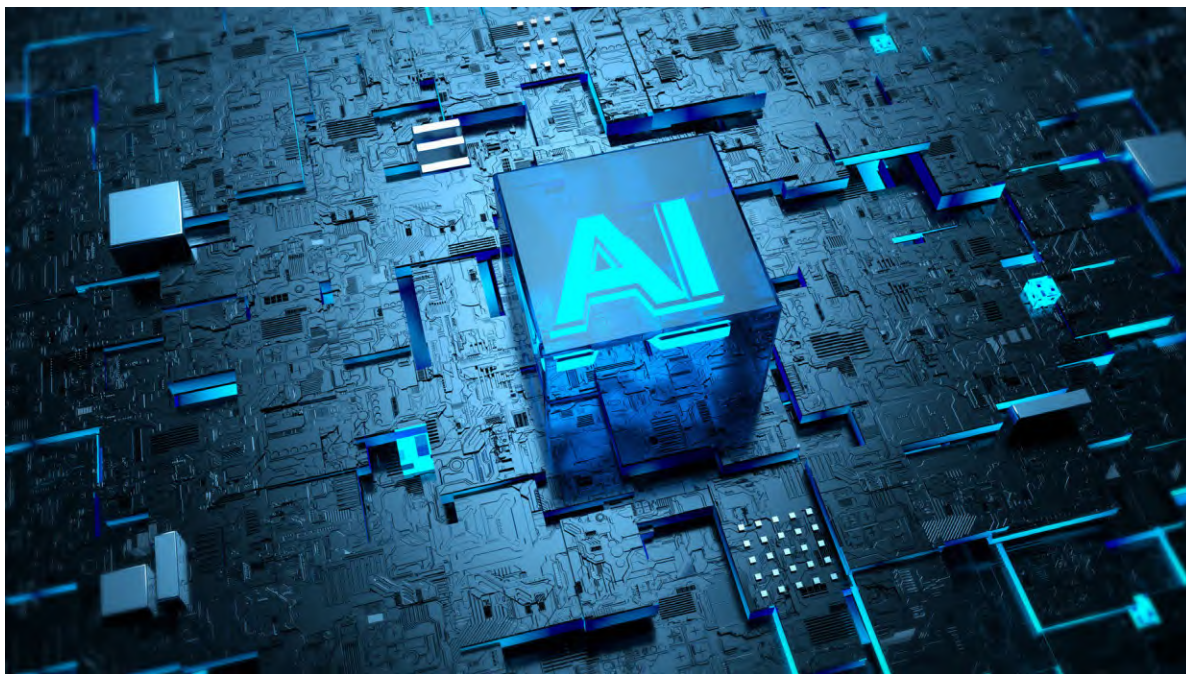


[人工智能]

AI人工智能技术在建筑领域应用探讨

文/樊金龙¹，欧阳东¹，陈晶²

1. 中国建设科技集团股份有限公司；2. 中国建筑设计研究院有限公司



本文深入探讨了AI人工智能技术在建筑领域的应用，包括规划设计、项目管理、运维管理和风控管理四个方面，分析了AI技术在实际工作中的创新成果，包括自动化设计、智能施工机器人、建筑性能模拟和智能化项目管理四个成果，并讨论了AI技术如何为人赋能，推动行业人才培养。最后，文章提出了AI技术在建筑领域应用中存在的问题、未来展望及实践案例，强调了政策法规、技术标准和人才培养等方面的重要性，以期为建筑行业的数字化转型提供参考。

随着人工智能技术的飞速发展，建筑行业正迎来前所未有的变革。AI的引入不仅代表了技术的飞跃，更是建筑领域创新和转型的重要驱动力。从提高设计准确度到优化施工流程，再到智能化的建筑运维管理，AI技术正逐步改变着建筑行业的每一个角落。通过全面审视AI技术在建筑领域中的关键应用，并探索其如何为行业的未来发展注入新的动力，共同迈向一个更加智能、高效和可持续的未

来。下面从AI应用场景、创新成果、存在的问题及展望和实践案例四个方面进行论述。

AI人工智能技术在建筑领域的主要应用场景

1. AI规划设计

(1) 城市规划

AI技术在城市规划中涵盖了数据分析、决策支持和自动化规划等多个层面的应用。城市研究依托

AI技术认识和归纳城市增长规律，完善城市空间的演变趋势分析；规划设计利用AI技术探究影响城市发展的相关要素及其权重，据此得出规划设计方案；规划管理利用AI技术辅助城市规划编制管理，支持城市规划决策管理；自动化土地使用配置通过AI机器学习技术，能够基于周围的地理空间数据、人类活动模式、环境资源特征、社交和经济活动，自动生成目标区域的土地使用和建筑布局配置，为城市规划提供科学依据^[1]；精细识别城市用地类型利用建筑形态和业态大数据，采用AI人工智能方法，可精细识别不同类型、规模和区位的城市用地，将城市用地分类至国标最小类，有助于提高城市规划的精确度和实用性^[2]。

(2) 建筑勘探

AI技术结合遥感技术和数字高程模型（DEM）技术，通过机器学习算法和大数据分析，优化数据采集和处理流程，提高建筑勘探的效率、准确度和安全性。地形地貌分析方面，AI算法对高分辨率影像进行系统分析，自动识别活动断层等关键地形地貌特征，为工程选址和规划提供科学依据；地质结构识别方面，AI技术利用计算机视觉和深度学习算法，自动识别地质断层结构，提升识别准确度、地质勘察的准确性和效率。环境监测方面，AI技术通过深度学习和模式识别，建立环境参数与污染物浓度之间的关联，实现实时监控和预测；灾害预警方面，AI技术结合遥感技术，创建多尺度监测与预警系统，满足洪灾动态监测与实时预警的需求。

(3) 建筑设计

AI技术在进行建筑方案创作过程中的应用场景广泛且多样，涵盖了从设计理念初步探索到建筑设计最终实现的各个阶段。在设计理念与概念阶段，AI技术能够提供创意早期阶段的视觉化支持，并帮助创意快速迭代和创意生成，帮助建筑师快速探索和实现设计意图。在设计优化阶段，AI通过分析大量数据，可以帮助建筑师评估不同的设计方案，从而做出更加精准和高效的决策。在施工配合阶段，AI技术可以帮助建筑师进行施工模拟和风险评估。通过集成AI工具，可协助项目建筑师与工程师、管理者等其他团队成员共享信息和设计意图，从而提高整个项目的协作效率。

2. AI项目管理

(1) 投资决策

AI技术使投资决策依据更充分，通过数据分析、预测模型和决策支持功能降低投资风险。投资分析与预测方面，AI技术能够通过数据分析和机器学习，对建筑项目的成本进行预测和控制，包括利用历史数据库和智能算法对未来的项目盈利、投入和成本等进行推算，形成分析预测模型，预测项目的成本趋势，使得投资决策更加科学合理。投资回报优化方面，AI能够通过建立智能预测模型，最大限度地提高投资回报和改善项目管理。成本估算与控制方面，通过智能算法，优化投资估算模型，提高预测准确度，从而有效控制项目成本。

(2) 智能建造

AI技术促进使用建造机器人、无人驾驶设备等进行施工活动，以提高施工安全性，减少人力需求，提升施工效率。AI技术集成与创新应用方面，基于深度学习技术的设备跟踪、裂缝检测和施工管理。自动化技术与机器人技术方面，悬挂式布料机器人可以实现精准分区布料，提高工作效率15%以上；移动机器人在工地上运送材料，如砖块、水泥等，减轻工人的负担并提高效率；融合感知、运动规划和控制系统的无人挖掘机，不但能自主完成挖装任务，而且能够进行24 h连续无人化作业；地面瓷砖铺贴机器人形成机器人瓷砖铺贴成套施工工艺和检测机器人铺贴质量评估技术。工业化加工技术方面，AI技术可以应用于BIM钢筋集约化加工、智能化机电生产线、智能化加工车间和全自动风管生产线等。

(3) 施工管理

通过AI技术，实现对工地的自动化监控和管理，应用场景涵盖质量管理、劳务管理、环境管理、物资管理、设备管理和安全管理等多个方面。AI智能质量管理能涵盖日常质量检查、工程实体实测、图样质量检查和材料检测等；AI智能劳务管理能涵盖项目实名制管理、代发工人工资和流动党员管理等；AI智能环境管理能涵盖环境监测、临建照明、水电监测和污水监测等；AI智能物资管理能涵盖招标采购、零星材料采购、物资调拨、验收和盘点等；AI智能设备管理能涵盖塔吊及电

梯的安拆和使用日常管理等；AI智能安全管理能涵盖安全行为管理、安全检查和整改、安全风险识别和预警、安全教育、危机应急预案以及职业健康管理等；应用AI技术的现场施工管理，可提高施工效率和质量，缩短工期、降低安全风险、提升管理效率。

3. AI运维管理

(1) 能耗优化

AI技术在建筑能源管理中实现能耗优化，主要体现在以下三个方面：一是预测能源需求方面，AI通过深度学习和模式识别，可对历史用电数据、气候数据和经济数据等多源信息进行分析，预测未来的能源需求，并且能够通过预测最节能的操作模式、优化能源消耗模式，为建筑物提供更精准的能源使用指导。二是优化能源分配方面，AI技术可自动调整能源分配策略，确保能源在不同时间和场景下得到合理利用，在保障环境健康舒适的前提下，提高设备的运行效率，降低能源费用及运维成本。三是减少能源浪费方面，AI技术可实时监测和分析建筑的能源消耗数据，及时发现潜在问题，快速识别高耗能点位，优化建筑物的能源使用，减少无谓的能源浪费，降低能源成本。

(2) 设施管理

AI技术在建筑设施管理中的应用，包括实现照明、暖通空调和电梯系统的最优运行，以及对设备的远程监控和维护。AI技术应用于照明系统，利用传感器和优化算法来实现对自然光进行调节，加强人工光源的使用。采用AI单元模块和智能照明灯具，可以实现单灯调光控、组控、群控、场景控和智能控制，从而满足不同场景的照明需求。AI技术应用于暖通空调系统，通过开发运行优化的算法引擎，以大量的学习与训练进一步优化能源系统仿真模型，精准匹配冷热需求，使得设备在各种环境条件下，可根据外界的动态扰动实时模拟并执行最优决策，确保系统保持最优运行状态，以实现基于同一数据源的全寿命期细化碳排放管理。AI技术应用于电梯系统，通过深度学习、大数据分析和计算机视觉等，能够识别乘客属性和进行无重复客流量统计，监测典型工作日的电梯占用情况，根据高峰期、闲置期和平衡期三个时段各自的特点，指导由

需求驱动的运行优化，促进电梯节能管理，保障安全，提供以人为本的服务。

(3) 运维优化

AI技术通过集成物联网技术，实现设备的远程监控和维护，预测设备故障，安排合理的维护计划。实时数据采集与分析方面，通过物联网设备，实时收集建筑内的各种数据，包括环境参数、设备状态等。这些数据被送入云平台进行存储和处理，AI算法在此基础上进行模式识别和异常检测，从而预测设备可能出现的问题。远程控制与操作方面，通过智能手机应用或其他远程访问工具，管理人员可以启动、停止或调整设备的运行状态，以便远程控制建筑中的设备。预测性维护方面，AI利用历史数据和当前运行状态，通过机器学习模型预测设备的故障时间和类型、模拟仿真构造专家策略库，使得维护工作可以提前进行，或根据分级策略对设备制定更为合理的维护计划，最大限度地降低维修成本，并提高设备的可靠性。

4. AI风控管理

(1) 设计风险管理

设计风险管理通常包括以下三个风险：一是设计变更风险，利用AI技术可以帮助设计师和业主在早期阶段确定建筑功能，即建立由海量数据及案例构建的机器学习模型，拟合设计规则并经过数据训练后，应用于新设计的生成，帮助设计师和业主根据规则和约束，在穷尽可能性后做出最优决策^[3]；二是造价制造风险，利用AI技术通过模型分析方法可以更客观地描述各项要素间的内在关联，显著提升造价预测准确度；同时利用其自动收集、整理和分析造价数据的功能，实现动态化造价控制，在偏差超标时发送预警信号和及时调整管理方案；三是设计质量风险，通过智能审图系统协助技术人员完成设计审图工作，借助AI算法将规划、消防、建筑结构和节能等工程建设强制性标准和设计规范转换为运算规则，相关人员可以根据设计漏点，决定图审是否合格，实现全专业、高效率、客观和科学的图样审查。

(2) 施工风险管理

主要包括以下两个方面：一是风险预测，可利用机器学习模型分析历史施工数据，AI可以优化

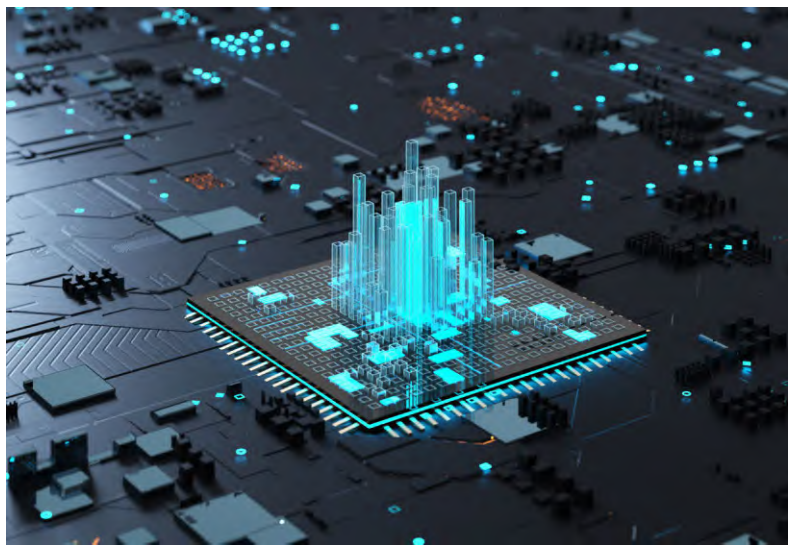
施工计划、预测施工过程中可能出现的风险和问题，这有助于减少工期延误，降低意外事故的发生概率；二是现场施工风险管理，利用云计算、物联网和边缘计算等技术，AI可以构建集软硬件于一体的智慧工地安全生产风险预警智能分析平台。该平台能实现全过程7×24 h的现场安全、质量和文明施工监管，及时发现并处理潜在的现场安全隐患。

(3) 运维风险管理

主要包括设备预测性维护和结构健康监测。设备预测性维护，通过与物联网的融合，通过数据收集与处理、特征提取与模型构建、故障预测、异常检测与预警等进行预测性维护，提高设备的可靠性和运行效率；建筑结构健康监测，主要监测结构的健康状况、评估损伤和维护决策，通过AI技术集成可有效地收集、管理和分析数据，从而实现对结构健康状态的实时监控和预警。

(4) 项目的风险控制

AI技术应用主要包以下五个方面。一是进度控制方面，AI技术通过深度分析历史项目数据，揭示项目进度规划中的关键影响因素，如工作量预估、资源配置和时间规划等，并生成优化的进度计划；通过利用实时数据流，实现项目进展的动态监测，并及时识别与计划之间的偏差，自动提出调整方案；通过构建精准的预测模型，预测关键里程碑的完成时间和项目结束日期，帮助项目团队提前识别延期风险。二是质量管理方面，AI技术模拟施工过程中可能遇到的风险情景，帮助项目团队提前准备应对潜在风险；通过分析设计图样、材料规格等数据，精准预测可能出现的质量问题，采取质量预测与持续优化的措施。三是安全管理方面，创建沉浸式安全培训场景和提供模拟真实的学习体验，提高工人的安全意识；结合历史安全事故数据和现场信息，预测潜在安全风险，并快速生成应对事故的处理方案。四是采购管理方面，AI人工智能驱动数字化平台实现架构升级并激发应用场景创新，促进供应链中信息的畅通性和共享性显著增强，推动供应链组织形态从单链向生态化网络转变，推动供应链价值创新，形成全生态协同的价值共创体系^[4]。五是合同管理方面，AI技术可对建筑合同进行智能审



查及合规性管理，对合同条款进行语义解析、语义对比、内容标签和内容提取等操作，识别潜在的风险和问题，降低合同履行风险，提高决策的准确性和效率。

AI人工智能技术在建筑领域的创新成果

1. AI自动化设计

AI技术赋能建筑设计，可自动完成繁琐的重复性设计任务，提高设计效率。主要体现在以下五个方面：

1) 自动化设计辅助方面，使用AI生成的智能算法和模型，可以快速生成多种设计方案，并根据建筑师的首选进行优化和调整，这使得设计师能够在短时间内生成多张意向图供客户选择，从而更好地理解理解和确定建筑功能。

2) 多样性和创造力的提升方面，AI技术不仅能提高设计效率，还能激发设计师的创造力，提供更多的设计思路和方案。这使设计师与业主的沟通中展示更多可能性，更好地确定建筑功能。

3) 智能建议和自动化布局方面，AI工具箱包含多种自动化布局 and 智能建议设计工具，还可帮助提升设计效率，同时保持创意的独特性和个性化。

4) 智能决策分析方面，AI可处理大量数据，提供全面的建筑规划和设计分析，使设计师和业主能够更准确地评估项目可行性和执行的风险，以数据驱动科学决策，减少因后期修改带来的成本损失和时间延误。

5) 协同工作和实时校验方面, AI技术可实现多方协同和实时校验审核, 确保设计方案的一致性和合规性, 对与业主的沟通和确认建筑功能尤为重要, 确保双方对设计方案有共同的理解和认可。

2. AI智能施工机器人

施工机器人通过视觉处理技术、增强现实技术、无线通信技术及BIM技术, 解放工人生产力, 减少建筑业对劳动力依赖; 同时, 提高施工效率, 减少施工过程中材料的浪费, 降低施工成本。AI技术在施工机器人的应用, 可以优化施工生产要素与流水线, 提高生产过程的质量和实现全周期数字化, 通过集成化和传感器技术提升施工质量的稳定性和可追溯性, 结合BIM技术和大数据, 推动工程项目管理从经验驱动向数据驱动转变^[5]。智能施工机器人包括以下三种机器人:

1) 建筑施工机器人, 如墙体砌筑、地面铺设、浇筑混凝土、焊接和装配式建筑组件的安装等机器人, 机器人通过集成高精度、轻量化和智能化等特征, 提高施工速度和质量, 减少人工作业, 同时降低了作业危险系数。

2) 监测与维护类机器人, 对建筑结构进行定期检查, 检测裂缝和腐蚀, 以延长建筑的使用寿命, 预防结构故障。通过AI技术实时数据收集、管理和性能分析, 能够有效预测和识别结构健康问题, 从

而提前采取维修措施, 保证建筑安全。

3) 建筑新工法机器人, 通过AI技术与3D打印、建筑机器人的结合, 可在短时间内完成建筑的结构搭建、降低材料损耗, 并展现灵动的外立面。新工法机器人的数控操作准确度和工艺水准, 完全超越了传统人工, 实现了人类难以大量完成的数字工艺, 对于砖、石、木等传统材料工艺的再造赋予新的生命力, 为建筑师的个性化提供了足够的创作空间^[6]。

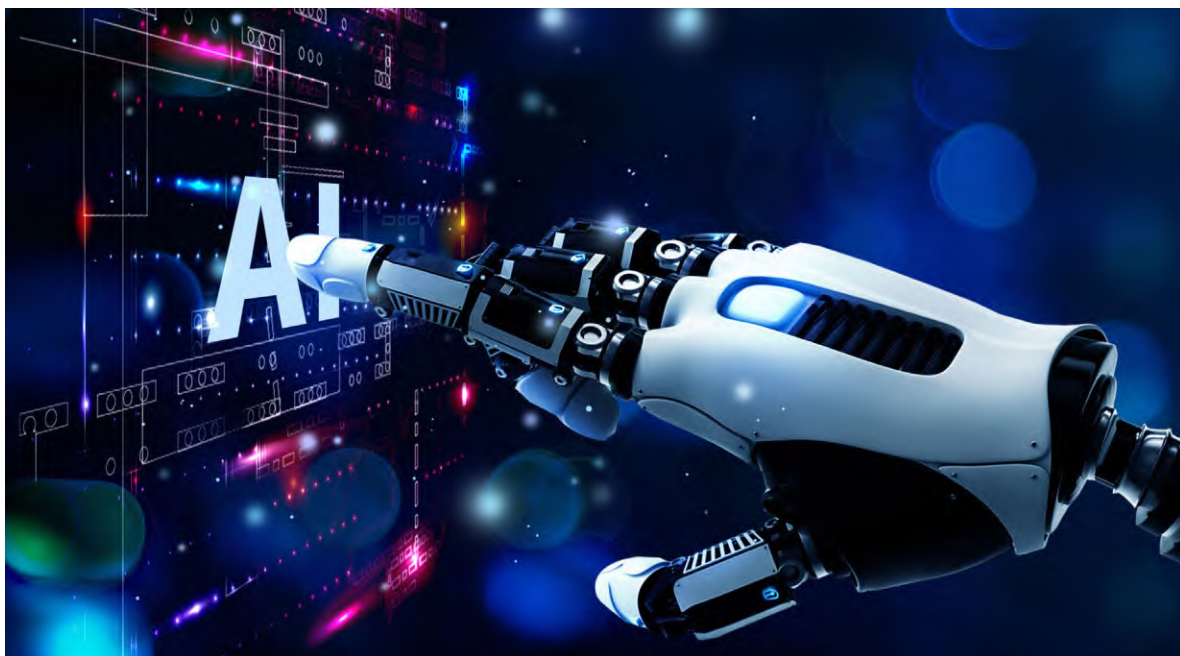
3. AI建筑性能模拟

AI技术的应用可以大幅提高建筑性能模拟的准确度和效率。通过机器学习算法, AI可以从历史建筑数据中学习和识别建筑性能的模式和趋势, 从而预测新建建筑或改造项目的性能表现。结合大数据分析, AI可以处理和分析海量的建筑环境数据, 为建筑设计师提供更全面的决策依据。

AI建筑性能模拟主要包括以下六个方面。

1) 能源效率优化。通过AI可以模拟建筑的能耗情况, 预测不同设计方案对能源效率的影响, 从而指导设计师选择最佳的建筑形态和系统配置。

2) 室内环境质量预测。通过模拟建筑内部的光照、温度、湿度和空气质量等参数, AI技术能够帮助设计师优化室内环境, 提升用户的舒适度和健康水平。



3) 用户行为分析。AI可以分析用户在建筑中的活动模式和偏好,为建筑功能布局 and 空间设计提供个性化的建议。

4) 建筑系统协同优化。AI技术能够对建筑的各个系统如暖通空调、照明和电梯等进行协同优化,实现建筑整体性能的最优化。

5) 施工过程模拟。结合BIM技术, AI可以模拟施工过程中的各个环节, 预测施工进度和可能出现的问题, 为施工管理提供支持。

6) 建筑维护预测。AI技术能够根据建筑的使用情况和环境因素, 预测建筑维护和翻新的需求, 帮助管理者制定维护计划。

4. AI智能化项目管理

AI技术在建筑项目管理中的应用, 通过集成先进的数据分析、机器学习、自然语言处理和物联网技术, 实现了项目管理的自动化、智能化和精细化。AI智能化项目管理能够提升决策质量, 优化资源配置, 增强风险控制能力, 从而提高项目交付的效率和质量。AI智能化项目管理主要包括以下六个方面:

1) 项目进度管理。AI可以分析历史项目数据, 辅助制定项目计划和时间表, 自动调整资源分配, 确保项目按计划推进。

2) 项目采购与成本控制。AI可以分析供应链数据, 优化物流和库存管理, 减少物资浪费, 确保物资供应的及时性和成本效益; 利用机器学习算法, AI能够预测项目成本, 监控实际支出, 及时识别成本偏差, 提出成本控制策略。

3) 质量控制。结合物联网技术, AI能够实时监控施工质量, 自动检测偏差, 确保工程质量符合标准。

4) 风险管理。AI技术能够识别项目中的潜在风险, 评估风险影响, 自动生成风险缓解措施, 提高项目韧性。

5) 沟通协调。利用自然语言处理技术, AI能够改善项目团队的沟通效率, 自动生成会议记录和工作报告, 促进团队协作; AI技术能够自动化地管理项目文档, 快速检索、分类和存储项目信息, 提高文档处理的效率; AI能够提供数据驱动的决策支持, 通过分析项目数据, 为项目管理者提供科学的

决策依据。

6) 后期运维。AI可预测建筑的运维需求, 辅助制定运维计划, 提高建筑的运行效率和使用寿命。

AI人工智能技术在建筑领域应用尚存在的问题及展望

1. AI技术如何为人赋能

人工智能技术的迅猛发展, 正在深刻改变人们的工作方式和生活方式。AI不仅是一项强大的技术工具, 更是一种赋能人类的重要力量。AI技术如何为人赋能主要包括以下五个方面的内容。

1) 再培训与新岗位。随着AI技术的发展, 劳动力市场正在发生变化。为了适应这一变化, 提供AI技术的相关培训变得至关重要。这不仅帮助人们掌握与AI协作的技能, 而且使他们能够更好地利用AI带来的赋能。此外, AI的普及开拓了新的就业方向, 如AI开发、维护和监管等新兴职业领域, 为人们提供了更广阔的职业发展空间。

2) 强调人和机器协作。AI应被视为辅助人类工作的工具, 而非替代者。设计工作模式时, 应考虑让人和AI各自发挥优势, 相互配合。这种协作模式能够提高工作效率, 并确保人类在决策过程中的主导地位。

3) 培养人类独特能力。尽管AI在某些任务上的表现可能超越人类, 但仍有许多人类特有的能力是AI无法完全替代的, 包括创造力、同理心、批判性思维和跨界思维等能力。重视这些能力的培养, 帮助人们发展那些机器难以复制的技能, 从而在与AI共存的世界中保持竞争力。

4) 伦理和法律规范。随着AI技术的广泛应用, 必须制定完善的伦理和法律规则来指导其发展和应用。这些规则应确保AI技术的应用, 以人的需求和福祉为核心, 而不是对人类社会造成过度冲击。例如, 确保AI系统的决策过程透明、公正, 保护个人隐私, 防止算法歧视等。

5) 调整工作结构。AI技术的发展为重新设计工作岗位和流程提供了可能。企业可以利用AI来自动化重复性高、危险性大的任务, 使员工更多地从事需要智慧和情感投入的工作内容。这不仅能够提



高工作满意度，还能够激发员工的创造力和潜能。

2. AI应用建筑领域与政策法规的适应性

(1) 政策支持与限制

政策法规支持AI技术在建筑行业应用的同时，也对其进行了必要的限制和规范。随着技术的发展和实践的深入，相关的政策法规也在不断完善之中。当前政策法规对AI人工智能在建筑行业应用的支持与限制，主要体现在以下二大方面。

支持方面主要包含四个要素。一是支持技术发展，鼓励人工智能技术的研发和应用，提供资金支持和税收优惠。二是支持创新驱动，政策倾向于将AI作为创新驱动发展战略的核心，推动其在各行各业的应用，包括建筑行业。三是支持人才培养，通过教育政策支持AI在建筑领域应用急需的相关人才的培养，为建筑行业输送专业人才。四是支持多方合作，鼓励产学研合作以及国际合作，鼓励不同部门、研究机构和企业之间的合作，共同推动AI技术在建筑行业的应用，并且在全球化背景下，通过国际合作政策支持跨国界的AI技术交流合作项目。

限制方面主要包括四个要素。一是明确数据安全与隐私保护，随着AI技术的广泛应用，数据安全和数据隐私保护成为政策法规关注的重点，针对数据收集和处理提出了严格要求。二是明确技术标准与规范，建筑行业对安全性和可靠性要求极高，政策法规需要通过制定严格的技术标准和规范来限制AI技术的应用，确保符合国家和行业标准的质量控制要求。三是明确责任归属，政策法规需要明确AI技术在建筑项目中的责任归属，特别是在发生故障或事故时。四是明确市场监管政策，政府通过监管

机构对AI技术在建筑行业的应用进行监管，确保技术应用的合规性，或可能需要制定特定的市场准入程序，以证明其技术的可靠性和安全性。

(2) 政策框架探讨

尽管AI技术在建筑领域的应用已经取得了一定的进展，但在发展过程中仍面临一些挑战，如技术发展的局限性、市场环境、企业部署等方面的短板。完善政策框架主要包括以下八个方面：

一是完善标准体系。制定和完善AI应用建筑领域的相关国家、行业、团体和企业标准，保障AI技术发展及其在建筑领域应用的规范化和标准化。

二是推广典型示范。选择具有代表性的工程项目作为AI应用的试点，通过实践验证相关技术的有效性和可行性，为大规模推广积累经验。

三是推动产学研用协同。鼓励高校、科研机构与企业合作，共同研究AI建筑领域的关键应用，促进技术创新和成果转化，加大知识产权保护；建立专门的AI建筑应用产业创新基地，促进基础研究、技术创新与产业化的协同发展。

四是建立评估机制。依托现有的检测认证资源，对AI建筑领域的关键应用和关键技术的发展与应用水平进行客观评估，及时发现并解决问题。

五是规范市场环境方面。完善有关的法律法规，构建公平竞争的商业市场体系，加强行业自律，规范市场秩序；鼓励企业围绕AI应用建筑领域的关键技术进行研发，深化市场调研，积极布局，解决行业痛点问题。

六是培养复合型人才。促进高校和科研机构加强有关AI建筑领域应用方面的专业学科建设，培养跨专业的复合型人才，并支持科技人才开展原创性研究。

七是提倡产业链协同合作。鼓励AI技术应用单位与研发单位开展合作，建立AI建筑领域的相关企业的合作生态，实现资源互补和价值共创。

八是提倡国际交流合作。加强与国际先进水平的交流与合作，引进吸收先进技术和管理经验，推动中国建筑业向更高质量、更高效率的方向发展。

(3) 可持续发展

与其他行业相比，人工智能在建筑行业的普及程度相当有限，当前AI技术应用的可持续发展体现

在以下五个方面：

1) 行业发展。结合建筑行业的绿色低碳和工业化的可持续发展，AI技术有望帮助建筑行业实现更加环保、高效和智能化的未来。

2) 应用价值。在规划设计阶段特别有益，因为建设项目的成功多取决于对方案、风险和成本的准确预测；

3) 改善流程。利用大数据分析和改善工作流程，减少花在重复性工作上的时间。

4) 低碳减排。随着行业发展，在推动绿色低碳和建筑工业化方面，AI技术能够显著提高建筑能源消耗预测的准确性，这对于实现建筑运营管理中的减排目标至关重要。

5) 智能制造。AI技术能够提高建筑机器人的应用效果，是驱动智能建造发展的关键支撑。因此，AI技术在助力建筑行业实现绿色低碳和建筑工业化方面具有巨大的潜力和广阔的前景。

3. AI技术与跨学科融合

3.1 AI与建筑、工程、管理等学科的交叉融合

人工智能与建筑、工程、管理等学科的交叉融合，推动建筑领域的创新和转型。交叉融合主要体现在以下三个方面：

1) 与BIM技术的融合。BIM与AI技术的融合能够深度挖掘工程数据信息。通过应用遗传算法、推理技术和浅层神经网络等传统AI技术，BIM不仅能够解决多目标优化问题，还能进行搜索、规则检查、事件决策和预测。这些技术应用使得设计方案的选择与检查优化更加智能化，成本管理、施工进度、质量管理、能耗管理、风险与安全等方面，也因AI的加入而变得更加高效和精确。

2) 是与深度神经网络的融合。为解决预测和图像识别问题提供了新的可能性，深度学习技术在图像识别和数据分析方面的强大能力，使得施工安全与风险管理、设施管理等领域能够实现更高水平的自动化和智能化。例如，通过训练深度神经网络模型，可以自动识别施工现场的安全隐患，预测设备故障，从而提前采取措施，减少事故发生风险。

3) 是与工程管理的交叉融合。在项目管理领域，AI可以辅助进行项目规划、资源分配和进度控制，通过机器学习算法优化项目执行过程。通过管

理融合，实现能源的自我管理和优化，提高能源利用效率，提供更加舒适和便捷的环境。

3.2 AI促进建筑业与制造业和信息技术业交叉融合

AI技术正成为建筑业与制造业和信息技术业交叉融合的桥梁。主要体现在以下两个方面：

1) 与制造业融合。建筑业供应链管理是一个关键环节，AI技术可以优化供应链流程，预测材料需求，自动调整库存，减少物流成本。AI技术在制造业的应用已经比较成熟，智能制造系统的引入使得生产过程更加自动化、智能化；AI同样也可用于建筑业自动化设计、机器人施工、智能监测和质量控制，提高建筑过程的效率和安全性。

2) 与信息业融合。信息技术业的发展为建筑业提供海量的数据资源，AI技术能够处理和分析这些数据，帮助企业识别市场趋势，预测项目风险，优化投资决策，实现基于数据的智能管理，为决策者提供洞察和建议。因此，这种跨界融合有助于推动新技术、新材料和新工艺的研发，加速行业创新步伐。通过大构建开放的创新生态系统，AI不仅提升建筑行业的生产力和效率，还有助于实现各行业间共享资源，协同创新。

4. AI技术推动行业人才培养

4.1 利用AI技术培养人才

人工智能技术在建筑行业人才培养方面的应用正日益深入，它不仅改变了传统的教学模式，还为学生提供了更为丰富和高效的学习体验。AI技术在培养建筑行业人才方面的应用，主要体现在以下四个方面：

1) 数字化课程改造。AI技术的应用使得课程内容更加生动和互动，提供个性化的学习路径，根据学习进度和理解能力，调整教学难度和速度。

2) 模拟实训。AI技术使得从设计到施工的全过程模拟实训成为可能，学生可以在模拟环境中测试他们的设计和施工方案，通过实践学习如何应对各种建筑挑战。

3) 跨学科学习。AI技术促进了建筑学与工程学、计算机科学和数据分析等领域的交叉融合，可通过AI工具学习如何将这些领域的知识应用于建筑设计和施工中，培养跨学科思维。

4) 技术前瞻。AI技术可以帮助了解建筑行业的未来趋势和技术发展,通过对行业数据的分析,预测行业发展方向,为职业生涯做好准备,以终身学习能力培养,掌握适应未来建筑行业需求的关键技能。

4.2培养会利用AI技术的人才

随着建筑行业的快速发展和智能化趋势的日益明显,培养能够熟练运用人工智能(AI)技术的建筑行业人才变得尤为关键,主要包括以下三个方面:

一是人才短缺,特别是在智能设计、智能装备与施工、智能运维与管理等专业领域,技术人才的短缺已成为制约行业发展的瓶颈。

二是新增专业,为了应对AI技术挑战,2021年,教育部发布了新版《职业教育专业目录》,其中,特别新增了智能建造技术专业。这一举措标志着教育部门对建筑行业人才需求变化的积极响应,也为建筑行业人才培养指明了新的方向。课程内容结合最新的AI技术和行业实践,使学生能够掌握前沿的知识和技能。

三是培养人才,通过校企合作、实训基地建设等方式,为学生提供实际操作和实践的机会,能够在真实的建筑环境中应用AI技术,增强其解决实际问题的能力,培养AI技术人才。

AI人工智能技术在建筑领域应用的实践案例

(1) 富尔顿市场800号大厦

大厦位于美国芝加哥,采用一系列智能化系统、先进的监测技术、宽敞充足的户外空间,来提升建筑使用者的安全、健康和环境。展示了AI人工智能技术兼顾办公人员身心健康、可持续发展、能源高效利用等三方面的创新应用。

(2) 柏林立方大厦

大厦是位于德国柏林市中心的地标性建筑,是智能数字用户界面整合的新典范,使用者通过“自携设备”方式与建筑进行交互,展示了AI人工智能技术在智能办公建筑中创新应用。

(3) 砖艺迷宫花园

项目位于中国张家口,清华大学一中南置地数字建筑研究中心研发了“机器臂自动砌筑系统”,

将机器臂自动砌砖与3D打印砂浆结合,形成全自动一体化智能建造系统,并在建成了世界上第一座“智能花园”,展示AI人工技术在施工建造中的创新应用。

结束语

AI技术在建筑领域的应用前景广阔,其带来的颠覆性创新成果已经初步显现。从规划设计到施工管理,再到运维优化,AI技术的应用正在不断推动建筑行业的智能化、自动化和绿色化发展。面对技术应用中存在的挑战,如政策法规的适应性、技术标准的完善、人才培养等,需要行业内外的共同努力和智慧。相信随着技术的不断进步和应用的深入,AI技术将为建筑行业带来更加辉煌的未来。EA

参考文献

- [1] Dongjie Wang, Chang-Tien Lu, et al. Towards automated urban planning: when generative and ChatGPT-like AI meets urban Planning[J]. CORR, 2023, abs/2304.03892.
- [2] 杨俊宴,邵典,王桥,等.一种人工智能精细识别城市用地的方法探索——基于建筑形态与业态大数据[J].城市规划,2021(3): 47-57.
- [3] 陈茵,唐旭.全生命周期碳排放视角下数字技术在暖通空调设计运维中的应用[J].暖通空调,2022(10): 55-59.
- [4] 陈金晓.人工智能驱动供应链变革——平台重构、生态重塑与优势重建[J].当代经济管理,2023(5). 50-63.
- [5] 袁烽,张立名,高天轶.面向柔性批量化定制的建筑机器人数字建造未来[J].世界建筑,2021(7): 35-41+127.
- [6] 盖彤彤,于德湖,孙宝娣,等. BIM与人工智能融合应用研究进展[J].建筑科学. 2020, 36(6): 119-126.