

生 命 和 能

〔美〕 I. 阿西莫夫 著

黄 渝 生 译

科 学 晋 辰 出 版 社

内 容 提 要

本书系美国著名科普作家 I. 阿西莫夫所著的中级科普读物之一，其主要内容涉及物理、化学、生物化学方面的基础知识。

全书以寻找生物与非生物之间的差别为话题，步步深入，层层展开，一环扣一环地介绍了与生命和能有关的力学、光学、热力学、原子理论、有机化学、生物化学和生理学等方面的知识，尽管内容十分广泛，资料非常丰富，但首尾相顾，结构严谨，饶有情趣。

内容的编排分为一、二两部分：第一部分着重介绍物理学等方面的知识；第二部分着重介绍化学和生物化学等方面的基本知识、基本概念以及它们之间的相互联系。

本书可作中学教师、学生的课外读物，也可供大学低年级学生及对物理、化学等基础知识有兴趣的广大读者阅读。

LIFE AND ENERGY

Isaac Asimov

Doubleday & Company, Inc., 1962 年

* * *

生 命 和 能

[美] I. 阿西莫夫 著

黄 渝 生 译

封面设计：洪 涛

*

科学普及出版社 出版(北京白石桥紫竹院公园内)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷一厂印刷

*

开本：787×1092 毫米^{1/32} 印张：12^{3/4} 插页：1 字数：282 千字

1981 年 2 月第 1 版 1981 年 2 月第 1 次印刷

印数：1—14,700 册 定价：1.10 元

统一书号：13051·1146 本社书号：0169

译 者 的 话

I.阿西莫夫是当代美国最著名的科普作家之一，迄今为止，他已写了将近 200 部科普书籍和科学幻想小说，成为一位蜚声国际科普文坛的创作大师。阿西莫夫生于 1920 年，青年时期曾从事生物化学研究，获过哲学博士学位。后来他感到自己在科普创作上有更大的前途，于是转向科普写作。从 1950 年出版他的第一部作品《天空中的水晶》起，他每年平均写六、七本书，是一位多产的作家，至今仍然活跃在科普文坛上。他的不少作品已翻译成中文，为我国广大读者所熟悉。

阿西莫夫的科学知识是十分广泛和渊博的，他几乎对数、理、化、天、地、生各大学科的基础知识及发展史都有较全面的了解，这就为他创作形形色色的科普作品和科学幻想小说提供了丰富的源泉。阿西莫夫的著作文字朴实简练，通俗易懂，他善于用深入浅出的语言来描述复杂抽象的科学原理，把枯燥的概念描写得生动有趣。他的作品逻辑严谨，首尾呼应，整体性强，这就使一般读者不仅容易看懂，而且能够自然而然地随着作者的思路被带进书中，从而吸取到有益的科学营养。

《生命和能》是阿西莫夫 1962 年的作品。这本书从寻找蜥蜴和岩石、生物与非生物的区别入手，提出了为什么说蜥蜴是活的，而岩石不是活的；继而提出了诸如机器运动和人体运动有什么区别，它们的能量由哪里来；食物是怎样为人

体提供能量的，人体又是如何支配这些能量的，等等一系列有趣的问题。通过一步步解答这些日常人们颇感兴趣的问题，从而向读者介绍了物理、化学、生物化学等方面的基础知识以及有关的科学发展史、著名的科学家和他们的历史功绩。这就为一般读者学习科学知识，了解一点科学史提供了有价值的参考材料。特别对于青少年读者，这是一本很好的课外读物，它可以帮助青少年更好地理解和巩固课堂学习的知识，把在学校学到的数理化知识系统的串联起来，并引导学生们向更广阔的科学领域里去索求。这本书的结尾指出了人类对能源的依赖关系，并从这个角度出发，计算了世界人口的允许极限，大胆地憧憬了人类在高度掌握能源技术和生命科学的基础上，有可能不再受地球的束缚，而自由地移居到其它星球上，以宇宙为家。这可能是科学幻想，也可能是提前绘出的一幅人类的未来图画。

本书第一部分承沈国镠副教授审校，第二部分承张迺衡副教授及徐毓明同志审校，在此一併表示衷心感谢。

译 者

1980 年 6 月

目 录

第一部分 能

第一章	人们的探索·····	(1)
第二章	火的重要性·····	(15)
第三章	运动的测量·····	(30)
第四章	热的测量·····	(44)
第五章	热的流动·····	(56)
第六章	运动的粒子·····	(70)
第七章	粒子的结合·····	(87)
第八章	反应热·····	(103)
第九章	反应方向·····	(118)
第十章	电的路线·····	(131)
第十一章	反应是怎样促成的·····	(146)
第十二章	没有能量怎样促成反应·····	(167)

第二部分 生 命

第十三章	又回到生命与非生命·····	(178)
第十四章	空转速度·····	(193)
第十五章	生命的催化剂·····	(208)
第十六章	细谈蛋白质·····	(221)
第十七章	弱引力·····	(242)
第十八章	酶的作用·····	(260)
第十九章	有关的知识·····	(283)

第二十章	不靠空气生存的生命·····	(301)
第二十一章	磷酸盐的重要性·····	(312)
第二十二章	电子的转移·····	(329)
第二十三章	靠空气生存的生命·····	(342)
第二十四章	途径的结合·····	(365)
第二十五章	根本的能源·····	(385)

第一部分 能

第一章

人们的探索

人，十分本能地意识到世界上其它物体和他自身之间的区别。几乎所有的民族文化都认为惟独人自己是天地万物之灵，也许只比神仙、妖魔、天使以及其它那些超越自然的神灵稍逊一筹，却比他所能看见和接触的万物要伟大和重要得多。

然而，人和非人之间并没有一道永恒的鸿沟，只有一些程度不同的差别。有许多各色各样的东西，都与人共享那种我们称之为“生命”的特权。正因为如此，那些众多的无生命物体与我们的关系就不那么疏远了。

对于我们来说，从我们带有偏见的观点来看，有生命和无生命，似乎无疑是我们能把宇宙万物划分成两大类的最重要的界限。如果只看表面现象，而且是越肤浅越好，那么，把有生命的东西和无生命的东西区别开来是毫无困难的。地上的一块岩石，当然是没有生命的；而在岩石上匆匆爬行的一条蜥蜴，当然是有生命的。

我们是怎么断定的呢？噢，原来石头毫无生气地躺在那

里，一动也不动。它可以遭受来自外界的猛烈进攻，却并不做出反应。若是蜥蜴呢，它很快就逃走了。蜥蜴对它周围的某些因素——太阳，饥饿，危险——是要做出反应的：或者是寻觅阴凉，或者是寻觅食物，或者是寻觅藏身之地。

那么凭借着生物的运动和活动，把蜥蜴（或者是那些苍蝇呀、麻雀呀、土拨鼠呀）与岩石区分开来，就应当说是没有什么问题的了。然而，我们是否确信我们能把牡蛎与石头分辨开呢？或者把小小的种子与大小、颜色都相同的砂子分辨开呢？在任何情况下，我们都能够确定前者是活的，而后者不是活的吗？

实际上我们是能做到的。对于我们来说，牡蛎可能好象是静止不动的，但是它却能张开它的贝壳，把水汲进肚子，把食物粒滤析出来，并排掉渣滓。这是活力表现出来的奇迹，而石头就不能这样。至于种子，虽然它表面上静止不变，但是一遇适当的环境——土壤、水、适宜的温度——它就会变得生机勃勃。它会发芽、生根，长成一株植物。这也是活力的奇迹，而砂粒就不能这样。

但是，为了要对周围环境的影响做出某种反应而不单纯被动挨打，就要求做出努力。“做出努力”，是一个相当难以捉摸的概念，这一点在本书后面还将谈到，现在先让我们顾名思义地以最熟悉的含义来接受这个词组吧。

例如，当我们跑步、爬山、举重的时候，毫无疑问，我们是在做出努力。如果只是静静地躺在床上，我们也是在不断地做出努力，因为每进行一次呼吸，我们就得抬起胸廓肋骨的重量，心脏每跳动一次，就把血液压往全身。肾脏、肝脏以及其它器官，也在从事我们不能直接觉察到的活动，但是它们仍然包含着做出努力。

甚至是静静的植物世界，也在做出那种我们立刻就能承认的努力：当鲜花开放时，当嫩苗迎着阳光生长时，或者是当根茎朝着有水的方向下扎根时。

至少我们共同的经验会这样告诉我们，任何岩石，任何无生命的物体都不可能做出同样意义的努力，即使这种努力就连最简单形式的生命都是会做的。我们可以这样假设，那种做出努力的能力，就是区分生命和非生命的依据。进而可以假设，这种能力的丧失，就是我们所说的死亡。

那么，为了了解生命的性质，特别是了解作为生命特例的人体的功能，探究一下“做出努力”这个词组到底有什么含义，似乎是明智的。本书正是致力于这种探索的。

如果我们首先假设一切有生命的物体都能做出努力，接着就可以问道，人有什么方法可以在这一点上把他自己与其他生物区分开呢？

首先映入我们头脑中的区别，可能就是人类比其它生物更聪明。人类能以对未来的偶然性事故持有比其它物种更为清晰的洞察力来组织他的努力。人种植谷物，并用几个月的时间、尽很大的努力进行辛勤的管理，虽然这一切并不能立刻得到回报，但这种努力最终将保障他们在冷酷的冬天得到食物供应。那时，其它动物就不得不迁居，或者冬眠，或者节食，或者挨饿。

人类用了大量的字眼来形容这种有目的的努力。在英语中，用了像“work(工作)”，“toil(干活)”，“labor(劳动)”，“drudgery(做苦工)”，“striving(奋斗)”等等字眼。物理学家用“做功”这个最通用的字眼，来形容通常做出努力的结果。

从某种意义上讲，这个字眼是不适宜的，因为在普通语

言中“做功”^①的意义带有很大的心理成分。打一局网球，可能比按字母顺序排列一套档案卡片要做出更多的努力。但是我们习惯地认为后者是在“工作”，而前者不管是“娱乐”，是“比赛”，还是“训练”，都不能认为是“工作”。另一方面，我们可以努力地去举很重的重物，但却举不起来，我们就声称这是“困难的工作”。

如果科学家打算避免出现混乱，他们就不能允许用心理上的解释来篡改他们所采用的术语。为了进行有意义的“做功”，他们就不得不给它下一个不受人的看法影响的数学定义。这个数学定义要求科学家说出，当你拼命举一个很重的重物而又举不起来时，你并没有对这个重物做功。

当然，科学意义上的做功和一般意义上的工作有什么区别，可能使初学者感到很费解，要是一开始科学家就能为此目的创造一个新字眼，那就会好得多。但是没有这样做，仍然用了同一个词。后面，我将设法解释做功的科学含义，但是目前我们可以直观地认为，做功通常就是做出努力的结果，就可以了。

科学家还发现，采用一个术语来表达任何物体做功的能力是合宜的。为此，采用了“能”这个字。本来它只有“能动性”的意思，是从一个意思为“有活动力的”希腊字“energos”来的。但是，这个希腊字断开为 en(在)和 ergon(做功)，于是乎具有“能”的那些东西，就可被设想为具有“做功的本领”的意思。另外，能的科学定义是明确的和精确无疑的，然而目前我们仍可以相信我们对这个字的直观理解。

如果一种生物能够“做出努力”，“能”就是它所需要的某

① 在英语中，work 这个词通常的概念是“工作”，其物理概念则为“功”或“做功”。——译者注

种东西。然而“能”还有更广泛的意义。一种非生物可能是不能够做出努力的，但是它却具有能。一块在悬崖边上摇摇欲坠的大石头不会做出努力自己掉下山去，但如果用手推它一下或被狂风吹一下，它就能够滚落并摧毁山崖脚下的一幢房子，假定正好砸中了的话。它做了功，因为它曾具有能。

从这个意义上看，本书一开始就谈到的蜥蜴和岩石的区别在于，蜥蜴所具有的能，可以将自身的愿望转化为功，以适应它自己的需要，而岩石所具有的能，除了对某种外力作出反应之外，就不能变为功。这是区分“做出努力”和“不做出努力”两者差别的一种更为转弯抹角的方法，但是，是一种较好的辨别方法。

现在，由于把“功”和“能”这两个词引了进来，那么，就让我们先回到人和其它形式生命之间的差别这一话题上来吧。我们现在可以说，人为了未雨绸缪而付出能并且做功。

这真是人和其它形式生命之间的差别吗？海狸不也筑坝，松鼠不也贮存坚果，蜘蛛不也织网吗？

对于我们，好象这就是不可比的。在这些情况下，或者在任何其它“低级动物”的情况下，没有任何东西能像人那样深谋远虑。差别是如此突出，以致人必然要把自己明白无误地单列一类。

所以，我再说一遍，对于我们来说，情况好象就是如此。但是，这种对我们来讲是如此明显的差别，是否有可能是由于纯粹的偏见和自负而造成的呢？设想一个其它星球的生物来到地球调查生命，它除了发现程度不尽相同之外，会不会真正发现蜘蛛结网和人向海里撒网之间存在什么区别呢？

如果我们能够找到存在于我们本身和其它所有生物之间的具体的、有形的、甚至对地球以外的那些最遥远的生物都

是清晰可见的差别，那会是很有意思的，而且对于我们的自负也是一个安慰。我们已经开始设法使这种差别表现在我们对能的利用方式方面，这是堪与其它生物相比较的。我们可以进一步来探索这一点。

一种办法就是从头开始，那时处于进化过程中人与其它动物并没有很大的差别；然后随着人类文化的发展，设法找到明白无误地产生出差别的那一点，并且找出这种差别是什么。

要这样做，就迫使我们不得不进一步探索“能”和“功”的含义。这就又导致我们更进一步了解到生命的机能。截至现在，我们给它的定义还只是“做出努力的某些东西”。

于是，我们要问的问题不是人为了什么目的而付出能量，因为这一点是很难向来自地球以外的来客做解释的，而是人用一种什么方式付出能量。

首先，人在付出能量做功时，他只能按某种确定的最大速率来干。如果他打算举起二十块每块重二十五公斤的石头，并把这些石头挪到一百米远的另一地点，他是能够做到的。这样做使他可以慢慢地搬动石头，并在搬石头的间歇中休息一会儿，以便使身体以与付出能量的相同速度重新恢复起劲头。这样，通过谨慎地安排他自己的努力并且足够缓慢地工作，一个人就能完成这项工作，甚至可能把任何合理数量的岩石搬到任何合理的距离之外。

但是，如果这二十块二十五公斤重的石头合成半吨重的一块巨石，那么一个人就不能够把它举起来了。一个人不可能积累起足够的能量，并且足够快地把它支付出来，以便一下子就举起一块半吨重的大石头。科学家把支付能量的速率称为“功率”。于是我们可以说，虽然一个人拥有足够的能量（给以足够的时间）举起一块半吨重的巨石，但是他却并不具

备足够的功率来做到这一点。

就此而言，人与其它动物是相象的，并没有什么区别。人比猫或老鼠之类的小动物具有较大的功率，但是比马或大象之类的大动物则具有较小的功率。任何动物，不管他有多大，也只能发挥出一定的功率。

在尽量更有效地利用能量的过程中，生物确实取得了进化。例如，试图靠咬合两张扁平的牙床而把被捕食动物的坚韧肌肉咬透，是办不到的。但是，在牙床上长上坚硬锐利的牙齿，那么咬合上下颚的能量，虽然并不比先前的大，就集中到这些坚硬的齿尖上了。虽然总的出力是相同的，但是每单位接触面积上的出力就要大得多。因此在接触点上就可把肌肉咬透。锋牙利爪的老虎成了可怕的捕食其它动物的猛兽，而高头大马，虽然它所支配的总能量比老虎还大，却是容易受害的牲畜。

一种生物可以按照许多种形状来创造，以大大有效地利用它所拥有的能量，以致游水，奔驰，甚至飞翔都成为可能了。但是在任何情况下，支付能量的速率仍然是有所限制的。

一种生物，在没有被创造成某种以特定的方式来最有效地利用它自己的能量时，就可能利用外部物体（工具）来达到这一目的。在非人类的其它物种中，这并不是一种共同的习性，然而却也不是闻所未闻的。飞鸟可以用石块砸开蜗牛的硬壳，甚至昆虫也可以用石子垒筑隧道。但是，人和各种各样绝了种的类人物种，迄今在利用工具方面超过了一切其它生物，以致低级动物在这方面的全部成就都可以不在话下，人可以被定义为“使用工具的动物”。

当早期的人类不再象低级动物那样，仅仅使用碰巧找到

的合用的物体来作为工具，而开始自觉地制造锋利的石器时，决定性的一步到来了。

工具可以是这样一种装置，它使施加在某一点的能量以更有用的形式，传递到另一点或者另一方向。在这一意义上，这把工具就是一种“机械”。我们通常把机械想象得很大，结构很复杂，其实不然，数千年来人类使用的实际上都是简单机械。

最简单的机械之一是杠杆。设想把一根木杠的一头插在一块半吨重的大石块下，并在附近用一块小石头作为木杠的支点（见图1）。在支点的另一边有一节长长的杠子。如果你把木杠的这一头朝下压，那么，你所施加的作用力就会在杠子的另一端变成朝上的推力。它起的作用和跷跷板——说到底也是一种杠杆——的作用是一样的，在玩跷跷板的时候，一个小孩朝下压而把另一个小孩朝上抬。

推力方向的改变就足以使杠杆成为一种机械，然而并不仅止于此。杠杆短的一端朝上运动的距离比长的一端朝下运动的距离要短，但是在短的一端的力^①却相应较大。这两端所受的力与其各自移动的距离的乘积是相等的。这就是杠杆原理，是由公元前三世纪的一位希腊数学家阿基米德首先发现的，当然在知道这个原理之前，人类早已有效地利用杠杆达数千年之久了。

如果杠杆长端是短端长度的十倍，那么当你把长端向下压1.5米^②，那块大石头就会朝上抬起0.15米，杠杆两端运

① 推或拉所包括的出力量，可以用来作为“力”这个字的初步定义。力这个字有精确的科学含义，我们将留待后面再谈，在这里我们暂且只直观地对待它。

② 为了读者阅读方便，将书中用英制单位的地方改为国际单位制。

——译者注

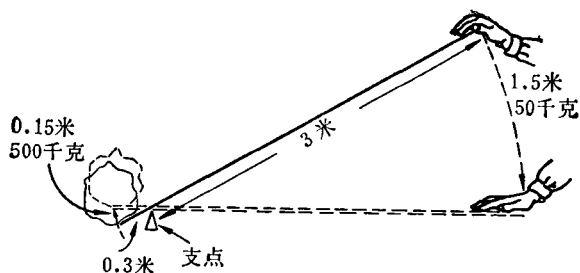


图 1 杠杆

动的距离是同杠杆两边的长度成比例的。另一方面，同它们所受的力则成反比。你只要在长端施加抬石头所需力的十分之一，就能在短端把石头抬起来。换句话说，你可以用 50 千克的力向下压 1.5 米，从而使 500 千克重的石块抬起 0.15 米。这是以阿基米德原理为依据的，因为 50×1.5 等于 500×0.15 。

作用在杠杆两端的总能量是相等的，但是你付出能量使 50 千克重物移动 1.5 米是力所能及的，而直接把 500 千克重物移动 0.15 米就超过了你身体的支付能力。因此，你要是使用杠杆，就能抬起一块大石头；要是不使用杠杆，就不能使它动一动。阿基米德有一句名言来表达这一点：“给我一个支点，我就能挪动地球。”

早在史前时期，人就发明了其它简陋工具，用来把支付能量所必须花费的力气减小到力所能及的水平。发明了轮子、滑轮、尖劈、斜面等。

但是，这样的工具或者机械决不会增加人所拥有的总能量。虽然就是这类工具，而再没有更多的玩艺儿，使古代埃及人能够建起金字塔，使古代中国人能够筑起万里长城，但

是这一切却是以数以万计的人们被迫干几十年劳累至极的苦役为代价的。

当注视着埃及采石场上和沙漠中成群的人缓慢地、艰辛地、一块石头接一块石头地筑起大金字塔的时候，我们的天外观察家也许并不能看出这与白蚁筑土山之间有多大的区别。实际上，白蚁山同一只白蚁相比较，比起大金字塔同一个人相比较还要伟大，这个天外观察家可能对白蚁山的印象更为深刻一些。诚然，人制造了简单的工具，而白蚁的工具只是它的身体，但是天外的观察家可能认为，在人这方面所拥有的那种更富有独创性的特征是有趣的，但并不是至关重要的。

尽管在史前的多少万年中，人发展了工具，但是他仍然像白蚁那样，一直受到他自身身体所拥有的能量的限制，所以在这两者之间，我们仍然不能找到一种基本区别。

要在较短的时间内，做出比人和人用手工工具所能做出的还要大的功，那就要有比人体所能提供的更大的功率。要达到这一点，办法之一就是驯服野兽。

已经不能找到史前驯化野兽的起源了。这样的起源也许是由于偶然的交往而开始的，在这种交往中，一些特定的动物作为食腐动物，它们最初是偷偷在篝火周围徘徊着寻觅残食，后来为了娱乐和相依陪伴而开始被驯化了；就象孩子们出于喜欢而仍和海龟、甲虫、鼯鼠以及其它相异的爱物厮混在一起一样。

最终，人开始把这些动物圈养起来，并且把由于自然增殖而剩余的动物用于各种目的：肉用来吃，毛皮用来穿，牙齿和骨头用来做装饰品和工具，等等。

同样，也许就是在这数千年中，植物也可以说被驯化

了，农业技术开始出现。起初，人们多少是根据觅食谋生的方式而分成一群一群的狩猎者或食物采集者，而现在，他们开始耕种和饲养他们的食物，因而分别分成农民或牧人了。这就意味着，在一块固定的土地上可以养活更多的人，特别是随着农业的发展，人类出现了第一次“人口激增”。

除其它用途外，驯养的动物还可以被用来作为与人一道工作的伙伴。那些个头比人还要大，并且气力更大的动物，是特别有用的，尤其是因为它们能以粗食为生，而人是不能吃那样粗糙的食物的。另外还因为，经过适当的处理，例如阉割，它们能变得比奴隶更驯服和更顺从。

在史前时期和文明时代初期，最普通的曳引牲畜是驴和牛，这些牲畜表明，它们能提供的能量比同样数量的人提供的能量，要大二至七倍。马更有些用，可大到十倍，但是直到公元 1000 年的时候欧洲才发明了马轭。从那以后，马才被套上辕具拉货而不至被勒死。

如果马不能用来拉货，则可以用来骑，因为马的身体比人的身体更适宜奔驰。一匹马，即使是有一个人在上面，也比一个徒步的人要跑得快。实际上，任何比骑马还要快的陆地行驶方式只是在一个世纪稍多一点以前才发展起来的。

虽然对牲畜的利用增加了支付能量的能力，但是，即使是把骆驼和大象这样的动物都利用起来，增长还不够急剧。在某种程度上，由于必须给它们喂食和照料，也部分地抵消了这种增长，要不然为饲养牲畜而付出的能量，就可以被人用于更直接的需要了。

然而，我们的天外观察家可能仍然把我们对牲畜的利用，看成为只不过是低级动物某些活动的延伸和扩大罢了。

举一个例子来说，海葵有时依附在寄居海蟹的壳上，这