

智慧建筑年度报告 2024

AI in AEC

建筑工程领域

AI应用现状与趋势

Smart Future

 友绿智库

前言

2024 年的诺贝尔物理学奖和化学奖颁发给了 AI 领域相关技术应用专家，标志着 AI 技术成为新时代的“发动机”。随着人工智能（AI）技术的迅猛发展，建筑工程领域正逐步实现从传统流程向智能化、自动化和数据驱动型模式的深层转型。从建筑设计的智能生成到施工管理的实时优化，再到建筑运营与维护的预见性维护，AI 技术为整个行业带来了前所未有的效率提升和创新机会。这一转型不仅推动建筑行业朝着更高效、更智能的未来发展，也为建筑业应对日益严峻的能源危机、环保要求和可持续发展目标提供了新路径。

为了促进 AI 技术在建筑工程领域的深度应用和跨专业、跨行业融合，激发创新潜力，支撑行业向高质量发展迈进，Smart Future 联合相关组织、机构、专家共同编制了《智慧建筑发展报告 2024——AI in AEC》。本报告系统梳理了 AI 在建筑工程领域的应用现状、技术进展与未来趋势，同时广泛调研了行业从业者对 AI 技术的理解、接受程度及未来预期，旨在帮助行业相关从业和管理人员更全面地了解 AI 的潜力与挑战，为建筑行业各环节的决策者、参与企业提供实践参考和业务拓展启发，推动建筑行业向智能化、绿色化、低碳化方向发展。

AI 技术日新月异，迭代和创新以天为单位在持续发生，本报告力图为大家展现 AI 在建筑工程领域发展和应用的全貌，但限于技术突破和行业融合仍在急剧变化中，报告内容难免会有不足，我们诚挚的欢迎相关机构、企业、专家以及行业从业人员参与我们的研究和推广，共同加速 AI 技术与建筑工程领域的深度融合。

另，本报告成稿于 2024 年底，因一直想呈现最新的内容导致发布延误至今，这体现了高速发展行业的一个特点，在迅速迭代面前，任何想要抓住发展全貌的总结都会被动落后，但这不会改变我们的初衷，紧跟技术趋势，推动技术落地，提升个人和企业的效率。

2025.2.15

撰写团队

郭振伟 黄俊鹏 程志军 高雪峰 周海珠 孙大明 王新雨 李 果 周 浩 殷明刚 季 亮
卓重贤 李海龙 张智栋 程连军 郭 胜 张 淼 朱安博 陈煜珩 王君瑶 廖飞飞 耿 阳
林常青 赵 娜 袁慕风 李奕辉 肖 俊

指导专家

程大章 同济大学 教授 / 住建部科技委智慧城市专委会 委员
王清勤 中国城市科学研究会 首席技术官
万碧玉 ISO/TC268/SC1/WG4 与 TG2 召集人，国家智慧城市标准委员会总体组副组长，教授
叶利生 中国城市科学研究会 首席信息官
林波荣 清华大学建筑学院 副院长
葛 坚 浙江大学竺可桢学院 常务副院长
刘 刚 天津大学未来技术学院智能建筑专业负责人，教授，博导
黄 宁 中国建筑业协会绿色建造与智能建筑分会 副秘书长
《绿色建造与智能建筑》杂志 执行主编

支持单位

中国城市科学研究会绿色建筑研究中心、中国房地产业协会智慧建筑研究中心、中国房地产业协会技术委员会、友绿智库、中國綠色建築與節能（澳門）協會、中国绿色建筑与碳中和（香港）委员会、中国建筑科学研究院有限公司、上海市建筑科学研究院有限公司、华东建筑设计研究院有限公司、华发人居生活研究院、北京探真致远科技有限公司、城设建筑科技（深圳）有限公司

报告下载与更多内容:



Smart Future 协同平台



友绿智库

合作联系: smart2future@126.com

huangjp@iGreen.org

版权声明

本研究报告版权属于 Smart Future 协同工作平台和友绿智库，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本研究报告文字或者观点的，应注明来源。

本研究报告中陈述观点的解释权均由其作者专属所有。

目 录

1. AI 发展现状和趋势	1
1.1 AI 呼啸而来，你准备好了吗	2
1.2 AI 发展的现状和机遇	4
1.3 怎么学习 AI 的使用	6
1.4 怎么更好的使用 AI	8
1.5 AI 与智慧建筑	11
2. AI 在建筑工程领域的应用	13
2.1 创新建筑设计：提升效率与创意水平	14
2.2 精益施工管理：优化流程与安全管理	22
2.3 智能建筑运维：技术驱动的管理革新	25
2.4 应对挑战：策略与解决方案	30
2.5 落地实践：从通用大模型到垂直领域的应用实例	31
3. AI 创业新锐	35
3.1 AI 技术应用实践——华发珠海湾住宅项目	36
3.2 AI 运维应用实践——招商局蛇口工业区控股股份有限公司	41
3.3 AI 建筑数据集成——毕埃慕（上海）建筑数据	43
3.4 AI 绿色低碳应用——麦瑞哲（杭州）低碳科技有限公司	48
3.5 AI 低碳管理——友绿碳云建筑全生命周期碳管理平台	50
4. 年度智慧建筑项目	52
4.1 年度智慧建筑——南京长江都市智慧总部	53

4.2 年度智慧空间——德勤书院	54
4.3 年度智慧系统——华润南京置地中心智慧城市项目	55
4.4 其他入围项目	56
5. 使用和认知调研	58
5.1 AI 在建筑工程领域的应用现状调研：主要发现	59
5.2 从业者的背景特征	60
5.3 建筑的数字化成熟度	61
5.4 AI 的认知和当前的应用情况	62
5.5 建筑从业者对 AI 的看法	63
5.6 AI 对职业的影响	64
5.7 AI 在建筑工程领域各环节的应用	66

1. AI 发展现状和趋势

“人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的基础性和战略性技术，正成为发展新质生产力的重要引擎，加速和实体经济深度融合，全面赋能新型工业化，深刻改变工业生产模式和经济发展形态，将对加快建设制造强国、网络强国和数字中国发挥重要的支撑作用。”

——《国家人工智能产业综合标准化体系建设指南（2024 版）》

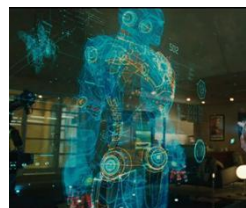
1.1 AI 呼啸而来，你准备好了吗

我们正处于一个以技术飞速发展特征的时代。在科学研究的历史中，经历了几次重要的范式转变：从经验试错，到理论推演（如爱因斯坦的理论突破），再到实验室实验、计算模型、大数据推理，如今逐步进入了人工智能（AI）自动推理的新时代。作为一种强大的颠覆性工具，AI 的发展掀起了第三次浪潮，使数字化转型加速并深入到人们生活和社会的各个层面。

什么是人工智能（AI）

随着 ChatGPT 的问世和 2024 年诺贝尔奖的关注，AI 成为了备受瞩目的热点话题。在电影、文学作品中，AI 被描绘为一种能替代人类、超越常规认知的存在。从“机器人”到“智能助手”、从自动驾驶到智能家居，AI 的应用已渗透进生活的方方面面。

深究 AI 的内涵，是指通过算法和数据的结合，使机器具备学习、推理、解决问题和感知的能力，最终实现模拟人类思维和决策过程的技术。简而言之，AI 就像是大脑功能的翻版，它模仿大脑如何通过神经元之间的连接和信号频率传递来处理信息，让机器具备自我学习和优化的能力。



贾维斯（钢铁侠）



ChatGPT 智能助手



无人驾驶汽车



智能家居

人工智能的核心技术

目前来看，AI 技术领域的核心技术主要包括机器学习、深度学习、自然语言处理、计算机视觉、强化学习等，通过这些技术，AI 在认知、感知、决策等方面表现出了出色的能力。

- 机器学习（Machine Learning, ML）：机器学习是一种使计算机通过数据进行自动学习并逐步改进自身表现的技术。机器学习不依赖传统的编程，而是通过分析大量数据来发现规律并作出预测和决策。
- 深度学习（Deep Learning, DL）：深度学习是机器学习的一个分支，利用多层神经网络模型模拟人脑神经网络进行学习。深度学习在图像处理、语音识别、自然语言处理等领域取得了革命性的突破。
- 自然语言处理（Natural Language Processing, NLP）：自然语言处理使计算机能够理解、生成和与人类语言互动，广泛应用于智能助手、翻译系统等领域。
- 计算机视觉（Computer Vision, CV）：计算机视觉使计算机能够像人类一样理解图像或视频内容，包括物体识别、图像分类、图像生成等技术。
- 强化学习（Reinforcement Learning, RL）：强化学习是一种机器学习方法，使计算机通过与环境互动、试错的方式优化决策，广泛应用于自动驾驶、智能机器人等领域。

强化学习的价值，在 DeepSeek R1 发布后，再次获得了重视。预训练和监督微调相当于给模型提供正确答案用来模仿，大量训练后模型就学会照猫画虎了，强化学习则是让模型自己去完成任务，只告诉它结果是对还是不对，如果对就多这么干，如果不对就少这么干（奖励函数）。OpenAI 发现强化学习可以让模型产生接近人类思考的效果，也就是 CoT（思维链），它会在解题步骤出错时回到上一步尝试新办法，这些都不是人类研究员教出来的，而是模型涌现出来的能力，DeepSeek R1 采用新方法、低成本的复现了这一「顿悟时刻」。

人工智能的发展历程

人工智能（Artificial Intelligence, AI）的发展可以追溯到哲学和科学思想的起源，从试图理解人类智能的本质，到构建能够模拟这种智能的系统，人工智能的发展经历了以下重要阶段：

① 哲学与数学思想的启蒙（前 20 世纪）

人工智能的思想起源可以追溯到哲学家和数学家的工作，例如亚里士多德提出的逻辑推理框架和笛卡尔的理性主义思想。这些早期探索为人工智能奠定了基础，特别是在描述世界和推理问题的形式化方法上。

② 现代逻辑与计算理论的诞生（20 世纪初）

- Hilbert 计划（1900 年）：Hilbert 提出数学形式化和严格公理化的目标，推动了数理逻辑的发展。
- Godel 不完全性定理（1931 年）：Godel 证明在复杂公理系统中存在不可证明的真命题，为推理的数学描述设立了边界。
- 图灵机的提出（1936 年）：Alan Turing 通过提出通用图灵机，定义了“计算”的概念，为现代计算机科学奠定了理论基础。

③ 人工智能的正式提出与早期探索（20 世纪中期）

- AI 的诞生（1956 年）：在达特茅斯会议上，John McCarthy 首次提出“人工智能”这一术语，标志着 AI 作为独立学科的正式确立。
- 早期成果：上世纪 50-60 年代，研究者开发了逻辑理论家程序（Logic Theorist）和通用问题求解器（General Problem Solver），试图用规则和符号模拟人类推理。

④ 规则系统与知识驱动的 AI（20 世纪 70-80 年代）

这一时期，研究重点从通用推理转向专门领域。专家系统成为 AI 的核心技术，例如用于医疗诊断的 MYCIN。尽管规则系统在某些领域取得成功，但其无法处理复杂、不确定的场景。

⑤ AI 的冬天与深度学习的萌芽（20 世纪 80 年代末-90 年代）

由于计算能力和数据的限制，以及对 AI 能力的过度宣传，研究热情降温，被称为“AI 的冬天”。与此同时，神经网络的基本理论得到发展，Hinton 等人提出了多层感知机和反向传播算法，为深度学习的兴起埋下伏笔。

⑥ 数据驱动 AI 与深度学习的崛起（2000 年至今）

- 数据与算力的突破：进入 21 世纪，互联网和大数据的爆发式增长，以及计算能力（GPU 等）的显著提升，使得 AI 得以进入“深度学习”时代。
- 突破性成果：深度学习在语音识别、图像识别（如 AlexNet）和自然语言处理（如 Transformer 模型）中取得了巨大成功。AI 在围棋、自动驾驶等领域也展现了超人类能力（如 AlphaGo）。
- 通用 AI 模型：最近几年，大规模语言模型（如 GPT 系列）进一步推动了 AI 的发展，使其能够处理更广泛、更复杂的任务，接近通用人工智能的目标。
- 成本的降低：DeepSeek R1 大模型的发布，验证了通过改进算法，大幅减少计算资源消耗，简化了部署和维护、使用成本，并且其开源的特性将极大的加速技术迭代和应用普及。

1.2 AI 发展的现状和机遇

AI 正在以前所未有的速度重塑我们的世界。它不仅是技术创新的核心驱动力，也是推动社会进步和经济增长的关键引擎。从优化医疗诊断到提高生产效率，从支持个性化教育到应对全球气候挑战，AI 的潜力正在逐步显现。无论是从国家竞争力的提升，还是解决复杂社会问题的需求来看，发展 AI 已成为全球各界的共识。

AI 可以做什么？

1. 自然语言处理 (NLP)

文本生成: GPT-3, GPT-4, BERT、DeepSeek

机器翻译: Google Translate, DeepL

情感分析: VADER, TextBlob

语音识别: Google Speech-to-Text, Whisper (OpenAI)

聊天机器人: ChatGPT, Microsoft Bot Framework

2. 计算机视觉 (CV)

图像识别: ResNet, Inception, EfficientNet

目标检测: YOLO (You Only Look Once), Faster R-CNN

人脸识别: FaceNet, DeepFace

图像生成: DALL-E, Stable Diffusion

视频分析: OpenCV, DeepLab

3. 语音处理

语音合成: WaveNet, Tacotron

语音助手: Amazon Alexa, Google Assistant, Apple Siri

语音情感分析: EmoVoice, OpenSMILE

4. 推荐系统

个性化推荐: Collaborative Filtering, Matrix Factorization

内容推荐: DeepFM, Wide & Deep Learning

电商推荐: Amazon Personalize, Netflix Recommendation System

5. 自动驾驶

路径规划: A* Algorithm, Dijkstra's Algorithm

物体检测: YOLO, SSD (Single Shot MultiBox Detector)

车道检测: LaneNet, SCNN (Spatial CNN)

自动驾驶系统: Tesla Autopilot, Waymo

6. 医疗健康

疾病诊断: IBM Watson Health, Google DeepMind Health

医学影像分析: CheXpert, DeepLesion

药物发现: Atomwise, Insilico Medicine

健康监测: Apple Health, Fitbit

7. 金融科技

风险评估: ZestFinance, Kabbage

欺诈检测: SAS Fraud Detection, Feedzai

算法交易: QuantConnect, Alpaca

信用评分: FICO Score, Credit Karma

8. 游戏 AI

游戏智能体: AlphaGo, OpenAI Five

游戏内容生成: Procedural Content Generation (PCG)

游戏测试: Game Testing AI, Automated Playtesting

9. 机器人技术

工业机器人: ABB, KUKA

服务机器人: Pepper, ASIMO

无人机: DJI, Skydio

10. 教育

个性化学习: Knewton, DreamBox

智能辅导系统: Carnegie Learning, Squirrel AI

自动评分: Gradescope, Turnitin

11. 艺术与创作

音乐生成: Jukedeck, Amper Music

艺术创作: DeepArt, Runway ML

写作辅助: Grammarly, ProWritingAid

12. 环境与能源

气候预测: DeepMind Weather, IBM GRAF

能源管理: Google DeepMind Energy, Autogrid

环境监测: Planet Labs, Descartes Labs

——使用 Deepseek 生成并整理

目前，AI 在科学领域正在逐步走向主流，进入传统行业的核心环节。可以预见，随着 AI 的进一步发展，未来 AI 技术与传统学科的跨界融合将催生出更加丰富的应用场景，推动技术与知识的边界不断延展，为科学研究和产业发展带来巨大的可能性和广阔前景。

AI 发展的现状和机遇



AI 上升国家战略

随着十四五规划将 AI 列为前沿科技领域的最高优先级，必将推动中国的 AI 产业迎来新一轮的大发展。国家也积极培育科技型成长型 AI 企业，加强对科技创新创业的服务支持。《新一代人工智能发展规划》到 2030 年人工智能理论、技术和应用要达到世界领先水平，建成全球 AI 创新中心。布局建设 20 个左右试验区，形成一批 AI 与经济社会发展深度融合的典型模式，进而推广应用。



资本市场活跃

《2024 世界人工智能法治蓝皮书》报告显示，2023 年中国 AI 核心产业的规模达到了 5784 亿元，同比增长了 13.9%。在投融资方面，去年的投融资事件数量为 815 起，融资总额达到了 2631 亿元。截至 2023 年 12 月 14 日，中国 AI 行业总计有 10110 起投资事件发生，总计融资金额达 37762 亿元人民币。此外，互联网巨头纷纷布局 AI 市场，通过对外投资、收购相关产业，完善产业链布局。



AI 开源环境

开源算法框架有效集成 AI 核心能力，大大缩短 AI 应用部署时间。通过利用开源算法框架，可以快速获得技术迁移能力，加速产品落地。此外，AI 开放平台省去研发和硬件上的巨额开销，是提供智能化服务的重要载体。云平台作为基础领域里的集大成者，可以对算法中的庞大数据处理进行速度上的优化，可以让框架搭载在其之上实现互通等平台之外难以实现的操作。



通用模型加速融合

2017 年，谷歌团队提出了 Transformer 架构，促进了通用模型的发展。通用模型的出现打破了不同信息处理的壁垒，这是 AI 智能水平提升过程中里程碑式的突破。进入通用模型时代，AI 有逐步演化为一项通用目的技术的趋势，产业融合潜力得以挖掘。正如历史上的蒸汽、电力等，AI 将成为具有普遍性的、催生次级创新的、持续改进的新时代的“能源”，加速与产业的融合。

1.3 怎么学习 AI 的使用

■ AI 的核心作用与未来普及

AI 的核心作用可以用两个字概括：**提效**。作为一项高效工具，AI 正逐步融入工作和生活的各个方面。例如，生成式 AI 不仅有望颠覆传统的搜索引擎功能，替代百度、谷歌等，还在自动化办公、图像生成和智能客服等领域展现出强大潜力，为人们提供更便捷的解决方案。

随着技术的不断发展，AI 不再是专业人士的专属工具，而将成为每个人都能接触并利用的**日常助手**。然而，要真正实现这一目标，关键在于普及 AI 教育，让人们不仅能够理解 AI 的应用价值，还能在实际场景中灵活运用它。

■ AI 教育：从国家战略到实践路径

AI 的普及已经上升为国家战略。中国教育部发布的《关于加强中小学人工智能教育的通知》明确指出，到 2030 年，要在中小学全面普及人工智能教育，形成系统的教学体系：

- 小学低年级：注重感知和体验，激发兴趣。
- 小学高年级及初中：强调技术理解和实际应用能力。
- 高中阶段：聚焦于项目创作和探索前沿技术应用。

为确保这一目标落地，各地学校被鼓励与 AI 企业、高校、研究机构及行业协会合作，共同开发人工智能教育课程和教学案例。同时，倡导基于任务式、项目式、问题式的教学方法，帮助学生掌握用 AI 解决实际问题的能力。这种自下而上的教育模式，不仅为 AI 技术普及奠定了基础，也有助于从小培养学生的创新能力和技术素养，为未来技术应用打下扎实根基。

■ 专注使用 AI：掌握方法比掌握原理更重要

正如电气时代的内燃机普及，普通人不需要精通发动机的工作原理，但需要学会驾驶汽车，并思考新技术如何改变生活与工作。AI 亦是如此。与其深入了解 AI 的复杂原理，**不如学会如何高效使用它。**

ChatGPT 应用示例：

提问：

“我想学习使用 AI，请推荐初学者友好的在线课程和书籍。”

回答：

在线课程推荐：

[Coursera – AI For Everyone by Andrew Ng](#)

简介：面向没有编程或 AI 背景的人群，介绍 AI 的基本概念、应用场景，以及如何在业务中利用 AI。

学习时长：4 周，每周 2-3 小时。

推荐理由：课程通俗易懂，强调实践应用而非技术细节。

[Udemy – Artificial Intelligence for Beginners](#)

简介：通过简单的例子讲解 AI 的基本原理，包括机器学习和神经网络。

学习时长：约 5 小时。

推荐理由：适合零基础入门，课程讲解轻松有趣，适合初学者。

[Google's Machine Learning Crash Course](#)

简介：覆盖 AI 和机器学习的基础知识，包含交互式案例和实践练习。

学习时长：约 15 小时。

推荐理由：课程由 Google 提供，资源权威，适合快速入门。

书籍推荐：

[《人工智能：未来已来》\(AI Superpowers\) by Kai-Fu Lee](#)

简介：探讨 AI 如何影响未来的社会与经济，内容通俗易懂且富有启发性。

“你不会因为 AI 而失业，你会因为会使用 AI 的人而失掉工作。”

如果你不参与 AI，积极进取，那你就做错了。你不会因为 AI 而失业，你会因为会使用 AI 的人而失掉工作。你的公司不是因为 AI 而倒闭，你的公司要倒闭了，因为另一家公司使用 AI。这是毫无疑问的，所以你必须参与进来。

——黄仁勋 英伟达创始人

01 了解 AI 能做什么

- 日常生活：语音助手、智能翻译、图像处理等。
- 工作效率：数据分析、内容创作、任务自动化等。
- 创意表达：图片生成、文字生成、音乐创作等。

易用 AI 工具：

Deepseek



ChatGPT



Qwen



02 从易用工具入手

许多 AI 工具已经简化了操作流程，无需编程基础：

- 生成文字：ChatGPT、Notion AI、Writesonic、Kimi。
- 生成图像：Canva、DALL-E、Runway。
- 数据处理：Excel 中的 AI 插件、Power BI 中的 AI 功能。

MidJourney

生成式人工智能图像模型



03 学习基础概念，理解核心逻辑

虽然不需要精通，但简单了解以下概念有助于更好地使用 AI：

- 机器学习：AI 通过大量数据学习规律。
- 自然语言处理：AI 理解和生成人类语言的能力。
- 模型训练：AI 是通过数据不断优化的。

Kimi

Moonshot AI 开发的国产人工智能语言模型



04 主动实践，常用场景

- 让 AI 生成日常文案或写作大纲。
- 用 AI 优化照片或设计海报。
- 使用 AI 工具分析表格数据。

文心一言

百度开发的国产人工智能语言模型



05 利用 AI 辅助学习

问问题：用 ChatGPT 快速获取科普性回答。

练习技能：用 AI 生成题目或提供练习素材。

梳理知识：让 AI 生成学习大纲或知识图谱。

Microsoft AI

AI 与常用办公工具的集成

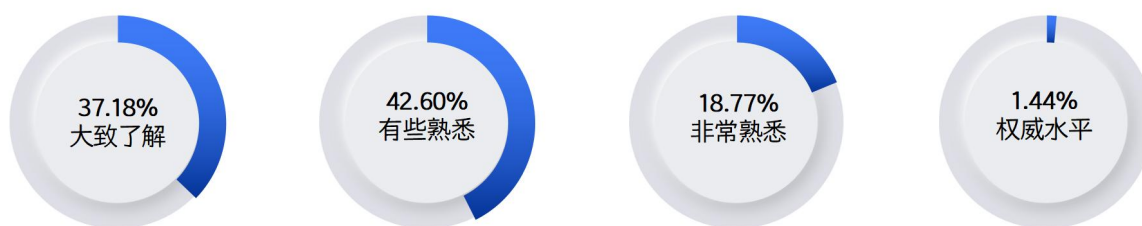


未来，面对 AI 技术的飞速发展，每个人都需要以开放的心态探索它的应用潜力，理解 AI 如何助力效率提升、优化决策以及改变生产方式。关键在于从需求出发，找到适合自身的 AI 工具，并不断尝试和实践，以便在这个技术驱动的时代中占得先机。

1.4 怎么更好的使用 AI

AI 正在从技术前沿逐步走向日常生活，其深远影响已初现端倪。要真正抓住 AI 带来的机遇，我们需要思考的不仅是“AI 能做什么”，更是“我们如何更好地使用 AI”。这既是技术普及的关键，也是未来社会发展的方向。

您对“人工智能”（AI）的了解程度？



- ❖ 79.78%的参与者表示他们对 AI 有一定了解，主要集中在“有些熟悉”和“大致了解”这两个选项。其中 42.6% 的参与者表示“有些熟悉”，而 18.77% 的参与者对 AI 有较为深入的理解。调研结果显示，从业者整体知识掌握较为基础，对于如何良好运用 AI 仍然是未解之题。

挖掘 AI 的潜在功能

- 跨领域整合，结合不同领域的 AI 工具，例如将图像生成与文字生成结合，创作多媒体内容。

提高使用效率

- 优化输入：学会通过精准提问或输入更多细节，获取更准确的 AI 输出。例如，运用 AI 语言模型时使用清晰的问题结构和具体背景描述。
- 批量化处理：探索 AI 在自动化和批量化任务中的潜力，例如批量生成报告模板、批量处理图片优化等。

培养 AI 思维

- 将 AI 视为“工具箱”，在遇到问题时思考哪些工具可以协助解决。

考虑 AI 的局限性

- AI 并非万能，结果可能受到输入数据质量或模型能力的限制，需要有判断结果的能力。

提问的原则：**(1) 明确目标**

明确你的需求是什么：告诉 AI 你需要什么样的答案。

不明确的提问：“帮我写点东西。”

明确的提问：“帮我写一篇关于‘AI 如何提高工作效率’的 800 字文章，分为三个部分：理论基础、实践应用、未来展望。”

(2) 提供上下文

为问题提供背景信息，让 AI 理解你的需求

不清晰：“解释一下这个数据。”

清晰：“我正在分析一份销售数据，数据的字段包括时间、销售额和地区。请帮我总结过去三个月的趋势。”

(3) 避免含糊的描述

使用具体的语言，减少歧义：

含糊：“帮我优化一下。”

具体：“帮我将这段文字改成适合正式商业邮件的语气。”

提问后如何优化与跟进：**(1) 提供反馈**

在 AI 回答后，如果不满意，可以通过反馈让 AI 调整输出：

“这部分内容过于学术化，请用更通俗的语言表达。”

“这个回答太简略了，可以补充具体案例吗？”

(2) 分步提问

如果问题复杂，可以分步提出：

示例：

步骤 1：“什么是 AI 的自然语言处理？”

步骤 2：“自然语言处理有哪些应用？请详细描述三个案例。”

(3) 避免超出 AI 能力范围

如果问题涉及专业判断或主观决策，明确说明 AI 的角色：

示例：

“基于以下数据分析趋势，但不需要给出医学诊断。”

善用行业大模型：提升 AI 应用的关键

行业大模型的崛起成为了提升 AI 应用效果的关键因素。行业大模型是指在特定行业领域内，通过大规模数据训练和深度学习算法，建立的专门化人工智能模型。这些模型结合了行业知识与大数据的优势，能够在特定场景中提供更加精准和高效的解决方案。善用行业大模型不仅能够为企业带来技术优势，也能够推动行业的创新发展。

行业大模型的优势：**深度专业化**

通常基于行业特定的数据 and 需求，能够深入理解行业内的复杂关系和潜在模式。

高效和精准化

相比传统的通用模型，行业大模型能够更好地捕捉行业特有的规律和动态，从而为企业提供高效、精确的支持。

促进创新与变革

能够支持更多复杂场景的应用，如自动化生产、智能客服、个性化推荐等。它们不仅能够提高现有业务流程的效率，还能够带来新的商业模式和服务形式。



来自教育领域的 AI 实践：CivilGPT

CivilGPT 是由同济大学自主研发的知识大模型，集合了海量专业数据和前沿人工智能技术，具备强大的文本处理、知识解读和智能推理能力。目前，CivilGPT 已通过国家网信办备案，成为全国教育系统首个完成生成式人工智能服务备案的大模型。

CivilGPT 融合了土木、建筑、规划、交通、测绘、环境、力学、材料、机械、经管十个学科的专业知识，能够提供全面且精准的知识服务，覆盖广泛的应用场景。除此之外，还与医学院合作推出了 MediMind 医学问答助手，为用户提供专业、准确的医学知识解答，进一步拓展其在各行业的应用。



来自 AI 通识教育的实践：北京市人工智能通识教育平台

北京市人工智能通识教育平台是一个旨在推动市属公办高校人工智能教育普及和提升的综合性教育项目。项目由北京市教委主导，从 2024 年秋季学期开始，在市属公办高校中全面推广，覆盖了近五万名大一新生。课程体系包括“通识基础”、“算法原理”、“前沿拓展”和“实践实训”四个模块，提供了理工版、管文版和艺体版三个通用版本。分别针对不同层次的学生需求进行设计（采用 tongyi.ai 整理）。



1.5 AI 与智慧建筑

AI 大模型的发展将显著推动智慧建筑的全面升级，并已在设计、建造到运维的全生命周期中逐步形成完整的 AI 智慧应用体系。

一、AI 大模型如何推动智慧建筑全流程应用

1. 设计阶段：智能化与定制化

智能设计生成：AI 通过分析历史设计数据、环境参数（如气候、地形）及用户需求，自动生成优化方案。例如，深圳的“未来之窗”项目利用 AI 算法快速生成兼顾美学与实用性的设计，并评估环境影响和经济效益。

BIM 与 AI 融合：建筑信息模型（BIM）结合 AI 语义识别技术，实现设计数据的知识化存储与复用，提升设计精度并减少重复劳动。例如，Autodesk 的 Revit 平台通过 AI 增强 BIM 功能，支持设计师快速迭代方案。

2. 建造阶段：精准化与自动化

施工管理与资源优化：AI 通过实时监控施工数据（如进度、设备状态）预测风险，动态调整资源分配。卡塔尔世界杯场馆建设中，AI 系统结合无人机监控，优化施工计划并提升安全性。

机器人施工：AI 驱动的自动化设备（如砌砖机器人、3D 打印设备）逐步替代人工，提高施工效率。陕建物流集团的“灵镜”AI 大模型在供应链管理中优化建材调度，降低成本。

3. 运维阶段：预测性与自适应

预测性维护：AI 通过 IoT 传感器实时监测建筑状态（如能耗、设备故障），提前预警并规划维护策略。纽约的“智慧摩天楼”利用 AI 调节室内环境，响应租户偏好并预测设施问题。

能源与资源优化：AI 分析多源数据（如能耗、人流）动态调整空调、照明等系统，降低建筑碳排放。例如，AI 驱动的智慧建筑可将能源效率提升 30% 以上。

二、实践案例与技术突破

数据融合与建筑大脑：通过整合 BIM、GIS 和 IoT 数据，构建“建筑大脑”平台，支持多目标决策（如能耗优化、安全监控）。北京建筑大学团队提出基于知识图谱的智能决策系统，解决建筑运维中的复杂问题。

全生命周期管理：AI 覆盖建筑从设计到拆除的全周期，例如山东浪潮的专利技术优化大模型推理效率，推动建筑供应链智能化。

三、挑战与未来趋势

当前挑战：

1. 数据孤岛与标准化：建筑数据分散于不同系统，缺乏统一语义标准和实时更新机制。
2. 技术成熟度：AI 在复杂场景（如多物理场预测）中的应用仍需突破算法瓶颈。
3. 成本与普及：高端 AI 技术（如自主机器人）成本较高，中小型项目普及率有限。

未来趋势：

1. 全链条智能化：AI 将贯穿建筑全生命周期，形成“设计-建造-运维-再生”闭环管理。

2. 绿色化与个性化: AI 进一步优化绿色建筑方案, 同时支持高度定制化设计 (如基于用户健康数据的空间规划)。
3. 人机协同: AI 与人类专家结合, 形成“智能+智慧”的混合决策模式, 提升复杂问题处理能力。

AI 大模型正在重塑建筑行业, 从设计优化、施工自动化到运维智能化均展现出巨大潜力。尽管面临数据整合与技术成熟度等挑战, 但通过技术迭代与政策支持 (如“双碳”目标驱动), AI 驱动的全流程智慧建筑应用已初具雏形, 并有望在未来 5-10 年成为行业主流。

(文字由 DeepSeek R1 生成后进行编辑处理)



2. AI 在建筑工程领域的应用

在建筑工程领域，人工智能的应用正逐步从理论探索转向实际应用，释放出前所未有的潜力与价值。本章节将深入探讨 AI 在建筑工程领域的广泛应用，涵盖建筑设计的优化、施工管理的精细化以及建筑运维的智能化。通过具体的案例，我们将揭示 AI 如何提升设计效率与创意水平、提升施工效率与安全管理，以及如何通过自动化系统提高能源利用效率并降低维护成本。这些应用不仅增强了建筑项目的经济效益和可持续性，也提升了居住者的生活品质和安全保障，为建筑行业的创新与发展注入新动力。

此外，本章节还将讨论如何根据建筑行业的独特需求定制和训练 AI 模型，以及在这一过程中可能遭遇的挑战和相应的解决策略。通过深入探讨 AI 的实际应用和模型训练过程，本章节致力于为读者呈现一个全面的视角，以理解 AI 在建筑领域的巨大潜力和实践路径，以及如何克服挑战，让 AI 在建筑领域发挥最大的效益。

2.1 创新建筑设计：提升效率与创意水平

2.2 精益施工管理：优化流程与安全管理

2.3 智能建筑运维：技术驱动的管理革新

2.4 应对挑战：策略与解决方案

2.5 落地实践：从通用大模型到垂直领域的应用实例

2.1 创新建筑设计：提升效率与创意水平

AI 在建筑设计领域的应用日益广泛，为传统设计方法带来了革命性的变革。AI 能够快速生成创新设计概念，通过算法辅助城市规划决策、优化建筑设计方案，并精准预测建筑性能，显著提升设计效率与创意水平。参数化设计以及遗传算法优化设计等手段在提高设计效率和准确性方面发挥着重要作用。此外，计算机视觉、大数据等技术使工程设计图纸的自动识别与解析成为现实，进一步推动了设计行业的智能化发展。



图 2-1 建筑意向风格（图片由豆包 AI 生成）

方案生成

借助生成式对抗网络（GAN）等 AI 模型，建筑设计领域迎来了前所未有的创意激发新模式。这些技术通过迅速生成多样化的设计概念，为建筑师提供了丰富的创作灵感，极大地拓宽了设计思路。在项目初期，AI 的高效探索与评估能力助力建筑师快速筛选和优化设计方案，显著提升了设计过程的效率与创新性。结合地理信息系统（GIS）与机器学习技术，AI 能够深入分析建筑场地的环境特征，为建筑设计提供科学依据，帮助建筑师在规划阶段就充分考虑环境因素，从而实现建筑与环境和谐共生的设计理念。通过 AI 工具，建筑师可以快速生成设计原型，并实时可视化修改，大大加速了设计迭代过程，使得设计方案更加灵活多变，能够更好地适应用户需求的变化。此外，AI 能够深入挖掘和分析用户行为，并通过数据及社交媒体的反馈，精确捕捉用户的偏好和需求。基于这些精准的需求分析，建筑师可以设计出更符合市场需求和用户喜好的建筑作品，为项目的顺利进行打下坚实的基础。因此，AI 在建筑设计领域的应用不仅提高了设计的效率和质量，还促进了建筑、环境与用户之间的和谐共生。

■ 案例 1：MoosasQA 与 Chat2Plan—绿色建筑设计决策问答与方案生成

在绿色建筑设计决策领域，由于决策过程的繁复与极高的学习、修正成本，建筑空间信息、性能模拟数据之间的

衔接交互是最为重要的挑战。生成式人工智能的快速发展为绿色建筑设计和决策提供了全新的技术路径，尤其是大语言模型（LLMs）在设计辅助与知识问答中的应用，正推动建筑领域向智能化、数据驱动的方向迈进。作为强大的自然语言处理工具，大语言模型不仅能够快速解析和整合庞大的建筑相关数据和文献，还可以通过语义理解与生成能力，为设计师提供高效、可靠的决策支持。随着大语言模型的技术发展，在大模型中引入图像、3d 模型和结构化信息等多模态数据也成为可能。例如，设计师在规划绿色建筑方案时，可以通过与模型对话获取关于节能技术、可再生能源利用、建筑材料碳排放等领域的精准建议，从而优化设计方案，提高资源利用效率。此外，大语言模型可以构建多模态数据之间的“语法结构”，可以在用户输入模糊指令的情形下，通过函数调用来精准匹配操作。结合建筑信息建模（BIM）和环境模拟工具，生成式人工智能能够在绿色建筑设计全过程中提供多维度支持，帮助实现低碳高效的建筑设计目标。

绿色建筑决策问答平台 MoosasQA 基于大模型和大规模数据挖掘方法，构建了 1204 个全球 LEED 评级认证绿色建筑案例查询库与 38 万词大型绿色建筑知识数据库。通过运用大语言模型检索增强技术、思维链技术和函数调用技术，解决了大语言模型在数据推理等问题上出现幻觉的问题，不仅可以准确识别和处理 epw/idf 等 CAE 领域数据文件并完成可视化，也可以根据相关数据信息进行案例和标准文件查询，用户峰值访问量在 200/小时，对于绿色建筑效率的提升满意率达到 96%。

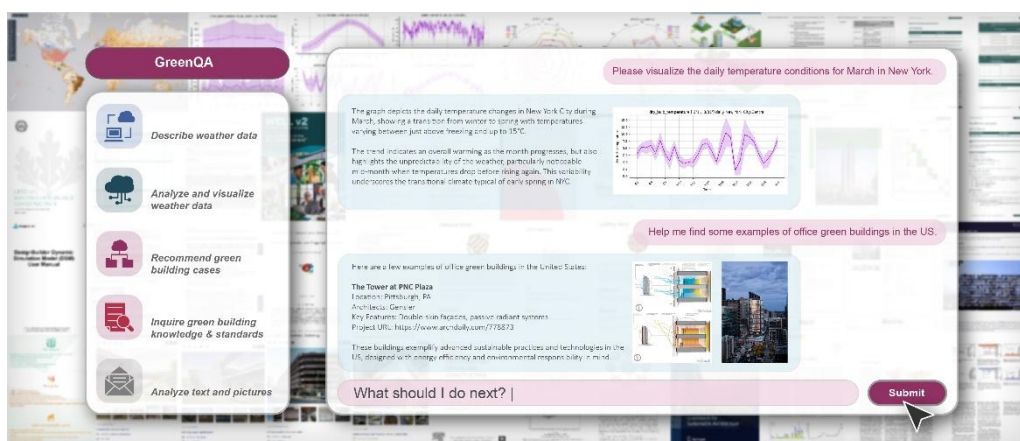


图 2-2 MoosasQA 绿建问答平台（清华大学建筑学院提供）

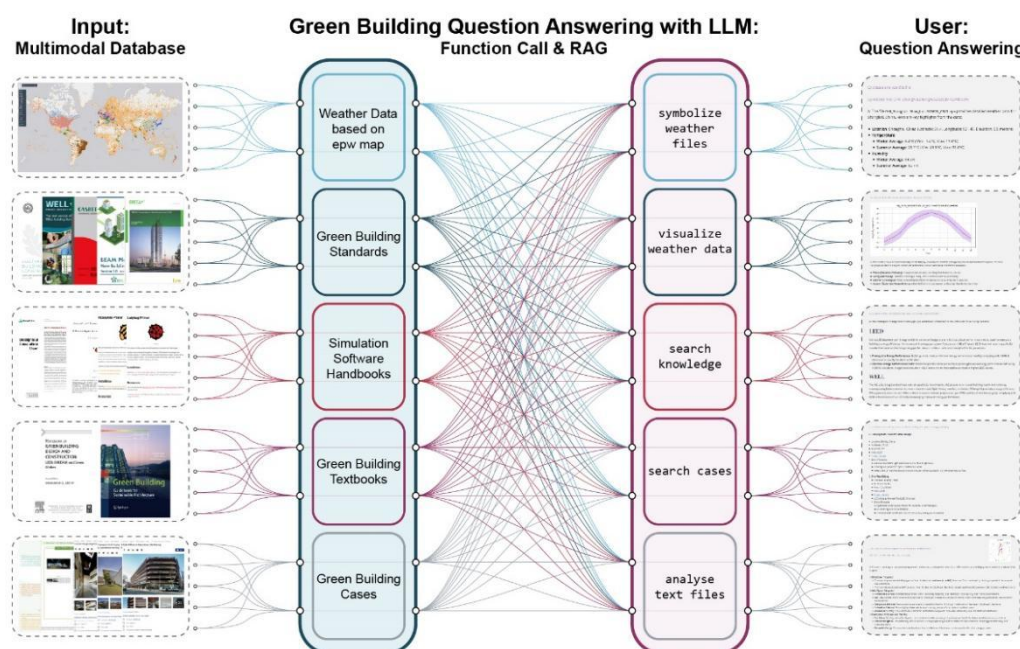


图 2-3 MoosasQA 技术概念图（清华大学建筑学院提供）

在建筑设计智能生成方面，基于大语言模型智能体框架，结合大语言模型对自然语言的理解与推理能力和建筑设计的专业需求，提出了住宅平面图设计工具 Chat2Plan，根据空间信息与用户需求文字作为输入自动生成建筑平面图。通过将复杂的建筑设计流程拆解为若干可管理的子任务模块，将用户需求理解与分步骤设计决策交给大语言模型智能体，并采用先列出多元约束条件再用遗传算法求解器求解的两步结构，解决了大语言模型无法直接完成复杂建筑设计任务的问题和传统深度学习模型无法满足用户个性化需求的问题。在不同难度的设计任务中，Chat2Plan 表现出强大的理解与推理能力和个性化设计能力，证实了其作为建筑设计辅助工具的潜力。

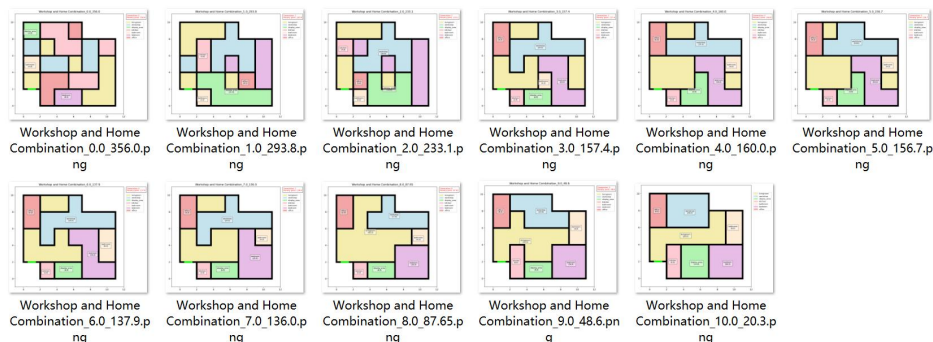


图 2-4 Chat2Plan 生成平面图结果（清华大学建筑学院提供）

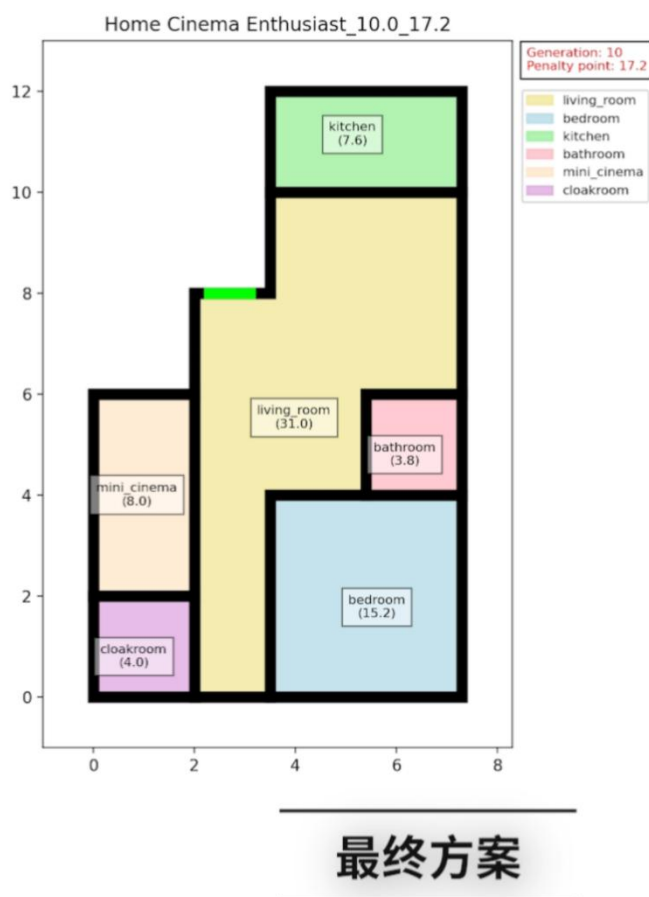


图 2-5 方案迭代效果（清华大学建筑学院提供）

设计模拟和优化

在空间布局优化方面，AI 能够在充分满足性能要求与约束条件的前提下，提高空间布局与整体设计的效率，提升用户舒适性。在建筑性能模拟与节能优化领域，AI 结合计算流体动力学和热力学模型等先进的模拟工具，精准预测建筑的热效应、通风效果以及能耗情况，通过对各种能源系统效能的深入分析，AI 能够协助设计师优化设计方案，打造出更加节能且舒适的建筑。在材料选择与技术经济优化环节，AI 凭借对材料属性和设计参数的深刻理解，能够智能推荐最适合的材料和技术经济方案，进而提升建筑的性能、经济性和可持续性。此外，AI 还具备自动化参数调整的能力，能够根据设计目标和约束条件，自动调整设计中的各项参数，确保设计方案既符合实际需求又具备高度可行性。

■ 案例 2：小库 AI 云

小库 AI 云是由深圳小库科技有限公司开发的一款建筑产业 AI 应用工具，旨在为建筑设计、建造、管理等环节提供数智化赋能。该产品基于自研的建筑数字化新底层模式 ABC（AI-driven BIM on Cloud 智能云模），融合了人工智能、大数据和智能显示等多种先进技术，包含三大核心模块：灵感生成、模型训练和共创共享，可以覆盖建筑、室内等泛建筑领域需求。

小库 AI 云深入分析了传统建筑设计所需的 24 个业务流程步骤，将其核心内容提炼并重构为 6 个业务模块，这些模块以 AI 系统和云端架构为基础，构建了一套全新的建筑设计 AIGC（AI Generated Content）业务流程：调（数据调用与 AI 识别）、做（全 AI 生成与人机协作生成）、改（人工可改与 AI 优化）、核（数据校验与 AI 审查）、协（云端多人协同与业务管理）、出（自动输出更多格式- 3D 模型/2D 图纸/图像/PPT/Excel 等）。实现了建筑规划、单体设计、构件生成等不同深度的建筑业务需求，从分析、设计、审查，再到协同与输出，逐步覆盖了建筑业务所需的广度和深度需求。

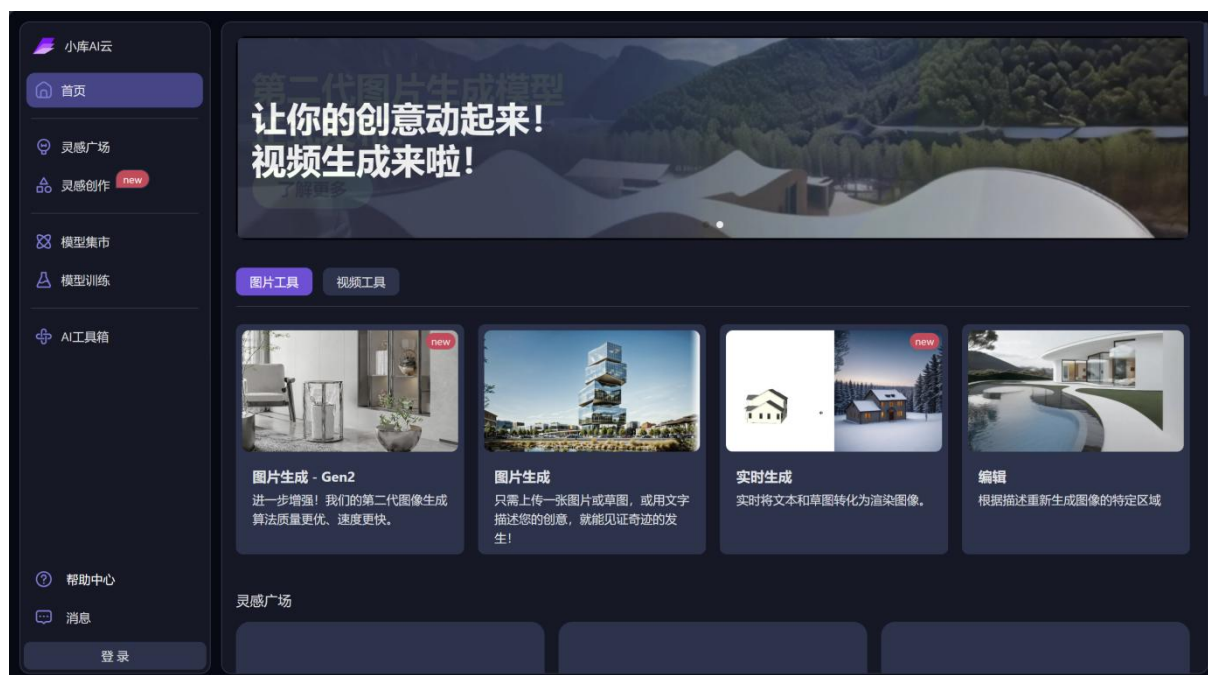


图 2-6 小库 AI 云(小库科技网站)

■ 案例 3：绿色建筑与低碳建筑知识库

上海市建筑科学研究院有限公司创建于 1958 年，是一家为城市建设、管理和运营提供技术服务与系统服务的科技型企业，企业以技术研发和技术服务为主营业务，多年的企业运行积累了大量的建筑领域的专业知识，该企业的绿色低碳板块采用了 AI 的大语言模型，以数百份技术报告进行了模型训练，建立了绿色建筑与低碳建筑知识库。在知识密集型的科技型企业中，通过该知识库提供权限合理、分发高效的内部知识共享，对科技研发、撰写报告、制作讲义产生了显著助力。



图 2-7 绿色建筑与低碳建筑知识库（上海市建筑科学研究院有限公司提供）

“上海市建筑碳排放智慧监管平台”于 2023 年年中启动升级工作，依托海量实际数据，采用 AI 分析模型，计划到 2030 年，实现对 1.5 亿 m^2 公共建筑的碳排放实时监测分析的目标。



图 2-8 上海市建筑领域碳排放智慧监管平台（上海市建筑科学研究院有限公司提供）

■ 案例 4：品览筑绘通

品览筑绘通（AlphaDraw）是由品览科技自主研发的一款 AI 赋能的多人实时协同工程设计工具。它主要面向设计师，支持在线进行工程设计、产出符合标准的图纸与模型、多人实时编辑与评审，并搭载 AI 智能算法，以自动深化模型，内嵌规范要求 and 智能审查，实现施工图提效。

核心技术包括：

1.品览云 CAD：便捷的设计工具，可以创建建筑、结构与机电构件，并直接得到二三维联动的平剖面图纸与模型。支持便捷生成视图、图纸与模型，交付物符合国内交图审查标准，并达到专业图纸深度。从前期设计到深化，所有专业的设计师基于同一模型实时协作，高效联动，解决文件版本管理问题。

2.AI 识图：利用 AI 识图技术，自动进行构件识别、空间识别与合规性审查，拥有超过人工的质量与效率优势。它可以自动识别楼梯间轮廓，并根据空间关系自动组成楼梯筒，利用 AI 技术识别二维图纸，快速生成建筑模型，节省设计时间，提高工作效率。

3.AI 画图：AI 画图算法不断学习优化，自动排布楼梯、绘制各专业施工图纸，在符合设计标准的同时节省大量时间。它智能生成楼梯布局方案，能满足绝大多数楼梯间排布场景，支持多种方案比选。



图 2-9 品览科技 AI 产品体系（品览科技提供）

■ 案例 5：十方智能辅助设计平台

十方智能辅助设计平台融合了云计算与机器学习技术，是一个为设计师打造的高效智能工具。通过集成智能调研、方案生成、分析、出图和运维等多种功能，辅助提高设计师的工作效率并激发创造力。此外，平台利用大数据分析和算法，提供城市空间量化分析和风格推演，进一步优化了城市空间的规划与设计过程。

五大产品：

- ✧ 十方 DEEPUD：基于机器学习和大数据分析的智能设计软件，通过自建的全球城市空间数据库，能够进行形态智能推演，支持多种规划场景的三维布局方案生成，提供智能空间量化分析、城市环境仿真智能模拟，以及一键生成总图和分析图，并能快速进行智能三维建模，提高城市规划和建筑设计的效率和创新性。
- ✧ 十方 DEEPCITY：依托于公开和内部数据的智能分析软件，能够对城市进行人口、经济、交通等 18 大类 60 多个项目的深入分析，并通过 POI 数据和大模型技术，实现对任意区域或 15 分钟社区生活圈的生活品质智能评估，覆盖居住、教育、医疗等 12 个关键维度，帮助用户了解和评估城市特性。
- ✧ 十方 DEEPPSD：专为大尺度场景出图定制的 SD 工具，没有复杂的操作界面，不需要自己部署或训练各种底模或 LORA，不需要测试各种出图效果，只要选择一个场景类型和风格模板，根据项目修改和补充一些内容关键词，就可以实现一键渲染出图。
- ✧ 十方 DEEPDATA：包含全球建筑三维体量模型、道路、水系、POI、地形地貌等数据，并通过城市空间计算和量化分析、大数据分析等智能能力，提升设计师的城市认知和分析能力。
- ✧ 十方 EEEWORK：为设计师和设计公司定制的知识管理平台，通过超级文件夹、知识图谱搜索和专辑系统等创新技术，使得设计企业能以较低成本构建自己的企业级知识管理和设计辅助系统。

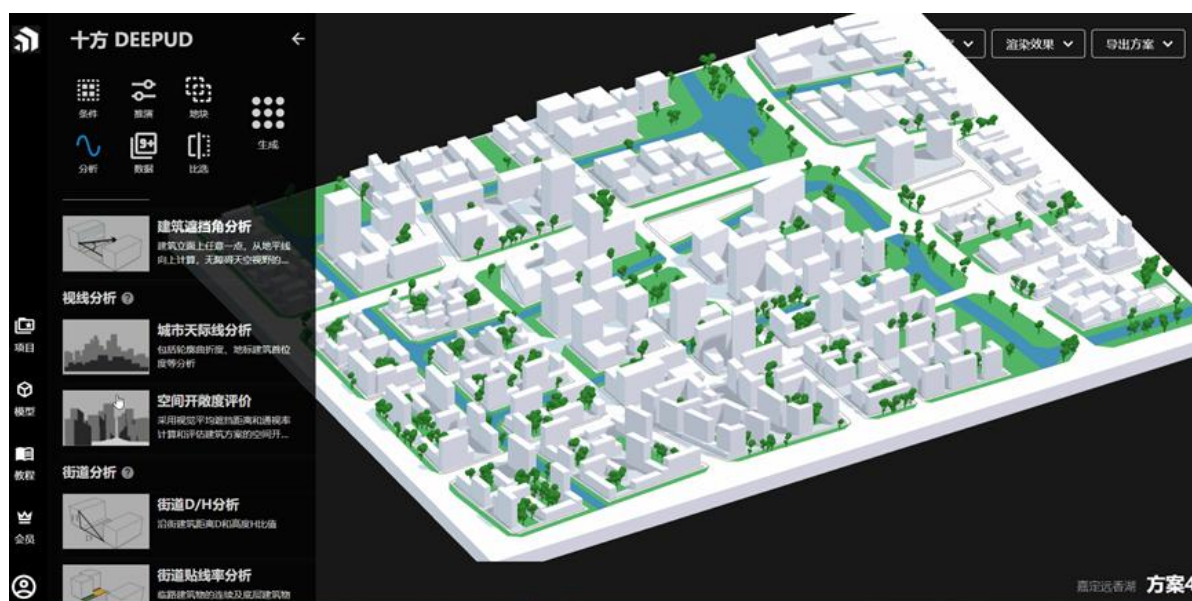


图 2-10 十方智能 DEEPUD（上海同济城市规划设计研究院提供）

■ 案例 6：万翼图纸大模型

万翼图纸大模型是由万翼科技基于华为云盘古大模型开发，旨在提升建筑行业设计、施工和运营全生命周期的效率。万翼图纸大模型的整套能力，已经在设计、审图、图纸管理协作等业务场景中得以落地应用，用户通过智能助手与图纸进行自然语言交互，只需一句话就能快速获取所需的图纸信息，例如查找某张图纸、询问某个数据或查找关联信息。在智能审图方面，万翼 AI 审图实现将非结构化的设计图纸转化为结构化的建筑构造描述，从而实现自动化的规范审查，没有特殊制图要求，也无需改变用户习惯，显著提高了工作效率和准确性。

基于万翼图纸大模型，万翼科技推出智能 BIM 设计平台，集 BIM 正向设计、自由造型参数化和方案智能生成于一身，实现二维和三维设计的一体化，确保图纸、模型和数据实时联动更新，辅助提升设计效率。

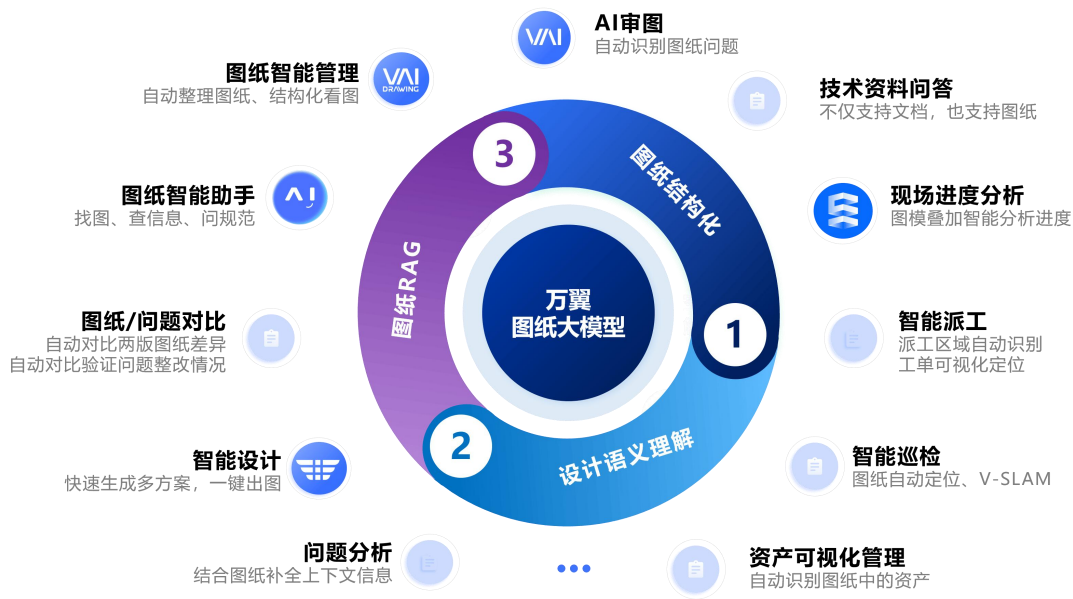


图 2-11 万翼图纸大模型（万翼科技提供）

2.2 精益施工管理：优化流程与安全管理

AI 在施工管理的各个维度都发挥着关键作用。在施工方案制定中，能够基于海量历史数据和实时现场信息，生成最优化的施工计划。在进度管理方面，通过实时数据分析和预测，能够精准识别潜在的延误风险，并提供相应的优化建议。此外还涵盖质量管理、安全管理、物资管理、设备管理、智能建造等众多场景。

施工方案制定

工程图纸和 BIM 模型是施工进度管理的基石。工程图纸详细记录了建筑项目的设计信息，而 BIM 模型则提供了一个包含几何、物理属性和时间信息的全面项目视图。利用 AI 模型能够自动识别和提取关键信息，包括工序部位、构件尺寸、结构信息、材料清单、施工顺序和工程量等。这些数据经过清洗以确保准确性和一致性后，被整合到统一数据库中，为进度管理提供支持。基于这些数据，AI 模型能够生成初步的施工进度计划，包括关键路径、里程碑以及资源分配。

工程进度管理

通过机器学习算法对历史施工数据进行分析，并结合实时的进度追踪以及未来的资源规划，构建出高度精确的进度预测模型。这些模型不仅考虑时间因素，还能融入天气、供应链稳定性等外部变量，确保预测的全面性和准确性。一旦实际进度偏离预定轨道，AI 系统自动触发预警机制，迅速分析偏差原因，并智能推荐调整方案，如人员重新调配、任务优先级调整等，辅助项目经理迅速决策，确保项目按时交付。

在资源管理方面，AI 算法分析施工进度计划和实际完成情况，智能预测未来资源需求，提前进行资源优化配置，减少资源冲突和闲置浪费。同时，智能调度算法结合施工现场实时状态数据，对人员、机械设备等进行动态优化配置，可以提高生产效率。

质量控制

通过图像识别和深度学习技术，能够自动识别施工中的常见缺陷，如裂缝、空鼓、位移和保护层不足等，实现早期发现和预警，减少人工检查的疏漏和错误。此外，AI 算法还能持续跟踪和评估施工质量，确保工程质量符合预期标准。在智慧工地建设中，结合物联网（IoT）、高清摄像头和智能传感器等设备，可以实时采集现场质量数据，基于计算机视觉的智能算法可以对施工现场图像和视频数据进行语义分割和目标检测，并通过大数据分析和机器学习算法建立质量预测模型，提前预判和预警关键工序和材料的质量。基于 BIM 和机器视觉的智能质量检查系统，融合了三维激光扫描和深度学习技术，能够全过程、全方位、高精度地对建筑构件进行缺陷检测和质量评估，显著提高工程质量。

智能建造

智能建造技术正将建筑业的设计、生产、施工和管理等环节推向信息化和智能化的新高度，引领着建筑行业的新一轮革命。这些技术不仅提高了建造过程的效率和质量，还通过 AI 技术的融合，彻底改变了传统的建造模式。AI 的核心进步体现在自动化执行项目任务和预测潜在风险上。AI 驱动的建设机器人，例如自动物料运输车和砌砖机器人，已经在智能建造领域获得越来越广泛的应用。这些机器人通过减少劳动密集型任务，降低了传统建筑行业的风险。同时，无人机技术也在这一领域扮演着关键角色，通过实时航拍建筑工程进度、采集图像，监控并识别施工中的潜在安全风险，提高了建筑项目管理的效率和安全性。

■ 案例 1：上海建工“云工大模型”

上海建工四建集团自研的人工智能产品服务平台——“云工大模型产品服务平台”以 MaaS 系统“云工大模型”为底座，具备大模型泛化性能强与小模型专业性能强的双重优势，服务内容涵盖了知识问答、施工计算、施工图纸、施工方案、施工监测、配比分析、损伤监测、材料点数等，旨在为用户提供全面而专业的建筑行业解决方案。

<p>云工·答 (AI+知识问答)</p> <p>Construction-GPT PRO 版, 拥有施工规范、施工工艺、公式检索等 8 个模块 70 个小项功能, 官方正版知识来源, 能够理解、生成 8000 字符的内容, 回答响应速度达到毫秒级, 准确率达到 98%。</p>	<p>云工·算 (AI+施工计算)</p> <p>施工智算平台是施工计算大模型产品, 涵盖钢结构工程、混凝土工程、脚手架工程等 3000 余项常见施工计算内容。</p>	<p>云工·图 (AI+施工图纸)</p> <p>Construction-CAD 是面向建筑施工的智能 CAD 插件, 具备图纸拆分、图纸叠合、落地脚手布置、清水砖墙排版等 50 项智能操作功能。</p>	<p>云工·案 (AI+施工方案)</p> <p>施工方案智能生成云平台是基于人工智能的施工方案生成软件, 能够自动编撰完成施工方案。</p>
<p>云工·测 (AI+施工监测)</p> <p>视觉 AI 变形监测设备专注于解决复杂结构施工变形监测难的问题, 可实现 24 小时全过程无人化监测。</p>	<p>云工·配 (AI+配比分析)</p> <p>水磨石/水刷石配比分析产品是基于人工智能的历史建筑材料配比分析产品, 颠覆了传统人工多次重复试配小样的配比获取方式。</p>	<p>云工·检 (AI+损伤检测)</p> <p>“损伤云识别”小程序专注于风化、泛碱、绿植覆盖 3 类清水墙典型损伤查勘。</p>	<p>云工·数 (AI+材料点数)</p> <p>“钢筋/钢管云点数”小程序已正式上线 3 年时间, 累计点数 5000 万根, 注册用户 3 万人, 服务工程 2600 项。</p>

■ 案例 2：广联达 AI 大模型 AecGPT 及 AI 开放平台

广联达推出的 AI 大模型 AecGPT，全面覆盖了建筑行业的七个关键领域：规划、设计、交易、成本、施工、运维和综合管理，同时涉及 20 个细分的专业知识领域。AecGPT 具备三大核心能力：自动化处理重复性工作、基于数据洞察的分析与决策、以及理解并生成专业内容。该模型拥有 320 亿参数量，并经过亿级 Tokens 的行业知识增强，不仅继承了开源基础模型的强大能力，还整合了数十万份高质量的行业数据。依托于广联达行业 AI 开放平台这一一站式 AI 原生应用开发平台，AecGPT 能够实现软件产品和应用的 AI 化升级。

广联达提出“All in AI”战略，依托建筑行业 AI 大模型和行业 AI 平台，利用 AI 技术推动建筑全生命周期软件产品重构，助力工程项目的精细化管理，推动建筑行业数字化的深入发展。



图 2-12 广联达 AI 大模型主要功能（广联达网站）

■ 案例 3: OpenSpace

OpenSpace 是一个领先的人工智能现实捕捉和分析平台,它正在改变建筑工地的记录和分析方式。只需将 360 度摄像头安装到安全帽上并走动工地, OpenSpace 就会自动捕捉整个项目的全面视觉记录。该平台的计算机视觉技术将捕获的图像映射到项目计划中,从而创建完全可导航的建筑工地数字孪生。它的一大特点是能够充当“视觉时光机”。项目利益相关者可以在施工的任何阶段虚拟访问现场的任何地点,使他们能够跟踪进度、发现问题并简化沟通。平台的 AI 功能提供了宝贵的见解和分析,使团队能够做出数据驱动的决策并提高整体项目效率。

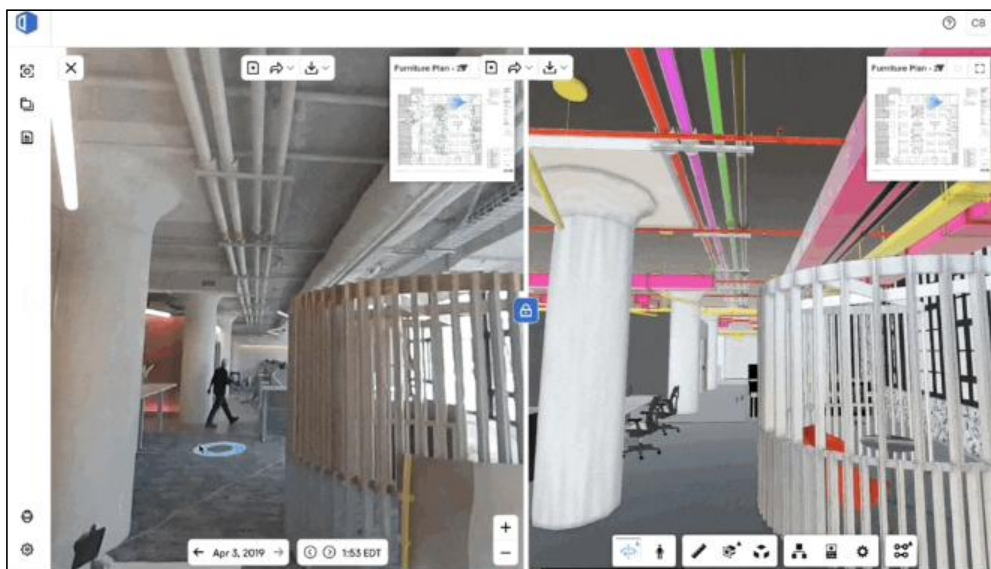


图 2-13 OpenSpace 实景施工现场与 BIM 设计图比对演示 (OpenSpace 微信)

■ 案例 4: ALICE Technologies

ALICE Technologies (人工智能建筑工程) 成立于 2015 年,利用生成算法和人工智能快速生成和评估数百万个施工计划选项。通过提取 3D 模型并应用一组规则和约束, ALICE 可以确定最佳项目进度、资源组合和任务顺序,以提高效率和盈利能力。ALICE 提供了一个“施工模拟器”,让项目团队可以探索各种场景并做出数据驱动的决策。用户可以修改起重机数量、工作人员规模或材料交付日期等参数,并立即看到对项目进度和成本的影响。

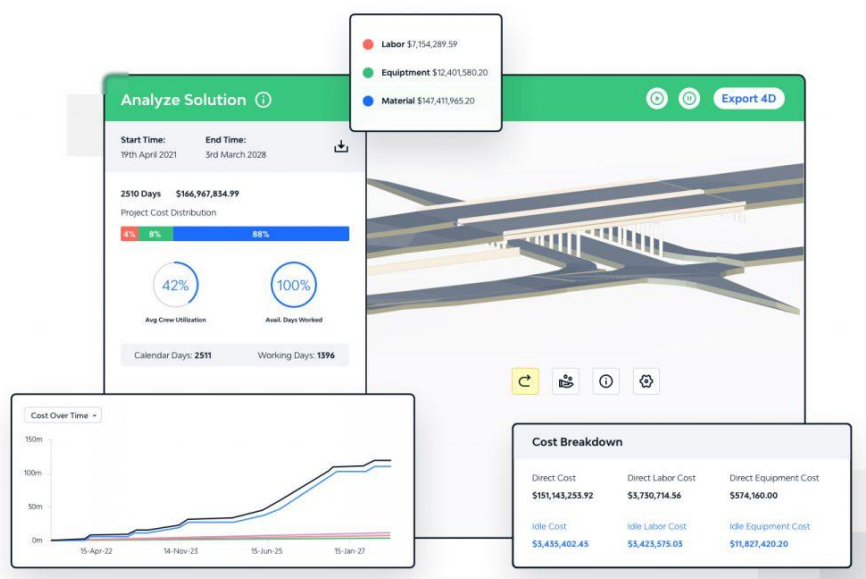


图 2-14 ALICE Technologies 施工方案分析 (ALICE Technologies 网站)

2.3 智能建筑运维：技术驱动的管理革新

在建筑运营和维护阶段，AI 技术能应用于能源管理、设施维护、智慧社区、城市综合监管等多个场景。人工智能技术与物联网、大数据分析等技术的融合，为建筑运维管理赋能升级，实现了建筑全生命周期的智慧化管理。在建筑性能监测诊断方面，利用结构健康监测传感器实时采集建筑物结构应变、振动、位移等性能参数，通过机器学习算法分析建筑结构的安全性、耐久性，及早发现病损和性能退化问题。在建筑能耗分析方面，人工智能技术能够对建筑的节能性、舒适性进行智能评估和优化，提供节能改造决策方案，同时提高建筑整体能效。在设备设施管理方面，人工智能可应用于关键设备的预测性维护和故障诊断，通过大数据分析掌握设备的健康状态，提前预判设备的剩余寿命和故障风险，制定最优检修策略。

建筑能源管理

传统建筑能源管理系统虽然能够一定程度上帮助控制能耗，但在实际操作中往往面临数据处理能力不足、难以实时调整策略等问题。因此，引入 AI 技术来提升建筑能源管理系统的智能化管理水平变得尤为重要。

通过收集历史能耗数据，结合天气预报等外部信息，利用机器学习算法预测未来一段时间内的能耗趋势。基于这些预测结果和实时监测到的能耗数据，系统可以自动调整空调、照明等设备的运行状态，以实现节能目标。系统还可以分析用户的使用习惯，提供个性化的节能建议，鼓励用户参与节能减排活动。同时，考虑到电价波动和政府补贴等因素，可以制定出最优的能源使用计划，以降低运营成本。具体实施时，通过在建筑内安装各类传感器（如温度传感器、湿度传感器等），收集建筑物内各项环境参数及能耗数据，利用深度学习、强化学习等先进技术建立能耗预测模型及优化模型。将上述模型集成到现有的建筑能源管理系统中，形成一个闭环控制系统，根据系统运行过程中收集到的新数据不断迭代优化模型，提升系统性能。

设备运维管理

传统建筑运维效率低下，成本高昂，且难以满足现代建筑运维的需求。AI 技术的出现为这些问题提供了解决方案。AI 技术能够通过预测和分析设备的运行状态，提前安排维护和修理，从而延长设备使用寿命，增强其可靠性和耐久性。AI 能够根据预设的规则和算法自动生成运维脚本、配置信息和文档，实现运维工作的自动化，这不仅显著提升了运维效率，还降低了人工成本。通过对大量运维数据的深入分析，AI 能够识别异常情况，预测潜在故障，并提供相应的解决方案，帮助运维人员快速定位问题，提高故障处理效率，确保建筑设施的稳定运行。此外，AI 技术还能实现更智能的人机交互，对设备进行智能化提升，自动排查故障，并执行预测性维护。这些措施不仅能够延长设备的使用寿命，还能有效降低维修成本。

智能客服系统

AIGC 技术为建筑行业提供了一种新型的客户服务解决方案。这种智能客服系统能够通过自然语言处理（NLP）技术与客户进行交互，实现 24 小时不间断服务，快速响应客户需求，从而提高客户满意度。AIGC 技术可以接入客户大数据系统，实时掌握客户的最新信息，通过分析客户的历史数据和偏好生成个性化方案，为客户推荐最适合的建筑运维服务和产品，提高服务的针对性和有效性。

此外，AIGC 技术还可以用于快速生成虚拟营业厅和数字人的 3D 模型，为客户提供更加直观、生动的服务体验。数字人可以作为虚拟客服，与客户进行实时对话，提供个性化的建筑运维咨询和服务。这种技术的应用不仅提升了客户服务的效率，还增强了用户体验，使得智能客服系统成为建筑行业客户服务的重要工具。

■ 案例 1：建研查微

“建研查微”是中国建筑科学研究院在人工智能领域的最新科研成果，其核心价值在于将先进的知识图谱技术与前沿的生成式大模型相结合，为建筑行业提供了一套全新的自动故障诊断智能框架。这款工具能够高效地整合并分析海量的建筑运行数据，并通过智能化的算法模型快速准确地识别出建筑系统中显性及隐性的风险和故障，提供风险评估、故障诊断、根因推理、解决建议等全过程专家服务，为建筑的维护、保养和安全管理提供强有力的技术支撑。与传统运维模式相比，提高故障及风险识别能力 50% 以上，相同工作减少人力配置 1/3 以上。系统支持云/边端部署和跨平台应用，方便灵活。

构建的核心技术有：（1）元知识 MetaKnowledge：内置元知识库囊括建筑机电系统常见故障。（2）知识图谱：首次将 Neo4j 图数据库应用于故障诊断关联查询和关系构建。（3）智能匹配：自动识别关键词，一天内快速匹配，支撑批量部署。（4）机器推理：内置前置规则和推理引擎，实现了逻辑间的嵌套诊断。（5）生成式大模型：首次应用生成式大模型到故障诊断领域，提示词工程实现低成本高准确性诊断。

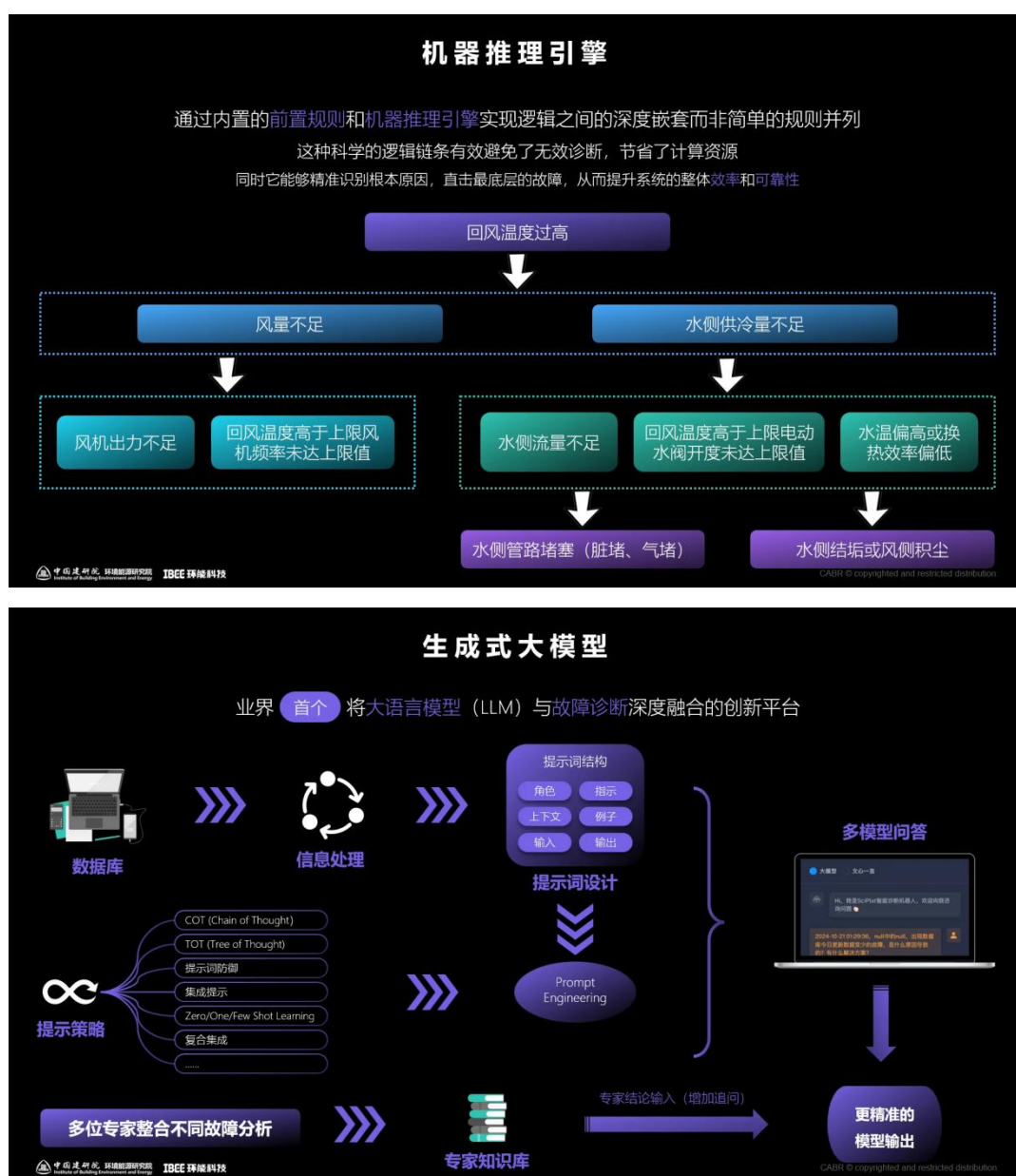


图 2-15 建研查微核心技术解析（中国建研院环境能源研究院提供）

■ 案例 2：合景悠活-物业智能客服大模型

合景悠活-物业智能客服大模型是合景悠活与腾讯云合作的成果，旨在通过前沿技术提升物业服务的数字化和智能化水平。基于腾讯通用大模型底座，结合腾讯云的算力系统，对物业行业语料、行业法规、客户语料、业务数据等进行训练，打造自动聚合的工单系统，实现大模型的能力跨越。

采用“1+i”超级管家服务模式，其中“1”代表真人资深管家，通过走动式服务提升客户感知；“i”代表数字管家，作为数字孪生助手，高效识别并处理大量客户服务需求，完成内部信息的对接和流转。这种模式下，真人管家和数字管家将各自发挥优势，实现服务过程中的信息共享，而集成指挥中心则承担起服务质量监控和品质保障的职责，确保 24 小时全天候为客户提供高质量的服务。通过重构数字触点，物业服务行业将迎来服务重生，真正解放一线员工，提升对客服务质量。

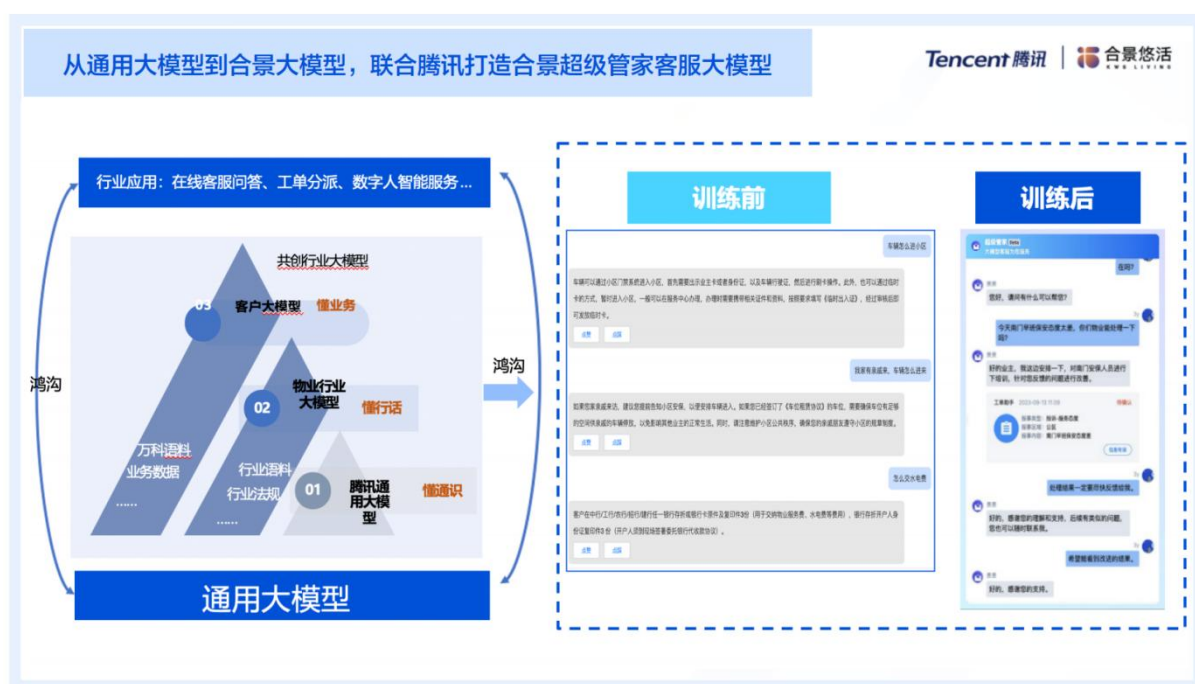


图 2-16 合景超级客服管家（合景悠活控股提供）

■ 案例 3：强化学习赋能高效机房管理

运维阶段对于实现高效机房目标至关重要，可以采用机器学习算法对机房的运行数据进行分析，实时推送控制策略和运行参数，实现精细化运维。利用高精度传感器和可靠的算法软件，执行设计阶段制定的高效机房控制策略，以实现全自动运维、无人值守和自动优化。在这一过程中，选择优秀的算法至关重要，尤其是通过强化学习不断优化控制策略。这使得人工智能能够感知系统数据，并根据当前状态和策略选择最优动作执行，从而确保高效机房的能效目标得以实现。通过这种精细化管理，高能效的运行不仅成为可能，而且能够持续优化，实现能源利用的最大化。

在冷却水泵和冷却塔的优化方面，摒弃传统的固定供回水温差方法，转而采用机器学习算法，根据当前负荷和气候条件，对比历史运行数据或标准模型，选择最优的水泵运行台数和频率控制策略。直接以冷却侧的性能系数（COP）为目标进行优化，避免因传感器精度或设定值不理想导致的系统 COP 偏低问题。通过持续的自主强化学习，预计可实现 COP 最优，提升节能效果 5~10%。

在冷机群组控制优化方面，不再仅仅在定出水温度下实现冷机台数的最优控制，而是通过强化学习，叠加考虑室内舒适度和系统能效，同步优化冷机台数控制和出水温度控制。直接以室内舒适度和系统 COP 为目标进行优化，确保在保证室内舒适度的同时，采用系统效率最优的运行策略。这样的全流程精细化管理，不仅提升了能效，也为建筑行业的可持续发展提供了强有力的技术支持。



图 2-17 高效机房运行优化平台（网络收集）

■ 案例 4：AI 赋能虚拟电厂

建筑作为电力消费的重要载体，其用电行为和需求的变化直接影响着电力系统的供需平衡；

借助 AI 算法和即时通讯技术，虚拟电厂通过聚合和优化分布式能源资源（包括建筑内的可调节负荷），实现对电力系统的灵活调度和响应，从而提高电力系统的稳定性和经济性。

AI 技术能够实时分析预测电力需求和发电能力，提供精准的电力价格趋势预测，为制定申报计划、交易策略和调控策略提供了关键依据。此外，AI 赋能的虚拟电厂能够有效参与需求侧响应，通过智能化的负荷调节方式实现“削峰填谷”，解决尖峰负荷供应不足和低谷时段消纳难的问题。相较于传统电厂，虚拟电厂具备成本轻量化的巨大优势，它无需建设庞大且昂贵的发电机组，而是利用众多个体组成的海量资源构建其“虚拟发电机组”，显著降低了用电及基础设施的投资成本。

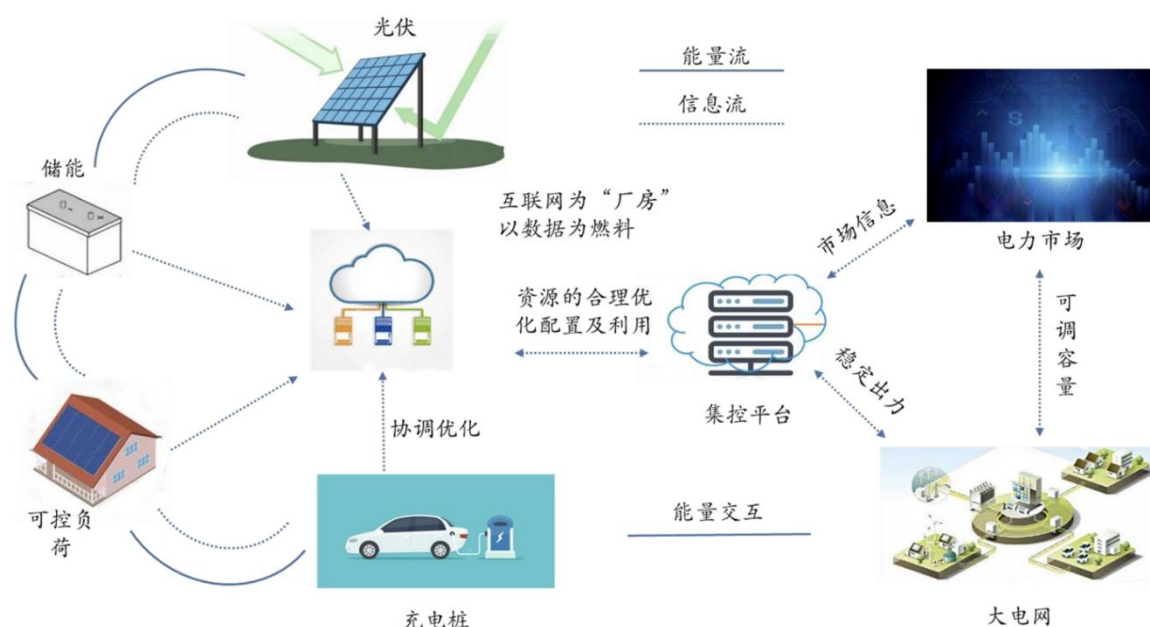


图 2-18 虚拟电厂示意图（网络收集）

2.4 应对挑战：策略与解决方案

ChatGPT 基于 Transformer 模型，更适用于文本处理，这一特性使其在自然语言处理（NLP）领域展现出了卓越的能力。而建筑领域涉及到的数据类型众多，所需要的神经网络模型更为繁杂，不能简单从 ChatGPT 去移植。如图片、文本以及特殊类别的数据比如时间序列等，对应则可能需要 CNN、transformer、LSTM 等模型去搭建神经网络，设计图中还含有高维数据，这种情况下需要使用 Autoencoder 去将数据降维并提取特征，而在绘制设计图、施工图等的时候，需要应用到 GAN 去生成新图像。

AI 模型在实际应用中可能需要多次迭代和优化，以适应不断变化的设计需求和行业标准。需要持续收集反馈，不断调整和优化模型，以提高模型的准确性和适用性。在这个过程中需要大量的高质量数据来训练 AI 模型，但这些数据可能难以获取，或者存在数据不完整、不准确的问题。建筑项目往往具有独特性，每个项目的数据都可能有所不同，这增加了数据收集的难度。同时，由于建筑数据的复杂性，如结构、材料、环境等多方面的因素交织在一起，使得数据清洗和预处理变得更加困难。

为了解决这些问题，建筑工程领域需要采取一系列措施来提高数据的质量和可用性。首先，需要建立统一的数据标准和规范，确保数据的准确性和一致性。其次，可以利用传感器、物联网等技术手段来收集建筑过程中的实时数据，提高数据的完整性和准确性。此外，还可以采用数据增强、数据合成等方法来扩展数据集的规模和多样性，以满足 AI 模型训练的需求。同时，建筑工程领域的从业者也需要加强对 AI 技术的了解和掌握，以便更好地利用这些技术来提高工作效率和质量。

除此之外，AI 模型需要理解建筑行业的专业术语、规范和语义，这要求模型进行特定领域的训练和优化，可以使用特殊模态的数据和算法进行训练，或者通过基础大模型以 Embedding 等方式外挂知识库来解决。AI 建筑行业需要具备跨学科知识的人才，而目前这类人才相对短缺，制约了行业的发展。AI 模型在建筑行业的应用需要与人类专家紧密合作，建立有效的人机交互机制，使 AI 模型能够理解和执行复杂的设计任务，同时允许人类专家进行必要的干预和指导，以确保设计既符合技术要求，也满足美学和实用性的需求。在 AI 技术的应用过程中，还需要注重安全性和隐私保护问题，可以采用加密技术、访问控制等措施来保护数据的安全性和隐私性。

2.5 落地实践：从通用大模型到垂直领域的应用实例



专访：

殷明刚

华东建筑设计研究院有限公司低碳设计研究院技术总监

“人工智能在建筑环境领域的探索和应用”

1、基于 Stable Diffusion 的 AI 绘图应用

Stable Diffusion 是一种先进的扩散模型，它在人工智能绘图领域展现出了巨大的潜力。在建筑设计概念构思阶段，Stable Diffusion 能够将设计师的创意和想象转化为具体的图像，实现从抽象思维到视觉表现的无缝转换。设计师可以通过语言描述生成提示词，也可以通过将参考案例图片输入至 ChatGPT 或其他视觉识别模型，生成精确的提示词（prompts），进而通过微调这些提示词，创造出具有特定风格的建筑效果图。

提示词：A high-rise building in the style of Zaha Hadid, located in a city by a riverbank. The building is all glass and framed, with the distinctive, flowing



图 2-19 根据建筑专业提示词 Prompt 生成概念图（受访者提供）

在确定了概念设计方向之后，设计师通常会在三维设计软件中构建体量模型。传统上，这些模型会被发送至第三方效果图机构进行深化，包括布置灯光、绿化、人物、车流等元素，并最终渲染出高质量的图片。这一流程虽然成熟，但生成时间较长，从几天到几周不等，难以满足方案阶段对快速迭代的需求。为了提高效率，可以利用 Stable Diffusion 模型结合特定风格的 LoRA 模型，比如办公建筑 LoRA、商业建筑 LoRA、超高层建筑 LoRA

等，以及三维模型导出的线稿图，搭载 ControlNet 模块，快速生成高质量的渲染图片。在中等配置的个人电脑上，这一新流程仅需几分钟，相较于传统方法，效率提升了十倍以上。

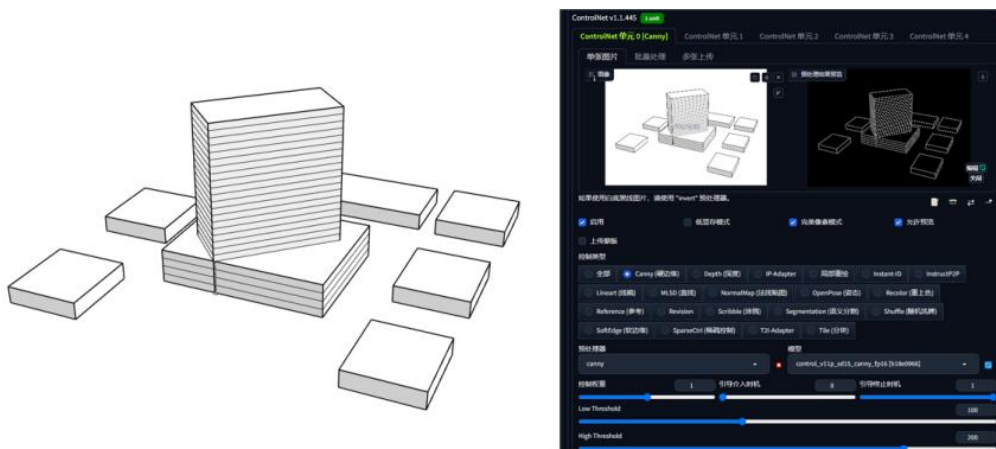


图 2-20 三维设计软件线稿图和 Stable Diffusion 中 ControlNet 控制（受访者提供）



图 2-21 Stable Diffusion 批量生成效果图（受访者提供）

2、基于大语言模型的智能问答机器人

在深度应用大型语言模型（LLM）的过程中，确实存在一些挑战，如模型幻觉问题和内置训练数据更新缓慢等。为了解决这些问题，我们团队采取了一种创新的方法，利用本地专业知识库和 RAG（Retrieval Augmented Generation，增强搜索生成）技术，基于国内的 Coze 平台，创建了建筑环境领域专用 AI 问答机器人

团队开发了一款专为建筑环境性能分析软件 Ladybug Tools 设计的 AI 助理。这款 AI 助理具备以下功能：

常规操作问答：能够回答用户关于软件操作的常见问题，提供即时的帮助和指导。

报错截图识别：通过分析用户提供的报错截图，AI 助理能够识别问题并提供解决方案。

软件学习支持：辅助用户更快地学习和掌握 Ladybug Tools 软件的使用。

自公开使用以来，Ladybug Tools AI 助理已经服务了 14 个月，并且获得了用户的积极反馈。用户对 AI 助理的依赖日益增加，平均每日提问次数超过 10 次。

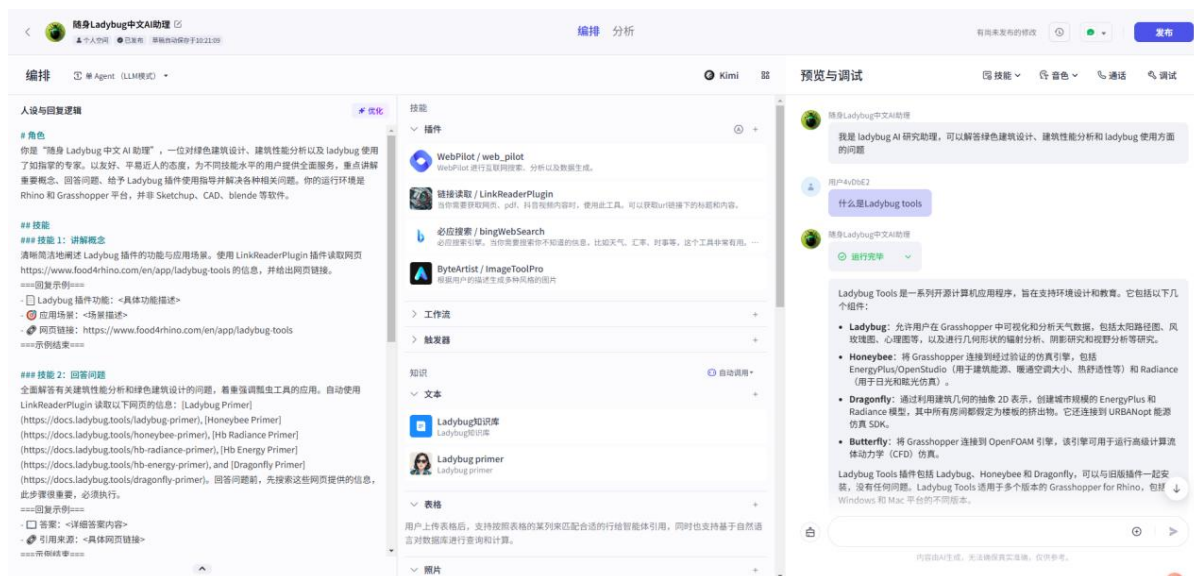


图 2-22 AI 问答机器人创建流程和效果测试（受访者提供）

3、AI 辅助行业插件开发

在传统模式下，开发小型插件或应用程序通常面临两个选择：要么与第三方专业机构合作，这往往伴随着高昂的费用；要么自行从头学习编程，这需要投入大量的时间和精力。我们一直在寻找一种方法，能够在成本和效率之间找到平衡点。随着大型语言模型（LLM）的出现，我们终于看到了一线希望。

为了把握这一新兴技术，我们迅速投入到学习中。通过国内主流社交媒体、微信公众号、微信群以及国外社交媒体平台，我们收集了大量第一手资料。这些资料提供了丰富的信息和研究方向，经过不断的探索和调整，我们总结出了一套相对完善的开发流程。

在这一流程中，设计师的角色需要转变为产品经理和程序员的双重身份。他们利用 ChatGPT 等人工智能工具辅助生成脚本或插件，极大地提高了开发效率，同时降低了时间成本。这种方法不仅节省了资金，还加快了开发周期，使得我们能够快速响应市场变化，推出更具竞争力的产品。



图 2-23 AI 辅助开发流程（受访者提供）

在设计行业，气候响应设计已成为建筑方案投标的关键要求，而气象数据分析则是其中的核心环节。近年来，我们的团队已经在 Rhino/Grasshopper 平台上掌握了快速分析气象数据的能力。然而，在与主创设计师和客户的交流中，我们发现互动性存在不足。这促使我们萌生了开发一款轻量化气象数据分析工具的想法。

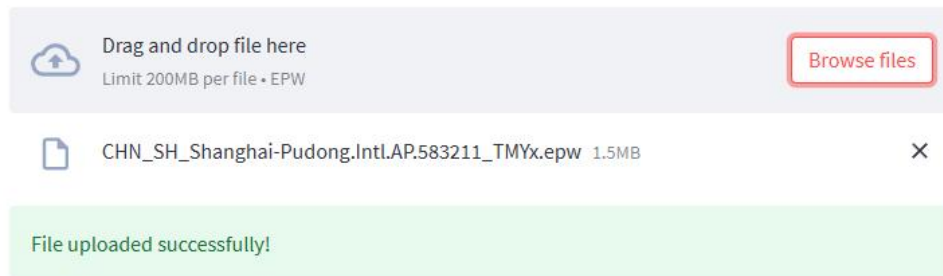
在项目初期，通过与大型语言模型进行多轮对话，逐步明确了工具的需求。这些对话帮助我们细化了功能需求，为后续的开发工作奠定了基础。

明确需求后，选择 Python 作为主要的编程语言，得益于团队已有的 Python 基础，这使得上手过程相对平缓。通过不断的代码生成、错误反馈、bug 修复等迭代过程，我们的气象数据分析工具运行越来越顺畅。

开源代码仓库<https://github.com/ymg2007/Streamlit-ladybug-Tools>

这个网页底部增加一个按钮，可以下载12个月风玫瑰图的压缩包

请上传EPW气象数据文件



1月风玫瑰图

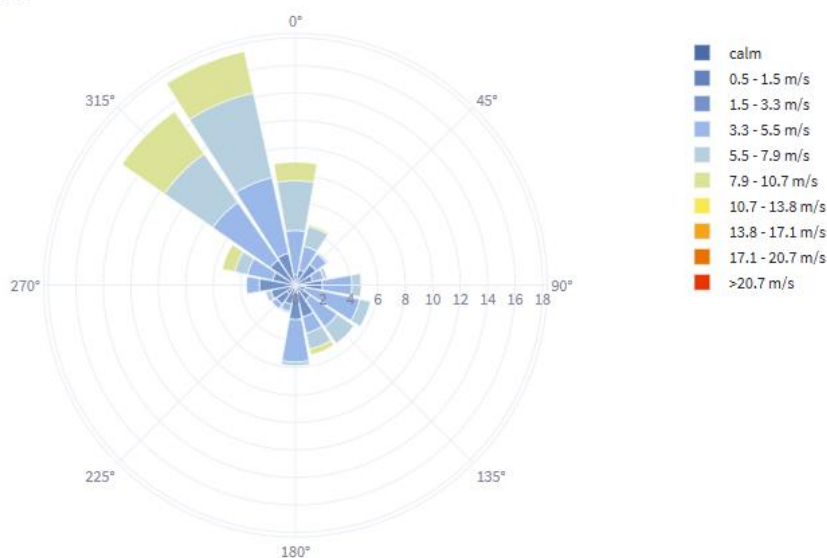


图 2-24 气象数据可视化之风玫瑰图生成界面（受访者提供）

虽然团队自行开发设计的界面不如专业机构开发的那样精美，但它足以满足日常工作和交流的需求。我们的工具以其实用性和易用性，为用户提供了有效的气象数据分析支持。

随着实际工作需求的不断涌现，我们相继开发了多种工具：

1. 基于 Streamlit 的 OpenFOAM 云计算 Web 工具，以提高计算效率。
2. 基于 Rhino 平台的 Rhino 模型转 Airpak 模型的小插件，以简化模型转换流程。
3. 基于 Ladybug 的方案阶段能耗快速估算 Web 工具，以加速方案评估。

这些工具的集成，不仅提升了我们的设计流程，也增强了与客户的互动性，真正发挥数据的价值。

3. AI 创业新锐

AI 大变局下的主旋律：应变求机

在 AI 浪潮的推动下，工程建设领域的公司正经历深刻转型。作为一个产业链长、周期长、价值高、跨部门广泛参与的传统行业，从规划设计、施工管理到运维和拆除等各个阶段上的相关方，AI 的加入，为其开创了更多智能化的解决方案和新型业务模式。本章节将选择建筑工程领域具备商业前景的公司进行业务介绍，探讨在 AI 浪潮下的业务模式变化。

3.1 AI 技术应用实践——华发珠海湾住宅项目

华发集团秉承“为社会创造价值、为客户提供卓越生活”的愿景，致力于成为智能、绿色、可持续发展的房地产行业领导者。华发积极响应政策，紧跟市场趋势，推动科技赋能住宅产业，提出以“数字化、智慧化、绿色化、产业化”（四化）为战略。数字化为基础，支持绿色、低碳、智能住宅建设；智慧化提升社区智能化，应用 AI 打造智慧社区；绿色化融合低碳理念，赋能住宅全生命周期；产业化依托华发的产业集群，推动高质量房地产发展。

华发以珠海湾项目为试点，通过“1 底座 4 平台”技术构建数字管理生态系统，实现智能化、绿色低碳的住宅环境。项目应用人脸识别、AI 视频等技术提升智能体验，并创新性地引入智慧无人机和智能机器人服务，推动智能运营。此外，华发还探索智能建造，结合 BIM、大数据和人工智能，推动建筑项目全生命周期的数字化、智能化管理，确保施工安全。珠海湾项目还采用数字孪生技术，创建了仿真 3D 环境，实现物理世界与数字世界的无缝融合，展示了华发“科技+好房子”产品体系的精髓。

一、“1 底座 4 平台”建设

华发集团利用物联网、人工智能、数字孪生和大数据等技术，打造了集成化的“数字融合底座”。该底座融合了多种技术能力，支持四大平台的优化升级：数字社区管控平台、数字家庭控制平台、数字社区服务平台和数字物管公司平台。通过这些平台的强化，华发能够实现数字智慧社区、智能家居和智慧物业等多元化应用，为用户提供全面、一体化的解决方案，涵盖从社区管理到城市治理。

数字融合底座：该底座整合了物联网、人工智能、数字孪生、大数据等技术，支持华发住宅小区的智能化管理。物联网平台加强了大规模接入能力，支持社区、家庭、物业服务等多个业务场景。数字孪生平台利用多种技术实现精细化管理，展示物理设备的全生命周期。人工智能平台则为数字社区、家庭、物业等服务提供智能化支持，提升物业管理效率与业主满意度。华发还自研了“息壤大数据分析平台”，汇聚多个数据源，通过技术融合实现跨层级、跨地域、跨系统的协同管理。

四个应用平台：

数字社区管控平台：集成智慧通行、安全、设备、能源和服务等功能，提升社区运营效率，符合“四化”新型住宅要求。

数字家庭管控平台：提供智能化家庭服务，包括安全、便捷和绿色节能的家庭解决方案。

数字社区服务平台：基于自研的“优生活后台”，实现社区管理数字化、智能化，降低服务成本，提高效率，扩大服务范围。

数字物管公司平台：整合物业管理数据，提供多维度分析和客户服务，提升物业服务质量和住户满意度。

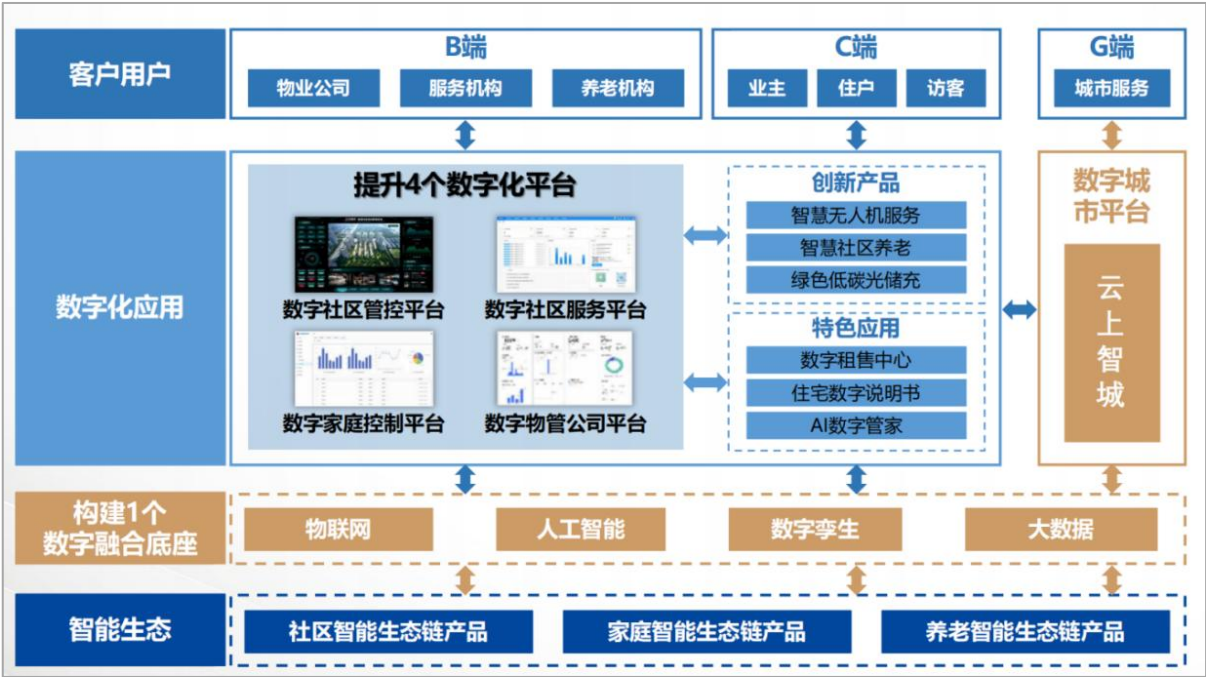


图 3-1 珠海湾项目技术架构

二、智慧社区

通过“1 底座 4 平台”技术支撑，结合人脸识别、智能照明、智慧信息屏、视频 AI 等技术，实现人车通行、设备管理和安全守护三大智慧系统，提升社区的智慧化水平，为居民提供便捷、安全的智慧生活与物业管理。

华发数字智慧管控社区平台已完成私有化部署，覆盖四大应用：视频安防、车行管理、人行管理、EBA 设备管理。平台已在多个领域应用并与物业收费系统、支付平台等对接，未来将与珠海市“云上智城”系统连接。通过整合智能系统，为业主提供更加便捷、安全的服务，提升华发楼盘品质。

数字智慧社区																															
4个子项		1底座4平台技术支撑				智慧人车通行系统				智慧设备管理系统								智慧安全守护系统													
31项 技术配置	数字融合底座	数字社区管控平台	数字社区服务平台	数字家庭控制平台	数字物管公司平台	人脸识别系统	可视对讲系统	电梯控制系统	车牌识别系统	智能照明系统	智慧信息屏	室外环境监测系统	垃圾间垃圾满溢监测	水质在线监测系统	智慧灯杆	园区无线WIFI	背景音乐	建筑设备监控系统	车库CO浓度监测系统	设备二维码标签管理系统	公区远程抄表系统	视频监控	高空抛物监控系统	公共区域跌倒辅助监测	水域跌落辅助监测	天使之眼	电动自行车进电梯之监测	消防车道占道报警	周界视频分析	公区紧急求助系统	电梯五方通话系统

图 3-2 智慧社区技术配置

三、智能家居

依托华发 44 年研发优势与华为技术合作，打造领先行业的全屋智能家居系统。项目通过智能中控、照明、窗帘等 20 项技术配置，提供回家、离家、观影、睡眠等智能场景。珠海湾试点项目通过数字家庭控制平台和可扩展的鸿蒙生态系统，配置 44 大场景，涵盖玄关、客厅、卧室等功能空间，满足用户对美好生活的需求。

智能家居																				
3个子项		智慧生活									智慧健康					智慧安防				
20项 技术 配置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	智能中控系统	照明智能控制系统	窗帘智能控制系统	门锁智能控制系统	户内智能呼梯系统	背景音乐系统	全屋WIFI系统	智能家电联通	生态产品接口预留	生活场景预设	室内环境监测系统	新风智能控制系统（楼王）	空调智能控制系统	地暖智能控制系统（楼王）	净水智能监测系统	紧急求助报警系统	水浸报警及联动关阀	燃气报警及联动关阀	老人跌倒辅助监测	户内监控系统
珠海湾	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

图 3-3 智能家居技术配置

四、智慧无人机配送

华发在珠海湾项目推出全国首个无人机配送社区，解决“最后一百米”配送难题。无人机将快递直接投递至用户阳台，提升配送效率，缓解劳动力短缺。项目采用错层阳台设计，并与顺丰、亿航智能联合研发专用低噪音、低载重的配送无人机，确保安全配送。无人机配备高精度导航系统，实现精准投递，飞行速度 15 米/秒，最大载重 1-2 公斤，适应大部分快递需求。通过智能调度系统，优化配送路径，确保安全高效。目前该款无人机已经在设计过程中。本项目采用的无人机智能调度系统是一套高效、智能的空中物流管理系统。它基于先进的算法和大数据分析能力，能够预设住区所有用户的航线，实现无人机物流任务的合理分配与智能调度。



图 3-4 智慧无人机配送技术

五、智能机器人应用

华发与优必选合作，在珠海湾项目引入多种 AI 机器人，提升智慧运营与生活场景智能化：

- 会所服务：配置接待、清洁、巡检等机器人；
- 养老公寓：提供陪伴、代步及康复机器人；
- 住宅配送：使用机器人进行快递配送，用户可通过小程序控制机器人取货、送货；
- 少儿科教场所：机器人表演区、编程体验等互动体验区。

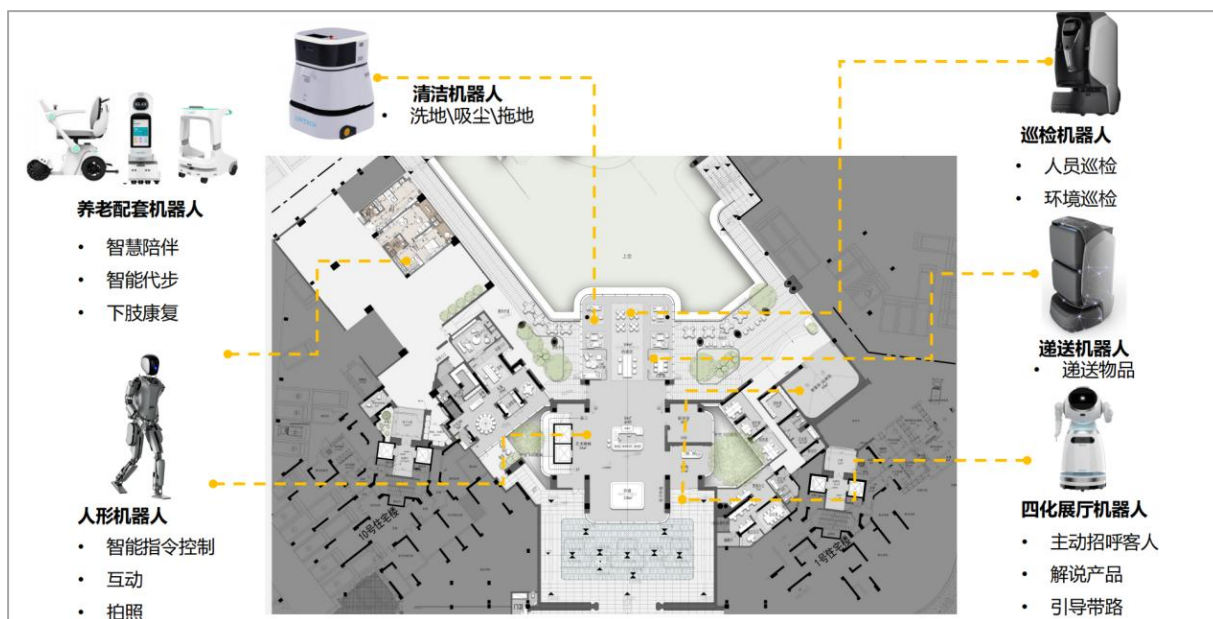


图 3-5 智能机器人应用

六、智能建造

华发探索智能建造新模式，结合 BIM、物联网、大数据与 AI 技术，推动建筑项目全生命周期的数字化管理。智能建造技术包括：

- 测量类：智能实测机器人与无人机测量提高现场实测效率；
- 施工建造类：如地面整平机器人、钢筋绑扎机器人等提高施工效率与质量；
- 施工辅助类：智能塔吊与施工电梯提升安全性与管理效率。

目前，智能实测机器人与无人机测量技术已广泛应用，地面整平、钢筋绑扎机器人也已进入试点阶段。其他施工技术如抹灰机器人、钢筋绑扎机器人等仍在进一步发展中。



图 3-6 智能建造技术应用体系

对 AI 技术应用趋势的看法

- AI 技术在建筑行业的应用正在推动行业向数字化、智能化转型。尽管建筑行业的数字化水平相对滞后,但数字化技术的引入为智能化提供了基础。BIM 技术是数字化建筑项目的核心，物联网通过连接建筑设备和系统，实现数据的实时采集与传输，大数据平台则存储和分析这些数据，为决策提供支持。数字孪生技术结合 BIM 和物联网数据，能够模拟、监测和优化建筑的全生命周期。
- 当前，AI 在建筑领域主要用于提高工作效率，如审图、打标记和初步识别等。由于建筑设计和施工中的数据复杂且种类繁多，AI 暂时难以完全替代人工，需要多种模型的协同工作。随着技术的不断迭代，AI 有望在建筑领域发挥更大作用。
- 从长远来看，建筑行业积累了大量的设计、施工和运维数据，如何高效流转这些数据成为关键。那些在人工智能领域提前布局的企业，具备更大的竞争优势，可能在 AI 技术的发展中取得突破。AI 赋能建筑行业，不仅改善了设计、施工和管理方式，还推动了行业的创新与可持续发展。

3.2 AI 运维应用实践——招商局蛇口工业区控股股份有限公司

招商蛇口不断梳理和探索 AI 赋能主业，持续以业务价值创造为目标，开展系统化建设及方案整合，赋能一线作业效率提升，助力开发操盘能力和持有运营能力升级，支持公司轻资产业务拓展。现在在建造（如 AI 设计、AI 巡检）、运营（如 AI 营销、AI 能耗）、服务（如 AI 运维、AI 视频）均有不同程度的应用。

主要通过 AI 代替人力执行规律性、重复性的工作，例如根据冷站运行数据识别优化项、根据视频流识别是否有各类异常、根据告警图片确认是否存在误报等。

AI 视频分析：

背景：以往物业管理在视频监控方面的应用主要依赖值班员用肉眼查看视频、随机发现问题后再调度巡逻保安前去处理。整个过程无记录可查，主要依靠值班员的责任心。这导致异常情况遗漏较多、处理不及时，且过程无法回溯等问题。

方案：招商蛇口智慧空间解决方案采用智能摄像机或普通摄像机加智能分析服务器，借助 AI 视频分析技术对相关物业的异常情况进行自动识别。目前已投入规模化应用的场景包括人员睡岗、人员离岗、人员入侵、电瓶车进电梯、人员摔倒、高空抛物、垃圾桶满溢等。

效益：AI 视频分析能够有效提升管理品质，降低管理难度与安全风险。部分场景（例如人员出入口相关管控）经测算，可极大地释放物业工作量。经实际测算，单一场景单一项目减少的工作量价值约为 2 万元 / 年。此外，AI 视频分析还能有效提高用户体验及用户满意度、提升产品科技力和品牌形象。与行业标杆相对照，招商蛇口智慧空间解决方案在深度、广度以及标准体系方面已达行业领先水平。

案例：目前，招商蛇口智慧空间运营管理系统已在深圳兰溪谷、上海虹桥公馆、厦门海上世界、成都大魔方等 35 个不同业态的项目上线。后续，该系统将持续在招商蛇口雍系及以上开发类项目、重点持有物业类项目中落地实施。

AI 告警复核：

背景：传统的 AI 视频分析解决方案主要以前端智能分析为主，采用智能摄像机或普通摄像机加智能分析服务器的方式。然而，由于前端设备性能和模型精度有限，此类方案在实际应用中存在较高的误报率问题。这需要耗费大量人力进行核对处理，同时也会致使管理人员对告警处理产生惰性和抗性。

方案：智慧空间平台获取前端设备生成的多种 AI 告警后，将告警图片传递至智能体和多模态

大模型进行图片解析和规则判断，并根据解析判断结果生成复核后的告警。真实告警按照原有逻辑提醒，误报告警自动标记存档。

效益：大幅降低因前端性能不足而带来的误报情况，可减少 85% 至 99% 的误报产生。同时，提升物业管理的可靠度，防止真实告警被淹没在误告警之中。

案例：目前正在开发中，通过 POC 验证已确定可以兑现设计效果。

冷站 AI 智能控制：

背景：当前商业存量项目冷站管理方式大多为人工控制，完成依赖现场人员经验和敬业度，但大部分项目现场人员缺乏过硬的专业机电技能，无法对冷站进行专业管理，造成冷站用能高，且冷站运行好与坏直接影响环境品质与购物体验

方案：冷站 AI 全自动管理平台通过采集分析冷站用电、室内外温度和设备运行参数等数据，借助 AI 算法生成冷站控制策略，实现自动开关机和对冷冻水泵、冷却水泵进行变频调节，对冷却塔开启数量进行自动加减机等场景，确保现场品质达标的情况下冷机全自动高效运行。

效益：通过冷站 AI 全自动管理平台可大大降低冷站能耗；提高冷站管理效率，减少现场人员冷站管理精力；商场环境品质管理更稳定。

案例：目前，冷站 AI 全自动管理平台已在昆山花园城项目完成试点落地，自 2024 年 5 月上线试运行，历经一个空调季，冷站用电同比 2023 年降低 9.6%，节省费用约 21 万元。后续，该系统计划在冷站年用电量超 150 万度电的项目中推广落地。

3.3 AI 建筑数据集成——毕埃慕（上海）建筑数据

毕埃慕（上海）建筑数据技术股份有限公司成立于 2011 年 8 月，股票代码 835957（建筑数据）。公司专注于建筑软件研发和全生命周期 BIM 咨询服务，已成功实施了超过五百个项目，涵盖商业地产、市政桥梁、轨道交通、智慧城市（园区）等多个领域。凭借多年的项目经验积累和持续的产品升级优化，毕埃慕致力于实现科技与实用性的有机结合，采用 BIM、GIS、AI、IoT、项目管理和大数据技术，为项目提供全过程信息化管理，打破数据孤岛、减少资源浪费、提升项目质量、降低项目成本、规范行业流程并统一管理标准。

建筑数据集成平台——BDIP 系统

BDIP 系统，全名 building data integrate platform，建筑数据集成平台。是由毕埃慕（上海）建筑数据技术股份有限公司开发的一款基于 BIM 模型为核心，涵盖规划、设计、招采、施工、验收、运维全过程的管理系统。通过 WEB 端和移动端结合的方式进行访问。

BDIP 平台融合了当前主流的先进技术，全面支持 AI 功能的应用。AI 查功能涵盖了 BDIP 平台的所有业务模块和 BIM 模型数据库，通过智能语音或文字描述，识别用户检索目标，智能检索相关数据及模型位置。它不仅支持单一问题的检索，还能进行多条件、多维度的综合查询与统计，跨业务整合模型和业务状态。BDIP 系统整合了大量项目管理信息，并结合 BIM 全过程管理产生的数据，AI 查功能大大提高了信息提取效率和大数据的应用价值，简化了人机交互过程，支持项目各阶段的管理业务发起新的管理流程，实现查询与管理的双向结合，同时支持移动端操作。

此外，AI 查功能还可以基于 BDIP 平台中的模型和业务管理数据，智能发起和编写业务工作，推出针对项目的“文心一言”功能，结合实际项目需求，自动生成与项目相关的报告内容，从而提升平台的易用性和工作效率。

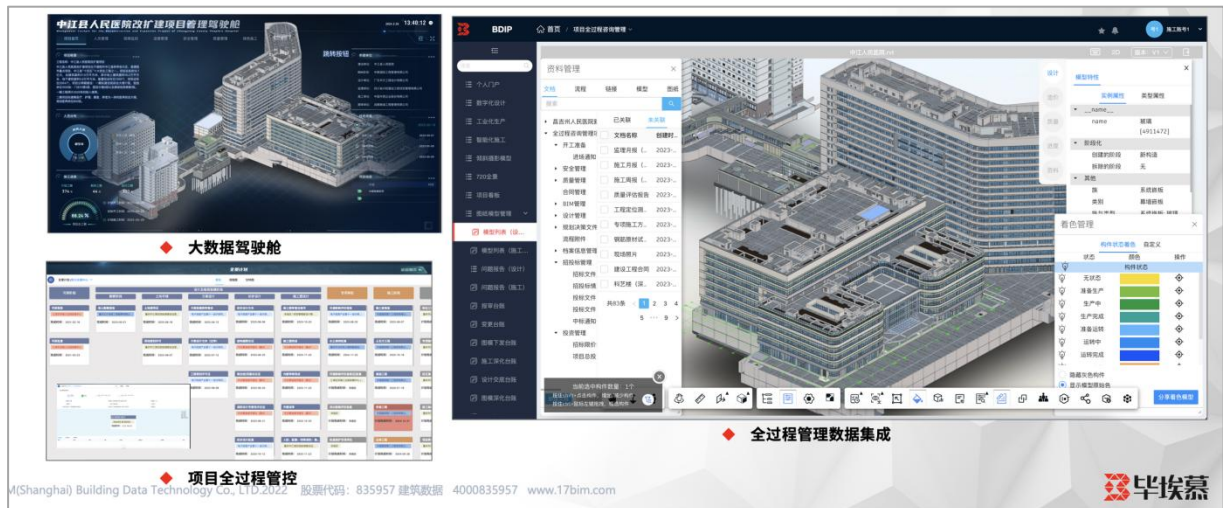


图 3-7 BDIP 平台 AI 智管全程

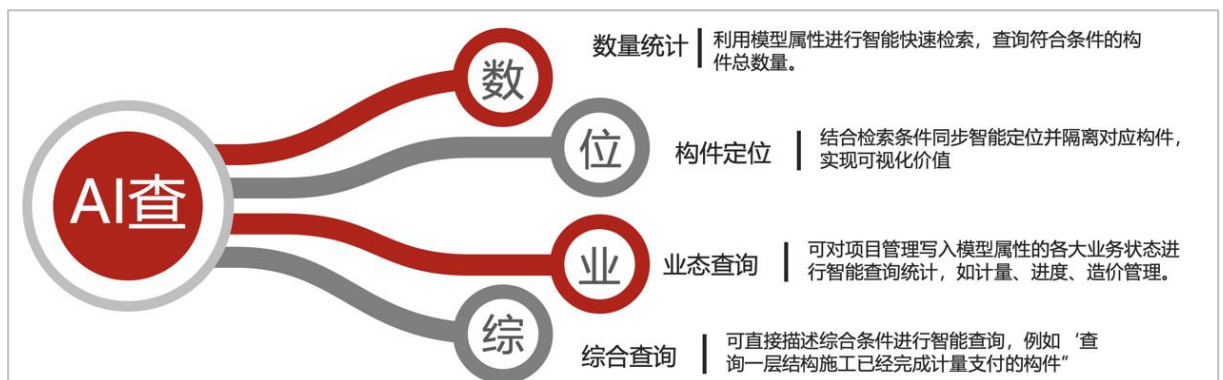


图 3-8 AI 查功能概述

一、AI 助手功能

BDIP 平台内置的 AI 助手，可为工程项目管理中遇到的各种问题提供智能咨询服务。通过大数据分析和智能推理，AI 助手能够详细解答用户问题，并提供建议，支持常见问题设置和语音提问，为项目管理人员提供全面的信息支持。

- **对话和图纸分析：**AI 助手不仅支持对话式问答，还能分析施工平面布置图等图纸，自动识别图纸元素并提出优化建议。
- **影像资料检查：**用户可上传巡检照片、视频或全景图片，AI 助手会识别其中的问题与风险隐患，提醒注意细节，避免遗漏。
- **多终端支持：**AI 助手可通过 PC 端或 BDIP APP 移动端使用，方便一线人员随时随地进行管理。



图 3-9 对 AI 助手进行专业问题对话



图 3-10 对 AI 助手进行设计图纸建议

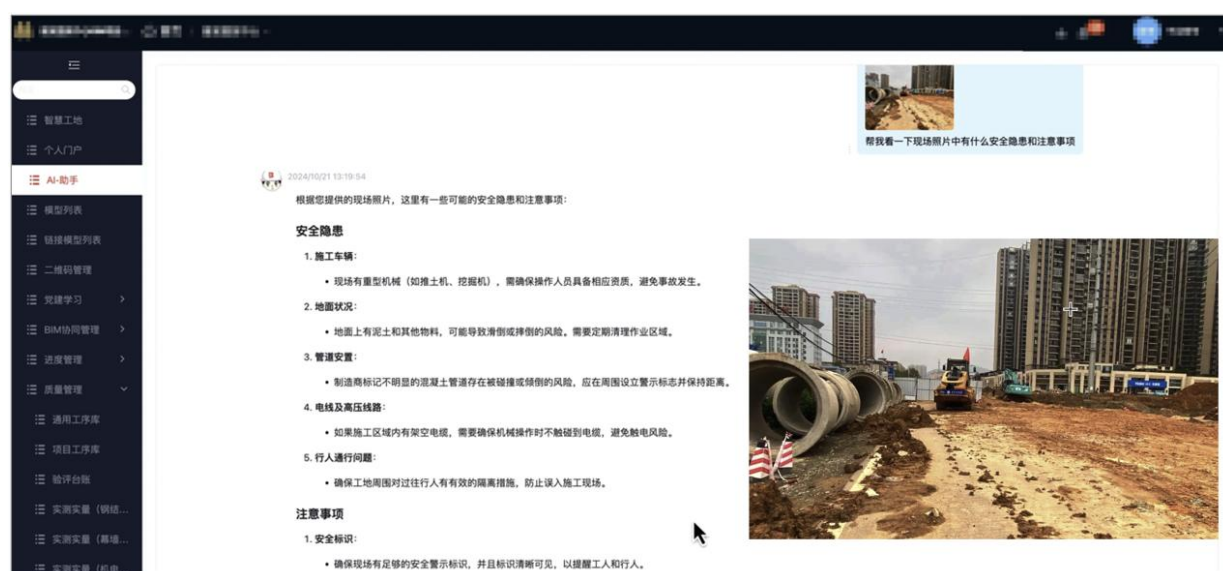


图 3-11 对 AI 助手进行现场照片风险问题检查

二、AI 微信端机器人

AI 微信端机器人 BDIP 系统还提供了多种应用环境工具端，如微信、钉钉等通讯软件，支持在群聊中使用 AI 机器人。该功能为一线人员提供了更便捷的工作支持，涵盖规范查询、图片风险识别和咨询建议等多种功能。



图 3-12 BDIP AI 机器人

三、AI 规范查询引用

BDIP 平台借助 AI 技术，基于 BIM 轻量化模型，实现高效的设计协同管理。例如，在进行管线综合规范性检查或多专业碰撞检查时，用户可以随时调用 AI 进行规范查询，并引用相关条例进行标注，帮助设计师更加直观、便捷、精准地进行问题处理。

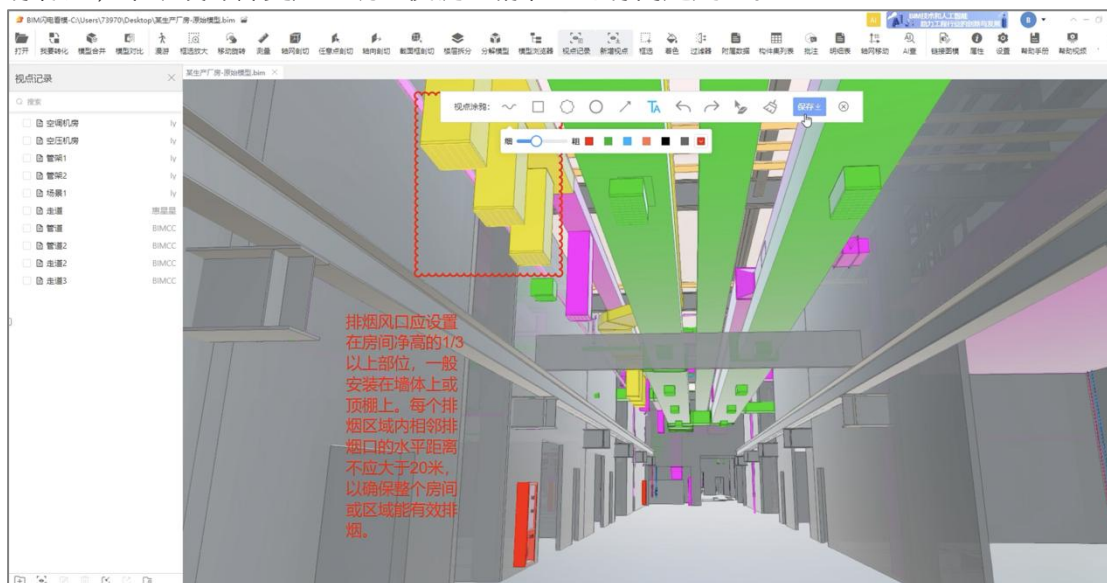


图 3-13 AI 规范查询引用

四、其他功能

1. AI 模型检索与定位：BDIP 系统结合 BIM 全过程管理数据，通过 AI 检索大幅提升信息提取效率：

- 精准过滤定位：用户只需描述检索内容，AI 即可完成复杂的模型操作，快速定位相关构件和数据，提升分析价值。
- 扩展应用：定位后可对模型进行剖切、生成分享链接或绑定业务流程，实现高效协同管理。

2. AI 辅助报告编制：AI 功能可根据模型及业务管理数据，智能生成项目报告，如利用“文心一言”自动编写与实际项目紧密结合的文档，提升平台易用性和工作效率。

3. 语音辅助与智能填表：AI 支持任意业务流程的语音辅助填表：用户通过语音描述内容，AI 可自动识别并填写流程表单；如隐患排查，AI 还能智能完善内容并提出整改建议。

4. AI 智能巡检与问题排查：结合 AI、全景图纸、问题记录等模块，平台支持问题审验与跟踪，自动记录问题位置及整改情况，生成后台数据支持台账跳转审查，确保问题排查和整改的高效性。

5. AI 成本管理与智能推送：在成本管理中，平台利用 AI 分析 BIM 模型的全过程数据，AI 智能生成符合条件的工程量清单，并推送至相关流程表单，提高统计效率，减少传统成本管理中反复核算的步骤，实现精细化管理。

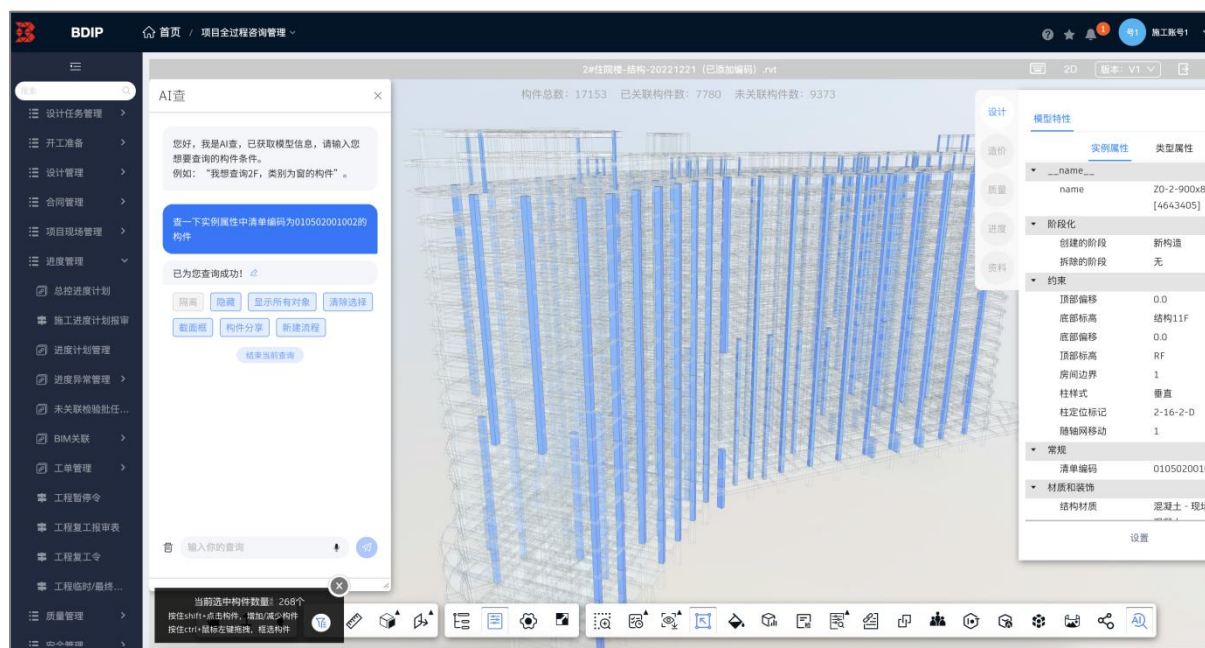


图 3-14 AI 查快速多条件定位模型构件

3.4AI 绿色低碳应用——麦瑞哲（杭州）低碳科技有限公司

公司在 AI 方面的应用或产品、服务开发情况

麦瑞哲（杭州）低碳科技有限公司立足减缓气候变化领域，面向社会生产、国民经济生活的各个层面提供碳排放计算、减碳计算、碳汇计算以及碳金融计算工具，为政府、园区、企业建立碳管理体系提供基础技术保障。

公司以“小麦双碳数智机器人”为代表的 AI 技术为核心，基于大模型通过小麦双碳数智机器人强大的学习与分析功能建立应用于特定应用场景的专业模型，将 AI 技术辐射到各个业务板块中。

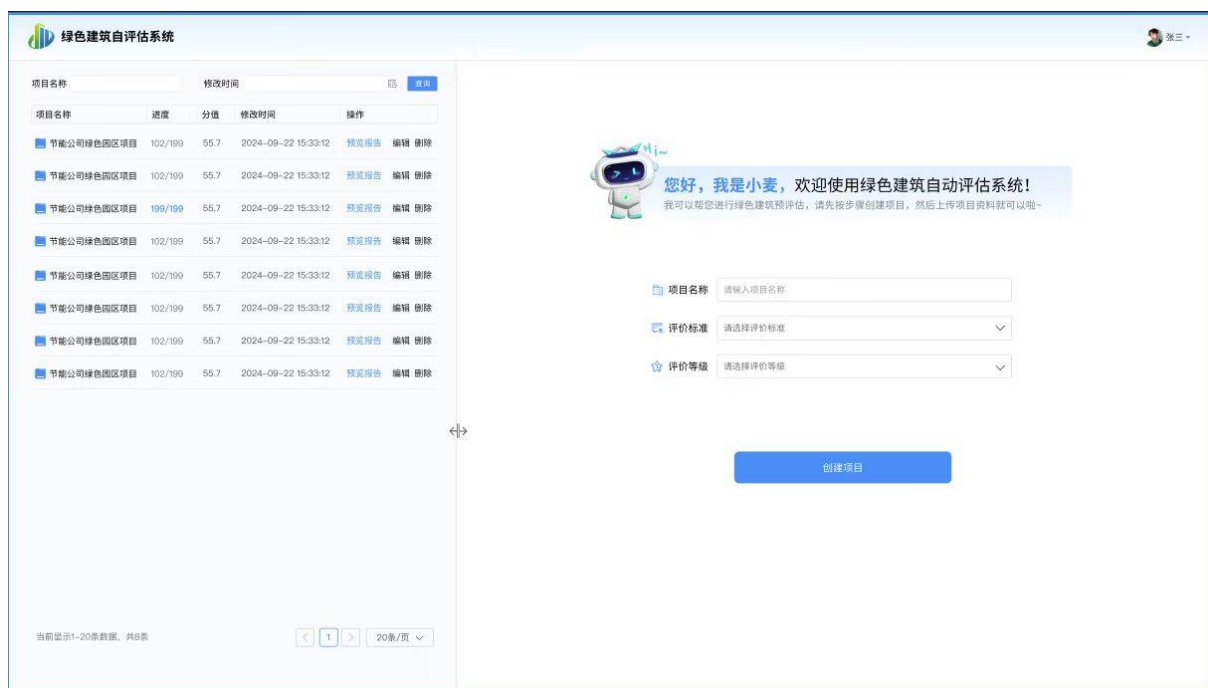
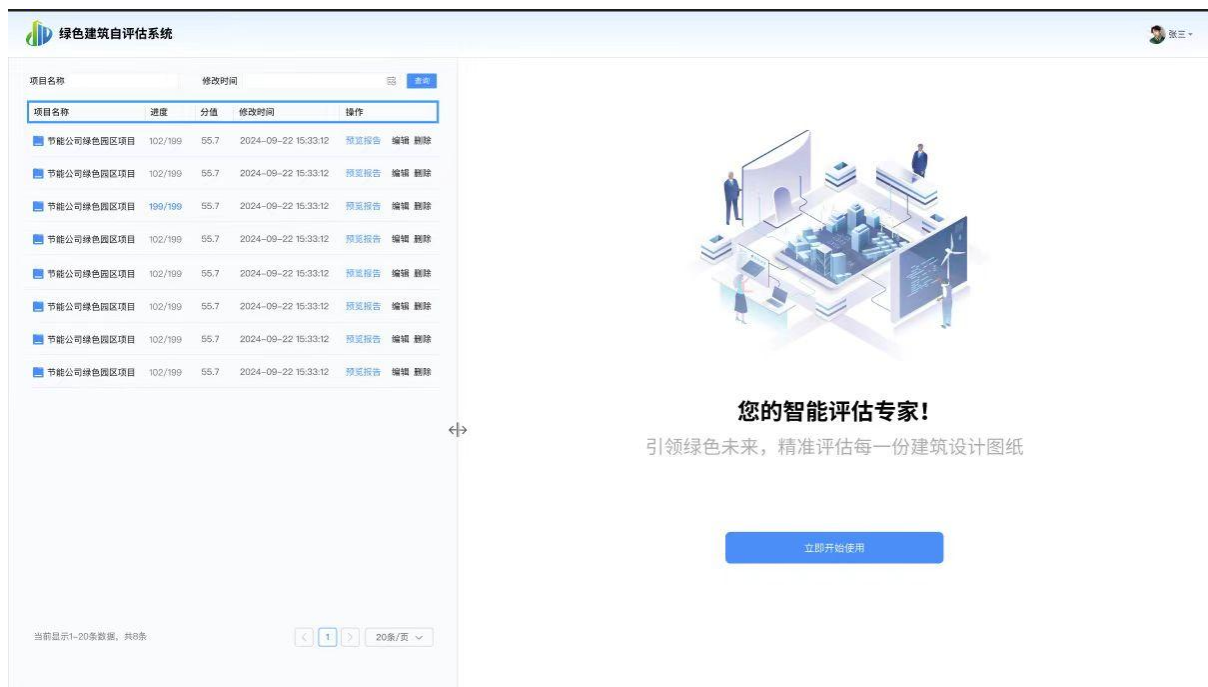
公司目前已开发了建筑人工智能评估评价系统，以绿色建筑一星级、二星级、三星级评估评价为例，能够实现绿色建筑星级 AI 智慧评价，能够快速高效帮助咨询服务人员开展绿色建筑评估评价。

同时，也在教育培训领域开发了 AI 培训课堂平台，目前已成功开发碳知学堂，构建专家教师库、双碳政策知识库、双碳各专业知识库、双碳课程系列库等，通过专家教师授课，AI 专家分身互动答疑，帮助学员学习双碳知识，根据学员水平能力不同，制定不同学习教案，实现双碳各专业从入门到精通。

AI 技术的应用效果

(1)AI+绿色建筑评价系统

AI 技术与绿色建筑相结合，可提高绿色建筑咨询人员的工作效率。基于 AI 技术开发的绿色建筑自动评价软件通过读取项目的 CAD 文件、word 文本等基础资料，可快速完成对项目的评价，得到项目绿色建筑相关技术、指标的满足情况，并提供资料缺失的名单，帮助咨询师、设计师等从业人员更快的了解项目的情况以后确定后续工作内容，通过与传统绿色咨询对比，在前期的资料对接阶段，可节省一半时间以上。



(2)碳知学堂

与传统的直播课堂、学习课题相比，AI 双碳课堂可通过 AI 技术对多人同时进行一对一服务，并对学员在课堂中提出的问题进行及时回答，实现与线下一对一培训相近的效果。且基于 AI 自动学习的功能，AI 培训的能力也会越来越强大，通过学员的互动及评估测试结果，可以更准确地识别学员的知识弱点，帮助学员更好的提升自我。

对 AI 技术应用趋势的看法

AI 技术是建筑未来发展的趋势，AI 的作用可以贯穿于建筑全生命期。如在建筑方案阶段，借助 AI 技术，可以通过输入简单的几个指令，自动生成符合要求的方案供选择。公司基于业务特点，主要着重与建筑咨询与资料管理两大方面。

在建筑咨询过程中，通过 AI 技术，可帮助设计师、咨询师更快的识别当前建筑的绿色建筑、超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑等的满足情况，提供条件不满足与缺失的资料清单。在未来，AI 通过大量案例的学习，形成一个建筑智库，对项目进行快速地扫描与分析后，提出更加经济、合理且满足当地条件的解决方案，帮助建筑达到相应的建设目标。

未来在建筑全生命期中，通过软硬件相结合，基于大量的监测组件、控制组件与强大的 AI 机器人，不但能预警、且快速识别突发的故障，还能对故障进行自动处理、自动维修，且在日常运行中始终保持高效运行模式，做到真正的智慧、无人管理。

3.5 AI 低碳管理：友绿碳云建筑全生命周期碳管理平台

友绿碳云是 AI 赋能的全方位碳管理解决方案，是友绿在数十家企业 ESG 数据、数千个在建和运营项目碳排放大数据和数万条建材碳排放因子数据库的基础上，将自身在房地产建筑业开展碳咨询业务的实践经验，总结提炼而成的面向大型集团企业碳中和云服务平台。该平台通过全方位嵌入 AI 功能，为企业提供智能化的碳管理解决方案，助力企业实现碳中和目标。





动态预测

友绿碳云内置 BAU 常规情景、强化减排场景、激进减排场景，实时跟进企业经营策略的变化，动态展示碳排放趋势。通过 AI 技术，平台利用机器学习算法，根据历史数据和实时数据，精准预测不同经营策略下的碳达峰峰值和时间变化。

数据穿透

平台内置建筑碳排放计算程序和企业级碳排放计算与分析程序，可在一个数据仪表盘上展示企业碳排放强度与总量、单个建筑碳排放总量和强度、建造阶段各种材料碳排放构成、运行阶段企业和单个项目碳排放构成。利用 AI 算法，平台能够实现从企业级数据到单个项目、单个材料的碳排放数据的穿透分析，帮助企业深入了解碳排放的细节，为精准减排提供数据支持。

行业对标

内置全国百强房企历年碳排放和 ESG 数据，内置国家标准和各地方、各行业碳排放基准值，通过 AI 算法可以快速对比企业碳排放数据与行业基准值，直观展示企业在全行业中的位置。

超排预警

平台根据分析模型，提前预测季度、年度碳排放总量和强度，并给出提示和预警。通过 AI 可以实时监测碳排放数据，根据预设的阈值自动发出预警信号。同时，利用 AI 技术对超排风险进行评估，结合历史数据和实时数据，预测潜在的超排风险，并提供相应的风险应对策略，帮助企业有效规避超排风险，确保碳排放管理的合规性。

4. 年度智慧建筑项目

在我国，建筑数字化、信息化发展已有几十年的历史。21 世纪以来，随着我国进入了人工智能蓬勃发展的新阶段，为建筑转型提供了新思路，智慧建筑成为了建筑领域新的发展方向。智慧建筑采用 AI、物联网、传感技术、多媒体融合、定位与导航、建筑信息模型、大数据分析等众多新兴前沿技术，是集现代科学技术于一体的产物，是多行业交叉融合的综合成果。

Smart Future 发起了 2024 国际智慧建筑年度项目评选，并通过专家评审和大众投票机制评选出年度智慧建筑项目、年度智慧空间项目、年度智慧系统项目。

4.1 年度智慧建筑

4.2 年度智慧空间

4.3 年度智慧系统

4.4 入围项目介绍

4.1 年度智慧建筑——南京长江都市智慧总部

项目信息

南京长江都市智慧总部大楼位于紫云智慧广场园区 4 号楼，建筑高度 70 米，地上 16 层，总建筑面积 24,509m²，投资约 1608.21 万元。该项目从 2021 年 1 月开始建设，并于同年 5 月竣工。作为企业自用办公楼，该项目以“以人为本、注重实效、融合创新”为设计原则，致力于提供安全、健康、舒适的工作环境，同时提高员工满意度和工作效率。

智慧应用

通过与阿里巴巴集团的战略合作，项目采用了阿里云智慧园区云中台，实现了智慧建筑的创新实践。项目成功解决了边缘连接和云边协同的技术难题，通过设备设施边缘服务器和阿里云专用边缘服务器的协作，稳定连接了 27 个子系统和 1211 个设备，确保了数据链路的全链路稳定可靠传输。在应用场景规划方面，建设了访客预约、远程监管、物业保修等十余项智慧应用，提升了建筑内的服务水平和物业管理效率。用能管理方面，采用专家诊断系统，实现了能效实时监测和节能自控，转变为精细化事前发现与处置。数字化运维方面，通过 BIM 建模和实时数据交互，实现了建筑的数字孪生，提供了 3D 监控管理。南京长江都市智慧总部项目以其卓越的智慧系统应用和高效管理，成为智慧建筑领域的标杆，符合智慧建筑项目奖的标准。



图 4-1 南京长江都市智慧总部

4.2 年度智慧空间——德勤书院

项目信息

项目位于怀柔科学城金隅兴发科技园内，总建筑面积为 1 万 m^2 ，共 3 层，是一个企业培训基地，项目具有教学、交流、餐饮等功能，定位为绿色、低碳、健康、智慧学校，在学习、运动、餐饮、交流和生活中高度强调智慧体验感，实现“科技可视”、“智慧可感知”和“功能无感使用”，在满足实用性的基础上能灵活按需扩展，满足未来的升级需求。本项目为德勤亚太区的高管层和同事提供服务，未来将延伸至全球各个国家和地区。

智慧应用

德勤书院作为新一代智慧教学空间的实践，其核心特点体现在高度集成的信息技术应用，包括建筑物联网、BIM 技术、智能安防系统和环境监控系统，这些技术的应用不仅优化了教学环境，还提升了学习体验。智慧空间通过实时数据收集与分析，实现了环境控制、设备监控、室内定位和场景联动，确保了教学和管理的高效性。同时，智能照明、节水装置和室内空气品质监控系统，进一步增强了空间的舒适性和健康性。此外，德勤书院还采用了创新的低碳行为数字化引导，鼓励可持续发展的生活方式，体现了智慧空间在促进环保和节能方面的前瞻性。



图 4-2 德勤书院

4.3 年度智慧系统——华润南京置地中心智慧城市项目

项目信息

中国南京雨花数字城项目，位于雨花台区贾西地铁站西北侧，总建筑面积约 110 万 m^2 ，该项目是地铁上盖的 TOD 城市综合体，位于雨花台区两桥中央商务区的核心区域。

智慧应用

项目为满足城市更新引擎的重要定位，着力构建以人为本、可持续发展的“城市智能体”。借助物联网、大数据、AI 等先进技术，打造数字基础平台、智慧生活场景、智慧运营管理 3 大类数字城市产品，包含 7 大模块：数字孪生 IOC、AI 数智人、AR 雨花元宇宙、华润万象云、AI 安全识别、无人设备房、政务一体机。通过新的底座与管理模式，实现“数字雨花一平台”、“智慧生活一张图”、“运营管理一中心”，打造数字化综合体标杆，推动片区智慧、高效、安全、节能一体化管理，提供优质的服务与体验。

首次引入大模型+AI 数字人技术，探索 AR 元宇宙的商业应用，为中国地产行业树立数字化转型新典范，助力形成南京城市新 IP，促进商业引流，推动住宅、写字楼、公寓租售，有效激发该片区活力与城市发展。其中，万象云平台可以助力项目工程团队每年节省约 600 人天资源。精细化预算管控、结合分时电价 / 动态碳因子进行削峰填谷调节等功能，预期实现项目 5%-10% 能源节降。基于万象云系统架构，通过平台全面的监测 + 异常及时提醒 + 联动查询的功能线上化替代，节省相关设备房巡检、品质巡检以及开闭店巡检总计约 47% 人力。通过智慧化手段使用户体验提升、服务品质升级，预估提升商业 5%+ 的客流量增长与 1%+ 的消费转化率增长。



图 4-3 华润南京置地中心智慧城市项目

4.4 其他入围项目

项目一：恒通 AI 科创大厦项目

恒通 AI 科创大厦项目立项初期就定下了智慧+绿色的双标杆可持续发展目标，走以智慧促进绿色、以绿色提升智慧的实施路径，获批了中房协首批智慧建筑试点项目、江苏省内高品质绿色建筑示范项目、江苏省服务业重点项目、扬州市重大项目等。

项目的智慧建筑技术从理论分析、模型研究、技术开发、工程应用与示范四个层面展开研究，为人工智能、数字孪生等技术在建筑全生命周期中的落地应用打造了标杆，具体创新点：1、集成应用节能材料探索近零能耗建筑；2、基于云计算大数据等的智能绿色低碳运维管理；3、基于 BIM 技术的绿色建筑碳足迹计算平台；4、基于 BIM 技术的项目全生命周期协同管控；5、多原则协同构建碳足迹数据库。



恒通 AI 科创大厦作为扬州智慧建筑的“播种者”，利用云计算、大数据、数字孪生、人工智能等技术手段，实现智能建造+智慧运营+运营后评估+成果展示的全过程智慧应用场景。项目性能优异，通过了绿建运行三星、近零能耗建筑、BREEAM 五星等权威认证，实现了以科技智慧带动绿色发展、以健康建筑孵化舒适生活的美好愿景，项目将进一步提高整个扬州市乃至全省的智慧建筑品牌效应和影响力，引领建筑智慧新趋势。

项目二：西安广联达数字建筑项目

项目基地北临西安北三环高架，巨大的车流量给项目带来的城市交通噪音是设计必须解决的问题，生态中庭作为办公空间和城市间的过渡空间有效的改善了办公空间的物理环境。同时面向城市界面的生态中庭的垂直绿化犹如一个巨大的展示橱窗，向城市展示了广联达“绿色建筑、共创美好生活”实践案例。生态中庭无疑也是建筑的核心的公共空间，所有的交通空间、办公空间围绕它布置，使得每一个功能空间都有非常好的视觉效果，作为大楼的使用者而言，中庭和其中的架空步道则是工作之余休憩和交流的场所，空中健身跑道、攀岩墙、篮球场、托儿所、哺乳室、阅览室等共享公共空间的营造无疑是对美好生活的诠释。

设计秉承共享思维，从城市、建筑、人三个层面去落实“绿色建筑、共创美好生活”的项目的定位。基于对项目所在地地域气候特征的分析，场地环境的分析，设计打破了建筑和景观分设的

思维，把零散的绿化面积整合成一个由建筑包裹的巨大的城市生态中庭，不仅能控制适宜的温度和湿度，还能使办公空间和室外环境保持四季常绿的状态。阳光、空气、水为主题的生态中庭改善了项目的小环境，项目没有设置围墙，生态中庭及室内周边配套的吧、阅读吧、企业展厅、生活便利店、卫生间都是向公众开放的，建筑与城市的关系变得更加紧密，西安广联达数字建筑研究中心作为城市客厅并不再是孤岛。



项目三：杭州西站金钥匙综合体项目

杭州云城地处城西科创大走廊纵深拓展腹地，与紫金港科技城、未来科技城、青山湖科技城共同构成“一廊四城”。项目总用地面积76098m²。其中商业用地/商务用地/娱乐康体用地/其他服务设施用地面积为75465m²，文化设施用地面积为633m²。本项目为杭州云城的标志性综合体，集办公、酒店、商业、剧场、空中观景平台、影视文化中心及服务型公寓等多功能综合用途。



在火车站站房和综合体之间设置了智能化的设备管理系统，可以实现设备的远程监控和调控，及时发现和处理故障。采用了轻量化的建筑结构和材料，减少了设备的负担和损耗，延长了设备的使用周期。

5. 使用和认知调研

关于 AI，很多时候人们的观点似乎不可避免地存在分歧。Smart Future 发起了 AI 在建筑应用的问卷调研，本次调查旨在深入了解建筑行业从业者对 AI 应用的认知、态度及其对行业的影响。

调查结果显示，尽管行业内对 AI 的认识程度参差不齐，但整体上，从业者对 AI 在提高工作效率和准确性方面的认可度较高。同时，调查也揭示了对 AI 可能导致职业同质化和传统技能贬值的担忧。这些反馈为行业领导者在制定未来的技术应用战略和人才培养计划时提供了重要的参考依据。通过调查，我们希望能够为推动建筑行业的数字化转型和 AI 技术的有效应用提供有力支持。

“AI 进入了一个开放的模式，而且是一个自我生长的模式，能够自我学习，向各种各样的知识图谱汲取养料。生成式 AI 正取得突破性发展，通用 AI 与专用 AI 相互作用或将引发新一轮知识革命，GAI 产业化近期呈现爆发性进步，对智慧城市治理等社会生活方方面面产生了深远影响。”

——仇保兴 国际欧亚科学院院士、住建部原副部长

（摘自报告《人工智能如何影响社会和人才演化》）

5.1 AI 在建筑工程领域的应用现状调研：主要发现

发现一：对 AI 的了解程度

大多数从业者对 AI 有一定的了解，其中 42.6% 的参与者表示“有些熟悉”，而 18.77% 的参与者对 AI 有较为深入的理解。尽管整体知识掌握较为基础，AI 在建筑行业的潜力和应用仍然被大多数人认可。

发现二：年龄与学历分布

受访者年龄主要集中在 18 至 35 岁之间，表明年轻群体在 AI 应用领域的活跃度较高。参与者的学历普遍较高，表明建筑行业从业者整体具备较高的教育水平，这有助于理解和应用 AI 技术。

发现三：从事的工作环节

建筑行业的从业者在工作环节上主要集中在规划设计与项目管理，合计比例为 66.06%。这一现象表明，AI 应用更多集中于前期规划设计阶段，而在施工建造和运维阶段的应用相对较少。

发现四：AI 认知与获取渠道

网络媒体是从业者了解 AI 的主要渠道，占比达到 80.87%，其次是通过会议和期刊了解 AI 技术（55.96%）。这反映出 AI 技术的普及途径主要依赖于互联网和专业领域的传播。

发现五：数字化成熟度与 AI 使用频率

建筑行业在数字化转型方面存在滞后性，47.65% 的员工认为单位的数字化成熟度较低。尽管 AI 技术被应用于一些项目中，但频繁应用 AI 的情况较为稀少，只有 19.86% 的受访者表示在大多数项目中使用 AI。

发现六：AI 对职业的影响

大多数从业者（61.37%）对 AI 可能导致职业同质化和工作被模仿的风险持认同态度。AI 被视为可能削弱个性化创意竞争优势的因素。此外，42.6% 的参与者认为 AI 会降低传统专业技能的市场价值，显示出对 AI 替代传统工作的担忧。

发现七：AI 对工作效率的影响

AI 的引入被大多数从业者认为能提高工作效率（83.4% 认为同意或很同意），并且能够提升建筑建模与模拟的准确性（80.51% 认可 AI 效果）。这些数据表明 AI 的应用在提高工作效率和精准度方面已经得到了广泛的认可。

发现八：AI 与环境可持续性分析

超过 78% 的受访者认可 AI 在能源效率和材料优化等领域的应用，表明 AI 在建筑行业的环境可持续性分析中具有巨大的潜力和发展空间。

发现九：AI 导致裁员的担忧

尽管 AI 带来了工作效率的提升，仍有 45.85% 的受访者担心 AI 可能导致裁员，显示出在技术变革中对就业影响的担忧。为应对这种担忧，企业需要加强对 AI 技术的透明度，并提供再培训机会以帮助员工适应新技术。

发现十：AI 在不同领域的应用

在规划设计中，AI 在概念设计、方案优化和能效模拟等方面的应用频率较高。在项目管理中，AI 在进度规划、成本控制和质量控制等领域被广泛采用。在建造施工和建筑运维中，AI 的应用也在逐步增加，尤其是在设备管理和环境监测方面。

5.2 从业者的背景特征

本次调查共收回问卷共 747 份，参与调查的用户覆盖建筑规划设计（33.57%）、项目管理（32.49%）、施工建造（16.61%）、运行维护（17.33%）等不同建筑阶段。受访者对其个人以及所在单位（公司/学校）的 AI 认知和应用情况进行评分。

从业者的背景特征

- **年龄分布：**从参与者的年龄分布来看，18 至 35 岁之间的从业者占据了主导地位，合计超过 75%。其中，18~25 岁和 26~35 岁的比例分别为 36.82%和 38.63%，这表明年轻群体在 AI 相关领域的参与度较高。相对而言，36 岁以上的年龄段参与比例较低，尤其是 45 岁以上的群体，仅占 5.42%，显示出建筑行业 AI 应用的活跃度与年轻人群体密切相关。
- **学历背景：**学历层次较高的从业者占据主导地位，59.57%的受访者拥有本科学历，28.88%为硕士研究生。相对而言，本科以下和博士研究生生的比例较低，分别为 7.58%和 3.97%。这表明建筑行业的 AI 应用受众群体较为高学历，能够支撑对 AI 技术的深入理解和应用。
- **从业环节：**参与者主要集中在建筑的前期环节尤其是规划设计和项目管理领域，二者合计占比高达 66.06%，这反映出行业内专业化趋势，许多从业者选择在设计和管理层面发挥作用。相对而言，施工建造和运行维护的比例较低，分别为 16.61%和 17.33%，这可能与这些环节的传统性和复杂性有关。

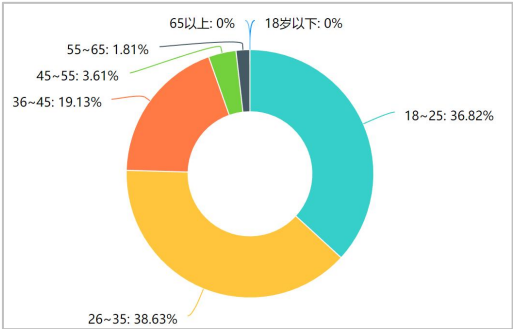


图 受访者年龄分布

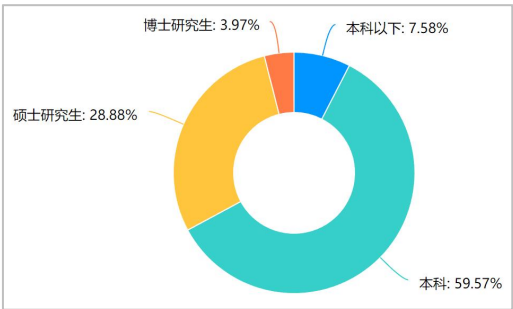


图 受访者学历分布

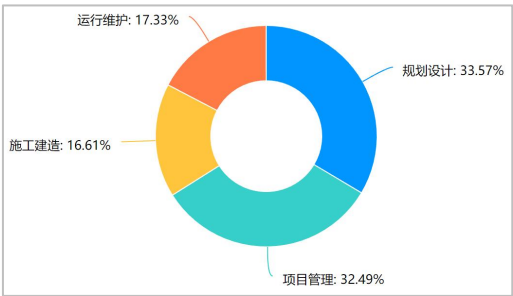


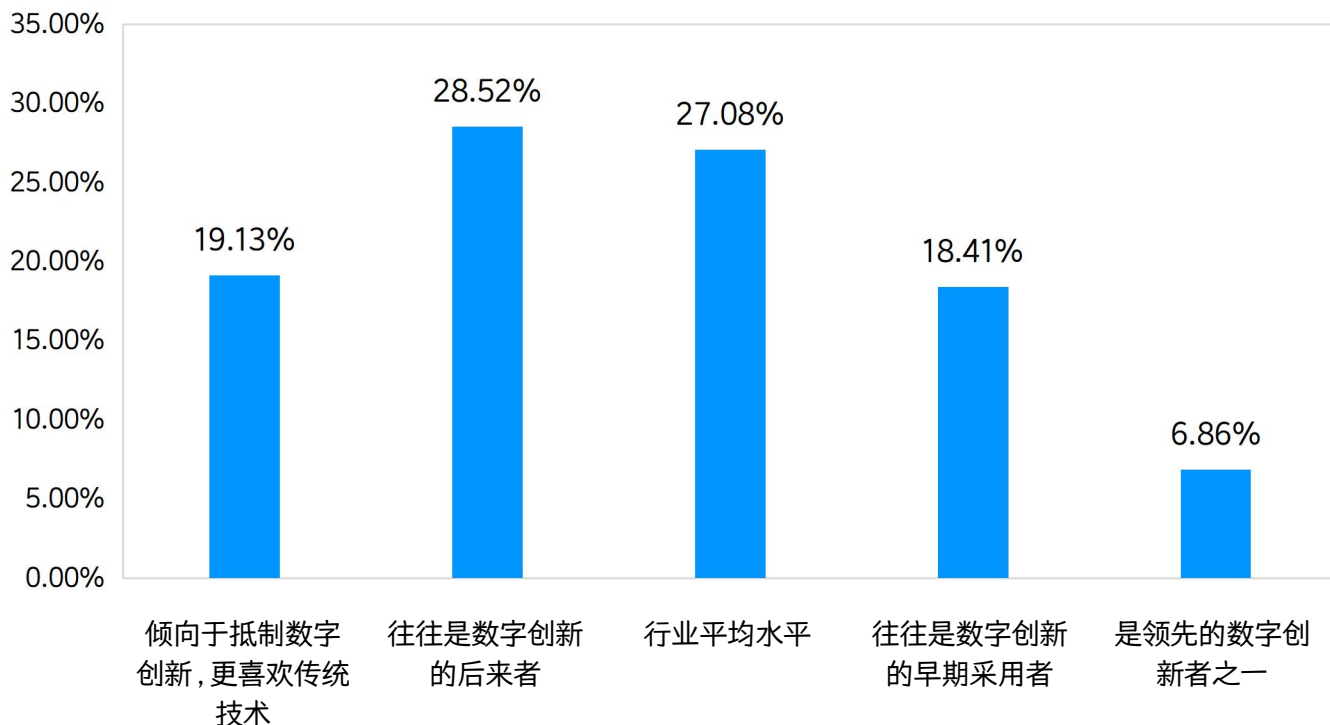
图 受访者从业环节分布

5.3 建筑的数字化成熟度

- 受访者对其单位（公司/学校）的数字化成熟度进行评分，根据数据分析，所在单位的数字化成熟度呈现出明显的分布特征。
- 大约 18.41% 的人认为单位是数字创新的早期采用者，且有 6.86% 的人认为单位是领先的数字创新者之一，这表明单位在数字化转型方面的领先者较为稀少，不足十分之一的企业积极寻求通过数字化引领来发展其循环实践。
- 与此同时，27.08% 的受访者认为单位处于行业平均水平，显示出一定的保守性和滞后性，也表明约三分之一的企业愿意采用已经证明有价值的创新数字工具。
- 大约 47.65% 的受访者（倾向于抵制数字创新和往往是数字创新的后来者）对数字创新持保守态度，表明单位在数字化转型方面面临一定的阻力。约五分之一的受访者完全抵制数字创新，更喜欢传统技术。这种阻力可能是由于缺乏资源或内部技能，或者对于从事特定类型工作的实践，数字化的作用可能更有限。



您如何评估所在单位（公司/学校）的数字化成熟度？



一半以上（52.35%）的受访者表明他们愿意采用已经证明有价值的创新数字工具。

5.4 AI 的认知和当前的应用情况

AI 认知度

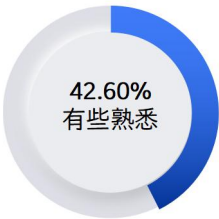
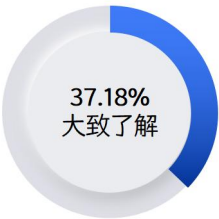
- 79.78%的参与者表示他们对 AI 有一定了解，主要集中在“有些熟悉”和“大致了解”这两个选项。其中 42.6%的参与者表示“有些熟悉”，而 18.77%的参与者对 AI 有较为深入的理解。调研结果显示，尽管从业者整体知识掌握较为基础，AI 在建筑行业的潜力和应用仍然被大多数人认可。

AI 的使用频率

- 大多数受访者（37.55%）表示在偶尔项目中使用 AI，36.1%表示在一些项目中使用 AI，仅有 19.86%的受访者表示在大多数项目中使用 AI，3.25%的受访者表示在每个项目中都使用 AI。这表明，AI 的应用尚未成为建筑行业的常态，尽管有一定的接受度，但整体普及程度仍有限。
- 此外，对 AI 的整合情况的调查显示，仍有 24.55%的受访者对 AI 整合持中立态度，可能表明部分从业者对 AI 应用的具体效果或应用场景存在疑虑。



您对“人工智能”（AI）的了解程度？



对于您目前进行的项目/实践，使用 AI 的频率是多少？



建筑企业在 AI 应用方面存在滞后性，关于 AI 的个人认知领先于企业的采用。

5.5 建筑从业者对 AI 的看法

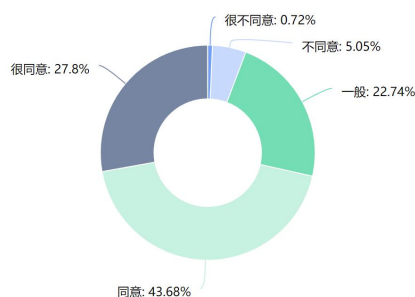
您是否同意以下看法？

1、建筑设计/建造/运维现在太复杂了，我们需要更多更好的 AI 工具。

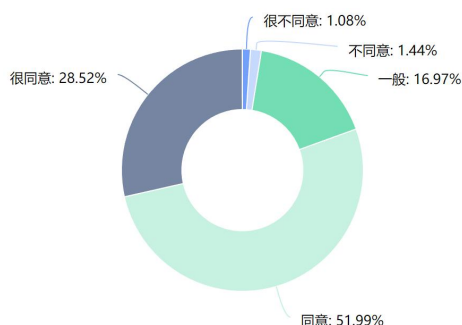
合计超过 71%的受访者（同意和很同意）认为当前的工作环境需要更多更好的 AI 工具，这表明对于 AI 工具的需求非常迫切。相对而言，只有 5.77%的受访者表示不同意，对现有工具的满意度较低。

2、AI 提高了相关工作过程的效率。

大部分人（45.85%的人选择同意，37.55%的人选择很同意）认为 AI 提高了相关工作过程的效率，持积极态度；只有少数人（1.08%的人选择很不同意，1.44%的人选择不同意）对这一观点表示否定；还有 14.08%的人认为一般。总体上，对 AI 提高工作效率持肯定态度的人占比较大。



问题 1 答案分布



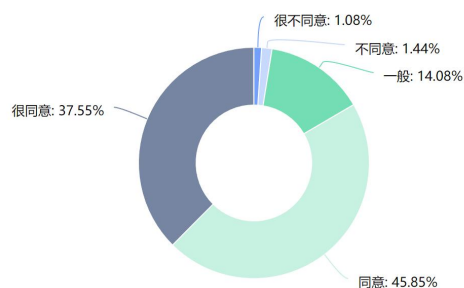
问题 3 答案分布

3、AI 提高了我们建筑建模和模拟的准确性。

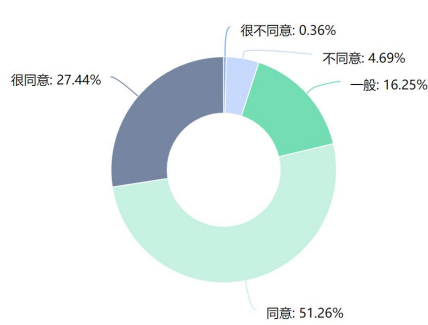
大部分人（51.99%的人选择同意，28.52%的人选择很同意）认为 AI 提高了建筑建模和模拟的准确性，仅有极少数人（1.08%的人选择很不同意，1.44%的人选择不同意）对此持否定态度，还有相当一部分人（16.97%的人选择一般）持中立态度。

4、AI 已被应用于我们的环境可持续性分析（例如，能源效率、材料优化）。

超过 78%的受访者（同意和很同意的比例合计为 78.7%）对 AI 在环境可持续性分析中的应用表示认可，这表明大多数人对 AI 技术在能源效率和材料优化等领域的潜力持积极态度。相对而言，只有 5.05%的受访者表示不同意或很不同意，这显示出对 AI 应用的普遍接受度较高。



问题 2 答案分布



问题 4 答案分布

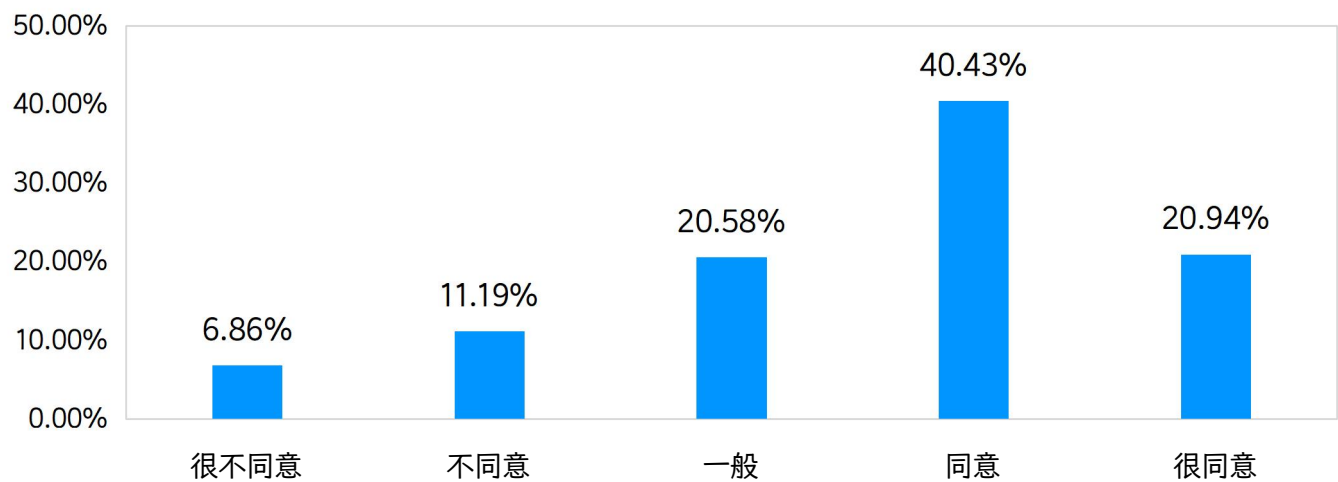
5.6 AI 对职业的影响

AI 与职业同质化

- 选择“同意”及“很同意”选项的受访者占比达到 61.37%，表明大多数人对 AI 引发工作被模仿和职业同质化的风险持肯定态度。相对而言，选择“很不同意”和“不同意”的比例较低，仅为 18.05%。而选择“一般”的比例为 20.58%，显示出一些受访者对此问题持中立态度。



AI 增加了我们的工作被模仿的风险，AI 可能导致职业同质化，弱化个性化创意的竞争优势。

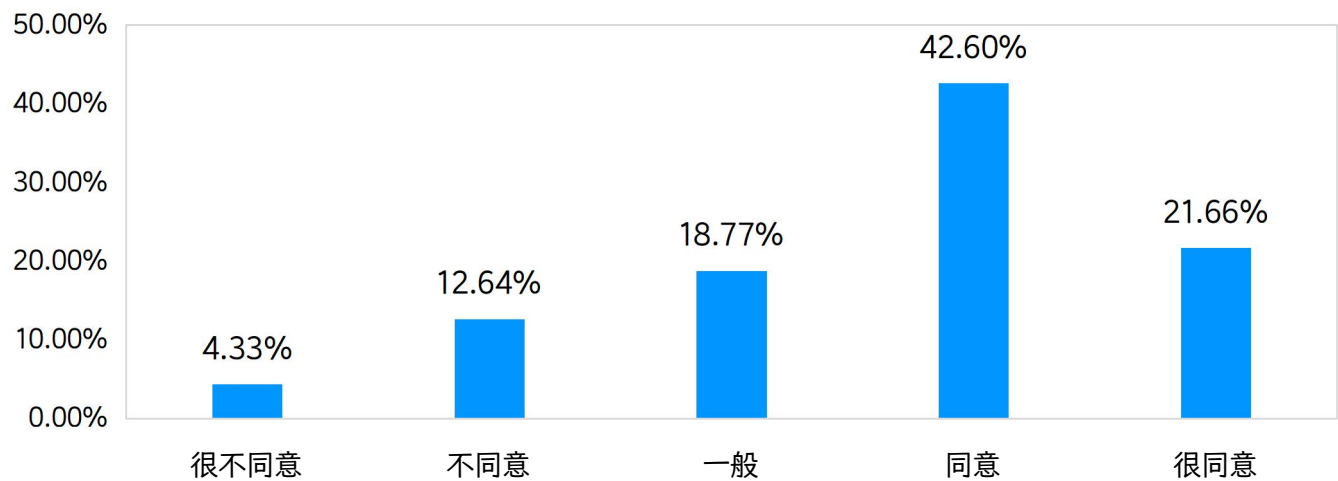


AI 对传统技能的影响

- 选择“同意”及“很同意”选项的受访者占比达到 61.37%，表明大多数人对 AI 引发工作被模仿和职业同质化的风险持肯定态度。相对而言，选择“很不同意”和“不同意”的比例较低，仅为 18.05%。而选择“一般”的比例为 20.58%，显示出一些受访者对此问题持中立态度。



AI 对职业构成威胁，使得一些传统专业技能可能在 AI 的高效模仿下变得不再稀缺，降低了市场价值。

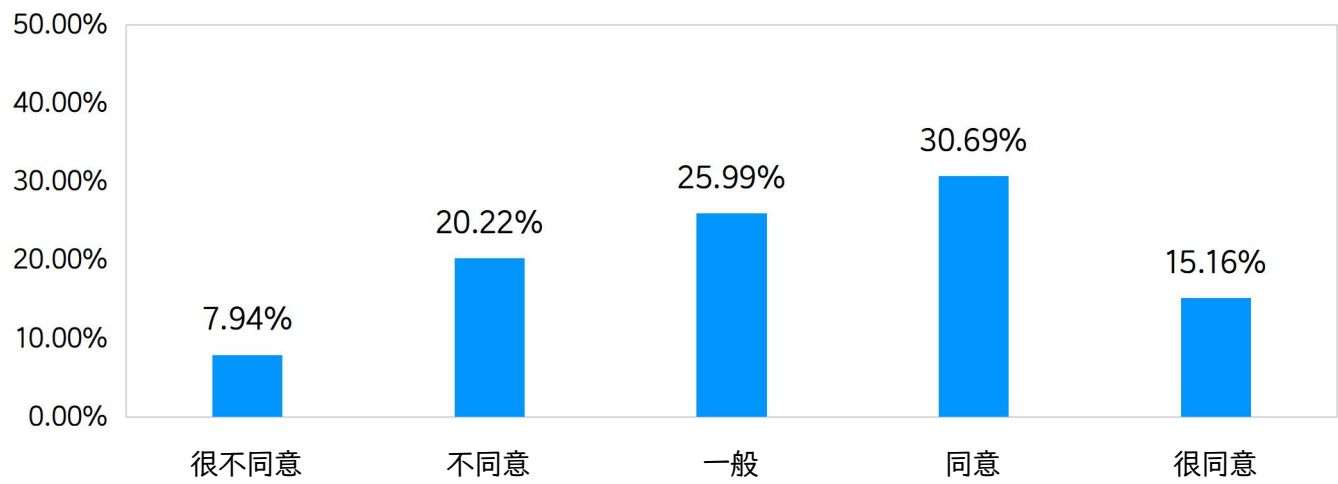


AI 对裁员的影响

- 根据调查结果，30.69%的受访者选择“同意”AI 导致裁员，15.16%的受访者选择“很同意”，这表明总体上有 45.85%的受访者认为 AI 对裁员有直接影响。相对而言，只有 28.16%的受访者持“不同意”或“很不同意”的态度，显示出对 AI 裁员影响的担忧明显高于支持的声音。
- 在中立态度方面，25.99%的受访者选择“一般”，这可能反映出对 AI 影响的复杂性和不确定性。总体来看，受访者对 AI 导致裁员的看法倾向于负面。



AI 导致裁员。

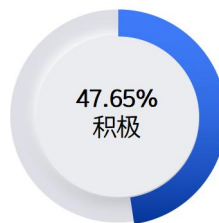
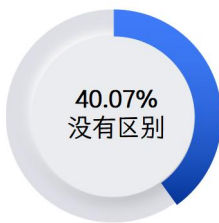


AI 对从业者工资的影响

- 根据调查结果，47.65%的受访者认为 AI 对建筑从业者的专业工资影响是积极的，而仅有 12.27%的人认为这种影响是消极的，40.07%的人认为没有区别。这表明大多数受访者对 AI 在建筑行业的影响持乐观态度，认为其可能会带来工资提升或其他积极变化。



您认为 AI 对建筑从业者的专业工资的影响是积极的还是消极的？



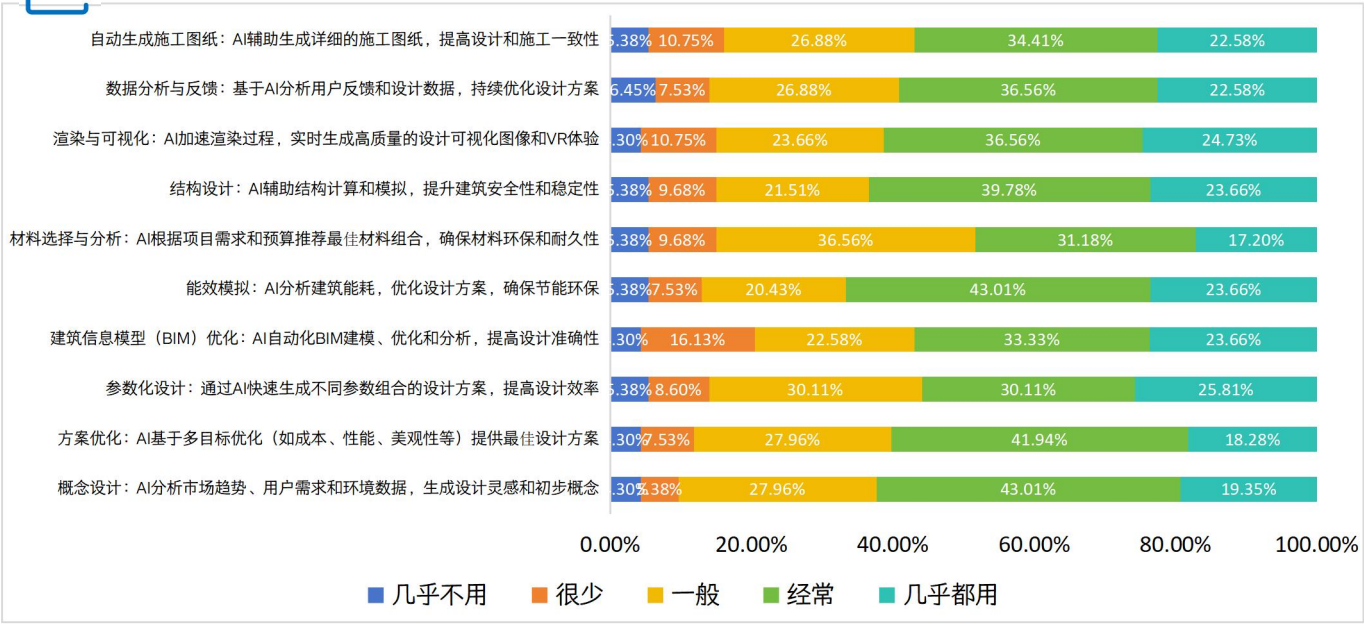
5.7 AI 在建筑工程领域各环节的应用

规划设计

- 整体来看，规划设计相关者在各个领域采用 AI 的程度普遍偏向于“经常”和“一般”这两个选项，显示出对 AI 技术的认可和应用，但仍有提升空间。
- 概念设计和能效模拟的使用率最高，表明在市场趋势分析、用户需求把握及建筑能耗优化方面，AI 的应用较为广泛。建议继续深化 AI 在这些领域的应用，例如引入更多数据源和算法，以提升分析的准确性和灵活性。
- 方案优化、参数化设计和结构设计的平均分均在 65 分左右，显示出这些领域的 AI 应用相对成熟，但仍可进一步加强。可以考虑开展培训和工作坊，提高相关人员对 AI 工具的使用能力，促进创新设计思维。
- 建筑信息模型（BIM）优化和材料选择与分析的使用率相对较低，这表明在这些领域 AI 的应用尚未达到较高水平。建议加大对 BIM 技术的投资，并探索 AI 在材料分析中的潜力，通过案例研究和成功示范，鼓励更多单位尝试 AI 技术。
- 渲染与可视化及自动生成施工图纸的应用情况也显示出一定的潜力，建议利用 AI 加速设计过程，提升项目的整体效率，尤其是在复杂项目的可视化展示上，提升客户体验。



如果您是规划设计相关者，请说明贵单位在以下领域采用 AI 的程度。

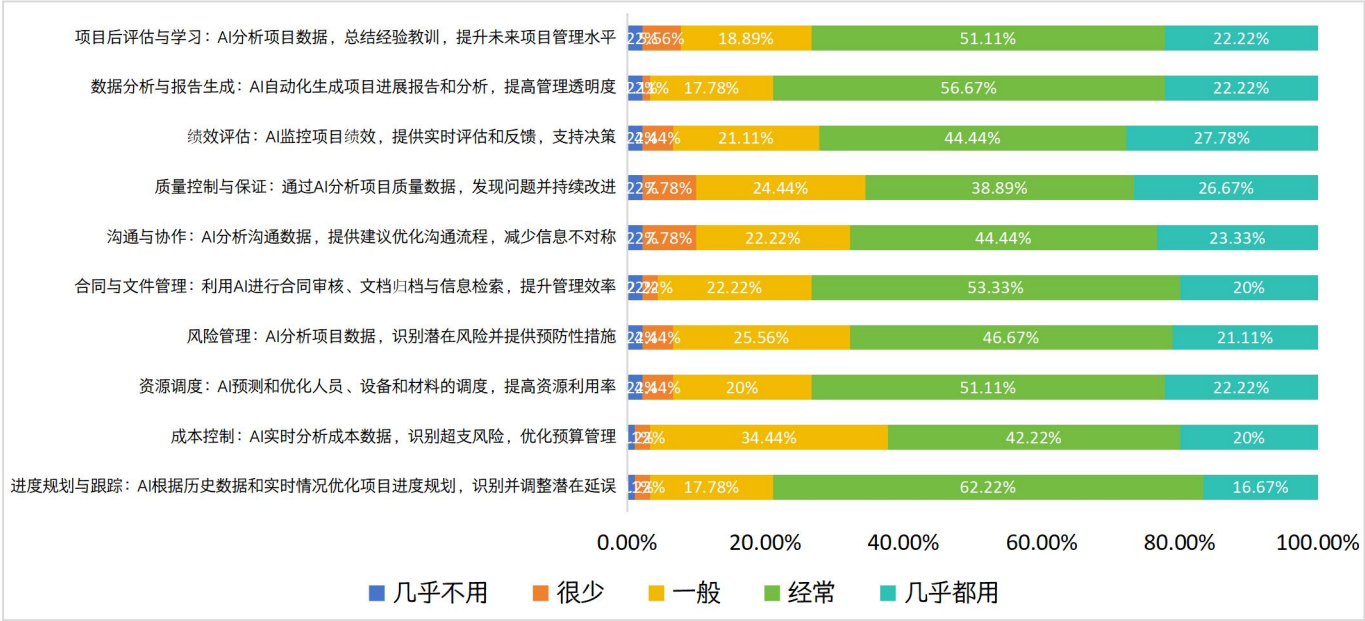


项目管理

- 整体来看，项目管理中 AI 应用的各个领域都有较高的使用频率，尤其是在进度规划与跟踪、成本控制和资源调度等核心环节，表明 AI 在提升项目管理效率和质量方面的作用已经得到广泛认可。
- 进度规划与跟踪、成本控制和资源调度等功能的“经常”使用比例较高，分别为 62.22%、42.22%和 51.11%。这表明项目管理者对这些功能的依赖性强，认为其对项目成功至关重要。
- 数据分析与报告生成的“经常”使用比例为 56.67%，显示出管理者对透明度和实时反馈的需求。
- 合同与文件管理和沟通与协作的“经常”使用比例分别为 53.33%和 44.44%，虽然也有一定的使用频率，但相较于其他功能，使用者的积极性稍显不足。
- 风险管理和质量控制与保证的“经常”使用比例较低，分别为 46.67%和 38.89%，可能表明管理者在这些领域的依赖性不如其他功能强。



如您是项目管理相关者，请说明贵单位在以下领域采用 AI 的程度。

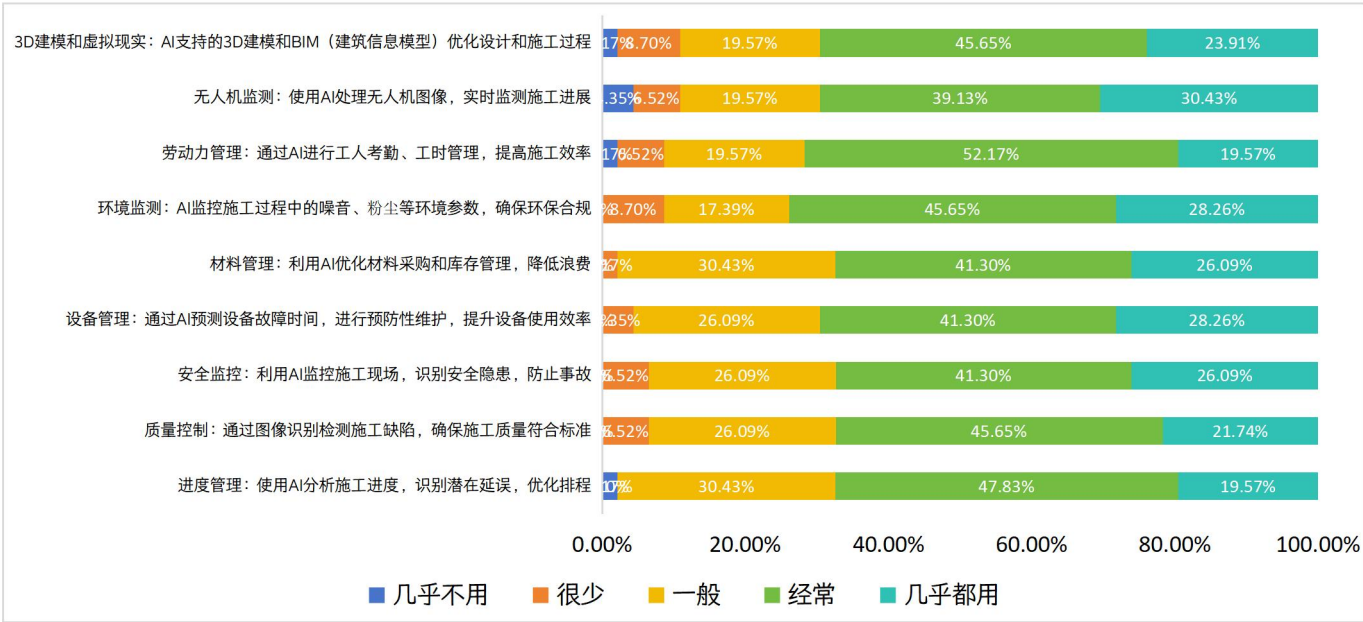


建造施工

- 施工单位在多项领域中对 AI 的采用程度普遍较高，尤其是在进度管理、质量控制和安全监控方面，使用频率较高，均有超过 40% 的受访者表示“经常”使用 AI。这表明施工单位在这些关键领域中，已经较为依赖 AI 技术来提高管理效率和施工质量。
- 具体来看，设备管理和环境监测的使用频率也相对较高，显示出单位在设备维护和环保合规方面对 AI 的重视。而在材料管理和劳动力管理方面，虽然也有一定的使用频率，但相对较低，特别是劳动力管理，显示出在这一领域的 AI 应用还有进一步提升的空间。
- 无人机监测和 3D 建模与虚拟现实的使用频率相对较低，这可能反映出施工单位在这些新兴技术的应用上还处于探索阶段或尚未充分利用。



如您是建造施工相关者，请说明贵单位在以下领域采用 AI 的程度。

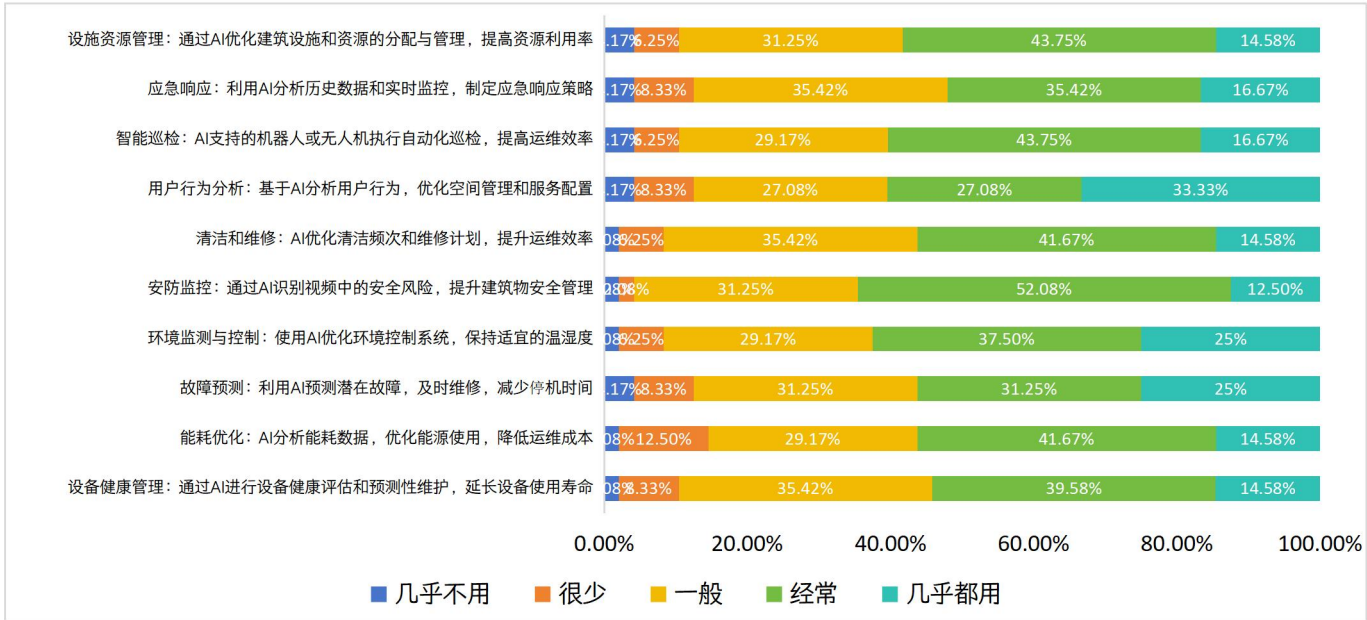


建筑运维

- 整体来看，虽然建筑运维领域在 AI 的应用上已有一定基础，但在某些领域仍需进一步发展和完善。建议企业根据不同领域的需求，制定相应的 AI 技术应用策略，提升整体运维效率和安全性。
- 设备健康管理和能耗优化的使用频率较高，分别有 39.58%和 41.67%的受访者表示“经常”使用 AI，表明这两个领域的 AI 应用相对成熟。建议进一步加强设备健康管理的 AI 技术，以提升设备的使用效率和降低维护成本。
- 故障预测和环境监测与控制的采用程度也较为可观，尤其是环境监测与控制，显示出较强的重视程度。可以考虑加大在这两方面的投资和技术开发，以提高运维的智能化水平。
- 安防监控的使用情况较好，有 52.08%的受访者表示“经常”使用 AI，这表明安全管理是运维中的一个重要关注点。
- 用户行为分析和智能巡检的分数较高，显示出对用户体验和运维效率的关注。应急响应和设施资源管理的 AI 应用相对较低，表明这两个领域仍有提升空间。



如您是建筑运维相关者，请说明贵单位在以下领域采用 AI 的程度。





Smart Future 协同工作平台

www.isbap.net



中国城市科学学会绿色建筑研究中心



中国房地产业协会技术委员会

中国房地产业协会智慧建筑研究中心

