

江苏电量需求经济背景预测及“协整模型”方法研究

陆 奥

(东南大学,江苏 南京 211189)

摘 要:提出了江苏在未来 40 年经济背景预测方案,运用较为先进的“协整理论”,筛选能与电量需求建立均衡关系的关键经济变量;构建了关键经济变量与电量需求之间的计量经济学模型,并对江苏省经济结构转型期的电力需求走势进行预测与校验。

关键词:经济;电量需求;轨迹;协整;预测

中图分类号:TM715;F123

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2015)03-0049-03

计量经济方法已广泛应用于电力需求分析预测,但是实际应用中存在经济背景的预测和自变量及计算模型的合理性选择 2 个难点。从电力需求预测实务要求出发,基于长期积累的国内外经济及电力数据,采用计量经济学优化算法,提出了解决这两个问题的实践路径,提高了预测的客观性与预测精度。

1 经济背景预测

电力需求预测结果与经济背景预估的精确性密切相关。江苏正处于经济结构调整转型期,沿东陇海线开发、苏北沿海开发、苏南现代化示范区建设规划密集出台,经济全球化影响及上海自贸区可能带来的“溢出效应”、“虹吸效应”将使未来的经济形势错综复杂。简单的外推法可能较难反映经济结构及所处阶段的特征,而专家经验法则主观性较强,均难以保证经济背景预测精度。根据江苏省发展轨迹,综合对比发达省市经济发展轨迹^[1-4],考虑经济增长、人口增长、经济结构、城镇化率、人均用电量、居民消费、能源消费等主要因素对经济发展预测的影响。短期经济预估主要依据江苏省“十二五”规划预期值及发展趋势;中长期预估的参考数据来源于韩国、日本、德国、法国等近 30 年数据的加权平均值,或某一具有典型发展趋势的

国家在一段时间内的对应数据。如无特殊说明,已将经济数据折算为 2005 年不变价,预测数据以 2000 年人民币不变价为基准。在充分考虑江苏省基本情况及各项指标与对比地区及国家的差异性后,提出经济背景预测方案,如表 1 所示。

全省 GDP 年均增长率在 2030 年和 2040 年分别降至 4.5%和 4.3%,2050 年江苏省国民经济达到 38276 亿美元(2005 年不变价),GDP 增长率降至 4%以下,并逐渐趋于稳定。全省第三产业产值比重在 2030 年和 2040 年分别升至 63%和 68%,于 2050 年达到 70%,基本可以判定江苏省在 2050 年前的各产业产值比例将趋于稳定。全省人口总量年均增长率在 2030 年和 2040 年稳定于 0.4%左右,2050 年江苏省人口总量达到 9193 万人,人口总量将始终保持 0.4 个百分点增长率。在远景预测中,全省城镇化率在 2030 年和 2040 年分别升至 75%和 77%,并于 2050 年达到 78%。

2 研究方法探究

传统计量经济法用于电力需求分析预测时,通常要求所分析的时间序列数据是平稳的。而一般情况下,经济时间序列都非平稳,尽管模型结果有可能具有很高的拟合度和显著的统计量,但是根据这些统计量得

表 1 经济预测及电量预测结果

年份	GDP/ 亿美元	PP/ 万人	人均 GDP / 美元	一产占比 / %	二产占比 / %	三产占比 / %	城市化率 / %	电量 / (亿 kW·h)	人均耗电量 / (kW·h)
2013	5 958.6	7 942.63	7 502.00	5.9	49.2	44.9	62.6	4 966.24	6 252.64
2014	6 519.7	7 966.50	8 183.91	5.7	48.7	45.6	62.9	5 325.33	6 684.66
2015	7 112.3	7 994.38	8 896.66	5.5	48.2	46.3	63	5 645.95	7 062.39
2020	10 749.2	8 455.55	13 180.21	4.5	45	50.5	68	7 499.03	9 195.00
2025	13 802.2	8 319.97	16 589.27	4.5	40.5	55	70	8 762.65	10 532.01
2030	17 198.6	8 487.71	20 262.99	4.3	32.7	63	75	9 978.03	11 755.86
2040	25 915.2	8 833.39	29 337.77	4.0	28	68	77	12 589.77	14 252.48
2050	38 276.3	9 193.16	41 635.60	4.0	26	70	78	15 410.36	16 762.87

到的推断可能不正确,导致产生无意义的虚假回归^[5]。

为解决上述问题,文中拟采用一种处理非平稳数据的方法及“协整理论”。该方法使多个非平稳经济时间序列在建模时能够克服传统建模技术缺陷,所建立的均衡关系能取得较好的预测效果,并可对“协整”模型建立的均衡关系进行误差修正,从而得到预测效果较好的综合预测模型。文中采用计量经济学软件 Eviwes6.0 进行计算。

2.1 初步确定关键因素

江苏省电力需求函数可以用下式表示^[6]:

$$Q = f(GDP, M3, PP, U, CPI, EC, EG) \quad (1)$$

式中: Q 为电力需求; GDP 为生产总值; $M3$ 为第三产业产值占比; PP 为人口; U 为城镇化率; CPI 为居民消费价格指数; EC 为能源消费; EG 为单位能耗。对样本数据的处理采取自然对数的形式,其建立的模型结果不影响最终结论。

2.2 数据平稳性检查

平稳性检验就是对时间序列是否存在单位根进行检验,主要有 2 种方法:ADF 检验和 PP 检验。在样本容量很大的情况下,文中所用的单位根检验方法为 ADF 检验。本质上,对于任意变量 x_t ,检验零假设 $x_{t-1(1)}$ 相当于检验 Δx_t 是平稳的,ADF 单位根检验过程基于最小二乘法回归式:

$$\Delta x_t = \beta_0 + \alpha_0 T + \alpha_1 x_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

式中: β_0, α_0 为参数; T 为线性时间趋势; m 为滞后项系数; ε_t 为随机扰动项。这里, $m=1, 2, 3$,或者根据实验来确定。经 ADF 检验后,如果不能拒绝每个序列都不平稳的零假设,则进一步对所有变量的一阶差分进行检验;若此时的检验结果表明序列都是平稳的,也就说明该序列在一阶差分的情况下为平稳的状态;若不然,则需进一步差分,直至序列包含的所有数据在某一阶为平稳状态。

在 ADF 检验中以 Q 的平稳阶为基准,对其他因素进行检验。检验结果见表 2,解释变量中单位能耗 $LNEG$ 的 ADF 水平值检验小于任何一种可能性范围,因此 $LNEG$ 为平稳序列,不能与电力需求 LNQ 进行“协整关系”检验。

由于 Q 为不平稳状态,因此需进一步对其一阶差分序列检验,判断各时间序列对应的一阶差分平稳性是否一致,检验结果见表 3,在 Q 序列为平稳的状态下,只有同样平稳的序列才具有“协整关系”,因此 $\Delta LNEG$ 与电量间不具有“协整关系”,被排除。

最终可以进行协整的解释变量序列有地区生产总值 $LNGDP$ 、人口总量 $LNPP$ 、第三产业占比 $LNM3$ 、城镇化率 LNU 和居民消费价格指数 $LNCPI$ 。

表 2 ADF 检验结果

序列	ADF	1%	5%	10%	状态
LNQ	2.556 322	-2.647 15	-1.952 91	-1.610 01	不平稳
$LNGDP$	1.384 896	-2.644 30	-1.952 47	-1.610 21	不平稳
$LNPP$	1.842 423	-2.650 15	-1.953 38	-1.909 80	不平稳
$LNM3$	1.619 225	-2.650 15	-1.953 38	-1.609 80	不平稳
LNU	1.998 311	-2.650 15	-1.953 38	-1.609 80	不平稳
$LNCPI$	0.685 946	-2.656 92	-1.954 41	-1.609 33	不平稳
$LNEC$	1.408 479	-2.692 36	-1.960 17	-1.607 05	不平稳
$LNEG$	-3.866 079	-2.679 74	-1.958 09	-1.607 83	平稳

表 3 一阶差分检验结果

序列	ADF	1%	5%	10%	状态
ΔLNQ	-3.128 04	-3.670 17	-2.963 97	-2.621 00	平稳
$\Delta LNGDP$	-3.264 59	-3.679 32	-2.967 77	-2.622 99	平稳
$\Delta LNPP$	-3.700 41	-3.670 17	-2.963 97	-3.621 01	平稳
$\Delta LNM3$	-5.155 69	-3.670 17	-2.963 97	-2.621 00	平稳
ΔLNU	-5.167 72	-3.670 17	-2.963 97	-3.621 01	平稳
$\Delta LNCPI$	-3.101 68	-3.679 32	-2.967 77	-2.622 99	平稳
$\Delta LNEC$	-2.249 26	-3.886 75	-3.052 17	-2.666 59	不平稳

2.3 “协整关系”检测与模型建立

文中运用极大似然法 (J-J) 检验与模型建立的方式,来检验多变量间“协整关系”。在多元变量分析的基础上不仅提供了一个估计方法,还提出了检验“协整向量”个数及经济理论所设条件的显示条件^[7]。特别是当“协整向量”不止一个时,J-J 方法更加方便有效。具体方式如下:

$$X_t = A_1 X_{t-1} + \dots + A_k X_{t-k} + \xi_t \quad \xi \sim IN(0, \Omega) \quad (3)$$

式中: X_t 为 n 维向量; N 为差分操作符。每一个 A_k 都是 $n \times n$ 的参数矩阵。

数据处理时,首先运用 Schwarz 信息标准法确定自回归模型,确定最佳滞后数为 1。然后运用 J-J 检验进行协整关系检测。经反复试验推理,在添加 $LNCPI$ 变量建立与 LNQ “协整关系”检验时,模型近似于满秩矩阵,无法得出与其他解释变量同一“协整关系”的模型。因此,以下“协整检验”中将剔除 $LNCPI$ 变量,即在关联电力需求时不考虑居民消费价格指数。检验结果如表 4 和表 5 所示。

经过上述检验,在 1980—2011 年的样本区间内,根据数据序列的平滑程度,Eviwes6.0 自动选取可协整的 20 个相关观测值,建立各个变量之间一致长期均衡关系,其“协整向量”的系数估计如式(4)所示:

$$\beta = \{1, -0.980\ 339, -3.223\ 634, 0.559\ 490, 0.205\ 115\} \quad (4)$$

由于各变量都是对数形式,这些值可以反映与 LNQ 之间的长期弹性,因此方程可表示为:

$$LNQ = 0.980\ 339 LNGD + 3.223\ 634 LNPP - 0.559\ 490 LNM - 0.205\ 115 LNU + C \quad (5)$$

2.4 误差修正模型

表 4 “协整检验”迹统计量结果

假定的 协整数量	特征值	迹统计量	5%临界值	1%临界值
None **	0.988 823	163.768 9	68.52	76.07
At most 1 **	0.896 430	73.891 06	47.21	54.46
At most 2	0.519 144	28.540 86	29.68	35.65
At most 3	0.497 711	13.897 12	15.41	20.04
At most 4	0.006 257	0.125 537	3.76	6.65

注:样本区间:1980-2010;相关观测值:20;滞后间隔:1到1。
序列:LNQ, LNGDP, LNPP, LNM3, LNU一阶差分。下同。

表 5 “协整检验”极大值统计量结果

假定的 协整数量	特征值	迹统计量	5%临界值	1%临界值
None **	0.988 823	89.877 87	33.46	38.77
At most 1 **	0.896 430	45.350 19	27.07	32.24
At most 2	0.519 144	14.643 74	20.97	25.52
At most 3	0.497 711	13.771 58	14.07	18.63
At most 4	0.006 257	0.1255 37	3.76	6.65

注:*(**)表示 5%(1%)的显著性水平拒绝原假设;迹统计量、极大值统计量结果表明存在一个“协整”方程的显著性水平同时为 1%。

生成自回归向量误差纠正模型(VECM):

$$\Delta LNQ = 0.251\ 88\Delta LNGDP + 0.713\ 32\Delta LNPP - 0.517\ 5\Delta LNM - 0.149\ 698E(-1) \quad (6)$$

修正后的拟合优度, $R^2=0.415$ 对数似然函数值 Log likelihood 为 310.0605, AIC 和 SC 值较小, 分别为 -2.90 和 -2.55。说明模型整体解释能力较强, 误差修正数(估计为 -0.149 698)具有正确符号, 意味着预测结果向平衡快速收敛, 中短期内电力需求的变化不会影响与之相对应的变量间长期关系。误差修正模型修正结果如表 6 所示。

2.5 电量预测结果校核

根据表 6 预测结果, 2030 年人均 GDP 指标达到韩国水平, 进入后工业化阶段中期, 由于产业结构还未调整到位, 所以人均电量消费略高于韩国现状; 2050 年全省人均 GDP 指标达到英、德、法现状水平, 基本实现现代化, 但是人均电量消费仍略高于英、德、法现状水平。这与政府相关规划目标、苏南现代化目标建设目标及现状基础基本吻合。

表 6 误差修正后的全社会用电量对数数据结果(对数值)

年份	实际	误差	初值	预测
2010	8.256	0.07	8.331	8.261
2011	8.362	0.08	8.429	8.349
2012	8.430	0.09	8.522	8.432
2013	—	0.10	8.610	8.510
2014	—	0.11	8.690	8.580
2015	—	0.13	8.769	8.639
2020	—	0.27	9.193	8.923
2025	—	0.37	9.448	9.078
2030	—	0.43	9.638	9.208
2040	—	0.68	10.121	9.441
2050	—	0.97	10.613	9.643

3 结束语

江苏经济将在 2040 年左右达到饱和, 增速 4% 左右, 三产占比增加到 68%, 人口增长速率稳定在 0.4%, 城市化率达到 77%。江苏省用电量增速 2020 年以后低于 5.84% (约 12000 亿 kW·h)、2030 年以后低于 2.63%、2040 年以后低于 2.35%、2050 年左右达到 2.0% 进入饱和状态(约 24000 亿 kW·h)。

参考文献:

- [1] 江苏省统计局. 江苏省统计年鉴[DB/OL]. <http://www.jssb.gov.cn/2012nj/nj01.htm>, 2013.
- [2] 浙江省统计局. 浙江省统计年鉴[DB/OL]. <http://www.zj.stats.gov.cn/tjsj/tjnj/DesktopModules/Reports/10.浙江统计年鉴 2012/indexch.htm>, 2013.
- [3] 广东省统计局. 广东省统计年鉴[DB/OL]. <http://www.gdstats.gov.cn/tjnj/2012/ml1.htm>, 2013.
- [4] 上海市统计局. 上海市统计年鉴[DB/OL]. <http://www.stats-sh.gov.cn/data/toTjnj.shtml?y=2012>, 2013.
- [5] 吴立君, 王何舟, 严莹, 等. 电力需求与经济相关性分析[J]. 水电能源科学, 2009, 27(3): 190-192.
- [6] 姜磊, 吴玉鸣. 电力消费与经济增长的区域差异研究[J]. 经济前沿, 2009, (7): 28-39.
- [7] 周桂鹏. 江苏省电力消费与经济发展关系的实证研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.

作者简介:

陆 奥(1994), 男, 江苏南京人, 本科生, 电气工程与自动化专业。

Application of Co-integration Theory in Electricity-demanding Forecast Modeling in Jiangsu Province

LU Yu

(Southeast University, Nanjing 211189, China)

Abstract: In this paper, the forecast method for the electricity demand in future 40 years in Jiangsu Province is proposed. According to the Co-integration Theory, the key economic factors are selected for the construction of the econometric model to describe the balanced relationship between the economic development and electricity demands. Finally this model is utilized to forecast and verify the proposed method.

Key words: economic; electricity-demand; increasing trajectory; co-integration theory; forecast