

制造企业产品质量优化研究回顾

岳志春, 陈瑞

(河北工程大学 管理工程与商学院, 河北 邯郸 056038)

[摘要] 在市场竞争日益激烈的今天, 产品质量对于一个企业的重要性越来越突出, 尤其是对于制造企业而言, 良好的产品质量更是其生存和发展的立足之本。有哪些理论和方法可供制造企业进行产品质量优化时采用呢? 基于此问题, 从解析制造企业产品质量优化相关概念入手, 分别对制造企业产品质量优化的理论和方法的研究现状进行了述评, 希望可以为制造企业进行产品质量优化研究提供借鉴和参考。

[关键词] 质量优化; 产品质量; 制造企业

doi: 10. 3969/j. issn. 1673-9477. 2021. 01. 008

[中图分类号] F406. 2

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-9477(2021)01-034-06

一、引言

制造业是实体经济的重要组成部分。目前, 我国传统制造业正在向现代制造业转变, 现代制造业的优势在于其个性化和功能化的发展、有现代科学技术的支撑以及其信息化程度得到了加强, 但传统制造业仍然具有巨大的发展空间和发展潜力。那么在经济全球化趋势日益增强, 世界市场的竞争越来越激烈的大环境下, 该如何统筹兼顾传统制造业和现代制造业共同发展? 产品质量是制造企业的生命, 优化产品质量对传统制造业和现代制造业来说, 都是企业生存和发展的核心支撑。分析制造企业产品质量优化的理论与方法的主要目的在于总结制造业中常用的一些优化产品质量的途径, 为我国制造企业产品质量升级提供一些参考, 生产出更高质量的产品, 促进我国从“制造大国”向“制造强国”转变。

二、制造企业产品质量优化相关概念解析

(一) 产品质量

产品质量依据产品的不同参数和指标等特征来决定, 可以将产品的质量特征归纳分类为以下六个方面, 性能、寿命、可靠性和可维护性、安全性、适应性以及经济性^[1]。产品质量包括了有形的质量和无形的质量。制造企业生产的产品以实物为主, 实物类型产品的质量标准既要满足规定需要也要满足潜

在需要, 是两种需要的特征及特性的总和。产品质量合格包括三个方面, 符合相关标准要求、符合相关技术要求、企业向公众承诺质量水平, 满足这三方面要求的产品质量方为合格^[2]。质量合格的产品除了能正常使用外, 还应该拥有好用和耐用的性质。日本著名质量管理专家石川馨主张“质量不仅仅是指产品本身的质量, 产品的质量还应包括工作质量、部门质量、人的质量、体系质量、公司质量、方针质量等等”。美国著名质量管理专家朱兰从消费者的角度提出: “产品质量就是产品的适用性, 即产品在使用时能满足用户需要的程度”。美国质量管理专家克劳斯比从生产者的角度出发, 把产品质量概括为“产品符合规定要求的程度”。

综上所述, 笔者认为产品质量是指产品的特性在达到一定的参数和指标水平的同时, 还可以满足使用者的需求程度, 是产品实物和其所能够提供的服务的总和。

(二) 质量成本

质量成本是指企业为保证和稳定产品质量, 以及在产品质量未达到预期标准、不能满足用户和消费者的需求时, 所支出的一切费用和承担的一切损失^[3]。所有制造企业的目标都是在追求高水平的产品质量的同时, 降低质量成本。质量成本由一致性成本和非一致性成本两个部分组成, 其中一致性成本中可以继续细分为预防成本和鉴定成本; 非一致

[投稿日期] 2020-12-12

[基金项目] 河北省专业学位教学案例(库)建设项目(编号: KCJSZ2021091)的阶段性研究成果

[作者简介] 岳志春(1971-), 男, 河北曲周人, 教授, 硕士生导师, 研究方向: 生产运作管理, 区域发展管理, 企业战略管理。

性成本又被称为故障成本,可以继续细分为内部和外部损失成本^[4]。美国质量专家 A. V. 菲根堡姆在 20 世纪 50 年代最早提出了质量成本的概念:“为了确保产品满足规定要求的投入以及没有满足客户需求所造成的损失,是企业生产总成本的一个组成部分”。朱兰博士进一步发展了质量成本的概念,他把质量成本表述为两个截然不同的含义,“一是由于质量低劣而引起的成本,二是为获取质量而发生的成本”。美国管理协会主席 J. 哈林顿认为质量成本应该为不良成本,并将其划分为直接不良质量成本和间接质量不良成本。

综上所述,笔者认为质量成本在时间上可以分为三类,一是预防成本,即预防产品出现质量问题而产生的成本;二是过程控制成本,即在产品生产过程中控制不良品出现而产生的成本;三是损失成本,即由于已产生的故障产品所引起的浪费成本。概括而言,质量成本就是企业为优化质量、保证质量而开展的一切活动所产生的成本,包括但不仅限于由于缺陷产品带来的损失成本。

(三) 质量控制

质量控制是为了保证产品质量能达到既定的质量标准,通过对产品加工过程以及人员的操作、管理过程的分析,找出影响质量的不稳定因素,并监控和消除这些影响的活动。质量控制应该全面地覆盖在产品制造的每一个步骤,分别从五个影响产品质量的因素(人、机、料、法、环)进行控制,避免相同缺陷重复产生,降低由于不合格产品出现所产生的损失。任何企业的竞争都离不开产品质量的竞争,有效的质量控制可以提高企业在市场中的竞争力。美国统计质量控制之父修哈特认为:“产品质量不是检验出来的,而是生产出来的,质量控制阶段的重点应该放在制造阶段”。美国质量专家 A. V. 菲根堡姆把“质量控制”中的“质量”解释为最适合于一定顾客的要求,把“控制”解释为一种管理手段。

综上所述,笔者认为质量控制就是企业为保证产品质量达到质量标准,在产品生产制造流程中,防止产品出现缺陷的一切生产活动和管理措施。

三、制造企业产品质量优化理论

(一) 标准化

在产品制造过程中,对每个工序和环节进行标准化建设,在保障安全的前提下,最大程度地提高产品的质量,让企业获得安全稳定的发展^[5]。张伟晨等认为精益标准化可以有效确保工作效率和产品质

量,可以大幅度降低人为的可变因素,减小质量的波动与差别,从而保证产品质量的稳定性^[6]。把精益思想和标准化结合,在保证工作效率和产品质量的前提下不断降低企业运营成本,为企业各项管理活动提供了一种创新性的管理方法。王雪艾和张艳玲认为标准化管理是企业实现有效管理的方式,不断提升企业标准化水平,促进企业升级生产技术以优化产品质量^[7]。在企业管理中探索标准化管理的实施,结合企业具体的生产经营情况,依靠动态的监控和考核持续改进,有利于企业探索并形成一套有特色的标准化管理体系。叶顺平认为企业全面质量管理需要依靠标准化管理来完成,持续地加强企业日常管理能力,实现产品质量不断地改善^[8]。叶顺平对企业标准化管理的作用和意义进行了分析,从企业、员工以及作业三方面阐述了标准化管理在企业中的实施途径,但是研究缺少客观数据和实例支撑,欠缺了一定的实践性。R. Teschke & V. Lebot 在对利用卡瓦药物制备的膳食补充剂的研究中,提出需要使用一种统一的国际认可的卡瓦质量标准化设备,以建立卡瓦质量标准,来解决由卡瓦制造的传统饮料的质量问题^[9]。该研究对卡瓦根药物制造方面的质量标准化进行了分析,提出制订标准化规范和作业标准化二者缺一不可,前者定义标准化的程度,后者保证标准化管理的执行。Wakabayashi Hiroyuki 等通过描述工业生产的示例以及全球质量标准化的现状,来审查商业性牛乳铁蛋白的质量问题,提出了使用高级乳铁蛋白来促进牛乳铁蛋白质量全球标准化的建议^[10]。产品质量的标准设定要随着技术和科技发展逐渐提高,不能用过去的标准来衡量现在的产品质量,对产品质量高标准的追求是标准化管理发展的动力,企业一定要注意标准化管理是一个持续的过程,一成不变的标准要求会使产品质量得不到充分的改进。A. F. Cutting-Decelle 和 J. J. Michel 通过介绍“工业自动化系统和集成/工业数据”小组在国际标准化组织内部开展的工作,对其形成的 ISO 15531“MANDATE”标准的主要特征和基本原理进行了分析,说明了该标准在工业数据领域的全球标准化环境中的优势^[11]。

由此可见,企业可以将标准化管理的理念应用到整个生产活动中,建立合理有效的标准化体系,全面地保证生产安全,优化企业产品质量。国外学者对在医疗食品制造企业中应用标准化管理理论的研究较多,通过对生产设备的标准化以及中间产品的标准化来解决质量问题。企业执行质量标准化时,要杜绝出现管理僵硬的现象,比如企业标准就需

要随着整个行业标准变化而及时做出反馈,及时地把调整信息传达到各个工序和环节。同时,企业领导对奖惩措施的执行要坚决,必须按照制订的一应标准来决定,企业自上而下地严格遵守管理标准,将会有利于标准化管理在企业中的开展。

(二)全面质量管理(Total Quality Management)

全面质量管理是将管理技术和各项技术工具结合起来,运用质量管理方法,持续地在现有工作流程下,进行降低成本和质量改善的方法^[12]。刘颖等提出在实际经营中,企业应跳出思维定势,深入了解全面质量管理理论的思想,结合企业本身的规模、结构和特点,构建具有企业特色的“6+X”质量管理模式^[13]。该研究选取华为、上海电气核电设备等八家具有一定典型性和代表性的制造企业作为样本,依据扎根理论分析每个案例,总结分析出中国制造企业在质量管理上应侧重的六个关键要素,指出企业需要深入理解TQM理论的思想,以自身企业特色为侧重点把全面质量管理理念扩散到整个企业中。张伯鹏认为提高企业高质量制造信息的获取、产生和利用能力,不断改善制造信息的质量,逐步建立制造信息全面质量管理体系,可以优化产品质量^[14]。给质量信息一个宏观的评分,以此来判别质量信息的高低,为质量管理的决策者提供依据,把质量制造信息数据化,可以更直观地反映出不同质量信息之间的重要程度,但缺点是对质量信息评分过于主观,需要对多名有经验的专家的结果综合评估以消除这种影响。Lalit K. Toke 等对中小企业(SME)全面质量管理(TQM)进行研究,并了解在印度背景下实施TQM涉及的关键问题,以此提高人们对全面质量管理战略重要性的认识,帮助中小型企业的管理人员更好地理解实施全面质量管理的好处,从而控制企业产品质量^[15]。由于该研究主要聚焦于中小型企业,采用质量奖惩模式提高企业对TQM战略重要性的认识,比较适合还没有进行大规模实证研究的中小型企业,所以具有一定的局限性。Abdella Simegnaw Ahmmed 对埃塞俄比亚纺织工业由于工艺变化大而遭受与质量有关的问题进行了研究,把全面质量管理(TQM)的工具和技术的应用扩展到传统质量管理概念之外,并以低成本将产品的可接受质量水平提高了57.96%^[16]。Abdella Simegnaw Ahmmed 通过实例证明传统质量控制系统不足以应对新出现的挑战,企业的质量管理不能只局限于某一种方法或理论,把六西格玛 DMAIC 方法应用到全面质量管理中将会取得更高的质量性能。

根据以上学者研究分析可知,全面质量管理对于制造企业产品质量提升是全方位的,企业需要在产品生命周期每个阶段的质量活动中,提高企业对制造信息的获取和利用,以国内外优秀的质量管理模式为参考,探索出符合自身企业的质量管理模式。企业的中高层管理人员以及生产质量管理人员应该熟练掌握全面质量管理理论的应用,这样才能更好地针对企业存在的某些质量缺陷或问题有的放矢地加强质量管理工作,以全员参加为基础,使得顾客和与本企业相关受益方达到长期的满意。

四、制造企业产品质量优化方法

(一)质量功能展开(Quality Function Deployment, QFD)

质量功能展开将顾客的需求分解到产品各个阶段和各个部门中,通过协调各部门工作以保证产品最终质量,质量功能展开的实施将客户的需求划分给对应的产品部门和相应的生产阶段,并协调不同部门的工作以确保产品的最终质量^[17]。李随成等认为可以利用QFD的基本原理,从系统观点出发,充分考虑产品开发或改进过程中不同质量属性之间的相互关系,并使用标杆管理的方法来量化产品质量属性,建立基于QFD的产品质量优化设计模型,以此来优化产品质量^[18]。通过数学模型定量地表示了顾客满意和产品质量特性的值,设计质量优化模型,反映出在不同范围质量特性下的资源投入对优化质量的有效性水平,可以为企业明确资源投资重点,企业发展自身优势。孟丽丽等提出利用QFD方法,综合考虑市场竞争性和技术竞争性,先通过质量屋把客户反映的需求展开,再将展开得到的质量特性继续展开为关键工序,最后确定企业质量改进关键点,以此优化产品质量^[19]。利用QFD展开顾客对产品的需求展开图,从顾客的角度分析需要改进的质量特性,建立二者之间的关系矩阵,以此设计正交实验,通过试验证明产品的质量获得了提高。对影响产品质量的工序确定权重后,可以在改进工作中着重对权重较大的工序进行分析,有利于企业快速找出主要问题。Ayenur Erdil 通过QFD方法论联系纺织生产行业的客户需求和特征,将消费者的期望与现有系统结合起来,描述了这些方法在土耳其纺织公司中评估纺织品生命周期可持续性的方法的应用,提高了企业对质量管理发展的认识^[20]。从顾客需求出发来定义客户和市场业务的期望,并从设计之初就将消费者的期望与现有系统结合起来,将正确的客户需求转化为技术解决方案,增强了

质量功能展开方法在企业中的可持续性的应用。Fernando Alba Elías 等将质量功能展开法应用于一种新型自动装置的开发,该装置可用于为腌制食品提供食品添加剂,这一创新系统允许以固体形式添加添加剂,其生产率比人工添加更高,比现有的加药方法更安全、质量更好^[21]。该研究中是把液体加药方式改为了剂量更好控制的固体加药方式,通过质量功能展开法改进生产设备,改善生产过程,减少会影响产品质量的因素,逐步优化提高产品质量。

综上可知,质量功能展开侧重于对客户需求的考虑,结合客户反映的情况建立产品质量评价指标体系,再依此找出产品生产中的关键点,改进生产技术,优化企业产品质量。以顾客的要求评价方案,最大程度地满足顾客要求选出最优方案,选出最贴合顾客使用需求的最优方案就是对生产产品的一种质量优化。此外,质量功能展开还有助于优选方案和打破组织机构中部门间的功能障碍,有利于激发工作人员的热情,加强部门间的相互交流,缩短新产品的开发时间和研究成本,研究人员将有更富余的时间和空间去完善产品的质量。

(二) 六西格玛质量管理

六西格玛质量管理是实现最佳绩效的一种管理理念和方法,是企业的一种综合管理体系和发展战略,为企业保持和推动商业成功最大限度地提高了营业利润^[22]。赵静通过使用六西格玛质量管理方法,对门板隔离锁质量问题进行了分析,提高了隔离锁的合格率,降低了装配现场的返修率^[23]。薛磊通过六西格玛方法的 DMAIC 流程,把质量问题作为切入点,对客户声音进行量化,分解影响因子,利用测量系统对产品参数进行细化和验证,提升产品质量,满足客户要求^[24]。吕永卫以精益六西格玛为基础,改进了质量管理模型,对公司的质量管理进行相关改进,以达到降低运营成本、提高产品和服务质量的最终目的^[25]。通过以上国内学者的研究可知,国内学者对于六西格玛方法应用于产品质量改进时,基本都是按照 DMAIC 流程(定义阶段、测量阶段、分析阶段、改进阶段、控制阶段)的步骤来研究的。六西格玛是以数据的分析和处理为基础的,数据是否真实有效对分析的结果有很大的影响,在赵静和薛磊的研究中都是通过对产品某些质量特性的数据进行收集和处理,所以在获取数据时需要降低操作失误、测量误差等因素带来的影响。吕永为的研究中,在传统六西格玛方法加入了精益的思想,把 DMAIC 模型改进为 PDAIC 模型,除了可以为企业

提供改进的思路和工具,最后通过假设检验法证明 PDAIC 模型确实可以有效的提高企业的质量管理能力。Mithun Sharma 等探讨了六西格玛质量管理技术在半导体工业过程质量中的应用,通过使用六西格玛的 DMAIC 方法,找到了由总厚度变化(Total Thickness Variation, TTV)所引起的废品率较高的原因,大幅度降低了因 TTV 导致的废品率,研究结果最后减少了硅片研磨过程中的平面度缺陷,提高了硅片制造过程的质量^[26]。Mohit Kaushik 等对利用六西格玛方法对印度汽车零部件制造业的一个案例进行了分析,应用六西格玛的定义、测量、分析、改进和控制方法,促进企业加强其生产过程的能力,减少了因质量问题产生缺陷产品的数量^[27]。对上述国外学者的研究分析可知,国外学者基本也是通过 DMAIC 流程找出产品中存在的缺陷,分析产生缺陷的原因,力求消除缺陷来减少产品的废品率。材料、工具、加工方法、员工等各方面的因素,都会导致产品产生缺陷,因此企业需要按照人、机、料、法、环这 5 个方面全面考虑。

六西格玛质量管理在上个世纪,让摩托罗拉和通用电器等公司取得了成功,六西格玛质量管理的应用将会极大地减少企业产品的不合格率,自上而下地革新企业管理模式,以 DMAIC 为核心的逻辑流程,分析出产生质量问题的关键因素,有的放矢地改进相关的生产技术和方法,不断地规范生产制造活动,从而提高产品质量。但是六西格玛管理高度依赖统计数据,企业应该把生产表现、执行能力等,都合理地量化为具体的数据,在准确的财务数据和详细的统计资料的支持下,六西格玛质量管理才能为决策者提供更为精准的管理策略。

(三) 粒子群算法

粒子群算法是一种模拟鸟类捕食行为的随机搜索算法,最初的随机粒子经过每次迭代后,粒子通过跟踪两个“极值”来更新自己,最后找到最优解^[28]。王晓晖等使用粒子群算法优化了神经网络,使神经网络的预测更加精准,优化后的产品质量预测模型的误差值基本稳定在 0.02 以内,有助于产品生产的数字化调控和产品质量的不断提升^[29]。王超英和钟辉利用粒子群算法对产品的质量预测模型加以改进,有效地适应产品生产加工的特点,提高了质量预测模型预测的可靠性^[30]。王小巧等把混合粒子群算法应用到复杂机械装配质量控制中,优化产品装配控制阈,提高产品的装配质量^[31]。国内研究学者

倾向于通过粒子群算法来优化神经网络,讨论在产品质量模型中的应用和质量预测分析。粒子群算法的应用具有一定难度,相比其他几种方法,粒子群算法需要研究人员具备一定的程序编写能力。初学者在使用粒子群算法时,容易出现预测结果偏离试验数据的情况,但是可以通过对模型的不断优化和改进,使得模型最后预测的结果越来越趋向于试验结果。值得我们注意的是,不是一种或多种粒子群算法就能适合所有的企业,企业在运用时还是要以企业实际情况为主,对已有的算法模型进行合理的调整,在不断尝试中探索出一个符合自身企业的质量预测模型。

A. Hemantha Kumar 等为探寻在金属切削加工过程中,切削速度、进刀量和切削深度等影响表面光洁度因素的最终参数,利用所提出的遗传算法和粒子群算法对这些输出参数进行优化,提高金属表面光洁度,降低了整体成本,同时还保证了质量^[32]。A. Hemantha Kumar 的研究对所有机械加工工程都有重要的参考价值,把操作员的经验转换为了稳定的操作数据,为金属加工企业提供了一种获取最佳工艺参数的优化模型。Ali Saffaran 等采用粒子群优化算法(PSO)和模拟退火算法(SA),对 AISI2312 热加工钢件的电火花加工(EDM)过程进行建模和优化,优化了表面粗糙度(SR)、刀具磨损率(TWR)和材料去除率(MRR)等工艺质量指标,提高了生产过程中产品的质量^[33]。Ali Saffaran 将粒子群算法和其他算法结合建立模型,选出相互作用的工艺质量指标的最优值,产品加工的过程变量建模误差小,优化单个目标和多目标都非常有效。

由此可见,粒子群算法与传统算法相比,可以更快地收敛于最优解,将其运用到质量预测模型中,能提高企业产品在生产之前的质量预测的精度和可靠性,为企业提供质量改进的参考。国外学者有的直接利用粒子群算法寻找出产品制造时的最优策略,综合产品生产时各种可以影响到产品质量的因素,力求兼顾每种因素,在多方面条件下找到最优的平衡点,据此调整生产设备、生产流程和生产工艺,通过不断地调控来实现企业产品的质量优化。

五、结论

制造业发展至今历经了多个关键时期,第一次工业革命后,蒸汽机的出现使得机器工厂逐渐替代了手工工厂;第二次工业革命,工业进入电气时代,竞争更加激烈;第三次工业革命,计算机的出现使得

人类的脑力劳动可以被人工智能系统替代^[34];目前第四次工业革命以网络物理系统为基础,随着清洁能源、生物技术等技术的突破也拉开帷幕,制造企业在这一时期将会展开前所未有的角逐。产品质量是企业生存和发展的根本,品质走向高端,才能稳固公司的长期发展,提升企业的核心竞争力,使得企业在竞争中处于有利的地位。优质的产品是企业吸引新客户、维持老客户的必要条件,企业应该掌握产品质量优化的途径,把优化产品质量作为企业自身前进的推动力。本文对制造企业产品质量优化理论与方法进行总结,希望可以为制造企业提供产品质量优化的思路和方法。

参考文献

- [1] 李海婴,彭攀,马玉超. 略论产品质量系统的优化[J]. 系统辩证学报,1998(04):3-5.
- [2] 鲁建国. 产品质量承诺是制造企业的社会责任[J]. 家电科技,2016(06):7.
- [3] 逯妍妍. 质量成本管理在企业中的应用研究[J]. 商讯,2020(24):107-108.
- [4] 万寿义,李传玉. 现代质量成本观下质量成本优化的探讨[J]. 会计之友(上旬刊),2010(04):7-10.
- [5] 管韬,黄彬,高晓玲. 以质量标准化提升质量监管效能[J]. 智库时代,2018(39):131+137.
- [6] 张伟晨,王连学,王伟杰. 基于精益生产思想的标准化质量管理[J]. 新技术新工艺,2014(05):71-73.
- [7] 王雪艾,张艳玲. 企业标准化管理的实践与思考[J]. 内蒙古煤炭经济,2011(06):17-19.
- [8] 叶顺平. 企业经营管理标准化的模式探讨[J]. 商场现代化,2019(23):116-117.
- [9] Rolf Teschke, Vincent Lebot. Proposal for a Kava Quality Standardization Code[J]. Food and Chemical Toxicology, 2011,49(10):2503-2516.
- [10] Wakabayashi Hiroyuki, Yamauchi Koji, Abe Fumiaki. Quality control of commercial bovine lactoferrin. [J]. Biometals: an international journal on the role of metal ions in biology, biochemistry, and medicine,2018,31(3):313-319.
- [11] A. F. Cutting-Decelle, J. J. Michel. ISO 15531 MANDATE: a standardised data model for manufacturing management[J]. Int. J. of Computer Applications in Technology,2003,18(1/2/3/4):43-61.
- [12] 吴艺梦. 全面质量管理之理论研究[J]. 商品与质量,2011(SC):1-2.
- [13] 刘颖,吴甦,黄国梁,王赞松,邓佳敏. 基于扎根理论的制造企业质量管理关键要素研究[J]. 工业工程与管理,2019,24(01):182-188.
- [14] 张伯鹏. 制造信息全面质量管理研究(二)[J]. 制造业自动化,2002(09):1-5.
- [15] Lalit K. Toke, Shyamkumar D. Kalpande. Total quality management in small and medium enterprises: An overview in Indian context[J]. Quality Management Journal,2020,27(3):159-175.

- [16] Abdella Simegnaw Ahmed, Million Ayele, Jong M. Park. In-Depth Analysis and Defect Reduction for Ethiopian Cotton Spinning Industry Based on TQM Approach[J]. *Journal of Engineering*, 2020, 2020(34): 1-8.
- [17] 刘晓昆, 秦嫚, 王东生. QFD 在某企业质量分析及改进中的应用[J]. *农村经济与科技*, 2017, 28(24): 99+130.
- [18] 李随成, 黎亮亮, 梁工谦. 基于 QFD 的产品质量优化设计与评价[J]. *成组技术与生产现代化*, 2004(04): 30-33.
- [19] 孟丽丽, 刘瑞歌, 赵会珍. 基于 QFD 和正交试验设计的锯片质量改进[J]. *现代制造工程*, 2017(08): 93-98+125.
- [20] Ay 塔 enur Erdil. An Evaluation on Lifecycle of Products in Textile Industry of Turkey through Quality Function Deployment and Pareto Analysis[J]. *Procedia Computer Science*, 2019, 158: 735-744.
- [21] Fernando Alba - Elías, Álvaro Guerra - Sánchez - de - la - Nieta, Jesús Las - Heras - Casas, Ana González - Marcos, Javier Alfonso - Cendón, Manuel Castejón - Limas. A New Device for Dosing Additives in the Food Industry Using Quality Function Deployment[J]. *Journal of Food Process Engineering*, 2014, 37(4): 387-395.
- [22] 钟庆龙, 梁玉梅. 六西格玛质量管理[J]. *经济师*, 2003(03): 124-125.
- [23] 赵静. 六西格玛在隔离锁质量改进中的应用[J]. *现代制造技术与装备*, 2020(03): 171-175.
- [24] 薛磊. 基于六西格玛提升 LCD 显示质量的案例[C]. 中国汽车工程学会 (China Society of Automotive Engineers). 2019 中国汽车工程学会年会论文集(6). 中国汽车工程学会 (China Society of Automotive Engineers): 中国汽车工程学会, 2019: 14-17.
- [25] 吕永卫, 巴利伟. 基于精益六西格玛的质量管理改进实证研究[J]. *科技管理研究*, 2014, 34(02): 226-232.
- [26] Mithun Sharma, Sanjeev P. Sahni, Shilpi Sharma. Reduction of defects in the lapping process of the silicon wafer manufacturing: the Six Sigma application[J]. *Engineering Management in Production and Services*, 2019, 11(2): 87-105.
- [27] Mohit Kaushik, Gaurav Chauhan, K. Mathiyazhagan, Ravindra Ojha, Mayank Kumar. Reducing rejections using Six Sigma: a case from Indian automobile component manufacturing industry[J]. *Int. J. of Services and Operations Management*, 2019, 33(1): 69-86.
- [28] 刘鹏, 贾文雅. 基于粒子群算法的 RBF 径向神经网络教学质量评价模型[J]. *现代计算机*, 2020(19): 12-15.
- [29] 王晓晖, 刘月刚, 孟焯, 孙以泽. 粒子群算法优化下的 3D 增材印花产品质量神经网络预测模型[J]. *东华大学学报(自然科学版)*, 2019, 45(06): 869-874+880.
- [30] 王超英, 钟辉. 基于粒子群算法优化 BP 神经网络的产品质量预测分析[J]. *计算技术与自动化*, 2017, 36(03): 92-95.
- [31] 王小巧, 刘明周, 葛茂根, 马靖, 刘从虎. 基于混合粒子群算法的复杂机械产品装配质量控制阈优化方法[J]. *机械工程学报*, 2016, 52(01): 130-138.
- [32] A. Hemantha Kumar, G. Subba Rao, T. Rajmohan. Comparison of Optimum Cutting Parameters for AISI1042 in Turning Operation by Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization[J]. *Applied Mechanics and Materials*, 2015, 4240: 285-292.
- [33] Ali Saffaran, Masoud Azadi Moghaddam, Farhad Kolahan. Optimization of backpropagation neural network-based models in EDM process using particle swarm optimization and simulated annealing algorithms[J]. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 2020, 42(1): 1287-1300.
- [34] 贾根良. 第三次工业革命与工业智能化[J]. *中国社会科学*, 2016(06): 87-106.

[责任编辑 李新]

Research overview of product quality optimization in manufacturing enterprises

YUE Zhi-chun, CHEN Rui

(School of Management Engineering and Business, Hebei University of Engineering, Handan, Hebei 056038, China)

Abstract: In today's increasingly fierce market competition, product quality is becoming more and more important for a company, especially for manufacturing companies, where good product quality is the foundation of their survival and development. What theories and methods are available for manufacturing companies to use when optimizing product quality? Based on this, this article starts with the analysis of the related concepts of product quality optimization in manufacturing companies, and reviews the research status of theories and methods of product quality optimization in manufacturing companies, hoping to provide references for manufacturing companies in product quality optimization research.

Key Words: quality optimization; product quality; manufacturing enterprise