



视觉中国

脑电波大致分为 $\alpha$ 波、 $\beta$ 波、 $\gamma$ 波、 $\delta$ 波和 $\theta$ 波,不同的电波对应不同的大脑状态。尽管不同的脑电波大致有一个代表的方向,但实际情况却复杂得多。事实上,脑电信号的破译工作目前仍是一片“蓝海”。

智能头环真能判断注意力是否集中? 专家表示——

## 脑电波读出容易,读懂很难

本报记者 张佳星

前不久,浙江某小学为学生佩戴“智能头环”检测脑电波以判断其注意力是否集中的事件引发

热议。测试脑电波这一在医疗领域和研究领域常用的技术手段,由于科幻电影的渲染总是让人感觉无比神秘。

那么什么是脑电波,它可以被探测解读吗?

### 神经元的活动形成了脑电波

尽管幻想脑部“吡吡”放电会显得古怪滑稽,但脑电波确实存在。之所以难以察觉,是因为它的强度最高只有200微伏。

大脑在活动时,大量神经元同步发生的突触后电位经总和后形成了脑电波,突触后电位的本质是带电离子在神经突触的进出。所谓“思想的火花”,正是思考时体内的带电离子穿过神经细胞膜上的通道(如化学门控通道)留下的“嗡嗡”声,以及流过后大脑不同区域的电位差。脑电波仪器记录的正是脑神经细胞的电生理活动在大脑皮层或头皮表面的总体反映。

一般认为,脑电波大致分为 $\alpha$ 波、 $\beta$ 波、 $\gamma$ 波、

$\delta$ 波和 $\theta$ 波,不同的电波对应不同的大脑状态。“脑电波一直存在,但是不同的状态下不同的波将成为主体,例如合眼的时候, $\alpha$ 波会马上活跃起来。”复旦大学教授黄志力说,而当大脑充满 $\theta$ 波时,人的意识活动明显受到抑制,无法进行逻辑思维和推理活动。此时,大脑凭直觉、灵感、想象等接收和传递信息。

科学家还发现,人们在觉醒并专注于某一事时,常可见一种频率较 $\beta$ 波更高的 $\gamma$ 波,其频率为30—80赫兹,波幅范围不定。有假说认为, $\gamma$ 波也许与建立统一的清晰认知有关,通过吸引不同的神经元电路的同步,增强意识、产生注意力。

### 用脑机接口、电极、头环均可检测

“脑电波本身就是电信号,微伏测量确实难,但是检测完全没问题,至少实验室没问题。”北京大学工学院特聘研究员雷霆表示,脑电测量设备的先进性、贴合的紧密程度、测量方法、是否植入等均对是否能够准确测量脑电波产生影响。

据了解,目前获得脑电波的方式,有脑机接口、电极贴片、头环或头盔等。

通过脑机接口获取脑电波的方式,理论上获取效率最高,识别率最好,而且可以长期持续使用,但缺点是需要脑机接口,风险性较大。

电极贴片是一种典型的获取脑电波的方式,在医学领域和一些科学实验场景,我们常常可以见到在脑外部贴上密密麻麻电极的场景。

上海师范大学教授李鲁群等在《基于脑电波信号的人体疲劳程度测试模型分析》一文中曾详细介绍了通过电极贴片获取脑电波的方式:

通过两个干电极,将芯片与测试者头部相连,其中一个干电极贴于测试者的脑门,另外一个夹在测试者的左耳;然后将生物传感器与电脑终端相连,芯片将采集到的脑电波信号通过蓝牙的方式发送到生物传感器,电脑终端就会显示脑电波信号的特征值。

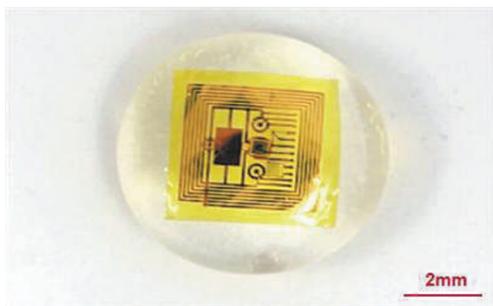
虽然这种方式比脑机接口的成本低很多,不需要植入,安全性较高,此外,其信号的识别率也比较有保障。但缺点是这种方式操作成本较高,且需要专业人士协助,不能随时进行,日常生活场景中很难普及。

此外,头环或头盔也是获取脑电波的方式之一。头环或头盔的优点在于可以简单佩戴,持续使用,可以方便地产品化。其缺点是采集信号容易被背景噪音信号干扰,识别的准确性和效率明显不如前两者。

## 液滴遇上柔性电子,让机器人实现“72变”

陈曦 通讯员 焦德芳

《西游记》中孙悟空“72变”化身小虫,钻到妖怪肚子里大显身手的故事,表现了古人对于微观世界的大胆幻想。近日,天津大学精仪学院黄显教授团队成功研发全球首个液态全柔性智能机器人,能“72变”的“血管医生”让神话成为现实。相关研究成果近期发表于国际工程和自然科学领域权威期刊《尖端科学》,并得到国家自然科学基金和天津自



然科学基金等支持。

### 目前软体机器人存在“硬伤”

如今机器人技术已经被应用到各个领域,有一类机器人可以根据所处的地理环境,自由改变其结构和外形,具有运动能力、变形能力和传感测量能力,这类机器人被称为无定形软体机器人。

“这类机器人是基于柔性电子器件所具有的超薄、柔性、可延展的类皮肤特性,利用柔性电子技术研发的微型软体机器人,不仅可以反复改变形状,还实现了运动、抓取、运输和触觉感应等功能。”黄显教授团队成员、博士研究生周明行介绍,其在生物医学领域和安全领域有着自己独特的优势。在生物医学领域,无定形软体机器人在可控药物释放以及植入式医疗机器人等方面有着巨大的潜力。微型软体机器人可以通过注射方式随血液进入血管,借助传感元件和包载药物,对血液和血管进行测量,实现定点可控药物释放等功能。在安全领域,无定形软体机器人能

进入人类无法进入或者危险的环境,并对环境中的物理、化学和生物等信号进行检测,环境适应能力强,在排险、探伤、侦查、军事安全领域具有广泛的应用前景。

“不过现阶段,已有的或者在研的软体机器人依然存在着一些‘硬伤’。”周明行解释,这是因为,目前柔性电子器件主要依附于或者集成在有机体、机器人和电子产品上工作,依附物往往位置固定,活动范围受限。部分软体机器人虽然可以实现运动、抓取、运输和触觉感应等功能,但这些功能的实现主要依赖于传统的刚性传感元件和电路,还没有做到到机体和功能电路的全柔性构造,严重阻碍了性能的实现,比如普通软体机器人无法进入或者通过狭窄的血管、缝隙。这就需要全柔性、无固定形态,像液体一样的机器人出现,来满足这种需求。

基于液滴和柔性电子技术的液态全柔性智能机器人结构构成 天津大学供图

### 脑电信号的破译仍是“蓝海”

天马行空、不拘一格、智慧深邃……人的思维是如此丰富多彩,脑电波又有多个种类和千万种组合,那么如何破译这些信号?

“不同的认知可以根据脑电图的变化来判断,但是非常复杂。”中国标准化研究院研究员张运红表示,尽管不同的脑电波大致有一个代表的方向,但实际情况却复杂得多。

李鲁群等人为了找到司机疲劳程度与脑电波信号的关系,曾建立了一个模型,通过对复杂数据的降噪、重构、建模、拟合等多步处理后,经过多步计算,随后进行反向验证,得到相对有一定准确率的计算方法,使得 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\theta$ 波的特征值能够计算,从而得到疲劳状态的判定表达式,来判断疲劳与否。

“主要问题是脑电波测得是否准确,数据有没有价值。”雷霆认为,如果在基础研究阶段没有得出准确的数学模型,则后续的软件设计、应用开发都是无本之木。

### 相关链接

### 调控脑电波有望对认知障碍等进行干预

记者了解到美国儿科医学院将脑电波神经反馈训练作为多动症的干预手段之一。我国科学家也正在研发一种穿戴式头盔,希望通过监测、调控脑电波,并结合人工智能算法,实现可反馈调控的人脑功能辅助增强技术。

这种穿戴式脑功能调控头盔基于近年来出现的无创式脑刺激调控技术,其原理是:通过柔性电极传感器,识别脑电波在大脑执行不同任务时的变化,再通过电极组合释放微弱的电流脉冲刺激,到达大脑的特定区域,改变脑电波的活动,调控大脑神经细胞的活跃状态。

研究团队负责人介绍,这项技术未来有望应

用于特种人员的技能训练和学习记忆能力的快速提升,高压环境所致的焦虑紧张情绪的干预和缓解等。在医疗领域,这项技术有望对儿童多动症、抑郁症、老年痴呆、失语症、帕金森病等功能异常、肢体运动障碍、认知障碍进行干预。

通过实验研究,研究团队解析出了与注意认知、情绪调控、焦虑、毒瘾发作、压力及癫痫等脑功能障碍相关的特定脑区,希望未来能够对这些特定脑区实施有效的干预。但相关负责人也坦言,目前的数据只是部分人群测试的结果,头盔在大规模推向市场前,还需要针对不同年龄、组别的人群做更多大量双盲实验,积累足够让人信服的数据。

### 新知

### 重大地质历史灾变后 地球气候系统会自我修复

为什么地质历史时期地球经历一段较长的冷期后,便迅速经历一个相对较短的气候变暖期,随后又再次重复?最近,中科院地球化学研究所的研究人员研究这种冷暖转变的背景时发现,这涉及到南北两个半球气候过程之间的相互作用及其机制问题。

该所环境地球化学国家重点实验室、中科院第四纪科学与全球变化卓越创新中心研究员洪冰课题组与阿根廷、日本等国科研人员合作,在国际地学期刊《地球科学评论》上提出证据,表明来自北半球高纬度巨量的融冰洪水倾泻入北大西洋,导致大西洋经向倒转环流的运转变慢甚至停止,从而导致地球系统能量的重新分配,让北半球变冷而南半球变暖,出现一个正相的半球热梯度或半球间温度反差,使得地球热带辐合带和南半球西风带的平均纬度位置向南方方向移动;与此同时,起源于南半球的印度洋夏季风强度也随之转弱。

洪冰介绍,这种变化过程显示了北半球对南半球的影响,而南半球是否影响、如何影响北半球,还未可知。他们的这项研究,进一步阐明了南半球西风带的活动特征,指出在大约南纬47度附近存在一个风力最强又相对稳定的核心区;南半球西风带对不同相位的半球间温度反差的响应,表现为以大约南纬47度为轴,向地球南极或赤道方向摆动的过程。

此外,研究认为在末次冰期一系列突出的寒冷事件中,当灾难性的融冰洪水对地球气候系统造成冲击时,也同时启动了地球气候系统的自我修复过程。其结果不仅把更多大洋深处的二氧化碳释放到大气环境中,导致南北半球的不同变暖,也增强了对南大洋深部水的拉动作用,并最终导致大西洋经向倒转环流重新加快运转,使北半球变暖而南半球变冷。

研究结果凸显了南北半球气候系统的关联特征,特别是南半球西风在其中所起的重要作用,揭示了面对地质历史上的重大灾变,地球气候系统具有自我修复能力。这一成果对地球系统科学研究具有重要意义。(记者赵汉斌)

### 仿珍珠母层隔膜 有效提升锂电池抗冲击性能

记者从中国科学技术大学获悉,该校姚宏斌、倪勇和俞书宏研究团队,运用仿生学原理构建仿珍珠母层隔膜,可有效保护锂电池并降低安全隐患。研究成果于近日在线发表于国际材料领域顶级期刊《先进材料》上。

多孔的聚烯烃因其优异的电化学稳定性而被广泛地用作锂离子电池隔膜。作为电池正负极之间防止短路的隔绝层,聚烯烃内部的多孔结构有利于电池在充放电过程中的锂离子通过,但也导致了隔膜较差的机械性能。尤其是当隔膜受到外部的局部冲击时,其内部孔结构必然会产生畸变导致开裂和部分孔关闭,从而严重影响锂电池的性能和安全性。目前业界广泛使用陶瓷纳米颗粒涂层来提高聚烯烃隔膜的热稳定性和对电解液的浸润性,但是纳米颗粒涂层很难有效抵抗局部化的外力冲击作用,必然会导致电池内部在充放电过程中具有不均匀的锂离子流,引发电极上不均匀的锂沉积甚至导致锂枝晶的生成。

为了解决这一难题,科研人员在聚烯烃隔膜表面构建仿珍珠母层的“砖泥”有序结构。仿珍珠母涂层通过片层的作用有效扩大受力面积来耗散冲击的应力,从而有效地保护了隔膜内部孔结构,维持电池内部均匀的锂离子流。相对于使用商业陶瓷隔膜的软包电池,采用仿珍珠母层隔膜的软包电池在面面对冲击时表现出较小的开路电压变化和较好的循环稳定性以及高安全性。研究团队对两种隔膜组装的软包电池进行了冲击试验,结果表明,仿珍珠母层隔膜对电池具有良好的保护作用并且可以有效地降低安全隐患。

该研究成果提出了构建仿珍珠母层增韧隔膜的策略,并从理论模拟和实验测试上证明其提升锂电池抗冲击的能力,将为今后提升锂电池的安全性开辟新途径。

(记者吴长锋 通讯员杨凡)

### 趣图

### 芬兰海岸现数千“冰蛋”



图片来源于网络

据英国《卫报》近日报道,芬兰一处海岸边出现了数千颗“冰蛋”。据专家介绍,这种“冰蛋”是在非常特殊的条件下才会出现的自然奇观。报道称,这些“冰蛋”覆盖了30米长的海岸线,当地居民表示,最大的一颗看起来像一个足球那么大。