

前不久,在“军队-2021”国际军事技术论坛上,由俄罗斯卡莫夫设计局研发的卡-52K舰载直升机甫一亮相,就以先进的电子防护对抗系统和超强的防腐蚀性能,引起广泛关注。

别看卡-52K舰载直升机和陆基直升机在外形上没有什么太大差别,但技术创新难度不可同日而语——从1997年卡莫夫设计局的首架卡-52原型机实现首飞,到试验改进后

投入量产,再到2012年启动卡-52K舰载直升机生产,前后长达15年时间里,该设计局科研人员攻克了成百上千项技术难题。

舰载直升机制造是一项世界级难题。时至今日,只有俄罗斯、英国、意大利等少数国家能够自主研制舰载直升机。那么,舰载直升机为什么难造?要攻克哪些技术难题?请看海军航空大学飞机教研室副主任刘旭的解读。

舰载直升机制造有多难

■刘任丰 任剑翔 陈超

军工科普

难点一:空间限制

舰艇“肚子”里塞飞机

1936年夏天,德国不来梅市郊区的直升机制造厂,一架头顶两个旋翼的飞行器首次试飞。垂直升空、空中悬停、横向飞行……一系列飞行特技让观众兴奋不已。

不久后,一款外形奇特的飞行器,出现在二战时期的缅甸战场。它不仅能悬停在丛林上空指引盟军前进,甚至不费吹灰之力从日军眼皮底下救出伤员……自此,军用直升机受到各国军队的青睐。

当各国军队在陆空领域发掘直升机应用前景时,德国海军却将目光放在海空战场,紧锣密鼓地开展“军舰上使用直升机”方案论证。

1942年的一天,波罗的海上空,一架“敞篷式”双旋翼飞行器掠海飞行。飞行器舱室内,飞行员屏气凝神,小心翼翼操控飞行器,逼近德国海军巡洋舰的起降试验区。舰船上,科研人员的心提到嗓子眼。只听“砰”的一声,飞行器降落在舰船指定区域,直升机首次着舰测试宣告成功。

这是德国科学家安东·弗莱纳研制的第一款FL-282舰载直升机。早期,这款舰载直升机发动机动力不足,外形设计像是钢管和木板拼接起来的。虽然体积较小、方便着舰,但只能执行简单的运输任务。

随着涡轮发动机技术取得重大突破,直升机搭载设备日益增多,舰载直升机逐步担负起空中预警、反潜作战和火力打击等海上任务,外形也更加健硕。这时候,科研人员发现了一个新问题——舰上空间小,装不下这个“大家伙”。

为此,科研人员制订了一份“瘦身”套餐,把舰载直升机塞进舰艇“肚子”里。

“减脂”——让机身“瘦”下去。传统直升机需要延伸出一根尾翼和尾桨,用来控制飞行方向。卡莫夫设计局科研人员在想:“怎样把‘长杆’去掉?”他们研究发现,设计出上下两副螺旋桨反向旋转,就能抵消主翼旋转带来的反向力矩,这样可以在设计图纸上抹掉尾翼和尾桨。1948年,科研人员在卡-8共轴式双旋翼直升机基础上,实施了卡-10舰载直升机的研制计划。2年后,卡-10在“马克西姆·高尔基”号巡洋舰上完成降落,这种全新设计理念被各国军工企业广泛采纳。

“塑形”——把螺旋桨折起来。旋翼折叠技术,顾名思义就是将4个方向的桨叶重叠在一起。这项操作看似简单,但旋翼上布满纵横交错的管路和线路,实施起来难度很大,同时人工折叠和液压折叠耗时费力,影响直升机出动效率。“海鹰”舰载直升机的旋翼设计巧妙,将原有液压折叠改为电动折叠,不仅能减轻机体重量,还可以有效降低舰载直升机的倾覆率。



“增肌”——实现一机多用。舰载直升机舱内空间寸土寸金,实现一款设备功能多样化,是科学可靠的设计理念。法国空客公司生产的H160M舰载直升机,采用模块化设计,打造通用军事化平台,不仅能快速搭载不同任务载荷,还降低了机内设备的维修难度和成本,这种创新设计理念已成为未来舰载直升机发展的新方向。

难点二:环境侵蚀

订制一份“抗腐蚀套餐”

二战时期,长时间执行海上飞行任务的直升机常患有“骨质疏松”的症状——机体和零部件出现裂纹。科研人员研究分析认为,这是由于直升机机身和光电系统长期暴露于高盐、高湿的海上环境中,极易受到腐蚀。

高盐、高湿的海上环境,对舰载直升机影响很大。有资料显示,舰载直升机一般服役寿命不到陆基直升机的20%。为防止机身和光电系统被海上环境腐蚀,科研人员为舰载直升机订制了一份防盐雾、防霉菌、防潮湿的“抗腐蚀套餐”。

掀开舰载直升机蒙皮,你会发现从发动机到起落架,从雷达罩到旋翼轮毂,抗腐蚀材料和涂层被广泛应用。

一架舰载直升机研制初期,科研人员会在结构设计、抗腐蚀材料和工艺选择等方面进行综合考量。当直升机各种零部件制造成型后,他们会为它涂上底漆、面漆和防腐剂等多层涂料。“海鹰”舰载直升机机身采用含六

价格的铬酸盐作为底漆,聚硫化物作为密封胶,减少机身表面和链条密封处的水浸入,实现防护“无死角”。采用抗腐蚀材料的零部件合格率和平均工时消耗,直接关系到舰载直升机的生产成本,这使其制造门槛被进一步抬高。

除了抗腐蚀材料,一些国家海军航空兵部队明确规定,舰载直升机降落时,要及时进行清洗作业,彻底冲掉附着在机身表面的盐晶。

这种抗腐蚀手段,简单高效、易于维护,受到各国海军官兵普遍青睐。

难点三:着舰安全

降得稳更要站得住

直升机着舰犹如刀尖起舞,技术难度大,安全风险高。虽然只有短短十几秒钟,但对飞行员飞行技术和心理素质是极大考验。

着舰前,飞行员眼中的舰艇甲板仅有“火柴盒”大小;降落时,舰艇自身会向不同方向摆动,飞行员操作稍有不慎,直升机就会发生侧滑、倾覆等事故;即将着舰时,一些飞行员会出现“目视旋翼已经扫到机库壁”的错觉。这需要他们克服甲板前机库、舰岛等障碍物带来的心理影响。

那么,如何确保舰载直升机安全平稳降落呢?

在直升机机腹,你会发现一个突出的液压杆,这个部件叫“鱼叉”。如果把舰载直升机的起落架比作腿,那么“鱼叉”就是它的手臂,它的作用是牢牢抓住船身防止出现侧滑和碰撞。

“鱼叉”是舰载直升机的辅助降落装置之一。在触舰时,“鱼叉”会牢牢卡在甲板格栅上,实现直升机和目标舰之间的刚性连接。整个系统操作简单,配合绞车仅需5至7分钟即可完成直升机的着舰和收纳作业,得到世界各国海军广泛应用。

但遇到体型庞大的大家伙,“鱼叉”会显得力不从心。20世纪60年代,加拿大英德技术公司研制出“熊阱”系统。这套系统可依靠舰上人员的辅助操作,将大中型直升机“捕捉”到固定的“陷阱”中,实现精准降落。

搭载“熊阱”系统的舰艇,更适合使用固定和牵引装置来移动直升机。这套系统工作效率远高于“鱼叉”,因此被应用于随航母编队出征的驱逐舰上。

得益于卡式直升机同轴反转旋翼的抗侧风性能,在直升机着舰前,只需在飞行甲板上铺设一张长和宽各5米,由棕绳绳网编织而成的防滑网,让直升机机轮陷入防滑网中不易摆脱,就能有效规避侧滑问题。

降得稳更要站得住。完成着舰后,舰载直升机一般需要在机身前后左右4个位置,选择承受力较大的结构件作为系留点,用系留索进行固定。浩瀚大洋,风高浪急。遇到恶劣天气,辅助降落系统和系留系统也存在“脱手”的风险。为了解决这个问题,科研人员专门设计了保险装置。“海鹰”舰载直升机除了安装防降系统,还配有一套特殊的浮水结构,紧急情况下可以降低在水面上,被飞行员形象地称为“直升机的救生圈”。

上图:舰载直升机进行着舰训练。资料照片



今年10月25日,是中国人民志愿军抗美援朝出国作战71周年纪念日。沈阳飞机工业(集团)有限公司(以下简称沈飞)航空博览园迎来了3位特殊的客人。他们是志愿军老兵金钟元、马英和曾担任空军驻国营112厂(沈飞前身)军代表刘奇。胸前一枚枚熠熠生辉的军功章,见证着他们的光荣岁月。

“我要到造飞机的地方去”

“我要到抗美援朝战争的前线去。”抗美援朝战争爆发后,年仅22岁的金钟元不顾身体伤病,毅然向组织提出申请,到最危险的前线战场。

跟随第一批部队参加抗美援朝战争的峥嵘岁月,让金钟元终身难忘。

“有一次,部队突然遭到敌机轰炸,炸弹就落在我旁边的防空洞上,一位战友不幸牺牲……”这段经历始终埋藏在金钟元的内心深处,他时常带着家人去沈阳抗美援朝烈士陵园给战友扫墓。拿出一张中国战时照片,金钟元激动地说:“兄弟们,我们有了国产先进战机的,我们再也不被动挨打了。”

“我要到造飞机的地方去。”战争结束后,金钟元决定到造飞机的军工工厂工作,为祖国航空事业尽一份力。他选择了国营112厂,走上了航空报国的道路。

“我的选择是对的。”一手拄着拐杖,一手轻抚着我国自主研发的新型战机,金钟元自豪地说。

在国营112厂工作期间,金钟元参与了重点型号攻坚任务,编写了《沈飞质量管理手册》……他把无数个试验数据和报告组合成梦想的翅膀,托举国产战机的顺利腾飞。

现场,金钟元嘱咐沈飞年轻工匠:“你们要继续努力,造出更多先进战机的。”

“让祖国空军更强大”

“当时我年纪小,差点就没能实现参军梦想。”刘奇16岁参加革命,18岁加入中国共产党,在解放战争时期,他英勇无畏、冲锋在前,荣立三等功2次。

新中国成立后,刘奇先后在空军多个部门任职,后来成为空军驻国营112厂的一名军代表。

“这就是我们的先进战机的吧!”凝视着第四代多用途隐身战机“歼-5”,刘奇情不自禁地竖起大拇指。与飞机打了半辈子交道的他,希望祖国战机的越来越先进。

刘奇听完讲解员对“歼-5”的介绍,激动地说:“双发、两个垂直尾翼……真是太棒了!”

“一个国家没有强大的空军,就无法守护和平的天空,我们要造世界一流战机的,让祖国空军更强大。”短暂交流中,刘奇讲得最多的是对空军武器装备发展的期盼。

“多造好飞机,赶超世界一流”

“朝鲜战场,我们面对的是当时强大的美国空军,敌我实力相差悬殊。”马英讲述了一段亲身经历的往事——

三位老兵的军工情怀

■唐幼琦 李若铭 张可

1950年10月,他随部队奔赴朝鲜战场。一次战斗后,全连仅剩6人。

马英回忆说:“那时候,如果我们空军有先进战机的,就不会有这么多战友流血牺牲。”

第二年回国后,马英来到空军第四航空学校学习飞行。“我要练好飞行本领,在天空与敌人一决高下。”马英说。

在飞行训练中,马英表现突出成为一名飞行教员。没能和敌人在空中“拼刺刀”,让马英有些遗憾。但想到能够为祖国培养出更多优秀飞行员,他感到无比自豪。

参观过程中,见到“老朋友”歼-5飞机,马英感慨万千。他曾驾驶歼-5飞机在空中飞行3000多个小时,数十年后重逢,心中有太多感情需要倾诉。

现场,马英说了一句朝鲜语,意思是“我们是中国人民志愿军,从鸭绿江过来的。”70多年过去了,老人还清晰地记得当年的这句话。

“多造好飞机,赶超世界一流!”参观结束后,马英紧握双拳,满怀期待地说。

上图:金钟元、马英、刘奇(从左至右)与“歼-5”战机合影。陈阳摄

军工圈

战机舷梯设计背后的故事

■陈韵宇 杨杨

飞行员如何进入驾驶舱?一直以来,在舷梯设计方面,设计师没少下功夫。

早期战机体身距离地面近,飞行员爬上机翼,侧身就可以进入驾驶舱。二战初期,外挂式舷梯开始广泛投入使用。飞行员登机前,由地勤人员将外挂式舷梯置于飞机一侧,飞行员登机后撤回。这种外挂式舷梯结构简单,梯级宽度和高度设计合理,稳定性较好。

不过,从实战角度出发,外挂式舷梯存在占用跑道面积大、通用程度低等问题。有人质疑:在航母甲板这样寸土寸金的地方,外挂式舷梯会不会制约甲板调度和放飞效率?

二战期间,各交战国均有因外挂式舷梯保障不及时延误战机的案例。设计师决定在机身设计上下功夫,

他们在机身侧面设计出多个可扳开口盖或脚踏,供飞行员进出驾驶舱。

之后,喷气式战机的诞生,带来舷梯的创新发展。与螺旋桨战机的相比,喷气式战机体身更高,采用“口盖+脚踏”方式难以满足飞行员进出驾驶舱要求。为什么不能将舷梯装在战机的内部呢?

于是,内置舷梯诞生了。内置舷梯一般设计成伸缩或折叠式结构。不使用时,它处于折叠状态,使用时可以快速打开,置放在机体一侧。这种内置舷梯实用性较强,成为一些主流战机的标配。

军工档案

保障亲历

一位是西部战区空军某雷达站“70后”雷达技师王常伟,另一位是某军工企业“90后”工程师程鹏鹏。两人年龄相差20多岁,却在一次新型雷达架设计任务中,上演了一段“师徒情缘”。

一年冬天,听说雷达站要换装新型雷达,当了20多年雷达技师的王常伟难掩心中喜悦。这部雷达性能先进、操作难度大,旅机关有意借换装之机,培养一批技术过硬的雷达技师,王常伟作为专业技术骨干全程跟进学习。

没想到,军工企业派来的工程师竟是工作没多久的“毛头小子”。老班长王常伟顿时心里凉了半截,心想:“小伙子年纪轻轻,能有多大能耐?”

准备工具、检查设备、调试验证……第一次见面,王常伟与程鹏鹏简单寒暄后,就马上投入工作。

当“70后”班长遇见“90后”师傅

■胡勇华

了一遍。

“真能耐!”王常伟心生敬佩。他从心里面渐渐地认可了这位小师傅,决心向他好好学习。

从那天起,小师傅身边多了一位老徒弟。事实上,这次新型雷达架设计任务,没有王常伟的帮忙还真不行。

在随后一次信号调试任务中,一道难题难倒了程鹏鹏——插入板件时,回波信号突然消失。他检查组件设备并更换板件,但问题依然存在。

程鹏鹏百思不得其解。一旁,细心的王常伟看出小师傅的困惑,凑过去小声地说:“程师傅,这种问题在高原地区时常发生,重启板件程序,你看

行不行?”

程鹏鹏按照王常伟的方法进行操作,问题迎刃而解。原来,受高原环境和极端天气的影响,板件设备有时会因内部系统死机的现象。

调试任务结束后,程鹏鹏竖起大拇指说:“王班长,你真棒!我得向你多学习。”

王常伟连连摆手道:“程师傅见笑了。你是老师,我是学生,但是我们有一个共同目标,就是把装备调试好、使用好。以后的日子里,还希望你多赐教。”

正说着,到了午餐时间,两个人开心地食堂走去。

保障亲历