

我国城市公共AED设施市场规模预测研究

——基于GM(1,1)模型

罗欢*, 梁超, 冯镇阳

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2022年7月8日; 录用日期: 2022年8月2日; 发布日期: 2022年8月11日

摘要

本文通过灰色预测的模型, 收集2014年至2021年我国城市公共急救设施AED的市场规模数据, 数据显示2014年至2021年间我国公共AED的市场规模复合增长达14.7%。由此构建了我国城市公共AED市场规模的预测模型, 模型预测了2022至2035年我国公共AED设施的投入情况, 从预测的结果来看, 我国公共AED市场规模逐年增加并在2035年可能达到75.059亿元, 公共AED投入数量的需求也随之上升。投放AED设施的社会意义大于其经济意义, 对于我国建设健康中国具有重大影响。

关键词

灰色预测模型, AED设施, 院前急救

Research on Market Scale Prediction of Urban Public AED Facilities in China

—Based on GM(1,1) Model

Huan Luo*, Chao Liang, Zhenyang Feng

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jul. 8th, 2022; accepted: Aug. 2nd, 2022; published: Aug. 11th, 2022

Abstract

In this paper, the market scale data of urban public first-aid facilities AED in China from 2014 to 2021 are collected through the grey prediction model. The data show that the market size of public AED in China from 2014 to 2021 has a compound growth of 14.7%. Thus, a prediction model for

*通讯作者。

the scale of China's urban public AED market is constructed, which predicts the investment of China's public AED facilities from 2022 to 2035. According to the prediction results, the scale of China's public AED market increases year by year and may reach 7.5059 billion yuan in 2035, and the demand for public AED investment also increases. The social significance of AED is greater than its economic significance, and it has great influence on the construction of healthy China.

Keywords

Grey Prediction Model, AED Facility, Pre-Hospital First Aid

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

每年 9 月的最后一个星期日为世界心脏日, 心脏风险是威胁人类健康的重大风险, 《中国心血管健康与疾病报告 2020》中指出: 我国心血管患病人群逐年攀升, 患病人数近 3.3 亿, 从 2010 年到 2020 年间, 我国城乡居民心血管病死亡率也呈上升趋势, 2018 年心血管病死亡居我国城乡居民总死亡原因的首位, 在农村的占比为 46.66%, 城市为 43.81% [1]。如何降低心脏病患者和突发心脏骤停人员的死亡风险, 就显得非常重要。本文以灰色预测模型为研究工具, 灰色预测模型相比其他类型的预测模型具有以下几点优势: 一是, 可以根据真实数据和部分信息, 挖掘、形成有价值的信息, 从而实现对系统运行行为和演化顺序的正确描述[2]; 二是, 灰色预测模型是一种兼容灰色微分和时变差异的“一阶一变量”灰色系统模型。本文所用的 GM(1,1)又是灰色系统中最常用的预测模型, 其主要优点之一是只需少量的数据来描述系统行为和揭示系统中连续变化的过程; 这一特点又十分契合本文所获取的数据; 该模型还具有微分方程的一些特点, 可以较好地描述系统的内部特征和发展趋势, 并具有较好的外推可预测性。

2. 研究背景

关于公共场所的急救设备研究, 国内学者陈小燕, 周梅芳(2021)通过协同治理研究公共场所配置自动体外除颤器[3]; 学者赵小换, 周鑫宇, 俞国红(2021)通过搜索总结国内外关于 PAD 的研究, 分析我国公共除颤的障碍因素[4], 学者吕传柱, 张华等(2020)研究并提出中国 AED 布局与投放专家共识[5]; 学者倪绍洲, 朱家永等(2019)研究了我国居民自动体外除颤仪使用和知晓情况[6]。日本在 PAD 和 AED 方面的研究较早, 学者 Kato Taichi (2016)通过研究突发性血管死亡的多元途径提出公共场所 AED 设置的策略; 学者 B.K. Kanstad (2011)和 C. Sian Davies (2002)分别对于挪威和英国的 PAD 进行分析研究以及居民关于急救知识的掌握进行调查[7] [8]。

医学研究证明, 心脏骤停后第一时间实施心肺复苏术(CPR)并结合自动体外除颤器(AED)除颤是及时遏止猝死的最有效方法[9]。随着经济的快速发展, 环境工作的压力也与日俱增, 使居民突发心源性猝死的风险增加, 在公共场所, 一旦发生心脏骤停, 需要立即救治, 这就需要公共场所存在具有急救相关知识的专业人员或者自动体外除颤器, 而并不是每次意外来临都会有医学相关的专业人员在, 而普通居民若是可以第一时间获得 AED 并正确使用, 就可以提升发生心源性猝死人员的存活概率。因此, 公共 AED 的投入数量成为我国院前急救和降低心脏骤停人员死亡风险的关键因素。目前, 我国对于公共 AED 的数量研究缺乏, 对于投入数量带来的成本研究更是欠缺, 故本文基于 2014 年至 2021 年我国公共 AED

投入的数据进行分析, 预测出 2022 年至 2035 年我国公共 AED 的投入资金及其可持续性。

3. 指标选取及灰色 GM(1,1)模型构建

3.1. 指标选取

根据新思界产业研究中心的 AED 研究报告显示, 我国 AED 市场规模在 2010 年仅有 1 亿元, 在 2018 年后已突破 10 亿元。华经产业研究院发布的《2021~2026 年中国除颤仪市场全面调研及行业投资潜力预测报告》中可以获取最新的关于公共 AED 的市场数据(见表 1)。

Table 1. Market scale of AED in China from 2014 to 2021

表 1. 2014~2021 年中国 AED 市场规模

年份	市场规模(亿元)	预估数量(台)
2014	5.6	28,000
2015	6.5	32,500
2016	7.6	38,000
2017	8.7	43,500
2018	10.2	51,000
2019	11.1	55,500
2020	12.3	61,500
2021	14.1	70,500

通过市场平均 AED 进价 2 万元进行市场规模到投放数量的转化, 估算出 2014 年至 2021 年我国 AED 实际投入的数量, 如表 1 所示。

3.2. 灰色 GM(1,1)模型构建

灰色系统理论可以解决生产生活过程中遇到的各类问题, 其范围已涉及到经济、农业、医疗等领域。该模型适合中长期预测且预测准确度高, 适合根据近十年时间序列数据, 预测未来一段时间内我国公共 AED 的投放数量及市场规模。

GM(1,1)模型是一个时间序列预测模型, 包含一组适应参数方差的微分方程, 并且它的差分方程具有随时间变化的结构, 不是一般的差分方程。GM(1,1)模型构建过程描述如下:

第一步, 由原始序列得出生成序列。设 $X^{(0)}$ 为一个原始序列, 序列中的 n 代表观测值的个数:

$$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n))$$

随后得出生成序列:

$$X^{(1)} = [x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)]$$

第二步, 进行级比 $\sigma(k)$ 的检验。级比 $\sigma(k)$ 的表达式如下:

$$\sigma(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)}$$

当数据中的所有 $\sigma(k)$ 都在计算范围时, GM(1,1)模型才可以被建立。

华经产业研究院发布的调研报告充分考虑客观因素，从市场、政策、法律法规、社会文化等多个角度进行评估分析，得出的报告数据可信度较高，适合作为灰色预测模型的样本数据。根据 2014~2021 年中国 AED 市场规模数据建立原始数据列 $X^{(0)} = (X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), X^{(0)}(3), X^{(0)}(4), X^{(0)}(5), X^{(0)}(6), X^{(0)}(7), X^{(0)}(8)) = (5.6, 6.5, 7.6, 8.7, 10.2, 11.1, 12.3, 14.1)$ 。建立累加生成列数据， $X^{(1)} = (X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), X^{(1)}(3), X^{(1)}(4), X^{(1)}(5), X^{(1)}(6), X^{(1)}(7), X^{(1)}(8)) = (5.6, 12.1, 19.7, 28.4, 38.6, 49.7, 62, 76.1)$ 。

$$B = \begin{Bmatrix} -\frac{1}{2}[X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(m-1) + X^{(1)}(m)] & 1 \end{Bmatrix} \quad Y_m = \begin{Bmatrix} X^{(0)}(2) \\ X^{(0)}(3) \\ \vdots \\ X^{(0)}(m) \end{Bmatrix}$$

根据公式 $\alpha = () = (B^T B)^{-1} B^T Y_m$ ，即 $a = -0.1226$ ， $b = 5.6700$ (见表 2)。

所以 GM(1,1)模型为： $+aX^{(1)} = b$ 即： $-0.1226X^{(1)} = 5.6700$ 。

Table 2. Model construction results

表 2. 模型构建结果

发展系数 a	灰色作用量 b	后验差比 C 值	小误差概率 p 值
-0.1226	5.6700	0.0049	1.000

3.3. 灰色 GM(1,1)模型构建检验

灰色模型的建模优劣精度通常用后验差 C 和小误差概率 P 综合评定，需要对 GM(1,1)模型的精度进行后验差检验，后验差检验需要分别计算残差序列与相对残差序列根据模型数据。小误差概率 p 值一般小于 0.7 则说明模型不合格，小于 0.8 则说明模型勉强合格，小于 0.95 则说明模型合格，大于 0.95 则说明模型精度很好。如表 3 所示，模型相对误差值最大值 $0.042 < 0.1$ ，意味着模型拟合效果达到较高要求。

Table 3. GM(1,1) model test table

表 3. GM(1,1)模型检验表

序号	原始值	预测值	残差	相对误差	级比偏差
2014	5.600	5.600	0.000	0.000%	-
2015	6.500	6.762	-0.262	4.038%	0.026
2016	7.600	7.644	-0.044	0.583%	0.033
2017	8.700	8.641	0.059	0.676%	0.012
2018	10.200	9.768	0.432	4.235%	0.036
2019	11.100	11.042	0.058	0.524%	-0.039
2020	12.300	12.482	-0.182	1.478%	-0.020
2021	14.100	14.110	-0.010	0.068%	0.014

3.4. 灰色 GM(1,1)模型的预测结果分析

根据建立的灰色预测模型，对于我国未来 2022 至 2035 年公共 AED 的市场投入值进行预测，预

测结果如表 4 所示,整体呈上升趋势,预计到 2030 年将会达到 42.523 亿元;到 2035 年将会达到 75.059 亿元。

Table 4. Market size forecast of public AED facilities in China (2022~2035)
表 4. 我国公共 AED 设施市场规模预测表(2022~2035)

年份(年)	预测值(亿元)
2022	15.949
2023	18.029
2024	20.381
2025	23.038
2026	26.043
2027	29.439
2028	33.278
2029	37.617
2030	42.523
2031	48.068
2032	54.337
2033	61.423
2034	67.239
2035	75.059

4. 结论及建议

构建的 AED 的市场规模预测模型精度高、预测效果好,从预测结果来看我国今后至 2035 年公共 AED 的市场规模逐渐升高。对于 AED 的投入数量需求也逐步攀升,在 2027 年预计翻一番,到 2030 年将会达到 42.523 亿元的市场规模,到 2035 年将会需求 150 万台 AED 设施。

公共 AED 的投入是我国院前急救和健康中国建设的标志性公共设施,其投入不仅停留在经济层面,更多的是产生的社会效益。从现有研究来看,公共 AED 的投入能够提升居民的幸福感和安全感,然而我国公共 AED 仍在起步阶段,该阶段存在的问题主要是人均使用量低、设施数量少,与发达国家相比不足其人均的 10%。对于此问题,首先,需要政府联合多主体共同出资筹划,在人流密集场所及重大公共场合合理规划布置公共 AED 设施,将室外突发心脏骤停致死的风险降到最低,稳步提升我国居民的幸福感和安全感,更好地建设健康中国;其次需要完善我国关于急救的“好人法”,让人们敢于在他人危难时挺身而出救治他人,并且不会带来救治不当相关的法律问题;最后,配起来更要用起来。将公共 AED 设施配全用好才能发挥其最大作用,这需要宣传部门下沉社区、学校、公共场所去宣传急救相关知识和 AED 的使用方法。

参考文献

- [1] 《中国心血管健康与疾病报告 2020》概述[J]. 中国心血管病研究, 2021, 19(7): 582-590.
- [2] Deng, J.L. (1997) Grey System Control. Huazhong University of Science and Technology Press, Wuhan.
- [3] 陈小燕, 周梅芳. 公共场所配置自动体外除颤器的协同治理研究[J]. 中国公共卫生管理, 2021, 37(4): 452-456.

-
- [4] 赵小换, 周鑫宇, 俞国红. 公共除颤的障碍因素及解决方案新进展[J]. 中国公共卫生管理, 2021, 37(2): 183-187.
- [5] 吕传柱, 张华, 陈松, 刘笑然, 田国刚, 颜时姣. 中国 AED 布局与投放专家共识[J]. 中国急救医学, 2020, 40(9): 813-819.
- [6] 倪绍洲, 朱家永, 李顺青, 金晓晴. 我国居民自动体外除颤仪使用和知晓情况的现状调查[J]. 中国全科医学, 2019, 22(26): 3171-3174.
- [7] Kanstad, B.K., Nilsen, S.Aa. and Fredriksen, K. (2011) CPR Knowledge and Attitude to Performing Bystander CPR among Secondary School Students in Norway. *Resuscitation*, **82**.
- [8] Davies, C.S., Colquhoun, M., Graham, S., Evans, T. and Chamberlain, D. (2002) Defibrillators in Public Places: The Introduction of a National Scheme for Public Access Defibrillation in England. *Resuscitation*, **52**.
- [9] 吕鹏飞, 叶继伦, 张旭, 孙阳, 彭嘉鹏. 体外除颤技术及应用研究进展[J]. 中国医疗器械杂志, 2018, 42(3): 188-192.