

生成式人工智能赋能的硬件编程教学模式构建

宋永兴

福建省厦门集美中学

摘要：随着人工智能技术的快速发展，生成式人工智能在教育领域的应用价值日益凸显。本文立足硬件编程教学需求，探讨利用生成式人工智能创新教学模式的可行性与实践路径，以期提升学习者编程素养与实践能力，优化算法与教学策略的结合为硬件编程课程提供个性化、智能化与高效化的解决方案，在硬件编程教学过程中，生成式人工智能不仅能够加速知识传递，还能激发学生的创新潜能，为未来教育改革提供新的思路借鉴。

关键词：生成式人工智能；LPT 硬件编程；AI 教学模式；个性化学习；学习平台

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2025.04.159

引言

硬件编程教学传统上侧重于手动实验与理论讲授，学生往往难以在短时间内掌握底层逻辑和实际操作技能，随着信息技术的不断升级如何有效整合生成式人工智能以增强课堂互动性、改善学习者体验，成为教育改革的重要方向。通过在教学过程中通过对话的形式引入自动代码生成、实时错误分析和个性化学习路径推荐等功能，教师得以将更多精力投入对教学深度与学生需求的关注上，从而促进硬件编程课程的高质量发展，同时利用生成式人工智能还能让学习者更直观地理解知识结构，并在不断的练习与试错中提高实践能力为未来创新型人才培养奠定坚实基础。

一、生成式人工智能的基本概念与技术原理

生成式人工智能基于深度学习与概率模型，可依据输入生成新内容，其核心在于模拟并重构目标分布，输出多样化创造性结果。与判别式模型相比，该技术通过海量数据训练，精准捕捉数据特征分布，生成高质量内容。在教学场景中，生成式人工智能凭借“以学定教”的特性，能够根据学生需求和错误提供示例代码、调试建议或扩展知识点，显著提升教学效率与精准度。然而，其在语义理解、上下文关联及深层逻辑推断方面仍存在局限，需教师结合课程目标与专业经验进行严格把关，以避免生成内容失真或偏离教学目标。在硬件编程教学中，生成式人工智能还需考虑硬件执行环境与资源限制，如底层硬件端口访问、实时响应以及特定架构下的编译等，这对模型的性能和准确度提出了更高要求。当前研究聚焦于通过知识蒸馏、模型压缩和增量学习等技术手段，减少模型参数规模，提高运行速度，以适应本地化部署和低功耗环境的需求。

二、基于生成式人工智能的硬件编程教学模式构建

（一）生成式人工智能赋能教学的核心思路

在硬件编程教学中引入生成式人工智能，核心思路在于借助智能算法实现从“以教为主”到“以学为主”的转变。首先，生成式算法通过对大量硬件编程实例和相关文档的学习，能够在学生遇到问题时提供示例化的

解决方案或提示，比如当学生在编写某段驱动程序时遇到瓶颈，我校已经在实际教学中通过基于开源 MaxKB 知识库问答系统可结合底层寄存器配置、操作时序等要素给出初步代码片段，再根据学生反馈进行迭代修正，生成式模型可以从上下文语义与硬件逻辑需求出发，给出更具针对性和扩展性的建议。其次，生成式人工智能赋能教学的另一个关键在于实时交互。这种交互式学习模式不仅减轻了教师的重复性工作负担也让学生在第一时间获得启发，提升了整体的学习效率。再次，生成式人工智能还能教师提供数据化的决策支持，例如，通过对学生使用系统时产生的代码片段、错误日志以及修正历史进行分析，模型可以自动生成个性化的学习报告，帮助教师了解班级或个体的薄弱环节从而有针对性地调整教学进度与重点，教师也可通过对比不同学生的学习路径与成果挖掘教学模式中的成功经验并进行推广。最后，为了在硬件编程教学中真正发挥生成式人工智能的价值，需要综合考虑课程设计、平台搭建以及师生数字素养等多重因素。一方面，课程目标应与智能生成系统的功能定位相匹配，确保学生在使用智能工具时依然能掌握底层原理与关键技能；另一方面，学习平台需要具备良好的兼容性与可扩展性，以适应不断更新的硬件模块与编译环境同时教师须具备一定的 AI 基础素养，学生也须具备批判性思维，以便在实践中有效利用并评估生成式模型的输出，如图 1 为生成式 AI 赋能教学核心思路。

（二）生成式人工智能在硬件编程教学中的角色定位

在硬件编程教学中，生成式人工智能的角色定位因教学阶段、学习目标和学习者水平而异。对于初学者，生成式模型作为“学习向导”，提供示例代码和基础知识解析，帮助新手快速理解硬件编程结构与逻辑，积累编程与调试经验。对于中级学习者，生成式人工智能是“思路启发者”，在复杂问题面前提供修正方案和多样化实现思路，引导学生反思与比较，锻炼其阅读与分析能力。对于高水平学习者或研究型人才，生成式人工智能是“创新助推器”，通过解析学校搭建的 MaxKB 知识库中的文

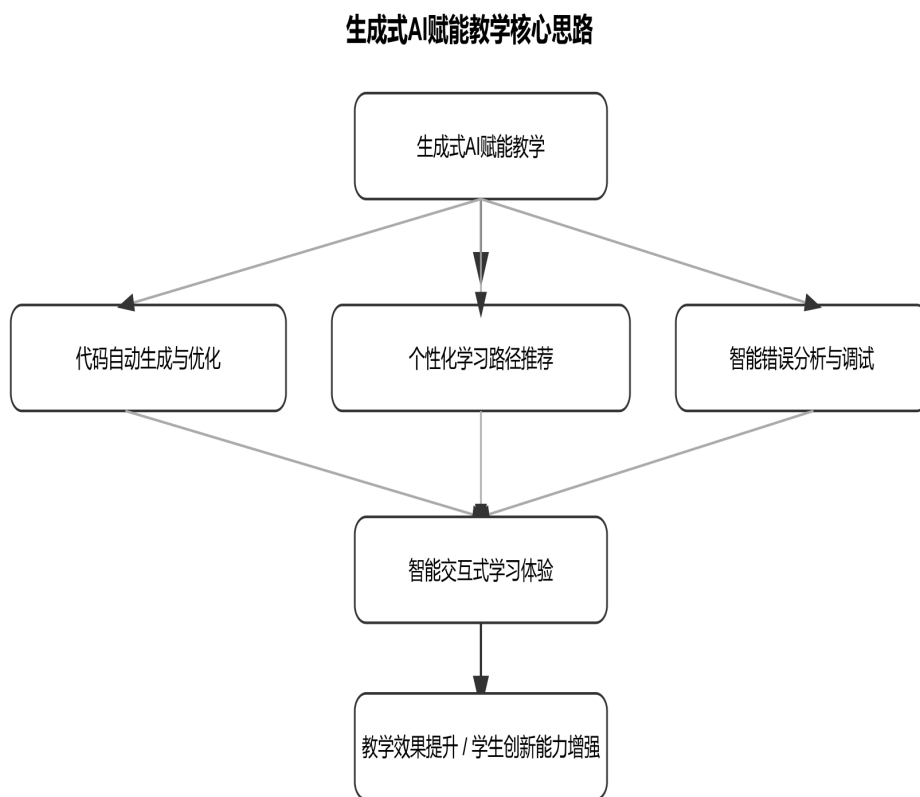


图 1: 生成式 AI 赋能教学核心思路

档与学习者对话日志，提供新颖思路和概念验证原型，助力实验与迭代。为使生成式人工智能在不同教学场景中有效发挥作用，需建立明确的角色定位与分工协同机制。教师与模型的关系应从“替代”走向“协同”，通过设置开放性问题或综合性项目，鼓励学生利用模型优势探索思路、验证设想。同时，教师需关注学生对模型结果的依赖或盲从，及时引导反思与修正。学校和教育部门应提供技术与政策支持，确保生成式人工智能合法合规获取数据与资源，形成稳定可持续的运行机制。

（三）生成式人工智能辅助硬件编程教学的主要方式

1. 代码自动生成与智能推荐

生成式人工智能通过对学校本地开源 MaxKB 知识库中的大量代码与文档进行训练，可提供代码自动生成与智能推荐功能，帮助学生快速获得可运行的雏形或解决方案。其优势在于能根据学生需求灵活输出，涵盖函数定义、硬件控制的动态库配置、时序要求及外设驱动等个性化内容。学生输入不完整代码或提出功能需求时，模型能结合训练经验和实时信息自动补全逻辑并提供解释。若学生提出修改意见，模型可迅速迭代生成新的代码建议。这使学生能将更多精力投入功能流程、架构设计与逻辑思考，而非从零摸索底层实现。然而，代码自动生成与推荐虽能提升学习效率，但也存在风险。若学生过度依赖自动生成结果，可能忽视底层原理，导致学

习效果“一知半解”。为此，教学设计需加以引导。教师可通过考核、讨论或实验等方式，强化学生对硬件编程基本概念与关键技术的理解。系统也可提供“分步提示”或“思路说明”功能，在给出代码前先提供思考提示，引导学生推理。同时，需平衡代码推荐的准确性和多样性。生成式人工智能可能因高频数据倾向推荐常规解法，缺乏创意；或在强调多样化时生成冗余代码，增加学生筛选负担。因此，系统应引入多维度质量评估指标，结合学生反馈动态调整生成策略。

2. 实时错误分析与调试辅助

在硬件编程教学中，调试与错误排查往往比单纯的代码编写更具挑战性，生成式人工智能可通过对大量代码错误样本和硬件故障案例的学习，提供实时的错误分析与调试辅助帮助学生快速定位并修复问题。

当学生编写或运行硬件相关代码时，系统可监测编译器错误、运行时异常及传感器异常等信息，并利用生成式模型进行初步错误推断。例如，在传感器外配置出现通信故障时，模型能判断是寄存器初始化不当还是数据格式错误，并即时给出修复方案或补丁代码。对于复杂问题，如多线程实时调度或资源竞争，模型可依据训练经验提出分析思路和多种调试策略供学生参考。当项目中涉及多种硬件模块或不同函数库时，模型能综合项目结构与历史操作记录，精准定位错误根源。若程序报错，模型不仅指出原因，还能结合 MaxKB 知识库信息，

提供更优解决方案。这种上下文感知能力对硬件编程至关重要，因为硬件配置错误往往涉及系统整体架构的协同。在调试辅助方面，生成式模型还可发挥“教学性”作用，采用类似“问诊”的方式，逐步引导学生思考问题背后的逻辑关系与硬件原理，而非直接给出答案。通过一系列设问和提示，帮助学生理解程序在不同环境下报错的原因，以及调用不同动态链接库时对计算机 LPT 端口执行的影响。学生在修复错误的同时，也能巩固和深化对硬件基础知识的掌握。在设计教学活动时，应强调学生对硬件调试流程的亲身实践，以模型提示作为“外脑”协助，而非取代学生对问题的主动发现与解决能力。

3. 个性化学习路径推荐

硬件编程教学涵盖数字电路、计算机硬件编程及基于知识库问答的 AI 在线学习平台应用。因学生背景、兴趣和进度各异，统一教学进度难以满足需求。生成式人工智能可通过大规模数据学习和实时推断，为学生提供个性化学习路径推荐。生成式人工智能模型根据学生初始水平、阶段性测试成绩或编程记录，诊断其掌握情况并生成专属学习路径。例如，若学生已熟练掌握计算机 LPT 端口控制等基本外设编程，模型可推荐更高阶的 ESP32 开发板实验或嵌入式网络通信实验；若学生在指令集优化或定时中断配置上反复出错，则回溯到基础原理或补充案例练习，巩固关键知识点。个性化学习路径还体现在教学素材与项目任务的选择上。生成式人工智能可综合学生在学习平台的点击行为、作业提交情况和知识点小测表现，判断其兴趣领域和薄弱环节，并自动匹配相应案例项目。例如，对于喜欢机器人应用的学生，推荐涉及电机驱动和 PWM 信号控制的任务；对于对智能硬件开发感兴趣的学生，推荐学习传感器知识和基于 ESP32 开发板的项目制作。教师需审查模型推荐结果，确保其符合课程大纲和教学目标，避免过度偏差或重复性学习。对于关键项目或考核环节，教师应与学生共同讨论学习路线的调整方向，形成“AI+ 教师”双重保障。个性化推荐涉及对学生画像的动态更新，需要收集多维度学习数据，如学生向 AI 提问的方式、错误次数与类型、提问内容以及学习平台内的互动等。生成式模型需遵守隐私与数据安全规定，避免个人信息泄露或偏见判断，并引入可解释性策略，帮助学生和教师理解推荐原因，及时修正误判。此外，生成式人工智能可通过苏格拉底式问答对话引导学生提问和思考。当学生提出问题，系统通过反问或提示引导学生自主思考问题背后的逻辑关系和硬件原理，帮助学生养成批判性思维，深入理解知识，而非依赖 AI 输出。

4. 硬件与环境支持

生成式模型的推断与交互需要较高算力支撑，而硬件编程教学涉及多种微控制器、传感器和计算机 LPT 端

口控制设备。为保证实时响应，需配备一定算力的服务器、云端 API 接口或本地 GPU 集群支持模型推理。同时，教学平台应与硬件设备联动，实现代码“一键下发”和远程测试。学生在平台上编写或生成代码后，可在实验环境中验证，并将结果回传服务器，供模型进行后续分析或个性化推荐，这种一体化环境能显著提高实验即时反馈性和效率。不同硬件平台存在差异，若要实现跨平台学习，需为模型准备相应训练数据与适配模块。例如，计算机 LPT 端口控制编程与 ESP32 系列、传统 Arduino 系列在指令集、外配置和链接脚本等方面存在差异，模型需通过迁移学习或联合学习方法，在多硬件平台案例中训练，以具备跨平台适应能力。硬件编程教学中，实验环境与安全保障至关重要。某些硬件实验涉及高电压或易损器件，操作不当可能造成威胁。生成式人工智能在推荐代码或调试建议时，也可能忽略硬件限制而输出不恰当指令。为推广这一模式，需从硬件设施购置、环境建设、教师培训到课程设计全方位投入。学校应规划资金与资源，搭建软硬件协同实验平台，鼓励跨学科合作，拓展生成式人工智能在硬件编程教学中的应用场景。只有硬件和环境支持到位，学生才能真正体验到智能化教学的价值与便利，生成式人工智能的优势才能在教学实践中落地。

结语

生成式人工智能正以其灵活多样的内容生成与智能化推理优势，为硬件编程教学打开新的发展空间。从代码自动生成、实时错误分析到个性化学习路径推荐，生成式模型在提升教学效率与学习体验方面都展现出了巨大潜能，然而要使这套模式真正落地并发挥长远影响，仍需在课程设计、AI 的平台和学习平台建设、师资培训与数据安全等方面不断努力，只有在多方协同下充分发挥人工智能与硬件编程教学的互补效应，才能更好地培养面向未来的创新型人才，推动教育模式的持续升级。

参考文献

- [1] 薛菲菲, 王毅航, 毛强, 等. 智能硬件应用编程基础实验课程思政探索 [J]. 计算机教育, 2022, (09): 53-57.
- [2] 赵振, 刘扬, 关文博. Python 智能硬件开发 [M]. 中国铁道出版社: 202209. 173.
- [3] 李钰钿. 面向人工智能创客教育的 FCME 教学模型的建构与应用研究 [D]. 深圳大学, 2022.
- [4] 华为技术有限公司. 智能计算平台应用开发 [M]. 人民邮电出版社: 202008. 218.

作者简介: 宋永兴, 1987 年 6 月, 男, 福建厦门, 教研室副主任, 硕士研究生, 研究方向: 电化教育。

课题研究: 福建省教育科学“十四五”规划 2022 年度课题: 基于“人工智能+X”的初中人工智能教学实践与探究 (FJJKZX22-246)。