

最好的产品，永远是下一个

■陈卓 孟泽龙 本报特约记者 张石水

军工T型台

今年，联合国《2019年全球幸福指数》报告出炉，瑞典排名高居世界第七。高工资、高福利的北欧小国瑞典，人口仅1000多万，总面积不到45万平方公里，却拥有涵盖海陆空完整的国防工业体系，着实令人赞叹。

与多个国家隔海相望，瑞典国内拥有博福斯、萨博、西尔塞斯、爱立信等一批世界知名军工企业。“鹰狮”战斗机、“爱立信”预警机、“弓箭手”自行火炮、维斯比级隐身护卫舰、S型主战坦克……这些被打上“顶级产品”标签的武器装备，更是瑞典军事工业强有力的佐证。

在大国角力的“夹缝”中，瑞典为何能屡屡独善其身？品种繁多，性能卓越的爆款产品的背后，又隐藏着怎样的成功秘诀？本期“军工T型台”，我们带您一探究竟。

把核心技术掌握在自己手中，才能获得军贸市场的主动权

“为了瑞典，与时俱进。”这是瑞典王室的一句经典格言。身处北欧一隅的瑞典，一年大多数时间与严寒天气作斗争，瑞典人的骨子里就透着顽强的战斗气息。他们很清楚，只有以先进的武器装备和强大的国防实力作保障，才能在强敌环伺的环境中实现“武装中立，小国图强”。

早在17世纪爆发的三十年战争中，被誉为“现代战争之父”的瑞典国王古斯塔夫二世·阿道夫通过一系列军事改革，使瑞典一度跻身于欧洲列强，军事实力远超前欧和中欧各国。瑞典军队以灵活运用野战炮兵称雄波罗的海，奠定了瑞典此后近百年的北欧霸主地位。从那时起，瑞典军工产业便有了雏形，也为军工产业发展腾飞孕育了“温床”。

瑞典军工最初以炸药、火炮、精密设备闻名世界，其中最具有代表性的是“炸药之父”诺贝尔于1894年收购的大炮生产商——博福斯公司。该公司后来在二战期间短盛一时，其生产的40毫米防空炮是世界各国海军舰艇上的防空火力标配，“瑞典造”更成为军贸市场的抢手货，总产量达到50000门以上。时至今日，美国的AC-130攻击机依然装备着该型火炮。

自1939年德国发明了第一架喷气式飞机，喷气战斗机便成了二战时期英德对决的重要武器。作为当时瑞典军工的龙头企业，瑞典萨博防务集团敏锐地意识到，喷气发动机将是未来战斗机的主要动力，是研制现代战斗机的基础。但在当时，拥有喷气发动机核心技术的企业屈指可数，他们将该项技术视为“最高机密”，不向外界透露一丝一毫。

飞机电缆好比人的神经。神经一旦出了问题，飞机飞行时的指令就无法传达，可能会造成飞行事故。

施娟的工作就是对这些电缆进行检测和修理。从业18年来，施娟练就一双“火眼金睛”，能够在上万根电缆中，准确找到故障点，并迅速排除故障。

然而，就是这样一位大拿，刚入行时却连电缆的边都摸不着。一架飞机有上万根电缆，有的电缆比头发还细。厂里的老师傅说：“飞机电缆和插头结构精密，不能随便给新人练手。”作为战机的“神经外科医生”，连“病人”都接触不到，施娟心里很不是滋味。老师傅的不信任，更是让她意志有些消沉。

“机会不是等来的，是争取来的。”老师傅的一句话让她幡然醒悟。施娟暗下决心：“想获得师傅信任，必须练强本领。”

从那以后，施娟不断地给自己加码。为了打牢理论基础，厚厚的教材被她翻得卷了边；为了快速识别出各种电缆插头，她把每种插头上的排列序号都熟记于心；为了磨炼细心，她用毛笔在直径2毫米的电缆上练习做标记。

付出总会有回报。施娟的勤学苦练得到老师傅的认可，她为自己争取来了梦寐以求的实践机会。在空军某部组织的一次演习前夕，一架战机电缆突



在瑞典国际航空论坛上，一架由瑞典萨博防务公司研发的JAS-39“鹰狮”战斗机进行展出，吸引了多国军事与民用航空领域专家的关注。
新华社发

在此情况下，萨博集团却下定决心要从零开始研发喷气发动机。为了专注尖端武器装备的研制，瑞典政府也不断加大对军工产业的投入，并鼓励民间自主创新。1945年，由瑞典自主研发的J-21R喷气机应运而生，这一成果让瑞典人清醒地认识到：真正的核心技术是花钱买不来的，只有把核心技术掌握在自己手中，才能获得军贸市场的主动权。

“掌握核心技术，竞争才有底气。”科技创新是一场不进则退的逆水行舟，企业只有秉承信念努力地“向前冲”，才能在强敌如云的国际军贸市场中“杀”出重围。这也启示我们：唯有掌握核心技术，才能在产业变革中占领先机、赢得优势，打造出更多具有市场竞争力的爆款产品。

对创新的鼓励、失败的宽容，才能最大程度释放创新活力

诺贝尔曾说过：“只要我的一千个想法中有一个被证明是好的，我就很满意了。”在鼓励创新、宽容失败的瑞典，创新活力得到了最大程度的释放。

被誉为“创新之国”的瑞典人口仅1000多万，却坐拥爱立信、沃尔沃、ABB等大批全球知名的创新企业。数据显示，瑞典人均发表科技论文数、人均拥

有跨国公司数量、人均发明专利数量均名列全球第一。世界知识产权组织公布的《2018年全球创新指数报告》显示，瑞典位居世界第三。

在瑞典，对科技创新项目的资金投入，长期保持在GDP的3%以上，这种高额投入远高于美国、英国等国家。此外，对于企业在创新中遇到的失败，瑞典一直持包容的态度。2017年，世界上第一家“失败博物馆”在瑞典诞生，收录了约70个企业创新失败的案例，其中就包括军工“百年老店”博福斯公司。瑞典人寓教于乐的方式，旨在说明一个道理：“创新需要失败。”

冷战时期，瑞典在国防物资供应方面采取自给自足的方式，国内军工产品基本可以满足本国国防需要。冷战结束后，瑞典军队现役人数骤减至冷战时期的三分之一，国防预算急剧减少，瑞典军工产业面临巨大考验。

不破不立。随后，瑞典在军工领域进行大刀阔斧的改革，通过对国防部所属机构和企业进行调整，将武器研制的绝大部分工作交由军工企业，民营企业只要能满足国防部对武器系统性能和成本等方面的要求，就会被采纳。这一经营模式不但激发了企业的创新活力，更解开了瑞典军工产业的“思想枷锁”，这在当时绝对称得上是破冰之举。

登高望远才能目光灼灼。冷战结束后，面对风云变幻的国际局势，瑞典敏锐地感知到信息时代的浪潮已悄然来临。

自1989年以来，瑞典武装力量和国防工业所进行的大部分改革，都来自政府所制订的防务计划——《2000年国会防务改革》，该计划重点由传统基于平台的防务转向未来基于网络的防务。网络防务采用一种全新的方式，将不同的军事职能，如决策、信息系统和武器系统连接在单一的网络中。通过这张网，指挥员可以及时掌握战场态势，快速下达决策指令，指挥前方人员采取科学合理的行动。如今，网络防务已成为瑞典战略防务计划的核心，引领着瑞典武装力量改革不断深入。

很多时候，以全新的思维理念大胆探索，往往能另辟蹊径解决问题。军事工业作为最具创新活力的领域，要想造出“高人一筹”的武器装备，企业就要敢于尝试、勇于创新。回顾瑞典军工的发展之路，我们不难发现，正是对创新的鼓励、失败的包容，才最大程度释放了创新活力，成就了北欧小国的强大军工。

走出“舒适圈”，主动求变才能拓宽能力边界

鸡蛋，从外打破是食物，从内打破是生命。

著名作家苏塞·约翰逊曾说过：“世界上唯一不变的，就是变化本身。”

中立200多年的瑞典始终铭记：永远不能躺在“舒适圈”里墨守成规，只有主动求变才能在激烈的市场竞争中谋得一席之地。

冷战结束后，瑞典不断下调国防经费，国内军贸市场随之收紧，面对武器装备订单急剧减少的现状，即便是军工巨头萨博集团，也不得不进行裁员，新型装备研发日趋缓慢。

屋漏偏逢连夜雨。造船工业又因预算减少、订单缺乏而屡受打击，瑞典最大的考库姆造船公司开始连年亏损，靠着政府的长期扶持才得以生存下来。挫折并不可怕，可怕的是挫折过后一蹶不振。面对困境，瑞典政府通过外交手段不断寻求国际间的军事合作，拓宽国际军贸市场，推动国内优秀企业走出去，国外先进技术引进来。

变革要有巨大的勇气，更需“十年磨一剑”的毅力。瑞典将近30年的蛰伏，终于换来了军工产业的再次腾飞。有统计显示，瑞典2018年武器出口额高达114亿瑞典克朗。历史上，瑞典曾经跻身为世界第五大军火出口国。哈格隆德公司生产的装甲车99%用于出口，火炮系统、电子战系统、装甲车、隐形舰艇、空中雷达、红外系统、导弹系统以及战斗机等产品也成为世界军贸市场炙手可热的“香饽饽”。

“开放合作，互利共赢。”用这句话来形容瑞典军工企业与国外企业之间的关系再恰当不过。瑞典军工企业积极参与各类国际研发计划，先后与法国合作研发“神经元”无人攻击机，与巴西合作研发“爱立信”预警机，与欧洲多国合作研制“流星”导弹，与美国合作“神剑”智能炮弹，与德国合作“金牛座”导弹……一批批印有瑞典“logo”的军工产品，走向国际市场。

在残酷的军贸市场竞争中，只有过硬的产品、先进的技术，才能赢得对手的尊重、买方的认可。瑞典军工通过自身努力，赢得了全世界的“好口碑”。一飞冲天，萨博集团“鹰狮”战斗机的高效能低代价，成为当今世界最受关注、最畅销的战斗机之一。麻雀虽小，五脏俱全，“鹰狮”战斗机集战斗、攻击、侦察功能于一体，既能在普通高速公路起降，又可以实现全高度超音速作战，加油、装弹过程不超过10分钟，仅有“雷”式战斗机重量的一半，却能携带同量的武器，可以说是同级别战斗机中的“翘楚”。萨博集团旗下考库姆造船公司，对哥特兰级AIP潜艇进行改进，在柴电动力装置的基础上，加装了一套斯特林AIP系统，该系统作为辅助动力装置使潜艇的续航时间增加到2-3周，航程达数千海里，实现了先进技术与高效低耗的完美融合。

“最好的产品，永远是下一个。”当“鹰狮”战斗机、哥特兰级AIP潜艇、维斯比级隐身战舰等瑞典军工产品让世界为之惊艳时，瑞典人从未在现有的成就中孤芳自赏，而是始终心存忧患、着眼未来，在不断变革与探索中拓宽能力的边界。

版式设计：崔功荣

军工战线

一根导管的哭诉

■何梓源 韩 婷



我是一根来自飞机上的导管，原本应该在天空与飞机一起翱翔，而此时的我只能躲在废品箱的角落里，看着师傅们有条不紊地打造我的“替代品”。

飞机上的导管好比人体的血管，一旦发生破裂，发动机中的燃油、冷气无法输送到相应位置，会导致飞机操纵失灵，引发事故。为了确保飞机飞行安全，每次检修时，只要导管有大于0.1毫米的损伤，就会被扔进废品箱。

曾经，我以为自己是幸运的。当时，我所服务的飞机到了返修期，满身油污的我被拆下来送去检修。那一次，我躲过了被报废的命运。

修理师傅帮我洗去满身油污冲干净，喷漆师傅给我换了一身新衣服。因为身材娇小，之后修理师傅拿着带灯的放大镜仔细为我检查。“有一点划伤，我帮你处理一下，不会影响继续服役。”听到师傅的话，我长舒一口气。经过后续各种检查和试验后，我拿到了“合格证”，只得最后一步——由装配师傅将我装机，就可以回到飞机上了。

然而，命运跟我开了个玩笑，上一秒还乐呵呵的，下一秒就翻了脸。“疼！你干嘛用扳手砸我的头，还使劲扭我的胳膊。”刹那间，我感到头晕目眩、四肢无力。由于装配师傅用力装配扭动过大，刚从修理师傅那出来没多久，我又回去了，还让我得到了一个坏消息。

“你的‘颈部’被折出一道裂痕，椭圆度也超标，不能继续被使用了。”修理师傅紧皱眉头地说道。

现实就是如此，心中再难过也只能无奈接受。我被彻底丢弃之前，还有最后一项任务——配合师傅们做出一个和我一模一样的“替代品”。

那是我最后一次进入生火间，喷灯的火焰高达600℃，烧在我身上却没有一点感觉。

尔后，我被扔到废品箱，看着师傅们把原本属于我的标识牌贴在了我的“替代品”上，给他打磨喇叭口、做油密试验、用汽油清洗内外表面，最后喷漆师傅还给他换上了跟我一模一样的新衣服。

低头看着自己身上的油渍和裂痕，我的眼泪忍不住流了下来。我知道，自己已被永久替代，永远离开最爱的蓝天，再也不能与飞机一起翱翔。

废品箱里还有很多和我一样的同胞们，他们都是因用力分解造成的损伤而报废。

我们躲在冰冷的废品箱里，特别想跟师傅们说：“一根液压导管要经历诸多复杂工序、多项过程修理和检验，才能成功装机。希望你们能珍惜手中每一根导管，轻拿轻放，减少用力装配，让我更多的同胞不再受伤害。”

相关链接

液压导管是液压系统的重要组成部分，它遍布在飞机的全身。液压导管自身的好坏和清洁度关系到液压系统的工作稳定性，甚至影响飞机的飞行安全。因此，液压导管在安装调试前或飞机大修时，都要对其进行耐压试验和高清洁度清洗。部分导管还需要进行强度校核，若导管强度不符合要求，需要更换导管。

漫画：赵进

施娟：机会是争取来的

■何梓源 韩 秋 孙 畅

发故障，接到任务后，航修厂领导第一时间想到了施娟，派她去一线进行维修保障。

凭借之前积累的经验，施娟很快判断出故障根源——火警线路电缆有一处细微突起，里面的线芯出了问题。经过快速抢修，故障顺利排除。

一次外场保障的成功经历，让厂领导对施娟刮目相看。

2005年，工厂接到某型战机的大修任务。由于是首次维修该型战机，没有任何经验可循，采用传统的电缆导通性测量方法，需要12个人耗时3个月才能完成。这不仅耗时耗力，还会延误战机的交付。

厂领导看在眼里，急在心里。几番讨论后，最终决定由施娟来完成这项任务。

接到任务后，施娟苦思冥想，一直找

人物小传：施娟，大连某航修厂电线电缆制造高级技师，电缆专业工程师，曾获得空军装备部“装备修理质量先进个人”，2019年空军“金牌蓝天工匠”获得者。



不到科学合理的测量方法。那段时间，她反复查阅国内外相关资料，积极向行业专家请教学习。

一次偶然机会，数控自动织布机的工作场景给施娟带来了灵感：“织布机分颜色、分模块的工作方式，能否运用

人物·大国工匠