

稳、准、快！

海上“智能舰队”的安全密码 让无人艇有了“免疫系统”



在波涛汹涌的海上，一群无人艇正执行自主巡逻任务；在冰封的南极海域，它们在浮冰海域开展科学考察；在海上风电平台周围，它们不知疲倦地巡检管道……这些看似“独行”的海洋自主智能无人艇，其背后有一套强大的“安全密码”在保障安全。上海大学谢少荣教授团队研发的“无人艇集群智能安全关键技术及应用”项目，刚刚摘得2024年度上海市技术发明奖一等奖。这项被称为无人艇“免疫系统”的技术，究竟是如何保障这些“海上尖兵”在复杂环境中安全作业的？

稳、准、快！
给无人艇装上“三道防线”

“安全是无人艇集群的生命线，缺乏安全保障的无人艇集群，如同失去免疫系统的人类，会难以胜任智能化高强度重要任务。”谢少荣的话，道出了项目的核心意义。海洋环境复杂多变，无人艇既要应对风浪等物理冲击，又要防范网络攻击，就像一个在恶劣环境中工作的人，既要防一般的感冒，又要防特殊的意外。

团队用十余年时间，给无人艇集群筑起了“三道防线”。

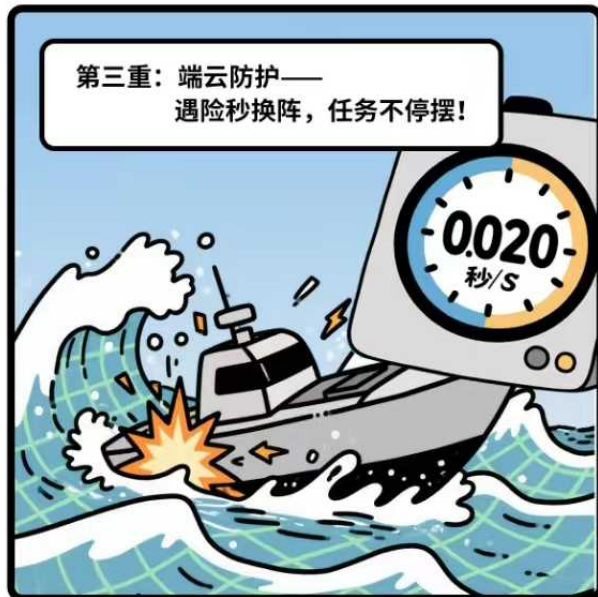
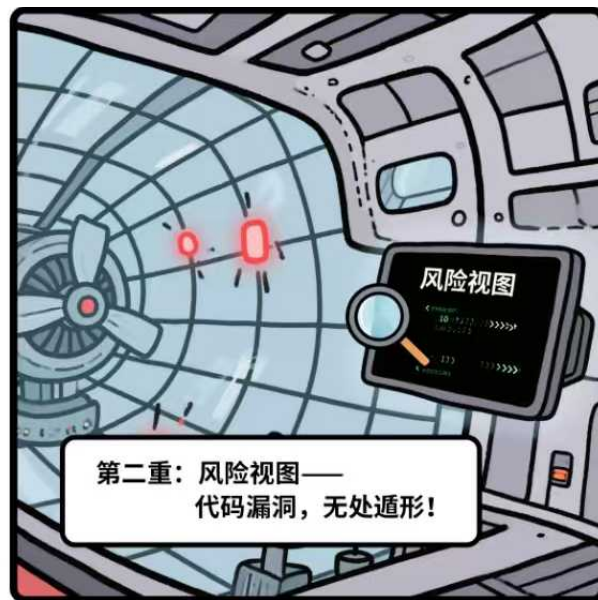
第一道防线是“先天免疫力”——内生安全技术。“就像人体免疫系统，那怕遇到未知的病毒，都能主动有效防御。”上海大学计算机工程与科学学院李玉峰教授解释道，团队率先开展内生安全赋能无人艇数字化部件的前沿技术研究，构建了具有预防、抵御、恢复和适应能力的技术体系，使无人艇即使在遭受各种风险和威胁时，仍能可靠地保持关键智能网联功能正常提供。

第二道防线是“透视扫描”——风险视图技术。无人艇零部件复杂多样，还易受海洋环境和无人艇时滞惯性等物理特性影响，叠加信息域与物理域的耦合效应，难以透彻解析不安全诱因。“以前检测风险就像‘盲人摸象’，现在相当于给无人艇做全身CT。”团队成员王子豪打了个比方。这项技术能融合网络环境、物理环境、艇体特性等信息，精准找出潜在风险点，甚至能定位到代码里的风险点，“相关技术可大幅提升单位时间漏洞发现效率，且定位误差小”团队成员李江涛介绍道。

第三道防线是“众志成城”——端云体系主动防护。“就像一支球队，有人受伤立刻有人补位，重组队伍。”团队成员王欣芝说，当集群中某艘无人艇遇险，系统能在短时间内完成“精准定位—快速隔离—任务重组”，确保整体任务不受影响。“在海上协同护航测试中，我们这套安全体系能实现无人艇集群稳、准、快的危险化解能力。”谢少荣说。

在“无人区”里种出“安全之花”

“我们研究无人艇的十几年，也是研究安



漫画 / 戎青钰

全的十几年。”谢少荣教授的这句话，藏着团队的坚守。在项目启动时，国际上对无人艇集群安全的研究还停留在“画图纸”阶段——许多国家虽有规划，却无体系化的成果产出。而我国无人艇的现有安全技术也难以满足无人艇集群面临的新质安全需求，主要有“未知威胁防御难、潜在风险检测难、安全危机化解难”三大国际性难题。

“无人艇在风高浪急的海洋环境里执行任务时，就像人在颠簸的过山车上，风浪涌流的大扰动影响会使得传感器数据‘碎片化’，定位、决策也可能出错。”王子豪分享道。上海大学计算机工程与科学学院骆祥峰教授补充道，“无人艇集群后，随着数据接口的增多，我们的智能算法数据也变多了，对无人艇的安全性造成现实影响。比如正在前进的无人艇，它的一些算法受到了一些攻击，行驶方向可能不受控制；再比如感知层面的算法也很容易受到网络攻击，特别是它在外执行任务的时候，需要它自主决策时，它的功能风险和网络安全还会叠加，就形成了更可怕的风险。所以我们要在这些恶劣情况下，怎么让它更‘聪明’。”

“就像智能汽车可能被网络攻击恶意刹车，无人艇也可能被黑客恶意操控‘逆浪行驶’，加剧诱发艇体损坏等。”团队成员孙轲解释，物理安全（如发动机、船体）和网络安全（如数据传输）耦合、风险叠加，传统

防护技术难以应对，对此，团队首创的“无人艇内生安全架构”，正是把安全机制“嵌入”无人艇的“基因”里，而非事后加装“杀毒软件”。

从深蓝到陆地
守护智能驾驶“安全网”

“我们这套无人艇集群安全体系有力保障了上海大学无人艇成功完成海上各航次任务，保障重大任务决胜达成。”谢少荣教授说。这项技术早已不止于“海上”。

在智能驾驶领域，由于智能网联汽车同样具有跨域耦合等特点，项目组依托上海市智能网联汽车网络安全重点实验室和上海市智能网联汽车网络安全协同创新中心，研发了感知网联控制的内生安全部件，赋能行业首辆内生安全汽车量产。

十几年来，团队从几个人的小实验室，发展到跨计算机、自动化、船舶与海洋工程等学科交叉的攻坚队伍。

“我们的目标很简单：让无人装备‘既聪明，又安全’。”谢少荣教授说，从南海岛礁建设到南极浮冰海域科考，从充实涉海维权工具箱的新式力量到未来智能化海战的奇兵利器，这些海洋自主智能无人艇及集群正成为“海洋强国”的重要拼图。

谢少荣坦言，“海洋是我国发展的战略新

高地，海洋船舶自主智能无人集群是世界海洋船舶领域科技革命的重要新趋势，我们的无人艇集群，向海图强，向海而兴，我们要带着中国的安全技术，驶向更远的深蓝。”在这背后，是一群科学家用十余年坚守写下的答案。

晨报记者 王丽芳



扫二维码看视频

上海市科委科普项目资助
(项目编号:24DZ2304400)
科学性审查专家:谢少荣
上海大学计算机工程与科学学院院长
教授、博导