

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

大天绝——科学人文



中文版序

许靖华

当我出生的时候，祖母曾经预估我有两种可能的未来运程：不是像黄金般光芒耀眼，就是像破铜烂铁般不惹人注目。似乎祖母早有远见，看出小婴儿与生俱来的艺术家气质。然而父母却只希望我会成为一名扎扎实实的中华男儿，“靖华”这个名字便带着他们的无限期许。至于在1938年的我，眼前要应付的则是国文老师交代下来的功课：写一篇《我的志愿》。当然，一般八岁小孩都以名或利为有形及无形生命的终极目标，因此很自然的我选择了要扬名四海。当时，中国英雄都是空军，报章上经常报道他们忠心爱国、英勇无私的行为。那时我也想加入空军行列！今天，我的孩子大概无法想象他们行动不怎么敏捷、鼻梁上架着金边眼镜的父亲曾经怀抱成为飞行战士的雄心！然而两年后，我被地质探险家的冒险故事迷住了，史考克（Scott）、南森（Nansen）和赫汀（Hedin）等人成为我的新英雄。于是我转而想成为探险家——就像这本书中所记述一样。

“少年靖华的烦恼”

踏入中学阶段，接触到物理学之后，我的野心又包括了成为伟大的科学家，与牛顿或爱因斯坦看齐。但在追逐诺贝尔奖路上的惟一障碍居然是我的父亲：他希望我读地质学。

父亲经常强调，儿女在选择职业上有绝对自主权。也许最后我们真的拥有这种自主权，可是我也记得当姐姐丽霞告诉父亲，说她想从化学系转念英国文学时，父亲是如何的震怒。丽霞姐有勇气拒绝成为另一位居里夫人，坦陈对诺贝尔奖没兴趣，不怕父亲失望；我却不敢告诉父亲我不想研究地质，因为我很想问鼎诺贝尔奖，这就是“少年靖华的烦恼”了。

后来，父亲为了安抚我，告诉我可以在研究院时改念物理。1948年我到美国俄亥俄州念书时，确实可以这样做，但在当时，念物理是拿不到奖学金的。眼看着诺贝尔奖与我渐离渐远，差一点便自杀了。

慢慢我变得较为成熟了，整个过程为时约三年。那时我二十一岁，拿了两个地质学的学位，看清楚了一——就像我最喜爱的作家托马斯·哈代（Thomas Hardy）所言——成为伟大人物也没有多了不起。我再也不惦记诺贝尔奖这回事，并且交了一大堆朋友、完成学业、找到工作、结婚，从此快快乐乐地过日子。诺贝尔奖之梦没有被父母打碎的许多人，可能反而没有如此幸运。他们不择手段，只顾自己力争上游，变得自私、急功近利、虚伪，甚至会从别人的研究提案中剽窃构想，或者闯进同行研究者的办公室内，偷看还未发表的实验数据等等。

大梦初觉的快乐

1970年8月，当我参与“格洛玛·挑战者号”（Glomar Challenger）地中海钻探之旅时，有一天在船上图书室内找到由诺贝尔得奖人华生（James Watson）所写的《双螺旋链》（The Double Helix），书中介绍了发现脱氧

核糖核酸 (DNA, deoxyribonucleic acid) 结构的故事。突然之间,我醒悟到,如果当初执迷于童年梦想,我是多么可能也会变成一个骄傲狂妄的自大狂。在图书室内我也找到一本梅纳德(W.W. Menard)的《探险剖析》(Anatomy of an Expedition)。这本书语调轻松,经常谈论到地球物理学家之间的温暖情谊。这些描述处处使我觉得,父亲坚持要我走上地质这一行,终究还是件很不错的事。名与利只适合那些始终没有超越八岁稚龄心智的人罢哩!对我们这些凡夫俗子而言,爱、友情、牺牲以及责任感会替生命带来更多更高的意义。在那一刹那间,我决定了要写这本书。我的主要目的,是希望能够将那种大梦初觉的感受,传达给其他人。

《古海荒漠》是我生平所写的第一本书。当我跟露芙(Ruth)——我的第一任妻子在一起时,我便想过要写一本书。她跟着我跑到美国德州休斯敦工作,长久以来都想回返家乡。我很能够理解她的想法:瑞士确实是个很美的国家。当时我也以为,写书会让我大大出名。可是不幸的,露芙在1964年间去世,我把她的骨灰带回瑞士安葬。往后,我真的变得有名了,也写了书,作为对她的纪念,收益全部捐赠“露芙·许基金会”,以帮助一些需要济助的小孩。这些事件的先后顺序好像都错乱掉了。但我知道,人生多的是这种令人哭笑不得的境况。

《古海荒漠》的初稿是用随手找到的铅笔在计算本子上写下来的,大半是当我坐在钻探船舱内,等待机器把岩心从海底挖上来的时候。我往往进入忘我状态,对周遭工具和机械发出的劈啪响声充耳不闻;对海浪的盐味和机油味道浑然不觉;连船上某些粗鲁的人员抱怨工作辛苦也没听进去。惟一能打断我写作的是工作人员大喊“岩心上来啰!”的时候。

基本上我的野心并不太大,写作风格也采取平实的美国新闻报道手法。最主要的心愿,在于把海上生活写实地记录下来。但是如果读者由此学到一些地质学知识、做科学的方法,或者是有关地中海沧桑变幻的经过的话,都可算作一种额外收获。

科普书籍的崎岖路

航行完成后,我的书也差不多写好了。回家后,我写信给好几家出版科学刊物的出版社,征询出版这本书的意愿。可是,他们的答案都是简短的“不”。他们只愿意出版科学教材或学术论文,对我所提供的题材并没有兴趣。我再写信给费里曼(Freeman),他是我的好朋友,做的正是出版行业,曾经跟我约过稿。费里曼态度很友善,也很喜欢我的稿子。可是他告诉我:“你的书很难找到市场。”他说,许多文学类、非文学类图书、教科书、学术论文等都有市场,但涉及科学描述的书就不成了,连《双螺旋链》的出版社也不过刚好收支平衡而已。费里曼那时刚离婚不久,经济状况不容许他冒太大风险,因此不敢出版像我所写的反传统书籍。

不过,在我的文章《当地中海干涸时》出现在1972年2月号的《科学美国人》(Scientific American)月刊上之后,某家大学出版社的总编辑写信问我,能不能就同一题材写书。我回复他们说“当然可以。”随即把最初七章重新修订,打好字寄给他们。接到稿子之后,出版社立刻热心进行编辑工作,我也在1973年的复活节假期中拼命工作,把整本书修订完毕。但不久那位总编先生换了工作,跑到佛罗里达,丢下一切不理。继任者在那年九月写

信给我说：“尽管我们觉得许教授大作的题材很有趣，而且稿子写得很是引人入胜，可是我们被迫作成决定：许教授的书并不适合由敝公司出版。”

锲而不舍峰回路转

我还是不愿就此放弃。我写信给另一位新闻界的朋友布烈斯（Peter Briggs）。他是个自由作家，曾经写过一本关于深海钻探计划的书。布烈斯很愿意帮我的忙，可是到了1974年夏天，他也不得不老实告诉我，他找不到有意愿的出版商，因为他们都觉得对大众而言，这种题材很难引起多大共鸣。

完成了第二次地中海之旅后，德国的一名电视节目制作人冯狄佛斯（Hoimar von Ditfurth）跑来找我。他计划拍摄一个关于地中海干化过程的节目，想跟我拿故事纲要，好着手写剧本。我把书摘寄出，他们把它翻成德文并且刊登出来。差不多同一时候，我碰到勒皮雄（Xavier Le Pichon）。其时我们被邀到以色列的海法（Haifa），在当地新近落成的海洋研究所启用典礼上担任引言人。勒皮雄告诉我他是一系列科普书籍的主编，系列所要介绍的，正是海洋学家以及他们的研究工作。我告诉他躺在柜子里已久的《古海荒漠》，他立刻想要来看看。后来，他的出版公司希望替我的书出法文版。合约签好，稿子也翻出来，我甚至自掏腰包，出钱出力的取得书中插图的版权。可是再一次的，书没有印出来——因为出版社突然宣布破产。

《古海荒漠》终遇伯乐

直到1980年12月，普林斯顿大学出版社（PUP, Princeton University Press）的泰纳（Ed Tenner）写信给我，要我替他写书。由于PUP是我最喜爱的出版社之一，我实在没法拒绝他的请求，虽然这时我早已答应了六七家出版社，要替他们写各种题材兼且语言不一的书。1981年1月他来找我，亲眼看到我实在忙得透不过气来，大为失望。为了缓和他的失望，我从档案柜中抽出《古海荒漠》的稿子交给他。他老大不愿的把它带回普林斯顿，然后我便再没听到任何消息了——直到圣诞节前后，他突然把出版合约寄给我！

有趣的是，跟所有出版商的想法相反，大众对《古海荒漠》的题材很有兴趣，反应良好。莫里森（Phil Morrison）在《科学美国人》内写了一篇书评，并在1984年制作了长达一小时的电视节目，谈论地中海曾是沙漠的发现经过，在全美的公共电视频道上播出。至于书的销售，更是远远超出PUP的预估，继精装本之后，再出版了平装本，《古海荒漠》并被翻译成德文、意大利文及日文等版本。

沙漠中的绿洲

我把出版《古海荒漠》的痛苦过程详细写出，只不过是指出做为创意作家、特别是科普作家的困难。我很高兴《古海荒漠》中文版也面世了。今天，《古海荒漠》已被列入成功及畅销书之林。可是，这本书终于之所以能够出版，只不过是成为一位成功的科学家。出版商都只想出版那些“稳赚”的书籍，连PUP当初也曾经犹疑不决，最后姑且以赌博的心态来出

版《古海荒漠》，期待以后能出版我的学术专书，因为学术书是稳赚不赔的。事实上，美国国家科学院经常担心科学在大众心目中的形象，为了科学与大众之间缺乏沟通而觉遗憾。然而那些朝这个方向努力的人却往往没有获得太多鼓励或实质上的报酬。在《古海荒漠》之后我写了另一本科普书籍——《大灭绝》（The Great Dying）这也是本很成功的书，可是我的同行已开始责怪我，说我不应沉迷于“媒体科学”上。于是，我觉得自己已经完成使命，并打算从此不再从事非专业的写作了。事实上，当我写下《古海荒漠》的第一行之后，便已算达成个人的目标。我要传达的信息是：“我们这些科学家全都是些实实在在的人，也许我们并不算是什么重要的人物；但我们是个快乐的、偶尔争论不休的大家庭，我们远离现实疯狂的世界，好像活在大沙漠内的小小绿洲之中一般。”

这大概也是所有志不在诺贝尔奖的科学家共有的感觉吧！

英文版序

碧波万顷的地中海竟曾一度成为白茫茫的荒漠！这个轰动一时的大消息，在当时的报刊上所占据的版面，远超过那些虽然更为重大、但却没有如此耸人听闻的科学成就。掀开这一科学事件的帷幕是在 1970 年。那时候，我和雷恩(Bill Ryan)同为“ 深海钻探计划 ”(DSDP ,Deep Sea Drilling Project) 地中海钻探航次的共同计划主持人。我们手下有一个由古生物学家和沉积学家组成的科学班底，各自在自己的专业领域里显现才学，提出了无比宝贵的见解；还有一个兢兢业业的钻井队，堪称钻探作业的中坚——他们都是这个重大科学发现的功臣。

当然，我们的大发现特别须归功于那些促成钻探船“ 格洛玛·挑战者号 ” 地中海之行的机构和人士，他们是：本航次的计划者——“ 联合海洋机构地球深部采集计划 ”(JOIDES ,Joint Oceanographic Institutions Deep Earth Sampling)、本航次的执行者——“ 深海钻探计划 ”、该计划的倡导者——“ 美国国家科学基金会 ”(National Science Foundation)，以及该计划的资助者——美国国会。此外，我们也不能忘记前“ 美国百科学会 ”(American Miscellaneous Society) 那些才华横溢的先驱者，正是他们提出了钻探深海的构想，才有今日的成果。

“ 格洛玛·挑战者 ” 的战役

一些德文的报道把“ 钻探航次 ” 一词翻译成“ 钻探战役 ”(Bohrungskampagne)。确实，用“ 战役 ” 也许比用“ 航次 ” 来得更贴切。那时，我们确实不是到海上去做一次普通的航行，而是去向大自然挑战，而且结果险些一败涂地。在六个星期的战斗中，我们经历了一次又一次的挫折，有人曾感慨地用“ 遍尝苦果，历尽艰辛 ” 来总结我们当时的处境。我们有一部分作业纪录简直像是一部灾难史，至今读来仍令人不寒而栗。我们曾多次因为遇到坚硬的岩层而无法钻到目的层，不过，终能否极泰来。大自然尽管莫测高深，毕竟还是掩藏不住它的秘密；地中海的千古之谜终于被我们揭开了！

我们“ 格洛玛·挑战者号 ” 上的 69 个人，在海上漂泊了整整两个月。虽然每个人的生活经历各异，但却殊途同归，都在为这项伟大的科学事业奉献自己。我们之中有钻工、水手、作业经理、船长和航海技师。大家从事的是一项艰巨的任务，每个人都为自己在工作中取得的成就觉得自豪；然而，每个人也都没有想过要索取任何额外的报偿。我们这些随船科学家，专门负责地质讯息的解读，工作起来常常废寝忘食，火气很大，因此分歧、妥协、抱怨和误会在所难免，但有时也不乏幽默感的滋润。我在“ 战役 ” 的白热化阶段，躲进船上的操控室里草草写下了这本书的初稿，记下了我们的喜怒哀乐和甘苦。其实，我的感受与身临第一线的钻工们相比，简直微不足道。而从那时起，我才渐渐学会在平淡无奇的日子里领略他们的生活智慧。看来，那时的困顿并非总是使我们心有余悸，实际上，“ 格洛玛·挑战者号 ” 上的生活留给我的，主要还是亲切的回忆。现在想来，我们当时都很通情达理，但有时也颇意气用事，俨然是生活在一片狭小的，远离尘嚣的绿洲上的一个吵嚷嚷嚷却也和乐融融的大家庭。

在这本书里难免会出现一些专业术语，笔者尽量在它们首次出现时，在不破坏叙述连贯性的前提下稍加解释。原稿的修改是在普林斯顿大学出版社科学编辑泰纳的鼓励下完成的。笔者感谢勒皮雄的指点和哈腾多夫(Carolina Har-tendorf) 的协助。在本书的出版过程中，承蒙林哈特(Olivier Leenhardt)、撒普(Marie Tharpe)、美国地球物理联合会(American Geophysical Union)、美国地质学会(Geological Sociely of America)、“深海钻探计划”等个人以及组织，慨然允诺复制图片，格伯尔(Urs Gerber) 和乌尔(Albert Uhr) 代为照相和制图，在此一并致谢。

最后，笔者谨向雷恩致以崇高的敬意，并愿借此书来纪念我们在海上建立起夹的深厚友谊。

谨以此书献给

克里斯蒂、伊莉莎白、
马丁、安德烈斯、彼得
以及
所有留在家里的朋友

第一章 序 曲

在海水尚未涌入地中海的悠久岁月中，燕子和许多其他鸟类养成了向北迁徙的习性。时至今日，这些习性依然驱使着它们不畏艰险地飞越过这片满布惊涛骇浪的海域。正是这片波涛汹涌的大海，掩盖了古地中海底那个长久以来不为人知的奥秘。

——英国科幻作家威尔斯《怪客》（The Grisly Folk）

雷恩和我又度过了一个不眠之夜。打从离开葡萄牙里斯本以来，十天之中，我们谁也没能在晚上睡过一次安稳的觉。那是1970年8月24日的早晨，我们都已疲惫不堪，而“格洛玛·挑战者号”，正停泊在西班牙巴塞罗纳海岸外180公里的地方。雷恩垂头丧气，沮丧万分。在他的学术生涯中，雷恩约莫花了十年的时间、借助所有最新的地球物理仪器，一直在探究地中海海底的秘密。他已经可以肯定海底下面有一种非常奇怪的岩石，能把人们发射的声波信号统统反射回来！

而现在我们手里有了一艘钻探船，可以钻探到深海底层；一个岩石样本，哪怕只是一小片岩屑，也许就可以揭开这个谜底，但我们却一直未能如愿。这种神秘的岩石似乎永远那么遥远，令人可望而不可及。昨晚，我们好不容易钻到了目的层的顶部，不料钻管偏偏在这节骨眼上卡在钻孔里。最后，费尽周折，总算把岩心筒（core barrel）拉了出来，可是除了砂子和砾石之外，什么也没挖到，真令人气恼！

地中海的石膏颗粒

《双城记》这本小说，我在少年时代就已读过。小说中有位医生，每当他陷入困境或遇有急难时，总是拿出那套制鞋工具开始敲打。当时，我对他的怪癖感到十分迷惑不解。可是，自从与雷恩共事以后，我终于明白了：让自己沉湎在繁杂的琐事中，对于忘却烦恼是有意想不到的功效的。雷恩看着这些砾石，铁青着脸，他把捞砂桶直接放到岩心（core）实验室的水槽里，先冲去细颗粒的粉砂和粘土，再把砂和豆粒大小的砾石筛选出来，放在加热板上烘干，然后再一行行整整齐齐地粘在样本夹上。我坐在一旁，默默地瞧着他。但随着他搜集到的样本不断增多，我也不由得眼睛亮了起来。较粗的颗粒，或者叫“豆状砾石”，直径约有五至七公厘——那闪着亮光的晶体不就是石膏（gypsum）吗？石膏是一种钙的硫酸盐，也是一种蒸发矿物，是海水蒸发后的残留物。至今，石膏仍散见于干旱海岸区的泥质沉积物或陆地上较古老的蒸发岩之中；但怎会在深海岩心里也发现石膏，而且又是在砾石层里呢？

在深海底，砂和砾石本身就是比较罕见的。那里的陆源沉积物主要是粘土，偶尔也会有疏松的碎屑物沿着陡峭的海底斜坡发生滑塌，形成一股水下泥石流，地质学家把它唤做“浊流”（turbidity current）。浊流可把粗颗粒物从砂质海滩一直搬迁到几百公里以外的深海平原上；但是，从来没有听说过在深海底还存有石膏质的砂砾。如果这些石膏来自西班牙沿岸的老地层，那么我们理应找到由陆上侵蚀作用带来的其他类型的石砾：首先是石英——这是所有砂子的主要成分；其次是长石碎屑以及花岗岩、流纹岩、片麻岩、片岩和其他变质岩的碎屑；可能还会有早先堆积在大陆棚上的石英岩、

砂岩、页岩和碳酸盐岩的碎片。但是这些岩石在这里都杳无踪影！相反的，却发现了一种奇特的侵蚀碎屑组合：除石膏外，我们还辨识出三种在任何砾石层中都极为罕见的成分——大洋玄武岩、变硬的大洋软泥（oceanic ooze）和一种壳体极小的独特生物化石。固然所有的碎屑都来自海底本身，但更确切地说，是来自一片“干涸的海底”！

曾经沧海成荒漠？

地球物理学家早就告诉我们，离这个站位不远处，有一座海底火山。但是海底火山是不可能生成豆状砾石的；除非它曾一度暴露在大气中，并遭受过河流的侵蚀。而由海洋生物细微骨骼组成的大洋软泥所形成的砾石，更是闻所未闻。因为软泥在深海底通常是松软的；除非它们曾被埋藏到地下极深处，或者曾暴露在空气中并在日晒下干结。即便如此，也必须要有河流的侵蚀和搬运作用，才能将由硬化了的大洋软泥所构成的海底，改造成砂砾层。此外，那些奇怪的生物化石也令人费解，据船上的古生物学家说，它们都属于生活在滨岸泻湖（lagoon）中的生物属种。然而，我们的钻孔位于水深二千公尺处，除非地中海曾经失去大部分的海水，在如此深的海域中是不可能存在泻湖的。难道地中海真的一度与大西洋隔绝，并曾经是一片沙漠吗？

我开始假想直布罗陀当年曾是一道地峡，阻碍了大西洋和地中海之间海水的流通。地中海地区骄阳似火，海水不断蒸发，导致这片海域的干缩。随着海水盐度的增大，几乎所有的海洋生物都死绝殆尽，只有一些耐盐性极强的蛤类和蜗牛才得幸存。这个内陆海渐渐变成了一个巨大的盐湖，就像是扩大了一百倍的死海一般。当咸水密度增大到一定程度时，石膏就开始沉淀下来，但蒸发作用仍在继续。最后，地中海的海底终于暴露在光天化日之下。这时，附近的海底火山自然也就成为一座陆地火山，堆积于火山坡上的大洋软泥和石膏层则发生了石化，于是，流经这片地域的河流便沉积了我们所见到的砾石层。后来，大西洋的海水可能又突破了直布罗陀的大地峡，汹涌而入，灌满了地中海盆地。因而，曾经是一片盐漠的地方，又出现了一个蔚蓝的深海。

失踪的大西国

仅仅根据如此一鳞半爪的证据就编派出这么一套故事来，未免失之轻率。雷恩就对我的这套“排山倒海”之说深表怀疑。早在1971年，雷恩和他的指导教授赫西（Brack-ett Hersey）就曾在伍兹霍尔（Woods Hole）海洋研究所的“铁索号”（Chain）调查船上，用新发明的连续震波剖面仪调查过地中海。这是50年代末期研制出来的一种超级回声测深仪，它不仅可以直接从海底反射回来的声波，还能发射和接收穿透到海底几公里深部的坚硬岩层而反射回来的声波信号。他们很快就发现，地中海海下方100至200公尺处有一道声波反射层，但对于这道反射层的组成物质和成因则一无所知。为了方便起见，他们把这个神秘的岩层称为“M层”，而其顶面就叫“M反射层”。之后的十个年头，美国和法国的科学家又利用连续震波剖面仪继续在地中海进行研究。无论在哪里，他们都可以记录到这道无处不在的M反射层，并且，科学家们还发现M反射层的形态与地中海的海底地形非常相似（图三）。而在M反射层之下，还有一层沉积物覆盖着地中海的基底，犹如山地、高原上覆盖着的皑皑白雪一般。显然，M层是在地中海深海盆地已经

形成、且水深与现在相仿之后才堆积下来的。因此雷恩和其他地球物理学家深信：不管构成 M 层的沉积物是什么，它们必定都是深海沉积物，或者是像雪花缤纷飘落到起伏不平的深海底上的细粒所沉积形成的。

震波剖面研究还发现：在地中海某些部分的下方，还有一系列的柱状构造穿插在层状的沉积物中，直径有若干公里，高则数百到数千公尺不等（图四）。地球物理学家对这种类型的构造并不陌生——它们看上去非常像是美国墨西哥湾沿岸常见的盐丘构造。

盐丘是深埋的岩盐被挤往上覆地层而形成的，人们总习惯于在沿岸沉积物中寻找岩盐，因为长久以来都认为：蒸发盐类是在滨海盐沼或泻湖中形成的。但是，若在地中海的深海平原下面也能发现盐丘，这可真是非比寻常的。有些地质学家，特别是法国学派的地质学家认为：这里的岩盐肯定属于十分古老的地层，年龄大约是二亿年。目前欧洲大陆上正在开采这种老地层里的盐矿。因此他们认为，在地中海下面发现盐丘乃是一个证据，证明这片海底曾经是大陆的一部分，后来则如传闻已久的“失踪的大西国”（Lost Continent of Atlantis）¹一样，沉没到深海中去了。

“荒漠”与“咸海”的论战

由于石膏质砾石层的发现，我们作出了一连串的推测。因为石膏质砾石层正好是在 M 层的顶上发现的，所以，估计 M 层可能是一个年轻的蒸发岩层，其堆积年代应与盐丘中的盐类相同。在这一点上，雷恩和我看法一致；但两人不同的阅历很快又使意见产生了分歧。凭着地质学的专业素养，我推测是地中海的干化导致了盐和石膏的析出；而雷恩则以其判读 M 反射层震波纪录的经验，深信蒸发岩是在充满高密度咸水的深海盆地中沉积下来的。

我们低调门的讨论不久就演变成一场激昂的论战。雷恩竭力要使我相信蒸发岩是在深海盆地中沉积下来的，但又拿不出令人信服的证据来证明盆地内曾一度充满着可以沉淀出盐类的高密度咸水。于是他跑去拿来一篇美国宾夕法尼亚大学理论地球化学家施马茨（Bob Schmalz）发表的论文，文中提到在红海下面的深海渊中，已发现了可沉淀出硫酸钙的“咸水囊”。对于施马茨这类搞理论的学者来说，“咸水囊”的观点无宁是十分对胃口的。因为咸水囊的密度大过正常海水的密度，所以它必然要往下沉。雷恩把这个解释引申一步，便认定：如果地中海的海水一旦受阻而不能流返大西洋时，地中海就会因持续的蒸发而变成一个很深的“咸水池”！

现今的海流观测显示：地中海高盐度的海水，有以海底暗流的形式从 400 公尺深的直布罗陀海峡流出的现象；同时，来自大西洋的低盐度海水则从高盐度海底暗流的上方注入地中海，使地中海的盐度大致维持平衡。假使直布罗陀海峡曾一度变浅，那么雷恩从施马茨那儿搬来的论点就说得通了：高盐度海底暗流受到阻挡而无法流入大西洋，那么地中海的确可能有过是一片很深的“咸海”的时期。

当然，我能理解雷恩的推理。但是，我更相信石膏质砾石层的存在，正

¹ 柏拉图等学者根据传说和某些自然证据臆测，在现今大西洋的西部曾有一个文明古国，位于一下沉中的古陆块上。沧海巨变，大西国亦遭灭顶。据说残存的殿堂庙宇、断垣残壁至今仍遗留在大西洋海底，而现今的亚速尔群岛则为当年大西国的最高峰。近年来还有人根据克里特岛的出土文物推测大西国在东地中海。——译注

表明了地中海的蒸发岩是从沙漠盐沼或浅咸水湖中沉淀出来的，而不是源自深海中。然而我也不得不承认，这方面的证据还不太充分。我们的钻管甚至还没有钻到真正的蒸发岩层，而只不过刚刚见到一些侵蚀碎屑而已。看来得等到开拔到下一个站位时，孰是孰非才能见分晓。但是，在下一个站位，我们不但没有钻取到蒸发岩，还碰上一大堆麻烦。不过，几天以后，在 124 号钻孔中我们却时来运转，有了重大的斩获。

大西国的石柱

8 月 28 日，“格洛玛·挑战者号”在巴利阿里群岛以南一处水深 3000 公尺的地方钻探（图二）。雷恩和我又是彻夜未眠，等到凌晨。这时，钻头显然是碰到了坚硬的 M 层，钻进速度竟从每分钟几公尺下降到每小时一公尺。我们对如此缓慢的钻进速度感到不耐烦，还未及天亮就疲累不堪地倒向床边。

刚躺下不久，航海技师菲斯克（John Fiske）就把我们叫醒了。他报告说：“我们发现了大西国石柱了！”于是雷恩和我赶紧披上衣服冲到船上的实验室去看这个新发现。在长长的工作台上矗立着一段漂亮的岩心，看上去真像一根小人国的大理石圆柱——这正是我渴望已久的证据。

沉积学家是研究沉积物的专家，他们有种种巧妙的手法，可以参详沉积物和沉积岩的奥秘。他们往往会切下一片碳酸盐岩，再磨成透明的薄片放到显微镜下观察。有时会研碎一块页岩，弄成粉末并用 X 射线照射，以测定其成分。他们还会敲碎一块砂岩，进行震荡，使砂粒松散并经过一系列的筛选，以分析砂粒的粒度分布。或者，他们会把经由化学沉淀而形成的蒸发岩溶解，用质谱仪测定各种化学元素的同位素比值。这种种作法的目的，都是要尽可能了解某种沉积物的成因，查明它们究竟是海滩沉积物？潮汐带石灰淤泥？还是大洋软泥？

有些时候，既用不着经由复杂的处理，也毋需先进的仪器，单凭肉眼观察即能推敲出一种岩石的成因。这种比较沉积学的方法，是在第二次世界大战结束后不久才发展起来的。矿业者则为了采探的需要，曾耗费巨资进行大规模的实地调查，使这套方法趋于完备。当时有许多研究小组被派到世界各地研究各种环境中的近代沉积，像是滨海平原上的河流沉积物、江河口的三角洲沉积物、开阔大陆棚上的海洋沉积物和深海平原上的大洋沉积物等。他们定义了许多“沉积构造”的鉴定标志，作为各种不同环境中的沉积属系的标准样本。于是，刚从钻孔或油井中取出的古沉积层岩心，若取来与这些已知的标准样本的构造做比较，就能明了岩心大略的身世。就像艺术史学者为了鉴定一幅据称是大画家伦勃朗（Rembrandt, 1606 ~ 1669）的油画是否是赝品，而将之与已知的大师真迹进行构图、色调、明暗和笔触等各方面的比对一般。有时，这种比对纯粹是经验法则，但某些时候，沉积学家还是可以透过理论分析，来解释某种沉积物为什么会有某些特点。

例如，所谓的“大西国石柱”便是由硬石膏（anhydrite）和叠层石（stromatolites）所组成的——这类沉积物只出现在干旱的海岸潮汐带！

铁网状硬石膏

在“格洛玛·挑战者号”这趟行程之前，我曾与瑞士联邦理工学院的同事们在美国石油学会的资助下，研究了阿拉伯湾的萨布哈（sabkha，指波斯

湾目前发现有蒸发岩沉积的滨海潮汐带)硬石膏沉积物。在阿布扎比(Abu Dhabi)的萨布哈上开凿钻探槽时,我们发现了硬石膏。硬石膏是一种硫酸钙盐类,只有在地下的咸水非常接近地表、且被加热到摄氏30度以上的地方,才能找到这类矿物。而在地下水位和水温均较低的地方,却只能沉淀出石膏;硬石膏是不存在的。这一发现与在实验室里进行的化学研究结果是相吻合的。

化学实验显示:可从地下咸水中沉淀出硫酸钙的转化温度,在摄氏30度以上。因此,我们有充分的理由认为:除了炎热和干旱的萨布哈环境,在其他环境中是不可能生成硬石膏的,因为那些地方的地表温度和地下水化学性质均不可能导致硬石膏的沉淀。我们几乎可以肯定,硬石膏不可能在深海中沉淀下来;即使是死海那样的大盐湖,也会因为湖水太深而不可能被加温到可以沉淀硬石膏的程度,因此在湖底也只能找到石膏的晶体。

萨布哈底下的硬石膏就跟干土壤中的结核(concretion)一样,是由地下水沉淀而成的。如果细粒的硬石膏不断增生,并连结在一起,就会逐渐取代原来的碳酸钙沉积物而形成结核(图六,下左),结核长度可达几公分之谱。当这种取代过程趋于完成时,硬石膏结核便会连结成层,层上则残留下丝丝缕缕的碳酸钙。深色的碳酸钙细纹在白色的硬石膏中,看上去就好像农民用来做鸡笼的铁丝网(图六,下右)。所以,在研究钻孔岩心时,最先发现这种硬石膏的石油地质学家便把它命名为“铁网状硬石膏”(chicken-wire anhydrite)。硬石膏何以会以这种特殊方式发育,我们迄今仍然不明白,只是根据沉积学家在近十年中反复观察的结果知道,这种硬石膏是典型的现代和古代萨布哈沉积物。在出现任何否定的证据之前,我认为把“铁网状硬石膏”当做萨布哈的标准样本,这主意应该是不错的。

叠层石

叠层石则是另一种独特的沉积构造(图六,上右,以及图七,上右)。在本世纪30年代以前,叠层石仍一直被视为化石,也有人认为它是某种化学沉淀形成的无机沉积构造。后来,英国沉积学家布莱克(Maurice Black)在巴哈马群岛平坦的沿岸地区发现了一种由生长密集的蓝绿藻构成的藻席(图八)。每当强烈的暴风雨过后,藻席即被一层薄薄的沉积物所覆盖,但蓝绿藻却依旧顽强地成长,在沉积物之上又生成一层新的藻席。最后,这种过程无数次交替进行的结果,即形成了叠层石这种纹层沉积物。

叠层石,顾名思义就是“层纹状的岩石”。由于藻席的生长离不开光合作用,所以叠层石构造的存在,可视为水深少于十公尺的浅水地带发生沉积作用的证据。事实上,反复的观察结果也已完全证实了藻席是潮差带的典型标志。在阿布扎比沿岸的低潮和高潮之间的潮差带上,我们发现了生长旺盛的现代藻席和形成于数千年前的古藻席。古藻席现已埋藏在沿岸萨布哈的风成砂下面。而地下水的蒸发,则使得这些已石化了的潮差带沉积物,发生石膏和硬石膏的沉积(图九)。

于是,您该已知道,在1970年8月28日的那个清晨,当我被唤醒欣赏那段“大西国石柱”,并且看到了部分叠层石被结核状硬石膏所替代的现象时,我已然领悟到这些沉积物是在干化地中海的潮差带上形成的。除此之外,还能有什么更好的联想和解释呢?

决定地质年代

“大西国石柱”是从夹在大洋软泥之间的岩层中取得的，软泥层中含有大量有孔虫（foraminifera）和微细浮游植物（nannoplankton）。我们船上的古生物学家希姐（Maria Cita）是米兰大学教授，是研究浮游有孔虫的专家。有孔虫是一种微小的单细胞动物，大小只有十分之几至百分之几公厘（图十，下左和下右）。希姐认为，这里发现的有孔虫是浮游于海洋表层中的一种，在它们死后，碳酸钙质的外壳就沉落到海底，被埋藏和保存起来。而微细浮游植物的个体则更小，它们是沉浮于大洋海水中的单细胞植物，也能分泌出各种形状的碳酸钙骨骼。其中某些种类在显微镜下看似小片雪花，大小只有千分之几公厘（图十，上右）。深海底是这类原细胞生物的坟场，数以几十亿计的微细浮游植物在那里走到了生命旅程的终点，它们的骨骼构成了大洋软泥的主体，体积甚至占到百分之九十以上（图十一）。当这些软泥与细小的陆源粘土颗粒混合时，就是地质学上所称的“灰质软泥”（marl oozes）。

十九世纪初，一位名不见经传的英国土地测量员史密斯（William Smith）发现：古代的地层可以用这些地层中的贝壳化石来标定大致年代。若干年后，史密斯的同胞莱伊尔爵士（Charles Lyell）也发现，意大利的中新世和上新世沉积物中所含现存生物种的比例是不相同的。这些工作，奠定了地质学的一项重要原理，即人们可以利用地层中的化石组合来确定地层的年代。微古生物学家也正是利用同一原理来确定海洋沉积物的年代，因为微小的单细胞生物也同样会随时间的变化而更迭——老的物种死亡灭绝，新的物种取而代之。于是，不同时代沉积物中的微化石和超微化石组合的更替，就记录着海洋生命的演化史。历史学家往往根据一个国家不同王室的统治时期来划分朝代，而研究地质学的人们则用“化石带”（fossil zones）的概念来划分地质时代，二者有异曲同工之妙。例如，希姐曾发现，在地中海国家上新世的开始可用 Sphaeroidinellopsis acme 带来划定。

古生物年代资料只能告诉我们沉积层的相对顺序。莱伊尔使用了“中新世”和“上新世”来表示它们与现代的接近程度，但是他无法确知距今究竟有多少年。后来，物理学家发明了一种精确测定年代的方法，才得以揭开谜底。这种方法系根据测定岩石所含有的放射性衰变母体和子系产物的含量，来标定岩石的形成年代，其结果可用百万年来表示，唯一的前提是岩石中得含有铀、钍、钾、铷等放射性元素。大多数含化石的沉积物中都不含大量放射性元素，但有些含化石的沉积物常与含大量放射性元素的火山灰层或熔岩流层交错并存；因而，测定了火山灰层或熔岩流层的年龄，其实也等于为沉积物的绝对年龄提供了依据。

已故苏格兰地质学家霍姆斯（Arthur Holmes）是建立绝对地质年代表的开山祖师，而在近二十年来，地质年代表又经过很大的修订。我们这些执行深海钻探计划的科学家所用的是伍兹霍尔海洋研究所伯格伦（Bill Berggren）提出的年代表（附录二）。这张表将中新世的结束定在距今 500 万年前，而上新世的结束则在距今 200 万年前。

重重疑云已消散

“大西国石柱”本身不含任何化石，但其周遭的软泥中则含有浮游有孔虫。这种有孔虫仅存活在一段称做“墨西拿期”（Messinian）的地质时期内。墨西拿层是西西里岛墨西拿（Messina）附近一处特定地层的名称。大约在一

个世纪前，苏黎世一位杰出的地质学老前辈埃玛（Mayer Eymar）教授曾对这块地层做过研究，他采集到夹于石膏层之间的泥灰岩里的化石，并称之为“索非弗勒”（*solfifera sicilienne*）。他认为这些化石是中新世末期的年代标志，因此，他以“墨西拿期”来称呼这一特定的时间区间。这个时期比较短暂，距今约600万年到500万年前，延续时间大概不到100万年。像“索非弗勒”这样的含盐和含石膏的层位，在西班牙、阿尔及利亚、突尼西亚、希腊、土耳其、塞浦路斯、以色列等地中海国家都很常见，其中许多也被称为“墨西拿层”。

希坦的古生物分析结果，否定了当时颇为流行的地中海盐层年龄为2亿年的说法，同时还证明了蒸发岩沉积于大约600万年到500万年前——当时地中海盆地的深度已经与现今相似。对于这个盆地曾经干化的说法，我是深信不疑的，可是，雷恩却有不同的见解。于是，我们各自做出了许多预测：

如果蒸发岩是局部的盐沼和泻湖沉积物，那么它们应该因地制宜，不会呈现深水沉积物所特有的均一性；

如果它们沉积在浅咸水湖岸上，我们就应该能够找到靠光合作用生长的古植物的残骸；

如果这些咸水湖位于偶尔会遭到洪水淹没的大陆环境中，我们就应该在蒸发岩里找到非海相、甚至淡水相的化石；

如果蒸发岩的沉淀是由于地中海的逐步干化所致，我们就应该看得到带状的分布特性，而最不易溶解的钾盐和镁盐就应该出现每个地中海产地的最深部，因为最后残留的咸水将在那儿蒸发；

如果地中海在干涸以前就已很深，我们就应该在蒸发岩下面找到深海沉积物；

如果深地中海底曾经暴露在空气之中，地中海一带的聚水盆地的侵蚀基准就应该下降到海平面以下几千公尺，地中海地区的河流就会切割出由现代海岸一直延伸到深海平原上的沟壑；

又如果地中海曾发生干化，陆地动物就应一度自由自在的在非洲和欧洲之间来回迁徙，而后来当大西洋海水重新注入地中海时，这些“移民”就可能困留在地中海岛屿上而与世隔绝；

如果地中海海底曾经是位于海平面以下3000到4000公尺的一片炎热的沙漠，那么地中海国家的植物分带就应该随着气候的变化而有很大变动；……等等。

这么多的“如果”，最后，如果说在这次考察后期，这些问题还一直萦绕在我们脑际的话；那么，当我们在十月份回到里斯本时，这一切的疑团统统都已烟消云散。在地中海钻探到的岩心毫不含糊地对我们的许多预测做出了肯定的答复。这是一个历史性的航次，在以下的章节里，请跟我们一同回顾我们走过的路程——从规划、实施到谜底逐渐水落石出，乃至最终完整地勾勒出全段精彩的历史，以及在“格洛玛·挑战者号”上那风波迭起、点点滴滴的探险生活。

曾经，就在那最绝望的时刻，我们兴奋大叫：“尤利卡！”

第二章 萌 念

自从牛顿测出地球的平均密度之后，人们已知道地球内部是由一些非常致密的物质组成的，地球的密度也会随着深度的增加而增大。然而，经由震波研究，地球物理学家认为，地球密度并不是随着深度持续渐变，而是不连续的。其中的一个不连续面，称为“莫氏不连续面”，是由南斯拉夫地球物理学家莫赫洛维奇（Mohorovicic）所发现的。莫氏不连续面位于海底以下约五公里和大陆表面以下约三十余公里的地方。在这一层面上下，地球的密度从每立方公分 2.8 公克骤然增加成每立方公分 3.3 至 3.4 公克。地球在莫氏不连续面以上的部分是地壳，以下部分则是“地函”（mantle）——这是一层包裹着地核、厚 2900 公里的层体。

深海钻探计划

50 年代初期，美国一批杰出的科学家提出在海底进行钻探的构想，以了解莫氏不连续面的性质和地函岩石，因为在海底比较容易钻抵莫氏不连续面。这个钻透莫氏不连续面的计划就是大名鼎鼎的“莫赫孔计划”（Project Mohole）。那个时候，我们认为这个想法是不切实际的。尽管如此，在美国参议院拨款委员会主席托马斯（Albert Thomas）参议员的援助下，这个雄心勃勃的计划还是获得了数百万美元的基金。于是便开始试打了几个钻孔，其中有一个深达数百公尺，但都离预定目标有一段不小的距离。然而在托马斯议员去世后不久，学术界和政界持续的反对声浪终于使“莫赫孔计划”宣告夭折。但是，这个流产的尝试已发展出一种极为重要的“动力定位系统”，这套系统可以在钻管不停地钻入海底的同时，还可使钻探船无须抛锚就能泊定在所选择的孔位上（图十二）。

“莫赫孔计划”其实是个不错的主意，而且，如果当时能兼有天时、地利、人和这三个要素或投入更充分的财力与人力的话，它是有可能成功的。然而，当海洋学家们聚在一起再次讨论钻探海底的可行性时，他们已决定改弦易张，着手选择更为确切可行的目标。于是，“深海钻探计划”在这些讨论后诞生了。

“深海钻探计划”的原始方案是美国四个主要海洋研究机构的科学家共同努力的结果，它们是：拉蒙特—多尔蒂（Lamont—Doherty）地质观测所、迈阿密大学罗森斯蒂尔（Rosenstiel）海洋与大气研究所、加利福尼亚大学斯克里普斯（Scripps）海洋研究所和伍兹霍尔海洋研究所。这四个单位组成了一个联合组织，叫做“乔地斯”（JOIDES），即“联合海洋机构地球深部采集计划”。后来，华盛顿大学又参加进来，成了第五个成员。待到方案获得批准后，美国国家科学基金会便提供一笔经费给“乔地斯”的执行单位——斯克里普斯研究所，以实行“深海钻探计划”。1968 年 7 月 20 日，在德州的奥伦奇（Orange）展开了“深海钻探计划”的第一个航次。

历史的见证者

几乎与此同时，我从苏黎世来到了布拉洛。1968 年，四年一度的国际地质大会年会要在那里召开。我目睹了“布拉格之春”那日落前的余晖和俄国人的大举入侵，做为一名历史的见证者，深刻的记忆迄今仍难抹灭。之后在九月份，几位捷克同行于苏黎世寻求政治庇护。由于瑞士无法提供充分的就

业机会，我们只能向海外的同事寻求援助。我写信给斯克里普斯研究所的温特勒（Jerry Winterer），询问刚刚开始“深海钻探计划”是否需要临时雇员。回信很快就来了，答复是肯定的；可是晚了一步，捷克朋友们已获得另外的工作了。为此，我给温特勒写了一封长信致谢并为那些捷克人未能领受他的盛情而表示歉意。在信末我又添了一句：“当然，如果我已使您的工作遇到困难，而您又急需人手的话，请直言相告，我愿前来效犬马之劳。”

就这样，我自投罗网。1968年11月初，我收到了斯克里普斯研究所发来的一封电报，讯问我是否愿意参加“深海钻探计划”第三航次去南大西洋工作。这次考察将在几星期之内出发，这真使我感到万分意外。

有时我想，也许温特勒发出这个邀请是别有一番良苦用心的。1967年初，在我即将离开美国赴苏黎世瑞士联邦理工学院执教的前夕，同事们为我举行了一次饯行宴会。席间，我们俩曾有过一次非常激烈的学术争论。当时正值“地学革命”方兴之际，这场革命要从根本推翻人类对地球历史的既有认识，它是战后人们对于占地球表面约四分之三的海洋大力拓展探勘活动的直接结果。因为主要以陆地地质为依据的陈腐地学教条，已不能解释那些最新的发现了。

几乎每一次海洋调查，都有一项不可缺少的测勘内容，那就是用船上的磁力仪来测量海底的磁场强度。通常，异常高的磁场强度即代表磁力异常（magnetic anomaly）。陆地上的磁力异常多呈不规则分布，并与岩石中磁性矿物的局部富集有关。因此，磁力调查是寻找铁矿石的常用手段。本世纪50年代，人们开始了大量的海底磁力调查，其中有两项发现令人震惊：大洋底的磁力异常不仅普遍比陆地上强，而且还呈线性分布，形成了所谓的磁性条带（magnetic stripe）。

海底扩张说

1962年，剑桥大学的年轻研究生瓦因（Fred Vine）于参与印度洋底的磁力调查时，在许多地方均已发现了磁性条带。但瓦因并不满足于仅仅透过观测纪录来证实这种模式，他还想弄清楚磁力异常为什么会这样排列。看起来磁性条带与局部的海底地形并无关联，但其方位却与中洋脊（mid-ocean ridge）的走向平行（图十三）。另外，他还注意到这些异常在中洋脊的两侧是对称分布的（图十四）。做为一名地球物理工作者，瓦因对地球科学的两个假说是十分熟悉的：一个是颇有争议的新假说，认为地球的磁极在最近几亿年期间曾反复发生过正反方向的转变。另一则是当时在美国几乎已销声匿迹的老假说——认为海洋的形成是由于大陆之间的相互漂移和分离所致。

数年之后，瓦因对我说，“我当年只不过是试图把这两个众所周知的想法凑合在一起罢了。”随着海洋的生成，大陆发生分裂，为涌自中洋脊的熔岩开辟出狭长的填塞空间。于是，熔岩在那里冷却，而形成了一片条带状的新生海底。无疑地，这些条带状的新生海底一定会被当时的地磁所磁化。过了若干时间以后，地磁方向发生倒转，此时新自中洋脊涌出的熔岩冷却后，便成了具有反地磁极性的海底条带。显然，地磁方向反复倒转期间的大陆分离和海底扩张，已为磁性条带的成因提供了合理的解释。

1963年，瓦因和他的指导教授马修斯（Drummond Mathews）公开发表此一观点。1966年，瓦因在美国地质学会的旧金山会议期间又对这个新的假说做了阐述。一时之间，这件大新闻成了鸡尾酒会上风靡一时的话题。

过去，我曾对瓦因的这个标新立异的观点抱持怀疑的态度。在那个鸡尾酒会上，我声明了我有所保留的看法。可是，温特勒却预言这个崭新的见解将会使我们的地球观发生革命性的变化。经过一场激烈的舌战，他发誓：总有一天会看到我幡然省悟而自悔失言的。现在果然不幸被他言中。

如果把磁性条带的宽度与地磁依次倒转的持续时间加以对比，海底扩张假说就可提供一条测定海底年龄的途径：离中洋脊轴部越远，海洋地壳的年龄就越老，其比值就是海底扩张的速率。“深海钻探计划”在南大西洋的第三航次就是要验证这套假说。透过钻探、取样和定年的程序，我们要在一系列选定的站位上考证假说所预测的海洋地壳年龄值。

板块构造说

有幸参与“格洛玛·挑战者号”第三航次中的工作，我再次成为历史的见证者——亲眼目睹科学家为验证海底扩张假说的真伪而展开的追寻真理之旅。我们总共打了十个钻孔，各站位的海底年龄与假说的预测几乎毫无二致（图十五）。我这个人一向很难接受别人的观点并承认自己的错误，但面对这铁一般的证据，在真理之前，我除了加入“地学革命者的行列”之外，已别无其他选择！

南大西洋考察的首席科学家之一是麦克斯威尔（Art Maxwell），当时他是伍兹霍尔海洋研究所的所长。他是众多“乔地斯”小组里的活跃分子，正是在这些小组里，酝酿和谋划了“深海钻探计划”。“深海钻探计划”在“乔地斯”的指导下，可直接支配美国国家科学基金会所提供的经费；第一笔经费到1970年2月期满。1968年底最后几天的第三航次期间，我们几个随船科学家常常与麦克斯威尔闲聊这个计划将来的命运。麦克斯威尔对这三个航次的成就十分满意，也深信这个计划会延续到70年代。

做为一个陆地地质学家，我对于地中海里所打的几个钻孔抱有极特殊的兴趣。长期以来，地质学家们一直认为构成山脉的沉积岩是在地槽或小海盆中堆积起来的。例如喜马拉雅山和阿尔卑斯山的沉积岩就是一个叫做“忒提斯”（Tethys，希腊神话中地母该亚的女儿）的地槽里的堆积物，现代地中海则是忒提斯地槽的遗迹。这个地槽其他部分的沉积物早已因挤压作用而隆起形成了山脉。然而，随着近代地质革命的发展，地槽发育的旧观念已经为板块构造的新理论所取代。

这个新理论是国际上一批年轻科学家共同努力的成果，他们之中有普林斯顿大学的摩根（Jason Morgan）、剑桥大学的麦肯琪（Dan McKenzie）和派克（Bob Parker），以及当时在拉蒙特地质观测站工作的勒皮雄（Xavier Le Pichon），他们都受到海斯（Harry Hess）、布拉德（Teddy Bullard）和威尔逊（J. Tuzo Wilson）等前辈的影响。

老地质理论认为：在地球的整个历史上，大陆和海洋一直是停留在原位保持不动的，而在地震比较活跃的地带，地壳则下凹成地槽或上拱成山脉。新学派则认为地壳是由许多可产生相对运动的刚性“板块”（plate）所组成的。在分离的板块的边界上，新的海洋地壳生成，而在运动的板块会聚并发生碰撞的地方形成了山脉（图十六）。因此，造山作用与地槽毫不相干。在板块构造的格局中，忒提斯和地中海都不是地槽，而是合久必分、分久必合的欧亚大陆板块和非洲板块之间的边界。

钻探地中海

由于地中海在新理论与旧教条中均占有一定的地位，所以，我认为在这个内陆海里打上几个钻孔，对于澄清那些矛盾可能会有些助益。然而，地中海大部分海底都覆盖着厚厚的沉积岩，而当时我们的钻探技术仍不够先进，难以钻到绝大部分沉积层所在的盆地基底。所以，地中海钻探航次在“乔地斯”小组会议上曾遭到几位知名地球物理学家的反对。幸而在数以月计的海上工作期间，麦克斯威尔颇能倾听我的意见，于是，他变成了地中海航次最强而有力的支持者之一。

1969年4月，我去斯克里普斯研究所参加一项与南大西洋考察有关的会议。在那里我对温特勒说，如果“深海钻探计划”可以延长的话，我们应该进行一次地中海考察。他颇赞同我的想法，并建议我去找斯克里普斯研究所在“乔地斯”计划委员会中的代表里德尔(Bill Riedel)。于是，在我回到苏黎世之后，就给里德尔写了一封信并向他提出了我的建议。

1969年6月，我在伍兹霍尔研究所再度见到麦克斯威尔。我们花了两天时间在一起编写南大西洋考察报告。当然，在空下来的时间里，我还是不遗余力的为地中海钻探之行游说，因为那时，麦克斯威尔已经成为“乔地斯”计划委员会的主席，而当时“深海钻探计划”的延长已成定局。我意识到地中海之行确已成为可能，事实上，当时委员会已打算成立一个咨询小组来设计地中海的钻探站位。《古海荒漠》的科学侦探故事就这样拉开了序幕。

第三章 “乔地斯”的盟友们

1969年10月，我收到麦克斯威尔代表“乔地斯”执行委员会写来的公函，任命赫西、雷恩、赫尔利（Bob Herley）和我为“乔地斯”地中海顾问小组的成员。几乎与此同时，我还接到几位法国工业界人士要求拜会的电话。他们曾向拉蒙特地质观测站提出在地中海钻探的建议，拉蒙特地质观测站却叫他们与当时正在苏黎世的我联系。

“深海钻探计划”是美国主持的一项大计划，美国国家科学基金会已为头18个月拨出了1260万美元的经费，而为时三年的第一个延长期则另需预算3500万美元。这个计划原仅允许欧洲科学家以私人身份参加，直到1975年才正式邀请欧洲的研究机构参与，迈进了“国际大洋钻探阶段”（IPOD, International Phase of Ocean Drilling）。“深海钻探计划”头18个月的航次仅仅在靠近美洲两侧的大西洋和太平洋打转，孔位离欧洲尚远。现在，“深海钻探计划”就要在地中海进行考察了，如果美国人在欧洲的后院戳几个窟窿而欧洲的科学家却无动于衷，那未免显得太不合理了。出于这个原因，我告诉麦克斯威尔，我想利用我所处的地理位置来把“乔地斯”在欧洲的朋友们召集在一起——因为瑞士正位于欧洲的心脏。

欧洲盟友大会

11月初，我们召集了第一次“乔地斯”欧洲盟友大会。欧陆的几个海洋研究所都派了代表到苏黎世，工业界人士也来了。在那一切还处于起步阶段的时刻，我们对钻探船究竟有多大的能耐，其实是个问号。工业界人士认为，钻探船应该利用来搜集石油勘探所需的资料，因此极力要求我们应在一些盐丘的顶部钻探。我很快就发现，我已陷入石油界重重围困的庞大压力之中。所幸，我得到了勒皮雄的支持。

当时，这位法国海洋学界的新秀已是布雷斯特（Brest）法国国家海洋研究中心的负责人。他站出来慷慨陈词，把我从法国石油界人士的围剿中解救了出来。他指出，深海钻探的宗旨是调查海盆的成因，而不是舍本逐末，把力量耗费在题外的事情上。工业界力主在盐丘构造上打钻的建议与“深海钻探计划”的目的背道而驰的。也多亏了勒皮雄对我们的目标做了这番明确的阐述，我们才得以排除干扰，坐下来讨论正题。待到这一天结束时，大伙儿终于挑选出几个大家都感兴趣的地区，并决定在这些地点钻穿沉积层，摸清基底的情况。

在大西洋彼岸，地中海顾问小组的另一位成员雷恩也正跃跃欲试，忙得不亦乐乎。雷恩虽然还不满30岁，而且刚刚写完博士论文，但却已是参加过四次地中海考察的老将了，堪称最熟悉这个地区的海洋学家之一。他给我写了一封信，邀我到拉蒙特地质观测站先打个照面，以便为日后的合作建立些默契。

许久以来，雷恩和我虽然一直书信往返不断，但我们却从未谋面。于是我决定在12月份跨过大西洋去走一趟。到纽约后，我打电话给我的朋友斋藤津二（Tsunai Saito），当年我们曾在“格洛玛·挑战者号”的南大西洋考察中并肩战斗过。斋藤来接我时，顺道请我到他家吃一顿日本式的便饭。在路上，我才知道他已经邀请了雷恩一同进餐。我很高兴，因为我早已渴望见到这位行将与之密切合作的伙伴。

斋藤和我刚到家，雷恩也来了。乍一见面，两人的仪容都教对方大吃一惊。在他的想象中，我应当是一个满脸灰胡子的欧洲教授；而我则以为他是个摩登的小伙子，但实际上雷恩却是一位谈吐文雅、极富思想的人。席间，雷恩和我似乎都忘记了盛情的男女主人的存在，也顾不及品尝那些精心烹调的佳肴美味。一场马拉松式的促膝长谈，除午夜的短暂休息外，几乎持续了整整 24 小时——这真是一次成果丰硕的知识交流。

我把苏黎世会议的结果告诉雷恩，他也拿出了许多震波剖面 and 示意图，跟我讨论了一系列确定站位的技术细节。这时，我才开始对地中海的情况有了一些认识。看来，地中海盆地是由两个截然不同的实体组成的。东部的特征是一道东西走向的海底山脉，平均高度约超出深海平原两千公尺，通常称之为“地中海海脊”（Mediterranean Ridge，见图一）。海脊的北面是海伦多海沟（Hellenic Trench），那是地中海的最深处，水深超过五千公尺。再往北是一串由半岛（伯罗奔尼撒半岛）和岛屿（爱奥尼亚群岛、克里特岛和罗德斯岛）组成的弧形列岛，这就是所谓的岛弧（island arc）。岛弧是地震的高频率区，岛弧的后面则是火山。众所周知，爱琴海中的桑托里尼（Santorini）火山曾多次摧毁了这个地区的古代文明。

当非洲撞上欧陆

板块构造理论的支持者们为岛弧和海沟提出了一个无懈可击的绝妙解释。他们认为，岛弧乃是活动中的板块边缘的裙裾，缓慢运动中的板块在那里相会。例如：欧亚大陆板块和非洲板块之间的边界即位于海伦多海沟陡峻沟壁的底部（图十七）。这套理论认为，当非洲板块向北移动时，板块北缘即被挤压到岛弧下面，这种作用就叫做隐没作用（sub-duction）。非洲板块的向下运动引发了地震，而被地热局部熔融的隐没板块就为活跃的火山作用提供了熔岩。板块理论学家告诉我们，由于岛弧等于是非洲板块北侧表面的沉积物被欧亚大陆板块南缘刮过而堆高起来的，随着板块之间挤压作用的持续，岛弧一带正在发育形成山脉。地中海深海钻探搜集的资料就是要澄清我们对这一重要作用过程的认知。

显然，地中海东部是受到挤压的。挤压作用的来源似乎是一片面积广大的古大洋——忒提斯海的残余部分，这是非洲向欧洲移动而发生碰撞的产物。另一方面，西地中海则明显发生过扩张。半个世纪以前，一位著名的瑞土地质学家阿尔冈（Emil Argand）提出过一种颇令人信服的见解。他认为，意大利是从西班牙海岸分离出来的，后来逆时针转动了 60 度以上，最后再与巴尔干地块相撞。这次碰撞造成了亚平宁（Apennine）山脉的隆起，而意大利这只“靴子”漂走后留下的空位就成了西地中海。根据这位具有丰富想象力的大师的见解，科西嘉岛（Corsica）和撒丁岛（Sardinia）漂到中途就被困住了，变成了今日巴利阿里海盆和第勒尼安海盆的界碑（图一及图二）。由于地球科学家多认为这场大变动开始于 2500 万年到 3000 万年以前，因此可推测西地中海仍是一个年轻的、形成于中新世的地质单元。为此，我们设计了几个钻位，以便确定西部海盆的年龄和构造，希望能够借此来检验这套理论。

1970 年 2 月，雷恩来苏黎世参加“乔地斯”欧洲盟友的第二次会议，欧陆几个海洋研究所的所长均在座。2 月 20 日星期五，雷恩向所长前辈们宣读了他拟订的钻探计划草案。他这时的模样不禁使我忆起年轻的艾森豪威尔从

一个声名显赫的上校升任盟军最高司令官时的情景。可是，雷恩的年轻和他说话时所用的平淡无奇的声调，却招来一些物议。后来，我们听说，曾不止一位人士表示关切：为什么把这么重要的钻探规划工作交给了一个乳臭未干的大学生（指雷恩）和一个临时客串的“票友”（指我）？尽管如此，由于这是一个美国方面的研究项目，由于这是由美国的研究机构出钱组织的，欧洲方面其实也无法置喙。更重要的是，雷恩和我被认为是承担这个工作最现成和最合适的——美国人。

总结来说，这次会议并不是一个失败的会议。例如，法国人就向我们公开了他们所有未发表的资料，还答应帮助我们进行孔位调查。他们果真也说到做到，我们最后钻探的十五个孔位中，有七个就是根据布雷斯特法国国家海洋研究中心勒皮雄手下人马的出色调查结果而确定的。我们还荣幸地请到当年法国在地中海调查时的首席科学家波多（Guy Pautot）到“格洛玛·挑战者号”担任沉积学专家。他的参与对我们最终的成功有莫大助益。

第四章 再见，里斯本！

对我来说，1970年的春天若是一天能有48小时，那就太美好了。那时，我获选为瑞士联邦理工学院地球物理研究所招聘顾问委员会主席，所以须得尽地主之谊，为几位以荣誉教授身份到访苏黎世的候选人充当向导。我的大部分精力就这样耗费在安排讲席、洽借课堂、拟定行程、打电话、写信、修改计划等等繁琐的行政事务之中。更要命的是，我曾答应过三篇约稿，所以，还得努力爬格子以不误约期。此外，我还要维持我们实验室研究工作的正常运行，当然也少不了要为学生和研究生开课。就在这忙得不可开交之际，4月下旬，我又收到斯克里普斯研究所发来的一份电报，邀请我担任“格洛玛·挑战者号”第十三航次地中海钻探计划的共同主持人，而雷恩则是另一位共同主持人。

会师里斯本

直到奔赴地中海前夕，我仍整日埋首于公文、书堆之中。8月10日，在家人欢送下，我从克洛顿机场直飞葡萄牙首都里斯本，以便从那里登上“格洛玛·挑战者号”。被指派参加“格洛玛·挑战者号”第十三航次的两位古生物学家——住在伯恩的曼克(Wolf Maync)和维也纳的斯特拉德纳(Herb Stradner)也同机前往。我们抵达里斯本时，正是日丽风和的大好时节，而我们竟也成了进驻弗罗里达饭店的先头部队。

里斯本是一个港口城市，像极了意大利的那不勒斯和热那亚。1755年，地震引起的海啸曾使这个城市几乎荡然无存。现在城里的建筑物差不多都是后来建造起来的。但人们总是不能记取教训，以致自然灾害的成因和因应之道又为人所遗忘。里斯本地震是由亚速尔—直布罗陀断层带发生的构造运动引起的，事实上，我们正准备在这个大断层附近打下第一个钻孔以探索其发育史。活断层随时会醒过来搅动一番，历史也可能重演，但是人们偏偏仍在那古河床的平底上重建了城市，而这条古河床在最近一次地震中曾一度被淹成一片泽国。如果一场由地震引起的大海啸再度造访里斯本，主要街道两侧鳞次栉比的摩天大楼将再次被夷为平地！我很赞成当地大学一位地球物理学家的见解，他估计如果今天再发生一场1755年那样的大地震，死亡人数可能要超过100万。但是，当我挤过那摩肩接踵、熙熙攘攘的人群时，他们显然丝毫未曾想过随时可能降临的大灾难。

回到弗罗里达饭店时，饭店门前已聚拢了一大群人。曼克正和希坦和她的助手伊莎贝拉(Isabella Premoli-Silva)聊着什么。那群人当中有船员、“深海钻探计划”的行政管理人员以及行政主管布鲁诺特(Ken Brunnot)。他们都在议论罗马尼亚的微体古生物学家杜米特里卡(Paulin Dumitrica)的事。原来，“深海钻探计划”首席科学家埃德加(Terry Edgar)从斯克里普斯海洋研究所得到的消息说：我们的罗马尼亚同事碰到了麻烦，没有拿到进入葡萄牙的签证。

第二天早晨，我正坐着等早餐时，一个身穿黑衣、神色清明的人走到我跟前，他自我介绍说是来自巴黎大学文理学院(Sorbonne)的沉积学家内斯特罗夫(Vladimir Netseroff)。我们握握手，就坐在一起共进早餐，这时其他人都还没有过来。斯特拉德纳起得最早，“格洛玛·挑战者号”才刚停泊在码头，他就已经站上甲板了。我们其他人吃完早饭以后即驱车去港口。

在离港口还有一大段距离的路上，船上那 60 公尺高的钻塔就已映入眼帘了。

“格洛玛·挑战者号”

“格洛玛·挑战者号”是环球海洋公司专门为“深海钻探计划”建造的一艘钻探船，排水量有 1.1 万吨。在当时的同类型船舶中，它是唯一能在 6000 公尺水深下钻 1000 公尺深孔的钻探船。钻塔负载能力为 60 万公斤，相当于可负载 7000 多公尺长的钻杆重量。钻塔矗立在船体中央的一个船井上，这个船井叫“月池”，钻杆就是通过月池往下伸进海底的。长达十多公里的钻杆存放在钻塔前面的排放甲板上（图十九），钻探工作开始时可自动运送到钻台上。钻塔的右侧有一个小棚子，里面安装着各式仪表板和操控设备（图二十）。当时我还真想不到，在往后的两个月里，除了睡觉之外，大部分的时间竟然都消磨在这个小小的“操控棚”里。

工作区和起居区位于船尾。机舱上面的甲板上是特别设计的古生物实验室和沉积学实验室，而底层甲板上是“岩心冷藏库”。再往后面，船桥下面是餐厅和办公室，最后面则是科学家和船员的住舱和休息室。船上可搭载 10 到 12 名科学家和大致相同数目的技师，再加上十几名钻井人员。当然，还有驾驶这条船的三十多个水手和船员。钻探船上有足够的粮秣辎重，足可保障在海上漂泊两个月之久而无须返回港口。

时隔一年半，我又来到这条船上，心中十分高兴，也受到许多在第十三航次中一起横渡大西洋的伙伴们的热烈欢迎。斯特拉德纳一上到船舱，就去古生物实验室检查仪器设备。我则去科学家办公室翻阅保存在那里的前几个航次的技术档案，因为我急于了解过去航行的结果。近中午时，雷恩也搭水翼船赶来了，我们还有许多事得共同研究。

安全小组

在我们获得“乔地斯”安全小组颁发的钻探站位许可之前不久，雷恩曾去了一趟拉霍拉（La Jolla，斯克里普斯海洋研究所所在地）。1970 年时，“乔地斯”由五个美国海洋研究所组成（开始四个，后加上华盛顿大学），并由一个执行委员会管理，技术决策则由一个计划委员会决行。在这两个委员会中都有各研究所派出的一名代表，外加一位“深海钻探计划”的特派员。计划委员会下面另设有许多小组，其中主要的三个小组是太平洋小组、大西洋小组和印度洋小组，分别负责规划在三大洋的钻探站位。我们地中海顾问小组出于某种奇怪的理由，竟只是印度洋小组下面的一个分组，但是我们拥有相当的独立性且有权直接向计划委员会汇报。除了所谓的地区性小组外，还有一些专业小组负责处理某些专门问题。安全小组就是一个新成立的专业小组，旨在确保“深海钻探计划”作业的安全——换句话说，就是要预防钻到任何石油或天然气，以免造成海洋污染。

从“乔地斯”欧洲盟友第一次会议结束以来，政治气候显然已发生了急转直下的变化。学者、保守党人、新闻界人士和政坛人士都已意识到生态问题的重要性。同时，美国国家科学基金会和“深海钻探计划”也都意识到意外钻出碳氢化合物的危险。例如，墨西哥湾第十航次的许多站位都因为可能引起污染而被取消了。此外，在环境保护的新风潮中，那些过去曾竭力主张钻探盐丘的人，现在也来了个一百八十度的大转弯，反过来鼓吹取消地中海钻探航次。因为地中海可能蕴藏着巨大的油气宝藏，而并非油气探勘船的“格

洛玛·挑战者号”一旦钻上了油藏，极有可能使油气大量外泄却无力收拾，以致污染了大片海域。

那些兴趣本来就在大西洋的同事，更趁机提出了一个从里斯本到蒙罗维亚（Monrovia）的新航次建议，企图取消地中海航次而代之。幸而在计划委员会的最后一次会议上，我们支持者的意见占了上风，地中海航次获得了最后批准。但有一但书：须取得新近成立的安全小组的首肯，确认我们提出的站位在安全方面无任何风险。于是，在出航前的最后一刻，雷恩和作业经理安德逊（Roy Anderson）到拉霍拉会晤了安全小组，他们逐个站位介绍了钻探方案，直到安全小组完全满意为止。当我和雷恩坐在“格洛玛·挑战者号”的餐厅里闲聊时，我们又收到了由斯克里普斯海洋研究所所长兼深海钻探计划主任委员尼伦伯格（Bill Nierenberg）拍来的一份电报：

航次已获批准，内容与计划如前所定，希务必遵守业经核定的安全规定。正式核准公文不日送达。

尼伦伯格

我们终于拿到了赴地中海的“签证”！

倒楣的 13？

8月12日，“格洛玛·挑战者号”船长克拉克（Joseph Clarke）召开航务会议，全体随船科学家、“深海钻探计划”的行政管理人员、高级航海职员、钻井队长和作业经理都参加了。船长向我们简单报告了基本情况并介绍通讯联络频道以后，我提出了出发时间的问题。克拉克船长回答说这该由两位共同主持人来决定。我不禁吃了一惊：没想到这件事原来竟也在我们的职责范围内！我急于开始工作，以尽量减少时间上的损失，所以提出翌晨出发的建议。可是，船长却说不行，因为第二天早上，他们还要再装载一些补给品。

“过了中午就走怎么样？”

“可是，明天晚上有人要到船上来参观。他们要待到九、十点钟才会离开。”

“不让他们参观不行吗？”

“不行，这是国家科学基金会安排的。”

看来我们最快也只能在13日晚上十点钟起程了。

不过，实际上后来在航海日志上记载的启航时间却是十四日零时一分。他们千方百计地把出发日期推延到14日，我不知道是不是出于海员的迷信。其实，我自己对这个航次的编号恰好是13，而我们又计划在8月13日出发，也感到有些惶惶然。我曾经查过日历，心里期望这一天可别再撞上星期五才好。这年春天，“阿波罗十三号”太空船的失事使数字迷信者更有杯弓蛇影之感。我一上船，似乎每个人都在提醒我，13日出航是不吉利的。有人说：“看看第十航次有多倒楣吧！他们也是在13日星期五出发的，结果船还没有到达目的地就不得不折返母港抢修推进器！”

其他人也列举了第十航次的种种邪事：航行结束以后，船长即被撤职，有一次，可能是因为首席科学家在睡觉，忘了教钻探船及时转弯，结果走错了航线。而那个航次预定的目标也没有达到，因为国家科学基金会的安全新

规定取消了一些站位的钻探。此外，还有卡钻、设备损失等等意外接踵而来，简直不胜枚举。所以他们特地邀约了那些参观者来把我们的出发时间顺延到14日，这大概也不是无缘无故的。

科学班子

12日下午举行了科学家会议。一共是九个人参加：雷恩、内斯特罗夫、波多、魏策尔（Forese Wezel）、洛特（Jenny Lort）、希妲、斯特拉德纳、曼克和我（图二十一），只有杜米特里卡缺席。作为“深海钻探计划”的首席科学家，埃德加承当了为第十三航次组织科学班子的任务，他的提名得到了“乔地斯”计划委员会和美国国家科学基金会的认可。雷恩和我则是在我们提出钻探建议之后不久，就被确定入围了的。

而成为即将走马上任的共同计划主持人，我对科学班子其他人员的组成也享有提名权。我们任命了布雷斯特法国国家海洋研究中心的波多、意大利博洛尼亚（Bologna）大学的魏策尔和英国剑桥大学的洛特为船上的沉积学家，他们都来自那些刻正积极研究地中海的研究单位。巴黎大学的内斯特罗夫是毛遂自荐而获准参加“深海钻探计划”的。里德尔和他的“乔地斯”生物地层小组推荐了微体古生物学家的班子，他们是意大利米兰大学的希妲、奥地利地质研究所的斯特拉德纳、自行开业的地质顾问曼克，以及罗马尼亚科学院的杜米特里卡。就这样，埃德加为我们拼凑了一个由奥地利、法国、英国、意大利、罗马尼亚和瑞士科学家组成的国际科学小组。而唯一直接从美国研究机构派出来的科学家就是雷恩。

在那第一次科学家会议上，我们才刚敲定目标、分配了任务并交代了日常操作细节，雷恩即在日程安排上提出一项动议。他从鼓鼓囊囊的信夹里掏出一份用铅笔涂得潦潦草草的建议表，那是我们那位在布雷特斯的法国朋友勒皮雄写的。他建议在里斯本西南方大西洋的戈林奇滩（Gor-ringe Bank）进行钻探。我一听就大为恼火。“深海钻探计划”已经在大西洋进行过六个航次了，另外还有几个大西洋航次正在规划之中。正当大伙儿急着赶到直布罗陀以东去开拓地中海新领域之际，为什么还要牺牲我们宝贵的船期在大西洋多打一个钻孔呢？此外，我对这个建议的目的也不表赞同。于是，雷恩和我就在这个争议点上开始了我们的合作关系，直到前来参观的达官显贵们上船时，我们还在争论这件事。客人登船后，雷恩领着美国大使和其随员参观这条船，而我则留在船长室里陪海军武官夫人聊天，因为这位女士不想在滑溜溜的舷梯上试踩她的高跟鞋。

驶向戈林奇滩

客人离去后，埃德加又催促我跟他一起去打电话到罗马尼亚询问杜米特里卡的消息。但是电话打不通，我们就只好出去吃饭了。席间，雷恩和埃德加再次试图说服我考虑那个钻探戈林奇滩的建议。我还是不肯让步，不过，为了维持与雷恩合作的融洽气氛，其实我心里已有些动摇了。又再考虑到勒皮雄曾帮过我们不少忙时，我更觉不忍使他失望。在回船途中，我终于脱口而出：“好吧，雷恩，就听你的，我们到戈林奇滩去！不过，我们恐怕得碰上什么硬玩意儿，非把钻杆给搞断不可！”

雷恩不无忧心地说道：“别说这不吉利的话，肯，拉蒙特那边正有不少人等着向我们秋后算帐呢！”

于是，我们就在大西洋中的戈林奇滩上打下了本航次的第一个钻孔，而这个钻孔居然是我们所有孔位中较有意义的孔位之一。后来，每当我回忆起这段插曲时，总是告诫自己不要顽固地抱住自己的直觉不放；而对雷恩来说，他后来多次声称这个钻孔是他用 150 个埃斯库多(escudos，葡萄牙的币值单位)换来的——因为在吃那顿饭时，我身上一文不名，只好由雷恩来付帐。1970 年 12 月，在巴黎召开比斯开湾(Bay of Biscay)讨论会时，还传出一段编派得更加离谱的故事，说什么那次我在里斯本的饭店里喝得酩酊大醉，以致“格洛玛·挑战者号”驶向戈林奇滩的途中，我犹在醉梦之中！

回到饭店后，我们又做最后一次努力往罗马尼亚拨电话。这回接通了，可是对方说的话我们完全听不懂。经过半小时牛头不对马嘴的交谈以后，我们只得放弃。最后，只得央请“深海钻探计划”的后勤官员吉尔基(Bob Gilkey)替我们继续寻找杜米特里卡。当雷恩和我跳上甲板时，吉尔基要求我们估算一下日后行经直布罗陀的日期，他说也许会在那儿把那位失踪的罗马尼亚科学家给送上船来。

午夜初临，“格洛玛·挑战者号”靠着侧舷的推进器横推着船身，缓缓驶离里斯本码头，我们全都倚在栏杆上向朋友们挥手告别。口中轻轻的吐着：再会吧！里斯本！

第五章 危机与考验

钻探船的钻塔高出甲板 45 公尺，高出水线约 60 公尺。这座巍巍高塔从里斯本大桥下面缓缓通过的情景，真是蔚为奇观。我们在引水船的带领下沿着塔古斯河（Tagus）顺流而下，凌晨两点左右已到达四顾一片苍茫的公海。我心中仍然忐忑不安，开赴第一个地点的短短航程似乎变成了无休止的漫长等待。突然，我感觉船停了下来。到船桥一看，发现确实已经停船，原来是要等候引水船从后面赶上来。

“引水船在哪里？”

“不知道，先前就在后面不远的地方，不过现在看不见

稍后才知道，引水船因燃料不足，临时决定返回港口去重新加油。过了一小时，它才姗姗而来，继续完成领航任务。

第一个钻孔

14 日午后，我们抵达第一个站位。第一个钻孔要打庄戈林奇滩的北坡上。戈林奇滩是座海底山（submarine mountain），高出深海平原约 2500（fathom，一等于）深 1.83 公尺），在海平面以下约 100（图二十二），法国国家海洋开发中心（CNEXO，the French National Center for the Exploitation of the Oceans）的“夏尔科号”（Charcot）以前曾调查过这个地区，我们仔细研究了震波剖面图，确认最理想的孔位应在滩肩上水深 890M 的地方。我们的部署是从北面进入工区，策等精密回声测深仪精确显示出 890 的深度时，就泊定在孔位上。

然而，当我们驶进孔位时，雷恩和我都愈来愈感到焦虑不安，似乎意识到一场危机正在逼近。自从我们离开垦斯本以来，那台精密回声测深仪表现一直不正常。第十三航次的电子技师迎罗（Pete Garrow）检修了一个通宵，连毛病在哪里也没能找出来。而航海技师福尔斯曼（Ken Forsman）尽管缺乏经验，也赶来帮忙，希望能助上一臂之力。c 来想到一个权宜之计，亦即：把一台老式测深仪连接在震波剖面仪的一套记录装置上。这台老式测深仪可以发出信号，但记录装置已经完全过时了（在 900 水深中记录误差力 50 ）。但是，如果能把测深仪发出的信号转而输入到一台现代化的记录设备上，我们就可以又有一台备用的精密回声测深仪了（震波剖面仪的新式记录装置共有两套）。

船长估计到达孔位的时间是下午六点。四点左右我到电子仪器舱去，但负责导航的雷恩却不在那里，据说是到修配舱去帮福尔斯曼去了。绘图桌上乱七八糟地堆满了电阻、电容和五花八门的电线，我只有把这一大堆东西挪到一边才能摊开海图。我刚开始在图上标出航线，船长就探头进来询问现在的确切船位究竟在什么地方。按理说，导航是船长的当然职责，现在船长却反过来问我，这似乎有悖于常理。可是，在海洋研究中，精确定位关系重大而又极为困难，传统的定位方法已不敷需要。在“深海钻探计划”的所有航次中，卫星定位已成为一个不可或缺的手段，而这套精密的定位设备是由科技人员来操作的；所以，船长来向我们打听船位也就不足为怪了。

卫星定位

“格洛玛·挑战者号”是第一艘装有卫星定位系统的非军用船只。这项

技术的基本原理是著名的多普勒效应(Doppler Effect)。多普勒是十九世纪的奥地利物理学家,他发现火车驶来时的汽笛声比离去时的汽笛声更尖锐。用严格的科学术语来说,即是:被接收的声波信号(汽笛声)的频率(音调)决定于发声体(火车)和接收体(耳朵)之间的相对速度。在卫星定位系统中,发射体是环绕地球旋转的几个人造卫星之一,接收体则是移动中的船舶。若把已知的卫星信号频率和实际接收到的频率相比较,就可以计算出卫星和船只之间的相对速度,以及在卫星飞过船只上空时,与各时间点相对应的卫星与船舶之间的距离。由于卫星的轨迹已精确可知,根据计算出来的距离,就可用三角测量法定出船位(图二十三)。

卫星定位需要用电子设备来接收卫星所发出的无线电波信号,还需要一台可进行复杂运算的电脑。正如梅纳德在他所著的《探险剖析》一书中生动描述的那样,在早期的海探航程中,由于卫星和船上的电脑都尚未问世,精确定位一直是老一代海洋学家的梦魇。我们船上因为装有卫星定位系统,对于精确定位自然不会感到头痛。当然这只是说,如果一切设备运转完全正常的话,我们才不会头疼。

经过克拉克船长方才这么一问,我立即起身到科学家办公室查问为什么没把卫星测定的最新船位通知海员们。迦罗正在那儿工作,这已是他第三次随“格洛玛·挑战者号”出海。迦罗是一个充满活力的年轻人,我们在里斯本尚未出航时,他就开始掐指计算返航的日子,这使我感到十分诧异。一般都在航程近尾声时,大伙儿才会有这些小举动。可是,当时船都还没有出港,他为什么要这样眼巴巴地盼着返航呢?后来我才知道,迦罗仍在新婚阶段,就被通知直接由丹麦的蜜月旅行途中赶到里斯本来报到。也难怪他会对于这两个月的海上航程感到遥遥无期了。

而现在,迦罗似已心挫技穷,不仅精密回声测深仪坏了,卫星定位设备也不正常。从离开里斯本以来,他一直尽力想让仪器表现得正常些,甚至已到了废寝忘食的地步,但却没有明显的成绩。当我问他为什么不把卫星定位资料通知船长时,他正在为电脑重写程式。他的回答是简短而冷漠的:“我没有什么可以通知船长的,因为我们压根儿就没有测到船位。”

就这样,“格洛玛·挑战者号”正坚定地朝向目的地驶去时,我们却又聋又瞎。而空气枪(船上连续震波剖面仪的声震源)虽然仍在工作,但震波纪录却是一塌糊涂。

进入站位

下午四点半,在百般无奈之中只得求助于传统的“航迹推算法”。结果显示钻探船已经非常接近目的地了,可能只有几海里之遥。这时,雷恩来了,福尔斯曼把测深仪连接到震波剖面仪记录装置上的努力也已宣告失败。

就在这濒临绝望的时刻,迦罗拯救了我们!他终于改写好电脑程式,并计算出下午四点四十七分卫星测定的船位,约在我们预定孔位正北方大约四公里半处。但当时的时间已是下午五点零五分,我们实际上已经走过了头。于是我们赶紧掉转船头,把航向从226度转向170度,向目的地驶去。由于精密回声测深仪仍然无法工作,我们也不得不开启那台老式的测深仪。

确定位置只解决了一半的问题,另一个问题则是:如何把这条一万一千吨的钻探船精确地停泊在茫茫大海中的一个定点上。到达孔位后,我们并不能就此停船不动。“格洛玛·挑战者号”和许多其他海洋调查船一样,船尾

也拖着好几条探测仪器的电缆，分别是：磁力仪“麦琪”（Maggie）、两套空气枪和拖曳式声纳（我们把它称做“鳗鱼”）。这些电缆约有一公里长，照理说应当在钻探船减速并停止前进之前，就该先把这些电缆收回来。问题是，这些仪器是海底研究所不可缺少的，所以，只能在找到站位以后才收回。解决这个难题的简单办法是在钻探船通过站位时，先投下一个声纳信标。但是，从一条正以八节（knot，一节为船行速度每小时一海里）航速行驶的船上扔出的信标，是很难准确地落到海底的，因此损失信标的风险极大。而一个信标价值在数千美元，我们不到万不得已，绝不会出此下策。因而，我们在航行中运用一种比较原始的办法来标定站位——在船只驶经站位时抛出浮标。遗憾的是，这些浮标会随海流漂移，等到我们收好仪器电缆再返回时，浮标往往已漂浮在两公里以外的海面上了。

尽管如此，我们在戈林奇滩还是采用了这种比较便宜的办法。在震波剖面纪录指示的位置上，水手们把一个红色圆筒抛出舷外，圆筒上连着一只插着红旗的浮标，虽然测深仪只测到 835 ，但根据我们的计算，这里的水深已是 890 。于是，“格洛玛·挑战者号”开始减速向南航行，同时，技师们收回“麦琪”和“鳗鱼”。然后我们再折返原位，但此时圆筒已跟浮标脱离，两者相距约有一公里。我们用老式测深仪导向，找到了那个位置比较可靠的浮标。当测深仪再次显示 835 时，我们就通知船长，船长便向机舱下达了“全停”的指令。

初试啼声

“格洛玛·挑战者号”一进入站位，我们就开启动力定位系统以保持船位固定。我们先从船上放下一个声纳信标，使之落到预计的孔位上。不久信标开始发出声波信号（图十二），船上的电脑也收到了。如果钻探船偏离信标所在的位置，电脑便会下达指令给船体的四个侧向推进器中的一个或数个，以便将钻探船推回原位。这套系统仅允许船体做约 60 公尺的漂移，所以，钻管不能是僵直的。为此，钻管上安装了几段叫做伸缩接头的钻杆，就像汽车的传动轴一般，既能吸收垂直方向的震动，又可传递转矩。

下午六点，我们投出信标，十分钟后信标沉到海底。同时，钻工班开始组接钻杆（图二十四）。他们需要知道这一孔位的水深，因为当钻杆接近海底时，就应减慢下放速度，以避免钻杆突然撞击海底而导致断裂。遗憾的是，连续震波剖面仪的记录深度是 890 而测深仪却只有 835 。为保险起见，我们取后者，即 1200 公尺。到达这个深度后，钻工便小心翼翼地把钻杆慢慢通过“月池”放下去。但是 1600 公尺的标记很快就超过了，而仪表板上还没有“着底”的显示。1605 公尺过去了，接下来是 1623 公尺，1641 公尺，1656 公尺……，每次都接上一组由两根钻杆组成的钻杆组（长 18 公尺）再放下去。钻工、司钻、钻井队长和作业经理都朝我们直瞪眼。对我和雷恩这两个年轻而缺乏经验的计划共同主持人来说，这种情况是十分难堪的，再这样下去，我们将很难得到钻井队的信任。尽管我们一再抱怨老式测深仪性能不可靠，他们的脸上依然冷若冰霜。

尴尬的局面仍在继续，信任差距也在加大。现在已经超过了 1673 公尺，1691 公尺……，钻工们眼睛瞪得更大了。最后，我决定到电子仪器舱再去检查一下记录。从震波剖面记录看来，我确定水深应为 1716 公尺。待我经过船桥回到钻台上时，钻工们已停止下放钻具了。我们终于在海平面以下 1711

公尺处接触到了海底，这个数字几乎与震波剖面仪显示的数字完全相符。这时，我才如释重负，心上一块石头总算落了地。

忒提斯海

钻探戈林奇滩的主要目的是要来比较地中海与大西洋的形成原因。当时，大多数地球科学家都认为，大西洋是在 15000 万年前欧洲与非洲漂离美洲时诞生的（图二十五）。这一经典理论——“大陆漂移说”（continental drift hypothesis）最早是于本世纪的 20 年代，由德国气象学家魏格纳（Alfred Wegener）所提出来的。不过这种说法一直遭到排斥，几乎销声匿迹了约 40 年，直到 60 年代才由瓦因和马修斯重新提出。而且，还由于 50 年代地球物理学和海洋学的许多发现，使它以崭新的形式获得了重生。南大西洋的深海钻探航次则使得像我这种“择善固执派”心悦诚服，然而在过去，我们实在无法想象大陆在一亿年间居然移动了几千英里。在第十三次航次考察的时候，大陆漂移的基本原理已经获得了学界的承认，因此，我们已可应用这个原理来解释地中海及其前身——忒提斯海的地质。

海底扩张理论推想：欧洲、非洲和南北美洲原都是一个超级大陆——称做“盘古大陆（Pangea）的一部分，在两亿年前才开始分裂。在非洲和欧洲之间渐渐张开而形成的海洋叫忒提斯海。忒提斯海与中大西洋的裂开几乎同时出现。尽管在 15000 万年前，非洲脱离了盘古大陆，但当时欧洲仍然紧密地与美洲地块相连结。如果这个假说正确无误，大西洋下面的岩石组合就应该与忒提斯海的海底岩石相似；也就是说，大西洋最古部分的早期沉积物与忒提斯海的早期海洋沉积物应属大致相同的年代。但是，一度是浩瀚无际的忒提斯海已因为地震活动和造山运动的持续作用而大为缩小，它昔日的风貌现在仅能透过研究阿尔卑斯山的岩石而依稀可辨，因为这些岩石正是当年忒提斯海的沉积物。

当欧洲最终脱离美洲并向东漂移而与非洲发生碰撞时，忒提斯海的沉积物受到了推挤而隆起，形成了阿尔卑斯山。构成忒提斯海底的岩石如今出于高峻的阿尔卑斯山群峰的侧翼。这些岩石被称为蛇绿岩（ophiolites），因为他们呈现一种斑驳状的绿色。蛇绿岩中包含着由冷却的海底熔岩组成的玄武岩、成分与玄武岩相似但晶体较粗的辉长岩（gabbro）和源自地壳深部又经过变质作用而造成的蛇纹岩（serpentinite）。在阿尔卑斯山上，忒提斯蛇绿岩上面覆盖着年龄 13000 万年以上的海洋沉积物。所以，我们在戈林奇滩钻探的目标是要打穿海洋沉积物，看看是否能在下面找到年代相同的蛇绿岩。这一点可不容易做到，因为根据过去的经验，可能会钻到非常坚硬的燧石（chert）。如果出现这种情况，在到达基底之前，钻头早已完全磨损了。

采集岩心

8 月 15 日凌晨，我们开始钻取岩心，大家急切地等待着。破晓以后，我们才取出第一块岩心，把海底沉积物样本从几千公尺的深处取上来。这听起来似乎是非常困难，但实际上原理是相当简单的：钻杆先得透过旋转钻出孔眼，在要取心的深度上暂停钻进，并且在钻台上卸开钻杆，然后把一个岩心筒向下送到钻杆底部的钻头上面，岩心筒着底以后，重新接上钻杆并继续旋转。这时，钻头又继续往下钻，但得减少钻杆中的循环液体中的压力，如此，沉积物才不会被冲走，而会进入岩心筒里的塑胶衬管内。钻进 9 公尺以后，

岩心筒就塞满了，于是停钻，放下一根像钓鱼杆上的钓丝那样的“沙绳”（sandline）。沙绳末端有一个钩子，可钩住岩心筒顶部并将它拉到钻台上，之后重新卸开钻杆，取出岩心筒（图二十六）。下一步就是再放下另一个岩心筒进行“连续取心”；或者不再放岩心筒而继续钻进，直到钻抵需要采集岩心的下一个层段的顶部再取心。

当然，这中间有很多环节可能会出毛病，在第十三航次期间，我们也确实遇到了一些问题。例如，有一次，岩心筒的一个排水孔不慎塞住。排水孔的作用本是让筒里的水可以随着沉积物的进筒而排出，如果水排不出去，岩心也进不了岩心筒。最后，沙绳提上来的只是一筒清水。另有一次是沉积物太软，岩心筒往上提时，沉积物从岩心爪中脱出，结果一无所获。还有一次是泵压太高，致使沉积物最后被循环液体冲失殆尽。

如果一切都不出差错的话，岩心筒从钻杆中取出后，钻工就将它们依次排好，抽出装满岩心的塑胶衬管（图二十七），再将衬管放在岩心实验室外面的甲板上。技师会把9公尺长的岩心切成六段，依次编上号码，贴上标签。然后，由洛特或技术员测量各段岩心的孔隙率、含水量、伽马射线强度……等等。接着把衬管一劈为二（图二十八），一半保留起来并照相存档；另一半供做船上分析用。这两半都会先由随船沉积学家接过去进行例行鉴定，以确定沉积物的硬度、颜色、显微结构、晶体构造和矿物成分。之后，再从船上分析用的半块样本切下若干小块，装入试瓶中，以备日后由船上的科学家伙伴或陆上实验室的同事做更进一步的研究。小块岩心样本多半又会转到古生物室，交由希妲等人来处理。希妲会用筛子刷洗样本，冲去沉积物，并用一支小毛笔从经过淘洗和烘干程序的残余物中挑出有孔虫。斯特拉德纳则取出一些沉积物做成试片，然后在高倍显微镜下分类鉴别超微粒化石。在有些样本中还可找到生活在海底的有孔虫，这些都属于底栖（benthonic）生物，须由曼克挑出进行研究。

好的开始

我们所钻到的第一个岩心是下中新系软泥，年龄约为2000万年。又钻进了200公尺之后，则取到了约11000万年前的白垩系岩心，并发现它的沉积序列与西班牙南部贝蒂克山脉的层系（Betic Cordillera）颇相似。一种乐观的气氛已开始滋长。但是，再往下，钻进速度就明显减慢了。

一天半以后，钻到的岩层却愈来愈坚硬，钻进速度有如蜗牛漫步般缓慢。15日晚，我心急如焚，不能成眠，只好到古生物室去找希妲闲聊。地中海在大西洋的东方正对我们翘首相望，然而我却不知道我们还要在这儿折腾多久？希妲也有同感。她这一生，都在研究地中海的岩石，早已渴望能早日见到“罗马湖”的海底样本，曼克和斯特拉德纳也有同样的心情。谈了许久，我们决定去跟雷恩摊牌。我在操控棚找到了他，要求打完这一组（两根）钻杆，取下岩心后就收手。

钻进在继续，钻机的每一阵轰鸣听上去都像是悦耳的乐章。提前吃了一顿晚餐以后，我就去睡了，留下雷恩值班。我上床不过一个多小时，还未进入梦乡，雷恩就把我唤醒了。他打开灯，手里挥舞着一块岩石：

“打到基底了！”

“什么？”

“我们打到基底了。”他兴奋地重复了一遍，把手里的一小块岩心递给

了我。

这是一块主要是辉长岩的蛇绿岩（图二十九），跟我十年前在阿尔卑斯山阿拉林霍恩峰（Allalinhorn）下的一座悬崖中所见到的完全一样。这是最重要的一个发现，证实了忒提斯海或阿尔卑斯地槽的成因确实与中大西洋的扩张有关。我们不禁兴高采烈地欢呼起来。

万事开头难，如今我们却有了一个美好的开始。在心中完全无把握的情况下，选中这个孔位钻探真是侥幸万分。我们没有遇到任何坚硬的燧石，既没有折断钻杆，也没有丢失钻头。我们达到了预期的科学目的，更重要的是，这是雷恩和我首次搭档担纲，而我们也已获得了整个工作团队的信任。

钻探工作结束后，钻工取出钻管，并卸开、固定。8月17日凌晨三点“格洛玛·挑战者号”离开第120号站位，往东径向直布罗陀海峡驶去。

第六章 抉择与决心

18日清晨，“格洛玛·挑战者号”驶入直布罗陀海峡。我花了一整天的时间撰写工作报告，而雷恩则彻夜不眠地修理震波剖面仪。经过这一晚上的折腾以后，震波仪的记录效果果然大有改善。隔天，波多和我一起设计下一个站位。我们知道雷恩很晚才睡，因此打算趁他还在睡梦中便把船驶到下一站位，叫他醒来时大吃一惊。但午后不久，当“格洛玛·挑战者号”驶进站位时，雷恩就来找我了。他带来了后勤官员吉尔基的电报，告诉我罗马尼亚的科学家杜米特里卡已经找到了。

阴错阳差

我们下一个钻孔是要钻穿亚勃瑞海盆（Alboran Basin）底的沉积层系，目的是想知道M反射层到底是什么？同时也想测定这部分地中海海盆的年龄。这里的钻探岩心应该能告诉我们，西地中海是否确实如一些学者所预测的那样，正在扩张。

19日午后，我们抵达了西班牙马拉加以南的第121号站位（图二）。进入新站位时的兴奋、完成上一个站位报告的喜悦和设计下一个站位的焦虑，使我们深深沉浸在紧张忙碌的气氛中，几乎忘了去关心杜米特里卡的下落。开钻以后，我去古生物实验室找希姐。她随口提到沉积物里有矽质微体化石，而据说杜米特里卡正是这方面的专家，她问我是否知道他人现在在哪里？我这才想起吉尔基的电报，于是马上跑回船桥向船长打听这位失踪同事的下落。

“不，不知道。除了昨天收到的那份电报外，我再没有得到任何消息。”

“斯克里普斯方面也没有消息吗？”

“没有，不过无线电报务员说过，斯克里普斯曾试图与我们联系，他想把电话内容录下来，可惜录音机却失灵了。好在我们今晚七点还要再收听一次。”

我急于得到消息，也必须让船长明白这个电话的重要性，于是我若有所思地自言自语：“看来我们很快就要用得着杜米特里卡了。”

“哈！博士先生，”船长说：“我早就知道您不会无缘无故特别关心这件事的。”

我回到钻台，把与斯克里普斯通讯联络上的失误告诉了雷恩。我们对无线电报务员明显的失职感到十分恼火。

当晚，雷恩和我在休息室召集随船科学家开了一次会。会刚开到一半，船长进来了：

“您说得不错，早上那个电话一定是与杜米特里卡有关的事，不过我们现在还是没有接到这个电话。”

“毛病出在哪儿？”

“很久以前我就写过一封信给上级单位，说明我们从地中海要与斯克里普斯通讯将会有困难，但是，毫无下文。当然，我知道要弄到必需的电晶体，代价是十分昂贵的。可是，现在事情就棘手了，我并不是为我的报务员辩护，他做这个工作其实仍是个新手。不过，我们实在是没有多少法子可想。我们是通过监听伦敦海军的广播来获得斯克里普斯的讯息的，但是，又根本没有多余的人手来进行24小时的全天候监听！”

“那么今天早上的讯息又是怎么错过的呢？”

“这不是我们的过失。讯息是经由 MERCAST 广播传来的，他们声称要为一些船只传递讯息，而且念了一大串名字。讯息是一条紧接着一条播出。很不巧，轮到播报我们这艘船的讯息时却发生了干扰，呜哩哇啦的，就什么也听不清……。”

“喔，有一件事！”船长这才猛然想起自己下来的目的，他接着说：“我们刚才收到英国海军部通过救难频道发来的讯息，说是有两个科学家，一个美国的和一个罗马尼亚的，正在寻找‘格洛玛·挑战者号’。我们想找一个频道与他们继续联系，但是办不到，所有的频道都占得满满的。按规定我们是不可以利用救难频道的，但这是他们同我们联系的唯一可用的频道。信号听上去又响又清晰，推测是来自直布罗陀。我想很快就可以给你们一个妥善的安排。”船长说完便走了，不久报务员就送来了我们望眼欲穿的那个信息，全文是这样的：

克拉克船长，WNCU，建议“格洛玛·挑战者号”准备停泊直布罗陀或派出“蓝狐号”赴接头地点。

待三副请我们到船桥上面去时，我们看见船长正在大发雷霆：“打这份电报的人不是无知已极就是自私透顶。他们等于是在叫大山向穆罕默德靠拢嘛！至于说到‘蓝狐号’，那更不可能叫我的人整夜开着这样一条小小的汽艇，顶着大风跑到直布罗陀，去接一个本来应该在里斯本就上船来的家伙！”

这时，无线电又传来一串声音：“直布罗陀电台呼叫 WNCU，直布罗陀电台呼叫 WNCU。请报告船位、航向、航速……。”这回用的又是救难频道。船长气呼呼地冲到无线电话机旁，随即拨弄到一条频道，通知对方：等待我们用商业电报发出的讯息！

戒慎恐惧

打从离开里斯本以来，我每天总是熬到很晚才睡。这一日，满以为有雷恩值班，我总可以早些上床了吧！但是，雷恩似乎另有所思，他直把我留到午夜以后，直到钻管钻到了似乎是比较坚硬的岩石。岩心筒这时已经装满，我们及时把它提了上来，取到的是砂岩岩心——不是那种指头一捏就碎的松散砂岩，而是一种坚硬的固结砂岩。

我们的作业经理安德逊有权在有可能遇到油气时下令中止钻进。他的命令是，一旦我们在这个孔位上钻到岩化了的的地层，就得立即停钻。我们也确实意识到了油气溢出的危险，如果我们打到一个高压的油气囊，那可是会引发一场大灾难的。面对这种被迫放弃钻孔的威胁，我们开始再深入研究震波纪录，以便另找一个可以钻到基底的孔位。不过这么一来便得多损失一天到两天的时间，而时间对我们来说实在比任何东西都来得宝贵。

在决定放弃这个钻孔以前，雷恩切下了一薄片砂岩，并由我做了显微镜鉴定。看起来，这块岩石是来自软地层中的结核层（concretionary layer），而不是那种坚硬到可以封闭油气藏的岩化地层。安德逊遂决定暂缓行使他的权力，然而我们仍焦虑不安地关心着下面将会取上来什么样的岩心。待看到下一筒取上来的是松软的绿色软泥时，大家才如释重负，长长地舒了一口气。现在，安德逊同意继续钻进。而雷恩和我则决定仍得保持高度警戒，以防出现任何新的不测。钻进速度于是极其缓慢，就这样，我又过了一个不眠之夜。

20日午后，终于从无线电得到了吉尔基的消息，证实他和杜米特里卡果真在直布罗陀。他们将搭乘皇家空军的巡逻艇来我们这里，同时，电报也来了，要求我们留在原地等他们。船长与直布罗陀电台通了话，那边说他们俩动身的时间是下午三点。

午后的阳光温暖和煦，但是，海风强劲，白浪滔滔。甲板上不耐久站，同伴们都溜回住舱里写家信，因为吉尔基把杜米特里卡送来后就可以把邮件带回岸上去。大副估计，在顺风的情况下，他们乘高速快艇可在两三个小时以内到达。于是我决定趁这段空档先睡一会儿；但足足有一刻钟，我试着使自己入睡，却总是难以成眠，只得拿起望远镜走上船桥。船桥上的人已等得好不心焦，神经质地做着各种猜测。雷达荧幕上每一个新出现的小小光点都会被当成是那艘英国皇家空军巡逻艇，甚至只要有船只经过直布罗陀海峡越过我们往东开去，就会引起一场骚动。这种种的误报与骚动在短短的那个下午，竟然发生了几百次！

到了晚上六点，天色渐渐昏暗下来，我们开始失去信心，简直不相信他们还会来了。我回到休息室去听了一盘贝多芬E大调钢琴协奏曲的录音带。这时，我们的秘书和技师们从船桥下来叫我。从他们慌慌张张的神色中，我心头闪过一阵不安。

勇往直前

我赶到船桥时，克拉克船长、安德逊和雷恩已经在那儿了。他们告诉我，来了一道命令，要我们返回直布罗陀去接杜米特里卡。我不禁火冒三丈！我们在这里不分昼夜地拼命，力求以最高的效率顺利达到目标；选定站位时大家呕心沥血，不知费了多少脑筋；为了正确地安排和指导钻井与取心，我们不知又承受了多大的压力。我们要不断地给同事们激励，让他们相信我们的决定是明智的；在追求目标的同时，还得不断地安抚同仁们不时会迸发出来的急躁情绪。日复一日，我们努力节省每一个小时、每一分钟，以便使这趟行程“钻”得更多、更有意义的科学讯息。但是，现在，我们却要奉命返航直布罗陀去接一个可能用不着的人。要知道，损失12个钟头的船时就是损失一万美元，这相当于我在瑞士整整一年的野外地质预算啊！“不！”我一字一顿地说，“我们不一回一去！”

我们开始研究起那套发号施令的行政管理系统来。吉尔基是无权下令我们回航的，但是，他声称这是得到计划经理布鲁诺的同意，而布鲁诺正是安德逊的顶头上司。虽然我们还没有接到布鲁诺的直接命令，但是看来，我们恐怕不得不听吉尔基的。

在这不满情绪行将一古脑儿爆发出来的气氛中，克拉克船长提出了一个折中的办法：我们可以不回直布罗陀，而把与杜米特里卡的碰头地点安排在马耳他。雷恩和我表示同意。于是，我们发出了一份态度坚决但措词委婉的回电：

欢迎杜米特里卡来船，但目前尚不急需。建议改在马耳他碰头。

与此同时，安德逊还同意：如果在12小时以内收不到吉尔基的进一步指示，而此地的钻探工作已经结束，我们就向东开到下个站位去。

傍晚六点半，我返回住舱洗了一个淋浴，喝了一杯威士忌，然后爬进我

的铺位。才刚合上眼，灯又被打开了。雷恩冲了进来，手里拿着一块岩石喊道：“我们打到基底啦！”

这真是出入意料。在这之前，我们钻进的速度一直很快，后来为了谨慎之故才放慢下来。在最后的 24 个小时中，曾发生过几场虚惊。有好多次，钻工通知我们说打到硬东西了，而等到提钻上来一看，却只有几片固结的砂或满满一筒松散的物质，真令人沮丧。我们研究了震波纪录，一次又一次地修正我们的估计，有时太乐观、有时又太悲观。当我上床去时，满以为可以睡上八个钟头，可偏偏下一筒岩心（这个站位上的第二十三段岩心）就取到了基底样本。

我看了一眼雷恩正在拨弄的那块岩心，断定这是玄武岩。雷恩说现在已下了中心钻头，想打得更深一点；但我们也可以撤回钻头，多取一些岩心来验证我们的发现。我赞同后一种做法。于是，雷恩又赶回钻台，我则穿上衣服踱到岩心实验室。事实上，我们后来发现这块岩石并不是玄武岩，而是变质岩。但不管怎样，我们确实是打到了基底。

又等了三个小时，最后一枚岩心取上来了，我们终于获得了 M 层的证据！雷恩激动得话都说不出来了，邀了几个人回到住舱去大肆庆祝一番，然后倒头呼呼大睡。而我却因过度兴奋，一直无法入睡，于是跑到船桥上与无线电报务员讨论起我们的通讯问题来。

21 日傍晚我们离开亚勃瑞海盆的站位，驶往巴塞罗纳岸外的瓦伦西亚海槽（Valencia Trough）时，杜米特里卡事件的第二幕总算告一段落。这时，船长交给我们一道布鲁诺发来的返回直布罗陀的命令。但是，失灵的 MERCANT 系统帮了我们大忙——电报迟到了，它已无法再改变我们的决定！

费尽周章

虽然我们在第 121 号站位上发现了 M 层，但无法确知是在什么深度上钻到的。我们曾由 700 公尺深处取到了坚硬岩层的样本——也许那里就是 M 反射层。这岩石样本的颗粒极细，沉积学家们无法断定它到底是什么岩石。后来，内斯特罗夫用 X 射线绕射法才确定为白云岩（dolomite），这是一种在地中海干化时形成的碳酸钙和碳酸镁的化合物。不过，当时我们并不知道这一点，因而未对第 122 号站位上抱有丝毫可确定 M 层特性的期望。

第 122 号站位在巴塞罗纳岸外的瓦伦西亚海槽里（图二），在这片海底的侵蚀区，M 反射层上只覆盖了薄薄的一层沉积物，所以比较容易钻到。23 日凌晨，“格洛玛·挑战者号”以 62 度的航向从西南面抵达这个站位。在这种时刻要睡上好觉简直是非分之想。我于是干脆不睡，先是写了几份报告，然后跟船员们一起看了会儿电影。两点半左右，钻探船行将就位，我去电子仪器舱找到了雷恩。我们这次将要在海槽的底上钻孔。自从精密测深仪彻底修妥了之后，钻探船在就位问题上就不再有什么大困难了。

在我走进实验室时，一切似乎都井然有序。我们慢慢驶近站位，越过高坎和低地，找到了那条海槽。三点四十六分，在驶经预定站位上方时，我们把一个无线电浮标抛出舷外，希望它发出的信号强度够大，而能被船上的雷达接收到。可是，这个打算落空了，我们收不到任何信号。但这无关紧要，因为利用精密测深仪，我们还是可以在待会儿的回程中，轻而易举地找到那海槽的谷底轴线。于是，技师们收回了仪器——只花了 12 分钟，速度之快，令他们感到非常自豪。

由卫星定位得知，我们此刻正在一条与当年法国调查船“夏尔科号”探测行程平行的航线上，但船位稍偏西北。由于站位定在沿“夏尔科号”先前航线的剖面上，所阶，我们要求船长下令右转 180 度，往回驶向站位，航向是 239 度，我们目不转睛地盯着精密测深仪，水深在不断增大，还有八分钟、七分钟、六分钟、五分钟……。我们通知船长减速，准备停船，他一一照办。但这时海流开始捣起乱来。看上去船是泊定了，实际上却正被冲向西南方，偏离了海槽的谷底轴线。精密测深仪上显示出海底正在上升的剖面，我们遂请船长倒车，而他也通知了机舱，但海底地形仍在上升，倒车的速度显然还不足以抵消来自东北的海流。我们只得让钻探船来个大掉头，想重新把航向对准 30 度；但是转向的机械一时失灵，又使问题复杂化了。

转向机械修好后，罗盘标出的航向竟是 300 度，因为船长搞错了，以为我们要的就是这个航向，而我们却还以为是操舵装置已经锁死在这个位置上，以致无法指向 30 度！结果，船不住地漂离目标区，海底地形一个劲地上升。最后，总算消除了误会，船长把船转向 30 度，航速为一节。可是，漂移还在继续。我们再次把航向转到 60 度，实际上等于从原始航向来了个 180 度的大转弯，但精密测深仪的指针仍继续往上爬，我们漂得更远了。到了这个地步，我和雷恩开始发慌，感到已经无力控制局面。无论船往哪个方向开，四面八方的海底地形似乎都在上升，这究竟是怎么回事呢？

我们很快就镇静下来，并找到了症结所在。原来，我们的航速是一节，但海流速度却至少是 1.5 节，所以船老是在后退。我们便决定保持 60 度的航向，但把航速提高到二节。等到精密测深仪终于画出一条下降曲线时，我们才轻松地舒出一口气。五点四十分，也就是第一次驶过站位以后二个多小时，我们总算把“格洛玛·挑战者号”停泊在海槽谷底轴部的正上方。

忧喜参半

下午，开始钻进，工作进展得十分顺利。我们以异常快的速度钻穿了松软的上部沉积层，并且每隔一个半小时取一次岩心。眼看一切平安无事，于是我告诉雷恩，我要去吃一些东西，还想睡上一觉。但在接近午夜时分，雷恩又进来打开了电灯！

“肯，我给你带来一些消息——有好的，也有坏的。”

我满脑子还是杜米特里卡那档事，所以，揣测雷恩所说的坏消息就是一道叫我们返回直布罗陀的命令。

“好，你说吧。又出了什么事了？”

“岩心筒卡住了。钻头堵塞，海水循环中断。看来，我们必须放弃这个钻孔了。”

在整个航次期间，诸如此类的机械故障一直折磨着我们。有时，我们不禁要归咎于这个航次的不吉利的编号——13。而实际上也确有一些不可避免的困难，因为当时的技术能力尚不足以顺利钻穿深厚的砂质地层或坚硬地层。在陆地钻井中，岩屑是由循环泥浆带到地面上并排离钻台的。与此不同的是，深海钻探只能将岩屑从孔内带到海底表面，在钻孔周围堆成一道圆柱。只要钻进还在进行，海水能保持循环而孔内没有碎屑，就不会有什么问题。

但要是钻杆一脱开，循环一停止，堆成圆柱的砂或岩屑就会落回到钻孔里去，这时，钻杆就被砂或岩屑埋住了。摩擦力会阻碍钻杆的旋转，继续钻进也就变为不可能。有时，砂粒甚至会进入岩心筒和钻杆内部，这时岩心筒

就被卡住而无法取出。这天晚上，在瓦伦西亚海槽就发生了这种事。我们在选择站位时没有足够的经验，不知道应该避开海槽底的积砂。实际上，即使泥质地层比砂质层厚上几倍，我们也应该宁可选择前者；因为泥质物可以被冲走而不致在钻孔周围形成危险的岩屑堆。

卡住岩心筒意味着要损失十二小时的船时——还不如当初花同等的时间去把杜米特里卡接来哩！

“他们还有什么别的办法吗？”我问。

“没有，现在正在提钻。”

“那么，你那个好消息又是什么呢？”

“我们在上新系底部发现了石膏！”

早先的震波调查结果显示，在地中海海底下有一个盐层，但从未取得直接的证据。关于这个盐层的形成年代，历来是众说纷纭，莫衷一是。有一位法国地质学教授，他是法国科学院院士，也是两位随船法国科学家的老师，他坚信盐层是在三叠纪形成的（距今约2亿年）。有几位年轻的科学家则表示异议，他们认为盐层可能在比较近的年代——晚中新世时形成的（约500万年到600万年前）。

我们在第122号站位上并未钻到岩盐层，仅只见到了石膏。不过，石膏是一种蒸发盐矿物，即硫酸钙（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）。它肯定是在海水因蒸发而变为高密度咸水时沉淀下来的；而岩盐（ NaCl ）则得在海水进一步浓缩的条件下，才会沉淀出来。在瓦伦西亚海槽新钻取到的石膏，经测定其年代当在上新世或晚中新世，因此，它的发现成了我们取得的关于地中海盐度危机的第一个确凿证据。

忍痛放弃

我穿上衣眼就冲到岩心实验室去了。他们正在外面把钻杆提上来。雷恩和我看到了五公克淘洗出来的残余物，这就是我们从最后一段岩心中回收到的东西。确实，在黑色的火山岩碎屑中间，一些石膏晶体在闪闪发亮。雷恩原认为这是钻孔时从层状蒸发岩中切削下来的碎片，然而，这些石膏看上去倒像是碎屑颗粒，这不禁使我感到困惑。这些结晶的大小都差不多，与那些叫做安山岩（andesite）的火山岩颗粒几乎一般大小。由于安山岩明显是碎屑质的，因而很难使任何人（包括我在内）相信这些石膏颗粒与安山岩并不属于同一成因。雷恩知道，在不远的西班牙有一个石膏矿，确实，这些颗粒很可能就来自那里。我们激动的心情慢慢平静下来，失望渐渐爬上心头，也许我们并未发现什么不寻常的东西，只不过找到了一些石膏和火山岩的砂砾、一些被冲刷到这海槽底的碎屑罢了。我们沮丧地回到舱里，吩咐他们把岩心筒提上钻台以后就来叫我们。

两三个小时后，安德逊把我叫醒。我走到钻台上，看到钻工们还在设法从钻杆里拉出被卡住的岩心筒，关键在于须把砂冲掉。我站在一旁看了半个钟头，又没精打采地走到岩心实验室去，想找一点有意义的事情来做。在那儿我又遇到了安德逊，他显得非常悲观。如果再在这个钻孔打下去，还可能再次卡钻，所以他劝我们在附近另找一个新的孔位。

我回住舱去跟雷恩商量。他睡眼惺松，一肚子火气。既然安德逊同我说了，这次就只好由我来建议放弃钻孔了，因为在钻井事务上，我们是不得不听从作业经理的意见的。明知是苦果，也只有往肚里吞。我和雷恩闷闷不乐

地又来到岩心实验室研究海图，以便再找一个替补孔位。我极力保持镇静，雷恩也尽量克制自己，实际上，事情也还没有糟到不可收拾的地步。离此地北面约 14 英里处似乎有一个不错的替补孔位，在那里我们应该能避开可能会造成卡钻的砂层。

后来，我们终于选定了一个新的孔位并确定了坐标。我到船桥去通知值班三副。因为要将船驶到下一个孔位去，所以也叫醒了船长。不久，钻杆即被卸开，并被固定好。8 月 24 日六点二十二分，我们开始向第 123 号站位进发。

顾此失彼

计划的突然改变引起了新的混乱。值班技师奉命装配一个新浮标，同时，他还得守着卫星定位装置，准备接收最新的船位资料。可是，在船驶向下一个站位的途中，船长始终得不到所需要的卫星测位资料。雷恩终于按捺不住而发火了，他冲到科学仪器舱对着值班技师乔尼斯（Jones）发作起来。

其实，乔尼斯是个听话且勤快的助手。要不是那一头披头士式的长发，还真可以算是一个比较古板的年轻人。在横越南大西洋的第三航次中，我曾与他一起工作过，他的殷勤体贴至今仍令我深为感动，难以忘怀。在这个乱成一团的早晨，只有他一个人在值班。按理说，在这种意外情况下，作为负责人的那位总技师应该一直呆在现场，可是，他却因感冒而躺倒两天了。如此一来，乔尼斯得同时面对放浮标和卫星定位两件同等重要的工作，势必分身乏术。

起初，收不到满意的卫星定位结果，他以为是船速不稳使然，于是决定先去给浮标涂油漆，忘记了我们所下的在接近孔位时绝对不得停止卫星定位工作的命令。这下子他可弄巧成拙了。雷恩下去时，我们已经错过了一次接收卫星讯号的机会。尽管如此，我们还是算出了钻探船即将在几分钟内通过站位，这时已应该立即投出浮标。可是，因为错过上一次卫星定位时机而挨骂的乔尼斯，现在却决定守在卫星系统旁边等待下一次定位，不然又得再等上一个小时。这样一来，当船长大声喊出放浮标的命令时，竟然没有人去执行。雷恩急了，自己猛地冲到船尾甲板上把浮标推出舷外。他回来时，两手“鲜血”淋漓，我吓了一跳——却原来是乔尼斯刚刚漆完浮标，油漆未干，因而弄得雷恩两手漆红。

我们减速返回浮标示出的孔位。新孔位同前一个孔位一样，也是在一条海底水道（submarine channel）上，但是这条水道并没有瓦伦西亚海槽那般深。这次我们将要在水道西南壁的肩部打下一个钻孔，期望这样能避开水道中的积砂。

天色破晓，晨曦初露，我们在新的孔位上开始了新的一天。

第七章 冒险与机运

8月24日早晨，雷恩和我都已筋疲力竭。钻台上正在下钻，我们既插不上手，本可借这个机会好好休息一下，但是心潮起伏，思绪万端，既然知道躺下也不能成眠，便也不想去睡。日子已经过去十多天了，仅仅船时一项就耗去25万美元，而我们竟然连M反射层的谜底都还没有揭开。我们默默地在岩心实验室里蹭蹭着，雷恩无意识地淘洗和挑选捞砂桶里的豆状砾石，我则坐在高脚凳上瞧着。晨光流逝，挑出的砾石愈积愈多，我也愈来愈为眼前的景象所吸引。没有任何证据足以证实这些砾石来自邻近的陆地，它们不可能被浊流从西班牙海岸带到这里。那么，这些奇怪的砾石究竟意味着什么呢？

将近傍晚时分，我们拿来了钻打前一个孔位时使用过的钻头，这个钻头曾经卡在坚硬地层的顶部。我们在钻头的牙轮里发现了层状石膏微屑，这就证明，火山质砾石中的石膏颗粒乃是老石膏层遭受侵蚀而产生的，这种老石膏层便是咸水蒸发后的无机残余物。由于古蒸发物多半已岩化成为岩石，因此，我们终于揭开了第一道谜底：地中海坚硬的M反射层是晚中新世的蒸发岩。

一语中的

新孔位决定下在一座隐伏的海底山上。由于震波记录显示此处并没有M层，所以，我们打算在这里钻穿薄薄的沉积覆盖层，直达基底。第一个取上来的岩心是一段泥质样本，这是一种冰期（ice—age）沉积物，没有什么特别引人注目的地方。可是，当钻工们钻取第二段岩心时，我发现钻进速度明显加快了。岩心提到甲板上后，我们看到的居然又是砂质砾石！钻到砾石并非完全出乎意料之外，因为钻孔正打在海底水道的边缘上。而且，我们可以肯定这些砾石并未构成M层，因为M层在这里是不存在的。但是，作业经理安德逊却已提议放弃，他深怕钻杆再次卡在砾石层里，以致得丢失整套钻杆。显然，经历了昨夜的意外之后，安德逊已变得相当神经质。

不过，我宁愿再冒一次风险，因为无论是我们或是“夏尔科号”调查船的震波记录，都没有记录到厚砾石层顶部有M反射层的存在。但雷恩却偏偏附和安德逊的想法；原来，他也害怕折损了钻管。而当我们为这问题相持不下时，船长的出现打破了僵局。按理说，钻井作业上的技术性问题并不属于船长的权责范围，但他还是提出了建议，而且颇有见地！他认为应该认真地权衡一下值不值得去冒这个风险。如果我们期望得到的讯息确实是一个十分重要的科学目标，那么就on应该继续钻进！即使再一次卡了钻，我们扔掉卡在孔位里的钻杆和钻头，仍可以收回2000多公尺长的钻杆。这样的损失约在二万美元，而一天的船时则要贵得多。“而且最重要的是，”他说道，“我们大老远跑到这儿来的目的是要进行科学调查，可不是为了缔造设备损耗的最低纪录！”船长的一番话顿时使我们茅塞顿开，大为振奋。当我们向他打听前几个深海钻探航次的设备损失情况时，他回答说：“嘿！哪一次没有丢过孔位里的钻具？第六航次甚至还丢了九套呢！”

柳暗花明

雷恩和我又把问题讨论了一遍。现在，他也确信不可能再遇到昨天那样的情况了。如果我们另找孔位而做出失策之举，势必要白白浪费不少船时。

所以，我们要嘛在这里再试一试运气；要嘛干脆撒手，换一个地点重整旗鼓，另行开张。

安德逊也同意等到下一段岩心取上来以后再作决定。如果我们确实没有遇到什么厚的砾石层，他就允许我们继续钻下去。就在这时，船上的有线广播通知说，第三段岩心取上来了。安德逊急忙奔往钻台，雷恩和我紧跟在后面——心里盘算着如果取上来的又是砾石，我们该怎么办？是否应该让步撤离这个孔位？到现在为止，我们已在这个井边花了一天的船时，但还是一无所获。现在撤离将意味着损失 25000 美元。但是，如果继续钻进，也有可能很快就钻抵另一个地层。可是，要说服安德逊仍然是一件棘手的事，所幸，我们的操心在片刻之后便成多余，因为，第三个岩心全是淤泥。安德逊现在终于放了心。这个钻孔已得救了。

钻工们把淤泥送到岩心实验室去化验。我和雷恩从没有像这次的取得淤泥而显露出这般高兴过。可是沉积学家们对方才局势的险恶却毫无察觉，还开玩笑说也许真打到了一口油井。在这种时候，我们可不欣赏这种玩笑，因为安德逊可能会把这个戏言当真。这时，希妲通过有线广播告诉我们，鉴定结果显示淤泥是上新世时期的产物。由此可知，我们已经钻透通常含有砾石的冰期沉积了。把这一讯息转告安德逊让他更加放心之后，我决定去睡一会儿。

全员到齐

几个小时以后，我被一阵无线电噪音吵醒。原来，船长和环球海洋公司在西班牙的代理处已通了整整一天的电话。原预计杜米特里卡将在晚上八点到达，后来因故改成十点，最后又改到零点三十分。究竟是从巴塞罗纳来，还是从拉斯帕马斯(Las Palmas)来？看来谁也没搞清楚。这回我再也不想干等了，我不禁怀疑是否确有杜米特里卡其人，除非我亲眼见到，否则我无法相信他真的会来。晚上十点一刻左右，从我们隔壁电气工程师威尔士(Karl Wells)的房间里传来急促的无线电对话声。我猜想一定是杜米特里卡来了，穿上衣服到船桥一看，那儿已经等着好些人。船长正对着无线电话筒不断地呼叫着。

对方的无线电信号干扰得十分厉害。在雷达荧幕上可以看到几个尖脉冲，方位是 90 度。可是，船长却冲到海图室里，指着海图断言汽艇是在我们西面某处，方位是 275 度。他说根本不可能用雷达找到一条远距离外约 65 公尺长的小木船，对方找我们可比我们找对方容易得多。于是，船长命令一个水手去给那条驶近的小船发灯光信号。

这时我向钻台望去，看到他们正在取心。我赶回实验室，发现这次取上来的是一段长约 4.5 公尺的硬结粘土质岩心。我们的冒险成功了！现在钻井可以安然无恙地继续进行下去了。雷恩继续留在钻台上观看，我则返回船桥，而那艘汽艇还是杳无踪影，要是它能保持原来的航向和航速的话，早该在一个小时以前就到了。我不由得担心起来，船长却哈哈大笑，他是在笑我在船上已获得的“悲观主义者”的封号。

午夜之后，又取上来一段岩心。我回到船桥，他们告诉我那艘汽艇已经在望。我跑出去一看，在地平线上确实有一个星光般的亮点，这就是载杜米特里卡来的小船。在雷达荧幕上已可追踪到它的航迹：四英里、三英里、二英里……，我拿来了望远镜，不久，便已清楚看见吉尔基站在船头，旁边还

站着——一个黑头发的年轻人。他们乘的是一艘西班牙渔船，小船很快与“格洛玛·挑战者号”接触，他们先递过邮袋和行李。船长扔给杜米特里卡一个救生圈，但杜米特里卡拒绝了，不管吉尔基怎么劝，他还是坚持不用。稍后他们还是顺利上了船——杜米特里卡总算来了！

一波三折

上船后，吉尔基在餐厅里详细叙述了他们的故事。为了寻找杜米特里卡，他由巴黎到伦敦、丹吉尔，一直到直布罗陀才找到了杜米特里卡。杜米特里卡因为没有合法入境签证，当时仍滞留在美国海军武官夫人处，暂时寻求庇护。那时离“格洛玛·挑战者号”驶经直布罗陀的时间还有12个小时，可是他们无法与我们联系。百般无奈之中，他发出了要我们返航的电报。幸好后来他们办妥了西班牙签证，才得以飞往丹吉尔，又转抵巴塞罗纳，然后驱车前往当地一个渔村雇了一条渔船，整整颠簸漂泊了13个小时才到达“格洛玛·挑战者号”上。

这一幕闹剧却是肇因于巴黎电报局一位姑娘的粗心大意而引起的。杜米特里卡在给斯克里斯普斯研究所打电报求助时，写上了自己在巴黎的地址。可是那位小姐不知怎的，在发报时竟把地址漏掉了。杜米特里卡在巴黎白白等了一个星期，只好折回罗马尼亚给斯克里斯普斯研究所的“深海钻探计划”首席科学家之一的彼德逊(Mel Peterson)打电报，彼德逊又与在里斯本的吉尔基联系，安排杜米特里卡在巴黎的勒布克机场与吉尔基碰头。可是，吉尔基所搭乘的由里斯本飞往巴黎的班机却误点了，到巴黎后从奥利机场到勒布克机场的路上又被交通堵塞耽误了不少时间。这时，杜米特里卡因为等不到吉尔基又转赴伦敦去了。等吉尔基赶到伦敦，杜米特里卡又走掉了。通过英国官方(苏格兰场)的帮助，吉尔基找到了记载着杜米特里卡已飞往直布罗陀的旅客记录。吉尔基一时订不到去西班牙的机票，费了九牛二虎之力才弄到一张站票。到直布罗陀之后，有人通知他与撒普夫人联系，这才找到了在这位武官夫人庇护之下的杜米特里卡。

我们正谈着，钻工又送来了一段由绿色火山碎屑组成的岩心。看来，已经打到了火山灰层(volcanic ash layer)了，这种火山灰层通常夹存在地中海的年轻沉积物中。雷恩和我都为这一发现而欢欣鼓舞。我劝雷恩去休息，我留下来值班。雷恩欣然接受，他说在前几个小时他的神经实在绷得太紧了，卡钻事故令他依旧心有余悸。

雷恩走后，我到钻台上指示继续往下打30公尺后再取一次岩心。过了不久，岩心筒提上来了，可是我们发现取心爪是空的，一阵不祥之感袭上心头。一个钻工往岩心筒里瞧了一眼，报告说里面确实是空空如也。我的心猛地往下一沉——昨夜的情况又重演了。我回到操控棚以后，大家最担心的糟糕事被证实了：又卡钻了！我们试图透过上下提放钻杆的动作来解消卡钻。钻杆的正常重量是2.5万磅，我们用上了高达万磅的拉力，钻杆却因拉力过大而伸长了，却依然纹丝不动。后来又注入泥浆，增大泵的效率，也还是没有效果。

我又累又懊丧。到五点半左右，我已感到无能为力。唯一的办法是炸断钻杆，扔掉孔底的钻具。我不想再让烦恼继续折磨自己，便去睡了。

豁出去了

8月25日早上六点钟左右，我刚躺上床半个小时，安德逊就进来了。他告诉我钻杆还是卡着，泵入泥浆也无济于事。他们还想再试一试，不过如果还是不行的话，就只好炸断钻杆了。对于下达这样的决定，我早有心理准备。虽然设备损失在所难免，但一想到要白白损失2万美元而无所建树，我心里仍然十分难过。

九点左右，我在半睡半醒之中猛然醒悟到那火山灰层实际上是一个相当重要的发现。于是，我决定放出空气枪震源，把船再次开过站位，以便在撤离之前获得一份比较完善的震波记录。也许，我们会在整个巴利阿里海盆追踪到这种火山灰层，而它正是造成种种钻井事故的罪魁祸首！我想叫醒雷恩，可是他已经疲困得不能自己，我只好独自到船桥上去命令技师们准备测震设备。然后，我走到钻台，钻工们正在往钻孔里下炸药。我心情沉重地返回住舱，只有在想到接下来也许能安稳地睡上八个钟头好觉的时候，才稍感宽慰。可是，十一点钟的时候，正当电气工程师威尔士准备引爆炸药时，钻杆竟然解卡了！内斯特罗夫跑来告诉我们，钻杆拔出来了。于是，我们又面临着一次新的抉择：是放弃这个钻孔呢？还是继续钻进？

雷恩和我马上跑到操控棚去找钻井队长瑞彭研究，接着又去跟安德逊磋商。这个钻孔已经花去了整整一天的时间，现在又出现了起死回生的良机，所以，我们决定再搏一次，继续往下钻——用安德逊的话来说，就是“豁出去了！”

于是，我们又往下钻了100公尺，取上一段岩心，这次仍然是绿色的火山岩。现在，我们已经可以确定这些火山灰并不是夹在沉积层系里的薄层，而是覆盖在一座海底死火山侧翼上的厚厚的一层堆积物。我们现在已经钻穿了大约150公尺厚的火山碎屑层。当然，若继续往下打，也许还能幸运地打到已固结的熔岩流；但若不见好就收，则更有可能再次卡钻。所以，我们不得不下令提出钻杆并用水泥封孔。

不可思议

幸运之神又一次令人难以置信地眷顾了我们。我们没有失败，更获得了伟大的成功。我们打到了基底并采集到足够的样本，使陆上的同事们后来能测定其年代。他们认为，火山灰和底下的火山岩的年龄约为2000万年。当时，那里有一串火山链，所喷出的火山灰堆积成了数百公尺厚的岩层。后来，瓦伦西亚海槽一带沉沦成一片深海，浮游动植物的残骸便沉积成软泥。之后，地中海干涸，整个盆地上堆积起蒸发岩层。而自新露出的火山上奔泻而下的河流，搬来了砾石和砂，形成了我们在先前那个孔位上所发现的砾石层。最后，在上新世初期（约500万年前），直布罗陀海峡张开，海水卷土重来，于是，在被淹没了的地中海盆地里又沉积了深海软泥。

后来，我问瑞彭钻杆当时是怎么解卡的？他回答说，这还是个谜，他当了几十年的钻工，从来没有碰过这等不可思议的怪事。当时，炸药已经送入钻孔，威尔士在另一头准备按电钮引爆，而最后一步准备工作是提拉钻杆，以便造成一定的张力。钻杆被一点一点的拉紧，张力从2.5万磅增加到4万磅。就在他将发出起爆信号的同时，拉力指示器上的指针突然向下滑动，最后一直回降到了标度盘的正常重量的刻度上。他猛然意识到钻杆已经自行解卡，虽然他还不能相信眼前发生的情况，但总算在千钧一发之际紧急示意爆破人员马上停止作业。我追问他钻杆到底是怎么开脱出来的，他以钻工们惯

用的粗犷语言幽默地回答说：“我们才把炸药送下去，他妈的它就脓包了，自个儿乖乖地从那该死的窟窿眼里退了出来！”

第八章 地中海的奥秘

8月26日，我们向巴利阿里海盆中马略卡岛（Mallorca）以南的下一个站位（图二）驶去。我们的目标是取得基底岩石样本以确定海盆的年龄，出发点是想证明两个攸关西地中海成因、但互相矛盾的理论，究竟哪一个才是正确的。一个是前面已提过的阿尔冈的理论。他在1922年提出，科西嘉岛和撒丁岛原来曾与法国南部及西班牙海岸相连（图三十）；几百万年前，这两个岛漂移到它们现在的位置上，而先前的位置则遗留下一个深坑，坑里有一部分已被来自地球内部的玄武质熔岩所填塞。另一个理论则推测，介于巴利阿里群岛和科西嘉—撒丁岛之间的一部分陆地，由于某种未知的原因沉到了海底，因而形成了巴利阿里海。

来自陆地的证据较有利于阿尔冈的假说，但其间也不是没有破绽可寻的。如果我们能够采集到一块巴利阿里海底松软沉积物下面的坚硬基底岩石，也许就可以揭开这个谜底。

贻误戎机

站位定在基底上覆沉积物较薄的地点，以便能够顺利钻穿沉积层而抵达基底。在巴利阿里群岛以南，我们找到了这样一个合适的站位。据了解，在当年春季，法国调查船“夏尔科号”也曾经分析过这个地区。

我们从西北方驶向目标，但是整整一个上午，船的航向都在海风和海流的影响下向西偏移。所以，我们打算先驶向站位正东，然后来个180度大掉头，转而向西，顺流前进，并在越过站位时抛出浮标，在重返站位之前收回仪器电缆。这样就可以从西面顶着海流驶进目标。如果像在122号站位那样驶过了头，那么只要再顺流返回即可。而成功的关键是要在驶进站位时精确定位，于是卫星定位就成了一项十分重要的工作。假如偏离预定孔位半英里，这次钻探的目的就会完全落空。

我们从114度的航向驶向站位以东的一个点，预计可在下午一点零六分收到卫星定位资料。由于在接收卫星定位数据时，航线和航速必须保持稳定，所以，还不到下午一点船长就决定把航速从九节减到六节，以免错过掉头点。但不巧的是，卫星出现得比预计时间还早了一些，在船长发出减速命令时，我们已经收到了一个卫星定位数据，正等着电子仪器舱的计算结果。然而过了20分钟，我们还是没能拿到船位的资料。

雷恩等不及了，下去一看，发现就在这两个卫星讯号输入之间、需要绝对集中注意力的关键时刻，值班的航海技师却在津津有味地读着一份旧报纸。雷恩不禁勃然大怒。更糟糕的是，这位年轻的技师漏掉了几个重要的讯号，而且还在计算时犯了几个愚蠢的错误。船长在下令掉头之前必须等着算出船位，可是这次特别重要的卫星船位计算，却花了相当于往常三倍的时间，一直到下午一点四十分我们仍未得到一点钟的船位资料！钻探船驶过掉头点时，大家只好眼巴巴地干望着，束手无策。我们精心安排的定位计划就此告吹，到达站位的时间不得不挪后了。而这一延误使我们对精确导航的信心更加不足。

歪打正着

就在这期间，发生了一段有趣的插曲。当时，魏策尔正在甲板上晒日光

浴。忽然，他看见海面上有一面插在浮标上的红旗，这是个表明接近站位的信号。他赶紧跑到电子仪器舱，这时正好雷恩也下去催问负责卫星定位的值班技师：是否已经到达站位？

“不，我们还没有掉头呢！”我告诉他。

“可是我刚才明明看到浮标漂过去了。”

魏策尔话音刚落，技师苛化 (Deil Cover) 冲进来报告说，他们把浮标丢失了。我们的实验室主任古斯塔夫森 (Tedd Gustafson) 一下子慌了神。

“这些家伙是怎么搞的！你们没把浮标绑住吗？”

“没有，我们忘了，结果一下子就给风刮下海了。”

“真是蠢！快去再做一个浮标！”

技师揣揣不安地奉命离去。我则安慰古斯塔夫森说我们还有一个小时的时间，可以再做一个新浮标。

尽管手忙脚乱了一阵子，“格洛玛·挑战者号”最后借助了普通的船位测定法，还是在下午四点钟摸索到达了站位；但我们尚没能精确确定当时的船位。不过，我已等不及——不可能再等下午五点零五分的卫星定位来证实船位的精度了。我们已在混乱中损失了太多的时间，只好决定投下声纳信标，把船停在哪儿就算哪儿吧！

后来才发现，我们实际上已经偏离预定位置整整两公里远，结果这第 124 号站位上的沉积层竟比原定孔位的地方还厚上两倍。我们花了三天时间钻穿了 400 公尺厚的沉积物，可是离基底还很远，所以，打到基底的预期目标也就成为泡影了。但是，塞翁失马，焉知非福。正像俗语所说的“歪打正着”，我们竟在偏移的站位上取得了一套漂亮的中海蒸发岩岩心，揭示了许多地中海干化的真相。而如果我们当时把钻探船精确地停泊在原定的站位上，可能就会错过大部分蒸发岩剖面。如此一来，就像后来在巴利阿里海盆另一侧钻探的第 134 号钻孔一样，即使当时钻达基底，取到的样本大概也不能使我们如愿以偿地解决问题！

睡足了八小时

26 日晚，一切恢复正常。钻台上，钻工们正在组装钻杆，我们则坐在科学厅里欣赏一部描写大英帝国末日的电影。看完电影，我去睡觉，由雷恩值班，等着取上巴利阿里海盆的第一段岩心。这一夜平静无事。自离开里斯本以来，我第一次睡足了八个小时！

刚开始穿透松软沉积物时，进展非常迅速。我们取了几段岩心，见到的都是普通的海洋沉积物。27 日下午，第一次出现某种异常的朕兆。在第六段岩心的底部，我们发现了少许硬石膏碎片。硬石膏与石膏都是硫酸盐，但硬石膏不含任何结晶水，其分子式为 C_aSO_4 。如前面提到的，实验室的研究结果已证明：在高温条件下沉淀的硫酸钙往往是硬石膏而不是含水的石膏，其转化温度取决于咸水的化学成分。对纯的 C_aSO_4 溶液来说，转化温度高达摄氏 58 度。

稍后，钻进速度减慢了。由此可见，我们已钻过了 M 反射层的顶面，而这里的反射层就是硬石膏。

下一段岩心是纹层状黑色淤泥，但是颗粒极细，船上现有的显微镜无法鉴定出它的矿物组成。后来，内斯特罗夫用 X 射线分析，确定这种沉积物是白云石。这是海水在蒸发而浓缩后，最早发生沉淀的一种矿物。

内斯特罗夫和魏策尔兴高采烈地把这些岩心用照相机拍下来，而希坦和斯特拉德纳却无事可做，因为这些从生机灭绝的咸水中沉淀下来的淤泥，既不含有孔虫也不含超微化石，他们是不感兴趣的。

蒸发岩层非常坚硬，钻进速度极为缓慢，每小时大约只深入一公尺。随着时间的流逝，我们开始怀疑到底能不能打到基底。钻工们报告说现在用的钻头不太适合穿透这种坚硬岩石。于是，我们想到也许应该放弃这个钻孔，而换上一个好一点的钻头另选孔位。但在另一方面我们也开始意识到，对蒸发岩进行取心是很有价值的。我们遂决定再等 24 个小时再做最后的决定。钻杆缓慢而艰难地往深部钻进，这时已是 28 日凌晨大约三点钟了。

地中海盐度危机

我们躺下不久，航海技师菲斯克就来叫我们去看“大西国石柱”(图五)。凭借这段异乎寻常的岩心，雷恩、希坦和我第一次“看”到了那片位于海平面以下 3000 公尺深处的盐漠，其时其景真是令人毕生难忘。诚然，我们已有足够的事实来提出某种工作假说，但我们并未意识到我们的新发现，竟可用来破解许多长期以来一直悬而未决的地学之谜。威尔斯(H.G. Wells)在他的一部科幻小说中曾把这些谜统称为“地中海的奥秘”。

奥秘之一是为为什么在 600 万年前会有一次生物大巨变席卷了整个地中海？地中海的海洋古动物群原先是大西洋古动物和印度洋古动物混种的后裔。后来，它们突然大规模地向直布罗陀以西的大西洋逃亡，而留下来的动物很快就灭绝殆尽，只有少数能够忍受高盐度环境的属种得以幸存。中新世就在这一片混乱的大迁徙中宣告结束。上新世一开始，这些“移民”又纷纷重返故园，并从大西洋带来了新的属种。它们就是地中海现代海洋动物的祖先。地质学家奠基人之一的莱伊尔爵士(Sir Charles Lyell)早就注意到了在意大利砂岩和泥灰岩中记录下来的这一戏剧性的巨变。

这次巨变的结果就是在地中海出现了一个新的动物“王朝”。1883 年，莱伊尔把巨变的结束定为地质史上中新世和上新世之间的界线。这次巨变究竟缘何而起？当时的我们实在太激动了，尚来不及意识到正是蒸发引起的地中海盐度突变，导致海洋动物群的大变迁。只是在后来，我们才知道法国和意大利的古生物学家曾以“地中海盐度危机”为由，来解释这场生态巨变。本世纪初，当威尔斯仍在伦敦皇家学院拜师伊林(Vincent Illing)教授攻读地质学时，这种说法已经广为流传。所以，他在科幻小说中写到地中海“在大洋海水涌入之前是一个深陷的巨坑”——显然也不是凭空杜撰的！

上一个世纪，人们在寻找地下水时，在法国南部的瓦朗斯(Valance)平原下面发现了一条隐伏的深沟，这也是地质学上的一个不解之谜。这条沟深深地切入坚硬的花岗岩地层，深度约达海平面以下 100 公尺。充填在沟里的是上新世海洋沉积物，下面覆盖着罗纳河(Rhone River)的砂砾。这条深沟发现之初，仅知它在里昂和瓦朗斯之间延伸约 25 公里。后来，经过仔细追寻，发现它长达 200 多公里，一直延伸到罗纳河三角洲的拉卡马格(La Camargue)为止。钻勘结果发现，那里的沟底深度竟有 1000 公尺！看来，现在的罗纳河与其巨长的前身相比，真是小巫见大巫。罗纳河何以会在岩层中切割得如此之深呢？当时我们对这些事一无所知，甚至犹未意识到它的存在。直到一年之后才获悉，早在 1950 年就有一位法国地质学家丹吉奥(Denziot)曾提出与我们相似的假说——地中海海平面的下降可能导致了罗

纳河的晚中新世的深切割作用。

如果当初就出动深海钻探船“格洛玛·挑战者号”来探索这些地中海的奥秘，问题恐怕早已迎刃而解了，但是眼下却不是这么回事。本地中海航次的目标并不是要揭开这些谜，而是别有宗旨。我们只是恰好意外地“碰”上了这个惊人的发现。

“石柱”里的矽藻

“大西国石柱”确实是一种很坚硬的岩石。28日那天，我们只取了少量的“石柱”样本，但钻进速度却慢得好像是在考验我们的耐心。我和雷恩在钻台上待了一整天，半夜才到餐厅里去吃些东西，然后回到了住舱。可是，这回我们还是不得安宁。清晨五点，安德逊探进头来不动声色地说：“我想我们已经打穿那层硬玩意儿了。”我们立即跳下床，赶到岩心实验室。值夜班的技师已把岩心取来，沉积学家们正忙着把岩心劈开。我们看到了一些层理非常漂亮的纹层沉积物（图六，上左），这种沉积物确实比硬石膏软得多了。

斯特拉德纳做了一个涂片放到显微镜下去观察。半小时以后，他像往常一般平静地告诉我们，在沉积物中看到了大量矽藻（diatom）。矽藻是跟细微浮游生物一样的单细胞植物，所不同的是矽藻具有一副二氧化矽（ SiO_2 ）的骨骼。有些矽藻生活在海洋里，但也有许多是只能生活在泻湖或内陆湖中的半咸水型或淡水型属种。虽然斯特拉德纳不算是这方面的专家，但他在古生物学上受过完善的训练，所以能告诉我们岩心中的矽藻并不是海洋性的。他的初步鉴定后来由匈牙利科学院的一位专家哈约斯（Marta Hajos）所证实。哈约斯在后来更对第124号钻孔中的半咸水和淡水矽藻属种做了确切的描述。

这些奇怪的小生物究竟是如何来到地中海的呢？雷恩并没有领悟到“大西国石柱”中的叠层石的含义，犹在绝望中死抱着深咸水池盐类沉积作用的观点。他辩解说，在比重较大的咸水上面，有一层半咸水表层，给这些矽藻提供了生活场所。但我却反问道：要是可从什么地方突然流入大量的淡水，干涸的地中海霎时即又变成另一个里海了！

那时，我对晚中新世欧洲古地理不够熟稔，以致不知道当时在东欧确实有过一个很大的半咸水湖，可向干化的地中海供应大量的半咸水。

不过在后来，雷恩也不得不放弃了关于半咸水层的说法；因为在124号钻孔的岩心中，哈约斯不仅识别出浮游于表层水中的矽藻，而且还发现了一些生活在半咸水湖底的属种。这些生物证明，地中海里的半咸水一度曾是非常浅的，以致生长在海底的植物也能进行光合作用。因此，我们可以断言，在矽藻最繁茂的时期，巴利阿里海跟里海一样，从上到下都是半咸水。后来，当我们在含矽藻沉积物中发现了一种叫正星介（Cyprideis）的介形虫（ostracod）时，雷恩的表层半咸水之说便彻底宣告瓦解了。因为这种微小的软体动物绝对不是浮游性的，它们只能生活在半咸水湖底。

打开奥秘的钥匙

看来，转而对钻进速度抱乐观态度的安德逊未免高兴得太早了一些。破晓时分，司钻告诉我们情况又急转直下了，现在的钻速是每小时不到一公尺。就在我们还在权衡继续钻进的得失利弊、并为此争论不休时，司钻瑞彭狠狠

地敲我们一锤，他跑过来说道：“算了吧，钻头已经完全报销了！”

又是“大西国石柱”、又是叠层石、又是纹层状的含砂藻沉积物和海相泥灰岩……，我们被这许多五花八门的岩石弄得晕头转向，根本无暇整理自己的思路。两年以后，我在修改关于蒸发岩成因的报告草稿时，特地走了一趟拉蒙特地质研究所，那里储存着深海钻探的岩心。我又对第 124 号钻孔的岩心样本做了一番仔细的研究。一直要到那时，我才辨识出地中海干化作用的几个轮回。

在每一个轮回里，最老的沉积物不是堆积在深海里，就是堆积在巨大的半咸水湖中。堆积在平静的或深水底部的细粒沉积物有着极为平整的纹理（图六，上左）。随着盆地干涸，水深减小，纹层因波浪扰动作用的增强而变得不太规则。当堆积场所变成潮差带时，就形成了叠层石（图六，上右）。最后，干化使先前的潮差带完全露出水面，底下的地下咸水也因接近地表而受热，于是沉淀出了硬石膏（图六，下右和下左）。突然，海水溢过了直布罗陀地峡，或者也可能是从东欧的湖泊中奔涌来了异常大量的半咸水，使巴利阿里一带重新变成一片泽国，铁网硬石膏又蓦然被掩埋在洪泛带来的细粒淤泥下面。在 100 万年期间里，这种轮回反复发生了至少八到十次，于是便构成了晚中新世的墨西拿期。

不过，这些都是后话，暂且按下不表。总之，第 124 号站位的岩心给我们提供了许多解开地中海之谜的钥匙。可是，在 8 月 29 日清晨，我们却还在犹豫不决：是换一个比较合适的钻头在附近另打一个钻孔呢？还是干脆换一个孔位重新再钻？雷恩倾向于在附近另打一个钻孔，但我急于向东地中海挺进。最后，我赢得了这场争论的胜利，因为大家考虑到九月初在希腊岸外的公海上，我们与吉尔基还有一次约会。

第九章 间奏曲——思乡

希妲上船工作之前，她丈夫刚带着两个孩子在爱琴海上扬帆旅游，另一个孩子则因摔断了腿而待在家里。希妲一上船就设法打听那三个乘船游玩的家人是否都已平安回家，但是信息一直发不出去。后来，她想通过业余无线电台联系，但也联络不上。当吉尔基把杜米特里卡送来时，希妲一再恳求他，请他回去后替她给家里头挂个电话。可是，吉尔基显然并不能体会她的心情，他把这件事给忘了。于是，希妲一连几个星期都在白白地等着家里的消息。驶向下一个站位时，希妲在日常工作中经常心不在焉，而且变得越来越心神不定了。我只得去找船长商量，船长说我们可以通过马耳他电台给她家里打电话。

8月31日晨，我们驶经马耳他。六点钟，希妲、魏策尔和曼克就都已起床等着无线电通话了。到中午，他们均已如愿以偿。希妲和她的大儿子尼科洛通了话。尼科洛告诉她说，他和他的弟弟马尔柯在希腊玩得很痛快，而且现在大家都已平安回家。而佩普的腿还要换石膏，所有的人都在家里而且都很快乐。虽然事先我们谁也没有不祥的预感，但此时还是为希妲松了一口气。

我原打算像上次出海一样通过业余无线电台和我的妻子克里斯蒂联络。在南大西洋时，我这样做并未遇到什么困难，但是这次得越过阿尔卑斯山进行无线电联络却又是另外一回事。每个星期六和星期日，无线电报务员和我都在预先约定的时间里，试图与我们在伯恩的一个朋友联络，但一连三个星期都没有成功。所以，现在船长问我是不是也想与苏黎世通话。

我们在十一点半、下午一点半和两点半呼叫马耳他电台，最后才把通话时间商定在晚上九点十五分。约定时间到了，可是，我给家里打电话却没有人接。这是个星期一的晚上，克里斯蒂在朋友家里排练她的四重奏吗？她出去探访什么人了吗？等到电话终于接通时，我真是如释重负。家里人都好，克里斯蒂带着女儿伊莉莎白刚刚听完莫扎特音乐会回来；大儿子马丁这个学期的成绩有进步，老二安德烈斯正急于要去度假；还有，小彼得也长大了，现在已经够得着小床头上的铃铛了，她收到了我的信，将到里斯本去接船……等等。

实现少年时代的梦想

得到家里的消息后，我兴奋得难以入眠，就跑到电子仪器舱去消磨时间。震波剖面仪显示我们已经驶过马耳他海崖。海底从西西里海峡向锡尔特海盆（Sirte Basin）倾斜，下降了有数千公尺。一路上M反射层没有间断过，而且像往常一样，反射面与海底地形的起伏保持平行。海底上覆盖着薄薄的一层在过去500万年里堆积下来的海洋沉积物。雷恩说得不错，在蒸发岩堆积的时候，地中海肯定是一个深盆地。但是采集到的岩心却也显示，当时的咸水池是很浅的。如果在中新世时期，这个“死谷”不是一个位于现代海平面以下3000公尺的炎热沙漠，那么这两个明显矛盾的事实又怎能够调和得起来呢？

我登上船桥，在黑暗中跟值夜班的人聊天。在地中海这部分海域来往的船只并不太频繁，雷达荧幕上也看不到有任何其他的船只。这是个温暖的仲夏之夜，我仰卧在甲板上，看着猎户星座在头顶上闪闪发光，往事涌上心头。

那是个 1939 年的夏天，重庆——中国在抗战时期的陪都，被燃烧弹摧毁殆尽。我们全家逃难到了城北的一个村子里，妹妹和我有半年不能上学，姐姐在家里给我们上课。那时，父亲担任了少年教科书的编辑工作，虽然是学非所用，但凭这个身份他可以到一间设备很好的图书馆去借书。每个星期六，他总是从城里搭公共汽车到市郊，然后徒步走 5 公里回到我们所住的那个村子，随身还吃力地背着二三十本书要给我们看。气温通常都在摄氏 30 度以上，可是父亲总穿着一件厚厚的外套，据说是要让自己出汗，借此降低体温。在这种情况下，如果我们不能完成每周的功课，总觉得会对不起父亲，良心也会受到谴责。

通常，我总是把他带回来的书一口气全都读完。我最喜欢的是关于探险的读物，特别是沙克尔顿（Shackleton）失败的极地探险和海定（Sven Hedin）在新疆沙漠里连续跋涉七昼夜、滴水不进的传奇。那时的我，志向是做一名探险家。然而，等我长大后，我发现探险家的足迹几乎已遍及天涯海角；要到月球上去，又嫌年龄太大。另外，我也渐渐习惯于家庭的温馨和宁静，变成了一个我岳母所说的“恋家之徒”。而现在，我已经拥有了一切奢华的享受，之所以不舒舒服服地待在家里过着老太爷般的日子，却要出来漂洋过海、饱受颠沛流离之苦，为的就是实现年轻时代开疆拓土、冒险奋进的抱负！想到这儿，心里真是百感交集，感慨万千。

船的左舷外，银河一览无遗。在中国，银河这个名称带有十分浪漫的色彩，还有一个与之有关的爱情悲剧神话：相传在银河的一侧住着一位纯洁善良的仙界织女，因为她与牛郎发生了恋情，而受到王母娘娘的惩罚——织女与牛郎被迫隔离在银河的两侧，不得相见。可是每年农历七月初七的晚上，许多喜鹊就会飞来驾起一座鹊桥，使她能与彼岸的爱人相会。今天，在这个八月的夜晚，我急切地寻找着织女星（天琴座）和她的牛郎（天鹰座）。可是，它们都消失在夜空之中。因为现在已经是凌晨四点了——该是睡觉的时候了！

英国探险家（1874—1922）。——编者注

瑞典探险家（1865—1952）。——编者注

第十章 大洪水的证据

“格洛玛·挑战者号”并不是一艘快船，它的最大巡航速度不过 12 节，而我们目前的航速大概为 10 节，因此几乎花了三天时间才开到下一个站位。不过，趁这段时间我们办了很多事：写站位报告、打字、编辑、修改，召开科学家会议评价过去的调查成果，拟定今后的计划……等等。现在，我们已经到达了这次航次的中途点。

蒸发岩层的意义

希妲、魏策尔和曼克在地中海地质方面的造诣很深。他们对这个内陆海周围陆地上的各种蒸发岩了若指掌。在西班牙、皮德蒙特 (Piedmont)、托斯卡纳 (Tuscany)、马尔凯—翁布里亚 (Marche—Umbria)、卡拉布里亚 (Calabria)、西西里、爱奥尼亚群岛、克里特岛、塞浦路斯、以色列、阿尔及利亚等地，都发现有晚中新世蒸发岩。但是，过去的他们跟许多同行一样，以为这些蒸发岩是形成于异常干旱气候条件下的局部泻湖沉积。现在，当我们向东航行，身心从日常钻井作业的紧张烦顿中松弛下来的时候，才开始省悟到发现海底蒸发岩的重要意义。我们在地中海海底下面发现了一个蒸发岩层，而且还有地球物理证据表明整个地中海下面都有这种地层，因此，我们再也不能把周围陆地上的晚中新世蒸发岩，简单地当作局部沉积而等闲视之了。

希妲和魏策尔都研究过西西里岛上的蒸发岩层，这一蒸发岩系由厚厚的岩盐、石膏和硬石膏所组成。与蒸发岩层交互相叠的是含有墨西拿期化石的泥灰岩。地中海周围国家最年轻的蒸发岩层，其形成年代也是墨西拿期。遗憾的是，我们第 124 号钻孔岩心中的化石，保存的不是很完整，希妲一时无法进行详细的鉴定。所以，她十分渴望在下一个孔位能获得一些较好的样本，以证实地中海蒸发岩的年龄是墨西拿期。

西西里岛的蒸发岩系上面覆盖着一层白色的海洋沉积物——特鲁比 (Trubi) 泥灰岩。这种泥灰岩中含有一种只能生活在正常盐度的深海中的微体动物。古生物学家十分坚持他们的结论：特鲁比的有孔虫不是属于深水浮游属种，就是属于深冷海底上的底栖属种。后来，美国斯密森博物馆 (Smithsonian Museum) 的介形虫专家本森 (Dick Benson) 告诉我们，这块地层里的海相介形虫也是一种典型的冷水群落，与生活在现今大西洋深部的群落相似。可是，在离开里斯本之前，由于我是《沉积学》(Sedimentology) 杂志的编辑，当时曾审阅过约翰·霍普金斯大学哈迪 (Laurie Hardie) 和恩斯特 (Hans Eugster) 的一篇来稿，他们认为西西里岛上的盐是沉积在一个干盐湖中的。如果这些沉积学家和古生物学家都言之有理，那就必然会得出如下的结论：西西里岛墨西拿期的盐类沉积作用是由于一次突发性洪泛而终止的，当海水再度涌来时，干盐湖骤然变成深海。

在上一个站位，我们未能获取记录着从蒸发岩到正常海洋沉积这一过渡时期的岩心。尽管如此，那里最老的上新世岩心已显示出与西西里特鲁比泥灰岩非常相似的特点。这是否说明大洪水不仅仅发生在西西里的局部地区呢？也许，当直布罗陀的闸门被冲开时，整个地中海都被淹没了。这样的推论是十分引人入胜的，不过尚须进一步证实。看来我们除了在下一个站位每隔一公尺连续取心以外，实在没有什么别的办法可以证实这个问题。

五百万年的地质纪录

横越地中海航行了三天之后，我们终于把标示第 125 号站位的浮标抛入了爱奥尼亚海，位置在克里特岛西南约三百公里处（图二）。迄今为止，这还是我们第一次未遇到任何周折就到达了站位。而之所以这么顺利，主要是因为这个地点选得相当理想——我们可以在顶部平坦的地中海海脊上的任何地点钻孔，无论偏离目标一公里还是十公里都无所谓。也正因为如此，在没有任何心理负担之下，一切反倒特别顺利。

我们选择了一个沉积作用非常缓慢的地点进行连续取心。在这一海脊顶上，微细浮游生物和有孔虫以每千年约二公分的速率堆积着，因此，我们只要连续取 100 公尺深的岩心，就可以得到一份 500 万年地质史的纪录。但是为了保证这份历史纪录的完整性，就必须使岩心的回收率达到百分之百。很不幸，我们又一次遇到了麻烦。

9 月 1 日午夜过后不久，钻杆下到了海底。起初，钻进又快又顺利。我们取到了四筒更新世沉积物岩心，交替呈现的绿、橙、褐、灰色彩，真是赏心悦目。采集岩心的速度很快，可是我们那几位具有高度文化修养的法国沉积学家们并没有因此而应接不暇，他们照常花上两个小时慢条斯理地享用午餐，津津有味地嚼着牛排。于是，积压下来等待处理的岩心愈堆愈高。

故障发生在九点一刻左右。刚提上来的第五筒岩心的采集率只有百分之三十，亦即岩心筒里有百分之七十是空的。安德逊认为采集率这么低是因为塑胶衬筒太短，于是换了一根比较长的衬筒。第六、七筒情况似乎有所好转，采集率上升了。可是第八筒几乎又完全是空的，我们这才肯定一定有什么地方出了问题。我和值班司钻吉姆（Jim）谈了一下，他认为也许是给钻头加的压力不够。雷恩来接替我时，我们正在做一些改进措施。

都是瓣阀惹的祸

等我睡了几小时再起床时，发现事情已经不可收拾了，也许我们已不得不撤离这个钻孔。据雷恩说，第九筒也是一败涂地，除了岩心爪里有几块软泥外，什么也没有捞到。这时，副司钻查利（Charlie）提出了一个后来证明是正确的大胆判断。原来，在开钻时，安德逊决定在钻管底部安装一个“瓣阀”，以防止松散的物质进入钻管（在前两个钻孔中，我们曾遇到过这样的问题）。这种阀经过多次使用，效果时好时坏，一种新的改良型瓣阀正在试验之中。如果这个阀的功能正常，在岩心筒送下去时它就会弹开，沉积物即可进入筒内。而在装满的岩心筒用沙绳提出以后，阀就会弹回原先的闭锁状态，以阻止砂和其他松散物质进入钻管。但是，如果“瓣阀”失灵，岩心筒就老是被挡着，样本根本进不去。所以当我们把岩心筒提上来时，里面当然是空空如也。

其实我们并不认为会在这个孔位上碰到砂层（实际上也没有碰到），所以并不需要这种瓣阀。我和雷恩准备采纳查利的建议，我们不能再白白浪费时间了，应该立即起钻并拆除那个出了毛病的阀门。可是安德逊却畏首畏尾，还想再试一下。于是就只好再取第十筒岩心，结果还是一无所获。

下午，雷恩和我再次要求安德逊起钻，他还是不信，认为问题可能出在取心爪上。好吧，我们又送下去一个带着崭新取心爪的岩心筒。雷恩火冒三丈，决定先去处理岩心实验室里那堆积如山的岩心。他把塑胶衬筒一个接一个剖开，最后，在一段岩心中找到了取心事故的罪魁祸首——一截从瓣阀上

掉下来的弹簧碎片。这时，正好钻工们取上了第十一筒岩心，果然不出所料，又是空空如也。晚上七点，也就是第一次发生故障以后约十个小时，安德逊终于下令提钻。卸开和重新组接钻杆的工作又进行了 12 个小时，直到 9 月 3 日九点才恢复取心工作。一个瓣阀原本不值几个钱，可是由此造成的损失却代价昂贵，我们损失了价值相当于 5 万美元的船时！

成绩不俗

9 月 3 日上午，我们又在原地从头干起。这次效果有所改善，但岩心采集率仍然不甚理想。在钻穿约 80 公尺的软泥以后，我们打到了蒸发岩层。钻进速度开始减慢，几乎毫无进展，到了晚上八点，钻进速度仅仅每小时一公尺。更糟糕的是下一筒岩心取上来，竟又是一无所获。司钻认为泵压太高，岩心物质被循环液给冲掉了。于是，我们在取心时关掉了洗井泵，可是这样一来钻杆又卡住了。我们重新泵入循环液，钻杆解卡了，岩心筒却卡得死死的。我们再次陷入绝境，最后不得不放弃这个钻孔。后来，陆上许多同事如“事后诸葛亮”一样，责怪我们当时为什么没有在这个孔位上钻得更深一些；其实是他们对深海钻探的作业条件了解得太少了。我自己则在回到岸上几个月之后，就已将这些不愉快的挫折抛诸脑后，只有我的工作日记还保留着这些记忆。

研究了岩心、处理了资料以后，我们才发现在第 125 号站位上的成绩还不错。我们把这两个钻孔的岩心凑在一起，得出了记载着最近 500 万年沉积史的连续剖面，而这正是我们所希望的。更重要的是我们取到了记录着自蒸发岩堆积期末叶到洪泛期起始的这一段历史的岩心。中新世最末期的沉积物是碳酸盐淤泥，其中仅含有一些发育极差的海洋生物。我们把淤泥解释为：干化的地中海在重新充满海水这一短暂时期中堆积下来的沉积物。现在，地中海中因强烈蒸发而形成的高密度盐水，可以经由直布罗陀海峡流到大西洋去，而在那时则不然。所以，当时海水的盐度一定高于正常盐度。在中新世末，直布罗陀是一个巨大的瀑布，但只是一个“单行道”，高密度盐水决不可能流返大西洋。地中海在炎炎烈日的曝晒下，海水的盐度愈来愈高，只有某些微体动物能够幸存下来。它们是中新世地中海生物的最后代。

中新世最末，直布罗陀大堤突然决口了，盆地霎时间被海水灌满。这时大西洋海水的流入和地中海盐水的流出降低了地中海的高盐度，那里重新变成了一个海洋生物可以滋生繁衍的环境。上新世，来自大西洋的“移民”组成了特鲁比动物群，它们大部分都是新种，只有少数是地中海浩劫性干化之前就生活在巨布罗陀以东的遗族。这些卷土重来的生物是当初避难到大西洋并幸存下来的中新世流亡家族的子孙。从上新世起，这些生物的后裔再也没有遇到过盐度危机，时至今日，它们之中有许多仍在现代地中海中繁衍生息。因此，地中海现代海洋生物与地中海上新世海洋生物的化石非常相似，而与在墨西拿盐度危机期间消失的中新世动物则有明显的不同——这些现象也就不足为奇了。这种解释为莱伊尔爵士之区分上新世动物群与中新世动物群，提供了一个合情合理的基础。

错用了钻头

提钻得把钻杆逐节卸开，这是一件枯燥的工作。几乎直到 9 月 3 日午夜，整套钻具才提取完毕。岩心筒被岩屑卡在钻杆里，用消防水管冲掉了泥巴和

碎屑才把它解脱出来。一位技师顺手从钻台上刮下了一点“污泥”——后来这就成了我们所有的唯一一份东地中海蒸发岩样本。

第 125 号站位上的卡钻情形与 122 号站位完全相同。我们钻入了蒸发岩系的顶部，碰上了石膏层，但所用的钻头却不合适。我们没有用冲击钻进的“球齿钻头”，而用了只适合于软泥地层的“牙轮钻头”，这样，就不能有效穿透蒸发岩层。随着缓慢地钻进，钻头只能刮削下一些石膏晶体的碎片，这些小碎片恰恰是造成故障的根源。如果用一台功率很大的泵冲走岩屑，则岩心筒里的沉积物也一定会随之荡然无存；可是如果我们像刚才那样关掉循环泵，碎屑就会与泥浆混合、进入钻具并卡住岩心筒。这种左右为难的局面几乎使我们无所适从。过去的深海钻探从未遇到过任何蒸发岩层，所以谁也没有解决这个问题的经验。待到地中海航次将告终时，我们已经成了处理此类事故的专家，但为时过晚，已经无济于事了。

卡住的岩心筒一取出来，就有一股硫磺味弥漫在整个岩心实验室里。显然，有一部分石膏已被硫酸盐还原细菌还原成了硫。后来，陆地实验室的化学分析证实了我们凭嗅觉作出的判断是正确的。事实上，当时我们已经知道，西西里岛蒸发岩系地层中的硫矿床同样也是由这种细菌作用造成的，所以我们可以肯定，确实曾经钻入了该蒸发岩系在海底的层位。

迂回前进

吃宵夜时，雷恩和我谈起了钻井问题，我们都希望能解开地中海全部干化史之谜。我们坚信，蒸发岩的堆积作用终止于中新世末叶，距今约 500 万年到 550 万年。可是这种堆积作用又是从什么时候开始的呢？先前，针对这个问题所选定的四个钻孔的钻探都已宣告失败。大自然的口风甚紧，不肯轻易吐露出它的秘密。既然不能从正面突破，那么我们何妨采取迂回战术呢？

在离第 125 号站位东北约 120 公里的地中海海脊上，有一条很深的峡谷，这是在拉蒙特地质观测站“康拉德号”（Conrad）调查船于 60 年代末的震波纪录上发现的（图三十一）。它不是一道裂缝，也不是一条断层，因为这道峡谷两侧的海底没有发生过相对位移，看上去倒十分像是一种侵蚀地貌。震波纪录显示，侵蚀作用不仅搬走了疏松的沉积物，而且还切割了 M 反射层。雷恩参加过“康拉德号”的调查，他和他的同事们很难相信峡谷是侵蚀作用造成的。洋底的海流固然能够侵蚀出海底峡谷，但这条峡谷系位于地中海海脊上——地中海海底究竟有一种什么样的侵蚀力，强劲到足以切割 M 反射层的地步呢？

原先，我们对 M 层已经望而生畏，这个蒸发岩层击败了所有要穿透它的尝试。流过地中海海脊的海流决不可能强大到可以切穿这样坚硬的地层。但是，当地中海干化的概念脱颖而出的时候，我们就可以想象：在当时，地中海海脊横亘在爱奥尼亚海盆和其北面的海伦海沟之间。在晚中新世的某一时期，爱奥尼亚海盆中的海水漫过脊顶，然后渐渐在一处坚硬的岩层中切出一条水道。水道愈切愈宽，愈切愈深，最后，水道的规模几乎可和中国的长江三峡相媲美了。地中海完全被淹没以后，侵蚀即告停止。现在，这条峡谷已被掩埋在 100 公尺厚的松软沉积物下面了。

大自然这一湮没的奇迹提供了我们“迂回前进”的机会。我们无须在这儿的第 125 号站位上跟 M 层硬拼，而选择在峡谷底另找一个站位。在峡谷中，坚硬的蒸发岩层已被侵蚀殆尽，徒留谷壁上出露的 M 层；所以，只消钻向谷

底侧壁，便可以轻而易举地钻穿软泥覆盖层，取到谷壁蒸发岩层下面的老沉积物。

久攻不下

改变站位的决定是在拂晓前作出的，因此我们只睡了几个小时就被船长派来的水手唤醒了。新的站位定在隐伏峡谷底的一侧上，那里的松软沉积物既要有足够的厚度使钻杆保持稳定，又不至于厚到难以穿透的程度，这就需要精确的定位了。可是，卫星定位系统再次失灵，我们又经历了一阵误会、争吵和忙乱，似乎又是受到了那个倒媚的数字作弄——今天不正是9月4日星期五吗？而9与4相加恰巧又是一个13！

我们终于在126号站位上投下了信标。钻进从下午四点开始，到晚上十点一刻已经钻了100公尺，回收了三筒更新世沉积物。可是就在这节骨眼上又遇到了麻烦，因为我们开始钻到了坚硬物质，钻杆便根本打不下去。斯特拉德纳、希妲、雷恩和我都没有睡觉，大家都在等着一睹钻取上来的岩心，预料这段岩心将告诉我们地中海在于化之前的历史。两个星期以来梦寐以求的谜底行将揭晓，大伙儿心情之激动和焦急简直难以名状，只好打打乒乓球来消磨时间，平息烦躁的心情。但健身房里实在太热了，我放下球拍走到船头，想让自己冷静下来。

新月当空，清风徐徐，仰望钻塔，钻杆在那里转了一圈又一圈，似乎总是钻不下去。回到操控棚时，他们告诉我三个小时里只取了三公尺岩心。我们等不及了，决定不等九公尺长的岩心筒装满就把它提上来。午夜以后，岩心筒捞上来了，但岩心筒竟是空的！是空的！甚至连一团软泥或一点点污垢都没有！雷恩和我绝望地回到住舱，只留下一道继续钻进的命令。

早上八点，我在朦胧中醒来，但又不想起身去面对新的失望，雷恩肯定也有同感。所以，这一个多星期以来我们第一次睡够了八个小时。十点半时，安德逊进来了。正如我们所料，进展极其缓慢。安德逊认为我们又碰到了硬石膏层，而取不上岩心和钻进缓慢正是遇到硬石膏层的可靠信号。因此他提议，如果下一筒还回收不到岩心，就提起钻杆换一个钻头。我认为我们现在是在比硬石膏深得多的层位里钻进，这也许是某种像燧石一样坚硬的岩层。雷恩主张应该把孔位移动到峡谷的更深部，以钻穿谷底堆积物下面较老的岩层。正当我们犹未议决的时候，下一筒岩心取上来了。

十一点钟，岩心筒终于被提到甲板上，我们急忙奔向钻台，看见岩心筒正往外流着水。我一把抓起了几块岩屑碎片就直奔古生物实验室去找斯特拉德纳。这次取心的结果不坏，我们弄到了足够的岩心，它显示蒸发岩下面的沉积物是暗色灰泥，这是一种中新世中期（距今1200万年至1400万年）的正常深海沉积物。这样看来，地中海，或者至少是其东部，在晚中新世其出口完全关闭以前，仍是一个正常的内陆海。可是，它在2000万年前是什么形态呢？在一亿年前又是哪一般模样？它是从什么时候开始形成的呢？眼下我们不得不暂时按捺住获得新发现的激动心情，而先坐下来讨论一个更为现实的问题：如何通过这次钻井取得尽可能多的成果。

决定撤离

我们进行了一番计算，深海沉积物的正常沉积速率大体应为每千年2公分。钻穿20公尺沉积层，我们就可以回溯100万年的历史。钻穿100公尺，

就可以回溯 500 万年的历史。应该说，以现在这样的速度钻下去是不划算的，特别是因为我们有理由相信，在下一个 500 万年期间内并没有发生过什么特别重大的事件，所以为此付出这么大的代价就显得太不值得了。当然，我们很想了解地中海的起源，但是在这儿，我们似乎永无可能钻到足够的深度来达到这个目的。

事后才知道，原来我们这次又用错了钻头。我们在开始钻第 126 号钻孔时换上了球齿钻头，可是这次却应该用牙轮钻头来撕开柔软的页岩才对。在这种情况下，我们应当像安德逊所建议的那样提出钻杆，换一个钻头；但是我们当时已不能再花上一天的船时去干这种没有把握的事了。经过一番争论后，我们终于采纳了雷恩的建议，把站位移到峡谷底更深的另一个地点去。

我们把这个决定通知了船长，“格洛玛·挑战者号”随后移到了新的站位，下午恢复钻井。当钻头竟很快又碰上坚硬地层时，我们全都大吃一惊——这时的钻探深度仅仅在海底以下 60 公尺，而非原先估计的 200 公尺，显然，这条峡谷在这里切得并不很深。整个晚上，钻进速度极其缓慢，使人急得发疯。雷恩和我轮流在钻台上守候，在整个航行中我们第一次为自己不知道下一步该做些什么而沮丧万分。

新钻孔的第一段岩心于晚上七点钟取出，仍然是同样的暗色灰泥。我们实际上是在一段比较新的中新世中期地层中采集岩心。事到如今，雷恩和我认定，在这种像蜡一样柔软的页岩中继续钻进已经没有什么意义，只好请安德逊下令撤离这个站位。然后我们往船长室找船长去了。

差堪告慰

船长原来计划在这个站位上与吉尔基会面，而且，吉尔基表示同意的回电也刚刚才送达。经过一番沟通后，船长理解了我们的困境，同意我们不在这里干等吉尔基，并且重新通知吉尔基搭乘“布特斯号”直驶我们的下一个站位。

我们还没有跟船长安排完毕，古生物小组的三位科学家就闯进了船长室。他们听钻工说我们正要放弃这个钻孔，十分生气。曼克责问道：“我们好不容易才找到一个可以钻透蒸发岩层的孔位，为什么偏偏要在这时候撤离呢？”

于是，我们在科学家休息室里开了一个会。不错，他们说得有理，我们确实应该对蒸发岩下面的岩层有更多的了解，我们也想留在这个站位继续钻下去；可是，我们的钻孔似乎已经无法再往深处钻进了。是的，我们也知道这里的岩层又松又软，用指甲也可以把它们掐开，但这似乎不具多少吸引力。钻杆完全是在白白地空转。我们要求他们不要悲观失望，我们已经取到一段岩心，而且证明了这里一度是一个大洋。其他的岩心样本则把非洲与亚洲在约 2000 万年前碰撞、切断地中海与印度洋之间的联系，进而导致地中海逐渐封闭的那部历史明明白白地告诉了我们。现在，我们完全可以根据研究希腊西部陆地上的相似岩系，来推断东地中海的早期历史。最后，我们还答应他们在尼罗河三角洲以北的 M 反射层上再打上一个钻孔，以便能在那儿得到一套更好的剖面。我们的同事们逐渐心平气和了，后来还转嗔为喜。为了使这个夜晚在愉快的气氛中结束，希妲特地奉献出一瓶葡萄牙产的波尔多酒，教大家带点微醺、嘴角挂着笑意，然后入梦。

第十一章 受挤压的东地中海

我们在地中海海平面以下几千公尺的海底发现了蒸发岩，但这并不能证明这个盐盆一直都是这般深。内斯特罗夫倾向于另一种假说。他认为在 500 万年到 600 万年前，地中海是一片像现代波罗的海那样的浅陆棚海。当这个浅陆棚海与大西洋间的通道被切断之后，就变成了一片浅盐湖。按照内斯特罗夫的推测，地中海在最近 500 万年间曾出于某种原因发生了沉降——这一推测普遍得到其法国同行的赞同。

内斯特罗夫在他编写的船上报告中发表了这一见解，并在本航次的最终报告中，特别就地中海蒸发岩的成因写了独立的一章。实际上，他并没有任何证据来证明地中海曾经是一片浅海；但他却认为浅盐湖的说法要比深盐盆的说法来得更为可信。可是事与愿违，事实已否定了晚中新世的地中海为浅盐湖的可能性，并且明白证实了我们那种比较耸人听闻的观点。

太阳神的新领土

有关地中海为深海盆的第一个明显证据，来自震波纪录。早在第十三航次之前，人们即已发现了 M 反射层。当时大家都相信：构成这个反射层的沉积物是在一个海底地形与现代地中海相差无几的古地中海盆地中堆积下来的。除某些局部变动外，600 万年前的地中海海底深度与现代的海底深度大致相仿。其实，这就是雷恩曾一度用以解释蒸发岩深水成因的依据。另外一个证据是由希坦和其他随船古生物学家提供的，那就是无论是在蒸发岩的下面或上面，抑是在其夹层中，所有沉积物中的化石都是——深水生物。

我们不能接受浅盆假说最根本的理由还在于：我们对地中海地质史的认识。我们有充分的理由同意阿尔冈的观点，即巴利阿里盆地形成于 2500 万年或 3000 万年之前；也就是说，远在盐类发生沉淀之前它就已形成了。此外，地球物理的研究结果已明白指出：东地中海的年龄也许更老，它可能形成于大约 2 亿年前的中生代。在最近 500 万年期间，东地中海并没有发生过沉降，而这种沉降必须有区域性的拉张作用存在——这显然与事实恰恰相反。由于非洲和东地中海海底朝北向欧洲推进，海底在挤压作用下反而会有明显的隆起。我们在东地中海的下一个站位就是要进一步验证这个关于挤压的假说。

第 127 号站位的目标是调查海伦海沟的北缘（图二）。海沟是板块的交界处，它是海底的线形构造缺陷，通常位于大陆边缘或岛弧靠大洋的一侧。伯罗奔尼撒（Peloponnesian）半岛，克里特岛和罗德斯（Rhodes）群岛组成了海伦海沟北面的克里特岛弧。根据板块构造的理论，海沟位于大洋和岛弧于挤压作用下会聚的地方。在那里，海底俯冲到岛弧下面的断续运动，具有足够的能量引发地震。“乔地斯”的盟友之一、在剑桥大学研究这些地震活动的麦肯琪指出，地中海现在正在向北移动，并俯冲到克里特岛弧下面。如果这种说法可靠，我们这回将可在构成克里特岛基座的岩石下面，发现海洋沉积物。

在希腊神话中也可以找到克里特岛弧往上冲的说法。据说，奥林匹斯山上的诸神在瓜分希腊时，太阳神阿波罗吃了亏。为了表示廉价的宽宏和抚慰，宙斯许下诺言：阿波罗将拥有那些从海里升起来的岛屿。有一天，风和日丽，阿波罗在爱琴海上空遨游，他忽然看见罗德斯岛从海中冉冉升起。于是他就降落下来，宣布了对这个岛的所有权。著名的林多斯（Lindos）阿波罗神殿

就是建立在当年他降落的地点上。

确实有证据可以证明，罗德斯群岛是从海里隆升上来的，而林多斯神殿就建造在一个新出露的海底梯形地上。克里特岛似乎也是从海里升起来的，在这个岛上，我们发现了晚中新世蒸发岩和海洋沉积物。在约 300 万年前的上新世的某个时期，海底上升露出海面，但岛上的蒸发岩和海洋沉积物则是在这之前就已堆积在海底上的。

9 月 6 日清晨五点，“格洛玛·挑战者号”启程驶向海伦海沟的站位。推进器开始转动时，我感觉到了轻微的震动。不到十点钟，大副探进头来通知我们已接近工区了。这是一段很短的航程，雷恩跟安德逊闲谈嬉皮的问题，一夜未睡，此刻已疲倦得眼皮都抬不起来了。钻探船上全体技师的穿着，清一色都像嬉皮，还留着嬉皮式的披肩长发，这使有些人看不惯。其实，他们是一群责任心强、工作认真的可爱年轻人。斯克里普斯研究所派来的这些披长发的技师，与来自路易斯安那或密西西比的豪放粗犷的钻工，具有截然不同的性格和作风。虽然这两类性格迥异的人朝夕相处在一条船上，但他们在所有深海钻探航次中从未发生过大的冲突。漫长的海上生活使大家学会了更多的忍让和耐心。

十点整，我到电子仪器舱去，看到船正在往东北方向朝海伦海沟前进。精密回声测深仪显示海底剖面从海脊向海沟急剧倾斜（图三十二）。整个早上，我们都收到了良好的卫星定位的船位资料，并通过船迹推算法精确地保持着航线，钻探目标是海沟北坡的麓部。我们决定先驶越沟底，放出浮标，收好仪器电缆，然后再返回站位。

十一点过后不久，我们驶到了平坦的海沟底的上方。船长开始报出倒数时间：“现在离目标还有十分钟……八分钟……五分钟……三分钟……。”雷恩、波多和我目不转睛地盯住精密回声测深纪录，等待从海沟的坡壁弹回的第一组侧向回声。波多已随时准备发出抛浮标的信号。

“到了吗？”雷恩着急地问。

“还没有。”

滴答、滴答、滴答——半分钟过去了。我们又向前走了 150 公尺。

“到了吗？”

“还没有。”

滴答、滴答、滴答——又是一组回声，船又前进了 150 公尺。

终于，我们在海沟沟底平坦的测深剖面上，看到了一个升起的弧形轮廓，这是第一组侧向回声。海沟的坡壁相当陡峭，我们现在又非常接近那里，所以在纪录上不仅有从船体正下方平坦海底反射回来的回声，也有从陡壁反射回来的回声。侧向回声的出现，意味着现在已经非常接近目标了。

滴答、滴答、滴答……回声渐轻。这时，波多大喊一声：“放！”电话传出命令，浮标抛下去了。当滴答声再度响起的时候，海底剖面已在急剧爬升了。第一组海底回声是从此刻在我们下方的陡峻沟壁的麓部反射回来的。雷恩很高兴，我们已在距离孔位 200 公尺的范围内了。经过些许调整后，到十二点钟，声纳信标终于定好了我们的船位。这次成功的定位，不仅要归功于难以置信的好运气；更重要的是，大家精湛的技术和全心投入。

发现宝贝

9 月 6 日晚，我值夜班，钻杆已下到钻台以下 4664 公尺处。两夜一天，

我们把一筒又一筒的砂和淤泥取到甲板上。8日清晨，“布特斯号”把吉尔基、补给物资和换班的人送到了，邮件也带来了。大家都兴高采烈，可是我很失望，显然，我的家信没能及时寄到斯克里普斯研究所而转给我。

8日早上刚过十点，给司钻下了继续钻进的指示后，我就去睡觉了。可是，每次我去睡觉的时候总是会有一些惊人的事发生——两小时以后雷恩闯了进来，他打开电灯，手里捧着一块岩石激动地喊道：“肯，我们可发现宝贝了！”

这是一块灰色的、完全石化的石灰岩，看上去比迄今在地中海遇到的任何岩石都要老得多。有人认为这是蒸发岩系的一部分，其他人，包括雷恩和我，则认为这块岩石要更老得多，可能是中生代的，距今约1到2亿年。曼克切下几片灰岩做成薄片，然后大家用显微镜进行观察，寻找化石。我们没有白费力气，夜幕降临后不久，我就找到了一个有孔虫，于是找来了希妲。

据希妲鉴定，这种有孔虫是手杖虫（*Ammobaculites*），生活在3亿年前的石炭纪以迄于现代的时间范围内。时间跨度如此之大，显然无助于解决我们的争论。尽管如此，这一发现仍增强了曼克的信心，他又切下一些石灰岩做成更多的薄片以进行更详细的观察研究。皇天不负有心人，第二天他报告说，这种石灰岩确实是中生代的，因为其中含有生活在约1亿年到1.3亿年前、白垩纪早期的*Orbitolina*有孔虫。毋庸置疑，我们确实钻穿了覆盖在海沟底部的年轻沉积层，并且钻到了克里特岛弧下面的岩石。

在下一个岩心中，果然找到了我们的目的物——在克里特岛的基座下面的海洋沉积物。这表示我们已找到了上新世的地中海海底，情况跟板块理论的预测完全一致。由此可以证明，由于非洲日益逼近欧洲，东地中海在近几百万年间一直处于挤压之下。如此一来也就推翻了拉张性区域沉降的假说。下一个目标，我们就要来查明，地中海海脊是否也是由这种挤压作用造成的。

牙痛事件

在海伦海沟的另一个（第128号）站位上钻探的那几天里，我一直在闹口腔炎，而现在牙齿也竟疼了起来。眼下正在向第129号站位迈进，可以得空去躺一会儿，我满以为好好睡一夜就会痊愈的——自从离开里斯本以来，这样的机会真是屈指可数。可是第二天早上，牙疼仍未减轻，我去找船上的牙科医生，他处理了一下我的口腔炎，说几天以内就会好的。

13日下午，我们驶抵第129号站位。这个钻位也在海沟里，位于一座海底山的麓部，这就是斯特拉博山（*Strabo Mountain*）。这次，我们一定得尽快把钻探船精确地泊定在孔位上，但是强大的海流又来捣乱了。一直到当天黄昏，“格洛玛·挑战者号”才进入站位。14日早晨，我起得很早，感到身上舒坦多了，狼吞虎咽地吃了一顿早餐就去接雷恩的班。钻井作业进展得十分顺利，我们取到了中新世中期的泥灰岩岩心，年龄大约是2500万年。那时一定发生过某种地质事件，使斯特拉博山高高耸起，这些较老的岩层也才得以上升到海底附近，并与年轻的岩石混杂起来。也为了证实这种岩石不是从山坡崖上崩落下来的，我们又花了几个小时继续钻进了50公尺，并取得了一管岩心。结果取到的仍然是黑色泥灰岩，看来，我们确实已经钻穿了基岩。这个发现证实了第126号站位的钻探结果，即在中新世末叶的盐度危机之前，地中海曾经是一条可连结大西洋与印度洋的宽阔水道（图二十五）。

雷恩和我一致认为，应该再打一个或几个偏位孔，来探查海沟壁的其他

部分。这时，我的牙疼得更厉害了，只得又去找外科医生。他给我打了一针青霉素以防止继续感染，但仍坚持说，我的病根是口腔炎而不是牙龈炎。

斯特拉博山下

我早早就回到住舱想睡一会儿，可是牙疼得我辗转反侧，难以入眠。整个夜间，我几次爬起来同雷恩和希妲一起检查钻井的进展情况。雷恩把“格洛玛·挑战者号”的船位挪了一下，在斯特拉博山的北坡上打了一个偏位孔，钻探结果也确实非常有趣。这里的第一段岩心是绿色泥灰岩，含有丰富的介形虫化石。介形虫是一种微小的软体生物，这里发现的是一些半咸水属种。根据震波剖面纪录，这种泥灰岩位于M反射层之下，属于蒸发岩系。这个偏位孔的钻探结果与我们在第124号站位的发现是相吻合的。这一切说明，当淡水涌入量超过蒸发量时，地中海里那些干涸的盆地就变成了半咸水湖。

即使是这一发现所引起的兴奋亢度，也没能减轻我的牙痛。清晨四点，雷恩和安德逊坐在希妲的实验室里研究用什么办法把我送上岸去找牙医，因为我们现在离克里特岛只有80公里左右。我却不想去克里特岛，原因是我不知道我们还会在这个站位上逗留多久，他们可能会因为等我而耽搁时间。一路上，我一直强调分秒必争，不到万不得已决不能允许因我自己的事而损失船时。还有别的办法吗？他们劝我去跟船长商量。五点刚过，我就去船桥找船长，可是船长不到六点是不会起床的，我不想打扰他。有人问起是不是可能遇上一艘载有牙科医生的美国军舰，但三副说绝没有这样凑巧的好事。我筋疲力竭，绝望地回到床上。这次倒真的睡着了。

一小时以后，船长把我叫醒。他已经跟雷恩和外科医生商量过。如果我确实是牙出了毛病，就用“蓝狐号”汽艇送我去克里特岛就医；但外科医生仍坚持说主要问题还是口腔溃疡。我自己知道牙龈已经感染，但却不与之争辩，因为克里特岛之行肯定会影响钻探计划，而我不想打乱整个部署。后来，我又去外科医生那儿看了一次，这时口腔炎差不多全好了，他不得不承认在我左下臼齿原先补过的地方可能有些发炎——其实这正是好几天以来一直疼得要命的地方。他给我开了各式各样的药：抗生素、吗啡、镇痛剂。我每样吃了一片，结果弄得整天昏昏沉沉地直打瞌睡。

最是艰难下决定时

我一躺倒，雷恩就得独自把近乎全部的钻井计划和监督事务统统承担起来。偶尔我也到岩心实验室去参加一下他们的讨论，尽力给雷恩一些精神上的支持。在这之前，由于一直都是两个人共同主持的缘故，我真没想到一个计划主持人竟要做出如此多的决定。有的决定无足轻重，有的决定却事关重大。在钻井前，我们要考虑用什么钻头，这个决定往往决定着钻孔的成败。可是在这个问题上，我们曾不止一次产生失误。我们还要确定采集岩心的计划：是否要取表层岩心？是在20公尺处还是在70公尺处取心？是否要连续取心？是一段紧接着一段取心呢？还是隔开一定的间距？钻进时要不要把岩心筒留在钻杆里？要不要提出岩心筒，放进中心钻头？要取满筒岩心还是只取到二、三公尺就提出岩心筒？……等等。

雷恩和我合作得很好。虽然我往往强调要尽可能钻得深一些，而他则有更多时候是在提醒不要漏过关键的岩心；但我们总是能够互相体谅、互相忍让，在最后关头获得一致的决定。

最难做出的决定之一是何时终止钻孔的问题。在我们熟悉了设备的性能后、且当钻进速度已经慢得毫无意义时，雷恩和我几乎会同时做出终止钻孔的决定。而这种事情常常毋须全体科学家都来参加意见。有时为了不再浪费时间而需要迅速做出决定时，我们就采取断然措施，事先并不向同事们说清道理。由于这种处理方式有欠妥当，所以当我们放弃第 126 号站位时，希姐就领着一群人提出了抗议。在我们对已采取的突发终止钻孔的措施加以解释后，同事们通常都能充分谅解。但事实上，我们并不是对每件事都能来得及做出解释，所以我们的同事们常在一觉醒来之后，发现自己已经到了另外一个站位上了。他们被弄得莫名其妙，便会生起气来。

在钻探斯特拉博山之前，雷恩和我商量在这里的钻探策略。我们知道将会遇上压实的沉积物，甚或是更坚硬的岩层。我们还预见到会发现各种杂乱无章的地层，它们在挤压作用下交错堆砌，形成一种包含有各种岩石类型的混杂岩体。我们并不指望一两天之内就能穿透 100 多公尺的坚硬岩层，因此决定透过变换钻探地点，并对随机分布的不同类型、不同年龄的岩层顶部进行取样的模式，尽最大限度搜集资料。由于在变换孔位时无须把整根钻杆提到甲板上来，所以打偏位孔比较节省时间。从获取地质讯息的角度来看，这样做远比在巨厚的坚硬地层中强行钻进的效果要好得多。

我们在第 129 号站位上的第一个钻孔中，遇到了在第 126 号站位曾经无法钻穿的那种岩层。这次我们使用了另一种类型的钻头，效果本来应该比较好一些，但是只钻了 100 公尺就几乎陷于停顿。雷恩决定再钻一个偏位孔，但遭到激烈反对。我起床得恰是时候，赶上了这场争论并给予雷恩贯彻这项决定所需要的支持。最后我们一共在斯特拉博山的站位上打了三个偏位孔，孔孔均有不同的收获。当然，如果我们在原先的那个钻孔里继续钻下去，也许可以在同一地层中钻得更深一些，但却会失去所有其他令人感兴趣的资料。这也是计划主持人必须做的一种决定。可以告慰的是，我们所犯下的失误还是相当少的！

第十二章 昨日泽地明日高山

本章的标题曾是法国《费加洛报》(Figaro)上一篇有关第十三航次报道的大标题。“昨日泽地”指的是堆积了地中海蒸发岩的萨布哈盐滩，“明日高山”则是指目前尚处于胚胎发育期的地中海海脊。雷恩的博士论文就是在论证东地中海海底正从深海中逐渐隆起，进而形成地中海海脊——这条海脊最终将变成一道比阿尔卑斯山脉更为壮观的山脉。他要我的证据是一种沉积物，这种沉积物可以证明该海脊一度曾是深海平原。从专家的角度来看，深海平原沉积物与海脊上的典型沉积物，有着明显的不同。

以拉蒙特地质观测所尤因(Maurice Ewing)和希韧(Bruce Heezen)为首的美国科学家，曾在大西洋西北部对深海平原沉积物进行取心，结果发现：经由浊流而沉积的泥砂，一直延伸到大洋的深处。这些浊流可以视为倾入大洋的大洪水在海底的延续，也可视为由陡峭陆坡的砂泥滑塌而造成的。浊流的密度大于海水，因为它含有悬浮的砂和泥。浊流在重力作用下一直奔泄到海底最深的洼地中，悬浮的砂和泥在那里很自然地依照粒度大小堆积成递变层(graded bed)——粗的在底部，向上逐渐变细。最后，这些递变层填满了洼地，夷平了不规则的地形。这就解释了为什么海盆的最深部分，往往是被称为深海平原的光滑平地。

昔时的深海平原

就像铁网状硬石膏是萨布哈的特征一样，递变层是浊流沉积的典型构造。如果地中海在隆起生成海底山脉之前是一片深海平原，我们就应该可以在海脊下面的沉积物中找到递变层，由于浊流的发源地是在南面的尼罗河三角洲附近，因此我们所要寻找的递变层，应是由被尼罗河带来的沙漠砂和黑色泥所组成的。雷恩在先前的一些航行中，曾在地中海海脊上取得了许多活塞岩心(piston core)，它们仅含有正常的大洋软泥或是与粘土混在一起的超微化石和微细化石骨骸。没有一个岩心含有由尼罗河黑色泥质砂所组成的递变层。这并不奇怪，因为海脊现在已高出深海平原一千多公尺，来自尼罗河的浊流可没法攀登到脊顶上去。然而，借助“格洛玛·挑战者号”的设备，我们可以钻得更深些，追溯的年代也可更久远些。如果地中海海脊曾经是深海平原，我们就应该找到细粒的黑色递变层。海脊上最年轻的递变层的年龄约略就是海底从深海隆起的年代。

“乔地斯”地中海小组主席赫西最得意的杰作，就是对第130号站位的设计。雷恩也很起劲地支持这一个方案。从逻辑上来看他们的构想，虽然还说得过去，但是他们的若干判断，却显然有不少只是理论推导的成分。在计划会议上，我虽然同意在勒旺丹海盆(Levantine Basin)上尽快钻一个孔以检验这一见解，但我也坦率地表示了疑问。

从斯特拉博山站位经过短短一段航程就到达了新站位。在这里的钻进非常顺利，仅仅在海底以下23公尺处取到的第一个岩心，就提供了我们所要找的答案。在斑斓多彩的深海软泥(覆盖在海脊上的正常沉积层)下面，我们发现了只可能源自尼罗河黑色砂泥，这正是赫西梦寐以求的浊流沉积物！现在，我们可以下结论说，在一百万年前这部分海脊隆起成为海底山脉之前，这里确实是一片深海平原。

来日的高耸山脉

海脊的隆起是非洲和欧洲碰撞的又一个证据。当海底基底隐没到克里特岛弧下面的贝尼奥夫带 (Benioff Zone) 里去时 (这已在第 127 号站位得到证实), 有些堆积物因浮力的作用并没有跟着一起沉降下去, 反而层层堆砌 (正如第 129 号站位所见), 形成了高耸的地形单元; 数百万年之后, 终可达到喜马拉雅山的高度。

牙疼渐愈, 我睡了整整一夜。17 日全天, 我看着他们源源不断地把确凿的证据——一筒又一筒黑色的尼罗河软泥提到甲板上。傍晚时分, 雷恩醒了, 我们决定撤离, 以便把节省下来的船时用在西地中海的另外两个站位上。这两个钻孔, 一个是希妲想要钻的, 另一个则是波多感兴趣的。我们不能让朋友们失望。晚上, 钻杆往上提到了软泥线以上。雷恩想在海底浅层再取几个岩心, 以便与过去所取得的活塞岩心做对比。他在这一个站位上确实立了一功, 我也无意再跟他计较这几个小时的船时。可是他却时乖命舛, 岩心爪没能抓起任何软泥。午夜以后我们折腾了六个小时, 得到的只是三筒清水!

接着, 在东地中海又多打了一个钻孔 (第 131 号站位), 因为我们以为这里的蒸发岩层离海底表面很近, 而我们曾答应过古生物学家们要在这里试取一下蒸发岩层下面的沉积物。可是, 我们对这个站位做了完全错误的预判, 结果不幸在源自尼罗河的软泥中卡了钻, 根本没能钻到蒸发岩。后来, 别的石油公司在尼罗河三角洲外的石油探井中, 钻透了墨西拿期的硬石膏, 而在这之前他们得先钻穿二千多公尺厚的沉积物——这一点我们是无论如何也做不到的。

9 月 19 日, 我们开始向西航行。非常遗憾的, 在东地中海, 我们未能像在巴利阿里海盆那样, 取到一套完整的蒸发岩心; 然而, 我们毕竟还是达到了主要目标。岩心告诉我们, 地中海在中新世末叶干化之前是一个深海盆, 特别是在近几百万年中, 这个区域受到强大的挤压, 使地中海海脊缓缓上升。昔日的深海平原来日将成为高峻的山脉。真相现已大白, 我们再也不能容忍那种信口说“地中海是一个沉降的浅盐湖”之类的妄言了!

意大利内海

虽然地中海已经不再是昔日的“罗马湖”, 可是意大利人总是习于把第勒尼安海看成是自己的内海。深深的第勒尼安海盆中, 海底火山星罗棋布 (图一), 我们习惯称之为海底山, 其中有一些甚至已经高出海面而成为岛屿。斯特隆博里岛 (stromboli) 就是一座典型的火山岛。其他的, 如厄尔巴岛 (Elba) 或美丽的卡普里岛 (Capri), 则不属于火山成因, 有人认为它们是沉没了的残余陆块。

近年来, 意大利科学家在第勒尼安海搜集了一些很有价值的海洋地质和地球物理资料。在那次苏黎世会议期间, 莫莱里 (Morelli) 教授、赛里 (Selli) 教授和斯他-薛罗尼 (Ci-ta-Sironi) 教授曾向我们介绍过他们的若干发现。当然, 他们希望我们在第勒尼安海安排一些优先孔位, 可是那时法国人却在为钻探巴利阿里海拼命游说, 而德国人则倾向于把重点放在爱奥尼亚海上。地中海顾问小组的最终提案中, 只设计了一个第一优先的第勒尼安海站位, 使我们的意大利同事大失所望。看来, 这个计划在制订时可能受到了时局的不利影响。

第二次苏黎世会议以后, 莫莱里教授本来打算跟雷恩和我一起去特里雅斯特 (Trieste), 以便安排第勒尼安海的具体站位计划, 同时我们将研究他

那些尚未发表的资料。可是雷恩突然有事被召回去了，这次磋商也就不得不延期。四月底，就在我动身往特里雅斯特的前夕，教授打来一个电报说他的学校被示威的学生占领了。如此一来，第二次约会又被迫取消了。最后，雷恩不得不求助于伍兹霍尔研究所的一位同事，那位同事向我们提供了一份美、意联合调查第勒尼安海的报告。根据这份资料，顾问小组才选出了我们在这个“意大利内海”中惟一的一个站位。

第 132 号站位确实是一个很重要的站位。我们计划在这里连续取心，希望能得到第二套完整的更新世和上新世沉积剖面。随着“格洛玛·挑战者号”的掉头西行，我们更是急切地盼望能早一日到第勒尼安海去打钻，因为这个钻孔可能会有助于我们进一步判断，两个相互矛盾的假说到底孰是孰非。第勒尼安海是一个在墨西拿期末叶突然被洪水淹没的干化深盆地？还是一个在盐度危机以后逐渐下沉的浅陆棚海？我们对此抱有莫大的兴趣，而希坦更是热中于此。雷恩和我总是喜欢跟她开开玩笑。我们故意声称，因为另有更理想的方案而须得取消第勒尼安海的钻探。希坦虽然知道我们并不真要取消这个根据“妇人之见”所选择的站位，但她还是对我们开的这个玩笑大为生气。

直布罗陀决堤的瞬间

驶离东地中海最后一个站位之后不久，我们就遇上了风暴。整整三天，船在风浪中颠簸着。斯特拉德纳因为晕船躺倒了，可是我们几个硬汉仍然夜以继日地编写船上报告。在驶近墨西拿海峡时，天气放晴了。船长有些担心，能否把高高矗立着钻塔的钻探船从横跨海峡的高压电缆下驶过去？我们请来一位领航员，在他的指导下，“格洛玛·挑战者号”安全地通过了海峡，停靠在卡拉布里亚（Calabria）岸边。船非常接近码头，几乎一伸手就可摸到岸上过路的行人。我们不约而同地想起了古希腊传说中，尤里西斯在这里险遇六头女妖赛拉的故事，但是现在那株救了他性命的橄榄树，却因为要让道给高速公路而移往他处了。

23 日晚，我们在科西嘉岛东南抛下了第 132 号站位的定皮信标。我们没有料到对这里的软泥进行连续取心会有什么问题，因为大洋软泥的取心率向来都是百分之百的。可是不久，我们就发现自己还是没有完全摆脱厄运，岩心的回收率甚低。我问一位钻工原因何在，他的回答真是妙透了，他说：“影响岩心采集率的因素有千万个，我们正在一条条地过滤！”

原来，问题的症结出在岩心筒外侧的一个小阀门被塑胶衬管堵住了。在这个“小小的大故障”排除之前，我们已经忧心忡忡地度过了好几个钟头。

虽然发生了如此这般的故障，我们还是取到了所期望的所有软泥。但是，这个站位上最重要的发现，却是一段向我们披露了洪泛历史的岩心。

这段短短的岩心表白了：第勒尼安海在墨西拿期并未发生沉降，而是被淹没了。与在巴利阿里海一样，我们在这里也找到了萨布哈沉积物。唯一的不同之处是，铁网状硬石膏因地下水的侵入墨西拿沙漠而变成了石膏。我们还找到了在地中海重新积水过程中沉积下来的深色泥灰岩，和埋藏在黑色淤泥中的墨西拿晚期的小型有孔虫化石。最后，我们亲手触摸到了清楚记录着直布罗陀大堤决口那一瞬间的地层界面。就在那一瞬间，大西洋的海水涌入了地中海，上新世开始了！在这个新时代的最初一千年间，地中海的生物完全属于漂浮族群和游泳族群。后来，行动迟缓的底栖生物也爬过了直布罗陀海峡，加入阵营。因此，现在在中新世和上新世界面以上几公分处的沉积物

中，可以找到底栖介形虫和底栖有孔虫的化石。

透过研究岩心中的微体生物，我们可以描绘出一幅地中海生态变化的图景。在上新世期间，直布罗陀海峡慢慢变成了一个浅滩，因此，寒冷的大西洋深层海水逐渐被阻挡在地中海之外。地中海的底层海水因而变暖，底栖动物中的冷水属种于是渐趋灭绝。约 200 万年前，地中海的最后一批深水底栖介形虫也死亡了。冬季，地中海表层的海水被刮过巴利阿里海和亚得里亚海的寒风吹冷而下降到海底。只有在这时，底层海水中才得以出现一线生机。

到了更新世，情况愈加恶化，整个东地中海海底多次变成一潭死水，只有发臭的黑色淤泥——地质学上称之为“腐植泥”（sapropel），堆积在了无生气的地中海海底。那个直布罗陀海峡“门槛”处的水深逐年变浅，地中海过量蒸发所造成的灾难愈来愈难以弥补。尽管如此，还是有一部分高密度的咸水流回了大西洋，所以地中海暂时还不致于变成一个高盐度的咸水池。然而，地中海仍为一个美丽的蔚蓝海洋的日子，已经屈指可数了。

历史可能反复重演。我们可以想象在不大遥远的将来，估计从现在起再过二三百万年，直布罗陀将再度变为一道地峡，直布罗陀大瀑布又将重现光彩。在地中海，来往如梭的船只将被“沙漠之舟”——骆驼队所取代。人们将在盐水瀑布旁建造起庞大的水力发电站，以缓和日益加剧的能源危机。石油钻探井架将如雨后春笋般遍地矗立，以开发干盐湖底下的巨型油田，那里的石油储藏量甚至可能超过中东地区。整个地中海周边，只有西班牙的里维拉（Riviera）和哥斯达布兰卡（Costa Blanca）呈现出衰落破败的景象，因为那里已变成一片凄凉的荒漠，只有一些钻探工人在这些沙漠边塞，寻找着被淹没的财富。

第十三章 巴利阿里古漠

规定的船时还剩下两个星期，而且还得留出四天供返航里斯本之用。看来，我们的时间只够再打一个钻孔了。我们决定回到巴利阿里海盆去完成在那里的未竟事业，希望能在巴利阿里深海平原西缘上的第 124 号站位附近钻到基底。可是波多却说，在东缘上还有一个“基底突起”(basement high)，因此，我们也许可以在巴利阿里海的东侧再布上一个孔位。

干化的有力证据

我们为第 133 号站位选中了一个地点，可在此地海底以下约 100 公尺处钻到 M 反射层，再往下 200 公尺就可钻抵基底。预计在完成主要目的——基底取心之前，还可以取到软泥岩心并钻穿薄薄的一层蒸发岩。

但是，刚取上来第二段岩心，我们就已吓一大跳，我们竟然钻入了 M 反射层！满以为会在岩心中见到硬石膏、石膏、白云岩或其他蒸发岩矿物，可是当塑胶衬筒被剖开时，我们看到的却是圆度很好的砾石夹在厚厚的、红红绿绿的粉砂层中。这些砾石怎么会到这里来呢？我们再往下钻，又取了一段岩心，得到了更多的砾石和色彩更加美丽的粉砂！这些沉积物都不含任何化石，没有有孔虫，没有微细浮游生物，没有矽藻，没有介形虫，也没有蛤和蜗牛。我们终于恍然大悟，原来，现在已钻进了古沙漠中的一条河床！

记得我们第一次意识到地中海是个干化深盆地后不久，就踏上了向东驶往爱奥尼亚海盆的航程。在海路上的三天时间里，雷恩故意站在对立面上吹毛求疵，想试一试这个新理论是不是“有懈可击”：

“不，这些证据并不表明地中海发生过干化。如果当时地中海确曾干化，流入这个干涸盆地的河流应该带来大量的砂和砾石。可是它们在哪里呢？岩心里除了硬石膏以外，别的什么也没有啊！”

“我们没有采集到砂和砾石，这是因为孔位离海岸太远了。沿着旱谷奔泄而下的洪水可能会在谷口造成一个冲积扇，但是这种短命的河流不可能把砾石和砂一直搬运到干盐湖底来。”

“可是为什么在死谷(Death Valley，美国内华达山脉东侧一条南北走向的狭长谷地，最低处海拔为负 85 公尺)中，砂和砾石却能够抵达它的中心部位呢？在死谷里的烟囱井(Stovepipe's Well)附近就有一些砂丘，在魔鬼高尔夫球场(Devil's Golf Course)下面就有砾石堆积。”

“是啊，可是死谷是多么的狭窄，怎能与巴利阿里深海平原相比呢？我们也许能在这儿或那儿发现一点被风吹来的砂，但我们不能指望沙漠里有哪一条河流会穿过平坦的盆底，奔流几百公里。”

我为地中海曾是干涸深盆地的见解据理力争，但雷恩仍不太满意，他想亲眼看到多彩沙漠的证据。现在，我们幸运地来到第 133 号孔位，钻孔在撒丁岛以西 160 公里的大陆坡麓下，这里正是证实干化假说的最好地方。在巴利阿里盆地因海水蒸发而干涸时，陆坡变成了一座高山的前缘。在陡崖的根部，墨西拿沙漠中的河流造成了冲积扇(图三十四)。我不禁想起哈迪和恩斯特斯的论文，他们描述了西西里盐盆边缘的旱谷砾石和红层。现在，我们在这里也发现了同样的砾石和同样的红层。

海底峡谷的砾石

这时，雷恩也想起了几年前布加特(Boucart)曾自地中海海底峡谷中捞起砾石。这个法国科学家在第二次世界大战后的十年中，曾对西地中海的海底地形做过许多调查，而发现了多条海底峡谷。但是地中海的海底峡谷似乎与大西洋和太平洋大陆边缘上的峡谷有所不同——前者似乎是淹没的河谷，而后者则似乎是由海底浊流切割而成的。此外，法国科达苏尔岸(Côte d'Azur)外的许多峡谷，也不像大西洋和太平洋的海底峡谷那样是在现代或更新世形成的，而是在中新世末叶切割出来的。部分峡谷底上还覆盖着中新世末叶的河流砾石，而上面再堆积着上新世大洋软泥(图三十五)。许多大型海底峡谷的源头与法国南部、科西嘉岛、撒丁岛、北美和西班牙现代河流的河口相衔接，而谷底则一直延伸到巴利阿里深海平原。

当时，峡谷和砾石的成因已成为一个谜。布加特认为峡谷是在中新世末叶，于海平面以上由河流切割而成的。那时，他并没有有力的证据可以证明地中海曾经干化过，所以只能提出一个比较容易接受的假说：欧洲和非洲的大陆边缘向下挠曲，使中新世的沿岸河流完全被淹没。看来，参加第十三航次的法国同事们，在提出地中海中新世以后发生沉降的推测时，仍然受到这位已故导师的“大陆边缘挠曲”假说的影响。但是，布加特的解释从未完全令人信服过。沿岸河流并不能切割出峡谷来，而且，河流只会把它所搬运的砾石留在山区。所以，地中海海底峡谷里的中新世末叶的砾石，只可能由山间河流堆积下来，不可能来自海岸平原上的婉曲河流。

拨开重重迷雾

当我们坐在岩心实验室里欣赏着红红绿绿的沙漠沉积物时，我的脑海中浮现了一种新解释，可以说明布加特的发现。我们可以想象：地中海在中新世末叶发生了干化，在现代大陆坡的底部形成一片色彩绚丽的沙漠，它一望无际，一直延伸到现在的巴利阿里深海平原。与直布罗陀以西的大西洋相比，东侧的这片沙漠位于海平面以下2000多公尺。于是，环地中海的河流已不可能再流入具有正常海平面的内陆型地中海了，而是沿着一条条陡急的途径径自流向新出露的大陆棚和大陆坡。此时，先前的海岸平原已全然干枯化，并高踞于巴利阿里海周围的高原边缘上。因侵蚀基准面下降而回春(rejuvenation)的河流，在高原的边缘上蚀刻出深深的缺口，并在流向干涸的深海平原途中，切割出巨大的峡谷。砾石滞留在这些海底峡谷里，而在陡崖边的冲积扇上堆积起多种色彩的粉砂。利用这一假说，我们不仅弄清楚了第133号站位上红色粉砂的来源，而且也为布加特发现的海底峡谷和砾石做出了妥贴的解释。同时，我们还揭开了长期以来，一直使人绞尽脑汁、摸不着头绪的法国罗讷河下切之谜。

我们为岩心中的新发现而兴奋不已，可是安德逊却因钻探中的新困难而忧心如焚。红色和绿色的粉砂固结性很差，而我们的钻孔是不下套管的，所以松散的岩屑随时会落入孔内。而泵的功率又不够大，无法将粉砂冲洗出来。就在取第七段岩心时，不可避免的事情终于发生了。在取心过程中我们不得不暂时停泵，结果，孔壁坍塌，钻杆又一次卡住了。为了尽快解卡，我们泵入一些泥浆，并给钻杆孔位。

几小时以后，钻杆解卡了。我打算在原孔位继续钻进，因为我们还没有钻到既定目标——基底。安德逊不同意，双方争吵了起来，大家都很激动，于是决定叫醒雷恩，让他来仲裁。我们再也不能白白损失时间了。钻工们正

等着，需要马上作出决定。是该冒一下再次卡钻的风险呢？还是应该趁早撤离？我们的船时还足够再打一个钻孔来探索基底，可是如果泡在这儿再卡一次钻，恐怕就永远与基底无缘了。安德逊的意见是有道理的，睡眼惺松的雷恩站在他一边。当时我并无法预知在下一个孔里将会钻到“牛眼”，所以，想到眼下我们不得不再次在快达到目标之前就弃孔，心里真是气透了。

牛眼模式

“牛眼”是施马茨在描述干盐湖蒸发岩的分布时所采用的一个名词。他发现，蒸发岩的两种不同形式的沉积作用，具有迥然不同的分布模式。在与开阔的海洋保持有限联系的深成水池中，蒸发岩的分布在地图上应呈泪珠状，最易溶解的盐——亦即最后从咸水中析出的盐，应该在距离海洋通道最远的一端沉淀。但在与海洋完全隔绝的咸水盆地中，最先沉淀在其周缘的盐类应该是碳酸盐——石灰岩或白云岩；随着水位降低和咸水变浓，接着沉淀的是一圈硫酸盐，最后在盐湖的中心或凹陷最深部分沉淀的则是石盐（halite）和其他更易溶解的盐类。这就是所谓的“牛眼”（图三十六）。

根据迄于当时的钻探结果，我们认为极有可能在地中海也找到一个“牛眼”。在盆地边缘略高于深海平原的地方，我们发现了硫酸盐沉积（图三十七）。震波纪录也显示中央深海平原下面一定有岩盐，因为我们已可肯定那一片圆柱状的构造不是别的，正是盐丘。我们只需要得到一个盐的岩心样本就可以证明这个解释。问题在于，我们不能直接在盐丘上钻探，因为这样有可能钻到油藏而造成污染。但在那些我们可以钻探的地方，却又不能指望钻得到盐层。为了挫挫我们的锐气，安德逊断言，即便钻到盐层，用现有的取心装置也绝对不可能取到盐岩心，因为在岩心筒提上来之前，盐岩心早已被用作循环液的海水溶解光了。

在这个航次的最后几个星期里，雷恩和我都非常沮丧。我们深信这里有一个“牛眼”存在，这是地中海干化史的另一证据。我们非常想弄到一块岩盐，但是又缺乏足够的勇气和信心来安排这样的一次钻探。

取得协议

29日早上，安德逊让我们单独待在住舱里选择下一个也是最后一个站位。第133号站位的钻探结果显示，“基底突起”并不是我们所想象的那样是一座火山，而是一条“基底脊”（basement ridge）。这条基底脊向海一侧被掩埋在薄薄的楔状深海沉积层下面（图三十四）。虽然时间愈来愈紧迫，但我仍然不放弃钻到基底的念头，所以我建议把下一个站位定在脊顶附近，因为那里的沉积层很薄。但雷恩却提了一个相反的建议，他想把站位定在这条基底脊向海一侧的麓部，那里的基底上面至少覆盖着几百公尺厚的沉积物。

“那儿的沉积物太厚，我们根本不可能钻到基底。”我怒气冲冲他说。

“这我知道。我们的船时还有几天，我们不需如此慌张。只要我们愿意，随时都能从脊顶上打到基底。但是现在还来得及先在盆地打一个钻孔，然后再到脊上去打一个偏位孔。我很想在这里的巴利阿里海盆中再找到一些上新世洪泛的证据。我们在钻第124号孔时错过了机会。”

“已经没有那么多了。如果真要保证打到中新世和上新世的界面，就得连续取心，可我们根本没有足够的时间这么做！”

“这可是值得一试的啊，肯！”雷恩千方百计地要说服我：“钻工们现在已经人心惶惶，生怕再碰到什么麻烦。如果把下一个钻孔打在沉积覆盖很薄的基底脊上，当然能钻到基底。可是井底钻具有可能卡在坚硬的岩层里，也可能在钻孔稳定下来之前就被折断。这样一来，士气可就更加涣散了。在这个节骨眼上，我们应当做点保险的事来安抚他们，提高他们的士气才对。如果把下一个孔钻在盆地里，就不会出什么乱子了。他们可以轻而易举地戳下去几百公尺，准会有一种大功告成的感觉。同时，钻杆可以稳定下来，也不会卡钻。然后我们不妨再去打脊顶的偏位孔。在返航里斯本之前，我们还有足够的时间呢！”

“好，就听你的吧。我们去打盆地里的那个孔。”我勉强让步，“可是我们绝对不会有足够的时间连续取心。”

“在钻到 M 反射层之前的几百公尺内，根本用不着取心。我们可以等到震波纪录显示已经接近 M 面时，再开始取心。”

“难道你不知道你的震波纪录有多么糟糕吗？根据这种纪录，我们始终弄不准钻到了什么地方。到开始取心时，离反射层顶就算没有差个 100 公尺，至少也会有 50 公尺的误差。这就意味着要连续提取六筒岩心而一无所获，简直是白费时间。”

“不会这么糟。我们将在 5 小时以内见分晓。反正试一试总没有坏处，你会有足够的时间去钻你的基底！”

于是，又谈成了一次协议。我们到电子仪器舱打开震波图。波多当年在“夏尔科号”上的调查工作，提供了一份出色的震波纪录。从这份图上可以辨识出 M 反射层，甚至还可以看到一个标记着岩盐层的反射层位。我们发现在雷恩提出的孔位处，这一层位的深度仅仅在海底以下数百公尺，但是谁也不敢建议把它做为取心对象。我们不相信会有那么好的运气，能在又一次被迫弃孔之前就钻到这个层位，或者说，我们不想过早惊动安德逊。

进展如牛步

不管怎么说，反正一个新的孔位终于选定了。我们把坐标通知了船长。我向船上的人员宣布了新孔位，他们对又要移动船位感到很恼火，不过这时大家已经累得不想再噜嗦什么了。好在这段路程不远，我们在下午五点零五分就到达了第 134 号站位。

在新站位上的钻进一开始，也很不顺利。首先，我们又跟安德逊发生了冲突，起因是对一些技术细节的问题有歧见。安德逊对每件事都特别谨慎小心，过度小心的结果就是意味着要花去好几个钟头的船时。迄今为止，我们的运气一直不错，还没有丢过钻具。不过，我们已开始怀疑，安德逊是否对保持零损失纪录比对追求科学目标更有兴趣。结果一直磨蹭到天黑以后才开钻。我们毫无困难地钻穿了软地层。可是钻进深度刚到 170 公尺时，压力仪的指针就开始颤动，这说明已经钻到坚硬的地层了。虽然现在离雷恩计算的 M 层深度还有 100 公尺，但他生怕错过了 M 反射层，决定马上取第一段岩心。

于是，我们提前开始取心。整整一个晚上，同仁都不断问我，什么时候能取上第一段岩心？我总是说：“快了，大概在两小时以内吧。”实际上，在午夜以后我们才提出岩心筒，这比预计的时间整整晚了三四个钟头，而且得到的只是满满一筒清水。这时雷恩已经睡着，我吩咐司钻紧接着继续取心。雷恩约在凌晨两点来换我的班。当我在早上六点起来吃早饭时，雷恩告诉我

说，昨晚的情况非常糟糕，实际上一无所获。这会儿他腰酸得厉害，不得不再去休息一下。事情一不顺利，他的腰似乎也特别容易作怪。

这是一个迷人的早晨，碧空如洗，海面上风平浪静。司钻吉姆早就答应要带我到钻塔顶上浏览景色，今天终于如愿以偿了。我装了一卷胶片便同他一起顺着扶梯，攀上了塔顶。从塔顶鸟瞰四方，景色壮丽无比，恰似登临艾菲尔铁塔。俯瞰下面，是一排排整齐的钻杆；迎着朝阳向后眺望，是船桥和卧舱，一些习惯于早起的伙伴，已经沐浴在清晨的阳光里了。待我尽兴而返时，第五筒岩心已经取上来了，岩心筒里有一些泥。经希旭鉴定，现在仍然在上新系里钻进，离蒸发岩系顶部还有一段相当的距离。整个早上，我们在下钻时都有些提心吊胆，因为已经没有足够的时间来连续取心了。而另一方面，我们也不敢进钻太快，以免错过所要找的界面。眼下一切进展顺利，我们取到了几段岩心，可是到达 M 反射层的估计深度仍需不断往下修正。钻工们又开始拿我开玩笑，说我们简直是在押宝碰运气。

钻到了牛眼

午饭后不久，雷恩醒了；问我情况如何。他原先曾乐观地估计在五小时之内即可打到 M 反射层，现在证明这个预测根本靠不住。但是，当他听说现在还在取心时，至少感到些许安慰。到现在为止，时间至少已经过去了 24 个钟头，我们先前拼命积攒宝贵的船时，想要探索蒸发岩层下面的基底，可是现在竟连蒸发岩都没有钻到。更糟糕的是，我们又开始遇到了砂层。也许，震波纪录上的反射层实际上根本不是什么蒸发岩系，而是上新世深海平原沉积层系中的固结砂岩。雷恩和我有些担心是不是自己对震波纪录的判读有误。

我睡眠不足，本应该把值班的工作请雷恩暂代，但是我实在太紧张了，根本就睡不着觉。休息室书架上的那些陈旧的袖珍读物，早已浏览过一遍，再也没有什么可看的了。于是我只好到科学家办公室去翻阅以前的航次报告，权充消遣。

几个小时以后，我已稍为有些倦意，准备上床就寝。不过，我估计这时大约正是取下一段岩心的时候，就决定先到钻台上去看一眼。在走廊里，我与雷恩撞了个满怀。他手里拿着一块亮晶晶的“冰柱”。“快尝尝吧！”他喜形于色地说：“咸的！我们打到岩盐了！”这可真是一个意外的大发现！

雷恩把我引到岩心实验室，里面挤满了人：科学家、技师、钻工、水手、甚至还有厨师，大家都赶来欣赏这块盐岩心。它确实有一部分如安德逊所预测的那样，已被循环水溶化掉了，可是我们还是把它给弄了上来。

这时正好全体科学家都在屋里——这可能还是出航以来的第一次，我们决定拍几张合照来纪念这个历史性的事件。有人跑去叫醒了摄影师鲁西（Orrin Russie），也请来了船长，还找来了安德逊。正当大家摆好了架势准备照相时，司钻吉姆走进来悄悄地问我：

“我们取了多少？”

“盐！”我欢喜过头而心不在焉，答非所问地说道。

“不，我是问我们取了多少公尺的岩心？”——原来司钻要在作业纪录上记下取心长度和回收率。

“噢，我不知道。你就在本子上记上 0.5 公尺吧，这可比淤泥岩心还要宝贵得多！”

这是有史以来第一次从洋底回收到了岩盐。我们在巴利阿里海底的海平面以下 3000 公尺处钻到了“牛眼”！

第十四章 在风暴中归航

打到盐层以后，再没有发现其他特别值得注意的情况。我们揣测可能是因为没有连续取心，而漏掉了所要找的中新世和上新世的界面。可是，13日晚上，希妲突然报告说刚刚在岩心里又找到了一个“大洪水的哑证人”。这段岩心是早先就取上来的，但直到这时才来得及打开。这可真叫我们喜出望外。看来，巴利阿里海在500万年前直布罗陀大堤决口时，也遭到了海水的淹没。

我们还在两段盐岩心之间取到了海洋软泥样本，它们主要是由深水有孔虫的细微骨骼所组成。巴利阿里海盆在干化时析出了食盐，但现有证据证明，在干化期之间，地中海却是一个深海。希妲鉴定的古生物年代为中新世末期，这显示在墨西拿期，巴利阿里海曾经历过内陆海和干盐湖交替存在的历史。在同一时期，第勒尼安海盆和爱奥尼亚海盆也发生了周期性干化。

踏上归途

我们很想钻到盐层的底部，但又不得不就此作罢。一来是因为钻进速度极其缓慢，已时不我与；二来是因为出现了一个十分危险的情况：封闭在岩盐层之间的软泥样本正散发出一股强烈的汽油味。如果继续钻进，很可能会遇到油藏。我们只好把钻杆提上甲板，封孔了事。后来，我们又在脊顶上打了一个偏位孔。

在这里，要取得薄层沉积覆盖下的基底样本并不困难。实际上，我们已在五个偏位孔中都取到了基底岩石的样本。打偏位孔时，船的定位比较复杂，而船长克拉克是最有经验的，因此他总是亲临船桥，指挥作业。在最后六个小时的钻探作业中，雷恩和我都没有合过一次眼，船长也非常辛苦。最后，他和海员们坚持说：已经到了收起钻杆返回里斯本的时候了。雷恩和我陶醉在成功的喜悦之中，想争取再多打一个偏位孔，可是他们说这办不到；因为返航的路途很长，船还得在中途减速并停航半天，以便船员清理和拴紧船上的设备。

我们犹豫了一会儿，不得不勉强下令返航。10月2日中午，第十三航次最后一个钻孔的终孔作业开始了。希妲、曼克和魏策尔拿出了照相机。一路上，他们没有多少闲暇可以拍照，现在则是最后的机会了，就让他们拍下钻台上的种种精彩场面吧！（图二十四）那天下午，我们对安德逊的作为颇表不满，因为我们发现，终孔作业约提早了二三个小时，他想借此机会试验一套新的取心装置。计划主持人与作业经理之间的矛盾是经常发生的。作为这一钻探航次的计划主持人，我们总希望将每一分钟船时都用于达到既定的科学目标上；而身为一名作业经理，则须时时为设备和技术目的来操心。

实际上，我们正式启程返航的时间也并不很早。“格洛玛·挑战者号”直到10月2日晚上八点才踏上最后一段航程。船员们刚刚收起并固定好钻具，海上就刮起了地中海常见的寒冷而强劲的西北风。

风暴刚开始时，我无法入睡，于是就去看看同事们都在忙些什么。在古生物实验室里，希妲、曼克和雷恩正围着一堆岩心，在为陆上的同仁们准备样本。他们把样本装在瓶子里，贴上标签，再用胶带把瓶子封住。这一切使我想起了在中国，一大家子聚在厨房里包饺子的情景。包装样本的工作很枯燥，但却正是治疗失眠的良方，于是我也欣然加入这条“包饺子”的生产线。

回首前尘

坐下来回顾往事，我们发现打从里斯本出航、领水船用完燃油的时候开始，一路上麻烦和挫折是一波刚平一波又起，可以说几乎从未有过完全顺心的时候。先是杜米特里卡的失踪和险些返回直布罗陀的波折，然后是卡钻事故——在砾石、砂、火山灰、石膏和红色粉砂地层中全都卡过钻，无一幸免。在好不容易不卡钻的时候，又钻到了粘乎乎的页岩层和“大西国石柱”。而我们选用的钻头老是不合适，有时“碰巧”用对了钻头，却往往又在将要钻到基底之前就把钻头给磨损报废了……，整个航行好像是场漫长的恶梦！

然而，我们也未尝没有好梦连连的时候——我们获得了不少激动人心的新发现，尝到了许多意外的欢乐。例如：恰好在弃孔之前取到的蛇绿岩岩心，第一次淘洗出来奇怪的砾石和亮晶晶的石膏，第一次找到的“大洪水的哑证人”，发现了只能生存于半咸水湖环境中的软体生物、黑乌乌的尼罗河软泥，以及雷恩手里捧着的那块盐岩心。我们总算是不负此行了，美国国家科学基金会的经费可没有白花呢！

装完样本，吃过宵夜以后，我去休息室起草最后一个站位的作业报告。但是风浪太大，我在椅子上几乎坐不住。角落里一个文件柜的抽屉随着船的摇摆而一开一合，砰砰作响。回住舱睡觉时，我开始感到头在剧烈的胀痛。

住舱里，柜子上的抽屉也通夜在发出一种慢节奏的撞击声，但这并不妨碍我一口气睡上12个多小时。虽然我处于几近全眠状态，但下意识仍保持着一分的清醒，紧紧抓住床缘以免掉下床去。雷恩在上铺，晃得更加厉害，但他还是能睡着。我们实在是太累——太累了。现在，整个钻探工作已告结束，我们终于可以松弛一下，安然躺着度过这场风暴了。

3日下午，我去餐厅时，厨房里的库存食物已经所剩无几，没什么可吃的了。厨师病了，午餐没有牛排，我拿了一份烤牛肉三明治和一杯咖啡，边吃边走向船桥。三副在那儿值班，他说风暴势头已经减弱。昨天晚上，船的横摇超过了35度，“格洛玛·挑战者号”还从来没有这样剧烈地摇摆过，即使在太平洋遇到台风时，也没这么惊心动魄过！

云开日出

第二天，风暴完全平息，云开日出。船员们开始大扫除和整理物件。科学小组也有不少事要做，因为我们要在返抵里斯本之前写完随船工作报告。我们开了一个长长的会，决定航次最终报告每人执笔的部分。讽刺的是，这份最终报告在发表时却被称为“深海钻探计划初步报告”！随后，我们即分头去写稿。晚上，我开始写航次小结，一直写到凌晨仍不觉有倦意。临睡时，我吃了两片安眠药也无济于事，一连从床上爬起来好几次写写停停。后来，还是雷恩把最后一口威士忌给我喝了下去，我的亢奋神经才被镇静下来。

第二天早晨七点，三副进来把我唤醒。原来，船长觉得返航的时间还太早了一点，想在海上多拖延一些，避免“格洛玛·挑战者号”在租用契约期满之前就靠回码头。他们打算利用余下的船时做些震波调查。我很生气，跑去和船长吵了一架。我说，现在我们更需要睡眠，要是当初他让我们再多打一个偏位孔，现在就用不着设法消磨船时了。不过，我马上就后悔了，自己不该那样发火的。不管怎么说，过去八个星期来我们一直合作得很好嘛！

10月5日，本航次的最后一天，大伙儿在船上跑来跑去把一切都收拾好，到处是一派热焰朝天的景象。其中要数我们的秘书苏尔（Sue Strand）最辛

苦。她得在返航途中完成全套随船工作报告的打字任务。苏尔是在本航次“时来运转”之际，上船接替艾琳诺（Eleanor tum Suden）的。航程的头四个星期是由艾琳诺在船上担任秘书。那时，我们的收获很少，文字材料也不多，而且艾琳诺还有一个了不起的本领，就是既能把工作搁在一边不干，又能博得大家的好感！不过，这样一来可就苦了苏尔了，中途上船后，她不得不拼命了好一阵子才把艾琳诺留下的事情做完。在这个航次的后四个星期里，大量的随船工作报告纷纷编写完毕，报告集的底稿塞满了三个厚厚的文件夹。在这最后一天，我们大家都往苏尔那里跑，送去一堆堆要打字的手稿。不用说，在到达里斯本之前，她就再也没有睡过一分钟。当我们的船靠上码头时，整份报告都已打妥，可以上交了。

地中海钻探之旅的最后一个夜晚，我待在卧舱里准备上岸后参加记者招待会所需要的资料，但希妲进来叫唤我，打断了我的工作。原来希妲把她最后一瓶波尔多葡萄酒也给奉献出来了，就在古生物实验室里，其他的科学家已等着浅酌一番。于是我随她过去，与大伙儿开怀小饮、谈天说地，深深沉浸在“钻探战役”过后苦尽甘来的气氛中。为了庆祝“格洛玛·挑战者号”这趟航程的结束，曼克特地吟唱了一首小曲子，歌词是这样写的：

献给雷恩与肯——我们的共同计划主持人

一说东来，一说西
一说可来，一说否
观点总是相左，意见总是冲突
当万端思绪如电光石火般跃动、纠缠
新的构想于焉诞生
解决矛盾、歧见的过程，不是像野蛮人般凭借拳头
他们总是解释、答辩和讨论，随即达成共识
这是多么质朴而高贵的心灵啊！

向地壳中钻打钻孔呀
是为了解开地学的谜团：
板块构造、海底扩张、基底隆起、陆块分离、大陆漂移
在被海水淹没的地壳上，在深海平原，在海底水道
一步步逼近陷落的海沟底，而沟壁竟是如此陡峭！
他们要钻取岩心
钻向没人见过的基底
嘿呵！大伙儿协力取心吧！
那可是地球奥秘的“哑证人”啊！
在海底地层下躺着一道道隐伏的沟槽
斜斜伸向地中海周遭的国度
我们须得细心追寻
那可是地球这个老母亲的“柔肠”啊！

我们打赌：
M 反射层是他们的最爱

他们一直都知晓：钻穿它时，富有怎样的意义
玄武岩、火山灰岩与安山岩
带给我们这两位头头的，是全然的喜悦
当获取一小片岩石晶片时
灿烂的笑容已绽放在他们的脸上
怀抱着远大的希望，不期待任何的侥幸
困顿则如影随行，死缠着不放
如蜡一般的页岩相当坚硬；它可不像油脂那样松软
石灰岩和白云岩是众所周知的；但钻到它时，却浑然无觉
蒸发岩全都十分致密
无奈地说：“我们另打一个孔位吧！”
沉积物、腐植泥、大洋软泥是他们衷心的梦想
如果取上来的砂砾看来什么也不是
他们会拍额呼喊：“一团混乱！”

所有的这些点点滴滴，如今全都成了谈兴的材料
感谢您二位，在任何时间、任何地点所为我们努力过的一切
我们愿以这首词献给你们！谢谢你们！
并且寄上我们的祝福：
永远欢笑！美梦成真！

“有孔虫·放射虫·微细浮游生物小组”作词

第十五章 尾 声

我一贯奉行不渝的信条是：不可能的因素一经排除，剩下的因素虽然看上去难以置信，但却肯定就是真相。

——亚瑟·柯南道尔《失去的皇冠》
(The Lost Coronet)

10月6日早上八点，“格洛玛·挑战者号”回到了里斯本。我们在码头上受到“深海钻探计划”首席科学家彼德逊和其手下人员的盛大欢迎。在里斯本逗留两天后——我们好似是从战场凯旋的英雄而在此受到款待——随即转赴巴黎。斯克里普斯研究所透过法国国家海洋开发中心，在巴黎安排了一个记者招待会，深海钻探计划的主任委员兼斯克里普斯研究所所长尼伦伯格和美国国家科学基金会代表亨特(Dan Hunt)在这里跟我们见面。我们向新闻界叙述了我们是怎样发现海平面以下3000公尺处的古地中海沙漠的证据。这个故事马上成了全世界的头条新闻。随后，我们才坐下来编写冗长枯燥的“初步”航行报告。

地中海的沧桑史

我们设想：在2000万年前，地中海是一条联通印度洋和大西洋的宽阔海路。大约1500万年前，随着非洲和欧亚大陆的碰撞和在中东发生的造山运动，古地中海与印度洋的海路联系宣告中断。当时，古地中海与大西洋联系的通道也仅遗留下两条狭窄的海峡——西班牙南部的贝蒂克(Betic)海峡和北非的里菲(Riparian)海峡。我们在岩心里可以清楚地看出地中海环境的逐步恶化——海水流动渐趋停滞，底栖生物不可避免地纷纷死亡，浮游种群苟延残喘，而幸免于盐度危机的耐盐种族则演化繁衍。随着两条海峡的最后封闭，这个内陆海变成了一些巨大的盐湖。盐湖不断涸竭，导致这个位于海平面以下3000公尺的中新世“死谷”底上的动植物荡然无存。直布罗陀海峡是一道孤孤单单的长堤，横亘在干涸的地中海和大西洋之间的咽喉地带，阻止了大西洋海水的侵入。500万年前的上新世初叶，这道长堤决口，破堤而入的海水汹涌奔腾，冲过缺口，形成一个巨大的瀑布。这个直布罗陀大瀑布的水流量每年约为四万立方公里，比维多利亚瀑布壮观百倍，比尼亚加拉瀑布雄浑千倍。但即使是这样大的瀑布，也需要一百多年才能把干涸的地中海重新灌满海水。这该是何等壮观的场面啊！

在墨西哥盐度危机时期，一旦海水溢过海峡，动物也会随之蜂涌而来；而一旦溶解的离子以盐的形式沉淀下来，它们就又死亡殆尽。但是，每一次洪水泛滥后就会建立起一代新的动物王朝。上新世初，直布罗陀海峡又窄又深，大西洋的冷海水可以畅通无阻地流入新诞生的地中海。但是，岩心已告诉我们，历史是会重演的。目前，直布罗陀海峡正在变浅而成为一道海槛。我们可以设想，总有一天，直布罗陀海峡又会重新变成阻隔在大西洋和地中海沙漠之间的一条海峡。

这个故事委实过于离奇，但是雷恩、希姐和我是根据岩心的分析资料推论出来的，可谓证据确凿。我们这个大胆的见解自然遭到许多人的怀疑。质疑者有之，批评者亦不乏其人。但是，由诘问和答辩组成的每一个回合，到头来不过是在帮助我们，在这副拼图游戏中又翻开了一些新的拼板而已。

新证据陆续出现

当“格洛玛·挑战者号”返航，我们第一次步下钻探船的时候，具体的成效仅只是从蒸发岩矿物系列中鉴别出了石膏、硬石膏和石盐。我们无时不地不面临着—个伤脑筋的问题，那就是最先从蒸发的咸水中沉淀下来的碳酸盐矿物究竟在哪里？我们想这也许能用盐矿物的分带性来聊加解释，也许我们那些钻孔全都正好打在只有硫酸盐矿物沉淀的地区。这种论据当然是软弱无力的。亚勃瑞海盆的那个钻孔位于地中海的最边缘，我们理应在那里找到蒸发白云石。于是，我们再把 121 号站位的中新世末期岩心取了出来。一点也不错，我们在先前未能识别出白云石的地方找到了这种矿物。不过要是再多找到一些就好了，几个月后，我们的愿望实现了。内斯特罗夫逮到一个机会从从容容地研究了他带回来的岩心样本，结果发现我们当时在船上未能加以鉴定的第 124 号钻孔中的极细粒沉积物，是由白云石矿物所构成的。

还有人问我们：如果盆地曾干化过，为什么在我们的岩心里没有比较容易溶解的钾盐和镁盐呢？起初，我们可借以辩解的理由是，我们只把钻孔打在“牛眼”的眼角上，而没能打在岩盐最后聚集的牛眼中心。这个理由虽然还说得过去，但是却不能令怀疑派们心悦诚服。从地中海回来两年后，我终于找到了一位盐化学方面的专家。西德汉诺威钾盐研究所的奎恩（Robert Kühn）慨然允诺对我们的盐样本做一次详细的化学分析。果不其然，他发现了水氯镁石（bischofite），这是我们应该在干盐湖中找到的比较易溶的一种镁盐。此外，他还进行了一系列的微量元素（traceelement）分析，结果完全证实了我们的结论：地中海的盐是在浅盐池中沉淀下来的，而不是在深咸水湖中。

回响纷至沓来

在里昂的一次主要由微体古生物学家参加的研讨会上，希坦发言时，有人问她地中海干化有什么地貌上的证据？如果地中海确实曾经干涸见底，那末周围国家的海岸平原就会变成高原，岛屿就会变成高耸的山峰。水位下降的第一个后果就是河流的回春作用和河流侵蚀力的明显增强。希坦在这类问题上并非专家，但是一位法国同事克劳森（G. Clauson）却挺身而出替她答辩。克劳森为听众（后来也为我们）介绍了罗讷河的向下切割和丹吉奥的预测性解释。可是，注入地中海的还有一些其他河流，它们不也都要切割出沟壑来吗？这些沟壑现在又在哪里呢？

雷恩很快就解决了这个问题。我们回到港口以后不久，他收到了俄国地质家丘马柯夫（I. S. Chumakov）的来信。丘马柯夫从《纽约时报》的一篇报道中得知了我们的发现。他是苏联派到埃及援建著名的阿斯旺高坝（Aswan Dam）的专家之一。为了给坝基找到坚硬的岩层，曾经打过十五个钻孔。令俄国人感到惊讶的是，他们发现尼罗河谷下面有一条又深又窄的槽沟深深地切入坚硬的花岗岩中，其底面在海平面以下 200 公尺。在约 500 万年前，这条槽谷曾被淹没并充填有上新世的海洋淤泥，再上面则覆盖着尼罗河的冲积物（图三十八）。阿斯旺位于尼罗河上游距地中海海岸约 1200 公里处。在尼罗河三角洲，超过 200 公尺深的钻孔仍打不到古尼罗河谷的谷底。丘马柯夫估计那里的河谷切割深度可能深达 1500 公尺，他设想在现代尼罗河三角洲的砂和粉砂层下面，隐伏有一个很深的河口。丘马柯夫的预言是正确的，稍后在埃及进行石油地球物理探勘时，已在开罗下面发现了一条狭窄的、深达 2500

公尺的槽谷。

发现隐伏槽沟的不只丘马柯夫一人。在利比亚进行探勘的石油地质学家也曾谈论过他们曾遇到的怪事。首先，震波仪记录到一些异常——在地下深部有若干线性轨迹以异常高的速度传播震波。对这些出现异常的地点进行钻探以后，发现那里是切割深度达海平面以下 400 公尺的暗藏沟道。地质纪录也提供了同样的情况：在中新世末期曾有强烈的下切作用，而在上新世初期沟道又突然为海水所淹没。巴尔（Ted Barr）及其在利比亚的黎波里（Tripoli）绿洲石油公司的同事们，在一份报告里提出说明：当这些沟道被切割出来时，地中海必定位于其现代海平面以下 1000 公尺或更深些。当时，他们的稿件无法在科学杂志上发表，因为没有人愿意接受如此荒诞不经的解释。

在阿尔及利亚、以色列、叙利亚和别的地中海国家也陆续发现了另外一些隐伏的沟壑。这样，陆地上的证据已足以证实我们的说法。可是，有一次我在耶鲁大学讲学，谈到第十三航次考察的结果时，听众里有一个大学生问我：有没有来自海洋的可靠的地貌证据？流入地中海的河流应该不仅仅在陆上向下切割，而且还应该向下游延续，穿过出露的大陆棚和大陆坡，直达平坦的深海平原。那时，这些地形单元正在转变成盐湖。但现在这些沟道在哪里呢？

恰巧雷恩也在参加这场讲座，他出来替我解围：法国在巴利阿里海盆的大规模海洋调查已发现了巨大的海底峡谷。这些峡谷是典型由河流切割出来的，而且还充填着河流砾石。大多数海底峡谷都可与河流接连起来，并能向下追踪到深海平原边缘约 2500 公尺的水深处，它们也曾被上新世初叶的洪泛所淹没。在地中海的各个部分，均可见到类似的海底峡谷。在我们找到地中海于 600 万年前曾经干化的证据之前，人们一直无法对这些峡谷的成因做出满意的解释。

揭开千古之谜

这把钥匙打开了揭示其他谜底的大门。例如，我们现在可以理解环地中海国家何以存有巨大的山洞，以及南斯拉夫何以会有溶洞遍布、石笋林立的喀斯特（Karst）地形。现在，也可以解决一个长期以来一直悬而未决的问题了，为什么在中洋岛（mid-ocean island）如马耳他岛，地下水循环曾经深达海平面以下 3000 公尺？

除了地貌的改变之外，地中海干化引起的生物变化也是全面性的。我回去以后，意大利巴勒摩大学的卢奇里（Giuliano Ruggieri）写信给我说，他和他的同事们早就掌握了动物学方面的证据。这些证据显示：地中海在中新世末叶曾经历过某种剧烈的盐度变化，那时，各式各样的海洋生物趋于灭绝而为少数可忍耐盐度剧变的属种所取代。

当年存在地中海现今位置上的炎热沙漠，可能对气候产生过严重的影响。确实，欧洲古生物学家发现，在中新世末期时，中欧气候曾趋向干旱变化。那时，维也纳森林变成了一片大草原。随着海水在上新世返回地中海，中欧气候又变得潮湿而寒冷，并逐渐进入冰期。

与气候变迁有密切关联的植物演化，也受到地中海干化的巨大影响。随着气候渐趋干旱，多年生的植物灭绝而为一年生的植物变种所取代；因为这种一年生的植物种子可保持休眠状态，安然度过长年的干旱。昆虫也越来越

稀少，依赖蜜蜂等昆虫作媒的异花授粉植物，就可能在自身授粉植物的生存优势下退出舞台。我们的研究成果发表以后，我曾接触过几位研究地中海植物的专家，他们告诉我 *Medicago* 属似乎确实是因为墨西拿危机而演化成的。此外，燕麦种的演化也经过了相似的历程。

处于隔绝状态的地中海，即使只是部分海域发生干化，也会造成海盆内水平面的下降，由此就导致了环地中海国家相对高程（海拔）的增大，而这又势必会引起植物分带的下降——河流下游的平原变成了高山草原，新出露的大陆棚变成了长着针叶林的高原边缘地带，而在深海平原上的浅咸水附近则出现了盐沼泽地。墨西拿期植物群落的这种分布情况，与我在苏黎世高等理工学院的一位植物学家同事博格（Gilbert Bocquet）所发现的完全一致。科西嘉岛和克里特岛等地中海岛屿在墨西拿干化期间，曾经是标高 4000 公尺的山峰。在上新世的大洪泛之后，这些岛屿上的阿尔卑斯植物群落便与周围隔绝，变成了现代生长在岛岸上的土生群落，其生长位置远低于正常的海拔限度。博格告诉我，实际上人们长期以来对环地中海植物群的现代分布，一直全然无由解释；直到在 500 万年前地中海是干化深盆地的这一假说提出，而提供了一个崭新的植物分布模式以后，许多千古之谜才得以迎刃而解。

干化说的扩张解释

有人不禁会进一步推测，逐渐加剧的干旱和森林破坏，可能引起了灵长动物的进化。当然，人类学家往往说，猴子是在从树上下到平地来觅食时进化成两足动物的。所以上述想法颇不乏吸引力。但是，除了知道最早的猿人可能的确出现在 500 万年前这一点外，我们没有任何其他的根据。

脊椎动物学家认为，中新世时有陆生动物的大规模迁徙。在直布罗陀成为海峡之前，非洲羚羊和野马可以越过直布罗陀迁徙到西班牙，非洲的啮齿类（rodents）也可以到欧洲安家落户，河马也从尼罗河来到了塞浦路斯。如果这些迁徙的动物群毋需横越海平面以下 2000 到 3000 公尺的沙漠，这种迁徙将是十分频繁的。

地中海岛屿在上新世洪泛后的突然隔绝，也可能使困留在这些岛屿上的生物群落发生近亲繁殖和土著化。一位动物学家曾根据他对亚得里亚海岛屿上的蜥蜴的研究，写信给我谈及这种可能性。还有一位动物学家则坚信：马略卡（Mallorca）岛和梅诺卡（Menorca）岛上的矮种羚羊，也是因为巴利阿里群岛在 500 万年前与大陆脱离，才变成现今这副模样的。

另外一些更具神秘色彩的线索也使我们深感惊异。我们并不认为会像威尔斯所说的那样，在地中海变成一片荒漠的岁月里，燕子养成了直接飞越地中海的习性。可是，有人最近发现的一个情况却令人颇感兴趣，据说生活在注入地中海的河流中的鳗，与它们在欧洲和美洲的同类习性相异。南欧的鳗并不到大西洋马尾藻海（Sargasso）下面的传统繁殖场去生儿育女，它们独自选择了地中海做为繁殖场所。这是不是因为 500 万年前，它们的祖先无法跃过直布罗陀瀑布，才养成这种遗传习性呢？当然，我们不能肯定地这么说，但是地中海干化的事实可为生物进化上的一些疑点，提供某些令人耳目一新的解释。

在地质历史上，这样一个大型内陆海的消失，可能不是一个绝无仅有的事件。世界各地分布着的巨厚盐层暗示着，也许还有另外几个干涸的大洋。北欧著名的察希斯坦系（Zechstein）盐层可能就是在 25000 万年前干涸的一

个内陆海的遗迹。年龄约为 35000 万年的加拿大艾伯塔 (Al-berta) 和萨斯喀彻温 (Saskatchewan) 钾盐矿床可能也具有相似的成因。由于发现了小海盆可转变成沙漠, 我们也不得不重新评价整个盐类沉积作用的问题。地质学家往往很关心墨西哥湾、刚果和安哥拉近海的南大西洋以及诺瓦斯科舍 (Nova scotia) 岸外的北大西洋下面, 是否有海洋盐矿床的存在。我们现在已可以推测, 这些盐也是墨西哥湾和大西洋历史上曾发生过干化, 变成孤立的内陆海而形成的。

留予后世作评断

把地中海想象成一个一度又干又热的炼狱, 似乎有些令人难以接受。所以, 我们的解释虽然证据确凿, 但还是不能取信于人, 也就不足为怪了。有时, 如果希妲的同事们不相信她的话, 她就会变得十分激动。但是孰是孰非, 自有后世去评说。150 年前, 一个来自日内瓦的年轻工程师提出了一个大胆的见解, 说中欧在更新世时覆盖着一层厚厚的冰层, 不然的话, 就无法解释瑞士高原上的漂砾。当时人们对此嗤之以鼻。但是, 时过境迁, 当年反对这个见解的衮衮诸公早已化为尘土, 而“冰期说”却成了每一个欧洲小学生都知道的常识!

后 记

第十三航次在地中海下面发现了蒸发岩层，从而证明深海底下存在着盐层，而且巨大的盐层是在甚短的地质年代期间内形成的。几乎与此同时发生的地中海盐度危机，则意味着在 250 多万平方公里的区域范围内，环境、生态都发生过浩劫般的变化。蒸发岩层是在地中海因蒸发而干涸时堆积下来的。我们的这一解释引起了科学界各式各样的反应，赞成的意见不少，但也有许多评论持怀疑态度，或抱有明显的敌意。

意义深远的结论

对于一些惯于用归纳法和演绎法思考问题的人来说，我们的这一见解并不难接受。跟这个问题有关的两个要素是盆地的深度和盆地内咸水他的深度。如果我们用“深”和“浅”这两个形容词来描述深度，即可得出以下四种排列组合：（一）深盆深水；（二）浅盆浅水；（三）深盆浅水；（四）浅盆深水。其中，浅盆深水的情况在自然界是不可能出现的。

1970 年第十三航次所得到的地质资料足以证明，第一、第二两种组合也是不可能的。根据福尔摩斯大侦探的推理原则，剩下的只有深盆浅水或者说是干涸深盆地，才有可能，但看上去这又似乎是难以令人置信的。更遗憾的是，这个发现在科学报告发表以前很早就已成了新闻，并以头版头条赫然刊载于报纸和杂志上。这种二手报道删去了全部的技术细节，因此我们关于地中海干化的假说便横遭扭曲，从而引起人们极大的反感，使一些人士不愿接受这个理论。许多工作于远离地中海地区的同行，对此态度冷淡，一笑置之。其他一些多年来研究这个问题的同事，则抱着根深蒂固的成见，一旦我们的发现与他们最引以为傲的高见有悖，他们就置事实于不顾而刻意避而不谈。还有一些则似乎学识见地和思路过于狭窄，以致无法领悟一些新发现的意义所在。有少数同事犹死抱住深咸水囊沉淀的见解，而对叠层石的证据视而不见。其实，正是这些叠层石证明了水的深度很浅，阳光能穿透海水而使深盆底上的藻席得以滋长。还有一些人坚持，在蒸发岩沉积期间，那里必是一个浅盆地；他们完全忽视了一个事实，即：下伏有海洋地壳的盆地，必定位于海平面以下数千公尺。

雷恩、希妲和我，虽然对这个假说的正确性深信不疑，但是我们还是努力寻找机会来进一步小心求证。我们毕竟是用有限的船时，根据非常有限的样本，而得出了一个意义深远的结论。我们仅有的能证明东地中海有蒸发岩的可靠证据，只是一些在钻 125 号钻孔时，从提起的钻头上刮下来的淤泥中夹杂着的石膏碎片而已。我们没有真正鉴定出钾盐；我们没有钻穿蒸发岩层的底部来研究盐度危机的开端；而且，我们的岩心也太少，尚不足以证明地中海在于化以前是一个深海。也没有多少资料能告诉我们，地中海是在什么时候又是如何变成一个大盐湖的？

证据是如此的零星，以至于在参加第十三航次的科学家内部都不能达成一致意见。提出干涸深盆地理论的船上报告，仅仅是由希妲、雷恩和我编写的，因为只有我们三个人确信这一观点，其他人则宁愿倾向于别的解释。所以，当美国国家科学基金会第三次把“深海钻探计划”延长到 1975 年秋季，“乔地斯”决定安排第二次地中海钻探航行时，我们真是高兴万分。

第二次地中海钻探行

1975年4月2日，“格洛玛·挑战者号”从马拉加（Malaga）启航，开始了“深海钻探计划”的第四十二A航次，并于5月21日回到伊斯坦堡（Istanbul）。法国石油研究院的蒙塔特（Lucien Montadert）和我是共同计划主持人，有十位来自法国、德国、意大利、英国、瑞士和美国的随船科学家协助我们工作。其中只有希坦和我是参加过第十三航次的“老兵”，其他都是“乔地斯”小组选来的新手。这次，“格洛玛·挑战者号”在海上航行了37天，行程6000公里，共在8个站位上打了11个钻孔，穿透了4461.5公尺的沉积层，回收到670公尺长的岩心样本。但是，我已无法摆脱一种泄劲的感觉，已失去了第一次地中海航行时所怀有的激动心情。

第二次地中海钻探航行的任务更加枯燥也更加困难。但是，我们仍尝到了各种海上生活的喜怒哀乐，更重要的是，科学技术上的成就也是十分显赫的。我们做到了五年前所没能做到的事——钻穿地中海的蒸发岩层，得到了地中海早期历史的纪录。我们找到了无懈可击的证据，证明在至少为1500万年前的墨西拿期干化之前，地中海曾是一个深海。我们在东地中海获得了许多的蒸发岩样本。我们在预测地点找到了钾盐，这种从高密度盐水中最后结晶出来的较为易溶的盐类，应当一直存在于地中海盆地最深的中央部位（第374号站位，图二）。如果我们什么时候能够研究出一种深海采矿技术，地中海下面的钾盐就可以为人类提供几乎取之不尽、用之不竭的化肥。

我们还查明了一个事实，即：地中海在盐类沉淀下来以后的几十万年期间里，一直是个咸水湖。显然，这次浩劫性的干化使欧洲的水系发生了改组。东欧和中欧的大河将大量淡水注入一个从奥地利延伸到乌拉尔山脉的古大湖——巴拉特提斯海（Paratethys）中（图三十九）；但是当地中海干涸时，它们就被纳入了地宁海水系。大量淡水流入盐戈壁，形成一系列巨大的湖泊（图四十）。

我很高兴，船上的科学家在关于墨西拿期盐度危机期间干涸深盆地的见解上，取得了近于一致的意见。第四十二A航次的最终报告反映了大多数随船科学家的意见。毫无疑问，地中海在盐度危机之前即已存在，而在蒸发岩形成的时候，这个深海发生了干化，成为一片大荒漠！

