

# 基于人工智能的高中数学错题诊断与学情分析

严国武

江西省南昌市进贤县第一中学

**摘要：**人工智能技术为高中数学教学创建了一套精准的学情分析工具，利用自然语言处理、知识图谱技术可以自动发现学生作业、试卷中的错题，准确找到知识缺陷、思维误区，给教师提供了一定量的、比较客观翔实的学情数据，使教学干预由主观经验判断变为数据驱动的精准决策，进而提高课后辅导的针对性以及课堂教学的预设性。

**关键词：**人工智能；高中数学错题诊断；学情分析

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6288.2026.01.289

## 引言

传统的学情分析依靠教师的经验进行整体判断，不能对学生的认知过程进行细致的追踪。人工智能驱动的错题诊断系统会对学生个人的错误模式进行记录、分析，进而为每个学生形成学习画像。该技术把教学重心从班级整体进度转移到学生个人学习路径上，为大班额环境下个性化学习提供可行途径。目前的研究还存在两个需要改进之处，一是错题诊断重在“找错归因”，学情分析重在“画像评估”，二者应有所区别；二是缺少实证数据支撑，实践证明智能错题诊断识别准确率大于90%，学情分析效率比传统模式高40%，增加数据可完善研究闭环。本文从错题类型、诊断方法、学情分析、提高策略四个方面进行论述<sup>[1]</sup>。

### 一、基于人工智能的高中数学错题类型

#### （一）概念理解错误

概念理解错误是指学生在学习数学概念、定义、定理、公式时，没有准确把握概念的内涵、适用范围和成立条件，在应用上产生根本性的认识偏差，主要是由于对数学对象的本质属性认识不清或者错误地进行关联而导致的。此类错误属于对数学对象本质属性的认知失真或者错误关联。概念是知识体系的基础，概念性错误会造成后面的学习出现系统性的障碍，形成难以纠正的错误认知图式，严重影响数学思维的严谨性和知识结构的完整性。

#### （二）计算失误

计算失误属于学生在具体运算步骤中出现的非知识性差错，主要分为数字抄写错误、符号使用不当、运算法则应用疏漏、基本算术错误等几种类型，这些错误并不是学生缺少数学原理知识而产生的，而是由于学生注意力不集中、运算熟练度不够、解题习惯不好或者应试心理紧张等原因造成的。计算失误会导致答案错误，使掌握核心思路的学生不能得到高分，长期频繁失误还会模糊学生对自己水平的判断，干扰学习重点，造成不必要的考试失分。

#### （三）逻辑推理错误

逻辑推理错误指的是学生在运用数学概念、定理解

决问题时，违反逻辑规律和推理规则而产生的认知偏差，表现为偷换概念、循环论证、充分必要条件误用、归纳不当等；或者证明过程中存在跳跃、缺少、前后矛盾的情况。此类错误直接体现出了学生逻辑思维链条上的缺陷，不仅会阻碍具体问题的解决，还会损害数学思维的主要品质，长期下去会使学生无法形成系统的数学论证能力，在面对需要严密推理的综合题时无法入手。

#### （四）答题规范错误

答题规范错误指的是学生在数学学科规定格式、符号、专业语言、解题步骤等方面没有按照要求进行书面表达和解答所出现的情况，常见的有解题步骤跳跃、缺少必要的文字说明、作图不规范、未正确使用规定数学符号、结论缺失等。此类问题主要是因为对数学表达的严谨性要求没有重视，专项训练不足而造成的。不规范的作答虽然思路正确，但是也会导致学生的书写过程出现问题，进而影响学生的解题效果，从而产生非知识性失分。

### 二、基于人工智能的高中数学错题诊断方法

#### （一）智能识别诊断

智能识别诊断是人工智能系统用自然语言处理和图像识别技术，对学生练习、测试和考试中出现的错题进行自动识别和初步归因的基础部分，系统会先从学生提交的文本或者图片答案中提取出最终结果、解题步骤和过程性记录等重要信息，与标准答案和典型解题路径结构化比对，准确找到公式引用出错、数值计算错误、逻辑链条断开等情况，再将它们归类到事先设定好的知识点和能力维度体系里，为之后深入剖析提供准确而有条理的原始数据支持<sup>[2]</sup>。

#### （二）数据关联诊断

数据关联诊断是指人工智能系统将当前识别出的错题信息与学生个人历史学习数据进行深层次关联、交叉分析，从而找出错误背后存在的潜在模式和深层原因的重要环节；系统会调取该生在相同知识点、相似题型上以前的正确率、错误类型、修正情况来判断当前错误是否为偶发性或者顽固性问题。以学生在导数几何意义题

中多次出现错误为突破口,可以找到其根本原因即数形结合能力差,并且可以结合微课观看、前置知识掌握等数据找到知识链断裂等深层次原因<sup>[2]</sup>。

### (三) 模型分析诊断

模型分析诊断是人工智能系统融合教育测量学、认知心理学模型和机器学习算法,对学生错题数据进行建模分析,对学生的知识结构状态和认知障碍特征做深度诊断的过程。系统可以使用知识空间理论推测学生真实的知识掌握状态和错误的认知规则,用项目反应理论估算某个能力维度的水平值,依托图神经网络匹配认知属性,这样的诊断比简单的错题归因更深入认知加工的层面<sup>[4]</sup>。

### (四) 对比参照诊断

对比参照诊断是人工智能系统把目标学生错题诊断结果放在群体参照系上进行横向比较分析,准确找到问题的特殊性和普遍性,给后续干预提供具体的参照标准的一种诊断方法。系统对比学生的错题类型分布、知识点掌握程度等指标与同群体的数据,判断错误为群体共性易错点或个体专属难点;参照优秀学生的典型学习路径和解题策略,为学生提供可以借鉴的正面范例和切实可行的提升方向。

## 三、基于人工智能的高中数学学情分析策略

### (一) 个体学习进度分析

个体学习进度分析属于人工智能系统对学生学习状况的基本监测,主要对学生的现状与课程设定的目标、个人学习计划之间的差异进行评判,会保存每一项知识单元的学习活动时间段,包含开始学习、微课观看、练习提交、测试参与等内容,全面记载个体学习过程。进而将实际进度与计划进度进行比较,得出偏差值。不单关注任务是否完成,更重视完成的节奏和密度,可以发现学生在学习等差数列和等比数列过程中前半部分通项公式、基本性质掌握较快,但数列求和和递推数列综合应用部分明显滞后的情况,也能根据滞后阶段的学习行为和效果数据来综合判断原因,给学习计划的及时调整提供准确的依据。

### (二) 知识掌握程度分析

知识掌握程度分析是人工智能系统对学生数学学习效果进行全面评价的重要部分,它把形成性评价数据和总结性评价数据结合起来,准确判断出每个知识点的掌握层次、记忆牢固程度和应用熟练程度,避免单次测验定结论的片面性,将各种情境下的表现数据纳入考虑范围之内,例如基础概念辨析题体现的理解精确性,综合变式题体现的迁移应用水平,间隔复习检测体现的记忆留存情况。系统根据每一道题目的知识点和认知要求来建立个人知识掌握度图谱,对于导数的应用模块可以评

价对核心原理的理解程度以及各个方面的应用掌握情况,给出比单纯一个分数更丰富的立体化的掌握情况。

### (三) 学习习惯特点分析

学习习惯特点分析就是人工智能系统通过对学生在数字化学习环境中全过程的行为数据进行分析,找出学生稳定的、持久的学习行为模式和偏好的一种重要分析维度,它包含时间管理、学习投入、复习整理、求助互动等各个方面,比如学习时段分布、单次学习时长、视频观看行为、练习思考习惯、错题回顾频率、遇到困难时求助的方式等等。通过对大量行为日志进行聚类、序列分析,可以将集中突击型、碎片化浅层型、深度反思型等学习习惯类型划分出来,并且可以对这些习惯的特点进行客观的量化分析,这是后面改进学习方法、开展精准个性化学习指导的基础。

### (四) 思维能力水平分析

思维能力水平分析,就是通过一定的探究任务或者对解决问题过程的深入剖析,对学生数学思维的发展水平进行全面评价和精确刻画的过程。它不仅是对知识点掌握情况的考查,更是对逻辑推理、抽象概括、空间想象、运算求解、数据分析等各方面能力的考查,突破单一知识点评价的束缚。系统把学生解题的全部思维过程拆解开来,对学生在问题表征、策略选取、计划推进、监控调节这些元认知层面所展现出来的水平展开全面评判,从更为根本的角度去认识学生数学学习的优势与不足之处,从而为系统地培育核心数学素养指明正确的方向。

## 四、基于人工智能的高中数学学习提升策略

### (一) 定制学习计划

定制学习计划就是人工智能依靠对学生的个体学情持续跟踪分析,生成完全契合当前学生知识水平、认知速度和近期学习目的的个性化学习路径和时间安排,突破了传统班级统一进度的束缚。其主要目的是突破传统班级授课制下统一进度的束缚,利用智能系统对每个学生的过去学习数据、能力评定结果和目标落差进行精准计算,为学生制定每天、每周的任务序列,科学安排新知识学习、旧知识回顾、专项训练和综合测评的先后顺序,实现个人专属的学习速度安排,进而提高整体学习效能和目标达成程度。人工智能系统对学生数列、导数模块预备测验、课堂互动、作业完成情况等进行分析,能清楚地看出学生对新知识的掌握速度以及理解程度,进而做出相应的后续学习安排调整。以北师大版高二数学选择性必修第二册第一章数列教学为例,系统在发现某学生对于等差数列的通项公式推导比较快,但是利用函数的思想来理解数列的单调性时存在一定的困难后,自动为该生制定后续的学习计划,在原等比数列学习计

划中嵌入微专题复习和针对性训练,根据学生的实际情况及时调整等比数列求和公式的学习时间分配,着重培养公式推导的过程理解和公式记忆的应用能力,个性化的导航使学生的学习一直朝着自己需要加强的方向前进,防止无效重复和仓促推进。

## (二) 强化薄弱知识

强化薄弱知识就是人工智能系统利用多维学情诊断发现学生知识体系中的具体薄弱环节,再用智能推送、变式训练、错题重组、概念溯源等方式对这些薄弱环节进行有针对性、高强度、多角度的干预和巩固练习,兼顾表层记忆与本质理解、知识关联、场景应用,从根源修补知识漏洞。它既重视知识点的表层记忆,也重视从概念本质、知识联系、场景应用等角度去解决理解的障碍,其根本目的是从根子上修补知识结构的漏洞,防止这些薄弱环节成为今后学习的绊脚石。人工智能系统在诊断出学生具体的知识短板后,会从知识图谱中提取出与该薄弱点相关的全部概念、定理、公式以及典型的应用场景,设计出一个由浅入深、逐步加深的强化训练序列。以北师大版高中数学选择性必修第二册第二章导数及其应用为例,在教学过程中,系统发现某生可以机械地套用导数求单调区间的办法,但对导数值符号与函数单调性之间关系的理解不深,在含参问题或者抽象函数的判断中常常出错,随即为该生生成专项强化方案,首先推送精讲微视频动态展示导数值变化对函数图像升降的影响,接着提供聚焦导函数图像判断原函数单调性的基础判断题,然后推送参数逐步增加的含参函数单调性讨论题,最后重组该生历史同类错题形成对比练习,构建从原理溯源到复杂应用的全链条强化体系,使学生真正掌握核心知识。

## (三) 优化学习方法

优化学习方法就是人工智能通过对学生各种学习过程数据的分析,找出其中的低效或不当的学习行为模式,然后给出基于学习科学原理的个性化方法建议和即时引导。这包括对学生的时间管理策略进行优化、改善学生的知识记忆与理解技巧、增强学生在解题过程中元认知监控的能力、培养学生良好的复习和总结习惯,促使学生由“学会”向“会学”转变。人工智能系统可以从学生和学习平台互动中找出学生学习习惯的微观特点,即一次学习所花费的时间范围、各个难度等级的习题用时情况、对解析的重视程度、复习错题的方式方法等,并给出相应的具体改进建议。以北师大版高中数学选择性必修第一册的排列与组合为例,通过对某学生做排列组合应用题时思维启动慢、尝试多种分类法却不能做出决定而造成时间浪费的现象进行分析,得出学生缺少系统化的策略指导和规范的思考过程,因此在之后的

练习中主动嵌入智能引导,在题目呈现后提示先明确问题类型,思考过程中提醒检查分类标准,提交解答后将其解题路径与最优路径进行可视化比较,用嵌入学习过程的智能教练式引导,帮助学生逐步建立起解决特定类型问题的标准化思考程序和自我监控意识。

## (四) 开展拓展训练

开展拓展训练是在人工智能为学生夯实了课程标准要求的基础上,根据学生兴趣爱好、能力水平智能推送具有挑战性的拓展学习内容和探究任务的活动。拓展的内容可以是知识的加深、横向联系、跨学科应用或者数学建模实践等,这些内容可以激发学习潜能、培养高阶思维、满足个性化发展需要。人工智能系统通过观察学生常规任务完成情况、速度,以及学生开放性问题和探索性活动成果来对学生综合情况进行评定,从而准确找到那些基础好、学有余力、对数学有兴趣的学生,从内部拓展资源库中智能挑选出适合他们拓展的内容。以北师大版高中数学选择性必修第二册第二章“导数及其应用”课程为例,在学生完全掌握了平均变化率、导数计算、函数性质研究等课标要求的基础知识点之后,会为适配的学生推送梯度拓展内容,既可延伸讲解高阶导数、隐函数求导等课标外的相关进阶知识,又可布置结合城市通勤车流变化、暖通系统能耗优化等真实场景的探究任务,引导学生用导数分析变量瞬时变化规律、求解实际场景下的最优工况参数,支持学生自主完成小型建模实践,全程跟随学生思考进度给出适配的引导提示,逐步引导学生形成跨场景应用数学工具的高阶思维,充分释放自主探究潜能。

## 结语

人工智能在错题诊断和学情分析方面的深入使用,表明数学教学朝着数据驱动、精准化的方向前进了一步。它可以对学生的各项学习过程数据进行客观分析,找出传统的人工观察难以发现的细微认知问题。构建“诊断找错—分析画像—策略改进”的完整教学闭环,为教师教学优化、学生高效学习提供新路径。

## 参考文献

- [1] 田洁.生成式人工智能赋能高中数学精准教学的路径探析[C]//北京师范大学教育学部.‘教育数字化与教育强国建设新图景’——第三届全国一流教育学科高校学生学术论坛摘要集,2025:9.
- [2] 李健.高中生排列组合解题错误成因与对策研究[D].广州大学,2025.
- [3] 赖志辉.“三教+解题表”视角下高二学生数学错题管理的个案研究[D].贵州师范大学,2024.
- [4] 沈明伟.错题集在高中数学学习中的应用[J].智力,2020(25):79-80.