电影《怒海争锋》中，英国海军“惊奇”号战舰出海远征，为争夺制海权与法国海军展开了殊死搏斗，这是风帆战舰大规模海上厮杀的历史再现。在人类海战史上，风帆战舰称霸海洋长达数百年，之后法国造舰局打造的世界第一艘蒸汽动力舰“拿破仑”号，为风帆战舰时代画上了句号。

1624年，法国造舰局所属的布雷斯特造船厂应势而生。这是一家有着近400年造船史的老牌军工企业。然而，布雷斯特造船厂的造船经历并不顺利——铁甲舰时代，法国在普法战争中大败，法国海军不得不贱卖、拆除大量舰艇，造舰局失去资金来源，发展一度停滞；二战期间，马其诺防线溃败，法国海军近百艘舰艇以自沉的方式捍卫尊严，造船业遭受严重打击……面对种种困境，造舰局不断调整发展策略，用实际行动诠释“为国造舰”的信念。

二战后，法国造舰局再度起航，先后打造出“戴高乐”号核动力航母、西北风级两栖攻击舰、拉斐特级护卫舰等一系列“明星”产品，擦亮了造舰局的金字招牌。

“高卢雄鸡”的海上浮沉

■李 宁 夏一博

军工世界观

蒸汽机上舰，“拿破仑”号开启铁甲舰时代

在法国布列塔尼半岛西海岸，有一座名为布雷斯特的海滨城市。良好的港口条件、完善的配套产业链，让这里很早就成为法国造船业的核心，被戴高乐誉为“大西洋的野心”。

1622年，法国红衣主教黎塞留执政掌权。为了发展海军力量，他对布雷斯特市港口进行全面改造，聘请当地能工巧匠修建可容纳数千人入驻的大型军港。随着军港顺利建成，法国造舰局登上了历史舞台。

直到工业革命时期，法国造舰局才真正闻名于世。1849年，随着蒸汽动力技术日臻成熟，法国设计师迪皮伊·德·洛梅提出一个奇想：能否将蒸汽机运用到军舰上，以此提高军舰的机动能力？

当时，世界上的军舰均采用风帆作为动力，如果蒸汽机上舰，极有可能带来一场重大变革。兴奋不已的造舰局领导立即将这一想法付诸实践。

不久后，世界上第一艘以蒸汽机为动力的战列舰——“拿破仑”号扬帆起航。蒸汽机的使用，让“拿破仑”号航速提升至12节，远超当时风帆战舰的航速。

如果说蒸汽机是“拿破仑”号的“心脏”，那么大口径火炮就是它锋利的“爪牙”。以往的风帆战舰通常采用实心弹，弹丸出膛后，只能通过打断桅杆、撞断帆索等方式对敌舰攻击。在“拿破仑”号上，近百门火炮配备的是由法国炮兵军官帕克汉斯发明的爆破弹。与实心弹相比，这种炮弹不仅能撞破船体，爆炸产生的冲击波、弹片也会对船员造成伤害。

此外，为了提高舰船的防御能力，“拿破仑”号在主要部位加装了厚重的铁甲，确保舰船在海战中能够应对各种挑战。

“拿破仑”号列装不久后，便迎来了实战的检验。1853年，在锡诺普海战中，俄国木质风帆舰队装备了70多门可发射新式爆破弹的舰炮，爆破弹的爆炸威力给土耳其舰队带来了灭顶之灾。之后，英法宣布参战，被两项先进技术武装起来的“拿破仑”号战舰，以绝对的火力优势，轻而易举地击败了俄国木制风帆战舰。

自此，风帆战舰时代正式落幕，铁甲舰登上了历史舞台。

两战皆败，法国造船业数十年心血付之东流

雄踞大西洋百余年的法国，不曾想到自己会沦为“二流海上强国”。

19世纪下半叶，德意志在欧洲大陆崛起，欧洲的力量结构发生改变。1870年普法战争，法国战败被迫签下屈辱和约——赔偿50亿法郎、割让铁矿蕴藏丰富的阿尔萨斯和洛林。背靠法国政府，造舰局资金支持捉襟见肘，发展一度举步维艰。

此时，时任法国海军部长奥贝提出“海军新学派”思想，要求海军打造一支以高速巡洋舰和鱼雷舰为主的舰队，通过破袭敌国的远洋航线，摧毁其作战能力。在这种“偏门”理论指导下，造舰局只好放弃制造大型战舰，把主要精力转向小型舰艇领域。

20世纪30年代，随着战争创伤逐渐愈合，法国海军投入大量资金开始发展大型军舰。得到政府订单“输血”，蛰伏多年的造舰局终于迎来了发展机遇期，全新设计项目敦刻尔克级战列舰迅速上马。

在敦刻尔克级战列舰上，法国设计人员处处体现着“面向战场”的造舰理念。他们把设计重点放在航行速度上，以期与德国德意志级战列舰交战时，能够依靠火力和速度优势取胜。在研制装甲防护系统时，造舰局更展现了“百年老店”应有的远见。当时造舰局高层认为，战斗机必将成为舰艇的一大威胁。因此，新型战列舰的装甲防护系统不仅要经受得住鱼雷、水雷和大口径火炮的攻击，还应具备抵御低空轰炸的能力。

“敦刻尔克”号战列舰下水，在造船界引起轰动。高达27节的航速使其在远洋机动、阵形变换、战术迂回等方面技高一筹；250毫米的舷侧装甲、125毫米的主甲板装甲，让它能够轻松抵御德国海军袖珍级战列舰280毫米口径火炮的攻击。不仅如此，“敦刻尔克”号还可携带3架水上飞机，成为世界上第一批载有飞机的主力战舰。列装后不久，“敦刻尔克”号成为法国大西洋舰队的旗舰。

随着美洲虎级驱逐舰、空想级驱逐舰、敦刻尔克级战列舰等战舰的研发生产，法国造舰局在源源不断的订单支持下迅速发展壮大。直至1937年，法国海军已列装了造舰局生产的各型舰艇110余艘，综合实力位居欧洲第二、世界第四。时任英国海军大臣丘吉尔说：“其效能之好，胜过法国大革命以来的任何时期。”

命运的轨迹再度发生巨变。当法国造舰局发展进入黄金期时，二战的爆发却将其推向深渊。开战不久时，法国陆军接连溃败，国家迅速沦亡。

1942年11月初，英美联军发动谋划已久的“火炬行动”。“火炬行动”实施后，根据德法停战协议，封存的法国舰队岌岌可危，无论是盟军还是德军，都将它视为“肥肉”，想要夺取舰队的控制权。

位于法国名城马赛以东的土伦军港，见证了法国海军和法国造舰局历史上最黯然的那一天。为了防止舰队落入盟军之手，希特勒派出炮兵部署在军港附近的高地，并在港口外海域布设水雷，这样一来，舰队成了“瓮中之鳖”。11月26日黎明，德军撕毁协议，向舰队发起攻击，法国海军为了捍卫“最后的尊严”，将包括3艘战列舰、8艘巡洋舰、17艘驱逐舰在内的近百艘舰艇炸沉海底。那一天，造舰局数十年的心血付之东流。

借鸡下蛋，核潜艇技术助推航母驶向新航道

“没有一支强大的海军，法兰西是不成其为法兰西的。”时光流转，戴高乐的话犹在耳畔。

二战后，为了重振海军，法国政府将全国大型造船厂收归国有，成立造船管理委员会，将所有资源统一调配，造舰局的研发效率大大提升，法国造船业迎来复苏的春天。

1954年，美国建成世界第一艘核潜艇，法国政府随即将研制核潜艇的计划提上日程。然而，由于美法之间政治分歧日益突出，在双方合作的核潜艇项目进行一半时，美国拒绝再向法国提供技术支持，以此作为谈判的筹码。

法国造舰局高层痛下决心，誓要打破美国的技术封锁，发展独立完善的军工制造体系。

1967年，法国第一艘弹道导弹核潜艇“可畏”号下水，开启了法国造船业的新篇章。此后，随着德斯蒂安·多尔韦级护卫舰、P400级巡逻艇以及世界上吨位最小的红宝石级攻击型核潜艇相继服役，法国再度成为世界海军强国。

国家的需要，始终是造舰局聚力攻关的方向。20世纪70年代末，国际形势复杂多变，法国海军意识到，仅有的2艘克莱蒙梭级航母难以满足国家战略需要。但在第二代航母的设计计划提上日程后，法军方又与造舰局产生了很大分歧。当时，2艘克莱蒙梭级航母的维护经费已经让法国不堪重负。

是发展轻型航母还是核动力航母？一时间，法国政府陷入两难。最终，造舰局成功说服军方发展核动力航母。

造核动力航母，研发动力装置是首要攻克的难题。

当时，法国凯旋级弹道导弹核潜艇的艇用核反应堆技术已经非常成熟。造舰局提出，将潜艇上的核反应堆改进后装到新航母上。

有人提出反对意见，艇用和舰用核动力装置完全不同，凯旋级核潜艇潜航排水量不过1.4万吨，艇用核动力装置难以提供航母所需的动力。

几经权衡，造舰局决定：在“戴高乐”号航母上装配两座改进型核反应堆，不能让核动力航母计划就此“流产”。

1994年，“戴高乐”号航母在布雷斯特造船厂下水。新航母采用全通式斜角飞行甲板，机库可同时容纳25架固定翼飞机；装备的全自动降落系统能让时速275公里的战机在75米滑行距离内安全降落；航母全舰从甲板至舱底形成一个完整的箱型堡垒构造，防护性能大大增强。

此外，“戴高乐”号航母以25节航速航行时，可连续5年不更换燃料。得益于核动力装置，“戴高乐”号从法国本土出发，12天内可到达非洲南端开普敦。“戴高乐”号服役后，法国成为世界上第二个拥有核动力航母的国家。

近年来，法国造舰局又相继打造出西北风级两栖攻击舰、拉斐特级护卫舰、梭鱼级核潜艇等一系列“明星”产品，擦亮了造舰局的金字招牌。

回顾法国造舰局的发展历程，我们不难发现，这家企业始终将自己与国家的命运紧紧捆绑，伴随时代的鼓点踏浪前行。如今，法国造舰局再次叫响“海上未来”的口号，展示着“高卢雄鸡”的海上雄心。

上图：2017年2月8日，法国“戴高乐”号核动力航母进行升级大修。

新华社发

孙磊：想练硬功就得下苦功

■石 峰 刘 冶

工匠心语：“想练硬功夫，先下苦功夫。不吃苦中苦，难得甜中甜。”

——孙 磊

发动机是战机的“心脏”，其零部件加工工艺要求极为严格。沈阳飞机工业集团公司（以下简称：沈飞）钣金工孙磊的工作，就是通过热加工打造发动机的零部件。

热加工是一门“苦差事”。每次作业时，孙磊都要身穿厚重、密闭的防护服，用特殊工具将零件从800℃的热成型机内取出，反复敲打成形。

“一个零件从毛坯件到成品往往要经过数十道工序。”孙磊说，落锤稍快、力度过大，都会让零件发生变形，干这行靠的就是一手硬功夫。

为了练就这手硬功夫，孙磊可下了不少苦功夫。

2009年，孙磊从西安航空学院毕业来到沈飞。想要施展一番才华的他，被分配到了热加工车间。

高材生当“打铁匠”，孙磊感觉有些“大材小用”。

没想到，初次操作，孙磊就被浇了一盆冷水。孙磊忙了一上午加工出来的产品，被老师傅打上废品的标签。老师傅语重心长地对他说，没有过硬的实力打造不出合格的产品。

认识到自己的不足后，孙磊找到老师傅胡宗琛虚心请教。胡师傅摊开粗糙的双手：“钣金工靠的是千锤百炼，久久为功，技艺才能越练越精。”

“想练硬功就得下苦功。”从那以后，孙磊白天在车间里跟着胡师傅学习操作技术，晚上又把自己“焊”在图书室，钻研理论知识。为了控制落锤力度，孙磊找来边角余料反复练习。其他人不愿接受的杂活，孙磊当成练手的好机会。凭借这股吃苦的劲头，不到3个月，孙磊就熟练掌握了拉伸、超塑、热校等多种热加工技术。

没过多久，孙磊迎来一次难得的实战机会。一次，工厂需要紧急加工一批零件，还在实习期的孙磊主动请缨，接受任务。

如果说日常作业只是练习，那么这次加工对孙磊来讲，就是一次“大考”。加工过程中，孙磊发现这批零件形状复杂，热压成型难度高。他找到任务书，反复研究零件加工要求，最终决定使用渐进成型法，成功加工出了合格产品。

凭借这次优异表现，孙磊获得了大家的认可，成为了工厂的技术骨干。

在某型战机进气组零件加工过程中，零件底面总会产生大量褶皱，大家找不到有效的解决方法。

孙磊决定向这一难题发起挑战。然而真正上手时，孙磊明显感到吃力，尝试了多种加工方法，产品仍然不合格。

捧着手里的不合格产品，孙磊没有灰心丧气。他开始琢磨：既然传统加工工艺无效，那就尝试创新加工方法。

一次，在外就餐看到拉面师傅做拉面的场景给他带来了灵感：拉面时，要将拉好的面条迅速放入沸水中，才能保证面不收缩。那么，加工时让零件保持在一个合理的温度范围内，是不是零件就不会回弹产生褶皱？

经过反复试验，他很快证实了这一想法可行，将拉伸成型法和渐进成型法组合起来进行加工，零件加工时产生的褶皱问题迎刃而解。

从事钣金工作11年，孙磊先后获得了“先进生产工作者”“工人先锋岗”等荣誉称号。在平凡的岗位上，他交出了一份沉甸甸、亮闪闪的成绩单。

大国工匠

军工科普

机“腿”如何负重千钧

起落架俗称飞机的“腿”，是飞机的主要承力构件。飞机降落时，起落架除了承受机身重量外，还要承受飞机在垂直方向的巨大冲力。比如，一架C-5运输机满载着陆时，起落架要承受上百吨重量。有人会问，小小起落架会不会因此折断？起落架制造工艺又有哪些特殊要求？下面，就请**芜湖某航修厂技术员刘成**为您答疑解惑——

起落架通常由承力支柱、减震器、机械传动机构、机轮和刹车系统、转弯系统等组成，体积不大，却包含着上千个零部件。承力支柱将机轮和减震器连接在机体上，飞机着陆接地瞬间，机轮可以起到缓冲作用，大部分撞击能量会被减震器吸收，从而减少冲击和震动载荷。

为了保证起落架能够承受巨大的载荷，起落架的制造材料有着特殊要求。目前，使用较为广泛的起落架材料为低合金高强度钢以及少量的高强度铝合金和钛合金，这些材料具有高强度、高韧性、抗疲劳、抗腐蚀等特点。

飞机起落架不仅对材料要求高，制作工艺更是复杂，需要克服抗疲劳、裂纹扩展速率、缺口敏感度等工艺难关，涉及金刚石磨削及超精加工、切削加工烧伤控制及检测、深孔加工、钛合金零件焊接等作业，并需要高压真空电子束焊、大型真空热处理、超高强度钢表面处理等特种工艺进行加工，才能打造出质量好、寿命长、可靠性高的起落架。

为了保证起落架经得起上千次落地冲击，设计人员还要对其进行自然环境、机械环境、静力、摆振、疲劳、落震等一系列测试验证。产品只有拿到合格证，才能顺利出厂，交付到下一个环节。

飞机起飞后，会将起落架收起，为了避免降落时出现起落架放不下来的情况，飞机一般会配备两套以上起落架控制装置，发生紧急情况后，飞行员可以启动备用系统，确保飞机安全着陆。

飞机上有雨刮器吗

雨天驾驶汽车，驾驶员会使用雨刮器清除风挡玻璃上的雨水，避免视线被遮挡。那么，飞机又是如何清理风挡玻璃上的雨水的呢？是不是像汽车一样装有雨刮器？请看**空军某厂技术中心常务副主任任寿伟**的解读——

大多数运输机、轰炸机和直升机都装有雨刮器，在雨天飞行时，能有效清除风挡玻璃表面的雨水和雾气。从原理上看，飞机与汽车的雨刮器大致相同，都是由减速电机组件、刷臂组件、刷片组件和控制开关组成，通过控制器控制电机工作，带动刮水片完成刮刷工作。

通常情况下，雨刮器只在飞机起飞和着陆阶段使用。在雨天起飞或降落时，飞行员对视野要求很高。这时候，飞行员需要开启雨刮器，防止因视野不良影响飞行安全。

但在高空巡航时，飞行员一般不开雨刮器。这是因为飞机一般会在积云上方飞行，飞机淋雨概率很小，即使风挡玻璃上有雨水，也会被强大的气流吹走。在高空飞行时，飞机上配备的雷达和自动驾驶系统会充当飞机的“眼睛”，对飞行员视野要求相对较低。

当然，也有不安装雨刮器的飞机，比如战斗机。一般来讲，雨刮器用于平面或弧度很小的风挡玻璃，而战斗机采用的是流畅的气泡式座舱结构，风挡玻璃弧度较大，不宜安装雨刮器。同时，战斗机飞行速度很快，即便有雨水也不容易在玻璃上聚积。

纵然如此，为了确保飞行安全，在起飞前，机务人员会在风挡玻璃上喷涂一层特殊的排雨液，使雨水不易附着。在恶劣天气飞行时，飞行员还可以使用加热装置对风挡玻璃进行加热，将附着在玻璃表面的冰雪融化。

除此之外，超声波也可以用于迅速清除雨雪，是当今最为先进的除雨雪技术。

（崔 旭、张俊龙、杭 星）