

用物理学探索生命



用物理学探索生命

〔德〕罗兰德·格拉杰尔 著

印佳翔 袁同均 杨 楷 译

王 国 恩 校

吉 林 人 民 出 版 社

用物理学探索生命

(德) 罗兰德·格拉本尔 著

印住翔 袁同均 杨 楷 译

王 国 恩 校

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行

长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 5 1/2印张 101,000字

1983年4月第1版 1983年4月第1次印刷

印数: 1—6,380册

统一书号: 13091·133 定价: 0.41元

内 容 提 要

这是一本内容丰富，结构新颖，文字生动，插图活泼的生物学科普读物。

本书不是泛泛地介绍动植物学、遗传学、分子生物学或微生物学等科学知识，而是放弃传统观念，运用一种崭新的观点——物理学原理和数学方法，深入浅出地描述和解释了生命现象和过程。一些发人深思的问题，比如，为什么大象长得那么大，而田鼠却那样小？为什么水龟能在水上走，而人却不能？数字可以描绘生物外形吗？什么是生物功能和生物能量？何谓生物学的过去、现在和将来？现代生物学家应当是什么样的人？等等，本书都做了耐人寻味的回答。本书还把人们引到分子王国里进行了一次畅快的旅行。这是一个陌生的微观世界，在这里许多司空见惯的概念都失去了原来的定义。分子能看见吗？离子有多大？细胞为什么不能比实际的小？为什么说生命是混乱的宇宙？什么是分子生物学三角？诸如此类的新问题又呈现在眼前。书中不仅讲了生物学，还涉及了物理学（特别是热力学）、数学和工程学知识，阅后开阔眼界，增长知识，并启发人们用新的观点去探索生命的奥秘！

本书根据德国柏林大学教授罗兰德·格拉杰尔著的《新时代生物学》（莫斯科世界出版社）1978年俄译本译出。适合广大青少年、中学生物和物理教师、专业大学生及生物学爱好者阅读。

俄 译 本 序

最近二、三十年以来，生物学进入了蓬勃发展阶段。生物学许多领域所取得的光辉成就已经导致了“情报的爆炸”。生物学方面的文献逐年在狂潮般地猛增，致使有些直接从事生物学研究的专家也无法及时地掌握生物学的许多新动态和新理论。其他学科的代表人物，面对着浩瀚的生物学资料的海洋也感到束手无策。尤其感到困难的，是那些准备把自己献身于科学的青年人。现代生物学是一门多学科性的学科，而在教科书里只能反映那些经过时间检验的、被确证了的事实和理论。那么，这些青年人应该怎样寻求新知识、开阔自己的眼界呢？他们要想及时了解生物学的进展，最好的办法之一就是阅读有关的科普读物了。

近年来，出版社虽然出版了不少生物学方面的科普书籍，但所有这些都是在讲述生物学中的某些个别专题的，主要是讲述遗传学、分子生物学和微生物学的。

柏林大学教授罗兰德·格拉杰尔所著的、深受广大读者喜爱的这本书，比起其他同类题材的科普读物，至少在下述两方面具有其突出的优点：

首先，作者认为生物学是一门完整的学科，而不是某些

孤立的科学领域。从本书中读者可以了解到生物在不同水平上所发生的各种变化，从分子到动物个体，以至整个生物群落。

其次，本书的主要注意力是放在通常在生物学科普文章中所讨论不到的问题上，而这些问题就是在专门的普通生物学教程里，也只是一提而过。本书着重讨论的问题，同物理学和数学在生物学中的应用有密切关系。

假如不是奥地利的著名物理学家艾·什列丁格尔已经给他自己的一部著名的颇有特色的书取名为《从物理学家的观点看什么是生命》的话，那么罗·格拉杰尔的这本科普读物将满可以采用什列丁格尔所使用的这一书名了。

格拉杰尔倡议用崭新的观点来研究生物学。他全力把读者的注意力引向大量的生物现象和过程上去，而这些现象和过程的机理又是通过数学手段和物理学原理来理解和说明的。这些问题是相当复杂的，以致其中许多问题的道理至今尚未查明。然而，作者采用了引人入胜的，对陌生的读者来说非常通俗易懂的方式进行叙述，这正是本书的最大特点。

当你打开本书读到最初几页时，你就会对作者援引的生物学和技术上的一些数据的对比结果产生极大的兴趣和好奇心。电视塔对我们来说可谓非常高大而结构匀称的建筑了。可以说，设计和建造这样高大的结构，该是多么困难啊！塔高与其直径的比值是20。这比值是大还是小呢？原来，这比值并不算大，因为普通常见的芦苇的高与其直径的比值等于200！有一种昆虫——食蚜蝇，在一秒钟内飞行的距离比它自身的长度要多1000倍。假如飞机飞行的速度也能达到与其

自身长度（比方说机身长为30米）成这样的比例关系的话，那么飞机的飞行速度将会高达每秒30公里（此值约是声速的100倍）。这是否意味着，技术上的实体就如此毫无希望地落后于生物体呢？当读完这本书之后，你就会得到对这样的问题以及其他许多意想不到的问题的答案。

对于孩子们经常提出的“为什么？”之类的天真幼稚的问题，成年人往往是难以回答的，甚至懊丧地摆手回避。为什么苍蝇不能长得象大象那么大？大象能否长得再大些？老鼠为什么不能长得再小一些？作者主张对诸如此类的问题不要害怕，也无须回避。这些奇特而有趣的问题常常会迫使我们不得不寻找另一种新的观点，去观察我们习以为常的周围世界，并从中发现某些新鲜的东西……。

数学确实是万能的。原来，数学可以帮助我们描述生物的外形及其在进化过程中所发生的变化。目前，最优过程理论非常时兴。这种理论不仅能够解决经济学和国民经济管理学中的某些复杂问题，而且在生物学中也获得了广泛的应用。

在现代生物学中还应用了热力学原理。热力学原理能帮助我们解释生物体从哪里获得必需的能量，以及能量怎样在生物体的生命活动中形成、积累和消耗等问题。

读者可以跟随作者到分子的王国里作一番奇妙的旅行。在分子王国里，展现在读者面前的完全是一个陌生的新奇世界。在那里，许多司空见惯的概念将失去其原有的定义。读者将会弄清细胞中蛋白质分子的合成是怎样进行的，也将会明确分子的热运动对于生物化学反应的发生，以及对于生命

本身具有多么重要的意义。

作者在本书里涉及到了极其广泛的问题。但是，十分自然，作者不可能对所有这些问题都进行完全详尽的回答。因为这不仅需要相当多的篇幅，而且其中的许多问题尚待进一步探讨和研究。这里，作者更主要的任务是企图借助此书启发读者对那些只有在具备丰富的物理学和数学知识的条件下，才能求得解决的生物学问题进行探索的兴趣。我们感到，作者的这一苦心并没白费，是较为成功地达到了这一目的的。

《用物理学探索生命》这本书首先是写给中学高年级学生的，摆在他们面前的是一个艰巨而复杂的选择自己的生活道路的问题。我们希望许多数学和物理学知识学得较为扎实的学生，在阅读了这本书之后，将会懂得在现代生物学的广阔领域里，他们可以大显身手，他们的聪明才智能够得到最充分的发挥。我们深信，各位专家——无论是生物学家还是其他学科的专家，也会对本书给予极大的关注；生物学教师将会把本书看做是自己的良友，从中得到开阔视野的教益。

俄译本校者 尤·卡普利切维奇

目 录

引 言	(1)
对比中的大和小	(7)
坐标系上的生物外形	(31)
一切在运动 一切在变化	(53)
生命机构一瞥	(83)
在分子王国里	(117)
代结束语	(149)



引

言

——献给那些虽然并不想成为动物园
园长，但有志于研究生物学的人们。

生物学的过去、现在和将来。 什么人可被称做生物学家？ 生物学家需要懂数学和物理学吗？ 生物学是一门精确的科学吗？ 生物学家只是需要采集和对比吗？ 能否采用别的什么方法来研究生物学？

究竟什么人才算是生物学家呢？不同的人对这个问题的回答肯定是不一样的。有人会说：“生物学家，不就是拿着植物标本采集夹儿和捕捉蝴蝶的捕虫网的人吗？他们都是些怪癖人。”而另一些人却会如此回答：“生物学家是研究人员，他们能创造试管婴儿，并能培育出具有卓著才能的人——未来的超人。”这两种极端的看法同样都是片面的。在这两种看法之间大概还会有许多别的看法。这并不奇怪，因为近几十年来，任何一门学科也没有象生物学这样，发生了许多革命性的变化。现在，生物学正处于变革之中，而谁又能对未来的发展作出长期的预测呢！就连生物学家自己也往往不容易跟得上新的发展趋势，这种趋势发生在与认识生命（运动的最高形式）密切相关的那些科学领域中。难怪一些青年学生，当他们在考虑自己未来的发展方向、选择什么职业更适合于他们的才能和兴趣时，会遇到那么多的困难啊！

到底为什么要研究生物学？是为了将来当个动物园园长吗？让那些为学好数学和物理学而下过苦工夫的人去研究“充其量只不过是生物学”的这门学科，岂不是浪费？

生物学是一门精确的科学吗？

早在很久以前，人们面对着眼前景形色色、多种多样的生物（动物和植物），就曾产生过要探索它们，并把它们进行分类的愿望。于是，生物学便应运而生了。然而现在，某些人中却产生了一种轻视从事采集植物、观察动物的生物学家的倾向。他们说：“那种制作植物标本和采集蝴蝶标本的工作，只适合于少年博物学家和成年人在业余时间去做！”但是不应忘记：现代生物学的任何成就，不论是新型的精神药物制剂、抗生素，还是关于遗传病的知识或者有用的动、植物新品种及其他许多方面的新发现，假如没有我们的前辈们在搜集标本和分类方面孜孜不倦的工作，那是根本不可能获得的。假如我们对形形色色的生物外形及其分类缺乏最详细的认识 and 了解，那么我们现在的一切活动都将不堪设想。虽然日前生物学的重点并不在分类学上，但是，这方面仍有大量的奥秘需要我们去揭示，应当继续把它作为科学探索的课题。

科学家除了要研究生物的分类学，生物的形态学和解剖学以外，还要研究生命活动的机理。后者是有关生物学的一个专门领域，又叫做生理学。为什么心脏需要跳动？所有的动物都有心脏吗？各种动物的心脏都是怎样工作的？动物的生活方式与其器官的功能有什么关系？尽管生理学主要研究的问题是有关生物体结构的原理问题，但其中对比的方法、

系统分类的观点，也是十分重要的。对比的方法，就是在生物学的最新分支之一——生物化学当中也是不可缺少的。生物体都是由各种各样的化学“砖”建造起来的。那么，生物体中进行的都是些什么样的化学反应？为什么需要这些化学反应？不同生物体中的化学反应之间有哪些异同点呢？

现在有一种越来越加明显的倾向，即人们努力试图解释生物体个别组成部分之间的功能联系；努力去了解生物过程中的机理以及在生物学的研究中广泛采用的化学研究方法。与此同时，人们很自然会产生这样一种想法：难道我们不可以把适用于非生物界的正确无误的物理学定律用在研究生物学上吗？

其实，这种想法同生物学和物理学的产生一样是很古老的。人们在科学发展的每一个阶段，都一次又一次地试图把物理学的知识应用到对生物系统的研究方面来。然而，每一次企图进一步揭开生物体奥秘的尝试都未能获得成功。你不妨一试，如果你轻视这一事实，不加思索地只用一些简单的物理学定律来解释生物现象，你准会陷入自相矛盾的境地。由此便会使你得出这样的结论：生物界的规律，显然属于一种特殊的规律。大概，生命机体不会服从适用于非生命系统的那些规律吧！而那时由于自然科学还不成熟，于是便在人们中间产生了一种所谓生命存在某种无形活力的哲学——“生机论”。

世界上的水到处都是从高处往低处流动的。然而在树木身上，水却偏偏是从低处流向高处，即从树根流向树叶，这难道不是违反了万有引力定律吗！假如某位自然科学家仅仅

把流体静力学运用于生物学当中，那么他不可避免地会得出这种结论。只有回到热力学的观点，我们才能懂得，任何神秘的“生机论”在这里也不能同物理学的规律相抗衡。其实，在这种情况下，我们只不过是同非生物界里经常观察到的普通的渗透压打交道而已。显然，这种渗透压与植物体的重力方向相反，因而使植物茎部的水分上升。

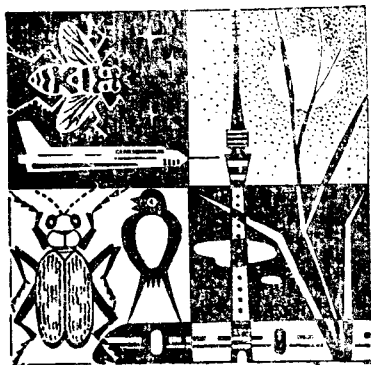
如果在研究生物过程中不限于简单地去描述这些过程，而是努力去说明支配这些过程的机理（指该词的物理学意义），那么，考虑到生物系统的复杂性，就应当求助于物理学的知识。然而，遗憾的是：既然物理学也同样还处在不断的发展过程中，它对解释生命的许多现象也往往是无能为力的。确实，为了解释某些哪怕是最简单的生物现象，也必须运用极其复杂的物理学概念。而且，不仅物理学，就连与物理学密切相关的数学，有时也帮不上我们的忙。目前，对于在生物系统的某些计算上取得巨大成绩的电子计算技术，以及对于解决描述生物系统行为的复杂方程系统来说，依然是无可奈何的。

但是我们也不要因此而灰心丧气，而应该努力去估量一下，现代物理学和数学能对我们提供哪些帮助。我们应从生物学的各个学科中吸取所有有用的东西，从而使生物学得到进一步的发展。现在在许多情况下，把物理和数学的研究方法运用到生物学的研究中来，已经取得了一些成绩。很显然，我们的知识，我们的科学技术成就，已经发展到使我们有可能自觉地运用物理学和数学来研究生命的一个新水平。与这些成就密切相关的，首先是一些大的理论性学科，如波

动力学、统计物理学、热力学；其次是灵敏度很高的电子装置，利用这种装置可以精确地测定出生物大分子、细胞和生物体的极其微小的电磁势；第三是电子计算机，它能以难以想象的高速度进行各种运算，而这种运算如让人用铅笔和纸张来做，则需几年，甚至几十年。

因此，最近几十年中，生物物理学和生物数学得到了迅速的发展：从事这些边缘学科的研究人员不断增加；有关学术论文越来越多。但这方面的发展情况，对非生物学学者来说却是陌生的。

让我们对其中的某些问题和理论进行深入的思考，放弃传统观念，而用新的观点来研究生物学吧！毫无疑问，对此，需要具备物理学和数学的综合知识，而广大读者也许并不具备这些知识。所以，我们在这本书里，将详细地讲述那些能使甚至不懂自然科学的人也能弄懂基本原理的例子。我们打算引用日常生活中常见的现象，和我们身边的一些司空见惯的事物，来介绍植物和动物的奇妙特性和功能。我们相信，只要肯下苦功夫，认真思考，用物理学观点解释生物的形态和功能不久将会变为现实。这样，我们就可以逐步地，从生物体一直到分子水平，弄清楚生物学里功能和形态之间、时间和空间之间的相互关系究竟是在什么基础上建立起来的。



对比中的大和小

芦苇和电视塔、食蚜蝇和喷气式飞机、步行虫和竞赛汽车。对比这些东西有什么意义呢？从生物结构上工程技术人员可以吸取一些什么有益的东西？为什么大树不能长得高耸入云？为什么大象长得那么大，而田鼠却那样小？为什么跳蚤可以跳出比其身长多少倍的距离，而素以善跳著称的袋鼠却不行？相似原理在药理学、医学和体育运动中的应用。

见过电视塔的人都会对这一纤细而耸入云霄的现代建筑发出赞叹。在该塔钢筋水泥的塔身里具有各种设备。高速电梯能把人和物品运到塔上面去。在令人眩晕的高度上，塔身变得较粗了。这里有各种电视发射设备，有了望平台和观光餐厅。登塔远眺，一副辽阔而美丽动人的景色尽收眼底。谁不称赞这纤细高耸的电视塔为建筑上的奇迹呢？

就是在取得各种最新科技成就的今天，人们尽管对各种新奇事物已司空见惯，而面对这高耸入云的纤细的电视塔也会感到敬畏。可是，难道电视塔真是非常纤细了吗？

让我们看一看电视塔的断面图。它的高度和直径的比例约为18:1，这个比值大不大呢？让我们把它和自然界中的芦苇相比较一下：芦苇一般约2米高，而它的直径却只有1厘米，其高度和直径的比例约为200:1。这么一比，电视塔就显得算不上什么“奇迹”了。相形之下，电视塔充其量