



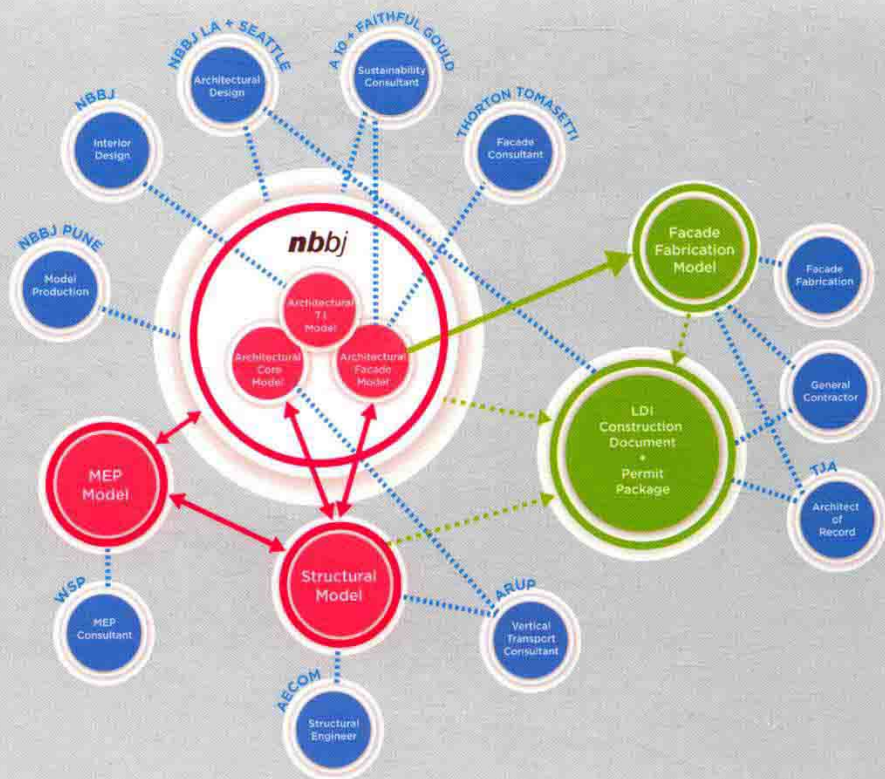
BIM 经典译丛

BIM 导论

[美] 卡伦·M·肯塞克 著

林谦 孙上 陈亦雨 译

林谦 胡智超 校



中国建筑工业出版社

BIM 经典译丛

BIM 导论

[美] 卡伦·M·肯塞克 著

林谦 孙上 陈亦雨 译

林谦 胡智超 校

中国建筑工程出版社

著作权合同登记图字：01—2016—1127 号

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 导论 / (美) 卡伦·M·肯塞克著; 林谦, 孙上, 陈亦雨译. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017.1

(BIM 经典译丛)

ISBN 978-7-112-20321-5

I. ① B… II. ①卡…②林…③孙…④陈… III. ①建筑设计—计算机辅助设计—应用软件 IV. ① TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 013802 号

Building Information Modeling/Karen M.Kensek, ISBN-13 978-0415717748

Copyright © 2014 Karen M.Kensek

All rights reserved. Authorized translation from the English language edition published by Taylor & Francis Group.

Chinese Translation Copyright © 2017 China Architecture & Building Press

China Architecture & Building Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese(Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由英国Taylor & Francis Group出版公司授权中国建筑工业出版社独家出版并在中国销售。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分

Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal.

本书贴有Taylor & Francis Group出版公司的防伪标签, 无标签者不得销售

丛书策划

修 龙 毛志兵 张志宏

戚大庆 董苏华 何玮珂

责任编辑: 董苏华 何玮珂 姚丹宁

责任校对: 李美娜 张 颖

BIM 经典译丛

BIM 导论

[美] 卡伦·M·肯塞克 著

林谦 孙上 陈亦雨 译

林谦 胡智超 校

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京嘉泰利德公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16 字数: 347 千字

2017 年 10 月第一版 2017 年 10 月第一次印刷

定价: 68.00 元

ISBN 978-7-112-20321-5

(29778)

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)

这本书献给 Joseph E. Pingree,
我的丈夫和最好的朋友

BIM 经典译丛

BIM 导论

致谢

每当读书时我都会有一个疑问，为何致谢部分的篇幅会那么长。如今当我自己写完这本书时，答案便显而易见了。这是个艰巨的任务，它超出了个人的能力范围，需要依赖一个专业群体的知识与支持。没有支持者、同事和评论者的帮助，我不可能完成这项任务。

特别感谢

我衷心感谢 Douglas Noble。他使我在策划、写作以及完成本书的长期过程中保持积极性。特别感谢 Jerome Scott，他慷慨主动地帮助我通读整篇手稿，并提出颇有见地的建议。同样特别感谢 Arlyn Ramirez-Diaz，她在图片的编辑上帮了我很大的忙。

项目案例研究

如果没有几个公司的专业人员专注执着的辛勤劳动，从第 6 章到第 9 章的项目案例研究部分就不可能完成。他们提供了在现实背景下建筑信息模型的实施情况，使我能得以和您分享。

- designLAB architects 建筑事务所：Sam Batchelor, AIA；Ben Youtz, AIA 和 Mary Ann Upton, AIA
- ZGF Architects LLP 建筑事务所：Stuart Baur, AIA
- CASE 咨询服务公司：Federico Negro, Nathan Miller 和 Julie Quon
- Mortenson Construction 建筑公司：Peter Rumpf, Dean Towl 和 Shaun Hester

诚挚的评论者

许多评论者通读了这本书。他们给了我很多意见，体现了他们敏锐的视角、专业的知识，以及对建筑信息建模深刻的理解。我非常感谢他们为此所付出的时间和努力。如果仍有任何错误和疏漏，责任在我。

Brion C. Boucher, AIA
 Ron Dellaria, RA, CSI, DBIA
 Troy Gates
 Mario Guttman, AIA
 Michael Hricak, FAIA

Clive Jordan, MEng DIS
Gregory P. Luth, PhD, SE
Douglas Noble, FAIA, PhD
Jeffrey W. Ouellette, Assoc. AIA
Joseph Pingree, PhD
Jonatan Schumacher
Jerome Scott
Brian Skripac, Assoc. AIA, LEED AP BD+C

图像提供者

每当我需要图像时,他们总能及时地提供帮助。我感谢许多建筑事务所和建筑公司的同行,以及我从前的几位学生所提供的插图。他们对图形方面的贡献大大丰富了本书的内容。

Sean Airhart	Roger Fricke
Ethan Barley	Stephen Friar
James Bedrick	Troy Gates
Kirstyn Bonneau	David Graue
Viktor Bullain	Mario Guttman
Joseph Burns	Brad Hardin
Mitch Dec	Ty Harrison
Jose Delgado	Alicyn Henkhaus
Jed Donaldson	Reginald Jackson
Eliseo Fernandez	Daniel Janotta
Clive Jordan	Jinhua Ashley Peng
Calvin Kam	Arlyn Ramirez-Diaz
Elaine Kanelos	Tony Rinella
Oleksandra Kazymirska	Peter Rumpf
Abdul Ali Khan	Justin Sasada
Jenna Knudsen	Jonatan Schumacher
Won Hee Ko	Anamika Sharma
Kurt Komraus	Dennis Shelden
Alex Korter	Gautam Shenoy
Tom Lazear	Daniel Shirkey
François Lévy	Sukreet Singh
Andres Lin-Shiu	Greg Smith
Yue Liu	Edward So
Gregory Luth	John Stebbins
Patrick MacLeamy	Anish Tripathi
Carrie Mandelin	Tyler Tucker
Erin McConahey	Jonathan Ward
Nathan Miller	Jonathan Widney
Jon Mills	Charlie Williams
Dan Monaghan	Geman Wu
Paul Morel	Ji Wu
Kimon Onuma	Jay Zallan
Jeffrey Ouellette	Stan Zhao
Mark Owen	Dafna Zilafro

中文版的推出

感谢孙上、陈亦雨、张志宏博士、董苏华、姚丹宁编辑对本书中文版的推出所做的工作；
特别感谢林谦，如果没有他不懈地翻译、校对和协调，本书中文版无法如期完成。

如果落下任何人，我深表歉意。

目 录

插图及表格目录

致谢

引言	1
第一部分 基本原理	7
第 1 章 BIM 概述	9
参数化建模和虚拟建筑模型	9
BIM 的“维度”	13
发展水平	22
结论	26
第 2 章 利益相关者和 BIM 的各种作用	27
建筑师、工程师、咨询顾问	29
施工经理、承包商、分包商	40
加工商	55
设施管理人员和业主	59
结论	62
第 3 章 数据交换和互通性	63
互通性	63
数据交换工作流程	68
单一模型和联合模型系统	70
数据和通信格式	78
结论	86

第 4 章 BIM 的实施	87
将公司向 BIM 转变	87
交付方法	94
法律问题	95
办公标准	99
BIM 执行计划 (BEP)	102
BIM 成熟度的衡量标准	108
结论	113
第 5 章 BIM 的高阶应用	115
BIM 分析	115
云计算	125
运算化设计	131
更加成熟的业主	140
结论	145
第二部分 实际应用：项目案例研究	147
第 6 章 designLAB architects 建筑事务所：小 BIM 驯服粗野主义	149
designLAB architects 建筑事务所	149
Claire T. Carney 图书馆	150
BIM 的实施和问题	151
成功	160
机会	161
建议	162
结论	163
第 7 章 ZGF: 转型期的 BIM——在大公司实现飞跃	165
ZGF Architects LLP 建筑事务所	165
Altman 临床转化研究所	166
成功	173
机会	173
建议	174

结论.....	176
第 8 章 CASE : 建筑信息协调者	177
CASE 咨询服务公司	177
Felleskjøpet 办公楼	178
Chiswick 园区 7 号楼	180
路易斯安那州博物馆和体育名人堂	182
成功	188
机会	188
结论	188
第 9 章 Mortenson Construction : 通过合作实现项目成功	189
M.A. Mortenson Construction 建筑公司	189
Ralph L. Carr 科罗拉多司法中心	189
简介	190
成功	203
机会	203
建议	203
结论	203
结语	206
引用的参考文献和软件	209
索引	216
译后记	234

插图及表格目录

图 0.1	上图，西立面；完成的增建，2013 年（由 Peter Vanderwarker 提供）；下图，BIM 实施计划工作流程示意图	3
图 0.2	上图，建筑效果图；下图，项目团队模型管理人员角色和职责的示意图	4
图 0.3	左图，室内中庭效果图（由 Trahan Architects 提供）；右图，优化预制面板的截图 ...	5
图 0.4	BIM 在项目中的广泛使用	5-6
图 1.1	BIM 是一个具有多种用途的独立数据库（感谢 Arlyn Ramirez-Diaz 和 Jae Yong Suk）	10
图 1.2	四个软件程序中的参数化对象（感谢 Arlyn Ramirez-Diaz）	12
图 1.3	在以上任何位置中变更门的符号，其他位置也会跟着更新（感谢 Arlyn Ramirez-Diaz） ...	13
图 1.4	虽然基于三维模型，部分二维图纸后来还是被添加进来（由 Balfour Beatty 提供，感谢 Bradley Hardin, Daniel Shirkey 和 Stan Zhao）	15
图 1.5	BIM 是用来生成二维和三维视图的（由 CO Architects 提供）.....	16
图 1.6	体量模型可以用来进行日光与风环境分析及简单的能量计算。通常它可以直接在 BIM 软件中创建（感谢 Justin Sasada 提供）.....	16
图 1.7	客户正在查看模型的实时变化和静态图像（由 Mortenson Construction 提供）.....	17
图 1.8	由三维模型生成的平面图、剖面图、立面图（由 Francois levy, Architect 提供） ...	17
图 1.9	室外效果图（感谢 Ji Wu 和 Yue Liu）	18
图 1.10	风管和结构梁之间的冲突被检测出来（由 Bentley Systems 提供，感谢 Tom Lazear）...	19
图 1.11	这些图片来自一个三维模型在整个施工过程的进度表。电脑模型图片与在相同时间点上的施工现场照片并排在一起。这些反映不同施工阶段的三维视图对项目的成功起着至关重要的作用，特别是海藻水箱的建造。这个部分是项目的关键，因为混凝土墙需要 21 天的养护期，在此之前其他工作都不能进行（Jackson 和 So 2009）（由 Morley Builders 提供，感谢 Reginald Jackson 和 Edward So）	20
图 1.12	对项目不同类型的墙体进行预期成本和最终成本的追踪（由 CO Architects 提供）...	21
图 1.13	向客户展示成本估算是根据所选择的表面材料决定的（由 Trimble Navigation, Ltd-Vico Office 提供）	21
图 1.14	施工中创建的成本差异报告（由 Trimble Navigation, Ltd-Vico Office 提供）	22
图 1.15	这个示意图显示了复合坡屋顶不同的发展水平。最初只有基本的体量显示。之后添加了洞口、材料层和具体构件（由 Trimble Navigation, Ltd - Vico Office 提供）.....	23

图 1.16	发展水平逐步增加的钢结构图 (由 AEC Process Engineering 提供, 感谢 James Bedrick)···	25
图 1.17	模型发展规范表 (由 Trimble Navigation, Ltd – Vico Office 提供)	26
图 2.1	空间和总体规划可以用二维或三维完成。每一块都被指定了楼层高度。明细表计算了各建筑物的楼板面积 (由 Johnson Fain Architects 提供, 感谢 Daniel Janotta, Jed Donaldson 和 Mark Owen)	30
图 2.2	湿度、温度、风的气候数据 (感谢 Oleksandra Kazymirska)	31
图 2.3	带有阴影和气流分析的太阳轨迹示意图 (感谢 Abdul Ali Khan)	31
图 2.4	即便是简单的模型也可以导入能量软件进行初步计算 (由 Glumac 提供, 感谢 Mitch Dec)	32
图 2.5	BIM 软件完成的 HVAC 示意图 (感谢 Eliseo Fernandez)	32
图 2.6	通过将设计过程曲线前移到变更成本更低且更有效的项目早期, BIM 可以提供额外分析的机会 (由 HOK 提供, 感谢 Patrick MacLeamy)	34
图 2.7	室外效果图 (感谢 Oleksandra Kazymirska)	34
图 2.8	协调机械、电气、水暖、消防 (MEPF) 的 BIM (由 Matt Construction 提供, Safdie Architects 设计)	35
图 2.9	自适应组件和格架结构都有便于修改设计的参数 (感谢 Wu Ji)	36
图 2.10	生成式组件 (玻璃、桁架、连接 1 和连接 2) 根据位置来改变其自身的具体特点 (由 Gehry Technologies 提供)	36
图 2.11	三维细节和二维图纸是在 BIM 软件中创建的 (感谢 Eliseo Fernandez)	37
图 2.12	三维模型被用来作为绘制二维疏散出口和美国残疾人法案 (ADA) 示意图的底图 (感谢 Ty Harrison 和 Eliseo Fernandez)	37
图 2.13	统计信息、族自适应信息、自创建文档图纸可以从参数化模型中提取出来 (由 Gehry Technologies 提供)	38
图 2.14	三种表达方式: 概念模型、合同模型和交付模型 (由 Gehry Technologies 提供)···	40
图 2.15	体现设计 BIM 和施工 BIM 之间差异的实例 (由 John Stebbins 提供)	41
图 2.16	建立图纸命名规则, 并按不同的专业用颜色编码 (由 Morley Builders 提供, 感谢 Reginald Jackson 和 Edward So)	42
图 2.17	物体的颜色按照不同专业进行编码, 与项目标准所规定的相符。施工完成的建筑与 BIM 相符 (由 Morley Builders 提供, 感谢 Reginald Jackson 和 Edward So)	42
图 2.18	通过把混凝土浇筑记录加载到 Revit, Moley 的现场人员能够直观地了解每次混凝土浇筑的过程, 并通过在 Revit 中筛选每个浇筑组可以了解所浇筑的构件 (由 Morley Builders 提供, 感谢 Reginald Jackson 和 Edward So)	43
图 2.19	照片和模型数据的合成图 (由 Mortenson Construction 提供)	44
图 2.20	整个 BIM (建筑、结构及所有 MEP 系统、设备等) 是从点云来建模的	

(由 Mortenson Construction 提供)	44
图 2.21 场地示意图标明了施工的主要交通通道和雨水管理方案 (由 Balfour Beatty 提供, 感谢 Bradley Hardin, Daniel Shirkey 和 Stan Zhao)	45
图 2.22 传统项目进度表与将模型链接到工作地点的流线进度表的对比 (由 Balfour Beatty 提供, 感谢 Bradley Hardin, Daniel Shirkey 和 Stan Zhao)	46
图 2.23 基于位置的进度安排包括四种类型的图表: 流线图, 甘特图, 资源图和现金流动表 (由 Trimble Navigation, Ltd-Vico Office 提供)	47
图 2.24 钢构件的工程量统计 (由 Skanska 提供, 感谢 Greg Smith)	47
图 2.25 与 BIM 中材料估算相关的成本 (由 Balfour Beatty 提供, 感谢 Bradley Hardin, Daniel Shirkey 和 Stan Zhao)	48
图 2.26 Navisworks 碰撞检测的结果 (由 LPA, Inc 提供)	49
图 2.27 注意数字模型和实体建筑之间的密切关系 (由 Mortenson Construction 提供)	51
图 2.28 Revit 模型和 Tekla 模型与最终安装的比较 (由 MATT Construction 提供)	51
图 2.29 大房间里的协调会议 (由 McCarthy Building Companies, Inc 提供, 感谢 David McCool)	52
图 2.30 在规划室和在工作现场的 BIM 信息服务亭查阅图纸 (由 Mortenson Construction 提供)	53
图 2.31 数字“工具箱”(由 McCarthy Building Companies, Inc 提供, 感谢 David McCool)	53
图 2.32 施工现场使用的平板电脑 (由 Mortenson Construction 提供)	54
图 2.33 安装验证软件 (由 Trimble Navigation, Ltd-Vico Office 提供)	54
图 2.34 增强现实软件数字模型叠加的早期实例 (感谢 Anish Tripathi)	55
图 2.35 iPad 在施工现场的使用 (由 Suffolk 提供, 感谢 Anamika Sharma)	55
图 2.36 虚拟的和实际的立面面板 (由 Thornton Tomasetti 和 360 Architecture 提供, 感谢 Jonatan Schumacher 和 Joseph Burns)	57
图 2.37 由 CATIA 模型创建的玻璃纤维增强塑料 (GFRP) 面板模具的加工 (由 Thornton Tomasetti 和 360 Architecture 提供, 感谢 Jonatan Schumacher 和 Joseph Burns)	58
图 2.38 数字化设计和加工的暖通空调围护构件 (由 MATT Construction ; Design Architect Renzo Piano Building Workshop ; Executive Architect Gensler 提供)	58
图 2.39 不同的设施管理软件及其常用的互操作连线 (由 Mortenson Construction 提供)	59
图 2.40 设施管理中的 BIM 数据流程示意图展示了工作移交的过程 (由 Mortenson Construction 提供)	60
图 2.41 表格详细描述了南加大电影艺术学院 1 号楼 3 期从概念设计到竣工过程中 BIM 数据的说明、创建和移交 (由南加大设施管理部门提供, 感谢 Jose Delgado)	62

图 3.1 理想的集成 BIM 示意图与实际应用 BIM 所面临的挑战（由 NBBJ 提供，感谢 Nathan Miller）	64
图 3.2 上图展示了设计项目中信息流的真实情况（由 NBBJ 提供，感谢 Nathan Miller）	65
图 3.3 即使在单一专业领域如结构工程中，几何数据也可能在很多软件程序之间共享（由 Buro Happold 和 Woods Bagot 提供，感谢 Kurt Komraus）	66
图 3.4 这是一个转换程序用自定义脚本将 Grasshopper 和 Rhino 传输到 Revit 原生文件的例子。数据首先被转化成为另外一个应用程序可以访问的数据库格式（由 NBBJ 提供，感谢 Nathan Miller）	67
图 3.5 这个例子使用了既可以输入又可以输出的文件格式，完成了从 Rhino 到 Revit 文件的三维转换（由 NBBJ 提供，感谢 Nathan Miller）	67
图 3.6 承包商模型与设计模型分别解决不同的问题（由 HNTB 提供，感谢 David Graue 和 Gautam Shenoy）	70
图 3.7 除了非常小的项目以外，一个项目基本不可能只用一个模型。但将文件（尤其是建筑、结构、MEP、防火）链接在一起却是一种常见方法（感谢 Jinhua Ashley Peng）	71
图 3.8 BIM 中所包含的高水平细节（由 Gregory P. Luth 及其合伙人提供，感谢 Gregory Luth）	72
图 3.9 钢筋的细部设计以及最终装配（由 Gregory P. Luth 及其合伙人提供，感谢 Gregory Luth）	72
图 3.10 一个体育场项目链接模型的局部示意图（由 HNTB 公司提供，感谢 David Graue 和 Gautam Shenoy）	76
图 3.11 校园设施管理对项目不同 BIM 期望的示意图（由南加大设施管理部门提供，感谢 Jose Delgado）	76
图 3.12 通过移动设备把项目中不同类型的数据文件放到云端中以便轻松访问（由 Gehry Technologies 提供）	77
图 3.13 不同于专有 BIM，IFC 在 BIM 互通性中占有主要位置（感谢 Calvin Kam）	81
图 3.14 三维模型与其相关的 IFC 描述（由 Nemetschek Vectorworks 公司提供，感谢 Jeffrey W. Ouellette）	82
图 3.15 通过 IFC 标准将 BIM 和工程软件链接（由 Nemetschek Skia 提供，感谢 Dan Monaghan）	84
图 3.16 用兼容 COBie 的 BIM 来录入建筑管理系统中的信息（由南加大设施管理部门提供，感谢 Jose Delgado）	84
图 4.1 为学员学习项目标准与工作流程而制定的培训课程计划（由 HNTB 提供，感谢 David Graue 和 Gautam Shenoy）	91
图 4.2 在设计阶段员工的精力分配情况——基于 Epstein（2012：51–53）	93

图 4.3 标准文件样板。值得注意的是这个模板和其他一些新的 BIM 图形标准可以是公司
现有 CAD 标准的变体（由 Johnson Fain Architects 提供，感谢 Daniel Janotta, Jed
Donaldson 和 Mark Owen） 99

图 4.4 标准的三维族组件（由 Johnson Fain Architects 提供，感谢 Daniel Janotta, Jed
Donaldson 和 Mark Owen） 100

图 4.5 视图命名规则（由 Perkowitz + Ruth Architects 提供，感谢 Jay Zallan） 101

图 4.6 项目样板文件（由 Perkowitz + Ruth Architects 提供，感谢 Jay Zallan） 102

图 4.7 BIM 应用分析表（由 Turner Construction 提供，感谢 Viktor Bullain） 104

图 4.8 基于项目的 BIM 责任矩阵（由 Turner Construction 提供，感谢 Viktor Bullain） 105

图 4.9 一份示例 BIM 分数评分表（由 Trimble Navigation, Ltd – Vico Office 提供） 109

图 4.10 一份示例 bimSCORE 评分表显示了规划衡量标准的子类别（由 bimSCORE 提供） 111

图 5.1 在 LOD 200 中，使用基准的维护结构特性分别对两个体量方案进行导热性分析（由
Francois Levy, Architect 提供） 116

图 5.2 方案设计中 对风和日射 / 辐射的早期分析（由 MNLB 提供，感谢 Troy Gates） 117

图 5.3 在 Revit 中展示 LEED 日光和窗外视线得分（由 LPA, Inc 提供） 118

图 5.4 法庭的辐射亮度照明分析（由 ARUP 提供，感谢 Erin McConahey） 119

图 5.5 选择不同的混凝土板对减少热增量的影响（由 LPA, Inc 提供） 120

图 5.6 参数化设计曲线展示了窗墙比（WWR）和窗玻璃的不同组合对总能耗的影响，计算
结果由 EnergyPlus 提供（Singh 和 Kensek2013）（感谢 Skreet Singh） 121

图 5.7 DesignBuilder 软件生成的多目标优化结果作为一组解决方案供设计者从中选取。
更优化的方案分布在帕累托前沿（Pareto Front）上（Singh 和 Kensek 2013）（感谢
Skreet Singh） 122

图 5.8 Rhino 三维是一个图像引擎。Grasshopper 中的 DIVA 和 Viper 被用于分析能量和照
明。Galapagos 是一个优化组件（感谢 Geman Wu） 123

图 5.9 Zero E 开发研究项目：一座 80 层综合塔楼斜肋构架的自动结构效率优化（由 Buro
Happold 和 Woods Bagot 提供，感谢 Kurt Komraus） 123

图 5.10 GTX+SVNU 在云端被用于同步设计追踪和版本管理（由 Gehry Technology 提供） 125

图 5.11 Onuma 的云计算示意图展示了 BIMStorm 在 24 小时中的进程（由 Onuma, Inc 提
供，感谢 Kimon Onuma） 126

图 5.12 GTeam 能让负责模型不同部分的项目参与者基于云端合作（由 Gehry Technologies 提供） 128

图 5.13 在云端可以让网络团队和无纸化项目变为可能（由 Gehry Technology 提供） 130

图 5.14 由 AutoLisp 中的脚本和 Revit 的插件所建立的日照围合体（solar envelope）（感谢
Ralph Knowles 对日照围合体的研究；感谢 Alicyn Henkhaus 提供 Revit 图片） 132

图 5.15	Python 代码示例 (由 MNLB 提供, 感谢 Troy Gates)	132
图 5.16	通过屋顶的表面积和城市的位置, 插件计算出了屋面排水量和蓄水池的容积。 图中显示的是用户的使用界面和部分 C 语言代码 (感谢 Ethan Barley, Andres Lin-Shiu 和 Tyler Tucker)	133
图 5.17	“图纸管理者” (Sheet Manager) 工具利用 Excel 工作表来协调 Revit 表格 (由 WhiteFeet 提供, 感谢 Mario Guttman)	133
图 5.18	这些房间是从 Excel 中导入, 由一个双向数据库链接管理。上图展示了一张在 建筑中布置了房间的标准层平面图 (由 WhiteFeet 提供, 感谢 Mario Guttman)	134
图 5.19	自定义生成的表格 (由 WhiteFeet 提供, 感谢 Mario Guttman)	135
图 5.20	Excel 中的数据变成了 Revit 中的参数值, 从而影响了楼板的形状; 这栋塔楼形态 就是建立在 Excel 值之上的 (由 WhiteFeet 提供, 感谢 Mario Guttman)	135
图 5.21	利用基于逻辑的公式, 可以通过调节一个参数化的族来展现一座大型多层医疗建筑 的各分区和楼层 (由 MNLB 提供, 感谢 Troy Gates)	136
图 5.22	在 Grasshopper 中调整滑块的值可以旋转建筑的各层楼板, 从而改变建筑体量的 几何形态 (Ko 2012) (感谢 Won Hee Ko)	138
图 5.23	用 Grasshopper 算法探寻体育场的外壳设计 (由 NBBJ 提供)	138
图 5.24	上图展示的是生成式屋面模型的不同设计方案。在 Grasshopper 模型中的参数化桁架 自动链接到 SAP2000 分析模型。它也可以自动创建 Revit 模型并导出二维文件 (由 Thomton Tomasetti 和 360 Architecture 提供, 感谢 Jonatan Schumacher 和 Joseph Burns)	139
图 5.25	将 BIM 和非 BIM 数据传输到设施管理软件中的一种方法 (由 Mortenson Construction 提供)	145
图 5.26	将 BIM 和 CAD 数据传输到设施管理软件中: 计算机维护管理系统 (CMMS)、电 子文档管理系统 (EDMS)、计算机辅助设施管理 (CAMF), 以及设备管理系统 (EMS) (由南加大设施管理部门提供, 感谢 Jose Delgado)	146
图 6.1	建筑东侧全景图	150
图 6.2	西外立面; 完成的扩建部分, 2013 年 (感谢 Peter Vanderwaker)	150
图 6.3	1960 年由保罗·鲁道夫 (Paul Rudolph) 设计的校园概念规划 (由 Library of Congress Print 和 Photography Division 提供)	151
图 6.4	建筑模型的现状: 后方图书馆的“联系”走廊西侧	152
图 6.5	现状实景照片: “联系”走廊下方的平台, 也是扩建部分的所在位置	152
图 6.6	渲染的三个步骤: 步骤 1: ArchiCAD 的设计模型 步骤 2: ArchiCAD 视图导出	153
图 6.7	渲染的三个步骤: 步骤 3: “联系”走廊下方阅览区的完成图	153
图 6.8	BIM 实施计划工作流程示意图	154