

数据要素视角下质量管理数字化创新实践

文 / 王锋¹ 张智超¹ 陆遥² 沙若男¹

1. 中国质量认证中心 2. 苏州市吴江区市场监督管理局

[摘要] 数据要素视角下，质量管理数字化的核心是数据交互方式，如何提供有效的数字化质量基础设施是关键，本文创新性提出质量数据服务网络概念，运用区块链、物联网等技术建立数字化质量基础设施——质量数据服务网络（QDSN），推动质量数据“可用不可见、可用不出域、可控可计量”，研制覆盖全流程的数据模型及交互认证方式，促进质量效益提升、推动质量变革。

[关键词] 数据要素 质量数据服务网络 质量管理数字化 数据模型

[中图分类号] TP393.0 **[DOI]** 10.16691/j.cnki.10-1214/t.2024.07.006

随着当今数字化、信息化的高速发展，质量数据呈现出爆发式的增长态势。数字技术与实体经济深度融合给传统产业各领域带来了系统性重构和变革，将传统制造业提升至自动化、信息化和智能化水平，这个过程形成的新科技、新业态、新模式构成了数字经济时代下新质生产力的核心要素。中共中央、国务院印发的《质量强国建设纲要》（以下简称《纲要》）^[1]中强调，要加强质量基础设施能力建设，引导企业开展质量管理数字化升级。

为了顺应时代发展的潮流，满足质量强国建设的迫切需求，推动经济社会的高质量发展，本文以质量管理数字化为核心，深入探讨相关创新实践。基于区块链、物联网^[2-3]等先进技术，建立了数字化质量基础设施，构建质量数据服务网络，实现质量数据的“可用不可见、可用不出域、可控可计量”，为企业提供全面、精准、高效的质量服务。

本文旨在为企业提升质量管理水平、增强市场竞争力提供有益的参考和借鉴，同时也为政府部门加强质量监管、推动质量变革提供有力的支持和保障。通过质量管理数字化的创新实践，提升企业的效率、增强市场竞争力、提高政府监管效率、保护消费者权益

益、促进可持续发展，为实现质量强国的宏伟目标添砖加瓦。

1 相关研究

1.1 质量管理行业现状

《纲要》中提出了四大任务，即增强质量发展新动能，打造中国制造升级版，加强质量基础设施建设，以及提升全面质量管理水平。目前，我国的质量管理仍然存在以下问题。

1) 质量管理模式传统。一些质量监管机构的信息管理形式仍是纸质材料或电子表格，很难达到市场主体的档案信息实时完整、监管记录的完整可溯源效果。

2) 信息孤岛严重。各应用系统间存在严重的信息壁垒，使监管工作更加复杂。同时系统间必要的数据对接成本高、难度大、过程复杂，信息孤岛现象难以根除。

3) 质量监管力量不足。各地市场质量监管机构普遍存在监管人员少，而被监管主体数量巨大的情况，监管力量不匹配，监管机构期望的目标难以完成等现象。

4) 质量数据失真。电子数据具有易篡改、易伪造和取证难等问题。监管机构需要加强对电子数据的安全性和可验证性的保护。

5) 存证数据合规性。质量监管的第三方机构在采集电子证据时可能存在数据规则的不一致性,从而影响证据的完整性和可信度。

同时大量传统企业需要数字化转型,具体问题与需求如图1所示^[4]。



1.2 质量管理数字化的理论基础

随着数实融合的深入推进,原有的质量管理工具和方法已难以满足新的生产需求,质量管理的数字化转型应运而生。质量管理数字化是在质量的认知、工作方法、管理体系等各个维度进行战略性的转变,特别是全面质量管理(TQM)、六西格玛和ISO标准系列。这些传统理论为质量管理数字化提供了指导思想和方法论,而数字化技术则为这些理论的应用提供了更加高效和便捷的工具。

1.2.1 全面质量管理框架

在TQM的框架下,质量管理数字化为质量管理的全员参与、全过程控制以及持续改进提供了强大的技术支持。

1) 全员参与。员工通过企业内部的数字化平台,实时获取、分享和反馈质量信息,实现信息的透明化和实时性。

2) 全过程控制。利用物联网(IoT)和传感器技术,企业可以对生产过程进行实时监控,收集并分析各个环节的数据。

3) 持续改进。通过数据分析工具,企业可以深入挖掘质量问题的根本原因,制定针对性的改进措施。

1.2.2 六西格玛质量管理方法

六西格玛作为一种以数据驱动的质量管理方法,与质量管理数字化有着天然的联系。

1) 定义。在六西格玛的DMAIC流程中,定义阶

段需要明确改进的目标和范围^[5]。

2) 测量。在测量阶段,质量管理数字化可以利用传感器、自动化检测设备等工具,实时收集生产过程中的数据,确保数据的准确性和及时性。

3) 分析。分析阶段是六西格玛的关键环节。质量管理数字化可以通过数据挖掘、统计分析等高级分析技术,帮助企业找出问题的根本原因。

4) 改进。在改进阶段,质量管理数字化可以帮助企业制定针对性的改进措施,并通过数字化平台跟踪改进措施的实施效果。

5) 控制。在控制阶段,质量管理数字化可以建立数字化监控机制,防止问题复发。

1.2.3 ISO标准系列标准化框架

ISO标准系列为质量管理提供了标准化的框架和方法,而质量管理数字化则是这一框架的数字化实现。

1) ISO 9001质量管理体系。质量管理数字化可以帮助企业更好地遵循ISO 9001标准的要求,通过数字化质量管理体系来优化流程、提高效率,并确保质量管理体系的有效运行。

2) 数据管理和分析。ISO标准强调了数据在质量管理中的重要性。质量管理数字化可以通过数据分析工具,对质量数据进行深入挖掘和分析,为企业提供决策支持。

3) 持续改进。ISO标准强调持续改进的重要性。质量管理数字化可以通过实时监控、预测性分析和数据驱动的决策制定,帮助企业实现持续改进,提高产品和服务质量。

2 技术基础

数字化质量认证基础设施即质量数据服务网络(QDSN)的技术架构,是对传统信息化平台的全面升级整合,为多项功能集合、软硬件融合而成的数字化平台基础设施,也可以被定义为一种服务,是承载数字经济新形态的新一代质量数据基础设施。附表为QDSN与传统方式对比。

在这个技术架构中,数据加密存储在区块链系统中,数据篡改的难度非常高。数据确权通过数据加密和数字签名认定来实现,以保证数据的来源和安全

附表 QDSN与传统方式对比

比较	先进性	QDSN	传统方式
数据存储	领先	数据加密存储在区块链系统，数据篡改难度非常高，链式结构本身就具有很强的安全性，节点越多数据越安全	数据存储在数据库系统，系统管理员等都有条件对数据进行非法修改，并且能抹除痕迹
确权方式	领先	数据加密 + 数字签名	数据库
数据交付	领先	密文	明文
数据传输	持平	数据传输通道加密	数据传输通道加密
访问控制	领先	数据所有者通过密钥控制，数据加密必然保证数据主体的控制权	平台运营方通过程序控制，权限安全取决于平台运营方的管理能力
数据使用	领先	可信执行环境，通过可信硬件将计算环境和操作系统环境进行物理隔离，可防御病毒攻击，保证计算数据不泄露	通用执行环境，无法保证计算数据不泄露
记录跟踪	领先	数据访问行为记录在区块链，无法篡改	数据访问行为记录系统日志、数据库日志
身份可信	领先	数字证书、DID分布式身份、可信任凭证	用户名/密码
数据备份	领先	区块链实时备份	数据库定期备份

性。数据传输通道加密，由数据所有者通过密钥来进行控制，保证数据传输的安全性和可靠性。数据加密的设计也保证了数据主体的控制权，同时通过可信硬件将计算环境和操作系统环境进行物理隔离，可防御病毒攻击，保证计算数据不泄露，构建了可信执行的环境。数据不动模型动，也打消了企业数据出域的恐慌和不安。在数字化认证实践中，通过部署不同认证模型到企业实现了不同的认证场景。

此外，隐私计算技术保证数据安全合理规避风险；访问控制技术保障数据的可控可计量；区块链技术则使得数据分布式可信，实现数据确权和溯源，以及数据的广域连接和共享数据价值^[6]；人工智能技术负责算法赋能、数智融合虚实联动等功能。

3 QDSN基本框架

QDSN是基于区块链、物联网、可信数据空间^[7-8]等技术的质量全过程管控网络，旨在为企业提供全面的创新型的质量数字化服务和数据要素流通基础设施。

通过区块链、物联网、可信数据空间等技术所搭建的面向质量数据要素可信流通的QDSN，能够让数据要素的监管方、提供方、使用方等主体之间更加安全、可信任，解决市场监督管理局质量业务与相关公共服务中的数据安全可信、数据保护、数据源

头问题，助力数据要素实现安全可信的流通，充分发挥质量数据要素价值。数字化质量基础设施建设的目的，就是保证不同利益相关方能够在可信、安全、透明的渠道中，进行数据交换、流通、交易与共享，从而实现数据的“可用不可见、可用不出域、可控可计量”^[9]。

通过数字化、可溯源和企业选择性披露的方式管理和使用质量数据，包括产品质量数据、生产过程数据和合规性数据，建立健全成效评估指标体系，加快建设“数实融合强省”，聚力实现新型工业化，图2为QDSN基本框架。



图2 质量数据服务网络基本框架

该数字化质量认证基础设施网络涵盖多个角色，以实现数据的收集、验证、存储、共享和分析。该质量认证基础设施未来可以支持多种服务场景，包括数字化认证、质量管理提升、质量图谱、市场监管等，

也为企业提供多种方式来展示其产品的质量和管控，提升企业品牌知名度和产品议价能力。

4 质量管理数字化的核心关键问题与应用场景

工业制造行业在当前面临着诸多发展问题，其中最突出的是质量管理的不精细和数字化转型的滞后。

1) 传统的质量管理方式效率低下，难以实现对产品质量的精确控制，这是质量管理数字化创新研究解决的数据流通的卡点之一。

2) 数据流通的堵点主要体现在企业间、政企间的数据共享和互通上。不同企业、部门之间数据格式和标准都不统一，制约了工业制造的数字化转型进程。

3) 工业制造行业的发展问题还包括产业升级缓慢、成本控制困难等。通过数字化认证试点项目，可以探索数字化质量管理提升方法，推动产业升级。

应用场景包括以下几类：一是支持一站式服务中心网络化提供精准质量服务；二是为企业内部的质量管理数字化提供支持；三是支持企业质量管理数字化后，实现数字资产价值化；四是支持企业实现绿色低碳转型；五是支持在区域管理层面建设区域质量大数据图谱^[10]；六是树立重点行业品牌标杆，带动行业质量整体提升；七是构建政企研用多方可信、开放、安全的质量数据服务生态，提高市场监管的效率。

以吴江制造业为例，质量管理数字化不仅提升了生产和管理效率，还改变了生产组织，促进了从粗放型向精益、质量与创新驱动型的转变。作为民营经济的旗帜，吴江制造把握了时代的脉搏，顺应了新质生产力的发展趋势，加速质量管理数字化转型，赋予质量新的内涵，实现从传统制造到智能制造、从地方强区到国内外知名品牌的飞跃。

5 结语

QDSN是在现有信息网络上，搭建一种数据集聚、共享、流通和应用的分布式关键质量数据基础设施，确保数据流通协议得到确认、履行和维护，解决数据要素主体间的安全与信任问题，从而实现数据的“可用不可见、可用不出域、可控可计量”。

质量管理数字化可以实现企业的效率提升、市场竞争力增强、政府监管效率提高、消费者权益得到保护、可持续发展促进等多方面的利益。在企业、政府和社会各方之间都具有必要性，并对整体经济和社会发展产生了积极影响。未来，通过QDSN可以探索国内领先的数字化认证技术和质量管理数字化提升方法，提升产业数字化转型标准化水平。通过建立数字化认证制度，树立产业链数字化认证品牌标杆，构建政企研用多方可信、开放、安全的质量数字化服务生态。这不仅是践行新发展理念的现实需要，也是培育和发展新质生产力的生动注解。❖

[参考文献]

[1] 国务院. 中共中央 国务院印发《质量强国建设纲要》[EB/OL]. (2023-02-06)[2024-05-27]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2023/content_5742204.htm.

[2] 杨春雷, 和旭东, 史旭升, 等. 基于物联网边缘的智能装配工艺多模态数据质量保障方法研究[J]. 新型工业化, 2024(01): 48-55.

[3] 黄学鹏. 一种基于人工智能的物联网数据质量分析方法[J]. 信息通信, 2019(03): 222-223.

[4] 王冬彧, 蔡勇. 数字经济赋能双循环发展的空间作用机制研究——基于数字产业化与产业数字化的视角[J]. 外国经济与管理, 2023(09): 3-21.

[5] 庞绚, 樊重俊, 陈世民. 基于六西格玛的IT服务流程持续改进探究[J]. 电子制作, 2013(06): 270.

[6] 林森. 基于区块链技术的共享经济数据确权问题[J]. 银行家, 2020(11): 70-72.

[7] 杨云龙, 张亮, 杨旭蕾. 可信数据空间助力数据要素高效流通[J]. 邮电设计技术, 2024(02): 57-61.

[8] 程建润. 打造可信数据空间推动数据价值释放[J]. 软件和集成电路, 2024(01): 16-17.

[9] 朱广娇. 隐私计算: 数据安全可信流通助力商业银行数字化转型[J]. 金融博览, 2023(03): 30-36.

[10] 陶冶. 数字化技术赋能轨道交通装备企业质量管理的研究[J]. 轨道交通装备与技术, 2023(03): 61-64.