

军工科普

会“拐弯”的制导武器



一些战争影片里时常会有这样的画面：一枚地空导弹从阵地腾空而起，在空中“拐着弯”扑向敌机。这一画面形象地说明：作为制导武器的一种，地空导弹能够在发射后自主跟踪并摧毁目标。

那么，有人问：制导武器是如何在“拐弯”后精准命中目标的呢？

其实，制导武器会“拐弯”离不开“制”与“导”的默契配合。执行“制”与“导”命令的系统称为制导系统，该系统又可以分为控制系统和导引系统。

导引系统负责“导”，它可以探测目标相对于制导武器的位置，根据制导武器飞行轨迹形成导引指令，指挥控制系统工作。

控制系统负责“制”，它会根据导引指令信号，指示弹翼偏转，控制发动机点火，通过喷口向外产生作用力，促使制导武器修正飞行路线。

在导引和控制系统的有效配合下，制导武器能够紧紧“咬住”目标，直至将其击落。

此外，按照控制信号的来源和信号产生方式的不同，制导方式可以分为自主式制导、寻的制导、遥控制导和复合制导4大类。其中自主式制导武器是按照发射前预先设定的飞行轨道打击目标，其余3种制导方式则是根据目标与制导武器的相对位置，不断改变、修正其自身飞行速度和飞行轨道，直至最后命中目标。

上图：国外某型制导炸弹。

资料照片

能“致命”的飞机失速



“Stall, Stall, Stall……”在观看一些客机失事电影时，观众常会听到这种急促连续的机组告警。此时，飞机已经处于非常危险的境地，需要飞行员立刻执行应急程序防止坠机事故发生。

“Stall”的中文意思是失速，即飞机当前的升力已经无法维持与飞机本身重量之间的平衡。那么，飞机为什么会失速呢？

一般来说，原因有两种：当飞机迎角过大时，机翼上方的气流会出现分离，无法形成机翼上-下表面的压力差，使飞机升力大幅降低；当机翼结冰或被其他材料覆盖时，粗糙的机翼表面也会产生分离气流，致使飞机失速。

对于军用运输机而言，一旦出现失速状态，飞行员可以通过压低机头来干预。然而，运输机机动性较差，无法迅速改出失速状态，极易出现坠机事故。因此，运输机通常会设有自动压低机头的飞控系统，一旦检测到飞机迎角过大，便会自动压低机头使飞机回到平飞状态，尽可能避免失速状态的出现。

运输机会尽力避免发生失速状态，而歼击机有时则会主动进入失速状态，这是为何？

与运输机相比，歼击机拥有更大、更灵活的活动翼面，具备快速改出失速状态的机动能力。因此，歼击机飞行员可以凭借高超的驾驶技术，操控飞机主动进入失速状态，借助失速过程中飞行速度和飞机姿态的快速变化，达到瞬间改变敌我态势的机动效果。

近年来，随着推力矢量技术诞生，飞行员驾驶战机进入改出失速状态更加随心所欲。在第十二届中国国际航空航天博览会上，歼-10B推力矢量验证机，演示了“眼镜蛇”机动等多个过速失速机动飞行动作，展现出该型战机的优异性能。

上图：战机进行过速失速机动。

资料照片

(郝路鸣、豆伟、姜子喆)

前不久，媒体报道，德国批准了一项增加1000亿欧元特别国防基金的申请，用于联邦国防军更新和补充装备。此举，将使德国今年军费开支占GDP的比例提高至2%以上。

涨军费，欧洲并非只有德国。今年上半年，比利时、波兰、罗马尼亚等国也相继提出增加军费开支。欧洲各国旨在通过增加军费开

支，提升本国军事实力，以期在欧洲防务自主中获得更大话语权。

长期以来，欧洲防务一直置于北约框架之下。此前，美国多次呼吁北约成员国增加军费，皆被无视或搁置。今年以来，欧洲各国纷纷宣布增长军费，加大对新型武器装备研发投入。人们从中可以窥见欧洲渴望防务自主的决心，以及支持这一决心的军工发展路径。

欧洲军贸市场上的“生意经”

■黎星佩

军工T型台

“花大钱”采购美式装备，问题不少性价比不高

日前，瑞典斯德哥尔摩国际和平研究所发布报告称，2021年，全球军费总支出首次突破2万亿美元，这一数字创下历史新高。

近年来，世界各国均在增加军费开支，欧洲各国也不例外。有数据显示，今年年初，北约部分成员国将军费开支占GDP的比例提高至2%。其中，德国“豪掷”1000亿欧元用于联邦国防军更新和补充装备，采购包括35架F-35战机、60架波音CH-47F“支奴干”重型运输机和7架P-8海上反潜巡逻机等先进装备。

鉴于欧洲各国均在增加军费开支，英国政府宣布，2024年至2025年，英国国防预算将达到474亿英镑（约合500多亿美元），充分展现出英国重塑欧洲传统军事强国的愿景。

英国新增长的国防预算，一部分用于采购F-35战机，截至目前，已接收20余架，并列装英国皇家空军和海军；还有一部分将用于“暴风”六代机项目等新型武器装备研发，以期通过多国联合研发实现防务自主。

过去一段时间，欧洲各国武器装备进口深度依赖美国，尤其是五代机F-35。有数据显示，位居欧洲前3位的武器进口国分别是英国、挪威和荷兰，这3个国家目前装备了70余架F-35战机。

难道欧洲各国真的心甘情愿向美国进口战机？

事实是欧洲各国皆不具备独立研发五代机的实力，从美国采购F-35战机实属无奈之举。据了解，英国采购的F-35B战机单架造价约为1.1亿美元，每小时飞行成本高达12.5万美元。因此，除了采购成本外，后期保养维修费用也是一笔不小开支。

自F-35战机服役后，事故接连不断，问题颇多。2018年，美军一架F-35C战机空中加油时，发动机突发故障；2021年，英国海军一架F-35B上演从航母上坠海事故；2022年，韩国空军F-35A战机又发生了机腹着陆的罕见事故……凡此种种，F-35战机的性能可靠性被打上了一个大大的问号。

其实，F-35战机自量产以来，就暴露出诸多问题——

一是发动机质量差。由于没有采用可靠的耐高温材料喷涂，F-35战机发动机叶片在高温环境下损坏频繁。这就导致了在后期维护过程中，维修一台F-35发动机耗时往往很长。去年2月，美国陆军空军基地就没有按时完成发动机维修任务，进而使F-35的出勤率



图①：德国莱茵金属公司推出的新型“黑豹”主战坦克。

图②：意大利一家军工企业生产的某型装甲车。

资料照片

大打折扣。

二是零部件供应难。前不久，美国宣称，F-35战机的一些零部件供应商遇到难题，可能无法按时交货。这是因为，过去F-35战机的上千个零部件都在土耳其生产。随着美国将土耳其“踢”出F-35战机项目，零部件供应链断裂。其中15个关键零部件生产效率大大降低，部分零部件甚至无法生产，只能使用质量较差的替代品。

三是作战半径小。以英国采购的F-35B战机为例，在不进行任何挂载的情况下，战机的空重为14.6吨，最多可载油6.1吨，最大航程仅为800多公里，作战半径小意味着作战能力大打折扣。投入巨资采购F-35B战机，到手却难以打远仗，英国只能充当“冤大头”。

因此，即便已经初步敲定了F-35战机采购计划，但英、德两国也不会放弃六代机研发项目。

联合研制六代机，“合作共赢”好过“单打独斗”

F-35战机暴露出的种种问题，让欧洲各国“如嚼鸡肋”。因此，欧洲亟须摆脱美制武器，研发先进战机，以期实现欧洲防务自主。

以英、法、德为代表的欧洲国家提出了“未来空中作战系统”和“暴风”六代机项目这两种方案——

2017年，法国和德国共同发起了“未来空中作战系统”项目。2年后，西班牙宣布加入。“未来空中作战系统”包含无人飞行平台、下一代战斗机、作战“云”平台等，预计到2040年取代“阵风”和“台风”战机，该项目总投资或将超过1000亿欧元。

2018年，英国在范堡罗航展上对外界宣布了“暴风”六代机项目，并展示了该机的全尺寸模型。随后，瑞典和意大利先后宣布加入该项目中。“暴风”六代机项目与“未来空中作战系统”一道，成为欧洲空中防务发展的两大引擎。

有专家认为，鉴于这两个项目技术难度大、投入资金多，权衡利弊，很可能最终形成一种共性方案。

近期，意大利莱昂纳多集团收购了德国亨索尔特公司一部分股份。亨索尔特公司在“未来空中作战系统”主导机载电子设备研发任务，而莱昂纳多集团则在英国主导的“暴风”六代机项目中负责新型多功能雷达研发。这两家公司之间的深度合作，可能使欧洲“未来空中作战系统”和“暴风”六代机项目更具可操作性。

其实，欧洲各国早就意识到，在装备研发领域“合作共赢”好过“单打独斗”。欧洲多国联合研发战机不是第一次，“台风”战机就是先例。20世纪80年代，德国、英国、法国、意大利和西班牙5国达成协议，决定联合研制“欧洲未来战斗机”。虽然法国后来退出，但其他4国仍旧延续合作。1994年，“台风”战机试飞成功。2003年，该战机正式服役，之后列装欧洲多国军队，

满足战机更新换代的要求。

当前，欧洲各国要实现防务自主，仍有诸多难题需要攻克。不过，从多国联合研制六代机这一事件看，无论最后成功与否，努力摆脱美国束缚，是一种进取姿态。

武器出口份额增长，渴望走上防务自主之路

近年来，欧洲武器出口量逆势上扬。在世界军贸市场上，欧洲装备拥有较高的性价比，深受北非、中东等国家军队青睐。

法国是当之无愧的“佼佼者”，武器出口量位列世界第三。在过去5年里，武器出口份额增长了59%，占世界武器出口份额的11%。其中，“阵风”战机是法国武器外销出口的“明星产品”，印度、希腊以及中东国家都是它的重要客户。2021年，阿拉伯联合酋长国与法国签署合同购买了80架“阵风”F4战机，这是法国军贸历史上最大的一笔战机出口订单。

德国占据武器出口量第四的位置。有数据显示，2021年德国武器出口份额达到15亿欧元，“豹2”系列主战坦克等装备主要出口至荷兰、西班牙、土耳其等国家军队。

瑞典飞机制造业发展历史悠久，经过多年耕耘，瑞典萨伯公司在一些核心技术研发和创新方面加速“赶超”，成功打造出一系列性价比较高的现代化战

“创新是一场长跑”

——记火箭军某所助理研究员陈文学

■本报特约记者 李兵峰 王 秦

寂静的深夜，墨色深沉。在火箭军某所实验室里，助理研究员陈文学正围绕某型装备系统升级开展攻关。这是他们前期走访部队，聚焦部队官兵需求发现的一个创新点。

今年以来，他与科研创新团队成员辗转多个导弹军营、发射阵地，对10余项技术难题进行集智攻关，为战斗力跃升提供智力支撑。

“军营给我提供了成长成才的平台，磨砺了我心坚石穿的意志，在科研战线上百炼成钢，让我在最灿烂的年华里实现了蜕变。”陈文学的这句话，道出他勇当科研先锋的心声。回首16年的军旅之路，有酸甜苦辣，有摸爬滚打，陈文学用自己的实际行动，诠释了革命军人本色。

出生在农村的陈文学，祖父和父亲都是军人。他学习刻苦，本科毕业后以优异成绩保送攻读硕士。在攻读博士学位期间，他一心扑在学业上，毕业论文荣获全军优秀博士学位论文奖。

博士毕业后分配到火箭军某所，他有相当长一段时间陷入迷茫。面对导弹装备科研工作，他“浑身有使不完的劲”，却不知“劲该往哪里使”。

“科研工作开展不顺利，原因是不了解部队实际，不了解战场需求。”认识到短板后，陈文学决心改变自己。那段时间，他每天行程被安排得满满的，下部队、访院校、驻厂家……创新思路，在实践调研中逐渐打开——某项目设备经过他的多次改进调试，投入部队使用后得到官兵高度评价。

有一次，全军组织某创新大赛，来自各科院所的技术大咖同台竞技。当时，刚好赶上某项任务攻坚阶段，陈文学白天抓紧时间完成科研任务，晚上加班加点备战比赛。最终，他荣获大赛一等奖。

那一次，陈文学参与组织某重大科研项目试验。试验涉及单位人员多、专业领域广，工作千头万绪。所领导把现场协调指挥的任务，交给了年轻的陈文学。

谈及获奖感悟，陈文学说：“科研如登山，每一步都充满困难、挫折和风险，只有做好足够的思想准备和知识能力储备，才能成功登顶。”

没过几年，陈文学被提拔为该所某科研项目预研主管。走上新岗位，他始终瞄准前沿技术，带领一个个科研难题发起冲锋。

那一次，陈文学参与组织某重大科研项目试验。试验涉及单位人员多、专业领域广，工作千头万绪。所领导把现场协调指挥的任务，交给了年轻的陈文学。

这是一次不小的挑战。“狭路相逢

勇者胜，越是艰险越向前。”他给自己打气鼓劲，优化调整方案，对每个环节和步骤进行推演，还采用先进管理模式提高试验效率。最后，在大家共同努力下，试验任务取得圆满成功。

“看到导弹顺利腾飞，是我 happiest 的时刻。”陈文学说，“作为部队科技工作者，我们的梦想是让更多的科研成果在部队落地生根、开花结果。”

“创新是一场长跑，需要冲劲，更要耐力。”某项课题研究涉及多个学科，一直以来鲜有人问津。几经攻关后，陈文学依然没有取得实质性进展。这时候，

有人劝他：“实在不行就放弃，另寻其他课题。”

“这是部队战斗力建设急需的课题，再苦再难也要攻克。”一分耕耘，一分收获。经过无数个日夜艰苦攻关，项目终于取得重大突破。

这些年，陈文学长期承担预研项目规划和需求牵引等方面工作，先后荣获军队科技进步奖一等奖、二等奖，并荣立三等功。

“铸剑·人物速写”