

高技术前沿

去年12月,无线通信技术国际标准化组织3GPP表示,将与世界各个国家和地区的相关团体一起着手制定6G技术标准,并预计6G在2030年前后普及,实现每秒100GB左右的通信速度,相当于现在5G通信速度的10倍。

当然,太赫兹技术的应用远不止于此。在雷达系统、吸波材料及应用、生物医药

学研究、光谱成像技术、探测与感知等多个领域,太赫兹技术同样具有广阔的发展前景。凭借瞬态性、穿透性、宽频性、指纹性等许多独一无二的特性,太赫兹波所具备的“透视眼”,能够探测到其他光谱探测不到的地方,自问世以来就不断涌现有价值的技术突破。也正因此,太赫兹技术被美国评为“改变未来世界的十大技术之一”,被日本列为“国家支柱十大重点战略目标”之首。

作为一个发展快速且备受关注的领域,太赫兹技术这些年一直是世界各国竞相研究的热门科研课题。

太赫兹波:开启人类新“视”界

王永华 孔 铭

无处不在的神秘电磁波

说起太赫兹波,大家可能还有些陌生。但谈到电磁波,人们都知道它无时无刻不在与我们打着交道;我们每天睁眼看见的光,是一种电磁波;早餐用微波炉热牛奶所依靠的波,也是一种电磁波;我们打电话、发微信,传递信号运用的波还是电磁波……

事实上,太赫兹波也是一种电磁波,它就处于光谱中的红外频段和微波域中的毫米波频段之间,是频谱范围在0.1~10太赫兹(THz)、波长在0.03~3毫米之间的一段神秘电磁波。

为什么神秘呢?因为太赫兹波段在电磁波谱中的位置十分特殊,它左邻微波、右靠红外,处于电子学与光学的交叉领域,既不完全适用电子微理论来研究,也无法完全适用经典的光学理论来解释。太赫兹波两端的应用技术已相对成熟。比如,红外夜视仪、家里常用的电视机遥控器都属于红外应用领域;广播、移动电话、雷达等则属于另一端的无线电波及微波领域。太赫兹波在相当长的时期内都备受“冷落”,被称作电磁波谱中的“禁区”。

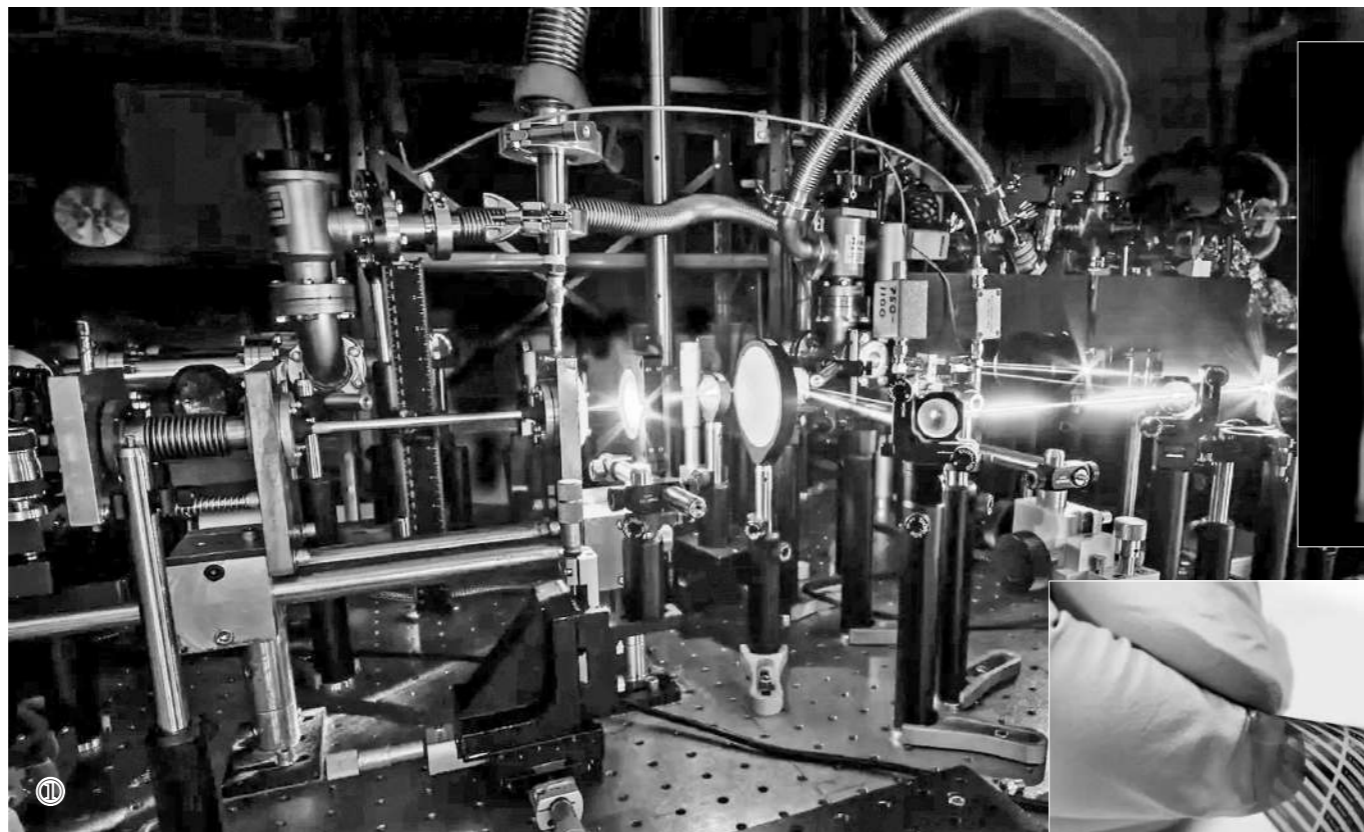
1800年,英国科学家赫歇尔在三棱镜分光实验中,发现了一种不可见却能带来热量的光,但受限于当时的认知,他将这部分看不见的光子归属于红外光。直到1881年,美国科学家利研究出了测热辐射计,使得探测太赫兹波成为可能。又过了将近一个世纪后的1974年,“太赫兹”这个名称在科学家弗莱明的文章发表后,才逐渐被接受与使用。

近年来,随着辐射源、探测器、光学元件等相关技术的进步,我们可以更容易探测到太赫兹波并加以应用,这也使太赫兹领域的研究从空白低谷走向繁荣创新,成为类似于太空、海洋、网络空间一样的世界大国科技竞争的新领域。

可透视的全能电磁波

目前,世界各国都对太赫兹技术倾注了极大的热情,持续加紧部署相关战略项目。比如,美国国家科学基金会、航空航天局、国防高级研究计划局,英国宇航局、法国国家研究总署、德国研究联合会,日本科学振兴机构等都开展了多项关于太赫兹技术的研究。

不仅可以检测衣服下遮盖的手枪、



图①:国外某实验性太赫兹激光装置。图②:太赫兹波穿透衣物安检。图③:国外某科研团队研制出的纳米级太赫兹波发生器。

供图:阳 明



箱子中隐藏的炸药,让这些危险品“无所遁形”;还可以帮助外科医生在手术中进行可视化分析、辅助细胞病理学诊断,为我们的健康“保驾护航”……凭借不同于其他电磁波的特殊频率所赋予的物理特性,如今,太赫兹波正在不同应用领域中大显身手——

在实现超高速通信中释放潜力。

太赫兹波集合了微波通信和光通信的双重优点,有载波频率大、带宽宽度大等特点,其频谱的带宽比微波和毫米波的总和还要高30倍。宽的频谱范围是良好的信息载体,可使通信的容量变得非常大,极好地解决了目前无线系统频谱稀缺、容量限制、光纤接入难、成本高等问题。因此,各国不约而同地将太赫兹技术作为6G时代的首要课题。

2019年,日本电信电话集团宣布研发出一款太赫兹频段的射频芯片。同年,德国卡尔斯鲁厄理工学院开发出一款太赫兹和光域之间的数据流转换方法,有望应用在未来的6G网络中。同年11月,全球首颗6G试验卫星搭载长征六号遥三运载火箭成功升

空,这也是我国首个搭载太赫兹载荷的通信卫星。

在医学检测上作出重大贡献。

太赫兹波是一种非电离辐射光波,其光子能量约为4毫电子伏特,是X射线光子能量的百分之一。与现今医疗诊断中常用的X射线相比,低能量的太赫兹波不会产生电离效应,可清晰地对人体组织进行成像,可以作为超声波、核磁共振、红外成像等技术的重要补充。可避免X射线对人体造成电离伤害,导致人体组织发生病变的可能,凸显了太赫兹波较高的安全性。

2020年,俄罗斯ITMO大学太赫兹生物医学实验室在0.2~1THz频率范围内获得不同程度胃癌黏膜的折射率和吸收系数,证明了癌症组织具有比正常组织更高的光学特性。目前,利用太赫兹技术已可检测出皮肤癌、乳腺癌、结肠癌和胃癌等多种癌细胞,这将极大地提升人类诊断防治疾病的能力。不仅如此,很多生物大分子在太赫兹波段会有一些类似“身份证”的特殊吸收峰。利用这些吸收峰,我们可以从太赫兹的光谱测量上来推断物质的种类,进行物质鉴定。

这可以帮助我们鉴别果蔬食品中隐藏的农药残留物和有害添加剂,助力食品的新鲜安全。

在探索宇宙奥秘方面发挥巨大作用。

太赫兹波有助于我们聆听宇宙的声音,接收来自宇宙的信号。早在20世纪70年代,太赫兹波就在天文研究中受到特别关注。随后,人们建造了大量精密的太赫兹望远镜。我国“FAST”500米口径球面射电望远镜,接收到的来自宇宙的亚毫米波,实际上就是太赫兹波。

太赫兹波也广泛应用于观测地球和宇宙的遥感技术中。在对地观测中,人们可以借助太赫兹波探测大气成分,达到预测天气变化、检测“温室效应”的目的。在地外探测方面,人们可以利用太赫兹技术探测近地星际的水氧含量,同时辅助探索整个银河系的有机化合物,进行行星表面的土壤岩层成分分析。

随着太赫兹技术的飞速发展,科学家眼中能够透视万物的太赫兹波,正在一点点展现它的魅力。

军事应用广泛的奇妙电磁波

在军事领域,太赫兹波的应用前景同样不可忽视。这些年,美国、俄罗斯、日本等纷纷加大投入,力求在太赫兹波的军事应用上占据领先地位。

——在无损检测中大展身手。在航天、雷达等先进材料及特殊部件的检测中,太赫兹波具有极高的穿透性,能穿透大部分非极性物质,帮助检测被检测物是否有体积型缺陷,检测X射线难以检测的裂痕、污渍等平面型缺陷,且不会对被检测物造成损伤。

目前,太赫兹检测技术已经在欧美等国家投入使用,并被美国航空航天局列为四大无损检测技术之一。2003年,美国航空航天局和伦斯勒理工学院研究人员利用太赫兹无损检测技术成功检测了航天飞机的喷涂泡沫绝缘材料的孔隙和脱粘缺陷。美国API公司利用太赫兹无损检测技术对雷达罩进行无损检测,

成功检测到雷达罩的缺陷。

——在反导、反隐身中大有作为。雷达作为战场上探测敌情的“眼睛”,是现代战争中用来侦察信息的强有力武器,也是未来战场上重要的反导、反隐身利器。基于太赫兹技术研制的太赫兹雷达具备更宽的频谱、更高的频率、更强的穿透性,以及受气动光学效应影响小等特性,可使隐身飞行物的窄带吸波涂层丧失作用,以期获得更高的战斗效益。

如美国诺斯罗普·格鲁姆公司研制、配装美国及其盟国多型军机的AN/AAR-54紫外告警系统,可有效识别隐身武器。2020年初,美国国防高级研究计划局启动混合模式超大规模集成电路项目,旨在为军事太赫兹雷达和通信提供高性能的芯片。

——在预警感知中掌握主动。能否在复杂的战场环境中取得优势或掌握主动权,对战争的最终走向将产生至关重要的影响,太赫兹技术运用于军事预警将更有利于实现对战场态势的感知。太赫兹波强大的穿透力,不仅可以无障碍透视墙体,扫描房子内部,探测到藏在墙后的武装人员及武器,还可以在恶劣天气或识别探测物分辨率较低的情况下,看到“战场迷雾”中的坦克、火炮等装备。

2020年,德国弗劳恩霍夫工业数学研究所将量子传感器技术应用于太赫兹探测器;同年,瑞士苏黎世联邦理工学院提出了一种光纤耦合的紧凑型等离子体超宽带探测器,检测带宽达2.5THz。以上,都将提升军事预警侦察系统感知战场态势的水平。

——在保密通信中实现安全传输。信息化战争对战场信息的时效性要求较高,能否安全及时地获取军事信息,将在一定程度上决定战争胜负。太赫兹波具备抗窃听、抗干扰、抗探测等优点,可为战场信息的高效保密传输提供保障。在战场环境中,电台和武器用频设备密集,电磁环境复杂,利用太赫兹波大容量、高速率的优势,可以组成战地通信网络内的无线通信链路。

2020年,德国卡尔斯鲁厄理工学院提出一种低成本太赫兹接收器设计,首次试验就实现了0.3THz载波频率下每秒115GB数据速率的通信传输,传输距离达到110米以上。除此之外,美国莱斯大学将漏波天线与宽带接收机配合使用,提出一种创新性方法,可快速精确定位覆盖范围内所有接收器。

作为一个还未完全开发的电磁频段,太赫兹波存在着无数的可能等待大家去探索,其相关研究正方兴未艾。伴随着太赫兹技术的快速发展,其在未来战场上发挥出的作战效能,将会远超我们的想象。



工业机器人之父——乔治·德沃尔。资料图片

刻进历史的经典创新

在我们的生活中,自动化早已如影随形——大到航天飞船、轨道交通信号的控制,汽车的无人驾驶,小到电灯的自动化开关、冰箱的温度控制系统、洗衣机的定时甩干功能等,这些我们早已习以为常的事情,实际上都是自动化技术的功劳。

所谓自动化,就是指人们利用各种机器、设备和软件,对生产各环节进行自动控制,完成人类所需要完成的工作。自动化一经推出,就逐步帮助人类从恶劣和危险的环境中解脱出来,很大程度上提高了劳动生产率,增强了人类认识

世界和改变世界的能力。

“自动化”一词最早由美国福特公司工程师哈德在1946年提出。当时,工业生产的自动调节装置改进很快,尤其是随着计算技术渗入生产设备,机械化一步步迈向更高的阶段。哈德用自动化来描述发动机汽缸的自动传送和加工过程,自动化的概念也顺理成章地冒了出来。

自动化的技术创新涉及方方面面,最集中的体现就是机器人。

机器人技术作为自动化很重要的一个分支,是指利用机器人的器械手臂、传感器、控制器等组件,实现人机交互、自主运动、感知环境等功能,完成各种复杂任务。

早在1920年,捷克作家恰佩克在他的科幻小说《罗萨姆的机器人万能公司》中,就提出了机器人的构想。虽然当时世界上第一台工业机器人样机,并命名为Unimate,意为“万能自动”。该样机采用了分离式固体数控元件,装有存储信息的磁鼓,能记忆完成180个工作步骤。随后,世界上第一台工业机器人样机,并命名为Unimate,意为“万能自动”。该样机采用了分离式固体数控元件,装有存储信息的磁鼓,能记忆完成180个工作步骤。随后,世界上第一台工业机器人样机,并命名为Unimate,意为“万能自动”。

1948年,美国数学家维纳出版了《控制论——关于动物和机器中控制和通讯的科学》一书,创立了控制论。他的控制论思想,揭示了机器通信、控制机能与人的神经、感觉机能的共同规律,从而为机器人研发提供了全新的思路。

直到1959年,由美国发明家乔治·德沃尔制造的世界上第一台可编程机器人“Unimate”问世。“尤尼梅特”装有机械手,能按照不同的程序从事不同的工作,被认为是工业机器人时代开始的标志。1年后,德沃尔又与美国另一位发明家

联手成立了世界上第一家机器人制造公司,开始为用户提供工业机器人产品,由此拉开了机器人产业化的序幕,一般机器人研发的热潮也随之兴起。

“能够创建周围环境的抽象模型,如果遇到问题,能够从抽象模型中寻找解决方法。”1959年,乔治·德沃尔与美国发明家英格伯格根据计算机专家明斯基发表的对于智能机器的观点,共同联手打造出世界上第一台工业机器人样机,并命名为Unimate,意为“万能自动”。该样机采用了分离式固体数控元件,装有存储信息的磁鼓,能记忆完成180个工作步骤。随后,世界上第一台工业机器人样机,并命名为Unimate,意为“万能自动”。该样机采用了分离式固体数控元件,装有存储信息的磁鼓,能记忆完成180个工作步骤。随后,世界上第一台工业机器人样机,并命名为Unimate,意为“万能自动”。

在那之后,各国的研发团队也不甘落后,紧锣密鼓地部署新型机器人的研究制造。这其中具有代表性的有由美国斯坦福大学研制的,具有视觉传感器的世界第一台智能机器人Shakey,由日本早稻田大学教授加藤一郎领导研制的,第一台以双脚走路的全尺寸仿人机器人WABOT-1、日本索尼公司推出的大型娱

自动化浪潮的奔涌之路

刘嘉宸 周新涛

乐机器人爱宝、美国iRobot公司研发的吸尘器机器人Roomba……纵观机器人自动化发展之路我们可以看到,伴随着自动化技术的研究、应用与推广,人类社会的生活方式正在潜移默化中发生着惊人的改变。

事实上,机器人技术的兴盛,只是自动化浪潮中的一个缩影。到了20世纪70年代,大规模、复杂工程与非工程系统的课题成为了自动化的主要攻克对象,与此同时更是促进了自动化的理论、方法和手段的革新。最终催生出综合利用计算机、通信、系统工程和人工智能等技术的高级自动化成果。

在制造业高度繁荣的今天,自动化关乎国计民生的各个行业。与美国、德国等世界上发达国家相比,我国自动化行业相对起步较晚,但发展势头强劲。改革开放以来,我国快速建立起相对完整的制造业产业链,并经过多年工业自动化的快速发展,制造业产值已跃居全球第一。据统计,自2010年起,中国连续14年成为世界上最大的制造业国家;“十三五”期间,中国工业增加值由23.5万亿元增加到31.3

万亿元,高技术制造业增加值平均增速达10.4%,中国成为世界上唯一拥有较完备工业体系的国家。

俄罗斯科幻小说家阿西莫夫曾预言“机器人将会代替人工成为生产力的主要力量”。目前,自动化的应用正从工程

领域向非工程领域跨越,如医疗自动化、经济管理自动化等。未来,自动化将在更大程度上模仿人的能动性,而与此紧密相连的工厂自动化、办公自动化、家庭自动化和农业自动化或将成为未来的自动化“四大花旦”。



在重庆市某汽车有限公司总装车间,自动化生产设备正在作业。新华社图片