



面向设计师的编程设计知识系统PADKS  
Programming Aided Design Knowledge System(PADKS)

**Grasshopper**

# 参数化逻辑构建过程

Parametric Logic Design Process

包瑞清 著

江苏凤凰科学技术出版社

面向设计师的编程设计知识系统PADKS  
Programming Aided Design Knowledge System(PADKS)

# Grasshopper

# 参数化逻辑构建过程

Parametric Logic Design Process

包瑞清 著

## 图书在版编目(CIP)数据

参数化逻辑构建过程 / 包瑞清著. — 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2015.7

(面向设计师的编程设计知识系统 PADKS)

ISBN 978-7-5537-4537-4

I. ①参… II. ①包… III. ①程序设计 IV.  
① TP311.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第103355号

### 面向设计师的编程设计知识系统PADKS 参数化逻辑构建过程

---

著 者 包瑞清  
项目策划 凤凰空间/郑亚男  
责任编辑 刘屹立  
特约编辑 郑亚男 田 静

---

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司  
江苏凤凰科学技术出版社  
出版社地址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009  
出版社网址 <http://www.pspress.cn>  
总 经 销 天津凤凰空间文化传媒有限公司  
总经销网址 <http://www.ifengspace.cn>  
经 销 全国新华书店  
印 刷 深圳市新视线印务有限公司

---

开 本 710 mm × 1000 mm 1 / 16  
印 张 16  
字 数 128 000  
版 次 2015年7月第1版  
印 次 2015年7月第1次印刷

---

标准书号 ISBN 978-7-5537-4537-4  
定 价 118.00元

---

图书如有印装质量问题, 可随时向销售部调换(电话: 022-87893668)。

# CONTENTS 目录

9	■ 设计、参数化和编程关系的释义
10	■ 被曲解的参数化
11	■ “参数化”的目的是建立由参数控制、几何体间互相联动的有机体
14	■ “参数化”实质上是编程语言控制下的逻辑构建过程
20	■ 编程语言成为设计问题得以很好解决的根本途径
24	■ 设计、参数化和编程关系
25	■ 基础
26	■ Grasshopper 的安装
27	■ Grasshopper 的界面
28	■ Grasshopper 的组件
32	■ 纯粹数据的输出
33	■ 数据结构与数据管理
34	■ Grasshopper 作者 David Rutten 的树状图表与数据结构
47	■ 数据管理的两类核心技术——List 列表与 Tree 数据路径的结构管理
48	● 数据列表模式分组与编织重组
56	● List 列表类
61	● 数据流匹配
62	● 常用的几个数据组织方式
64	● 线性（列表）数据与树型数据的变换操作对几何体构建的影响
72	● Tree 树型数据类
79	● Tree 类核心组件 Path Mapper
83	● Path Mapper 组织数据结构应用
93	■ 外部数据的调入
93	● 蛋白质数据库
95	● 调入高程数据
97	● .shp 地理信息数据的调入
98	● 调入图像数据

——	99	■	空间方向与定位
——	100	■	空间方向 -Vector 向量
.....	101	●	Deform- 变形
.....	109	●	磁场
——	119	■	空间定位 -Plane 参考平面
.....	120	●	截面

## —— 125 ■ 区间、数列和随机

——	126	■	区间
.....	128	●	对数螺旋
.....	132	●	弧线段放样
——	142	■	数列和随机
.....	149	●	随机的图案

## —— 155 ■ 程序编写与封装

——	156	■	台阶程序编写与封装
.....	157	●	台阶程序编写
.....	166	●	台阶程序封装
——	171	■	道路程序编写与封装
.....	172	●	道路程序编写
.....	178	●	道路程序封装

## —— 179 ■ 制造

——	182	■	设计概念的产生
——	183	■	设计基本逻辑构建过程
——	195	■	数据标注
——	199	■	几何表皮展平
——	205	■	实体模型
——	206	■	程序优化

209 ■ 表皮形式

211 ■ 表皮形式\_A

219 ■ 表皮形式\_B

226 ■ 表皮形式\_C

233 ■ 精细化设计

234 ■ 梭形建筑

253 ■ 参数化的意义

面向设计师的编程设计知识系统PADKS  
Programming Aided Design Knowledge System(PADKS)

# Grasshopper

# 参数化逻辑构建过程

Parametric Logic Design Process

包瑞清 著

## 图书在版编目(CIP)数据

参数化逻辑构建过程 / 包瑞清著. — 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2015.7  
(面向设计师的编程设计知识系统 PADKS)  
ISBN 978-7-5537-4537-4

I. ①参… II. ①包… III. ①程序设计 IV.  
① TP311.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第103355号

### 面向设计师的编程设计知识系统PADKS 参数化逻辑构建过程

---

著 者 包瑞清  
项 目 策 划 凤凰空间/郑亚男  
责 任 编 辑 刘屹立  
特 约 编 辑 郑亚男 田 静

---

出 版 发 行 凤凰出版传媒股份有限公司  
江苏凤凰科学技术出版社  
出版社地址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009  
出版社网址 <http://www.pspress.cn>  
总 经 销 天津凤凰空间文化传媒有限公司  
总经销网址 <http://www.ifengspace.cn>  
经 销 全国新华书店  
印 刷 深圳市新视线印务有限公司

---

开 本 710 mm×1000 mm 1/16  
印 张 16  
字 数 128 000  
版 次 2015年7月第1版  
印 次 2015年7月第1次印刷

---

标 准 书 号 ISBN 978-7-5537-4537-4  
定 价 118.00元

---

图书如有印装质量问题, 可随时向销售部调换(电话: 022-87893668)。





# Foreword

## 前言



面向设计师的编程设计知识系统旨在建立面向设计师（建筑、风景园林、城乡规划）编程辅助设计方法的知识体系，使之能够辅助设计者步入编程设计领域，实现设计方法的创造性改变和设计的创造性。编程设计强调以编程的思维方式处理设计，探索未来设计的手段，并不限制编程语言的种类，但是以面向设计者，具有设计应用价值和发展潜力的语言为切入点，包括节点可视化编程语言 Grasshopper，面向对象、解释型计算机程序设计语言 Python 和多智能体系统 NetLogo 等。

编程设计知识系统具有无限扩展的能力，从参数化设计、基于地理信息系统 ArcGIS 的 Python 脚本、生态分析技术，到多智能体自下而上涌现宏观形式复杂系统的研究，都是以编程的思维方式切入问题与解决问题。

编程设计知识系统不断发展与完善，发布和出版课程与研究内容，逐步深入探索与研究编程设计方法。

---

# The Nature of Parametric Design

## —— Program Thinking

# 参数化设计的本质——编程的思维

---

逐渐被设计领域熟知且广泛应用的参数化，给设计过程带来了无限的创造力，并提高了设计的效率。但是殊不知编程才是参数化的根本，最为常用的参数化平台 Grasshopper 节点可视化编程以及纯粹语言编程 Python、C#、VB 都是建立参数化模型的基础。这里并不支持类似 Digital Project(来自于 Catia) 等尺寸驱动，使用传统对话框的操作模式的参数化平台，因为对话框式的操作模式更类似于现有组件的安装拼接，淹没了设计本应该具有的创造性，如果已经具有了设计模型，在向施工设计方向转化时可以考虑使用 Digital Project 或者 Revit 等更加精准合理的构建。对于开始设计概念、方案设计甚至细部设计却应考虑使用编程的方法，Grasshopper 与 Python 组合的自由程度让设计的过程更加随心所欲。

参数化只是编程的一部分应用，建立参数控制互相联动的有机体。因为 Grasshopper 最初以参数化的方式渗入设计的领域，但是 Grasshopper 的本质是程序语言，而编程可以带来更多对设计处理的方法，在 Grasshopper 平台开始逐渐成熟，其带来的改变已经深入更加广泛的领域，因此仅仅用参数化来表述 Grasshopper 的应用已经不合时宜。更甚至 Python 语言可以实现参数化构建，那么 Python 就是纯粹为参数化服务的吗？很显然不是，这个过程重要的是学会编程，学会编程的思维方式，用这种方式来创造设计的过程，创造未知领域的形态。“每个人都应该学会编程，因为编程教会你如何去思考”，编程在各个领域中被广泛应用，但是在设计领域里却被认为只有软件工程师才会使用编程来开发供设计师使用的软件，这又是一种误解。长期被软件束缚，设计者还在期盼着某款设计软件会增加什么有用的功能从而方便设计，所以在不断追随着软件的更新，学习开发者所提供的几个有用的功能，那是否想过自己本应该就进入到功能开发的这个层面上来亲自改变计算机辅助设计的过程呢？恐怕目前几乎所有的设计者甚至都没有考虑过这样的问题。

大部分软件都会全部或者部分开源，有助于开发者创造出意想不到的设计，同时也会给再开发者与程序编写的说明，支持很好地学习编程接口的方法。例如 Linux 系统有自己异常活跃的社区，数之不尽的想法汇集于此，又或者苹果的网上应用超出百万，解决各类问题，从

金融、健康、商务、教育、饮食，到旅游、社交网络、体育、天气、生活等无所不包。而对于设计领域，首先需要改变以往根深蒂固的想法，“设计仅仅关注形式功能”的思想束缚了这个信息化时代本应该给设计领域带来的实惠。还有什么比固步自封、安于现状更可怕的呢？编程能够改变的不仅是被误解的软件开发，它所改变的是设计思考的方式，是设计过程的变化和创造。一旦尝试开始转变思维方式，编程所具有的魔力会不断地散发出来。

数据是程序编写核心需要处理的问题，如果需要更加智能化的辅助甚至主导设计，需要熟知数据的组织方式和管理方法。Grasshopper 和 Python 都具有强大的数据管理方法，例如 Grasshopper 的数型数据和各类数据处理的组件，Python 的字典、元组和列表。在参数化的领域关注数据是掌握这种工具的基础，切记需要时刻观察数据的变化，避免盲目地连接数据。

没有任何可以投机取巧的方法帮助设计者进入到这个领域，毕竟这不是在学习所谓的一款软件，而这种看法却也占据着几乎所有设计行业。这是编程的领域，因此需要学习的是编程的知识，是编程的思维方法，是编程让设计更具创造力的方法。而参数化也仅仅是编程领域中的一簇，各类设计的问题从结构到生态，从材料到形式，都可以试图以编程的思维去重新思考这个过程。

在科技发展日新月异的时代，编程是设计领域发展的方向。编程与设计，在过去人们不曾想过两者竟然能够被联系在一起，至今开始探索两者的关系，未来还有什么意想不到的事情令人期待！

Ridue

# CONTENTS 目录

- 9 ■ 设计、参数化和编程关系的释义
- 10 ■ 被曲解的参数化
- 11 ■ “参数化”的目的是建立由参数控制、几何体间互相联动的有机体
- 14 ■ “参数化”实质上是编程语言控制下的逻辑构建过程
- 20 ■ 编程语言成为设计问题得以很好解决的根本途径
- 24 ■ 设计、参数化和编程关系
  
- 25 ■ 基础
- 26 ■ Grasshopper 的安装
- 27 ■ Grasshopper 的界面
- 28 ■ Grasshopper 的组件
- 32 ■ 纯粹数据的输出
  
- 33 ■ 数据结构与数据管理
- 34 ■ Grasshopper 作者 David Rutten 的树状图表与数据结构
- 47 ■ 数据管理的两类核心技术——List 列表与 Tree 数据路径的结构管理
  - ..... 48 ● 数据列表模式分组与编织重组
  - ..... 56 ● List 列表类
  - ..... 61 ● 数据流匹配
  - ..... 62 ● 常用的几个数据组织方式
  - ..... 64 ● 线性（列表）数据与树型数据的变换操作对几何体构建的影响
  - ..... 72 ● Tree 树型数据类
  - ..... 79 ● Tree 类核心组件 Path Mapper
  - ..... 83 ● Path Mapper 组织数据结构应用
- 93 ■ 外部数据的调入
  - ..... 93 ● 蛋白质数据库
  - ..... 95 ● 调入高程数据
  - ..... 97 ● .shp 地理信息数据的调入
  - ..... 98 ● 调入图像数据

——	99	■	空间方向与定位
——	100	■	空间方向 -Vector 向量
.....	101	●	Deform- 变形
.....	109	●	磁场
——	119	■	空间定位 -Plane 参考平面
.....	120	●	截面

## —— 125 ■ 区间、数列和随机

——	126	■	区间
.....	128	●	对数螺旋
.....	132	●	弧线段放样
——	142	■	数列和随机
.....	149	●	随机的图案

## —— 155 ■ 程序编写与封装

——	156	■	台阶程序编写与封装
.....	157	●	台阶程序编写
.....	166	●	台阶程序封装
——	171	■	道路程序编写与封装
.....	172	●	道路程序编写
.....	178	●	道路程序封装

## —— 179 ■ 制造

——	182	■	设计概念的产生
——	183	■	设计基本逻辑构建过程
——	195	■	数据标注
——	199	■	几何表皮展平
——	205	■	实体模型
——	206	■	程序优化

————— 209 ■ 表皮形式

————— 211 ■ 表皮形式\_A

————— 219 ■ 表皮形式\_B

————— 226 ■ 表皮形式\_C

————— 233 ■ 精细化设计

————— 234 ■ 梭形建筑

————— 253 ■ 参数化的意义



**The Relationship of  
Design, Parameter  
and Programming**  
**设计、参数化  
和编程关系的释义**

1

新兴的事物在进入一个学科领域时，难免会遭受质疑或某种程度上的曲解，在与传统手段不断碰撞的过程中，便能显示出其存在的价值，以及在学科领域中的地位，进而被接受并广泛应用。设计的参数化在建筑领域已经获得一定程度的认可，并被付诸实践，风景园林与城乡规划领域也在试图寻找编程辅助设计（参数化的根基）的方法。虽然从高校到设计单位，针对建筑设计专业的编程设计课程基本为空白，但是面对参数化对设计的影响程度，编程设计已然成为设计领域未来发展的一个重要分支。像其他新兴事物一样，参数化在发展过程中也遭受了种种误读，“参数化”的说法有时被有意识地规避。参数化的实质是编程语言的学习与应用，因此在谈及参数化设计时，必然会涉及编程。设计、参数化与编程之间的关系是，编程是参数化的实质，参数化是编程辅助设计应用的一个分支，设计参数化的目的往往是构建由参数控制形态的有机体。

## 1 被曲解的参数化

目前对参数化存在几种误读，一个是参数化仅仅等于软件的学习或者软件的开发。由于参数化是基于计算机软件的，难免与 AutoCAD、3ds MAX 等软件的学习混为一谈，被误认为是支持参数化软件的学习。参数化实际上应该被看作设计领域的一个学术分支，软件仅是支持参数化研究的基础，类似于 GUI 图形用户界面。支持参数化研究的编程语言例如 Python、VB、C# 等，或者节点式的编程语言 Grasshopper。有些类似于数学，只有在掌握了基本的数学公理、公式之后，才可以用这些知识来解决实际的问题。这在一定程度上说明了，设计的参数化并不是某一款软件的学习，而是一个新的研究领域，它有助于解决设计中出现的各类问题，例如构建设计形态间的逻辑关系，将设计形式视为一个由参数控制、互相关联的有机体。

参数化的目的是构建一个由参数控制形态、互相关联的有机体，并不是完全用于异形形态设计的工具。因为参数化往往被用于复杂形体的设计，例如扎哈·哈迪德与弗兰克·盖里的作品，所以造成了这样一个假象，参数化仅仅是用于构建异形形态设计，这样的表述仅是从最为直观的表面给出的判断。参数化的目的是构建几何间联动的逻辑关系，从而更加易于控制各形体之间的关联，这个关联正是几何构建的逻辑。例如由参数控制的横梁的尺寸将联动控制与之关联的椽柱，甚至基础的尺寸与位置，反之亦然。这个过程就是最基本的参数化过程，这种方式也更加有益于传统形式的设计。为了更加方便地构建几何体间的逻辑关系，实际上并不建议将设计整体参数化，而是将其拆分为各个有机体，再对各个有机体构建关联。

除了构建几何体间直接的逻辑关系，往往会将前期分析的条件作为几何体形态产生的输入参数，构建形态与影响条件之间的逻辑关系，例如人流、水文、坡度、坡向、日照、功能布局要求等。受目前研究的实验性影响，作为影响形态的输入条件较为单一，对于设计本身影响因素的复杂性以及设计的艺术性，人文性基于有限形态的形态推演着实无法满足现实中



的构建需求，获得的形态在艺术水准上往往也无法达到一定的审美层级。但是基于影响条件作为参数推演形态的探索，为未来的设计开拓一种不一样的设计方法。伴随着设计影响因子复杂性条件的解决，推演的形态必然会对设计形式产生直接的影响，而且目前虽然这样的推演无法达到设计的要求，但是也可以作为形态推敲的一种参考手段，辅助设计形式的演进。

## 2 “参数化”的目的是建立由参数控制、几何体间互相联动的有机体

为什么要建立由参数控制、几何体间互相联动的有机体？一方面对于复杂形体而言，空间几何体的定位，例如沿空间椭球体表面布置的梁架结构，是由椭球体表面确定的，二者之间本身就存在逻辑构建的关系。依据这种逻辑构建关系，使用参数化的方法建立两者之间的联系成为一种必然。这也不仅在于几何形体的推敲上，更是解决几何体空间定位，具体结构建造的有效途径。即使是自由的空间曲线结构，没有一定曲面的依附关系，那么由该曲线所划分的结构片段，以及依附于该曲线的幕墙结构，实际上又构建了与该曲线的逻辑构建关系。因此对于设计而言，设计的几何形体间往往存在互相依附的关系，对于复杂形体使用参数化的方法来表达这种逻辑关系具有更现实的意义。

那么由简单几何建立的设计形态是否有必要通过参数化建立逻辑结构关系来辅助设计呢？在传统的几何推敲上，虽然几何体之间存在逻辑构建的关系，但是由于设计过程中更多地指向空间本身的设计创造，即使考虑了几何体间互动的联系，往往也没有作为设计中独立研究的部分。如果能够以参数化的方法，根据本身几何体间的逻辑构建的关系来进行设计，会有助于设计几何体间关系的梳理，尤其对于具有参数化可能的中国古典建筑。

