DOI 10.15302/J-SSCAE-2026.04.023

创新联合体推动智能网联汽车“四链”融合的理论逻辑与实践探索

周源[1,2]，高雨辰[1,2*]，蒋晟[1,2]，苗仲桢[1,2]，王昭星[1,2]

（1. 清华大学公共管理学院，北京 100084；2. 清华大学中国工程科技发展战略研究院，北京 100084）

摘要：“四链”融合已成为驱动智能网联汽车高质量发展的关键引擎。近年来，我国智能网联汽车发展成效显著，但在“四链”融合过程中仍面临要素层面和组织层面的协同挑战。创新联合体作为一种新型创新组织模式，有望推动“四链”深度融合。本文立足智能网联汽车产业“四链”融合的现实困境，基于组织理论、交易成本理论等，以中国智能网联汽车产业创新联盟和华为智能网联汽车创新联合体为典型案例，系统阐释创新联合体赋能“四链”融合的理论逻辑。具体而言，其赋能逻辑在于：在战略定位上，呼应国家战略与产业需求；在运营模式上，通过完善“出题–答题–反哺”机制，推动产业链与创新链深度协同；在治理结构上，借助多元化资金体系、校企协同等路径，汇聚资金链与人才链。在此基础上，面向“十五五”时期智能网联汽车“车路云一体化”发展的现实需求，本文从生态体系构建、内部组织效能强化、政策引导与支撑完善3个方面提出对策建议，以期为提升我国智能网联汽车产业整体竞争力提供参考。

关键词：智能网联汽车；创新联合体；“四链”融合；车路云一体化

中图分类号：F424　　**文献标识码：**A

Promoting the Integration of the “Four Chains” in Intelligent Connected Vehicles Through Innovation Consortia: Theoretical Mechanism and Practical Exploration

Zhou Yuan[1,2], Gao Yuchen[1,2*], Jiang Sheng[1,2], Miao Zhongzhen[1,2], Wang Zhaoxing[1,2]

(1. School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. Institute for Chinese Development Strategy of Engineering and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The integration of industrial, innovation, capital, and talent chains (i.e., four-chain integration) has become a key driver of high-quality development in the intelligent connected vehicle (ICV) industry. In recent years, China’s ICV industry has made remarkable progress; however, the process of achieving four-chain integration continues to face coordination challenges at both factor

收稿日期：2026-04-11；**修回日期：**2026-06-10

通讯作者：*高雨辰，清华大学中国工程科技发展战略研究院副研究员，研究方向为科技创新政策、创新生态系统和科技创新治理体系；E-mail: gaoych@tsinghua.edu.cn

资助项目：中国工程院咨询项目“智能网联汽车产业高质量创新发展路径研究”(2025-HZ-35)；国家社会科学基金项目(22VMG014)；教育部人文社会科学研究项目(16JDGC011)

本刊网址：sscae.engineering.org.cn

and organizational levels. As a new form of innovation organization, innovation consortia may contribute to the deep integration of the four chains. Drawing on practical challenges regarding four-chain integration in the ICV industry, and integrating insights from the organization theory, transaction cost theory, and related theoretical perspectives, this study uses the China Industry Innovation Alliance for the Intelligent and Connected Vehicles (CAICV) and the Huawei ICV innovation consortium as representative cases to explore the theoretical mechanisms through which innovation consortia facilitate four-chain integration. Specifically, the enabling mechanisms operate at three levels. At the strategic positioning level, innovation consortia align with national strategies and industrial development demands. At the operational model level, they promote deep coordination between the industrial and innovation chains by improving the “problem posing – problem solving – feedback” mechanism. At the governance structure level, they mobilize financial and talent resources through diversified funding mechanisms and university – industry collaboration. Building on these insights, and in response to the practical requirements for vehicle – road – cloud integrated development of ICVs during the 15th Five-Year Plan period, this study further proposes policy recommendations from three perspectives: strengthening ecosystem construction, enhancing internal organizational capabilities, and improving policy guidance and support. These recommendations aim to provide valuable implications for enhancing the overall competitiveness of China’s ICV industry.
Keywords: intelligent connected vehicles; innovation consortia; four-chain integration; vehicle – road – cloud integrated development

一、前言

在全球汽车产业电动化、智能化、网联化深度融合的变革浪潮中，汽车不再只是交通工具，而是深度融合人工智能、现代通信、云计算等前沿技术的“超级终端”与复杂系统[1]。作为汽车与信息通信技术跨界融合的标志性产物，智能网联汽车正引领全球产业转型，成为驱动经济增长、重构交通模式与社会形态的关键力量[2]。

“十四五”时期，我国依托完备的产业体系、持续的创新投入与系统性的顶层设计，推动智能网联汽车实现高速发展，逐步成为全球汽车产业变革的重要引领者。自2020年起，国家相继出台《智能汽车创新发展战略》（2020年）、《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023版）》等一系列纲领性文件，并在北京、上海、深圳等多地开展“车路云一体化”应用试点[3]。这些政策与机制创新，为智能网联汽车产业的规模化与商业化发展奠定了坚实基础。在政策与市场双轮驱动下，我国智能网联汽车产业实现了从“跟跑、并跑”到部分领域“领跑”的跨越。2024年，智能网联新能源汽车销量首次突破千万辆[4]；2025年1—7月，具备L2级辅助驾驶功能的新车渗透率已超过50%。更重要的是，我国已构建起覆盖智能座舱、自动驾驶、网联云控的相对完整产业链，并在整车和核心部件领域展现出显著的全球竞争力。

当前正值“十五五”开局之年，党的二十届四中全会与2025年中央经济工作会议均强调，将建设现代化产业体系、培育壮大新兴产业集群作为战略重点。这意味着，“十五五”期间，我国智能网联汽车发展需从单一技术突破转向产业链、创新链、资金链、人才链“四链”深度融合，构建多元主体协同共生的产业生态。然而，在此过程中，智能网联汽车仍面临协同机制不畅、创新资源分散、法律法规滞后等一系列深层挑战。创新联合体作为一种以市场为导向、任务为牵引、利益为纽带的协同组织模式，能够有效整合“产学研用”各方资源，推动科技与产业深度融合，破解“两张皮”难题。为此，本文将从理论逻辑、典型案例与对策建议3个方面，系统探讨创新联合体如何赋能智能网联汽车“四链”融合，以期为产业高质量发展提供参考。

二、智能网联汽车高质量发展的要求与挑战

（一）“四链”融合是智能网联汽车高质量发展的核心要求

作为战略性新兴产业，智能网联汽车的发展依托于技术革命与市场需求的双重驱动，其核心是构建“车 – 路 – 云 – 网 – 图”一体化协同的新型产业生态[5]。这种生态的根本特征在于，打破了传统汽车产业以单车智能和线性供应链为主的模式，走向了基于统一架构、全域数据流通与多主体实时协同的系统化、网络化发展路径[6]。在此过程中，产业链、创新链、资金链和人才链的深度融合有助于推动关键技术从突破到场景化应用、再到商业闭环的全链路高效贯通，是产业形成核心竞争力的根本保证。

具体而言，智能网联汽车的“四链”融合，要求以产业链与创新链的双向协同为核心，同步优化资金链与人才链的配置，形成政府、企业、高校、科研机构、金融资本多主体共生的创新生态，实现

知识、技术、资金、人才等要素的集聚与互联互通，主要涉及三方面过程。

1. 围绕产业链部署创新链

围绕产业链部署创新链，要求以产业需求牵引技术攻关。其核心是针对智能网联汽车产业链中的技术难点、卡点与痛点，系统性地组织和集成创新资源。例如，对车载高性能传感器、车规级人工智能芯片与操作系统、线控底盘等关键环节开展核心技术攻关[7]。这一过程要求建立“需求方出题、科研界答题”的机制，强化企业作为技术创新主体的地位，确保研发活动直接瞄准产业化应用，使创新链的各个环节（基础研究、应用研究、工程化开发）都能有效支撑产业链补链与强链[8]。

2. 围绕创新链布局产业链

围绕创新链布局产业链，要求突出科技创新的前瞻引领作用，以前沿技术突破为起点，主动塑造未来的产业生态[9]。例如，当在“车路云”协同通信、高等级自动驾驶算法、大数据融合处理等创新链上取得进展时，需同步规划其产业化路径，培育诸如自动驾驶出行服务、智慧交通整体解决方案、车载软件生态等新兴业务模式和经济增长点。其关键在于构建高效顺畅的“基础研究+技术攻关+成果产业化+科技金融+人才支撑”全过程转化接力机制，将实验室的领先技术快速转化为具有市场竞争力的新产品、新服务乃至新产业环节，完成从创新优势到产业优势的跨越[10]。

3. 完善资金链与人才链

在布局创新链和产业链的基础上，要求完善资金链与人才链，从而筑牢要素支撑体系。一方面，需要构建覆盖全生命周期的多元化投融资体系。在基础研究方面，应加大政府与政策性金融的稳定投入；在技术中试与产业化初期，引导风险投资、产业基金等社会资本进行精准、耐心投资；在大规模量产与市场扩张阶段，则需保障信贷等传统金融支持[11]。另一方面，需要进行人才链的体系化布局。要建立跨学科的复合型人才评价标准，深化产教融合，以校企合作方式定制化培养人才，打破体制壁垒，促进“产学研”间的高效流动，并构建具有国际竞争力的激励与保障环境[12]。

（二）智能网联汽车“四链”融合面临的双重挑战

“十五五”时期是我国智能网联汽车产业由规模扩张迈向高质量发展的关键跃升期。然而，我国智能网联汽车实现“四链”的深度融合，构建具有全球竞争力的产业生态体系，仍面临来自要素协同与组织协同两个层面的突出挑战。

1. 要素协同失衡

在要素层面，“四链”之间存在明显的结构性失配，制约了融合深度与效率。在创新链方面，基础研究和前沿技术源头供给的自主性仍显不足，原始创新成果与市场需求之间存在脱节，大量前沿技术沉淀于高校和科研院所，未能高效转化为现实生产力[13]。在产业链方面，“大而不强、协同低效”的结构性矛盾依然突出，既缺乏具备系统整合能力和生态主导力的行业“链主”，也尚未形成以产业需求为导向的有效牵引机制，致使车载高端芯片、车规级操作系统等“卡脖子”领域的关键需求难以精准引导研发资源配置[14]。同时，行业内日趋激烈的“价格战”进一步固化了低质量竞争的路径依赖，压缩了企业持续创新的空间。资金链与人才链的结构性矛盾尤为尖锐：一方面，产业技术演进呈现高投入、长周期、高风险特征，与金融资本偏好短期回报的配置逻辑严重错配，导致支撑长期研发和跨越“死亡谷”的“耐心资本”供给不足，金融资源难以有效嵌入技术创新和成果转化的关键环节[15]；另一方面，人才供给面临“量质双缺”，传统人才培养模式和评价体系滞后于技术快速迭代，难以系统性培育和持续输送横跨车辆工程、人工智能、信息通信与网络安全等领域的复合型创新人才[16]。

2. 组织协同阻滞

在组织层面，不同主体间的协同壁垒进一步制约了“车路云一体化”的生态构建。“车路云一体化”作为智能网联汽车“四链”融合的重要方向，本质上是汽车、交通、通信与城市治理等多系统跨域融合的复杂系统工程，对主体协同能力提出了极高要求[3]。目前，在组织协调方面面临的挑战有：一是标准与法规协同滞后，跨行业技术标准尚未统一，路侧设备、通信协议等互联互通不足，高阶自动驾驶在法律责任认定、产品准入与上路监管等方面仍存在制度空白，商业化推进受阻[14]。二是数据与商业协同缺失，受制于数据权属、安全与利益分配等问题，车辆、路侧与云平台之间的数据共享机制尚未建立，形成了“数据孤岛”，加之覆盖“车–路–云–网–图”全链条的清晰商业模式与投

资回报机制仍不完善，社会资本参与意愿不足，体系运行对政府投入依赖较强，难以形成可持续发展闭环[17]。三是管理与区域协同不足。该系统工程涉及工信、交通、公安、住建等多个部门，缺乏强有力的顶层统筹与常态化跨部门协调机制，建设推进效率偏低；同时，跨区域测试结果互认、基础设施互联互控仍存在障碍，制约了示范成果的规模化复制与推广[18]。

三、创新联合体赋能“四链”融合的理论逻辑

（一）创新联合体赋能“四链”融合的理论基础

创新联合体是应对复杂技术挑战和系统性市场失灵的组织模式创新，其本质是以领军企业为主导、以国家战略任务为牵引，汇聚“产学研”多元主体的新型协同组织[19]。创新联合体并非传统合作模式的简单延伸，而是旨在从根本上赋能“四链”深度融合的系统性架构。具体而言，创新联合体赋能“四链”融合的理论逻辑，可从组织构建、运行机制及知识生产3个维度进行系统审视。

从组织理论视角看，创新联合体的核心价值在于重塑了协同创新的范式。传统“产学研”合作往往因目标分散、激励错位而效率受限，而创新联合体通过确立掌握市场与产业洞察的领军企业主导地位，构建了以真实产业需求为起点、市场应用为终点的创新闭环[20]。企业在此扮演着“出题者”“整合者”的双重角色，不仅为创新活动提供了明确的需求锚点，更凭借其产业链枢纽地位，将高校、科研院所构成的创新链，金融机构构成的资金链，以及各类机构承载的人才链，系统性地吸附并串联到共同的攻关任务之中[21]。这一转变实现了从松散、自发的协作，向目标聚焦、结构化的“系统构建”的跃升，为“四链”融合奠定了坚实的组织基础。

从交易成本理论与知识溢出理论来看，创新联合体的有效运行，依赖于市场化契约与多元治理相结合的保障机制。在激励层面，创新联合体通过构建有约束力的契约网络，核心解决了合作研发中固有的“知识外溢”难题[22]。市场化契约使知识共享制度化，将外部效应内部化为集体收益，从而激励成员投入核心资源，深度参与从基础研究到技术开发的创新全过程，促进了知识与产业需求的深度融合。然而，契约无法完全规避合作中的机会主义行为。因此，在治理层面，创新联合体需要引入并依赖有效的治理机制来构建信任、稳定预期[23]。其中，政府的公共干预发挥着不可替代的“第三方治理”作用。一方面，政府通过战略引导确保方向与国家需求一致；另一方面，政府通过协调监督降低合作风险与交易成本。这种“契约+治理”的混合模式，共同营造了一个适于长期、高风险研发的稳定环境，有助于引导“耐心资本”的精准注入，并促进人才、知识等要素在联合体内部及产业之间顺畅流动，从而使资金链、人才链与其他链条可以有效衔接[24]。

更进一步的是，创新联合体的整体设计与运作逻辑也深刻呼应并实践了现代知识生产的三大核心理论，为其赋能“四链”融合提供了从理念到路径的完整指引。一是践行了“知识生产模式转型”理论，推动创新从传统学科导向转向以解决复杂实际问题为中心的跨学科、应用导向模式。智能网联汽车等重大领域本身就是多学科交叉的产物，联合体天然成为组织这种交叉研究的载体，直接驱动创新链围绕现实问题重组，并同步牵引人才培养体系向复合型方向变革。二是有力促进了“发明–发现循环”的贯通。由企业主导的联合体，能够敏锐捕捉市场信号并据此布局前沿探索，同时将实验室的原始发现快速导向工程化与产业化，构建起“市场需求–基础研究–技术开发–市场应用”的价值闭环，确保各类要素的投入始终沿着创造经济与社会价值的路径流动。三是居于“知识三角”生态的核心节点，持续推动教育、研究与创新三者的良性互动。创新联合体向高校提出前沿课题，反哺教育与人才培养；将研究成果转化为产业竞争力，验证并放大研究的价值；产生的经济效益与新知，又反过来为教育和研究注入新资源、开拓新方向。

（二）创新联合体赋能“四链”融合的逻辑框架

创新联合体赋能“四链”融合的核心目标是构建一个能够有效驱动产业链、创新链、资金链与人才链深度协同的完整系统。这一过程并非各类要素的简单叠加，而是通过一套内在逻辑自洽、运行机制协调的框架，对多元主体的目标、资源与行动进行系统性整合。创新联合体赋能“四链”融合的逻辑框架（见图1），具体包括战略定位、运营模式和

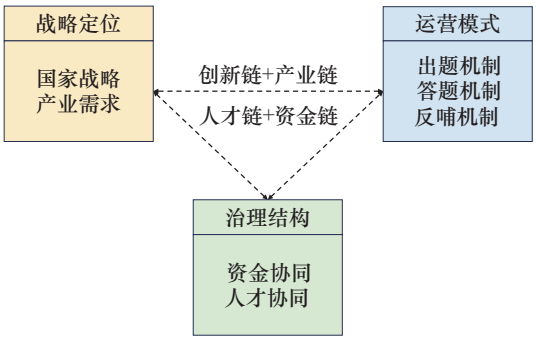

图1 创新联合体赋能“四链”融合的逻辑框架

治理结构3个要素。其中，战略定位明确方向，运营模式驱动循环，治理结构提供支撑，三者相互依存、动态耦合，共同系统性地回答创新联合体“为何建”“如何转”以及“何以续”的根本问题，从而为“四链”深度融合提供持续动力[25]。

首先，清晰的战略定位是逻辑框架的起点，决定了联合体的使命、形态及其与“四链”衔接的初始路径。战略定位主要通过两种模式实现：一是由具备技术领先与市场主导地位的“链主”企业牵头，凭借其产业号召力整合上下游资源，围绕关键瓶颈组织攻关；二是在关乎国家战略与产业安全的领域，由政府主导搭建“产业中台”，汇聚大企业、科研院所及中小企业共同参与，以超越市场的短期逐利性。

在明确的战略方向指引下，高效运营模式构成了驱动价值创造与要素流转的核心流程。该模式体现为一个动态闭环，即“出题–答题–反哺”的螺旋式创新循环。“出题机制”是循环的起点，其需求既可源自企业面临的具体技术瓶颈，也可来自政府规划的系统性产业挑战，从而确保创新活动始终锚定真实的产业与战略需求。“答题机制”是协同攻关的关键环节，高校与科研院所依托深厚的科学知识积淀，企业贡献工程化与市场化能力，双方在此过程中深度融合创新链与产业链的核心资源。“反哺机制”则是闭环得以持续运转的保障，以确保创新成果所产生的经济与社会效益能够反向滋养创新联合体各方。例如，企业将收益再投资于研发，高校通过知识转化与人才培养巩固合作，政府获得产业升级与战略安全的回报。

然而，无论是战略定位的贯彻还是运营循环的顺畅，都离不开一个稳固的治理结构作为底层支撑。治理结构为“四链”要素的协同提供了稳定的资源基础和运行规则。在经费投入方面，构建起“政府引导、企业主导、社会补充”的多元化体系，其中政府资金常在早期扮演“耐心资本”角色，以此分担风险并引导金融资源精准匹配创新链各阶段的需求。在人才培养方面，推动形成校企深度协同的机制，通过共同设计课程、共建实践平台，系统性培养既精通前沿科学又熟谙产业实践的复合型人才，从而直接弥合人才链与产业链、创新链之间的结构性缺口。

四、智能网联汽车创新联合体典型案例分析

当前，智能网联汽车领域主要存在两类典型的创新联合体建设模式：一是以国家智能网联汽车创新中心为代表的国家级平台型联合体，二是以华为技术有限公司（华为）等领军企业主导的生态型联合体。国家级联合体侧重于“面”上的布局与“基础”的构建，致力于打造开放共享的“产业公地”。其核心使命是破解行业共性技术瓶颈、建立统一标准与测试评价体系，具有显著的普惠性与基础性作用。而华为等生态型联合体则更聚焦于“点”上的突破与“应用”的深化，依托自身技术路线与市场能力，在既有基础设施与标准框架基础上，开展高效率的产业化生态构建。这两种创新联合体建设模式在赋能“四链”融合方面，形成了“面与点”“基础与应用”的互补格局，共同构成了产业创新的系统化支撑（见图2）。

（一）中国智能网联汽车产业创新联盟

在工业和信息化部的指导与支持下，由中国汽车工程学会、中国汽车工业协会于2017年联合发起成立的“中国智能网联汽车产业创新联盟”（简称

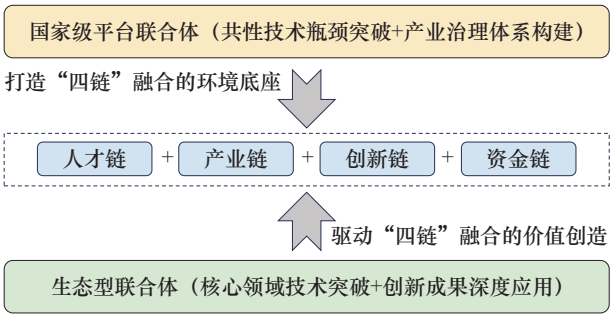

图2 两类创新联合体的差异化赋能逻辑

国家联合体），是国内推动智能网联汽车领域发展的重要平台，汇聚了汽车、信息通信、交通等领域的超70家理事单位及超400余家普通成员单位，涵盖企业、高校、科研院所与行业组织，通过协同工作机制，在战略研究、共性技术研发、标准制定、测试示范、人才培养等方面开展系统性工作。截至2025年，国家联合体累计发布行业标准突破100项，相关研发成果转化应用于30多个已投项目、20多个新一轮融资项目及1个首次公开募股项目，形成近20亿元的管理资金规模。此外，该联合体的相关单位（如全国智能网联汽车行业产教融合共同体）还承担了教育部全国职业教育教师企业实践项目、各省职业院校教师素质提高计划国家级培训、“双师型”教师技术技能培训等任务。

以国家联合体为代表的国家级平台型联合体在推动“四链”融合中承担着更为基础与中立的战略角色，可被视为“产业公地”“协同枢纽”。其核心逻辑在于构建开放、共享的公共平台，致力于系统性解决单家企业或纯市场机制难以承担的行业共性难题，如基础技术架构、标准体系、测试验证环境等，从而在更高维度、更广范围内牵引“四链”的协同发展与整体升级（见图3）。

1. 战略定位：担当国家战略“锚点”与“产业公地”建设者，重塑融合格局

国家联合体的核心功能为服务国家战略需求，通过构建公共平台来填补市场机制难以覆盖的空白，具有鲜明的基础性与公共性特征。一方面，作为国家战略的“执行锚点”，国家联合体系统着力应对的是全行业面临的共性技术瓶颈与基础平台缺失，如智能网联汽车复杂系统架构、车规级计算基础平台、云控平台等关键短板。这使其成为国家宏观战略的重要承接者，从顶层设计上为整个创新链明确了攻坚路径，并引导国家专项资金、社会资本以及高层次人才向这些战略性领域有序集聚。另一方面，国家联合体扮演“产业公地”建设者的角色，致力于提供普惠性基础供给。例如，国家联合体探索了“公司+联盟”的协同模式，通过设立实体公司（如国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司）凝聚中国第一汽车集团有限公司、东风汽车集团有限公司、中国长安汽车集团有限公司、上海汽车集团股份有限公司等整车企业，以及关键零部件和信息与通信技术（ICT）厂商等多方力量，共同投入超过4亿元建立的研发验证平台。相关平台可供给那些单一市场主体不愿或无力投资的共性技术研发、标准法规研究、测试验证数据库等公共产品，从而显著降低全产业链特别是中小企业的创新门槛与重复投入，从根本上筑牢“四链”深度融合的设施基座。

2. 运营模式：构建“需求汇聚–协同攻关–开放辐射”的漏斗式循环

国家联合体的运营构建了一个从广泛吸纳行业需求到组织协同攻关，再向全生态辐射成果的“漏斗式”价值循环。这一循环始于对行业共性需求的系统化汇聚与凝练。国家联合体通过其覆盖整车、零部件、通信、高校及科研院所等超过600家成员的网络，广泛征集并深度讨论产业面临的基础性挑

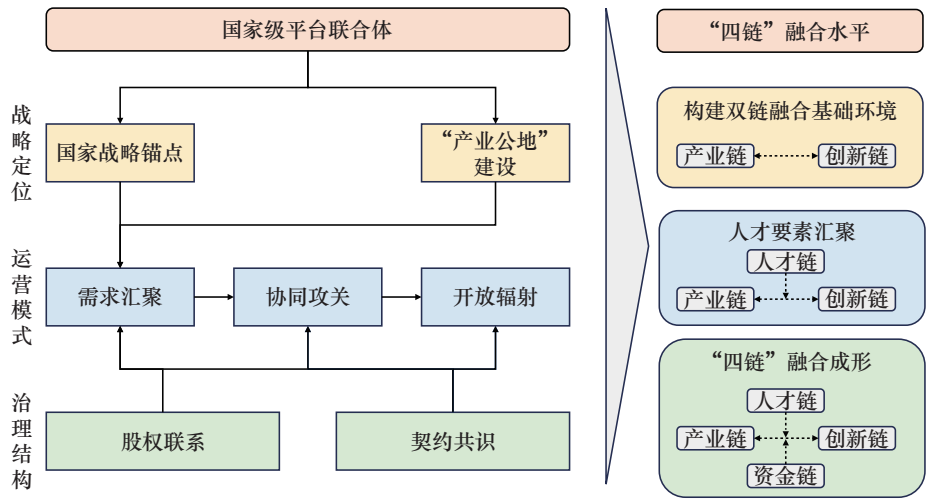

图3　国家级平台型联合体的赋能机制

战与未来趋势。国家联合体下设的各类工作组作为高效的需求“传感器”，确保最终确定的攻关方向源自最广泛的产业共识与国家战略导向，从而实现了对产业链真实痛点与长远需求的系统性把握。

在此基础上，经过凝练的共性需求由关联的实体组织（如国家智能网联汽车创新中心）牵头，组织研发“核心层”开展非竞争性的协同攻关。核心层通常由股东单位及紧密合作伙伴构成，以项目制形式，在中立的研发验证平台上，针对如L4级自动驾驶共性技术平台、汽车操作系统等“预竞争”阶段（即产业化前的共性基础技术）课题进行联合研发。在这一过程中，来自不同车企、高校的专家共享设施与数据，有效避免了企业的重复投入与资源内耗，实现了创新链在基础与共性环节的高效整合和深度融合。

进一步地，研发所产生的成果并非被封闭或独占，而是通过开放平台机制向整个联盟乃至全行业进行辐射与反哺。相关研究成果以开源代码、行业标准、测试认证服务、公共数据平台等多种形式转化为行业级公共产品。例如，国家联合体建立的云控基础平台、高精动态地图基础平台等，旨在成为全行业可广泛使用的标准化工具。同时，国家联合体牵头构建“全国智能网联汽车行业产教融合共同体”，以前沿攻关项目为实践载体，直接培养和锤炼产业急需的跨学科复合型人才，并通过人才流动机制将其输送至各成员单位，从而在输出技术成果的同时，也完成了人才链与创新链、产业链的融合，最终形成可持续的生态循环。

3. 治理结构：依托“股权网络与契约共识”确保公信力与可持续性

国家联合体在治理过程中需要平衡多元参与主体的利益，并确保组织长期具备公信力与可持续性。为此，国家联合体构建了一套独特的“资本纽带+契约联盟+公共监督”多层治理体系，以实现稳定运行与生态扩张。这一体系的基石是以资本为纽带的核心层治理，实体公司由23家行业领军企业及机构作为股东，通过实质性的股权投资形成了深度的利益绑定。此种股权结构不仅为核心成员提供了长期投入所需的足够激励，也为国家联合体输送了稳定的“耐心资本”。股东会与董事会形成核心决策机制，确保了战略方向与主要参与方的共同利益保持一致，为整个协同网络奠定了坚实的稳定性基础。

在此之上，国家联合体构建了以契约与共识为基础的联盟层治理，以扩大协同生态的广度与包容性。外围的产业创新联盟不依赖股权，而是通过联盟章程、行业公约及具体合作协议来维系。工业和信息化部的指导为联盟赋予了更高的权威性，而自愿加入、按专业领域分工协作的灵活机制，则成功吸引了大量中小企业和科研院所的参与。联盟通过各工作组开展标准研讨、联合测试示范等活动，形成了一种基于广泛行业共识的“软性”治理模式，极大地扩展了联合体的辐射范围与行业影响力。

最终，国家联合体的公信力与可持续性，落脚于以平台开放与第三方服务实现的公共价值治理。其中立性与公益性至关重要：投资建设的研发验证平台、测试评价体系面向全行业开放服务；牵头制定的标准、发布的研究报告具有典型的公共产品属性。这种通过提供第三方专业服务来创造共享价值的模式，使其超越了股东或单一成员的利益范畴，赢得了整个行业的广泛认可。由此，国家联合体能够持续吸引政府的政策与资源支持，形成“国家支持–行业信任–平台发展”的良性循环，从而保障这一庞大而复杂的协同网络能够长期、稳定且有效地运行。

（二）华为智能网联汽车创新联合体

自2013年进入车联网领域以来，华为持续推动传统汽车制造业的电动化与智能化转型，并将智能汽车业务发展为关键战略板块。在此过程中，华为系统化地将自身在ICT领域长期积累的产品与技术能力整合为面向行业的解决方案，同时不断拓展与强化技术伙伴网络。为加速智能网联汽车的技术突破与规模化落地，华为与中国长安汽车集团有限公司、北京汽车集团有限公司、广州汽车集团股份有限公司等整车企业，以及清华大学、天津大学等高校及科研院所开展深度协同，共同构建开放式的创新联合体[26]。在这一联合体的建设与运作中，华为通过清晰的“使能者”战略定位锚定融合方向，借助“需求凝练–联合解题–价值反哺”的闭环运营机制驱动创新要素循环，并以数字协同与规则组合为基础构建稳定治理结构。以华为智能汽车解决方案事业部（车BU）为例，该部门2024年研发资金投入超100亿元，研发人员投入超8000名，产业链合作伙伴超600多家，发布了以乾崑智驾与鸿蒙座

舱为核心的乾崑系列方案。该实践不仅成功将华为的技术创新链深度嵌入并重塑了传统汽车产业链，也有效牵引了资金链与人才链的重新布局，为创新联合体赋能“四链”深度融合提供了具有参考意义的实施路径（见图4）。

1. 战略定位：确立“链主”与“使能者”双重角色，引领协同方向

华为智能网联汽车创新联合体的战略定位精准锚定了其“链主”与“使能者”的双重角色，通过市场主导的“链主”牵头与构建“产业中台”双路径，为“四链”融合明确了协同方向。一方面，华为凭借在ICT领域的核心技术优势，确立了“增量部件供应商”“全栈解决方案提供者”的链主地位。其“不造车”的战略，使其能够聚焦于提供自动驾驶计算平台（MDC）、鸿蒙座舱、智能电动系统等核心增量部件，围绕智能汽车电子电气架构升级等产业共性瓶颈，牵头组织产业链上下游企业与高校、科研院所进行协同攻关，从而将下游整车企业的产业化需求与前沿研发能力自然对接。另一方面，华为通过打造与车企联合研发模式（Inside模式）以及“人–车–家”全场景互联生态（HiCar生态），构建了一个数字化的“产业中台”，以“联接+平台+智能”为底座，为传统车企及生态伙伴提供了标准化的开发工具与数字解决方案（如开放式的MDC平台），极大地降低了全行业的创新门槛与协同成本。这种由领军企业搭建并主导的开放式技术平台，高效汇聚了大中小企业及科研力量，可以共同攻克智能网联的底层共性技术难题，加速了整个产业生态的数字化与协同进化。

2. 运营模式：构建“需求凝练–联合解题–价值反哺”闭环，驱动价值循环

华为智能网联汽车创新联合体的运营，构建了一个从需求定义到价值回馈的完整动态循环。这一循环始于对真实产业挑战的精准定义，即“需求凝练”环节。其课题来源具有双重性：一方面源于华为自身对“软件定义汽车”这一产业趋势的前瞻性研判；另一方面则直接来自合作伙伴如北京汽车集团有限公司、中国长安汽车集团有限公司等在具体车型开发中遇到的实际瓶颈。例如，通过与北汽蓝谷新能源科技股份有限公司共同设立“1873戴维森创新实验室”，双方得以共同定义并规划高端智能电动汽车的技术路线，从而确保所有的研发活动从一开始就紧密锚定真实的产业链升级需求和明确的市场目标。

在清晰的问题定义之后，华为智能网联汽车创新联合体随即进入“联合解题”阶段，即组织跨界协同攻关以实现深度融合。在此过程中，华为联合了多元主体：在创新链上，与清华大学、北京航空航天大学等高校共建协同平台，集中攻克自动驾驶核心算法等前沿技术；在产业链上，与中国长安汽车集团有限公司、广州汽车集团股份有限公司等整车企业实施“联合设计、联合开发”，重塑了传统

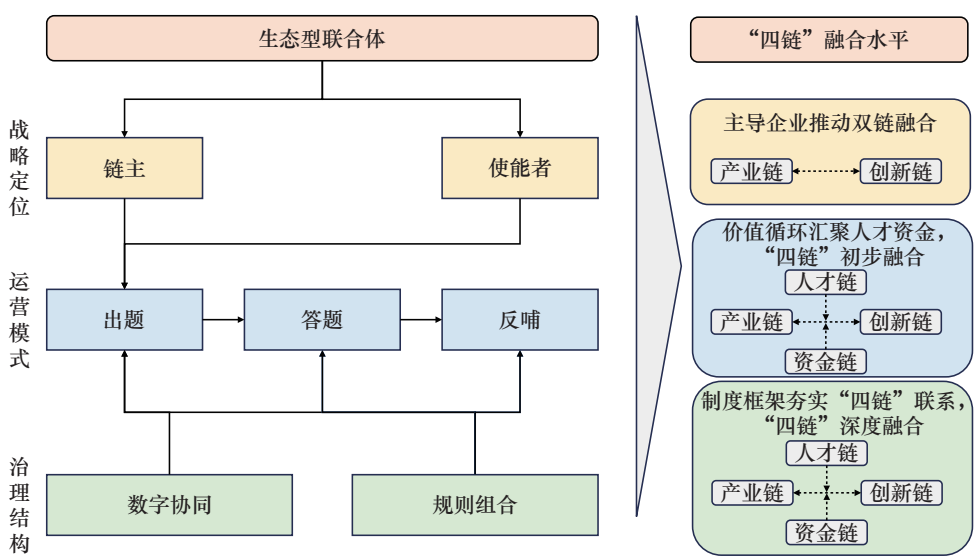

图4　生态型联合体的赋能机制

主机厂与供应商的垂直关系，并向更扁平、更融合的网状合作模式演进。同时，此类大型合作项目本身也成为了汇聚高端研发人才、吸引社会资本关注智能汽车赛道的重要节点，华为还利用数字孪生等技术优化协同流程，有效降低了跨界合作的成本与复杂度。

创新成果的商业化最终触发了“价值反哺”机制，实现了价值的共享与网络的巩固。华为通过技术授权和核心部件销售获得商业回报，进而反哺其持续的高强度研发投入；合作车企则凭借集成华为先进解决方案（如极狐阿尔法S搭载的华为自动驾驶系统）显著提升了产品竞争力与市场地位；参与的高校与科研院所也收获了前沿课题、学术成果及人才培养的实践机会。更重要的是，这种可验证的成功模式产生了强大的示范与虹吸效应，吸引了包括奥迪、奔驰等汽车品牌在内的更多全球参与者加入其生态，从而形成了更强的网络效应、更丰富的资金与人才汇聚，最终构建了一个“成功孵化–价值创造–生态增强”的自我强化良性闭环。

3. 治理结构：推动数字协同，打造规则组合

华为智能网联汽车创新联合体高效运转的关键在于其创新的治理结构，这一结构通过多重机制为“四链”协同提供了稳定的制度框架。在技术协同层面，华为依托智能合约与共享数字平台构建了基于数字技术的信任机制。各方在HiCar生态、数字孪生模型等统一的数字空间内协作，实现了研发进程与数据交互的可视、可追溯，极大地降低了信息不对称，以“技术治理”约束了机会主义行为，保障了跨界合作的流畅与可信。在人才协同方面，联合体形成了面向产业融合的培养与流动机制。华为与高校的深度合作，不仅将产业真实问题反哺于科研与教学，共同培养出横跨ICT与汽车工程的复合型人才，而且通过在具体项目中共建团队，促进了工程师、研究人员在不同组织间的知识与技能流动，直接弥合了产业的人才结构性缺口。在商业与资金协同方面，联合体则发展出一套风险共担、收益共享的柔性契约网络。通过项目制、联合实验室、战略合作等灵活形式，华为与合作伙伴（如整车企业）经常采用前期共同投入、后期按成果或销量分成的合作模式。这实质上构建了一种“耐心资本”的投入与回报机制，引导金融资源更精准地匹配长周期研发需求，而非追求短期套利，从而确保了创新活动的可持续性。

五、创新联合体建设推动智能网联汽车“四链”融合的对策建议

“十五五”期间，“车路云一体化”将成为智能网联汽车“四链”融合的核心方向。在此背景下，创新联合体是破解系统瓶颈、激发各类主体内生动力的关键“组织钥匙”。为将我国的产业规模优势，全面转化为可持续的技术领先与生态主导优势，需构建“国家引导、平台支撑、企业主导、多方协同”的良性生态。具体而言，需从以下三个层面强化创新联合体建设。

（一）探索多元化的创新联合体模式，构建分工明确、功能互补的联合体生态

积极探索多元化的创新联合体模式，明确不同联合体的战略分工与互动机制，构建多层次、互补协同的联合体生态系统。一是强化国家级平台型联合体的“筑基”作用。鼓励现有国家级平台型创新联合体（如国家智能网联汽车创新中心）聚焦车规级芯片、操作系统、“车路云一体化”架构等关键共性技术研发与标准测试体系建设，通过“公司+联盟”模式打造开放中立的“产业公地”，为全行业提供普惠性研发验证平台与基础设施，筑牢“四链”融合所需的“高速公路”与“统一规则”。二是激发链主企业生态型联合体的“突击”能力。支持华为、头部整车企业等产业链“链主”，围绕“车路云一体化”应用场景和商业化落地目标，牵头组建运行机制灵活、决策效率较高的创新生态型联合体，重点推进车端智能、路侧感知与云端算力协同相关的应用层技术突破，加快形成可复制、可推广的系统解决方案。三是积极探索区域级和领域级创新联合体模式。鼓励由行业协会、地方龙头企业或多家骨干企业联合牵头，围绕“车路云一体化”在特定区域和细分场景中的落地需求，协同破解智能道路基础设施建设滞后、车路协同系统部署成本高、跨主体数据与标准衔接不畅等突出问题。四是建立跨层级联合体间的常态对接与价值循环机制。通过政策与项目引导，推动共性技术成果从国家层面研发向区域或领域层面示范，再向企业层面转化，并将市场反馈的前沿需求回流至基础研发端，

形成“基础支撑应用、应用反哺基础”的闭环，构建层次分明、相辅相成、持续进化的价值循环体系。

（二）完善创新联合体内部治理模式，强化创新联合体组织效力

“车路云一体化”由于技术系统高度耦合、投入周期长、外部性强，对创新联合体的组织能力与治理水平提出了更高要求。当前，在“车路云一体化”过程中，创新联合体建设主要面临两方面挑战。一是车端、路端与云端主体之间的协同机制尚不健全，各方利益连接松散，在资金投入、成果分配、数据共享及要素流动等方面仍存在制度性壁垒；二是创新联合体的过程管理、绩效评估与事后退出机制缺乏清晰规范。为此，有必要从三个方面系统完善创新联合体治理模式。

一是推行“理事会+实体化+股权化”的运营机制与圈层化治理结构。由核心主体主要负责人组成联合体理事会，统筹决策“车路云”重大技术路线、资源配置和应用场景布局；通过注册独立法人实体，并以资本出资、核心技术和关键数据资源作价入股，构建稳定的法律与利益纽带，明确成员在车、路、云不同环节的权责边界与收益分配规则，形成风险共担、利益共享的制度安排，从根本上破解车路云协同中“各自为战”“联而不合”的问题。同时，制定专门的知识产权和数据资产评估指引，明确核心技术、关键数据资源的作价入股方式和评估标准，为多元要素参与股权配置提供可操作的规范依据。

二是构建激励相容的长效运行机制。在成果转化、数据权益配置、人员激励与科研评价等方面率先开展制度创新，探索经费包干制、信用承诺制等更加契合系统集成型创新的管理模式。在项目组织上，对“揭榜挂帅”项目实行“负面清单”管理，政府部门发榜时明确技术指标上限、成本上限和交付周期下限，在此范围内赋予联合体充分的技术路线决策权，使其能够根据市场变化快速调整研发方向。在风险分担上，将联合体产出的车路协同关键设备和系统方案纳入首台（套）重大技术装备、首批次新材料保险补偿目录，由政府分担部分早期市场推广风险。在生态激励上，允许“链主”企业将联合体内对其他成员单位的技术支持、人员培训等投入按一定比例在税前加计扣除，形成“以大带小”的税收激励。对于参与联合体的中央企业和地方国有企业，将其在“车路云”关键技术和基础设施协同研发中的投入在经营业绩考核中视同利润，对形成可规模化推广的系统解决方案或取得重大突破性成果的主体给予差异化激励。

三是实施以目标为导向的协同监管机制。针对“车路云一体化”创新周期长、技术路径不确定性高的特点，建立以结果为导向的简化审查机制。对经认定的创新联合体科研项目实行“里程碑”式管理，由联合体理事会自行设定关键节点并报备，政府部门主要依据完成情况进行评估拨付，减少非必要的过程性行政干预。在区域试点层面，对联合体在限定区域、特定期限内开展的创新应用引入“场景化沙盒监管”制度，给予临时性市场准入和运营豁免，待成熟后再推动相关法规修订，为新技术、新模式提供真实路况下的验证空间。同时，制定联合体退出的标准化操作指引，明确成员退出的通知期限、权益清算方法及未完成项目的后续处置方案，建立接续保障机制，确保关键技术攻关和基础设施协同研发任务不因个别成员退出而中断。

（三）完善跨领域协同、资源共享的政策引导与支撑机制

一是构建“产业出题、联合体答题、市场验题”的需求传导闭环机制。围绕“车路云一体化”发展中亟需突破的关键环节和应用场景，由政府部门或行业组织定期发布涵盖车端智能、路侧基础设施、云端算力与数据协同的技术需求清单，引导创新联合体开展面向系统集成和实际应用的有组织科研，推动研发方向与产业痛点和场景需求精准对接，并通过示范应用和市场化推广对创新成果进行检验与反馈，形成需求牵引供给、供给创造需求的良性循环。

二是强化顶层政策协同。通过完善科技评价体系、设立支持“车路云”系统攻关的长周期专项、统筹运用财税优惠和政府采购等政策工具，引导“耐心资本”持续投入创新联合体建设。对各类创新联合体设立不同规格的“稳定支持专项”，实行定期评估机制，在引导其创新方向的同时，保障其研发的稳定性。面向中小企业和初创公司发放“创新券”，允许凭券抵扣平台测试验证服务费用，平

台定期向政府兑现，以市场化方式拓宽平台运营资金来源，有效降低产业链末端企业的创新门槛。

三是系统整合并有序开放支撑“车路云一体化”的创新资源。通过专项政策引导高校、科研院所向创新联合体开放共享科研设施、实验平台和测试验证条件，尤其是与智能交通、车路协同和数据仿真相关的关键资源。在跨层级协同上，设立“联合体协同创新引导基金”，专门资助跨层级、跨类型的联合攻关项目，以资金为纽带打通“国家研发–区域示范–企业转化”的成果流转通道。建立“需求清单”“能力清单”双向发布制度，由政府部门或行业协会定期征集各类联合体的技术供给能力与产业需求痛点，发布“车路云一体化”应用场景供给清单和创新成果需求清单，通过精准匹配撮合，推动不同类型、不同层级的联合体之间高效对接、优势互补。发布跨区域“测试结果互认清单”，对区域性联合体形成的测试报告和认证结论，在其他区域推广应用时免于或简化重复测试，切实降低车路协同系统跨区域部署的制度性交易成本。

利益冲突声明

本文作者在此声明不存在任何利益冲突或财务冲突。

Received date: April 11, 2026; **Revised date:** June 10, 2026

Corresponding author: Gao Yuchen is an associate research fellow from Institute for Chinese Development Strategy of Engineering and Technology, Tsinghua University. His major research fields include science and technology innovation policies, innovation ecosystem and governance system for science and technology innovation. E-mail: gaoych@tsinghua.edu.cn

Funding project: Chinese Academy of Engineering project “Research on High-Quality Innovative Development Path of Intelligent Connected Vehicle Industry” (2025-HZ-35); The National Social Science Fund of China Project (22VMG014); Humanities and Social Sciences Research Project of the Ministry of Education (16JDGC011)

参考文献

[1] 李克强，常雪阳，李家文，等. 智能网联汽车云控系统及其实现[J]. 汽车工程，2020，42(12)：1595-1605.
Li K Q，Chang X Y，Li J W，et al. Cloud control system for intelligent and connected vehicles and its application[J]. Automotive Engineering，2020，42(12)：1595-1605.

[2] 李克强. 智能网联汽车创新发展的探索与实践[J]. 汽车纵横，2021(1)：18-19.
Li K Q. The exploration and practice of innovation & development of intelligent connected vehicles[J]. Auto Review，2021(1)：18-19.

[3] 岳超，钟佳儒，宁启立，等. 新技术形势下“车能路云”融合发展战略研究[J]. 中国工程科学，2024，26(1)：45-58.
Yue C，Zhong J R，Ning Q L，et al. Development strategy of vehicle – energy – road – cloud collaboration in the new technological situation[J]. Strategic Study of CAE，2024，26(1)：45-58.

[4] 李鹏翔，龚联康. 中国新能源汽车首破年度1000万辆[EB/OL]. (2024-11-14)[2026-03-26]. https://www.xinhuanet.com/20241114/7a0c02f07f2d4a1e8bc7698444e5c92b/c.html.
Li P X，Gong L K. China’s new energy vehicle sales exceeded 10 million units for the first time in a year[EB/OL]. (2024-11-14)[2026-03-26]. https://www.xinhuanet.com/20241114/7a0c02f07f2d4a1e8bc7698444e5c92b/c.html.

[5] 李克强，戴一凡，李升波，等. 智能网联汽车(ICV)技术的发展现状及趋势[J]. 汽车安全与节能学报，2017，8(1)：1-14.
Li K Q，Dai Y F，Li S B，et al. State-of-the-art and technical trends of intelligent and connected vehicles[J]. Journal of Automotive Safety and Energy，2017，8(1)：1-14.

[6] 王震坡，黎小慧，孙逢春. 产业融合背景下的新能源汽车技术发展趋势[J]. 北京理工大学学报，2020，40(1)：1-10.
Wang Z P，Li X H，Sun F C. Development trends of new energy vehicle technology under industrial integration[J]. Transactions of Beijing Institute of Technology，2020，40(1)：1-10.

[7] 丁飞，张楠，李升波，等. 智能网联车路云协同系统架构与关键技术研究综述[J]. 自动化学报，2022，48(12)：2863-2885.
Ding F，Zhang N，Li S B，et al. A survey of architecture and key technologies of intelligent connected vehicle – road – cloud cooperation system[J]. Acta Automatica Sinica，2022，48(12)：2863-2885.

[8] 胡拥军，关乐宁，宋心荣. 未来产业“四链”融合：理论阐释、创新机理与实践方略[J]. 改革，2025(9)：16-25.
Hu Y J，Guan L N，Song X R. Integration of “four chains” in future industries：Theoretical interpretation，innovation mechanisms，and practical strategies[J]. Reform，2025(9)：16-25.

[9] 黄群慧，盛方富. 新质生产力视阈下发展未来产业的产业政策：内涵、功能与创新[J]. 中共中央党校(国家行政学院)学报，2024，28(4)：27-38.
Huang Q H，Sheng F F. Industrial policy for fostering and developing the future industries from the perspective of new quality productive forces：Connotation，function and innovation[J]. Journal of the Party School of the Central Committee of the C.P.C.(Chinese Academy of Governance)，2024，28(4)：27-38.

[10] 刘云，武宇铎. 融合创新生态系统：内涵特征与理论框架[J/OL]. 科学学研究：1-20. https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20251126.001.
Liu Y，Wu Y D. Convergence innovation ecosystem：Connotations，characteristics and theoretical framework[J/OL]. Studies in Science of Science：1-20. https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20251126.001.

[11] 张晓晶，宋相阳，李俊成. 壮大耐心资本：理论逻辑、时代价值与现实路径[J]. 经济纵横，2025(11)：44-56.
Zhang X J，Song X Y，Li J C. Expanding patient capital：Theoretical logic，contemporary value，and practical paths[J]. Economic Review，2025(11)：44-56.

[12] 王海南，王礼恒，周志成，等. “四链”深度融合下战略性新兴产业高质量发展战略研究[J]. 中国工程科学，2024，26(1)：1-12.
Wang H N，Wang L H，Zhou Z C，et al. High-quality development of strategic emerging industries based on deep integration of

“four chains”[J]. Strategic Study of CAE，2024，26(1)：1-12.

[13] 商务部国际贸易经济合作研究院“十五五”前期研究课题组. “十五五”我国新能源汽车贸易高质量发展研究[J]. 经济纵横，2025(8)：75-84.
Research Group for the Early Stage of the 15th Five-Year Plan of the Chinese Academy of International Trade and Economic Cooperation. High-quality development of China’s new energy vehicle trade during the 15th Five-Year Plan period[J]. Economic Review Journal，2025(8)：75-84.

[14] 李克强. 我看智能网联汽车十年发展[J]. 智能网联汽车，2022(3)：6-9.
Li K Q. I see the ten-year development of intelligent networked cars[J]. Intelligent Connected Vehicles，2022(3)：6-9.

[15] 朱兰. “十五五”时期中国扩大新能源汽车产业领先优势的挑战与对策[J]. 当代经济管理，2025，47(8)：65-71.
Zhu L. Challenges and countermeasures for China to expand its leading edge in the new energy vehicle industry during the 15th Five-Year Plan period[J]. Contemporary Economic Management，2025，47(8)：65-71.

[16] 刘宗巍，宋昊坤，郝瀚，等. 中国智能网联汽车产业人才需求预测研究[J]. 科技管理研究，2022，42(5)：129-137.
Liu Z W，Song H K，Hao H，et al. The research on talent demand prediction of China’s intelligent connected vehicle industry[J]. Science and Technology Management Research，2022，42(5)：129-137.

[17] 赵世佳，徐可，薛晓卿，等. 智能网联汽车信息安全管理的实施对策[J]. 中国工程科学，2019，21(3)：108-113.
Zhao S J，Xu K，Xue X Q，et al. Implementation countermeasures for information security management of intelligent connected vehicles[J]. Strategic Study of CAE，2019，21(3)：108-113.

[18] 何洪文，孙逢春，李梦林. 我国综合交通工程科技现状及未来发展[J]. 中国工程科学，2023，25(6)：202-211.
He H W，Sun F C，Li M L. Current status and future development of integrated transportation technology in China[J]. Strategic Study of CAE，2023，25(6)：202-211.

[19] Müller A，Zaby A K. Research joint ventures and technological proximity[J]. Research Policy，2019，48(5)：1187-1200.

[20] d’Aspremont C，Jacquemin A. Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers[J]. The American Economic Review，1988，78(5)：1133-1137.

[21] Kamien M I，Muller E，Zang I. Research joint ventures and R&D cartels[J]. American Economic Review，1992，82(5)：1293-1306.

[22] Okamuro H. Determinants of successful R&D cooperation in Japanese small businesses：The impact of organizational and contractual characteristics[J]. Research Policy，2007，36(10)：1529-1544.

[23] 孙利辉，徐寅峰，高山行. 非对称研究合作组织合作伙伴选择[J]. 系统工程理论与实践，2003，23(2)：40-44.
Sun L H，Xu Y F，Gao S X. Partners choice of asymmetric research joint ventures[J]. Systems Engineering—Theory & Practice，2003，23(2)：40-44.

[24] Das T K，Teng B S. Between trust and control：Developing confidence in partner cooperation in alliances[J]. The Academy of Management Review，1998，23(3)：491-512.

[25] 薛澜，陈坚. 中国公立科研机构转制改革是否完成？——基于使命、运行、治理分析框架的实证研究[J]. 公共管理评论，2012，13(2)：49-64.
Xue L，Chen J. Has China’s reform of public research institutes been successful？ Empirical research based on a mission，operations，and governance framework[J]. China Public Administration Review，2012，13(2)：49-64.

[26] 朱国军，王修齐，张宏远. 智能制造核心企业如何牵头组建创新联合体——来自华为智能汽车业务的探索性案例研究[J]. 科技进步与对策，2022，39(19)：12-19.
Zhu G J，Wang X Q，Zhang H Y. How core enterprises in intelligent manufacturing lead the establishment of innovation consortium：An exploratory case study of the Huawei intelligent car[J]. Science & Technology Progress and Policy，2022，39(19)：12-19.