



21th

21世纪科技广场

人与地球 的对话

陈宝国 编著



广东人民出版社



国防大学 2 079 6102 6



人与地球 的对话

陈宝国 编著

广东人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人与地球的对话/陈宝国编著. —广州: 广东人民出版社,
2000. 10

(21 世纪科技广场)

ISBN 7-218-03216-8

I. ①人…②21…

Ⅱ. 陈…

Ⅲ. 地球科学-普及读物

Ⅳ. P-49

责任编辑	陈更新 周 杰
封面设计	张竹媛
责任技编	孔洁贞
出版发行	广东人民出版社
经 销	广东新华发行集团股份有限公司
印 刷	广东省肇庆新华印刷有限公司
开 本	880 毫米×1230 毫米 1/32
印 张	8.5
插 页	2
字 数	210,000 字
版 次	2000 年 10 月第 1 版第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-218-03216-8/P·1
定 价	14.50 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印公司联系调换。

前言

接受本书的编写任务，我确实有些踌躇。因为地球科学的发展进入 20 世纪之后，由于科学研究的深入，其门类日渐增多，新的学科不断出现，分支也日渐细密。我只好就我之所知对有关方面作一简单介绍。其内容则只限于与地球科学有直接关系的地质、地理学中有关的事件与人物。

人类在地球上生存已有 300 多万年了。生产劳动的进行使人类不断地改变和认识了自己，也使科学技术的出现和发展成为可能。适应环境、求得生存的本能，使人类最大限度地发挥着自己的聪明才智，对地球无限制的求知欲，充分地表现了这一认识过程的轨迹。经过了长期的探索，人与地球的对话通过真正意义上的科学探索成为可能。这一点，在今天已成为毋庸置疑的事实。科学技术的发展正加速着人类对自然界的认识。地球科学的发展就说明了这一点。在 20 世纪的今天，取一面历史的镜子鉴前启后，我想这是主编者的立意。作为科学史的研究工作者，把有关这方面的常识与知识告知读者，也确是一种责任。这也是我编写这本书的初衷。

此书的编写得到了科学史专家李鄂荣先生、陶世龙先生的悉心指导。在此，我对两位先生表示衷心的感谢。由于时间仓促，材料的掌握或有挂一漏万之嫌，对本书编写中存在的问题及错误，还望读者不吝赐教。在此表示谢意。

陈宝国

A4B40/05

目 录

一 我们所认识的地球	1
二 地球生命的循环系统	7
三 水火之争	13
四 霍尔爵士的实验主义论证	21
五 灾变论与渐变论之争	25
六 灾变论学者居维叶	29
七 渐变论学者莱伊尔	35
八 固定论与活动论之争	40
九 “地质调查之父”盖塔尔	45
十 关于地层	50
十一 关于地层的划分	54
十二 关于化石	59
十三 地质年代与年代地层	64
十四 地下宝藏之一——岩石	71
十五 地下宝藏之二——矿物	79
十六 奇妙的地质作用	91
十七 外动力地质作用	93

十八	内动力地质作用	97
十九	地球收缩说与膨胀说	101
二十	关于地台	107
二十一	关于地槽学说	111
二十二	大陆漂移说	117
二十三	三个重要发现	125
二十四	关于海底扩张学说	131
二十五	关于板块构造学说	138
二十六	关于地图	146
二十七	“北京猿人”的发现	153
二十八	哥伦布	159
二十九	麦哲伦	163
三十	划时代的人物——洪堡	168
三十一	李希霍芬	175
三十二	沈括	180
三十三	郑和及其七次下西洋	187
三十四	徐弘祖与《徐霞客游记》	192
三十五	丁文江	199
三十六	翁文灏	205
三十七	李四光	210
三十八	竺可桢	215

三十九	葛利普	220
四十	黄汲清	226
四十一	袁复礼	231
四十二	地质力学	237
四十三	关于多旋回学说	241
四十四	断块构造学说	245
四十五	关于地洼学说	249
四十六	科学时代的地球科学	252
	参考书目	260



—

我们所认识的地球

当你站在高高的山顶，望见那茫茫的云海，透过那轻纱般的云雾，映入眼帘的是那突兀错落的峰峦、充满生机的森林、一马平川的平原；当你站在海边，在黎明前的苍茫中，望着那水天一色的远处，血色的太阳涌动着出现、跳跃着升起，你是否感觉到你的生命在被注入新的生机，你会伸展双臂去拥抱一个新的黎明，拥抱人类的母亲——大地。

地球是人类赖以生存的地方。不管宇宙中是不是还可能存在其他有生命的行星，但我们知道，在太阳系中，我们生存的这个地球确是特别适合于生命的存在和发展的。地球是我们人类居住的星球，是太阳系的九大行星之一。它最重要的特点之一，就是地球与太阳之间的距离为 1.496 亿千米（即一个天文单位）。这是一个十分美好的距离，在这个距离之内，地球从太阳所射出的光线中吸收的热量与地球辐射到宇宙中去的热量，恰好达到一个平衡程度，而这个平衡程度正好使地表的温度能够让地球表面的水呈液态的形式存在。我们知道，水（指液态水）对于人类是多么重要，液态水对地球上绝大部分生命的存在是必不可少的，并



且，在生物生命的起源和演化过程中是不可或缺的。在地球的表面结构中，有一个外部圈层，它是由大气圈、水圈、岩石圈、生物圈组成（关于这几个圈层，在下一篇中专做说明）。这几个圈层的对立统一构成了地球以及地球上生物的存在和运动。地球上大气性质对生命的发展是非常有利的，自从地球上生命存在以来，生物作用一直在控制着大气成分的变化，特别是植物利用太阳能把二氧化碳和水转变成有机碳化合物和氧气的光合作用，提供了人类赖以生存的氧气。太阳为地球生命提供了足够的能量。

太阳能除了为地球生物的生存和生物作用提供动力以外，太阳能还是许多重要的物理、化学地质运动的动力。像我们非常熟悉的风、水、冰以及生物界的运动、变化，都离不开它。如果没有太阳的热能，地球的表面就不会有一望无际的湛蓝的海洋，也不会有川流不息的江河，更不会有葱郁的森林，整个地球将是一个毫无生机的宇宙物质。

正因为地球是我们人类的栖息地，对地球的认识自然成为科学发展所要不断探索的课题。随着人类与自然界的斗争，实践活动丰富了对地球的了解，科学技术的发展，又为人类解开地球奥妙之谜提供了可能。

早在公元前几个世纪，古希腊的天文学家们就对地球发生了兴趣，他们对地球做了许多的观察。在夜晚，他们遥望夜空，用肉眼观察天上的星星，观察到肉眼可辨认的星星在不同的地方看上去并不都是一样的。他们还观察到在月食的时候，地球投在月球上的影子是圆的。他们还注意到，出海的船只，会渐渐在地平线上消失。因此，他们得出了一个结论：地球不是平的。

大约在公元前 250 年的时候，一位名叫伊拉多塞恩斯的希腊

天文学家作了一系列的观察。他住在埃及塞尼城北面 800 千米的亚历山大城，为了证实地球不是平的，特地在塞尼城观察到了在不不论任何年份的 6 月 21 日的中午，太阳的位置都是在塞尼城的正上空，根据这个事实他推断，在那个时间阳光照射下的建筑物是没有影子的。他还认为在那个时间，可以在深井底部的水中看到太阳的反射。由此他论证任何年份的 6 月 21 日中午太阳不在亚历山大城的正上方，而是稍稍向南偏斜（见图 1）。他测量了午时亚历山大城建筑物的影子的长度，确定了这时太阳的位置是处于子午线方向向南约 7.2° 处。由此他证明地球不是平的。紧接着，他做了一个假定，他要进行地球测量的试验。

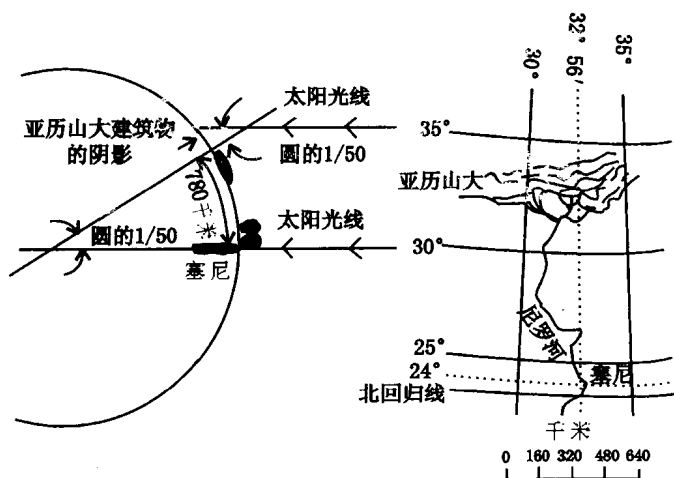


图 1 伊拉多塞恩斯对地球周长的测量

他根据地球不是平的这一论证，假定地球是圆的，而后用塞尼城至亚历山大城之间的距离乘以 50（因为他所观察到的亚历山大城正午时太阳与子午线的角度为 7.2° ， 7.2° 是整个圆 360 的

1/50), 从而算出了地球的周长为 40 000 公里。伊拉多塞恩斯的试验是成功的, 他所计算出的地球的周长数字与真实的距离出奇的接近 (地球赤道周长为 40 075.7 千米, 子午线周长为 40 008.08 千米)。这位伟大的希腊科学家的试验, 作为巨大的科学成就被载入了史册。

1980 年国际大地测量和地球物理联合会公布了地球形状的主要数据:

赤道半径: 6 378.137 千米

两极半径: 6 356.752 千米, 平均半径: 6 371.0121 千米

扁率: 1/298.257

赤道周长: 40 075.7 千米

子午线周长: 40 008.08 千米

表面积: 5.1010×10^8 千米²

体积: $10\,832 \times 10^8$ 千米³

平均密度: 5.518 克/千米³

地球是太阳系的九大行星之一。地球绕地轴自转, 同时又绕太阳进行公转, 还随着太阳系在星际空间运行。地球自转的周期 (一恒星日) 为 23 时 56 分 4.1 秒, 自转的速度为 0.465 千米/秒; 地球绕太阳公转的周期 (一恒星年) 为 365 日 6 时 9 分 10 秒, 公转的速度为 29.97 千米/秒。

地球的形状经过科学测定为扁率不大的三轴椭球体 (地球椭球体), 它赤道突出, 两极稍扁。根据人造地球卫星测定, 地球的形状不同于一般的扁椭球体, 而更接近于梨的形状, 所以又称它为地球梨状体 (见图 2)。

长期以来科学家通过复杂的气象观察和近年来对人造卫星轨道的研究, 都使我们对地球的性质有了更进一步的了解, 地球几

乎是个球体，平均半径为6 371千米，为什么赤道突出而两极出现扁平的状态，这种情况的出现是与地球的旋转有关的。

我们知道地球在旋转时，地球的质量是做曲线运动的，质点离旋转轴越远，运动越快。依据惯性定律，在没有外力作用的情况下，质点是做直线运动的。在这种情况下，地心的吸力使地球在旋转时保持不破，才不会出现向四面八方飞散的情况。

地球的构造可分为两部分，内部构造和外部构造。这两部分都是有层圈的特点。地球的内部构造即指地球的固体部分，它可分为地壳、地幔、地核；外部构造则有水圈、大气圈和生物圈。在地球的表面，海洋覆盖了大部分面积，占地球表面积的70% (3.61×10^8 千米²)，而陆地则只占29.2% (1.49×10^8 千米²)。而且，在地球的表面，陆地和海洋的分布也是不均匀的，其中65%的陆地集中在北半球，所以北半球又有“陆半球”之称，而南半球陆地面积较少，则有“水半球”之称。

地球的内部具有密度、压力、重力、地磁、弹性、地热等性质，我们称之为地球的物理性质。科学家们通过对地球物理性质的研究，可以了解地球内部物质的成分、温度、压力的状态及其变化的规律，以便更好地认识地球，开发可供人类利用的自然资源为人类服务（见图3）。

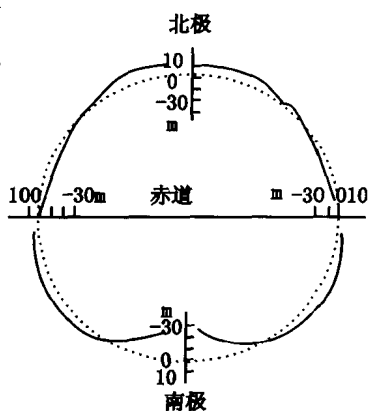


图2 大地水准面和扁球面。实线为大地水准面。虚线为理想球面。（比例尺已夸大）

我们生活在这个美丽的地球上，地球本身聚集了大量多种可供人类利用的资源，对这些自然资源的开发利用，是人类所面临的重大课题。随着地球科学的发展，我们对地球内部各部分所含化学元素的种类和数量有了更多的了解。通过对岩石、矿石的化学分析，科学家们已经掌握了大量地球表层的化学成分。根据近 100 年来的研究，现在知道组成地壳的元素约有 92 种，这些元素在地壳中的平均含量和空间分布是很不平均的。了解这些元素成分、分布是地质科学家们探索矿产资源的重要手段。

关于地球的外部构造，我们将在另外一篇介绍。

地球是我们人类的家园。在地球这个神秘的星球上，人类用勤劳和智慧改变着自己，也在改变着地球。地球科学的研究就是我们了解地球、探索地球奥秘的钥匙。地球科学家的责任就是运用知识的力量、科学的方法，在地球上耕耘，开发和建设这个人类的家园，使之更加美好。朋友，欢迎你也加入这个行列，为我们共同的愿望做一番努力。

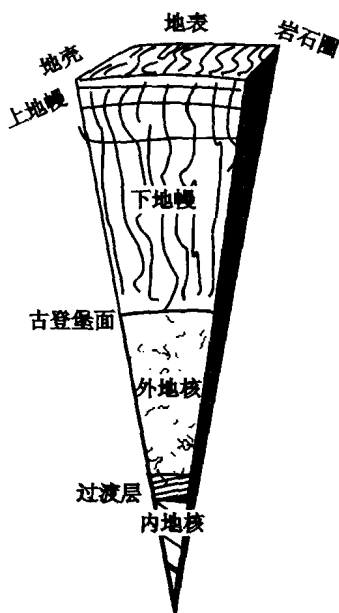


图3 地球内部圈层示意图



二

地球生命的循环系统

在广漠无垠的宇宙中，环绕着天球有一条乳白色的亮带，这就是银河。古往今来，银河使生活在地球上的人对它产生无限的遐想，在中国的古代，人们用天河、星河、银河等富于幻想色彩的名字称呼它，在英语中，银河“Milky Way”直译出来的意思，就是“乳白色的路”。

随着人类对自然界的认识，现在我们知道，这条乳白色的亮带就是银河系，它是包括太阳系在内的恒星系统在天球上的投影。在银河系中，太阳系是这个家族的一个成员；而我们生活的这个星球——地球，又是属于太阳系家族的一个成员。

在这里，因为我们主要探讨的是地球科学，所以对深邃奥妙的宇宙的认识，只有留待天文学家们去做探索和解释了。如果你也是一个天文爱好者，你可以毫不犹豫地加入这一行列。不过，对地球科学的了解，你最好也不要放过。有关这方面的知识，将会有助于你对科学知识的积累，或许它会给你一把钥匙，有助于你成为一名学识渊博的自然科学家呢！

我们都知道，世界上任何一个客观物体的存在，都有它存在

的条件，矛盾存在于一切事物中，这就像我们人有自己的运动系统、消化系统、循环系统、呼吸系统、排泄系统、生殖系统、神经系统、感觉系统一样，配之以我们生存的外界环境，就形成了人类生命的循环系统。

地球也有自己的存在方式，因为它也是矛盾的客体。

地球是静止的吗？不是！由于地球引力的作用，在我们的感觉中它是静止不动的。实际上，地球上的一切都处于无休止的运动之中。地球表面的自然界按照物质存在的形式来划分，可以分为四个方面，即：大气圈、水圈、岩石圈（包括土圈），还有生物圈，它们之间有着相互联系、渗透和相互作用的关系。

地球的外界是被称为大气的大气圈所包围着，对于这个大气圈的概念，其实很早以前就有了，但是，人们对它的认识，尤其是对它层次的认识，曾经很模糊，有人认为它的层次是均匀存在的。本世纪以来，随着科学技术的发展，科学家们利用气球、火箭、人造卫星等探测工具对大气圈进行考察后，知道大气圈随着高度的变化，分别由对流层、平流层、中间层、热层和外逸层组成。

大气在地球表面的密度，在标准状态下每升重 1.293 克，随高度变化，愈向上愈稀薄。在大气圈内大气总体的质量约为 5.3×10^{18} 千克，约占地球总质量的百万分之一。在大气总质量的 90% 之中，主要集中在离地面高度 15 千米以内的对流层，这个对流层与我们人类的关系最为密切。

对流层也被称为大气边界层。对流层与地球表面的相互作用和影响较之于其他各层要更加强烈。对流层的温度一般随高度的变化而变化，由于它与地球表面直接接触，所以它的大气流动受多种因素控制，并有季节的变化，夏季增大，冬季减小。与人类



生活有直接关系的风、云、雨、雪、雷暴等自然现象，都发生在对流层中，这其中对流层中的大气对流活动较强的原因，同时也与对流层的活动受地球表面状况的影响有关。

对流层为什么会发生对流呢？根据气象学研究，在大气流动的多种因素中，气压差起着决定作用。在绝热的状态下，气压差（ ΔP ）同高差（ ΔZ ）、密度（ ρ ）、重力加速度（ g ）成比例，在静力平衡时它们之间的关系可通过关系式： $\Delta P / \Delta Z = \rho g$ 来说明。当低处气压大于高处气压而产生一个向上的推力，而空气本身的重力产生一个向下的引力刚好与这个推力相等时，就会出现一种暂时的平衡。这种暂时的静力平衡，是在绝热的条件下出现的，因此，只要失去这一绝热条件，平衡马上被打破，从而引起空气的流动。这样在对流层中就产生了一系列对流环，尽管有地球表面形态的影响因素，大气对流的主要原因还在于对流层本身所存在的矛盾性。

水是我们人类生存离不了的一种物质。

水圈的概念，我们可以理解为地球表面上的海洋、河流、湖泊以及地面下潜伏的地下水等是包围着地球的一个连续的水层。然而水圈比大气圈要复杂，水在不同的条件下可以呈现出气体、液体、固体三种形态，并且在一定的条件下相互转化。组成水圈的主要化学成分有氢、氧，另外还有氯、钠、钙、镁、钾、二氧化碳等。

那么支配水不断运动的基本矛盾是什么呢？一方面是地球引力作用。我们经常所说的“水往低处流”就是这种地球引力的结果。陆地上的冰川，地表水和部分地下水是从高处往低处流的，大气中的液态和固态水以降水的方式落向地面就是这种结果的表现。另一方面，由于太阳辐射引起水的蒸发和升华，将地表的液

态和固态的水转化为气体，送到对流层中，由此形成水的矛盾循环过程。

占地球表面 71% 的海洋中的海水，大约占了水圈中水的总量的 97.2%，可见海洋与我们人类的关系是非常密切的。现代海洋学告诉我们，绝对静止的海水是不存在的，对海洋、水圈的研究，将有助于人类对自然的认识和对人类自身的了解。

我们生活的地球，有一个平均厚度达到 33 千米的岩石圈层，这就是我们所说的岩石圈，也就是地壳。地壳的厚度变化是很大的，一般来讲，大陆山区较厚，可达 70~80 千米（比如我国的青藏高原厚度达到 65 千米以上），海洋部分较薄，厚度只有 5~8 千米。地壳分为上下两层，上部为硅铝层，化学成分以硅、铝为主，也就是地质意义上的花岗岩质层。花岗岩质层在地壳上部表现为不连续的分布，厚度一般在 0~22 千米，在陆地上较厚，基本上与地形高度成比例，在海洋底部则较薄或者缺失。地壳的下部为硅镁层，化学成分以镁、铁为主，也就是地质意义上的玄武岩质层。玄武岩质层在地壳下部表现为连续的分布，深达地下 20~80 千米，各地不等。

人们一般喜用“坚如磐石”、“稳如泰山”这样的比喻来形容人的信念或表现。其实，由于岩石圈中充满矛盾，它在时间的长河中表现为既不坚也不稳。在岩石圈的表面，太阳辐射和地心引力，仍然在同时起作用。由于太阳对地球辐射的时间和空间的不平均性，引起由太阳提供动能的大气和水的各种形式的运动，使得岩石失去了稳定性，而遭到风化、剥蚀、搬动等的影响，又由于地心引力的作用，使得岩石圈只能停留在暂时的稳定性上，而长期处于不稳定矛盾状态之中。科学家们为了了解和解释岩石圈的地质成因，曾出现了两种对立的见解，这就是我们将要另篇介