·专家笔谈·

专家介绍



俞章盛，现任上海交通大学生物统计学长聘教授，上海交通大学医学院临床医学研究院院长。在 *JASA*，*Biometrika*，*Biometrics*，*Nature Comm* 等期刊发表论文 120 余篇。担任 SCI 杂志 *Statistics in Medcine* 的 Associate Editor，*Heart Rhythm* 的 Statistics Editor，主要研究领域为医学人工智能、生存分析模型、生物统计学。

人工智能赋能儿童早期发展服务及监测系统的构建与思考

陈高畅[1#]，何伟文[1#]，张云婷[2#]，董媛媛[2]，赵艳君[3]，王文娴[3]，张岳[1]，江帆[2,4,5]，陈津津[3*]，俞章盛[1*]

1. 上海交通大学医学院临床医学研究院，上海　200025；2. 国家儿童医学中心，上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心，儿童健康管理研究所，上海　200127；3. 上海交通大学医学院附属儿童医院儿童青少年保健部；4. 国家儿童医学中心，上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心，发育行为儿科；5. 上海交通大学医学院附属新华医院，教育部环境与儿童健康重点实验室

摘　要： 儿童早期是奠定个体终身健康与潜能的关键阶段，0～3 岁是发育的关键窗口期。在这一年龄段中，我国妇幼体系对儿童健康管理具有人群覆盖广，技术培训、服务实施和督导管理完善的优势，应成为儿童早期发展实践工作推进的重要载体。然而，我国基层儿童保健服务面临资源不均、标准不一，对家庭养育照护技能支持不足等挑战。在国家卫生健康委妇幼司联合国务院妇儿工委办公室、国家乡村振兴局政策法规司共同实施的“助力乡村振兴战略——基层儿童早期发展项目”以及联合国儿童基金会的资助下，上海交通大学医学院附属儿童医学中心联合主持开展了一项覆盖浙江、河南、贵州 3 省的 3 个试点县的多中心区组研究，构建并实践了一套深度融合人工智能（AI）技术的儿童早期发展促进为主要内容的基层儿童早期发展服务及监测系统。该系统采用分布式微服务架构，集成了标准化门诊咨询、数字化养育小组、多维度评估与智能化督导四大核心功能模块，并创新性地引入了基于检索增强生成（RAG）的智能咨询、多模态发育风险预测及智能亲子互动分析等 AI 应用。项目周期内（2024 年 7 月—2025 年 12 月），系统累计服务儿童逾 1.5 万人次，开展养育课程近 4 200 次。实践证明，该系统有效提高了基层服务的覆盖率、标准化程度、干预精准性以及用户满意度，为构建普惠可及的全国性儿童健康数字服务体系提供了可复制的技术范本与实施路径。

关键词： 儿童早期发展；脑智发育；人工智能；儿童保健；信息系统

中图分类号：R179　**文献标识码：**A　**文章编号：**1008-6579(2026)08-0825-06　doi:10.11852/zgetbjzz2026-0423

Development and perspectives of an artificial intelligence-empowered early childhood development service and monitoring system

CHEN Gaochang[1#], HE Weiwen[1#], ZHANG Yunting[2#], DONG Yuanyuan[2], ZHAO Yanjun[3], WANG Wenxian[3], ZHANG Yue[1], JIANG Fan[2,4,5], CHEN Jinjin[3*], YU Zhangsheng[1*]

1. Clinical Research Institute, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200025, China; 2. Child Health Advocacy Institute, National Children's Medical Center, Shanghai Children's Medical Center, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200127, China; 3. Child and Adolescent Health Centre, Shanghai Children's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University; 4. Department of Developmental and Behavioral Pediatrics, National Children's Medical Center, Shanghai

注：[#]共同第一作者，[*]共同通信作者。

通信作者：陈津津，E-mail：jjvoo@163.com；俞章盛，E-mail：yuzhangsheng@sjtu.edu.cn

Children's Medical Center, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University; 5. Ministry of Education-Shanghai Key Laboratory of Children's Environmental Health, Xinhua Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University

Corresponding authors: CHEN Jinjin, E-mail: jjvoo@163.com; YU Zhangsheng, E-mail: yuzhangsheng@sjtu.edu.cn

Abstract: Early childhood is a critical period for establishing lifelong health and developmental potential, with the ages 0 - 3 representing a particularly vital window. China's maternal and child health (MCH) system, with its extensive coverage, well-established technical training, service delivery, and supervisory management, provides a crucial platform for promoting early childhood development (ECD) practices. However, community-based services continue to face challenges, including resource disparities, inconsistent standards, and a lack of support for specialized nurturing care. Supported by the "Rural Revitalization——Primary ECD Project" (jointly implemented by the National Health Commission, the State Council Working Committee on Women and Children, and the National Administration for Rural Revitalization) and funded by UNICEF, National Children's Medical Center at Shanghai Jiao Tong University School of Medicine developed and implemented a community-based ECD service and monitoring system deeply integrated with artificial intelligence (AI). This work was based on a multicenter, cluster randomized study conducted across three pilot counties in Zhejiang, Henan, and Guizhou provinces. Utilizing a distributed microservices architecture, the system integrates four core functional modules: standardized clinical consultation, digital nurturing care groups, multidimensional assessment, and intelligent supervision. Furthermore, it innovatively incorporates advanced AI applications, including a retrieval-augmented generation (RAG)-based intelligent consultation assistant, multimodal developmental risk prediction models, and automated parent-child interaction analysis. During the pilot period, the system facilitated over 15 000 pediatric consultations and nearly 4 200 nurturing care sessions. These results demonstrate that this AI-empowered network effectively enhances the coverage, standardization, and precision of interventions in community-based services, while also improving user satisfaction, thereby providing a scalable digital solution for primary care implementation and national child health promotion.

Keywords: early childhood development; brain intelligence development; artificial intelligence; child healthcare; information system

儿童早期发展是指 0～8 岁期间体格、运动、语言、认知以及社会情绪等领域的全面发展[1]。儿童早期是奠定个体终身健康与潜能发展的关键阶段，其中 0～3 岁是发育的关键窗口期，80%的成人大脑重量在此期间发育完成[2]。我国一直高度重视儿童保健及早期发展工作，主要通过完善的儿童保健纵向体系构建开展各项公共卫生服务实践，这一体系的有效运行产生了巨大的儿童健康促进效应[3]。该体系近乎实现全覆盖，至 2024 年底我国 0～3 岁儿童系统管理率为 94.9%[4]。因此，基于儿童保健体系开展的基层儿童健康管理及儿童早期发展服务，是我国儿童疾病预防、良好生长发育的有力保障。

当前我国儿童保健服务虽然覆盖率高，但仍面临资源分布不均、服务标准不一、专业支持不足的问题。特别是近年来，国家卫生健康委员会妇幼健康司提出以“儿童早期发展服务”提升儿童保健体系服务内涵[5]，进一步提出了对原基层儿童保健服务内容强化、增加对家庭养育照护技能全面咨询指导的新要求[6]。通过构建一套科学、智能、可推广的儿童早期发展服务系统，满足“健康中国”与“乡村振兴”战略的迫切需求，是实现儿童发展公平性、提升基层儿童保健综合服务能力的重要路径[4]。结合信息化系统以及人工智能技术，儿童早期发展服务系统能够整合优质资源、标准化服务流程、赋能基层人员、支持家庭养育，从而形成“监测-评估-干预-反馈”的闭环管理体系，为规模化、精准化推进儿童早期发展服务提供基础支撑[7]。

1 儿童早期发展服务及监测系统项目背景与研究设计

在国家卫生健康委员会妇幼健康司等部门指导下，项目组启动了“助力乡村振兴战略——基层儿童早期发展项目[6]”。项目旨在通过技术赋能，构建一套覆盖服务全流程、支持多方协同的儿童早期发展监测系统。该系统具备以下核心功能：

首先，该系统包含标准化门诊咨询、数字化养育小组及智能化督导三大核心业务模块，形成从筛查评估到干预支持的服务闭环。门诊系统依托标准化工具与流程，支持儿保医生开展结构化门诊咨询与风险分层；养育小组系统通过课程预约管理，促进家庭参与和社区支持；督导系统则实现对服务过程与质量的动态监管。

其次，该系统将体现“承上启下、双向赋能”的枢纽作用。系统一方面能够为国家及地方卫生行政部门提供数据汇总、进度监控与决策支持，实现政策落地与资源调配的科学化；另一方面能全面收集儿童发展数据、家庭养育信息与服务过程记录，也能为个

体干预与群体分析提供依据。同时，系统可成为知识流动的载体，可将权威的儿童早期发展知识、课程与指南推送至基层儿童保健机构，助力医生持续学习与能力提升；又能将基层实践中的需求与问题反馈至上层，推动服务内容的优化与迭代。

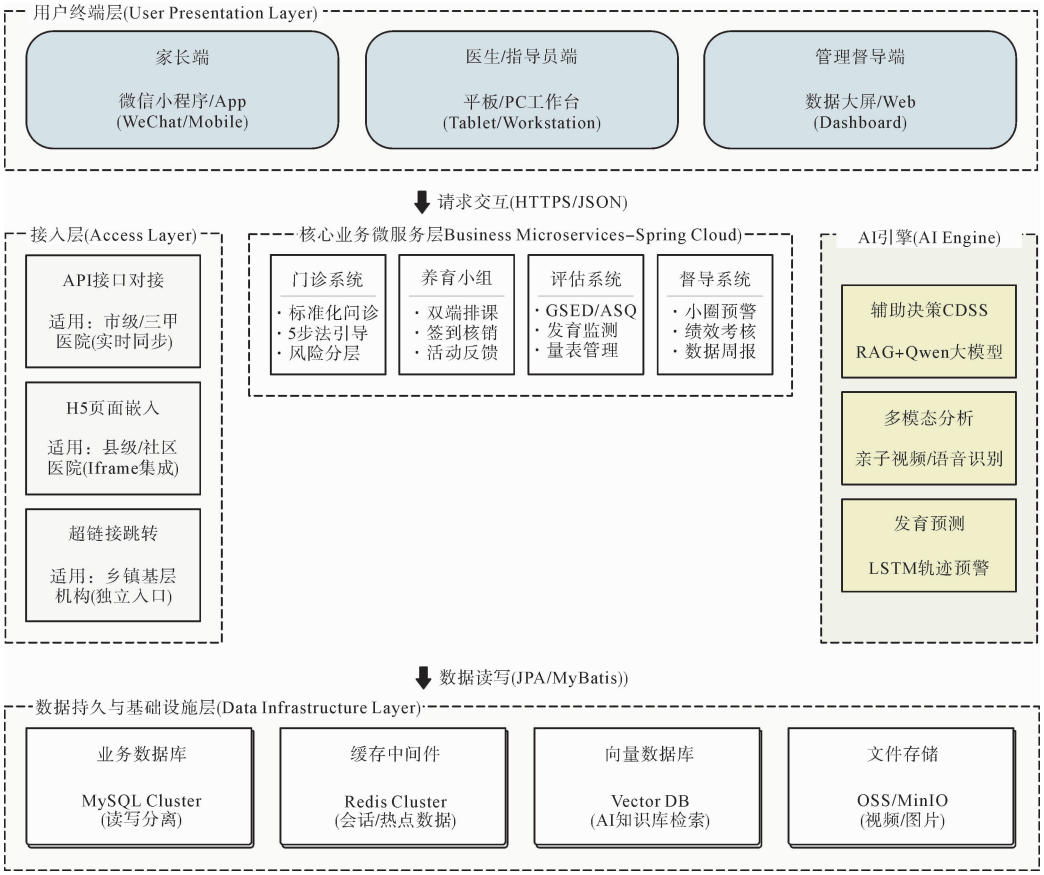
最终，该系统通过信息技术集成，服务于儿童家长、基层儿保医生与国家卫健部门三大主体：为家长提供便捷、科学的养育支持；为医生提供标准化工具、智能辅助与培训资源；为管理部门提供透明、实时、结构化的监管与评估抓手。督导系统尤其成为连接政策与执行的关键纽带，支持多级管理、质量控制和效果评价，从而真正实现“数据驱动服务、系统赋能基层、智能助力成长”的建设目标。

2　儿童早期发展服务及监测系统技术架构与核心功能模块

项目构建的儿童健康促进数字网络，采用基于 Spring Boot 与 Spring Cloud 的分布式微服务架构，确保了系统在高并发场景下的稳定性、可扩展性与数据安全性。网络核心由 4 个高度协同的业务子系统构成，形成全流程数字化服务闭环。见图 1。

2.1　标准化门诊咨询

2.1.1　专业咨询知识库的前期构建　在系统开发实施前，上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心与附属儿童医院专家团队依据国家卫健委下发的《3 岁以下婴幼儿健康养育照护指南（试行）》等标准化材料[6]，开展了大量前瞻性专业准备工作。团队系统性地对儿童早期发展门诊中涉及的各类养育风险筛查问题（涵盖营养喂养、回应性照护、早期学习、安全保障等多个维度）进行了深入解析。针对每个筛查问题的不同回答选项，专家团队均制定了具体、可操作的咨询指导建议。例如，当筛查显示“家长很少与孩子进行面对面交流”时，系统后台不仅会标记此风险，还能自动关联并生成类似“每日至少进行 15 分钟面对面游戏交流”的具体指导方案。这项系统的知识转化与结构化工作，为后续实现“根据筛查结果自动生成个体化指导方案”的核心功能奠定了坚实的专业基础。

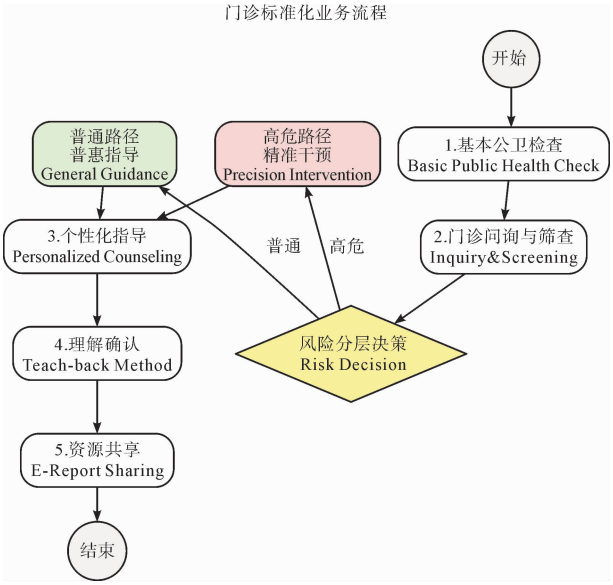


注：系统基于微服务架构设计，自上而下分为 4 层。用户层：通过微信小程序和 Web 端覆盖家长、医生及管理者。业务层（中间）：包含门诊、养育、评估、督导四大核心微服务模块。接入层（左侧）：提供 API、H5、超链接 3 种模式，灵活适配不同层级医疗机构的信息化现状。

图 1　AI 赋能的儿童早期发展信息系统技术架构图

Fig. 1　Technical architecture of the AI-enabled early childhood development information system

2.1.2 系统化门诊流程设计 该模块为 0～3 岁婴幼儿提供结构化健康与发育咨询服务。内嵌了3 岁以下婴幼儿营养喂养评估及咨询指导记录表、3 岁以下婴幼儿养育风险筛查表及标准发育预警征筛查工具[5,8]，支持医生基于儿童月龄进行系统性筛查。门诊流程严格执行“基本公卫检查-门诊问询筛查-个性化指导-家长理解确认-知识扫码共享”5 步法。系统依据前期构建的专家知识库与筛查结果，自动生成个体化指导方案，并通过二维码供家庭成员共享，将服务延伸至家庭场景。见图 2～3。



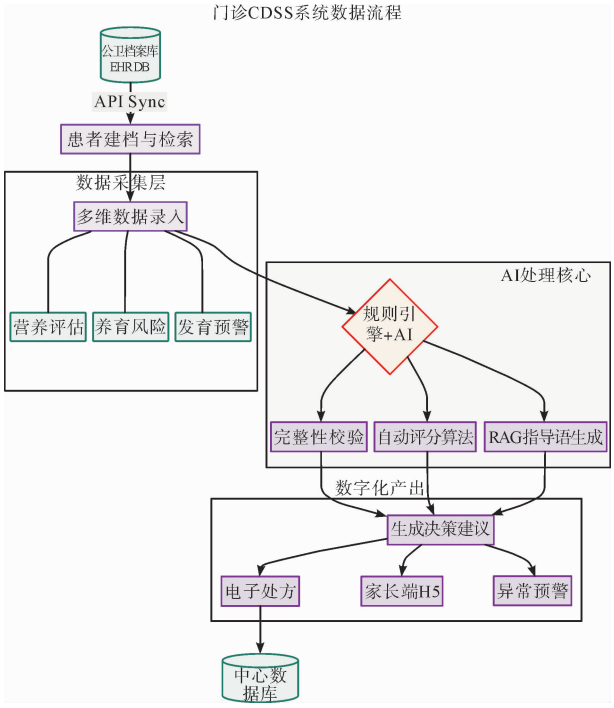
注：该流程图展示了基层儿保门诊的标准化服务路径。核心遵循“5 步工作法”（基本公卫、问询、指导、确认、共享）。流程始于基础健康检查，通过标准化工具进行风险筛查。关键节点在于根据筛查结果进行的风险分层（risk stratification），可将儿童分为高风险重点关注组与无风险常规服务组，从而优化医疗资源的分配效率。最终生成个性化指导并实现家庭共享。

图 2 基于“5 步法”的门诊标准化业务流程图

Fig. 2 Standardized clinical consultation workflow based on the ‘5-Step Method’

2.2 数字化养育小组 系统采用“养育指导员端”与“家长端”双终端设计，实现养育照护小组活动的全流程线上管理。指导员端支持课程排期、发布、微信扫码签到签出、课中互动及数据查看。家长端提供便捷的课程预约、签到与反馈渠道。该设计显著提升了参与便利性与积极性。见图 4。

2.3 智能化督导与质量控制 面向基层医生、养育指导员及项目管理人员的督导系统，实现了服务质量的实时透明化监管。系统核心功能包括人员管理、对儿童服务进度的动态追踪与颜色预警（如超期未体检标红）、养育小组出勤率统计，以及自动生成



注：此图对应展示了门诊辅助决策系统（clinical decision support system，CDSS）的内部数据处理逻辑。系统流程展示了从多源数据采集到智能决策支持的完整闭环。系统通过接口自动拉取公共卫生基础档案，减少重复录入。核心处理层集成了规则引擎与 AI 算法，能够实时计算评估得分，并利用前期构建的专业知识库与检索增强生成（retrieval-augmented generation，RAG）技术，生成个性化的电子指导处方（E-prescription），同时针对筛查出的异常数据自动触发系统的分级预警机制。

图 3 门诊辅助决策系统数据流程图

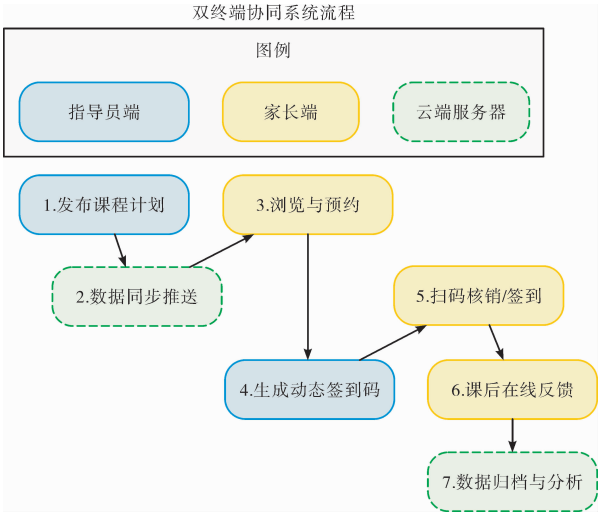
Fig. 3 Data flow diagram of clinical decision support system

多级数据周报。周报核心指标涵盖筛查咨询完成率、养育小组参与率等，支持数据驱动的管理决策与资源精准调配。

3 儿童早期发展服务及监测系统应用实施情况

系统在浙江、河南、贵州 3 省的试点县投入应用，形成了广泛的基层服务网络。

标准化门诊咨询覆盖了 3 省 29 个乡镇，为基层儿保门诊提供了统一的数字化工作平台。数字化养育小组模块累计支持开展课程活动数千次，形成了线上线下结合的家庭养育支持模式。智能化督导系统为县、乡两级项目管理提供了实时数据看板，实现了对服务进度与质量的动态跟踪。截至 2025 年 12 月的项目数据显示，该系统的核心业务模块在基层实现了高度集成与稳定运行。流程标准化程度达 95%，用户满意度达 91%。这些实施数据验证了以数字系统赋能基层儿童早期发展服务的可行性与有效性，为后续推广积累了宝贵经验。



注：通过色块区分了三大系统模块：指导员端（蓝色）、家长端（黄色）及云端服务器（绿色）。流程展示了数据在双端之间流转的 7 个关键步骤：从指导员发布课程（Step 1）起始，经由系统同步（Step 2），家长完成预约与现场扫码（Step 3～5），最终以课后反馈与数据归档（Step 6～7）结束。这种“发布-预约-核销-反馈”的线性闭环设计，确保了干预活动的真实性与数据记录的实时性。

图 4　双终端协同的养育小组系统流程图

Fig. 4　Workflow diagram of the dual-terminal collaborative nurturing care group system

4　儿童早期发展服务及监测系统对接策略与数据协同

儿童早期发展服务系统是现有儿童保健系统的辅助及补充，与现有系统实现互联互通是主要目标。为实现与现有儿童保健及医疗系统的互联互通，并适应不同层级机构的信息化水平差异，项目设计了灵活多样的系统对接策略。对于信息化基础较好的大型医院或区域医疗数据中心，通过标准化的应用程序编程接口实现数据实时双向同步。对于社区卫生服务中心或县级医院，采用将 ECD 系统的 H5 页面嵌入其现有业务系统的方式，医务人员可在原系统界面无缝操作，数据按 T＋1 周期异步传输至中心。对于技术能力相对有限的乡镇卫生院或村卫生室，则通过在原有系统中设置超链接，跳转至独立的 ECD 系统页面完成操作，数据通过手动上传或后台定时任务实现同步。这种差异化的对接模式能够有效确保从城市到乡村基层服务网点的广泛覆盖与数据连通。

5　儿童早期发展服务及监测系统的实施成效、挑战与未来展望

5.1　*实施初步成效*　项目周期内，系统累计服务儿童超过 15 000 人次，开展养育小组课程 4 197 课次。服务覆盖了目标乡镇 96％的儿童家庭。实践证明，该系统网络有效提高了基层服务的覆盖率、标准化程度与干预精准性。见表 1。

表 1　浙江、河南、贵州三省试点县系统应用核心指标统计

Tab. 1　Statistics of core indicators for system application in pilot counties of Zhejiang, Henan, and Guizhou Provinces

核心指标	浙江义乌（东部）	河南新密（中部）	贵州织金（西部）	总计
使用乡镇数（个）	14	16	28	58
门诊服务总量（人次）	1 482	4 856	8 802	15 140
项目要求使用系统门诊（人次）	522	275	372	1 169
医生自发使用系统门诊（人次）	960	4 581	8 430	13 971
基线监测（总数）（人）	1 846	2 058	2 449	6 353
终期监测（总数）（人）	1 510	1 894	2 110	5 514

5.2　*未来展望与人工智能深化应用方向*　基于试点成功经验，项目制定了清晰的全国推广路线图。未来的技术演进与深化应用将聚焦于以下几个方向。

5.2.1　*深化人工智能技术与业务的融合*　计划进一步开发与优化基于 RAG 技术的智能对话机器人[9-10]，构建更完善的儿科知识库，利用向量化技术提升知识检索效率，并结合大语言模型为基层医生和家长提供更具专业性、可解释性的智能咨询支持，破解基层专业知识更新滞后的难题。

5.2.2　*探索智能发育预警与预测*　未来将深入探索机器学习算法对儿童连续的生长测量数据、发育评估分数等多模态、时序性数据的融合分析[11]。计划基于亲子互动视频，整合视觉、运动、语言等特征，量化亲子互动、儿童早期学习、探索以及成长过程，结合 AI 模型实现对儿童早期发展发育的精准评估与预测。通过构建儿童发育轨迹预测模型[12-13]，实现对发育偏离风险的早期智能化预警，为“早发现、早干预”提供更精准的决策支持。

5.2.3　*扩展技术应用边界与数据治理*　基于现有研究，未来将探索区块链等新技术在儿童健康数据安全与隐私保护方面的应用潜力。同时深化已有服务数据的价值挖掘，并持续优化核心业务模块的 AI 应用模型，提升其在复杂场景中的精度与可靠性，为构建全国性儿童健康数字服务体系提供持续的技术动力。

本实践通过构建并应用深度融合 AI 的儿童早期发展服务及监测系统，证实了以数字技术系统性赋能基层儿童健康服务的可行性与有效性。该模式通过标准化流程提供了优质服务，通过智能化手段放大了专业能力，通过差异化策略实现了广泛可及，成功地将“云端智能”转化为“基层效能”。这不仅是技术创新，更是服务模式与公共卫生治理模式的一次重要探索，为在全国范围内规模化推广普惠性儿童早期发展服务、实现人口高质量发展，提供了经过实证检验的、可复制的系统性解决方案。

利益冲突声明 本文不存在利益冲突

数据可用性声明 本研究未生成新的数据，对于纳入的每项研究均已在参考文献列表中列出。

AIGC **使用声明** 在本研究的准备过程中，作者使用了 DeepSeek 来进行部分信息的整理。作者已对生成内容进行了审查和编辑，并对出版物内容承担全部责任。

参考文献

[1] 江帆. 在“儿科和精神卫生服务年”背景下厘清儿童早期发展与儿童保健的关系[J]. 中华儿科杂志，2025，63(5)：441-443.
Jiang F. Clarify the relationship between early childhood development and pediatric health care in the context of the “Year of Pediatric and Mental Health Services”[J]. Chin J Pediatr, 2025, 63(5): 441-443. (in Chinese)

[2] World Health Organization, United Nations Children′s Fund World Bank Group. Nurturing care for early childhood development: A framework for helping children survive and thrive to transform health and human potential[EB/OL]. (2018-05-18)[2026-01-14]. https://www.who.int/publications/i/item/9789241514064.

[3] 江帆. 从生存到发展：推动儿童早期发展在中国妇幼健康领域的实践[J]. 中华儿科杂志，2021，59(3)：161-164.
Jiang F. From survive to thrive: Advancing early childhood development in China′s maternal and child health system[J]. Chin J Pediatr, 2021, 59(3): 161-164. (in Chinese)

[4] 国家统计局. 2024 年《中国儿童发展纲要(2021—2030 年)》统计监测报告[EB/OL]. (2025-12-30)[2026-04-14]https://www.gov.cn/lianbo/202512/content_7053103.htm.

[5] 国家卫生健康委办公厅关于印发婴幼儿早期发展服务指南(试行)的通知[EB/OL]. (2024-12-05)[2026-04-14]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202502/content_7002859.htm.

[6] 国家卫生健康委办公厅关于印发 3 岁以下婴幼儿健康养育照护指南(试行)的通知[EB/OL]. (2022-11-19)[2026-04-14]https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-11/29/content_5729421.htm.

[7] 王汉松，董媛媛，赵瑾，等. 儿童早期发展监测体系构建及应用[J]. 中国卫生信息管理杂志，2023，20(4)：508-513.
Wang HS, Dong YY, Zhao J, et al. Construction and application of monitoring system for early childhood development [J]. Chin J Health Inform Manag, 2023, 20(4): 508-513. (in Chinese)

[8] 国家卫生健康委. 婴幼儿营养喂养评估服务指南(试行)[EB/OL]. (2024-11-27)[2026-04-11]https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202502/content_7002872.htm.

[9] Gülşen M, Yalçın SS. Fostering tomorrow: Uniting artificial intelligence and social pediatrics for comprehensive child well-being[J]. Turk Arch Pediatr, 2024, 59(4): 345-352.

[10] Ogoshi S. Educational support system for children with developmental disabilities through offline large language models and retrieval-augmented generation[J]. International Journal of Information and Education Technology, 2024, 14(7): 955-960.

[11] Felix G, Deavenport-Saman A, Stavros S, et al. Standardizing and improving primary care-based electronic developmental screening for young children in federally qualified health center clinics[J]. Matern Child Health J, 2024, 28(10): 1716-1725.

[12] Tafur B, Weiss S, Mahmoud M. Towards early prediction of neurodevelopmental disorders: Computational model for Face Touch and Self-adaptors in Infants[C]//International Cconference on Multimodal Interaction. Paris France. ACM, 2023: 426-434.

[13] 崔宇杰，张云婷，赵瑾，等. 我国儿童早期发展工作现状分析及策略建议[J]. 华东师范大学学报(教育科学版)，2019，37(3)：107-117.
Cui YJ, Zhang YT, Zhao J, et al. Current situation analysis and strategy suggestions for early child development in China[J]. Journal of East China Normal University(Educational Science), 2019, 37(3): 107-117. (in Chinese)

收稿日期：2026-04-16 **修回日期**：2026-04-26 **本文编辑**：王悦