

南海里有个抹香鲸“幼儿园”

深潜 / 远海鲸类科考多次目击抹香鲸群体

■本报记者 张晴丹

在海上,想遇上抹香鲸不容易,但一眼认出抹香鲸却不太难,它们那像大箱子一样的方脑袋在大型鲸类里非常具有辨识度。但它们闻名于世的并非外表,而是它们“生产”的贵如黄金的龙涎香。

这种深海动物的可贵之处还在于它们是二氧化碳的重要储存库,在调节全球气候变化和碳循环中发挥着关键作用,具有不可替代的生态价值。

之前由于缺乏科学调查和研究,我国抹香鲸的科学信息稀缺。为此,中科院深海科学与工程研究所海洋哺乳动物研究团队(以下简称深海所研究团队)连续在我国南海开展了多个深潜/远海鲸类科考航次,发现南海相关海域极有可能是抹香鲸重要的繁育场。

近日,相关研究成果发表于《深海研究第一部分:海洋学研究论文》。这是我国海洋哺乳动物研究领域首次在深海专业期刊发表研究论文,标志着我国海洋哺乳动物研究已进入“深海时代”。

抹香鲸的神秘“鲸”生

抹香鲸的名字源于其肠道形成的一种叫“龙涎香”的分泌物。但是,只有少数抹香鲸机缘巧合才有可能形成这种具有特殊香味的分泌物。抹香鲸虽为齿鲸,却拥有类似须鲸的庞大身躯。据了解,一头初生幼鲸的体重可达500至1000公斤,体长可达3.5至4.5米。成年雄性个体重达35至55吨,雌性一般10至20吨。成年雄性个体的体长可达14至16米,雌性10.5至12米。

一般认为身躯越大的物种越倾向摄食低营养级的生物,以降低食物链传递过程中的能量损耗。比如多数身躯庞大的恐龙都“吃素”;蓝鲸和大鲸鲸等地球最大型动物却滤食最小的浮游动植物。

然而,抹香鲸却是一个例外。支撑起它们近20米身躯的并非浮游生物等低营养级生物,而是同为捕食者的深海头足类动物。这一奇特现象引起演化生物学家的兴趣,让人遗憾的是其演化驱动力迄今尚不明。

“抹香鲸踪迹神秘,其生活习性也非常独特,具有典型的性别差异。”论文通讯作者、深海所研究员李松海在接受《中国科学报》采访时介绍。

抹香鲸通常生活在500-1000米以深的水域,一般会形成两种群体,一种是育幼群体,另一种是雌性群体。育幼群体是指雌性个体与幼鲸、亚成体组成几头至十几头的母系群体,无长距离迁徙或移动,活动范围不大。



南海海域的抹香鲸

中科院深海所海洋哺乳动物研究团队供图

在母系主导的育幼群里,年轻雄性个体会在10岁左右陆续离开,组成一个具有高度流动性的雄性“单身汉”群体,也有少数雄性个体不集群单独活动。

研究人员发现,在成年之后,雌性抹香鲸不仅要到处寻找食物资源,还要在其它母系群之中寻找雌性配偶。为了获取食物,有些雌性甚至远渡重洋,从热带海域前往不结冰的极地地区获取食物,其移动范围可达数千至上万公里。

发现南海抹香鲸繁育场证据

抹香鲸是全球分布最广泛的鲸类物种之一,从不结冰的极区到赤道都有出没记录。在捕鲸时代,抹香鲸曾经是重要的捕获对象之一,为人类提供了大量的肉、油脂及龙涎香等。

近几十年以来,我国沿海从南到北均有零星的抹香鲸搁浅或误捕事件。1993年6月海南琼海曾搁浅1头抹香鲸个体;2001年广西北海渔民在琼州海峡拖回1头死亡成年个体(体长18.4米);2017年3月广东大亚湾曾搁浅一头雌性怀孕个体(体长10.8米),等等。

“但是,这些碎片信息只能说明抹香鲸偶然会在南海出现,并不足以证明我国海域现在拥有定居型的抹香鲸群体。”李松海说。近年来,深海所研究团队在海南岛以南的南海海域开展了多个深潜/远海鲸类调查

航次,航次执行的不同季节(3-8月份)都能在南海考察海域(中部和北部)目击到抹香鲸群体,共计观察到100多群鲸豚动物,其中包含9群抹香鲸(平均集群规模为5头个体)。

特别需要指出的是,在这9群抹香鲸里,科研人员记录到了7群育幼群体,每群包含幼年/亚成年个体1至2头。通过辨识和对比所拍摄照片里抹香鲸的身体特征(如背鳍/尾鳍形状、纹路、隆起、伤疤等),共计识别了22头成年个体。

“抹香鲸育幼群体通常不会进行大范围的迁徙或移动,所以我们认为南海的深海海域存在抹香鲸繁育幼群体,而且这些抹香鲸很有可能定居在南海。”李松海表示。南海拥有丰富的头足类资源,抹香鲸群体极有可能将南海相关海域作为其捕食场。

未来,深海所研究团队将进一步扩大调查覆盖区域,积累观察数据,并采用被动声学监测、分子遗传标记等技术手段揭开更多关于南海抹香鲸的“未解之谜”,比如南海抹香鲸的时空分布特征、不同区域之间是否存在季节性移动规律、南海抹香鲸与毗邻海域的抹香鲸是否存在个体交流以及遗传多样性等。

保护鲸类动物,推动海洋国家公园建设

抹香鲸等深潜鲸类动物是海洋营养物质

垂向和横向交换过程中的“鲸鱼传送带”,在底层和表层海洋生态系统的能量传递和物质循环中起着至关重要的作用。它们在深海捕食头足类或底栖鱼类,回到表层后其排泄物是浮游生物重要的饵料。此外,死亡的鲸类一旦沉入海底形成鲸落生态系统,可能在营养贫瘠的深海海域成为“沙漠中的绿洲”。

在海洋碳汇过程中,鲸类动物可作为碳氧交换的“鲸碳泵”。地球上所有生物都是以碳基组成,生物的体形越大,寿命越长,储存的生物碳量越多。鲸类动物普遍体形较大,寿命较长,因此成为海洋生物碳的重要“储存器”。

“抹香鲸等大型鲸类体重可达数十吨,自然寿命超过70岁。每头抹香鲸一生可储存数十吨碳,是二氧化碳的重要储存库。”李松海说。

然而,气候变化和人类活动使全球鲸类动物都受到了不同程度的不利影响,很多物种面临生存威胁,甚至濒临灭绝。所有鲸类动物都被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)附录,而且在我国被列为国家级保护动物。其中,抹香鲸被列为CITES附录1物种,被世界自然保护联盟评估为“Vulnerable 易危”物种,是我国国家一级保护动物。

相关研究表明,全球范围内抹香鲸所面临的主要生存威胁是渔业活动(网具伤害、缠绕等)、海洋污染(误食塑料垃圾、噪声干扰)及船舶撞击等。然而,具体到我国海域抹香鲸的生存威胁,科研人员所掌握的信息非常有限。

李松海认为,迫切需要开展更多的专项研究和调查,以评估生存和出没于我国海域的抹香鲸所遭受的生存威胁。他建议进一步控制和减少我国领海及专属经济区的渔业捕捞活动,尤其应当减少对低经济价值渔业资源的过度捕捞,为抹香鲸等特色海洋生物和濒危保护动物保留必要的食物资源。

自上世纪90年代以来,我国水生野生动物保护主要采用自然保护区体制,该体制适用于近岸和淡水环境的珍稀濒危动物保护,也确实为近岸和淡水鲸豚保护提供了强有力的保障。然而,传统的自然保护区体制无法满足保护抹香鲸及其偌大生境面积的需求。

“在此,我们强烈呼吁在南海抹香鲸繁育场附近海域推动海洋国家公园建设,将特殊海洋生境及特色海洋动物如抹香鲸的保护目标,纳入国家公园体制的发展建设之中。”李松海说。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.csr.2022.103767>

新一代煤制油技术“点燃”能源之光

■实习生 孙丹宁 本报记者 韩扬眉

2022年5月14日,大连是个晴天。中科院大连化学物理研究所研究员丁云杰早早便来到办公室,同一团队的研究员朱何俊也早已在会议室等候。

这天对他们来说是个重要的日子,中国石油和化学工业联合会组织的科技成果鉴定会将在下午举办。受疫情影响,鉴定会采用线上会议模式,但这丝毫没有影响研究团队的热情,他们将带着“炭载钴基浆态床合成气制油技术”接受成果鉴定。

当鉴定委员会表示鉴定“通过”后,丁云杰松了一口气。鉴定委员会评价该技术创新性强,整体技术达到国际先进水平。

“我很开心,20多年心血没有白费。”回忆起当时的情景,丁云杰告诉《中国科学报》。

一项创新性研究

我国经济的高速发展离不开丰富的自然资源。一直以来中国资源的基本特点为“富煤、贫油、少气”,经济的迅速发展使得我国石油的对外依存度持续增长,这是持久发展的一个难题。

煤炭是我国主体能源,以其为基础产生的煤制清洁燃料和化学品对于实现石油化工原料替代、油品清洁化和煤炭清洁高效利用,以及保障国家能源安全具有战略意义。这让丁云杰和朱何俊团队找到了研究方向,如果能发展煤制油技术,将在一定程度上缓解我国石油供应不足的现状。

“我们最早开始做这项炭载钴基催化剂的研究应该是1999年。”丁云杰说,当时他刚从美国完成博士后研究归来,便立即投入到了煤制油技术工艺的研究中。朱何俊的加入使得团队进一步壮大,这项技术也开始发展。

目前,世界上主要由铁基、钴基两种催化剂工艺生产煤基合成油。铁基催化剂密度大、催化效率较低,反应产生的二氧化碳选择性较高,大量的二氧化碳循环会导致巨大能耗。而传统费托合成钴基催化剂价格昂贵,液体产品选择性较差,制约了其工业应用。如何才能研制出具有优异性能的钴基催化剂?

在夜以继日的努力下,研究团队研制出了炭载钴基催化剂。它具有较高的活性,较低

的甲烷选择性、极低的二氧化碳选择性、良好的稳定性,运行不产生废催化剂,与传统的铁基催化剂相比,可以降低运行能耗、省去脱碳单元,实现低固废甚至无固废的绿色环保目标。

在实验室阶段,研究人员对催化剂体系、稳定性以及长时期运转等进行了研究。“我觉得我们的研究正在步入正轨。”朱何俊说。

“几个晚上都没睡着觉”

然而,研究团队不仅仅满足于基础研究。“我们更想把它用在工业生产方面,这样才能使这项技术发挥更大的作用。”朱何俊说。

从实验室到生产车间,要想将该项技术投入生产中,就免不了要进行放大研究。要将催化剂从实验室规模放大至1000倍才能真正投入到工业示范研究中,还要保障催化剂的活性和稳定性,这给研究团队带来了不小的难题。

首先是载体的处理。工程上要采用放大转炉装置才能高效处理碳载体,然而作为一项原创性技术,国内并没有成熟的工程可供参考,国际上也没有相关经验可供团队借鉴。于是,团队自主研发了一套转炉装置,在高温氢气微正压下实现平稳运行。

此外,整个工艺都是在高温的环境下进行的,生产过程中的氢气是一种易燃易爆的气体,危险性较高,生产条件十分苛刻。

“而且干燥催化剂很容易自燃,尤其是在长途运输过程中。催化剂的成分是碳粉和硝酸盐,这是‘炸药’的主要成分之一。”丁云杰说,“我好几天都没睡着觉,担心会不会发生什么危险。最后只好采用半干基催化剂方式运输。”

保障安全“刻不容缓”,团队开始积极寻找破解之法。他们通过在制备方法进行工艺改造,使得整体制备条件更适合实际的生产应用。运输过程中催化剂暴露在干燥环境下,爆炸概率会提高,于是团队想到了使用半干基催化剂的运输机制,这大大降低了危险概率。

“我们迈出了工业化的第一步。”朱何俊说。

2015年,实验流程打通,钴基费托合成煤制油技术投入到实际的流态化生产中,但是



丁云杰和朱何俊(右)在工作。



中科院大连化学物理研究所供图

在生产现场,设备却怎么也达不到生产要求,出现了“水土不服”的现象。

“我们最初找不到问题根源,那个时候很头疼。”朱何俊告诉《中国科学报》。

团队决定暂停生产,研究人员进入催化剂焙烧和还原活化反应器里面,在高温下实地探查问题来源。通过对运行过后的设备状态进行分析,研究团队终于查找到问题,并提出解决方案。经过6个月的设备改造,催化剂生产开始走向正常化流程。

随后在2016年到2020年的4年里,研究团队又进行了多次内部过滤器改造。

“我们总共在6个单元做了22项改造。”煤制油装置的合作单位——陕西延长石油榆林煤化工有限公司工程部经理张马宁介绍。

几年内,该设备由2016年的40%负荷生产,到2018年达到80%,最终在2020年实现100%负荷运营,完成了工业化的指标。

装置的满负荷成功运行,为我国煤炭高效转化制清洁燃料和高值化学品提供了原创技术和解决方案,标志着我国在煤炭资源综合利用领域上,上了一个新台阶。

向提高技术经济性进发

“经过了总共20多年的研究,以及8年工业示范现场的磨练,努力终于有了收获。”相关技术成功通过科技成果鉴定后,

朱何俊说。

这是由中科院大连化学物理研究所、陕西延长石油榆林煤化工有限公司、北京石油化工有限公司共同开发建设的新一代煤制油装置,是全球首套具有自主知识产权的炭载钴基浆态床合成气制油工业示范装置,现已实现达产达效。其成功运行将为后续大型商业化装置的建设提供坚实的技术支撑。

“我们整个团队合作起来是顺利的,丁老师和朱老师都很认真负责,经常在现场没日没夜地工作,遇到问题当场就会给出意见,通过鉴定也是我们团队合作的胜利。”张马宁对于设备的成功运行十分开心,“并且钴基催化剂费托合成中是不产生二氧化碳的,这可以大大降低能耗,实现绿色生产目标。”

“不过会上专家也给了我们一些启发。”朱何俊告诉《中国科学报》,“比如专家提到有的公司进口的高熔点蜡,市场价每吨高达3.6万元左右,目前该装置生产的高熔点蜡的组成、性能指标与进口蜡相差无几,每吨售价也只有6000到7000元,产品附加值不足。这启发我们要进一步提高技术经济性。”

丁云杰也表示:“现在的装置规模效应较小,会导致经济效益不佳的问题。”

在后续的研究中,团队会尽量降低物耗能耗,加快费托合成产品的高附加值综合利用技术研究,尽快推进大型商业化项目的实施。

发现·进展

中国海洋大学等

制备出不怕“湿”的仿扇贝足丝重组蛋白纤维

本报讯(记者刁雯蕙)生物仿生材料一直是材料领域的研究热点和难点。但当前组织修复材料、柔性传感器和可穿戴设备材料在湿环境下存在延伸性差、恢复性差等不足。

中国海洋大学海洋生命学院海洋生物遗传与育种教育部重点实验室方宗熙-萨斯研究中心、刘伟治团队与中科院深圳先进技术研究院钟超团队、刘志远团队合作,多年来聚焦在湿环境下具有高延展性的扇贝足丝,通过对扇贝足丝蛋白的研究,首次报道了一种具有高延展性的纤维蛋白材料Sbp5-2,并联合开展了材料组装机理及应用研究。相关成果近日发表于《自然-通讯》。

研究人员首先对扇贝足丝结构和机械性能进行表征,发现其在湿环境下延伸性能可达自身尺寸的3倍,超过了绝大多数天然生物纤维。研究团队基于多组学技术从足丝纤维部筛选出关键蛋白组分Sbp5-2,并通过体外重组表达该蛋白的重复模块序列,成功制备了仿扇贝足丝的重组蛋白纤维。

该研究表明,重组丝具有扇贝足丝的层级结构和力学性能,具有显著的延展性和自恢复能力。研究人员通过机制研究发现,纤维内部水分子起到增塑作用从而提高纤维的延伸性,二硫键的存在可以显著增强其拉伸强度同时降低其延伸性。钙离子与蛋白的羧基形成配位键,提高了重组蛋白纤维的拉伸强度。

为了探索高延伸性重组蛋白纤维在生物医学领域的应用,研究人员将石墨烯嵌入蛋白质中制备出同时具有高延伸性和高导电性能的纤维e-rTRM7。该纤维具有良好的细胞相容性,并且在作为应变传感器和电生理信号传输电极方面具有非常大的应用潜力。该研究加深了人们对蛋白基海洋生物材料组装机理的认识,为未来开发具有自主知识产权的新型海洋生物医用生物材料奠定了基础。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41467-022-30415-3>

中科院广州地球化学研究所

蓝细菌中新型类藻质素有产油生烃潜力

本报讯(记者朱汉斌)中科院广州地球化学研究所博士研究生孔祥兰和研究员冉勇等人在蓝细菌中发现新型脂肪类生物聚合物。相关研究近日发表于《有机地球化学》。

微生物作为地球上最古老的生物之一,可以为甲烷、生物氢、生物柴油等多种不同类型的可再生生物燃料提供原材料。近几年,微生物产油方面的研究引起了广泛关注。但是,微藻含有大量的多糖、蛋白质和游离态脂质,在热解过程中极易受热分解,导致生物柴油中氧、氮含量高,而且酸度指标较高,进而导致生物柴油品质下降,很难满足使用要求。

事实上,此前已经有研究报道过可有效去除微藻中多糖、蛋白质和游离态脂质的方法,但是最终会产生一种难降解的有机质(藻质素或类藻质素)。藻质素或类藻质素是一种高脂族、不可水解的生物聚合物。国内外仅有少数几项研究表明蓝藻中存在藻质素,对于蓝藻的藻质素或类藻质素能否产油和生烃,仍然缺乏系统研究。

在该项研究工作中,科研人员通过一系列技术手段研究了纯培养蓝细菌中难降解的、脂肪性的生物聚合物的结构、产油和生烃潜力。结果表明,从两种蓝细菌中分离出的NHOM组分是一类具有高脂防性的、难降解的类藻质素,由饱和的、无支链的、链长可达33的碳链构成,与前人报道的其它藻类的藻质素的结构相似。

此外,随着裂解温度的升高,两种蓝细菌的类藻质素组分分解生成的气态烃的含量逐渐增加,生成的正构烷烃由长链向中链和短链过渡。两种蓝细菌的类藻质素组分的氮和氧含量低,其生烃潜力分别达到65%和53%,展现出非常好的产油和产气潜力。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2021.104352>

河北大学

新结构提升类脑忆阻器性能

本报讯(记者陈彬)随着人工智能的发展,忆阻器因其“存算一体”的特性被越来越多的研究者关注。近日,河北大学教授闫小兵团队报道了一种全新材料结构。由钛酸钡掺杂低介电系数材料二氧化铈的垂直排列纳米复合(VANs)铁电薄膜作为忆阻介质,他们成功获得了硅基外延铁电薄膜。

他们通过引入这种新结构的铁电忆阻器器件实现了生物突触模拟功能。通过控制VANs结构薄膜的制备温度,优化了铁电极化反转特性。该器件的鲁棒耐用性可达10⁴次循环。器件的响应时间可达10纳秒,远低于人脑突触的反应。研究人员利用宽度为50纳秒的快速脉冲实现了加、减、乘、除的代数运算。相关研究成果近期发表于《先进材料》。

据悉,引入该结构的器件可以像人脑一样识别物品类别,在神经形态计算方面性能优异。研究团队采用了VGG8卷积神经网络识别了CIFAR-10数据集,数据集由10个类别的6万张32×32彩色图像组成,每个类别有6000张图像,包括飞机、汽车、鸟、猫、鹿、狗、青蛙、马、船和卡车。研究人员基于该器件进行模拟片上训练,在经过200多次训练之后,在线学习最终识别率达到90.03%,而离线学习识别率达到92.55%。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1002/adma.202110343>