

生成式大模型在配电数字化平台中的应用研究

董智文

辽宁省市政工程设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/pe.v3i5.16592

[摘要] 随着电力数字化转型进程加速,配电网也逐步向着更加安全可靠,更精细化、智能化的方向发展,其中生成式大模型为传统配电网数智平台转型升级提供了一种新的技术手段。本文介绍了生成式大模型技术原理及其对配电网数字化平台架构变化带来的影响,阐述了现有数字化配电网平台存在的服务智能化、交互性体验、大数据应用、决策情景化等诸多问题,并提出了“智能辅助决策-自然语言交互-自动内容生成-多源语义集成”的使用路径。结果表明,生成式大模型可以提升平台对各类场景的多维度理解和决策的速度,为建立新一代智能配电网数智平台提供依据和指导。

[关键词] 生成式大模型; 配电数字化; 语义融合; 智能决策

中图分类号: TU205 **文献标识码:** A

Research on the Application of Generative Large Models in the Digital Distribution Platform

Zhiwen Dong

Liaoning Provincial Municipal Engineering Design & Research Institute Co., LTD

[Abstract] With the acceleration of the digital transformation of the power industry, distribution networks are gradually evolving towards greater safety and reliability, as well as more refined and intelligent directions. Generative large models provide a new technical means for the transformation and upgrading of traditional distribution network digital intelligence platforms. This article introduces the technical principles of generative large models and their impact on the architectural changes of digital distribution network platforms. It elaborates on numerous issues existing in current digital distribution network platforms, such as service intelligence, interactive experience, big data application, and decision-making contextualization. Moreover, it proposes a usage path of "intelligent decision-making assistance - natural language interaction - automatic content generation - multi-source semantic integration". The results show that generative large models can enhance the platform's multi-dimensional understanding and decision-making speed for various scenarios, providing a basis and guidance for the establishment of a new generation of smart distribution network digital intelligence platform.

[Key words] Generative Large Model Digitalization of distribution Semantic fusion Intelligent decision-making

引言

近年来,伴随着电网数字化建设的飞速发展,作为构建智能、柔性的配电网和做好配电网精益管理的基石,传统配电信息化平台集中于信息汇总、可视化监视,却不能满足对复杂运维场景的解析、决策。基于生成式大模型在大规模文本挖掘、知识提取、内容生成等方面表现优秀,因此大型模型有望成为其智能化的引擎之一,使该平台完成从“信息展示”到“推理决策”的转变。本文围绕其技术原理、应用场景、困难进行分析和探索,剖析其对配电数字化的新贡献。

1 理论基础与技术支撑

1.1 生成式大模型的技术原理与演进

生成式大模型以深度学习为技术核心,可以通过大量的预先训练和对指令的小型微调达到高度语义理解和内容生成的目的。这包含从传统的统计语言模型到基于Transformer结构的大型参数模型,再到跨模态的联合模型,其中模型学习的语境理解能力、自适应的广度与深度化的知识推理能力都得到了较大提升。生成式大模型凭借其海量的训练数据、复杂的神经网络结构和先进的算法优化展现出了令人瞩目的能力。能够阅读并理解大量文本,进行高效的信息提取和概括,生成流畅且富有逻辑性的文本内容,甚至生成新的观点,创造出人类未曾预料到的新知识。

1.2 配电数字化平台的系统结构与功能演进

配电数字化平台以“感知—传输—处理—应用”四层架构为技术基础,由传感器、通讯网和数据中心来更细致地感知、传输、展现电力系统状态,最初配电智能化系统聚焦设备监测、故障预警、人工运维阶段,功能较窄。随着电网不断扩大、负荷越来越多元,其向预测、智能和安全预警延伸,并引进物联网、大数据、云计算等数字信息技术,更加推动数据流动化、业务协同化。

1.3生成式大模型与配电平台融合的理论基础

生成式大模型融合电气设备的数字化管理系统,主要是基于语义处理、知识网络以及情景模拟等的思维与构想,该模式可以将行业知识具象到具体的环境及其对应的语义中,能够将复杂数字化文字表达的内容转化为实际操作流程,构建一个从“理解”“推断”再到“创造”的过程。通过这种方式,知识网络能够为模型提供电力体系具有结构基础的先验知识,有助于提高推论的准确性与表达能力。语义处理能够使得不同来源的数据深层次综合,并且保持文本语境的相关联系,从而令该平台拥有自主发现、实时回应和策略生成的功能。

2 配电数字化平台面临的关键问题

2.1服务智能化水平不足

当前配电数字化平台智能化服务水平总体偏低,还存在对基于固有模式或者预设行为准则的机械执行性,对工作内容语义的文字含义未能做到主动思考和柔性响应。平台在面对负荷变化、设备故障或者外部环境的干扰等各种场景下,无法做到更加深入地判断与应变,不能完成基于多场景的业务单元交互,从而提供的服务显得散乱,难以建立统一的调度与响应体系。尤其是碰到紧急状态和多种因素混杂的时候,平台并没有高级别的智能研判能力以做到迅速而准确地服务操作,限制了平台走向更高级别的自我调整和智能化方向演进。

2.2运维交互体验弱

目前电力管理数字化运行互动体验存在不足。整体系统界面冗杂逻辑松散,缺乏直观清晰的指导操作以及快速有效的工作反馈。平台使用者面对警报操作、调度指令、操作分析等工作时,不得不经历多级点击、模块转换,从而导致工作任务流程过长。此外没有智能化的文本搜索功能和自然语言输入,导致平台使用者很难利用对话或者关键字搜寻需要的资料。目前平台的信息表现方式多为静态化信息,缺少对信息的集成和趋势关联,从而导致工作人员不能全面掌握整个系统的状态以及异常的发展过程。

表1 运维交互体验的主要不足

现象类型	主要表现	具体影响
界面结构复杂	功能入口分散、操作层级深	增加操作时延与出错率
缺乏智能交互机制	依赖人工检索与菜单跳转	响应不及时、决策效率低
信息呈现方式单一	缺少语义聚合与动态联动展示	态势感知不足、全局性弱

如表1所示,当前平台在交互设计上仍停留于“命令式操作”阶段,未能形成基于语义理解和实时反馈的智能交互体系,这一不足直接制约了平台运维效率与使用体验的提升。

2.3数据生成与利用率低

目前配电数字化平台的数据体系存在显著不足。首先,诸多的数据来源于不同的系统,自身特点也明显不同,但缺乏统一的语言,存在各自格式标准与接口标准不同、不兼容等问题,阻碍了数据高效集成。其次,大量感应终端采集的数据仅停留在最基本的记录、直观展示上,并没有转化为可利用的知识、模型,因而无法满足支撑更高层次商业应用的需求。此外,很多实时采集的数据没有被存储下来,对历史数据管理粗放,导致对采集信息进行跟踪回溯和循环利用的能力弱。更重要的是,现有数据应用效率低下、可参考指导决策的数据占比小,由此衍生的“数据沉睡”已经成为电力平台商务驱动性、智能化分析的基础性问题,极大地影响平台的商务推进力。

2.4场景理解与决策辅助不足

对于复杂的供电作业任务,已有系统缺乏对多种环境的深度理解。当前系统多是通过预设规则以及硬性边界作出抉择,难以敏锐地获取各类情形下异地、多物、跨状态协同作业的情况,一旦同时出现负载变化、报警及出动请求,难以建立各场景之间的关联关系,从而导致决策信息的分散和滞后。此外,大多数支持决策的功能要么基于固化模板,要么基于人工设计的算法,缺乏动态演绎以及含义演绎的功能,也不能适应极复杂的环境。由于缺乏对业务语义的语义分析机制,生成的告警与建议不符合一线工人的使用意愿,从而会影响整个调度决策效率和准确性。

3 生成式大模型的应用路径设计

3.1智能辅助决策生成模块

在配电数字化场景中,自动化辅助决策模块的功能在于将平台从“信息发布工具”逐步升级为“智能化辅助决策支持系统”。模块依托于实时数据监测,与调度SCADA、配电DMS、系统OMS等业务系统相连,能够自动发现越限电压、过负荷线路、故障馈线等信息,并将各来源的数字化数据整合为统一的格式化信息,利用规约数据库、历史案例库以及工单模板库的相关搜索与匹配,寻找业务规定的匹配的事件序列,并基于潮流计算、短路分析、负荷转移等工具对事件序列进行定量分析,得出失负荷水平、户数、恢复时间、安全风险等方面的对比。

其中生成式大模型的主要目标就是把数字计算结果映射为包含逻辑关系的行为指示,包括了作业顺序、告警/预警、回查计划和时限等。该方案发布前,平台自动完成“五防”校验和相互制约检核,杜绝错误行为发生。工作人员在界面上选择方案并签字即可,达到高效循环处理模式。通过这种方式的“数据驱动式—规则约束式—智能化产出式—人机协同式”应用,对故障响应和营运调整采取快速、准确和可追溯辅助决策方式。

3.2人机自然语言交互接口构建

人机交互界面的目的就是通过对自然语言的口语化命令转换

成机械化的操作步骤,实现简单指令快速获取数据及工作处理功能。该交互界面借助意图识别及槽位提取技术识别用户语言需求,然后依照用户语言需求调取对应的后台服务功能。例如,用户通过输入“查看#K02变压器运行压力波形”,然后自动识别出设备编号及需要获取的数据波形段,通过时间数据波形接口搜索获取相关信息并呈现结果,形成运行压力波形图,即可实现不需要点选菜单、操作页面的简单直答功能。

交互系统内部的语言词库以及设备名称对应关系,能够理解说话语言、简写语或者语义模糊的语言,并且能够存储上下文信息,理解省略或替代表达,如“再看看它的电压曲线”,能够直接定位先前查询对象。对于询问类指令,系统进行脱敏处理;对于控制指令,增加两人确认、日志信息,保障可溯源和安全;对于互动反馈格式,平台化呈现信息包括卡片形式、表格形式、状态图等形式提供内容,避免冗长的文字反馈影响决策效率。

3.3 报表与语义内容自动生成模块

报表与语义内容自动生成模块旨在将多个渠道的输入变成结构化追踪的文字和图形输出。其基于指标层次建立的一致性模块,可以从时间序列数据、任务日志、异常现象等数据自动收集信息,形成报表的数据源,利用自然语言提取和逻辑推理能力找出最相关部分的报警、波动模式和异常现象等,再和预先定义好的模板结合,生成结构化明确的报告内容。

表2 报表自动生成模块的主要功能与输出形式

功能环节	处理内容	输出形式	典型应用场景
数据汇聚与清洗	指标归集、异常剔除、格式统一	结构化数据集	多源信息整合
语义抽取与分析	告警识别、趋势判断、要点提炼	报告要点JSON与结论段落	日报、周报、月报
模板填充与图表生成	动态绑定数据与文本描述	趋势图、柱状图、卡片摘要	运行分析与报告
审核与归档	一致性校验、语义合规性检查	PDF/Word/Markdown文档	报告留痕与共享

如表2所示,该模块实现了从数据处理到报告生成的全流程自动化,缩短了信息传递周期,提升了内容结构化与技术含量,为智能决策提供了可靠支撑。

3.4 多源异构数据的语义融合分析路径

当处于电力运行状态时,大量的异构数据来源于监控装置、设备信息、气象接头、检修工单系统以及现场记录,若不加以梳理会产生诸如数据的格式不一、代码不统一、时间的偏移等,大大影响分析与判定。采用语义融合路径,将异构的各类数据转换为统一的语义表现形式以实现“同义匹配”“语义存储”的功能。

在实际操作中,系统首先对数据进行实体识别与标准化处理,将设备ID、台区编号、事件类型和时空标签进行清洗和归一。然后运用规则引擎、向量搜索进行名称合并、错误码修正等,形成高度精准的实体索引。到达语义层次后,按“设备—事件—时间顺序—位置”排序,实现快查快分析。

4 结语

生成式大模型对数字化电力平台进行了智能化补充,赋予平台更快作出决策的能力,更多互动模式的选择、更加标准的报告产生过程及更多更广的数据解析基础。智能决策部分对完成的操作可以瞬间提供行动方案,交互界面对于维护操作提供路径指引,报告部分使信息自动输出,语言集成路线消除孤岛,共同形成知识地基,即从“数据获取”到“知识推理”再到“智能输出”的闭环结构,对电力系统的数字化革命提供了可靠的工况支撑,同时也对电气设备管理系统平台的进一步智能化拓展奠定了坚实基础。

[参考文献]

- [1]孙立会,周亮.生成式人工智能融入国家中小学智慧教育平台的实践逻辑[J].中国电化教育,2024(8):71-79.
- [2]黄晶,朱敏华,李行义,等.智慧工地在发电工程建设数字化管理中的应用[J].南方能源建设,2023,10(S1):117-122.
- [3]迟丽芸,于汉启.电网企业配电网运维数字化转型升级管理[J].企业管理,2022(S1):158-159.
- [4]张斯淇,郑翔天,王小玄,等.配电站房数字化运维网关设计与实现[J].工程建设与设计,2024(3):118-120.

作者简介:

董智文(1996--),男,汉族,辽宁沈阳人,硕士,中级工程师,研究方向:建筑电气与智能化。