



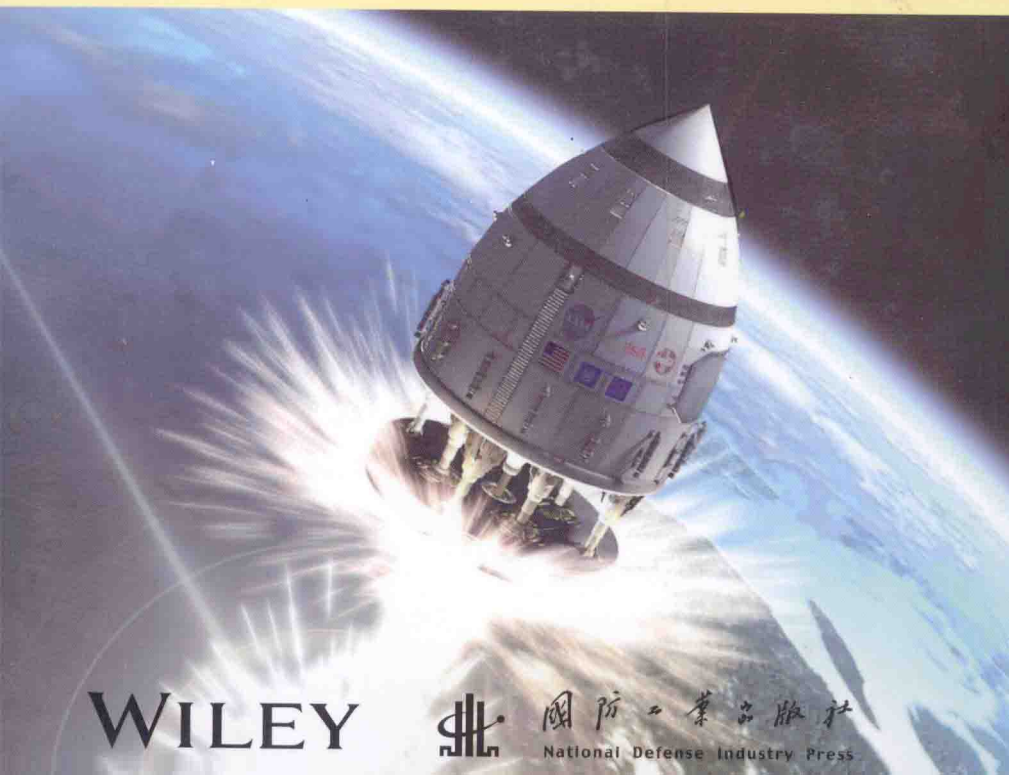
国防科技著作精品译丛

航空航天系列

System Health Management
with Aerospace Applications

系统健康管理及其 在航空航天领域的应用

【美】S.B.Johnson T.J.Gormley S.S.Kessler C.D.Mott
A.Patterson-Hine K.M.Reichard P.A.Scandura,Jr 著
景博 杨洲 池小泉 秦岩 孙勇 黄以锋 译



WILEY



国防工业出版社
National Defense Industry Press



装备科技译著出版基金

系统健康管理及其在航空 航天领域的应用

System Health Management
with Aerospace Applications

[美] Stephen B. Johnson Thomas J. Gormley
Seth S. Kessler Charles D. Mott
Ann Patterson-Hine Karl M. Reichard
Philip A. Scandura, Jr. 著

景 博 杨 洲 池小泉 译
秦 岩 孙 勇 黄以锋



国防工业出版社

National Defense Industry Press

著作权合同登记 图字: 军 -2014 -009 号

图书在版编目 (CIP) 数据

系统健康管理及其在航空航天领域的应用/(美)约翰逊 (Johnson, S. B.) 等著; 景博等译. — 北京: 国防工业出版社, 2014. 11

(国防科技著作精品译丛. 航空航天系列)

书名原文: System health management with aerospace applications

ISBN 978-7-118-09350-6

I. ①系… II. ①约… ②景… III. ①航空工程—系统工程—质量控制

②航空系统工程—质量控制 IV. ①V37②V57

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 027422 号

Translation from the English Language edition:

System Health Management with Aerospace Applications by Stephen B Johnson, et al.

Copyright © 2011 John Wiley & Sons, Ltd.

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with National Defense Industry Press and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.

本书简体中文版由 John Wiley & Sons, Ltd. 授权国防工业出版社独家出版发行。

版权所有, 侵权必究。

系统健康管理及其在航空航天领域的应用

[美] Stephen B. Johnson Thomas J. Gormley Seth S. Kessler
Charles D. Mott Ann Patterson-Hine Karl M. Reichard
Philip A. Scandura, Jr. 著

景 博 杨 洲 池小泉 秦 岩 孙 勇 黄以锋 译

出版发行 国防工业出版社

地址邮编 北京市海淀区紫竹院南路 23 号 100048

经 售 新华书店

印 刷 北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

开 本 700 × 1000 1/16

印 张 50³/₄

字 数 790 千字

版 印 次 2014 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印 数 1—2000 册

定 价 198.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777 发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755 发行业务: (010) 88540717

译者序

随着信息技术的发展及在军事领域的应用,武器装备的系统健康管理需求越来越迫切,系统健康管理基础理论和关键技术的研究更加重要。系统健康管理将安全性、可靠性、故障管理、可测试性和成本效益分析集成到一个共同的系统框架,对复杂武器装备的故障预测与健康管理技术有着非常重要的启示作用。在航空航天领域,采用故障预测与系统健康管理技术是提高飞行器经济可承受性、保障性和安全性的有效途径,已经明确作为先进飞机,如四代机、武装直升机、大型运输机和大型客机等有待突破的核心技术之一。随着“十二五”期间,对航空航天领域故障诊断、预测与系统健康管理科学的不断深入发展,和国内相关重点型号对系统健康管理的迫切需要,本书作为全球第一本面向航空航天领域系统健康管理的专业书籍,对国内系统健康管理核心技术的突破具有十分重要的意义。

本书系统论述了系统健康管理的基本概念和内涵及其关键技术,重点介绍了在系统寿命周期,运行过程和子系统及航空航天领域中的应用,内容详实,案例丰富,覆盖面广。全书内容共分为六部分。第一部分详细介绍了系统健康管理的相关概念和背景知识;第二部分阐述了系统健康管理与系统寿命周期的关系;第三部分论述了系统健康管理过程中所用的分析方法;第四部分总结了系统健康管理在实际运用过程中的问题;第五部分论述了各分系统的健康管理;第六部分给出了系统健康管理的典型应用实例。

翻译工作的分工如下:景博教授负责前言、目录和第一部分;杨洲博

士负责第四部分和第六部分;池小泉负责第二部分;秦岩负责第三部分;孙勇负责第五部分;黄以锋负责第五部分。此外,景博教授的研究生们参加了全书部分图和表的翻译以及后期的校稿工作。景博教授负责全书的统筹协调,并对全书进行了最后的审核。

本书的翻译工作得到了国家自然科学基金(51201182)以及航空科学基金(20101996012)的资助;本书的出版还获得了装备科技译著出版基金的资助,在此一并表示诚挚的感谢!

由于本书内容丰富、包含信息量大,加上译者水平有限,书中难免有不当和疏漏之处,敬请读者提出宝贵意见。

译者

2014年7月

致谢

谨以此书献给我们领域的前驱 Joan Pallix 女士。她的创造性让我们紧密团结，为航天飞机的热防护系统开发了系统健康管理技术的早期例证，并且利用开创性的方法奠定了我们于此描述的系统健康管理过程的一个关键基础。她的奉献精神、创造力和技术经验赢得了系统健康管理团体的尊敬。

关于编者

Stephen B. Johnson 从 20 世纪 80 年代中期开始,一直活跃在系统健康管理领域。他的研究经历包括:用于深空探测器的故障保护算法研究,系统工程领域的系统健康管理过程研究,系统健康管理理论的发展,系统失效的心理、沟通及社会因素,以及将有向图方法用于测试性评估,失效响应累积时序和诊断系统。他是《阿波罗的秘密:美国和欧洲空间项目的系统管理 (2002)》和《美国空军和创新文化 1945—1965 (2002)》的作者,《空间探测与人类:一个历史百科全书 (2010)》的主编,发表了多篇系统健康管理 and 空间历史的文章。他在惠特曼大学获得了物理学的文学学士学位,在明尼苏达大学获得了科技史博士学位。他现在在科罗拉多斯普林斯的科罗拉多大学任助理研究教授和美国国家航空航天局马歇尔空间飞行中心的健康管理系统工程师。

Thomas J. Gormley 从事航天行业 24 年了,编写本书中的系统工程及应用前景部分。他在 20 世纪 90 年代是 Rockwell 航天系统公司的综合飞行器健康管理项目经理。他研发了推进器检测与控制系统,并成功地用于下一代可复用着陆系统测试台。Gormley 先生到洛克希德·马丁公司电信系统公司以后,主要致力于商业通信中故障保护系统的研发。在 2000 年,他创立了 Gormley & Associates,并成为美国国家航空航天局多个系统健康管理项目的顾问。他目前支持美国国家航空航天局的星座项目信息系统办公室,并将他的系统工程和健康管理专业知识应用到美国国家航空航天局的空间探测项目中。Gormley 先生发表了多篇有关系统健康管理的技术

文章, 是美国航空航天研究院的成员。

Seth S. Kessler 是 Metis Design 公司的总裁和 CEO。这是专长于健康监测领域十年的一家小型咨询公司。他有来自管理政府资助的 BAA、SBIR 和 STTR 三十余项基金合同的丰富经验。他的研究方向包括分布式传感器网络结构, 导波的分析模型和复合材料诊断算法, 基于碳纳米管的多功能结构。1998 年, 他获得了麻省理工学院航空工程专业的理学学士学位, 研究的是低温环境对复合材料的影响。1999 年, 他在此系获得了理学硕士学位, 创立并用试验验证了一种用于分析复杂结构受到极端惯性负载的工具。2002 年他在麻省理工学院完成了他的博士学业, 主要研究了基于压电的复合材料结构损伤检测的系统健康监控。他还是那个系的博士后, 作为美国国防部高级研究计划局出资的由波音牵头的材料加速嵌入项目的一部分, Kessler 博士在该项目做了复合板耐力影响的建模工作。Kessler 博士是美国国防部高级研究计划局网络应用与服务平台项目德雷伯实验室的一名研究员; 在洛克希德·马丁的 Skunk Works 公司, 他是一名 X33/冒险之星项目的一名先进理念工程师。1998 年, 因设计的独创性和创造力, 他荣获了 Admiral Luis De Florez 奖; 2001 年美国复合材料学会授予他博士研究奖学金, 并获得了 2002 年美国科学院和 2009 预测和健康管理协会的最佳论文奖。Kessler 博士已经发表了 30 余篇技术文献, 并在他的专业技术领域拥有 10 项专利。

Charles D. Mott 带来了大规模技术项目中社会和经济方面的专业知识。他在商业流程改善, 系统各分析和设计, 财务系统设计和应用以及组织管理方面经验丰富。他曾就职于第一银行, 爱国者管理公司, Don Breazeale and Associates, Dow Chemical 和美国国家航空航天局。他拥有密歇根科技大学管理信息系统的学士学位, 北达科他州立大学空间研究方面的硕士学位。他是美国故障预测与健康管理协会的会员。

Ann Patterson-Hine 自 1988 年以来就职于美国国家航空航天局的艾米斯研究中心。她是智能系统部门探索和系统健康方面的部门负责人。她担任过下一代发射项目下的先进技术演示的项目领导和许多先前项目如可重复使用的运载火箭和空间允在计划的负责人。她在艾米斯研究中心参与了飞船独立评估小组和有线综合一体化飞行员研究项目。她是美国国家航空航天局探索技术研发计划的综合系统健康管理项目的主要咨询师。她主要致力于研究先进监测和诊断系统里基于模型推理的工程模型的使用。她在阿拉巴马大学获得了机械工程的理学学士学位。在德州大学奥斯汀分校获得了机械工程的博士学位。她是 AIAA 的会员和 IEEE 的高级会员。

Karl M. Reichard 是宾州大学应用研究实验室的助理研究员和声学副教授。他是应用研究实验室嵌入式硬件/软件系统和应用系主任, 指导宾州大学声学研究生项目和电气工程系的研究生。他在信号处理、控制和嵌入式诊断/预测系统的设计与应用方面有着超过 25 年的经验。他开发了无人值守的用于陆基和海基平台的遥感、动态控制和健康监控系统。他在弗吉尼亚大学获得了电气工程的学士、硕士和博士学位。

Philip A. Scandura, Jr. 在实时嵌入式系统的系统定义和应用方面有着至少 25 年的经验, 它们用于以安全为核心和以任务为核心的应用。Scandura 先生于 1984 年加入了 Honeywell, 在其先进技术组织担任一名研究员。在他的 Honeywell 职业生涯中, 他制定、设计和测试了航电系统用于商用的、区域性的、贸易的飞机和通勤班机, 以及载人级的航天飞机。作为一名系统设计师, 他为许多综合模块化航电系统和综合飞行器健康管理系统的开发做出了贡献, 包括那些用于波音 777 家族的系统。Scandura 先生作为一名具有认证资格的美国联邦航空管理局的指定工程代表已经有 8 年时间, 主要从事飞机核心系统和设备认证的工作。他是 Cary R. Spitzer (CRC Press, 2006) 主编的《航电系统手册 (第 2 版)》第 22 章“飞行器健康管理系统”的作者, 撰写了多篇关于飞行器健康管理概念的文章。Scandura 先生具有密苏里 - 罗拉大学电气工程的学士学位, 以及费城大学技术管理的工商管理硕士学位。

贡献者列表

Gordon B. Aaseng, NASA Ames Research Center, USA

George Y. Baaklini, NASA Glenn Research Center, USA

Edmund C. Baroth, NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, USA

Gary Bird, Microsoft Corporation, USA

Gautam Biswas, Vanderbilt University, USA

David E. Brinza, NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, USA

Thomas Brotherton, Brotherton & Associates, USA

Barbara L. Brown, NASA Ames Research Center, USA

Edward N. Brown, The Boeing Company, USA

Robert M. Button, NASA Glenn Research Center, USA

Carl S. Byington, Impact Technologies, USA

Fu-Kuo Chang, Stanford University, USA

Savio Chau, NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, USA

Amy Chicatelli, Qinetiq North America at NASA Glenn Research Center, USA

Michael Christensen, Honeywell International, USA

Alan Crocker, NASA Johnson Space Center, USA

Eddie C. Crow, Pennsylvania State University, Applied Research Laboratory, USA

Ryan W. Deal, NASA Marshall Space Flight Center and Miltec, a Ducommun Company USA

Paula J. Dempsey, NASA Glenn Research Center, USA

Luis A. Escobar, Louisiana State University, USA

Martin S. Feather, NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology USA

Robert A. Ferrell, NASA Kennedy Space Center USA

Kai Goebel, NASA Ames Research Center, USA

Grant A. Gordon, Honeywell International, USA

Thomas J. Gormley, Gormley & Associates, USA

Ron Hodge, NASA Marshall Space Flight Center, USA

Todd Hong, NASA Johnson Space Center, USA

Brian K. Hughitt, NASA Headquarters, USA

Gary W. Hunter, NASA Glenn Research Center, USA

Kumar V. Jata, Air Force Research Laboratory, USA

Stephen B. Johnson, NASA Marshall Space Flight Center and University of Colorado at Colorado Springs USA

Gregory J. Kacprzynski, Impact Technologies, USA

Kirby Keller, Boeing Research & Technology, USA

Anthony R. Kelley, NASA Marshall Space Flight Center, USA

Seth S. Kessler, Metis Design Corporation, USA

Yujun Kim, Stanford University, USA

David Kortenkamp, TRAC Labs Inc., USA

Abdul J. Kudiya, United States Army Aviation and Missile Research, Development and Engineering Center, USA

Daniel Lutz, Honeywell International, USA

Robyn Lutz, NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology and Iowa State University USA

Ryan M. Mackey, NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, USA

Eric-Jan Manders, Vanderbilt University, USA

Johannes F.C. Markmiller, McKinsey & Company, Inc., Germany

- Lawrence Z. Markosian**, Stinger Ghaffarian Technologies at NASA Ames Research Center, USA
- Stephen A. Marotta**, United States Army Aviation and Missile Research, Development and Engineering Center, USA
- Robert S. McCann**, NASA Ames Research Center USA
- William Q. Meeker**, Iowa State University, USA
- Paula S. Morgan**, NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, USA
- Charles D. Mott**, Complete Data Management, USA
- Priya Narasimhan**, Carnegie Mellon University, USA
- Sriram Narashimhan**, University of California at NASA Ames Research Center, USA
- Patricia E. Nicoll**, NASA Kennedy Space Center, USA
- Allen Nikora**, NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology USA
- Lawrence G. Oberle**, NASA Glenn Research Center, USA
- Brian O'Hagan**, NASA Johnson Space Center, USA
- Gary O'Neill**, Georgia Tech Research Institute, USA
- Triplicane A. Parthasarathy**, UES, Inc. USA
- Clint Patrick**, US Army Integrated Air and Missile Defense, USA
- Ann Patterson-Hine**, NASA Ames Research Center, USA
- Krishna Pattipati**, University of Connecticut, USA
- Jose M. Perotti**, NASA Kennedy Space Center, USA
- James Poblete**, Boeing Research & Technology, USA
- Karl M. Reichard**, Pennsylvania State University, Applied Research Laboratory, USA
- Michael J. Roemer**, Impact Technologies, USA
- Edward W. Rogers**, NASA Goddard Space Flight Center, USA
- Gregory A. Ruderman**, Air Force Research Laboratory, Edwards Air Force Base, USA
- Beverly A. Sauer**, BAS Consultants Inc., and NASA Goddard Space Flight Center, USA
- Philip A. Scandura, Jr.**, Honeywell International, USA
- Daniel P. Siewiorek**, Carnegie Mellon University, USA

Lilly Spirkovska, NASA Ames Research Center, USA

Irem Y. I\imer, School of Mechanical, Industrial and Manufacturing Engineering, Oregon State University, USA

George Vachtsevanos, Impact Technologies, USA

Kosta Varnavas, NASA Marshall Space Flight Center, USA

William E. Vesely, NASA Headquarters, USA

AI Volponi, Pratt & Whitney, USA

Robert D. Waterman, NASA Kennedy Space Center, USA

Susan J. Waterman, NASA Kennedy Space Center, USA

Michael D. Watson, NASA Marshall Space Flight Center, USA

Andrew Wiedlea, Los Alamos National Laboratory, USA

Timothy J. Wilmering, Boeing Research & Technology, USA

Bruce Wood, Pratt & Whitney, USA

Jinkyu Yang, California Institute of Technology, USA

James J. Zakrajsek, NASA Glenn Research Center, USA

Alan J. Zide, NASA Kennedy Space Center, USA

Douglas J. Zimpfer, Charles Stark Draper Laboratory, USA

前言

2005 年 9 月,我和本书的编者一起在加利福尼亚州的纳帕组织了一场题为“综合系统健康工程和管理”的学术论坛。论坛目的是为了认识传统安全和可靠性工程方法与现代复杂系统检测、故障诊断、预测方法之间的关系。为这个论坛选这个特别的题目是为了突出工程技术和操作与管理与实践在这个新兴研究领域的紧密结合;同时我们也希望论坛能够突出系统健康管理的技术发展水平,论坛的报告为这个领域提供了第一手的基本参考书。为了这个目的,我们一共邀请了 40 位专家来介绍他们在各自的研究领域里对技术发展水平的真知灼见。五年后,我们为你献上这本书,其章节是对论坛报告的扩充和更新,另外还包括了第一次论坛没有讨论到的题目。我们编写此书的初衷是为了将其用作 2010 年系统健康管理技术发展水平的一本内容全面的参考资料。

系统健康管理领域以一些基本的观察结果为基础:所有机电器件的损耗都符合时间、使用次数、环境参数的函数。复杂系统所包含的内在的设计缺陷只有在系统的运行中才能暴露出来。经过一定的时间后,器件会产生性能下降、子系统故障或系统错误等现象。在设计以安全为中心的系统或以任务为中心的系统时,工程师的目标是防止系统出现失效或至少减少它们的影响,这些系统有严格的可靠性方面的要求。要达到这些可靠性方面的要求,通常需要结合下列可靠性工程和风险管理方法:

- 故障保护或故障发生元件或子系统设计;
- “有意设计的”可以识别的失效模式;

- 设计极限 (动力、推力、供给等);
- 故障累计;
- 冗余元件和子系统;
- 为以飞行为中心的功能实现容错的冗余管理技术;
- 故障检测、隔离和恢复;
- 故障保护。

系统健康管理方面一个主要的思想是虽然故障不能避免,但考虑到准确的仪器仪表和合适的物理模型,通常情况下它们是可以被预测到的。在过去的几十年里,系统工程师协会开始调查系统失效的基本原理,试图了解电机元件是如何老化的,试图预测它们发生故障的时间。随着重点从群体统计(如浴盆曲线或威布尔数据)转移到单个元件的剩余有用寿命,一个新的学科开始出现了。许多术语被用来表示(各种)系统健康管理,包括综合系统健康管理、综合飞行器健康管理、诊断和健康管理,基于条件的维护、企业健康管理、健康和检测系统。尽管最近人们把系统健康管理当做一门新兴学科来强调,其实子系统如飞机引擎的健康管理作为工程实践的一部分已经远远超过三十年了。

作为一门系统工程学科,系统健康管理涉及到元件、子系统、飞行器以及其他操作系统的设计、发展、运行、元件寿命周期管理,目的在于在非标称条件下保持例行的系统行为和功能,并保证任务的安全性和有效性。随着系统健康管理的概念也很好地应用于消费品如汽车或计算机,这门学科在涉及危险或极端环境的航空航天的应用上就有了其根源。这些方面的例子有,陌生环境里在温度的极端变化下运行的航天器;易于受到压力循环和航空动力负载的飞机以及测试非标称条件时代价昂贵的火箭发动机等。

对于太空探索,系统健康管理实现了:

- 自动发射终止和人员逃离功能;
- 地面和飞行系统有效测试和检查;
- 地面和飞行系统运行的监测和数据分析;
- 对地面人员和机组成员更好的态势感知能力和控制能力;
- 飞行器在长期和长距离的太空任务期间对非标称条件的自动反应能力(自我满足的能力);
- 太空中(自动)保养和维修;
- 可重复使用系统的有效地面处理。

对于飞行器,系统健康管理实现了:

- 有效的故障检测、隔离和恢复;
- 对即将发生的失效或功能下降的预测;
- 增强任务系统的可靠性和可用性;
- 提高机组人员对飞行器的态势感知;
- 基于状况的及时保养;
- 有效的地面处理。

需要重点指出的是,系统健康管理不是传统安全与可靠性工程方法的替代品。相反,系统健康管理包含并扩展了以安全和任务为中心的系统设计的传统工程方法,尽管实时监测系统和健康管理任务占据了应用的大部分,但系统健康管理的范围不只局限于实时任务。相反,从设计到验证,从运行到维修,系统健康管理扩展了全寿命周期。

系统健康管理的方法应用在以飞行为中心的任务中已有几十年了,虽然在过去的 10 年里,在研发新的系统健康管理技术和使其日臻成熟方面取得了显著成就。然而,应用先进系统健康管理成功商业案例较少。如果他们不应对任务或计划需求或减少计划性或技术性风险,即使最优秀的系统健康管理技术也没有机会用于飞行任务或航天飞行器。早年在讨论工程和管理之间的互动时我把它当做是系统健康管理的核心原则。因此,成功的系统健康管理技术专家需要理解目标任务或项目相关的优点,并且决定系统健康管理技术扮演什么角色。对航天系统,寿命周期花费、安全性、可靠性和生产力是系统健康管理系统需要强调的最显著的性能。

寿命周期花费包括系统采购花费和重复操作的费用。对于航天系统,如商用或军用飞机或可重复使用的航天飞机来说,服役期限超过 30 年是很常见的事情。由于服役期长,所以保养、维修和大修费用占了这些平台总寿命周期费用的大部分。现代的战斗机在维修费用上遇到了极大的挑战,每 8 个飞行小时需要近乎 30 人/小时的维修来检测,大修或替换以任务为核心的、寿命有限的部件。

联合战斗机(JSF 或 F-35)项目采用了一项革命性的措施来解决费用与可靠性之间的冲突:F-35 是一种单发喷气战斗机,可以在航空母舰上(美国海军过去认为多发飞机能够增加大面积海域的海上飞行安全)起降操作。此外,联合战斗机项目目标远大,旨在取消对发动机的例行整体检查。这一大胆举措的关键是预测或实时确定一些关键的且寿命有限的部件的剩余使用寿命的能力。基于这样的预测技术,联合战斗机项目的目标是开发一套综合的自主后勤基础设施,既可以减少寿命周期的花费同时又可以保持其可靠性。

安全涉及飞行机组、乘客、地面保障人员和大众的安全。对于载人航天飞机和军用飞机来讲,当故障发生又没有安全余地时,人员逃生系统通常被认为是最后的减少风险的策略。在大多数情况下,故障保护和故障调节的方法起到了主要的安全性措施的作用。例如,像 F-22 和 F-35 这样的现代飞机,它们融合了故障调节的方法,在飞机出现空中故障或战斗损坏时使飞机可以“勉强飞回基地”。通常情况下故障调节是通过足够的安全余地和功能冗余来实现的。另一项原则是失效恢复,即,飞机或航天飞机可以(自动或通过机组人员的介入)重新配置它的飞行控制来减少空中失效的影响并继续执行任务。最后,故障保护能够阻止系统操作(安全的)直到问题得到研究和解决。

可靠性和维护费用有着直接的关系,并和系统的安全性有着间接的关系。然而,有实例显示,安全性和可靠性没有必然的联系。这些例子包括核工厂和武器系统。这些系统的设计对安全性有着极大的考虑(对操作者以及公共安全)。可靠性尽管也很重要,但通常是不同于安全措施的又一个令人关注的问题。在光谱研究领域的另一方面,对于以太阳系探测使命的机器人飞船来说,可靠性是一个重中之重的問題,而安全性可能不是主要关注的问题——特别是那些不包含危险燃料或材料的飞船。

作为一项指标,生产力包含了财产的可用性(每天的飞行率或飞行架次)和性能(例如航天飞机和飞机的地面周转时间)。对于科学任务,生产力以科学回报(例如试验的完成或测量的进程)或其他目标的完成来考量。财产的可用性是评判系统健康管理技术使用的最重要的指标之一,因为它直接关系到商业财产或军事和太空财产的采购费用。视情维修通过最小化“突发”维修事件来降低财产风险。缩短了的停工期能使小型机群完成相同的任务,从而降低购置费用。

尽管在健康管理技术领域有了显著的进步,如结构健康监测,飞机航电系统的测试,非破坏性评估,预测,机械元件的失效机理,但是在航天领域推广使用新的系统健康管理技术,依然像十年前一样具有极大的挑战性。向前看,新的系统健康管理技术的最大障碍之一依然是它推广使用的经验有限。这在航天系统的应用方面尤其明显,在这些应用中,操作数据少之又少,从中得出的重要信息微乎其微。由于适用于太空的系统异常可靠,在实际的太空飞行中,可想而知大多数已知的失效模式可能永远也观察不到了。在许多情况下,高保真环形硬件的仿真成了重现某些失效模式和观测它们“特性”的唯一途径,这样,就可以研发有效的失效检测和故障隔离技术了。