

军工科普

配平轮——战机飞行的“增稳器”

战机飞行速度变化时,重心会发生偏移,像跷跷板一样,出现抬头或者低头现象,需要调整配平轮来恢复重心平衡。这一过程,配平轮起到关键作用。

配平轮是稳定战机平衡的滚轮。为方便飞行员操纵战机,往往设在驾驶舱油门杆附近位置,通过钢索联动水平安定面,前后旋转会带动配平轮调整片偏转,像增减砝码一样抵消战机重心变化。

战机起飞前,大都处于满油状态,燃油油箱的重心与战机重心重合。而在飞行过程中,随着燃油不断消耗,油箱重心改变会造成战机偏航,而偏航产生的低头力矩或抬头力矩也会让操纵杆变得“沉重”。

为了及时消除因重心变化给飞行带来影响,航空设计师研发出配平轮,将配平的平衡位置随重心而改变,从而保持战机迎角稳定,消除操纵杆上的作用力。

此外,战机在执行投弹任务或大机动动作时,重心会在瞬间发生大幅偏移,飞行员无法快速调整配平轮,失



平衡的杆难以恢复,进一步增加了飞行员操纵战机的难度。

为此,设计师在操纵杆上安装了配平电门,在配平系统控制下,自动调整水平安定面的迎角。一旦战机配平到可以松杆飞行的状态,那么飞行员可以集中精力完成作战任务,缓解飞行员的操纵压力。

不过,战机在做大坡度转弯,频繁调节油门、投送空投等复杂任务时,配平轮自动调节仍存在延时效应,需要飞行员手动操纵。如何提升配平轮智能快速响应能力,当前依然是各国设计师亟须解决的难题。

上图:民用客机驾驶杆上的配平轮。 资料照片

翼梢小翼——

大飞机上的“小风帆”

仔细观察,你会发现,在一些大型运输机翼尖端,有一对向上弯曲的“小风帆”,因体积较小,通常被称为“翼梢小翼”。

“小风帆”虽然不起眼,功能却很强大。和帆船上的风帆一样,翼梢小翼也是通过改变气流实现对战机助力。那么,翼梢小翼的功能究竟有哪些呢?

一是减小阻力。对于飞行速度较快的战机,机翼下翼面的高压气流会绕过翼梢流向翼面,形成强烈的旋涡气流,使战机诱导阻力大大增加。战机安装翼梢小翼后,它会在气流交汇处产生与主翼相反的旋涡气流,显著减少诱导阻力。

二是增加升力。机动性是衡量一架战机性能的重要标准,而升力对战机机动性起到关键作用。额外延伸出的翼梢小翼,如同鸟类翅膀尖部的小翅一样,扩展了战机的有效展弦,提升了展弦比,可以带来额外升力。此外,翼梢小翼产生的旋涡气流,具备垂直向上力,帮助战机更好御风而起。

三是降低油耗。通过安装翼梢小翼,可以削弱机翼气压差所引起的涡流强度,达到增压减阻效果,最多可降低4%的油耗,使战机拥有更远航程和更大载弹量。



翼,可以削弱机翼气压差所引起的涡流强度,达到增压减阻效果,最多可降低4%的油耗,使战机拥有更远航程和更大载弹量。

值得关注的是,竖起的“小风帆”会影响战机抗大侧风的能力,以及降低转弯性能,这也是为何有的战机不配备翼梢小翼的原因。

当前,航空设计师在翼梢小翼的基础上,改进研发出斜削翼梢。这种新型“小风帆”可以减阻、增升、降低油耗,并有效削弱侧风干扰,成为未来大型军用飞机发展的新趋势。

上图:采用翼梢小翼设计的C-17运输机。 资料照片

(齐荣荣、姜子喆、赵晓然)

装备保养——“布”到位

■张齐宁 任和



筹莫展之际,有人提出,可以在油布中加入棉质材料,同时增加两条对角线,提高布料的受力程度。技术攻关后,布料问题迎刃而解。添加普通枪油后,第一代保养油布诞生。

产品不好用,官兵最有发言权。随后,曾志坚带着第一代保养油布来到部队,想听听官兵们的意见。有的官兵反映,如果环境温度低于-20℃,枪油会冻凝,保养油布基本无法使用;枪油味道很大,沾在手上很难清洗。

针对这些问题,曾志坚和他的团队再次开展技术攻关。经过数轮实验论证,团队成功研制出高分子多功能保养油料,并将其添加到油布中。经过专业机构检测,新型多功能装备保养油布在-50℃的极限低温环境下不会冻凝,对金属表面的清洁润滑和吸附能力更好,味道小又绿色环保。此外,他们还研发出与新型多功能装备保养油布配套使用的柔性通条,方便官兵快速维护保养装备。

今年7月,他们带着新型多功能装备保养油布来到部队。官兵试用后给出反馈:“新型多功能装备保养油布使用便捷,清洁、润滑效果好,尤其适合野外条件下的装备维护保养。”

装备保养,“布”到位。“这次创新只是一个起点,后续我们还将创新更多装备维护保养工具,为官兵们提供更好的服务和保障。”曾志坚说。

左上图:武警第一机动总队某支队官兵使用新型多功能装备保养油布对枪械擦拭保养。 刘文振摄

右上图:曾志坚(左)和团队成员决定啃下这块“硬骨头”。布料选用是研发的关键,他们选用几十种布料开展实验,效果并不理想——吸油性差、掉毛、不结实耐用。

“能不能换一种思路?”正当大家一

学家做过火箭试验外,大多数人对导弹闻所未闻。

从零开始的艰难,破茧成蝶的阵痛,利剑出鞘的喜悦,一切来得尤为强烈,也格外振奋人心。为国铸剑62载,于本水参与了三代防空导弹的研制工作。也正是这62年,我国导弹事业实现了“从无到有、由弱变强”的跨越。

“防空导弹研制很复杂,但它能保卫祖国领空,我愿意为此奋斗一生。”讲台上,88岁的于本水眼中闪烁着光芒;讲台下,一位位“后浪们”眼中也闪烁着光芒。

这光芒,传承着无尽的能量,照亮前行的路。

我国防空导弹专家、中国工程院院士于本水——

导弹院士的硬核人生

■杨元超 郭瑜童 李冠雄



图①:海红旗七号亮相新中国成立50周年阅兵式。

图②:于本水(中)为青年科研人员授课。

作者供图



军工英才

“外国人可以嚼着口香糖对着计算机做,我们就用脑子、花心血”

88岁,于本水笑称自己是一名即将成为“90后”的“80后”。和年轻人在一起,他讲起我国防空导弹的创业故事,激情澎湃。

1962年,组建不久的我空军地空导弹部队,一举击落当时世界上最先进的U-2高空侦察机,震惊全球。

但不久后,U-2高空侦察机加装了新设备,地面雷达一开机,它就能收到警报,快速机动逃逸。

空军要求当时的国防部五院协助解决难题,重任落到于本水肩上。

敌机在我领空再次横行无忌,于本水心急如焚。他千里迢迢赶赴哈军工,只为拿到U-2第一手技术资料。又把上一次击落U-2的地空导弹二营营长岳振华请进研究室,一起探讨打击高机动目标的技术难点。

要想再次击落U-2,就得把杀伤区和发射区算精准。当时,全国仅有2台电子管计算机,而人工计算一条弹道,最长需要用时21天。

“于总对我们说,外国人可以嚼着口香糖对着计算机做,我们就用脑子、花心血!”导弹专家张志鸿回忆说,为了把最关键的杀伤区和发射区算准,大家日夜沉浸在数字与几何图形中,硬是用计算尺、手摇计算器等原始设备,完成了仿真计算。

短短几个月后,一篇名为“用某型导弹攻击U-2高空侦察机”的报告诞生,提出压缩雷达开机时间和发射距离、兄弟火力单位协同作战的方法,这就是后来有名的“近快战法”。

1963年11月,江西上饶上空再次捕捉到U-2高空侦察机的踪迹。我空军地空导弹部队官兵用精准测算的数据,成功击落了第二架U-2高空侦察机。

“近快战法”初战告捷,于本水得到的奖励是一张三等功奖状和一本英汉词典。

搞防空导弹,于本水其实是“半路出家”。上世纪50年代,于本水被选中出国留学,受当时志愿军飞行员“空中拼刺刀”的英雄气概感染,他的“第一选择”是喷气式飞机专业。

“只听懂了一些单词,一会儿‘水平’,一会儿‘垂直’,相当于用不懂的语言去学一门不懂的功课。”留学第一课上的是“投影几何”,于本水形容是“难上加难”。

后来,学校安排本国学生和留学生结成对子。一段时间后,于本水决心甩开“拐杖”,逼着自己独立记笔记,下课后再借同学笔记对照补齐。经过一年多的刻苦学习,他不仅顺利通过语言关,还用课余时间翻译了多本俄语航空专业书籍。

30多年后,于本水来到莫斯科航空学院故地重游,墙上“中国留学生在图书馆里专心阅读的青年学子,正是年轻时的自己”。

上世纪50年代,美军高空侦察机在我国领空肆意飞行。于本水服从组织安排,放弃成为飞机设计师的梦想,更换专业成为新中国第一批导弹专业留学生。“当时,大家只有一个目的,学成了回去建设祖国,我国导弹领域还是一片空白……”于本水回忆说。

留学生接触资料有限,更不能近距离接触导弹。“只要人家不赶,你们就坚持学……”一位中国外交官小心叮嘱于本水。

苏联留学归来,他马上投入到543导弹的仿制工作中。1961年,他被派往沈阳,厂参与导弹的设计与生产工作。他们工作的地方在沈阳皇姑区的三台子,“当年正值三年困难时期,每人

每月3两油、1斤肉,粮食不够吃,经常用钩子钩树叶吃。”

工作上的艰难,于本水更是终生难忘。那时候,我国导弹事业白手起家,543导弹是世界先进水平,仿制难度非常大。他至今记得,当时很多原材料、原器械在国内是空白,就连不锈钢、镁合金都要从头研制生产;工艺技术也十分落后,对电弧焊、滚焊等知道的寥寥无几。

一切从头学起。为了吃透导弹加工技术,突破工艺短板,于本水既当科研人员,又当“高级技工”。他深入车间和工人师傅一起探讨焊接方法,甚至亲自手动操作,示范新的加工工艺,携手攻克了多项“卡脖子”的技术难题。

1966年,我国第一代防空导弹红旗一号列装部队,部队用上了自主生产的导弹。

“中国是大国,不能只买外国的鸡蛋,我们必须学会自己养鸡、下鸡蛋,自主研发能力是买不来的”

一则微信朋友圈分享,一位“准90后”得到一位“90后”好友的点赞。

前段时间,年过九旬的防空导弹专家钟山院士,戴着老花镜认真看完微信好友“泉水”分享的一条视频——第二代防空导弹红旗七号改型与某新型国产近程防空导弹“同台竞技”,同时发射导弹,同时命中靶机。

“泉水”是于本水的微信昵称,取自爱人朱小泉的“泉”和自己名字中的“水”。

钟山和于本水年龄相差无几,曾是导弹科研战线上一对形影不离的战友,一同研制出红旗七号防空导弹。

上世纪80年代初,超低空突防成为新战法,防空导弹的主战场也发生变化,于本水担负起第二代防空导弹总体设计的重任。

超低空防空导弹技术要求有多高?业界曾有生动比喻:“用弓箭射中弓箭,用一根针击中另一根针,既要看得见,跟得上,还要打得着。”

论证会上,有人提出,技术跨度太大,我们基础太弱,不如进口国外导弹。钟山记得,一贯如“泉水”般柔和的于本水此时坐不住了,严肃地对大家说:“中国是大国,不能只买外国的鸡蛋,我们必须学会自己养鸡、下鸡蛋,自主研发能力是买不来的。”

在刚刚与于本水携手度过钻石婚

的朱小泉记忆里,两人相濡以沫的漫长岁月中,曾有一个6年的空白。这6年,于本水是在戈壁滩上的试验基地度过的,完成了红旗七号的测试与改进。

当时,科研人员和试验基地官兵都流传,于本水是“会变帽子戏法”的“魔术师”。

一次测试试验,导弹发生异常振动,于本水凭借丰富经验,推断故障是源于导弹发射筒盖形变导致的共振。

振动前还曾出现无法点火的故障,试验还能继续吗?冷静分析后,于本水大胆拍板,换“帽子”继续试验,更换发射筒盖后,导弹发射试验圆满成功。基地总工程师吴克激动地对他说:“老于,神了!”

历经多年刻苦攻关,他们终于迎来了振奋人心的一刻——1990年12月,红旗七号导弹设计定型,成为国家低空防御的重要力量,这标志着我国已经完全掌握了第二代防空导弹武器系统的研发技术。

又两年后,红旗七号获得国家科学技术进步奖特等奖。

“导弹事业是系统工程,事业的完成靠大家、靠团队”

平和亲切,如沐春风,既充满着科学家的严谨,也饱含老者的慈祥,这是现场听讲的二院青年科技工作者对于本水的印象。面对晚辈的各种提问,他总是耐心地答疑解惑。

一条从住处到办公室的幽幽曲径,于本水一走就是几十年,从青丝到白发,从一个人到一个团队,小路渐成“通途”。在二院家属院里,他习惯每天走路上班,用东北人爽朗的大嗓门与过路人打招呼,单看背影,很难看出他已是一位年近九旬的老人。

“与老相处越多,越能感受到他的大师风骨。”某型防空导弹副总设计师徐兆林说,他总是把困难和责任揽在自己身上,把机会和荣誉让给别人。

上世纪60年代,红旗三号导弹试验失败。大家心里都不是滋味,有人垂头丧气,有人互相埋怨。

“问题出了不可怕,重要的是找到解决问题的方法。”于本水分别做工作,让研究院、厂家坐在一起,共同复盘、深入研判,终于找到失败原因。不久后,改进后的红旗三号导弹顺利通过试验、列装部队。

军工现场