

标准数字化转型视域下标准内容模块化体系架构研究

王益谊¹ 顾复^{2,3*} 刘曦泽¹ 牛娜娜¹ 顾新建³ 张明¹

(1.中国标准化研究院标准信息研究所; 2.浙江大学工程师学院; 3.浙江大学机械工程学院)

摘要: 数字化转型浪潮下,标准数字化是标准化领域的重要发展方向,模块化是标准数字化的重要实践之一。本文通过分析梳理模块化相关学术研究文献,提出了标准内容模块化的内涵,以及在标准数字化转型工作中的作用;针对标准内容模块化的现实需求,提出了标准数字化转型视域下标准内容模块化体系架构模型,包含时间维、对象维和相似范围维,为进一步提高标准制定和应用的数字化水平提供借鉴。

关键词: 标准数字化, 模块化, 标准内容模块化, 体系架构

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2024.08.002

Research on Modular Architecture of Standard Content from the Perspective on Digitalization of Standards Transformation

WANG Yi-yi¹ GU Fu^{2,3*} LIU Xi-ze¹ NIU Na-na¹ GU Xin-jian³ ZHANG Ming¹

(1.Sub-Institute of Standard Information, China National Institute of Standardization; 2. Polytechnic Institute, Zhejiang University; 3. School of Mechanical Engineering, Zhejiang University)

Abstract: Under the wave of digital transformation, digitalization of standards is an important development direction in the field of standardization. Modularization is one of the important practices of the digitalization of standards. Based on the analysis of modularization related academic research literature, this paper puts forward the connotation of modular standard content and its role in the digital transformation of standards. According to the practical needs of standard content modularization, the standard content modularization architecture model under the perspective of digitalization transformation of standards is proposed, which includes time dimension, object dimension and similar scope dimension, and provides reference for further improving the digital level of standards development and application.

Keywords: digitalization of standard, modularization, standard content modularization, architecture

基金项目: 本文受国家重点研发计划课题“标准数字化演进关键技术与标准研究(一期)”(项目编号: 2022YFF0608002)、中国标准化研究院基本科研业务费项目“全国标准数字化标准化工作组标准数字化转型共性模式研究-2024”(项目编号: 292024Y-11457)、“面向机器可读标准内容的置标框架研究”(项目编号: 292024Y-11456)、“数字标准馆标准体系构建及关键标准研制与应用”(项目编号: 252023Y-10411)资助。

作者简介: 王益谊, 研究员, 博士, 主要从事标准化战略与政策、标准数字化、标准信息与服务等。

顾复, 通信作者, 副教授, 博士, 研究方向为工程管理、产品模块化、标准数字化等。

刘曦泽, 副研究员, 博士, 主要从事标准数字化、企业信息化等。

牛娜娜, 工程师, 硕士, 主要从事标准数字化等。

顾新建, 教授, 博士, 主要从事产品模块化、标准数字化、制造业信息化等。

张明, 副研究员, 学士, 主要从事标准管理信息化、标准数字化等。

0 引言

标准数字化是我国标准化工作改革和发展的方向^[1], 不仅带来标准形式的变化, 更会带来标准化工作模式、内容、范围、流程等的巨大变化, 将全面提高标准制定的效率和质量, 促进标准深入和广泛的应用^[2]。各种标准貌似不同, 其实有大量的相似结构和模块。在标准数字化的基础上, 可以充分利用这种相似性, 建立标准内容主结构和条款主模型, 实现标准内容模块化, 通过基于主结构的不同模块的配置、基于主模型的条款内容的变异, 满足不同的需求, 从传统标准内容的“定制化”生成模式发展到基于数字化的标准内容模块配置和变异生成模式, 提高标准内容结构和条款的规范化程度, 支持标准内容的共同使用和重复使用, 提高标准制定的效率和质量, 以及标准的机器可读性和可交互性, 支持标准的智能化应用。

李春田认为模块化是标准化的高级形式。标准化形式的演化过程是: “简化、统一化→通用化、系列化、组合作→模块化”。模块化是在20世纪中期工业化时代发展起来的一种标准化形式。模块化的对象是复杂系统, 模块化的一个重要作用就是使复杂系统简化^[3]。《中国标准化发展年度报告(2023年)》表明^[4]: 截至2023年底, 我国发布国家标准共44,499项, 备案行业标准共80,828项, 备案地方标准共69,709项; 社会团体在全国团体标准信息平台上累计公布74,240项团体标准; 共有472,459家企业通过企业标准信息公共服务平台自我声明公开标准3,165,625项, 涵盖产品5,271,353种。标准之间相互引用、各级标准本身构成了一个复杂系统。而标准化过程更是涉及大量的企业、产品、人员、数据和知识, 形成一个更复杂的系统。标准数字化将使标准之间、标准与应用之间的关系更加紧密, 其复杂程度将进一步增加。模块化无疑是减少系统复杂度, 促进标准数字化的有效方法。目前, 很多专家已经开展产品模块化^[5,6]、知识模块化^[7]、服务模块化^[8]、组织模块化^[9]等研究和应用, 但标准内容的模块化还几乎是空白。国外基于SMART标准, 分别从内容模块的识别和开发、不

同知识的表示技术和标准内容的管理3个方面对标准模块化过程进行指导研究^[10]。但对标准内容模块化的具体内容并没有展开研究。本文对标准内容模块化的内涵、作用以及体系架构研究, 一方面利用标准数字化带来的便利条件实现标准内容模块化, 提高标准制定的效率和质量, 另一方面通过标准内容模块化, 提高标准应用的数字化水平。

1 标准内容模块化的内涵和作用

1.1 标准内容模块化的内涵

标准内容模块化包括了标准结构模块化和标准条款内容模块化两个层面的涵义。标准结构内容模块化是指利用标准数字化技术、本体技术、相似性分析和聚类技术等对大量标准中存在的相似结构进行挖掘和规范化, 构建标准内容主结构模型, 通过基于主结构的通用配置项和通用模块的配置满足新标准中的共性需求, 支持标准内容结构和模块的共同使用和重复使用。标准条款内容模块化是指利用标准数字化技术、本体技术、相似性分析和聚类技术等对大量标准中存在的相似条款内容进行挖掘和规范化, 构建标准条款主模型和特性表, 在此基础上快速生成满足各种不同需求的新条款, 提高标准条款的协同制定、更新、维护的效率和质量。

1.2 标准内容模块化的作用

标准数字化转型背景下, 将标准内容模块化的思维引入到标准制定工作组, 具有以下4方面的作用。

(1) 提高标准内容制定和应用的效率。标准内容模块化应用于标准研究, 可以减少标准内容的重复制定; 应用于标准制修订, 可以缩短制修订周期; 应用于标准的各种应用场景, 可使标准应用更加方便; 应用于各种基于标准的管理, 可促进统一、协调、高效率的管理。最终实现标准制定的大批量个性化定制, 即低成本、快速、高质量地制定各种个性标准。

(2) 支持标准的协同制定和应用。随着标准数字化技术的发展, 标准制定的社会化程度越来越

越高,标准数量及参与制定标准的人数越来越多,标准生命周期协作越来越广泛,这就需要通过制定标准化文件的通用模块,支持各标准相关部门的专业化分工协同开展标准制定和应用,提高效率。

(3) 标准内容模块化为标准数字化创造了有利条件。不同标准的相同或相似内容杂乱无章会造成标准数量和内容不必要的膨胀,使标准内容的标签化、结构化工作量急剧增加,使标准内容转化为XML(可扩展标记语言)的难度显著增加,不利于标准数字化和智能化。标准内容模块化可以通过简化和规范化有效促进标准数字化和智能化。

(4) 保证标准内容质量,维护用户利益。通过标准内容模块化以及相关标准的实施,可以整合和引导社会资源,激活标准制定和应用要素,推动标准内容创新与协同创新,加速标准内容积累、技术进步、成果推广、创新扩散、标准升级以及各种不同级别标准的全面、协调、可持续发展。

置,这是一个“快过程”,通过该阶段实现标准结构的快速搭建以及内容的快速配置,进而形成标准文本。在此基础上,本文基于工业4.0的参考框架,分别从时间维、对象维和相似范围维提出了标准内容模块化体系架构模型(如图1所示)。该模型对于标准化领域而言是一种新的标准描述模型,其来自产品结构模块化模型,不同点是产品模块是可以组合的部件、零件及结构单元,而标准内容模块是章节、条款、语句、短语等。

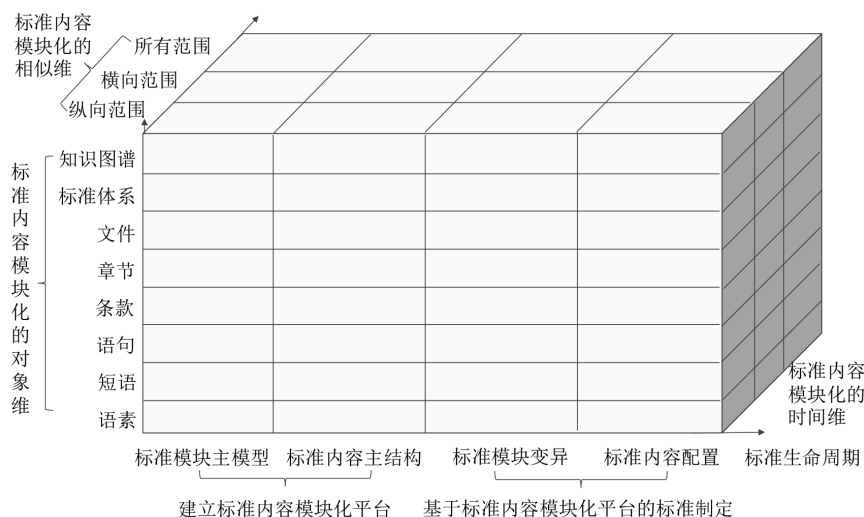


图1 标准内容模块化的体系架构模型

2 标准内容模块化体系架构

2.1 标准内容模块化体系架构模型

面向数字化的标准制定工作中,可以通过数字技术的使用,创新标准制定模式,使得标准中相似条款、相似结构得以利用,使得标准的制定不再是从“零”开始,可以通过“模块化”的形式快速制定,标准内容模块化研制应运而生。标准内容模块化与传统的标准制定模式不同,其制定标准过程总的来说可分为两个阶段。第一个阶段是条款主模型和特性表、标准内容主结构的建立,这是一个“慢过程”,通过该阶段实现标准内容的规范化,支持标准内容的共用和重用。第二个阶段是实例标准的制定,主要包括基于主模型和特性表的标准条款的快速变异和基于主结构的标准内容的快速配

2.2 标准内容模块化的时间维

标准内容模块化的时间维是按照时间顺序描述标准内容模块化的主要内容。首先针对标准各层的内容建立内容模块主模型和事物特性表,针对标准跨层的内容建立标准内容主结构和配置规则,然后是基于模块主模型的标准内容变异、基于内容主结构的内容模块配置,并根据需要设计部分个性化专用的语素、短语、语句、模块、特配项等,快速制定出满足新需求的个性化条款和标准,如图2所示。在该维度,将标准内容模块化过程分为两个过程:建立标准内容模块化平台过程和基于标准内容模块化平台的标准制定过程。前者是“慢过程”,需要较多时间和大家参与;后者是“快过程”,提高新标准制定速度和质量。

2.3 标准内容模块化的对象维

标准内容模块化的对象维包括从条款到知识

图谱的不同层次的标准内容模块化,其关系如图3所示。这里的内容主结构相当于“树干”、条款主模型相当于“树叶”。

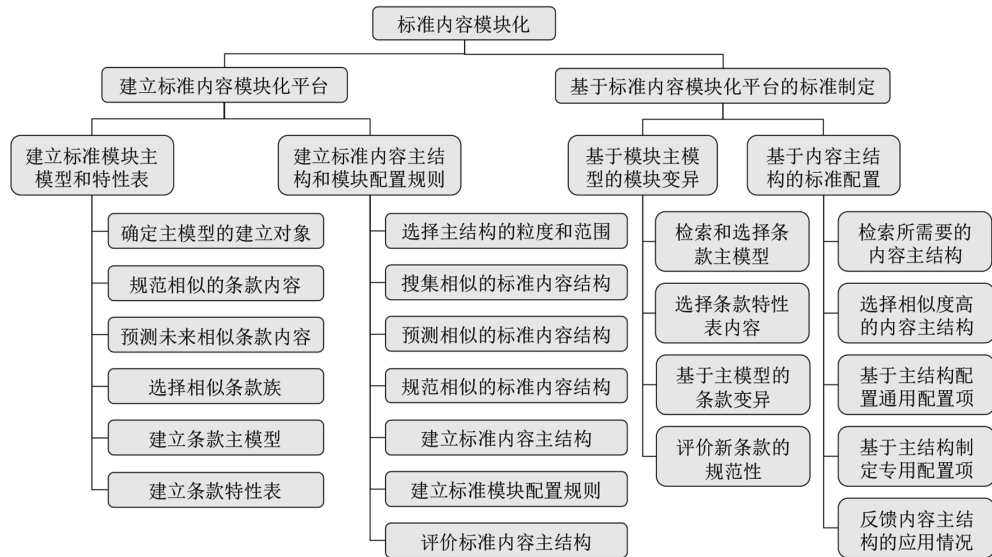


图2 标准内容模块化功能参考模型

标准条款模块化是将条款中的语句、短语、语素等作为模块,主要采用模块主模型和特性表对这些模块进行规范化,其目的是规范标准条款内容,减少标准条款内容不必要的多样化,便于人和计算机系统的理解。例如:按照该方法对GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》^[11]中标准的“范围”中的标准条款主模

型和特性表进行展示,如图4所示。

标准化文件模块化是将文件的各章节作为模块,相似的标准化文件族可以采用主结构模型进行描述。其目的是规范标准化文件的结构,减少标准化文件结构不必要的多样化,便于人和计算机系统的理解及应用。例如:按照该方法对GB/T 1.1-2020中规定的标准化文件的一级主结构及其应用实例进行展示,如图5所示。

标准体系模块化是把标准化文件作为模块。李春田认为标准体系架构改革的落脚点是建立模块化结构^[12]。在建模块时,首先到“标准库”中选择适用标准,不能满足需要时须制定新标准。新标准同时在标准库里按类归档。“内容模块”是根据企业经营管理的实际需要逐个建立的成套标准,如开展综合标准化时建立的标准综合体。标准综合体是企业标准系统的核心部分,它们是以解决实际问题而存在的一个个模块,是随项目而形成的,是企业标准化关注的重

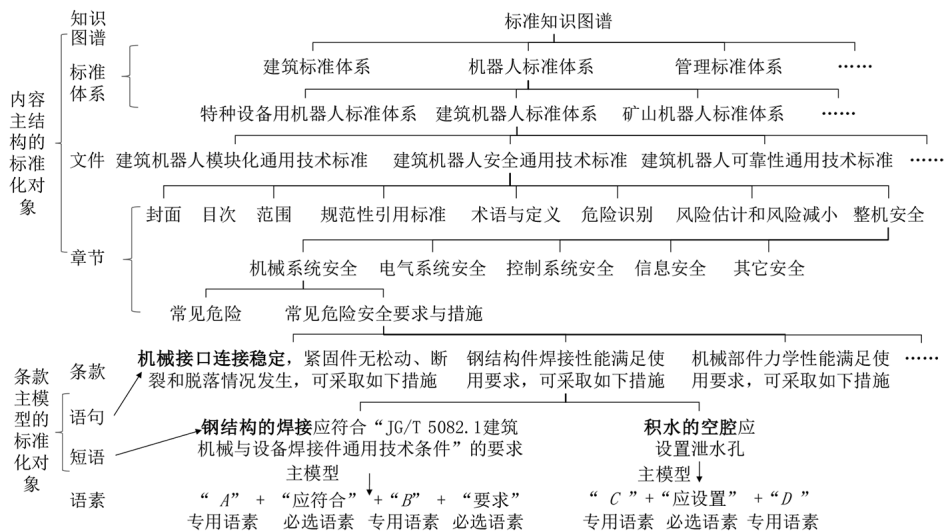
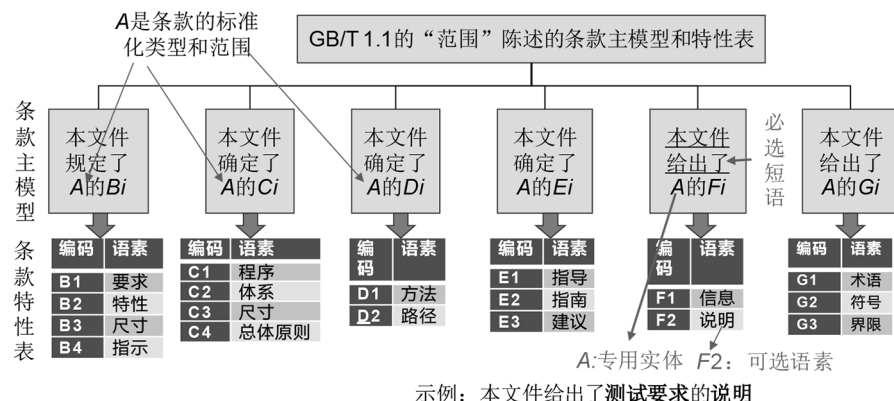


图3 标准内容模块化的对象示例

点。每个标准综合体又是由基础内容模块、相关要素的通用内容模块和个性内容模块组成。图6给出了基于该方法构建面向综合标准化的企业标准体系的功能模型^[13]。



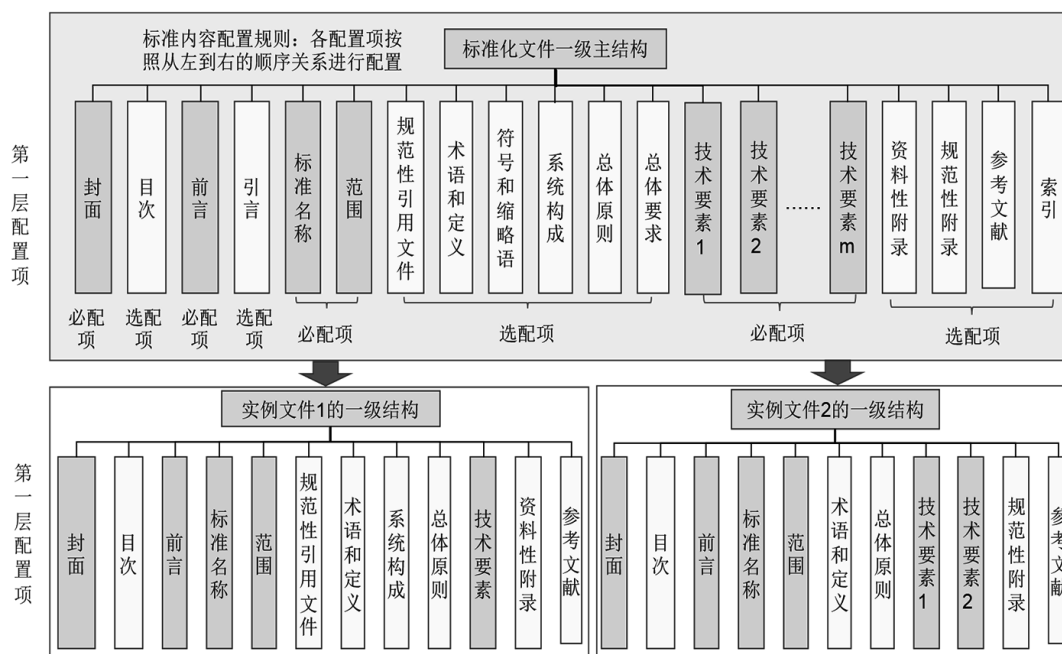
知识图谱是面向所有的标准，标准知识图谱不仅关联标准体系这些子知识图谱，还关联标准条款、关联与标准化相关的各种知识。标准知识图谱模块化主要是为用户（包括标准制定者和标准使用者）提供标准的整体解决方案服务。用户往往需要的是围绕某一需求的来自多种不同领域的标准

内容以及相关知识。在这种标准的整体解决方案服务的开展过程中，会形成大数据和知识图谱模块。标准数字化平台应将知识图谱模块推送给有类似需要的用户，提高其搜索和利用标准及知识的

效率。图7给出了标准知识图谱模块化的示例，本文选取团体标准《手持式卷/直发器标准》，其中的安全要求知识图谱模块由家用电器安全要求通用模块和手持式卷/直发器专用模块组成。家用电器安全要求通用模块可以在其他家用电器安全要求制定时直接应用。

2.4 标准内容模块化的相似维

标准内容模块化的相似维：包括纵向范围、横向范围和所有范围的标准相似性挖掘和利用。在制定标准时，宜参考上层标准。同时，在通用标准的制定中，应考虑标准内容模块化，以便通过标准内容的配置或变异得到下层有较大相似性的个性



图中的灰色框为必配项，白色框为选配项

图5 GB/T 1.1-2020的标准化文件的主结构及其应用实例的结构示例

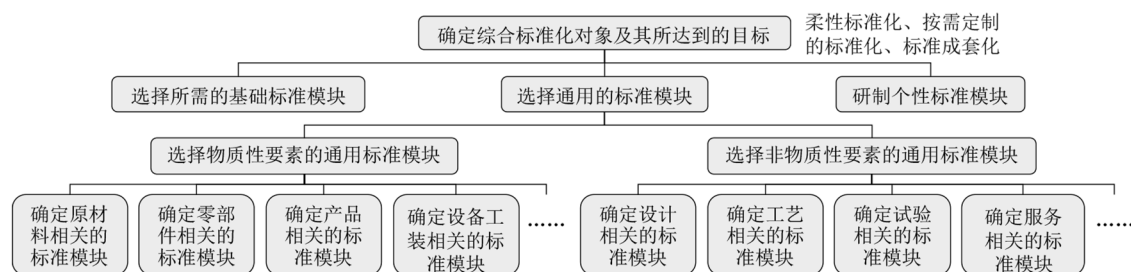


图6 构建面向综合标准化的企业标准体系的功能模型

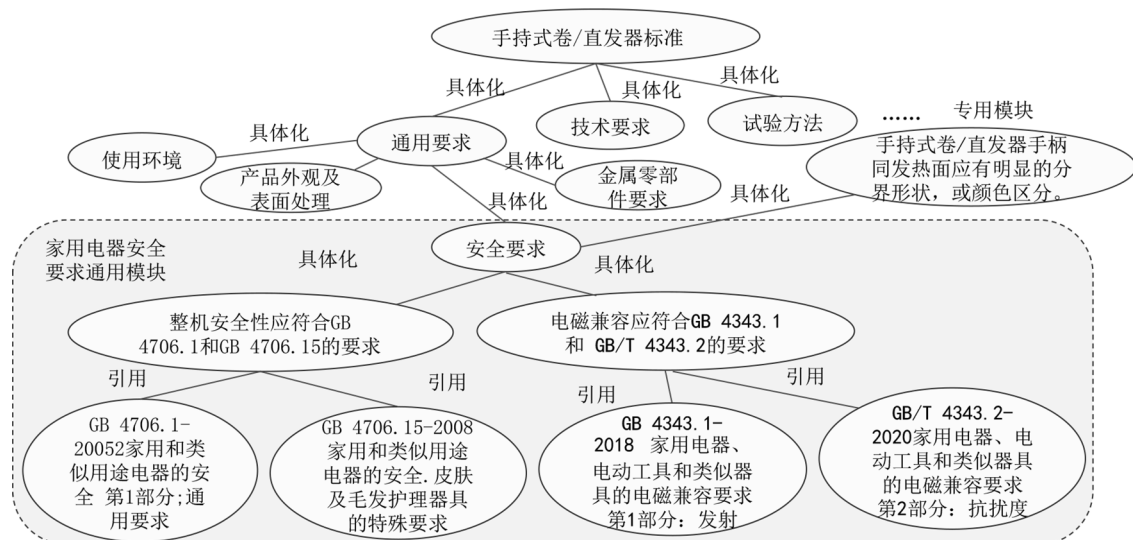


图7 标准知识图谱模块化的示例

标准。

2.4.1 纵向范围的标准相似性挖掘和利用

纵向标准是指产品或技术领域按照产业分类体系从上到下分类的各种标准,如:机电产品通用安全要求标准→家用电器通用安全要求标准→个人护理产品通用安全要求标准→电吹风通用安全要求标准→酒店用电吹风通用安全要求标准,这些纵向标准之间存在一定相似性,在制定标准时,宜参考上层标准。同时,在通用标准的制定中,应考虑标准内容模块化,以便通过标准内容的配置或变异得到下层有较大相似性的个性标准。

2.4.2 横向范围的标准相似性挖掘和利用

横向标准是指相似产品或技术的各种标准,这些横向标准之间存在一定相似性,当制定某种产品标准时,宜参考相似产品标准。例如:电吹风产品标准与电推剪产品标准都属于个人护理产品

标准,需要考虑安全、健康、环境友好、用户体验等问题。

通过对横向标准相似性的挖掘,可以形成上一层的通用标准,即共性标准。

2.4.3 纵横向范围的标准内容相似性挖掘和利用

将上述两种范围综合考虑,可以扩大标准内容相似性挖掘的范围,挖掘出更多的相似的标准内容,图8描述了纵横向范围的标准内容相似性挖掘和利用的示例。

3 结语

标准数字化是我国标准化领域的重要发展战略。标准数字化将带来标准形式、标准化工作模式、内容、范围、流程等的巨大变化,标准内容模块化有助于标准化工作更好利用这种变化:(1)

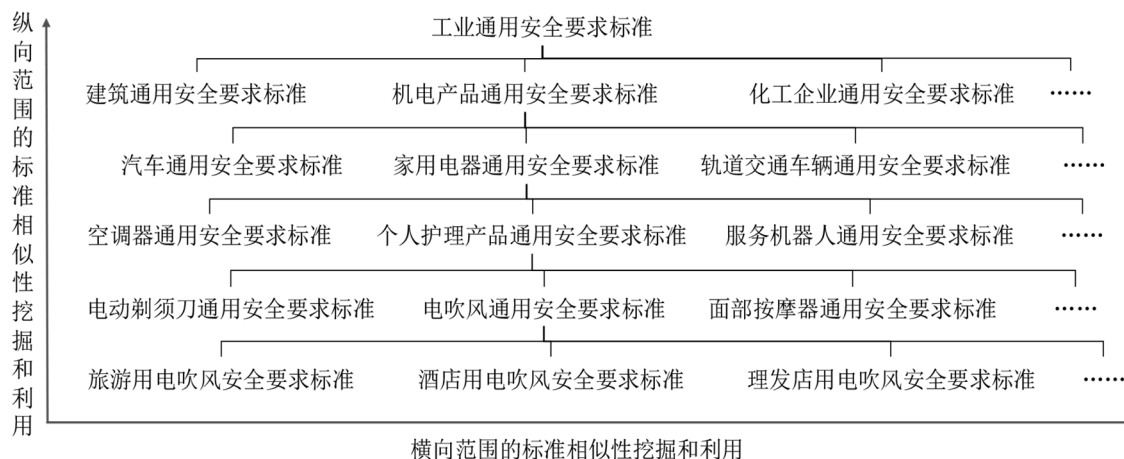


图8 纵横向范围的标准内容相似性挖掘和利用的示例

标准数字化使大量的标准集成在一起、标准化过程中大量的企业和人集成在一起,形成高度复杂的系统,标准内容模块化可以帮助简化复杂系统;

(2) 标准数字化可以帮助挖掘和利用各种标准中的相似结构和条款内容, 促进标准内容模块化, 使这种相似性得到充分利用, 不仅简化复杂系统, 而且提高标准制定和应用的效率; (3) 标准内容模块

化可以显著简化复杂系统,提高标准的机器可读性和可交互性,支持标准的智能化应用。本研究通过时间维、对象维和相似范围维构建了标准内容模块化的体系架构,为未来开展标准内容模块化研究指明了方向。标准内容模块化的工作量无疑是巨大的,大数据模型有可能帮助解决这方面的问题。

参考文献

- [1] 中共中央 国务院. 国家标准化发展纲要[EB/OL]. (2021-10-10) [2022-01-22]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-10/10/content_5641727.htm.
- [2] 刘曦泽,王益盗,杜晓燕,等. 标准数字化发展现状及趋势研究[J].中国工程科学, 2021, 23(06):147-154.
- [3] 李春田. 第二章 模块化——标准化的高级形式——标准化形式的与时俱进[J]. 中国标准化, 2007(03): 64-70.
- [4] 国家标准委. 中国标准化发展年度报告(2023年)[R]. 国家市场监督管理总局, 2024-3-27.
- [5] 顾新建,顾复,纪杨建. 产品模块化与大批量定制[M]. 北京: 清华大学出版社, 2022.
- [6] 张东升,顾复. 双横梁软性材料数控裁床的模块化设计[J]. 成组技术与生产现代化, 2023,40(04): 16-20.
- [7] 顾新建,顾复,代风,等著. 知识管理——基于新一代信息技术知识资源共享和协同创新[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2019.
- [8] 顾新建,方小卫,纪杨建,等著. 制造服务创新方法和案例[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [9] 李春田. “现代标准化前沿——模块化”研究报告 第五章:产业集群:充满活力的新兴产业形式——模块化对产业结构的影响[J]. 上海标准化, 2007(06): 15-22.
- [10] EHRING D, LUTTMER J, PLUHN R, et al. SMART standards—concept for the automated transfer of standard contents into a machine-actionable form[J]. Procedia CIRP, 2021, 100: 163-168.
- [11] GB/T 1.1-2020. 标准化工作导则 第1部分: 标准化文件的结构和起草规则[S].
- [12] 李春田. 企业标准体系须进行结构改革——试回答“企业标准体系该怎么办?” [J]. 品牌与标准化, 2015(06): 10-18+8.
- [13] 李春田. 综合标准化的特点[J]. 中国标准化, 2011(16):4-8.