

doi: 10.19920/j.cnki.jmsc.2022.07.001

新一代信息技术环境下的全生命周期质量管理^①

刘心报^{1,2*}, 胡俊迎^{1,2}, 陆少军^{1,2}, 朱佩雅^{1,2}, 裴军^{1,2*}, 杨善林^{1,2*}

(1. 合肥工业大学管理学院, 合肥 230009;

2. 合肥工业大学过程优化与智能决策教育部重点实验室, 合肥 230009)

摘要: 以互联网、大数据、云计算与人工智能技术为代表的新一代信息技术的不断发展与广泛应用, 推动了质量管理的思维变革和方法创新, 质量管理在概念和运行机理上均发生了巨大的变化。本文首先分析了新一代信息技术对质量管理的影响; 然后, 针对新一代信息技术环境下质量管理的新需求、新挑战, 提出了由质量管理概念体系、质量保证体系和质量管理体系构成的全生命周期质量管理体系; 以电动汽车为例介绍了全生命周期质量管理的现实内涵; 最后, 提出了全生命周期质量管理相关研究的问题, 为新一代信息技术环境下的全生命周期质量管理理论与方法的进一步研究凝练了相关研究方向。

关键词: 新一代信息技术; 全生命周期质量管理; 高端装备

中图分类号: C931 文献标识码: A 文章编号: 1007-9807(2022)07-0002-10

0 引言

质量管理是制造业尤其是高端装备制造的基础和核心之一。高端装备制造是一类事关国家核心竞争力的重大工程, 研发制造高质量的高端装备是国家战略意志的重要体现。涵盖全生命周期的质量管理能够有效保障航母、卫星、火箭、核电站等国家重大装备高可靠、长寿命运行, 对于保证国家安全、国民经济健康发展和提高国际竞争力具有极其重要的意义。

质量被定义为一组固有特性满足要求的程度^[1], 程度越高, 质量越好。质量管理被视为是实现和维持高质量产出的一种方法, 是确定质量方针、目标、职责以及质量控制、质量保证和质量改进等指挥和协调质量组织的一系列活^[2]。质量管理产生于人类历史的早期, 人们相互交换产品,

质量靠交换双方依据自身经验来确定, 因而被称为“操作者的质量管理”。20 世纪初期, 工业化企业大量出现, 大批量生产成为常态, 美国出现了以泰勒为代表的“科学管理运动”^[3], 质量管理进入质量检验阶段。1924 年, 美国贝尔电话实验室 Shewhart 博士提出了控制图, 引入了质量控制和预防性控制的思想, 将数理统计学应用到质量管理中, 使质量管理进入统计质量控制的新阶段。Feigenbaum^[4] 于 1961 年提出全面质量管理理论, 旨在通过市场研究、设计、生产和服务来满足客户的要求, 将企业的质量设计、质量保证和质量提升整合到一个有效的体系中。随着 21 世纪信息化的逐步深入, 质量管理也在不断地向前发展。

德国出现了工业 4.0^[5], 美国发起了工业互联网^[6], 中国提出了中国制造 2025^[7], 新一轮科技革命已悄然发轫兴起。随着以互联网^[8]、大数

① 收稿日期: 2019-07-14; 修订日期: 2022-02-20.

基金项目: 国家自然科学基金资助创新研究群体项目(71521001); 国家自然科学基金资助重大项目(71690230); 国家自然科学基金资助项目(72071056; 71871080; 72101071).

通讯作者: 刘心报(1964—), 男, 安徽怀宁人, 博士, 教授, 博士生导师. Email: lxb@hfut.edu.cn;

裴军(1986—), 男, 安徽无为, 博士, 教授, 博士生导师. Email: peijun@hfut.edu.cn;

杨善林(1948—), 男, 安徽怀宁人, 教授, 博士生导师, 中国工程院院士. Email: yangsl@hfut.edu.cn

据^[9]、云计算^[10]及人工智能^[11]等为代表的新一代信息技术的快速发展,系统之间通过信息交互和无缝连接构成一个更加复杂的网络结构。因此,在新一代信息技术环境下,质量管理的概念、方法有了新的定义,其管理模式和思维方式也面临着新的机遇和挑战。物联网技术使得实时感知质量信息成为可能,大数据方法可以处理产品的设计、制造、服务和再制造全生命周期过程中的质量大数据,人工智能技术提供了分析质量信息的新模型、新方法,能更加便捷、有效、及时地为决策者提供管理策略。在此基础上,Liu等^[12]在2017年较为系统地提出了全生命周期质量管理的概念,为推进新一代信息技术环境下质量管理的发展提供了理论支撑。

当前,世界科技创新进入新阶段,新一代信息技术广泛渗透对质量管理产生了极其深刻的影响,也为我国发展高端装备制造业和提高高端装备全生命周期质量提供了十分难得的机遇。新一代信息技术环境下的企业与传统企业有着不同的组织形式和工作过程,且新一代信息技术环境下的产品具有与传统产品相区别的诸多特性,产品质量更加强调持续服务质量、再制造质量等,研究并重新定义新一代信息技术环境下的质量管理对于质量管理的发展具有重要意义。

本文针对新一代信息技术环境下的质量管理,探讨了互联网、大数据、云计算与人工智能等信息技术的不断突破对质量管理的影响,并基于此构建了全生命周期质量管理体系,分析了全生命周期质量管理概念体系、保证体系与方法体系之间的关系,介绍了全生命周期质量管理的一个实例,提出了基于全生命周期质量管理的相关研究问题。

1 新一代信息技术对质量管理的影响

新一代信息技术的泛在应用使得质量管理在概念和运行机理上均发生了变化。质量管理过程不再局限于企业或工厂内部的生产设计过程,它包括了所有参与组织的产品设计、生产、服务和再制造全过程。例如,企业与顾客共同参与产品的设计开发,提高顾客满意度;企业在产品售出后实时

监控产品运行状态和运行信息,基于此为顾客提供个性化运维服务并改善产品设计和制造过程;产品可持续能力也将成为质量的一部分,提高再制造质量有助于质量的提升等。

国内外学者从不同维度研究了新一代信息技术环境下的质量管理问题,例如,Hassett^[13]与Chang^[14]等研究了大数据在医疗中的应用,提出了基于大数据的质量改进方法;Li等^[15]研究了服务导向架构(Service Oriented Architecture, SOA)、RFID、代理、工作流管理和物联网(Internet of Things, IoT)对于供应链实时质量管理的推动作用,提高了供应链质量管理的绩效;Ma等^[16]研究了人工智能在质量管理中的应用,设计了涵盖问题识别、原因分析和问题纠偏的质量问题原因分析系统,实现了质量问题的追溯;Kern等^[17]研究了云劳动服务下的质量管理,提出了一种集成的云服务质量管理方法;Chatterjee等^[18]提出了实时云计算场景下的最优决策规则算法,提高了服务质量和用户满意度;Wei等^[19]分析了制造过程中质量数据的特点,将机器学习方法用于数据分析,提出了相应的质量改进方法;王余行等^[20]基于网络论坛大数据,利用文本挖掘提出了一种汽车质量问题的提取方法。

1.1 互联网对质量管理的影响

在互联网环境下,企业实现了对产品质量信息的实时感知。众创与众包等模式的兴起使得用户直接参与产品设计,提高了用户满意度。互联网技术推动了全球化制造资源整合,使得企业能够以低成本产出高质量产品。企业实时感知产品的运行状态,为用户提供精准的个性化服务。“互联网再制造”模式的建立,可以加快产业的绿色化发展。

互联网使得产品的设计、制造、服务和再制造四个阶段通过信息反馈形成一个闭环,加速了产品的更新换代。

1.2 大数据对质量管理的影响

大数据技术帮助企业分析和挖掘用户对产品的需求,从而对产品的设计进行改进。收集产品生产过程中的全部(完全非抽样)质量大数据,对产品的制造过程质量实时在线地进行分析,可以及时有效地改善产品质量。企业通过产品运行信息的反馈,进行故障诊断与分析,在优化服务的同

时,可以改善产品的设计与制造过程.通过预测产品寿命周期,分析产品的回收分级信息,能够提高企业的再制造能力.

大数据拓展了质量与质量管理的内涵.大数据环境下质量是设计质量、制造质量、服务质量和再制造质量的融合与涌现.顾客参与到产品的全生命周期过程中,成为质量管理人员中的一部分.质量管理的新老七种工具与大数据技术相结合,成为质量管理的新方法.

1.3 云计算对质量管理的影响

云计算是以服务为对象的技术^[21].在云服务的背景下,质量管理中服务的内容与流程发生了改变.在云计算环境下,企业和用户共享网络通信,企业能够感知用户特定的需求,建立对用户的快速反应机制,实现用户和供应商参与产品设计.云制造模式中制造服务的选择对于降低全生命周期成本和提高服务质量起着重要作用.基于云的平台和基础设施,有助于协调与优化企业之间和企业内部的各项工作,实现企业更加透明、灵活的成本控制.利用云平台的大量用户信息所涌现出的产品特性,挖掘出产品的质量问题的改善和优化服务,提高产品的服务质量.云计算技术有利于优化云制造服务选择,提高组织效率,而服务质量的提高将带来持续提高的产品价值和服务水平,提升企业竞争力.

云计算模式下质量管理的目标是满足用户需求,提高产品价值和服务水平,提高用户满意度,减少用户流失,吸引新用户;优化云制造服务选择,降低质量成本,提高服务质量.云计算帮助企业转变服务方式,帮助用户参与产品的设计,使企业与用户达到双赢.

1.4 人工智能技术对质量管理的影响

传统的手工管理方式已经不能满足当下市场的需要,智能化、自动化、柔性化和集成化的质量管理方式成为必然的趋势^[22].新时期的质量管理要求四个智能化:质量控制的智能化、质量诊断的智能化、质量预测的智能化和质量决策的智能化.质量控制的智能化是计算机实时在线地监控产品质量状态,使产品时刻处于受控状态.相关的应用如质量控制专家系统(Quality Control Expert System, QCES);质量诊断的智能化是将人工定期对已生产产品进行抽样检查的工作由机器来替代完成,监测产品质量,针对质量信息进行质量改进;

质量预测的智能化是基于机器学习、深度学习等模型,实现对产品质量结论的预测;质量决策的智能化是计算机通过采集到的质量信息,根据时间、人员、材料、资金等约束因素综合分析,做出有助于提高产品质量、使得企业效益最大化的决策.质量管理的智能化就是将质量控制、诊断、预测和决策的智能化有机地紧密结合为一个整体,相互印证,互为输入与输出,提高产品质量,为企业改进质量提供决策支持.

人工智能技术与质量管理的结合使得单一而又繁杂的工作变得简单易行,在减轻工作人员工作强度的同时能够大幅度提高质量管理人员的工作效率和工作水平,促进人、管理和技术的统一,实现质量管理的自动化、智能化.

2 全生命周期质量管理体系

Liu 等^[12]于 2017 年在分析新一代信息技术对质量管理影响的基础上,较为系统地提出了全生命周期质量管理的概念.在此基础上,本文对全生命周期质量管理相关内容进行了进一步研究和拓展,例如,研究并提出了一种高端装备制造过程质量监测方法^[23]、高端装备剩余寿命预测方法^[24]、高端装备维修成本预测方法和高端装备再制造决策方法等.通过以上研究,对全生命周期质量管理概念有了进一步的认识,本文在进一步系统阐述全生命周期质量相关概念的基础上,构建了全生命周期质量管理体系.

2.1 全生命周期质量管理体系构成

全生命周期质量管理体系由全生命周期质量管理概念体系、保证体系和方法体系三部分构成.其中,全生命周期质量管理概念体系包括全生命周期质量、全生命周期质量成本和全生命周期质量管理等概念,这些概念是全生命周期质量管理目标和意义的综合反映;质量保证体系包括全生命周期质量管理原则、全生命周期质量改进方法和全生命周期质量管理职能等,保障产品质量,保证顾客满意度;质量管理方法体系由质量管理新老七种工具和新一代信息技术环境下的七种质量管理新方法构成,全生命周期质量管理体系如图 1 所示.

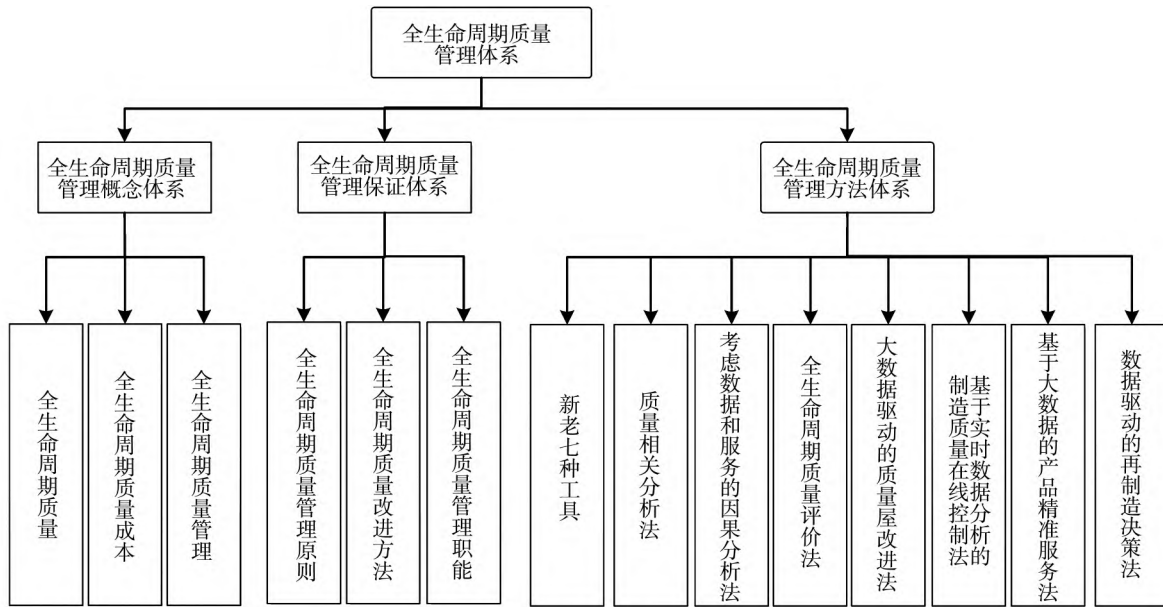


图 1 全生命周期质量管理体系构成

Fig.1 The composition of the entire life cycle quality management system

全生命周期质量管理概念体系将新一代信息技术环境下的质量、质量成本和质量重新定义,描述了全生命周期质量管理的目标和意义,提出了新一代信息技术环境下全生命周期质量管理需要遵循的思想。概念体系是对新一代信息技术环境下的质量管理的标准化、系统化,为保证体系和方法体系提供全生命周期质量管理的理论基础,起着基础性作用。

全生命周期质量管理保证体系把保证质量的相关活动规范化、制度化,明确各成员质量管理职能,协调负责质量管理的有关部门,保证和不断提高产品的质量,为全生命周期质量管理提供持续改进方法,是概念体系的技术支持。保证体系以用户满意为主、以提升产品可持续性和社会效益为导向,为方法体系提供理论基础。

全生命周期质量管理方法体系在质量管理新老七种和新七种工具的基础上进行了继承和创新,将互联网、大数据、云计算及人工智能等技术同质量管理方法相结合,提出了七种融合新一代信息技术保证和提高产品质量和工作质量的方法。方法体系是概念体系的深化、拓展和延伸,丰富了质量管理的内涵;方法体系为保证体系提供了技术支持,用新一代信息技术保证产品质量,提高顾客满意度。全生命周期质量管理概念体系、保证体系和方法体系之间的关系如图 2 所示,三个体系层

层递进、相辅相成、构成一个完整的全生命周期质量管理体系。

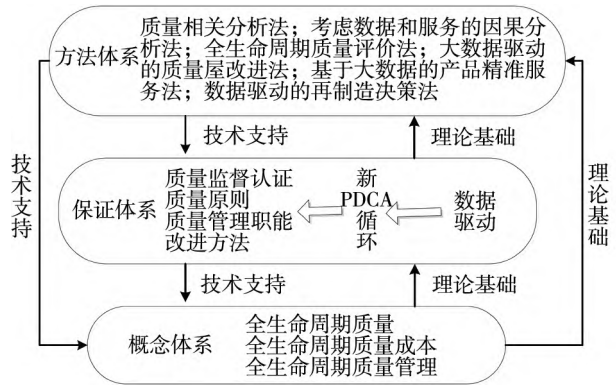


图 2 全生命周期质量管理体系

Fig.2 The entire life cycle quality management system

2.2 全生命周期质量管理体系主要内容

全生命周期质量是产品在设计、制造、服务和再制造全生命周期过程中满足用户、社会和环境需要的程度及产品主体企业为了保证和提高产品质量而开展的所有系统化工作质量之和。全生命周期质量成本是指产品主体企业在产品全生命周期过程中为保证和提高产品设计生产质量、持续服务质量和再制造质量付出的费用与因产品未达到质量标准或用户、社会和环境满意度而产生的故障与损失费用之和。全生命周期质量管理是指产品主体企业组织和协调产品全生命周期过程中所涉及的用户、供应链企业、物流企业、信息运营

商、企业内部各部门及其全体成员等利益相关方，为了保证和提高全生命周期质量所开展的计划、组织、协调、控制、决策、创新等活动和过程的总和。新一代信息技术环境下的全生命周期质量管理强调将互联网、大数据、云计算及人工智能等技术同管

理方法相结合，凝聚全生命周期参与人员和顾客的力量，以服务巩固和维持企业与顾客之间的长期合作关系，提高顾客满意度、社会效益、环境效益和组织收益。本文在文献[12]表6.1的基础上加以拓展，总结质量管理概念及其发展过程如表1所示。

表 1 质量管理概念发展

Table 1 Concept development of quality management

质量管理阶段	执行者	目标	支持技术	质量形成	优点	不足	适用对象
工业时代以前	商品交换双方	满足交换双方各自需求	感官和经验	商品交换时	直接、方便,不需要经过第三方	太过依赖于交换双方的感官和经验	少量商品的交换
质量检验	质量检查者	小规模生产满足产品标准	技术检查	生产完成后	百分之百的检验,能监督检验每一个产品,确保出厂的每一个产品都是合格的	生产过后对产品检验,不能在生产过程中提前预防、控制,且百分之百的检验增加检验费用	小批量生产
统计质量控制	质量管理部门	大规模生产满足质量标准	技术检查,数理统计	生产完成前	从单纯事后检验转入检验加预防	过分强调质量控制的统计方法和制造、检验部门对产品质量的管理,忽视了其它部门的工作对质量的重要性	大批量生产
全面质量管理	主体企业	全面,企业全员参与,全过程满足顾客需求,追求卓越	信息技术,自动化,机械化,数理统计	市场分析,设计,购买,制造,销售,售后服务,报废	质量问题作为一个有机整体加以综合分析研究,实施全员、全过程、全企业的管理	聚焦于产品的制造阶段,没有考虑到产品的全生命周期	复杂产品的生产与制造
全生命周期质量管理	主体企业为主导的企业联盟	管理方法与大数据技术融合,全生命周期成员参与,持续提供顾客满意服务,与顾客长期合作,组织收益,循环利用提高社会效益	互联网技术,云计算,虚拟现实,大数据,数据挖掘,深度学习	需求分析,众包设计,制造服务选择,市场销售,运维服务,与用户交互,持续服务和再制造过程的全生命周期	考虑了产品从设计、生产、运维到再制造的全生命周期各个阶段,综合了各个部门的工作对质量的影响	数据量大,对技术有很高的要求;参与质量管理的部门多,组织协调是一个关键问题	高端装备制造

全生命周期质量保证体系是产品主体企业为生产出满足用户、社会和环境需要的产品,根据质量监督和认证工作的要求确立的质量管理基本原则、改进方法和全生命周期质量管理职能。企业通过质量保证体系将质量管理活动严密组织起来,将产品设计、制造、服务和再制造过程中影响产品

质量的一切因素统筹起来,确保和提高产品的质量。

全生命周期质量管理方法体系在质量管理老七种和新七种工具的基础上进行了继承和创新,全生命周期质量管理方法除了新老七种工具以外,还包括:1)质量相关分析法,如基于 Apriori 算

法的用户服务组合挖掘方法; 2) 考虑数据和服务的因果分析法, 即在传统的人机料法环测基础上增加了对数据和服务因素的分析; 3) 全生命周期质量评价法, 如基于证据推理和产品全生命周期数据挖掘的质量评价方法; 4) 大数据驱动的质量屋改进法, 如基于互联网评论数据需求挖掘的质量屋产品设计质量改进方法, 基于运维数据反馈的产品设计质量屋改进方法等; 5) 基于实时数据分析的制造质量在线控制法, 如基于工业大数据的产品质量实时分析方法, 基于区块链技术的供应链质量控制方法等; 6) 基于大数据的产品精准服务法, 如数据驱动的产品运行状态预测和优化方法等; 7) 数据驱动的再制造决策法, 如基于历史数据与案例分析相结合的再制造时机优化方法等。

2.3 全生命周期质量管理特征

与全面质量管理相比较, 全生命周期质量管理在全员、全过程和全面的概念上有所转变。全生命周期质量管理中的全员不再仅仅只是企业的全体职工, 全过程不再仅仅指生产经营, 全面也不再仅仅只包括企业内部各部门和运用新老七种工具等各种统计、分析方法, 在新一代信息技术环境下, 其概念有了新的含义。

全生命周期质量管理中的全员概念不仅包括企业内部的全部人员, 还包括产品全生命周期中涉及的用户、物流(含逆向物流)人员、供应商、信息运营商等全部的利益相关方。产品质量是各个企业、各个部门、各个环节、各个人员全部工作的综合反映。企业联盟的全体员工和用户共同保证了产品设计阶段、制造阶段、服务阶段和再制造阶段的有序进行。用户参与产品的设计, 享受产品的服务, 是质量的创建者和评判者。物流、运维等服务人员决定着服务的质量, 影响着用户满意度。每个参与者都在质量管理中不同程度地、直接或间接地发挥着作用, 促进产品质量的不断提高。

全生命周期质量管理中的全过程概念不仅包括设计、制造、售后服务过程, 还更加重视持续服务过程和再制造过程。新一代信息技术环境下, 企业、用户、运维人员等能够实现信息共享, 各项产

品参数、运行数据等信息能够被实时获取。产品可持续能力逐渐成为质量评判的重要指标, 即产品不仅需要满足用户需要, 更要具备完善的回收再制造体系以保证产品能够对社会和环境产生最大收益。产品的设计、制造、服务、再制造过程通过信息反馈形成一个整体, 即为全生命周期质量管理的全过程。

全生命周期质量管理中的全面概念拓展至全产业链范畴, 强调主体企业站在产业链的顶端实现产品全生命周期参与企业的统一调配和质量的实时控制, 运用互联网、大数据、云计算与人工智能等全面方法对产品生命周期过程中的大数据进行分析, 实现数据驱动的高端装备质量的持续改进。

2.4 案例分析——电动汽车的全生命周期质量管理

电动汽车作为新兴产业之一, 在质量管理上实现了全生命周期质量管理模式。在电动汽车的研发阶段, 首先是对产品的多方论证, 以确保产品的可行性。参与论证的人员包括产品的设计、生产、制造、工程、质量人员以及网上征询的广大客户, 产品研发所考虑的因素包括顾客需求、以往设计项目、可追溯性以及产品的质量、可靠性、寿命、成本等目标。在此阶段, 质量功能展开(Quality Function Deployment, QFD)^[25]方法被用来实现质量控制。在产品研发前, 通过互联网平台收集广泛的数据, 最大限度了解顾客需求, 在充分把握市场状况的基础上, 为质量屋的建立提供可靠的事实支撑。在产品研发过程中, 随着制造阶段、服务阶段和再制造阶段的数据信息的不断反馈, 发现设计的不足并进行优化改进, 实现产品质量的持续提升。

电动汽车的制造以流水线生产布局方式展开进行, 分为四个过程: 零件毛坯制造、零件机械加工、车身制造和产品装配。在整个环节中应用传感器、RFID等技术收集信息数据, 存入云监控平台和云存储平台。利用云监控平台实时监测产品质量信息, 使得产品一直处于受控状态。将云存储平台中的数据进行处理、分析和挖掘, 得出制造

过程中的质量问题及解决方案,精准快速地改进制造质量.配置自动控制系统,循环往复,管理制造过程.

电动汽车的服务过程主要体现在对电池的质量管理^[26]和对车主的个性化服务.电动汽车都装有电池管理系统(Battery Management System, BMS),对电池的温度、电流、电压等信息进行采集.利用采集的信息进行SOC(State of Charge)估计和SOH(State of Health)估计,对电池故障进行诊断,将上述信息传递到车载终端(Electric Vehicle Terminal, EVT).厂商通过运营管理系统为车主提供服务,例如,对从车载终端获取的信息进行综合评估,给出适当的电池维护策略建议;提示车主电池电量不足,做出预警.大量的车主数据加入云平台,涌现出一系列特性信息,厂商基于此为车主进行个性化服务,例如,分析各充电桩充电及等待的车辆数,为车主选择合适的充电桩;分析各路线拥堵情况,为车主做出合适的线路规划.

电动汽车的再制造过程涉及电池、发动机、轮胎及其他零部件的回收和再制造.首先根据库存、使用者、再制造能力等因素制定回收与再制造的标准,根据此标准对回收零部件进行分级并进入再制造流程.再制造过程质量管理包括再制造毛坯质量控制、再成型质量控制、涂层质量控制工艺技术标准质量控制与再制造认证,前三个阶段与制造过程的质量控制类似.当零部件成型后,需要对其进行台架试验、试车考核以及再制造认证.

电动汽车的四个阶段都遵循PDCA循环,不断发现电动汽车全生命周期过程中存在的问题,提出改进方案,优化管理方法,保证电动汽车质量的持续提升.企业在实际生产过程与客户的交流过程中不断积累数据,最终将反馈于电动汽车的生产过程质量和用户服务体验,形成良好的循环可持续发展机制.

电动汽车的全生命周期质量管理带动了电动汽车行业产能和质量的提升,为其他行业在大数据获取、信息挖掘、精细化控制和智能化决策等方面提供了借鉴,推动了全生命周期质量管理在企业中的实践与应用.未来的电动汽车行业质量管

理会向更加智能化的方向发展,各个企业目前都致力于开展设备智慧化制造、打造智慧协同工业互联网、构建大数据平台,实现全过程的智能化.

3 相关问题研究

全生命周期质量管理作为新的管理体系仍有很多问题需要研究和解决,来完善其概念体系、保证体系和方法体系,推动全生命周期质量管理在企业中的应用,促进质量管理的发展.相关问题的研究包括以下几个方面.

3.1 全生命周期质量管理概念完善

全生命周期质量管理概念是全生命周期质量管理体系的基础,研究全生命周期质量管理的概念体系既有利于全生命周期质量管理理论体系的构建,又能促进企业在新一代信息技术环境下更新质量管理理念,推动产品价值和服务水平的持续提升.需要结合质量管理的发展历程,在分析全面质量管理的基础上,完善全生命周期质量管理中的质量、质量管理的概念,更好地回答和阐述什么是全生命周期质量管理.探究设计质量、制造质量、服务质量与再制造质量间的继承性和联动性,产品质量和工作质量的关联性,寻求最大化提升质量的方法.研究综合控制成本、故障成本、服务质量成本和社会质量成本及其相互之间的影响,寻求全生命周期质量成本的最佳点或最适宜区域.

3.2 全生命周期质量管理保证体系相关问题研究

全生命周期质量保证体系是全生命周期质量管理体系的重要组成部分,其作用是保证产品质量,让用户对企业充分信任,提高用户满意度.首先要明确全生命周期质量管理职能,传统的质量管理一般认为质量职能活动主要包括市场调查、设计、制造和售后服务过程,然而在新一代信息技术环境下,质量职能的涵盖范围更加广泛:质量循环的目标从原来的单方面满足顾客需求转变为提高社会、顾客和组织的整体利益.需要进一步研究全生命周期质量管理原则和质量管理职能,落实

产品全生命周期过程中所有成员企业和顾客在质量循环中的责任和地位,加强各个企业和顾客之间的联系,创造企业与顾客积极主动交流协作的组织文化,形成完善的组织质量保证体系,有条不紊地推动产品质量的循环上升。研究全生命周期质量管理的PDCA循环,将传统的PDCA与互联网、大数据、云计算、人工智能等相结合,不断发现产品全生命周期过程中存在的问题,提出改进方案,优化管理方法。

3.3 全生命周期质量管理方法研究

全生命周期质量方法是全生命周期质量管理体系的技术核心。新一代传感器技术、海量数据存储传输技术、信息分析处理技术等为产品质量信息的实时感知提供了可能,为产品快速、实时的智能化问题诊断与维修决策、任务智能优化调度提供了基础,为产品可持续发展提供了机遇。全生命周期质量管理面临大量的内外部信息,呈现出多源、多维、多模态特征,企业协同交互过程中也面临着大量实时流数据,使得质量管理和协同过程变得更为复杂。需要研究互联网、大数据、云计算与人工智能等技术同质量管理方法及技术的具体结合方法,研究流数据分析和深度学习等大数据分析技术和多源信息融合方法,设计更为有效的质量管理工具,支持高端装备全生命周期质量管理。

3.4 全生命周期质量管理在企业的推广应用

全生命周期质量管理在企业的推广应用是全生命周期质量管理体系建立的重要目标。在目前看来,只有少数行业实现了产品的全生命周期质量管理,大多数都集中于产品制造阶段的质量管理。全生命周期质量管理在复杂产品制造、高端装

备制造、智能制造中具有重要的作用,推广其在企业的应用,有利于产品质量的提高和人员管理的强化。需要研究企业如何结合自身发展模式,建立系统化、规范化和科学化的全生命周期质量管理体系;研究如何有效地推行管理文化,调动员工的积极性,鼓励全员积极参与到质量管理活动中;研究如何针对特定岗位对管理人员设定不同的培训模式,提高管理人员的质量管理意识和专业水平;开发信息收集、质量监控、问题诊断、智能决策、责任追溯等功能一体化的全生命周期质量管理信息系统,有助于提高企业对新一代信息技术环境变化的适应性和敏捷性,提升企业的竞争力。

4 结束语

随着高端装备制造业的兴起,质量和质量管理也在大国博弈间占据越来越重要的地位。信息技术的不断更新与突破要求质量管理的开拓进取,从而保证质量的持续提升。新一代信息技术的发展给质量管理提出了新的要求和挑战,如何将质量管理从传统的以人为主的质量管理转变成以信息技术为主的信息化、数字化、网络化和智能化的全生命周期质量管理,是国家和企业所面临的问题。全生命周期质量管理体系还不成熟,面临着诸多问题,要面向国家的重大需求,对新一代信息技术环境下的全生命周期质量管理理论与方法这一国际科技前沿问题进行深入研究,从而形成全生命周期质量管理的理论方法体系,促进高端装备制造业产品质量和工作质量的提升。

参考文献:

- [1]全国质量管理和质量保证标准化技术委员会. 质量管理体系要求: GB/T 19001-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Standardization Technical Committee for Quality Management and Quality Assurance. Quality Management System Requirements: GB/T 19001-2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017. (in Chinese)
- [2]Flynn B B, Schroeder R G, Sakakibara S. A framework for quality management research and an associated measurement in-

- strument [J]. *Journal of Operations Management*, 1994, 11(4): 339–366.
- [3] Taylor F W. *The Principles of Scientific Management* [M]. New York: Harper Bros, 1914.
- [4] Feigenbaum A V. *Total Quality Control: Engineering and Management* [M]. New York: McGraw-Hill, 1961.
- [5] 周 济. 智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向 [J]. *中国机械工程*, 2015, 26(17): 2273–2284.
Zhou Ji. Intelligent manufacturing: The main direction of “Made in China 2025” [J]. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 2015, 26(17): 2273–2284. (in Chinese)
- [6] 张恒梅. 当前中国先进制造业提升技术创新能力的路径研究——基于美国制造业创新网络计划的影响与启示 [J]. *科学管理研究*, 2015, 33(1): 52–55.
Zhang Hengmei. Research on the path of China’s advanced manufacturing industry to improve its technological innovation capability: Based on the impact and Enlightenment of the U.S. manufacturing innovation network program [J]. *Scientific Management Research*, 2015, 33(1): 52–55. (in Chinese)
- [7] 中国制造 2025 [EB/OL]. <http://www.gov.cn/zhuanti/2016/MadeinChina2025-plan/index.htm>, 2015.
Made in China 2025 [EB/OL]. <http://www.gov.cn/zhuanti/2016/MadeinChina2025-plan/index.htm>, 2015. (in Chinese)
- [8] 杨善林, 周开乐, 张 强, 等. 互联网的资源观 [J]. *管理科学学报*, 2016, 19(1): 1–11.
Yang Shanlin, Zhou Kaile, Zhang Qiang, et al. Resource view of the Internet [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2016, 19(1): 1–11. (in Chinese)
- [9] Nature. Big Data [EB/OL]. <http://www.nature.com/news/specials/bigdata/index.html>, 2008.
- [10] 杨善林, 罗 贺, 丁 帅. 基于云计算的多源信息服务系统研究综述 [J]. *管理科学学报*, 2012, 15(5): 83–96.
Yang Shanlin, Luo He, Ding Shuai. Overview of multi-source information service system based on cloud computing [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2012, 15(5): 83–96. (in Chinese)
- [11] Matthew H. Has artificial intelligence become alchemy? [J]. *Science*, 2018, 360(6388): 478.
- [12] Liu X, Pei J, Liu L, et al. *Optimization and Management in Manufacturing Engineering: Resource Collaborative Optimization and Management through the Internet of Things* [M]. Berlin: Springer, 2017.
- [13] Hassett M J. Quality improvement in the era of Big Data [J]. *Journal of Clinical Oncology*, 2017, 35(28): 3178–3180.
- [14] George J C. Leveraging data, the next big advance for quality improvement in colorectal cancer [J]. *Diseases of the Colon & Rectum*, 2018, 61(4): 415–416.
- [15] Xu L D. Information architecture for supply chain quality management [J]. *International Journal of Production Research*, 2011, 49(1): 183–198.
- [16] Ma Q, Li H, Thorstenson A. A big data-driven root cause analysis system: Application of Machine Learning in quality problem solving [J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2021, 160: 107580.
- [17] Kern R. *Dynamic Quality Management for Cloud Labor Services: Methods and Applications for Gaining Reliable Work Results with an On-Demand Workforce* [M]. Berlin: Springer, 2014.
- [18] Chatterjee S, Misra S, Khan S. Optimal data center scheduling for quality of service management in sensor-cloud [J]. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 2019, 7(1): 89–101.
- [19] Wei Z, Feng Y, Hong Z, et al. Product quality improvement method in manufacturing process based on kernel optimisation algorithm [J]. *International Journal of Production Research*, 2017, 55(19): 5597–5608.
- [20] 王余行, 党延忠, 徐照光. 针对论坛数据特点的汽车质量问题挖掘 [J]. *中国管理科学*, 2021, 29(9): 201–212.
Wang Yuxing, Dang Yanzhong, Xu Zhaoguang. Automobile quality problem mining based on forum data characteristics [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2021, 29(9): 201–212. (in Chinese)
- [21] Will V, Edgar A. A critical review of cloud computing: Researching desires and realities [J]. *Journal of Information Technology*, 2012, 27(3): 179–197.
- [22] Hokey M. Artificial intelligence in supply chain management: Theory and applications [J]. *International Journal of Logistics*

Research & Applications , 2010 , 13(1) : 13–39.

[23] Hu J , Qian X , Pei J , et al. A novel quality prediction method based on feature selection considering high dimensional product quality data [J]. Journal of Industrial & Management Optimization , 2021 , doi: 10.3934/jimo.2021099.

[24] Hu J , Qian X , Cheng H , et al. Remaining useful life prediction for aircraft engines based on phase space reconstruction and hybrid VNS-SVR model [J]. Journal of Intelligent and Fuzzy Systems , 2021 , 41(5) : 1–14.

[25] 吴小丽 , 熊会元 , 于丽敏. 基于 QFD 电动汽车技术特性重要度的确定方法研究 [J]. 机械设计与制造 , 2015 , (7) : 131–134.

Wu Xiaoli , Xiong Huiyuan , Yu Limin. Research on determination method of importance of technical characteristics of electric vehicles based on QFD [J]. Mechanical Design and Manufacturing , 2015 , (7) : 131–134. (in Chinese)

[26] 蔡子龙 , 束洪春. 基于物联网技术的动力电池全寿命周期管理 [J]. 电源技术 , 2015 , 39(3) : 627–630.

Cai Zilong , Shu Hongchun. Power battery life cycle management based on Internet of things technology [J]. Power Technology , 2015 , 39(3) : 627–630. (in Chinese)

The entire life cycle quality management in the new generation of information technology environment

LIU Xin-bao^{1,2} , HU Jun-ying^{1,2} , LU Shao-jun^{1,2} , ZHU Pei-ya^{1,2} , PEI Jun^{1,2*} , YANG Shan-lin^{1,2*}*

1. School of Management , Hefei University of Technology , Hefei 230009 , China;

2. Key Laboratory of Process Optimization and Intelligent Decision-making , Ministry of Education , Hefei University of Technology , Hefei 230009 , China

Abstract: The continuous development and wide application of the new generation of information technology represented by the Internet , big data , cloud computing and artificial intelligence technology has promoted the thinking reform and method innovation of quality management. Quality management has undergone tremendous changes in both concept and operational mechanisms. This paper first analyzes the impact of the new generation of information technology on quality management. Then , aiming at the new requirements and new challenges of quality management under the new generation of information technology environment , the entire life cycle quality management system , guarantee system , and method system are proposed , which is composed of the entire life cycle quality management concept system , quality guarantee system , and method system. Next , taking the electric vehicle as an example , the practical connotation of the entire life cycle quality management is introduced. Finally , the research issues related to the entire life cycle quality management are put forward , which summarizes the relevant research direction for the research and improvement of the entire life cycle quality management theories and methods under the new generation of information technology environment.

Key words: the new generation of information technology; the entire life cycle quality management; high-end equipment