

# 参数化建筑设计

Parametric Design for Architecture

高云河 白云生 著



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

# 参数化建筑设计

Parametric Design for Architecture

高云河 白云生 著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

## 图书在版编目(CIP)数据

参数化建筑设计 / 高云河, 白云生著. - 武汉: 华中科技大学出版社, 2016.8  
ISBN 978-7-5680-1711-4

I. ①参… II. ①高… ②白… III. ①建筑设计 IV. ①TU2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第080407号

## 参数化建筑设计

CANSHUHUA JIANZHU SHEJI

高云河 白云生 著

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

地 址: 武汉市武昌珞喻路1037号(邮编:430074)

出 版 人: 阮海洪

责任编辑: 刘锐桢

责任校对: 宁振鹏

责任监印: 秦 英

装帧设计: 张 靖

印 刷: 北京文昌阁彩色印刷有限责任公司

开 本: 965 mm × 1270mm 1/16

印 张: 14.25

字 数: 308千字

版 次: 2016年8月第1版第1次印刷

定 价: 69.80元(附光盘)



投稿热线: (010)64155588-8815

本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

# 目 录

## 1 基础部分 Basic Knowledge ..... 8

模块颜色显示与隐藏·数据流的逻辑·连接关系·保存文件与烘焙模型

- |               |    |
|---------------|----|
| 1.1 软件安装      | 10 |
| 1.2 用户界面      | 11 |
| 1.3 模块和数据流    | 12 |
| 1.4 显示与隐藏     | 14 |
| 1.5 保存文件和烘焙模型 | 15 |
| 1.6 基本概念及操作   | 16 |

## 2 流线力场 Fluid by Field .....18

向量·磁力场作用域·磁力场图像化显示·场力的使用及搭配组合·2D 图表曲线值控制·生成流体曲线·条件判断逻辑·颜色指定及渲染成图

- |               |    |
|---------------|----|
| 2.1 准备场力形成的条件 | 20 |
| 2.2 磁力场组合     | 22 |
| 2.3 创建磁力场流线   | 24 |
| 2.4 检测场力极限值   | 27 |
| 2.5 生成彩色场力流线  | 28 |
| 2.6 输出高清的效果图  | 30 |
| 2.7 磁场力的显示模式  | 30 |

## 3 舞动的管线 Dancing Pipes .....32

表面区间划分·数据结构认识·翻转数据行列关系·曲线图表映射·应用随机值·模块打组·最小与最大极限值的布尔值判定·U、V 区间值的组合应用·表皮放样

- |          |    |
|----------|----|
| 3.1 准备工作 | 34 |
| 3.2 初创造型 | 34 |
| 3.3 颠倒矩阵 | 38 |

3.4 Graph Mapper 映射值控制	40
3.5 Surface Domain (表面区间值) 的应用	41
3.6 Random 的使用方法	44
3.7 Min 与 Max 的判断取值	48
3.8 使用 2D Domain <sup>2</sup> 创建新的截面造型	50
3.9 完成设计	53

#### 4 马赛克图像 Masic by Image ..... 56

2D 区间值分解及组合 · 三维坐标值映射为二维坐标值 · 图像采样输出明度值 · 逻辑运算符判定布尔值 · 表面细分 · 求解表面输出 uv 坐标值 · 自定义 Cluster 工具集 · 赋予材质及烘焙输出模型

4.1 准备工作	58
4.2 处理第一批区间	59
4.3 三维坐标系统转换为二维坐标系统	63
4.4 图像采样的筛选逻辑	64
4.5 第二批表面细分	68
4.6 第三批表面细分	69
4.7 筛选第三批表面	71
4.8 收集挤出所用的表面	72
4.9 创建单元造型	73
4.10 用户自定义工具模块	74
4.11 完成造型	77

#### 5 泰森结构体 Voronoi Structure ..... 80

数据合并 · 细分采样点 · 随机变化 3D 点组 · 生成 3D 泰森多边形结构 · Python 脚本辅助数据筛选 · 数据分流逻辑 · 多边形模型合并与焊接顶点 · 多边形细分表面

5.1 准备工作	82
5.2 创建体块间均匀点连线	82
5.3 生成随机采样点	83
5.4 生成 3D Voronoi 结构	86
5.5 使用最近点算法过滤 Voronoi 结构	87

5.6 去除重复结构	89
5.7 判定 Join 后的 Brep 结构	90
5.8 随机划分两种结构	93
5.9 生成造型结构体	95
5.10 完成最后部分	98
5.11 另一种模型思路	100

## 6 建筑立面设计 Facade Design .....104

功能区图像采样 · 安排构件单元 · 按逻辑编织数据结构 · 定位模型 · 映射构件至表皮 · 生成等高线

6.1 准备工作	106
6.2 功能区域坐标的采样	108
6.3 获得构件单元及参考平面	109
6.4 根据映射定位筛选模型	111
6.5 定位模型	114
6.6 映射设计方案到表皮上	118
6.7 完成立面框架结构	121
6.8 生成楼板	124

## 7 鲨鱼表皮体育场设计 Shark Surface Stadium .....128

非等比缩放 · 分解曲线再组合 · 数据偏移 · 曲线投影 · 关联映射曲线值 · 曲线最近点计算 · 求解曲线上点 · 平面向量应用

7.1 准备工作	130
7.2 创建场馆的结构线	131
7.3 创建场馆的基本造型	133
7.4 单元结构划分	136
7.5 映射曲线值	139
7.6 创建初始截面点组	143
7.7 完成初始截面点组	146
7.8 创建基本曲线组与变形曲线组	148
7.9 偏移数据列表及完善建筑结构	154
7.10 生成最终结构	159

## 8 多边形均匀化网格结构 Skeletal Mesh Relaxation ····· 164

判定容器内外关系·转化 Mesh 模型及处理·布尔值筛选结构·Kangaroo 引擎应用·物理作用力·时间器与运算开关·物理运算模拟及注意事项·凝固结果及烘焙生成模型

8.1 准备工作	166
8.2 创建基本结构模型	166
8.3 框架结构的判定边线	168
8.4 生成框架 Mesh 结构	169
8.5 判定删除外围结构	171
8.6 Kangaroo 的物理作用力	174
8.7 生成 Kangaroo 的物理模拟	178

## 9 袋鼠的悬垂力生成结构 Kangaroo Catenary ····· 184

细化剪切 Mesh 模型·设定物理约束锚点·添加物理作用力·在物理计算结果上延展设计·重新计算物理模拟的注意事项

9.1 准备工作	186
9.2 剪切表面的 Mesh 化处理	186
9.3 添加物理作用力	188
9.4 物理模拟	192
9.5 延展造型	193
9.6 完成设计	197

## 10 设计制造 Layout and Fabrication ····· 200

细分表面·归类划分数据·创建定位点·同步模型与定位点排序·分色关联显示模型及定位造型·定位造型·重建定位向量平面·求解夹角值·规划分类锐角及钝角·数据显示及 Excel 输出

10.1 导入模型细化结构	202
10.2 创建定位点	204
10.3 三维模型排序	205
10.4 依据折边分色定位	207
10.5 三角面外边框线的定位	210
10.6 判定布尔值分色显示折边线	217
10.7 获取及显示折边角度值	218
10.8 粘贴边的创建	222

# 参数化建筑设计

Parametric Design for Architecture

高云河 白云生 著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉



## 图书在版编目(CIP)数据

参数化建筑设计 / 高云河, 白云生著. - 武汉: 华中科技大学出版社, 2016.8  
ISBN 978-7-5680-1711-4

I. ①参… II. ①高… ②白… III. ①建筑设计 IV. ①TU2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第080407号

## 参数化建筑设计

CANSHUHUA JIANZHU SHEJI

高云河 白云生 著

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)  
地 址: 武汉市武昌珞喻路1037号(邮编:430074)  
出 版 人: 阮海洪

责任编辑: 刘锐桢  
责任校对: 宁振鹏

责任监印: 秦 英  
装帧设计: 张 靖

印 刷: 北京文昌阁彩色印刷有限责任公司  
开 本: 965 mm × 1270mm 1/16  
印 张: 14.25  
字 数: 308千字  
版 次: 2016年8月第1版第1次印刷  
定 价: 69.80元(附光盘)



投稿热线: (010)64155588-8815

本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

# 前言 PREFACE

参数化设计经过近几年的发展，已经越来越广泛地应用在建筑设计领域。这既有方案前期的推敲，也包含了后期辅助施工建造。参数化设计软件有很多种，但目前 in 建筑设计领域应用最为广泛的依然是 Rhinoceros 和 Grasshopper 共同组成的参数化设计平台。Grasshopper 作为一款可视化的编程辅助设计软件，极大地解放了设计者的思维，这种通过逻辑设计来构建模型的方法，与传统建模思路有着极大的差异。这就让设计者更多关注的是方案本身的逻辑，而不是工具使用技巧。其节点可视化的模式能够保留整个设计的每一个步骤，步骤之间的修改都会发生联动，这样也避免了很多重复修改的工作量，从而能够为设计者节省大量的时间。

近几年，Grasshopper 辅助建筑设计的案例越来越多。本书正是对 Grasshopper 在建筑设计领域的应用进行深入的讲解，并通过建筑的实例来介绍 Grasshopper 的常用做法及一些使用技巧。随着 Grasshopper 版本的更新，很多以前的教材跟目前的软件版本差异较大，导致学习者会出现很多的困惑，本书所使用的 Grasshopper 版本为撰稿时的最新版本，读者可以放心使用最新版本的 Grasshopper，而不必担心因教材的旧版本跨越过大而导致使用方法的的不同。

最后，希望读者能够从本书中获取更多有价值的知识和使用技术，并预祝大家学习顺利。

# 目 录

## 1 基础部分 Basic Knowledge ..... 8

模块颜色显示与隐藏·数据流的逻辑·连接关系·保存文件与烘焙模型

- |               |    |
|---------------|----|
| 1.1 软件安装      | 10 |
| 1.2 用户界面      | 11 |
| 1.3 模块和数据流    | 12 |
| 1.4 显示与隐藏     | 14 |
| 1.5 保存文件和烘焙模型 | 15 |
| 1.6 基本概念及操作   | 16 |

## 2 流线力场 Fluid by Field .....18

向量·磁力场作用域·磁力场图像化显示·场力的使用及搭配组合·2D 图表曲线值控制·生成流体曲线·条件判断逻辑·颜色指定及渲染成图

- |               |    |
|---------------|----|
| 2.1 准备场力形成的条件 | 20 |
| 2.2 磁力场组合     | 22 |
| 2.3 创建磁力场流线   | 24 |
| 2.4 检测场力极限值   | 27 |
| 2.5 生成彩色场力流线  | 28 |
| 2.6 输出高清的效果图  | 30 |
| 2.7 磁场力的显示模式  | 30 |

## 3 舞动的管线 Dancing Pipes .....32

表面区间划分·数据结构认识·翻转数据行列关系·曲线图表映射·应用随机值·模块打组·最小与最大极限值的布尔值判定·U、V 区间值的组合应用·表皮放样

- |          |    |
|----------|----|
| 3.1 准备工作 | 34 |
| 3.2 初创造型 | 34 |
| 3.3 颠倒矩阵 | 38 |

3.4 Graph Mapper 映射值控制	40
3.5 Surface Domain (表面区间值) 的应用	41
3.6 Random 的使用方法	44
3.7 Min 与 Max 的判断取值	48
3.8 使用 2D Domain <sup>2</sup> 创建新的截面造型	50
3.9 完成设计	53

## 4 马赛克图像 Masic by Image ..... 56

2D 区间值分解及组合，三维坐标值映射为二维坐标值，图像采样输出明度值，逻辑运算符判定布尔值，表面细分，求解表面输出 uv 坐标值，自定义 Cluster 工具集，赋予材质及烘焙输出模型

4.1 准备工作	58
4.2 处理第一批区间	59
4.3 三维坐标系统转换为二维坐标系统	63
4.4 图像采样的筛选逻辑	64
4.5 第二批表面细分	68
4.6 第三批表面细分	69
4.7 筛选第三批表面	71
4.8 收集挤出所用的表面	72
4.9 创建单元造型	73
4.10 用户自定义工具模块	74
4.11 完成造型	77

## 5 泰森结构体 Voronoi Structure ..... 80

数据合并，细分采样点，随机变化 3D 点组，生成 3D 泰森多边形结构，Python 脚本辅助数据筛选，数据分流逻辑，多边形模型合并与焊接顶点，多边形细分表面

5.1 准备工作	82
5.2 创建体块间均匀点连线	82
5.3 生成随机采样点	83
5.4 生成 3D Voronoi 结构	86
5.5 使用最近点算法过滤 Voronoi 结构	87

5.6 去除重复结构	89
5.7 判定 Join 后的 Brep 结构	90
5.8 随机划分两种结构	93
5.9 生成造型结构体	95
5.10 完成最后部分	98
5.11 另一种模型思路	100

## 6 建筑立面设计 Facade Design .....104

功能区图像采样 · 安排构件单元 · 按逻辑编织数据结构 · 定位模型 · 映射构件至表皮 · 生成等高线

6.1 准备工作	106
6.2 功能区域坐标的采样	108
6.3 获得构件单元及参考平面	109
6.4 根据映射定位筛选模型	111
6.5 定位模型	114
6.6 映射设计方案到表皮上	118
6.7 完成立面框架结构	121
6.8 生成楼板	124

## 7 鲨鱼表皮体育场设计 Shark Surface Stadium .....128

非等比缩放 · 分解曲线再组合 · 数据偏移 · 曲线投影 · 关联映射曲线值 · 曲线最近点计算 · 求解曲线上点 · 平面向量应用

7.1 准备工作	130
7.2 创建场馆的结构线	131
7.3 创建场馆的基本造型	133
7.4 单元结构划分	136
7.5 映射曲线值	139
7.6 创建初始截面点组	143
7.7 完成初始截面点组	146
7.8 创建基本曲线组与变形曲线组	148
7.9 偏移数据列表及完善建筑结构	154
7.10 生成最终结构	159

## 8 多边形均匀化网格结构 Skeletal Mesh Relaxation ····· 164

判定容器内外关系·转化 Mesh 模型及处理·布尔值筛选结构·Kangaroo 引擎应用·物理作用力·时间器与运算开关·物理运算模拟及注意事项·凝固结果及烘焙生成模型

8.1 准备工作	166
8.2 创建基本结构模型	166
8.3 框架结构的判定边线	168
8.4 生成框架 Mesh 结构	169
8.5 判定删除外围结构	171
8.6 Kangaroo 的物理作用力	174
8.7 生成 Kangaroo 的物理模拟	178

## 9 袋鼠的悬垂力生成结构 Kangaroo Catenary ····· 184

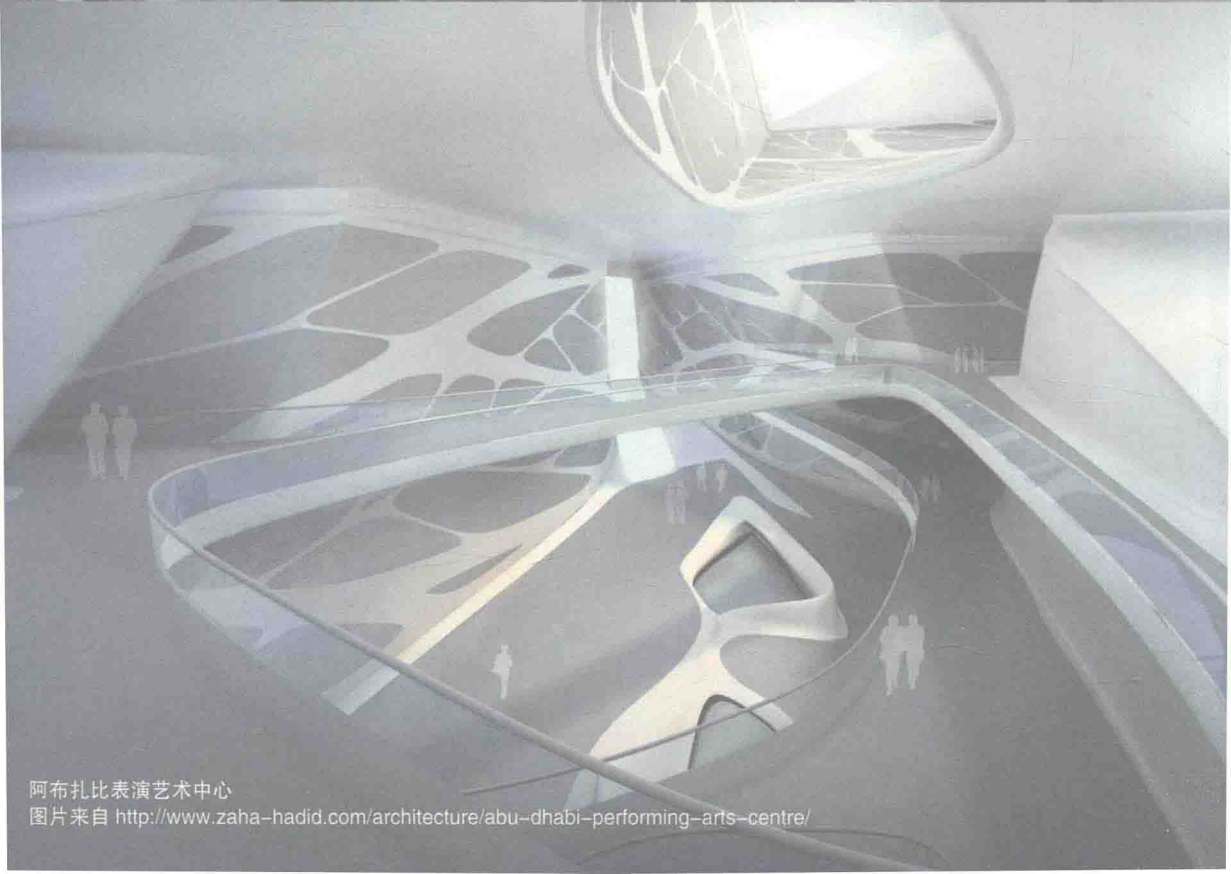
细化剪切 Mesh 模型·设定物理约束锚点·添加物理作用力·在物理计算结果上延展设计·重新计算物理模拟的注意事项

9.1 准备工作	186
9.2 剪切表面的 Mesh 化处理	186
9.3 添加物理作用力	188
9.4 物理模拟	192
9.5 延展造型	193
9.6 完成设计	197

## 10 设计制造 Layout and Fabrication ····· 200

细分表面·归类划分数据·创建定位点·同步模型与定位点排序·分色关联显示模型及定位造型·定位造型·重建定位向量平面·求解夹角值·规划分类锐角及钝角·数据显示及 Excel 输出

10.1 导入模型细化结构	202
10.2 创建定位点	204
10.3 三维模型排序	205
10.4 依据折边分色定位	207
10.5 三角面外边框线的定位	210
10.6 判定布尔值分色显示折边线	217
10.7 获取及显示折边角度值	218
10.8 粘贴边的创建	222



阿布扎比表演艺术中心

图片来自 <http://www.zaha-hadid.com/architecture/abu-dhabi-performing-arts-centre/>

# 1 基础部分

## Basic Knowledge

参数化建筑设计 (Parametric Architectural Design) 作为一种新的建筑设计方法, 已经流行多年。区别于一般传统设计形式, 在参数化建筑设计中, 设计师提取建筑设计的必要因素, 将其赋予不同的函数变量, 可控地加入其中。通过改变函数或者算法, 设计师可获取不同的设计方案。

参数化建筑设计的技术主体是运用数字逻辑手段完成建筑设计。对于设计方案本身而言, 计算机辅助并不能替设计进行思考。当设计师有了设计理念, 或者说设计理念需要被“计算”以期符合目标之时, 大量的方案数据、成本规划等限制因素就可以进行辅助的匹配, 共同完成设计。



## 1.1 软件安装

在本书的案例中，我们使用 Rhino 和 Grasshopper 进行学习。为了方便描述，将 Grasshopper 简称为“GH”。

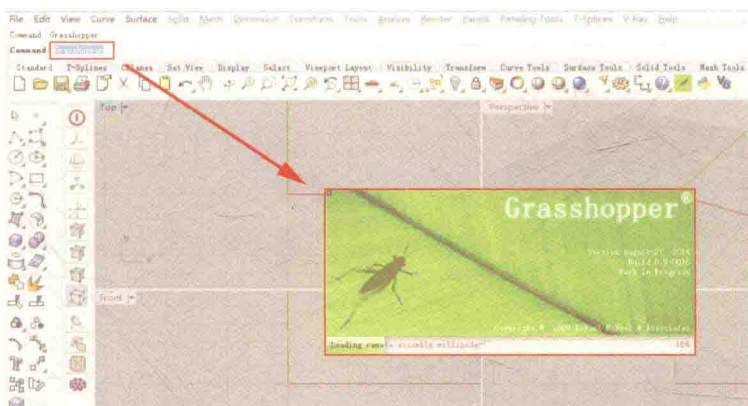
根据本书的案例对软件版本的要求，应正确安装最新 Rhino5.0 升级版软件。

1. 进入“www.grasshopper3d.com”网站，单击 Download 标签进入，选择 Latest Grasshopper for Rhino 5.0 (Windows only) 下载项。

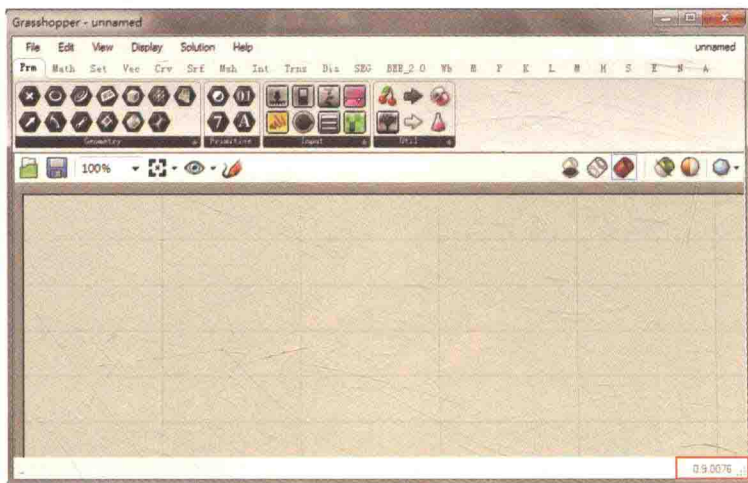
2. 按照默认方式，完成 GH 插件的安装。

3. 打开 Rhino5.0 软件，在 Command (命令行) 输入“grasshopper”，稍作等待，即进入 GH 运算界面，如图 1-1 所示。

在界面右下角显示当前 GH 版本号，如图 1-2 所示。



(1-1)



(1-2)