

# Python 主导的古建筑木构件参数化建模

常可心 温靖 陈骏逸 王笑笑 杨雨旺  
华北理工大学

DOI:10.32629/btr.v8i11.5024

**[摘要]** 传统木结构建筑历史悠久,在发展中逐渐呈现规范化、程式化特征。斗拱作为木构建筑的重要组成部分,具有高度模数化、构件标准化等特点,适合采用参数化手段进行数字化储存。本文探索使用Python脚本语言进行参数化建模的方法,以清式斗拱为例,讲述了建模工具的特点,模型的创建流程以及程序的使用。

**[关键词]** Python; 斗拱; Grasshopper; 参数化建模; 古建筑保护  
**中图分类号:** K928.71 **文献标识码:** A

## Parametric Modeling of Ancient Building Wooden Components Dominated by Python

Kexin Chang Jing Wen Junyi Chen Xiaoxiao Wang Yuwang Yang  
North China University of Science and Technology

**[Abstract]** Traditional wooden structures have a long history and have gradually shown characteristics of standardization and systematization in their development. The dougong, as an important component of wooden architecture, has highly modularized and standardized features, making it suitable for digital storage through parametric methods. This paper explores the method of using Python scripting language for parametric modeling. Taking Qing-style dougong as an example, it describes the characteristics of the modeling tool, the creation process of the model, and the use of the program.

**[Key words]** Python; Dougong; Grasshopper; Parametric Modeling; Ancient Building Conservation

### 引言

传统木构建筑作为中华文明的重要物质载体,其保护工作正面临自然灾害、环境老化和城镇化冲击等多重压力。传统的测绘、图纸存档等手段难以完整捕捉构件的空间形态与内在营造法则,已不能满足当代遗产保护的精细化和信息化需求。建筑信息模型(BIM)和参数化设计理念的兴起,为木构建筑的数字化存档开辟了新方向。<sup>[1]</sup>

在当前的多种参数化建模方式中,GH平台以其可视化编程与脚本语言融合的优势,使得复杂几何形体的规则驱动生成成为可能。<sup>[2]</sup>本文立足清工部《工程做法则例》的模数制度,探索以Python脚本为核心的木构件参数化建模方案,力图在忠实反映遗产原真性的同时,提升模型的构建效率与可复用性,为濒危古建的抢救性记录和系统性研究提供支撑。<sup>[3]</sup>

### 1 古建筑木构件参数化可能性与斗拱的简述

#### 1.1 古建筑木构件的参数化可能性

中国传统木构建筑尺寸遵循着一定的模数化规则,构件的尺寸之间具备明确的数学关系,这一规则在《营造法式》中首次被以官方规范的形式书写。清朝雍正十二年,清工部颁布了《工程做法则例》,此书中构件尺寸计算采用了新的模数制度“斗口

制”。“斗口制”以斗拱中大斗的正面开槽“斗口”的宽度作为基本模数,以清式营造尺的一寸(32mm)为基本单位。

清官式木构建筑中构件的尺寸并非随设计师的经验而定、计算逻辑可随意修改的,而是遵照《则例》中的范式,通过与斗口之间确定的数学关系计算所得,古建筑的形不再是孤立的数字,而是营造逻辑的体现,这一特征使得中国传统木构建筑参数化建模成为可能。

#### 1.2 斗拱的构成与特征

斗拱是传统木构建筑中兼为结构构件与装饰构件的重要组成部分,包含了斗、升、棋、翘、昂、蚂蚱头、撑头木、栳椀这几类基本构件。各类构件细分类型的形态相近,各类构件的尺寸、形制随着在斗拱中所处层数的改变而有规律地变化,例如升类构件可细分为三才升、槽升子等,升类构造相似,主体系由底、身、耳三部分叠合而成,仅因所处位置不同而在刻槽方向、耳宽上呈现差异。<sup>[4]</sup>

在斗拱中,确定斗口等级、斗拱类型以及构件类型和在斗拱中所处的位置,即可精确定位到单个的构件,在参数化设计中,通过这一映射关系,加以人工调节或条件筛选,即可实现斗拱构件的精准筛选。

## 2 基于Python的参数化建模流程

### 2.1 Python脚本工具优势

Grasshopper是Rhino环境下主流的可视化算法建模平台,其原生电池覆盖大量几何操作,但在处理多层条件判断、循环和复杂数据映射时,连线易紊乱、可读性下降。

Python是一种面向对象的高级语言,使用Python编写的代码逻辑清晰并且可读性高,能够与Grasshopper无缝集成,直接调用RhinoCommon和rhinoscriptsyntax库。在古建筑建模中,常需依据斗口值对几十种构件进行分类尺寸计算,并执行对称变换、布尔运算等。用Python书写,只需定义清晰的函数与条件分支,代码即可简洁地替代一大堆电池簇,逻辑一目了然,调试和更改更灵活。同时,Python脚本电池可自定义输入输出端口,与滑块(Number Slider)及布尔开关等原生控件配合,实现参数化驱动的闭环。

### 2.2 大斗构件形制概述

大斗又称坐斗,是斗拱最底层的承重构件,置于平板枋或柱头之上。它整体分为斗底、斗身、斗耳三个部分:斗底是上宽下窄的四棱台,底部中心开有用于固定的榫眼;斗身是较扁的立方体;斗耳则是在一个较扁的立方体基础上,在顶部中心开十字刻槽,纵深方向的槽用以安放翘、昂,平行于面阔方向的横向刻槽用于安放拱。<sup>[5]</sup>

《则例》卷二十八斗科各项尺寸做法规定,“凡算斗科上升、斗、拱、翘等件,长短、高厚尺寸,俱以平身科迎面按翘昂斗口宽尺寸为算法核算。”这里的斗口宽,就是斗耳部分的十字刻槽中垂直于面阔方向刻槽之宽。本文取平身科大斗的尺寸为例,进行建模流程的详细说明。

### 2.3 构件尺寸计算与建模程序设计

首先在程序中引入Rhino脚本语法模块、集合库和Python标准数学库,配置程序环境。

第二,设置输入端与输入数据处理:在脚本电池外设置数字滑块(Number Slider)作为输入控件,输入端设DK为斗口等级(以寸计),在内部分配 $dk=DK*32.0$ 获取毫米值。



图1 输入与输出端口

表1 入数据处理与筛选条件

1.	<code>import rhinoscriptsyntax as rs</code>
2.	<code>import Rhino.Geometry as rg</code>
3.	<code>import math</code>
4.	<code>DK = int(DK)</code>
5.	<code>dk = DK * 32.0</code>

第三,建立初始斗底实体。大斗斗底部分是底面边长为2.2斗口,顶面边长3.0斗口,高0.8斗口的四棱台,依据对称性,计算底面四点和顶面四点,建立上、下闭合曲线后放样(Loft)并加盖(Cap),生成四棱台brep\_df。

第四,斗底开榫眼。以原点为底面几何中心,以盒子(Box)方式建立长宽高均为0.4斗口的正方体,并转化为实体(Brep)类型进行布尔运算,在初始斗底中减去榫眼,得到brep\_d1。过程序计算与条件限定来准确表达。

第五,斗底挖拱垫板槽。通过拱垫板槽在斗底部分的八个顶点可以确定其位置与尺寸,因此在每侧分别通过八个顶点建立斜四棱柱实体,并与brep\_d1进行布尔运算减去实体,得到最终的斗底部分模型brep\_d,如图2所示。

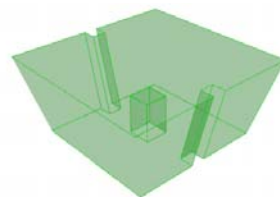


图2 斗底模型

第六,初始斗身部分建模。以创建盒子(Box)的方式建立斗身,创建底面中心坐标(0,0,0.8\*dk),长宽均为3.0斗口,高0.4斗口的立方体,并转化为实体(Brep),便于后续布尔运算。

第七,斗身开拱垫板槽。在斗身左右两侧分别建立长宽均为0.24斗口,高0.4斗口的立方体,并通过布尔运算在斗身初始实体中减去两个拱垫板槽实体,得到斗身部分最终模型brep\_s,如图3所示。

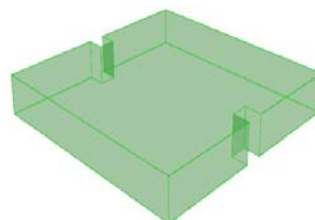


图3 斗身模型

第八,创建斗耳部分。此部分形体均为立方体,可归纳为两种类型批量生成,分别是位于大斗纵深方向刻槽的“鼻子”和分布于四角的“耳”。“耳”的尺寸为长1.0斗口,宽0.88斗口,高0.8斗口,“鼻子”的尺寸为长1.0斗口,宽0.38斗口,高0.4斗口。<sup>[6]</sup>将生成的实体合计为breps\_ear,输出实体,如图4所示。

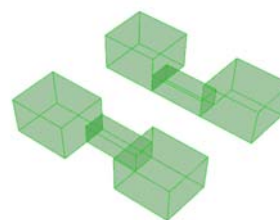


图4 斗耳部分模型

第九,将斗底、斗身、斗耳三部分合并为一个实体,并清理共面,输出为brep\_dadou。

第十,设定脚本电池输出端为brep\_dadou,以输出完整实体,如图5所示。

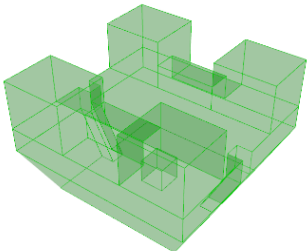


图5 大斗模型

### 3 后续流程

#### 3.1 斗、升类构件的快速扩展

斗、升类构件的形制相似,十八斗、三才升、槽升子等虽在耳长、耳宽、有无鼻子、槽深等方面有别,但整体仍可归纳为“斗底+斗身+斗耳”的变形,因此大斗模型参数化建模逻辑可以推广至其他构件的建模程序。通过修改脚本程序中的关键参数,即可修改为另一构件的生成器,所生成的构件如图6、7所示。

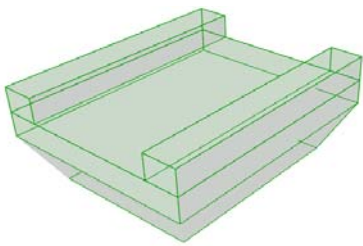


图6 十八斗

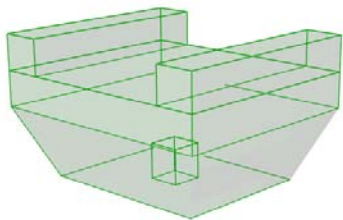


图7 三才升

#### 3.2 应用场景

基于古建筑木构件生成程序,可以进一步深化,拓展构件类型和构件之间的拓扑关系,从而生成不同规格的完整大木作体系,并与结构分析、残损评估等模块相衔接。当档案记录某建筑残损构件时,输入斗口尺寸、斗棋类型及该构件种类,即可输出替换构件的精确数字模型,用于数控加工或3D打印,服务于修缮工程。也可结合计算机视觉技术用于古建筑木构件变形、位移检测。<sup>[7]</sup>

### 4 结语

本文基于Grasshopper-Python平台,提出了面向清式斗棋构件的参数化建模方法,并以大斗为例详细论述了从则例尺寸到三维实体的程序转化过程。该方法以斗口为基本控制参数,以程序语言承载木构建筑营造逻辑,兼顾建模效率与模型精度。为古建筑数字化保护提供了新的技术路径。在古建筑数字化保护需求日益迫切的当下,这种“规则挖掘—脚本生成—参数驱动”的技术路径,可为大量同类木构构件的数字化存档与智慧化修缮提供稳固而灵活的基础。

#### [基金项目]

河北省大学生创新训练项目,项目编号: 202510081030。

#### [参考文献]

- [1]周玉珉.基于Revit的《工程做法则例》中斗棋参数化建模研究[J].科学技术创新,2024,(20):170-174.
- [2]许诺言.基于Grasshopper中国古建筑木构件的参数化建模——以料棋为例[J].中国建筑装饰装修,2022,(24):65-67.
- [3]张承文,淳庆.明清官式木构建筑遗产多元语义模型生成方法[J].湖南大学学报(自然科学版),2025,52(03):228-240.
- [4]梁思成.式营造则例[M].北京:中国建筑工业出版社,1981:21-24,109-110.
- [5]马炳坚.中国古建筑木作营造技术[M].北京:科学出版社,2003:223-240,320-324.
- [6]潘德华.斗棋[M].南京:东南大学,2011:485-486.
- [7]王娟,申祖晨.基于计算机视觉的斗棋转动变形检测方法[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2024,56(05):669-678.

#### 作者简介:

常可心(2005--),女,汉族,山东济宁人,本科,研究方向:建筑遗产保护与建筑数字技术。