



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

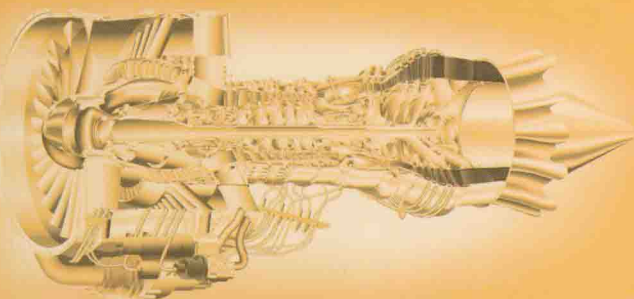
大飞机出版工程
总主编 顾诵芬

航空发动机系列
主编 陈懋章

燃气涡轮推进系统

Gas Turbine Propulsion Systems

【加】贝尔尼·麦克艾萨克 【美】罗伊·兰顿 著
颜万亿 谈琳妮 译



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

航空发动机系列

主 编 陈懋章

燃气涡轮推进系统

Gas Turbine Propulsion Systems

【加】贝尔尼·麦克艾萨克 【美】罗伊·兰顿 著

颜万亿 谈琳妮 译



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是一本关于燃气涡轮发动机推进系统在航空器及舰船上应用的专著。全书以先进飞机和发动机为例,讲述燃气涡轮推进系统各子系统的工作原理、设计要求和设计方法,内容涉及发动机的进/排气、起动、FADEC、加力燃烧和可调喷口、反推力、矢量推力、VSTOL、进气道/螺旋桨防冰、滑油、燃油、通风冷却、功率提取、预测和健康监控,还专门给出航改燃气轮机在舰船推进系统中的应用和设计的要求。本书还介绍了现在和未来燃气涡轮推进系统的发展和新技术,最后以附录的形式给出建立发动机热力学模型的数学方法。

本书可供从事飞机、直升机以及燃气涡轮发动机设计的工程技术人员以及从事以燃气轮机为动力的舰船设计人员参考,也可供各航空院校相关专业以及舰船设计专业的师生教学和科研参考。

© 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 Shanghai Jiaotong University 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.

上海市版权局著作权合同登记号:图字:09-2013-23号

图书在版编目(CIP)数据

燃气涡轮推进系统/(加)麦克艾萨克,(美)兰顿著;

颜万亿,谈琳妮译. —上海:上海交通大学出版社,2014

ISBN 978-7-313-12146-2

I. ①燃… II. ①麦…②兰…③颜…④谈…

III. ①燃气透平—推进系统 IV. ①TK47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 229027 号

燃气涡轮推进系统

著者:[加]贝尔尼·麦克艾萨克 [美]罗伊·兰顿 译者:颜万亿 谈琳妮

出版发行:上海交通大学出版社

地址:上海市番禺路 951 号

邮政编码:200030

电话:021-64071208

出版人:韩建民

印制:上海万卷印刷有限公司

经销:全国新华书店

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:19.5

字数:384千字

版次:2014年12月第1版

印次:2014年12月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-313-12146-2/TK

定价:80.00元

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:021-56928211

大飞机出版工程

丛书编委会

总主编

顾诵芬(中国航空工业集团公司科技委副主任、中国科学院和中国工程院院士)

副总主编

金壮龙(中国商用飞机有限责任公司董事长)

马德秀(上海交通大学党委书记、教授)

编委(按姓氏笔画排序)

王礼恒(中国航天科技集团公司科技委主任、中国工程院院士)

王宗光(上海交通大学原党委书记、教授)

刘 洪(上海交通大学航空航天学院教授)

许金泉(上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院工程力学系主任、教授)

杨育中(中国航空工业集团公司原副总经理、研究员)

吴光辉(中国商用飞机有限责任公司副总经理、总设计师、研究员)

汪 海(上海交通大学航空航天学院副院长、研究员)

沈元康(中国民用航空局原副局长、研究员)

陈 刚(上海交通大学副校长、教授)

陈迎春(中国商用飞机有限责任公司常务副总设计师、研究员)

林忠钦(上海交通大学常务副校长、中国工程院院士)

金兴明(上海市经济与信息化委副主任、研究员)

金德琨(中国航空工业集团公司科技委委员、研究员)

崔德刚(中国航空工业集团公司科技委委员、研究员)

敬忠良(上海交通大学航空航天学院常务副院长、教授)

傅 山(上海交通大学航空航天学院研究员)

航空发动机系列编委会

主 编

陈懋章(北京航空航天大学能源与动力工程学院教授、中国工程院院士)

副主编(按姓氏笔画排序)

尹泽勇(中航商用飞机发动机有限责任公司总设计师、中国工程院院士)

严成忠(中航工业沈阳发动机设计研究所原总设计师、研究员)

苏 明(上海市教育委员会主任、教授)

陈大光(北京航空航天大学能源与动力工程学院教授)

编 委(按姓氏笔画排序)

丁水汀(北京航空航天大学动力与能源工程学院院长、教授)

王安正(上海交通大学机械与动力工程学院教授)

刘松龄(西北工业大学动力与能源学院教授)

孙健国(南京航空航天大学能源与动力学院、教授)

孙晓峰(北京航空航天大学能源与动力工程学院教授)

朱俊强(中国科学院工程热物理所副所长、研究员)

何 力(牛津大学工程科学系教授)

张绍基(中航工业航空动力机械研究所原副所长、研究员)

张 健(中航发动机控股有限公司副总经理)

李应红(空军工程大学工程学院教授、中国科学院院士)

李其汉(北京航空航天大学能源与动力学院教授)

李继保(中航商用飞机发动机有限责任公司副总经理、研究员)

李锡平(中航工业航空动力机械研究所原副总设计师、研究员)

杜朝辉(上海交通大学研究生院常务副院长、教授)

邹正平(北京航空航天大学能源与动力工程学院教授)

陈 光(北京航空航天大学能源与动力工程学院教授)

周拜豪(中航工业燃气涡轮研究院原副总设计师、研究员)

金如山(美国罗罗公司原研发工程师、西北工业大学客座教授)

贺 利(中国国际航空股份有限公司原副总裁)

陶 智(北京航空航天大学副校长、教授)

高德平(南京航空航天大学能源与动力学院教授)

蒋浩康(北京航空航天大学能源与动力工程学院教授)

蔡元虎(西北工业大学动力与能源学院教授)

滕金芳(上海交通大学航空航天学院研究员)

总 序

国务院在 2007 年 2 月底批准了大型飞机研制重大科技专项正式立项,得到全国上下各方面的关注。“大型飞机”工程项目作为创新型国家的标志工程重新燃起我们国家和人民共同承载着“航空报国梦”的巨大热情。对于所有从事航空事业的工作者,这是历史赋予的使命和挑战。

1903 年 12 月 17 日,美国莱特兄弟制作的世界第一架有动力、可操纵、重于空气的载人飞行器试飞成功,标志着人类飞行的梦想变成了现实。飞机作为 20 世纪最重大的科技成果之一,是人类科技创新能力与工业化生产形式相结合的产物,也是现代科学技术的集大成者。军事和民生对飞机的需求促进了飞机迅速而不间断的发展,应用和体现了当代科学技术的最新成果;而航空领域的持续探索 and 不断创新,为诸多学科的发展和相关技术的突破提供了强劲动力。航空工业已经成为知识密集、技术密集、高附加值、低消耗的产业。

从大型飞机工程项目开始论证到确定为《国家中长期科学和技术发展规划纲要》的十六个重大专项之一,直至立项通过,不仅使全国上下重视起我国自主航空事业,而且使我们的人民、政府理解了我国航空事业半个世纪发展的艰辛和成绩。大型飞机重大专项正式立项和启动使我们的民用航空进入新纪元。经过 50 多年的风雨历程,当今中国的航空工业已经步入了科学、理性的发展轨道。大型客机项目其产业链长、辐射面宽、对国家综合实力带动性强,在国民经济发展和科学技术进步中发挥着重要作用,我国的航空工业迎来了新的发展机遇。

大型飞机的研制承载着中国几代航空人的梦想,在 2016 年造出与波音 B737 和

空客 A320 改进型一样先进的“国产大飞机”已经成为每个航空人心中奋斗的目标。然而,大型飞机覆盖了机械、电子、材料、冶金、仪器仪表、化工等几乎所有工业门类,集成了数学、空气动力学、材料学、人机工程学、自动控制学等多种学科,是一个复杂的科技创新系统。为了迎接新形势下理论、技术和工程等方面的严峻挑战,迫切需要引入、借鉴国外的优秀出版物和数据资料,总结、巩固我们的经验和成果,编著一套以“大飞机”为主题的丛书,借以推动服务“大型飞机”作为推动服务整个航空科学的切入点,同时对于促进我国航空事业的发展和加快航空紧缺人才的培养,具有十分重要的现实意义和深远的历史意义。

2008 年 5 月,中国商用飞机有限公司成立之初,上海交通大学出版社就开始酝酿“大飞机出版工程”,这是一项非常适合“大飞机”研制工作时宜的事业。新中国第一位飞机设计宗师——徐舜寿同志在领导我们研制中国第一架喷气式歼击教练机——歼教 1 时,亲自撰写了《飞机性能捷算法》,及时编译了第一部《英汉航空工程名词字典》,翻译出版了《飞机构造学》、《飞机强度学》,从理论上保证了我们飞机研制工作。我本人作为航空事业发展 50 年的见证人,欣然接受了上海交通大学出版社的邀请担任该丛书的主编,希望为我国的“大型飞机”研制发展出一份力。出版社同时也邀请了王礼恒院士、金德琨研究员、吴光辉总设计师、陈迎春副总设计师等航空领域专家撰写专著、精选书目,承担翻译、审校等工作,以确保这套“大飞机”丛书具有高品质和重大的社会价值,为我国的大飞机研制以及学科发展提供参考和智力支持。

编著这套丛书,一是总结整理 50 多年来航空科学技术的重要成果及宝贵经验;二是优化航空专业技术教材体系,为飞机设计技术人员培养提供一套系统、全面的教科书,满足人才培养对教材的迫切需求;三是为大飞机研制提供有力的技术保障;四是将许多专家、教授、学者广博的学识见解和丰富的实践经验总结继承下来,旨在从系统性、完整性和实用性角度出发,把丰富的实践经验进一步理论化、科学化,形成具有我国特色的“大飞机”理论与实践相结合的知识体系。

“大飞机”丛书主要涵盖了总体气动、航空发动机、结构强度、航电、制造等专业方向,知识领域覆盖我国国产大飞机的关键技术。图书类别分为译著、专著、教材、工具书等几个模块;其内容既包括领域内专家们最先进的理论方法和技术成果,也

包括来自飞机设计第一线的理论和实践成果。如:2009年出版的荷兰原福克飞机公司总师撰写的 *Aerodynamic Design of Transport Aircraft* (《运输类飞机的空气动力设计》),由美国堪萨斯大学2008年出版的 *Aircraft Propulsion* (《飞机推进》)等国外最新科技的结晶;国内《民用飞机总体设计》等总体阐述之作和《涡量动力学》、《民用飞机气动设计》等专业细分的著作;也有《民机设计1000问》、《英汉航空双向词典》等工具类图书。

该套图书得到国家出版基金资助,体现了国家对“大型飞机项目”以及“大飞机出版工程”这套丛书的高度重视。这套丛书承担着记载与弘扬科技成就、积累和传播科技知识的使命,凝结了国内外航空领域专业人士的智慧和成果,具有较强的系统性、完整性、实用性和技术前瞻性,既可作为实际工作指导用书,亦可作为相关专业人员的学习参考用书。期望这套丛书能够有益于航空领域里人才的培养,有益于航空工业的发展,有益于大飞机的成功研制。同时,希望能为大飞机工程吸引更多的读者来关心航空、支持航空和热爱航空,并投身于中国航空事业做出一贡献。

顾诵芬

2009年12月15日

序 言

作为创新型国家的标志工程,大型飞机研制重大科技专项已于2007年2月由国务院正式批准立项。为了对该项重大工程提供技术支持,2008年5月,上海交通大学出版社酝酿“大飞机出版工程”,并得到了国家出版基金资助,现已正式立项。“航空发动机系列丛书”是“大飞机出版工程”的组成部分。

航空发动机为飞机提供动力,是飞机的核心,是航空工业的重要支柱,其发展水平是一个国家综合国力、工业基础和科技水平的集中体现,是国家重要的基础性战略产业,被誉为现代工业“皇冠上的明珠”。建国以来,发动机行业受到国家的重视,从无到有,取得了长足的进步,但与航空技术先进国家相比,我们仍有较大差距,飞机“心脏病”的问题仍很严重,这已引起国家高度重视,正采取一系列有力措施,提高科学技术水平,加快发展进程。

航空发动机经历了活塞式发动机和喷气式发动机两个发展阶段。在第二次世界大战期间,活塞式发动机技术日臻成熟,已达到很高水平,但由于其功率不能满足不断提高的对飞行速度的要求,加之螺旋桨在高速时尖部激波使效率急剧下降,也不适合高速飞行,这些技术方面的局限性所带来的问题表现得日益突出,客观上提出了对发明新式动力装置的要求。在此背景下,1937年,英国的 Frank Whittle,1939年德国的 von Ohain 在相互隔绝的情况下,先后发明了喷气式发动机,宣布了喷气航空新时代的来临。喷气发动机的问世,在很短的时间内得到了飞速发展,在很大程度上改变了人类社会的各个方面,对科学技术进步和人类生活产生了深远的影响。

喷气式发动机是燃气涡轮发动机的一种类型,自其问世以来,已出现了适于不

同用途的多种类型,得到了长足的发展。在 20 世纪的下半叶,它已占据航空动力装置的绝对统治地位,预计起码在 21 世纪的上半叶,这种地位不会改变。现在一般所说的航空发动机都是指航空燃气涡轮发动机。本系列丛书将只包含与这种发动机有关的内容。

现代大型客机均采用大涵道比涡轮风扇发动机,它与用于战斗机的小涵道比发动机有一定区别,特别是前者在低油耗、低噪声、低污染排放、高可靠性、长寿命等方面有更高的要求,但两者的基本工作原理、技术等有很大的共同性,所以除了必须指明外,本系列丛书不再按大小涵道比(或军民用)分类型论述。

航空发动机的特点是工作条件极端恶劣而使用要求又非常之高。航空发动机是在高温、高压、高转速特别是很快的加减速瞬变造成应力和热负荷高低周交变的条件下工作的。以高温为例,目前先进发动机涡轮前燃气温度高达 $1800\sim 2000\text{ K}$,而现代三代单晶高温合金最高耐温为 1376 K ;这 600 多度的温度差距只能靠复杂的叶片冷却技术和隔热涂层技术解决。发动机转速高达 $10000\sim 60000\text{ r/min}$,对应的离心加速度约为 100000 g 的量级,承受如此高温的叶片在如此高的离心负荷下要保证安全、可靠、长寿命工作,难度无疑是非常之高的。

航空发动机是多学科交融的高科技产品,涉及气动力学、固体力学、热力学,传热学、燃烧学、机械学、自动控制、材料学、加工制造等多个学科。这些学科的科学问题,经科学家们长期的艰苦探索、研究,已取得很大成就,所建立的理论体系,可以基本反映客观自然规律,并用以指导航空发动机的工程设计研制。这是本系列丛书的基本内容。但是必须指出,由于许多科学问题,至今尚未得到根本解决,有的甚至基本未得到解决,加之多学科交叉,大大增加了问题的复杂性,人们现在还不能完全靠理论解决工程研制问题。以流动问题为例,气流流过风扇、压气机、燃烧室、涡轮等部件,几何边界条件复杂,流动性质为强三维、固有非定常、包含转换过程的复杂湍流流动,而湍流理论至今基本未得到解决,而且在近期看不见根本解决的前景。其他学科的科学问题也在不同程度上存在类似情况。

由于诸多科学问题还未得到很好解决,而客观上又对发展这种产品有迫切的需求,人们不得不绕开复杂的科学问题,通过大量试验,认识机理,发现规律,获取知

识,以基本理论为指导,理论与试验数据结合,总结经验关系,制定各种规范……并以此为基础研制发动机。在认识客观规律的过程中,试验不仅起着揭示现象、探索机理的作用,也是检验理论的最终手段。短短七八十年,航空发动机取得如此惊人的成就,其基本经验和技術途径就是如此。

总之,由于科学问题未得到很好解决,多学科交叉的复杂性,加之工作条件极端恶劣而使用要求又非常之高的特点,使得工程研制的技术难度很大,这些因素决定了航空发动机发展必须遵循以大量试验为支撑的技术途径。

随着计算机和计算数学的发展,计算流体力学、计算固体力学和计算传热学、计算燃烧学等取得了长足的进展,对深入认识发动机内部复杂物理机理、优化设计和加速工程研制进程、逐步减少对试验的依赖起着非常重要的作用。但是由于上述诸多科学问题尚未解决,纯理论的数值计算不能完全准确反映客观真实,因而不能完全据此进行工程研制。目前先进国家的做法,仍是依靠以试验数据为基础建立起来的经验关联关系。在数值技术高度发展的今天,人们正在做出很大的努力,利用试验数据库修正纯理论的数值程序,以期能在工程研制中发挥更大作用。

钱学森先生曾提出技术科学的概念,它是搭建科学与工程之间的桥梁。航空发动机是典型的技术科学,而以试验为支撑的理论、经验关系、设计准则和规范等则是构建此桥梁的水泥砖石。

对于航空发动机的科学、技术与工程之间的关系及其现状的上述认识将反映在本系列丛中,并希望得到读者的认同和注意。

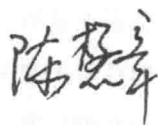
“发动机系列丛书”涵盖总体性能、叶轮机机械、燃烧、传热、结构、固体力学、自动控制、机械传动、试验测试、适航等专业方向,力求达到学科基本理论的系统性,内容的相对完整性,并适当结合工程应用。丛书反映了学科的近期和未来的可能发展,注意包含相对成熟的先进内容。

本系列丛书的编委会由来自高等学校、科研院所和工业部门的教师和科技工作者组成,他们都有很高的学术造诣,丰富的实际经验,掌握全局,了解需求,对于形成系列丛书的指导思想,确定丛书涵盖的范围和内容,审定编写大纲,保证整个丛书质量,发挥了不可替代的重要作用。我对他们接受编委会的工作,并做出了重要贡献

表示衷心感谢。

本系列丛书的编著者均有很高的学术造诣,理论功底深厚,实际经验丰富,熟悉本领域国内外情况,在业内得到了高度认可,享有很高的声望。我很感谢他们接受邀请,用他们的学识和辛勤劳动完成本系列丛书。在编著中他们融入了自己长期教学科研生涯中获得的经验、发现和创新,形成了本系列丛书的特色,这是难能可贵的。

本系列丛书以从事航空发动机专业工作的科技人员、教师和与此专业相关的研究生为主要对象,也可作为本科生的参考书,但不是本科教材。希望本丛书的出版能够有益于航空发动机专业人才的培养,有益于提高行业科学技术水平,有益于航空工业的发展,为中国航空事业做出贡献。



2013年10月

译者序

燃气涡轮发动机自第二次世界大战期间问世至今,经过航空工业界的不断努力,历经数代发展,在推力级、性能、推重比、耗油率、环保特性(噪声、排污)、可靠性、安全性和寿命等各方面都取得了惊人的成就,成为当今飞机和直升机的主要动力,尤其是先进性能高涵道比涡轮风扇发动机的应用,构成现代大型民用运输类飞机的唯一动力。

随着现代电子技术的发展,使燃气涡轮发动机与确保燃气涡轮发动机正常工作所必需的系统和子系统得以高度综合,构成了用于现代航空器的复杂燃气涡轮推进系统,为各类航空器提供飞行所需要的推进力,提供确保航空器安全运行所必需的电源、液压源和气源。

这次引进并翻译出版的 *Gas Turbine Propulsion Systems* (燃气涡轮推进系统),是一本阐述以燃气涡轮发动机推进系统在航空器及舰船上应用的专著。本书的作者是两位从事燃气涡轮发动机及其系统设计和制造的资深专业人士。加拿大的 Bernie MacIsaac(贝尔尼·麦克艾萨克)博士,他曾创建 GasTOPS 责任有限公司并任董事长,并担任加拿大航空航天研究所(CASI)所长;另一位是美国的 Roy Langton(罗伊·兰顿),他曾任美国 Parker Hannifin(帕克·汉尼汾)航宇公司航空航天集团工程副总裁。

本书与其他有关燃气涡轮发动机的著作有所不同,并非是单纯阐述燃气涡轮发动机及其部件的工作原理和构造,而是在阐明燃气涡轮发动机(涡轮喷气、涡轮风扇、涡轮螺旋桨和涡轮轴)工作原理和主要特点的同时,以当前多个型号的先进民机/军机和发动机为示例,用恰当的和易于掌握的基础数学处理方法,着重阐述燃气涡轮推进系统各子系统的工作原理,并借助系统工程的方法进行分析和研究,表明各子系统的设计要求和办法,内容涉及超声速和亚声速进气道、飞机隐身、发动机起动、发动机控制(FADEC)、发动机排气(包括加力燃烧室和可调喷口、反推力装置、矢量推力和 VSTOL)、进气道/螺旋桨防冰、滑油系统、

燃油系统、通风冷却、功率提取等系统。

本书第 10 章,引入当前发动机状态监控的新概念,即预测和健康监控(PHM)系统,详细阐述 PHM 的基本概念、执行方法和数据处理以及空地数据传递,还给出了与燃气涡轮发动机主要部件有关的寿命统计数据。

本书最后的第 11 章,为读者指出了未来的新燃气涡轮推进技术,专门介绍了涉及新一代旅客机波音 787 梦幻多电飞机和多电发动机、无引气和无机械功率提取发动机、无滑油(磁浮轴承)发动机、新桨扇发动机、Leap-x 发动机、齿轮传动风扇(GTF)发动机、电传动反推力装置(ETRAS)等。

值得一提的是,本书还扩展了燃气涡轮发动机在其他领域的应用,第 9 章用了整章的篇幅,阐述了燃气涡轮推进系统在现代舰船(海洋防务)上的应用。这里顺便做一解释,英文术语“Gas Turbine Engine”,在我国航空界普遍翻译为“燃气涡轮发动机”,而在船舶工业界则普遍翻译为“燃气轮机”,为尊重读者的习惯,在第 9 章中,用了“燃气轮机”的名称。这一章以实际战舰为例,详细阐明航空燃气涡轮发动机和航改燃气轮机在不同工作平台上的使用差异,舰船推进系统选用原则,进气/排气口位置选择和设计、防红外辐射探测/隐身设计、舰船航行和操纵、船用螺旋桨、防水/防冰、发动机安装设计的要求和注意事项。

此外,本书最后以 4 份附录的形式,给出扰动法、根轨迹法、拉氏变换等数学方法在设计和发动机最终建模时的应用,为燃气涡轮推进系统设计提供指南。

由于本书出版时间较近,加上两位作者在该专业范畴内有丰富的理论和实践经验,因此本书的内容新颖而详尽,反映了该专业范畴内当前的最新科技水平和成果,是一本不可多得的专业著作。

航空燃气涡轮发动机一直是制约我国航空工业发展的短板,希望本书的翻译出版和使用,能够为克服这一短板效应做点贡献。

本书可供我国从事飞机、直升机以及燃气涡轮发动机设计的工程技术人员参考使用,也可供从事以燃气轮机为动力的舰船设计人员参考。同时本书又是一本好教材,可供各航空院校相关专业以及舰船设计专业的师生教学使用和科研工作参考。

中国商飞公司民机试飞中心的谈琳妮翻译了本书的第 2, 5, 7 和 11 章,颜万亿翻译其余部分并负责全书统稿。在本书翻译成稿过程中得到了上海飞机设计研究院多位资深人士和中国商飞民机试飞中心刘燧的大力帮助,在此深表感谢。

原版书作者介绍

贝尔尼·麦克艾萨克(Bernie MacIsaac)

贝尔尼·麦克艾萨克博士于1970年获得新斯科舍技术大学工学学士学位(机械)。后获得“科学67”研究生奖学金,去渥太华卡尔顿大学研究喷气发动机动力学和控制,并于1972年获得工程硕士学位,于1974年获得哲学博士学位。在完成学业之后,麦克艾萨克博士在加拿大国家研究委员会工作了4年,在此期间,他协助研制用于通用航空燃气涡轮发动机的第一个8比特微处理器控制器,获得有关防止直升机发动机出现空中发动机失速的控制设计专利。

麦克艾萨克博士于1979年成立了GasTOPS^①Ltd(燃气涡轮和其他推进系统有限责任公司),总部位于渥太华的公司,专注于将智能系统应用于机械保护和机械维修系统。公司大部分工作的重点在于航空航天和工业用动力装置。大约在1991年,GasTOPS公司开始研制一种可联机使用的滑油碎屑探测器,用于对动力装置中滑油湿润部件的损坏进行确认。这一装置现已用于许多现代战斗机发动机,也用于许多陆基热电联产机组发动机和管道输送系统发动机,并在新兴的风力涡轮机市场上销售良好。这一发展使他创建了一个制造企业,并且使此产品的世界销售量处于领先地位。麦克艾萨克博士担任GasTOPS责任有限公司的董事长直到2007年。此后,他将公司的管理移交给他长期合作的同事戴维·缪尔(David Muir)先生。自那以后,麦克艾萨克博士投入他的全部精力,在GasTOPS公司内创建了一个R&D(研制和设计)组,负责新技术的定义和后续验证,这些技术将构成GasTOPS公司下一个生产线的基础。麦克艾萨克博士参与渥太华大学和卡尔顿大学的专业实践课程以及卡尔顿大学主办的关于燃气涡轮发动机的短期课程。他是加拿大航空航天研究所的前任董事长,并且是PRECARN^②(一家网络公司,联系从事合作应用研究

① 原文全称为“Gas Turbines and Other Propulsion Systems”。——译注

② 原文全称为“Pre-competitive Applied Research Network”。——译注

的各个公司)前任主席。他现在担任加拿大航空航天研究所高级评奖委员会主席。麦克艾萨克博士生于1945年,1969年结婚,有一对在1973年圣诞节出生的孪生女儿,有3个外孙女和1个外孙。从1970年起,他与妻子安(Ann)一直住在加拿大渥太华。

罗伊·兰顿(Roy Langton)

罗伊·兰顿于1956年在位于英国兰开夏郡沃顿的英国航空电气公司(现在的BAE系统)当见习生,开始了他的职业生涯。后来毕业于机械和航空工程专业。他从事若干军用飞机的助力飞行操纵作动系统的工作,包括英国的闪电(Lightning)、英法联合研制的美洲虎(Jaguar)和帕那维亚飞机公司的旋风(Panavia Tornado)。他1968年移民到美国,在康涅狄格州的西哈特福德的钱德勒埃文斯(Chandler Evans)公司(现在是古特瑞奇(Goodrich)公司的一部分)工作,后来在哈密尔顿标准(Hamilton Standard)公司(现在的汉胜(Hamilton Sundstrand)公司)工作,从事发动机燃油控制器从流体力学向数字电子转换的技术。在此期间,他经历了各种各样的项目,从小的燃气涡轮发动机(诸如战斧导弹巡航发动机)到用于当今商用运输机的大型高涵道比燃气涡轮发动机。在此期间,一个重大的里程碑是,首次将FADEC投入商业应用,安装在PW公司的PW2037发动机上,这是许多B757飞机所用的发动机。在1984年,他与帕克·汉尼汾(Parker Hannifin)公司合作,开始了研究飞机燃油控制器的职业生涯,是该公司航空航天集团燃油产品部(位于加利福尼亚州欧文市)的总工程师。他于2004年退休,在此之前的20年时间里,一直担任集团的工程副总裁,在促使帕克航宇(Parker Aerospace)公司成为向全世界飞机制造商提供整套燃油系统的领先供应商方面,起到了重要作用。从1993年为庞巴迪公司的环球快车(Global Express)喷气式公务机提供服务开始,到2000年为A380大型商用运输机提供燃油测量和管理系统,达到鼎盛时期。罗伊·兰顿生于1939年,在1960年与妻子琼(June)结婚,有两个女儿和5个外孙。罗伊和琼现在住在美国的爱达荷州的博伊西。罗伊·兰顿现还在工作,作为帕克航宇公司的兼职技术顾问,并从2005年起,成为John Wiley & Sons^①出版公司航空航天系列丛书的编辑。

① 本书原文著作的出版商。——译注

原版前言

燃气涡轮工业从 1940 年开始起步,数十年来一直是大学和政府实验室的研究目标,而许多商业机构都在竭尽全力开发此项技术。在这一时期,进行了许多基础研究工作,并鼓励信息交换。值得注意的是,英国政府资助了惠特尔(Whittle)发动机的许多研究,并作为一项战时措施,与美国政府共享了整个技术成果。这就促使美国政府资助 GE 公司在其位于马萨诸塞州林恩的工厂内继续对此展开研制。

20 世纪 50 年代,在欧洲和北美已经创建了许多公司,每家公司都在提供适合于特定用途的设计。除了快速发展航空和国防工业外,开始显现非航空发动机的其他应用场合。这些应用包括燃气管道输送、发电和海军舰船推进系统。简而言之,工业在发展,工程师很容易找到工作。更重要的是,有许多机会学习这一令人着迷的机器。

当今的工业界,已经合并为少数几家非常大的公司。研制一台发动机所需要的投资是巨大的,并且可以说竞争激烈。工程师更加专业化,而且商业机密成了公司生存的基本要素。对于真正的工程专家而言,探索未知领域仍然很有吸引力。然而,对于必须发展各种战略和设备以支持和管理发动机运行的系统工程师而言,工作变得更加复杂,并且想要获取可以实现系统特性综合的信息变得越发困难。

现在已有许多阐述燃气涡轮发动机的可用书籍,重点主要在于从气体热力学的观点来阐述“转动和燃烧”的机理。通常,对于支持整个燃气涡轮推进系统的那些外围系统的内容,要么根本未作论述,要么往往阐述很浅显。由于工业界想要继续提高发动机的性能和减轻重量,于是不断对发动机进行改进,在某些情况下,使发动机变得越加复杂。因此,可以预料,系统工程师不仅要致力于设计更加精确的控制系统,而且还要致力于设计使拥有成本保持尽可能低的信息管理系统。