

断面测量确定该埋藏阶地沿 $285^{\circ}$ 方向延伸, 伸展方向较直, 长达90余公里。阶地面较宽, 可接近岸边。阶地前缘所处现代水深为25—44米。古地形表面埋藏深度为40—53米, 构成西高东低的缓倾斜面, 坡度略小于现代海底坡度。上有海相层分布, 厚为9—15米, 亦呈西厚东薄趋势。阶地高为十米左右。陡崖坡度几乎直立。由于盖层(海相层)除在阶地陡崖部沉积外, 还延伸超覆于阶地表面上部, 证明海相层逐渐超覆伸展。通过阶地分布较直、各地标高不一、陡崖高度却相

一致、而且阶地坡度与现海底相近似, 初步认为: 阶地可能是一新断裂, 在形成后于冰后期被海水超覆、沉积, 构成现在状态的初步看法。

海岸地貌工作是海洋学的一个主要组成部分。在解决海岸形成、发育历史、大陆架延伸与划分、矿产资源及有关工程设施的施工等方面, 海岸地貌学研究成果都有极重要的参考价值。目前我们的调查分析手段都还落后, 今后当大力加强, 急起直追, 以落实华主席抓纲治国的战略决策, 实现我国的四个现代化。

## 海洋钻孔生物和附着生物的危害及防除

中国科学院海洋研究所动物实验生态组

### 一、钻孔和附着生物及其危害

钻孔生物是指专门蛀蚀海上竹、木质结构(如木船、海港码头、桥梁的护木、桩木、定置网具、海水养殖用的竹桩、竹筏等)的海洋无脊椎动物。它们包括双壳类软体动物的船蛆和海笋及甲壳动物的蛀木水虱和团水虱。船蛆的种类很多, 世界各地已发现的就有160余种。我国沿海从南到北普遍都有船蛆, 大约有30多种。海笋的种类也很多, 有些能够钻入比木材更硬的物质, 如石头、水泥、塑料等。在我国沿海有两种能钻木的, 一种叫马特海笋, 分布在广东沿海, 另一种叫江马特海笋, 它在江河中生活。蛀木水虱, 个体较小, 最大的只有5毫米, 在我国沿海分布普遍。团水虱一般体长10毫米上下, 因为身体能卷缩成团, 故得此名, 在我国长江口以南各省沿海分布很广, 时常穴居于沿海桥基木桩中, 危害桥梁。

附着生物是生长在船底和海中设施表面的动植物与微生物的总称。附着生物分为微型和大型二类, 微型附着生物主要包括细菌、硅藻、原生动物、轮虫和线虫等。大型附着生物几乎包括海洋生物各主要门类。

海洋附着生物的种类比钻孔生物更多, 世界共有1,000多种(包括动植物在内), 我国有100种左右, 沿海各省市均有分布, 其中为害较严重的有藤壶、盘管虫、贻贝、海鞘、海筒蛄、牡蛎、藪枝蛄、苔藓虫、浒苔等10多种。

钻孔生物与附着生物的危害是世界各滨海国家普遍存在的问题, 对我国的危害也是十分严重的。据交通部、福建省交通厅1959年对闽南沿海的调查, 发现大桥的桥桩因受到船蛆、蛀木水虱和团水虱的危害, 30公分粗的木桩经4—5年时间就被蛀成只剩下5—6公分粗细, 有的桩木甚至全部被毁。1965年, 我所对浙江和福建沿海地区船蛆危害情况作了较系统的调查, 看到木质船只一般在不到一年的时间里就有40—60%的船底板由于蛆害而要重新换板。浙江舟山定海运输社每年因船蛆危害就需换240立方米木材。据初步统计, 全国水产系统共有十多万艘大、小海洋木质渔船, 每年被船蛆吃掉的木材近六万立方米, 化在修理和木材上的费用约二千多万元。如果用这些木材来建造新船, 就相当于每年有800艘30吨的木帆船被船蛆蛀蚀掉, 更危险的是被船蛆毁坏了的船底板, 从表面看来虽还完整, 但其内部已变

成蜂窝状，当这样的船只远离岸边航行，遇到大风浪时，一击即毁，造成生命财产的严重损失。

生物附着的恶果是降低船速，增加燃料消耗；穿破保护层或漆膜，使金属表面裸露而促进腐蚀；使输送海水的管道和船只的海水门发生阻塞；降低防潜舰网、水雷、声纳系统等水下军事设施的性能；影响潮汐发电站水轮机的正常运转等等。例如，我所一艘海洋调查船“金星”号在1958年以前，由于船底未作防污处理，检修后下水半年，航速就由13海里/小时降到8海里/小时。山东省乳山县金港潮汐发电站建于1970年，因未作防污处理，运转后至1972年因大量藤壶附着阻塞叶轮和主轴致使不能正常运转而停产。大连化工厂海水取水管内每年能长贻贝50—250毫米厚，直径600毫米的管道经一年，只剩200毫米。山东威海电厂由于贻贝附着，管径从310毫米减少到200毫米，使通流面积减少了58%。有时因贻贝脱落，堵塞冷凝铜管而被迫停电。青岛红旗冷藏厂，直径350毫米的管子，一年后堵塞只剩一条小缝。

## 二、钻孔和附着生物的生物学研究

为了预防和减轻钻孔和附着生物的危害，多年来，我们对主要钻孔和附着生物开展了下列两个方面的研究：

### (一) 自然生态方面

我们先后进行了我国几个主要海港附着生物生态学的调查，并从1963年开始调查了航行于我国黄渤、东海船舰附着生物，总结了船舰附着生物的生态特点，统计了主要附着生物的出现频率，从而阐明了危害船舰的最主要的种类。从船舰营运与附着生物的相互关系中提出几个能减轻附着生物危害改善船舰营运的措施。

### (二) 实验生态方面

几年来，通过对船蛆生活史的研究，弄清

了成熟的雄性船蛆把精虫排到水中，精虫随水流从入水管进入另一个雌性船蛆的鳃腔，卵子在那里受精发育，大约经过两个星期，发育成为浮游幼虫，在水中再生活三个星期左右，才在木材表面沉落进行变态成为一条细长钻木穴居的船蛆。而藤壶生活史的研究表明，卵受精后经一系列的胚胎发育成为无节幼虫，在水中自由游泳，经6次蜕皮，发展成为梭形的金星幼虫，由第一对附肢变成附着器，末端形成圆形略为膨大的吸盘，附着器基部两侧有一对扁圆形的粘液腺，其上方内侧有一小管，围绕复眼基部通至附着器，幼虫即靠这个附着系统吸附在海中设施物体表面进行变态，分泌钙质逐渐形成马牙状的藤壶。贻贝则为雌雄异体，亲体把精卵排入水中进行体外受精。受精卵经担轮幼虫期发育为面盘幼虫，然后进行附着变态，变态时面盘萎缩并在附着基上爬行。这时位于足部中间的足丝细胞分泌粘液，顺着足丝孔流到足的末端，遇水凝固成发状的足丝，附着于物体表面或相互粘连在一起。它不像藤壶那样附着后一般不再移动，而是可以切断足丝，迁移他处进行再附着。这些钻孔和附着生物的生活史有它们的共同点——都有浮游的幼虫阶段，也有它们各自的特殊性。这些都是开展防除研究时必须了解的基础知识。经过长期的实验，我们已成功地把藤壶从受精卵经过无节幼虫，金星幼虫使其附着变态培养成为小个体，成活率可达95%以上，比国外报道的资料高5%—50%。通过实验还确定了藤壶培养的最适饵料和给饵量，掌握发育的最适温度和盐度以及了解某些金属离子对藤壶培养的影响。从而为室内进行毒杀生物的药物筛选创造有利的条件。

## 三、防除方法的研究

根据上述钻孔和附着生物的生活规律和特点，我们只要利用下列方法的一种，就能达到防除的目的：

1. 在幼虫刚进行附着变态时，抵抗力低，可直接用药物毒杀。
2. 物体表面用药物处理使幼虫不能在上

面附着变态。

3. 溶解粘液不使其固化，幼虫就无法固着生长。

4. 溶解附着的足丝使其脱落。

5. 阻止其钙化。

根据上述设想以及工农业和航运系统有关部门提出的要求，我们于1956年成功地完成了船蛆防除方法的研究，通过一段时间的实际检验后正式定为《56防蛀法》，并于1966年至1969年在全国沿海八省一市作了全面推广。

这个方法是在总结分析民间烤船底、钉锅铁、船上岸、抹沥青等经验的基础上，经过多次试验找到了一个比较好的化学防船蛆的方法，其原理是利用一些化学药品使得幼虫不能利用木材做营养原料，阻碍它的变态，使它不能正常生活下去。经过筛选，最后采用了硫酸铜（兰矾） $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  和氢氧化钠（烧碱） $\text{NaOH}$ 。分别配成15%的硫酸铜及7.5%的氢氧化钠溶液。先将前者涂刷三遍，待干燥后再刷后者二遍，干燥后外刷油漆或桐油即可达到良好的防蛆效果。这类药品具有防除效能高，效果持久，易于获得和配制等优点。

1966年，在原有开办各种类型的防蛆训练班的基础上，由国家科委组织水产部、交通部和我所共同成立“56防蛀法”推广办公室，先在浙江省宁波市开了现场会议，然后在北起鸭绿江口南至广西北部湾沿海广大地区进行了推广，在推广工作中，我所40多名科研人员与其他有关同志一起走访了沿海108个县，直接到船厂、渔业生产队介绍防蛆知识和操作技术，并与工人、渔民同志一起实地涂刷，取得了良好的效果。现在，此法已分别列入“海军帆缆勤务手册”及“船艇修理技术要求”内作为修船和造船的必须工序之一，而港务局又作为对木船港务监督内容之一。“56防蛀法”全面推广后，获得良好效果。如山东省大渔岛，在挂网转轴上由于应用了“56防蛀法”，一年就节省了木材30立方米；又如浙江瑞安县在渔具上应用了“56防蛀法”，每年可节约木材100立方米。全国沿海有150多个县，初步估计能节省

一万多立方米的木材，相当于每年新添100艘30—32吨的机帆船。

由于附着生物附着环境多样，防除方法也应根据不同的对象而异。在船底和其他一些海上设施，目前主要采取药物防除，其原理是把药物配制成防污涂料，药物通过漆膜慢慢外渗直接毒杀刚附着的幼虫。但因药品种繁多，效果不一，我们自1958年起，通过室内外筛选，选出了15种有效的单一药品，其中有12种是国际文献上所未曾报道过的，并将其中的六种交付生产单位使用，目前已有两种有机锡药物：三丁基氯化锡( $\text{S}_8$ )及三苯基氯化锡( $\text{S}_2$ )已正式投产并在海军舰艇上使用。1966年，由燃化部、海军后勤部组织全国各有关单位和我所成立全国防污涂料会战组（简称418会战组），集中力量解决海军舰艇的防污涂料问题，通过几年的努力，防污效果已达二年半到三年，其中就有有机锡的改进配方。

为了增多药品种和提高防除质量，在文化大革命期间我们继续进行了筛选工作，并于1972年开始与天津油漆厂合作共同进行防污涂料的研制，五年来，我们采用沥青、过氯乙烯、氯化橡胶、环氧沥青基料和氧化亚铜、有机锡等毒料共设计了230多个配方，分别在青岛、湛江两港进行浸海实验，从中选择了实验结果较好的10余个短、中期的防污配方，现已在我所调查船“海燕”、“海鹏”轮上进行了实船检验。

管道附着的贻贝，如仍采用防污涂料方法，就会增加施工上的很多难以克服的困难，因此需要采用别的方法。上面已提到，贻贝是用足丝附着的。根据这一特点我们通过室内实验已成功地利用含有效氯为38.6%的1%的漂白粉液在10分钟内就可将足丝溶解。此法已应用于有关电厂，效果良好。1972年我们在施漂白粉方法的基础上改用电解海水制氯来防除管道中贻贝附着，现已取得初步成功。

我们对钻孔生物和附着生物在生物学和防除方法上进行了多年研究，取得了一定的成绩。但也还存在某些缺点：例如“56防蛀法”

虽然效果良好，但在船舶经常摩擦部分，药物容易被磨损，以致效果不显；对旧船的处理成效也不够理想。防污涂料的方法容易造成海洋

环境的污染。这些都有待于从钻孔和附着生物的附着和防除机理等基本方面进一步开展研究工作。

## 海带和紫菜实验生态学研究的主要成果

费修绶

(中国科学院海洋研究所)

海带和紫菜都是我国人民千百年来喜欢食用的海藻。海带含碘特别丰富，常被用来预防和治疗甲状腺肿，也是制碘工业的主要原料。解放前，我国完全没有海带的人工养殖事业，生产主要依靠采集野生海带，产地仅限于辽宁旅大沿海，最高年产量也不过60吨干品左右，每年都需要进口几万吨干海带才能满足市场需要。紫菜中含有丰富的蛋白质、维生素甲、维生素丙，还含有降低血液中胆固醇的物质，营养价值比较高。解放前，我国主要依靠向岩礁洒石灰水的方法来增殖紫菜，产地局限于闽、浙两省，产量也很有限。解放后，中国科学院海洋研究所根据国家发展海带和紫菜人工养殖事业的需要，理论联系实际，进行了一系列关于海带和紫菜的研究。20余年来在海带和紫菜的实验生态学研究方面取得了一些良好的结果，比较及时地在生产上推广应用，为建立和发展我国的海带、紫菜人工养殖事业，起到了一定的推动作用。取得的主要成果如下：

1. 通过研究海带配子体、幼孢子体的生长发育和外界温度、光线以及营养的关系，于1955年提出了在人工控制的低温条件下培养海带苗的新的夏苗培育法（在试验条件下用日光灯照明），比在海区育苗提前二、三个月培养出可以用于生产的海带苗，延长了海带的生长期，改善了劳动条件，单位面积产量提高了30—50%。后来山东省海水养殖研究所和山东省海洋水产研究所把它改进为用日光照明的大型海带低温育苗室，在我国南北沿海全面推

广。

2. 解放初期，我国海带只能在少数沿海大城市的一些近岸海区生长，在外海区不能正常生长，限制了养殖面积的扩大。经1953—1954年的研究，找出了外海区海带生长不好的原因是海水含氮量太低，并作了用陶罐施氮肥增产海带的试验，成功地在外海区养出了合乎商品要求的海带，研究成果推广后，山东和辽宁二省的海带人工养殖面积迅速扩大。后经生产单位改进为适用于大面积养殖的喷洒施肥方法。

3. 海带原产地的水温较低，在1956年以前仅限于在我国山东及以北的海区养殖，在研究了海带孢子体的生长发育和温度的关系后，根据我国南方海区水质肥沃，适合海带生长的13℃以下的低温期有4—5个月的海况特点，推断出在南方也有可能发展海带的人工养殖事业。1956年与山东省海洋水产研究所、浙江省海洋水产试验所合作，在浙江省开展了海带南移试验并得到成功。1958年开始向南方推广。现在浙江、福建二省都成了我国海带养殖的重要生产基地。

4. 根据海带叶片梢部在生长过程中不断自然脱落的现象，又进一步研究了海带群体的光线利用状况和叶片的物质运转、积累等问题，提出了在养殖中期切去占叶片全长的1/3或更多的叶梢部，来防止叶片梢部的脱落，改善叶片的受光条件。实验结果可增产15%左右。1958年后已在北方沿海推广应用。