

隐形战机

LOCKHEED STEALTH

洛克希德·马丁公司的
隐形战机发展全程实录



比尔·斯威特曼 著
李向阳 译

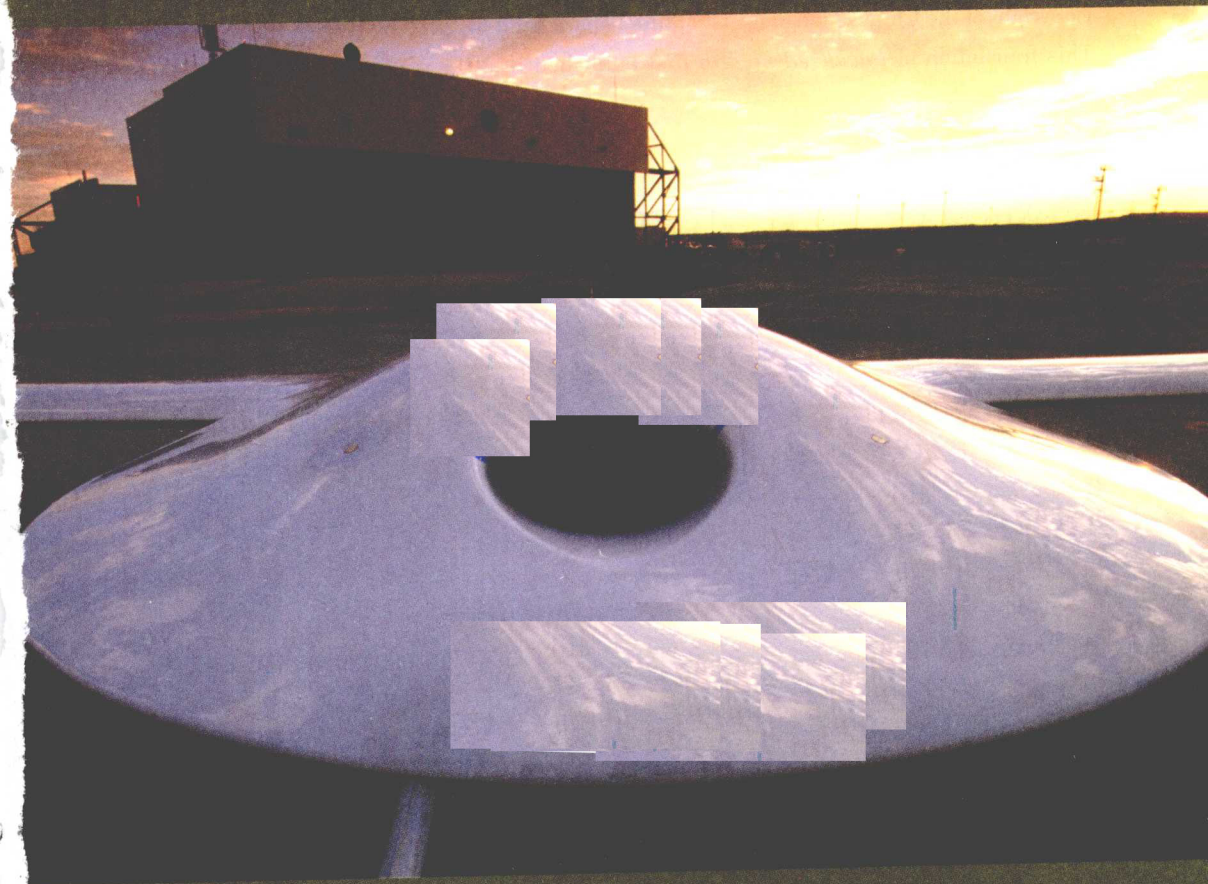
中国书店出版社

隐形战机

LOCKHEED STEALTH

洛克希德·马丁公司的隐形战机发展全程实录

作者：斯蒂夫·奥克斯 著 李海 译



中国市场出版社
China Market Press

图书在版编目 (CIP) 数据

隐形战机: 洛克希德·马丁公司的隐形战机发展全程实录/斯威特曼 (Sweetman, B.) 著; 李向阳译. —北京: 中国市场出版社, 2011.3

ISBN 978-7-5092-0743-7

I. 隐... II. ①斯... ②李... III. 隐身飞机: 军用飞机—简介—美国 IV. E926.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第032434号

Copyright © Bill Sweetman, 2001, 2004

Copyright of the Chinese language (simplified characters) © 2010 by Portico Inc.

This translation of *Lockheed Stealth* first published in 2011 is published by arrangement with Zenith Press.

Published by China Market Press.

ALL RIGHTS RESERVED

著作权合同登记号: 图字 01-2011-1008

书 名: 隐形战机: 洛克希德·马丁公司的隐形战机发展全程实录

著 者: 比尔·斯威特曼

译 者: 李向阳

责任编辑: 郭 佳

出版发行: 中国市场出版社

地 址: 北京市西城区月坛北小街2号院3号楼 (100837)

电 话: 编辑部 (010) 68033692 读者服务部 (010) 68022950

发行部 (010) 68021338 68020340 68053489

68024335 68033577 68033539

经 销: 新华书店

印 刷: 北京佳信达欣艺术印刷有限公司

开 本: 710 × 1000毫米 1/16 14印张 266千字

版 次: 2011年4月第1版

印 次: 2011年4月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5092-0743-7

定 价: 58.00元

介绍

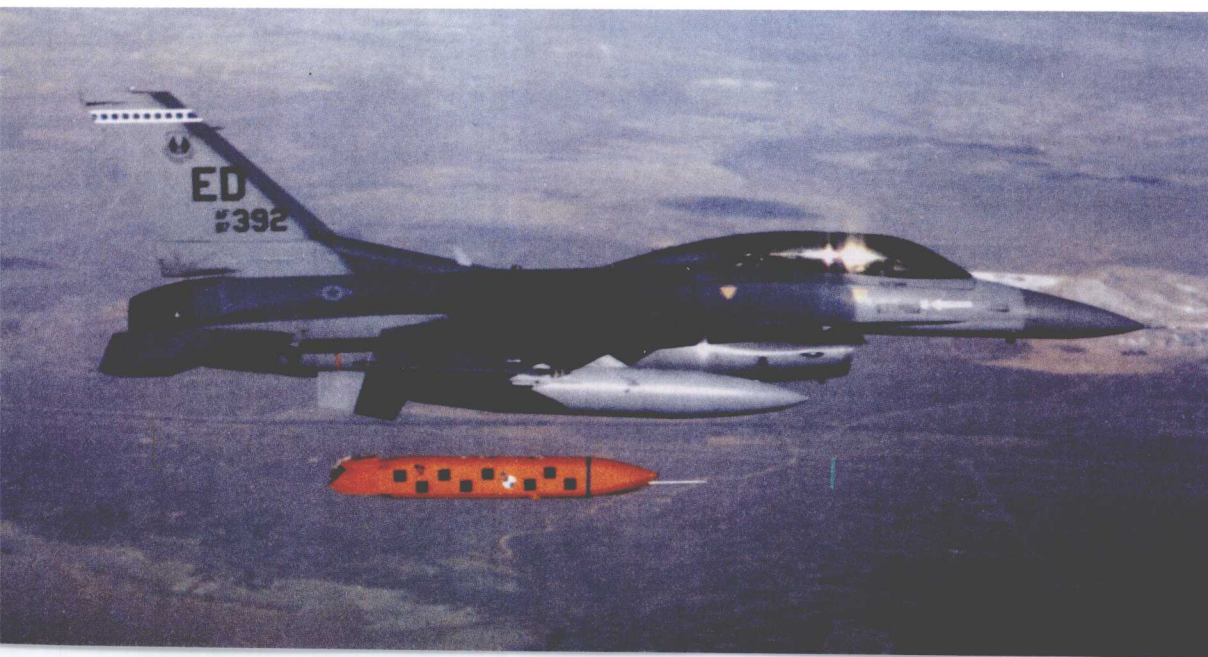
20年前，也就是1981年，我和妻子玛丽·帕特（Mary Pat）从英国前往加利福尼亚，随行有我们的财物，当然还包括一部手动打字机。几个月后，就是使用那部打字机，我为《新科学家》杂志写下了四页文章，内容是关于非机密世界所了解的隐形技术。

这是一条多么漫长而又奇怪的道路。

打字机已成为收藏品，而文字和图片却以光速飞往世界各地。与此同时，经过一个缓慢、繁琐和断断续续的过程，隐形技术已走向前台，我们这些早期为此著书的人已可以开始检验一下我们的一些猜想与现实的差距。一些奇怪的事情依然保

持未经证实的状态，而其他一些则被证明惊人的准确（如U-2线圈结构的想法）。这是一个有益的教训，必须采取开明的态度，时刻准备重新评估你所知道的事物，并保持原则，避免一些事情的发展变得一发不可收拾。

1997年，我在英国的一次会议上谈论隐形技术的问题，题目借用威尔·罗杰斯的话，“关于隐形你认为你知道，但实际并非如此的十件重要事情”。比如，人们认为隐形飞机是计算机设计的。当然，目前的飞机是用计算机设计的，但隐形飞机，大多数情况下，需要更认真地利用设计师两耳之间的计算机——大脑。飞机设



计并不是隐形飞机的关键所在；没有什么神奇的力量可弥补一流的测试设施以及技术和战术之间合理的平衡。

一些决策者认为，有些任务采用隐形技术，成本太高。无可否认，自从隐形飞机研制问世至今，其造价确实非常昂贵，但在许多情况下是因为其他因素要求，与隐形技术无关。有关 A-12 的报告，与其他隐形机很不一样，客户没有要求它像 B-29 那样内部装载武器。

传言有时起源于未知，有时起源于人们或机构的辩论之中，有时仅仅起源于

恶意。通常，真正好的传言起源于市场的观念。但对于隐形技术来说，并不存在这样的情况，大多数情况下，原因只有一个：安全。

1975 年为隐形技术蒙上了神秘面纱。所有迹象都表明，苏联技术情报机构直到上世纪 80 年代中晚期才接触到美国工程师早已成功减少雷达散射截面的内容。

然而，保密的代价是一个超现实的、偏执的世界正在扩大，并且迄今只存在于世界情报机构的黑匣子里。在斯大林时代的苏联，任何事情都是秘密，说话太多就



意味着高风险。保守秘密并不需要什么明显的理由。当在十几个卫星数据库和成千上万个网页中可以明确看到美国 51 号地区时，会出现什么危害呢？为什么一些旧项目，比如高级精品店、石英和洛克希德隐形轰炸机设计仍然不为人知？只有隐形世界中极少数人，在没有公共关系人员在场的情况下，才可以自由地面对面谈论隐形，这种规定太不合理了。

因此，错误往往无人问津。隐形的反对者们自由地出入媒体和国会，并利用

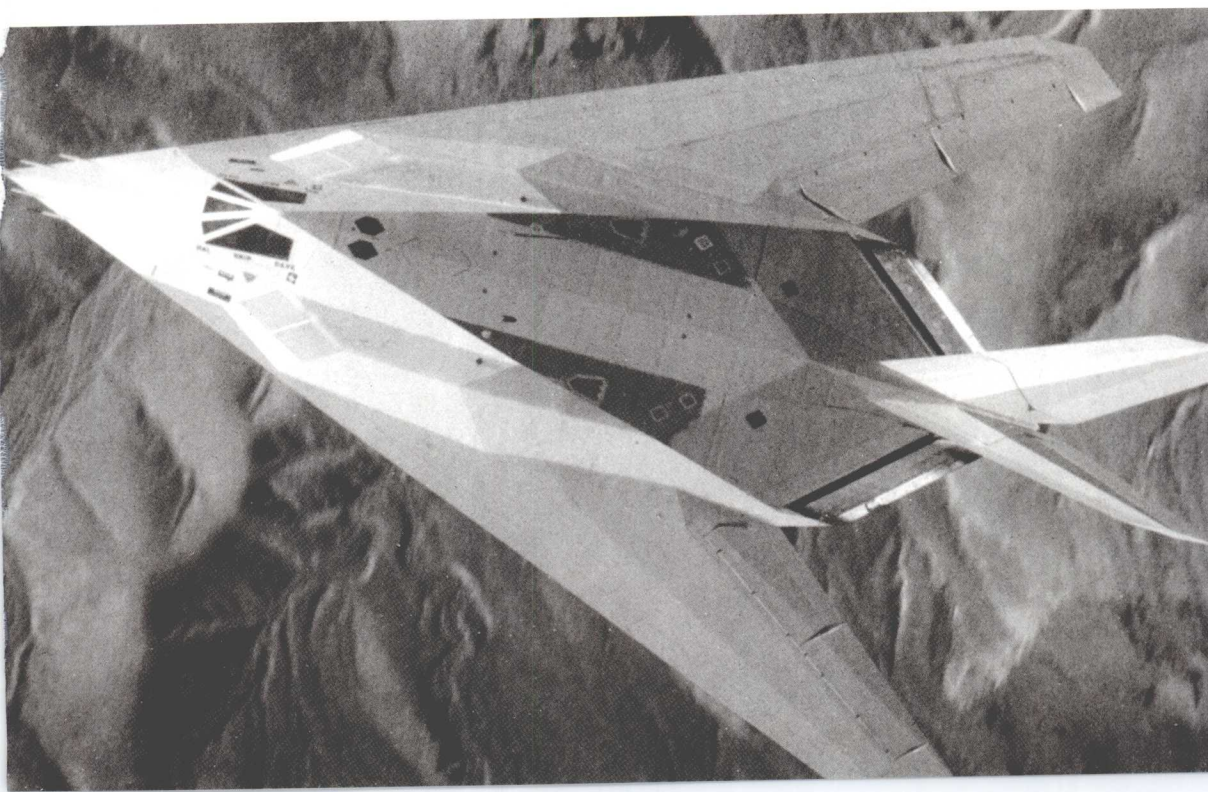
他们自己的影响力，使 B-2 生产处于半停产状态，使 F-22 的生产延误。海军项目经理试图利用神秘隐形机 A-12 击败空军以获得采购资金，结果是灾难性的：即使是命运多舛的 A-12，凭借其独特的稳定自我保护性能和隐形性能，也比当时人们所能想象的要好。

如果否定了技术带给己方部队及敌方部队的利益，保密的作用又会是什么呢？

比尔·斯威特曼

介绍 / I

- 1 隐形技术出现之前的伪装技术 /001
- 2 “海弗蓝”与隐形技术的出现 /017
- 3 形状、形状、形状以及材料 /037
- 4 制造隐形战机 /051
- 5 80 年代的梦幻工程 /083
- 6 从先进战术战斗机到 F-22 /103
- 7 联合攻击战斗机——国际化的隐形战斗机 /145
- 8 臭鼬工场的故事 /195





隐形技术出现之前 的伪装技术

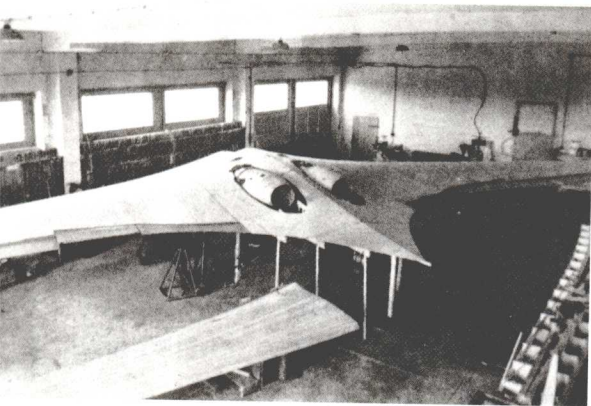


左图：罗克韦尔公司的 B-1 是唯一一款在隐形时代之前要求减少雷达散射截面的主战飞机。在 B-1B 的正视图中，我们可以清楚地看到附加在飞机进气口导管上的流线型挡板。这些挡板使我们看不到通用电气公司 F101 发动机的压缩机表面。图片由罗克韦尔公司提供。

是谁发明了隐形技术？这并非你所想象的，是一个愚蠢或简单的问题。现代社会的趋势是将诚信和罪恶一并广泛传播，并把这种善恶行为及思想统统归咎于巨大的社会和经济力量。

隐形技术，从实质上讲，是被发明的，而不是被发现的。如果在 1970 年世界上最知名军用飞机设计师们中间进行调查，可以毫无疑问地说，一百个人当中没有一个人会相信，飞机可以实现低可探测性，尤其是在雷达的监测下。一些设计师热衷于体型较小且较便宜的战斗机，并声称体

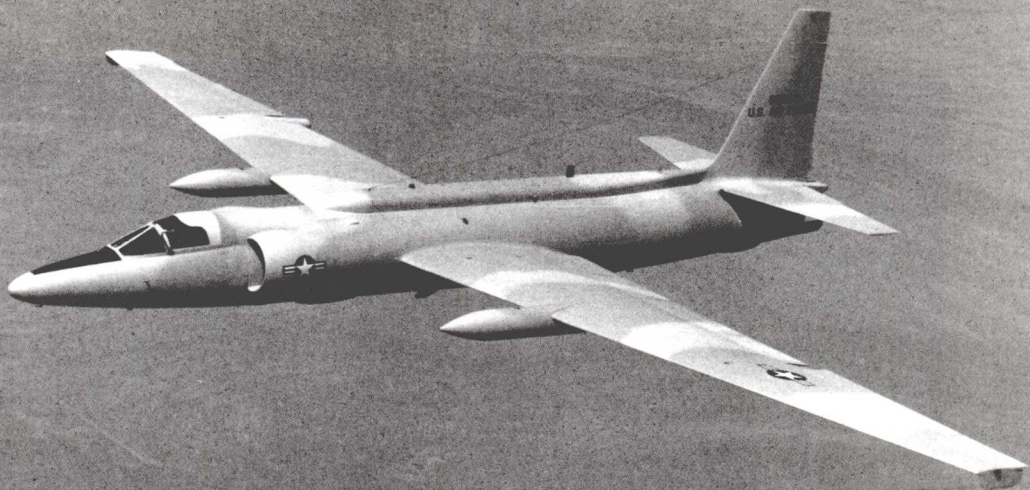
下图：霍顿兄弟的量产版 Ho1X 使用了雷达波吸收胶合板夹芯材料，其中在许多方面（包括其内部布局）都超过了 B-2。图片由德国的 Motor-Buch Verlag 公司提供。



型越小就越难被侦察，但实际上这两者并不是同一回事。

专业的设计师们都知道，雷达探测范围方程式是较为简单的物理事实表达。探测距离因雷达散射截面（RCS）的四次方根差异而不同，此标准也适用于测量目标物体的反射率。即使雷达散射截面减半，监测范围也将只会减少六分之一，却并不十分有用。而且这似乎也是不大可能的，如能将关键性能提高 10%，那将是一个巨大的胜利。因而，设计师们自然会得出一个结论，雷达散射截面的设计是一个吃力不讨好的领域，不应花大力气去做。

在 1975 年的那个时期，大多数设计师都有同感。他们并不知道在美国，有一小组人员被分成两个团队，以及他们在美国五角大楼内的客户，正疯狂地工作着，设计和制造一种可以抛弃常规作战理念的飞机。将雷达散射截面减半是一种他们已经远远抛之身后的目标。这些新型低可观察飞机，也称之为隐形飞机，将使雷达散射截面比常规战斗机或轰炸机的雷达散射截面积缩小 $1/1000 \sim 1/100$ 倍。它们几乎会把世界上任何雷达控制系统都变成垃圾，包括前苏联庞大的防空网在内。



隐形技术并不是单一的发明者所为，更不是一群发明者的杰作，而是每个人在其前人工作基础上进行改善的结晶。此项工作是由许多有不同天赋的人共同完成的。他们中间有许多是像莱昂纳多(达·芬奇)这样的艺术家和理论家，他们憧憬着大多数人认为不可能做成的事。也有许多是像爱迪生这样的发明家，他们轻松度过了大大小小的各种障碍，实现了这些憧憬。人们把这种现象称作是“按照计划发明”。梅德西斯们是由平民和五角大楼内身着军服的领导组成的一群人。

直到几年前，这些人当中许多人的身份都还是秘密。对外公布的，只有为数不多的几个人的名字，而其他人的名字只在寂静的角落里才能听到，或是在含糊不清的技术文件名单里才能找到，或是从传记中涉及的“特别项目”的模糊暗示里推测。采访请求被正式拒绝或淹没在试图隐藏工作本身的批准体系之中。诺思罗普公司的“沉默之蓝”是早期隐形飞机中意义重大的第二款飞机，在其飞行生涯结束之

上图：与当今的轰炸机相比，U-2 机型较小，其目的是以此来降低其可探测性。然而这完全曲解了机身大小与可探测性的关系，事实上苏联雷达一开始就已经成功地探测到该飞机。图片由洛克希德公司提供。

后的十多年以来，一直被停放在一个密封的机库里。它的存在与它存放的基地被视为秘密。

他们是极小的一群人，他们之间一直保持组织严密，甚至于他们的对手也是如此。这点不用声明，他们早已得到了肯定。在几个月甚至几年的密切合作和激烈竞争中，他们执行着无休止的工作并严格地、偏执地保守着秘密。一位心理学教授（一位先驱者的配偶），将他们比作那些在战场中，以及自然灾害中经历过精神创伤的人们，并称他们的经历别人都从未经历过。

与大多数发明一样，隐形技术是对熟悉事物的创新性利用，而不是一些来自天外的智慧。第一代隐形技术系统是对雷达出现的自然反应，它是在上世纪 40 年代中期从技术性秘密装置发展成为主要武

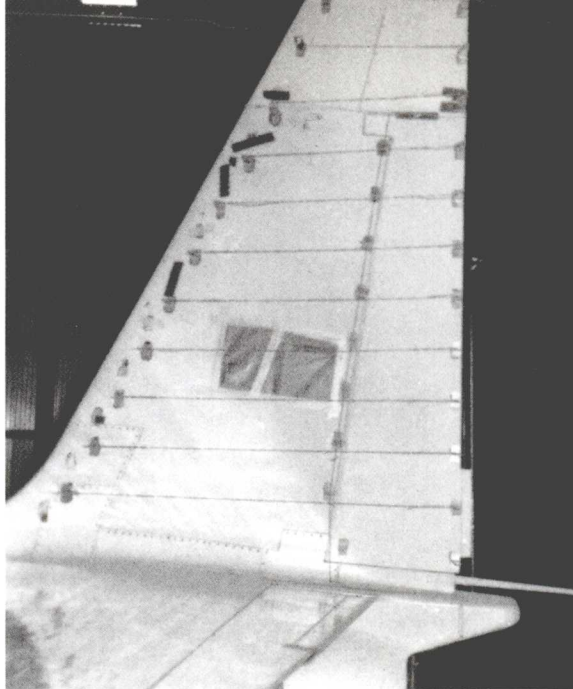




在 A-12 和 D-21 超音速侦察机后部
可以看见雷达波吸收材料边缘。D-21
是上世纪 60 年代雷达散射截面最小
的飞机。图片由洛克希德公司提供。

器的。当时，德国技术人员发现了一些材料——特别是含碳制品——可吸收雷达波而非反射雷达波，但其原理、过程却无人知晓。这种早期雷达波吸收材料的制作与使用方法只是一种经验之作。德国工业界确实对此进行了研发并能够将它应用到海军潜艇通气管上，但是在该应用中，雷达波吸收材料在海上随机反射（设计师们也称之为杂波）中隐藏小目标方面表现并不特别好。

两位非凡的德国飞机设计师，雷玛·霍顿（Reimar Horten）和沃尔特·霍顿（Walter Horten）兄弟，是首先建议在飞机上使用雷达波吸收材料的前驱者。与美国的杰克·诺思罗普一样，霍顿兄弟是飞翼飞机的积极倡导者。在 1942 年之前，霍顿家两兄弟一直专注于研制 HoIX——双喷飞翼战斗机 / 轰炸机，并于 1944 年试飞了原型机。为了保护战略物资，HoIX 飞机的钢管架覆盖了胶合板蒙皮。在量产飞机时，霍顿兄弟建议使用一种类似三明治的蒙皮材料，它包含两层较薄的胶合板，内夹一层木屑、胶粘剂和碳。使用碳的唯



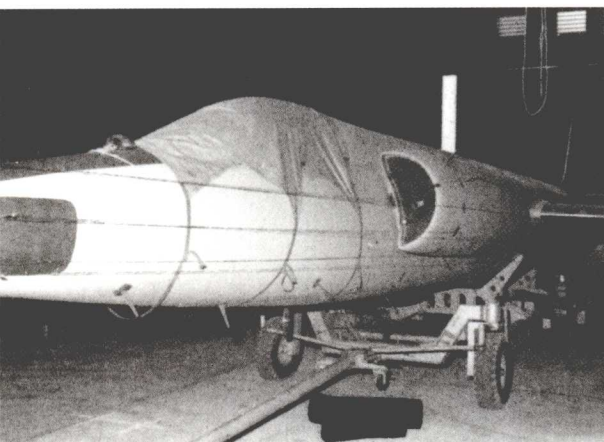
上图：这些线圈的目的是创造一种精确的变相关达回波，可以抵消蒙皮的真正回波。苏联向美国提供跟踪“肮脏鸟”在该国领土上飞行的精确线路轨迹后，试验被迫放弃。图片由克里斯·包柯克提供。

一目的是吸收雷达波束，使飞机更难以被雷达探测。

第二次世界大战结束后的 10 年里，美国和英国仍继续研发雷达波吸收材料。研发按照几条线路进行。在英国，尽管雷达波吸收材料已经在堪培拉侦察机上进行过测试，然而大量的工作仍然集中于在舰上层结构中使用雷达波吸收材料。

1956 年末，美国把“防雷达伪装”技术作为国家最秘密的项目这一，这使得该课题研究工作发生了更为实际的转变。

左图：在减少雷达散射截面的试验中，较为特殊的是在 U-2 周围安装经过处理的线圈以减少雷达散射截面。凯利·约翰逊称 U-2 为“肮脏鸟”。图片由克里斯·包柯克（Chris Pocock）提供。



1954 年,洛克希德公司的首席设计师,盖世奇才克拉伦斯·凯利·约翰逊组成了一个钦点小组,为美国中央情报局研发新型侦察机。当时,中央情报局已经与美国空军、马丁公司以及贝尔公司就相同事项在一起合作了。约翰逊主动向中央情报局提议,他承诺为他们提供一种航程和飞行高度比对手更好的飞机,而且飞行速度更快,也更加隐秘。

飞机在伯班克设计,在贝克斯菲尔德附近的一个毫无特征且没有任何标志的工厂里组装。试飞员帮助他找到一个秘密测试基地:内华达州干涸的格鲁姆湖边缘的一遥远空军机场,此处为美国空军内利斯训练与武器射击靶场,位于原子能委员会核试验场的东面。原子能委员会将这块土地划分为若干降落场以及其他用途的土地。秘密飞行测试基地位于 51 号地区。

10 年前,约翰逊组建了一个小型多

学科小组研发 XP-80 喷气战斗机,成员都是从原型机厂中精挑细选出来的。这使洛克希德的成员们想起了连环漫画《莱尔·艾布纳》(Li'l Abner)中所描述的秘密工厂——臭鼬工场。虽然拼写不同,但是名字却保留了下来,借此表达对约翰逊永久的厌恶之情。约翰逊的小组正式成为加利福尼亚州洛克希德公司的高级研发项目部。

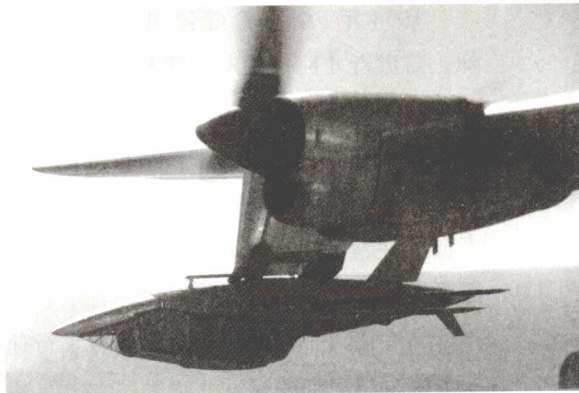
美国中央情报局的新型侦察机 U-2,在经过 8 个月的制造之后于 1955 年 8 月在第 51 号地区进行了首次飞行。1956 年 7 月,首次飞越苏联。

从一开始,虽然无论是约翰逊还是中央情报局项目主任理查德·比塞尔

下图:图中可以看见洛克希德公司的 A-12 超音速侦察机正在伯班克制造中,安置在机翼前缘箔饼切片式的玻璃纤维/塑料导管可以减少雷达散射截面。垂直尾翼向上倾斜也是减少雷达散射截面的一种措施。图片由洛克希德公司提供。



右图：关于减少雷达散射截面最早的系统方案之一是由瑞安航空公司（1969年后改名为特里达因·瑞安航空公司）推行的，即在1962年执行的秘密项目，研制“火蜂”靶机的侦察版。这是早期使用雷达波吸收材料遮盖进气口及侧面的一个例子。图片由特里达因·瑞安航空公司提供。

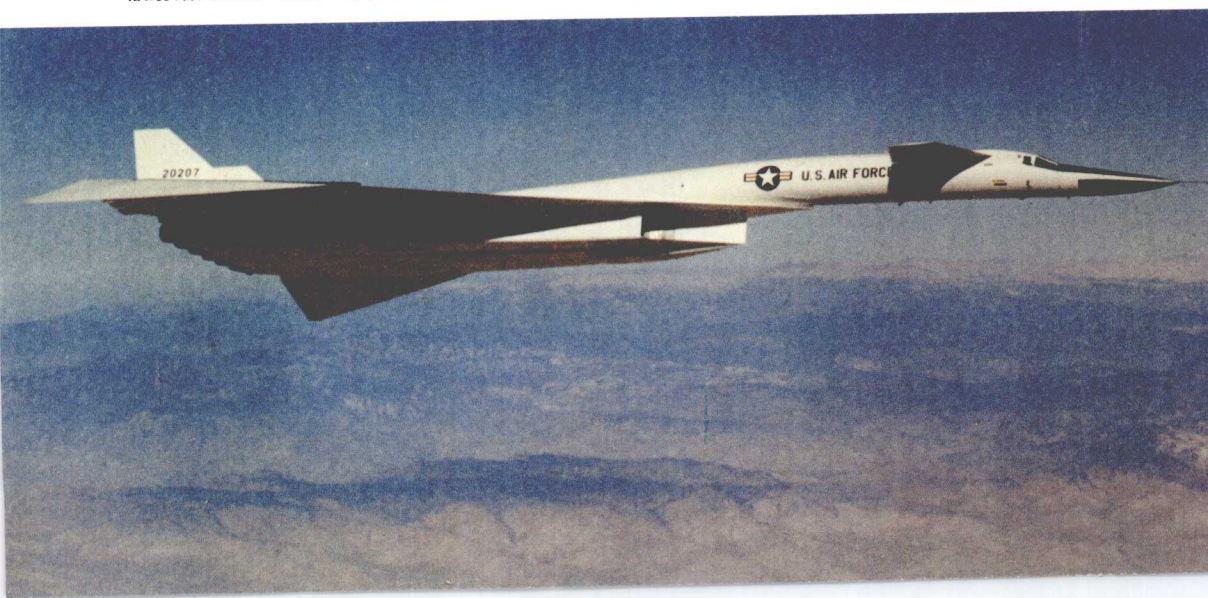


（Richard Bissel）都不相信，U-2可以藐视苏联防空系统并逍遥法外两年多，但是首飞就被跟踪，并且苏联战斗机试图拦截并将U-2击落，这确实让他们大吃一惊。当中央情报局告诉当时的美国总统德怀特·艾森豪威尔，苏联防空可能发现了一架小型U-2时，艾森豪威尔非常失望，因为他可不想激怒苏联领导人。

因此，在执行完第一次任务后的仅仅几个月，洛克希德公司就开始了一个新

下图：北美公司凭借在“大猎犬”导弹的隐形经验，建议在XB-70“战神婢女”3马赫战略轰炸机上应用减少雷达散射截面的方法。虽然这样的工作无疑与隐藏脚趾涂满草莓汁的大象一样困难，但是XB-70的一些特性，比如蛇形进气口导管和高度后掠的锋利的前缘，都使得减少雷达散射截面成为可能。图片由洛克韦尔公司提供。

项目，减少雷达对U-2的探测性，主要针对工作范围在65-85兆赫（兆赫）之间的远程低频预警雷达。进行测试的有两种方案。在彩虹项目中，U-2原型机采用薄标准线的精细系统，在机翼和机尾旁边由非导电杆（开始使用竹子，后来使用玻璃纤维）进行支撑，并伸展到机头和机身。导线形成环路，离机翼前缘和后缘约一英尺。导线携带了精确行距的铁氧体磁珠。彩虹系统，又叫秋千，目的是为了创造一个模仿机身回波的雷达回波，但一半波长异相，从而精确消除自然回波。第二种方案绰号为“壁纸”。主要是在U-2的机身、机头、机尾部件上粘连一种含有印刷电路



的柔性塑料材料。

1957年5月，理查德·比塞尔告诉艾森豪威尔，一旦实施“彩虹”和“壁纸”改进项目，“大多数事件（U-2飞越苏联）将不会被探测到”。然而他完全过于自信了，根据中央情报局正式历史文件记录，“彩虹”改进项目并不非常成功，低于U-2巡航高度1500英尺。“壁纸”改进仅充当绝缘体。1957年4月2日，一架改进型U-2（实际上，是第一架原型机）由于过热造成发动机起火而坠毁，导致机上试飞员罗伯特·西克尔（Robert Sieker）死亡。约翰逊给这个改进型飞机起了一个贬损绰号“肮脏鸟”。

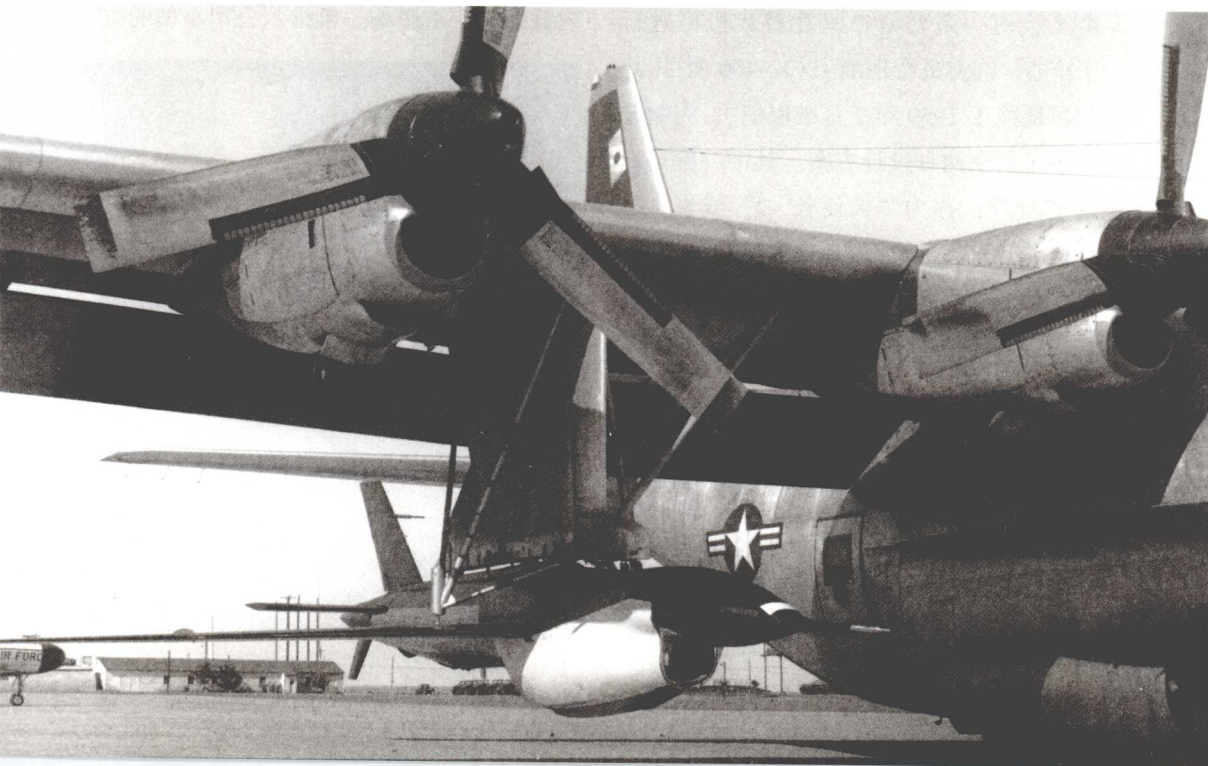
然而，测试还在继续进行。首先，改进型U-2s飞过地面雷达实验站。这是一个繁琐的过程，因为每次飞越只能涉及一小范围的视角。臭鼬工场制订了一套计划，将一架完整的飞机悬挂于50英尺标

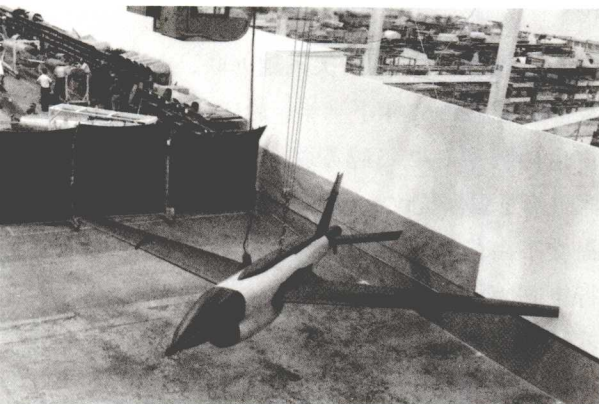
塔上，在地面测试飞机的雷达反射。

“肮脏鸟”一共9次飞越苏联，大多数都发生在1957年下半年。1958年3月，雷达伪装型U-2飞越苏联远东地区，苏联进行了强烈抗议，此外，苏联还向美国提交了一份备忘录，详细描述U-2的飞行轨道。这也就等于告诉美国中央情报局，苏联雷达操作员非常有经验，可以毫无困难地跟踪雷达伪装飞机。“彩虹”和“壁纸”改进项目的应用从而中止。

放弃雷达伪装U-2项目使得中央情报局更加紧迫地寻找一种替代机型。1957年，洛克希德公司开始研究U-2的超音速替代机型。同时，该公司也正在研究由空军资助、以氢气为燃料的CL-400项目。

下图：在研制更专业、远程和高海拔型号侦察机时，瑞安无人侦察机采用了减少更多的雷达散射截面技术。147T型采用了北美公司的减少雷达散射截面的技术。图片由特里达因·瑞安航空公司提供。





上图：紧随洛克希德公司的U-2和A-12之后，瑞安公司无人侦察机是第一架在特里达因公司制造的测试场内进行雷达散射截面测试的全尺寸飞机。这是147T型全尺寸的雷达散射截面测试模型。图片由特里达因·瑞安航空公司提供。

与此同时，美国中央情报局也与研发B-58超音速轰炸机的康维尔公司接触并劝说其加入未来侦察机的研究之中。

1958年9月，由爱德文·兰德（Edwin Land）（宝丽莱相机发明者）担任主席的委员会对一系列U-2潜在替代机型进行了审查。该委员会拒绝了CK-400项目（此项目最终于1959年2月被取消）。约翰逊提供了其他两种设计方案。其中一种是超音速设计，称为“天使长-2”或者A-2（得名于洛克希德公司U-2的早期绰号“天使”），A-2由涡轮喷气发动机和活塞式发动机提供动力。另一种设计为亚音速无尾

右图：上世纪60年代的终极隐形飞机是特里达因·瑞安航空公司的AQM-91A“火蝇”，它是在美国空军“罗盘指针”项目下进行研制的。从图中我们可以看到，在测试过程中，位于DC-130发射控制机左翼下的“火蝇”已经损失了一些雷达波吸收材料。图片由特里达因·瑞安航空公司提供。

飞翼，取名“爱好-2A”，它着重强调了较低的雷达散射截面。这两种设计都没有被接受。委员会对康维尔公司的一种“鱼”式飞机表示出更多的兴趣，它是一款由小型活塞式发动机提供动力的飞机，它的设计目的是在一种更强劲的扩展型B-58飞机上起飞。

1959年早期，美国中央情报局一直致力于两种潜在的研究方案，那就是洛克希德公司优化的起飞设计和康维尔公司的空中发射系统。此外，理论研究已使美国中央情报局相信，飞机减少了雷达散射截面，飞得更高更快，可以避开雷达探测。“影像映射与扫描”理论提出在每两次扫描期间快速地改变位置，微弱的回波将像噪音一样被排除。

两家公司都于1959年夏天提交了设计方案。洛克希德公司的A-11是一款速度为3.2马赫的飞机，并不受减少雷达散射截面的严重影响。康维尔公司小型的空

