



# 《长空之王》热映背后 那些不为人知的试飞知识点

科技日报 央视军事 人民网 航空知识微信公众号

“五一”期间,电影《长空之王》上映。这部反映空军试飞员的影片,引起观众对飞机试飞的浓厚兴趣。

飞机为什么要试飞?为啥说试飞是举一国之力进行的试验?影片中展现出的多项新飞机的飞行试验(试飞)科目,如发动机吞咽试验、大迎角/尾旋、包线等又指的是什么?

日前,记者采访了中国飞行试飞研究院(简称“试飞院”)部分试飞专家及试飞工程师。

## 举一国之力进行的试验 给飞机飞行划一道道红线

飞行试验,简称试飞,顾名思义,就是在真实的条件下进行科学研究和产品试验的过程。试验对象当然就是各种各样的飞行器,比如战斗机、轰炸机、运输机、直升机以及专门用于飞行试验的专用试验研究机等等,这些飞行器上的机载设备和武器装备也是试验对象。

“飞行试验是集科学性、工程性、风险性于一体的系统性工程,也是一项举一国之力进行的试验。”试飞院试飞专家周自全说,目前全世界只有美、俄、法、英及我国等少数航空强国拥有专业的权威试飞机构,而试飞院就是我国唯一的经国家授权的鉴定试飞机构。

为什么要试飞?天空之大,广阔无垠。但飞机飞行可不是脱缰野马,它有着严格的飞行限制,行话称飞行包线。越过

这些包线限制,飞机就可能失去操纵,或者发动机停车,或者结构损坏,甚至空中解体,造成灾难性的后果。

“飞行试验的目的之一就是验证和确定各类飞行包线,也就是给飞机飞行划一道道红线。”周自全说,试飞员和试飞工程师则是红线边界的探索者和实践者。

对边界的每一点探索,往往伴随着极大的风险。速度太慢,飞机会因升力不足而无法操纵;加速度太大,飞机结构可能发生不可逆的损坏。“每一次贴近极限甚至超越极限的探索,都在为未来战场上飞行员的生存甚至战斗的胜利积聚力量。”周自全说。

据介绍,自我国飞行试验起步至今,先后有30多位试飞员及试飞工程师为探索航空新领域、验证新技术,献出了自己宝贵的生命。

## 整个试飞过程 周期长达4~8年或更长

一架飞机,是由上百个系统、上千个设备及数十万个零部件组成的,而试飞,就是要把飞机预先设计的功能与性能“拉出来,没病走两步”。整个试飞过程往往需要上千小时,周期长达4~8年或更长。

从飞机还未完成整体设计或未生产出来之前,很多新技术其实已经在已有的飞机平台上开始试飞了,这就是“它机领先试飞”。

随后飞机制造出来,第一次与蓝天亲密接触,也就是我们熟知的“首飞”,这其实呀,只是飞机的“入学考试”。入学后的半年至一年被称为“调整试飞”,会对飞机各个系统的功能和性能进行初步验证,相当于“摸底考试”。

之后就进入“鉴定试飞”阶段了,这段时间内,试飞员和试飞工程师会事无巨细地

完成飞机每一项功能和性能的验证考核,迎接试飞最终的“毕业考试”——状态鉴定。

完成鉴定后,飞机就会交付给部队或用户,进行新一阶段使用或投入航线运营,踏上属于它们的新征程。

试飞是各种航空新技术研究的重要手段,是人类飞得更高、更快、更远的阶梯。放眼百年航空史,凭借试飞取得的成果相当于其他所有手段取得的成果之和。

例如,高超声速、前掠翼、变后掠翼、垂直起降等重大技术的突破,无一不是通过飞行试验研究和试飞验证取得的。

总而言之,试飞伴随着飞机的诞生而诞生,它贯穿于飞机设计、研制、生产、鉴定和使用的全过程,是确保每一架飞机翱翔蓝天的支撑力量。



2022年11月6日,参加第十四届中国航展的中国空军八一飞行表演队进行适应性飞行训练  
新华社记者 张永进/摄

## 吞咽试验,保证发动机吞入外物仍安全

影片中有一个场景,是发动机吞咽试验。

飞机发动机需要非常高的安全性和可靠性。然而飞机在起飞、巡航和下降过程中,发动机不可避免会吸入外来物。例如起飞和降落时会遭遇鸟群,在雨雪天气起降会吞入水和雪等,在飞行时吸入冰块等。

“通用规范和适航规定都对发动机抗外物损伤提出了明确要求。”试飞院试飞专家高扬说,当发动机吞入的外物对气流的关键部位造成损伤时,仍需按规定继续工作。

为保证发动机在吞入外物后能安全工作,必须保证发动机叶片完好无缺。“发动机吞咽试验非常

重要,因为叶片一旦打碎,对飞机的安全性有极大影响。”高扬说。

吞咽试验包括吞鸟、吞冰、吞砂、吞入大气中液态水、吞油试验等,目的是让发动机也尝尝“酸甜苦辣”的滋味,看看发动机的“肚量”(包容性)和“泼辣”(抗畸变)程度如何。

“发动机吞咽试验需要在专业的试车台上进行,并且要设计专用的外物投放设备。”高扬说,如吞水试验要设计喷水装置,吞鸟、吞冰试验要设计专门的外物发射炮等,此外对外物还有严格的分类,如冰块大小、冰雹大小、鸟的大小等都有明确的规定。

## 机翼和气流夹角变大,须进行大迎角/尾旋飞行

影片中,试飞员在试飞时,有个科目是大迎角/尾旋飞行。

飞机之所以能飞,一是通过机翼产生升力,二是通过各操纵舵面产生的力矩进行飞行控制。

试飞院试飞工程师李艺海解释说,如果飞机机翼和气流夹角小,气流就能平稳流过机翼并向下偏转,给机翼产生向上的

升力;如果这个夹角变大并超过一定值,气流便会变成紊流,且无法在机翼表面平稳流动。

“当机翼和气流夹角变大时,机翼的升力就会大幅减小甚至急剧下降,飞机将变得非常难以操纵。”李艺海说,遇到这种气流,飞行员就必须想办法使飞行回到正常的迎角范围内。

在大迎角状态下,飞机发动机的进气也可能变得极不稳定,发动机停车的概率和风险也会急剧增加。

“当机翼和气流迎角进一步增大时,飞机便可能会出现一种绕自身快速旋转、呈螺旋线轨迹的急剧下降状态,这就是常说的‘尾旋’。”李艺海说。

尾旋时,飞机快速旋转、高度急剧下降,同时会伴有剧烈的振荡。“由于飞机高度下降,处置时间就很有有限,飞行员必须在这种急剧变化的状态下快速判定飞机的尾旋特征,并采取相应的改出操纵方式,使飞机回到正常的迎角范围,这对飞行员的判断力和胆量都是极大的考验。”李艺海说。

### □相关阅读

## “长空之王”:勇敢者的职业

截至北京时间5月3日24时,演绎空军试飞员群体的《长空之王》票房已破五亿,观影反馈十分热烈。有网友直言这部电影“真的很有力量”“很燃”“令人热血沸腾”。电影最具有看点的当属“真机实拍”,以我国最尖端战机歼-20为首的多款战机组成的威武阵容,流畅的机械线条和华丽的金属光泽无不展现出军国重器的工艺之美。

此外,该片为观众真实描绘了从业人数仅百余

人的“神秘”职业试飞员。试飞员群体既是“长空之王”,也是一群幕后英雄,他们肩负着重要的工作,却并不为人所熟知,“默默无闻人,做惊天动地事”就是这个职业最好的注脚。

2022年空军航空开放活动暨长春航空展新闻发布会上,空军多型号战机首飞试飞员罕见亮相。歼-20首飞试飞员李刚说:“飞行员是战斗员,拿着武器在战场杀敌,试飞员就是给他们磨刀的人,我们每天都在为

战而训、为战而试。”对这份职业,不少试飞员表示,这是“勇敢者的职业”。

据介绍,空军试飞部队诞生于1952年,70多年来,从组建初期的战伤飞机修复试飞,到相继把歼-20、运-20、直-20等大国重器飞上蓝天、列装部队,推动新中国航空武器装备实现历史性跨越。

70多年来,空军试飞员群体矢志奋战在强军兴装的最前沿,先后有7人被授予荣誉称号,14人荣

立一等功:1956年7月19日,歼-5首飞成功,首飞试飞员吴克明;1998年3月23日,歼-10首飞成功,首飞试飞员雷强;2011年10月17日,歼-16首飞成功,首飞试飞员李国恩、丛刚;2011年1月11日,歼-20首飞成功,首飞试飞员李刚;2013年1月26日,运-20首飞成功,首飞试飞员邓友明、刘宏亮、袁志鹏;2013年12月23日,直-20首飞成功,首飞试飞员孙光、王勇……