

红海的热盐水和含矿沉积物

红海的沉积物中,发现了非晶质的针铁矿、硫化物、锰菱铁矿和水锰矿层,含铁的氧化物高达67%,锰—35%,锌—12%,铜—4.5%。红海地热体系,是目前能够观察到现代成矿过程的少数情况之一。那里正形成着层状矿床。了解热盐水和含矿沉积物的成因及其生成过程是有益的。下面译载的是美国学者艾默里、汉特和海斯的综合文章,从中可以了解这一问题的概貌。

红海面积约43万8千平方公里,包括苏伊士湾在内的长度是1800公里,最大宽度270公里。红海的水容量大致是21万5千立方公里。这里的海水属于世界上温度最高、盐分最大的一类。红海最深处达2920米,但在南端的亚丁附近水深只有120米。

在1948年“信天翁”号考察船的资料中,第一次提到红海的深层水温高于常温;1959年“大西洋”号的考察确定深水盐分极高。

1963~1967年间,“大西洋Ⅱ号”、“发现者”、“陨星”和“海洋学”等四艘考察船先后八次到过这个饱含热盐水*的深水盆地。这些研究工作积累了有关红海水温(56°C)与含盐量(比正常情况大约高6.5倍)的资料,用回声探测法查明了盐水与一般海水的分界,同时了解到还存在几个单独的含盐水的洼地。1966年10月和11月,“链条”号为直接研究热液盐水及其下部的沉积物,完成了一次专门的考察航行。基本上根据这次考察结果,写成了一些文章,对红海热液盐水及与其有关的沉积物发表了许多不同的见解。不少人试图从中找出对几个基本问题的答案。区域和局部的地质特征已经查明,可以用来解

释红海不寻常的盐水和沉积物的成因。沉积物的化学、矿物、物理特征,可以认为是内生过程与沉积过程的结果。此外,还议论到这个热液盐水系统开始形成的时间以及目前是否仍能起作用的问题。也有人大致地估计了含矿沉积物的工业价值。类似红海的盐水盆地,在世界其它地区也有所发现。

本文的目的就是把上述各篇文章的基本资料作一个概括的综合。

地质与地球物理情况

红海及其周围地区的地层与构造,可以从卫星、地面和海洋考察几方面进行研究,所得的资料可以相互补充,卫星拍摄的彩色照片提供的材料更详细。只要表面上看一下这些照片,就可以得到与航海图一致的情况,即红海两岸是相当曲折的,而且一方的突出部与另一方的海湾是重合的。如果仔细判读卫星照片,就会发现海岸线的曲折程度是由几个延伸不远的横贯断层系所决定的。左右两条海岸线的重合一致,使人可以设想这些小规模的断层标志着存在一条弱化带,而阿拉维地块正是沿着这个带在不久前离开了非洲大陆。这些断层的排列与海岸线成很大的角度,虽然在海域范围内中断,但在两岸仍彼此延续,证明非洲与阿拉维曾直接靠在一起。红海两岸海岸线彼此重合的一个

* 原文对红海的温度高、盐分大的盐水,有时称作热液盐水,有时称作热盐水,也有时简称盐水,实质指的是同一种东西。——译者注

主要例外,目前就是亚丁对面的一块三角形火山岩地带。在大陆板块发生移动和形成红海的过程中,拉阿维地块由非洲向北西方向错动了约130公里。在亚喀巴湾及其向北延续的地区同样表现出这种左侧发生位移的现象,移动距离约100公里。当地岩石露头特有的颜色和地貌特征都可以证明这个推论。

卫星照片上明显看到的大量相互有关的地质现象,在早期的地面区域地质调查工作中也已经判明。这些现象可用来确定红海演化过程中各种事件在时间上的先后顺序。这块由前寒武纪岩浆岩与变质岩组成的大型中间地块好像是在纵的方向上被红海贯穿。岩体四周环绕的陆棚,是古生代海洋沉积物的堆积场所。海洋沉积物的堆积,在中生代仍然继续。大陆沉积物的堆积发生在岩体中央的最高部分。这个部分目前已处于红海轴部的两侧。晚古生代时期曾有过褶皱作用和断块位移,使岸线朝不同方向移动。可以证明这一点的就是海洋地层与大陆地层的分界位置十分不一致。极厚的海洋沉积地层记录了区域内总的海侵现象。该层在苏伊士湾地区特别发育。

本区域内的地质演化,大体在同一方向上延续到早第三纪,同时出现普遍上升的趋势,特别是西北部。在晚渐新世,苏伊士湾才具备了现在的面貌。之后,在中新世时期产生基本的红海盆地,到晚上新世才形成亚喀巴湾。由于苏伊士湾形成最早,所以在它的极厚的地层中可以见到由古生代直到现代几乎未中断的沉积物剖面。与红海街连的沿岸平原也是由大陆和海洋沉积物组成,其年龄介于中新世中期与现代之间,但在亚喀巴湾附近却完全没有近岸平原。上述三个地区都见有比海平面高出几十米的更新世的珊瑚礁。

地面地质研究工作认为,在晚始新世和渐新世时期,苏伊士湾地区曾有一种挤压力,红海的东南端有一种拉伸力同时发生作用,使一条由南东到北西的断裂逐渐有少许

张裂。此时在本区的东南部还有火山活动,而亚丁对面呈三角形的构造洼地则被火山岩充填。这一地块与东非断层带及在北东方向上亚丁湾的延伸处在同一条线上。沿亚喀巴湾—死海地堑发生的左侧运动,促进了红海的少许张裂过程。是否发生过这种运动,可以从前寒武纪、白垩纪等沉积层分布的北部边界位移的情况得到证实。由于断层少许张裂过程中在亚丁对面沉积了大量的火山岩岩石,红海在其发育的早期曾一度与大西洋分离。红海两侧地层发育的性质可以证明这一点。这一带的新世中期沉积物是基底碎屑层,上面复盖的大概是陆源的石膏层。更靠上的晚中新世沉积物,大部分是在含盐量更多的环境下形成沉积,但其中见有少量海洋动物化石残体,说明在中新世末期大洋水曾周期性地进入红海。

“链条”号的考察集中在红海中部的盐水盆地,通过约2000米深处不同密度水界面的声波反射和海水与沉积物的取样,查明该区存在三个单独的热盐水洼地。圈出的三个洼地等深线大体是1900米,其中以北部的“大西洋Ⅰ号”盆地最大,深度最高达2170米。该盆地中心座标位置是北纬 $21^{\circ}23'$ 、东经 $38^{\circ}04'$ 。往南是“链条”盆地,在水深约2009米处与“大西洋Ⅰ号”盆地之间形成一个鞍部。这个盆地在三者之中最小,最深处只有2086米。“链条”盆地的西边是“发现者”盆地,两者之间的鞍部水深1980米。“发现者”盆地呈圆形,最深处2220米。“大西洋Ⅰ号”盆地与“发现者”盆地的底部大体是平坦的,但在前者的中心有三个高地,分布在以不大的角度与红海轴相交的一条线上。三个洼地的坡度介于 $5\sim 35$ 之间,在等深线2000米范围内的总面积约70平方公里,占红海面积的0.016%,占容积的0.003%左右。

用反射波法得到的连续地震剖面说明在盐水盆地区域内有一层对声波反射良好。该层所处深度是在红海海底以下0~350米。虽

然该层在红海盆地几乎到处可以发现,但直接在上述盐水盆地的下面却未查出。从这一层面的空间位置和性质来看,可以设想可能反映了晚中新世或早上新世时期沉积堆积有过中断。洼地以内的地震剖面不清晰,可能是沉积物及其上面的盐水性质的缘故。这些剖面的价值所以不大,还有一个原因,就是测量时采用的是低频波,最大作用范围30米左右。更精确的声学测量是采用高频脉冲,探锤几乎下到海底。用这种方法测知底部沉积物还有几个分层,总厚度在25米左右。沉积物的最大厚度(包括远海在内),“大西洋Ⅰ号”盆地是100米,“链条”盆地是50米,“发现者”盆地是200米。

在红海轴部或其附近、距上述盐水盆地不超过160公里的范围内采取的沉积物岩心中,见有火山玻璃与玄武岩碎屑。化学分析结果说明其中至少有两件玄武岩样品是与海山型接近(钾含量低,没有霞石)。此外,从铁、磷含量高的情况来看,这些岩石与非洲断层谷的玄武岩相似。在稀土元素含量方面,这些样品接近海洋玄武岩。在整体上,红海玄武岩看来不同于大陆型玄武岩,但可与表征海底推移的大洋脊基性火山岩相提并论。

许多考察船在红海进行磁测将近十年,证明存在一条锯齿形异常轴带。带的曲折与两岸岸线的变化方向一致。最新的详磁测资料说明前述的几个盐水洼地都处于这条磁异常轴带的范围之内。在“大西洋Ⅰ号”盆地发现的负磁异常和“链条”、“发现者”盆地下部的正磁异常的性质,说明产生异常的磁性体处于深部。对洼地沉积物作了室内磁性测定,查明其中即使是含矿程度最高的也只有弱磁性。此外,含矿沉积物的堆积层并不厚,不可能是产生磁异常的原因。盐水洼地附近磁异常的特点是波短,幅度约1000伽马,但轴带范围内的异常梯度达200伽马/公里。由此略向西北,测得的异常幅度相对不大,但在盐水盆地区域以外东南方向测出的异常幅

度较大。从性质上看,上述各异常均与平行于大西洋和其它断层带的异常带相似。这类异常都与海底由断层带向两侧的推移有关。在这些断层带的范围之内,几百万年以来喷发岩以或多或少固定不变的速度溢出。随着这些岩石的冷凝与固结,其中的磁性矿物按一定的方向排列,表现了与整个地球磁场的一致性。由于某种未知的原因,地球磁场的极性是经过不规则的间隔而发生变化的。

红海磁异常的形状与分布性质与最近500万年以来大陆与海洋其它地区存在的异常接近。如果把这条磁异常带宽度的一半除以它产生以来的年龄,则可以确定红海海底推移的速度是每年1.5厘米。由于地质考察所得结论认为当地的运动不是简单的与断层轴成直角的少许张裂,而且还带有偏左移动的成分,所以对盐水洼地一带海底推移的速度应该估计为每年1.6厘米。这个平均速度对世界其它地区所有断层带大体上都适用。从红海海岸线的轮廓可以看出,少许张裂的同时还发生7°的转向。原略可能是东南方向的运动速度比西北方向的略大。如果把盐水洼地一带海底推移的速度和上述的补充修正材料加以对比,同时比较两岸早先曾经连接各点的差距,就可以标出当地断层运动过程开始时间是在600~800万年以前。这个数字大体上只相当于现代红海盆地用地质方法所测年龄的一半。显然,以上两种方法所得年龄数据的差异,是由海底推移速度周期性的变化所造成。

在红海轴带范围内也进行了重力测量,发现布格高正异常(+150毫伽)。这种异常说明轴带范围内地壳极厚,或者是岩石密度比两侧的大。这就是说,重力测量的结果可以证实磁测的结论,因为根据后者曾认为红海轴带是被致密的玄武岩类侵入。在重力测量和早先进行的反射波法地震测量的基础上,提出了红海以下深部带的构造模型。从这个模型来看,盐水盆地区域的下面直接就是沉积

岩、蒸发岩类和火成碎屑岩，密度由2.31~2.43克/立方厘米不等，地震波通过的速度是3.5~4.5公里/秒。这几层岩石在红海轴带范围内的厚度只不过1公里，到两侧则加厚到7公里。红海两翼是楔形地块，厚度朝大陆方向增至15公里，其中的岩石密度只有2.66克/立方厘米，地震波通过速度为5.5~6.4公里/秒。估计这两个地块是由地盾花岗岩类构成。该两个楔形花岗岩类地块之间，直接在复盖层下有一条岩带，密度2.92克/立方厘米，地震波通过速度为每秒6.8~7.3公里。推测这是在断层形成过程中，随着地块由红海轴向外移动而在断层带溢出玄武岩，构成这条岩带。红海轴带以下的莫霍界面位于22公里左右的深部，但到轴带两侧则降至30公里以下。界面的这个位置反映红海轴带范围以内存在密度大的岩石。莫霍界面这种适中的深度，对世界其它地区的新生盆地也都是典型的。

在“大西洋Ⅰ号”盆地，有14个站测量了沉积物的温差梯度，得出温度达62.3℃，盐水下层的温度为56.5℃，上层是44℃。总的温差梯度变化于+3.78℃/米(说明热是由沉积物向上传播)到-0.87℃/米(说明热是由上部进入沉积物)之间。根据这些数据和室内对沉积物导热性的测定，可以算出“大西洋Ⅰ号”盆地的热流是15~20微卡/(秒·平方厘米)。红海轴带的热流数值，在盐水盆地的西北和东南则变化于1.5~8.0微卡/(秒·平方厘米)之间。世界不同地区的洋底热流，根据几百次的测量，已知平均值是1微卡/(秒·平方厘米)左右。了解这个数字就可以与上列数值作对比。

据观察，“大西洋Ⅰ号”盆地的热水溶液温度在20个月当中上升大约0.5℃，因此可能说明红海底部热的丢失速度也是有变化的。“发现者”盆地与“链条”盆地盐水以下的沉积物和“大西洋Ⅰ号”盆地的一样，但其温度低于盐水。推测这两个盆地的盐水是在某个时期由“大西洋Ⅰ号”盆地经过中

间的鞍部溢出的。过去这两个盆地的盐水温度和水面都曾经很高，所以可能使我们观察到深部某些地方的沉积物出现负的温差梯度。随后盐水与沉积物同时变冷，在盆地个别地段的底面附近就出现正梯度。

“大西洋Ⅰ号”盆地底部沉积物的热流平均值不能解释盐水在20个月当中的增温现象，也不能补偿盐水的热向红海上层传播而造成的丢失。根据对盐水热量丢失的计算，可以推论“大西洋Ⅰ号”盆地目前的热流平均值实际上应该等于80毫卡/(秒·平方厘米)或更高。这就是说，“大西洋Ⅰ号”盆地的大部分热量由于极热的盐水通过局部通道剧烈减压而进入。这件溢流现象，显然目前仍然存在，过去也是经过不规律的时间间隔而发生。推测大量盐水在过去曾经溢流，根据是盆地沉积物中见有金属组分十分富集的夹层。可以证实这一点的标志就是“大西洋Ⅰ号”盆地的热盐水向相邻的洼地溢流，此外还有目前盆地中央超出盐水面之上的高地顶面存在由盐水中沉落下来的沉积物。显然，热量的进入还带有通过沉积物渗透的水的对流。不过由这个来源进入的热量，尤其是通过分子热传导进来的热量，相对来说是很少的。没有根据认为热量的进入是由于对流和沉积物的掺混，因为沉积物中还很好地留有清晰的、极薄的分层现象。

根据地质、地理资料完全可以对盐水盆地的形成和演化条件作出可信的描述，而且能够查明热的来源。从红海两侧发育的地层情况和轴带的磁测结果来看，阿拉伯半岛与非洲大约是在2500万年前开始分离，经过周期性的中断，到目前仍然继续着。重力与反射地震测量判明在红海的轴带有一层沉积物，其厚度朝两侧方向增大。这一层的下面有一条很宽的可能是玄武岩类的致密岩带。这条岩带充填的空间，是由古地盾花岗岩类地块向两侧推移而造成。大陆上的火山，巨

(下转第60页)

想系统中, 实验数据的计算和图解是异常复杂的, 但近年来这方面取得了很大进展。一般认为, 在这种复杂的系统中, 含固定的阳离子和阴离子配位数的液体, 具有固定的结构。附加某些变量(这些变量是描述理想程度的偏差的)的统计混合模型, 可能对这种带“晶格”的液体是适用的。为了进行全部必要的计算(这些计算全都是观察所有可能的二元系统的行为为基础的, 例如四组分系统中的A—B、A—C、A—D、B—C、B—D和C—D), 必须应用高效的计算技术。在这方面布兰德尔(Blander)的尝试已经奏效, 人们预言类似岩浆这样的多组分岩石系统熔浆行为的日子, 看来已经为期不远了。

杨伟忠译自:《THE EARTH An introduction to physical geology》

(上接第64页)

大的火山岩岩流, 以及采自轴带范围底部沉积物样品中的火山玻璃与玄武岩碎屑, 都支持一种看法, 即可以认为在海底推移过程中曾有玄武岩溢出。红海区域内的地震次数相当少, 但地壳形变的标志却有不整合、地块运动、褶皱作用和不久前珊瑚礁上升等方面的表现。玄武岩的溢出可能伴随着热盐水通过红海海底而减少。显然, 时代最近的热盐水溢流发生在“大西洋Ⅰ号”盆地的南部。看来过去曾周期性地有更多的盐水进入, 使盆地的盐水量增加, 经过鞍部溢流到相邻的洼地, 使它们底部的沉积物增温。继盐水溢流之后就是活动减少时期, 其间盐水与沉积物变冷。但可以证实仍有热量进入的就是盐水的温度略有升高。

(未完待续)

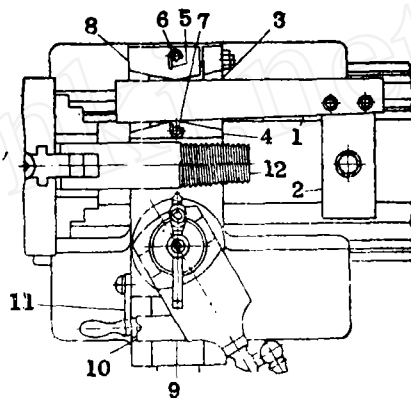
莫昶行译自:《Современное гидро-термальное рудоотложение》, Изд.

《Мир》, 1974, стр.

7~25

车锥形螺纹的专用装置

许多野外队由于没有专用机床, 加工锥形丝扣比较困难。为此向大家推荐一种专用装置(见附图), 靠它的作用, 可在普通车床上切削出合乎要求的锥形螺纹。



其结构及各部分的作用是: 斜尺(1)用两个螺钉扭紧在扁方的铁板(2)上, 安置在床面导轨的内部(用螺钉和压板由下面固定)。尺后面的垂直面与导轨平行, 前面按要求的角度制造(与工件12的斜度相同), 尺的下面放在横滑架(3)的上平面上, 压臂(4)固定在横滑架上, 紧压住斜尺的拉力弹簧(5), 套在圆销(6)上, 弹簧另一端固定在圆销(7)上, 导板(8)沿后面的床面导轨滑动, 横滑架碰上导向卡板(9)就停止, 并引起杠杆(10)活动, 以后通过终点, 把动作传到与其相连接的杠杆(11)上, 使装有车刀的刀架离开工件(12)。以后, 托架转到起初的位置并松开杠杆。最后将刀具重新对在开始切削的位置, 进行第二次切削。

使用此装置时, 只保留上部的小刀架丝杠, 而把中拖板的丝杠卸下来, 否则, 中拖板不会随斜尺(1)的斜面移动。

(刘彦骅编译)