动测试,它是一种对话式 BIT,多用于地面维修。

BIT 的测试功能被分为两组:管理 BIT 和测试 BIT。管理 BIT 包括一些执行功能,如管理/控制数据访问、存储/获取 BIT 数据、报告、通信。测试 BIT 包括模拟/检查输入、获取非 BIT 数据、对数据进行简单的处理和分析以便决定是否有故障被检测或隔离。BIT 功能树如图 1-2 所示。

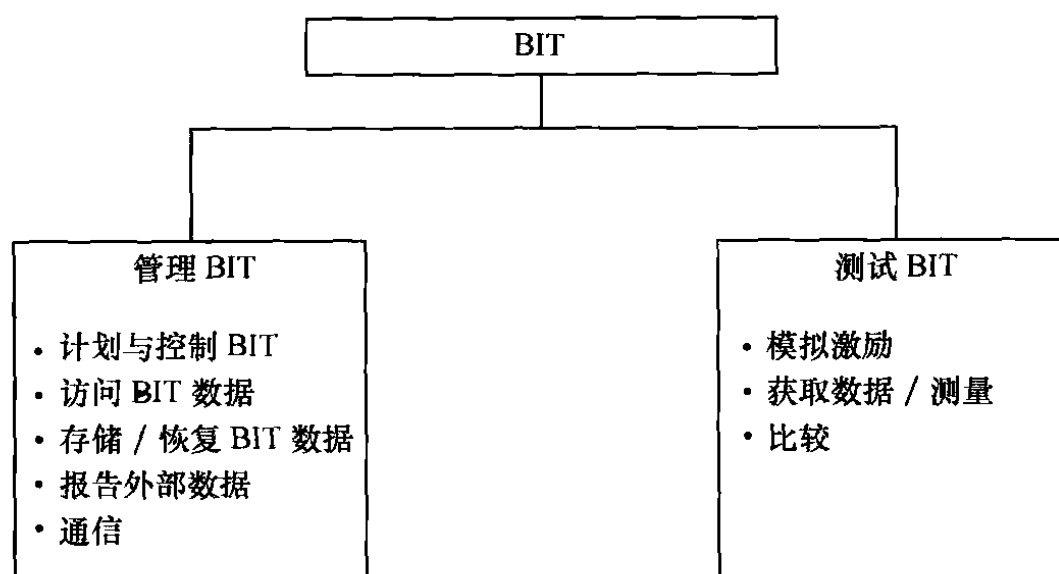


图 1-2 BIT 功能树

1.1.5 航空机电 BIT

BIT 技术最初产生于航空电子领域,在改善产品维修性能、降低产品全寿命周期费用方面起了非常显著的作用,所以把这种 BIT 称为电子 BIT。相对于电子 BIT,对机械、电气等非电子器件构成的机电系统的 BIT 则称为机电 BIT。

所谓航空机电 BIT,本书主要指飞机机械电气系统的 BIT。飞机机械电气系统主要是指对飞行或战斗起底层支撑和辅助作用的机械、电气系统,如起落架系统、灯光照明系统等。在传统型飞机上,各个子系统的设备相对独立工作,相互之间难以共享信息,各个设备只得自行采集需要的信息。由于传递信息的手段、方法不尽相同,每种设备还需要在座舱内设置各自的不同类型的显示仪表分别显示各自的信息,有些信息还需要通过不同颜色的灯光或不同指示灯的亮、灭组合关系来表示。因此,在传统型飞机上,飞机机身内部线缆纵横、设备交联复杂,座舱内各种大大小小的显示仪表林立、各种形形色色的指示灯灯光闪烁,容易使飞行员在操纵飞行、完成作战任务的时候感到眼花缭乱、操作负担繁重。

为了判定航空机电系统是否处于正常工作状态,发现并隔离故障,采用 BIT

技术已经成为无可替代的选择,借鉴航空电子设备 BIT 的成功经验,将 BIT 概念与技术延伸到航空机电系统,即进行航空机电系统的 BIT 设计与应用。航空机电系统的结构类型和功能模块不像电子系统那样较为规范,工作状态、环境和故障具有一定的特殊性。不同类型的对象和故障,信息获取方式、数据传输通道、信号处理方式等差异性较大,特殊性较强。由于航空机电系统诸多因素的耦合作用,造成航空机电 BIT 实现起来相对于航空电子 BIT 更有难度。

1.2 BIT 技术的理论与应用

1.2.1 BIT 技术的基本理论

BIT 技术是复杂系统整体设计、分系统设计、状态监测、故障诊断、维修决策等方面的关键性共性技术。BIT 技术的应用使复杂的航空机电系统的使用维修变得快捷、方便,最大程度地减少了机电系统的排故和维修时间,提高了飞机再次出动能力。

BIT 作为系统测试和故障诊断与隔离的新技术,是一种重要的系统故障检测方法,是提高系统的可测试性和诊断能力的重要途径,在航空电子设备可靠性与可维护性设计中日益受到重视。BIT 是一种不依赖外界设备,仅依靠自身内部硬件及软件实现系统测试的技术。即由系统内部自己给出各部分激励,并对其执行结果,通过系统判据实现系统测试的一种技术。因此,BIT 的实现不仅需要硬件,还需要软件支持。

BIT 中的关键技术主要有:

(1)通用 BIT 技术:主要有余度 BIT 技术,环绕 BIT 技术和并行测试 BIT 技术。

(2)数字 BIT 技术:超大规模集成电路(VLSI)芯片 BIT 的单板综合、边界扫描技术。

(3)模拟 BIT 技术:模拟电路 BIT 技术,电压求和 BIT 技术,比较器。

(4)智能 BIT 技术:智能 BIT 理论和技术以人工智能、信息论、系统论、控制论等为理论基础,以传感器技术、电子电路技术和计算机技术为支撑手段,以大幅度提高 BIT 的设计、检测、诊断和维修能力为目标。智能 BIT 理论和技术是一个很有发展潜力的研究方向,已经开始在航空航天等领域得到成功应用,并得到了军方的大力支持,将逐步在武器装备及相关复杂机电系统中得到广泛应用,从而大幅度地提高产品的综合性能。

国外的 BIT 技术研究主要由大型航空公司和军工生产企业发起。大型航空

公司(如波音公司、休斯公司、霍尼韦尔公司及哈密尔顿公司)在 BIT 自动化设计和 BIT 的应用研究等方面都发挥了重要的领导作用,并且成功地把最先进的 BIT 理论、技术和方法应用到他们生产的各种军用、民用飞机中,其理论和技术都代表了世界领先水平。

自从 BIT 技术在飞机上应用以来,已经有了迅速的发展,对减少维修时间,提高飞机的战备完好性和出勤可靠度起到了很好的作用,但也存在不少问题。

现役民用飞机上 BIT 技术存在的主要问题有以下几方面:

(1)缺少标准化及一致性。BIT 系统本身的工作是简单而且是协调的,但由于飞机上许多系统都装有 BIT,各个 BIT 的工作程序差别大,如 BITE 的启动程序、BITE 的显示信号和字母数字代码、航线测试器的使用等都不统一。

(2)相关性差。在显示器上能显示多个航段的故障数据,但是每个航段的数据没有相关的航班号码、日期及时间,空勤机组飞行日志记录很难识别故障是哪个航段发生的。特别是出现错误指示,更加难以区分。

(3)可达性差。为了从外场可更换单元前板上获得排除故障的信息,证实设备零部件号及改型状态,维修人员必须进入设备舱,有时还得进入座舱内,才能获得所需信息。这些限制了 BIT 在维修站维修中的有效使用。

为了解决 BIT 使用中存在的主要问题,目前主要采取如下解决途径:①采用人工智能技术来改进 BIT 的测试有效性并减少 BIT 的虚警率;②发展维修专家系统来提高维修的准确性,专家系统的输入数据是来自 BIT 的信息;③发展综合诊断技术,充分利用外部自动测试设备、维修人员的经验、各种技术信息等来补充 BIT 的不足,使整个系统的故障检测和隔离能力达到或接近 100%;④发展计算机辅助测试性设计和计算机辅助测试技术,保证系统设计与测试性设计,使系统设计与测试设备设计实现最佳的综合。

1.2.2 机载 BIT 技术的应用

机载 BIT 技术是先进飞机现代化的重要标志。先进飞机在设计时,已经形成了全机的监控、检测和自诊断系统,在航空电子系统设置了数据记录装置,记录全机各个系统 BIT 传输的检测数据,如故障 LRU 代码、故障时间和次数、故障模式和等级等。机载 BIT 得到的信息可以显示在维护监控板(MMP)和多功能显示器(MFD)上。航空电子系统将 BIT 设置在本系统内,各子系统的 BIT 对所管辖的 LRU 进行检测。由于 BIT 能够监控主要工作参数,因此可以预测未来可能发生的故障,同时可以参与余度管理,对于出故障的系统还可以参与重组。BIT 技术已经成为现代高技术作战武器系统不可缺少的重要技术,它主要用于装备维修和维护检测。目前,在武器系统研制之初就已把 BIT 技术作为系统的