



生命旋梯书系

ON GROWTH
AND
FORM

生长和形态

On Growth and Form

[英] 达西·汤普森 著

[英] 泰勒·邦纳 改编

袁丽琴 译



上海科学技术出版社

KJ 书屋
SHENGMINGXUANTISHUXI
生命旋梯书系

[英] 达西·汤普森 著

[英] 泰勒·邦纳 改编

袁丽琴 译

生长和形态

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生长和形态/(英) 汤普森著; 袁丽琴译. —上海:
上海科学技术出版社, 2003.1
(生命旋梯书系)
ISBN 7-5323-6697-9

I. 生... II. ①汤...②袁... III. 生命科学-普及
读物 IV. Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 091433 号

On Growth and Form

Copyright © Cambridge University Press 1961

Chinese (Simplified Characters) Trade Paperback Copyright © 2002 by
Shanghai Scientific & Technical Publishers

ALL RIGHTS RESERVED

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 850×1156 1/32 印张 14.25 字数 296 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1-3 000

定价: 32.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

内容提要

Neirong Ti Yao

为什么生命和物理现象如此千姿百态？达西·汤普森的这本经典著作关注的正是事物生长的道路和采取的形态。首版于1917年的这本著作具有重大的历史意义，它从数学和物理学层面分析生命的进程，因为富有诗意的描述而著称。作为一个敏感关注自然界魅力和美的伟大科学家，他讲述了跳蚤和履螺，嫩芽和种子，蜂巢和雨点，陶工的拇指和蜘蛛的网，肥皂膜和油泡，小卵石在池水中的飞溅。达西·汤普森的著述，被誉为“既是优美的文学，又是高深的科学；既是科学论文，又是娓娓道来的散文”。

序



Xu

这是一个人

从福斯塔夫到《尼贝龙根指环》，但凡伟大的艺术形象和文学巨作，无不需要作者超凡的智慧。达西·温特沃思·汤普森 (D'Arcy Wentworth Thompson, 1860—1948)，苏格兰圣安德鲁斯大学动物学教授，也许是20世纪最博学的人，但绝对不是一个读死书的人 (*homo unius libri*, 某书中的人物形象)。他对古希腊典籍中提到的所有鸟类和鱼类都作了注解，汇编成上下两卷；他对亚里士多德的《动物志》进行了规范的翻译；他年复一年、不辞辛劳地为苏格兰渔业部做统计工作；他还为《剑桥博物学》丛书写作了皆足虫（一种微小但有趣的节肢动物）部分。但是，达西·汤普森不朽（事实上与日俱增）的声名还是因为他的巨著——《生长和形态》（1917年第一版有793页，1942年第二版扩充到了1116页），这本书与其说是

展现个体发育的舞台，不如说是对生命进程的积极探索。

尽管对这样一本书进行缩略而又不损原意，足以令每一个学者和出版者头痛（因为这种举动实在无异于肢解）；但正如耶稣所说的，人不可以点灯却把它放在斗底下遮住（马太福音 5:14 ~ 17）。《生长和形态》正是这样一盏科学（以及英语散文）的明灯；它理应以合适的价格、便携的分量奉献给读者：“你们的光也当这样照在人前，叫他们看见你们的懿行。”

传闻言之凿凿，达西·汤普森曾有三个风马牛不相及的教席可供选择：古典文学、数学和动物学。《生长和形态》的伟大正是因为它是这三个方面的完美组合（而不是卖弄学识）。

1. 古典文学和人文学科。《生长和形态》是20世纪科学著作中最伟大的散文作品。两位杰出的科学人文学者曾对该书有如下论述：梅达沃（P.B. Medawar）称之为“有史以来英语科学典籍中无与伦比的

文学作品”，G. E. 哈钦森(G. E. Hutchinson)视之为“20世纪极少数传世科学著作之一，毋庸置疑，只要人类文明一息尚存，它就将与之同在。”达西·汤普森的文章和瓦格纳的歌剧有异曲同工之处：在华美的乐音中娓娓道来，在高潮时刻来一点抑扬顿挫。仅举一例，我能背出第二章“关于大小”的结尾佳句，此刻作者正从寻常的人类引力世界中淡出，走过昆虫栖息的表面力王国，来到全然陌生的细菌世界：“我们已经来到了陌生世界的边缘，在这里，一切成见都必须抛弃。”

但是达西·汤普森也深受博学之累。今天，很少有人能拥有汤普森那样的文学和语言功底；能够掌握那些古文典故的人更是寥若晨星（更不用说那些未经翻译的希腊文和拉丁文词句），这些典故绝非单纯的点缀，它们是该书不可分割的部分。打开书就足以令人气馁，迎头就是康德的德文论述（但至少还给出了译文），接下去的更是一行罗杰·培根的没有注解的拉丁

文原句，还有同样未经翻译的列奥纳多·达·芬奇的一段脚注——这一切出现时，第一段甚至还没有过半。

2. 数学。达西·汤普森在后记中表明了自己的初衷：“揭示形态学的某些数学侧面……对于正确地研究与理解生长与形态问题不仅有所帮助，甚至是不可或缺的。”乍听之下，将数学方法引入生物的形态问题似乎是一种非常摩登的创意，但达西·汤普森的例证很少采用类似研究中经常采用的方法：用微分方程构建理论模型或者用复杂的统计做逻辑实证论述。达西·汤普森不是不懂这些手段，但他是作为一个古典主义学者、特别是装备了牛顿力学知识的毕达哥拉斯派几何学家来创作本书的。书中强调的是米拉尔迪角 (Miraldi Angle)、斐波那契数列、对数螺线以及黄金比例。

3. 动物学。达西·汤普森最初选择了成为一名无脊椎动物学家。他运用自己的古典文学和数学素养充实了本书，但是究

其本质，这本伟大的著作提出的还是一个生物学理论。这个理论很容易迷失在达西·温特沃思·汤普森详尽的阐述和简明的例证中，而且还极易被读者所忽视。因为它实在惊世骇俗，以至我们无法相信他真的讲过这么一件事。我曾经非常好奇，想知道有多少人会读到这本书、享受它优美的文笔、拥抱它精妙的例证，然后彻彻底底地忽视了这个同样重要的理论。

毕达哥拉斯和牛顿学说的混合理论主张物理力直接塑造了生物（“内在的”和遗传的力量只是产生了素材，为按照物理原理塑造成品提供生理梯度和时间安排）——在古代雅典人推崇的完美几何图形中，有很多生物的形态，因为自然法则眷顾这种作为力的最佳表现的朴素形式。我不知道达西·汤普森的宗教观，但我们有理由相信他的上帝是一个几何学家，正如爱因斯坦的上帝不会掷骰子。达西·汤普森在后记中告诉大家：

世界的和声表现为形态和数字，自然

哲学的灵魂和所有的诗篇都在数学美的概念中得到展现……一个比弥尔顿还要杰出的伟人阐发了这一主旨，称颂神“坐在地球大圆之上”，赞美：他曾用手心量诸水，用手的虎口量苍天，用升斗盛大地的尘土。

和往常一样，达西·汤普森没有注明引文出处（甚至没有用引号来提示读者），但最后一句话源自以赛亚书40: 12，主角正是伟大的耶和华。

章节的安排和全书的逻辑都围绕着这个主旨。读者见到的首先是对应用于形态的数学方法的介绍，然后是关键的章节“关于大小”：其中心论点是面积/体积比随生物体变大而下降，因此大动物和小动物生存在不同的作用力的领域。如果说物理力直接塑造了生物，那么小动物应当是表面力的产物，大动物则是重（体积）力的作品。接下去的几个章节一脉相承：小动物由表面力塑形（例如原生动物的普拉托回转曲面）；大小介乎中间的动物体现了一种均衡（像黏滴状的水母，表面有张

力维持，但又受到重力吸引往下渗滑)；大动物则在重力的主宰之下(请看比较腿骨受力和起重机的著名示意图)。

达西·汤普森无意把讨论展开到复杂生物形态的所有细枝末节：河马和橡树迥然不同，绝非仅仅因为它们在生长中受到了不同外力的作用。书中余下的章节里，达西·汤普森用两种方式阐明复杂的形态事实上遵循了普遍的原理。(1) 即使没有受到物理力的直接塑形，部分或者整体仍采用了理想几何学的最优形态来解决形态学的问题(软体动物的等角螺线、公羊角和飞蛾奔向光明的路线是生物体长大时盘旋、保持同一形状的唯一办法；叶序学中斐波那契数列表现为互生螺线是因为在极点增加了新的单元后，系统空间保持了最优分布)。(2) 即使因为遗传所赐，生物体必须接受复杂的原始型，但最起码它们向相关形态的转化仍然表现为整个系统的简单物理变形——变换坐标理论。(最后一章也是影响最广泛的一章，就以这个理论

为主题。但这个论点往往被读者误以为是和书中其他内容不相干的尾声。只有我们意识到正是这种坐标变换的几何简单性，而不是原型的复杂性表达了达西·汤普森的主旨，我们才领会了全书的精髓。)

今天，我们可能会把《生长和形态》这本书当作理所当然的杰作，但是达西·汤普森在他的有生之年却因为离经叛道饱受挫折。他原本无意在那么一个小而封闭的苏格兰大学中度过整个职业生涯；他也曾向牛津、剑桥和伦敦申请要职，但是无一成功。晚年他获得了许多荣誉，包括1945年牛津授予的一个荣誉学位，但是在他任教的大多数时间里，他始终处在学术的边缘。

1971年，二十出头的我曾写下我关于达西·汤普森的最早的文章之一——因为年轻人不合时宜的浪漫主义，我误解了他（或者说是只理解了一部分）。我将他视为一个抵制了现代平庸潮流的高贵的克努特王——一个鼎盛期已过了两千多年的希

希腊几何学家。这种不受时间影响的特征的确是达西·汤普森的一个特质——就如同他在阐述有孔虫（单细胞原生动物）试验时，抛弃了血统的偶然性，转而主张的几何恒久性。

但是达西·汤普森不可能脱离他所生活的那个时代，我却未能意识到这一点。他对达尔文学说的质疑（与对进化事实的深信不疑并存）反映了1917年（本书第一版的那年）世人的普遍观点，但到了第二版1942年时，这些怀疑已经变得非常落伍可笑了。达西·汤普森对达尔文主义的两个主要批评，实际上就是比他更守旧的同时代人威廉·贝特森强调的那两个，当然，达西·汤普森对每一个标准的怀疑都加上了自己的花样：(1)不要仅仅因为观察到了某种渐进转换，就编造一些关于自然选择的推测性的故事（对达西·汤普森而言，这样的转换也许只是一组变化的外力作用于不变生物实体的反映），(2)有些变化是突变而不是渐进的（就如同有些构造只能通过

不连续性转换成其他的构造)。

那么，真实的达西·汤普森是怎样一个人呢？古典文学家？自成一派的散文家？精确例证的汇编者？特立独行的形态学家？达尔文学说同时代的批评家？希腊几何学家？他承负得起其中的每一个称号，但达西·汤普森拥有更多的内涵。可以用莎士比亚的话作为结束语：“……他的身上混合了各种要素，以至造物主站出来对全世界说，‘这是一个人！’”

斯蒂芬·杰伊·古尔德
哈佛大学比较动物学博物馆
1992 年

编者序

Bianzhe Xu

新版达西·汤普森的《生长和形态》问世有两大理由：其一，新版简短，可以使这部作品更为普及，至少可以使一般读者能够涉猎；其二，1942年版的许多段落在今天看来已经过时了。自1917年首次出版以来，迄今为止，该书始终具有相当重要的地位，如果要保持这一点，那么用注评的方式稍微更新一下，这个主意算是顺应时代潮流吧。

这本著作的重要性不容置疑，但是我同意梅达沃*的看法，即它的影响是“无形的、间接的”。我将简要说明该书之所以独

* 但凡关注作者和他的作品的人，将发现露丝·达西·汤普森写的她父亲的传记（达西·温特沃思·汤普森，牛津大学出版社，1958）值得一读，其中收有一篇附言，是梅达沃对《生长和形态》的尖锐评论。我必须承认，梅达沃的这篇文章和G.E.哈钦森的另一篇同样精彩的文章[纪念达西·温特沃思·汤普森，*Amer. Sci.*, 36 (1948), 577]使我的这篇序言变得容易又困难：易是因为它们告诉我写作的内容，难在我很难不引用他们精雕细琢的语句，显然，我终于还是没能抵挡得住这种诱惑——编者注

一无二的一些理由，因为这些理由，这本书必然会引起世人瞩目。但我相信，最根本的原因是因为达西·汤普森一贯以全新的视角探究生物学领域的重要课题，对于那些容易陷入所谓科学时尚、不试图超越“流行观点”的人来说，这种（第一个设想这种方法的是从前的某个古人）看问题的另类视角绝对将使他们震惊，并得到激励。

该书最显著的特点是它以数学和物理学的方法分析生物生长的进程。这里我不想讨论这种方法的细节，达西·汤普森在书中，尤其是引言中已反复谈过，而且其他人也就此作过深入探讨。除开某些具体分析的细节外，达西·汤普森采用的一般方法在今天的生物物理学、数学生物学和控制论领域并不新奇，但是这种方法在1917年该书第一版出现时，则绝对值得大书特书一笔。

关于达西·汤普森的物理和数学，有两方面比较特殊，需要评点一下。首先，达

西·汤普森显然对以物理数学语汇诠释生物学上的生长和形态充满热情，因此读者若想在书中寻找生长和形态变化的直接原因，则不免要大失所望。对于大多数实验科学家来说，通过生物直系祖先的外形搞明白某种具体形态的由来，然后再以同样的方法分析其先祖，以此揭示渐成说的环节，他们才会心满意足，这也是某些理论，例如“因果”胚胎学的基础。但达西·汤普森不同，他还沉迷于数学的描述和物理学的类比。无疑，这种思维方式和他本身不是一个动手做实验的人这一事实密切相关。在1942年的版本中，他甚至拒绝承认那些与1917年版本中的事实相关的实验。但他的这种专注也有其长处和力量，因为它总在启发实验或者新的实验方法，因此，他别具一格的盲目固执对我们大家都有好处，因为这一点，他不应受到指责，甚至反而应当得到称颂。

他的方法引人注目的另一方面是，它还遗漏了另一部分内容。除开化学的物理