汪琼,李文超(2021).人工智能助力因材施教：实践误区与对策[J].现代远程教育研究,33(3):12-17,43.

**摘要：**实现以学生为中心的因材施教，为每个学生定制出符合其特点的学习发展路径，既是一种教育理想，也是一种教育原则。虽然未来人工智能技术可能助力实现大规模因材施教，但是目前大多数教育人工智能产品还处于初级发展阶段，在实际应用中存在着因言过其实、误以为真、不切实际等错误认识造成的实践误区，比如，过分依赖系统对学生的判断和帮扶、查漏补缺加重了薄弱生的学习负担、将自定步调重复学习视为个性化学习等。当前的智能教育虽然可以通过技术手段优化一部分教学工作，但离实现大规模因材施教还有很长的路要走。我们需要清醒地认识到当前人工智能教育应用的局限，在开展人工智能助力教育的实践中，既要强调和加强人工智能时代教师人工智能素养、数据素养和测评素养的培养，又要督促智能教育产品研发机构和厂商基于教育理论精细化产品设计，增加算法透明度，引导和支持人机协同的因材施教早日实现。

**关键词：**人工智能；因材施教；智能教学系统；实践误区

**一、引言**

因材施教是教育领域一直以来的理想追求（张如珍，1997）。由于每个学习者的先验知识不同，即使学习相同的内容，不同学习者达到同等掌握程度所需花费的时间不同，学习过程中遇到的困难点也不一样。在生师比居高不下的传统教学环境中很难做到教学因人而异，但是教育研究者并没有放弃寻找在群体教学中达到一对一教学效果的教学方法（Bloom，1984）。信息技术特别是人工智能技术的发展，让教育界对于“智能时代的大规模个性化教育”充满期待（刘德建等，2018；袁振国，2020）。

目前全国众多地区都在大力开展智慧教育试点工作，教育部已经设立了18个“智慧教育示范区”创建区域和2个培育区域，不少城市也纷纷设立人工智能实验校开展“人工智能+教育”的探索。然而，在实际应用中因存在言过其实、误以为真、不切实际等错误认识，引起了一些争议和困惑。本文从分析人工智能助力因材施教的三个实践误区入手，阐明了智能系统助力因材施教的四条实践原则，并就如何与尚处于初级发展阶段的智能教学系统人机协同以实现个性化教学提出了两条建议。

**二、人工智能助力因材施教的实践误区**

智能教学系统大多以布卢姆的“掌握学习”（Bloom，1968）教育理念为基础。“掌握学习”也是一种教学策略，即认为：虽然学生对于某学科的学习态度有着喜欢和不喜欢之分，但是如果在其学习过程中，能够给予其所需要的学习支持，比如，合适的内容、充分的学习时间，以及及时的学习指点，大多数学生都可以达到所期望的教学目标。

掌握学习理论与中国教育经验十分吻合。在实际教学中，教师普遍认为：造成学生之间差异的原因是有些学生功夫没花到位，题做得不够多。于是很多学校使用智能教学系统的主要方式就是通过系统给学生出题，为学生提供更多的练习机会。一些智能系统标榜带有知识图谱，可以做到精准训练，更是受到学校欢迎，成为实施“大规模个性化学习”的基础。但是理想与现实总是存在差距的。人工智能助力因材施教在实践中还存在很多问题。这些问题主要源于人们对智能教育存在一些不切实际的认识。

1.误区一：过分依赖系统对学生的判断与帮扶

目前的智能教学系统还属于发展初期，很多系统智能技术含量并不高，中小学的教学应用中也并不需要太高的智能技术就可以胜任。比如，中小学学科知识点有限，学科知识图谱由有经验的教师绘制要优于人工智能系统自动生成；许多题库系统中的测试题的难度、知识点等元数据标签还是人工标记的，因此也存在出错的可能；适应性出题技术（如基于项目反应理论的测试设计）是30年前已经成熟的教育测评技术，但目前入校的智能系统采用的并不多；等等。

当然，我们不能因为这些系统没有采用智能技术就诋毁这些系统对于教学的价值，只是在实际应用中需要有清醒的认识，不能盲目认为智能系统对学生的判断都是正确的，也不能假设智能系统提供的练习题目都是学生需要的而不加审核地直接布置给学生。目前一些学校使用系统自动出题、自动判题来对学生知识掌握情况进行判断，存在过分相信系统的问题。虽然让学生在系统中做练习，有可能解决教师时间不足的问题，让教师把原先花在批改作业上的时间用于与学生一对一的沟通上，是更好地发挥了人机各自擅长的作用，但是如果教师没有因此对有问题的学生作业进行个别化诊断，却可能会出现一些学生被过度训练、另一些学生没有精准练习的问题。

笔者观摩过的一节习题课就出现过类似的情况。在一堂基于智能系统的综合题目练习课中，有几位学生课前测验表现不佳，通过系统强化训练后，这些学生仍旧不能正确解题，说明这些学生在知识技能掌握方面可能有一个子技能没有掌握好。教师虽然发现了这个问题，但是因为智能系统中没有针对这个子技能的练习，教师也就没有脱离系统来对这些学生进行这方面的专门训练。这堂课对于这些学生来说就是浪费时间，毫无帮助的。

相反，不依赖智能系统，依靠提升教师的测评能力，却早就在实践中被证实是非常有效的教学策略。比如，成都市一所知名中学的新分校，用了3年的时间就使该校学生的成绩超过了老校区。校长说他只用了一招，就是要求每位教师每天自己出题给学生布置作业，而且要对学生的作业做数据分析，由此提高了教学的针对性。这种方式下，虽然教师的教学工作量有所增加，但教学能力提升明显，教学效果显著。安徽蚌埠市教育局也把命题作为教师岗位研修的基本活动，已经连续两年开展赛命题活动①。这些都是有经验老校长的共识：教师的命题能力——学术术语是测评素养（Assessment Literacy），即能够选择合适的考核方式精准地测定学生的知识掌握情况和运用能力——是优秀教师的核心能力。

由此，我们可以得出人工智能助力因材施教的**第一个实践原则**：在智能时代，技术可以方便教师出题和进行作业分析，但我们不能完全依赖智能系统所做的教学判断，这会使教师变得越来越迟钝。我们需要借助智能技术淬炼教师的核心能力，尤其是测评素养。

2.误区二：薄弱生最需要自适应系统查缺补漏

薄弱生通常被认为是最需要智能教学系统的（向天成等，2015；刘邦奇，2020），其背后的假设是：学习成绩不佳的学生更需要补习，即如果学生的学业水平较低，或者缺乏新知识所需要的前置知识，就需要在学习新知识之前补习。这是自适应教学系统存在的价值。然而补习量过大的自适应教学系统未必适合在学期中使用，因为学期中学生每天需要完成各学科的教学任务，补习量过大的话，很可能造成薄弱生跟不上班级学习进度的情况，从而增加其学习焦虑，甚至产生厌学情绪。

**图1　加州大学圣地亚哥分校“生物信息学”MOOC 课程设计**

图1是美国一门号称全球第一个具有适应性教学功能的MOOC课程②的设计图。由图1可知，课程的学习路径分为主干线和支线两种。主干线是MOOC课程要完成的教学内容，包括教学视频、编程挑战、讨论问题等。支线部分是为学生提供的扩展的课程知识点，目的是方便不具备前置知识的学习者进行补充性学习。从图1中可以看到，补充知识点是多个教学资源组成的微课，课程内容增加了近一倍多。如果从自学角度来看这门课程的设计，确实考虑到了具备不同知识水平的学习者完成课程学习的需要，使其能很便捷地获取补习的相关资料，进而可以较为顺利地完成课程学习。但是从有计划的教学（如MOOC）角度来说，这种设计是有问题的：一些不具备入门知识的学生需要花费更多时间去学习补充资源，这将使其很难跟上课程的正常学习进度。由于学习步调不一致，这些学生在学习过程中遇到困难的时候，也就很难得到同学的帮助。已有MOOC的相关研究也证实：MOOC课程学习中如果缺乏同学之间的相互支持，将有可能提高学生辍学率，影响结业率（樊文强，2012）。中小学在学期中采用自适应系统需要警惕出现类似的问题。

还有的学校认为，通过多做题多练习的方式，就可以提升薄弱生的学业水平。这类学校并不安排薄弱生针对相关教学内容进行重新学习，而是根据所谓的“个性化学习系统”所揭示的学生学习漏洞，有针对性地出题训练学生。乍一看，很有道理，但细想之下，便有疑惑：薄弱生之所以薄弱，有可能是因为写字慢、做题慢、知识理解不深等问题。这类学生完成平时的作业都需要花费比其他同学更多的时间，现在又需要比别人多完成一些练习，这个安排真的行得通吗？真的可持续实施吗？

20世纪50年代美国斯坦福大学Patrick教授开发的小学数学适应性教学系统在这方面就做得很好（Taylor，2003）。图2是他所开发的自适应教学系统的工作原理示意图。图中灰色框为主学习路径，学生每学习一个概念需要完成12道练习题。在完成这12道练习题的过程中，如果连续4道题全部做对或者只错1道，那么系统就会布置右侧双线框中更难一点的4道题目给学生；如果学生继续全部做对或者只错1道，系统就会继续加大题目难度，让学生去做最右侧三线框中的4道难题。但是如果学生在做较难的4道题目时错误2道以上，系统就会让学生回到主线接着做普通题。如果一名学生在进行第一个概念训练的时候完成了最难的练习题目，那么他在进行第二个概念练习的时候将从较难的题目开始，而不必去做普通题。但如果他在完成第一个概念练习最难的4道题时错误2道以上，则在进行第二个概念练习的时候还是要从普通题开始。也就是说，同一个概念，这套自适应学习系统会根据学生的掌握水平匹配有针对性的训练。对于掌握得特别好的学生，会为其提供与其能力水平相匹配，同时又具有一定挑战性的难题。对于掌握得不太好的学生，系统就会为其提供一些提示性帮助，如图2中左半侧的学习路径。做基本题第一次出错，系统会给一个提示；如果在提示指导下第二次尝试还出错，系统会再提供一个提示；如此直至所有的提示都用完。如果这时学生还不能做对题目，就需跳转至补习环节，额外完成3道补习题目，如图2最左侧粗线框。这些补习题是针对学生错题的分解题目。当学生正确完成这3道题目后，又将再次回到灰色框的主学习路径上做剩余题目。

**图2　斯坦福大学Patrick教授设计的教学流程**

这个自适应教学系统从技术实现来看并不复杂，也不需要特殊的“智能”技术，通过分层教学设计就可以实现为不同知识水平的学生提供相适应的学习资源的目的。除此以外，该系统还有一些细节值得借鉴：比如同一个概念的学习，除非完全跟不上的学生可能会额外补习3道题外，其他绝大多数学生，无论优秀还是普通，都完成相同数量的12道练习题。对于知识掌握水平不佳的学生，在其做错时系统会有提示提供帮助。这表明这些练习题目是经过精心设计的，每个提示针对的是学生常见的困惑，做到了适度、有针对性的训练。当然，这个适应性教学系统的成功与高质量的题目有很大的关系。

由此，我们提出人工智能助力因材施教的**第二个实践原则**：在学业水平不一致的班级通过智能学习系统帮助薄弱生补习这一设想在实施时需要考虑具体可行性，特别是要估算学生的学习负担，要提供高质量的练习题。

3.误区三：翻转课堂+智能教学系统就能做到因材施教

翻转课堂教学法与适应性智能教学系统从某种角度来看是一对理想搭配，也是目前很多学校的常见做法，但如果不假思索地结合，可能会事与愿违。

比如，一些学校有了智能教学系统之后，经常在课堂上让学生用平板电脑进行练习。这时，教师一般会预先设置好完成时间和题量（如要求学生在5分钟之内做完3道题），时间到后收卷，收卷后利用系统快速对练习结果进行判断，最后将判断结果发送给教师和学生。学生只能看到对错判断，教师不给予有针对性的反馈。这样的教学活动不仅不能帮助学生，还可能导致负面效果，实质是一种“负分行为”：学生在做题的时候没有充分的时间进行思考，这样的做题过程除了建立条件反射之外，对于学生的思维发展与知识理解没有任何价值；做完题之后教师也不给予反馈和解释，这段学习的意义就更低了。

美国教育家布鲁姆曾进行过一项研究，发现一对一教学法要优于普通班级教学法2个标准方差（Bloom，1984），而掌握学习教学法的效果介于二者之间。布鲁姆的研究目的是为了说明个别化教学的价值，但为什么普通班级教学不如一对一教学，另一位学者福克尔（Vockell，1994）给出了解释。福克尔认为：如果教师不称职，所设计的教学活动可能不仅无助于学生学习，还会损害学生的学业发展，就像上面提到的机械课堂练习活动一样。为此，福克尔提出，教师不仅需要做一些事情来提高学习效果，还需要停止一些行为——那些不能提升学习效果或者浪费学生时间的“负分行为”。当我们在使用智能教学系统时，也需要警惕帮倒忙的“负分行为”。这是人工智能助力因材施教的**第三个实践原则**：要辨识哪些行为是“负分行为”。这需要教师始终从帮助学生完成教学目标的本心出发，也需要教师掌握一些教育理论和教学原则，通过持续学习发展专业眼光（Professional Vision）。

翻转课堂教学法的流行让更多的教师学会了制作微课，高校精品课程建设工程也让许多大学课程拥有了配套的视频教学资源。于是当通过智能教学系统发现学生做题表现不佳时，一些教师会建议学生反复观看教学录像来提升课程学习效果。这种做法对于一部分学生有效，特别是那些上课没跟上教师讲课进度的学生，但是单纯地重复教学并不是真正的因材施教。

库伯指出，一个完整的学习过程是由四个阶段构成的闭环（Kolb，1984），其中：具体经验阶段（Concrete Experience）是指学生通过亲身体验来获得新知；反思性观察阶段（Reflective Observation）是指学生对已有体验加以思考或者通过观察别人的做法去领会；抽象概念化（Abstract Conceptualization）阶段是指学生通过学习相关的理论或总结体验建立新知识与新认识；主动实践（Active Experimentation）阶段是指学生用理论指导实践，或者在实践中去验证所形成的概念。库伯认为，不同人经历这个学习圈的起点不同。比如，有人习惯于先从理论学习开始，然后动手尝试，在尝试中获取体验，最后反思总结；也有人喜欢先动手尝试，遇到问题时进行思考，然后进行形式化总结，并与理论对话；等等。学习从不同阶段开始便形成了不同的学习风格。根据这一理论来思考基于数据的个别化教学策略，当发现学生有一些知识没有掌握而需要重复教学时，教师需要做的应该是换一种教法，而不能一味地实施令自己舒服的教学方式。

美国学者格罗根据其教学经历也证实教师的教学策略需要与学生的学习阶段及学习需求相匹配（Grow，1991）。格罗提出了SSDL模型（Staged Self-Directed Learning Model），即阶段性自我指导学习模式。格罗认为，可以将学习者的自我指导水平划分为四个阶段：依赖阶段（Dependent）、好奇阶段（Interested）、参与阶段（Involved）和自我指导阶段（Self-Directed），学习者通过不断提升自我指导阶段而获得进步，从低自我指导水平（依赖阶段）、初级自我指导水平（好奇阶段）、中等自我指导水平（参与阶段），逐渐发展到高自我指导水平（自我指导阶段）。处于不同自我指导水平的学生，对教师的要求也有所不同。比如，学生刚刚进入某个新的领域，处于自我指导水平的依赖阶段，这时候权威型的教学方式，即常见的教师讲学生听的教学方式可能最适合学生；但如果学生在该领域已有一定基础，比如对学习内容已经产生了兴趣（好奇阶段），愿意开始做一些尝试（参与阶段），这时候教师除了布置必要的练习之外，给予及时反馈，提供协助、支持和鼓励很重要。但是当学生已经可以长时间自主学习的时候，授权型的建构主义教学方式可能最适合学生。格罗还认为，教师的教学方法既可能会促进学生的自我指导水平，也可能会阻碍学生的自我指导水平。只有将教学方法与学生发展水平进行合理匹配，才能够促进学生的发展（Grow，1991）。

依据这两个教育理论和模型来反思人工智能助力因材施教，不难得出**第四个实践原则**：支持因材施教的智能系统，在资源种类上需要多样化。比如，同一教学内容最好有不同的教学法资源。在智能系统做不到的情况下，或者在需要人机协同开展因材施教的情境下，教师要有意识变化教学策略，特别是对薄弱生的重复教学，需要有意识地分析学生的学习风格。

**三、人工智能助力因材施教的实践策略**

1.智能时代的教师需要具备人工智能素养+数据素养+测评素养

信息技术进入各行各业后对人才的素养提出了新的要求，教师岗位也是如此，教师在基本教学能力之外，还需要扩展习得许多新素养。智能时代，教师首先需要具备人工智能素养（AI Literary），即教师要能对教育中人工智能技术的发展保持关注，了解具体人工智能产品的优势和不足，能够辨识新闻中、厂家介绍中的未来设想功能与现实可用功能之间的差距，能够选择适当的人工智能产品，以符合伦理的方式恰当地运用于提高教学质量的教学工作中。这里并不是要求教师要非常了解人工智能技术，只是需要教师不迷信技术的实现原理，审慎对待技术系统的产出，特别是技术产品对学生的判断。

其次，教师还需要具备数据素养。数据素养是信息素养的延伸和扩展，指具备数据意识和数据敏感性，能够有效且恰当地获取、分析、处理、利用和展现数据，并对数据具有批判性思维的能力（郝媛玲等，2016）。随着教育环境中信息技术设备增多，教师可以用于教学判断和决策的数据也越来越多。教师需要具备从教育情境数据中甄别数据质量、发现学生学习需求、基于数据进行反思教学的能力。

最后，如前所述，测评能力是优秀教师的核心能力之一，测评素养是无论什么时候教师都应该必备的素养。现代信息技术快速发展，知识呈爆炸式增长，学生获取信息的渠道越来越多样。教师如何借助信息技术设计多样化测试以了解学生知识掌握、学习目标达成的情况，已成为智能时代教师测评素养的新要求。高质量的测评工具才能获得可靠的数据，也才能保证基于数据的教学决策是科学、合理的。

这三类素养中除了测评素养较早提出但一直没普及到每个教师之外，另外两种素养都是时代发展对教师提出的新要求，需要尽快纳入教师培训内容。

2.智能教学系统产品需要基于教学理论做更加精细化和实用性的设计

目前进入中小学的智能教学系统产品有功能趋同的现象，且大多简单假设允许学生自定步调的学习就是在支持个性化学习了，这是对个性化学习的误解。前文已经举例说明了现有智能系统的基本假设没有考虑操作可行性，学校对智能教学系统的应用也存在盲目信任和简单误用。要解决这个问题，智能教学系统产品需要基于教学理论做更精细化设计。以自适应学习系统为例，不同系统可以有不同的“自适应”侧重，或者以适应学生的知识水平为目标，如提供不同难度的内容；或者以适应学生学习风格为目标，如改变学习任务的完成顺序，提供其喜闻乐见的学习内容呈现方式等。近年来，自适应教学系统从界面到算法都有了一些改进探索和尝试，但还需要放在学校教学的实际情境中去思考需求，避免加重学生学习负担，挫伤学生学习积极性。

另外，智能教学系统产品也需要就算法透明性作出解释。比如，有些智能教学系统记录课堂教学行为，给学生和教师画像，却没有说明算法依据，无法判断其评价的科学性与合理性。目前一些学校已经引入了这样的产品，并将其当作学校与时俱进的展示窗口。幸而大多学校还未用其对师生进行关键性评价，尚未产生严重不良影响。但是随着越来越多的学校开始“以数据驱动的个性化学习”为抓手，不了解系统的计算原理就盲目进行教学应用，会带来很大风险。

**四、总结**

两千多年前，孔子因学生的秉性不同而给出不同的行动建议：对于胆怯的学生，孔子鼓励他想到就去做；对于鲁莽的学生，孔子建议他想清楚了再去做，这是成语“因材施教”的来源。因材施教既是一种教育理想，也是一种教育原则。实现以学生为中心的因材施教，为每个学生定制出符合其特点的学习发展路径，是智能教育的重要目标和追求。今天的人工智能技术虽然还无法做到依据学生秉性给出针对性行动建议，但是已经可以通过技术手段部分实现因材施教，比如使用智能技术纠正英语发音等。同时，有了技术支持还可以释放教师的部分精力，让教师们有机会投入到人工智能尚不能发挥作用的教学情境，比如，更准确地分析和处理学生的情感问题等。

然而我们要清楚地认识到，当前我们正处于人工智能教育应用的初期。智能技术的发展特点需要在迭代中进步，需要大量的实践数据，但教育不能拿学生做实验，每一位学生都不可以成为不成熟教育产品的试验品。我们在开展人工智能助力教育的实践中，要遵循教育规律，对技术系统不滥用不误用；同时技术公司也要以教育理论为指导，通过与教育研究者和实践者的合作，开发具有教育性产品，真正解决教学中的关键问题。

**注释：**① 蚌埠市教育局 “四赛”岗位研修总决赛赛命题实施方案（2021）1号（赛命题）[EB/OL].[2021-05-01].http://www.ahgzyz.com/display.asp?id=1878.② 网址为：https://cse.ucsd.edu/about/news/news/uc-san-dx-launchfirst-adaptive-online-course-teach-bioinformatics.  
**参考文献：**[1]樊文强(2012).基于关联主义的大规模网络开放课程(MOOC)及其学习支持[J].远程教育杂志,30(3):31-36.[2]郝媛玲,沈婷婷(2016).数据素养及其培养机制的构建与策略思考[J].情报理论与实践,39(1):58-63.[3]刘邦奇(2020).智能技术赋能:迈向大规模个性化教育[N].中国教育报,2020-10-21(05).[4]刘德建,杜静,姜男等(2018).人工智能融入学校教育的发展趋势[J].开放教育研究,24(4):33-42.[5]向天成,赵微(2015).大数据时代学困生帮助机制构建的内涵、原则及途径[J].教师教育论坛,28(12):18-21.[6]袁振国(2020).线上线下融合:实现大规模个性化的未来教育[J].中小学数字化教学,(11):1.[7]张如珍(1997).“因材施教”的历史演进及其现代化[J].教育研究,(9):73-76.[8]Bloom, B. S. (1968). Learning for Mastery. Instruction and Curriculum. Regional Education Laboratory for the Carolinas and Virginia, Topical Papers and Reprints, Number 1.[DB/OL].[2021-04-30].https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED053419.pdf.[9]Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring[J]. Educational Researcher, 13(6):4-16.[10]Grow, G. O. (1991). Teaching Learners to Be Self-Directed[J]. Adult Education Quarterly, 41(3):125-149.[11]Kolb, D. A. (1984). Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development[M]. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.[12]Taylor, R. P. (2003). The Computer in School: Tutor, Tool, Tutee[J]. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 3(2):240-252.[13]Vockell, E. L. (1994). The Minus Two-Sigma Problem: Correcting Defective Instruction[J]. Contemporary Education, 65(4):185. 收稿日期　2021-05-04　责任编辑　汪燕