

AIGC 时代的科研工作流： 协同与 AI 赋能视角下的数字学术工具 应用及其未来

Research Workflow in the Era of AIGC: Application and Future of Digital Academic Tools from the Perspectives of Collaboration and AI Empowerment

王树义 张庆薇 张晋
WANG Shuyi ZHANG Qingwei ZHANG Jin

(天津师范大学管理学院, 天津, 300387 / Management School of Tianjin Normal University, Tianjin, 300387)

摘要:【目的/意义】从“协同能力”和“AI 赋能”的视角, 研究科研活动中软件工具的选择, 并提出科研工作流构建的建议。【研究设计/方法】根据科研流程, 通过网站与用户调研等方式, 收集有关科研工具的信息, 考虑功能特色和用户评价。以协同能力和 AI 赋能作为标准, 对主流科研工具进行对比筛选。【结论/发现】科研软件应用的协同能力存在显著不同, 与 AIGC 技术结合的程度也有显著差异。通过对科研工具进行优选后所构造的科研工作流, 可以在不同科研过程中、不同设备上和不同用户之间实现更为有效的协同, 提升科研人员的管理与知识生产效率。【创新/价值】为科研人员的软件选择提供参考, 促进更多优秀科研工具协同和 AIGC 能力的提升, 以及科研活动整体效率的提高。

关键词: 科研工具; 科研工作流; 协同能力; AIGC

中图分类号: G312 **DOI:** 10.13366/j.dik.2023.05.028

引用本文: 王树义, 张庆薇, 张晋. AIGC 时代的科研工作流: 协同与 AI 赋能视角下的数字学术工具应用及其未来 [J]. 图书情报知识, 2023, 40(5): 28-38, 126. (Wang Shuyi, Zhang Qingwei, Zhang Jin. Research Workflow in the Era of AIGC: Application and Future of Digital Academic Tools from the Perspectives of Collaboration and AI Empowerment [J]. Documentation, Information & Knowledge, 2023, 40(5): 28-38, 126.)

Abstract: [Purpose/Significance] This study aims to examine the selection of software tools in scientific research activities from the perspectives of "collaborative ability" and "AI empowerment", and propose suggestions for constructing scientific research workflows. [Design/Methodology] Based on the scientific research process, through website surveys and user feedback, we collected information of scientific research tools considering their functional characteristics and user evaluations. Using collaborative ability and AI empowerment as criteria, we compared and selected mainstream scientific research tools. [Findings/Conclusion] There are significant differences in the collaborative abilities of different scientific research software applications, as well as in the degree to which these softwares are integrated with AIGC technology. By constructing optimized workflows through screening scientific research tools, more effective collaboration can be achieved among different stages of scientific research processes, devices, and users to enhance knowledge management and production efficiency of researchers. [Originality/Value] This study provides references for the software choices of researchers and promotes more excellent research tools selected to collaborate in scientific research and improve AIGC capabilities and the overall efficiency of research activities.

Keywords: Research tools; Research workflow; Collaborative capabilities; AIGC (Artificial Intelligence Generated Content)

1 引言

随着网络和信息技术的不断发展, 科研工具在科研活动中发挥着至关重要的作用^[1-2]。科研工具的正确应用, 有助于提高科研进程的效率和质量^[3]。然而, 因为科研工作的复杂性, 没有任何一款工具可以做到包揽全部研究工作 (all-in-one)。因而, 科研工作流

(scientific workflow) 的构建受到了学术界的重视^[4]。其中, 软件应用的协同能力也同样值得关注^[5]。软件应用辅助组成系统化科研工作流, 有助于科研项目的有序管理和科研工作整体协作能力的提高^[6]。这里的观察角度, 是考察“工具”是否可以和其他“工具”有效配合, 从而使得信息能够在不同工具之间有效流转。目前已经有学者针对科研工作效率的提升展开了对科

[基金项目] 本文系天津师范大学教学改革项目“适应创新人才培养的教学形式与教学方法改革与实践”(JG01222051)研究成果之一。(This is an outcome of the Teaching Reform Project "Reform and Practice of Teaching Forms and Methods for Cultivating Innovative Talents"(JG01222051) supported by Tianjin Normal University.)

[通讯作者] 王树义 (ORCID: 0000-0001-5595-4416), 博士, 副教授, 研究方向: 人工智能应用、复杂知识网络管理, Email: nkwsyui@gmail.com. (Correspondence should be addressed to WANG Shuyi, Email: nkwsyui@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5595-4416)

[作者简介] 张庆薇 (ORCID: 0009-0005-7778-1444), 硕士研究生, 研究方向: 人工智能应用, Email: qingwei812@foxmail.com; 张晋 (ORCID: 0000-0001-6823-8697), 硕士研究生, 研究方向: 人工智能应用, Email: zj1998106@163.com.

研 workflow 构建的相关研究,但对每个阶段具体软件应用协同能力的评价研究较为缺乏。

在具体的科研工具选取中,要考虑工具是否支持“人与人”的协作配合。支持协作的工具可以让科研工作者相互之间的配合变得更为简单高效,降低合作的摩擦成本^[7]。本研究最初是想基于协同视角,按照“人与人”协同、“工具与工具”协同的维度,选择合适的工具构成 workflow,从而为科研工作者提供更好的支持工具系统,以提升科研效率。

然而,在研究过程中,AIGC (AI Generated Content) 突然崛起,以ChatGPT 为代表的大语言模型迅速吸引了全球研究者的注意力。AIGC 是指利用人工智能技术来生成内容的一类技术的统称^[8]。AIGC 基于大量的训练数据和预训练模型,形成从文本生成文本、从文本生成图像、从图像生成文本等模型,具有数据巨量化、内容创造力、跨模态融合、认知交互力等技术特征^[9-10]。2022年11月30日,OpenAI 发布了基于GPT-3.5模型的ChatGPT,掀起了全球范围的AI 浪潮^[11]。2023年3月14日,OpenAI 推出的GPT-4提高了响应速度、创造力和推理能力,更是引发了广泛的应用和讨论^[12]。

AIGC 技术的快速发展改变了科研工具发展的外部环境。它意味着从协同角度来看,只考察“人与人”协同以及“工具与工具”协同是不够的,“人与AI”的协同也愈发体现出它与日俱增的重要性。本研究原本打算简单合并维度,对候选软件工具重新进行评估。但是我们很快发现,大量的科研工具都在迅速吸纳ChatGPT等大语言模型,以AI为自身赋能。本研究的研究过程恰好被ChatGPT 推出的时间节点自然分割成两个阶段。在ChatGPT 产生之前,研究的调查结果保存了“AI 赋能”前的科研工具原始样貌,成为了不可多得的参照数据。将前后两次评估结果进行对比,可以展示AIGC 对科研软件生态系统的显著影响,并且可以给科研工具开发者和科研工作者带来思考和启示。

故此,本研究并没有简单地将“人与AI”的协同合并到原先的观察维度,而是利用原始调研信息,将传统意义的“协同能力”和“AI 赋能”分别作为两个调研阶段的重点。“分”则通过对比,清晰地看到AIGC 在科研工具发展中的影响,以及工具软件因应外部环境变化的发展趋势。“合”则通过总结,构建AI 赋能视角下的科研 workflow,从“人与人”协同、“工具与工具”协同、“人与AI”协同的“广义协同”视角出发,为科

研工作者选择科研工具,并将其整合成提升效率的工具系统提供参考。

2 文献回顾



(1) 科研工具的选择与协同 workflow

从科研工具的筛选标准角度,方形等^[13]从需求匹配、支持贡献和满意度三个方面制定了企业的智库科研工具应用情况评估指标体系。Sungur 等^[14]从价格、免费存储空间、导入导出格式标准化、平台匹配以及协作等9个维度对 EndNote 和 Mendeley 进行了比较。Zhang^[15]从访问、同步、引用以及协作等维度对比分析科研工具。Ron Gilmour 等^[16]从导入导出的标准化格式、元数据收集、注释、组织和共享以及引用风格等维度对科研工具进行详细对比。Michael 等^[17]考虑了跨平台和设备能力、访问和订阅、数据导入导出方式、同步、个人存储空间以及文字处理等维度。Basak^[18]则从元数据导入的质量、准确性以及全面性等方面对 Endnote、Refworks 和 Mendeley 进行了对比分析。

关于工具间的协同,也有部分研究人员进行了探讨和分析。例如, Tim 等^[19]从写作的角度讨论了模块化的 workflow,并说明了跨设备、跨平台工具的灵活、便利。Taylor^[20]探讨了 EndNote 和 Microsoft Office Word 间的协作使用。也有学者从文献阅读的角度讨论分析了一整套学术阅读的工具流构建^[21]。但是这些研究只局限在科研工作流的某个阶段,并没有覆盖科研工作的完整流程。

(2) AIGC 的应用

目前已有不少关于AIGC 对科研工作影响的研究。例如李白杨等^[10]探讨了AIGC 对信息资源管理在信息组织、数据资产管理、用户研究和信息伦理四个方面的影响。陆伟等^[22]研究了以ChatGPT 为代表的大模型在信息资源管理领域对支撑算法与技术、信息资源建设、信息组织与信息检索、信息治理、内容安全与评价、人机智能交互与协同六大方面的影响。张智雄等^[23]则探讨并总结了以ChatGPT 为代表的人工智能技术对文献情报工作的启示和影响。实际的科研工作中,ChatGPT 的出现给科研工作者带来了机遇和挑战^[9],目前已有学者提供了在学术写作中有效使用ChatGPT 的方法,并制作了流程图^[24]。在使用意愿方面,信息资源管理领域

AIGC 时代的科研工作流：协同与 AI 赋能视角下的数字学术工具应用及其未来

科研人员对ChatGPT的技术理念和价值有着积极的态度和较高的认可度^[25]。不过,在调研中尚未发现目前国内外关于AIGC系统化赋能科研工作流的研究。

(3) 小结

目前已有学者对科研工具、方法的对比研究。但大部分研究对象都是某一个或某一类型的科研工具或方法。而且这些研究关注的重点基本都是工具本身是否好用,并没有对工具之间的协同能力展开讨论^[26]。针对AIGC、ChatGPT等工具在科研中的应用,目前很多研究还停留在宏观层面,缺少对有关科研工作流中软件应用AI化程度的研究。与此同时,外部信息和科技环境正在发生显著变化。如果不能充分利用GPT-4为代表的AIGC能力,研究者会在科研竞争中处于劣势^[27]。因此,从协同能力与AI赋能两个角度综合研究科研工具选择与科研工作流构建,有其必要性与紧迫性。这构成了本研究展开的依据。

3 研究设计

科学研究大致可分为产生思路、组织设计、数据收集、数据分析、知识管理以及成果输出6个研究阶段^[28-32]。在实际工作中,不同学科研究类型的差异极大,例如质性研究与实证研究在数据收集和分析方面有着显著差异。所以本文结合相关文献着重考察产生思路、知识管理以及成果输出等科研活动的共性方面^[33],主要关注科研活动中以下几个较为具有普遍性的工作阶段:文献检索、文献阅读、文献分析、文献管理、笔记管理,以及论文写作等,如图1所示。

本研究旨在构建一种能增进科研人员效率的科研工作流。在研究过程中,从科研活动中各个阶段的单一工具使用出发,关注工具间的协作和配合,构建一个整体、系统的工具选择方案,如图2所示。

本研究最初关注人与人之间如何利用工具与工具之间的系统能力来进行协作,以及团队成员如何在同

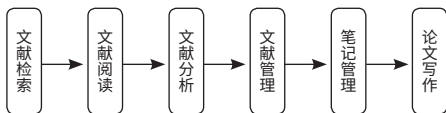


图1 本研究关注的科研普遍性阶段工作流
Fig.1 Workflow of the Research Universality Stage Focused on in This Study

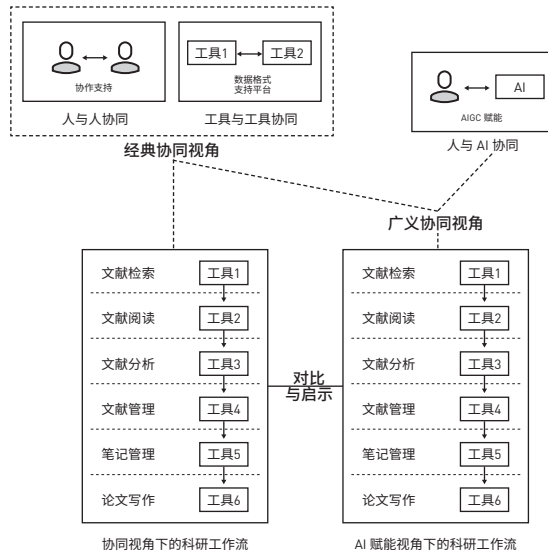


图2 科研工作流系统图
Fig.2 Diagram of Research Workflow System

一工具上共建内容,以达到协同工作的效果,即经典协同视角下的科研工作流。在研究过程中,外部环境发生变化,AI技术也在不断发展,原本AI仅在极少的功能上作为辅助型工具,而随着AIGC技术的出现和发展,工具在AI赋能下能够使得人和AI可以紧密协同合作。于是本研究进一步关注广义协同视角,即AI赋能视角下的科研工作流。

针对图1中的不同科研工作阶段,本研究进行的第一轮调研发生在ChatGPT发布之前,主要关注软件工具的协同能力,以便筛选组合成合适的科研工作流。为此,利用已经掌握的不同研究阶段的工具应用信息,通过AlternativeTo调研可供选择的同类科研工具。同时,基于官方社区、Discord、Slack以及Github等渠道查看用户评价做出初步筛选。最后,根据不同工具的“导入导出格式标准化”“跨设备、跨平台支持”以及“用户间协作能力”三个评价维度择优进行开放性评价,并构建完整、具体的团队协作科研工作流,即图2中的“协同视角下的科研工作流”部分。

这里对本文所选择的三个评价维度原因做出简要说明。

“导入导出格式标准化”是考察软件工具支持的输入输出文件格式是开放还是私有,是单一还是多样。例如,Markdown是一种开放的文件格式,用不同的Markdown编辑器和浏览器都可以正常打开。输入输出文件格式开放,可以让某一款工具与其他工具

之间建立沟通渠道,构成同一个工具系统里的组成部分。一款工具支持的开放格式(如JSON,HTML和Markdown)越多,它能够与其他支持不同开放格式的工具相互沟通的可能性就越高。

“跨设备、跨平台支持”考察工具在不同平台系统的适用性。如果一款工具只支持单一操作系统(例如Windows或MacOS),其他操作系统的用户无法使用它,也就达不到用户间交换工作文件的目标。

“用户间协作能力”指的是一款工具内部支持多用户共同编辑或者快速分享的功能。如果软件内部支持用户协作,会大大减少沟通协作的中间环节,有效提升团队科研与产出的效率。

以上三个维度中的前两个,考察的是软件工具与软件工具的协同能力;而第三个维度考察软件工具中人与人的协同能力。这构成了经典的软件工具协同视角。

本研究开展的第二轮调研发生在以ChatGPT为代表的AIGC工具爆发后。本研究重点关注科研工具的AIGC赋能维度,对之前筛选的科研工具进行再一次调查和整理,从科研工具是否增加AIGC功能出发,选出每个科研阶段中具有代表性的科研工具,形成人与AI协作的科研 workflow,即图2所示“AI赋能视角下的科研 workflow”部分。

本研究开展的两轮调研分别关注狭义协作(“人与人”“工具与工具”)和广义协作(“人与AI”)。综合两个阶段的研究结果,得出协同与AI赋能综合视角下的学术工具选择与科研 workflow 系统。在这个科研 workflow 系统中,重点关注其中的节点——单独的工具,以及工具之间的联系,并且通过两种视角对比,分析AIGC发展对科研工具选择与科研 workflow 构成等带来的影响和变化,为科研工作者提供参考。

4 研究结果

本研究经历两次调研阶段。第一阶段以协同视角开展,调研时间段为2022年5月至2022年7月。第二阶段以AI赋能视角开展,调研时间段为2023年5月至2023年6月。下文分别讨论两次调研的结果,并对其进行比较分析。

4.1 协同视角下科研工具的对比与选择

本研究首先设定每一阶段的典型应用作为种子,

表1 基于Web的文献检索工具对比

Table 1 Comparison of Web-based Literature Retrieval Tools

工具名称	导入/导出格式	跨平台、设备	是否支持用户协作
Elicit	BibTeX, CSV	Web	否
Semantic Scholar	BibTeX, MLA, APA, Chicago, EndNote	Web	否
Web of Science	TXT, RIS, BibTeX, CSV, HTML, EndNote, RefWorks	Web	否
Research Rabbit	RIS, BibTeX	Web	是
Connected Papers	BibTeX	Web	否

然后通过AlternativeTo等网站滚雪球式找寻同类工具,共找到候选工具196款。之后依据官方社区、Discord、Slack以及Github等来源的用户评价,初步筛选各个研究阶段的学术软件共26款,这26款工具分别对应文献检索、文献阅读、文献分析、文献管理、笔记管理、论文写作这六个阶段。

(1) 文献检索

在确定最终的研究主题之前,科研人员可能会通过大量的文献调研来寻找潜在的研究主题^[34]。根据工具的功能特点和用户评价,初步筛选出以下几种文献检索工具进行对比:Elicit、Semantic Scholar、Web of Science、Research Rabbit和Connected Papers。本研究对上述几款文献检索工具从导入导出格式标准化、跨设备跨平台支持、用户间协作能力三个维度进行对比,如表1所示。

在导入导出格式方面,Web of Science支持的格式最多;在跨平台跨设备方面,所调查的五个工具均支持Web平台使用;在用户协作支持方面,仅Research Rabbit支持不同用户间的协作、共享。另外,Elicit基于自然语言的问答方式且不需要使用复杂的检索式,独具特色。最终本研究筛选出的文献检索工具为Research Rabbit和Elicit。

(2) 文献阅读

针对文献阅读,本研究初步筛选获得的4种软件工具为:MarginNote、LiquidText、PDF Expert和福昕阅读器,如表2所示。

在导入导出格式方面,MarginNote和LiquidText均支持PDF和Doc的导入导出格式。但是考虑到导入

Research Workflow in the Era of AIGC: Application and Future of Digital Academic Tools from the Perspectives of Collaboration and AI Empowerment

AIGC时代的科研工作流:协同与AI赋能视角下的数字学术工具应用及其未来

表2 文献阅读工具对比

Table 2 Comparison of Literature Reading Tools

工具名称	导入 / 导出格式	跨平台、设备	是否支持用户协作
Margin Note	PDF, Doc	iPhone, iPad, Mac	是
Liquid Text	PDF, Doc	iPad, Mac, Windows	否
PDF Expert	PDF	iPhone, iPad, Mac	否
福昕阅读器	PDF	Windows, Mac, Linux, Android, iOS, WP, Surface RT	是

导出的具体操作方式,MarginNote提供了诸多导入文档的方法,如通过WiFi连接从PC/Mac添加文档,也可以从第三方应用程序(如Evernote)导入文档等,功能更为全面。在跨平台、设备这一维度,MarginNote和PDF Expert仅支持在Apple平台上使用。另外,福昕阅读器目前已经实现了Windows、Mac、Linux、Android、iOS、WP、Surface RT等多个平台的覆盖。同时,福昕阅读器也支持手机、电脑等多设备的文档同步管理,还支持导入至石墨文档、金山文档等第三方PDF文档。在用户协作支持方面,MarginNote和福昕阅读器均支持不同用户间的协作。综上,最终筛选出来的文献阅读应用为福昕阅读器和MarginNote。

(3) 文献分析

针对文献数据的文本挖掘有助于对知识进行再组织,进而增强发现、解决问题的洞察力。本研究初步筛选出Scholarcy、InfraNodus和Paper Digest三款文献分析工具作对比分析,如表3所示。

在数据导入方面,Scholarcy除了支持上传本地的PDF、Word、TXT以及RIS等文档格式的文献资源,同时还能够通过输入具体的URL生成摘要抽认卡片。其数据导出为Markdown格式,由此可以很方便地导入至第三方笔记管理工具(如Roam Research、Obsidian和Notion

表3 文献分析工具对比

Table 3 Comparison of Literature Analysis Tools

工具名称	导入 / 导出格式	跨平台、设备	是否支持用户协作
Scholarcy	PDF, Doc, TXT, RIS, URL, Markdown	Web	否
InfraNodus	TXT, PDF, URL, Markdown, CSV	Web	否
Paper Digest	PDF, URL	Web	否

等)。InfraNodus不仅支持以TXT、PDF、Evernote笔记、Google搜索结果、推文、RSS新闻提要、Gephi图和CSV等格式导入文件,还能够实时编写文本完成导入。对于分析结果可以GEXF、PNG、CSV的格式保存。虽然Paper Digest可以通过上传链接和PDF进行文本分析,但局限在于分析结果不能导出。在跨平台设备方面,三款文献工具均支持Web使用。在用户协作支持方面,三款工具均不支持不同用户间的协作。综上,通过综合比较,最终文献分析阶段筛选出来的应用为Scholarcy。

表4 文献管理工具对比

Table 4 Comparison of Literature Management Tools

工具名称	导入 / 导出格式	跨平台、设备	是否支持用户协作
Zotero	Markdown, HTML, RDF	Windows, Linux, Mac, iPhone, iPad	是
EndNote	不支持	Windows, Mac, iPad, iPhone, Web	是
Mendeley	不支持	Windows, Linux, Mac	是

(4) 文献管理

文献管理软件作为科研活动的自动化工具之一,已经被科学领域的研究人员广泛使用^[35]。根据文献梳理和用户评价,本研究初步筛选出Zotero、EndNote和Mendeley三款文献管理工具进行对比,如表4所示。

在导入导出格式方面,Zotero提供了多种导入导出格式的选择。在跨平台跨设备方面,Zotero有较强的兼容性,适用于Windows、Linux以及Apple全平台等多种系统。Mendeley在下架所有移动端的应用之后,目前仅支持桌面版的应用。在用户协作支持方面,Zotero可以通过邮箱的方式邀请其他成员一起共享和编辑同一个文献库,同时也可以灵活设置邀请成员是否可阅读、编辑的权利。经过对比,最终本研究筛选出的文献管理工具是Zotero。

(5) 笔记管理

由于知识的产生时间存在差别,实验发现或者想法的记录比较零散且其上下文容易丢失,这给科研人员的知识回顾和再利用带来了一定困难。也正因此,数字化笔记工具的价值日益凸显。根据用户评价,本研究初步筛选出Roam Research、Logseq、Obsidian、Heptabase、Craft和Flomo 6款笔记工具作对比分析。基于功能特性的不同,参考How to take smart notes^[33]一书,又将其分为临时笔记和长期笔记两个类别进行

表5 临时笔记工具对比

Table 5 Comparison of Temporary Note-taking Tools

工具名称	导入 / 导出格式	跨平台、设备	是否支持用户协作
Craft	PDF, Markdown, Textbundle, Doc, Image, Print, E-mail	Mac, iPhone, iPad, Windows	是
Flomo	HTML	Android, iPhone, iPad, Mac, Windows, Web	否

表6 长期笔记工具对比

Table 6 Comparison of Long-term Note-taking Tools

工具名称	导入 / 导出格式	跨平台、设备	是否支持用户协作
Roam Research	EDN, JSON, Markdown	Mac, iPad, iPhone, Windows, Web	是
Logseq	JSON, Markdown, OPML, Org	Windows, Mac, Web	是
Obsidian	Markdown, PDF	Windows, Mac, iPad, iPhone	否
Heptabase	Markdown	Windows, Mac, Linux	否

表7 论文写作工具对比

Table 7 Comparison of Essay Writing Tools

工具名称	导入 / 导出格式	跨平台、设备	是否支持用户协作
Overleaf	TeX, TXT, Docx, CSV, PDF, URL, Zip	Web	是
Zettlr	Markdown, HTML, PDF, OpenDocument, Docx, RTF 等	Mac, Windows, Linux	否
Notion	HTML, PDF, Markdown, CSV, Docx, TXT 等	Windows, Mac, Android, iPhone, Web	是
Word	Docx, PDF, XPS, ODT, RTF, TXT, HTML	Windows, Linux, Mac, iPad, iPhone, Web	是
飞书文档	Docx, PDF, Markdown, TXT, CSV	Windows, Linux, Mac, iPad, iPhone, Android, Web	是

对比,如表5、表6所示。

①临时笔记: Craft 和 Flomo

在导入导出格式和跨平台跨设备方面,Craft 支持选择多种导出格式来导出记录的内容。在用户协作支持方面,Craft 可以通过链接的方式分享内容并能与他人进行实时协作。在不同设备上工作时,文件也

都会实时同步和共享,不用再切换至其他的工具。相比之下,Flomo 并不支持那些标准化数据格式的导入和导出。最终本研究筛选Craft作为临时笔记工具。

②长期笔记: Roam Research、Logseq、Obsidian 和Heptabase

Roam Research支持EDN、JSON、Markdown 格式的导出和Markdown、JSON 格式的导入,协同功能最为全面。Logseq能够在本地的纯文本 Markdown和Org 文件格式上开展工作,同时还支持JSON、Markdown 和OPML格式文件的导入和导出。Obsidian的使用基于本地的纯文本或Markdown格式的文件,同时还支持以PDF格式进行导出。相较于其余三款工具,Heptabase仅支持桌面端的下载使用。最终本研究筛选出Roam Research作为长期笔记工具。

(6) 论文写作

本研究针对科研论文写作的特点,通过初步筛选获得的5款论文写作工具为:Overleaf、Zettlr、Word、Notion 以及飞书文档。如表7所示。

在导入导出格式方面,Zettlr支持以HTML、PDF、Word、RTF 等35种格式的导出,能够配合Zotero等第三方文献管理工具实现很好地集成,可以方便地完成引文的标注工作,Notion支持HTML、PDF、Markdown、CSV、Docx、TXT等格式,飞书文档则支持Docx、PDF、Markdown、TXT、CSV格式。在跨平台跨设备方面,Zettlr支持Mac、Windows、Linux设备使用,Notion支持Windows、Mac、Android、iPhone、Web设备和平台使用,飞书文档支持Windows、Linux、Mac、iPad、iPhone、Android、Web设备和平台使用。在用户协作支持方面,到目前为止Zettlr不支持用户间的实时协作,Notion和飞书文档均支持用户间的协作、共享。综上,本研究筛选出Notion作为更适合团队合作的论文写作工具。

4.2 协同视角下的科研工作流

本研究综合各类工具的特点,筛选出以下工具。根据各软件应用的核心功能,构建面向科研工作流的软件协同工作流,如图3所示。

在文献检索阶段,Elicit通过与Research Rabbit智能推荐的反复迭代,可以获得更为精准的检索结果,从而节省大量不必要的检索时间。此外Research Rabbit中的文献资源也可实现与Zotero的数据集成。

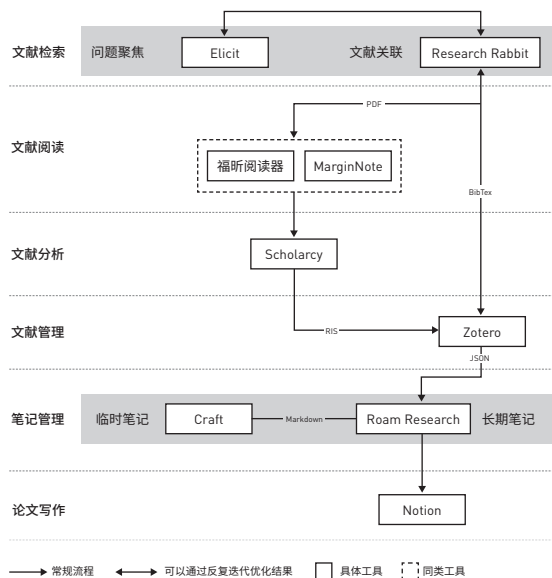


图3 协同视角下的科研工作流
Fig.3 Research Workflow from a Collaborative Perspective

同时,Research Rabbit所具备的用户协作功能,可以使得团队内的所有成员共享文献资源。

在获取相应的文献资源后,使用福昕阅读器或MarginNote进行阅读时也可以邀请协作者一起阅读、做文献笔记。Zotero不仅可以获取的PDF文件下载至福昕阅读器或MarginNote中阅读,还能将文献元数据、笔记等信息导入到Roam Research中。同时Roam Research的实时协作又能够让团队内的所有成员及时地看到这些信息,使之对信息进行完善和补充。通过Scholarcy分析得到的引文信息,又可以RIS格式导入至Zotero中,从而形成了一个可以不断迭代的科研工作链条。

上述流程中激发的灵感和观点,都可以在Roam Research上进行记录。而且,以卡片笔记法的记录方式通过累积还可形成长期的可调用的模块。科研人员在各阶段研究中的零散记录均可通过Craft来完成。

Notion的实时协作可以有效地提高写作的质量和效率,因此整个写作的过程可以在Notion中进行。对于学术论文的文献标引工作,可以将将在Notion中的文稿内容以Markdown格式导出并配合Zettlr完成。

不同工具间的有机结合可以有效提升科学研究的产出及其质量。流程化的思想和模式有助于科研人员从整体上思考、解决问题,使科研人员根据实际问题对不同研究阶段进行综合考虑。

4.3 AI赋能视角下的科研工具

AIGC应用功能包括信息检索、摘要总结、文本分析、生成策略等。在第二轮调研中,本研究从科研工具是否增加AIGC技术所支撑的功能出发对于2022年12月之后迅速发展的科研工具进行了调研,筛选出每个科研阶段中具有代表性的科研工具。

(1) 文献检索

Assistant by scite是一个由scite制作的对话工具,用户可以用简单的语言提问,Assistant by scite会给出答案,提供引文上下文,并且描述文章是否提供支持或对比证据的引文。部分科研用户饱受大语言模型编造内容甚至参考文献的困扰^[36]。和普通的大语言生成模型不同的是,Assistant by scite通过对比自己掌握的文献数据库避免了普通的生成语言模型可能会产生幻觉和编造数据的情况,保证了有效性。Assistant by scite利用对文章全文的访问和深度学习模型,向用户展现科学出版物如何相互引用的定量和定性的情况。为科研人员节省了寻找、评估相关研究的时间,有效提高了科研人员文献检索的效率。此外,用户可以将对话内容导出为CSV文件进行保存,易于分享给合作者,也便于后续查阅和利用信息^[37]。

(2) 文献阅读

在文献阅读环节,本研究选择了ChatDOC。ChatDOC是一个基于ChatGPT的文件阅读助手,能够从文档中快速提取、定位和汇总信息,变线性阅读为非线性聚焦。ChatDOC凭借强大的总结能力和语义理解能力,在回复问题时能够提供所有被引用的信息来源,以非线性的方式让用户能够更直观地核查文献中关于某一问题的关键信息^[38]。

(3) 文献分析

前文已经调查过的InfraNodus新加入了“GPT4 Chat Mode”功能模块。“GPT4 Chat Mode”这一模块在帮助科研人员获得发现问题的功能上,增加了用GPT-4 AI辅助科研人员分析和开发想法的功能。用户可以使用内置的AI检索主要主题和研究问题,通过网络图的变化向内置的GPT-4 AI发送问题以产生有价值的研究想法,为科研人员扫除思维盲区,带来新颖的思考视角^[39]。考虑到GPT-4在大语言模型综合排行中以较大优势排名第一,本研究认为InfraNodus的GPT4 Chat Mode模块比其他AI插件更有效、可靠^[40]。

(4) 笔记管理

Craft 新发布了基于AIGC技术的Craft AI Assistant。它基于GPT-3, 可以根据笔记内容快速生成新的想法或者快速生成关键词。研究发现在一些需要快速记录信息的情境下, 会出现很多拼写或语法错误, 而Craft AI Assistant可以一键消除这些错误, 并且能够将笔记内容翻译为目标语言。这可以帮助科研工作者快速记录想法并且形成可用的知识模块, 提升工作效率和创造力^[41]。

在长期笔记工具中, 研究发现了新的知识管理应用 Tana。Tana支持使用移动端应用Tana Capture来扫描识别、图片识别、语音录入信息。经过AIGC赋能的Tana AI Builder可以在语音转换成文本之后, 通过执行AI命令, 能够自动根据whisper转写的文本, 生成更加流畅且正式的书面表达。并且, 与Tana的Supertag标签功能相结合, 可以完成对多条笔记的润色任务。当科研人员在写作过程出现卡壳时, 可以在Tana AI Builder输入目前写作的关键信息, AI可以将所有笔记中与关键信息相关的内容列出, 帮助科研人员进行头脑风暴, 检查思维漏洞, 打破信息茧房。同时, 科研人员可以在Tana AI Builder辅助完成整体文章后, 迭代和改进文章^[42]。

(5) 论文写作

Notion增加了Notion AI的功能, 可以帮助总结重要事项, 分析会议记录并生成后续步骤、生成文本摘要、提取研究中的重要内容, 帮助提高工作效率, 自动执行繁琐的任务。在科研人员的写作过程中, Notion AI可以让科研人员在工作时无需在笔记和单独的AI驱动工具之间来回切换, 帮助科研人员完成头脑风暴, 提高写作效率^[43]。

以上工具中, “Assistant by scite”“Chat DOC”“Tana”三个工具在第一阶段“经典协同视角”的比较中没有出现, 为使“广义协同视角”下的对比更全面, 对上述新增应用, 本研究同样考察了其经典维度上的协同能力, 调查结果如表8所示。“改变选择”列表示相较于第一阶段调研的筛选结果, 第二阶段调研的筛选结果是否产生变化。

可以看出, 筛选的AIGC赋能的科研工具大多支持通用的导入导出格式, 而且都支持Web访问, 只是在工具内用户协作方面, 部分应用还有提升空间。

4.4 AI赋能视角下的科研工作流

根据前文介绍的6种工具应用的核心功能和AIGC优势, 结合表8中各AIGC工具的协作能力, 本研究进一步更新构建AIGC工作流。协同能力依然是工作流构建的标准, 但是其含义已经从“人与人”“工具与工具”的狭义协同转换为包含了“人与AI”的广义协同角度。最终结果如图4所示。

在AI赋能视角下的科研工作流中, 在文献检索阶段科研人员可以使用Assistant by scite来提出关于研究方向的问题。该工具会给出有参考资料支持的答案, 使科研人员能够更准确地获取参考资料和检索结果并节省时间。

在文献阅读阶段, 科研人员还可以将文献PDF上传到ChatDOC, 利用其提供的非线性阅读方式快速提取、定位和汇总信息。这可以有效帮助科研人员提升阅读速度和质量。用户可以将对话内容导出为Markdown、HTML或者PNG格式。在文献检索阶段使用Assistant by scite检索到文献后可以将PDF格式的文献导入文献

表8 AIGC工具协作能力表

Table 8 Collaboration Capacity of AIGC Tools

研究阶段	工具名称	导入 / 导出格式	跨平台、设备	是否支持用户协作	改变选择
文献检索	Assistant by scite	RIS, BIB, CSV	Web	否	是
文献阅读	ChatDOC	PDF, URL, Markdown, HTML, PNG	Web	否	是
文献分析	InfraNodus	TXT, PDF, URL, Markdown, CSV	Web	否	否
文献管理	Zotero	Markdown, HTML, RDF	Windows, Linux, Mac, iPhone, iPad	是	否
笔记管理	Craft AI Assistant	PDF, Markdown, Textbundle, Doc, Image, Print, E-mail	Mac, iPhone, iPad, Windows	是	否
	Tana	JSON, HTML, Markdown	Windows, Mac, Android, iPhone, Web	是	是
论文写作	Notion AI	HTML, PDF, Markdown, CSV, Docx, TXT 等	Windows, Mac, Android, iPhone, Web	是	否

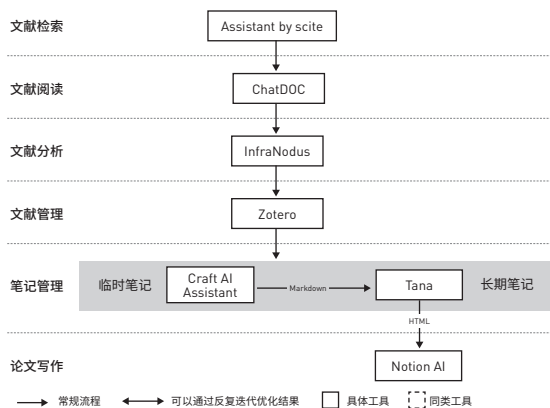


图4 AI 赋能视角下的科研工作流图

Fig.4 Research Workflow from an AI-enabled Perspective

管理工具Zotero进行管理,在ChatDOC导出的阅读信息也可以在Zotero中的对应文献中做笔记。

在文献分析阶段,科研人员也可以将PDF格式的文献上传到InfraNodus,帮助他们获得问题洞察力和有意义的想法。零散的灵感和想法可以在临时笔记管理工具Craft AI Assistant中记录,当积累形成长篇想法时,可使用该工具快速生成关键词和摘要。最后,将这些记录导入长期笔记管理工具Tana,使用Supertag功能进行快速汇总。

在写作过程中,科研人员可以使用长期笔记管理工具Tana AI Builder,在头脑风暴方式下找出笔记中的相关信息。整个写作过程可以在论文写作工具Notion中进行,Notion AI可以生成文本摘要和提取重要内容。

在这样的流程之下,很多原本低效的人工重复劳动,都可以变得更加便捷和智能化。这种改进,将有助于大幅提升科研工作者的工作效率。

5 结论

本研究在“人与人”协同、“工具与工具”协同、“人与AI”协同的“广义协同”视角指引下,通过两次调研,获得了宝贵的原始数据,因此有机会对比AIGC爆发前后的科研工具生态,构建了AI赋能视角下的科研工作流,并且形成了以下分析结果。

5.1 AIGC 给科研工作流带来的变化

在AIGC融入科研工具前后,所调查的科研工作流

发生了较大的变化。这种对比说明了AIGC对科研活动的影响是重大而深刻的。

文献检索阶段,Elicit和Research Rabbit被Assistant by scite所替代,Assistant by scite以对话的形式获取文献信息,比经典工具更为直观,同时该工具通过对比数据库来避免产生幻觉和编造数据的情况,保证了其有效性。

文献阅读阶段,ChatDOC的非线性阅读方式以及优秀的总结和 Understanding能力让它替代了传统的文献阅读工具,不仅让文献阅读更为方便,而且能够在提高科研人员阅读文献效率的同时,保证阅读质量,辅助科研人员加快科研进度。

InfraNodus增加了GPT-4插件后,使用GPT-4插件可以可视化显示文本、参考文献的关键词聚类以及聚类之间的差距,进而生成连接差距较大的两类关键词的灵感想法,帮助研究者快速找到研究领域中的结构洞,并且充分利用“远程联想”方式加速对选题的找寻。

长期笔记工具则是从Roam Research变成了Tana。Tana AI Builder可以帮助用户依靠上下文自定义各种AI命令。其灵活性和深度集成程度,都是其他笔记软件目前所不具备的。依靠着AI辅助功能的增加,Tana在方便性和可定制性上都有了质的提升,可以更好地融入工作流,和其他工具充分交互协作。

5.2 AIGC 加入现有科研工具的必要性

现有科研工具增加AIGC功能是必要的。在第一轮调研中,Craft和Notion等工具靠着出色的协作能力脱颖而出,被纳入协同视角下的科研工作流中。在第二轮调研中,Craft、Notion因其主动利用AIGC技术,帮助用户进一步提升笔记与写作效率,并解决科研活动中工作重复、枯燥的问题。在科研工具不断发展的情势下它们依然保持竞争力,大浪淘沙之后依然处于AIGC赋能工作流之中。

如果某一款科研工具能主动应用AIGC技术,并随着AI自动化处理优势不断扩大,功能不断更新,这款应用就能更好地为用户赋能,获得更大的用户群体与更好的口碑。但是,如果科研应用忽视AIGC技术,在激烈的竞争压力下,则很可能会面临被同行超越、被用户放弃的局面。例如,文献阅读阶段的经典工具,其功能停留在对文献阅读的基本要求上,没能在AIGC技术发展过程中加入创新性的功能,就会被

新兴工具ChatDOC所替代。再如，文献分析阶段的Scholarcy和InfraNodus，原本二者优势不相上下，但是在InfraNodus最新添加GPT-4后，二者之间的差距便迅速拉大。

5.3 AIGC赋能科研人员的边界

读者不应产生AIGC是“全能”的这一误解，它的作用有其边界。目前较为成熟可用的AIGC服务应用包括信息检索、摘要总结、文本分析、生成策略等。AIGC以对话形式提供信息和回答科研人员的问题，或者完成文本摘要、提取重点的任务等。在这些方面，AIGC能够部分替代人工完成较为枯燥的机械化流程，并且给出有效、可靠的处理结果。

但是对于科研人员在科研过程中找寻关键问题、形成最终决策等行为，目前是AIGC不能完成的。这些问题需要人的理性、智慧甚至阅历综合判断。在这些重要任务上，AIGC只能起到辅助的作用，不能完成全部科研过程的关键环节。诚如Craft的创办者Balint

Orosz所说：“软件应该是‘心灵的自行车’，放大人脑的力量。它应该赋予我们力量，帮助我们更具创造力，帮助我们规划并更好地表达我们的想法”^[41]。在科研活动中，研究者可以充分利用AI提升效率，但是不能放弃主导性。否则轻则导致研究出现偏差，重则会带来科研伦理的问题。

5.4 局限与展望

本研究的局限为：AI化的科研工具正在蓬勃发展，几乎每天都有新的工具或新的功能推出。在一些特别新颖的科研工具仅提供内部测试版本的情况下，我们目前的研究无法覆盖到所有科研工具。

AIGC的发展浪潮方兴未艾，本团队会继续追踪本领域的发展，不断把用户口碑良好的科研工具作为研究对象，并进行下一步的探究，从而不断对科研工作流进行更新，为研究者、学习者和实践者提供更为适合的软件应用与 workflows 整合建议，使人、工具和AI之间充分协作。

作者贡献说明

王树义：提出选题，拟定框架，修改论文；

张庆薇：采集资料，修改论文；

张晋：采集资料，撰写初稿。

参考文献

- [1] 陈启梅, 魏韧, 张迪. 用户对信息工具的需求及其在嵌入式学科服务中的应用——以中国科学院为例[J]. 图书情报工作, 2014, 58(24): 56-61. (Chen Qimei, Wei Ren, Zhang Di. User Requirements Analysis and Application on Embedded Subject Services of Information Tools: A Case Study in Chinese Academy of Sciences[J]. Library and Information Service, 2014, 58(24): 56-61.)
- [2] 郑海峰, 方彤, 宋玉坤, 等. 智库机构科研工具发展及应用管理研究[J]. 管理观察, 2019(5): 114-116, 121. (Zheng Haifeng, Fang Tong, Song Yukun, et al. Research on the Development and Application Management of Scientific Research Tools in Think Tank Institutions[J]. Management Observer, 2019(5): 114-116, 121.)
- [3] Jagadish H V, Gehrke J, Labrinidis A, et al. Big Data and Its Technical Challenges[J]. ACM, 2014, 57(7): 86-94.
- [4] 司莉, 史雅莉. 国外高校机构知识库联盟系统工作流模式及启示——以澳大利亚ARROW项目为例[J]. 图书馆建设, 2017(1): 56-61. (Si Li, Shi Yali. Workflow Model of Foreign University IR Alliance and Its Inspirations—A Case Study on ARROW Project of Australia[J]. Library Development, 2017(1): 56-61.)
- [5] 南磊. 协同软件工程工具评价模型研究[J]. 计算机与数字工程, 2011, 39(11): 170-174. (Nan Lei. Evaluation Model of Collaborative Software Engineering Tools[J]. Computer & Digital Engineering, 2011, 39(11): 170-174.)
- [6] 李进华. e-Science环境下的科学工作流实现及其应用研究(1)——概念、架构与设计[J]. 情报科学, 2009, 27(9): 1394-1399. (Li Jinhua. E-Science-Based Implement of Scientific Workflow and Its Application (1) - Concept, Architecture and Design[J]. Information Science, 2009, 27(9): 1394-1399.)
- [7] 张鹏翼, 王丹雪, 唐震怡. 在线知识协作行为研究: 团队成员亲密性及协作倾向的影响[J]. 图书情报工作, 2022, 66(8): 21-31. (Zhang Pengyi, Wang Danxue, Tang Zhenyi. Research on the Online Knowledge Collaboration Behaviors: The Influence of Team Member Intimacy and Collaborative Tendencies[J]. Library and Information Service, 2022, 66(8): 21-31.)
- [8] Cao Y, Li S, Liu Y, et al. A Comprehensive Survey of AI-Generated Content (AIGC): A History of Generative AI from GAN to ChatGPT[EB/OL]. [2023-06-25]. <https://arxiv.org/abs/2303.04226>.
- [9] 王树义, 张庆薇. ChatGPT给科研工作带来的机遇与挑战[J]. 图书馆论坛, 2023, 43(3): 109-118. (Wang Shuyi, Zhang Qingwei. ChatGPT's Opportunities and Challenges for Researchers[J]. Library Tribune, 2023, 43(3): 109-118.)
- [10] 李白杨, 白云, 詹希施, 等. 人工智能生成内容(AIGC)的技术特征与形态演进[J]. 图书情报知识, 2023, 40(1): 66-74. (Li Baiyang, Bai Yun, Zhan Xini, et al. The Technical Features and Aromorphosis of Artificial Intelligence Generated Content (AIGC) [J]. Documentation, Information

