

大名鼎鼎的苏霍伊设计局门口，矗立着一座以波利卡尔波夫命名的纪念碑。苏俄航空工业史上，知名飞机设计师米高扬、格列维奇、雅科夫列夫都尊称他为老师。波利卡尔波夫是苏俄航空工业史上的功勋人物，一生设计出80多款飞机，各种型号飞机累计生产数量达55000余架，被

誉为苏联“歼击机之父”。波利卡尔波夫的飞机设计生涯足够传奇——设计的多种型号飞机累计发生过10余次事故，一度遭到业界专家的质疑。但他依然坚持试验，成功打造出伊-1、伊-5等一系列性能优异的战机。

苏联功勋飞机设计师波利卡尔波夫——

航空巨匠人生的四个侧面

■ 邢哲 王劲波

教练机选择亚音速还是超音速

■ 杨杨 赵镜然

军工科普

2021年11月14日，第17届迪拜航展开幕式上，中国高级教练机L15通过精彩的飞行表演，展示了优异的飞行性能。

一直以来，教练机是飞机设计制造的重点课题。目前，世界上现役教练机按照最高飞行速度可分为亚音速和超音速两种。

很长一段时间里，教练机要不要具备超音速飞行能力，是航空设计师一直探讨的话题。自20世纪40年代，飞机就已实现超音速飞行。如今，结合任务需要，教练机是否应具备超音速飞行能力？亚音速教练机和超音速教练机各有哪些方面优势？

目前，亚音速教练机便宜、耐用，一直有着良好市场。一般来说，飞机进入超音速飞行后，飞行成本呈几何级增长，其生命周期内的设计、制造、试验以及后期维护保养，是一笔不小的开销。

以机身设计为例，教练机飞行速度超过音速后，会遭遇气动焦点后移、高频振动、空气压力升高等问题，对机身的强度和刚度是巨大考验，这导致飞机设计制造成本大幅增加。

在发动机选取上，亚音速教练机通常不需要安装加力燃烧室，发动机的采购成本较低。例如，俄罗斯一家公司设计的SR-10单发亚音速教练机，该机未加装加力燃烧室和可调喷管，外形尺寸较小，油耗较低，价格也相对便宜。

20世纪80年代前，亚音速教练机模拟战机飞行效果并不理想——在亚音速和超音速飞行状态下，战机飞行处于两种不同感受。

随着航空科技进步，新型战机操纵特性得到优化和改进，在超音速和亚音速飞行中，飞行员飞行感受没有太大区别。

那么，为什么还要发展超音速教练机呢？

与亚音速教练机相比，超音速教练机的功能要复杂得多。以韩国“金鹰”超音速教练机为例，该机采用可精确操纵飞行的数字电传控制系统，可用于提高机动能力的放宽静稳定技术，可同时锁定多个目标的自主攻击传感器等，具有超音速和机动灵活的特点，是教练机市场的明星产品。

自20世纪80年代以来，全球先进战机的持续高过载机动能力越来越强。目前，五代机普遍没有设计同种类型教练机。所以，为更好适应飞行训练任务，提升飞行员先进战机飞行技能，必须大力发展超音速教练机，进一步减少先进战机的飞行成本。

国外新一代超音速教练机普遍引入侧滑增升、放宽静稳定等先进技术，起降速度很低。在实际飞行过程中，能够与初级教练机形成良好衔接，快速有效提升飞行学员的飞行技能。

从市场定位来讲，超音速教练机

的功能，不仅仅是简单的飞行教练，同时还具备改装为作战飞机的潜力。如果列装更多超音速高级教练机来维持空军编制，可以进一步减少主力先进战机的数量、飞行时长和过载次数，有效控制飞行训练成本。

近年来，在教练机选择上，一些国家普遍采用混飞制——即在不同训练阶段使用不同类型教练机，从而避免频繁的机型改装，缩短学员培训周期、降低训练成本、提高训练质效。

综合来讲，教练机无论是选择亚音速还是超音速，都有各自优势。从全球军用教练机市场的销售现状来看，两种路线都衍生出了获得市场认可的经典机型。其中，最重要的是找到性能和成本的“平衡点”，力争用更少经费开支达到最好的训练效果。

下图：雅克-130教练机。资料图片



军工英才

偏执少年

波利卡尔波夫的父亲是俄国小镇上的一名神父，在当地享有极高的社会声望。父亲的想法是让他子承父业，过上衣食无忧的生活。

如果波利卡尔波夫服从父亲的安排，就不会有后来“歼击机之父”与55000余架飞机的故事。

少年时期的波利卡尔波夫性格偏执——虽然被父亲送往教会学习，但他经常逃课，自学感兴趣的专业知识，大有一副“我的人生我做主”的姿态。

1911年，波利卡尔波夫成功考入圣彼得堡技术学院，学习机械工程专业。当时，正值俄国工业快速发展的黄金期，这个专业为他以后走上飞机设计师的道路埋下伏笔。

波利卡尔波夫求学期间，学院开设了航空和浮空课程，他对此产生浓厚兴趣，经常前去旁听，并在波罗的海车厘厂飞机分部实习，参与飞机研制工作。

这段经历，像一束光照亮波利卡尔波夫的人生，为他指明前进方向，他开始期待“有一天自己也能造出飞机”。

那时候，俄国航空工业尚处于起步阶段，对于普通人来说，造飞机简直是天方夜谭。家人也认为波利卡尔波夫的想法不切实际，希望他按部就班地找一份工作，过上稳定生活。

然而，波利卡尔波夫坚信，自己选择的航空领域就像一张空白考卷，需要勇敢的人去填写。

天才设计师

恰似影视剧中的桥段，在波利卡尔波夫人生的岔路口，一位“引路人”出现了——西科斯基，他就是后来家喻户晓的“直升机之父”。

实习期间，波利卡尔波夫的过人才赋引起西科斯基的关注。为培养这位天才少年，西科斯基决定收他为徒，并倾囊传授航空专业知识和飞机设计经验。

西科斯基之于波利卡尔波夫，恰似伯乐遇到千里马。这次拜师，彻底改变波利卡尔波夫的人生轨迹，恩师的指引为他打开了通往成功的大门。

当时，苏联生产的飞机大多是仿制国外型号，政府急需研制一款国产战机。在西科斯基的极力推荐下，经过层层选拔，波利卡尔波夫成为新型国产飞机设计师。

被时代浪潮推着走，毫无疑问是幸运的。从那天起，波利卡尔波夫牵头从全国选拔航空设计人才，开展新型战机伊-1的研制工作。

万事开头难。伊-1首次试飞并不顺利，飞机飞出没多远就自动扬起飞



头，飞行员马上关停发动机，飞机径直从10多米高空坠落，所幸没有造成人员伤亡。

飞机机头为什么会自动上扬呢？百思不得其解的波利卡尔波夫去找中央流体力学研究院专家请教。专家分析指出，飞机设计时重力分布不均匀，重心靠后导致飞行时机头上扬。

得到答案的波利卡尔波夫立即开展模型吹风试验，通过反复测试，终于找到飞机重心平衡的最佳匹配位置。

1925年，伊-1开始批量生产。这是苏联历史上第一款自行设计的歼击机，它的诞生标志着苏联战机正式进入国产化时代。

波利卡尔波夫一战成名。1928年，以他名字命名的设计局成立。随后，他又在伊-1的基础上，成功研制出一款双翼歼击机伊-3，列装苏联空军，成为苏联空军历史上第一代国产歼击机。

波利卡尔波夫和他的设计团队将苏联歼击机事业推上一个新高度。苏联卫国战争前，列装空军的歼击机全部由他主持设计，总数量高达55000余架。他因此2次获得列宁勋章，被誉为苏联“歼击机之父”。

勇敢探路者

有人说，波利卡尔波夫的人生，像一枚硬币的两面，一面是辉煌，另一面是失败。

毫无疑问，他是苏联航空工业史上最杰出的设计师之一，成功设计出苏联第一架国产歼击机。

有人会问，如此优秀的天才设计师也会出错吗？

答案是肯定的。

波利卡尔波夫曾因多次犯错，给航空界留下“差评”的印象。据不完全统计，他主持设计的伊-6、伊-180等型号歼击机，累计发生事故10余次，多名飞行员在事故中伤亡。

1930年的一天，一架伊-6原型机在众人注视下，轻盈地飞向天空。突

然，飞机发动机发生故障，飞机快速坠落，试飞员当场牺牲。

无独有偶。1938年12月15日，一架伊-180原型机试飞。由于天气寒冷，飞机下滑着陆时，发动机冷却装置停止工作，导致飞机坠毁，试飞员奇洛洛夫牺牲。接下来的试飞过程中，2架伊-180战机又先后发生事故坠毁。

一时间，波利卡尔波夫饱受争议。作为一名飞机设计师，看着自己设计的飞机屡次发生重大事故，他的内心倍受煎熬，感到绝望和无助。

不仅如此，外界的质疑声也充斥耳畔。一次，在克里姆林宫讨论航空问题时，一位飞机设计师说：“早就应该让波利卡尔波夫设计局关门。”一旁的人附和道：“他的思维太陈旧，已经无法造出新式战机。”

那段时间，波利卡尔波夫变得沉默寡言，甚至会坐在椅子上发愣，清醒眼眸失去了昔日的光芒。

幸好，除了质疑声，还有鼓励的声音。波利卡尔波夫的老领导找到他，想方设法让他重拾信心。

对波利卡尔波夫来说，挫折和磨难就像成长道路上形影不离的朋友。他没有因此变得一蹶不振，外界的质疑声反而激发了他的斗志，他认为只有意志坚定的人才能走向成功的彼岸。

作为一名勇敢的探路者，波利卡尔波夫重新开始飞机研制工作。通过吸取以往失败经验，他成功研制出一款可以夜间作战的轰炸机，并在战场上大放异彩。

1940年，苏联政府授予他“社会主义劳动英雄”的称号。

为人师者

有记者问波利卡尔波夫：“你一生中得意的作品是什么？”

他自豪地说：“我最得意的不是设计出多少种型号飞机，而是带出一批优秀的飞机设计师。”

米高扬、格列维奇、雅科夫列夫等

苏联知名飞机设计师，均出自波利卡尔波夫设计局，他们与波利卡尔波夫亦师亦友，共同缔造了苏俄航空工业的百年辉煌。

20世纪初期，苏联航空工业被两大行业巨头主宰——图波列夫设计局和波利卡尔波夫设计局。两家设计局创始人深受航空工业领导的信任，几乎所有新机型的研制任务都交付给了两家设计局。

后来，苏联军方意识到，苏联国产战机在性能方面已远远落后于国外战机。于是，军方高层决定启用大量年轻设计师，让他们发挥智慧与才能，打造出性能优异的新式战机。

时势造英雄。波利卡尔波夫的学生米高扬和格列维奇因杰出的设计才能在激烈的竞争中脱颖而出，航空工业部门专门为他们组建了新的设计机构。

1940年，米高扬研制的新型歼击机伊-200（后被命名为米格-1）试飞成功。随着苏联卫国战争爆发，前线急需补充新式战机，米高扬设计的飞机被批准投入生产，并交付空军部队。

米高扬的成功，离不开自己多年的努力，更离不开波利卡尔波夫的指导与帮带。在研制伊-200过程中，米高扬借鉴了老师的设计理念，采用封闭座舱和收放式起落架来减少机身阻力。

可在战机试飞过程中，发动机过热问题使米高扬头疼不已。关键时刻，波利卡尔波夫为米高扬提出改进意见。米高扬恍然大悟，立即组织设计人员安装新型散热器，终于解决了发动机过热问题。

1944年7月30日，波利卡尔波夫因病去世，年仅52岁。他的设计理念深深影响到苏俄航空工业的发展，给后人留下一笔宝贵财富。

多年后，波利卡尔波夫的学生米高扬在高校为航空专业学生授课，仍津津乐道于老师的超前设计理念。他希望继承老师的遗志——“让更多的先进战机翱翔在祖国的天空。”

上图：米格-1战机。

资料照片

西班牙空军战机替换更新计划——

F-35与“台风”一决高下

■ 左超超 看召加

开始接收F/A-18“大黄蜂”战机。同时，西班牙也积极参与了“台风”战机的研发生产，并决定采购87架，截至目前共交付68架。2021年，西班牙军方与空客公司签署追加采购20架“台风”以替换部分“大黄蜂”的协议。

尽管“台风”战机的交付尚未完成，但为了对下一代战机保持一定自主性，西班牙积极参与了由德国和法国主导的“未来空中战斗系统”项目。目前，这个项目仍处于初始设计阶段，

主要研发工作由达索公司和空客公司合作完成。

据了解，这款战机采用有人驾驶、单座双发布局，负责研发发动机的法国赛峰与德国MTU公司曾描述：“这款新发动机必须满足比现有动力装置更高的推力和更低的燃料消耗、低开发和制造成本、高效维护和长计划维修间隔、满足飞机系统的高电力需求、高稳定性和可靠性5个方面要求。”考虑到法国要求这款战机具备在航母上部署的

能力，因此出色的低速飞行能力将是设计理念的重点。

目前，该项目原型机的计划首飞时间是2027年，预计21世纪40年代初正式服役。那么，困扰西班牙军方的问题就来了——他们计划将“大黄蜂”服役到2035年，等不到新一代战机列装服役，寻找一款过渡机型实为良策。

目前，F-35战机的生产流程相对成熟。或许，西班牙军方采购F-35作为过渡机型有一定的可能性。

善于培养使用“不对称人才”

■ 蔡文明

科学界常常提到一个名词——“不对称人才”。“不对称人才”是指那些部分素质或者能力超常，而另一些素质或者某些能力却相对较差的人。

有高山者必有深谷，有奇才者必有怪癖。“不对称人才”的思维和行为方式通常与众不同，甚至显得有些另类。然而，他们所具备的“不对称素质”，又往往使其在某一领域有超常的创造力，常常称为奇才、怪才。

盖有非常之功，必待非常之人。苏联T-72坦克总设计师维涅季科托夫，被视为一名怪才，性格让人琢磨不透。他是同事眼中的“刺头”，一生只做一件事，研制出享誉世界的T-72系列坦克。凭借物美价廉、性能可靠、操作简单、作战效率高等优势，T-72坦克“秒杀”同时代竞争对手，创下多项战场纪

录。苏联天才设计师巴尔蒂尼，被评价为“来自未来的人”，他的设计一度颠覆了当时人们对飞机设计的传统认知，他一生设计出60多款技术超前的战机，可收放式起落架、鸭翼、翼身融合等现代战机常见的设计布局，都是最早出现在他的飞机设计图纸上，成为后来航空领域聚力攻关的方向。

常格不破，大才难得。不拘一格用人才，是胆识也是责任。敢于使用青年英才，乐于吸纳外来奇才，善于包容有个性的怪才，广开进贤纳才之路，才能形成人尽其才、才尽其用、用当其时、人才辈出的良好局面。

匠心慧眼

军工世界观

近期，有消息称，西班牙军方计划采购F-35战机用以替换老旧战机。表面上看，这是一个正常的战机替换更新计划，但其背后则是欧洲各国在防务问题上多方博弈的结果。

一直以来，欧洲国家的防务自主之路荆棘密布，前景不容乐观。为营造有利的安全环境，欧洲国家力图实现防务自主。

西班牙空军成立于1939年，装备大多来自意大利和德国。20世纪50年代，西班牙空军开始采购美国制造的喷气式战机。1975年，为更好融入北约体系，西班牙空军又先后装备了幻影-3等机型。自此，西班牙空军战机“美欧各一半”的装备格局逐渐形成。

20世纪80年代中期，西班牙空军