控制变量法在AI实验教学中的迁移实践

阳梅林
（长沙市一中金山桥学校，湖南长沙 410200）

摘　要：在初中人工智能课程教学中，学生能够完成基本的操作任务，但对其背后的基本原理存在认知困难。以“红领巾识别小侦探”一课为研究案例，依据《义务教育信息科技课程标准（2022年版）》“人工智能与智慧社会”内容模块的要求，设计并组织实施了以数智技术为支撑的实验教学活动。通过借助智慧学习平板、微视频资源以及KittenBot平台等各类技术工具，引导学生经历“提出猜想—设计实验—训练并测试模型—总结反思”的完整探究过程，运用控制变量法设计对照实验，通过对比分析实验数据，帮助学生掌握“数据是人工智能基石”的基本原理。从实际教学效果来看，数智技术与教学环节之间的深度融合，降低了学生理解机器学习基本原理的难度，激发了他们主动参与实验探究的积极性，推动了科学探究能力与数据伦理素养的协同提升。该案例为初中人工智能实验教学提供了可复制、可推广的实践范式。

关键词：数智技术；人工智能；实验教学；数据质量；控制变量法
DOI：10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.10.038
引用格式：阳梅林.控制变量法在AI实验教学中的迁移实践[J].实验教学与仪器，2026，43(10)：134-138.

随着《义务教育信息科技课程标准（2022年版）》的颁布实施，“人工智能与智慧社会”模块被纳入初中信息科技课程内容体系，要求学生在体验应用中理解AI基本原理，建立负责任创新的价值取向[1]。《中小学人工智能通识教育指南（2025年版）》也明确了初中阶段“理解技术逻辑、强化问题解决、发展工程思维、深化伦理认知”的培养目标[2]。然而，当前初中生对人工智能的理解普遍停留在“基本操作、简单使用”的表层水平，对“模型如何学习”“数据如何影响性能”等原理性内容缺乏形象化把握。究其原因，AI实验教学在原理认知可视化、探究过程量化控制以及小组协作全流程支撑等方面存在不足，学生难以从操作体验上升为对本质的理解。

如何把抽象的机器学习原理转化为初中生能够感知、也便于探究的学习内容？如何借助数智技术搭建认知支架，支持学生通过“做中学”掌握人工智能背后蕴含的本质性规律？如何在技术原理探究的同时，培养学生形成负责任使用技术的意识？上述问题，构成了当下人工智能教育教学中亟待突破的关键。

1　相关研究述评

围绕上述问题，学术界从课程建设、实验教学、技术赋能3个维度开展了相关研究。

在课程建设层面，谢忠新等[3]提出中小学人工智能课程应覆盖基础概念、技术应用与社会影响等核心领域；柳栋等[4]构建了课程群建设的跨领域开放框架；卢宇等[5]强调课程应兼顾技术理解与伦理意识培养。然而，现有研究多停留在宏观目标规划上，对“如何通过具体实践理解AI原理”等微观问题关注不足。

在实验教学层面，谢作如等[6]以“让人工智能教育回归实验”为专题，探讨了AI实验设计问题。张敬云等[7]以AIRay为例探索了浏览器前端实验的可操作性，刘正云等[8]以“云算力”为支撑开展了分类模型训练实验。在初中阶段，有研究以可视化机器学习软件Orange为例，探索了学习支架支持的实验教学[9]，但其关注点主要在“降低难度”而非“系统融入科学探究方法”。此外，有学者基于全国初中信息技术优质课例的分析，揭示了初中AI教育“教学内容与AI融合不够紧密”等共性问题[10]。

在数智技术赋能教学层面，有研究从时间哲学视角审视了数智技术赋能教学的作用机制[11]，也有学者分析了数智技术赋能课程改革的价值意蕴与实施路径[12]，但具体到“数智技术如何与特定教学方法（如控制变量法）深度整合”等微观层面，实证研究仍较为匮乏。

综上所述，已有研究的不足可归纳为三点：AI实验教学缺乏科学探究方法的系统融入；AI原理教学缺乏可操作的认知支架；数智技术与AI实验教学的深度融合缺乏实证案例。

2　创新点与核心概念界定

针对上述不足，笔者的核心创新有两点：第一，首次将物理、生物学实验常用的控制变量法完整迁移到人工

智能实验中，把“数据影响模型性能”这一抽象原理转化为可重复、可验证的科学探究；第二，依托KittenBot低代码平台简化操作流程，解决了初中人工智能实验“耗时久、门槛高、一线教师难复制”的痛点，提供了完整可落地的实验教学范式。

笔者所指的“数智技术赋能初中人工智能实验教学”，是结合当前教育数字化背景，依托数据采集、可视化建模、多终端协同的数字化智能工具，打破传统人工智能教学“只操作、不探究”“重结论、轻过程”的局限：一方面将机器学习的“黑箱过程”转化为可测量、可对比的实验变量，为抽象原理探究搭建可操作的认知支架；另一方面通过数据自动记录、多场景资源适配等方式重构探究流程，最终实现“原理理解、探究能力、伦理素养”三位一体的教学目标。以“红领巾识别小侦探——探究数据质量对AI判断能力的影响”教学案例作为研究对象，对数智技术在人工智能实验教学中的作用以及取得的成效进行系统性分析，目的在于为同类型的实验教学提供可借鉴的经验。

3 实验设计思路：针对人工智能教学痛点的数智化重构

当前，初中AI实验教学有以下3个核心痛点。

痛点1：原理抽象。学生无法感知模型内部的学习过程，导致“原理说不清、摸不透”。数智技术提供的“可视化转译”功能，能够将隐性的模型学习过程转变为显性的准确率数据，为原理探究搭建认知支架。

痛点2：探究难以量化。传统教学往往停留在体验层面，学生无法像做理化生实验那样控制变量、记录数据。数智技术提供的“可控制的实验环境”，让学生能够自主设定自变量、因变量和控制变量，获得可对比的实验结果，从而把AI学习从“体验操作”升级为“科学探究”。

痛点3：协作效率低。原有教学受限于设备与时间，大多只能完成单人浅探究，难以支撑小组协作和全过程学习。数智技术打通了“多终端协同”，实现课前预习、课中探究、课后延伸的全流程数据贯通，适配不同层次学生的探究节奏。

以下将从3个维度详细阐述数智技术如何针对上述痛点实现赋能。

3.1 从“黑箱”到“白箱”：破解对原理认知的困境

人工智能模型的学习带有天然的“黑箱”特性，学生很难直观地理解模型是如何从原始数据中提取特征的，以及怎样建立起输入与输出之间的映射关系。原有的人工智能教学一般是“体验训练好的模型”，学生看不到训练过程，也无法感知数据和模型的关系。

本案例选用KittenBot在线编程平台开展教学活动，该平台支持学生自主上传数据、实时查看训练过程、即时显示测试结果。数智技术把“数据输入—特征提取—模型输出”这一不可见的过程，转化为学生可自主调控的实验步骤。因此，学生不再是AI工具的被动使用者，而是变身为“AI训练师”，通过调整输入数据，直接观察输出效果的变化，逐步体会到“数据输入—模型学习—判断输出”这一链条的内在联系。该教学设计的核心在于，把原本较为抽象的原理性内容转化为可操作的实验流程，从而帮助学生实现从“黑箱”向“白箱”的认知跨越。

3.2 从“经验”到“实证”：把科学探究方法融入教学实践

人工智能实验教学不只是单纯的技术学习过程，更是科学思维培养的重要载体。在传统教学中，学生对“数据影响AI”的理解大多停留在经验猜想上，无法进行实证验证。数智技术的支撑让控制变量法迁移到AI实验中成为可能。本案例引导学生围绕“拍摄距离”“拍摄角度”“主体背景”这3个数据质量维度设计对照实验。学生明确自变量、因变量与控制变量，设定对照组与实验组的数据特征，完成模型训练后，测试模型表现并计算模型准确率。KittenBot平台支持不同数据组的模型训练，并且自动输出测试结果，让学生的探究从“定性猜想”变成“定量验证”，这是传统教学环境无法实现的。数智技术为科学探究方法在AI教学中的落地提供了必要基础。

3.3 从“个体”到“协同”：构建智慧学习生态体系

原有AI实验受限于设备与时间，多为单人浅层探究，难以支撑小组协作和全过程学习。数智技术重构了学习时空与协作方式：智慧学习平板用于课前预习、作业提交与线上讨论；计算机承担模型训练与测试；希沃白板用于课件展示与成果投屏。多终端协同构建了覆盖“课前—课中—课后”全过程、打通“个体—小组—班级”多层级的智慧学习生态，支持小组分工完成实验设计、训练、记录、汇报的全流程协作，为差异化教学与协作式探究提供了技术保障。

4 数智技术支撑的实验教学实施路径

本案例将“校门口值日生检查红领巾”作为教学情境，构建4个阶段、逐层递进的实验教学流程，数智技术为各个教学环节提供了技术支撑。

4.1 实验准备

为保障实验顺利开展，需提前做好以下准备。

（1）硬件与软件。每人1台智慧学习平板（用于预习、填写实验单、提交作业），每组2台计算机（访问KittenBot平台进行模型训练与测试），希沃白板用于展示课件与成果；KittenBot在线编程平台支持图像分类模型零代码训练与测试。

（2）课前数据准备。教师提前整理不同数据质量维度的对照图片包：以拍摄距离为例，对照组（距离1 m，100张）与实验组（0.8 m、1.0 m、1.5 m、2.0 m，100张）各含佩戴与未佩戴红领巾图片50张；同理准备拍摄角度、主体背景等维度的图片包，确保实验可重复。

（3）学习资源。平台操作步骤包括微视频、数据使用公约、数据质量维度讲解微视频等。

4.2 预习铺垫：用技术赋能前移学习起点

课前阶段，教师借助智慧学习平板把“KittenBot平台模型训练操作步骤”“我们的数据使用公约”等推送给学生。学生自主学习，对模型训练的基本步骤形成初步认识，同时明确数据使用规范。将技术操作的学习任务前置，为课堂的实验探究活动争取到了更多的时间；此外，数据伦理意识的培养同步融入了起始环节。

4.3 情境导入：技术制造认知冲突

课堂一开始，教师播放“校门口值日生检查红领巾”视频，引导学生围绕“AI能否承担检查工作”展开思考。紧接着，教师演示已部署至浏览器的红领巾识别模型，呈现一个错误识别案例：学生未佩戴红领巾，但模型却将其判定为佩戴，由此引发认知冲突。随后，播放教学微视频《模型训练三部曲》，帮助学生梳理机器学习的基本过程；教师引导学生聚焦“数据”环节，把教学活动引向探究主题。

4.4 实验探究：用技术支撑科学探究

实验探究环节体现了数智技术对教学过程的赋能，其实施步骤如下。

（1）提出实验猜想（对应“从经验到实证”）。教师引导学生结合自身经验展开小组讨论，提出可能影响AI判断能力的因素。智慧平板推送预学习的调研问卷，提前收集学生提出的猜想，教师课上直接聚焦高频猜想（如清晰度、拍摄距离、拍摄角度、光照条件、遮挡物等）开展讨论，避免无效发散，提升探究效率。接着播放“影响AI判断力的数据质量维度”视频，进一步补充影响因素。教师组织各小组选定一个探究维度，并在实验单中填写具体的实验假设。

（2）开展实验设计（对应“从经验到实证”）。教师引导学生运用控制变量法设计对照实验，并以“拍摄距离”这一维度进行示范：对照组为拍摄距离为1米的单一距离图片；实验组则包含0.8 m、1 m、1.5 m、2 m的多种拍摄距离图片；这两组图片的数量、拍摄角度以及主体背景均保持一致。接着，各小组根据所选探究维度设计数据特征；学生在智慧平板上填写共享实验单，小组协作修改，教师可实时查看各小组设计情况，精准点评共性问题，解决传统实验设计中教师无法同步掌握全组进度的问题。教师巡视并给予指导，并邀请两个小组进行分享。

（3）动手实践（对应“从黑箱到白箱”）。学生以小组为单位，在KittenBot平台中上传指定文件夹内的图片，开展模型训练。原来人工训练模型需要复杂代码环境，KittenBot平台简化了训练流程，学生只需要上传数据即可一键完成训练，数分钟就能得到识别结果，把课堂时间留给核心的数据分析，而不是技术调试，这就解决了初中AI实验“耗时太久、完不成探究”的常见问题。这一教学环节，学生参与程度最高；当观察到使用不同数据训练的模型，在准确率方面呈现差异时，认知上的冲突便会自然发生，进而推动其展开深度思考。教师在此过程中提醒学生关注测试数据的独立性问题，确保实验过程及其结果具备客观性与有效性。

（4）成果展示（对应“从个体到协同”）。借助希沃白板的投屏功能，不同小组的实验结果可以快速同屏对比，全班可以直观看到不同探究维度下准确率的差异，更快归纳出共性结论，提升总结效率。小组代表阐述实验假设、实验设计、模型准确率及实验结论。教师在学生汇报的基础之上，带领学生归纳并提炼出最为关键的结论：数据质量决定AI的性能，也就是说，输入数据的质量越高，模型的学习效果就越好，其在实际任务中所作出的判断也就越准确。紧接着，教师就“数据量与准确率”二者之间的关系展开延伸讲解，并呈现趋势曲线——在模型训练的初始阶段，随着数据量的增加，准确率上升得比较明显；但当数据规模积累到某一程度之后，准确率的提升幅度便会逐渐减小、趋于平缓。这一过程有助于学生纠正“数据越多，人工智能越聪明”的简单理解，进而真正认识到：相较于不加甄别地堆砌大量数据，更有价值的做法是着力提升数据的品质与有效性。

4.5 总结延伸：用技术拓展学习边界

在课堂总结环节，教师再次强调“数据是AI基石”的

核心观点，并且布置分层实践类作业。基础层次：观察智能手机相册中的分类错误案例，从数据质量角度进行分析；进阶层次：依照自身兴趣选定主题，开展简单图像分类模型的训练。借助智慧学习平板作业提交以及同伴互评功能，将学习过程从课堂教学场景延伸至课后自主学习环节，促进知识的迁移与实际应用。

5 教学成效与反思

5.1 教学成效

从课堂实际开展情况来看，数智技术的深度运用带来了明显的教学成效。需要特别指出的是，原有的人工智能原理教学要么“重代码轻探究”，基础弱的学生跟不上；要么“重体验轻原理”，学生只知其然不知其所以然。数智技术通过降低技术操作门槛，把探究的重心放回原理本身，实现了分层适配。基础薄弱的学生通过预设好的数据文件夹，直接完成对照实验，聚焦数据差异导致效果差异；学有余力的学生则自主设计多个维度的探究，进一步验证结论。这种分层适配是数智技术带来的针对性提升，是传统实验教学难以做到的。

（1）学习动机的有效激发。

学生化身“AI训练师”参与学习活动，能够亲眼看到自己训练的模型呈现出不同的准确率，引发了强烈的好奇心和探究欲。课堂观察发现，当学生对比分析对照组与实验组的模型准确率时，会主动围绕“为什么这个模型的识别率偏低”问题展开讨论，其整体参与程度明显高于常规的信息技术类课程教学场景。多个小组在完成基本实验后主动要求“再试一组数据看看效果”，表现出较强的自主延展学习意愿。

（2）核心原理的深入理解。

借助对照实验以及数据的比对分析，学生准确地归纳出拍摄距离、拍摄角度、主体背景影响AI模型识别准确率的规律，能够对“数据质量对模型提取特征的能力产生影响”进行初步的解释说明。在课后实践作业中，大部分学生能够准确剖析智能手机相册自动分类错误背后的数据质量因素，实现了从单纯观察现象到真正理解内在原理的认知跃升。

（3）科学素养与伦理意识的协同发展。

学生运用控制变量法设计实验时，能够体会科学研究方法在信息技术领域的迁移应用。“我们的数据使用公约”贯穿于整个教学环节，学生明确知晓数据使用规范。在课后的讨论活动中，学生主动提问：“如果我选用同学的照片来训练人工智能模型，是不是得先征求对方的同意？”这种围绕数据隐私的自觉性思考与意识层面的觉醒，恰恰是达成德育目标的生动体现。

5.2 问题反思与改进方向

（1）探究深度与教学时间的平衡。

该问题集中出现在“实验设计”环节。按照教学设计，该环节预设用时5 min，但实际教学中有多个小组明显超时。教师在巡视中发现，学生的困难主要集中在“如何将定性概念转化为定量操作”上。例如，选择“拍摄角度”维度的小组在讨论“正面”“侧面45°”“侧面90°”的具体标准时花费了大量时间，对“什么样的照片算45°”难以达成共识，迟迟无法确定实验组的数据特征，导致后续动手实践环节被压缩。这说明教学预设的时间分配与实际学情之间存在差距。可以从以下几个方面进行改进：

第一，课前学增加“控制变量法”专项微视频，提供物理、生物学等学科中控制变量法的典型实验案例，帮助学生建立方法迁移的认知基础；第二，设计三级梯度实验单支架：一级（完全支架）为能力较弱的小组提供具体的变量取值建议，二级（半支架）仅提示变量类型，三级（开放设计）供学有余力的小组自主提出探究维度；第三，适当延长实验设计环节的时间预设，同时精简情境导入环节，确保核心探究环节的时间充裕。

（2）从现象归纳到原理关联的跨越。

该问题在“成果展示”环节尤为突出。学生能够准确汇报对照组与实验组的准确率差异，但当教师追问“为什么拍摄角度多样化会使模型识别准确率下降”时，大部分学生的回答停留在“因为图片不一样了”“模型没见过那么多角度”等感性层面，未能触及“特征分布变化”这一算法原理。例如，对照组（仅正面照片）准确率明显高于实验组（含正面、侧面45°、侧面90°）时，当教师追问数据差异背后的原因时，该组学生无法给出合理解释。这说明学生虽能完成“观察现象—记录数据—得出结论”的实验流程，但在“从数据差异推演算法原理”的认知环节存在断层。改进措施如下：

第一，在成果展示环节增设“原理追问”环节，围绕“自变量变化如何影响模型学习”设计追问链，例如：“对照组和实验组的数据在哪些方面不同？”“当拍摄角度变化时，红领巾的形状在照片中发生了什么变化？”“如果模型见过的形态不够多样，它遇到新形态时会怎样？”通过逐层追问引导学生从现象描述走向原理分析。

第二，在实验单中增设“原理解释”一栏，要求学生用

“因为模型在训练时……所以当遇到……时，模型会……”的句式完成书面表达，强化从实验现象到算法原理的思维路径。

（3）差异化教学的精细化实现。

该问题在“动手实践”环节及课后作业反馈中逐步显现。一方面，不同小组完成任务的节奏差异明显：探究“拍摄距离”维度的小组进展顺利，而探究“主体背景”维度的小组因背景类别界定不够清晰，导致训练结果异常、反复调试，占用了大量时间。另一方面，课后实践作业的提交情况也反映出差异：大部分学生能按要求完成基础层次作业，但进阶层次作业（自主训练分类模型）仅有少数学生主动尝试。这表明当前教学设计虽预设了分层任务，但对不同层次学生的差异化支持仍显不足。改进措施如下：第一，基于课前问卷和课堂表现进行精准分组，确保各小组在实验设计、操作执行、数据记录等环节有明确分工；第二，建立“基础任务+挑战任务”双层任务体系，对快速完成实验的小组即时推送挑战任务（如“如何调整训练数据来提升准确率？请设计对照实验验证”），保持持续的探究投入；第三，建立学生AI实验学习数据档案，追踪每个学生在“现象观察—数据记录—结论归纳—原理解释”四个层次上的进阶情况，为下一轮教学的精准任务推送提供依据。

6 结语

“红领巾识别小侦探”教学实践表明，数智技术能够在初中人工智能实验教学中发挥有效的支撑作用。其一，借助KittenBot等平台工具开展教学，使抽象的机器学习原理转变为可观察的实践过程；其二，依靠终端之间的协同配合，构建覆盖课前、课中、课后的智慧学习生态；其三，对学习过程进行记录与分析，实现学习成效的可视化与教学决策的精准化。

实践针对开篇提出的3个核心问题，分别给出了可落地的解决方案。针对“如何把抽象原理转化为可探究内容”，通过数智工具将机器学习黑箱过程转化为可测量、可对比的对照实验，让学生在训练不同数据质量的模型中直观感知“数据和AI性能”的关系；针对“如何搭建认知支架”，采用低代码平台和多终端协同，降低了技术操作门槛，使学生能够聚焦于实验设计和数据分析；针对“如何同步培养伦理意识”，将“我们的数据使用公约”贯穿全环节，并在讨论中自然引发学生对数据隐私的自觉思考，实现了伦理素养的同步培养。

设计打破了初中人工智能教学“要么教代码、要么只体验”的二元路径，走的是“低门槛操作+深度原理探究”的中间路线，适合初中阶段学生的认知水平。《中小学生成式人工智能使用指南（2025年版）》明确指出，“要坚持育人导向，强化素养本位，引导学生在生成式人工智能技术使用过程中形成适应智能时代发展的价值观、必备品格和关键能力”[2]。本案例为推动学生科学素养与数字公民素养的协同提升提供了可复制、可推广的实践路径。

作者简介：阳梅林（1991—），女，一级教师，研究方向：中学信息科技学科教学，E-mail：771540817@qq.com。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部.义务教育信息科技课程标准（2022年版）[S].北京：北京师范大学出版社，2022.

[2] 中华人民共和国中央人民政府网.教育部发布两项指南助推中小学人工智能教育[EB/OL].（2025-05-15）[2025-12-25]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202505/content_7023810.htm.

[3] 谢忠新，曹杨璐，李盈.中小学人工智能课程内容设计探究[J].中国电化教育，2019（04）：17-22.

[4] 柳栋，马涛，容梅，等.中小学人工智能课程群建设的一种跨领域开放框架[J].中国电化教育，2020（12）：16-21，28.

[5] 卢宇，宋佳宸.中小学人工智能教育的现状、实施与发展[J].人工智能，2022（02）：8-13.

[6] 谢作如，周晓蕾.让人工智能教育回归实验[J].中国信息技术教育，2025（09）：4.

[7] 张敬云，周睿.设计在浏览器前端运行的人工智能实验：以AIRay在中小学人工智能通识课程中的应用为例[J].中国信息技术教育，2025（09）：9-12.

[8] 刘正云，周晓蕾.云算力助我开展AI实验教学：以“昆虫分类模型的训练”一课为例[J].中国信息技术教育，2025（09）：12-15.

[9] 陈智敏.学习支架支持的初中人工智能实验教学：以可视化机器学习软件Orange为例[J].中国信息技术教育，2023（24）：41-43，83.

[10] 张莉.新课标下初中人工智能教育实践：共识与问题：基于10个全国初中信息技术优质课例的分析[J].中国教育信息化，2024，30（06）：120-128.

[11] 李永梅，孟志远.数智技术赋能高质量教学的时间之维审思[J].教学与管理，2024（30）：25-29.

[12] 杨波，葛荣雨，王艳芳.数智技术赋能课程改革的价值意蕴、基本取向与实施路径[J].中国大学教学，2024（06）：55-61.