

## 摘要

伴随着大数据数字化分析及应用的爆炸式发展,运用大数据提升制造型企业的管理绩效已成为当前各企业管理者持续关注的主要方向。推动企业数字化建立智能化工厂已成为企业在当前日益复杂的市场环境中可持续发展及提高企业的竞争力的重要路径,可以说是否完成企业数字化转型也成为判定当代公司是否先进的重要指标。企业数字化转型以智能化工厂为核心,形成了以信息流为载体建立的数字化平台。制造业企业设备维护的数字化不仅直接影响企业成本的管理,亦基于设备的信息流服务于能源/环境的监控、生产信息的传递乃至人员安排。C 企业作为全球市场上第二大的系统供应商,主要提供饮料、无菌食品纸盒包装和灌装设备。他们的设备具有大型化、高速化和复杂化的特点。因此,研究 C 企业设备维护的数字化转型、评估其管理绩效有助于丰富企业数字化转型的研究,亦可为其它制造业企业数字化转型及其信息流的管理提供经验借鉴。

本文以 C 公司为研究对象,结合 C 公司的数字化管理平台及当前智能化工厂发展的趋势,研究 C 企业设备维护数字化转型的具体措施,并基于数据分析及数据包络分析方法(DEA)评价了 C 企业设备维护数字化转型的管理绩效。研究发现数字化转型改善了 C 企业设备维护的管理绩效。数字化转型措施积累了设备运行数据,数据分析有助于故障预测,提升决策的科学性,使维护工作更加精确、高效和可靠。从而提高了设备维护总体效率,降低重复故障率,缩短维修时长,延长维修间隔,并有助于企业控制运营成本。同时,C 企业设备维护数字化转型还有助于企业精确规划和管理设备维护的相关资源,如优化人员分配、调度维修任务等,本文研究发现自 C 企业设备维护于 2021 年数字化转型以来,设备维护效率 2022 年比 2021 年提升 57.7%,2023 年比 2022 年再次提升 17.1%。同时,设备故障率 2022 年较 2021 年下降 55.6%,2023 年较 2022 年再次下降 14.4%。公司 2021 年设备零配件维护成本为 2324 万,至 2022 年下降 13.6%,2023 年较 2022 年再次下降 19.8%。

综上所述,C 企业设备维护数字化转型提高了设备维护效率、降低了故障率、提升了维修速度、拉长了维修间隔并强化了成本控制。

**关键词:** 数字化; 设备维护; 数据包络分析(DEA)

# 目 录

<b>第 1 章 绪 论 .....</b>	<b>1</b>
1.1 选题背景及意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 文献综述.....	3
1.2.1 企业设备维护.....	5
1.2.2 企业数字化转型研究.....	7
1.2.3 数字化时代企业管理绩效 .....	8
1.2.4 现有研究述评.....	12
1.3 研究思路、内容与方法.....	12
1.4 研究创新与不足.....	14
1.4.1 研究的创新.....	14
1.4.2 研究的不足.....	15
<b>第 2 章 相关概念与理论基础 .....</b>	<b>16</b>
2.1 相关概念.....	16
2.1.1 企业数字化.....	16
2.1.2 企业数字化转型.....	16
2.1.3 企业设备维护数字化转型 .....	17
2.2 理论基础.....	18
2.2.1 企业数字化转型组织变革理论 .....	18
2.2.2 企业数字化转型设备维护流程再造理论 .....	19
2.3 数字化转型影响企业设备维护理论分析.....	20
2.3.1 企业可通过数字化转型提升设备稳定性 .....	20

2.3.2	企业可通过数字化转型提升人员效率 .....	21
2.3.3	企业可通过数字化转型提升成本控制 .....	21
<b>第 3 章</b>	<b>C 企业设备维护的数字化转型 .....</b>	<b>23</b>
3.1	企业基本情况 .....	23
3.2	C 企业设备维护数字化转型基本情况 .....	23
3.2.1	C 企业设备维护数字化转型的动因分析 .....	23
3.2.2	C 企业设备维护数字化转型的实施过程 .....	24
3.2.3	C 企业设备维护数字化转型的风险管理 .....	26
3.3	C 企业设备维护数字化转型路径 .....	28
3.3.1	C 企业设备维护数字化管理制度及业务流程的转型 .....	28
3.3.2	C 企业设备维护数字化预防性维护层面的转型 .....	28
3.3.3	C 企业设备维护数字化物料领用层面的转型 .....	30
3.3.4	C 企业设备维护数字化故障统计与分析层面的转型 .....	32
<b>第 4 章</b>	<b>C 企业设备维护数字化转型后的管理绩效分析 .....</b>	<b>35</b>
4.1	设备维护数字化转型打破信息孤岛 .....	35
4.2	DEA 模型 .....	36
4.2.1	DEA 模型概述 .....	36
4.2.2	DEA 模型简介 .....	37
4.3	DEA 评价指标体系的建立 .....	39
4.3.1	指标体系构建原则 .....	39
4.3.2	评价指标的选取和数据来源 .....	39
4.4	DEA 效率值分析 .....	41
4.4.1	C 企业设备维护数字化转型总效率分析 .....	42
4.4.2	C 企业设备维护数字化转型设备稳定性效率分析 .....	45
4.4.3	C 企业设备维护数字化转型维修时长效率分析 .....	47

4.4.4 C 企业设备维护数字化转型企业运行成本效率分析.....	49
<b>第 5 章 研究结论及实践启示 .....</b>	<b>52</b>
5.1 研究结论 .....	52
5.2 实践启示 .....	53
<b>参考文献.....</b>	<b>54</b>
<b>致 谢.....</b>	<b>57</b>

## 第1章 绪论

### 1.1 选题背景及意义

#### 1.1.1 研究背景

进入本世纪后，互联网技术的普及范围和速度不断提升，已经覆盖全球。数字技术的应用正处于快速发展阶段，技术更新的速度也越来越快。目前，全球正站在数字化时代的门槛上。数字化浪潮为各行各业带来了巨大的发展机遇，尤其是中国制造企业将面临多重叠加的复合型转型。我们需要运用科学的研究方法，立足当前，提炼当前；开发传统，超越传统；借鉴国外，跳出国外；正确总结“中国理念”，探索“中国道路”<sup>[1]</sup>。

数字化是伴随着信息技术一同发展起来的经济业态，传统产业的数字化转型构成了当前全球经济的核心内容，是世界经济发展的主轴（刘朋飞 2013）<sup>[2]</sup>。全球经济发展的方向已从规模经济转向数字经济，从欧美至东亚第四次工业革命正引发世界经济中心的巨大变革，标志着数字工业时代的全面来临。这一转变将产生重大影响，并开启全球经济的大规模转移，重点表现在数字化技术引发的全球新型工业革命。美国提出《数据科学战略计划》和“重振美国制造业”战略、德国倡导工业 4.0 战略，而亚洲国家“日本再增长战略”和“韩国实施计划的未来增长动力”，“印度制造”等国家战略也相继推出；对此，我国政府出台了《中国制造 2025》、《数字经济发展战略纲要》等一系列政策引导制造业、数字经济健康发展。

当前，企业数字化转型已成为唯一的生存之道，也是实现企业发展的必要途径（武连峰 2018）<sup>[3]</sup>。在中国，企业数字化转型必须重视工业化和信息化的融合。两者的融合是“中国制造 2025”产业政策的核心战略之一，已在各个领域的改革实践中取得了重大突破。这一战略以建立和推广融合管理体系标准为基础，推动制造型企业实现数字化和智能化转型，并引起了制造领域的广泛关注和

---

[1] 郑杭生. 社会建设和社会管理研究与中国社会学使命[J]. 社会学研究,2011.

[2] 刘鹏飞, 赫曦滢. 传统产业的数字化转型[J]. 人民论坛,2018.

[3] 武连峰. IDC: 数字化转型已全面“侵入”[J]. 通信世界,2018.

重视。

上述情况对于我国制造型企业数字化的转型既是挑战亦是机遇，以《中国制造 2025》、《数字经济发展战略纲要》的数字化转型战略均已提上日程；在国外，美国通用电气、德国西门子、博世，相继成功实现了企业数字化转型。在国内，华为、美的等大中型民营企业承载着我国制造业升级的战略任务，而部分制造型企业发展失衡，内生动力不足，企业业务结构性失衡，特别是在核心竞争力不足、创新能力不强以及高端能力要素难以聚集等方面，存在明显的突出问题。这些问题导致企业整体实力严重滞后。生产效率和成本竞争力也较低。然而，从当前各类文献来看，数字化转型的研究才刚刚开始，并没有统一的路径或方式来引导转型升级，其中企业的数字化转型中设备维护方面成为难点。本文将就这一问题进行着重解析。

### 1.1.2 研究意义

#### 1.1.2.1 理论意义

国家发展和改革委员会官方网站于 2020 年 5 月发布了“数字化转型伙伴关系行动”倡议，呼吁政府与社会各界共同努力，建立“政府-行业-企业”的多方合作机制，加快数字化企业体系建设，构建全国范围的数字化产业链，培育数字化生态社区。随后，在 2021 年，国家正式发布了《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》（简称为“十四五规划”）。在这一规划中，数字化建设任务、战略定位和内容得到了全新的提升，其中“数字中国”作为独立专篇出现在第五篇，将数字赋能提升到前所未有的高度。

当今全球经济仍然受到新冠肺炎疫情的深远影响，2020 年全球经济负增长，2021 年至今全球经济虽大幅反弹，但由于西方国家货币超发致使全球经济大通胀及大动荡。外部环境的变化对中国企业具有重大影响，在此背景下企业做出决策时，数字技术展现出强大的弹性，高水平的数字企业面对外部环境的影响能够及时、灵活地做出调整，减少外部环境对企业自身的影响。为降低疫情及通胀给企业造成的经济影响，更多的传统企业提高自身企业运营数字化水平，加速产业互联网平台赋能，数字化转型正逐渐成为制造型企业创建可持续竞争的优势中重要的途径。制造型企业数字化转型对实现高质量发展和“工业 4.0”具有重要意义。通过数字化赋能，制造型企业能够实现“提质、降本、增效”的目标，从而

极大地提升生产效率并增强产品的市场响应能力。这将推动制造业向服务化转型，并加速实现“工业 4.0”和柔性化生产的进程。数字化转型正逐渐成为制造企业创造可持续竞争优势的重要途径。

### 1.1.2.2 实践意义

企业为实现“降本、提质、增效”，需极大提升生产效率。稳定的生产设备即是重要的载体，设备维护不仅是保证制造企业“降本、提质、增效”成功的关键因素之一，同时也对可持续发展有重要意义。设备维护是企业部门依据其生产经营目标，综合地考虑安全、环境保护和资源合理利用等各种因素，动员全体成员参加，通过各种技术、经济、管理手段的相互配合，使包括企业生产设备、设施、系统及产品在内的实体，在生命周期内保持或恢复自身功能的过程。由此可见，设备维护不仅仅是一种生产技术方式，更是一种企业经营、管理和运作的模式，涉及到技术、经济、组织和管理等多个层面。

管理绩效在企业管理中扮演着关键的角色，对于提升管理水平至关重要。然而，在这个过程中也存在着一些复杂难题有待解决。在信息化时代背景下，数字化应用为中小企业的创新管理绩效提供了全新的工具和机会。中小企业如何充分利用数据进行绩效创新管理，对于它们的发展以及在疫情后的经济环境中的应对至关重要。

现有文献对于企业数字化转型鲜有从企业设备维护角度进行分析，多是集中于企业数字化转型路径、变革、综述与展望的宏观层面。少有关于企业设备维护数字化转型的“细颗粒”及其管理绩效进行研究。本文对现有文献的贡献在于，通过 C 企业设备维护数字化转型及其管理绩效的研究，协助企业管理者在企业“降本、提质、增效”方面更深层次的证实设备维护数字化有效提升了企业设备稳定性效率，维修时长效率，企业设备维护运行成本效率。

## 1.2 文献综述

数字化是将复杂多变的信息转化为可测量的数字和数据，并利用这些数字和数据构建相应的数字模型。随后，将这些数字和数据转换为一系列二进制代码，

并引入计算机系统进行统一处理。所以数字化的本质是数据<sup>[1]</sup>。企业数字化是一种将各种信息进行数字化处理的过程,通过创建软件应用程序来识别、计算和统计这些数字化信息,并在构建 IT 基础架构上存储和管理这些信息。这使得这些信息能够成为企业具有竞争力的重要资源。数字化概念早在 1994 年美国经济学家唐·泰普斯科特的《Digital Economy》一书中就已经被提出。该书中预言了信息化技术将引发数字革命,带领企业进入数字经济时代。因此,数字化可以看作是将企业转向数字经济时代的关键转型过程<sup>[2]</sup>。数字化是信息化基础上的延续,数字化代表比信息化更高的生产力形式。

在企业数字化建设中,数字化技术是最主要的生产力。随着曼纽尔·卡斯特和尼古拉斯·尼葛洛庞帝等人对于企业数字经济和数字化的进一步阐释,数字化思维在全球范围内流行起来<sup>[3]</sup>,加上近 20 年互联网技术的快速发展,企业的数字化转型正逐渐成为加工制造企业创造可持续竞争优势的重要途径<sup>[4]</sup>。一方面,为符合“数字中国”和《中国制造 2025》战略的发展要求,促进产业结构转型升级、实现制造业强国目标,加工制造业数字化转型刻不容缓<sup>[5]</sup>,国家对于数字经济建设和企业数字化转型的高度重视下,数字化转型对于企业而言是一种机遇,更是一种对惯性思维的颠覆<sup>[6]</sup>;另一方面,数字技术赋能可使制造企业实现“降本、提质、增效”,极大提升生产效率,提升市场响应能力,从而催生制造业服务化,加快实现“工业 4.0”。

数字技术与制造业的不断融合带来制造范式的变革,与传统的工业技术相比,人工智能、区块链、云计算、大数据等数字技术的突出特点就是它们更加善于捕捉由数字化和信息技术普及所带来的无处不在的力量,智能化的生产线能够在少品种、大批量生产与多品种、小批量生产之间的任意切换。数字经济降低了企业的复制成本、运输成本、溯源成本以及认证成本,极大地提升了生产的柔性化、供应链协同以及对生产风险的管控 (Goldfarb and Tucker, 2017)<sup>[7]</sup>。

[1] 高志亮.论文集前言——数字经济是数字化、数据与数字技术多元动力系统的结果.

[2] 林耿堃.传统企业转型升级研究——基于数字化的案例分析[J]. 科技广场,2021.

[3] 中国工程院院士李国杰.数字经济引领创新发展[N]. 人民日报,2016-12-16.

[4] 许恒,张一林,曹雨佳.数字经济、技术溢出与动态竞合政策[J].管理世界,2020.

[5] 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[EB/OL].新华社, 2020-11-02.

[6] 国务院关于印发《中国制造 2025》的通知 [EB/OL]. 中国政府网, 2015-09-19.

[7] Goldfarb A. and Tucker, C., 2017, “Digital Economics”, NBER Working Paper, No. 23684.



### 1.2.1 企业设备维护

设备维护被描述为“为确保设备(包括设施和装备)能履行其期望功能或是恢复其期望功能所进行的所有活动,期望功能包括设备用户对设备能力及其程度的要求。”<sup>[1]</sup>,设备维护是根据企业(部门)的生产经营目标,在综合考虑安全、环境保护和资源合理利用等因素的基础上,通过动员全体成员参与,运用各种技术、经济和管理手段的相互配合,以确保包括企业生产设备、设施、系统及产品在内的实体能够在其寿命周期内保持或恢复其功能的过程。

设备维护不仅仅是一种生产技术方式,更是一种涉及技术、经济、组织和管理等多个层面的企业经营、管理和运作模式,作为制造企业的关键要素之一,服务于企业的生产经营活动。然而,当前先进制造模式极大地改变了设备维护的工作对象和工作环境。设备日益复杂化、大型化和高速化,制造企业的组织形式更加多样化,生产方式也更具柔性质。这些变化使得当今企业的设备维护面临着许多挑战:

(1) 复杂化和大型化设备的要求<sup>[2]</sup>。现代生产设备日益复杂和大型化,涉及多个构成部分,需要更全面的维护资源来满足其维护需求<sup>[3]</sup>。企业往往难以单靠内部资源满足这些要求,因此需要通过社会化维护资源的优化配置和综合利用来应对这些挑战<sup>[4]</sup>。

(2) 高速化和满负荷运行的需求<sup>[5]</sup>。设备的高速运行和满负荷工作提高了生产效率,但也增加了设备故障造成的损失和事故后果的严重性。因此,实施先进的预防性维护策略是必要的,这需要设备状态评估、预测技术以及相应的组织形式、流程、管理机制和软件工具的支持<sup>[6]</sup>。

(3) 组织柔性和应用先进制造技术的要求<sup>[7]</sup>。设备维护工作的负荷不是固定的,因为设备劣化进程各异,受多种因素影响。同时,先进制造技术的应用提

---

[1] British Standard (3811): Glossary of terms used interotechnology,1993.

[2] H.H. Martin. Contracting out maintenance and a plan for future research[J]. Journal of Quality in Maintenance Engineering,1997.

[3] 范体军,陈荣秋,崔南方.设备维护外包策略分析[J]. 中国管理科学,2003.

[4] 李葆文.设备管理新思维新模式[M]. 机械工业出版社:201007.550.

[5] Cooke F L. plant maintenance Strategy: evidence from four British manufacturing firms. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2003.

[6] 余刃,张永刚,叶鲁卿,等.智能控制-维护-技术管理集成系统中维护子系统分析与设计方法的研究及应用[J]. 中国电机工程学报,2001.

[7] 郭捷,赵涛,齐海燕.基于多 Agent 的维护供应链集成建模分析[J]. 组合机床与自动化加工技术,2003.

升了制造企业的柔性<sup>[1]</sup>。设备维护组织需适应制造柔性的变化,研究柔性的设备维护组织形式是改进设备维护工作的难题。

(4) 设备维护的长流程特性<sup>[2]</sup>。设备维护涉及多个业务流程,包括保养、监测与评估、故障诊断、维修、备件供应与管理和设备改造等<sup>[3][4]</sup>。传统的面向职能的管理机制会导致资源浪费和降低维护效能。因此,实施面向流程的管理机制是设备维护改进的重要内容。

(5) 持续改进的要求<sup>[5][6]</sup>。设备维护是企业持续改进的过程,需要适应制造模式的不断进步,并持续提升维护效能<sup>[7]</sup>。为了实现持续改进,需要量化评估方法来指导企业的维护与管理工作,并设计合理的维护指标来评估和考核维护水平。

当前设备维护改进研究的主要目标是应对设备维护所面临的挑战,并寻求设备维护的发展趋势。为了实现设备维护的持续改进,量化评估结果被广泛应用于指导企业设备维护与管理工作的改进。设备维护被视为一种增值过程,即通过投入少量资源来获得更大价值的产出。然而,由于设备维护的产出难以直观量化,因此设计合理的设备维护指标成为当前设备维护评估研究的重要内容。这些指标可以帮助企业评估和考核其设备维护水平,从而提供改进的方向和重点。通过定量的评估结果,企业可以识别和分析存在的问题和瓶颈,并采取相应的改进措施,以提高设备维护的效率和质量。这种基于评估结果的改进方法能够促使企业建立有效的维护策略、优化维护流程、提升技术水平、合理配置资源,并最终实现设备维护持续改进。综上所述,通过量化评估结果指导设备维护与管理工作的改进是一种有效的手段。这种方法可以帮助企业更好地理解设备维护的价值和贡献,并为设备维护的发展提供指导和支持。同时,不断研究和改进设备维护评估方法也将推动整个设备维护领域的进步和创新<sup>[8]</sup>。

[1] 赵艳萍,陆纓.新型生产方式下企业设备管理组织形式探讨[J]. 设备管理与维修,2002.

[2] 范体军,陈荣秋,崔南方.基于流程的设备维护外包模式研究. 华中科技大学学报(自然科学版),2003.

[3] 张彦铎,李晓林,阎华清.基于 Domino/Notes 的化工企业设备管理系统分析与实现.计算机与应用化学 2002.

[4] 赵涛,韩吉韬,郭捷.基于 RDCM 的设备视情维护系统的技术研究.机械设计 2004.

[5] 张友诚.关于补充和完善设备维修管理评价指标的意见. 设备维修与管理,2000.

[6] 包菊芳.钢铁企业备件管理考核指标的确定及应用研究. 设备维修与管理 2001.

[7] 李葆文.设备管理考核指标体系及其系统思考. 设备维修与管理,2001.

[8] 刘坚.设备 e-维护模式的体系理论与关键技术研究[D]. 湖南大学,2005.

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/886234150155010241>