

航空领域标准数字化标准路线图研究

Research on the Standard Roadmap of Standard Digitization in Aviation Field

■ 中国航空综合技术研究所 董士铭 李翔宇 傅田 李 上 陶 岚

摘要 围绕航空领域标准数字化转型需求，基于现有标准数字化理论基础，研究分析了航空领域标准数字化体系框架，构建了航空领域标准数字化标准路线图，包含基础通用、关键技术、产品与服务、领域应用和质量安全 5 个方面，旨在为航空领域标准数字化相关标准的编制提供参考与指导。

关键词 航空领域 标准数字化 标准路线图

Abstract: Focusing on the demand for digital transformation of standards in the aviation sector and based on the existing theoretical foundation of digitization of standards, this paper analyzes the framework of the digitalized standard system in the aviation sector and constructs a roadmap for digitalized standards in the aviation sector. It encompasses five aspects: basic universality, key technologies, product services, domain applications and quality and safety. The aim is to provide reference and guidance for the formulation of relevant standards for the digitization of standards in the aviation field.

Keywords: aviation field; standard digitization; standard roadmap

0 引言

党的二十大报告着重强调了制造业向高端化、智能化、绿色化方向发展的重要性，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》明确提出了推动制造业数字化、网络化、智能化转型的战略要求^[1]。2024 年，中央网信办印发的《信息化标准建设行动计划（2024—2027 年）》中明确提出要“推动标准数字化发展，开展标准数字化理论、方法等基础方面的研究，建立完备的标准数字表达、应用体系。重点突破机器可读标准、开源标准、标准数字化验证等关键技术，加快标准数字化研制、管理、应用、服务、监督、评价等研究，促进标准化工作降本提质增效”^[2]。

航空装备制造业作为国家装备制造业发展水平和高端制造业技术能力的代表，面临高质量发展的新要求以及数字化、网络化、智能化升级需求。致力于构建“数字航空”，而数字化标准的有效使用正是“数字航空”的重要基础保证，通过制定和实施数字化标准，可以有效降低航空装备制造业的复杂

性和成本，提高产品质量和生产效率，进而推动整个行业的发展^[3]。

1 标准数字化标准研制现状

2022 年，国家标准化管理委员会成立全国标准数字化标准化工作组（SWG29），SWG29 负责组织标准数字化基础通用、建模与实现共性技术、应用技术等领域国家标准制修订工作，构建的标准数字化标准体系主要分为“基础通用”“过程实现”“数字标准”“应用与服务”4 类，其标准体系如图 1 所示。

4 类标准相互支撑，共同构成了一个完整、系统的标准体系。在该标准体系中，基础通用标准是其他 3 类标准化活动的基础，为整个标准数字化过程提供了底层的共识和公共规则，涵盖了术语定义、分类分级、基本原则与方法等，确保各单位在制定和实施标准时有统一的参考框架。过程实现类标准在基础通用标准的基础上，进一步关注标准研制的生命周期过程，对转型过程核心技术进行统一规范，从而确保从内容的创建与存储到加工与处理，再到

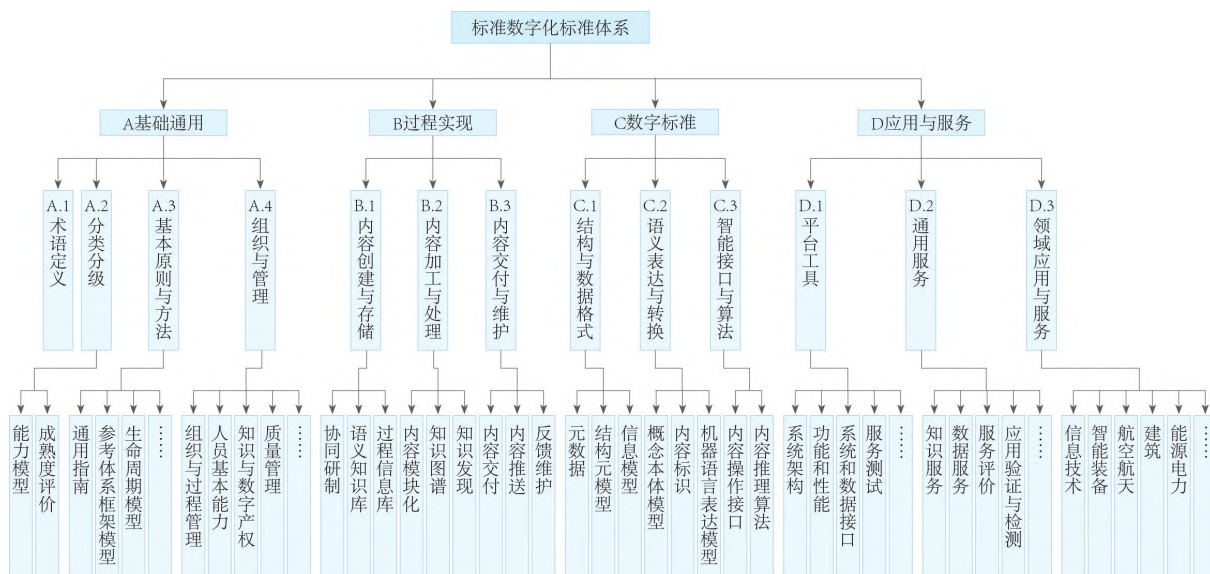


图1 通用标准数字化标准体系

交付与维护的整个过程都有明确的标准指导。数字标准类标准在基础通用标准所确立的原则和方法的基础上，为过程实现的结果设定了具体规则，详细规定了与标准数字化定义相关的模型、数据格式和内容表达方法，为标准的数字化实现提供了详尽的指导和要求，确保数字化的标准具有清晰的结构、数据格式和语义表达。应用与服务类标准是在其他3类标准的基础上制定的，主要围绕标准数字化平台工具、通用服务以及特定领域的应用与服务展开，确保标准化的成果能够在实际应用中得到有效的实施和推广。

中国电子技术标准化研究院崔静等围绕标准数字化转型需求，构建了电子信息领域标准数字化工作路线图^[4]，从机制建设、重点保障研制、数据资源建设、关键技术攻关、试点试用5个阶段，部署了电子信息领域的标准数字化工作，具体内容如图2所示。为推进标准数字化工作、制定相关标准提供参考建议。

工程建设标准化协会成立了标准数字化工作委员会，构建了符合工程建设领域需求和特点的工程标准数字化“1+4+N”标准体系^[5]，其中，“1”为基础通用标准；“4”为数据标准、模型标准、平

台标准及档案标准；“N”为各行业和各业务所应用的标准，该体系为工程建设领域未来标准化工作重点和方向提供了参考，如图3所示。

2 航空领域标准数字化转型标准需求

纵观航空工业数字化能力建设发展阶段，数字技术在航空领域的应用呈现“标准先行、点状突破、系统性不足”的特点。尤其是在实际生产过程中，航空领域还存在标准“选用难”“贯彻难”“评价难”“效率低”的问题，如图4所示。

其中，“选用难”体现在生产过程中，工程技术人员获取标准内容不方便或者因为标准技术内容矛盾等原因所导致选标、用标困难；“贯彻难”体现在现有的标准没有有效融入装备研制生产体系，不能很好的适应现代装备研制生产过程数字化转型升级需求；“评价难”体现在项目管理或决策人员无法有效掌握装备贯标及应用效果，无法及时监测并发现型号研制过程中因为标准技术内容冲突、缺失或选用错误标准所导致的质量问题；“效率低”体现在当前标准化工作模式和管理运行效率低下，无法满足现代智能制造数字化转型的要求。

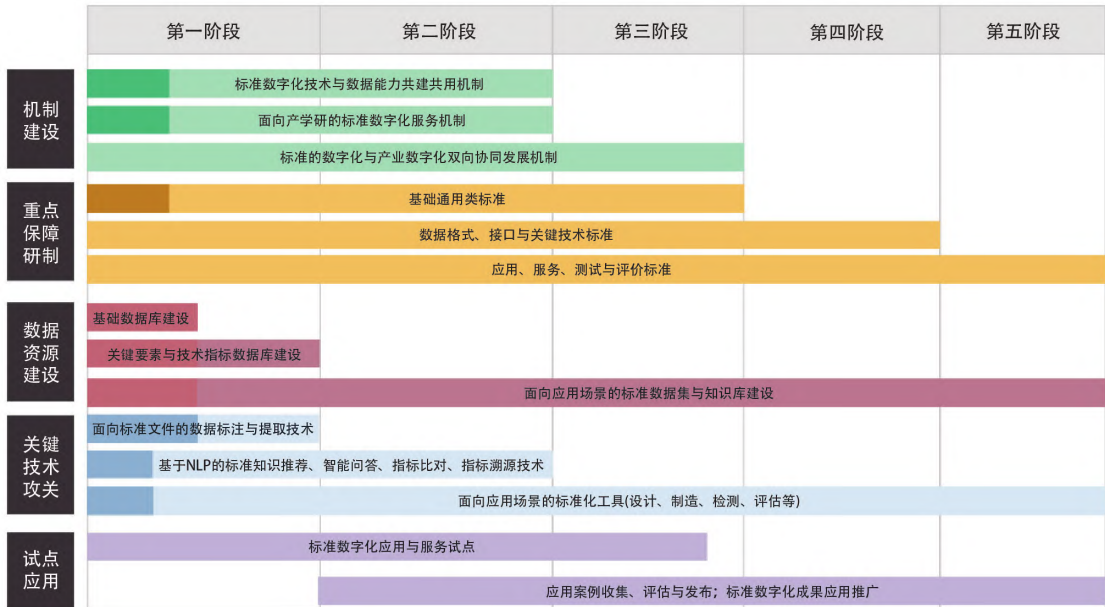


图2 电子信息领域标准数字化工作路线图

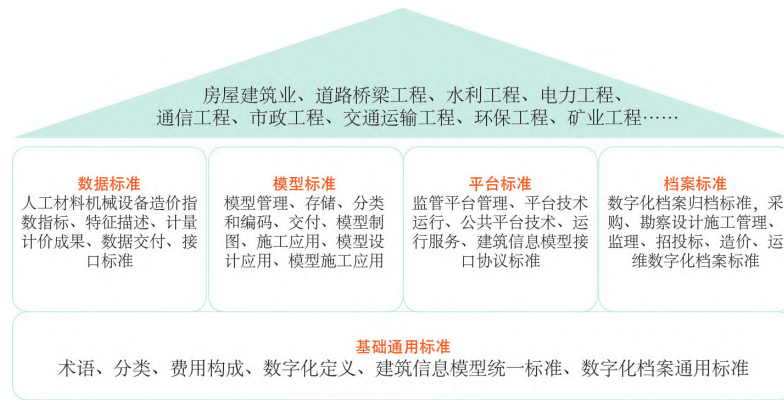


图3 工程建设领域标准数字化体系

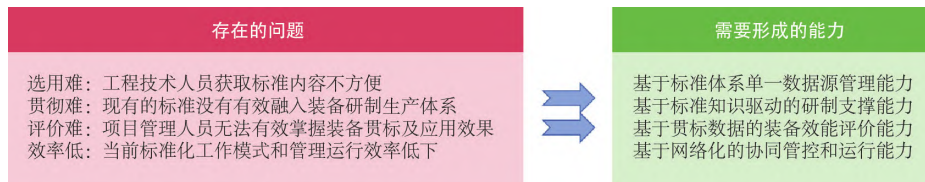


图4 航空领域标准数字化转型标准需求

为解决上述问题, 航空领域正在打造“基于标准体系的单一数据源管理能力”“基于标准知识驱动的研制支撑能力”“基于贯标数据的装备效能评价能

力”以及“基于网络化的协同管控和运行的能力”, 通过标准数字化的手段推动航空领域数字化标准研制能力提升。当前, 航空领域缺少能够有效指导行

业标准数字化能力建设的标准体系及标准路线图, 本文通过开展航空领域标准数字化标准及需求分析研究, 提出航空领域标准数字化标准体系及路线图, 推动航空领域的标准数字化转型, 为航空装备制造业的数字化、网络化、智能化转型提供标准化理论和实践指导。

3 航空领域标准数字化标准体系研究

结合航空领域数字化标准发展现状, 针对航空领域行业特点, 对依存标准化对象的系统层次结构进行平行分解, 分解出来的各方面作为具体标准化方面, 以此为依据提出所需标准, 运用系统工程平行分解法^[6], 建立航空领域标准数字化标准体系框架, 以基础通用为底层规则, 通过数字化表示、结

构化加工等标准规范数字化核心关键技术, 在统一技术标准的情况下, 构建统一平台与工具, 并在航空领域实际应用, 其中, 质量与安全类标准对全过程进行规范保障, 框架整体如图 5 所示。

以航空领域标准数字化体系框架为基础, 基于航空领域标准数字化需求, 以基础通用、关键技术、产品与服务、领域应用及质量安全为基础, 以可靠性、实用性和先进性为原则, 构建航空领域标准数字化标准体系, 如图 6 所示。

整体框架以“基础通用”为基础, 涵盖“体系建设”的基础框架, 包括“基本原则”的设置, 确保整个数字化过程有章可循。“关键技术”涉及到标准数据处理多个核心环节, 包括了数据建模、数据存储、数据交换等关键技术, 这些技术共同构成了航空领域标准数字化的技术支撑。“产品与服务”

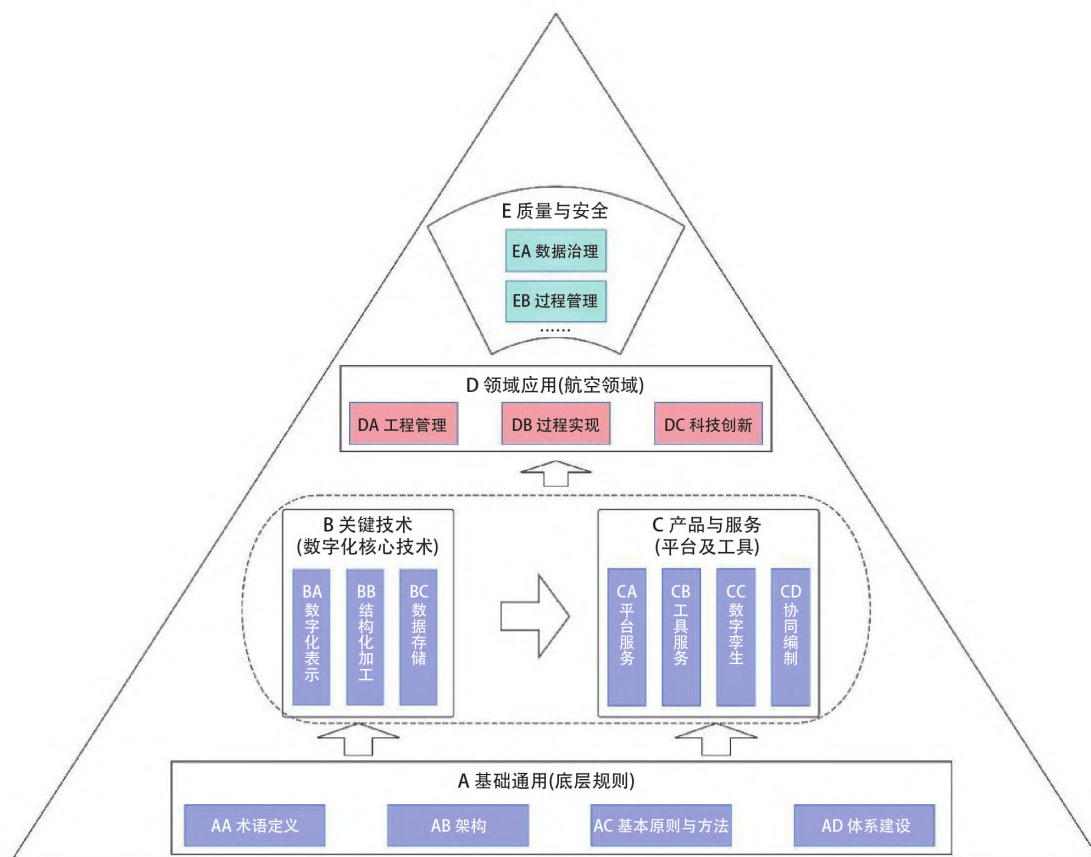


图 5 航空领域标准数字化体系框架

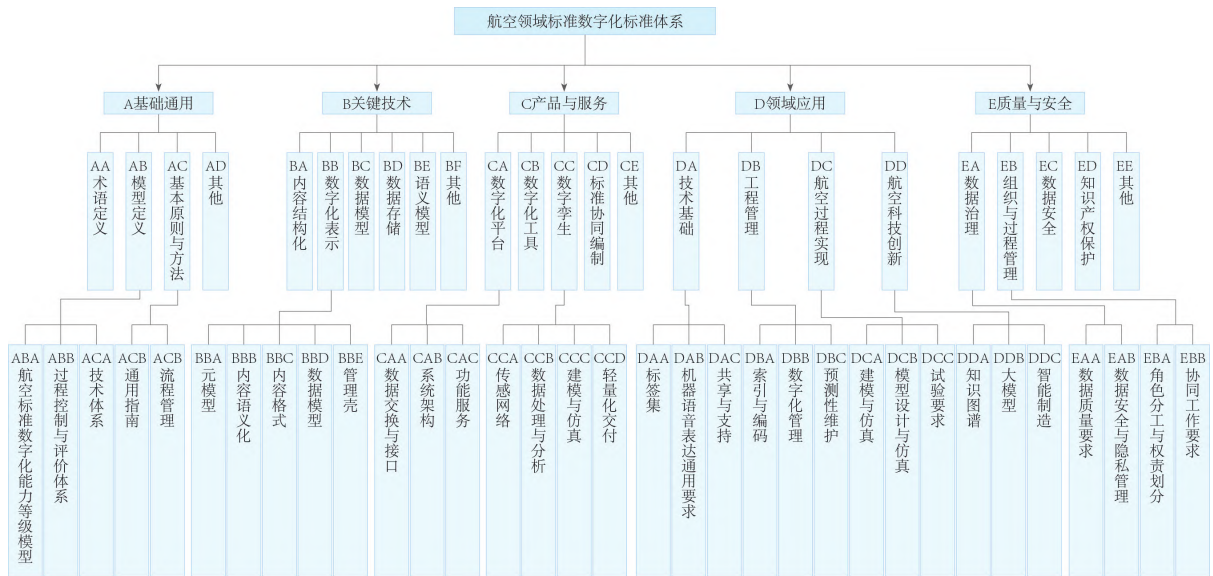


图6 航空领域标准数字化标准体系

核心为平台服务和工具服务两大核心服务，为航空领域标准数字化的应用提供了必要的工具和平台。“领域应用”阶段强调了数据治理和知识产权的重要性。“质量与安全”涉及到信息安全、知识产权保护等方面，确保整个数字化过程的质量和安

4 航空领域标准数字化标准路线图设计

为稳步推进航空领域标准数字化发展，基于实际业务需求，以基础通用、关键技术、产品与服务、领域应用、质量与安全为支撑，在总则、术语定义、模型定义、内容结构化、数字化表示、数据模型、数字化工具、过程实现、系统运营等方面提出标准化的需求和制修订标准的重点方向，并将其按照近期、中期、长期3个阶段来考虑，构建航空领域标准数字化标准路线图，如图7所示。

4.1 基础通用

包括术语定义、模型定义、基本原则与方法等4个方面。其中，术语定义规范航空领域标准数字化的概念定义；模型定义主要包括能力等级模型、评价体系和技术体系，提供标准信息模型的参考架构，以及各部分内容的定义和总体要求，从能力维度对

标准数字化水平进行定义与评估；基本原则与方法主要包括标准数字化通用指南与流程管理，给出数字标准编制原则，规定基本要求，包括标识符和标识代码，符合计算机可识别形式的标识符的应用及交换要求。

4.2 关键技术

包括标准内容结构化、数字化表示、数据模型、数据存储、语义模型5个方面。其中，内容结构化包括标准内容处理与文本数字化处理、元数据加工等内容；数字化表示包括内容语义化与格式要求，涵盖标准生命周期、信息层级和智能特征等；数据模型包括数字标准信息模型等内容，规范数字化标准的数据模型；数据存储包括标准数据格式、数据命名规范、数据分类和结构等，以便于组织更有效地管理和使用数据，提升数据的质量，为下一步工作打好基础。

4.3 产品与服务

包括数字化工具、数字化平台、数字孪生、标准协同编制4个方面。数字化工具包括工具功能与性能、操作界面设计、技术支持等内容；数字化平台包括平台功能、数据交换与接口、系统架构等内容，明确平台基本功能，确保平台高效使用；数字孪生

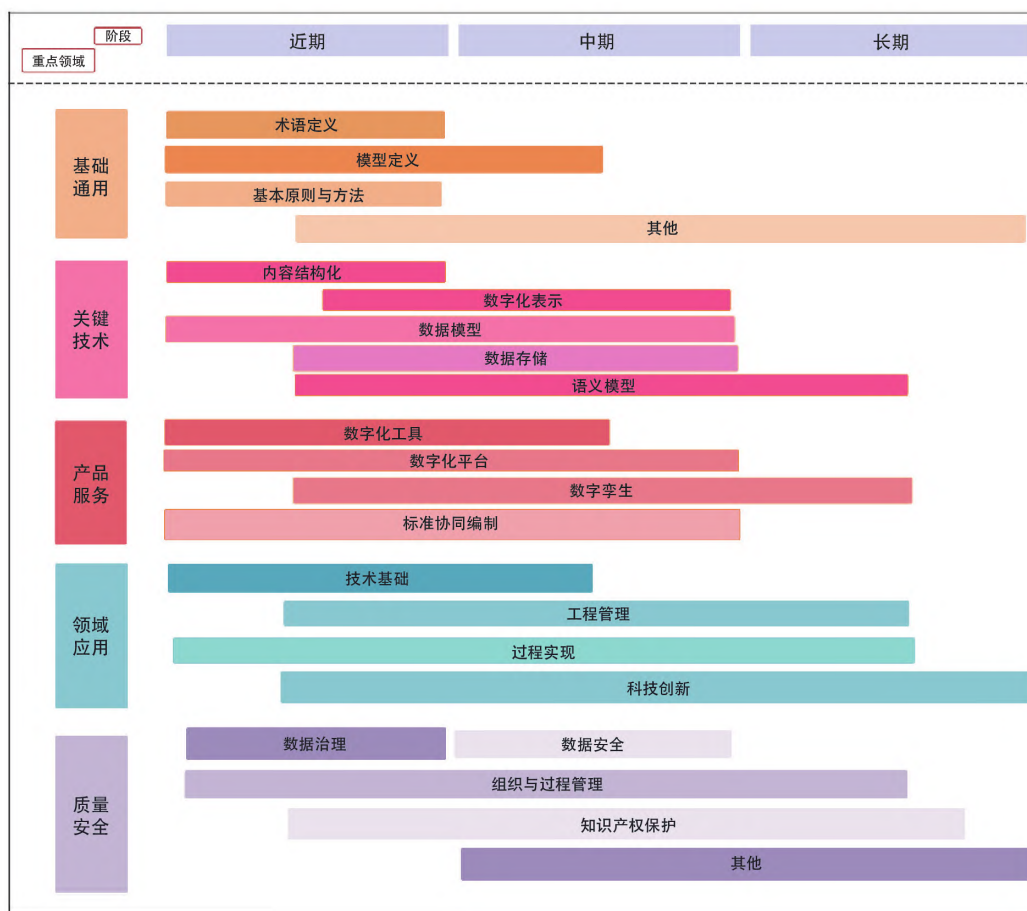


图7 航空领域标准数字化标准路线图

包括传感网络、数据处理与分析、建模与仿真等内容；标准协同编制包括协同编制流程与规范、协同编制平台要求、信息协同与共享、版本控制等内容，确保协同编制过程的高效、有序、准确。

4.4 领域应用

包括航空领域的技术基础、工程管理、过程实现、科技创新4个方面。其中，技术基础包括标签集、共享与支持等；工程管理包括索引与编码、数字化管理、预测性维护等；过程实现包括航空产品建模与仿真、模型设计与仿真、试验要求等内容；科技创新包括标准知识图谱、大模型、智能制造等内容。

4.5 质量安全

包括数据治理、数据安全、组织与过程管理、知识产权保护等5个方面。数据治理包括质量要求等；

数据安全包括隐私管理等；组织与过程管理包括权责划分、协同工作要求等内容；知识产权保护包括知识产权保护原则、知识产权共享等内容。

5 航空领域标准数字化工作建议

(1) 加快标准数字化相关标准研制。结合航空领域标准数字化标准体系及标准路线图，加快相关标准的研制，重点推进基础通用标准的制定和实施，推进航空领域标准数字化转型。

(2) 加大关键技术研究及软件工具开发力度。加强工具、软件开发力度，研制适用于航空领域的标准数字化软件、工具，细化产品与服务的具体内容后，将信息整合统一数字化平台中，以（下转第43页）

3 结语

本文详细探讨了基于 LLM 和 AGI 技术的标准文献智能问答系统的发展与应用。通过引入 RAG 技术, 本文提出了一种创新的解决方案, 不仅优化了标准文档的处理流程, 还极大地提升了标准制定与审核的效率。

在未来的研究和应用中, 将继续探索优化算法和增强技术, 以进一步提高系统的准确性和实用性。这种智能问答系统不仅能够实时提供准确的支持, 增强标准的应用价值, 同时也为数字化社会的发展提供了强有力的技术保障。通过不断的技术创新和优化, 标准文献智能问答系统将在更广泛的领域中发挥重要作用, 推动标准化工作迈向新的高度。✎

参考文献

[1] 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.

[2] ZHAO W X, ZHOU K, LI J, et al. A survey of large

language models[J/OL].[2024-06-20]. <https://arxiv.org/abs/2303.18223>.

[3] CHEN J, LIN H, HAN X, et al. Benchmarking large language models in retrieval-augmented generation[C]//Proceedings of the Thirty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence. Vancouver: Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 2024.

[4] ASAI A, MIN S, ZHONG Z, et al. Retrieval-based language models and applications[C] // Proceedings of the 61st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Toronto: Association for Computational Linguistics, 2023.

[5] GAO Y, XIONG Y, GAO X, et al. Retrieval-augmented generation for large language models: A survey[J/OL].[2024-06-20].<https://arxiv.org/pdf/2312.10997>.

(收稿日期: 2024-06-25)

(上接第 31 页) 形成一套标准数字化工具, 将标准数字化技术更好地应用于航空领域, 提高航空器的设计、制造、运营和维修水平。

(3) 打造标准数字化转型试点、推进数字化标准应用。依托理论研究及核心技术探索, 在平台建设、技术组织管理等方面打造一批标准数字化应用试点, 探索标准数据的采集汇聚、挖掘分析、应用服务的模式和机制, 推动产业化发展的规范化运作, 实现飞机研制过程的高效协同和持续改进, 为航空工业的持续发展奠定坚实基础。✎

参考文献

[1] 中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 [EB/OL].[2024-07-12].https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.

[2] 中华人民共和国中央人民政府. 中央网信办等三部 门印发《信息化标准建设行动计划 (2024—2027 年)》 [J]. 信息技术与标准化, 2024(6): 4.

[3] 李翔宇, 傅田, 潘鑫, 等. 标准数字化在航空行业应用探索与实践 [J]. 信息技术与标准化, 2022(10): 68-72, 78.

[4] 崔静, 王立玺. 标准数字化工作路线图探究 [J]. 信息技术与标准化, 2023(6): 43-46.

[5] 李成栋, 杨海欧, 姜辉. 工程建设数字化转型标准体系研究 [J]. 工程造价管理, 2023(3): 12-20.

[6] 马波, 楼继岚, 张翔. 先进标准体系构建方法研究 [J]. 工程建设标准化, 2021(11): 75-79.

(收稿日期: 2024-07-15)