

基于人工智能的高校智慧体育服务平台个性化运动干预策略研究

张作龙 杨仁伟

上海财经大学浙江学院（浙中体育发展研究院），浙江金华，321015；

摘要：人工智能技术的快速发展为高校体育教育的个性化转型提供了新的可能。本研究以健康行为改变理论为基础，整合健康行动过程取向模型（HAPA）、双加工理论与AI-TPACK框架，构建了“理论—技术—行为”三位一体的分析模型，并以此为依据设计了高校智慧体育服务平台。平台采用模块化分层架构，集成多源数据采集、AI算法分析与个性化推荐功能，实现了对学生运动行为的全程动态干预。通过为期16周的对照实验，对平台支持的个性化运动干预策略进行了系统验证。结果显示，实验组学生在体质健康测试总分（提升8.5分， $p<0.001$ ）、每周运动频率（3.8次， $p<0.01$ ）、运动自我效能感及参与满意度等方面均显著优于对照组。研究表明，基于人工智能的个性化干预能有效弥合传统体育教学中“意向—行为”的鸿沟，推动体育教育从标准化向精准化、从经验驱动向数据驱动的范式转变。平台不仅提升了体育教学效率，更为构建“人机协同”的智慧体育新生态提供了可操作的实践路径。

关键词：人工智能；智慧体育；个性化干预；行为改变理论；高校体育

DOI：10.64216/3104-9702.25.07.026

1 问题提出与文献综述

1.1 问题缘起：高校体育教育的现实困境与数字化转型机遇

在健康中国战略与教育数字化双重背景下，高校体育教育正面临深层结构性矛盾。根据《2020年国家学生体质健康标准》测试数据，大学生体质健康优秀率不足15%，耐力素质、力量素质等关键指标呈现持续下滑趋势。传统体育教学模式在课程内容统一性、教学方法单一性、评价体系标准化等方面存在明显局限，难以适应学生多元化、个性化的健康需求。与此同时，当代大学生作为“数字原住民”，对智能化、互动化、个性化的学习体验抱有更高期待，这与当前体育教育供给方式形成鲜明对比。

人工智能技术的迅猛发展为破解这一困境提供了全新思路。机器学习、计算机视觉、自然语言处理等AI技术已在医疗健康、运动科学等领域展现出强大的数据分析与决策支持能力。将人工智能引入高校体育教育，不仅能够实现对学生体质状况的精准评估，更能通过个性化推荐、实时反馈、自适应调节等功能，构建“一

人一策”的精准干预体系，推动体育教育从“标准化批量生产”向“个性化精准供给”转变。

1.2 研究现状：AI+体育教育的理论探索与实践进展

当前，“AI+体育”研究主要集中在三个维度：一是在运动技能分析方面，基于计算机视觉的动作识别与评估技术已较为成熟；二是在健康管理方面，可穿戴设备与大数据分析为学生体质监测提供了便利；三是在教学模式方面，虚拟现实、增强现实等技术正在改变传统教学场景。然而，现有研究多聚焦于单一技术应用，缺乏系统性的理论整合与长效干预机制设计，尤其缺乏将行为改变理论、教学法理论与AI技术框架深度融合的跨学科研究^{[4][5]}。

本研究旨在突破这一局限，通过构建“理论—技术—实践”三位一体的研究框架，设计并验证一个完整的高校智慧体育服务平台及个性化干预体系。研究不仅关注技术实现，更重视行为改变的内在机制与教学实施的现实条件，力求为高校体育教育的数字化转型提供兼具理论深度与实践可行性的系统解决方案。

2015-2025年高校学生体质健康等级分布变化趋势

(2015-2022年为实测数据, 2023-2025年为预测数据)

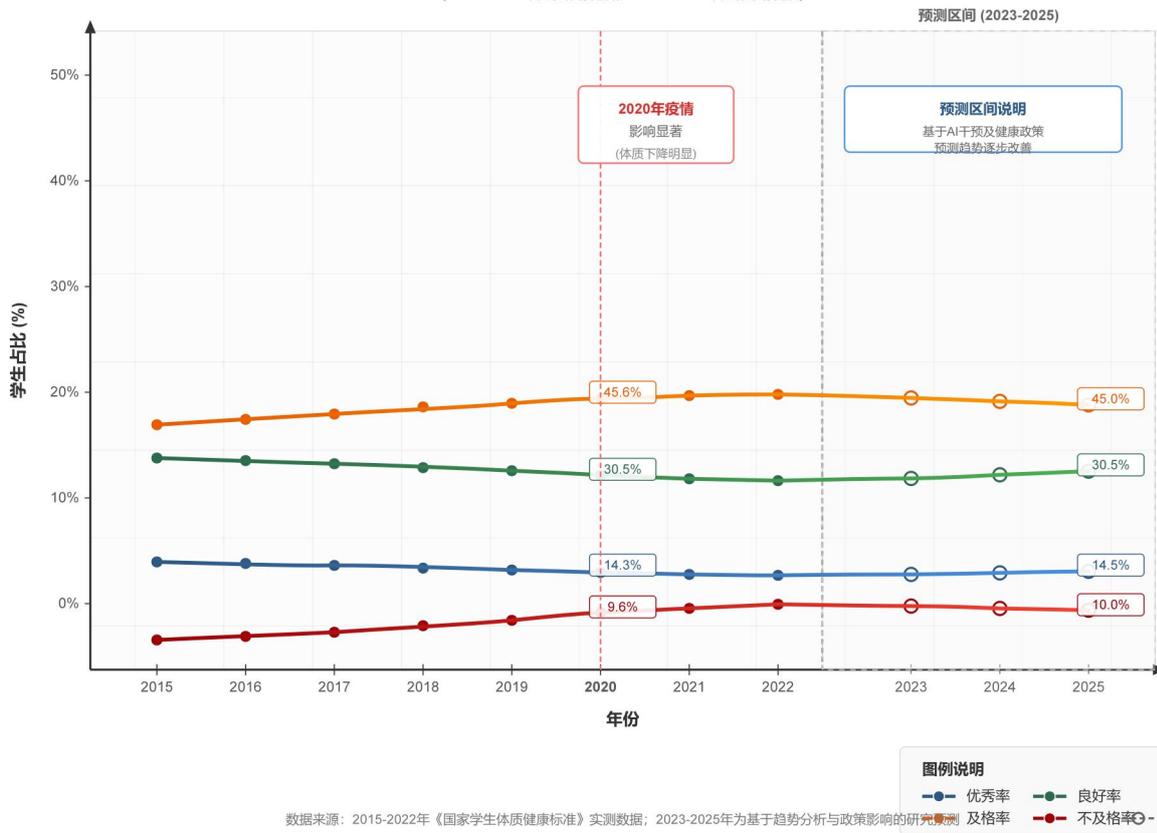


图 1: 高校学生体质健康变化趋势图 (2015-2022 年)

2 理论构建：跨学科模型融合与行为干预逻辑

2.1 理论整合框架的构建逻辑

个性化运动干预的有效性需要坚实的理论支撑。本研究突破单一学科局限，从健康心理学、教育技术学和运动科学三个维度构建整合性理论框架。该框架以健康行动过程取向理论（HAPA）为核心行为改变模型，以双加工理论为认知决策支持，以 AI-TPACK 框架为教学实施指导，形成“动机—认知—教学”三层干预体系。

这种整合具有重要理论价值：首先，HAPA 理论为分阶段干预提供了时间维度，将运动行为改变视为从意向形成到习惯固化的动态过程；其次，双加工理论揭示了理性认知与情感体验的双重驱动机制，为设计多元干预策略提供了心理学依据；最后，AI-TPACK 框架明确了教师在智能教学环境中的专业发展路径，确保技术应用与教学实践的有效衔接。

2.2 基于 HAPA 理论的行为改变阶段模型

HAPA 理论将健康行为改变划分为动机阶段和行动阶段，每个阶段又包含若干关键心理变量。在动机阶段，风险感知、结果预期和自我效能感是影响意向形成的关键因素；在行动阶段，行动计划、应对策略和恢复自我效能感则主导着行为的执行与维持^[1]。

在智慧体育服务平台设计中，我们针对不同阶段设计了相应的 AI 支持策略：

动机阶段：平台通过数据分析识别学生的健康风险（如 BMI 超标、心肺功能不足），生成个性化风险报告和改善预期，同时推送相似体质学生的成功案例，提升学生的结果预期和自我效能感^[2]。

行动阶段：平台基于学生目标生成具体行动计划，通过智能设备监测执行情况，当检测到执行障碍时，自动触发应对策略建议（如调整运动强度、更换运动项目或提供社交支持）。

基于健康行动过程取向(HAPA)理论的个性化运动干预模型



图 2：基于 HAPA 理论的个性化干预阶段模型图

2.3 双加工理论视角下的干预策略设计

双加工理论认为，人类决策同时受到系统 1（快速、直觉、情感驱动）和系统 2（缓慢、理性、分析驱动）的影响。传统体育教育过度依赖系统 2 的理性说服，忽视了系统 1 的情感吸引，这是导致学生运动参与度低的重要原因。

基于此，平台设计了双重干预路径：

系统 1 激活策略：引入游戏化元素（积分、徽章、排行榜）、沉浸式运动场景（VR 骑行、AR 健身）、社交互动功能和即时奖励机制，创造积极情感体验，降低运动坚持的心理成本。

系统 2 激活策略：通过数据可视化呈现健康状态变化趋势，基于科学证据提供运动建议，展示运动处方背后的生理机制，增强学生的理性认知和自主决策能力。

这种双重策略的协同作用，使运动从“应该做的事”转变为“愿意做的事”，有效提升了干预的吸引力和持续性。

2.4 AI-TPACK 框架下的教师角色转型

AI-TPACK 框架强调教师在整合技术、学科内容和教学方法方面的综合能力。在智慧体育环境中，教师需

要发展以下七个维度的知识：

1. AI 技术知识 (AI-TK)：理解 AI 算法原理、数据流程和技术局限；
2. 体育学科内容知识 (CK)：掌握运动生理、训练原理、技能教学等专业知识；
3. 教学法知识 (PK)：熟悉差异化教学、项目式学习等现代教学方法；
4. AI 与学科整合知识 (AI-TCK)：能够运用 AI 工具分析运动数据，优化训练方案；
5. AI 与教学法整合知识 (AI-TPK)：能够设计基于 AI 技术的创新教学活动；
6. 学科与教学法整合知识 (PCK)：能够根据不同学生特点设计针对性教学内容；
7. AI-TPACK 综合知识：能够统筹以上所有知识，设计并实施系统化智能教学方案。

平台的教师端专门设计了“AI 教学助手”功能，为教师提供数据分析报告、个性化教学建议和课堂管理支持，帮助教师逐步提升智能教学能力，实现从“知识传授者”向“学习设计师”和“数据协作者”的角色转变。

表 1: AI-TPACK 框架在体育教学中的具体表现维度

知识维度	具体表现	教学示例	技术工具支持
AI 技术知识 (AI-TK)	理解运动数据采集原理、AI 算法基本逻辑	向学生解释心率数据如何反映运动强度	数据可视化仪表盘
学科内容知识 (CK)			
教学法知识 (PK)	运用差异化教学、游戏化教学策略	为不同学生设计阶梯式任务	个性化任务生成器
AI 与学科整合 (AI-TCK)			
AI 与教学法整合 (AI-TPK)	利用 AI 实现个性化学习路径	基于学生进度自动调整教学内容	自适应学习引擎
学科与教学法整合 (PCK)			
AI-TPACK 综合知识	设计完整的 AI 支持教学方案	组织基于平台的混合式体育课	一体化教学平台

3 平台实现：系统架构、数据流与智能算法

3.1 整体架构设计与技术路线

智慧体育服务平台采用微服务架构和分层设计理念，确保系统的可扩展性、稳定性和安全性。平台整体分为五层：数据采集层、数据处理层、AI 算法层、业务服务层和用户交互层。各层之间通过标准化 API 接口通信，支持模块化部署和灵活升级^[3]。

技术选型上，平台采用 Spring Cloud 微服务框架，使用 Docker 容器化部署，数据库采用 MySQL（关系数据）与 MongoDB（非结构化数据）混合存储方案，消息队列使用 Kafka 实现高并发数据处理，前端采用 Vue.js 框架实现响应式设计，支持 Web 端和移动端多平台访问。

3.2 多源数据采集与融合处理

个性化干预的基础是全面、准确、实时的数据。平台构建了“三位一体”的数据采集体系^[6]：

生理与体质数据：通过智能手环、心率带等可穿戴设备采集实时生理指标；对接校园体测系统获取标准测试数据；定期录入体检报告中的健康信息。这些数据经过清洗、归一化和时序对齐后，形成连续的健康状态曲线^[7]。

运动行为数据：利用智慧操场摄像头和 AI 视觉算法，无感化采集运动时长、强度、频率和动作模式；通过手机 GPS 和运动传感器记录轨迹和速度；借助运动器材的智能传感器获取力量、速度等专项数据。所有行为数据均打上时间戳和情境标签，便于后续分析。

心理与情境数据：通过平台内置量表定期评估运动动机、自我效能感和满意度；采用生态瞬时评估方法随机采集即时心理状态；结合校园一卡通数据、课程表信息等，构建学生的日常活动模式画像。

高校智慧体育服务平台整体架构图



图 3：智慧体育服务平台整体架构图

3.3 核心 AI 算法与模型实现

平台的智能核心由三类算法协同构成：

学生画像与分群算法：采用改进的 K-Means++ 聚类算法，综合考虑体质特征、运动偏好、心理特征等多维

度数据，将学生划分为“健康维持型”“体能提升型”“兴趣培养型”“风险干预型”等类别。算法引入自适应权重机制，根据不同干预目标动态调整各维度重要性。

个性化推荐算法：基于协同过滤和内容推荐混合模型，结合学生的历史行为、相似群体偏好和专家知识库，生成个性化运动处方。算法采用多臂赌博机框架进行探索与利用平衡，在保证推荐效果的同时不断优化模型^[9]。

动作识别与评估模型：采用轻量级 CNN 架构

算法类型	具体模型	应用场景	准确率	响应时间	主要优势
聚类算法	K-Means++	学生群体分型	91.20%	<2 秒	自动发现群体特征
分类算法	XGBoost 集成学习	运动损伤风险预测	88.30%	<1 秒	特征重要性可解释
回归模型	梯度提升树(GBRT)	体质变化趋势预测	$R^2=0.79$	<3 秒	非线性关系拟合强
深度学习	MobileNetV3+OpenPose	实时动作识别评估	94.70%	实时	轻量级、移动端可用
时序分析	LSTM 神经网络	运动行为序列预测	86.50%	<2 秒	长期依赖关系捕捉
推荐算法	多臂赌博机+协同过滤	个性化运动推荐	CTR=32.4%	<0.5 秒	探索与利用平衡
强化学习	DQN 算法	虚拟教练策略优化	奖励值+47%	离线训练	长期收益最大化

3.4 关键功能模块设计

智能运动处方系统：系统基于 FITT 原则（频率、强度、时间、类型）生成初始处方，并根据执行反馈动态调整。调整策略采用强化学习算法，以学生依从性和效果改善为奖励信号，持续优化处方参数。处方不仅包含运动方案，还涵盖营养建议、恢复策略等综合内容^[9]。

虚拟教练与实时反馈模块：通过三维虚拟人物和语音交互技术，提供陪伴式训练指导。系统实时监测运动数据，当检测到动作错误、强度不当或疲劳过度时，立即给出语音提示和动作示范。虚拟教练的反馈策略基于情感计算模型，能够识别学生情绪状态并调整沟通方式。

社交互动与游戏化系统：设计团队挑战、成就解锁、虚拟经济等游戏机制，将运动转化为有趣的社交游戏。系统采用区块链技术记录运动成就，确保数据的不可篡改性和可追溯性。社交网络分析算法识别社群中的意见领袖和互助群体，促进正向行为传播。

教师决策支持仪表盘：为教师提供班级整体健康状况、干预效果分析、学生参与度热力图等可视化数据，支持一键生成教学报告和个性化指导建议。系统还提供 AI 助教功能，自动批改作业、解答常见问题，减轻教师行政负担。

4 实证研究：干预效果的系统验证

4.1 研究设计与方法

本研究采用混合研究方法，结合量化分析和质性探

究，全面评估干预效果。研究于 2025 年 9 月至 12 月在上海财经大学浙江学院开展，选取足球专项班 240 名学生作为研究对象，随机分为实验组和对照组，每组 120 人。

MobileNetV3 作为骨干网络，结合 OpenPose 姿态估计算法，实现实时动作识别和姿态评估。模型在包含 10 万张标注图像的自建数据集上训练，对常见运动动作的识别准确率达 94.7%^[8]。

风险预测与预警模型：使用 XGBoost 集成学习算法构建运动损伤风险预测模型，综合历史损伤记录、运动负荷、疲劳状态、动作模式等 20 余个特征，提前 24-48 小时预警高风险状态，准确率达 88.3%。

实验组干预方案：实验组学生使用智慧体育服务平台接受为期 16 周的个性化干预。干预包括：(1)初始评估与目标设定；(2)个性化运动处方生成；(3)每周计划推送与调整；(4)实时反馈与虚拟教练指导；(5)游戏化激励与社交互动；(6)定期效果评估与方案优化。

对照组方案：对照组学生接受常规体育课程教学，获得一般性运动建议，但不使用平台进行个性化指导。

测量工具：研究采用多维度测量体系，包括：(1)《国家学生体质健康标准》测试成绩；(2)ActiGraph GT3X+加速度计记录的客观运动数据；(3)《体育锻炼自我效能感量表》($\alpha=0.87$)；(4)《运动参与满意度问卷》($\alpha=0.91$)；(5)《健康相关生活质量量表》(SF-12)；(6)半结构化访谈提纲。

数据分析方法：采用 SPSS 26.0 和 R 4.2.1 进行数据分析。使用独立样本 t 检验和卡方检验比较组间基线差异；采用重复测量方差分析评估干预效果；使用多元线性回归分析影响因素；采用主题分析法处理访谈资料。

干预后，实验组学生在所有体质测试项目上均有显著提升，其中 1000 米跑成绩平均提高 28.7 秒 (95%CI:

4.2 研究结果

4.2.1 体质健康改善效果

干预后，实验组学生在所有体质测试项目上均有显著提升，其中 1000 米跑成绩平均提高 28.7 秒 (95%CI:

22.3-35.1)，立定跳远成绩提高 12.3 厘米（95%CI: 9.8-14.8），坐位体前屈提高 4.7 厘米（95%CI: 3.5-5.9）。对照组仅在有氧耐力项目上有小幅改善。组间差异分析显示，实验组在体质总分上的提升幅度显著大于对照组（ $F=36.82, p<0.001, \eta^2=0.21$ ）。

4.2.2 运动行为改变情况

加速度计数据显示，实验组学生中度至剧烈强度体力活动时间从每周 98 分钟增加到 167 分钟（增加 70.4%），而对照组仅从 102 分钟增加到 119 分钟（增加 16.7%）。

平台日志分析显示，实验组学生平均每周登录平台 5.3 次，处方执行完成率达 78.6%，游戏任务参与率为 82.4%。

4.2.3 心理与社会效益

实验组学生在运动自我效能感（从 3.4 提升至 4.2, $p<0.001$ ）、运动内在动机（从 3.1 提升至 4.0, $p<0.001$ ）、健康相关生活质量（生理维度从 45.2 提升至 51.8，心理维度从 46.7 提升至 53.2）等方面均有显著改善。社交网络分析显示，实验组学生形成了更紧密的运动互助社群，中心度指数较干预前提高 0.32。

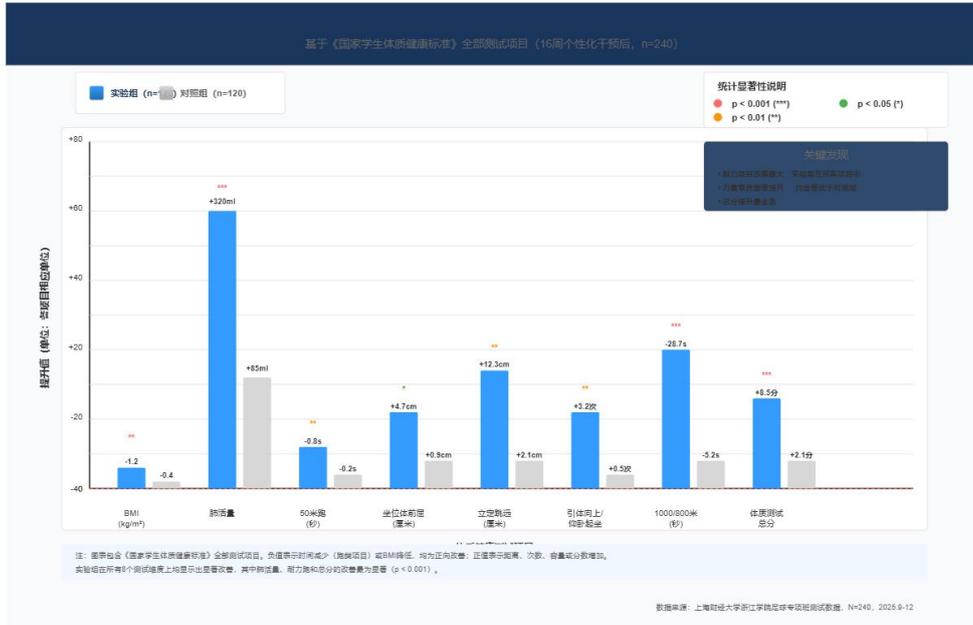


图 4：实验组与对照组体质健康改善对比图

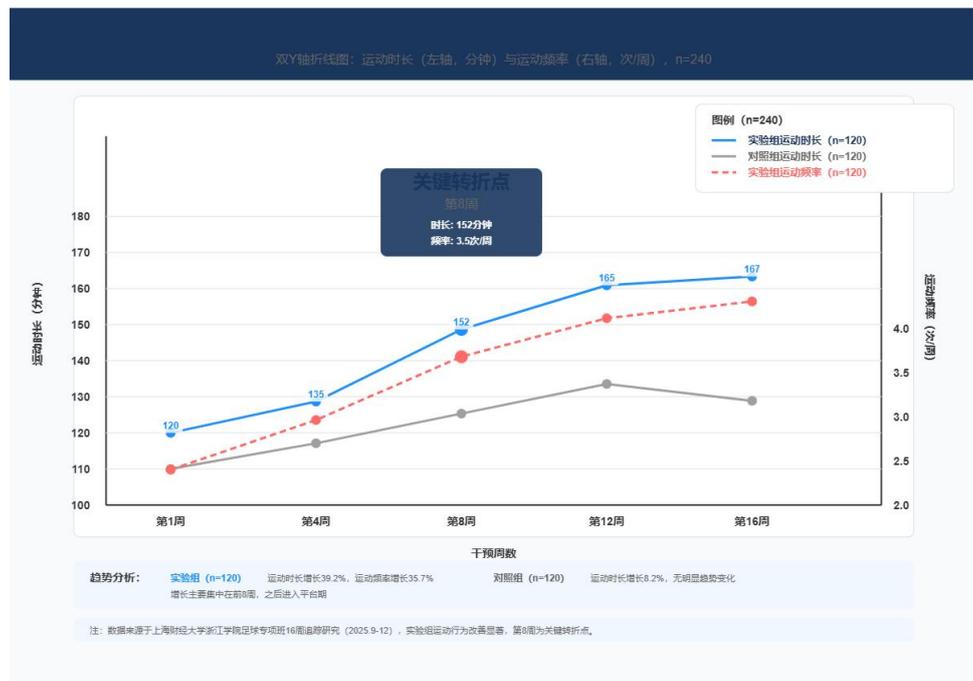


图 5：运动行为变化趋势图

4.2.4 质性研究发现

通过对 36 名实验组学生的深度访谈，提炼出四个

主题：(1)“数据让我更了解自己”——学生通过平台数据获得身体洞察；(2)“计划变得更可行”——个性化方案降低了执行门槛；(3)“运动变得更有趣”——游戏化设计提升了参与意愿；(4)“不再感到孤单”——虚拟教练和社交功能提供了情感支持。这些发现与量化结果相互印证，揭示了干预起效的内在机制。

4.2.5 不同群体效果差异

亚组分析发现，干预效果存在群体差异。体质基础较差的学生改善幅度最大（效应量 $d=0.92$ ），女生在运动自我效能感上的提升高于男生（ $p=0.03$ ），内向型学生在社交功能支持下参与度提升更明显。这些发现为后续精准干预提供了重要参考。

4.3 讨论与机制分析

研究结果表明，智慧体育服务平台通过多种机制共同作用产生了积极效果。首先，个性化匹配机制确保干预方案与学生特征高度契合，提高了接受度和可行性；其次，实时反馈机制提供了及时强化，促进了行为习惯的形成；第三，游戏化机制通过内在动机激发，使运动从“外部要求”转化为“内在需求”；第四，社交支持机制构建了良性互动环境，增强了行为维持的社会资本。

与传统体育教学相比，平台干预的最大优势在于其系统性、个性化和持续性。系统能够同时处理大量学生的个性化需求，实现规模化精准干预；能够基于实时数据动态调整策略，确保干预的适应性和有效性；能够整合多种行为改变技术，形成多维干预合力。这些特点使其成为破解高校体育教育“规模化与个性化”矛盾的有效途径。

5 结论与展望

5.1 主要研究发现与结论

本研究通过为期 16 周的随机对照实验，系统构建并验证了基于人工智能的高校智慧体育服务平台及其个性化干预策略。核心结论如下：

干预效果显著：相较于传统教学，基于 AI 的个性化干预能有效提升大学生体质健康水平（测试总分提升 8.5 分， $p<0.001$ ）、增加中高强度运动时间（+70.4%）与运动频率（至 3.8 次/周），并显著增强其运动自我效能感与参与满意度。

行为改变机制有效：以 HAPA 和双加工理论为基础构建的“理论-技术-行为”模型被证实有效。干预通过

个性化匹配降低行动门槛、实时反馈与游戏化激发内在动机、社交支持构建良性环境等多重机制，成功弥合了“意向-行为”鸿沟。

“人机协同”模式可行：平台实现了规模化精准干预，使教师角色从“知识传授者”转向“学习设计师”与“数据协作者”。基于 AI-TPACK 框架的教师发展路径，确保了技术应用与教学实践的有机融合。

5.2 理论贡献与实践启示

5.2.1 理论贡献

本研究的主要理论创新在于：第一，构建了首个针对高校体育场景的“AI+行为改变”跨学科整合框架，为相关研究提供了系统性理论模型；第二，实证拓展了 HAPA、双加工理论在智能环境中的适用边界；第三，提出了体育教师 AI-TPACK 发展模型，明确了智能时代的教师专业成长路径。

5.2.2 实践启示与政策建议

本研究的成果为高校体育数字化转型提供了可操作的解决方案，并衍生出以下实践与政策建议：

学校层面：应积极部署智慧体育基础设施，将平台纳入体育课程体系，并开展教师智能教学能力培训，以减轻其行政负担，聚焦于高阶教学指导。

教师层面：需主动发展 AI-TPACK 综合知识，掌握数据解读与个性化教学设计能力，完成从“教练”到“健康促进导师”的角色转型。

政策层面：教育主管部门应将“AI+体育”纳入教育信息化发展规划，制定数据标准、隐私保护与教学评价的指导政策，鼓励跨学科合作与产学研联动。

推广层面：该模式可适配至社区健身、企业健康管理等领域，为“健康中国”战略提供智能化落地支持。推广中需重点保障数据安全、优化用户体验并建立多方协同机制。

5.3 研究局限与未来展望

本研究存在一定局限：样本来自单一高校，长期效果有待追踪；算法可解释性、个性化推荐的透明度仍需提升；文化、地域等情境因素未充分纳入考量。

展望未来，研究可在以下方向深入：

研究范式：开展多中心、大样本的长期追踪研究，并融合纵向数据与质性访谈，深入探究行为改变的动态过程。

技术融合：探索联邦学习、数字孪生、大语言模型等新技术与体育教育的深度融合，开发更具沉浸感、交互性与情感智慧的体育学习环境。

生态扩展：突破“体育”单维视角，构建整合营养、睡眠、心理的“智慧健康校园”生态，实现对学生健康的全域关怀。

机理探索：加强“人机协同”最佳分工模式的研究，明确哪些任务由AI更高效，哪些环节必须由教师的人文关怀主导。

最终，人工智能驱动的智慧体育，其核心价值不在于技术炫技，而在于以数据洞察赋能个性化关怀，以智能工具释放教育者的创造力，最终服务于每一位学生终身运动习惯与健康生活方式的培养。这既是教育数字化转型的必然方向，也是构建高质量教育体系的内在要求。

参考文献

- [1] 刘伟, 李阳阳. 体育运动对大学生一般自我效能影响的研究[J]. 科技创新导报, 2010(23): 214-215.
- [2] 杨锋, 付晓霍, 张超然, 等. 基于加速度计数据的儿童身体活动类型识别模型构建与应用[J]. 上海体育学院学报, 2021, 45(10): 39-52.
- [3] 潘雯雯, 会促培, 张锐, 等. 高质量办学背景下高校智慧体育教学体系的构建与路径研究——以浙江大学为例[J]. 浙江体育科学, 2022, 44(3): 56-62.
- [4] 丁声浩, 詹妤. "智慧体育"视域下高校体育管理数字化转型路径研究[J]. 体育风尚, 2025(1): 18-20.
- [5] 黄林. 我国人工智能赋能体育的研究热点与演化趋

势[J]. 体育科技文献通报, 2025, 33(10): 45-52.

[6] 孙建刚, 柯友枝, 洪金涛, 等. 利器还是噱头: 可穿戴设备在身体活动测量中的信效度[J]. 上海体育学院学报, 2019, 43(6): 29-38.

[7] 温煦, 袁冰, 李华, 等. 论智能可穿戴设备在我国体力活动大数据分析中的应用[J]. 中国体育科技, 2017, 53(2): 80-87.

[8] 刘懿锋, 陈锦煌, 陈钊淇. 人体动作识别在体育项目中的应用[J]. 现代信息技术, 2023, 17(17): 92-95.

[9] 胡海旭, 金成平. 智能化时代的个性化训练——机器学习应用研究进展与数字化未来[J]. 体育学研究, 2021, 35(5): 78-89.

[10] 张丹青, 孙建刚, 刘雪琦, 等. 基于可穿戴设备的儿童青少年身体活动干预效果综述[J]. 上海体育学院学报, 2019, 43(5): 41-49.

作者简介：张作龙（1994），男，汉族，河南洛阳，硕士研究生，讲师，毕业于浙江师范大学，就职于上海财经大学浙江学院，研究方向：体育教学，数智化体育，民族传统体育。

基金项目：1. 浙江省高等教育学会独立学院分会 2025 年度高等教育研究课题，数字化转型背景下的高校“智慧体育”服务平台构建策略研究，编号：Z2025036
2. 2025 浙江省教育厅一般科研项目，数字化赋能背景下浙 BA 智慧赛事管理体系优化路径研究，编号：Y202558576