

A Legend of the
Skunk Works

臭鼬工厂传奇

聂海涛 桑建华 主编



航空工业出版社

臭鼬工厂传奇

聂海涛 桑建华 主编

航空工业出版社
北 京

内 容 提 要

本书是一本全面介绍洛克希德·马丁公司臭鼬工厂的专著。书中详细阐述了臭鼬工厂的发展历程,用现代项目管理理论诠释了臭鼬工厂管理原则和创新实践,分析了创建新型“臭鼬工厂”的前提条件和要求,介绍了臭鼬工厂打造的经典战机以及为铸就臭鼬工厂辉煌而付出心血和智慧的历代掌门人。

该书可供航空航天领域管理人员、科技人员以及从事快速研发的组织学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

臭鼬工厂传奇/聂海涛,桑建华主编. --北京:
航空工业出版社,2011.3

ISBN 978-7-80243-696-1

I. ①臭… II. ①聂…②桑… III. ①航空航天工业
-工业企业管理-研究-美国 IV. ①F471.265

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第033920号

臭鼬工厂传奇

Chouyou Gongchang Chuanqi

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:010-64815615 010-64978486

北京天宇万达印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2011年3月第1版

2011年3月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:13.75

字数:220千字

印数:1—2500

定价:42.00元

序

在新中国航空工业成立 60 周年前夕，成都飞机设计研究所一群热爱航空事业、勇于创新、勤于奋斗的年轻人编著了《臭鼬工厂传奇》一书，献给新中国航空工业。书中详尽描述了臭鼬工厂的发展历程、管理方法、主要成就和几代掌门人的情况，是国内一本最具综合性、系统性介绍臭鼬工厂的书。

一切都出自凯利·约翰逊的一个理念：“我希望能在设计师和制造者之间架起一个畅通无阻的交流渠道，给他们一个尽情发挥的空间，让创意的种子在这个地方盛开灿烂之花！”这是一个多么美好的想法！重要的是凯利·约翰逊做到了——让那些具有创意的种子不断地开出了灿烂的花朵。

在现有的体制内建立一个相对独立、各种研发力量紧密结合、能够快速灵活地研发新型飞机的机构，这是很多中国飞机设计师的美好愿望。记得在 2000 年一次航空发展座谈会上，许多飞机设计师们都感到：为加快新机型号的研制，必须要有一种灵活的、能够快速反应的试制力量。多年来关于臭鼬工厂之路也不不断地被介绍到中国来，但由于种种原因，中国飞机设计师们这个美好的梦在现实的情况下，既不具备条件也没有得到方方面面的理解支持。

然而，在成都飞机设计研究所的年轻人中，倒是不乏凯利·约翰逊式的人物，这也可能就是为什么他们对编写这本书情有独钟的原因吧。他们把书稿交给我并要我写序时正逢成都飞机设计研究所 40 周年所庆，不禁令我回忆起研究所走过的历程。多年来成都飞机设计研究所结合中国实际，从“一无所有”开始，不断地一次又一次地在中国这个复杂的体制条件下架起了设计师和制造者之间“畅通无阻的交流渠道”，另辟蹊径地探索着一条快速研发飞行器的创新之路。歼 10 系列战机从这里凌云展翅、跃上苍穹，“枭龙”

飞机从这里走出国门、蜚声海外，还有其他各种飞行器蓄势待发、剑指云霄。一个又一个的新型号在这里脱颖而出，构筑了中国飞行器发展史上一道独特亮丽的风景。

我想成都飞机设计研究所之所以在型号研发创新方面硕果累累、成绩斐然，似乎可以说他们正在走着一条中国式的臭鼬之路。

首先，他们有一个独具特色的飞行器远景发展专业。这个专业具有前瞻性的技术储备和创新活力，开拓并引领着一个又一个未来项目的发展。很多创意的种子在这里培育成含苞待放的花蕾，一旦时机成熟就能在新的土壤和环境中开花结果，其成效已被他们自己几十年的实践所证明。

其次，他们能够牢牢把握航空科技发展方向和趋势。研究所的各专业充分利用国内外的可能条件，创造性地突破新的关键技术。必要时组织灵活快速的研发团队，或组建新的专业研究室，委以责任并赋予相应的技术协调职能。

再次，也是最重要的一点，他们十分用心，并能够深思熟虑地根据各个时期中国的实际情况和各种类型的任务，构建能够跨专业、跨部门乃至跨行业的，并能对项目做出负责任的、快速反应的研发机制。在这个研究所，小到风洞试验模型、结构元器件、零部件试验件等的设计制造，大到飞机全尺寸金属样机或者一个个的创新方案，以及很多重大的专项研究和飞行器项目都是这样实现的。

最后，当然人是首要的和最可宝贵的资源，他们拥有一支不断成长的、不同梯次的、能适应各种组织形式和不同任务的研发队伍。尤其是近20几年来，经过不同型号工程锤炼的一大批中青年设计师领军人物脱颖而出。正是有这样一支执著追求、作风踏实、淡泊名利、甘于寂寞的和谐团队，才能成就一次又一次的创新和超越。

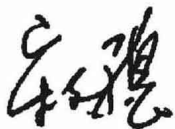
60多年前洛克希德公司臭鼬工厂的出现既是一种时代的偶然，也是一种技术发展的必然。臭鼬工厂的创始人凯利·约翰逊不仅是一名天才飞机设计师，还是一位创新管理者。臭鼬工厂的神秘并没有遮挡住先进的研发产品和卓越的管理成就所带来的夺目光芒。在早前的项目实践中，凯利·约翰逊

制定了 14 条臭鼬工厂的管理原则及其独特的管理风格，这些在今天看来也是一些很好的规则，在现代企业管理中仍被频繁地借鉴和运用。

今天，许多企业和研究机构都在探寻创新的奥秘，臭鼬工厂的先进方法与基本经验无疑可供我们学习与借鉴。但是，一切都在发展变化之中，没有一成不变的事物。中国航空工业已经具备自主研发能力，但仍然任重道远。随着科学技术的发展，我们必然会面临新的挑战，也必然会遇到新的问题，但是，要想成功就必须走符合中国实际、中国特色的道路，这大概不会变。

当你读完本书最后一页时，你会发现谢尔曼·穆宁提到的“臭鼬工厂基本哲学”中最后一条：“让你的员工放手做事，你将惊喜地发现他们的成果将有多么辉煌。”这又让我们想到本书开头提到的那位洛克希德公司领导——罗伯特·格罗斯。他对凯利·约翰逊说：“照你的想法去干吧，但是你要想办法组成自己的工程部，亲自去找生产人员，还要想办法找工作场所。”很难设想，如果没有罗伯特·格罗斯，怎么能有凯利·约翰逊的辉煌。

歼 10 飞机总设计师 中国工程院院士

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Yang Baozong, the chief designer of the J-10 fighter jet.

目 录

第一章 臭鼬工厂的发展历程	1
1.1 创立背景	1
1.2 臭鼬工厂的成立	7
1.3 “臭鼬”之名的由来	13
1.4 臭鼬工厂的发展	15
1.5 臭鼬工厂的辉煌岁月	21
1.6 臭鼬工厂的调整	31
1.6.1 机构调整	31
1.6.2 调整中前行	35
1.6.3 新时期新发展	38
第二章 臭鼬工厂的管理	47
2.1 臭鼬工厂管理方法	48
2.1.1 臭鼬工厂的特点	49
2.1.2 著名的凯利·约翰逊 14 条管理原则	50
2.1.3 臭鼬管理法的发展和应用	56
2.2 臭鼬工厂的组织管理	57
2.2.1 组织设置	58
2.2.2 组织文化	65
2.3 臭鼬工厂的项目管理	70
2.3.1 项目寿命周期管理	70
2.3.2 成本和进度管理	71
2.3.3 质量和可靠性管理	74

2.3.4	沟通和冲突管理	75
2.3.5	风险管理	77
2.3.6	信息管理	79
2.3.7	采购管理	81
2.3.8	安全与保密管理	82
2.4	臭鼬工厂的技术管理	83
2.4.1	高性能飞机设计流程	83
2.4.2	臭鼬工厂的研发和生产经验	87
2.4.3	臭鼬工厂的原型机和技术验证机管理	91
2.4.4	臭鼬工厂的研究设计工具	92
2.4.5	臭鼬工厂技术管理的其他原则	95
2.5	臭鼬工厂的创新管理	98
2.5.1	臭鼬工厂的创新进程	99
2.5.2	臭鼬工厂的团队动力	103
2.5.3	臭鼬工厂的创新措施	104
2.6	臭鼬工厂的启示	106
2.6.1	成立启示	107
2.6.2	管理启示	110
第三章	臭鼬工厂打造的经典战机	117
3.1	喷气式战斗机 F-80	117
3.2	高空侦察机 U-2	121
3.2.1	U-2 的传奇	122
3.2.2	U-2 项目的由来	123
3.2.3	U-2 飞机的系列化改型	127
3.3	高空战略侦察机——SR-71	130
3.3.1	项目背景	131
3.3.2	项目研制	134
3.4	“海夫蓝”计划与 F-117A “夜鹰”	143
3.4.1	“海夫蓝”计划	144

3.4.2	F-117A 隐身战斗机的研制	145
3.4.3	F-117A 的局限性	147
3.5	顶级智慧的结晶——F-22 “猛禽”	148
3.5.1	洛克希德公司与诺斯罗普公司之争	149
3.5.2	高昂的成本	155
3.6	JSF F-35	156
3.6.1	JSF 计划	158
3.6.2	臭鼬工厂的轴驱动升力风扇	159
3.6.3	不断攀升的价格	165
3.7	臭鼬工厂的无人机系统研究	165
3.7.1	RQ-3 “暗星”	167
3.7.2	P-175 “臭猫”	168
3.7.3	RQ-170 “哨兵”	170
第四章	臭鼬工厂掌门人	172
4.1	凯利·约翰逊：臭鼬工厂第一任总裁、功勋卓著的臭鼬 创始人	173
4.1.1	成就的一生	173
4.1.2	荣誉的一生	182
4.2	本·里奇：臭鼬工厂第二任总裁、“隐身之父”	185
4.2.1	结缘臭鼬	185
4.2.2	一生与隐身技术相伴	186
4.3	谢尔曼·穆宁：臭鼬工厂第三任总裁	191
4.4	杰克·戈登：臭鼬工厂第四任总裁	193
4.5	调整时期群雄登场	195
4.6	弗兰克·卡布其诺：臭鼬工厂现任掌门人	197
4.6.1	广博的专业背景	197
4.6.2	坚定的创新信念	199
4.7	伟大的领袖力：臭鼬掌门人领袖群伦	200
参考文献		203

第一章

臭鼬工厂的发展历程



创建于 1943 年的臭鼬工厂（Skunk Works，又译臭鼬工作队）是洛克希德·马丁公司（洛克希德公司于 1995 年初与马丁·玛丽埃塔公司合并，成为洛克希德·马丁公司）内一个相对独立的创新研发设计部门，其正式名称为预先研究发展项目部（Advanced Development Projects, ADP），具有快速设计、研发和生产原型机的能力，是洛克希德·马丁公司赖以生存和发展的支柱。臭鼬工厂研制出了美国绝大多数技术先进的飞机，有 F-104、U-2、SR-71 及 F-117A 等一系列传奇性的机型，并在 F-22 “猛禽”和联合攻击战斗机（Joint Strike Fighter, JSF）的研制上也做出了巨大贡献，对美国空军建设产生了深远的影响，成为美国空军力量的坚强后盾。

臭鼬工厂诞生后很长一段时间内，并不被外人所知晓，没有人能够接近它，更没有人知道它具体在从事些什么研究。随着一项又一项的先进武器装备展示在世人面前，才慢慢揭开了它那神秘的面纱，并从一开始毫不起眼的临时飞机研发团队发展成为了当今世界上最为先进最具创新力的飞行器研发机构之一，在世界航空工业史上留下了不可磨灭的印记。

臭鼬工厂被世界公认为航空工业界设计研发领域最受尊敬的名字之一。

1.1 创立背景

1939 年，德国突袭波兰，第二次世界大战爆发。战争初期，纳粹德国利用闪电战，占领了大部分欧洲大陆，并将英国困在本土，使其毫无还手之力。在这种世界局势下，虽然此时大多数美国人认为欧洲的战争与美国毫无干系，



但以美国总统罗斯福为首的政治家们早已看清希特勒的野心决不局限在欧洲大陆,而是想占领美国,称霸世界。美国虽然说两面临海,却也不免腹背受敌,再加上南美地区一直极不稳定,战争初期就有纳粹的暗流涌动。更为严重的是,1941年德国盟军日本偷袭美国珍珠港,给美国造成了巨大损失。德意日联盟的嚣张气势已严重威胁到了美国的安全和地位,迫于这种急剧恶化的世界局势,美国决定加入第二次世界大战。

然而,此时美国的军力,特别是空中力量,相比纳粹德国略显弱势。美国地处北美大陆,远离纷争不断的欧亚地区,在参加第二次世界大战之前,奉行孤立主义外交政策,只要是不直接损害美国重大国家利益的事件,美国政府就不会介入。因此,长期以来,美国侧重发展海军,并没有将陆军(包括当时归其统辖的航空力量)的军力维持在很大的规模上。相比之下,德国由于战前军事扩张策略的刺激,再加上第一次世界大战时积累的空中力量基础,其军事工业高度发达。可以说,这个时期的德国在军事上处于最强大的阶段,拥有世界上最优秀的军队和空中装备。比如第二次世界大战中最著名的、生产数量最大的、型号最多的战斗机 Bf-109(见图 1-1),它可胜任所有可能的使命任务,不管是截击、支援、夜间战斗,还是侦察、护航、地面



图 1-1 第二次世界大战时的德军战斗机 Bf-109



攻击等。当世人第一次观看了 Bf-109 充满挑衅意味的巡回表演后，包括美国航空界人士在内的一大批有识之士认为：研发新型战斗机已是迫在眉睫。

此外，值得一提的是，20 世纪 30 年代末期，德国云集了当时世界上顶尖的喷气式飞机设计师，诸如冯·奥海因·扬和布瑞·兰，开始了喷气式战斗机的研究。不久后，冯·奥海因·扬的项目在德国纳粹党重建军备的大背景下也取得了相当可观的进展，搭载其研制的 Hs-3b 喷气式发动机的 He-178 飞机（见图 1-2）于 1939 年 8 月 27 日成功实现了首飞。此次飞行也让纳粹德国军方看到了喷气式动力在航空方面的巨大价值，纳粹空军积极支持、鼓励各研发机构研制喷气式飞机，大大推进了德国喷气式技术的发展。

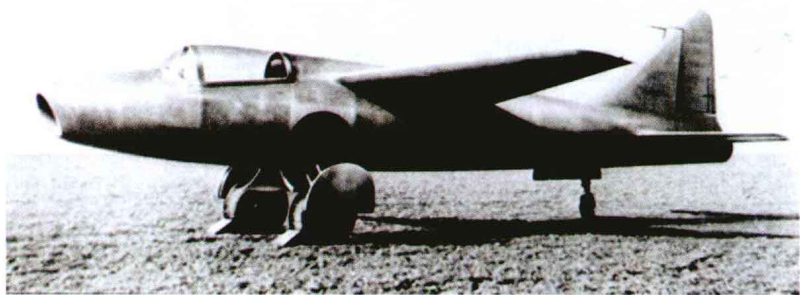


图 1-2 德国 He-178 飞机

当德国的喷气式飞机项目开展得如火如荼的时候，美国则更多地依赖于成熟且可靠的活塞式发动机，其喷气式战斗机的研制进展得异常缓慢。虽说美国各个公司都有喷气式飞机的研究项目，但进度也是按部就班，更多的只是进行一些试验飞行以获得数据，并没有任何惊人之举。不过，战场上德国第一架喷气式战斗机 Me-262（见图 1-3）于 1942 年 7 月 18 日登场却极大震动了美军。Me-262 由德国梅塞斯密特公司研制，是人类历史上第一种投入实战使用的喷气式战斗机。它所使用的喷气式发动机和后掠式机翼均显示了战斗机发展的新方向，同时也揭开了空战史上新的一页。从技术角度看，Me-262 在整体作战性能上比第二次世界大战战场上其他任何飞机都整整先进了一代，其速度在当时也是无可比拟的，具有极大的空中优势。在当时，空中优势的争夺成为战争胜负的关键所在，美国想要夺得第二次世界大战战



场的制空权，就必须拥有一型能与 Me-262 相抗衡的战斗机。因此，研制新型战斗机已成为美国军方当时首当其冲的重要任务。



图 1-3 德国第一架喷气式战斗机 Me-262

20 世纪 30 年代后期，美国国会开始批准拨款建立新的航空兵部队。军方对新战斗机的设计要求非常明确，规定要采用两台液冷式发动机，速度应达到 367mile^①/h。而当时洛克希德公司设计的飞机速度可达 400mile/h 以上。因此，凭借这个在当时无可比拟的速度，洛克希德公司顺利拿到研制新战斗机的合同。

新型战斗机被命名为 XP-38 (X 代表试验，P 代表驱逐机，见图 1-4)，并于 1939 年初成功实现首飞。XP-38 战斗机后来相继有 18 种演变型，它



图 1-4 洛克希德 XP-38

① 1mile=1.6km。



们对飞机设计的发展也做出了一些贡献。P-38 飞机（见图 1-5）采用活塞式发动机驱动的对转螺旋桨推进设计，这既消除了扭矩效应，又使飞机不再拉向一侧，这是当时战斗机设计的一个新的重要特征。然而，这是一架时速最接近声速的飞机，设计师们担心会遇到从未遇到过的麻烦，即压缩性问题。



图 1-5 P-38 “闪电”

随着飞机性能的提升，当时压缩性的影响日益明显。它不仅常常使飞行员的生命受到威胁，而且似乎已经成为一道不可逾越的障碍。其负面作用已经开始影响各种高性能飞机的基本设计。到 1940 年，压缩性已成为众多未知气动力领域中最重要但人们最知之甚少的问题。正如约翰·贝克尔在他的著作《高速新领域》中所提到的那样，“所谓‘跨声速障碍’主要指一系列不确定的负面气动力影响，可导致阻力系数以数量级增加，产生严重的甚至致命的振动，以及引起飞机稳定性和控制特性的突变。”

P-38 在俯冲时的飞行马赫数可达 0.75。尽管该飞机的翼型剖面并非专为超声速性能而设计，不过它的最大俯冲速度已经非常接近声速，并因此受到压缩性的影响，导致严重的、有时甚至是不可恢复的振动、结构、控制和稳定性问题。例如 P-38 高速飞行时，尤其是俯冲时，其尾部会开始剧烈振



动并且机头下垂，随后进入可压缩性失速，从而导致舵面锁死，而飞行员只能跳伞逃生或是等飞机降到大气密度较高的低空时再试图挽救。这一压缩性问题导致了多名飞行员损失。

于是，作为 P-38 主要设计师的凯利·约翰逊找到了当时世界上气动领域最好的两位专家——加利福尼亚州理工学院的冯·卡门博士和米里肯博士，试图解决可能会出现的问题。由于这是飞机设计领域达到新的速度后首次遇到的新问题，以前从未遇到过类似的情况，所以解决起来很困难，进展极其缓慢。后来，设计师们发明了一种方法来使飞机减速，以避免压缩性现象的产生，即在飞机外部装上减速板。该方法虽取得了一定效果，但却限制了飞机性能的进一步提升。在第二次世界大战中，P-38 战斗机的发动机功率提高了一倍，但由于压缩性效应，收到的效果只能使速度提高 17mile/h。压缩性效应最早是出现在螺旋桨上（比出现在机翼上早得多），因此，“如果希望提高性能，很显然，我们首先应该抛弃螺旋桨。”也就是说，螺旋桨技术已无法满足航空技术发展的需求，“战斗机动力装置的形式必须有一个重大的改变。”

自洛克希德的设计师们在 P-38 战斗机研制中遇到压缩性效应以后，就开始对喷气式动力有了极大兴趣，并敏感地嗅到了航空技术悄然而至的一场巨大变革。于是，他们自己做出一个接近声速的飞机初步设计方案，并使用了由洛克希德公司顾问内特·普赖斯设计的喷气式发动机。但是当他们向陆军航空兵建议研制一架喷气式原型机时，却遭到了拒绝。殊不知，德国和英国早已进入喷气时代，德国当时已有自己的喷气式战斗机 Me-262，英国也有了喷气式战斗机格洛斯特“流星”号，而美国才刚刚开始起步。很多事实证明，喷气式飞机相比活塞式飞机而言确实具有巨大的发展潜力，虽然在当时还不太明显，但从长远的角度来看，喷气式发动机取代活塞式发动机乃是大势所趋。喷气式飞机的先行者，英国皇家空军上尉弗兰克·怀托说：“在未来，喷气式飞机将是天空的主宰。”因此，从航空技术发展的需求来看，美国空军也必将向喷气时代迈进。

实际上，早在 1941 年上半年，美国就开始从英国引进喷气式发动机和



相关技术。在得到英国的技术支援后，在喷气式发动机方面已有雄厚技术积累的美国通用公司立即对其样品进行技术分析并开始仿制，而贝尔公司则对飞机机身进行研究，造出了编号为 XP-59A（见图 1-6）的喷气试验机。然而美国陆军对此飞机评价并不高。随后，又在 XP-59A 基础上仿制了几种喷气式飞机，但由于技术原因，飞机试验一再失败。



图 1-6 贝尔 XP-59A

在这种情况下，研制一种新型喷气式飞机的计划被提上议事日程。1943 年 5 月，洛克希德公司高层决定用英国德·哈维兰公司的喷气发动机制造一种单发喷气式战斗机，并向美国国防部提交了一份名为 L-140 原型机的报告，这就是后来的 XP-80。

1.2 臭鼬工厂的成立

1943 年 5 月，美国陆军和各大飞机公司在华盛顿召开了一个有关未来飞机发展方向的会议。会上，洛克希德公司负责人霍尔·希巴德公开表示支持活塞式飞机的进一步发展，认为喷气式发动机还处在萌芽阶段，无法与活塞式飞机一较高下。回到洛克希德公司后，他马上开始部署新型活塞式飞机的研发计划，并宣布此项目在公司的所有研发项目中享有最高优先权，这就



意味着原有的 L-140 喷气式飞机研发项目将被完全搁置。然而，早已对喷气式飞机怀有浓厚兴趣的洛克希德公司年轻设计师凯利·约翰逊毅然表示对此项目有信心，请求继续下去。最后洛克希德负责人霍尔·希巴德和罗伯特·格罗斯同意了他的要求。

与此同时，美国陆军航空兵考虑到当时严峻的战争形势以及美国前一种喷气式战斗机 XP-59 研制的不顺利，正在寻求一种新型的喷气式战斗机方案，以对付德国的喷气式战斗机 Me-262，从而获得第二次世界大战战场的空中优势。鉴于洛克希德公司对喷气式飞机的研究有了一定基础，而且与陆军航空兵也有过合作的经验，陆军航空兵最终选择了洛克希德公司来研制新型喷气式战斗机。一个月后，洛克希德公司以 L-140 喷气式飞机研发项目为基础，向美国陆军航空兵航空战术勤务部（Air Tactical Service Command, ATSC）递交了一份设计方案。两天后，即 1943 年 6 月 17 日，洛克希德公司被正式授权按此设计方案研制飞机，飞机编号为 XP-80（F-80 的原型机，见图 1-7）。洛克希德公司被要求必须在签订合同后的 180 天内完成研制工作。自然而然，这项紧迫的任务交到了凯利·约翰逊手上。



图 1-7 F-80 原型机 XP-80

值得注意的是，XP-80 的正式合同直到工作开始后 4 个月，即 1943 年的 10 月 16 日才到达洛克希德公司。后来这种方式成为臭鼬工厂的惯例。多数情况下，客户会带着需求来到臭鼬工厂，双方达成一致意见后项目立即上马，没有现场合同，没有官方的审批程序。