

西沙永乐群岛珊瑚礁一瞥

沙庆安

(中国科学院地质研究所)

永乐群岛(环礁)由七个分隔的礁体组成,环礁中部泻湖水深约40 m。各礁坪有着相似的地貌特征,可分出外斜坡、外凸起、外坪地、岛屿(沙、砾或岩石岛)、内坪地、内斜坡等生物、沉积物各异的相带。全富岛外有二道海滩岩,说明沙岛至少已迁移三次。由岩石构成的石屿岛呈背斜构造,显然为沉积背斜。

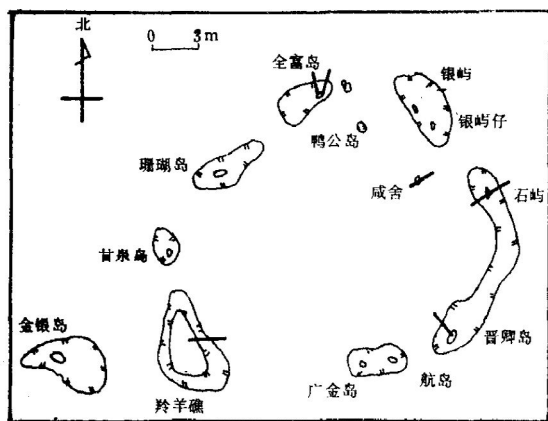


图1 永乐群岛(环礁)及观察剖面位置图

所以本文谈到的礁体现象均为10 m以浅的范围。观察内容包括地形地貌,沉积物和主要生物,并进行了少量采样和水下摄影。文内数据均为目估,误差可能很大,生物种属名称只是野外粗略判断,错误、遗漏之处在所难免。不过,公诸于世或许能提供些素材和有益的启示。

1981年7月间随中国科学院南海海洋研究所《实验》号考察船在西沙群岛永乐环礁进行泻湖地质调查时,顺便对几个礁体做了概略地观察。观察的礁体包括:全富岛礁体东北部、咸舍礁体的西南部、石屿和晋卿岛礁体的东北部和西北部,以及羚羊礁礁体的东北部(图1)。观察方式基本上是从岛屿或横穿岛屿沿一个方向进行水上和水下的路线观察,水下观察利用水镜潜水进行的,鉴于海水透明度的限制,一般见及水下10 m左右。

一、礁体基本特征

西沙群岛主要包括东部的宣德群岛和西部的永乐群岛,还有北礁、浪花礁和中建岛等。宣德群岛和永乐群岛为两个大环礁。据黄金森等¹⁾(1975)的意见,它们于中新世开始在准平原化的基底上发育成礁,并通过岸礁、堡礁阶段发展到现今的环礁,其高度近1000 m。现今各环礁中分开的、孤立的礁体大致是从水下40 m左右深度的统一礁体上发展起来的,并围成中央泻湖。

通过几个礁体表面的观察,综合其总的特点,对礁体水下10 m左右(视线范围)到海平面的礁坪范围可划分出几个带。关于礁坪分带,我们曾对海南岛小东海岸礁做过划

本文1986年1月24日收到。

1) 黄金森等, 1975, 西沙群岛及其邻近海域地质地貌特征。

分^[1]，由海向陆它们是：1.前缘斜坡，2.凸起，3.后部坪地三个带。再向陆方向为海滩及砂堤或陆地。与岸礁不同，永乐群岛各礁体礁坪四周均为海，岛屿（砂岛，砾岛或岩石岛）是在礁坪上。这样就出现了另一种情况，但总的特点还是相似的。综合起来，它们的分带由外海向泻湖是（图2）：1.外斜坡，2.外凸起，3.外坪地，4.岛屿（包括海滩），5.内坪地，6.内斜坡。虽然1与6对应，3与5对应，但沉积物、生物群及地形特点并不相同，而且不同的礁体又有差异。至于2（外凸起）只是在迎着强风浪的礁坪上才发育。

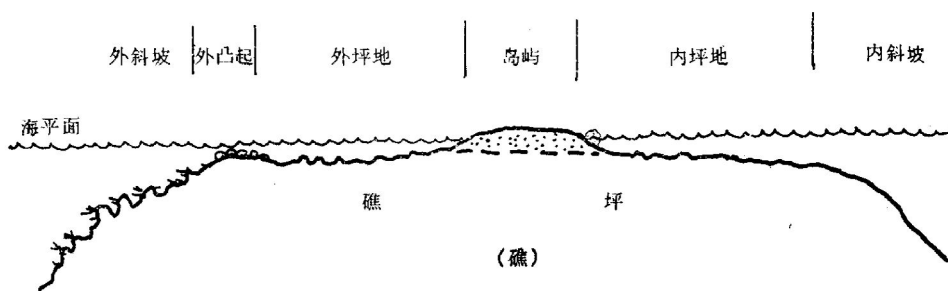


图2 礁坪综合分带示意图

二、各个礁坪特征描述

1. 全富岛及其礁坪

全富岛为砂岛，由生物碎屑和小砾石构成，无植被，大致近东西向，呈纺锤形，长宽分别约为700 m和250 m，高约3 m。由于东北及西南风浪的作用，砂岛南北两侧的堆积物高于中部，北边又高于南边。砂岛上的最表层沉积物局部初步固结成薄的硬壳（图版I-1），显微镜观察只见砂粒碎屑间有生物细砂、泥充填物。岛的西北侧见有二道海滩岩（图3，图版I-2），产状以微微角度斜向西北，胶结物为文石。岩石现遭大量贝类的穿孔及海水的冲蚀。此二道海滩岩大部分已离开现在的海滩（潮间带）位置，约位于低潮面附近。第一道（早期的）长约200 m，出露宽5—7 m，厚20—60 cm，单层厚10—20 cm。第二道（晚期的）长约150 m，出露宽度、厚度与第一道相近。二者相距约20 m左右，其间已有珊瑚丛生（有的已死）。第二道距岛较远处已有10 m左右，另一端尚与砂岛相接。两道海滩岩的产生及其现今的产出状况，显然是由于砂岛位置的变迁造成的。至少全富

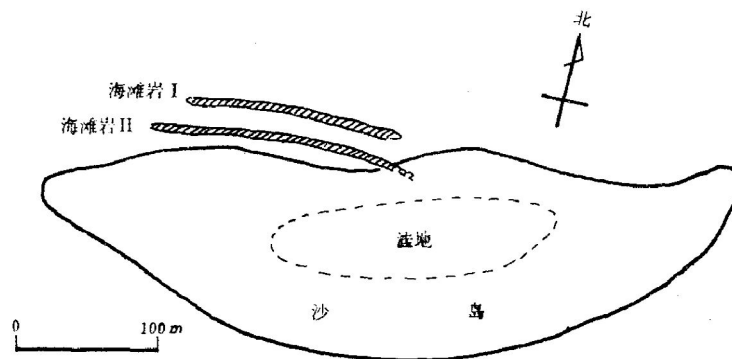


图3 全富岛及海滩岩发育部位示意图

岛砂岛一个时期的西北边界(以平均海平面为准)曾在第一道海滩岩处,后来向南推移了20 m,在第二道海滩岩处停留过一段时间,后来又向南推移了10 m左右,到达观察时的位置。有关该岛和本文后面提到的晋卿岛及西沙其他岛屿海滩岩的岩石学,黄金森等^[2](1978)和沙庆安等^[3](1981)曾做过详细报道。

由岛向外为约150—200 m的外坪地,地形平坦,处于低潮面之下,一般水深不到1 m,近岛处稍深。此带大部为白色砂底,故远观此带海水颜色呈浅绿色,这里不规则地发育着珊瑚丛,或连成大片,有的珊瑚已死。主要有美丽鹿角珊瑚(*Acropora formosa*),少量多枝蔷薇珊瑚(*Montipora ramosa*),另有海绵及藻等。这里的主要沉积物为白色生物砂屑。

再向外为外凸起(图版 I-3),高出低潮面,宽约30 m左右,由大的珊瑚砾块组成,可能多为伞房鹿角珊瑚(*Acropora corymbosa*)和匍匐鹿角珊瑚(*Acropora prostrata*)的饼状砾块,也有其他珊瑚的断枝。此带常有较大的直径达几十厘米的礁岩巨砾堆积物。这里无珊瑚生长,珊瑚藻(红藻)较发育,常形成砾块的包壳,活的珊瑚藻或其他藻类多在砾块的底面(背光面)上生长。远观此带因受基底的影响,海水呈深褐色。此带特点与海南岛小东海礁坪凸起带非常相似。

再向外为外斜坡,坡度由凸起带向外逐渐变陡。地形坑洼不平,坑内多充填白色砂屑及珊瑚断枝碎块,高处则为活珊瑚生长发育处,多呈丘状或蘑菇状等(图版 I-4)。向外缘砂坑减少,坡度变陡,各种活珊瑚等生物极繁盛(图版 I-5),多伞房鹿角珊瑚、匍匐鹿角珊瑚、美丽鹿角珊瑚、滨珊瑚(*Porites*)、蜂巢珊瑚(*Favia*)和杯形珊瑚(*Pocillopora*)等,其他有多孔螅(*Millepora*)、软珊瑚(*Alcyoniidae*)等。远观此带海水由绿色到深蓝色。

全富岛礁坪东北角凸起带不发育,很快进入外斜坡的陡坡地带,那里蓝色的美丽鹿角珊瑚极茂密。

2. 咸舍及其礁坪

咸舍为砾石岛,处于石屿礁体和银屿礁体之间通往外海的门口,可能要受到强水流的影响。岛大致呈北北西—南南东的长条状,长宽分别约100 m和20 m,高约2.5 m,由珊瑚等生物砾块构成,北部高而宽,南部低而窄,岸较陡,岛上无植被,但海鸟成群。

咸舍礁坪各带都比较窄,其内坪地约30 m宽,多为粗的鹿角珊瑚断枝及各种珊瑚砾块和死珊瑚枝体。砂坑不发育,砂层很薄。

内斜坡宽约30 m左右,地形高低起伏。突起或大或小,珊瑚发育;低洼处充填生物砂。二者均呈大片分布(图版 I-6)。此地带多各种鹿角珊瑚(如伞房鹿角珊瑚,美丽鹿角珊瑚等),少许浅紫色的排孔珊瑚(*Seriatopora*)、软珊瑚及黄色的扁枝滨珊瑚(*Porites andrewsi*)等。

向斜坡外,砂质沉积占较大面积,其间常有突起的高台或丘状体,上面生长大量滨珊瑚,另有鹿角珊瑚和红色的海底柏(*Melitodidae*),石笔海胆和车磙等生物。有的地方软珊瑚大片发育。

再向斜坡外,坡度突陡,均为砂底,不见珊瑚生长。

3. 石屿及其礁坪

石屿是个很小的岩石岛，呈椭圆形，南北长约40 m，宽约20 m，高2 m多。岩石胶结坚固，厚度近3 m，岩层分别向东、西方向倾，呈一背斜状（图版Ⅱ-1），轴线偏于西翼一侧（图4）。岩石由生物（主要是珊瑚）砂、砾屑组成，粗、细交互成层，单层厚20—40 cm（图版Ⅱ-2）。岩石被溶蚀和冲蚀形成许多坑槽。可以推断，这套岩层，当为早先在礁坪上堆积的小砂堤，并逐渐沉积加大加高，在此过程中同时发生胶结作用而逐层石化。因之构成了短背斜或穹窿状——即沉积背斜。这与宣德群岛中石岛的现象非常相似，只是石岛由于多次砂堤的形成与迁移，而形成多道“背斜”，并部分地叠复在一起，另外石岛的沉积物，特别是上部受到了风的强烈改造，因而可归为风成岩。石岛的风成岩，朱袁智和钟晋梁^[4]（1984）曾做过报告。石屿的岩石为文石胶结，其胶结过程应与其他岛屿的海滩岩相似。判断它的形成时期可能与其他岛屿的海滩同时，那时正是有利于普遍发生胶结作用的时期。



图4 石屿岛自然剖面示意图

石屿礁坪的外坪地宽约250 m，低潮时水深不到1 m，比较平坦，普遍为白色砂底（即生物砂屑的沉积地带），向外，局部死珊瑚断枝、砾块渐多，珊瑚丛生或大片出现。以多枝蔷薇珊瑚为主，常有蓝色的苍珊瑚（*Heliopora*）、头状的蜂巢珊瑚，有的蜂巢珊瑚呈盘状侧向生长（图版Ⅱ-3），还有石芝（*Fungia*）等，以及仙掌藻（*Halimeda*）等其他藻类。

外凸起宽约30 m，特点与其他礁坪凸起带相同，多为大小不一的珊瑚砾块及巨大的砾块星散分布其中。砾块的下覆面多红藻（珊瑚藻）及其他藻类。

外斜坡宽度大于200 m，向外海坡度渐陡，地形起伏很大，沟槽发育，砂砾充填其中。由凸起带附近的砂坑向外逐渐连成沟槽，垂直凸起带向外延伸，所见者宽约1 m左右，深度可达2 m许，充填有白色砂屑，追索观察长达200多米，宽度无大变化，径直向外海延伸。相距10 m左右又见一沟槽平行展布。这一带各种珊瑚和其他生物繁盛，常见者多为各种鹿角珊瑚和滨珊瑚等。靠近凸起带仙掌藻较发育，为他处所少见。

内坪地宽度也有200多米，水深较外坪地稍深，底部铺有砂层，当风浪大时，砂泥泛起，海水混浊。珊瑚呈小片或大面积分布，以美丽鹿角珊瑚和扁枝滨珊瑚为主，另有少量软珊瑚，也常有断枝埋于砂底，其上部仍有活着的蓝色和褐色的美丽鹿角珊瑚。

内斜坡约50 m宽，与外斜坡带不同，这里几乎全为砂底，珊瑚稀少，只有软珊瑚丛状分布。砂底上可见穴居生物洞穴（或小坑丘），再向外（泻湖方向）坡度很快变陡，深达10 m以上，未见底。

由此礁坪向泻湖方向，偶有隆起的大小不等礁体。

4. 晋卿岛及其礁坪

晋卿岛礁坪与石屿礁坪为同一大礁体。前者位于西南端，后者位于东北端。晋卿岛

为砂岛,比较大,高约5 m左右,植被发育,在海滩地带比较广泛地发育了海滩岩。

内坪地宽约100 m左右,与其他礁坪相似,此带多为砂底,有珊瑚丛生或成片生长,主要是鹿角珊瑚,另有多枝蔷薇珊瑚等。

内斜坡宽约50 m左右,各处宽窄不一,地形起伏不平,多砾石及砂坑,以及大大小小的突起。此处珊瑚茂密,常见有伞房鹿角珊瑚、头状的滨珊瑚、粗野鹿角珊瑚(*Acropora humilis*),不规则鹿角珊瑚(*Acropora irregulaeis*),以及杯形珊瑚,还有海绵、软珊瑚等。再向泻湖方向砂底面积增大,珊瑚渐少,偶见美丽鹿角珊瑚。有时有隆起的小礁体。再远则全为砂底,坡度增大,陡然向下不再见底,与石屿礁坪所见现象同。

5. 羚羊礁礁坪

羚羊礁本身为一小环礁,退潮后内部成为封闭的泻湖,水深约5 m左右。这里将羚羊礁泻湖称“内泻湖”或“小泻湖”,以与永乐环礁泻湖(可称“外泻湖”或“大泻湖”)相区别。在羚羊礁的东南端有个小沙洲。

羚羊礁礁坪凸起宽约30 m,退潮时露出海面,将内泻湖与外泻湖分隔开来。凸起带上堆积了大小砾块,同样以饼状的珊瑚砾块居多,推断多为伞房鹿角珊瑚、匍匐鹿角珊瑚,以及其他鹿角珊瑚断枝。它们普遍为珊瑚藻包壳,砾块的底面常可见到活的珊瑚藻及别的藻类。在凸起带上发育了与其伸展方向垂直的低缓的砾石垅脊和沟槽(图版Ⅱ-4),各宽约10—30 m不等。这些槽沟如同潮汐水道,退潮后也常露出水面。与其他礁坪凸起带一样,常堆积有巨大礁岩砾块,这是暴风巨浪搬上来的,退潮时首先出露水面。

内坪地宽约100 m左右;砂底平坦,有珊瑚丛生,主要是蓝色的美丽鹿角珊瑚、佳丽鹿角珊瑚(*Acropora pulchra*)、扁枝滨珊瑚、头状的蜂巢珊瑚,有些滨珊瑚侧向生长,另有大量死珊瑚断枝,其上长满了长毛状的藻类。这一带各种珊瑚鱼颇多。

再向里,斜坡变陡,相当于内斜坡带,宽约10 m左右,砂底上时有大片珊瑚丛生,常见的珊瑚与内坪地一样。这里还常见有杯状海绵(*Phyospongia foliascens*)和各种珊瑚鱼(图版Ⅱ-5)。

由凸起带向外泻湖方向为“外斜坡带”,宽约30 m左右。坡度变化快,地形起伏大。同其他礁坪一样,凹坑内填充砂及珊瑚砾块,突起处呈丘状、蘑菇状隆起,珊瑚极盛(图版Ⅱ-6)。此地伞房珊瑚非常发育,形成大大小小的“盘子”,多层次的铺展开来。另有粗野鹿角珊瑚、美丽鹿角珊瑚、杯形珊瑚、少量滨珊瑚和软珊瑚等。向外至陡坡地带珊瑚渐稀少。此处与上述其他礁坪内斜坡不同,这里不是砂底。这与地形、海浪和水流有关。

三、小 结

各礁体发育到现今,按其礁坪的地形特征可分出斜坡、凸起和坪地三个基本单元(带)。岛屿的向外海一侧和向内海(泻湖)一侧都相应地发育了这几个带,分别为:内、外斜坡,内、外坪地和在外斜坡与外坪地间的凸起。小环礁除另有内泻湖外,其他也基本相似。这几带的沉积物和生物各有自己的特点。

外斜坡向外海方向地形由缓到陡,是各种珊瑚生长茂密的地带,特别是外缘尤甚。

这里起伏较大，凹坑、突起发育。凹坑内沉积了砂砾，突起呈丘状、蘑菇状，是珊瑚大量生活的场所，以抗浪性强的滨珊瑚、蜂巢珊瑚和粗壮的鹿角珊瑚为主。向外缘深处，枝状的渐多。此带由海浪冲蚀形成许多垂直于礁体外缘的沟槽，沟槽内沉积充填有砂砾。

内斜坡向泻湖方向坡度同样由缓到陡。有的礁体此带多为砂底，珊瑚稀少；有的礁体此带为礁岩基底，珊瑚发育，但远不及外斜坡带。

凸起是除岛屿以外礁坪的较高部位，退潮时露出水面。它只在受强风浪影响的礁坪上发育，被搬运来的砾块逐渐堆积形成凸起地形。此带不可能有活珊瑚生活，但珊瑚藻发育，形成砾块的包壳层。这里虽然珊瑚藻发育，但还远够不上“藻脊”的程度。被海浪搬运的大量砂级碎屑越过此带在坪地上沉积下来，最后海水搬运能量耗尽，部分砂屑逐渐堆积成砂岛。

外坪地一般比较平坦，是生物砂砾屑的沉积地带。坪地中部或靠近岛屿处有时稍低凹一些，低潮时水深1 m左右。此带珊瑚不规则地成片生长或呈丛状。珊瑚多枝状的，或呈小个体的，大块的也只能侧向生长。此带各种藻类及海绵等生物发育，各种珊瑚鱼颇多。

内坪地也是平坦的砂砾屑沉积地带，珊瑚也不规则地成片或丛状生长，多是枝状珊瑚，但其种类比外坪地少些。死珊瑚断枝碎块较多，各种藻类多寄生在上面，各种珊瑚鱼很多。

至于已观察的各岛屿，各有自己的特点，或砂岛，或砾石岛，或岩石岛，植被或有或无，各有自己的发育过程。

总之，礁坪分带及各带的地形、水动力、沉积、生物、生态，一般有着共同的规律，但因各自所处的环境条件不同而又有差异，这正需要逐步深入研究，从中找出产生的原因，掌握其规律。这些现象对认识地质历史时期的生物礁会有一定的帮助。

海上考察期间得到黄金森、朱袁智、邹仁林、聂宝符和钟晋梁等同志的帮助，在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] 沙庆安、潘正甫，1981，海南岛鹿回头小东海全新世—现代礁岩的成岩作用。石油与天然气地质，第4期，321—327页。
- [2] 黄金森、朱袁智、沙庆安，1978，西沙群岛现代海滩岩岩石学初见。地质科学，第4期，358—364页。
- [3] 沙庆安、赵希涛、黄金森、朱袁智，1981，西沙群岛和海南岛现代和全新世海相碳酸盐岩的成岩作用——兼谈海相表成（海相淡成）灰岩及其意义。沉积岩石学研究（论文集），226—242页，科学出版社。
- [4] 朱袁智、钟晋梁，1984，西沙石岛和海南岛砂丘岩初探。热带海洋，第3期，64—72页。

A GLIMPSE OF CORAL REEFS OF THE YONGLE ISLANDS, XISHA ARCHIPELAGO

Sha Qingan

(*Institute of Geology, Academia Sinica*)

Abstract

Yongle Islands(atoll) is situated in the west of Xisha Archipelago of the South China Sea. It consist of seven bigger separated reefs. The central lagoon of the atoll is about 40m in depth. These reef-flats appear a similar in geomorphic features, and can be divided into several zones, including outer-slope, outer-crest, outer-flat, island (sand, gravel or rock island), inner-flat, inner-slope. Each zone has its own organisms and sediment features.

Two lines of beachrocks occur outside the Quanfu Island. This indicates that the sand island has moved three times at least. Shiyu Island, consisting of cemented rock, appears to be an anticline structure. Obviously, it is a depositing anticline.

地震地层学工作及成果交流会在长春召开

“六五”期间地震地层学工作,在以“新地区、新类型、新领域、新深度”为主攻目标的二轮石油普查勘探中,取得了较为显著的成绩。地质矿产部石油地质海洋地质局为总结交流这些成果和经验,于7月28日至8月2日在长春召开了地震地层学工作及成果交流会。会议有17个单位的62名代表参加。共收到论文16篇,大会宣读15篇。这些论文多是塔里木、四川、鄂尔多斯、华北、松辽南部、苏北、东海、珠江口等盆地以及下扬子碳酸盐岩攻关项目实际工作成果的总结。会上还介绍了今年六月“CCOP”地震地层会议的基本情况。徐怀大副教授介绍了国内地震地层学研究的新进展,并以大量实例介绍了地震剖面上各类异常体地质属性的判别。会议交流的成果证明,由于数字地震的广泛开展,促进了地震地层学的发展,也更有效地提高了多功能地震信息的解释水平,使之由原来的几何地震学发展到物理地震学和沉积地震学相结合的新阶段,并解释和分辨出较多的地质异常体,地震层序的划分,充实和修正了地层对比对一些地区海进海退作出新的解释;大面积系统的研究,对于沉积体系、盆地发展特点有些新的认识,如塔里木盆地北部在划分古生界地震相序的基础上,于石炭、二叠系中发现一些较大范围的地质异常体,它们被解释为有利于含油的三角洲、生物礁和席状砂,并被认为是继雅克拉含油气带和沙雅西褶皱带之后的第三个重大发现。南海珠江口盆地通过编制不同地震相序的地震-沉积相平面图,发现从晚渐新世—中新世发育着大型的(数万平方公里)的古珠江复合三角洲沉积体系。四川盆地对数条横贯全盆地大剖面地震相研究,划分出四个超地震层序、十二个层序及若干个亚层序,并编制出主要层序的沉积古地理略图,其中清楚地反映出上三叠统须家河晚期与须家河早期两种不同性质盆地类型及其不同沉积体系特点。苏北盆地利用速度、孔隙度、反射系数、振幅、频率、纵横向分辨率等参数进行计算,编制相应图件,分析判别地震相及沉积环境,在溱潼、金湖、洪泽等凹陷的下第三系中划分出十种类型隐蔽油气藏。东海盆地已划分出五套地震相序及相应的沉积古地理略图,并对其中的特殊地震相带的异常体做出了较为合理的解释,如生物礁、浊流层及火山喷发岩体等。南方碳酸盐岩攻关项目的下扬子地区,细致分析地震剖面异常体,发现一些“岩隆”。会上还介绍了目前寻找生物礁的一些地震勘探方法和实例,还介绍了在苏北开展碳氢检测(HCI)的应用效果。

会议总结中强调指出,地震地层研究是地球物理与地质、地面与井下、沉积与构造的有机联系的纽带和桥梁。它对含油气盆地地质属性的认识,对油气普查勘探、特别是对寻找隐蔽油气藏将会起到日益重要的作用。同时也指出,在开展地震地层学研究同时,还要不断地发展构造地震学,以便勘探出更多的油气圈

(袁捷)