

基于灰色GM(1,1)模型的全国农民工数量预测研究

周 博

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年6月8日; 录用日期: 2023年7月31日; 发布日期: 2023年8月9日

摘 要

本文旨在利用灰色GM(1,1)模型对全国农民工数量进行预测。首先, 文章介绍了农民工问题的背景和重要性, 指出了预测其数量对政府和社会发展的重要性。然后, 解释了数据的来源与收集, 本研究所使用数据来源于国家统计局的《农民工监测调查报告》。紧接着, 详细阐述了灰色GM(1,1)模型的原理和应用。该模型是一种基于灰色理论的预测方法, 通过对样本数据的灰色微分和累加得出未来趋势。文章将农民工数量分为外出农民工数量、本地农民工数量和数量总和, 并将其应用于灰色GM(1,1)模型进行预测。预测结果显示, 未来五年外出、本地和农民工总和的预计数量分别为18035.01、13613.44和31577.73万人, 其中农民工数量总和将在五年之内多出1500万人, 这对于政府的反应能力和调控水平将是一个极大的考验。最后, 本文对预测结果进行了分析和讨论, 提出了可能影响农民工数量的因素, 并对未来的发展趋势进行了展望。本研究的结果对于农民工政策的制定和社会管理具有重要意义, 为相关部门提供了参考和决策依据。

关键词

灰色GM(1,1)模型, 灰色理论, 农民工数量预测, 发展趋势

Prediction of the Number of Migrant Workers in China Based on Grey GM(1,1) Model

Bo Zhou

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jun. 8th, 2023; accepted: Jul. 31st, 2023; published: Aug. 9th, 2023

Abstract

This paper aims to use the grey GM(1,1) model to forecast the number of migrant workers in China. First of all, the paper introduces the background and importance of the problem of migrant workers, and points out the importance of predicting their numbers for government and social development. Then, the source and collection of data are explained. The data used in this research comes from the “Migrant Workers Monitoring Survey Report” of the National Bureau of Statistics. Then, the principle and application of grey GM(1,1) model are described in detail. The model is a prediction method based on grey theory, which obtains the future trend by grey differentiation and accumulation of sample data. This paper divides the number of migrant workers into the number of migrant workers, the number of local migrant workers and the total number of migrant workers, and applies them to the grey GM(1,1) model to forecast. The forecast results show that in the next five years, the total number of migrant workers is expected to be 18,03501, 13,613.44 and 315,7773 million, of which the total number of migrant workers will be more than 15 million in five years, which will be a great test for the government’s response ability and regulation level. Finally, this paper analyzes and discusses the forecast results, puts forward the factors that may affect the number of migrant workers, and looks forward to the future development trend. The results of this study are of great significance to the policy formulation and social management of migrant workers, and provide reference and decision-making basis for relevant departments.

Keywords

Grey GM(1,1) Model, Grey Theory, Migrant Worker Quantity Prediction, Development Trends

Copyright © 2023 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

农民工在中国的社会经济发展中扮演着重要的角色，对制造业、建筑业和服务业等各个行业做出了重大贡献[1] [2]。随着中国继续快速城市化和经济发展，准确预测农民工数量对于有效的政策制定和社会治理至关重要。能够预见农民工数量的未来趋势，使政府机构和相关利益相关者能够及时应对新兴挑战，并计划资源分配、社会福利提供和劳动力市场战略[3]。

传统的预测模型通常依赖于假设数据的线性和稳定性的统计方法。然而，这些方法可能无法充分捕捉到农民工人口的复杂动态和固有的不确定性。近年来，基于灰色理论原理的灰色 GM(1,1)模型作为一种可行的预测方法受到关注，在数据有限或不完整的情况下表现出了良好的预测能力[4]。该模型在经济学、金融学和社会科学等多个领域展示了潜力，因其能够处理小样本量和不规则数据模式而受到青睐。

因此，本研究旨在利用灰色 GM(1,1)模型对中国农民工数量进行预测。通过运用灰色理论的原理和收集到的官方数据，旨在提供可靠准确的预测结果，为政策制定和决策过程提供指导。本研究还将探讨与农民工数量相关的发展趋势，识别可能影响农民工数量的关键因素，并揭示中国劳动力市场的未来格局。

总的来说，本研究为农民工数量预测领域的现有知识贡献了宝贵的见解和实践意义，对于决策者、研究人员和涉及劳动力问题的组织具有重要的借鉴价值，加深对农民工动态的理解，支持在中国不断变

化的劳动力市场中做出明智的决策，应对劳动力变动带来的挑战和机遇。

2. 数据收集与整理

本研究中所有数据都来自于历年国家统计局的《农民工监测调查报告》，时间跨度为 2010 年~2021 年，数据分成外出农民工数量、本地农民工数量和农民工数量总和。数据从报告中截取，统一按时间序列整合到 Excel 当中。整体数据如图 1 所示。

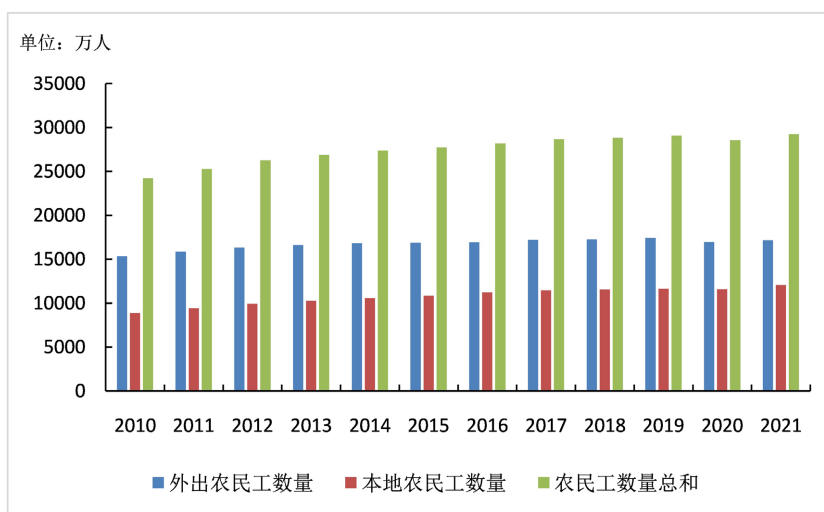


Figure 1. Figure of migrant worker out-of-town/local/total quantities
图 1. 农民工外出/本地/总和数量图

需要指出的是，本研究中农民工指的是户籍仍在农村，在本地从事非农产业或外出从业 6 个月及以上的劳动者。而本地农民工是指在户籍所在乡镇地域以内从业的农民工。外出农民工是指在户籍所在乡镇地域外从业的农民工。

3. 研究方法与模型构建

在建立灰色预测模型之前，首先得对灰色系统有一定的认识。在自然界中，人们能清楚知道其中发生、发展全程的为白色系统，其中一点也不清楚其过程的为黑色系统，而灰色系统夹杂在它们中间，人们只知晓部分信息，往往存在不确定性。所以，灰色系统就是用来解决“少信息不确定性”问题[5]，这与当下现代科学要解决的问题趋势刚好契合。

3.1. 数据处理方法

将历年的《农民工监测调查报告》的数据手动汇聚到 Excel 2019 中，并将其按照时间序列排列。整理发现，无论是外出、本地还是农民工数量总和都符合增长型时间序列数据特征，故可以使用灰色预测模型进行预测。利用 Excel 2019，对数据进行模型的数学运算，具体构建过程如下一节所示。

3.2. 灰色 GM(1,1)模型构建

3.2.1. 一次累加处理

GM(1,1)模型是基于累加生成的数列预测模型[6]， $x^0(1), x^0(2), \dots, x^0(N)$ 是所要预测的某项指标的原始数据，对原始数据一次累加生成处理，即

$$x^{(1)}(N) = \sum_{i=1}^N x^{(0)}(t) \quad (1)$$

这样得到了一个新的数列，这个数列与原始数列相比随机性大幅下降，平稳性大幅上升。

3.2.2. 最小二乘法拟合

其中新数列的变化趋势用微分方程描述，

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u \quad (2)$$

上式中 a 、 u 为辨识参数，辨识参数由最小二乘法拟合得到，

$$\begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = (\mathbf{B}^T \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{Y}_N \quad (3)$$

3.2.3. 构造矩阵函数

上式中 \mathbf{Y}_M 为列向量， \mathbf{B} 为构造数据矩阵，

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(N-1) + x^{(1)}(N)] & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

3.2.4. 求出预测模型

$$x^{(1)}(t+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right] e^{-at} + \frac{u}{a} \quad (5)$$

上面(5)式即为 GM(1,1)模型进行灰色预测的基本计算公式。

4. 农民工数量预测与实证分析

4.1. 数量预测

在历年的《农民工监测调查报告》中有三类数据，外出农民工数量、本地农民工数量和农民工数量总和，在此分别对这三列数据进行未来五年的预测，推测中国未来农民工数量和发展趋势。

4.1.1. 外出农民工群体

利用上述模型，在 Excel 中计算得到 $a = -0.01$ ， $u = 16136.56$ ，所以代入到上述基本计算公式，得到外出农民工群体的灰色预测公式：

$$x^{(1)}(t+1) = 2401504.17e^{0.01t} - 2386169.17$$

运用该公式预测未来五年全国外出农民工的累加数量，随后进行递减还原，得到预测的外出农民工数量，结果如表 1 所示。

4.1.2. 本地农民工群体

同样，对本地农民工群体进行相应计算，可得 $a = -0.02$ ， $u = 9511.93$ ，代入到公式中得到灰色预测公式为：

Table 1. Forecasted quantity of out-of-town migrant workers for the next five years
表 1. 未来五年外出农民工预测数量

时间	2022	2023	2024	2025	2026
数量/万人	17553.70	17672.81	17792.73	17913.46	18035.01

$$x^{(1)}(t+1) = 444697.45e^{0.02t} - 435809.45$$

进行同样的计算得到未来五年本地农民工预测数量，结果如下表 2 所示：

Table 2. Forecasted quantity of local migrant workers for the next five years
表 2. 未来五年本地农民工预测数量

时间	2022	2023	2024	2025	2026
数量/万人	12475.34	12750.62	13031.97	13319.53	13613.44

4.1.3. 农民工数量总和

计算步骤同上，得到 $a = -0.01$ ， $u = 25620.38$ ，公式为：

$$x^{(1)}(t+1) = 2038956.87e^{0.01t} - 2014733.87$$

运用该公式预测未来五年全国农民工总和的累加数量，随后进行递减还原，得到预测的农民工数量总和，结果如下表 3 所示：

Table 3. Forecasted total quantity of migrant workers for the next five years
表 3. 未来五年农民工数量总和预测

时间	2022	2023	2024	2025	2026
数量/万人	30011.66	30395.74	30784.74	31178.71	31577.73

4.1.4. 模型精度检验

进行完三列数据的预测计算后，为保证预测值的可信度，需要对整个模型进行精度检验。首先是可行性检验，依据发展灰数 a 值对预测的可行性进行分析，当 $-a > 1$ 时，即不适宜采用 GM(1,1) 模型进行预测。根据上述计算过程，三个 $-a$ 值分别为 0.01、0.02 和 0.01，符合模型预测要求。接着是残差检验，计算原始序列与预测序列的残差 $e(t)$ ，然后根据残差来计算均方差比值 C 和小误差概率 p 。理论上讲， $C \leq 0.5$ ， $0.8 < p < 1$ ，模型精度效果都算作良好。经过计算，三个预测模型的 C 值和 P 值都在这一区间内，可以用于预测未来值。

4.2. 针对未来农民工数量的结果分析

本文通过利用灰色 GM(1,1) 模型对全国农民工数量进行预测，有效预测出未来五年全国外出农民工、本地农民工和农民工总和的数量。过去已有研究尝试利用类似方法对农民工数量进行预测[7]，但其研究成果只包含一个省份的外出农民工数量，局限性太大。对比而言，本研究将研究范围扩大到全国尺度，并且将农民工数量类型分为外出农民工、本地农民工和农民工总和三种类型，依据不同类型的农民工提供差异性的针对建议，是本文与其他文章的不同之处和创新。

经过灰色模型的预测，可以观察到农民工数量在未来五年内呈逐年增加的趋势。根据预测结果，2022

年全国农民工数量就将突破 3 亿，并且一度上升，在未来五年后总数量可能增加一千万以上，届时农民工群体将拥有极其庞大的体量，相应的政策、市场和公共服务都应快速跟进。当然，这一预测结果符合中国经济发展和劳动力市场的实际情况。中国的经济一直在快速增长，城市化进程不断推进，吸引了大量农民工进入城市就业。同时，随着城市化的推进和产业结构的调整，农民工需求在各个行业中持续增加，这也为农民工数量的增长提供了动力。具体来看，外出农民工每年平稳增加，从 22 年到 26 年增长了五百万数量，占据流动人口中的大部分。那么，接纳农民工的流入地要提供相应配套的公共服务，逐步放开户籍制度，让这一部分的农民工也能享受到当地政府的关怀。同时，本地农民工未来五年增长数量可能超越一千万，要远远超过外出农民工增长的数量。一方面，可能受到各地疫情的影响，农民工不再愿外出找工作，而是在本地寻找就业机会；另一方面，乡村振兴战略的实施让许多人不出门，也能拥有良好的工作机会，农村生产生活环境得到翻天覆地的变化。预测结果也需要考虑一些潜在的风险和挑战。首先，经济发展的不确定性可能对农民工就业机会和工资水平产生影响。全球经济环境、国内产业结构调整以及技术进步等因素都可能对农民工数量和就业情况造成不确定性。其次，社会对农民工的接纳和融入程度也需要进一步加强。农民工在城市生活中面临的社会福利、教育和医疗等方面的待遇问题仍然存在，需要政府和社会共同努力来解决。正因如此，农村地区(尤其是外出倾向明显的中西部地区)要紧密切关注本地农民工的生产与生活，健全乡村治理体系，改善乡村人居环境，提供新型职业农民教育。在整个治理链路中，县域也是不可或缺的一环。中西部地区县域要抓住国家发展小城镇县域经济的机会，培育适合本地发展，能够持续发展的新型产业，让留在本地的农民工拥有扎根本土的动力。

5. 结论与建议

根据灰色模型的预测结果，未来五年内全国农民工数量将逐年增加。这一趋势在一定程度上反映了中国经济发展和城市化进程的需要，同时也面临着一些风险和挑战。政府应继续加强农民工权益保护和社会福利改善，同时加强经济发展和就业机会的稳定性，以确保农民工能够在城市中获得更好的生活和工作条件。这一预测结果对于相关部门制定农民工政策和社会管理具有重要意义。基于此，本文提出以下建议和思考：

首先，政府应加强对农民工的政策支持和保护。这包括确保农民工的工资支付、工作条件和社会保障权益得到有效保障，以提高他们的就业稳定性和生活质量。此外，建立健全的农民工培训和技能提升机制，帮助他们获得更好的就业机会和职业发展。

其次，社会应加强对农民工的融入和接纳。这需要提高城市居民对农民工的认知和理解，消除对他们的歧视和偏见。同时，加强社会福利和公共服务体系的建设，为农民工提供平等的教育、医疗和社会保障等权益，促进他们在城市中的融入和发展。

此外，要加强农村地区的发展，提高农村经济的活力和就业机会。通过推动农村产业升级和创新，吸引更多的投资和就业机会，减少农民工外出打工的需求。同时，加强农村教育和技能培训，提高农民的就业能力和创业意愿，为他们提供更多选择和发展机会。

最后，需要加强数据收集和分析能力，改进预测模型的精确性和可靠性。通过收集更全面、准确的数据，加强对农民工数量和趋势的分析，可以提高预测结果的准确性，并更好地为政策制定和决策提供科学依据。

本研究中农民工群体的数量是小数据样本，且处于灰色系统之中，可以用灰色 GM(1,1)模型预测。研究的优点：利用该模型模拟未来五年外出农民工、本地农民工和农民工总数的可能值，精度尚可有一定的可信度。灰色系统理论自邓聚龙教授提出后在中国发展也有三十多年，得到学术界的广大支持和认可，是一个较为成熟的理论[8]。利用该模型进行定量研究，对研究生科研有较大的帮助。同样的，缺点

就是对于灰色 GM(1,1)模型了解还不够多,研究切入面不够深,只是引入该模型对未来农民工外出/本地/总和的数量进行预测,是比较基础的研究。未来期望能在本文研究基础上进行农民工收入水平、受教育程度等多方面的研究,完善农民工群体的多角度研究议题。

参考文献

- [1] 邓睿,郭东杰. 居住空间分异与农民工城市劳动供给——基于流动人口动态监测数据的经验考察[J]. 浙江学刊, 2022(4): 94-107.
- [2] 王春超,叶琴. 中国农民工多维贫困的演进——基于收入与教育维度的考察[J]. 经济研究, 2014, 49(12): 159-174.
- [3] 陈映芳.“农民工”: 制度安排与身份认同[J]. 社会学研究, 2005(3): 119-132.
- [4] 谢乃明,刘思峰. 离散 GM(1,1)模型与灰色预测模型建模机理[J]. 系统工程理论与实践, 2005(1): 93-99.
- [5] 周瑞平. GM(1,1)模型灰色预测法预测城市人口规模[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版), 2005(1): 81-83.
- [6] 李艳茹,李蒙,刘爽. 上海市出生人口发展趋势预测及影响因素——基于 GM(1,1)灰色预测模型[J]. 经济研究导刊, 2022(24): 72-74.
- [7] 彭彤蔓,陈虹. 安徽省外出农民工数量预测研究——基于IOWA算子组合预测模型[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(16): 235-237.
- [8] 邓聚龙. 灰色系统理论简介[J]. 内蒙古电力, 1993(3): 51-52.