

世界经典战机丛书
WORLD CLASSICS FIGHTER SERIES

邓涛 编著

浴血雏鹰

YUXUE CHUYING

——苏联I-16战斗机

胸怀凌云志，何惧风雨狂！
雏鹰翱苍穹，坦然迎朝阳！
这是勇敢的雏鹰，在怒吼的大海上，在闪电中间，高傲地飞翔！
在为祖国的战斗中，化为灰烬，却又浴血重生！
这是波利卡尔波夫I-16战斗机的故事！



解放军出版社

世界经典战机丛书

WORLD CLASSICS FIGHTER SERIES

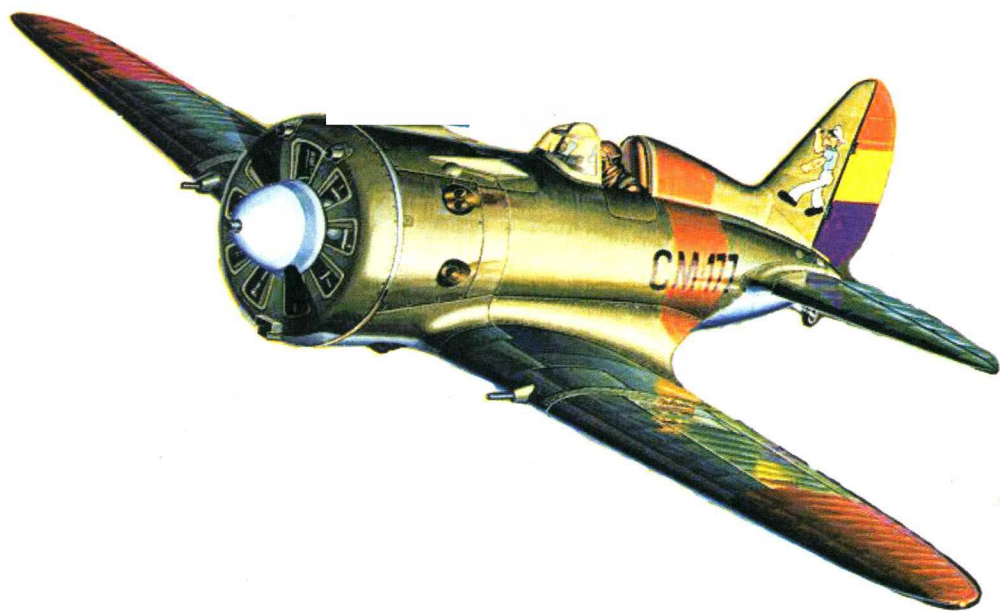
◆ 邓涛 编著 ◆

—— 苏联 I-16 战斗机

浴血雏鹰

YUXUE CHUYING

解放军出版社



图书在版编目(CIP)数据

浴血雏鹰——苏联I-16战斗机 / 邓涛编著. —北京: 解放军出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5065-7064-0

I. ①浴… II. ①邓… III. ①歼击机—介绍—苏联
IV. ①E926.31

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第209408号

浴血雏鹰——苏联I-16战斗机

作 者: 邓 涛

责任编辑: 吕一兵

责任校对: 焦金仓

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 mm×260 mm

印 张: 18.25

印 数: 1—4000册

字 数: 444千字

版 次: 2015年8月第1版

印 次: 2015年8月第1版第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5065-7064-0

定 价: 49.00元

(如有印刷、装订错误, 请寄本社发行部调换)



序 篇

王者初现

在战斗机设计领域具有毋庸置疑的天分，凭借划时代的I-16等杰作，苏联早期著名飞机设计师波利卡尔波夫被后人尊称为“战斗机之王”，然而就如同罗马不是一天建成的，“战斗机之王”的王冠也不是从一开始便自动落到了波利卡尔波夫头上的，这位大师的早期奋斗史会告诉我们：通往王座的道路上，一切需要积累……

尼古拉·尼科拉耶维奇·波利卡尔波夫（Nikolay Nikolayevich Polikarpov）于1882年6月10日出生于俄罗斯省（Oryol）的一个小村庄，父亲是一名东正教神父。在少年时期波利卡尔波夫就对航空事业抱有一种近乎于本能的热爱，曾被列宁誉为“俄罗斯

航空之父”的俄罗斯早期航空理论家、机翼理论创立者H.E.茹科夫斯基的早期论著《论鸟的滑翔飞行》（1891）和《论飞机最佳倾角》（1887）两篇文章被年轻的波利卡尔波夫奉为经典，如饥似渴地阅读了几十次，因此当1916年还没有从莫斯科工学院拿到毕业证书时，波利卡尔波夫便迫不及待地进入了位于圣彼得堡的杜克斯（Duks）航空工厂任实习工程师，并在很短的时间内便得到了同事们的一致认可。

1917年11月7日，十月革命爆发，波利卡尔波夫先是跟随同学兼同事伊戈尔·西科斯基（Igor Sikorsky）来到美国工作了一段时间，但在逐渐了解到俄国苏维埃革命的真正意义后，波利卡尔波夫于1918年9月选择了返回祖国为苏维埃服务。而十月

革命胜利后的苏维埃俄国，以共产主义领袖列宁为首的苏维埃政权很快接管了沙俄遗留下来的飞行工具和航空“作坊”，苏维埃的航空发展开始走上正轨。红军除了四下搜集散布在全国各地的航空器材之外，还立即恢复了已经一律收归国有的旧航空企业中的生产。其中，著名的杜克斯工厂和彼得堡工厂率先开工，以弥补东部和南部一

些工厂因仍遭“白匪”控制而造成的损失。不过沙俄时代的俄罗斯航空事业总体而言相当落后，航空技术发展相当缓慢。其航空工业尚处于“萌芽阶段”，全部从业人员还不足一万人。它留给革命政权的，只有不足一千架破旧的外国飞机。因此，极度缺乏航空技术人才的新生红色政权热情地接纳了波利卡尔波夫，并很快将其任命为杜克斯航空工厂技术部门负责人。



▲ 尼古拉·波利卡尔波夫

事实证明，波利卡尔波夫没有辜负苏维埃对他的信任。在他的努力下，杜克斯工厂很快便根据红色俄罗斯的实际条件，对一战时著名的德哈维兰（Havilland）D.H.4 侦察/轰炸机的设计进行了修改，从而生产出自己的 R-1 双座侦察机（实际上是德哈维兰 D.H.4 与 D.H.9A 的混合体），后来这种飞机累计生产了 2 800 架，成为了早期苏联空军（VVS）建军史上最为重要的机型之一。1923 年 1 月，为表彰他对苏联航空事业做出的贡献，联共（布）执行委员会决定任命波利卡尔波夫为改组后的杜克斯工厂——GAZ-1 的总负责人（GAZ-1，即 Gosoodarstvennyy Aviatsionnyy Zavod 的缩写，意思是国家第一飞机制造厂）。

1923 年 3 月，新上任的波利卡尔波夫决定按照苏联红军军事装备特种技术局（Ostekhbyuro）的建议为苏联空军建造一架世界上最先进的单翼战斗机。而为了尽快实现这个目标，波利卡尔波夫特意任命科什金（I. M. Kostkin）为自己的副手，波波夫（A. A. Popov）为生产主管，以便自己能够全身心地投入设计工作。

另一方面，在革命政权成立以后，红军就组建了“全俄航空管理委员会”。它的职责就是“整顿烂摊子”，振兴苏维埃

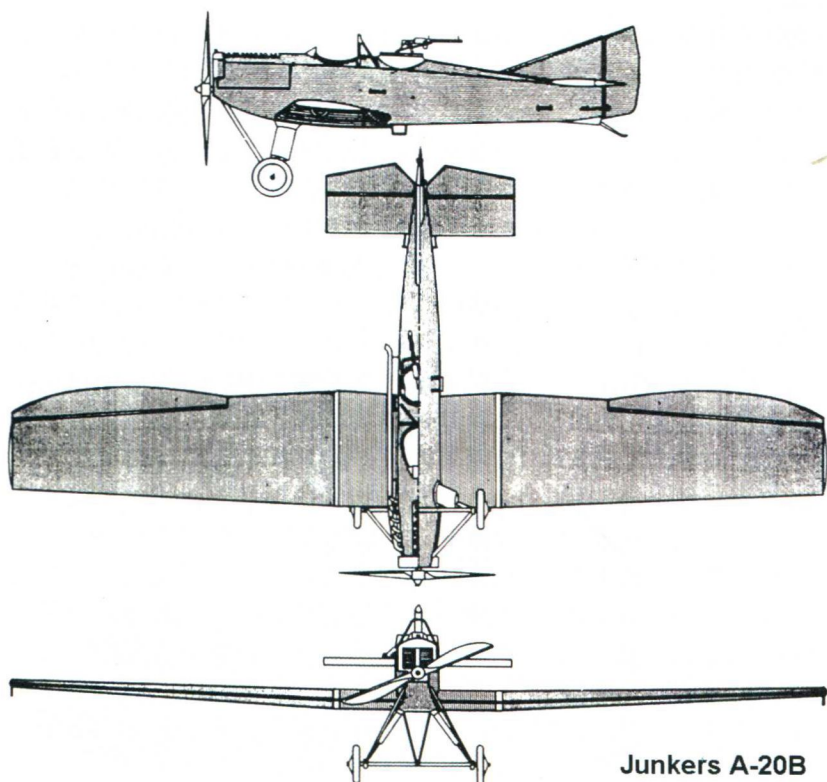
联盟共和国的航空事业。列宁当时就指出：

“苏联应该有自己的空军！”苏维埃首先想到的是学习西方先进的航空技术。在 1921 年元月颁布的“苏联十年计划”中可以看出，政府十分重视航空工业的发展，它甚至落实到了用于飞机制造的木材的储备问题！于是，从 20 世纪 20 年代初开始苏联政府不断引进国外样机，并据此予以解剖消化，进而逐步加强本国设计师的独立设计能力。在整个 20 年代里，为尽快走完从仿制到独立设计的全过程，在政府出台的一系列重要决策中，包括了仿制和改良外国飞机、引进国外航空技术、发展自己的全金属结构和易于大批生产的飞机型号、扩大工厂生产规模等。1922 年，为加强空军装备，列宁指示俄共中央再拨款 3 500 万卢布用于发展航空生产。当时，仿制产品中既有英国和荷兰的战斗机，又有意大利的侦察机和德国的小客机。事实上，波利卡尔波夫走的正是这样一条道路，其新机项目实际上是在参考全金属的德国容克斯 A-20B 战斗/侦察/轰炸机基本设计的基础上，通过换装仿制自美国的“自由 12”型 450 hp V 型水冷 12 汽缸活塞式飞机发动机（这种发动机是苏联整个 20 年代军用飞机采用的主要动力装置）而来的。



▲ 波利卡尔波夫设计生涯的处女作——IL-400（ИЛ-400）战斗机侧视图

IL-400 实际上是苏联第一架依靠自己的力量研制成功的战斗机，尽管在该机诞生的同一年，И. М. 格里戈洛维奇和 В. Л. 考尔文分别研制的 I-1（И-1）和马克-21（Mk-21）双翼战斗机也进行了飞行，但都未获得成功



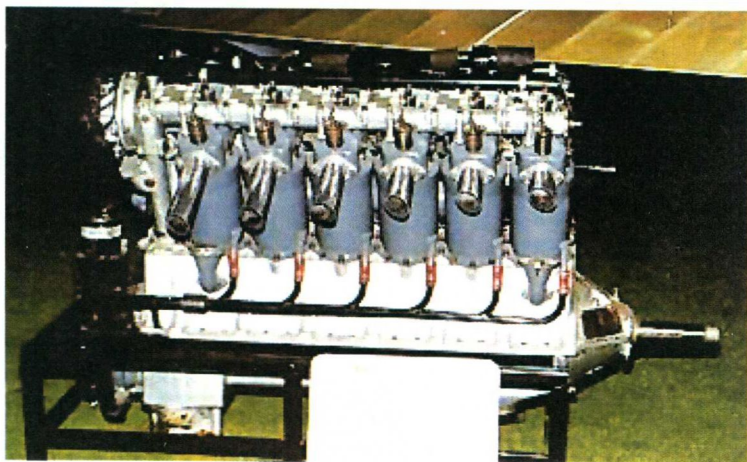
Junkers A-20B

◀ 容克斯 A-20B 战斗 / 侦察 / 轰炸机三面图（随着《拉巴洛条约》的签署，容克斯 A-20B 战斗 / 侦察 / 轰炸机这样的德国先进航空技术开始源源不断涌入苏联）

▶ 1923 年 8 月，IL-400 原型机与其设计、建造小组及试飞员的合影（莫斯科中央机场）



▶ 美国“自由 12”型 450 hp V 型水冷 12 汽缸活塞式航空发动机。这种美制发动机广泛装备于美国生产的德哈维兰 D.H. 4 侦察 / 轰炸机，并因此使该机性能比同时期英国同型产品有了较大提高。不过由于十月革命的原因，初生的苏维埃红色政权与美国的关系并不融洽，这使进口这种优秀航空发动机的希望变得非常渺茫，不过苏联设计师 A. C. 纳扎罗夫在 1924 年设法成功仿制了这种引擎，从而使问题得到了完美解决



1923 年 8 月，在波利卡尔波夫的不懈努力下，悬臂式下单翼布局的 IL-400 战斗机闪亮登场。当然，由于技术条件限制，虽然该机的参照设计原型容克斯 A-20B 战斗/侦察/轰炸机是一种先进的全金属结构飞机（金属框架结构+金属蒙皮），但波利卡尔波夫只得对德国人的设计进行工艺简化，机身、机翼结构全部改为木制，蒙皮则使用织物类材料。不过除此之外，IL-400 完全保留了容克斯 A-20B 在设计上的先进特性，甚至连方形的机身截面与那个形状特别的方向舵都被原样照搬，IL-400 也因此保留了一种冷峻而生硬的纯德国式线条。当然，除了那台“自由 12”型发动机外（使用 R-1 飞机的散热器），机翼由两根而不是一根翼梁支撑是 IL-400 与容克斯 A-20B 在设计上的一处重大区别——这主要是由于木制材料承力强度不足所致 [应该说波利卡尔波夫显然低估了苏联航空工业克服困难的能力，因此其 IL-400 与

苏联第一架全金属结构飞机的荣誉失之交臂。事实上在不久后的 1924 年 5 月 26 日，A. H. 图波列夫领导的“全金属飞机研究委员会”就成功试飞了苏联第一架全金属飞机安特-2（AHT-2）。它可载客 2 名，以 155 km 的时速飞行在 3 000 m 巡航高度]。

1923 年 8 月 28 日，IL-400 在莫斯科中央机场升上了天空，但是 IL-400 的后续试飞并不顺利。早在 1923 年 8 月 28 日前的几次地面滑跑试验中，IL-400 就被发现有机尾过重的问题，因此在首飞结束后，波利卡尔波夫企图通过将 IL-400 起落架后移的简单措施加以解决。然而，第二次试飞表明这一措施并没有起到预料中的作用，相反还恶化了飞机的纵向稳定性，结果飞机刚从跑道拉起便开始进入不受控制的大角度爬升状态，在多次将机头压低的尝试无效后，最终 IL-400 原型机失速坠毁于跑道，飞行员阿特苏洛夫（K. K. Artseulov）重伤。

第二次飞行中坠毁的 IL-400 原型机



面对原型机坠毁的打击，波利卡尔波夫并没有心灰意冷。在图波列夫领导的中央空气流体动力学研究院（TsAGI）的帮助下（苏联中央空气流体动力学研究院正式成立于 1918 年 12 月。一开始它是按气球

和飞机两大部分分头开展研究工作的。最初的活动包括对飞机着陆过载、飞机称重和起落架强度估算等较初级也较实用的一些研究。不久，又设立了空气动力、材料、强度、飞机和动力等几大专业研究部。17



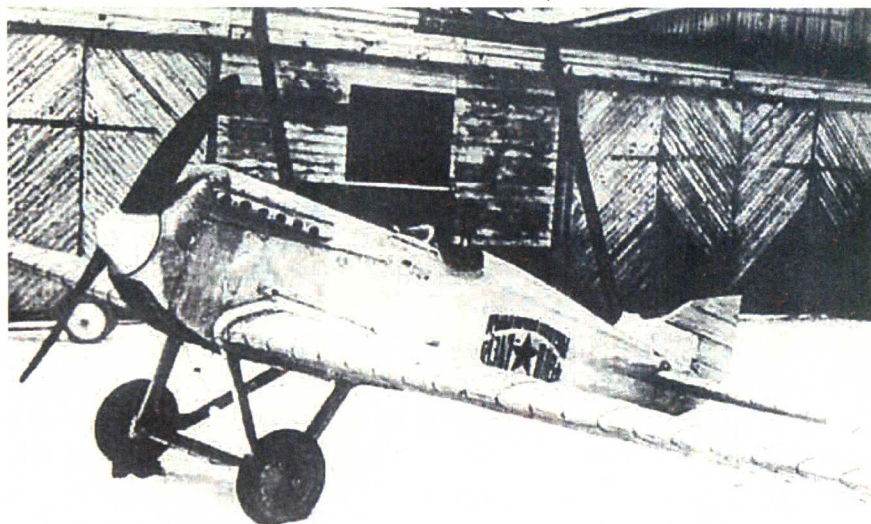
年后，该组织已发展成为一个庞大的卫星城，并一直是领导全俄航空乃至航天走向世界前沿的学术咨询机构），波利卡尔波夫重新对 IL-400 进行了风洞试验，并根据 TsAGI 的建议调整了结构与气动外形后很快开始了第二架 IL-400 原型机的建造。

1924 年 3 月，浴火重生的第二架原型机 IL-400Bis（后改称 I. L. 2，而此前的 IL-400 则被称为 I. L. 1）出厂。与 IL-400 相比，IL-400Bis 基本设计没有本质变化，但结构上的细节调整与制造材料上的提高却较为明显：虽然 IL-400Bis 机身结构框架仍由木制材料构成，但其部分蒙皮却已

经改用了波纹式杜拉铝材料，至于机翼与尾翼部分则从骨架到蒙皮完全由杜拉铝制成；为了改善飞机的气动重心，座舱位置被前移了 120 mm，如此改进的另一个好处是飞行员的观测视野得到了极大改善（并为此在翼根上剪切了两个缺口）；最后，IL-400Bis 在外形上的一大特点是由于滑油散热器被装到了汽缸顶部，再加上 2 挺通过协调器进行射击的 7.62 mm 机枪，这使其发动机整流罩出现了一个奇特的鼓包，但 IL-400 原型机那过于生硬的线条也因此柔和了许多。



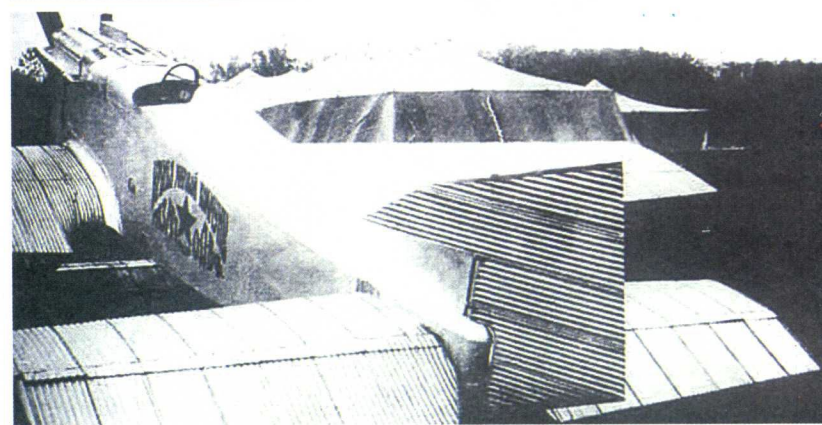
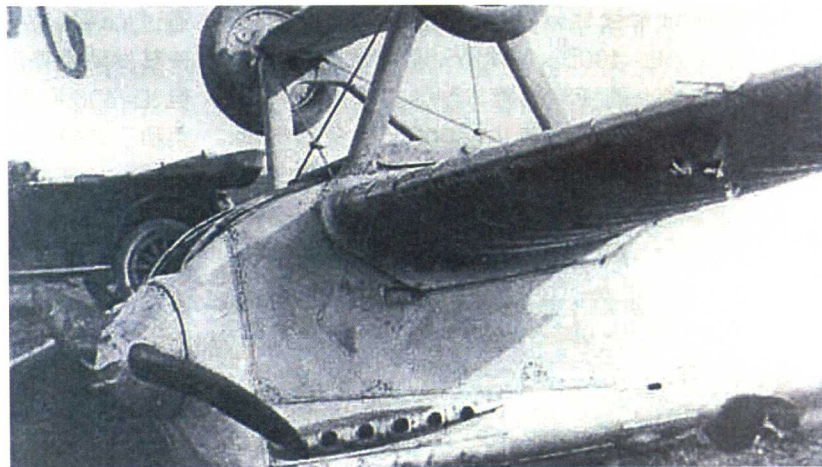
▲ IL-400Bis (I. L. 2) 原型机侧视图 [机身上的文字为 “Krylya mirovoy kommoony GAZ-№.1 imeni ODVF”，意思是“全世界共产主义之翼，第一国家飞机制造厂与 ODVF（航空之友协会）”]



◀ 出厂时的 IL-400Bis (I. L. 2) 原型机（发动机整流罩上方没有安装使用酒精的应急启动装置）

1924年7月，尽管还没有从 IL-400 坠毁事故中所受的伤痛中完全恢复过来，但 IL-400Bis (I.L.2) 仍然在阿特苏洛夫的驾驶下飞上了天空。在随后的两天里，飞行员扎科夫 (A. I. Zhukov) 与伊卡托夫 (A. N. Ekaton) 也分别对该机进行了体验飞行。试飞结果表明 (虽然在 1924 年 8 月 11 日的试飞中，IL-400Bis 因为人为失误在降落时发生了倾覆事故，但好在飞机损坏不大，仍可修复)，IL-400Bis 是初生的苏维埃航空工业一项了不起的技术成就，堪称奇迹。这架采用了先进悬臂式布局的单座战斗机在性能上不但超出了苏联空军对其的最初期盼，甚至也超过了国外同时期的类似型号——在海平面，IL-400Bis 最大平飞速度为 274 km/h；而在 3 000 m 高度，IL-400Bis 最大平飞速度更是达到了 280 km/h，然而美中不足的是，该机操作手感略显沉重，飞行员们要求波利卡尔波夫对其副翼与升降舵进行改进。

1924 年 10 月 24 日，IL-400Bis 原型机工厂试飞结束，随即被转交苏联空军科学研究院 (NII-VVS) 进行下一阶段的国家测试 (为了尽早拿到自己的航空产品，1920 年苏联空军争取到了一笔可贵的经费——2 500 万卢布，并在当年夏季建成了新机试飞站，这便是 NII-VVS 的前身)。1925 年 2 月，为了给当时的苏联



▲ 1924 年 8 月 11 日 IL-400Bis 原型机在降落时倾覆 (这几张照片中，通过损坏部分裸露出的材质可以清晰地看出，尽管全机都使用了金属铝原色涂装，但机翼的波纹硬铝质蒙皮与机身的织物类蒙皮还是有本质区别的)

空军装备部部长巴拉诺夫 (P. I. Baranov) 进行飞行演示，IL-400Bis 换装了一台全新的“自由 12”发动机 (由于在此前工厂测试与国家测试中的累计飞行时间已达 350 小时，原先的那台“自由 12”已经到达使用年限)。不过由于波利卡尔波夫借此机会为 IL-400Bis 更换了一种新型滑油冷却



器[实际上是自 BMW VI (544 kW) 发动机上拆下的部件]，开缝式发动机排气管也被整合为 1 根，这使大修后的 IL-400Bis 发动机整流罩与原来的看起来多少有些区别。

1925 年 3 月 11 日，IL-400Bis 原型机在斯大林、伏罗希洛夫等人面前进行了成功的飞行演示，这使波利卡尔波夫获准将其作品投入量产，首批产量为 8 架。不过与 IL-400Bis 原型机不同，由于航空用

杜拉铝材料产量不足，量产型 IL-400Bis 的机翼蒙皮材料又回归到了使用织物类材料，这使该机俯冲性能多少受了点影响[俯冲中织物类材料蒙皮可能会发生变形，从而在一定程度上破坏飞机的气动外形，但由于 IL-400Bis (I.L.2) 本身属于早期高速单翼战斗机，绝对速度并不高，所以这一问题还不算十分严重]。



▲ 大修后的 IL-400Bis (I.L.2) 原型机侧视图



▲ IL-400Bis 二号原型机 (I.L.3) 侧视图 [整机基调为橄榄绿，但发动机整流罩以及机腹则采用了金属铝原色涂装。相对于 IL-400Bis (I.L.2)，I.L.3 在外观上的一大识别特征是机身、机翼以及方向舵的形状被修改得较为圆滑流畅，并且在驾驶舱风挡处加装有一具望远式瞄准镜]

1926 年 1 月，8 架提供给部队进行试用的预生产型 IL-400Bis 全部完成。苏联红军军事装备特种技术局决定继续追加建造 25 架 IL-400Bis 以作补充，不过此时波利卡尔波夫又有了新的想法，他不准备在后续批次的生产中继续按照 IL-400Bis (I.L.2) 原型机的标准进行建造，而是又拿出了一架改进型的 I.L.3 原型机。与 I.L.2 相比，I.L.3 原型机机身缩短 300 mm，座

舱位置则继续前移约 50 mm；此外，机翼翼根的缺口被取消并且与尾翼一样由于所使用的杜拉铝材料蒙皮并没有被制成波纹状，所以变得光滑起来；最后，I.L.3 原型机的所有活动翼面全部由织物类蒙皮覆盖。虽然 I.L.3 原型机在 1926 年 2 月 24 日的试飞以悲剧性结局收尾——当天由于陷入尾旋无法改出，I.L.3 原型机坠毁，虽然没能及时跳伞，但幸运的是该机试飞员撒拉波

夫 (A. I. Sharapov) 仍在事故中奇迹般生还——不过 I.L.3 原型机还是以 I-1 的制式国家型号被批准投入量产 [与原型机相比,

I-1 的唯一区别是用国产化的 M-5 (Liberty 12) 发动机取代了进口的原装货]。

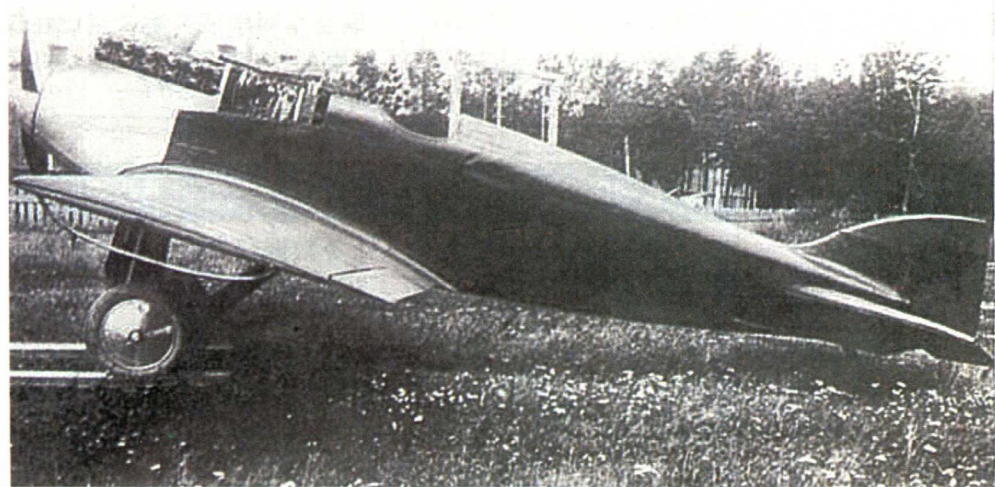
◀ 刚出厂时的 I.L.3 原型机 (然而该机不久即在处女航中坠毁)



▲ 量产型 I-16 战斗机侧视图 (不包括原型机在内, I-16 共制造了 34 架, 机身流水号为 2888—2921)

然而, 与绝大多数苏联航空工业早期产品一样, 最初交付的几架 I-16 在使用中暴露出了相当多的问题。根据来自苏联空军科学研究院 (NII VVS) 飞行员格罗莫夫 (M. M. Gromov) 的试飞报告, 由 GAZ-1 生产的这批 I-16 制造工艺低劣, 而且存在纵向稳定性不足的严重缺陷 (这是由于机身过短所致, 事实上纵向稳定性不足几乎是后来所有波利卡尔波夫作品的一大“特色”), 这使该机非常容易陷入尾旋并且

不易改出, 因此 I-16 只能由经验丰富、熟练的飞行员驾驶才能进行空中格斗 (由于双翼机的尾旋问题早被认为已经获得解决, 因此在单翼的 I-16 上重新出现的这一问题波利卡尔波夫所没有预料到的)。1927 年 6 月 23 日, 格罗莫夫正是由于无法改出尾旋而被迫从一架 I-16 上弃机跳伞, 结果 NII VVS 的后续定型试飞任务只得由 1927 年 6 月 17 日交付的另一架 I-16 承担 (机身流水号 2895)。



▲ 地面维护中被拆除发动机整流罩的 I-1 战斗机实物照片（滑油散热器被设计为可半伸缩式，至于发动机整流罩两侧的排气管则又改回了从每个汽缸都单独引出一根管路的独立式结构）

另一方面，波利卡尔波夫也并不是对自己飞机所存在的缺陷无动于衷，事实上，早在 1925 年 10 月，一架对 IL-400 基本设计动了大手术的派生型战斗机——IL-400v（后来被称为 I. L. 4 或是 I-6）的蓝本就已经出现在了它的绘图板上。按照波利卡尔波夫雄心勃勃的设想，这架在 IL-400 的基础上放大而来的军用飞机将分为 IL-400v（单座战斗机）、2IL-400v（双座战斗教练机）以及 RL-400v（双座侦察机）三个子型号

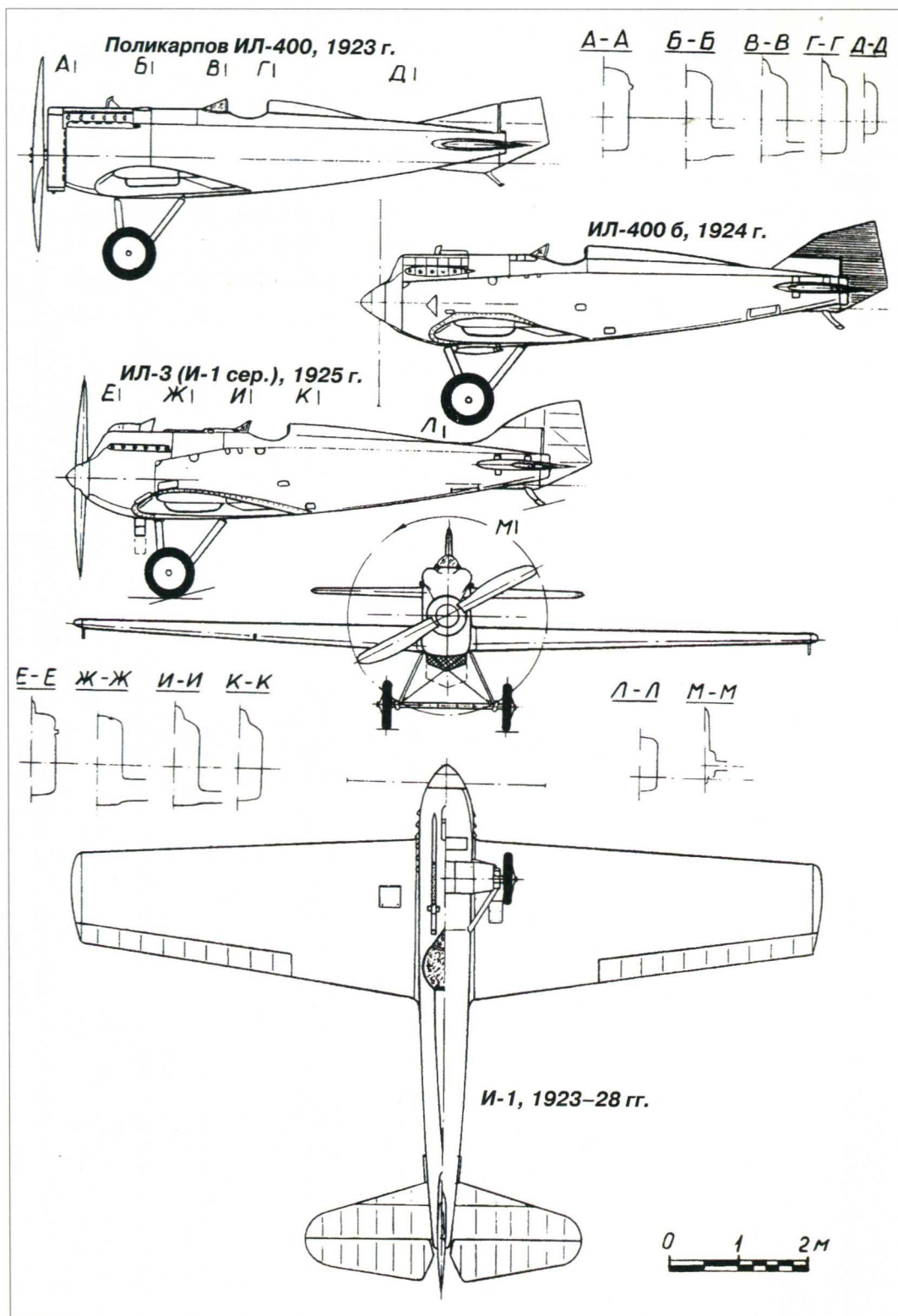
投入生产，企图一统苏联空军整个轻型战机装备序列。为此 IL-400v 强化了机翼结构强度，安装了机翼油箱以增大续航力；将机身拉长提高纵向稳定性，机体截面由方形改为圆形使其线形更为符合空气动力学原理，并重新设计了全新的机尾组件（包括方向舵及升降舵）。但糟糕的是，由于波利卡尔波夫与之并行设计的 2I-N1 双翼战斗机在 1926 年 3 月的试飞中发生了机毁人亡的事故（波利卡尔波夫打算将水平机

动性能优秀的 2I-N1 双翼战斗机与高速性能突出的 IL-400v 配合使用，从而使苏联空军在空战中立于不败之地。这种思想后来在 I-15/16 这对组合身上变为了现实），这使 IL-400v 项目受到了广泛质疑，结果苏联红军军事装备特种技术局只允许波利卡尔波夫制造一架单座的 IL-400v 原型机。然而，IL-400v 的厄运并没有就此停止，由于投入小批量生产的 I-1 在试飞中暴露出了大量设计缺陷，这使苏联空军对 IL-400v 失去了信心，结果整个项目在 1927 年 3 月被终止。

讽刺的是，后来对 2I-N1 坠毁事件的调查表明，IL-400v 所受到的牵连是不公平的，这是因为 2I-N1 是由于在飞行中机翼蒙皮被剥离导致机翼折断而坠毁，这完全属于制造工艺低劣引起的质量问题，而与设计无关（I-1 存在的一些缺陷也是如此，所以从 1929 年起，苏联航空工业系统提出

了为“提高产品质量而奋斗”的口号）。但不管怎么样，无论是 I-1 还是 IL-400v 或是 2I-N1 实际上都以失败的结局告终[不过 1927 年 11 月诞生的 I-3（И-3）在很大程度上吸收了 2I-N1 的设计特点。它后来发展为著名的 I-5（И-5）。至 1933 年，又进一步改良成为今天尽人皆知的 I-15（И-15）战斗机]。按照原计划，在 1926 年 10 月前应该完成 31 架 I-1 战斗机的生产任务，但由于上述原因（边造边改），第一批生产出的 12 架飞机直到 1927 年 3 月才正式完工。然而，飞行员们对这种单翼战斗机的印象十分恶劣，再加上与传统的双翼战斗机相比在性能上没有明显优势，结果只有一架 I-1（机身流水号 2895）被苏联空军勉强接收，剩下的飞机则全部被留在了苏联空军科学研究院，至此在仅完成了 31 架中的 18 架后，I-1 战斗机的生产被紧急叫停。

波利卡尔波夫 IL-400、IL-400Bis (I.L.2)、I.L.3 (I-1) 战斗机主要数据		
	IL-400Bis (I. L. 2)	I-1（数据取自机身流水号 2891）
翼展	10.8 m	10.8 m
机长	8.2 m	7.7 m
翼面积	20 m ²	20 m ²
全机空重	1 112 kg	
最大起飞重量	1 510 kg	1 500 kg
最大平飞速度（海平面）	274 km/h	273 km/h
最大平飞速度（3 000 m）	280 km/h	295 km/h
爬升率（1 000 m 耗时）	1.9 min	2.5 min
爬升率（5 000 m 耗时）	15 min	17 min
升限	7 400 m	
着陆接地速度	100 km/h	75 km/h
着陆滑跑时间	15 s	8 s
起飞滑跑时间	8 s	6 s



▲ 波利卡尔波夫 IL-400、IL-400Bis (I.L.2)、I.L.3 (I-1) 战斗机示意图

站在80多年后的今天回顾这段航空史，我们可以清晰地发现，采用悬臂式下单翼布局的 I-16 战斗机无疑是一件超越时代的作品，它的半途而废也因此成了一件极为令人惋惜的事情，但同时却应该看到其失败仍有合理性——以 20 世纪 20 年代初的航空材料学、空气动力学、航空动力技术以及航空器结构设计水平，要想让一架这样的单翼机在性能上产生质的飞跃，并将人们的注意力从好飞而又安全的双翼机身上完全吸引过

来几乎是不可能的。简而言之，是超前的设计思想与时代技术水平的脱节造成了 I-16 的最终失败，可以说这个结果是必然的。然而，IL-400 的存在却也并非没有意义，事实上正是通过该机波利卡尔波夫掌握了全金属悬臂式单翼机的关键设计要领，并且其设计思想的正确性与前瞻性在 10 年后也得到了 I-16 的充分证明。显然 IL-400 为“战斗机之王”的加冕礼铺平了道路，苏联航空史上赫赫有名的波利卡尔波夫王朝由此奠基。



目 录

CONTENTS

序 篇 王者初现	1
第一篇 I-16 之雏鹰展翅	03
一、诞生	04
■ 生不逢时的 I-14 链接	14
二、艰难但坚定的初期服役经历	17
三、I-16 各型号详细分解	23
■ I-16 Type 4	24
■ I-16 Type 5 “莫斯科”	27
■ I-16 Type 6	37
■ I-16 Type 10 “超级莫斯科” (Super Mosca)	43
■ I-16 Type 12/13	53
■ I-16 Type 14/15	54
■ I-16 Type 17	59
■ 西班牙版 I-16	62
■ 细品 I-16 Type 10/SGR 1820 F-54——“超级莫斯科” (Super Mosca)	66
■ I-16 Type 18/20/24/28/29	68
四、I-16 辅助军械 / 武器系统	77
■ 机载火箭弹	77
■ 航空炸弹	80
■ 副油箱	81
五、I-16 战斗机涂装方案	81
六、Zveno I-16 寄生战斗机计划	87
■ Zveno-6	88
■ Zveno-7	88
■ Aviamatka-PVO	89
■ Zveno-SPB	89

七、小结	93
------	----

第二篇 I-16 之西班牙内战	105
一、西班牙上空的国际纵队	106
二、西班牙之星——“伊舍伍德 - 莫斯卡”	110
■ 亨克尔 He 51 战斗机链接	112
■ 菲亚特 (Fiat) CR.32 战斗机链接	112
■ 根据苏联飞行员的回忆	117
■ 西班牙内战初期共和国方面空中力量所装备的各种早期型 I-16 及其涂装示意	119
三、平分秋色，略高一筹——I-16 与主要对手间的争斗	121
■ “秃鹰军团”链接	123
■ He 112 系列战斗机链接	141
■ 西班牙内战中佛朗哥法西斯空军装备的所有型号战斗机	143
四、关于 I-16 在西班牙内战中装备使用情况的总结	146
五、I-16 在西班牙的战后生涯	151
六、小结	157

第三篇 I-16 之冬季战争	161
一、背景	161
二、I-16 冬季登场与苏芬空军力量对比	163
三、冬季战争记录	169
■ 福克 D.21 战斗机链接	172
■ 菲亚特 (Fiat) G.50 战斗机链接	174
四、驾驶 I-16 的飞行员们	176
五、在芬兰空军中服役的 I-16	178
六、小结	180

第四篇 I-16 之伟大的卫国战争	187
一、战前苏联空军概况	187
二、艰难的开局——1941 年 6 月 22 日	192