[控制系统]

电力系统负荷电量预测的研究

文/山东科技大学电气与自动化工程学院　庞亚亚　王书源　韩　璐

首先分析了电力系统负荷电量预测含义、分类及意义，然后对电力系统负荷电量按周期长短预测的方法进行了理论推导和研究。

电力系统负荷电量预测是电力系统负荷预测的重要组成部分，主要用于选择适当的机组类型、合理的电源结构和确定燃料计划等。电力负荷电量预测如果偏低会引起电网容量不足，供电质量降低；电力负荷电量预测偏高将导致发输变电设备利用率不足，造成投资的浪费，降低电力系统的经济效益。电能的生产和消费同时进行这一特性决定了电力负荷预测在电力系统运行、调度中的重要性。

电力系统负荷预测主要采用定量预测技术，大致分为两大类，即自身外推法和相关分析法。自身外推法仅需要负荷本身的历史记录数据，它把历史记录数据的变化和特性与某种趋势曲线相拟合，并将这种变化规律外推到未来，对未来负荷趋势进行预测。自身外推法预测相当长时期内稳定增长的负荷时效果较理想。而相关分析法以电力负荷与其有关的各种随机的干扰性因素之间的内在关系为基础，该方法在于寻求两者之间变化关系的趋势曲线。

未来电网的规划、运行调度机制和规模都应与未来电力负荷电量预测数据结果相协调统一。电力负荷电量预测是电网规划决策的前提与基础，准确地预测电力负荷所需电量，可以保障为用户提供安全优质的电力，并保证系统运行的经济性。

负荷电量预测的含义及分类

负荷电量预测就是指预测未来某个时期内负荷需用的电量。如果按照电力系统负荷电量预测的周期长度进行分类，负荷预测通常仅研究短期、中长期的负荷预测。短期负荷预测常用来安排电力调度计划，对短期预测，需充分研究电力系统负荷变化趋势和规律，分析与负荷变化相关的各种不确定性随机干扰因素的影响。中长期负荷预测主要是用来确定大机组运行方式，制定电力设备的检修计划，根据国民经济的发展和对电力负荷的需求，制订合理的电网改造和扩建规划，保证负荷电量供给既能满足民众的生活需求，又能跟随国民经济的发展趋势。

中长期负荷电量预测

1．中长期负荷电量预测的特点

中长期电力系统负荷电量预测受国民经济发展的影响，其增长速度受经济发展状况、产业结构以及生产工艺等因素的影响。一般5年以内的负荷电量预测，以微观为主，以宏观进行校核；若进行10年以上的负荷电量预测，一般以宏观为主，考虑到用户用电的随机性及新用户的发展。

2．中长期负荷电量预测的主要方式

（1）宏观方式

直接预测电力系统的总负荷电量，当前国民经济的发展趋势将显著影响对未来电力负荷电量y的预测。设工农业总产值为x，则总负荷电量与其关系可表示为：$y=\alpha x^{\beta}$，其中α和β为待定系数。

（2）微观方式

分别预测各类负荷的电量，然后综合得出电力系统的总负荷电量。在我国按照用户分类进行电量测量，可采用外推法或相关法，一般利用单耗法对各类工业用电量进行预测。单耗法计算公式为：$\Theta=\sum_i A_i q_i$。其中，A_i0第i种产品在未来某

一时期的计划产量；q_i为生产第i种产品消耗的总电量与合格产品的数量比值。

短期负荷电量预测

1．短期负荷电量预测的特点

短期负荷易受许多周围环境的随机不确定因素的影响，这种特性决定了短期负荷电量预测的显著特点：①预测结果的不准确性和易受干扰性。②由于各种负荷预测条件性的负荷预测，满足一定的条件要求。③短期负荷预测都是在一定的时间段内有效，需考虑预测时间的长短，具有时间性。④预测工作人员应备有多方案来应对预测结果的以上特性。

2．短期负荷电量预测的主要方法

（1）回归分析法

回归分析法是指通过对记录数据的统计分析和数据资料的处理，通过预测负荷与不确定性干扰因素之间的关联，来建立回归模型，对未来负荷走向进行预测的方法。其特点是：将影响预测对象的不确定性随机干扰因素按类分支，单独考察各个因素的变动对未来负荷走向预测的影响。

采用回归分析法预测的步骤可概括为：第一，分析所获得的统计数据，确定几个待定变量之间的数学关系式，即建立回归模型；第二，对回归模型的参数进行估计和统计校验，分析影响因素对预测对象的影响程度，确定预测模型；第三，利用确定的回归模型和自变量的未来可能值，估计预测对象的未来可能值，并分析研究预测结果的误差范围及精度。

（2）时间序列分析法

时间序列分析法是通过获取历史记录数据，找到相应负荷随时间变化的趋势和规律，建立时间序列的模型，以判断未来负荷趋势走向的方法，其基本前提假定为将来的负荷数据发展趋势和规律历史记录的数据变化规律基本一致。该方法可分为确定性时间序列法和随机时间序列法两种。

确定性时间序列法又称时间序列平滑法，其基本假设可以认为变化的负荷数据中存在着一个隐含的固定的变化模式，实际负荷数据可看作该变化模式和随机干扰的叠加，该变化模式平滑性使其同随机干扰区别开来，其平滑性决定了其消除随机干扰的便捷性，这样模式可以通过外推的方式，用来作为未来预测负荷发展走向的依据。时间序列平滑法又可分为两类，即移动平均法和指数平滑法。

随机时间序列法主要针对按一定时间间隔进行采样记录的历史负荷资料，对于负荷变量来说，在一定的时间间隔内，它相当于一个随机变量，这个随机变量所描述的过程可看成一个随机过程。这种随机过程可采用状态空间法等方法进行分析。

（3）模糊预测法

在实际生活中，对电力系统负荷进行预测常需要考虑相关不确定性随机干扰因素的影响，通常需要借助历史负荷的变化趋势和规律对未来的负荷进行预测，模糊数学理论的使用大大简便了此种情况下的负荷预测。模糊数学研究和处理的对象是模糊性现象。

（4）人工神经网络法

该方法是人们模拟人脑信息处理、储存的检索机制而构造的，是将负荷的预测用人工神经网络来代替，利用其非线性、自组织、大规模并行处理等特点完成对未来负荷电量的预测。人工神经网络模型的差异是由于人工神经元结构以及互联方式的差异决定的。常见的模型主要有多层前馈神经网络（BP模型）、自学习的Kohonen自组织神经网络模型等。

BP模型具备快速地拟合任意复杂的非线性关系的能力，只需给定预测负荷的一定数量的记录数据样本，并对该神经网络进行专有的人工“训练”，便可以自动地生成恰当的函数关系，所形成的神经网络可直接用于未来负荷的预测。它的基本原理是利用输出后的误差来估计输出层的直接前导层的误差，如此一层一层的反传下去，就获得了其他各层的误差估计。

相应地，利用Kohonen网络的自组织性，通过输入适当的负荷样本对神经网络进行“训练”，得到的网络便可以自动完成对复合模式的分类。

结束语

而电力负荷预测过程随机且变化非平稳，要做好电力负荷电量预测，必须具备完整而准确的原始资料与数据、精确而有效的预测方法、预测工作人员丰富的工作经验和判断能力。此外，影响电力负荷变化的各种不确定和干扰因素如作息时间、生产工艺特点、气候以及季节也要在负荷电量预测时加以考虑。EA

（收稿日期：2015.01.28）

（编辑：杨得润）