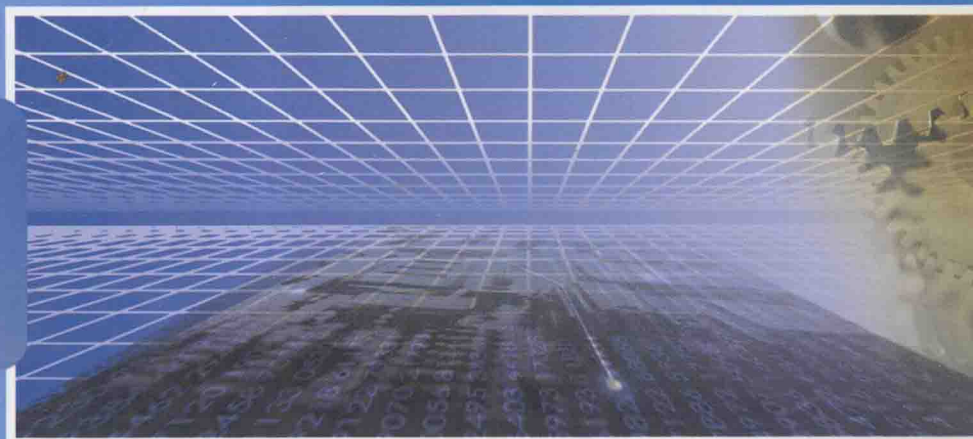




D-K-YT003-0D
空军航空机务系统教材

飞机推进系统原理

何立明 主编



国防工业出版社
National Defense Industry Press

D-K-YT003-0D

空军航空机务系统教材

飞机推进系统原理

何立明 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书共分12章:第1章介绍飞机推进系统的发展概况、推力产生原理和性能评定指标;第2章~第6章介绍飞机推进系统各部件(进气系统、压气机、燃烧室、涡轮、排气系统)的工作原理与特性;第7章介绍飞机推进系统各部件的匹配工作;第8章介绍发动机的性能参数与工作过程参数的关系;第9章和第11章介绍发动机的特性与使用特性;第10章介绍发动机的过渡工作状态;第12章介绍脉冲爆震、超燃冲压、等离子电喷、组合发动机等新概念发动机的工作原理、性能分析及发展趋势。

本书读者对象主要为飞行器与动力工程专业的大专、本科和研究生,也可供从事航空动力工程的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

飞机推进系统原理 / 何立明主编. —北京:国防工业出版社, 2006.5

(空军航空机务系统教材)

ISBN 7-118-04594-2

I. 飞... II. 何... III. 航空发动机-原理
IV. V23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 066423 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)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21½ 字数 510 千字
2006年5月第1版第1次印刷 印数 1—5000 册 定价 43.00 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

总 序

发生在世纪之交的几场局部战争表明,脱胎于20世纪工业文明的机械化战争正在被迅猛发展的信息文明催生的信息化战争所取代。信息化战争的一个显著特点,就是知识和技术密集,战争的成败越来越取决于各类高技术、高层次人才的质量和数量,以及人与武器的最佳配合。因此,作为人才培养基础工作的教材建设,就显得格外重要和十分紧迫。为了加快推进中国特色军事变革,贯彻执行军队人才战略工程规划,培养造就高素质新型航空机务人才,空军从2003年开始实施了航空机务系统教材体系工程。

实施航空机务系统教材体系工程是空军航空装备事业继往开来的大事,它是空军装备建设的一个重要组成部分,是航空装备保障人才培养的一个重要方面,也是体现空军航空装备技术保障水平的一个重要标志。两年来,空军航空机务系统近千名专家、教授和广大干部、教员积极参与教材编修工作,付出了艰辛的劳动,部分教材已经印发使用,效果显著。实践证明,实施教材体系工程,对于提高空军航空机务人才的现代科学文化水平和综合素质,进而提升航空机务保障力和战斗力,必将发挥重要作用和产生深远影响,是一项具有战略意义的工程。

空军航空机务系统教材工程,以邓小平理论和“三个代表”的重要思想为指导,以新时期军事战备方针为依据,以培养高素质新型航空机务人才为目标,着眼空军向攻防兼备型转变和航空装备发展需要,按照整体对应、系统配套、紧贴实际、适应发展,突出重点,解决急需的思路构建了一个较为完整的教材体系。教材体系的结构由部队、院校、训练机构教育训练教材三部分组成,分为航空机务军官教育训练教材和航空机务士兵教育训练教材两个系列十六个类别的教材组成。规划教材按照新编、修编、再版等不同方式组织编修。新编和修编的教材,充实了新技术、新装备的内容,吸收了近年来航空维修理论研究的新成果,对高技术战争条件下航空机务保障的特点和规律进行了有益探索,院校的专业训练教材与国家人才培养规格接轨并具有鲜明的军事特色,部队训练教材与总参颁布的《空军军事训练与考核大纲》配套,能够适应不同层次、不同专业航空机务人员的教育训练需要,教材的系统性、先进性、科学性、针对性和实践性与原有教材相比有了明显提高。

此次大规模教材编修工作,系统整理总结了空军航空机务事业创业50多年来的宝贵经验,将诸多专家、教授、骨干的学识见解和实践经验总结继承下来,优化了航空机务保障教材体系,为装备保障人员提供了一套系统、全面的教科书,满足了人才培养对教材的急需。全航空机务系统一定要认真学习新教材,使其真正发挥对航空机务工作的指导作用。

同时,教材建设又是一项学术性很强的工作,教材反映的学术理论内容是随实践的发展而发展的。当前我军建设正处在一个跨越式发展的历史关键时期,航空装备的飞速发展和空军作战样式的深刻变化,使航空机务人才培养呈现出许多新特点,给航空机务系统教材建设带来许多新问题。因此,必须十分关注航空装备的发展和航空机务教育训练的改革创新,不断发展和完善具有时代特征和我军特色的航空机务系统教材体系,为航空机务人才建设提供知识信息和开发智力资源。

魏 钢

二〇〇五年十二月

空军航空机务系统教材体系工程编委会

主 任 魏 钢

副主任 周 迈 毕雁翎 王凤银 袁 强 韩云涛

吴辉建 王洪国 王晓朝 常 远 蔡风震

李绍敏 李瑞迁 张凤鸣 张建华 许志良

委 员 刘千里 陆阿坤 李 明 郦 卫 沙云松

关相春 吴 鸿 朱小军 许家闻 夏利民

陈 涛 谢 军 严利华 高 俊 戴震球

王力军 曾庆阳 王培森 杜元海

空军航空机务系统教材体系工程总编审组

组 长 刘桂茂

副组长 刘千里 郦 卫 张凤鸣

成 员 孙海涛 陈廷楠 周志刚 杨 军 陈德煌

韩跃敏 谢先觉 高 虹 彭家荣 富 强

郭汉堂 呼万丰 童止戈 张 弘

空军航空机务系统教材体系工程
机械专业编审组

组 长 陈廷楠

成 员 王行江 陈柏松 王献军 赵 斌 高 虹
呼万丰 邱炳辉

前 言

在过去的 60 多年里,随着航空科学技术的发展,新技术、新材料、新工艺、新方法在发动机的部件中得到成功的应用,使飞机推进系统的性能不断提高,并推动部队航空武器装备的更新与发展。小涵道比加力式混合排气涡扇发动机的研制成功和投入使用,极大地改善了军用飞机推进系统的推力性能和经济性能,特别是推力矢量技术的应用,很大程度地提高了飞机的机动性能。

随着部队航空武器装备的不断更新与发展,为满足新军事变革和部队的需求,《飞机推进系统原理》教学内容体系的改革应适应这一发展对人才培养的需要,因此,在课程的体系和具体内容上作了较大的改革,摒弃了以单转子发动机为主要对象和内容主线的传统体系,代之以第三代飞机动力装置“加力式混合排气涡轮风扇发动机”为主线,并兼顾第二代飞机动力装置“双转子涡喷发动机”和第四代飞机动力装置,强调系统,突出整机性能,以形成适应部队航空武器装备发展和新军事变革对人才培养需要的课程体系。

本教材是在结合作者多年教学经验和相关科研成果的基础上编写而成的。内容安排上,在讲清第三代飞机推进系统各部件工作原理和特性的基础上,讨论各部件的匹配工作及整机特性,并根据考虑装备的使用、维护和发展,突出装备的综合保障能力的培养这一课程改革新的要求,对第四代飞机的动力装置、目前发动机正在或将要采用的新技术和新概念发动机作了介绍,还对第三代飞机动力装置外场常遇的一些典型故障进行了案例分析。同时,对教材内容体系进行了重新编排,使得教材内容体系的安排更符合逻辑和人们的认知规律,并力求叙述通俗易懂。

全书共分 12 章,由何立明主编。其中第 1、4、7、11、12 章由何立明编写,第 2、6 章由李军编写,第 3、5 章由陈鑫编写,第 8、9、10 章由程邦勤编写。由何立明对全书进行统稿,金涛、于锦禄、李名魁、史峰、兰宇丹、曾昊绘制了本书的全部插图。本书由西北工业大学博士生导师廉筱纯教授、空军工程大学博士生导师陶增元教授担任主审。西北工业大学博士生导师刘波教授和范玮教授、空军工程大学博士生导师王如根教授和华建国副教授在审阅过程中提出了许多宝贵意见。空军工程大学工程学院张凤鸣院长、训练部谢军部长、童止戈副部长、一系李应红主任、发动机教研室程礼主任等领导给予了大力支持,在此谨致谢意。

由于编者的水平有限,书中的错误和不足之处敬请读者批评指正。

编 者

2005 年 9 月

主要符号说明

A ——面积;系数	w ——相对速度
a ——声速;常数;距离	X ——阻力
B ——涵道比	α ——余气系数;角度
c ——气流速度	β ——角度
c_p ——空气定压比热	γ ——气体的绝热指数;安装角
c'_p ——燃气定压比热	η ——效率
C_{xi} ——进气道阻力系数	θ ——加热比;角度
D ——直径;常数	λ ——速度系数
e ——温度比;尾喷管出口截面	ν ——运动黏性系数;相对空气质量流量
F ——推力;力	ζ ——燃烧完全系数
f ——油气比;挠度	π ——压力比
H ——飞行高度	ρ ——密度
h ——对流换热	σ ——总压恢复系数
H_f ——燃料的低热值	φ ——速度系数;角度
i ——每千克空气(或燃气)的焓;冲角	ϕ ——进气道流量系数;当量比
J ——惯性矩	ψ ——阻力系数
l ——每千克空气(或燃气)的功;长度	ω ——角速度
M ——马赫数	Δ ——加热比;轴向间隙
n ——转速;多变指数	ΔSM ——稳定工作裕度
P ——功率;作用力	δ ——气流转折角度;径向间隙
p ——压力	Ω ——基元级反力度
Q ——加热量	
q ——加给每千克空气的热量	上标
R ——气体常数	* ——气流滞止状态
S ——转差率	'——燃气
sfc ——耗油率	
T ——温度(K)	下标
t ——温度(°C);时间	a——空气;轴向分量
u ——圆周速度	ac——加速
V ——飞行速度	ad——等熵绝热
v ——比容	af——加力燃烧室或加力状态
W ——质量流量	b——燃烧室

c——压气机;压缩过程
 cm——掺混;混合气
 col——冷却
 cor——换算
 cr——临界
 cT——起动机
 d——设计
 e——有效
 ei——理想
 eco——经济
 f——燃料;风扇
 g——燃气
 H——外界大气;高压
 h——湿空气
 i——进气道
 idl——慢车
 in——内壁
 L——低压

m——机械;平均;混合器;参考截面
 max——最大
 min——最小
 nz——喷管
 o——工作点
 opt——最佳
 out——外壁
 p——膨胀过程
 r——损失;半径
 s——单位参数;激波;不稳定工作边界点
 st——级;起动
 t——切向;喉部;热力循环
 T——涡轮
 u——周向分量
 us——可用
 v——冲压过程
 I——内涵参数
 II——外涵参数

目 录

第1章 飞机推进系统概论	1
1.1 飞机推进系统的发展概况	1
1.2 喷气发动机的分类和基本工作原理	5
1.2.1 喷气发动机的分类	5
1.2.2 基本工作原理	9
1.3 发动机的推力和效率	11
1.3.1 发动机产生推力的原理	11
1.3.2 发动机的效率	16
1.4 发动机的性能评定指标	19
1.4.1 推力性能指标	19
1.4.2 经济性能指标	20
1.4.3 发动机的使用性能指标	21
第2章 进气系统的工作原理与特性	23
2.1 对进气系统的要求	23
2.2 进气道的基本性能参数	23
2.2.1 进气道总压恢复系数	23
2.2.2 进气道冲压比	23
2.2.3 进气道流量系数	24
2.2.4 进气道外部阻力系数	24
2.2.5 进气道出口流场畸变指数	24
2.3 超声速进气道的工作原理	25
2.3.1 超声速进气道的基本工作原理与分类	25
2.3.2 外压式进气道的工作原理	27
2.3.3 超声速进气道的外部阻力	30
2.4 超声速进气道特性	31
2.4.1 外压式进气道的性能参数	31
2.4.2 外压式进气道的三种工作状态	31
2.4.3 外压式进气道的节流特性	32
2.4.4 外压式进气道的不稳定工作	34
2.4.5 进气道的稳定工作裕度	35
2.4.6 迎角、侧滑角变化对进气道特性的影响	35
2.5 超声速进气道在亚声速条件下的工作特点	36

2.6	超声速进气道的调节	36
2.6.1	进气道状态控制	36
2.6.2	辅助进气调节	38
第3章	压气机的工作原理与特性	39
3.1	轴流式压气机的基本工作原理	39
3.1.1	轴流式压气机的组成及其研究方法	39
3.1.2	基元级的工作原理	41
3.1.3	压气机级的工作原理	50
3.1.4	多级轴流式压气机的特点和主要参数	55
3.2	压气机特性	61
3.2.1	压气机的流量特性	61
3.2.2	压气机的通用特性	66
3.3	多级压气机非设计工作状态分析	73
3.3.1	多级压气机中级的工作特点	73
3.3.2	装在发动机上的多级压气机功的变化特点	75
3.4	压气机的不稳定工作和扩稳方案	77
3.4.1	压气机不稳定工作的两种现象	77
3.4.2	压气机的稳定工作裕度	80
3.4.3	扩大压气机稳定工作裕度的方案	80
3.4.4	压气机的颤振	84
3.5	先进轴流式压气机技术及应用	85
3.5.1	叶型新技术	85
3.5.2	串列式叶栅(片)	87
3.5.3	前掠静子	87
3.5.4	后掠转子空气动力学	88
3.5.5	前掠转子	88
3.5.6	端弯叶片技术	89
3.5.7	拱形静子	90
3.5.8	对转风扇/压气机技术	90
3.5.9	先进机匣处理	92
3.5.10	核心驱动风扇级	92
第4章	燃烧室的工作原理与特性	94
4.1	燃烧室的基本工作原理	94
4.1.1	燃烧室的基本结构和类型	94
4.1.2	燃烧室工作的基本原理	95
4.1.3	对燃烧室的要求及基本参数	96
4.2	混合气燃烧过程的基本概念	100
4.2.1	混合气的形成	101
4.2.2	混合气的着火	101

4.2.3	混合气的燃烧	102
4.2.4	影响火焰传播速度的因素	104
4.3	燃烧室的工作过程	105
4.3.1	燃烧室的工作条件	106
4.3.2	燃烧室内保证稳定燃烧的措施	107
4.3.3	燃烧室内的燃烧过程	109
4.4	燃烧室的工作特性	111
4.4.1	燃烧效率特性	111
4.4.2	燃烧室熄火特性	114
4.4.3	燃烧室的流阻特性	115
4.4.4	燃烧室的使用特性	118
4.5	加力燃烧室的工作原理	119
4.5.1	加力燃烧室的工作条件及对它的要求	120
4.5.2	加力燃烧室的工作过程	120
4.5.3	振荡燃烧概述	123
4.6	燃烧室的冷却	126
4.6.1	主燃烧室的冷却	126
4.6.2	加力燃烧室的冷却	129
4.7	先进燃烧室技术及应用	129
4.7.1	高性能燃烧室技术的研究与发展	129
4.7.2	先进的燃烧室设计方法和先进的燃烧诊断技术	131
第5章	涡轮的工作原理与特性	137
5.1	涡轮的工作原理	137
5.1.1	基元级的工作原理	138
5.1.2	涡轮级的工作原理	140
5.1.3	多级涡轮的工作原理	143
5.2	涡轮的特性	146
5.2.1	涡轮的通用特性	146
5.2.2	单级涡轮特性和多级涡轮特性	147
5.3	涡轮的冷却	149
5.3.1	涡轮的冷却原理与结构	150
5.3.2	冷却对涡轮效率的影响	153
5.4	涡轮的新技术及其应用	154
第6章	排气系统的工作原理与特性	156
6.1	对排气系统的要求	156
6.2	涡轮风扇发动机混合器的工作原理与特性	156
6.2.1	混合器的工作原理	156
6.2.2	混合器的特性	157
6.3	喷管的工作原理与特性	160

6.3.1	喷管的类型	160
6.3.2	燃气在尾喷管中的实际流动过程	161
6.3.3	亚声速尾喷管的工作原理与性能	163
6.3.4	超声速尾喷管的工作原理与性能	165
6.4	其他形式的喷管简介	170
6.4.1	引射喷管	170
6.4.2	推力矢量尾喷管	171
6.5	排气系统与机后体的相互干扰	173
6.5.1	外流对喷管内流的影响	173
6.5.2	内流对后机身及底部阻力的干扰效应	173
第7章	飞机推进系统各部件的匹配工作	175
7.1	几何不可调的涡扇发动机各部件的匹配工作	175
7.1.1	燃气发生器的匹配工作	175
7.1.2	低压压气机与低压涡轮的匹配工作	180
7.1.3	发动机工作过程参数沿共同工作线的变化规律	185
7.2	几何可调节的涡扇发动机各部件的匹配工作	191
7.2.1	发动机调节的概念	191
7.2.2	尾喷管临界截面的调节	192
7.2.3	低压涡轮导向器的调节	194
7.2.4	混合器的调节	195
7.2.5	压气机的调节	195
7.2.6	混排涡扇发动机调节规律举例	197
7.3	混合排气加力涡扇发动机各部件的匹配工作	197
7.3.1	匹配工作方程	198
7.3.2	加力涡扇发动机的调节规律	198
7.4	超声速进气道与发动机的匹配工作	201
7.4.1	进气道与发动机流量匹配的条件	201
7.4.2	进气道与发动机的匹配工作线	201
第8章	发动机性能参数与工作过程参数的关系	204
8.1	发动机的热力循环分析	204
8.1.1	不加力混合排气涡扇发动机的理想循环	204
8.1.2	不加力混合排气涡扇发动机的实际循环	208
8.1.3	加力混合排气涡扇发动机的理想循环	210
8.1.4	加力混合排气涡扇发动机的实际循环	212
8.1.5	航空燃气涡轮发动机的变循环及组合循环概念	213
8.2	发动机的气动热力计算	215
8.3	不加力发动机单位推力和耗油率与工作过程参数的关系	219
8.3.1	低压压气机(风扇)增压比 π_{cl} (或 π_f) 对 F_s 和 sfc 的影响	220
8.3.2	涵道比 B 对 F_s 和 sfc 的影响	221

8.3.3	压气机增压比 π_c 对 F_s 和 sfc 的影响	221
8.3.4	涡轮前燃气温度 T_4^* 对 F_s 和 sfc 的影响	222
8.4	加力发动机单位推力和耗油率与工作过程参数的关系	223
8.4.1	π_{cL} 对 F_{saf} 和 sfc_{af} 的影响	223
8.4.2	涵道比 B 对 F_{saf} 和 sfc_{af} 的影响	224
8.4.3	压气机增压比 π_c 对 F_{saf} 和 sfc_{af} 的影响	225
8.4.4	涡轮前燃气温度 T_4^* 对 F_{saf} 和 sfc_{af} 的影响	225
8.4.5	加力燃气温度 T_{af}^* 对 F_{saf} 和 sfc_{af} 的影响	225
8.5	发动机参数的初步选择	226
8.5.1	发动机参数初步选择的一般原则	226
8.5.2	单位性能参数与工作过程参数的关系,在分析一台发动机 非设计状态性能中的应用	227
第9章	发动机特性	228
9.1	发动机特性的获得方法	228
9.1.1	获得特性的试验方法	228
9.1.2	将发动机的试验数据换算成为标准大气条件下的数据	230
9.1.3	获得特性的近似计算方法	235
9.2	涡扇发动机的节流特性	236
9.2.1	发动机主要工作状态的规定	236
9.2.2	几何不可调节的发动机的节流特性——转速特性	238
9.2.3	几何可调节的发动机的节流特性	239
9.2.4	加力发动机的节流特性	241
9.3	涡扇发动机的速度特性	242
9.3.1	速度特性的一般规律	242
9.3.2	影响速度特性的因素	244
9.3.3	加力发动机的速度特性	245
9.4	涡扇发动机的高度特性	246
9.5	涡轮螺旋桨发动机的特性	248
9.5.1	涡桨发动机的节流特性	248
9.5.2	涡桨发动机的速度特性	249
9.5.3	涡桨发动机的高度特性	249
9.6	涡轮轴发动机的特性	250
9.6.1	涡轮轴发动机的节流特性	250
9.6.2	涡轮轴发动机的大气温度特性	251
9.6.3	涡轮轴发动机的高度特性	251

第10章 发动机的过渡工作状态 253

10.1	发动机的加速过程	253
10.1.1	加速过程发动机各部件的匹配工作条件	253
10.1.2	加速过程发动机各部件匹配工作的特点	255

10.1.3	影响加速性的因素	256
10.1.4	改善发动机加速性的措施	256
10.2	发动机的减速过程	257
10.3	发动机的起动过程	257
10.3.1	起动机的类型	258
10.3.2	起动过程的三个阶段	258
10.3.3	影响发动机起动的因素	259
10.3.4	发动机空中起动的特点	262
10.4	接通加力与断开加力动态过程	263
10.5	其他燃气涡轮发动机在过渡过程中的特点	264
第11章	发动机的使用特性	266
11.1	使用因素对发动机性能的影响	266
11.1.1	使用因素对发动机部件特性及匹配工作的影响	266
11.1.2	使用因素对发动机性能的影响	271
11.2	发动机常遇典型故障分析	271
11.3	发动机的使用限制	276
第12章	新概念发动机	278
12.1	脉冲爆震发动机	278
12.1.1	脉冲爆震发动机研究的发展与现状	278
12.1.2	脉冲爆震发动机的工作原理与热力循环	280
12.1.3	脉冲爆震发动机的性能特点工程应用前景	285
12.1.4	脉冲爆震发动机的性能分析	286
12.2	超燃冲压发动机	289
12.2.1	超声速燃烧冲压发动机的发展过程	289
12.2.2	超燃冲压发动机的工作原理与性能	296
12.2.3	超燃冲压发动机的应用范围(前景)	303
12.3	电推进发动机	304
12.3.1	电推进发动机研究的发展与现状	304
12.3.2	电推进发动机的工作原理与结构	306
12.3.3	等离子电喷发动机的性能特点与应用	310
12.3.4	等离子电喷发动机的应用	310
12.4	组合式喷气发动机	312
12.4.1	组合喷气发动机的基本方案	312
12.4.2	涡轮冲压发动机	315
12.4.3	火箭涡轮发动机	316
12.4.4	利用冷冻燃料的冷源和高工作性能的空气喷气发动机	320
12.4.5	火箭—冲压发动机	321
参考文献		326

第 1 章 飞机推进系统概论

1.1 飞机推进系统的发展概况

人类实现动力飞行已有整整 100 年的历史,飞机的发明和应用是 20 世纪人类取得的最伟大科技成就之一,极大地推动了人类文明的进步,改变了人类几千年来形成的时空观和世界观,对人类社会的日常生活和思维方式产生了巨大的影响。

飞机靠推进系统提供的动力飞上蓝天,产生推力推动飞机前进的整套动力装置称为飞机推进系统。现代战斗机的推进系统一般由涡轮风扇(或涡轮喷气)发动机和进、排气系统所组成。飞机推进系统的核心是航空发动机,它作为飞机的“心脏”,在航空技术的发展过程中起着关键性的作用。在航空技术发展的早期,由于缺乏合适的动力,飞机的发明比以蒸汽机为标志的工业革命晚了近 140 年,直到 19 世纪末,20 世纪初,活塞发动机的发明和应用之后才终于圆了人类的飞行梦。在 20 世纪前半叶,装有活塞发动机的螺旋桨飞机主宰了天空,并在两次世界大战中大显身手,改变了人类的战争模式,同时也推动了民用航空事业的发展,功不可没;20 世纪 40 年代,喷气发动机的出现,使飞机突破声障,实现了超声速飞行,并从此进入喷气飞行时代;大涵道比涡扇发动机和宽体客机的出现,使得航空运输的成本大大降低,并实现了不着陆越洋飞行。飞行不再是少数冒险家追求刺激的方式,而成为普通大众不可缺少的一种交通工具。21 世纪,航空动力技术呈现加速发展态势,将有可能研制出超过声速 5 倍到 10 倍的高超声速飞行器及空天飞机,使人类进入更加经济、安全、快速、便捷的高超声速及大气层—外层空间天地往返航行时代,开辟人类航空史上的新纪元。

很显然,航空发动机不仅是飞机的动力,而且也是航空技术发展的推动力。人类在航空领域中取得的每一次重大的革命性进展,无不与航空动力技术的突破和进步相关。飞机的需求和发展又促使发动机向更高水平迈进,两者相得益彰,促进了整个航空事业的蓬勃发展,已成为一个国家科技水平、军事实力和综合国力的重要标志之一。

从海湾战争、科索沃战争和美英联军对伊拉克的战争中可以看出,即使在信息战和电子战技术十分发达的今天,配装先进动力的航空武器装备,在现代化战争中仍然是夺取制空权、决定战争胜负的决定性因素之一。

自 1939 年装有喷气发动机的飞机首次成功飞行而进入航空喷气时代以来,以喷气发动机为核心的飞机推进系统有了飞速的发展。随着对飞机性能需求的不断提高,有力地促进了飞机推进系统参数及特性的改善以及新型推进系统的研究与发展。

回顾百年飞机推进系统的发展历程,在各个阶段都具有鲜明的特点。

在第二次世界大战前及其进行期间,飞机上使用的动力装置都是由航空活塞式发动机和螺旋桨组成。活塞式发动机具有油耗低、成本低、工作可靠等特点,在喷气式发动机发明之前的近半个世纪内,是唯一可用的航空飞行器的动力。由于发动机功率与飞机飞行速度的三次方成正比,随着飞行速度的提高,要求发动机功率大大增加,从而使其质量和体积都随之迅速