



目前人类空间运输主要依靠火箭。虽然相关技术已足够成熟,但其回收和燃料成本仍然太高。如果使用太空电梯,运输费用会降至每公斤几百美元。另外,如果太空电梯计划能够实现,人类太空旅行的成本也将降低,其中蕴含的巨大市场潜力将得到释放。

太空电梯是“跳一跳就够得着”的美梦吗

科幻脑洞 科学找答案

◎ 实习记者 朱玺

近日,西北工业大学材料学院教授赵廷凯团队对半导电性单壁碳纳米管的可控制备进行深入研究,提出一种新的多循环生长工艺,为大规模合成高纯度半导电性单壁碳纳米管提供了新方法。4月15日,相关论文发表于《化学工程杂志》。

碳纳米管听来陌生,然而实际上,你可能早与它打过照面——电影《流浪地球2》里的太空电梯、《三体》中提到的纳米飞刃都与它有关。

想建科幻迷们心向往之、津津乐道的太空电梯,少不了碳纳米管。

太空电梯是个多少有些古老的梦。近半个世纪前,科幻巨匠阿瑟·克拉克在小说《天堂的喷泉》中描绘了太空电梯。传说中,在很久以前,人类说着同一种语言。为了宣示自己在地球上的主宰地位,他们打算合力建造通天的巴别塔,最终未能实现。从巴别塔到太空电梯,反映出人类自古就有的、对天外世界的好奇与求索。

多年来,由于技术原因,太空电梯建设进展缓慢。事实上,和其他天马行空的想象相比,太空电梯似乎是一个“跳一跳就够得着”的美梦。随着材料学等学科的进展,科幻作者头脑里的太空电梯也许要成真了。

对建高塔的想象愈加丰满

1895年,俄国科学家齐奥尔科夫斯基访问巴黎期间,看到当时的世界最高塔——埃菲尔铁塔后深受触动,生发出修建太空电梯的设想。他当时的设想是在地球外相对静止的轨道上修建城堡,并通过缆绳与地面连接。

随后,几代科幻作家与科学家对太空电梯的设计进行完善,并形成初步达成共识的方案:太空电梯分为箱体、缆绳轨道、地面地基和配重四个部分,连接地球表面和太空轨道上的卫星。科学家将地基选在地球赤道附近,是为了避免地球自转的影响,如果在其他纬度,将无法一直保持相对静止。为了使卫星与地球也保持相对静止,需要将卫星放置在距地面3.6万公里的太空轨道上。中间连接卫星与地基的缆绳既要足够长,密度又要足够

研究人员为老鼠开发迷宫实验

寻找大脑的记忆存储“芯片”

◎ 宋闻凯 实习记者 朱玺

无论是小朋友第一次记住回家的路,还是在朋友生日的时候第一时间送上祝福,在人类的高级认知活动中,记忆无疑拥有不可替代的重要地位——人类之所以能够认识世界和改造世界,关键在于人类大脑有超凡的思维能力和记忆能力。那么,大脑的记忆存储“芯片”在哪儿?大脑如何进行记忆分类检索和控制?

3月31日刊载于美国有线电视新闻网网站上的一则研究将人们的视线拉回记忆这一话题。在这项研究中,纽约洛克菲勒大学的研究人员为老鼠开发了一个迷宫实验,试图解开长时记忆的存储之谜。

探秘人类记忆加工厂

从保持时间长短上看,记忆可以分为感觉记忆、短时记忆和长时记忆。人的感觉记忆类似键盘和摄像头,从外界感知到的视觉、听觉等所有刺激在转化为信息之后都会在感觉记忆中登记。它只能保持极短的时间,容量也极为有限。大部分信息在感觉记忆阶段就会消失,少部分信息因得到注意而进入短时记忆并在几分钟内指导人们执行决策,帮助人们完成当下的任务。但短时记忆的容量也较为有限。随后,一些重要的短时记忆被进一步加工,进入长时记忆的“仓库”,保存几天甚至几十年,几十年的时间。长时记忆的容量一般被认为

为上限很高,甚至没有明显上限。但与短时记忆相比,其回忆和再认是一大难点,也是记忆相关训练着重加强的部分。

那么,这些不同类型的记忆都储存在大脑的哪个区域呢?

一般认为,记忆形成信号主要存储在大脑皮层、小脑、海马体和杏仁核等大脑结构中。其中,大脑皮层和海马体是与记忆相关的关键部位。位于内侧颞叶的海马区是记忆加工的重要场所,这个海马状结构位于太阳穴向内几厘米,对短时记忆的加工、存储以及长时记忆的提取都尤为重要。记忆能力与海马体的激活、海马体中新神经元的产生速度以及海马体结构的大小相关。2006年,一项发表于《科学》杂志的研究利用电生理和分子生物学技术,解释了内侧颞叶损失之后人类无法建立新记忆的原因。

随着时间的推移,形成已久的记忆逐渐表现出独立于海马体的趋势。20世纪中后期和本世纪初的研究都表明,短时记忆主要由海马体组织加工,而长时记忆很大程度上依赖大脑皮层,例如前额叶和前扣带回皮层等联合皮层区域。大脑皮层是整个中枢神经的最高级中枢,其高度进化也是哺乳动物进化的标志。其中位于两眼正中间的前额叶皮层与语言记忆等高级认知功能密切相关。海马体能处理存储的信息较为有限,因此适合处理短时需要注意的信息,而随着海马体与皮层的沟通,短时记忆进入长时记忆,前额叶皮层也不断被激活,长时记忆最终被固化下来。

2021年,复旦大学学者发表在《自然·通讯》杂志的研究论文进一步显示,长时记忆中的语义记忆和情景记忆拥有一个共用的神经环路,二者更好的提取可能跟左侧颞下回和前岛叶皮层区域与腹内侧面额叶皮层功能连接的弱化有关。

脑科学研究走向深入

近年来,随着研究深入,我们对记忆的认识有了以下几方面进展。

首先,科学家逐渐意识到,记忆并不是像仓库里的商品一样固定地储存在某个脑区里,“并不是说每段记忆都会被存放在一个细胞里,然后填满整个大脑。”美国密苏里大学的认知心理学家尼尔森·科方指出,记忆的过程依赖不同大脑结构之间的网状连接,以及由此形成的具有不同功能的神经环路。这些被激活的神经元可以看作一个个信号单位,它们按顺序被激活而构成的神经环路中的神经编码,就代表一组记忆。

其次,人们对与记忆相关的大脑结构有了更精细化的认识。从海马体到大脑皮层之间的神经通路也在逐渐被填补。在文章开头提到的研究中,来自美国洛克菲勒大学的研究人员发现连接海马体和大脑皮层的一个大脑区域——前端丘脑,是记忆巩固过程的关键。

在这项研究中,为了弄清楚在海马体的短期任务和大脑皮层的长时记忆之间发生了什么,科学家们需要记录大脑连续

但这些都是在理论层面对碳纳米管进行“建模”,现实中它的生产远未达到预期。“碳纳米管的理想结构单元是正六边形的六元环,但在实际操作中,非理想化的条件可能会使其产生五元环或七元环的结构,从而使得材料性能大打折扣。”李赫还强调,“碳纳米管的生产需要严苛的条件和环境,一般实验室内能够制备出的长度只是微米级别。目前最先进的技术也只能生产约半米长的碳纳米管成品,这离修建太空电梯的需求还有很远的距离。”

李赫告诉记者,即使太空电梯建成后,其运营维护仍有很多问题待解决。一是作为缆绳的碳纳米管长期暴露在大气中,经过氧气的长时间侵蚀,其使用寿命会大大缩短。恶劣天气也会加剧碳纳米管老化。如果要在碳纳米管表面做保护层,就必须要求涂层具有同样的抗拉韧性,然而目前还没有符合要求的选项。二是地球同步轨道上已十分拥挤。人类发射的卫星、废弃卫星以及其他太空垃圾会对太空电梯的运行构成威胁。

另外就是电梯的动力问题。目前来看,太空电梯的最佳动力来源是电力,能否保障电梯运行全程供电,未来如何摆脱燃料、怎样实现无线供电,甚至如何将光能作为电梯动力都是值得思考,也是需要解决的问题。

再建“巴别塔”需要人类共同努力

太空电梯并非只停留在构思阶段,已有国家开始投资建设。

据媒体报道,2012年,日本著名建筑公司大林组启动总投资超过100亿的太空电梯建设方案。他们计划在赤道附近海域修建地基,设计电梯时速200公里,从地面到太空轨道单程需要7天时间。预计工程将在2050年建成。

不过,随着项目开展,研究和施工人员在论证和实际操作过程中发现越来越多的问题。他们自己也坦言,修建太空电梯只是“尝试”。目前项目进展如何无从知晓,陷入了“高开低走”的尴尬境地。

李赫指出,除了技术难度外,修建太空电梯的又一大挑战来自人类自身。再建“巴别塔”绝非一个或几个国家能完成的事,而是需要全人类的通力合作。世界各国是否愿意且能够搁置争议,通过协商合作、共同建设,互惠共享这一全人类的共同财富才是关键。

几周内的活动。现有的电生理研究可以同时捕捉多个脑区,但在时间尺度上较为受限。传统的显微镜虽然可以记录数周的大脑活动,但它们一般只能关注大脑的一个狭窄区域。

于是,研究人员开发了一种新的三路单细胞成像技术,在几周内观察追踪海马体和大脑皮层中间区域中的神经元,以此研究小鼠的记忆如何巩固。他们让小鼠在一个不断旋转的泡沫塑料球上原地跑步,同时观看虚拟现实迷宫,就像超级马里奥游戏中那样。迷宫里有些是高级奖励,有些是消极刺激。一个月后,这些小鼠只记得那些包含奖励的区域。

在这个过程中,研究人员不断记录小鼠的记忆过程并测量其神经回路的差异。他们后续的研究发现,前端丘脑这一结构在小鼠的记忆巩固中起着关键作用。在随后的两个实验中,研究人员发现,抑制前端丘脑会破坏小鼠长期记忆的形成。反之,强化前端丘脑会保留原本不会被长期储存的记忆,并使它们继续保持下去。

北京脑科学与类脑研究中心的博士后研究员赵超岑表示,这项研究的意义在于,它利用新的成像技术在时间和空间尺度上同时进行了突破性拓展,同时也发掘出前端丘脑这个促进记忆由起点向终点转变的“守门员”,为进一步揭示短期记忆与长期记忆的关系打开了突破口。

她指出,该研究有望在未来应用于与记忆障碍相关的多种神经退行性疾病的诊断与治疗,如阿尔茨海默症、健忘症等。

新知

地上地下搭起“通讯网” 植物间交流无处不在

◎ 本报记者 赵汉斌

自然界中,植物并不是孤立存在的,而是经常与其他生物产生形式各异的互动。植物间通过地上和地下部分产生的挥发物以及利用根际分泌物进行交流互作,对此,科学家已进行了深入研究。

日前,中国科学院昆明植物研究所研究员吴建强团队受邀在国际期刊《植物生物学综述年刊》上发表了关于植物间“通讯”的综述文章。

一系列研究表明,寄生植物与寄主间可以进行物质与信号交流;此外,从枝菌根真菌的菌丝也能在地下连接各种植物根系,形成庞大的菌根网络,在不同宿主植物间传递信号与物质。

寄生植物搭起地上有线“通讯网”

植物没有“大脑”,也不能移动,但在长期演化过程中,它们拥有的能力远比人们以为的复杂得多。而人们对其超强“通讯”能力的认识,还在起步阶段。

吴建强带领的植物与其他生物互作化学生态学攻关团队,长期从事植物间的相互作用研究。

“植食性昆虫的取食是植物生存面临的重要威胁之一。”吴建强介绍,在生物协同进化过程中,植物拥有复杂多样的抵御昆虫取食的策略,包括精妙的信号传导系统和多种多样的植物抗虫次生代谢产物。

此前,吴建强团队首次提出寄生植物菟丝子与寄主植物可以形成“菟丝子连接的植物微群体”的生态学概念,并以此作为研究模型,开展了一系列创新研究。

菟丝子是专性寄主植物,不能进行光合作用,萌发后,必须尽快寄生在宿主身上才能生存。

“在长期演化过程中,菟丝子特化出‘剥削’寄主的器官——吸器,通过吸器与寄主的维管组织连接,形成物质交流的通道。”前述论文共同第一作者、昆明植物研究所博士中国境介绍,转录组学研究表明,菟丝子和寄主在正常生长状态下,存在着上千个信使RNA的交流,而且在转运中,可能作为一种长距离运输信号,发挥生物学功能。

“菟丝子通过自身的维管束,可以与寄主交流,也可以在不同寄主间转运信号、水分、无机盐和有机营养物质,就像搭桥一样,维管束通道是一个复杂的系统。”吴建强说,菟丝子像“有线连接”一样,很稳定,与挥发物或根系分泌物传递“无线”信号不同,它能够稳定地传导信号和物质,从而调动寄主植物产生生理变化。具体来说,菟丝子能够传递有生态学效应的抗虫系统性信号、盐胁迫系统性信号、氮素营养缺乏诱导的系统性信号等。

丛枝菌根真菌无声勾连地下“通讯网”

丛枝菌根真菌是一类与植物共生的土壤真菌,因其侵入植物根系形成丛枝状结构而得名。

“地球上约70%—90%的陆生植物,能与丛枝菌根真菌形成互作。”吴建强介绍,丛枝菌根真菌在细胞间生长,在植物根皮细胞中形成高度分枝的树状结构。根外菌丝从土壤中吸收、转运磷和氮等,然后卸载到植物根部。

因此,这类真菌促进了植物对需求最盛的磷和氮的吸收;反过来,植物也可作为真菌提供糖和脂质营养物质。丛枝菌根真菌并不“专情”于一株植物,而是同时“勾搭”相邻的不同植物,通过连接不同宿主的根系形成共生关系。

“这是一个新的研究方向,为了解生物间的相互作用提供了丰富的信息和崭新的视角。”论文共同第一作者、昆明植物研究所博士张井雄说,越来越多的证据表明,和地表寄生植物与寄主间传递信号类似,复杂的信号同样可以通过菌丝网络在植物间传播,并相互影响,使植物之间的“通讯”成为可能。

此前,有研究人员利用丛枝菌根真菌,连接两棵相邻的番茄植株,搭建菌丝网络,并对其中一株番茄接种早疫病菌。科学家们发现,这会导致另外一株健康番茄植株中抗病相关基因转录水平和抗病相关酶的活性升高。其中,菌丝网络充当了传递病原体防御相关移动信号的管道。

“总的来说,菌丝网络连接诸多植物,把受胁迫的系统信号转移给其他植物,从而激活防御机制。”吴建强说,这是令人着迷的问题,但哪些植物可以通过菌丝网络传递移动的长途信号?这些信号产生和调控的机制是什么?植物能否展开双向“通信”?对这些问题,人们还知之甚少,有待进一步探秘。

基础研究应用于农业尚待时日

植物间由寄生植物的吸器或菌丝网络传达信号,并改变植物生长发育的事实,正日渐明晰。随着研究的深入与成果的积累,科学家开始思考:这一切,是否能应用于农林发展和病虫害绿色防治中呢?

此前,吴建强团队通过抗虫表型分析、激素及次生代谢物检测、转录组和代谢组关联分析,揭示了多个基因在植物系统性抗虫中的作用机理,解析了植物系统性抗虫响应的机制。

桃蚜是栽培型作物的主要害虫,可以取食菟丝子。“我们首次发现在桃蚜—寄生植物—寄主植物三者之间存在跨界的双向信使RNA信息交流,这意味着抗虫性信号从菟丝子传递到黄瓜叶和根中,导致后者对桃蚜取食产生了抗虫响应。”吴建强说。

在农业生产中,玉米等大多数作物都会会长丛枝菌根真菌。吴建强告诉记者,很多时候,丛枝菌根真菌能帮植物获得氮和磷。科学家已经着手进行相关研究,希望通过人工合成等方式,改变作物与丛枝菌根真菌互作的强度,以提高作物的抗性和产量。

“除了植物内部的信号传输,上述‘通讯’网络也能传递和食草动物相关的移动信号。”中国境介绍,植物能感知环境因素,如水、光、营养物质可用性以及来自昆虫和病原体的攻击,并利用局部和系统的信号通路,调整成长和抗逆生理响应。

为了对付蚜虫,大豆会在叶片上生产出多种挥发物。这种效应不仅发生在受蚜虫取食的大豆植株上,也发生在菌丝网络连接的健康大豆中,这表明,某些移动信号已传递给更多“小伙伴”御敌。同样,棉铃虫摄食诱导的系统信号也能通过菌丝网络,从受害昆虫侵害的番茄植株传播到其他植株,这些信号无一例外地增强了信号受体植物的抗性。未来,这些发现或可用于农业生产。