

基于知识图谱的用户用电行为探索

郦申聪

上海电力大学 上海

【摘要】通过对“基于知识图谱的用户用电行为”进行探究，旨在将知识图谱等先进技术和研究方法运用于电力行业用户用电行为分析工作，更加科学全面地研究和判断特点和习惯，有助于制定更加合理的能源管理和节能策略，解决能源浪费和配置不合理的问题，维护电网系统的稳定性。文章采用实验研究的方式对用户用电行为知识图谱进行分析，通过结合模型构建和应用等知识得出实验结论，再进行验证和推广。基于整个研究过程和研究成果分析，可以生成综合能源管理模型和策略，使用户能够在不同用电场景下选择更加高效环保的方式，降低能源消耗量，助力电力行业转型。

【关键词】知识图谱；用户；用电行为

【收稿日期】2025 年 5 月 14 日

【出刊日期】2025 年 6 月 5 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250255

Exploration of user electricity consumption behavior based on knowledge graph

Shencong Li

Shanghai University of Electric Power, Shanghai

【Abstract】By exploring “User Electricity Consumption Behavior Based on Knowledge Graph”, we aim to apply advanced technologies and research methods such as Knowledge Graph to analyze the electricity consumption behavior of users in the electric power industry, so that we can scientifically and comprehensively study and judge the characteristics and habits of users, and help to formulate more reasonable energy management and energy saving strategies to solve the problems of energy waste and irrational allocation, and maintain the stability of the electric power grid system. This will help to formulate more reasonable energy management and energy saving strategies, solve the problems of energy waste and irrational allocation, and maintain the stability of the power grid system. The article adopts experimental research to analyze the knowledge map of users' electricity consumption behavior, and draws experimental conclusions by comparing the model with actual cases, and then verifies and promotes it. Based on the entire research process and analysis of research results, comprehensive energy management models and strategies can be generated to enable users to choose more efficient and environmentally friendly ways to reduce energy consumption in different electricity consumption scenarios, and help transform the power industry.

【Keywords】Knowledge graph; Users; Electricity consumption behavior

1 基于知识图谱的用户用电行为实验设计和分析

1.1 实验设计思路

我国电力行业正处于稳步发展时期，科学化、智能化、数字化成为当前整个行业的发展趋势^[1]。尤其是在碳达峰碳中和的政策背景下，电力行业更需要依托技术手段精准分析用户用电行为，依托知识图谱及人工智能技术等方式制定和实施高效策略和方案，才能获得更加理想的效果。正是在这样的背景下才需要利用实验研究的方式探索基于知识图谱的用户用电行为，立足

于智能家居环境构建的电网混合系统和电力行业动态定价政策，生成更加智能化的环保用电生态环境^[2]。

实验过程中将模拟由光伏 PV、公共电网、蓄电池共同供电的智能家居环境，实验人员将会参考公共电网的分时电价、光伏使用情况、用能和电池荷电的变化情况及用户用电行为，拟定实验方案，依托知识图谱呈现出用户行为产生的用电量和用电成本，将这些数据输入到不同的模型中，通过模型研究制定科学的用电策略。

作者简介：郦申聪（1995-）男，江苏镇江人，汉族，研究生，助理工程师，研究方向：用户用电行为研究。

1.2 知识图谱分析

实验研究活动旨在参考用户与用电量、用户与用电峰值、用电行为与光伏板发电状态等参数设计科学用电策略,可用图表等方式对“分时单价”“光伏使用曲线”和“用能与电池状态曲线”进行可视化呈现^[3]。以可视化数据和结果为主体,用模型提取节点文件和关系文件,在明确从属关系的基础上,将这些文件导入到数据库中,生成基于知识图谱的用户用电行为推荐链。实验人员将相关数据导入到数据库中自动生成知识图谱,用黄色节点表示用户、用蓝色节点表示家用电器、用灰色节点表示光伏板、用浅绿色阶段表示储能电池、用粉色节点比较充放电产生的能量变化时间段^[4]。从知识图谱中可以看到以“用户”为主体的推荐链路,如用户 1 在 9 点-11 点之间可用储能电池存储的电量供应洗衣机所需电量。之所以知识图谱会给出这样的推荐策略,是因为充分考虑了 9 点-11 点分时电价比较贵,用公共电网供给用电需求不合算。

1.3 模型研究

前文已经介绍了用知识图谱智能化给出用户用电行为推荐链图和科学化策略的方法和流程,过程中涉及知识图谱的知识点,也牵扯到模型方面的知识点。基于模型研究的视角,实验人员依据具体要求和实验情况选择 ARIMA (自回归移动平均模型) 和 LSTM (长短期记忆网络) 模型进行研究,通过分析不同模型应用背景下提取的数据和结果,论证知识图谱优化用户用

电行为决策方面的积极作用^[5]。在构建和应用模型的过程中,实验人员需要做好用户智能电表数据收集工作,将收集得到的电压、电流、功率和用电量等具体数据进行清洗和预处理,然后从处理后的数据中提取能够反映用户用电行为基本特征的“用电时段、供电功率、用电峰值时间”等信息。有了这些信息作为支持,实验人员可以采用聚类算法对用户进行分组,分组的条件是“用电模式”。提前完成用户类群分组,对于后期构建基于人工智能的机器学习模式识别框架和历史数据训练模型有重要的影响。在人工智能技术的支持下,实验人员高效构建了适合短期预测场景的 ARIMA 模型及适合长期及复杂模式预测的 LSTM 模型。

(1) ARIMA 模型构建和应用

实验人员先用皮尔逊相关系数表示了用户和用电量的相关性,呈现了变量之间的负相关或正相关关系,然后将相关数据进行分割,用训练集和测试来表示,再用 python 的 to series () 函数将两部分的数据转换成单变量时间序列。这样做有助于绘制更加准确的 ACF 和 PACF 图,如图 1。

为便于观察,实验人员可将 ACF 和 PACF 图的滞后观测数量进行调整,如从 365 降至 50,调整后重新输出(如图 2)。这样做可以使实验人员更加清晰的看出 ACF 和 PACF 图中呈现的自回归模式,概括为 ACF 随滞后的增加出现缓慢退化的趋势,PACF 随滞后的增加出现突然下降趋势。

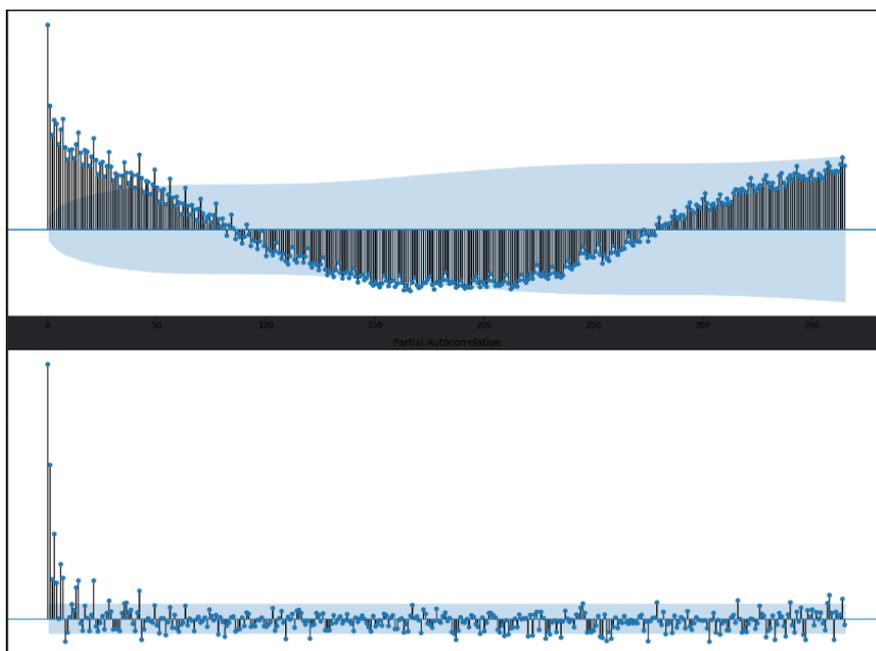


图 1 用户用电行为 ARIMA 模型下绘制的 ACF 和 PACF 图

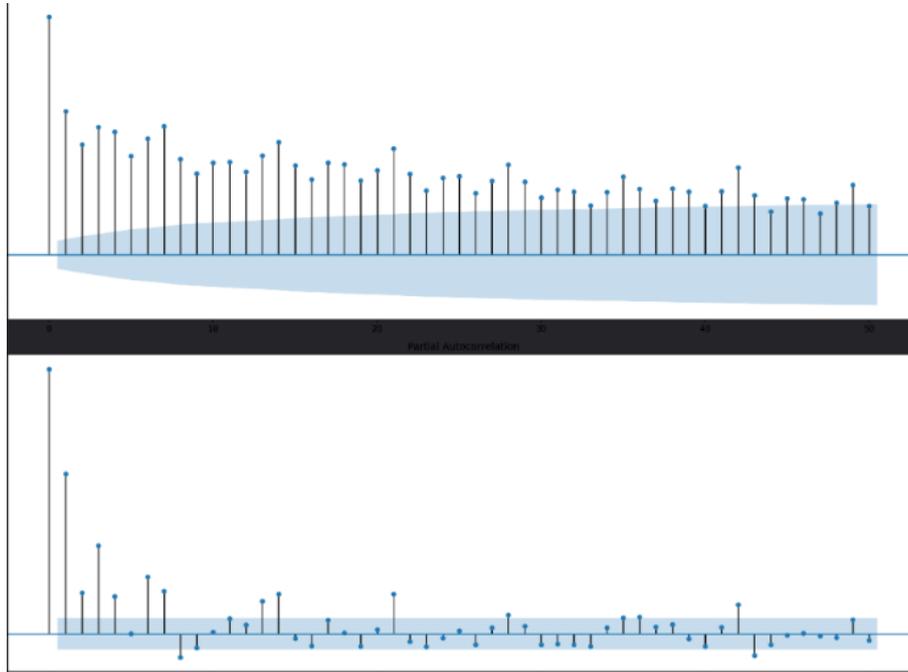


图 2 将滞后观测数量调整为 50 后生成的 ACF 和 PACF 图

有了图 1 和图 2 作为参考，实验人员已经能够做到通过向 ARIMA 类的构造函数传递参数来定义模型。图 2 中可以比较清晰地看到 PACF 图前七个数据节点滞后观测值差距较大，规律也比较明显，因此可将其作为一个好的开始模型，即 AR(7)，在 python 函数中表示为 ARIMA(7,0,0)。实验人员建立好模型后，可以用指令“model=ARIMA(series,order=(7,0,0))”进行定义，再利用自回归模型进行训练。得到训练数据才能通过调用 predict() 函数生成预测值。表现在函数中是以周为单位，将最近一年约 46 周的用户用电量数据作为测试集，将实验研究所选的整个时间段用电量作为训练集，用 scores=list() 函数计算中的 RMSE，用 model() 函数评估单个模型，给出每周的前项预测值和耗电量预测值，将生成的数据添加到 history 列表中，便于准确预测下周的用电量。完成上述操作后，实验人员已经做到将多变量序列转变为单变量序列，此时再用 arima_forecast() 函数定义 ARIMA 模型将会获得更加精准的训练和预测数据。从用户用电量导入 ARIMA 模型后生成的图像来看，最终计算出的 AR(7) 模型总的 RMSE 数值为 381 千瓦。

(2) LSTM 模型构建与应用

基于知识图谱视角下用户用电行为构建和应用 LSTM 模型的关键是选择合适的研究对象，获取一段时间内电力需求数据和环境信息，对这些数据进行特

征提取和处理，归类为训练集和测试集，用于后期进行 LSTM 模型训练^[6]。假设将前三年该用户的用电数据作为训练模型的测试集，前一年的数据作为训练集，可将“周”作为单位调整测试集数据的表示方法，将 3 年转化为 159 个标准周，将一年转化为 52 个标准周^[7]。完成数据转化后，将这两个数据带入到函数 split_dataset() 中进行数据分割，然后再利用函数 NumPy split() 将分割后的数据组织在一起，生成用户用电量每周数据。截止这一步，实验人员已经收集了能够用于构建 LSTM 模型的基本数据，下一步就可以着手开展模型的构建和训练工作。这一环节中，实验人员可利用“编码器-解码器”构建 LSTM 模型，编码器的作用是读取数据并将其压缩转化成固定长度的数值，解码器的作用是解释数值输出预测序列。假设实验人员选择使用这种方式构建模型，则需要参照“测试集 159 个标准周、训练集 52 个标准周”两个数据，设置一维子序列，如前一周、前两周、前一个月、前两个月等^[8]。子序列的存在是为了完善训练数据集，有更多真实数据训练神经网络。基于设定好的子序列，实验人员可在展平数据的基础上将数据归拢在一起，沿一个时间步长生成重叠窗口，给出预测结果。期间会用到函数 to_supervised() 来生成模型训练数据，基于这些数据定义和拟合 LSTM 模型。

2 结论

在光伏板、公共电网和蓄电池共同供电的场景下，可利用知识图谱和模型分析和计算用电量，由此调整用电习惯，生成更加科学环保的用电策略。传统模式下电力企业出于内外因素的影响很难较为全面细致地关注用户用电行为，但是当下更需要重视用户的个性化需求，及时调整能源结构，推动电力市场化改革。在人工智能技术等先进手段的支持下，也生成了基于知识图谱的用户用电行为分析和研究模式，能够以可视化呈现的方式给出比较准确清晰的数据，有助于电力行业明确用户的用电量和用电习惯等基本信息，做出科学决策。文章以混合供电用户用电行为为载体，分析和研究了“知识图谱应用”和“ARIMA 模型、LSTM 模型构建及应用”具体内容，论证了基于知识图谱的用户用电行为探索的重要价值。知识图谱的应用能够以“用户”为主体构建优化用电行为的链路，更好地调整用电习惯和方案，以达到降低能耗、提升用电效能的效果。ARIMA 模型的应用能够以一种更加简单的方式呈现出用户用电量和用电行为等数据信息，有助于以时间序列为对象进行数据分析和预测。在应用这一模型时也需要注意保证数据平稳性，尤其是时间序列数据，如果不能保证这一点就需要后期进行差分处理，会增加模型构建和应用的难度。基于模型性质和计算流程的特殊性，这一模型并不适合处理复杂的非线性关系，如果要完成这项任务，可考虑用 LSTM 模型。LSTM 模型比较适合处理长期依赖关系和长序列数据，也很擅长捕捉时间序列数据表现出的非线性关系及复杂模型数值和异常值，但是缺点是涉及的计算资源比较多，一旦模型参数设置环节出现错误会直接影响拟合效果和模型的处理能力。想要解决问题，还需要返工，一定程度上会增加操作难度。基于上述内容，实验人员可根据

实验表现、实验结果、实验需求等因素灵活选择模型，以确保得到比较准确的用户用电行为预测结果。

参考文献

- [1] 张慧. 用户用电事件图谱的构造及其优化方法研究[D]. 安徽建筑大学, 2024.
- [2] 熊小舟,罗坤,刘小康,等. 电力营销的知识图谱和用户画像技术应用研究 [J]. 中国高新科技, 2023, (04): 36-37+134.
- [3] 吉涛,何轶,朱韵攸,等. 联合知识图谱与改进高斯混合模型的电力用户聚类方法 [J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2022, 36 (12): 92-101+90.
- [4] 叶泳泰. 可视化客户安全用电智能分析辅助决策系统研究 [J]. 农村电气化, 2022, (09): 48-51.
- [5] 雷智辉. 基于事理图谱的电力负荷预测技术研究[D]. 北京交通大学, 2022.
- [6] 郭超男. 面向智能家居的多源能源管理知识图谱构建研究[D]. 青岛科技大学, 2022.
- [7] 周鸿雁,李潇,刘雯,等. 基于知识图谱与用户画像的电力营销差异化服务分析 [J]. 中国设备工程, 2021, (17): 256-258.
- [8] 高海翔,苗璐,刘嘉宁,等. 知识图谱及其在电力系统中的应用研究综述 [J]. 广东电力, 2020, 33 (09): 66-76.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

