

【法】皮埃尔·斯帕克 著
方昌德 朱守信 译
倪金刚 审

Snecma
Engines in the Sky

斯奈克玛 蓝天引擎

le
cherche
midi

PG

航空工业出版社

责任编辑：刘艳芳

封面设计：沈 旸

作 为世界上四家顶级飞机发动机制造商之一的斯奈克玛公司是在第二次世界大战的余殃中起步的。依靠其在当代技术方面无与伦比的经验，这家杰出公司的业务范围包括民用航空、军用航空和空间项目。一位专业航空作家首次将斯奈克玛公司的过去、现在和未来浓缩在这本附有大量动人图片的极其珍贵的书卷中。

le
cherche
midi

PG

ISBN 978-7-80243-124-9



9 787802 431249 >

定价：150.00元

斯奈克玛 蓝天引擎

【法】皮埃尔·斯帕克 著

方昌德 朱守信 译

倪金刚 审

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书详细介绍了斯奈克玛公司从诞生、成长、壮大,直到今天走向辉煌的发展历程,讲述了公司由创立初期的国营军用飞机发动机制造商,逐渐演变为现在以民用发动机业务为主,兼营军用发动机和运载火箭推进器的世界级航空航天发动机供应商。

该书同时阐述了法国政府和有关当局对飞机发动机工业一如既往的高度重视和大力支持,斯奈克玛公司与西方各主要航空发动机制造商的合作,以及公司依靠科学有效的管理和体制创新,不断追求卓越和科技领先,直到成功迈入国际航空发动机“俱乐部”,并成为当今该“俱乐部”四大“金卡”成员之一。

书中讲述了斯奈克玛公司在独立或合作开发阿塔、M53、M88、CFM56、TP400、SaM146、“银冠”等各种飞机发动机,以及阿丽亚娜火箭推进器的过程中许多鲜为人知的经历和故事,值得我们参考和借鉴。

本书适合飞机和发动机工程技术人员以及各航空院校的教师和学生阅读,同时对从事工商管理和担任领导职务的各界人士也会起到积极的启发作用。

Snecma Engines in the Sky

ISBN: 9782-7491-1014-1

Copyright LE CHERCHE MIDI EDITEUR and PASCAL GALODE EDITEURS.

北京市版权局著作权合同登记

图字: 01-2008-1528

图书在版编目(CIP)数据

斯奈克玛 蓝天引擎/(法)斯帕克著:方昌德,朱守信译.—北京:航空工业出版社,2008.3

书名原文:Snecma Engines in the Sky

ISBN 978-7-80243-124-9

I. 斯… II. ①皮…②方…③朱… III. 航空航天工业—工业企业管理—经验—法国 IV. F456.565

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第035604号

斯奈克玛 蓝天引擎

Snecma Lantian Yinqing

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-64815606 010-64978486

北京盛通印刷股份有限公司印刷

2008年3月第1版

开本:880×1230

1/16

印张:10

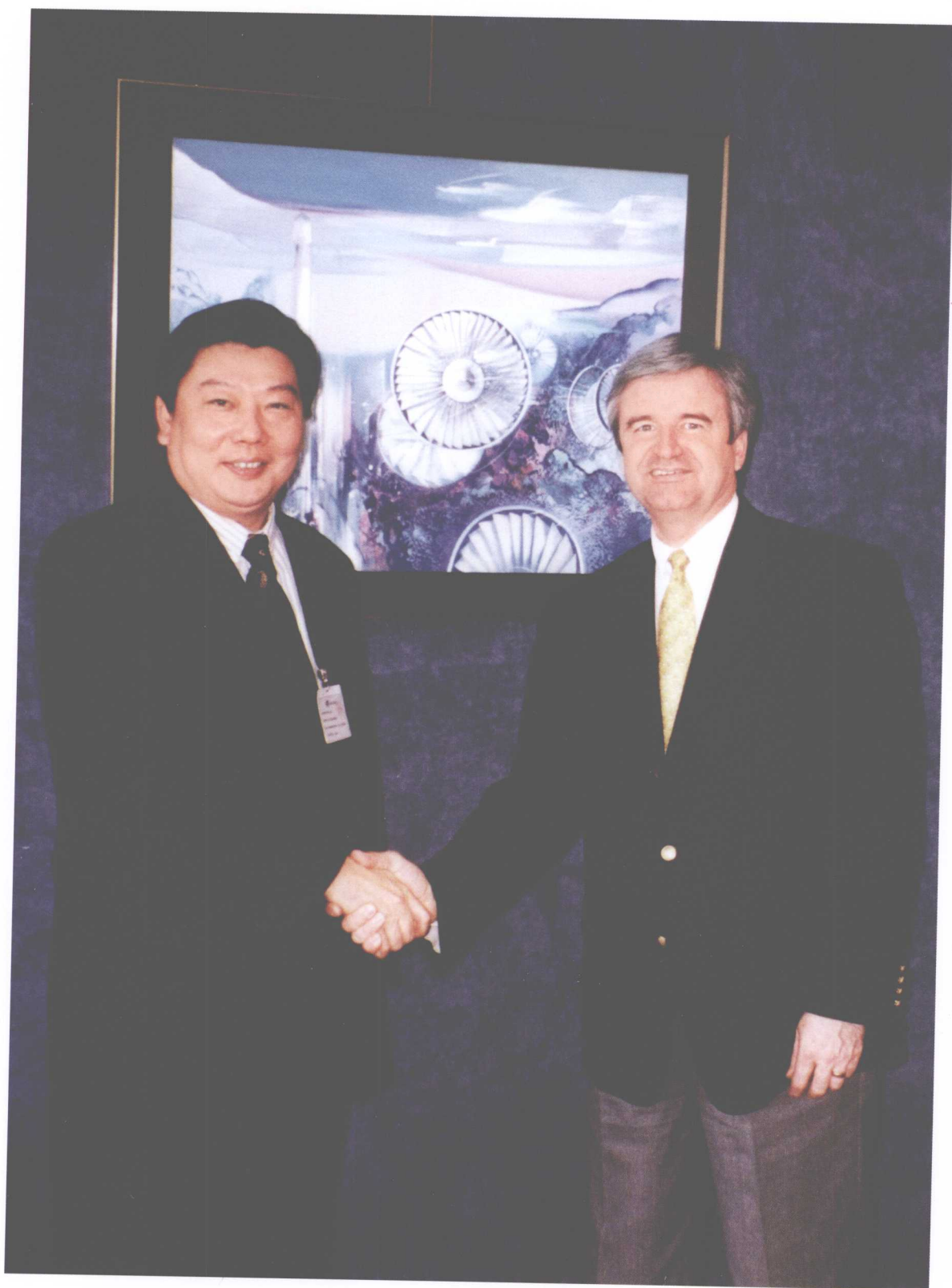
印数:1—3000

全国各地新华书店经售

2008年3月第1次印刷

字数:242千字

定价:150.00元



林左鸣与王德摄于斯奈克玛公司（1999年2月）。

合作共赢 共谋发展

《斯奈克玛 蓝天引擎》一书中文译本的问世，是中国航空工业与欧洲航空工业合作交流的历史长河中荡起的一朵绚丽的浪花。虽然仅仅是点缀，但却会给中欧航空工业合作史增添几分童话故事般的浪漫。

作为赛峰集团旗下最大的子公司，斯奈克玛公司不但用自己的经历书写了现代世界航空发动机工业史，也谱写了和中国航空发动机工业合作共赢、共谋发展的光辉篇章。

1999年春节，我从成都发动机公司调到沈阳黎明公司才三个月，就利用假期访问了斯奈克玛公司。受到时任斯奈克玛公司董事长贝山先生和主管生产的副总裁王德先生的热情接待，双方在友好的气氛中展望了加强合作的前景。在后来的岁月中，双方不断加强合作。2008年4月10日，中国一航旗下的贵州新艺机械厂与斯奈克玛公司合资的叶片制造公司将正式在贵阳落成并投产，这正是双方这种友谊和合作不断发展的见证。

把本书介绍给中国的读者朋友，让人们更全面地了解斯奈克玛公司。同时，让中国从中进一步认识到发展航空发动机工业的重要意义，是我作为一名航空发动机工业从业者的真诚愿望。正如本书开篇所说的那样，航空发动机工业是一个与众不同的工业，航空发动机是当代尖端技术的标志，而进入这个竞技场的顶级“玩家”数量非常有限。本书作者斯帕克先生认为，中国是一个正准备跻身这个昂贵的奢侈工业“俱乐部”的新兴“玩家”。

斯帕克先生这样一种眼光和境界，我们今天的一些中国人未必具备。这也就意味着，中国航空发动机工业要真正成为世界顶级“俱乐部”的“玩家”，其实还有很遥远的路程。然而，作为航空发动机工业的从业者，我坚信在不久的将来，中国必定会以更时尚的理念跨入这个“俱乐部”的门槛。

为了这一天，我们应该让国人更多地了解世界航空发动机工业的发展史。因此，我愿意热忱地把本书推荐给所有对航空发动机工业感兴趣的人们。我们真诚希望，本书中文版的出版发行能够对我国航空发动机工业的发展起到促进作用。

我非常感谢方昌德先生和朱守信先生为本书的翻译所付出的辛勤劳动，也深深感谢我的大学同班同学、赛峰集团中国代表处副总代表倪金刚博士为本书的翻译审校和出版做出的努力，同时感谢航空工业出版社及时地将本书中文版出版发行。我还要由衷地感谢赛峰集团执行副总裁、航空航天推进部首席执行官王德先生长期以来对促进中国一航与赛峰集团的合作所做出的不懈努力，以及他对本书的翻译出版所提供的帮助和支持。



中国航空工业第一集团公司总经理

2008年3月20日，北京

了解认知 成功合作

赛峰集团与中国交往已经有100年的历史了。然而斯奈克玛公司——赛峰集团旗下最主要的公司与中国航空工业进行实质性的合作是从20世纪80年代开始的，当时中国西南航空公司和云南航空公司选择了CFM56发动机用于他们采购的中/短程客机。

CFM56发动机进入中国的同时也敞开了斯奈克玛公司与中国航空工业合作的大门，原中国航空工业部下属的企业由此开始制造CFM56发动机零件。20年之后，1500多台CFM56发动机运营在中国的各大航空公司，而大量高科技含量的CFM56发动机零件都来自中国的航空工业企业。

赛峰集团在中国的业务发展始终伴随着与中国航空工业的密切合作。斯奈克玛公司最近在中国苏州和贵阳分别建厂，于2008年开始生产飞机发动机零件。斯奈克玛公司还与中国国际航空公司合作，在成都建立了CFM56发动机维修中心；与中国民航总局和CFM国际公司合作，在四川广汉创立了发动机维修培训学校，共有5500多名工程技术人员接受了培训。赛峰集团还于2002年启动了一项为中国培养未来工程师的重要计划；参与了在北京航空航天大学的中法工程师学院项目和中国民航大学（天津）的中欧航空工程师学院项目。

进入21世纪以来，借助于蓬勃发展的国内航空运输市场，中国航空工业于2002年开始研究开发ARJ21支线飞机，还将于2008年启动150座以上大型民用飞

机研制计划。赛峰集团希望与中国航空工业进一步探讨合作，共谋发展，共创辉煌。

我真诚希望双方能够密切地协作，寻求双赢的重大合作项目。同时我诚挚地祝愿《斯奈克玛 蓝天引擎》一书在中国的出版发行，能够让中国航空界的朋友们更好地了解斯奈克玛公司的发展历程及其优良产品和高新技术，正像一句古老的谚语所说的那样：“彼此之间的充分了解和认知是双方合作成功的前提。”

我衷心感谢我的好朋友、中国航空工业第一集团公司总经理林左鸣先生，正是由于他的大力支持和帮助，《斯奈克玛 蓝天引擎》一书的中文版才得以顺利出版发行。



王德 (Marc Ventre)
赛峰集团执行副总裁，
航空航天推进部首席执行官
2008年3月20日，巴黎

中国航空工业与斯奈克玛公司的合作



中国一航副总经理李玉海与赛峰集团副总裁兼航空航天推进部首席执行官王德出席贵州斯奈克玛新艺叶片铸造公司奠基仪式。



中国一航总经理助理马福安主持西航公司向斯奈克玛交付第1000个CFM56发动机涡轮盘交付仪式。



黎阳公司总经理万多波与斯奈克玛公司签订转包生产长期合作协议。



西航公司总经理蔡毅与斯奈克玛公司签订转包生产长期合作协议。



黎明公司总经理庞为与斯奈克玛公司签订转包生产长期合作协议。

目 录

与众不同的工业	1
初创时期	13
阿塔传奇	23
M88——新一代发动机	41
跨越大洋的CFM国际公司	65
从CF6到“银冠”	89
TP400-D6，欧洲在前进	109
空间推进装置	119
创新势在必行	143

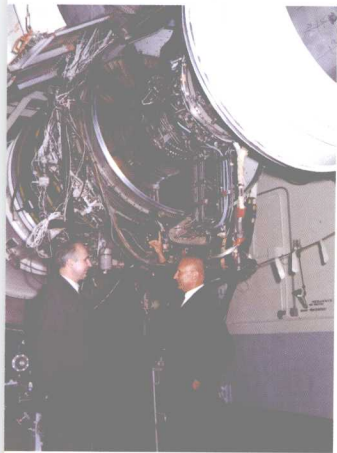


与众不同的工业

航空航天推进装置领域是一个极其排他的领域，在该领域内，世界上只有包括斯奈克玛公司 (SNECMA) 在内的四家主要“玩家”，以及一些设计能力非常有限的小公司。从长远来看，这也是一种前沿技术的文化，因为一个成功的项目将延续几十年。

风扇叶片近视图。

与众不同的工业



上图 在20世纪70年代实现CFM56发动机合作项目的两位梦想家——斯奈克玛公司总裁哈沃德 (Rene Ravaud) 和通用电气公司推进部总经理纽曼 (Gerhard Neumann)。

右页图 在法国国家航空航天研究院 (Onera) 的实验室中, 涡轮盘的三维流多域网格结构压力场。从红到绿, 压力逐步减小。

航空航天领域与其他领域迥然不同。但是, 发动机又如何? 作为当代尖端技术的标志, 这个复杂而要求很高的领域, 无论就功率输出还是就欧元而言, 都涉及惊人的巨大数字。

在这个竞技场上竞争的顶级“玩家”数量非常有限, 准确地说, 在整个西方世界只有四家。紧随他们之后, 还有几家工业企业, 这些企业不具备足够的能力或财力来发展一台完整的发动机, 这迫使他们不得不集中精力发展低功率产品或适合其境况的业务。

在这四个顶级“玩家”中, 有两家在北美, 即通用电气公司 (General Electric, GE) 和普拉特·惠特尼公司 (Pratt & Whitney); 在欧洲有两家, 即罗尔斯·罗伊斯公司 (Rolls-Royce) 和斯奈克玛公司。他们明确地共同分享全球市场。虽然他们为了争夺市场份额而展开无情的竞争, 但是他们也从实用主义出发结成富有成果的联系。

推进装置领域并没有被排除在产业“整合”运动之外, 这种“整合”深刻地改变了当代航空航天工业的结构。罗尔斯·罗伊斯公司收购了北美发动机制造商艾利逊公司以及宝马-罗尔斯·罗伊斯公司, 后者成为罗尔斯·罗伊斯德国公司。罗尔斯·罗伊斯公司还全力参与国际航空发动机公司, 直接与CFM国际公司 (CFM International, 斯奈克玛公司和通用电气公司的合资公司) 竞争。在国际航空发动机公司中, 罗尔斯·罗伊斯公司与普拉特·惠特尼公司、德国发动机涡轮联合公司 (MTU公司)、意大利的Avio公司 (前身为菲亚特公司) 和一个由三家日本合伙人组成的集团合作。

同时, 按照德国法律组建的欧洲喷气发动机 (Eurojet) 公司联合罗尔斯·罗伊斯公司、MTU公司和一些别的公司生产EJ200发动机, 该发动机装备“欧洲战斗机” (Eurofighter)。Eurojet公司当然遵循由

研制装备“狂风” (Tornado) 战斗机发动机的涡轮联合公司 (Turbo-Union) 所开辟的路径。用同样的精神, MTU公司与透博梅卡公司 (Turbomeca) 合作为强大的欧洲直升机公司“虎” (Tiger) 式武装直升机装备发动机。在其他的合作例子中, 还有透博梅卡公司和罗尔斯·罗伊斯公司在一些项目上展开合作。

斯奈克玛公司比其他任何人都更了解欧洲, 并积极为加强其技术和工业基础做出贡献。当斯奈克玛公司逐步成长为一个均衡发展的集团时, 其获得了许多成果, 掌握了航空航天推进装置各个方面的技术, 从调整卫星轨道位置所必需的要科学精密仪器才能测量的只有几克力推力的发动机到装备“阵风” (Rafale) 战斗机的强悍动力M88, 以及从SaM146到GE90和装备阿丽亚娜 (Ariane) 5火箭的“火神” (Vulcan) 2发动机等民用动力装置。

30多年来, 斯奈克玛公司与通用电气公司密切合作, 建立起伙伴关系, 共同研发了今天硕果累累、名声显赫的CFM56系列发动机。

在第二次世界大战的余殃中创立而且起初在困难环境下从事单一生产的斯奈克玛公司, 在法国政府, 尤其是国家航空航天研究院、国家航空航天研究实验室和法国发动机试验中心的支持下, 已经稳步发展成为多元化的集团公司, 并不断拓展其业务范围。

多年来, 集团通过提供由如欧洲推进装置公司 (SEP)、透博梅卡公司和拉比纳公司 (Labinal) 那样的顶级“玩家”组成的构架, 专心致志为实现法国航空航天推进领域的主要目标努力工作。在此构架内, 还有具有独特经验的更为专业化的公司, 如伊斯帕诺-西扎公司和于亥尔-杜布瓦公司、梅西埃-比加蒂公司和梅西埃-道蒂公司。此外, 斯奈克玛公司还创立了其他公司以满足新的市场需求, 像埃塞 (Aircelle) 公司, 而且在法国以外建立了



欧洲阿丽亚娜(Ariane)5推进器的技术和运营成功在很大程度上依赖于推力强大的“火神”(Vulcain)2火箭发动机。

“桥头堡”。目前，斯奈克玛公司已经成为赛峰集团(Safran)旗下综合的和强有力的工业领袖。

赛峰集团前董事会主席兼首席执行官让-保罗·贝山(Jean-Paul Bechat, 2007年由让-保罗·赫特曼(Jean-Paul Herteman)接任)将其毕生精力用于集团的事业。他对本领域的熟悉,加上具备精细分析的能力,使他能够表达这样的独特观点——在世界范围内航空航天是一个“很小的”工业。然而,航空航天工业在地球这个行星上具有战略影响。航空航天工业所要求的质量和效率使它必须成功地提供一系列的工业产品,但没有大的收益和真正意义上的批量生产。贝山指出:“它是一个非常小但非常昂贵的奢侈工业,需要大量的投资。”

这个领域的另一个独特性是其稳定性。自从美国进行了重大重组,而且欧洲也跟着实施以来,推进领域并没有受到太多的影响。美国的两家“大腕”受益于他们的庞大规模,并且,看来他们之间的长期竞争共存局面将继续下去。而且,美国官员们对垄断睁一只眼闭一只眼,欧洲委员会也持这个态度。然而,欧洲的航空航天推进装置领域正采取不同的途径,它们更喜欢联合而不是整合。

就这种稳定性而言,民用市场的持续发展的前景和该领域的象征性价值——某些人喋喋不休的一个主权工业,往往可能引出新的竞争者。

这种情况只可能在长时期内发生,而且显然只可能与三个大国有干系。

首先是俄罗斯,它在冷战时期是一个顶级“玩家”(虽然是在自给自足和封闭的环境下运作)。在渡过了困难时期之后,它的航空航天工业从广泛的重组运动中获得好处,而且他们同时确立了现实的目标。俄罗斯正在一系列联合开发项目上下赌注,尤其是在开发一种支线飞机——“超级喷气”(Superjet)100方面。这种

飞机装备土星公司(Saturn)和斯奈克玛公司联合研制的发动机。我们将在下面详细讨论这个问题。

中国是另一个新兴的“玩家”,她依托其拥有的相当规模的市场,其工业发展有可能威胁到其他有名的“玩家”。这种威胁隐含在飞机制造商之间的伙伴关系内,例如,空中客车公司在中国建立一条A320飞机的总装线。中国航空工业集团公司(AVIC)已经开始研制一种中国人自己设计的ARJ21支线飞机,而且,2007年3月,中国政府在北京宣布,要研制一种宽体飞机。

印度也是野心勃勃的国家,其有可能在未来成为一个新的“玩家”。

贝山声称,就发动机而言,它的门槛设置得比其他航空专业更高。这预示着新的竞争者进入的难度会更大。

不规则的需求

航空航天领域的运作是长期性的,一种发动机的寿命期有几十年。技术或工业选择的后果在20年或30年之后依然能够被感知。一台动力装置的研制成本——这是一个应该被严密保守的秘密,大致在10亿~20亿欧元之间,这意味着在判断和决策上的任何错误都必将产生严重的后果。

推进装置需要惊人的资金投入、在预测飞机制造商需求方面的特殊技能和具有超常耐心的财务后台老板。诚然,设计一台发动机要花七八年的时间,虽然由于新的计算机辅助计算和设计方法的普及使研制时间有所缩短,但是仍然需要许多年才能达到成熟的设计。

而且,项目的数量奇怪地呈下降趋势,因此限制了其潜在的用途。目前的空中客车/波音对垒局面就是一个很好的说明,因为这种双寡头垄断市场的局面已经取代了过去多年存在的多元化格



局。同样，只有少数几家战斗机制造商存活下来。

然而，这并不意味着发动机制造商的前景不妙。根据《预测国际》杂志，它的预测与其他专门机构的预测是一致的，2006~2015年，将生产各类航空航天发动机95000台，其中包括60000台涡轮喷气发动机。

CFM国际公司对未来20年的预测相对要精确些，比较保守的估计是涡轮喷气发动机为53100台：7000~18000磅力推力级的12600台；18000~45000磅力推力级的20450台；45000磅力推力级以上的16060台。这相当于总值近4000亿美元（定值美元的市场值）。

按飞机制造商的习惯，预测未来20年的市场是极其困难的，但是，如果考虑到启动项目之前准备阶段的时间和典型航空项目非常长的寿命周期，20年的市场预测甚至还是有点“目光短浅”。事实上，发动机制造商愿意制定更长时间的计划，但是，由于各种不确定因素，这实际上是非常困难的。

因此，将刊登于《航空周刊》的《国际预测》杂志的预测摘要与另一家有关的“玩家”——罗尔斯·罗伊斯公司的预测

比较一下是有启发的。这两个预测的观点迥异，英国人通常不为浮夸所动，他们预测未来20年有一个114000台发动机的市场，总价值超过6000亿美元。

显然，应该小心谨慎地对待这些预测。尤其是对于最大推力量级的发动机的需求，所用的分析方法应该与别的发动机不同。对于比较大推力量级的发动机，生产速率不会很高，但是这会由高的价格作为补偿；而对于较小推力量级的发动机，产量和价格的规律恰恰相反。在发动机工业中只闪烁着几颗耀眼的发动机之“星”，这可以说明这种规律。

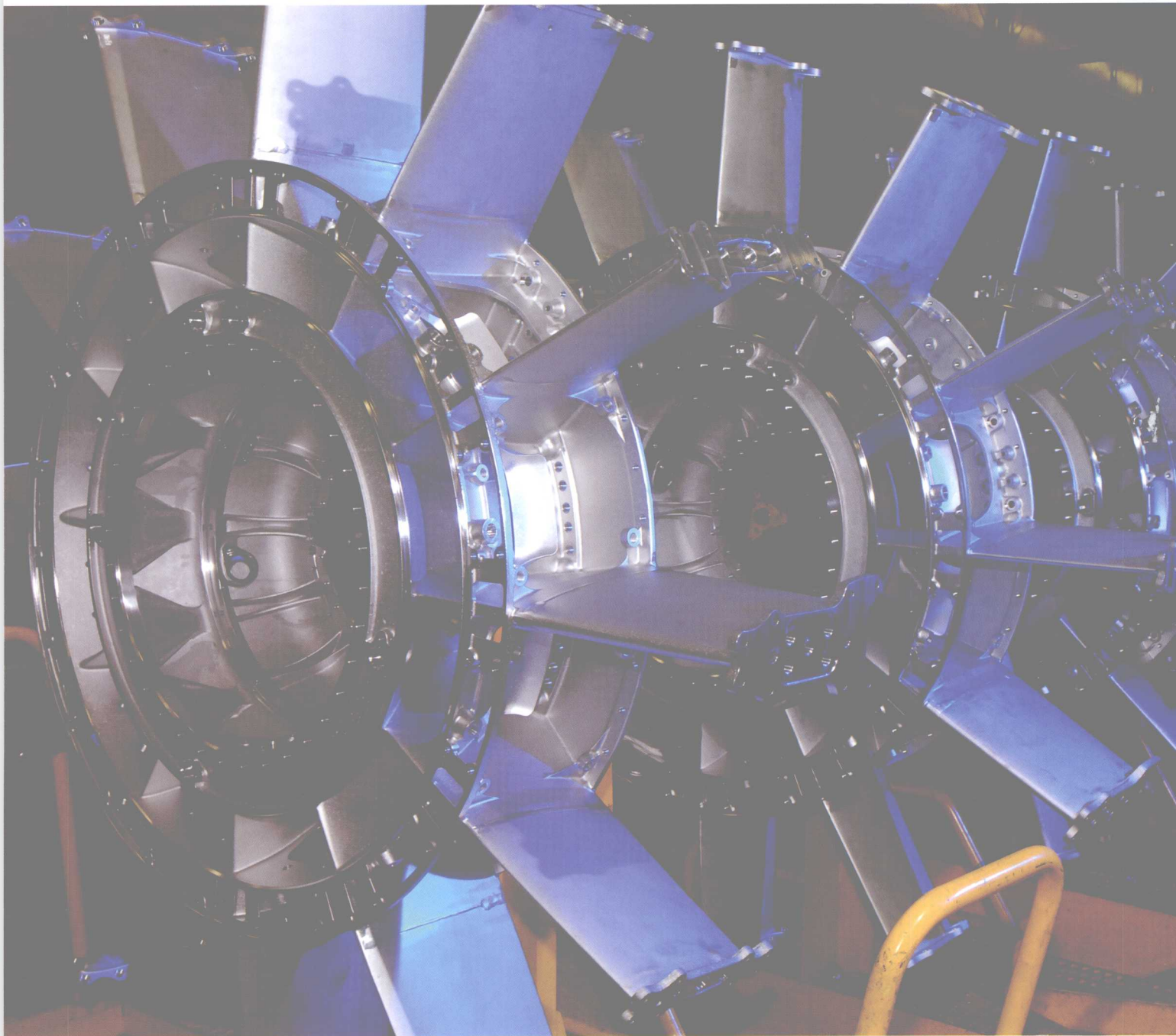
结果，对于同样的10年期间，分析家预测生产各型CFM56发动机8250台，假如波音737和空客A320飞机系列能有连续不断增长的订单，2005年和2006年期间是一个高峰，这个预测看来是准确的。

法国人和美国人的动力装置享有波音737独家动力的令人羡慕的优势，而且，在A320上又占了其对手——国际航空发动机公司V2500发动机的上风。

不难想象，似乎只有CFM56发动机才能从这样广泛的销售中受益。但事实上，至少就生产的数量而言，不单单是CFM56受益。普拉特·惠特尼加拿大公司预期

在Corbeil工厂传送带上的静子叶片。

这个令人印象深刻的设施是高效工业设施的关键基础。



CFM56发动机的机匣。

这个象征性的图片说明了这个法国—美国合作项目的成功和产品进入大批量生产的状况。

在相同的时间内，将交付相同数量的小发动机PW600。这个着实令人惊奇的形势是由一个新的现象造成的，即最新一代的小型喷气机（很小的轻型喷气机和个人轻型喷气机）的销量骤增。虽然它们刚出现在“舞台”上，但也应引起人们的关注，因为它们可能以每年数以千台计的速率生产，厂家有赛斯纳公司、巴西航空工业公司、Grob公司、Piper公司以及像Eclipse和Spectrum Aerospace那样的新来者。计算起来并不难：每年1000架飞机需要2000台发动机，加上备用和更换的发动机，10年总共需要20000台左右。

这个数字多于“常规”的公务机发动机数量，尽管后者也在不断增长。这些飞机则由达索公司、湾流公司和其他一些公司生产。

从多个方面讲，公务航空是一个重要的增长市场。一些“巨头”（包括斯奈克玛公司的SM-X，后改名为“银冠”）以及其他“玩家”，像霍尼韦尔公司和威廉斯国际公司都纷纷介入。

公务航空不仅限于“隼”、“湾流”和VLJ等飞机。它还包括其他各种飞机，像高端的波音公务喷气机（由波音737派生而来）、基于A319和A318 Elite的空客