

古海荒漠

许靖华 著



地质出版社

古 海 荒 漠

许靖华 著

朱文焕 译 何起祥 校

地 质 出 版 社

内 容 提 要

本书是“格洛玛·挑战者号”为实行“深海钻探计划”而进行的第十三航次地中海考察记实。作者以亲身的经历,介绍了在这一航次中克服种种艰难困苦所取得的重大科学成就之一——揭示了地中海一度曾干化的历史。这是一部内容丰富、情节生动的高级科普读物,既可供专业地质工作者参考,也可供地质院校学生及具有中等以上文化水平的读者阅读。

The Mediterranean Was a Desert A VOYAGE OF THE GLOMAR CHALLENGER

Kenneth J. Hsü

Princeton University Press

Princeton, New Jersey

古 海 荒 漠

许靖华 著

朱文焕 译 何起祥 校

*

责任编辑: 杨珊珊

地质出版社出版

(北京 西 四)

妙峰山印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ 印张: $4 \frac{5}{8}$ 字数: 120,000
1986年10月北京第一版·1986年10月北京第一次印刷

印数: 1—1,040册 定价: 1.50元

统一书号: 13038·新315

目 录

序.....	(1)
前言.....	(4)
一、萌念.....	(23)
二、“乔迪斯”的盟友们.....	(31)
三、再见，里斯本！.....	(35)
四、危机与考验.....	(45)
五、返航直布罗陀吗？.....	(58)
六、瓦伦西亚海槽里的石膏.....	(64)
七、奇怪的砾石层.....	(70)
八、峰回路转 柳暗花明.....	(75)
九、塞翁失马 焉知非福.....	(77)
十、地中海的奥秘.....	(82)
十一、间奏曲——思乡.....	(86)
十二、大洪水的证据.....	(89)
十三、迂回的成功.....	(94)
十四、克里特岛下的海底.....	(100)
十五、斯特拉博山下的混杂岩.....	(105)
十六、昔时沼泽 来日高山.....	(109)
十七、沧桑之变的重演.....	(112)

十八、绚丽的沙漠	(116)
十九、找到了“牛眼”	(121)
二十、在朔风中返航	(128)
尾声	(132)
后记	(140)

序

碧波万顷的地中海竟曾一度成为白茫茫的荒漠。这个轰动一时的消息,在当时的报刊上所占的版面,大大超过了那些虽然更为重大但却没有如此耸人听闻的科学成就。揭开这一科学事件的帷幕是在1970年。那时候,我和比尔·雷恩(Bill Ryan)同为深海钻探计划地中海钻探航次的首席科学家。我们手下有一个由古生物学家和沉积学家组成的小组,他们在自己的专业天地内各显其能,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。他们都是这一科学发现的有功之臣。我们的发现还应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——地球深部取样计划联合海洋机构(JOIDES)、本航次的执行者——深海钻探计划(DSDP)、该计划的倡导者——美国国家科学基金会,以及该计划的资助者——美国国会。当然,也不应忘记前“美国百科学会”那些才华横溢的先驱者,正是他们以超群的远见卓识提出了钻探深海大洋的睿智之见。然而,各方面的通力协作无疑是这一成功的关键所在。

一些讲德语的新闻记者在报道中把“钻探航次”一词翻译成“钻探战役”(Bohrungskampagne)。确实,用“战役”来称呼我们这次考察也许比用“航次”更为贴切。那时,我们确乎不是到海上去作一次普通的航行,而是去向大自然开战,而且结果险乎一败涂地。在六个星期的战斗中,我们经历了一个又一个的挫折,有人曾感慨地用“遍尝苦果,备历艰辛”来总结我们当时的处境。我们有一部分作业记录简直象是一部十足的灾难史,读起来至今仍使人不寒而慄。我们曾多次因遇到坚硬的岩层而无法钻到目的层。不过,否极泰来,大自然尽管吝啬,毕竟还是显露了它的

秘密，地中海之谜终于被揭开了。

我们“格洛玛·挑战者号”上的六十九人，在海上漂泊了整整两个月。尽管我们生活经历各异，但现在却殊途同归，都在献身于这项伟大的科学事业。我们中间有钻工、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感到自豪。然而，他们并不想索取任何额外的报偿。我们这些随船科学家，专门负责地质信息的破译，工作起来常常忘乎所以，火气很大，因此分歧、妥协、抱怨和误会是在所难免的，但有时也不乏幽默感。我在“战役”的白热化阶段，躲进船上的“司钻棚”里草草写下了本书的初稿，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。确实，从那时起，我才渐渐学会在生活的岁月中领略他们的聪明才智。看来，那时的困难并非总是使我们心有余悸，实际上，“格洛玛·挑战者号”上的生活给我留下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，俨然是生活在一片小小的与世隔绝而又远离喧嚣人群的绿洲上的一个吵吵嚷嚷但却融融乐乐的大家庭。

本书中难免出现一些术语和缩略语，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加以注释。

修改原稿是在普林斯顿大学出版社科学编辑埃德华·泰纳(Ed Tenner)的鼓励下完成的。笔者感谢格萨维尔·勒皮雄(Xavier Le Pichon)的指点和卡罗林纳·哈腾多夫(Carolina Hartendorf)的帮助。笔者与普林斯顿大学出版社泰姆·卡里(Tam Curray)的合作是令人愉快的。在本书的出版过程中，承蒙奥立弗·林哈特(Oliver Leenhardt)、玛丽·撒普(Marie Tharpe)、美国地球物理联合会、美国地质学会、深海钻探计划等个人以及组织慨然允诺复制其图片，伍尔斯·格伯尔(Urs Gerber)和阿尔伯特·乌尔(Albert Uhr)代为照相和制图，在此一并致谢。

最后，笔者谨向比尔·雷恩致以崇高的敬意，并愿借此书来纪念我们在海上缔结起来的深厚友谊。



图 1 地中海海底地形

前言

在大洋水尚未涌入地中海的悠悠岁月中，燕子和许多其它鸟类养成了向北迁徙的习性。时至今日，这些习性还在驱使它们不避艰险地飞越这充满惊涛骇浪的海域。正是这片波涛汹涌的沧海掩盖了古地中海谷底那永不为人所知的奥秘。

H.G. 威尔斯*《怪客》

对于比尔·雷恩和我来说，这又是一个不眠之夜。我俩都已经疲惫不堪。自打离开葡萄牙里斯本以来的十天中，我们谁也没能在晚上睡过一次安稳觉。那是1970年8月24日早晨，“格洛玛·挑战者号”停泊在西班牙巴塞罗那岸外180公里的地方(图2)。雷恩垂头丧气，沮丧万分。在他的学术生涯中，他花了大约十年的时间，借助所有最新的地球物理仪器一直在研究地中海海底。他认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。现在，我们手里有了一条钻探船，可以打穿这隐伏在巨厚水体下面的海底了。一块岩样，哪怕是一小片岩屑，也许就可以解开这个谜，但我们却一直未能遂愿。这种神秘的岩石似乎永远是那么遥远，令人可望而不可及。昨晚，我们好不容易钻到了目的层位的顶部，不料钻杆偏偏在这节骨眼上卡在钻孔里了。最后，费尽周折，总算把取芯筒提了出来，可是除了砂子和砾石以外，筒里空空如也。我们怎能不懊丧呢！

还是在少年时代，我就读过《双城记》这本小说。书中有位医生，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

* H.G. Wells (1866—1946)，英国作家，以撰写科学幻想小说闻名。他的一些有影响的₁作品，如《隐身人》，《大战火星》等已译成中文在我国出版。——译注

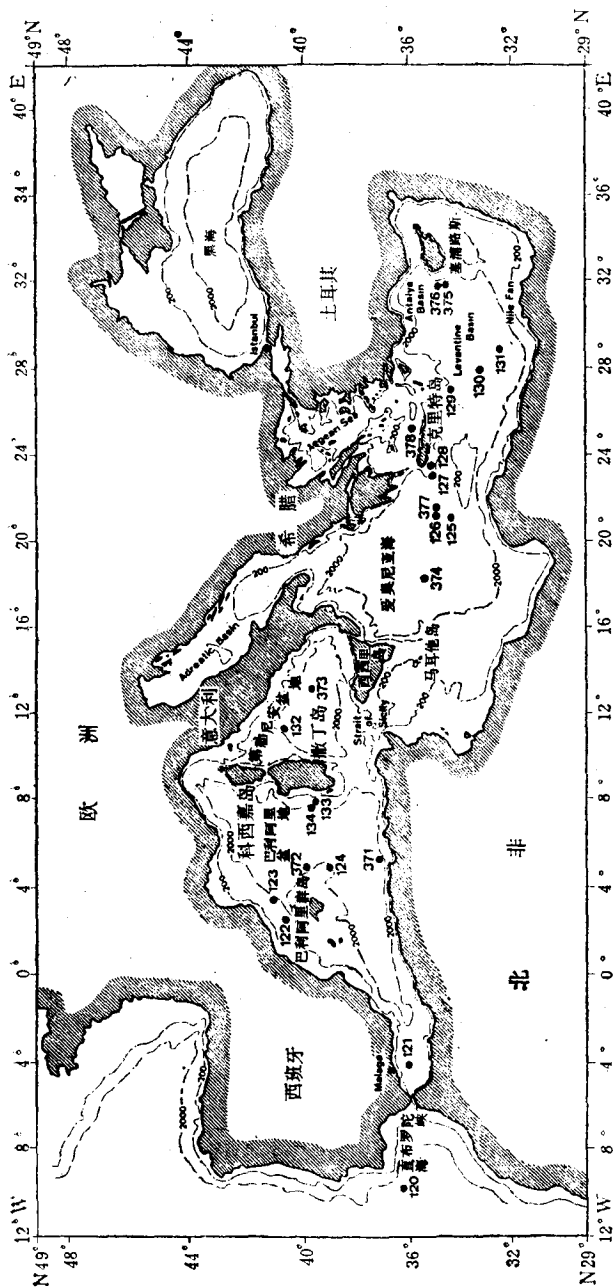


图 2 深海钻探计划的地中海站位。第120—134号站位系于1970年第13航次期间钻探；第371—378号站位系于1975年第42A航次期间钻探。等值线为200米和2000米等深线

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，让自己沉湎在繁缛的琐事中，对于解除烦恼是有意想不到的功效的。雷恩看着这些砾石，铁板着脸。他把捞砂桶直接放到岩芯实验室的水槽里，冲去细粒的粉砂和粘土，再把砂和豆粒大小的砾石选出来，放在加热板上烘干，然后把它们一行行整整齐齐地粘在样品夹上。我端坐一旁，默默地瞧着他。可是，随着他搜集的样品的不断增多，我也不由得注意起它们来。较粗的颗粒，或者叫“豆状砾石”，直径约有5—7毫米。那闪光的晶体不是石膏吗？石膏是一种钙的硫酸盐，也是一种蒸发矿物，是海水蒸发的残留物。现今，石膏仅见于干旱海岸区的泥质沉积物及陆上较老的蒸发岩系中，但谁能料到会在深海岩芯中发现石膏，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，地质学家称之为浊流。浊流可把粗粒物质从砂质海滩一直搬运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，那么我们理应找到陆上侵蚀作用带来的其它类型的砾石：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、片岩和其它变质岩的碎屑，可能还会有早先堆积在大陆架上的石英岩、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，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、变硬的大洋软泥和一种壳体极小的独特的生物。看来所有的碎屑都来自海底本身，更确切地说是来自一片干涸的海底。

地球物理调查早就告诉我们，离这个站位不远处，有一座海

*《A Tale of Two Cities》，十九世纪英国作家狄更斯的以法国大革命为背景的世界文学名著。书中主人公之一梅纳特医生曾长期被囚禁于巴士底狱，获救后即有此怪癖。——译者

底火山，但是海底火山也不可能生成豆状砾石，除非它曾一度暴露在大气中并遭受过河流的侵蚀。而由海洋生物的细微骨骼组成的大洋软泥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，或者曾暴露于空气之中并在日晒下干结。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构成的海底改造成砂砾层。此外，那些奇怪的生物也令人费解。据船上的古生物学家说，它们都属于生活在滨岸泻湖中的生物种类。然而，我们的钻孔位于水深两千米处。若不是地中海曾经失去其大部分海水，在如此深的海域中是不可能有什么泻湖的。难道地中海真的一度与大西洋隔绝并曾经是一片沙漠吗？

我开始设想直布罗陀当年曾是一条地峡，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，导致这片陆间海的干缩。随着海水盐度的增大，几乎所有的海洋生物皆灭绝殆尽，只有一些耐盐性极强的蛤类和蜗牛才得以幸存。这个内陆海渐渐变成了一个巨大的盐湖，就象是扩大了一百倍的死海。当卤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了。这时，附近的海底火山自然也就成为一座陆地火山，堆积于其坡翼上的大洋软泥和石膏层发生了石化，流经这片地域的河流沉积下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坝，汹涌而入，灌满了地中海盆地。在曾经是一片盐漠的地方，又出现了一个蔚蓝色的深海。

仅仅根据如许一鳞半爪的证据就编出这么一套故事来，未免失之轻率。比尔·雷恩就对我的异端邪说深表怀疑。早在1961年，雷恩和他的导师布莱克特·赫西（Brackett Hersey）就曾在伍兹霍尔海洋研究所的“铁索号”调查船上，用新发明的连续地震剖面仪调查过地中海。这是五十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海底并从几公里深部的坚硬岩层反射回来的声波信

号。他们很快就发现地中海海底以下100—200米处有一个声波反射层，但对这一反射层的物质组成和成因一无所知。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。随后的十年里，美国和法国科学家又用连续地震剖面仪继续在地中海进行调查。无论在哪里，他们都可以记录到这个无处不有的M反射层。此外，人们还发现M反射层的形态与地中海的海底地形非常相似(图3)。而在该反射层之下，还有一套沉积物覆盖着地中海的基底，犹如山地高原上盖着的皑皑积雪一般。显然，M层是在地中海深盆地业已形成，并且达到与现在相仿的水深之后才堆积下来的。因此雷恩和其他地球物理学家深信，不管构成M层的沉积物是什么东西，它们都必定是深海沉积物，或者是象下雪一样纷纷降落到起伏不平的深海底上的细粒沉积物。

地震剖面调查还发现，在地中海某些部分的下面，还有一系列柱状构造，每个直径为几公里，高几百甚至几千米，穿插在层状的沉积物中(图4)。地球物理学家对这种类型的构造并不陌生，它们看上去非常象美国墨西哥湾沿岸常见的盐丘构造。盐丘是深埋的岩盐夺路挤入上覆地层时形成的。人们习惯于在沿岸沉积物中寻找岩盐，因为长期以来总是认为蒸发盐类是在滨岸盐沼或泻湖中形成的。但是，在地中海的深海平原下面发现盐丘是不堪设想的。有些地质学家，特别是法国学派的地质学家认为：这里的盐肯定属于一套很老的地层，年龄大约是2亿年。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，证明这块海底曾经是大陆的一部分，后来则象妇孺皆知的“失踪的大西国”^{*}一样沉没到深海里去了。

石膏质砾石层的发现，使我们作出了一系列的推测。我们正

^{*} Atlantis，亦称“大西洲”。柏拉图等学者根据传说和某些自然证据臆测，在现今不西洋的西部，曾有一个文明古国，位于一个下沉的古陆块之上。沧桑巨变，大西国亦遭灭顶。据说残存的殿堂庙宇，断垣残壁至今仍保留在大西洋海底，而现今的亚速尔群岛则为当年大西国的最高山峰。近年来还有人根据克里特岛出土文物推测大西国在东地中海。——译注

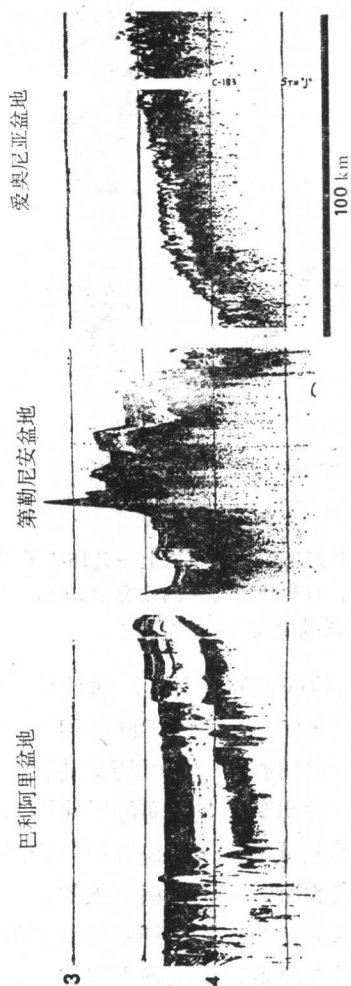


图 3 地中海巴利阿里盆地、第勒尼安盆地和爱奥尼亚盆地中的M反射层和海底连续地震剖面。垂直座标为声波双程走时(秒)，垂直比例尺约为5:1

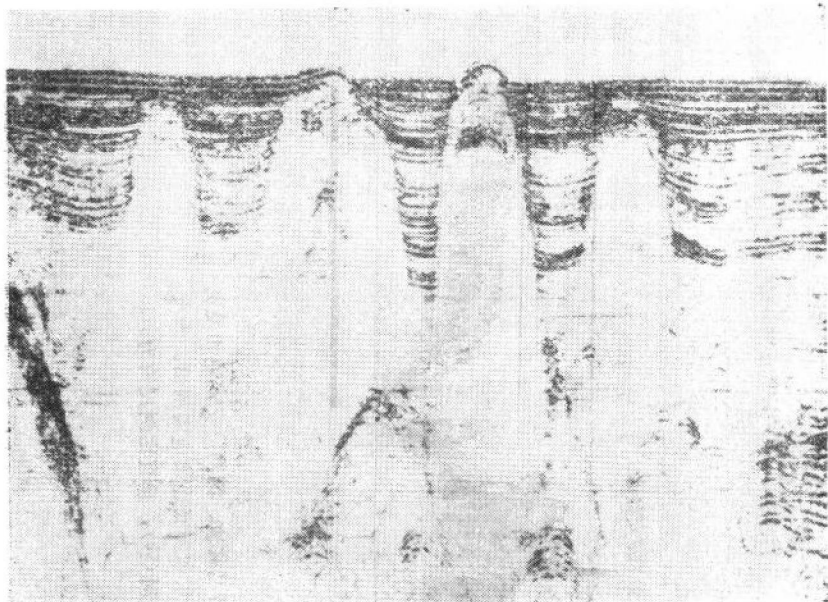


图 4 西地中海巴利阿里海深海平原上一条16公里宽地带的连续地震剖面。有些盐丘已呈圆丘突出海底，其它盐丘尚处于完全隐伏状态

好是在M层的顶上发现这种砾石的，所以，估计M层可能是一个年轻的蒸发岩层，其堆积年代与盐丘中的盐相同。在这一点上，雷恩和我意见一致。但我俩不同的阅历又使我们产生了分歧：凭着我的专业素养，我推测是地中海的干化引起了盐和石膏的沉淀，而雷恩则根据其判读M反射层地震记录的经验，深信蒸发岩是在充满高密度卤水的深盆地中沉积下来的。

我们低调门的讨论不久就变成了一场唇枪舌剑的争论。雷恩竭力要使我相信蒸发岩是在深盆地中沉积下来的，但又拿不出令人信服的证据来证明盆地内曾经充满过可以沉淀出盐的卤水。于是他跑去拿来一份美国宾夕法尼亚大学理论地球化学家鲍勃·施马茨(Bob Schmalz)的论文的复印本。文章提到在红海下面的深海渊中发现了可沉淀出硫酸钙的“卤水囊”。对于一个搞理论研

究的学者来说，这是合乎情理的，因为卤水的密度大于正常海水的密度，所以它必然要下沉。把这个解释再引伸一步，施马茨认为，如果受到蒸发的海水一旦受阻而不能流返大西洋，地中海就会变成一个很深的“卤水池”。现今，地中海高盐度的海水以底流的形式从400米深的直布罗陀海峡流出，同时来自大西洋的低盐度海水又流进来作为补偿。如果直布罗陀海峡曾一度变浅，那末雷恩从施马茨那儿搬来的论点就说得通了，地中海就可能的确曾经是一片很深的“卤海”。

诚然，我理解雷恩的逻辑。蒸发岩不是不可能沉淀在深海底上的。但是那些砾石表明，地中海的蒸发岩是从沙漠盐沼或咸水湖中而不是从深水中沉淀出来的。当然也不得不承认，这方面的证据也不太充分，我们的钻机甚至还没有钻到过真正的蒸发岩层，而只不过刚刚见到了一些侵蚀碎屑。看来要等到去下一个站位时才能一见分晓。

但是，在下一个站位，我们不但没有打到蒸发岩，而且碰上了一大堆麻烦。不过，几天以后，在124号钻孔中我们却时来运转了。8月28日，“格洛玛·挑战者号”在巴利阿里群岛以南水深3000米处钻探（图2）。雷恩和我又是彻夜未眠地等到凌晨。这时，钻头显然钻进了坚硬的M层。钻进速度从每分钟几米下降到每小时一米。我们对如此缓慢的进展感到很不耐烦。便在拂晓前就回去睡了。

刚躺下不久，航海技师约翰·菲斯克（John Fiske）就把我们叫醒了。他报告说：“我们发现了大西国的石柱。”我们赶紧披上衣服赶到船上的实验室去看这个新发现。在长长的工作台上躺着一段漂亮的岩芯，看上去真象一根微型的大理石圆柱（图5）。这正是我所渴望得到的证据。

沉积学家是研究沉积物的专家，他们描述和分析沉积物和沉积岩时，往往要切下一片碳酸盐岩，磨成透明的薄片放到显微镜下去观察。他们也会研碎一块页岩，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，进行振荡，使砂粒松散

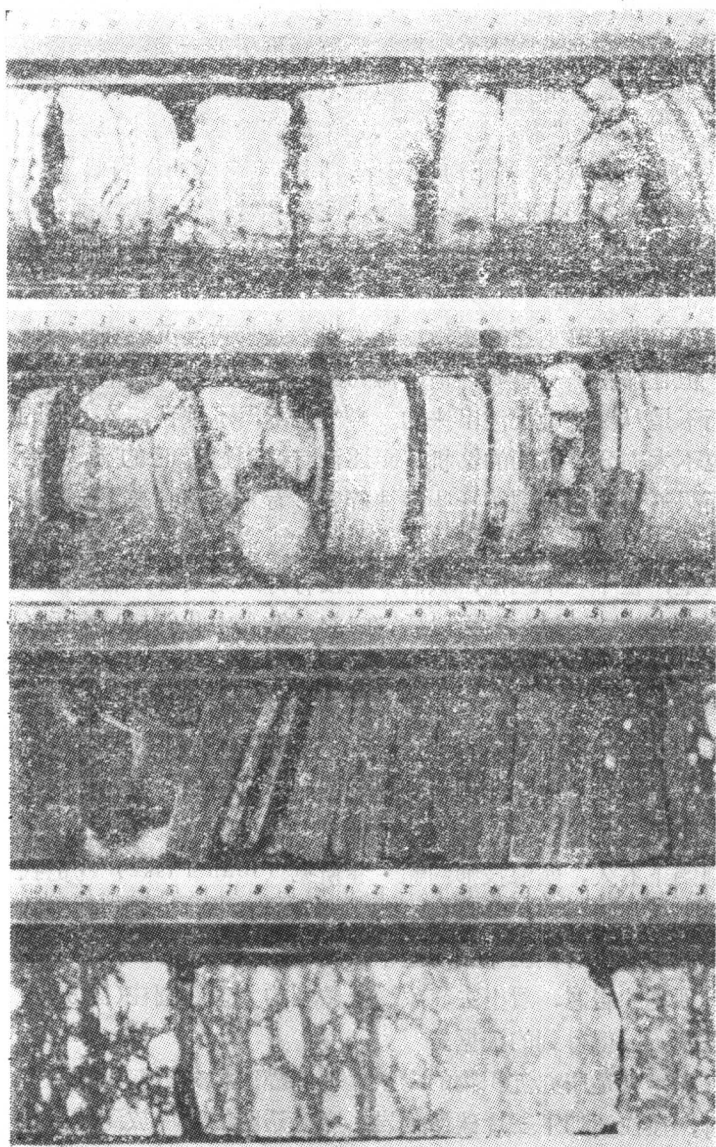


图 5 在第124号站位回收的第一块蒸发岩岩芯——
“大西国的石柱”