

★ 高技术前沿

近日的一则新闻使人们有理由相信,类似电影《特种部队:眼镜蛇的崛起》里面使用的隐身衣或将成为现实。只不过这次不是个人穿的隐身衣,而是通过采用共形天线为“战鹰”披上的新衣。在不久前举行的世界雷达博览会上,人们就目睹了机载共形天线的踪影,意味着这项技术正加速从想象变为现实。

共形天线是指能与武器平台外形保持一致的天线,它如同创可贴般直接把天线阵面贴于载体表面,与平台结构融为一体。共形天线看似只是轻轻一贴,却能有效降低武器平台的雷达反射面积,对载体外形结构和空气动力学等影响也微乎其微,正在成为雷达天线领域的研究热点。

共形天线

穿在武器身上的“雷达外衣”

■张峻敏 陆天歌

天线林立会拖战场后腿

天线是电子设备中用于发射和接收无线电信号的重要装置。信息化战场的武器装备,往往配备有多种多样的电子设备,它们的正常工作都离不开天线。以一架作战飞机为例,其身上安装的雷达、导航、通信等各种类型天线总数多达70余种,且很少安装在机身内部,绝大多数都突出在机身之外。

事实上,这些林林总总裸露在外的天线,正在拖“战场的后腿”。布置在武器平台外部的天线,会影响气动布局,还需要在安装位置上“斤斤计较”,以避免产生天线遮挡和电磁兼容等诸多问题。即便是为战机天线配备了天线罩,也不可避免地会形成鼓包,进而带来额外的雷达信号反射源,破坏了战机的隐身性能。由此,能与武器平台“完美融合”的共形天线应运而生。

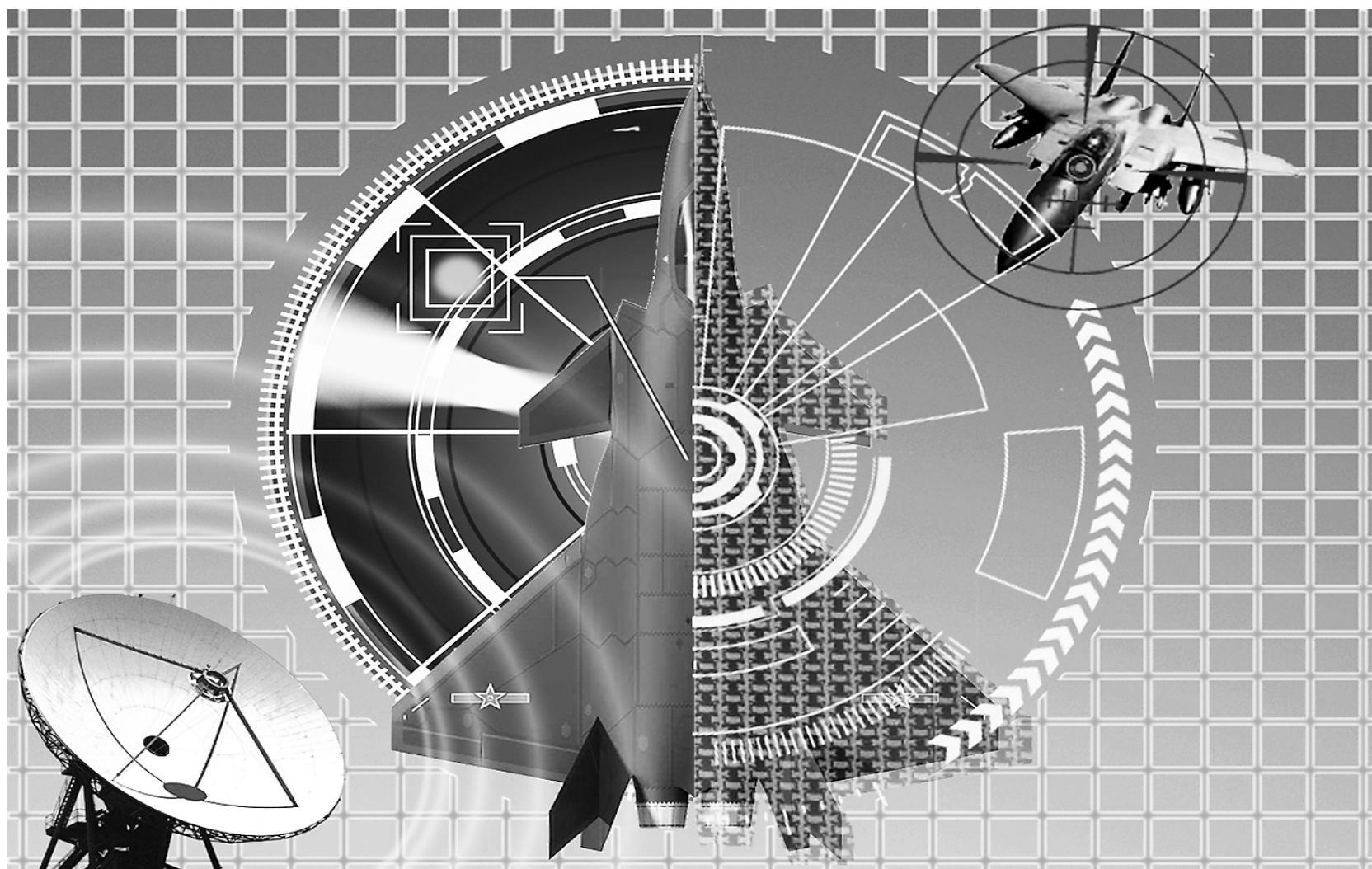
共形天线是一种覆盖于武器平台表面的雷达天线,通过天线与武器平台外形结构的一致,尽量减少对平台现有结构参数的影响。尤其对战机而言,一旦做到了天线与蒙皮的结合,或将从根本上解决天线布置的技术难题,进一步提升战机性能。

早在20世纪30年代雷达诞生伊始,人们就开始对圆阵、圆锥阵等共形天线进行研究,这在当时也被视为是共形天线的基础和突破。1960年,美国海军航空司令部开始着手研究用于飞机和导弹蒙皮上的共形相控阵天线。到1973年,美国研制出球形相控阵天线和圆环相控阵天线,标志着人们在共形天线研究领域的重大进展。

20世纪80年代,伴随着微电子和信息技术的快速发展,雷达天线领域一大批新技术、新工艺相继出现,为共形天线的研制运用奠定了坚实基础。美国空军于1985年首次提出“智能蒙皮”技术构想后,相继投入大量人力和物力进行基于共形天线的智能蒙皮研究,推动了将雷达天线集成在飞机蒙皮系统内部的技术发展。目前,共形天线技术已经在机载探测雷达、通信系统等部分武器平台上开始使用。

共形设计渐成大势所趋

共形天线之所以备受青睐,离不开其自身的独特优势。共形天线与载



体的完美融合,使武器平台保持了较好的隐身特性和气动布局。当共形天线与导弹结合时,能在不改变导弹尺寸的情况下,进一步提升导弹对目标的适应能力和打击精度。发展完善的共形天线,事实上为武器平台披上了一身“雷达外衣”,即便是普通战斗机也能通过满身的天线实施侦察监视和电子战任务,从而节省了侦察机和电子战飞机的研发投入。

就拿近年来得到高度关注的智能蒙皮来说,以往放置在机头的战斗机雷达占据了庞大的机上空间,做成智能蒙皮后雷达可以放在机身的任何部位,使飞机性能得到大幅提升。智能蒙皮的出现还能在更大空域和更远距离实现对目标的扫描和探测。采用共形天线,对武器平台的载重、大小等几乎没有特殊要求,就连水面舰艇都能实现天线与桅杆、舰桥的一体化设计,应用范围极为广泛。

从2004年开始,美国空军和雷神公司就开始对X波段薄型相控阵雷达进行研究,其采用的天线技术正是共形天线。美国国家航空航天局和美国空

军支持的“系统研发型飞行器”项目也在智能蒙皮技术上取得重大突破。通过超材料设计,这一项目将F-18“大黄蜂”的垂尾变成成为机载通信天线和合成孔径雷达,可实现“全方位、多任务”快速雷达波束扫描。目前,这一技术已经被应用于美军F-22“猛禽”、F-35“闪电”战斗机以及“全球鹰”无人机上。

目前,美国空军仍在支持多个共形天线项目研发。其中“结构一体化X波段阵列”项目,就曾在波音707飞机机翼上安装过64单元共形天线。在“传感器飞机共形低波段天线结构”项目中,研究人员通过在飞机机翼前缘安装有源相控阵共形雷达系统,充分研究了机翼弯曲对共形天线阵列性能的影响。美国空军的“传感器飞机”项目专门制造了一款超高频共形有源相控阵雷达天线,美国海军的协同交战系统舰载通信终端也采用了圆柱形共形相控阵天线。

此外,美国国防部高级研究计划局还专门制定了《推动智能蒙皮天线技术快速发展》计划。欧洲研究人员也在为

无人量身打造一款曲面扫描天线,相当于直接把天线贴在了无人机表面。

未来军民两用前景广阔

伴随着共形天线技术的快速发展,未来一个时期共形天线将在军事和民用领域拥有更加广阔的发展空间。诸如飞机、导弹、卫星、军舰、潜艇、坦克等武器平台,都将向着优化天线设计、实现天线与武器平台结构共形方向加速发展。预计共形天线将在无人机或导弹上实现最大化应用。尤其是小型无人机可以充分发挥共形天线的优势,将整个无人平台外表层都作为雷达天线,实施更为广泛的侦察通信、雷达成像等任务。

在民用领域,共形天线的出现更意味着一场“头脑风暴”。就像人类感知冷暖需要有皮肤一样,车辆要想做到“智能”,同样也需要自己的“皮肤”。共形天线将为未来智能汽车提供遍布全身的雷达传感器网络,实现传感器集成

的最优解。目前已经出现将5G多频共形天线“穿”在身上的未来汽车概念,将推动车联网网络技术快速发展。以智能蒙皮为代表的共形天线技术也属于传感器网络的一支,随着物联网在军民两用领域的推进,共形天线有望实现不同平台间的互联互通。法国军备总局此前就计划将智能蒙皮用于高空和长续航无人机项目,还计划为A-400M预警机加装远距离监视天线。人们甚至还打算把共形天线穿到身上。美国研究人员已经基于纺织制造技术研制出一款织物天线,通过在柔性布料基体中嵌入直径为0.1毫米的特殊导电材料,成功实现了织物天线功能。

未来,柔性共形天线是天线技术发展的热门方向。以大型预警机为例,采用柔性共形天线后不再需要额外背负“圆盘”或“平衡木”之类的机外天线,只需机身就能实现探测预警。同时,柔性共形天线占用机内空间少,也有助于减少武器平台体积重量,提升机动性和战场生存能力。

制图:刘程

★ 科技云

科技连着你我他

■本期观察:

郭阳 张石水 赵汝帆

可“自愈”电路



电子线路的诞生,使万物走向智能化,但其脆弱易毁的缺点一直制约着各类电子产品的性能与耐用度。许多自然生物具有强大的生命力与自我修复的能力,若脆弱的电路能够模仿这种特性,则能极大提升其品质效益、扩展应用范围。前不久,美国卡内基梅隆大学的研究人员在《自然材料》杂志发表文章称,他们发明了一种可在遭受极端机械损伤后自行修复的柔性复合材料,为提高电路寿命提供了新的可能性。

这种柔性复合材料由悬浮在软弹性体中的液态金属液滴组成,当遭受损坏时,液滴破裂后与邻近的液滴形成新的连接,在没有中断线路的情况下重新导通电信号。使用这种导线材料制造的电路,在被切断、刺穿或移除材料后,仍然能保持完美连续运行。这项技术使柔性电子器件和机器有机结合,展现出柔软生物组织和有机体的非凡恢复能力,为进一步推动仿生机器人技术、人机交互和可穿戴计算设备的发展和完善提供了新的支撑。

可“自愈”混凝土



工程建筑老化后,一般会出现松动和裂缝,若不及时保养修复,暴露在空气中的水、氧气、二氧化碳等物质就会沿着缝隙扩展侵蚀到钢筋,从而破坏建筑物整体结构。

近期,美国宾汉姆顿大学和纽约州立大学的研究人员共同开发出一种新型真菌自愈合混凝土,可以帮助修复老化混凝土的永久裂缝,这将有助于拯救破败的基础设施。

这种混凝土中混合的真菌被称为木霉菌,当这种真菌搭配相应比例的营养物质与混凝土混合时,它会一直处于休眠状态。直到建筑物的第一道裂缝出现后,在水和氧气的作用下,休眠的真菌孢子就会发芽、生长并沉淀成碳酸钙,从而填补裂缝。当裂缝被完全填满时,缺少水和氧气的真菌孢子将转换至休眠状态。如果未来再产生裂缝,孢子则会再次被唤醒。

据研究人员介绍,如何解决木霉菌在混凝土恶劣环境中保持长期活性的问题尚有一定困难,为此他们已将目光投向更多可替代的微生物,并希望这种混凝土能成为未来工程建筑的首选。

可“自愈”橡胶



机动车因爆胎引发的事故屡见不鲜,如何减少因爆胎而造成的伤亡是人们长期关注的问题。近期,美国《先进材料》杂志刊登,介绍了一种可“自愈”橡胶。采用这种橡胶,轮胎爆胎后可以在机动车行进中自我修复,并像天然橡胶一样坚韧,提高了机动车的整体安全性。

普通橡胶里的分子由高强度的共价键相连,但断裂后无法恢复。曾有科学家将其改由氢键连接,断裂后可以恢复,但强度较低。于是,科研人员在此基础上开发了一种“分子绳”,将原本很难共处的氢键和共价键结合在一起,允许它们在分子尺度上均匀混合,从而制造出一种透明坚韧、可以“自愈”的橡胶。当这种新型橡胶受到拉力时,会出现网状纹理,形似裂纹且不会完全裂开,并形成一些纤维状的连接物。拉力消失后,橡胶恢复原状,同时保留约30%的抗拉强度。

这项技术有着广泛的应用前景,例如用于制造军用装备的轮胎,受损后无须立即更换,可提高其战场生存能力。

国防科技大学学员
国际多媒体会议获奖

近日,从韩国首尔传来喜讯:国防科技大学博士研究生赵健获国际多媒体顶级会议ACM MM2018最佳学生论文奖。

该论文提出了一个全新的群体场景下的人物图像理解任务——多人解析。相比于传统的视觉理解任务,如人物检测、实例分割、人物解析,多人解析能够进行实例级细粒度的语义理解,从而可以为很多实际应用提供技术支持,如电子商务、行人再识别、群体行为分析、自动驾驶以及虚拟现实技术等。

自1993年首次召开以来,ACM MM会议每年召开一次,已成为国际多媒体领域的顶级会议,也是中国计算机学会推荐的A类国际学术会议。(孙统义)

区块链技术热下的“冷思考”

■马双荣

近年来,区块链技术已成为时下关注的热点话题。作为一个“去中心化”分布式账本数据库,其分布式去中心化、无须信任系统、数据不可篡改等优点,使人们认为它能解决数据真实性、数据备份、信息不透明等一系列问题,备受各行各业关注。但是万事万物皆有两面性,尤其当区块链技术被媒体热捧,更易使人忽略它作为一项新技术可能存在的缺陷。若我们盲目地将其应用在国防及其他关键领域,其后果不容乐观。

存储机制耗费资源。区块链系统每一个节点都实时同步完整账本数据,来实现其数据防篡改、抗摧毁。不过这种模式产生了大量冗余数据,并将随着区块链的数据存储增长、数据操作量的增加,大量消耗存储资源;同时,各个节点也将耗费大量资源;同时,各个节点也将耗费大量资源。据报道,2017年某数字货币单个节点的区块链体积已经超过180GB,新的用户将花费大量的时间来同步这些数据。由此可见,随着时间的推移,每个节点的存储压力也将越来越大,新节点的接入难度也将相应增加,这很不利于系统的部署与拓展。

运行机制影响效率。区块链中每一次数据修改,都会牵动系统内所有节点的数据同步更新,也就意味着每次操作过程都需耗费大量时间,而且这种运行机制也将给系统所在网络带来极大考验。由于每次操作都是全网的行为,短时间内如果操作次数较多,则会造成网络的堵塞。据外媒报道,某数字货币曾由于交易量增大,每次交易所需时长由10分钟增加到最长24小时以上,区块链网络崩溃的新闻也比比皆是。所以,若将区块链技术用于关键领域,其运行机制仍需进行结构性优化。

共识机制存在安全隐患。区块链的存储形式和共识机制,使得其单个甚至多个节点数据被篡改时,并不影响其他节点的数据库,被篡改的数据能同步回正确数据。除非攻击者控制了超过50%的节点,或者掌握50%以上的算力,才能真正完成对区块链的篡改。这看似难以完成,但应用于国防军事等专业领域的区块链,规模将远小于目前热门的几大数字货币。敌方可轻易将其大算力设备接入区块链系统,或虚拟出海量带有被篡改数据的节点,从而导致整个系统的数据失效,后果将不堪设想。

总之,面对区块链这一新兴事物,必须深刻了解其技术利弊,优化改进其不足,才能更好地驾驭该技术,使之服务于国防等关键领域。

论 见