

中国汽车产业创新体系研究

付于武, 侯福深, 冯锦山, 姜建娜

(中国汽车工程学会, 北京 100055)

摘要: 本文在清晰界定汽车产业创新体系内涵的基础上, 分析了汽车产业创新体系的现状, 尤其是在聚集于 4~7 级技术成熟度、打通基础研究和产业化技术之间鸿沟的非盈利应用技术研究机构方面的不足等方面, 参考国际相关经验, 对我国面向汽车强国建设的汽车产业新型创新体系建设进行了思考, 并提出设立中国汽车创新理事会、加快建设汽车领域制造业创新中心等建议。

关键词: 创新体系; 体制机制; 战略咨询; 创新中心

中图分类号: F407 **文献标识码:** A

Research on Innovation System of Automobile Industry in China

Fu Yuwu, Hou Fushen, Feng Jinshan, Jiang Jianna

(Society of Automotive Engineers of China, Beijing 100055, China)

Abstract: This paper analyzes the innovation system in the automobile industry on the basis of the basic definition of the automobile industry innovation system. The paper points out that non-profit research institutions dedicated to application technology, focusing on technology maturity from grade 4 to grade 7 and responsible for closing the gap between basic research and industrial technology, are falling short. The paper takes into account the international standards and experiences, and studies the structure of the innovation system in the automobile industry of China. It recommends setting up a Chinese automotive innovation council and speeding up the construction of an automobile industry-related innovation center.

Keywords: innovation system; system and mechanism; strategic consulting; innovation center

纵览世界在汽车领域处于领先地位的各个国家, 其汽车产业强大的实质在于汽车技术的强大, 而成熟、完善、高效的创新体系是其长期保持竞争优势的重要支撑。美国、日本、德国等在汽车产业领先的国家均把实施创新战略作为提升汽车产业竞争力和经济可持续发展的重要战略决策, 纷纷加速

技术创新, 抢占产业发展制高点。

我国也将创新体系建设提升到了新的战略高度, 2017 年 4 月, 工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科学技术部联合印发了《汽车产业中长期发展规划》[1]。该规划提出了我国汽车产业中长期发展思路、规划目标和重点任务, 特别是把创新

收稿日期: 2018-01-26; 修回日期: 2018-02-05

通讯作者: 姜建娜, 中国汽车工程学会, 工程师, 主要研究方向为汽车技术路线图、创新体系等; E-mail: jiannajiang@163.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“汽车强国战略研究”(2015-XZ-36)

本刊网址: www.enginsci.cn

体系建设列为六项任务的首要任务，将创新中心建设工程列为八大重点工程之首，足见创新体系和创新平台建设对于我国汽车强国建设的重要性。

一、汽车产业创新体系的内涵及背景

不同历史时期、不同学者对创新的定义不尽相同，本文所指创新主要包括技术创新和非技术创新，其中技术创新覆盖到基础研究、应用技术研究、产业化技术开发（对应美国国防部所提出的 1~10 级的技术和制造成熟度中的 1~3 级，4~7 级，8~10 级，见表 1），非技术创新则主要是与技术创新相关的商业模式、体制机制等方面的制度创新。本文的汽车产业创新体系是指汽车及相关产业的企业、高校、科研机构、社会组织、政府等创新主体，按照一定的体制机制，在协同创新中所形成的创新网络。

（一）全球汽车制造业迎来深刻变革，创新体系建设进入新阶段

汽车制造业是体现一国经济竞争力的标志性产业，是推动新一轮科技革命和产业变革的重要力量，是国民经济创新最活跃的重要领域之一。当前，信息、能源、材料、人工智能等技术不断出现突破性进展，并与汽车产业加快融合，带来了汽车产品形态和生产方式的深度变革，新兴需求和商业模式加速涌现，产业格局和生态体系深刻调整。全球汽车产业创新体系乃至整个制造业的创新体系也在发生变革，已经形成从线性创新、

系统创新向整体创新、集群创新发展。世界汽车产业创新发展大势浩浩荡荡蔚然呈现，我国汽车产业创新体系建设必须积极作为、创新发展，加快从跟随创新向引领创新转变。

（二）开启汽车强国建设新征程，由大到强迫切需 要加强创新

改革开放以来，我国汽车产业规模和总体实力大幅提升。根据中国汽车工业协会的数据，2009 年以来，我国汽车产业产销量连续 9 年稳居世界第一，成为名副其实的汽车大国。尽管我国汽车产业规模已稳居世界第一，未来产销规模占世界份额从目前的近 30% 还将进一步大幅提升，但总体上汽车产业仍处于大而不强的发展阶段，在以技术创新为关键的汽车强国三大要素上尚未取得显著突破。第一，核心技术尚未完全掌握；第二，还没有形成一批具有国际竞争力的企业和知名品牌；第三，主导利用国际国内两种资源、两个市场的能力还不够强，特别是国际市场占有率低。在汽车强国三要素中，掌握核心技术加快技术创新是重中之重，是实现后两个要素的基础，也是我国汽车强国建设迫切而艰巨的任务。

（三）创新体系构筑产业竞争力，新型创新体系建设势在必行

在创新体系中，非营利性科研机构、大学、企业共同构筑了汽车产业创新的三大支柱，而以创新中心为代表的创新平台在创新体系中起着承上启下、枢纽平台和贯通基础研究及产业化技术开发的

表 1 技术成熟度和制造成熟度分级及其定义

TRL	定义	MRL	定义
1 级	基本原理被发现或明确	1 级	确定制造的基本原理
2 级	技术概念或用途被阐明	2 级	确定制造的概念
3 级	关键功能或特许的概念验证	3 级	开发和验证制造概念
4 级	实验室环境下的部件或试验模型验证	4 级	具备在实验室环境下验证生产技术的能力
5 级	相关环境下的部件或试验模型验证	5 级	具备在相关环境下生产零部件原型的能力
6 级	相关环境下的系统 / 子系统模型或样机验证	6 级	具备在相关环境下生产原型系统或子系统的功能
7 级	模拟使用环境下的系统样机验证	7 级	具备在典型生产环境下生产系统、子系统或部件的能力
8 级	实际系统完成试验验证	8 级	试生产能力通过验证、准备进入小批量生产
9 级	实际系统完成使用验证	9 级	小批量生产通过验证，准备进入大批量生产
		10 级	大批量生产通过验证，转向精益生产

注：TRL: 技术成熟度；MRL: 制造成熟度。

重要作用。加强我国创新体系建设，必须放在与西方发达国家汽车产业进行国际竞争的高度，以我国汽车强国建设战略需求为导向，特别是在创新主体、创新平台建设上的顶层设计和系统突破，推动新时代的汽车强国建设。

二、我国汽车产业创新体系建设的现状

（一）创新要素形成一定积累，支撑了当前汽车产业的创新发展

汽车研发投入持续快速增长。根据《中国汽车工业年鉴》，2001—2015年，我国汽车产业研发投入从167.8亿元增长到928亿元，年复合增长率达到21.8%，高于营业额的增长率（18.3%），研发投入强度从中低研发投入强度（1%~2%），开始向中高研发投入强度（2%~5%）迈进，在新能源汽车等新兴技术领域甚至达到了8%~10%的高强度研发投入。研发人员投入强度达到9%以上。2001—2015年，我国汽车产业研发人员从4.4万人增长到33.8万人，研发人员投入强度从2.98%提升至9.4%，2016年，研发人员人均研发资金投入达到27.4万元^[2]，比2001年翻了一番，体现了汽车产业研发活动在不断增强。

建立了一批汽车行业重点实验室、工程技术中心、企业技术中心等创新平台和创新基础设施。在汽车行业，由国家发展和改革委员会等部门认定的国家级企业技术中心达到了69个，占总量的5.4%；由科学技术部认定的国家重点实验室有5个，在机械类国家重点实验室中，占比为17.2%。此外，国家发展和改革委员会还认定了相关的国家工程实验室，科学技术部认定了一批国家工程技术研究中心。

（二）创新环境逐步向好，新的体制机制不断探索

国家新能源汽车科技专项、新能源汽车产业技术创新工程等国家科技项目有效推动了我国新能源汽车“产学研”大规模协同攻关，助力新能源汽车从研发到产业化的成功转变，显著集聚了新能源汽车优势创新资源，促进了新能源汽车技术的快速发展。《中国制造2025》五大工程、《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018—2020年）》对新能源汽车、智能网联汽车及关键零部件

和材料进行了重点支持，为汽车产业创新发展带来了重大机遇。

产业技术创新战略联盟对“需求导向、共同投入、成果共享”的新合作机制进行了积极探索和实践活动。近年来，为促进企业和科研机构在行业共性关键技术方面的协同研究，国内“产学研”合作机制不断创新，涌现了一批旨在促进产业深度合作的协同创新平台。通过这些创新平台，在相关政府部门的支持和指导下，各联盟成员以市场需求为导向，共同投入、成果共享，开展了一大批行业关键共性技术攻关，明显提升了行业联合的程度和协同创新效率。

（三）创新活动日趋活跃，创新能力和绩效稳步提高

整车企业研发能力取得长足进步。长安汽车股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司、广州汽车集团股份有限公司、吉利控股集团、长城汽车股份有限公司、比亚迪股份有限公司等重点汽车企业增大研发投入，建设国家级企业技术中心，整合国内国际创新资源，不断增强自身的研发能力建设，提升产品技术竞争力。长安汽车股份有限公司近年来在美国底特律、英国伯明翰、意大利都灵、日本横滨等地进行了全球化研发资源布局，有效提升了技术研发绩效。吉利控股集团大幅提高研发投入，2016年研发经费投入强度达到3.5%，打造了前瞻性的全球研发中心，在有效整合和学习沃尔沃汽车技术的同时，自身研发能力快速进步。比亚迪股份有限公司在新能源汽车、动力电池领域依靠长期连贯的研发投入，基本掌握了新能源汽车的核心技术。

关键零部件企业研发能力稳步提升。在新能源汽车关键零部件领域，宁德时代新能源科技有限公司、精进电动科技股份有限公司等关键零部件企业已经成长为具有一定国际竞争力的零部件企业，其中，2017年上半年宁德时代新能源科技有限公司拥有研发技术人员3628人，已经超过了多数整车企业研发人员数量，研发投入强度达到10.65%，远超汽车行业约2%的平均水平，基本达到了国际领先汽车零部件企业的研发投入强度。在传统汽车零部件领域，潍柴控股集团有限公司、万向集团、盛瑞传动股份有限公司、航盛电子股份有限公司等在

相关细分领域已经具备一定的创新能力和产品市场竞争力。在智能网联汽车领域,随着百度、阿里通讯、腾讯、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司等互联网和通信领先企业的进入,正在逐步奠定我国汽车零部件及汽车后市场产业赶超甚至引领国际先进水平的坚实基础。

(四) 汽车产业创新体系初步形成, 还存在亟待解决的若干问题

目前,我国汽车产业初步形成了包括企业、大学、科研机构、社会组织、政府等在内的技术创新体系。但是,面向未来我国汽车强国建设的战略需求,还有以下亟待解决的突出问题,其中最大的症结在于缺少一个类似于德国弗劳恩霍夫协会或美国国家制造业创新中心、聚焦于 4~7 级应用技术并能有效打通基础研究和产业化技术之间的非盈利应用的技术研究机构。

一是对汽车产业和技术战略咨询研究不足,缺少一个全面、系统的汽车产业高端战略咨询平台。考虑到汽车系统性强,产业链长,涉及面广,行业管理方面多头管理,体制机制复杂,对于我国而言,缺少一个面向未来汽车强国建设,能够提供创新战略咨询的一个跨产业、跨学科的高端智库平台。

二是汽车产业创新的国际化能力薄弱,对全球汽车创新资源的利用能力亟待强化。与国际知名汽车公司相比,我国汽车企业在国际化发展战略、全球研发资源布局和整合能力、海外项目风险管理等方面尚需进一步加强,在创新资源方面的全球协同和联合水平不高。

三是创新链不完整,贯通基础研究和产业化技术的非营利性应用技术研究机构角色缺位,同时缺少大量的科技型企业,导致科技与经济存在一定程度的脱节。基础研究和原始创新严重不足,在基础研究和产业化技术之间,缺少一个能够打通基础研究和产业化的非盈利应用技术研究机构。在打通以高校为主的基础研究和企业为主体的产业化应用方面,缺乏有效的汽车产业应用技术供给。

四是现有创新要素和平台存在投入分散、缺少协同等现象,特别是“产学研”以及企业和企业间的战略联合与合作较少。产业界对技术创新的投入总量不足,且同时存在一定程度的投入分散、重复投入和研发效率不高的问题,更为重要

的是,在产业协同创新方面,与国外相比还存在显著的差距。

三、国外经验借鉴和启示

(一) 国外汽车产业创新体系建设经验和模式

1. 欧洲

(1) 欧洲汽车研发理事会

欧洲创新基本经历了三个发展阶段:第一阶段的线性创新、第二阶段的系统创新以及第三阶段,也是目前的整体创新,又称作集群创新。欧洲的汽车产业创新体系,以由汽车技术战略咨询机构欧洲汽车研发理事会和以弗劳恩霍夫协会为代表的应用科学研究促进机构为主体。

欧洲汽车研发理事会成立于 1994 年。目前拥有欧洲 14 个主要汽车公司,其目的是通过合作研发创新增强欧洲汽车企业的竞争力。一方面加强研发创新的战略方向研究,一方面建立与欧洲委员会及成员国的沟通,协调设立高效的研发项目。欧洲汽车研发理事会主要研究领域为非竞争性技术研发,通过确定汽车研发的主要挑战,与欧洲主要利益相关方沟通,包括供应商、学术界、研究机构等,设立并支持相关的研发项目,这些项目的成果将于 10~20 年内应用于市场。

(2) 德国弗劳恩霍夫协会

德国弗劳恩霍夫协会是德国乃至欧洲最大的应用科学研究机构,1949 年 3 月 26 日成立于慕尼黑,是政府支持的以市场化服务为导向的非营利性科研机构,其主要宗旨是为企业、特别是中小企业开发新技术、新产品和新工艺,协助其解决自身创新发展中面临的问题。该协会包括 24 000 名科研人员(包含德国合作院校的教授与参与实习的研究生),一年能服务 3 000 多家企业客户的委托,完成近万项研发项目。

在管理机制上,弗劳恩霍夫协会总部通过为各研究所提供专利和合同审核等专业服务,来平衡总部与研究所之间的利益分配,另外,为符合德国的国家利益,并在工业界形成较高的威望,以争取更多的市场机会,弗劳恩霍夫协会对各研究所公益性要求。这种机制达到了应用技术服务的公益性和市场化发展的平衡,实现了纯公益研究和纯市场化研究之间的有机融合,既激发了创新活力,又实

现了应用技术研发的公益性和技术外溢效应，有效打通了基础研究和产业化技术开发之间的关联，真正实现了科技与经济的紧密结合。

弗劳恩霍夫协会的使命在于为市场提供具有相当产品成熟度（类似于美国国家创新中心所聚焦的第4~7级技术成熟度和制造成熟度的应用技术）的科研创新服务，使科技成果能够迅速转化为市场的成熟产品，在德国有“科技搬运工”之称。在大学进行的纯基础研究和企业进行的以原型水准为目标的工业研发之间，是弗劳恩霍夫协会所属研究所的主战场，其介于纯基础研究和工业实践研发之间，既注重快速实践的“产学研”转化，又时刻密切跟踪行业发展趋势，发展必要的前沿科技以创造一种动态的创新驱动力。

2. 美国

美国汽车产业的创新体系发展经历了从政府不介入到积极引导的阶段。第二次世界大战之前美国政府基本不介入科技研究，将其交给市场运作。由于第二次世界大战的需要，政府开始介入并成立科学研究与发展局，之后设立总统科技办公室及国家科技委员会协调科技创新。到20世纪90年代进一步加大了全美科技投入力度，制定了R&D（研究与试验发展）研究与开发经费达到GDP的3%左右的指导性计划，鼓励产业界、学术界和各种社会力量共同参与科技发展。

美国的创新体系由汽车技术战略咨询机构（美国汽车研发理事会）和应用技术研发促进机构（美国制造创新网络）组成。其中，汽车技术战略咨询机构为汽车创新战略方向的确定和重大项目的立项提供建议，应用技术研发促进机构可以跨越基础研究和产业化发展的鸿沟，使基础研究与工业实践研发进行无缝衔接。

1992年，由美国三大汽车公司（通用汽车、福特汽车、克莱斯勒汽车）共同发起并成立美国汽车研发理事会。目的是加强美国汽车企业间的技术合作，同时也是汽车企业与政府、研究机构及大学，以及能源企业之间研发沟通的重要平台。自成立以来，美国汽车研发理事会与美国政府先后成立了新一代汽车合作伙伴计划（PNGV）、自由车（FreedomCAR）、美国汽车能效和车用能源可持续研发创新计划（USDRIIVE）等合作组织，对于推动燃油

经济性的提高、氢能及燃料电池的发展、电动汽车的推广起到了重要作用。

2012年以来，为回归和振兴制造业，美国效仿德国弗劳恩霍夫协会，陆续建立了多个创新研究院，这些研究院聚焦应用科学的研发和促进，创建了政府和产业界合作的模式。2014年，美国发布国家制造创新网络（NNMI）旨在创造一个竞争性的、有效的和可持续发展的从科研到制造的创新体系，完善美国制造业创新生态系统，缩小研发与应用的差距，加快研发转化。

与德国弗劳恩霍夫协会的定位类似，美国创新研究院不涉及纯理论和纯工程研究阶段的技术，而是聚焦于二者之间的、刚刚进入原型或小批量市场阶段的技术，但由于初始阶段的成本门槛未通过，通过制造创新来降低成本、提升性能、可靠性等让其成为更具市场竞争力的产品和技术，美国创新中心主要聚焦技术和制造成熟度4~7级之间的技术，这类技术介于100%公共资金支持的基础研究和100%纯私人部门投资之间。

美国的创新中心有四个特点，一是聚焦在材料科技，其认为材料在产业价值链中至关重要，有多个创新中心的主题跟材料相关；第二个特点是跨界融合，例如复合材料创新中心融合了材料科技、仿真技术、原始设备制造商（OEM）设备、检测技术、成型等相关技术，其认为创新更容易发生在跨界的地方；第三个特点是美国创新体系的设计是一个网络，其战略核心是构建创新生态系统，来实现整体产业的发展，其意义在于明确的需求可以避免不必要的研发浪费，实现实验室、技术培训、技术信息等资源共享；第四个特点是实现了杠杆效应，美国为每个创新中心提供的资金并不多，政府和产业界的联合投入在2亿美元左右，但是可以撬动一个10倍或者更大规模的产业投资。

（二）国外创新体系建设经验和模式的启示

认真梳理国外创新体系建设经验和组织模式，有以下经验可供我们借鉴。

一是加强顶层设计和战略咨询能力。汽车产业越发展，顶层设计和战略规划越重要。德国、美国汽车产业能够持续创新，并走在世界前列，其根本原因在于建立了国家级的汽车技术战略咨询机构，

开展产业发展前瞻性、战略性问题研究,对重大决策提供战略咨询评估,为本国汽车创新战略方向的确定和重大项目立项提供建议,同时打通政府、企业、科研院所之间的汽车技术发展“链条”,如美国汽车研发理事会、欧洲汽车研发理事会。

二是创新体制机制,建立非盈利应用科学研究促进机构。德国、美国在创新体系建设上不但重视顶层设计和战略咨询,还大力促进应用科学研究工作,如德国弗劳恩霍夫协会、美国制造创新网络面向汽车产业创新发展的重大需求,突出协同创新取向,致力行业应用科学技术研究,充分利用现有创新资源和载体,促进应用科学研究到产业化开发的转化,服务企业工程研发力图弥补基础研究和产业化研发之间的鸿沟。

四、思考和建议

以建设汽车强国为主线,深入贯彻落实《汽车产业中长期发展规划》,以组建中国汽车创新理事会、汽车行业国家制造业创新中心为重点,充分利用存量创新资源和新建创新实体,提升汽车战略咨询能力,加强各类创新主体之间的网络化和矩阵式协同,着力填补基础研究与产品技术开发之间的创新鸿沟,建立汽车产业新型创新体系,贯通汽车产业链、价值链和创新链,引领汽车产业创新发展。

(一) 创建高端智库,加强战略咨询能力

筹建中国汽车创新理事会。在节能与新能源汽车技术路线图战略咨询委员会的基础上,联合相关高端智力资源,凝聚汽车“产学研”相关机构的技术领军人物,聚焦汽车强国建设提出的战略咨询需求,成立中国汽车创新理事会,打造国家级汽车产业创新战略咨询智库平台。中国创新理事会的总体定位是聚焦于中国汽车产业创新发展的战略咨询机构,以院士、会士和相关行业专家为主体,联合打造汽车行业高端智库。

持续研究节能与新能源汽车技术路线图。依托智库平台,在汽车发展战略咨询、节能与新能源汽车路线图编制、国家汽车领域创新项目立项方向建议、重大项目决策和动态评估等方面开展高端战略咨询。借鉴国际经验,结合我国实际,将持续开展

节能与新能源汽车技术路线图的联合研究和专业研讨,动态评估,定期更新,充分发挥汽车产业创新发展的引领作用。

(二) 组建网络化、矩阵式创新中心,加强应用技术供给

加快筹建国家智能网联汽车创新中心。依托中国智能网联汽车产业创新联盟已有工作基础,进一步凝练共性技术需求,聚焦智能网联汽车在基础研究到产业化转化阶段的应用技术(技术和制造成熟度4~7级),借鉴德国弗劳恩霍夫协会及美国制造创新网络经验,结合我国实际,加快构建网络化、实体化的国家智能网联汽车创新中心。整合和新建相结合,逐步有序建立一批创新分中心。

依托创新中心网络,推动创新主体,加强核心技术攻关。推动国家智能网联汽车创新中心等国家级创新平台建设,凝聚行业优势创新资源,以面向产业化的应用技术为重点,加快突破动力电池、先进汽车电子、自动驾驶系统、核心芯片及车载操作系统等核心技术,增加基础和共性技术供给。

(三) 探索推进“一体两制”,多元化渠道增强应用技术供给

以国务院国资委进行央企分类改革和在央企系统深入推进创新驱动国家战略为契机,在充分发挥现有改制科研院所所在市场化方面的科技集团建设服务行业发展的同时,建议剥离对于其面向行业的带有一定公益性的应用技术研究板块,参照公益类央企或科研机构进行考核管理。

(四) 打造创新资源共享平台,提升创新资源利用效率

联合汽车领域的重点实验室、工程技术研究中心、高校、科研机构、社会组织等创新主体,推动在科研设备、基础条件、知识产权、创新人才等方面的创新资源共享平台建设,探索共享、众创、众包等合作机制,提升创新资源利用效率。

(五) 筹建产业投资基金,推动关键核心技术产业化

以国家相关基金为引导,以市场化机制吸引汽车产业及相关产业的大型企业、金融机构、社会资

本等多方面参与，筹建节能与新能源汽车产业投资基金，重点投向新能源汽车、智能网联汽车、节能汽车领域的关键技术创新和商业化普及，兼顾创业投资和股权投资。

（六）加强科技中介服务，提升创新支撑服务能力

制定汽车人才、标准和专利战略。推进技术标准、测试评价、基础设施、国际合作等产业支撑平台建设，完善整车和零部件标准体系，形成支撑产业发展的系统化服务能力。提升认证检验检测能力，推进建立汽车开发数据库、工程数据中心和专利数据库，为企业提供知识创新和工程数据的开发共享服务。

参考文献

- [1] 中国汽车工程学会，丰田汽车公司. 中国汽车技术发展报告 2017 [M]. 北京：北京理工大学出版社，2017.
Society of Automotive Engineers of China, Toyota Motor Corporation. 2017 Annual report on vehicle technology in China [J]. Beijing: Beijing Insitute of Technology Press, 2017.
- [2] 中国汽车技术研究中心有限公司，中国汽车工业协会. 中国汽车工业年鉴（2016年版）[M]. 天津：《中国汽车工业年鉴》期刊社，2016.
China Automotive Technology and Research Center Co., Ltd., China Association of Automobile Manufacturers. China automotive industry yearbook (2016) [M]. Tianjin: The Journal of China Automotive Industry Yearbook, 2016.