



中国标准化研究院
CHINA NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDIZATION

标准数字化演进蓝皮书



中国标准化研究院
2025年10月

（二）发展目标

“——标准化水平大幅提升。……标准数字化程度不断提高，标准化的经济效益、社会效益、质量效益、生态效益充分显现。”

（三十）提升标准化技术支撑水平

“发展机器可读标准、开源标准，推动标准化工作向数字化、网络化、智能化转型。”

——2021 年《国家标准化发展纲要》





参编单位

(排名不分先后)

- ◎ 中国标准化研究院
- ◎ 国家市场监督管理总局国家标准技术审评中心
- ◎ 中国电子技术标准化研究院
- ◎ 中国航天标准化研究所
- ◎ 中国汽车标准化研究院
- ◎ 湖北省标准化与质量研究院
- ◎ 广东省标准化研究院
- ◎ 国家国防科技工业局经济技术发展中心
- ◎ 国家工业信息安全发展研究中心
- ◎ 之江实验室
- ◎ 中国航空综合技术研究所
- ◎ 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所
- ◎ 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院
- ◎ 中国电力科学研究院有限公司
- ◎ 煤炭科学研究总院有限公司
- ◎ 国家石油天然气管网集团研究总院
- ◎ 山东省计算中心(国家超级计算济南中心)
- ◎ 浙江大学
- ◎ 中国计量大学
- ◎ 中国标准化协会
- ◎ 中国工程建设标准化协会
- ◎ 中国汽车工程学会
- ◎ 中国质量标准出版传媒有限公司(中国标准出版社)
- ◎ 中机研标准技术研究院(北京)有限公司
- ◎ 山东港口青岛港集团有限公司
- ◎ 北京国网信通埃森哲技术有限公司
- ◎ 南方电网科学研究院有限责任公司
- ◎ 中车青岛四方机车车辆股份有限公司
- ◎ 中交基础设施养护集团有限公司
- ◎ 中国民航信息网络股份有限公司
- ◎ 华为技术有限公司
- ◎ 浙江吉利控股集团有限公司
- ◎ 北京三维天地科技股份有限公司
- ◎ 西门子(中国)有限公司

版 权 声 明

《标准数字化演进蓝皮书》（以下简称“本蓝皮书”）由中国标准化研究院组织编写，依照《中华人民共和国著作权法》享有对本蓝皮书的发表权、署名权、修改权、复制权、发行权、信息网络传播权、改编权、翻译权以及汇编权等权利。印刷、出售、网络传播、改编、翻译本蓝皮书的，应当取得中国标准化研究院许可。使用本蓝皮书内容观点的，应注明“信息来源：中国标准化研究院”。蓝皮书中所使用的相关信息数据与案件素材等均为蓝皮书编写组研究成果或公开可获得，并已注明来源出处。违反上述声明者，中国标准化研究院将依法追究其相关法律责任。

立时代标准 创美好生活



中国标准化研究院
CHINA NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDIZATION

前言 Preface

数字化转型正深刻重塑全球标准化事业的发展格局，标准数字化演进成为不可逆转的战略方向。国际、区域以及国外主要国家层面标准化机构均在系统性推进标准数字化转型工作。我国积极把握标准数字化转型机遇，自 2019 年起从顶层设计、科研项目、工具平台等多个层面布局推进相关工作，取得了良好进展。但与国际先进水平相比，标准数字化的关键核心技术、全链条管控能力以及相关机制建设等方面仍有进一步发展空间。

为深入贯彻《国家标准化发展纲要》《质量强国建设纲要》等一系列国家战略部署，响应市场日益增长的标准数字化需求，中国标准化研究院联合浙江大学等相关单位，共同编撰本蓝皮书，旨在汇聚政、产、学、研、用各界共识，明确标准数字化演进方向，为相关工作的系统性开展提供思路参考，为推动构建可持续的标准数字化生态贡献力量。



本蓝皮书主要包括七个部分，主要内容如下：

第一部分 分析标准数字化发展的背景趋势，明确标准数字化相关概念定义。

第二部分 系统梳理当前全球标准数字化发展现状，分析国内外发展水平差异。

第三部分 针对标准数字化有哪些需求、需求产生的原因以及涉及哪些主要场景等问题，系统性开展需求调研，梳理标准数字化典型场景和用例清单，为制定演进路线图提供依据。

第四部分 深度解读什么是标准数字化，提出了标准数字化参考架构模型，明确了标准内容数字化、过程数字化以及应用数字化三方面的内涵、作用及关键活动。

第五部分 围绕标准数字化演进方向以及如何实现等问题，明确标准数字化能力等级、演进目标与关键任务，绘制演进路线图，为未来标准数字化转型指明方向。

第六部分 基于标准数字化演进路线，按照顶层谋划、规则优先原则，规划提出我国标准数字化标准体系，明确标准研制重点，以标准引领我国标准数字化转型。

第七部分 总结本蓝皮书内容，就标准数字化演进所呈现的关键趋势，提出对策建议。

目 录

一、概述	01
(一) 标准数字化背景趋势	01
1. 全球数字经济高速发展, 数据要素价值日益凸显	01
2. 技术融合驱动产业升级, 标准化支撑作用亟待提升	02
3. 标准数字化合作机制不断完善, 相关生态加速形成	03
(二) 标准数字化相关概念	03
(三) 小结	04
二、全球标准数字化发展现状	05
(一) 国际国外标准数字化发展现状	05
1. 国际层面	05
2. 区域层面	08
3. 主要国家层面	09
(二) 我国标准数字化发展现状	12
1. 政策规划	13
2. 科学研究	13
3. 标准体系	13
4. 平台工具	14
5. 市场应用	15
(三) 小结	16

三、标准数字化需求调研与分析	17
(一) 调研目的与方法	17
(二) 调研数据统计分析	18
1. 组织机构调研情况	18
2. 个人用户调研情况	21
(三) 标准数字化典型场景总结	24
1. 内容生成类	24
2. 内容管理类	25
3. 场景应用类	25
(四) 标准数字化用例库构建	26
(五) 小结	27
四、标准数字化内涵	28
(一) 标准内容数字化	29
1. 内涵与作用	29
2. 关键活动	29
(二) 标准过程数字化	30
1. 内涵与作用	30
2. 关键活动	30
(三) 标准应用数字化	31
1. 内涵与作用	31
2. 关键活动	31
(四) 参考架构模型	31
1. 能力特征维度	32
2. 生命周期维度	33
3. 应用层级维度	33
(五) 小结	34

五、标准数字化演进路线 35

 (一) 能力等级 35

 (二) 演进目标 37

 (三) 演进路线图 38

 1. 技术演进路线图 38

 2. 整体演进路线图 40

 3. 关键任务 41

 (四) 小结 43

六、标准体系建设 44

 (一) 构建思路 44

 (二) 标准体系结构 45

 (三) 未来建设重点 46

 1. 加快制定标准数字化演进关键技术标准 46

 2. 全力推动标准数字化标准的实施应用 46

 3. 积极提升标准数字化国际标准化水平 46

七、总结与展望 47

 (一) 演进趋势 47

 (二) 对策建议 48

附录A 标准数字化用例清单(部分) 49

图目录

图1 国际组织标准数字化转型重要工作节点	06
图2 SMART 标准演进路径	07
图3 BSI Flex 0标准中规定的标准制定流程	11
图4 我国标准数字化相关工作	11
图5 组织机构分布	18
图6 标准数据库资源格式	19
图7 标准数字化管理系统包括的功能	19
图8 标准数字化需求热点云图	20
图9 个人用户分布	21
图10 标准数字化软件使用类型	22
图11 标准数字化软件功能需求	23
图12 标准数字化三方面内涵的关系	28
图13 标准数字化参考架构模型的总体框架	32
图14 标准数字化能力等级模型	36
图15 标准数字化关键技术演进路线图	38
图16 标准数字化整体演进路线图	41
图17 标准数字化标准体系结构图	45

缩略语

缩略语	全称	中文释义
AFNOR	Association Française de Normalisation	法国标准化协会
ANSI	American National Standards Institute	美国国家标准学会
BIS	Bureau of Indian Standards	印度标准局
BSI	British Standards Institution	英国标准学会
CEN	European Committee for Standardization	欧洲标准化委员会
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization	欧洲电工标准化委员会
CSIS	Center for Strategic and International Studies	美国战略与国际问题研究中心
DIN	Deutsches Institut für Normung	德国标准化学会
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik	德国电工委员会
IDC	International Data Corporation	国际数据公司
IEC	International Electrotechnical Commission	国际电工委员会
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
ITU	International Telecommunication Union	国际电信联盟
KSA	Korean Standards Association	韩国标准协会
NEN	Nederlands Normalisatie-instituut	荷兰标准协会
NISO	National Information Standards Organization	(美国)国家信息标准组织
OSD	Online Standards Development	在线标准制定平台
SAG	Strategic Advisory Group	(BSI)战略咨询小组
SIDS	Standard Intelligent Development System	标准智能研制系统
SIM	Standard Information Model	标准信息模型
SIU	Standard Information Unit	标准信息单元

概述



■ 标准数字化背景趋势

全球数字经济高速发展，数据要素价值日益凸显

全球正加速迈入以数字经济为主导的新发展阶段，美国弗雷斯特研究公司发布的《全球数字经济预测(2023-2028)》显示，2023年至2028年全球数字经济的复合年增长率将达到7%，预计到2028年规模将达到16.5万亿美元¹，呈现出强劲的增长势头。与此同时，美国国际数据公司（IDC）预测，到2028年全球数据总量将攀升至393.9 泽字节（ZB）²。在此过程中，如何将海量数据资源转化为可驱动经济增长的高质量数据要素，逐渐成为各国竞争的焦点。

1. 弗雷斯特研究公司（Forrester Research），《全球数字经济预测报告（2023-2028）》（Global Digital Economy Forecast, 2023-2028）。网址：<https://www.forrester.com/report/global-digital-economy-forecast-2023-to-2028/RES181192>
2. 国际数据公司（IDC），《全球数据总量预测报告（2024-2028）：人工智能无处不在，但数据激增尚需时日》（Worldwide IDC Global DataSphere Forecast, 2024-2028: AI Everywhere, But Upsurge in Data Will Take Time）。网址：<https://my.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US52076424>

我国数据要素市场呈现健康发展态势。国家数据局发布的《数字中国发展报告（2024年）》指出，2024年我国数据生产量达41.06ZB，同比增长25%，实现了高质量数据集量质齐升³。据统计部门测算，2024年全国数据市场交易规模超1600亿元，同比增长30%以上⁴，其中上海数据交易所截至2024年已挂牌数据产品超5000个，全年数据交易额突破50亿元⁵，市场交易生态日趋活跃。数据资产交易市场正逐步进入高速发展阶段，市场化制度体系基本建立，相应的确权、定价、交易等制度规则更加明晰，监管体系框架基本构建，市场化运行走上正轨。

技术融合驱动产业升级，标准化支撑作用亟待提升

在数字化转型不断深化的背景下，跨国家、跨地区、跨行业、跨部门、跨领域的融合与创新需求日益凸显。例如在当前“人机物”三元融合的万物智能互联时代，人工智能与物联网技术深度融合，催生出智能物联网，赋予设备数据感知、自主决策与智能交互能力，广泛应用于智能制造、智慧城市等典型场景。新旧技术融合不仅推动传统产业数字化升级，还催生出新的商业模式和经济增长点，为各行业带来全新的发展机遇与挑战。

在此背景下，传统标准形式和标准化工作模式逐渐难以满足产业数字化的发展需要，具体表现在以下几个方面：

一是标准数字化程度低，仍以纸质或PDF等形式的文档为主，依赖人工阅读和理解，知识获取效率低下。国家标准信息公共服务平台的数据显示，截至2025年10月10日，我国现行国家标准46727项（不包括食品安全、环境保护、工程建设方面的国家标准）⁶，其中尚未有以数字标准形态制定和收录的标准。

二是标准研制协同性差，标准研制过程串行、离散，难以实现跨文档智能检索以及术语和定义的一致性保障。

三是标准集成应用难，由于缺乏标准数字化集成应用解决方案，标准中的大量技术、经验、知识和数据难以被信息化工具直接识别和调用，同时缺乏动态关联更新能力，在产业应用时易引发技术文件不一致等问题。

3. 国家数据局，《数字中国发展报告（2024年）》。网址：https://www.szzg.gov.cn/2025/xwzx/qwfb/202504/t20250430_5012953.htm

4. 新华社，《2024年全国数据市场交易规模同比增长超30%》。网址：https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202504/content_7017185.htm

5. 上海市统计局，《2024年上海市国民经济和社会发展统计公报》。网址：<https://jjj.sh.gov.cn/SCGK194/20250326/464867b9f38c4704b6139686710a8bd8.html>

6. 国家标准信息公共服务平台，网址：<https://std.samr.gov.cn/gb/gbQuery>

标准数字化合作机制不断完善，相关生态加速形成

自 2019 年国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（IEC）启动 SMART（Standards Machine Applicable, Readable and Transferable）计划以来⁷，全球各标准化组织持续扩大和深入相关合作机制建设。国际层面，2025 年 2 月，ISO 与 IEC 成立 SMART.X 联合常务委员会，3 月正式启动“SMART 冠军网络（SMART Champions Network）”计划，旨在通过建立长期沟通和培训机制，促进成员间交流和改进现有标准数智化流程和工具。国际电信联盟（ITU）在其 2024 至 2027 年战略计划中明确提出要实现可持续数字化转型的关键任务，并开展相关机制建设⁸。区域层面，欧洲标准化委员会（CEN）和欧洲电工标准化委员会（CENELEC）成员国同时也是 ISO、IEC 开展标准数字化转型的“主力军”，在 SMART 项目设立之初即深度参与，支持形成了标准组织间紧密的合作关联机制。国家层面，德国标准化学会（DIN）和德国电工委员会（DKE）发起数字标准倡议（IDiS），成员包括来自工业界、科研机构和协会的代表，覆盖自动化、建筑、认证、工业 4.0、医疗技术、职业安全与健康、铁路和 IT 安全等多个领域，通过开展数字标准原型自动化检测、语义模块化提取与关联等项目试点，促进标准数智化与产业应用交互融合，最新发布的数据显示企业通过标准数字化活动营业额增长超过 60%⁹。该倡议展示了标准化组织和用户之间协调合作的成功模式，为形成全球范围内的标准数字化生态提供了借鉴。

■ 标准数字化相关概念

标准数字化是指利用数字技术对标准内容及生命周期过程赋能，使标准承载的规则能够以数字形式被机器读取、传输与使用的系列活动。标准数字化的主要成果是数字标准，即通过标准数字化活动，基于数字环境开发，由一组功能相关的数据、信息和指令集合组成的，具备机器可读、可执行、可解释能力的标准。

7. ISO,《IEC/ISO SMART: 释放国际标准的数字化潜力》(IEC/ISO SMART: Unleashing the digital power of international standards)。网址: <https://www.iso.org/smart>

8. ITU,《ITU 战略规划(2024-2027)》(ITU Strategic Plan 2024-2027)。网址: <https://www.itu.int/en/council/planning/Pages/default.aspx>

9. 德国电气、电子与信息技术协会(VDE),《DIN 和 DKE 展示 SMART 标准的优势》(DIN and DKE demonstrate the advantages of SMART standards)。网址: <https://www.vde.com/en/press/press-releases/2024-03-22-idis-whitepaper-3-smart-standards-en>

从狭义来看，标准数字化是将标准转化为数字文本，实现机器可读、可用、可转换，能够进行规模化的平台管理；从广义来讲，标准数字化代表了标准领域的整体创新，通过对标准及其全生命周期各环节赋能，有效联通标准化大数据、标准“算力”和标准应用等关键基础设施。

标准数字化与数字标准化是标准数字化演进过程中不可避免的两个概念，也是很容易混淆的两个概念。为明晰其概念差异，表 1 从研究对象、目的、关键技术、实现路径、应用场景及主要成果等方面对两个概念进行了系统解析与比较。结果表明，尽管二者在术语表述上相近，但其概念内核存在本质区别。

表 1 标准数字化与数字标准化的差异

对比维度	标准数字化	数字标准化
研究对象	标准	数字领域中的对象
目的	通过数字技术实现技术赋能，进一步丰富标准制定与表现形式，提升标准的研制与使用效率	通过协商一致实现管理赋能，通过标准化对象的有序化，获得共同效益
关键技术	数字化相关技术（信息建模、知识图谱、面向对象的软件开发等）	标准化技术（内容选取与确立、过程控制、知识转化等）
实现路径	数字化需求——标准的数字化处理——数字形式的标准——领域应用	标准化需求——协商一致——标准化文件——领域应用
应用场景	标准内容查询、比对、分析，以及开发、试验、测试、认证等活动中的标准应用	为数字通信、数字建模等活动及其结果提供规则
主要成果	标准的不同形式（自然语言、机器语言、自然语言 + 机器语言）	标准化文件

■ 小结

标准数字化是一个新兴的概念，系统梳理其发展背景与概念，是明确其演进方向与方式的基础。鉴于标准对经济社会发展具有广泛的适用性和引领性，其数字化演进既是当前数字经济高速发展的客观需要，也是标准化自身应对数字技术变革的必然选择，更是国际标准化战略博弈的核心焦点。标准数字化演进将对未来标准的表现形式、标准化活动的组织方式、标准化相关的商业模式和管理等各个方面带来深刻影响与变革。

全球标准数字化发展现状



■ 国际国外标准数字化发展现状

国际层面

国际层面的标准数字化工作主要由 ISO 和 IEC 协同推进（见图 1），ISO 主要致力于构建顶层战略框架、建立合作机制与探索商业模式，而 IEC 则聚焦技术实现路径，特别是在 SMART 标准的核心数据模型与技术规范等方面奠定了基础。



图 1 国际组织标准数字化转型重要工作节点

ISO 在标准数字化方面的发展历程始于早期的技术探索。2011 年，ISO 便与 Mulberry 公司合作开发了 ISOSTS（ISO Standards Tag Set）¹⁰，为标准的机器可读性与结构化出版

10. ISO, 《ISO 标准标记集（ISOSTS）版本 1.0: NISO JATS 版本 0.4 的定制》（ISO Standards Tag Set (ISOSTS) version 1.0: A customization of NISO JATS version 0.4）。网址: <https://www.iso.org/schema/isosts/v1.0/doc/index.html>

奠定了技术基础，被称为“标准的标准”。2017年，IEC前瞻性地提出“将继续为其核心运营可能面临的根本性变化做好准备，例如开源和开放数据趋势，以及可供机器直接使用的新型式的数字标准”¹¹。

2018年开始，相关工作进入系统性战略布局阶段。IEC组建数字化转型和系统方法战略组（IEC/SMB/SG12），并与ISO合作开展机器可读标准研究。同年，ISO也同步设立机器可读标准战略咨询组，发布机器可读标准实施路线图，并建立ISO国际标准在线浏览平台。2019年，ISO正式提出SMART标准的概念，并与IEC联合发布SMART标准的演进路径（见图2）。2020年，双方合作进一步深化，启动搭建支持标准全流程在线协作的OSD（Online Standards Development）平台¹²。IEC发布了《IEC数字化转型的愿景与战略》，并成立了“SMART标准化与合格评定”任务组及智能标准特别工作组（SWG14）。



图2 SMART标准演进路径¹³

11. IEC, 《IEC总体规划》。网址: <https://www.iec.ch/basecamp/iec-masterplan>

12. ISO, 《什么是在线标准开发（OSD）》（What is Online Standards Development (OSD)）。网址: <https://helpdesk-docs.iso.org/article/649-what-is-online-standards-development-osd>

13. ISO, 《IEC/ISO SMART: 释放国际标准的数字化潜力》（IEC/ISO SMART: Unleashing the digital power of international standards）。网址: <https://www.iso.org/smart>

2020 年以来，标准数字化工作迈向体系建立与全球协同。2021 年，ISO 发布《ISO 战略 2030》¹⁴，成立 SMART 计划指导小组（ISO SMART-SG）。2022 年，ISO 与 IEC 提出“SMART 合作框架”以共同推进相关工作；同年，ISO 完成了全部标准文件的内容结构化，并通过网络接口为成员国提供标准数据。至 2023 年，ISO 完成质量管理、可持续性以及网络安全等 10 个试点项目的测试工作。

2024 年国际层面标准数字化成果应用与生态拓展进入了新阶段。ISO 和 IEC 联合 CEN、CENELEC 共同发布了 SMART 驱动演示平台（Powered by SMART），公布了 50 余项 SMART 标准实施通用模型。同年 12 月，发布了支持交互查看标准的 SMART 向导阅读器 V1 版本。与此同时，ISO 和 IEC 在瑞士日内瓦召开第一届 SMART 年会，宣布了“SMART 冠军网络”计划，该计划于 2025 年 3 月 4 日正式启动，邀请各成员国在标准数字化方面具有先进经验和典型示范效应的组织机构代表加入，以便打造专门的标准数智化交流平台，推进建立全球范围内的战略共识与实践共享。

2025 年至今，相关工作在机制固化与工具完善上取得关键进展。1 月，OSD 平台成为国际标准化文件的默认编辑器；2 月，IEC 局决定设立 ISO 和 IEC SMART.X 联合常务委员会，以管理和推进标准数字化工作；4 月，IEC 发布白标（White Label）应用程序¹⁵，具备高级检索、便捷内容比对、个性化清单以及协作工具等功能，可为客户提供更加个性化的体验。

区域层面

在欧洲地区，CEN 和 CENELEC 作为区域核心力量，始终引领着标准数字化的前沿探索。其工作与 ISO 和 IEC 紧密协同，这得益于其高度的成员国重叠关系。基于长期稳固的合作框架，CEN 和 CENELEC 能够直接采纳并转化 ISO 和 IEC 的国际标准成果，同时在欧盟层面进行本地化试点落地，实现了国际标准与区域发展的同步推进。

CEN 和 CENELEC 的标准数字化进程始于顶层战略的指引。2017 年，《CEN-CENELEC 数字化转型战略规划》发布，明确了标准化体系适应工业数字化转型的总体目标。在此战略引领下，CEN 和 CENELEC 工作迅速进入试点探索阶段，于 2018 年启动了 4 个关键数字化项目，其中“在线标准化”“未来标准”“开源创新”3 个项目与标准数字化直接相关，从流程、内容与协作模式上进行前瞻性试验。其中，“在线标准化”项目旨在支撑 CEN、CENELEC 标准制定的现代化和数字化转型，主要工作围绕“在线协作写作”平台展开；“未来标准”项目，

14. ISO, 《ISO 战略 2030》（ISO Strategy 2030）。网址：<https://www.iso.org/strategy2030.html>

15. 白标在此处是指各国委员会可以在此应用基础上，增加自定义的品牌外观与本地化服务，以提供给本国用户

旨在支持 CEN、CENELEC 利用 XML 对标准内容进行重构以使其机器可读和可翻译，用以定义新型标准；“开源创新”项目，旨在充分挖掘开源技术在标准化领域中的应用潜能，为标准数字化提供潜在的创新技术支持。

随着试点项目的推进，组织与法律保障体系也同步建立。2019 年，数字和信息技术战略咨询小组（DITSAG）成立，负责监督所有数字化项目并识别优先领域，同时深入开展了数字标准内容的知识产权保护法律分析，为数字化扫清制度障碍。2021 年，《欧洲标准化战略 2030》¹⁶ 的发布将数字化转型确立为与绿色转型并列的两大核心战略之一，数字化转型的战略地位得到进一步强化。

近年来，CEN 和 CENELEC 的标准数字化工作重点转向具体实施与深度应用。《2023 年工作计划》强调要着力推动标准化流程的数字化¹⁷。至 2024 年，该计划聚焦在实施“SMART 标准项目”，以直接支持标准使用者对标准内容进行数字化处理，并保证与 ISO、IEC 相关工作的协同。该项转变标志着其数字化工作已从自身流程改造，延伸到赋能最终用户的新阶段。

主要国家层面

1. 美国

美国通过“战略引领”与“产业驱动”双轨并行的方式，深度参与并主导全球标准数字化进程。

在战略引领与顶层设计层面，美国机构与专家积极主导 ISO/IEC 标准数字化转型的核心工作，例如担任关键委员会主席，直接影响国际规则与顶层架构的制定。这一战略导向在国内政策中得到持续强化。2018 年，美国战略与国际问题研究中心（CSIS）在《美国机器智能国家战略报告》中，便强调了构建统一、开放、机器可读的数据标准的重要性。2019 年发布的《国家人工智能研发战略规划》进一步明确，应大力支持采用开放格式与机器可读标准。美国国家标准学会（ANSI）也明确指出 SMART 标准具有战略重要性，并积极推动其产业应用。

在技术贡献与产业推广层面，美国为全球标准数字化提供了关键的基础性技术方案。其中，由美国国家信息标准组织（NISO）开发并维护的 NISO STS（Standards Tag Suite），已成为 ISO 等国际组织实现标准结构化出版与机器可读的核心技术基础。2025 年发布了《IEC/

16. CEN-CENELEC, 《Strategy 2030: 建设更安全、更可持续、更具竞争力的欧洲》（Strategy 2030: Building a safer, more sustainable and competitive Europe）。网址：<https://www.cencenelec.eu/european-standardization/strategy-2030/>

17. CEN-CENELEC, 《CEN 和 CENELEC 2023 年工作计划》（CEN and CENELEC Work Programme 2023）。网址：<https://www.cencenelec.eu/news-events/news/2023/publications/2023-02-01-cen-and-cenelec-work-programme-2023/>

ISO 编码指南第 2.1 版》，该指南适用于 NISO STS 1.2，旨在确保 ISO 和 IEC 标准文档在 XML 编码方面的一致性与规范性。同时，美国致力于在产业界推广相关解决方案，推动 SMART 标准在产品、流程和服务中的融合应用。

（2）德国

德国凭借其深厚的工业 4.0 基础，在标准数字化领域始终处于国际引领地位，积极推动着 ISO/IEC 以及 CEN/CENELEC 等国际标准化机构技术解决方案的成型。

在技术理念与模型构建上，DIN 于 2021 年发布《数字化转型和标准场景》白皮书，并与 DKE 共同提出将机器可读标准分级模型延伸至更高层级——机器可控内容。随后在 2022 年 5 月，DIN 与 DKE 以 IDiS 的名义发布了《SMART 标准用例》白皮书，并在建筑、石油等领域启动了 5 个数字标准试点项目，将理论付诸实践。2024 年 4 月，进一步发布《SMART 标准在企业规范应用流程中的经济效益》白皮书，评估了 SMART 标准在业务流程中的商业价值。

在战略规划与前沿探索方面，德国于 2024 年发布了《工业 4.0 标准化路线图》¹⁸，并围绕检索智能化、标准嵌入工业生态、标准嵌入检验检测以及标准公式数据库等多个关键方向开展了新的试点项目，持续拓展标准数字化的应用深度与广度。

（3）英国

英国通过其国家标准机构英国标准学会（BSI），在标准数字化领域采取了一系列前瞻性举措，构建了从标准制定模式创新到行业深度应用的全链条体系。

在标准制定模式上，BSI 于 2019 年启动了在数字化环境中进行标准协作开发的敏捷流程。2020 年，BSI 正式提出 BSI Flex 标准，并制定发布了 BSI Flex 0 标准作为 BSI Flex 标准制定的总体指导文件。BSI Flex 标准采用独立编号与管理机制，其制定流程在 BSI Flex 0 中予以明确规定。图 3 为 BSI Flex 0 标准中规定的标准制定流程。这是一套基于规则的在线标准制定方法，它依托开源社区平台，支持标准的快速开发、共享与迭代应用。自 2020 年 5 月发布首个 BSI Flex 标准以来，该方法已得到有效实践，截至 2025 年 10 月，已有 31 项此类标准正式发布。

在战略规划层面，BSI 于 2021 年 9 月成立了数字战略咨询小组（SAG），旨在识别亟须开展标准数字化工作的重点行业和领域，为产业的数字化转型提供有效支撑。

18. DKE, 《标准化路线图：工业 4.0》(Standardization Roadmap :Industry 4.0)。网址：<https://www.dke.de/en/areas-of-work/industry/standardization-roadmap-industry-40>

在行业工具与应用实践方面，BSI 于 2023 年在医药、建筑等关键领域开发并运营了专业的标准数字化工具与数据库，将数字化标准深度嵌入具体行业生态中，推动了标准在实际业务场景中的直接应用。



图 3 BSI Flex 0 标准中规定的标准制定流程

4. 其他国家

法国标准化协会（AFNOR）开展“机器可读标准和标准化”项目（MARSS）¹⁹，该项目旨在将传统标准转换为 100% 的数字化对象，以减少对标准文件的人工阅读过程，降低人为错误。俄罗斯政府提出《俄罗斯标准化战略（2019—2027）》，明确提出以机器可读形式呈现国家标准，开发支持标准文件编制、修订和推广及系统间交互的自动化集成系统平台，将数字文件在标准化文件中的占比提升至 80%。荷兰标准协会（NEN）在 2025 年 9 月宣布将于 2026 年 2 月 1 日完成数字标准转型，届时所有标准将仅以数字格式提供，全面停止发行纸质标准²⁰。

亚洲国家方面，韩国标准协会（KSA）正积极推进韩国标准的智能化进程，推动标准从数字文档向机器可读文档转变，以提高标准的可访问性和可操作性，当前 SMART 标准在韩国的首批应用案例是实现精细搜索以及使用聊天机器人为公众提供服务²¹。印度标准局（BIS）

19. 法国标准化协会（AFNOR）.《SMART 标准》（SMART Standards）。网址：<https://normalisation.afnor.org/en/smartstandards/>

20. NEN,《NEN 将于 2026 年 2 月 1 日起全面转向数字化标准》（NEN Goes Fully Digital from 1 February 2026: Only Digital Standards）。网址：<https://www.nen.nl/nieuws/nen-gaat-volledig-digitaal-vanaf-1-februari-2026-alleen-nog-digitale-normen-/>

21. DKE,《德国与韩国标准化组织对话》（German and South Korean Standards Organizations in Dialogue）。网址：<https://www.dke.de/en/standards-and-specifications/policy-law-strategy/news/german-and-south-korean-standards-organizations-in-dialogue>

积极参与 SMART 计划，并于 2024 年 1 月在德里举办 IEC/ISO 数字化转型研讨会，推动 SMART 标准在印度的推广应用。2024 年发布的数字印度计划也指出要使政府机构提供的所有数据和信息开放且机器可读，从而可供其他电子政务应用程序 / 系统和公众使用²²。

■ 我国标准数字化发展现状

在标准数字化转型进程中，我国正通过顶层设计、技术攻关与产业实践相结合的方式，系统性地推进标准数字化工作，旨在为产业升级注入新动能。本节将从政策规划、科学研究、标准体系、平台工具与市场应用五个维度，全面梳理我国在标准数字化领域的发展脉络、现有布局与阶段性成果（见图 4）。

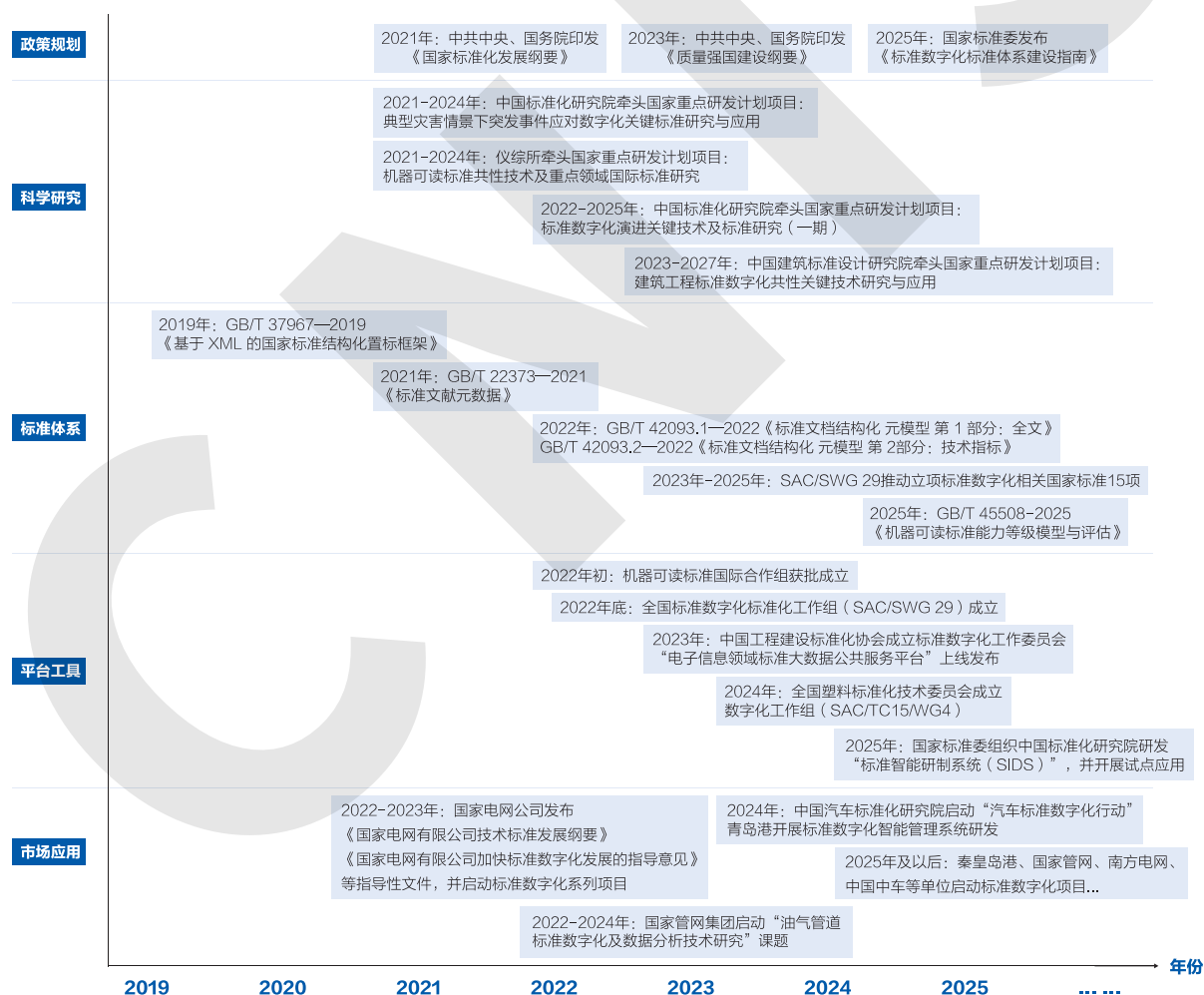


图 4 我国标准数字化相关工作

22. DeitY, 《数字印度》（Digital India）。网址：<https://www.meity.gov.in/static/uploads/2024/03/Running-single-file.pdf>

政策规划

作为支撑产业升级的重要战略抓手，我国将标准数字化纳入国家战略体系，2021年10月，中共中央、国务院印发《国家标准化发展纲要》，在发展目标中明确指出“标准数字化程度不断提高”，在“夯实标准化发展基础”部分提出“发展机器可读、开源标准，推动标准化工作向数字化、网络化和智能化转型”²³。2023年2月，中共中央、国务院印发《质量强国建设纲要》，指出“构建标准数字化平台，发展新型标准化服务工具和模式”²⁴。2025年3月，国家标准化管理委员会正式发布《标准数字化标准体系建设指南》²⁵，这是指导我国标准数字化转型的第一份政策性文件，标志着我国开始全面推进相关规则基础建设。

科学研究

“十四五”以来，我国陆续设置国家重点研发计划项目布局标准数字化关键技术攻关。2021年，启动两项国家重点研发计划项目“典型灾害情景下突发事件应对数字化关键标准研究与应用”“机器可读标准共性技术及重点领域国际标准研究”。2022年，中国标准化研究院牵头承担国家重点研发计划项目“标准数字化演进关键技术及标准研究（一期）”，通过该项目已形成标准数字化标准体系、标准语义知识库、标准数字化生成技术、标准知识图谱平台等系列成果，将奠定我国标准数字化转型的规则基础，支撑实现标准从研制到应用的不间断数据流和价值流。2023年，中国建筑标准设计研究院牵头承担国家“十四五”规划重点研发计划项目“建筑工程标准数字化共性关键技术研究与应用”，围绕建筑工程领域的标准数字化基础标准体系与技术框架、标准语义规范化关键技术、语义库与知识库建设、标准服务平台及典型场景示范应用等展开系统研究。

标准体系

我国标准数字化相关标准体系建设大致分为零星研制期和体系建设期。2022年底以前为零星研制期，2019年，GB/T 37967—2019《基于XML的国家标准结构化置标框架》

23. 中共中央 国务院，中共中央 国务院印发《国家标准化发展纲要》。网址：https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/10/content_5641727.htm

24. 中共中央 国务院，中共中央 国务院印发《质量强国建设纲要》。网址：https://www.gov.cn/zhengce/2023-02/06/content_5740407.htm

25. 国家标准化管理委员会，国家标准化管理委员会关于印发《标准数字化标准体系建设指南》的通知。网址：https://www.samr.gov.cn/bzjss/tzgg/art/2025/art_ebaa2f9a126e4d1191138fcc0c0dd9ce.html

发布。2021 年国家标准馆组织起草了 GB/T 22373—2021《标准文献元数据》发布实施，规定了标准文献数据集合的元数据及其表示方法。2022 年，GB/T 42093.1—2022《标准文档结构化 元模型 第 1 部分：全文》和 GB/T 42093.2—2022《标准文档结构化 元模型 第 2 部分：技术指标》两项国家标准发布实施。该时期标准数字化相关标准为各领域根据自身需要零星研制，所制定标准关联性、协调性、系统性均不强，且分布在不同的标准化技术组织中，不利于使用。

2022 年 11 月，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（SAC/SWG 29）²⁶，负责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的技术归口工作，随着该工作组的成立，我国标准数字化相关标准化工作进入体系建设阶段。截至 2025 年 10 月，SAC/SWG 29 归口的标准数字化国家标准 / 项目共计 17 项，其中 3 项已经发布实施，14 项正在制定中。同年，GB/T 45508—2025《机器可读标准能力等级模型与评估》发布实施。

平台工具

平台工具建设在国家与行业层面同步推进，包括组织类平台和软件类工具。国家层面，2022 年，我国机器可读标准国际合作组获批成立，致力于跟踪国际机器可读标准发展趋势，组织协调国内相关研究与工作。同年底，全国标准数字化标准化工作组（SAC/SWG 29）获批成立，是标准数字化领域唯一的国家级标准化技术组织，工作组委员由来自信息技术、先进制造、知识管理等领域的 95 位专家组成，由中国工程院院士、ISO 原主席、知名标准化专家担任顾问，由中国标准化研究院作为秘书处承担单位。2024 年，由中国标准化研究院牵头的全国标准化研究机构协作机制正式成立，组建专门工作组统筹推进标准数据资源建设。

行业层面，相关团体组织积极响应、主动探索。2023 年 3 月，中国工程建设标准化协会成立标准数字化工作委员会，致力于推动数字化技术在工程建设行业的广泛应用。2024 年，全国塑料标准化技术委员会成立数字化工作组（SAC/TC15/WG4），旨在推动塑料行业标准的数字化转型。

软件工具方面，国家标准化管理委员会组织中国标准化研究院研发了“标准智能研制系统（SIDS）”，聚焦国家标准研制管理，旨在通过线上协同提升标准研制效率、保障标准质

26. 市场监管总局（标准委），《市场监管总局（标准委）成立全国标准数字化标准化工作组》。网址：https://www.samr.gov.cn/bzjss/sjdt/gzdt/art/2022/art_78fef5d0987449908d7922dbbec29af2.html

量、增强过程透明度，支持标准数字化、智能化制定和全过程管理。2025 年，SIDS 启动试点应用²⁷，试点覆盖 50 个标准化技术组织（TC、SC、SWG），以及具备直接起草标准资质的单位或部门。此外，各行业企业均根据自身需求开展相关研发工作，如：工程建设领域，2022 年中国计划出版社与中国工程建设标准化协会合作研发了中国工程建设标准知识服务库（简称“工标库”），即中国工程建设标准化协会 CECS 团体标准数字平台²⁸；2023 年“电子信息领域标准大数据公共服务平台”上线发布，收录电子信息领域国家标准 4000 余项、行业标准 3000 余项，ISO、IEC 标准题录 4 万余项，提供标准百科、智能检索、结构化浏览、智能问答、标准体系、监督评价等服务。

市场应用

在政策、科研、标准、平台等方面成果基础上，先行领域积极开展标准数字化实践，市场应用在重点行业有序铺开。电力领域积极将标准数字化融入实际生产业务，国家电网公司于 2022 年发布《国家电网有限公司技术标准发展纲要》等系列顶层文件，重点推动标准数字化转型，同年 10 月组织开展《国家电网公司标准数字化实现路径及关键技术研究》项目研究，2024 年 3 月发布《国家电网公司标准数字化白皮书》²⁹。石油天然气领域先行探索，国家管网集团科学技术研究总院 2022 年启动“油气管道标准数字化及数据分析技术研究”课题，并与中国标准化研究院联合开发“天然气与管道技术标准内容揭示系统”。2024 年，中国汽车标准化研究院组织筹备汽车标准数字化行动，目前已初步形成了行动目标、工作规划、成果全景图等。同年，中国标准化研究院与山东港口科技集团青岛有限公司合作开展青岛港标准数字化智能管理系统研发，打造了涵盖 6 大板块、20 个功能模块、60 个功能点的覆盖青岛港集团本部 13 个部室、下属 21 家单位所有用户的标准数字化智能管理系统。进入 2025 年，各重点行业头部企业均陆续启动标准数字化转型，比较典型的包括秦皇岛港、南方电网、国家管网集团、中国中车等行业龙头单位，均以项目形式分层次、体系化推进相关工作。

27. 国家标准化管理委员会，《国家标准委关于开展标准智能研制系统应用试点工作的通知》。网址：<http://home.sacinfo.org.cn/home/rc?infol=2523>

28. 中国工程建设标准化协会，《工标库·CECS 团体标准专栏上线—免费试用！》。网址：https://mp.weixin.qq.com/s/___biz=MzA4MzUzMTkwMA==&mid=2650728312&idx=1&sn=79becbce9d7159b0c83266cd3e832d08&chksm=87ff466bb088cf7d564248e5e220098a6865e096a2131e3491e4d6a6bcad0abfdb53e5be98fa&scene=27

29. 信产埃森哲，《强优新实 | 信产埃森哲牵头服务国家电网公司标准数字化创新成果成功发布》。网址：<https://mp.weixin.qq.com/s/3cfK15EGpc7a2H6KHdMBbQ>

■ 小结

国际标准数字化发展已形成体系化推进格局，ISO、IEC 等组织及欧美发达国家通过制定战略路线图、建立协同机制和开发平台工具，构建了相对成熟的实践路径。我国自 2021 年起通过密集政策引导、科研项目布局和平台工具建设快速跟进，在标准体系构建等顶层设计方面已初见成效，但在平台工具与生态建设等方面仍需加强。当前，标准数字化正推动全球标准化工作向机器可读、开放协同的智能服务范式转型，这一进程不仅重塑标准形态和研制模式，也对传统治理体系带来全新挑战。我国需在跟踪融入国际框架的同时，着力突破核心工具链瓶颈，构建产学研用协同生态，以系统推进标准化工作的数字化转型升级。

标准数字化需求调研与分析



■ 调研目的与方法

确保所提出的演进路线能够充分地符合产业发展趋势、满足各方标准数字化需求，本蓝皮书编写组系统地开展了标准数字化需求调研与分析。通过调研分析大量标准数字化需求数据和典型场景，识别并梳理形成相关用例库，进而支持未来标准数字化服务场景及商业模式的研究与建设，以及相关软件系统的设计开发，并为后续政策制定、技术研发和产业布局等提供参考。

相关调研依托国家重点研发计划项目“标准数字化演进关键技术及标准研究（一期）”，自2022年11月开始至2025年6月，历时两年半，面向不同的主体以实地走访、会议交流、调查问卷等形式，系统梳理了标准数字化现状与需求。调研范围涵盖采矿业、科学研究和技术服务业、制造业、建筑业等多个行业领域，调研对象分为组织机构、个人用户两大类。组织机构覆盖生产者、使用者、经营者和公共利益方4类相关方，相关问题涉及组织机构所处行业领域、类型、相关方类型、标准资源类型、标准存储格式、标准数字化软件功能需求、标准数字化相关业务场景及痛点问题等。个人用户涵盖标准起草者、标准活动管理者和标准使用者3类标准化角色，相关问题涉及标准化岗位类型、标准化角色类型、标准数据资源需求、标准存储格式需求、标准数字化软件功能需求及标准化活动中的痛点问题等。

■ 调研数据统计分析

调研共有效收集 120 家组织机构、128 位个人用户的调研数据，数据统计分析具体情况如下。

组织机构调研情况

1. 所属标准化相关方分布情况

为了更准确地把握不同群体所关心的问题，按照所属的标准化相关方类型对组织机构进行了划分。

在参与调研的 120 家组织机构中，生产者共 72 家，占到了总参与组织机构数的 60%，这一数据表明，生产者群体对标准数字化活动表现出了极高的兴趣和参与度。其次是公共利益方，共 35 家代表单位，占总参与组织机构数的 29.17%，这也说明了其对标准数字化转型活动具有积极的态度。此外，使用者 7 家，占比 5.83%；经营者 6 家，占比 5%，如图 5。

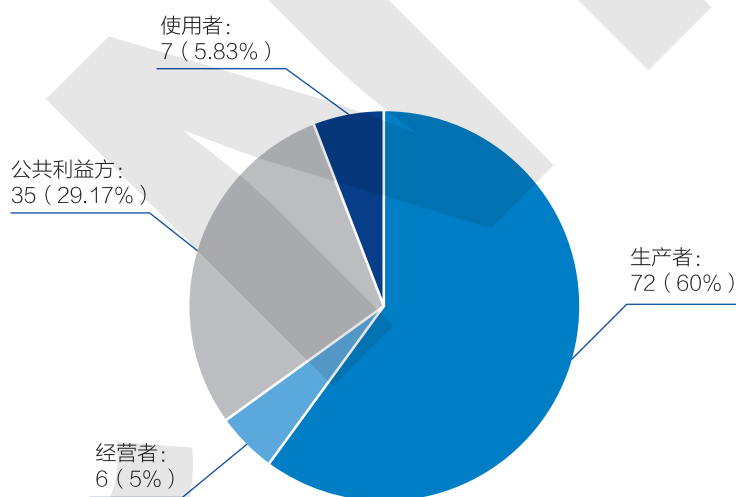


图 5 组织机构分布

2. 标准数据库建设情况

调研数据显示，超过一半（55.83%）的组织机构倾向于自行构建和维护数据库，以更好地满足自身特定需求，确保数据的准确性与安全性；同时，自建数据库还能提供更大的灵活性，使机构能够根据业务发展和变化随时调整和优化数据库结构。

数据格式方面，现阶段数据库中的标准文件仍以 PDF 格式为主，占比达 48.8%，是当前存储和传输标准文件的首选格式，WORD 占比 22.4%、XML 占比 16.8%、JSON 占比 12%，见图 6。

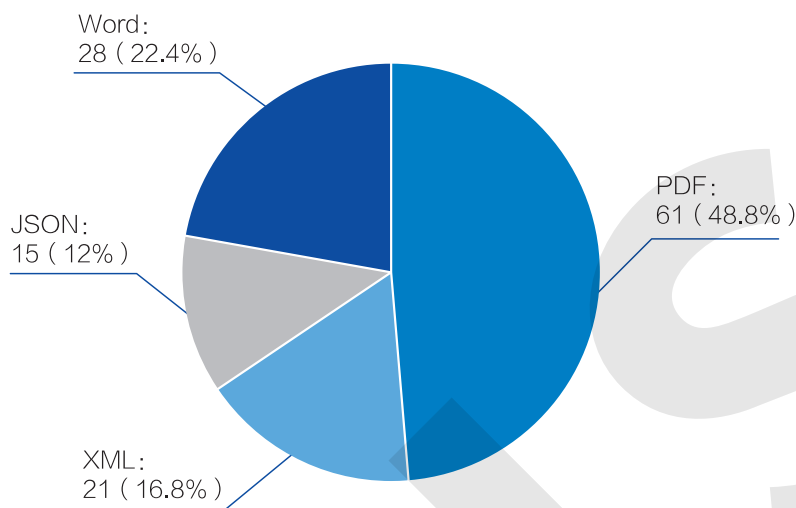


图6 标准数据存储格式

3. 标准管理系统建设情况

在标准管理系统建设方面，除国家、行业标准查询与制修订系统外，在参与调研的120家组织机构中，超过一半（53.33%）的组织机构在日常工作中还借助其他标准管理系统来处理与标准相关的工作事宜，从而更好地规范内部流程，提高工作效率，确保标准的准确性和一致性。

在标准管理系统现有功能方面，排名前三的是：标准存储（51次）、标准全文检索（49次）以及标准智能搜索与查询（42次），如图7。

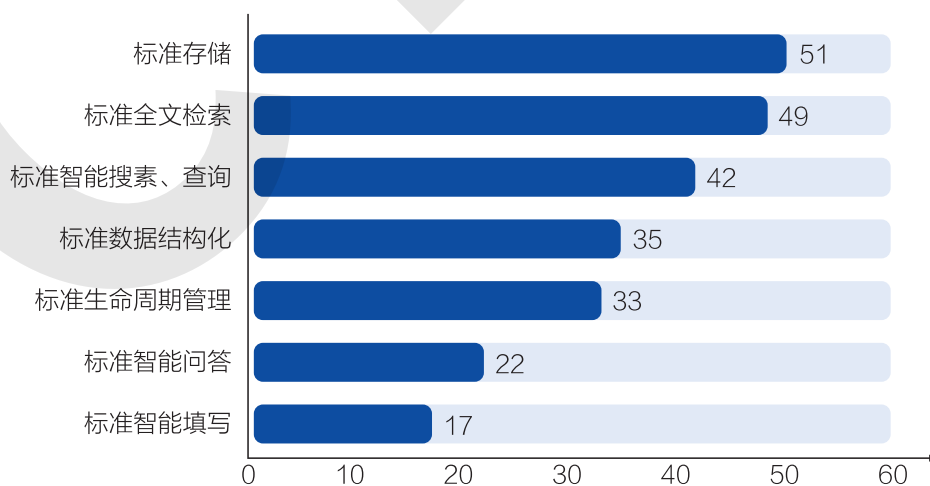


图7 标准管理系统现有功能

4. 标准数字化工作开展情况

在调研的组织机构中，超过六成（62.5%）的组织机构已经着手进行数字化转型工作，以适应现代科技发展的趋势和市场需求。在对组织机构标准数字化能力自我评估数据的统计分析中发现，对照 GB/T 48000.1-2025《标准数字化 第 1 部分：通用指南》中提出的标准数字化能力等级，大多数组织机构主要处于电子化（L1）阶段，达到了 50% 以上；还有小部分组织机构已经实现了结构化（L2）阶段，这部分大约占到了 15%；语义化（L3）占比 6.67%。这个数据表明，当前我国标准数字化转型仍处于从电子化向结构化、语义化演进的较为初期阶段。

5. 标准数字化工作中的问题及需求

在进行组织机构标准数字化工作的调研和分析过程中，我们发现了一些关键痛点。其中，“标准语义化智能化能力不足”被提及高达 90 次，这进一步强调了在标准数字化过程中，智能化和语义化的提升是至关重要的；“负责标准仍需手动标注”和“过往标准结构化转化需要专业工具”这两个问题都被提及了多达 78 次，这表明在当前的数字化转型过程中，手动标注和专业工具的需求成了显著的瓶颈。

通过对组织机构在标准数字化工作方面的需求进行统计分析（图 8），我们发现这些需求主要集中在以下几个关键领域：

- 组织机构迫切需要具备智能化处理功能的标准文本工具；
- 实现标准内容的结构化存储与管理；
- 统一的公共服务平台，以满足标准服务、应用、编写和管理的全过程需求；
- 将标准数字化与实际工作紧密结合，通过推广应用数字化标准来提升工作效率和质量。



图 8 标准数字化需求热点云图

个人用户调研情况

1. 承担岗位角色分布情况

为了更准确地把握不同岗位角色所关心的问题，按照个人所在单位所承担的角色进行了划分。

在参与调研的 128 位个人用户中，管理与决策人员占比最高，达到 35.15%，显示出该群体对标准数字化工作的高度关注。其次是检验检测人员，占比 30.47%，表明质量控制环节对数字化标准的需求较为迫切。技术研发人员、实施监督人员和生产操作人员分别占比 18.75%、10.16% 和 5.62%。如图 9。

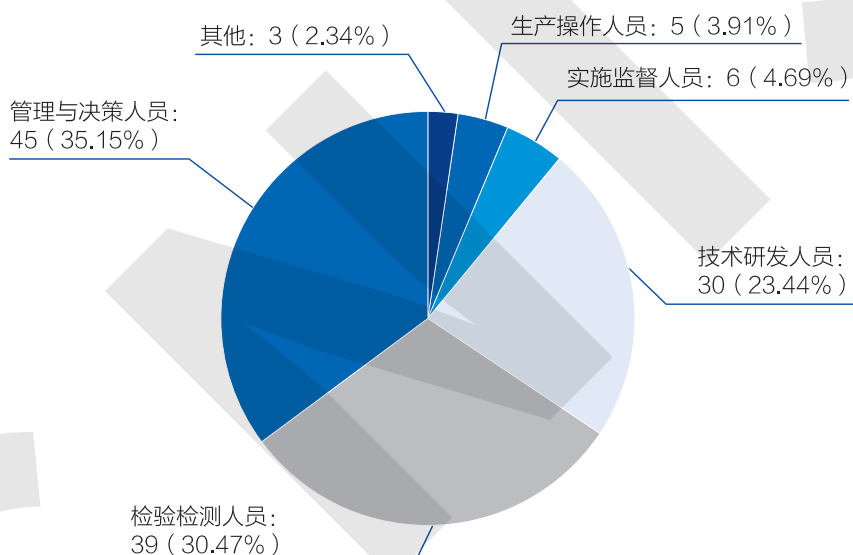


图 9 个人用户分布

2. 承担标准化角色情况

调研数据显示，标准起草者占比最高，为 41.67%，表明在标准数字化过程中，标准制定环节的需求最为突出。其次是标准化活动管理者，占比 34.26%。该类角色主要负责标准项目的组织、协调与管理工作，关注标准的实施跟踪、版本管理、差异对比等功能，以确保标准制定过程的规范性和标准内容的协调性。标准使用者占比 24.07%，该类角色在实际工作中对标准的查阅频率较高，尤其关注标准的快速检索、智能推送和合规性验证等功能，以提升工作效率和标准执行的准确性。

3. 标准使用情况

在标准使用类型方面，用户在日常工作中最常使用的标准类型为国家标准（23.12%）、行业标准（21.68%）和国际标准（19.08%）。

在标准格式方面，PDF 格式使用频率最高，占比 49.59%，其次是 Word 格式，占比 33.33%。这表明当前标准文档的使用仍以传统、静态、非结构化格式为主。

在标准检索方式方面，电脑端阅读 PDF 格式标准依然是最主要的方式，占比 41.8%；其次是移动端阅读，占比 26.64%；仍有 20.9% 的用户依赖纸质标准文件。

以上数据说明，当前用户在标准类型选择上趋于规范与权威，但在格式和检索方式上仍以传统方式为主，数字化程度不高。然而，结合用户对“标准结构化编写”“智能检索”“语义提取”等功能的高频需求来看，用户已意识到传统方式的局限性，对标准数字化工具的接受度和期待值较高。

4. 标准数字化软件使用情况

在参与本次调研的 128 位个人用户中，50% 的用户表示已在工作中使用某种形式的数字化软件辅助标准化工作。这表明，尽管仍有部分用户尚未完全实现数字化转型，但已有相当比例的用户开始借助数字化工具来提升工作效率。

在已使用数字化软件的用户中，使用频率最高的为：标准题录数据库占比 22.99%；标准结构化数据库，占比 19.79%；还有部分用户使用了包括标准智能搜索工具、智能编写工具等在内的其他类型软件，如图 10。

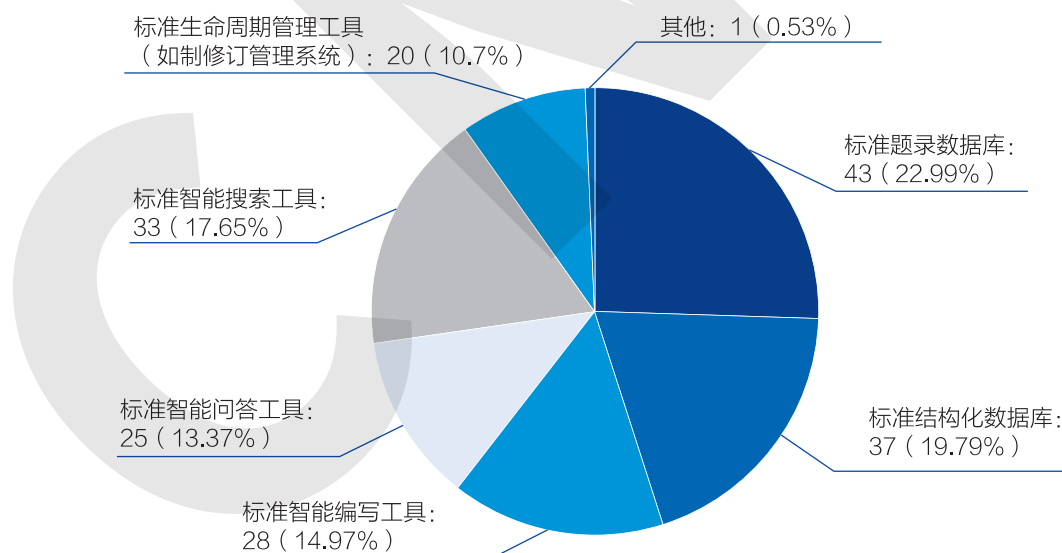


图 10 标准数字化软件使用类型

可以看出，当前个人用户在标准数字化软件使用方面呈现出“使用率逐步提升但整体仍处于初级阶段、结构化数据管理需求突出、智能化工具需求增长明显”的特点，用户对标准数据的结构化管理和快速检索功能表现出较高需求。

5. 标准数字化软件功能需求

在本次调研中，个人用户对标准数字化软件的功能需求呈现出明显的集中趋势，如图 11。“标准结构化编写”被提及达到 111 次，“标准术语与指标智能提取”提及 107 次。这两项功能的高关注度，清晰地反映出用户在标准编写和内容处理环节对智能化、自动化工具的迫切需求，特别是希望通过数字化手段提升编写效率、减少人工操作并保障内容规范性。

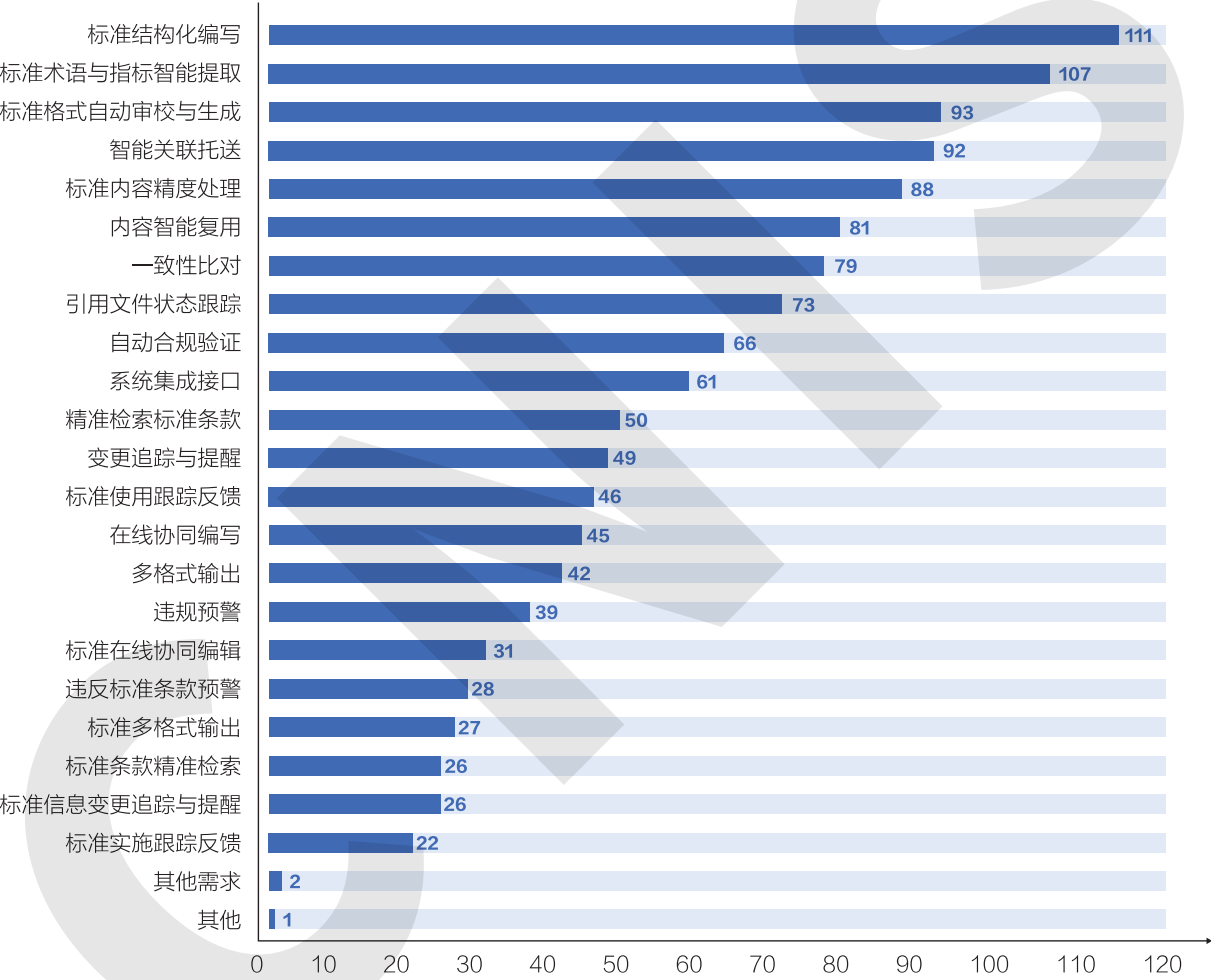


图 11 标准数字化软件功能需求

此外，“智能关联推送”和“标准格式自动审核与生成”等功能也被用户多次提及。这显示出用户在使用过程中对智能辅助、格式规范以及内容校验等方面的高度关注。这些广泛的需求不仅体现了用户对标准数字化工具功能多样性的期待，也揭示了当前标准使用流程中存在的效率瓶颈和操作痛点。

■ 标准数字化典型场景总结

在对组织机构和个人用户实际标准数字化活动场景进行数据分析发现，主要集中在“设计/施工/生产等环节自动化标准符合性检查”“现场作业标准条款智能解析与推送”“标准数据接口服务”等方面。为了充分满足上述场景实施需求，各类组织机构及个人用户纷纷提出了对标准数字化相关软件的具体功能需求。通过对调研数据进行总结分析，我们对标准数字化活动在行业实施场景层面进行了深入分析，识别和总结出以下三类典型场景：内容生成类、内容管理类以及场景应用类。

内容生成类

1. 标准智能编写

标准智能编写场景指的是开发智能辅助编写工具，利用自然语言处理和知识图谱等技术，为编写人员提供全方位支持，根据历史标准和最佳实践智能匹配内容，提供术语建议和语法检查。编写人员还可通过交互快速获取相关引用和参考资料，进而实现智能报告，显著提高编写效率和质量，确保标准符合规范与需求。

本次调研中，共有 100 家组织机构提出该需求，涉及 9 个行业。采矿业占比最高，为 41%；科学研究和技术服务业占比 28%。这表明用户期望通过智能化工具辅助标准编写，提升效率与质量。智能工具能自动生成框架、推荐术语、检查格式，减轻起草者负担。

2. 标准智能问答

标准智能问答场景指的是构建基于人工智能的标准知识智能问答平台，整合海量资源。用户输入问题描述后，平台运用深度学习和语义理解技术，快速提供准确详尽的答案。平台不仅能解答常见条款查询，还能为复杂应用场景提供专业解决方案，进而实现智能比对，成为获取标准知识的高效渠道。

本次调研中，共有 101 家组织机构提出该需求，涉及 10 个行业。采矿业占比最高，为 40.6%；科学研究和技术服务业占比 26.73%。这表明用户希望通过智能问答平台便捷获取标准知识。智能问答系统能实时解答问题，是高效的知识获取渠道。

3. 标准数据结构化标记

标准数据结构化场景指的是以文本信息单元为对象，采用 XML 等数据标签对标准内容进行组织和标记，以结构化形式识别和分类存储，使各信息单元能够根据需求被机器访问、读取、处理和使用，提升标准内容的管理和利用效率。

本次调研中，共有 99 家组织机构提出该需求，涉及 6 个行业。采矿业占比最高，为

39.4%；科学研究和技术服务业占比 31.31%；制造业占比 20.83%。这说明用户希望通过结构化处理实现标准内容的自动识别、分类和存储，提升管理效率。结构化数据不仅便于检索分析，也为后续智能化应用奠定了基础。

内容管理类

1. 分类存储与检索

标准存储与检索场景指的是通过构建标准数据库，对与工作相关的国际标准、国外先进标准、国家标准、行业标准、团体标准及本企业标准等标准化资源进行存储，实现全文检索、智能搜索和查询功能，方便员工快速找到所需标准。

本次调研中，共有 96 家组织机构提出该需求，涉及 6 个行业。其中，采矿业需求占比最高，达 41.67%；其次为科学研究和技术服务业，占比 28.13%。这表明用户普遍希望通过构建统一的标准数据库，实现标准资源的集中管理，以提高标准获取的效率和准确性。

2. 全生命周期管理

标准生命周期管理场景指的涵盖标准从立项、起草、征求意见、技术审查、批准发布到复审等全生命周期的管理，实时跟踪标准状态变化，确保各阶段有效管理和控制。例如，在制修订过程中，系统能自动提醒各环节时间节点和任务要求，保障标准及时更新并与行业发展同步，提升执行力和实用性。

本次调研中，共有 93 家组织机构提出该需求，涉及 8 个行业。采矿业占比最高，为 40.86%；科学研究和技术服务业占比 26.88%。这表明用户希望通过数字化手段实现标准全流程管理，确保制定过程的规范性和时效性。标准生命周期管理不仅能够提高制定效率，也保障标准的持续更新与行业同步。

场景应用类

1. 自动化标准符合性检查

自动化标准符合性检查场景指的是在设计、施工、生产等关键环节，引入自动化检查机制，系统依据预设标准规则，对业务流程中的操作和产出进行实时监测、比对，自动判断合规性，这有助于从源头把控质量，提高合规性，降低风险。

本次调研中，共有 80 家组织机构提出该需求，涉及 8 个行业。采矿业占比最高，为 38.27%；科学研究和技术服务业占比 25.93%。这表明用户期望通过数字化手段实现标准条款自动解析和合规性检查，提升产品质量与合规水平。自动化检查能提高效率，减少人为错误。

2. 现场作业标准条款智能解析与推送

现场作业标准条款智能解析与推送场景指的是针对现场作业，利用智能解析技术深度解读标准条款，通过移动终端或现场设备，将实时、精准的相关条款推送给作业人员，并根据进度和环境动态调整内容，提供全方位、实时指导，确保作业严格遵循规范，提升安全性和质量。

本次调研中，共有 79 家组织机构提出该需求，涉及 7 个行业。采矿业占比最高，为 46.25%；科学研究和技术服务业占比 26.25%。这表明用户希望通过智能解析技术实现条款的实时推送和动态调整，提升作业安全规范。现场作业的复杂多变要求标准信息能及时准确传达。

3. 质量检验自动化执行

质量检验自动化执行场景指的是基于标准要求建立自动化检验系统，系统自动执行标准检验流程，从样本采集、数据测量到结果判定全程自动化，减少人为干扰，提高结果准确性和可靠性。同时自动生成检验报告，支持质量追溯和改进。

本次调研中，共有 71 家组织机构提出该需求，涉及 8 个行业。采矿业占比最高，为 43.05%；科学研究和技术服务业占比 25%。这表明用户期望通过自动化实现检验流程的标准化和智能化，减少人为因素，提升检验结果的准确性与可靠性。

4. 标准数据接口服务

标准数据接口服务场景指的是建立标准数据接口服务平台，实现标准数据与企业内部各业务系统及外部合作伙伴系统的无缝对接和实时交互，促进不同系统间便捷共享标准数据，打破信息孤岛，推动业务协同。例如，生产系统可实时获取标准变更调整工艺参数；供应链系统可依据标准数据优化流程，提升产业链标准化水平。

本次调研中，共有 74 家组织机构提出该需求，涉及 7 个行业。采矿业占比最高，为 30%；科学研究和技术服务业占比 21%。这表明用户希望通过标准数据接口实现系统间数据共享与交互，打破信息壁垒，促进业务协同。

■ 标准数字化用例库构建

本蓝皮书参考 IEC 62559《用例方法学》相关规则，本蓝皮书对已征集的需求信息进行整理分析，形成了标准数字化用例清单，见附录 A。该清单通过实例化描述，系统梳理了标准数字化各场景下高频率、高价值的需求点，为不同目标群体提供了更完善、更协调地记录目标、需求与任务的方法，是构建包含制定者与使用者的标准数字化体系共识的重要环节，为标准数字化核心场景识别和系统设计提供了直接依据。

使用方法上，表 2 给出了标准数字化需求用例模板，用户可结合需求自定义相关元数据，以便更好地了解标准用户的愿望和需求，并详细阐述可能的解决方案。

表 2 标准数字化需求用例模板

【角色类型】用例【用例编号】（例如：标准项目创建者用例 GUS-01）	
需求描述	需求描述要求：简单、准确地描述不同角色对标准数字化的直接需求及派生需求。 需求描述结构：作为【角色类型】，我希望能够【实现 XX 功能】，以便【获取 XX 收益 / 价值】…即“角色”想“做什么”以达到“什么目的”
范围	简要描述【角色类型】需求涉及范围
详细说明	进一步解释【角色类型】需求
注 1：可根据具体情况对“【】”中的内容进行替代。	
注 2：【角色类型】是从用户叙事中抽取出来，对标准及标准化相关软件系统用户的概括，比传统意义的标准用户涉及的范围更广，如标准项目创建者、标准起草者、标准使用者等。	
注 3：【实现 XX 功能】指用户对软件系统功能的期望，在用例中仅需要对功能进行表述，不需要明确具体的软件系统。表述上以标准用户需求为出发点。	
注 4：【获取 XX 收益 / 价值】指通过【实现 XX 功能】能够产生的优势、价值或其他积极影响，在表述上，一般采用陈述句进行表述。	

■ 小结

本章基于系统性的标准数字化需求调研与分析，深入呈现了组织机构在标准化工作中所面临的典型场景及其在数字化转型过程中的痛点与需求，并系统展现了个人用户在标准数字化软件功能方面的具体需求。在此基础上形成了标准数字化用例清单，用以指导标准数字化相关软件系统的开发与使用。调研结果充分反映了当前标准数字化发展所面临的关键问题，为科学制定标准数字化演进的目标与阶段任务提供了重要参考依据。

标准数字化内涵



标准数字化由一系列活动组成，具有很强的系统性。根据赋能对象的不同，可分为三个需要考虑的主要方面：标准内容数字化、过程数字化、应用数字化，如图 12 所示。

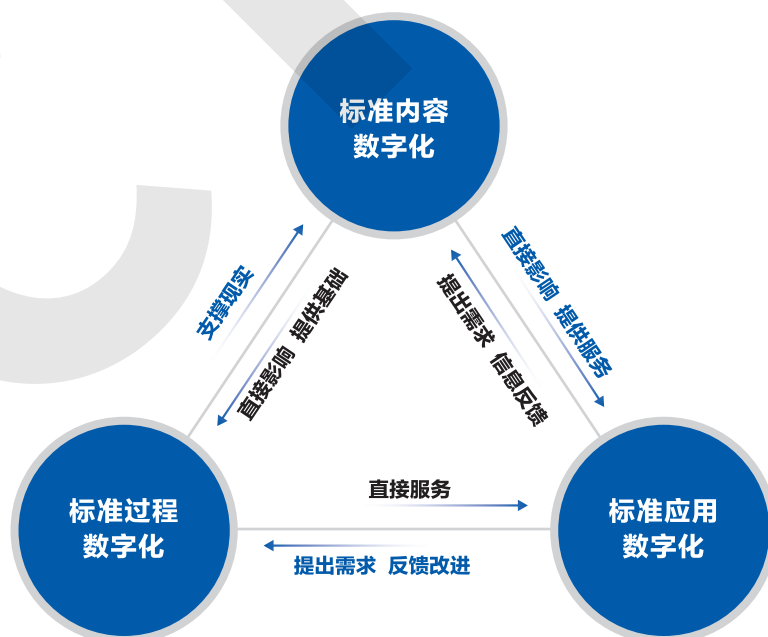


图 12 标准数字化三方面内涵的关系

■ 标准内容数字化

内涵与作用

即以标准内容为数字化对象，利用数字技术开展支持性活动，使标准内容具备电子化、结构化、语义化、智能化和可拓展等能力，提升标准内容的规范性、适用性及易用性。

关键活动

1. 支持电子化实现

以文件为对象，采用 PDF 等开放的电子文档文件格式存储，使标准中的信息能够以图形、图像或动画等形式通过机器被人读取、检索。

2. 支持结构化实现

以文本信息单元为对象，采用 XML、JSON 等数据标签对标准内容进行组织和标记，以结构化形式识别和分类存储，使各信息单元能够根据需求被机器访问、读取和处理。

3. 支持语义化实现

以语义信息单元为对象，采用标准语义化表达模型等关系描述模型对信息单元间关系（如语法、逻辑等）进行定义和描述，使标准内容能够被选择性访问，并根据需求被机器进行分析、推理、执行和使用。

4. 支持智能化实现

以数据为对象，采用 SIM 等形式化模型对标准内容功能和接口进行定义和描述，使标准中的数据、信息、知识能够与外部数字化场景实现互联互通与互操作，通过机器学习、大模型等人工智能技术，满足不同场景的智能问答、智能推送、智能校验等应用需求。

5. 支持可拓展实现

更高发展阶段的开放能力等级，使标准内容具备支撑其他相关数字化场景应用的能力，包括支持集成与互操作、决策支持与辅助、定制化服务与应用开发、持续优化与反馈循环等场景中拓展应用的实现，各行业领域可结合自身建设特点及发展需求具体定义。

■ 标准过程数字化

内涵与作用

即以标准化过程为数字化对象，利用数字技术，使标准化过程具备信息共享与集成、访问与分发、角色信息管理等数字化管理能力，提升标准生命周期过程协同化、集成化、透明化、智能化水平。

关键活动

1. 信息共享与集成

集成标准使用者的需求与应用场景信息，构建包含标准内容框架、相关知识与起草者信息的知识网络，建立角色间知识共享机制。通过全生命周期数据与知识集成技术，实现标准与其引用文件的内容一致性关联变更。

2. 访问与分发

依托多元化渠道，支持以多种形式交付标准内容，并提供多语种翻译工具，实现内容智能推送与标准变更的精准通知。

3. 角色信息管理

建立角色信息画像与数据库，依据其权限特点分配任务或推送系统功能，构建标准内容与角色的关联关系，动态收集贡献数据并主动提供相关知识与信息支持。

4. 协同研制

通过数字化系统支持相关角色参与标准研制的全流程，提供版本控制、意见征集、分歧解决与表决功能，并借助内容标注建立引用关系以提升协同效率与质量。

5. 内容质量保证

集成相关数据与知识以支持标准化活动中的需求与意见反馈，对标准内容进行技术验证并将验证过程与标准化流程集成。通过关键词过滤自动识别不当内容，并在信息集成过程中识别重复内容，确保标准内容的规范性与一致性。

6. 过程管理

采用 workflow 管理技术对标准数字化全过程进行管控，支持各阶段任务活动的状态跟踪与统计，通过版本控制管理内容变更历史，确保标准内容对应用场景的适用性。

7. 数据安全保障

建立健全网络和数据安全防控机制，管理用户信息与权限控制，采用分布式账本等技术对

数字标准内容及相关方信息进行有效管理。

8. 知识产权保护

运用数字版权管理、软件加密、数字水印等技术保护知识产权，通过区块链加密与第三方认证增强权利稳定性，制定版权政策并遵循相关法律法规确保成果合法性。

■ 标准应用数字化

内涵与作用

即以标准的应用方式与场景为数字化对象，利用数字技术，开展构建开发环境与框架、前期准备与开发等活动，使标准数字化成果能够面向不同方式和场景被直接应用，提升标准应用的效率和效果。应用数字化一方面可为内容数字化及过程数字化提供产品和服务支撑；另一方面可以充分利用内容数字化及过程数字化活动的成果，提升相关成果的效用。

关键活动

1. 构建开发环境与框架

围绕标准数字化成果的应用需求，制定涵盖硬件、编程语言、开发工具、数据库系统及操作系统等方面的开发规范，并搭建配套开发环境。

2. 前期准备与开发

对标准数字化成果的应用需求进行充分调研，明确详细功能需求和开发要求，形成标准数字化用例，根据系统架构开展标准数字化工具、系统和平台的开发工作。

3. 验证测试

结合主要应用场景开展全面、系统地验证测试准备，如构建环境、开发工具、制定方案等，并对应用数字化的成果组织开展系统性的测试。

4. 成果交付

包括数字标准交付、软件系统交付、管理性文件交付和其他成果交付。

■ 参考架构模型

标准数字化参考架构模型是利用可视化模型对标准数字化的主要方面进行细化、定义和表述，以进一步厘清标准数字化活动的边界与内涵，以便更容易地建立共识，并对正在开展的活动进行准确识别定位，明确下一步工作方向和重点。标准数字化参考架构从能力特征、生命周期、

应用层级三个维度对标准数字化活动所涉及的能力等级、过程阶段以及应用对象进行了描述，总体框架如图 13。

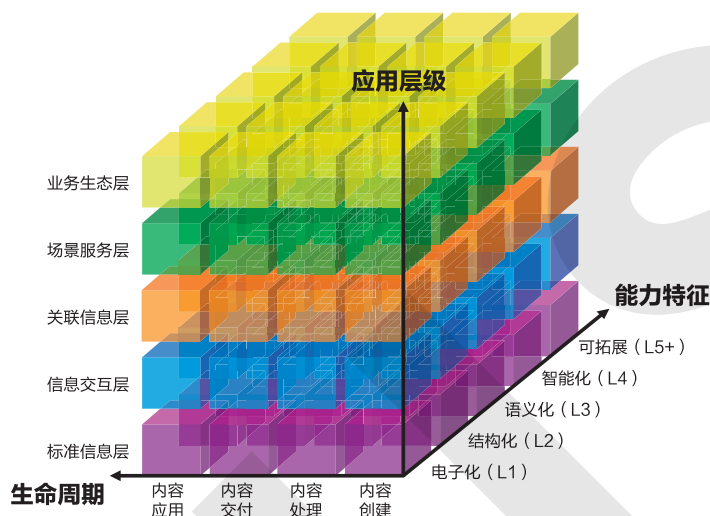


图 13 标准数字化参考架构模型的总体框架

标准数字化参考架构模型中的三个维度分别对应标准内容数字化、过程数字化、应用数字化三个主要方面：

能力特征维度

对应内容数字化方面，用于表征标准内容经过数字化处理后的五个等级：电子化（L1）、结构化（L2）、语义化（L3）、智能化（L4）、可拓展（L5+）所具备的能力特征。

L1: 电子化

电子化是指标准内容以开放的电子文档文件格式存储，其中的信息能够通过机器被人读取、检索和使用的能力。

L2: 结构化

结构化是指标准内容采用数据标签进行标记和组织，使文本信息单元以结构化形式被识别和分类存储，能够根据需求被机器访问、读取、处理和使用的能力。

L3: 语义化

语义化是指标准内容通过语义信息单元进行组织和描述，将标准内容转化为具有特定语义且便于机器理解和处理的数据或知识，使其能够被选择性访问，并进行分析、推理和执行的能力。

L4: 智能化

智能化是指标准内容中的数据、信息、知识能够通过功能信息单元实现与外部数字化场景的互联互通与互操作，并基于机器学习、大模型等人工智能技术实现内容智能生成、问答、推送、

校验等的能力。

L5+：可拓展

可拓展是面向标准数字化更高发展阶段的开放能力等级，使标准内容具备支撑其他相关数字化场景应用的能力，各行业领域可结合自身建设特点及发展需求具体定义。

生命周期维度

对应过程数字化方面，用于表征标准内容生命周期过程的主要阶段，包括内容创建、内容处理、内容交付、内容应用，数字化活动可能涉及标准内容生命周期全过程或过程中的部分阶段。

1. 内容创建

该阶段是利用数字技术创建标准项目并配置相应角色权限，实现标准内容的数字化生成与存储的过程。

2. 内容处理

该阶段是利用数字技术对已创建的标准内容进行数字化加工与处理，实现标准知识的关联、计算、分析、推理等互操作的过程。

3. 内容交付

该阶段是利用数字技术开展标准数字化成果的封装、交付、推送、更新维护，实现多种形式交付的过程。

4. 内容应用

该阶段是标准内容数字化的最终阶段，是利用数字技术实现标准化产品与服务应用的过程。

应用层级维度

对应应用数字化方面，用于表征标准数字化相关应用与服务所包括的范围与对象，自下而上划分为标准信息层、信息交互层、关联信息层、场景服务层、业务生态层五个层级。

1. 标准信息层

标准信息层是指为了将标准自身内容进行数字化应用，由 SIU 及 SIM 组成的基础信息层级。标准信息层一般包含文本层、语义层和功能层（基于标准自身内容的功能实现）。

2. 信息交互层

信息交互层是指为了实现标准信息层与其他关联信息的数据传输与交换，由二者接口组成的层级。信息交互层一般包含元数据、索引和数据接口。

3. 关联信息层

关联信息层是指由标准相关的其他信息组成的层级，这些信息能够与标准配合，形成满足

场景所需的特定功能。

4. 场景服务层

场景服务层是指为了满足简单场景的使用需求，由基于标准及相关信息形成的特定功能与服务组成的层级。

5. 业务生态层

业务生态层是指为了满足复杂场景的标准数字化业务生态和组织过程实现，由若干标准数字化活动及其相关资源组成的层级。

■ 小结

标准数字化的内涵包括内容、过程和应用数字化三个方面，三方面相辅相成。其中，内容数字化定义了数字标准的基本形态，为过程数字化和应用数字化活动提供了数据基础。过程数字化打通了标准研制与应用的关键环节，使标准化全过程具有统一的数据流与信息流，真正意义上保障了标准全生命周期的有效跟踪管理，促进了标准化新范式的形成。应用数字化立足于各类场景对标准的应用需求，给出了各类标准应用服务和工具的研发思路与基本方法。为了更好地理解相关内涵，本章给出了标准数字化参考架构模型，对标准数字化的体系结构、活动的边界进行明确与可视化表达，共同解决了标准数字化是什么的问题，奠定了我国开展标准数字化活动的共识基础。

标准数字化演进路线



■ 能力等级

在标准数字化演进过程中，建立一套具备科学性、前瞻性的能力等级是十分必要的，可为各主体在评估自身标准数字化水平时提供统一的基准，以便更容易地明确未来发展路径与建设目标。

从定义来看，标准数字化的核心对象是标准内容中承载的技术规则，其具备的数字化能力特征水平能够反映整体的标准数字化水平。因此，依据第四章“（四）参考架构模型”的能力特征划分，本蓝皮书提出了一个涵盖五个核心等级的能力等级模型（见图 14）。该模型进一步明确了各等级所需达到的核心能力特征，能够为处于不同演进阶段的组织开展相关活动提供指引。



图 14 标准数字化能力等级模型

L1: 电子化

内容数字化方面，该等级以文件为对象，采用开放的格式文件形式存储；过程数字化方面，通过信息化手段开展标准内容研制，生成可视化标准文档；应用数字化方面，具备基础交互功能，并可基于标题等元数据实现快速检索与定位。

L2: 结构化

内容数字化方面，该等级以文本信息单元为对象，采用数据标签对标准内容进行组织和标记；过程数字化方面，通过数字化手段按条款进行标准内容研制，支持基于模板的结构化编写和自动化格式校验等功能；应用数字化方面，支持按照要素标记和读取、导出标准内容，可实现标准条款的精准检索和调用。

L3: 语义化

内容数字化方面，该等级以语义信息单元为对象，通过标准内容语义化表达单元对标准内容进行标记；过程数字化方面，支持使用标准内容语义化表达单元分类构建标准语义知识库，按需组合形成定制化文档，同时可对语义模块进行自动化校验，辅助识别条款冲突、术语不一致等问题；应用数字化方面，支持基于特定规则建立语义关联（如知识图谱），并自动化执行，支撑标准条款自动引用与合规性验证等场景。

L4: 智能化

内容数字化方面，该等级以数据为对象，标准内容中的数据、信息、知识能够通过功能信息单元实现与外部数字化场景的互联互通与互操作；过程数字化方面，支持利用机器学习算法，自动生成、更新标准化文件，自动生成机器可解析代码；应用数字化方面，可提供智能问答以及标准内容个性化推荐等功能，支持满足特定场景下的服务需求，实现智能问答和自动反馈，

支撑决策和自动控制。

L5+：可拓展

开放能力等级，使标准内容具备支撑其他相关数字化场景应用的能力，包括支持集成与互操作、决策支持与辅助、定制化服务与应用开发、持续优化与反馈循环等场景中拓展应用的实现，各行业领域可结合自身建设特点及发展需求具体定义。

目前我国标准数据已完成 L2 阶段的基础能力，在相关理论与关键技术支撑下，能够实现标准内容段落级别的结构化加工，迈出了打造标准数字化底层数据基础的重要一步。

■ 演进目标

标准数字化演进过程是标准内容数字化、标准过程数字化、标准应用数字化三方面层叠交织的综合体现。预计经过 7 年或更长时间，达到以下演进目标：

一是通过标准内容数字化，夯实高质量标准数据资源基础。实现所有国家和行业标准内容的结构化解析、动态版本管理和多维度知识关联，完成通用领域标准语义知识库构建，形成面向各领域建设特定标准语义知识库能力。具备智能生成结构化、语义化标准内容能力，构建统一的标准本体和信息模型，大大减少标准内容交叉重复、矛盾等情况。

二是通过标准过程数字化，形成安全、高效、灵活的新型标准化范式。构建覆盖标准立项、研制、发布、实施、评估、修订全流程的数字基础设施，提升标准研制质量和效率，实现标准化数据的多版本、多模态、多来源标准综合治理，建立基于区块链技术的可信存证体系，形成标准研制主体协同、标准应用反馈即时、标准迭代升级敏捷的新型工作机制。

三是通过标准应用数字化，具备服务各类场景的定制化“工具链”及产业应用生态。构建标准垂直领域大模型，打造标准智能应用“智算底座”。面向产业各类标准应用场景，开发和集成标准内容识别、转换、推理以及验证工具，形成定制化“工具链”，实现标准内容的智能化处理、应用及信息反馈。

为了实现上述目标，系统性推进我国标准数字化转型进程，亟须制定科学清晰的演进路线图，以全局谋划统筹推进各项工作。下文将首先聚焦标准数字化关键技术演进路径，进而结合政策、经济与社会发展等宏观因素，绘制标准数字化整体演进路线图，并对不同演进阶段的关键任务进行详细阐述。

■ 演进路线图

技术演进路线图

本节从标准内容数字化、过程数字化、应用数字化三个不同方面，系统梳理支撑标准数字化演进的关键技术演进路线（见图 15）。标准化、标准数字化原理与方法是标准数字化演进的基础理论方法，作为贯穿技术发展全过程的核心指导，为相关技术的应用与演进提供理论依据与方法支撑。

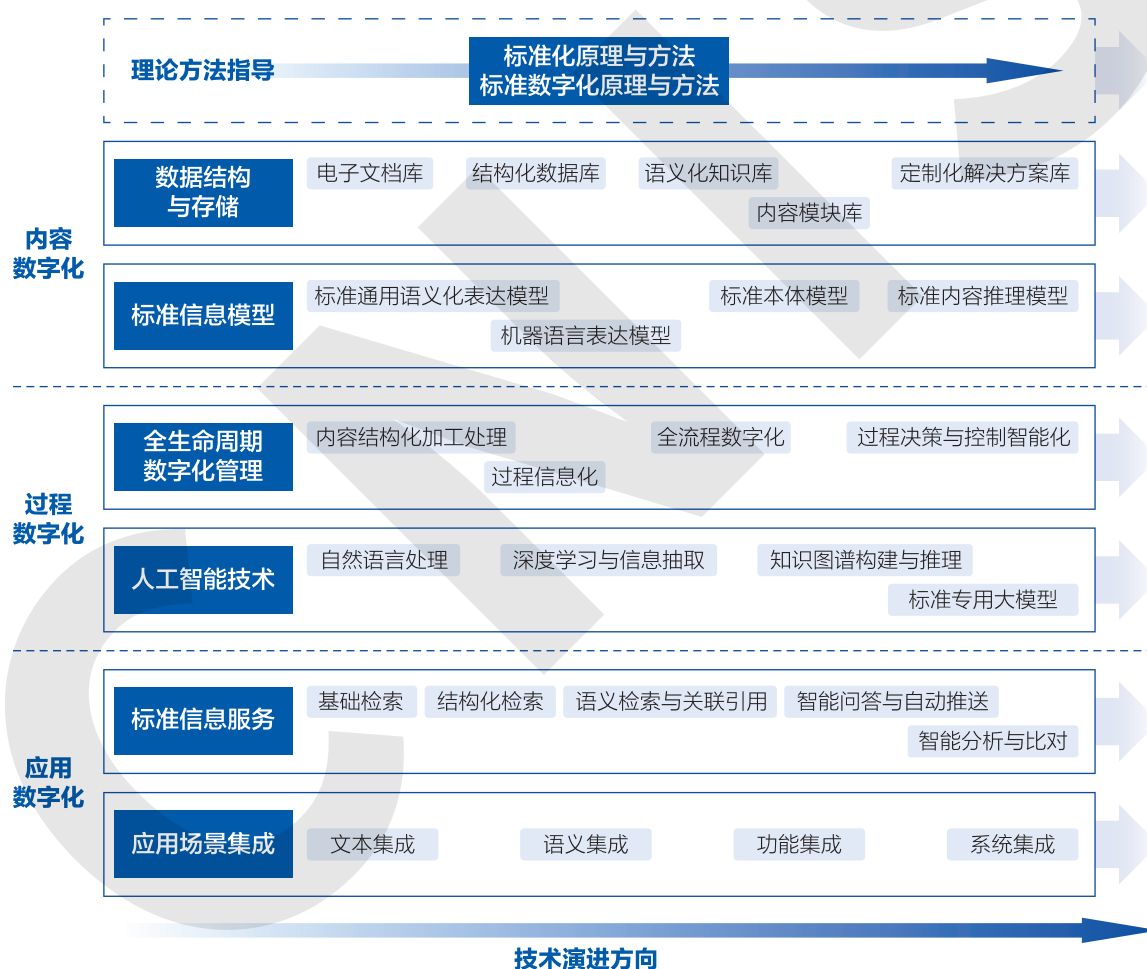


图 15 标准数字化关键技术演进路线图

1. 内容数字化关键技术演进

在内容数字化方面，关键技术的演进主要包括数据结构与存储技术以及对 SIM 的定义两个方向，两者共同推动标准内容由纸质文本向机器可读、可执行、可解析的数字标准形态演进。

数据结构与存储技术聚焦于标准知识组织方式的演进，大致分为以下几个阶段。首先，

从电子文档库起步，存储如 PDF 等电子化标准文件。其次，发展为结构化数据库，将标准内容解析为章节、条款等结构化数据。然后，进一步形成语义化知识库，实现对数据含义的显式定义与存储。伴随着特定的场景需求，结构化的标准知识还可以以内容模块库的形式存在，对标准知识进行模块化聚类，支持模块的灵活配置与重用。最终形成面向特定需求的定制化解决方案库，即根据不同应用场景需求，将模块化标准内容组合封装为可复用的解决方案，实现标准知识在具体业务中的精准适配与高效部署。

SIM 的演进始于构建面向自然语言的通用语义化表达模型，以规范自然语言的语义表达规则，支持机器对标准内容进行自动标记与分类存储。同时，为了适应新生的机器可执行需求，需要明确机器语言表达模型，定义可直接被机器执行的新形态标准。在此基础上，进一步建立标准要素本体模型，建立统一的标准概念与关系描述体系，支持形成高质量的标准内容数据。最终在此基础上演进出标准内容推理模型，支持基于标准内容数据的逻辑推理与智能判断。

2. 过程数字化关键技术演进

在过程数字化方面，关键技术的演进主要包括全生命周期数字化管理与人工智能技术两个方向，二者共同推动标准研制与管理从局部信息化向全局智能化、协同化发展。

全生命周期数字化管理的技术演进过程伴随着流程集成与智能程度的逐步深化。初期聚焦于对标准内容的结构化加工处理等活动，实现对标准内容的初步拆解与识别。同时，伴随着对研制全过程的信息化管理，一方面实现标准内容的分类多版本管理，另一方面使标准化过程信息可记录、可追溯。随后进一步迈向全流程数字化，推动标准制定、修订、发布与应用中各阶段文档全面数字化，并实现内容之间的关联集成。最终进入智能化阶段，通过数据驱动实现流程辅助决策、动态过程控制与自适应优化。

人工智能技术对标准过程数字化与应用数字化都能够提供相应的支持。其应用始于自然语言处理技术，实现对标准文本进行词法、句法等浅层语言特征的识别与提取。进而融合深度学习与信息抽取技术，深入解析文档内部逻辑结构及要素间语义关系，能够识别条款引用关系、条件约束以及表格数据的结构化语义。随后，进一步构建知识图谱并支持关联推理，通过构建标准概念、规则与过程要素之间的语义网络，为研制过程中的冲突检测、条款一致性验证、智能推荐提供支撑。最终发展出标准专用大模型，实现对标准内容的理解、生成与逻辑判断，全面赋能标准智能编写、评审与决策支持。在人工智能技术发展过程中，知识图谱与大模型分别代表了准确性与交互性，是两条相辅相成的技术演进路径，能够有效提升标准数字化管理与应用的智能水平。

3. 应用数字化关键技术演进

在应用数字化方面，关键技术的演进主要涵盖标准信息服务与应用场景集成两个方向，致

力于推动标准从静态的知识载体转变为动态、可深度集成和智能驱动的产业赋能要素。

标准信息服务聚焦于标准使用环节的智能化支撑体系建设。检索服务是各类标准信息服务的基础，支持基于标准号、名称等元数据关键词的文件搜索。随后发展为面向标准内容的结构化检索，依托结构化数据库实现针对具体章节、条款、数据项等内容的精准定位与提取。在此基础上，演进至具备语义检索与关联应用能力，利用知识图谱技术理解用户查询意图，实现跨标准的概念关联与上下文感知推荐。随后基于大模型等智能技术实现智能问答与主动推送能力，使用户能通过提问获取精准的标准解读与适用建议，系统亦可基于用户画像与场景特征主动推荐相关标准内容。更高级的标准信息服务能力包括对标准内容的智能分析与比对，能够面向特定需求自动生成内容摘要、符合性分析报告，并可进行国内外标准间的关键技术指标智能比对与差异性分析。

应用场景集成技术关注标准如何无缝嵌入并驱动具体业务系统与工作流程，主要可分为以下四个演进阶段：一是文本集成，通过提供标准原文或结构化数据的 API 接口，供外部系统调用，实现标准的可编程访问。二是语义集成，在接口层面定义并共享统一的本体与数据模型，支持不同系统间对标准含义的共同理解与互操作。三是功能集成，其形式表现为将标准中的关键条款、规则或计算逻辑封装为独立的微服务、算法组件或业务规则，可直接嵌入到设计、仿真、检测等专业软件与应用中，驱动业务流程的自动执行与合规性检查。四是系统集成，将标准信息服务、封装的功能模块与企业的产品生命周期管理、工业互联网平台等核心业务系统深度融合，实现标准在研发、生产、管理等核心场景中的无缝嵌入与闭环应用。

整体演进路线图

标准数字化的演进，从根本上是由技术发展所驱动，并受到经济可行性、产业政策等多重因素的复杂影响。这一整体推进过程并非一蹴而就，而是呈现出显著的螺旋式发展特征。本蓝皮书基于对当前标准数字化能力等级现状与演进目标的研判，遵循“战略引领、立足国情；面向应用、标准先行；数字思维、持续改进”的基本原则，将标准数字化整体演进路线规划为三个前后衔接、层层递进的阶段，包括数字基座构筑期、技术全面赋能期以及生态价值释放期（见图 16）。

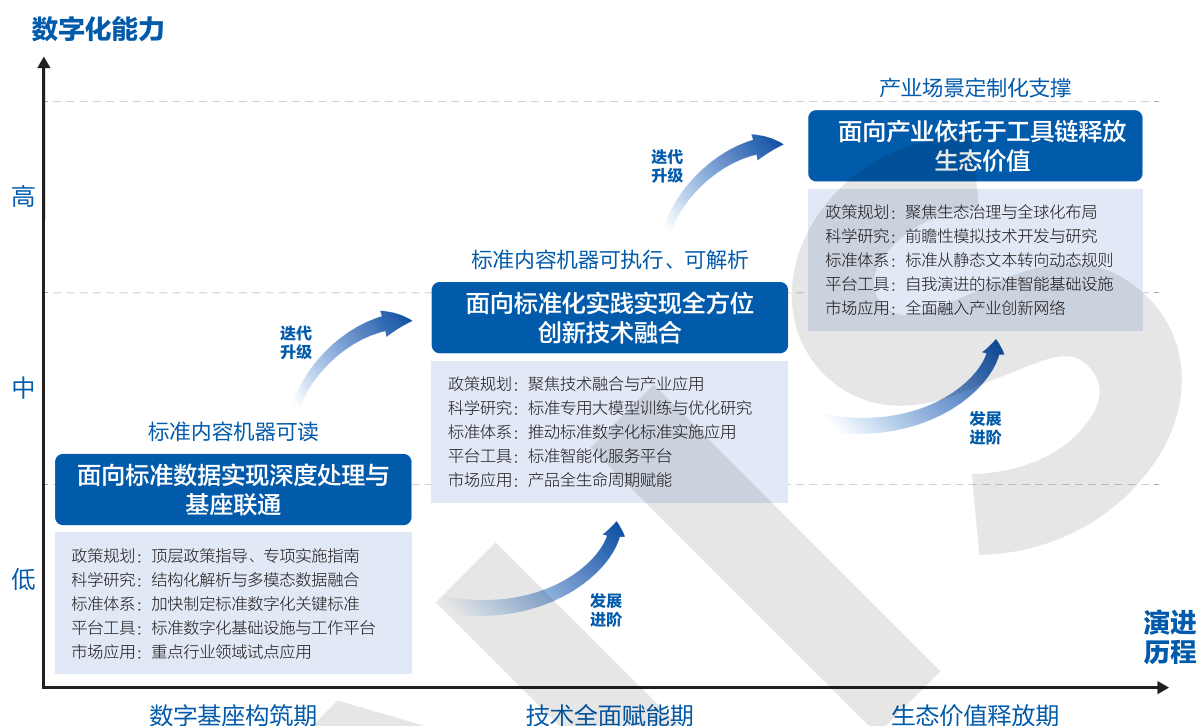


图 16 标准数字化整体演进路线图

阶段关键任务

标准数字化整体演进路线图从宏观上描绘了标准从传统文档形态演进为智能基础设施的完整路径和内涵。为进一步明确上述各阶段具体建设目标，本小节分别从政策规划、科学研究、标准体系、平台工具、市场应用等五个维度阐述了不同演进阶段的具体建设任务，以提供更加明晰的行动指南。

1. 数据底座构筑期（预计 3 年）

本阶段是标准数字化的基础攻坚期，核心目标是解决标准“机器不可读”的问题，通过建立统一的数据模型与标识体系，形成互联互通的数据基座，使其成为可被机器系统识别和处理的基础数字资源，实现电子化向结构化（L1-L2）的能力等级跨越。

本阶段的具体建设任务包括以下几方面：

政策规划：出台专项实施指南和顶层政策指导文件，明确标准数字化基础建设和发展方向。推动建立跨部门协调机制，在重点领域开展先行先试，形成可复制、推广的经验模式。

科学研究：系统开展标准结构化解析理论与方法研究，突破多模态标准数据融合、标准要素智能识别等关键技术，建立涵盖术语、指标、测试方法的语义网络，建立可计算的语义知识图谱。在此基础上开展标准领域大语言模型的训练与优化研究，基本形成标准领域“算力”底座。

标准体系：有序推进标准数字化基础标准体系建设，加快制定术语、内容结构化元模型、内容语义标记规范、知识图谱评价等关键标准。在工程建设、装备制造等重点领域探索开展标准数字化配套标准研制，基本形成通用标准与行业标准协调配套的标准体系。

平台工具：聚焦标准数字化基础设施与工作平台建设，进一步构建覆盖标准全生命周期（立项、研制、发布、实施、评估、修订）的数字化工作平台，实现流程线上化、数据贯通化和操作协同化。开发基于大语言模型的标准智能研制系统，支持条款自动生成、技术要素合规性校验，逐步实现全部标准化技术组织线上研制标准。

市场应用：在电力、交通、建筑等通用行业开展标准数字化应用示范，建设企业标准数字资源库。推动大型企业建立标准数字化管理系统，实现标准查询、引用与合规检查的线上化操作。培育标准数据服务新业态，支持第三方机构提供标准结构化加工、数据治理等专业服务。

2. 技术全面赋能期（预计 5 年）

本阶段核心目标是解决标准“机器可读不可懂”的问题，聚焦将自然语言处理、知识图谱等技术与标准化实践深度融合，实现知识的智能处理与场景化应用，形成智能化的平台工具与基础设施，突破语义化与智能化能力（L3-L4）。

本阶段的具体建设任务包括以下几方面：

政策规划：聚焦技术融合与产业应用，发布人工智能与标准数字化深度融合实施方案，明确以产业应用为导向的技术路线图，指导建设行业级标准数据平台与算力基础设施。

科学研究：研究标准要素本体库和语义推理规则库构建方法与关键技术，深入探索标准内容自动生成与智能化应用理论方法，建立面向产业应用的技术框架和模型，为形成体系化的标准数字化解决方案提供技术支撑。研究标准数据资产化关键技术，形成完善的数据保护与管理方案。

标准体系：加快制定标准语义转换、智能推理与交互、内容加工与处理、内容领域应用、数字化平台建设等方面的标准，面向重点产业推进标准实施落地，探索开展标准验证与评估，确保标准体系建设与技术创新同步演进。

平台工具：推动传统纸质标准转化为具备可交互性（API 接口）、可计算性（机器可读格式）和可溯源性（区块链存证）的数字资产，构建标准化工作数字底座。打造标准数智化管理工作平台，集成智能检索、知识关联、内容生成等核心功能，实现指标智能校验比对。面向重点领域探索完善标准数字化工具链，实现标准内容数据与产业场景的智能集成应用。

市场应用：在重点产业集群开展规模化应用示范，培育一批全链条智能化解决方案，实现从单点技术突破向产业生态体系化升级的跨越。

3. 生态价值释放期（预计 7 年 - 长期）

本阶段核心目标是解决标准“机器智能交互”的问题，旨在将前期积累的数据资源与平台能力，通过灵活的工具链转化为直接的产业价值。构建面向多样化场景的智能化解决方案与定制化服务模式，将标准融入产业创新数字基础设施，促进跨领域协作与创新，形成智能化、可拓展（L4-L5+）的可持续发展生态。

本阶段的具体建设任务包括以下几方面：

政策规划：聚焦生态治理与全球化布局，完善数字标准等新业态标准相关制度建设，建立标准数据资产确权与交易制度，为模块化标准的许可授权、组合定制和服务调用提供法律与规则保障。深度参与国际标准数字化相关工作。

科学研究：聚焦核心算法的突破与前瞻性模拟技术的开发。开发标准内容智能生成、处理、推荐算法，实现标准内容与场景需求精准对接。研究基于标准数据的模拟预测技术，支撑标准数据驱动的场景业务实现。

标准体系：鼓励产学研用各方参与标准制定，充分释放市场主体标准化活力，增加标准有效供给。深度参与国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（IEC）等国际标准化工作，支撑中国标准“走出去”。逐步构建满足产业社会数字化转型发展需求、先进适用、国际兼容的标准数字化标准体系。

平台工具：构建集成化、智能化且能自我演进的标准数字基础设施，具备将标准条款直接叠加至物理现场能力。满足测试仿真、行业试点应用（汽车/电子领域先行）、标准实施应用监测等场景的平台工具需求。持续优化工具响应速度和场景适配度，形成工具链迭代优化闭环。

市场应用：标准数字化具备全面融入产业创新网络能力，如能够在工业元宇宙中实现基于标准条款的 3D 可视化指导与实操培训，跨境电商通过标准智能匹配系统自动适配目标市场技术法规等。基本形成标准数据资源服务等新服务、新业态，形成“标准—技术—资本”价值循环生态。

■ 小结

本章遵循标准数字化演进从电子化到可拓展的五级能力等级模型，提出了内容、过程、应用数字化三方面演进目标。在梳理标准数字化技术演进路线的基础上，基于“战略引领、立足国情；面向应用、标准先行；数字思维、持续改进”的原则提出了我国标准数字化整体演进路线，规划了从数据基座构筑、技术全面赋能到生态价值释放的三阶段实施路线及关键任务，为系统性推进标准数字化转型提供了清晰指引。

标准体系建设



■ 构建思路

与国际和国外发达国家相比，我国率先成立了专业的标准数字化标准化技术组织 SAC/SWG 29，并依托该工作组开展了标准体系建设与标准数字化基础通用标准制定工作。根据标准数字化演进过程中涌现的核心能力建设需求，我国相关标准化工作人员及时将这一过程中的关键技术固化为标准，为相关工作提供了标准支撑。

标准体系的构建遵循“科学合理、系统布局、协调国际、面向未来”的原则。首先，基于标准数字化需求调研与分析，全面梳理产业发展与技术迭代对标准形式、生产模式及应用生态提出的新要求。在此基础上，通过基础通用类标准明确标准数字化的内涵，为解决“什么是标准数字化”这一根本问题提供底层共识与概念框架。进而基于标准数字化演进路线，围绕以下逻辑主线展开标准布局：一是界定“什么是数字标准”，构建数字标准类标准，确立新型标准形态；二是解决“研制过程如何数字化”，形成过程实现类标准，确立标准研制各阶段技术规范；三是探索“标准数字化后如何应用”，制定应用与服务类标准，推动价值落地。这一体系不仅覆盖了从概念到实现再到应用的全链条，更确保了建设工作与未来发展趋势同步。

■ 标准体系结构

标准数字化标准体系结构包括“A 基础通用”“B 过程实现”“C 数字标准”“D 应用与服务”等 4 个板块，主要反映标准体系各部分的组成关系。标准数字化标准体系结构如图 17 所示。

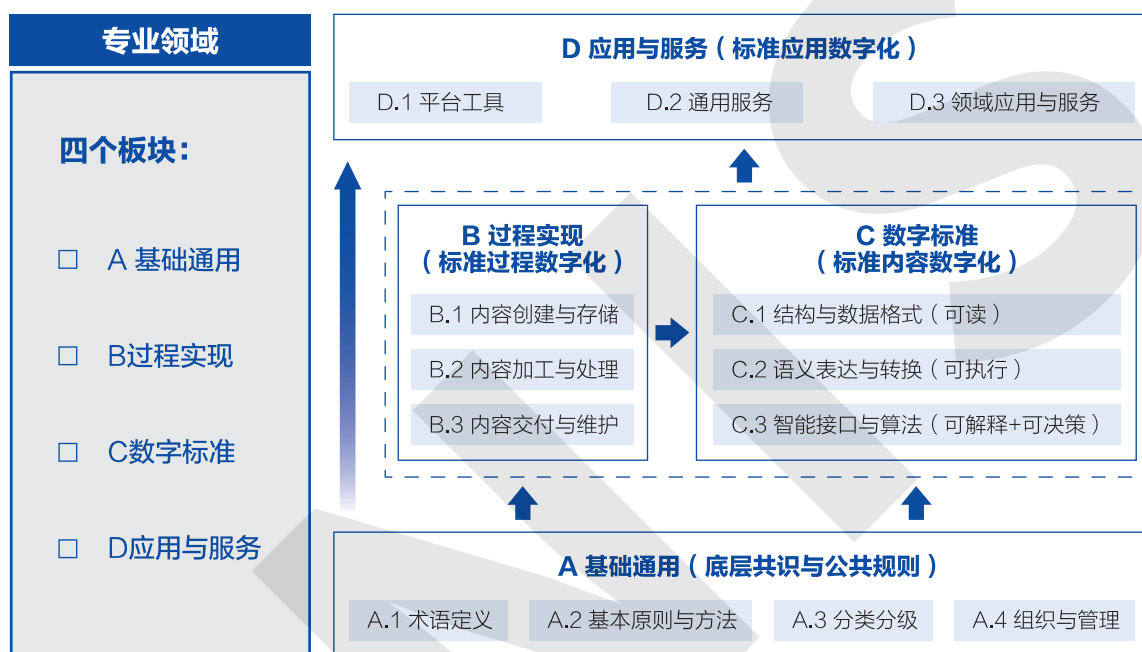


图 17 标准数字化标准体系结构图

A 基础通用类标准包括术语定义、基本原则与方法、分类分级、组织与管理等 4 个方面，位于标准数字化标准体系结构图的最底层，是 B 过程实现类标准、C 数字标准类标准和 D 应用与服务类标准的支撑。

B 过程实现类标准对应着标准数字化参考架构的生命周期维度，其中 B.1 主要聚焦于生命周期维度的内容创建，B.2 主要聚焦于生命周期维度的内容管理，B.3 主要聚焦于生命周期维度的内容交付和内容应用。

C 数字标准类标准对应着标准数字化参考架构的能力特征维度，C.1 主要聚焦于能力特征维度的标准内容可展示和标准内容可处理，C.2 主要聚焦于能力特征维度的标准内容可执行，C.3 主要聚焦于能力特征维度的标准内容可解释和标准内容可决策。

D 应用与服务类标准对应着标准数字化参考架构的应用层级维度，位于标准数字化标准体系结构图的最顶层，面向不同的标准应用场景需求，对 A 基础通用类标准、B 过程实现类标准和 C 数字标准类标准进行细化和应用实施。

■ 未来建设重点

加快制定标准数字化演进关键技术标准

协同推进技术创新、标准研制、产业发展，以标准促进技术创新成果转化。充分调动产学研用各方的积极性，按照标准制修订工作程序，加快制定一批标准数字化术语定义、基本原则与方法、结构与数据格式、语义表达与转换、内容创建与存储、内容加工与处理等方面的标准。

重点研制标准数字化核心标准，包括制定标准数字化通用指南、参考架构模型、本体模型等基础通用类标准，制定标准内容协同研制、标准内容语义化表达、语义知识库数据接口技术、标准内容模块化、标准知识图谱等过程实现类标准，制定 SIM、标准机器语言表达基本架构、标准文档内容标记指南、表达语言转化规则等数字标准类标准。制定标准数字化平台工具相关的应用与服务类标准。

全力推动标准数字化标准的实施应用

推进标准数字化相关工具、系统、平台的开发与应用，促进语义知识库、标准机器语言表达、机器文档内容标记、平台系统架构等标准实施落地。选择重点地方开展标准宣贯，完善标准数字化试点等相关配套政策，在信息技术、智能装备、航空航天、机械工业、建筑、能源电力、交通运输等行业先行先试，打造典型示范。探索开展标准数字化成果验证与评估，深化相关标准实施评价管理。

积极提升标准数字化国际标准化水平

持续追踪和研究国际国外标准数字化转型最新进展，深化相关合作议题，积极推动政府、科研机构、企业等多层次共同开展标准数字化国际合作。建立国内外标准数字化领域组织合作交流机制，加强研究成果和实践经验共享与推广。

着力提升标准数字化国际标准化水平，转化标准数字化领域先进适用的国际标准，提升国内技术水平；鼓励科研机构、龙头企业、高等院校等单位的技术专家参与国际标准化工作，逐步提升国际标准化能力；积极举办标准数字化国际标准化交流活动，加强国际合作；推动我国积极发布标准数字化国家标准外文版，参与制定相关国际标准。

总结与展望



■ 演进趋势

当前，标准数字化正处于从“结构化”向“智能化”演进的关键时期。国际发展聚焦 SMART 标准的实践与开源生态构建，而我国通过顶层设计、技术攻关与场景试点，已在某些方面实现超越。然而，标准数字化正不断呈现新的演进趋势，使我国面临全新挑战。

在标准内容方面，标准内容的呈现方式将回归知识本质，从“知识文本化（形成文件）”向“文本知识化（文件转变为直接可用的知识）”转变。人工智能的深度赋能将催生标准编写模式向“AI+”生成模式转变，使标准内容的生成、信息的获取以及应用更加智能与高效。

在标准化过程方面，数字技术将使标准化活动从以“文件为中心”向以“条款为中心”转变，实现更精细的管理。并使标准化过程变得更加开放和共享，标准化活动的组织模式也将由信息和资源相对“封闭”转向“开源”。

在标准应用方面，标准化业务 / 服务将具备软件服务、知识计算、嵌入式等软硬件能力，使标准的应用从用户理解应用转变为机器自动应用。同时，标准将作为知识和经验的载体，深入融入产业发展要素、贯通全生命周期，从单一标准应用发展到产业融合应用，成为驱动产业数字化、智能化转型的重要引擎。

■ 对策建议

面临标准数字化演进中的新趋势和挑战，我国可从机制设计、创新支持、基础设施与国际合作四方面积极谋划加以应对。

一是加快推进标准数字化转型机制与生态建设。针对标准数字化相关机制建设、资源知识产权保护等关键问题开展专项研究，制定发布相应政策性文件，保障转型良好的政策环境。同时培育跨领域的标准数字化合作组织，推动发布具有行业特色的工作指南。在多类型行业中开展转型试点，打造数字化转型典型示范。

二是加大标准数字化研发创新支持力度。持续加大标准数字化演进关键方法与技术相关科研项目投入。依托国家级标准化科研机构，围绕标准智能化赋能、标准数据治理等关键科技问题开展专题研究。进一步优化相关机制，尽快打通标准数字化研制应用与科技创新成果转化的关键路径。

三是强化标准数字化基础设施与规则体系建设。加强标准数字化基础资源体系建设，统筹构建覆盖主要产业领域的标准用例库、术语库、指标库与测试验证场景库，夯实标准数据基础。加快推进“国家标准智能研制系统”建设，奠定标准数智化发展软件基础。依托 SAC/SWG 29，持续开展标准数字化标准体系建设，奠定转型框架与规则基础。

四是推动广泛的标准数字化国际互动合作。协调我国相关领域专家参与“SMART 冠军网络”等国际性平台，推动建立共识、技术共享和开展合作。主动发起国际标准数字化转型推进论坛或联盟，推广我国相关应用模式创新成果走向国际。积极推进标准数字化领域国际标准研制，以标准切入国际数字化生态建设，助力我国应对国际竞争和融入未来发展。

附录 A 标准数字化用例清单（部分）

序号	用例编号	用例名称	需求描述	优先级
1	SYL-01	标准结构化编写	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】，我希望能够【自动生成标准框架，支持条款分级】，以便【辅助快速决策】	高
2	SYL-02	标准术语与指标智能提取	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】，我希望能够【自动识别术语、技术指标，并存储】，以便【减少人工查阅标准时间，提高工作效率】	高
3	SYL-03	标准内容精读处理	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【根智能解析标准核心内容，生成摘要与关键点】，以便【减少人工查阅标准时间，提高工作效率】	高
4	SYL-04	智能关联推送	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【根据需求推荐相关标准或条款】，以便【辅助快速决策】	高
5	SYL-05	标准格式自动审校与生成	作为一个【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【检查排版合规性，自动将标准内容转化为标准格式】，以便【减少人工查阅标准时间，提高工作效率】	高
6	SYL-06	标准条款精准检索	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】，我希望能够【快速定位特定内容，无需全文查阅】，以便【减少人工查阅标准时间，提高工作效率】	中
7	SYL-07	内容智能复用	作为一个【标准使用者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【新标准起草中，自动匹配并插入已有标准中相似内容】，以便【通过数据标准化降低系统对接和维护成本】	中
8	SYL-08	标准在线协同编辑	作为一个【标准起草者】，我希望能够【多角色协同编辑标准草案】，以便【减少人工查阅标准时间，提高工作效率】	中
9	SYL-09	一致性比对	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【自动检测标准与相关标准/法律法规的冲突】，以便【减少因标准执行错误导致的返工或整改成本】	中
10	SYL-10	标准信息变更追踪与提醒	作为一个【标准化活动管理者】，我希望能够【实时推送标准更新及修订信息】，以便【提升安全生产合规水平】	中
11	SYL-11	引用文件状态跟踪	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【监控规范性引用文件的最新版本】，以便【通过数据标准化降低系统对接和维护成本】	中
12	SYL-12	标准多格式输出	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【按需生成 PDF/XML/JSON 等不同形式】，以便【降低人为操作失误率】	中

序号	用例编号	用例名称	需求描述	优先级
13	SYL-13	系统集成接口	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】，我希望能够【将标准数据集成到已有工具/平台】，以便【支持快速应用新技术标准】	中
14	SYL-14	自动合规验证	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【检查数据/设计是否符合标准要求】，以便【减少因标准执行错误导致的返工或整改成本】	中
15	SYL-15	违反标准条款预警	作为一个【标准化活动管理者】，我希望能够【识别出产品/服务/过程中的标准不符合项并通知】，以便【减少因标准执行错误导致的返工或整改成本】	中
16	SYL-16	标准实施跟踪反馈	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【记录标准使用情况及标准实施中的问题与改进建议】，以便【提升安全生产合规水平】	中
17	SYL-17	标准差异对比	作为一个【标准使用者】/【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【快速对比标准版本之间的差异性内容】，以便【减少人工查阅标准时间，提高工作效率】	低
18	SYL-18	标准生命周期管理	作为一个【标准起草者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【全面跟踪标准发布的各项流程】，以便【提升安全生产合规水平】	低
19	SYL-19	标准体系搭建	作为一个【标准起草者】，我希望能够【将标准形成整体框架】，以便【构建企业标准知识库，提升员工技能】	低
20	SYL-20	标准模板管理	作为一个【标准起草者】，我希望能够【快速搭建标准大纲内容】，以便【减少因标准执行错误导致的返工或整改成本】	低
21	SYL-21	智能比对	作为一个【标准使用者】/【标准化活动管理者】，我希望能够【应用 AI 实现多标准内容对比】，以便【减少人工查阅标准时间，提高工作效率】	低



微信公众号：中国标准化研究院