

引用格式: 王益谊,顾复,刘曦泽,等.模块化视角下标准内容主结构模型设计与配置研究[J].标准科学,2025(11):60-68+81.
WANG Yiyi, GU Fu, LIU Xize, et al. Research on the Design and Configuration of a Standard Content Main Structure Model from a Modular Perspective [J]. Standard Science, 2025(11): 60-68+81.

模块化视角下标准内容主结构模型设计与配置研究

王益谊¹ 顾复^{2*} 刘曦泽¹ 鲁效平³ 顾新建² 王若雅¹

(1.中国标准化研究院; 2.浙江大学; 3.大规模个性化定制系统与技术全国重点实验室)

摘要:【目的】目前标准内容中存在对同一概念体系的描述结构多样化的问题,为解决标准内容相似性分析难,大量的相似结构和模块重用难,标准化活动相关方之间相互沟通、理解和协同难,标准编制周期长、质量提高难等问题。【方法】通过对大量标准中存在的相似结构和内容进行挖掘、规范化和描述,提出标准主结构模型,由配置项维、结构维和过程维组成。【结果】标准主结构模型能够支撑基于主结构快速进行新标准的配置,提高标准编制效率和质量,同时减少了标准内容结构和模块的不必要的多样化,使标准数字化和智能化更容易实现。【结论】标准内容主结构模型的设计与应用将从根本上赋能标准数字化转型进程。

关键词: 标准数字化; 标准结构模块化; 标准主结构; 标准配置

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2025.11.007

Research on the Design and Configuration of a Standard Content Main Structure Model from a Modular Perspective

WANG Yiyi¹ GU Fu^{2*} LIU Xize¹ LU Xiaoping³ GU Xinjian² WANG Ruoya¹

(1.China National Institute of Standardization; 2. Zhejiang University;

3. National Key Laboratory of Mass Personalized Customization Systems and Technologies)

Abstract: [Objective] The current diversity in the descriptive structures used for the same conceptual systems across standards has led to multiple challenges, including difficulties in similarity analysis, limited reuse of similar structures and modules, communication and coordination barriers among stakeholders in standardization activities, prolonged drafting cycles, and quality control issues. [Methods] By mining, standardizing, and describing recurring structures and content across a wide range of standards, this study proposes a standard content master structure model composed of three dimensions:

基金项目: 本文受国家重点研发计划课题(项目编号: 2022YFF0608003); 中国标准化研究院基本科研业务费项目(项目编号: 292024Y-11794); 大规模个性化定制系统与技术全国重点实验室开放课题(项目编号: H&C-MPC-2023-01-02); 泰山产业领军人才工程专项经费(项目编号: tscx202306029)资助。

作者简介: 王益谊, 博士, 研究员, 研究方向为标准化原理、标准数字化等。
顾复, 通信作者, 博士, 副教授, 研究方向为产品模块化、标准数字化等。
刘曦泽, 博士, 副研究员, 研究方向为标准数字化、企业信息化等。
鲁效平, 博士, 教授级高级工程师, 研究方向为工业互联网、智能制造等。
顾新建, 博士, 教授, 研究方向为产品模块化、标准数字化等。
王若雅, 博士, 助理研究员, 研究方向为标准数字化、产业经济等。

configuration items, structure, and process. [Results] The proposed master structure model facilitates rapid configuration of new standards, improves drafting efficiency and quality, and reduces unnecessary structural and modular diversity in standard content, thereby promoting the digitalization and intelligent application of standards. [Conclusion] The design and implementation of the standard content master structure model will fundamentally advance the digital transformation of standardization.

Keywords: standard digitalization; modular standard structure; standard master structure; standard configuration

0 引言

标准化战略是我国社会和经济发展的重大战略之一,标准数字化是我国标准化工作改革和发展的方向^[1]。当前标准中描述同一概念体系的结构多样化,标准中大量的相似结构和模块难以重用,导致标准编制周期长、质量提高难。其背后的原因主要是:(1)相似标准内容检索难,目前往往是“单打一”的标准编制模式,类似产品设计中的“一品一设计”;(2)缺少大量相似标准的模块化模型,共性内容利用难。标准数字化为解决这些问题提供了方法遵循,但仅是数字化是不够的。在产品数字化中,往往采用先模块化、后数字化的技术路线。模块化的产品模型能够显著提高数字化的效率和质量。对于标准而言,大量的标准内容也需进行模块化。

标准内容模块化(编号为B.2.1)已经列入全国标准数字化标准化工作组(SAC/SEG 29)制定的标准数字化标准体系中。标准内容模块化包括两方面,即标准结构模块化和标准条款内容模块化^[2]。德国的杜伊斯堡—埃森大学产品工程研究所基于SMART标准提出“3M”框架,即模块化(Modularization)、建模(Modeling)和管理(Management),分别从内容模块识别和开发、知识表示技术和标准内容管理三方面对标准模块化过程进行指导研究^[3]。卢铁林等^[4]在SMART标准等级模型基础上提出标准数字化各等级的用例形式,其中最高等级是模块化解理解内容的抽取式标准,形成可理解的知识组织单元、模型及管理壳。我国标准化领域学者李春田生前十分关注标准模块化^[5]。

模块化的方法和实践已在一些基础标准(如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》^[6]、GB/T 20000.1—2024《标准化工作指南 第1部分:标准化和相关活动的通用术语》^[7])中有所体现,但主要是标准第一层内容结构及条款的模块化,未形成系统的模块化方法。

本文提出了标准结构模块化和数字化相结合的方法。不同标准实则有大量的相似结构和模块,在标准数字化的基础上,可以充分发掘这种相似性,利用模块化技术建立标准主结构,支持标准结构和模块的重复使用,提高标准编制效率和质量,提高标准的机器可读性和可交互性,支持标准知识图谱建设、应用和维护^[8]。作为产品模块化的主要方法之一,产品主结构模型已经在机电行业广泛应用。基于主结构进行产品快速配置设计,能够利用批量法则降低产品成本,缩短产品生产周期,提高产品质量^[9]。标准是为各种活动或其结果提供规则、指南或特性,供共同使用和重复使用的文件^[7],既具有个性化,也具有相似性,重复使用相似标准中的通用模块能够缩短标准编制时间,提高标准编制质量。基于此,本文借鉴产品主结构模型的思想,对标准主结构模型进行研究。

1 标准主结构模型的体系结构

标准主结构模型是标准结构模块化的主要内容之一,其目的在于为各类组织、机构建立标准主结构及配置规则,开展基于主结构的标准内容配置提供技术要求,支持标准结构模块化,提高相似标准结构的规范化程度和重复使用度。

标准主结构模型的体系结构(见图1)分为3个维度:配置项维、结构维和过程维。配置项维和结构维组成空间维,实际上任何事物归根结底都是由点和关系组成的。配置项是点,结构是配置项之间的关系。过程维是时间维,包括标准主结构建立和基于主结构的标准配置。图1(a)所示的标准主结构建立过程是一个“慢过程”,需要开展标准检索和聚类、标准术语和结构规范化、相似标准族(简称标准族)建立、标准族主结构组建等工作。但图1(b)基于主结构的标准配置过程则是一个“快过程”,比传统的标准编制过程要快捷很多。相似标准是具有一定的相似度的标准。标准族是由相似标准组成的集合,又称相似标准族。针对不同的相似度可建立不同的标准族。

2 配置项维

2.1 配置项维的基本概念

(1)配置项(configuration item)是位于标准结构或标准主结构各个节点上的独立部分。配置项在GB/T 1.1—2020中称为要素(element),在GB/T 42093.1—2022《标准文档结构化元模型第1部分:全文》^[10]中称为元素。相似标准的配置项是标准结构模块化的主要对象。将配置项按照其在标准族的出现频次分为必配项、选配项和特配项。必配项和选配项为通用配置项,是标准主结构

的主要节点。标准主结构最底层的节点是内容模块,包括条款、语句和短语等模块,主要是条款模块,条款模块化方法见文献^[11-12]。内容模块可以是一个或多个。例如,“引言”是选配项,包括编制原因和目的、分为部分的原因及各部分之间关系、文件技术内容的特殊信息或说明、涉及专利等多个可选条款内容模块。

(2)必配项(required configuration item)是标准族中所有相似标准都具有的配置项。必配项在GB/T 1.1—2020中称为必备要素,在GB/T 42093.1—2022中称为必备元素。除GB/T 1.1—2020及一些强制性标准规定的必配项外,其他必配项不是一成不变的。如果未来标准族中的新标准没有该必配项,必配项就转变为选配项。例如,标准第一层结构中的前言、范围等为必配项。

(3)选配项(optional configuration item)是标准族中部分相似标准具有的配置项。选配项在GB/T 1.1—2020中称为可选要素,在GB/T 42093.1—2022中称为可选元素。选配项有可能成为必配项或特配项。例如,标准第一层结构中引言、规范性引用文件、符号和缩略语等均为选配项。

(4)通用配置项(general configuration items)是必配项和选配项的统称。

(5)特配项(special configuration item)是指标准族中某个标准独有的配置项,或者起草新标准时新设置的配置项。特配项有可能成为选配项

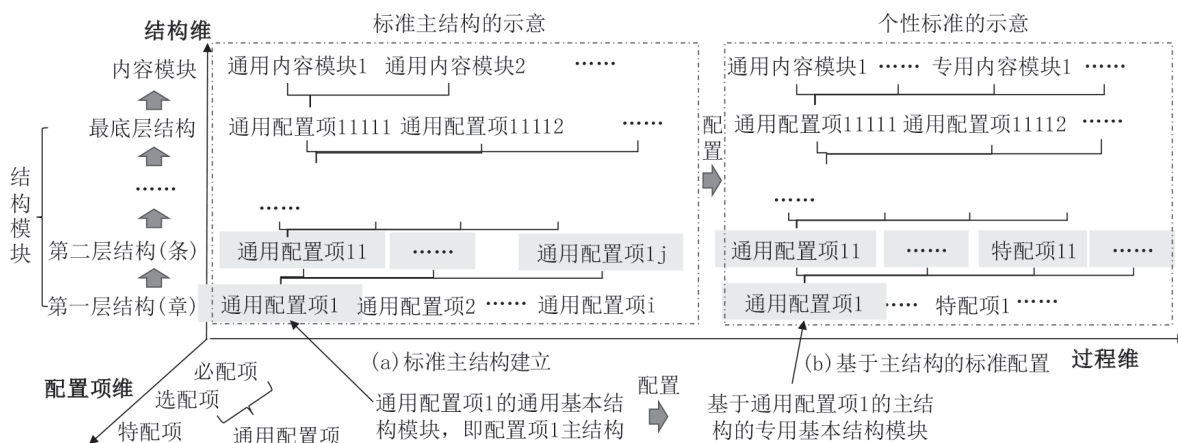


图1 标准主结构模型的体系结构

甚至必配项。例如,空调器标准主结构的“耐电压性能”“漏风率”“接地”等段/列的配置项属于特配项。

(6) 模块 (Module) 是标准结构和标准主结构中的配置内容,包括结构模块和内容模块,也可分为必选模块、可选模块和专用模块。必选模块是标准族中所有相似标准共有的模块,可选模块是标准族中1个以上标准选用的模块,专用模块是个性标准独有的模块。例如,必配项“标准名称”下的具体标准名称是专用短语模块;必配项“前言”中的短语“本文件起草单位”“本文件主要起草人”是必选短语模块。

(7) 通用模块 (Common Module) 是被标准族中全部或部分相似标准采用的模块,包括通用结构模块(标准主结构、条款中的通用关系结构等)和通用内容模块(条款、语句、短语等)。

(8) 标准主结构 (Standard Master Structure) 是一种可配置的、标准族中相似标准的通用结构模块,包括必配项、选配项、通用模块和配置规则等要素。基于标准主结构,标准起草者可配置出满足新需求的标准内容。标准及其章、条、段、列项

等不同层次的不同配置项都可以构成不同粒度的主结构。

标准结构模块化的主要概念及关系见图2。

2.2 产品模块主模型和特性表

(1) 规范配置项的名称术语和结构。相似标准的配置项由于其名称术语和结构不同,往往被认为是不同的配置项和内容。例如,图3(a)、(b)、(c)中相似标准1、2、3的配置项3的相同名称术语为“术语1”,不同名称术语为“术语2”,根据少数服从多数的原则或者专家协商,选择“术语1”作为规范化的名称术语;同理,配置项11的“术语4”作为规范化的名称术语;图3(b)、(c)中相似标准2、3具有同一结构,作为规范化的标准结构;对齐该标准结构,将相似标准1中的“配置项2”放在第二层。最终得到相似标准1、2、3的主结构,见图3(d)。

(2) 提高配置项内容的独立性,即在配置项设计中尽可能使配置项内的内容高度相关,配置项之间的关联性尽可能小,从而使配置项内容作为一个独立的模块容易被重复使用。图4为配置项内容的设计思路:将具有相关内容的配置项集成在

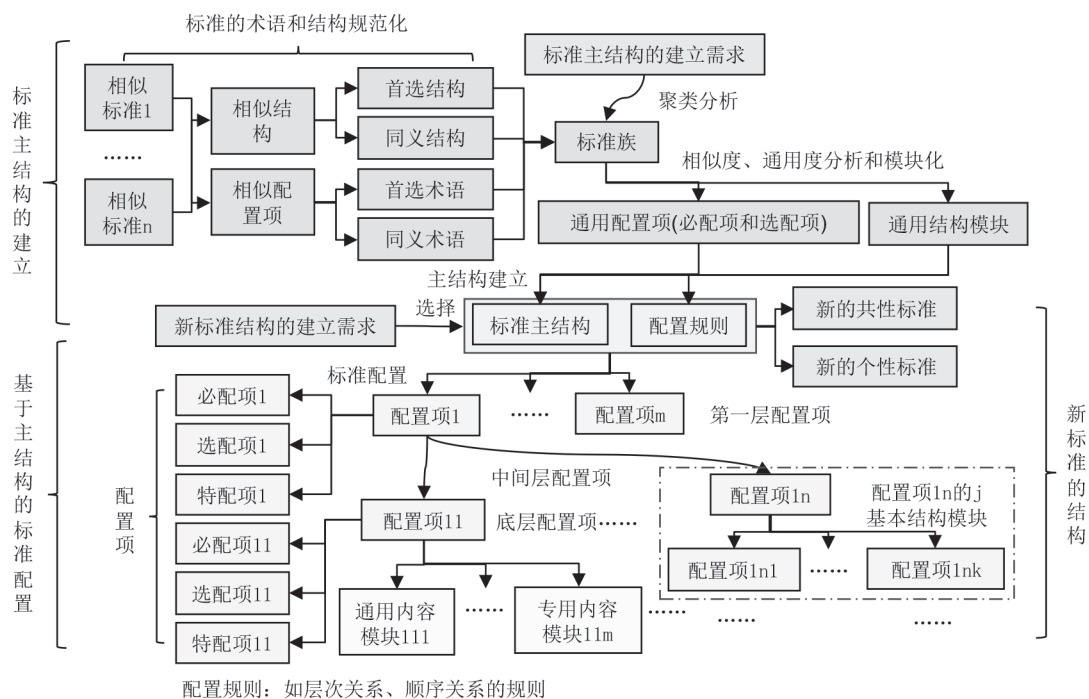


图2 标准结构模块化的主要概念及关系

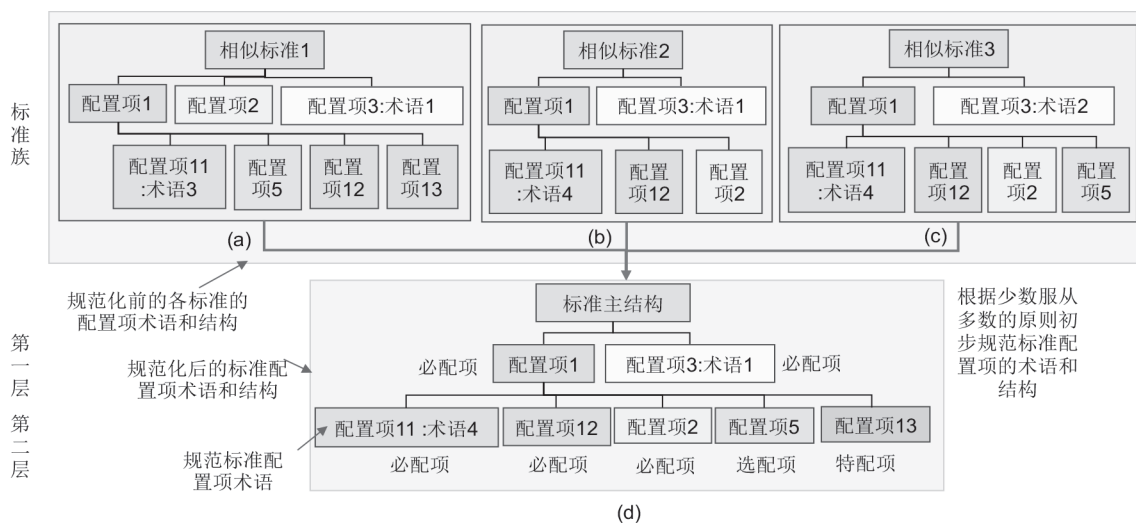


图3 规范标准配置项名称术语和结构的示例

一起,组成一个上一级的配置项。配置项之间既相互独立描述各自的内容,又相互协同描述标准同一层的总体内容。例如,GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第10部分:产品标准》^[13]的第一层配置项“分类、标记和编码”可进一步分解为第二层配置项“分类”“标记”“编码”。这3种配置项高度相关,又与其他配置项关联度很小,因此组合在一起作为第一层配置项是合理的。配置项相关内容通过内容相关性进行识别,矩阵中的数字表示配置项之间的内容相关性,可以通过对相似标准配置项的概率统计得到,概率从0到1表示内容相关性逐渐增强。

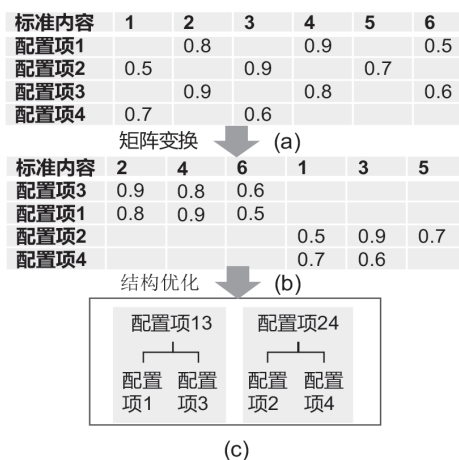


图4 配置项内容的设计思路

(3) 提高标准族相似度,即尽可能在保障标准族覆盖面的情况下增加必配项和选配项在标准族中的应用次数。在极端情况下,标准族中所有相似标准的配置项都是相同的,标准族相似度为1。但这并不等于所有的相似标准内容都相同。例如,不同相似标准的“标准名称”是必配项,但都有各自的标准名称。随着标准族相似度的提高,标准族的覆盖面会减小,应对这2个指标进行综合考虑优化。

(4) 提高标准族通用度,即尽可能增加标准族中的相似标准数量,也就是扩大标准族的覆盖面。标准族覆盖面越大意味着同样的配置项和结构被更多的相似标准所采用,相似标准的规范化程度也就越高。

(5) 对标准族相似度和标准族通用度进行综合优化。一般情况下,标准族相似度和标准族通用度呈负相关关系:标准族相似度越高,标准族通用度就越低。所以应对标准族相似度和标准族通用度进行加权组合优化,其权重根据不同的需要选择或设计。

3 结构维

3.1 结构维的基本概念

结构维是对标准内容不同层次结构的描述。

标准结构是标准中配置项(要素)的位置和排列顺序。每个配置项都有一个基本结构,即其所要配置的直接内容,包括下属配置项或内容模块。标准内容可以分为多个层次:第一层是章,第二层是条,第三层可以是条或段等。不同标准的内容可以有不同层次。结构维最底层是内容模块,可以是条款、语句、短语等。其中条款在文件中表达应用该文件需要遵守、符合、理解或作出选择的表述,进一步细分则为语句、短语。语句是能表达相对完整意思的语言单位,短语是更低一级的由词组成的语言单位。

结构维可以看作是内容模块的分类维度。配置项与其所隶属的下一层配置项或内容模块构成基本结构模块。基本结构模块包括通用和专用基本结构模块。例如,图1(b)的框图中给出了基于通用配置项1主结构配置得到的专用基本结构模块,包括通用配置项11及其他通用配置项、特配项11及其他特配项。

标准结构模块化是对标准不同层次的基本结构模块进行规范化和模块化,得到不同层次的通用结构模块,即配置项主结构。通过不同层次的通用结构模块(配置项主结构)组合,形成多层次的通用结构模块(多层配置项主结构),最终形成所有配置项的通用结构,即标准主结构。基于标准主结构可以重复使用其中的通用内容,快速制定新标准的结构。例如,图1(a)的框图中给出了通用配置项1的通用基本结构模块,即配置项1的主结构,由通用配置项11、…通用配置项1j组成。其他通用配置项都有类似的主结构,这些通用配置项可以分别组成多层配置项主结构,最后集成一个标准主结构。

3.2 结构维的需求和解决方法

(1)对纵向结构分层(分粒度)描述标准内容。标准内容很多,集中在一个层次描述,其理解和应用难,重复使用也难。但标准内容粒度分得很细、层次很多,也会造成标准复杂度提高、标准共性内容重复使用工作量大。所以应对标准内容合理分层,主要考虑以下优化目标:1)满足标准内容

树的聚类 and 重复使用的需要,例如,用户需求树、产品功能树、产品结构树都是标准内容树的描述对象;2)小粒度的标准内容较大粒度的标准内容具有更高的通用度,另外,大粒度的标准内容使用较为不便,标准使用的内容主要是一些具体的条款、指标等。所以标准内容(分粒度)的描述应使最底层的配置项直接对应具体的内容模块,如条款、语句、短语等,并使相关的配置项能够聚集为上一层或更大粒度的配置项,以便应用。应按照GB/T 20001.3—2015《标准编写规则 第3部分:分类标准》^[14]的总则按层划分和描述标准内容,并遵循总则内容中的规范性、协调性、适用性、系统性和扩展性要求。

(2)合理对横向结构分块描述标准内容。横向结构配置项描述了产品、过程或服务不同组成、不同功能、不同环节等的标准化对象,这些配置项相互配合可以完整描述标准内容:1)满足标准化对象的不同组成、不同功能、不同环节等标准内容的聚类 and 重复使用的需要,例如,产品和服务的生命周期的各个阶段都是标准内容横向结构分块描述对象;2)分块粒度要合适,小粒度的标准内容比大粒度的标准内容具有更高的通用度,但标准内容分块粒度过小,会导致标准内容配置难度增加。

(3)对标准结构内容进行规范。相同或相似的标准结构内容经常出现采用不同结构描述的问题,即结构异构或结构冲突。对此,需通过主结构进行规范化,以便进行相似内容的检索和比对等。图5中的计算机系统1和2描述的是同一种系统结构,但计算机系统1的结构分解为3层,见图5(a),计算机系统2的结构分解为4层,见图5(b)。需要对标准结构内容进行规范,根据少数服从多数的原则或专家协商确定首选结构和同义结构,尽可能不用同义结构。在对结构内容规范前,首先对术语进行规范化,确定首选术语和同义术语,尽可能不用同义术语。

(4)保证标准同层结构分类的一致性。对标准同层内容进行规范性、协调性、适用性和系统性

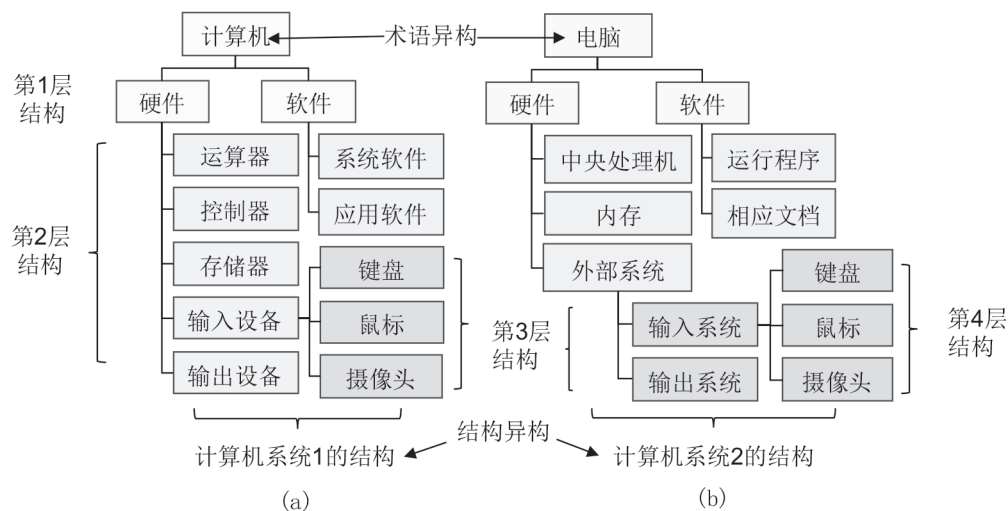


图5 计算机系统的结构和术语异构的示例

的划分和描述。例如，在图5中的第二层结构中，计算机系统1的硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成，见图5(a)；计算机系统2的硬件由中央处理机、内存和外部系统组成，见图5(b)。其分类存在不一致性的问题：外部系统所对应的应是内部系统，而中央处理机和内存是内部系统的子类，类与子类的配置项并排排列，不够规范。对此，需通过主结构进行统一化和规范化。

(5) 对不同程度的共性内容建立不同类别的标准主结构。按照标准主结构适用范围从大到小、或所面对的相似标准的数量从多到少，对标准主结构进行分类建模，如适用范围最大的基础标准主结构以及适用范围大小不等的不同类别（大中小类）的共性标准中的主结构。可参考国际标准分类法（ICS）和中国标准文献分类法（CCS）对共性标准进行分类。不同领域或专业的层次、共性标准所分的类别数是不同的。例如，GB/T 30174—2025《机械安全 术语》^[15]规定了A类标准即基础安全标准，B类标准即通用（共性）安全标准，C类标准即机械产品安全标准，其中B类标准可进一步扩展为规定特定的安全特性的B1类标准和规定安全防护装置的B2类标准。由此，GB/T 35076—2018《机械安全 生产设备安全通则》^[16]为A类标准，GB/T 38244—2019《机器人安全总则》^[17]为B类标

准，GB 11291.1—2011《工业环境用机器人 安全要求 第1部分：机器人》^[18]为C类标准。不同类别的标准主结构所描述的标准结构层次是不同的，顶层类别的标准主结构描述的通用结构比较少，集中在上层结构，而越底层类别的标准主结构描述的结构越多。

(6) 低类别的标准主结构应继承高类别的标准主结构。例如，图6中的GB/T 20001.10—2014继承了GB/T 1.1—2020第一层主结构的大部分配置项，同时给出了其核心技术要素的第二层主结构。空调器标准继承了GB/T 20001.10—2014的第一层主结构和第二层主结构中的部分内容。

4 过程维

4.1 过程维的总体原则

过程维是对标准结构模块化的时间维的描述，包括标准主结构的建立过程和基于主结构的标准配置过程。标准主结构建立应遵循一致性、模块化和数字化的总体原则，基于主结构的标准配置应遵循通用性和规范化的总体原则。

4.2 标准主结构的建立过程

标准主结构的建立过程如图7所示。

(1) 确定标准主结构的需求。在有大量的相

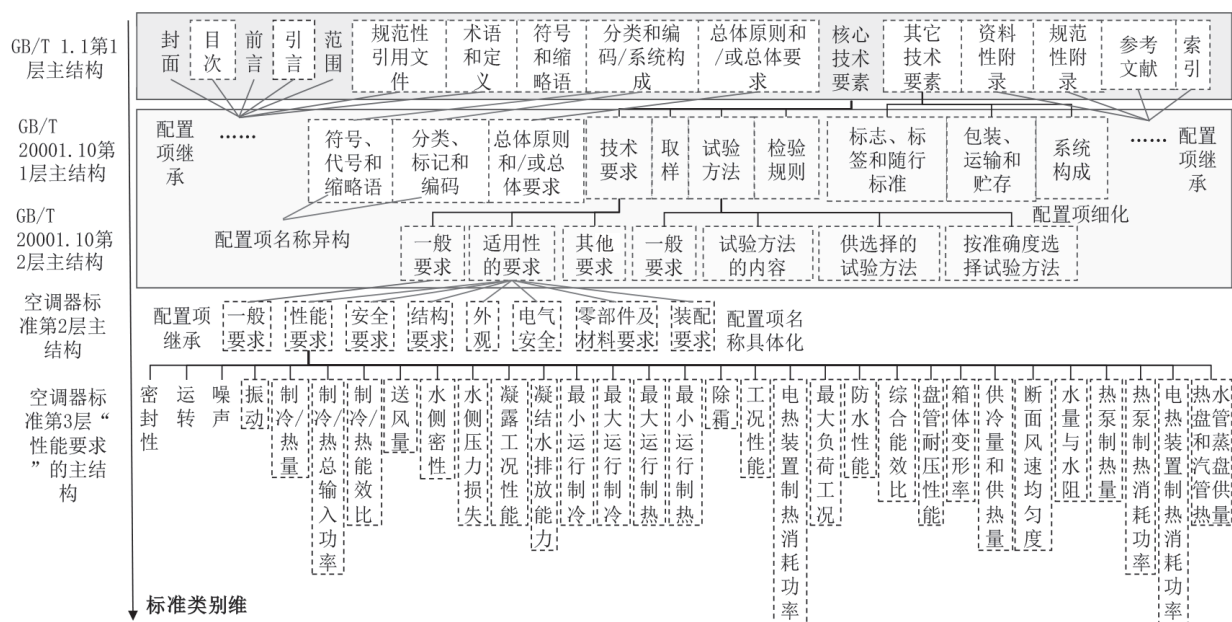


图6 各种不同类别的标准主结构的关系 (虚框为选配项, 其他为必配项)

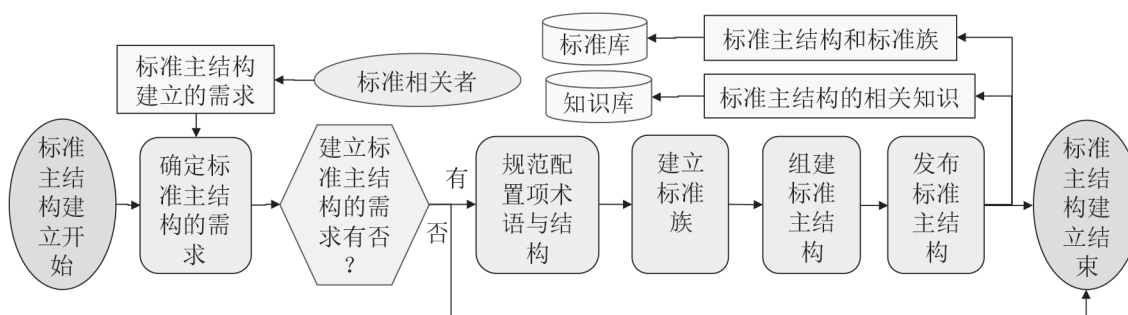


图7 标准主结构的建立过程

似标准存在的情况下,才有建立标准主结构的需要,因此标准主结构主要适合产品、过程和服务类的技术标准。

(2) 规范配置项术语与结构。作为识别相似标准的前提,若相似标准的相同或相似的配置项术语与结构描述不一致,则难以将其作为相似标准进行聚类。

(3) 建立标准族。根据不同的相似度可以得到不同的标准族,因此需选择具有较高相似度和较大覆盖面的标准族。

(4) 组建标准主结构。首先建立不同层级内

容的主结构,进而对这些主结构进行组合。

(5) 发布标准主结构。在标准库中以知识图谱、XML等形式发布标准主结构,以便重复使用。

5 基于主结构的标准配置过程

基于主结构的标准配置过程如下。

(1) 选择标准主结构。根据新标准创建的需求,按照图1的主结构维,从最底层的标准主结构逐级向上级类别检索标准主结构,直至基础标准中建立的第一层主结构。

(2) 选择标准通用配置项。基于主结构进行标准配置时, 必配项已经包含在主结构中, 可直接应用; 选配项应根据需要确定是否选用。

(3) 制定标准特配项。如果必配项和选配项还不能完全满足要求, 可根据实际需要和知识制定特配项, 尽可能采用规范化的术语作为标准特配项的名称。

(4) 选择或制定标准内容模块。如果标准结构最底层的必配项和选配项有通用模块, 直接选用该模块; 如果有规范化要求, 按照规范化要求制定模块。例如, GB/T 1.1—2020对必配项“标准名称”模块有严格的规范化要求, GB/T 20001进一步提出细化要求。最底层的特配项模块一般是个性模块, 需进行定制。

(5) 评价新标准的规范化程度。新标准结构经过基于主结构的标准配置, 其规范性有很大提高, 为此应对其进行评价。

(6) 完善标准主结构。将基于主结构配置得到的新标准结构数据叠加到原来的标准族和标准主结构中, 使之不断完善。

6 结论

标准主结构是对相似标准中共性结构的规范性描述, 以提高标准结构编制的效率和质量, 在GB/T 1.1—2020和GB/T 20001等基础标准, 以及一些通用标准中都可以见到其身影。本文在以往

研究的基础上, 运用标准结构模块化和数字化相结合的方法, 提出了标准主结构模型的体系结构模型, 该模型包括配置项维、结构维和过程维3个维度。

(1) 在配置项维, 提出了规范配置项的名称术语和结构、提高配置项内容的独立性、提高标准族相似度、提高标准族通用度、综合优化标准族相似度和标准族通用度等需求和方法。

(2) 在结构维, 提出了纵向或横向结构合理分层描述标准内容、标准结构内容规范化、保证标准同层结构一致性、对不同程度共性内容建立不同类别标准主结构、低类别标准主结构继承高类别的标准主结构等需求和方法。

(3) 过程维则包括标准主结构建立的“慢过程”和基于主结构的标准配置的“快过程”2个阶段。前者需进行相似标准检索和聚类、标准配置项术语和结构规范化、建立和选择标准族、组建标准主结构等工作, 一旦标准主结构建立完成, 便进入“快过程”即基于主结构进行标准配置工作, 支持提高新标准的编制速度和标准内容质量。

可见, 模型中的配置项是点, 结构维体现配置项之间的关系, 过程维指标准主结构建立和基于主结构的标准配置的过程。3个维度互为支撑, 充分体现了模块化和数字化的思想, 为促进标准内容的共同使用和重复使用提供一套范式, 从而提高标准编制的效率和质量。

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] 王益谊, 顾复, 刘曦泽, 等. 标准数字化转型视域下标准内容模块化体系架构研究[J]. 标准科学, 2024(8): 20-26.
- [3] EHRING D, LUTTMER J, PLUHNAU 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.
- [4] 卢铁林, 汪烁, 樊子天, 等. 标准数字化等级评价视角的转型模式研究[J]. 信息技术与标准化, 2022(10): 31-35.
- [5] 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(3): 64-70.
- [6] 全国标准化原理与方法标准化技术委员会(SAC/TC 286). 标准化工作导则 第1部分: 标准化文件的结构和起草规则: GB/T 1.1—2020[S]. 中国标准出版社, 2020.

(下转第81页)

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)[2025-04-20]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5647347.htm.
- [2] 汪滨,孙红军,张明,等.中国标准“走出去”的主要特征与优化路径[J].科技导报,2023,41(17):102-108.
- [3] 刘春卉.中国标准走出去的关键影响因素探析[J].标准科学,2020(8):6-10.
- [4] 金水英,刘振,陆怡佳.中国高铁“走出去”的现实困境与策略响应[J].江西理工大学学报, 2024,45(2):57-63.
- [5] 杨廷志,李欢,李景,等.中国铁路工程关键技术标准海外转化应用研究[J].标准科学,2024(9):62-69.
- [6] 张利真,汪滨,甘克勤,等.重点行业领域中国标准“走出去”典型案例[J].中国标准化,2022(24):39-42.
- [7] 邓洲.促进自主技术标准“走出去”的策略研究[J].标准科学,2018(8):28-31.
- [8] 王琳,姚飞飞.中国政府数据开放成熟度评价指标体系构建与应用研究[J].农业图书情报学报, 2023,35(1):56-72.
- [9] 周立军,金可怡,刘思薇,等.区域标准化发展成熟度评价指标构建及实证研究[J].标准科学, 2023(1):18-23.
- [10] 邢晓昭,李善青.科技成果转化成熟度评价指标体系研究:以结构方程模型为例[J].情报工程,2018,4(1):52-66.
- [11] 肖晨,汤吉松,王晓峰,等.项目组织结构成熟度评价指标体系构建研究[J].建筑经济,2022,43(S2):226-230.
- [12] 张矛,郑思怡,宛玲.高校图书馆数字学术服务能力成熟度评价指标体系构建[J].图书情报工作, 2023,67(14):12-20.
- [13] 王凯,张延敬,孙森浩.智能建造背景下工程项目管理成熟度评价指标体系构建[J].项目管理评论,2022(6):72-76.

(上接第68页)

- [7] 全国标准化原理与方法标准化技术委员会(SAC/TC 286).标准化工作指南 第1部分:标准化和相关活动的通用术语:GB/T 20000.1—2014[S].中国标准出版社,2014.
- [8] 刘曦泽,王益谊,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(6):147-154.
- [9] 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.
- [10] 全国电子业务标准化技术委员会(SAC/TC 83).标准文档结构化元模型 第1部分:GB/T 42093.1—2022[S].中国标准出版社,2022.
- [11] 顾复,刘曦泽,高轩发,等.标准条款主模型与特性表的结构研究.成组技术与生产现代化.2024,41(2):24-31.
- [12] 刘曦泽,顾复,高轩发,等.标准条款主模型与特性表的建立方法及应用[J].成组技术与生产现代化.2024,41(3):1-7.
- [13] 全国标准化原理与方法标准化技术委员会(SAC/TC 286).标准编写规则 第10部分:产品标准:GB/T 20001.10—2014[S].中国标准出版社,2014.
- [14] 全国标准化原理与方法标准化技术委员会(SAC/TC 286).标准编写规则 第3部分:分类标准:GB/T 20001.3—2015[S].中国标准出版社,2015.
- [15] 全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208).机械安全术语:GB/T 30174—2025[S].中国标准出版社,2025.
- [16] 全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208).机械安全 生产设备安全通则:GB/T 35076—2018[S].中国标准出版社,2018.
- [17] 全国机器人标准化技术委员会(SAC/TC 591).机器人安全总则:GB/T 38244—2019[S].中国标准出版社,2019.
- [18] 工业环境用机器人 安全要求 第1部分:机器人:GB 11291.1—2011[S].