



# 石墨烯超导可控性不强? 试试换个角度多“叠”几层

◎本报记者 吴长征

9月初,美国加州大学圣巴巴拉分校 Andrea F.Young 课题组连续在《自然》杂志背靠背发表两篇论文,报道了他们在菱面三层石墨烯发现超导的最新突破。值得一提的是,两篇论文的第一作者都是中国科学技术大学少年班的留学生周昊欣。

2018年,毕业于中国科学技术大学,被誉为“天才少年”的曹原,在魔角扭曲的双层石墨烯中

首先发现新的电子态,一举打开了非常规超导体研究的大门。

“在此次报道的两篇论文的第一篇中,研究团队在菱面三层石墨烯中发现超导性,在亚开尔文温度下表现为低电阻率或消失电阻率。第二篇论文中,研究团队在菱面三层石墨烯中发现‘半金属’和‘四分之一金属’。”合肥工业大学微电子学院电子科学系副主任于永强副教授表示,此次晶体菱面三层石墨烯超导现象的发现,为石墨烯超导的研究带来更多的可能性。

一块全新领域,为研究电子与电子之间的关联效应,提供了全新的、开辟性的理论基础。这就是魔角石墨烯。

而这两篇《自然》论文的第一作者,就是来自于中国科学技术大学少年班的曹原。曹原也因此登上了2018年《自然》杂志的年度十大科学人物,并列榜首。

“魔角扭曲石墨烯是将第一层石墨烯放置在第二层石墨烯上,然后将第一层石墨烯旋转大约1.1°。简单来说,就是把一块石墨烯切成两块,把其中一块相对于另一块转一个角度,

然后再把两块叠起来。”于永强告诉记者,魔角扭曲石墨烯可以在原子尺度获得莫尔超晶格,这种物理结构会产生能量状态,阻止电子分开,迫使它们相互作用。基于当前的超导理论,超导行为被认为是源自电子之间的强相互作用。

“存在超晶格的魔角扭曲石墨烯,在门电压的调控下,可连续调控其载流子浓度,同时在更低的温度时(约为1.7K),达到超导特性的电子临界浓度,电子间将出现强相互作用,获得超导特性。”于永强说。

## 石墨烯独特属性使其具有超导潜力

超导体早已广泛应用于日常生活的方方面面。它们是核磁共振成像仪器和磁悬浮列车中的必要组件;还可用于制造传输和储能容量长达数百万瓦的电力线路及装置等。

石墨烯是由一层碳原子组成六边形结构的二维原子晶体。由于石墨烯优异的光学、电学、力学特性,其在材料学、微纳加工、能源、生物医学和药物传递等方面具有重要的应用前景,被认为是一种革命性的材料。

而超导石墨烯的出现为其应用开辟了更多的可能性。例如,它可以用于超高速计算机中的新型超导量子设备。

“石墨烯是具有极高载流子迁移率的零带隙半导体,并具有完美的狄拉克锥形能带结构,它的导带和价带具有重合的狄拉克点。”于永强告诉记者,科学家可以通过叠套方法和较弱的范德瓦尔斯力将石墨烯层与层叠套在一起。

“在叠套过程中,可将层间扭曲一定角度。通过改变层间扭曲角度,可以改变套叠石墨烯体系的微观电子结构,从而改变体系的物理性能。”于永强表示,石墨烯本身不具有超导特性,但石墨烯独特的能带结构、高载流子迁移率以及可通过人工层状原子堆垛方法,实现扭曲角度而调控套叠石墨烯体系的微观电子结构等特性,使其具备实现超导的潜能。

于永强告诉记者,由于石墨烯是零带隙高迁移率半导体,单层石墨烯具有高的导电性、良好的光学特性以及量子霍尔效应等物理特性。“双层石墨烯和多层石墨烯的导电性通常优于单层石墨烯。”于永强表示,套叠的双层或三层石墨烯,可以通过人工层状原子堆垛改变层间扭曲角度,从而改变体系的导电特性,实现绝缘体—导体—超导体的转变。

## 扭曲“魔角”让石墨烯实现超导

2018年3月5日,顶级期刊《自然》连发两篇文章,报道了石墨烯领域的重大发现:当两层平行石墨烯堆成约1.1°的微妙角度时,就会产生神奇的超导效应,这为超导体的实际应用打开了

新世界的

大门。曾经困扰物理学家多年的高温超导难题,因为该研究发现而迎刃而解。这一发现,震动了当时的国内外学术界,同时也开辟了凝聚态物理的

# 旅居空间站的益生菌即将“回家” 它们和地球上的“兄弟”还一样吗

◎本报记者 魏依晨

来自云南的22株乳业鲜活菌与航天员一同进入太空3个月,即将返回地球。神舟十二号载人飞船2021年6月17日9时22分飞向太空,成功进入天宫空间站。22株乳业鲜活菌与航天员一同进入太空,其中11株已进行国家菌株专利登记备案。益生菌随“神舟”飞天,在普通人看来是件新鲜事儿,而在专业人士看来,把太空当作“实验室”,无论从科研角度,还是从乳业发展角度,都有着重要意义。

## 益生菌对生存环境要求极为苛刻

益生菌一词最早来源于希腊语,意思是“对生命有益”,指可改善宿主(如动物或人类)肠内微生物的平衡,并对宿主有正面效益的活性微生物。时至今日,益生菌可以说成为“全民保健品”,种类繁多,能满足不同年龄阶段人的需求。科学、适当补充益生菌对人体有益。

据了解,益生菌对生存环境要求极为苛刻。如抗过敏益生菌主要以双歧杆菌和乳酸菌作为主要菌种,其中双歧杆菌属于厌氧菌,对氧的敏感性较强,最适合生长于37—41℃的环境

当中,最低生长温度应保持在25—28℃,pH值应保持在6.5—7.0,高于8.5或低于4.5均不适宜存活。

“菌株属于微厌氧,比较适合在5%—10%一氧化碳环境当中生长,最适宜的生长温度在30—40℃,pH值应保持在5.5—6.2,在pH值为3.5左右,仍然可以生长,但活性会严重下降。但如果温度高于40℃,益生菌就可能就会较快死亡。”华润江中制药集团有限责任公司益生菌曾参与长征5号B火箭相关太空试验,该公司研发部总经理刘文君告诉科技日报记者,益生菌都是从大自然中分离出来的,如奶制品、健康母乳等,分离出来之后保藏再进行鉴定。“分离出来后的益生菌在低温环境下会处于休眠状态,冻存在液氮管中放置于零下80℃的冰箱内,长的可以存活10—20年,有的则会短些。”刘文君说。

## 益生菌“上天”为的是更快变异

在太空中,菌类会发生变化,如沙门氏菌在太空微重力环境中会变得更健壮,毒性更强。

“太空中微重力的环境和辐射都会导致益生菌发生变异,让其富有特定功能。”刘文君说,益生菌在太空环境里需要一定辐射剂量去诱变。“飞行的距离和时间都有关系,时间距离越

长,辐射越大,如长征5号B火箭益生菌试验仓里的辐射当时已经达到128rad/si。”刘文君说。

“菌种的变异是一个十分漫长的过程,在地球环境中几百年才会出现变异,但在太空里或许几天就能实现,换句话说,借助太空能加快育种步伐。”乳品专家曹明是认为,益生菌“上天”是具有科学探索价值的“搭车”试验。

益生菌“上天”后除了会变异还会影响活性吗?2016年4月,在太空探索技术公司的“天龙号”飞船上开展了益生菌胶囊储藏试验。方法是同样的胶囊分成两组:一组“上天”,在国际空间站上停留一个月;另一组老老实实地在地面储藏一个月。实验完成后,对两组益生菌胶囊进行分析。结果证实,国际空间站的胶囊中,活性益生菌数量与地表胶囊中的益生菌数量相当,说明太空环境对益生菌没有明显影响。《天文学报》曾刊登一篇来自美国国家航空航天局约翰逊宇宙中心多位科学家研究文章,该研究表明,益生菌至少一种菌株可在太空微重力环境下表现出的功能与在地球上一样,可维持肠道内菌群平衡。

## 菌种返回后会接受针对性筛选

将益生菌送上太空做实验,这是为何?事

自发铁磁极化驱动为一种或多种自旋(Spin)电子和谷(Valley)电子特征。

于永强告诉记者,使用电容和电子迁移测量,研究者观察到相之间的一系列密度和电子位移调谐跃迁,其中量子振荡具有四倍、两倍或一倍的简并性,分别与自旋和谷简并正常金属,自旋极化的“半金属”,以及自旋和谷极化的“四分之一金属”相关。

通常认为,半金属在化学元素周期表中处于金属向非金属过渡的位置,物理性质和化学性质也介于金属和非金属之间。

“值得注意的是,他们发现同旋顺序只是微弱的扰动,每当在半或四分之一超晶格带填充出现流动的半或四分之一金属态时,莫尔势能催化拓扑非平凡带隙的形成。”于永强表示,论文的研究结果表明,菱形石墨烯是控制良好的多体理论测试的理想平台,并揭示了莫尔材料中的磁性本质上是流动的。

“简单来说,魔角扭曲石墨烯可以简单实现绝缘体到超导体的转变,而菱面三层石墨烯中发现了‘半金属’和‘四分之一金属’。”于永强进一步解释说,这是由于电子在磁场下会转换成量子态,材料的电阻率发生振荡,当量子振荡具有四倍、两倍或一倍的简并性时,就分别对应着正常金属、“半金属”,以及“四分之一金属”。

## 新知

## 芥菜14000年前起源于西亚 沿三条独立路径传播

**科技日报讯**(记者俞慧友 通讯员焦煊 康雷)芥菜是我国重要的经济作物之一,是常见的油料、蔬菜和调味品。尽管常见,芥菜起源至今仍是未解之谜。9月7日,记者从湖南农业大学获悉,该校刘忠松教授团队联合中国农业科学院油料作物研究所华玮研究员团队完成的一项研究成果,有效回答了芥菜起源和驯化方面长期存在的科学问题,揭示了芥菜多样性变异遗传基础,为芥菜种质资源利用和基因组选择育种奠定了良好的基础。相关成果在线发表于国际著名期刊《自然—遗传学》。

团队通过对我国特有的芥菜型黄籽地方品种“四川黄籽”开展全基因组测序,构建了我国第一个黄籽油菜高质量基因组。同时,为阐明芥菜遗传变异,团队对全球38个国家和地区的480份芥菜种质进行了基因组重测序,通过系统进化、群体结构和主成分分析,将芥菜分为三大类和六个遗传类群,并通过综合核基因组和胞质基因组系统进化分析、考古发掘和历史文献以及种群动态分析,重建了芥菜的起源和驯化历史。

根据研究结果,芥菜于8000—14000年前在西亚(中东)地区起源,由西向东沿三条独立路径传播,通过基因突变和渐渗杂交演化出六个不同的类群。

六大类群演变为具体为,约2500—5120年前,根芥从野生芥菜中演化出,在蒙古和中国东北被驯化。野生芥菜驯化出的第三群籽芥,从阿富汗北部沿草原路线向东传播,经河西走廊传入西藏。传播过程中,因基因突变和人工选择,演化出了第二群黄籽芥菜。同时,籽芥从阿富汗南部传播到印度次大陆,被驯化为第六群印度芥菜。印度芥菜向东扩散,形成大叶芥菜,向东传入中国西南地区,演化出不同类型的第五群叶用芥菜,并于18世纪在四川盆地由叶用芥菜驯化出茎用芥菜。第四群油用芥菜由第二群与第五群杂交、驯化而来,继承了黄色种子颜色和早熟特性。

除了溯源,高质量黄籽芥菜参考基因组和重测序鉴定的不同类型芥菜的基因组变异,也为芥菜基因组学研究建立了平台,为寻找新的基因提供了线索。研究中鉴定出的新基因、单倍型,有望为不同用途芥菜的基因组选择育种提供基因资源和科学依据,有助提高育种效率、加速芥菜育种进程。

## 高灵敏性微弦力学传感器问世 可无干扰检测微组织收缩力

**科技日报讯**(记者过国忠 通讯员包海霞)科技日报记者9月7日从常州大学获悉,该校生物医学工程与健康科学学院院长邓林红教授团队,成功设计并制备了一种高灵敏性的微弦力学传感器。这标志着我国在对超软细胞微组织生物力学的研究方面取得重要新突破。

邓林红介绍,机械力在生物组织形态发生和重塑中发挥着独特作用,这些力由效应细胞、细胞外基质和组织的力学边界条件共同决定。尽管近年来该领域成为国际研究热点,但对于胚胎发育等重要生理病理过程中超软组织大幅度收缩的生物力学行为及其调控机制的研究,则一直进展非常缓慢,这主要是因为目前的力检测装置在测量过程中对细胞产生不可忽略的反馈力,干扰了组织的自然收缩。

邓林红团队针对相关关键技术难题进行系统研究,成功设计并制备了一种高灵敏性的微弦力学传感器,其微弦结构具有低弹性系数和大大可挠度的优点,能够通过在一对微弦上培养三维细胞微组织,实现实时跟踪观察微组织的收缩以及嵌入其中的微弦的相应变形,进而根据两微弦间距的变化非常灵敏地测量到微组织收缩过程中所产生的力。

“我们研究不仅发现微弦组织在不同力学边界条件下的力学响应差异非常巨大,还证实细胞的力学响应受到基质硬度和外界力学边界条件的共同影响,更首次揭示了超软组织收缩过程中细胞收缩力与基质张力之间的动态变化关系。”邓林红说。

目前,利用这一独创的测量技术能够在不妨碍微组织大规模收缩的情况下检测其收缩力,同时还发现在一定力学边界条件范围内微组织收缩过程中维持其应变所需收缩力的差异可以达到17倍以上。此外,还证实微组织的收缩力主要由细胞收缩力和胶原基质张力构成。

邓林红告诉记者,该项研究成果今后可广泛应用于超软细胞微组织力学的研究,包括胚胎发育、组织工程与再生医学、相关药物的筛选和研发等领域的基础和应用研究。

## 雌性考拉更易

## 将考拉逆转录病毒传染给幼崽

**新华社讯**(记者郝亚琳 刘诗月)澳大利亚昆士兰大学的研究人员日前在美国《国家科学院学报》上发表论文称,雌性考拉更容易将考拉逆转录病毒传染给幼崽。这一发现为今后改进考拉种群保护措施提供了思路。

据研究人员介绍,考拉逆转录病毒会破坏考拉的免疫系统,增加其感染原体的风险,而且随着免疫力下降,考拉也更难以应对气候变化、栖息地丧失等问题,种群生存受到严重威胁。但是,这种病毒的传播途径一直没有明确。

昆士兰大学副教授基思·查普尔告诉记者,研究人员对109只已经感染逆转录病毒的考拉进行了病毒基因测序。他们发现,从雌性考拉身上感染这种病毒的幼崽数量是从雄性考拉身上感染的3倍,这很可能是因为雌性考拉和幼崽之间的关系更亲密,幼崽会接触母亲的乳汁等可能具有传染性的体液。而且,与衣原体等其他影响考拉健康的病原体不同,这种病毒不会通过性行为传播。

研究人员认为,这一研究将有助于改进对考拉种群的保护措施,如对携带考拉逆转录病毒量较低的雌性考拉开展有针对性的圈养繁殖,或是在繁殖季节对雌性考拉开展抗病毒治疗等。

实上,由于国内乳酸菌产业相对起步较晚,目前国内乳品企业生产酸奶大多使用进口品牌的乳酸菌菌种,菌种采集、培育、分离技术都是由外国企业垄断。

据了解,此次“上天”的菌种来自皇氏来思尔乳业。在培育“民族志”菌种之后,该企业并没有停止对于菌种的探索,现已从云南本土采集多样性微生物1008个样本中筛选出10400株本土原生代菌株,已对8040株菌种经16sRNA测序鉴定,有50多株具备开发潜力,通过技术创新自主选育了9株乳酸菌菌株并进行技术转换应用于生产。

“菌种进行空间育种返回后,我们会对菌株进行发酵特性、风味特性、具有益生功能的代谢产物及遗传稳定性等方面进行针对性的筛选,以获得更优质的乳酸菌菌种。与此同时,通过研究具有不同特性的菌株间的共培养发酵系统,开发出更具特色化的、适合中国人体质的产品。”云南省乳制品发酵工程技术研究中心主任马万平介绍。

马万平说,本次参与中国载人航天工程开展太空育种科研项目,就是为了利用太空特殊的环境诱变作用,使菌种产生变异,再返回地面培育微生物新菌种,促使我国益生菌菌种选育取得一些突破。