



基于生成式人工智能 DeepSeek 的化学教育电子游戏开发 ——化学消消乐

莫志荣 凌一洲 任红艳*

(南京师范大学 江苏南京 210023)

摘要 以自然语言开发一款电解质相关概念的“化学消消乐”游戏,介绍运用生成式人工智能 DeepSeek 开发简单教育游戏的一般流程,旨在为化学教师开发个性化电子教育游戏提供参考。开发具体流程包括明确开发目的、选择游戏载体、构思游戏规则、输入提示语、检验游戏效果以及多次调整和优化等。

关键词 人工智能 教育游戏开发 电解质 化学消消乐

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2025030058

1 问题的提出

游戏是社会发展过程中诞生的一种娱乐活动,具有娱乐属性。在游戏中,人们能释放生活压力并获得精神上的愉悦和满足^[1]。研究表明,将学科知识、原理或方法等融入游戏,赋予游戏特定的教育属性可以有效激发学习动机,促进学生自主学习并养成正确的价值观^[2]。目前,应用在化学教育中的游戏种类较多,根据应用场景分为课堂教学类游戏和课后活动类游戏,前者强调教师运用游戏辅助教学,后者强调学生运用游戏辅助学习;根据实体和虚拟可以分为电子游戏和非电子游戏^[3]。随着信息技术的发展,电子游戏以其精美的画面、引人入胜的剧情、丰富多样的玩法、动态的反馈机制以及跨越时空的社交等深受青少年喜爱。

与国外相比,国内化学教育电子游戏种类和数量偏少,针对的对象多为中学生,而国外则有较多针对大学生的化学游戏^[4-5]。聚焦国内电子游戏,钱扬义等(2009)开发了“520 化学网络扑克”,用于解决化学用语教学难点^[6]。罗敏(2013)开发了“化学生活大本营”,让学生在游戏中的认识空气中的气体、水、常见水溶液及酸碱盐化合物^[7]。葛晨晨等(2018)开发“化学实验安全教育游戏”,让学生在虚拟实验中熟悉操作并发现隐患以巩固实验室的安全知识^[8]。曹海浪等(2024)开发了“化了个学”,以分类题、判断题呈现化学知识,促进学生化学用语^[9]。

尽管国内的化学教育电子游戏逐年增多,但开发的主体仍局限于高校教师、科技公司人员以及极

少数对技术有兴趣的中学化学教师。高校或科技公司开发的电子化学教育游戏往往不为某一节具体的课而设计,难以适应个性化的教学需求。让广大中学化学教师成为电子化学游戏的开发者,才能更有效促进电子游戏在化学教学中的应用。

进入人工智能 2.0 时代,国内许多人工智能都可以为用户提供较好的代码服务,为教师开发个性化的电子教育游戏提供强有力的支持。本文运用 DeepSeek,参考“开心消消乐”游戏,以电解质相关概念为例,凭借自然语言开发了一款“化学消消乐”游戏。介绍开发电子教育游戏的一般流程,旨在为广大一线化学教师开发个性化的电子教育游戏提供参考。

2 游戏的开发

2.1 开发的理论基础

“化学消消乐”游戏开发的核心理论是由澳大利亚教育心理学家 John Sweller 在 20 世纪 80 年代提出的认知负荷理论。该理论认为人类信息加工过程中储存和加工的信息总量是有限的,只有将认知负荷控制在学生工作记忆承载的范围之内,才能促进有效学习^[10]。在教育游戏中,内部认知负荷是由游戏中的学科知识带来的,外部认知负荷是由游戏的玩法、故事和场景等引起,后者对知识的掌握并没有直接贡献^[10]。复杂的游戏规则和场景反而会稀释主干知识,带来额外的认知负荷,产生不佳的学习效果。因此,本文选择以“开心消消乐”这类大众游戏为原型进行电解质相关概念的融入。

“化学消消乐”游戏开发的另一个理论是由苏

投稿: 2025-03-07; 录用: 2025-06-03

* 通信联系人, E-mail: renhongyan@njnu.edu.cn

联心理学家维果斯基提出的最近发展区理论。该理论认为教师应对学生的现有水平和可能发展的水平有所了解；教学要引导学生从现有水平向更高水平发展。在“化学消消乐”游戏开发时，设计简单、一般以及困难的游戏模式可以满足学生在不同时期的发展需要。在初学时选择简单模式进行游戏，该模式给予学生充足的游戏时间并允许较多的游戏失误出现；在学习一段时间后选择挑战一般或困难模式，该模式要求学生在规定时间内尽可能少失误或无失误通过关卡。

2.2 开发的具体流程

图 1 是生成式人工智能辅助电子教育游戏开发流程图。具体的环节包括明确开发目的、选择游戏载体、构思游戏规则、输入提示语、检验游戏效果以及多次调整和优化等。

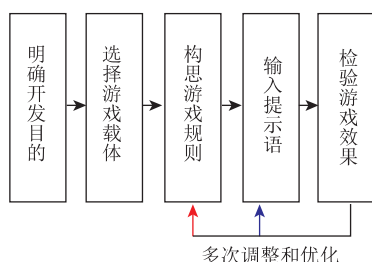


Fig. 1 Flow chart of generative artificial intelligence empowering educational game development

图 1 生成式人工智能辅助电子教育游戏开发流程

2.2.1 明确开发目的

Haltz 和 Stern 提出教育（严肃）游戏定义：“初始目的为培训或学习的游戏”“具有确定的学习目标，而不是为了娱乐目的而设计”^[11]。教育的本质是一种有目的培养人的活动。它是基于一定的目标和意图展开的，不是随意、盲目的行为。教育游戏作为教育的一种手段或工具，在开发之前首先需要明确开发目的。

“化学消消乐”游戏的学科知识为高中化学必修第一册离子反应一节中出现的电解质相关概念，具体包括强电解质、弱电解质、非电解质以及既不是电解质也不是非电解质的物质（后文称“其他物质”）。针对电解质相关概念开发的教育游戏，其开发目的视本节教学目标而定。教学目标制定的依据即（1）课程标准：《普通高中化学课程标准（2017 年版 2020 年修订）》要求学生认识酸、碱、盐等电解质在水溶液或熔融状态下能发生电离过程^[12]。（2）教材内容：教材中介绍电解质的相关概念后，便进行离子反应和书写离子反应方程式的

相关介绍。只有厘清电解质的相关概念，才能进行确定水溶液中哪些物质可以完全解离并拆写成对应的离子符号。（3）学生学情：对于学生而言，电解质的相关概念需要经过一段时间的范例积累才能掌握。传统范例积累的过程是枯燥的，学生的积极性不高。

开发“化学消消乐”游戏的目的在于充分调动学生学习电解质相关概念的兴趣，以游戏化学习方式促进相关范例的积累。当任教班级学生水平普遍较高时，电解质的相关概念并非学习的难点，离子共存相关知识更贴合学生的薄弱项。此时，教师开发电子化学教育游戏辅助教学，其内容选择应围绕离子共存。

2.2.2 选择游戏载体

“开心消消乐”是一款休闲益智类的消除类游戏。游戏的画面精美、特效丰富、规则简单且上手难度低，受到了亿万用户的喜爱^[13]，大部分的学生对游戏玩法较为熟悉。因此，在“开心消消乐”中融入电解质的相关概念可以降低学生进行游戏化学习时产生的外部认知负荷。

此外，选择的游戏中载体中应存在可将其替代为化学物质的“无意义内容”。在“开心消消乐”游戏中，动物图形为“无意义内容”，可用化学物质进行替代。结合电解质的相关概念，列出需要替代的概念和具体范例（见表 1）。

表 1 电解质相关概念及其替代物

Table 1 Related concepts of electrolytes and their alternatives

概念	子类别	范例	无意义内容
强电解质	强酸、强碱、盐、金属氧化物	硫酸、氢氧化钠、氯化钠	
弱电解质	弱酸、弱碱、部分非金属氢化物	碳酸、氢氧化铁、氟化氢	
非电解质	多数有机物、部分非金属氧化物	乙醇、蔗糖、二氧化碳	
其他物质	单质、混合物	胶体、石墨、金属铜	

注：表中的“无意义内容”来源于“开心消消乐”游戏。

电解质的相关概念并非只能以“开心消消乐”游戏作为载体，以“切水果大作战”游戏也能进行学习。其中的水果为“无意义内容”，可将其代替为化学物质。相比于动态的“切水果大作战”游戏，在静态的“开心消消乐”游戏中融入电解质的

相关概念更便于初学者的观察和学习。由此可知,不同游戏具有不同的玩法,在选择时需充分考虑学生的学习体验。

2.2.3 构思游戏规则

选择游戏载体阶段已经确定了游戏的主要玩法。“开心消消乐”游戏的玩法为同类消除,由此改编的“化学消消乐”游戏核心玩法也是同类消除。在融入具体的学科知识时,仍需进行适当的调整。以电解质的相关概念为例,在开发游戏时,子类别可作为游戏的规则提示出现,范例作为游戏关卡出现。

在“开心消消乐”游戏中,游戏的逻辑是玩家根据动物图形或图形颜色的不同,移动相邻的图形,使得 3 个或 3 个以上的同一类图形紧挨着连成一条线进行同类消除。在融入电解质相关概念时,其游戏逻辑应进行调整。学生需通过运用电解质的相关概念判断物质是否属于同一类别,而不是通过游戏中物质的图形或颜色的不同来判断物质的类别。为了充分调动学生的学科知识,同一界面的化学物质不宜重复出现。

除了核心玩法外,规则设计时还需要平衡游戏的教育性和娱乐性。“化学消消乐”游戏的核心玩法调动了学生的学科知识,教育性得到较好地实现;通过添加语音反馈、得分奖励和消除时的画面特效等,可以提高游戏性。

2.2.4 输入提示语

使用生成式人工智能时开发电子游戏不必拘泥于 1 个,尝试多个人工智能会取得更好的效果。本文使用 DeepSeek,以电解质的相关概念开发“化学消消乐”游戏,其提示语如下:

开发目的要求:基于 Web 技术,以国内的“开心消消乐”游戏为例,开发一款电解质的相关概念的“化学消消乐”游戏,便于无任何编程经验的一线化学教师用于游戏化教学。

学科知识要求:电解质相关概念包括强电解质如硫酸、氢氧化钠、氯化钠等;弱电解质如水、碳酸、氢氧化铁等;非电解质如蔗糖、乙醇、二氧化碳等;既不是电解质也不是非电解质如铜、碳、氧气以及淀粉等。

游戏设计要求:(1) 游戏界面共计 25 块方块,采用行 $\times$ 列 $=5\times5$ 形式,方块的大小一致,颜色统一采用白底黑字。(2) 方块内的化学物质以化学式出现且化学式的上下标要清晰,部分物质化学式如蔗糖等可用中文名称表示。(3) 为尽可能多让学生判断,游戏同一画面内的化学物质不能重复出

现。(4) 鼠标左键点击方块时边框为蓝色,此时进入选中状态,当用鼠标右键点击另一方块其边框显示为红色。系统需检测蓝色和红色方块位置互换后是否达成消除 3 块或 3 块以上的同一类型方块紧挨在一起,若可以则允许互换并消除;若不可以,则不同意互换。(5) 3 个方块消除可获得 3 分,4 个方块同时消除可获得 4 分,5 个方块同时消除获得 5 分,消除后新的方块出现的物质类型概率相等。(6) 玩家消除正确时有界面显示和语音播报:消除正确界面显示并播报“Good!”;连续 3 次消除正确时界面显示并播报:“Excellent!”;连续 10 次消除正确时界面显示并播报:“Wonderful!”。

基于 Web 技术,将人工智能输出的代码保存为 html 格式,点击该文件即可跳转至浏览器中显示游戏界面。初次开发的“化学消消乐”游戏如图 2a 所示。

2.2.5 检验游戏效果

目前,国内许多人工智能都具备将提示语转化为对应代码的能力,但输出的代码有一定区别,运行时产生的游戏效果往往不同。同一人工智能随着版本的更迭,输入同样提示语,得到的代码不一定相同,游戏效果可能不一样。因此,检验游戏效果十分有必要。

在这一阶段,需检验网页中游戏的玩法是否基本实现、是否存在科学性错误、游戏难度是否合适、得分计算和画面特效等功能是否具备等。邀请教师或学生代表进行游戏体验,共同发现其中存在的问题以便进一步调整和优化。初次开发的“化学消消乐”游戏尚不能很好运行,还存在以下几个明显问题值得进一步调整:(1) 方块交换无法实现。(2) 同一界面内出现较多重复物质。(3) 部分物质如氧气的中文名称和化学式均出现。(4) 界面需增加游戏规则以便学生进行游戏化学习。(5) 化学式的字体线条过细,应适当加粗。(6) 得分系统计算的效果不佳,将其更换为连续消除 10 步即能通关。

2.2.6 多次调整和优化

使用生成式人工智能首次开发教育游戏可能会出现游戏规则考虑不全面、代码运行效果不理想以及游戏难度不合适等情况。将“化学消消乐”游戏出现的问题分点整理成提示语发送人工智能,进行代码的调整和优化。

经调整和优化后,游戏中方块连成 3 个或 3 个以上后可以实现交换消除。同时界面中方格内简单

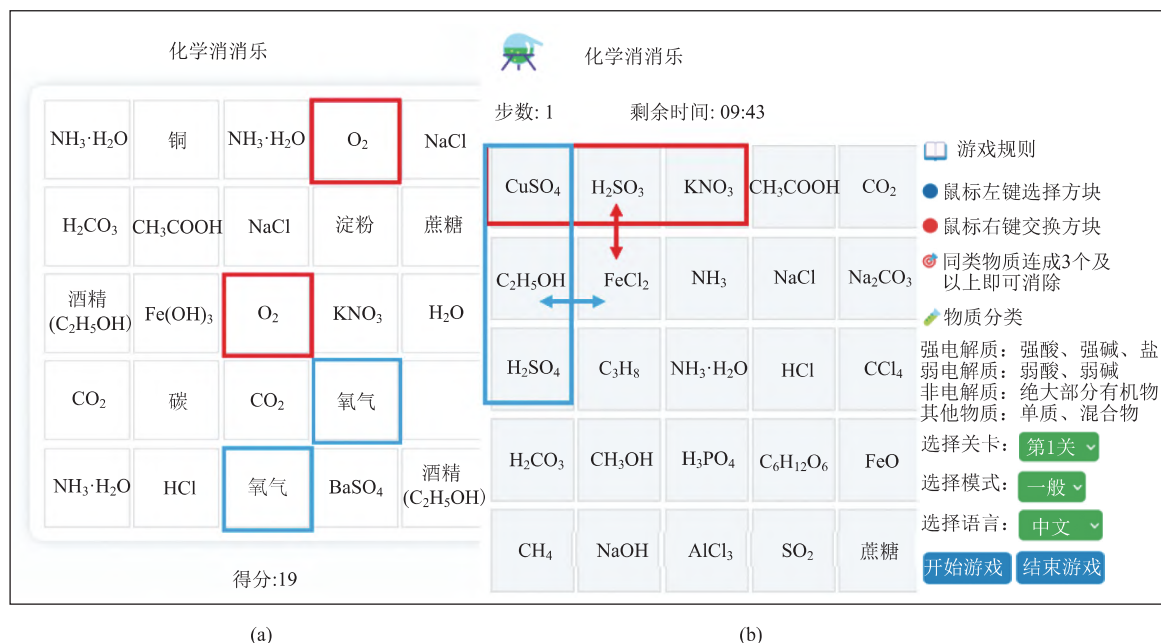


Fig 2 The game interface of "Chemical Match-3 Game"

图2 “化学消消乐”游戏界面

的化学物质均用化学式表示且同一界面内的化学物质不再出现重复。在进一步的调整和优化中,“化学消消乐”游戏增加了以下功能(见图2b): (1) 支持中英文,满足不同学生群体的需要。(2) 设计了简单、一般和困难等3种游戏模式。其中,简单模式无时间限制、一般模式限时10 min、困难模式限时5 min,满足不同阶段学生的发展需要。(3) 增加了游戏关卡。第1关共3类物质,分别是强电解质、弱电解质和非电解质;第2关共4类物质,分别是强电解质、弱电解质、非电解质和其他物质。(4) 增加“开始游戏”和“结束游戏”按钮,便于游戏的重新开始。

3 开发的建议

化学学习通常围绕具体物质展开,而物质的多样性、性质的复杂性、反应的多变性、化学用语的独特性以及概念原理的抽象性等,都会给学生的学习带来较大阻碍。在化学学科中,开发电子教育游戏开展游戏化教学,对学生更轻松、有趣地掌握知识具有重要意义。运用生成式人工智能开发游戏时,有以下2点建议:

(1) 再思开发目的。并非所有学科知识的掌握、能力的培养以及价值观的养成都通过游戏化学习的方式效率最高。开发的电子化学教育游戏应视课程标准、教学内容以及学生学情而定,尽可能贴合学生学习的困难点。同时也应考虑到中学生正处在身体发育的关键期,长时间的屏幕辐射对中学生

的视力并不友好。为了切实保护学生的眼睛,避免盲目将电子游戏用作追求教学新颖性的工具,明确开发目的尤为重要。

(2) 平衡游戏的教育性和游戏性。图3是运用DeepSeek开发的“金属铁的历险记”和“化学扫雷(Fe²⁺版)”,这2款游戏均未能平衡游戏的教育性和娱乐性。“金属铁的历险记”游戏中(见图3a),学生从4个选项中选择不能与铁单质发生化学反应的物质即可得1分;选择能与铁单质发生化学反应的物质则会扣1分。该游戏的教育性过强,已经演变为线上做题软件,会降低学生学习的兴趣。“化学扫雷(Fe²⁺版)”游戏中(见图3b),Fe²⁺周围存在能与其发生反应的离子或物质,学生需要根据数字提示将与Fe²⁺反应的离子或物质用鼠标右键标注出来。该游戏虽能辅助学生识记与Fe²⁺反应的离子或物质,但游戏运行的逻辑与普通的扫雷游戏无异,并没有充分调动学生的学科知识,游戏的娱乐性较强。

“化学消消乐”游戏的运行逻辑包含学科知识,较好地平衡了教育性和娱乐性。以该游戏为原型,更换不同的知识可以开发不同知识点的游戏。在开发时,每个知识点有3或4种类别时,游戏体验感更佳。以下列出部分可用于开发的知识(见表2)。

4 总结与展望

目前,教师可以使用生成式人工智能仅凭自然语言实现简单2D教育游戏的开发。这在很大程度

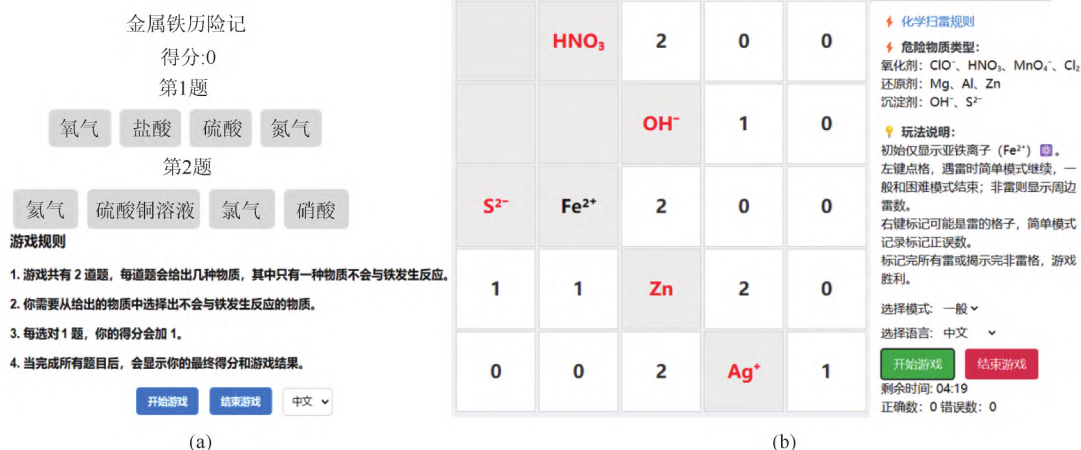


Fig 3 Games with an imbalance between educational value and gameplay

图 3 教育性和游戏性失衡的游戏

表 2 “化学消消乐”游戏开发的知识

Table 2 Knowledge applicable for the development of “Chemical Match-3 Game”

知识内容	类别
实验仪器	直接加热仪器、间接加热仪器、不可加热仪器
指定元素的化合价	+1 价、+2 价、+3 价、+4 价
氧化物	酸性氧化物、碱性氧化物、不成盐氧化物、两性氧化物
元素族类别	稀有气体族元素、碱金属族元素、卤族元素
微粒的电子构型	2 电子构型、10 电子构型、18 电子构型
化学键	只有共价键的物质、只有离子键的物质、既有共价键又有离子键的物质
金属冶炼	电解法冶炼的金属、热还原法冶炼的金属、热分解法冶炼的金属
盐溶液的酸碱性	碱性盐溶液、酸性盐溶液、中性盐溶液
中心原子杂化方式	sp 杂化、sp ² 杂化、sp ³ 杂化
分子或离子的空间结构	直线形、平面形、四面体形

上破除了学科教师在电子游戏开发上的技术壁垒，实现零成本开发个性化的电子教育游戏。在开发“化学消消乐”“金属铁历险记”以及“化学扫雷(Fe²⁺版)”过程中，发现人工智能开发的电子游戏还存在以下不足：(1) 在游戏界面上，界面相对固定，场景切换不够流畅；(2) 在建模上，游戏能实现简单的 2D 建模，复杂的实验仪器和安全图标尚无法嵌入游戏中；(3) 在应用场景上，开发的游戏为网页游戏，需要在电脑或平板上才能打开；(4) 在联网互动上，开发的游戏不支持联网功能。

虽然目前还存在一些不足，但随着生成式人工智能技术持续性地突破，可以预见其在化学电子游戏开发中的应用将会越来越广泛。人工智能赋能教育是全方位的，不同地域、不同年级、不同学科教师都可以充分发挥自身创造力，丰富课堂教学资源，探索电子教育游戏在课堂教学和课后学习的可能性。将游戏化教学与其他教学手段相互配合，共同激发学生学习兴趣，发展学生核心素养，促进学生学习方式从“要我学”向“我要学”转变。将高质量的电子教育游戏引入课堂，提高课堂教学效果，推动化学教育向数字化、智能化方向转变。

参 考 文 献

- [1] 马小强. 中国电化教育, 2008 (10): 19—23
- [2] 尚俊杰, 庄绍勇. 远程教育杂志, 2009, 17 (1): 63—68
- [3] 陈博殷, 钱扬义, 李言萍. 远程教育杂志, 2017, 35 (5): 93—104
- [4] Da Silva Júnior J N, Santos de Lima P R, Sousa Lima M A, et al. Journal of Chemical Education, 2020, 97 (2): 565—570
- [5] Pinthong C, Pongkaew N, Ampaipis T, et al. Journal of Chemical Education, 2024, 101 (2): 1718—1725
- [6] 钱扬义, 颜璜. 中国电化教育, 2009 (11): 84—87
- [7] 罗敏. 中国医学教育技术, 2013, 27 (1): 48—51
- [8] 葛晨晨, 陈海峰, 段辉, 等. 实验室科学, 2018, 21 (6): 185—188
- [9] 曹海浪, 王素琴, 黎泓波, 等. 化学教育 (中英文), 2024, 45 (21): 74—82
- [10] 张慧, 张定文, 黄荣怀. 现代远程教育研究, 2018 (6): 37—44
- [11] 谭璐. 远程教育杂志, 2015, 33 (6): 106—112
- [12] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准 (2017 年版 2020 年修订). 北京: 人民教育出版社, 2020: 15
- [13] 陆佳杰, 刘观兵. 中国集体经济, 2018 (36): 66—67

Development of Chemistry Educational Digital Games Based on Generative Artificial Intelligence DeepSeek: Chemistry Match-3 Game

MO Zhi-Rong LING Yi-Zhou REN Hong-Yan*

(Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract This paper develops a “Chemical Match-3 Game” related to the concepts of electrolytes in natural language, and introduces the general process of using generative artificial intelligence DeepSeek to develop simple educational games, aiming to provide a reference for chemistry teachers to develop personalized electronic educational games. The specific development process includes clarifying the development purpose, selecting the game carrier, conceiving the game rules, inputting the prompt words, testing the game effect, as well as making multiple adjustments and optimizations.

Keywords artificial intelligence; educational games development; electrolyte; chemistry match-3 game

《化学教育》订阅办法 国家级全国中文核心期刊 权威、客观、全面、实用

《化学教育》是由中国科学技术协会主管，中国化学会、北京师范大学共同主办的国家级全国中文核心期刊。被北京大学《中文核心期刊要目总览》2008 版、2011 版、2014 版、2017 版、2020 版、2023 版连续收录；美国化学文摘 (CA) 收录源期刊。

《化学教育》为半月刊，面向初中、高中、中职、高职、大学本科、研究生等所有类型、所有层次的化学教育研究与实践，促进各个层次化学课程与教学的衔接和贯通。内文为 128 页/期，全年共计 24 期，每期 36 元，全年共计 864 元/套。

订阅方式 1：请到当地就近邮局的报刊订阅窗口办理，邮发代号为 2-106。

订阅方式 2：微信订阅，请扫描下方二维码，进入订阅页面，选择“规格日期”，点击“立即购买”，填写“收获地址”“发票信息”等，提交订单付费即可。所有服务由“中国邮政”负责，请注意保留订单号等订阅信息。



立即扫码订阅

有化学课程的地方，就应该有《化学教育》期刊！

温馨提醒

- (1) 若留家庭地址，请保证居住小区有自己的信箱且正常使用，以便邮政投递；
- (2) 若留单位地址，请务必告知贵单位的信件收发室工作人员：订阅了《化学教育》期刊，请协助接收、保管并及时通知您取阅。