

南海是中国最美的海，但如果一位潜水爱好者5年前去海南潜水，他有可能失望：清澈的海水之下，原本生活在这儿海底的砗磲、珊瑚踪影难觅了。

其实，这种情况并非海南附近海域独有。近20多年来，由于海洋自身环境的复杂变化，以及人类活动影响，令全球砗磲和珊瑚等岛礁生物资源受到较为严重的破坏。中科院南海研究所研究员喻子牛告诉记者，世界自然保护联盟已将砗磲全部的种类都列入《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》，我国《重点保护野生动物名录》也将库氏砗磲列为一级国家保护动物，其他五种包括无鳞砗磲、鳞砗磲、长砗磲、番红砗磲、砗磲列为二级国家保护动物。

“如今，国内砗磲人工繁育的难题已被我们攻破，南海所这一技术已达到了国际领先水平。”喻子牛自豪地说，“这些年我们已在南海放流了约5万只砗磲稚贝，目前它们大多数生长良好。”他们的研究成果，不久前获国家有关部门肯定。



▲中科院南海研究所科学家喻子牛(右)、李军正往南海海底礁盘的网笼里放养砗磲稚贝。(均中科院南海所供图)

让南海“海洋热带雨林”斑斓多彩

本报记者 郑蔚

我国禁捕禁售砗磲

在别国餐桌上还是高档食材

站在三亚鹿回头景区附近的中科院南海所实验基地远眺，只见成片成片的白云在碧海蓝天间游走。

实验站的繁育基地就建在海边，它的全称是“中科院海南热带海洋生物试验站海洋生物繁育岸基实验基地”。台风刚走，中科院南海所砗磲繁育团队就匆匆赶来了，他们要为10月下旬南海放流约5000只砗磲稚贝做准备。

向志明、张跃环和李军，南海所喻子牛团队三位年轻的副研究员，每次出海前都要在三亚做大量的准备工作。一次出海就要十几天至几十天时间，因此准备工作必须细致而周密，船上暂养砗磲用的水槽，出海放流用的网笼、钢管、水泥板，还有海上航程的食物和饮用水等等，一应俱全。而负责放流及潜水工作的副研究员向志明，则仔细地将潜水装备，从每个人的面镜到脚蹼、氧气瓶，一一清点就位。

有点出人意料的是，张跃环、李军正在用卡片测量着每只砗磲稚贝的壳宽高等数据，并一一记录在电脑上。“放流之前，每只砗磲都要测量的，记录下它的初始数据，是为了将来和它的生长情况进行对比。”张跃环认真地边说边做。张跃环肯定地答：“我国海域内的砗磲都生长在海南文昌以南的热带和亚热带珊瑚礁区。”

张跃环介绍说：“这次放流的大多是番红砗磲。它是我们南海最小的砗磲种类，现在大小5公分左右，已经在人工养殖了1年多，可以出海谋生了，这种砗磲最大可以长到10-12公分。”世界上的砗磲科物种主要分布在非洲东海岸、印度洋到西太平洋的热带海域。我国的砗磲主要分布在南海，尤以三沙为主。记者请教，“在我国的南海和黄渤海，砗磲能生长吗？”“不能，”张跃环肯定地答：“我国海域内的砗磲都生长在海南文昌以南的热带和亚热带珊瑚礁区。”

珊瑚礁是海洋生态系统的重要组成部分，是区域特色海洋和渔业生物资源及其多样性的保障。但长久以来，太平洋及南海周边国家渔民形成了“靠海吃海”的传统，喜欢食用包括砗磲在内的贝类生物，还有的国家甚至将砗磲作为高档的刺身食材，令砗磲资源破坏比较严重。本世纪以来，由

于逐利的冲动，海南一些企业热衷捕捞砗磲将其外壳加工成工艺品出售。为保护和恢复南海的海洋生态环境，2016年底，海南省第五届人大常委会通过了《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》，从2017年元旦起，全面禁止海南岛出售、购买、利用砗磲及其制品。

我国南海还有多少种砗磲呢？李军介绍说，从分类来说，我国海域的砗磲科主要有8种，其中砗磲属有6种，砗磲属2种。个头最小的是番红砗磲，但它的颜色却在众多砗磲中最为艳丽；长砗磲和诺瓦砗磲约20-30公分大，长砗磲身材较长，长度是宽度的3倍，外套膜的颜色是漂亮的蓝色，而诺瓦砗磲外套膜为棕色蛇纹；鳞砗磲在砗磲中可以长到40-60公分的“中等个”，在整个贝壳上有数列大鳞片，成为小虾、贝类和其他无脊椎生物流连的“栖息地”，它的贝壳经常大部分埋入、依靠在珊瑚礁石内，露出红褐色的外套膜，明艳异常，而最大型的砗磲为库氏砗磲和无鳞砗磲，其中库氏砗磲最大可以长到130公分长，体重可达200-300千克。“《西游记》里夹住猪八戒腿的大贝壳，大概它的生物原型就是库氏砗磲吧！”李军笑着说，“还有2种砗磲，它们的特点是外套膜无法伸展出贝壳外，比较‘胖’，在一些太平洋岛国的民间都有捕食砗磲的习惯。”

“现在除了因库氏砗磲亲本较少的缘故外，其他7种砗磲、砗磲我们都已繁育成功。”李军说。

▶中科院南海所专家放养在南海礁盘上的番红砗磲长势喜人。

“说实话，在我刚接受砗磲繁育研发任务时，心情并不轻松。因为在我们之前，20多年来，已有不少国内同行尝试过研究砗磲的人工繁育，但一直没能成功。我们能不能成功？什么时候可以成功？我其实心里没有底。”科研团队出海前，赶到三亚的喻子牛教授对记者说，“但我很清楚，我们必须完成好这个任务。严格地说，这不是任务，是使命，因为这个科研项目对南海砗磲资源恢复和生态环境保护来说非常重要。”

此刻，李军、张跃环、向志明等正忙着将一块块水泥板和一个个网笼搬上船。每块水泥板长80公分、宽40公分，有几十斤重呢。

由于喜爱游泳和海洋，喻子牛更显得年轻和活力满满。要不是知道他的履历，怎么也不能相信这位曾和记者约在晚上11点半采访，然后一谈就是1个多小时的教授，已年近花甲。出生湖南湘潭的他说，“我在湖南师范大学读本科，在济南的山东大学读硕士时，都没有见过大海，学的就是普通生物学。1986年，我来到青岛的中国海洋大学水产学院工作，这是我第一次看到大海，让我真的一下子就爱上了，从此走上了研究海洋生物学的道路。”

2000年，喻子牛去澳大利亚悉尼参加国际水产遗传学学术研讨会，会后

专

去了大堡礁。“我那时还没学会深潜，只能以浮潜的方式去看海底的珊瑚。没想到，人一下水，就有大群大群的各种热带鱼扑过来；我还是第一次亲眼看到了生长在珊瑚礁上活的库氏砗磲，它有1米多长，那伸展在贝壳外面的外套膜闪烁着阳光的七彩光芒，格外绚烂夺目，让我非常震撼。”

砗磲之美，从此深深刻进了喻子牛的脑海。他告诉记者：“砗磲贝壳大而厚，是珊瑚岛礁的构成物种，具有良好的造礁护礁功能。如果说珊瑚是珊瑚礁的“水泥”，那砗磲就是珊瑚礁的“钢筋”，一个健康的珊瑚礁生态系统，砗磲生物量占60%左右。很难想象一个没有砗磲的珊瑚礁是生机盎然的。所以虽然没有立项、没有相关科研经费，但我们决不放弃。从2009年起，我们就做了大量的预研工作。”

喻子牛教授在2015年参与南海生态保护、开展砗磲繁育工作之前，就组织学科组成员查阅了国内外大量的有关资料。加上之前学科组就有做过牡蛎、蛤仔、扇贝等贝类繁育的研究，实际上已积累了一定的相关经验。2016、2017年，学科组又邀请了新加坡和澳大利亚的专家来做砗磲繁育增殖学术交流。

充分而深入的预研，喻子牛将其列为砗磲繁育能取得成功的经验之一。但即便如此，他们面临的挑战依然是严峻的。比如，虽然知道了砗磲是雌雄同体的生物，先排精，再排卵，但南海的砗

给幼虫喂“开口饭” 破解人工繁育技术瓶颈

破解人工繁育技术瓶颈，难点在哪里？在人工培育砗磲的过程中，最难的就是给幼虫喂“开口饭”。在自然界的珊瑚礁中，砗磲幼虫会通过滤食藻类获取营养。但在人工培育的环境中，由于缺乏这些藻类，幼虫难以存活。喻子牛团队通过研究发现，幼虫在孵化后的前几天，对营养的需求非常特殊。他们通过模拟自然界的藻类，成功地为幼虫提供了“开口饭”，大大提高了幼虫的存活率。

喻子牛团队在2016年的4月到6月，一天24小时排着班轮流“蹲守”。有一次，通宵值班的到下半夜实在熬不住打了个盹，醒来抬头一看，砗磲已经排出了卵，好后悔呀！此后，再没有人敢打盹了。

终于在一个农历初一的晚上，他们观察到了砗磲排精，“它就像雾一样从砗磲的出水口喷射出来，大概有几亿个精子，像间歇泉一样一阵又一阵。间隔30分钟左右，砗磲神奇地完成了自身的雌雄转换，又一阵接一阵间歇性地吐出雾一般的卵子，总量也有上亿个。大自然就是这么不可思议，砗磲在大海中受孕概率如此之低，就以几亿精子寻找几亿卵子的超大数量来完成物种的繁衍和代际传递。”喻子牛说。

但如果以为将几亿个精子和几亿个卵子放在一起，它们就会自动配对成功，可就大错特错了。张跃环说，首先，这会造砗磲的“自体受精”，使受精卵的活力和抗病能力大为降低，存活率很低；其次，他们在显微镜下发现，一个砗磲卵子里会同时钻入上百个精子，卵子因此无法完成受精。

砗磲是雌雄同体生物，但又采用异体受精的策略繁殖。于是，他们首先为砗磲创造独特的排精排卵和受精环境，严密观察各个砗磲排精排卵过程，仔细检查记录，将排出的精子和卵子分别收集、分别保存在不同的水槽中，再让不同个体砗磲的精卵按50:1的比例进行“异体受精”，成功实现了砗磲精卵的受精孵化！

在自然界的珊瑚礁中，砗磲幼虫会通过滤食藻类获取营养。但在人工培育的环境中，由于缺乏这些藻类，幼虫难以存活。喻子牛团队通过研究发现，幼虫在孵化后的前几天，对营养的需求非常特殊。他们通过模拟自然界的藻类，成功地为幼虫提供了“开口饭”，大大提高了幼虫的存活率。

后，忽然被海水中疯长的丝状藻缠绕上了，砗磲双壳打不开，光合作用受阻，不少砗磲幼虫死了。研发团队费了好工夫，在多次手工清除藻类后，才找到了用丝状藻的天敌马蹄螺和海兔灭杀的办法。没想到，才解决了丝状藻的问题，突然有一天，养殖桶里的砗磲幼虫又大量死亡，这可急坏了整个团队。经过研究发现，原来是三亚夏天的阳光太过强烈，于是在繁育区里拉上了遮光棚。更没想到的是，2017年冬天，三亚气温骤降至17℃，大批砗磲幼虫冻死了，于是赶紧采取保温措施。能把砗磲从幼虫养到5公分大小的稚贝，科研团队克服了一个又一个意想不到的拦路虎！

绝对不能让放流大海的砗磲稚贝功亏一篑！网笼养殖的办法由此诞生。“虽然这让放流的成本增加了，给我们团队也增添了不少工作量，但砗磲稚贝放流的成功率提高到60%左右！”张跃环说。

放网笼就要打钢钎，水下打钢钎真是力气活，铁锤重10公斤，没法像陆地打钢钎一样一人打一人扶，只能自己打自己扶。“会不会打到自己的手？”记者问团队公认潜水最拿手的向志明。“那是绝对的，海流对钢钎会有扰动作

看到砗磲展开的外套膜 海洋生物学家由衷高兴

用，我都要打到手上。相对打锤来说，还是潜水本身的风险大，我们都是到了南海所以项目才会去潜水的，就连喻老师都可以潜下去30多米。可大家潜得越深，我的安全责任就越大。”他说。

从早晨5点到下午1点，第一天紧张的放流作业终于完成了。返程途中，船老大开饭了，有石头蟹、琵琶虾、老虎斑、大龙头……这些南海特有的海鲜，内地人很少见到，但科考队员都很淡定，他们知道在接下来的日子里，他们会天天吃这些，很快就会盼着吃上一碗小青菜。

作业船没有回港，却驶向远处的礁盘，这是去巡护5月份放流的那些网笼里的砗磲。

向志明再次从海水里冒出头来，伸出V字形的手势，船上众人才放心。

喻子牛告诉记者：“2021年，我们已经成功培育出50多万颗砗磲幼虫，相对于国际上每年砗磲苗种交易总量15万个而言，我们培育苗种水平及其数量均处于国际领先水平。这些幼虫，在经过1-2年的培育后，就有望回归南海，为南海水下的“海洋热带雨林”提供百万级的斑斓砗磲。在海底看到砗磲展开的美丽的外套膜，作为海洋生物科研人员我们真是由衷的高兴。”



▲放养砗磲、珊瑚、海葵等海洋生物的科考船正驶向一望无际的南海。