

和机场发展 西方国家的民用航空



Ultra
ELECTRONICS



中国国际贸易促进委员会

1998



商业奇迹的创造者

——肯德基经营之道



肯德基餐厅夜景

一家小小快餐店，经过半个世纪的经营，发展到近一万家，遍布世界八十多个国家和地区。这个商业奇

迹的创造者，就是世界上最大的炸鸡连锁集团

——肯德基。

肯德基在全世界都受到广大消费者的喜爱。1987年，肯德基进入中国，在此后的短短十年间，我们已在中国五十个以上的城市开出了超过200家的餐厅，更值得欣慰的是，在各地每开一家餐厅，也都得到了消费者的支持。

肯德基之所以会在世界各地获得如此巨大的成功，秘诀在于我们每一个经营者都牢记于心的QSCV四大管理要素——

★产品质量/Quality: 在全世界任何一家餐厅，都保证



山德士上校精心设计的炸鸡

消费者享受到统一的高品质的美味食品；

★优质服务/Service: 让顾客得到的服务多于他原来所期望得到的服务；

★清洁卫生/Clean: 每一位员工都会负责特定的清洁工作，让餐厅始终保持最清洁状况；

★物超所值/Value: 令消费者在合理的价格内，享受到值得信赖的品质、亲切的服务和舒适的环境。

除此之外，我们还在全球所有餐厅推动CHAMPS (Cleanliness/Hospitality/Accuracy/Maintenance/Product Quality/Speed)的营运评估，以落实QSCV

标准的执行。



用11种神秘配方烹制的原味鸡

正因为如此，我们越来越受到消费者的喜爱。如果将1996年全球肯德基销售的鸡块首尾相接的话，长度可以绕地球赤道11圈；如果从地球到月球，还可多余59,000哩。

留心一下，你会发现在购物中心、商业区、住宅区等不同商圈都可以看到山德士上校的身影。我们的高效率、高品质绝对符合日益繁忙的都市生活，甚至在美国纽约国际机场、泰国曼谷国际机场里，肯德基也早已成为快餐的首选；相信不久的未来，在中国的国际机场您也同样可以一睹肯德基熟悉的面容。



肯德基在曼谷国际机场



肯德基中国总部
中国上海天钥桥路30号美罗大厦21、22楼
邮编: 200030 电话: 62107008 传真: 62107500

更高!

更快!

更远!



SAAB

Saab Aircraft AB

欢迎垂询: 北京城市宾馆 1607 室
萨伯飞机北京代表处
电话: 010 6501 0226
传真: 010 6500 7802

全球 的 经验

雅美亚的世界

雅美亚航空服务部隶属于美国航空公司，是雅美亚公司的航空服务部门。作为全球最大的航空公司的一部分，我们可以充分利用长达 75 年的航空营运经验，以及 120,000 名雇员的管理才能和经验。

作为北美洲的主要航空服务公司，我们向全世界 60 多个地区的上百家航空公司和机场管理局提供范围广泛的服务。



- 机场旅客和货物候机楼的管理和开发
- 私有化机场实体和公司的管理和操作
- 机场和候机楼建设-运营-转让项目
- 综合停机坪和旅客服务
- 货物搬运和货物设施管理
- 飞机加油和油场管理
- 飞机、地面设备和喷气桥维护
- 技术和飞行操作服务

东城区建国门内大街 7 号
光华长安大厦 1 座 509 室
北京 100005
电话: 86-10-6510-1852
传真: 86-10-6510-1846
SITA: BJSOAA

香港港湾道 18 号
中环广场 2904 室
电话: 852-25072970
传真: 852-28028522
SITA: HKGAMAA

西方国家的民用航空 和机场发展

1998

主 编

龚文抗

Gong Wen Kang

• 本书作者所表述的各种意见和观点并不一定是出版者的意见和观点，而且因为此书经过周密审慎的准备，所以出版者对书中各篇文章中的这些意见和观点、或者任何不准确之处概不负责。

• 中国国际贸易促进委员会既不赞助、也不提供本出版物各款广告所列举的任何材料、物品、设备和服务；而且中国贸促会对本书中刊载的任何广告说明的准确性和不准确性概不负责。

Published by Sterling Publications Limited
a subsidiary of Sterling Publishing Group Plc
55a North Wharf Road, London W2 1XR
United Kingdom
Telephone: +44 171 915 9660
Fax: +44 171 724 2089



Sterling Publications Limited
Flat B, 18th Floor
Tai Ping Industrial Centre, Block 1
57 Ting Kok Road
Tai Po, Hong Kong

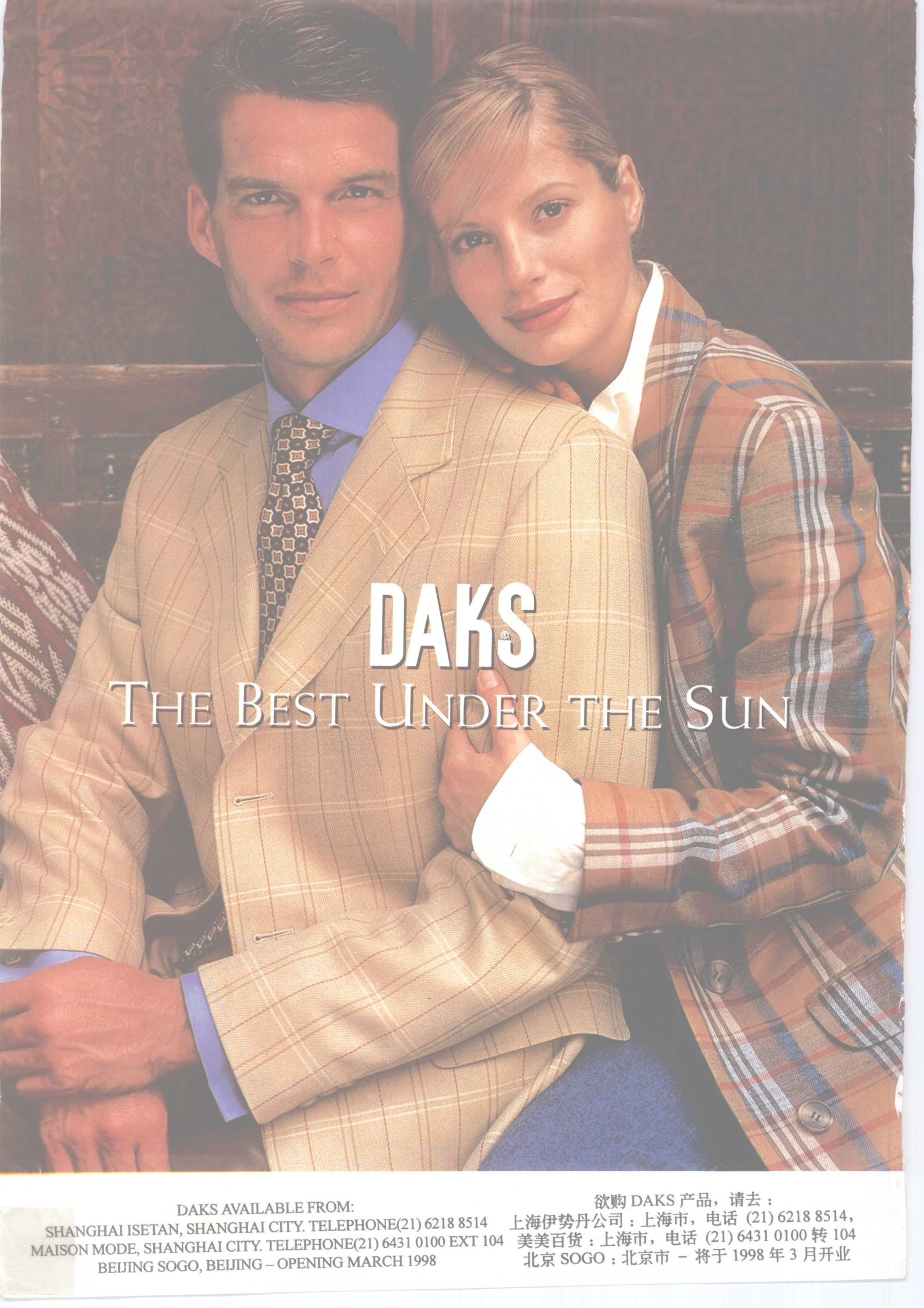
中国国际贸易促进委员会 中国国际商会
北京复兴门外大街1号 邮编: 100860
电话: 6462 0451
传真: 6462 0450
电挂: COMTRADE BEIJING
电传: 22315 CCPIT CN



中国国际商会驻英国代表处
40/41 Pall Mall
London SW1Y 5JQ
United Kingdom
电话: +44 171 321 2044
传真: +44 171 321 2055

©1998: 此出版物的全部内容受到版权保护，其详细内容由斯特灵出版集团公司提供，所有权利都保留。事先未经版权所有者同意，此出版物的任何部分均不得再版，或储存在回收系统，或者用电子、机械、影印、再录等任何形式和方法加以传播。

承印者: 长城(香港)文化出版公司

A man and a woman are posed closely together. The man, on the left, is wearing a light-colored, vertically striped suit jacket over a blue shirt and a patterned tie. The woman, on the right, is wearing a plaid jacket over a white shirt. She has her arm around the man's shoulder. The background is a dark, textured wall.

DAKS

THE BEST UNDER THE SUN

DAKS AVAILABLE FROM:

SHANGHAI ISETAN, SHANGHAI CITY. TELEPHONE(21) 6218 8514
MAISON MODE, SHANGHAI CITY. TELEPHONE(21) 6431 0100 EXT 104
BEIJING SOGO, BEIJING - OPENING MARCH 1998

欲购 DAKS 产品, 请去:

上海伊势丹公司: 上海市, 电话 (21) 6218 8514,
美美百货: 上海市, 电话 (21) 6431 0100 转 104
北京 SOGO: 北京市 - 将于 1998 年 3 月开业

目 录

- 8 前 言
中国航空学会副理事长 张彦仲
- 航空航天技术
- 11 降低复合材料成本的捷径
克里斯·里加特
美国先进复合材料集团公司
- 16 为中国的通用和商业航空提供新产品
京特·恩德烈斯
宇航咨询及记录公司
- 25 发展中的 Trent 航空发动机家族
罗尔斯-罗伊斯商业航空发动机有限公司
- 30 对点火装置的一流开发
泰德·威尔莫特
优胜者航空产品公司
- 33 航空工业的涂层解决办法
Praxair 表层技术公司
- 35 对环境负责的航空运输
欧文·沙勒
瑞士航空公司
- 38 化学在航空工业中的应用
帕特·博伊尔
Brent 国际公司
- 41 开始研制超级巨型客机
阿兰·盖洛普
- 43 波音公司推迟巨型客机的发展
阿兰·盖洛普
- 45 为中国航空工业服务
RMB 公司
- 46 继续发展, 不断改进
陈杰志
壳牌中国有限公司北京代表处
- 51 先进的发动机设计
航空发动机学会
- 53 先进的燃油处置方法
AFS 航空油料服务股份有限公司
- 55 埃及航空公司发展简史
埃及航空公司
- 航线租赁
- 57 通用航空和商务航空: 一个空中交通的概念
航空器所有者与飞行员协会国际委员会
- 62 安全可靠的飞机租赁
飞机验收工程服务公司
- 维修保养
- 63 降低发动机设计的风险
冈特·卡普勒
BMW 罗尔斯-罗伊斯公司
- 66 全面的波音 737 维修服务
布拉森斯南美和远东空运公司
- 70 航空工业的轮胎技术
米其林飞机轮胎公司
- 73 令人满意的全方位服务
沃尔夫·哈里克森
AlliedSignal 航空公司
- 75 航空航天测试技术的新发明
迪克·托马拉
航空系统工程公司
- 81 发动机大修
德里克·诺菲尔德 史蒂芬·卡瓦诺
美国霍夫曼公司
- 85 优秀水平
戴夫·沃斯利
Cap Gemini 英国公司
- 88 使用简便、修理质量优良的新一代粘合剂
马修·劳里
西伯专业化学制品公司
- 90 全面维修和大修设施
意大利航空公司
- 92 波音 747 型飞机的修改
Iberia 西班牙航空公司
- 95 表面涂层解决办法
Sulzer Metco Holding AG 公司
- 97 可剥离飞机内层压板
Schneller 公司
- 99 有效的飞机大修和保养
Atitech 公司
- 101 来自喀山的图波列夫飞机
喀山戈尔班诺夫飞机生产协会
- 培训
- 105 起飞的培训
斯文·卡尔松
斯堪的纳维亚航空公司飞行学校

- 111 美国的航空工业与院校结成伙伴关系
加里·W·基特莱
大学航空协会
- 115 选择适当的仿真器
汤姆·霍华德·琼斯
Raytheon 培训公司
- 121 历史悠久的航空学校
斯帕坦航空学校
- 123 为东南亚地区提供航空训练
关岛航空技术学院
- 125 计算机化选拔和培训系统
国际人力资源有限公司
- 127 对欧洲飞行训练的挑战
皮埃尔·博加特
塞法机构
- 128 为了成功就要培训
道格·基连
西北航空公司
- 130 哥本哈根机场：有效客户关系的培训
约根·芒戈尔
哥本哈根机场 A/S

机场开发服务

- 133 开发波尔多机场
伯纳德·菲茨西蒙斯
- 139 奥斯陆的新机场
史蒂夫·米内特
米内特传媒公司
- 143 法兰克福机场的发展
内奥米·阿尔福拉特
- 147 机场的私有化
国际机场集团公司
- 149 为顾客着想的服务正在发展
马来西亚航空公司机场服务公司
- 151 为中国的发展助一臂之力
Avis 欧洲租车公司
- 153 令人耳目一新的粘土制品
恩地科特粘土制品公司
- 155 解决波音 777 对道面的应力和应变问题
约翰·安德森 马克·詹森
麦克唐纳（国际航空）公司
- 158 电瓶叉车
海斯特中国公司

- 160 更好的自动化货物管理
卡戈勒克斯国际航空公司

- 162 二十一世纪的机场运作
理查德·马奇
国际机场理事会

行李处理

- 169 在行李传送工程中以设计为指导的工作方法
鲍勃·蒂布尔斯 罗杰·皮尔金顿
AMEC 设计与管理公司
- 173 全面的行李处理办法
王德尔兰特工业公司
- 175 现代化行李处理系统
西门子公司
- 181 选择适当的行李处理系统
赛义夫·帕特
超级电子机场信息系统公司

货运

- 185 中国航空货运业的发展
阿兰·盖洛普
- 188 认真细致地处理货运
汉莎货运公司

保安

- 190 领先的 CCTV 管理系统
克雷格·赖特
Maxpro Systems 有限公司
- 192 离子捕捉移动式分光仪探测技术
保罗·艾森布劳恩
离子示踪仪器公司
- 194 机场安全：如何开始，何处着手
博扬·卢科夫尼克
卢布尔雅那国际机场
- 201 国际民用航空组织附件 17 - 新版本
彼得·威尔金斯
彼得·威尔金斯咨询公司

防火和安全

- 203 为更安全的飞行而进行教育
斯图尔特·马休斯
飞行安全基金会
- 208 改进消防工作的新技术
Waterous 公司
- 210 民用航空设备的标准和规范
乔夫雷·弘特
欧洲民航设备组织

空中交通管制和导航

213 航空交通管制：美国人的展望

加布里尔·A·哈特尔
航空交通管制协会

218 美国军民联合空域制度

罗纳德·摩根
联邦航空管理局

221 人造卫星通信、导航和监视

大卫·费瑟斯顿
国际移动人造卫星组织

气象

226 机场气象观测自动化

道格·布什
英国国家航空运输服务公司 盖特威克机场
伊恩·林顿
英国国家航空运输服务公司 伯明翰国际机场

信息技术

229 改进旅客服务的明智方案

彼得拉·丹恩
西门子尼克斯多夫公司

233 通向没有票证的未来

大卫·丁莱
IBM 旅行和运输公司

237 航空业的信息技术

安雅·施滕格
汉莎系统公司

239 使通讯畅通无阻

大卫·拉扎勒斯
摩托罗拉公司

241 靠信息技术获得竞争优势

马斯·勃兰特
Teledyne 控制公司

通信

245 在空间卫星通讯中的革新

保尔·康威
英国天空电话公司

免税品

249 取消免税品销售，无异于将球射进自己的球门

马克·约翰逊
国际机场理事会 (ACI)

252 起飞前订购正在兴起

Virgin 大西洋航空有限公司

255 产品之窗

一百万人的 午餐？ 没有问题！



Host Marriott Services 每年都为成百万饥饿的旅客提供服务。应用一种创造性的、以顾客为导向的方法，Host Marriott Services 将当地产品和国际品牌的产品配合起来，制订出最好的食品配方，满足各种口味顾客的用餐和购买需求。Host Marriott Services 在全国和全球 70 多个机场上满足旅客的就餐需要。

欲知顾客导向法详情，
请联系：
Host Marriott Services
或 www.hmscorp.com



Amsterdam-Anchorage-Atlanta-Auckland-Austin-Baltimore-Billings-Birmingham-Boston-Cairns-Charleston-Charlotte-Chicago-Christchurch-Cincinnati-Cleveland-Corpus Christi-Dallas/Ft. Worth-Dayton-Detroit-Grand Rapids-Harlingen-Hartford-Honolulu-Houston-Indianapolis-Jackson-Jacksonville-Kansas City-Kauai-Las Vegas-Little Rock-Los Angeles-Louisville-Lubbock-Maui-Melbourne-Memphis-Miami-Midland-Milwaukee-Minneapolis/St. Paul-Montreal-New York (Kennedy and LaGuardia)-Newark-Omaha-Ontario (CA)-Orlando-Phoenix-Portland (ME)-Raleigh-Durham-Reno-Sacramento-Salt Lake City-San Diego-San Francisco-San Jose-Santa Ana-Sarasota-Savannah-Seattle-St. Louis-Tampa-Toledo-Vancouver-Washington (Dulles and National)-Wichita

前言

中国航空学会副理事长 张彦仲



自从莱特兄弟完成第一架带动力的、可操纵的飞机的短暂飞行后，人类在大气层中飞行的古老梦想终于成为现实。航空科学技术发展成为集中本世纪许多学科最新成就、体现一个国家科学技术综合实力的高新技术；航空工业发展成为多种基础工业高度综合、素有“工业花朵”之称的高技术产业；航空工业的发达程度，已经成为衡量一个国家的综合国力及其工业、国防建设和科学技术发展水平的重要标志之一。

民用航空是航空工业重要的组成部分。民用飞机大大地“缩短”了地球之间的距离，与铁路、公路、水运和管道运输相比，航空运输以其速度快、投资省、安全性好等独特优势，成为发展最快的运输方式；民用航空技术在力学、热力学、材料科学、计算机科学、喷气推进、自动控制、微电子学、制造工艺学等领域处于科技发展的最前沿，对推动现代科学技术进步发挥越来越大的作用；民用航空工业是高附加值、高创汇率的产业，在发达国家外贸出口方面处于至关重要的地位。由于民用航空工业具有巨大的社会、经济效益，世界上许多国家都高度重视航空工业的发展，欧美等国家把航空工业作为战略产业，不遗余力地支持其发展；巴西、印尼、韩国等新兴工业国家也大力发展民用航空工业，力争通过这样的高科技

产业带动其经济进入新一轮增长。

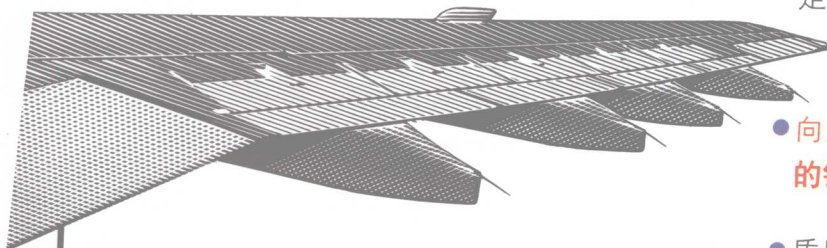
我国民用航空制造业起步于五十年代中期，首先试制小型多用途飞机；六十年代开始研制支线客机和中型运输机；七十年代着手研制大型客机；八十年代起国产支线客机投入民航国内航线使用，并开始进入国际市场，同时开始与外国合作生产和研制喷气客机。经过 40 多年的发展，我国航空工业研制生产各类民用飞机近 30 个型号，其中运 7 系列支线客机有 89 架在国内 278 条航线上运营；中美合作组装的 MD82/83 系列喷气客机已交付 35 架，在国内外 120 多条航线上运营；运 5、农 5、运 11、运 12 型通用飞机和直 9 型直升机为工农业服务的飞行区域已覆盖全国各省市、自治区（台湾省除外）。运 12 型系列飞机分别取得了英国 CAA 和美国 FAA 的适航证，并有 80 多架出口。最近立项的中外合作研制的 100 座级民用飞机项目，将进一步促进我国民用航空工业的发展。

随着世界经济和技术的发展，我国民用航空制造业发展面临着新的发展机遇。当代航空工业高技术发展与应用越来越快，投资大，风险高，市场竞争激烈，从而导致航空工业国际化、集团化趋势；随着我国改革开放的不断深入和经济发展水平的逐步提高，航空运输业蓬勃发展，客运周转量和运输周转总量分别跃至世界第 5 位和第 10 位，从 1980 年到 1995 年，年平均增长 20%，据预测，“九五”期间仍将保持 15% 的年增长率，我国将成为世界较大的航空产品市场之一；我国航空工业经过 40 多年的建设，已经具备加速发展的必要基础，通过国际合作方式发展民用航空制造业的战略计划已经启动，民用飞机合作研制、零部件转包生产、合资合作和航空技术向民用领域的转移等多个项目的国际合作正在稳步推进。可以预见，我国民用航空制造业的发展前景非常广阔。

《西方国家的民用航空和机场发展》由中国贸促会和英国斯特灵出版集团公司合作出版，主要介绍西方国家在民用航空技术、产品和管理方面的许多信息。我希望该书能为促进我国民用航空制造界对外交流发挥积极作用。在此，我向作者、译者、出版和发行等有关部门和人士表示衷心感谢。

ALMET

aéronautique



- 库存备有 1000 种规格的板、盘、杆、挤压型材
- 根据您的要求加工：
粘接剂保护、按尺寸切截盘和板、表面加工、穿孔定位等
- 向主要飞机和直升机制造厂及分包商进行全球范围的销售
- 质量获得 ISO 9002、QUALIFAS 等认证

您的铝零售商，
航空工业的伙伴。

7 rue Gustave Eiffel
TECHNOPARC
F - 78306 POISSY Cedex

Tél. 33 1 39 22 52 22
Fax 33 1 39 22 52 32

ALMET is a subsidiary of the PECHINEY GROUP

碳素钢、
不锈钢、
镍合金、
铝、黄铜、
镁、钛和
超耐热合金



ADVANCED METALS
INTERNATIONAL LTD.

Advanced Metals International Limited

Unit3, Odhams Trading Estate
St Albans Road, Watford, Herts.
WD2 5RE, U.K.

Tel: - +44(0) 1923 202099

Fax:- +44(0) 1923 240517

E-mail:- ami@3-rivers.net

航空航天、国防、核、
石油化工和
一切严酷条件下
应用的
高整基合金

世界上大多数处于领先地位的管理当局
和机构都认可本公司的质量。

降低复合材料成本的捷径

克里斯·里加特
美国先进复合材料集团公司

Chris Rigard
Advanced Composites Group Incorporated, USA

结构复合材料低温模压法用于小批量生产时可大大节约成本。能做到这一点是因为不需费用昂贵的工具加工，而这种加工成本可占非经常性制造成本的 60% 以上。

目前人们侧重于，特别是在航空航天业中侧重于生产技术性能优良的产品，而其产量又要比过去少得多。用于飞机主要结构的复合材料，其生产成本必须更加便宜，同时仍能达到严格的性能标准。

小批量生产使用常规复合材料，通常意味着高昂的成本。这些产品的非经常性成本中的一个主要部分是用高压釜高温高压加工部件所必需的费用昂贵的工具。据估计，在双机组计划中，工具加工费占复合部件制造成本的 60%。因此，麦克唐纳-道格拉斯公司、赖特-帕特森空军基地和洛克希德-马丁公司的 Skunk 工厂都在努力争取降低复合结构的成本。

降低成本的努力导致设计出与用 350 华氏度（177 摄氏度）加工的传统材料不同的用低温（例如，140 华氏度，即 60 摄氏度）加工的结构复合材料。这样就不需要昂贵的工具加工费从而降低了成本。

ACG 公司在结构复合材料生产方面已成为领导美国市场的厂家。该公司使用用低温模塑（LTM）预浸技术处理的产品，这种技术是 20 年以前研制出来，目的在于满足赛车业的类似需要。

低温模塑材料

任何预浸树脂配方包括 3 个基本成分：

- 碱基树脂或碱基树脂混合物；
- 硬化剂或硬化剂混合物；和
- 增加韧性或控制流动的其他成分。

就绝大多数复合用途的环氧树脂配方而言，过去 25 年开发的所有预浸材料几乎都使用了硬化剂，以使材料在室温下有较长的经久寿命以及有较高的硬化温度（250 - 350 华氏度，120 - 177 摄氏度）。在树脂配方中，这些硬化剂流动性低，活性水平也低，这使预浸料制造厂家和直接用户十分容易而安全地处理这些材料。这些材料的用途如此普遍，以致许多人认为高温硬化，特别是在高温下硬化，对于良好的机械性能是必需的。事实上，这种假设是毫无技术依据的。

LTM 的基本原理还包括可设计出在甚低温下脱模即可硬化的树脂系统。然后树脂经受独立式增温 2 次硬化，完成硬化反应并形成所要求的机械和热性能。初始硬化采用低温，不需高成本、高温工具加工，可以利用像复合泡沫材料、木材、石膏，甚至刨花板这样的建筑材料。这类树脂与传统材料相比存在某些不足，它们的室温工作寿命通常比较短，且有特殊处理要求，但是这种生产方法没有固有的设计损失。

由于大部分硬化是独立式进行的，部件没有工具支撑，因此十分重要的一点是典型使用温度和加热变形温度，它们不低于低温硬化预浸料的 2 次硬化温度，否则就可能产生变形。这一问题之得以避免，是因为在用于制造结构部件的 LTM 预浸系统中，使用温度比 2 次硬化温度高，使它们能耐受这一程序中的处理。

高压与低压硬化

还可以如麦克唐纳-道格拉斯公司、洛克希德-马丁公司和美国空军已经做的那样，把这种基本原理再向前推进一步，不仅降低硬化

温度，而且降低硬化压力，索性省却高压釜，而用一台大气烘炉/真空袋进行硬化。这种办法可以进一步节约成本，并且可以用装备了取暖电炉的与一顶帐篷差不多大的硬化烘炉来制造十分巨大的整体结构。

不过，不像降低硬化温度那样，降低硬化压力会使固有的性能降低，尽管 ACG 公司在设计能在完全低压下加工的材料方面取得某种程度的成功。

在当今的 ARPA 计划中，人们更侧重于烘炉/真空袋硬化，但是 ACG 公司仍认为最终高压釜压力法将战胜低压法，最大限度地提高生产应用的性能和质量。这种低温与压力辅助相结合的硬化法还可使用低成本的工具加工。

尽管当今流行不用高压釜，但是重要的是要认识到，加工 LTM 预浸料所必需的这类设备比典型的航空航天规格高压釜，其费用低廉得多，复杂性也大大降低，而且可完全省去常规的加热、冷却和控制系统（它们占去大部分通常的安装成本），只需用 1 台压力容器，1 台可变速风扇提供的高压釜空气摩擦加热。ACG 公司在希诺工厂的高压釜就使用这类加热和控制系统。单单用这种摩擦加热法就能使温度达到 175 华氏度（80 摄氏度）或更高一些，而且温度控制相当好，即使在甚低硬化温度，如 105 华氏度（40 摄氏度）时，情况依然如此。

如何处理可变流动和延展性

所有低温硬化树脂系统的一个特征，是其可变流动和延展性胜过了该材料的耐久性。为此，使用这类树脂的预浸材料，差不多总是设计成在无泄气的条件下加工，从而减少对与流动/粘性有关的参数的

依赖。然而，在烘炉/真空袋加工过程中，最终的层状空隙量势必主要取决于从层状排气管抽取空气的效率，以及主要取决于如预浸结构的“开放性”和在硬化过程中开放性如何变化这样的不可捉摸的因素。

这一点对于单向材料来说尤其如此，这是因为没有藉此集聚的空气和易挥发性气体可以逃逸的天然直通厚度的通道。鉴于低温硬化树脂系统每天呈现的流动特性十分不同，所以要设计出一种能使任何增强型构造、树脂含量和材料的耐久状况都产生完美的烘炉/真空袋薄层的材料是十分困难的。尽管如此，ACG 公司采用了材料规格和加工参数相结合的办法，可以保证小于 0.5% 的空隙水平和 6 天铺叠成形窗口。

尽管烘炉/真空袋加工用于样机的 LTM 45 - EL、LTM 10 和 LTM 25 等材料取得了很大成功（见表 1），但是，在高压釜的大小不是一个制约因素的情况下，对于大多数生产用途来说，压力辅助低温硬化法仍然是合乎逻辑的选择。这种加工法的工具完全可用机器加工的以环氧树脂为基础的复合泡沫

材料模块制造。这种材料在高压釜硬化 LTM 工具标准模型的制造中，被广泛使用并且达到要求的性能标准。

LTM 45 和 LTM 45 - EL

这 2 种材料是 ACG 公司专门为用于飞机的主结构和副结构而首次开发的。这 2 种材料的特性设计成与常规的 350 华氏度（177 摄氏度）硬化机体预浸料，如大力神 3501 - 6 具有等效性能，但是却具有低温硬化的能力。麦克唐纳 - 道格拉斯公司和美国空军在确定这些材料的规格要求过程中起了很大作用，导致其加工特性更偏向于军用飞机样机的用途（见表 2）。

在高压釜压力每平方英寸 90 磅、140 华氏度（60 摄氏度）硬化时，这些系统不管增强型构造（单向或特殊编织）或树脂含量如何，产生无空隙叠层。经 350 华氏度（177 摄氏度）2 次硬化后，热/湿 [例如 250 华氏度（120 摄氏度）] 机械性能类似于或在某些情况下优于 3501 - 6 的性能。冲击性能之后的压缩强度低于 3501 - 6 的强度，这就是说韧性差一些。这一点对于

表 1. 用于航空航天结构用途的 LTM 树脂系统

材料	开发时间	典型硬化温度	典型使用温度	类型
LTM 10 系列 (LTM 10)	七十年代中	室温 - 140°F (60℃) 两次硬化 达 390°F (200℃)	300°F/150℃ (370°F/190℃)	高温 环氧
LTM 20 系列 (LTM25)	1989	125°F (50℃) 室温性能不需 两次硬化	175°F/80℃ (255°F/125℃) 两次硬化	加强韧 性的环氧
LTM 40 系列 (LTM45 LTM45 - EL)	1993	140°F (60℃) 两次硬化达 350°F (177℃)	300°F/150℃ (370°F/190℃)	高温加强韧 性的环氧
LTM 100 系列 (LTM110)	1995	175°F (80℃) 两次硬化达 480°F (250℃)	480°F/ (250℃) 长时间干燥，瞬时 接触较高温度	高温 氰酸酯



**INTERNACIONAL
DE COMPOSITES, S.A.**

GRUPO I.N.I.



化合物国际公司

致力于以化合物为材料的优质产品的设计、制造和销售，服务于
航空、国防和各工业部门。

Internacional de Composites, S.A.

Vía Tarpeya s/n

Polígono Industrial de Toledo

45007 Toledo, Spain.

Tel: +34 25 269506

Fax: +34 25 269510

e-mail: echavarría@icsatoledo.com

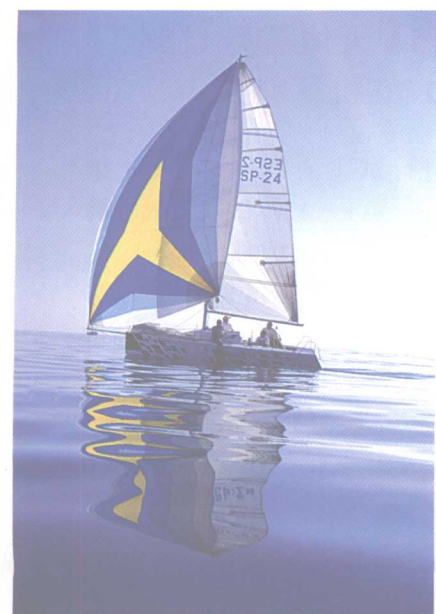


表 2. LTM 45 和 LTM 45 - EL: 主要特征

	LTM45	LTM45 - EL
70°F (21°C)		
时的耐久寿命	3 - 4 天	5 - 6 天
最低初始硬化温度	120°F (50°C)	120°F (50°C)
隔夜初始硬化温度	140°F (60°C)	140°F (60°C)
140°F (60°C) 硬化后		
的典型使用温度	168°F (75°C)	168°F (75°C)
350°F (177°C) 两次硬化		
后的典型使用温度	>390°F (>199°C)	>390°F (>199°C)
烘炉/真空袋模塑性	极佳	极佳
高压釜/压力模塑性	极佳	极佳
0°F (-18°C) 贮藏寿命	>6 个月	>6 个月
蜂窝状握裹力	要求的粘合力	要求的粘合力
泡沫核心握裹力	有	有
溶剂含量	无	无

军用飞机样机用途或副结构用途来说还不构成实际问题,但是对于大规模生产飞机的主结构来说却是有关关系的。

由于树脂的张力 - 破裂率有限,从而可能产生微裂纹,因此不建议将 3501 - 6 材料与中间或较高模数纤维一起使用。尽管事实是 LTM 45 和 LTM 45 - EL 也许不比 3501 - 6 的张力 - 破裂率更好,但是低温硬化产生的低剩余热应力水平,使综合破裂张力仍在可接受的限度之内。在这方面正在作进一步研究。

这些材料还完全可在烘炉/真空袋模塑条件下加工,不过其最后的叠片质量最初对增强型构造和树脂含量十分敏感。

根据美国空军和麦克唐纳 - 道格拉斯公司主持的一项计划,对 LTM45 - EL 的进一步研究正在进行。这项研究计划的目标包括:

- 改进冲击性能之后的压缩强度、张力 - 破裂率和韧性;
- 延长耐久性;和
- 降低“非优化”材料构造形式在烘炉/真空袋加工条件下(如单向材料)的空隙水平。

如果有最佳的加工法,任何材料构造形式均能可靠地达到小于 0.5% 的空隙水平。

LTM 45 - EL 的性能特征明显适合于样机用途,现在不断进行研究的目的是要消除可能阻碍这些系统用于主结构和副结构大规模生产的少数缺陷。

氰酸酯系统

LTM 的基本原理也适用于除环氧树脂以外的其他树脂系统。LTM 110 (见表 1) 是一种 160 华氏度 (70 摄氏度) 硬化氰酸酯系统,它具有 480 华氏度 (250 摄氏度) 的持续运行 - 能力 (干),在比这高得多的温度下能短期偏移。该系统已成功地用于多种用途,包括高温抗火焰结构、抗高温工具、低电介质低可观察用途,以及低去气要求的空间波相位突变结构。LTM 110 最近已被航空航天局批准用于航天飞机的内侧。

LTM 110 在很大程度上是第一代系统,不管将低温硬化扩展到氰酸酯的能力已如何得到证实。ACG 公司的开发工作包括一项着

眼于提高此类系统的韧性的计划,和另外一项目生产一种适合于 350 华氏度 (177 摄氏度) 军用机体用途的系统作为替代 polyimides 的计划。

LTM 用途

虽然,有几家公司,如罗克韦尔公司和波音公司已评估了 LTM 结构材料,但是做出主要实质性贡献和成绩的是设在圣路易斯的麦克唐纳 - 道格拉斯公司的 Phantom 工厂、设在帕尔姆戴尔的洛克希德 - 马丁公司的 Skunk 工厂,以及设在代顿的赖特 - 帕特森空军基地。下面介绍 LTM 试用的一些情况。

先进战斗机的机翼结构

由麦克唐纳 - 道格拉斯公司设计和制造的先进战斗机机翼结构是用 LTM 10 预浸料建造的。建造机翼所使用的工具,包括用胶合板蛋框结构支撑的花钱不多的玻璃纤维硬化工具。硬化温度从室温到 120 华氏度 (49 摄氏度) 不等,达到这种温度用的是装在硬化工具周围从市场上可买到的煤气喷枪和泡沫聚苯乙烯烘炉。

据估计,这比用常规材料的类似高压釜加工结构的成本节省 70%,使机翼的总成本与标准装配式铝组装的总成本差不多。

F - 15A 天体石英 111/LTM 10 机翼前缘

进行试飞的第一个 LTM 组件,是一架 F - 15A 试飞飞机机翼前缘的 14 英寸长的那一部分。它是用真空袋加工在 140 华氏度 (60 摄氏度) 硬化的。模具是木材制作的,使该部件能快速加工。从 1992 年 6 月起的 6 个月内,该机翼前缘累计飞行 15 次,飞行 28 小