

# 上海市社区体育健身设施数预测

## ——基于GM(1,1)模型

姚馨怡

上海工程技术大学, 上海

收稿日期: 2022年6月20日; 录用日期: 2022年7月26日; 发布日期: 2022年8月2日

### 摘要

为响应健康中国战略, 各城市掀起全民健身热潮。通过研究发现, 上海的全民健身存在一定程度的社区化, 本文借助GM(1,1)模型, 预测上海市社区健身设施数量的增长情况, 为上海市推进社区体育建设提供建议, 可为全国其他城市对于促进完善全民健身公共服务体系提供借鉴。结果发现, 该模型的拟合程度较高, 未来五年内社区体育健身设施数量整体呈现增长趋势。为了进一步完善体育建设, 首先要增加社区体育健身设施的土地面积; 其次除了政府作为主导进行调控之外, 鼓励社会组织以及个人力量多方主体参与协作; 再者要合理分配区域间设施数量, 最后保证社区体育健身设施的质量, 最终达到全民健身的目标效果。

### 关键词

GM(1,1), 预测模型, 社区体育健身设施

# Prediction of the Number of Community Sports Fitness Facilities in Shanghai

## —Based on GM(1,1) Model

Xinyi Yao

Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jun. 20<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jul. 26<sup>th</sup>, 2022; published: Aug. 2<sup>nd</sup>, 2022

### Abstract

In response to Healthy China, cities in China have set off an upsurge of national fitness. Through the research, it is found that there is a certain degree of community-based fitness in Shanghai. So this

paper predicts the growth of the number of community fitness facilities in Shanghai and provides suggestions for promoting the construction of community sports in Shanghai, and can provide reference for other cities in China to promote the improvement of the public service system of national fitness with the help of GM(1,1) model. The result shows that the fitting degree of this model is high, and the number of community sports fitness facilities will show an overall growth trend in the next five years. In order to further improve the sports construction, we should first increase the land area of community sports fitness facilities. Secondly, in addition to the government's leading regulation, social organizations and individual forces should be encouraged to participate in cooperation. Moreover, we should reasonably allocate the number of facilities between regions, and finally ensure the quality of community sports and fitness facilities, so as to finally achieve the goal effect of national fitness.

## Keywords

GM(1,1), Predictive Model, Community Sports Fitness Facilities

Copyright © 2022 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

全民健身的概念早在 1952 年进入大众视野,根据十四五规划中提及,我国为了养成人民的健康生活方式,增强全国人民体质,呼吁全民健身运动,随着群众对于参与体育健身锻炼的热情日益高涨,为完善全民健身公共服务体系,全国范围内开始推进社区体育场地设施建设,社区体育健身设施总量有着较大幅度的提升。

由国务院于 2020 年 10 月颁布的《有关加强全民健身场地设施发展群众体育的意见》指出要发展群众体育,响应十四五规划,提高全民健身公共服务水平。鉴于上海作为走在响应全民健身号召的前沿城市,本文对上海作为研究地点进行探索,为呼吁全民健身,完善全民健身公共服务体系提供未来发展建议有着重要借鉴意义。群众体育健身离不开基础的健身设施,上海的全民体育健身具有社区化特色,在社区内或附近设立体育健身设施,会让居民的体育锻炼变得更加便捷,一定程度上促进了全民健身的发展进程,故本文选取上海市社区体育健身设施数作为指标进行预测研究,具有参考价值。

## 2. 文献综述

笔者发现随着全民健身的发展,诸多学者对此展开研究探讨,现有研究有基于公共体育的大框架下对其历史脉络和改革发展进行分析,学者张利(2017)提出发展公共体育设施要推进“供给侧改革”,利用资源增加土地供给、提高体育设施质量、创新智能化设施的投入以及呼吁社会力量投身进体育建设中[1]。有针对公共体育供给举措的完善研究建议,如路遥等学者(2021)提出要结合不同地域文化,利用科学技术、发挥市场作用建立公众参与机制以发展公共体育建设[2]。学者侯绪豪(2021)提出通过吸引高技术体育管理人才、呼吁社会资金注入、合理规划体育场地以及要配套体育设施等四方面,从资源配置角度对公共体育事业进行优化[3]。从整体宏观角度对公共体育健身事业进行研究,学者齐伟等(2022)就体育设施、组织、活动三方探讨我国公共体育服务面临的问题并提出解决方案[4]。学者孙贵芳(2021)就《城市社区体育设施规划与服务质量研究》进行总结,并基于影响城市社区体育公共服务质量的因素,提出加大法

规执行力、提升公共服务效率发挥社会团体功能三点建议以提升社区体育服务质量[5]。

经过文献阅读,不难发现前人学者多从宏观角度探讨公共体育健身建设事业,从局部细节入手将视角立足于社区体育进而促进体育健身事业发展的研究内容较少,为本文借助社区体育健身设施数作为指标深入研究社区体育健身发展提供讨论空间。

### 3. 数据来源与研究方法

#### 3.1. 数据来源

本文选取了 2015 年至 2019 年上海统计年鉴数据中社区体育健身设施数作为社区体育建设的预测指标,数据如表 1 所示。

**Table 1.** Number of community sports and fitness facilities in Shanghai from 2015 to 2019

**表 1.** 2015 年~2019 年上海市社区体育健身设施数

指标	社区体育健身设施数(个)
2015	12,000
2016	13,398
2017	13,653
2018	14,462
2019	18,829

#### 3.2. 研究方法

基于数学建模的预测方法种类繁多,目前常见的模型算法有时间序列预测法、BP 神经网络预测法、马尔可夫预测法、微分方程模型以及灰色预测模型等。

其中,时间序列预测法适用于具有连续性规律的数据,但容易受到外界刺激变化而产生较大误差;BP 神经网络预测法需要基于神经网络拓扑结构且算法较为繁琐;马尔可夫预测法适用于随机现象,与过去的历史数据并无直接关系;微分方程模型适用于因果预测,常用于物理或几何方面的典型问题,需要自行提出独立性假定为基础,同时误差可能性较大。

相较于前几种预测模型而言,灰色预测模型的优势在于不需要数据样本量空间足够大,就可以解决历史数据少、序列的完整性以及可靠性低的问题,它是一种通过计算各因素之间的关联度,系统鉴别因素之间发展趋势的预测方法,通常适用于含有不确定因素的系统预测。GM(1,1)模型可对数据少、序列不完整及可靠性低的数据进行预测,需要满足样本量较少,数据呈现指数或曲线形式两个条件,会具有较为良好的预测效果。

对上海市社区体育健身设施发展整体呈现指数增长形式、趋势的动态性特点、数据数量的限制,都较为符合 GM(1,1)模型的应用特点,所以本文选取 GM(1,1)灰色预测模型,进行预测分析。

### 4. 模型构建

#### 4.1. 建立 GM(1,1)模型一般步骤

第一步,设立原始序列进行级比检验,进行可行性分析。

- 1) 设立原始序列:  $X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$ 。
- 2) 求级比:  $\sigma(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)}$ ,  $k = 2, 3, 4, \dots, n$ 。
- 3) 当级比  $\sigma(k)$  满足: 范围  $\sigma(k) \in \left( e^{-\frac{2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}} \right)$ ,  $k = 2, 3, 4, \dots, n$  时, 构建 GM(1,1) 模型。

第二步, 进行数据的变换处理。

对原始序列的数据依次进行累加处理, 得出生成序列  $X^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\}$ , 其中  $x^{(1)}(k) = \sum_{m=1}^k x^{(0)}(m)$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , 称  $x^{(1)}$  是  $x^{(0)}$  的 AGO 序列, 记为  $x^{(1)} = \text{AGO}x^{(0)}$ 。

过程中需要注意, 原始序列中的  $x$  中的所有元素必须是非负的, 若不是非负, 则需要对原始序列中的元素做平移变化。

将  $x^{(0)}$  的 AGO 序列  $x^{(1)}$  中前后相邻两数之和取平均数, 获得均值并生成子序列  $z^{(1)} = \{z^{(1)}(2), z^{(1)}(3), \dots, z^{(1)}(n)\}$ , 其中  $z^{(1)} = \frac{1}{2}(x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1))$ ,  $k = 2, 3, \dots, n$ 。

第三步, 运用 GM(1,1) 建立模型。

GM(1,1) 模型原始形式为:  $x^{(0)}(k) + ax^{(1)}(k) = b$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ 。

GM(1,1) 的灰微分方程模型为:  $x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , 其中  $a, b$  为待估计参数。

设  $\hat{a}$  为待估计参数向量, 根据最小二乘法,  $\hat{a} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = (B^T B)^{-1} \times B^T \times Y_N$ , 其中

$$B = \begin{pmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \dots & \dots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{pmatrix}, \quad Y_N = \begin{pmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{pmatrix}$$

第四步, 进行精度检验, 计算残差、相对误差、平均相对误差以及精度。

精度值为:  $P^0 = (1 - \varepsilon(\text{avg})) \times 100\%$ , 一般而言,  $P^0 \geq 0.95$ , 表示精度优秀;  $0.80 \leq P^0 < 0.95$ , 表示精度标准;  $0.70 \leq P^0 < 0.80$ , 表示精度合格。

## 4.2. GM(1,1) 在社区体育健身设施中的应用

本文以社区体育健身设施作为指标, 构建 GM(1,1) 模型, 对上海市未来五年的社区体育设施数量进行预测分析。

第一步, 设立原始序列进行级比检验, 进行可行性分析。

1) 设立原始序列:  $X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\} = \{12000, 13398, 13653, 14462, 18829\}$ 。

2) 求级比:  $\sigma(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)} = \{0.89565607, 0.98132279, 0.9449693, 0.76807053\}$ 。

3) 计算得出, 级比范围为  $\sigma(k) \in (0.717, 1.396)$ , 通过级比检验, 可以构建 GM(1,1) 模型。

第二步, 数据变换处理。

对原始序列的数据依次进行累加处理, 得出生成序列  $X^{(1)} = \{12000, 25398, 39051, 53513, 72342\}$ , 由于原始序列中的所有元素均是非负的, 因此无需做平移变换处理。

生成子序列  $z^{(1)} = \{18699, 32224.5, 46282, 62927.5\}$ 。

第三步, 运用 GM(1,1) 建立模型, 见表 2。

**Table 2.** GM(1,1) model construction process**表 2.** GM(1,1)模型构建过程

模型构建结果			
$\hat{a}$	b	后验差比 C 值	小误差概率 p 值
-0.1195	10300.8839	0.1438	1.000

后验差比 C 值为  $0.1438 < 0.35$ ，意味着模型精度等级很好，小误差概率 p 值为  $1.000 < 1.0$ ，意味着模型精度很好。

计算可得， $\hat{a} = -0.1195$   $b = 10300.8839$ 。

原始模型为： $x^{(0)}(k) - 0.1195z^{(1)}(k) = 10300.8839$ 。

上海市社区体育健身设施预测模型为： $\hat{x}^{(1)}(k+1) = 98199.8653 \cdot e^{0.1195k} - 86199.8653$ 。

第四步，进行精度检验，见表 3，计算残差、相对误差、平均相对误差以及精度。

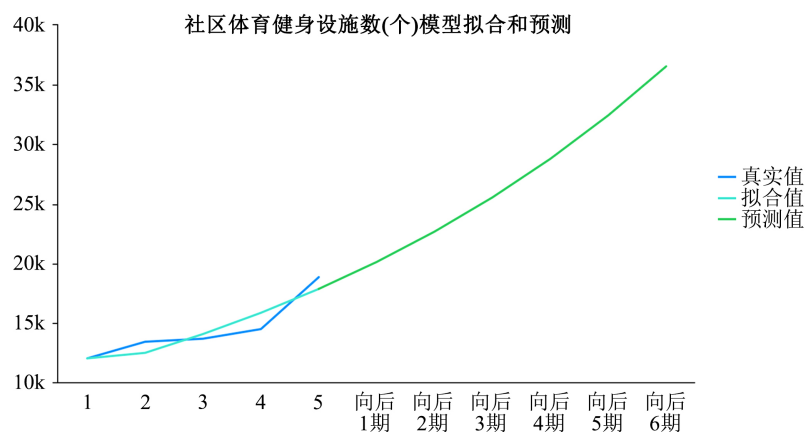
**Table 3.** GM(1,1) model test table**表 3.** GM(1,1)模型检验表

GM(1,1)模型检验表					
年份	原始值	预测值	残差	相对误差	级比偏差
2005	12000	12000.000	0.000	0.000%	-
2006	13398	12465.134	932.866	6.963%	-0.010
2007	13653	14047.600	-394.600	2.890%	-0.106
2008	14462	15830.961	-1368.961	9.466%	-0.064
2009	18829	17840.723	988.277	5.249%	0.134

从上表可知，模型相对误差值的最大值为  $0.095 < 0.1$ ，意味着拟合效果较好；级比偏差值的最大值为  $0.134 < 0.2$ ，说明拟合效果达到要求。

第五步，预测结果。

经过以上步骤，说明该模型通过检验，可以进行预测，图 1 为上海市社区体育健身设施数的预测趋势。表 4 为未来五年上海市社区体育健身设施的数量预测结果。

**Figure 1.** Prediction tendency of community sports fitness facilities model in Shanghai**图 1.** 上海市社区体育健身设施模型预测趋势

**Table 4.** Prediction results of community sports fitness facilities model in Shanghai  
**表 4.** 上海市社区体育健身设施模型预测结果

模型预测值表格		
年份	原始值	预测值
2015	12000.000	12000.000
2016	13398.000	12465.134
2017	13653.000	14047.600
2018	14462.000	15830.961
2019	18829.000	17840.723
2020	-	20105.626
2021	-	22658.063
2022	-	25534.534
2023	-	28776.177
2024	-	32429.351
2025	-	36546.301

## 5. 总结

### 5.1. 上海市社区体育健身设施数量呈现上升趋势

据《上海统计年鉴》2015年至2019年的数据，社区体育健身设施数分别有12,000个、13,398个、13,653个、14,462个、18,829个，逐年的增长率分别在11.65%、1.90%、5.93%、30.20%，整体呈现出上升的趋势，其中，2016年至2017年的上升趋势较为缓慢，2018年至2019年的增长速度最为显著。

由前一章节的GM(1,1)模型，预测出未来五年对于上海市社区体育健身设施数量，2020年至2025年，上海市社区体育健身设施数量分别为20,106，22,658，25,535，28,776，32,429，36,546个。2025年的预测值相较于2019年而言，将增长近一倍，可以了解到自十四五规划提出后，越来越多的人民开始对体育健身活动进行重视，作为体育健身部分的供给主体之一，社区体育健身设施数量随之增加。

### 5.2. 完善上海市社区体育健身设施建议

随着国家不断出台有关政策鼓励居民进行全民体育健身健康身心，发展公共体育服务体系，作为先进城市代表的上海而言，从本文的预测模型也可以得出，上海响应中央号召，社区体育健身设施的数量逐步上升，人们群众对于体育健身开始逐步重视。

社区体育健身设施是群众能够日常参与体育锻炼的重要载体，对于进一步促成全民健康而言，完善上海市社区体育健身设施是不可或缺的一环，因此笔者提出以下几点建议：

社区体育健身设施是基层群众进行日常体育锻炼最基础的平台，随着公共体育服务逐步受到重视，首先要充分利用社区体育健身资源的土地面积并进行合理规划设计，社区体育健身设施数量的增加立足于此。对此国家也出台了如《城市公共体育设施用地定额指标暂行规定》等政策，要求区级小区需要达到的体育场所可容纳200~300 m<sup>2</sup>/千人[6]。

其次，除了政府作为主导进行宏观调控投入资金之外，鼓励事业单位、社会组织、福利彩票事业甚



至是个人力量多方主体参与投入协作, 打造有社会资本参与的体育健身设施投资环境, 更利于社区体育健身设施的发展。学者张秀丽(2021)在文章《城市社区体育设施多链融合的现实困境与发展策略》中也持有同样观点, 指出构建社区“体育+”的投资环境来激发社会资本融入社区体育设施的热情, 发展体育健身多元化[7]。

再者, 不光要注重建设社区体育健身设施的总数量, 更要合理分配地区与地区间的社区健身设施, 更要注重社区体育设施的质量, 针对不同性别、年龄、身体素质的社区居民进行综合考量, 满足个性化需求, 开辟适宜的健身设施, 争取最大程度提升社区体育健身设施的质量。

最后大力宣传社区体育健身设施, 激发居民的体育热情, 达到全民健身的积极效果, 促进健康中国战略的实施。

### 5.3. 展望与不足

总而言之, “社区”在上海市公共体育服务体系的发展占到举足轻重的重要地位, 立足于社区体育健身设施的预测发展是促进上海市全民健身的桥头堡, 不仅是新时代满足群众对美好体育生活向往的重要力量, 而且是适应社会和谐稳步发展要求的一种路径, 对于全国各个城市响应国家号召推进全民健身计划, 打造健康中国起到经验参考。

本研究相较于其他学者的研究从细节入手, 探讨了社区体育健身设施的发展趋势, 为公共体育服务体系提出相关建议。但还是存在不足之处可以改进: 在技术上, 选取了 GM(1,1)模型进行了单一预测, 后续可以对模型进行优化改进, 可使模型的准确度更为精准; 在内容上, 在本文的预测中考虑了时间要素对设施数量的影响, 后续学者可以在此基础上, 综合其他要素包括但不限于地理位置、政策扶持、资金投入等因素进行深入探讨。

### 参考文献

- [1] 张利. 我国公共体育设施的发展及改革路径研究[J]. 中国体育科技, 2017, 53(2): 88-92+99.
- [2] 路瑶, 郑丽娜, 吴凡. 均等化视角下体育公共设施供给举措的完善[J]. 公关世界, 2021(23): 82-83.
- [3] 侯绪豪, 张锐, 高雅轩, 周君华. 公园公共体育资源配置及优化探析——以山东省日照市开发区公园为例[J]. 集宁师范学院学报, 2021, 43(6): 72-75.
- [4] 齐伟, 王雨, 曾韵淇, 刘佳灵. 我国公共体育服务治理的现实困境及对策研究[J]. 辽宁体育科技, 2022, 44(2): 44-47.
- [5] 孙贵芳. 城市社区体育公共服务质量的影响因素及提升路径探索——评《城市社区体育设施规划与服务质量管理》[J]. 科技管理研究, 2021, 41(24): I0004.
- [6] 尹玲. 关于我国社区体育场地设施存在问题的思考[J]. 成都体育学院学报, 2008, 34(9): 28-31.
- [7] 张秀丽. 城市社区体育设施多链融合的现实困境与发展策略[J]. 体育文化导刊, 2021(9): 54-59.