

类ChatGPT大语言模型在电力系统中的应用前景

文/于 硕¹ 王司宇¹ 王 超¹ 陈震宇¹ 张 跃²

1. 内蒙古电力（集团）有限责任公司电力调度控制分公司；2. 内蒙古电力（集团）有限责任公司信息通信分公司

ChatGPT作为一种大规模预训练语言模型技术，一经推出便掀起人工智能领域的技术巨浪，受到各行各业的巨大关注，也为电力系统领域带来新的变革。阐述了ChatGPT生成式语言模型的发展历程、关键技术、在电力系统中的应用前景及风险挑战。为类ChatGPT大语言模型在电力系统中的进一步推广应用提供借鉴和参考。

随着人工智能技术的高速发展，预训练语言模型作为自然语言处理中一种重要方法，得到了长足的进步。早期的词向量模型（如Word2Vec）通过在大规模语料上学习词语的分布特征，为单个词提供语义表示，奠定了预训练模型的基础。随后出现的BERT等基于Transformer的预训练语言模型，通过在大量文本数据上进行无监督的预训练，学习语言的统计规律和语义知识，显著提升了模型对语言语义和语用的理解能力。近年来，以GPT-3为代表的大规模预训练语言模型继续扩大了模型和训练数据规模，参数量达到了百亿量级，语义学习和语言理解能力得到大幅提高。2022年11月，OpenAI公司推出ChatGPT对话模型，其在语言理解和语言生成能力上的强大表现，为语言AI领域带来里程碑式的进展，标志着语言AI进入了一个崭新的发展阶段。随后，微软、谷歌、百度和阿里巴巴等互联网公司相继推出NewBing、Bard、文心一言和通义千问等大语言对话模型。大语言模型技术正在对整个社会产生广泛而深远的影响。

在语言生成方面，以ChatGPT为代表的预训练语言对话模型，在大量人机对话数据上进行预训练，增强了对交互场景的理解能力，实现自然的问答交互。这些大规模预训练语言模型极大地推动了

自然语言处理技术的进步，给语言AI的应用带来了巨大可能性。类ChatGPT大语言模型能够完成自然语言理解、生成等任务，在很多领域都展现出强大的应用潜力，在电力系统中同样具有广泛的应用前景。

电力系统是一个复杂庞大的系统，涵盖发电、输电、配电等多个环节，涉及面广，控制过程复杂。为确保电力系统安全高效运行，需要各环节的监测分析和决策控制。这些环节包含大量数据采集、状态评估、趋势预测、故障检测和最优调度等任务，需要智能化分析支持。类ChatGPT大语言模型具有语言理解、推理、生成等综合能力，非常适合应用于这类电力系统智能化任务中。

本文通过分析研究ChatGPT基本技术原理，探讨ChatGPT生成式语言模型在电力系统中的具体应用前景，重点研究模型在电力营销、电力运检、智能调度、数据挖掘、系统状态监测、故障诊断等方面的应用，分析应用中可能存在的风险挑战，提出解决措施，为类ChatGPT大语言模型的推广应用提供借鉴和参考。

ChatGPT的发展历程

ChatGPT是一种基于Transformer模型的对话

生成式大语言模型，能够根据用户的文本描述，结合历史对话，产生相应的智能回复。图1展示了ChatGPT的演变过程。

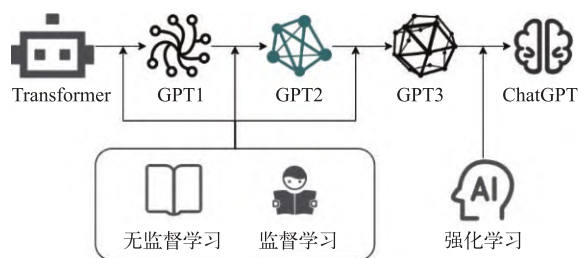


图1 ChatGPT的演变过程

2018年6月，OpenAI公司发布了第一代生成式预训练Transformer模型，即GPT1。GPT1包含1.2亿个参数，由12层自注意力层和前馈神经网络堆叠而成，使用自左到右生成式的目标函数，成功实现利用无标注自然语言对模型进行的训练。针对不同的下游任务，GPT1使用有标注的数据对模型的参数进行微调，使优化模型在给定输入序列时预测的标签最接近真实值。

为了得到一个泛化能力更强的模型，GPT2于2019年2月问世。GPT2包含15亿个参数，用于训练GPT2的数据由GPT1时期的5 GB扩大到40 GB。GPT2在训练之后不进行微调。由于增加了模型的参数和训练数据，GPT2在面对不同的下游任务时表现出巨大的潜力。

基于GPT2的成功实践，研究者在此基础上继续探索模型对性能的影响，并将其中具有1 750亿参数的最大模型称为GPT3。GPT3拥有两个显著特点：①模型本身规模大，参数量众多，具有96层Transformer解码层，每一层有96个128维的注意力头，词嵌入的维度也达到了12 288；②训练过程中使用到的数据集规模大，达到45 TB。虽然GPT3表现出了较强的性能，但是仍有很大的局限性，如：①天然的从左到右的生成式学习，使得其理解能力有待提高；②由于训练数据大多来自于互联网，GPT3有可能会给出违背人类道德的回答；③在处理某些未见过的任务时，给出不符合逻辑或者不合理的结果。

为了解决上述问题，OpenAI使用了有监督微调、奖励模型训练和强化学习训练来优化模型。有监督微调时，高质量的人工标注数据被用来训练

GPT，同时对参数进行调整；此外，这些高质量的人工数据还被用来训练奖励模型，该模型作为一个辅助模型，主要用于对GPT的回答进行评分；最后，使用训练好的奖励模型和近端策略优化强化学习来更新GPT模型的参数，从而使模型与人类的需求对齐。经过层层迭代，2022年11月，新一代对话式自然语言生成模型ChatGPT问世。

ChatGPT的关键技术

从ChatGPT的发展历程可以看到，ChatGPT是以深度学习模型Transformer为基石，以无监督学习、监督学习和强化学习三种经典的机器学习算法为依托的具有高度智能的人工智能对话模型。这些技术共同作用，使得ChatGPT在对话生成任务中表现出强大的语言理解和生成能力。

(1) Transformer

Transformer是Google公司2017年在论文《Attention Is All You Need》中提出的一种基于自注意力机制的深度学习模型，该模型的自注意力机制和位置编码可以有效克服传统循环神经网络不能记忆长文本和只能串行执行的缺点，因此被广泛应用于自然语言处理领域。

Transformer中最关键的两个部分是编码器和解码器。编码器包含输入编码层、位置编码、多头注意力层、残差、层归一化和前馈神经网络，将输入的文字序列进行编码，把人类语言变成计算机可识别并提取特征的一串词向量。编码器中，输入编码层将输入的文字序列按字或者词语映射成不同的词向量；位置编码为每个词向量赋予位置信息；多头注意力层为不同的词向量赋予权重，权重表示词向量所含信息量的比重；残差是在模型进行多层训练之后加上最初的向量，防止模型在训练的过程中梯度消失；层归一化是对词向量数据规范化，防止极值影响模型的训练；前馈神经网络是一个多层感知机，用于提取数据特征。除了编码器包含的部分，解码器还包含遮盖的多头注意力层。遮盖的多头注意力层用于模型训练和预测，与多头注意力层作用相同，区别在于通过遮盖某些词向量掩盖信息，而不是提前泄露信息。除以上两部分外，线性层和Softmax函数作为Transformer模型的输出部分，用于输出经过Transformer处理后的下一个字或词语。

上述是最基础的Transformer模型，通过对编码器或者解码器进行多层堆叠，可以提高模型对语言处理的能力。如BERT模型由12层的编码器堆叠而成；GPT1由12层的自注意力层和前馈神经网络堆叠而成。Transformer的出现为ChatGPT提供了模型基础。

(2) 无监督学习

无监督学习是一种机器学习算法，它从未被分类或未被标记的数据中自动发现模式、结构和关联。算法目标是发现数据的内在结构或聚类，并进行特征提取、降维、异常检测等。无监督学习的特点是使用的数据集没有标签，因此模型无法判断所学习内容的含义，同样也无法提前知道训练的结果。

ChatGPT在训练过程中使用了大量数据集，如BookCorpus、Wikipedia、The Pile、Common Crawl、悟道和CodeSearchNet等。这些数据集通常都是无标签的，模型在学习时并没有被要求输出某种分类或者标记，因此模型可以充分提取数据间的关系，从而在海量的自然语言中学习通用知识。

(3) 监督学习

与无监督学习不同，监督学习算法是通过在标记的训练数据中进行学习构建一个预测模型。算法目标是从已知的训练样本中学习到一个泛化模型，能够对未知数据进行准确的预测或分类。为实现本目标，监督学习算法尝试在输入特征和预期输出标签之间建立一个关联关系，并以此训练模型。

学习使用的数据集是有标签的，因此模型可以通过调整自己的参数学习到相应的知识，也可以使用一定的评价方法评判模型的学习效果。

经过无监督学习之后，模型已经学到了大量的知识，但是知识的输出不受限制。为了使学习到的模型能够按照人类的意志进行输出，同时又不违反道德和法律，需要给模型高质量人工标注的带标签数据去训练，使模型学习到如何组织符合人类规范的回答。

(4) 强化学习

强化学习的基本原理是：如果模型的某个行为策略导致环境正的奖赏（强化信号），那么模型以后产生这个行为策略的趋势便会加强。算法目标是在每个离散状态发现最优策略，以使期望的奖赏达

到最大。

在强化学习中，学习被视为一个试探评价的过程，模型选择一个动作作用于环境，环境接受该动作后状态发生变化，同时产生一个强化信号反馈给模型，该强化信号可能是奖励也可能是惩罚。模型根据强化信号和环境状态继续选择下一步动作。下一步动作选择的原则是使受到的正强化概率增大。每一步的动作不仅影响当前得到的强化信号，而且会继续影响到接下来环境的状态和最终的强化值。

监督学习虽然规范了模型回答问题的方式，但是学习标签固定，这使得模型回答机械化，尽管使用了不同的提问方法，但可能每次都得到相同模板下的答案，不能很好适应人类的需求。强化学习允许模型进行创新，当模型的回答符合人类的要求并且更加精彩时，模型便会得到一个正向奖励，此时模型会调整自己的参数，从而增大下一次输出该类型回答的概率，可以解决无监督学习回答机械化的问题。在ChatGPT中，反馈是由人给出的，因此在ChatGPT中也被叫作基于人类反馈的强化学习。

ChatGPT在电力系统中的应用场景

在电力领域中，借助ChatGPT辅助电力业务应用是当前及未来的研究趋势。

目前，ChatGPT仍是一种自然语言处理工具，能够形成知识图谱，打造“懂你所搜、超你所想”的文件智能搜索和问答模式。在电力营销领域，ChatGPT可用于创建能与客户进行对话的聊天机器人，将其用于客服智问答应用，提供更快速、更高效和更个性化的客户服务，提升用户体验，解决客服中心运营资源短缺的难题。在电力运检领域，ChatGPT可用于工单、工作票的文本自动生成。检修人员无须更改自己的表述习惯，由智能应用自动分析关键信息并自动生成表单，减轻检修人员的工作压力，提升记录、归档流程效率。在电力调度领域，ChatGPT服务智慧城市电网调度业务，用于智能检索及辅助操作，如数据查询、知识智能问答、规程智能检索；辅助生成调度操作票、调度日志、事故预案和调度报表；打开调度应用等。

远期，ChatGPT在电力系统中会发挥更多作用：①用于大数据挖掘，分析海量电力自动化数据，识别数据中蕴含的内在运行模式和发展趋势，

提升未来电力需求预测准确率；②用于研究分析电力系统运行态势，根据历史数据和建模结果，模拟未来发生情景，预测电力系统运行状态，发现薄弱环节，为决策提供依据；③促进电力系统运行优化，电力系统面临着供需平衡、能源调度和负荷管理等复杂问题，ChatGPT可以利用其强大的自然语言处理和机器学习能力，分析大量的能源数据和市场信息，结合智能优化算法，对电力系统优化调度，提高运行效率和经济性；④用于操作规范性校核，分析操作人员输入的语言内容，识别存在问题，给出解决方案；⑤用于故障诊断，分析历史故障数据，实时监测电力系统设备状态，设备一旦发生故障，给出解决方案，指导运行人员快速决策和故障处理，提高电力设备运行可靠性；⑥用于支持能源用户智能决策，通过与ChatGPT对话，用户能够获得关于能源需求、供应可行性和可再生能源整合等方面的建议，从而提高能源利用效率和经济性。

ChatGPT带来的风险挑战

ChatGPT的出现和应用给用户和社会带来了许多新的风险挑战，一部分是ChatGPT本身技术限制引起的，例如生成的内容不能保证真实性、时效性泄露个人隐私甚至产生有害言论等；另一部分是用户对ChatGPT使用不当，如在教育、科研等领域滥用ChatGPT产生的文本，造成学术造假等不良影响。

ChatGPT在电力系统中应用存在一定的风险挑战。技术层面上，ChatGPT前身模型GPT-3训练数据量达45 TB，总训练成本超过1 200万美元，对数据量、算力要求极高，ChatGPT高成本是制约电力行业数据智能应用的首要因素。数据层面上，ChatGPT训练数据属于通用数据，缺少能源电力等专业领域数据，在电力系统中应用有一定局限性。安全层面上，ChatGPT属于生成式语言模型，更注重生成而非准确，可能会生成错误信息，而电力系统运行要求指令精准、信息明确，ChatGPT的错误信息容易导致决策错误，影响安全运行。时效层面

上，ChatGPT训练数据有效性截至2021年，与传统搜索引擎相比，无法实时访问最新事件进展。电力系统技术发展迭代迅速，能源电力政策实时变化，ChatGPT可能无法跟踪最新事件发展。信息安全层面上，电网运行数据属于机密数据，使用ChatGPT处理和分析机密数据存在数据隐私泄露风险，一旦发生信息泄露，可能会对社会造成不利影响。

结束语

本文研究表明，ChatGPT生成式语言模型具有语言理解、推理和生成的综合能力，在电力系统智能化任务中具有重要的应用价值和广阔的应用前景，但是其应用也面临模型成本、信息时效和数据安全等方面的风险和挑战。

为实现ChatGPT模型在电力系统中的安全、可控、高效应用，可以采取以下措施。

1) 采用知识蒸馏、模型压缩等方法减小模型大小，降低训练成本。充分利用现有公开数据集和领域数据，减少数据搜集成本。

2) 增加电力行业术语词汇，细化能源电力领域知识图谱。利用迁移学习方法，以电力领域数据微调模型，提升对专业知识的适应能力。同时引入规则、约束等增强模型对业务规律的学习。

3) 增加结果验证模块，通过事实检查、预测一致性评估等方法过滤错误信息。采用生成-检验反馈的机制纠正错误，不断优化模型。设置风险管控指标，对高风险结果进行人工审核。

4) 建立增量学习机制，利用电力系统新数据持续在线训练，跟踪新知识、新事件。连接实时数据接口，获取最新运行参数、操作日志等信息支持决策。

5) 对机密数据采用差分隐私、加密等技术进行保护。建立数据访问权限系统，实施访问审计和用户管理，防止非授权访问。加强网络安全监控，防止数据泄露。

只有充分认识和防范风险，审慎推进应用，ChatGPT才能真正发挥巨大价值，实现可持续应用，推动电力系统智能化发展。[EA](#)