

高层办公建筑形体几何建构参数化设计方法研究

徐 钊¹, 龚 琪², 刘黎阳^{3*}

¹广东省城乡规划设计研究院科技集团股份有限公司, 广东 广州

²中信建筑设计研究总院有限公司, 湖北 武汉

³南方电网储能股份有限公司, 广东 广州

收稿日期: 2026年7月21日; 录用日期: 2026年8月17日; 发布日期: 2026年8月25日

摘 要

随着新时代数字信息技术高速发展, 参数化设计逐渐以其强理性设计逻辑与高效设计程序渗透建筑设计全流程中。研究以实践设计为例, 将建筑形体几何建构参数化设计方法作为研究对象, 基于传统几何逻辑构建研究提出针对性参数化设计方法。基于此建立高效化的参数化设计工作流程, 最终实现“设计概念为基础的建筑形态生成”“可控可视为导向的方案比较研究”“全参模型为依托的建筑形态建构”“精确协同为目标的建筑信息输出”等设计目标与全过程解决策略, 为建筑形体几何建构技术应用提供方法层面参考。

关键词

建筑形体, 几何建构, 参数化设计方法, 参数化设计流程

A Study on Parametric Design Methods for the Geometric Construction of High-Rise Office Buildings

Yang Xu¹, Qi Gong², Liyang Liu^{3*}

¹Guangdong Urban-Rural Planning and Design Research Institute Technology Group Co., Ltd., Guangzhou Guangdong

²CITIC General Institute of Architectural Design and Research Co., Ltd., Wuhan Hubei

³China Southern Power Grid Power Generation Co., Ltd., Guangzhou Guangdong

Received: July 21, 2026; accepted: August 17, 2026; published: August 25, 2026

*通讯作者。

文章引用: 徐钊, 龚琪, 刘黎阳. 高层办公建筑形体几何建构参数化设计方法研究[J]. 设计进展, 2026, 11(4): 232-247.
DOI: 10.12677/sheji.2026.114021

Abstract

With the rapid development of digital information technology in the new era, parametric design has gradually permeated the entire architectural design process through its highly rational design logic and efficient design procedures. Taking practical design as an example, this study focuses on parametric design methods for the geometric construction of architectural forms, and proposes targeted parametric design methods based on traditional geometric logic. On this basis, a highly efficient parametric design workflow is established, ultimately realising design objectives and end-to-end solution strategies such as “the generation of architectural forms based on design concepts”, “comparative studies of design schemes guided by controllable and visual criteria”, “the construction of architectural forms based on fully parametric models”, and “the output of architectural information aimed at precise coordination”. This provides a methodological reference for the application of geometric construction techniques in architectural forms.

Keywords

Architectural Form, Geometric Construction, Parametric Design Methods, Parametric Design Process

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

数字技术高速背景下，参数化设计工具、方法的研究使建筑设计不再受技术限制，并推动建筑形态不断突破常规，逐步更新现代建筑设计、建造流程。由此建筑师的创造力、生产力也得到极大解放，以非线性、自由曲面建筑为代表的复杂形体建筑广泛出世[1]。在其参数化设计流程下，设计概念表达、设计条件整合与转化、设计逻辑的建立、设计表现等方面都表现出对数字技术的深度依赖。

参数化设计是一种变革性的方法[2]。参数化设计的出现使建筑实践从遵循传统的、表现性的流程转变为基于模拟和评估的复杂、生成式的数字工作流程[3]。在这个工作流程中，建筑师定义和设定设计参数和控制程序，以寻找给定设计问题的适当形态，这一过程被称为形态建构[4]。形态建构对于满足现代世界的高标准和需求至关重要。它能够快速高效地探索多种设计可能性，提供创新、定制化且高度响应的建筑解决方案，这些方案能够适应各种环境和功能需求[1]。

数字技术不断进步，建筑设计方法与呈现形式正不断受到新的冲击和变革[5]。时代背景推动建筑师寻找一种更高效、科学、准确的设计方式，推进复杂建筑形体设计高质、高效完成，助力建筑行业数字化转型、提升和再造，实现建筑行业乃至社会高质量发展的目标。数字化建造技术是推动建筑行业高质量发展的重要驱动力[6]。与此同时，随着整个社会数字化水平的提高，建筑领域的材料、建造、运维以及管理等各个阶段和方面都经历了数字化产业升级[7]。

2. 参数化设计与几何建构理论研究

2.1. 形体几何建构中参数化方法与工具的应用潜能

建筑形体建构中数字化技术应用往往呈现于两方面：一是以目标为导向，依据结构受力与建造规律

生成找形规则与算法提高方案可实施性,并通过软件对结构与形体空间进行优化处理[8];二是从设计过程入手,利用数字技术全过程辅助设计流程,数字技术对建筑影响表现在实体建筑产生各个阶段,从设计雏形生成、形体进化、建构逻辑研究、形体分形、构件加工……直到现场施工[9]。数字化工具运用贯穿设计、建造的全周期,实现全方面的指导与辅助[10]。

参数化关系的建立过程实际上也是形体建构几何逻辑梳理并在计算机中重构的过程。逻辑建构与参数化设计息息相关,互为关联。形体几何建构参数化方法中“参数化”即是几何建构过程中各种逻辑关系的外化,即计算机语言化[11]。因此,参数化设计最大的特点是其“逻辑强调”,“建筑逻辑”是参数化设计的核心与本质,而几何建构逻辑更是与参数化设计逻辑不谋而合。

本文研究以 Grasshopper (后文用简称 GH 代替)为参数化工具,作为广泛运用且成熟度较高参数化软件,不同于传统软件,设计师可以通过梳理构建逻辑同步匹配 GH 可视化运算器,建立形体生成与运算参数的内外在联系,最终生成参数模型。它具有高效、美观、即时修改与呈现、多样化对比特征属性。

该工具在国际视野上具有广泛且深入的运用。Assasi R.基于 Grasshopper 的参数化设计方法在高层建筑中的应用,分析了其在形态生成和优化中的优势[12]。Moussavi F.回顾了生成式设计工具(如 Grasshopper、Dynamo)在建筑设计中的应用,并分析了其对设计流程和成果的影响[13]。Ishizu Y.和 Horikawa J.指出, GH 等参数化工具在复杂形体生成与优化中具有显著优势,能够显著提高设计效率与质量,并强调参数化设计的核心在于逻辑关系的梳理与重构, GH 等工具为这一过程提供了强大的技术支持[14]。

2.2. 理论、实践兴起:数字化背景下的形体几何建构

建筑评述家 Charles Jencks 在英国 Architectural Design 杂志中将复杂性科学与建筑挂钩,首次提出“非线性建筑”,从此建筑学领域出现一种新趋势,以分形、游牧、混沌为特点的复杂科学展示出的高级形态及内涵开始不断向业内渗透,出现了非线性、非标准化、不规则形体建筑,可将其简单归纳为“复杂形体建筑”[15]。“复杂性理论研究”兴起对传统建筑设计方式如比例、尺度、构成等发起挑战。

在现代中国,北建院(BIAD)邵韦平教授基于稳定项目实践、理论研究[15]提出了“几何控制系统”设计方法,该设计方法强调对形体建筑从方案设计到精确加工建造的控制。并提出“建筑形体几何建构是指运用几何逻辑与逻辑思维能力,寻求并组织建筑形体内在联系与逻辑关系,并最终获得某种控制建筑形态的思维模型过程。”[15]而基于“复杂科学理论”发展的建筑领域“几何建构”研究起步,绝大程度得益于“参数化技术”发展。

在建筑行业高质量发展进程中,参数化设计思维对建筑设计师的思维方式、设计流程产生了深远影响。这种现象出现源于相关理论不断完善与创新的过程中推动建筑设计师的理念与方法的转变[16]。近年来,国内外建筑事务所与建筑院校同时也在相关领域进行积极探索,如英国奥雅娜公司的 Arup Advanced Geometry Group、北京市建筑设计研究院的 BIM 工作室,清华大学 XWG 工作室[16],以及钻研数字建造研究的同济大学袁烽教授的 A9 建筑智能设计与建造团队等,致力于推动未来建筑发展,专注于分形几何的研究和软件开发。

兴起的几何建构研究在建筑学领域展现出巨大潜力,并对建筑师提出更高要求。这项研究需要建筑师拓展跨领域的知识技能,加强对建筑设计过程的逻辑思考,并在建筑形体设计中体现对社会、文化和环境的关注[11]。实施形体几何建构需精确控制形体,利用数字技术优化方案、辅助输出施工图纸,最终实现多专业协作[17]。数字技术带来了数字化协同工作模式,同时也需要提出一套适应复杂形体问题的工作流程和方法论。

3. 建筑形体几何建构参数化设计方法

建筑形体几何建构参数化设计应以结果为导向,在设计成果与设计要求的数据间建立某种链接关系、

从而通过计算机软件程序进行关系建立[9]。其设计方法与流程由四部分组成：“设计概念为基础的建筑形态生成”“可控可视为导向的方案比较研究”“全参模型为依托的建筑形态建构”“精确协同为目标的建筑信息输出”(见图1)。

该框架的每个阶段都是依次建立在先前阶段之上。每个阶段的输出无缝地过渡为后续阶段的输入。例如，在形态生成阶段生成的初始模型成为多方案生成的基础等等。这种进展持续到每个阶段，直到最终设计和其制造原型得以实现[1]。这种结构化的工作流程确保了从初始形态到最终制造原型的顺畅过渡，实现了一个连贯、全面的形式建构过程。

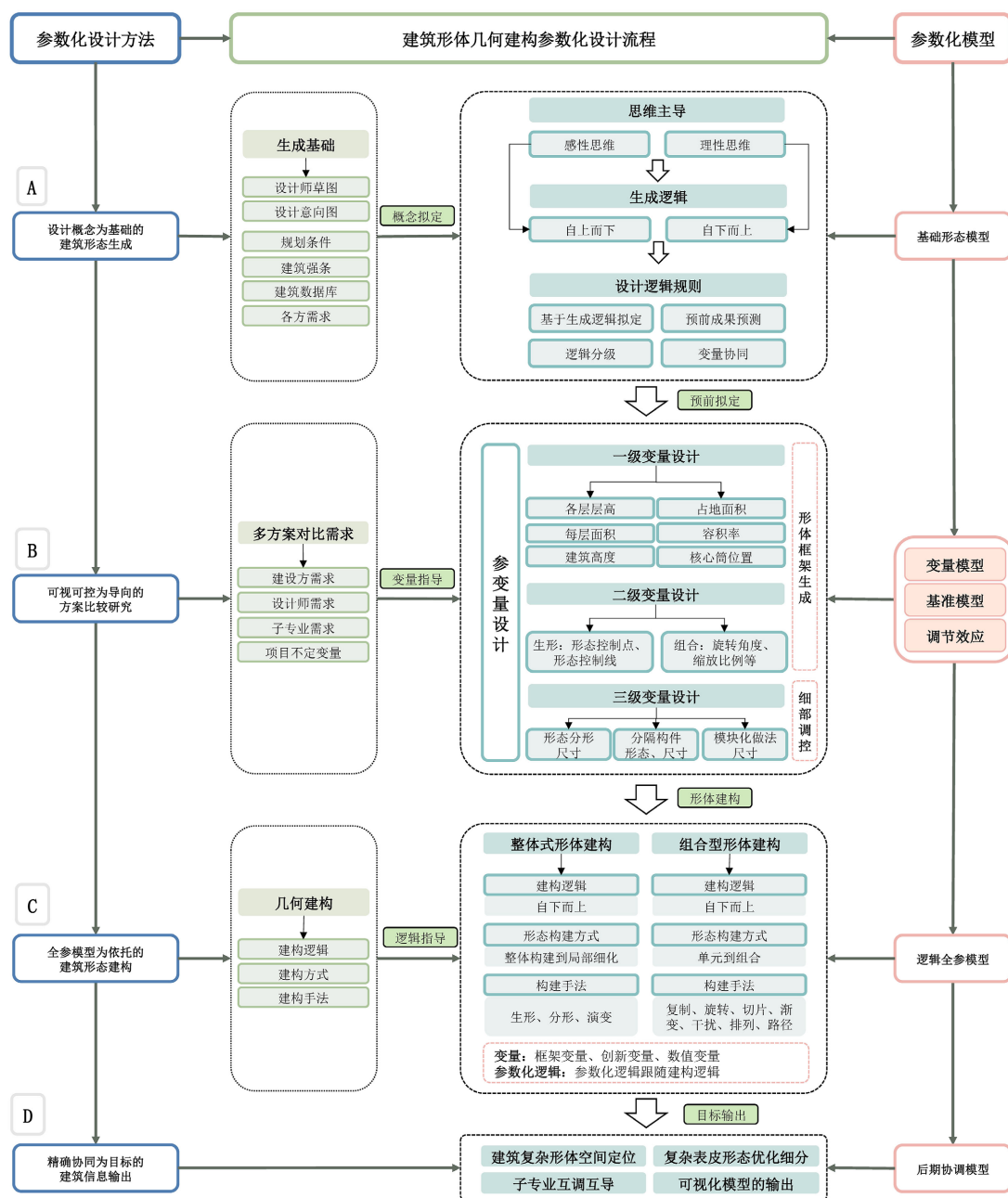


Figure 1. Research framework for parametric design method and process of geometric construction of architectural form
图 1. 建筑形体几何建构参数化设计方法与流程研究框架

3.1. 设计概念为基础的建筑生形

建筑生形主要分为两种方式：一是根据既定数学模型进行计算，基于特定几何逻辑，通过代码编程生成几何形体，形体生成结果具有多解性、多样性。如扎哈·哈迪德在伊斯坦布尔新区城市设计中采用羊毛算法的设计思路[11]。另一种是基于设计概念拟定计算逻辑生成建筑形体。后者综合了建筑师主观情感与客观理性分析，是现阶段应用较为广泛的设计方式。

一般而言，设计概念可以推导或者直接生成较为具象的概念形体，指向明确的设计概念能更好地建立建筑生形逻辑，最终为建筑形体建构提供内核算法与具象表现。影响设计主要因素为设计参变量，参变量可以是具体设计要求，亦可是设计变量值，通过设计特定逻辑规则来构筑参数关系，这种“逻辑规则”与“参变量设计”则是搭建“设计概念”与“建筑生形”的核心桥梁。在参数化几何建构中，参变量的选取、逻辑关系的拟定直接关系到建构效率、建构质量。

3.1.1. 感性与理性——设计概念主导建筑生成

参数化设计算法逻辑生成的设计结果具有预判性与相似性，体现在建筑形态、结构表皮、空间形态以及构造细节等多个层面。参数算法与建筑生成逻辑在组合、分形、渐变、生长等建构特征上具有高度一致性[9]。通过实践研究发现，以下两类参数化思维逻辑在建筑生成中起核心作用(图 2)。

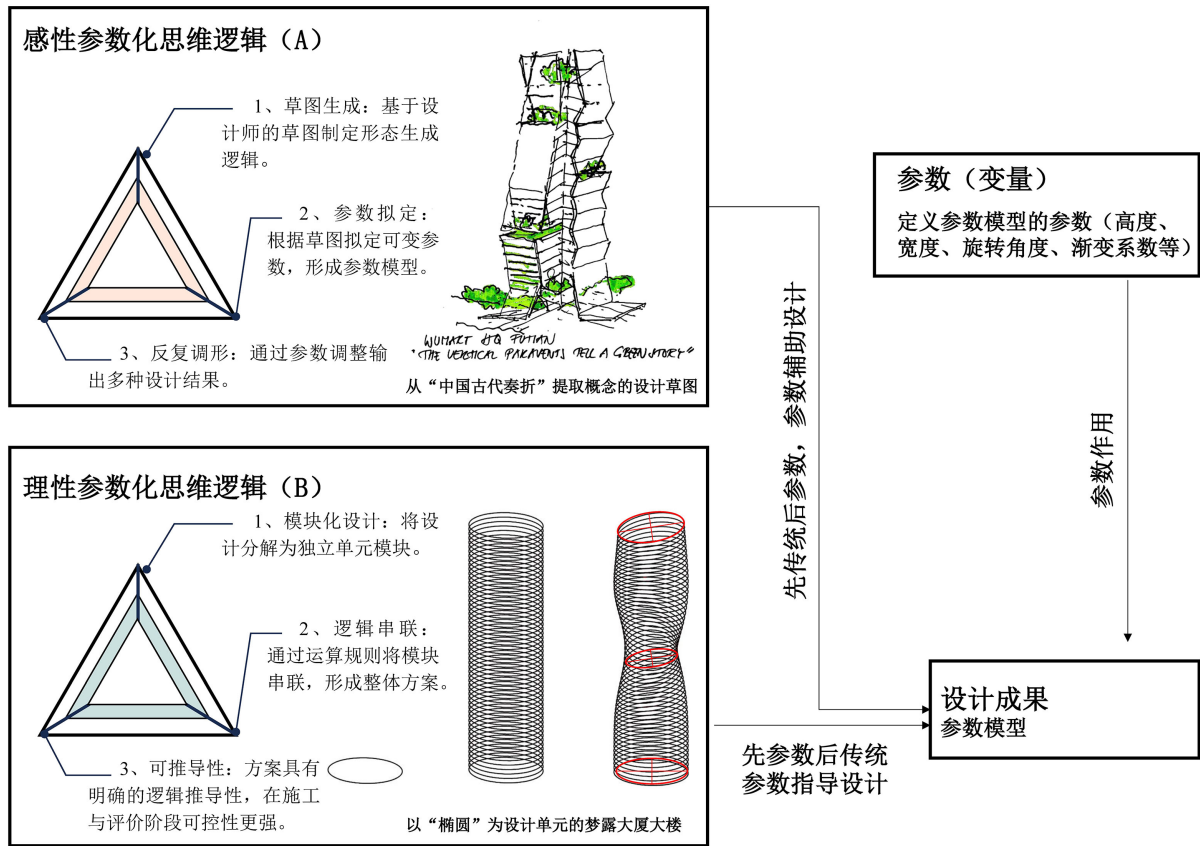


Figure 2. Architectural form logic
图 2. 建筑生成路径

类别一：感性参数化思维逻辑

感性参数化思维逻辑强调将“感性基因”植入设计生成过程中。建筑师基于个人审美与经验，从灵

感出发生成设计，成果具有不定性与独创性。具体流程包括：

1、草图生成：基于设计师的草图制定形态生成逻辑。2、参数拟定：根据草图拟定可变参数，形成参数模型。3、反复调形：通过参数调整输出多种设计结果。

此类思维逻辑的特点在于：

1、不可推导性：一旦确定设计整体框架，后续生成与调整往往朝着一个大方向发展。2、弱逻辑化：参数化工具在此环节中主要承担辅助性工作，设计评判标准依赖于设计师的审美。3、几何建构策略：通常采用“先传统后参数，参数辅助设计”的策略[11]。

在“功能属性大于形象”的建筑生成背景下，前期需要通过政策条件、场地环境、建筑规范、建筑师经验等多因素生成建筑总图。参数化工具在此阶段主要用于辅助设计，而非主导逻辑生成。

类别二：理性参数化思维逻辑

理性参数化思维逻辑强调系统性与逻辑推理。设计始于独立的设计单元模块，通过建立运算规则，将这些模块融入设计概念并有逻辑地串联起来。

具体流程包括：

1、模块化设计：将设计分解为独立单元模块。2、逻辑串联：通过运算规则将模块串联，形成整体方案。3、可推导性：方案具有明确的逻辑推导性，在施工与评价阶段可控性更强。

此类思维逻辑的特点在于：

1、强逻辑化：设计过程依赖于严谨的逻辑推理与参数化工具。

2、几何建构策略：通常采用“先参数后传统，参数指导设计”的策略。

理性与感性思维模式在建筑生成中相辅相成，能够辅助建筑师处理不同复杂程度的方案设计。在实际项目中，建筑师需要根据项目需求探求建筑生成类别，平衡感性与理性的占比。两者的主要区别在于：感性导向以审美为主导，强调设计的独创性与艺术性。理性导向以逻辑为主导，强调设计的可推导性与可控性。一般而言，建筑师在现实要求与主观意识的影响下更注重审美导向，而纯理论导向则更多地出现在强逻辑的计算性设计中。近年来，关于感性与理性参数化思维逻辑的研究不断深入。例如 Muehlbauer M, Burry J 和 Song A 研究了一种基于审美的设计措施来指导形体进化过程，指出“感性思维”在文化建筑与艺术空间中具有显著优势，能够生成独特的建筑形态[18]；而中强调，理性参数化思维在高层建筑与基础设施设计中具有不可替代的严谨性与可控性[18]。

3.1.2. 建筑生形逻辑框架：自上而下与自下而上

近年来，关于自上而下与自下而上设计策略的研究不断深入。Muehlbauer, M., Song, A., Burry, J.指出，自上而下策略在建筑形体设计中具有显著优势，能够快速生成合理的功能布局与目标形态[19]；Dorst, K. 和 Cross, N.强调，自下而上策略在形态生成中具有不可替代的创新潜力[20]。自上而下与自下而上互不相同，自上而下为分解(Decomposition)策略，从一般性问题出发，将其分解成可控的部分；而自下而上为合成(Composition)策略，基于可控部分构造通用方案。自上而下与自下而上分别可对应上文两种思维逻辑(图3)。

3.1.3. 设计概念与建筑生成的转换方式

设计概念受客观条件约束，如规划条件、建筑数据库等各项指标，也受设计师主观意识调控，他们共同作用于建筑形态生成。不同设计概念具备不同的生成逻辑，需采用不同设计语言与形体建构手法，譬如形态的单元组合(局部到整体)、建筑分形(整体到局部)。在参数化介入的建筑生成中，基于“逻辑规则”框架下进一步拟定设计变量与设计约束可限定建筑形体的可变方向与可变程度。

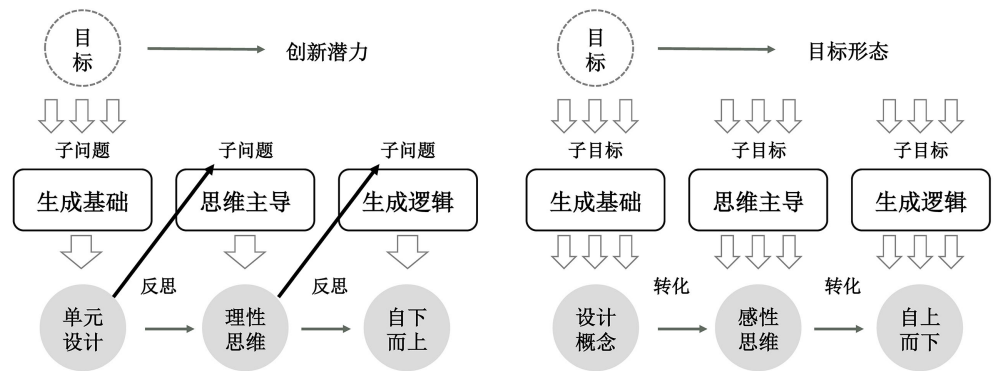


Figure 3. Two architectural formation logic frameworks
图 3. 两种建筑生形逻辑框架

3.2. 可视可控为导向的方案比较研究

建筑形态可视化调控核心在于参数模型的建立，强调设计需求与设计成果的相互关系。从逻辑推导角度，设计成果以设计需求为导向；从比较研究角度，设计需求与设计成果实时联动，可即时修改反馈。基于形体建构逻辑的全参模型的建筑各部分流通联动，GH 作为以 rhino 为可视载体的参数化建模工具可实现建模的可视可控[21]。可控体现在方案调整的准确性、易调整以及即时的数据反馈；可视则可实现修改过程的即时性与可视化。

3.2.1. 形体构建的多方案比较需求

形体建构是一个不断重复推敲设计的过程，推敲过程中需接收不同需求信息，经过筛选、权重排序后纳入“参数系统”中，其中不同的需求包括有建设需求、设计师需求、相关专业需求。需求的填补与临时调整往往会给设计方案带来较大的变化(图 1)。

- 1、建设需求：规模、用地限制，反映到设计尺度、形式类型；
- 2、设计师需求：反映到建筑空间、造型、功能类型、创新点；
- 3、子专业需求：反映到建筑结构选型、机电系统、管网设计等。

以需求为重要靶向，将需求进行抽象化表达，从中提取或转化可变因素、建立参变量系统。由此，设计逻辑的拟定与参变量的选取显得尤为重要。

3.2.2. 基于多方案生成的设计逻辑预前拟定

不同生成逻辑会产生完全不同逻辑方向，则需要相应的“参数设计逻辑”支撑。设计逻辑拟定重点一般分为三个部分(图 1)：

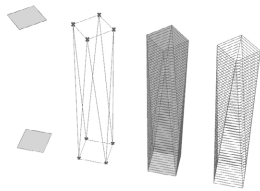
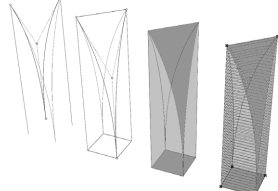
- 1、基于设计成果预测拟定参变量，即设计参变量前需要明晰需改变的目标方向与具体变化对象，依据需改变内容与方向设置变量值，便于后期设计调整，以应对多方案对比的需求；
- 2、逻辑分级，设计逻辑的思考需要有清晰的逻辑分级，寻求稳定变化中的变化，一般能达到不可预料的效果。同时建立解构思维，形成系统框架与系统、子系统的层级概念。逻辑变量分级能够在整个参数化系统中保证参数模型整洁有序的进行运算，并且在改变参数后能有条不紊的生成设计成果；
- 3、变量协同，建立变量与变量之间的参数联系，通过挖掘变量间潜在联系建立逻辑关系，能让整个设计逻辑清晰且具深度，实现各部分彼此联动。

3.2.3. 灵活可变设计参数选取

参数量选取则决定了方案修改方向与具体表现形式，参数量可以是设计指标或依据设计师经验

与强主导意识下的设计信息(一级设计变量)。可以是设计概念中的创新建构内容,如几何元素之间的连通性与几何性(二级设计变量),代表了形体设计中的创新设计或概念核心的体现。也可以是设计中的变量值,可变参数,如层高、面积、曲面细分程度等一系列尺寸度量[21](三级设计变量)。然后通过某种或几种规则系统(即算法)作为指令,来构筑参数关系,并用计算机语言描述参数关系形成软件参数模型[21]。当然,参数的选取原则受生成逻辑、建构方式、建构手法的统一影响(表 1)。

Table 1. Analysis of the generation process, logic, construction techniques, variables of high-rise office buildings
表 1. 高层办公楼生成过程、逻辑、建构手法、变量等分析

案例名称	美国世界贸易中心 1 号楼			上海中心大厦		
生成过程						
建构手法	点控制	生形	切片	线控制	生形	切片
生成逻辑		自上而下			自上而下	
设计语言(建构方式)		生形 - 分形			生形 - 分形	
一级设计变量(形体框架)	整体调控类: 容积率、建筑总面积、每层面积、建筑总高度、层数、层高、核心筒位置与形态尺寸、基础构成面形态等					
二级设计变量(创新建构)		形态控制点			形态控制线	
三级设计变量(数值变量)	细节调控类: 面分隔尺寸、构件形态与尺寸等					

1、一级设计变量(宏观调控): 将制约影响建筑形体关键因素,如建筑层高、占地面积、容积率、建筑总面积等转换成控制建筑的“参数”,并通过之间的衍生关系建立参数联系以达到统一控制与设计[21]。基于建筑控高、容积率指标、建筑占地的制约下,求得每层建筑高度、面积、平面形态的变化。以上参数由项目条件、指标要求、设计规范等综合作用[21][22],他们彼此制约并通过数学关系建立衍生逻辑,实现生形的整体调控,此类变量为建筑生形的“客观约束”。

2、二级设计变量(形体调控): 类别一: 变量选取考虑设计概念,变量通常由点线面等几何元素构成,通过形态控制点与控制线进行形态生成与控制,将其定义为实物型变量,并通过改变控制点的位置与控制线的形态来实现形态的实时调整。类别二: 以设计概念与设计逻辑为导向,在基础单元上创新建构,变量取自单元的组合形式与变化方向。

3、三级设计变量(细节调控): 变量的选取阶段为建筑形态初步确定后,变量往往为形态分形尺寸,分隔构件形态、尺寸,模块化尺寸等细化内容。三级设计变量系统确定后,可随着一二级变量的修改而实时更新。基于设计逻辑的变量拟定使设计流程可视可控、即时修改,为建筑设计提供更为严谨的思维模式与高效的工作模式。而这种逻辑思维模式与高效的工作模式则最终落点于“设计要求信息的数据化”;形态的几何信息、尺寸信息、空间信息等量化,链接了建筑形体表现与设计师建筑控制的参数联系。

3.3. 全参模型——建筑形态几何建构

3.3.1. 参数模型与形态几何建构思维: 建构逻辑与参数化逻辑同步

参数化设计核心体现于参数模型的建立,参数模型是研究一切建筑生成逻辑的成果表现。用计算机

语言描述参数关系形成软件参数模型，当在计算机语言环境中输入参变量数据信息，同时执行算法指令时，就可实现生形目标，得到建筑方案雏形[23]，从而进一步实现建筑形体建构，给建筑设计带来了灵活性。参数模型具有建筑整体与部分间的联动性与逻辑性，可实现建筑方案的即时修改与反馈。参数化建筑形体的几何建构需要将算法逻辑与建筑建构逻辑相结合，“逻辑正确”的建筑生成是参数模型的底层基础。笔者将以参与的建筑实践案例为例，对不同类别的形体几何建构方式作具体阐述。

3.3.2. 组合型形体建构(形状语法)

组合型形体：设计生成简单参数子模型，可为单个类型，也可多种类型，组合实现某种参数关系，最终形成一个完整系统。由此，这个系统由不同子系统组合而成，每个子系统中也可以存在更低级别的子系统，直至每个构件都包含在完整的系统链中[11]。“建构层级”得以体现。

形状生成正式过程的可理解性对于设计空间的探索非常重要。在建筑设计中，形状的组合通常用于产生新颖的设计理念。使用一组几何变换(移动、缩放、旋转和镜像)的组合方法称为形状语法[18]。形状语法(形体组合方式)被应用于支持创意过程的形状生成[24] [25]和设计底层建筑主题的变体[26] [27]。以前对将语法进化应用于建筑设计进行了全面的研究[28]-[30]。语法(组合方式)的设计是促进进化计算中交互性的相关考虑因素[31]。

(1) 形体框架逻辑搭建：① 生成逻辑：自下而上；② 构建方式：单元到组合；③ 构建手法：复制、旋转、切片、渐变、干扰、排列、路径等；④ 变量：框架变量、创新变量、数值变量(表 1)；⑤ 参数化逻辑：参数化逻辑跟随形体几何建构逻辑。

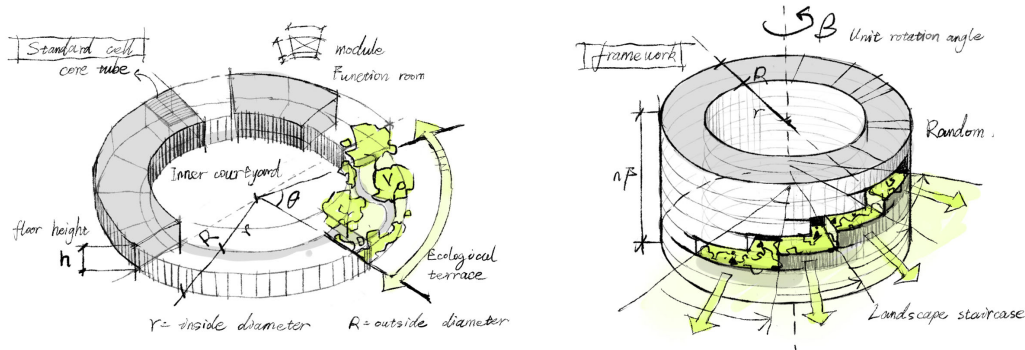


Figure 4. Conceptual sketch for the headquarters building of Group 1
图 4. 一号集团总部大厦设计草图

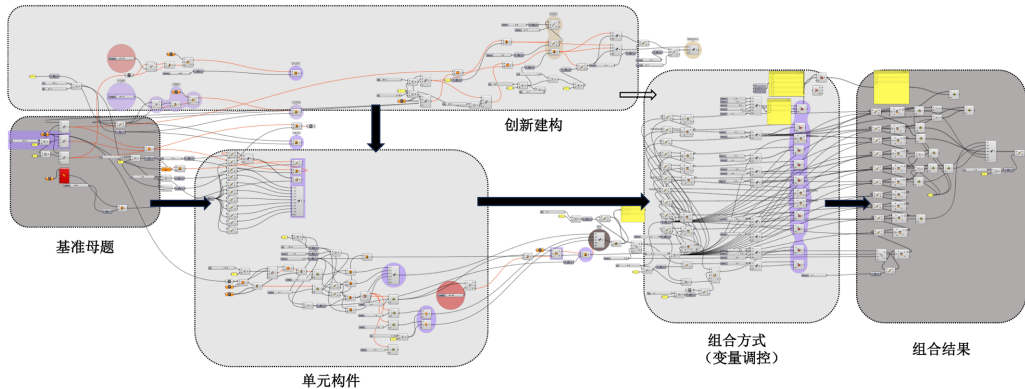


Figure 5. Parametric design workflow for composite form construction
图 5. 组合型形体建构参数化设计 workflow

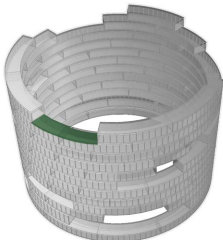
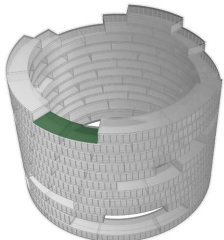
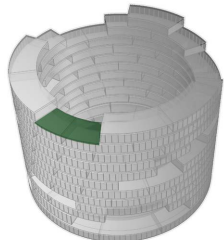
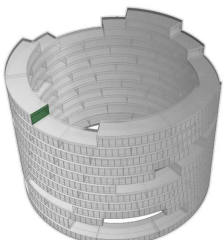
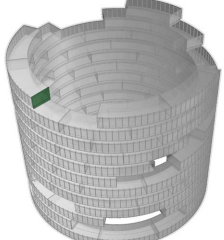
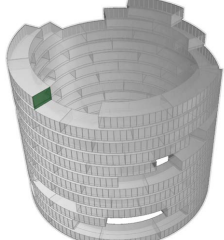
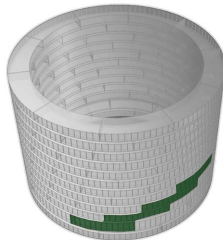
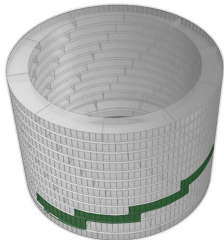
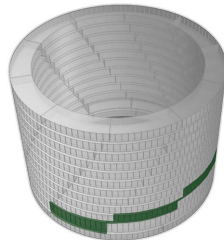
(2) 实践案例阐述

“一号集团总部大厦建筑设计实践案例”中(图 4)，设计采用“扇形单元”以场地中心为圆心，旋转复制为圆弧并垂直生长；生成几何建筑形体后，以“随机洞口”“每层旋转角度”为创新变量求得方案的灵活性与创新潜力。

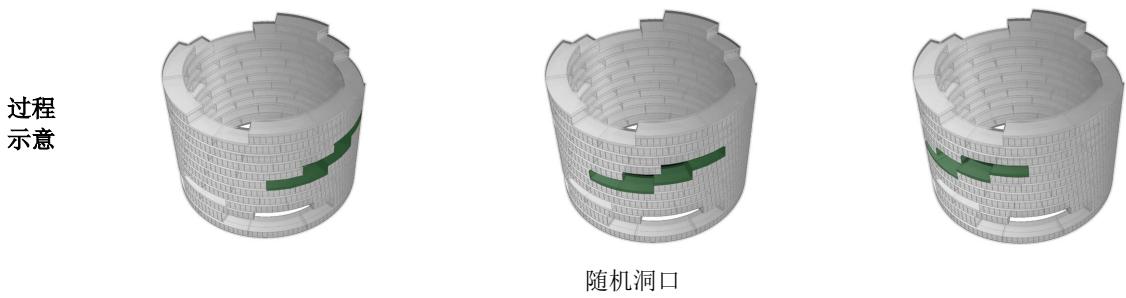
设计遵循自下而上的生成逻辑，以概念母体为基准生成单元体形成基础扇形单元，通过复制、旋转、随机单元等建构手法实现单元组合，最终形成设计单体。并借助 GH 平台形成特定的参数化设计工作流及成果参数模型(图 5)。建构手法敲定组合方式，不同的设计变量控制着不同的组合效果。该设计框架变量为旋转复制数量、楼层数、每层旋转角度、随机洞口；单元变量为单元高度、圆弧内外半径(表 2)，调整变量设计结果随之改变。

Table 2. Comparison and enumeration of architectural form framework variables and numerical variables of No. 1 Group Headquarters Building

表 2. 一号集团总部大厦建筑形态框架变量、数值变量对比枚举

单元变量(数值变量)			
过程 示意			
			
变 量			
	单元内外径		
	内径 30 m，外径 35 m	内径 28 m，外径 35 m	内径 26 m，外径 35 m
过程 示意			
			
变 量			
	单元楼层高度		
	4 m	4.5 m	5 m
框架变量(创新变量)			
过程 示意			
			
变 量			
	单元旋转角度		
	逐层旋转 20°	逐层旋转 30°	逐层旋转 40°

续表



3.3.3. 整体式形体建构

整体式形体：从整体设计出发，预先结合设计概念生成形体框架，随后采用“整体到局部”的设计分解逻辑，建筑细节隐藏在继承体系的底层类别中，随着建筑形体的深化慢慢挖掘出来。与组合式形体不同，整体式形体能在最早期开发出所需的建筑空间与目标形态。

形体框架逻辑搭建：① 生成逻辑：自下而上；② 形态构建方式：整体构建到局部细化；③ 构建手法：生形、分形、演变；④ 形体调控：以多条空间控制线为母线调控整个建筑形体，基于基本形体再构建细部及构造做法变量：框架变量、创新变量、数值变量(表 1)；⑤ 参数化逻辑：参数化逻辑跟随形体几何建构逻辑。在“二号集团总部大厦建筑设计实践案例”中，以中国传统“高脚杯”为设计概念，建筑形体主要分为两个部分，裙楼以方形地块为基准参考，通过曲线切角形成地块广场，通过调整屋面形态将一角接地，将人流引入裙楼屋顶花园，因此屋顶花园的形体定义为可调整的空间曲面。塔楼部分提取周边圆柱形住宅的圆形元素，作下小上大的锥型形态变化，设计草图见图 6~8。

设计形体进行整体曲面建构，自由曲面通过分形、演变、细化等构建手法实现目标发展。设计以裙房屋顶花园轮廓线投影线为设计母线，基于母线形成空间曲面从而进行曲面调控。方案设计变量包括屋顶花园轮廓线形态、基于母线形态 contour 生成的等高景观铺地(尺寸变量、间距变量、高度变量)、基于母线形态生成的裙楼幕墙定位及玻璃分割(幕墙内退距离变量、玻璃分割尺寸变量等)(表 3、表 4)。

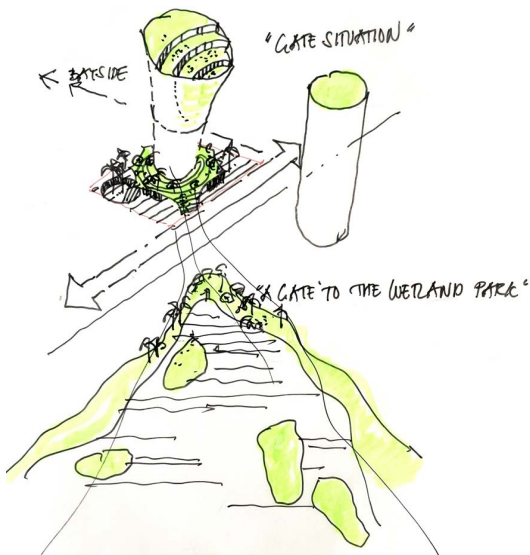


Figure 6. Conceptual sketch of form
图 6. 形态概念草图

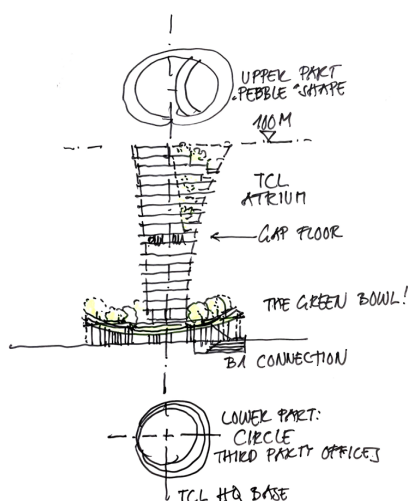


Figure 7. (Basic geometric relationships) Section design and plane logic
图 7. (基本几何关系)剖面设计与平面逻辑

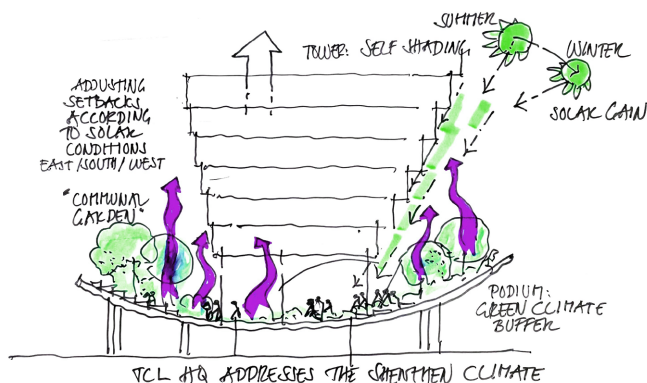


Figure 8. Design of podium roof garden
图 8. 裙房屋顶花园设计

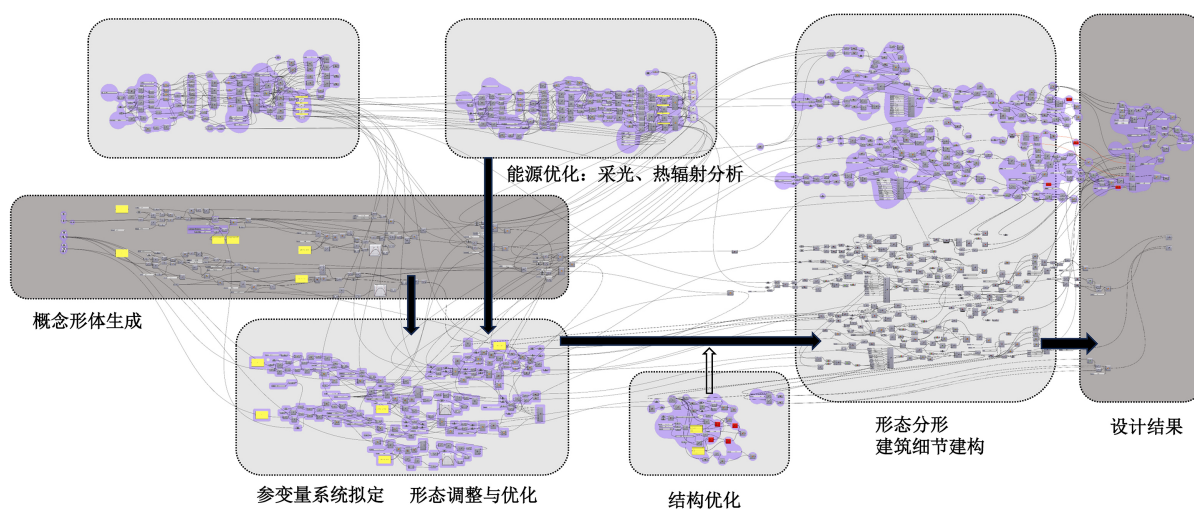


Figure 9. The overall generation process of the architect's architectural concept model
图 9. 建筑师建筑概念模型整体生成过程

基于感性化整体形体设计基础上，需验证形体的结构可行性同时进行能源优化，是的建筑形体实现美观、安全、实用、低碳等多目标优化与建筑设计原则。设计流程提出了一种新的多目标优化框架(见图9)。该框架包含五个阶段。框架中的所有阶段都在 Rhino 及其虚拟编程环境 GH 中实现，因为它们具有灵活性、易用性和在建筑建模中的广泛应用。此外，还使用了一些 GH 嵌入的插件，如 Ladybug、Honeybee、Kangaroo 和 Open Nest 等。

框架的第一阶段为概念形体生成。该确定主要的设计方法，定义约束条件，将设计几何特征转化为设计参数，并设置这些参数之间的关系以控制生成的形式。该阶段成果为初步模型。该模型为后续阶段的进一步细化和发展提供了基础。第二阶段是多目标优化。首先设定主要的优化目标(规定的能源性能、结构稳定性、数字制造目标)，然后设定并运行遗传算法。最终在规定目标之间提供最佳权衡的方案。第三阶段，几何理量化阶段，可理解为细节建构，自由形态设计被化为任何所需的几何配置，最终实现方案的可建造性。框架中的每个阶段都是在前一个阶段的基础上逐步构建的。这一过程一直持续到最终设计及其原型的完成。

Table 3. Changes in the landscape of podium buildings, number of green belts, and curtain wall separation under numerical variables

表 3. 数值变量下裙楼等高景观、绿带数量、幕墙分隔变化

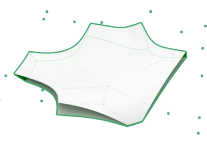
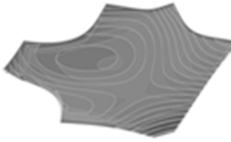
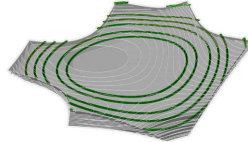
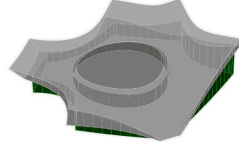
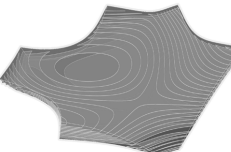
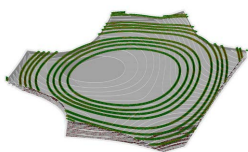
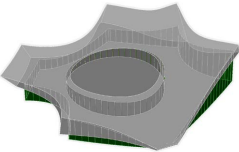
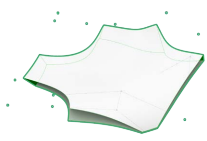
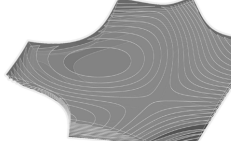
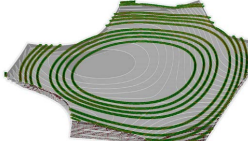
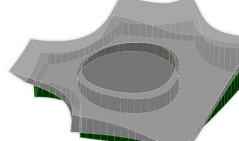
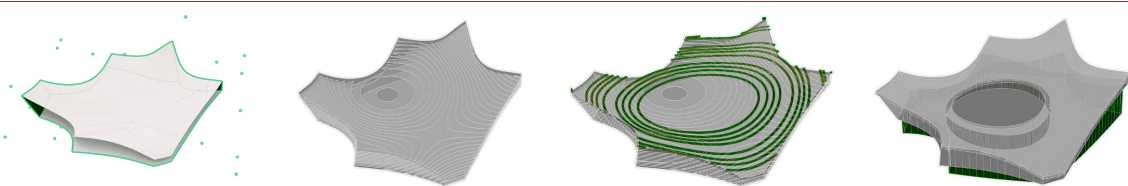
框架变量		数值变量(调整)		
过程示意				
变量	形态轮廓控制点	形态 contour 生成的等高景观 H = 0.2 m	屋顶花园环形绿带 N = 6	裙房幕墙定位与立面分隔宽度 D = 2.4
过程示意				
变量	裙房基本形态	形态 contour 生成的等高景观 H = 0.1 m	屋顶花园环形绿带 N = 9	裙房幕墙定位与立面分隔宽度 D = 1.8

Table 4. Comparison of basic forms of podium buildings under framework variables (adjusting form control points)

表 4. 框架变量下裙楼基本形态对比(调整形态控制点)

框架变量(调整)		数值变量		
过程示意				
变量	形态轮廓控制点	contour H = 0.1 m	屋顶花园环形绿带 N = 9	裙房幕墙定位 立面分隔宽度 D = 2.4 m

续表

过程 示意				
	形态轮廓控制点 平面轮廓修改控制点调整	contour H = 0.1 m	屋顶花园环形绿带 N = 9	裙房幕墙定位与立分隔宽度 D = 2.4 m

3.4. 以精确协同为目标的建筑信息输出

“建筑几何学提供的工具可以将标准数字模型转化为适合建筑应用和制造的形式，这个转化过程被称为‘合理化过程’。” [32]在确保建筑形体满足美学特征及建筑需求前提下，在几何建构的过程中也要“构造可知”[32]，通过合理的几何划分，保证后期精确的建筑信息输出，后期深化设计与建筑实施落地。

3.4.1. 精准定位：建筑复杂形体空间定位；复杂表皮的形态优化与细分

自由曲面构成形体具有空间三维性，常规化图纸表达无法呈现复杂形态及精细度，方案深化与施工图设计挑战大；参数化可以准确输出空间落点、复杂空间坐标及其尺寸数据，协助施工图纸准确表达。建筑形体对外围幕墙完成面的效果起到决定性的控制作用，建筑幕墙板块排布以整体几何形态为依据，也和平面边界线的定位相关联[32]。通过参数化，对曲面进行几何划分，合理化参数模型，基于整体效果的实时监测的基础上生成具有构造实施性的单元构建。合理化过程需要进行几何重计算，过程中确保与原设计的几何偏差最小，并且同时满足面板类型、表皮平滑度、面板排列美学、生产成本等方面的需求。

3.4.2. 子专业互调互导；BIM 设计配合：可视化模型的输出

信息互导：高层办公建筑形态深化通常涉及建筑、结构专业软件之间的信息互导，抓取模型数据进行有效的结构设计尤为关键。一梯队建筑团队提供参数模型中精确曲线定位信息和结构放样程序，而结构需熟悉三维建模人员交接，彼此结合技术难题、形式美感反复沟通与调整。信息互调：综合建筑子专业，协调建筑形态与建筑结构、建筑造价等需求，需求最佳的模型参数，并获得各专业认可的可参数调节、全面综合的信息模型。

设计中后期建立 BIM 模型，实现参数模型的转换，以此保证设计流程完整性与精确性，实现工作方式互通，提高设计人员的工作效率。参数模型提供几何控制的“点线面”，固化导入 Revit 软件，在固化模型基础上将几何模型建筑化，并在基础建筑模型上实现各专业的三维协同，最终完整输出图纸。

4. 总结与展望

“参数化系统是为建筑服务的。”

(1) 参数化设计方法的研究，帮助设计师有效、高效建立参数化设计方法理论体系；随着数字技术在设计领域的不断发展，设计方法与实践方式在数字平台下被重新改写，建筑设计师在注重设计生成的同时，也需要设计理论的支持。(2) 参数化设计流程的研究，完善参数化设计流程，提高工作效率，为建筑师节约更多设计时间用于创作性的思考，以此提高建筑设计水平与成品质量，推动建筑数字化转型与高质量发展。(3) 将几何建构理论与参数化设计理论相结合，匹配几何建构逻辑与参数化设计逻辑，建筑形体几何建构参数化设计方法与设计流程。

参数化设计是建筑产业高质量发展的产物或必经之路，不仅代表创新建筑设计方法，更强调新技术、

新思维的运用。助力建筑师摒弃传统糟粕，创造性、系统化看待建筑设计，以“规则-逻辑”引导建筑发生。同时建筑设计的数字化转型、提升和再造，让我们有了一个对城市建设规律和城市发展逻辑的前瞻性再思考。

注 释

文中所有图片均为作者自绘。

参考文献

- [1] Ramadan, L.A., El Mokadem, A. and Badawy, N. (2025) Advancing Architecture: Form-Finding of Architectural Forms Using Comprehensive Multi-Objective Optimization. *International Journal of Architectural Computing*, **24**, 181-214. <https://doi.org/10.1177/14780771251316123>
- [2] Lee, J., Gu, N. and Williams, A.P. (2014) Parametric Design Strategies for the Generation of Creative Designs. *International Journal of Architectural Computing*, **12**, 263-282. <https://doi.org/10.1260/1478-0771.12.3.263>
- [3] Marino, S.D. and Berizzi, C. (2020) New Design Methodologies between Research and Practice in Digital Fabrication of Wooden Architecture. *IN_BO. Ricerche e progetti per il territorio, la città e l'architettura*, **11**, 32-43. <https://doi.org/10.6092/issn.2036-1602/9030>
- [4] Monedero, J. (2000) Parametric Design: A Review and Some Experiences. *Automation in Construction*, **9**, 369-377. [https://doi.org/10.1016/s0926-5805\(99\)00020-5](https://doi.org/10.1016/s0926-5805(99)00020-5)
- [5] Caetano, I., Santos, L. and Leitão, A. (2020) Computational Design in Architecture: Defining Parametric, Generative, and Algorithmic Design. *Frontiers of Architectural Research*, **9**, 287-300. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.12.008>
- [6] Frazer, J. (2016) Parametric Computation: History and Future. *Architectural Design*, **86**, 18-23. <https://doi.org/10.1002/ad.2019>
- [7] 郑琪. 加快数字化转型 推动建筑业高质量发展[J]. 中国建设信息化, 2021(24): 16-18.
- [8] Ramadan, L.A., El Mokadem, A. and Badawy, N. (2024) Multi-Objective Optimization Framework Based on Review of Form-Finding of Architectural Parametric Forms. *International Journal of Architectural Computing*, **24**, 60-89. <https://doi.org/10.1177/14780771241299595>
- [9] 徐卫国. 非线性建筑设计[J]. 建筑学报, 2005(12): 32-35.
- [10] 徐钰, 刘晖, 王振, 李伟成. 数智营造: 2020 年全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会论文集[M]. 长沙: 中国建筑工业出版社, 2020.
- [11] 袁大伟. 基于参数化技术的建筑形体几何逻辑建构方法研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 清华大学, 2011.
- [12] Schnabel, M.A. (2007) Parametric Designing in Architecture. In: Dong, A., Vande Moere, A. and Gero, J.S., Eds., *Computer-Aided Architectural Design Futures (CAADFutures) 2007: Proceedings of the 12th International CAADFutures Conference*. Springer, 237-250. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6528-6_18
- [13] Moussavi, F. (2011) Viewpoints: Farshid Moussavi on the Need for Parametric Thinking. <https://www.architectural-review.com/essays/viewpoints-farshid-moussavi-on-the-need-for-parametric-thinking>
- [14] Ishizu, Y. and Horikawa, J. (2018) Parametric Design with Grasshopper: Cookbook for Architecture/Products. Revised and Expanded Edition, BNN Shinsha.
- [15] 奥京. 基于几何逻辑的复杂建筑形态控制[D]: [硕士学位论文]. 北京: 清华大学, 2016.
- [16] 王超辉. 数字化设计在方案技术设计阶段的应用[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2018.
- [17] Roudavski, S. (2009) Towards Morphogenesis in Architecture. *International Journal of Architectural Computing*, **7**, 345-374. <https://doi.org/10.1260/147807709789621266>
- [18] Muehlbauer, M., Burry, J. and Song, A. (2020) An Aesthetic-Based Fitness Measure and a Framework for Guidance of Evolutionary Design in Architecture. In: Romero, J., Ek'art, A. and Martins, T., Eds., *Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design*, Springer International Publishing, 134-149. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43859-3_10
- [19] Muehlbauer, M., Song, A. and Burry, J. (2017) Towards Intelligent Control in Generative Design. In: Cagdas, G., Ozkar, M., Gul, L.F. and Gurer, E., Eds., *Future Trajectories of Computation in Design, Proceedings of CAAD Futures 2017*, Cenkler Matbaası, 630-647.
- [20] Dorst, K. and Cross, N. (2001) Creativity in the Design Process: Co-Evolution of Problem-Solution. *Design Studies*, **22**, 425-437. [https://doi.org/10.1016/s0142-694x\(01\)00009-6](https://doi.org/10.1016/s0142-694x(01)00009-6)

-
- [21] 陈继锟, 王竹, 张元升. 参数化高层建筑形体生成方法[J]. 城市建筑, 2018(31): 106-109.
- [22] 徐卫国. 参数化设计与算法生形[J]. 世界建筑, 2011(6): 110-111.
- [23] 徐卫国. 数字建构[J]. 建筑学报, 2009(1): 90-95.
- [24] Stiny, G., Gips, J. (1971) Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture. In: Freiman, C.V., Ed., *Information Processing 71: Proceedings of IFIP Congress 71*, North-Holland Publishing Company, 1460-1465.
- [25] Knight, T.W. (1998) Designing a Shape Grammar. In: Gero, J.S. and Sudweeks, F., Eds., *Artificial Intelligence in Design '98*, Springer Netherlands, 499-516. https://doi.org/10.1007/978-94-011-5121-4_26
- [26] Flemming, U. (1987) More than the Sum of Parts: The Grammar of Queen Anne Houses. *Environment and Planning B: Planning and Design*, **14**, 323-350. <https://doi.org/10.1068/b140323>
- [27] Duarte, J.P. (2001) Customizing Mass Housing: A Discursive Grammar for Siza's Malagueira Houses. Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- [28] Janssen, P. (2004) A Design Method and Computational Architecture for Generating and Evolving Building Designs. The Hong Kong Polytechnic University.
- [29] O'Neill, M., McDermott, J., Swafford, J.M., Byrne, J., Hemberg, E., Brabazon, A., et al. (2010) Evolutionary Design Using Grammatical Evolution and Shape Grammars: Designing a Shelter. *International Journal of Design Engineering*, **3**, 4-24. <https://doi.org/10.1504/ijde.2010.032820>
- [30] Byrne, J., McDermott, J., Galván-López, E. and O'Neill, M. (2010) Implementing an Intuitive Mutation Operator for Interactive Evolutionary 3D Design. *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, Barcelona, 18-23 July 2010, 1-7. <https://doi.org/10.1109/cec.2010.5586485>
- [31] McDermott, J., et al. (2012) String-Rewriting Grammars for Evolutionary Architectural Design. *Environment and Planning B: Planning and Design*, **39**, 713-731.
- [32] Pottmann, H. (2010) Architectural Geometry as Design Knowledge. *Architectural Design*, **80**, 72-77. <https://doi.org/10.1002/ad.1109>