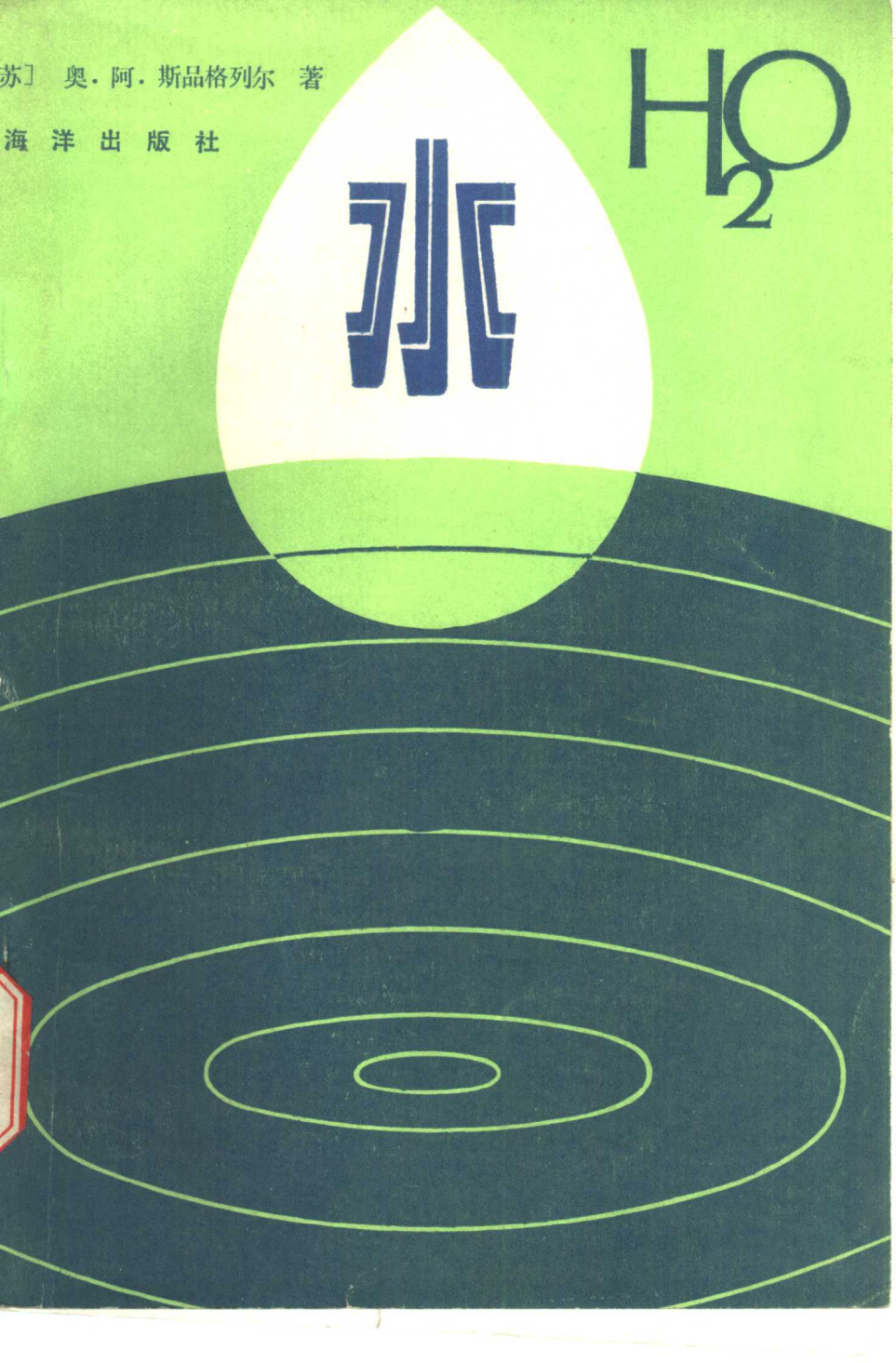


苏] 奥. 阿. 斯品格列尔 著

海 洋 出 版 社

水

H_2O



水

[苏] 奥·阿·斯品格列尔 著

宋 炳 忠 译

海 洋 出 版 社

1983年·北京

内 容 提 要

本书是一本有独特风格的关于天然水的简明百科全书。从海洋行星与地球行星的争论，到地球上水的空间分布和数量分配；从海洋到江河湖沼；从雨雪冰川到地下水、水下冰；从神话故事中关于水的传说到现代水文学的进展；从淡水的不足、水的污染到人类水资源的前景，书中都作了生动的阐述。

本书可供从事海洋、地质、地理、气象、农业、水利等学科的科学工作者参考。对于广大的青少年自然科学爱好者，也是一本很好的科普读物。

СЛОВО О ВОДЕ

Олег Александрович Спенглер
Ленинград Гидрометеиздат 1980

水

[苏]奥·阿·斯品格列尔 著

宋 炳 忠 译

海洋出版社出版（北京复兴门海贸大楼）

海洋出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本：787×1092 1/32 印张：5³/₄ 字数：120千字

1983年1月第1版 1983年1月第1次印刷

印数：1——6500

统一书号：13193·0168 定价：0.60 元

作者的话

笔者大半生从事有关水的科学——水文学的研究，曾在列宁格勒国家水文研究所工作了五十余年，参与过不同河川径流和河流动态的研究。从苏联河流的开冻和冻结期及春汛的形成过程，到水文预报帕米尔冰川、哈萨克斯坦荒原积雪盖层的实验研究，我都参与研究过。笔者目睹，苏联水文学家从二十年代最初的工作，到七十年代对天然水的广泛的综合研究，已发展成独立的广泛的科学领域。这个时期，在地球的某些地区，水由自然界无偿的赠品变成无价的稀缺品，似乎变成了人类的头号问题。

笔者晚年想建立关于水对于人类文明意义的学术思想，虽然这种思想并不全是独创的，但也算是一支对笔者毕生为之研究水的颂歌吧。这里，水和人本身就是本书的主题，这一主题的内容浩瀚无穷，因此，我力图在每一节中只述及最有趣、最有特征的内容。

笔者对人类在不同时期对水的利用、在历史中人类与水的关系特别感兴趣。这里，我发现一个在书中不由自主地强调的很有趣的情况：人们为了满足需要（灌溉、水运、动力），在利用天然水的方面，有新事物的惊人的继承性和老传统的沿袭性。在古埃及，用水灌溉农田的情况实际上与现代一样，也就在那，里在公元前开凿了苏伊士运河，该运河后来一度衰败，由列谢普斯重建后被认为是十九世纪运输技术的成就。在老的手工工场的笨重的水轮中，水与现代原子能发电站涡轮机中的水蒸汽一样，也是能量的携带者。

在近年来出版的论述水的科普作品中，对作为水的科学的水文学没有作什么论述，很少为广大读者所了解。笔者在本书中叙述了怎样研究水文学，同时也谈到遇到的特殊困难；还谈到什么地方和怎样才能得到水文教育以及我们实际上还很少了解的苏联水的情况。为了让水更好地为人类造福，还有很多方面需要进一步工作、观察和研究。

笔者希望本书能激起年轻的读者们对水的观察和研究、对水文学家的职业发生兴趣，能对渴望寻求生活道路的男女青少年有所裨益，帮助他们自觉地选择自己中意的专业。

笔者对地理学博士伊·弗·波波夫深致谢忱，感谢他审查了本书的初稿并提出了一系列宝贵意见。

目 录

第一章 是地球行星还是海洋行星	(1)
称我们这个行星为地球正确吗.....	(1)
如何考察海底.....	(3)
海洋中有多少水.....	(11)
赞成和反对我们这个行星的改名.....	(13)
第二章 地球上有多少淡水	(16)
自然界中的淡水.....	(16)
水的循环.....	(27)
水资源.....	(30)
地球的水平衡.....	(34)
大陆的水平衡和水资源.....	(36)
水平衡和一些国家的水资源.....	(39)
地球上的水量变化吗.....	(42)
第三章 奇异的物质	(46)
无处不在的水.....	(46)
寻常的怪物.....	(48)
水——生命的介质.....	(49)
人体内部的海洋.....	(50)
水调节了气候.....	(54)
水塑造了地球表面.....	(56)
水下冰.....	(58)
活水与死水,“切莫饮重水!”.....	(61)

第四章 水和人	(65)
水的赞歌.....	(65)
海洋和河流促进了地理上的发现.....	(66)
水和动力.....	(70)
现代航行.....	(75)
其他水利事业.....	(77)
第五章 我们的子孙有足够的水吗	(94)
水的主要消费者.....	(95)
水利工程改造了自然.....	(98)
河流的水动态.....	(103)
人们又从水利工程获得利益.....	(112)
陆地水的污染.....	(115)
海, 石油和有毒化合物.....	(119)
为淡水不足而斗争的方式.....	(123)
我们的子孙有足够的水.....	(130)
第六章 关于水的科学	(132)
从水文学的历史谈起.....	(132)
何谓现代水文学.....	(135)
水文资料的主要来源——水文观测站网.....	(138)
水位测定.....	(139)
流量的测定.....	(141)
河水径流量的计算.....	(145)
水文考察站和水文实验站.....	(147)
水文计算.....	(149)
水平衡要素的测定.....	(152)
自然地理因素对径流的影响.....	(157)

河床变化的计算，河水径流中的固态物质和可 溶物质	(160)
水文预测	(164)
水文工作者的国际合作	(170)
怎样才能成为水文学家	(172)

我们一开始所说的水不是河水溪水，而是作为
所有水的根源的海水，因为河溪起源于海洋。

——伊·坎特：《自然地理讲义》

第一章 是地球行星还是海洋行星

称我们这个行星为地球正确吗

在学校里，老师对我们说，地球大部分被海洋水覆盖着，水的覆盖面积是火星表面积的2.5倍多，几乎是月球表面积的10倍。

而对于那些生活在远离海洋的人来说，很容易忘记教科书上关于地球表面海洋占优势这个真理和关于大陆象巨大的、四周被海水围绕的岛屿的说法。

如果有人沿着铁路线走很远很远，譬如从基辅到新西伯利亚，谁就能在沿途逐渐地发现一望无际的平原，有田野、森林、草原，仿佛能感觉到，我们这个地球到处是连片的陆地。

然而，陆地仅占地球表面的四分之一强，其余的都是汪洋一片。

地球上陆地和海洋的分布遵循一个很有趣的地理规律，早在1914年，吉·格里戈里就已指出过这一规律，看来，这与地球自转产生的作用力有关。这一规律表明：如果陆地上有某

一点，那么相反方向的点（“对蹠点”）正好处于海洋中（大约有二十分之十九的机会）。这一规律最熟知的例子之一是，围绕南极的南极洲大陆，相反方向是其面积几乎等于北冰洋的北极圈。莫斯科和列宁格勒的相反方向相对太平洋的东南部；欧洲与亚洲相对太平洋；北美相对印度洋；澳大利亚相对大西洋北部。只有南美是例外，其相反方向基本上不是水域，而是东南亚。

最早飞到地球的外行星居民，可能没有着陆，而只是到了海上。他们着陆时，大约有十分之七的机会落到水中，只有三分良机到达陆地。很可能，外行星人正是在世界大洋中着手寻找地球上最高等的有理智的居民。可以完全合乎逻辑地推测，生命应该是在连续覆盖着行星表面的水介质中孕育和进化，无论如何也不可能在破碎孤立的大陆块上。因此，从地球上的生命实质上是在水中诞生的这一点来说，外行星人也许是对的。生命最初出现在海上，只是后来才到达陆地，对此，现在是毫无疑义的了。

我们这个行星上的海洋，对于外行星人来说，好象是一个很大的谜。不是吗，在太阳系中，地球是具有海洋、陆地的富有液态水的唯一行星。

经常听到这样一种呼声，我们这个行星不能称作地球行星，而应称为海洋行星。例如，弗·恩·斯捷帕诺夫（1974年）在其《世界大洋》这一本专著中是这样开头的：“有时可完全有理由正确地把我们这个行星描述为‘海洋行星’，海和洋的总面积超过大陆的2.5倍”。

这个意见对吗？是否有争论呢？为了作透彻的讨论，我们首先要了解：海洋中总共有多少水？

如何考察海底

为了要弄清海洋中有多少海水（体积或重量），必须要了解海底地形和海平面。

在单个海或洋中，海水体积的测量通常是根椐海底深度图进行的。为此，要在海洋图上标出深度，然后绘出相同深度的线即等深线。

有趣的是，海图等深线的标出比大陆地图上等高线的标出要早。最早的海图等深线是1737年法国水文地理学家比尤阿什在英吉利海峡的海峡图上作出的，而第一张法国等高线图是1791年久庞·特里耶连作出的，等值线方法曾为英国天文学家和自然科学家埃·加利在十七世纪应用于科学领域，并作成了第一张等磁偏线图。

为了得到等深线图，显然必须进行海深测量并将测量值精确地标在图中相应位置上。测量作得越多，等深线以及据其算出的水的体积也就越详细精确。

到二十世纪七十年代，世界大洋仅5%的面积标有足够可靠的等深线，大部分测量工作是在不久前的国际地球物理年（1957—1958）期间完成的。

人类开始作海深测量是1521年弗·马格兰横越太平洋时进行的。他在“特里尼达达”号船上拴上所有可用的绳子在太平洋中放长带重锤的测深绳近800米，但重锤没有达到海底，就断定测到了最大深度。

实际上，直到十九世纪中叶，可靠的测量一次也没有进行过，因此，地球表面四分之三的地形状况仍然不清楚。

原因在于，公元前一直为航海学家所应用的测深器装置这一最古老的海洋学仪器很不完善。

测深锤是拴在标有记号的线或绳索（即测深绳）上的铅锤或其它重锤。在近岸浅水区，亦即对航海学家来说是最重要和最危险的区域，测深锤能得出很好的结果。但一到很深处，测深锤的结果就不怎么精确，因为放到水下的线或绳越长，线、绳在其自身重量作用下的拉张力也越大，更主要的是确定重锤碰到海底的时刻也越来越困难。如果重锤或测锤质量是5公斤，那么，每放出100米的测深绳也大体有这么多的重量。因此，在500—600米以下的深度，即使是很沉的测深锤，也很难确定到达海底的时刻，如果海底有软土淤泥的话，那就更难了。

在船上进行测量时，不可避免地要受到水冲风刮，使测绳不垂直海底而成一定的角度，测量者势必强行操纵，深度照例会被夸大。

1854年，美国海军少尉德·勃鲁克提出了结构较新的测深锤。受海洋学奠基人之一、美国航海学家姆·莫里的委托，勃鲁克加工了一种以他自己名字命名的测深锤，它带有能在接触海底时自动分开的重锤。有趣的是，莫里本人把发明带有分离重锤的测深锤的荣誉，归于在里海上采用该仪器的彼得大帝。现在，测深锤接触海底的时刻，已经很容易确定了。

随后，著名的英国物理学家威廉·汤姆逊（克利文勋爵）对测深锤作了很大的改进，他在1872年制作了用于测深绳的最早的绞车，发明了带自动制动器的机械测深器。制动器上节气阀的转动使测深锤到达海底时自动停止。汤姆逊还用细的

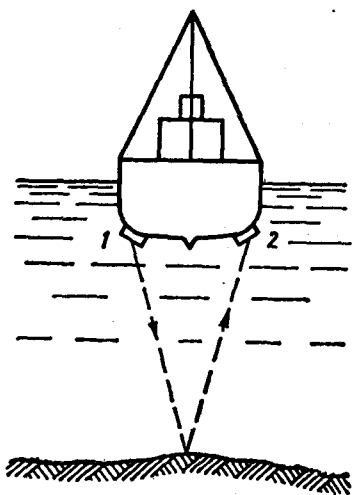
钢丝代替那种笨重的测深绳。

实际上，后来的两个改进的测深锤是由俄国海洋学家发明的。1823—1826年，在奥·耶·科采勃的指挥下“企业”号舰作环球航行期间，年轻的俄国学者埃·赫·连茨利用了带自动制动器的绞车。1868年，以金属丝作测深绳、用连茨的绞车对黑海的深海区进行了测量。

尽管深度的测定有困难，但在上世纪中叶，还是开始编制了海底地形图。1854年，前已提到的莫里据 184 次测量编成的北纬 50° 和南纬 50° 之间的大西洋地形图。

自十九世纪中期开始，人们对海洋底部的兴趣聚增。那时，为了加强各大陆和岛屿之间的联系，开始开辟海底电缆。

1850年，在法国和英国之间通过加来海峡架设了世界上第一条海底电缆。1858年8月，联系美国和爱尔兰的海底电线开始启用，但由于电缆绝缘性能的损坏，不到一个月就不能使用了，只是在八年以后才架设了新的电缆，电缆通过了大西洋相对浅的地方（2,500—3,500米），于是，那里被称作海底电报台。



用回声测深仪测定海底深度示意图

1. 声讯号发送器;
2. 海底反射讯号接收器

二十世纪二十年代，声测深器（或回声测深仪）的发明引起了深度测量和海深图编制的真正革命。回声测深仪由装在船舶底部的声发送器和感受从海底反射来的讯号（即回声）的接收器组成。发送器和接收器由记录时间的装置联接在一起，深度是根据声音（它的速度已知）从发送到海底和返回接收器的时间确定的，并连续自动记录在纸带上。同时，测量是船在行驶中进行的，并不要求使测船停住。为了比较，这里我们提一下英国的“挑战者”号——世界上第一艘专门的海洋考察船。该船在3.5年内（1872—1876年）用机械测深锤只进行了492次深水测量，而德国海洋学家在“气象”号船上（1925—1928年）用回声测深仪仅用了一年多时间就作了近70,000次测量。这些工作量若用机械测深锤来作就得花大约15年的时间。

重要的不仅在于用回声测深仪增加了测量的次数，而在于在装备有回声测深仪的考察船的一次航程中可以得到连续的详底（深度）剖面。

与机械测深锤一样，在应用回声测深仪时，精确测定每一测深点的地理坐标（经纬度）是十分重要的，也是不容易的。

用回声测深仪来作深度测量与用机械测深锤作的缓慢测量相比虽有所进展，但还有一个重要的不足：不能在船上取得海底土样。为了取得土样和进行别的海洋学研究，仍然要在船上放下带有仪器（采土样管、测温器、水速测量器、采样器、网片等）的不会泡软和拉长的钢质或卡普隆（一种人造纤维）绳索。

虽然回声测深仪的应用很快地推动了洋底地形的研究，

而实际上，要重新揭露世界大洋底部的情况，所作的深度测量毕竟还很少。主要是因为各考察船是沿着少数几条路线进行测量的。不久前美国海洋学家弗·普·舍帕尔德曾指出，人们对海底总面积的了解比对月球可见到的那一面的了解还少。

在近几年来最重要的海洋学发现中，占首位的还是查明海底的真正特征的内容。过去有人认为，海底是相当平坦的，比大陆表面要平整。回声探测仪发明后查明，深海区的地形比早期想象的要复杂得多。在海底发现了山岭、单个的高山、火山、盆地、深海渊、峡谷。还曾确定，世界大洋中深度为3,000—6,000米的区域占总面积的75%。

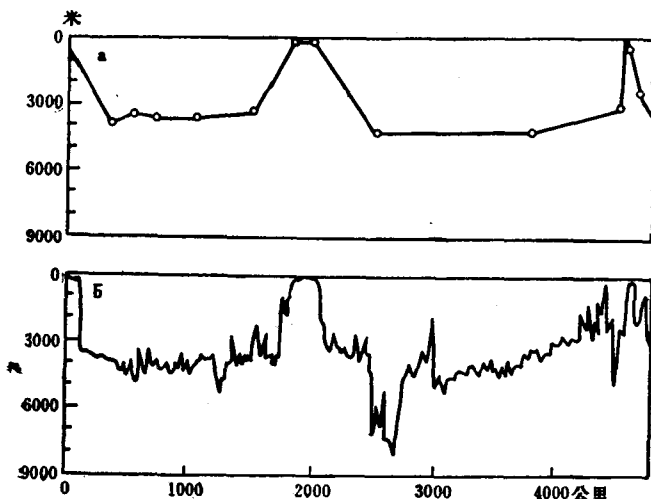
最轰动一时的是，曾在所有大洋的中间发现有巨大的山脉隆起，形成了陆地无可论比的地球最大山系的大洋中脊，这一山系的总长度近80,000公里（几乎为赤道的二倍），宽2,000—5,000公里，总面积近5,300平方公里，亦即相当于欧洲与亚洲面积的和。山系的高度较小，大部仅超出海底1—3公里。沿大洋中脊的轴线发现有深的断裂——裂谷。这方面最有特征的是大西洋中脊，它呈“S”形，从冰岛通过赤道大致到南纬55°沿大西洋轴部伸展，

很有意思的是，发现深海盆地和海沟沿着海洋边部分布，而不是所想象的分布在海洋中部。最深的海沟在太平洋边部，已知的30个海沟有25个在那里，其中6个深度超过10公里。其余大洋中海沟的深度不超过8—9公里。因此，太平洋不仅是面积最大的海洋，而且是最深的海洋，它的平均深度为4,282米，而整个世界大洋的平均深度为3,704米。为了比较，这里提醒一下，陆地总的平均高度为875米。

1951年，苏联考察船“勇士”号在太平洋西部的马利亚

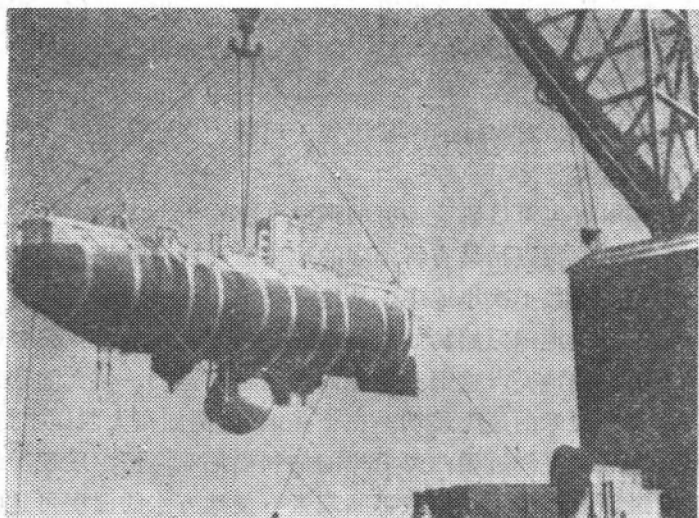
纳海沟测到了至今测得的海洋最大深度值11,034米。世界上最高的山峰喜马拉雅山的珠穆朗玛峰海拔高度是8,848米。若把这一高峰整个放到马利亚纳深海盆地中,则顶上还有2公里多深的水哩!

1960年,正是在马利亚纳海盆,在现代化的“的里雅斯特”号深潜仪上进行了创记录的潜海工作。瑞士学者扎·皮卡尔(他是深潜仪发明家奥·皮卡尔的儿子)和美国中尉德·乌奥尔什潜入10,919米的深处,达到了深海盆地的底部。那里的温度降到 2.4°C ,而压力接近1,100大气压(水中每10米深压力升高1大气压)。对于潜水员来说,在深潜仪中下到那样的深度,其危险性不比宇航员乘宇宙飞船飞往宇宙空间小。



南半球沿南设得兰群岛—南乔治亚—布维岛—线大西洋海底剖面

- a; 据用机械测深锤作的13个测量值;
- b; 据回声测深仪的1,300个测量值(据斯维尔德鲁普)



1960年下到太平洋马利亚纳海盆深达11公里左右的“的里雅斯特”号深潜仪

当然，测量海深完全不是为了得到水的体积是多少。洋底深度和地形的资料可以解决海洋学领域本身（海洋的水交换和热交换、海洋的水文动态等）、特别是地质学领域（地球的地质发展史、地质演化方向、各大陆的成因和发展，其中包括它们运动的假设等等）的重大科学课题。

可以不容置疑地说，现在地质学家们已把注意力转向海洋。

海洋之所以那样吸引地质学家，主要是因为海洋中可能研究那些在大陆上不能直接观察到的作用，例如在陆上怎样形成矿产（海相沉积的大约占90%），它们以怎样的速度沉