

人工智能驱动的协同式建筑设计方法研究

荆济鹏 刘珊汕

中国建筑设计研究院有限公司 北京 100037

摘要：本文聚焦人工智能驱动的协同式建筑设计方法。阐述了协同式建筑设计理论、人工智能核心技术及二者融合逻辑，构建了AI驱动的协同式建筑设计方法体系，涵盖体系框架及感知、数据、模型、协同、应用各层设计。同时，介绍了关键技术模块与实现路径，包括多源需求智能解析、生成式协同设计、多专业冲突智能消解和协同决策支持模块。旨在为建筑设计领域提供创新思路，推动建筑设计的智能化与协同化发展。

关键词：人工智能；协同式建筑设计；生成式设计

引言：当今科技飞速发展，建筑设计领域面临变革与挑战。传统建筑设计方法效率低、专业协同难、难满足多样化需求。而人工智能技术崛起，为建筑设计带来新契机。其具备强大数据处理、模式识别和智能决策能力，可与建筑设计深度融合，实现协同式设计。协同式设计注重各专业紧密合作与信息共享，能提升设计质量和效率。研究人工智能驱动的协同式建筑设计方法，既可解决传统方法弊端，又能推动建筑行业向智能化、高效化发展，兼具理论与现实意义。

1 相关理论与技术基础

1.1 协同式建筑设计理论

协同式建筑设计理论强调在建筑设计过程中，不同专业（如建筑、结构、电气、给排水等）的设计人员之间需要密切合作、相互沟通与协调。传统的建筑设计模式中，各专业往往独立进行设计，导致在后期出现大量的专业冲突和设计变更，影响项目进度和质量。而协同式建筑设计通过建立统一的设计平台和信息共享机制，使各专业能够在设计初期就共同参与，及时交流设计意图和需求，从而减少专业冲突，提高设计的整体性和协调性。例如，在建筑方案设计中，建筑专业提出空间布局和功能需求后，结构专业可以根据这些需求进行结构选型和设计，同时将结构设计的限制条件反馈给建筑专业，双方共同调整设计方案，以达到最优的设计效果。

1.2 人工智能核心技术

人工智能涵盖了多个核心技术领域，其中与建筑设计密切相关的有机器学习、深度学习、自然语言处理和计算机视觉等。机器学习通过让计算机从大量数据中学习模式和规律，从而实现对未知数据的预测和分类。在建筑设计中，机器学习可以用于分析建筑使用数据，预测建筑能耗，为节能设计提供依据。深度学习是机器学习的一个分支，它通过构建深层的神经网络模型，能够

自动提取数据的特征，在图像识别、语音识别等领域取得了巨大成功^[1]。在建筑设计中，深度学习可以用于建筑风格识别、建筑缺陷检测等。自然语言处理技术使计算机能够理解和处理人类语言，在建筑设计中可以用于智能问答系统，为设计人员提供实时的设计咨询和帮助。计算机视觉技术则可以让计算机“看”懂图像和视频，在建筑设计中可用于三维模型重建、建筑场景模拟等。

1.3 AI与建筑设计的融合逻辑

AI与建筑设计的融合是基于两者之间的互补性和协同性。建筑设计过程中会产生大量的数据，包括建筑图纸、设计文档、用户反馈等，这些数据为AI提供了丰富的训练素材。同时，AI的强大计算能力和智能算法可以为建筑设计提供精准的分析和决策支持。例如，AI可以通过对大量优秀建筑案例的学习，生成创新性的建筑设计方案；可以对建筑结构进行优化分析，提高结构的安全性和经济性；可以对建筑环境进行模拟，评估建筑的舒适性和节能性。此外，AI还可以实现设计过程的自动化和智能化，减少人工干预，提高设计效率。通过AI与建筑设计的融合，可以实现从设计理念生成到设计方案优化的全过程智能化，推动建筑设计的创新发展。

2 AI 驱动的协同式建筑设计方法体系构建

2.1 体系框架设计

AI驱动的协同式建筑设计方法体系是一个多层次、多维度的复杂系统。该体系框架包括感知层、数据层、模型层、协同层和应用层五个层次。感知层负责收集和解析多源需求信息；数据层对协同设计过程中的数据进行治理和管理；模型层构建AI协同核心模型，实现设计方案的生成和优化；协同层建立多主体智能协同机制，促进各专业之间的协作；应用层为设计决策提供支持，并推动设计方案的落地实施。这五个层次相互关联、相互支持，共同构成了一个完整的AI驱动的协同式建筑设

计方法体系。

2.2 感知层：多源需求智能解析

感知层是AI驱动的协同式建筑设计方法体系的起点，其主要任务是收集和解析来自不同渠道的多源需求信息。这些需求信息包括业主的功能需求、使用者的行为需求、环境的需求以及法规标准的要求等。通过自然语言处理技术，可以对业主和使用者的文字描述进行语义分析，提取关键需求信息。利用计算机视觉技术，可以对建筑现场的环境信息进行采集和分析，了解周边地形、地貌、气候等条件^[2]。同时，结合传感器技术，可以实时获取建筑使用过程中的各种数据，如人员流量、设备运行状态等。通过对多源需求的智能解析，能够全面、准确地把握设计需求，为后续的设计提供基础。

2.3 数据层：协同设计数据治理

数据层在AI驱动的协同式建筑设计方法体系中起着关键的数据支撑作用。协同设计过程中会产生大量的数据，包括设计图纸、模型文件、设计文档、沟通记录等。这些数据来源广泛、格式多样，需要进行有效的治理和管理。数据治理包括数据的存储、整合、清洗、标注和安全保护等方面。通过建立统一的数据存储平台，将各种类型的数据进行集中存储，方便数据的共享和访问。利用数据整合技术，将不同专业、不同阶段的数据进行关联和整合，形成完整的设计数据链。数据清洗可以去除数据中的噪声和错误信息，提高数据的质量。数据标注则为AI模型提供准确的训练标签，使模型能够更好地学习和理解数据。同时，要加强数据的安全保护，防止数据泄露和滥用。

2.4 模型层：AI协同核心模型构建

模型层是AI驱动的协同式建筑设计方法体系的核心部分，其任务是构建AI协同核心模型，实现设计方案的生成和优化。AI协同核心模型包括生成式设计模型、冲突检测与消解模型、性能评估模型等。生成式设计模型利用深度学习算法，通过对大量优秀建筑案例的学习，生成多种创新性的建筑设计方案。冲突检测与消解模型可以对各专业设计之间的冲突进行实时检测，并提出相应的消解策略。性能评估模型可以对建筑的各项性能指标进行评估，如结构安全性、能耗、舒适性等，为设计方案的优化提供依据。通过这些AI协同核心模型的构建，能够实现设计过程的智能化和自动化，提高设计质量和效率。

2.5 协同层：多主体智能协同机制

协同层旨在建立多主体智能协同机制，促进建筑设计过程中各专业之间的紧密协作。在协同式建筑设计

中，涉及建筑、结构、电气、给排水等多个专业主体，每个主体都有自己的设计目标和任务。多主体智能协同机制通过建立统一的协同平台，实现各专业之间的信息实时共享和沟通。利用智能算法对各专业的设计进度和任务进行协调和优化，避免出现设计冲突和延误。同时，通过建立协同激励机制，鼓励各专业主体积极参与协同设计，提高协同效率。例如，当某个专业提出创新性的设计方案时，给予相应的奖励，激发各专业的创新积极性。

2.6 应用层：设计决策与落地支持

应用层是AI驱动的协同式建筑设计方法体系的最终目标层，其主要任务是为设计决策提供支持，并推动设计方案的落地实施。在设计决策阶段，应用层可以利用AI模型对不同的设计方案进行综合评估和比较，为设计人员提供科学的决策依据。通过可视化技术，将设计方案以直观的方式展示给业主和相关利益者，帮助他们更好地理解设计方案。在设计方案落地实施阶段，应用层可以提供施工指导和技术支持，确保设计方案能够准确、顺利地实施^[3]。同时，利用传感器和物联网技术，对建筑实施过程进行实时监控和反馈，及时发现和解决实施过程中出现的问题。

3 关键技术模块与实现路径

3.1 多源需求智能解析模块

多源需求智能解析模块的实现路径涵盖数据采集、预处理、特征提取和需求分类四个紧密相连的步骤。在数据采集阶段，采用多元化渠道广泛收集需求信息。线上通过精心设计的问卷调查，覆盖不同年龄、职业和使用场景的人群；线下开展深度访谈，与潜在用户、建筑专家面对面交流；现场观察建筑使用场景，捕捉实际行为和需求；借助传感器监测环境数据，如温度、光照等。预处理阶段，对采集到的海量数据进行细致清洗和整理，运用数据校验算法去除噪声和错误信息，确保数据的准确性和完整性。特征提取阶段，充分利用自然语言处理技术解析文本数据中的语义特征，通过计算机视觉技术从图像数据中提取建筑外观、空间布局等关键特征。需求分类阶段，依据提取的特征，运用机器学习分类算法将需求信息精准分为功能需求、性能需求、美学需求等不同类别。最后建立需求知识图谱，将各类需求信息关联整合，形成完整、准确的需求模型，为后续设计提供坚实依据。

3.2 生成式协同设计模块

生成式协同设计模块的实现高度依赖深度学习算法和丰富的建筑案例数据。首先，全方位收集和整理各类

优秀建筑案例，涵盖不同风格、规模和功能的建筑，包括详细的建筑图纸、三维模型文件以及详尽的设计说明等，构建起庞大且全面的建筑案例数据库。然后，运用深度学习中的生成对抗网络（GAN）或变分自编码器（VAE）等先进算法，对建筑案例数据库进行深度训练。GAN通过生成器和判别器的对抗学习，使模型能够捕捉到建筑设计的复杂风格、合理结构和巧妙布局等特征；VAE则通过对数据的编码和解码，学习到建筑设计的潜在规律。在设计过程中，当输入明确的设计需求和约束条件后，生成式协同设计模块能够自动生成多种富有创新性的建筑设计方案。设计人员可依据专业知识和实际需求，对生成的方案进行全面评估和精心选择，并根据具体情况进行进一步的优化和调整，以实现最佳设计效果^[4]。

3.3 多专业冲突智能消解模块

多专业冲突智能消解模块的实现关键在于建立科学有效的冲突检测模型和丰富实用的冲突消解策略库。冲突检测模型巧妙结合规则引擎和机器学习算法，对各专业设计之间的冲突进行实时、精准检测。规则引擎通过预先定义的规则，如结构设计和建筑设计的冲突规则，明确各专业设计之间的边界和约束条件。当结构设计的柱网布置与建筑设计的空间布局发生冲突时，规则引擎能够迅速识别并触发警报。同时，机器学习算法通过对大量历史冲突案例的学习，不断提升冲突检测的准确性和灵敏度。冲突消解策略库则广泛收集和整理各种常见的冲突消解方法和宝贵经验。当检测到冲突时，系统根据冲突的类型和严重程度，从冲突消解策略库中智能选择合适的消解策略，并提供给设计人员参考。设计人员可结合实际情况，对消解策略进行灵活调整和优化，从而有效解决专业冲突，确保设计的顺利进行。

3.4 协同决策支持模块

协同决策支持模块的实现巧妙融合了数据分析和可视化技术。首先，全面收集和整合与设计方案相关的各

种数据，包括成本数据，涵盖建筑材料、施工费用等；性能数据，如建筑的节能效果、结构稳定性等；用户反馈数据，通过问卷调查、在线评价等方式获取。然后，运用先进的数据分析算法对这些数据进行深入剖析，挖掘数据背后的潜在规律和趋势。通过关联分析，找出成本与性能之间的关系；通过趋势预测，评估设计方案在不同时间段的性能变化。通过可视化技术，将分析结果以直观的图表、详细的报表和逼真的三维模型等形式生动展示给决策者。决策者可以依据这些可视化信息，对不同的设计方案进行综合评估和比较，全面考虑各种因素对设计方案的影响。同时，协同决策支持模块还提供决策模拟功能，让决策者在虚拟环境中对不同的设计方案进行模拟和验证，提前发现潜在问题，降低决策风险，从而做出更加科学、合理的决策。

结束语

人工智能驱动的协同式建筑设计是建筑设计领域的重大变革。构建的方法体系及关键技术模块，可解决传统设计问题，提升质量效率，促进专业协同。但当下人工智能在建筑设计中应用尚处发展阶段，面临数据质量安全、模型可解释性等挑战。未来，要深化人工智能与建筑设计的融合，完善方法体系，推动行业向智能化等方向迈进，为人们打造美好建筑环境，建筑设计人员也需提升自我，以适应时代需求，共促行业发展。

参考文献

- [1]苏航,张雪心,谷现良,等.人工智能驱动的协同式建筑设计方法研究[J].建筑设计管理,2025,42(6):48-54.
- [2]张华,李磊.基于数据驱动的建筑设计优化研究与应用[文献标识码].建筑技术,2023, 28 (3) : 67-73.
- [3]陈明,刘丽.智能算法在建筑设计中的应用探讨[文献标识码].建筑与文化, 2024, 15 (4) : 89-95.
- [4]吕朔君.生成式人工智能在建筑工程项目管理中的应用[J].建设科技, 2024, (07):73-76.