

面向智能电网峰值负荷降低的用电数据分析

张一鸣

华北电力大学 北京 102206

【摘要】在用电过程中,借助有效的自动控制能够调度并优化用电任务,不过如果没有高效率的调度优化算法将会限制其实际应用。本文主要针对智能电网的实际运转状况以及用电负荷对业务需求予以分析,并提出如何借助数据分析和数据挖掘的技术手段构建用电负荷的分析系统的方案。

【关键词】智能电网;数据挖掘;负荷分析

如今经济飞速发展,用电负荷也随之飞速增长,针对智能电网进行建设的过程必须要强化需求侧管理,并有效缓解电网的运转压力、控制电能损耗、降低电网的负荷量、有效实现资源的优化应用、全面提升国家社会的综合效益,这都是亟待解决的重点问题。从整体上来看,用电负荷往往具备较为鲜明的周期性以及随机性,和社会环境、经济条件、政治背景、气候环境等因素均可能会有关联,除了依照既有趋势以及规律发展变化之外,智能电网负荷还会受到诸多因素的共同作用,随时可能会出现波动。就当前阶段的智能电网建设优化需求来看,更加需要强调用电负荷相关研究,针对资源配置予以随时随地的优化和完善,全面提升社会的整体效益水平。

在本文当中将参考智能电网建设的大背景和实际情况、业务需求等方面的内容,探索用电负荷分析的系统模型以及实现技术,借助数据挖掘技术来分析解决方案,构建用电负荷的数据分析系统,有效促成智能化业务的知识管理工作。

一、数据挖掘技术的算法模型分析

将数据挖掘技术应用在智能电网中海量数据的分析和探索中具备较强的优势价值,参考电网的运营需求,在下文中将借助数据挖掘的分析方式,探索挖掘算法模型,有效提取智能电网的负荷知识。

(一) 多维分析

“多维分析”将维度(信息对应层次概念)作为其分析基础,把数据予以适当的整合和分类,展开抽象统计以及分析,依照分析对象基本属性和独特特征构建业务信息的分类模型。立足统计学的基本原理,于不同维度之间做以关联,之后展开数据分析,大多数情况下,用电负荷的分析进程中将时间以及区域、行业等作为分析依据,常见方式包括回归分析以及方差分析等方式。

通常来说,构建分析用电负荷三维坐标的多维分析模型,X轴代表在时间变化背景下用电负荷的发展趋势、Y轴则代表在行业分布背景下(或者区域排列背景下)供电和用电的基本情况、Z轴则直接代表用电的基本负荷量,非常直观地针对某种用电负荷发展趋势以及

动态变化情况予以分析和对照。

就电网用电结构的基本特性来看,通常可以发现重工业产业的能耗相对比较高;商业建筑用电、各地居民的生活用电则能耗偏低。由此可以判断负荷率的基本水平以及峰谷差率。

(二) 关联分析

所谓“关联规则”主要体现事物之间存在相互依赖的关系或者相互关联的关系的知识内容,关联规则的挖掘进程主要是结合数据库(信息库)项目集(项目对象集)中探索与之有关或者是存在一定因果联系的信息,主要参考的参数为最小支持度以及最小信任度,其中支持度主要指的是规则前件以及后件共同出现于数据集的概率、信任度主要指的是规则前件显示成立的背景下直接推测规则后件发生概率,信任度也可以理解成后件对于前件所具备的可信度。另外,相关性主要是某个事物在发生的时候其他事物之间产生的联系,能够使用支持度以及可信度予以描述。

展开用电负荷分析中,通常将对负荷变化产生影响作用的因素概括成两大类,其一是针对负荷存在长期的持续影响的因素,针对负荷产生的影响通常体现在负荷变化长期趋势,比方说经济条件以及产业结构等;其二则是会产生短期作用的因素,例如温度等气候性影响因素。相关因素在某个行业或者某个地区对用电的影响规律的研究工作能够帮助智能电网提升电网负荷预测精准性,全面提升电网安全性和合理的运转。

(三) 预测分析

从字面上理解,预测模型能够结合已有数据序列对未来发展趋势予以全面预测,进而掌握对象的基本规律。对于电力负荷的预测在智能电网的调度业务中非常常用,结合系统运行的特征、增容以及自然环境等条件,利用能够处理负荷的数学计算方式,依照现行因素预测智能电网在未来一段时间的用电需求,并且在满足一定的精准度要求基础之上,明确某个特定时间点上的负荷情况,进而帮助电网调度完成决策。

比较多见的负荷预测方式包括时间序列、神经网络预测、优选组合等。时间序列模型主要针对时间特性

予以分析，特别是时间层次上，能够分析到年月日和节假日等方面的影响。借助神经网络可以随时构建非线性数据模型，满足空间序列的预测问题需求。组合预测主要是2种或者2种以上的预测方式联合起来预测同一事物的过程，针对单独预测结果加权综合得出最终的预测结果，在近几年针对负荷预测的研究中这种方式较为多见。

总体来说，组合预测法依照综合手段上的差异可以分成权重合成以及区域合成两个种类，前者的应用相对较为普遍。该预测法关键点在于明确单个模型权重，针对权重系数进行确定的算法可供选择的比较多，因此，可以形成各种预测模型。

在本次研究中主要针对组合预测偏差的绝对值最小作为目标，使用综合优化组合的算法，明确组合预测权重最优加权，择取某个预测存在N种预测模型进行最优选择。

假设 y_t 是在某个特定时刻中负荷实际测量数值，而 f_{it} 则是在 i 种预测法处于 t 这个时刻点上获得的预测数值，是 i 种预测法处于 t 这个时刻点上存在的偏差， $t=1, \dots, n$; $i=1, \dots, N$ ，可得该预测方式组合预测值：

$$f_t = \sum_{i=1}^n k_i f_{it} \quad t=1, 2, \dots, n$$

在上述式内， k_i 是在 i 种方式下权重，满足下述要求：

$$k_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^n k_i = 1。$$

针对 t 时刻点上则和预测偏差 $a_t = y_t - f_t$ ， $t=1, 2, \dots, n$ ，经过验证可以发现： $a_t = \sum_{i=1}^N a_i k_i$ 。

通过最小组合预测偏差绝对值的和作为目标，明确N种预测方式下权重数学模型如下：

$$\begin{aligned} k_1 + k_2 + \dots + k_n &= 1 \\ \{a_1 k_1 + a_2 k_2 + \dots + a_M k_N &= a_t (t=1, 2, \dots, n) \\ k_i &\geq 0 (i=1, 2, \dots, N) \end{aligned}$$

$$\text{使得 } \min S = \sum_{t=1}^n |a_t|$$

$$\text{设 } m_t = (|a_t| - a_t) / 2, n_t = (|a_t| + a_t) / 2,$$

显然可得

$$m_t \geq 0, n_t \geq 0, a_t = m_t - n_t, a_t = m_t - n_t, t=1, 2, \dots, n。$$

由上述模型，可以将其转化成等价线性规划的问题，参考最小二乘法优化求解的准则，采用线性规划的单纯形法获得结果。

$$\min S = \sum_{t=1}^n (m_t + n_t)$$

$$k_1 + k_2 + \dots + k_n = 1$$

$$\begin{aligned} \{a_1 k_1 + a_2 k_2 + \dots + a_M k_N - m_t + n_t &= 0 (t=1, 2, \dots, n) \\ k_i &\geq 0 (i=1, 2, \dots, N) \\ m_t &\geq 0, n_t \geq 0 (t=1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

求解过程当中，为了能够在最大程度上提升运算速度，并且避免过于复杂的运算，采取遗传算法来实现随机搜索对计算技术予以优化，使用选择、变异和交叉等处理方式同时对较多候选解予以考虑，复原生物遗传过程，实现优质解，提升目标群体的质量水平。

在实际中电力负荷拥有较强的随机性，实际预测当中并不能同时考虑所有因素，首先，历史数据收集以及观测较为困难，其次是关联因素过多，建模较为困难，产生的运算相对复杂，数值也不稳定。组合预测这种模型能够聚集较多预测方式包含的信息，进而令其更好适应未来变化，强化预测精准性。

二、系统业务应用的相关研究

对于智能电网的优化调度目标而言，其中较为重要的一部分就是尽可能降低在峰值时段中的供电用电需求，令用户能够更好地应用能源。借助数据挖掘分析技术探究电网用电负荷的特征，依照分析结果来合理规划供电计划，调动跨区供电潜力，在最大程度上满足电力需求。

深入分析日负荷率、日峰谷差率等指标能在短时间内了解用电特性以及用电趋势，为电网的调度决策以及检修时机决策、电价决策等提供有效的参考依据，实现电力系统生产以及正常运转的效率全面提升的目标。

因为负荷量用户的分类方式是对用电特性进行分析的基础内容，因此，构建用电特性分析模型（图1），可以较为直观地展示某个特定区域内24h用电峰谷趋势，能够在较大程度上强化电力需求侧管理力度，使用各种措施，有效实现各个时段供电量的保障，降低最大负荷以及损耗值。

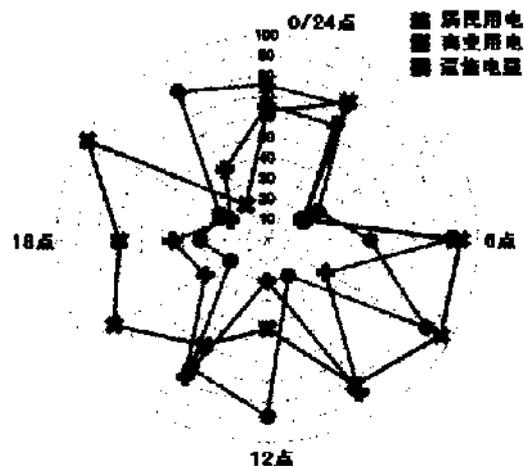


图1

三、关键技术分析

其一，借助综合信息平台来促成信息集成，这也是分析系统最为基础的部分，能够较好地实现整合数据以及集成信息的过程，将企业服务总线 ESB 作为信息提供的渠道，不需要点对点展开转化；立足于公共模式集成模型将会有效降低数据重复的情况，对于企业参与集成运行应用有效感知数据变化。在整体上进行数据整合，有效解决信息交流问题，促成信息发布以及应用集成。

其二，模型库的构建。构建模型库主要思路就是借助构件技术手段，实现有效的信息集成，强化应用系统的效率以及运行性能，令应用系统每个业务模块都能够凝聚成一个有机体。部署于构件模型库当中的构件大致可以分成支撑构件（实现底层定义，给其他构件奠定底层支撑的基础作用）、展现构件（实现用户交互功能和业务逻辑，例如界面操作构件等）以及内核构件（主要负责核心业务，包括事务处理以及业务建模等）。

其三，动态报表以及图形分析。为了能够切实有效地提升人机交互效果，系统把动态的业务报表以及图形分析的技术手段融合起来，令数据挖掘分析的结果得以全面展示，加强系统应用的实际水平。在业务分析中，电网的用电实时负荷以及预测负荷等都能够通过多曲线的方式在同一个画面中体现出来，直观地帮助偏差走势分析。

四、结语

综上所述，本文主要介绍了数据挖掘的相关技术所构建的适合智能电网应用的用电负荷系统，它可以满足智能电网的现行运转模式和调度业务需求，面向峰值负荷降低的实际情况，具有一定的推广应用价值。整体而言，数据分析技术还在不断的进化发展中，实际应用的过程中会面对海量信息量的挑战，怎样能够妥善应对冗余信息以及噪音数据，强化挖掘结果，还需要进一步完善和发展。

【参考文献】

- [1] 韩鹏, 汪晋宽, 韩英华, 等. 智能电网中电动汽车与微网联合运行的建模与仿真 [J]. 东北大学学报 (自然科学版), 2014(010): 1373-1377.
- [2] 段燕茹. 基于智能电网的电力调度自动化与控制系统实现 [J]. 电子设计工程, 2020(04): 189-193.
- [3] 南思博, 李庚银, 周明, 等. 智能小区可转移柔性负荷实时需求响应策略 [J]. 智慧电力, 2019(04): 22-30.
- [4] 何彦英, 曾鸣. 考虑需求侧响应的配电网运行效应评估研究 [J]. 陕西电力, 2015(11): 7-13+20.
- [5] 陆青, 谢品杰, 冷亚军, 等. 可降低负荷峰值的智能用电任务调度优化 [J]. 电气应用, 2014(20): 44-47+63.
- [6] 袁民松. 浅谈基于与用户数据交互的用电智能终端开发思路 [J]. 昆明民族干部学院学报, 2015(001): P. 53-55.
- [7] 喻瑛, 孙晓辉, 张康. 智能家居用电优化调度建模及双层遗传算法求解 [J]. 工业控制计算机, 2016(05): 114-116, 共 3 页.
- [8] 赵琳, 高岩. 大数据背景下智能电网的前景及应用综述 [J]. 电子商务, 2018(003): 15-16, 71.