

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




**Kangaroo**

# 折叠的程序

Folding Programming

包瑞清 著

 江苏凤凰科学技术出版社

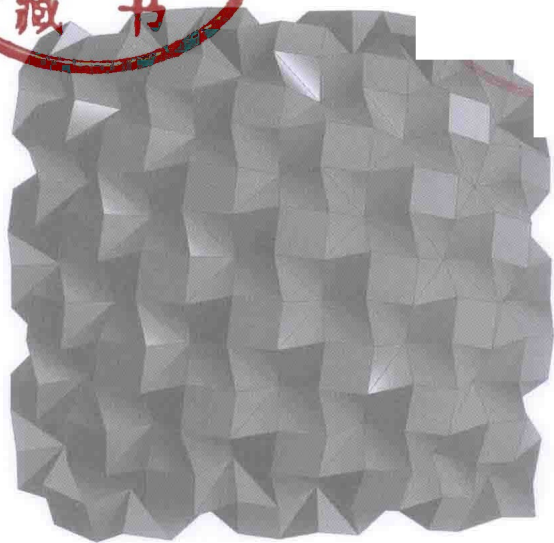
面向设计师的编程设计知识系统PADKS  
Programming Aided Design Knowledge System(PADKS)

# Kangaroo

# 折叠的程序

## Folding Programming

包瑞清 著



江苏凤凰科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

折叠的程序 / 包瑞清著. — 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2015. 6

(面向设计师的编程设计知识系统 PADKS)

ISBN 978-7-5537-4539-8

I. ①折… 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 101787 号

面向设计师的编程设计知识系统 PADKS

折叠的程序

---

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 17  
字 数 136 000  
版 次 2015年6月第1版  
印 次 2015年6月第1次印刷

---

标准书号 ISBN 978-7-5537-4539-8  
定 价 128.00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。

---

# Use Programs to Interpret the Charm of the Folding Process

## 用程序诠释“纸”折叠过程的魅力

---

在不经意间看到 Paul Jackson 编写的《从平面到立体——设计师必备的折叠技巧，Folding Techniques for Designers:From Sheet to Form》时，作者就产生用程序编写的方法研究折叠过程的想法，编写完《学习 Python——做个有编程能力的设计师》之后，就开始编写《折叠的程序》这本书。《折叠的程序》不仅涉及基本的 Grasshopper 节点式程序编写，同时以 Grasshopper 的动力学扩展组件 Kangaroo 为基础，并使用 Python 编写大量辅助程序。这也是为什么阅读《折叠的程序》需要掌握 Grasshopper、Kangaroo 以及 Python 这三个方面的知识系统。在 caDesign 设计构建的“面向设计师的编程设计知识系统”中，如果需要学习 Grasshopper 的基础知识可以阅读《参数化逻辑构建过程》，如果需要学习 Python 可以阅读《学习 Python——做个有编程能力的设计师》，而 Kangaroo 部分直接阅读本书《折叠的程序》。

折叠的过程令人着迷，一张简简单单的纸通过折叠可以构建千变万化的形式，这个过程本身就是形式创造的一种方法。随意拿起一张纸开始把玩，虽然实际折叠过程为设计创作提供了一种设计形式研究的手段，但是如何把这多变的形式转化为实际的建造，能否通过实际的折叠研究出基本的形式，再在计算机中直接构建最终的结果呢？如果在信息化技术已经发展到目前水平的阶段，还在使用“静态”构建的方法，就表现出设计本身的固守，或者对于编程设计知识体系的茫然。设计的过程是创造的过程，实际折叠的过程才是设计的根本，而不是折叠的结果，因此在计算机中使用编程的方法直接开始折叠过程的研究而不是折叠结果的构建。

开始使用 Grasshopper+Kangaroo+Python 编写折叠的过程，并且研究实际折叠过程无法达到的更深入形式探索的领域。在实际折叠过程中并不能精确地控制施加的力，也并不方便地施加多种形式的力，或者施加具有正弦函数特征的力，这些在实际折叠过程中无法实现的，使用程序编写的方法却可以轻易做到；在实际折叠过程中精确地捕捉折叠过程任意时刻也很难做到，但是计算机的模拟可以在任何迭代的时刻停止甚至记录下每一时刻的形式变化；



# CONTENTS 目录

## 09 ■ 动力学与折叠的程序

### 10 ■ 1 折叠的过程

- 13 ● 1.1 构建具有折痕的“纸”
- 13 ● 1.2 力对象与解算的几何对象
- 15 ● 1.3 解算与几何对象的输出

### 18 ■ 2 关于 Kangaroo

- 18 ● 2.1 作者
- 18 ● 2.2 什么是粒子系统 Partical System ?
- 19 ● 2.3 Kangaroo 的主引擎组件 (KangarooPhysics Engine)
- 19 ● 2.4 Kangaroo 设置 (Kangaroo Settings)
- 20 ● 2.5 工具 (Utilities)
- 21 ● 2.6 Kangaroo 的力 (Forces)

## 27 ■ 开始折叠的程序

### 28 ■ 1 变换旋转

- 29 ● 1.1 构建具有折痕的“纸”
- 30 ● 1.2 力对象与解算的几何对象
- 30 ● 1.3 解算与几何对象的输出

### 33 ■ 2 对称重复

- 33 ● 2.1 平移
- 40 ● 2.2 反射
- 46 ● 2.3 旋转
- 51 ● 2.4 滑动反射

### 56 ■ 3 拉伸和倾斜

- 56 ● 3.1 构建具有折痕的“纸”
- 59 ● 3.2 力对象与解算的几何对象
- 60 ● 3.3 解算与几何对象的输出

61	■	基础褶皱
62	■	1 手风琴式
62	●	1.1 线型
66	●	1.2 旋转
68	●	1.3 圆柱体
70	●	1.4 圆锥体
72	■	2 刀片褶皱
72	●	2.1 线型
74	●	2.2 旋转
76	●	2.3 反射
80	●	2.4 圆柱体
82	●	2.5 圆锥体
83	■	3 盒形褶皱
83	●	3.1 线型
87	●	3.2 旋转
90	●	3.3 圆柱体
92	●	3.4 圆锥体
93	■	4 增量褶皱

95	■	其他褶皱
96	■	1 螺旋褶皱
96	●	1.1 简单的螺旋
99	●	1.2 盒形螺旋
107	■	2 聚集褶皱
107	●	2.1 手风琴褶皱
112	●	2.2 刀片褶皱
121	■	3 扭曲褶皱



## 125 ■ V形褶皱

### 126 ■ 1 基础的V形褶皱

#### 126 ● 1.1 沿中轴折叠

#### 132 ● 1.2 沿对角线折叠

### 138 ■ 2 变形

#### 138 ● 2.1 移动对称线

#### 140 ● 2.2 改变V形褶皱的角度

#### 142 ● 2.3 打破对称

### 144 ■ 3 V形叠加

#### 144 ● 3.1 重复

#### 148 ● 3.2 平行但不相等

#### 149 ● 3.3 随机的对称线

#### 150 ● 3.4 变形

### 152 ■ 4 圆柱体V形

## 161 ■ 拱形与抛物线形

### 162 ■ 1 拱形

#### 162 ● 1.1 X形拱

#### 166 ● 1.2 V形拱

### 173 ■ 2 抛物线

## 177 ■ 无折缝或一条折痕

### 178 ■ 1 无折缝

### 181 ■ 2 一条折痕（折缝）

## 183 ■ 基于动力学设计方法探索

### 184 ■ 1 基于Kangaroo官方折叠案例

### 194 ■ 2 索膜结构

#### 194 ● 2.1 关于索膜结构

#### 205 ● 2.2 索膜结构形式探索

### 232 ■ 3 展平

## 243 ■ 折叠的建筑

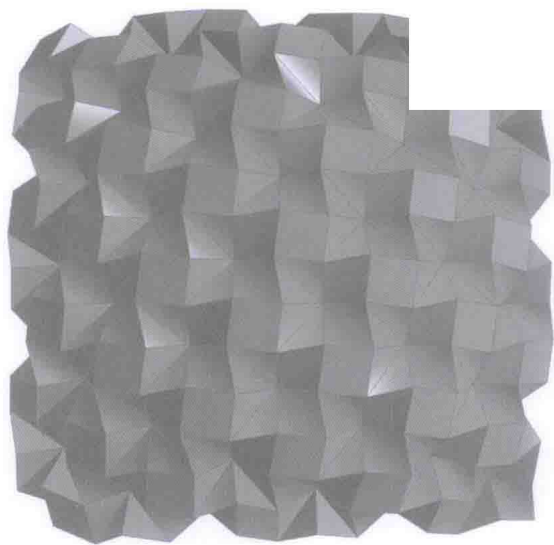
面向设计师的编程设计知识系统PADKS  
Programming Aided Design Knowledge System(PADKS)


# Kangaroo

# 折叠的程序

## Folding Programming

包瑞清 著



 江苏凤凰科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

折叠的程序 / 包瑞清著. — 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2015.6

(面向设计师的编程设计知识系统PADKS)

ISBN 978-7-5537-4539-8

I. ①折… 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101787号

面向设计师的编程设计知识系统PADKS

折叠的程序

---

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 17  
字 数 136 000  
版 次 2015年6月第1版  
印 次 2015年6月第1次印刷

---

标准书号 ISBN 978-7-5537-4539-8  
定 价 128.00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。

---

# Use Programs to Interpret the Charm of the Folding Process

## 用程序诠释“纸”折叠过程的魅力

---

在不经意间看到 Paul Jackson 编写的《从平面到立体——设计师必备的折叠技巧，Folding Techniques for Designers:From Sheet to Form》时，作者就产生用程序编写的方法研究折叠过程的想法，编写完《学习 Python——做个有编程能力的设计师》之后，就开始编写《折叠的程序》这本书。《折叠的程序》不仅涉及基本的 Grasshopper 节点式程序编写，同时以 Grasshopper 的动力学扩展组件 Kangaroo 为基础，并使用 Python 编写大量辅助程序。这也是为什么阅读《折叠的程序》需要掌握 Grasshopper、Kangaroo 以及 Python 这三个方面的知识系统。在 caDesign 设计构建的“面向设计师的编程设计知识系统”中，如果需要学习 Grasshopper 的基础知识可以阅读《参数化逻辑构建过程》，如果需要学习 Python 可以阅读《学习 Python——做个有编程能力的设计师》，而 Kangaroo 部分直接阅读本书《折叠的程序》。

折叠的过程令人着迷，一张简简单单的纸通过折叠可以构建千变万化的形式，这个过程本身就是形式创造的一种方法。随意拿起一张纸开始把玩，虽然实际折叠过程为设计创作提供了一种设计形式研究的手段，但是如何把这多变的形式转化为实际的建造，能否通过实际的折叠研究出基本的形式，再在计算机中直接构建最终的结果呢？如果在信息化技术已经发展到目前水平的阶段，还在使用“静态”构建的方法，就表现出设计本身的固守，或者对于编程设计知识体系的茫然。设计的过程是创造的过程，实际折叠的过程才是设计的根本，而不是折叠的结果，因此在计算机中使用编程的方法直接开始折叠过程的研究而不是折叠结果的构建。

开始使用 Grasshopper+Kangaroo+Python 编写折叠的过程，并且研究实际折叠过程无法达到的更深入形式探索的领域。在实际折叠过程中并不能精确地控制施加的力，也并不方便地施加多种形式的力，或者施加具有正弦函数特征的力，这些在实际折叠过程中无法实现的，使用程序编写的方法却可以轻易做到；在实际折叠过程中精确地捕捉折叠过程任意时刻也很难做到，但是计算机的模拟可以在任何迭代的时刻停止甚至记录下每一时刻的形式变化；



# CONTENTS 目录

## 09 ■ 动力学与折叠的程序

### 10 ■ 1 折叠的过程

- 13 ● 1.1 构建具有折痕的“纸”
- 13 ● 1.2 力对象与解算的几何对象
- 15 ● 1.3 解算与几何对象的输出

### 18 ■ 2 关于 Kangaroo

- 18 ● 2.1 作者
- 18 ● 2.2 什么是粒子系统 Partical System ?
- 19 ● 2.3 Kangaroo 的主引擎组件 (KangarooPhysics Engine)
- 19 ● 2.4 Kangaroo 设置 (Kangaroo Settings)
- 20 ● 2.5 工具 (Utilities)
- 21 ● 2.6 Kangaroo 的力 (Forces)

## 27 ■ 开始折叠的程序

### 28 ■ 1 变换旋转

- 29 ● 1.1 构建具有折痕的“纸”
- 30 ● 1.2 力对象与解算的几何对象
- 30 ● 1.3 解算与几何对象的输出

### 33 ■ 2 对称重复

- 33 ● 2.1 平移
- 40 ● 2.2 反射
- 46 ● 2.3 旋转
- 51 ● 2.4 滑动反射

### 56 ■ 3 拉伸和倾斜

- 56 ● 3.1 构建具有折痕的“纸”
- 59 ● 3.2 力对象与解算的几何对象
- 60 ● 3.3 解算与几何对象的输出

61	■	基础褶皱
62	■	1 手风琴式
62	●	1.1 线型
66	●	1.2 旋转
68	●	1.3 圆柱体
70	●	1.4 圆锥体
72	■	2 刀片褶皱
72	●	2.1 线型
74	●	2.2 旋转
76	●	2.3 反射
80	●	2.4 圆柱体
82	●	2.5 圆锥体
83	■	3 盒形褶皱
83	●	3.1 线型
87	●	3.2 旋转
90	●	3.3 圆柱体
92	●	3.4 圆锥体
93	■	4 增量褶皱

95	■	其他褶皱
96	■	1 螺旋褶皱
96	●	1.1 简单的螺旋
99	●	1.2 盒形螺旋
107	■	2 聚集褶皱
107	●	2.1 手风琴褶皱
112	●	2.2 刀片褶皱
121	■	3 扭曲褶皱



## 125 ■ V形褶皱

### 126 ■ 1 基础的V形褶皱

#### 126 ● 1.1 沿中轴折叠

#### 132 ● 1.2 沿对角线折叠

### 138 ■ 2 变形

#### 138 ● 2.1 移动对称线

#### 140 ● 2.2 改变V形褶皱的角度

#### 142 ● 2.3 打破对称

### 144 ■ 3 V形叠加

#### 144 ● 3.1 重复

#### 148 ● 3.2 平行但不相等

#### 149 ● 3.3 随机的对称线

#### 150 ● 3.4 变形

### 152 ■ 4 圆柱体V形

## 161 ■ 拱形与抛物线形

### 162 ■ 1 拱形

#### 162 ● 1.1 X形拱

#### 166 ● 1.2 V形拱

### 173 ■ 2 抛物线

## 177 ■ 无折缝或一条折痕

### 178 ■ 1 无折缝

### 181 ■ 2 一条折痕（折缝）

## 183 ■ 基于动力学设计方法探索

### 184 ■ 1 基于Kangaroo官方折叠案例

### 194 ■ 2 索膜结构

#### 194 ● 2.1 关于索膜结构

#### 205 ● 2.2 索膜结构形式探索

### 232 ■ 3 展平

## 243 ■ 折叠的建筑