

# 未来建筑设计中如何进行智能化结构选型

刘洪 胡辛

成都业诚澜襟建筑设计有限公司 (CCDI 悉地国际)

DOI:10.12238/btr.v7i6.4574

**[摘要]** 智能化结构选型在现代建筑设计中起着至关重要的作用。它不仅帮助提高建筑的安全性、舒适性和美学性,还为节能环保、成本控制、施工效率等方面带来了显著的提升。智能化结构不仅仅是关于建筑的功能性,还涉及到美学层面的创新。智能化的结构系统能够突破传统建筑设计的限制,推动建筑设计向更自由、更灵活、更具未来感的方向发展。能够与其他智能系统协同工作,形成一个智能化的生态系统。这不仅提高了建筑的综合性能,还为未来城市的可持续发展提供了支持。

**[关键词]** 智能化; 建筑设计; 结构选型; 可持续性; 自动化技术

**中图分类号:** TP212.6 **文献标识码:** A

## How to select the intelligent structure in the future architectural design

Hong Liu Xin Hu

Chengdu Yecheng Lanjin Architectural Design Co., Ltd (CCDI)

**[Abstract]** Intelligent structure selection plays a vital role in modern architectural design. It not only helps to improve the safety, comfort and aesthetics of the building, but also brings significant improvement for energy conservation, environmental protection, cost control, construction efficiency and other aspects. Intelligent structure is not only about the functionality of the building, but also about the aesthetic level of innovation. Intelligent structural system can break through the limitations of traditional architectural design and promote the development of architectural design to a more free, more flexible and more futuristic direction. It can work together with other intelligent systems to form an intelligent ecosystem. This not only improves the comprehensive performance of the building, but also provides support for the sustainable development of the city in the future.

**[Key words]** intelligent building design; structure selection; sustainable automation technology

### 引言

随着全球城市化进程的加速和建筑业的迅速发展,建筑设计面临着越来越多的挑战,与此同时,科技的进步,尤其是在计算机技术、信息技术、材料科学以及智能化技术方面,给建筑设计带来了前所未有的机遇。这些技术的应用促使建筑设计逐步从传统的人工设计向更加智能化、数据驱动的方向转变。

### 1 研究背景

智能化结构选型作为这一变革的重要组成部分,通过高效利用人工智能(AI)、建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)等技术,能够在建筑设计早期阶段实现结构的最优选型,进而提高建筑的安全性、舒适性和可持续性。相比传统结构选型方法,智能化结构选型不仅能精确地计算和预测建筑结构的性能,还能够实时优化设计方案,最大限度地降低材料浪费和能耗,提升施工效率。

然而,尽管智能化结构选型在建筑设计中表现出巨大的潜

力,仍面临诸多技术、管理、法律等方面的挑战。如何更好地融合这些新兴技术,推动智能化结构选型在建筑设计中的应用,成为了当前建筑学界和工程界亟待解决的课题。

### 2 智能化结构选型的理论基础

#### 2.1 智能化结构选型的定义与基本概念

智能化结构选型与传统的人工结构设计方法相比,具有更高的精确性、更强的适应性和更低的成本。核心概念可以从以下几个方面理解:①自动化与智能化:智能化结构选型借助自动化工具和智能算法,能够根据输入的约束条件自动选择结构形式、材料类型和施工方法,从而减轻设计人员的负担。②大数据驱动:基于大量历史数据、实验数据、现场监测数据和实时反馈数据,智能化结构选型能够精准模拟建筑物的性能表现,并进行实时优化。③集成化与协同工作:通过智能化结构选型平台,设计团队、工程师、建筑师等各方可以进行高效的协作,确保建筑设计的各个方面得到充分考虑并实现协同工作。

## 2.2 智能化结构选型的理论基础

智能化结构选型不仅依赖于工程学中的结构分析理论,还结合了计算机科学、控制理论、优化理论等多个学科的理论基础。

### 2.2.1 结构工程学理论

结构工程学理论为智能化结构选型提供了基础,主要包括以下几个方面:①静力学与动力学分析:通过分析建筑物在静态和动态荷载作用下的结构响应,确定结构的强度、刚度和稳定性。智能化结构选型需要使用这些基本理论来确保建筑结构在各种荷载下的安全性。②结构力学与材料力学:这些理论用于计算不同材料在结构中所承受的应力和变形,帮助设计最适合的材料和结构形式,以实现结构的优化。③抗震设计理论:随着地震灾害频发,建筑的抗震设计变得尤为重要。智能化结构选型能够通过动态模拟和分析建筑物在地震荷载下的响应,确保建筑物的抗震性能。

### 2.2.2 优化理论与决策理论

结构选型的优化是智能化结构选型的核心任务。优化理论主要涉及:①多目标优化:建筑结构设计中常常涉及多个相互冲突的目标(如成本、质量、安全性、施工周期等)。多目标优化理论能够在多个目标之间进行权衡,选取最优解。②遗传算法与模拟退火算法:这些计算智能方法常用于智能化结构选型的优化过程。它们通过模拟生物进化过程或物理退火过程,找到最优或接近最优的设计方案。③贝叶斯决策理论:通过贝叶斯方法对建筑设计中的不确定性进行建模,智能化结构选型能够根据历史数据和实时反馈进行智能决策,优化设计方案。

## 3 智能化结构选型的应用场景

以下是一些典型的应用场景,展示了智能化结构选型如何在不同建筑类型和建筑生命周期中发挥关键作用。

### 3.1 智能化结构选型在不同建筑类型中的应用

#### 3.1.1 住宅建筑

在住宅建筑的设计中,智能化结构选型可以帮助设计师实现建筑物的安全、节能、舒适性等多方面的优化。具体应用场景包括:①结构安全优化:通过智能化结构选型,可以优化住宅建筑的抗震、抗风性能。例如,在地震活跃区域,智能化选型能够根据地震波传导的特性,选择最合适的结构系统,并进行性能模拟,以确保建筑在强震中的安全。②节能设计:智能化结构选型能够与建筑能效分析工具结合,选择最适合的建筑材料和结构形式,最大限度地减少热量流失和能量消耗。例如,选择具有较高保温性能的外墙材料和窗户设计,降低空调和采暖的能耗。③空间优化与功能配置:根据居民的使用习惯和需求,智能化结构选型可以帮助实现住宅空间的合理布局,最大化空间利用率,同时提升居住的舒适性。

#### 3.1.2 商业建筑

商业建筑(如写字楼、商场、酒店等)通常要求在结构安全的基础上,强调空间的灵活性和可变性。智能化结构选型在这些建筑中的应用场景包括:①结构的灵活性设计:商业建筑的设

计通常要求较大的开敞空间,智能化结构选型能够在保证结构安全的前提下,选择合适的结构系统(如框架结构、剪力墙结构等),满足空间灵活使用的需求。②高效的能源管理:商场和办公楼等大规模商业建筑的能耗较高,智能化结构选型可以根据建筑位置、朝向、气候条件等因素,选择最优的材料和结构形式,从而减少建筑的能耗。例如,利用智能化设计优化自然采光和通风系统,降低人工照明和空调的负荷。

#### 3.1.3 公共建筑

公共建筑(如医院、学校、体育馆等)在结构选型上通常有更高的安全性、耐久性和功能需求。智能化结构选型能够在满足这些需求的同时,提升建筑的经济性和可持续性。具体应用包括:①抗震与防灾设计:对于医院和学校等公共建筑,智能化结构选型可以优先考虑抗震设计,以保障在自然灾害(如地震、台风)中的生命安全。通过智能化的模拟和分析,能够在设计阶段就优化建筑的结构响应,降低灾害中的风险。②功能需求与空间优化:在体育馆、医院等大型公共建筑中,智能化结构选型可以根据使用需求(如大型集会、特殊功能区等)来优化结构布局,确保建筑物在保证结构安全的同时,还能够高效利用空间。

#### 3.1.4 高层与超高层建筑

高层和超高层建筑对结构的要求极高,尤其是在抗风、抗震、抗重力荷载等方面。根据当前工程项目的建设意图以及建设方要求进行细节部分的建筑功能和结构布置优化,首先对延性设计环节给予一定重视。①<sup>[1]</sup>抗风与抗震设计:高层建筑的最大特点是其结构设计过程中不仅需要自身的重量和垂直荷载,还要承受风荷载产生的水平荷载,以及地震作用和突发冲击产生的偶发荷载。<sup>[2]</sup>选择最适合的结构形式(如核心筒结构、外框架结构等),并进行实时优化和调整。②材料与结构优化:在超高层建筑中,在结构方案选取阶段利用建筑外型、功能特点,合理地布置结构构件,是确保结构经济性最有效的途径<sup>[3]</sup>智能化结构选型能够帮助选择高强度、轻质的建筑材料,以降低建筑自重,同时保证结构的安全性和稳定性。

#### 3.2 智能化结构选型对建筑运营阶段的支持

智能化结构选型不仅在建筑设计和施工阶段起到重要作用,在建筑的运营阶段也能够持续提供支持:

结构健康监测:在建筑投入使用后,智能化结构选型可以通过物联网技术和智能传感器对建筑结构进行实时监测,发现潜在的结构问题,如裂缝、腐蚀、变形等,并及时发出警报,防止重大安全事故的发生。

## 4 智能化结构选型的关键技术与工具

智能化结构选型的技术基础包括建筑信息模型(BIM)、大数据分析、人工智能、物联网(IoT)、以及先进的计算方法等。

### 4.1 建筑信息模型(BIM)

BIM是智能化建筑设计的基础技术之一。BIM不仅用于创建三维模型,还能够整合建筑设计中的各类信息(如结构、功能、材料、时间、成本等),实现信息共享和协同工作。BIM在智能化结构选型中的应用包括:①多维数据集成: BIM使得不同专业的设

计人员可以在同一平台上共享数据,协同优化结构设计。②结构性能分析:基于BIM模型,可以进行结构的静力学和动力学分析,预测建筑物在各种荷载下的响应。③模拟与优化: BIM与优化算法结合,可以对建筑物的结构进行实时模拟,优化选型方案。

#### 4.2 大数据与数据分析

大数据分析技术为智能化结构选型提供了大量的数据支持。通过对历史建筑项目、材料性能、施工过程等数据的分析,智能化结构选型能够实现以下功能:①性能预测:通过数据分析,预测不同结构方案的长期性能。②决策支持:大数据能够为设计人员提供更多的设计选择,并通过分析不同方案的优劣与劣势,帮助做出更为理性的决策。

#### 4.3 人工智能(AI)与机器学习

深度学习是近几年来人工智能领域研究的一个热点。深度学习技术利用神经元来模仿人类的思考和认知,并且拥有与行为辨识同样的机制。深度学习最大的优势在于,当大量的数据被训练后,能自动地进行学习。<sup>[4]</sup>具体应用包括:①模式识别: AI可以识别历史建筑数据中的规律,为智能化结构选型提供依据。②结构性能评估:通过AI算法,自动评估不同设计方案的性能,并快速筛选出最佳方案。③自动化设计:基于AI的自动化设计工具可以根据设计需求,自动生成多个备选方案,并进行优化。

#### 4.4 物联网(IoT)与智能传感器

物联网技术使得建筑结构能够实时监测其健康状况。在智能化结构选型过程中,物联网与智能传感器的结合使得建筑设计方案能够基于实时数据进行调整。例如:①结构健康监测:通过物联网设备,实时监测建筑结构的受力和变形状态。②反馈优化:建筑在使用过程中通过传感器获得的反馈数据能够指导未来建筑设计中的智能化结构选型,进一步优化建筑的性能和安全性。

#### 4.5 高性能计算与云计算

高性能计算技术与云计算能够支持智能化结构选型中复杂的计算过程。大规模的结构分析、优化计算、数据模拟等任务,通常需要大量的计算资源和并行处理能力。通过云计算平台,计算任务能够在全球范围内分布进行,从而加速智能化结构选型的进程。

### 5 未来建筑设计中智能化结构选型的前景与发展趋势

#### 5.1 多学科融合与跨领域协同

智能化结构选型将越来越强调不同学科之间的融合与协同。在未来的建筑设计中,结构、环境、机电、能源等多学科将实现紧密结合,设计团队通过共享数据和模型,实现跨学科的协

作与信息整合。①多目标优化:未来的智能化结构选型将不仅追求结构的安全和稳定,还将综合考虑建筑的美学、功能性、能效、可持续性等多重目标,进行综合优化设计。②数据驱动的决策支持:建筑设计中将大量依赖于历史数据、实时监测数据以及大数据分析来优化决策。通过机器学习和人工智能技术,设计师能够从庞大的数据集中提取模式,做出更精准的结构设计决策。

#### 5.2 更高效的人工智能与机器学习应用

未来建筑设计中,人工智能(AI)和机器学习将更加深入地融入智能化结构选型的过程。AI能够从大量的数据中进行学习和训练,为结构选型提供更加精准的预测和优化。①自适应设计:AI将在建筑设计中提供自适应结构选型,通过实时数据反馈调整设计方案。例如,建筑在不同季节、不同环境条件下,智能化结构选型能够自动调整窗户材料、外立面设计等因素,以适应不同的气候变化,提升建筑的舒适性与能效。②强化学习与进化算法:未来的智能化结构选型将结合强化学习和进化算法,通过模拟自然选择过程,不断优化设计方案。基于大规模计算的智能优化系统将能够找到最优的结构选型方案,减少人工干预,提升设计效率。

### 6 结论

在未来建筑设计中,智能化结构选型将进一步与各学科领域、技术平台和城市基础设施深度融合。建筑设计将不再是单一的结构优化问题,而是一个综合考虑安全、舒适、能效、环境友好等多重目标的系统性任务。将为建筑行业带来全新的机遇,推动建筑设计和建造过程的革命性变革。随着技术的不断进步和应用的深入,智能化结构选型将在未来建筑设计中发挥越来越重要的作用,为建设更加智能、绿色、安全的未来城市和社会做出重要贡献。

#### [参考文献]

- [1]卡米力·外力.高层建筑结构选型设计及建筑结构优化设计策略[J].绿色环保建材,2021,(04):69-70.
- [2]王鹏军.高层建筑结构设计及某工程结构选型探讨[J].建筑与预算,2024,(07):52-54.
- [3]赖洪涛,林斯嘉,唐嘉敏.超高层建筑结构体系契合性研究[J].建筑结构,2024,54(15):1-5+18.
- [4]李晶.人工智能技术在智能建筑中的应用[J].城市建筑空间,2023,30(S1):282-283.

#### 作者简介:

刘洪(1975—),男,汉族,重庆人,副院长兼总建筑师,研究方向:未来建筑设计方向。