

# 智能制造模式下的成本结构变动及其成本优化

王 蕾

(兰州财经大学 会计学院, 兰州 730200)

**摘要:**改革开放40年,我国已经建立了一套较为完整的工业体系,但是“大而不强”是我国制造业发展中面临的突出问题。智能制造作为21世纪制造业范围内的一次技术革命,已经成为了国际制造业竞争的主要领域。文章综述了智能制造的相关文献,梳理了智能制造技术的运行机理,分析了智能制造对生产技术、产业模式和产业形态、企业组织结构和管理方式产生的影响,以及由此导致的企业成本结构变化,并针对成本结构的变化提出了相应的对策。

**关键词:**智能制造模式;成本结构;成本优化

**中图分类号:**F275.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2018)03-0091-06

**DOI:**10.16160/j.cnki.tsxyxb.2018.03.019

## Cost Structure Change and Cost Optimization in Intelligent Manufacturing

WANG Lei

(College of Accounting, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730200, China)

**Abstract:** Over the 40 years of reform and opening up, China has established a relatively complete industrial system, but “big but not strong” manufacturing is a prominent problem in the development of China’s manufacturing industry. As a technological revolution within the manufacturing industry in the 21st century, intelligent manufacturing has become the main field of international manufacturing competition. The purpose of this paper is to review the literature related to intelligent manufacturing, sort out the operating mechanism of intelligent manufacturing technology, and analyze the impact of intelligent manufacturing on production technologies, industrial models and industrial forms, corporate organizational structures and management methods, and the change of cost structure resulting from this. Finally, some corresponding strategies are proposed for changes in the cost structure.

**Key Words:** intelligent manufacturing; cost structure; cost optimization

## 0 引言

2008年美国爆发金融危机,受其影响全球经济形势持续低迷。欧美各国在对以往过多依赖金融信贷的高消费经济增长模式进行反思之后,意识到实体经济尤其是制造业在创造就业、

拉动经济增长等方面有的重要作用,为抢占发展先机,纷纷推出相应战略,重振本国制造业。德国先于其他欧洲国家经济得到回升,这与德国发达的制造业有着密不可分的关系,德国在2013年汉诺威工业博览会上正式推出了《实施

**作者简介:**王蕾(1993—),女,甘肃定西人,硕士研究生,主要从事管理会计理论与方法研究。

“工业 4.0”战略建议书》,“工业 4.0”战略旨在通过全面部署“网络空间—物理世界融合”系统,提高本国的生产效率,在新一轮的工业革命中抢占先机,更进一步地大力发展智能制造设备产业,成为了全球范围的制造设备供应商。美国大力推出以“工业互联网”和“新一代机器人”为特征的智能制造战略布局。在这种局势下,我国的制造业面临着巨大的转型升级压力。从 2015 年开始,许多外资企业纷纷从中国撤资,在东南亚国家投资建厂,低端制造业向劳动力成本更低的国家转移已经成了一种不可逆转的大趋势。与此同时,在欧美发达国家重振本国制造业、加快实施“再工业化”战略背景下,高端制造业纷纷回流本土,他们将传统的劳动密集型制造业与新的信息技术、互联网优势相整合,大力发展战略性新兴产业,力保在世界制造业价值链上的高端位置和全球控制者的地位<sup>[1-2]</sup>。为此,2015 年 5 月 8 日,国务院发布《中国制造 2025》,提出“力争用十年时间,迈入制造强国行列”的战略目标,之后,国务院又陆续发布了《关于积极推进“互联网+”行动指导意见》《促进大数据发展行动纲要》,目的是通过创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化和人才为本,实现工业化和信息化的深度融合,促进我国制造业转型升级、走向世界前列。本文试图厘清智能制造的运行机理,分析智能制造对生产技术、产业模式和产业形态、企业组织结构和管理方式产生的影响,进而探讨企业的成本结构会发生怎样的变化,并在此基础上提出在智能制造模式下,企业的成本优化应该从哪些方面做起。

## 1 中国制造业转型升级方向——智能制造

### 1.1 文献回顾

智能制造一词最早由纽约大学的 P. K. Wright 教授和卡内基梅隆大学的 D. A. Bourne 教授在《Manufacturing Intelligence》一书中提出,认为智能制造是通过集成知识工程、制造软件系统、机器人视觉和机器控制对制造技工的技能和专家知识进行建模,以使智能机器人在没有人工干预的情况下进行小批量生产。随后

我国学者也开始研究智能制造,熊有伦(1999)、杨叔子(2003)、卢秉恒(2013)等都从技术层面研究了智能制造。有一部分学者从经济学视角对智能制造发展的意义进行了分析,黄群慧、贺俊(2013)指出,智能制造使市场竞争的资源基础、产业竞争范式以及国家间产业竞争格局发生了深刻变革;唐德森(2015)认为,制造业智能化改变了以往的制造业生产组织方式、促进了新的业态形成,催生了新的产业。还有一部分学者从推进制造业发展的对策方面给出了建议,周济(2015)认为,《中国制造 2025》要采取一个 10 年的总体规划,分两个阶段总体推进,打一场“创新驱动,转型升级”的人民战争;王媛媛(2016)认为,推进智能制造的可持续发展,需要构建完善的产业体系,培养一批示范企业,要健全人才培育体系,着力培养复合型、高素质的创新人才。

从研究现状看,对智能制造的研究较多的处于制造技术层面、产业组织层面和产业政策层面,而较少涉及新兴的智能制造企业的成本结构层面。

### 1.2 智能制造运行原理

通过传感器将制造企业从产品研发、生产、销售、售后等环节的数据采集起来,挖掘其中的规律,掌握企业生产的业务流程、生产过程,通过建模等一系列方法模拟企业的实况,然后寻找可能的改进点,以优化企业的生产过程,使企业在不额外增加设备、不增加技术投入的情况下,达到现有条件下的最优状态和产出。在这个过程中,制造企业还可以收集到用户使用产品的数据和反馈,从而为客户提供更加个性化的产品和服务。智能制造与传统制造业的区别主要在于“数据”的不同,智能制造使得制造企业中庞杂又相互关联的数据发挥“大脑价值”,实现下游推动上游的柔性生产链条,智能制造运行机理如图 1 所示<sup>[3-4]</sup>。

### 1.3 我国传统制造业面临的转型压力

#### 1.3.1 运营成本逐步增高

我国传统制造业的快速发展在很大程度上得益于低生产要素成本之上的价格优势。近年

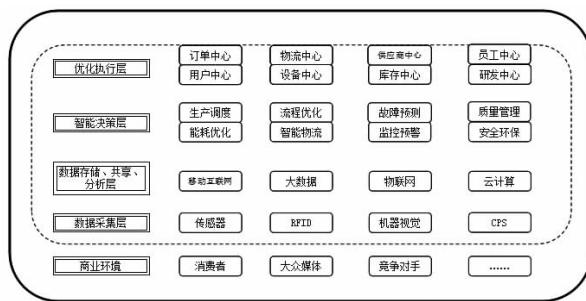


图1 智能制造运行机理框架图

来,制造业各项主要成本迅速攀升,我国制造业的平均工资水平已经超过了绝大多数东南亚国家,与主要发达国家之间的差距在逐步缩小,制造业劳动力成本的相对优势也在减弱。同时,我国的土地成本、能源成本、融资成本和税费负担上涨较快,成本优势已经不再显著。

### 1.3.2 制造业大而不强,产业结构不合理

我国制造业最突出的问题就是大而不强。根据台湾企业家施正荣先生提出的“微笑曲线”(见图2)理论,可以将产业链分为:研发与设计、生产与制造、营销与服务三大环节。改革开放以来的我国制造业取得了快速的发展,但是在国际市场上一直处于中间位置的生产与制造环节,扮演着“纯粹的”生产者的角色,我们生产的大多是一些科技含量低、附加价值和利润低的产品,随着欧美国家“再工业化”战略的落实,将加快本国高端制造业的回流,这给我国的制造业带来了巨大的压力,传统制造业向智能制造转型迫在眉睫<sup>[5]</sup>。

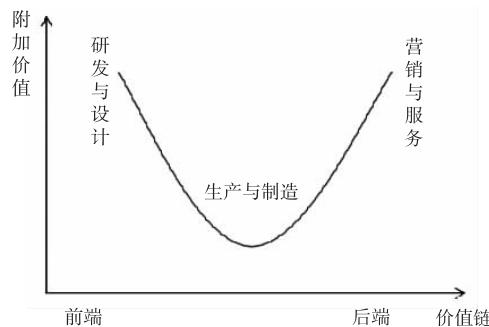


图2 微笑曲线

## 1.4 智能制造模式的创新特征

### 1.4.1 生产技术的变革

传统的制造型企业内部信息庞杂、数据层

级很高,数据之间的交互程度很低,这些信息分布于不同的系统、平台和不同的部门中,形成了一个个“信息孤岛”。而在智能制造模式下,物联网技术实现了“物与物”“企业与物”之间的互联和信息共享,使得企业生产经营活动背后的信息得以实时传输,在移动互联网、大数据和云计算的支持下,通过详尽的数据分析、产品设计以及生产过程的严格把控,企业的生产效率大幅度提升,制造环节的利润更进一步地释放出来。在实时数据的分析基础上的决策赋予了企业的自动化设备自律管理的智能功能,从而使其实现生产技术的智能化,大幅度提高生产的自动化程度,使得制造系统向柔性制造方向发展<sup>[6]</sup>。

### 1.4.2 产业模式和产业形态的转变

一方面,智能制造推动产品生产由大规模的流水线生产转向专业化定制生产。在传统制造模式下,企业的生产计划很大程度上依赖于对市场需求的预测;智能制造模式下,移动互联网和信息技术平台的应用推广,使得数据收集、数据分析的成本大幅降低,企业的生产、营销活动开始面向产品的最终用户,越来越多的产品使用者开始参与到产品的设计、研发以及使用后的信息反馈过程中,用户的多样化需求将推动企业生产模式的转变,制造型企业的生产由以往的大规模批量生产转向面向用户需求的定制化生产形式。另一方面,制造业从单纯的提供产品转向提供“产品+服务”模式,在满足用户个性需求的同时,制造企业也逐步向服务业转型深化,产业形态开始从生产型制造业向服务型制造业转变,在某种程度上,企业生产的产品或者硬件本身已经成了一种载体,以便企业收集用户在使用中反馈的数据、信息,为用户提供更加个性化的服务<sup>[7]</sup>。

### 1.4.3 企业组织变革和管理变革

从传统制造业向智能制造转变的过程中,“数据”是使得制造业走向智能化的关键,消费者的需求、生产过程中采集到的各个部门的实时数据、竞争对手相关的信息等海量的数据都会进入企业的视野,经过分析、整合,最终服务

于用户。在这个过程中,要保持信息的完整、迅速的传递,就要求企业必须具备更加扁平化、平台化的组织架构,以更好、更快地整合内外部的资源,提高资源利用率。智能化生产过程的实现也为企业的精细化、智能化管理提供了基础,企业可以在产品的整个生命周期中,根据获取的信息和对信息的分析挖掘,实现企业资源的协同调配和决策的进一步优化,提升企业的抗风险能力<sup>[8]</sup>。

## 2 智能制造模式下成本结构变动

智能制造既是技术革命也是产业革命,不仅对制造业的生产技术、产业模式和产业形态、企业的组织方式和管理方式等产生巨大的影响,而且最终会带动原有的资源配置结构发生变化,从而影响企业原有的成本结构。

### 2.1 数据管理、挖掘成本的大幅增加

在智能制造模式下,制造企业的信息系统会实时地监测到企业从设计、生产、营销、物流装配、存储等各个环节的工业数据,同时,企业还会面临许多来源于客户和市场的非结构化数据,这些工业数据和外部数据都会进入企业的视野,企业需要对收集到的全过程、全链条的数据进行分析、整合。在数据采集层,信息系统将运用数据采集工具采集企业生产过程中的实时数据;在数据存储、处理层,系统将收集到的数据通过分析、整理存储到各个数据中心,同时,系统还需要对这些数据进行更进一步的挖掘分析;在基础平台层,系统搭建成运算分布式平台,为大数据提供基本的物理平台支持。在工业大数据的驱动下,“数据”的作用将更进一步的凸显,企业的产品因“数据”而更具个性化和多样化,企业的生产制造流程因“数据”而更协调、透明化,企业的管理因“数据”更加精细化,制造企业因“数据”而具有更高的系统化能力。另一个方面这对制造企业的数据分析转化能力提出了新的挑战。首先,企业必须做好数据采集、存储、建模、挖掘、分析工作。我国的传统制造企业在向智能制造模式转变的过程中,必须加大对计算机等基础设施的投入,也需要投入更互动化、移动化、物联化的前后端整合技术。

其次,还需要对企业的数据处理软实力进行培育。大量庞杂的数据将会带来更多数据噪声,从海量的数据中甄别出有用的信息和噪声,这会为企业增加一项新的成本。

### 2.2 市场调研成本的降低

在传统的制造业中,产品的设计、研发阶段之前,为了更好地把握供需状况和市场发展趋势,企业需要花费大量的时间、人力进行市场调研。但是市场调研是一种高成本的信息获取方式,同时这种方法耗时较长,存在着一定的滞后性,当市场发生转变时,企业无法及时获取到市场的新情况。在智能制造模式下,用户与企业之间的界限淡化,越来越多的用户开始积极地参与到企业的生产活动中,同时,企业的强大数据收集、挖掘能力,使企业能够获得产品整个生命周期中的各项实时数据,并通过对其分析更精准地定义用户的偏好。这大幅度地降低了企业的市场调研成本<sup>[9]</sup>。

### 2.3 个性化的设计、服务成本的大幅增加

对于客户而言,从传统制造业到智能制造,实现了大规模批量化生产到个性化定制的转变,消费者开始直接或者间接地参与到产品的研发、设计、生产以及销售等环节,同时在使用产品的过程中,企业与客户之间还可以实现后续使用感受的实时反馈,实现信息的交互传递,这是一种更为开放、包容的生产模式,它极大地提升了消费者的参与度和用户体验。但是,对于企业而言,在产品设计、制造以及销售的过程中,要保持较高的客户参与度与客户满意度,企业需要付出更进一步的个性化设计和服务成本。比如:面向个体的研发与设计成本、面向特定消费群体的个性化销售成本、个性化的产品交付成本以及个性化的私人品牌成本<sup>[10]</sup>。

### 2.4 生产成本的降低

生产成本主要由企业生产经营过程中的直接人工、直接材料和制造费用这三大项组成,在智能制造模式下,各项企业生产成本会发生一定的变动。传统制造业往往依据人工经验来改进企业的生产流程和工艺过程,这种方式存在着很大的不确定性,效率低下。而智能制造的

出现,解决了工业生产中的信息孤岛问题,通过对工业生产工程中提取的数据进行提炼、总结、挖掘,找出数据背后蕴含的规律,将之运用于企业的进一步生产,并利用用户反馈的数据再进一步地优化企业的生产经营活动,这使得企业经营生产中的数据形成了一个闭环,数据成为了驱动企业发展的生产力之一。通过精准计算分析和全局性的把握,智能制造模式下,企业可以找出影响企业产品成本、质量的关键性因素,并有针对性地控制成本、提高质量,在成本与质量之间作出权衡。工厂开始变得更为透明化,企业的生产流程、工艺优化过程更有针对性,材料利用率提高,资源与能源的耗用降低,智能机器的加入节省了相当大的人工,从而使企业的直接人工、直接材料和制造费用得到降低。

以我国光伏行业巨头保利协鑫为例,其生产的产品光伏切片对生产工艺的要求非常高,一根 0.115 mm 粗的钢线不断摩擦硅板,最终切出的薄片误差不能超过 1%,车间的湿度和温度、砂浆的温度、导轮的温度等上千个参数在实时地影响着良品率。企业流水线上的传感器每秒可以记录几十 GB 的数据,但这些信息数量过于庞杂,如何从海量的数据中获得所需的信息,是保利协鑫面临的一大难题。阿里云 ET 工业大脑的出现成功地解决了这一难题,ET 工业大脑对这些数据进行充分的挖掘,用人工智能的算法,提炼生产线的流程,从海量的数据中找出了影响良品率的 60 个关键指标,搭建参数曲线,对生产过程进行实时监测,控制变量,最终使保利协鑫光伏的良品率提高了 1%,生产周期缩短了 50%,直接人力成本下降了 45%。

## 2.5 销售成本的降低

对于传统制造业而言,企业生产的产品往往要经历“经销商一分销商一零售商一最终用户”等环节,智能制造模式下,在信息平台的支持下,企业与用户之间的交流更为畅通,产品可以直接面向最终用户而省去了中间环节,降低了销售成本,企业在实现自身利益的同时降低了产品销售价格,突出了企业的成本优势和价

格优势<sup>[10]</sup>。

## 2.6 劳动力引进、转移和安置成本的增加

新的技术革命也会对劳动力的需求结构提出新的要求。由于我国现有的制造业中低端的劳动密集型产业占很大的比例,大量的制造业从业人员从事着零部件的加工、装配工作,在微笑曲线的三个阶段中,智能制造技术应用于中间的生产和制造环节的范围、幅度更大,效果更为明显,机器替代人工之后,劳动生产率大幅度提高,企业以往用于生产制造环节的工人数会大幅度削减。但是对于微笑曲线的另外两个环节研发设计、营销与服务环节运用智能制造技术的可能性相对要小一些,因此,就制造企业来说,将会面临过剩的劳动力人口的两端转移的问题和部分富余劳动力的安置问题<sup>[11]</sup>。

# 3 智能制造模式下的成本优化

## 3.1 生产组织成本的控制

在传统制造业中,组织成本是成本控制中往往被忽略掉的一个环节,因为一个企业的组织架构、流程运转和职能规划一旦确立,将在一定期间内保持稳定不变<sup>[7]</sup>。智能制造的实现必须依赖于各个生产单元之间的高度配合、协调,这对企业的生产组织方式提出了新的要求,而且用户的多样化需求也要求企业的生产组织方式必须能够灵活、迅速的转变。因此,企业应搭建网络化的生产设施动态调配平台,生产设备调动平台与企业的生产过程的交互,可以提供“研发、设计—原料购置—组织生产—物流营销(最终用户)”整个生命周期的实时信息,在此基础上进行生产计划的部署和资源的动态配置,企业可以根据用户的不同需求,优化生产设备的组合方式,这种方式系统而且高效,不仅可以快速满足外部市场的需求,而且提高了企业内部的资源利用率,可以优化企业的成本,促进企业生产的柔性化发展。

## 3.2 基于价值链的供应链物流成本管理

通过搭建供应链物流平台,企业可以实时地监控到从材料购进、产品生产、产成品的分拣运输和派送整个过程的物流信息,对组织内部的订单和客户的订单进行整合和精细化管理,

通过大数据分析,综合考虑已有的物流资源,规划出最合理的运输路线、运输方式以及时间安排,并对物料、产品进行定位与在途跟踪,提升运输环节的安全性,工作人员通过应用平台对运输环节进行实时的监测和操作。供应链物流平台的建设,可以提升企业在物流运转方面的效率和物流资源的利用率,为企业创造更多的价值,使物流环节成为企业的增值环节<sup>[7]</sup>。

### 3.3 基于精益管理的库存成本优化

传统制造业的生产活动往往是由企业主导的,而智能制造则更多地以用户需求作为生产经营活动的出发点,企业开始根据收到的用户订单来组织生产,通过智能化的数据分析平台与物流平台,按照订单情况,适时地组织材料的采购并将其配送到生产线上,然后进行生产设备的灵活调配,在产品完工后,以最短的时间将货物配送给客户。在这个过程中,减少了原材料等待所耗用的时间,简化了材料搬运的过程,降低了产能过剩的风险,同时,实现了供应链流程的无缝对接,“零库存”配置模式离企业的实践越来越近,企业的库存成本也可以得到很好的控制。

## 4 结语

在我国制造业面临着双重压力的情况下,智能制造是实现制造业转型升级、由大变强的关键所在。智能制造这种新型的制造模式,变革了传统制造业的生产技术、产业模式以及组织形态和管理技术,使得企业的资源配置表现出不同于以往的巨大变化。本文从企业资源配置方式背后的成本结构变化为出发点,提出了在智能制造模式下成本优化的新思路。

## 参考文献:

- [1] 南星恒. 成本的内涵、结构及其演进[J]. 会计之友, 2016(23):2-10.
- [2] 黄群慧, 贺俊.“第三次工业革命”与中国经济发展战略调整——技术经济范式转变的视角[J]. 中国工业经济, 2013(1):5-18.
- [3] 肖静华, 毛蕴诗, 谢康. 基于互联网及大数据的智能制造体系与中国制造企业转型升级[J]. 产业经济评论, 2016(2):5-16.
- [4] 唐德森. 智能制造产业发展影响因素与趋势研究[J]. 产业与科技论坛, 2017(2):15-17.
- [5] 丁雪, 张骁.“互联网+”背景下我国传统制造业转型的微观策略及路径:价值链视角[J]. 学海, 2017(3):86-90.
- [6] 李永红, 王晟. 互联网驱动智能制造的机理与路径研究——对中国制造 2025 的思考[J]. 科技进步与对策, 2017(16):56-61.
- [7] 吕铁, 韩娜. 智能制造:全球趋势与中国战略[J]. 人民论坛, 2015(6):6-17.
- [8] 王钦, 张雀.“中国制造 2025”实施的切入点与架构[J]. 中州学刊, 2015(10):32-37.
- [9] 余青英, 余新培. 工业 4.0 对企业成本控制的影响及对策探讨[J]. 财务与会计, 2016(19):52-54.
- [10] 周荣森. 互联网+智能工业模式的成本结构变动及其价格策略研究[J]. 价格理论与实践, 2015(8):106-108.
- [11] 阮小雪. 智能制造对我国劳动力需求的影响[J]. 郑州轻工业学院学报(社会科学版), 2017, 18(4):63-69.

(责任编辑:夏玉玲)