

# “十四五”期间北京市公民科学素质 达标率测算



刘基伟<sup>1</sup>, 袁汝兵<sup>2,\*</sup>, 李群<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>中国社会科学院大学应用经济学院, 北京 102488

<sup>2</sup>北京市科学技术研究院科技智库中心, 北京 100048

<sup>3</sup>中国林业生态发展促进会中国生态发展研究院, 北京 100013

<sup>4</sup>中国社会科学院数量经济与技术经济研究所, 北京 100732

**摘要:** 北京市作为四个中心, 是国家创新体系的重要组成部分, 也是社会发展的重要动力, 北京市公民科学素质成为当代社会的重要标尺。通过对北京市 2015-2020 年北京市公民科学素质达标率的非连续样本数据进行插补、使用经 L-Q 方法改进的灰色系统 GM(1,1)模型测算, 得到 2021-2025 年的北京市公民科学素质达标率, 结果表明北京公民科学素质达标率稳步上升, 从 2024 年将突破 30%, 2025 年时将达到 35.26%, 远超《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035 年)》中 2025 年我国公民具备科学素质的比例要超过 15% 的目标要求以及 2035 年远景目标。同时, 本文给出完善北京科普工作的建议: 以小样本方法测算达标率发展趋势以指导工作、推动科普领域新基建与传统基建协调发展、加强科学普及体系化推进以及注重科普服务精准化供给。

**关键词:** 科学素质达标率; L-Q; GM(1,1); 插补

**DOI:** [10.57237/j.wjeb.2022.01.001](https://doi.org/10.57237/j.wjeb.2022.01.001)

## Calculation of the Rate of Reaching the Standard of Beijing Citizens' Scientific Quality During the 14th Five Year Plan Period——Based on the L-Q GM(1,1)

**Liu Jiwei<sup>1</sup>, Yuan Rubing<sup>2,\*</sup>, Li Qun<sup>3,4</sup>**

<sup>1</sup>School of Applied Economics, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China

<sup>2</sup>Science and Technology Think Tank Hub, Beijing Academy of Science and Technology, Beijing 100048, China

<sup>3</sup>Institute of Eco Development, CEDA, Beijing 100013, China

<sup>4</sup>Institute of Quantitative Economy and Technical Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China

**Abstract:** As one of the four centers, Beijing is an important part of the national innovation system and an important driving force of social development. The scientific quality of Beijing citizens has become an important yardstick of contemporary society. By interpolating the discontinuous sample data of Beijing citizens' scientific quality compliance rate from 2015 to 2020 and using the grey system GM (1,1) model improved by the L-Q method to calculate, the Beijing citizens' scientific quality compliance rate from 2021 to 2025 is obtained. The results show that the Beijing citizens'

\*通信作者: 袁汝兵, [bjkxjsz2010@163.com](mailto:bjkxjsz2010@163.com)

scientific quality compliance rate is steadily rising, and will exceed 30% from 2024 and reach 35.26% by 2025. This is far beyond the target that the proportion of Chinese citizens with scientific quality should exceed 15% by 2025 and the long-term goal of 2035 in the outline of the action plan for the scientific quality of the whole people (2021-2035). At the same time, this paper gives suggestions to improve Beijing's science popularization work: measure the development trend of the compliance rate with the small sample method to guide the work, promote the coordinated development of new infrastructure and traditional infrastructure in the field of science popularization, strengthen the systematic promotion of science popularization, and pay attention to the accurate supply of science popularization services.

**Keywords:** Standard Rate of Scientific Quality; L-Q; GM(1,1); Interpolation

## 1 引言

科技创新和科学普及是创新发展的两翼，科技创新引领人类生产生活技术变革，科学普及提升全民科学素质和创新能力，二者缺一不可。科普能力建设是深入实施创新驱动战略，建设创新型国家的基础性社会工程，是由政府引导、社会全面参与的社会活动，是一项与科技、经济、社会发展紧密联系的社会公益事业。我国政府历来重视科普工作，出台了一系列的科普政策法规，强调国家科普事业发展是建设创新型国家的一项基础性、战略性任务，是一项长期的全社会共同任务，并把科普事业作为一项专门内容纳入国家中长期科技规划，从科技发展战略的高度对科普事业进行工作部署，将提升公民科学素质作为一项基础性社会工程。2021年6月，国务院颁布《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》[1]，这是在《全民科学素质行动计划纲要（2006—2010—2020年）》实施15年取得巨大成就的基础上，根据国内国际经济社会和科技发展新形势、新变化以及我国未来科学素质建设的新趋势、新要求，持续深化和提升我国全民科学素质建设工作的又一个纲领性文件。新发展阶段对全民科学素质提出了更高要求，2025年，我国公民具备科学素质的比例将超过15%，各地区、各人群科学素质发展不均衡明显改善；2035年，我国公民具备科学素质的比例达到25%，城乡、区域科学素质发展差距显著缩小，为进入创新型国家前列奠定坚实社会基础。

北京市作为四个中心，是国家创新体系的重要组成部分，也是社会发展的重要动力，北京市公民科学素质成为当代社会的重要标尺。科学普及是一项打基础的工程，要注重科学知识的普及、科学思想的传播，通过各种形式的科普活动，增强公众科学素质。科学普及是一项长期的工作，要有久久为功的劲头，加强制度建设，弘扬科学精神，培育崇尚的文化环境。为推进北京市科普工作开展、提升北京市公民科学素质达标率、贯彻落

实《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》，本文通过灰色系统方法克服小样本时间序列不能有效测算的难题，进而得到2021-2025年北京市公民科学素质达标率，来为科普事业建设提供指导依据。

## 2 北京市公民科学素质概况

北京市是全国较早开展全市范围公众素质调查的省（市）。1997年，北京市科委、北京市科协委托北京市科学技术情报研究所进行了《北京公众科学素养水平及对科学技术的态度》的抽样调查，抽取样本3500人，测查出的北京市公众科学素质的达标率为4.0%，远高于当时全国公众的平均水平[2]。2002年，北京市又进行了第二次全市范围的公民科学素质调查，具备科学素质的公众比例上升至6.6%。

根据中国科协第十一次中国公民科学素质抽样调查结果，2020年北京市公民具备科学素质的比例为24.03%，比2015年末的17.56%提升了6.47个百分点，保持了快速增长的良好势头；与上海公众科学素质比例双双超过24%（上海为24.30%），是全国科学素质的“领头雁”。1997至2020年，北京市共进行了七次公民科学素质调查（图1）。自2010年以来，全市公民具备科学素质的比例从4.0%至24.07%共提升了16.07个百分点，公民科学素质水平持续快速提升。

尽管数据缺失问题较为严重，但现有数据表明，二十多年间北京市公民科学素质达标率得到了明显提升。自1997年以来每年约提升8.7个百分点，且近年来的增速越来越快，经过不懈努力，北京市公民科学素质达标率从1997年的4.0%上升到2020年的24.07%，提高了501.7%，成果显著。为了北京市更有效率的指导科普工作的开展，对“十四五”期间的北京市公民科学

素质达标率做出预测具有重大现实意义。

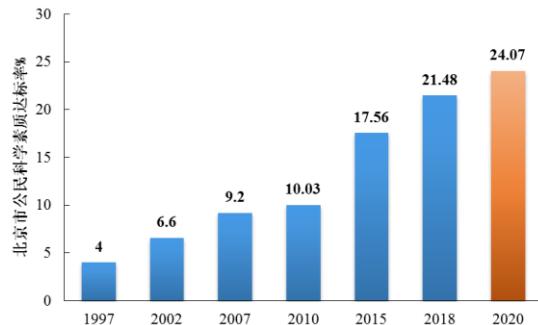


图 1 1997 年至 2020 年北京市公民科学素质达标率

资料来源：中国科学技术协会、中国科普研究所、北京市科学技术协会、北京市科学技术研究院科技情报研究所

### 3 北京市公民科学素质达标率测算方法

考虑到现有数据样本量极少，同时为了取得精度更高的测算结果，本文首先对数据进行插补，再使用小样本预测方法灰色系统对 2021 年至 2025 年间北京市公民科学素质达标率进行测算，具体方法如下。

#### 3.1 北京市公民科学素质达标率缺失值的插补

完整且连续的数据序列是后续进行北京市公民科学素质达标率测算的重要基础。但由于现有数据缺失严重，导致各类测算模型难以得到有效的结果，因此需要先对数据缺失的年份进行插补。

首先，缺失数据插补方法中最常使用的线性及多项式拟合插值法、K 近邻插值法、反距离加权插值法、克里金插值法等[3]。考虑现有数据为时间序列数据并且样本稀少，因此本文选用线性模型、对数模型、多项式模型以及指数模型共计四种插补模型对现有数据进行拟合，选用拟合精度最高的模型作为最终插补模型。其次，在后续北京市公民科学素质达标率测算的过程中，如果使用过多插补值会相当于增大扰动值，干扰测算结果。因此，为提高后续测算模型精度，本文使用 1997-2020 年数据进行插补模型拟合，但仅对 2015-2020 年间的缺失数据进行插补。

#### 3.2 北京市公民科学素质达标率的测算

通过 2.1 节的插补能够得到 2015 年至 2020 年的连

续数据，其中 2015、2018、2020 年为真实数据，在此基础上使用灰色系统方法进行北京市公民科学素质达标率的测算。灰色系统是我国学者邓聚龙教授于 20 世纪 80 年代提出的用于控制和预测的新理论、新技术的灰色系统理论和方法，它的研究对象是“部分信息已知，部分信息未知”的“小样本”、“贫信息”不确定性系统，十分契合本文的数据样本量极小的情况。在具体测算环节中本文选用 GM(1,1) 模型[4-7]，并使用 L-Q 方法改进[8]，该模型能够高效、高精度、高稳定性的处理时间序列数据，下面作比较详细的介绍。

#### 3.2.1 建立 GM(1,1) 模型的基本步骤

第 1 步：对数据序列  $X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(N)\}$  作一次累加生成，得到  $X^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(N)\}$ ，其中  $x^{(1)}(t) = \sum_{k=1}^t x^{(0)}(k)$ ；

第 2 步：构造累加矩阵  $B$  与常数项  $Y_N$

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)) & 1 \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(N-1) + x^{(1)}(N)) & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y_N = [x_1^{(0)}(2), x_1^{(0)}(3), \dots, x_1^{(0)}(N)]^T$$

第 3 步：用最小二乘法解灰参数  $\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_N$

第 4 步：将灰参数代入时间函数  $\hat{x}^{(1)}(t+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{u}{a}) e^{-at} + \frac{u}{a}$

第 5 步：对上式求导还原得到

$$\hat{x}^{(0)}(t+1) = -a \left( x^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right) e^{-at}$$

$$\hat{x}^{(0)}(t+1) = \hat{x}^{(1)}(t+1) - \hat{x}^{(1)}(t)$$

第 6 步：计算  $x^{(0)}(t)$  和  $\hat{x}^{(0)}(t)$  之差  $\varepsilon^{(0)}(t)$  以及相对误差  $e(t)$

$$\begin{aligned} \varepsilon^{(1)}(t) &= x^{(0)}(t) - \hat{x}^{(0)}(t) \\ e(t) &= \varepsilon^{(0)}(t) / x^{(0)}(t) \end{aligned}$$

为了分析模型的可靠性，必须对模型进行诊断。目前较通用的诊断方法是对模型进行后验差检验，即先计算观察数据离差  $sI$ ：

$$s_1^2 = \sum_{t=1}^m (x^{(0)}(t) - \bar{x}^{(0)}(t))^2$$

以及残差的离差  $s_2$ :

$$s_2^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{t=1}^{m-1} (q^{(0)}(t) - \bar{q}^{(0)}(t))^2$$

再计算后验比:

$$c = s_1/s_2$$

及其小误差概率:

$$p = \{ |q^{(0)}(t) - \bar{q}^{(0)}| < 0.6745s_1 \}$$

根据后验比  $c$  和小误差概率  $p$  对模型进行诊断, 当  $p > 0.95$  和  $c < 0.35$  时, 模型可靠, 这时可根据模型对系统行为进行预测。

为提高测算精准度, 本文引入 L-Q 模型, 对 GM(1,1) 模型改进。L-Q 灰色预测模型的基本思想是用对数函数变换处理原始数据得到  $\{\ln x^{(0)}(k)\}^{1/T}$ , 提高数据光滑度, 然后对得到的数据序列使用 GM(1,1) 方法预测, 最后将数据通过  $\exp\{\{\ln x^{(0)}(k)\}^{1/T}\}^T$  进行还原得到最终测算结果 (其中一般取  $T=2$  )。

上述为整个建模、预测的分析过程。当所建立的模型残差较大、精度不够理想时, 为提高精度, 一般可以对其残差进行残差模型建模分析, 以修正预报模型。本文之所以未选择更为复杂 GM(1,1) 拓展模型[9-12], 是考虑到数据序列较短, 当参数较多时自由度减少, 模型难以求解。

### 3.2.2 基于 GM(1,1) 模型测算北京市公民科学素质达标率的具体步骤

具体步骤如下:

第 1 步: 使用 L-Q 模型对 2015-2020 年北京市公民科学素质达标率数据进行变换;

第 2 步: 通过 GM(1,1) 模型测算得出 2021 年结果;

第 3 步: 将 2021 年数据测算值作为新增样本, 再使用 2016-2021 年数据预测 2022 年达标率结果, 即每 6 年数据做一次新一年的测算;

第 4 步: 以此类推, 重复第 3 步操作, 直至得到 2025 年测算结果;

第 5 步: 通过  $\exp\{\{\ln x^{(0)}(k)\}^{1/T}\}^T$  对测算结果进行还原, 最终得到 2021 年至 2025 年北京市公民科学素质达标率的测算数据。

其中, 在测算时为取得更精准的结果, 该环节进行 10 次残差序列分析并通过 2.2.1 的后验比(c)、残差

平方和(RSS)、小误差概率(p)选取最佳测算值。

## 4 北京市公民学素质达标率的测算结果及分析

### 4.1 北京市公民学素质达标率的插补结果

首先是插补过程中插补模型的选择, 对原始数据的拟合结果如图 2(a~d) 所示, 其中横轴为年份, 纵轴为达标率(%)。以  $R^2$  为筛选准则, 结果见表 1。

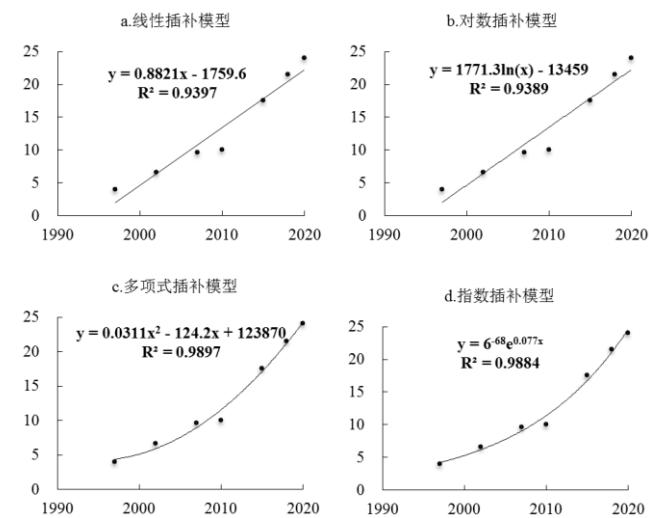


图 2 各插补模型拟合结果

表 1 各插补模型精度比较

| 模型    | 线性     | 对数     | 指数     | 多项式    |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| $R^2$ | 0.9397 | 0.9389 | 0.9884 | 0.9897 |

注: 为防止过拟合, 采用 2 次多项式

同时, 在预测过程中, 使用过多插补值会相当于增大扰动值, 为提高后续预测模型精度, 并考虑到科技传播带来的非线性效应, 采用非线性拟合的方式进行缺缺失值插补多项式拟合结果最优, 因此采用该方法进行缺失值插补, 插补结果见表 2。

表 2 2015-2020 年北京市公民科学素质达标率插补结果

| 年份   | 达标率(%) |
|------|--------|
| 2015 | 17.56  |
| 2016 | 18.42* |
| 2017 | 19.78* |
| 2018 | 21.48  |
| 2019 | 22.69* |
| 2020 | 24.07  |

注: 标\*数据为插补值

表 3 经 L-Q 方法变换处理后的数据

| 年份   | 北京市公民科学素质达标率变换值 |
|------|-----------------|
| 2015 | 1.6928          |
| 2016 | 1.7069          |
| 2017 | 1.7276          |
| 2018 | 1.7513          |
| 2019 | 1.7669          |
| 2020 | 1.7835          |

## 4.2 北京市公民学素质达标率的测算结果

本节运用经 L-Q 方法改进的 GM(1,1)进行北京市公民科学素质测算, 表 3 为经 L-Q 方法变换后的数据。

对表 4 数据使用 GM(1,1)模型进行测算, 所得结果与残差序列分析以及后验比结果, 如下表所示:

表 4 基于 L-Q 方法改进 GM(1,1)的测算结果

|          | 2021 年  | RSS     | C       | 2022 年  | RSS     | C       |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| GM(1,1)  | 1.80569 | 0.00236 | 0.07480 | 1.82556 | 0.00158 | 0.06484 |
| 残差序列分析结果 |         |         |         |         |         |         |
| 第 1 次    | 1.80880 | 0.00317 | 0.05130 | 1.82566 | 0.00160 | 0.04090 |
| 第 2 次    | 1.80827 | 0.00080 | 0.03120 | 1.82645 | 0.00121 | 0.02660 |
| 第 3 次    | 1.80829 | 0.00069 | 0.01990 | 1.82724 | 0.00106 | 0.01640 |
| 第 4 次    | 1.80784 | 0.00050 | 0.01140 | 1.82717 | 0.00040 | 0.00950 |
| 第 5 次    | 1.80755 | 0.00030 | 0.00790 | 1.82725 | 0.00017 | 0.00610 |
| 第 6 次    | 1.80735 | 0.00019 | 0.00510 | 1.82716 | 0.00016 | 0.00360 |
| 第 7 次    | 1.80728 | 0.00008 | 0.00320 | 1.82706 | 0.00009 | 0.00240 |
| 第 8 次    | 1.80728 | 0.00007 | 0.00200 | 1.82699 | 0.00006 | 0.00160 |
| 第 9 次    | 1.80731 | 0.00005 | 0.00130 | 1.82696 | 0.00004 | 0.00100 |
| 第 10 次   | 1.80735 | 0.00005 | 0.00080 | 1.82696 | 0.00002 | 0.00060 |
|          | 2023 年  | RSS     | C       | 2024 年  | RSS     | C       |
| GM(1,1)  | 1.84548 | 0.00217 | 0.06130 | 1.86514 | 0.00202 | 0.05540 |
| 残差序列分析结果 |         |         |         |         |         |         |
| 第 1 次    | 1.84383 | 0.00104 | 0.03280 | 1.86640 | 0.00082 | 0.03490 |
| 第 2 次    | 1.84327 | 0.00081 | 0.02180 | 1.86629 | 0.00083 | 0.02220 |
| 第 3 次    | 1.84294 | 0.00032 | 0.01370 | 1.86572 | 0.00055 | 0.01290 |
| 第 4 次    | 1.84295 | 0.00033 | 0.00880 | 1.86539 | 0.00035 | 0.00900 |
| 第 5 次    | 1.84311 | 0.00025 | 0.00580 | 1.86517 | 0.00022 | 0.00580 |
| 第 6 次    | 1.84329 | 0.00023 | 0.00360 | 1.86509 | 0.00008 | 0.00370 |
| 第 7 次    | 1.84326 | 0.00008 | 0.00210 | 1.86509 | 0.00008 | 0.00230 |
| 第 8 次    | 1.84328 | 0.00040 | 0.00130 | 1.86514 | 0.00006 | 0.00150 |
| 第 9 次    | 1.84326 | 0.00004 | 0.00080 | 1.86518 | 0.00006 | 0.00090 |
| 第 10 次   | 1.84324 | 0.00002 | 0.00050 | 1.86517 | 0.00002 | 0.00060 |
|          | 2025 年  | RSS     | C       |         | RSS     | C       |
| GM(1,1)  | 1.88572 | 0.00211 | 0.05300 |         |         |         |
| 残差序列分析结果 |         |         |         |         |         |         |
| 第 1 次    | 1.88696 | 0.00160 | 0.03480 |         |         |         |
| 第 2 次    | 1.88797 | 0.00141 | 0.02120 |         |         |         |
| 第 3 次    | 1.88780 | 0.00048 | 0.01240 |         |         |         |
| 第 4 次    | 1.88790 | 0.00023 | 0.00790 |         |         |         |
| 第 5 次    | 1.88777 | 0.00021 | 0.00470 |         |         |         |
| 第 6 次    | 1.88765 | 0.00011 | 0.00310 |         |         |         |
| 第 7 次    | 1.88756 | 0.00008 | 0.00200 |         |         |         |
| 第 8 次    | 1.88752 | 0.00004 | 0.00130 |         |         |         |
| 第 9 次    | 1.88751 | 0.00002 | 0.00080 |         |         |         |
| 第 10 次   | 1.88752 | 0.00002 | 0.00050 |         |         |         |

由表 4 可知, 各年份测算结果均在 10 次残差序列分析时取得最优解, 此时 GM(1,1)模型的残差平方和

RSS 和后验比 c 最小, 且结果的小误差概率 p 均大于 0.95。

通过  $\exp\{\{Inx^{(0)}(k)\}^{1/T}\}^T$  对测算结果进行还原，最终得到 2021 年至 2025 年北京市公民科学素质达标率的测算数据，最终结果如下表所示。

表 5 2021-2025 年北京市公民科学素质达标率测算结果

| 年份   | L-Q 方法测算结果 | 还原后的测算结果 |
|------|------------|----------|
| 2021 | 1.80735    | 26.22    |
| 2022 | 1.82696    | 28.16    |
| 2023 | 1.84324    | 29.89    |
| 2024 | 1.86517    | 32.42    |
| 2025 | 1.88752    | 35.26    |

总体上，北京公民科学素质达标率稳步上升，从 2024 年将突破 30%，2025 年时将达到 35.26%，远超《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035 年）》中 2025 年我国公民具备科学素质的比例要超过 15% 的目标要求以及 2035 年远景目标。其次，未来几年增速将会保持在 6% 以上，平均增速 7.9%。

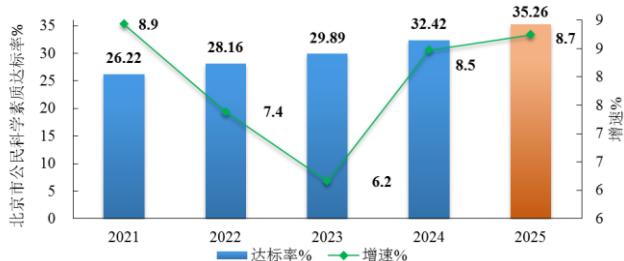


图 3 2020-2025 年北京市公民科学素质达标率及其增速

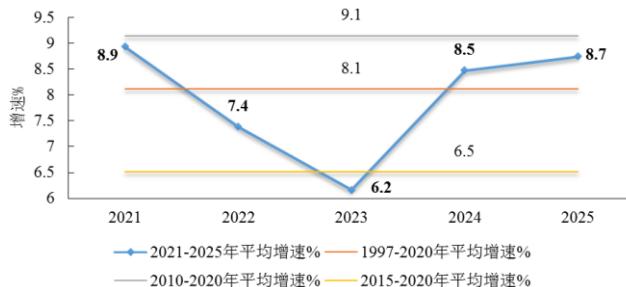


图 4 各阶段北京市公民科学素质达标率增速比较

比较二十多年间的北京市公民科学达标率增速（图 4），可以发现近 10 年的平均增速是最高的，近 5 年间平均增速最低，而未来几年的增速保持一个中间水平，平均增速为 7.9%。

## 5 启示与政策建议

### 5.1 结论

灰色系统理论是贫信息建模，能够有效处理样本

量极小的数据序列，运用领域广泛，适用于如公民科学素质达标率、经济普查、人口普查等数据。本文通过 L-Q 方法改进 GM(1,1) 模型，得到的测算结果更精准、更稳定，测算结果具有一定的现实意义，能为各地公民科学素质的发展目标确立和科学素质建设成效评估提供一定参考。但由于原始数据缺失严重、连续性差，模型所用数据经过插补，也对模型测算造成了一定的局限性，今后随着科普统计越来越全面、系统，该方法实用性会进一步加强。

从二十多年间的增速来看，2010-2020 年这十年平均增速最快，这与北京持续完善科技教育与培训体系、科学教育纳入基础教育、大力发展科普基础设施、建立健全现代科技馆体系、发展壮大科普人才队伍以及持续增加科普投入等举措关系密切。同时也与新一代信息技术、智能手机、“互联网+”等科技传播手段日新月异的快速发展息息相关。基础建设与高新技术是科普事业发展的两翼，传统基建为提升公民科学素质、培育科普事业人才、普及科学知识夯实基础，新基建将进一步拔高科普事业的影响力，通过多元化的形式加强科普信息传播的速度、广度、深度。在未来的工作开展中，有关部门要注重推动科普领域新基建投资与传统基建投资协调发展，要深刻认识到二者是相互促进的、相辅相成的。

而本文测算结果表明 2021-2025 年间的北京市公民科学素质达标率的平均增速为 7.9%，相较于近十年、近二十年间的平均增速有一定幅度的回落。

### 5.2 建议

一是推动科普领域新基建与传统基建协调发展。基础建设是科普工作的重要载体，为公众提供了解科技知识、树立科学观念的服务平台，依托“科技大篷车”、科普画廊等形式为公众提供互动式、场景式的体验。随着新一轮科技革命加速演进，新型基础设施以创新驱动为引领，以信息网络为基础，成为优化科普资源组织配置的有效手段。疫情反复的当下，新一代通信技术为科学普及传播提供了强有力的支撑，通过开展多样化的线上科普，既能够缓解疫情压力，又能够提高公众科学素质。如今，强调加快推进新型基础建设并不意味着要弱化传统基建，而是要立足科普事业发展和疫情防控的需要，着眼于“十四五”期间科普服务高质量发展，将新旧基建创新融合、协调统筹、一体推进，从而共同发力。现实路径可以以互联网为

载体、线上线下互动的科技传播方式，构建面向公众的一体化在线科技传播服务体系，发展基于互联网的科技传播内容生产方式，形成机构、专家和公众共同参与的工作模式，跟踪反馈，实时回应，提升科技传播的互动性和有效性，协同整合机构、群体、企业、公众资源，汇聚科普信息，建设科普信息大数据服务平台，提升科普资源利用效率。其次，运用大数据技术推动互联网等新型科普传播方式，截至 2021 年 4 月，北京已开通 5G 基站 5.64 万个，网络内容繁荣发展，网络直播等新业态爆发式增长，满足疫情期间网民生活需求，北京科技传播体系拥有广泛的群众基础，可以利用庞大的受众群，推出更多高质量的科普“短视频”、科普大屏、科普脱口秀及科普游戏等形式多样、创意新颖、互动性强的科普传播新方式。再次，将用户反馈的信息通过大数据分析，进一步完善科普传播方式、科普宣传内容，将公众建议落实到线下实体科普场所，提供公众喜爱的科学技术信息，更新受公众喜欢的科普演绎方式，投其所好的为公众提供沉浸式体验，提高科普资源利用率。

二是进一步促进科学普及转型升级，系统推进创新文化建设。科学普及是提高公民科学素质的重要手段和途径，提高公民科学素质是科学普及的目的和目标。《国家科素纲要》提出打造社会化协同、智慧化传播、规范化建设和国际化合作的科学素质建设生态，当前，科普工作的环境已从知识短缺和手段传统转变为知识爆炸和触手可及。弘扬科学精神，提升科学思维和方法，全面提升公民科学素质，促进人的全面发展成为未来工作重点。因此，需要进一步丰富科学素质建设内涵，创新理念，深化供给侧改革。在加强人才培育、科普投资、资源配置、创新治理、“引进来，走出去”等方面一体化设计、一体化建设、一体化落实，同时进一步强化科协系统“为创新驱动发展服务”职能，发挥其作为群团组织既立足创新前沿又联系广泛的优势，以统筹推进科学素质建设为核心，厚植城市创新土壤，系统推进全市创新文化建设，提高科普事业发展质量与效益。

三是注重科普服务精准化供给。“十四五”期间国家将重点开展农民科学素质提升行动[13]、产业工人科学素质提升行动[14]、老年人科学素质提升行动[15]、青少年科学素质提升行动[16]、领导干部和公务员科学素质提升行动。科普开展要针对不同人群特点，利用好大数据分析进行精准化的供给，提供更精准、更均衡、更充分的科普服务。如聚焦老年人运用智能技术的需

求和困难，依托社区、养老服务机构等，针对网络诈骗、电信诈骗、养身健康等专题普及知识和技能，使老年人真正的融入“智慧生活”；培养青少年基础能力，树立科学观念，培育科学精神和创新意识等；围绕绿色生产、防灾减灾、破除迷信专题，通过田间学校等方式落实实施高素质农民培育计划；通过依托“互联网+”推动企业为员工推动优质内容，做好网约工、快递员等新业态人员的科普公众。

## 项目名称

北京市全民科学素质行动——编制十四五北京市全民科学素质行动计划纲要和中长期发展规划；委托方：北京市科学技术协会。

## 参考文献

- [1] 袁汝兵, 吴循. 各省(市)公众科学素养调查综述 [J]. 中国科技论坛, 2007, (5): 98~100.
- [2] 国务院关于印发全民科学素质行动规划纲要（2021—2035 年）的通知 [EB/OL].(2021-06-25)[2021-07-19]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-06/25/content\\_5620813.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-06/25/content_5620813.htm).
- [3] 金勇进. 缺失数据的插补调整 [J]. 数理统计与管理, 2001, 20 (6): 47~53.
- [4] 刘思峰, 邓聚龙. GM(1, 1)模型的适用范围[J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20 (5): 121~124.
- [5] 丁松, 李若瑾, 党耀国. 基于初始条件优化的 GM(1, 1)幂模型及其应用 [J]. 中国管理科学, 2020, 28 (01): 153-161.
- [6] 刘震, 谢玉梅, 党耀国. 基于改进 GM(1, 1)模型的中国脱贫攻坚进展分析[J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39 (10): 2476-2486.
- [7] 兀玉晓, 肖新平. 灰色 GM(1, 1)派生模型病态性的差异分析 [J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39 (10): 2610-2618.
- [8] 李群. 不确定性数学方法研究及其在社会科学中的应用 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2005.
- [9] 曹阳, 梁爽, 沈琴琴, 施俊. 阻尼累加离散 GM(1, 1)模型及其应用 [J/OL]. 控制与决策 : 1-8 [2022-09-06]. <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2021.1768>.
- [10] 杨华强, 王立琼, 洪舸, 石郭, 夏唐斌. 基于多因素指数-灰色 GM(1, 1)模型的能耗分析与预测 [J]. 数学的实践与认识, 2021, 51 (19): 141-151.

- [11] 杨鑫波, 龙勇, 曾波. 季度性用电需求预测的移动平均 GM(1, 1)模型 [J]. 统计与决策, 2021, 37 (09): 168-171.
- [12] 李翀, 谢秀萍. 含时变时滞函数的 GM(1, 1| $\tau_i$ )模型及其应用 [J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39 (06): 1535-1549.
- [13] 朱洪启. 乡村振兴背景下的农民科技文化素质建设 [J]. 科普研究, 2021, 16 (04): 58-62+109.
- [14] 胡俊平. 产业工人科学素质提升的挑战与对策 [J]. 科普研究, 2021, 16 (04): 63-68+109.
- [15] 王丽慧. 老年人科学素质提升行动的思考 [J]. 科普研究, 2021, 16 (04): 69-73+86+110.
- [16] 李秀菊, 林利琴. 青少年科学素质的现状、问题与提升路径 [J]. 科普研究, 2021, 16 (04): 52-57+108.

## 作者简介

### 刘基伟

1994 年生, 博士研究生, 主要研究方向: 科普评价, 经济预测.  
E-mail: liujiwei@ucass.edu.cn

### 袁汝兵

1974 年生, 副主任、副研究员, 硕士, 研究方向: 公民科学素质、科普研究  
E-mail: bjkxjsz2010@163.com

### 李群

1961 年生, 研究员, 博士, 研究方向: 不确定性经济预测与评价、技术创新与战略管理、人才资源与经济发展.  
E-mail: liqun@eco.gov.cn