

面向 AI 教育的开源智能机器人系统设计与交互创新研究 ——以“小喜财”教学机器人为例

杜洪伟

四川意外科技有限公司，四川 成都 610061

DOI: 10.61369/TACS.2026060051

摘 要： 当前 AI 与中小学课程融合进程加快，低龄化、普惠化成为 AI 编程教育发展主流，一线教学却存在明显短板：一是软硬件教学相互脱节，学生仅掌握软件编程理论，难以自主研发具备运动、语音交互且可二次开发的实体机器人；二是市面商用教育机器人黑盒化问题突出，核心代码与硬件资料封闭，阻碍教学原理讲解，限制学生探究式深度学习。本文以“小喜财”AI 教学机器人为研究对象，探索融合人工智能、编程、硬件设备与开源生态的优化设计方案。该机器人采用 ESP32 主控芯片，搭配四轮差速底盘与 3D 打印模块化结构，支持图形化与代码双模式编程；创新实现自定义语音唤醒、多语种语音交互，脱离手机即可便捷操控，还接入多款主流大模型，具备声音复刻、视觉识别等智能功能。设备实现全维度开源，开放结构、源码、课件等六大资源，配套学习教程与创客认证体系，构建完整教学生态。文章结合校内课堂、校外培训、创客竞赛三大场景分析应用价值，梳理产品不足并指明优化方向，为开源 AI 教育硬件研发与校园教学落地提供实践借鉴。

关 键 词： AI 教育；开源硬件；教学机器人；语音交互

Research on the Design and Interactive Innovation of Open-Source Intelligent Robot Systems for AI Education: A Case Study of the "Xiao Xicai" Teaching Robot

Du Hongwei

Serendipity Labs, Chengdu, Sichuan 610061

Abstract： The integration of AI into primary and secondary school curricula is accelerating, with younger age groups and universal accessibility becoming the mainstream trends in AI programming education. However, frontline teaching practices face significant shortcomings: First, the disconnect between software and hardware instruction leaves students with only theoretical knowledge of programming, hindering their ability to develop self-contained robots with motion control, voice interaction, and customization capabilities. Second, commercial educational robots often suffer from closed-source designs—their core code and hardware specifications are inaccessible, complicating the explanation of teaching principles and limiting students' inquiry-based learning. This study focuses on the "Xiaoxicai" AI educational robot to explore an optimized design integrating artificial intelligence, programming, hardware, and open-source ecosystems. The robot employs an ESP32 microcontroller, a four-wheel differential chassis, and a 3D-printed modular structure, supporting both graphical and code-based programming. It features innovative custom voice activation and multilingual interaction, enabling seamless operation without smartphones, while integrating multiple mainstream large-scale models to deliver intelligent functions like voice replication and visual recognition. The device adopts a fully open-source approach, providing six key resources—including an open architecture, source code, and course materials—along with learning tutorials and a maker certification system to establish a comprehensive educational ecosystem. By analyzing its applications across three scenarios (in-school classrooms, off-campus training, and maker competitions), the study identifies product limitations and proposes optimization directions, offering practical insights for developing open-source AI educational hardware and implementing it in classrooms.

Keywords： AI education; open-source hardware; teaching robots; voice interaction

注：本文为基于“小喜财”机器人产品特性与开源生态的理论分析初稿，部分表格数据为基于公开资料与同类产品的归纳总结，具体实测数据可在后续课堂对照实验中补充完善。

引言

人工智能教育是国家科技战略与教育现代化的重要组成部分。根据联合国教科文组织发布的《中小学阶段的人工智能课程：对政府认可人工智能课程的调研》，截至2022年，全球已有15个国家将人工智能学习纳入国家课程，部分国家更进一步将编程与机器人技术纳入义务教育阶段^[1]。在国内层面，《新一代人工智能发展规划》明确提出“在中小学阶段设置人工智能相关课程，逐步推广编程教育”的政策要求，多地中小学已陆续开设AI选修课、智能机器人社团与人工智能实验室。

然而，伴随政策与课程体系的快速推进，教学一线却暴露出两个现实困境。其一是“软硬脱节”：学生在课堂上学到了编程语法与AI概念，但缺乏可动手验证的实体载体，导致学习效果停留在纸面或屏幕之上；其二是“产品黑盒化”：市面机器人产品要么是功能受限的玩具级设备，要么是价格昂贵、操作复杂的科研级平台，且核心代码与硬件图纸普遍对外保密，教师在讲解底层原理时无从下手，学生在尝试二次开发时常常碰壁。

针对上述问题，“小喜财”AI教学机器人提出了一种“AI学习载体”式的解决思路：它不是面向消费市场的成品玩具，而是一台可拆解的AI机器人平台，将AI、编程、硬件与开源生态在同一台设备上贯通^[2]。本文以该系统为案例，从硬件架构、AI能力、交互创新、开源生态与教学应用五个维度展开分析，重点讨论“语音直改唤醒词”与“语音切换37+语种”两项相对市面同类产品的差异化创新，并通过文献综述与同类产品对比，论证该系统在AI普及教育中的研究价值与实践意义。

一、相关文献综述

（一）语音交互技术：唤醒词检测与多语种识别

语音交互是教育机器人实现自然人机交互的关键。语音唤醒（Keyword Spotting, KWS）是其中最基础的环节，其目标为从连续音频流中检出预定义关键词。自陈果果等2014年的开创性工作以来，KWS研究广泛应用循环神经网络、卷积神经网络、紧凑前馈顺序记忆网络（cFSMN）以及时延神经网络（TDNN）等结构，并向低功耗、可变唤醒词方向演进。在多语种自动语音识别（ASR）领域，端到端建模与大语言模型融合成为新的研究热点：王敬凯等（2025）指出，大语言模型与多语言ASR的浅融合可显著提升复杂场景下的识别准确率与跨语种适应性；面向低数据资源的研究也表明，多语种联合训练能够帮助稀缺语种共享通用声学表征。

尽管底层算法不断成熟，面向中小学课堂的语音交互产品体验仍然受限。多数智能设备的唤醒词更改、语种切换需要借助手机App完成，操作步骤多、对教师与低龄学生不友好，难以在课堂演示中即时呈现^[3]。因此，将KWS与多语种ASR能力以“纯语音直控”形式开放给学习者，具备明显的工程创新与教学价值。

（二）开源硬件与创客教育

开源硬件被普遍视为推动创客教育与普及式工程实践的重要力量。基于Citespace的知识图谱研究显示，创客教育的研究热点已从早期的3D打印、Arduino扩展到智能机器人、开源硬件、ESP系列开发板与图形化编程等方向。然而，已有研究多聚焦“使用开源硬件开展教学”，对“将一台教学机器人完整产品（外观/结构/主板/固件/课件/品牌）全面开源”这一更为彻底的实践仍较为缺乏案例分析。“小喜财”项目正是在这一空白处提供了可观察的样本。

二、系统架构与硬件设计

“小喜财”机器人并非传统封闭式消费电子产品，而是一台

专为教学设计的开放式硬件平台，其架构兼顾稳定性、可扩展性与教学友好性。

（一）核心硬件配置

底层运动系统采用四轮差速底盘，确保移动稳定与转向灵活；主控单元搭载ESP32芯片，具备较强算力与Wi-Fi/蓝牙等物联网连接能力，便于接入云端大模型与教学云平台^[4]。感知与交互层集成了语音模块、视觉模块、1.22英寸彩色显示屏（内置16种表情动画）、麦克风阵列与扬声器，动作系统由多舵机驱动，可实现头部摆动、耳朵抖动、机械臂运动等多自由度动作。值得指出的是，针对不同教学层次，“小喜财”提供了两块不同定位的主板：面向动作型场景的cam-dual双摄主板与面向嵌入式入门教学的lite主板，二者的原理图、PCB Gerber与引脚定义均已开源。

（二）模块化与可拆解设计

外壳采用3D打印结构，全部支持拆解与重组。根据官方Wiki学习指南给出的标准教学路径，学生可在约90分钟、四个步骤内完成从零组装：①装底盘——安装电机、轮子与驱动板，搭建“四个轮子的世界”；②装机身——连接ESP32主控、语音与视觉模块，集成核心电路；③装头部——装配舵机系统，使头部与耳朵可以运动；④第一次开机——执行软硬件联调，让机器人“开口说话”。这一过程本身就是一节完整的工程实践课，能够同步训练学生的动手能力、系统思维与工程审美。

三、核心AI能力与交互创新

作为一台AI教学机器人，“小喜财”的核心竞争力体现在多模型接入能力与交互便捷性创新两个层面。

（一）多大模型接入与人格化对话

系统支持接入DeepSeek、豆包、千问等主流大语言模型，并通过统一的SDK进行模型切换与上下文管理，使学生能够在同一台硬件上对比不同模型的对话风格与推理能力^[5]。这种“多模型对

照”特性在 AI 教学中尤为珍贵——它把“大模型”这一抽象概念具象化为可触摸、可比较的对象。

（二）语音直接更改唤醒词

传统智能音箱与教育机器人通常要求用户在手机 App 中完成唤醒词设置，步骤繁琐且对低龄学生不够友好。“小喜财”打破了这一惯例，实现了纯语音控制的唤醒词更改：用户只需通过自然语言指令直接对机器人说出新的名字，系统即可完成关键词模型的更新与持久化。这一改造看似细微，但在教学情境下意义重大：它把“个性化命名”这一情感化动作从二级菜单提升到一级语音入口，强化了学生对机器人的归属感与人格化认知，也省去了课堂上人手一台手机操作的繁琐流程^[6]。

（三）语音直接切换 37+ 语种与方言

在国际化教育与英语 / 小语种教学场景中，多语言支持是教学机器人的关键能力。“小喜财”支持 37 种以上语言及多种地方方言的语音交互，并同样将语种切换的入口“语音化”——一句话即可让机器人切换至目标语言模式。相较于现有产品需要进入手机 App 的“系统设置→语言→选择语种”链路，本系统将切换路径压缩为一次自然语音指令，显著降低了教学演示与展会展示的操作成本，也为多语种课堂、研学交流与国际生源场景提供了便利。

（四）声音复刻与视觉联动

在拓展功能上，机器人具备声音复刻能力：录制一段用户的声音后，机器人即可“用你的声音说话”，这一特性在课堂与展会上极易引发关注；同时，系统支持视觉识别，通过“看看前面有什么”的语音指令即可触发物体识别、语音播报与动作反馈的联动，将 AI 概念落实为可观察、可操作的具体场景^[7]。

（五）与同类产品的横向对比

为更直观地展示“小喜财”的差异化优势，本文将其与几类典型教育机器人在关键维度进行了横向对比，结果如表 1 所示。

表 1 “小喜财”与典型教育机器人关键能力对比

维度	典型玩具级机器人	主流商用教育机器人	高端 STEM 机器人	小喜财
主控 / 算力	单片机 / 有限	ARM/ 中等	工控级 / 较强	ESP32/ 适中
AI 大模型接入	不支持	部分支持单一模型	较少原生集成	多模型（DeepSeek/ 豆包 / 千问）
唤醒词更改方式	不可改	手机 App	工程师配置	纯语音直改
多语种切换方式	不支持	手机 App, 少量语种	配置文件	纯语音切换 37+ 语种
声音复刻	不支持	部分支持	较少	支持
是否可全拆解	否	部分	部分	整机可拆解
资料开放程度	黑盒	黑盒	部分 API 开放	六大维度全面开源

维度	典型玩具级机器人	主流商用教育机器人	高端 STEM 机器人	小喜财
入门组装时间	不可组装	数小时	数日	约 90 分钟
课程与认证	无	配套课程	高校教材	课程 + 创客证书

由表 1 可见，“小喜财”在语音直改唤醒词、语音切换多语种、整机可拆解、全面开源四个维度具有较明显的差异化定位，恰好对应了文献综述中指出的“教学一线痛点”。

四、全面开源生态与教程体系

“小喜财”最具识别度的特征在于其彻底的开源策略与配套教程体系。研发团队的一句宣言颇能体现其理念：一台机器人最贵的不是塑料，而是让孩子敢拆开它的勇气^[8]。

（一）六大维度全面开源

“小喜财”在 GitHub 平台构建了“开源宝藏库”，将三年沉淀的资料按以下六个维度全面开放：①外观设计文件，含完整 STEP 源文件、3D 打印 STL 拆件与外观爆炸图；②结构设计文件，含完整 BOM 清单、三层装配图与 CAD 原始文件；③主板资料，cam-dual 双摄主板与 lite 入门主板的原理图、PCB Gerber 与引脚定义全部公开；④完整代码，包括 ESP-IDF 固件源码、Python/Scratch SDK 与已训练的 AI 模型；⑤教学课件，含通过中小学课改备案的课程大纲、16 课时教案、课堂演示视频与练习题；⑥品牌素材，开放 Logo、海报与分享卡等品牌资源。这种“白盒化”的全面开源，使教师能够透彻讲解每一颗螺丝与每一行代码背后的原理，学生也具备了进行深度二次开发的基础^[9]。

（二）结构化 Wiki 学习指南与创客认证

为降低开源资料的学习门槛，官方在 xiaoxicai.co/wiki 部署了结构化在线学习指南，按“开始之前—小喜财是什么—小喜财能做什么—如何亲手做一台—配套课程—我们的承诺—主板资料”六章共 24 节组织内容，覆盖从认知、组装、调试到课程与售后的完整路径。基于该指南，“小喜财”提供图形化编程（适合小白入门）与代码编程（适合进阶学习）双模编程环境，并配套《人工智能与机器人实践》3 次课短期课程；学生在完成所有章节学习与练习后，可申请《机器人创客证书》，形成可追踪的学习闭环。

（三）三大核心教学场景

基于上述软硬件与教程体系，“小喜财”在三类典型教学场景中展现出鲜明应用价值：①学校课堂，作为 AI、编程与硬件一体化教学的标准教具，结合开源课件与 Wiki 指南，帮助学校在最短时间内落地人工智能课程；②培训机构，凭借丰富功能与可视化展示效果，帮助机构快速打造具有“可展示成果”的特色课程，缓解课程同质化压力^[10]；③创客比赛，作为开源参赛平台，学生可基于公开源码与图纸进行深度二次开发，形成有亮点、有故事的创新作品，提升获奖竞争力。值得强调的是，该机器人通过 CE 认

证、相关国标测试与外观设计专利的合规背书，使其能够稳妥地进入正式课堂与公共展会场景。

五、结语

本文以“小喜财”AI 教学机器人为案例，从硬件架构、AI 能力、交互创新、开源生态与教学应用五个维度，系统讨论了一种面向 AI 普及教育的开源智能机器人设计方案。研究表明，通过“语音直改唤醒词”与“语音切换 37+ 语种”两项纯语音交互创新，将原本依赖手机 App 的繁琐操作转化为课堂可即时演示的自然指令；通过六大维度全面开源与结构化 Wiki 指南、《机器人创客证书》三位一体的教程体系，弥补了主流商业教育机器人“黑盒化”的不足，构建了“低门槛、高上限”的 AI 学习载体。在政策推动 AI 教育全面进入中小学课堂的背景下，此类开源、可拆解、可二次开发的教学机器人将在推动人工智能普及教育、培养下一代 AI 原住民方面发挥更加重要的作用。



参考文献

- [1] 柳晨晨, 宛平, 王佑镁, 等. 智能机器人及其教学应用: 创新意蕴与现实挑战 [J]. 远程教育杂志, 2020, 38(2): 10.
- [2] 严京滨. 具身智能赋能的人因工程实验教学体系构建 [J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(12): 158–165.
- [3] 任乐. 我国中小学人工智能教育研究现状 [J]. 创新教育研究, 2022, 10(7).
- [4] 李亚. 我国中小学常见的机器人教学模式分析 [J]. 创新教育研究, 2022, 10(3).
- [5] 李彦霖. 人工智能系统在计算机科学技术中的运用 [J]. 信息产业报道, 2025(6): 0224–0226.
- [6] 李娟, 朱利佳. AI+ 科技教育实践与探索——以“能听会说的小飞”机器人为例 [J]. 中国科技教育, 2024(7): 56–57.
- [7] 胡钊龙, 李珊珊. 语音识别技术在智能语音机器人中的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2021(13): 2.
- [8] 陆波. 新工科与人工智能时代背景下机器人教学体系改革构想 [J]. 科教导刊 (电子版), 2025(18): 7–9.
- [9] 王敬凯, 等. 语音识别与大语言模型融合技术研究综述 [J]. 计算机科学, 2025.
- [10] 马永安, 邵亚军, 马宇婷. 智能机器人创新训练营规划 [J]. 中国科技信息, 2020(5): 2.