

# 基于 TRIZ 理论的新能源汽车制造业服务衍生研究

万 惠<sup>1</sup> 侯光明<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> (北京理工大学管理与经济学院, 北京 100081) <sup>2</sup> (北京电影学院, 北京 100088)

**【摘要】** 我国正处在改革的攻坚阶段和发展的关键时期, 新能源汽车产业的发展和制造产业结构升级缺一不可。为实现新能源汽车制造业进行高效服务衍生, 本研究引入 TRIZ 理论, 从制造业服务创新的视角, 结合新能源汽车制造业现实困境验证其服务衍生的可行性, 并根据制造业服务衍生的特征提出新能源汽车制造业服务衍生的基本思路, 进而甄选出相应的 TRIZ 理论分析工具和求解方法, 最后通过新能源汽车市场开拓的现实难题加以验证。研究表明, TRIZ 理论可有效生成新能源汽车制造业服务衍生方案, 探寻服务衍生路径。

**【关键词】** TRIZ 新能源汽车 制造业 服务衍生 创新路径 经营方式

DOI: 10.3969/j.issn.1004-910X.2018.02.006

**【中图分类号】** F203; F426.471 **【文献标识码】** A

## 引 言

全球不断高涨的环境保护意识和持续紧张的能源供应问题使得新能源汽车的研发与产业化越来越受到重视<sup>[1]</sup>。我国作为世界最大的汽车市场, 2016 年全国汽车保有量已达到 1.94 亿辆<sup>[2]</sup>, 发展新能源汽车是我国迈向汽车强国的必由之路, 也是我国能源安全与产业战略的迫切需要。

与发达经济体相比, 我国新能源汽车制造业研发未能整合学科优势资源, 缺乏核心关键零部件与技术<sup>[3]</sup>。在参与国际化合作与竞争的过程中, 只有尝试把制造内涵从单纯的新能源汽车这一有形产品扩展到基于新能源汽车的增值服务, 在夯实、研发已有新能源汽车相关技术的基础上, 丰富原有制造内涵, 沿产业价值链向“微笑曲线”的两端外化<sup>[4]</sup>, 才能创造更大的客户价值, 更好的发挥我国在汽车产业的后发优势及资源的系统整合<sup>[5]</sup>。因此, 我国新能源汽车制造业需要以制造商与服务商的双重身份参与国际化大分工的市场竞争。IBM、Rolls-Royce 等企业的成功实践表明, 重视实体制造的企业已逐步将其业务转

向价值链的两端, 由生产制造商向集成方案提供商转型<sup>[6]</sup>。越来越多的制造企业将制造业务与服务业务逐步融合, 积极寻求两者互动的增强, 发掘创新机会, 形成更具服务高层次、产品多样化、功能系统化、企业——顾客强交互的服务创新驱动发展模式。

从我国新能源汽车制造业的现状和未来发展趋势来看, 新能源汽车的核心技术成熟还需较长时间, 采用观望态度和跟随模仿创新战略的企业应该抓住这一战略时期, 发掘新能源汽车的服务价值, 开拓国内新能源汽车潜在市场。以新能源制造业为载体的服务创新, 既能使企业现有生产力得以释放, 更能使企业的服务内涵得到丰富, 为未来赢得客户奠定基础。

因此, 我国新能源汽车制造业如何实现服务创新, 以及适用的具体方式是什么就成为亟需解决的问题。藉此, 本研究利用 TRIZ 理论刻画适合我国新能源汽车制造业服务衍生过程, 从而为新能源汽车制造业服务衍生提供理论指导。

收稿日期: 2017-07-24

基金项目: 科技部创新方法工作专项项目 (项目编号: 2015IM030100); 国家自然科学基金重大项目 (项目编号: 16ZD04); 高等学校博士学科点专项科研基金 (项目编号: 20111101110033)。

作者简介: 万惠, 北京理工大学管理与经济学院博士研究生。研究方向: 组织管理、创新管理。侯光明, 北京理工大学管理与经济学院教授, 北京电影学院教授, 博士生导师。研究方向: 现代组织管理、创新管理、知识管理。

## 1 文献综述

近年来,制造业和服务业之间相互融合、依赖的程度越来越大,两者的界限也越来越模糊<sup>[7]</sup>。传统制造业在技术升级降低成本的同时亟需克服产品同质化问题以争取消费者,扩大市场份额。制造企业综合考虑生产资本、经济效益、社会效益和日益敏感的生态效益后,往往选择通过提供更多基于产品的非物质化服务<sup>[8]</sup>,而不是向客户提供剥离产品的专业化服务<sup>[9]</sup>来满足顾客需求。我国新能源汽车的发展受制于核心技术的缺乏和市场需求的不足<sup>[10]</sup>。由于汽车行业利润最高的领域是汽车服务领域<sup>[11]</sup>,新能源汽车服务必将成为未来的高回报领域。开发新能源汽车服务衍生,既能为今后的市场销售奠定基础,又能贴近消费者,密切掌握新能源汽车的产品发展趋势。

Gebauer 等(2005)<sup>[12]</sup>根据服务嵌入的程度将服务创新划分为重大创新、开始新的服务业务、为现有市场提供新产品、扩大现有服务产品线、产品(形式)改变5种类型,其具体实现模式有开发与产品相关的服务、发展面向特定关系的服务,以及为客户提供集成解决方案。Vandermerwe 和 Rada(1988)<sup>[13]</sup>将服务创新看作制造企业经历提供商品、附加服务和产品——服务包三阶段的组成部分。Wise 和 Baumgartner(1999)<sup>[14]</sup>进一步将依托实体产品的服务创新过程划分为植入服务、涵盖服务、与客户活动相关服务以及一体化解决服务4个阶段。Oliva 和 Kallenberg(2003)<sup>[15]</sup>等将这一过程划分为强化与服务相关产品、进入与产品相关的服务市场、扩展与产品服务相关的基于关系的服务以及集中于过程的服务和接管最终使用者的4个阶段。Berry, Parish, Cadwallader, Shankar 和 Dotzel(2006)认为服务创新包括企业增加新服务、扩展原服务、改进原服务方式<sup>[16]</sup>,即企业针对客户要求而进行的服务业务的创新。Vargo 和 Lusch(2004)<sup>[17]</sup>以制造业落脚,提出服务型制造,即在企业制造的初始阶段即开始考虑为顾客提供相配套服务。罗建强等(2015)<sup>[18]</sup>提出服务衍生的概念,指制造企业通过特定方式,

依托实体产品的制造过程,孕育催生出或与实体产品绑定在一起的新服务现象。

服务创新、服务型生产和服务衍生3个概念各有侧重,但其内涵皆明确表达了制造业转型的需要和必然。在此基础上,大量理论和案例研究从上述方面论证了传统制造业服务转型对经济发展,尤其是对技术创新和产业升级的重要性与可行性(Y Cheng, F Tao, L Zhang, Y Zuo, 1996; B Watanabe, Chihiro, J Yong, 2007; 林文进、江志斌、李娜, 2009; 周静芳、俞安平, 2011; 程东全、顾锋、耿勇, 2011; 杨慧、宋华明、俞安平, 2012; Z Lu, 2012; J. Marco Mendes, P. Leitão, Armando W. C., Francisco Restivo, 2012; P Jiang, K Ding, J Leng, 2016)。由于研究主体是我国新能源汽车制造业,因此采用强调依托产品进行服务增值的服务衍生概念。尽管制造业由单纯提供产品转型到提供解决方案对于产业升级的重要性已经得到学术界的一致认可,但对于我国新能源汽车制造业如何实现服务型制造,通过服务衍生实现传统制造业转型升级,现有研究尚未得出明确的结论,本文将对此进行探讨。

TRIZ 理论由苏联科学家 Altshuller 创建,最初应用于技术系统创新,后来被拓展应用于商业<sup>[19]</sup>、企业管理<sup>[20]</sup>、质量管理<sup>[21]</sup>、金融<sup>[22]</sup>、教育<sup>[23]</sup>和运营管理<sup>[24]</sup>等非工程领域。由于 TRIZ 理论是在大量专利研究的基础上抽象而得,其理论方法往往跨越不同的领域并以发展的眼光看待问题,激发创新思维。新能源汽车制造业服务衍生既需要切实结合市场现实,又需要具有创见性的理论作为指导。利用 TRIZ 理论探寻新能源汽车制造业服务衍生可以降低企业创新转型成本和拓展 TRIZ 理论的应用领域。

综上,尽管国内外相关文献对新能源汽车制造已有不少的研究成果,但往往将技术突破作为行业发展方向,对其服务型制造的研究刚刚开始。对于新能源汽车制造服务衍生的实践可能性、衍生路径以及具体方式的研究更为少见,本研究基于 TRIZ 探讨新能源汽车制造业服务衍生,尝试填补这一空白。

## 2 新能源汽车制造业服务衍生的实现理论

### 2.1 可行性分析

新能源汽车制造业服务衍生需要整合资源,系统分析衍生路径从而落实具体操作。因此,其指导理论需要具有跨领域的视野、系统思考的高度和脚踏实地的方法。TRIZ理论旨在通过分析使用者的具体要求,识别规范实现困难中的冲突,进而描绘解决问题的最终理想解,最终应用于具体问题的解决。应用TRIZ理论进行新能源汽车制造业服务衍生具有以下特点:

(1) 服务衍生是制造企业改造或扩展企业原有业务的过程,其目的是最终实现传统制造业务的转型升级和供需双方价值的共同创造。因此在服务衍生的过程中的决策需要系统立体型思维和协同性思维。一旦服务成为制造企业的盈利来源,保证客户及时、准确的参与服务定制就成为企业提供服务的源头。尽管KANO模型和质量功能展开的多层次演绎分析方法也能吸收客户意见形成决策,但并不立足于自身业务价值创造。而TRIZ求解过程中可以明确分析并解决操作过程的冲突问题,从制造业转型的角度出发,有的放矢地进行服务衍生创新。

(2) 服务衍生需要制造企业依据客户需求提供服务或开发潜在服务,其根本目的则是为了在市场竞争中形成独特竞争力,最终实现高回报率获得盈利。因此,在短期收益和长期回报、自身利益和服务客户、技术突破和服务提升之间一定会出现矛盾。对于矛盾冲突的解决,传统方案是经过“方案折中”以获得相对最大利益或承担最小损失,TRIZ则通过分析矛盾属性进而调整矛盾参数,最终解决矛盾。在新能源制造业进行服务衍生过程中,其解决矛盾的能力本质上也是服务价值的体现。

(3) 制造企业服务衍生需整合不同类型的资源,这也是服务衍生价值创造的关键。因此,如何系统地协调资源就成为新能源汽车制造业服务衍生的重要问题。TRIZ理论以辩证法、系统论和认识论为指导;以自然科学、系统科学和思维科

学为科学支撑;以技术系统进化法为理论主干;以技术过程、矛盾、资源、理想化最终结果为基本概念;以分析工具、求解工具和解题流程为操作工具。既可以聚焦客户需求,又可以协调资源解决冲突,形成最优服务衍生实现方案。

### 2.2 基本工具

TRIZ理论中的操作工具有分析工具、求解工具和解题流程,其解决方法是从定义问题入手,通过对事物工作原理、主要问题和发生条件的描绘刻画找到解决问题的初步思路。这一阶段是TRIZ理论应用的项目描述阶段。

在规范描述所解决的问题后,通过系统分析功能模型结合问题分解的因果关系开始求解。TRIZ求解阶段根据解决问题的不同,可使用一种或几种求解方法得出问题解决方案后,进一步对所提方案进行处理,包括将本次解决问题所获得的创新经验、结果存入相关数据库等,其框架和流程如图1所示。

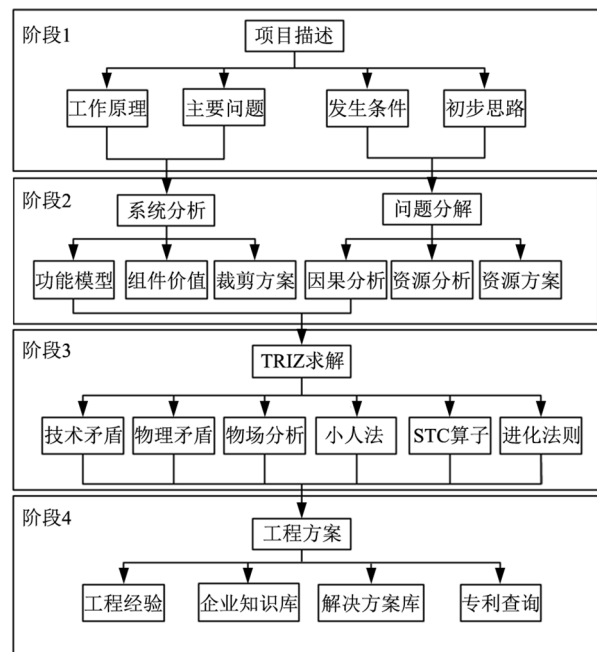


图1 TRIZ理论框架图

TRIZ理论中适用于新能源汽车制造业科学有效的进行服务衍生的方法,主要包括功能分析、理想化过程、资源分析、冲突分析和创新解的产生。

#### 2.2.1 功能分析

通过建立功能模型可以更直观地分析系统部件及其功能,从产品功能产生的视角出发,利用

价值工程的思想,剖析构成产品的系统、子系统和零部件。

### 2.2.2 理想化过程

应用 TRIZ 理论求解具有运动性,从最初所得创新解到最终达成理想解 (Ideal Final Result, IFR) 的过程是不断优化其可行性与效率的过程。衡量解可行性与效率的参数为理想化水平 (I):

$$I = \frac{\sum UF}{\sum HF + \sum Cost}$$

其中,  $\sum UF$  表示所得解有益功能之和;  $\sum HF$  表示所得解有害功能之和;  $\sum Cost$  表示所得解总成本。

### 2.2.3 资源分析

由于功能的实现需要资源的支持,所以在求解过程中需充分思考资源情况,如“已拥有哪些资源”、“可获得哪些资源”、“如何使用资源”、“使用后果如何”等。这里的资源是广义的概念,根据其所处环境、利用方式和物理性质可进行不同的分类,如图2。

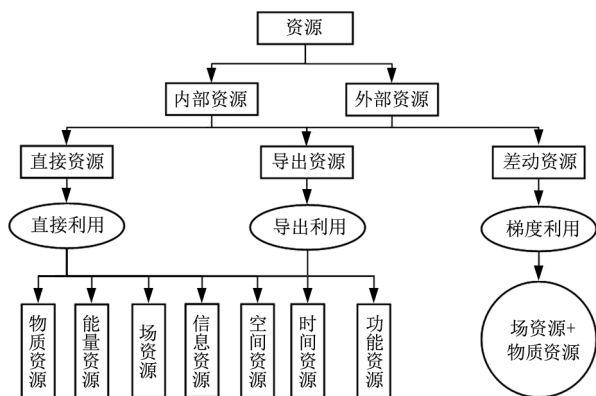


图2 TRIZ理论中的资源分类

### 2.2.4 矛盾分析

服务创新过程不可避免的会产生冲突,TRIZ理论的冲突是指当某一子系统有害作用 (HF) 降低时,会同时致使该子系统中有用作用 (UF) 也降低,具体可分为物理矛盾和技术矛盾两类。技术矛盾是指发生在两个通用参数之间的矛盾,物理矛盾是同一参数相互排斥的需求矛盾。两种冲突在 TRIZ 理论中都可被格式化解决,如图3。其中,技术矛盾的解决依托于48个技术参数和矛

盾矩阵,物理矛盾的解决则通过将矛盾特性分离的方式实现。若解决方案仍不理想,则继续细分实际问题中的矛盾,寻求解决办法。

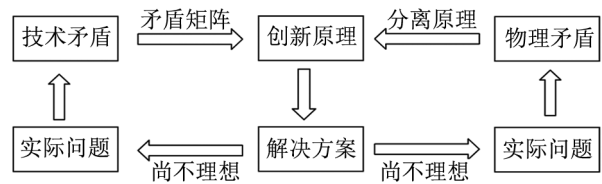


图3 TRIZ理论矛盾冲突解决模式

### 2.2.5 创新解的产生

若在分析阶段产生创新解,则将方案移至后续的理想水平对比环节。在 TRIZ 求解过程中根据求解问题的特点选择求解方法,以获得创新解为目的,并不需要使用所有的方法。求解结束后以 I 为标准筛选方案并付诸实施。

## 3 TRIZ理论应用于新能源汽车制造业服务衍生

### 3.1 SVOP描述规范新能源汽车制造业服务衍生问题

TRIZ理论的一个重要特点是试图建立一种格式化的、能够解决创新问题的方法,因此在解决问题之前往往特别强调对问题的描述和分析。将看似复杂、生活化或专业化的问题进行规范,使用 System-Verb-Of-Projects 描述目标系统需要改变系统作用对象的参数,例如“增强 (Verb) 新能源汽车制造业 (System) 客户 (Projects) 需求度 (Of)”。其中,需求度是系统作用对象的参量。在分析目标客户的共性需求和新能源汽车产品特点的基础上,分析当前顾客群的显性需求和隐性需求。

本研究讨论“新能源汽车由于需要经常充电导致完成长距离行驶时间较长,导致消费者购买量小”这一主题时,要在新能源汽车核心技术难以突破的前提下,将问题拆分为最小问题,如“新能源汽车长距离行驶时间成本高”和“汽车购买者不愿意选择新能源汽车购买”,然后逐一解决。

### 3.2 系统功能分析刻画新能源汽车制造业服务衍生 IFR

TRIZ理论中功能分析的目的是从完成功能的角度而非技术角度分析系统、子系统和部件,通

过功能分析可以降低成本和复杂程度。当所得解决方案的有用功能最大且有害功能最小时,则该方案是所解决问题的最终理想解(Ideal Final Result, IFR)。尽管不同领域偏好不同,其评价标准不同,但最终理想解都具有以下特点:(1)保持了原系统的优点;(2)消除了原系统的不足;(3)没有使原系统更复杂;(4)没有引入新的缺陷。整体而言,低成本、高性能、高可靠性、无污染、低消耗是极大部分产品或解决办法的理想状态。

因此,新能源汽车制造业企业服务衍生的IFR是提供以新能源汽车为载体的最丰富的服务业务,即新能源汽车制造业原功能不被弱化的基础上增强服务功能。在保持原制造业正常经营且经营范围更广泛的同时,满足客户的隐性需求和显性需求而不增加企业组织架构的复杂度。

### 3.3 探寻矛盾解决新能源汽车制造业服务衍生实现冲突

TRIZ理论解决技术矛盾需将通俗语言描述的待解决具体问题转化为利用48个通用工程参数描述的技术矛盾,针对该问题类型利用矛盾矩阵找到相应创新原理,进而根据原理找到解决矛盾的具体方案。在核心技术尚未取得重大突破之前,新能源汽车的销售主要被“长距离行驶时间成本高”所限制。这一困境存在的冲突是:新能源汽车充电越多次,其行驶的距离越远,但充电耽搁的时间则越长。一旦优化时间参数——减少充电时间,就会恶化行驶距离参数——行驶距离近。即新能源汽车“时间损失”和“运动物体的能量消耗”两个参数之间存在技术矛盾,查看矛盾矩阵表得到创新原理18、19、35和38,如图4。采用创新原理19——用周期性的行动替代,可以得出以下方案:

(1) 面向政府提供公务用车租赁服务,设计经济开发区通勤车,市政、公安、交管、环保、安全等领域专用新能源汽车,对大型酒店、旅游景区、会展、机场等消费能力较强的特定消费群体可以进行专项租赁合作。

(2) 面向电子商务(如德邦快递、京东商城

等)客户开发同城、城市区间物流租赁服务。

(3) 开展短途上下班代步乘用车租赁。在居住人群比较密的大型社区、商务区及产业园区以及固定路线的上下班代步或商务人群,开展市场细分化的长期租赁或分时租赁业务,以满足个体消费者的租车需求。

(4) 区域景点旅游租车、婚庆用车等租赁服务。

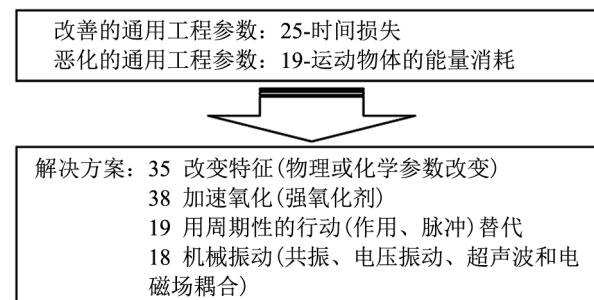


图4 TRIZ理论矛盾矩阵的使用

### 3.4 物——场分析产生新能源汽车制造业服务衍生创新解

物——场模型分析是TRIZ理论中重要的描述、分析方法。它从对象之间的相互关系出发,通过综合分析对象间的作用方式或作用机理——场以及他们对系统所需功能的影响,以明确解决问题的可能方法和方向。Altshiller认为任何存在的功能都由接受体( $S_1$ )、执行体( $S_2$ )和场( $F$ )组成<sup>[25]</sup>,“物——场”即为最小的,具有工作能力的可控技术模型。通过建立物——场模型,可准确描述出待解决问题中的各组件之间的相互作用。依据所建模型的类型即可找到对应的基础解法。例如,前文中提到的“汽车购买者不愿意选择新能源汽车购买”问题,可建立物——场模型进行分析,如图5。

通过引入车险代理交易场( $F_2$ )和金融租赁交易场( $F_3$ )在新能源汽车制造业与消费者之间建立更多的关系,由此可开发新能源汽车的保险代理、购车贷款等服务。增加不同的场,新能源汽车制造业还可以开发上牌、紧急救援、远程诊断等服务。

### 3.5 理想化水平确定新能源汽车制造业最佳服务衍生方案

TRIZ理论中的发明问题解决算法(ARIZ)是

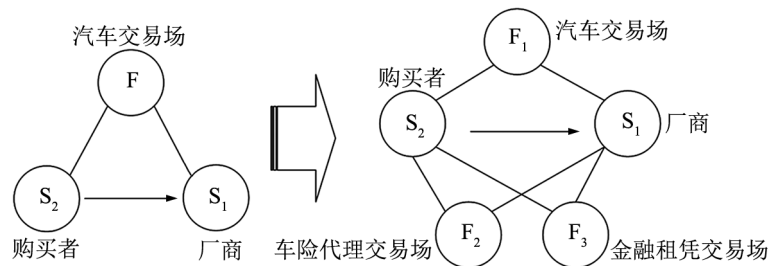


图5 新能源汽车服务衍生问题物——场分析

发明问题解决过程中的求解方法,其解决方式往往从可分解的最小问题入手,并不断补充和提升已形成方案,最终趋近整体方案的理想解。但不同方案的理想化水平并不相同,即“各自虽最好,对比才更好”。

由于新能源汽车制造业服务衍生所涉及的因素不仅包括与新能源汽车制造相关的生产能力,还需考虑其提供服务的能力,因此需要综合分析各创新解的  $\sum UF$ 、 $\sum HF$  和  $\sum Cost$ , 选取理想化水平(I)最高的整体方案,从而使新能源制造企业服务衍生具有更强的实践性和科学性。

## 4 结论与启示

### 4.1 研究结论

本文针对新能源汽车制造业核心技术缺失、市场开拓困难<sup>[26,27]</sup>的现实情况,借助 TRIZ 理论跨领域创新的优势,对新能源汽车制造业服务衍生创新进行可行性分析,提出了新能源汽车制造业服务衍生的基本思路,根据制造业服务衍生特点挑选出相应的 TRIZ 分析工具和求解方法并通过新能源汽车市场开拓的现实难题加以验证,最后得到了具有实践性的新能源汽车制造业服务衍生方案,并确立了方案选择标准。研究结果表明利用 TRIZ 理论创新方法可以有效提出新能源汽车制造业服务衍生方案,探寻服务创新路径,助力新能源汽车制造业经营方式多元化,完成产业结构升级。

### 4.2 研究启示

研究结论为如何有效推动 TRIZ 在新能源汽车制造业服务衍生的应用提供了理论、政府和企业 3 个层面的启示:(1) 理论研究层面。TRIZ 理论应以跨领域和低熵化为研究方向,不断拓展、深化非技术维 TRIZ 的研究,推动 TRIZ 理论在新

领域创新实践中发挥更大的理论支持作用;(2) 政府产业战略层面。政府部门应通过组织开展 TRIZ 理论的培训、交流和座谈会,鼓励高校开设相关课程,积极配合新能源汽车制造企业服务衍生合作需要,以合作谋共赢;(3) 新能源汽车制造企业经营层面。新能源汽车制造企业应积极寻求服务衍生机会与路径,制定有效的激励机制鼓励学习 TRIZ,将 TRIZ 创新理论作为企业发展战略的重要内容。

### 4.3 研究局限与展望

本研究的不足之处是研究结论对其他新能源制造业的普适性不明,仍需通过理论分析或多案例验证,这也是该研究下一步探索的方向。

### 参 考 文 献

- [1] 文凯. 借鉴国际经验发展我国新能源汽车产业研究 [D]. 大连: 东北财经大学, 2010.
- [2] 李永钧. 汽车后市场机遇与挑战并存 [J]. 汽车与配件, 2017, (12): 44~45.
- [3] 颜培钦. 我国新能源汽车发展主要瓶颈与建议 [J]. 机电工程技术, 2010, 39 (8): 16~17.
- [4] 罗建强, 彭永涛, 张银萍. 面向服务型制造的制造企业服务创新模式研究 [J]. 当代财经, 2014, (12): 67~76.
- [5] 胡登峰, 王丽萍. 论我国新能源汽车产业创新体系建设 [J]. 软科学, 2010, 24 (2): 14~18.
- [6] 齐二石, 石学刚, 李晓梅. 现代制造服务业研究综述 [J]. 工业工程, 2010, 13 (5): 1~7.
- [7] Atuahene Gima K. Differential Potency of Factors Affecting Innovation Performance in Manufacturing and Services Firms in Australia [J]. Journal of Product Innovation Management, 2010, 13 (1): 35~52.
- [8] 孙林岩, 李刚, 江志斌, 等. 21 世纪的先进制造模式——服务型制造 [J]. 中国机械工程, 2007, 18 (19): 2307~2312.
- [9] 顾乃华, 毕斗斗, 任旺兵. 生产性服务业与制造业互动发展: 文献综述 [J]. 经济学家, 2006, (6): 35~41.

- [10] 谭倩. 我国新能源汽车消费驱动力的实证研究 [D]. 南昌: 江西师范大学, 2015.
- [11] 王靖. 汽车服务连锁机构的信息化规划 [D]. 北京: 北京大学, 2008.
- [12] Gebauer H, Fleisch E, Friedli T. Overcoming the Service Paradox in Manufacturing Companies [J]. *European Management Journal*, 2005, 23 (1): 14~26.
- [13] Vandermerwe S, Rada J. Servitization of Business: Adding Value By Adding Services [J]. *European Management Journal*, 1988, 6 (4): 314~324.
- [14] Wise R, Baumgartner P. Go Downstream: The New Profit Imperative in Manufacturing [J]. *Harvard Business Review*, 1999, 77 (1): 133~141.
- [15] Kallenberg R, Oliva R. Managing the Transition From Product to Services [J]. *International Journal of Service Industry Management*, 2003, 14 (2): 160~172.
- [16] Berry L L, Parish J T, Cadwallader S, et al. Creating New Markets Through Service Innovation [J]. *Mit Sloan Management Review*, 2006, 47 (2): 56~63.
- [17] Vargo S L, Lusch R F. The Four Service Marketing Myths: Remnants of a Goods-Based, Manufacturing Model [J]. *Journal of Service Research*, 2004, 6 (4): 324.
- [18] 罗建强, 汤娜, 赵艳萍. 制造企业服务衍生的理论和实现方法分析 [J]. *中国科技论坛*, 2015, (4): 75~80.
- [19] Chang H T, Chen J L. Eco-Innovative Examples for 40 TRIZ Inventive Principles [J]. *Triz Journal*, 2011, (8): 1~16.
- [20] 张东生, 徐曼, 袁媛. 基于 TRIZ 的管理创新方法研究 [J]. *科学学研究*, 2005, 23 (s1): 264~269.
- [21] Retseptor G. 40 Inventive Principles in Quality Management [J]. *Triz Journal*, 2003, (3): 1~26.
- [22] Dourson S. The 40 Inventive Principles of TRIZ Applied to Finance [J]. *Triz Journal*, 2004, (10): 1~23.
- [23] Marsh D G, Digital H, Rochester L L C, et al. 40 Inventive Principles with Applications in Education [J]. *Journal of Soil & Water Conservation*, 2008, 44 (3): 188~191.
- [24] Zhang J, Chai K H, Tan K C. 40 Inventive Principles with Applications in Service Operations Management [J]. *Triz Journal*, 2003, (12): 1~16.
- [25] Silverstein D, Decarlo N, Slocum M. *Insourcing Innovation: How to Achieve Competitive Excellence Using TRIZ* [M]. *Crc Press*, 2007.
- [26] 高阳, 张蒙蒙, 游达明. 基于城市视角下新能源汽车产业技术创新效率评价 [J]. *工业技术经济*, 2016, 35 (3): 47~54.
- [27] 郝斐. 新能源汽车产业发展研究——以盐城为例 [D]. 苏州: 苏州大学, 2013.

## Research on New Energy Automobile Manufacturing Service Derivatization Based on TRIZ Theory

Wan Hui<sup>1</sup> Hou Guangming<sup>1,2</sup>

(1. School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;  
2. Beijing Film Academy, Beijing 100088, China)

[Abstract] China is in the critical stage of reform and development. Either development of new energy automobile industry or manufacturing industry structure upgrading is indispensable. To achieve service derivatization of new energy automobile manufacturing efficiently, this paper introduces TRIZ to the innovation. Considering the realistic condition of new energy automobile manufacturing, we verify the feasibility and choose several basic tools according to the features of manufacturing services derivatization of new energy automobile manufacturing from the angle of manufacturing service innovation. The research shows that TRIZ can effectively generate the new energy automobile manufacturing service derivatization scheme and explore the service derivative path.

[Key words] TRIZ; new energy vehicles; manufacturing; service derivatization; innovation path; mode of operation

(责任编辑: 史琳)