

[美] 罗伯特 O. 泽伦尼 主编

科学 年鉴 1989

SCIENCE YEAR



1989

科学出版社

科 学 年 鉴

(1 9 8 9)

[美] 罗伯特 O. 泽伦尼 主编

科 学 出 版 社

Editor in Chief: Robert O. Zeleny

SCIENCE YEAR

The World Book Science Annual

World Book, Inc.

1989

科学年鉴

(1989)

〔美〕罗伯特 O. 泽伦尼 主编

责任编辑 鲍建成

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1990年12月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1990年12月第一次印刷 印张:12 1/4

印数:0001—2 800 字数:380 000

ISBN 7-03-001884-2/Z·107

定价:8.80元

目 录

专 题 论 述

探测大堡礁·····	T. J. 多恩 (1)
美国西南部的阿纳萨齐人·····	R. C. 尤勒 (9)
关于恐龙的新发现·····	J. 华莱士 (15)
臭氧层的空洞·····	R. J. 西塞隆 (22)
是成功的保护惯坏了白尾鹿吗? ·····	J. M. 兰格 (30)
超导研究的惊人突破·····	A. 费希尔 (36)
植物与猎食者之战·····	I. T. 鲍德温, T. 埃斯纳 (42)
利用计算机设计药物·····	D. A. 卡尔森 (48)
建造第二生物圈·····	E. 彭尼西 (53)
寻找爱滋病的疫苗·····	B. 帕特鲁斯基 (58)
巴斯德研究所成立一百周年·····	A. 多罗辛斯基 (64)
建造海底隧道·····	J. L. 塔奇曼 (71)
地质年龄测定·····	F. 雷迪 (77)

学 科 进 展

天文学·····	(85)	植物学·····	(132)
物理学·····	(95)	生态学·····	(134)
化学·····	(100)	神经科学·····	(137)
能源·····	(104)	遗传学·····	(140)
电子学·····	(106)	心理学·····	(146)
计算机·····	(108)	农业·····	(148)
航天技术·····	(115)	营养学·····	(151)
地质学·····	(118)	医学研究·····	(155)
古生物学·····	(121)	牙科学·····	(160)
气象学·····	(124)	免疫学·····	(162)
海洋学·····	(126)	公共卫生·····	(164)
动物学·····	(129)	药理学·····	(166)

考古学.....	(168)	科学教育.....	(180)
人类学.....	(174)	科技新书.....	(181)
环境科学.....	(178)		
科学奖金与奖励.....			(185)
一年来逝世的著名科学家.....			(187)

专 题 论 述

探 测 大 堡 礁

多恩 (Terence J. Done)*

科学家们正在研究澳大利亚的大堡礁——世界上最大的珊瑚礁体系，以便找到确保其生存的方法。

第一次潜水探测澳大利亚大堡礁的经历是使我终身难忘的。拍打着澳大利亚东北海岸的那部分太平洋另外有个美丽的名字，叫做“珊瑚海”。穿过它那温暖而晶莹透彻的海水，我和我的同伴轻而易举地落在长满五彩缤纷的珊瑚的斜坡上。在我们脚下的是墨绿色的板状珊瑚；在不远的地方矗立着一片色彩柔和的大鹿角珊瑚丛，这种珊瑚的形状就象一些姿态奇异的鹿角。在斜坡的下部趴着一个巨大的脑珊瑚，它孤零零地独自躺在海底，这种珊瑚的表面有许多皱纹，其形态很容易使我们联想起人的大脑。

我游近了 this 硕大的脑珊瑚：它的大小和一头躺着的大象差不多。一大群小鱼被它分成了两股，绕了过去。我轻轻地绕着这堵“珊瑚墙”周围游动，迎面遇上了从另一面游过来的一条眼珠突出的大鱼，它使我吃了一惊。但是它只是摇摇尾巴就离我而去，加入到那一大群“小朋友”中间去了。它们在我的视野边缘以松散的队形徘徊着。这个大脑珊瑚的底部向外突出，形成了一个象洞穴一样的空间。我游进这个空间，待了一会儿。从我的水下呼吸器的排气孔中排出的一串串气泡，由于受到“洞”顶的限制，变成了扁平状，象水银一样，在包在这个突出部分外面的海藻及其它海洋生物中间乱窜。借助电筒光线的帮助，我看清了这片浓密的有生命的覆盖物的丰富色彩：紫色、红色、黄色和橙色等等，简直是鲜艳夺目、美不胜收。

突然，我感觉到我的同伴的手在我胳膊上碰了一下，他招呼我过去，我们一起向上，游近一对环绕大脑珊瑚游动的美丽的鸚虹。这对大鱼轻而易举地将它们宽阔扁平的躯体弯成弧状，环绕我们游动达整整5分钟之久。出于对闯进它们的天地的陌生入侵者的好奇，当它们从我们旁边游过时，竟然还允许我们触摸它们。而后，它们就游开了。我们也心满意足地离开这个地方，沿着斜坡向上游去。当我们回到船上休息时，我决定将来还要多次返回大堡礁，并以研究这里的各种生物作为我的终生事业。

我的两个愿望都实现了：1980年，也就是我邂逅大堡礁10年之后，我获得了动物学博士学位，同时我又已成为位于昆士兰州的澳大利亚海洋科学研究所的一名研究人员。我在大堡礁水下化了许多时间进行观察、收集珊瑚标本和摄影。尽管我在大堡礁的每次下潜都有具体的科学目标，但几乎同时都会经历一些令人欣喜不已的事情。

然而，在1983年11月的一次下潜中，展现在我面前的情景却是令人沮丧的。一个个

* 多恩是设在昆士兰州汤斯维尔的澳大利亚海洋科学研究所的高级研究员。

礁体上的珊瑚都死了。黄褐色的海藻好象一层厚实而蓬松的毯子覆盖在礁石上。这一带已经遭受了棘冠海星 (crown-of-thorns starfish) 的洗劫。棘冠海星是一种巨大的带刺的海星,专门吃珊瑚虫。它的数量有时会莫名其妙地突然猛增起来。这种现象是由于什么原因造成的还没有弄清楚。它可能是一种很平常的珊瑚兴盛和衰落的周期性现象;也可能象一些科学家所预言的那样,是大堡礁退化过程的开始。如果是后一种可能性的话,它是否与人类的活动有一定关系呢?如果棘冠海星的大批出现是由人类活动引起的话,那么人类在其他方面(例如水污染)给大堡礁又带来了多大的危害呢?这些问题只有通过研究才能回答。科学家们,包括我自己在内,正在努力尽可能多地了解大堡礁,力求使这一壮丽的景观在今后世代仍能屹立在澳大利亚的东北海域。

澳大利亚政府承担了这一任务,于1975年设立了大堡礁海洋公园,并成立了一个正式机构——大堡礁海洋公园管理局,它的管理范围几乎包括所有的礁体。管理局一方面努力保护这些礁体,同时又使它们能用于娱乐和商业用途。于是,各种活动安排得越来越多了。尤其是旅游业在80年代明显地繁荣了起来。1988年的200周年国庆大典也在一定程度上促进了旅游业的兴旺。每年都有新的旅游旅馆在大堡礁上建成。所以管理局必须竭尽全力来完成它作为监护者的职责。

大堡礁沿澳大利亚昆士兰州海岸绵亘约2000公里,由约2900个独立的礁体和岛屿组成,是世界上最大的珊瑚礁体系。最小的礁体面积只有几公顷,大的礁体从一侧到另一侧的距离可超过30公里。有一部份礁体离海岸的距离超过160公里。每个礁体都是由无数世代珊瑚的大量石灰质残骸组成的。它们形状各异,有的象一堵堵平顶墙,有的象高低起伏的丘岗,有的则形成尖峰。

大堡礁座落在大陆架上。这个大陆架是一个从澳大利亚大陆向大洋伸展出去的水下“平原”,其上覆盖着在千百万年期间堆积起来的来自陆地和海洋的沉积物。在这个礁体系中,最古老的礁体大约在2500万年以前就已形成了。

然而,大堡礁中的大多数礁体是在最近200万年期间形成的。在这一时期里,海平面随着冰期(冰河时代)的开始和结束而向下和向上变动。在冰期内,海水结冰,海平面下降;冰期过后,大量冰块又融化成水,海平面就上升。在这200万年期间,澳大利亚大陆架为海水淹没的时间只有20万年。而且,只有在高水位时期,礁体才能生长。每次冰期到来时,海平面都会下降。暴露出来的石灰质礁体由于风吹雨打而被侵蚀成为坑洼不平的小丘和垄脊。在大约15,000年以前时,最新的一次海侵开始了。海水又淹没了大陆架,把大堡礁再次浸入水中,礁体又重新充满了生机,并开始增长。在距今约5000年或6000年时,海平面稳定在一定的水平上,但珊瑚海海域的条件仍有变化,所以有的礁体仍继续生长,有的礁体则逐渐缩小。这一情况是很容易理解的:在不同位置发育的礁体会具有明显不同的特征。靠近外海的礁体,由于要能经受住海浪的拍打,往往长成块状,而且很结实。而靠近陆地一侧的礁体,则因为受到外围礁体的掩护,所以往往不那么结实,这些礁体上的珊瑚一般都有美丽的形状,如扇状、树枝状、瓶状等等。

礁体有堡礁和岸礁两种形式。在整个大堡礁区内,堡礁是礁体存在的主要形式,它们和海岸之间有一条宽而深的水道相隔。岸礁是指与陆地相连的礁体。

在总数达2900个礁体的大堡礁中,有250个礁体已成为低矮的小沙岛,也叫“沙洲”

(英文是“cay”，有时也写作“key”)。砂子是由死亡的珊瑚及其它能分泌石灰质硬体的生物的钙质残骸破碎而成的。在大堡礁的各个地段都可以看到光秃秃的沙洲。在北段和南段，礁体之间的沙洲上生长着灌木丛、乔木和其它植物。许多沙洲是海鸟和海龟筑巢和产卵的重要地点。

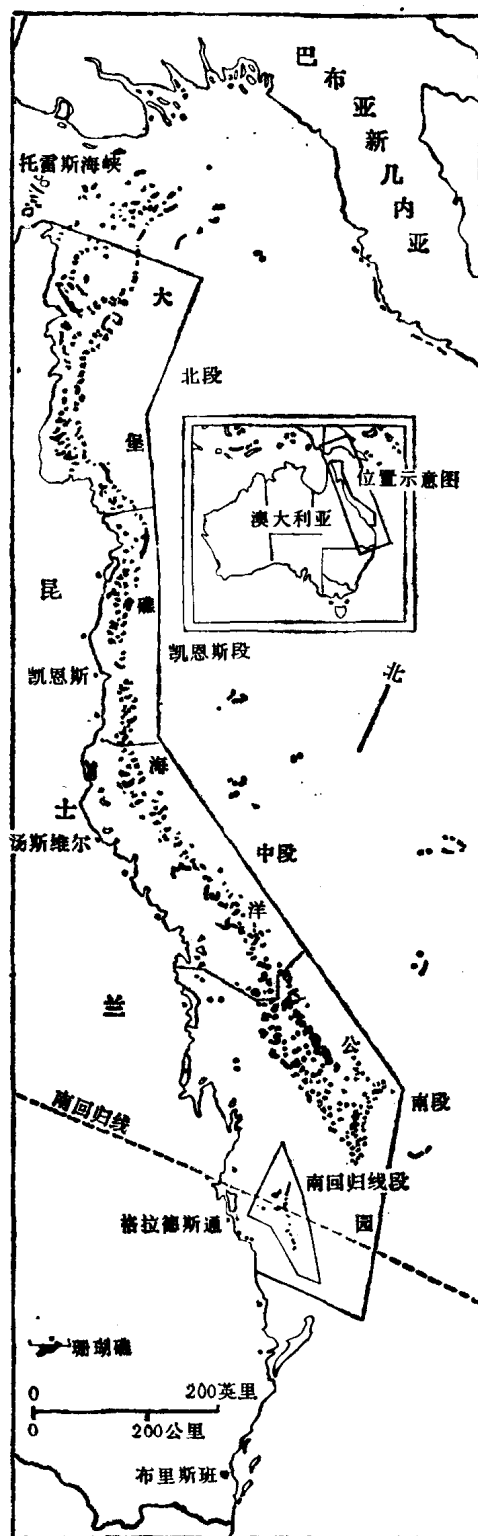
另外还有 500 多个岛屿，尽管它们并不是真正的石灰质礁体，但一般也把它们看成是大堡礁的组成部分。这些岛叫做“陆边岛”(continental island)，它们主要集中在大堡礁的中段。它们曾经是大陆的一部分，后来因为海平面升高，就被海水包围了。

礁体上有大量生物，主要集中在礁的水下部分。其中有几百种珊瑚，如硬体珊瑚、软体珊瑚、花边状珊瑚、扇状珊瑚和鞭状珊瑚等。它们是礁体的“建筑师”。

澳大利亚海洋科学研究所的研究人员和其它澳大利亚科学家一起，通过最近十年来的努力，对大堡礁的珊瑚进行了分类。因为有许多珊瑚看上去几乎完全一样，所以完成这项任务是一件很不容易的事情。为了观察生活在自然栖息地的活珊瑚和确定每一种珊瑚的形状以及它们的颜色的范围，研究人员戴着水下呼吸器潜入水下，在礁体之间工作了几千小时。他们还在实验室里用显微镜观察珊瑚的硬体部分，并与科学家们以前收集的收藏在博物馆里的标本进行了比较。通过大量工作，他们逐渐解开了疑团，对大堡礁地区的珊瑚有了清楚的了解。

这里的大多数珊瑚是群体珊瑚。珊瑚群体的硬质部分是礁体的主要组成部分。硬质珊瑚群体的生命起源于一个个的珊瑚虫，这是一种身体中央是一个空

世界上最大的珊瑚礁



大堡礁由约 2900 个礁体和岛屿组成，沿澳大利亚东北岸绵延约 2000 公里，其中的大部分现已划归大堡礁国家海洋公园

腔的动物,和海葵很相象。它的直径通常小于 1.2 厘米。珊瑚虫座落在一个石灰质的“杯子”中,这种“杯子”是由珊瑚虫周边及底部能分泌石灰质的一种特殊细胞“生产”出来的。经过几星期或几个月后,有的珊瑚虫以“长芽”的方式繁殖出一个个较小的“女儿”,而有的珊瑚虫则分裂为两个同样大小的“姊妹”。繁殖出来的珊瑚虫仍然紧靠在一起,继续生长,向它们座落的“杯子”中不断分泌新的石灰质,并且一代又一代地继续进行繁殖。随着珊瑚虫数量的大量增加,相互联系在一起的“杯子”就构成了这个珊瑚群体的骨架,而活的珊瑚虫则只是分布在这个骨架表面的一层薄薄的软体组织。对某些种类的珊瑚来说,这种过程已经延续了许多世纪,所形成的珊瑚群体骨架已有好多米高、几吨重了。而对另外一些种类的珊瑚来说,其群体的寿命则只有几年到几十年。许多世代的珊瑚群体的骨架积累起来就形成了珊瑚礁体。

新珊瑚群体可以通过两种方式形成:无性繁殖和有性繁殖。当一个新的珊瑚群体从一个老珊瑚群体的碎块上发展起来时,先出现的往往是无性繁殖的方式。这种碎块一般是在风暴潮时从原有的礁体上破碎下来然后又移动到别处的。有性繁殖则是以雌性珊瑚虫的卵和雄性珊瑚虫的精子相结合的方式进行的。

直到本世纪 70 年代后期,科学家们还认为所有的珊瑚都是一年四季以有性繁殖的方式繁殖的。到了 80 年代初期,北昆士兰詹姆斯·库克大学的研究生们发现,大堡礁上的硬体珊瑚仅在 11 月或 12 月(南半球的夏天)才产生卵和精子。大量排卵是在水温升高和满月大潮的影响下发生的。排卵过程一般发生在晚上,而且在不到一星期的时间内就完成这一过程。卵和精子浮到水面,并在那里结合,形成胚胎。胚胎发育成为会游动的幼虫。珊瑚的大部分幼虫难逃葬身鱼腹的命运。幸存的少数幼虫回到海底,附着在礁体上,并在那里发育成珊瑚虫,然后以“出芽”的方式形成新的珊瑚群体。自从詹姆斯·库克大学的研究工作公诸于世以来,在太平洋的其它一些地区(包括日本和斐济群岛)也观察到了珊瑚大量排卵的现象。

除了珊瑚以外,还有许多动物能产生石灰质,如一些原生动物(单细胞动物),直至一些巨大的蛤类。这些动物死亡后,石灰质的残骸也堆积在礁体上。藻类在礁体发育过程中也起着重要的作用。大约占藻类总种数 10% 的藻类能在其细胞内形成石灰质。这些藻类在热带的礁体上大量地繁衍和死亡,它们的石灰质残骸也会参加到珊瑚和其它动物的石灰质残骸的堆积中去。

科学家们已经查明,藻类在其它方面也对礁体有着重要的作用。各种各样的藻类生长在珊瑚和其它分泌石灰质的海洋动物的残骸的表面及其空腔或壳内,并使它们变成碎片。这些碎片就很容易被频繁发生的风暴冲离礁体。另外一些叫做结壳珊瑚藻的藻类则会把活珊瑚和石灰质碎块粘结起来,形成坚硬的礁体,成为能抗御风浪的“墙”和平台。

藻类还为许多造礁生物提供食物。有一种叫做虫黄藻(*zooxanthellae*)的藻类生活在珊瑚虫体内。它们不仅给珊瑚提供营养,还使珊瑚有可能以比没有虫黄藻寄生时快许多倍的速率分泌石灰质硬体。

大部分珊瑚和造礁藻类(指能粘结其他碎屑从而对形成礁体抗浪结构有贡献的藻类)只有在温暖的水中才能迅速生长。此外,藻类还需要充足的阳光来进行光合作用。这说明了为什么几乎所有的珊瑚礁都分布在热带和亚热带海域的浅海之中的缘故。

大约有 2000 种鱼生活在大堡礁的水域中。它们在礁体上可以找到丰富的食物。在这些鱼中,有一些是靠吃来自外海的微体海洋生物为生的,其中包括单独活动的鸢鲷和一种以密集鱼群形式活动的叫做“姑娘鱼”(damselfish)的小鱼。大群色彩斑斓的鹦鵒鱼、河豚鱼和刺尾鱼则啃食生长在珊瑚礁体表面的各种藻类。纤细而美丽的蝴蝶鱼直接“啄”出活的珊瑚虫来吃。硕大的头部凸起的隆头鱼则用它那有力的牙齿把一块块珊瑚硬体咬下来,然后吃躲在其中的珊瑚虫。在珊瑚礁群食物链顶端的是鲨鱼和其它大型鱼类,它们在游动时遇到的可怜的小鱼就是它们的美餐。

生物学家们对总数达 2000 种的鱼类还没有进行过多少详细的研究。但他们正在研究,这些礁体怎么能使得这些小鱼得到了如此高的生物分异度(diversity)。科学家们已经发现,住在同一礁体周围的许多种鱼吃的是同样的食物,而且以同一类型的孔洞和裂缝作为它们的栖身之所。在自然界里,这种聚居一般是不大可能维持很久的。那些最强壮、游得最快和最灵巧的鱼将会在生存竞争中获胜,从而可以独占这一栖息地。但在大堡礁地区规律却反了过来。这里主要是共处而不是独占。研究人员研究了许多种小型鱼类后,发现了形成这一情况的几个原因,其中包括:这些鱼的寿命较短(一般只有几年);随洋流来到这里的年轻的鱼的数量和类型每年都有很大变化。在大堡礁区的体型较大、寿命较长的鱼类中,看来也存在类似的情况,但科学家们对这些鱼的生态学研究得还很少。

在大堡礁区海水中生活的其他生物中包括巨蛤、海龟、有毒的海蛇,还有许多海生哺乳动物,例如海豚、鲸、儒艮(一种海牛)等。象研究珊瑚和鱼类一样,生物学家们对其他生物也在进行研究。

巨蛤只见于南太平洋和印度洋,它们主要生活在珊瑚礁浅水区。一个巨蛤的长度最大可达 120 厘米,重量可达 230 公斤。科学家们长期以来一直推测,这种巨蛤之所以能生存下来是因为它们是依靠从海水中滤取微体海洋生物为食的。但是,80 年代的研究工作揭示,切断了这种食物来源后,这种巨蛤生长得仍然很繁盛。有一点它们与珊瑚非常相似,即在它们的外套膜(紧靠壳体的一种软体组织)内也寄生着千千万万的虫黄藻,可以为这些巨蛤提供具有丰富营养的物质。

有六种海龟生活在大堡礁地区。科学家们对其中一个叫做“绿海龟”的种研究得最多。绿海龟在全世界范围内面临着灭绝的危险。其主要原因在于它们的生殖习性。这种海龟是将卵产在砂质海滩上的,所以大多数会被其他动物吃掉。绿海龟于春天和夏天在产卵的小岛附近的海内交配。母海龟在交配后的几个星期内可以产约 500 个卵,分成几堆,每堆一般 100 个左右。夏季将要结束时,小海龟从卵内孵化出来。它们钻出沙堆,爬下沙滩,进入大海。这些幼仔中只有极少数能顺利地长成大海龟,因为大多数小海龟在此期间会被别的动物(鸟、鱼及其它食肉动物,还包括人类)吃掉。尽管小海龟的死亡率是如此之高,但绿海龟仍然交配得很少。实际上,许多科学家认为,母海龟在一生中可能只产一次卵,因为它们在回到海滩上产卵之前,在海洋中大概要度过几十年的时间。

地球上只有很少几个地区以法律形式对绿海龟进行保护,大堡礁是其中之一。在这里,儒艮也受法律保护。儒艮和生活在美国东南部、南美和非洲的海牛有亲缘关系。这种生性温顺的动物在西太平洋的其它地区和印度洋已因滥捕而几乎绝迹,但在大堡礁区则仍很常见。它们常在浅海区成群活动,以海草为食。有时一群儒艮可多达 600 头。按照

澳大利亚的法律,只有当地的土著居民才获准猎取这种动物,而且猎取的数量是有限的。

澳大利亚政府清楚地认识到大堡礁的巨大价值。他们把它看成是一种国家的和全球的宝贵资源,所以采取了积极的措施对大堡礁进行管理和保护。澳大利亚国家海洋公园管理局已对礁区进行了初步的管理。他们试图找到一个平衡点,即既能将大堡礁区用作娱乐场所、旅游区、船只停泊点、商业性和娱乐性的捕鱼场所以及进行科学研究及其它用途的场所,又能保存礁区的自然状态。管理局将海洋公园划分成许多使用带,在每个带内只允许进行一定数量的活动。为了进一步保护礁区,管理局禁止在整个海洋公园范围内进行石油勘探和开采以及捕捞某些种类鱼和软体动物

澳大利亚的科学家和海洋公园管理局密切配合共同监测礁体的发育情况。他们的研究工作利用了当前一些最先进的技术。特别是,海洋学家和生物学家们通过对本区的卫星影象图进行分析,来确定海水在礁区内的环流情况,以及当环境条件改变时藻类及礁上的其它植物有什么变化。生理学家们把一些防水的仪器放在礁体上来研究造礁生物在自然环境中的生物化学过程。还有一些科学家在实验室内研究礁体的标本及水样。所有各学科的专家们都利用计算机对他们每年收集的大量数据进行分析,并模拟从环绕礁体的洋流到礁区的食肉动物及其捕食对象的种群循环等各种自然过程。

研究人员特别感兴趣的是:礁体的哪些部分是正在生长的,哪些部分是正在受到侵蚀的,以及为什么会出现这种情况。这类信息是通过拖过礁体的漂浮仪器包获得的。当装有各种仪器的仪器包漂过礁体时,它可以测出水流中溶解氧及二氧化碳的含量以及 pH 值(酸度或碱度)的变化。水化学性质的这些变化是由于礁体的新陈代谢作用所造成的。新陈代谢作用,亦即礁体上发生的所有生物化学过程的总和,也包括光合作用和形成石灰质在内。研究人员发现,太平洋中所有健康的珊瑚的新陈代谢作用的速率都是差不多的。因此,新陈代谢速率比正常珊瑚礁的速率快或慢的礁体可能是出毛病了。

有许多原因会使礁体退化。在某些情况下,礁体破坏是由于生物侵蚀作用(指由生物活动引起的侵蚀礁体的作用)造成的。会破坏礁体的生物中有吃珊瑚虫的鱼。还包括许多钻孔生物,其中有藻类(包括表生藻类)、细菌及小型海洋动物。这些生物在已死亡的礁体上钻孔并使它逐渐成为碎块。生物侵蚀作用是礁体生态学中的一个自然组成部分。它通常由珊瑚和分泌石灰质的藻类的造礁过程来平衡。然而,在一些礁体上,在生长和破坏这一过程中,平衡往往偏向后者。发生这种情况时,礁体就停止生长。这种情况一直要到这种平衡逆转时才会改变。

一些对礁体最严重的破坏是由棘冠海星造成的。一只成年的棘冠海星可以有 23 条足,直径可达 30—40 厘米。它每天可吃掉和它本身的面积差不多大小的范围内的珊瑚虫。虽然这种海星在大堡礁已存在了千百万年,但它的数量却很少,所以珊瑚能在被吞噬的地方重新生长起来。但有时成年海星的数量也会突然猛增起来,而且在某些地段上的密度甚至可达到每公顷礁体面积上有成千上万只之多。当这种情况出现时,在几星期或几个月时间里,受侵害区内的珊瑚的死亡率就会达到 90% 或甚至更高。当海星离开时,这里就会留下大片死珊瑚的白色残骸以及经历严重残害后幸存下来的“幸运儿”。几年之后,这些礁体还会缓慢地重新恢复生长。

在本世纪 80 年代,澳大利亚政府提供基金资助对棘冠海星进行的一系列科学研究,

以便弄清它们的数量突然猛增的原因及由此而产生的长期影响。这项由澳大利亚海洋科学研究所和大堡礁国家海洋公园管理局共同负责组织的工作除澳大利亚科学家外，还有美国的科学家参加。

科学家们提出的年度调查报告指出，1980年以来，棘冠海星数量猛增的现象大都出现在大堡礁的中段。这种猛增可能涉及到以幼虫形式，或者也可能是以成年个体的形式在礁体之间移动的几代棘冠海星。第一次棘冠海星数量的明显猛增出现在昆士兰州凯恩斯附近的礁体上。从这里开始，这种现象以一个宽广的前缘逐渐向南扩展，推进了600公里之遥。当棘冠海星向南迁移时，珊瑚在受残害的礁体废墟上重新定居。计算机模拟表明，生长得最缓慢的珊瑚大概需要10年到100年才能弥补海星破坏所造成的损失。然而，在礁体发育的历史中，棘冠海星猛增的周期可以达到30年一次。最近一次猛增发生在60年代，也就是在提出棘冠海星问题之前15年。计算机模拟表明，几次猛增之间间隔的时间都很短。所以，在这段时间里可能一直没有出现过大规模的珊瑚群体。

科学家们提出几种假说来解释棘冠海星猛增现象出现的原因。有一种假说认为，这完全是一种正常现象。这种说法的根据是在珊瑚礁潟湖砂层的深处发现了大量的海星残骸。另外一种假说叫做“自然循环假说”。这种假说认为，成年海星数量的增减取决于作为它的食物的珊瑚的繁盛或减少。此外，许多科学家认为，棘冠海星数量大幅度增减可能并非由于自然原因，而是由于人类活动造成的。例如，人类过量地捕捞棘冠海星的天敌，其中包括梭尾螺（triton），这是一种美丽的介壳动物，现在已受法律保护，不准捕捞。

科学家们还在继续寻找根据更为充分的假说来说明棘冠海星数量猛增现象。同时，在旅游区内的一些礁体上已经开始清除这种海星以保护珊瑚。目前，海洋公园管理局还没有能力用这种方法来保护所有的礁体。科学家和政府对这种方法是否可取也还没有取得一致意见。

无论人类活动是否与这种反复发生的棘冠海星数量猛增有关，有一点是完全可以肯定的：人类活动对礁体是有影响的。来自昆士兰州农业区的农药、肥料和动物残骸可能会对礁体造成一系列细微的但有害的影响。来自澳大利亚北面175公里的巴布亚新几内亚的一个巨大金矿排放出来的有毒金属的污染，也会影响连绵不断的礁体的上部。昆士兰州沿海的城镇把经过处理的污水和垃圾排入海洋。商业性和娱乐性的渔船成网成网地捕走大量鱼类和贝类。旅游业的空前兴旺使登上岛屿的游客猛增。在珊瑚礁潟湖中甚至还停泊着一艘“水上旅馆”。没有人能预知所有这些活动最终会导致什么后果。

有些科学家认为，珊瑚礁的破坏实际上早就开始了。早在20世纪20年代就开始对大堡礁进行研究的先驱，英国的生物学家扬爵士（Sir Charles Mourice Yonge）在1978年时旧地重游。他在一片叫做洛岛（Low Isles）的小岛群中发现，以前曾有珊瑚繁茂生长的地方，现在已成了一片片光秃秃的礁坪。礁坪的表面覆盖了砂层。扬爵士认为，这是由于采伐森林而导致的水土流失以及在附近的大岛上开采锡矿而造成的。另外一些礁上的珊瑚则是因为被砂子所掩埋而闷死的。这是在昆士兰州的一些大型海港内疏浚水道造成的后果。

科学家告诉我们，大堡礁这一壮丽景观是怎样形成的，它对人类有多大贡献。现在，最重要的问题是如何确定危害礁体最严重的因素是什么。因为，人类对珊瑚礁的影响必然越来越严重。那些与如何恰当地利用大堡礁并使之具有长期活力有关的科学知识将会

越来越得到重视。科学家们必须继续努力探索,在礁体所发生的变化中,哪些是由人类活动造成的,而哪些则是礁生态学中的自然过程。

(周明鉴译)

美国西南部的阿纳萨齐人

尤勒 (Robert C. Euler)*

阿纳萨齐人是伟大的建造者和艺术家,他们创造了史前北美洲最先进的文明之一。

1849年8月的一个炎热的骄阳天,一队美国骑兵在新墨西哥州西部的恰科峡谷行进时,看到了一个奇特的景象。在峡谷崎岖陡峭的岩壁下,有一大片建筑的废墟。这些早就被人遗弃的建筑默默耸立在烈日下,它们已经没有屋顶,所剩的残垣断壁,有的坍塌在峡谷那荒凉的岩石滩上,有的眼看就要被沙丘埋没。

这支队伍中一个叫辛普森 (James H. Simpson) 的中尉对这片废墟非常感兴趣,他用了两天时间作了认真的考察。辛普森大概不知道西班牙人比他早26年就发现了这片废墟,他写了一篇文章,详细记叙了他的发现。这篇文章和他画的草图,一直保存在华盛顿的国家档案馆里。据辛普森查点,在恰科峡谷共有七个大废墟和若干小废墟。这支队伍中的印第安人向导把这些建筑称为“普韦布洛”(Pueblos,意即“村落”),其中有的象四层楼房那样高,占地达数公顷。

辛普森当时并不知道,他所看到的废墟属于墨西哥以北地区史前印第安人最杰出的建筑类型。他也不可能想到,几十年以后,在科罗拉多高原上又发现了数以百计的和他在恰科峡谷的发现相仿的废墟。这片布满深壑险谷的辽阔高原横跨了现在科罗拉多、亚利桑那、新墨西哥和犹他等四个州的大片土地。一个世纪来的考古探险表明,这些普韦布洛是由被今人称为阿纳萨奇人的印第安部族建造和居住的。“阿纳萨齐”这个名字源于纳瓦霍印第安语的一个词,意为“古人”,尽管阿纳萨齐人与纳瓦霍人并没有什么关系。

我从1960年在大学教书开始,一直到1974年到国家公园管理处工作以后,搞了25年多的考古。找寻和调查阿纳萨齐村落一直是我工作的中心。到1988年为止,我的同事和我在大峡谷地区共发现了两千多个小型的阿纳萨齐人的遗址。

还有一些考古学家发现了公元前300年前后的有关阿纳萨齐人生活的证据。阿纳萨齐人最初是靠打猎和采集野生食用植物为生的,到公元750年,他们已建立了一个相当先进昌盛的文明。可是到公元1300年,即在欧洲人甚至纳瓦霍印第安人来到这个地区很久以前,阿纳萨齐人抛弃了他们的家园。他们离开了自己的普韦布洛,向南部和东部迁移,成为霍毕、祖尼等现代普韦布洛印第安人的祖先。

在辛普森1849年那次调查以后,由于地形险峻以及当地印第安人的敌对行动,对恰科峡谷的探索曾一度中断。但到19世纪70年代末,探险家们和来到人烟稀少的新墨西哥州定居的人在恰科峡谷及其周围地区又发现了许多新的普韦布洛遗址。

* 尤勒是专事研究美国西南部印第安人的人类学咨询专家,并兼任坦佩市亚利桑那州立大学教授。

1888年,人们在一次寻找走失牛群的过程中,在科罗拉多州西南部发现了关于阿纳萨齐人的更令人吃惊的证据。牧场主威瑟里尔(Richard Wetherill)和他的一个帮工在佛德方山的深谷中围赶走失的牛群时,发现了很多大型的普韦布洛遗迹。但这些普韦布洛位于峡谷的峭壁上,有的伸在岩壁内的空缺处,有的建在突出的岩檐下。到1890年为止,威瑟里尔及其兄弟们共发现了一百多个这样的岩壁建筑。

威瑟里尔兄弟在佛德方山的发现引起了他们的好奇和兴趣。他们又扩大范围,到亚利桑那北部其他偏僻的地方进行搜索。到1895年,他们在凯塔延集市附近发现了大量的阿纳萨齐遗迹,其中包括亚利桑那州最大的岩壁建筑、现为纳瓦霍国家文物保护地一部分的基特西尔。凯延塔地区,佛德方山和恰科峡谷是当年阿纳萨齐人居住最集中的地方。

19世纪末,美国的考古科学刚刚起步,早期探索者的工作主要是为东部的博物馆收集陶器、篮子和手工制品。到20世纪初,专业考古工作者才开始对阿纳萨齐人的遗址进行科学考察。他们虽然也收集手工制品,但研究的目的已扩大到了了解阿纳萨齐人的生活方式及其变迁。

自那时以后,阿纳萨齐人之谜不断吸引着考古学家们来到科罗拉多高原。他们的调查工作得益于两种自然现象:一是西南部的气候,二是树木生长的年轮。

西南部的干热气候不但保存了阿纳萨齐人的遗迹,也保存了他们的手工制品。多年来,考古学家们发现了大量的阿纳萨齐人使用过的工具和武器,以及印第安人独特的精美篮子和陶器。考古学家们还发现了许多干化了的阿纳萨齐人的尸体,这些尸体为人们了解阿纳萨齐人的外表、衣着、首饰、疾病甚至发型等等提供了宝贵的资料。

树木生长年轮是树轮年代测定法的基础,它使考古学家得以为阿纳萨齐人的遗址和文化发展过程编制一份非常精确的时间表。树木年轮年代测定法所依据的原理是,有些树的生长年轮(树木横截面上的每一轮代表这棵树生长了一年)形成的图案不规则。这种不规则是因为每年的降雨量不同而形成的。在干旱年份,树轮较为狭窄,而在湿润的年份里,树轮间隔较宽。对研究阿纳萨齐人的考古学家来说很幸运的是,这些印第安人盖房子最常用作支梁的树木正好都能形成这样的年轮图案。

科学家在用树轮年代测定法测定一根支梁的年龄时,把这根支梁横截面上的年轮图案同一份根据已知年龄古树年轮图案制成的标准图案作比较,然后通过对同一建筑中许多支梁年龄进行综合计算,便可以知道这一建筑的确切年龄。

在树轮年代测定法的基础上,考古学家们还发明了另一种测定年代的方法,这种方法利用的是阿纳萨齐人制作的陶器。阿纳萨齐人在各个时期制作的碗罐一类的陶器,其造型是不同的。考古学家只要测出发现这些陶器的房屋的年代,就可以相当准确地判断这些陶器的造型所代表的年代。反过来,一个有经验的西南地区考古学家只要看一下现场发现的陶器碎片,就能很快地判断出这个废墟是什么时候的。而且,由于各个地区陶器的造型图案不同,考古学家也能判定居住在某个建筑的阿纳萨齐人属于哪个部落以及他们是否与其他部落(以及与哪个部落)的人交换过陶器。

考古学家们还用一种叫做碳同位素测定法的技术测定阿纳萨齐人遗址的年代。这种通过分析碳的一种放射性同位素残存量的测定方法对于测定在遗址发现的木炭和残存有机物(如骨头和玉米芯)特别有用。不过,碳同位素测定法只能提供一个大致年代,精确

度一般是几百年。因此,它的用途不及精确度更高的树轮年代测定法。(参阅“地质年龄测定”一文)

考古学家还尝试过一种间接的方法了解阿纳萨齐人,这就是研究他们的后裔。现代普韦布洛印第安人建造的房屋、使用的工具,以及制作的篮子、陶器,和在阿纳萨齐人的遗址中所发现的很相象。对这些现代印第安人进行人类学研究所得到的情况,以及早期探索者和移民对普韦布洛印第安人的描述,都有助于考古学家弄清了阿纳萨齐人的习性、礼仪和其他没有直接证据的活动。所以,尽管阿纳萨齐人没有文字,考古学家还是能够对这些印第安人及其生活方式描绘出一幅相当清晰的图画。

阿纳萨齐人最早大概是在公元前 300 年前后由内华达和犹他西部来到西南部地区的。在这一地区早期发现的遗址中,考古学家发现了与亚利桑那北部和科罗拉多西南部最早的阿纳萨齐遗址中几乎相同的矛头和其他制品。

最早的阿纳萨齐人靠采集野生食用植物和猎取当地的动物(如兔、鹿、大角羊等)营生。到大约公元前 300 年,早在公元前 7000 年在美洲墨西哥中部发展起来的农业知识传到了阿纳萨齐人中间,他们开始种植玉米、南瓜和大豆。但他们的主要食物仍然要靠野生植物和打猎。

大约在公元 1 世纪,阿纳萨齐人开始编织在考古学界颇有名声的各式各样精美的篮子。有些用松脂或焦油涂刷成不漏水的篮子,很可能是用来盛水的。阿纳萨齐人还编织背袋、草鞋以及用裘皮和羽毛做成的衣服。

考古学家在测定为公元 400 年前后的阿纳萨齐遗址内发现的证据表明,这个时期的阿纳萨齐人掌握了一项很可能是从南方邻居那里学来的新技能,即制作陶器。这些早期的陶器做工粗糙,往往只有一种灰颜色,但它们使阿纳萨齐人改进了烹食技术。以往,他们只是在火上或烧热的煤上焙烤食物,现在他们也学会烧煮食物了。

现代普韦布洛印第安人用燃烧时产生高热的羊粪饼烧制陶器。但阿纳萨齐人不养羊,他们用薪木烧制陶器。考古学家们相信那时的陶器是由女子制作的,因为陶器用具只是在女子的墓穴中才有发现。

阿纳萨齐人大约是在公元 500 年在村落中定居的。尽管他们仍在打猎和采集野生植物,但耕作业所起的作用越来越大。同时,他们也开始驯养火鸡。这些火鸡很可能是野火鸡,被他们捕来驯养的。

这一时期的阿纳萨齐村落由许多半地下的“坑房”组成,这些坑房呈圆形,直径为 2 至 4.5 米,房基在地下两米深处。在坑房低墙的四周埋插了许多长木柱,这些木柱伸出地面达数米高,作为建造房顶和上墙的支架。在支架间铺上树棍,就成了房顶和上墙,然后再在外面抹上厚厚的一层泥。房顶上留有一个洞,阿纳萨齐人很可能是顺着插入这个洞的一个梯子爬进房屋里的。

考古学家们之所以能够掌握这么多关于这一时期阿纳萨齐建筑、工具和手工制品的情况,原因之一是许多这样的坑房连同里面的东西一起烧掉了。当时做饭取暖用的明火离开屋顶只有 3 米,所以总是有发生火灾的危险。也有的考古学家认为,也许阿纳萨齐人有这样的风俗,即一个人死后,要把他居住的房屋连同里面的东西一起烧掉。

大约在公元 700 年,阿纳萨齐人生活的许多方面发生了重大变化。其中最重要的一

点是他们开始在地面上的房屋中生活。这些被西班牙人称为“普韦布洛”的房屋，通常由许多一层的方型房间组成，这些房间相互连结，呈L形或U形。考古学家们还不知道阿纳萨齐人抛弃坑房而采用普韦布洛的原因是什么。也许用石块和泥巴建在地面上的普韦布洛住起来比阴冷潮湿的坑房更舒适些。

不过，即使在阿纳萨齐人开始住进普韦布洛以后，他们仍在继续建造坑房。但这些坑房的用途已经大不相同了。它们变成了宗教和祭典用的建筑，名叫“基瓦”(kivas)。考古学家们认为，基瓦的出现表明在这一时期宗教礼仪变得越来越重要。在基瓦出现以前，在岩石绘画、墓穴和其他地方很少能看到宗教活动的证据。

阿纳萨齐人修建的基瓦，和现代普韦布洛印第安人建造的非常相似，因此，考古学家认为它们的作用是一样的。考古学家们怀疑，阿纳萨齐人建造的基瓦和现代的基瓦一样，不仅有宗教的作用，同时也相当于男人俱乐部。在很多基瓦的地面上都有一个小洞，它象征着灵魂的大门。

也是在大约公元700年，阿纳萨齐人的手工业，特别是制陶业，开始发达起来。陶器的外型、颜色和图案日趋多样化和成熟。图案的改进主要是由于发现了一种烘烤后不变灰而仍保持白色的泥土。以白色作底，用植物和矿物制成的黑颜料来绘制精巧的图案，其效果是极好的。

在这一时期还有另外两项进展。一是阿纳萨齐人开始种植棉花，然后把棉花织成宽松的衣服，譬如男人穿的缠腰布和女人穿的围裙。第二是弓箭代替长矛成了狩猎的主要武器，从而使狩猎技艺已经相当高的阿纳萨齐人在打猎时更是如虎添翼。

所以出现上述两大进展，是因为环境发生了变化。对花粉(对土壤中古代植物的花粉进行研究，可以了解古代某一时期的植被种类和数量)和树轮生长情况的研究表明，在公元700年至900年期间曾经是干旱时期。

但是公元900年后不久，高原上的气候改善了。对花粉、树轮和地质情况的研究表明，那时的雨量有所增加，而且全年的降雨比较有规律。阿纳萨齐人口也随之增多，并分散到高原的许多地区。西到内华达州的拉斯维加斯，东到新墨西哥州的里约格兰德河谷，几乎都可以发现他们的村落。

从公元1000年起，阿纳萨齐人开始大量迁人大峡谷地区。吸引他们迁移的很可能是大峡谷地区(有些地方谷深约1.5公里)多样性气候所形成的大量植物和动物。阿纳萨齐人很可能随着季节变换在峡谷上下来回生活，夏季雨水丰富时在高处耕作，冬季回到气温较暖的低处。

阿纳萨齐人在大峡谷地区建造的较小的普韦布洛只有10至12个房间，其大小和在科罗拉多高原各地发现的这一时期的普韦布洛相差无几。有趣的是，考古学家们发现，公元900年以后阿纳萨齐人建造的普韦布洛的使用期大部分都不超过40或50年，这同人们原来认为这些建筑都要使用几百年的看法完全不同。大概这是因为阿纳萨齐人只想更换环境，或许是因为他们堆积的垃圾太多，迫使他们不得不换个地方。这些堆积如山的垃圾成了考古学家的万宝囊，因为这些垃圾堆常常也是坟场，不过它们也一定对阿纳萨齐人的健康造成了严重威胁。

阿纳萨齐人的迁移也可能是由于他们同邻居们发生了争执。人类学家们有文献证