

首次全景记录中国大飞机40年的探索与挫折，展现中国航空人的光荣与梦想

A NATION'S FLIGHT

The Breakthrough of China's Commercial Aircraft

一个国家的起飞

中国商用飞机的生死突围

刘济美◎著

52项极端气象条件试验试飞 54项美国联邦航空局 MOA 项目审查 398项适航条款

3418份符合性验证报告 8220次失速 30748公里环球飞行……

从立项、设计，到试制、试飞，再到生产、交付，几乎每一步都是中国民用航空工业的第一次！



中信出版集团 · CHINA CITIC PRESS

A NATION'S FLIGHT

The Breakthrough of China's Commercial Aircraft

一个国家的起飞

中国商用飞机的生死突围

刘济美◎著

图书在版编目 (CIP) 数据

一个国家的起飞：中国商用飞机的生死突围 / 刘济美著. —北京：中信出版社，2016. 4
ISBN 978-7-5086-5998-5

I. ①—… II. ①刘… III. ①民用飞机—航空工业—概况—中国 IV. ①F426. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 049679 号

一个国家的起飞

著 者：刘济美

策划推广：中信出版社 (China CITIC Press)

出版发行：中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲 4 号富盛大厦 2 座 邮编 100029)

(CITIC Publishing Group)

承印者：北京诚信伟业印刷有限公司

开 本：787mm × 1092mm 1/16

印 张：22.5 字 数：293 千字

版 次：2016 年 4 月第 1 版

印 次：2016 年 4 月第 1 次印刷

广告经营许可证：京朝工商广字第 8087 号

书 号：ISBN 978-7-5086-5998-5/F · 3623

定 价：65.00 元

版权所有 · 侵权必究

凡购本社图书，如有缺页、倒页、脱页，由发行公司负责退换。

服务热线：010-84849555 服务传真：010-84849000

投稿邮箱：author@citicpub.com

它是中国跻身世界商用飞机制造强国的再一次发力。

它是中国民机产业的“开路先锋”。

它是中国第一次全面按照国际适航标准研制的商用客机。

它是中国第一架同时追求技术与商业成功的先进喷气式支线客机。

它就是“阿娇”——ARJ21-700 型支线客机。

它解开 10^{-9} ，这是商用飞机的安全性密码， 10^{-9} 不仅是我国在商用航空领域始终与商业成功隔岸观火的原因，也体现了我国成为航空强国的现实距离。

在本书中，它更像是一部真实而复杂的纪录片，为中国民机进入商业航空时代寻找历史坐标。

2015 年是中国航空工业的丰收之年，继 C919 国产大型客机 11 月 2 日总装下线后，11 月 29 日中国首次按照国际民航要求自行研制、具有完全自主知识产权的新一代喷气式支线客机——ARJ21-700 正式交付商用。这宣告我国拥有了第一款可以进入航线运营的喷气客机，具备了喷气式民用运输类飞机的研制能力和适航审定能力。

从 2003 年 9 月 25 日 ARJ21-700 飞机型号合格审定会议算起，到 2015 年 11 月 29 日正式交付航空公司，12 年零两个月，一路行来，委实不易。52 项极端气象条件试验试飞，54 项美国联邦航空局 MOA 项目^①审查，398 条适航审定适用条款，3418 份符合性验证报告，8220 次失速试飞，30748 公里环球试飞……，从立项、设计，到试制、试飞，再到生产、交付，几乎每一步都是中国民用航空工业的第一次。

ARJ21-700 飞机研制成功的背后，是无数航空人的光荣与梦想。从设计师到试飞员，从制造者到审查员，每一个人都是一部鲜活的历史。面对国家重托和历史使命，面对前所未有的挑战，他们矢志不渝、坚韧不拔，无论高温酷暑，还是极度严寒，始终秉承和发扬“两弹一星精神”和“载人航天精神”，勇往直前、创新突破。国家将记住每一位忠诚奉献的人，记住他们的

^① 注：MOA，即 Memorandum of Agreement，是 FAA “影子审查”签署的谅解备忘录，MOA 项目即为 FAA “影子审查”时关注的项目。

付出和牺牲。

ARJ21-700 飞机的研制，不仅攻克了鸟撞试验、全机高能电磁场试验、闪电防护间接效应试验等一大批重大试验课题，掌握了失速、最小离地速度、自然结冰等一大批关键试飞技术，掌握了一大批新技术、新材料、新工艺，而且积累了重大创新工程项目的管理经验，探索形成了一条“自主研制、国际合作、国际标准”的民机技术路线。

正如作者书中所言，ARJ21 项目是一部波澜壮阔的创业史，无论是针对争夺航空市场的博弈，还是国家寻找新的产业支撑的决策；无论是技术上的突破，还是工业化的思维，这个项目都将深深地影响每一个人，都将在制造强国建设历程中写下重重的一笔。

新华社记者刘济美多年来一直跟踪采访我国航空装备的研制。她的著作《一个国家的起飞——中国商用飞机的生死突围》，生动详实地展现了 ARJ21-700 飞机研制过程中的点点滴滴，希望这本书能够为社会各读者深入了解这段历史打开一扇窗。

是为序。

苗圩

2016 年 3 月 10 日

数 读 /1

序 /001

第一章 不忘初心 /001

运-10 飞机打开了中国商用飞机产业发展的“三条金光大道” /006

“干支之争”归根结底都是为了生存之争 /017

这些没有成功的合作项目却注定了要触动一些事情 /028

我们从没有放弃过追求与努力 /033

第二章 关键时刻 /037

支线客机购买热掀起了国内支线航空市场的争夺战 /039

承担风险是飞机制造行业的一条重要法则 /044

销售第一架飞机需要一种信任 /056

我们需要快速起飞 /059

我们需要风险共担的合作伙伴 /065

ARJ21 项目是当时全球唯一启动的新飞机项目 /068

我们成了在 JDP 阶段花费时间最长的飞机 /072

它看上去根本不像一架即将下线的飞机 /075

欢迎你，中国民机 ARJ21-700 飞机 /081

第三章 意想不到的挫折 /089

这是个经典试验，但我们却失败了 /092

飞机一沉，所有人都蒙了 /098

我的耳边全是质疑的声音 /104

所有人都问我什么时候重新生产一架试验机 /108

我们拿着美元按小时给美国专家付费咨询 /112

我心中最动听的声音是加载到 100% 时的欢呼声 /114

第四章 云海之巅的征程 /119

研制进入“深水区” /122

让它飞起来 /127

颤振！我们是一切试飞科目的基石 /135

失速！我们通过 8220 次失速在安全性与经济性之间寻找平衡点 /143

第五章 解开商用飞机安全性的密码—— 10^{-9} /155

10^{-9} 是航空业赖以发展的基石 /157

最具争议的试验 /162

如何才是一个好局方 /172

地面上墓碑的数量决定着适航标准的建立 /180

第六章 验证一架商用飞机的安全性到底有多难 /187

几乎所有的试验都是填补空白的 /191

用 579 天解决 1.2 度的误差 /202

虽然工程意味着妥协，但更意味着必须为未来进行决策 /209

在中国最寒冷的地方进退两难 /214

第七章 什么才是驾驶舱里的最高职责 /223

42 秒的时间里飞机的高度损失了 3230 英尺 /225

全世界没有几个人能“玩”得了这把“刮胡刀” /231

我们是保证飞行安全的“第一道堤坝” /236

为中国商用飞机驾驶舱注入中国智慧 /240

驾驶舱里最“挑剔”的乘客 /245

第八章 一个国家的试飞 /249

在乌鲁木齐寻找飞翔的“空中湖泊” /252

我们被调侃是在“守株待兔” /259

艰难十日 /263

在国内仅有的一条跑道上捕捉幽灵般出没的大侧风 /269

四年后终于获得一套 22 节的侧风数据 /276

这不是一款飞机的试飞，而是一个国家的试飞 /280

第九章 开启国产客机的商业航空时代 /285

我差点被他们用板车“拖出去” /287

商业成功从赢得客户开始 /295

中国商用飞机自信起航 /307

后记 I 永不放弃 /317

后记 II 这是中国商用飞机发展的“黄金时代” /321



| 第一章 |

不忘初心



从“我能造什么”到“客户需要什么”，这种观念的转变意义非凡。近40年来，中国航空工业在遗憾与寂寥中度过了世界民航市场高速发展的“黄金时代”，而 ARJ21-700 飞机注定要改变这一切，中国的航空公司第一次真诚地向中国自己的飞机投来了青睐的目光

法国年鉴学派学者费尔南·布罗代尔（Fernand Braudel）这样认识历史：历史是阳光永远照射不到底部的沉默之海，在历史上造成喧哗的人们高踞在沉默的大海之上，而真正的，沉默于海底的无边无际的历史背后，才是进步的本质，真正传统的本质。

1998年，在中国商用飞机历史上最大的国际合作项目AE-100项目宣布解散时，参加过中德民机合作项目MPC-75与AE-100项目的中国商用飞机设计人员在北京告别。当时，面对中国商用飞机产业吉凶未卜的前途，他们极其悲壮地喝了一次酒，几十号人站在北京的星空下掩面痛哭，心里怎么也想不明白，祖国的天空怎么就飞不起来属于中国人自己的商用飞机……

16年后，同样是北京的星空下。

2014年12月26日19时，ARJ21-700飞机型号合格审定委员会（TCB）最终会议终于在民航干部管理学院召开。21名委员会成员在会上做出了一个可以载入史册的决策：接受ARJ21-700飞机审查组可以颁发型号合格证（TC）的建议，并将请求中国民航局为拥有中国自主知识产权的首架喷气式支线客机——ARJ21-700飞机颁发型号合格证。

这意味着长达11年3个月的适航审定工作全部结束，ARJ21-700飞机符

合《运输类飞机适航标准》，它也成为中国第一款具备航线运营资质的喷气式支线客机。对此，ARJ21-700 飞机型号合格审定委员会成员、民航科学技术研究院适航研究所所长路遥在会上表示：我对 ARJ21-700 飞机的适航性充满信心！

2014 年 12 月 30 日，中国民用航空局局长李家祥乘坐 ARJ21-700 飞机 105 架机从上海飞往北京，他在接受记者采访时表示：我要向世界宣告，中国研制的喷气式客机是安全可靠的，是可以信任的。

或许，历史可以将所有参与 ARJ21 项目的研制人员看作是中国民机产业的“盗火者”！但愿，从此这星星之火可以燎原，也正如中国民用航空局适航司司长殷时军在 ARJ21-700 型飞机型号合格审定委员会最终会议上所说，“我希望这不是 ARJ21 项目的结束，而是系列化的开始，我希望这个数字会是 1000 架……”

2014 年 5 月 23 日，国家主席习近平在上海考察调研时，专程来到中国商用飞机设计研发中心，他亲自登上 C919 展示样机的驾驶舱体验。习近平说，我们要做一个强国，就一定要把装备制造业搞上去，把大飞机搞上去，起带动作用、标志性作用。中国是最大的飞机市场，过去有人说造不如买、买不如租，这个逻辑要倒过来，要花更多资金来研发、制造自己的大飞机。在调研结束后，习近平叮嘱中国商飞公司的负责人：“中国大飞机事业万里长征走了又一步，我们一定要有自己的大飞机。”

早在 2007 年 10 月，美国《时代周刊》提前刊登了一篇标题为“中国航空业开始起飞”的文章。虽然作者在文中介绍了喷气式商用飞机的制造难度和市场竞争的险恶情况，但是，文章却强调了另一个事实：虽然面临着巨大的风险与挑战，中国却正在努力成为一个世界级的飞机制造商！中国航空工业开始起飞！

作者在文中写道：无论对于飞机还是飞行员来说，位于中国西藏的邦达

机场都是一种挑战。该机场坐落于青藏高原的绵延群山之间，海拔高达 1.4 万英尺（4334 米），是世界上最高的机场。由于那里空气稀薄，在中国国内航空业中占大多数的大型飞机——波音公司和空客公司的飞机，在某些条件下，尤其是在恶劣天气和满载乘客的情况下，普遍缺乏足够的动力和升力以满足飞机顺利起降的要求。所以，在 2002 年中国政府做出了一个惊人的决定：中国将制造一种新型客机，它不仅能在西藏的邦达机场轻松起降，而且将使中国成为举世瞩目的世界级商用飞机制造商。

“让中国的大飞机翱翔蓝天”，这个体现着国家意志的愿望，跨越了中国航空工业发展的漫长距离，将历史带入了一个崭新的时代——一个航空工业向产业化发展的新时代！然而想一想，在这个跨越之前，中国商用飞机发展的路线图还仅仅是徘徊在人们大脑里的一个极不确切的概念、一个又一个在概念阶段就下马了的项目、地面上一堆又一堆的部件和档案室里一摞又一摞标有“秘密”字样的纸片而已。

让一架新研制的商用飞机飞起来需要冒巨大的风险，这是一场着眼于未来的大赌博！在商用飞机领域的每一次豪赌中，输家从此一蹶不振，而赢家又不得不为了满足新的市场需求和迎接新竞争对手的挑战而赶快进入到另一场豪赌之中。

在商用飞机制造业中，有一个规则就是：预测明天。

世界航空市场的变化是反复无常的，难以预测的发展前景会毁掉即便是设计得最好的飞机。一个今年还很有希望的飞机概念，可能明年就会被航空市场不断变化的需求毁掉而变得毫无用处。

无论是过去还是现在，他们真的知道未来需要哪种飞机吗？

他们能够预测明天航空市场的发展吗？

起码，他们并没有在世界发生变化的时候静坐一隅，ARJ21-700 飞机是中国民机工业吸纳后的必然勃发！

运-10 飞机打开了中国商用飞机产业发展的“三条金光大道”

在 ARJ21-700 飞机之前，中国有数十种都停留在顶层设计阶段的商用飞机方案，这些没有飞起来的飞机数量甚至可以编成机队飞行。在近 40 年的时间里，这些由于各种原因被抛弃的飞机方案设计正是中国民机工业向产业化道路发展的艰难积累。

早在 1972 年，美国总统尼克松访华拉开了中美外交的序幕，中国首次向波音公司订购了 10 架波音 707 飞机。随着中美关系正常化，中国与波音公司的合作与日俱增。截至 2005 年 3 月，中国民航运营的 802 架飞机中有 501 架为波音飞机。以飞机架数计算，波音在中国的市场份额为 63%，以飞机座位计算，市场份额为 67%。西方媒体对此惊叹：“中国给予飞机制造商的回报好像多得无法估量……”

1985 年 2 月，获得了一系列技术成功的运-10 飞机被挡在适航许可证的门槛之外，最终退出了世界商用飞机竞飞的天空……

作为运-10 飞机的设计单位，上海飞机设计研究所始终主张研制干线飞机。运-10 飞机的研制始于 1970 年 8 月，前后历时 15 年，1980 年 9 月 26 日成功首飞；1985 年 2 月停止研制。在原中国航空工业总公司的一份内部资料里可以完整地了解当年事件发展的始末。

根据资料显示，当时，原第三机械工业部起初想将正在南昌飞机制造厂研制的歼-12 飞机交给上海生产；空军航空工业领导小组想要“尽快做出一个大型运输机的设计方案以便曹里怀副司令去上海落实”；上海市革命委员会在一开始就明确提出要搞大型旅客机作为周总理专机。最后，空军航空工业领导小组与原第三机械工业部一致决定：该机平时是客机，战时是运输机，项目由上海市领导。经过讨论，最后同意了西安飞机制造厂设计科科长马凤

山提出的“采用轰-6翼型，机身参考三叉戟飞机布局特点，尾吊3台发动机”的设计方案，并要求172厂进一步做好设计生产准备。

1970年9月14日，上海市革命委员会常委确定了以上海市企业为主的飞机研制单位：飞机总装放在原中国人民解放军5703厂（上海飞机制造厂）；发动机制造放在上海第一汽车附件厂（上海发动机制造厂）；起落架制造在118厂（上海航空电器厂）；雷达制造在上海无线电二厂，并且准备成立飞机制造公司。

运-10飞机起飞总重110吨，能够实现洲际间不着陆直航。它的设计基本上是按照国际标准来进行的，以美国的商用飞机适航性条例FAR25为设计依据，同时也部分参考了英国规范BCAR-D、国际民航的适航技术手册DOC9051-AN/896、苏联规范HJTC-2，以及有关的MIL标准等，从而保证了飞机能够达到规定的性能指标，具有一定先进性，并为研究制定我国的商用飞机设计规范打下了基础。但是在质量控制、技术管理和生产管理方面，则与国际标准有很大的差距。

波音747总设计师乔·萨特（Joe Sutter）在他的回忆录《未了的传奇》^①中称运-10飞机为“亚洲版707飞机”。他认为这是一次有意思的经历：“1980年我们到中国专门参观了仿制波音707设计生产的运-10飞机。当时有超过50个中国的工程师和政府官员陪同我们一起参观。后来我们登上了飞机并进入驾驶舱参观，驾驶舱里的布局和707飞机简直如出一辙。我发现飞机操纵系统的摩擦力太大，并建议他们对比一下中国航空公司正在使用的707飞机的操纵感。在完成试飞工作后，运-10飞机就悄然退出了历史舞台，也许这是因为中国和西方的关系已经逐渐改善了，航空公司可以向美国购买喷气式飞机，这样一来，成本要比购买国产飞机低多了。”

^① [美] 乔·萨特，杰伊·斯宾塞. 未了的传奇 [M]. 李果，译. 北京：航空工业出版社，2008.

1985年4月，运-10飞机停飞两个月后，原中国民航总局局长沈图被免去局长职务；1987年7月，中共中央政治局根据中央纪律检查委员会关于沈图所犯错误的调查情况，决定撤销他的中央委员的职务，开除党籍。很长一段时间，中国航空公司并不看好中国飞机制造商设计的飞机，只要他们不喜欢，飞机制造商的商用飞机设计方案就很难有机会“飞”起来。

原上海飞机设计研究所总设计师吴兴世介绍说：“运-10飞机的研制，打开了中国商用飞机产业发展的‘三条金光大道’——以运-10飞机为平台，向大型远程商用飞机、大型军用特种飞机、中短程商用飞机方向发展。这种‘一个平台、军民融合、系列发展’的发展模式，完全符合世界各国商用飞机发展的普遍规律。当年，美国麦道公司的一位副总裁曾直言不讳地表示，如果有运-10飞机，麦道飞机就不能顺利进入中国市场……事实上，他们真正想要遏制的并不是一款飞机产品，而是一个技术能力赖以发展的平台，但是非常遗憾，我们在当年却完全没有看清楚这一点。运-10飞机的停飞，事实上是将中国民机产业挡在了‘三条金光大道’的入口。”

美国波音公司是这种模式的典型代表。20世纪50年代，波音公司在成功研制了波音707飞机之后，沿着“三条金光大道”顺利登上了商用飞机制造行业霸主的宝座。第一，在波音707飞机的基础上继续向大型化、远程化发展，成功研制了波音747飞机；第二，发展运载能力强、经济性能好的中短程、远程喷气式客机——波音727、737、757、767、777、787；第三，直接在波音707、747、767的基础上改型发展预警机、空中加油机、电子侦察机、空中指挥机等军用特种飞机。

空客公司也从研制A300飞机起步，沿着“三条金光大道”继续发展，他们凭借着A318、320、330、340等系列飞机的成功研发，终于在2004年的市场销售额上超过了波音公司，成为商用飞机制造行业的新霸。2008年2月29日，美国国防部宣布采购179架由空客A330改进的KC-30（现已更名为