

引用:袁良志,海佳丽,汪润,邓文萍,肖勇,常凯.知识图谱驱动的中医药标准数字化探索与实践[J].中医导报,2025,31(1):225-230.

智能中医

# 知识图谱驱动的中医药标准数字化探索与实践\*

袁良志<sup>1</sup>,海佳丽<sup>1</sup>,汪润<sup>1</sup>,邓文萍<sup>1,2</sup>,肖勇<sup>1,2</sup>,常凯<sup>1,2</sup>  
(1.湖北中医药大学信息工程学院,湖北 武汉 430065;  
2.湖北时珍实验室,湖北 武汉 430065)

[摘要] 目的:解决传统中医药标准文件管理中存在的效率低、更新慢和难以共享等问题,提出一种基于知识图谱技术的中医药标准数字化新方法,提升标准信息管理和应用的效率和准确性。方法:选取中国中医药信息学会发布的93项团体标准,通过构建中医药标准的本体模型,利用自然语言处理技术和大语言模型,对标准文件进行文本处理和数据映射,形成具有语义关联的中医药标准知识图谱,并搭建相应的管理与应用系统。结果:成功构建了中医药信息标准文件知识图谱,包括7 431个实体、9 700个关系和11 814个属性值,并将这些数据存入Neo4j图数据库。基于此开发了中医药信息标准管理与应用系统,支持标准关联图谱展示、精确检索和图谱动态更新等功能,提高了中医药标准信息的管理效率和查询效果。结论:本研究通过知识图谱技术实现了中医药标准的数字化表达和结构化管理,有效提升了标准信息的查询效率和理解度。

[关键词] 中医药标准;标准数字化;知识图谱;大语言模型

[中图分类号] R2-03 [文献标识码] A [文章编号] 1672-951X(2025)01-0225-06

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2025.01.043

## Exploration and Practice of Digitalization of Traditional Chinese Medicine Standards Driven by Knowledge Graph

YUAN Liangzhi<sup>1</sup>, HAI Jiali<sup>1</sup>, WANG Run<sup>1</sup>, DENG Wenping<sup>1,2</sup>, XIAO Yong<sup>1,2</sup>, CHANG Kai<sup>1,2</sup>

(1.College of Information Engineering, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan Hubei 430065, China;

2.Hubei Shizhen Laboratory, Wuhan Hubei 430065, China)

[Abstract] Objective: To solve the problems of low efficiency, slow updates, and difficulty in sharing in the management of traditional Chinese medicine (TCM) standard documents, and to propose a new digital method for TCM standards based on knowledge graph technology to improve the efficiency and accuracy of standard information management and application. Methods: The study selected 93 group standards released by the China Information Association of Traditional Chinese Medicine. By constructing an ontology model for TCM standards and utilizing natural language processing techniques and large language models, the standard documents were subjected to text processing and data mapping to form a semantically related knowledge graph of TCM standards, and a corresponding management and application system was built. Results: A knowledge graph for TCM information standard documents was successfully constructed, comprising 7 431 entities, 9 700 relationships, and 11 814 attribute values, and the data was stored in the Neo4j graph database. Based on this, a TCM information standards management and application system has been developed, which supports functions such as displaying standard association graphs, precise retrieval, and dynamic updating of graphs, improving the management efficiency and query effectiveness of TCM standard information. Conclusion: This study achieved

\*基金项目:国家中医药管理局中医药信息项目(GHC-2023-ZFGM-005);国家中医药管理局标准化项目(GZY-FJS-2020-209)

通信作者:常凯,男,高级实验师,研究方向为中医药信息化与标准化

the digital representation and structured management of TCM standards through knowledge graph technology, effectively enhancing the query efficiency and comprehension of standard information.

[Keywords] traditional Chinese medicine standards; standard digitalization; knowledge graph; large language Model

随着中医药现代化和国际化的不断推进,中医药标准化在保持和发扬中医药特色优势、推动传承创新发展中发挥的重要作用日益凸显<sup>[1]</sup>。然而,传统的中医药标准文件管理方式效率低、更新慢且难以共享。传统标准文件多为纸质或PDF格式,数据结构化程度低,分散存储在不同机构,导致信息获取和共享困难<sup>[2]</sup>。标准文件常有重复内容,难以捕捉信息间的关联,增加了工作量并降低了标准的整体质量。随着科技进步,标准内容需及时更新,而传统更新方式耗时耗力,无法反映最新动态,影响标准的适用性和先进性。此外,标准文件发生了更新,但引用该标准文件的标准却无法同步更新,造成标准不一致和信息差异,阻碍了标准化的发展<sup>[3]</sup>。

在数字经济的推动下,标准数字化成为必然趋势。标准数字化能够提高标准制定和推广效率,促进标准解读与应用<sup>[4]</sup>,是推动数字经济发展的基础。国外标准数字化研究工作起步较早,如国际标准化组织(ISO)<sup>[5]</sup>和国际电工委员会(IEC)<sup>[6]</sup>等国际组织和机构在标准数字化方面发挥了重要作用。其制定的一系列通用数据标准为全球各国的数据交换和共享提供了规范<sup>[7]</sup>。此外,随着技术发展,标准数字化研究得到了极大的推动。资源描述框架(RDF)<sup>[8]</sup>、Web本体语言(OWL)<sup>[9]</sup>和可扩展标记语言(XML)<sup>[10]</sup>等技术的应用,促进了标准数据的语义集成与理解<sup>[11]</sup>。我国数字中国战略推动着标准数字化研究,迫切需要充分利用数字化技术,重构标准制订全生命周期,挖掘标准知识的数字化表达形态和应用体系<sup>[12]</sup>。

本研究提出了一种基于知识图谱技术的中医药标准数字化新方法。该方法通过分析中医药行业标准文件的结构,构建了适应标准数字化的本体框架模型,并利用大语言模型技术构建了中医药标准知识图谱。

## 1 资料与方法

1.1 资料来源 选取中国中医药信息学会已经发布的93项团体标准(<https://www.ttbz.org.cn/>)为实例开展中医药信息标准数字化实践研究,为后续的中医药标准数字化流程构建中医药信息标准文件知识图谱提供资料支持,进而验证知识图谱驱动的中医药标准数字化研究的可行性。

1.2 设计思路 标准知识图谱是一种组织和表达标准数据之间语义关联的结构化知识表示方式。其构建过程主要包括本体层构建和数据层处理。

1.2.1 本体层构建 本体是知识图谱的基础,可对中医药标准文件中的实体和关系进行抽象和定义,以实现中医药标准知识的结构化表示。本体的构建需要结合中医药领域专家知识和中医药标准文件内容,通过建立概念之间层次结构和定义不同概念之间的逻辑关系,形成中医药标准领域的本体模型。

1.2.2 数据层处理 数据层处理是将标准文件中的数据转化为本体模型的过程,可归纳总结为以下3个部分。(1)对中医药标准文件进行文本处理,包括文本分词、词性标注和命名实体识别等技术,以抽取文本中的实体和属性信息。(2)通过将从文本中提取出的实体和属性信息与本体模型进行对应,使得中医药标准数据映射到本体模型中,形成具有语义关联的中医药标准知识图谱。(3)根据实际需求,开展中医药标准可视化展现、标准知识智能问答、标准的机器可读等应用。其总体思路见图1。

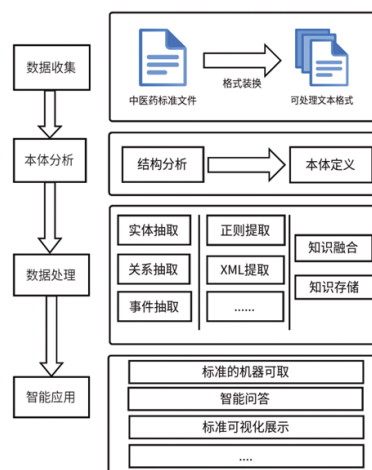


图1 知识图谱驱动的中医药标准数字化总体思路

## 1.3 构建过程

1.3.1 本体层构建 本体构建的目的在于建立一个形式化的本体模型,将领域知识以概念层次结构和关联关系进行描述,并定义实体及其之间的联系。中医药标准文件除通用的标准结构层次外,还需要依据不同标准类别和内容表达进行细分,实现中医药标准文件通用知识和领域知识的多维度关联。

1.3.1.1 标准结构分析 按照国家标准的规范,标准文件组成要素主要包括封面、前言、范围、规范性引用文件、核心正文部分和附录等部分<sup>[13]</sup>。(见图2)标准文件按照要素分为一般规范类要素、核心技术类要素和资料补充类要素。其中一般规范类要素主要包括封面、目录、引言等在每个标准文件中格式和位置固定存在的要素,位于标准文件的前半部分。核心技术类要素主要包括正文部分的内容,是标准文件的主体部分,直接影响着标准文件实际应用效果。核心技术类要素详细描述了标准的技术要求、测试方法、评价指标等,可确保标准的可执行性和统一性。资料补充类要素主要包括附录和参考文献等。作为补充性内容出现在标准文件的最后部分,核心技术类要素主要提供标准编制过程中的补充信息,如示

例、数据表格等,有助于读者更好地理解和应用标准。

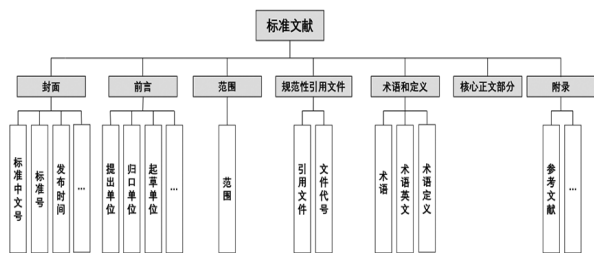


图2 标准文件主要组成部分

1.3.1.2 标准语义关系网络构建 《健康信息学—中医学语言系统语义网络框架》(GB/T 38324-2019)<sup>[14]</sup>作为中医药语义网络的顶层设计,系统性描述了中医学语言系统概念间的关系,适用于中医学知识体系构建<sup>[15]</sup>。本研究从中医药领域的语言体系中捕获与标准内容有关的技术要素,对涉及的术语、概念以及它们之间的语义关系进行分析,以准确表达不同实体间的语义类型及上下位结构。(见图3)

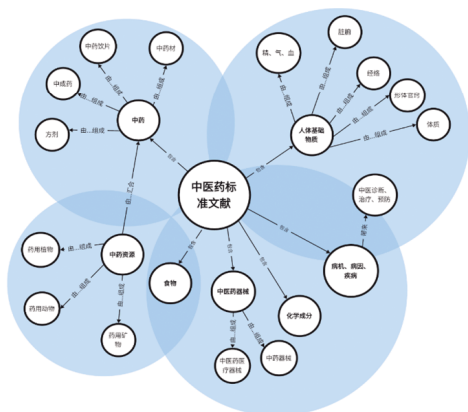


图3 实体语义相关关系图

研究标准文件内容,可依据不同类别标准辨析出其核心技术类要素所涉及的术语、概念及其关系。本研究按照中医药标准体系分类<sup>[16]</sup>,重点围绕基础标准类、技术标准类和管理标准类,使用中医药学语言系统语义网络框架所定义的结构对标准数据进行抽取,如:针对特定的药物制剂标准,从标准文本中提取出药材名称、药物配方、生产工艺等关键术语,并通过语义网络框架建立起它们之间的语义关联;在核心内容中主要提取其中的代码,并将其他介绍性内容作为相关属性存储;通过该构建方式,准确地记录标准核心内容中的关键要素,确保标准的重要信息保留和利用。(见图4)

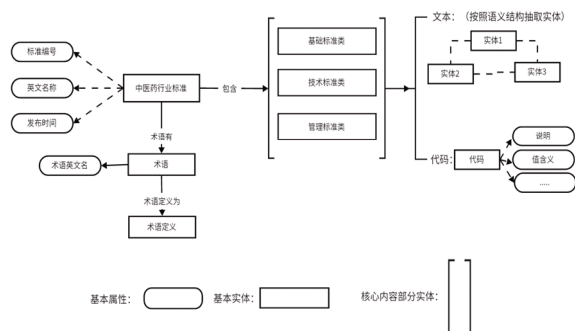


图 4 中医药标准数字化本体架构图

### 1.3.2 数据层处理

通过本体层所设定的中医药标准数字

化本体,利用自然语言处理技术将中医药标准数据映射到本体模型中,就可以从大量标准文件中提取出所需要的知识,并将非结构化的数据转换为结构化的数据进行存储,形成具有语义关联的中医药标准知识图谱<sup>[17]</sup>。

1.3.2.1 数据处理流程 在中医药标准文件数据层处理过程中,本研究通过模块或者固定格式直接定义了较为直观的一般规范类要素(如类型、名称、发布时间、起草单位等)的类型和属性。较为复杂的核心技术类要素包含了众多的中医药技术要素和内容。(见表1)因此本研究采取更为复杂的方法进行提取,主要包括以下步骤。(1)定义和识别技术要素:开展标准文件调研,理解各种技术要素的属性和概念;与中医药行业有关专家合作,明确各技术要素的定义和分类。(2)属性概念的多样性处理:针对不同内容,构建一个高细粒度的本体模型,以表示不同技术要素之间的关系。利用自然语言处理技术(如上下文分析和语义理解)处理和解析技术术语的复杂性,将技术要素与其属性、概念以及相互之间的关系结合起来。(3)数据提取和处理:为特定的技术要素制定规则,借助机器学习和深度学习模型,自动化地提取相关信息,以识别和抽取复杂的技术属性。(4)技术要素的归一化和标准化:去除无关信息,纠正错误,统一技术术语的表述,最终将提取出的中医药标准信息转换为统一的格式进行存储。

表1 中医药标准文件核心要素及内容分类

核心内容分类	主要技术要素
名词术语类	名词及用语的名称和定义
分类与代码类	分类原则和代码
基本数据元类	数据元专用和公用属性
技术操作规范类	技术操作的原则、步骤和方法
临床诊疗指南类	疾病诊断与治疗
中药材资源类	中药材种质保护与利用
中药临床应用类	中药临床评价与合理用药
基本功能规范类	系统的功能及业务要求
建设指南类	系统的建设原则、步骤和维护

1.3.2.2 信息抽取 信息抽取是从非结构化文本中提取结构化信息的过程,涉及从各种文本中抽取实体、关系和事件等关键信息以构建语义关联的知识库。传统信息抽取方法包括模型匹配、机器学习和深度学习等<sup>[18]</sup>,大多数依赖于高质量标注训练数据,但在复杂语境下效果有限,对语义理解和歧义消除的能力有限,且无法直接处理整个标准文本文件。特别是在标准数据化系统构建过程中,由于缺少带标注的训练数据,深度学习方法不能够很好地识别文本中的非连续实体和嵌套实体。因此,提出一种更加便捷和准确的实体识别应用方法,并将其应用于标准文件实体提取任务中变得更加迫切。

随着大规模语言模型,如GPT-3.5、LLaMa和ChatGLM3的发展,非结构化文本中的知识提取变得更加智能化和自动化。这些模型通过大量数据训练形成强大的语义识别能力,能够精确捕捉文本的上下文信息,从而有效判断目标实体的类型及其在文中的边界。近期研究集中探索了这类模型在命名实体识别、医疗问答系统应用中的效能<sup>[9]</sup>,并发展了新的架构以通过自我验证机制解决模型中的误识别问题。



大语言模型不仅能够捕捉到文本中的细微差别,还能理解上下文中的隐含含义,从而更有效地识别和提取标准文本中的关键信息。同时,在大规模文本数据上进行预训练后,大规模语言模型具有较强的迁移学习能力,可以适应不同领域和任务的知识抽取需求<sup>[20]</sup>。大规模语言模型在解决对话任务、命名实体识别、关系抽取等任务上效率和性能有明显提升,不仅加速了知识图谱的构建过程,还提升了数据处理的质量和深度。总体而言,大语言模型的智能化和自动化特性,以及其在语义理解和知识抽取方面的卓越表现,使其成为优选的工具,能够有效提高解决任务的效率和性能,为信息抽取过程带来更大的便捷和准确性。

**1.3.2.3 数据规范和处理** 从文本中提取知识的过程中通常会出现同义词问题,最常见的就是一个实体有多种不同的表达,如名称、别名、缩写等,甚至是错误的表述。因此,抽取后的数据需要整合成统一的知识表示形式,并进行数据清洗和质量优化。这包括去除冗余数据、解决数据不一致性问题,并且所有实体和关系在知识图谱中需准确表示<sup>[21-22]</sup>。

实体规范可以引入外源知识库,并通过实体链接技术,将文本中识别的实体(如中医药术语、中药名称等)映射到知识库中<sup>[23]</sup>,清晰地界定和归类中医药标准数据中的关键概念,确保数据的一致性和准确性。实体规范还可以有效地将散落在不同文档中的相同实体识别并关联起来。这样在构建知识图谱时,相同的概念或实体能够在整个数据集中保持一致性,从而提升整个知识图谱的质量和可靠性。

**1.3.2.4 知识图谱构建** 知识图谱构建的核心在于将处理后的结构化数据以图形的方式直观呈现,通常采用图数据库进行存储。图数据库可以显著提高知识图谱的查询效率和数据分析的深度,便于快速发现实体间的直接和间接联系,执行复杂的图查询和分析,如寻找最短路径、计算节点的重要性等。图数据库还支持知识图谱中的关系推理和数据挖掘<sup>[24]</sup>。此外,图数据库的灵活性和扩展性使得知识图谱可以随着新数据的加入而轻松更新和扩充,从而保持其时效性和准确性。

在图数据库中,实体被表示为节点,而实体间的各种关系则以边的形式体现。如中药材“马钱子”可以是1个节点,节点上存储有关该中药材的详细信息,如代码类别、详细代码和说明等。它的类别属于中药材,同时指向所属标准文件,确保每个实体和关系得到精确表示。

## 2 结 果

**2.1 构建中医药信息标准文件知识图谱** 本研究收集了中医药信息标准文件的中文名称、英文名称、CCS分类号、标准号、术语中文名称、术语英文名称、术语定义和内容等基本信息,并将这些信息按照预定格式提取。在处理中医药信息标准PDF文档时,本研究利用文字识别技术(OCR)将其转换为可读文本,然后再进行下一步处理,但是在处理PDF格式数据中的表格数据时往往会出现乱码和失序的情况。为有效解决PDF文件内容识别及提取问题,本研究选用了LangChain框架<sup>[25]</sup>。LangChain框架是大型语言模型应用开发框架的典型尝试,专门用于开发由大型语言模型(LLM)驱动的应用程序框架。其关键优势在于能够将LLM模型与外部数据源有效地连接,同

时提供与LLM模型交互的能力。LangChain拥有大量的文档加载器,可直接加载PDF文件并交给LLM模型处理。PDF文本过长,可能会遇到Token数量限制或显存溢出的问题。加载的PDF文件需进行文本分割,按内容划分为不同片段,且文本片段需进行向量化,以构建向量数据库。(见图5)

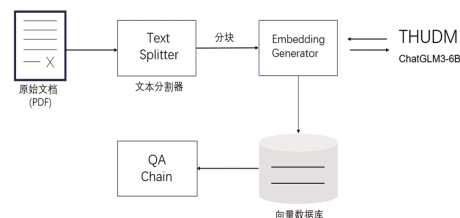


图5 构建向量数据库流程图

激发大型语言模型的提取能力通常采用两种主要方法:提示工程和微调。提示工程是指通过设计特殊的提示来引导模型实现特定任务,而无需对模型进行额外的训练。本研究通过巧妙的提示设计来引导模型产生更为有效的输出结果,如使用表2所示的提示语句,对中医药信息标准文件进行标准信息抽取时,使用提示语句去抽取相应数据。但大语言模型输出具有一定的随机性,即输出格式存在多种可能,需要再设置一层prompt模板对中医药信息标准抽取输出的格式进行封装,给出更加具体的命令返回指定的格式,如:“请以这样的格式(Json)输出我们想要的数据”[{"标准名": “”,“标准编号”: “”,“发布时间”: “”}]。

表2 大型语言模型提示模板示例

提示模板	示例文本
Prompt1	请输出该标准文件的标准名、发布时间及其对应英文名
Prompt2	请输出该标准的起草单位和起草人
Prompt3	请输出标准中出现的术语及其对应的英文名和说明

本研究采用清华大学的ChatGLM3-6B模型,结合LangChain技术和精心设计的提示(Prompt),提取中医药标准文本信息,将提取后的数据首先储存于Excel中,然后根据事先定义的中医药标准数字化本体模型,将数据准确地导入到相应的结构中。结果获取实体7 431个,关系9 700个,属性值11 814个。本研究将这些数据存入Neo4j图数据库,形成了完整的中医药信息标准文件知识图谱。(见图6)

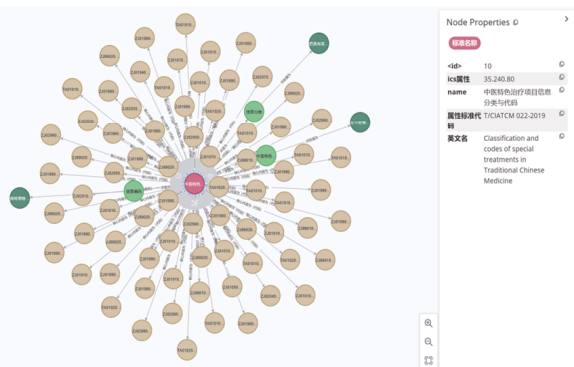


图6 中医药标准文件知识图谱示例

**2.2 搭建中医药信息标准知识图谱应用系统** 本研究基于主流的前后端技术搭建了中医药信息标准文件知识图谱管理与应用系统。在前端方面,本研究选用Vue.js作为主要前端

框架,结合Element UI来构建用户友好、响应迅速的界面。Vue.js的组件化开发模式及驱动特性使得前端开发更加灵活和高效。对于后端,本研究选择Spring Boot作为服务端的框架,用于构建可靠、高性能的后端服务。Spring Boot提供了丰富的功能和简化的开发流程,使得系统的搭建和维护更加便捷。作为整个系统的总入口,Spring Boot不仅能够有效地调度前端请求,还能确保系统的稳定性和安全性。在知识图谱的支持方面,本研究引入了Flask框架作为微服务,专门用于提供知识图谱的算法支持。Flask的轻量级和灵活性使其成为理想的微服务框架,且Flask能够有效地处理知识图谱的计算和转发任务。数据库则选用Mysql、Neo4j和Redis分别存储布局信息、图节点关系信息及缓存及图ID的生成。(见图7)。该系统主要应用场景包括标准关联图谱展示、标准全局检索和图谱动态更新等。

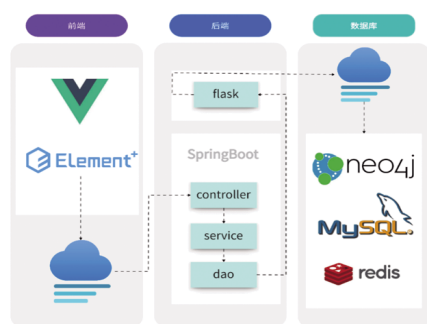


图7 系统总体架构图

**2.2.1 标准关联图谱展示** 本系统采用图数据库技术,存储实践的中医药信息标准文件知识图谱,并通过后端服务与前端界面的连接,提供便捷、高效的中医药标准文件查询和分析服务,从而通过图形化展示标准之间的关联关系实现高效的数据查询与可视化展示。

主界面不仅可以直接浏览中医药信息标准知识图谱,还可以通过简单的关键词进行基本查询,找到与所关注的中医药信息标准相关的文献资料以及核心内容。查询结果可显示中医药信息标准文件的重要信息,如标准中文名称、标准英文名称、CCS分类号、标准号、术语中文名称、术语英文名称、术语定义等。同时核心界面能提供多个关键词和筛选条件进行复杂查询。(见图8)

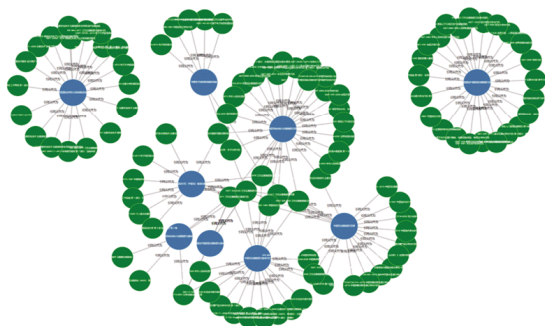


图8 系统中部分图谱展示

**2.2.2 标准精确检索** 用户可通过关键词或其他查询条件,对整个知识图谱进行精确检索。这种搜索不仅限于文本信息,还包括图谱中的关系和属性。查询结果能以图结构形式

进行可视化展现,从而为用户提供全面、精确的查询结果。(见图9)



图9 系统检索功能展示

**2.2.3 图谱动态更新** 为了确保标准的时效性和准确性,本研究为每个标准文件版本设立了单独的数据表单,以允许用户跟踪标准的演变。知识图谱支持用户参与标准的更新,提供标准更新或修订反馈渠道,允许用户提交标准意见、建议和报错报告,改进标注文献的质量和准确性。未来的研究将重点实现通过自动化数据抓取、定期更新任务、与标准制定机构数据源连接来实现标准文件数据的及时更新,以确保用户获得最新标准知识。

### 3 讨论

本研究利用自然语言处理技术和大语言模型对标准文件进行了深入处理,实现了内容的细粒度抽取,包括术语、定义、规则和关系等信息的精确识别和分类。在此基础上,本研究通过逻辑存储和关系建模方法,将处理后的数据整合到一个语义丰富的知识图谱中。知识图谱的构建不仅提升了中医药标准信息的管理和应用效率,还为数据的跨领域应用和智能化处理奠定了基础。标准信息可以通过图谱进行关联和推理,支持复杂查询和动态更新,进一步增强了标准信息实用性和灵活性。图谱的可视化展示功能,使用户能够直观地理解标准信息的结构和内容,促进了中医药知识的传承和传播。这不仅提高了标准信息的管理效率,还为中医药行业的发展和标准普及提供了新的技术路径,展示了数字化技术与传统中医药知识结合的巨大潜力。

尽管知识图谱的构建面临一些技术挑战,如异构数据整合、语义冲突解决和大规模数据处理等问题,未来的研究将致力于提升图谱构建效率,探索通用的标准本体构建方法,并加强知识抽取的精确度和自动化水平。

### 参考文献

- [1] 常凯,付文娇.中医药标准推广应用策略研究[J].中华中医药杂志,2017,32(3):1156-1158.
- [2] 乔岩,吴至友,高恒,等.融入单元格结构信息的表格抽取方法[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2024,41(2):137-144.
- [3] 杨德相,李剑锋.基于知识图谱的标准知识管理研究[J].标准科学,2023(4):39-45.
- [4] 张佩玉,裴继超,邬贺铨.标准数字化是大势所趋[J].中国标准化,2022(7):24-29.
- [5] 何芮,杜琳琳,安小米.档案国际标准化工作:概况、趋势与

- 经验启示[J].档案学研究,2024(3):64-68.
- [6] 杨晶.国际国内远程教育服务标准的对比研究[J].大众标准化,2024(11):13-15.
- [7] 宋婕.标准数字化:未来发展新趋势:国际标准化组织(ISO)数字化战略综述[J].工程建设标准化,2021(10):51-54.
- [8] 王翔.基于滑动窗口的流式RDF数据的模式匹配方法[J].计算机工程与设计,2024,45(5):1458-1464.
- [9] 隗昊,孙瑜.基于OWL的民族节日领域本体的构建研究[J].信息技术与信息化,2016(11):87-89.
- [10] 张金玉,李婷婷,马凤乾.基于XML的多类型数据解析软件设计[C]/天津市电子工业协会2024年年会论文集.天津,2024:250-255.
- [11] 袁满,褚冰,陈萍.知识图谱构建中的语义标准问题研究[J].情报理论与实践,2020,43(3):131-137.
- [12] 于欣丽.对我国标准数字化工作的几点思考[J].中国标准化,2022(5):7-13.
- [13] 赵伟,张宽,望俊成.标准文献知识图谱构建的模型设计与集成方法[J].情报工程,2021,7(6):58-66.
- [14] 中国中医科学院中医药信息研究所,中国标准化研究院. GB/T 38324-2019健康信息学:中医药学语言系统语义网络框架[S].北京:中华人民共和国国家市场监督管理总局,2020.
- [15] 贾李蓉,于彤,李海燕,等.中医药语义网络的顶层框架研究[J].中国数字医学,2015,10(3):54-57.
- [16] 常凯,王茂,马红敏,等.中医药标准体系表研究[J].中医杂志,2014,55(2):95-98.
- [17] 刘灿.基于知识图谱的药方辅助推荐系统实现[D].重庆:西南大学,2023.
- [18] 孔静静,于琦,李敬华,等.实体抽取综述及其在中医药领域的应用[J].世界科学技术-中医药现代化,2022,24(8):2957-2963.
- [19] 杨波,孙晓虎,党佳怡,等.面向医疗问答系统的大语言模型命名实体识别方法[J].计算机科学与探索,2023,17(10):2389-2402.
- [20] 张鹤译,王鑫,韩立帆,等.大语言模型融合知识图谱的问答系统研究[J].计算机科学与探索,2023,17(10):2377-2388.
- [21] 封皓君,段立,张碧莹,等.双向循环进化的实体链接及知识推理框架[J].系统工程与电子技术,2022,44(9):2878-2885.
- [22] YUAN Y H,HOU Y C,ZHANG Z G. Research on the value of stock investment based on factor analysis and Cluster analysis[C]//Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Business and Policy Studies (part4), 2023.
- [23] 彭琳,宋璐,熊玲珠,等.医学领域知识融合研究进展[J].计算机工程与应用,2024,60(9):48-64.
- [24] 高晓苑,高文佳,王欣宇,等.基于医案文本的名老中医诊疗知识图谱构建方法及应用[J].世界科学技术-中医药现代化:1-8.
- [25] 桑基韬,于剑.从ChatGPT看AI未来趋势和挑战[J].计算机研究与发展,2023,60(6):1191-1201.

(收稿日期:2024-03-24 编辑:蒋凯彪)