



复杂性适应

当代建筑生态化的非线性形态策略

Nonlinear Form Strategies for Ecology of Contemporary Architecture

王班 王永国 著

中国建筑工业出版社



复杂性适应

当代建筑生态化的非线性形态策略

Nonlinear Form Strategies for Ecology of Contemporary Architecture

王班 王永国 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

复杂性适应——当代建筑生态化的非线性形态策略/王班等著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 2
ISBN 978-7-112-14467-9

I. ①复… II. ①王… III. ①生态建筑-建筑形式-研究
IV. ①TU18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 140921 号

全球环境的持续恶化使生态化与可持续发展依然成为当今社会的时代主题, 如何最优化地实现建筑的生态性能依然是建筑学探索与发展的重要课题。建筑形态作为建筑生态化的主要载体与基础手段, 不仅是探索研究建筑生态化的基础课题, 也是建筑学本身的基础性课题。

本书主要内容是试图从非线性、复杂适应系统理论为建筑生态化的形态策略引入一个新的视角, 并通过对建筑生态化的非线性建筑形态策略的原理模式的理论建构、具体策略分析和一般设计与模式的分析总结, 建构起建筑生态化的非线性形态策略的开放框架体系, 并以局部试验对具体策略以及设计与模式的有效性进行了探索验证。

责任编辑: 陈 桦 杨 琪

责任设计: 陈 旭

责任校对: 姜小莲 陈晶晶

复杂性适应 ——当代建筑生态化的非线性形态策略 王 班 王永国 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京科地亚盟排版公司制版
北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 19 字数: 473 千字
2013 年 7 月第一版 2013 年 7 月第一次印刷

定价: 58.00 元

ISBN 978-7-112-14467-9
(22548)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序 一

从中国传统的自然观与哲学观“天人合一”的角度，我长期以来对建筑生态化设计进行了思考与探索，认为建筑自身也是环境，即建筑形态包括建筑形体、界面、结构以及内在功能、空间与设备等都应是在其所处环境的内含以及无数生态技术的整合。

非线性科学、复杂科学及其复杂性思维作为 21 世纪科学，其本身也是人类对自然界进一步认识的高度总结。而其作为现今西方科学的发展成果，与东方哲学观中对自然界的认识不谋而合，如其中的整体观、混沌论等。因此，非线性科学、复杂科学及其复杂性思维本身也蕴含着深刻而本质的自然观、生态观以及生命观。

在数字化技术发展生态化问题日益重视的两大时代背景下，作者王班用非线性、复杂适应系统理论为建筑生态化的形态策略引入一个新的视角，探讨并建构出建筑生态化发展和非线性形态内在关联性，并在其基础上进一步建立了理论体系与设计方案，和进行了试验探索。该书视角、研究出发点、策略模式语言以及具体设计方法具有较高的创新意识与先进性。在上述系统下，理想的生态化建筑形态本身也确实成为一种与环境的统一观。

因此，我认为该书具有重要的理论意义与应用价值，甚至可以说是未来建筑的发展方向。

作者王班是我优秀的学生之一，我作为王班的导师，从其大学本科四年级到我工作室实习起到现在已有 12 个年头，眼见其成长，对建筑思想的锤炼与不断成熟，作为导师我深感欣慰。

“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”，“小胜在智，大胜靠德”，这是我长期以来的座右铭，送给王班，希望他在今后的职业生涯与人生中，能够进一步思考、发展并深入下去。

蔡镇钰

2013 年 4 月

我是想好久才动笔为王班的《复杂性适应——当代建筑生态化的非线性形态策略》写序的。因为这本书不能算是一本纯粹的建筑学理论书籍，它是一本跨学科的综合性理论著作，具有先进性。

建筑的生态化显然是未来的建筑学方向之一。但就目前的建筑的生态研究而言，基本是对各种设备的升级换代而已。王班试图从其他角度探索建筑生态化的可能性，比如直接从建筑形态上入手，是否可能找到一种要素和规则来指导适应生态化要求的建筑形态生成策略。

王班的研究和当下盛行的参数化可能在建筑形态上有相似的结果，但其根本思维有着本质区别。参数化设计是属于基于决定论的思维方式，迷信顶层设计来解决复杂的建筑学问题。王班的武器是非线性科学和复杂科学。这两门前沿科学的研究证明了在建筑学依赖顶层设计解决问题的荒谬，也粉碎了建筑学长期的结构主义思维窠臼（即便解构主义之于建筑学，也变成了一种美学的形式主义，而非思维方式的革命）。适应复杂性或者构建复杂性依赖的是基本要素和它们之间最简单的组织规则。

王班洋洋洒洒的几十万字不是为了别的，正是为了发现和证明适应建筑生态化的建筑形态的基本要素和组织原则。这对未来的建筑学具有重要的意义，他提供了一种新的视角和可能性。所以非线性形态策略更重要的是其背后非线性思维，一种打破经典力学以来的工程师思维的新思想。这才是最可宝贵的，因为绝大多数人并不会意识自己的习惯思维会有什么不妥或不足。王班不是这样。王班，2001年到大师蔡镇钰工作室实习，12年来，一个年轻人，未曾中断对思想的锤炼，从对建筑学一知半解但充满热爱到建立起自己明确的建筑学观点和观念，挑战的正是自己的惯性。这本著作正是一个人在建筑学领域中战斗的笔记。

“11年前，××大学的一个孩子闯进创作所，他的第一张图不忍卒读，我耐着性子向他详细解释了作图的技巧、表达、规范和深度。但第2天，熬夜的他就用新图达到了我的要求。这让我明白，束缚他们的是来自老师的所知，束缚我们的是来自习惯的成见。这个孩子在上海扎根，立业，娶妻，生子，去年和我一起博士毕业。你是不能低估任何一颗爱建筑的心的。”

我在杂谈-17中提到的这个孩子就是王班。

序不在长，讲明白即可。

俞挺

2013年元宵于上海

前言

全球环境的持续恶化使生态化与可持续发展依然成为当今社会的时代主题，如何最优化地实现建筑的生态性能依然是建筑学探索与发展的重要课题。建筑形态作为建筑生态化的主要载体与基础手段，不仅是探索研究建筑生态化的基础课题，也是建筑学本身的基础性课题。数字化技术的发展以及在建筑学领域的应用使建筑形态得到了进一步的解放，摆脱了欧几里得几何学的束缚，走向更广阔自由的空间。随着非线性、复杂科学的发展，在新的科学观、技术观、自然观下，人们逐渐认识到以基于欧几里得几何学的现代主义建筑为主体的建筑形态在建筑生态化方面的相对局限性以及非线性、复杂性思维以及数字化技术的发展为建筑生态化的形态策略带来了进一步发展的新空间与新潜力；同时，建筑生态化的目标也使解放了的建筑形态不至于走向形式主义泛滥的歧途。

本书主要目标是试图从非线性、复杂适应系统理论为建筑生态化的形态策略引入一个新的视角，并通过对建筑生态化的非线性建筑形态策略的原理模式的理论建构、具体策略分析和一般设计方法与模式的分析总结，建构起建筑生态化的非线性形态策略的开放框架体系，并以局部试验对具体策略以及设计方法与模式的有效性进行了探索验证。

本书首先从非线性与线性的定义、非线性系统、复杂系统、复杂科学的内涵中以及当代非线性建筑的概念与内涵的探索中进行分析，总结限定了目前阶段非线性建筑形态的内涵：一方面指建筑形态的非线性几何特征以及建筑界面构件的集群关联式的非线性组合方式，强调欧几里得的线性几何形体为非线性建筑形态的一种特殊情况；另一方面指建筑形态的自下而上的生成方式，即从微观层级的组成要素出发，通过要素简单的行为方式与关联规则自下而上地在整体层级上形成了具有一定不可预知性的多样化复杂建筑形态的形成方式。这也是非线性建筑形态与控制设计方法下的自由曲线式建筑形态的本质区别。

其次，以建筑适应自然环境为限定范围，在历史视野中梳理了建筑生态化的形态策略的演变脉络以及与科学观、自然观、技术观以及美学观的相互关系，说明了从当代视角下探索建筑生态化的非线性形态策略的可能性与时代趋势。

第三，以复杂适应系统理论为科学依据结合自然界形态适应环境的启示以及对传统思想与建筑形态的再认识，建构了建筑生态化的非线性形态观；并在对复杂适应系统模式原理分析总结下，建构了建筑生态化的非线性形态策略的原理模式：即从微层面建筑形态的组成要素、要素的行为方式以及关联方式自下而上的在整体层级形成具有一定不可预测性的多样化的建筑形态，或者说建筑形态的多样化行为方式，在与外界环境影响因素的相互

关联作用下, 寻求出优化适应外界环境的相应的建筑形态策略。

第四, 以非线性建筑形态的构成要素为依据分析演变, 将非线性建筑形态具体策略分为: 非线性建筑形体策略、非线性建筑界面策略以及非线性建筑结构策略三个方面, 并根据各自的特征以及各自应对的环境影响要素的差异化形成各自具体的策略模式。首先, 在建筑形体的非线性形成模式下, 以建筑形体的非线性几何特性, 针对如何与环境结合以及如何针对适应热辐射环境、光环境以及风环境提出相应的具体策略模式。其次, 在建筑界面的非线性形成模式下, 从建筑界面组成构件, 即采光口与遮阳构件的非线性几何组合关系的角度出发, 对如何形成与环境结合以及如何适应光环境、热环境等气候方面的整体式建筑界面进行分析总结, 形成相应的具体策略模式。最后, 在建筑结构的非线性形成模式下, 在概念层面上, 从建筑结构的组成材料性能及其组成构件出发, 探讨材料性能、组成构件、局部结构区域乃至整体结构系统高度整体性的建筑结构的形成模式; 并从静态整体高性能结构与动态响应式结构两个方面分析了高效适应外环境荷载的结构策略。

第五, 由于非线性建筑形态设计思维与方法的特殊性, 因此需要进一步从非线性建筑形态的操作工具、操作类型分析, 结合原理模式形成建筑生态化的非线性形态的一般设计与设计模式。总的来说设计方法与模式分为两大部分: 一为非线性建筑形态的通过要素及其行为与关联规则自下而上的形成方式; 二为针对主要环境影响因素, 建立起一定的适应性标准以及选择策略, 借用遗传算法或群集智能算法等方式找出优化适应环境的建筑形态。这样, 从具体策略模式与一般设计方法分析两个方面建立了建筑生态化的非线性形态策略的应用方法。

最后, 以试验的方式针对光辐射热适应的非线性建筑形体作了在一定程度上的验证, 来具体说明非线性建筑形态策略的有效性以及非线性建筑形态一般设计模式的操作方式与可操作性。

需要特别强调, 非线性建筑形态策略不是唯一的生态技术策略, 甚至还是处于探索试验阶段的一种生态策略手段, 对非线性建筑形态具体策略的探讨分析更多在概念模式的层面。另外, 应以整体观与适宜性为原则, 从多技术类型、多技术层次、多技术模式的视角看待非线性建筑形态策略的具体分析与应用, 与现有成熟的生态技术策略相结合, 形成实际优化的建筑生态化解决方案。最后, 非线性建筑形态策略的自下而上的设计方法应与自上而下的控制式设计方法相结合, 在科学分析、经验判断以及审美偏好中寻找一条均衡、

综合、优化的设计道路。

时间如梭，每当经历过人生旅程的一个站点时，我总会有这样的感慨。五年半的博士生学习，两年的论文写作，将以此书作为总结，在此书即将付梓之际，特向曾给予我无私帮助的各位师长、亲人和朋友们致以诚挚的谢意！

感谢我的导师蔡镇钰教授，不能忘记从论文的选题、调研、正式撰写直至完稿的一年多时间里，导师倾注的大量心血和精力。论文取得的每一步进展都离不开导师的悉心指导。是导师严谨的治学和高尚的品格感染着我，蔡老谆谆的教诲和悉心的关怀永远激励着我。

感谢陈易教授，您深邃的目光、谦虚的态度、犀利的见解、平和的言语不仅让我看到新的天地，更让我学会做人的道理。

感谢曾为蔡老助手，现任现代都市院副总师俞挺给我的长期的帮助，您对建筑的热情时刻激励着我，让我对建筑设计充满乐趣与挑战。师友之情尽在不言中。

感谢现任北京工业大学建筑城规学院副院长陈喆教授，烟台大学王一平教授，您们一直以来的指导给了我莫大的启示与帮助，让我开拓思路，开阔视野。

感谢马达思班设计总监汪莹，给我带来 AA 学院的最新动态与对论文中专业知识的深刻理解，以及对我精神上的支持与帮助。

感谢同门师兄张峡丰长期的指导与帮助，你不仅教会我理论与实际的结合方法，更让我看到建筑师的成熟，感到师门的温暖。

感谢同门师兄陈飞副教授，你对学术论文的深刻体会与热情，让我看到研究者的执着与坚持。

感谢同济大学老师孙澄宇，在论文中关键词的概念上给予即时的指导，使我能够顺利地完成论文的写作。

感谢好友王桢栋、周鸣浩，无私的帮助与交流！

感谢就读于同济大学的硕士王树杰同学，在计算机编程方式给予我的帮助与指导。

感谢同门师兄沈德全、刘超、邹一挥、曲艳丽、王毅、李良、仲利强、陈泉安、胡晓青，正是和你们一起写作过程中的交流让我得到许多启发与灵感。

感谢与我朝夕相伴的好友贡坚，与你的共同探索、相互鼓励，使我获益匪浅。

还要感谢曾经帮助过我的许许多多的同学、朋友，大家朝夕相处，共同努力、相互鼓励，使我获益匪浅。在学习与生活的过程中，一起经历的欢乐与泪水都令人难以忘怀，相

信彼此的深厚友谊更是我们今生最宝贵的财富。

最后，感谢我的远在千里之外的父亲、母亲，以及身边的妻子郑旖还有刚刚出生的小女儿，你们的言传身教和宽容让我明白做人的原则，你们的关爱和微笑是我永远的动力，更是我避风的港湾。正是你们无私的关爱，让我能够顺利地完成学业。

正是你们让我看到自己的渺小和不足，看到未来的路。

这不是终结，而是开始；不是结束，而是启程。“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”，我会以此为座右铭鞭策我在未来道路上继续走下去。

目 录

导论 非线性建筑形态的内涵限定

1 有关非线性的概念	1
2 相关的非线性建筑概念	5
3 非线性建筑形态的内涵	6

第1章 绪 论

1.1 研究背景	9
1.2 论题的提出与研究范围界定	11
1.3 非线性建筑及其生态关联的相关理论与研究动态	17
1.4 研究目标, 内容, 意义与方法	22

第2章 历史视野中建筑生态化的形态策略演变

2.1 屈从自然——原始社会建筑形态的环境适应策略	27
2.2 和谐多样——手工业时期建筑形态的环境适应策略	28
2.3 和而不同——工业时期现代主义建筑形态的环境适应策略	32
2.4 技术至上——后工业时期高技派建筑形态的生态转型	38
2.5 新认识、新趋向、新思潮——当代建筑生态化的形态策略新空间	42
本章小结	49

第3章 建构建筑生态化的非线性形态观

3.1 建筑生态化的非线性形态观	51
3.2 建筑生态化的非线性建筑形态策略模式分析	71
3.3 建筑生态化的非线性形态策略特征	80
3.4 建筑生态化的非线性形态策略的研究内容	85
本章小结	87

第4章 建筑生态化的非线性形态具体策略分析

4.1 建筑生态化的非线性建筑形体策略分析	88
-----------------------------	----

4.2 建筑生态化的非线性建筑界面策略分析	117
4.3 建筑生态化的非线性建筑结构策略分析	147
4.4 整体性与适宜性: 建筑生态化的非线性形态策略的应用原则	172
本章小结	183

第5章 建筑生态化的非线性形态的设计方法

5.1 非线性建筑形态设计的可操作工具	186
5.2 非线性建筑形态形成的主要操作类型分析	210
5.3 建筑生态化的非线性形态的设计模式	231
本章小结	239

第6章 建筑生态化的非线性形态设计的实验探索 ——以光辐射热适应性的非线性建筑形体设计为例

6.1 光辐射热适应性非线性建筑形体的基础条件的确定	240
6.2 光辐射适应性非线性建筑形体设计方法的试验探索与分析	249
6.3 实验评价	261

第7章 结 论

7.1 本书研究总结	263
7.2 不足与有待深入研究的内容	266
7.3 结语	267

附录 试验系统进化的遗传算法伪代码	269
-------------------------	-----

图 片 索 引	272
---------------	-----

参 考 文 献	288
---------------	-----

导论 非线性建筑形态的内涵限定

“现代科学认为宇宙是由物理学家和科学家描述的直线规整地发展的。现代科学试图将所有的现象认为是本质上的线性有序行为的变量。然而，最近的二十年，一种相反的假设产生了，这一假设认为宇宙的绝大部分是非线性的。如果假设是正确的，那么建筑就一定要反映它。”

——查尔斯·詹克斯

非线性以及非线性系统、复杂性以及复杂系统是一些既抽象却又含义十分丰富的科学专有名词，它们是在对自然界新的认识的基础上发展出来的。随着非线性科学到复杂性科学的不断发展，非线性与复杂性的研究与应用已经渗透到许多其他学科的研究领域。“非线性建筑”也是当代建筑学界在此相应的科学基础上提出的新的概念，虽然已经有了很多成果，但对其定义与研究还处于探索研究的阶段。如何从其相应的科学概念与现有的非线性建筑的探索试验中辨析出它们之间的关联性与差异性，定义出“非线性建筑形态”的基本内涵不仅是本文的重要基础，也是探讨其生态策略以及设计方法的基本出发点。

1 有关非线性的概念

1.1 数学概念上的线性 (linearity) 与非线性 (non-linearity)

从本质上说非线性应属于数学的范畴。线性和非线性本来就是数学名词，要理解非线性概念及其特征，可以从其与线性概念的区别进行比较分析。

所谓线性是指量与量之间的正比关系，用直角坐标形象地画出来是一根直线。^① 以线

① 陈同兴，张季谦. 非线性物理概论. 合肥：中国科学技术大学出版社. 2010：P1.

2 复杂性适应——当代建筑生态化的非线性形态策略

性函数表达的系统称为线性系统，在此系统中，部分之和等于整体。描述线性系统的方程遵从叠加原理，即方程不同的解加起来仍然是解。^① 因此，线性可从相互关联的两个角度来界定：1. 物理变量间的函数关系是直线，变量间的变化率是恒量；2. 叠加原理成立，在线性系统中，部分之和等于整体，描述线性系统的方程遵从叠加原理，换言之就是方程的不同解加起来仍然是解。

在明确了线性的含义后，非线性概念就相对易于界定。非线性（non-linear）是指自变量与变量之间不成线性关系。若量与量之间不成线形关系，而成曲线关系，包括各种曲线、折线、不连续的线等，叫非线性关系。^② 它的函数则为非线性函数，典型的有二次函数、三次函数、指数函数、对数函数、三角函数等。与线性方程不同，非线性方程一般不能得出解析解，只能根据方程的具体研究问题进行近似求解，或者利用计算机技术进行数值解析。

1.2 物理表象上的线性与非线性

从外在形式上有定性的区别：线性现象表现为连续的直线性形态，如线性方程所表现出的图示一样；非线性现象表现为连续的曲线或折线式形态，如非线性方程表现出的如抛物线等图示（图1）。

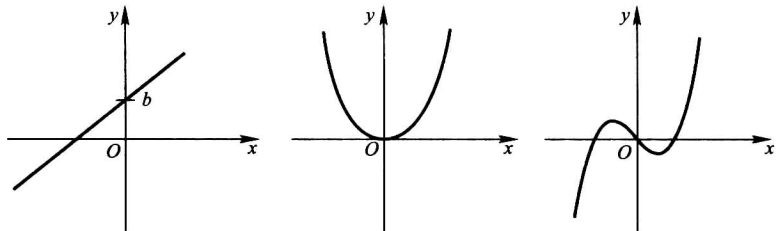


图1 左图为线性函数的图像表达，中图与右图为非线性函数的图像表达

1.3 非线性系统及其动力学上的非线性表现

非线性系统是指不能用线性数学模型描述的系统。通常系统中至少有一个部分或者多个，甚至于所有部分都存在非线性特性，且它们存在相互作用。在非线性动力学系统中，非线性的实质是变量间的相互作用，系统演化过程与初始条件有关。^③

（1）从运动形式看，线性系统内的动力现象一般表现为时空中的简单运动；而非线性

① 陈同兴，张季谦，非线性物理概论，合肥：中国科学技术大学出版社，2010：P1.

方程不同解相加仍然是解的方程释义为： $f(x+y)=f(x)+f(y)$ ，或 $f(ax)=af(x)$ 。

一元一次函数为最简单的线性方程，表示线性连续动态系统的数学模型为线性常微分方程，可以为一元高阶方程；也可以为多元一阶联立方程。

② 同①

③ 陈同兴，张季谦，非线性物理概论，合肥：中国科学技术大学出版社，2010：P3.

系统内部的动力现象则表现为规则运动与不规则运动之间的转化和跃变,带有明显的不确定性、突变性。激光的生成就是非线性的,当外界电流强度较小时,激光器犹如普通电灯,光向四面八方散射;而当进一步增加电流强度,激光器将突然开始规则地放射出难以置信的短促而强烈的闪光。^①

(2) 从系统对外界影响的特性看,线性系统的响应特征为输出信号的强度正比于输入信号的强度,并且,系统的线性响应特性与信号强度无关;与此相反,非线性响应特性则依赖于信号的强度。非线性响应对输入信号的不同部分具有不同响应,从而使输出信号发生与输入信号波形不同的畸变,在某些特定的条件下,在非线性系统的输出还呈现出幅度与频率成分不确定的情况,人们将这种情况称为混沌状态。^② 其反应在建筑形态上类似于一些先锋建筑空间形态中的“适应性变化”或“持续的差异性”的区别(图2)。

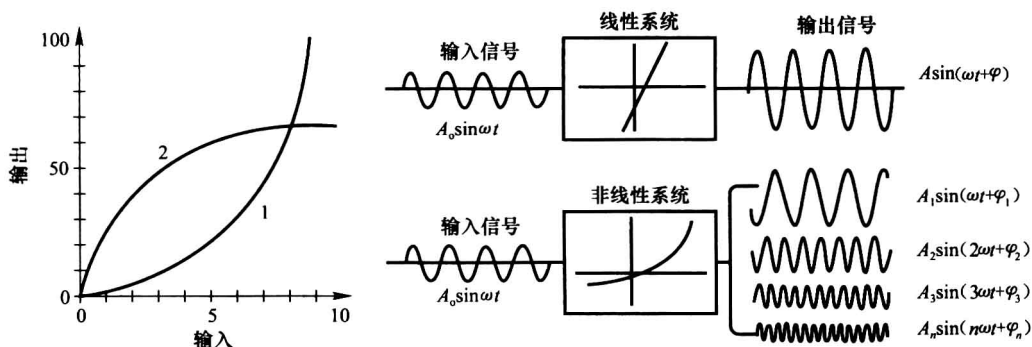


图2 信号波形的图像表达

从差异性角度上看,线性指量与量之间按比例、成直线的关系,在空间和时间上代表规则和光滑的运动;非线性则指不按比例、不成直线的关系,代表不规则的运动和突变。另一方面,从统一性角度看,线性作用其实只不过是非线性作用在一定条件下的近似,或者线性是非线性的特例,非线性系统是线性与非线性系统的综合。

1.4 非线性科学

非线性科学是一门研究非线性系统共性的基础学科。它是自20世纪70年代以来,在各门以非线性为特征的分支学科^③的基础上逐步发展起来的综合性学科。非线性科学被誉为20世纪继量子力学和相对论两项重要发明之后的“第三次革命”。^④

① 赫尔曼·哈肯著,凌复华译,协同学——大自然构成的奥秘,上海:上海世纪出版集团,2005:P49.

② 陈同兴,张季谦,非线性物理概论,合肥:中国科学技术大学出版社,2010:P3.

③ 非线性科学主要包含耗散结构论、协同学、突变论、混沌论以及分形理论等科学理论,它们都是跨学科的,都是非线性的,研究的对象都是复杂对象,研究的目的是探索大自然的复杂性,它们从不同角度揭示了复杂现象的规律性,将这些学科统称为非线性科学。

④ 李士勇等编著,非线性科学与复杂性科学,哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006:P5.



图3 吸引子

非线性科学中较成熟的部分是非线性动力学, 19 世纪末著名的法国数学家和理论天文学家 J·H·庞加莱 (Poincaré, Jules Henri) 的两项工作——常微分方程的定性理论和天体运动中定量计算使他成为非线性科学最早的代表人物。20 世纪 60 年代后, 大气科学和流体力学中利用计算机进行的数值研究, 以及统计物理中远离平衡态系统性态的研究等, 促进了在横向联系上发现并研究各类不同系统由于非线性而导致的共性的学科发展, 即非线性科学 (图 3)。^①

非线性科学中的研究体现了非线性系统的实质: 系统内部分子系统或者全部子系统之间的非线性相互作用产生的非叠加效应形成了系统动态演化过程的多样性与多尺度性。

1.5 复杂性、复杂系统及其与非线性系统的关系

复杂性、复杂系统乃至复杂性科学都是在非线性系统的研究以及非线性科学的发展基础上进一步发展形成的。对复杂系统以及复杂性科学的理解, 不仅可以更加明确清晰其与非线性系统之间的关系, 也是准确定义非线性建筑形态的内涵的理论依据与基础。

(1) 复杂性 (complexity) 与简单性 (simplicity)

复杂性是相对于简单性提出的, 简单与复杂是对事物或规律的两种不同属性的高度概括。简单是指事物或规律具有普遍的、基本的、不变的共同的属性, 即共性; 而复杂是指事物或规律具有特殊的、多样的、变化的、个别的属性, 即个性。简单性可以有统一的形式, 但复杂性则有多种类型。^②

(2) 复杂系统

一般认为, 复杂系统是由众多存在复杂相互作用的组分 (或子系统) 组成的, 系统的整体行为 (功能或特性) 不能由其组分的行为 (功能或特征) 来获得。这里所谓的复杂相互作用是指系统的组分间用无数可能的方式相互作用, 正是这种组分间无数可能的相互作用, 才使得复杂系统涌现出所有组分不具有的整体行为 (功能)。^③

^① 混沌, 孤立波, 分形是非线性系统中的一部分具有代表性的主要内容, 但不是全部, 相关的耗散结构、突变论、协同论都属于非线性系统的研究内容。

^② Chistof Koch, Gilles Laurent, Complexity and the nervous system. Science, 1999: P96-98. 转引自李士勇等编著. 非线性科学与复杂性科学. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2006: P143.

^③ 司马贺. 著, 武夷山. 译, 人工科学: 复杂性面面观. 上海: 上海科技教育出版社, 2004.

李士勇等编著. 非线性科学与复杂性科学. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2006: P144-145.

(3) 复杂系统与非线性系统的关系

非线性系统与复杂系统都具有非叠加效应。非线性系统与复杂系统主要区别在于,非线性系统内部不一定具有相互非线性作用的大量要素,而复杂系统必须具有大量存在非线性相互作用的组成要素,才能形成系统的复杂性。可以看出,非线性是复杂系统的首要特征。因此,非线性系统不一定是复杂系统。反之,复杂系统一定是非线性系统。这就表明,非线性是构成非线性系统的充分条件,而非线性只是构成复杂系统的必要条件,尚不是充分条件。

对非线性的概念、非线性系统特性、非线性科学研究内容以及复杂系统与非线性系统关系的了解和分析与能从哲学层面、思维层面、方法层面为建筑形态的设计打破以往思维的限制提供了思路源泉,是较为清晰的定义非线性建筑形态内涵,理解非线性建筑形态特征及其形成方式的根本出发点,是非线性建筑本质的理论依据。

2 相关的非线性建筑概念

非线性建筑创作以 20 世纪 60 年代以来的非线性科学与复杂性科学为理论基础,以 20 世纪哲学家吉尔·德勒兹、米歇尔·福柯、琼·博德里亚(Jean Baudrillard,又译布希亚)、巴塔耶、利奥塔、雅克·德里达等人的去中心性、异质性、无标度性、偶然性、开放性、多样性、反权威、反二元对立的思想为主要代表,它试图建立一种以新的科学、哲学、美学为支撑的建筑设计框架。从表现特征看,其具有丰富性、多样性、复杂性;从状态特征上看,具有开放性、动态性、非平衡性、模糊性;从结构特征上看,具有去中心性、相关性、层次性。

2.1 查尔斯·詹克斯:“非线性建筑:新科学=新建筑?”

前文提到过,1997 年,查尔斯·詹克斯在英国 AD 杂志第 129 期上发表文章:《非线性建筑:新科学=新建筑?》,主要从对宇宙及自然重新认识的非线性复杂科学取代牛顿经典理论的线性科学的科学角度出发,力图以非线性复杂科学为依据,找到未来建筑的新方向。文章同时指出三个建筑为非线性科学在建筑界中的相应的建筑形态:毕尔巴鄂的古根海姆博物馆、辛辛那提阿罗诺夫中心、柏林犹太人博物馆扩建。当然,这三个建筑从今天的观点来看,更多的停留在建筑形态的表层上。但是,“尽管这三个建筑均称不上真正的非线性建筑,但是詹克斯关于‘非线性科学对建筑设计的影响将带来一场新的建筑运动’这一预言,却实实在在发生。”^①

2.2 吉尔·德勒兹(Gilles Deleuze):非线性建筑的哲学依据

真正可以为非线性建筑作哲学依据的是伟大的后现代哲学家吉尔·德勒兹(Gilles

① 徐卫国. 褶子思想,游牧空间——关于非线性建筑参数化设计的访谈. 世界建筑,2009(08): P16.

Deleuze), 他的去中心学说、非整体化思想、推崇即刻性与偶然性的观念为非线性建筑找到了思想依据。正如荷兰建筑师 Ben van Berkel (UN Studio) 所说:“建筑学与科学有了令人惊喜的结合点, 这完全归功于德勒兹及他的注释, 在我们职业内部转换所产生的巨大吸引力。”^① 甚至可以说, 德勒兹理论是当今非线性建筑的“圣经”。

清华大学徐卫国教授在其《涌现》一书中对德勒兹主要思想从三个方面进行了主要概括:^②

首先是褶子的世界, 在这个世界中, 时间和空间随着物质的折叠、展开和再折叠而形成。物体是在由内向外及由外向内的双向折叠中形成的, 因此, 物体本质上没有内外之分, 外观是物体自组织的体现。这一观念打破了欧几里得几何的传统空间概念, 展现了一个动态运动中时空共存的流动世界。

其次是对游牧空间的瞬时定格取型, 游牧空间对应于矢量状态空间而言, 在矢量空间中的运动受力的牵制, 只能在固定点之间运行。而游牧空间是开放的, 运动可以在任意点之间发生, 变量永远处于变化的状态之中。因而非线性设计追求“平滑”, 它是游牧空间的个性写照。

最后强调生成的“过程设计”方法, 即重视各种影响设计的参变量的相互作用, 并通过分析研究过程, 让建筑形态自然浮现, 这样将作为结果的建筑转化成了作为“过程”的建筑, 体现了自下而上的设计思想。因而生成的结果再也不会会有模仿或再现, 而具有唯一性。正如德勒兹在《生成》一文中指出, 生成总是逃避在场性的“现在”, 在某个特定的时点, 它既在又不在, 这里没有可以独立分隔开的在场和不在场, 二者总是在互动和转换的游戏之中。

2.3 清华大学徐卫国教授: 非线性建筑的概念

清华大学徐卫国教授认为:“非线性建筑是一种连续流动状的形体。这种形体作为结果来自于对建筑性能及周边环境因素的分析, 建筑的设计过程即是对各种影响建筑因素的研究, 并通过提炼和综合, 将各种影响因子从概念发展到形象, 作为建筑的最终形体, 由于影响的因素是复杂的, 建筑的形体也必然是不规则的。”^③

3 非线性建筑形态的内涵

从对非线性自身的概念及其特征分析与对已有的非线性建筑的概念与哲学思想分析可以看出, “非线性”建筑实际上是在非线性思维方式下的建筑形态的几何表现特征和形成

① UN Studio Architectures non Standard Edition du Centre Pompidou Paris 2003, 转引自朱力. 非线性空间艺术设计. 长沙: 湖南美术出版社, 2008: P103.

② 徐卫国. 非线性建筑探索. 建筑学报, 2005. 12.

尼尔. 林奇, 徐卫国编. 涌现——学生建筑设计作品. 中国建筑工业出版社, 2006: P14.

③ 徐卫国. 非线性建筑设计. 建筑学报, 2005 (12), p32.