



苏霍伊

苏-27

(苏-27至苏-37全面介绍)

“侧卫”战斗机系列

程长鸣 编



- 苏-27“侧卫”战斗机
- 苏霍伊与米格的竞争
- “眼镜蛇”机动
- 苏-35战斗机
- 苏-37战斗机
- 苏-27系列飞机精密模型图



机械工业出版社



← 苏-27战斗机的早期原型机T-10-1，该机在苏-27研制历史上具有重要地位。

→ 苏-27“侧卫-B”战斗机，现已大量装备俄罗斯空军。



← 苏-27UB“侧卫-C”双座教练/战斗机，该机是“俄罗斯骑士”特技飞行表演队使用机。

→ 苏-27K“海侧卫”舰载战斗机，该机装备于俄罗斯海军航空兵，是“库兹涅佐夫”航空母舰载机。



← 苏-27IB战斗轰炸机，该机采用双座并列设计，具有很强的对地攻击能力。

→ 苏-35多用途战斗机，该机采用三翼面气动设计，具有杰出机动能力，可完成空中格斗、对地攻击等任务。



即将出版的世界现代军用飞机专辑系列丛书

F-117A“夜鹰”隐身战斗机
 F-22隐身战斗机
 F-15系列战斗机
 F-16系列战斗机
 F/A-18“大黄蜂”系列战斗机
 米格-29“支点”系列战斗机
 米格-31战斗机
 “狂风”系列战斗机

“幻影”2000系列战斗机
 “阵风”系列战斗机
 “鹞”式系列战斗机
 EF2000欧洲战斗机
 JAS.39“鹰狮”战斗机
 B-2隐身轰炸机
 SR-71“黑鸟”

ISBN 7-111-05997-2



9 787111 059974 >

版权所有 不得翻录 违者必究

ISBN 7-111-05997-2/E·1

定价：32.50 元

内 容 简 介

本书采用图文并茂的形式较系统全面地介绍了当今俄罗斯著名苏-27战斗机系列的研制过程,设计特点、各种改型以及装备使用情况,具有资料新、信息大的特点,它既适合广大航空爱好者阅读,同时又适合从事航空专业人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

苏-27“侧卫”战斗机系列/程长鸣编. -北京:机械工业出版社,1998.2
ISBN 7-111-05997-2

I. 苏… II. 程… III. 歼击机,苏—27—简介 IV. E926.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 20933 号

出 版 人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码:100037)

策 划:程长鸣 赵立彬

责任编辑:刘 焯

责任校对:张 木

版式设计:程长鸣 赵立彬

封面设计:尚 华

责任印制:冯 蓓

制作排版:北京通和达公司

北京日邦印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

1997年9月第1版 第1次印刷

889mm×1194mm 1/16 ·5.5印张·插页4·133千字

00 001-15 000册

定 价:32.50元

凡购买本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

目 录

苏 -27“侧卫”战斗机	2	苏 -27(T-10S)“侧卫 -B”后期系列	33
引言	3	苏 -27SM	35
研制背景	4	苏 -27SMK	35
苏霍伊与米格的竞争	4	苏 -27UB(T-10U)“侧卫 -C”	35
T-10-1 原型机	4	苏 -27K 原型机和	
重新设计	6	预批生产型(T-10K)	37
苏霍伊 T-10-1 彩色立体三面图	7	苏 -27K“海侧卫”结构图	38
又遇风险	9	苏 -33(苏 -27K 生产系列,	
破世界飞行纪录	9	T-10K)“侧卫 -D”	44
首次露面	10	苏 -27K 彩色立体三面图	45
“眼镜蛇”机动	11	苏 -27P	49
气动设计	13	苏 -27PD	49
苏霍伊苏 -27UB“侧卫 -C”		苏 -30(T-10P 苏 -27PU)	50
彩色立体三面图	15	苏 -30M(T-10PM)	52
机翼布局	16	苏 -30MK(T-10PMK)-	52
尾翼	17	苏 -30I	53
机身结构	17	苏 -30MKI	53
苏 -27“侧卫”结构图	18	苏 -27IB 原型机(T-10V)	54
驾驶舱	20	苏 -27IB 彩色立体三面图	56
起落架	21	苏 -34(T-10V, 苏 -27IB	
动力装置	21	预生产型和生产型)	57
火控系统	22	苏 -32FN(T-10V)	59
武器装备	22	苏 -35(T-10M, 苏 -27M)	60
辅助系统	24	苏 -35 彩色立体三面图	65
生产中的改进	24	苏 -37	67
苏 -27“侧卫 -B”彩色立体三面图	25	苏 -37 结构图	72
体验飞行	26	未命名双座苏 -37 攻击型	74
苏 -27“侧卫 -B”技术数据	27		
苏 -27“侧卫”改型	28	苏 -27“侧卫”使用国家	76
苏 -27 初始模型	29	俄罗斯	76
苏 -27(T-10)“侧卫 -A”	29	国土防空军	77
苏 -27(T-10S)前系列“侧卫 -B”	31	前线航空兵	77
P-42(可能是 T-10S-3)	31	海军航空兵	77
T-10-20R	31	实验机构	78
T-10-24	32	苏霍伊设计局	78
T-10-25	32	乌克兰空军	79
苏 -27(T-10S)“侧卫 -B”早期系列	32	苏 -27“侧卫”系列	
		飞机精密模型图	80

苏霍伊

苏-27“侧卫”战斗机





引言

苏-27 是 80 年代末世界最优秀战斗机之一,它是在苏霍伊设计局与众多的科研院、所和工厂的紧密合作下研制成功的。苏-27 体现了原苏联航空科学技术和工艺的最新成就。迄今为止,苏-27 仍保持着 27 项世界航空纪录。从 1989 年起,苏-27 飞机连续参加了重大的国际性航空展览会,出色的飞行表演展示了它优越的飞行性能,震惊了西方航空界。1996 年 10 月,苏-27

来到我国参加中国首届国际航空航天博览会,给中国观众留下了美好而深刻印象。今年(1997 年)6 月,苏-27 装有推力矢量发动机的改进机苏-37 在第 42 届巴黎国际航空展览会上,再次展示了超凡的机动性能,被誉为“航展明星”。

苏-27 已被俄罗斯空军选作进入下一世纪的主力战斗机,成为俄罗斯空军的新的里程碑。



仍在广泛使用的早期苏-27飞机。图上这架是在阿克纠宾斯克试飞中心首次公开的苏-27飞机，显露出携带武器只有2枚R-73和2枚R-27导弹。最新生产的苏-27可以携带10或12枚空空导弹。

研制背景

1969年，即麦道公司F-15在美国新一代FX战斗机竞争获胜的同一年，苏霍伊领导开始了自己的未来前线战斗机(PFI)计划，用以有效地对付美国新型战斗机。在未来前线战斗机计划的技术要求中特别提到F-15，甚至把即将研制的飞机干脆称为“反F-15”。计划强调这种新的战斗机要能对付所有潜在的敌方先进飞机，包括战斗机和强击机；作战高度从距地面上方30米至18000米，在海平面飞行速度为1350~1450公里/小时；在要求的高度上飞行速度为2300~2500公里/小时；根据爬升和加速的需要，推重比为1.2:1；作战半径在低空为500公里，高空为1700公里，航程4000公里，这种飞机要求有极高的持续和瞬时盘旋速率和极小的盘旋半径。以上要求确定新的飞机要有非常大的推重比，非常高的升力系数和非常低的阻力系数。最后要求这种飞机能在俄罗斯规定的1200米长跑道的3级机场上使用。参加竞争设计的有米高扬、苏霍伊和雅克夫列夫三家设计局，但雅克夫列夫设计局在较早阶段就退出，而集中研制一种为苏联海军航空兵部队使用的新型垂直起落飞机，后来成为雅克-141。

苏霍伊与米格的竞争

苏霍伊设计局提出了T-10方案，米高扬设计局作为响应提出了命名为米格-29的方案，这种飞机和我们今天所知道的米格-29“支点”飞机有很大不同，机身两侧装有米格-25式的进气道。从许多方面看，这种飞机有些像单座的米格-31，但在进气道的上缘向前伸出边条，机翼翼尖呈圆弧形，并且在尾喷口后面延伸出装有垂直安定面和水平尾翼的尾撑。

米高扬设计局当时主张更紧地跟随美国的范例，因此提出的米格-29方案不像苏霍伊设计局提出的T-10方案那样超前。当时美国空军正在考虑研制一种轻型、造价较低的战斗机作为作战能力强但造价昂贵的F-15的补充，米高扬主张苏联也应如此，生产互相配合的两种飞机，一种大而贵，一种小而便宜，它们可以取代在国土防空军和前线航空兵使用的米格-21、苏-15和米格-23。

几个月之后，米高扬设计局提出了一种较小的米格-29D(D是Double即“双”的意思)的方案。经过对T-10方案的审查之后，米高扬被授予进行他们的飞机的研制，代号LPII计划(字头L代表Lightweight，即较轻的意思)。1971年

苏霍伊被授予继续研制T-10，代号为TPFI计划(字头T代表Tyazholyi，即重的意思)。

这一评估行动导致的局面与50年代的情况相似，当然米高扬倾向于生产前线航空兵使用的多用途战斗机，而苏霍伊倾向于为国土防空军生产执行截击任务的较重型飞机。竞争的结果没有使米高扬受到损失，因为对米格-31超重型截击机的研制继续快速进行，而苏霍伊失去了设计本来有可能的轻型多用途飞机的机会，因为这种飞机有可能大量装备部队，而且也有可能为出口而大量生产。

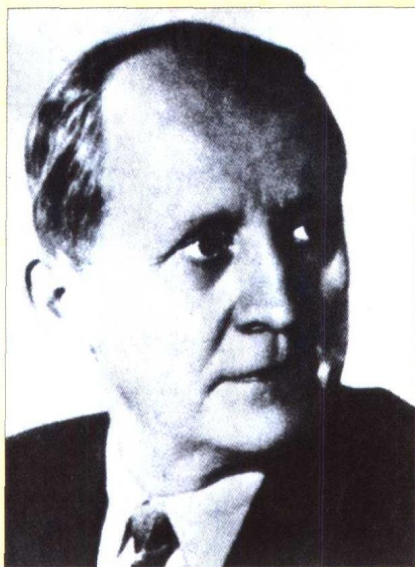
好在初始的要求已经变成两个完全不同的要求。新战斗机设计由伊万诺夫领导，参与设计的还有萨莫洛维奇和奥西波维奇。经过2年的初步工作之后，3个人仅用了一周多一点的时间就把飞机的草图画了出来。

T-10-1原型机

这张图相当准确地表达了飞机气动布局和气动力特点，设计局将第一架原型机称为T-10-1，这架飞机有60年代末、70年代初战斗机的典型外形，它有2个垂尾，远间距悬挂式发动机和翼身融

帕维尔·奥西波维奇·苏霍伊(Pavel Osipovich Sukhoi)是原苏联著名飞机设计师。1895年7月10日生于白俄罗斯的格卢博科耶镇,1925年毕业于莫斯科高等技术学校。在中央空气流体动力研究院任过设计工程师,在图波列夫领导下,成功地设计了伊4和伊14战斗机。曾担任安特25超远程飞机的设计组长和安特37“祖国”号轰炸机的总设计师。

1938年,苏霍伊被批准组建独立的由他名字命名的飞机设计局,从此开始了他长达50年的伴随着失败和成功的飞机设计生涯。1949年苏霍伊设计局由于设计的苏-15截击机在试飞中坠毁而被下令撤销。苏霍伊经受住了这次最残酷的考验。1953年5月,苏霍伊设计局被重新恢复工作。苏霍伊一生中领导设计了50种飞机,其中有34种型号完成



苏霍伊 1895 ~ 1975

制造并进行试飞。其中包括著名的苏-7、苏-9、苏-15和苏-17等。苏霍伊的设计工作以大胆创新而著称,在原苏联他最先利用变后掠翼、两侧进气、双三角翼等气动布局以及升力发动机。他设计的飞机曾创造2项世界升限纪录和2项沿闭合航线飞行的速度纪录。苏霍伊在晚年,仍然坚持一贯的传统,站在科学研究的最前沿来探索未来飞机的设计。在他的影响下,70年代和80年代苏霍伊设计局设计出许多不同布局 and 不同用途的飞机。苏-27的诞生也正是基于他坚定不移的支持。

苏霍伊被苏联授予特种飞机设计师称号,两次获苏联英雄称号,并是列宁勋章、列宁奖金和国家一级奖金获得者。1975年9月15日,苏霍伊与世长辞,享年80岁。

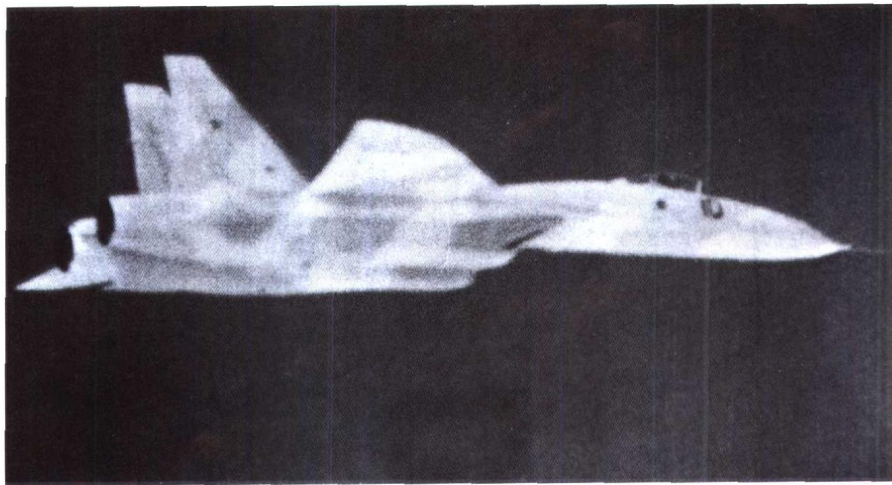
合体设计。机翼非常整洁,它具有下垂的机翼前缘,但却没有前缘缝翼和防颤振配重,只有传统的外侧副翼和内侧襟翼。翼根后掠约 80° ,主翼前缘后掠 44° 并与曲线型翼尖圆滑地相连。一对没有倾斜的垂尾被安装在发动机吊舱顶部,紧靠中心线外侧,吊舱两边的盒型截面上安装着全动平尾。主起落架安装在翼根处,向前收起,旋转 90° 水平设置在机翼内。大型前起落架舱门与前缘铰链,作减速板使用。前起落架很高,并很靠前,设置位于驾驶舱风档下,向后收起。

设计组在中央空气流体动力研究院进行了大量设计工作,选用了苏联人称之为“一体化机身”的设计,使前机身与机翼融合在一起,有效地形成了一个完整的升力面。这种融合体设计(也被F-16飞机使用)使飞机有较小的浸湿面积,同时为装载燃油和电子设备提供了较大内部容积。这种布局使横截面的变化,甚至连座舱和进气口处都可以很平滑过渡,因而大大减小了波阻。

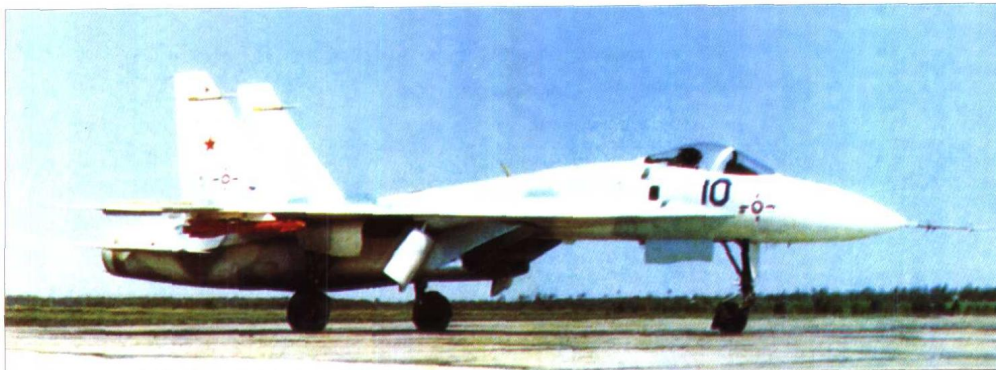
T-10-1是苏联第一架不稳定飞机,

装有电传操纵系统,以取代传统的机械传动机构和超临界状态预警系统。第一架试验样机T-10-1于1977年初制造完成,装备了其它机种(如苏-17、苏-24)采用的AL-21F3涡轮喷气发动机。经过一系列地面检查和快速滑跑之后,1977年5月20日在儒科夫斯基试飞研究院的机场由设计局首席试飞员伊留申进行

了首飞。他飞过的飞机多达143个机型,其中包括美国B-25“米切尔”、诺斯罗普F-5E和赛斯纳A-37,还有几种西科斯基直升机。在此后不久,第二架原型机T-10-2很快被生产出来,它在机身结构、总体布局和气动方面与T-10-1大致相同,但局部进行了一些改进,如修直了机翼前缘,垂直尾翼改为向外倾斜。与第一



上:第一架原型机喷有醒目的浅灰和蓝两种颜色。飞行中的照片极少见,但给人的印象是:机翼平面形状很不相同,还有其它不一致的特征。



左:最早的苏-27是原型机T-10,正式命名为T-10-1,而且简单地在机身上标有代号10。在试飞过程中,在垂直安定面,平尾和机翼前缘加装了防颤振配重,而且也安装了武器外挂梁。



架飞机内部燃油的9吨重量相比，它的内部燃油容量增加到10吨。

第一、二架原型机都是由苏霍伊设计局在自己的莫斯科“车间”制造的，尽管机翼和尾翼是由阿穆尔共青城加加林飞机制造厂制造的。1979年苏霍伊莫斯科厂又组装了2架试验原型机T-10-3和T-10-4，但动力选用的是定型产品AL-31F。这种发动机是留里卡设计局的最新成果。它和装在T-10-1和T-10-2上的AL-21F相比，推力增加了12%，重量减轻20%，油耗性能进一步改善，发动机的直径和长度更小，并有可靠的稳定性储备。T-10-3于1979年8月23日进行了首飞，接着T-10-4于10月31日首飞。其它5架原型机在共青城加加林飞机制造厂制造（T-10-5、T-10-6、T-10-9、T-10-10和T-10-11），但使用的发动机是AL-21F。

T-10-2在一次试飞中因操纵系统故障而坠毁，飞行员索洛维约夫在弹出时牺牲。由于这次事故动摇了该项计划。与此同时，有关美国F-15飞机的信息也大量涌入。事情变得很清楚，若T-10原型机不满足它预定的性能将不能与美国的新战斗机匹敌。

重新设计

根据T-10试飞数据进行计算机模拟表明，这种飞机与F-15大约属同一水

平，某些方面甚至不如美国的战斗机，而不是乐观的以1.35:1的程度优于美国飞机。飞行试验表明T-10在许多方面没有达到它的技术指标，而且完全不能达到F-15在一切项目上的水平。这是由于：首先，雷达电子设备比技术任务书规定的范围超重几百千克，从而降低了飞机的机动性能。第二，没有实现技术任务书要求的发动机燃油消耗率，当时对发动机燃油消耗率的要求在80年代以至90年代都是不现实的。另外空气动力上的难点使阻力比预测的大而且操纵特性有问题，性能也低于预期设想。常规的外侧副翼有反效的倾向，偏转副翼时，会产生迫使机翼扭转的力，而不是促使飞机转弯。而起落架舱门/减速板联合机构启动时，会造成尾翼的严重振动。与此同时，苏霍伊的竞争对手米高扬的米格-29试飞证明比它预期的要好，这无疑等于给苏霍伊伤口上撒盐。

研制者面临抉择：要么继续完成飞机的各项试验并按时交给用户，要么对飞机的结构进行根本的改进。设计局作出了最困难的选择，在总设计师伊万诺夫和主任设计师西蒙诺夫的领导下开始了几乎是全新飞机的研制。

设计局对T-10-7和T-10-2两架原型机按新的设计要求进行了制造，被命名为T-10S。T-10S的后缀S是代表“系列”（Series）意思。因此这两架新飞机代号就变成了T-10S-1和T-10S-2。

上：第一架T-10在引人入胜的莫尼诺空军博物馆的收藏中结束了它的生涯，排列在苏霍伊生产的战斗机和原型机当中。这架飞机的垂尾前缘、翼尖和全动平尾上有原始的防颤振配重，它的表面伪装在夏日和冬雪中已经褪色。

对于重新设计后的新飞机，设计局内部的人开玩笑地说，新机除了K-36弹射座椅、主机轮和原始的T-10一样外，其它都改变了。这有些夸张，因为整个中心部分，包括发动机进气道和短舱实际上未变，而且上单翼机翼的位置和中部安装的水平尾翼都没变。整个飞机的布局也保留了。飞机仍然是双垂尾、上单翼的战斗机，有两台宽间距的发动机和明显的机翼前缘根部边条。

尽管如此，T-10S与T-10设计相比，修改特征仍是非常明显的。T-10S飞机的机翼进行了重新设计，后掠角减小了，减少了翼刀。机翼面积从59.4平方米增加到62平方米，将圆形翼尖改为方形翼尖并安装了导弹发射轨——它同时也起防颤振配重的作用。这就使武器挂梁从8个增加到10个，而且可以携带4枚近红外寻的格斗导弹和6枚远距半主动雷达引导的超视距导弹。后缘襟翼和分开的外侧副翼被取消，改为单块的襟副翼——从翼根延伸至约60%翼展。增加了计算机控制的前缘襟翼。

垂直安定面加大了尺寸并移到狭长



翼刀

在机翼上表面内侧，可能在首次飞行之前，就加了4个小翼刀。它们可以阻止附面层的展向流动，从而降低阻力。

雷达

T-10系列的雷达进行过很长时间的选择，所以当飞机制造成功时，机头只装一简单圆锥形的空金属罩，里面装有配重以保持重心位置。

动力装置

T-10-1装有两台米格-23、苏-17和苏-24用过的留里卡AL-21F-3涡轮喷气发动机。这种轴流式涡喷发动机有14级压气机，空气气流量104千克/秒，增压比为14.75，最大战斗功率76.5千牛，全加力功率110.5千牛。

武装

T-10-1机翼下面有4个外挂点，但没有机内炮，在发动机短舱下面和之间可能没有外挂点。

机翼平面形状

最初的T-10原型有优美的圆弧形翼尖，生产型飞机翼尖切成方形，装有防颤振配重。

苏霍伊 T-10-1

第一架原型机 T-10 是苏-27的先驱，很晚才被人们见到。在它退役进入靠近莫斯科的莫尼诺空军博物馆之前曾进行过长期而有价值的试飞。飞机整个表面喷成灰蓝两种色调，迷彩图案一直分布到飞机下表面。

加力燃烧

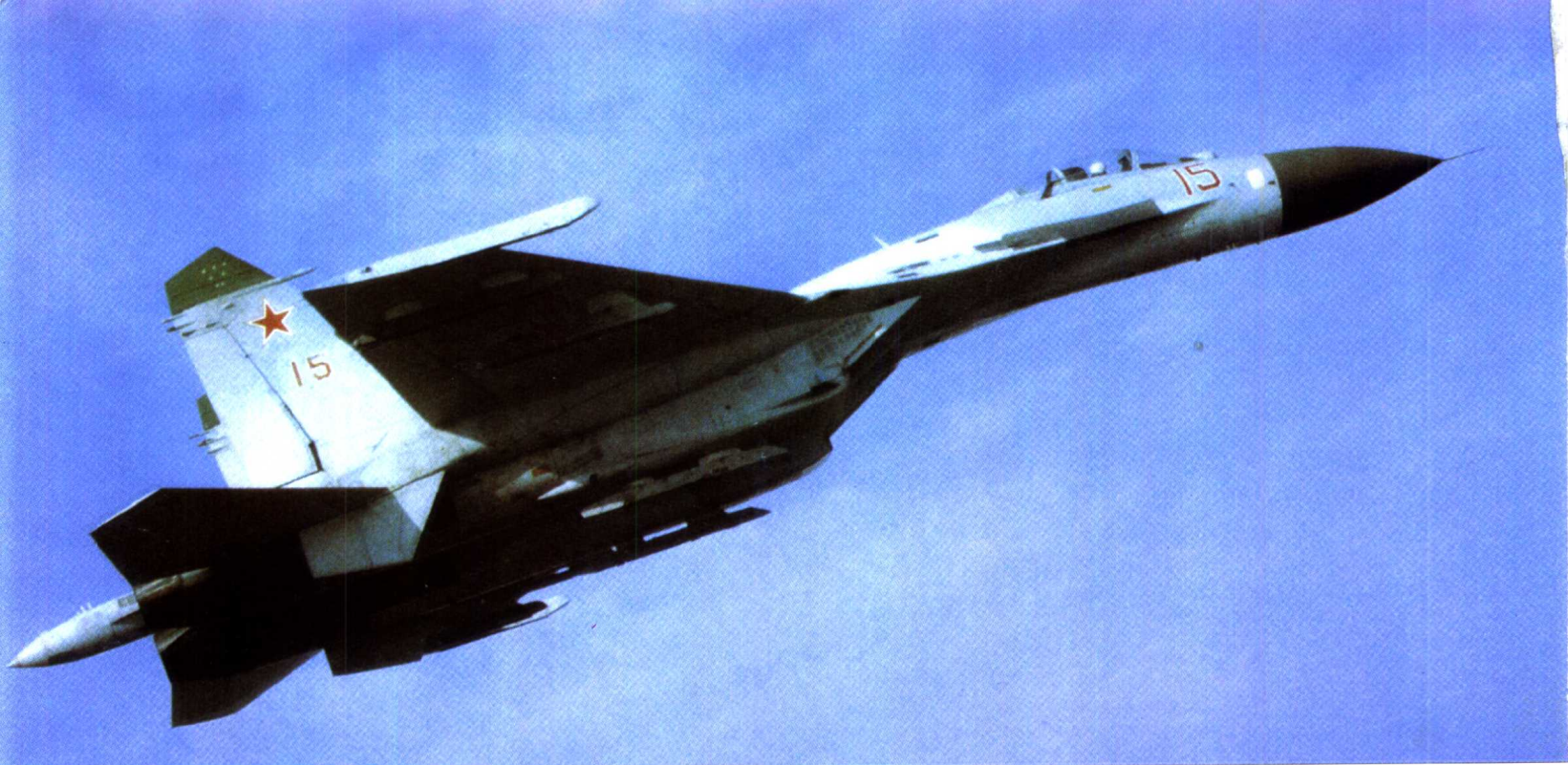
完全可调的加力燃烧喷管全部包在后机身内，和苏-24一样，而且从空中慢车到最大功率的整个功率范围内可以柔和平稳地增加输出功率。

防颤振配重

T-10-1可能在试飞之后，在垂尾、平尾和翼尖的前缘装上了突出的粗糙的尖锥。它们可能是用来减轻飞机原有的颤振问题。最后，不得不对整个飞机的空气动力进行重新设计。T-10-1直至今保留着尖锥样的防颤振配重。

座舱

T-10系列装有简单的半球风挡和单块气泡式座舱盖，它们在生产型苏-27上都对外形和强度进行了重新设计。显然从早期阶段开始，就特别强调给飞行员以良好的无障得的周围视界。



的尾撑的外侧靠着发动机短舱，倾斜改为垂直，垂直安定面与增加的腹鳍，加强了方向安定性和抗尾旋特性。水平尾翼的翼展、翼弦和面积都有增加，而且有与众不同的切角翼尖，像 F-15 一样。在发动机喷口之间的铲子一样的扁平海狸尾改为加长的圆柱形尾锥，这样既可以减小阻力，又可容纳 2 个加大的减速伞和为干扰物/照明弹投放器提供更大的空间。机身横截面和机翼整流带的半径都减小了。机头加长而且改变了形状——更接近圆形的雷达罩和有明显的下垂。前起落架后移，以便缩小飞机的滑行转弯半径而且也减小了砂砾卷入进气道的可能性。主起落架的液压减震支柱改为向前倾斜，便于收入机翼。机身中央部分，起落架舱门也重新设计，用一个大的背部减速板代替曾起减速板作用的前舱门。甚至座舱盖也重新设计成更长更扁平更流线型。还使用 AL-31F 发动机，但重新设计了容纳它的短舱。这种发动机仍然比设计局希望的推力小和燃油消

耗高。在主进气道前面增加了有格栅的防护网，防止在起飞着陆时，损坏发动机的外来物被吸入进气道的危险。此外，一小批飞机几年间还被用于优化未来苏-27 的机载设备和武器，进行强度和静力试验。

1981 年 4 月 20 日，第一架 T-10S-1 首次飞行，试飞员是伊留申。这是一架终于使苏霍伊感到骄傲的飞机，它达到了原设计目标，并还有巨大潜力。伊留申非常喜欢这架飞机，并说：“在飞苏-27 之前，我飞过 143 种不同的飞机，我总觉得我比飞机聪明。现在飞苏-27 是另一种感觉，它比我聪明，比人类飞行员更有能力。在我第一次飞这种飞机时，我便知道它就是我希望了一生的飞机。我的感觉好极了。当进入空中后微笑还留在我的脸上，而且任何飞苏-27 的飞行员都会有这种感觉。做这种战斗机的飞行员是很值得的。”

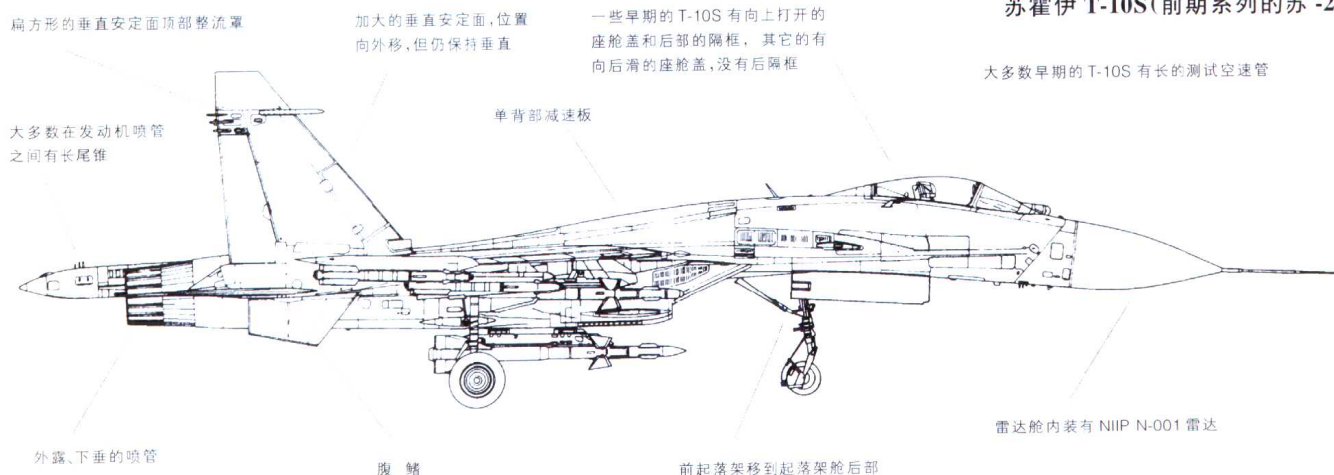
右：苏-27“侧卫”战斗机总设计师西蒙诺夫

上：早期的苏-27 的每侧垂尾前缘保留有小的防颤振配重。



苏霍伊 T-10S(前期系列的苏-27)

大多数早期的 T-10S 有长的测试空速管



又遇风险

第一架 T-10S-1 飞机从外形上看与今天生产型苏-27 已十分相像, 尽管它的垂尾没有修型仍是平顶, 没有与弹射座椅靠背平行的座舱盖后面的第二个隔框。为了缩短交付时间, 苏-27 的批生产试制在厂内采用与飞行试验并列进行的方式。首批飞机用于全面的飞行和性能试验, 然而苏-27 在试飞中同样经历了风风雨雨。1981 年 9 月 3 日, 飞机因燃油系统故障而坠毁, 飞行员伊留申跳伞成功。第 2 架 T-10S-2 不久后, 于 1981 年 12 月 23 日失事, 飞行员科马罗夫牺牲。这次事故的原因很神秘, 直到试飞员萨多夫尼科夫在一架 T-10-17 上试图重复这次致命的飞行。他得以逃生, 飞机在几乎失去整个机翼后迫降成功。两次事故的原因都是新的自动前缘襟翼打开时, 出现不能控制的飞机上仰, 因而垂直安定面损坏, 外侧机翼翼板破裂。这表明在转弯中作用在襟翼上的力计算有错误。解决的办法是重新设计了前缘襟翼, 减小了它们打开角度并加强了结构。

虽然进行了重新设计, 苏-27 的问题仍然存在。其中因生产型的雷达提供缓慢而导致部分飞机推迟交付, 这一问题使苏-27 的交付服役一直推迟到 1985 年。尽管第一架生产型苏-27 在 1982 年 11 月就已出厂。

破世界飞行纪录

一架 T-10S 原型机在苏-27 的发展中发挥了重要作用, 令人震惊地证实了, 至少在性能方面, 西方占优势的轻松推

下: 有的资料来源认为这架飞机 (T-10-17) 实际是 T-10S 原型机 (由 T-10-7 转变而来的)。它的典型的最早的 T-10S, 有方形垂直安定面顶部整流罩, 座舱盖没有后隔框。它不寻常的彩色涂饰曾在早期的一架 F-16 上见过。

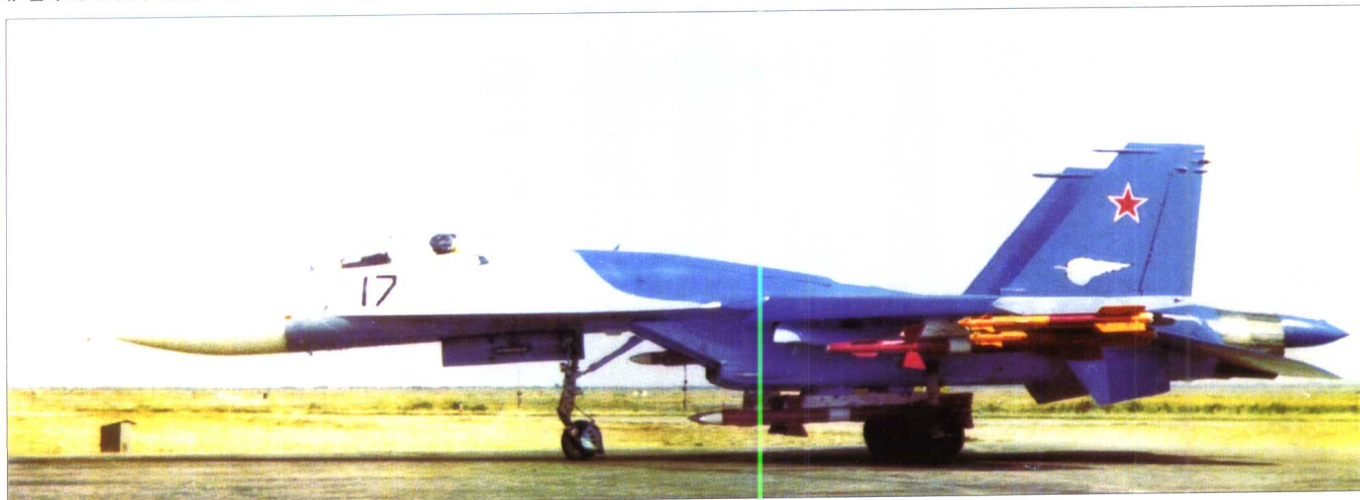
断是需要重新考虑了。这架编号 P-42 的飞机进行了创世界纪录的准备, 向 F-15 “闪电鹰” 创造的世界纪录挑战。这架苏-27 取下了所有武器装备、雷达和襟翼制动装置、垂尾尖、尾锥、甚至连雷达罩也取下了, 改用重量轻的铝整流罩代替。飞机的涂漆甚至也被剥下, 赤裸的金属被抛得光亮。飞机翼尖导弹发射轨被取下, 并取消了腹鳍。

根据国际航空联合会 (FAI) 提供的数据, P-42 起飞重量减到 14100 千克, 比苏-27 飞机整整轻了 2 吨, 发动机做了相似的改进和重新设计, 这种编号为 TR-32U 加力涡扇发动机加力推力达 133.25 千牛, 单台发动机推力增加约 9.8 千牛, 使 P-42 飞机推重比接近 2:1。

下: 苏-27 的第 5 架原型机 (T-10-5), 它被用于航空电子和武器控制系统的试验, 这张正面照片显示了机翼前缘边条与主翼的圆滑过渡, 机翼下挂有空对空导弹以及可当作减速板的 3 个起落架舱门。



上: 为试飞苏-27 作出贡献的苏霍伊设计局首席试飞员伊留申, 他飞过的飞机多达 143 个机型, 其中包括美国的 B-25, F-5E 和 A-37, 以及几种西科斯基直升机。



苏-27“侧卫”

这能使 P-42 在垂直爬升状态时开足马力疾驰,甚至超过音速屏障。但巨大的推重比也带来了问题。当飞机在地面进行最大推力试车时,标准刹车装置竟无法控制住 P-42,为此曾采取了特别的办法:用 2 条纲丝索和 1 个电子锁将 P-42 固定在笨重的履带装甲车上,厚重的装甲板可避免发动机尾喷热气的作用,数吨重的质量可抑制飞机提前起动。

P-42 飞机的准备工作是在设计局主任工程师马尔季索夫的带领下进行的。P-42 在 1986 年到 1988 年间创造的 27 项世界纪录中(爬升一定高度所需时间和水平速度),有 5 项是前 F-15“闪电鹰”保持的爬升高度所需时间的绝对纪录。1986 年 10 月 27 日,普加乔夫以 25.373 秒时间上升到 3000 米;11 月 15 日又以 37.050 秒时间上升到 6000 米;1987 年 3 月 10 日,萨多夫尼科夫创造了以 44.176 秒上升到 9000 米和以 55.542 秒上升到 12000 米两项纪录。随后 P-42 飞机又以 70.33 秒时间上升到 15000 米,几乎比 F-15“闪电鹰”的纪录快 7 秒。这架飞机还创造过 C 级分类(起飞重量在 16~20 吨之间,一般的喷气行政机为主)高度纪录和 C 级(起飞重量在 12~16 吨之间)的无载重上升一定高度所需时间的纪录。1987 年 3 月 11 日 P-42 又创造了一些 N 级飞机纪录(起飞滑跑距离低于 500 米的短距起落飞机,载重超过 1 吨),其中包括:分别以 25.4 秒、37.4 秒和 75.7 秒时间上升到 3000 米、12000 米和 15000 米。1987 年 6 月 10 日,这架飞机创造了一项短距起落飞机稳定飞行高度正式纪录——19335 米。

下:许多由 P-42 创造的纪录,至今仍由它保持,而这架飞机如今冷落地露天存放在儒科夫斯基拥挤的停机坪上。



上: P-42 是对 T-10S 进行重大修改,用来创造一系列爬升速度和高度世界纪录,这些纪录大多数原属于相似的由麦克唐奈·道格拉斯 F-15“闪电鹰”改装的飞机保持的。这架创纪录飞机折掉了所有的作战设备(包括喷漆),垂尾有切角。飞机起飞时,首先把它用纲索和电锁栓在装甲车上,使发动机在秒表开始计时前就达到全功率。

P-42 创造的最后一项官方记载的纪录是由普加乔夫驾驶 P-42 以 81.7 秒时间爬升到 15000 米,载重 1 吨。P-42 这架飞机现存放在儒科夫斯基机场内设计局的露天停机坪上。如果有必要再创纪录的



上:曾驾驶 P-42 飞机创造过多项世界飞行纪录的萨多夫尼科夫试飞员。

话,它还可以恢复到飞行状态,但很可能它的命运是退役进入博物馆。

首次露面

苏联出版物有关 P-42 飞行纪录的报道,第一次将苏-27 战斗机神秘面纱揭开了一角。早在 1985 年 8 月,为纪念总设计师苏霍伊诞辰 90 周年,中央电视台曾播出过一个资料片。片中有关新机的内容只有几十秒钟,仅播放了几个描





生产型的绰号为“侧卫-B”；而给予苏-27原型机T-10的绰号为“侧卫-A”。

1987年秋，西方杂志第一次对苏-27作了详细的摄影报道，刊出了带弹苏-27战斗机(机号36)的照片。拍摄这些照片时还差点引起一场冲突。1987年9月13日，挪威空军第333飞行中队的P-3B反潜机在巴伦支海的公海上监视苏联舰队。相距不远的苏-27飞行员奉命对其进行拦截，P-3B为将苏-27挤出自己的巡逻区，待与苏-27靠近时，从下方放过它，并开始减速。苏-27作了类似的动作，然而P-3B飞行员对苏-27的机动能力估计不足，导致两机相触，苏-27垂尾碰到了P-3B右侧4号发动机螺旋桨桨叶，导致桨叶叶尖损坏，碎块击穿了P-3B机身，使其漏气，所幸没有伤亡事故发生，两机均平安返回了各自的基地。之后挪威又公布了此次拍摄的苏-27飞机的局部详细照片。从此苏-27飞机的面纱被彻底揭开。

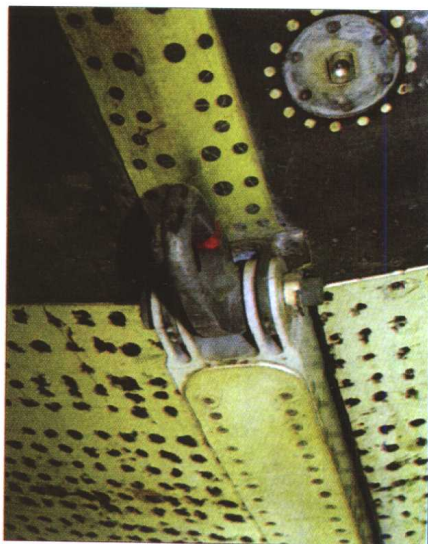
“眼镜蛇”机动

1989年6月，苏-27(机号388)首次飞抵巴黎参加航展，苏联试飞员驾驶苏-27完成的全套特技飞行动作给观众留下了深刻印象。其中有，起飞后立即在800米高度范围内完成两个半斤斗，半滚退出，半滚倒转垂直定位，加速，90°、270°转弯进入斤斗。完成两次横滚后飞机极度倾斜盘旋，整个转弯时间不超过

下：P-42在它的一次创纪录飞行中以大角度爬升。机体轻装再加上特别是调整发动机推力，使推重比达到约2:1。



上：专门为P-42创纪录而设计的座舱仪表。



上：P-42机尾下部的钢锁环。

绘一架T-10原型机起飞的镜头。

苏-27的原型机T-10-1在1977年首飞后不久，即1978年被美国卫星发现，当时美国国防部误把儒科夫斯基飞行研究中心当作拉明斯科飞行试验中心，因此把苏-27原型机临时取名为“拉明”K，并发表了一张卫星拍摄的画面质量极差的图片，很难看出飞机的真实样子，甚至使某些分析家认为它是一架可变后掠翼布局的飞机，当时西方的观察

家们不知道T-10飞机经历的困难，认为它已接近进入服役。1986年初，苏联开始实战配备苏-27战斗机。尔后苏-27在巴伦支海上空执行巡逻任务时，被挪威空军第333飞行中队的P-3B反潜机成功地拍摄了照片。1987年4月26日，挪威公布了苏-27飞机照片。由照片判断，已服役的苏-27飞机生产型与1985年8月苏联电视台播映的苏-27原型机有很大区别。故此，北约集团给予苏-27



苏-27“侧卫”

右：1989年6月，苏-27(机号388)首次飞抵巴黎参加航展，苏联试飞员驾驶苏-27完成的全套特技飞行动作给观众留下了深刻印象。

14秒。盘旋上升，半滚倒转退出，“尾冲”，跃升失速倒转，最低速飞行。最后一个动作——“动态刹车”震叹全场。这个机动动作就是著名的“普加乔夫眼镜蛇”机动，之所以这样称呼，是因为飞机的这个动作酷似眼镜蛇的进攻动作，由于这一动作是由试飞员普加乔夫表演的，因此，苏联称之为“普加乔夫眼镜蛇”机动。

为了做出“眼镜蛇”机动动作，普加乔夫快速向后拉杆使机头上仰至 110° ~ 120° 之间，形成短暂的机尾在前，机头在后的平飞状态，然后推杆压机头，再恢复到原来水平状态。机动时，飞机进入的速度约为425公里/小时，动力为85%转速，飞机以超过每秒110公里/小时的速率减速，然后减速到148公里/小时，这个动作仅使飞机承受 $3.5\sim 4g$ 载荷，在做整个动作过程中，飞机的飞行高度几乎没有什么变化，机翼没有自动倾斜趋势，飞行员对飞机始终能保持控制状态。

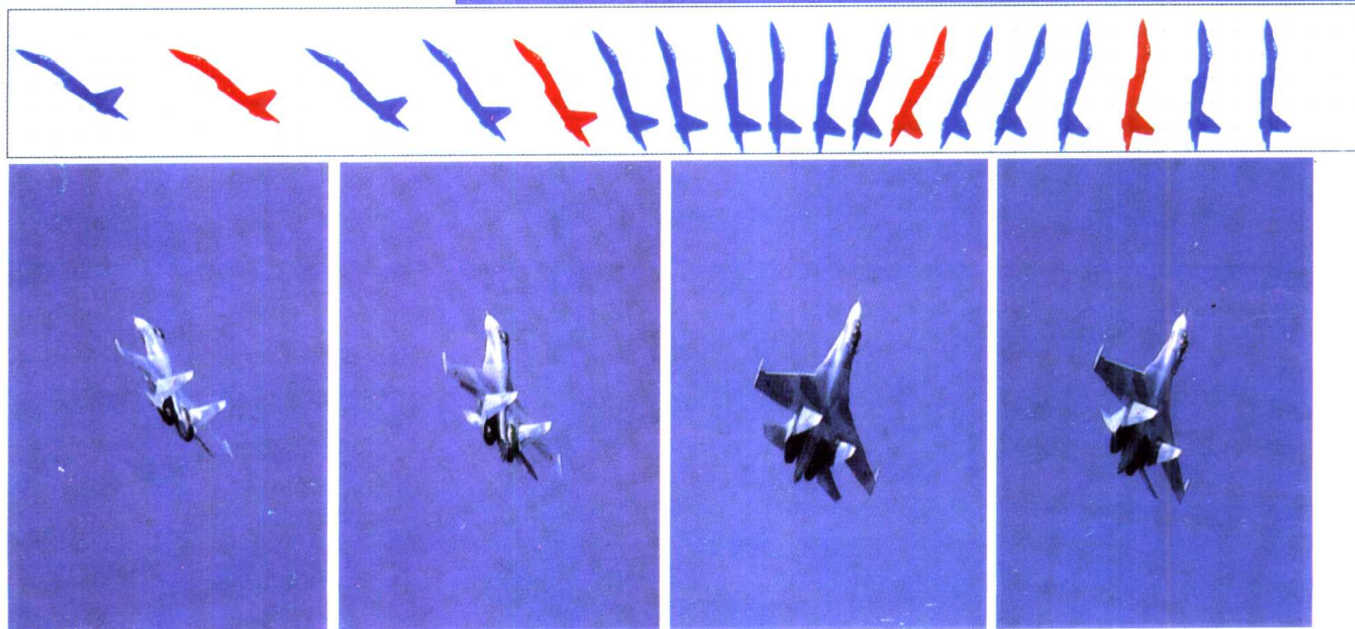
“眼镜蛇”动作最初是为了确定飞行控制系统迎角上限，研究改出尾旋时在

右：一架苏-27(上)与一架苏-30在进行飞行表演，苏-27在进行“眼镜蛇”机动表演。

下：“眼镜蛇”机动动作的分解照片(从右至左)。红色飞机是与照片对应的飞行角度。



右：以表演“眼镜蛇”机动而闻名的著名试飞员普加乔夫。



一次试飞中偶然发现的。当时试飞员柯特洛夫驾驶一架苏-27起飞后，当飞机爬升时，他像通常一样看了一下仪表，因为仪表显示M数在增加，他决定稍微拉一点杆，希望通过增加飞机的迎角抑制一下M数的增加。但是他并不知道，这时的大气数据系统已经出了故障，因而给飞行员的信号是个错误信号，即M数虽然增加，但飞机的实际速度并没有增加。飞行员只是按照习惯依据仪表来操纵飞机，所以他在拉杆后，仪表显示的M数不仅没有按预计的减小，反而继续增加，于是他仍继续用拉杆来减速。其结果是，他把飞机一直拉到了垂直爬高的姿态，飞机一直爬升到8000米高度，突然像直升机一样停在了空中。直到这时，飞行员才大吃一惊。当他开始想确认究竟发生了什么事，并想用手动操纵极力改变飞机姿态时，飞机不仅对驾驶杆、脚踏反应十分迟钝，而且开始几乎尾朝下垂直地向下跌落。以后，飞机像一个摇摆的钟直下降（后来人们称为“吊钟”式机动），并逐渐从大迎角中恢复。

当飞机迎角恢复约80°时，飞机出现典型的失速和尾旋现象。飞行员确认飞机进入尾旋状态后，立即向地面指挥中心报告：“出现尾旋”。因为当时人们都认为苏-27是不可能改出尾旋的，于是地面指挥员命令飞行员“立即跳伞”。

柯特洛夫立即放开驾驶杆，拉紧肩带，两手抓住了弹射座椅的拉手准备跳伞，然而当他再一次抬起头观察态势时，却被当时的情况惊呆了。因为飞机不仅没有进入尾旋，反而平稳地从掉高度中退出了。柯特洛夫立即握住驾驶杆让飞



上：这张照片中的飞行员和飞机的大小比较，可使人们感到苏-27是一架大型战斗机。

机横向摆摇一下，目的是检查一下飞机是否可控。结果飞机完全可控，并最后安全地着陆了。这样，飞机设计师第一次意外地发现，苏-27不仅能改出尾旋，而且在临界状态下飞机仍有可靠的操纵性能，因而可以完成一种现在称之为“眼镜蛇”机动的高难度飞行动作。

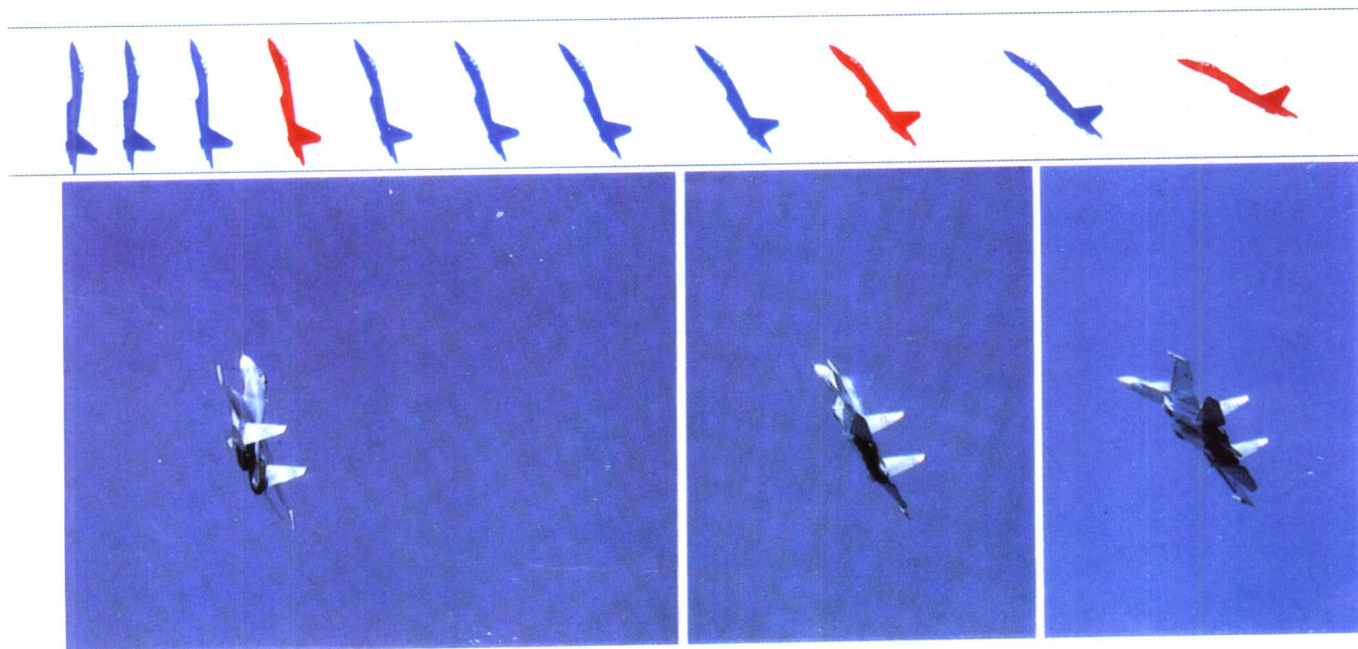
苏-27在做“尾冲”和“眼镜蛇”机动动作时，飞机的俯仰角速度较大，因此它们具有一定的实战意义。“尾冲”是摆脱敌机跟踪或在垂直剪刀式机动飞行中扭转空战局势的很好方法，同时也证明了苏-27具有无与伦比的机头指向（机枪、导弹导引头等）、远离飞行轴线的的能力，而且也是一种快速减速的极好方法。一些西方战斗机制造商认为“眼镜蛇”机动动作没有什么实用价值，声称他们自己制造的战斗机也能做到，但迄今为止没

有西方战斗机证明过这一点。

气动设计

苏-27是迄今世界上很少见到的重型、远程截击机，它的燃油重量超过一架F-16的空机重量；它的武器装载恰好是一架米格-21的空机重量；此外，它还要携带世界上第一流的大型雷达、全球定位导航系统和各种先进的光电探测与显示设备。然而，就是这样大型的战斗机，即要求它的机动和机敏性能与当代最优秀的轻型格斗飞机相匹敌，而且要占据优势，这就是俄罗斯人创造的奇迹。

提高飞机机动性的关键，从气动因





上：在1990年范堡罗航展的表演上，苏霍伊设计局继续争夺市场，苏-27和苏-27UB进行了令人眼花缭乱的表演。图上这架单座苏-27飞机喷着火焰跃入空中。

素来讲，就是要提高飞机的可用升力系数和降低其相对应的阻力系数。增加升力降低阻力的最大潜力在哪里？苏霍伊设计小组首先想到了占飞机迎风面积最大的机身，它产生大量阻力而又很少产生升力，如果让它像机翼一样产生升力，情况就会有很大的改变。让机身产生升力不是一个新的想法。1924年雷明顿·比尔内利设计过世界上第一架有翼型式机身的RB-2型双翼运输机，后来又出现过卡力福-欧恩式升力机身单翼机。近代已有许多采用翼身融合布局的军用飞机，如：YF-12、F-16、“幻影”-2000和IDF等战斗机；轰炸机里有B-1和图-160；所有的飞翼型飞机也都可看作翼身融合体。不过，苏霍伊的设计师们运用翼身融合技术更彻底、更巧妙，也更有成效。他们把前机身带有大面积边条的翼身融合体的布局称为“一体化升力设计”。

这种布局在大迎角飞行时，边条产生的旋涡贴附在后面的翼身融合体上不仅增加了升力，而且延迟了气流的分离，提高了各操纵面在低速飞行时的效率；在小迎角（跨音速和超音速）飞行时，由于升力面沿纵向分散配置和飞机的横截面积沿纵轴均匀分布——也就是更符合面积率，因而降低了波阻。

此外，由于翼身之间平缓过渡，没有明显的界限，因而减少了干扰阻力；在飞

机迎风面积不变时，采用翼身融合布局时，飞机外露的面积——浸湿面积也最小，因而减少了摩擦阻力，这一点在高速飞行时尤为明显。

好处还不止于此，飞机在超音速飞行时，由于全机焦点——即气动中心后移，对于飞机重心形成一个低头力矩，为了保持平衡，水平尾翼的升降舵就要下低一个角度，随之产生了附加的配平阻力。但狭长的边条和前机身在高速飞行时焦点移动量较小，因而抑制了全机焦点的后移，也减小了配平阻力。

从飞机的结构角度看，采用翼身融合布局，增大了飞机可利用的内部空间，为增设先进的电子设备和装载燃油和武器提供了有利的条件。尽管苏-27平坦的飞机下部有12个外挂接头，但它们并不准备用来挂副油箱，因为内部已有足够的容积装载燃油，而外部主要用来悬挂武器和电子对抗设备。苏-27的这一设计特点，使它具备了超远程作战能力。1989年6月，苏-27首次参加巴黎航展时，法国人以为从莫斯科到巴黎的2300公里航程，苏-27需要空中加油，谁

知苏-27竟一口气中途不着陆直飞目的地。使西方航空界大为惊叹。

当然提高飞机的机动性能还要有较大的机翼面积和较小的翼载荷。苏-27的机翼面积很可能是当代战斗机中最大的，它的面积是62平方米，而F-15是56.5平方米、F-4是49.24平方米，甚至无尾翼布局的“幻影”-2000也只有41平方米。不过小翼载荷的飞机要想有大的飞行速度还要配合能提供大推重比的动力装置才行。

苏-27的发动机配置也有特点。两台发动机的短舱吊挂在机翼下方，保持较大的间距，而且发动机进气口位于机翼前缘。发动机在翼下便于维护和更换；两台发动机保持大间距，当一台发动机的压气机失速时不致干扰另一台，而且在作战中一台损坏时，碎片也不致击伤另一台；进气口在翼下而且在机翼前缘的后面，在大迎角飞行时，进气气流比较平顺，而且有较好的总压恢复和提供部分压缩升力。两台发动机短舱的外侧与两个尾撑相连接，尾撑外侧安装水平尾翼，上部安装双垂直尾翼。早期的原型机上，在两个尾撑之间像F-14一样有扁平的海狸尾，但经过试飞后，在苏-27的尾部中央增加了一个尾锥。别小看它的作用，当大迎角飞行时，飞机尾部的涡系扭附在尾锥上面，延缓了涡的破裂，减小了