

21世纪先锋建筑丛书
—数字+生态

态建筑 + 结构逻辑

仇 宁 薛彦波 主编



ONL事务所的设计与建造

超体 × 实时反映 × 从文件到工厂

ONL的最终目标是开发出一种建筑，通过互联网络与世界相连接，通过用户界面与用户连接，它不但可以回应用户

自身的实时改体需求，并且主动地参与沟通

和改体的过程

中国建筑工业出版社

1511676

九江学院图书馆



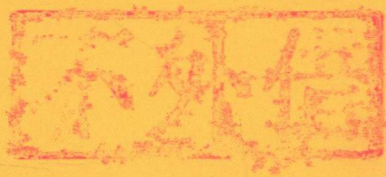
1814409

ONL事务所的设计与建造

情态 建筑 + 结构 逻辑

数字 + 生态
21世纪先锋建筑丛书
仇宁 薛彦波 主编

URBAN ECOLOGY



TU201.4-64
12342



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

情态建筑+结构逻辑——ONL事务所的设计与建造 / 仇宁, 薛彦波主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011.7

21世纪先锋建筑丛书

ISBN 978-7-112-13341-3

I. ①情… II. ①仇… ②薛… III. ①数字技术—应用—建筑设计—图集 IV. ①TU201.4-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第121964号

责任编辑: 张幼平

责任校对: 陈晶晶 王雪竹

21世纪先锋建筑丛书

情态建筑+结构逻辑

——ONL事务所的设计与建造

仇宁 薛彦波 主编

*

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

百易视觉组制版

北京顺诚彩色印刷有限公司印刷

*

开本: 880×1230毫米 1/32 印张: 7 字数: 381千字

2011年6月第一版 2011年6月第一次印刷

定价: 58.00元

ISBN 978-7-112-13341-3

(20722)

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)

今天的建筑学面临空前严峻的挑战，住宅、交通、土地利用方面的问题以及能源和资源日益枯竭、生态环境恶化等。正以人类生存发展的大命题方式直接逼问；而在建筑学专业内部，受学科自身自律发展内在动力的驱使，求新求变的欲望日益强烈。那些困扰着历代建筑师的基本命题依然等待着与时俱进的解答。什么样的造型风格能够反映时代的精神？建筑怎样满足所处时代社会生产和生活提出的各种复杂的要求？建筑对于人的意义是怎样的？如何定义建筑之美？建筑学的发展方向何在？应当怎样处理继承与革新的矛盾？新的科学技术为建筑提供了什么新的可能性……

回顾20世纪的后四十年，世界建筑领域表面喧嚣，实则沉闷。后现代主义、新现代主义、解构主义，你方唱罢我登场，各领风骚十几年。尽管建筑师和建筑理论家们可谓呕心沥血，花样百出，但这些流派与运动最终也只是对现代主义建筑某些方面的不足，如人文关怀和个性特色方面的缺失进行修正和改良，很难说有多少实质性的突破。预示和制约未来发展方向的信息和条件更多来自建筑学之外，这远远超出了仅将研究重点局限于形式与风格的探索者的视野。

在西方发达国家渐次进入后工业时代之后，社会生产与生活方式已经发生了深刻的变化：社会日益富裕，消费成为影响社会运转最重要的因素之一；福柯、德里达、德勒兹等后现代哲学家的思想广泛传播；计算机、材料技术、互联网及信息技术飞速发展，全球化趋势加速；由能源危机引发，人们开始对可持续发展及生态危机进行全方位思考等。在内部自律发展的驱动力之外，正是这些变化外在影响或制约着建筑学的发展趋势。

后现代哲学思想

现代科学将理性主义导向排除主观因素介入的完全客观的一元论，结构主义哲学更是将生动真实的大千世界归结为简单的秩序与普遍性法则，世界的复杂多元性被视为肤浅的表象，而被简化归纳的结构秩序等同于本质。

20世纪60年代以来，福柯、德里达、德勒兹等后现代哲学家的思想日益受到重

视，他们在各自著作中从不同角度对现代主义的一元宏大叙事的权威性进行不留情面的反驳与颠覆，揭示真实世界的多元复杂性以及长期被主流文化忽略压制的非主流亚文化的价值与意义。后现代主义意味着一种世界观或生活观，即不再把世界视为统一的整体，而强调其多元、片段化和非中心的特点。

以德勒兹为例，他的思想有意挣脱和抵抗既有的或传统的社会文化的束缚，以开放性、增值性的思想观念阐释世界的多元和生命的混沌。他借助“块茎”、“高原”、“褶子”、“游牧”等概念，提倡充满活力的差异、流变、生成、多元的后结构主义观念。德勒兹的“褶子”象征着差异共处、普遍和谐与回旋叠合，有无限延展、流变和生成的开放性和可能性，是统一与多元性共存的平台。在经济全球化与文化数字化的时代，褶子导致人类转向开放空间，从而生产出新的存在方式和表达方式。“游牧”指由差异和重复运动构成的、未结构化的自由状态，事物在游牧状态下不断逃逸或生成新的状态。“块茎”是非中心、无规则、多元化的形态（区别于树状结构的中心论、规范化和等级制），块茎图式是生产机器，它通过变异、拓展、征服和分衍而运作，永远可以分离、联系、颠倒、修改，是具有多种出入口及逃逸线的图式。

致力于探索建筑学发展的当代新锐建筑师在这些后现代思想家的理论中找到了打破理性主义束缚的思想依据；20世纪中叶诞生的非线性科学理论为突破线性科学对人类思维的制约、研究复杂多元的问题提供了全新的视野与理论方法。传统的艺术及建筑创作原则如统一、协调、完整性等也随之丧失了合理性的基础，而漂移、变异、流动、生成等成为建筑创作中常见的观念。当然，就像德里达的解构哲学中一些概念被生硬地借用到建筑领域一样，德勒兹的后结构主义哲学概念也存在被庸俗化、工具化的状况。一些建筑师和建筑理论家从他众多的哲学新概念中提出一部分，只是作了望文生义的意象化处理，并在建筑的形态中以直接或隐晦的方式表现出来。

消费社会和图像化时代

后工业时代消费社会的基本逻辑是人们能够通过消费的对象定义自身的个性和身份地位，这种情况下，人们消费的主要是物作为标示差异的符号意义，于是，作为消费对象的空间，其形态的识别性和差异性就显得尤为重要。另外，在信息和图像化风潮的影响下，建筑形象吸引了越来越多的公众的关注，建筑师也需要个性鲜明的作品来获取成就与名声。事实上，一些建筑的影响早已超出建筑领域成为公共话题，而其建筑师也像娱乐明星一样风光无限。这种对外观形象的重视在数字虚拟、高速计算机的结构计算和图像信息传播技术的支持下更显出先声夺人的优势，形态和表皮成为建筑学研究的热点，建筑方案的表现手段已经反过来开始影响设计的理念、程序和方法。

全球化

信息技术的发展造成了新一轮的“时空压缩”，也促进了文化和社会生活的巨变。全球性的信息和资源流动正在改变着人们的生存条件，一些原来的区域性、地区性的观念产生了新的变化。非物质化的虚拟生存、虚拟社区的发展切实改变了人们的生活观念和生活方式，也引发了空间场所与人的关系的进一步变异。在今天，技术劳动力分配的全球化程度越来越高，建筑师跨地域从事设计实践已经是普遍现象，尤其

是一些有国际影响的明星建筑师，在全世界的建设热点地域都能看到他们的身影。

生态危机与可持续发展战略

人类近两百年来对能源和自然资源毫无节制的滥用所导致的恶果在近几十年中集中地显现出来。今天的世界面临资源枯竭、能源危机、生态危机、环境危机、人口膨胀、发展失衡等诸多问题，总起来看就是人类的生存危机。

建筑是人类最重要的生产活动之一。我们从自然界所获得的50%以上的物质原料都是用来建造各类建筑及其附属设施，这些建筑及设施在建造与使用过程中又消耗了全球50%左右的能源。在环境的总体污染中，与建筑有关的空气污染、光污染、电磁污染占34%，建筑垃圾占人类活动产出垃圾总量的40%以上。作为资源利用和环境污染的大户，如何提高综合循环利用，探索节约资源、能源，减少环境污染、提高建筑科技含量和经济效益的绿色可持续性建筑，是建筑界当前面临的最大课题。

国际建筑设计界对建筑的认识在观念上已经发生了重大转变：如从注重建筑作品本身的经济、技术、艺术价值扩展到建筑作品的生态价值和社会价值，从注重建筑产品的建造过程转向注重建筑产品的整个生命周期等。

计算机、新材料、新技术

千百年来，建筑师遵循着线性思维方法，依靠自己的空间想象力，在头脑中设想建筑形态和空间关系，以二维的图纸或三维实物模型表达设计成果（其间虽有高迪这样的天才尝试突破，但毕竟是个例，且由于建造技术落后，其作品历百年未能完成）。今天，借助于计算机的数据和图形分析技术、虚拟技术和数字化控制制造技术，自由的、流动性的、形体和空间关系的复杂程度远远超出人想象力的非线性形体可以轻松的设计并制造出来。计算机技术不仅是建筑形体设计及成果表达的手段，随着编程、参数设计、形体生成等方法的普及，它对建筑设计的影响已经上升到观念和方法论的层面。当前的数字建筑，不仅其设计过程高度依赖计算机软件技术，在建造手段上也离不开数控机床等计算机辅助制造技术。

此外，层出不穷的各种新型建筑材料（如高强度材料、节能材料、环保材料及各种综合材料等）和节能环保技术，也为建筑探索提供了有力的技术和物质材料支持。

无论对于形式风格探索还是生态、节能、环保、结构和空间等内在品质的提高，突飞猛进的计算机技术为建筑学打开的是一扇革命性的大门。

具备了哲学的、社会的、经济的和科学技术的条件，似乎建筑学的发展就要掀开新的一页了。

20世纪初,建筑史上最具颠覆性的变革——现代建筑运动的发生即是如此。在其影响下，人们对于建筑功能、建筑美学、建造技术、材料科学，乃至对于建筑价值层面的理解，都发生了革命性的转变，并且控制

世界建筑领域达半世纪之久。现代建筑运动虽以集中、爆发的方式出现，但其酝酿的时间却在百年以上，综合了工业革命以来政治、经济、科技、哲学、人文、艺术等各领域的成果才得以实现，又恰逢两次世界大战造成的巨大的建筑需求量，其影响才达到如此深远的程度。

21世纪已经过去了10年。今天回顾百年前的现代建筑运动，并非暗示我们又站在了建筑革命的转折点上，因为太多的不确定性让我们无法作出如此乐观的判断。任何建筑思潮和风格的产生，都与当时的时代背景息息相关。在价值和评价标准多元化的后现代社会里，再期待出现一种像现代主义一样放之天下而皆准的主流建筑设计思想或风格显然已不合时宜。

当前城市、社会和自然环境面临的问题，对于建筑学的发展来说是严峻的挑战，也是难得的机遇。在建筑师多元化的探索中，有两个大的方向已成热点：一个是延续建筑学自律发展的惯性（这也是多数建筑师最热衷的），进行功能、建筑空间及形式风格方面的探索，计算机虚拟技术为这种研究提供了前所未有的条件；另一个是从可持续发展的立场，致力于研究节能、环保的生态建筑。也有很多前卫建筑师将这两个方向综合起来，在进行功能、空间及形式风格等方面研究的同时，探索一种充分利用最新科技成果的，能够让人、自然和社会和谐相处的可持续性建筑。

本丛书选择在这两个方向的理论研究和设计实践方面有较大国际影响的建筑师或建筑事务所的作品作较为详细的介绍。Vincent Callebaut提出的“信息生态建筑”是一种智能并可与人类灵活互动的建筑原型，一个联系了人与自然的有生命的界面。他的研究力图将非有机的建筑系统进行有机化改造，以使这种能取得人类与环境平衡的新的绿色建筑融入生态系统中。laN+事务所的新生态学并不限于常规意义上的生态环保，而是指与建筑相关的地理、气候、经济、人口、技术、艺术、文化等因素的复杂关系系统。他们的研究以一种特殊的方式将建筑、景观与这个复杂系统联系起来，进而激发有益的资源利用及技术开发。Greg Lynn是数字建筑理论的奠基者之一，从20世纪90年代中期开始，其事务所就已经成为利用动画软件进行建筑设计的先锋，其创新实践在年轻建筑师当中产生了广泛的影响。他的研究致力于以建筑形式表达当代技术的流动性、灵活性及复杂性，并创造性地将建筑的功能性、文化性和建造的可行性与电脑技术支持下的形态表现方式联系起来。R&Sie(n)事务所探索了通过技术虚拟手段把握不可接近的世界的可能性。为了打破理性实证主义和决定论对建筑的限定和约束，他们尝试利用动荡、不安的暂时性和偶然性，结合一系列既定的解决方案，来完成一种介于梦幻时光和未来之间的建筑。ONL是由艺术家、建筑师和程序员共同组成的多学科的建筑设计工作平台，他们在设计和生产过程中融入高超的交互式数字技术，将富有创造力的设计策略与大规模定制的生产方法相结合，使构成元素各不相同的几何形复合结构的建造成为可能。

这些国外新锐建筑师的研究与实践创造力、想象力丰富，成果显著，为建筑学发展乃至人类生活方式的转变提供了新的启示与思路。但作为实验性的前卫建筑探索，其发展还面临着一系列外在条件的制约。对于数字建筑和生态建筑，其设计与建造需要有雄厚的经济和技术力量支撑，另外，在日益全球化的时代背景下，这些前沿的建筑设计研究与实践如何与项目所处的自然、社会、经济和文化环境的相适应等，都需要大量细致的深化研究工作。所以，尽管它预示了建筑学发展的一种方向，但对我们来说，这些前卫探索最值得学习的应该是其研究的态度、立场和方法，而不是方案的生搬硬套或低级的形式模仿。

ONL建筑事务所 008

新类型建筑 011

趋向情态建筑 019

凯沙罗顿塔桥 /

由一条连续线描述的桥梁、

车站以及地标性高塔 024

咸水馆 026

摩托麦加 036

情态住宅 040

寄生虫 042

图形构想 048

ONL本源 053

垃圾转运站 /

“头部”、“躯干”和“尾部” 062

昆士兰现代艺术画廊 066

U2塔楼 070

洛桑新艺术博物馆 076

飞翔旅馆 080

VR空间剧院 084

萨尔茨堡方程式 086

肌肉之改体——智慧表皮设计 091

蜉蝣结构 108

传输港 / 可编程躯干 112

可调适外表面 120

空间站 122

手绘空间 126

虚拟操作间 131

里斯兰城市发展参与者 138

BCN方程式 / 游戏意图 142

诱惑器游戏 / 公园城市设计工具 146

原型空间 /

代尔夫特理工大学校园中的iWEB 150

A2智慧港 / A2地区总体规划 152

虚拟操作间 156

可变自动住宅 160

参数设计与大规模定制 165

赫辛座舱 172

隔声屏障 188

厄格洛斯前灯 / 厄格洛斯展示间 198

惠灵顿港口 / 总体规划 202

网 208

TT纪念碑 216

多功能中心 / 巴基斯坦，拉合尔 220

ONL建筑事务所

ONL(奥斯特惠斯和伦纳德)是一家位于荷兰鹿特丹的创新设计工作室,他们以在设计和生产过程中融入高超的交互式数字技术(人工直觉、大规模定制、文件到工厂的过程)而闻名国际。ONL创建了一种自由的联结——介于合作设计过程中的直觉和参数三维模型及生产过程的革新逻辑之间的真实热线。ONL将富于想象力的设计策略与创造性的大规模定制生产方法的专业知识相结合,使构成元素各不相同的几何形复合结构的建造成为可能。

卡西·奥斯特惠斯是荷兰代尔夫特理工大学讲授建筑设计和设计方法的教授,同时是建筑学院超体研究小组和原型空间试验室的领头人,他的研究集中在建筑的复杂适应系统(CAS)以及合作设计和工程上的综合工作技巧。伊莲娜·伦纳德是一位曾就学于匈牙利布达佩斯的注册演员,还是一位注册雕塑家,曾就读于荷兰鹿特丹的威廉·德·昆宁学院。

ONL是一个跨学科合作的事务所,是艺术家、建筑师和程序员共同工作的数码平台。事务所由视觉雕塑艺术家伊莲娜·伦纳德和建筑师卡西·奥斯特惠斯创立,他们二人的独立实践相互融合,从1990年开始以一个设计工作室的形式进行艺术项目、互动装置、建筑项目以及城市规划研究等实践,期间也与许多其他的艺术家、建筑师和城市规划师进行了合作,如与城市规划师阿肖克·巴罗特拉(Ashok Bhalotra,荷兰高柏伙伴公司主席)共同规划了高效城市,与作曲家Edwinvander Heide共同设计了咸水馆的环境声,在已经出版的几本著作当中与平面设计师也进行了紧密的合作。他们还组织了一些较大规模的活动(1991年的合成维度,1994年的雕塑城市,2001年的传输港项目,2001年和2006年的Game Setand Match),与来自不同学科的艺术、学者以及商业专家进行了合作。从项目的开始,他们就一直关注与其他创造性学科的合作,这是他们自我启迪的一种方法。

ONL对于建筑的探索集中于以下几点:

1. 建筑体

首先每一栋建筑都作为一种建筑体来看待和生成。建筑体是一

一个一致的有机体，它所包含的大多数元素都是为该有机体特别生成的。现代建筑体不再以重复为基础，而是以独特组件之间平滑的交互作用为基础构成。

2. 能量线

建筑体就像一个具有一定形状的容器，一个通过一套能量曲线定型的灵活的盒子。能量线描述了建筑体生成的路径、建筑体量表面的交叠，以及使用者通过建筑体的轨迹。

3. 对点群进行程序控制

在能量线描述了建筑体的外部条件的同时，点群的程序策略对建筑物体量内部的三维模型所涉及了点进行了组织。相关的点都是直接译成建造的节点，成为从建筑到工程的捷径。

4. 档案到工厂

点群中的相关点以及将建筑细部具体化的点群都是由ONL以个性化的脚本编写而成，这在电脑、金属切割器以及玻璃制造商之间建立了直接的联系。大规模定制中的F2F进程（files to factory，F2F，文件到工厂）使我们能够对成本和计划进行完全的控制。

5. 实时行为

ONL开发了基于多人参与游戏设计的技术，实时地将数据输入适应性构造物当中。适应性构造物和传感器接收不断传来的信息，并随之改变它们的范围。适应性构造物对不断改变的气候环境产生回应，并且不断调试自身来适应顾客的使用需求，同时能够节约近20%的建筑总重量。ONL选择以非标准建筑的视点来看世界，这意味着，他们将异乎寻常的创造视为工作原则，换句话说，他们已经不再将美学作用归纳为大规模工业化生产的副产品，而是提出了一种基于大规模定制原则的新美学思想。在他们最近所有的设计作品当中，没有一个建造组件是相同的，所有的构成元素都是独一无二的。它们都是数控机床根据ONL创造的F2F程序制造的，这将三维变量模型与生产机器直接联系起来了。非标准建筑最大的挑战在于，它开启了通向一种不再以反复为基础的新的建筑性语言的道路。但是新信息艺术家/建筑师必须了解新范例最基本的原则，坚持设计与过程的融合性，否则他们将与业主一起陷入一条不断重复的死亡序列当中。从他们近期的诸如网、座舱建筑、隔声屏障以及TT纪念碑等项目中看得出，他们能够在标准的预算之内制造真正的非标准艺术与建筑。

近年来，ONL经历了两次主要的范式转换。第一次飞跃是从重复性工业建筑到非标准建筑。这件事情的发生归功于运算技术的发展。当然复杂的几何形在早期能够通过手绘实现，尤其是通过当地人自己的手来实现。但是这些结构从来都没有被看作是几何形的。两千多年前的欧几里得几何学和3个多世纪前的牛顿几何学仍旧构成了99%的实际建筑产品。大概10至20年前，非标准几何学最终脱离了基于牛顿逻辑的柏



拉图体量变异的建造自动化，与此同时，新的软件也允许我们利用布尔运算，从另一途径消减复杂体量，并使用放样技术来制造复杂的表面。设计过程中的运算技术应用为设计师开辟了通向非标准建筑的道路。

十多年前，ONL投身于非标准建筑的领域，从束缚当中解脱出来，不再以头脑当中简单的图解来想象其作品。设计师头脑中的设计三维图像不可能在使用软件进行可视化之前形成。现在他们已经学会怎么样控制直觉的失控与出乎意料，虽然这种失控仍然存在，但是他们开发出了新的技术来将其复杂性与生产联系到一起。现在他们已经完全适应并能够控制复杂的表面感了。

第二次飞跃更加显著，他们开展了对游戏生成软件以及实时环境设计软件的试验，利用粒子及粒子之间的关系来进行设计。卡西在代尔夫特理工大学建筑学系的超体研究小组试验利用艺术装置来建造实时行为的建构体。在ONL的实践当中，他们使用参数软件在组件中建立联系，而不是单单建造独立的三维物体。他们在法国蓬皮杜艺术中心展出的装置作品“肌肉”运用的就是这种实时运行的联系。这些建构体是运行中的程序，它的输入/输出设备由使用者控制，建筑已经成为一种使用者参与的游戏。在设计中，建筑师需要应对全新形式的不可预见性和不确定性。一些愚蠢的设计师的行为，就像鸟群中的鸟儿，能够建立元素之间的关联，但并不是控制总体的形态。在某些时刻，我们是有可能预测互动建构体的形状的，当然也就有可能将建构体引入某种可预见的状态，但是这样就扼杀了整个过程。

ONL将建筑物作为一个运行的程序来看待，通过一种全新的观念来对我们的环境进行逐步的观察。他们采取了全新的视点，将世界看作一个由上亿个复杂的适应性系统相互作用构成的群体。目前，ONL正在探寻新的实时交互处理工具。他们正试图成为行为方式的程序编写者而不是毫无生气的物件的制造者。尽管有时候ONL的建筑作品在形状上显示出了与我们所知道的自然历史的相似之处，但是这绝不是其创意的出发点。对于他们来说，复制任何一种生物物种的外表过于浅薄。他们更愿意去尝试发明新的物种，通过其复杂性和复杂的行为方式开始去熟悉其他生物，就像对它们早就了解了一样。

1995年，ONL已经组织了一个同时在奥地利维也纳、匈牙利布达佩斯以及荷兰鹿特丹进行的名为建筑基因的国际工作站，但作品并没有直接关系生物技术。新技术催生了Festo制造的为传感器使用的工业肌肉，ONL在其互动装置作品当中使用这些肌肉是一种发自内心的艺术家行为。在此之后，他们以其在艺术装置方面的知识和体验来尝试设计能够使用传感器进行实时行为的新类型的行为性建筑。ONL以艺术和建筑两种态度同时在设计和建造方面的尝试在不远的将来也许不会成为主流，但是它将逐步地取代旧的系统，这是实践当中的演进。旧的系统仍旧依赖于能够从建造目录上预定的大规模制造产品的市场，当市场转化为利用准时制生产对具体构件进行大规模定制时，所有的组件都是独一无二的，并可以被组合成一个三维迷宫，这时传统的系统将会慢慢地走到尽头。在不远的未来，旧系统与新系统将会共生并且进行竞争。建筑师所能做的只是将其设计作品投放到市场当中，静静等待并观察其作品对于这种演进进程的影响。

（对ONL事务所及其设计思想的介绍引自卡西·奥斯特惠斯的文章并有删改。）



传统的乡土建筑是由实施过程来完成的，其间没有诸如绘图—工作草图—细部绘图的中间阶段。交流是在人与人之间直接进行的。用现代计算机语言来说，就是通过一个对等的无线传感网络。对等，是指人们直接与其同类接触；无线，是指这种接触并不是身体上的；传感器网络，则是指人们迅速地吸收、操作并传播信息。人们集思广益，讨论并付诸行动。具体的尺寸以及其他相关的数字细节是在建筑的完成过程中决定的。最终结果的细节无法预测，不过是建立在一套已经达成一致的简单原则之上的。

现在，21世纪初的机器已经取代了人类成为建筑元素的生产者及实际执行者。我们可以在现代数码技术的基础上建立一种极度类似对等的机器网络，在这个网络中，机器互相交流以制造具有无穷变化的不同建筑元素，它们看上去丰富而复杂，但仍是建立在一套简单原则之上的。人类通过概念性的干涉和多种多样的输入设备来和这种机器建立交流联系。这个过程叫做大规模定制(mass-customization, MC)，是建立在“文件到工厂”这种制造方法基础之上的。这样一来，所有东西的绝对尺寸和位置都是不同的，但这并非因为人类的不精确性，而是由于计算机操作的多样性。

众所周知，建筑物是建立在工业化建筑元素的“大规模生产”(mass-production, MP)基础上的。这些元素作为非特殊材料被制造，在之后的过程中又被定制。半成品的制造过程局限于一定的大小和尺寸范围，而后被存储和记入目录，等待下一个流程提取，最终在工厂或施工现场进行装配，成为建筑的一部分。这种大规模生产的元素被分类，各自用于相互独立的专门用途：门、梁、窗、柱、瓷砖、砖、铰链、电线和管道，等等。而遵循“大规模定制”原则的制造过程则走完全不同的一条路。没有目录的存在，产品由原材料(通常仍是大规模生产的)为某种特殊目的制造而成，成为一个特定建筑物的独特装置中的独特部分。大规模生产的这部分将不能适用于其他地方，而是真正独特的。以“大规模定制”这种新范例为基础的建筑体系，将会和我们至今所认识的建筑设计艺术有着根本不同。现在已发展出用于建立多样性和复杂性的全新工具，它们制造视觉和结构上的丰富性与多样性，但仍是建立在简单原则上的——这种原则被应用于概念上的过程，以激发各建筑元素间的行为关系。对几何控制点行为的组织的动力来源于与3D模型的发展有关的外部、内部两方面力量。

从“大规模定制”的范例中看世界，可以发现它包含了“大规模生产”流程中所有可能的产品。只要把参数设为同一数值，我们就可以毫不费力地从大规模定制降至大规模生产。反过来则是行不通的。大规模定制确实包含了大规模生产，而大规模生产却肯定不能包含大规模定制。就像平面世界的居住者，他们不可能经历，更不用说想象空间这个概念。但空间世界的居住者对平面世界是有概念的，有如空间世界的一个切面。

“对等机器网络”中，机器之间由信息流联系并互相交流的真正理解将引导出建筑师/设计师的一个全新意识层次。我们必须上升一个层次，开始为所有可能的控制点的行为作出规则和限制，而不是把这种丰富性与复杂性看作是一个既定标准的特例。在这里，控制点的群聚将被称为“点群”。控制点的所有可能位

置将不再被视为特殊状态，而被视为在点与点的聚集关联中固有的可能状态。“点群”可以看成几何体的一种“量子态”。不再有既定标准下的例外，非标准的计算决定了控制点，例外变成了规则。这种层次的上升可以理解为从平面与剖面的世界踏入真正的三维空间。我们现在走出“大规模生产”和一成不变的复制，并走进“大规模定制”和复杂性的领域，计算机规划技术已经使这变为可能。我们将上升一个层次，从那里我们将会踏入密集的行为空间世界。那时，我们会像经历过时间机器的旅行者一样遗弃冻结的三维空间，也就像一个空间的居住者遗弃平面世界一样。

规划“点群”

ONL的作品，如“北荷兰网”、“隔声屏障”以及“座舱”都是以“大规模定制”的新建造范例及编程软件设计机器的新设计范例为基础的。简单的原则被输入机器，以创建视觉上复杂的几何体。通过对等的交流，数据由3D模型传递到执行机器上。用于切割、弯曲、钻孔和焊接的机器由数据和序列控制，这些数据和序列是由ONL编写的脚本、常规和步骤产生出来的，并在点群中的点上执行。ONL运用多种编程工具，通过多种设计策略来组织点群中的点。每个项目都遵循略微不同的道路，同时又共享点云编程的原则。

在节点间建立联系

“智能尘埃”、“效能烟雾”和“群聚”都以建立局部关系的概念为基础。一个节点要考虑相邻的节点，但却意识不到整个节点群的存在。智能，并不能用一种反工程学的方式由上而下地规划，而是通过建立某系统各节点间的关系，在进化过程中由下而上浮现出一种意识。智能不一定要意识到自己是智能的。智能完全可能从一群相对愚蠢的成分中浮现出来。合起来，它们显现成一种复杂的东西，人们把这种复杂的东西称为智能。这里所说的智能，与人类的智能不是一回事。它是指在复杂的交互作用(其驱动者并不那么复杂)中自然发生的行为。这个定义似乎也适用于我们大脑的活动、交通系统、人们的聚集以及城市的生长与收缩。在此也希望，它可以同样适用于被组装于一座建筑物中的各驱动者、各成分间的关系，这种关系既在设计过程中建立，也在实际的建造过程中建立。

新类型建筑

通过在“细胞自动控制”这种已有的机器上建造，斯蒂芬·沃尔弗拉姆(Stephen Wolfram)最近宣称他在这—领域的研究构成了一个新科学的基础，而这也是他那本重达一千克的著作的题目。运行一个细胞自动机器即在某些简单规则的指导下一代又一代地(逐行地)建造。沃尔弗拉姆花了几年的时间运行了上千种可能的规则，发现某些规则导出视觉上复杂且不可预测的东西，另外一些规则则会逐渐消失，或导出统一的、可预测的结果。然而，导出复杂体的规则并不比其他规则更复杂。沃尔弗拉姆认为这些规则构成了所有进化背后的驱动力，无论是自然有机体还是人类干涉的产物，包括科学理论和数学。理论上，所有复杂并且行为不可预测的事物都建立在简单的规则之上，这些规则产生了这种复杂性。如果真的是这样，那么细胞自动控制的发展将取代传统科学成为所有科学领域将来进步的根基；这将引起一种范例的转换，这种转换体现在人们构想建筑的方式上、几何体的产生方式上以及制造各组成部分的方法上。



本质上，所有的点，类似于细胞自动控制中的细胞，都在遵循某些简单规则，参照它的上一代以决定下一代是什么。只需运行系统，人们就会发现简单规则将导致何种结果。设计变成了运行计算，一代又一代，检查、修改，然后再运行。设计比以前任何时候都更加成为一个重复过程。在传统设计过程中，只需重复有限的几次；而当一个计算机中建立一套简单规则，才是真正的重复，即每秒很多次。用Turbo语言的话说，这是在以光速进行设计，这是像方程式赛车手一样设计。遵循一定规则、运算法则并通过运行程序达到的设计，建立起一种新建筑的基础。这种新建筑以一个智能的点群的行为为基础，每个点都执行一个相对简单的规则，每个点都表现出对其瞬时环境的意识。

建筑细部的专业化

被节点所控制的局部规则不仅创建了它们的行为，还创建了它们外形的复杂性。节点通过连续的替代系统发

展，遵循简单的规则，如：将该节点由三个相互之间距离短的新节点替代。这导致了该节点的局部特殊化，用建筑学的术语说，即导致了建筑细部。建筑细部需要更多的点，这些新的点将由一个描述了在节点上执行的简单规则的程序产生。在“隔声屏障”的例子中，点群中的每个节点都被增加至上百个新的点，从而描述几何体并产生出那上千个独特元素的制造所需要的数据。很显然，脚本接收到的数据一部分来自整个点云中点的行为，另外一些数据则来自自由上至下的设计者的设计意图、被采用的材料的特性、结构计算以及各种环境限制。这样，这个复杂的聚集粒子群不断发展，直到决定将它们制造出来。

“网”的细部直接来源于按照二十面体网格组织的点群，这个二十面体的网格被贴于NURBS双曲面表面。就像针被插进针垫一样，ONL也创建出指向内部的垂直于表面的法线。这一举动使点的数量加倍并产生一个新的点群。这些点被命令寻找它们的紧邻，并在这两套点间建立起平面。这些平面被赋予一个厚度，从而导致点数的再一次加倍。之后，这些互相关联的接合点的发展使得点的总数再一次增加，直到这些点够用来描述几何体，并把这些数据传送给切割机器。接收了设计者意图的数据，以克隆和增加点(遵循简单的局部程序)的方式，细部就由节点发展出来。

由于节点的加倍不能沿平行线执行，连接的平面互相之间就形成了角度。这将导致一个进化的建设性优势，因为折痕增加了折面的力量。结果，在这种建设性的参数原则下，ONL实质上可以建造出任何复杂双曲面的支撑结构，无论曲面圆滑还是尖锐，也无论表面凹还是凸。“网”的参数性细部关系到双曲面建造技术中的一个主要发明。并且，它将表面的设计与其建造和加工紧密地联系在一起。建筑体系、建造和加工成为一个整体，就像身体、发肤是一个整体一样。

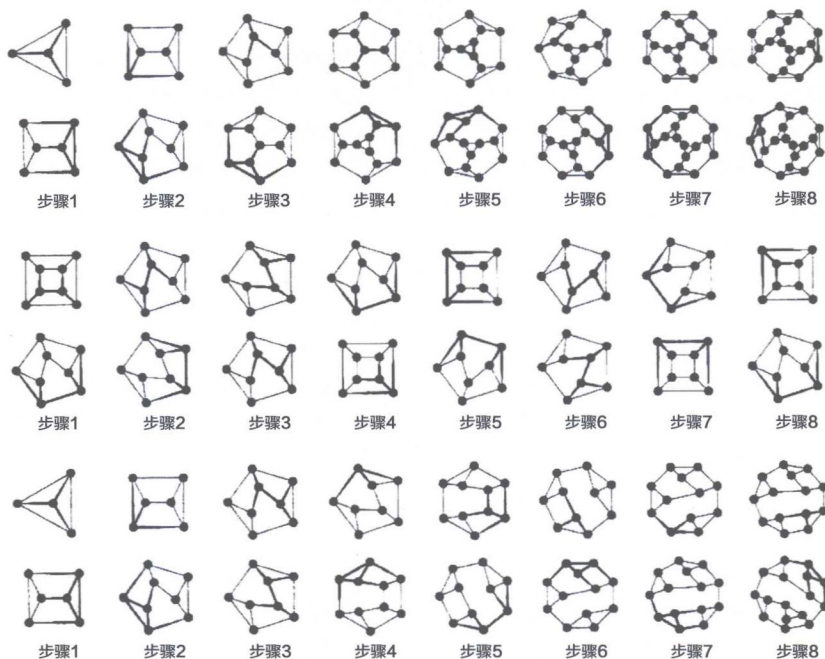
“隔声屏障”的点群产生过程和“网”不同。屏障两边各有一条长长的伸展的NURBS表面被10000条平行线撞击。这20000个交叉点构成了点群的节点。一些脚本在这些节点上执行，发展出细部，并产生出制造40000个独特结构元素和10000个独特三角玻璃片所需的数据。这些靠传统的绘图技术和制造方式是根本不可能实现的。

“座舱”的点群和“隔声屏障”有直接联系。屏障伸展的体量像充气一样升起，为劳斯莱斯的车库和展示厅提供了5000平方米以上的空间。点被一些柔软的曲线控制，这些曲线则又被一条参考曲线控制，这条参考曲线在参数性软件“职业工程师”(ProEngineer)里建成。在“职业工程师”里，ONL已经运用表面上的点创建了一个参数性细部的“范式”。

“隔声屏障”在建筑体系、结构和制造上的概念是另一主要的创新。通过与钢铁制造商Meijers Staalbouw的密切合作，ONL已经证明，在一个常规预算下，没有普通承包人的干涉，大型的复杂结构也可以被成功建成。得益于成熟发展的3D模型与制造间的直接关联，得益于设计机器与制造机器间通过脚本的联系(以简单原则为基础)，ONL已经证明，一座复杂的建筑物可以如一个智能的工程产品一样发展。

实时运行的点群

在建筑双年展上，ONL创造了名为“手绘空间”的互动动画，它是在“传输港”(Trans-Ports)装置



中运行的。这件作品展示了ONL是用什么材料来重新定义艺术和建筑的。ONL用游戏发展软件(过去是Nemo, 现在是Virtools)来运行这个系统。定义上, 游戏是实时运行的, 游戏展开, 按照规则进行。游戏软件还可以建立起多玩家世界, 这对“合作设计与工程”肯定是很适合的。

在“手绘空间”里, 粒子不断地从看不见的3D模型中发射出来。粒子的数量和粒子的大小, 以及它们在整个范围中的位置以及颜色都是输入的数值, 由在这个装置中间走动的游客通过红外线传感器决定。这些游客与点云的世界联系起来。粒子不断变化的数值使得其外形永远不会重复。每当一个人进入“手绘空间”的领域, 他/她都会经历一个全新的独特世界。实时计算的结果是丰富而复杂的, 而且其细节永远不可能被预测。一步一步走动的游客学会了如何与运行的系统合作, 他们自己学会了如何遵照规则(而不改变规则)游戏。

现在将这个概念推广到建筑学的范畴。当我们可以使人的运动参与建筑自身的运行过程中时, 我们就直接地改变了建筑学原先依赖的静态根基。而当我们使随机变化的天气情况和其他环境的数据参与建筑物自身的运行过程中时, 我们就开始再一次从另一个层次看待世界了。那时我们就比现在至少高两个层次。将“手绘空间”推广到建筑学将导致3D模型的合作性进展中一个重要的范例转变, 它也将以同样的方式改变我们与作为运行程序的建筑物之间的联系方式。

从那里看待世界意味着把点群看成一群智能的物质, 互相之间实时且持续地交流, 只要在进程之中。“传

传输港”装置在其自身解释模式中为我们提供了另一个线索帮助我们建立这些点自身之间、人们自身之间以及人与点之间的关系的线索。人和点是两个互相作用的不同点群。“传输港”的自身解释模式引入了第三个活性的点群，其形式是作为信息贴于内部表面的像素。这些像素，即点群，可被用来与多种视觉的复杂体沟通，这些复杂体和其他的活性环境相连接，其范围从字母、语言到符号、图像，再到电影以及实时的网络摄像机。

看一台“传输港”机器操作，你会觉得它显示出了自由意志——它自己的意志。由于人类的自由意志究其根本是一套复杂行为，人类的大脑与人类的身体在其体内密切合作，执行简单规则。其结果，看起来完全可以假设这确实是自由意志的一种简单形式。无论是为其写脚本的人还是运行其程序的人，都无法预测它。既然不是他们准确地预测“传输港”将做什么，那么只能是“传输港”这个运行的程序自身在实时作出决定。“传输港”机器解读着游走于其装置领域内的人们的随机性。

对ONL来说，“传输港”已经成为“可编程建筑”的一个起锚点。从那之后，ONL就作好准备要将概念性设计师的大脑提升到另一个层次，在这个层次上，建筑物和建筑体系的游戏的所有参与者之间的互动都变为可能。从那里看世界，没有建筑是静止的，它们都在运动，尽管大多数都极其缓慢且极其愚蠢。从2000年开始ONL着手于一幢建筑，在其中，所有的参与者(包括所有的建筑材料)都被看作是潜在的信息的传送者、处理者和接收者，所有的参与者都实时地与它所在的群或其他群的成员进行沟通。

非标准建筑中的“肌肉”

专门为巴黎NSA SHOW建造，预算为70000欧元，ONL将理论载体“传输港”的知识运用到了一个叫做“肌肉”的工作原型中。“肌肉”由72块气动的气动肌肉组成，它们连为一体，形成一个连续的网络，包裹在一个充气的蓝色气泡外面。在这个“可编程结构”的原型中，并不是节点们被命令移动，而是这些相连的肌肉。不同的气压通过一个脉冲为几毫秒的气流送到每一块肌肉。当气压被吸进肌肉时，肌肉就变得厚实、短些(肌肉是FESTO的产物)。当气压被从肌肉中放走，肌肉就放松下来并重新获得肌肉原来的最大长度。每一块肌肉的实时的(在我们的实际世界中，实时是指每秒很多次，且每秒并不绝对连续)气压变化使得点群中的点开始像鸟群一样移动。

由ONL和来自HRG的学生助手一起开发的实时Virtools工具向I/O板传送信号，I/O板与72个控制气锁开合的阀门相连。“肌肉”的进程表也将实时地接收到来自8个传感器板的24个传感器的输入，这些传感器板与8个用于建造的肌肉网络相连。公众可以触摸传感器(红外线传感器、触觉传感器及模糊传感器)以参与“肌肉”的运行系统。

肌肉群是以这样一种方式进行程序设置的：所有的肌肉单体合作来完成一个变化。一块肌肉不与其他相连的肌肉合作就无法变换位置。通过在Virtools软件中把图表集合起来，节点被设定成变换位置时要考虑到彼此。变化被传达到相邻的节点。连成一片的肌肉要想精确地完成节点的移位，其所需要的距离在那里得到计算。这个计算建立在系统测试的实验数值上，在测试中气压、气压管的尺寸以及阀门承载力都是设定的。