

基于GM灰色系统模型的福清市人均GDP预测

吴廉诚, 阎虎勤

厦门大学嘉庚学院会计与金融学院, 福建 漳州

收稿日期: 2024年7月21日; 录用日期: 2024年8月13日; 发布日期: 2024年8月23日

摘要

人均GDP是国民经济核算的核心指标, 也是衡量一个国家或地区经济状况和发展水平的重要指标。本文以Python作为数据分析工具, 基于GM灰色系统模型对福清市未来的GDP进行了预测分析。通过收集福清市的2000至2022年度人均GDP数据, 利用GM灰色系统模型建立了预测模型。福清市作为福建省的重要经济节点, 其人均GDP的预测对于了解闽东地区人均经济发展动态、对优化经济结构以及推动经济高质量发展具有重要意义。本文尝试了三种方式的灰色预测, 通过对三种预测方式的指标和预测值之间比较, 总结三种方法的特点, 通解和优化解相较于邓聚龙模型, 预测结果更为乐观, 通解还提供了预测值的上下限范围, 显示出灵活性和不确定性。邓聚龙模型则提供了较为保守的预测, 主要基于历史数据的平均增长趋势。优化解通过更精细的算法和额外考虑因素进一步精确了预测值, 并提供了多种预测方法的结果以增强可信度和可靠性。这三种差异反映了模型构建时考虑因素和假设条件的不同, 本文旨在结合多个模型结果以获得更全面准确的预测分析。

关键词

GM灰色系统模型, 福清市, 人均GDP

Prediction of GDP per Capita in Fuqing City Based on GM Grey System Model

Liancheng Wu, Huqin Yan

School of Accounting and Finance, Jiageng College, Xiamen University, Zhangzhou Fujian

Received: Jul. 21st, 2024; accepted: Aug. 13th, 2024; published: Aug. 23rd, 2024

Abstract

Per capita GDP is a core indicator of national economic accounting and an important indicator for measuring the economic status and development level of a country or region. This article uses Py-

thon as a data analysis tool and builds a prediction model based on the GM gray system model to predict the future GDP of Fuqing City. By collecting the per capita GDP data of Fuqing City from 2000 to 2022, a prediction model is established using the GM gray system model. As an important economic node in Fujian Province, the prediction of Fuqing City's per capita GDP is of great significance for understanding the economic development dynamics of the eastern region of Fujian, optimizing the economic structure, and promoting high-quality economic development. This article attempts three types of gray prediction methods. By comparing the indicators and predicted values of the three prediction methods, the characteristics of the three methods are summarized. Compared with the Deng Julong model, the prediction results are more optimistic, and the general solution also provides the upper and lower limits of the predicted values, showing flexibility and uncertainty. The Deng Julong model provides a more conservative prediction, mainly based on the average growth trend of historical data. The optimized solution further refines the predicted values through more refined algorithms and additional considerations, and provides results from multiple prediction methods to enhance credibility and reliability. These three differences reflect the different factors and assumptions considered during model construction. This article aims to combine multiple model results to obtain a more comprehensive and accurate prediction analysis.

Keywords

Grey Model, Fuqing City, GDP per Capita

Copyright © 2024 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

在全球化与区域经济一体化的背景下,人均 GDP 作为衡量一个国家或地区经济发展水平与居民生活质量的核心指标,其准确预测对于政策制定、资源配置及经济战略规划具有不可估量的价值。福清市,作为福建省的经济重镇和闽东地区的重要节点,其人均 GDP 的变动不仅直接反映着本市的经济活力与居民福祉水平,还深刻影响着闽东地区乃至福建省整体的经济格局与未来走向。因此,科学、精准地预测福清市人均 GDP 的增长趋势,对于促进区域经济协调发展、提升民众生活水平具有重要意义。

近年来,随着大数据与人工智能技术的快速发展,各种预测模型应运而生,其中 GM (Grey Model, 灰色模型)灰色系统模型以其独特的优势在经济学预测领域崭露头角。该模型根植于灰色系统理论,擅长处理信息不完全、数据量有限的复杂系统问题,通过构建差分微分方程来模拟和预测系统的动态变化过程。相较于传统预测方法,GM 灰色系统模型具有对数据要求低、预测精度高、计算简便等优势,尤其适合应用于经济、社会等充满不确定性的领域[1]。

尽管国内外学者在人均 GDP 预测领域的现有研究上已取得了诸多研究成果,但普遍针对的对象普遍有为较大的区域与较高行政等级如成都市,武汉市[2]等地级市区域或深圳[3]等经济特区,甚至内蒙古,浙江[4],上海,重庆等省级或直辖市区域乃至中国等国别研究,针对福清市此类较小的区域与其县级市较低行政等级,结合 GM 灰色系统模型的深入研究仍较为匮乏。现有研究多集中于宏观经济层面较广区域采用传统统计方法进行预测,往往忽略了小区域经济特色的复杂性与动态性,导致预测结果可能存在一定的偏差。因此,本文旨在通过广泛调研国内外相关文献,系统总结当前人均 GDP 预测的研究现状及其不足,特别是针对“小区域”此类案例的研究空白,提出采用 GM 灰色系统模型进行人均 GDP 预测的新思路。

本文将以 Python 作为数据分析与建模的主要工具，利用福清市 2000 至 2022 年间的人均 GDP 历史数据，构建 GM 灰色系统预测模型。通过模型的建立与验证，旨在深入挖掘福清市人均经济发展的内在规律与未来趋势，为地方政府制定科学合理的经济政策、优化经济结构、推动经济高质量发展提供坚实的理论支撑与数据参考。同时，本文也期望通过这一研究，为其他类似地区的经济发展预测提供可借鉴的方法论与实践案例。

2. 福清市近年发展状况简介

福清市近十年来，经济发展势头强劲，持续保持增长态势。据最新数据显示，2022 年福清市生产总值已达到 1604.42 亿元，同比增长 5.7%，凸显了其作为福建省重要经济节点的地位。在产业结构优化方面，福清市注重提升第三产业比重，通过优化升级，第一产业、第二产业和第三产业增加值分别为 132.67 亿元、772.18 亿元和 699.57 亿元，增长率分别为 3.0%、4.9%和 7.0%，展现了向服务型经济转变的趋势。交通事业也取得显著进步，普通国省干线公路和农村公路总里程不断增加，交通基础设施投资加大，农村公路提升改造工程实施，城市轨道交通建设积极推进，构建了现代化综合交通体系。同时，福清市充分利用海洋资源优势，大力发展海洋经济，通过培育海工装备产业集群、壮大远洋渔业规模等措施，推动海洋经济快速发展，并加快国家级海洋牧场项目建设，打造滨海旅游风景线。在国际合作与交流方面，福清市通过中印尼“两国双园”项目等平台，加强与东盟国家和台湾企业的经贸合作和民间交流，推动两岸经济融合发展。此外，福清市坚持创新驱动发展战略，加快科创走廊建设，引进高层次人才，为经济高质量发展提供了有力支撑。

3. 数据来源

因截至到目前，政府统计了截至 2022 年的统计数据，而 2023 年统计工作尚未完成，故 2023 及以后的当地人均 GDP 无从得知，本文选取福清市 2010 至 2022 年的相关经济数据，如表 1。数据主要来源于中经数据 APP 内对福清市人均 GDP 的统计报表。

Table 1. Per capita GDP data of Fuqing City
表 1. 福清市人均 GDP 数据

年份	人均 GDP	年份	人均 GDP
2000	16,453	2011	44,813
2001	17244.24	2012	48,677
2002	19073.5	2013	53,107
2003	21,579	2014	57,444
2004	25004.38	2015	61,169
2005	21727.15	2016	66,526
2006	24220.12	2017	76,721
2007	28,620	2018	84,101
2008	38,212	2019	86,935
2009	34,137	2020	88,352
2010	38,651	2021	100,859
2011	44,813	2022	113,628

4. 模型原理

4.1. 模型介绍概述

GM 灰色系统模型是一种基于灰色系统理论的预测和分析方法。灰色系统理论是由我国学者邓聚龙教授提出的, 旨在解决那些部分信息已知、部分信息未知或不确定的小样本、贫信息系统问题。GM 灰色系统模型通过挖掘和利用系统内部已知的信息, 建立差分微分方程来描述系统的动态行为, 并据此进行预测和决策分析。该模型在处理数据量较少、信息不完全的复杂系统时, 展现出了较高的预测精度和实用性, 因此在经济、社会、环境等多个领域得到了广泛应用。在预测分析方面, GM 灰色系统模型特别适用于那些具有非线性、非平稳特征的数据序列, 能够较为准确地捕捉和预测系统的变化趋势和发展规律。

4.2. GM(1,1)模型通解原理

GM(1,1)模型是最简单的灰色系统模型, 其基础是常微分方程的解析解, GM(1,1)微分方程直接求解的建立过程如下:

假设有一个变量 $x(t)$ 是时间变量 t 的函数, 它满足一阶常微分方程条件:

$$\frac{dx(t)}{dt} + ax(t) = b \quad (1)$$

这里, 参数 a 和 b 是两个常系数。假设参数 C 是任意常数, 那么, 该微分方程的解析解或者通解为:

$$x(t) = \frac{b + e^{a(C-t)}}{a} \quad (2)$$

如果 $x(t)$ 有一个初值, 在 $t = 0$ 时, 初值为 $x(0)$, 那么, $x(0)$ 也满足这个解, 因此, 参数 C 满足关系式:

$$e^{aC} = ax(0) - b \quad (3)$$

代入微分方程的通解, 就有:

$$x(t) = \frac{b}{a} + \left(x(0) - \frac{b}{a} \right) e^{-at} \quad (4)$$

该函数具有指数函数的特征, 由于其对于参数 a 和 b 的依赖性很强, 而参数 a 和 b 又是未知的, 且在正常情况下不易估计, 因此, 该模型也被称为灰色系统。由于只有一个变量 $x(t)$, 且是一阶微分, 所以记为 GM(1,1)。

4.3. GM(1,1)模型邓聚龙解原理

设原始数据离散序列为:

$$x^{(0)} = \{x_0^{(0)}, x_1^{(0)}, \dots, x_{n-1}^{(0)}\} \left(n \geq 3; x_k^{(0)} \geq 0; k = 0, 1, \dots, n-1 \right) \quad (5)$$

一次累加后得到如下序列:

$$x^{(1)} = \{x_0^{(1)}, x_1^{(1)}, \dots, x_{n-1}^{(1)}\} \left(n \geq 3; x_k^{(1)} \geq x_{k-1}^{(1)}; k = 1, 2, \dots, n-1 \right) \quad (6)$$

$$x_k^{(1)} = \sum_{i=0}^k x_i^{(0)} \quad (i = 0, 1, \dots, k) \quad (7)$$

生成 $x^{(1)}$ 的近邻均值等权序列:

$$z^{(1)} = \{z_1^{(1)}, z_2^{(1)}, \dots, z_{n-1}^{(1)}\} \left(n \geq 3; k = 1, 2, \dots, n-1 \right) \quad (8)$$

$$z_k^{(1)} = \frac{1}{2}(x_k^{(1)} + x_{k-1}^{(1)}) \quad (9)$$

一阶微分方程求解过程转化如下:

$$\frac{dx^{(1)}(t)}{dt} + ax^{(0)}(t) = b \quad (10)$$

其中: a, b 为待定参数, 然后运用最小二乘法求解可得:

$$(a, b)^T = (B^T B)^{-1} B^T Y_N \quad (11)$$

$$B = \begin{bmatrix} -z_1^{(1)} & 1 \\ -z_2^{(1)} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z_{n-1}^{(1)} & 1 \end{bmatrix}, Y_N = \begin{bmatrix} x_1^{(0)} \\ x_2^{(0)} \\ \vdots \\ x_{n-1}^{(0)} \end{bmatrix} \quad (12)$$

求解 a, b 后, 进而得出方程的时间响应式:

$$\hat{x}_k^{(1)} = \left(x_1^{(0)} - \frac{b}{a} \right) e^{-a(k-1)} + \frac{b}{a} \quad (13)$$

$$\hat{x}_k^{(0)} = \hat{x}_k^{(1)} - \hat{x}_{k-1}^{(1)} \quad (14)$$

4.4. GM(2,1)模型的优化解原理

GM(2,1)和 GM(1,1)的区别在于 GM(2,1)是二阶常微分方程, GM(1,1)为一阶常微分方程, GM(2,1)微分方程模型建立过程如下:

假设变量 $x(t)$ 是关于时间 t 的二阶常微分方程的解, 满足条件:

$$\frac{d^2 x(t)}{dt^2} + a \frac{dx(t)}{dt} + bx(t) = 0 \quad (15)$$

则该微分方程的通解为:

$$x(t) = C_1 e^{\frac{(-a - \sqrt{a^2 - 4b})t}{2}} + C_2 e^{\frac{(-a + \sqrt{a^2 - 4b})t}{2}} \quad (16)$$

为了编程方便, 我们对该关系式予以简化:

$$x(t) = C_1 e^{mt} + C_2 e^{nt} \quad (17)$$

这里, 存在关系式:

$$m = \frac{-a - \sqrt{a^2 - 4b}}{2} \quad (18)$$

$$n = \frac{-a + \sqrt{a^2 - 4b}}{2} \quad (19)$$

$$C_1 = \frac{x(0)e^n - x(1)}{e^n - e^m} \quad (20)$$

$$C_2 = \frac{x(1) - x(0)e^n}{e^n - e^m} \quad (21)$$

5. 模型分析

5.1. GM(1,1)模型通解拟合

对于 GM(1,1)模型通解而言, 由于其具有指数函数特点, 且只有 a, b 两个参数, 适用于最小二乘法, 本文运用 python 中的 Curve-Fit 函数进行拟合求解, 图 1 为 GM(1,1)模型通解数据拟合效果图:

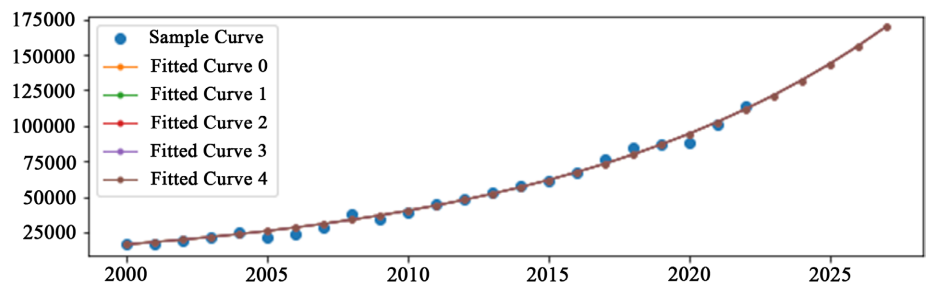


Figure 1. General solution data fitting renderings of GM(1,1) model (Unit: Yuan)
图 1. GM(1,1)模型通解数据拟合效果图(单位: 元)

由于在预测时, 进行了 5 次拟合, 各拟合结果相关参数如下表 2 所示:

Table 2. Data fitting parameter table of GM(1,1) model
表 2. GM(1,1)模型通解数据拟合参数表

序号	a	b	R_Square	R_Square_Sqrt	Adjusted R_Square	SER	RMSE
1	-0.08	171.9	0.970825983	0.98530502	0.969436744	2682.947201	2563.644818
2	-0.08	171.9	0.970826089	0.985305074	0.969436855	2682.947201	2563.644818
3	-0.08	171.9	0.970826052	0.985305055	0.969436816	2682.947201	2563.644818
4	-0.08	171.9	0.970826054	0.985305056	0.969436818	2682.947201	2563.644818
5	-0.08	171.9	0.970826118	0.985305089	0.969436885	2682.947201	2563.644818

在所有五次观测中, 参数 a 的值均为-0.08, 而参数 b 的值均为 171.9。模型的拟合效果极佳, 表现为 R_Square 值接近 1 (在 0.9708 至 0.970826 之间), 同时 R_Square_Sqrt 和 Adjusted R_Square 也保持了高水平。结合各参数该模型为:

$$x(t) = \frac{171.9}{-0.08} + \left(x(0) + \frac{171.9}{0.08} \right) e^{0.08t} \quad (22)$$

通过模型拟合生成结果我们可知福清市的人均 GDP 在预测期间即 23 至 27 年内呈现出稳步增长的趋势。从 2023 年的 121381.11 元增长到 2027 年的预测值约 169611.84 元, 显示了其经济持续增长的态势, 其结果如表 3:

Table 3. GM(1,1) general solution prediction table
表 3. GM(1,1)通解预测表

Year	F0	F1	F2	F3	F4
2023	121381.107	121381.113	121381.095	121381.106	121381.105

续表

2024	131991.108	131991.117	131991.092	131991.106	131991.105
2025	143512.874	143512.885	143512.852	143512.871	143512.870
2026	156024.757	156024.770	156024.729	156024.753	156024.752
2027	169611.841	169611.858	169611.806	169611.836	169611.835

5.2 .GM(1,1)邓聚龙解拟合

邓聚龙解是将原来离散序列 $x(0)$ 的一阶微分方程的求解过程转化成了对其一次累加序列 $x(1)$ 和 $x(0)$ 的一阶微分方程, 从而最终通过线性代数来求解的一个线性矩阵方程, 获得参数 (a, b) 的估计值。本文仅运用邓聚龙解拟合一次, 其参数为 $[a, b] = [-0.0868, 16135.4527]$ 。这与采用通解算的参数值完全不同, 两者不同的主要原因有两方面, 一是算法不同, 通解所采用的为最小二乘法, 而邓聚龙解采用的是线性矩阵乘法; 二是样本不同, 通解所计算的为原始数据样本, 而邓聚龙解所计算的是经过处理后的一次累加序列样本。结合各参数, 该模型为:

$$\hat{x}_k^{(1)} = \left(x_1^{(0)} - \frac{16135.4527}{-0.0868} \right) e^{0.0868(k-1)} - \frac{16135.4527}{0.0868}$$

(23)

图 2 为 GM(1,1)邓聚龙解模型的数据拟合效果图:

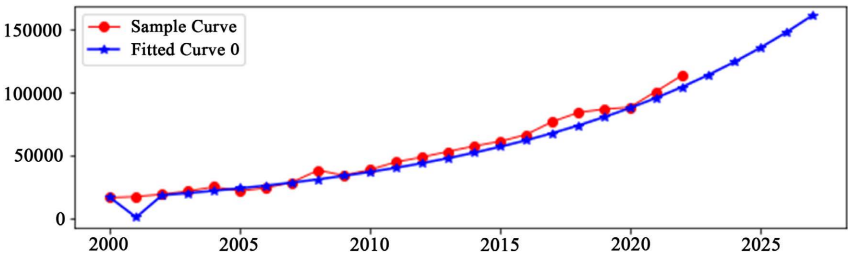


Figure 2. GM(1,1) model Deng Julong data fitting renderings (Unit: Yuan)
图 2. GM(1,1)模型邓聚龙解数据拟合效果图(单位: 元)

本文同样进行了五次拟合, 模型的拟合效果通过 R_Square (决定系数)来评估, 其值为 0.928588 表明模型能够解释数据中约 92.86% 的变异。进一步地, Adjusted R_Square (调整后的决定系数)为 0.925 考虑到模型中的变量数量后, 模型的效果仍然相当好。该模型在解释数据变异和进行预测方面具有良好的表现。所得指标如表 4:

Table 4. Deng Julong data fitting parameter table of GM(1,1) model
表 4. GM(1,1)模型邓聚龙解数据拟合参数表

指标	对应值
$[a, b]$	$[-0.0868, 16135.4527]$
R_Square (决定系数)	0.928588083
R_Sqrt (决定系数的平方根)	0.963632753
Adjusted R_Square (调整后的决定系数)	0.925187516
Spread of the error (误差平方和)	6265.592448
Root mean squared error(均方根误差)	5986.980887

通过模型拟合生成结果我们可知福清市的人均 GDP 在预测期间即 23 至 27 年内也呈现出稳步增长的趋势。

如表 5 所示是邓聚龙解所预测的后五年数据:

Table 5. G(1,1) Deng Julong solution prediction table
表 5. GM(1,1)邓聚龙解预测表

Year	Prediction	Year	Prediction
2023	113900.877	2025	135483.137
2024	124224.185	2026	147762.533
2025	135483.137	2027	161154.863

经过对比灰色模型通解进行福清市人均 GDP 预测的数据比较分析,我们发现两者都呈现出人均 GDP 逐年增长的趋势,但具体的预测数值存在一定差异。灰色模型邓聚龙方法进行预测的,预测值从 2023 年的 113900.877 万元逐年递增至 2027 年的 161154.863 万元,显示了相对稳定的增长态势。灰色模型通解进行预测的,其给出的预测值范围较为宽泛,但同样显示出人均 GDP 逐年上升的趋势。在相同的年份下,灰色模型通解的预测值范围通常高于灰色模型邓聚龙的预测值,这反映了不同模型在处理数据和预测未来趋势时的差异,邓聚龙解所拟合的预测的增长速度较为保守。

5.3. GM(2,1)优化解拟合

同样地,本文将模型循环拟合 5 次,并生成如图 3 所示的拟合图形。

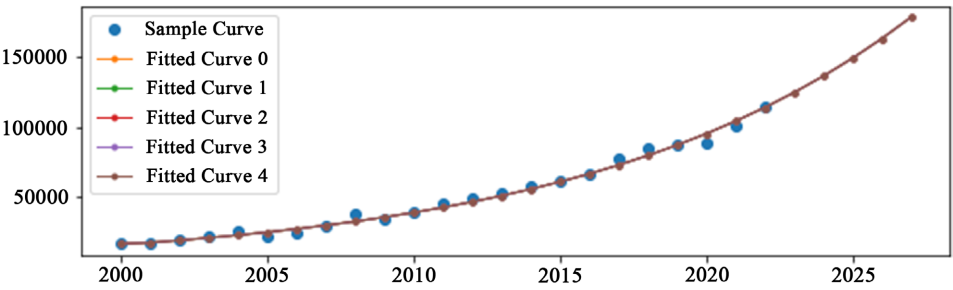


Figure 3. GM(2,1) model optimization data fitting renderings (Unit: Yuan)
图 3. GM(2,1)模型的优化解数据拟合效果图(单位: 元)

通过 Curve-Fit 函数得到的 20 组拟合参数发现,目标参数 a , b 完全不能收敛到同一组值,类似的 m 参数的取值也不同。但是,参数 k , C_1 , C_2 在 20 组中有多组保持一致,且不一致值都近似相等,并未出现太大偏差,故说明说明尽管 a , b , m 不是收敛的,但 k , C_1 , C_2 的值是收敛的。因为 R 的平方值都相同,故本文选取以第一次拟合结果为例,其拟合效果良好,具体模型如下:

$$x(t) = 689.2518e^{-480.0573t} + 15763.748e^{0.0898t} \tag{24}$$

运行得到参数结果如表 6。

优化解对数据的预测如表 7。

优化解在预测值上与通解模型较为接近,但整体预测值略高于通解模型。优化解在预测时可能采用了更为精细的算法或考虑了更多的影响因素,从而得到了更高的预测值。与邓聚龙模型相比,优化解的预测值也呈现出更高的水平。

Table 6. Parameter values of GM(2,1) model
表 6. GM(2,1)模型参数数值

序号	a	b	m	k	C_1	C_2	R^2
0	479.968	-43.093	-480.057	0.090	689.252	15763.748	0.982
1	1175.281	-105.508	-1175.370	0.090	689.255	15763.745	0.982
2	25.238	-2.274	-25.328	0.090	689.254	15763.746	0.982
3	13501.557	-1211.982	-13501.647	0.090	689.256	15763.744	0.982
4	48365.757	-4341.582	-48365.847	0.090	689.254	15763.746	0.982
5	8480.682	-761.280	-8480.772	0.090	689.254	15763.746	0.982
6	609.166	-54.690	-609.255	0.090	689.254	15763.746	0.982
7	225.507	-20.251	-225.597	0.090	689.254	15763.747	0.982
8	3960.764	-355.547	-3960.854	0.090	689.253	15763.747	0.982
9	14355.363	-1288.625	-14355.453	0.090	689.256	15763.744	0.982
10	180.679	-16.227	-180.768	0.090	689.256	15763.744	0.982
11	1729.579	-155.265	-1729.669	0.090	689.259	15763.741	0.982
12	1867.388	-167.635	-1867.478	0.090	689.253	15763.747	0.982
13	20290.079	-1821.355	-20290.169	0.090	689.253	15763.747	0.982
14	35.649	-3.208	-35.739	0.090	689.257	15763.743	0.982
15	88.581	-7.960	-88.671	0.090	689.254	15763.746	0.982
16	54.893	-4.936	-54.983	0.090	689.255	15763.745	0.982
17	6432.537	-577.428	-6432.627	0.090	689.255	15763.745	0.982
18	37.250	-3.352	-37.339	0.090	689.254	15763.747	0.982
19	78.185	-7.026	-78.275	0.090	689.254	15763.746	0.982

Table 7. G(2,1) optimization solution prediction table
表 7. G(2,1)优化解预测表

Year	F0	F1	F2	F3	F4
2023	124252.346	124252.843	124252.800	124252.996	124252.786
2024	135921.816	135922.384	135922.335	135922.560	135922.319
2025	148687.253	148687.901	148687.845	148688.102	148687.827
2026	162651.588	162652.327	162652.263	162652.555	162652.242
2027	177927.419	177928.259	177928.186	177928.519	177928.163

6. 预测总结

我们首要分析灰色模型通解的预测数据：与邓聚龙模型相比，通解模型的预测值普遍偏高，预测结果较为乐观且提供了预测值的上下限范围。这表明通解模型在预测时可能考虑了更多的影响因素和不确定

定性, 如外部冲击、政策变化等, 使得预测结果更具弹性。此外, 通解模型较高的预测值也反映了模型可能预期了更快的增长速度或更大的增长潜力。

我们继续观察灰色模型邓聚龙解的预测结果。邓聚龙解的结果展示了逐年稳步增长的趋势, 从 2023 年的 113900.877 增长到 2027 年的 161154.863。这一模型展示了数据的基本的增长预期, 但相比其他两方法预测值相对较低, 可能表明该模型在预测时更多地考虑了历史数据的平均增长趋势, 而较少考虑可能的增长加速因素。

最后, 我们进行探讨优化解的预测结果。优化解在预测值上与通解模型较为接近, 但整体而言略高于通解模型。这表明优化解在预测时可能采用了更为精细的算法或考虑了更多的影响因素, 如市场需求、技术进步等, 从而得到了更高的预测值。优化解也同普通解一样提供了预测值的上下限范围, 这增加了预测结果的可信度和可靠性。

综合比较三组数据, 我们可以看出不同模型在预测未来趋势时存在一定的差异: 邓聚龙模型提供了较为保守的预测, 而通解模型和优化解则预测了更高的增长速度和更大的增长潜力。这种差异可能源于模型在构建时所考虑的因素和假设条件的不同。在实际应用中, 我们可以根据具体的数据情况和需求, 结合多个模型的预测结果, 进行更为全面和准确的预测分析。

7. 政策建议预测总结

通过以上分析, 本文将针对本文所描述现象提供的几个建议, 为当地发展建言献策:

1) 优化产业结构

福清市应持续优化产业结构, 特别是要加快发展第三产业, 即服务业。目前, 福清市的产业结构可能还存在不够优化的问题, 这在一定程度上制约了人均 GDP 的提升。通过发展现代服务业, 如金融、旅游、教育、医疗等, 可以创造更多的就业机会, 提高居民收入水平, 从而提升人均 GDP。

2) 加强人才培养与引进

人才是推动经济发展的关键。福清市应加大对人才的培养力度, 特别是在高技能和高需求领域。同时, 通过优惠政策吸引外部人才流入, 为城市的创新发展提供强有力的人才支撑。这些措施将有助于提升福清市的劳动生产率和经济效益, 进而提高人均 GDP。

3) 推动创新驱动发展

创新是经济高质量发展的核心动力。福清市应鼓励企业加大研发投入, 推动科技创新和成果转化。通过建设创新平台、加强产学研合作等方式, 促进科技创新与产业升级的深度融合。这将有助于提升福清市产业的核心竞争力, 从而提高人均 GDP。

4) 深化改革开放

福清市应进一步深化市场化改革, 释放市场活力。通过优化营商环境、降低企业成本等措施, 吸引更多的投资和企业入驻。同时, 积极拓展对外贸易, 利用国际市场和资源推动经济发展。这将有助于扩大经济规模, 提升人均 GDP 水平。

5) 推进新型城镇化建设

新型城镇化是推动经济发展的重要引擎。福清市应加快推进城镇化进程, 优化城镇布局和形态。通过完善基础设施、提高公共服务水平等措施, 吸引更多人口向城镇集聚。这将有助于扩大内需、促进消费升级, 进而提高人均 GDP。

6) 加强生态环境保护

绿色发展是未来发展的必然趋势。福清市在推动经济发展的同时, 应注重生态环境保护。通过加强环境治理、推广清洁能源等措施, 实现经济与环境的协调发展。这将有助于提升福清市居民的生活质量,

进而吸引更多人才和企业入驻, 推动人均 GDP 的提升。

综上所述, 通过优化产业结构、加强人才培养与引进、推动创新驱动发展、深化改革开放、推进新型城镇化建设以及加强生态环境保护等措施, 福清市可以全面提升人均 GDP 水平, 实现经济社会的可持续发展。

致 谢

在此本文向所有给予本文帮助的老师同学以诚挚之谢忱, 特别是指导本文的阎老师。

基金项目

本论文得到了厦门市科协 2023 年重点调研课题《高校毕业生在厦就业及就业前职业技能培训情况调研》项目的支持。

参考文献

- [1] 阎虎勤. Python 财务数据分析[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2021.
- [2] 荣超, 付淑敏, 杨光, 阎虎勤. 基于灰色预测模型的武汉市商品房价格预测研究[J]. 应用数学进展, 2021, 10(6): 1988-1999. <https://doi.org/10.12677/aam.2021.106209>
- [3] 张和新, 阎虎勤. 基于灰色 GM(1,1)模型的商品房销售价格预测[J]. 应用数学进展, 2020, 9(6): 825-830. <https://doi.org/10.12677/aam.2020.96098>
- [4] 吴鑫淼, 张仕奇, 阎虎勤. 基于 GM 灰色系统模型的浙江省人均 GDP 预测[J]. 应用数学进展, 2021, 10(6): 2000-2012. <https://doi.org/10.12677/aam.2021.106210>