

「控制系统」

天津电力景气指数模型的研究与应用

文/国网天津市电力公司 马朝 史雷 王莹
北京清软创新科技股份有限公司 罗欣 赵博

将经济学领域中的景气指数引入电力行业中，研究了景气指标的筛选方法、处理方法与合成方法，并以天津电力需求为例，编制了天津电力景气先行指数和一致指数。通过先行指数的变化，能够有前瞻性地科学合理地推测未来电力需求变化的趋向，对于指导电力部门相关工作具有重要意义。

景气是对研究对象发展状况的一种综合性的描述，用以说明研究对象的活跃程度。景气分析（Business Cycle Analysis）是一种经济周期统计分析方法，利用月度或季度经济统计序列数据，分析和判断经济发展在周期性波动中所处的阶段，找出景气状态发生变动的原因，预测未来经济发展趋势，验证和评价经济政策实施的效果。

电力行业是国民经济的重要基础产业，能够反映经济发展的真实情况，通常被当作经济的“风向标”。本文将景气分析的思想和方法引入到电力市场分析，以天津电力市场需求作为研究对象，通过统计和分析天津全社会用电量与经营环境各项指标之间的关系，找出与电力市场发展变化有因果关系、并且在时序上稳定领先于电力需求变化的先行指标，编制形成电力景气先行指数，通过该指数的变化，能够预测未来电力需求发展的转折点，估计电力需求发生变化的幅度，推测电力需求发展的趋向。

景气指数研究

1. 景气指数模型理论研究

（1）景气指标的分类

景气指标是构建景气指数的基础，大量的指标，通过适当的数学方法，重新分类，充分整

合。常规的景气指标一般归为先行指标、一致指标和滞后指标3类。

1）一致指标（Coincident Indicators），一致指标是指该指标的波动与研究对象的景气变动大体一致。

2）先行指标（Leading Indicators），先行指标是指在研究对象达到高峰（或低谷）前，超前出现高峰和低谷的指标。

3）滞后指标（Lagging Indicators），滞后指标是指那些转折点（高峰或低谷）滞后于研究对象波动的指标，它的高峰和低谷的出现可以确认研究对象波动的高峰或低谷确已出现。

本文集中于基于先行指标和一致指标的景气指数的构建。

（2）景气指标的筛选方法

景气指标的筛选方法众多，本文选取常用的量化方法——K-L信息量法，进行指标筛选。

K-L信息量法是对指标总体形态分布的拟合程度进行评价的一种方法。对于带有随机性的现象，我们通常可以认为它是服从某一概率分布的随机变量的一些实际值。如果已知真正的概率分布，希望估计我们选择的概率模型与这一真的概率分布相近似的程度，从而估计模型的好坏，就需要一个度量，这就是Kullback-Leibler信息量，

即K-L信息量。

设一个基准的随机变量的概率分布为 $p = [p_1, \dots, p_i, \dots, p_m]$, 其中 p_i 为事件 w_i 发生的概率, 设另一个随机变量的概率分布列为 $q = [q_1, \dots, q_i, \dots, q_m]$, 其中 q_i 为事件 v_i 发生的概率。对基准指标做标准化处理, 使得指标的和为单位1, 则

$$p_i = y_i / \sum_{j=1}^n y_j \quad t=1,2,\dots,n \quad (\text{其中假定 } y_i > 0) \quad (1)$$

设 $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 为被选择指标, 也做标准化处理, 处理后的序列记为 q , 则

$$q_i = x_i / \sum_{j=1}^n x_j \quad t=1,2,\dots,n \quad (\text{其中假定 } x_i > 0) \quad (2)$$

定义:

$$k_l = \sum_{i=1}^{n_l} p_i \ln(p_i / q_{i+l}) \quad t=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm L \quad (3)$$

为分布列 q 关于分布列 p 的K-L信息量。在实际应用中, 要把计算出的K-L信息量扩大10 000倍, K-L信息量越小, 说明真实概率分布与模型概率分布越接近, 按经验K-L信息量在50以下才可以考虑使用该指标。式中 l 称为时差或延迟数, 表示超前、滞后期, l 取负数时表示超前, 取正数时表示滞后。 L 是最大延迟数, n_l 是数据取齐后的数据个数。最小的 k_l 为被选指标关于基准指标的K-L信息量。

K-L信息量法从概率的角度阐述了两个变量的分布关系, 最符合我们关于判断两个指标相关性的要求, 也是当前景气指数分析法中常用的计算方法之一。

2. 景气指标的预处理

(1) 数据处理意义

景气指标的处理就是结合实际情况, 剔除和修正月度数据序列中的极端值, 进行季节调整和趋势分解, 消除各种不确定因素的影响, 使整个序列符合景气分析要求的过程。

一般认为, 月度时间序列数据是由4种因素组成的, 分别为: 长期趋势因素(T)、波动循环因素(C)、季节因素(S)与不规则因素(I)。

本文研究对象为时间序列中的波动循环因素, 因此需要将其其他因素从时间序列中剔除。一般不规则因素直接忽略; 而对于长期趋势因素, 利用历史数据拟合方式去除数据的自然增长率; 对于季节因素, 由于月度数据的时间序列通常都具有有一年一度的周期性变化, 这种周期变化在经

济分析中称为季节性波动, 季节变动要素和不规则要素往往掩盖了序列的变化规律, 给研究序列趋势和进行序列相关分析带来困难, 因此, 需要对时间序列进行季节调整。

(2) 季节调整方法

本文使用了一种基础的季节调整方法。

方法的核心在于一个基于移动平均比率法的三阶段调整程序, 这个三阶段程序通过对序列反复的探测, 最终确定序列的季节因素、趋势-循环因素以及不规则因素。其中, 用于估计趋势与季节因素的移动平均方法通过特定的诊断在多种方式中选择。这种选择的机制使得算法能够适应不同长度、不同波动强度的序列的调整。另外, 还提供了可以考虑含有主观因素的离群值调整与交易日效应的调整。

3. 景气指数的编制方法

目前国际上通用的景气指数编制方法有扩散指数方法和合成指数方法两类。

扩散指数(Diffusion Index, DI)基于宏观经济中“扩张、衰落、萧条、复苏”的循环模型, 认为经济波动是一个在宏观经济系统中各个部门逐渐“扩散”的过程。扩散指数定义为处于扩张状态的指标数目占所选指标总数的百分比。即

$$DI_{(t)} = \frac{\text{在 } t \text{ 时刻处于扩张的指标数}}{\text{指标总数}} \times 100\% \quad (4)$$

合成指数(Composite Index, CI), 是根据同类指标中各序列循环波动程度, 考虑各序列在总体经济活动中的重要性加权(有时不加权)综合编制而成, 以反映总体经济循环波动程度的指标。它既能用来判断循环转折点, 又能从量上反映循环波动的程度。

两类指数各有优缺点, 扩散指数反映不同时间点上升与下降指标的比例, 虽然能有效地预测经济周期波动的转折点, 但却不能表示经济周期波动变化得强弱, 其局限性在于: ①无法明确地表示经济波动的强弱。②虽然能预测转折点, 但无法测定转折点的具体位置。

而合成指数反映了景气变动的方向和幅度, 它除了能预测经济周期波动的转折点外, 还能在某种意义上反映经济周期波动的振幅, 从其图形上能够清楚地观察到景气变动的振幅, 从而分析研究对象波动的程度。

因此本文采用合成指数法进行景气指数的编制。

电力市场景气指标模型

本文以天津电力市场作为典型应用案例开展研究。

1. 天津电力市场分析

天津是典型的重工业制造基地，一直以来，第二产业用电量是拉动全社会用电量快速增长的重要因素。图1所示为2015年天津各产业用电量比重。

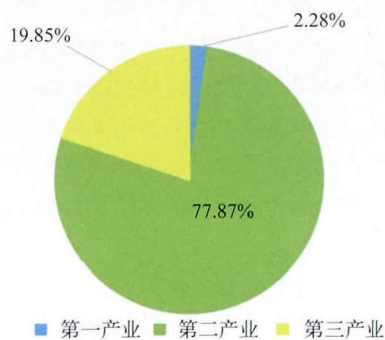


图1 2015年天津各产业用电量比重

从第二产业中的细分工业来看，对第二产业用电量产生较大影响的行业主要集中在黑色金属冶炼及压延加工业、化学原料及化学制品制造业以及交通运输、电气、电子设备制造业上，因此，在本文的天津电力景气指数构建过程中，除考虑宏观经济因素影响外，还将上述3个行业作为典型行业，代表天津当地工业发展特点进行指标筛选。

2. 天津电力景气指标筛选

本文将反映天津电力景气指数的指标分为两大类，分别为宏观经济类指标和典型行业经济发展水平类指标，作为先行指标和一致指标的初选指标。指标初选集如表1所示。

所选指标首先要求可获取，并具有5年以上的时序序列，其次要求具有显著的经济意义。以天津全社会用电量作为基准指标，采用K-L信息量法进行指标的量化测算，最终选取8个指标作为先行指标，5个指标作为一致指标，如表2所示。

3. 天津电力景气指数构建

根据上面所选的一致和先行景气指标组，采用国际上通用的合成指数法，来构建反映天津电力需求周期波动的综合景气指数。

合成指数选择2011年为基年，即以2011年指数的平均值为100，时间跨度为2011年1月至2015年12月，并对其剔除随机因素，建立反映天津电

表1 天津电力景气初选指标

序号	指标名称
宏观经济指标	1 全国/天津进出口总额
	2 天津固定资产投资
	3 全国/天津空调产量
	4 全国/天津彩电产量
	5 天津商品房销售面积
	6 天津商品房施工面积
黑色金属冶炼及压延加工业	1 全国铁矿石产量
	2 全国/天津焦炭产量
	3 全国/天津生铁产量
	4 全国/天津粗钢产量
	5 全国/天津钢材产量
	6 全国金属冶炼设备产量
	7 全国金属集装箱产量
化工行业	1 全国/天津汽油产量
	2 全国/天津聚酯产量
	3 全国/天津乙烯产量
	4 全国/天津涂料产量
交通行业	1 天津公路客运量
	2 天津公路货运量
	3 全国/天津汽车产量
	4 全国/天津电子元件产量

表2 天津电力景气入围指标

指标类型	指标名称	先行周期
先行指标	天津进出口总额	-5
	天津空调产量	-5
	天津彩电产量	-4
	天津粗钢产量	-5
	天津商品房销售面积	-4
	天津涂料产量	-7
	天津公路货运量	-4
	天津电子元件产量	-5
一致指标	全国进出口总额	0
	全国生铁产量	-1
	全国粗钢产量	-1
	全国焦炭产量	-1
	全国金属冶炼设备产量	-1
基准指标	天津全社会用电量	0

力市场运行状况的合成景气指数。

根据各组指标的合成指数计算结果，分别绘制2011—2015年的先行指标和一致指标合成指数趋势图，如图2所示。

为准确定位先行合成指数与一致合成指数的关系，将计算得到的先行、一致合成指数用K-L信息量验证，得到结果如表3所示。

(下转第95页)

5.1 Frequency source

The BTS shall use a single frequency source of absolute accuracy better than 0.05 ppm for both RF frequency generation and clocking the timebase. The same source shall be used for all carriers of the BTS.

For the pico BTS class the absolute accuracy requirement is relaxed to 0.1ppm.

NOTE: BTS frequency source stability is one factor relating to E-OTD LCS performance and the reader is referred to Annex C for the relationship between BTS frequency source stability and E-OTD LCS performance characteristics.

图10 3GPP中关于基站时钟精度的规范

而传输SDH设备时钟分为系统时钟、PDH信号中时钟。E1就是一种典型的PDH信号，根据ITU-T G.783规范，SDH设备对于PDH支路输出信号中抽取的定时信息，满足50 ppm的时钟精度，不提供时钟级别的精度保证。

“类单通”问题的处理方法

目前，对于“类单通”故障的应急处理主要有两种方法，一种方法是对发生问题的基站进行COBA板切换，使基站重新加载业务，进而重新激活基站信道；另一种方法是采用硬件断开E1通道或利用SDH网管执行通道的Deactive和Active操作，对基站进行人为强制环倒换的方法，使基站

的信道重新激活。但是，在实践中通常采用第二种应急办法，即仅在BSC侧进行人为强制环倒换即可，避免了由于切换COBA板可能导致的基站重启不成功，同时环倒换操作对基站业务没有影响，信道激活迅速。

此外，在长期维护中，还可以修改BSC的参数设置，使得BSC能够第一时间触发告警，然后及时人工锁闭对应时隙，从而确保列车尽快恢复正常运行状态。目前BSC相关参数设置为默认值：MISTSTRSH=3（12次）、TTRAU=2 000（20 s）。建议调整设置为：MISTSTRSH=1（4次），基站侧的TTRAU=1 500（15 s）。EA

（编辑：杨得润）

（收稿日期：2016.11.20）

（上接第90页）

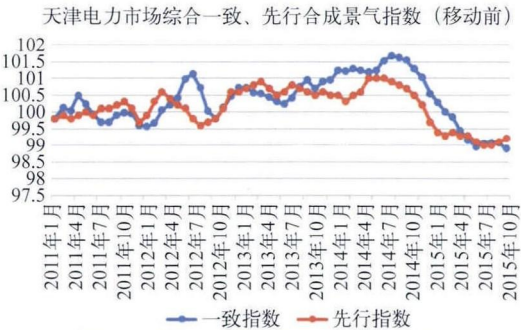


图2 天津电力一致、先行合成景气指数

表3 合成指数K-L信息量

月份	K-L信息量	月份	K-L信息量
0	0.010 3		
-1	0.119	1	0.143 9
-2	0.093 7	2	0.182 2
-3	0.093 7	3	0.214 2
-4	0.077 4	4	0.238 1
-5	0.122 1	5	0.271 2
-6	0.134 7	6	0.299 8

经过计算发现，先行指标超前于一致指标4个月，并且具有典型的统计学意义。从图2可以看出，先行指标的景气指数连续8个月在100以下，预示着目前电力需求不旺盛，但同时也看到先行指数目前趋于平缓且微微上扬，结合拉动内需等多种政策，不难推测电量下行趋势将不会持续，已呈现探底回升态势。

结束语

本文将经济学领域的景气指数模型引入电力领域，研究了景气指标筛选方法、指标预处理方法与景气指数编制方法，并以天津全社会用电量为基准指标，分别从社会总体经济发展水平角度和主要行业经济发展水平角度，通过K-L信息法确定了天津电力景气指标构成集，利用合成景气指数编制方法编制了天津电力景气先行指数和一致指数，并实例验证了该方法的科学性与有效性。EA

（编辑：杨得润）

（收稿日期：2016.10.20）