

北京市服务业景气预警研究

杨晨麟

北方工业大学理学院, 北京

收稿日期: 2025年7月21日; 录用日期: 2025年8月11日; 发布日期: 2025年8月25日

摘要

“十四五”时期, 习近平总书记提出: “北京作为首都, 要以建设全球创新中心为引领, 加快培育金融、科技、信息、文化创意、商务服务等现代服务业”北京作为首个服务业扩大开放综合试点城市, 服务业增加值占GDP的比重一直遥遥领先全国平均值。2023年, 北京市服务业增加值占GDP的比重更是高达84.8%。为了更深入地了解北京市服务业的发展情况, 更好地打造“北京服务”品牌, 本文选取了2005~2022年的北京服务业部分相关数据, 对北京市服务业景气指数进行了研究。结合时差相关系数, K-L信息量和峰谷对映法筛选出影响北京市服务业景气指数的16个指标。使用合成指数法编制了北京市服务业景气指数, 同时采用HP滤波方法对景气指数波动进行了分析。运用加权平均法确定了服务业发展的预警临界值。采用ARIMA模型与灰色模型分别对服务业景气指数和预警指数进行了预测, 得到以下结果: 2023年景气状况微热, 会经历良好的发展, 一致合成指数上升; 而2024年预警指数继续下降呈微冷状态, 景气状况不太乐观, 一致合成指数大概率会出现负增长。考虑到2024年北京市服务业景气可能存在无明显变化甚至下降的趋势, 相关部门应提高警惕, 保持平稳增长态势, 健全应对风险的机制, 稳中求进, 把握时代机遇, 实现服务业的高质量发展。

关键词

服务业, 景气指数, 合成指数, 预警指数, 预测模型

Research on the Prosperity Early-Warning of Beijing's Service Industry

Chenlin Yang

College of Science, North China University of Technology, Beijing

Received: Jul. 21st, 2025; accepted: Aug. 11th, 2025; published: Aug. 25th, 2025

Abstract

During the 14th Five-Year Plan period, General Secretary Xi Jinping put forward, “As the capital,

文章引用: 杨晨麟. 北京市服务业景气预警研究[J]. 统计学与应用, 2025, 14(8): 326-340.

DOI: 10.12677/sa.2025.148239

Beijing should be led by the construction of a global innovation center and accelerate the cultivation of modern service industries such as finance, technology, information, cultural creativity, and business services." As the national capital, Beijing should prioritize building itself into a global innovation hub to accelerate the development of modern service industries including finance, technology, information, cultural creativity, and business services. Being China's first comprehensive pilot city for service industry expansion, Beijing has consistently maintained a service sector GDP share significantly above the national average. In 2023, services accounted for 84.8% of Beijing's GDP. To gain deeper insights into Beijing's service industry development and strengthen the "Beijing Services" brand, this study examines relevant data from 2005 to 2022. Using time-difference correlation analysis, Kullback-Leibler divergence, and peak-valley correspondence method (*fēnggǔ duìyìng fǎ*), we identified 16 key indicators influencing Beijing's service industry climate. The Composite Index methodology was employed to compile the Business Climate Index, while Hodrick-Prescott (HP) filtering was applied to analyze cyclical fluctuations. Early-warning thresholds were established through weighted averaging. Forecasts generated by ARIMA and Grey Models indicate: 2023: Mildly overheated conditions with favorable development trends and rising coincident composite index; 2024: Declining early-warning index signaling mildly sluggish conditions, with probable negative growth in the coincident composite index. Given the potential stagnation or decline in Beijing's service industry climate during 2024, relevant authorities should enhance vigilance, maintain stable growth, strengthen risk response mechanisms, pursue progress while maintaining stability, and capitalize on opportunities to achieve high-quality development of the service sector.

Keywords

Service Industry, Prosperity Index, Composite Index, Early-Warning Index, Forecasting Model

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着以大数据、云计算、区块链等为代表的新一代信息技术的广泛应用,我国生活服务业新业态新模式不断涌现,数字化转型升级趋势明显。2023年,商务部等12部门联合印发《关于加快生活服务数字化赋能的指导意见》。同年,国务院批复《支持北京深化国家服务业扩大开放综合示范区建设工作方案》,支持北京深化国家服务业扩大开放综合示范区建设的决策部署。国家统计局发布数据:2024年第一季度服务业对GDP增长的贡献率高达55.7%。但服务业发展过程中难免受到许多因素的影响,例如市场、政策、服务业上下游产业等。由于我国的服务业发展存在较大的地域性差异。北京作为首个服务业扩大开放综合试点城市,服务业增加值占GDP的比重一直遥遥领先全国平均值。2023年,北京市服务业增加值占GDP的比重更是高达84.8%。目前,北京市服务业正处于高水平开放、高质量发展的时期,对标国际最高标准、最好水平,对照新时期首都城市战略定位要求。经过前期的文献查询后,我们发现对于北京市服务业的相关研究还有所欠缺,在新质生产力的大环境下,有必要对北京市服务业景气指数进行测算研究,并根据研究结果提出合理的建议。

国内学者已在服务业景气指数研究方面取得了不少成果:王小平等[1]使用合成指数法和扩散指数法,进行了服务业景气指数的测算分析。赵月旭等人[2]利用时差相关系数, K-L 信息量等编制了浙江省服务业合成指数。宋梓铭[3]使用扩散指数分析了陕西省的经济景气研究。

国外同样对服务业景气指数有了较为深入的研究: Layton P A, Moore H G [4]使用合成指数法,率先构建了美国服务业的先行指标与一致指标,为美国服务业波动构建了预警模型。Martini Mattia 等人[5]探

探讨了劳动力市场服务治理中产出、领先成果和滞后成果指标之间的关系，探讨了不同市场中服务业指标间的相互影响。Andrea Hurtado Ayala 等人[6]研究了哥伦比亚制造业和服务业的估计指标。

本文站在前人的研究成果上，以北京市为例，利用合成指数法对北京市的服务业景气指数进行测算，以达成对北京市服务业发展达成实时监测的效果。

2. 北京市服务业景气指数指标体系构建

截止目前，关于服务业景气指标的构建已初具规模，本文通过阅读大量的文献，发现现阶段的关于景气指数的研究大致分两种情况：全国的服务业景气指标体系构建和各地关于服务业景气指数的研究。全国服务业景气指标体系构建相对完善，获得了阶段性的进展；各地区关于服务业的研究逐步发展起来。结合这两方面的情况，本文对全国和各地区不同且极具代表性的指标进行综合研究，形成了最初的 21 个指标，分别是：第三产业就业人员数增长率、北京市服务贸易进出口总额增长率、北京市人均地区生产总值增长率、北京市居民消费水平增长率、北京市社会消费品零售总额增长率、北京市职工平均货币工资增长率、北京市固定资本形成总额增长率、北京市普通高等学校在校学生数增长率、北京市城镇居民家庭人均可支配收入增长率、北京市城镇人口增长率、北京市居民人均可支配收入增长率、北京市常住人口增长率、北京市居民消费价格指数、北京市商品零售价格指数、北京市社会用电量增长率、第三产业固定资产投资增长率、资产总计增长率、城镇登记失业增长率、营业收入增长率、销售费用增长率、北京市服务业职工工资总额增长率。

2.1. 景气指数指标的划分

本文选取的指标的原始数据来源于历年《北京统计年鉴》、《中国统计年鉴》、北京统计局发表文章、统计建模官方行业数据库和商务网内的开放数据等。

由于月度相关数据不够全面，较多指标的数据或不存在，或不对外开放，故本文选取了 2005~2022 的年度数据进项相关的分析，共 18 个样本。本文利用 SPSS 软件对数据进行了预处理，包括数据的清洗，数据缺失值的填充，根据数据缺失值的特性，采取了不同方法进行填充：邻近值的平均值、线性插补法等；数据异常值的筛选，时间序列数据的平稳性检验，以便后续研究的顺利进行。

同时，经济指标数据的量纲不同，且绝对数均是增长的，故采取数据的增长率进行分析。为避免计算时得到负值，并且更加直观的观察，直接利用百分数并采取以 100 作为基数的形式，比如：增长率为 2%，那么转化后就是 $(100 + 2) = 102$ ，以此类推。

在选取先行、一致和滞后指标时，要确定基准指标，作为其他指标时序的参照物。本文采取北京市第三产业生产总值增长率作为基准指标，该指标能准确反映北京市服务业景气的波动情况，以及经济运行状态。常见对指标进行分类的方法有：峰谷法，时差分析法，K-L 信息量法和 Granger 因果关系法。本文采取时差分析法，K-L 信息量法和峰谷法综合结果进行分类[3]。

2.1.1. 时差分析法

时差相关分析法是一种利用相关系数来确定两个或更多个时间序列之间先行、一致或滞后关系的数学方法。一般情况下，用于研究和分析一个基准指标(或称为参照指标)与其他经济或社会指标之间在时间序列上的相关性和先行、同步或滞后关系。其核心数学原理是计算具有滞后时间段的两个时间序列之间的相关系数，通过选取最大相关系数绝对值，验证指标的先行、同步与滞后关系。设定 $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_N)$ 为基准指标， y 指代北京市第三产业生产总值增长率，也就是选定的基准指标； $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_N)$ 为被选定的其他指标，相关系数使用如下数学公式：

$$r_l = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{i-l} - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{i-l} - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}}, \quad l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm L \quad (1)$$

其中 N 表示每个指标提取的数据个数, l 表示时差, L 表示最大时差数, 负值表示相对于基准指标为先行指标, 0 为一致指标, 正值则为滞后指标, 通常情况下, 计算一系列不同延迟数下的相关系数并选取其中绝对值最大的一项, 作为被选指标相对于基准指标的先行或滞后时间。同时, 当相关系数大于 0 时, 表明两个指标正相关, 反之为负相关。

2.1.2. K-L 信息量法

K-L 信息量法, 也称为 Kullback-Leibler 信息量法, 是一种用于判定两个概率分布接近程度的统计方法。该方法由 Kullback 和 Leibler 在本世纪中叶提出, 其原理是设定一个基准序列作为理论分布, 而备选指标则作为样本分布, 通过不断调整备选指标与基准序列的时差, 计算 K-L 信息量, 并在 K-L 信息量达到最小时确定备选指标的最终时差, 常用于衡量两个概率分布之间的差异或偏离程度。

具体步骤如下:

1) 设基准指标为 $y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, 由于任意满足 $p_i > 0, \sum p_i = 1$ 的序列 p 均可视为某随机变量的概率分布序列, 对基准指标进行标准化处理, 处理后的序列不妨仍记为 p , 表示为:

$$p_t = y_t / \left(\sum_{j=1}^N y_j \right), \quad t = 1, 2, \dots, n \text{ (假设 } y_i > 0 \text{)} \quad (2)$$

2) 设被选指标为 $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, 对 x 也进行标准化处理, 处理后的序列记为 q , 表示为:

$$q_t = x_t / \left(\sum_{j=1}^N x_j \right), \quad t = 1, 2, \dots, n \text{ (假设 } x_i > 0 \text{)} \quad (3)$$

3) K-L 计算公式为:

$$K_l = \sum_{i=1}^N p_i \ln(p_i / q_{i+l}), \quad l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm L \quad (4)$$

其中 l 为负数时表示超前期数, 正数时表示滞后期数, L 是最大延迟数, N 是数据取齐后的数据个数。计算时取多个不同 l 的 K-L 信息量并将其中最小的 K-L 信息量作为最终结果。

2.1.3. 峰谷法

峰谷法(Peak-Trough Method)是一种基于时间序列数据的波动特性, 特别是波动中的波峰(peak)和波谷(trough)来进行分析的定性方法。一般是将待分析的经济指标的波峰和波谷与基准指标的波峰和波谷进行对比, 如果待分析指标的波峰和波谷与基准指标的波峰和波谷在时间上大致相同, 那么该指标被认为是同步性指标(或称为一致性指标), 如果待分析指标的波峰和波谷较基准指标的波峰和波谷较为提前, 则为先行指标, 若较为延后, 则为滞后指标。

2.2. 划分结果

运用以上多种方法, 对各指标进行计算, 并分析结果。以北京市服务贸易进出口总额增长率指标为例, 时差分析计算出滞后阶数为 3, 通过 K-L 信息量计算出滞后阶数为 2, 两者符合较好, 可以初步确定北京市服务贸易进出口总额增长率为滞后指标。而北京市居民消费水平增长率指标, 时间序列计算出的滞后阶数为 0, 即一致指标, 运用 K-L 信息量计算出滞后阶数为 4, 即滞后指标, 两者分析的结果出现了差异。在初步分析后, 再使用峰谷对应法分析, 结果显示: 北京市居民消费水平增长率与基准指标第三

产业生产总值拟合度较高，所以把它划分为一致指标。

采用峰谷法时有部分指标与基准指标的对应关系较为模糊，最终删去资产总计增长率等 6 个指标。基于以上方法综合分析考量，将其余 15 个指标划分为先行指标、一致指标、滞后指标，详情见表 1：

Table 1. Indicator categorization results
表 1. 指标划分结果

指标组	指标名称
先行指标	北京市城镇居民家庭人均可支配收入增长率
	北京市固定资本形成总额增长率
	第三产业固定资产投资增长率
	北京市职工平均货币工资增长率
一致指标	北京市社会消费品零售总额增长率
	北京市商品零售价格指数
	北京市社会用电量增长率
	营业收入增长率
	北京市人均地区生产总值增长率
	北京市居民消费水平增长率
滞后指标	第三产业就业人员数增长率
	北京市普通高等学校在校学生数增长率
	资产总计增长率
	销售费用增长率
	北京市服务贸易进出口总额增长率

3. 北京市服务业景气指数的测度与分析

3.1. 北京市服务业景气指数测度

景气指数编制方法繁多，国际通用的景气指数编制方法主要有扩散指数法(Diffusion Index, DI)，合成指数法(Composite Index, CI)，主成分分析方法等。鉴于合成指数法可以体现景气指数周期的波动拐点等因素，本文采用合成指数法。该方法的具体步骤如下：

1) 求得单指标的对称变化率，并对其标准化：

$$C_{ij}(n) = \frac{Y_{ij}(n) - Y_{ij}(n-1)}{Y_{ij}(n) + Y_{ij}(n-1)} \times 100 = \frac{200[Y_{ij}(n) - Y_{ij}(n-1)]}{Y_{ij}(n) + Y_{ij}(n-1)}$$

$$S_{ij}(n) = \frac{C_{ij}(n)}{\sum_{n=2}^N |C_{ij}(n)|}, j=1,2,3, i=1,2,3,\dots,k, n=1,2,3,\dots,N \quad (5)$$

其中 $Y_{ij}(n)$ 表示第 j 指标组中的第 i 个指标中的第 n 个数据， $j=1, 2, 3$ 分别代表先行指标组，一致指标组，滞后指标组。

2) 计算多指标对称变化率标准化后的加权平均数：

$$R_j(n) = \frac{\sum_{i=1}^k S_{ij}(n) \cdot W_{ij}}{\sum_{i=1}^k W_{ij}}, \quad j=1,2,3, \quad i=1,2,3,\dots,k, \quad n=1,2,3,\dots,N \quad (6)$$

其中 $R_j(n)$ 代表多指标综合的平均对称变化率, W_{ij} 代表第 j 个指标组中第 i 个指标权重, 计算权重 W_{ij} 的具体过程为: 将数据标准化处理并提取 SPSS 分析得到的成分矩阵数据, 进行标准化处理, 并进一步得到各指标的权重。

3) 使用标准化因子 F_j 同步指数变化率:

$$F_j = \left[\frac{\sum_{n=2}^N |R_j(n)| / (N-1)}{\sum_{n=2}^N |P_j(n)| / (N-1)} \right]$$

$$V_j(n) = R_j(n) / F_j, \quad j=1,2,3, \quad n=1,2,3,\dots,N \quad (7)$$

其中 $R_j(n)$ 代表先行指标或滞后指标的多指标综合的平均对称变化率第 n 期的数值, $P_j(n)$ 代表一致指标的多指标综合的平均对称变化率第 n 期的数值, N 表示所选数据期数, $V_j(n)$ 表示第 j 个指标组第 n 期同步指数标准化的平均变化率。

4) 计算服务业合成指数, 令 $I_j(1)=100$, 有:

$$I_j(n) = I_j(n-1) \times \frac{200 + V_j(n)}{200 - V_j(n)}$$

$$CI_j(n) = I_j(n) / \bar{I}_0 \times 100, \quad j=1,2,3, \quad n=1,2,3,\dots,N \quad (8)$$

其中 $I_j(n)$ 代表第 j 个指标第 n 期的初始合成指数, \bar{I}_0 代表所选基准年份的初始合成指数的平均值, $CI_j(n)$ 表示第 j 个指标组第 n 期的合成指数[7]。某一指标组在某年的合成指数的数值越高, 说明当年北京市该指标组引导下的服务业发展状况越好, 北京市服务业发展越景气。

最终计算结果如表 2:

Table 2. Beijing service industry prosperity index

表 2. 北京服务业景气指数

	先行指标 (ACI)	一致指标 (NCI)	滞后指标 (LCI)	年份	先行指标 (ACI)	一致指标 (NCI)	滞后指标 (LCI)
2005	100	100	100	2014	109.7215	110.0937	111.6622
2006	101.4398	101.1336	101.9476	2015	110.6982	110.7237	112.3099
2007	102.6839	102.6634	103.8694	2016	111.4642	111.4376	112.8062
2008	103.3085	104.1610	105.9721	2017	112.2356	112.2457	112.6734
2009	104.5161	105.4121	106.7469	2018	112.6865	112.8591	113.1326
2010	105.7799	106.3150	108.1190	2019	113.4397	113.5358	113.6855
2011	106.7857	107.4511	109.0295	2020	113.8599	113.1702	113.6154
2012	107.9839	108.5558	109.9490	2021	114.6950	114.2334	114.3143
2013	108.9407	109.4685	110.7643	2022	115.1582	114.0494	114.7458

可见, 北京市服务业景气指数大致呈平稳上升的直线状。

3.2. 北京市服务业景气指数波动分析

由于北京市服务业景气指数大致呈平稳上升的直线状, 本文采用 HP 滤波方法对上述三种景气指数

进行了趋势分解，对其波动成分进行比较分析，得到了先行合成指数的波动成分、一致合成指数的波动成分、滞后合成指数的波动成分及其对比图，见图 1：

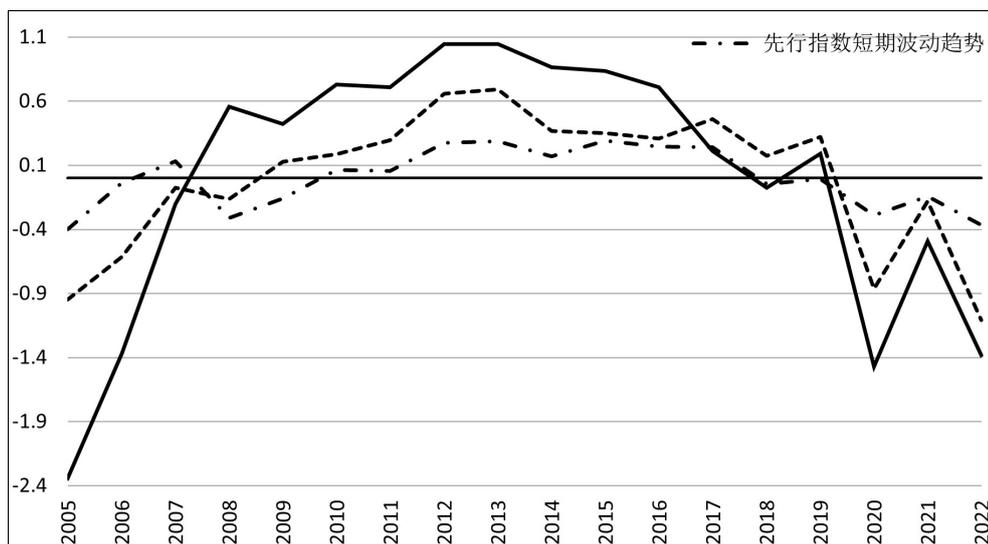


Figure 1. Beijing service industry prosperity index fluctuation components chart
图 1. 北京市服务业景气指数波动成分图

由图 1 可见，北京市 2005 年至 2022 年正处于一次 15~25 年左右的中长景气波动周期，即库兹涅茨周期中。从耦合性分析的角度来看，先行指数共有 7 个主要转折点，分别位于 2007 年、2008 年、2013 年、2014 年、2017 年、2020 年、2021 年，一致指数有 9 个主要转折点，分别位于 2007 年、2008 年、2013 年、2016 年、2017 年、2018 年、2019 年、2020 年、2021 年，而滞后指标共有 7 个主要转折点，分别位于 2008 年、2009 年、2013 年、2018 年、2019 年、2020 年、2021 年，从转折点的角度来看，先行指标领先于一致指标约 1 年，而滞后指标落后于一致指标约 2 年。

对该段数据进行现实分析：2005~2022 年间，北京市服务业呈现典型的 15~25 年库兹涅茨周期波动。从转折点耦合性看，先行指标平均领先一致指标约 1 年，滞后指标落后一致指标约 2 年，但 2020 年疫情扰动导致异常同步。周期演进深度契合北京发展特征：受 2003 年“非典”的冲击，北京市服务业景气指数一度跌至谷底，2005 年~2006 年服务业景气指数逐渐回暖；2007~2008 年奥运经济驱动服务业提前扩张，但金融危机使滞后指标次年承压，体现大型事件“前拉后衰”效应；2013 年，名为“钱荒”事件的金融危机导致北京服务业景气指数开始下降，致使国务院发布了《国务院关于促进健康服务业发展的若干意见》等一系列促进服务业发展的政策。2013~2014 年“营改增”和自贸区政策激发市场活力，先行指标率先响应，而产业升级效果直至 2016 年才推动服务业 GDP 占比突破 80%，凸显政策传导时滞；2017 年雄安新区设立触发科技研发投入增长(先行指标)，但非首都功能疏解使传统服务业 2018 年收缩，金融信息业 9.5% 的高增长形成内部对冲，反映结构调整阵痛期。疫情冲击(2020)虽致三指标同步异动，却揭示深层韧性：在线教育 23% 爆发增长、信息服务业占比达 18.4%，体现数字经济改写传统周期规律；2021 年“首店经济”(新增 901 家)和环球影城开业(拉动文旅增长 12%)推动一致指标领先复苏，商业地产空置率降至 10.8% 则带动滞后。

从国务院批复《支持北京深化国家服务业扩大开放综合示范区建设工作方案》的形势上看，北京市服务业的发展前景良好，2023 年后会出现较大幅度的回暖现象。

4. 北京市服务业预警系统设计

4.1. 预警指标的选取

根据警兆指标的选取原则,依据前文综合运用的时差分析法、K-L 信息量法、峰谷法选取的与北京市服务业相关性较高的指标,选取其中的先行指标和一致指标,总计 11 个警兆指标。分别是第三产业生产总值增长率(Y)、北京市城镇居民家庭人均可支配收入增长率(X_1)、北京市固定资本形成总额增长率(X_2)、第三产业固定资产投资增长率(X_3)、北京市职工平均货币工资增长率(X_4)、北京市社会消费品零售总额增长率(X_5)、北京市商品零售价格指数(X_6)、北京市社会用电量增长率(X_7)、营业收入增长率(X_8)、北京市人均地区生产总值增长率(X_9)、北京市居民消费水平增长率(X_{10})。

4.2. 预警临界值的确定

预警临界值是单项预警指数和综合预警指数预警分级的重要标准,在预警信号灯系统中,确定的 4 个临界值指标将经济运行状态分为 5 个区间:即过热、趋热、正常、趋冷、过冷,分别对应红、黄、绿、浅蓝、蓝 5 种信号灯。信号灯颜色依次的变化反映经济运行状态良好程度的递减,如红色表示研究时间范围内经济发展过热,而蓝色表示经济发展状态萎靡。

预警信号灯系统在经济领域中应用广泛,目前对于临界值的确定存在多种方法,但没有一个通用的确定预警临界值的方法,使用文献研究法发现,目前常用的临界值确定方法主要有 3σ 法、分位点法、 t 分布法。

本文采取数理统计法中的 3σ 法来确定预警临界值:需要求出各个指标的均值 μ 和标准差 σ 。公式如下:

$$P(|X - \mu| < k\sigma) = \phi(k) - \phi(-k) = \begin{cases} 0.6826, k=1 \\ 0.9545, k=2 \\ 0.9973, k=3 \end{cases} \quad (9)$$

在数据量足够大的情况下,各个指标的数据可近似认为服从正态分布,通常情况下认为测量次数 $n \geq 30$ 时符合数据量足够大的条件,当 $n > 10$ 时只能进行粗略的计算。由正态分布原理,偏离超过 1 倍标准差范围外的概率为 0.3174,在 2 倍标准差范围外的概率为 0.0455,在 3 倍标准差范围外的概率为 0.0027。在方法的选取上,我们要综合考虑并实际分析选取最合适确定临界值的方法。从我国服务业实际情况来看,由于服务业统计数据连续年限不多等原因,如果直接使用 3 倍标准差,会导致几乎所有数据均不会出现异常的情况,而使用 1 倍标准差,则数据浮动范围太小,因此本文在次基础上使用 2 倍标准差的方法来确定临界值,划分预警区间。划分区间如下:预警状态分别对应过冷、微冷、正常、微热、过热时,其对应的区间为 $(-\infty, \mu - 2\sigma)$, $(\mu - 2\sigma, \mu - \sigma)$, $(\mu - \sigma, \mu + \sigma)$, $(\mu + \sigma, \mu + 2\sigma)$, $(\mu + 2\sigma, +\infty)$ 。

根据上述临界值的确定方法,单指标预警临界值计算结果见表 3:

Table 3. Single indicator early-warning critical value
表 3. 单指标预警临界值

指标	过热点	微热点	微冷点	过冷点
Y	116.1723	108.9064	94.3746	87.1088
X_1	118.1592	113.6507	104.6336	100.1251
X_2	120.2336	114.6686	103.5384	97.9733
X_3	124.7341	115.8746	98.1555	89.2960

续表

X ₄	120.0462	115.4481	106.2519	101.6538
X ₅	125.4923	117.1119	100.3512	91.9709
X ₆	103.8108	102.1332	98.7779	97.1003
X ₇	116.2202	111.6631	102.5487	97.9915
X ₈	136.1576	124.4709	101.0974	89.4107
X ₉	117.6939	112.9244	103.3855	98.6161
X ₁₀	119.8118	114.1590	102.8536	97.2009

4.3. 单指标预警分析

上文对单个指标预警临界值的区间进行了划分，每个区间对应一种预警颜色，基于指标数据，可以通过信号灯预警系统输出相应的信号灯颜色。各指标历年预警结果见表 4：

Table 4. Single indicator early-warning values over years

表 4. 单指标历年预警值

年份	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
2009	绿	绿	红	浅蓝	绿	浅蓝	绿	绿	绿	绿
2010	绿	红	绿	绿	黄	绿	绿	绿	绿	绿
2011	绿	绿	绿	黄	绿	黄	绿	红	绿	绿
2012	绿	黄	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿
2013	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿
2014	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿
2015	红	浅蓝	绿	绿	绿	浅蓝	绿	浅蓝	绿	绿
2016	绿	绿	绿	绿	绿	浅蓝	绿	绿	绿	绿
2017	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿
2018	绿	绿	浅蓝	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿
2019	绿	绿	浅蓝	黄	绿	绿	绿	绿	绿	绿
2020	浅蓝	绿	绿	绿	蓝	绿	蓝	浅蓝	浅蓝	蓝
2021	绿	绿	绿	绿	绿	绿	黄	绿	黄	黄
2022	浅蓝	绿	绿	绿	浅蓝	绿	绿	绿	浅蓝	浅蓝

通过单个指标的预警结果，可以直接监测到每个指标的变化波动情况，从更基础的角度了解相关指标的发展状态，从而进行相应的政策调控。

如 2009 年，第三产业固定资产投资增长率指标位于过热点，使得《2010 年北京市人民政府工作报告》中提出“保持投资适度增长实现全社会固定资产投资增长 11%”的目标。

4.4. 确定预警指标权重

本文借助统计分析软件 SPSS 使用主成分分析提取公因子法对 11 个指标进行了权重的划分计算得到各个指标的权重后，需要根据权重进行综合预警指数的计算。综合预警指数的计算运用了加权平均的思

想，具体计算公式如下：

$$\text{综合预警指数} = \text{单指标预警值} \times \text{对应权重}$$

计算得到综合预警指数后，同样使用上面单指标预警区间划分的 2σ 法，计算出综合预警指数的均值 μ 和标准差 σ ，确定 4 个临界值点：过热点、微热点、微冷点和过冷点。其数值为：117.2990607, 112.3614868, 102.4863389, 97.54876501。

根据划分的综合预警指数区间对其进行预警分析、警度判断，见表 5：

Table 5. Composite early-warning index table

表 5. 综合预警指数表

年度	综合预警指数	信号灯	警度	年度	综合预警指数	信号灯	警度
2005	100	浅蓝	趋冷	2014	104.6117	绿	正常
2006	111.5158	绿	正常	2015	102.5497	绿	正常
2007	116.2480	黄	趋热	2016	104.4546	绿	正常
2008	112.9727	黄	趋热	2017	105.9055	绿	正常
2009	107.9050	绿	正常	2018	106.5812	绿	正常
2010	110.9320	绿	正常	2019	105.8508	绿	正常
2011	114.5458	黄	趋热	2020	99.1491	浅蓝	趋冷
2012	110.3206	绿	正常	2021	110.1642	绿	正常
2013	108.7178	绿	正常	2022	101.2059	浅蓝	趋冷

为了使上表结果更加直观，使用折线图对其进行描述，见图 2：

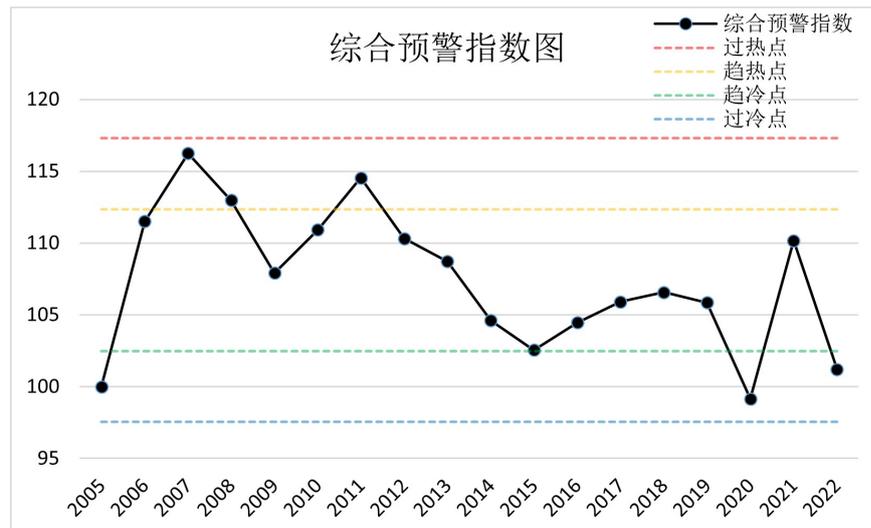


Figure 2. Composite early-warning index chart

图 2. 综合预警指数图

从图 2 可以看出，北京市服务业预警指数在 2005 年到 2007 年这两年的时间实现了急剧增长，并在 2007 年达到了顶点，一度处于趋热接近过热的状态，增长态势较强；2007 年后开始回落，虽然在 2009 年

到 2011 年和 2015 年到 2018 年这两个时间段又出现阶段性回升增长,但从整体来看,北京市服务业态势在 2007 年达到了最高峰后(截至 2005 年到现在),直到 2019 年都呈现下降趋势,但基本都保持在正常区间范围,说明在这段时间内,北京市服务业发展相对稳定;2019 年北京市服务业预警指数受疫情影响开始急剧下降,警度也从正常变为趋冷。2020 年开始大幅回暖,增长速度加快,但持续时间短暂,到 2022 年又开始下降。

对上述变化趋势进行现实分析:2001 年国家发布“十五”计划纲要,在纲要中明确指出大力发展服务业是我国在新世纪实施现代化建设第三步战略部署,通过结构调整、优化产业加快经济发展。随着“十五”计划的出台,北京市服务业出现随即在 2005 年至 2007 年出现高速增长,随后增长速度逐渐放缓,2008 年国际金融危机爆发之后,增长速度进一步放缓。伴随着北京市奥运会的筹办和举办,推动了北京商业服务业走向一个新的阶段,在中央出台了一系列扩大内需、促进经济发展的政策措施后,2009 年至 2011 年期间又实现了高速增长。2011 年之后,虽然有小范围的波动,但警度基本在正常区间范围内,实现了持续平稳增长,说明北京市服务业在政府的支持和引导下,通过结构优化、市场需求增加、企业管理和技术创新等多方面的努力,该时段内的稳定性和风险控制能力持续增强。受疫情影响,2020 年北京市服务业受到严重冲击,传统的服务业如餐饮业、旅游业等受到严重冲击,许多企业面临经营困难和倒闭风险,服务业就业市场低迷,增速下滑。2021 年,市委市政府高标准推进“两区”建设,突出科技创新、服务业开放,推动构建京津冀协同发展的高水平开放平台,以首善标准搭建立体化开放体系,服务业实现恢复性增长。

5. 北京市服务业景气指数和预警指数的预测

5.1. 基于灰色预测模型的预警指数预测

灰色模型(Grey Models)简称 GM 模型,是通过少量的、不完全的信息,建立灰色微分预测模型,对事物发展规律作出模糊性的长期描述[8]。由于本文采取年度数据,数据量较少,通常意义上对时间序列模型预测的方法 ARIMA 等模型准确度较低,与实际情况可能存在误差,故采取灰色模型对数据进行短期预测。该模型在短期预测中具有较好的模拟效果,如朱东红等人[9]对物流业景气指数采取了灰色模型预测,龙佳丽等人[10]利用灰色模型研究疫情对长沙县地区 GDP 的影响,并在近几年长沙县 GDP 的基础上,对未来 GDP 进行预测。为确保灰色预测模型的准确性,本文仅对综合预警指数预测 2023 和 2024 两年的值。

5.1.1. 事前检验(级比检验)

首先对原始序列 $Y^0 = \{y^{(0)}(1), y^{(0)}(2), \dots, y^{(0)}(N)\}$ 进行事前检验,灰色预测 GM(1,1)模型的数据级比检验数学原理如下:

$$\lambda_t = \frac{y^{(0)}(t-1)}{y^{(0)}(t)}, t = 2, 3, \dots, N \quad (10)$$

若该序列通过级比检验,则说明适合构建灰色模型,若不通过级比检验,则对序列进行“平移转换”,使得新序列满足级比值检验。对该序列进行平移转化处理,平移转化后的级比值均在区间 $(e^{\frac{-2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}})$ 内,说明数据适合利用灰色模型进行建模。

5.1.2. 灰色模型 GM(1,1)的构建及预测结果

在原始序列的基础上,生成累加序列 $Y^{(1)} = \{y^{(1)}(1), y^{(1)}(2), \dots, y^{(1)}(N)\}$;

$$y^{(1)}(t) = \sum_{i=0}^t y^{(0)}(i) = y^{(1)}(t-1) + y^{(0)}(t), i=1, 2, 3, \dots, N \quad (11)$$

在上述条件中, 已知 $y^{(0)}(1) = 100$, 进一步构建微分方程:

$$\hat{y}^{(1)}(i) = \left(y^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right) e^{-a(i-1)} + \frac{u}{a} \quad (12)$$

求得 u , a 的值, 得到微分方程的变量值, 见表 6:

Table 6. Differential equation variables table

表 6. 微分方程变量表

发展系数 a	灰色作用量 u	后验差比 C 值
0.003	231.41	0.396

如表 6 所示, 后验差比 C 值 $0.396 < 0.5$, 说明模型合格。由预测误差表中数据可得: 模型的相对误差为 2.16%, 意味着模型拟合效果较好。

灰色预测模型向后预测阶数为 2 的结果分别为 101.740, 101.073, 根据预测值绘制灰色模型预测图, 见图 3:

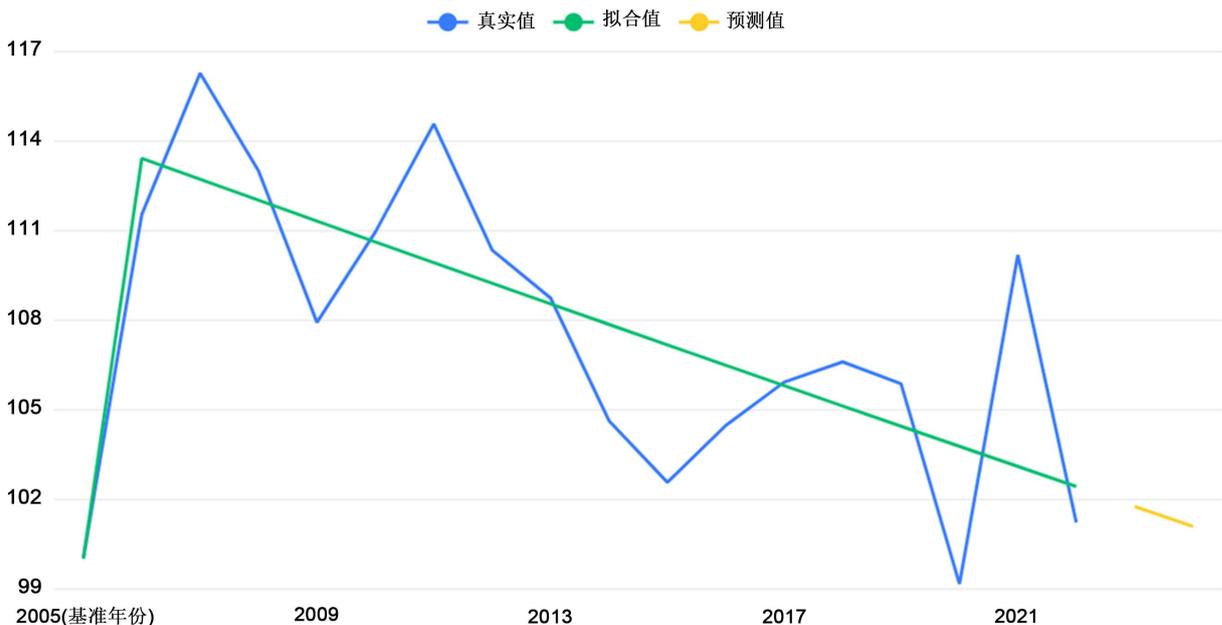


Figure 3. Gray model forecasting chart

图 3. 灰色模型预测图

由图 3 可得: 预测值所得出的情况仅是一种长期趋势。除去波动成分, 2007 年后, 服务业整体预警指数有向下递减的趋势, 服务业增长速率有放缓的趋势; 此外, 为排除疫情产生的影响, 我们尝试过删除 2020~2022 的数据, 发现预测值依然相差无几。2023~2024 年预测值接近微冷的阈值, 服务业增长趋势可能放缓, 不会有大幅度增加。但考虑到疫情结束后的经济恢复过程, 2023 年预警指数可能陡增, 处于正常范围内的偏高值。2024 年相较 2023 年会降低少许。综合上述情况, 本文认为未来两年服务业景气

情况会处于正常状态，保持增长态势，增长率平稳。

5.2. 基于 ARIMA 模型的景气指数预测

灰色预测模型对预警指数的预测的情况变数较大，且相对准确度较低，故本文同时采用 ARIMA 模型对一致指数进行拟合预测。

ARIMA 模型又叫做差分整合移动平均自回归模型，是一种经典的时间序列分析方法，其基本原理是对时间序列数据进行分解，将其分解为自回归成分(AR)、移动平均成分(MA)和随机误差项。自回归(AR)部分表示当前观测值与过去观测值之间的相关关系，在过去数值的基础上，加以不同的权重对未来进行预测。差分(I)部分是指对原始时间序列数据进行一阶或多阶的差分操作，其目的是确定时间序列具有平稳性。移动平均(MA)部分表示当前观测值与过去观测值的误差之间的相关关系，即与白噪声的关系，其基本思想是每个时间点上的数值受过去一段时间内、不可预料的各种偶然事件影响而波动。

ARIMA 模型在经济方面的预测应用较为广泛，本文尝试利用 ARIMA 模型对服务业景气指数进行预测。

5.2.1. 时间序列的平稳性检验

对一致合成指数进行单位根检验，当 $P < 0.05$ 时拒绝原假设，认为时间序列数据是具有稳定性的。 P 值检验 $P = 0.003 < 0.05$ ，故可以认为一致合成指数的时间序列数据具有良好的稳定性，可以进一步进行 ARIMA 模型的建立。

5.2.2. ARIMA 模型的结果分析

对 ADF 检验进行分析，可以确定：在不进行差分或者进行二阶差分时，一致合成指数均为平稳性序列，即 $d = 0$ 或 2 。对时间序列数据进行自相关和偏相关的分析，通过观察(偏)自相关图的截尾或拖尾情况来确定自回归(AR)阶数 p 和移动平均(MA)阶数 q 。在(偏)自相关图中，拖尾表示不存在明显等于 0 的系数值；截尾则表示在某阶数之后，系数值就恒为 0 或在 0 周围进行随机波动。利用 SPSS 软件可得到自相关和偏相关图。

分析图像可得：自相关图呈拖尾状，偏自相关图则呈截尾状，滞后阶数为 2 时，系数值由较高值骤降为较小值，之后均在 0 附近波动。因此，ARIMA 模型可以简化为 AR(2)。通过改变参数进一步对模型进行优化：根据模型拟合优度(R^2)最大原则，ACI 和 BCI 信息化最小原则进行反复调试，得到最优解： $d = 1, p = 2, q = 0$ 时，即 ARIMA(1,2,0) 时， R^2 最接近 1，且 ACI 与 BCI 信息化最小。对该模型进行 t 检验，显著性良好，综合上述结论可得：该模型拟合程度良好。

运用模型得到预测值如下：2023 年一致指数约为 114.806，2024 年一致指数约为 114.654。依据预测值绘制出预测图 4。

由图 4 估计：2023 年一致指数将上升，速率也有所增长，与预期情况比较相符。由于疫情放开后政策的刺激等因素，服务业可能会出现明显微热状态，与灰色模型预测略有差距；但接下来 2024 年一致合成函数略有降低，与 2024 年灰色模型预测预警指数状况相符，处于微冷状态，且短期内处于下滑趋势，在一定程度上很好地反映了 ARIMA 模型预测。综上，预计 2023 年景气状况微热，会经历良好的发展，一致合成指数上升；而 2024 年预警指数继续下降呈微冷状态，景气状况不太乐观，一致合成指数大概率会出现负增长。

2023 年北京市服务业一致指数呈现超预期的“微热”状态，主要源于三重动力叠加：一是疫情政策放开后的报复性消费释放，环球影城客流达疫前 115%，餐饮收入同比增长 13.2%，叠加 2 亿元消费券撬动服务消费的杠杆效应(1:8)；二是北交所扩容带动金融业增速(6.1%)领跑全国，人工智能创业潮推动信息服务营收增长 9.3%；三是外资准入放宽促使服务业实际利用外资占比达 87.4%，服贸会等国际会展

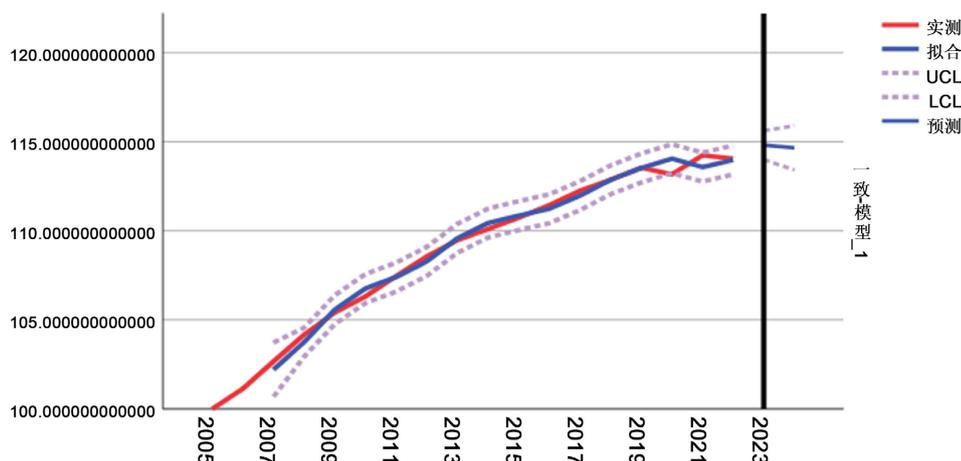


Figure 4. Coincident composite index prediction chart

图 4. 一致合成指数预测图

签约额增长 11.5%。但政策强刺激与数字红利难以持续，2024 年一致指数将转向“微冷”：财政约束显现(2023 年政府基金收入降 18.7%)，企业资产负债率升至 62.1%抑制投资；外部需求萎缩导致软件外包订单减少 15%~20%，国际客流仅恢复 65%；更深层矛盾在于商业地产投资下降 12.3%的滞后传导，以及数字服务业 25 万人才缺口与传统失业人员技能错配的结构断层。模型差异印证现实复杂性——灰色模型低估了地方专项债 62%投向科技基建的政策强度，而 ARIMA 模型未捕捉到非首都功能疏解引发的中小企业注销激增(+17%)的负面影响。若需扭转 2024 年下行趋势，需加速 AI 技术向医疗、商业服务场景渗透，借力雄安基建完工(2024 年下半年)导流京津冀服务需求，并通过“服务创新券”和存量商场改造(如海淀大悦城改造提升租金 40%)激活新动能，同时设定数字经济渗透率(30%)与区域服务贸易占比(25%)作为核心监测阈值，构建服务业抗周期韧性体系。

6. 总结与展望

6.1. 总结

本文使用时差相关分析法、K-L 信息量法以及峰谷法将一系列与北京市服务业发展相关的指标分类为先行指标、一致指标和滞后指标。

使用合成指数法测算了北京市景气指数。合成指数的计算结果表明：北京市服务业基本上处于稳定增长态势，受疫情的影响有细微的波动。先行指标领先于一致指标约 1 年，而滞后指标落后于一致指标约 2 年，先行指标起到一定的预示作用，而滞后指标有一定的事后核验的意义。

使用加权平均法构建了北京市综合预警系统。以先行和一致指标作为警兆指标，北京市第三产业生产总值增长率作为警情指标，采用加权平均的方法得到综合预警指数，构建了北京市服务业预警信号灯系统，用于预警北京市服务业的景气状况，其解释效果基本符合北京市服务业发展情况。

使用灰色模型与 ARIMA 模型分别对北京市服务业预警指数与景气指数进行了预测。灰色模型对北京市服务业预警指数的预测结果表明景气状况呈下滑趋势。ARIMA 模型预测得出北京市服务业景气状况 2023 年将处于上升阶段，2024 年有所回落。综上，初步预测 2023 年服务业景气状况恢复正常，有上升趋势，服务业得到恢复性发展；2024 年服务业景气状况可能变差，呈下降趋势。

6.2. 展望

从数据的选取的角度来看，由于月度数据获取难度高，因此本文对北京市服务业的研究采用的是年

度数据, 相较而言, 年度数据量小, 一定程度上对预警的时效性可能会有影响, 如果能够得到相应指标的月度数据, 研究结果的精确度和时效性会有进一步的提高与改善。

从临界值区间的划分标准来看, 本文在构建预警系统的时候, 运用了数理统计方法 3σ 法确定临界值, 鉴于实际分析结果, 又在前面的方法上改进最终使用了 2σ 法, 但仍然存在一定的误差, 因此预警区间划分的标准需要根据经济的发展态势和战略进行相应的调整, 确定比较合理的预警区间来进一步提高预警的精确度和有效性。

考虑到 2024 年北京市服务业景气可能存在无明显变化甚至下降的趋势, 相关部门应提高警惕, 保持平稳增长态势, 健全应对风险的机制, 稳中求进, 把握时代机遇, 实现服务业的高质量发展。习近平总书记强调: “发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点。” 因此, 必须积极发展新质生产力, 以新质生产力赋能北京市服务业的高质量发展。而数字经济作为新质生产力的代表, 在促进服务业高质量发展方面具有很大的潜力, 稳稳抓牢数字化产业, 强化数字产业对服务业高质量发展的支撑, 促进优质高效服务业新体系的构建, 推动北京市服务业持续平稳发展。

参考文献

- [1] 王小平, 张玉霞. 我国服务业景气指数的编制与测算分析[J]. 财贸经济, 2012(4): 114-120.
- [2] 赵月旭, 邓巍. 浙江省服务业景气指数测度及预警[J]. 统计与决策, 2021, 37(16): 153-157.
- [3] 宋梓铭. 陕西省服务业景气指标体系研究[J]. 中国管理信息化, 2022, 25(14): 179-182.
- [4] Layton, A.P. and Moore, G.H. (1989) Leading Indicators for the Service Sector. *Journal of Business & Economic Statistics*, 7, 379-386. <https://doi.org/10.1080/07350015.1989.10509746>
- [5] Martini, M., Cavenago, D. and Mariani, L. (2017) When the Outcome Is Employability: Leading Indicators for the Governance of Labour Market Services. *Public Organization Review*, 18, 507-524. <https://doi.org/10.1007/s11115-017-0393-3>
- [6] Ayala, H.A. and Campo, G.H.C. (2015) Measurement of Knowledge Absorptive Capacity: An Estimated Indicator for the Manufacturing and Service Sector in Colombia. *Journal of Globalization Competitiveness and Governability*, 9, 16-42.
- [7] 张玉霞. 我国服务业景气监测预警研究[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北经贸大学, 2013.
- [8] 邓聚龙. 灰预测与灰决策[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002.
- [9] 朱东红, 钱叶霞, 陈东清. 我国物流景气指数(LPI)预测模型的构建及分析[J]. 物流技术, 2019, 38(1): 88-93.
- [10] 龙佳丽, 邓宇龙. 基于灰色预测模型的长沙县经济发展研究[J]. 湖南工业职业技术学院学报, 2022, 22(5): 8-11, 38.