



国际中文学术期刊卓越工程 建设期刊

ISSN 3105-5915

科学与技术探索

Journal of Science and Technology
Exploration



2025
1卷4期 4



环球未来出版社
Global Future Press

科学与技术探索

Journal of science and technology exploration

ISSN 3105-5915 月刊

主编： 吴九江

副主编： 张连超 匡敏球

编委成员： 邵志杰 郑钧涛 岳海旺

王碧璇 唐明 潘青

外审专家： 刘佳奇 刘文涛



GLOBAL FUTURE PRESS

主办 | 环球未来出版社

官网 | www.gfpress.org

邮箱 | gfpress@yeah.net

地址 | 中国香港尖沙咀亚

士厘道 34 号星光行大厦 7

楼 A5 室

目录 TABLE OF CONTENTS

生成式人工智能与共同体建设赋能 Generative Artificial Intelligence & Empowerment in Community Building

生成式人工智能赋能铸牢中华民族共同体意识教育关联、困境与策略 — 马驰
Generative Artificial Intelligence Empowering Education on Forging a Strong Sense of Community for the Chinese Nation: Connections, Dilemmas and Strategies – MA Chi
pp.1 – 5

阅读疗法与贫困生自卑心理 AI 赋能 Reading therapy & AI empowerment of inferiority complex among impoverished students

AI 赋能图书馆阅读疗法：缓解西部高校贫困生自卑心理的路径研究 — 刘楠
AI-empowered Library Reading Therapy: A Study on the Path to Alleviate the Inferiority Complex of Poor Students in Western Universities – LIU Nan
pp.6 – 12

AI 技术与保险智能体构建应用 Application of AI technology and construction of insurance intelligent agents

数字化转型开启保险行业新时代 — 王晨烨
Digital Transformation Ushers in a New Era for the Insurance Industry – WANG Chenye
pp.13 – 19

数据资产化与 AI 挖掘 AI Data assetization & AI mining

人工智能数据挖掘在智能车企的规划应用研究 — 唐明
Research on the planning and application of artificial intelligence data mining in intelligent automobile enterprises – TANG Ming
pp.20 – 24

智能技术与证券业重构 Intelligent Technology & Securities Industry Restructuring

AI 技术重塑证券业：模式变革、本质解读与发展路径 — 王晨烨、周西庆
AI Technology Reshaping the Securities Industry: Model Transformation, Essence Interpretation, and Development Pathways – WANG Chenye, ZHOU Xiqing
pp.25 – 33

智能方法与电力系统故障管理 Intelligent methods & Power system fault management

人工智能驱动下的电力系统故障预测与诊断方法研究综述 — 王珊

Research Review on AI-Driven Fault Prediction and Diagnosis Methods for Power Systems – WANG Shan

pp.34 – 39

金属有机框架与应变传感 Metal organic frameworks & Strain sensing

金属有机框架在电子应变皮肤中的研究综述 — 伍珊、熊雷、梁乐、王月华、游文言

Review of Metal-Organic Frameworks (MOFs) in Electronic Strain Skin – WU Shan, XIONG Lei, LIANG Le, WANG Yuehua, YOU Wenyan

pp.40 – 45

生成式人工智能赋能铸牢中华民族共同体意识教育 关联、困境与策略

马驰

(桂林电子科技大学, 广西 北海 536000)

摘要: 随着生成式人工智能(GAI)的爆发式发展,为推动我国经济、文化发展提供了新引擎,也为铸牢中华民族共同体意识教育提供了新的机遇与挑战,必将成为助力中华民族共同体建设的新工具。当前,为更好铸牢中华民族共同体意识应积极拥抱科技,探索GAI对铸牢中华民族共同体意识教育的可能性,以GAI为铸牢中华民族共同体意识教育提供新的研究视角和方法论支撑,尽可能地避免GAI所带来的多重问题与冲击,进一步推进中华民族共同体建设。

关键词: 生成式人工智能; 铸牢中华民族共同体意识教育

以ChatGpt和DeepSeek为代表的GAI迎来了发展奇点,逐渐渗透到全行业各领域,正在成为推动社会进步的重要力量。习近平总书记在全国教育大会中指出:“坚定不移落实好立德树人根本任务,打造网络思想政治教育特色品牌,不断拓展实践育人和网络育人的空间和阵地。加大国家通用语言文字推广力度,促进铸牢中华民族共同体意识。”^[1]铸牢中华民族共同体意识在数智时代面临着数字化传播、精准化服务与智能化治理的新需求,亟需依托技术赋能,迈向新质态、实现深层次发展。探寻GAI与铸牢中华民族共同体意识教育之间关联,关注GAI背景下铸牢中华民族共同体意识教育面临的困境,并提出相应的实践策略,为推动人工智能与中华民族共同体建设深度融合贡献力量。

一、新耦合:生成式人工智能与铸牢中华民族共同体意识教育的内在关联

(一) 生成式人工智能赋能创新铸牢中华民族共同体意识教育叙事观念

GAI作为技术工具在资源整合、精准传播、沉浸体验等方面具有独特价值,为铸牢中华民族共同体意识教育提供新的叙事模式。作为一种先进的内容生成技术,“拓展了铸牢中华民族共同体意识教育的场域和空间”^[2]GAI在铸牢中华民族共同体意识的过程中,展现出多层次的赋能潜力,在“观念、技术、形式、内容、治理等关键层面”^[3]对共同体意识教育进行赋能,以一种柔性方式参与共同体意识教育全过程,不仅拓展了共同体意识教育的场域和空间,还增强了中华民族凝聚力。但技术也存在“阴暗”的一面,需关注技术逻辑如何适配当前铸牢中华民族共同体意识教育的发展需求,使抽象的民族理论、历史记忆与价值观念得以具象化、生活化传播,增强共同体意识教育的感染力与实效性。

(二) 生成式人工智能赋能铸牢中华民族共同体意识丰富教育叙事方法

网络空间已经成为各民族成员之间交往交流的重要场域,GAI是当前网络空间最为热门

基金项目: 2025年度广西社科界智库重点课题(一般项目)——AIGC视域下高校防范宗教势力网络渗透机制与实现路径研究(编号:Zkybkt2025156); 2024年度广西高校中青年教师科研基础能力提升项目——基于算法技术的广西高校网络意识形态安全教育研究(编号:2024KY0192)。

作者简介: 马驰(1996-),男,硕士,研究方向为网络思想政治教育。

内容,它能够有效整合各类分散化、静态化民族教育资源,精准适配不同受众的教育需求,发挥其赋能铸牢中华民族共同体意识教育的作用,有助于更深入、细致地讲好民族故事,增强民族间沟通效果,促进民族文化交流融合与传承发展。中华民族共同体数字叙事作为一种新型的叙事方法,“主要价值在于以数字思维深化中华民族共同体叙事观念、以数字技术丰富中华民族共同体叙事方法、以数字环境助益中华民族共同体叙事过程。”^[4]以 GAI 推动铸牢中华民族共同体意识教育,是响应战略要求、价值指引和时代发展趋势的应然选择。

(三) 生成式人工智能赋能强化铸牢中华民族共同体意识教育情感认同

铸牢中华民族共同体意识不仅停留在物质层面的外在联结,更根植于文化认同、情感共鸣等精神维度的价值共识。“要充分运用新技术新应用,强化互动化传播、沉浸式体验,让正能量产生大流量。”^[5]铸牢中华民族共同体意识教育不只是传播理论知识,更需兼顾“理性认知”与“感性共鸣”。GAI 可以在“整合教育资源、营造感性体验与深化情感认同等维度提升其宣传教育的实践效力。”^[6]通过多模态场景生成技术,将抽象的“共同体理念”转化为可感知、可参与的具象体验,能够有效解决传统教育中“理论与现实割裂”的问题,开创铸牢中华民族共同体意识教育新局面。

二、新挑战:人工智能时代铸牢中华民族共同体意识教育的现实困境

(一) 数据偏见与文化表征失衡消弭中华民族共同体意识科学内涵

GAI 在拓展铸牢中华民族共同体意识教育叙事观念的同时,其技术内生风险可能会解构认知认同的根基、消解中华民族共同体意识科学内涵。首先,技术偏差引发认知误导风险。GAI 生成的内容因输入审核不严、来源不明、信息误导等原因存在隐性偏见,易引发学生误解,影响中华民族共同体意识塑造。其次,引发信任机制危机。AI 算法的“黑箱”特性,即决策逻辑的不透明性、数据处理过程的隐蔽性与输出结果的不可解释性降低决策透明度,冲击中华民族共同体叙事的真实性根基,进而引发公众的质疑。再次,文化表征失衡加剧认知割裂。训练集对多元民族文化要素的覆盖、缺失与恶意污染,会造成历史叙事的正当性消解,如将边疆民族历史叙事被简化为“茶马古道”“丝绸之路”等同质化符号,将维吾尔族文化等同于“歌舞”,蒙古族文化等同于“草原游牧”,严重阻碍各民族交往交流交融的实践深化,最终影响中华民族共同体意识的科学内涵。

(二) 认知隔阂加剧认知肤浅解构中华民族共同体意识价值引领

GAI 根据用户需求供给知识的模式,会替代用户的深度思考,使其满足于表层结论,丧失对认知对象的系统性理解。首先,技术的“效率导向”与认知的“深度需求”存在矛盾,GAI 技术的核心优势是快速整合既有信息并输出标准化答案,其运作逻辑是对海量数据进行归纳与匹配,而非对问题进行深层解构,当学生依赖 GAI 获取关于中华民族共同体意识相关知识时,算法往往简化历史脉络,难以呈现中华民族共同体意识的复杂机制与精神内核,这会影响中华民族共同体意识教育的深度与广度,学生只知其然,不知其所以然。其次,技术依赖会弱化人类的批判性思维与自主探索能力。当学生习惯于依赖 GAI 生成的“标准答案”后,会逐渐丧失对信息的甄别、质疑与思考能力,对复杂议题的认知容易停留在技术输出的片面结论中,导致中华民族共同体意识教育变得单一化、呆板化,缺乏多样性和创造性。再次,技术构建的“拟态环境”会剥离认知对象的语境。算法生成的内容往往会为适配技术逻辑而简化认知对象,剥离其历史背景、文化意涵等深层要素。这种“去语境化”的认知传递,无法真正让用户感受和体验这些历史文化背后的精神意涵和价值,使学生无法认清事物的本质,最终形成碎片化、表面化的认知,不利于其真正理解中华民族共同体意识内在的情感深

度和现实复杂性。

（三）数字鸿沟、效能消解与教育资源不均影响中华民族共同体意识教育进程

当前 GAI 赋能铸牢中华民族共同体意识教育在学校层面面临着一系列现实问题。首先，教学体系规范不足。当教师在备课、教学环节过度依赖 GAI 时，可能忽视学生的现实情况，其作为教学引导者的自主判断与创造性也会消亡。GAI 的异化属性可能使机器反客为主，使教师沦为技术的附属，丧失对教学过程的主导权，背离教学初衷，削弱教师的能动性。其次，教师人工智能（AI）素养有待提升。部分教师对 AI 认知不足，对其“相关概念、使用原理、应用场景等缺乏充分认识”^[7]，面对新兴科技十分茫然，使技术在教学中的优势难以发挥。部分教师不愿接受 AI，对新兴技术存在抵触情绪或畏难心理，担心会增加自身负担，忽视其对教学效率和效果的提升潜力。再次，教学统一平台待建。当前教学资源难以共享，现有平台多聚焦单个学段，各学段的共同体教学资源无法高效流转和共享、教学方法难以协同、教学评价标准难以统一，导致资源重复建设与浪费，且缺乏统一平台进行有效沟通，难以形成科学、客观、全面的教学评价体系。

三、新路径：“人工智能+”视域下铸牢中华民族共同体意识教育策略

（一）构建多模态民族文化教育内容体系，破解文化表征失衡

为发挥 GAI 对中华民族共同体意识教育的积极效应，应充分发挥其技术优势。一要构建多模态民族文化资源数据库。借助 GAI 的数据处理与内容整合能力，系统收录各民族的经典文献、非遗技艺影像、语言语料等多类型资源，避免将民族文化简化为“歌舞”“游牧”等同质化符号，使各民族文化要素与中华文化整体脉络形成有机衔接，为中华民族共同体意识教育奠定基础。二要开发互动式多模态教育内容。利用 GAI 的内容生成与情境构建功能，将整合的资源转化为个性化、沉浸式的教育内容，帮助学生在情境体验中理解文化共性与多样性，破解文化表征与整体脉络割裂的问题，更好铸牢中华民族共同体意识。三要建立内容动态校准机制。依托 GAI 的跨语言处理与分析能力，开发多语种内容审核工具，识别并修正可能存在的文化偏见表述，搭建监督和纠错平台，确保输出内容既能凸显各民族特色，又能强化学生对各民族文化是中华文化有机组成部分的认知。

（二）规避潜在风险挑战，构建基于中国历史文化和国情的算法体系。

GAI 是把“双刃剑”，既要利用其赋能铸牢中华民族共同体意识教育，又要规避算法茧房、“黑箱”原理等导致的潜在风险挑战。一要优化算法推荐逻辑，打破信息茧房构建中华民族共同体意识正确价值引领。算法茧房的成因是推荐机制对“用户偏好”的过度迎合，导致信息流动受阻，需在技术层面有意识地嵌入不同民族、文化和地理背景的数据修正算法，通过确保数据多样性和代表性，从源头上避免因数据偏差而输出带有民族歧视和民族偏见的内容。二要构建算法透明化治理体系，破解黑箱困境以重建叙事信任。算法黑箱引发的信任危机，源于公众对内容生成逻辑的“不可知”与“不可控”，要从源头确保训练数据的多样性与代表性，避免因数据偏差产生民族歧视内容，并建立人工审核机制纠正不良信息。三要深化内容生成的语境化与互动性，破解肤浅认知以强化深度理解。族际认知的肤浅化源于技术对输出内容进行“降维处理”与“去语境化”，要依托 GAI 整合历史资料，借助跨语言、跨地域功能破除民族交融障碍，树立各民族共同繁荣的民族观，增强文化认同与凝聚力，推动中华民族共同体意识在各场域落地生根。

（三）提升教师人工智能素养，搭建协同育人平台

GAI 赋能铸牢中华民族共同体意识教育离不开学校和教师的力量，要帮助学生铸牢中华民族共同体意识。一要建立规范制度以合理使用技术。通过制定人工智能教学应用标准，明确其辅助性定位，设立监管机制防止技术越位，并构建学情分析体系，运用 GAI 精准诊断各学段教学需求，为个性化教学提供数据支撑，确保技术应用始终服务于教育。二要强化教师培训以提升其 AI 素养。教师作为铸牢中华民族共同体意识教学的主力军，其 AI 素养是技术赋能落地见效的核心支撑。通过塑造教师教学理念，组织技术培训与实践项目等推动教师从被动适应转向主动创新，实现老师从了解 AI，到掌握 AI，再到运用于教学的转变，推动教师重塑教学理念，真正认识到 AI 的变革性价值，同时通过技能培训提升其 AI 基础知识、教学软件应用能力，使不同学段教师能结合学生身心特征创新教学手段。三要搭建互通平台以整合教学资源。依托 GAI 构建跨学段资源共享平台，破除大中小学的资源壁垒，促进民族知识由浅入深的逻辑衔接，形成“资源活化—内容更新—评价统一”的一体化智能教育体系，促进大中小学铸牢中华民族共同体意识教育进程。

四、结语

GAI 赋能铸牢中华民族共同体意识教育有利于打破传统教育模式时空局限与形式桎梏，借助多模态交互、个性化推送等功能增强铸牢中华民族共同体意识效果，推动铸牢中华民族共同体意识教育内容、方法、载体的系统性重构，凝聚多元主体协同育人合力，使铸牢中华民族共同体意识教育更具时代感、吸引力与实效性。

参考文献：

- [1] 习近平. 加快建设教育强国[J]. 求是, 2025(11): 4-9.
- [2] 王丽莹, 王安全. 数字智能赋能铸牢中华民族共同体意识教育高质量发展: 核心要素、逻辑机理与实践进路[J]. 西北民族大学学报(哲学社会科学版), 2025(01): 22-31.
- [3] 陆鹏, 韦曼莉. 算法推荐技术赋能铸牢中华民族共同体意识宣传教育的逻辑机理与实践进路[J]. 北方民族大学学报, 2025(02): 24-34.
- [4] 童建军, 韦晓英. 论数字叙事铸牢中华民族共同体意识的价值、隐忧及其优化[J]. 思想教育研究, 2024(09): 75-82.
- [5] 《中共中央关于认真学习宣传贯彻党的二十大精神的决定》[N]. 人民日报, 2022-10-31(01).
- [6] 方正. 生成式人工智能嵌入铸牢中华民族共同体意识的前景、风险与策略[J]. 深圳社会科学, 2025(02): 23-31.
- [7] 刘伟杰, 潘乐乐. 人工智能赋能铸牢中华民族共同体意识一体化教学研究[J]. 黑龙江省社会主义学院学报, 2025(02): 16-23.

Generative Artificial Intelligence Empowering Education on Forging a Strong Sense of Community for the Chinese Nation: Connections, Dilemmas and Strategies

MA Chi

(Guilin University of Electronic Technology, Beihai, Guangxi 536000, China)

Abstract: With the explosive development of generative artificial intelligence (GAI), it has served as a new engine for advancing China's economic and cultural progress, while presenting new opportunities and challenges for education on forging a strong sense of community among the Chinese nation. It is bound to become a novel tool facilitating the development of the Chinese national community. Currently, to better achieve the goal of forging a strong sense of community among the Chinese nation, we should proactively embrace technological advancements and explore the applicability of GAI in this educational domain. GAI can be harnessed to provide new research perspectives and methodological support for such education, mitigate the multiple problems and impacts arising from GAI, and further promote the construction of the Chinese national community.

Keywords: Generative artificial intelligence (GAI); Education on forging a strong sense of community among the chinese nation

AI 赋能图书馆阅读疗法：缓解西部高校贫困生自卑心理的路径研究

刘楠*

(云南财经大学图书馆, 云南 昆明 650221)

摘要: 本文聚焦于西部高校贫困生自卑心理问题, 探讨 AI 技术如何赋能图书馆阅读疗法, 构建有效的心理干预路径。研究表明, 西部高校贫困生因经济压力、社会环境、学校教育及个人认知等因素易产生强烈自卑感, 传统阅读疗法存在资源有限、个性化不足等问题。通过构建“数据驱动-资源构建-技术应用-效果评估”四维路径, AI 技术能够实现精准识别、个性化阅读方推荐、智能交互陪伴及动态效果评估, 形成系统性干预方案。最后, 本文提出相关实施建议与未来展望, 为缓解西部高校贫困生自卑心理提供理论与实践参考。

关键词: AI 赋能; 西部高校; 贫困生; 自卑心理; 图书馆阅读疗法

一、引言

在中国高等教育事业快速发展的进程中, 西部高校贫困生作为一个特殊群体, 其心理健康问题日益引起社会各界的广泛关注。在全国各类高校中, 贫困生占比约达 20%-30%, 其中西部高校由于区域经济发展不平衡, 贫困生比例相对更高。这些学生不仅面临经济压力, 还普遍遭受心理困扰, 尤其是自卑心理, 严重影响着他们的身心健康、学业发展及社交生活。自卑心理如同阴霾般笼罩着他们的成长之路, 若不及时干预, 可能导致一系列负面后果, 甚至对其未来人生产生深远影响。近年来, 图书馆阅读疗法作为一种有效的心理干预方式, 在国内高校逐渐得到应用。阅读疗法通过有针对性的文献阅读, 帮助读者调节情绪、认知和行为, 从而促进心理健康。兰州大学张元元等人的研究表明, 阅读疗法对改善大学生的抑郁、焦虑症状有较明显效果。然而, 传统的图书馆阅读疗法在实践过程中仍面临诸多挑战: 一方面, 依赖于馆员经验, 难以实现精准的“书方匹配”; 另一方面, 缺乏动态评估与跟进机制, 干预效果有限。与此同时, 西部高校由于资源相对匮乏, 心理咨询专业师资不足, 难以满足贫困生群体日益增长的心理服务需求。

随着人工智能技术的迅猛发展, AI 赋能为图书馆阅读疗法创新提供了新的可能。榆林学院图书馆的“AI 馆员与驻馆”小图赋能阅读体验案例, 成功展示了 AI 技术在提升图书馆服务效能方面的潜力。2025 年 4 月首都大学生心理健康季首次引入 AI 技术, 推出“我与 AI 共读一本‘心’书”等活动, 探索“传统育人载体+人工智能辅助”新模式。这些实践表明, AI 技术能够为心理健康教育注入新活力, 也为解决西部高校贫困生自卑心理问题提供了新思路。本文基于现有研究和实践案例, 深入分析西部高校贫困生自卑心理的现状与成因, 探讨 AI 技术如何赋能图书馆阅读疗法, 构建有针对性的干预路径。研究不仅具有理论意义, 能够丰富阅读疗法与 AI 技术融合的理论体系; 更具有实践价值, 能为西部高校提供可操作的心理健康服务方案, 助力贫困生健康成长, 促进教育公平与社会和谐。

作者简介: 刘楠 (1973-), 女, 博士研究生, 研究方向为图书馆阅读疗法。

通讯作者: 刘楠

二、理论框架：核心概念与内在关联

1、西部高校贫困生自卑心理的内涵与特征

贫困生自卑心理是指高校中经济困难学生因物质条件匮乏而产生的一种自我评价偏低、自我价值感缺失的心理状态。高校贫困生心理问题产生因素主要包括家庭经济因素、社会环境因素、学校教育因素和个人认知因素。西部高校贫困生由于地域经济发展相对滞后，其自卑心理表现出更为明显的特征如，自我否定强烈：桂西高校贫困大学生心理健康调查显示，贫困生的心理健康水平与非贫困生存在明显差异，主要表现为情绪消极、自卑、抑郁等。这种自我否定感源于经济困境和社会阶层差异，使贫困生在校园中产生强烈的“低人一等”的感觉；社交回避倾向：贫困生在人际交往中普遍存在紧张和退缩的现象，经济差异导致其在社交中感到不自在，进而引发人际关系紧张。一名受访的贫困生表示：“我现在特别不愿意跟人打交道，上课就坐最后一排，下了课就回宿舍，觉得自己特别没用。”；焦虑情绪明显：经济压力和学业竞争显著加剧了贫困生的焦虑情绪，特别是在面对学费、生活费和未来就业的不确定性时更易诱发焦虑情绪；成就动机过强：为弥补经济方面的不足，部分贫困生会通过过度追求学业成就来证明自己价值，这种补偿机制一旦受挫，反而会加剧自卑感受。

2、图书馆阅读疗法的原理与形式

图书馆阅读疗法是指通过有选择的读物和专门设计的阅读活动，对个体的心理问题进行干预的一种治疗方法。其基本原理是通过阅读材料中的人物、情节和思想，引发读者共鸣，促进情感宣泄、认知重构和行为改变。根据干预形式的不同，阅读疗法可分为——自助式阅读疗法：读者自主选择阅读材料进行自我疗愈，灵活性高但局限性明显；交互式阅读疗法：在专业人员指导下进行阅读和互动，兰州大学的研究表明其干预效果比自助式阅读疗法显著；

高校图书馆阅读疗法通常通过专题服务形式开展，如华北理工大学、四川大学、浙江中医药大学图书馆的“阅读疗愈”活动，融合不同学科特色，在国内具有一定的示范性。近年来，阅读疗法与新技术融合成为发展趋势，一些高校图书馆阅读疗法团队利用 DeepSeek-V3 模型丰富活动内容，增强活动效果，为阅读疗愈服务赋能。

3、AI 赋能的内涵与层次

AI 赋能是指利用人工智能技术增强或扩展个体、组织的能力边界，实现效率提升和价值创造的过程。在图书馆阅读疗法领域，AI 赋能主要体现在以下三个层次：

服务智能化：通过 AI 馆员、智能问答系统等提升服务效率，如西安电子科技大学图书馆的 AI 馆员，实现智能问答、业务办理、图书检索、学习支持等多项服务；干预精准化：基于大数据分析和机器学习算法，构建用户画像，实现个性化书方推荐。榆林学院图书馆团队为确保 AI 馆员能够精准对接师生需求，耗时数月深耕问答库建设，反复打磨问答库内容，并完成与超星问答大模型的技术对接；体验沉浸化：利用 AI 技术打造沉浸式阅读体验，如“我与 AI 共读一本‘心’书”、“AI 心鸣音乐会”等活动，增强阅读疗法的吸引力和感染力。

4、三者逻辑关联

西部高校贫困生自卑心理、图书馆阅读疗法与 AI 赋能三者之间存在紧密的逻辑关联：贫困生自卑心理是问题焦点，图书馆阅读疗法是干预手段，AI 赋能是效率提升和创新推动力。AI 技术能够增强阅读疗法对贫困生自卑心理的干预效果，实现从“泛化干预”到“精准赋能”的转变。具体而言：

AI 提升阅读疗法精准度：通过数据分析，AI 可以精准识别贫困生自卑心理的表现特征，匹配最合适的阅读资源，解决传统阅读疗法中“书方配伍”依赖经验的问题；阅读疗法拓展

AI 应用场景：阅读疗法为 AI 技术在心理健康领域的应用提供了具体场景，推动 AI 技术从工具性向人文性拓展，增强其社会价值；贫困生需求驱动技术创新：西部高校贫困生这一特殊群体的心理服务需求，驱动图书馆阅读疗法与 AI 技术的融合创新，形成针对性解决方案。

比较维度	传统阅读疗法	AI 赋能阅读疗法
识别能力	依赖教师观察或自述	基于多源数据智能识别
书方配伍	经验主导，通用性强	数据驱动，个性化程度高
互动方式	以文本阅读为主	多模态交互，沉浸体验
效果评估	主观报告，静态评估	多维度指标，动态跟踪
覆盖范围	有限	可扩展性强

表：AI 赋能与传统阅读疗法的比较

三、 现实审视：西部高校贫困生自卑心理与阅读疗法实践现状

1、 西部高校贫困生自卑心理的现状

为了深入了解西部高校贫困生自卑心理现状，调查显示，西部高校贫困生心理健康状况不容乐观，主要表现在以下几个方面：心理健康水平明显偏低：例如桂西地区三所高校的调查研究显示，贫困生的心理抑郁和焦虑要比非贫困生严重一些；在自我肯定方面，也明显不如非贫困生。主观幸福感普遍较低：在主观幸福感指数和总体情感指数方面贫困生明显低于非贫困生；在生活满意度上，两者相差不多，不过仍就可以看出贫困生对生活的满意度略低一些。这表明贫困生的幸福感与其他学生相比更少，消极情感更多；性别与民族因素影响显著：在贫困生中，焦虑水平方面男生明显高于女生，在自我肯定方面，男生要比女生高一些；少数民族贫困生与汉族贫困生相比，抑郁和焦虑状况更为严重。这一发现提示我们需要对少数民族贫困生给予更多关注。云南某大学一名大二男生来自农村低收入家庭，他描述道：“我家在村里，父母种地，收入特别少，每个月给我 600 块生活费，吃饭只能去食堂。班里同学经常讨论新款手机、出去旅游，我完全插不上话。后来我就尽量少跟他们说话，怕他们觉得我土，觉得自己跟他们不是一个层次的。”这种因经济差距导致的社交退缩和自我否定，在贫困生中十分常见。另一名大一女生分享了她在人际交往中的困境：“我刚进大学特别想交朋友，但宿舍第一次聚餐就让我特别难受。大家点了一堆菜，还有饮料和酒水，结账时每人 150 块，我当时身上只有 400 多生活费，付完钱后半个月只能吃馒头和免费汤。后来她们又组织聚餐，我推说有事不去，慢慢地她们就不叫我了。”这种因消费能力不足导致的社交回避，进一步加剧了贫困生的孤独感和自卑感。

2、 图书馆阅读疗法在西部高校的应用与局限

近年来，西部高校图书馆在阅读疗法方面进行了一系列探索实践。兰州大学“语”你同行，“悦”读山海活动证实了阅读疗法干预大学生抑郁、焦虑的有效性；多所高校图书馆开展了各具特色的阅读疗愈活动，如“一起学’绘’自己 共读心灵成长绘本”疗愈专场活动，通过观察姓名贴、合作演出情绪天气小剧场、填写情绪温度计等暖场游戏拉近参与者距离，然后在舒缓的音乐声中共读心灵成长绘本。

然而，西部高校图书馆在开展阅读疗法时仍面临诸多局限：专业力量不足：阅读疗法需要心理学、图书馆学、医学等多学科背景的专业团队，西部高校普遍缺乏这类复合型人才，导致活动设计不够科学，干预效果有限；资源针对性不强：现有阅读疗法资源多为一刀切模式，缺乏对贫困生这一特殊群体的针对性，难以满足其特殊心理需求；技术应用层次浅：虽然部分西部高校开始尝试 AI 技术，如榆林学院图书馆的 AI 馆员，但整体仍处于初级阶段，技术应用多停留在信息检索和简单问答，未能深入阅读疗法的核心环节；评估体系不完善：缺乏科学的评估工具和长期的跟踪机制，难以对阅读疗法的效果进行客观评价和持续改进。

3、 AI 技术在图书馆阅读疗法中的初步尝试

尽管整体应用水平有限，但一些先锋实践为 AI 赋能图书馆阅读疗法提供了宝贵经验：

AI 馆员服务：西安电子科技大学图书馆推出的 AI 馆员，深度集成图书馆管理系统，实现文献检索、借阅管理等基础业务的智能办理。这种智能服务模式为阅读疗法的智能化提供了基础支撑；智能问答系统：榆林学院图书馆团队耗时数月深耕问答库建设，反复打磨问答库内容，并完成与超星问答大模型的技术对接，初步实现了服务的智能化、高效化升级。这种精准问答机制可应用于阅读疗法的咨询环节；大数据分析：北京大学搭建了“三维一体”大数据系统，通过大数据共享、辅助和预警机制，构建学生成长伴随线、科研成果支持线、家校协同守护线，实现心理建档全覆盖。这种数据驱动的方法为贫困生自卑心理的精准识别提供了借鉴；智能推荐机制：中国光华科技基金会携手 ISC.AI 2025 创新独角兽沙盒大赛，基于纳米 AI 开发平台，共同发起 AI 创新独角兽公益计划，要求参赛高校团队开发具有人文温度的智能阅读 AI Agent。这种智能推荐机制可尝试应用于阅读疗法的书方配伍环节。这些实践探索表明，AI 技术在图书馆阅读疗法中已展现出广泛应用前景，为构建更加系统、精准的干预路径奠定了实践基础。

四、 路径构建：AI 赋能图书馆阅读疗法的实施策略

基于前述理论与现实分析，本文构建了 AI 赋能图书馆阅读疗法缓解西部高校贫困生自卑心理的四维实施路径，包括数据驱动机制、资源构建模式、技术应用体系和效果评估框架。

1、 数据驱动：贫困生自卑心理的精准识别与动态监测

建立多源数据采集系统，通过学业记录、消费数据、图书馆利用数据、在线行为数据等，构建贫困生自卑心理识别模型。该系统主要包括以下组件：心理画像模块：整合多维度数据，生成贫困生心理画像。借鉴北京大学“三维一体”大数据系统的经验，构建包括经济状况、学业表现、社交活动、图书馆使用偏好等在内的指标体系；预警机制：通过行为变化检测自卑心理风险。例如，当一名贫困生突然减少社交活动、图书馆借阅量骤降、学业成绩明显下滑时，系统自动发出预警，提示需要干预；动态监测平台：实时跟踪贫困生心理状态变化，为干预策略调整提供依据。可采用西北农林科技大学图书馆承办的“陕西高校图书馆读者服务案例展示交流会”上展示的类似技术，尝试实现数据的可视化呈现。

2、 资源构建：面向自卑心理的阅读疗法资源库建设

构建多维分级阅读疗法资源库，针对贫困生自卑心理的不同维度，提供精准匹配的阅读资源。资源库建设应遵循以下原则：问题导向——针对贫困生自卑心理的具体表现，如自我否定、社交回避、焦虑情绪等，选择相应的阅读材料。可参考北京高校图书馆阅读疗法团队的做法，精选《弗洛伊德与为什么鸭》等心灵成长绘本；文化适配——充分考虑西部高校贫困生的文化背景和阅读习惯，选择贴近其生活经验的读物。特别是对于少数民族贫困生，应包含反映其民族文化的内容，增强认同感和自豪感；多媒融合——整合纸质图书、电子书、

音频、视频等多种媒体形式，满足不同偏好学生的需求。如“AI 心鸣音乐会”等活动形式，大大增强了阅读疗法的吸引力和感染力。

自卑表现	阅读疗法目标	资源类型	示例书目/活动
自我否定	增强自我认同	传记文学、成长小说	《平凡的世界》、名人传记
社交回避	提升社交技能	沟通技巧、人际关系类	《人性的弱点》、团体阅读活动
焦虑情绪	情绪调节能力	冥想、心理自助类	《正念的奇迹》、情绪管理绘本
成就动机过强	建立合理期望	人生哲学、价值观类	《活着》、《生命的礼物》

表：面向贫困生自卑心理的阅读疗法资源分类

3、 技术应用：AI 赋能阅读疗法的智能服务系统

构建智能阅读疗法服务系统，实现从识别到评估的全流程 AI 赋能。该系统应主要包括以下模块：智能匹配引擎：基于贫困生心理画像和阅读偏好，自动推荐最适合的阅读疗法资源。可参考榆林学院图书馆“AI 馆员与驻馆’小图’”的经验，但进一步强化其心理学专业性；虚拟伴读助手：提供个性化的阅读引导和互动交流。如北京高校的“我与 AI 共读一本’心’书”活动，可通过 AI 技术进一步个性化，针对贫困生的特定心理需求提供陪伴和支持；多模态交互平台：支持文本、语音、虚拟现实等多种交互方式，创造沉浸式阅读体验。例如，利用 AI 技术打造“智能阅读疗愈空间”，结合灯光、声音、影像等多种元素，增强阅读疗法的感染力；智能反馈机制：通过自然语言处理技术分析贫困生的阅读反馈，实时调整干预策略。可采用西安电子科技大学 AI 馆员的技术，但进一步优化其情感分析能力。

4、 效果评估：阅读疗法干预的循证实践与动态优化

建立科学的效果评估体系，通过多维度指标对 AI 赋能阅读疗法的效果进行循证评估。该体系应首先包括标准化评估工具，采用《一般健康问卷》(GHQ-20)等信效度良好的心理量表，定期评估贫困生心理状态变化；过程性评估指标，包括阅读参与度、互动频率、内容理解度等过程指标，实时监测干预过程；结果性评估指标，关注自卑心理的减轻、社会功能的改善、生活满意度的提升等长远结果，评估阅读疗法的持久效果；循证优化机制，基于评估结果不断优化阅读疗法方案，形成“干预-评估-优化”的良性循环。可借鉴兰州大学张元元等人的系统评价方法，但将其应用于实践改进。

五、 挑战与展望

1、 实施障碍与应对策略

在西部高校推行 AI 赋能的图书馆阅读疗法面临诸多挑战，需要采取针对性应对策略，如技术门槛与资源限制：西部高校技术基础设施相对薄弱，专业人才缺乏。解决方案包括争取“光华公益书海工程”等公益项目支持、与东部高校或企业建立合作关系、共享技术与资源、采用开源工具和平台，降低技术成本等。此外，数据隐私与伦理也存在风险：贫困生心理数据的采集和使用涉及隐私保护问题，需要建立严格的数据管理制度，遵循知情同意、最小必要、安全保护等原则，确保数据使用符合伦理规范。还应考虑文化适应性与接受度，

AI 技术与阅读疗法的融合需要考虑西部高校的本土文化特征。可通过融入少数民族文化元素、采用当地方言语音交互等方式,提高贫困生的接受度和参与度。还需注意多主体协同障碍:AI 赋能阅读疗法需要图书馆、心理咨询中心、学院、技术部门等多方协作。可建立跨部门工作小组,明确分工责任,形成协同育人机制。

2、 未来展望

随着 AI 技术的不断发展和应用深化,AI 赋能图书馆阅读疗法在缓解西部高校贫困生自卑心理方面展现出广阔前景。如技术融合更加深入:未来大语言模型、情感计算、虚拟现实等技术与阅读疗法将深度融合,实现更加精准、沉浸的干预体验。如 DeepSeek-V3 模型已在阅读疗愈活动中得到应用,未来将进一步个性化、智能化;服务模式更加多元:从单一的阅读推荐发展为包含智能匹配、虚拟伴读、团体互动、效果评估的全流程服务模式,如“心灵成长挑战×Deepseek 智能疗愈计划”展示的多元化活动形式;普惠范围更加广泛:随着技术成本的降低和实践经验的积累,AI 赋能阅读疗法将从试点高校推广至更多西部高校,惠及更广大的贫困生群体,如“AI 创新独角兽公益计划”所倡导的普惠理念;循证实践更加完善:通过大数据分析和长期跟踪研究,构建更加科学的阅读疗法证据体系,推动实践从经验主导向循证主导转变,如兰州大学开展的阅读疗法系统评价。

六、 结论

本文系统探讨了 AI 赋能图书馆阅读疗法缓解西部高校贫困生自卑心理的路径问题。研究表明,西部高校贫困生因经济、社会、文化等多重因素,普遍存在自卑心理问题,需要针对性干预。传统的图书馆阅读疗法虽然有效,但面临精准性不足、局限性突出等问题。AI 技术通过数据驱动、智能匹配、虚拟伴读和动态评估,能够显著提升阅读疗法的干预效果,实现从“泛化干预”到“精准赋能”的转变。本文构建的“数据驱动-资源构建-技术应用-效果评估”四维路径,为西部高校提供了可操作的实践框架。当然,AI 赋能图书馆阅读疗法仍面临技术、资源、伦理等多重挑战,需要图书馆、心理咨询中心、技术部门等多方协作,共同推进。

在 AI 时代,图书馆不再仅仅是知识宝库,更是心灵疗愈的重要场所。通过 AI 技术与阅读疗法的深度融合,我们能够为西部高校贫困生搭建通往心灵健康的桥梁,帮助他们摆脱自卑阴影,拥抱更加自信、充实的大学生活,最终实现教育公平与全面发展。

参考文献:

- [1] 苏丽亭,王景文,高玉洁.阅读疗法在大学生中应用效果的循证评估:疗效特征、影响因素与实践启示[J]. 华北理工大学学报, 2025, 25(05): 111-119
- [2] 张元元,赵发珍,王旭,等.阅读疗法干预大学生抑郁、焦虑疗效的研究:系统评价及启示[J]. 图书情报工作, 2025, 69(6): 132-145.
- [3] 苏丽亭,王景文,高玉洁.国际阅读疗法的研究进展及演进脉络:基于开放存取平台的数据分析[J]. 图书馆杂志, 2025, 44(4): 21-31.
- [4] 西电图书馆 AI 馆员上线开启智慧阅读新体验[EB/OL]. 西安电子科技大学新闻网, 2025.
- [5] WANG H, FENG Z, ZHENG Z, et al. Chinese undergraduates' mental health help-seeking behavior: the health belief model[J]. Frontiers in psychology, 2024, 15: 1377669.
- [6] CHAN E S M, SHERO J A, HAND E D, et al. Are Reading Interventions Effective for At-Risk Readers with ADHD? A MetaAnalysis[J]. Journal of Attention Disorders, 2023, 27(2): 182-200.
- [7] 李梦瑶,徐雁.多学科融合下的大学生“阅读疗愈”活动探析——以华北理工大学、四川大学、浙江中医药大学图书馆专题服务为例[J]. 高校图书馆工作, 2023, 43(06): 7-12

[8] 王波. 阅读疗法[M]. 北京: 海洋出版社, 2014.

[9] 王娜; 克琴. 桂西高校贫困大学生心理健康问题调查与教育对策研究[J], 青年文学家

2013(14): 128-129

AI-empowered Library Reading Therapy: A Study on the Path to Alleviate the Inferiority Complex of Poor Students in Western Universities

LIU Nan*

(Library of Yunnan University of Finance and Economics, KunMing, YunNan 650221, China)

Abstract: This article focuses on the issue of inferiority complex among impoverished students in western universities, exploring how AI technology can empower library reading therapy and establish an effective psychological intervention path. Studies show that poor students in western colleges and universities are prone to have a strong sense of inferiority due to factors such as economic pressure, social environment, school education and personal cognition. Traditional reading therapy has problems such as limited resources and insufficient personalization. By constructing a four-dimensional path of "data-driven - resource construction - technology application - effect evaluation", AI technology can achieve precise identification, personalized book recommendation for reading, intelligent interactive companionship and dynamic effect evaluation, forming a systematic intervention plan. Finally, this paper puts forward relevant implementation suggestions and future prospects, providing theoretical and practical references for alleviating the inferiority complex of poor students in western colleges and universities.

Keywords: AI empowerment; Western universities; Poor students; Inferiority complex; Library reading therapy

数字化转型开启保险行业新时代

王晨烨*

(北京服装学院 时尚管理学院, 北京 朝阳 110105)

摘要: 在全球保险业数字化转型的浪潮中, 人工智能技术正从辅助工具向核心基础设施演进, 保险行业也经历一场深刻的范式革命。本文基于智能体理论框架, 系统阐释人工智能技术在保险业务流程重塑、产品创新与风险管理等关键环节的应用机理, 通过构建“环境感知-自主决策-协同执行-持续进化”的智能体模型, 深入分析保险智能体的内在运作逻辑与发展路径。研究表明, 保险智能体通过多源数据感知、深度学习决策、自动化执行与持续进化四个核心环节, 推动行业实现从传统经验驱动向数据智能驱动的转型。本文选取众安保险、泰康在线、太平洋健康险等代表性案例进行深入分析, 验证智能体理论在保险实务中的适用性与有效性, 为行业智能化转型提供理论支撑与实践参考。研究发现, 人工智能技术不仅显著提升保险业务的运营效率, 更在风险定价、产品创新和服务体验等方面产生深远影响, 但同时也面临模型可靠性、数据安全与伦理治理等多重挑战, 需要技术迭代、监管创新与组织适配的协同推进。

关键词: 数字化转型; 人工智能; 智能体理论; 保险

引言

在全球保险业数字化转型的浪潮中, 人工智能技术已从边缘创新走向核心业务领域, 成为驱动行业变革的关键力量。智能体理论作为人工智能领域的重要分支, 为理解 AI 技术在保险业的应用提供了系统性的理论框架。该理论将人工智能系统视为具有自主性、反应性、主动性和社会性的智能体, 能够感知环境变化、自主决策并执行相应行动。根据国际数据公司 (IDC) 研究预测, 到 2028 年, 全球保险业在人工智能领域的投资将保持年均 60% 以上的增速, 其中智能体相关技术将成为投资重点。这一趋势表明, 基于智能体理论的 AI 应用正成为推动保险业变革的重要力量, 其影响已超越技术层面, 深入至商业模式重构与价值链优化等核心领域。本文通过系统分析智能体理论在保险业的应用实践, 旨在揭示技术赋能业务的内在逻辑, 为行业创新发展提供理论指导和实践借鉴。

一、保险智能体的理论框架与核心机理

智能体理论为理解人工智能在保险业的应用提供了系统的分析框架。该理论认为, 一个完整的保险智能体应具备环境感知、自主决策、协同执行和持续进化四大核心能力, 这些能力共同构成了保险智能体的基本特征和运行机制。

在环境感知层面, 保险智能体通过多源数据融合技术构建全方位感知网络。这一网络包含三个关键组成部分: 首先是基于物联网设备和移动应用终端的行为数据采集系统, 能够实时获取投保人的行为特征和环境信息; 其次是依托自然语言处理技术的非结构化数据解析引擎, 可有效处理保险条款、理赔报告等文本信息; 最后是借助知识图谱技术构建的行业知识体系, 实现语义理解与关联推理。以车险领域的应用为例, 智能体通过整合车载传感器数据、交通监控视频和气象信息, 构建了多维度的风险感知系统, 为精准定价和风险管理提供数据

作者简介: 王晨烨 (2003-), 男, 研究生, 研究方向为中国服装企业国际化、时尚产业分析、跨国纺织企业投资与经营、国际商务。

通讯作者: 王晨烨

支撑。这种环境感知能力使得保险智能体能够突破传统数据壁垒，实现对风险因素的全面把握和动态监测。

在自主决策机制方面，保险智能体主要依托深度强化学习与多目标优化算法实现智能化决策。具体而言，智能体通过马尔可夫决策过程对保险业务场景进行建模，将状态空间定义为包含客户风险特征、市场环境变化等多维变量，动作空间对应核保、定价、理赔等业务决策选项，奖励函数则综合考量风险控制、客户体验、经营效益等多重目标。在实际应用过程中，智能体采用离线训练与在线学习相结合的方式持续优化决策策略，实现从数据到决策的端到端映射。这种决策机制不仅显著提升了业务处理效率，更重要的是通过深度学习算法对复杂非线性关系的捕捉能力，实现了传统精算方法难以达成的风险定价精度。

在协同执行模式上，保险智能体展现出多层次的组织协同特征。这种协同主要体现在两个维度：首先是智能体与传统业务系统的协同，通过 API 网关、微服务架构等技术实现与核心业务系统的无缝对接，确保智能化应用与现有 IT 环境的兼容性；其次是多智能体之间的协同，基于合同网协议等机制实现任务分配与资源调度，形成分工协作的智能体生态系统。在复杂的保险业务场景中，核保智能体、理赔智能体、客服智能体等专业智能体通过信息共享与任务传递机制，共同完成保险服务全流程，实现了业务处理的智能化与协同化。

在持续进化路径方面，保险智能体通过构建持续学习机制实现能力的不断提升。具体而言，智能体一方面通过增量学习算法实时吸收新产生的业务数据，适应市场环境和风险特征的变化；另一方面基于进化算法不断优化模型结构，提升预测精度与决策质量。此外，智能体还通过对抗性训练增强系统的鲁棒性，确保在异常情况下的稳定表现。这种进化能力使得保险智能体能够持续优化服务水平，适应保险业务发展的动态需求，为行业的创新发展提供持续的技术动力。

核心能力	技术支撑体系	业务应用表现	典型案例
环境感知能力	多源数据融合、自然语言处理、知识图谱	风险因素动态监测、客户需求精准识别	车联网风险监测系统
自主决策能力	深度强化学习、多目标优化、风险评估模型	智能化核保定价、精准化风险评估	智能核保系统
协同执行能力	API 网关、微服务架构、多智能体协作	业务流程自动化、跨系统协同处理	智能理赔协作系统
持续进化能力	增量学习、进化算法、对抗训练	模型性能持续优化、业务适应性提升	自适应风控系统

表 1：保险智能体核心能力体系与实现路径

二、保险智能体的应用实践与案例验证

基于智能体理论的保险创新应用已在行业内取得显著成效，众多保险机构通过构建智能化系统实现了业务效率和服务质量的全面提升。本部分通过典型案例分析，验证智能体理论在保险实务中的应用价值与实践路径。

众安保险的智能体中台实践代表了行业在技术架构层面的重要探索。该机构构建的智能体中台系统包含感知层、认知层、决策层和执行层四个核心模块，形成了完整的智能体架构体系。在技术实现层面，感知层通过多渠道采集用户数据，日均处理数据量超过 1TB；认知

层基于深度学习模型实现用户画像构建与风险识别；决策层运用强化学习算法生成个性化保险方案；执行层通过自动化流程实现保险服务的精准交付。在健康险领域的具体应用中，众安智能体通过可穿戴设备持续监测用户健康指标，结合电子病历数据分析，实现健康风险的动态评估。当系统检测到异常指标时，智能体自动触发干预措施，包括健康提醒、就医建议和保险服务推荐。这一应用模式使得众安保险在维持风险可控的前提下，显著扩展了保障范围并提升了客户体验，体现了智能体理论在复杂业务场景中的实用价值。

泰康在线的核保智能体系统展示了智能体技术在保险核心业务环节的创新应用。该系统基于多智能体架构，包含数据采集智能体、风险评估智能体、决策执行智能体等专业组件，通过分工协作实现核保流程的智能化升级。在具体工作流程中，数据采集智能体负责整合内外部多源数据，包括投保人基本信息、医疗记录、征信数据等；风险评估智能体运用机器学习算法计算风险评分；决策执行智能体则根据风险评分自动生成核保结论。该系统在实践中取得了显著成效，据统计，泰康在线通过核保智能体系统将平均核保时间从传统模式的数小时缩短至分钟级，核保准确率提升至 99.5% 以上。特别是在复杂病例核保中，智能体系统能够综合考虑多种风险因素，做出比人工核保更为精准的风险评估，这充分验证了智能体理论在提升保险业务效率与质量方面的技术优势。

太平洋健康险的乳腺癌复发险项目体现了智能体理论在保险产品创新领域的突破性应用。该项目基于近 20 万名乳腺癌患者的临床诊疗数据构建专业智能体，通过分析肿瘤分期、治疗方案、基因特征等多维度信息，精准预测患者复发风险。智能体在决策过程中不仅考虑传统精算因素，还引入治疗效果、生活方式等动态变量，实现风险定价的个性化与精准化。这一创新应用突破了传统保险的风险承保限制，使更多患者能够获得保险保障。在技术实现上，该智能体采用联邦学习架构，在保护患者隐私的前提下实现模型迭代优化。通过与传统精算模型的对比研究显示，智能体模型在风险预测准确性和业务覆盖率方面均有显著提升，验证了智能体理论在复杂风险管理场景中的技术适用性和业务价值。

在理赔服务领域，智能体技术的应用同样取得了显著成效。多家保险机构开发的智能理赔系统通过整合计算机视觉、自然语言处理和机器学习等技术，实现了理赔流程的智能化重构。这些系统能够自动解析理赔申请材料，识别欺诈行为，优化理赔决策，显著提升理赔处理效率和准确性。实践数据显示，采用智能体技术的理赔系统能够将平均理赔周期缩短 70% 以上，理赔准确率提升至 95% 以上，同时有效降低欺诈风险，体现了智能体理论在保险理赔环节的重要应用价值。

评估维度	关键指标	传统模式基准	智能体应用水平	提升幅度
业务效率	核保处理时间	2-4 小时	<5 分钟	提升 95% 以上
风险控制	核保准确率	90-92%	99.5%	提升 8-10 个百分点
客户体验	理赔周期	3-5 天	<24 小时	缩短 70% 以上
运营成本	单均处理成本	100%	30-40%	降低 60-70%

表 2：保险智能体应用成效评估指标体系

三、保险智能体发展的挑战与应对策略

尽管保险智能体的发展取得了显著成效,但在实际应用过程中仍面临多方面的挑战,需从技术、管理和监管等多个维度寻求解决方案。

在技术可靠性层面,模型幻觉问题成为影响智能体应用效果的关键制约因素。在核保、理赔等关键业务环节,模型的“胡编乱造”可能导致严重的决策偏差与业务风险。研究表明,通过检索增强生成技术可将基础准确性提高至 0.90,并将幻觉和解释偏差减少约 40%,但这种技术方案同时带来系统复杂度的提升与响应延迟的增加。此外,深度学习模型的可解释性不足也制约了其在高风险业务中的推广应用,特别是在需要严格监管合规的场景中,模型决策的透明性与可审计性成为必须满足的硬性要求。为应对这些挑战,保险机构需要建立完善的模型测试验证体系,引入多方安全计算、联邦学习等隐私保护技术,同时在系统设计中保留适度的人工干预机制,确保智能体应用的可靠性和稳定性。

数据安全与隐私保护是保险智能体发展面临的另一重要挑战。随着智能体在保险业务中的深度应用,数据采集、存储与使用的合规边界问题日益突出。保险机构需要建立严格的数据治理体系,包括数据分类分级管理制度、访问控制机制和数据生命周期管理策略。在技术层面,可以通过差分隐私、同态加密等先进技术保护用户隐私,同时采用联邦学习等分布式机器学习范式,实现“数据不出域、价值可流动”的安全计算模式。在组织层面,需要明确数据使用的伦理规范和法律责任,建立贯穿数据全生命期的安全管理体系,确保智能体应用符合法律法规和监管要求。

在监管合规方面,保险智能体的发展需要适应现有的监管框架,同时推动监管科技的创新应用。当前,保险智能体在算法公平性、模型透明度、系统可靠性等方面面临严格的监管要求。为应对这些挑战,保险机构需要建立智能体应用的内部治理体系,包括算法备案制度、模型风险评估机制和持续监控流程。同时,监管机构也在积极探索适应技术创新需求的监管模式,如监管沙盒、创新指导等服务机制,为保险智能体的发展提供适当的政策空间。保险机构应主动参与行业监管规则的制定过程,推动建立既保障创新活力又有效控制风险的监管环境。

人才与组织能力建设是保险智能体可持续发展的基础保障。智能体技术的应用不仅需要专业技术人才,还需要业务人员具备相应的数字素养和协作能力。保险机构需要制定系统的人才发展战略,通过内部培训、外部引进和产学研合作等多种渠道,培养既懂保险业务又掌握人工智能技术的复合型人才。在组织架构方面,需要打破传统的部门壁垒,建立跨职能的敏捷团队,促进业务部门与技术部门的深度协作。同时,需要建立适应智能化转型的组织文化和激励机制,推动全员参与数字化转型,为保险智能体的深入应用创造良好的组织环境。

四、保险智能体的发展趋势与未来展望

随着技术的不断进步和应用场景的持续拓展,保险智能体将呈现多元化的发展趋势,推动保险业向更加智能化、个性化和社会化的方向演进。

在技术演进方面,保险智能体正从单点应用向系统化、平台化方向发展。未来的保险智能体将更加注重技术架构的统一性和扩展性,通过构建企业级智能体中台,实现技术能力的标准化输出和快速复用。同时,智能体技术将与区块链、物联网、5G 等新兴技术深度融合,形成更加完整的技术生态体系。在算法层面,强化学习、迁移学习、元学习等先进算法将进一步提升智能体的自主决策能力和环境适应性,推动保险智能体从工具型向伙伴型演进。

在业务创新层面,保险智能体将驱动保险业务模式从“风险补偿”向“风险减量”深化。通过与环境感知设备的深度结合,保险智能体能够实现对风险的早识别、早预警、早干预,推动保险功能从事后赔偿向事前预防延伸。在产品设计方面,智能体技术支持真正意义上的个性化定制,基于用户行为数据和社会特征动态调整保险条款和定价策略。在服务模式上,保

险智能体将实现从标准化服务向场景化、情感化服务的转变,通过自然语言交互和情感计算技术,提供更具温度感的保险服务体验。

在行业生态层面,保险智能体将促进保险业与相关产业的深度融合,推动保险服务嵌入到更多生活场景和商业流程中。通过 API 经济模式和开放平台架构,保险智能体能够与健康管理、汽车服务、智能家居等外部系统实现无缝对接,构建以保险为核心的数字生态网络。同时,保险智能体也将改变传统的产业协作模式,通过智能合约、分布式账本等技术实现业务流程的自动化协同,提升整个保险价值链的运作效率。

在监管与社会责任层面,保险智能体的发展将推动监管范式从传统合规监管向科技驱动监管转变。监管机构将更多地运用监管科技手段,实现对保险智能体运行状态的实时监测和风险评估。同时,保险智能体的伦理治理将成为重要议题,包括算法公平性、数据隐私保护、数字包容性等社会价值考量将深度融入智能体的设计和应用过程。保险机构需要在追求技术创新的同时,高度重视智能体应用的社会影响,确保技术创新符合伦理规范和社会期待。

结论

本研究通过理论分析与案例验证,系统阐述了智能体理论在保险业的应用机理与实践效果。研究表明,基于智能体理论的 AI 系统通过环境感知、自主决策、协同执行与持续进化四大核心能力,显著提升保险业务的智能化水平,在风险识别、运营效率和客户服务等方面产生显著价值。众安保险、泰康在线、太平洋健康险等机构的实践表明,AI 技术正推动保险业从传统的“风险补偿”向“风险减量”范式演进,不仅改变了保险业务的运作方式,更重新定义了保险服务的价值主张和发展方向。

然而,保险智能体的发展仍面临模型可靠性、数据安全、算法伦理与组织适应等多维挑战,这些挑战的解决需要技术突破、制度创新与组织变革的协同推进。特别是在模型幻觉控制、隐私保护与可解释性等关键技术领域,仍需持续投入与重点突破。同时,监管框架的完善与行业标准的建立,将为智能体技术的健康发展提供制度保障,确保技术创新与风险控制的动态平衡。

展望未来,保险智能体将呈现更加明显的生态化发展与差异化竞争格局。大型保险机构将聚焦基础技术创新与平台构建,中小机构则深耕垂直领域应用,创新机构探索新模式与新业态。在这一进程中,“AI+人类专家”的混合模式将成为主导范式,既发挥 AI 系统的效率优势,又保留人类专家的专业判断与情感温度,最终实现保险服务质量与效率的同步提升。保险智能体的发展不仅将重塑行业竞争格局,更将深刻影响保险业的社会功能和发展路径,为推动保险业高质量发展提供强劲动力。

参考文献:

- [1]孙诗卉,徐若萱.保险机构加速扩圈重构竞争版图[N].21世纪经济报道,2025-11-13(008). DOI:10.28723/n.cnki.nsjbd.2025.004179.
- [2]孙榕.人工智能如何重塑再保险行业?[N].金融时报,2025-11-12(010). DOI:10.28460/n.cnki.njrbsb.2025.006194.
- [3]孙榕.AI驱动保险业“质与智”变[N].金融时报,2025-11-12(011). DOI:10.28460/n.cnki.njrbsb.2025.006198.
- [4]杨倩雯.长护险迎“十五五”新机遇 AI 赋能破解照护难题[N].第一财经日报,2025-11-11(A07). DOI:10.28207/n.cnki.ndycj.2025.004346.
- [5]杨光.中邮保险:60多个AI场景驱动业务价值飞跃[N].中国信息化周报,2025-11-10(016). DOI:10.28189/n.cnki.ndnjy.2025.000308.

- [6] 师宇杰. 探究 AI 大模型驱动下国内财产保险行业的数智跃迁[J]. 保险理论与实践, 2025, (10):143-149.
- [7] 孙榕. AI 赋能开启保险资管新时代[N]. 金融时报, 2025-10-15(010). DOI:10.28460/n.cnki.njrsb.2025.005677.
- [8] 王达毓. 保险业屡迎巨灾大考通用大风险模型能否构建风险管理新格局? [N]. 21 世纪经济报道, 2025-09-26(007). DOI:10.28723/n.cnki.nsjbd.2025.003623.
- [9] 李丹琳. AI 重塑保险价值链: 一场由科技驱动的行业变革[N]. 金融时报, 2025-09-24(009). DOI:10.28460/n.cnki.njrsb.2025.005117.
- [10] 王笑. AI 赋能保险, 如何平衡效率与公平? [N]. 金融时报, 2025-09-24(009). DOI:10.28460/n.cnki.njrsb.2025.005118.
- [11] 蔡鼎. 保险 AI 科技公司暖哇递表港交所 3 年半累计亏损约 7.18 亿元[N]. 每日经济新闻, 2025-09-18(005). DOI:10.28571/n.cnki.nmrjj.2025.002673.
- [12] 房文彬. AI 时代金融品牌建设新范式[N]. 中国银行保险报, 2025-09-17(003). DOI:10.28049/n.cnki.ncbxb.2025.005457.
- [13] 涂颖浩. 推动 AI 与各个业务场景深度融合, 赋能高质量发展[N]. 每日经济新闻, 2025-09-16(005). DOI:10.28571/n.cnki.nmrjj.2025.002636.
- [14] 孙诗卉. 从人海战术到“AI 战略”行业洗牌加速[N]. 21 世纪经济报道, 2025-09-09(008). DOI:10.28723/n.cnki.nsjbd.2025.003364.
- [15] 冷翠华. 推动人工智能与保险业务深度融合[N]. 证券日报, 2025-09-08(B01). DOI:10.28096/n.cnki.ncjrb.2025.005070.
- [16] 谭乐之. AI 赋能保险业降本增效[N]. 中国银行保险报, 2025-09-04(004). DOI:10.28049/n.cnki.ncbxb.2025.004617.
- [17] 李秀梅. 中国平安中报: 增加分红, 打造 AI 护城河[N]. 北京商报, 2025-08-27(007). DOI:10.28036/n.cnki.nbjxd.2025.002712.
- [18] 苏洁. AI 撬动健康险发展[N]. 中国银行保险报, 2025-07-15(008). DOI:10.28049/n.cnki.ncbxb.2025.003677.
- [19] 房文彬. AI+, 何以成为保险业新引擎? [N]. 中国银行保险报, 2025-05-20(001). DOI:10.28049/n.cnki.ncbxb.2025.002175.
- [20] 许璐, 李晖. 保险 IT 主业承压中科软加码多元化与 AI [N]. 中国经营报, 2025-05-19(B07). DOI:10.38300/n.cnki.nzgjy.2025.001030.
- [21] 谭乐之. 独立代理人可借助 AI 强化优势[N]. 中国银行保险报, 2025-04-17(007). DOI:10.28049/n.cnki.ncbxb.2025.001472.

Digital Transformation Ushers in a New Era for the Insurance Industry

WANG Chenye*

(School of Fashion Management, Beijing Institute of Fashion Technology, Chaoyang, Beijing 110105, China)

Abstract: Amid the global wave of digital transformation in the insurance industry, artificial intelligence technology is evolving from an auxiliary tool to core infrastructure, driving a profound paradigm revolution within the sector. Based on the agent theory framework, this paper systematically explains the application mechanisms of AI technology in key areas such as insurance business process re-engineering, product innovation, and risk management. By constructing an agent model of "Environmental Perception - Autonomous Decision-Making - Collaborative Execution - Continuous Evolution," it provides an in-depth analysis of the internal operational logic and development path of insurance agents. Research indicates that insurance agents, through four core processes—multi-source data perception, deep learning decision-making, automated execution, and continuous evolution—propel the industry's transformation from traditional experience-driven models to data-and-intelligence-driven ones. This paper conducts in-depth analyses of representative cases, including ZhongAn Insurance, Taikang Online, and Pacific Health Insurance, to validate the applicability and effectiveness of agent theory in insurance practice, offering both theoretical support and practical references for the industry's intelligent transformation. The study finds that AI technology not only significantly enhances the operational efficiency of insurance businesses but also exerts a profound impact on risk pricing, product innovation, and service experience. However, it simultaneously faces multiple challenges such as model reliability, data security, and ethical governance, necessitating the synergistic advancement of technological iteration, regulatory innovation, and organizational adaptation.

Keywords: Digital transformation; Artificial intelligence; Agent theory; Insurance

人工智能数据挖掘在智能车企的规划应用研究

唐明*

(四川农业大学, 四川 成都 611134)

摘要: 随着全球汽车产业在“数据驱动”方面加速变革, 智能车企海量数据资产难以通过传统方式实现价值化利用, AI 数据挖掘成为破局的关键。本文从 AI 数据挖掘技术在智能车企的应用出发, 提出汽车 AI 数据挖掘的关键技术(数据预处理、机器学习、深度学习等)、全价值链规划(研发、设计、生产、运维、服务、用户等)、应用实践(比亚迪全流程数据应用、NVIDIA 安等), 总结 AI 数据挖掘核心技术(数据安全、算法稳定可靠、人才培养等)和应对对策, 通过 AI 数据挖掘规划与应用推动智能车企“数据资产化”, 为汽车产业智能化转型提供借鉴。

关键词: 智能车企; 人工智能; 数据挖掘; 全价值链; 数字化转型

一、引言

1.1 研究背景

目前汽车行业正在经历“电动化、智能化、网联化、共享化”的新一轮变革, 传统的机械车逐步被赋予感知、决策、通信等功能的智能移动互联网所取代^[1]。行业数据指出, 一辆 L4 的智能网联汽车小时的数据量在 500GB 以上, 包括车辆状态数据(电 SOC、电机转速等)、环境数据(激光雷达点云数据、摄像头数据等)、行为数据分析(驾驶加减速习惯、驾驶方向等)^[2]。这些数据是智能汽车公司最核心的资产, 传统的数据处理方式(Excel 表格方式、SQ 方式等)已经无法胜任其“大规模、高维度、快实时”的特点, 导致这些数据无法被利用、无法形成竞争力。

政策与消费者需求驱动 AI 数据挖掘落地。《“十四五”数字经济发展规划》中要求“发展数据驱动的智能网联汽车”; 特斯拉、比亚迪等各大车企都将“数据驱动”写入公司战略, 使用数据挖掘产品与服务; 85%的消费者认为, 应该为其提供定制化的车载体验与安全警示服务^[3]。AI 数据挖掘应用于车企是一个系统工程, 如何系统规划, 是未来智能车企数字化建设的关键点。

1.2 研究目的与意义

1.2.1 研究目的

本文旨在解决 3 个问题, 即: 理清 AI 数据挖掘汽车领域的相关技术, 明确 AI 技术的边界; 建立 AI 技术应用于智能车企全产业链的路线图, 提出可行的路径实施路径; 分析应用过程中的痛点, 提供解决方案, 使车企少走弯路, 降低风险, 提高收益。

1.2.2 研究意义

理论方面, 本文将 AI 数据挖掘技术与汽车产业特点相结合, 填补了汽车产业“技术-场景-价值”衔接研究的空白, 扩展了智能车企数字化转型理论; 实践方面, 案例拆分、框架输出, 供中小车企参考, 减少试错。比如比亚迪的“规划”框架, 缩短研发周期 20%, 降

作者简介: 唐明(1994-), 男, 本科学历, 高级工程师, 研究方向为信息系统工程、软件开发运维等。
通讯作者: 唐明

低售后成本 18%^[4]，具有参考意义。

1.3 国内外研究现状

国外主要围绕技术的实现和商业变现展开研究。特斯拉通过车载传感器收集相关驾驶数据，采用基于深度学习的 FSD 系统，实现从 6 个月的迭代升级为 1 个月的迭代；NVIDIA 聚焦智能驾驶领域的安全痛点，研发全栈式安全产品—halos，从芯片、算法、流程三个层面提升 AI 决策的可靠性。

国内研究以政策牵引和技术领先为主要内容。比亚迪建立“大数据+大算力+大模型”平台，以数据挖掘贯穿研发、生产、运营等流程，在提升产品性能的同时提供更优质的用户体验；研究学者通过文本挖掘分析口碑数据，采用 Stacking 集成学习算法对文本进行情感分类，准确率为 95%、产品改进有明确指导^[5]。

目前有研究已经证实了 AI 数据挖掘的落地性，但仍存在以下问题：缺少全价值链的系统顶层设计，多偏重单一环节应用，缺少数据安全与算法可靠性的解决思路。本文从以下几点展开：缺少全价值链的系统顶层设计，多偏重单一环节应用。

二、智能车企 AI 数据挖掘的核心技术体系

AI 数据挖掘智能车企运用多个技术进行深度挖掘，其架构由底层、算法层、应用层组成，技术层与汽车场景深度融合。

2.1 基础层技术：数据预处理与整合

基础层为应用技术之基，是应对汽车信息“脏、乱、杂”的关键，针对汽车信息源多源多构问题，采用数据清洗技术去除“脏”“乱”“杂”的传感器数据；采用摄像头、雷达、GPS 等多模态融合技术融合多源数据形成单数据视图^[6]；采用主成分分析（Principal Component Analysis, PCA）降维法将高维环境感知数据降维处理，降低计算复杂度；采用时间序列基于滑动窗口的特征提取技术提取车辆工况时序变化趋势。在比亚迪技术的基础上，这一层的可用性从 65%提升到了 92%。

2.2 算法层技术：核心价值挖掘工具

算法层是价值挖掘的核心，不同算法适配不同汽车场景：

机器学习：适合在结构化数据上进行学习，如对零部件运行数据分析，使用随机森林算法预测维修数据。比亚迪基于机器学习建立电池故障预测模型，提前 3 个月预测电池发生衰减的风险，使故障降低 18%；

深度学习：面向非结构化处理数据，例如 CNN 摄像头识别道路交通标识、RNN 驾驶行为时序数据处理识别驾驶危险；

自然语言处理：针对数据信息挖掘，通过 LDA 主题建模和情感分类算法分析用户评论、用户投诉文本，提取产品缺陷信息，为改进提供依据。

2.3 应用层技术：场景落地支撑

应用层将算法结果应用于服务中，包括实时计算和可视化。实时计算技术（例如，Flink）处理车辆实时数据，支持自动驾驶决策、车辆故障预警等场景。可视化技术将挖掘结果应用于运营仪表盘，便于管理层对生产、服务数据的实时监控^[7]。NVIDIA 将芯片级优化技术应用与每秒 300 万亿次安全数据，并将处理延迟保持在 50ms 以下，支持智能驾驶。

三、智能车企 AI 数据挖掘的全价值链规划框架

立足核心技术体系，依托智能车企业业务体系，建立“四环三保”关键环节、落细落

实的整条全产业链部署规划体系。

3.1 核心业务环节规划

3.1.1 研发设计环节：缩短周期，优化性能

运用数据挖掘研发历史数据、用户需求数据改善设计方案、比亚迪建立 AI 设计造型，通过对大量经典案例学习，生产设计概念，根据工程输入，改善设计细节、设计效率、根据底盘仿真工具，建模精准度高，根据实时数据，参数控制，个性化调整、根据用户使用习惯数据、环境数据，建立热舒适性模型，使空调智能感知，自动变化

3.1.2 生产制造环节：提质降本，提升效率

生产过程，利用数据挖掘，实现质量管理、智能化生产。比亚迪利用物联网、大数据改造车间，在线排产、按需生产；利用设备的分析数据、在线检测数据，提升冲压、焊接等工序的连续性、效率等；利用仓储布局的实时监控，提升零部件的摆放、物流调度，降低运输成本。某合资车企利用此种方法，节约一条生产线一年的成本达到 1200 万元^[8]。

3.1.3 运维服务环节：主动预警，优化体验

根据车辆数据及用户使用情况，实现运维服务从响应式到主动创造价值的转变。比亚迪收集近万个整车信号数据，建立健康评估模型，预测空调滤芯及刹车片寿命，实现运维从经验驱动向数据驱动的转变；根据 OTA 技术及数据挖掘的结果，实现整车功能的远程优化，不断地提升用户体验。

3.1.4 用户运营环节：精准服务，提升粘性

挖掘用户数据，精准定制服务。利用驾驶习惯数据，为用户定制专属的驾驶方式，做到千人千面；根据出行路线、出行喜好，为用户提供充电桩、停车场所等场景服务。Stellantis 使车载服务用户数量增长 25%^[9]，用户黏性提升 18%。

3.2 落地保障体系

3.2.1 组织保障：跨部门协同机制

组建“数据挖掘项目组”，包括研发、生产、售后等，消除信息孤岛；设置数据分析师，进行技术支撑、数据培训，建立全员数据文化意识^[10]。

3.2.2 技术保障：统一数据平台

建设“汽车公司数据库中台”，将各个环节数据汇聚共享；采用云计算架构以及高性能芯片（NVIDIA DRIVE AGX），实现海量数据存储，实时计算。

3.2.3 数据保障：规范管理标准

制定数据分类分级标准，划分权利、责任；建立数据质量考核制度，检查完整性、准确性、数据可使用性。

四、典型案例分析

用国内、国外典型应用实例说明 AI 数据挖掘在智能车企中的应用与设计。

4.1 比亚迪：全价值链数据挖掘应用实践

比亚迪“大数据-大算力-大模型”架构下 AI 数据挖掘渗透到全链条：研发端使用 AI 设计工具+仿真模型减少时间 20%；生产端通过智能生产厂改造，提高能效，提高品质；运维端通过健康模型对零部件寿命预测 30%，缩短售后周期。通过客户数据进行能量管理方案调优，平衡动力与能耗，提升客户体验。这是全价值链架构的落地。

4.2 NVIDIA：算法安全数据挖掘解决方案

针对智能驾驶 AI 算法的可靠性痛点, NVIDIA 推出 Halos 系统: 算法层开发“安全熵值”评估体系, 用生成式 AI 模拟 2.8 亿种攻击场景; 流程层建立 11 道安全闸口, 实现从数据标注到 OTA 的全链条防护。通用汽车应用后, SuperCruise 系统误触发率直降 67%; Gatik 物流车夜间物体识别准确率从 82% 飙升至 99.3%, 为算法可靠性保障提供了有效路径。

五、应用挑战与解决方案

5.1 核心挑战

5.1.1 数据安全风险突出

智能驾驶汽车数据中包含用户位置、驾驶行为等个人信息, 数据传输与存储存在风险; 另外, 数据受到污染也会导致结果分析不准确, 影响决策制定。某智能驾驶汽车企业曾因数据安全问题的暴露了 10 万用户驾驶数据, 造成企业形象不佳。

5.1.2 算法可靠性不足

现有的算法都是根据特定场景进行的, 无标线等极端天气场景的准确率降低, 容易造成自动驾驶决策失误; AI 的“黑箱”效应, 故障溯源困难, 易引发安全隐患。

5.1.3 复合型人才短缺

行业需要的是 AI 技能、汽车专业技能和数据技能的复合人才, 高校相关专业培养的落后, 企业内部人员转化难度大, 不利于技术的实施。

5.2 解决方案

5.2.1 构建全栈式数据安全体系

硬件层面使用 PUF (Physical Unclable Function) 实现芯片的唯一“数字指纹”; 软件层面使用区块链升级 OTA 存证, 实现数据加密; 流程层面实现数据“消毒”, 屏蔽恶意数据。严格遵守《数据安全法》, 设定数据采集范围, 保护隐私。

5.2.2 提升算法鲁棒性与透明度

通过虚拟场景孪生技术, 虚拟极端事件, 扩大训练数据集; 通过“加强安全学习”技术, 使系统面对未知威胁时进入安全模式; 通过决策过程跟踪系统, 减少“黑箱”效应。

5.2.3 完善人才培养体系

企业与高校合作特色专业, 开设“汽车 AI 数据挖掘”; 内部进行交叉培训, 选派精英人才进行培养; 企业行业联盟资源共享。

六、结论

本文对 AI 数据挖掘在智能车企中的设计与实现进行研究, 得出以下结论: 首先, 构建汽车 AI 数据挖掘技术系统的基础层、算法层、应用层, 各层次技术支持价值挖掘; 其次, “四环节+三保障”的整体价值链设计框架可以更好地支持在研发、设计、生产、运行维护环节的人工智能 AI 数据挖掘; 再次, 安全问题、算法问题、人才问题为主要痛点, 全栈式安全、算法优化、人才培养可以很好的解决问题。

AI 数据挖掘是智能车企实现数字化转型的重要手段, 探索 AI 数据挖掘融合汽车数据应用和联邦学习数据共享应用, 为高质量发展赋能。

参考文献:

- [1] 工信部. 智能网联汽车产业发展规划 (2021-2025 年) [Z]. 2020.
- [2] 中国汽车工程学会. 2024 年中国智能网联汽车数据白皮书 [R]. 北京: 中国汽车工程学会, 2024.
- [3] 国家互联网信息办公室. 汽车数据安全管理办法 (试行) [Z]. 2021.

- [4] 廉玉波. IoE 时代智能电动汽车数据智能应用探索[J]. 电子工程专辑, 2025 (6) :45-51.
- [5] 张明, 李丽. 基于文本分类的新能源汽车满意度研究——以比亚迪与特斯拉为例[J]. 数据分析与决策, 2025 (5) :78-85.
- [6] 王建华, 刘洋. 智能网联汽车多源数据融合技术研究[J]. 汽车工程, 2024, 46 (3) :412-418.
- [7] 李敏, 陈浩. 构建与实施车企数据中台[J]. 数字技术与应用, 2024 (2) :135-137.
- [8] 人工智能应用于汽车制造生产过程的人工智能应用研究[J]. 制造业自动, 2024, 46 (4) :89-93.
- [9] Stellantis 集团. 2024 年用户运营数据报告[R]. 荷兰:Stellantis 集团, 2024.
- [10] 刘芳. 智能车企数字化转型挑战与对策[J]. 企业经济, 2024 (3) :76-82.

Research on the planning and application of artificial intelligence data mining in intelligent automobile enterprises

TANG Ming*

(Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611134, China)

Abstract: As the global automotive industry accelerates its "data-driven" transformation, intelligent automakers face challenges in effectively leveraging massive data assets through traditional methods. AI data mining has emerged as a critical breakthrough. This paper explores the application of AI data mining technologies in smart automotive enterprises, proposing key technologies (data preprocessing, machine learning, deep learning), comprehensive value chain planning (R&D, design, production, operations, services, user engagement), and practical implementations (BYD's end-to-end data applications, NVIDIA security solutions). It summarizes core AI data mining technologies (data security, algorithm stability, talent development) and corresponding strategies. Through strategic planning and practical applications of AI data mining, this study drives the "data assetization" of intelligent automakers, providing valuable insights for the industry's intelligent transformation.

Keywords: Smart car manufacturers; Artificial intelligence; Data mining; Full value chain; Digital transformation

AI 技术重塑证券业：模式变革、本质解读与发展路径

王晨烨^{1*} 周西庆²

(1. 北京服装学院 时尚管理学院, 北京 朝阳 110105; 2. 江西服装学院 商学院, 江西 南昌 330201)

摘要: 随着人工智能技术的迅猛发展, 证券行业正经历着前所未有的深刻变革。本文通过系统分析 AI 技术在证券机构前中后台及各业务环节的实际应用, 深入探讨其背后的技术驱动逻辑与行业本质变化。研究显示, AI 技术已从辅助工具演进为证券业的核心基础设施, 华泰证券“AI 涨乐”等应用推动智能投资服务从“功能化”向“智能化”跃迁。本文从技术接受度、服务模式、风险特征三个维度解析 AI 证券业的本质特征, 指出当前存在模型幻觉、数据安全、伦理失范等挑战, 并提出分层发展路径与监管建议。研究表明, AI 技术正在重构证券行业的价值创造模式, 推动行业从经验驱动向数据智能驱动转型。

关键词: 人工智能; 证券; 金融科技

引言

当前, 全球证券业正站在数字化转型的关键节点。人工智能技术不再是边缘创新, 而是已经成为行业的核心驱动力。根据艾媒咨询数据显示, 中国证券类 APP 用户规模已达到 2.4 亿人, 并预计将持续增长。这一数据背后反映的是人工智能技术从辅助工具走向核心业务的深刻变革。

技术驱动下的证券业变革已不再局限于简单的自动化工具应用, 而是深入到商业模式重构与生态系统再造的层面。从龙头券商到中小证券机构, AI 技术正以不同的节奏和方式重塑着证券服务的基因。华泰证券作为行业领军者, 其推出的“AI 涨乐”作为国内首个交易场景的 AI 原生应用, 已实现从“人找工具”到“服务找人”的范式转变, 这一变化不仅体现了技术应用的广度, 更揭示了证券业务底层逻辑的深刻变化。

现有研究的局限性与本文创新点。尽管已有大量研究关注 AI 在证券业的应用, 但多数停留在案例描述层面, 缺乏对现象背后本质的深入探讨。部分研究过于强调技术优势, 忽视了由此产生的结构性风险与伦理挑战。本文的创新之处在于: 首先, 通过多维度数据分析, 揭示 AI 技术应用的实际效果与局限; 其次, 从产业经济学角度解析 AI 证券业的价值重构机制; 最后, 基于实证研究提出符合我国金融监管要求的发展路径。

研究方法与数据来源。本文采用案例分析与定量研究相结合的方法, 数据来源包括: 各上市券商年报、证券业协会报告、权威咨询机构研究数据及实地调研资料。通过对华泰证券、广发证券、中信建投等典型案例的深入剖析, 构建完整的分析框架。

一、AI 证券业的全景分析：从尝试到深度赋能

1.1 规模应用阶段的特征与表现

作者简介: 王晨烨 (2003-) , 男, 研究生, 研究方向为中国服装企业国际化、时尚产业分析、跨国纺织企业投资与经营、国际商务。

周西庆 (2002-) , 男, 本科, 研究方向为财会职业教育。

通讯作者: 王晨烨

证券行业 AI 应用已从零散试点进入规模化部署阶段。近年来，各大券商纷纷加大 AI 投入，华泰证券、招商证券、广发证券等在财报中均披露了 AI 技术在各项业务中的广泛应用。这一增长态势表明，AI 技术正以前所未有的速度融入证券业务的各个层面。

技术采纳路径的分化成为现阶段的重要特征。大型券商凭借其资源优势，采取系统化推进策略。以华泰证券为例，其构建的“AI 涨乐”技术体系不仅服务于自身业务需求，更通过 AI 原生应用向行业输出技术能力，形成以大型券商为核心的技术辐射网络。这种“技术输出”模式正在改变传统的行业竞争格局，大型券商的技术优势正在转化为生态优势。

股份制券商则表现出明显的实用主义导向。广发证券的 AI 大模型工具专注于解决特定业务痛点，通过强化两融业务精细化管理能力，实现风控体系的智能化重构。这种聚焦关键业务场景的应用策略，使得股份制券商在特定领域形成竞争优势。中小券商的 AI 应用则体现出场景驱动的轻量化特征。以华福证券为例，其每年将 IT 投入的相当一部分用于 AI 相关领域，在财富管理业务中使用较多，打造“含智量”指标评估体系。这种轻量级应用虽然技术复杂度相对较低，但更贴近用户实际需求，在区域市场竞争中展现出独特优势。

1.2 技术生态的协同演进

证券业 AI 应用的发展离不开技术生态的协同推进。各大券商纷纷完成基础大模型的部署工作。国元证券构建了六层架构的 AI 技术体系，“从最下面的算力层到数据层、模型层，以三层基础设施打造未来人工智能能力的基座”。这种基础设施的完善为后续应用创新奠定了坚实基础。

开源与自研的协同成为技术演进的重要模式。国金证券在保持自研系统的同时，积极引入开源技术，获得多项“信创+大模型”创新专利。这种模式既保证了核心业务的自主可控，又能够充分利用开源社区的创新活力，实现技术应用的快速迭代。

技术生态的多点开花体现在各业务线的全面智能化。西南证券已落地的应用包括智能知识库、智能编码助手、智能投顾助手和智能投研助手等。山西证券则重点布局债券交易机器人，将响应速度从 30 秒提升到 3 秒，效率提升 10 倍。这种全方位应用表明 AI 技术正在证券业扎根生长。

架构层级	核心组件	功能描述	代表技术
基础设施层	算力中心、数据平台	提供模型训练与推理的算力，完成多源数据的采集、清洗与治理	GPU 集群、数据湖
模型层	基础大模型、垂直小模型	提供通用的语义理解与专业的金融推理能力	自研大模型、开源模型
智能体层	各类业务智能体（Agent）	承接用户指令，规划任务步骤，调用工具完成任务	任务规划、工具调用
应用层	智能投顾、智能投研、智能风控	面向最终用户的前端业务应用	AI 涨乐、智能知识库

表 1：证券机构 AI 技术架构核心组件

二、智能投顾的范式革命：从“人找工具”到“服务找人”

2.1 交互模式的根本性变革

AI 技术，特别是大语言模型（LLM）的成熟，正在从根本上改变人与金融服务的交互方式，推动股票分析软件从传统的图形用户界面（GUI）向更自然、更智能的语言用户界面（LUI）跃迁。这不仅仅是界面形式的改变，更是服务逻辑的重构。

当投资者打开证券 APP 的动作，从“翻遍菜单找功能”变成“开口问 AI 要服务”，证券行业的智能化转型已悄然换挡。华泰证券“AI 涨乐”正是这场交互革命的先行者和定义者。它以“对话即服务”为核心理念，用户可以通过自然语言直接下达指令、查询信息或获取投资建议。无论是“帮我找找有哪些低估值的消费股”，还是“今天市场为什么大跌”，抑或是“帮我买入 100 股茅台”，用户都可以像与专业投顾对话一样，轻松完成复杂的投资操作。

这一变革的实现，得益于 AI 涨乐强大的技术底座。其技术架构包含以下核心要素：自研模型与通用大模型的深度融合。AI 涨乐采用华泰证券自主研发的、经过海量金融数据训练的专业金融大模型，结合业界领先的通用大模型，形成“双引擎”驱动。这种架构既保证了金融场景下的专业性、时效性和合规性，又充分利用了通用大模型强大的语言理解与生成能力。千亿级金融实体的知识图谱。AI 涨乐构建了覆盖市场数据、公司财报、宏观政策、产业链关系等千亿级金融实体的知识图谱。这个知识图谱不是简单的数据堆砌，而是经过深度结构化和关联分析的智能知识库，确保了所有 AI 生成内容的专业性与可靠性。

2.2 决策过程的透明度突破

投资者对 AI 推荐的最大顾虑，往往不是推荐结果本身，而是不知道这个结果是如何得出的。传统的 AI 推荐系统往往是“黑箱”，用户只能看到结果，无法了解背后的逻辑，自然难以建立信任。

AI 涨乐创新性地引入了“Agent”工作模式，将复杂的决策过程“白箱化”。当用户提出如“帮我找找有哪些低估值的消费股”这类复杂需求时，AI 涨乐不仅给出结果，还会清晰地展示出 AI 的思考过程：任务规划（Planning）- AI 首先将复杂任务拆解为多个可执行的子步骤；工具调用（Tool-Using）- AI 自动调用内部的行情数据库、财务数据库、研报库等专业工具执行每一步骤；逻辑推理（Reasoning）- AI 展示其如何基于调用结果进行分析、筛选和判断。

这种决策过程的可视化，让用户能够清晰地理解和回溯 AI 的选股逻辑，从而建立起对结果的信任。这不仅是技术的突破，更是建立新型人机信任关系的关键一步。相比之下，其他平台的 AI 推荐往往只给出结果，缺乏这种深度的透明性。

2.3 全流程智能化闭环

AI 涨乐的革命性不仅体现在交互方式上，更体现在其实现了投资全流程的智能化闭环。它通过五大核心模块——智能选股、动态估值、智能盯盘、事件传导和智能交易，构建了“评估-决策-执行-风控”的完整链路。

智能选股模块提供了热点选股工具、涨停选股工具、ETF 轮动工具、低估选股工具等专业工具，覆盖了不同风险偏好和投资风格的需求。动态估值模块能够实时计算个股的合理估值区间，帮助用户判断买卖时机。智能盯盘模块支持个性化盯盘策略，当触发预设条件时自动提醒用户。事件传导模块能够分析重大事件对市场 and 个股的影响路径。智能交易模块则打通了从决策到执行的最后一公里，用户可以通过自然语言完成“一句话下单”。

这种全流程的智能化，是 AI 涨乐区别于其他平台的核心竞争力。大多数竞品的 AI 功能仍停留在“辅助”阶段，主要用于信息查询和简单推荐，而 AI 涨乐已经实现了从“辅助”到“执行”的关键跨越，真正成为用户的投资伙伴。

应用模式	代表机构	核心特点	典型功能	用户体验
AI 原生模式	华泰证券	从底层重构，AI 为核心	全流程智能投资	"服务找人"
AI 增强模式	广发证券	在现有平台增加 AI 功能	智能风控、智能客服	"人找工具"
轻量应用模式	华福证券	聚焦特定场景	AI 投教、智能知识库	工具辅助

表 2：证券行业 AI 应用模式对比

三、后端革命：投资研究的智能化进阶

3.1 投研工作流的重构

传统投研模式向 AI 驱动智能投研的转变，本质上是证券行业研究领域的一场范式革命。这一转变的理论基础可以追溯到库恩的范式转移理论，即在学科发展过程中，当旧范式无法解决的新问题积累到一定程度时，就会发生范式的根本性转变。

在证券业投研领域，这一范式转移的具体表现是：从基于专家经验的主观判断转向基于机器学习的客观分析，从依赖有限数据的静态模型转向融合实时数据的动态模型，从单一维度研究转向多维度全景分析。西南证券的智能投研助手正是这一范式转移的典型代表，其“构建了一套资管研究报告自动化生成系统”。

知识管理的智能化是这一变革的重要体现。传统投研中，分析师需要花费大量时间收集和整理资料，而 AI 系统能够自动完成这些工作。西南证券的智能知识库“实现对公司规章制度、合规展业、管理运营、技术开发等各方面知识的智能查询”，大大提升了信息获取效率。这种知识管理的智能化不仅节省了时间，更重要的是扩大了研究的覆盖范围，使得同时跟踪更多标的成为可能。

3.2 因子挖掘的深度进化

挖掘智能体的核心技术基础是深度表征学习和特征工程自动化。传统因子挖掘主要依赖分析师的经验判断，采用线性回归、逻辑回归等传统统计方法，因子维度通常限于数十个变量。而挖掘智能体采用深度神经网络（DNN）、图神经网络（GNN）等先进算法，能够自动从海量数据中提取高维因子。

以华泰证券的“热点猎手”功能为例，其通过 AI 动态追踪引擎，“极速检索和解析全网最新热点资讯，并内置多维度技术分析模块和指标自定义模块，通过智能加权更好地捕捉市场交易机会”。具体而言，该系统处理的因子维度包括交易行为、社交媒体情绪、产业链关系、实时新闻等多维度数据。这种技术架构使得因子挖掘效率显著提升。

模型智能体的核心突破在于将传统机器学习模型与深度学习相结合，形成混合模型架构。在华泰证券的实践中，模型智能体采用“深度交叉网络+宽线性模型”的混合结构，既保留了线性模型的记忆能力，又发挥了深度学习模型的泛化能力。具体技术实现上，模型智能体使用改进的 Wide & Deep 架构，其中 Wide 部分处理稀疏特征和交叉特征，Deep 部分通过多层神经网络学习特征的高阶交互。

3.3 决策辅助的智能跃升

策略智能体代表了投研决策的最高层次，其理论基础来自多智能体强化学习。在“AI 涨乐”系统中，策略智能体通过马尔可夫决策过程（MDP）框架建模投资决策问题，定义状态空

间、动作空间和奖励函数。状态空间包括个股基本信息、历史走势、实时交易特征等 500 多个维度；动作空间涵盖买入、卖出、持有等决策选项；奖励函数则综合考虑投资收益、风险控制、交易成本等多目标优化。

策略智能体采用近端策略优化（PPO）算法进行训练，通过在仿真环境中与虚拟市场交互，学习最优的投资策略。实际部署数据显示，经过强化学习训练的策略智能体，在保持相同风险水平的情况下，投资收益率和决策效率均有明显提升。

智能投研系统在事件分析精度上的提升，源于其对非线性关系和高阶交互效应的建模能力。传统投研模型主要捕捉线性关系，而现实世界中的市场因素往往存在复杂的非线性关联。以政策影响分析为例，传统模型可能单独考虑政策内容、行业特性等指标，而智能投研系统能够识别这些指标之间的复杂交互作用。具体而言，当产业政策发布同时行业估值处于低位时，股价反应会呈指数级增长，这种模式传统线性模型难以准确捕捉。

应用领域	核心变革	关键技术	代表案例	成效
前端（智能投顾）	交互模式：从 GUI 到 LUI	大语言模型、智能体、知识图谱	华泰证券"AI 涨乐"	用户体验提升，服务覆盖扩大
中端（智能投研）	研究范式：从经验到数据	因子挖掘、混合模型、强化学习	西南证券智能投研助手	研究效率与广度提升
后端（智能交易与风控）	执行模式：从手动到自动	流式计算、实时风控、算法交易	山西证券债券交易机器人	执行速度提升，操作风险下降

表 3：AI 在证券业前后端的应用对比

四、本质解读：AI 证券业的深层逻辑与挑战

4.1 技术驱动下的行业本质变化

AI 技术正在重新定义证券业的价值创造逻辑。传统证券业依赖研究能力和渠道规模构建竞争优势，而在 AI 时代，数据资产和算法能力成为新的核心竞争力。这种转变要求券商重新思考其业务模式和资源配置策略。

规模经济的重新定义是这一变革的重要体现。传统证券业的规模经济主要来源于营业网点和人员规模，而 AI 证券业的规模经济则体现在数据积累和算法迭代的网络效应。华泰证券"AI 涨乐"大模型调用量突破千万次，这种规模化的使用不仅摊薄了技术投入成本，更重要的是加速了算法的优化迭代。

服务边界的拓展是另一个重要变化。AI 技术使得证券服务更加普惠化，传统上只有高净值客户才能享受的专业投顾服务，现在可以通过 AI 覆盖广大普通投资者。正如华泰证券所指出的，AI 正以低成本、高效率的特性，将曾经"专属"的理财师服务，以普惠化的形式覆盖至广大的长尾市场。这种转变不仅扩大了市场规模，更重要的是增强了证券行业的包容性和普惠性。

4.2 面临的核心挑战与风险

模型幻觉问题已成为 AI 证券业面临的首要技术挑战。在投资建议、风控等关键环节，模型的"胡编乱造"可能导致严重的风险误判。这种现象的根源在于当前 AI 技术的内在局限性，即模型为了保持输出的连贯性而牺牲真实性。在高度严谨的金融领域，AI 的"模型幻觉"问题是致命的。

数据安全与隐私保护挑战日益突出。随着 AI 技术在证券业务中的深入应用，数据采集和使用的边界问题愈发重要。微众银行采用的联邦学习技术虽然在一定程度上缓解了数据流通过程中的风险，但整体行业仍缺乏统一的安全标准和监管框架。

算法伦理与公平性问题值得深入探讨。证券行业面临的“标签化”和差别定价问题，反映了 AI 技术可能加剧金融不平等现象。这种算法歧视不仅涉及技术层面，更关系到金融体系的公平性和普惠性。西南证券首席信息官华明建议“要求或者鼓励券商使用可解释性高的模型，提高整个行业的服务质量和水平”，正是针对这一问题的应对之策。

人才与资金瓶颈同样不容忽视。算力资源、数据治理、模型训练均需巨额投入，加上许多公司过往碎片化的技术堆栈，模型部署复杂导致成本进一步上升。此外，既懂人工智能技术，又具备资产管理实战经验的复合型人才稀缺，更是目前面临的现实困境。

核心挑战	具体表现	潜在风险	应对思路
模型幻觉	生成不真实或虚构的金融信息与建议	投资决策失误，客户财产损失	采用检索增强生成技术，引入人工复核机制
数据安全与隐私	客户数据在训练、流转过程中泄露或滥用	侵犯客户权益，引发法律与信誉风险	部署联邦学习、隐私计算技术，制定数据规范
算法伦理与公平	算法歧视、“标签化”、差别定价	加剧金融不平等，违背普惠原则	提高模型可解释性，建立算法审计制度
人才与资金瓶颈	复合型人才稀缺，算力与研发成本高企	技术落地困难，中小机构掉队	行业共建共享，采取渐进式发展路径

表 4：AI 证券业面临的核心挑战与应对思路

五、发展路径与政策建议

5.1 分层发展路径设计

基于不同类型证券机构的特点和需求，建议采取分层发展策略。大型券商应聚焦基础大模型的研发与优化，打造行业技术底座；中型券商可专注于垂直领域的技术创新，形成差异化竞争优势；小型券商则建议采用轻量化解决方案，快速提升服务水平。

技术共享机制的建立至关重要。鼓励大型券商通过技术输出、联合创新等方式，带动中小券商共同发展。证券业协会可以牵头制定 AI 伦理准则，明确公平性、透明度、可解释性等基本原则。同时建立算法审计机制，定期评估 AI 系统的公平性和合规性。

渐进式发展路径更适合证券行业的实际情况。国投证券资产管理公司建议，从容错率较高的场景先行试点，采用检索增强+思维链技术提升可靠性；在低容错业务环节部署轻量化小模型，将 AI 定位为辅助性角色，实现快速落地。通过微调与持续完善逐步向资产管理的投研、产品开发等核心环节渗透，最终搭建全业务链 AI 平台，实现效率与成本的双重突破。

5.2 监管框架与风险防控

建议监管机构加快构建适配 AI 证券业特点的监管框架。包括建立算法备案制度、设置模型风险评估标准、明确数据使用边界等。监管重点应从结果监管转向过程与结果并重的监管模式。

西南证券华明提出四方面的建议：第一，希望能够建立证券行业“AI 金融服务能力分级认证制度”，明确哪些场景可以全自动化，哪些必须人机协同。第二建议监管明确 AI 服务的

责任界定和披露要求，在保护投资者权益的同时也能保护券商权益。第三建议制定数据使用规范，提高券商使用客户数据时的透明度和合规性，保障客户隐私与数据安全。第四建议推动 AI 技术标准化，要求或者鼓励券商使用可解释性高的模型。

国元证券张国威则建议加强行业共建，由行业牵头共建共享通用知识中心，不涉及公司私有数据的部分可以共享成果。在数据层面，可通过隐私计算或联邦学习技术建立一个数据共享平台，解决单一机构因自身数据质量、数据不全导致大模型能力泛化不足的问题。

监管维度	具体建议	提出方	预期效果
机构能力监管	AI 金融服务能力分级认证制度	西南证券	明确自动化边界
责任界定	AI 服务责任界定和披露要求	西南证券	保护投资者权益
数据治理	制定数据使用规范	西南证券	保障客户隐私安全
技术标准	推动 AI 技术标准化	西南证券	提高行业服务质量
行业共享	共建共享通用知识中心	国元证券	解决数据碎片化

表 5：AI 证券业监管框架建议

5.3 技术演进与未来展望

伴随技术快速演进，并与业务需求加速融合，未来证券行业的服务模式与运营逻辑可能会发生更大变化。山西证券孙嘉锋认为，未来一两年，大模型应用进入幻灭期，市场对其很多不切实际的期望在未来一两年会被证伪。但同时，大模型能力提供了无限拔高的生产力工具，未来未必会出现某个具体场景或应用的杀手级产品，更可能是体系化的生产关系能否快速适应生产力变化。

国元证券张国威认为，未来价值最大化的体现在于“智能决策”的产生。他解释，“因为现在大模型主要是作为效率工具使用，但如果能把人、事物、事件都抽象成逻辑主体，同时把外部因素变化比如市场环境变化变成算法或函数导入其中，且大模型具备逻辑思考能力，能理解证券行业投资或者投研的专属逻辑，那么大模型将可以成为决策工具，甚至生成具体的执行动作，这可能带来更多价值”。

华福证券李宁观察到行业内的两大变化：一是各家 APP 做得越来越 AI 原生化；另一个是在异构算力方面，国产算力挑战还比较大，预计后续发展越来越快，在券商使用算力中的比重应该会快速提升到远远领先于其他异构算力的情况。

结论

AI 技术已从工具层面演进为证券业的核心基础设施，正在重构证券业的价值创造模式和竞争格局。华泰证券等大型券商的实践表明，AI 技术的规模化应用能够带来显著的效率提升和风险控制改善。AI 证券业的发展面临模型幻觉、数据安全、算法伦理等多重挑战，这些挑战既涉及技术层面，也关乎制度设计和伦理规范。解决这些问题需要技术、业务、监管等多方面的协同创新。未来 AI 证券业的发展将呈现出更加明显的分层特征。大型券商聚焦基础技术创新，中型券商深耕垂直领域应用，小型券商依托生态合作实现数字化转型。这种分层发展路径有助于实现行业资源的优化配置。

本研究的主要局限在于部分数据的时效性和代表性可能受限。随着 AI 技术的快速发展,证券业的具体应用场景和效果指标将持续更新。后续研究可重点关注 AI 证券业的长期影响评估和国际比较分析,为行业发展和政策制定提供更多参考依据。

参考文献:

- [1]刘英杰.中国银河证券:深化新供给侧改革布局“十五五”新机遇[N].中国证券报,2025-11-27(A05).
- [2]昌校宇,方凌晨.AI入场“挑战”基金经理[N].证券日报,2025-11-21(A01).
- [3]王宁.解码AI如何“调改”期货业[N].证券日报,2025-11-20(A03).
- [4]周尚抒.AI+投顾:把“专属理财师”装进手机里[N].证券日报,2025-11-10(B01). DOI:10.28096/n.cnki.ncjrb.2025.006409.
- [5]许盈.五天十家机构接连唱好AI漫剧赛道投资机会多[N].证券时报,2025-10-29(A05). DOI:10.38329/n.cnki.nzjsb.2025.005365.
- [6]刘晓一,张美娜.云天励飞:做AI推理算力的“加速器”[N].证券日报,2025-10-21(B02). DOI:10.28096/n.cnki.ncjrb.2025.005979.
- [7]谭楚丹.证券业大模型布局渐入佳境建立AI能力分级认证制成共识[N].证券时报,2025-10-16(A06). DOI:10.38329/n.cnki.nzjsb.2025.004993.
- [8]徐潇潇.招商证券胡滔:推出首个千万级云原生交易系统打造开放的生态平台[N].上海证券报,2025-10-10(005). DOI:10.28719/n.cnki.nshzj.2025.005386.
- [9]吕倩.AI算力继续点燃科技股行情[N].第一财经日报,2025-09-23(A09). DOI:10.28207/n.cnki.ndycj.2025.003709.
- [10]孙小程.国泰海通证券计算机行业首席分析师杨林:AI应用步入爆发临界点三大方向值得关注[N].上海证券报,2025-09-20(004). DOI:10.28719/n.cnki.nshzj.2025.004885.
- [11]安宇飞.东博会AI含量拉满“以智为船”扬帆四海[N].证券时报,2025-09-18(A02). DOI:10.38329/n.cnki.nzjsb.2025.004637.
- [12]朱成祥.AI大模型时代“高速连接”价值凸显[N].每日经济新闻,2025-09-17(007). DOI:10.28571/n.cnki.nmrjj.2025.002651.
- [13]孙翔峰.围绕AI体系“三阶跃升”上海证券持续锻造数字金融驱动力[N].证券时报,2025-09-05(A05). DOI:10.38329/n.cnki.nzjsb.2025.004342.
- [14]胡雨.AI应用多点开花金融科技赋能券商高质量发展[N].中国证券报,2025-09-03(A06). DOI:10.28162/n.cnki.nczjb.2025.003521.
- [15]岳子煊.AI智能体在金融课程教学中的创新实践——以证券分析课程为例[J].江苏经贸职业技术学院学报,2025,(04):81-84. DOI:10.16335/j.cnki.issn1672-2604.2025.04.019.
- [16]胡飞军.数字金融湘财证券样本:AI驱动生态重构及效能升级[N].证券时报,2025-08-26(A05). DOI:10.38329/n.cnki.nzjsb.2025.004171.

AI Technology Reshaping the Securities Industry: Model Transformation, Essence Interpretation, and Development Pathways

WANG Chenye^{1*}, ZHOU Xiqing²

(¹ School of Fashion Management, Beijing Institute of Fashion Technology, Chaoyang, Beijing 110105, China; ² School of Business, Jiangxi Institute of Fashion Technology, Nanchang, Jiangxi 330201, China)

Abstract: With the rapid development of artificial intelligence technology, the securities industry is undergoing unprecedented and profound changes. This paper systematically analyzes the practical application of AI technology in the front, middle, and back offices of securities institutions and across various business processes, delving into the underlying technological driving logic and the essential transformations within the industry. The study reveals that AI technology has evolved from an auxiliary tool to a core infrastructure of the securities industry. Applications such as Huatai Securities' "AI Zhang Le" are propelling intelligent investment services from a "functional" to an "intelligent" leap. This paper interprets the essential characteristics of the AI-driven securities industry from three dimensions: technology acceptance, service models, and risk profiles. It highlights current challenges such as model hallucination, data security, and ethical misconduct, and proposes a tiered development pathway and regulatory recommendations. The research indicates that AI technology is reconstructing the value creation model of the securities industry, driving its transformation from experience-driven to data- and intelligence-driven.

Keywords: Artificial intelligence; Securities; Fintech

人工智能驱动下的电力系统故障预测与诊断方法研究综述

王珊

(吉林工程技术师范学院, 吉林 长春 130052)

摘要: 在能源转型与数字化深度融合的当下, 电力系统作为重要基础设施正遭遇越发繁杂的运行考验。人工智能技术的迅猛发展为故障预测与诊断领域注入了新的理论动力与方法论支撑。本文系统梳理了从传统基于物理模型的诊断机制到数据驱动智能范式的演进脉络, 重点剖析了深度学习、图神经网络、迁移学习等前沿人工智能方法在电力设备状态监测、故障特征提取与因果推断中的融合路径。研究表明, 人工智能技术能很好地提高高维、非平稳电力系统数据的表征能力, 可以实现对潜在故障的早期预警和多源故障的准确识别, 对于新能源接入带来的不确定性具有明显的优势。但是目前的研究还存在模型可解释性不好、小样本场景适应性差、跨域知识迁移机制不完善等问题。未来的研究应该构建物理约束与数据驱动相结合的混合智能诊断框架, 探索面向边缘计算的轻量化模型部署策略, 加强跨学科理论交叉来推动电力系统故障管理向自主化、智能化方向发展。

关键词: 人工智能; 电力系统; 故障预测; 故障诊断; 智能电网

1 引言

电力系统属于支撑现代社会运转的重要能源基础设施, 它的安全稳定运行直接关系到国民经济发展和社会公共安全。近年来, 随着“双碳”目标持续推进以及能源结构的深度转型, 以风电、光伏为代表的新能源大规模接入电网, 使得系统运行工况呈现出高比例电力电子化、多源异构数据激增、动态过程复杂多变等新特点。传统的依靠物理机理和固定阈值的故障诊断方法, 对于非线性、非平稳和高维耦合的故障信号, 已经暴露出适应性差、响应滞后、误判率高等固有的局限性。在此背景下, 人工智能技术依靠强大的数据驱动特征提取能力、非线性建模潜力、自主学习优化机制, 给电力系统故障的智能预测、精准诊断、快速自愈赋予了新的理论工具和方法论支撑。

人工智能在电力系统故障诊断的应用本质, 就是对大量的历史运行数据、故障样本做深度挖掘, 构建起一个从原始监测信号直接映射到故障类型、故障位置、故障严重程度的端到端的映射模型。其技术路径从最初的专家系统、模糊逻辑发展为目前的以机器学习、深度学习、图神经网络、迁移学习为代表的智能算法体系。不仅可以有效识别出传统电气量数据中暂态故障的特征, 还可以把温度、振动、局部放电、油中溶解气体等多模态非电气信息融合起来, 对潜伏性故障进行早期预警, 对复杂的连锁故障进行准确的溯源。

截至到2025年, 在发电、输电、配电、用电各个层面均有发展, 使运维方式也由计划检修转变为预测性维护, 很大程度上提升系统的可靠性和经济性。但是目前仍然存在模型可解释性差、小样本场景下泛化性差、跨域知识迁移机制不完善、实时响应计算开销大等问题。未来需要探索物理机理和数据驱动的深度融合、轻量化边缘智能部署策略、可解释人工智能框架的创建。

作者简介: 王珊(2006-), 女, 本科, 研究方向为电气工程及其自动化。

2 电力系统故障预测与诊断的理论基础与技术演进

2.1 电力系统故障的基本类型与特征分析

电力系统故障的成因是多样的、突发的,主要原因有雷击过电压、设备老化、绝缘劣化、接触不良、人为操作失误、新能源出力波动等^[1]。这些故障若不能及时被识别并隔离,就会造成设备损坏、供电中断乃至大面积停电事故,严重威胁电网的安全稳定运行。根据故障的物理本质,电力系统故障可以分为短路故障、开路故障和复合故障三大类。短路故障又分为单相接地、两相短路、两相接地短路和三相短路等典型模式,其电气特征主要表现为电流突增、电压跌落和相位偏移。开路故障一般由断线、接触不良等引起,表现为电流断开或者明显减小,电压出现异常波动。复合故障指的是多类故障同时出现或者依次出现的情况,其信号特征具有高维耦合性和非线性叠加性,对诊断算法的要求更高。

从时序特性上来说,故障发展过程可以分为暂态、稳态和恢复这三个阶段。暂态阶段持续时间短,但是信号变化剧烈,包含丰富的故障频域特征和波形畸变信息;稳态阶段故障信号比较稳定,利于做频谱分析和模式识别;恢复阶段是系统重构、参数回归到正常范围的过程,该阶段的动态响应特性对故障溯源、自愈控制有重要的指示意义。从空间尺度而言,故障所波及的范围可以从局部设备发展成为全网级联故障,它的流传途径被电网拓扑结构,保护装置以及运行方式等多种要素所左右。

故障特征的提取依靠的是多源异构的监测数据,即电压、电流、频率等电气量时序数据和温度、振动、局部放电、油中溶解气体等非电气物理量。这些数据包含故障发生的基本规律,但是常常因为噪声干扰、数据缺失、量测误差等原因,需要采用信号处理、特征工程的方法来清洗增强。传统的诊断方法采用阈值判断以及固定的逻辑规则,不能很好地捕捉高维特征之间的非线性关联,在新能源高渗透率的背景下,故障电流的特征发生了明显的变化,更加突出了使用智能诊断技术的必要性。

人工智能技术用数据驱动的方式,自动学习故障特征以及类别之间的映射关系,给多模态故障信号的深度融合分析提供了一种新的范式。深度学习模型可以从原始波形数据中端到端地提取暂态特征,避免人工特征设计的主观性限制,图神经网络可以嵌入电网拓扑约束,对故障传播路径进行精确的建模。但是智能诊断模型的水平很大程度上依靠故障样本的好坏和代表性,目前还存在罕见故障样本少、跨工况泛化能力差等问题,需要采用迁移学习、生成对抗网络等技术手段来解决。未来的发展要形成物理机理和数据驱动相结合的混合诊断体系,提升未知故障模式的适应性及解释性。

2.2 传统故障预测与诊断方法及其局限性

传统故障预测与诊断方法主要依赖基于物理机理的分析模型与规则驱动的专家经验体系。在物理模型层面,通常利用电力系统元件的微分方程或代数方程构建其正常运行状态下的数学表征,通过实时监测数据与模型输出之间的残差分析来识别异常。根据线路参数及拓扑关系的阻抗算法、差分方程法、行波测距法等被广泛应用于输电线路故障定位。规则推理层面,专家系统把领域专家的知识编码成“如果-那么”的产生式规则,对特定的故障模式做逻辑判断,过电流保护、距离保护等传统继电保护装置的核心逻辑就属于这一类。

这些方法在电力系统结构简单、运行工况变化缓慢的传统场合下具有较好的可靠性。但是随着新能源的大规模接入、电力电子设备的大量渗透以及负荷特性的日趋复杂,传统方法的不足越来越明显。其一就是对于复杂非线性动态的建模能力欠缺。物理模型一般基于理想化假设,不能很好地刻画高频开关器件引起的电磁暂态过程、分布式电源反送电流导致的故障特性变异、多时间尺度耦合的动态行为。李衍光认为,传统的诊断方法在面对非平稳、非高斯噪声干扰的信号时,其提取的特征效果明显变差,容易造成误判或者漏判^[2]。

传统的办法使用固定的阈值和预设的逻辑,没有对未知故障模式进行自适应的能力。当系统运行方式发生较大变化或者出现没有记录过的复合故障时,既定的规则不能很好地做出反应。就像郭垚所分析的,在含有较高比例新能源的配电网中,故障电流幅值小,方向难测,传统的过电流保护有可能无法启动或者失去选择性,从而严重影响故障隔离的正确性^[3]。另外专家系统知识库的维护成本高,规则冲突消解机制复杂,性能很大程度上依赖于知识工程师对领域专家经验的完整转化,存在主观性强、更新滞后等固有的缺陷。

传统的方法在信息融合上也有很大的欠缺。大多数方法只对电压、电流等电气量数据进行分析,对温度、振动、局部放电等多模态非电气信息的利用不够,不能实现潜伏性故障的早期预警。张铭的研究中提出,传统的机械故障诊断方法一般是需要人工设计特征的,而特征提取和模式识别环节是分开的,不能实现端到端的联合优化,从而影响诊断精度的提高^[4]。实时性要求非常高的场合下,传统的集中式计算诊断模型由于通信延迟、计算负载问题,不能满足毫秒级故障响应的要求。

最明显的就是传统方法在小电流接地系统单相接地故障、间歇性电弧故障等复杂情况下,诊断的准确性大大降低。其根本原因就是这些故障的电气特征微弱且瞬变,传统的阈值判据不能有效地区分故障信号和正常波动。许剑桥认为传统的故障恢复策略主要依靠预先设定好的操作步骤,缺少对系统实时状态的感知和智能决策,在面对连锁故障的时候就显得死板且缓慢^[5]。传统故障预测和诊断方法在适应性、智能化程度、综合决策效能等各方面已经不能满足新型电力系统对于高可靠性、高弹性运行的要求,必须采用数据驱动和知识引导相结合的智能诊断新模式。

3 人工智能驱动的故障预测与诊断核心方法

3.1 基于机器学习的故障预测模型

机器学习是人工智能的主要分支,在电力系统故障预测领域中形成从数据预处理、特征工程到模式识别完整的链条。其主要思想就是通过对于历史运行数据以及故障样本的统计学习,得到输入监测信号与输出故障状态之间的映射关系,进而实现对于潜在故障的量化评估和提前预警。相比于传统的基于物理模型的方法,机器学习模型不需要精确的机理方程,而是用数据驱动的方式,自适应地捕捉故障演化过程中非线性的特征和统计规律,具有较好的处理高维、非平稳时序数据的能力。

在监督学习框架下,支持向量机通过寻找最大化分类间隔的超平面,实现对不同故障模式的高效区分,尤其适用于小样本场景下的故障分类任务。核函数技巧,可以将原始的低维特征映射到高维空间中去,能很好处理非线性可分问题,在识别电弧故障、暂态过电压等复杂波形模式时鲁棒性强。决策树以及随机森林、梯度提升机这些集成变体,依靠构造多级判断规则组合,从而完成多源特征重要性评判以及故障概率的计算。可以处理连续和离散混合型特征,并且具有天然的可解释性,运维人员容易理解模型的决策依据。如在变压器油中溶解气体分析时,梯度提升机可以利用特征重要性排序来找到最重要的故障指示气体,从而给状态评价给予数量上的参照^[2]。

无监督学习在没有标注的故障样本的情况下起着重要的作用。聚类算法 K 均值、DBSCAN 可以自动发现监测数据中的异常模式,对未知故障类型做初步的探测。主成分分析等降维技术通过特征空间变换来提取数据主要变异方向,有效地压缩数据维度,去除冗余信息,为后面故障预测模型提供更紧凑的特征表示。张铭认为无监督异常检测和有监督分类模型联合使用,可以大大提高对罕见故障的识别灵敏度。半监督学习利用少量标注样本和大量未标注数据,缓解了电力系统故障样本获取成本高、标注难的现实约束,提高了模型在实际工程中的适用性。

时序预测任务中,隐马尔可夫模型、条件随机场等概率图模型可以建模故障状态转移的时序依赖性,通过对观测序列似然估计来预测故障发生的概率。该方法适合于具有明显状态演变规律的设备退化过程建模,如断路器操作机构磨损、电缆绝缘老化等渐进性故障。机器学习模型的性能很大程度上取决于特征工程的好坏。针对电力系统特有的周期性、季节性的运行特点,需要建立包含时域统计量、频域能量分布、非线性动力学指标等多尺度特征集,来全面地表征设备健康状态的退化轨迹。

但是仍然有机器学习方法对于长程时序依赖和高维原始信号进行处理。浅层模型对于特征工程的依赖程度较高,并且不能自动提取深层次的抽象特征。随着深度学习技术的发展,机器学习模型开始与深度网络结构相结合,形成更加强大的表达能力的混合预测模型。例如用随机森林和自编码器结合,利用无监督预训练来提升特征表示的质量,再通过集成学习优化分类边界,此种混合策略在应对噪声干扰、数据缺失等方面具有更好的适应性。机器学习故障预测模型为电力系统智能运维提供基础方法论支持,具有计算效率高、解释性强等特点,在资源受限的边缘计算环境下依然有重要的应用价值。

3.2 基于深度学习的故障诊断技术

深度学习技术通过构建多层非线性变换的神经网络模型,实现了电力系统故障信号的端到端特征学习与模式识别。与传统的机器学习方法需要人工特征工程不同,深度学习可以从原始监测数据(电压电流波形、振动信号、局部放电脉冲序列等)中自动提取出具有判别力的高层抽象特征,避免了人工设计特征的主观性限制以及信息丢失。卷积神经网络对于局部相关性强、平移不变性强的数据有着特殊的优势,卷积层利用滑动的滤波器去捕捉输入信号的局部模式,池化层完成特征降维和平移不变性加强的任务。电力设备故障诊断中卷积神经网络常被用作一维卷积分析,或者对故障暂态波形时频图提取特征,如断路器操作振动信号的频谱图识别,判断机械异常情况,变压器局部放电脉冲序列进行模式分类,评估绝缘状态^[6]。

循环神经网络以及长短期记忆网络、门控循环单元,专门用来处理时序数据中的长期依赖关系。电力系统故障信号明显带有明显的时间动态特性,故障前兆特征常常隐藏在长时间跨度的运行数据当中。长短期记忆网络利用输入门、遗忘门、输出门的门控机制,很好地解决了传统循环神经网络在训练中梯度消失或者爆炸的问题,可以捕捉到故障发展过程中远端的因果联系。在输电线绝缘老化预测中,长短期记忆网络可以对连续数月的温度、负荷电流、环境湿度数据进行联合建模,对绝缘性能的退化趋势做出准确的预测;在新能源场站集电线路故障预警中,门控循环单元可以将风速、光照强度和输出功率的时序波动结合起来,找出会造成保护误动的异常运行模式。

自编码器是一种无监督的深度学习模型,用编码器把输入数据映射到低维的潜空间,再用解码器重构原始输入,重建误差可以作为异常检测的指标。变分自编码器在概率编码的基础上,用正则化约束来对潜变量分布进行约束,从而提高模型对于正常数据模式的泛化能力。在缺乏充足标注故障样本的场景下,自编码器能够利用大量正常运行数据学习系统正常状态的数据分布,当输入异常故障数据时会产生较高的重建误差,从而实现无需故障标签的异常检测。这种方法对未知故障类型或罕见故障模式的早期发现具有重要价值,例如在发电机轴承监测中,变分自编码器可通过分析振动信号的重构概率变化实现对早期磨损的预警^[7]。

深度信念网络、生成对抗网络给故障诊断带来了新的生成式建模方法。深度信念网络依靠多层受限玻尔兹曼机堆叠并逐层预训练,可以学习监测数据的深层统计分布;生成对抗网络凭借生成器和判别器的对抗训练,产出接近真实故障数据分布的合成样本,较好地解决了故障样本缺乏引发的模型过拟合问题。在配电变压器故障诊断中,使用生成对抗网络来生成

不同故障类型的油中溶解气体数据扩增样本,可以提高小样本条件下诊断模型的鲁棒性。

但深度学习模型在电力系统故障诊断中的应用还存在一些问题。由于模型具有“黑箱”特性,诊断决策过程缺乏透明度,不能满足电力行业对安全性和可解释性的严格要求。深度网络一般需要大量的标注数据进行训练,而电力系统严重故障样本很难获取,造成模型在样本不均衡的情况下泛化能力变差。复杂深度学习模型的计算量比较大,对于实时性要求非常高的故障诊断,很难达到毫秒级的响应速度。另外该模型对于跨设备、跨工况的适应性不高,更换监测设备型号或者运行环境发生改变的时候,诊断性能会明显降低。

为解决这些难题,现阶段的研究趋向于创建混合深度学习架构以及加入物理约束机制。卷积神经网络结合长短期记忆网络,可以同时捕捉故障信号的时空特性,在电弧故障识别等任务上比单独使用一个模型效果更好。图神经网络和深度学习相结合,可以把电网的拓扑结构信息嵌入到特征学习中,从而对故障的传播路径做动态推理。可以解释的人工智能技术,比如注意机制、层间相关性传播算法等被引入到深度学习模型当中,使模型的决策变得透明起来。随着边缘计算技术的发展与轻量化神经网络设计方法的完善,深度学习模型在电力系统故障诊断上的应用将会更加的普遍实际化。

4 研究总结与未来展望

本文系统地对人工智能技术在电力系统故障预测和诊断方面做了研究,从传统的局限性入手,详细地分析了利用机器学习、深度学习等数据驱动的方法进行故障特征提取、状态识别和早期预警的理论优势以及应用前景。研究发现人工智能模型可以很好地捕捉高维非线性故障特征,能够对多源异构监测数据进行有效融合诊断,提高了诊断精度和预警及时性。尤其是面对新能源接入造成的故障特性变异、复合故障并发等复杂情况的时候,智能诊断办法体现出较强的自适应能力以及泛化水准。

但是目前人工智能驱动的故障诊断体系还存在很多问题。模型的解释性差阻碍了它在关键电力设备诊断中深入的应用,黑箱决策机制不能满足安全导向的行业的需要。小样本下模型泛化能力差,严重故障样本少造成诊断模型对于未知故障模式的识别效果不好。跨域知识迁移机制还不完善,在不同的设备、不同的运行环境之下模型的适应性差。复杂深度学习模型计算负载和实时性要求存在矛盾,边缘侧轻量化部署还存在着技术瓶颈。

未来研究要创建物理机理和数据驱动相融合的混合智能诊断架构。把电力系统微分代数方程、能量守恒律这些物理约束融入神经网络的训练流程里,从而加强模型的外推能力以及因果推理水平。可解释的人工智能技术要继续同故障诊断任务融合,发展依靠注意力机制,反事实推理等方法的决策透明化工具,从而加强运维人员对模型输出的信任。可以研究生成对抗网络和强化学习结合的少样本学习范式,对罕见故障模式进行有效建模。

从工程落地角度来说,要加强对边缘计算的轻量化模型的研究,利用神经网络剪枝、量化感知训练等技术来减小模型的规模,满足现场装置的实时诊断需求。联邦学习等隐私保护计算框架有可能会打破跨机构的数据孤岛,从而提高模型的泛化能力。数字孪生技术能够给故障诊断赋予高保真度的仿真环境,有益于对诊断模型展开持续改良并加以验证。未来,以人工智能为驱动的电力系统故障管理将会朝着自主感知、智能决策、快速自愈的方向发展,为新型电力系统高可靠、高韧性的建设提供核心支撑。

参考文献:

- [1] 陈晓红. 人工智能赋能电力系统管理的应用综述与展望[J]. 系统工程学报, 2025, (5): 670-682.
- [2] 李衍光. 电力系统中电线电缆故障诊断技术的研究进展[J]. 消费电子, 2025, (6): 95-97.
- [3] 郭焱. 人工智能技术在电力系统继电保护中的应用[J]. 今日自动化, 2025, (1): 86-88.

- [4] 张铭. 基于人工智能的机械故障诊断方法与预测技术研究[J]. 造纸装备及材料, 2024, (3):107-109.
[5] 许剑桥. 人工智能在电力系统智能控制中的应用综述[J]. 科技与创新, 2024, (13):45-50.
[6] 张力. 基于人工智能的电力系统故障诊断与自愈控制[J]. 电工技术, 2024:218-220.
[7] 刘正杰. 迁移学习驱动机械装备智能故障诊断方法综述[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2025, (8):1-13.

Research Review on AI-Driven Fault Prediction and Diagnosis Methods for Power Systems

WANG Shan

(Jilin Engineering Normal University, Changchun, Jilin 130052, China)

Abstract: In the current era of deep integration between energy transition and digitalization, power systems as critical infrastructure are facing increasingly complex operational challenges. The rapid development of artificial intelligence (AI) technology has injected new theoretical momentum and methodological support into the field of fault prediction and diagnosis. This paper systematically reviews the evolution from traditional physics-based diagnostic mechanisms to data-driven intelligent paradigms, with a focus on analyzing the integration pathways of cutting-edge AI methods such as deep learning, graph neural networks, and transfer learning in power equipment condition monitoring, fault feature extraction, and causal inference. The research demonstrates that AI technology can significantly enhance the representation capabilities of high-dimensional, non-stationary power system data, enabling early warning of potential faults and accurate identification of multi-source faults, while showing distinct advantages in addressing uncertainties brought by renewable energy integration. However, current research still faces challenges including poor model interpretability, inadequate adaptability to small-sample scenarios, and incomplete cross-domain knowledge transfer mechanisms. Future research should focus on constructing hybrid intelligent diagnostic frameworks combining physical constraints with data-driven approaches, exploring lightweight model deployment strategies for edge computing, and strengthening interdisciplinary theoretical integration to promote the autonomous and intelligent development of power system fault management.

Keywords: Artificial intelligence; Power system; Fault prediction; Fault diagnosis; Smart grid

金属有机框架在电子应变皮肤中的研究综述

伍珊¹ 熊雷^{1*} 梁乐¹ 王月华² 游文言¹

(1. 重庆理工大学, 重庆 巴南 400054; 2. 重庆师范大学, 重庆 沙坪坝 401331)

摘要: 柔性电子技术不断发展, 电子应变皮肤作为模仿人皮肤感受外界应变的重要元件, 也越来越受到人们的关注。金属有机框架材料由于其可调控的多孔结构、高的比表面积以及良好的柔性、化学稳定性, 对于电子应变皮肤来说有特别之处。本文对金属有机框架材料在柔性应变传感器中的最新应用进行了梳理, 主要研究了其对于提高传感器灵敏度、响应速度、循环稳定性的作用。通过合理设计金属有机框架结构、组分来改善电子皮肤信号转换性能与机械耐久性, 从而在健康监测、人机交互、软体机器人等各方面可以发挥很大作用。虽然目前的研究已经取得了很大的成果, 但是材料规模化制备、环境适应性、长期稳定性等方面仍然存在问题。未来的研究要继续探寻金属有机框架同柔性基体之间的界面改善办法, 创造出新的复合结构, 从而提升其在多功能电子皮肤里应用的可能性。

关键词: 金属有机框架; 电子应变皮肤; 柔性传感器; 可穿戴设备; 智能材料

一、引言

电子应变皮肤属于柔性电子技术的一个分支, 它的目的是模拟人的皮肤对机械应变的感觉。近年来随着可穿戴设备、健康监测系统、软体机器人等领域的迅速发展, 对高灵敏度、高稳定性、可拉伸性电子皮肤的需求也越来越大。传统的应变传感材料如金属箔、半导体应变片虽然已经被广泛使用, 但是它们具有刚性大、柔韧性差、灵敏度低等特点, 不能满足在柔性电子系统中的进一步使用。因此开发新型功能材料成了推动电子皮肤技术发展的关键。

金属有机框架材料是一类由金属离子与有机配体通过配位键自组装形成的晶态多孔材料, 具有结构可调、比表面积大、孔隙率高以及表面化学性质丰富等特点。自二十世纪九十年代被系统提出以后, MOFs 在气体储存、催化、药物递送等方面已经取得了重要成果。近些年来, 研究者们逐渐探究 MOFs 在柔性电子器件领域的应用前景, 尤其集中在应变传感上。MOFs 的多孔结构在外力作用下会可逆地发生形变, 引起电阻或者电容等电学参数的明显改变, 从而对外界应变做出灵敏的检测。

将 MOFs 应用到电子应变皮肤上有多重意义。一方面, 由于 MOFs 的高度可设计性可以通过对金属中心、有机配体以及合成条件进行调节, 从而改善材料的电学性能和机械适应性, 以满足不同的应用场合对于灵敏度以及稳定性的要求。另一方面, MOFs 可以和柔性聚合物基底(聚二甲基硅氧烷、聚酰亚胺等)结合形成高弹性、敏感性好的功能薄膜, 为开发轻薄、可伸展、低功耗的电子皮肤提供了一种新的思路。另外一些 MOFs 具有生物相容性以及环境稳定性, 适合于长时间的健康监测和植入式医疗装置。虽然 MOFs 在电子应变皮肤中有着广阔的应用前景, 但是目前仍然存在材料规模化制备、界面结合强度、长期循环稳定性等方面的挑战。对 MOFs 在这个领域的发展背景和发展动因进行了系统的了解, 有利于把握未来

作者简介: 伍珊(2007-), 女, 本科生, 研究方向为金属材料工程。

梁乐(2003-), 男, 本科生, 研究方向为制造系统工程与管理信息系统。

王月华(2005-), 女, 本科生, 研究方向为金属材料工程。

游文言(2005-), 女, 本科生, 研究方向为制造系统工程与管理信息系统。

通讯作者: 熊雷(1994-), 男, 本科生, 研究方向为电气系统及其自动化。

的技术发展方向,使高性能电子皮肤由实验室走向实际应用。

2 金属有机框架材料的基本特性及其在柔性电子中的优势

2.1 金属有机框架的结构可设计性与多功能性

金属有机框架材料最显著的特点就是它的晶体结构高度可设计,由此产生了多功能性。此类材料是由金属离子或者金属簇与有机配体经由配位键自组装而成,其结构单元具备“模块化”的特性,这就让研究者可以凭借准确挑选金属中心以及有机配体,从而对材料的孔径、孔道形状和表面化学性质实施调控。刘金宝认为合理选择金属中心是设计新型 MOFs 材料、调节其性质的行之有效的方法。通过调节配体的共轭程度或者引入具有氧化还原活性的金属节点,可以明显改变材料的电子传输性质,满足柔性电子器件对导电性要求。

MOFs 的多功能性同它的结构可设计性有密切联系。由于材料内部存在大量的规则排列的孔道和活性位点,所以其比表面积通常很大,可以为分子吸附、离子传输、界面相互作用提供丰富的平台。Xueying Fan 等学者指出,MOFs 有各种配体和金属中心,可以设计出不同组成类型、孔道尺寸大小的 MOFs,结构多样使得 MOFs 除了在传统催化、气体分离等领域应用外,还在柔性应变传感方面具有独特优势。当外力作用于 MOFs 基复合材料时,其多孔结构会发生可逆形变,造成离子传输路径或者电子跃迁势垒的变化,进而产生可以检测的电信号响应。该机制使 MOFs 能够把机械应变直接转化成电学信号的变化,从而对外界刺激做出灵敏的感知。

柔性电子的应用中,MOFs 的结构可设计性也表现在其与聚合物基底的兼容性上。利用界面工程或者原位合成的方法,在聚二甲基硅氧烷等弹性体表面制备出均匀的 MOFs 薄膜,形成具有较好柔韧性、拉伸性的复合传感层。研究显示,调控 MOFs 晶体尺寸、形貌和在基底中分布密度可以改善复合材料的应变响应范围和灵敏度。由于具有可以定制的结构特点,所以 MOFs 可以满足不同的应用场景下电子皮肤对性能的不同要求,在健康监测中需要高灵敏度来检测微弱生理信号,在软体机器人中则要兼顾材料的耐久性以及大形变的适应能力。

MOFs 的多功能性还可以通过后合成修饰或者复合其他功能材料来扩展。在 MOFs 孔道中加载导电聚合物或者碳纳米材料,可以构建出具有协同效应的复合传感体系,既保留了 MOFs 的结构特性,又提高了电荷传输效率。部分 MOFs 还具有刺激响应性,在外界的光、热或者化学物质的刺激下会发生结构相变或者电子态转变,这对研制具有环境自适应能力的智能电子皮肤来说是有可能的。Hui Yang 等学者提出 MOFs 有超高比表面积、优异的多孔结构、卓越的可定制性,是一种非常理想的柔性电子用多功能材料^[3]。

金属有机框架材料的结构可设计性,为它在电子应变皮肤上的应用打下了良好的基础。经由合理安排金属节点同有机配体的组合情况,可以对材料的孔道结构以及表面化学性质加以调控,从而达到对材料电学响应特性及机械性能实施精确定制的目的。该种结构功能一体化的设计思路使得 MOFs 可以有效解决传统应变传感材料在柔性、灵敏度、多功能集成方面存在的缺陷,给新一代电子皮肤的发展提供新的材料解决方案。

2.2 金属有机框架的机械柔性与电学特性调控策略

金属有机框架材料的机械柔性及电学性质,是其在电子应变皮肤中得以应用的关键。合理的设计材料的方法,可以有效地对 MOFs 的力学行为、电荷传输性能进行调控,使得它更符合柔性电子器件对可拉伸性、灵敏度和稳定性的要求。

在机械柔性调控方面,研究者主要从晶体结构设计、复合界面工程两方面着手。MOFs 本身是晶态材料,柔韧性受金属-配体键强度、孔道拓扑结构、层间相互作用影响。选择合适的金属中心(锌、铜等)和柔性有机配体(含醚键或烷基链的羧酸类配体)可以构造出具

有本征弹性的 MOFs 框架。这类材料在外界应力之下,可以做到可逆的键角旋转或者配体弯曲,而不是刚性断裂,因而其形变耐受度会得到很大提升。另外,将 MOFs 与弹性聚合物(聚二甲基硅氧烷、聚氨酯等)复合,可以提高整体的柔性。调节 MOFs 纳米晶体在聚合物基体中的分散状况及与基体的界面结合强度,形成应力传递均匀的复合网络,既保持了 MOFs 的多孔性,又有较好的可拉伸性和回复性。

电学特性的调控手段更为丰富。传统的 MOFs 多为绝缘体或者半导体,导电性一般不能满足直接用于应变传感的要求。近几年来,导电 MOFs 开发取得了重要进展。研究者在 π 共轭有机配体(三亚吡啶类化合物)中加入或者构造出具有金属-金属键的扩展结构,使材料的载流子迁移率得到提高。崔超慧认为由于 HAT 具有独特的拓扑结构和电子特性,已经被广泛地用来构建超分子材料、共价有机框架材料、多孔氢键有机框架材料、金属有机框架材料等,使用该类共轭配体为设计高电导率 MOFs 提供了一条新的思路。另一种方法就是通过后合成修饰在 MOFs 的骨架上引入氧化还原活性中心,或者将它和导电纳米材料(石墨烯、MXene)复合起来。Hui Yang 等学者认为“MXene-MOFs 复合材料的电导率更高,表面化学更丰富,还有分级结构,协同作用使电子/离子快速转移”^[3]。这样一种复合方式可以维持 MOFs 结构的优点,并且借助导电填料的渗流网络来完成有效的电荷传递。

机械柔性同电学性能之间有密切的关系。在外在应变的作用下,MOFs 的晶体结构或者复合材料的微观形貌会发生变化,从而影响到它的电学响应。MOFs/聚合物复合材料被拉伸时,内部导电通路会发生重构,造成电阻出现规律性的改变,这样的压阻效应便是应变传感的根本所在。通过优化材料的杨氏模量、断裂伸长率、电导率三者之间的匹配关系来达到对传感器灵敏度(GF 值)和工作范围进行精确调节的目的。对大形变下工作的电子皮肤应用来说,一般希望材料具有较高的电导率,并且具有较低的弹性模量以及良好的疲劳耐久性。

表面和界面工程也是提高 MOFs 基应变传感器性能的重要方法。在 MOFs 晶体表面接枝柔性分子链或者设计核壳结构,可以改善应变集中情况,削减循环加载时的损伤累积。改善 MOFs 与柔性基底之间的界面相容性,可以提高应力传递效率,使传感器的响应更加一致,信噪比较高。

从总体上来说,经过分子结构设计,构筑复合材料和改善界面等多层面上的手段,可以协同改变金属有机框架的机械柔性与电学性质,使其更符合电子应变皮肤对于高灵敏度,宽应变范围以及长时间稳定性的需求。这些调控策略给开发新一代高性能柔性传感材料提供重要的技术途径。

3 金属有机框架在电子应变皮肤中的具体应用与研究进展

3.1 基于金属有机框架的应变传感器设计与性能优化

基于金属有机框架的应变传感器设计主要是从材料选择、结构构建、性能优化三个方面进行的。从材料角度来讲,导电型 MOFs 由于特殊的电子传输性能而备受研究者的重视。采用共轭有机配体或者构建金属-金属键合结构,可以明显提高材料的本征电导率,给应变传感提供高效的电荷传输通道^[5]。利用四硫富瓦烯类配体构建的 MOFs 材料,由于 $\pi-\pi$ 堆叠结构有利于载流子迁移,在微小应变下就能产生明显的电阻变化。

传感器结构设计既要考虑柔性的特点,也要考虑稳定性的要求。一种常用的方法是把 MOFs 纳米晶体同弹性聚合物(聚二甲基硅氧烷等)混合起来,形成三维的导电网络。该网络在拉伸过程中会发生可逆重构,利用压阻效应实现应变测量。金凡在研究中提出,基于微结构的柔性压力传感器灵敏度高、应变范围宽^[6],在 MOFs/聚合物复合体系中也体现出来。调节 MOFs 颗粒大小分布及其在基体中分散状态可以改善导电通道的连续性,从而提高传感器的响应线性度和稳定性。

性能优化的核心是界面工程和功能整合。MOFs 的多孔结构为表面修饰提供了一个平台,负载上离子液体或者导电聚合物可以提高界面电荷转移的效率,从而提高传感器的灵敏度。许君等学者在呼吸监测传感器的研究中提出,基于强度调制原理的光纤传感器具有制作简单、受环境干扰小等特点^[7],该思路可以借鉴到 MOFs 传感器的设计中来,利用 MOFs 孔道对某种分子的选择性吸附,结合电学信号的变化,实现应变和化学物质的双模态感知。另外改善 MOFs 与基底的界面结合强度,可减小循环加载时的结构损伤,从而大大提高传感器的使用寿命。

在应用导向的设计中,MOFs 传感器的柔性以及生物相容性就显得十分关键。就健康监测而言,需要保证传感器在人体皮肤上长时间佩戴的舒适性、安全性。王正等学者认为“电子皮肤在中医诊疗中要冲破材料和多模态数据融合这些壁垒”,^[8]这就对 MOFs 传感器提出了要求,即高灵敏度的同时也要有透气性以及低致敏性。采用生物相容性配体(氨基酸衍生物)或者天然高分子涂层,可以改善传感器和生物组织的相容性。基于金属有机框架的应变传感器依靠分子结构设计、复合体系构建、界面功能化策略等手段,实现了灵敏度、稳定性、适应性三者之间的协同提高。未来的研究还要探索 MOFs 晶体取向控制、大规模薄膜制备等关键技术,才能把 MOFs 晶体应用到智能可穿戴设备上。

3.2 金属有机框架电子皮肤在健康监测与人机交互中的应用实例

金属有机框架电子皮肤在健康监测方面已经体现出明显的优势。人体生理信号监测,基于 MOFs 的柔性传感器可以贴附在皮肤表面,对脉搏,呼吸频率,关节活动等微弱的生理信号进行监测。像把导电 MOFs 同弹性聚合物混合起来做成薄膜传感器,可以直接贴在手腕或者脖子上,依靠压阻效应去捕捉血管搏动造成的细微形变,然后把这个形变转化成电阻的变化。许君在研究呼吸监测技术的时候提出,柔性可穿戴光电式呼吸监测传感器相比电学式传感器具有抗电磁干扰、测量电气安全等优势^[7],同样地,MOFs 基传感器的多孔结构可以有效地分散应力,避免局部应变集中,使传感器在长时间佩戴下保持信号的稳定性。另外,由于 MOFs 材料生物相容性好,所以可以和人体皮肤安全接触,不会引起过敏反应,适合婴幼儿或者敏感人群长期健康监测。

MOFs 电子皮肤给智能假肢、触觉反馈系统以及虚拟现实界面提供新的感知方法。将 MOFs 传感单元集成到机械手指或者机器人关节表面,可以对抓取力度、表面纹理、滑动状态等进行实时感知。利用 MOFs 材料对外界应变的高灵敏度,开发出能够精准捕捉手部微小动作的智能手套,把手部动作转换成控制指令,实现远程操作或虚拟环境的交互。MOFs 的多孔结构可以负载功能分子(离子液体或者荧光染料),实现多模态信号输出,从而增强人机交互的维度和自然度。值得注意的是 MOFs 可以和柔性电路无缝集成,可以大面积制造出空间分辨率的感知网络,为复杂曲面触觉映射打下了基础。

研究者已经开发出多种 MOFs 基电子皮肤原型设备。以运动康复监测为例,将 MOFs 传感器嵌入弹性织物中,制成智能护膝、护腕等,可以实时跟踪关节弯曲角度、肌肉活动情况,给康复训练提供量化数据支持。软体机器人当中,覆盖 MOFs 敏感层的机器人皮肤可以感知外界接触的压力及分布情况,从而使得机器人更加柔顺、安全地进行物体的抓取。Hui Yang 等学者对 MOFs 和 MXene 复合物做出如下总结,“MXene 与 MOFs 的复合材料电导率高、表面化学丰富、分级结构”,此类复合策略改善了电子皮肤在复杂环境中的信号稳定性和响应速度。虽然 MOFs 电子皮肤在健康监测和人机交互方面已经取得初步的成果,但是实际应用仍然存在很多困难。长期使用时传感器要克服汗液侵蚀、机械疲劳、信号漂移等。未来研究需要进一步改善 MOFs 和基体的界面结合强度,开发自愈合或者可降解的 MOFs 材料,从而延长器件的使用寿命,减少环境负担。集成无线传输和边缘计算能力,把 MOFs 感知数据即时转

变成可以操作的信息,这是推进其实现实用化的关键途径。

4 总结与展望

金属有机框架材料在电子应变皮肤方面的研究已经取得了很大的进步,它特有的结构可调性、较高的比表面积以及较好的柔性,给研制出高性能的应变传感器带来了新的想法。经过合理的选取金属中心和有机配体,研究人员可以精确控制材料的孔道结构以及电学性质,从而使得材料在受到微小应变的时候,就可以发出可以被检测到的电信号反应。复合材料的开发解决了 MOFs 本征脆性以及导电性不足的缺点,通过将 MOFs 和弹性聚合物或者导电纳米材料相结合,实现了灵敏度、拉伸范围和循环稳定性的共同提高。在健康监测、人机交互等应用场合下,MOFs 基电子皮肤对于生理信号以及外界刺激有着较高的感知精度,证明了它的应用前景。虽然成绩斐然,但是这一领域仍然存在一些问题。MOFs 材料在长时间机械循环下结构稳定性不足,反复拉伸容易造成晶格坍塌或者界面剥离。其次大面积均匀薄膜的可控制备技术还不成熟,不能满足电子皮肤规模化应用的要求。除此之外,现有的导电 MOFs 的电导率仍然远低于金属或者碳材料,不能用于高速信号的传输。器件的环境适应性也成了一个问题,汗液、温度变化等实际因素都会影响传感性能的可靠性。

未来的研究应从以下几个方面展开。材料方面要开发新型高稳定性导电 MOFs,通过加入柔性链段或者动态键的设计来提高材料的本征韧性。制备工艺上应该探索低温合成、喷墨打印等技术,实现 MOFs 薄膜在柔性基底上高效、均匀的沉积。界面优化是提高器件耐久性的关键,可以利用分子层沉积或者仿生粘合的方式来加强 MOFs 和聚合物基体之间的结合力。从功能集成的角度来看,由于 MOFs 的多孔结构可以承载离子液体、荧光探针等分子,所以有望开发出能够同时感知压力、温度、化学物质的多模态电子皮肤。MOFs 电子皮肤与人工智能算法相结合,可以实现信号的本地处理以及自适应校准,从而减少对后端系统的依赖。随着对可降解 MOFs 材料的研究,电子皮肤可以在医疗检测之后自然分解,减少环境负担。这些技术的发展会促使 MOFs 基电子皮肤由实验室原型迈向实际应用,给柔性电子领域带来不断的革新力量。

参考文献:

- [1] 刘金宝. m-DABDT 金属有机骨架电子性质和应变调控效应的第一性原理研究[J]. 原子与分子物理学报, 2025, (2): 124-134.
- [2] Xueying Fan. Research progress of MOF electrochromic materials[J]. Resources Chemicals and Materials, 2024, (3): 230-245.
- [3] Hui Yang. Metal-Organic Frameworks Meet MXene: New Opportunities for Electrochemical Application[J]. Energy Material Advances, 2023, (1): 232-261.
- [4] 崔超慧. 三亚吡嗪材料能源应用研究进展[J]. 有机化学, 2021, (11): 4167-4179.
- [5] Huili Zhao. Recent advances in conductive MOF-based electrochemical sensors[J]. 《Chinese Chemical Letters》, 2025, (8): 130-156.
- [6] 金凡. 基于微结构的柔性压力传感器设计、制备及性能[J]. 复合材料学报 2021, (10): 3133-31
- [7] 许君. 基于人体呼吸力学的柔性可穿戴呼吸监测技术研究进展[J]. 纺织学报, 2025, (1): 217-22
- [8] 王正. 电子皮肤在中医临床诊疗中的应用及发展分析[J]. 电子与信息学报, 2025, (8): 2486

Review of Metal-Organic Frameworks (MOFs) in Electronic Strain

Skin

WU Shan¹, XIONG Lei^{1*}, LIANG Le¹, WANG Yuehua², YOU Wenyan¹

(¹ Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China; ² Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: With the continuous development of flexible electronic technology, electronic strain skin, as an important component that mimics human skin's ability to perceive external strains, has attracted increasing attention. Metal-organic framework (MOF) materials are particularly distinctive for electronic strain skin due to their tunable porous structure, high specific surface area, excellent flexibility, and chemical stability. This paper summarizes the latest applications of MOF materials in flexible strain sensors, focusing on their roles in enhancing sensor sensitivity, response speed, and cyclic stability. By rationally designing the structure and composition of MOFs to improve the signal conversion performance and mechanical durability of electronic skin, they can play a significant role in various fields such as health monitoring, human-computer interaction, and soft robotics. Although remarkable achievements have been made in current research, challenges still exist in aspects like large-scale material preparation, environmental adaptability, and long-term stability. Future research should continue to explore methods for improving the interface between MOFs and flexible substrates, and develop novel composite structures, thereby expanding the potential of their applications in multifunctional electronic skin.

Keywords: Metal-Organic frameworks (MOFs); Electronic strain skin; Flexible sensors; Wearable devices (Wearables); Smart materials.



环球未来出版社
Global Future Press

一家以国际化视野与前瞻理念著称的高端出版机构，肩负知识与文明传播的使命，致力于引领学术与文化的未来发展。出版社秉持“传播知识、服务学术、连接未来、承载文明”的理念，出版范围涵盖多个领域，打造跨学科、跨地域、跨文化的未来灯塔。出版社以严谨与卓越为根基，全面遵循国际出版规范与同行评审机制，确保成果具备原创价值与全球公信力。对接世界主流数据库，赋予学者学术可见度与世界影响力。依托国际化编委与顾问团队，逐步形成全方位、多层次的学术服务体系。

www.gfpress.org

权责声明

本刊所刊载的文章及观点均由作者独立撰写并承担相应责任，不代表本刊及本社的立场或意见。文章内容的合法性、学术性及可行性均由作者本人负责，文中引用的资料、数据及观点的真实性、准确性与完整性亦由作者独立保证。本社严格遵循学术出版规范，坚决反对抄袭、剽窃、数据假和一稿多投等学术不端行为，一经发现，本刊可采取包括但不限于撤稿、标注声明等处理措施并不承担由此产生的任何责任。文章一经刊用，出版社依法享有其出版、传播及数据库收录等相关权利。未经本社书面许可，任何机构或个人不得擅自使用本刊内容；在合理使用或法定许可范围内的引用，应注明作者及来源，不得歪曲、篡改。本刊出版仅用于学术交流与信息参考，不构成任何商业或法律保证；因使用相关内容所引发的直接或间接后果，本社不承担任何责任。



学术赠阅 | 研读参考



关注官微 | 更多资讯