

军工圈

点评军工圈里的人和事

■本期观察:池恒 伊江 严立泽

把机枪架在飞机上



有人这样说：“在世界航空工业史上，福克E.1战斗机的诞生具有里程碑意义。”

1915年的一天，荷兰飞机设计师福克突发奇想，将机枪安装在飞机上，制造出了福克E.1战斗机，这款飞机应用实战后开创了全新的空战模式。

在此之前，飞机并不具备空中作战能力，只能用于空中侦察。交战双方飞机为了占据有利的侦察位置，常常在没有装载武器的情况下，在空中展开一场硬碰硬的“肉搏战”。

为了夺取制空权，不少设计师尝试将机枪安装在飞机上，以提升飞机的空中作战能力。然而，在设计过程中，一个棘手难题摆在他们的面前——机枪打出的子弹，很容易撞上飞机前端的螺旋桨，弹回的子弹又对飞行员飞行安全造成威胁。

这时候，福克巧妙地发明了一种机枪射击协调器，将这款装备安装在福克E.1战斗机上，成功解决了“枪桨冲突”的问题。

福克E.1战斗机的出现催生了一场世界军事竞赛，各国纷纷加紧研发飞行速度更快、火力更强的战斗机。随后一年，F.B.5“枪车”式、纽波特11、索普威斯等战斗机相继问世。自此，福克E.1战斗机遇到了真正的对手，“一边倒”的空战局面发生了改变。

把火炮安在军舰上



如果说把机枪架在飞机上创造了新的空战模式，那么把火炮装在舰船上同样推动了海战的变革。

冷兵器时代的海战酷似陆地作战，交战双方用桨船撞击、油桶投掷、接舷搏杀等传统作战方式。英国著名舰船设计师乔治·伦道尔将火炮成功装配在舰船上，自此新的海战模式拉开了序幕。

“火炮上舰”初期出现了“水土不服”的现象。海上风浪大，炮舰航行不稳，火炮在发射炮弹时船体左摇右晃，命中敌舰的概率很低。炮舰在击伤敌舰后，依然要抵舰由步兵进行搏杀，可以说，当时的火炮还是扮演着海战的配角。

如何解决火炮射击稳定性的难题？16世纪初，英国人詹姆斯·贝克带来了一个全新设计——把火炮安置在船舱内部，并在船舷上开设舷窗。这种巧妙设计，不仅增加了火炮的数量，还大大提高了火炮发射的稳定性。随后，英国海军开始大规模制造这种炮舰，并立即投入到之后的海战中。

1588年夏，蓄谋已久的英国海军向西班牙“无敌舰队”发起攻击，英军利用舷侧炮成功击毁敌舰3艘，有40艘西班牙舰船在逃命中沉没，近2万多名士兵死亡，英国海军大获全胜。经此一役，他们打破了西班牙海军不可战胜的神话，也使英国成为了新的海上霸主。

为了维持海上霸主地位，英国高度重视海军建设，英国女皇伊丽莎白命“船匠大师”马修·贝克担任舰船总工程师，建造更为先进的炮舰。贝克改变之前炮舰的设计方式，将舰舷长度缩减一半，并加设了三层甲板，每层甲板都安装了火炮。自此，四桅炮舰“盖伦”号问世。

“盖伦”号的诞生掀起了新一轮世界舰船工业的革命。16世纪，西班牙、法国、荷兰等国紧跟步伐，纷纷建造了大型战舰，以捍卫自己的海洋主权。此时，英国海军已率先将实心炮弹换成爆破弹，炮弹威力呈几何级增长。同时，他们还在地盘上安装了射程远、精度高的阿姆斯特朗线膛炮。自此，英国海军实力大增，牢牢稳住了海上霸主的地位。

它，曾是我国空军部队最受欢迎的主力机种之一。上世纪90年代，世界局势风云变幻。它，作为我国当时飞行性能出色的国产战机，守护着祖国的万里空疆。它，就是大名鼎鼎的歼-7E。今年，是歼-7E飞机首飞30周年，也是歼-7E飞机列装空军八一飞行表演队25周年。

歼-7E由航空工业成都飞机工业集团公司和西北工业大学联合研制。“飞机研制是一个大工程，所有参与者必须齐心协力。”歼-7E总设计师陆英育说。正是有了一代代航空人的矢志不渝、精诚团结，才有了我国航空工业的快速发展。

# 陆英育：长空育“鹰”人

■田博 易舒 夏文静



军工英才

从小便在心里埋下“为国造飞机”的种子

聪明秀出谓之英；育者，养也。祖辈为陆英育取的这个名字，寄托了家族英才辈出的美好愿望。

出生于战火硝烟的年代，看到日军飞机在中国的天空肆意横行，陆英育从小便在心里埋下“为国造飞机”的种子。

高中毕业后，陆英育如愿考上了北京航空学院。5年的大学时光里，他如饥似渴地学习知识，毕业设计选择了超音速风洞技术的课题。

大学毕业后，陆英育被分配到成都132厂（航空工业成都飞机工业集团公司前身）。那时候，我国航空工业还在蹒跚学步，又恰逢三年自然灾害，一线科研人员的工作和生活条件非常艰苦。

“作为刚毕业的学生，手头上只有简单原始的测量工具……”当时，陆英育接手的第一个任务是歼-5甲飞机测绘设计。

歼-5甲飞机的零部件数以万计，测绘任务复杂繁重。那段测绘经历，让陆英育对飞机生产流程和质量控制有了非常直观的认识。

4年后，厂里完成了歼-5甲飞机尾翼的制造任务，陆英育奉命跟随飞机远赴东北进行静力试验。在那里，他第一次接触到歼-7飞机，从此与它结下了不解之缘。

东北的冬天，天气异常寒冷。借来的棉大衣挡不住严寒，随身携带的干粮也变成了冰坨坨。从成都过来的设计师手脚生了冻疮，腰围也瘦了一圈。

这时候，他们接到了一个振奋人心的任务，学习歼-7飞机设计资料，为132厂研制生产新机型做准备。

数九寒天，他们在工厂一边学习各种飞机设计资料，一边到生产一线积累制造经验。为了学懂弄通设计资料，陆英育每周抽出时间，从工厂乘车到研究所向专家请教。

“从成都来的十几名设计师，在陆英育带动下，都铆足了劲要大干一场。”陆英育当时的同事回忆说。

陆英育和同事们并不满足于消化吸收技术。从1968年开始，设计团队根据部队意见提出了包含航炮、发动机、副油箱等6项改进意见，并反复进行试飞验证。此后10余年的时间里，这些设想逐渐在歼-7I、歼-7II等改进型飞机上得以实现。

改进一架飞机，需要庞大的数据支撑。那个年代，计算手段非常有限，工厂电脑数量很少。陆英育只能等研究所工作人员下班后，和同事一起去借用。深夜，他们沿着坑洼不平的道路骑车前行，那份求知的快乐，深深地刻在陆英育的记忆里。

早年的探索，为后续的研发奠定了良好的基础。陆英育带领团队成功走出了一条自主研发的道路。歼-7E飞机也在歼-7II改进型的基础上实现了脱胎换骨。

多年后，陆英育在回忆录中写道：“这段经历，对我以后从事歼-7改进型工作非常有用。”

能负责一个机型设计，是他一生最大的心愿

20世纪80年代末，世界空战模式发生变革——战机从追求高空高速向中低空机动性转变。我国急需研发一款新型战机，满足国防需求。

那时候，我国刚刚改革开放，科研实力和综合国力还很薄弱。132厂领导毅然决定：自投资金开展歼-7II改进型的预研工作。

关键时刻，陆英育毅然受命，担任这型战机的总设计师。

当时，西北工业大学教授沙伯南提出了一种全新机翼设计思路，能有效提升战机中低空飞行的机动性。

1985年1月，陆英育和沙伯南在成都进行首次晤谈，双方观点一拍即合——改进型战机采用双三角机翼气动布局。这在我国飞机改型中尚属首次，团队成员既兴奋又紧张。

方案评审期间，由于连续作战，陆英育牙痛加重，牙龈肿胀疼得他无法入睡。

一年后，改进型战机的设计方案得到有关领导的支持与肯定：“改型，就要对历史负责。”

没过多久，这款改进型战机正式立项，型号为歼-7E。

歼-7E研制工作全面铺开，陆英育常常奔波于全国各地调研。一次，他乘坐的火车晚点，等赶到招待所时，大门已关闭。无奈之下，陆英育只能爬窗户进入房间。

为了验证产品质量，陆英育带领团队成员先后进行了一系列试验。1990年4月26日，是歼-7E原定首飞的日子。但在3天前的评审会上，有专家指出机翼襟翼系统存在缺陷，可能会危及飞行安全，首飞被迫推迟。一位空军首长鼓励陆英育：“改好了，首飞时我还来。”

早在厂校联合上报方案时，双方就一致认为：飞机改进的核心是新的机翼。开创性的工作最为艰难，陆英育感到压力空前。他迅速召集设计、工艺、生产、检验等各系统工作人员通力合作。

首飞推迟，所有人都绷紧了神经，争分夺秒地寻找对策。经过20多天的艰苦攻关，他们终于成功解决了这一棘手难题。

1990年5月18日，成都某机场，试飞员钱学林驾驶着歼-7E在天际划出一道美丽的弧线。

飞行20多分钟后，飞机安全着陆。“首飞成功！”全场观众欢呼雀跃。到场的空军首长激动地说：“现代化装备有了新的希望，这是值得热烈祝贺的重大胜利。”

歼-7E的意义，绝不仅仅是一个机型的成功

首飞仅仅是开始，定型之路更为坎坷。就在歼-7E调整试飞进入尾声时，一次飞行事故打乱了节奏。

1990年9月，试飞员王振东驾驶003架飞机在高空全加力状态飞行时，机翼突然发生强烈振动，左副翼摇臂断裂，险些造成事故。

“飞机绝不能带着故障上天。”事故发生后，上级要求彻查飞机故障，全部排除后才能进入定型试飞。这对当时已经“家底空空”的成飞公司来说，无疑是雪上加霜。

“造飞行员喜欢飞的机型，飞行员操纵得心应手，才有战斗力。”陆英育带领团队一刻都不敢停歇，确认故障原因后，他们迅速开展集智攻关，对机翼系统进行了全面改装，最终问题得以解决。

1991年初，3架试验机投入定型试



7月26日，国产大型水陆两栖飞机“鲲龙”AG600在山东青岛附近海域成功实现海上首飞。

这是AG600继2017年陆上首飞、2018年水上首飞之后的又一里程碑事件，为下一步飞机进行海上科研试飞及飞机相关性能验证奠定了基础。

AG600飞机具有“水陆两栖、一机多型”的特点，决定了它有三次不同方式的首飞。

和大多数机型一样，AG600的陆上首飞验证了飞机的基本功能和飞行性

能，是型号实现从图纸到试验机的重要环节。在陆上起飞与降落时，飞机依靠有缓冲作用的起落架系统，飞行安全更有保障。

而水上首飞和海上首飞包括飞机“从空中降落到湖面或海面”和“从湖面或海面加速滑行升入空中”两个阶段。尤其是海上起降时，受风浪影响，飞机产生上下颠簸和摇摆，专业术语叫“纵摇”。如果“纵摇”发散，飞机会像海豚一样上下蹿下跳，也就是所谓的“海豚跳”。

那么，海上首飞与水上首飞有什么不同呢？

一是起降环境不一样。AG600海上首飞的地点在海上，与内陆水面环境相比，有三个方面不同。

盐度不同。水上首飞在湖面进行，盐度相对较低，对飞机各系统的腐蚀防护考验较小；海上首飞在海上进行，海水盐度明显高于湖泊淡水，腐蚀性更强。

密度不同。海水密度大，湖水密度小，飞机在水中受到的浮力和起飞时克服水的“粘性”有差异。飞机在海上降落时，海水对飞机的反作用力比湖水要大，会让飞行员感到海面比湖水“偏硬”一些。

波浪不一样。内陆湖面一般是由风形成的波浪，浪高小且波浪传播方向与风向一致。飞机在湖面起降时，一般会选择迎风迎浪起降。在海上是不同类型波浪同时存在，且传播方向不一致，会使飞机飞行环境更加复杂。

二是操纵特点不一样。海上首飞和水上首飞，对飞行员的视觉感受和操纵要求不同。海面比湖面更开阔，在降落时，飞行员选择参考点不如湖面容易；海面环境比湖面环境更复杂，在试飞过程中，飞行员需要全面考虑风向、风速、洋流和浪涌等综合因素影响。为此，飞行员需要更为丰富的经验决定飞机是迎风降落、逆海浪降落，还是正侧风、沿波峰等方式降落。

一般来讲，在正常波浪的海面起飞时，飞机发动机的拉力产生的低头力矩，使机头有一定的下俯角度，但在大波浪的条件下起飞时，机头反而抬起，在越过每个波浪后，机头又迅速下俯，产生更大的下俯角度。为了避免起降过程中飞机飞行姿态过大，飞行员必须调整好操纵量，才可以保持飞机飞行状态的稳定性。

三是检验重点不一样。飞机的飞行环境不同，海上首飞和水上首飞对飞机各项性能检验重点也有所不同。水上首飞是验证飞机各系统在水面的工作情况，并初步验证飞机水面起降的操作性能，为后续飞机用于森林灭火和自然灾害防治体系建设提供支持。海上首飞是重点检验飞机横滚特性、抗浪性、加速特性和水面操纵性能，检验飞机各系统在海洋环境中的工作情况，并收集海上飞行数据，为后续相关工作提供支持。陆上首飞、水上首飞、海上首飞，是AG600从图纸变成试验机，由试验机走向市场的必经之路，是为了验证飞机的不同飞行性能，确保飞机性能实现的关键性飞行试验科目。

左上图：7月26日，AG600成功实现海上首飞。 新华社发

# “鲲龙”为什么要三次首飞

■吴斌斌 郭美晨 张亦驰

军工科普