



AI与军事

随着战争形态向信息化智能化加速演进,战场装备损伤率或将显著上升,其损伤机理也日趋复杂。在此背景下,如何高效安全地完成装备战场抢修,已成为各国军队面临的关键挑战。人工智能(AI)技术,正被视为破解这一难题的核心手段,从故障研判、方案决策到资源调配,全方位重塑着战场保障体系。

智能识别研判故障等级。装备损伤的精准鉴定与评估,是实施有效抢修的前提,其结论直接决定后续行动的效率与成效。AI技术融合多源感知数据,可实现对战损装备的快速精准诊断。通过机器视觉系统对装备进行全方位扫描,结合听觉系统采集运行噪声等数据,再依托内置的大数据模型、知识图谱与逻辑推理算法,系统能够精确识别故障类型与部位。在此基础上,AI将综合判定装备的损伤等级,并自动生成初步抢修方案,为指挥员决策提供关键依据。此外,通过接入战场侦察系统提供的实时情报,AI还能同步分析抢修作业区域的敌我态势与威胁等级,动态评估现场安全系数,从而在提升抢修效率的同时,有效降低保障人员与装备的战场风险。

人工智能技术赋能战场抢修

■杨碧刚

智能决策辅助生成方案。装备战场抢修的实质,是一场与时间的赛跑。传统模式下,指挥员易受战场环境干扰与自身专业局限,难以第一时间做出最优决策。而AI能基于瞬息万变的战场形势,快速拟制多套抢修方案,并对每一套方案的效能、资源消耗与风险进行定量分析与模拟推演。这不仅为指挥员提供了科学的决策依据,也极大提升了组织筹划的精准性与时效性。

智能优化调配保障资源。在高度动态的战场上,保障资源的需求与配送路线瞬息万变,加之战损装备分布零散、广泛,使得传统资源调配模式面临严峻考验。利用AI技术,保障系统能够实时监控我方各类资源的分布与状态,并通过大数据分析 and 预测模型,对物资消耗趋势进行综合研判。这不仅能够实现保障物资的智能调拨、抢修力量的优化编组,还能提前预测资源需求,实现保障物资的主动筹措与快速响应。

在无人装备的协同下,AI的效能得到进一步释放。无人侦察机、仿生机器人、地面无人车等平台可在AI调度下,自动规划安全路径,组成自主保障网络。甚至在战斗间隙,无人平台也可对保障地域进行自动巡查,实现物资的主动补给。这套以AI为“大脑”的保障体系,在极大缩短装备抢修时间、提高器材周转效率的同时,显著降低了保障人员的战场暴露率,提升了其战场生存能力。

AI技术在装备战场抢修中的深度应用,正在引发战场保障模式的深刻变革。从辅助决策到主导流程,AI已从一项前沿探索技术,演进为提升战场装备再生能力、维持部队持续战斗力的关键手段,并将持续改变未来的战场抢修态势。



AI技术助力战场抢修。AI图片

该技术的推动下,一个以“无感解锁”和“数字钥匙”为核心的多元应用生态正在加速成形。

以智能汽车制造为例,2024年,仅国产的汽车品牌中,具有超宽带数字车钥匙的汽车销量大约有100万辆左右。一些海外汽车品牌商已经开始大规模使用超宽带技术。

当我们惊叹于超宽带技术在应用层面的广泛渗透时,不禁要追问其背后的技术根基:超宽带技术有着什么样的特质和优势?这项技术又是如何从实验室走向市场的呢?请看本期解读。

从“电磁火花”到“智慧脉冲”——

超宽带技术：为万物互联奠基

■刘莹 李伦 施育鑫



“电磁火花”迸发出的万物互联革命。

AI图片



高技术前沿

超宽带技术的百年沉浮

1896年的一天,意大利青年古利莫·马可尼,正站在一台粗糙的设备前。左侧是“火花隙发射机”,如同一个能量炮仗;右侧是“凝聚检波器”,像敏锐的听觉器官。当马可尼启动设备,电流瞬间击穿空气,迸发出一场覆盖宽广频段的“电磁烟花”,这也堪称人类有意识向空间发送的第一封“电磁电报”。

马可尼意识到,这股看不见的电磁之力中蕴藏着无限可能。他以这种特殊的方式成功复现了赫兹的实验,一次次地将通信距离推向极限;他将法国物理学家白兰利的“凝聚检波器”,优化为灵敏度更高的“信号捕捉网”;他发现同一发射信号可被多台设备接收,广播的序幕就此拉开;他在3000公里外捕捉到代表“S”的微弱电码火花,完成了人类首次跨洋无线电通信……

1912年,当“泰坦尼克”号撞击冰山时,正是其装备的火花隙发射机,发出了那条关键的宽频求救信号“CQD MGY N41.46 W50.14撞冰山,速来救援”。这束粗糙但至关重要的“电磁烽火”,成功穿透夜空,挽救了数百条生命,也将这项技术推上了时代的舞台。

一战后,窄带连续波通信崛起,开启了广播的黄金时代。凭借稳定的载波,它能够精准地承载声音与信息,如同优雅的“电磁歌唱家”。窄带连续波的出现,迅速取代了火花隙技术。到1920年代末,火花隙无线电几乎退出了历史舞台,这一早期无线通信范式也随之陷入数十年的“电磁冬眠”。

二战期间,一种基于脉冲的宽带技术——雷达,在全球机密实验室中快速成长。它如同一只“电磁蝙蝠”,通过发射短脉冲并聆听回波,在黑夜与迷雾中“看见”远方。在英伦战役和太平洋海战中,雷达技术提供了至关重要的早期预警和目标追踪能力,成为左右战局的关键力量。

战争结束后,脉冲技术并未消失,而是在军事需求的“温室”中悄然进化。至1960年代,超宽带技术以“脉冲无线电”之名重获新生。1993年,超宽带技术迎来新的“启蒙时刻”——美国南加利福尼亚大学的罗伯特·阿诺·舒尔茨教授提出采用“跳时调制”的冲激脉冲多址通信方案,大幅提升了多用户能力和抗干扰性能。这被公认为是现代超宽带技术通信研究的奠基之作。

随后,美军迅速展开了一系列实战测试:1997年10月,“秘密行动链路”演示中,6部超宽带电台如同组建了一支“电磁幽灵小队”,在900米距离实现双工传输;2001年,MSSI公司的超宽带系统在复杂环境中展现出远超传统技术的定位精度,如同在电磁迷宫中安装了

“高精度导航仪”。

超宽带技术的独特之道

为什么这个一度被遗忘的技术,会在今天以更高形态“复活”?一切要从它的基本原理说起。

最早的火花隙无线电传输,依赖于两个导体间迸发的电火花——这本质上是一种电容蓄能瞬间释放所形成的电弧放电。这道短暂而强烈的电流脉冲,激起一阵“电子振荡”。这种振荡会向外激发出一种看不见的波动:电磁波。电磁波穿越空间,即使距离很远,只要有合适的接收装置,就能捕捉到这个来自远方的“信号”。

然而,火花隙无线电作为宽带传输的雏形,其缺陷也十分突出:功耗巨大、波形难以精确控制,无法支持连续信息传输,只能将编码寄托于一连串断续的“火花”之中。更致命的是,其宽频谱发射方式如同一场倾泻而下的“电磁暴雨”,有力却粗暴,极易干扰周边设备,且能量分散、传输效率低下。

为了从根本上克服这些缺陷,工程师开始有意识地设计纳秒或亚纳秒的极窄脉冲,就像制作一把把精准的“电磁飞针”,希望以更加高效和可靠的方式传递信息。而这,也恰恰成了打开未来之门的钥匙——

根据物理学原理,一个极短促的

脉冲信号,天然就对应着一个极宽的频谱范围。这一特性使脉冲信号的能量像薄雾一样弥散在广阔的频段中,单点强度微弱到几乎与环境噪声融为一体,信号形成了天然的“电磁隐形”能力。与此同时,极宽的频谱带宽带来了惊人的时间测量精度。这就像为电磁波装备了一把高精度的尺子,连厘米级别的距离变化都能被清晰分辨。

在抗多径干扰方面,超宽带技术同样展现出独特优势:传统窄带信号如同一个拖沓的长音“啊——”,在空间中多次反射后,原始信号与回声会混杂在一起,难以区分。而超宽带信号则像一个清脆的“嘀”声,接收设备能够轻松识别出最先抵达的直射信号,并将后续那些迟到的反射信号视为干扰,将其有效滤除。

超宽带技术还具有卓越的抗窄带干扰能力。想象一下,超宽带技术传递信息,就像将一份“秘密指令”巧妙地分散隐藏在一幅巨画卷的无数细节中,即便有强烈的窄带干扰像墨汁泼洒上去,也仅仅会污损画卷上的零星几个点。接收机凭借对画卷整体布局的掌握,就能忽略这些被污染的零星斑点,准确还原出完整的指令内容。

正是这些源于物理本征的独特优势,让超宽带技术摆脱了早期“粗糙火花”的桎梏。昔日难以驾驭的“电磁暴雨”,变成一道道精准可控的“时空密

码”,悄然融入我们生活的方方面面。

“掌上方寸”的感知革命

2002年2月14日,美国联邦通信委员会(FCC)批准超宽带技术进入民用市场,成为其发展史上的“解放日”。民用合法化,使超宽带技术从军事的“深闺”走向大众的“广场”,引爆了芯片、算法与应用的创新井喷。如今,超宽带技术正以“静默却精准”的方式,重塑多个领域。

消费电子领域:赋予设备“空间感知”能力。苹果公司2019年在iPhone 11中引入U1芯片,将超宽带技术深度整合。它让设备不再仅仅知道“是否连接”,而是能精确感知“彼此的位置和距离”。借助超宽带技术,用户可以实现指向性的文件“精准投送”——将手机对准另一台设备即可优先传输。随着许多手机品牌商在高端机型中全面搭载超宽带芯片,这项技术正沿着“Wi-Fi级标配”的路径快速普及。

汽车领域:构建更安全、便捷的出行体验。一些汽车品牌商推出基于超宽带技术的数字钥匙系统,用户无需掏出手机,即可实现“走近自动解锁、离车自动上锁”的体验。超宽带技术精准的测距能力可有效防御中继攻击,相当于为车辆配备了一把独一无二的“电磁指纹锁”。它还可应用于车间通信、自动

题竟然出在那小小的方窗上。

原来,飞机每次起飞,客舱要加压,落地后再卸压。在气压的作用下,应力在飞机方形舷窗的尖角处“堵”在一起,导致飞机机身发生形变,甚至产生裂纹。在后续的实验中,研究人员进一步发现,圆角设计能把应力散开,从而大幅降低产生裂纹的风险,提高飞机整体结构的安全性。从那以后,全球民航规范里多了一条:客舱窗户必须带足够大的圆角,或者直接做成椭圆或圆形。

为了更加安全,现代民航客机的舷窗不仅要带有圆角,还设计成“三层三明治”结构:外层最厚,直接扛下舱外压差;中层是“保险层”,万一外层裂了它就顶上去;内层最薄,任务是防刮、防乘

客踢踹等等。三层之间都夹着一圈弹性胶,作用跟气垫一样,让玻璃在机身形变时不被挤碎。

除了飞机,高铁的窗户也不是“有棱有角”的。因为高铁虽然在地面上跑,但也要关紧门窗做气密。当两车以300多公里的时速“擦肩而过”时,乘客往往能感觉到车体晃了一下。此时,车外压力会突然变化,如果窗角带尖,同样会出现应力集中的现象——欧洲早期的ICE、日本的新干线都曾因为车窗密封失效而导致玻璃爆炸。后来,他们统一把窗角改成半径80毫米以上的大圆角,再配上多层钢化玻璃和弹性密封胶,才解决了问题。

除了安全,圆窗还有一些其他好

处。比如,同样面积,圆的周长更短,因此圆形的窗框更省料,有利于整车减重;玻璃磨圆角不易崩边,成品率更高;向外鼓出的球面还能让视野更宽,乘客拍照不容易犯晕等等。圆形的窗户更加安全、省钱、好用,方窗自然被工程师们磨平了棱角。

从“彗星号”到今天的C919、复兴号,小小窗户映射着一个道理:科技并不总是炫酷,更多时候,它只是对实践真知、经验教训足够尊重,回归科学最初的模样。

趣问·新知

除了安全,圆窗还有一些其他好



飞机的舷窗。

资料图片

坐飞机时,很多人习惯选靠窗的座位,透过圆形的舷窗欣赏风景。不知你是否想过,舷窗为什么一定要设计成圆形而不是方形?窗户做成方方正正的不是更简单吗?那么,究竟是什么磨平了窗户的棱角?

20世纪50年代,世界上第一架喷

气客机“彗星号”开始运营。喷气式飞机比螺旋桨飞机飞得更快更稳,很多人新的航空时代来临而欢欣鼓舞,可不到一年,“彗星号”事故频发。几次严重事故中,飞机都是在空中突然解体,机上人员全部遇难。调查人员把飞机残骸从海底一块块捞上来,最后发现,问

是什么磨平了窗户的棱角

■吴启隆 江天翼