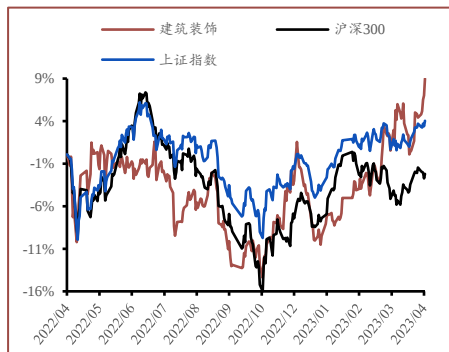


人工智能在建筑的应用现状和前景

■ 证券研究报告

投资评级:看好(维持)

最近 12 月市场表现


分析师 毕春晖

SAC 证书编号: S0160522070001

bich@ctsec.com

相关报告

1. 《基建链稳中向好,地产链仍在蛰伏——2023Q1 业绩前瞻》 2023-04-04

核心观点

- ❖ **ChatGPT 的应用场景来看,文本类工作效率更容易得到提升。**ChatGPT 是基于 2017 年 Google 开发的 Transformer 构架上发展的,在这种数据关联的方式下数据产生的运算量较大,并且 ChatGPT 是一种基于 Data-centric 训练出的模型,目前已经接受了 45TB 的高质量文本语料。综上,基于模型天然特性、当前算力的限制、AI 已经接受的训练来看,ChatGPT 更适合于文本类信息的处理,短期来看生产的效率提升或主要集中在文本处理的领域。应用领域上看,它可以在教育行业中提供大量的语言 and 知识学习的资源,协助师生之间的交流和学生的评估;商业领域,可以帮助去进行一些营销策略的创作、提供客户服务、或者从事数据分析等工作;媒体领域可以协助创意工作者去生产或者编辑脚本、外发的文稿等内容。
- ❖ **AI 在建筑的一些领域已经初步尝试,但受限于发展水平短期应用仍相对有限。**目前,AI 在建筑业的应用已经有很多相关研究,并且已经有部分项目落地。北京和深圳已经作为试点城市,在现有数字化审图系统基础上引入人工智能相关技术并形成可复制的经验。但是受限于发展水平,AI 的应用领域还是相对有限。参考 ChatGPT 发展路径,AI 在建筑业的应用主要受限于:1) 模型仍需进一步迭代以处理更多类型数据,建筑业务涉及到的数据种类繁多,除了文字最常见的还有图形、时间序列,高维度数据等;2) 高质量数据集的建立,鉴于当前训练 ChatGPT 所使用的数据集的量与质量,建筑业想要实现 AI 的应用还需要时间;3) 资源投入:训练过程中需要大量的人工去给数据进行标注,并且需要长期的技术积累。
- ❖ **展望未来,AI 在建筑领域大有可为,提前布局 AI 且积累大量数据的建筑公司有望脱颖而出。**AI 技术成熟后在建筑领域大有可为,比如在建筑设计中,使用 AI 可以帮助建筑师确定最佳的建筑形态、优化结构、材料及构件的选择,以及提高建筑的能源效率等;智能制造领域,人工智能可以深度参与自动化生产流程、供应链管理、品质检验等环节。往终局去看,1) 已经布局人工智能并积累经验;2) 能够提供足够的资源、数据集的企业有望最早实现人工智能应用于建筑领域的突破,之后凭借效率大幅提升快速出清行业内效率较低的企业。
- ❖ **风险提示:** AI 技术发展不及预期、AI 技术应用到产业不及预期、地缘政治风险。

内容目录

1	ChatGPT 在建筑的应用现状和前景	4
1.1	应用层面来看, ChatGPT 当前更适合文本工作类行业	4
1.2	建筑业涉及到的数据类型众多, 所需要的模型更为繁杂	5
1.3	ChatGPT 复现不易, 除资源投入还需高质量数据集	6
2	人工智能在建筑设计层面的应用	9
2.1	人工智能在建筑设计中应用的潜力如何?	9
2.2	AI 是否能应用到建筑设计或者施工图中?	11
2.2.1	AI 在建筑设计及施工图的部分环节已经使用	11
2.2.2	建筑施工图中数据要素多, 需要多种网络共同参与	12
3	人工智能与智能制造	14
3.1	在智能制造中, 人工智能可发挥什么样的作用?	14
3.2	AI 能帮助完成自动化焊接之类的工序吗?	15
4	看好充分布局数字智慧的设计企业	16
4.1	华设集团: 深耕大数据、云计算、物联网和人工智能的优势企业	16
4.2	华阳国际: AI 技术已在审图阶段应用	18
4.3	华建集团: 数字化转型稳步推进	19
4.4	东易日盛: 将 AI 应用到营销环节提高消费体验	20
5	风险提示	20

图表目录

图 1. NLP 发展历程	4
图 2. ChatGPT 发展历程	5
图 3. GPT-1 模型的网络结构	7
图 4. Data-centric 和 Model-centric 的区别	7
图 5. ChatGPT 在发展历程中所采用数据集的变化	8
图 6. ANN 在建筑能耗应用的 DMAIC 方法	10
图 7. 智慧建筑的强化学习模型	10
图 8. 基于 AI 的下水道缺陷检测	10
图 9. 住建部在北京开展 AI 审图试点	11

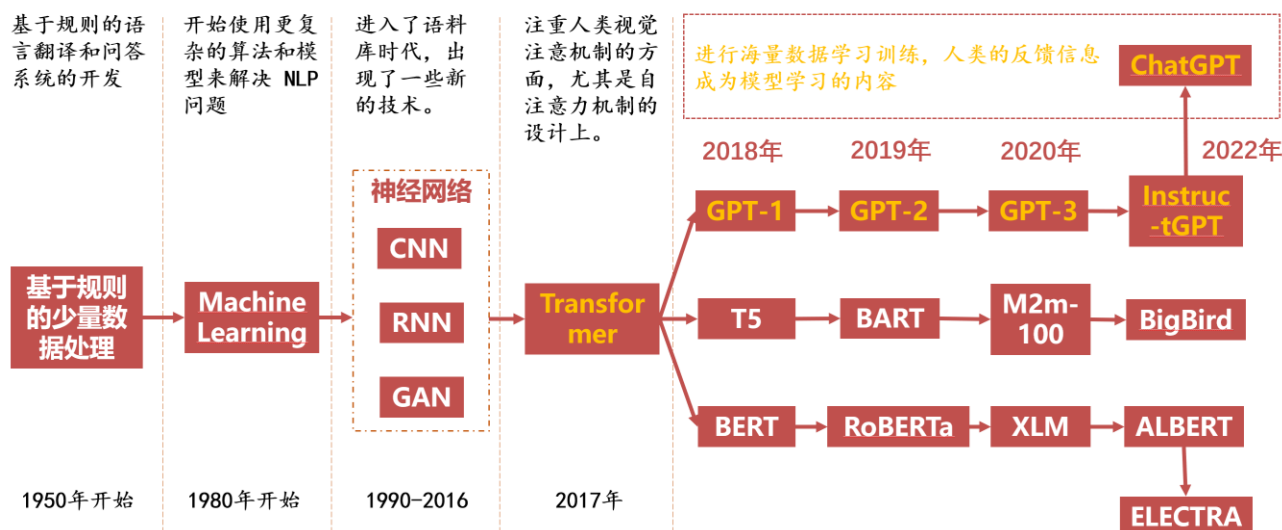
图 10. 机器学习绘制设计图.....	12
图 11. 人工智能对设计图纸打标签.....	12
图 12. 深度学习方法对建筑物 3D 建模并分类标注.....	12
图 13. 自动化包装生产线.....	14
图 14. 智能供应链.....	14
图 15. 焊接智能机械手臂.....	15
图 16. 自动化检测金属表面缺陷.....	15
图 17. 某互通立交正向设计和数字模型.....	16
图 18. 华设紫云基建“四云、七线”数字平台产品.....	17
图 19. 华设智慧公路技术解决方案.....	17
图 20. 华设智慧港航应用案例.....	17
图 21. 华设智慧公交产品线.....	17
图 22. 智慧停车产品线.....	17
图 23. 公司 BIM 案例：莲塘口岸.....	18
图 24. 公司 BIM 案例：深圳市科技馆（新馆）.....	18
图 25. 万翼 AI 审图.....	19
图 26. 华建集团助力上海北外滩中心.....	19
图 27. 华建集团助力上海城市规划展示馆.....	19
表 1. ChatGPT 有望应用的领域.....	5
表 2. 不同种神经网络适用的数据类型有所差异.....	6
表 3. AI 在建筑设计中的应用潜力.....	9

1 ChatGPT 在建筑的应用现状和前景

1.1 应用层面来看，ChatGPT 当前更适合文本工作类行业

ChatGPT 是自然语言处理发展的产物。自然语言处理(Natural Language Processing, NLP) 作为人工智能的重要研究方向，旨在帮助计算机理解、解释和运用人类语言。回顾发展历程来看，上世纪 50 年代，科学家已经开始进行基于规则的少量数据处理，总体是基于模板和规则的学习的阶段；上世纪 80 年代开始，进入 Machine Learning 的时代，与之前的区别是开始基于一定范围的数据进行参数分类；上世纪 90 年代开始，以 CNN、RNN 等为代表的神经网络开始获得突破，开始模仿人脑进行大量数据的标记和训练。2017 年，Ashish Vaswani et.al 在论文《Attention Is All You Need》中提出了一种新的简单架构——Transformer Architecture，这种模型基于注意力机制，不用重复和卷积，因而这些模型在质量上更优，同时更易于并行化，需要的训练时间明显更少。

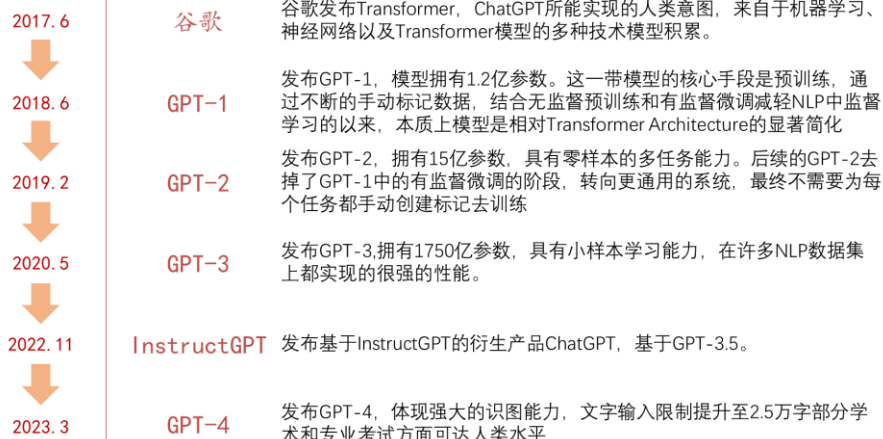
图1.NLP 发展历程



数据来源：真格基金，财通证券研究所

ChatGPT 能实现的人类意图，来自于机器学习、神经网络以及 Transformer 模型的多种技术模型积累。最早在 2018 年 OpenAI 推出 GPT-1，其中大约有 1.17 亿个参数，这一代模型的核心手段是预训练，通过不断的手动标记数据，结合无监督预训练和有监督微调减轻 NLP 中的监督学习，本质上模型是相对 Transformer Architecture 的显著简化；后续的 GPT-2 去掉了 GPT-1 中的有监督微调的阶段，转向更通用的系统，最终不需要为每个任务都手动创建标记去训练，GPT-3 的参数数量等相对之前有了极大飞跃，达到 1750 亿个参数，在许多 NLP 数据集上都实现了很强的性能。

图2.ChatGPT 发展历程



数据来源：Priya Shree 《The Journey of Open AI GPT models》，Alec Radford 《Improving Language Understanding by Generative Pre-Training》，Jan Gorecki 《Pair Programming with Large Language Models for Sampling and Estimation of Copulas》，财通证券研究所

基于 ChatGPT 神经网络的类型以及训练方法来看，文本类工作的效率有望得到提升。由于 ChatGPT 已经接受了大量的文本训练集，它可以在教育行业中提供大量的语言和知识学习的资源，协助师生之间的交流和学生的评估；金融领域，可以基于大量文本去分析行业的市场情况、风险评估并给出建议等；商业领域，可以帮助去进行一些营销策略的创作、提供客户服务、或者从事数据分析等工作；媒体领域可以协助创意工作者去生产或者编辑脚本、外发的文稿等内容。

表1.ChatGPT 有望应用的领域

应用领域	相关形式
自然语言处理	可以用于自然语言生成、自然语言理解、文本摘要、机器翻译等 NLP 任务。
智能客服	可以作为智能客服机器人的核心，回答客户的问题、提供帮助和建议。
电子商务	可以用于电子商务平台的客服和推荐系统，为客户提供更好的购物体验 and 更精准的推荐。
教育	可以作为辅助教学工具，为学生提供答案解释、学习建议和自适应学习体验。
媒体	可以用于新闻自动化、内容推荐和智能化编辑，帮助媒体更快速、更精准地生产和传播新闻。
医疗	可以用于医疗问诊、病历记录、病症分析等任务，帮助医疗机构提高效率和服务质量。
金融	可以用于智能投资、风险评估、客户服务等金融领域任务，帮助更好地服务客户和管理风险。

数据来源：财通证券研究所整理

1.2 建筑业涉及到的数据类型众多，所需要的模型更为繁杂

不同类型数据（图片、文本、音频）的处理适用于不同种类的神经网络：

表2.不同种神经网络适用的数据类型有所差异

网络类型	主要原理	应用领域	主流算法	处理对象
CNN（卷积神经网络）	卷积神经网络本质上是一个网络间共享权重参数的多层复合函数，其共享权值的思想可以大大减小训练参数的数量，因此常被用来训练深层网络并在大规模数据（如图片）的处理中表现出较好的表达能力。	图片分类 目标识别	AlexNet、VGG、GoogLeNet、ResNet、DenseNet 等 RCNN、Fast RCNN、Faster RCNN、Mask RCNN、YOLO、SSD 等	图片、音频、视频等
RNN（循环神经网络）	循环神经网络的主要思想是在网络模型中不同部分进行权值共享使得模型可以扩展到不同样式的样本。循环神经网络在处理长序列时表现出了较好的泛化能力和精度。	自然语言处理	LSTM、GRU、双向 RNN 等	序列信号（如文本、语言）
Transformer（注意力机制模型）	注意力机制的主要思想是对给不同输入信号分配不同的权重，使得模型更加关注重要的输入。这种思想可以让神经网络在处理序列数据时，专注于关键信息的部分，同时忽略不重要的部分。	机器翻译、聊天机器人等	GPT、BERT 等	序列信号（如文本、语言）
GCN（图卷积神经网络）	图卷积神经网络模型通过考虑节点自身以及邻接节点的属性从图数据中提取特征，克服了传统神经网络模型无法高效处理不规则且没有平移不变性的图数据的缺点。	网络分析、生物化学等	GAT、EdgeConv、DeepGCN 等	具有不规则空间拓扑结构的数据（如社交网络、蛋白质结构等）
Auto-Encoder（自编码器）	自编码器可以认为是只有一层隐含层的神经网络，通过压缩和还原实现对特征的重构。模型中，输入层到隐含层是编码器，能将输入特征压缩；隐含层到输出层是解码器，可以重构经过压缩的特征。	数据去噪、图像生成、目标识别、入侵检测、故障诊断等	稀疏自编码器、卷积自编码器、变分自编码器、对抗自编码器等	图片、视频等
GANs（生成式对抗网络）	生成对抗网络模型基于生成器与判别器采用对抗机制训练模型，使生成数据匹配真实数据，从而使网络产生的数据分布逼近真实数据分布。	图片生成、自然语言处理等	DCGAN、InfoGAN、CycleGAN、WGAN、Self-Attention GAN、BigGAN	图片

数据来源：财通证券研究所整理

而在建筑领域，不同的需求适应的神经网络不同，不能简单从 ChatGPT 去移植。

在建筑领域涉及到的数据种类繁多，有图片、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，并且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 GANs 去生成新图像。所以当前阶段，我们更看好 ChatGPT 在设计环节以及一些固定的文本处理环节（标准化、重复性、逻辑性较高，需要计算机辅助的加工文本类型数据的环节）帮助建筑企业提高效率。

1.3 ChatGPT 复现不易，除资源投入还需高质量数据集

复盘 ChatGPT 发展历程，GPT 模型的架构主要基于 Transformer，以文本和位置信息的向量为输入，使用注意力机制来建模词之间的关系。之后的 GPT 系列模型结构大体上都与 GPT-1 类似，主要区别在于更多参数（更多层，更多隐含层维度等等）。

图3.GPT-1 模型的网络结构

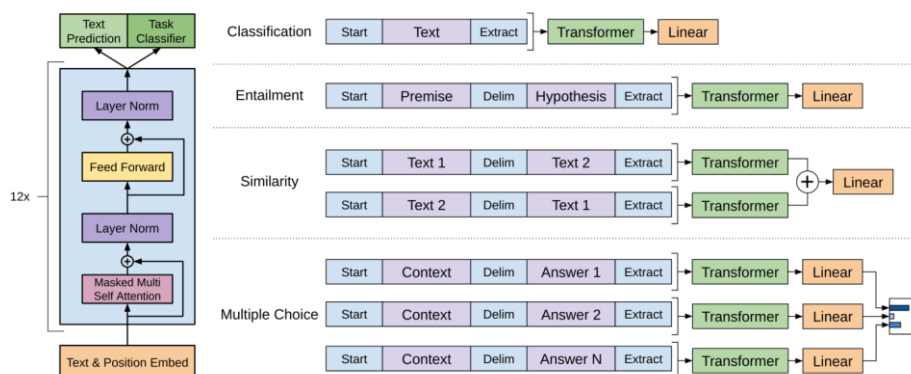
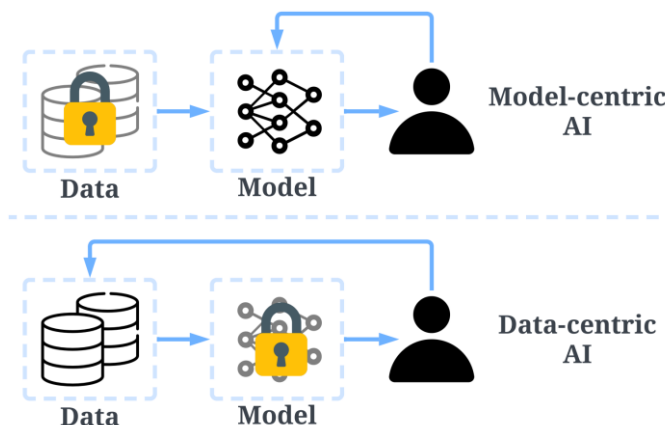


Figure 1: (left) Transformer architecture and training objectives used in this work. (right) Input transformations for fine-tuning on different tasks. We convert all structured inputs into token sequences to be processed by our pre-trained model, followed by a linear+softmax layer.

数据来源：Alec Radford 《Improving Language Understanding by Generative Pre-Training》，财通证券研究所

ChatGPT 是一种 Data-centric 的模型，超高质量数据是成功关键要素。根据查道琛的研究，当前 AI 模型搭建，可以被分为 Model-centric 和 Data-centric。传统的搭建 AI 模型的方法主要是去迭代模型，数据相对固定。比如，通过聚焦于几个基准数据集，然后设计各式各样的模型去提高预测准确率。这种方式称作以模型为中心（model-centric）。然而，Model-centric 没有考虑到实际应用中数据可能出现的各种问题，例如不准确的标签，数据重复和异常数据等。准确率高的模型只能确保很好地“拟合”了数据，并不一定意味着实际应用中会有很好的表现。Data-centric 更侧重于提高数据的质量和数量。也就是说 Data-centric AI 关注的是数据本身，而模型相对固定。采用 Data-centric AI 的方法在实际场景中会有更大的潜力，因为数据很大程度上决定了模型能力的上限。

图4.Data-centric 和 Model-centric 的区别



数据来源：Daochen Zha 《Data-centric AI: Perspectives and Challenges》，财通证券研究所

根据 Yann LeCun（深度学习三巨头，CNN 模型之父）的说法，ChatGPT 在技术上并不是什么新鲜事物。事实上，ChatGPT 更类似于基于 Data-centric 开发出的模型，虽然 GPT-1 中并未采取 Data-centric AI 策略，但是其数据集是 BooksCorpus 的 4926MB 的各类书籍文本，原始数据质量高；GPT-2 中开始采取 Data-centric AI 策略，比如仅筛选使用 Reddit 上至少获得 3 个 karma 及以上的链接并且提取纯文本后，再用一些启发式策略做了去重和数据清洗；GPT-3 中开始采取分类器来过滤掉低质量的文档，并且采取了数据准备和收集的措施；后在 InstructGPT 中更进一步地严格筛选标注人员，对他们进行考试，并且收集比较数据（人类对产生的答案根据好坏程度排序）来训练一个奖励模型，然后基于该奖励模型使用强化学习来微调，InstructGPT 产生的结果更加真实、有更少的偏见、更符合人类的预期。ChatGPT 并未披露具体细节，但是很大程度上遵循了之前 GPT 模型的设计，鉴于 GPT-4 的推理速度比 ChatGPT 慢很多，预计模型的参数数量更多，也很可能使用了一个更大的数据集。

图5.ChatGPT 在发展历程中所采用数据集的变化



数据来源：Daochen Zha 《Data-centric Artificial Intelligence: A Survey》，财通证券研究所

对于建筑行业应用 AI 的启发：是否能够提供出高质量数据集或是大范围应用的重要因素。综合来看，数据集在 ChatGPT 的发展历程中扮演了极其重要的角色，OpenAI 对数据和标签质量的重视程度极高。从 GPT-1 到 ChatGPT/GPT-4，所用的训练数据大体经历了以下变化：小数据（对于 OpenAI 而言较小，但实际数据量已

经很大)->大一点的高质量数据->更大一点的更高质量数据->高质量人类(指能通过考试的标注者)标注的高质量数据。其中模型设计并没有很显著的变化,高质量标注数据是至关重要的。因此,引申到建筑业,是否能够提供高质量数据集或是大范围应用的重要因素,而拥有量更大的高质量数据的企业有望成为行业内在 AI 领域更有话语权的公司。

2 人工智能在建筑设计层面的应用

2.1 人工智能在建筑设计中应用的潜力如何?

AI 在建筑设计中的应用潜力很大,比如提高建筑的效能、缩短设计时间和成本等。AI 可以应用在建筑设计上,主要是通过设计工具和软件来实现。例如,在建筑设计过程中,使用 AI 可以帮助建筑师确定最佳的建筑形态、优化结构、提高建筑的能源效率等。另外, AI 也可以用于建筑材料和构件的选取、预测建筑能耗等方面。例如,基于神经网络的模型可以预测建筑中不同系统的能源需求,以便压缩能源使用,减少环境负担。这些应用领域都需要大量的数据和复杂的模型来实现, AI 可以有效地处理这些数据和模型,从而提高建筑领域的效率和可持续性。

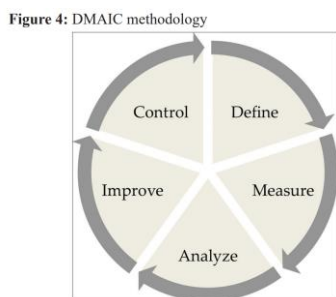
表3.AI 在建筑设计中的应用潜力

建筑能耗	AI 可以利用建筑的历史能耗数据、气象数据和建筑物属性等信息来预测未来能耗情况,以优化能源管理和降低能源成本。
室内环境预测	AI 可以利用传感器测量的室内环境参数,如温度、湿度、CO2 浓度等,来预测室内空气质量,以提供更舒适、健康的室内环境
建筑物智能控制	AI 可以用于智能控制系统,例如光照控制、温度控制、通风控制和安全监控等,以提高建筑物的能效和安全性
建筑结构监测	AI 可以利用传感器和监测设备测量的数据,如振动、应变、位移等,来监测建筑物的结构健康状况,以提前预警和防止灾害发生
建筑物设计优化	AI 可以用于优化建筑设计,例如建筑形态、材料选择和能源利用等,以提高建筑物的可持续性和经济性。

数据来源:亚泰建设集团公众号,深圳世拓建筑科技有限公司公众号,数字能效公众号,财通证券研究所

AI 在建筑能耗预测、室内环境监测、建筑物智能控制等领域已经有学者进行了深度研究。由于受燃料消耗、环境影响和二氧化碳排放等多方面的影响,建筑能源系统的复杂度非常高,而 AI 模型因其高度的自学习、自组织和自适应能力以及其自身的非线性,其不需要知道具体的数学模型即可具备执行任务的能力,从而弥补传统工程预测建筑能耗精确度低的缺点。此外, AI 在建筑结构安全监测和建筑物智能控制等领域也都具有广泛的应用。

图6.ANN 在建筑能耗应用的 DMAIC 方法



数据来源：Adrian Buturache 《Prediction of Building Energy Consumption Using Artificial Neural Networks》，财通证券研究所

图7.智慧建筑的强化学习模型

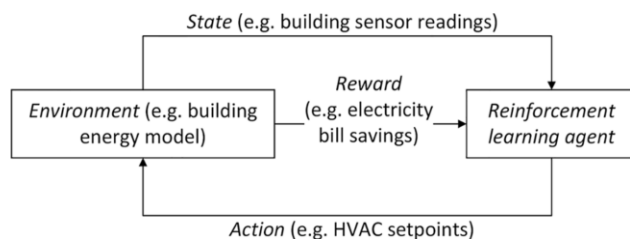
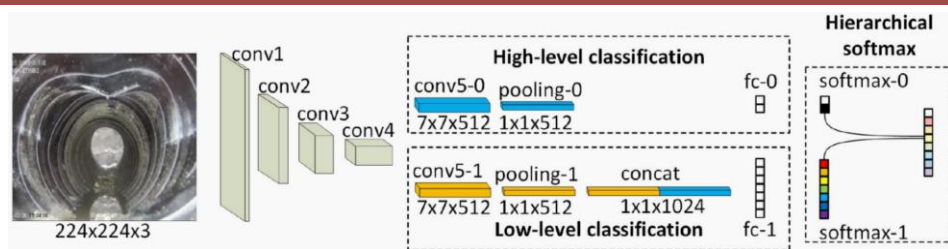


Fig.. 1. Key concepts of reinforcement learning.

数据来源：Kari Alanne, 《An overview of machine learning applications for smart buildings》，财通证券研究所

建筑结构检测已经有一些应用案例，但是计算的复杂度较高，AI 应用有望打开新局面。安装在各种民用基础设施上的结构健康监测系统（SHM）中往往含有数量可观的传感器，这些传感器会获取大量的监测数据被用以追踪结构的健康状况和检测结构损伤。传统的数据分析方法面临环境噪声、测量数据量大、计算复杂度等挑战，严重制约了 SHM 技术的广泛应用。近年来，基于 AI 的数据处理方法为挖掘、清洗和分析 SHM 系统生成的海量数据提供了相较传统数据处理方法更加高效精确的新途径。

图8.基于 AI 的下水道缺陷检测



数据来源：Xiaowei Ye 《A review on deep learning-based structural health monitoring of civil infrastructures》，财通证券研究所

除了上述提及的各个环节，在建筑设计及后续施工、管理运维层面，AI 也可以发挥其作用：

- **设计及可行性分析：**通过分析建筑结构、土地利用、建筑成本等因素，提供设计和建设决策上的支持。
- **材料采购及控制：**建立供应链管理系统，优化材料采购和运输过程，提高供应效率和降低成本。
- **建筑装饰材料供应：**提供建筑装饰材料采购和供应的支持，根据客户需求提供个性化的材料选择，并确保质量与价格一致。
- **施工管理：**通过监测和控制施工流程、质量和安全，确保工程质量和进度，并降低不必要的成本风险。

- **建筑智能化系统：**研究和开发智能化建筑系统，通过自动化和机器学习，提高建筑能源效率、安全等方面的绩效。
- **建筑设备维护与管理：**通过监测建筑设备的状态，提供快速维修服务和预防性维护管理，降低设备故障风险和成本。

2.2 AI 是否能应用到建筑设计或者施工图中？

2.2.1 AI 在建筑设计及施工图的部分环节已经使用

AI 已经开始在审图环节试点应用。建筑施工图中包含数据种类多，复杂性高，并且要求精度高，目前 AI 在建筑施工图中的应用比较少见，但是可以通过 AI 模型辅助建筑施工图的自动生成、解析、检验等任务。目前在施工图审图的环节，人工智能已经较为成熟，北京和深圳早于 2020 年已经作为试点城市，开始在现有数字化审图系统基础上，引入人工智能相关技术，研发人工智能审图基础系统，形成可靠的智能审图能力，减少人工审查工作量，提升审查效率和质量，为施工图审查改革和工程建设项目审批制度改革工作提供可复制可推广经验。

图9.住建部在北京开展 AI 审图试点

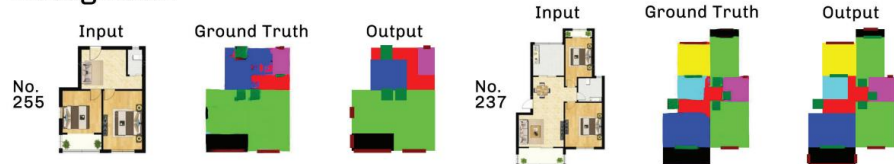


数据来源：住建部，财通证券研究所

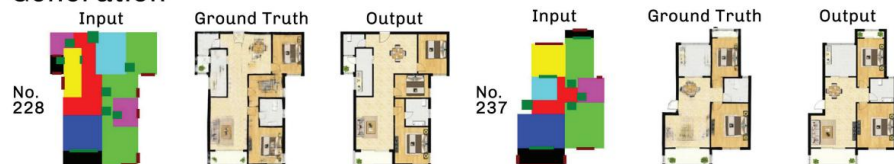
除此以外，设计图生成已经有学者在室内设计有所应用。目前，Wei Huang 已经提出了一种基于神经网络的建筑布局生成方法，使用 GAN 来寻找人工标记过的公寓平面图与真实图纸之间的关系，从标签到平面的映射展示了神经网络的设计生成能力，而从平面到标签的映射展示了设计识别能力。虽然目标结果有所差异，但是人类设计师在设计时，根据不同的目的，相应结构布局也会有所差异，在可接受范围之内。

图10.机器学习绘制设计图

Recognition



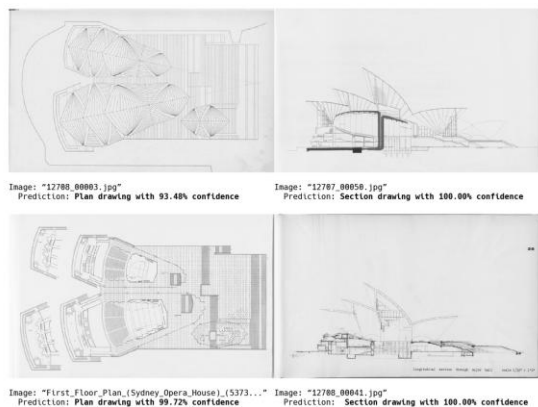
Generation



数据来源: Wei Huang 《Architectural Drawings Recognition and Generation through Machine Learning》, 财通证券研究所

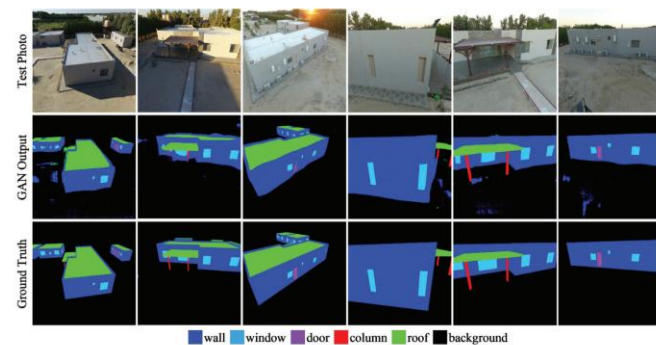
人工智能在设计图纸打标签、建筑物分类标注已经有所初步应用。神经网络可以将建筑施工图进行分类和标注,自动分类和标注施工图中的建筑设计元素,在 Dr. Jennifer NG 的实验中已经达到超过 99%的置信水平;除此以外,还可以训练 AI 直观地理解建筑环境中的建筑元素。然而,目前视觉识别任务的绝大多数训练数据都是由人类注释的,大型训练数据集的可用性是 AI 的最大限制之一。

图11.人工智能对设计图纸打标签



数据来源: JENNIFER MEI YEE NG, 《Optimising Image Classification - Implementation of Convolutional Neural Network Algorithms to Distinguish Between Plans and Sections within the Architectural, Engineering and Construction (AEC) Industry》, 财通证券研究所

图12.深度学习对建筑物 3D 建模并分类标注



5. Predicted GAN outputs from photo inputs.

数据来源: Mohammad Alawadhi, 《BIM Hyperreality: Data Synthesis Using BIM and Hyperrealistic Rendering for Deep Learning》, 财通证券研究所

2.2.2 建筑施工图中数据要素多, 需要多种网络共同参与

AI 在建筑领域的发展情况仍需持续跟踪。建筑设计及施工图可能采用多种神经网络架构,具体取决于应用场景、数据类型和算法选择,并且需要相应的数据集去训练。建筑设计及施工图中,涵盖图像数据(设计图稿等、在立体模型中还有高

纬度数据)、文本数据(对于设计施工图稿的标注等)以及时间序列数据(施工图中的流程、进度等),具体对于神经网络模型的需求如下:

1. **卷积神经网络 (Convolutional Neural Network, CNN):** 常用于图像处理和识别任务,可以对建筑施工图进行高效的特征提取和分类。
2. **循环神经网络 (Recurrent Neural Network, RNN):** 常用于序列数据处理,可适用于处理建筑施工图中的时间序列数据,如施工进度、时间安排等。
3. **长短时记忆网络 (Long Short-Term Memory, LSTM):** 一种特殊的循环神经网络,适用于处理长期依赖性的数据,如建筑施工图中的建筑结构、材料及施工条件变化等。
4. **自编码器 (Autoencoder, AE):** 可以用于数据降维和特征提取,适用于建筑施工图中的高维数据处理。
5. **生成对抗网络 (Generative Adversarial Networks, GANs):** 可以生成与建筑施工图类似的新图像,可用于指导设计和规划。

当前阶段,AI在建筑设计领域的应用短期内还是以提高人效为主,实现替代还需要技术进一步迭代。如上,建筑设计、施工图中完全应用AI所需要的数据集种类繁多,并且没有一种模型能够很好的解决所有种类的数据,需要训练繁多子模型。所以,在初期,AI很难实现对人工的替代,更多的价值在于对人工的辅助,比如实现审图、打标记、初步识别转化等功能。若参考 ChatGPT 的发展,后续随着人工给数据不断添加标签去生成高质量数据,并且基础模型或者算力有所突破,AI或可以在建筑领域有更大作为。

往终局去看,在设计领域,已经有大量的设计施工经验及数据,已经深耕人工智能赛道,并且在数据集方面已经做出长足积累的企业相对更具备竞争优势,在人工智能赛道有望实现率先突破。根据建筑行业发展规律及情况,设计领域的扩张主要依赖人员规模,人效的提升目前处在瓶颈期,AI进入设计领域有望助力突破现在人效的瓶颈,大幅提高效率,使企业竞争优势更强。

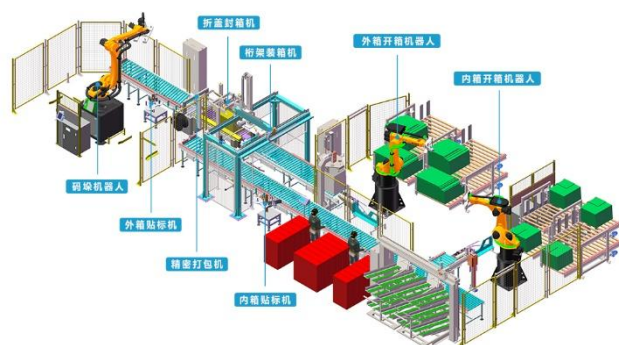
3 人工智能与智能制造

3.1 在智能制造中，人工智能可发挥什么样的作用？

传统制造产业和人工智能技术的深度融合使机器在数字化、网络化的基础上实现自主判断、反馈与调整的可能性得以实现。意味着新技术、新产品、新业态、新模式将不断涌现，深刻影响和改变人类的生产结构、生产方式、生活方式和思维方式，并最终会带来社会生产力的极大提高。智能制造将重塑产品全生命周期的所有流程，包括设计、制造、服务以及这些流程的集成，当前人工智能在制造领域的应用主要包括以下几个方面：

- **自动化生产流程：**传统的产线建设模式基本是先通过工艺梳理将不适应自动化升级的工艺进行优化，再反馈到产线设计规划图中，经过多次迭代修正最终确定产线布局，这种建设方式最终容易造成生产线与信息化系统结合度较低的问题。通过数据采集、分析和处理，人工智能可以协同控制产线设计的不同环节，从而使生产变得更加高效和准确，提高产品质量和生产效率。
- **智能供应链管理：**人工智能可以跟踪整个供应链，并根据市场需求预测需求量、调整进货量等，更好地满足客户需求。同时，AI还可以优化物流和库存，避免过多的废料和库存风险。

图13.自动化包装生产线



数据来源：浙江思密达智能装备有限公司官网，财通证券研究所

图14.智能供应链



数据来源：方略陆港集团官网，财通证券研究所

- **机器人智能化：**机器人是机械制造广泛应用的自动化设备，人工智能技术可以为机器人赋予更智能化的功能，比如故障自我诊断、自动化维护，使其更加灵活高效，并且具备一定的自主决策能力。在机械装备制造领域，全自动激光切管机具有传统切割技术所不具备的高精度和高灵活性，可以高效精准地将板材切割成预先设定好的各种形状；在集成电路板制造领域，定制化和自动化的产生线在缩短 PCB 电路板生产周期的同时还极大减少了劳动力成本和污染排放，与传统生产线相比生产效益改善明显。除在机械和电子制造

领域，在轻工纺织和医疗制药等领域传统机器人和人工智能技术深度融合的进程也在不断推进。

- **智能品质检验：**人工智能可以分析和处理大量的数据，快速识别产品缺陷并提高质量检查的精度。这样不仅可以节省时间和成本，还可以提高产品的品质和可靠性。

图15.焊接智能机械手臂



数据来源：无锡苏明达智能装备有限公司官网，财通证券研究所

图16.自动化检测金属表面缺陷



数据来源：国辰机器人官网，财通证券研究所

3.2 AI 能帮助完成自动化焊接之类的工序吗？

AI 通过赋能软件优化生产环节提高效率，但若本身机械性能不足以满足自动化加工，则还需技术进一步迭代，而软件性能不足则可靠 AI 进行加持。

从上述人工智能在制造领域的作用来看，AI 更多的像是一个“管理者”参与到工业生产活动中。所以，对于自动化加工仍需要：1) 自动化焊接对应的自动化设备要比较成熟；2) 技术人员要制定好焊接工艺和参数，选取好合适的材料、电极，确保焊接质量。在此之后，需要有足够的自动化生产所需要的数据才有机会训练出相应的模型。

在自动化工艺已经比较完备的情况下，AI 能够有效赋能整个生产步骤。企业通过不断积累数据对模型进行训练，优化从材料采购开始到最后加工成型所有环节，助力企业实现进一步降本增效。

4 看好充分布局数字智慧的设计企业

当前阶段 AI 更容易赋能建筑企业设计环节以及一些工业上已经实现自动化的环节，拥有大量施工经验和足够多数据的大企业可以更容易地开展神经网络设计建筑施工图的研究和应用。此外，神经网络需要大量的数据进行训练和调整，以便适应不同的建筑项目和施工过程。大企业通常拥有更多的专业技术和科研资源，可以进行大量的投入和研发工作，以确定最佳的神经网络模型和训练算法，来更好地支持神经网络设计建筑施工图的研究和应用。

4.1 华设集团：深耕大数据、云计算、物联网和人工智能的优势企业

公司依托长期工程设计的经验，开发了成套基础设施数字化云平台 and 工具软件产品。公司目前工程数字化设计是基于 BIM+GIS 的正向设计和数字模型交付。作为具有“公、铁、水、空”综合设计能力的咨询设计企业，设计了全国及海外超过 6000 公里高速公路、1000 余公里城市快速路和主干道、300 多座特大型桥梁、3,200 公里四级以上内河干线航道和沿海航道、80 余座各类船闸、近 1000 公里的铁路、11 个城市超过 550 公里的地铁，民航评审项目覆盖七大管理局，覆盖 24 个省、市、区 79 个机场。公司依托工程数字化技术中心，推动工程设计向基于 BIM+GIS 的“全生命周期”正向设计和数字化交付转变。目前，特大桥梁、隧道、互通式立交、地铁车站以及大型建筑等均已实现数字化交付。

图17.某互通立交正向设计和数字模型



某互通立交正向设计和数字模型

数据来源：公司 2022 年半年报，财通证券研究所

公司打造基建数字化底座，打通底层数据。公司向控股子公司江苏狄诺尼信息技术有限公司进行增资，完成新一轮基础设施数字化发展规划，继续推进数字勘测云平台、数字设计云平台、数字建造云平台系统的开发与完善。基建数字化底座打通从数据获取快速建模->设计->数字建管->后期运维养护全链路，赋能公司设计业务中工程项目可行性阶段，大大提高设计效率。并且，整个过程中的数据量极大，公司可以在长期生产中积累出大量高质量数据，为 AI 进一步发展奠定基础。

图18.华设紫云基建“四云、七线”数字平台产品



数据来源：公司 2022 年半年报，财通证券研究所

公司基于新一代信息技术打造智慧交通解决方案。公司基于“建、管、养、运”四大业务深入挖掘客户需求，提出安全保障全天候、出行服务全方位，运营维护全数字，绿色建管全寿命的“四全”智慧公路解决方案；聚焦内河智慧航运体系，围绕运行监测、外场感知、船岸信息交互、通航建筑物监测及运营安全监管等系统开展总体架构和重点研究打造智慧港湾；针对不同城市需求提供的多种智慧公交解决方案；以及针对城市停车资源信息难以整合，停车运营管理难以统一，停车大数据价值难以体现等问题，基于物联网、云计算、大数据等技术构建城市智慧停车管理平台。

图19.华设智慧公路技术解决方案



数据来源：公司 2022 年半年报，财通证券研究所

图20.华设智慧港航应用案例



数据来源：公司 2022 年半年报，财通证券研究所

图21.华设智慧公交产品线



数据来源：公司 2022 年半年报，财通证券研究所

图22.智慧停车产品线



数据来源：公司 2022 年半年报，财通证券研究所

华设集团深耕大数据、云计算、物联网和人工智能，目前已经有大量的经验积累，并且在日常业务中，已经形成了大量优质的数据集。公司整体研发实力强，看好未来公司在人工智能领域发挥自己的优势，赋能设计、建造、运营、管理全产业链。

4.2 华阳国际：AI 技术已在审图阶段应用

公司坚定推进“设计+科技”战略，积极跟踪和探索建筑行业理论前沿和科技实践，推动建筑科技的研发和创新。公司持续加强装配式建筑、BIM、绿色建筑、结构超限、自动成图、节能减排等技术的研究与开发，积极推进城市更新、社会保障房、轨道上盖物业、教育、医疗、TOD、产业园、地下空间等建筑产品的研究。截至 2022H1，公司累计获得 95 项专利（包括 20 项发明专利、67 项实用新型专利和 8 项外观设计专利）、104 项软件著作权。

公司持续加强推进 BIM 的应用。公司升级和优化 BIM 正向设计平台，提高设计师应用 BIM 正向设计的普及率，持续提升 BIM 正向设计效率。协同功能在多专业的基础上扩展到跨地域、跨企业的协同，为项目多个参建方在线协同、模型和数据流转奠定了基础；基于 BIM 正向设计模型动态算量的效率和精准度得到进一步提升；IBIM 平台获得 2021 工业软件创新应用大赛 50 强。并且，目前与中望软件联手打造完全拥有自主知识产权的 BIM 软件，从底层几何建模引擎到应用层的各专业功能开发，以彻底解决“卡脖子”及软件性能瓶颈。

图23.公司 BIM 案例：莲塘口岸



数据来源：华阳国际设计集团官网，财通证券研究所

图24.公司 BIM 案例：深圳市科技馆（新馆）



数据来源：华阳国际设计集团官网，财通证券研究所

公司在 AI 领域已有所尝试，与万翼科技有限公司形成战略合作关系，在 AI 审图定制规则研发、AI 审图与设计平台协同、AI 赋能设计场景等方面展开合作。目前华阳的 CAPOL iBIM 平台与万翼的 AI 审图平台已经实现数据互通，设计管控与 AI 审图可以无缝对接，不断提高设计成果的审查效率、AI 审图的准确度及赋能公

司 CAPOL iBIM 平台。未来，双方将继续共同深入研究 AI 审图的准确性及优化方案，共同挖掘 AI 审图的应用价值，并尝试将 AI 能力与 BIM 模型审查相结合，逐步实现 BIM 项目服务的智能化转型。

图25.万翼 AI 审图



数据来源：万翼 AI 审图官网，财通证券研究所

4.3 华建集团：数字化转型稳步推进

公司数字化转型稳步推进。子公司华建数创开发 ARCTRON-ArcOS 系列产品，部署“数字孪生”和“智慧赋能”两大业务板块。在数字孪生板块，基于 BIM 及 CIM 等技术，在浦东机场 T3 航站楼、虹口北外滩等项目中进行了深度应用；在智慧赋能板块，基于 IOT、云计算和大数据等技术，结合公司传统主业在智慧建筑、智慧园区和智慧城市等领域开展技术创新，相关成果应用于上海市规划馆、世博滨江大厦、金华产业园区等项目。

图26.华建集团助力上海北外滩中心



数据来源：华建集团 Arcplus 公众号，财通证券研究所

图27.华建集团助力上海城市规划展示馆



数据来源：华建集团 Arcplus 公众号，财通证券研究所

4.4 东易日盛：将 AI 应用到营销环节提高消费体验

体验式营销的优势在于将家装效果体验的环节大大前置，通过模拟生活情景的家装环境展示，使消费者能够置身其中，切实体验产品的品质与品位，唤起消费的信赖和需求。公司基于 20 多年家装业务实践，研发应用业内领先的 3D-VR 渲染引擎及 AI+3D 云智能设计，结合人工智能、推荐算法等新技术的运用，通过 VR 裸眼云台为客户极速呈现全屋渲染及高清全景图，实现真正的“所见即所得”，大大提升了客户体验，并提升了客户转化率。

5 风险提示

AI 技术发展不及预期：本文所涉标的人工智能技术尚处于初期发展阶段，后续相关技术的发展仍有待进一步观察，存在人工智能在图片、视频等数据类型以及要求精度的需求中的大范围应用仍需技术突破，未来技术突破或不及预期的风险。

AI 技术应用到产业不及预期：应用到具体产业，人工智能模型需要适应性调整，或应用到产业不及预期。

地缘政治风险：受制于地缘政治因素，人工智能技术受限。

信息披露**● 分析师承诺**

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，并注册为证券分析师，具备专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解。本报告清晰地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，作者也不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

● 资质声明

财通证券股份有限公司具备中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。

● 公司评级

买入：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 10%；

增持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5%~10%之间；

中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间；

减持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%；

无评级：由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

● 行业评级

看好：相对表现优于同期相关证券市场代表性指数；

中性：相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平；

看淡：相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数。

● 免责声明

财通证券股份有限公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司不保证该等信息的准确性、完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的邀请或向他人作出邀请。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本公司通过信息隔离墙对可能存在利益冲突的业务部门或关联机构之间的信息流动进行控制。因此，客户应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告仅作为客户作出投资决策和公司投资顾问为客户提供投资建议的参考。客户应当独立作出投资决策，而基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前应咨询所在证券机构投资顾问和服务人员的意见；

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。