

# 基于LSTM-RF探究中学数学数字化教学策略

## ——以湘西自治州为例

李 颢<sup>1\*</sup>, 张扬英<sup>2</sup>, 邓柏松<sup>1</sup>, 郭 兵<sup>1#</sup>

<sup>1</sup>吉首大学数学与统计学院, 湖南 吉首

<sup>2</sup>吉首大学计算机科学与工程学院, 湖南 吉首

收稿日期: 2025年7月30日; 录用日期: 2025年8月28日; 发布日期: 2025年9月5日

### 摘 要

2025年《教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见》明确提出, 要以教育数字化为重要突破口, 开辟教育发展新赛道, 全面支撑教育强国建设。本文针对湘西自治州中学数学数字化教学在面临经济发展失衡、地理位置受限的双重挑战下, 利用长短期记忆网络模型(LSTM)以及随机森林回归模型(RF), 深度挖掘了湘西自治州中学数学数字化教学策略。本文首先利用了K-Means聚类模型, 初步将湘西州各中学分为城区辐射型学校、乡镇骨干型学校、偏远薄弱型学校三类, 在此基础上, 确定了需要调查的经济指标、教育水平指标、数字化教学指标这三维指标, 同时以数学数字化课堂覆盖率、数学数字化教学成果、各学校升学率作为中学数学数字化教学策略评价指标, 由此针对各类学校深入调查各项指标数据。随后利用LSTM模型探究了三维指标对于评价指标的影响, 同时利用RF模型探究了各指标对于评价指标的重要程度。通过模型检验, 结果表明, 模型的拟合程度较好。最终得到针对不同类型的学校得到了较为合适的中学数学数字化教学策略, 也为其他地区的学校提供了参考价值。

### 关键词

LSTM模型, RF模型, K-Means聚类分析, 数字化教育, 教学策略, 中学数学

# Exploring Digital Teaching Strategies in Secondary School Mathematics Based on LSTM-RF

## —A Case Study of Xiangxi Autonomous Prefecture

Xie Li<sup>1\*</sup>, Yangying Zhang<sup>2</sup>, Baisong Deng<sup>1</sup>, Bing Guo<sup>1#</sup>

<sup>1</sup>Department of Mathematics and Statistics, Jishou University, Jishou Hunan

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 李颢, 张扬英, 邓柏松, 郭兵. 基于 LSTM-RF 探究中学数学数字化教学策略[J]. 教育进展, 2025, 15(9): 505-521. DOI: 10.12677/ae.2025.1591703

## Abstract

The 2025 “Opinions of the Ministry of Education and Eight Other Departments on Accelerating the Digitalisation of Education” explicitly states that digitalisation of education should be used as a key breakthrough to open up new avenues for educational development and comprehensively support the construction of an education powerhouse. This paper focuses on the digitalisation of teaching in secondary school mathematics in Xiangxi Autonomous Prefecture, which faces the dual challenges of economic imbalance and geographical constraints. It employs Long Short-Term Memory (LSTM) networks and Random Forest Regression (RF) models to deeply explore digital teaching strategies for mathematics in secondary schools in Xiangxi Autonomous Prefecture. First, the K-Means clustering model was used to preliminarily classify secondary schools in Xiangxi Autonomous Prefecture into three categories: urban-radiating schools, township-core schools, and remote-underdeveloped schools. Based on this classification, three-dimensional indicators were identified for investigation: economic indicators, educational level indicators, and digital teaching indicators. Additionally, the evaluation indicators for secondary school mathematics digital teaching strategies were defined as the coverage rate of digital mathematics classrooms, the outcomes of digital mathematics teaching, and the graduation rates of each school. Subsequently, in-depth surveys were conducted on the data of these indicators for each type of school. The LSTM model was then used to explore the influence of the three-dimensional indicators on the evaluation indicators, while the RF model was employed to investigate the importance of each indicator on the evaluation indicators. Through model validation, the results indicated that the model had a good fit. Ultimately, appropriate digital teaching strategies for mathematics were obtained for different types of schools, providing valuable reference for schools in other regions.

## Keywords

LSTM Model, RF Model, K-Means Clustering Analysis, Digital Education, Teaching Strategies, Secondary School Mathematics

Copyright © 2025 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

2025年《教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见》明确提出，要以教育数字化为重要突破口，开辟教育发展新赛道，全面支撑教育强国建设，这一政策导向为基础教育领域的数字化转型提供了根本遵循[1]，教育数字化已成为推动教育高质量发展的核心引擎。在党的二十大报告中指出需将教育数字化作为推进教育现代化的关键路径，通过科技赋能实现教育资源的精准配置与高效利用，推动从教育大国向教育强国的系统性的跃升[2]。

在此背景下，中学数学作为培养学生逻辑思维、数学建模、创新能力的核心学科，针对数学学科的数字化教学尤为重要[3]。然而，湘西自治州立足于湖南西部，为少数民族聚居区，其少数民族占比高达77.2%，并且位于山地丘陵一带，相较于湖南省其他地区，其区域经济发展较为失衡、数字化基础设施较

为落后，基于地理位置限制、经济发展失衡及数字化基础设施薄弱等现实因素，其数学数字化教学仍面临资源供需错位、技术应用效能偏低、民族文化与教学适配性不足等突出问题[4]。据统计，该地区教育经费中数字化专项投入占比不足 5%，乡镇学校信息化教室覆盖率仅 32%，中学数学数字化教学的推进面临严峻挑战[5]。

面临经济发展失衡、地理位置受限的双重挑战下，本文以湘西自治州的各中学为研究对象，立足于“经济薄弱、教育多元化、地理位置复制”这一背景下，创新型引入长短期记忆网络(LSTM)与随机森林回归分析模型(RF)的深度学习技术，深度挖掘并探索适合于湘西自治州中学数学数字化教学策略的优化路径。在 LSTM-RF 的帮助下，本研究考虑构建三维指标体系，其中包含经济指标、教育水平指标、中学数字化教学指标，以此对湘西自治州中学数学数字化教学策略深度剖析。从而探究最为合适的教学策略，最终形成既契合民族地区本土化需求、又具技术前瞻性的教学策略[6]。

此项研究不仅为湘西自治州中学数学数字化教学提供可操作的解决方案，助力区域教育公平与质量提升，更为其他欠发达地区的教育数字化转型提供参考范式，具有重要的理论与实践价值。

## 2. 指标选取与研究方法

### 2.1. 指标体系选取

中学数学数字化教学策略是一个全面的、综合的、复杂的和多维的概念，若只依据单一的指标衡量则具有较大的局限性，难以对其进行全面系统的评价，因此，本文的首要研究内容是确定数字化教学策略评价指标。在确定数字化教学策略评价指标前，考虑到湘西自治州地域辽阔、中学数量多等因素，从而需要收集的数据量庞大，本项目考虑建立 K-Means 聚类分析模型，首先根据湘西自治州各地政府所公开的各中学的升学率、办学规模、学生人数、教师人数等数据，通过 K-Means 聚类分析模型将所有中学基于地理位置与资源禀赋的分类进行初步分类[7]，分为城区辐射型学校、乡镇骨干型学校、偏远薄弱型学校三类，其次，围绕经济、教育水平、中学数学数字化教学三维指标，以此作为各中学的数学数字化教学测评的评价指标。在此基础上，本文在 K-Means 聚类模型将所调查的学校分为三类的学校中选择具有代表性的学校深入调查，进而通过收集到的数据，通过经济、教育水平、中学数学数字化教学水平三维指标对各类中学作出中学数学数字化教学策略评价。

#### 2.1.1. 基于 K-Means 聚类分析模型将学校分类

聚类分析中的 K-Means 算法(即 K 均值聚类)是一种典型的基于距离度量的无监督聚类方法，其核心思路是将输入的样本数据集按照其内在的相似性划分为预设数量(K 个)的簇群。

基于湘西自治州各地政府公开渠道所获取的辖区内各中学 2024 年学校相关数据——具体涵盖办学规模(如校园占地面积、建筑面积等)、学生总人数、专任教师人数这三个能够反映学校办学特征的关键指标，运用 K-Means 聚类算法对这些中学进行系统的数据分析与簇群划分，具体步骤如下表 1 所示。

Table 1. K-Means clustering algorithm steps diagram

表 1. K-Means 聚类算法步骤示意图

K-Means 聚类算法步骤示意	
Step 1: 数据预处理	检查样本数据是否有缺失值、异常值，若有则根据平均值替代
Step 2: 初始质心选择	随机选取三个学校的相关数据作为初始质心，以 $c_{i0} = (x_{i0}, y_{i0}, z_{i0})$ ，其中 $i = 1, 2, 3$ ， $c_{i0}$ 表示第 $i$ 的学校的初始质心，其中 $x_{i0}$ 表示第 $i$ 个学校的校园占地面积， $y_{i0}$ 表示第 $i$ 个学校学生总人数、 $z_{i0}$ 表示第 $i$ 个学校的专任教师人数。并以初始质心为簇 1、簇 2、簇 3

续表

Step 3: 分配样本质点到各质心的距离	依次计算样本中各个质点到三个初始质心的距离, 并比较单个质点到质心的距离, 选择最小距离, 并将该质点分配到对于质心的簇
Step 4: 更新质心	在每个簇中, 计算校园占地面积、学生总人数、专任教师人数数据的平均值, 并将此平均值作为新的质心, 由此得到三个新质心
Step 5: 更新迭代	在 Step 4 的基础上, 重复 Step 2~Step 4, 直到三个质心的数据稳定, 由此完成三类学校分类

其中计算各个质点到质心的距离公式如下所示:

$$d = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2} \quad (1)$$

其中计算新质心平均值公式如下所示:

$$x_0^1 = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}, y_0^1 = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}, z_0^1 = \frac{z_1 + z_2 + \dots + z_n}{n} \quad (2)$$

最终将所调查的全部中学归类为如图 1 所示的三类。

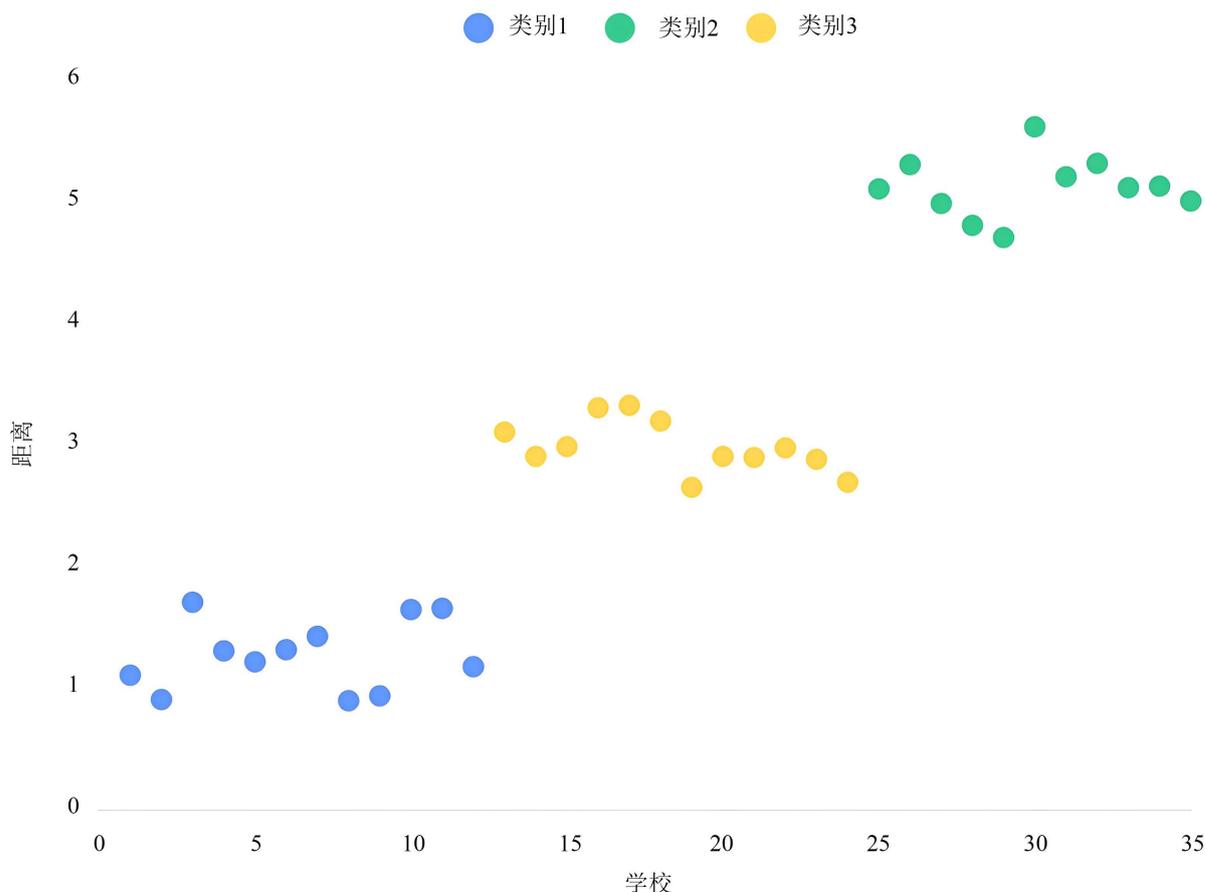


Figure 1. K-Means clustering plot

图 1. K-Means 聚类图

通过 K-Means 聚类分析算法分析, 将所调查的中学分为(表 2)三类。

**Table 2.** Classification summary table of secondary schools in Xiangxi autonomous prefecture**表 2.** 湘西自治州中学分类汇总表

城区辐射型学校	乡镇骨干型学校	偏远薄弱型
湘西州民族中学, 吉首市第一中学, 永顺县第一中学, 龙山县皇仓中学, 花垣县边城高级中学, 凤凰县高级中学, 泸溪县第一中学, 保靖民族中学, 古丈县第一中学, 湘西雅思实验学校, 湘西州第二民族中学, 吉首市民族中学。	泸溪县第二中学, 永顺县第三中学, 龙山县里耶民族中学, 泸溪县第三中学, 凤凰县茶田镇中学, 花垣县民乐镇中学, 保靖县复兴镇中学, 古丈县默戎镇中学, 龙山县召市镇中学, 吉首市河溪镇中学, 永顺县平南高级中学, 龙山县华鑫中学。	保靖县清水坪中学, 古丈县高峰乡中学, 凤凰县阿拉营镇中学, 永顺县石堤镇中学, 永顺县塔卧镇苏区初级中学, 泸溪县石榴坪乡九年制学校, 凤凰县禾库镇九年制学校, 花垣县雅西镇九年制学校, 保靖县比耳镇九年制学校, 永顺县对山乡九年制学校。

在此基础上, 针对各类型学校选取 2~3 所学校作为研究对象, 本研究随后深入调查各个学校。

### 2.1.2. 中学数学数字化教学策略三维评价指标的选取

从湘西地区现有的教育水平为切入点, 遵循科学、全面和可操作性等原则, 主要构建经济指标、教育水平指标和数字化教学指标作为数字化教学策略评价指标, 以保证其综合评价结果的准确性和合理性, 三维指标选取如下表 3 所示。

**Table 3.** Selection of three-dimensional evaluation indicators**表 3.** 三维评价指标的选取

维度	指标名称	单位
经济指标	区域人均 GDP	万元
	区域教育信息化财政补贴	万元
	每年各地政府对该学校的教育资金投入	万元
	每年数字化教学专项经费占比	万元
	每年学校对数学数字化资源采购经费	万元
	每年数学数字化教学设备专项投入	万元
	每年学生人均教育经费投入	万元
	数字化硬件更新频率	次/年
教育水平指标	每年家庭平均教育支出	万元
	数学教师学历	/
	数学教师职称结构	/
	数学骨干教师数量	人
	学生数学基础成绩	分
数字化教学指标	数学跨学科教学开展频率	次/学期
	学校升学率(中学升学率/本科升学率)	%
	“希沃白板”普及率	%
	信息化教室覆盖率	%
	数学数字化课堂覆盖率	%
	数学课堂数字化工具使用率(GeoGebra、MathType、在线题库等工具的平均使用率)	%

续表

教师数字化工具熟练度(GeoGebra、MathType、在线题库等工具的平均熟练程度)	%
数学数字化教学成果(学生使用数字化工具后, 数学逻辑推理、空间想象能力的提升幅度, 可通过前后测对比)	分
学生数学数字化技术应用能力	%
数学教师数字化教学成果数量	次

在三维指标体系的基础上, 为进一步提升评价的针对性与实践价值, 本文结合对湘西自治州各中学的实地走访调查(涵盖课堂观察、师生访谈等), 并充分吸纳教育技术领域专家、一线数学教师及教研人员的专业意见, 最终考虑选取三类核心指标作为后续中学数学数字化教学策略的评价依据: 一是数学数字化课堂覆盖率, 其反映数字化教学在学校层面的渗透广度, 是策略落地范围的直接体现; 二是数学数字化教学成果(即学生使用数字化工具后数学逻辑推理、空间想象能力的提升幅度, 通过前后测对比量化), 这是衡量策略对学生核心能力提升效果的核心指标; 三是各学校升学率(含中学升学率/本科升学率), 其间接反映数字化教学策略对学生学业发展的长期影响, 可作为成果评价的补充维度。

## 2.2. 基于 RF-LSTM 模型探究中学数学数字化教学策略

### 2.2.1. 数据预处理

考虑选取指标间数据的量纲不同, 即某些数据过大或过小可能会导致得到错误的结论。因此先对数据进行标准化处理, 将所有数据在原数字特征的基础上, 通过线性变换将数值归一化至[0, 1]区间内, 以达到去除量纲的影响, 其公式如下所示:

$$x'_i = \frac{x_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (3)$$

其中  $X_{\min}$  为样本的最小值,  $X_{\max}$  为样本的最大值,  $x_i$  为第  $i$  个样本的实际值,  $x'_i$  为第  $i$  个样本标准化处理后的值。

### 2.2.2. 长短期记忆网络(LSTM)模型建立

LSTM 模型主要探究多种自变量对多种因变量的影响, 并且能够根据原有数据对长期数据或者短期数据做回归预测分析。为此本文考虑将经济指标、教育水平指标和数字化教学指标作为自变量, 将评估中学数学数字化教学的指标(数学数字化课堂覆盖率、数学数字化教学成果、各学校升学率)作为因变量。以此达到各中学数字化教学策略评估的目的[8]。

LSTM(长短期记忆网络)相较于其他类型的人工神经网络, LSTM 主要是由四个部分组成, 包含输入门、输出门、遗忘门和细胞(cell), 从而由此四个部分结合而成形成长期记忆与短期记忆, 并且可以较好地捕捉原始数据的特征和信息, 从而确保时间序列上的模型稳定性和准确性。这一特性可以如图 2 所示, 表现为重复单元的形式[9]。

其中, 输入门  $X_t$  主要用来决定哪些信息应该被保留并更新细胞状态, 输入门的最终计算值越接近于 1 时, 表示所有新输入的细胞状态的信息会被完全保留, 反之则完全被遗忘。而输出门  $h_t$  决定了细胞状态中的哪些信息将被输出作为当前时刻的隐藏状态, 通过 *Sigmoid* 函数计算出一个输出比例, 然后将其与经过 *Tanh* 激活函数处理后的细胞状态相乘, 得到当前时刻的隐藏状态。

基于上述框架建立 LSTM 时间序列模型, 以三维指标为输入数据, 以三种评价指标数学数字化课堂覆盖率、数学数字化教学成果、各学校升学率为输出数据, 从而达到探究三维指标对评价指标的影响。

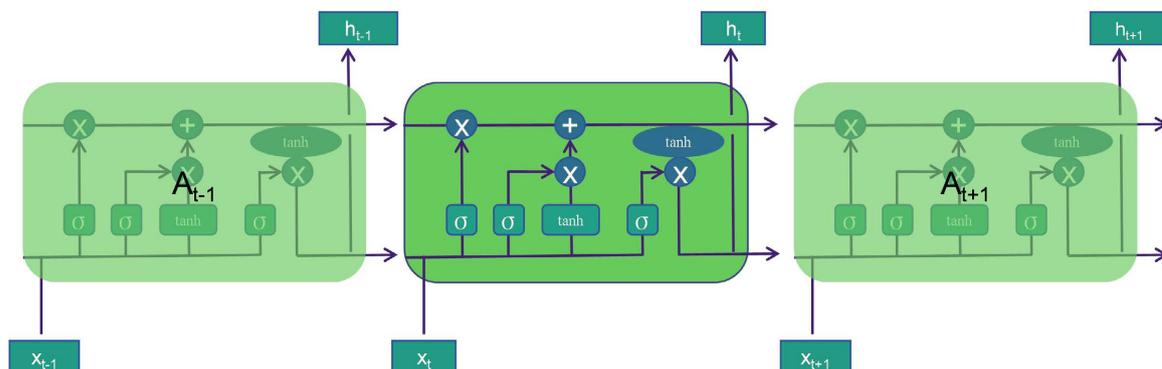


Figure 2. LSTM schematic diagram

图 2. LSTM 原理图

### 1) 对模型的输入输出进行定义

在本文中，涉及到 9 种经济指标、6 种教育水平指标、8 种数字化水平指标， $u_{ij}(t)$  表示第  $i$  种指标的第  $j$  个指标第  $t$  年数据标准化处理后的数据， $u_1(t)$ 、 $u_2(t)$ 、 $u_3(t)$  分别表示数学数字化课堂覆盖率、数学数字化教学成果、各学校升学率的输出数据。如下所示：

$$U(t) = [u_{11}(t), u_{12}(t), \dots, u_{38}(t), u_1(t), u_2(t), u_3(t)] \quad (4)$$

在此基础上定义输入数据为：

$$X(t) = [u_{11}(t), u_{12}(t), \dots, u_{38}(t)] \quad (5)$$

在此基础上定义输出数据为：

$$Y(t) = [u_1(t), u_2(t), u_3(t)] \quad (6)$$

### 2) 遗忘门计算公式

根据当前输入和上一时刻的隐藏状态，计算遗忘门的输出，以决定记忆单元中需要遗忘的信息，其定义如下：

$$f_t = \sigma(W_f [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (7)$$

其中， $f_t$  指遗忘门的输出， $W_f$  是遗忘门的权重矩阵， $h_{t-1}$  是上一时间步的隐藏状态。 $x_t$  是当前时间步的输入， $b_f$  是遗忘门的偏置向量， $\sigma$  是激活函数，将值限制在 0 到 1 之间。

### 3) 输入门计算公式

遗忘门处理完信息的筛选后，输入门开始发挥作用，通过计算输入门的激活值和候选记忆单元值，决定哪些信息将被添加到细胞状态中。

首先，利用 sigmoid 函数计算输入门的激活比例，如下：

$$i_t = \sigma(W_i [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (8)$$

接着，通过 tanh 函数生成候选值，用于更新细胞状态，其定义如下：

$$\tilde{c}_t = \tanh(W_c [h_{t-1}, x_t] + b_c) \quad (9)$$

最后，将输入门的激活值与候选值相乘，生成新的输入值。

### 4) 更新细胞状态

更新细胞状态指更新记忆细胞的细胞状态，这一步将遗忘门与输入门的结果相结合，在保记忆单元在保留有用信息的同时，也能融入新信息，其计算公式为：

$$C_t = f_t C_{t-1} + i_t \tilde{c} \quad (10)$$

#### 5) 输出门计算公式

结合当前输入和更新后的记忆单元状态，计算输出门的值，生成新的隐藏状态。这个隐藏状态会作为输出传递到下一个时间步，同时作为当前时间步的输出。

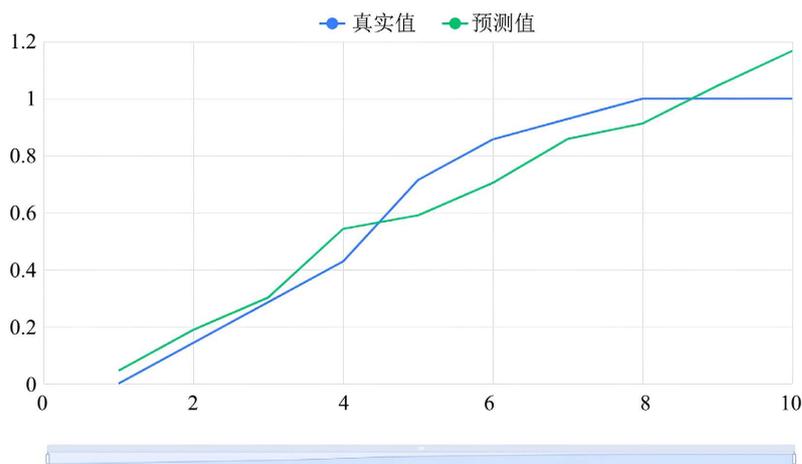
首先，计算输出门的信息：

$$o_t = \sigma(W_o[h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (11)$$

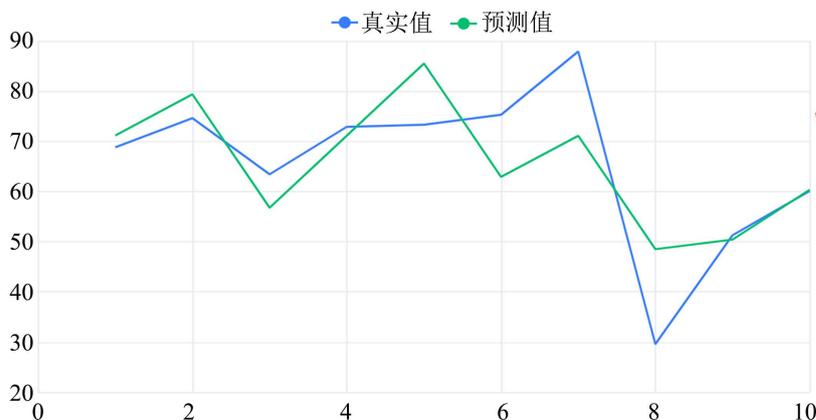
$$h_t = o_t * \tanh(C_t) \quad (12)$$

最后，通过  $\tanh$  函数激活记忆单元状态，再与输出门的值相乘，得到最终的输出值：

本文收集数据年份起始于 2015 年 1 月 1 日截止至 2025 年 7 月 20 日，由此，本文针对城区辐射型学校、乡镇骨干型学校、偏远薄弱型学校选取的研究对象，通过 LSTM 预测三维指标对评价指标数学数字化课堂覆盖率、数学数字化教学成果、各学校升学率的影响，得到如下图所示结果(图 3~11)。



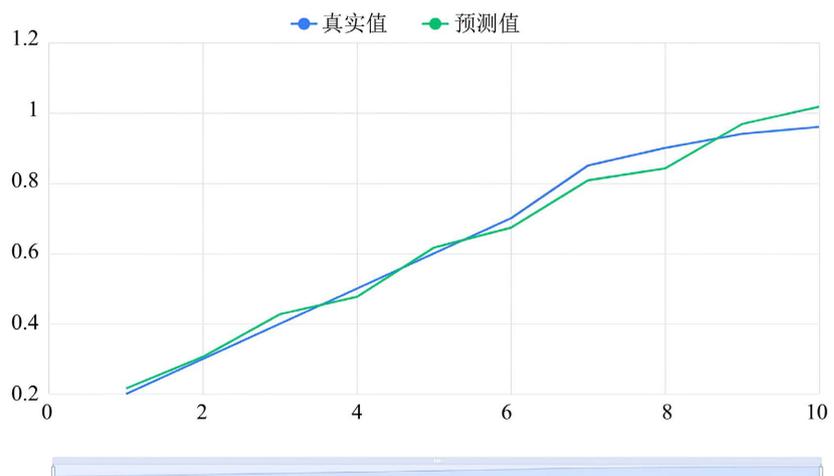
**Figure 3.** LSTM time series prediction of the digital mathematics classroom coverage rate indicator for urban-radiating schools  
**图 3.** 城区辐射型学校数学数字化课堂覆盖率指标的 LSTM 时序预测



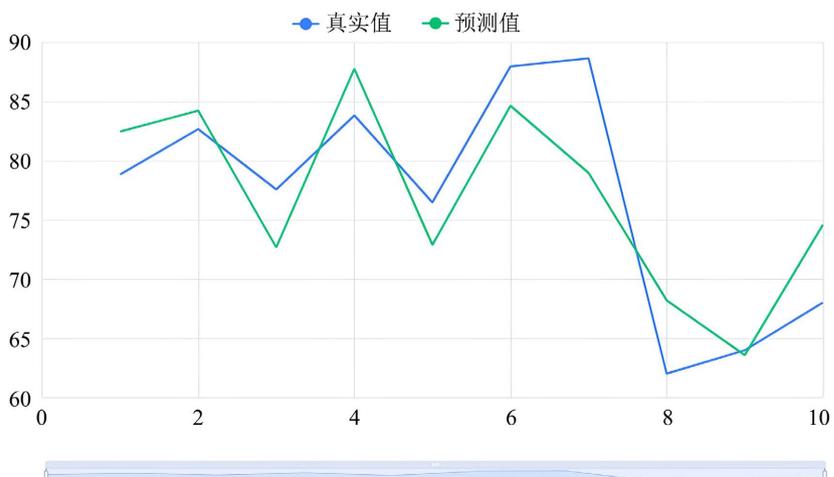
**Figure 4.** LSTM time series prediction of the digital mathematics teaching outcome indicator for urban-radiating schools  
**图 4.** 城区辐射型学校数学数字化教学成果指标的 LSTM 时序预测



**Figure 5.** LSTM time series prediction of the school graduation rate indicator for urban-radiating schools  
**图 5.** 城区辐射型学校各学校升学率指标的 LSTM 时序预测



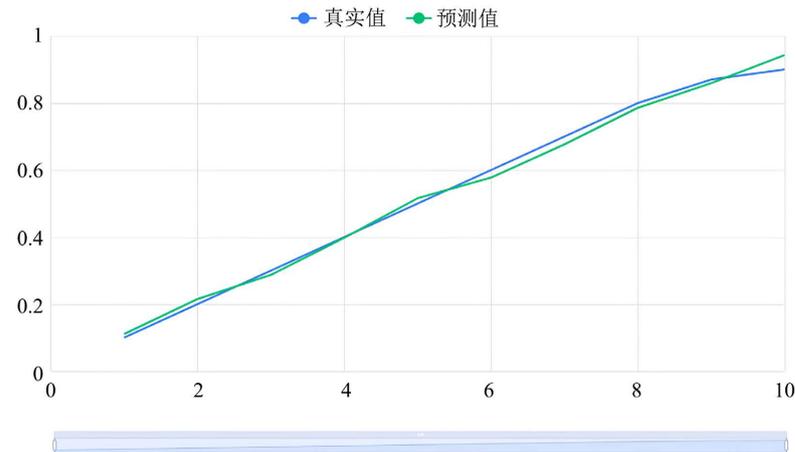
**Figure 6.** LSTM time series prediction of the digital mathematics classroom coverage rate indicator for township-core schools  
**图 6.** 乡镇骨干型数学数字化课堂覆盖率指标的 LSTM 时序预测



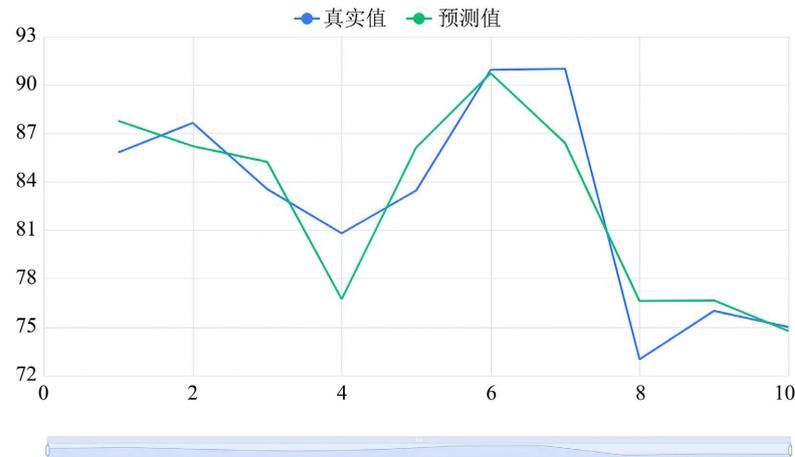
**Figure 7.** LSTM time series prediction of the digital mathematics teaching outcome indicator for township-core schools  
**图 7.** 乡镇骨干型数学数字化教学成果指标的 LSTM 时序预测



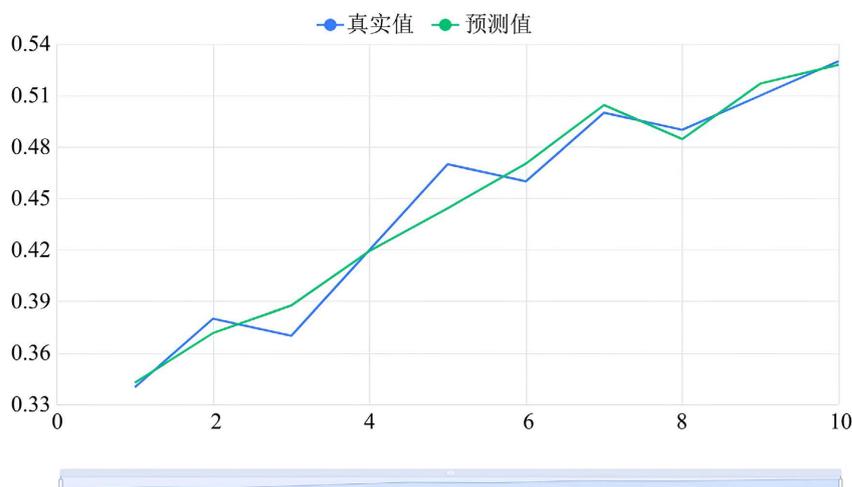
**Figure 8.** LSTM time series prediction of the school graduation rate indicator for township-core schools  
**图 8.** 乡镇骨干型各学校升学率指标的 LSTM 时序预测



**Figure 9.** LSTM time series prediction of the digital mathematics classroom coverage rate indicator for remote-underdeveloped schools  
**图 9.** 偏远薄弱型数学数字化课堂覆盖率指标的 LSTM 时序预测



**Figure 10.** LSTM time series prediction of the digital mathematics teaching outcome indicator for remote-underdeveloped schools  
**图 10.** 偏远薄弱型数学数字化教学成果指标的 LSTM 时序预测



**Figure 11.** LSTM time series prediction of the school graduation rate indicator for remote-underdeveloped schools  
**图 11.** 偏远薄弱型各学校升学率指标的 LSTM 时序预测

由图 3~11 可知, LSTM 可以较好地在三维指标的基础上回归预测 2025 年及未来年份的城区辐射型学校、乡镇骨干型学校、偏远薄弱型学校关于数学数字化课堂覆盖率、数学数字化教学成果、各学校升学率的预测值。因此对于中学数学数字化教学策略评估具有一定参考价值,在此基础上,本文引入随机森林回归分析模型(RF),探究哪几种指标对于中学数学数字化教学评价指标影响最大。

### 2.2.3. 随机森林回归分析模型(RF)的建立

随机森林回归模型是一种基于集成学习的机器学习算法,它的一个关键优势在于其能够评估特征的重要性[10],其评估方程如下:

$$I(j) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{nodev} \Delta G(v, j) \quad (13)$$

$nodev$  表示节点,  $\Delta G(v, j)$  表示在节点  $v$  使用特征  $j$  分割时的基尼不纯度减少量,  $T$  表示迭代次数。

通过上述方程,在 LSTM 模型输出的预测值基础上,本文进一步量化分析了 23 种三维指标(经济指标、教育水平指标、数字化教学指标)分别对城区辐射型、乡镇骨干型、偏远薄弱型三类学校的数学数字化教学指标(含数学数字化课堂覆盖率、数学课堂数字化工具使用率等)的具体影响程度与作用方向。相关计算结果以可视化形式呈现,具体如图 12~14 所示。

由如上 3 图可以三维指标对于城区辐射型学校、乡镇骨干型学校、偏远薄弱型学校数学数字化教学水平的重要程度。

## 2.3. 数据来源与处理

本文以湘西地区的 8 个市(县)的各中学为研究对象,选取 2015 年 1 月 1 日至 2025 年 7 月 1 日的有效数据,主要来源于各地政府所公开的数据(湘西州土家族苗族自治州教育和体育局 <https://jyhtyj.xx.gov.cn>)、(湘西州土家族苗族自治州统计局 <https://tjj.xx.gov.cn>),以及通过发放问卷调查、访谈收集得来的数据。通过 matlab、python、spss 等软件处理数据。

## 3. 结果分析与建议

### 3.1. 针对城区辐射型学校

针对城区辐射型学校,从图 12 分析,评估城区辐射型中学数学数字化教学程度时,教师对数字化工

具的熟练度、数字化教学成果、学生数字化技术应用能力是权重最高的三大核心指标。因此，这类学校的数字化建设应优先提升教师应用能力与学生实践水平，具体建议如下：

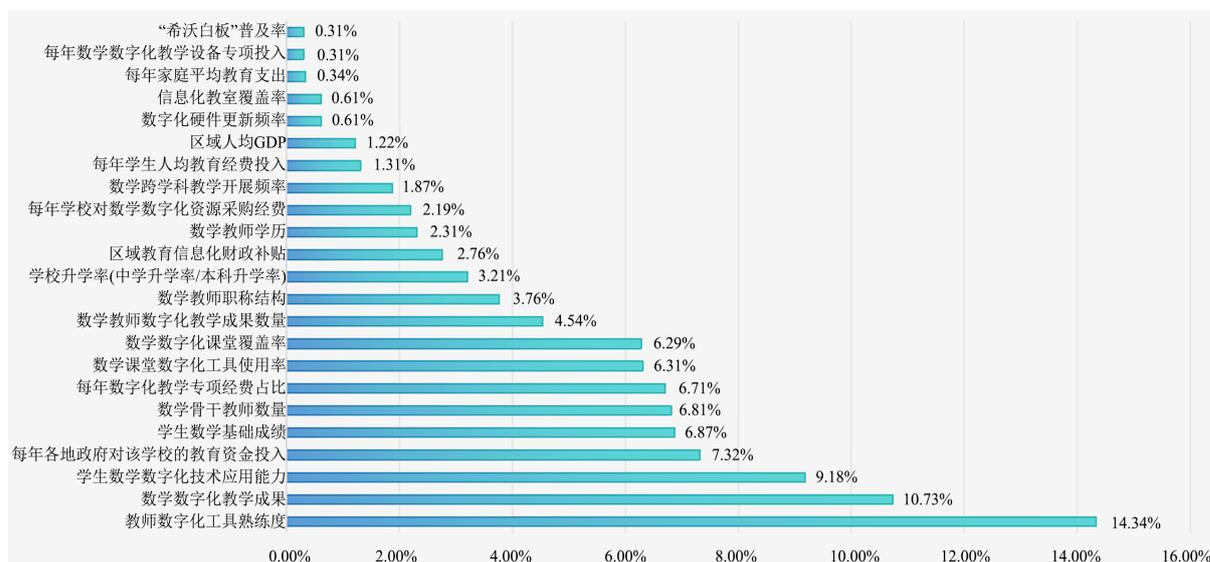


Figure 12. Evaluation chart on the importance of characteristics of urban radiation-type schools

图 12. 城区辐射型特征重要性评估图

### 1) 优先强化教师数字化工具培训：

由于教师熟练度权重最高(14.34%)，建议将教师数字化培训列为专业发展核心项目。可以针对教师重点开设以下针对性课程：利用几何画板(GeoGebra)动态演示几何图形相关知识的培训课，增加利用在线题库实时更新数学新题型的培训课，增加利用 AI 智能动态跟踪学生成绩的软件培训课[11]。

### 2) 设立专项激励，促进教学成果产出：

此外，数学数字化教学成果权重为 10.73%，分别是设备专项投入和资源采购经费影响的 10 倍、5 倍。建议从后两项资金中调剂部分，加大对教学成果的投入，从而增大对于促进数学数字化教学成果的资金投入，同时建议设立专项资金或奖励机制(如教学创新奖、成果孵化基金)，定向支持并鼓励数学教师积极探索、开发和推广有效的数字化教学模式与成果。

### 3) 引导学生实践应用数字化技术：

基于学生数学数字化技术应用能力的影响，为提升学生应用能力，可在课程或活动中设计实践环节，例如：引导学生利用 AI 智能技术建立数学模型解决生活中的实际问题，引导学生运用 AI 智能工具构建简单函数(如一次、二次函数)进行数据模拟与预测。

### 4) 对于次要因素：

对于次要因素(如各地政府对该校的资金投入、学生基础成绩、数学骨干教师数量)虽权重较低，但仍然是评价中学数学数字化教学策略的重要影响因素，因此，地方政府在资源分配时，可在保障上述核心领域投入的基础上，适度增加对该类学校的整体资金支持；此外，对于学校层面应持续重视学生基础教学，提升基本素质；同时，制定策略吸引外部骨干教师，投入更多资金，加大对于数学骨干教师的引入，并重点投入资源培养本校骨干力量[12]，为数字化教学提供师资保障。

### 5) 针对影响较小的指标包括“希沃白板”普及率和每年数学数字化教学设备专项投入：

“希沃白板”普及率和设备专项投入的影响权重均为 0.31%。因该类型学校“希沃白板”普及率平均

率已达 99%，无需额外投入；核心软硬件已基本普及，建议审慎缩减设备专项投入，优先用于前述权重更高的核心领域(如教师培训、成果激励)，以实现资源的最优化分配。

### 3.2. 针对乡镇骨干型学校

针对乡镇骨干型学校，从图 13 分析可知，在评估乡镇骨干型中学的数学数字化教学程度时，教师对数学数字化工具的熟练度、数学课堂数字化工具使用率、以及数学骨干教师数量是权重最高的核心驱动因素。因此，该类型学校的数字化建设策略应聚焦核心，优先发力于提升教师能力与课堂实效。具体建议如下：

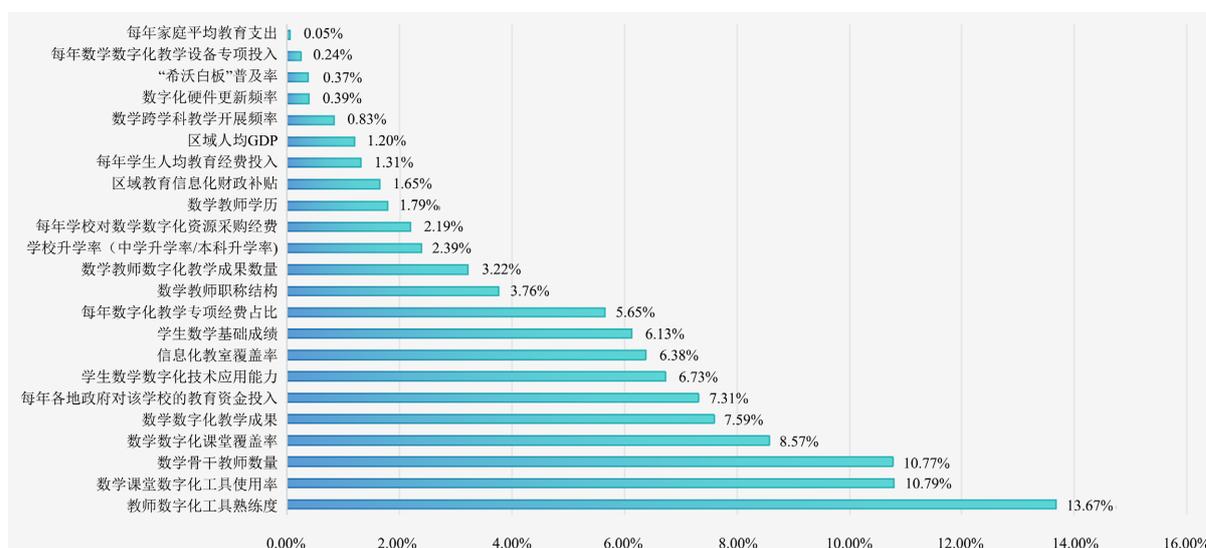


Figure 13. Evaluation chart on the importance of characteristics of township key schools

图 13. 乡镇骨干型特征重要性评估图

#### 1) 精准强化教师能力与课堂应用(针对核心因素):

分层推进工具培训：基于教师熟练度权重高(13.67%)，建议制定阶梯式培训计划，优先解决基础工具(如几何画板 GeoGebra 的普及性操作技能，逐步提升至融合学科教学的深度应用能力)。

建立课堂应用激励机制：针对课堂使用率权重高(10.79%)，建议将数字化工具的有效课堂应用纳入教学评价体系，并设立“数字化教学示范课”、“工具应用创新奖”等激励措施，营造“用起来、用得好”的氛围，切实提升课堂生动性与教学效率。明确“鼓励使用”的具体路径。

双轨并行建设骨干队伍：针对骨干教师数量权重高(10.77%)，建议实施“引育结合”策略：对于外部施行引进：精准对接需求，提供有竞争力的条件(如住房、子女教育、发展平台)吸引紧缺方向的数学骨干教师；针对内部教师培养：设立校级骨干教师培养项目，投入资源(如研修经费、导师制、项目支持)重点培养有潜力的本校教师，打造本土化骨干力量。将“吸引”和“培养”具体化、机制化。

#### 2) 稳健推进次要重要领域(针对次要因素):

数学数字化课堂覆盖率(8.57%)、数学数字化教学成果(7.59%)、以及地方政府资金投入(7.31%)为次要但需关注的因素。因此，在保障核心因素投入的基础上，稳步提升数字化课堂的覆盖广度和质量，学校层面应当鼓励数学教师开展数学数字化课堂，同时鼓励并支持教师将培训所学和课堂实践转化为可推广的教学成果(如教学设计、案例、微课)，并建立校级成果库。此外，学校层面应主动沟通，向地方政府清晰展示数字化建设的成效与规划，争取持续且稳定的资金支持，用于保障核心能力建设和必要资源补充。

### 3) 优化资源配置(针对影响较小因素):

每年家庭平均教育支出(0.05%)、数学数字化教学设备专项投入(0.24%)、“希沃白板”普及率(0.37%)和数字化硬件更新频率(0.83%)对评估结果影响较小,这说明应当资源分配可优化:针对家庭教育支出影响最小,因此可以聚焦于学校层面的教育供给提升,而非依赖或过度关注家庭投入。此外,鉴于设备专项投入权重低,且核心需求在于用好现有工具(体现在熟练度和使用率),建议:全面评估现有设备利用率与维护状况、在满足基本运行和核心教学需求的前提下,严格控制新增同类设备的专项投入规模、节省的资金或资源,优先再配置到权重更高的核心领域(如上述教师深度培训、骨干队伍建设、课堂应用激励)。

### 3.3. 针对偏远薄弱型学校

针对偏远薄弱型学校,从图 14 分析可知,每年地方政府对该校的资金投入(12.03%)、数字化数学专项经费占比(10.85%)、以及数学骨干教师数量(10.77%)是权重最高的核心驱动因素,对评估其数学数字化教学程度影响最为显著。这深刻反映了该类学校在数字化建设上的基础性瓶颈:资源匮乏(资金、专项经费)与核心人才短缺(骨干教师)。因此,政策与行动必须优先突破这些根本性制约:

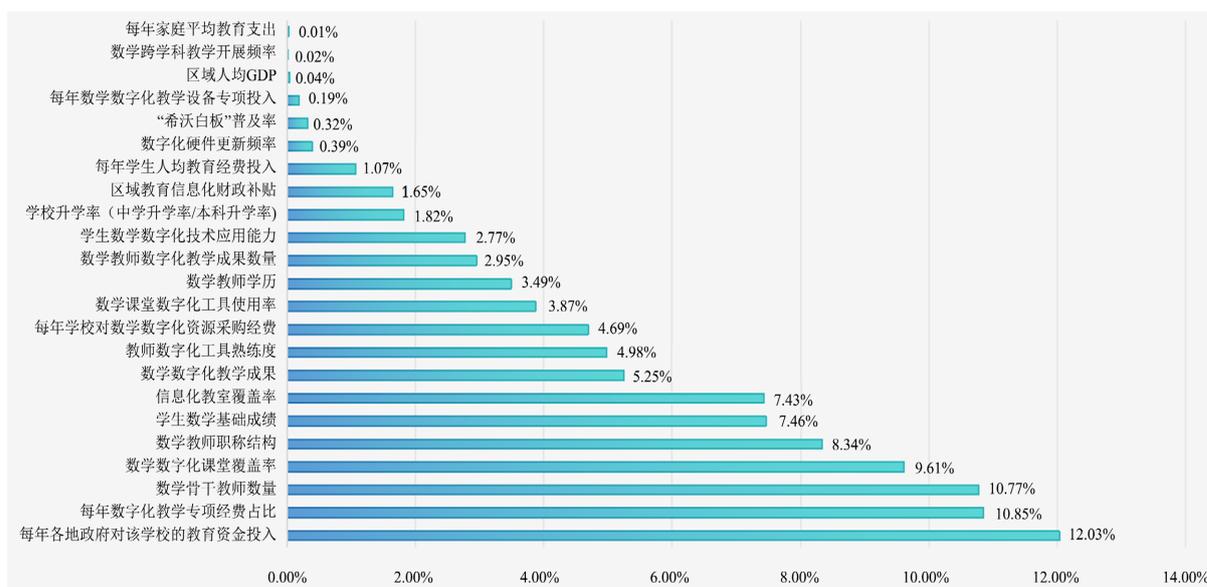


Figure 14. Evaluation chart on the importance of characteristics of remote and underdeveloped schools

图 14. 偏远薄弱型特征重要性评估图

#### 1) 精准投入, 夯实资源基础(针对权重最高要素 1、2)

地方政府主导, 建立稳定增长机制: 鉴于资金投入(12.03%)权重最高, 建议地方政府制定针对偏远薄弱学校的财政倾斜政策, 确保年度教育经费投入的稳定增长, 并明确承诺其中数字化数学专项经费(10.85%)的占比不低于当地乡镇骨干型学校的 70%或逐年提升 10%。优先保障基础性、普惠性的数字化环境搭建(如网络、基础设备、通用软件许可)。

对于数字化专项经费(10.85%)应严格界定使用范围, 优先投向权重最高的领域: 如骨干教师引进与稳定, 在引进骨干教师时提供有竞争力的安家费、专项津贴或周转房; 对于教师能力建设力度应当适当加大; 同时投入资金用来采购或开发适配本地学情的基础性、易用型数字化教学资源库(非追求高端设备)。鉴于每年属性数字化教学设备专项投入权重(0.19%), 因此可以考虑减少教学设备专项投入的资金, 从而增加对于上述方面的资金投入。

## 2) 双管齐下, 突破师资瓶颈(针对数学骨干教师数量)

基于骨干教师数量(10.77%)的核心地位, 实施“骨干教师攻坚计划”:

精准引进“关键少数”: 地方政府与学校协同, 定向引进少量能承担引领、培训任务的核心骨干教师, 提供特殊政策包(如职称评聘绿色通道、子女教育保障、专项研究经费)。

系统性本土培养: 设立“校级骨干教师孵化项目”, 在引进骨干带领下, 重点选拔并培养有潜力的本校中青年教师。通过“师徒结对”、任务驱动(如承担校本培训、资源开发)、提供外出研修机会等方式加速其成长。目标是短期内(如 1~3 年)显著提升校内骨干教师密度和带教能力。

## 3) 稳固基础, 逐步拓展(针对次要因素):

数学数字化课堂覆盖率(9.61%)、数学教师职称结构(8.34%)、学生数学基础成绩(7.46%)是具有重要支撑作用的次要因素。建议在保障核心因素投入的前提下:

课堂覆盖率: 不盲目追求覆盖率数字, 优先确保骨干教师和参训教师能常态化、有效益地使用数字化工具, 树立标杆, 以点带面逐步推广。

职称结构优化: 将数字化教学能力作为职称评聘的重要参考指标, 并为参与核心培训、取得实效成果的教师开辟晋升通道或提供加分。联合高校或优质资源, 提供适配的学历提升或专业发展项目。

基础成绩提升: 数字化教学必须建立在扎实的基础教学之上。建议利用数字化工具(如精准诊断系统)辅助查漏补缺, 优先强化学生基础知识和能力。避免因过度追求数字化形式而忽视基础教学实效。

## 4) 聚焦核心, 优化配置(针对影响较小因素):

每年家庭平均教育支出(0.01%)、每年数学跨学科教学开展频率(0.02%)和区域人均 GDP(0.19%)对评估结果影响相对有限, 提示资源分配应更聚焦:

淡化家庭支出依赖: 政策设计应立足学校供给能力提升, 避免将数字化建设压力转嫁至经济承受力弱的家庭。严格避免将数字化设备购置、资源使用或培训成本转嫁或变相转嫁给经济基础薄弱的家庭, 确保教育公平。

审慎安排跨学科教学: 在资源(师资、课时)极其有限的情况下, 建议在数字化教学能力薄弱的初期阶段, 适度精简或暂缓高频次的数学跨学科教学安排。将节约的课时和师资精力优先用于保障数学核心课程质量、数字化工具应用能力培训和基础巩固。待核心能力(教师熟练度、课堂有效应用)提升后, 再逐步探索融合跨学科元素。

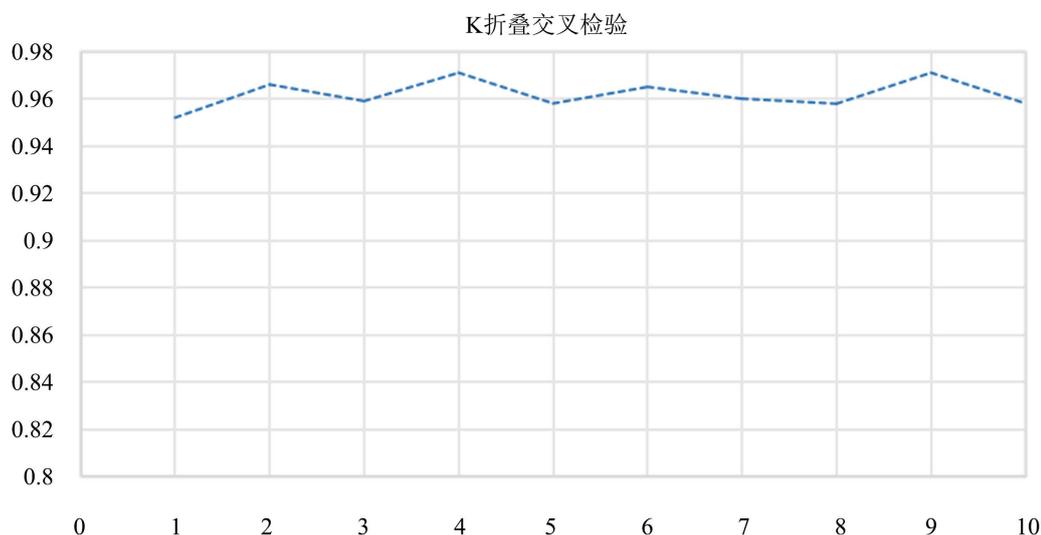
理性看待区域人均 GDP: 不应将区域经济差异作为数字化建设迟缓的主要借口, 也不应过度期待其短期改善。工作重点应放在: 如何利用有限的、可争取的政府资金和专项经费, 结合前述“精准投入”与“师资攻坚”策略, 实现资源使用效率的最大化。积极争取外部援助(如对口支援、公益项目)弥补本地财政不足。

## 4. 模型评估

### 4.1. 灵敏度分析

K 折交叉验证(K-Fold Cross Validation)是一种评估模型性能的统计方法, 通常将数据集分为 K 等份, 在每一次实验中利用其中 K - 1 份数据作为训练集, 余下 1 份作为测试集, 从而形成对比, 以此达到评估模型的目的, 并且重复 K 次实验, 最终以平均性能作为模型评估指标。

本文利用长短期记忆网络(LSTM)探究并预测了三维指标对中学数学数字化教学程度评价指标的影响。为了探究 LSTM 模型的拟合程度, 本文绘制了模型在不同 K 折(1 至 10 折)下的预测精度曲线, 结果如图 15 所示。



**Figure 15.** K-fold cross-validation plot  
**图 15.** K 折叠交叉验证图

如图 15 所示, 本文 K 折叠交叉验证中, 预测曲线值在 0.94 至 1 之间波动, 说明本文所建立的 LSTM 长短期记忆网络可以较好地捕捉到 23 种输入指标的历史信息, 以此达到预测结果更为准确的目的。

## 4.2. 误差分析

在使用 LSTM 时间序列模型帮助解决中学数学数字化教学策略评估时, 本文通过计算其  $MSE$ 、 $RMSE$ 、 $R^2$  的数值大小, 判断模型预测结果的准确性, 这些指标不仅仅帮助量化模型的误差, 还提供了模型拟合度的直观理解, 数据如下表 4 所示。

**Table 4.** Error analysis table  
**表 4.** 误差分析表

	$MSE$	$RMSE$	$R^2$
城区辐射型学校	0.186	0.287	0.94
乡镇骨干型学校	0.207	0.334	0.92
偏远薄弱型学校	0.177	0.281	0.91

从上述表中数据可以看到,  $R^2$  的值都接近于 1, 因此有 90% 的把握说明预测结果的可靠性和准确性。

## 基金项目

湖南省大学生创新创业训练计划项目“基于 LSTM-RF 深度探究中学数学数字化教学策略——以湘西自治州为例”(项目编号: S202510531079)。

## 参考文献

- [1] 彭周, 王义娜, 陈瑞珍. “三大战略”增创高质量发展新动能新优势——论党的二十大报告对教育、科技、人才的统筹部署[J]. 战略新兴产业, 2025(11): 183-187.
- [2] 周宏力. 学习贯彻全国两会精神赋能教育强省建设[J]. 奋斗, 2025(8): 14-15.
- [3] 杨飒, 杜泽锟. 以人工智能助力教育变革[N]. 光明日报, 2025-04-17(008).

- 
- [4] 王珊. 数智时代小学数学数字化教学策略探究[J]. 理科爱好者, 2025(3): 209-211.
- [5] 湘西自治州统计局国家统计局湘西调查队. 湘西自治州 2024 年国民经济和社会发展统计公报[N]. 团结报, 2025-04-30(007).
- [6] 林以理, 高峰. 人工智能时代职业教育教学改革的“结”与“解”[J]. 中阿科技论坛(中英文), 2025(7): 117-121.
- [7] 岳丽, 庄红梅, 祖力皮牙·买买提, 王佳敏, 毛红艳, 张英仙, 尼格尔热依·亚迪卡尔, 于明. 基于主成分分析与聚类分析的芜菁肉质根质地品质综合评价[J]. 浙江农业学报, 2025, 37(5): 1057-1071.
- [8] 高建树, 郝世宇, 党一诺. 基于长短期记忆网络-Transformer 模型参数优化的锂离子电池剩余使用寿命预测[J/OL]. 汽车工程师, 1-7. <https://doi.org/10.20104/j.cnki.1674-6546.20250107>, 2025-04-30.
- [9] 姚顺春, 李龙千, 刘文, 等. 基于 MIC-PCA-LSTM 模型的垃圾焚烧炉 NO<sub>x</sub> 排放浓度预测[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2025, 53(7): 1-10.
- [10] 莫小云, 吴林秀, 张丽娣, 等. 基于随机森林算法分析高职学生对老年痴呆患者照护意愿的影响因素[J]. 当代护士(下旬刊), 2025, 32(6): 121-126.
- [11] 玉强. 基于费曼学习法的“数学分析”课堂教学改革研究[J]. 科技风, 2025(11): 77-79.
- [12] 陆平. 数字素养: 智能时代的教师准备[J]. 江苏教育, 2022(52): 1.