

从宇宙的深奥谜题，到科技的发明创造，再到日常的衣食住行，
微积分的力量无处不在

微积分的力量

[美] 史蒂夫·斯托加茨 著 任烨 译
(Steven Strogatz)

infinite
powers

How Calculus Reveals the Secrets of the Universe

中信出版集团

微积分的力量

[美] 史蒂夫·斯托加茨 著
任焯 译

试用水印

目录

引言

写给每个人的微积分读物

由微积分主宰的世界

微积分不只是一种语言

不合理的有效性

无穷原则

石巨人与无穷

曲线、运动和变化

第1章 无穷的故事

作为桥梁的无穷

比萨证明

极限与墙之谜

0.333...的故事

无穷多边形的故事

无穷的魅力和危险

除数为0的禁忌

实无穷之罪

芝诺悖论

芝诺悖论走向数字化

当芝诺悖论遇上量子力学

第2章 驾驭无穷的勇士

夹逼法与圆周率

圆周率之道

立体主义与微积分

奶酪论证

阿基米德方法

从计算机动画到面部手术

探索运动之谜

第3章 运动定律的探索之旅

亚里士多德的世界观

伽利略出场

下落、滚动与奇数定律

科学极简主义的艺术

从摆动的吊灯到GPS

开普勒与行星运动之谜

开普勒第一定律：椭圆轨道

开普勒第二定律：相等的时间，相等的面积

开普勒第三定律：行星的公转周期

开普勒与伽利略的异同点

阴云密布

第4章 微分学的黎明

代数在东方的崛起

代数的兴起与几何学的衰落

代数与几何学的邂逅

方程与曲线

在一起，会更好

费马vs笛卡儿

寻找失传已久的发现方法——分析

行李箱的优化问题

费马如何帮助了美国联邦调查局？

最短时间原理

关于切线的争论

近在眼前的应许之地

第5章 微积分的十字路口

函数的作用

幂函数

指数函数

10的次方

对数

自然对数及其指数函数

指数增长与指数式衰减的机制

第6章 变化率和导数

微积分的三大核心问题

线性函数及其恒定的变化率

非线性函数及其不断变化的变化率

作为昼长变化率的导数

作为瞬时速度的导数

第7章 隐秘的源泉

面积、积分和基本定理

运动使基本定理更直观

恒定的加速度

用油漆滚筒证明基本定理

基本定理的意义

积分学的圣杯

局部vs整体

一个孤寂的男孩

玩转幂级数

混搭大师

私密的微积分

第8章 思维的虚构产物

眨眼之间

无穷小量

2.001的立方

微分

微分求导法

通过微分推导出基本定理

莱布尼茨是如何发现微分和基本定理的?

在微积分的帮助下对抗HIV

第9章 宇宙的逻辑

自然的逻辑

二体问题

牛顿力学与《隐藏人物》

牛顿微积分与《独立宣言》

连续体与离散集

常微分方程与偏微分方程

偏微分方程与波音787客机

无处不在的偏微分方程

第10章 波、微波炉和脑成像

弦理论

为什么是正弦波？

振动模态的可视化：克拉德尼图形

最值得尊崇的勇气

微波炉

为什么微波炉最初被称作雷达灶？

CT与脑成像

第11章 微积分的未来

DNA的缠绕数

决定论及其局限性

非线性

混沌

庞加莱图

走上战场的非线性

微积分与计算机联盟

复杂系统与高维诅咒

计算机、人工智能和洞察力之谜

结语

小数点后8位

发现正电子

可以理解的宇宙

致谢

试用水印

引言

没有微积分，我们就不会拥有手机、计算机和微波炉，也不会拥有收音机、电视、为孕妇做的超声检查，以及为迷路的旅行者导航的GPS（全球定位系统）。我们更无法分裂原子、破解人类基因组或者将宇航员送上月球，甚至有可能无缘于《独立宣言》。

有一种罕见而有趣的历史观点认为，世界被一个神秘的数学分支彻底改变了。一个最初与形状相关的理论，最终又如何重塑了文明？

我们可以从物理学家理查德·费曼的一句妙语中洞见这个问题的答案，这句话是他在与小说家赫尔曼·沃克讨论曼哈顿计划时说的。当时沃克正在为他计划写作的一部关于“二战”的长篇小说做调研，他去加州理工学院采访了参与过原子弹研发的物理学家，费曼就是其中之一。采访结束临别之际，费曼问沃克是否了解微积分。沃克坦承他并不了解，于是费曼说道：“你最好学学微积分，它是上帝的语言。”^[1]

宇宙是高度数学化的，^[2]但原因尚无人知晓。这或许是包含我们在内的宇宙的唯一可行的存在方式，因为非数学化的宇宙无法庇护能够提出这个问题的智慧生命。无论如何，一个神秘且不可思议的事实是，我们的宇宙遵循的自然律最终总能用微积分的语言和微分方程的形式表达出来。这类方程能描述某个事物在这一刻和在下一刻之间的差异，或者某个事物在这一点和在与该点无限接近的下一个点之间的差异。尽管细节会随着我们探讨的具体内容而有所不同，但自然律的结构总是相同的。这个令人惊叹的说法也可以表述为，似乎存在着某种类似宇宙密码的东西，即一个能让万物时时处处不断变化的操作系统。微积分利用了这种规则，并将其表述出来。

艾萨克·牛顿是最早瞥见这一宇宙奥秘的人。他发现行星的轨道、潮汐的韵律和炮弹的弹道都可以用一组微分方程来描述、解释和预测。如今，我们把这些方程称为牛顿运动定律和万有引力定律。自牛顿以来，每当有新的宇宙奥秘被揭开，我们就会发现同样的模式一直有效。从古老的土、空气、火和水元素到新近的电子、夸克、黑洞和超弦，宇宙中所有无生命的东西都遵从微分方程的规则。我敢打赌，这就是费曼说“微积分是上帝的语言”时想要表达的意思。如果有什么东西称得上宇宙的奥秘，那么非微积分莫属。

人类在不经意间发现了这种奇怪的语言（先是在几何学的隐秘角落里，后来是在宇宙密码中），然后学会熟练地运用它，并破译了它的习语和微妙之处，最终利用它的预测能力去重构世界。

这是本书的中心论点。

如果这个论点是正确的，那么它意味着关于生命、宇宙和万物的终极问题的答案 [\[3\]](#) 并不是42，为此我要向道格拉斯·亚当斯和《银河系漫游指南》的粉丝致歉。但“深思”（《银河系漫游指南》中的一台超级计算机）的解题思路是正确的，因为宇宙的奥秘确实是一系列数学问题。

[\[1\]](#) “It’s the language God talks”: Wouk, *The Language God Talks*, 5.

[\[2\]](#) universe is deeply mathematical: For physics perspectives, see Barrow and Tipler, *Anthropic Cosmological Principle*; Rees, *Just Six Numbers*; Davies, *The Goldilocks Enigma*; Livio, *Is God a Mathematician?*; Tegmark, *Our Mathematical Universe*; and Carroll, *The Big Picture*. For a philosophy perspective, see Simon Friederich, “Fine-Tuning,” *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <https://plato.stanford.edu/archives/spr2018/entries/fine-tuning/>.

[\[3\]](#) answer to the ultimate question of life, the universe, and everything: Adams, *Hitchhiker’s Guide*, and Gill, *Douglas Adams’ Amazingly Accurate Answer*.

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

文档名称：《微积分的力量》史蒂夫·斯托加茨.pdf

请登录 <https://shgis.com/post/2080.html> 下载完整文档。

手机端请扫码查看：

