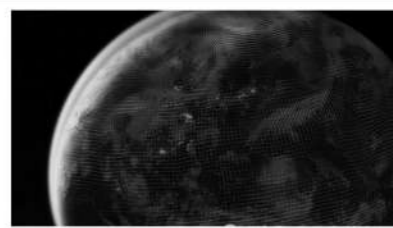


2月29日,国家自然科学基金委员会发布了2023年度“中国科学十大进展”——

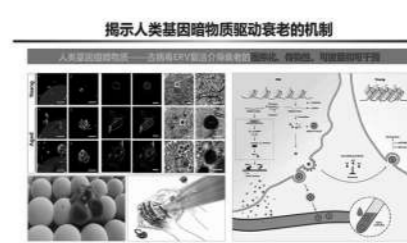
# “中国科学十大进展”图解

## 1.人工智能大模型为精准天气预报带来新突破

基于人工智能方法,华为云计算技术有限公司田奇团队构建了一个三维深度神经网络模型——盘古气象大模型。盘古气象大模型在某些气象要素的预报精度上超越了传统数值方法,推理效率提高了上万倍。

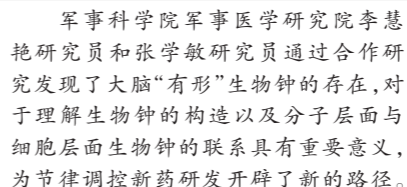


## 2.揭示人类基因组暗物质驱动衰老的机制



中国科学院动物研究所刘光慧研究员带领研究团队,通过搭建生理性和病理学衰老研究体系,结合高通量、高灵敏性和多维度的多学科交叉技术,揭示在衰老过程中,表现遗传“封印”的松动将导致原本沉寂的古病毒元件被重新激活,并进一步驱动衰老的“程序化”和“传染性”。

## 3.发现大脑“有形”生物钟的存在及其调控机制



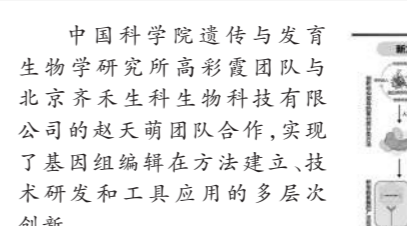
军事科学院军事医学研究院李慧艳研究员和张学敏研究员通过合作研究发现了大脑“有形”生物钟的存在,对于理解生物钟的构造以及分子层面与细胞层面生物钟的联系具有重要意义,为节律调控新药研发开辟了新的路径。

## 4.农作物耐盐碱机制解析及应用



中国科学院遗传与发育生物学研究所谢旗领衔的8家单位科研团队联合攻关,在粮食作物耐盐碱领域取得重要突破。在取得理论突破的基础上,团队还对高粱进行耐盐碱育种改良。

## 5.新方法实现单碱基到超大大片段DNA精准操纵



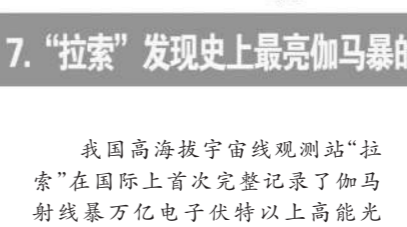
中国科学院遗传与发育生物学研究所高彩霞团队与北京芥米生科生物科技有限公司的赵天萌团队合作,实现了基因组编辑在方法建立、技术研发和工具应用的多层次创新。

## 6.揭示人类细胞DNA复制起始新机制



为了深入了解人体细胞DNA复制是如何开始的,研究人员解析出人类细胞内调控DNA复制起始的关键蛋白机器——MCM 2-7复合物的超清结构和工作机制。这一发现,将为开发新的抗癌药物提供新的靶标。

## 7.“拉索”发现史上最亮伽马暴的极窄喷流和十亿电子伏特光子



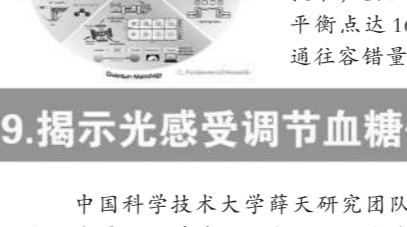
我国高海拔宇宙线观测站“拉索”在国际上首次完整记录了伽马射线暴万亿电子伏特以上高能光子爆发的全过程,由此确定此伽马射线暴的极端相对论喷流具有迄今已知最小的张角,揭开了此伽马射线暴成为史上最亮的秘密。

## 8.玻色编码纠错延长量子比特寿命



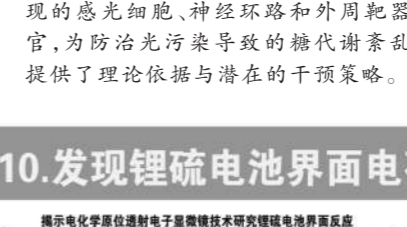
南方科技大学和深圳国际量子研究院的俞大鵬院士与徐源研究团队,联合福州大学郑佳标、清华大学孙岩岩等团队依据玻色编码量子纠错方案,开发了基于频率梳控制的低错误率宇称探测技术,大幅延长逻辑量子比特的相干寿命,超盈亏平衡点达16%,实现了量子纠错增益。该成果是通往容错量子计算道路上的一项重要成果。

## 9.揭示光感受调节血糖代谢机制



中国科学技术大学薛天研究团队发现光暴露显著降低小鼠的血糖代谢能力。此外,光同样可利用该机制降低人体的血糖代谢能力。这项工作发现的感光细胞、神经环路和外周靶器官,为防治光污染导致的糖代谢紊乱提供了理论依据与潜在的干预策略。

## 10.发现锂电池界面电荷存储聚集反应新机制



厦门大学廖洪钢、孙世刚和北京化工大学陈建峰等开发高分辨电化学原位透射电镜技术,耦合真实电解液环境外加电场,实现对锂电池界面反应原子尺度动态实时观测和研究。

(图表文字根据公开报道整理) 文字整理:刘郑伊、谢安 图表制作:谢安

# 无线电跳频技术:信息通信的“隐身衣”

宋可昉 许凌馨 杨龙霄



## 从钢琴到无线电——有点神奇的“缘起”故事

在介绍跳频技术之前,我们需要先了解一下无线电。无线电通信是利用电磁波信号可以在自由空间中传播的特性,进行信息交换的一种通信方式。早期的无线电通信只能在单一频率上传输,这就导致在日常使用无线电通信的时候容易出现频率拥挤的现象。比如,自家车库门遥控器有时会向邻居家的车库门发出信号,或者是自己的手机投屏到了邻居家的电视上。在战场上,单一频道的信息传输也使得敌方很容易实施电磁噪声干扰。因为无线电通信有着种种不便之处,扩频通信以及其衍生的无线电跳频技术应运而生。

扩频通信,即扩展频谱通信技术。顾名思义,指的是传输信息所用信号的带宽远大于信息本身的带宽。跳频技术则是扩频通信的其中一种实现手段,使信号在收发过程中,收发两端信号频率必须不断发生同步跳变才能够保持通信。这项技术使得信号在传递过程中能够提高频谱利用率,较好地解决频率拥挤问题,同时实现抗干扰、防窃听的目的。

跳频技术的发明者,是一位名叫海蒂·拉玛的美国女性。海蒂·拉玛在大学时代主攻的是通信。在与她的军火商丈夫的婚姻生活中,海蒂·拉玛掌握了大量无线电、扩频通信、鱼雷等相关技术知识,并由此萌生了研究基于无线电控制的鱼雷抗干扰问题的想法。这为她后来发明跳频技术奠定了基础。1940年,受到钢琴同步自动演奏的启发,海蒂·拉玛将这一原理创造性地应用到控制鱼雷信号频率上,最早的无线电跳频技术就此诞生了。

海蒂·拉玛的这项技术由两个“姊妹系统”组成。一个系统上设置了88个随机频道,系统通过一定规律使得收发船和鱼雷之间的同步可变波长无线电在这88个频道上跳变,同时确保船舶上的发射机和鱼雷上的接收机能够同步实现跳频,就像两台自动演奏的钢琴同时按下同一个键从而发出相同的声音一样。另一个系统则用于控制跳变频率的最小广播时长装置,依靠无线电静默时段的短暂时长来大幅缩短传递信号的时长,这使得基于这项技术操控的无线电信号难以被敌方截获或干扰。

海蒂·拉玛的这项技术由两个“姊妹系统”组成。一个系统上设置了88个随机频道,系统通过一定规律使得收发船和鱼雷之间的同步可变波长无线电在这88个频道上跳变,同时确保船舶上的发射机和鱼雷上的接收机能够同步实现跳频,就像两台自动演奏的钢琴同时按下同一个键从而发出相同的声音一样。另一个系统则用于控制跳变频率的最小广播时长装置,依靠无线电静默时段的短暂时长来大幅缩短传递信号的时长,这使得基于这项技术操控的无线电信号难以被敌方截获或干扰。

海蒂·拉玛的这项技术由两个“姊妹系统”组成。一个系统上设置了88个随机频道,系统通过一定规律使得收发船和鱼雷之间的同步可变波长无线电在这88个频道上跳变,同时确保船舶上的发射机和鱼雷上的接收机能够同步实现跳频,就像两台自动演奏的钢琴同时按下同一个键从而发出相同的声音一样。另一个系统则用于控制跳变频率的最小广播时长装置,依靠无线电静默时段的短暂时长来大幅缩短传递信号的时长,这使得基于这项技术操控的无线电信号难以被敌方截获或干扰。

## 从鱼雷到卫星——信息通信不可或缺的“基石”

跳频技术最初并没能像发明人设想的那样,用到鱼雷上,而是一直被用于制造防堵塞声呐浮标以及伴随飞机的跳频无线电系统。20世纪50年代末,跳频技术被广泛运用到军队计算机芯片中。后来,这项技术及其原理也启发着科学家们将其扩展到其他领域,如无线电话、互联网协议等。如今,从手机到卫星定位系统,这些信息技术背后,都有跳频技术的影子。

跳频技术为什么能够成为大部分信息通信技术的基石呢?究其原因,有以下几点。瞬息万变,来去无影。跳频通信抗干扰的机理类似于“打一枪换一个地方”的策略。一方面,载波频率在跳变时依循的是事先设定好的“伪随机序列”。这种序列周期长、随机性强,如果没有掌握序列规律,就会显得杂乱无章,让人难以捉摸。另一方面,跳变的频率成千上万且切换速度快,即便在某一频率上或某

几个频率上施放长时间的干扰也无法对信号产生有效影响。由于频率跳变速率高,调制系统从宏观的层面上看就像是一段拓宽了的频谱带,也就是宽带。大带宽换取的是更好的信噪比。在扩展了频带之后,信息不仅可以在较低信噪比下正常进行传递,还能借此隐匿于噪声之中,就像披上了“隐身衣”一样,不留痕迹地保持可靠的通信。

当然,跳频通信也并非“无解”,跟踪式干扰乃是它的“头号天敌”。以其战场应用为例,在作战过程中,一方可以通过使用某种侦察接收机对另一方发出信号进行侦听,破解其所使用的跳频图案后,就能够迅速以相同的跳频图案进行跟踪式干扰。现有的侦察接收机对一定跳速度的跳频图案截获率目前已非常高。为了应对这种情况,跳频信号的驻留时间应当尽可能缩短,不让侦察接收机有“可乘之机”。

当然,跳频通信也并非“无解”,跟踪式干扰乃是它的“头号天敌”。以其战场应用为例,在作战过程中,一方可以通过使用某种侦察接收机对另一方发出信号进行侦听,破解其所使用的跳频图案后,就能够迅速以相同的跳频图案进行跟踪式干扰。现有的侦察接收机对一定跳速度的跳频图案截获率目前已非常高。为了应对这种情况,跳频信号的驻留时间应当尽可能缩短,不让侦察接收机有“可乘之机”。

当然,跳频通信也并非“无解”,跟踪式干扰乃是它的“头号天敌”。以其战场应用为例,在作战过程中,一方可以通过使用某种侦察接收机对另一方发出信号进行侦听,破解其所使用的跳频图案后,就能够迅速以相同的跳频图案进行跟踪式干扰。现有的侦察接收机对一定跳速度的跳频图案截获率目前已非常高。为了应对这种情况,跳频信号的驻留时间应当尽可能缩短,不让侦察接收机有“可乘之机”。

当然,跳频通信也并非“无解”,跟踪式干扰乃是它的“头号天敌”。以其战场应用为例,在作战过程中,一方可以通过使用某种侦察接收机对另一方发出信号进行侦听,破解其所使用的跳频图案后,就能够迅速以相同的跳频图案进行跟踪式干扰。现有的侦察接收机对一定跳速度的跳频图案截获率目前已非常高。为了应对这种情况,跳频信号的驻留时间应当尽可能缩短,不让侦察接收机有“可乘之机”。

## 从军用到民用——升级发展为千行百业赋能

自20世纪70年代末出现第一台超短波跳频电台,到如今每秒几千跳的高速跳频系统,问世几十年来,跳频通信在军事领域大放光彩。跳频通信被视为制造军事通信设备和进行信息战、电子战的一项不可或缺的关键技术。

自20世纪70年代末出现第一台超短波跳频电台,到如今每秒几千跳的高速跳频系统,问世几十年来,跳频通信在军事领域大放光彩。跳频通信被视为制造军事通信设备和进行信息战、电子战的一项不可或缺的关键技术。

自20世纪70年代末出现第一台超短波跳频电台,到如今每秒几千跳的高速跳频系统,问世几十年来,跳频通信在军事领域大放光彩。跳频通信被视为制造军事通信设备和进行信息战、电子战的一项不可或缺的关键技术。

跳频技术在军事领域发挥的作用,总的来说可以归为以下两个方面。

在军事通信方面,跳频技术保证了通信的机密性、稳定性。如果把军事通信系统比作战场信息传输的纽带,那么跳频技术就是将纽带两端牢牢握紧的手。科索沃战争中,尽管北约使用了最先进的电子战手段、最先进的隐形战机和巡航导弹,但南斯拉夫联盟的指挥中心仍然和武装部队保持着密切联系,其中一个重要原因,就是南斯拉夫联盟信息系统的跳频通信技术发挥了重要作用。

纵观军事通信领域的光纤网络、无线局域网、无线通信、卫星通信、水下通信等技术手段,无不以跳频技术为托底。当前美军所使用的数据链终端——“MIDS”多功能信息分发系统就应用了以快速跳频技术为主的电子战防护技术;而基于跳频等技术所研发的AN/PRC系列便携式通信设备,更是对传统电台的“降维打击”。

在电子对抗方面,跳频技术不仅可以用来抗干扰,更能基于其抗干扰的优良特性为信息干扰系统保驾护航。凭借跳频技术实现“隐身”的远程对空搜索雷达,能够对大范围内的空中目标进行跟踪与搜索;有了跳频技术为屏障,电子战飞机在执行雷达干扰、通信干扰、摧毁敌防空、电子监视和信号情报侦察等任务时更加如鱼得水……在侦察和反侦察、干扰与抗干扰的角力之中,跳频技术不仅是“固盾之材”,更是“利矛之钢”。

跳频技术在军事领域中扮演着关键角色的同时,也在民用领域掀起了信息化巨浪。20世纪八九十年代,“无线革命”兴起。数字蜂窝、移动通信、蓝牙系统、无线局域网等新兴通信方式为了扩大用户群、优化通信体验,亟须解决频率拥挤问题。于是,跳频技术顺理成章开始向民用通信领域进军。据了解,在移动通信领域采用了跳频及扩频码分多址技术后,其通信容量提高了20倍之多;在广播领域,原先一个调频电台只能传送一个单声道和一个立体声节目,在采用了跳频技术后,同时传送75个立体声调频节目变得轻而易举……

跳频技术对频谱资源的极大拓宽,使得万人乃至万物互联不再遥不可及。蓝牙、Wi-Fi等这些需要被大量使用的信息技术,都是在扩展了频谱资源、保证了通信不会频繁紊乱的前提下开发使用的。可以预见的是,在未来,“无线办公室”“无线城市”等基于跳频技术的新兴事物也将变为现实。

虽然当前跳频技术的理论和应用都已经相当成熟,我们仍可窥见其巨大的进步空间和发展潜力。受到元器件、解调编码技术等多重因素的制约,跳频在速率上和方法上仍然存在着发展瓶颈。为此,跳频技术将瞄准高速化、融合化、智能化等方向持续深入发展。在未来,跳频技术会随着信息技术的进一步突破而常用常新。

上图:以跳频技术为基础实现万物互联。

制图:钟迅睿

## 高技术前沿

# 新型人造纤维:像北极熊毛一样温暖

柴诗尹 胡广泉

## 新看点

近期,浙江大学研究团队受到北极熊厚实的毛皮启发,模仿北极熊毛的独特结构,创造出了一种超保暖的人造纤维。该研究成果发表在《科学》杂志上。在科技日新月异的当下,保暖已不再停留在御寒的初级阶段,人们渴望在保暖的基础上追求更加轻便高效的性能。此前,人们曾尝试将气凝胶“涂装”在织物的表面,或者直接“纺”出含有气凝胶的纤维。然而,由于气凝胶涂层容易脱落,或者材料的气凝胶含量有限,使

得材料在耐磨、抗拉伸等方面出现了种种问题,保暖衣物的性能似乎很难再有提升空间。大量研究中,科研人员发现,北极熊作为生活在极地严寒环境中的动物,其厚实的毛皮具有极好的保暖性能。不仅如此,北极熊的毛是中空结构,里面封装了大量“静止”的空气,可以通过抑制热传导和热对流减少热量的损失。在电子显微镜下可以看到,北极熊毛外层还有一层大概20微米厚的壳,占毛发直径的近四分之一。因此,科学家模仿北极熊毛的“核-壳”结构,制备出了一种可封装气凝胶的超保暖人造纤维。据介绍,这种超薄仿生纤维保暖材

料的“核”可以实现超强保暖,通过调控纤维内部小孔的方向与尺寸,实现有序的孔结构,抑制了热辐射;外层的“壳”负责坚韧耐用,满足衣物纤维的抗拉伸需求,兼顾了材料的保暖性能和力学性能。实现了保暖性能,如何在此基础上更加轻薄?研究团队首先想到的是要用更少的材料封装更多的空气。这种超保暖人造纤维的中心是高分子气凝胶,气凝胶孔隙度极高、密度比空气还小。内部分布着直径约为10~30微米的细长小孔,这些小孔朝着同一个方向排列,像一个存储空气的“仓库”,从而使得纤维内部充满了空气,起到了很好的隔热作用。

同时,一层TPU(热塑性聚氨酯弹性体)外壳将内部的气凝胶包裹起来。由此,“核-壳”的结构使得这款新型人造纤维不但有传统保温材料的隔热功能,还能“封锁”人体向外辐射的红外线,具有出色的保暖效果。为了验证这种保暖材料的保暖效果,研究人员在-20℃的恒温冷库中,试验了初始温度相同的羽绒服、羊毛衣、棉毛衫和加装超薄高效仿生保暖材料的“北极熊毛衣”的保暖效果。结果显示,“北极熊毛衣”呈现出最好的保暖效果。未来,该新型保暖材料不仅可应用于服装领域,而且在航空航天、建筑、交通等领域都有着广泛的应用前景。