

规模：复杂世界的简单法则

作者：杰弗里·韦斯特(Geoffrey West)

规模

[英] 杰弗里·韦斯特 著

张培 译

中信出版集团

目录

01 大背景

1. 简介、概述和总结
2. 我们生活在一个呈指数级不断扩张的世界中
3. 生命和死亡的问题
4. 能量、新陈代谢和熵
5. 规模真的很重要：规模缩放和非线性行为
6. 规模缩放与复杂性：涌现、自组织和系统韧性
7. 你是你自己的网络：从细胞到鲸的生长
8. 城市与全球可持续发展：创新和奇点循环
9. 公司与商业

02 万物的尺度：规模法则

1. 从哥斯拉到伽利略
2. 误导性结论和规模缩放的错觉：超人
3. 数量级、对数、地震和里氏震级
4. 举重与验证伽利略
5. 个体表现与规模缩放的偏差：世界上最强壮的人
6. 更多的误导性结论和规模缩放的错觉：从大象的LSD剂量到儿童泰诺药剂量
7. BMI、凯特勒、平均人和社会物理学
8. 创新与增长的极限
9. “大东方号”、宽轨铁路和伟大的伊桑巴德·金德姆·布鲁内尔

10. 威廉·弗劳德和建模理论的起源

11. 相似性和比拟：无量纲量和尺度不变量

03 生命的简单性、一致性和复杂性

1. 从夸克、字符串到细胞、鲸
2. 代谢率和自然选择
3. 潜藏在复杂性下的简单性：克莱伯定律、自相似性和规模经济
4. 普遍性和掌控生命的神奇数字“4”
5. 能量、涌现规律及生命的层级结构
6. 网络与1/4次幂异速生长规模法则的起源

7. 当物理学遇上生物学：理论性质、模型和证明
8. 网络原理和异速生长规模法则的由来
9. 哺乳动物、植物的代谢率和循环系统
10. 题外话：尼古拉·特斯拉、阻抗匹配、交流电/直流电
11. 回到代谢率、心跳和循环系统 [15]
12. 自相似性和神奇数字“4”的由来
13. 分形：神秘的边界延长
- 04 生命的第四维：生长、衰老和死亡
 1. 生命的第四维
 2. 为什么没有体形小如蚂蚁般的哺乳动物？
 3. 为什么没有体形大如哥斯拉般的哺乳动物？
 4. 生长
 5. 全球变暖、温度的指数标度、生态学代谢理论
 6. 衰老和死亡
- 05 从人类世到城市世：一个由城市主导的地球
 1. 生活在以指数级速度不断扩张的宇宙中
 2. 城市、城市化和全球可持续性
 3. 题外话：指数发展究竟是什么？一些警世寓言
 4. 工业城市的崛起及不足之处
 5. 马尔萨斯、新马尔萨斯主义者和伟大的创新乐观主义者
6. 一切都是能源，笨蛋
- 06 城市科学的序曲
 1. 城市和公司只是大型生物体吗？
 2. 圣·简和巨龙
 3. 一段旁白：有关花园城市和新城镇的个人经历
 4. 中段总结和结论
- 07 走向城市科学
 1. 城市的按比例缩放
 2. 城市与社会网络
 3. 这些网络是什么？
 4. 城市：晶体结构还是分形？
 5. 城市是巨大的社会孵化器
 6. 你有多少亲密的朋友？邓巴和他的数字
 7. 词语与城市

8. 分形城市：社会与自然一体化

08 从流动性和生活节奏到社会联系、多样化、新陈代谢和增长

1. 生活节奏的加快

2. 在不断加速的跑步机上生活：城市是一台不断缩小的时光机

3. 通勤时间和城市规模

4. 步行节奏的加快

5. 你并不孤单：移动电话成为人类行为探测器

6. 检验和证实理论：城市中的社会连通性

7. 城市移动的规则结构

8. 表现过度和表现不佳

9. 财富、创新、犯罪和系统韧性的结构：个体与城市排名

10. 可持续性序曲：有关水的短暂离题

11. 城市中商业行为的社会经济多样性

12. 城市的生长与新陈代谢

09 迈向公司科学

1. 沃尔玛是比例扩大的乔木材公司吗？谷歌是体形更大的熊吗？

2. 开放式增长的神话

3. 令人惊讶的公司死亡率的简单性

4. 安息吧

5. 为何公司会衰亡，而城市则不会？

10 有关可持续性的大一统理论的前景

不断加速的跑步机、创新循环和有限时间奇点

后记

1. 21世纪的科学

2. 跨学科，复杂系统和圣塔菲研究所

3. 大数据：范式4.0还是3.1？

附言和致谢

注释

图片说明

致

杰奎琳 (Jacqueline)、乔舒亚 (Joshua)、德沃拉 (Devorah)、多拉 (Dora) 和阿尔夫 (Alf) 爱意与谢意

01 大背景

。

1. 简介、概述和总结

生命或许是宇宙中最复杂、最多样化的现象，它展现出了大大小小、纷繁异常的组织、功能和行为。据估计，地球上超过800万个不同的生物物种。[\[1\]](#) 它们体形不一，最小的细菌质量不足1皮克（1皮克等于一万亿分之一克），而最大的动物——蓝鲸则重100多吨。前往巴西的热带雨林，你可以在一块足球场面积大小的区域内找到100多种树木和分属数千个物种的数百万只昆虫。每个物种的孕育、出生、繁殖和死亡有太多令人惊异的不同。许多细菌仅能存活1小时，只需十万亿分之一瓦特的代谢率便能存活；而鲸类可以存活100年之久，其代谢率达到数百瓦特。[\[2\]](#) 我们人类为这个星球所带来的社会生活的复杂性和多样性则在这幅绚丽多彩的生物生命画卷上增添了浓墨重彩的一笔，尤其是那些潜藏在城市外表下的商业、建筑及每位城市居民所表现出来的多样文化和他们背后隐藏的喜怒哀乐，以及所有这些非同寻常的现象。

当我们将以上任何一种复杂的现象与非常简单的行星围绕太阳公转的规律或手表和苹果手机的计时规律相比的时候，自然会思考：在所有这些复杂性和多样性的背后，有没有可能也存在一种类似的潜在规律呢？是否存在一些令人信服的简单法则，确实是从植物、动物等生物体到城市、公司等所有复杂系统都会遵循的？全球各地的森林、草原和城市正在上演的一幕幕景象是否都是随机的、变化无常的，是一个又一个的偶然事件吗？鉴于产生多样化结果进化过程的随机性，与直觉不同的是，任何规律或系统性行为的出现似

乎都不太可能。毕竟，组成生物圈的每个生物体、每个子系统、每个器官、每个细胞、每个基因都是在独特的历史轨迹上，在与众不同的生态环境中，通过自然选择过程进化而来的。

现在，让我们来看看图1-1~图1-4吧。每幅图都呈现一个已知变量与其规模大小的关系，这些变量都在人们的生活中扮演着重要的角色。图1-1是动物代谢率（即每天需要多少食物才能生存）与其体重的关系图。图1-2是不同动物一生中的心跳次数与其体重的关系图。图1-3是一座城市所产生的专利数量与该城市人口的关系图。图1-4是上市公司的净收入和总资产与其雇员人数的关系图。

◦
图1-1 动物代谢率与其体重的关系

◦
图1-2 动物一生中的心跳次数与其体重的关系

◦
图1-3 城市专利数量与其人口的关系

◦
图1-4 公司净收入和总资产与其雇员人数的关系

规模缩放（scaling）曲线的例子，表明了数量与规模变化之间的缩放关系：图1-1表明了动物代谢率 [\[3\]](#) 与其体

重之间的缩放关系；图1-2表明了动物一生中的心跳次数 [4] 与其体重之间的缩放关系；图1-3表明了一座城市所产生的专利数量 [5] 与其人口规模之间的缩放关系；图1-4表明了公司的净资产和总收入 [6] 与雇员人数之间的缩放关系。需要注意的是，这些图涵盖了大范围的缩放关系，如动物（从老鼠到大象）的体重和公司（从仅有一人的公司到沃尔玛和埃克森美孚）的雇员人数有着百万数量级的差异。为了使这些图能够涵盖所有动物、公司和城市，每个坐标轴的刻度都以10为增长倍数单位。

无须成为一名科学家或以上任何一个领域的专家，你马上就可以发现，尽管它们代表了我们在生命中遇到过的最复杂、最多样化的过程，但每幅图都揭示了一些简单、系统性、规律性的东西。在每一幅图中，所有的数据都奇迹般地差不多排列成一条直线，并没有出现任意分布的现象。而我们此前曾预测，由于每一种动物、每一座城市、每一家公司的历史和所处地理环境不同，可能会出现任意分布的状况。或许最令人吃惊的是图1-2，所有哺乳动物一生中的平均心跳次数大致相当，尽管体形较小的老鼠只能存活几年时间，而大型动物鲸则可以存活100年之久。

图1-1~图1-4中的例子只是为数众多的缩放关系中的一小部分，动物、植物、生态系统、城市和公司中几乎任何可量化的特点都与规模存在可量化的缩放关系，在本书中你还会发现更多这样的例子。这些显著规律的存在表明，在所有这些迥异的高度复杂现象中，都存在着共同的概念框架——动物、植物、人类社会行为、城市与公司的活力、增长和组织事实上都遵循类似的一般规律。

这是本书的焦点。我将会阐述这些系统性规模法则（scaling law）的特性和来源，它们是如何相互联系，如何令我们深入而广泛地理解生命中的诸多领域，并最终理解全球可持续发展挑战的。综合分析这些规模法则将为我们打开一个洞悉背后原则和概念的窗口，以构建一个可量化的预测框架，解决科学和社会领域面临的一系列重大问题。

本书讲述的是一种思维方式，我们将提出一些宏观的问题，并相应地给出同样宏观的答案。本书讲述的是人类当今面临的一些重大挑战和问题如何能够在统一的概念框架下得以解决，这些问题涵盖了快速城市化、经济增长和全球可持续发展，以及对癌症、新陈代谢、衰老和死亡的产生原因等各个领域问题的理解。本书讲述的是城市、公司、肿瘤及人类肌体极为相似的运作方式，它们均代表着从“主旋律”衍生出来的各种“变奏曲”，其组织、架构和发展表现出了惊人的系统性规律与相似性。它们都具有一个共同的特点——高度复杂，由大量独立成分组成，无论是分子、细胞还是人，都通过不同时空层次上的网络化组织相互联系，不断进化。其中一些网络很明显、很具体，比如城市中的循环系统或道路；也有一些网络十分抽象、很虚拟，比如社交网络、生态系统和互联网。

这种宏观性框架可以帮助我们解决一系列问题，其中一些问题激发了我的研究兴趣，一些问题将会在后文中加以解决。以下选录一些问题：

- 为何我们最多只能活到120岁，而不是1 000岁或

欢迎访问：电子书学习和下载网站 (<https://www.shgis.cn>)

文档名称：《规模：复杂世界的简单法则》杰弗里·韦斯特(Geoffrey West) 著.epub

请登录 <https://shgis.cn/post/779.html> 下载完整文档。

手机端请扫码查看：

