



基于电力大数据的经济景气指数分析

刘玉娇¹, 宋坤煌², 王向³

- (1. 国家电网有限公司大数据中心, 北京 100031;
2. 国网信通亿力科技有限责任公司, 福建 福州 350003;
3. 国网能源研究院有限公司, 北京 102209)

摘要: 景气分析是一种经济周期的统计分析方法, 利用月度或者季度数据经济统计序列, 分析研判经济发展在周期性波动中所处的阶段, 为政府经济政策决策及实施提供参考。用电数据是国民经济的“晴雨表”。基于时空电力数据, 采用经典经济景气模型, 在电力景气指数计算中, 首次引入了 X13-ARIMA 季节调整算法, 构建了基于电力大数据的经济景气指数, 客观反映了经济运行状况, 辅助预测经济发展的趋势, 实现从电力视角观测经济的目标, 为政府政策制定提供参考。

关键词: 景气指数; 电力大数据; 时间序列; 季节调整算法

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2020059

Analysis of economic prosperity index based on big data of electricity

LIU Yujiao¹, SONG Kunhuang², WANG Xiang³

1. Big Data Center of State Grid Corporation of China, Beijing 100031, China
2. State Grid Info-Telecom Great Power Science and Technology Co., Ltd., Fuzhou 350003, China
3. State Grid Energy Research Institute Co., Ltd., Beijing 102209, China

Abstract: Prosperity analysis is a statistical analysis method of economic cycle. By using monthly or quarterly data economic statistics sequence, the stage of economic development in periodic fluctuations can be analyzed and judged, which can provide reference for government economic policy decision-making and implementation. Electricity data is the “barometer” of national economy. Based on spatio-temporal electric power data and classical economic prosperity model, X13-ARIMA seasonal adjustment algorithm was firstly introduced in the calculation of electric prosperity index to construct an economic prosperity index based on big data of electric power, which objectively reflected the economic operation status and assists in predicting the economic development trend. The calculation achieves the economic goal from the perspective of electricity and provide reference for government policy making.

Key words: prosperity index, big data of electricity, time series, seasonal adjustment algorithm

1 引言

电力是各行业经济发展的重要能源,用电数据是国民经济的“晴雨表”,能够反映经济发展的真实情况^[1-2]。积极开展大数据应用研究工作,让外部数据“走进来”、电力数据价值“走出去”,通过横向拓展、纵向延伸,深度挖掘电力数据的社会化应用价值也是电力信息化发展的重要方向^[3]。景气是对研究对象发展状况的一种综合性描述,用于说明研究对象的活跃程度。景气分析是一种经济周期的统计分析方法,利用月度或者季度数据经济统计序列,分析研判经济发展在周期性波动中所处的阶段,通过电力景气指数模型,每月对全国宏观经济及地方经济发展进行增长趋势的持续性、增长转折点等预测^[4]。结合经济指标的实际增长情况,验证用电景气指数反映的经济发展趋势的准确性。参考文献[5]中,对行业景气指数的构建和实证进行了研究。本文基于全社会用电量、行业用电量、居民用电量、业扩报装容量等电力数据和外部经济数据,提出一种基于X13-ARIMA季节调整算法的电力景气指数模型,并开展应用验证,实现从电力视角看经济的目标,为政府政策制定提供参考。

2 季节调整

季节性调整的目的是识别和估计时间序列的不同组成部分,从而更好地了解时间序列中的基本趋势、业务周期和短期运动^[6]。季节性调整提供了对宏观经济序列当前发展的补充,允许在不受季节和特定日期影响的情况下比较经济的周期发展,在货币供应量等经济领域有广泛的应用^[7-9]。由于天气和社会因素,一年内经济变量受系统性和经常性的模式影响,通常被称为季节性模式(或季节性)^[9-10]。当季节性变化主导原始序列(或季节性未调整序列)的周期性变化时,很难识别非季节性影响。而长期运动、周期性变化或不规则

因素,通常代表重要的经济信号。从电力数据的角度看,由于天气、产业的周期性影响,用电数据表现出明显的季节周期性特征,通过季节调整抽取电力数据中的循环周期成分,保证基于电力数据的经济景气指数构建更加可靠。

季节性调整是从时间序列中消除季节和特定日期影响的过程^[10-12]。这个过程是通过将序列分解为成分乘积的分析技术完成的。电力数据时间序列具有不同的动态特性。这些成分是不可观测的,必须根据对其预期行为的先验假设从观测数据中识别。从广义上讲,季节性调整包括一年内季节性变动的消除和特殊日期效应的影响(如不同的工作日数或流动假日)。通过消除这些影响的重复叠加效应,季节性调整的数据突出了该序列中潜在的长期趋势和短期波动。

在趋势周期估计中,除季节变化外,不确定事件的影响将被消除。根据季节变化调整一个序列会消除可识别的、定期重复的影响,但不会消除任何不规则事件的影响。因此,如果不规则事件的影响很强,季节性调整序列可能不代表一个平滑的、易于解释的序列。标准季节性调整模块应提供趋势周期组件的估计,表示对序列中潜在的长期趋势和业务周期运动的组合估计。然而,应当注意的是,趋势周期和不规则成分之间的分解在序列终点处具有很大的不确定性,在该终点处很难区分和分配新观察结果的影响。

趋势周期部分是序列的总体路径,它包括数据中的长期趋势和业务周期变化。应用季节性调整程序的一个基本前提是,经过处理的序列应呈现清晰和足够稳定的季节性效果。不具有季节性影响的序列,或不容易从原始序列中识别的具有季节性影响的序列,不应进行季节性调整,应始终测试原始序列是否存在可识别的季节性。同时,还应测试序列是否存在日期效应。日期效应通常不如季节效应明显,因此,对它们的识别依赖于统计测试,这些测试揭示了它们对该序列的贡献



在统计上与零之间的差异。值得注意的是,季节性调整不适用于平滑序列,季节性调整序列是趋势周期分量和不规则分量的总和。因此,当不规则成分很强时,季节性调整的序列可能不会呈现平滑的图案。为了提取趋势周期成分,不规则成分应进一步地从季节性调整序列中去除。

趋势周期提取是一项困难的工作,比季节性调整具有更大的不确定性。许多统计机构和国际组织已经制定了相关方法,以促进季节性调整和趋势周期数据的计算过程。目前最常用的3种季节性调整方案为:X-13ARIMA-SEATS(美国商务部国势普查局)、TRAMO-SEATS(西班牙银行)和JDemetra+(比利时国家银行、德意志联邦银行和欧盟统计局合作)。美国人口普查局目前正在推广和支持X-13ARIMA-SEATS(X-13A-S)计划。X-13A-S实现了两种最广泛使用的季节性调整方法:移动平均X-11方法和基于ARIMA模型的填充方法^[13]。它还提供了一个使用回归ARIMA模型选择预调节效果的模块。目前该方法已在经济数据和时间序列统计中广泛应用,但尚未用于电力经济指数的分析。

3 电力数据的选择

形成及影响经济景气指数波动的因素有很多,在选取和收集数据中应考虑以下因素。

- 重要性:选择的指标要能够反映和代表经济活动。
- 充分性:为保证所选指标颗粒度,一般选择月度数据,保证数据样本容量充足,区间跨度足够长,覆盖范围广。
- 时效性:所选指标能及时公布,时间周期固定。

宏观经济状况可能影响和反映行业的发展走势,行业用电量指标和行业经济指标可以反映行业的发展状态^[14-15],采集2013年1月—2019年3月全国及分省分行业月度电量数据、月度业扩报装容

量数据、工业增加值月度数据开展景气指数分析。

4 基于X13-ARIMA的景气指数模型构建

确定与行业相关的经济指标后,对采集的电量数据进行预处理,计算行业月度电量、业扩月度报装容量同比增长率,并进行完整性检查,对缺失值进行填补,对2018年前后细分行业分类不一致的数据,根据新旧行业对应关系表进行整合。进一步采用时差交叉相关系数法,验证行业月度电量、业扩月度报装容量同比增长率与经济指标的先行、一致或滞后关系,设 $y=\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ 为基准指标, $x=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 为被选择指标, r 为时差相关系统,计算如式(1):

$$r_l = \frac{\sum_{t=1}^{n_l} (x_{t+1} - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n_l} (x_{t+1} - \bar{x})^2 \sum_{t=1}^{n_l} (y_t - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

$$l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm L$$

其中, l 表示超前或滞后的期数,负值表示滞后,正值表示领先, L 表示最大延迟数, n_l 是数据对齐后的数据个数。

选择最大的时差相关系数为:

$$r_l = \max_{-L \leq l \leq L} r \quad (2)$$

最大时差相关系数反映被选指标与基准指标的时差相关关系,相应延迟数表示超前或滞后期数。

对电量、业扩报装容量增长率序列采用X-13-ARIMA算法进行季节调整,获取周期循环趋势项(TC项)。为了进行季节性调整,通常假定时间序列由4个主要部分组成:趋势周期部分、季节部分、日期效应部分和不规则部分。这些部分是不可观测的,必须使用信号提取技术从观测的时间序列中识别和估计^[16]。

季节性调整程序分为两个步骤,第一阶段称为预调节。预调节的目的是选择一个ARIMA误差最能描述原始序列特征的回归模型。所选模型用于调整序列的确定性影响,并扩展时间序列分解过程中

使用的具有回溯性和预测性的序列。预调整的阶段主要包括未观察到的成分如何相互关联。

第二阶段将预先调整的序列分解为未观察的组件。根据确定性效应调整后的序列分解为 3 个未观察的部分：趋势周期、季节性和不规则性。第一阶段确定的调整因素（日期效应、异常值等）被分配到各自的成分，以便最终将原始序列完全分解为最终趋势周期、季节、日历和不规则成分。季节性调整序列作为没有季节和日历效应的序列获得。

尽管这两个步骤是分开处理的，但应该将它们完全纳入任何季节性调整程序。预调整阶段的不同选择导致不同的分解结果。同时，时间序列分解的结果可能指向预调整阶段的变化。对两个阶段的诊断进行仔细分析，对于确定季节性调整结果是否具有可接受的质量至关重要。

通过获取季节调整后的趋势周期项，进一步计算电量及业扩报装量对称变化率增长序列：

$$O_i(t) = \frac{a_i(t) - a_i(t-1)}{[a_i(t) + a_i(t-1)]/2} \times 100\% \quad (3)$$

其中， $O_i(t)$ 和 $a_i(t)$ 分别为 t 时刻的对称变化率和季节调整后指标。

为了保证合成指数不受某个单一指标数量级的影响，需要对数据进行标准化处理，并计算标准化对称增长率。第 i 个指标标准化计算式为：

$$\text{Aver}_i = \frac{\sum_{t=2}^N |O_i(t)|}{N-1} \quad (4)$$

其中， Aver_i 是第 i 个指标的对称增长率平均值； N 表示时间周期长度。

对称增长率 $\text{Std}_i(t)$ 计算式为：

$$\text{Std}_i(t) = \frac{O_i(t)}{\text{Aver}_i} \quad (5)$$

进一步对各指标标准化对称增长率 $\text{Std}_i(t)$ 进行平均，得到指标的平均变化率 $R(t)$ 为：

$$R(t) = \frac{\sum_{i=1}^k \text{Std}_i(t)}{k} \quad (6)$$

其中， k 表示指标数量。

最后通过以下计算方法构建电力景气合成指数：

$$\text{Index}(t) = \text{Index}(t-1) \times \frac{200 + \frac{R(t)}{C}}{200 - \frac{R(t)}{C}} \quad (7)$$

其中：

$$C = \frac{\left(\sum_{i=2}^N |R_{\text{Lead}}(t)| / (N-1) \right)}{\left(\sum_{i=2}^N |R_{\text{Consistent}}(t)| / (N-1) \right)} \quad (8)$$

其中， $I(t)$ 为景气合成指数， $R_{\text{Consistent}}$ 和 R_{Lead} 分别表示一致和先行指标的平均变化率， $t=0$ 时为基准年份，令 $\text{Index}(0) = 100$ 。

5 应用验证

基于用电量数据和第 4 节的实现过程，进行电力景气指数的验证。

用电量指标选取情况见表 1，先行指标相关系数均值均为 0.65 以上，领先周期为 5~6 个月。

表 1 行业指标相关系数

行业序号	行业分类	领先周期/月	相关系数
87	公共管理和社会组织、国际组织	6	0.74
45	黑色金属冶炼及压延加工业	0	0.73
53	工艺品及其他制造业	3	0.70
76	房地产业	7	0.67
72	批发和零售业	6	0.64
47	有色金属冶炼及压延加工业	0	0.62
59	燃气生产和供应业	6	0.59
37	电石	0	0.57
70	计算机服务和软件业	3	0.52
43	非金属矿物制品业	0	0.51
73	住宿和餐饮业	9	0.51
41	橡胶和塑料制品业	-1	0.49
62	交通运输、仓储和邮政业	0	0.49
63	交通运输业	0	0.47



通过季节调整拆分后的数据分布如图 1 所示,经季节调整后,指标时间序列被拆分为趋势周期部分、季节部分、日期历程部分和不规则部分 4 个部分。

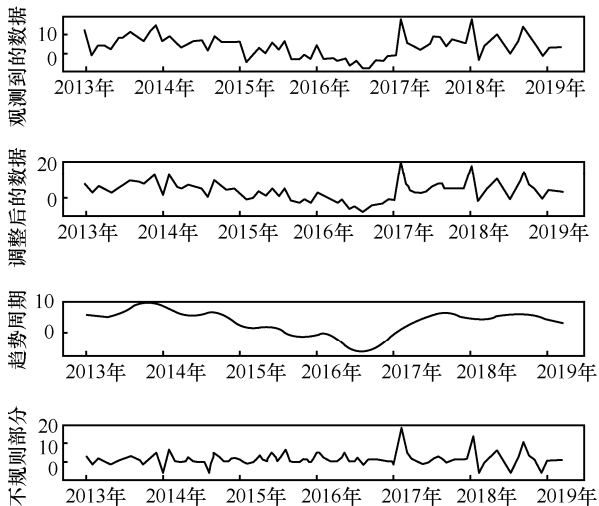


图 1 电量数据序列的季节调整

进一步计算获得先行指数与一致指数的计算结果及合成指数趋势对比情况,如图 2 所示,指数表现较好的趋势一致性。

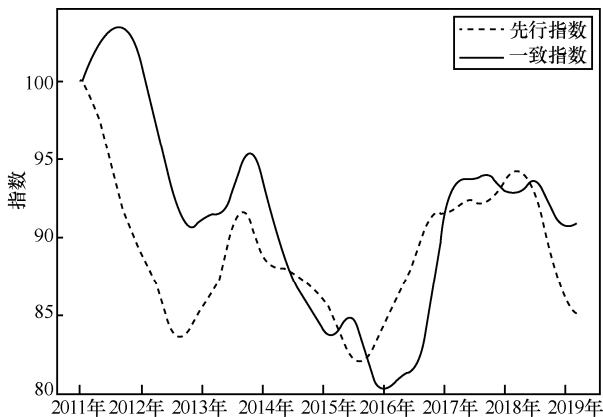


图 2 先行指数与一致指数比较

先行指数在时间领先程度上,对比结果如图 3 所示,先行指数与一致指数相比,时间显著领先约 5 个月。

为了更好地反映电力经济指数与实际经济指标的一致性,将景气指数与工业增加值进行了对比,结果如图 4 所示,景气指数与参考经济指标(工业增加值)趋势保持一致。

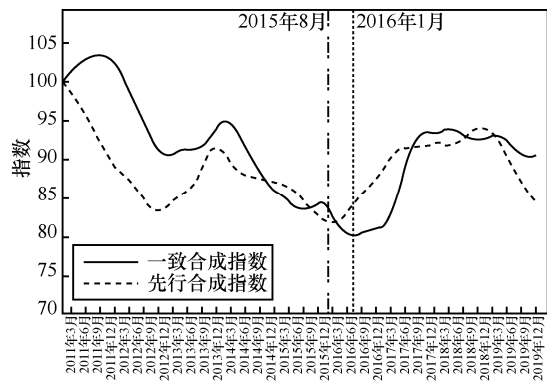


图 3 先行指数对一致指数领先周期

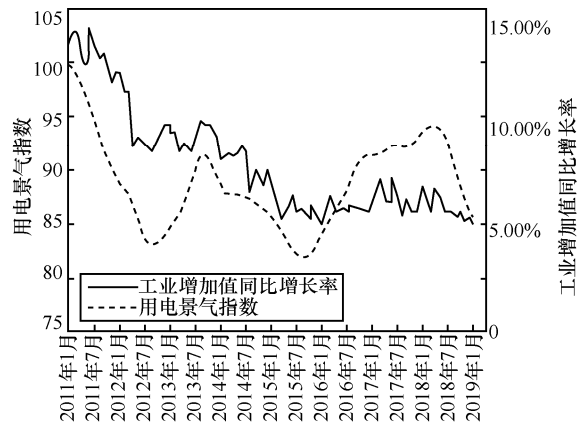


图 4 景气指数与工业增加值同比增长率的比较

6 结束语

本文将经济学领域的景气指数模型引入电力经济景气指数领域,研究了景气指数的筛选及构建过程,创新采用了 X13-ARIMA 季节调整算法用于电力景气指数模型的分析研究,通过构建季节调整模型对用电量序列进行了趋势循环项拆分,结合工业增加值等外部经济数据,构建电力经济景气指数,并基于用电量数据进行了实例验证。验证结果表明,该方法能科学有效地利用电力数据模拟经济趋势。

参考文献:

- [1] 李迪,耿亮. 互联网与能源融合背景下电力信息通信领域的发展趋势和方向[J]. 电力信息与通信技术, 2015, 13(5): 1-7.
LI D, GENG L. The new development direction of electric power information communication domain under the background of internet and energy fusion[J]. Electric Power Infor-

- mation and Communication Technology, 2015, 13(5): 1-7.
- [2] 赵雅迪, 吴钊, 李庆兵, 等. 电费回收风险预测的大数据方法应用[J]. 电信科学, 2019, 35(2): 125-133.
ZHAO Y D, WU Z, LI Q B, et al. Application of big data method in forecasting the risk of tariff recovery[J]. Telecommunications Science, 2019, 35(2): 125-133.
- [3] 李如初, 沈名龙, 彭海荣. 大数据、云计算在电力工业中的应用[J]. 电信科学, 2018, 34(4): 151-155.
LI R C, SHEN M L, PENG H T. Application of big data and cloud computing in power industry[J]. Telecommunications Science, 2018, 34(4): 151-155.
- [4] 高铁梅, 梁云芳, 孔宪丽, 等. 构建多维框架景气指数系统的初步尝试[J]. 数量经济技术经济研究, 2006, 23(7): 49-57.
GAO T M, LIANG Y F, KONG X L, et al. The preliminary attempt of constructing the multi - dimensional framework for composite index system[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2006, 23(7): 49-57.
- [5] 陈迪红, 李华中, 杨湘豫. 行业景气指数建立的方法选择及实证分析[J]. 系统工程, 2003, 21(4): 72-76.
CHEN D H, LI H Z, YANG X Y. Method selection of constructing industrial cycle index and its demonstration analysis[J]. Systems Engineering, 2003, 21(4): 72-76.
- [6] 范维, 张磊, 石刚. 季节调整方法综述及比较[J]. 统计研究, 2006, 23(2): 70-73.
FAN W, ZHANG L, SHI G. The comprehensive description and comparison of seasonal adjusting methods[J]. Statistical Research, 2006, 23(2): 70-73.
- [7] 刘兴远. 季节调整方法在西方国家的应用及启示[J]. 江苏统计, 1999(11): 32-34.
LIU X Y. Application and enlightenment of seasonal adjustment method in western countries[J]. Jiangsu Statistics, 1999(11): 32-34.
- [8] 齐东军. 季节调整方法在货币供应量中的应用[J]. 数量经济技术经济研究, 2004, 21(6): 147-155.
QI D J. Application of seasonal adjustment method to the money supply[J]. Quantitative and Technical Economics, 2004, 21(6): 147-155.
- [9] 李京祥, 顾岚. 季节调整的 Bayes 方法及在我国经济中的应用[J]. 数理统计与管理, 1993(5): 1-8.
LI J X, GU L. Bayes method of seasonal adjustment and its application in Chinese economy[J]. Mathematical Statistics and Management, 1993(5): 1-8.
- [10] BURMAN J P. Seasonal adjustment by signal extraction[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1980, 143(3): 321-337.
- [11] 石刚, 陈永刚, 陈杰. 季节调整中消除节假日因素方法的改进及其在我国的应用[J]. 数理统计与管理, 2016(6): 968-974.
SHI G, CHEN Y G, CHEN J. Improvement on the method of eliminating holiday factor in seasonal adjustment and its application in China[J]. Mathematical Statistics and Management, 2016(6): 968-974.
- [12] 郭志武, 滕国召, 蒲继红. 基于 ARIMA 模型的季节调整方法及研究进展[J]. 中国医院统计, 2009(1): 65-69.
GUO Z W, TENG G Z, PU J H. Seasonal adjustment method based on ARIMA model and research progress[J]. Chinese Journal of Hospital Statistics, 2009(1): 65-69.
- [13] FINDLEY D F, MONSELL B C, BELL W R, et al. New capabilities and methods of the X-12-ARIMA seasonal-adjustment program[J]. Journal of Business & Economic Statistics, 1998, 16(2): 127-152.
- [14] 商广霞. 关于我国主要宏观经济变量周期波动的实证分析[D]. 长春: 吉林大学, 2011.
SHANG G X. Empirical analysis on the periodic fluctuation of major macroeconomic variables in China[D]. Changchun: Jilin University, 2011.
- [15] 张志刚, 张平. 关于我国宏观经济变量预测的实证研究[J]. 科技与企业, 2015(21): 10.
ZHANG Z G, ZHANG P. Empirical research on the prediction of macroeconomic variables in China[J]. KEJI YU QIYE, 2015(21): 10.
- [16] ABELN B, JACOBS J P A M. Seasonal adjustment with and without revisions: a comparison of X-13ARIMA-SEATS and CAMPLET[J]. Social Science Electronic Publishing, 2015(25).

[作者简介]



刘玉娇 (1985-), 男, 博士, 国家电网有限公司大数据中心数据分析中心经营组组长、高级工程师, 主要研究方向为电网运营监测分析、电力大数据分析、新能源及电力市场等。



宋坤煌 (1991-), 男, 国网信通亿力科技有限责任公司工程师, 主要研究方向为电力大数据及其应用。



王向 (1986-), 男, 博士, 国网能源研究院有限公司高级经济师, 主要研究方向为宏观经济、能源电力市场分析预测。

《电信科学》第五届编辑委员会

主任委员:

韦乐平 中国电信集团有限公司

副主任委员:

朱 峰 中国通信学会

刘华鲁 人民邮电出版社有限公司

彭木根 北京邮电大学

编委:(按姓氏笔画排序)

山世光 中国科学院计算技术研究所

王 宇 中国科学院电子学研究所

王继业 国家电网有限公司信息通信部

方景龙 杭州电子科技大学

龙 腾 北京理工大学

毕 军 清华大学

卢光跃 西安邮电大学

曲 桦 西安交通大学

吕文俊 南京邮电大学

刘永祥 国防科技大学

刘建明 工业和信息化部产业发展促进中心

闫 江 北方工业大学

江 涛 华中科技大学

孙晓颖 吉林大学

阳小龙 北京科技大学

纪越峰 北京邮电大学

杜百川 国家广播电视总局科学技术委员会

李 丹 清华大学

李长海 中国工信出版传媒集团

李玉峰 上海大学

杨小康 上海交通大学

吴 巍 中国电子科技集团公司第五十四研究所

余少华 中国信息通信科技集团有限公司

沈连丰 东南大学

宋令阳 北京大学

张云勇 中国联合网络通信有限公司研究院

张成良 中国电信集团有限公司

张同须 中国移动通信集团有限公司研究院

张宏莉 哈尔滨工业大学

陈 巍 清华大学

陈山枝 中国信息通信科技集团有限公司

陈芳炯 华南理工大学

陈铁明 浙江工业大学

陈章渊 北京大学

易东山 北京信通传媒有限责任公司

金 石 东南大学

周 涛 中国电信股份有限公司上海西区电信局

周一青 中国科学院计算技术研究所

周华春 北京交通大学

孟维晓 哈尔滨工业大学

赵军辉 华东交通大学

赵慧玲 工业和信息化部通信科学技术委员会

段晓东 中国移动通信集团有限公司研究院

高 鹏 中国移动通信集团设计院有限公司

高新波 西安电子科技大学

唐雄燕 中国联通网络技术研究院

曹卫平 桂林电子科技大学

曹蓟光 中国信息通信研究院

章坚武 杭州电子科技大学

梁海滨 北京信通传媒有限责任公司

董振江 高新兴科技集团股份有限公司

蒋 力 中国电信股份有限公司研究院

蒋林涛 中国信息通信研究院

程 方 重庆邮电大学

奚 笠 中国铁塔股份有限公司通信技术研究院

蔡 康 中国电信股份有限公司研究院