

可持续建筑设计生成与评价一体化机制

Integrated Mechanism of Generation-Evaluation
in Sustainable Building Design Process

褚冬竹 著
Chu Dongzhu



科学出版社

可持续建筑设计生成与评价一体化机制

褚冬竹 著

国家自然科学基金资助项目 51478055

科学出版社

北 京

内 容 简 介

对可持续建筑设计方法的探讨是建筑界的持续热点与难点。本书基于“可持续发展”总体观念,以“设计过程”为研究对象,以其中“生成与评价相互融合与干预状态”为焦点,剖析可持续建筑的设计机理,研究评价同步介入设计生成过程中的一系列问题,建立了一种以“可持续建筑设计生成与评价一体化”(IMGE^{SB})为核心的设计过程模型和方法,为未来建筑设计流程的协同进化建立良好的理论参考基础。

本书适合建筑类院校师生、建筑师,相关设计理论研究者及绿色建筑评估领域专业人士阅读。

图书在版编目(CIP)数据

可持续建筑设计生成与评价一体化机制/褚冬竹著. —北京:科学出版社, 2015

ISBN 978-7-03-044916-0

I. 可… II. 褚… III. 建筑设计-可持续性发展-研究 IV. TU2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 127305 号

责任编辑:魏英杰 / 责任校对:桂伟利

责任印制:张 倩 / 封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 6 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2015 年 6 月第一次印刷 印张:16 1/2

字数:334 000

定价:95.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

在褚冬竹同志硕士研究生和博士研究生学习阶段,我有幸作为他大致还算是合格的导师。自完成博士研究生学业后,凭着在专业领域的优异表现,褚冬竹很快成长为我校年轻一代教授和博士研究生导师。

褚冬竹的这本新书浓缩了他在建筑理论研究和建筑设计实践两方面的心得,也融合了他访问众多欧洲著名建筑师和参与建筑师事务所创作后的切身体会,是建筑设计方法论在建筑创作中运用过程和具体方法的初步揭示,必将对广大读者,特别是初涉建筑学领域的学子大有裨益。

建筑创作也是一门遗憾的艺术。对于业主和建筑师而言,建筑一旦建成,就基本没有后悔重来的机会,因此建筑设计阶段的重要性是不言而喻的。设计确定品质,“设计得更好”是“建造得更好”的基础。为了研究如何“设计得更好”,这部专著将建筑师的创作活动分解为设计目标、设计生成和设计评价三个主要组成部分,这三个部分主要在建筑师的思维中发生,因人而异,原本说不清道不明,是一种混沌的思维活动。

关于设计目标。我相信每一个建筑师面对项目的时候,都希望其最终是一个不朽的作品,或者一个好的作品,或者至少是一个可以接受的作品。然而,在设计实践中,面对同样的设计条件,不同的建筑师的作品却可能大相径庭。那么,如何判断建筑师作了一个好的设计,或者是一个对的设计?毫无疑问,唯一的评判标准就是关于设计目标的价值观,一种类似于公理,获得建筑师、业主和社会公众都认同的相同或相似的价值观。可持续建筑就是作者为本书的研究——设计生成和设计评价确立的价值评判标准。

关于设计生成。“鲤鱼跳龙门”不仅寓意成功,也比喻成功之前的逆流前进,奋发向上。一个成熟的建筑师在职业道路上需要跳过两道“龙门”:第一道是使自己具备将对建筑的期待、对项目涉及的所有问题的解决办法和途径用建筑的图面语言表达出来的能力。这是从无到有的过程,所以很难。第二道“龙门”是具备综合运用所有相关规章规范、建筑结构、建筑设备、建筑材料、建造工法等方面的知识,并将相关实物有机组合一体的能力。这是从纸面到实际建成的过程,比跳过第一道“龙门”更难。对应本书“设计生成”的诠释,跳过第一道“龙门”仅仅意味着具备狭义的设计生成能力。只有也跳过第二道“龙门”,才能说具备了广义的设计生成能力,同时具备这两种能力的人才能称之为真正的建筑师。因为这两种能力实际上在“设计生成”过程中是相辅相成的,前者必须是后者的坚实基础,后者必须是前

者的目标方向。

关于设计评价。设计生成的艰难在于哪怕一个最简单的设计,在思维过程中也存在着众多细微方向和阶段,而每个细微方向和阶段都存在着多个选项,建筑师必须在各种选项之中作出抉择,方能使设计一步一步地前进。这种抉择过程中的思维活动就是书中的设计评价。对于经验丰富、知识面较广的建筑师而言,关注的方向和选项会远远多于新手,但同时因为其关于设计的价值评价标准较新手相对明确和正确,也比较容易在无数的选项中作出正确的决策。

在通常的学术研究中,可持续建筑——可持续建筑(绿色建筑)设计的相关理论与方法;设计生成——建筑设计程序与设计思维研究;设计评价——评价及决策相关理论与方法是三个不同的研究范畴,而且常常是相对独立进行的。这本书的学术价值在于:首先,勇于探索存在于建筑师设计过程中的思维活动,使这三个部分明晰化、具体化,从而为读者更加自觉地操控自己的设计思维提供了方法和工具;其次,由于有机地将这三个部分联系在一起进行同步互动研究,从而拓宽了每个部分各自的研究视角。

褚冬竹同志创新性的研究视野、视角和成果无疑是对建筑学领域的一次贡献,也期待他将来做出更大贡献!



戴志中

重庆大学建筑城规学院 教授 博士生导师

重庆大学建筑设计研究院 总建筑师

2015年6月

前 言

本书基于“可持续发展”总体观念,以“设计过程”为研究对象,以其中“生成与评价相互融合与干预状态”为焦点,在设计思维、评价学、可持续建筑理论与技术等成果基础上,剖析“可持续建筑”的设计机理,研究如何将评价同步介入设计生成过程中的一系列问题,具体解析了设计生成、过程评价、效能优化及科学决策等相关论题,建立了一种以“可持续建筑设计生成与评价一体化”(IMGE^{SB})为核心的设计过程模型和方法。

全书紧密围绕四个方面问题展开。

① 关于“可持续性”:建筑的可持续性应当具有怎样的内涵?如何为设计设定适当的可持续目标并在过程中逐渐将其实现?

② 关于“生成”:如何解读设计生成的过程,其基本特性是什么?设计如何从起点逐步发展,由模糊至具体,最终呈现为一个综合性的复杂系统?设计生成的模糊性、个体性如何与相对客观的可持续目标,以及集成化、科学化设计发展趋势相结合?

③ 关于“评价”:评价的基础是什么?如何解读设计价值?设计生成过程中的评价机制是如何实现并支撑设计发展的?如何将设计的事后评价推进至过程中,以确保设计道路的正确发展?

④ 关于“一体化”:如何理解设计生成与评价融合交织的状态?评价在设计各阶段以怎样的机理介入设计生成发展,各阶段有何差别?设计生成具有的感性、主观性与评价的理性、客观性如何实现积极的良性互动?

围绕上述问题,立足建筑师视角,结合可持续发展观念、哲学思辨、科技成果等相关背景展开研究,以建筑(方案)设计过程为基本线索,整体、系统地剖析其中包含的“生成”与“评价”两大主题,并与“可持续效能”(sustainable performance)概念相关联,通过对“价值”与“效能”一对同质但不同一关系的辨析,建立起强调“生成”与“评价”集成整合,以 IMGE^{SB}为内容核心的设计方法论,并逐一回答了上述四个方面的问题。

IMGE^{SB}可运用于设计项目的个体化操作层面。更重要的是,在建筑设计正快速走向集成化、协同化的趋势下,它作为一种框架性的探索,能够为“设计研究”学术领域注入了新的发展力量,也为未来建筑设计流程的协同进化建立良好的理论参考基础。

本书的出版得到国家自然科学基金资助(51478055),希望本书能够对当下建

筑设计与研究起到积极的推动作用,但抛砖的目的在于引玉,更期望这本书能够唤起高水平学者对“设计过程”的关注和投入。

感谢科学出版社严谨、高效的工作,最大限度地监督并保证了本书的品质。

因水平所限,难免有不足和疏漏,恳请各位同仁和读者斧正、赐教。



2015 年 1 月于重庆大学

目 录

序

前言

第 1 章 为未来而设计	1
1.1 研究的缘起	1
1.1.1 整体观念:从自我走向环境	3
1.1.2 技术支撑:从感觉走向量化	6
1.1.3 设计实践:从独立走向整合	8
1.2 研究对象与定位	11
1.3 基础概念	13
1.3.1 可持续建筑	13
1.3.2 设计程序、设计生成与设计评价	17
1.3.3 设计生成与评价一体化机制	21
1.4 相关研究概述	23
1.5 研究框架与内容	26
第 2 章 可持续目标下的设计生成:环境、社会与经济	28
2.1 不仅是绿色:广义可持续目标体系的建立	28
2.2 可持续建筑设计过程辨析	30
2.2.1 传统与未来:两种设计过程	30
2.2.2 集成互动:可持续建筑设计程序的基本特征	31
2.3 可持续目标下的设计思维与设计工具	35
2.3.1 可持续目标下的设计思维	35
2.3.2 可持续目标下的设计工具	41
2.4 可持续目标下的设计生成过程	57
2.4.1 可持续建筑设计中的具体要点	57
2.4.2 起步阶段:设计前期的思考与决策	71
2.4.3 发展阶段:构思发展与性能深化	76
2.4.4 综合阶段:构想的综合与锚固	86
2.5 实例:加拿大曼尼托巴水电集团办公楼设计	86
2.5.1 前期概况	87
2.5.2 设计问题	88

2.5.3 设计目标	90
2.5.4 设计策略	90
2.5.5 工作方式	96
2.6 小结:集成整合下的理性创造	98
第3章 可持续目标下的设计评价:价值与效能	99
3.1 价值论视角下的设计评价	99
3.1.1 价值论概要	101
3.1.2 设计价值论	104
3.1.3 生态伦理学视野下的价值观	106
3.1.4 价值、效能:交汇于设计评价	108
3.1.5 设计过程中评价的基本特点	112
3.2 质化与量化:两种评价理念	117
3.2.1 从设计特性出发的两种评价理念	117
3.2.2 质化与量化结合的多准则评价思路	119
3.3 设计过程中的综合评价指标体系	122
3.3.1 典型可持续建筑评价体系评析	122
3.3.2 基于“可持续效能”的综合评价指标体系	134
3.4 可持续建筑设计评价的基本步骤和方法	141
3.4.1 基本步骤	141
3.4.2 典型评价方法解析	147
3.5 小结:价值与效能互动中的评价与决策	155
第4章 设计生成与评价一体化:同步联动机制的建立	156
4.1 可持续建筑生成与评价一体化机制概述	156
4.1.1 评价的介入	156
4.1.2 融入设计思维的集成化	157
4.1.3 IMGE ^{SB} 的基本性质	159
4.2 IMGE ^{SB} 的模型框架	161
4.3 IMGE ^{SB} 的四个关键性“一体化”模块	168
4.3.1 IMGE ^{SB} 四模块机制概述	168
4.3.2 策划分析模块(IIM):设计信息输入与管理	172
4.3.3 概念发生模块(CGD):设计概念生成与发展	178
4.3.4 性能优化模块(STO):设计策略验证与优化	186
4.3.5 综合决策模块(DMI):设计决策确定与综合	190
4.4 实例:基于 IMGE ^{SB} 的实验性设计	202
4.4.1 项目概况	203

4.4.2 设计起点	203
4.4.3 设计问题	206
4.4.4 设计原则与目标	207
4.4.5 具体设计实施步骤	207
4.5 IMGE ^{SB} 用于实践的关键问题	225
4.6 小结:评价显性介入下的一体化	226
第5章 面向整合的未来	228
5.1 理想、现实与过程:整体品质观下的设计方法论	228
5.1.1 总结性论述	228
5.1.2 可实现的理想	229
5.1.3 回归中国现实	232
5.1.4 过程中的力量	233
5.1.5 有节制的品质	235
5.2 研究与展望	236
参考文献	239
后记	253

第1章 为未来而设计

1.1 研究的缘起

建筑伴随人类前行已逾万年,并且还将继续存在和发展下去——这一点已经毋庸置疑。它应当如何更好地进化,是每个相关从业者必须思索的问题。

2000年,荷兰建筑师库哈斯在普利兹克奖的颁奖典礼上发表演说,纵论当代建筑的处境,回顾了建筑学自20世纪50年代以来的种种巨变^①,并对建筑学的未来提出个人的警告:“如果不……重新将建筑视作一种思考古老问题的方式,解决从最政治的到最实际的问题;如果我们不从永恒中解放自己,开始思索更加有力而直觉的问题,比如自然性的缺失,建筑学也许将不会持续到2050年。”

虽然建筑学绝没有岌岌可危到只剩下几十年的光阴,但库哈斯的确以犀利的言语警醒我们对这个迅猛变化的时代进行再度审视:探寻建筑学本身基本而深层的诸多问题,以校正未来的行走方向。

建筑与人类的发展交织前行。从遮蔽风雨、阻隔虫兽的卑微,到大兴土木、人定胜天的豪迈,人与自然经过了漫长而艰辛的共存和较量。建筑作为最大量、最普遍的人造空间载体,由于其直接关联着对自然的改造,一次次地被置于这场持续斗争的前线。凭借技术,人类早已可以移山填海、河流改道,但终究改变不了自身作为大自然一分子的事实(图1.1^②)。“上帝将地球借给我们生活,这是一个伟大的遗产,它更多的属于我们的子子孙孙。……我们没有权利因为我们做错任何事情或疏忽大意而使他们受到不必要的惩罚,或者用我们的权利剥夺他们本应继承的利益”(Ruskin^③,1850)。面对庞大的自然系统,在历经多次惨痛教训之后,人类终于意识到,发展的同时不忘对后世与自然的尊重才是唯一的长久生存之道——这正是已获广泛认同的可持续发展精神(图1.2)。

① 例如,建筑设计从个体走向团队、独立建筑走向都市化、政治统揽走向市场经济,以及从传统建造走向虚拟技术等问题。

② 荷兰拦海大坝全长30.5千米,坝基宽220米,高10余米,坝顶平均宽度90米,由荷兰著名水利工程师莱利设计。1927年动工,1932年竣工,共造土地数千平方千米,并将海湾变为了巨大的淡水湖,但这样改造自然的工程在近年来已经开始逐渐被质疑。

③ 约翰·罗斯金(John Ruskin,1819-1900),英国作家和美术评论家。他对社会的评论使他被视为道德领袖人或预言家,先后于1870-1879年和1883-1884年两次担任牛津大学的美术教授。



图 1.1 人类改变自然:荷兰拦海大坝的修建场景(1931)
(来源: Max Dendermonde. The Dutch and Their Dikes)



图 1.2 人与自然关系的发展变化

可持续发展思想的浪潮同样有力地推动着建筑进化之舟。对可持续建筑的理解、认知与执行,也成为建筑师在这个浪潮中必须经历的一课。面对自然与未来,人类该如何创造自身的栖居空间?

面对未来,为获取可持续的发展机会,人类必须用质量性发展的经济范式来代

替数量性扩张的增长,由此带来对各行业质量更高、更精细的要求。因此,建筑建造^①的“精耕细作”时代也正在到来,对建筑品质和可持续性质量性要素将会更加注重。这一转变涉及整个建筑业全程,且更依赖于整个过程的前端事件——设计环节的科学性和前瞻性。于是,自然引出了一个切实的问题——如何设计得更好。

于是,我们要心存敬畏,思考可持续发展思想下建筑的未来,探索与践行对自然、对未来负责的建筑设计生成与应对之路。

1.1.1 整体观念:从自我走向环境

可持续发展观念的提出极大地改变了传统发展观(尤其是工业革命以来的西方发展模式)和思维方式^②,并随着以联合国为代表的国际组织的大力推动,通过一系列重要文件(报告、宣言)的颁布,如《我们共同的未来》(1987)、《里约环境与发展宣言》等,已使可持续发展从理论探讨逐渐转变为人类的共同行动纲领,获得广泛共识。

尽管不同的机构、组织和人物对可持续发展观念有着不尽相同的表述,但始终围绕着“需求”与“限制”两个核心问题。正如《我们共同的未来》对可持续发展的定义:可持续发展是“既满足当代人需求,又不对后代满足其需求的能力构成危害的发展”——以满足需求为基本前提,以合理限制为根本手段。可持续发展作为一种智慧的、平衡的、负有责任的思维与战略,将当下与未来的利益进行权衡,以更长远的眼光决策当前的活动,超越以人的发展为中心的思维和定义,倡导一种更深层次的生态整体主义观念。建筑作为一种基于自然环境而生的人类文明成果,其发展观念的转型更需要契合这场思想的巨变,因此我们必须有所行动。

建筑发展早期,由于技术水平低下,人类改造自然的能力有限,因此建筑与环境之间的关系是协调的,虽然这样的协调有着“被迫”适应的成分。这是建筑与环境关系的第一个阶段。随着人类技术能力的提升,建筑与环境的关系天平开始变化。人类对于科学认识的进步,最终取代了解释自然现象的神奇力量之说。虽然摆脱了自然迷信的专制,但是却走入了另外一个误区,即在人类建设的观念中,环境能够被改造,为我所用。建筑(尤其是重要公共建筑)逐渐发展成为宣扬力量、炫耀技能、传递观念的载体,几乎已经无需考虑自然环境的影响(图1.3)。

① 此处的建造意指完整的建设行为,包括从建筑需求为起点,经历策划、设计,再到施工、制造,直至交付使用的全过程。

② 1980年,世界自然保护联盟(IUCN)在《世界保护策略》中首次使用可持续发展的概念,呼吁全世界“必须研究自然的、社会的、生态的、经济的以及利用自然资源过程中的基本关系”,确保全球的可持续发展。

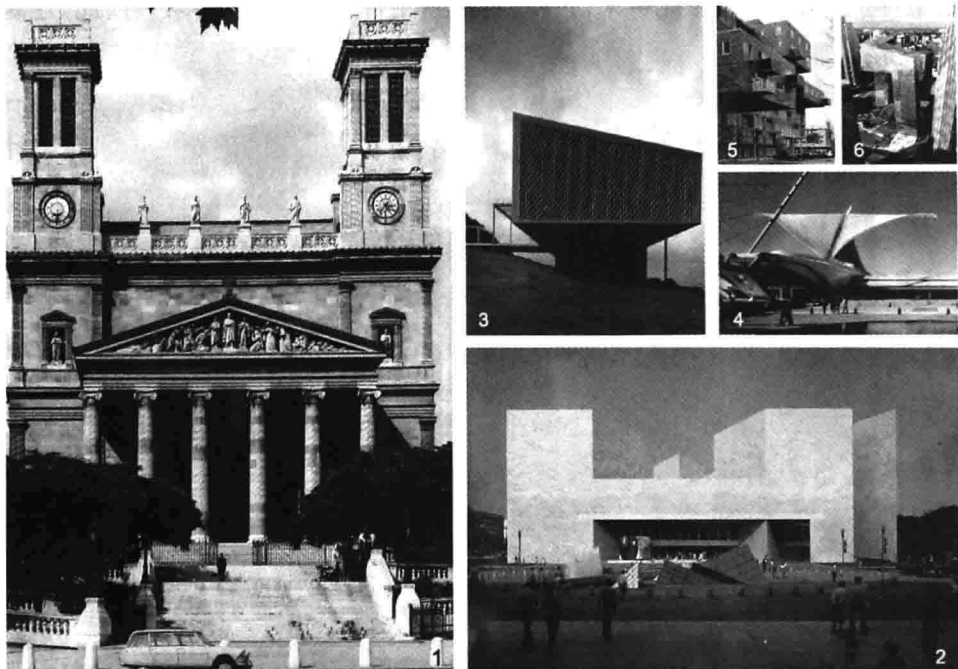


图 1.3 建筑的发展呈现出越来越强烈的个性化

新技术在创造特色的同时,也可能在扼杀特色。曾经鲜明多样的地域性适宜技术可能随着技术经济发展被逐渐淡化趋同。如今,人类更加敏锐和谨慎地面对环境与未来,可持续发展的观念也已逐渐由宏观战略进入到行业内的具体行动中(图 1.4)。

在建筑作为“自我”的时代,建筑师对建筑的思考往往是静态的(功能、结构、形态)。从自我走向环境的设计观念发展,建筑应当被视为一个和它的使用者、文脉、环境,甚至其自身系统有着密切联系的有机整体。在这个层面,当代(及其未来的)建筑设计明显带有现代科学中的非线性特点。从问题的起点到终点的全过程是一个综合而复杂的推衍与评价、分析与筛选的过程,显然不能用线性的因果关系来获取事物间的深层次联系。

针对环境的设计是一个面对各种变化的动态反应。环境要素并非是一个恒定问题:过高或过低的对环境系统的评估都将对建筑性能、成本和舒适度带来负面影响。

随着产品技术的普及和设备成本的降低,可以预见,今天基于能耗、资源角度出发且数量有限的绿色建筑将逐步拓展为内涵更为丰富的可持续建筑,必将逐渐成为未来的普通建筑。而今天刻意强调的生态、环保性质也必将成为未来建筑的基本要求——简言之,建筑各项品质必将得到更为有效地综合,并逐步提高,真正

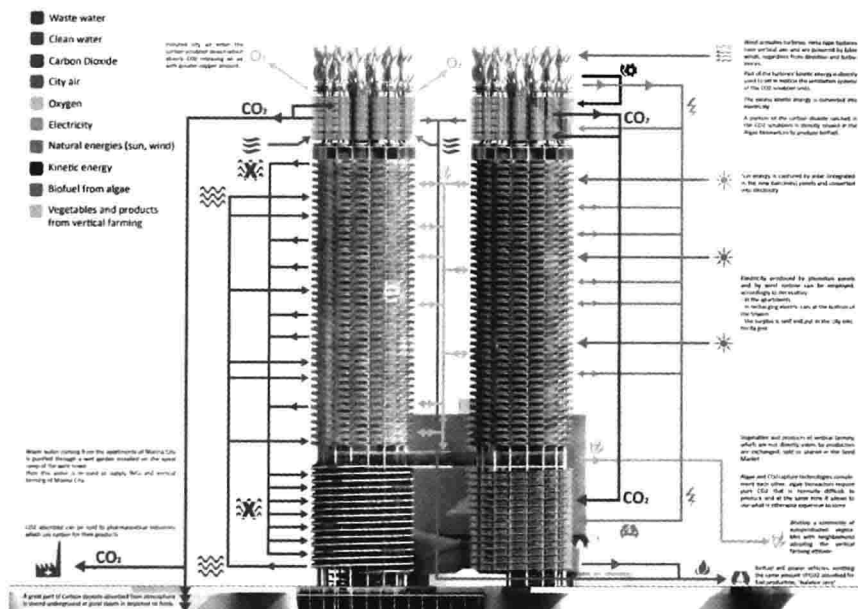


图 1.4 有机整体的可持续建筑:高层办公楼概念设计

实现在资源有限的地球上更好地建造。

显然,在这个从特类到普通的发展过程中,设计的更新与进步肩负着极为关键的角色。

1.1.2 技术支撑:从感觉走向量化

建筑与科技密不可分。科学的进步不仅推进了新技术和新工具的创造,更在意识和观念上影响着人们。在设计创作过程中,如何判断何种选择是最佳选择,尤其是在设计初期方向模糊、可能性众多的情形之下,冷静选择一个恰当的方向,比不假思索地埋头苦干更为重要。因此,在如何设计得更好后又必须追加一个问题——如何评判得更好。此时,科技手段成为设计实现理性优化与择优判断的重要工具。

科学技术新发展对建筑学的影响主要体现在两个方面:一是新科学理论为建筑界认识世界揭开了全新的一幕,由此引发的建筑新风格和新理念的诞生极大地丰富了建筑学理论内涵;二是新技术成果不仅推进了新材料、新构造、新建造方法的诞生,更在设计过程中日益散发出强大的力量,尤其是在计算机平台发展下的数字设计技术的突飞猛进,将设计原本只能凭感受或经验评判的那一部分问题以更加令人信服且直观的方式推向深入,使设计成果的内在机能得到更加可靠的提升。

从历史视角来看,与哲学思维方式的巨变相呼应,20 个世纪出现了诸多革命性的科学发展方向,产生许多新理论和新发现,更为各行业提供了全新的认识世界的科学工具。第二次世界大战后,科学总体上可以归纳为从简单性科学向复杂性科学发展。以系统自组织理论为代表的新理论,以及模拟、混沌、非线性等新认识方式,挑战着传统理论自上而下的精英立场,人们开始接受这样从个体出发,以及自下而上的新观察立场。模糊理论、突变理论、协同理论、平衡理论,以及博弈论的出现,为建筑学研究拓展了丰富的思考新领域与工具。

技术是建筑得以实现的基础,但越是在高度技术发展背景下的建筑,越被置于一种两难的境地:一方面,它试图紧随与最新科技发展或其他艺术门类的先锋话语,逐渐抽身于建筑物作为栖居空间的基本定位,变成技术的集成演示,并加入对现代性的批判阵营之中;另一方面,建筑的固有功用引发的价值标准(愉悦、和谐、永恒)又将它与现实相妥协,促使建筑回归到“人”这个具体事物之中。正如布洛赫^①指出的,对肤浅的理性与效率的追求成为这种现代社会生活片段化的特征,而这一特征反映着资本主义社会的根本秩序(李翔宁,2008)。

技术对建筑的影响凸显于流程的两端,即设计与建造。一是技术对建造活动本身的促进提升,二是技术,特别是计算机技术发展带来的对建筑设计的变革。但对于建筑设计这样一门高度关注心理与行为的学科,也需要明白科学绝不是万能

^① 恩斯特·布洛赫(Ernst Bloch, 1885~1977), 20 世纪德国著名的哲学家,是第二次世界大战后德国最有独创性的马克思主义哲学家和对马克思主义传统作出创新的人物。

的。就像维特根斯坦曾经嘲笑说科学无法告诉你哪种咖啡味道更好些一样。对于科学不断发展出的新理念,需要甄别、借鉴到设计领域中来,保持一种审慎但开放的态度,是设计研究中一种恰当的姿态。

建筑的复杂性产生了问题与解决方式的复杂性。由复杂设计问题产生的技术要求,已经超越了建筑师的感觉能力范畴。克里斯托弗·亚历山大(1964)曾在他的《形式合成论》一书中警示道:复杂性有可能颠覆起初的设计意向。在传统的设计流程中,从草图走向建筑的过程包含了大量的感觉与判断,也充满了无法言传的决定。在计算机数据处理与虚拟仿真的世界里,建筑已经不满足服务基本功能与视觉外观,从后期的反证评价逐步走向预测与判断,以此来优化建筑的合理性与经济性。建筑的优劣也逐渐走出设计者主观感知,而越来越能够呈现为一种可供比较的图标和数据(图 1.5)。



(a) A. Aalto 的教堂草图



$$E_{\lambda} = L \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sin \theta \cos \theta d\theta d\varphi$$

$$\frac{L(\zeta, \alpha)}{L_z} = \frac{f(\gamma), \Phi(\zeta)}{f(Z_0), \Phi(0)}$$

(b) 发光理论

图 1.5 从构想到实现:设计从感觉出发,由科技手段实现

我国建筑业的信息化水平不容乐观:“我国拥有世界上最大的建筑市场,工程建筑业的产值约占国民生产总值的 30%。但建筑行业信息化管理水平尚处于草创阶段,10%的普及率更是与发达国家高达 90%的普及水准相去甚远”(信息化发展纲要编写组,2011)。因此,《2011-2015 年建筑业信息化发展纲要》(中华人民共和国住房和城乡建设部,2011)对设计、施工、开发等单位的 BIM 与协同设计实施能力提出了全新的要求:“勘察设计类(需)完善提升企业信息系统,强化勘察设计信息资源整合,逐步建立信息资源的开发、管理及利用体系。推动基于 BIM 技术的协同设计系统建设与应用,提高工程勘察问题分析能力,提升检测监测分析水平,提高设计集成化与智能化程度”。需“重点研究与应用智能化、可视化、模型设计、协同等技术,……逐步实现方案/工艺设计、工程设计、项目管理、施工管理、企业级管理等系统的集成。”纲要的出台,将建筑设计的信息化由行业自身要求推向了政府支持的层面,也从一个侧面印证了信息化变革已经迫在眉睫。原本在设计中不确定或交流不畅的某些因素,因为计算机的使用而变得肯定精确。不仅使建筑各项要素的决策与评价可以变得更加具有说服力,传统意义上的手工(或艺术