

航程 12000 多海里,执行我国第九次北极科学考察的“雪龙”号9月26日回到母港——位于上海的中国极地中心码头。

在本次科考中,科考队以“雪龙”号为平台,围绕海洋酸化等热点问题,进行了深入全航程监测。

什么是海洋酸化?在北冰洋开展海洋酸化研究有何特别意义?目前北冰洋酸化研究存在什么困难?科技日报记者就此采访了相关人士。



工作人员在冰站取样品。 欧阳张弦摄

# 北冰洋成全球海洋酸化“放大镜”

本报记者 陈瑜

## 全航程监测北冰洋海水 pH 值

和全球变暖“祸出同因”,海洋酸化同样源于人类向大气过量排放的二氧化碳。

不同的是,全球变暖是由于排入大气中的二氧化碳温室效应作用,海洋酸化是溶于海水中的二氧化碳和水发生化学反应,产生大量碳酸根和氢离子,变成北冰洋“汽水”。随着溶于海水的二氧化碳不断增加,海水 pH 值和碳酸盐饱和度持续下降。

走航观测是本次海洋酸化研究的一个重要组成部分。正因如此,对自然资源部海洋三所助理研究员祁第来说,从上海出发,经过日本海、鄂霍次克海、白令海,直到北冰洋高纬海区,以及自北冰洋返回上海,“雪龙”号69天的航程具有特别意义。

“船开出去后,借助船体加装的高精度 pH 走航观测系统,每隔 20 分钟,我们就能够获得表层海水的高时空分辨率数据,初步统计,此次北极科考获得了两千多个点的、跨越多个经纬度的北极大空间尺度的高分辨 pH 走航数据。”祁第告诉记者。

海洋酸化是个很缓慢的过程,如果精度不高

这种变化根本看不到。祁第说,这次科考中除了 pH 走航系统能进行全航程监测外,还设置了 40 多个水文站。水文站位采样,是将重达 200 多公斤的 CTD 放入海中进行相关作业。CTD 由 24 个 10 升的采水瓶和一些测试仪器组成。每下降到一定深度,采水瓶会自动采集海水样品。船上实验室的电脑也会实时接收并显示仪器观测到的海洋数据。

祁第告诉记者,此次作业中,CTD 下沉至 4000 多米的海底,一般需经过 4 个多小时,才能完成作业。尽管采样工作量大,却是获取海洋全水深酸化数据的最可靠手段。此外,水文站位的表层数据还可以和走航数据进行比对校正,确保了走航观测数据精度的可靠性。

为了解海洋覆盖下的海水酸化状况,本次考察设置了 9 个短期冰站和 1 个长期冰站。当船到达某一个冰站,工作人员将搭乘从船上放下的小艇,行至浮冰上,借助冰钻钻取及采集手段、半自动采水系统采集样品,并利用海洋环境多参数分析仪,现场分析温度和盐度。但冰站作业却是探究海冰融化驱动酸化机制的最直接办法。

锐地意识到,人类活动对全球变化的作用,已经接近并超过自然变化的强度和速率。

“从工业化到本世纪初,海洋平均 pH 下降 0.1 的时间,从每百年单位进入每十年。”谈及研究的初衷,祁第回忆,当时的推测是,在这种全球变化背景下,作为生态系统结构简单、对气候和环境变化也最敏感的地区,北冰洋会首先感应到这种酸化加速并被放大。

过去 20 年,北极升温幅度是全球平均升温的 6.7 倍。北极快速升温导致北冰洋海冰大量融化,每年夏季开阔水域超过 1000 万平方公里,高浓度的二氧化碳容易入侵北极海水,导致其上层水体的酸化升高。

与此同时,全球变化和北极变暖引起的北冰洋海洋环流和大气模式异常,让北冰洋酸化雪上加霜。北冰洋海冰覆盖面积快速后退,诱发太平洋携带“腐蚀性”的酸化海水大范围入侵,这也是导致北冰洋酸化海水快速扩张的最主要原因。

## 组成全球观测网,用数据说话

2016 年,一则新闻引发关注。在澳大利亚东部海岸绵延 2300 公里的“国宝”大堡礁,由于珊瑚大规模白化,已导致北部和中部区域约 35% 的珊瑚死亡或濒临死亡。白化现象最严重的部分珊瑚礁中,一半以上珊瑚已经死亡;剩余珊瑚中有一部分无法从白化恢复正常,死亡比例将进一步上升。

海洋酸化带来的影响打破了地理边界。在北冰洋,翼足目类海螺是北冰洋食物链中重要的一环,是北极三文鱼和鲑鱼重要的食物。2013 年发布的《北冰洋酸化评估:决策者摘要》指出,北冰洋正在酸化,并对海洋生物和渔业资源构成威胁。

祁第解释,在 pH 值较低的海水中,为了保护自己,这些钙化生物会长得越来越小、外壳越来越厚。作为饵料,它们的价值也会下降,这将影响渔业和水产养殖等,进而通过食物链破坏整个生态系统。

从时间轴来看,从第三次北极考察开始,我国北极科考酸化研究安装了船载走航二氧化碳观测系统,不仅可以观测海洋吸收二氧化碳的量和潜力的变化,还可以为评估海洋酸化提供重要数据;基于中美国际合作,第四次北极科考开发的净群落生产力走航观测系统,扩展了生物过程对海洋酸化的影响研究和贡献评估。

祁第表示,当前海洋酸化演化成全球生态环

如今多项研究已证明,北冰洋是全球海洋酸化“领头羊”。

“北冰洋是我们观测到的第一个如此迅速且大范围、长时间酸化加重的大洋,比在太平洋或者大西洋观测到的结果要快 4 倍以上。”祁第说,历经 9 次北极科考,基于对过去 20 年来所有横穿北冰洋航次数据的精细分析,结合历次我国北极科考航次的数据集成后发现,北冰洋酸化水体以每年 1.5% 速度快速扩张,并预估酸化水体将在本世纪中叶覆盖整个北冰洋。

境危机,尽管在北冰洋开展海洋酸化研究有着“一叶而知秋”的重要意义,但也面临重重困难,数据是一大瓶颈。

目前来自欧盟、美国、加拿大、日本和韩国等的科学家,都对北冰洋海洋酸化的研究给予了高度关注,并对北极陆架海域和南部海盆海水的酸化状况、海冰融化、生物过程、太平洋冬季水入侵影响等进行了研究。面对全球大洋研究最为匮乏的区域之一,这些国家的科研人员同样受困于高时空尺度的数据。

几年前我国提出了以北冰洋和北太平洋酸化为重点海区的观测网计划(mPAOA-ON)。“我们对北冰洋酸化的研究表明,在全球气候变化驱动下的海洋酸化没有国界,人类需要携手聚焦典型海域酸化实时监测,组成全球观测网并对酸化趋势和影响评估,采取应对和减缓措施,以构筑保障海洋生态屏障。”陈立奇说。

此次科考中,我国同样邀请了法国、美国科学家,乘坐“雪龙”号采集海洋酸化数据,就这一全球环境热点问题开展科学合作。

“就目前的研究而言,海洋酸化的损害后果仍难以评估。”但祁第可以肯定的是,要了解酸化对海洋生态系统意味着什么,需要用数据说话,开展长期监测研究。

## 新知



## “以冰除霜” 替代化学品减少污染

潮湿和低温是霜形成的重要条件。传统的除霜方法包括使用防冻液、加热或在表面撒盐,但这些方法效果有时不理想,而且容易有污染。近几年的涂层技术虽然也可避免表面起霜,但耐久性较差。

弗吉尼亚理工大学研究人员展示的新表面设计工艺,利用冰的特性来除霜。他们在铝材表面上制造出许多微型隆起的槽,低温条件下将水注入其中可以形成“冰条纹”。“冰条纹”能吸附附近空气中的水分,使“冰条纹”周围的铝材表面保持干燥,霜就无法形成。据介绍,“冰条纹”的总面积只占材料表面的约 10%,牺牲这一区域可换来材料表面其他 90% 区域无霜。

研究人员认为,这一新工艺有可能替代传统的除霜、除冰化学品,减少环境污染。这一新工艺可以考虑优先用于制造空调系统的室外机。

美国一研究团队日前宣布,他们开发出世界上首款被动除霜的材料表面设计工艺,其基本原理是“以冰除霜”。

(据新华社)

## 趣图

## 开心沐浴 大猩猩泡澡对抗高温



摄影师克斯蒂·加西亚近日在西班牙马德里动物园,拍摄到一头猩猩快乐沐浴的画面。这头 6 岁的大猩猩 Yuba 泡在泳池中,看起来正在给自己洗澡,清理自己毛皮上的脏东西。因当地气温高达 40 摄氏度,Yuba 一边洗一边还露出非常开心的表情,似乎很是享受。

## 炫酷飞跃 袋鼠成功躲避汽车



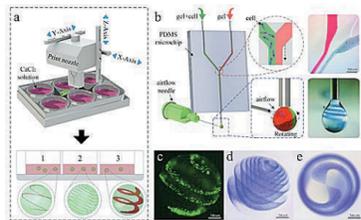
近日,澳大利亚西部的一条公路上演了十分惊险的一幕:一只袋鼠在过马路时,突遇一辆汽车迎面而来,大秀了一番空中飞跃特技,从而幸免于难。据外媒报道,这只袋鼠在跳上繁忙的公路后,试图横穿马路。不料,当它跑到马路中央时,迎面开来一辆红色小汽车。就在双方快要相撞的千钧一发之际,袋鼠突然飞向空中,穿过马路,并躲开了与后一辆车挡风玻璃的亲密“接吻”,刹那间就飞到了马路对面。

(本版图片除标注外来源于网络)

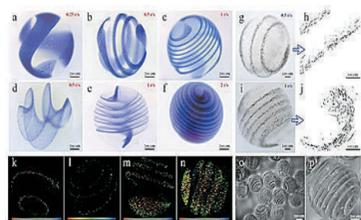
# 浙江大学课题组研发出一种新型 3D 打印方法 让多种细胞任意“编队”,长成迷你生物组织

## 第二看台

本报记者 江耘



气流辅助异质螺旋微球类器官的成型工艺



3D 打印的螺旋异质凝胶微球

3D 打印活体器官的梦想尽管遥远,但人类正向他一步步逼近。浙江大学机械工程学院水教授课题组发明了一种新型生物 3D 打印方法,能够操控不同种类的细胞形成特定结构的微球,进而长成具有生物活性的微组织。相关论文近日作为封面文章刊登在《SMALL》杂志上。

这一方法将为体外重建类器官、开发更为高效的器官芯片、实施更有效的细胞治疗等提供有效路径。

## “模型”很多,至今无法植入

如果有一天,人类能够自由制造人体“零件”,更换器官就像更换电池一样方便,器官移植的来源就不再成为问题。但要真正实现活体器官的 3D 打印,路途还是有点远。

在 3D 打印的“初级阶段”,人类已经能够精确地打印牙齿、骨骼等组织结构相对简单的零部件,并应用于临床。颅骨损伤的病人,也可以通过 3D 打印头盔实现整形。如果要把打印目标扩展到人体所有“零件”,挑战就大多了。

首先,你要保证人造器官能够适应人体的力学环境,不能太硬、太软或者塌陷;其次,器官要能够存活并发挥特定的功能。比如,尽管 3D 打印的心脏“模型”已经很多,但至今没有一个真正的 3D 打印心脏能够成功植入生物体。

“我们试试能否先实现一个小目标,打印生物活性的微组织。”贺永说。

天然生物组织比我们想象的复杂。比如血管是由纤维细胞、平滑肌细胞、内皮细胞等组成的复杂结构。平滑肌维持了血管的弹性,内皮细胞分泌生长因子防止血液凝固。“如果要‘打印’血管,就需要将不同的细胞打印到一起,形成特定的结构。”贺永说。

## 靠一股气流,三维结构在微小空间成型

三年前,课题组开始了尝试。他们将不同的细胞分别用水凝胶包裹制成“生物墨水”,在一个微流控芯片喷头的控制下,一点点“吐”出多组分细胞微滴。

“用这台机器,我们‘打’出了血管化的骨组织。”贺永说,他们第一次用两种分别混合了骨髓间充质干细胞和人脐带静脉内皮细胞的“生物墨水”,同步打印出了带螺旋形的微球。其中,骨髓间充质干细胞可定向分化为成骨细胞,内皮细胞会形成血管化细胞。经过几天实验室培养,呈螺旋形血管化的成骨类器官就形成了。

用这种方法,实验室还做出了玫瑰花、螺旋状微球、太极造型的颗粒,直径在 200 微米左右。总之,可以操纵细胞形成特定的“队形”。

“生物墨水”的组分之一水凝胶是有名的“软”物质,要对这么软的材料进行精准操控,是一项颇为艰巨的挑战。课题组用一阵“风”巧妙解决这个难题:在一股微气流的吹动下,喷头吐出的液滴不

会马上落下,而是会旋转起来,此时再根据数学建模控制不同组分生物墨水下降的方向,就能形成精致的立体结构。这个过程,有点像我们在转动的蛋糕模具上裱花,让不同细胞形成特定的立体“编队”。

“这一技术的精度可以达到单细胞分辨率。”贺永说,与现有生物制造方法相比,其特点是首次实现了在微小空间内三维结构的可控成型,为体外重建复杂类器官提供了新思路。

## 有望应用于器官芯片、细胞治疗

我们可以构造出具有活性的迷你生物组织,用于药物筛选的器官芯片。”贺永说,另一个用途是细胞治疗。当前细胞治疗的一大难点在于直接注射的细胞容易被自身的免疫细胞吞噬,因此只对某些特定的疾病有效。“我们或许能打印出具有特定功能的细胞微球,细胞抱团在血管中行进,就不怕被吃掉,而且一到目的地就可以马上发挥作用。”贺永说。

浙江大学一位生物学家教授认为,这项研究在医学上非常有意义;目前人们已经可以通过干细胞培养出各种类型的细胞,但接下来,我们还需要让这些细胞形成特定的组织结构。“生物体内的细胞与细胞之间有丰富多样的连接方式,它们并不是‘一锅粥’,因此,怎样让细胞形成不同的层次、组织甚至器官,是一项非常重要的课题。” (本文图片由受访者提供)

扫一扫 欢迎关注 共享科学之美 微信公众号

