

世界经典战机丛书

WORLD CLASSICS FIGHTER SERIES

高 智 黄国志 编著

捍卫海空

HANWEI HAIKONG

——“鹞”式战斗机家族发展史

老牌工业帝国的技术巅峰，独树一帜的垂直起降

马岛战场：力挽狂澜显神威

海湾战争：群雄逐鹿逞英豪



解放军出版社

世界经典战机丛书

WORLD CLASSICS FIGHTER SERIES



高智 黄国志 编著
“鹞”式战斗机家族发展史

捍卫海空

HANWEI HAIKONG

解放军出版社



图书在版编目(CIP)数据

捍卫海空——“鹞”式战斗机家族发展史 / 高智, 黄国志编著.
—北京: 解放军出版社, 2014. 9
ISBN 978-7-5065-6747-3

I. ①捍… II. ①高… ②黄… III. ①舰载飞机—歼击机—介绍
—英国 IV. ①E926.31②E926.392

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第299629号

捍卫海空——“鹞”式战斗机家族发展史

作 者: 高 智 黄国志

责任编辑: 吕一兵

责任校对: 龚 莉

排 版: 北京文图时代文化发展有限公司

出版发行: 解放军出版社 联系电话: 010-66736655

社 址: 北京市西城区地安门西大街40号 邮编: 100035

印 刷: 北京京海印刷厂

开 本: 185毫米×260毫米 印 张: 24

印 数: 1—3000册 字 数: 569千字

版 次: 2014年9月第1版

印 次: 2014年9月第1版第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5065-6747-3

定 价: 72.00元

(如有印刷、装订错误, 请寄本社发行部调换)



前言

2010年12月15日，英国皇家空军16架“鹞”（Harrier）战斗机在科斯莫尔（Cottesmore）空军基地进行了最后一次告别飞行表演，这标志着服役了40多年的世界上第一款垂直起降战斗机正式退役。此前的2010年10月19日，受金融危机影响，英国国防部宣布在未来4年里将削减8%的军费开支，不幸的是，“鹞”式垂直起降战斗机赫然在列，国防部要求“鹞”式飞机在2011年3月底前全部退役。

“鹞”式及其“海鹞”无疑是世界上最著名的战斗机之一，它的著名在于它是世界上第一种，也是最成功的垂直起降战斗机，它曾经是英国的骄傲、技术的奇迹，它的性能远远超过了苏联的雅克-38垂直

起降战斗机。自从1982年英国“鹞”/“海鹞”飞机首次参加实战以来，世界各地的大规模冲突及战争都出现了“鹞”式战斗机的身影。就在英国宣布“鹞”式飞机退役前，英国皇家空军的“鹞”式飞机还在阿富汗执行着作战任务。

在东西方冷战逐渐进入白热化阶段，即20世纪50和60年代，两大阵营的国家都试图通过炸毁对方的机场来消灭敌人的空中力量，第二次世界大战中这种战例非常常见，苏联遭受纳粹德国进攻的当天就遭受了这样的打击。英国，在第二次世界大战的打击下世界霸主地位不保，被后来居上的美国所取代，就在霸主地位交替时，英国航空工业的命运也如国家命运一样空

无奈的谢幕



叹“无可奈何花落去”。“鹞”式飞机就是在这种背景下诞生的，当时，世界范围内出现了一股“导弹万能论”的思潮，英国国内很多新机研制项目都被取消，可能英国人会感叹国防大臣桑德斯葬送了英国航空工业，实际上英国根本无法承受这么多烧钱的飞机项目，比如 TSR.2 飞机被称为黄金飞机。“鹞”式飞机的诞生在这种背景下也不可能一帆风顺，好在有外国资金的注入，加上有北约项目办公室的支持，这个项目勉强能进行下去。后来的英国国际地位不断下降在客观上反而对“鹞”式飞机项目起到了推动作用，那就是英国越来越养不起常规起降航母，而短距/垂直起降战斗机可以在排水量较小的航母上使用。另一个促进因素就是垂直起降飞机的战术价值，它的战术价值体现在前线近距支援，也就是对于陆军来说它的价值远远大于空军使用，不同之处在于“鹞”式飞机部队属于空军单位。

简而言之，“鹞”式飞机正好非常符合英国当时的国内环境。同时“鹞”的成功也引起了世界范围内研制短距/垂直起降作战飞机的热潮，但除了苏联雅克-38 外其他的都只进行了测试就没有了下文。其

实，“鹞”式飞机顶着世界最著名的垂直起降战斗机的光环，其服役和使用的过程中遇到的麻烦只有使用国自己才清楚。垂直起降飞机航程短还只是所有麻烦中最小的，通过采用短距起降或空中加油，又或者携带大型副油箱就基本上可以满足一些作战任务的需要，退一步讲，航程短就执行航程短的作战任务也未尝不可。可怕的是，不管是英国的“鹞”式、“海鹞”，还是美国的 AV-8A/B，垂直起降飞机的复杂操作和高事故率让飞行员胆战心惊。在美国，美国海军陆战队的 AV-8A 几乎有一半因种类事故坠毁，安全性更好的 AV-8B 也损失了 1/4 之多，总的来说，美国“鹞”式飞机的事故率是其他战斗机和攻击机的总和，可以称得上是天文数字了。其他国家使用“鹞”和“海鹞”战斗机的情况基本差不多，印度不幸摘得此项桂冠，究其原因，除了“海鹞”飞机的固有缺陷外，印度的热带气候是另一个“索命”因素，印度进口的总计 29 架“海鹞”战斗机中，已经有一大半坠毁。

▼ 一架 VC-10K 加油机正在给英国皇家空军的“鹞” GR.7 战斗机实施空中加油





▲ 英国人津津乐道的就是“海鹞”在马岛战争中击落 22 架阿根廷飞机，英国军方并没有被光鲜的数字迷惑，实际上暗中查找飞机的缺点，为新一代“鹞”式战斗机的研制提供有价值的建议。

“鹞”或“海鹞”之所以世界闻名，跟它参与的马岛战争有很大关系，据称，在这次战争中，英国“鹞”和“海鹞”在空战中共击落 25 架阿根廷飞机，自己无一被击落，创造了 25 : 0 的辉煌战绩（有资料称击落 21、22 或 23 架敌机）。“鹞”和“海鹞”虽然在这次战争中损失了几架，但没有一架是被敌机击落。英国人津津乐道“鹞”和“海鹞”的优异格斗性能，其实，这里的误导成分也不少，一般读者很少去关注阿根廷的作战飞机是如何，或者是在什么状态下被击落的。从空战角度说，“海鹞”战斗机具备突然减速和转弯的能力，理论上，在空战中更容易机头指向（敌机）发射导弹或射击，实际情况却是英国飞行员极其反对空战中使用推力矢量控制，马岛战争的空战中仅有的一次使用过推力矢量控制还遭到各方质疑。“海鹞”战斗机的“飞马”发动机矢量喷管转动的速度非常慢，对于起降过程是够了，但对激烈的空战来说远远不够，所谓的“突然减速”也有夸大之嫌，这是其一。其二，飞机减速后能

量损失较大，不符合西方国家认识的能量机动理论，西方国家普遍认为苏 -27 “眼镜蛇”机动没有作战意义，那么“海鹞”的减速以达到机头指向也不可能得到认同。实际上，马岛战争中，真正的敌对双方空战只发生了一次（5 月 1 日的战斗），这次战斗中还是阿根廷飞行员犯了错误才被击落。另外，在 25 架战机中，美国的 AIM-9L “响尾蛇”导弹击落了 18 或 19 架敌机，而且大部分不是在格斗中击落敌机的。

也许表面上非常鲜亮，而实际上苦衷只有英国人自己知道。美国海军陆战队是“鹞”式飞机的使用大户，美国的 AV-8A 和 AV-8B 的产量是英国的数倍之多，装备数量也高出一大截。美国的不管什么型号的“鹞”高事故率都是固有的缺点，但是，对于没有可以在两栖上起降的作战飞机的美国海军陆战队来说，“鹞”只能是首选；而且，对于海军陆战队执行的作战任务来说，“鹞”也是唯一的选择。正如上文所说，并不是“鹞”式飞机符合美国海军陆战队的作战思想，而是海军陆战队根据“鹞”

式飞机的特点创造出了与之适应的作战战术，超过任务要求的部分可以由美国海军或空军的作战飞机完成。

“鹞”或“海鹞”作为一款攻击机或战斗机，凭借西方优异的航空技术和电子技术使之成为一款某些方面性能十分优异的作战飞机，但是，从“鹞”或“海鹞”的作战历史分析，它因其固有的缺点而无法成为一个国家的主力作战飞机。对于美

国海军陆战队这种独特的军种来说，垂直起降飞机即是主力作战飞机，在未来也不可能消失，甚至还会发展，美国的 F-35B 正是“鹞”的延续和继承。

不管怎么说，尽管“鹞”式飞机存在着维护保养复杂、事故率高等问题，它仍不失为一种非常成功的战斗机。至今“鹞”式飞机仍在一些国家使用。



目 录

CONTENTS

前 言	1
第一篇 垂直起降飞机的早期研究	03
一、飞行试验器和 SC.1 飞行器	03
二、米切尔·韦伯尔特和 BE.53 发动机	07
三、霍克公司着手垂直起降飞机研究	12
四、霍克公司的 P.1127 验证机	16
五、霍克公司的 P.1154 和“鹞”式诞生	27
第二篇 第一代“鹞”和“海鹞”战斗机	33
一、“鹞” GR.1/GR.1A 攻击机和“鹞” T.2/ T/2A 教练机	33
二、装备“鹞” GR.1/GR.1A 飞机的 4 个皇家空军中队	47
三、G-VTOL “鹞大使”	54
四、“海鹞” GR.3 战斗机和“鹞” T.4 教练机	57
五、美国海军陆战队的 AV-8A 和 AV-8C	68
六、“海鹞” FRS.1 战斗机和“海鹞” T.4N 教练机	81
七、“海鹞” FRS.2 (FA.2) 战斗机和 “海鹞” T.8 教练机	99
第三篇 第二代“鹞”式飞机	117
一、美国 AV-8B “鹞” II 攻击机	117
二、美国 AV-8B (NA)、AV-8B+ 飞机	137
三、英国“鹞” GR.5/GR.7/GR.9 战斗机和 “鹞” T.10 教练机	150
四、“鹞”式飞机的研究项目	173

CONTENTS

CONTENTS

世界经典战机丛书
WORLD CLASSICS FIGHTER SERIES

第四篇 其他国家使用“鹞”式家族飞机的情况	181
一、西班牙“斗牛士”	181
二、印度海军的“海鹞”FRS.51 战斗机	189
三、痛苦不堪的印度海军	200
四、意大利海军“鹞”II 战斗机	205
五、泰国“鹞”式战斗机	211
第五篇 “鹞”式家族战斗机作战简史	217
一、英国“鹞”式家族飞机作战历史	218
二、美国海军陆战队 AV-8B “鹞”II 战斗机参战经历	299
附 录 “鹞”式飞机主要型号线条图	369





第一篇

垂直起降飞机的早期研究

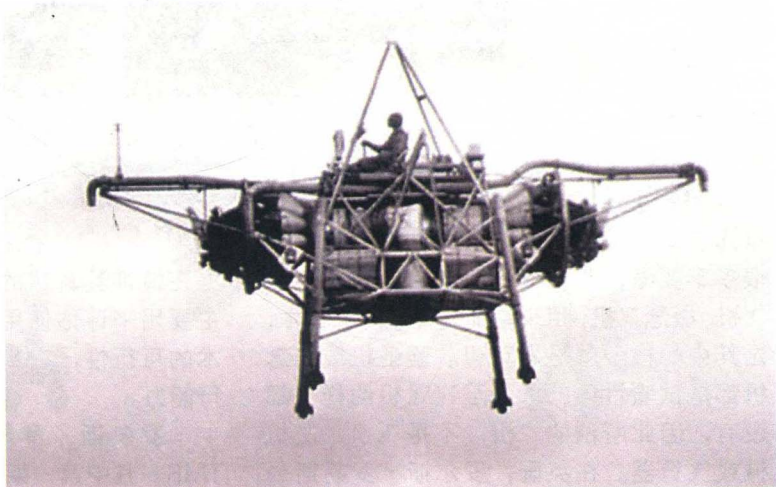
关于“鹞”式飞机的起源可以说非常复杂，研制过程也一波三折，曾经历过多国合作和项目计划数次更改等变故。“鹞”式飞机的问世是所有这些方面的折中方案，但是，它后来证明是最成功的。早期的垂直起降飞行器的研究是“鹞”式飞机诞生的基础，没有这些先行者的贡献，根本不可能有实用型垂直起降飞机的出现，这是事物发展的必然规律。应该指出的是，早期的垂直起降飞行器的研究早在二战期间就已经具备了这些概念。机场在战争中是受到打击的重要目标之一，摧毁了机场，

战斗机和轰炸机就无法起飞，垂直起降飞行器就是在这个时候出现了一些概念化研究。研究垂直起降较早的国家有美国、德国和苏联等一些航空大国，英国二战后的垂直起降研究起点很高，最终也开花结果。苏联的垂直起降飞机不管是概念研究，还是进入实际研究都较早，只是由于二战的影响以及本国基础工业落后而选择了另一条发展道路。下文中的早期垂直起降飞行器主要介绍英国的项目，这些项目对“鹞”式飞机的诞生作用更直接。

一、飞行试验器和 SC.1 飞行器

垂直起降飞机的研究始于二战末期，二战初期，德国空军以闪电战术迅速将敌方空军消灭在机场，二战后期，该轮到德国品尝被别人空袭机场的滋味了。为此，德国技术人员首先提出了一系列不依赖机场的垂直起降飞机概念，由于战争和技术的因素，这些概念都没有离开过图纸。但是，二战结束后的实用垂直起降技术发展都跟德国的这些概念有很大的关系。喷气式飞机在二战后登上了历史舞台后，人们

发现喷气式飞机对机场的依赖程度远远超过了二战时期的螺旋桨飞机，稍稍平整的



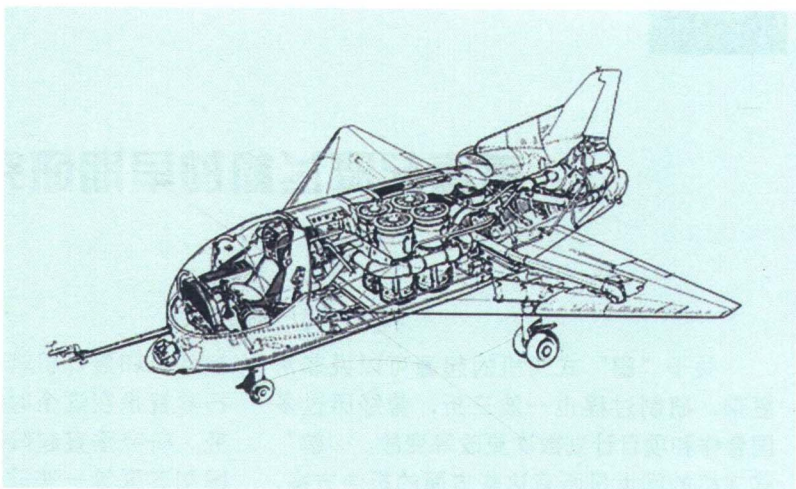
▲ 很难说它是垂直起降飞机，它没有飞机的外形，也无法平飞，只能进行喷气动力悬停试验，顶多算是个飞行器。但是，谈到“鹞”式飞机的发展史就不能不提到它。图中的 TMR 飞行试验平台在垂直起降。

空地（甚至不需要压实）就可以供螺旋动力飞机使用，但喷气式飞机无法做到这一点。而且，供喷气式飞机使用的机场面积也更大，也更便于伪装，空袭机场所带来的战术和战略利益更加明显，因此，这一时期空袭机场的战术和武器突然涌现出来。减少作战飞机对机场的依赖的办法只能是研制垂直起降作战飞机，当时，

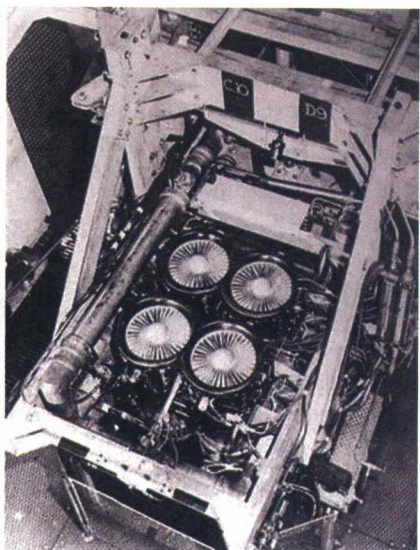
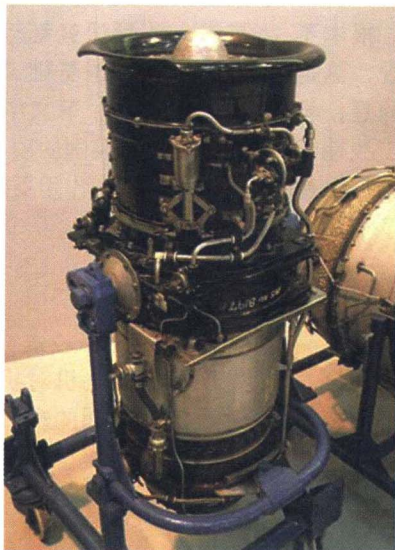
英国、法国、美国和苏联都开展了这方面的技术研究，冷战的开始对这些技术研究起到了推波助澜的作用。

喷气动力已经完全取代了螺旋桨动力，但是，喷气式飞机充其量也只是发展初期，远远达不到驾轻就熟的程度，二战时期的垂直起降技术只能说是理论上和概念上值得研究，要将概念变成现实还有

很多事要做，首先就是验证机，或称试验飞机、概念飞机，用来验证垂直起降的技术，这其中的核心就是发动机。验证机或概念机都是试验性质的，甚至连飞机的样子都没有，因此所谓的“机”不是飞机，是机械或飞行器。在英国，罗尔斯·罗伊斯公司研制的英国第一种垂直起降飞机有一个十分有意思的名字，即“推力测量架”（TMR，Thrust Measuring Rig），这个名字实际



▲ SC.1 垂直起降飞机的结构布局



▲ 左图为罗尔斯·罗伊斯公司的 RB.108 升力发动机，非常小巧；右图为 SC.1 飞机的 4 台 RB.108 发动机布置图。升力发动机和巡航发动机并不完全一样，因此，升力发动机的推重比可以达到 20 左右，而现在最先进的巡航发动机的推重比也只有 10，绝大部分的只有 7 ~ 8。

上在掩饰其真实的用途。这种飞行器设计主要用来评估使用喷气动力进行悬停的技术的可行性，它其实根本就不具备水平飞行能力。

罗尔斯·罗伊斯公司共生产了 2 架 TMR，其中第一架于 1953 年生产出来。这种飞行器看上去根本就不像架飞机，它实际上是安装了 4 条腿的钢架子加上 2 台该公司的“尼恩”离心式喷气发动机。发动机喷



口倾斜向下穿过飞行器的重心，飞行器每侧伸出一个反推喷管，发动机的喷流为飞行器悬停时提供机动。飞行员（如果能称得上说的话）坐在飞行器的最顶部，如果这个丑陋的家伙翻倒，飞行员可是什么保护措施也没有。这种飞行器因其外形被称为“飞行试验平台”（Flying Bedstead）。

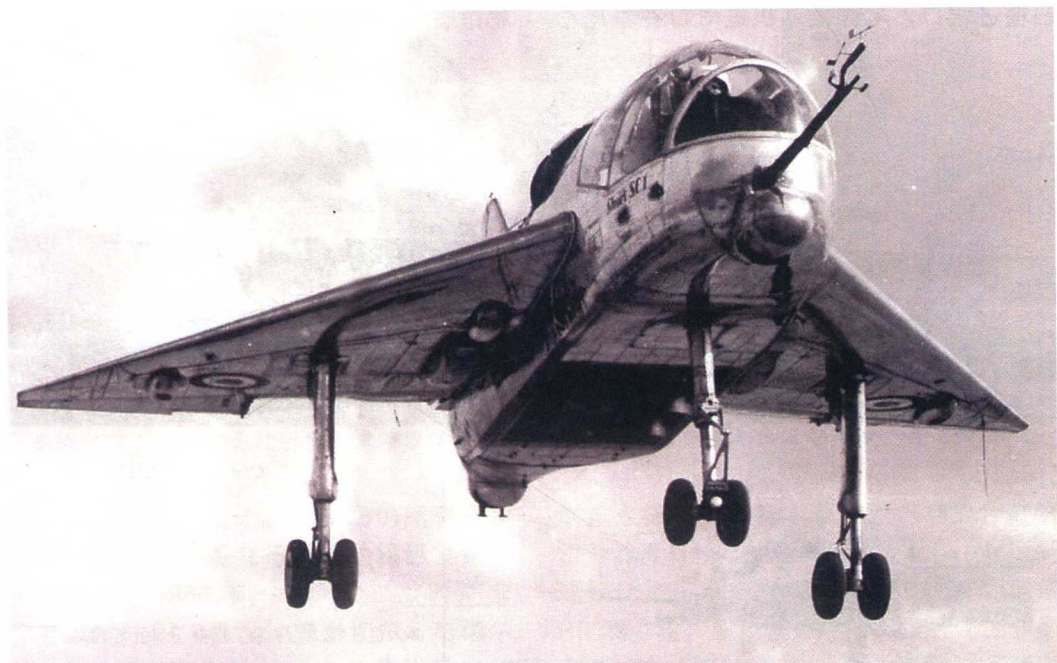
TMR 飞行试验平台的早期系绳试验在 1953 和 1954 年进行，第一次自由飞行是在 1954 年 8 月 3 日，试飞员是罗尔斯公司的首席试飞员 R.T. 希普赫德。飞行试验平台空重为 2 720 千克，起飞重量（内装可以飞行 10 分钟的燃油）为 3 400 千克。因为 2 台“尼恩”发动机可以提供的总推力为 3 675 千克（36 015 牛），大约 8% 的推力提供给飞行器侧面的反推装置，因此整个飞行器几乎没有剩余推力。另外，老式的“尼恩”发动机节流控制系统反应很慢，飞行器的悬停非常困难。总之，飞行试验平台能飞起来真是让人吃惊不小。

第一架飞行试验平台被送到皇家航空

研究所（RAE）进行试验，后来在一次试验中坠毁，飞行员丧生。第二架飞行试验平台于 1957 年晚些时候进行了首飞，仅仅一个星期后这架飞行器就又坠毁，它的残骸被用来修复第一架飞行器，修复好后这架飞行器成了博物馆的常客。

飞行试验平台的技术水平太低了，不值得再花精力去研究，因为这个时候英国又开始了另一种垂直起降飞行器的研究。这个飞行器的核心是一种升力发动机，这是阿兰·A. 格里菲斯博士的发明创造，他是英国喷气式发动机领域的先驱，也是材料科学领域的重要人物。升力发动机实际上就是一个垂直安装到飞行器上的喷气式发动机，它只提供垂直升力，无法提供向后的推力，也就是在飞行器平飞中无法使用。发动机设计尽可能紧凑，以便在短时间内产生更大的推力。发动机有一个敏感的节流控制系统可以在飞行器悬停时进行有效的控制。

1955 年，格里菲斯开始对第一台升力



▲ 这张照片比较清晰，可以看清各个细节，机腹 4 台发动机喷口占据了很大空间。机头前伸的杆子是空速管，它的上面还安装了 2 个风偏传感器。SC.1 更像是一个圆滚滚的可爱的玩具。在航空领域，概念研究十分重要，英国作为一个航空大国，在 1950 年之前甚至比美国做得更好，不管是研制技术和研制方法都十分超前，很多方法至今仍在世界范围内使用。

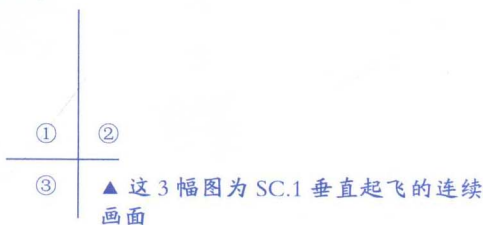
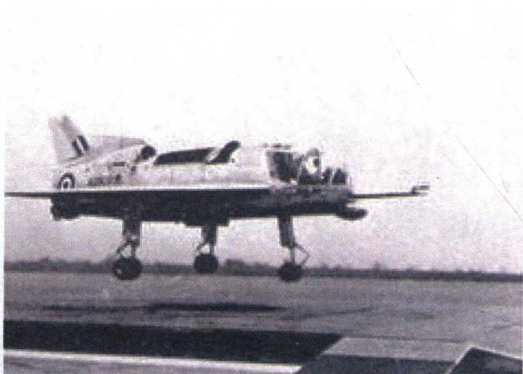
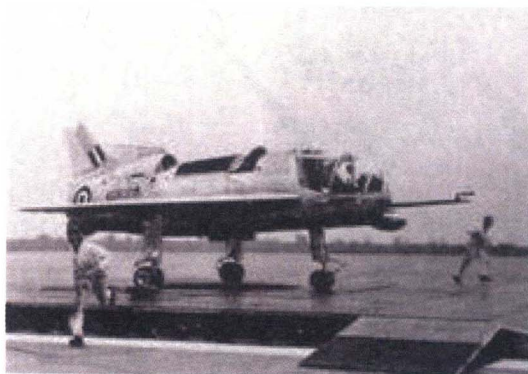
发动机进行台架测试，这种发动机就是罗尔斯·罗伊斯公司的 RB.108。该发动机重量为 122 千克，产生的推力为 920 千克力（9 016 牛），这个推力并不包括 11% 提供给反推装置的推力 [如果算上这个推力，RB.108 的总推力达到近 1 000 千克力（9 800 牛），推重比达到 8]。这个时候，英国供应部（MoS）颁布了文件要求研制一种安装 RB.108 发动机的试验型垂直起降飞机，当时有几家公司进行了应标。最后，英国贝尔法斯特的肖特兄弟公司于 1957 年 8 月赢得了这个合同，供应部提供资金生产 2 架飞行器，编号为 SC.1。

SC.1 有一对小型三角翼；机头为饱满的圆形，座舱位置非常靠前；起落架为前三点式，均为双轮；垂直尾翼短而粗壮。SC.1 的外形看上去像一个玩具，很容易让人想起跳蚤或蝉。飞机机身中部为 4 台提供升力的 RB.108 发动机，机尾部还有 1 台 RB.108 发动机提供前进动力。机身背部发动机正上方为百叶窗式进气口，其前部为凹槽进气口，尾部发动机进气口在垂尾根

部。机头和机翼处有反推喷管，这些喷管可以控制飞机的姿态。SC.1 有一个非常复杂的三余度自动控制系统，它可以确保飞机在悬停时具备可控制能力。

第一架 SC.1 于 1957 年 4 月 2 日在伯斯康姆比唐进行了常规起降首飞，试飞员为汤姆·布鲁克·史密斯，这架飞机从一开始就只安装了 1 台发动机，即尾部发动机。第二架 SC.1 飞机首次安装了 4 台升力发动机，它于 1958 年 5 月 26 日在肖特兄弟公司的贝尔法斯特工厂进行了系留（系一条绳索）垂直起降首飞。1958 年 10 月 25 日，这架飞机进行了无系绳垂直起降飞行。

这 2 架原型机试验一直持续到 1964 年，尽管 1963 年有一架原型机坠毁（这架飞机修复后又进行了飞行试验），飞行员丧生，但这个项目一致被认为是成功的。SC.1 只算是一种试验飞机，还不具备实用性，主要是因为它的控制太复杂，而且没有可操纵性。但是，它对垂直起降概念的发展起到了十分重要的作用。2 架 SC.1 最终被博物馆收藏。





二、米切尔·韦伯尔特和 BE.53 发动机

早期的垂直起降概念还没有脱离简单的思维方式：通过升力发动机把飞机抬到空中，再依靠水平推力的发动机为飞机提供前飞的动力。英国和法国早期垂直起降概念的研究都是这种思路，以当时的技术水平来看，这种垂直起降概念飞行器的布局无可厚非。升力发动机加巡航发动机的布局最大的问题在于在平飞阶段，升力发动机变成了无用的死重，而且升力发动机占据了飞机宝贵的空间，飞机的载油量大大减少，如法国“幻影”Ⅲ V 垂直起降飞机虽然技术上是成功的，但没有实用价值。改变发动机喷口方向，使之既可以作为升力发动机也可以作为巡航发动机是最好的选

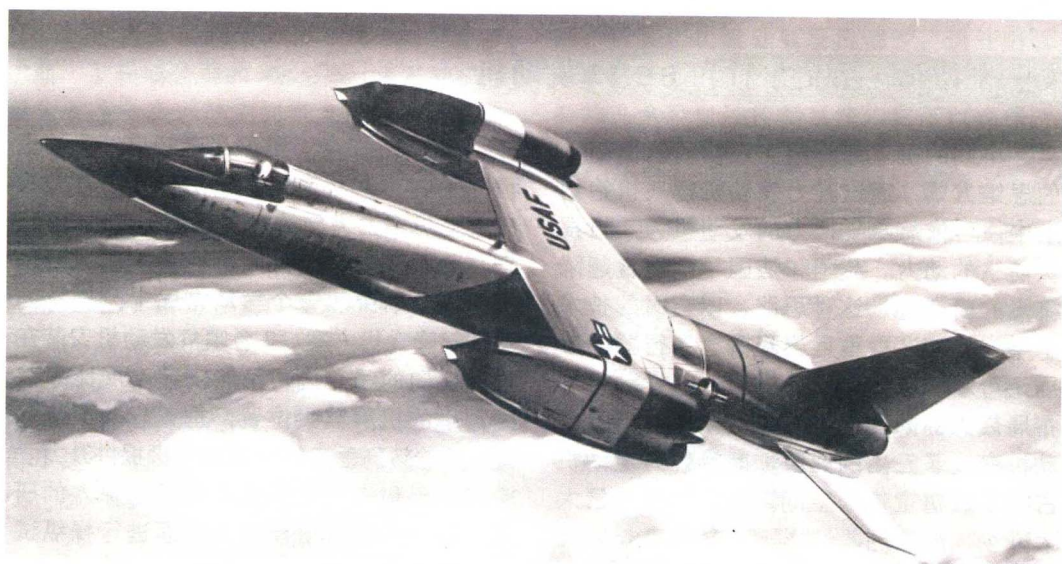
择。早在 1947 年，苏联米高扬设计局的工程师 K.V. 苏利科夫就提出了旋转喷管来改变发动机推力方向的构想。更早期的 1942 年，苏联飞机设计师阿列克谢·雅·斯切尔巴科夫研究了一个气动布局十分奇特的垂直起降飞机方案：2 台喷气发动机安装在可以转向的吊舱内，吊舱安装在展比率弦比很小的机翼翼尖位置，垂直起飞或降落时，吊舱转到垂直的位置为飞机提供升力。斯切尔巴科夫对他的概念进行了深入的研究，最终还制造出模型在地面进行操纵试验。德国在 1963 年研制的 EWR VJ101C 采用的就是斯切尔巴科夫的设计思想，美国贝尔公司的 XF-109 也借鉴了他的理念。



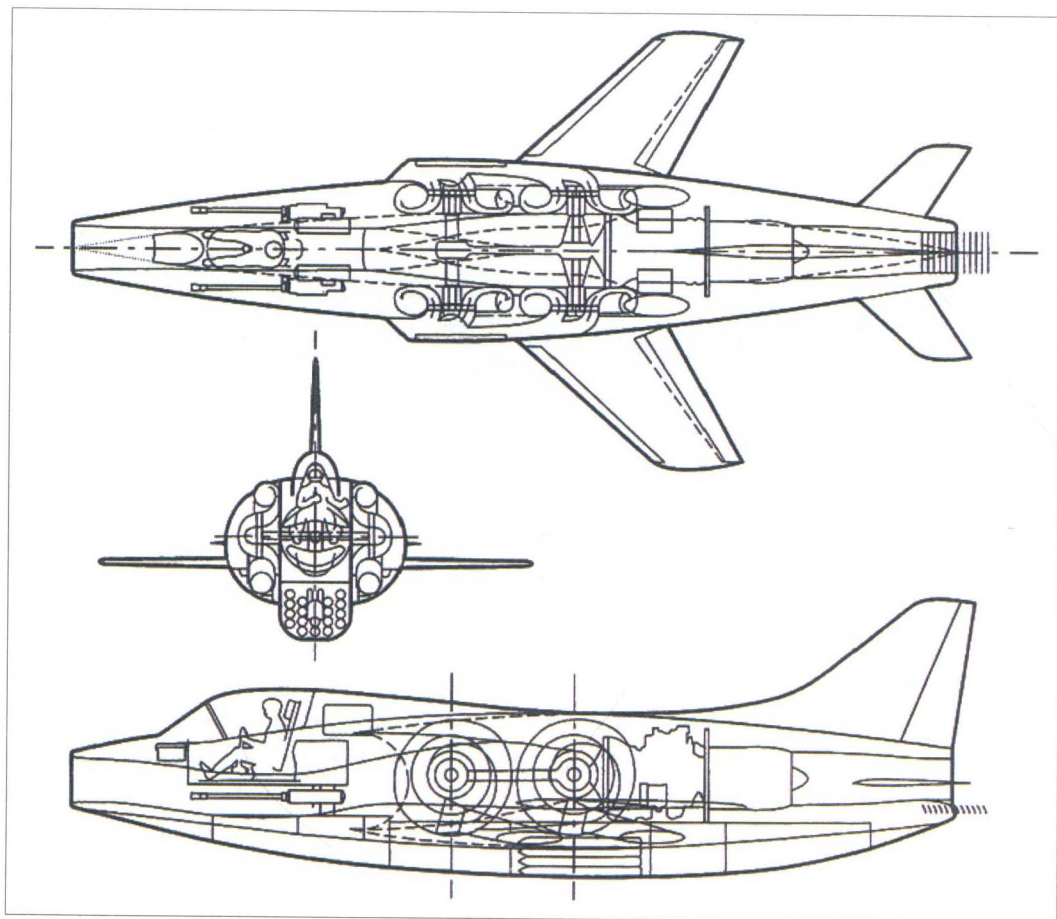
▲ 德国的 VJ101C 垂直起降验证机。它采用的是旋转发动机加固定升力发动机的布局，美国的 V-22“鱼鹰”也采用这种旋转发动机的布局，只是没有固定升力发动机。这种旋转发动机的布局缺陷不少，特别是控制律非常难以掌握，2 架 VJ101C 试验期间都出现过事故，美国的 V-22 也出现过几次重大事故。

但是，旋转发动机的布局仍然有不少缺陷，主要是过渡飞行过程的操纵复杂，安全性差。1956 年，一位在二战时期非常著名的法国飞机设计师米切尔·韦伯尔特 (Michel Wibault) 递交了一个垂直起降飞机方案，名称为“Gyroptere”。米切尔·韦伯尔特对研制一种不依赖机场的作战飞机非常感兴趣，冷战时期，机场是苏

联重点核打击目标，不依赖机场的作战飞机显然具有较高的生存能力。“Gyroptere”飞机计划在后机身安装布列斯托尔公司的 BE.25“猎户座”涡轮轴发动机，它的功率为 5 970 千瓦 (8 000 马力)，发动机有 4 个向下的风道，这些风道安置在飞机重心四周，每边 2 个一组布置。每个风道都有一个蜗牛壳状外罩，它可以提供垂直和水



▲美国的 XF-109 也借鉴了苏联飞机设计师阿列克谢·雅·斯切巴科夫的旋转发动机布局，但是美国对垂直起降飞机的兴趣远不如英国和苏联，这跟美国空军的战略思想有关。



▲ 图为韦伯尔特的垂直起降飞机方案。从军事和技术角度看还不具备实用性，但却是开创性的概念。