

基于知识元的细粒度医学量表文档 知识表示框架构建*

孙海霞 郝洁 郭臻 沈柳

(中国医学科学院/北京协和医学院医学信息研究所, 北京 100020)

摘要: 针对当前医学量表资源组织与服务粒度相对粗放问题, 提出一种细粒度医学量表文档知识表示框架, 促进医学量表资源的语义化组织与服务。以常用心理卫生评定量表为例, 针对量表文档内容特征, 基于知识元理论, 分析量表文档蕴含的内容知识元、内容知识元集合及其语义关系, 描述形成一种细粒度、层次化的量表文档知识表示框架。该框架包含1个量表实体知识元、6类核心功能修辞结构知识元和74个内容知识元, 并定义其间存在的层级关系和8类相关关系。应用本框架进行医学量表资源知识表示与处理控制, 可提升医学量表资源的语义化组织与服务能力。

关键词: 量表文档; 医学量表; 知识元; 知识组织; 知识表示; 细粒度

中图分类号: G302; G255 **DOI:** 10.3772/j.issn.1673-2286.2023.12.009

引文格式: 孙海霞, 郝洁, 郭臻, 等. 基于知识元的细粒度医学量表文档知识表示框架构建[J]. 数字图书馆论坛, 2023(12): 86-98.

众多学科理论研究和实践常常需要对群体或个体的心理、行为和社会现象等进行观察, 并对观察结果以数量化方式进行评价和解释。学者需要按照标准化程序或利用工具开展这一活动, 所采用的标准化程序或工具即为量表 (Scales)^[1]。量表具有问卷、指数、评定量表等不同称谓或表现形式, 如医学领域的《Rutter 儿童行为问卷》《康奈尔医学指数》《社会支持评定量表》。量表的突出功能是将抽象的理论变量转化为可观察的具体测量项目, 帮助人们理解抽象理论变量的实质内涵和实际情景表现, 如Watson等^[2]开发的情绪自评量表中, 为便于调查对象理解“消极情绪”这一理论变量, 设置了“心烦”“内疚”“恐惧”等项目。量表编制是一项科学研究活动, 需要结合文献研究、定性研究和定量研究, 遵循测量概念定义与分解, 测量项目编制、

筛选、优化, 预调查, 信度、效度检验等科学程序^[1], 因此, 量表也是科技工作者进行科学探索的结晶, 蕴含着丰富的专业化科技成果和新知识发现, 极具参考价值和应用价值, 与期刊论文、科技报告等共同构成助力科技创新的战略性资源。由于量表开发过程的复杂性, 寻求和复用现存的量表往往是科学研究和实践活动的优先选择^[1, 3]。例如: 医学领域的《症状自评量表SCL-90》在国内外被广泛用于各类人群的心理问题筛查^[4]; 《世界卫生组织生活质量量表》被翻译成近30种语言^[5], 在世界范围内获得使用, 并在应用中被改编成不同版本, 如测量项目数量层面的完整版和简表、测量对象或场所层面的综合版和专用版等。因此, 量表资源知识组织研究可以助力科学研究和实践创新, 提升科技资源知识组织研究的系统性。

收稿日期: 2023-10-16

*本研究得到国家自然科学基金项目“基于知识组织的量表资源语义互联研究”(编号: 21BTQ069)、中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目“医学知识管理与智能化知识服务关键技术研究”(编号: 2021-I2M-1-056)、国家重点研发计划“多源信息融合的心肺功能评测康复技术临床应用与评价”(编号: 2022YFC3601005)资助。

量表文档是量表信息和知识的载体。当前量表文档组织与服务实践基本以整篇文档为基本单位, 相对粗放, 与用户量表知识需求不匹配。在科学研究与实践中, 用户对量表的检索需求不仅是获得整个量表文档, 还包括量表包含的概念、测量项目等, 用户希望获得能够反映某一指标或理论变量的所有测量项目、项目的理论解释和适用情境(如人群)、量表的起源与发展脉络, 以及表征量表质量的常模、信度、效度等测量属性知识^[3, 6]。目前这些活动主要基于人工逐篇浏览量表及其关联文档(如学术论文)进行, 极大耗费了用户的时间和精力^[7]。如果能够多粒度、层次化地全面揭示量表所包含的知识点, 将能够实现量表知识组织、服务控制单位从粗粒度的文档单元深入到细粒度的知识单元, 从而高效地满足用户多粒度、精细化和集成化的量表知识发现、理解和使用需求。

虽然目前对于知识基本构成单元的形式和概念还没有统一的认识, 但知识元已成为学界主要的代表性观点和称谓构成之一^[8-9]。知识元因具有良好的自包含性、传递性、可扩展性、可重组性等特性^[10], 符合人脑的知识认知、存储、利用和知识工程的粒度化知识处理需求^[11], 已被用于科技文献资源的细粒度语义描述和知识表示研究与实践。学者们通过分析文献包含的知识元, 定义知识元包含的信息内容及相互间关系, 探索新的知识组织与管理方式, 以更好满足用户深度知识需求。在此背景下, 本文以常用心理卫生评定量表为例, 通过深入分析量表文档全文文本构成及其语义功能, 识别、归纳其包含的知识元, 定义知识元包括的信息内容及相互间语义关系, 构建医学量表文档知识元表示框架, 实现对医学量表文档内容及语义关系的多粒度、层次化描述与揭示, 以期为医学量表文档及相关资源的知识标引、组织与服务实践提供理论支撑。

1 相关研究与实践

1.1 量表文档组织与服务

美国食品药品监督管理局在有关医疗产品使用患者报告结局测量工具的业界指南中规定, 企业在提供基于量表的产品或服务时, 除了需提供量表工具, 如问卷, 还需要提供其配套文档, 对量表适用范围、标准化测量属性(如信度、效度)等特征进行描述^[12]。本文的量表文档泛指量表工具及其配套文档。目前量表文档出版、发布

与共享形式可归纳为附件式、工具书式和数据库式。

(1) 附件式量表资源组织与服务, 主要表现为将量表工具作为期刊论文、学位论文、专著等科技文献的附件供用户浏览与查阅。首先在支持研究数据收集的量表(如各种原始问卷)与学术文献两者之间建立关联, 然后在用户检索、浏览和使用学术文献时提供量表链接等关联服务。这是目前量表的主要存在和服务实践形式, 常见于Web of Science、Scopus等学术数据库, 为科研人员访问、获取量表工具提供了便利。不足之处在于, 量表和学术文献的关联主要以文档为单位, 未深入至量表内容特征层面, 用户还需要人工查阅全文以获取细粒度量表知识。

(2) 工具书式量表资源组织与服务, 主要表现为围绕某个主题或应用, 将相关量表汇集在一起, 并以特定的方式组织、编排成图书^[13]进行出版与发布。工具书式组织和服务的优势在于, 对量表知识的介绍比较全面和系统, 且多经编者遴选和二次加工, 这在一定程度上减轻了用户查阅负担。不足之处在于, 仍然以篇章为基本组织单位, 且多以PDF格式发布, 既不利于用户非线性阅读^[14], 也不利于计算机开展内容处理与计算。

(3) 数据库式量表资源组织与服务, 即基于特定应用术语系统, 通过对现有量表项目进行筛选、分类等, 形成量表项目数据库, 支持量表检索、数据收集和量化分值计算服务, 如医学领域的患者报告结局测量信息系统^[15]实现了以测量项目为基本单元的量表组织与服务。这种形式可在一定程度上细化量表资源的加工控制与服务粒度, 但目前多采用元数据技术进行量表资源描述, 侧重于对单一量表包含的测量概念、测量项目的描述, 缺乏对量表理论依据、信/效度检验方法、计分方法等其他知识属性和关系的描述。量表知识仍然蕴含在量表工具的配套文档或相关的期刊论文、研究报告等文献中, 尚未获得加工与揭示。用户在决定是否采纳量表时, 往往需要综合利用各类量表信息进行科学性、功效、敏感性、简便性、可分析性等综合评估。

综上, 如何对量表文档包含的知识单元及知识单元集合进行全面揭示, 实现量表知识表示、加工、组织和服务粒度细化, 方便计算机进行语义化处理、理解和计算, 满足用户多量表知识属性集成化获取、发现和使用需求, 仍然是量表知识服务、语义出版及相关领域需要解决的重要问题。就知识组织而言, 构建细粒度的量表文档内容知识描述与表示框架是当前迫切需要完成的工作之一。

1.2 基于知识元的科技文献内容描述与表示

科技文献是知识的核心载体,也是人们获取知识的主要途径。随着知识载体数量的爆炸式增长,如何在知识元层面实现科技文献资源内容的语义描述、揭示,将科技文献资源的控制单位从篇名、作者、单位、发表时间、关键词、摘要、参考文献、主题、学科分类号、文献来源(如期刊来源)等篇章粒度,深化到文献包含的背景、数据、方法、结论、讨论、展望、公式等较小的、具有独立语义意义的知识单元,并通过一定的结构或语义关系,形成相应的知识元体系,使基于科技文献内容的知识组织与服务深入到知识单元层面,是学界一直关注的问题。在图书情报领域,早有学者提出将知识的控制单位从文献深入到独立的公式、事实、结论等“数据元”^[16]。目前,有关知识元的研究成果已覆盖理论、方法、应用等方面:理论方面,主要关注知识元的概念、表示模型、类型分类以及利用知识元进行科技文献描述与表示等^[11, 16];方法方面,主要涉及如何利用自然语言技术开展知识元抽取、标引、挖掘、计算等^[17-18];应用方面,主要运用知识元相关理论和方法,进行知识图谱构建^[19]、知识融合^[20]、情报分析^[21]等。

相关研究目前主要聚焦期刊论文、科技报告、中医古籍、专利说明书等重要科技文献资源。学者们通过对科技文献的内容结构进行解析,借助元数据描述技术、本体建模技术、关联数据技术等,提出了不同层次和粒度的科技文本描述框架和表示模型,如:冯儒佳等^[22]结合论文篇章结构提出了粗(文章)、中(章节)、细(内容资源知识元)3个粒度的科技论文文档信息细化模型;秦春秀等^[10, 23]着眼科技文献内部特征,构建了基于知识元的细粒度科技文本内容描述框架和本体表示模型;王晓光等^[24]设计了科技论文功能单元本体;杨凤等^[25]针对中医古籍提出了“病脉证并治”知识元语义网络表示模型;傅柱等^[26-27]通过对专利文献外部特征和内容特征的语义分析,构建了细粒度的中、外文专利文献知识描述框架。化柏林^[28]、索传军等^[29]、王丽丽等^[30]深入研究了期刊论文、学位论文等科技文献中的方法知识元、问题知识元、结论知识元等更细粒度知识资源的定义、分类、语义描述规则等。

不同科技文献资源往往具有不同的文本结构,因此,学者们积极开展不同类型的科技文献内容知识元描述框架和表示模型研究。不同于期刊论文、学位论文、科技报告等科技文献资源,量表文档具有独特的逻辑

结构,如自评问卷量表本身常包括量表名称、填写说明、问题、答案等模块。不同结构模块蕴含的知识点各不相同,具有不同信息特征和功能特征,如问卷的填写说明模块常蕴含量表功能知识点“调查目的”,出现在问卷的开始处,起到让被调查者或被评定者知情、告知哪些人适合填写本问卷、告知如何填写问题等作用。因此,无法直接套用其他类型科技文献内容知识元表示框架来对量表文档包含的内容知识点及语义关系进行细粒度描述与揭示。

本文以医学领域为例,通过深入分析医学领域常用量表文档内容结构与特征,聚焦医学量表文档内容组件的语义功能,构建粒度较细、逻辑结构清晰、语义关系丰富的医学量表文档知识表示框架。

2 研究数据与研究步骤

2.1 研究数据

医学领域已形成一批成熟的量表,且被广泛用于领域理论模型验证、心理健康与行为功能评估、认知功能筛查、临床疾病诊断、患者健康结局报告、症状管理、围术期全程管理等科研与临床实践活动^[31-32]。量表从心理计量学(Psychometrics)衍生而来^[33-34],且心理卫生评定量表同时涉及患者、亚健康人群、健康人群等,不仅被广泛用于医学理论研究和临床工作,也被广泛用于社会学、情报学、传播学等其他领域理论研究,如情报学用户行为研究的兴趣、态度、情感、行为、人际关系测量^[35]。因此,选取心理卫生评定量表作为样本数据开展研究。

研究采用目的抽样和便利抽样方法,选取1999年《中国心理卫生杂志》社出版的《心理卫生评定量表手册(增订版)》^[33]和2016年人民卫生出版社出版的《儿童发育行为心理评定量表》^[36]附带的完整量表进行分析。选择这两种工具书有以下几点理由。①权威性。一方面,两种工具书收录的量表均为标准化量表,已在领域期刊上公开发表;另一方面,编者均为心理卫生领域研究人员和临床工作者。②成熟度。两种工具书收录的量表为国际上广泛使用的成熟量表,且被我国心理卫生评估工作者认可,并形成了本土版和修订版。③全面性。内容上,既有《康奈尔医学指数》等综合评定量表,也有面向认知、压力、情绪、社交等特定心理健康问题的专业量表。类型上,就评定者性质而言,既有自评量表(由受评者自己填写),也有他评量表(由专业人士

或亲密关系人根据观察或询问进行填写);就项目编排结构类型而言,覆盖数字评定量表、描述评定量表、标准评定量表等。④原文可获取性。两种工具书中有原始量表工具附录,能够减轻对原始量表工具的获取负担。⑤用户视角。两种工具书从用户选择与使用需求出发,能够从用户视角多维度凸显量表文档的功能性知识单元,这有助于最终构建的量表文档知识表示框架实现用户任务需求和量表文档语义功能的统一。

2.2 研究步骤

第一阶段:量表文档内容特征分析与初始框架构建。首先,以《心理卫生评定量表手册(增订版)》收录的105篇量表文档为样本,逐篇阅读量表文档全文,深入分析量表文档篇章结构及内容特征,识别出既在语义上相对独立,又具有一定语义关联的内容模块,并转化为一般性内容知识元进行语义描述。其次,基于内容知识元功能特征,对识别出来的知识元进行分类,形成有意义的功能型知识元集合,抽象出功能修辞结构知识元。最后,将一个明确的量表名称作为一个量表实体知识元,形成量表、功能修辞结构知识元、一般性内容知识元3个知识层级的量表文档知识表示框架。知识元的语义描述主要基于名称、定义和关系展开。

第二阶段:初始框架验证与优化。从《儿童发育行为心理评定量表》中随机选择10篇量表文档,使用初始框架进行知识元标注,检测初始框架的完备性。若发现遗漏知识元或难以使用现有知识元进行标注的知识点,则在初始框架中增加相应的知识元,并进行语义描述。最终,功能修辞结构知识元无新增;一般性内容知识元框架整体比较完备,但因《心理卫生评定量表手册(增订版)》收录量表文档无明确量表获取方式介绍,初始框架未设置细粒度的“获取方式”知识元,而《儿童发育行为心理评定量表》中的部分量表文档含有明确的获取方式模块,在知识产权类知识元下增加了“获取方式”知识元。

3 研究结果:医学量表文档知识表示框架

形成的医学量表文档知识表示框架命名为ScaleKRF,共包括1个量表实体知识元、6类功能修辞结构知识元、74个内容知识元。框架除了“整体-部分”

类层级关系,还包括丰富的相关关系。限于篇幅和可视化效果,不提供完整的框架图,在下文中分解展示。

3.1 功能修辞结构知识元

虽然不同量表文档呈现的物理构件(如正文、附录)、篇章结构与样式(包括文本、表格、图片等)多样,但从语义功能和用户任务需求角度看,其功能修辞结构知识元(见图1)基本可以归纳为“内容结构”和“说明”。“内容结构”类知识元直接用于面向受评者收集健康评估数据。“说明”类知识元用于告知用户量表的基本情况,方便用户识别和选择量表,并指导用户获取、使用量表,包括“基本情况说明”“开发说明”“标准化说明”“施测说明”“知识产权”5类知识元。“基本情况说明”类知识元是量表概貌知识的介绍,方便用户快速了解量表;“开发说明”类知识元是对量表研究特征的说明,也可称为研究说明性知识元,是用户发现和选择量表的重要参考因素,常被用于判断量表的客观性和真实性;“标准化说明”类知识元是对量表标准化程度和测量属性特征的说明,包括常模、信度、效度等核心知识元,是用户选择量表的重要依据;“施测说明”类知识元是对量表施测特征的说明,主要用于指导用户收集、分析数据,获得、解释评分结果;“知识产权”类知识元是对量表知识所属权特征的说明,用于指引用户获取、使用量表。

3.2 一般性内容知识元

3.2.1 内容结构类知识元

内容结构类知识元指量表的逻辑构成元素。依据不同测量对象和目标,量表的逻辑结构也有所不同,一般包括项目(Item)、维度(Dimension)、领域(Domain)3层^[1, 37]:若干个项目组成一个维度,对应某一概念(如“焦虑”);若干个维度组成一个领域,对应更高层次的抽象概念(如“情绪”)。因维度和领域都是量表欲反映的概念,且部分量表只有维度或者层级结构更为复杂,本研究将维度和领域统称为概念(Concept)知识元。项目和概念是量表内容结构类知识元的核心要素。此外,一个完整的量表还常包括指引受评者或评定者对整个量表或某一个测量项目做出反应的提示知识元。图2展示了内容结构类知识元核心要素及相互间语义关系。

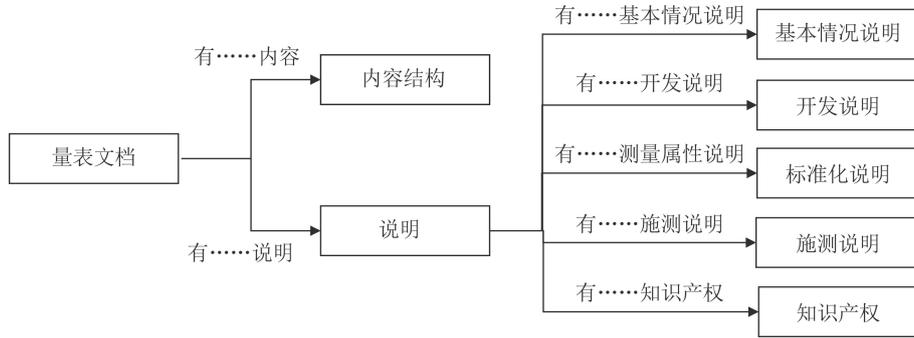
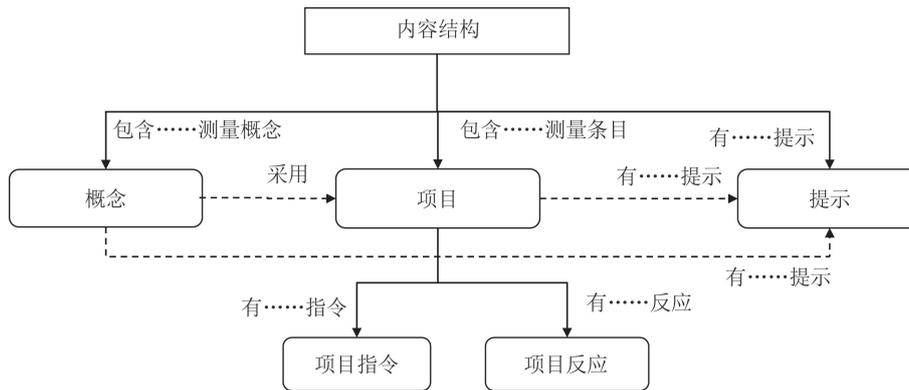


图1 ScaleKRF中的功能修辞结构知识元



注：直角方形代表功能修辞结构知识元；圆角方形代表一般性内容知识元；实线箭头表示层级语义关系；虚线箭头表示相关语义关系。

图2 内容结构类核心知识元

(1) 概念知识元：指项目测量对象，可能是一个客观测量变量，如“身高”“体重”，也可能是一个抽象的理论变量或概念，一般采用名词、短语进行描述，如《Carroll抑郁量表》(Carroll Rating Scale for Depression, CRS)中设有“精神焦虑”“躯体性焦虑”等测量概念。维度层面的概念有时也被描述为“变量”“因子”；领域层面的概念有时被描述为“因素”“分量表”“子量表”等。

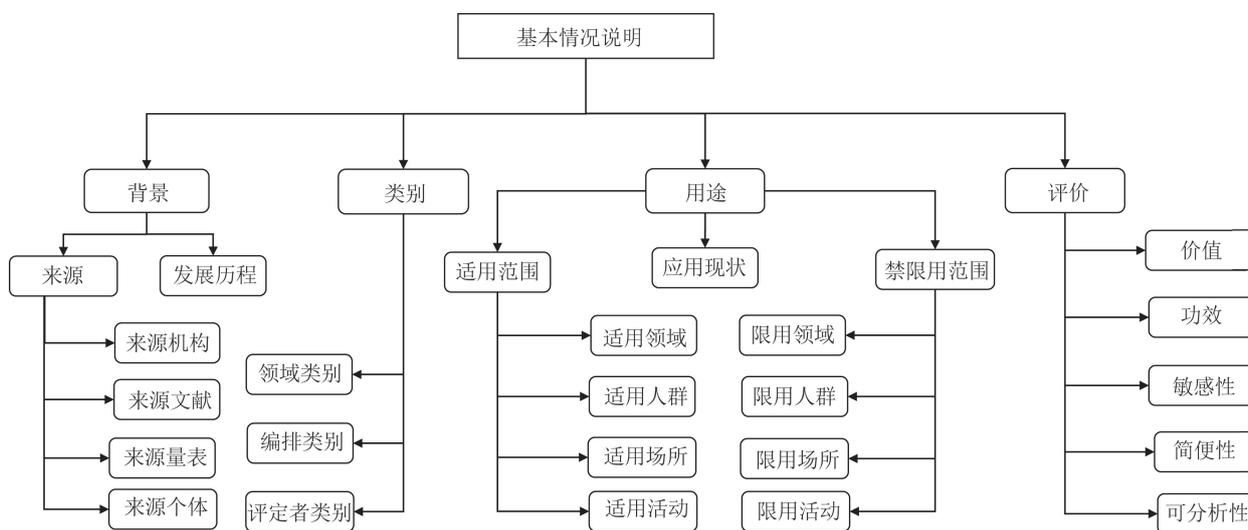
(2) 项目知识元：也称为条目知识元或指标知识元，是量表最小语义功能的构成元素。项目知识元可进一步分为“项目指令”和“项目反应”要素。“项目指令”一般通过单个简单名词、短语、陈述句或具体问题等的文本、图像、视频等模式进行呈现。“项目反应”指“项目指令”对应的可选答案项或可填写的答案项，如在《Carroll抑郁量表》中“躯体性焦虑”概念采用“我的心跳有时比平常快(是,否)”“我有较严重的头昏脑涨和晕厥感(是,否)”等项目进行测量，其中“我的心跳有时比平常快”即为“项目指令”，“是,否”为“项目反应”。

(3) 提示知识元：指引导量表测评参与者对整个量表或某一个测量项目做出反应的提醒性描述，可

能是一段话，也可能是一个短语，如“回答以下所有的叙述，按您最近几天的感受圈出‘是’或‘否’”。提示知识元在量表文档中常通过采用与概念、项目知识元不一样的格式(改变字体、字号、颜色等)来吸引测评参与者的注意；有时也有明确的标签结构和描述规则，如“说明：……”“填写说明：……”“填写方法：……”“指导语：……”“结束语：……”“注意事项：……”“备注：……”等。提示知识元常出现在量表文档正文的开头与结尾：前者多说明评定目的、评定内容范围、评定时间界定(如评定的是一周内出现的现象，还是一年内出现的现象)、频度或程度标准、记录方法与其他要求等；后者多为致谢或延伸性问题。概念级的提示常临近概念知识元；项目级的提示常处于项目知识元之后，通过括号等符号凸显。

3.2.2 基本情况说明类知识元

基本情况说明类知识元(见图3)是量表概貌知识的介绍，包括背景、类别、用途、评价，方便用户快速了解量表，并判断其是否适合自己研究目的和测量活动。



注：直角方形代表功能修饰结构知识元；圆角方形代表一般性内容知识元；箭头表示“整体-部分”层级关系。

图3 基本情况说明类核心知识元

(1) 背景知识元：有关量表由来、生成和演化等的说明。常包括来源机构、来源个体，来源文献、来源量表等信息和知识。

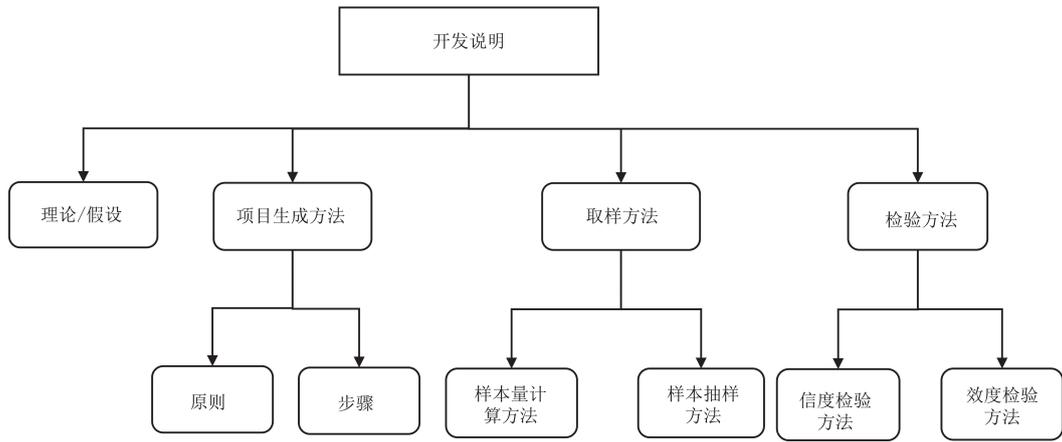
(2) 类别知识元：有关量表分类属性特征的说明。量表分类说明维度多样，包括领域（测量概念所属学科领域）、项目编排形式、评定者性质等。如：从项目编排形式角度，可以分为数字评定量表、描述评定量表、标准评定量表、检选量表、强迫选择评定量表等；从评定者性质角度，可以分为自评量表和他评量表。因此，类别知识元可细分为领域类别、编排类别、评定者类别等知识元。可采用主题词表、分类表等领域知识系统来规范化描述领域类别知识元。

(3) 用途知识元：有关量表具体可以“做什么”的简要说明，用来简单描述量表所要解决的测量问题或实现的测量目的。用途知识元主要包括适用范围、禁限用范围和应用现状3个细分知识元。适用范围知识元是有关哪些情境下适宜采用量表实施测量的说明，如“SAS (Self-Rating Anxiety Scale, 焦虑自评量表) 适用于具有焦虑症状的成年人”。禁限用范围知识元是有关哪些情境下不适宜采用某一量表开展测量的说明，如“CRS应慎用于严重抑郁病人，因为此时自我评分可能出偏”。情境描述视角多样，既包括疾病、症状、手术、用药等领域特征，也包括年龄、性别、职业、所在地区等人群特征，医学教学、科研、实践等活动特征及相关场所特征等。应用现状知识元用来简要描述量表已有的测量应用，常与适用范围知识元对应。

(4) 评价知识元：对量表价值、功效、敏感性、简便性、可分析性等特征的说明。价值知识元用来介绍应用量表可实现的有益效果，包括教学、科学研究、临床实践、社会健康管理与促进等方面。功效知识元是有关量表能否全面、清晰、真实反映所要评定的内容特征的说明。敏感性知识元是有关量表对所评定内容的敏感程度的说明，即能否测出受评者某特质、行为或程度上的有意义的变化。简便性知识元是有关量表实施省时、方便等施测特征的说明。可分析性知识元是有关量表分析比较特征的说明，如是否有明确的计分方法、是否有明确的比较标准、计算公式的复杂程度等。

3.2.3 开发说明类知识元

开发说明类知识元是有关量表如何编制而成的对技术特性的说明。量表开发活动包括原始开发和修订、翻译、本地化评估等。如图4所示，开发说明文档一般会交代量表的理论依据，即理论/假设（如应对理论），和将抽象的概念转化为可观察的具体可测的项目的概念操作方法或修订、翻译、本地化评估等衍生开发活动的方法，即项目生成方法，也称为项目开发方法。项目生成方法知识元常详细交代的有项目生成所遵循的原则（如逻辑法原则）、程序或步骤。标准化量表还需交代有关样本的取样方法和检验方法。取样方法知识元需要重点介绍样本量计算方法和抽样方法（如“根据工



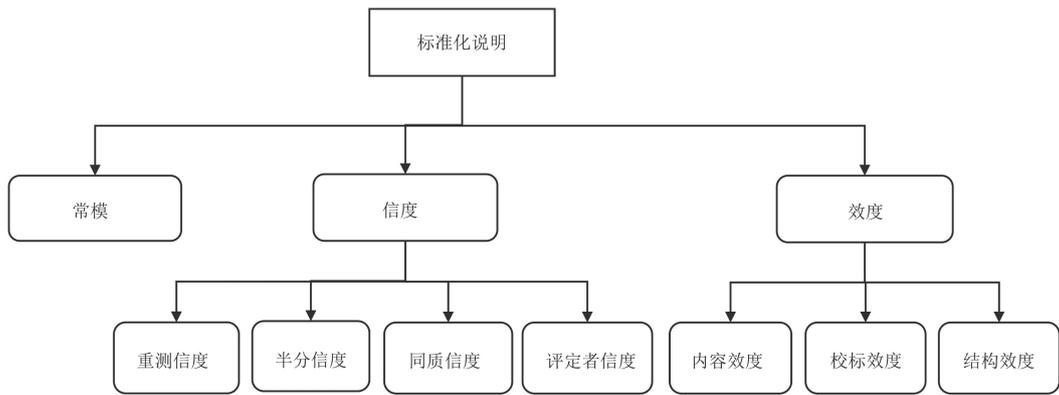
注：直角方形代表功能修饰结构知识元；圆角方形代表一般性内容知识元；箭头表示“整体-部分”层级关系。

图4 开发说明类核心知识元

作方便和职业分布,抽取了四个整群样本以及少量院内患者的陪人”)。检验方法知识元需要重点介绍量表信度评价或检验的方法(如“采用再测信度检验法,在受试学生中,随机抽取40多名学生,间隔一周重测”)和效度评价或检验的方法(如“本问卷采用因子分析的方法来检验其结构效度”)。

3.2.4 标准化说明类知识元

标准化说明类知识元是对量表标准化程度特征的说明,也可称为测量属性知识元^[3]。如图5所示,常模、信度、效度是量表标准化说明类知识元的核心要素^[1, 3, 34, 37]。



注：直角方形代表功能修饰结构知识元；圆角方形代表一般性内容知识元；箭头表示“整体-部分”层级关系。

图5 标准化说明类核心知识元

(1) 常模知识元: 关于量表标准化样本测量结果的说明模块。对于经过标准化的量表而言,常模是用于比较和解释测量结果的参照分数标准,如均数、标准分、百分位、划界分等,由标准样本测试结果计算而来。用户通过常模知识元可以了解样本在某测量项目上的普遍水平或水平分布状况,如《焦虑自评量表》汉化版常模的描述“对中国正常人1 158例常模研究结果,正评题15项单分均值 1.29 ± 0.98 ;反向5个项目均分 2.08 ± 1.71 ,20项总分均值 29.78 ± 0.46 可作为常模总分

均值之上限”。

(2) 信度知识元: 关于量表评定结果可靠性、一致性和稳定性程度的说明模块。模块中常含有重测信度、半信度、同质信度、评定者信度等信度系数特征词,如“原始量表的Cronbach α 系数为0.70……对修订版本的四周重测相关系数0.77”。通过信度知识元,用户了解量表内容结构评定结果的一致性和不同评定者在不同时间使用量表进行评定的结果的一致性。

(3) 效度知识元: 关于量表评定结果有效性和准

确性程度的说明模块,包括内容效度、校标效度、结构效度等。效度知识元可以帮助用户全面了解量表功能,判断其测量出所要内容的程度,如:通过内容效度,用户可以了解量表的题项/条目能否代表所要测量的内容或主题;通过校标效度,可以了解量表所设题项与所选标准量表间的相关程度;通过结构效度,可以了解量表所依据的理论。

3.2.5 施测说明类知识元

施测说明类知识元是有关使用量表工具开始测量操作的内容模块(见图6),包括施测步骤、施测条件、计分方法、结果解释等知识元,主要用于指导评定者使用量表,包括收集数据、分析数据、获得和解释评分结果等。通过施测说明类知识元,用户可以快速掌握操作量表的方法,如提前开展必要的培训、准备必要的物料和场地、协调时间等。

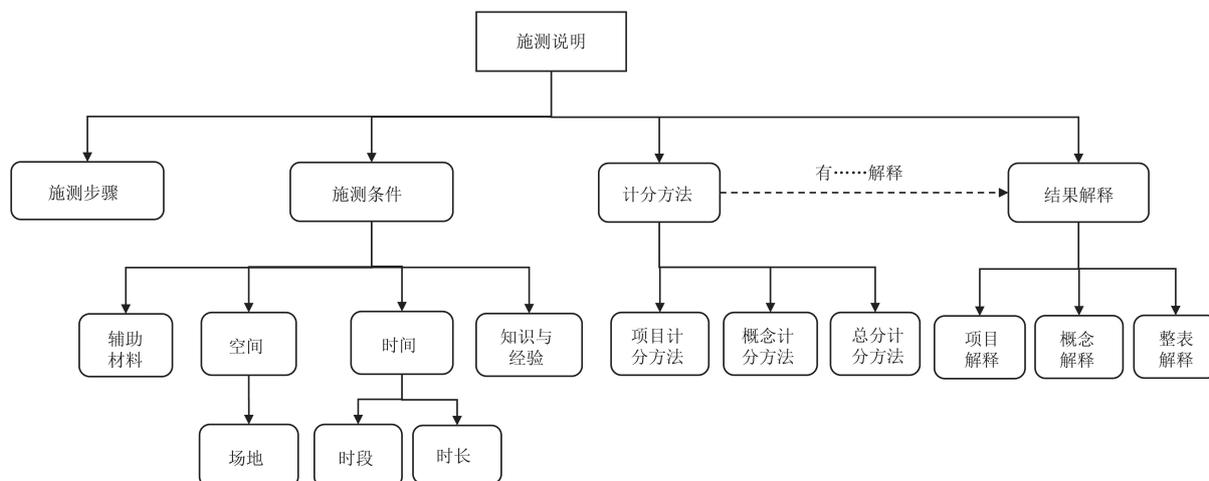
(1) 施测步骤知识元:关于使用量表进行测量的程序的说明。施测步骤知识元常与施测条件、计分方法、结果解释3个知识元密切相关,围绕后者展开各施测阶段操作说明。

(2) 施测条件知识元:关于使用量表实施测量所应具备的条件的说明。施测条件涉及辅助材料(如评定儿童时可能需要玩具辅助器材)、空间(如病房)、知

识与经验(如量表的理论基础)、时间(如“一般填写需30~40分钟”“一次评定一般为30分钟”)等。通过施测条件知识元,用户可以提前评估是否具备使用量表的条件,避免选择不适宜的量表,或提前做好相关准备。

(3) 计分方法知识元:关于如何根据测量数据计算获得项目、概念和量表不同层级量化分值的说明模块,包括计算单个项目分值的项目计分方法、计算某一维度/领域分值的概念计分方法、计算整个量表分值的总分计分方法,如“各分量表的得分为其所包含的项目分直接相加,三个分量表包含的项目分别为……”。这些计分方法有时通过文字表述,有时被抽象为公式,有时通过明确的转算表展示。通过计分方法知识元,用户可以基于收集的数据快速获得有解释意义的量化分值。

(4) 结果解释知识元:关于项目、概念和量表量化分值对应意义的说明,是用户解读评测结果、撰写评定报告、与受评者进行交流的重要参考。根据解释对象,可分为项目解释、概念解释、整表解释。以下展示了《生活事件量表》(Life Event Scale, LES)中的整表解释知识元:“LES总分越高反映个体承受的精神压力越大。95%的正常人一年内的LES总分不超过20分,99%的不超过32分。负性事件的分值越高对身心健康的影响越大;正性事件分值的意义尚待进一步的研究。”



注:直角方形代表功能修饰结构知识元;圆角方形代表一般性内容知识元;实线箭头表示层级语义关系;虚线箭头表示相关语义关系。

图6 施测说明类核心知识元

3.2.6 知识产权类知识元

知识产权类知识元是对量表知识所属权属性的说

明,包括量表所有者、授权声明、获取方式3个知识元,用于指引用户合规获取量表和使用量表。量表所有者可能是个体,也可能是机构/团体;授权声明是有关用户

使用量表的相关权利和义务的说明；获取方式是有关量表获取渠道的说明。

3.3 框架中的语义关系

量表文档知识表示框架内含有丰富的语义关系。根据关系定义域和值域的知识元类别，可以简单分为4种：①量表实体与6类功能修辞结构知识元间存在的语义关系；②各类功能修辞结构知识元内部存在的语义关系；③量表与细粒度的内容知识元之间的语义关系；④隶属不同类别功能修辞结构的知识元间存在的的关系。前两种关系已在3.1节和3.2节描述，不再赘述。下文将重点介绍后两种关系。

3.3.1 量表与内容知识元间语义关系

量表与内容结构类知识元之间是“整体-部分”关系，可以通过包含关系描述。进一步可细分为量表与概念知识元间的包含关系和量表与项目知识元间的包含关系。

说明类内容知识元是量表不同特征主题描述，抽象为相关关系。参考FRSDA (Functional Requirements for Subject Authority Data) 概念模型^[38]，将量表视为“作品”，量表与说明类知识元之间的相关关系可以归纳为“量表-背景”“量表-类别”“量表-用途”“量表-评价”“量表-标准化说明”“量表-开发说明”“量表-施测说明”和“量表-知识产权”8类。各类相关关系可以根据一般知识元粒度和所代表的内容特征逐层细分，形成层级关系。例如：“量表-用途”关系包括“量表-适用范围”“量表-禁限用范围”“量表-应用现状”3类下位关系，“量表-适用范围”和“量表-禁限用范围”关系可进一步细分，常见类型有人群、领域、场所和活动，根据人群可分别细分为“量表-适用人群”关系与“量表-限用人群”关系。

3.3.2 不同功能修辞结构知识元间语义关系

内容结构类知识元和说明类知识元并非相互独立的，说明类知识元的内容描述在很大程度上围绕内容结构类知识元中的概念和项目展开。图7展示了内容结构类知识元和说明类知识元之间的主要语义关系。概念和项目一般具有明确的开发方法：依据相关

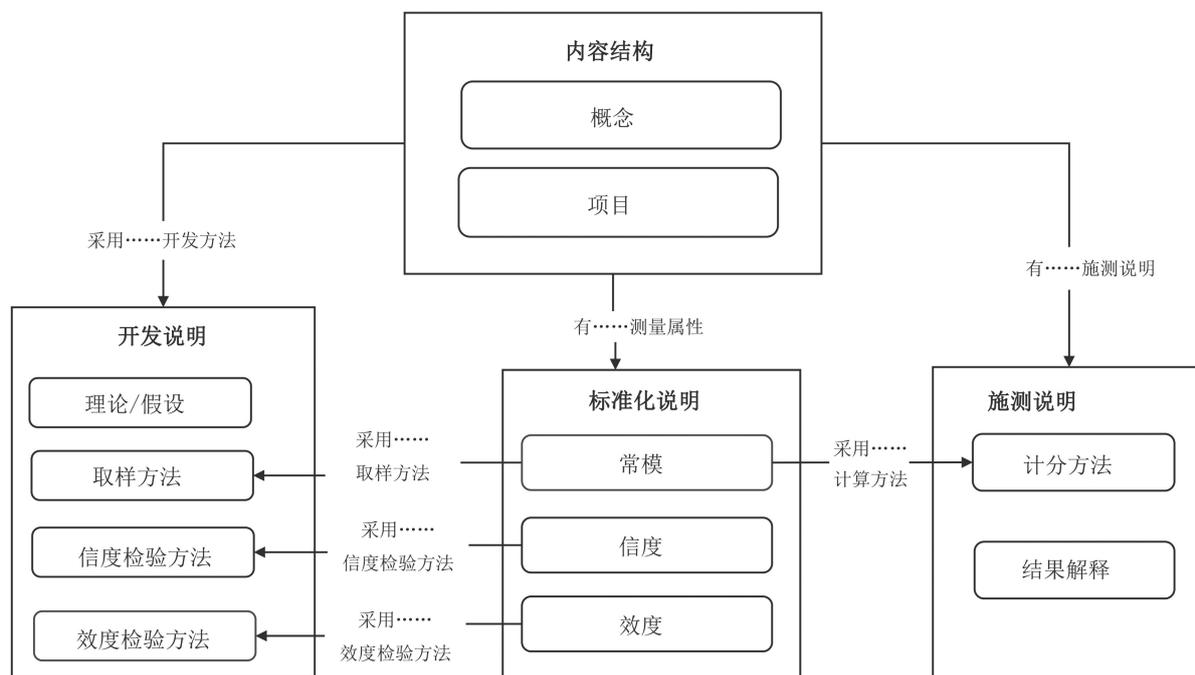
理论/假设中的抽象概念生成初始项目池，采用合适的取样方法获得代表性样本，并采用某种信度检验方法和效度检验方法进行信度检验和效度检验，获得各概念因子及其对应的测量项目的信度和效度。除了信度和效度，常模也是概念的重要测量属性。常模是一种供比较的标准量数，基于样本测量数据采用相关计分方法计算获得。对于标准化的量表，每个项目、概念都有明确的标准化计分方法和相应临床意义的结果解释。

4 医学量表文档知识表示框架的应用分析

本研究目标是提出一种细粒度医学量表文档知识表示框架，促进医学量表资源的语义化组织与服务。因此，下文将围绕ScaleKRF的应用能力展开讨论。

4.1 框架的知识表示与组织能力

知识组织的粒度与知识的可发现、集成、互操作、重组、计算、挖掘等能力密切相关^[39]，因此也直接影响着知识的共享水平与应用能力。知识组织的粒度取决于知识对象的表示粒度。就文献类科技资源而言，整篇文档、文档逻辑结构和文档中的具体知识点构成了现有科技资源知识表示与语义描述模型的单位。以整篇文档为单位的文献表示模型主要围绕文献外部特征和内部特征著录项构建，都柏林核心元数据集是该类模型的代表，粒度最粗。以文档逻辑结构为基本单位的模型主要从文档内容组成部分及其属性出发，揭示文献的写作意图、文本功能、修辞结构等语义特征，科学论文内容结构模型IMRD (Introduction-Method-Result-Discussion)^[40]、科学论文论证模型AZ (Argumentative Zoning)^[41-42]和科学概念模型CoreSC (Core Scientific Concept)^[43]等是该类模型的代表，粒度中等。以文档中的具体知识点为基本单位的模型主要从最小语义表达类知识元角度出发，细粒度揭示文档内容构成及其相互间语义关联，如科技论文知识元模型^[44]，粒度最细。3类模型对文档内容知识的揭示深度逐层加深，相应的知识组织与应用能力也越来越强。ScaleKRF的核心组件是表征量表文档具体知识点的内容知识元，但也含有中粒度的功能修辞结构知识元，属于跨粒度知识表示模型，因此具有较强的医学量表知



注：直角方形代表功能修饰结构知识元；圆角方形代表一般性内容知识元。

图7 不同功能修饰结构知识元间主要语义关系

识表示与组织能力,能够满足医学量表多粒度知识发现、理解和使用需求^[22]。

科技资源语义描述模型通过影响知识元的知识组织呈现形式,影响知识元的使用方式。简单元数据集类的模型能够支持知识检索,但不利于知识汇聚与推理计算;层级关系的揭示为知识分解、汇聚和推理提供了基础;相关关系的揭示能够丰富知识分解、汇聚和推理的维度。研究构建的量表文档知识表示框架ScaleKRF详细定义了量表文档蕴含的各类知识元之间存在的层级关系与相关关系;框架内所有量表知识元都能够通过层级关系和某种相关关系与其他知识元建立语义关联。因此,基于ScaleKRF进行医学量表知识表示与组织,能够提升医学量表知识分解、汇聚和推理能力。

4.2 框架与用户任务需求关联程度

大多数已公开的医学量表文档主要采用自然语言、表格等方式进行表述,停留于人类可理解的自然语言表示模式,而非机器可以理解与计算的结构化模式,导致大量医学量表文档及其关联资源不能得到有效管理与利用。ScaleKRF是一个细粒度、多层级的医学量

表文档概念模型,能够实现医学量表文档的结构化,满足用户对医学量表文档及其关联资源的使用需求。前文在介绍ScaleKRF各内容知识元及其相互间语义关系时,也阐释其功能,即对用户使用量表进行测量数据收集与分析这一终极任务的作用,将各内容知识元与量表测量任务进行了关联。现实中,在执行量表测量任务之前,用户往往还需要完成前置的信息任务。参考国际图联(International Federation of Library Associations and Institutions, IFLA)对用户信息任务的总结^[38],将前置量表信息任务分为查找、识别、选择、获取和探索。
①查找:通过任意条件进行检索以汇集感兴趣的一个或多个量表资源的有关信息。
②识别:清晰地了解量表信息,并区分相似量表资源。
③选择:判断找到的量表资源是否适合,确定接受或拒绝的量表资源。
④获取:访问量表资源内容。
⑤探索:利用量表资源之间的关系发现量表资源。

表1分析了ScaleKRF内容知识元对前置量表信息任务的重要程度。限于篇幅,将探索任务对应的关系映射为ScaleKRF中语义关系的目标知识元,如:使用背景知识元替代量表-背景关系。通过表1可以发现,基于ScaleKRF,用户可以从量表不同内容特征出发完成量表信息查找、识别、选择、获取和探索任务。

表1 ScaleKRF知识元与前置量表信息任务关联分析

类别	知识元	前置量表信息任务				
		查找	识别	选择	获取	探索
内容结构	概念	**	**	**		**
	项目	**	**	**		**
	提示			*		
基本情况说明	背景	**		*		**
	类别	**	**	*		*
	用途	**	**	**		**
	评价	**	**	**		
开发说明	理论/假设	**	**	**		**
	项目生成方法	*		*		*
	取样方法	*		**		
	检验方法	*		**		
标准化说明	常模			*		
	信度	*	**	**		*
	效度	*	**	**		*
施测说明	施测步骤			**		
	施测条件		*	**		
	计分方法			**		
	结果解释			**		
知识产权	所有者	**	**	**	**	*
	授权声明	*	*	**	**	
	获取方式	*		**	**	

注: **表示重要; *表示一般重要; 空白表示不重要。

5 结论与展望

作为科技资源体系的重要组成,随着数据密集型科研范式和循证科学的发展,量表资源在科学研究、循证决策中发挥越来越重要的支撑与纽带作用,这在医学领域尤为明显:通过医学量表,既可以收集和分析实证数据,进行医学假设证伪,形成研究证据体,实现数据到知识的转化,也可以确定证据数据收集与分析范围,并运用经过检验的医学理论进行科学解读,形成决策证据体,辅助临床决策,实现知识到循证实践的转化。为解决医学量表深度利用与价值发挥面临的问题,改善现有医学量表资源知识表示、标引、存储及语义互操作方式,本研究基于知识元知识组织理论,以心理学常用临床量表为例,在逐篇、逐层、逐类分析量表文档功能结构及其知识点构成基础上,提出了一种医学量表文档知识表示框架,统一描述和定义了医学量表文档中不同类型、不同粒度的知识元及其相互间存在的重要逻辑关系,为多场景、多角度、多粒度开展医学量表知识点标注、检索、发现、关联和汇聚奠定了理论基础。通过将该框架用于医学量表资源组织与服务系统,可以实现单篇量表文档细粒度知识点抽取、描述、检索与重组和跨量表文档、量表文档与其他类型科技资源关联计算与挖掘;用于出版场景,可优化量表相关研究

知识的发布、传播、获取和使用方式;用于科学数据治理,可以优化测量数据资源结构,提升其机器阅读、理解、计算和解释能力;用于决策支持场景,可改变量表人机交互模式,减轻用户发现、选择、解读量表的认知负担。上述方面也将构成未来医学量表语义模型重要的应用研究方向。

本研究的不足之处在于仅基于心理学常用量表文档开展功能结构与内容特征分析,形成的医学量表文档知识表示框架的普适性还有待验证,这也是未来需要研究的方向。此外,为拓宽框架应用广度,未来还需要开展框架的形式化研究,引入本体、元数据等技术和国际常用资源描述标准、领域权威术语系统中的规范术语,对框架中的知识元和知识元属性、属性取值及相互间语义关系进行描述。

参考文献

- [1] DEVELLIS R F. Scale Development: Theory and Applications[M]. 4th ed. Los Angeles: SAGE, 2017.
- [2] WATSON D, CLARK L A, TELLEGEN A. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1988, 54 (6): 1063-1070.
- [3] MYERS K, WINTERS N C. Ten-year review of rating scales. I: overview of scale functioning, psychometric properties, and selection[J]. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 2002, 41 (2): 114-122.
- [4] DANG W M, XU Y J, JI J, et al. Study of the SCL-90 scale and changes in the Chinese norms[J]. Frontiers in Psychiatry, 2021, 11: 524395.
- [5] World Health Organization. The World Health Organization Quality of Life (WHOQOL) [EB/OL]. [2023-09-15]. <https://www.who.int/tools/whoqol>.
- [6] BURTON A E, DEAN S E, DEMEYIN W, et al. Questionnaire measures of self-directed ageing stereotype in older adults: a systematic review of measurement properties[J]. European Journal of Ageing, 2021, 18 (1): 117-144.
- [7] CHEUNG B S, MURPHY J K, MICHALAK E E, et al. Barriers and facilitators to technology-enhanced measurement based care for depression among Canadian clinicians and patients: results of an online survey[J]. Journal of Affective Disorders, 2023, 320: 1-6.

- [8] 温有奎, 温浩, 徐端颐, 等. 基于知识元的文本知识标引[J]. 情报学报, 2006, 25 (3): 282-288.
- [9] 索传军, 戎军涛. 知识元理论研究述评[J]. 图书情报工作, 2021, 65 (11): 133-142.
- [10] 秦春秀, 刘杰, 刘怀亮, 等. 基于知识元的科技文本内容描述框架研究[J]. 图书情报工作, 2017, 61 (10): 116-124.
- [11] 索传军, 盖双双. 知识元的内涵、结构与描述模型研究[J]. 中国图书馆学报, 2018, 44 (4): 54-72.
- [12] Food and Drug Administration. Guidance for industry patient-reported outcome measures: use in medical product development to support labeling claims[EB/OL]. [2023-09-15]. <https://www.who.int/tools/whoqol>.
- [13] Buros Institute of Mental Measurements. Mental measurements yearbook[EB/OL]. [2023-11-15]. <https://buros.org/mental-measurements-yearbook>.
- [14] 梁昌豪, 张鹏翼. 学习材料知识表示形式对数字阅读效果的影响研究[J]. 图书情报工作, 2022, 66 (8): 13-20.
- [15] National Institutes of Health. PROMIS overview[EB/OL]. [2023-09-15]. <http://www.nihpromis.org/about/overview>.
- [16] 戎军涛. 学术文献内容知识元语义描述模型研究[J]. 情报科学, 2019, 37 (7): 30-35.
- [17] 石湘, 刘萍. 基于知识元语义描述模型的领域知识抽取与表示研究: 以信息检索领域为例[J]. 数据分析与知识发现, 2021, 5 (4): 123-133.
- [18] 程为, 郑轩昂, 郑德俊, 等. 面向学术全文本的南海维权证据知识元自动识别研究[J]. 情报杂志, 2023, 42 (9): 141-148.
- [19] 任亮, 杜薇薇, 刘伟利. 面向科技文献知识元的知识图谱构建研究[J]. 情报科学, 2022, 40 (9): 26-31.
- [20] 宋雪雁, 张祥青. 基于知识元语义抽取的档案文献资源知识融合探索: 逻辑解析、价值意义与实践路径[J]. 兰台世界, 2023 (10): 38-43.
- [21] 毛进, 侯博文, 王依蒙. 基于知识元引用网络的细分领域演化特征研究[J/OL]. 情报理论与实践: 1-12[2023-10-10]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1762.G3.20230927.1111.004.html>.
- [22] 冯儒佳, 王忠义, 王艳凤, 等. 科技论文的多粒度知识组织框架研究[J]. 情报科学, 2016, 34 (12): 46-50, 54.
- [23] 秦春秀, 杨智娟, 赵捧未, 等. 面向科技文献知识表示的知识元本体模型[J]. 图书情报工作, 2018, 62 (3): 94-103.
- [24] 王晓光, 李梦琳, 宋宁远. 科学论文功能单元本体设计与标引应用实验[J]. 中国图书馆学报, 2018, 44 (4): 73-88.
- [25] 杨凤, 侯鉴宸, 邢琛林, 等. 基于知识元标引与知识图谱的中医古籍知识表示、获取与发现研究[J]. 中国中医基础医学杂志, 2023, 29 (6): 954-959.
- [26] 傅柱, 王曰芬, 徐绪堪, 等. 基于知识元的中文专利文献知识描述框架[J]. 情报理论与实践, 2019, 42 (4): 145-150.
- [27] 傅柱, 丁玮珂, 关鹏, 等. 基于知识元的外文专利文献知识描述框架[J]. 数据分析与知识发现, 2022, 6 (S1): 263-273.
- [28] 化柏林. 学术论文中方法知识元的类型与描述规则研究[J]. 中国图书馆学报, 2016, 42 (1): 30-40.
- [29] 索传军, 赖海媚. 学术论文问题知识元的类型与描述规则[J]. 中国图书馆学报, 2021, 47 (2): 95-109.
- [30] 王丽丽, 于淼. 结论型知识元语义描述模型探析[J]. 图书情报导刊, 2020, 5 (10): 40-45.
- [31] LEWIS C C, BOYD M, PUSPITASARI A, et al. Implementing measurement-based care in behavioral health[J]. JAMA Psychiatry, 2019, 76 (3): 324.
- [32] PERSONS J B, KOERNER K, EIDELMAN P, et al. Increasing psychotherapists' adoption and implementation of the evidence-based practice of progress monitoring[J]. Behaviour Research and Therapy, 2016, 76: 24-31.
- [33] 汪向东, 王希林, 马宏. 心理卫生评定量表手册[M]. 增订版. 北京: 中国心理卫生杂志社, 1999.
- [34] DEVELLIS R F. Scale Development: Theory and Applications[M]. 3rd ed. Los Angeles: SAGE, 2012.
- [35] 罗爱静, 陈阳, 谢文照, 等. 健康焦虑人群的网络健康信息搜索行为影响因素研究[J]. 情报资料工作, 2022, 43 (2): 66-75.
- [36] 杨玉凤. 儿童发育行为心理评定量表[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
- [37] 王媛媛. 医学量表的编制与评价: 理论、方法与实例操作[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2020.
- [38] International Federation of Library Associations and Institutions. Functional requirements for subject authority data (FRSAD): final report[EB/OL]. [2023-10-17]. <https://www.ifla.org/functional-requirements-for-subject-authority-data/>.
- [39] 文庭孝, 罗贤春, 刘晓英, 等. 知识单元研究述评[J]. 中国图书馆学报, 2011, 37 (5): 75-86.
- [40] BURROUGH-BOENISCH J. International reading strategies for IMRD articles[J]. Written Communication, 1999, 16 (3): 296-316.
- [41] TEUFEL S, CARLETTA J, MOENS M. An annotation scheme for discourse-level argumentation in research articles[C]//Proceedings of the Ninth Conference on European Chapter of the Association for Computational Linguistics. 1999: 110-117.
- [42] TEUFEL S. The structure of scientific articles-applications to

- citation indexing and summarization[J]. Studies in Computational Linguistics, 2010, 38 (2) : 443-445.
- [43] SOLDATOVA L, LIAKATA M. An ontology methodology and CISP-the proposed core information about scientific papers[EB/OL]. [2023-10-17]. <https://repository.jisc.ac.uk/137/1/Report-CISP.pdf>.
- [44] XU H, GIUNCHIGLIA F. SKO types: an entity-based scientific knowledge objects metadata schema[J]. Journal of Knowledge Management, 2015, 19: 60-70.

作者简介

孙海霞, 女, 博士, 研究员, 研究方向: 知识组织, E-mail: sun.haixia@imicams.ac.cn。

郝洁, 女, 博士, 助理研究员, 研究方向: 自然语言处理。

郭臻, 男, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 知识标注。

沈柳, 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 知识图谱。

Construction of a Fine-Grained Knowledge Element-Based Framework for Knowledge Representation in Medical Scale Documents

SUN HaiXia HAO Jie GUO Zhen SHEN Liu

(Institute of Medical Information, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100020, P. R. China)

Abstract: To address the issue of relatively coarse granularity in the organization and service of medical scale resources, this study introduces a fine-grained framework for knowledge representation in medical scale documents, aimed at enhancing the semantic organization and service of these resources. Focusing on commonly used mental health assessment scales, this study employs knowledge element theory to examine the characteristics of scale documents. It analyzes the content knowledge elements within these scale documents, as well as the sets of these elements and their semantic relationships – among individual elements, between elements and their sets, and between sets themselves. This approach results in a fine-grained and hierarchical knowledge representation framework for scale documents. This framework comprises one scale entity knowledge element, six categories of core functional rhetorical structure knowledge elements, and 74 content knowledge elements. It also defines hierarchical relationships within the proposed framework, as well as 8 types of associations. Implementing this framework for the knowledge representation and processing of medical scale resources can significantly improve their semantic organization and service efficiency.

Keywords: Scale Document; Medical Scale; Knowledge Element; Knowledge Organization; Knowledge Representation; Fine-Granularity

(责任编辑: 王玮)