

株洲市科学技术局

株洲市前沿技术跟踪工作动态

—交通运输专题

交通运输作为经济社会发展的先导性、服务性行业，是社会经济活动的基础性支柱和重要纽带。在技术变革浪潮持续推动下，大数据、云计算、人工智能、移动互联网、智能制造、新能源和先进材料等新兴技术等新兴技术的深度应用与跨界融合，有效推动了交通运输生产方式和发展模式发生革命性变化。**载运工具智能化、交通设施智慧化、管理服务协同化发展**，推动了交通运输领域新产业、新业态的不断涌现，交通运输系统自主创新和升级换代呈现出前所未有的活力。

一、发展思路

未来 20 年，我国将以建设交通运输强国为牵引，以满足国民经济社会发展对交通运输的重大需求为目标，加强交通运输与新一代信息技术、人工智能技术、高端装备制造等领域的交叉融合，实现轨道、汽车、航空与船舶交通装备的智能制造与产业升级，**建立基础设施全寿命安全运行管理与数字化运营维护技术体系**，加强铁路、公路、民航、水运等多种交通方式的互联互通、协调运行与智能服务，突破制约我国综合交通运输系统跨越式发展的关键瓶颈，全面建设网络化、协同化、智能化的综合交通运输体系。带动全产业链和商业模式的升级换代，抢占交通运输工程科技和

产业发展制高点，全面提升交通运输协同运行水平、服务品质和主动安全保障能力。交通运输领域工程科技发展总体框架图如图 1 所示。

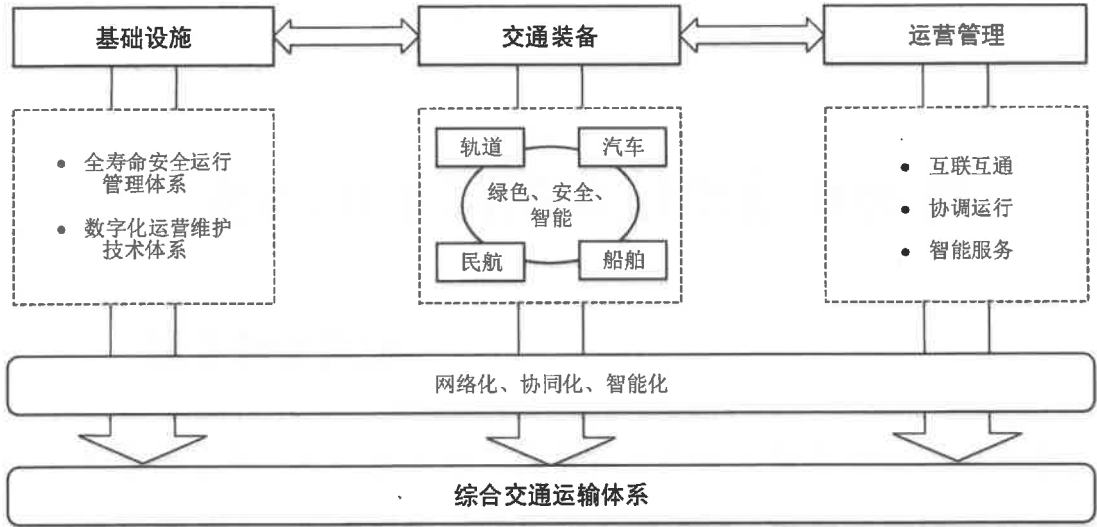


图 1 交通运输领域工程科技发展总体框架

二、交通运输工程科技发展趋势

1. 节能环保、高效智能、安全便捷的交通运输工具

世界主要国家不断加大对先进的航空、船舶、轨道交通、汽车等交通运输装备的研究，推动交通运输业向更节能、更环保、更安全、更智能的方向创新发展。

（1）航空领域

美国 NASA 发布了《NASA 技术路线图》，提出到 2035 年，将飞机的油耗在 2005 年的基础上降低 60%，噪声降低 52 分贝；欧盟制定了“航迹 2050”（Flight Path 2050）的规划，提出在 2000 年基础上，将二氧化碳排放减少 75%，氮氧化物排放减少 90%，噪声减少 65%；俄罗斯联邦政府制定了《2013-2025 年航空工业发展规划》，主要目标是到 2025 年，建立具有高竞争力的航空工业，巩固航空工业在世界市场上的地位，保证航空产品生产规模排名世界第三位。

(2) 船舶领域

船舶工程整体向更加节能、环保、高效、智能的方向发展，俄罗斯发布《俄联邦 2013-2030 年船舶工业发展规划》，提出保持海洋大国地位总体目标；欧盟联合发布了“Leadership 2020”战略，意在应对全球气候变化，提升欧洲造船、海洋、船配件产业的技术竞争力；日韩也投入了大量资金用于支持研发环保“绿色”船舶，研究推出了高性能环保燃料、低排放船舶动力系统及压载水处理系统等前沿技术。

(3) 轨道交通运输领域

日本铁道综合技术研究所发布了“Research 2020”发展规划，明确提出以“改进安全性、降低成本、环境友好、方便快捷”为目标的铁路技术研究计划。日本的超高速磁悬浮计划于 2027 年试运营，美国的“超级高铁”设想和“胶囊列车”计划旨在打造全新的交通工具。

(4) 汽车领域

美国提出发展清洁能源、车联网、智能控制等创新性技术，侧重研发推广联网与自动驾驶汽车；日本以《制造业白皮书》为核心推进国家战略性创新创造方案（SIP）创新项目发展，基于节能新能源、国际合作式智能交通系统（Cooperative Intelligent Transport System, C-ITS）等创新技术，发展新一代全智能汽车；欧洲基于信息物理融合系统、智慧工厂等创新技术，发展超低油耗、 电动、自动驾驶汽车。

2. 结构运营安全保障、运营品质不断提升的高速铁路

高速铁路基础设施建造技术日臻完善，高运营速度和高安全性成为高速铁路发展主旋律。高速铁路运营速度方面，日本已达 300 千米/时，法国为 320 千米/时，德国为 330 千米/时，中国已从 200 千米/时持续提高到 350 千米/小时。法国高速铁路在试验线的速度达 574.8 千米/时，中国采用运营列车 CRH380AL 在京沪高速铁路上的试验速度达到了 486.1 千米/时，日本和德国的最高试验速度分别为 443 千米/时和 406 千米/时。进而，交

通工程建设已逐步实现从最基本的注重强度、刚度、稳定性的设计向注重全寿命周期成本及环保、景观、品质、耐久方向转变。

3. 网联化、协同化和智能化的综合交通体系

为了统筹协调各种运输方式，合理配置和利用交通运输资源，发挥综合交通的整体优势，美国以《美国 2050 年远景：国家综合运输系统》为导向，提出建设具有整体化、国际化、联合化、包容化、智能化、创新化的“6I”型综合交通运输系统；欧盟以《2010-2020 欧盟交通政策白皮书》为核心，注重道路网、公交网、铁路网、水运网的合理配置、相互衔接及综合交通枢纽建设，构建高效协同、绿色环保的综合交通运输系统；德国实施《联邦交通网发展规划》的国家战略，综合考虑自然环境、区域发展与城市建设整体利益，建设低排放、低成本、高效率、高协同的环境友好型交通运输网络；日本以《综合交通政策体系》为战略导向，注重交通总体规划和交通方式的集约化，通过构建层次分明的内陆、海岸、航空等综合交通立体架构，实现高效有序的综合交通运输管理。中国亦以《综合交通网中长期发展规划》为核心，明确提出综合交通基础设施网络中长期的发展目标和任务：促进各种运输方式从局部最优上升到整体最优，提高交通系统的整体效率和综合效益。以安全、高效、绿色为核心，推进综合交通运输系统向网联化、协同化和智能化发展，成为各国综合交通工程科技发展的前沿。

三、交通运输领域关键技术

面向中国经济社会和交通发展的重大需求，调研国内外综合交通运输工程科技发展现状和趋势，结合中国综合交通运输领域工程科技发展的愿景与需求，进行综合交通运输工程科技预见，列出交通运输工程科技前沿技术。

表 1 交通运输工程科技前沿技术列表

领域	工程科技前沿	对接产业链
轨道交通	运营速度 400 千米/时轮轨高速铁路关键技术	先进轨道交通装备产业链
	高速铁路全寿命运行安全成套技术	人工智能与大数据产业链
	高功率密度、高可靠、低损耗 IGBT 芯片与模块技术	信息技术应用创新工程产业链
	高压、高频、耐高温器件技术	
航空	新概念航空动力技术	航空航天产业链 人工智能与大数据产业链
	高自主无人飞行器技术	
	精确自主导航与定位技术	
	水平起降临近空间飞行器技术	
汽车	移动互联环境下自动驾驶与智慧运行技术	新能源汽车产业链 人工智能与大数据产业链
	协同式无人驾驶与运行优化技术	
	汽车全时互联与大数据应用技术	
	基于网络的汽车数字化智能化设计、制造、服务技术	
	超低碳汽车技术	新能源汽车产业链
	零排放汽车技术	
	全固态高能量密度锂电池和快速充电锂电池	新能源汽车产业链
	新一代汽车电子核心元器件技术	信息技术应用创新工程产业链
交通工程	移动互联环境下的综合交通运输信息服务技术	先进轨道交通装备产业链 航空航天产业链 新能源汽车产业链 人工智能与大数据产业链
	综合交通大数据多元感知与实时协同处理技术	
	空地一体无人智能交通系统技术	
	多式联运智能化技术	
	旅客一体化出行技术	

1. 轨道交通

(1) 运营速度 400 千米/时轮轨高速铁路关键技术

随着高速铁路路网规模的扩大，路网效应不断增强，高速铁路的发展要求整个路网必须具备更高的运营速度和组织效率。今后，高速铁路工程发展的问題将逐步转移到路网的运营速度、运营的安全性、组织能力以及整体能耗的环境问题等方面。因此，高速铁路工程未来将以提高列车运营速度的方法为主要突破点，在发展高速列车装备技术体系的同时，重点提高更高速度条件下基础设施服役水平，实现现代交通运输领域的可持续发展。运营速度 400 千米/时轮轨高速铁路基础设施工程以可持续和现代材料为基础，以现代结构设计、计算理论和试验技术为依托，响应“低碳经济”、“安全第一”、“绿色交通”的要求。

(2) 高速铁路全寿命运行安全成套技术

随着高速铁路运营量急剧增长，对高速铁路运营质量和运营效率的要求日益严格。因此，对于车辆运营安全性和可靠性提出更高的要求。智慧运维通过构建运、检、修一体化的车辆运维服务平台，实现运维服务的信息化、数字化、规范化和专业化。智慧运维对于轨道交通的安全运营和运维服务专业化有着非常重大的意义。

采用智能传感、物联网、大数据分析、人工智能和云计算等新型信息技术，搭建支撑车辆运、检、修一体化的轨道车辆运维服务云平台，实现多源异构数据的融合和处理、车辆运行监控、故障应急处置、故障诊断和故障预测、车辆健康评估管理、关键部件的寿命评估管理等功能，满足智慧列车、智慧轨旁检测、智慧检修和智慧运维服务等运维需求，推动车辆由现有的计划修模式向状态修的新模式转变，提高车辆安全运营能力、运营服务质量和运营效率，降低运维服务成本、降低修时和保障利用率，是现有运维服务体系的创新和提升。探索车辆运维服务的规范化和标准化，

让乘客更便捷更舒适出行，让车辆更安全更高效运营，让管理更科学更经济的决策。

(3) 高功率密度、高可靠、低损耗 IGBT 芯片与模块技术

IGBT 是第三代功率半导体的核心器件，其凭借输入阻抗高、导通压降小、工作频率高、驱动简单等优势，广泛应用于国民经济各行各业，市场前景十分可观。主要包括以下技术：

1) 极限 IGBT 芯片技术，为了进一步逼近芯片的阻断电压与导通压降之间的折中关系的理论极限，需要发展精细沟槽栅技术，超结、半超结相关 IGBT 技术；

2) IGBT 芯片集成技术，包括 IGBT 功率和功能集成技术，IGBT 功率集成技术包括逆导 IGBT 和逆阻 IGBT，IGBT 功能集成技术主要是指在 IGBT 芯片上集成温度传感器和电流传感器等功能，或者将驱动芯片与 IGBT 芯片集成；

3) 基于全铜工艺的 IGBT 模块技术，国外开展了广泛的技术研究与产品开发工作，国内起步较晚，但有望在 5-15 年内取得基础研究和产业化关键技术突破，增强 IGBT 模块技术和产品的国际竞争力；

4) 大容量高功率密度封装结构与技术，国外主流厂家纷纷推出新型封装结构与技术，我国在针翅散热等技术方面已经起步，应加快大容量高功率密度封装结构与技术研发及配套材料的技术研究；5) IGBT 压接式封装技术，压接式封装有利于器件散热，降低杂散电容和电感，并且其短路欠效特性适应于串联应用工况，该类器件在高压直流输电、智能电网、新能源等有广泛的应用前景。

(4) 高压、高频、耐高温器件技术

SiC 材料具有禁带宽度大、击穿场强高、电子饱和速度高等特点，从而能在更高温度下工作，而且其工作频率更高、损耗更小。利用这些特性，可以大幅度减小电源系统体积和重量，提高系统效率、过载能力和可靠性，

有利于 SiC 器件在高压、高频领域的应用。未来 20 年，该领域主要发展以下两方面技术。

1) 高频率 SiC MOSFET 芯片及封装技术

更高频率 SiC MOSFET、器件有利于电力电子器件向更高电压、频率、低损耗方向发展。SiC MOSFET 将推动电力电子技术向 100 千赫兹以上频率发展，我国加强高频率 SiC MOSFET 器件的发展将推动我国电力电子技术的整体发展，推动我国国民经济的发展与经济转型。

2) 10 千伏以上高电压 SiC IGBT 器件技术

国际上 10 千伏以上器件已有一定的研究基础，Cree 等公司研制的 SiC 电力电子变压器容量为 1 兆伏安，加速我国 10 千伏以上 SiC IGBT 等器件的研究，将有力地推动我国智能电网输配电和轨道交通电力电子变压器等技术的发展。

2. 航空

(1) 新概念航空动力技术

新概念航空动力是指采用新原理、新构型的航空动力，主要包括分布式推进发动机、燃料电池动力、太阳能动力、开转子发动机、超高涵道比发动机、间冷回热发动机、核动力发动机等。目前，国外的分布式推进发动机、燃料电池动力、太阳能动力、开转子发动机已经进入工程验证阶段和工程应用，有望在 2035 年前大规模投入使用。超高涵道比发动机、间冷回热发动机、核动力发动机也开展了一些概念方案和工作原理研究，并且取得了一些专利。由于新概念航空动力可以大幅降低燃油消耗，甚至完全取代化石能源，并大幅提高航空产品的性能和市场竞争力，该技术已经成为影响未来航空工业竞争力的关键技术之一。

(2) 高自主无人飞行器技术

随着信息技术和人工智能技术的发展，无人机的智能化程度不断提高。通过 X-47 技术验证机，美军已经掌握了无人机自主起飞、自主着舰和自

主空中加油技术。2015 年 10 月，美国辛辛那提大学开发的名为“阿尔法”的人工智能机器人在模拟空战中击败了有丰富经验的飞行员，显示了高自主无人机在制空作战中的巨大应用潜力。随着智能化程度的不断提升，高自主无人机将在侦察、通信、电子战、攻击、运输、空中加油、制空和反导作战中发挥越来越重要的作用，并将对未来的空中作战产生重要影响。

(3) 精确自主导航与定位技术

经过多年发展，精确自主导航技术虽然取得了很大进展，但新的应用需求对其性能提出了更高要求，在未知环境下的自主导航问题并未完全解决，在复杂条件下的导航普适性和可靠性还有待加强。精确自主导航技术未来发展主要集中在以下几个方向：

1) 导航技术的自主化、智能化

无人集群自主导航涉及卫星导航、惯性传感器、地磁、大气传感器、视觉、WIFI 等传感器等多源信息，并对信息进行融合、智能分析与自主导航，来进一步提高无人集群的感知定位精度与可靠性。近年来，类脑感知和认知机理的研究迅猛发展对无人集群的自主导航提供了新技术途径，通过深度强化学习可以训练人工智能系统以及无人集群系统进行复杂环境下的决策。

2) 导航器件的高精度、新型化

随着航空产业的发展，长寿命和高可靠仍是惯性敏感器件主要关注的性能指标：①由于半球谐振陀螺具有质量轻、紧凑、工作在真空条件下、寿命高、对辐射和电磁扰动的影响有一定抵抗能力等独特的优点，对这方面的研究正在如火如荼地展开；②光子晶体具有更高的温度稳定性和更好的抗辐照特性，非常适合应用于空间领域。随着量子光脉冲以及超导探测器等新技术的突破，在这方面的研究取得新的进展；③以冷原子干涉技术为核心的原子惯性传感技术被视为下一代惯性技术，为惯性技术提供了新的前景和途径；④星敏感器是以恒星为测量对象的姿态测量仪器，磁强计、量子磁力仪等磁力敏感器则是以磁场为对象的姿态测量仪器。随着星敏感

器动态性能的逐渐提高和磁敏感器的关键技术突破,将大大扩展两者的应用范围和工程价值

(4) 水平起降临近空间飞行器技术

临近空间因其独特的地理位置优势,成为当前科学研究的热点、大国博弈的战略要地,国内外均已开展了基于各个圈层、多种平台的临近空间科学探测和研究,但由于其环境的复杂性,探测手段的匮乏,对其认知存在很多不足,临近空间的应用目前还是以高空科学气球为主要平台,多数临近空间飞行器还存在上不去、留不住的问题,应用需求和工程实施能力之间矛盾突出因此,在临近空间的研究与开发应用上,需要重点关注如下问题:

1) 临近空间特殊现象认识与环境演变、物质能量交换规律;

2) 临近空间燃烧与新型动力;

3) 临近空间飞行器材料工程问题;

4) 解决临近空间飞行与应用基础问题:① 基于多源环境信息感知的浮空器动力学控制与持久驻空问题;② 高超声速飞行与环境多物理效应耦合作用规律和先进动力问题;③ 临近空间导航通信遥感学科交叉与体系化深度融合模式。

3. 汽车

(1) 移动互联环境下自动驾驶与智慧运行技术

移动互联环境下的智能汽车、智慧交通发展是未来汽车行业发展的必然趋势,而自动驾驶技术则打响了汽车智能化的第一枪。为构建“安全、绿色、高效、便捷”,的汽车旅行环境,满足智慧城市发展的需求,重点研究多方式交通条件下提高自动驾驶安全与效率的方法,实现对整个路网的智能感知;针对联网环境下多方式交通并行,构建一体化的智慧交通管理、服务与运行评估中心,为自动驾驶车辆的管理、信息服务以及资源优化配置等提供技术支撑。实现高可靠、高安全、高协同、低延时的自动驾

驶及智慧运行，并构建自动驾驶与智能协同系统技术集成测试平台，进行规模化示范应用。未来移动互联环境下的自动驾驶与智慧运行技术将重点融合车联网、人工智能等技术，实现更加智能、安全、高效的自动驾驶。

(2) 协同式无人驾驶与运行优化技术

协同式智能交通是我国交通运输领域发展的前沿之一，而智能汽车的发展推动智能交通逐步走向成熟。随着人工智能和控制技术的日趋成熟，无人驾驶技术将逐渐走向成熟，将对交通运行和组织方式带来革命性变化。重点研究多种交通方式下，在无人驾驶过程中多式交通运行态势精确感知和智能化调控，搭建无人驾驶动态信息共享系统，实现无人驾驶系统的高可靠交互、协同运行优化控制、无人驾驶多模式控制等技术，构建面向环境友好的无人驾驶的多式交通网络系统。未来协同式无人驾驶与运行优化技术将更加智慧、舒适、安全。

(3) 汽车全时互联与大数据应用技术

下一代的新能源汽车配备“超级大脑”，通过云服务和大数据技术，让每一个用户可以参与车辆的专属定义，满足多场景下用户的定制化需求。下一代的新能源汽车配备集成硬件、软件、应用及云服务 4 个维度，综合智能驾驶、AI 智能助手、语音控制等多种应用场景，提供的数字化服务紧密围绕用户出行场景，全方位打造极“智”出行体验，将车内场景和车外场景完全打通。

下一代的新能源汽车通过采用全时互联与大数据应用技术，可以实现导航、音乐、视频等多媒体在车机、手机及智能设备之间的即时互联，打造数字化时代人机交互的极致用户体验。通过搭载视觉摄像头、毫米波雷达、超声波雷达、智能传感器，以及实时更新的 AI 人工智能算法，可实现 Level 3 级别的智能驾驶辅助。依托强大的车辆智慧大脑，实现全时进化，全景互联，以数字和软件重新定义智能互联时代的汽车。

(4) 基于网络的汽车数字化智能化设计、制造、服务技术

车联网技术发展和应用的普及，5G 智能城市发展，跨界的参与，促使汽车行业的数字智能化设计、制造、服务技术。

1) 数字化研发体系

一方面可实现基于需求、功能、逻辑以及物理的全过程数字孪生，全面提高设计质量并降低开发时间和成本；另一方面研发过程的数字化、研发知识的数字化与研发工具的数字化是决定车企研发转型成败的关键。

2) 数字化生产

更能迎合生产线柔性化需求，实现均衡、柔性、透明、同步生产。数字化监控生产过程可以系统归纳总结排产历史记录，优化生产计划方案。生产过程数据被实时采集，实现生产过程透明化。

3) 数字化供应链

可以优化仓储、节省运力并且精益物流，实现物流的同步配送和同步生产，最大限度减少制品库存和生产资源波动的同时提高效率。

4) 数字化营销

让车企能以更低成本更高效获取用户。长期来看，数字化营销体系的建设有助于传统车企和新势力汽车品牌立足于消费者为中，推动汽车行业打造属于自己的用户数据链体系，有助于企业完善自己的私域流量池，增加车企获利；通过数字化渠道打通品牌和消费者桥梁，并能够从消费路径筛选出营销效果最佳的平台，以获得更高利润点。通过主动沟通实现消费者全面/深度认知，进一步完善用户数据链体系，为后续数字化服务不断积累基础。

5) 数字化服务

有效消除传统市场“价格不规范”、“服务水平不统一”的痛点，提供打造维保闭环服务体系，优化维保运营效率的同时提升客户体验。

(5) 超低碳汽车技术

按国际能源署和国际汽车制造商协会统计，全球一半的石油消耗和近 1/5 的二氧化碳排放都来自道路交通，发达国家汽车排放的二氧化碳更是

已占其总量的 1/4，因此全球汽车产业面临严峻的节能、环保、低碳压力。汽车产业可持续发展面临瓶颈期，低碳排放已成为撬动中国汽车产业创新发展的杠杆和支点，超低碳（50 克/千米以下）汽车的大量普及将显著解决我国能源与环境问题。因此，以新型动力为主体，形成超低碳汽车核心技术集，对中国低碳汽车的创新设计与发展有着至关重要的作用。

（6）零排放汽车技术

在汽车保有量不断提高的背景下，以燃料电池和纯电驱动为特征的零排放汽车是解决国家环境污染问题的重要手段。零排放汽车指以高效燃料电池等为代表的全新清洁、绿色汽车动力系统。重点任务一是要突破燃料电池整车、燃料电池动力平台、燃料电池发动机系统、燃料电池电堆、燃料电池关键材料等在内的超高效、小型化燃料电池系统技术；二是要突破清洁能源制造、储存、供应、使用等关键问题，如轻型、高储氢率车载储氢与可再生能源制氢等；三是建立智能的车联网实时能源与大数据管理系统。

（7）全固态高能量密度锂电池和快速充电锂电池

全固态锂电池是一种使用固态电极材料和固态电解质材料、不含有任何液体的锂电池。它具有安全性高、能量密度高、循环寿命长、工作温度范围宽、电化学窗口宽、结构灵活、对环境友好、有望实现快速充电等特点，是最具潜力的电化学储能装置，受到广泛的关注。

全固态锂电池的优势和挑战均来源于固态电解质。固态电解质需要满足比较苛刻的性能要求，包括 1) 高锂离子电导率（ Li^+ 迁移数接近 1，室温电导率 $>10^{-4} \text{ S/cm}$ ）；2) 优异的热稳定性、化学稳定性和良好的力学性能；3) 低原料成本、容易合成。

在目前已开发的固态电解质中，聚合物电解质的热稳定性和力学性能欠佳；硫化物的电导率接近甚至超过有机电解液，但化学稳定性较低；氧化物稳定性好，成本低，能实现规模化制备，但电导率较低。

目前尚未有一种固态电解质可以满足全部的要求，是全固态锂电池发展的瓶颈，也是目前材料研究的热点。此外，固态电解质 / 电极界面的接触问题直接影响到锂离子在电池内的传导，对电池性能、尤其是充电速率有决定性影响，因此也对电池的制备工艺提出了较高的要求。

全固态锂电池是实现高能量密度和快速充电的关键技术，我国仍需在关键材料、结构设计以及制备工艺上进行突破，早日实现市场渗透。

(8) 新一代汽车电子核心元器件技术

汽车电子核心元器件至 2025 年预计占到整车成本的 40% 以上，是实现汽车信息化与智能化的关键。目前，国际上汽车电子核心元器件已经开始研究 40 纳米工艺。不久的将来，汽车电子核心器件预计会采用达到 7 纳米技术，同时满足功能安全与信息安全需求，并兼容高可靠性、千兆数据吞吐率接口，满足人工智能实现的计算性能需求。而当前国内还停留在 130 纳米技术，并且目前国内制造商还没有真正开始在汽车领域大量应用芯片的案例，没有汽车领域应用经验。国际厂商占据了汽车电子核心元器件 90% 以上的市场，使国内企业难以在汽车电子领域与外企竞争。因此，加速汽车电子核心元器件技术的基础研究和产业化关键技术研发，增强自主研发实力，是降低整车成本的关键，更是提高国产高端汽车电子产品竞争力的关键。

4. 交通工程

(1) 移动互联环境下的综合交通运输信息服务技术

如何融合多样化的交通信息状态，在综合交通运输网络服务平台上快速处理、传输与交互信息，是实现综合交通运输信息服务“快、准、稳”的关键技术。重点研究在移动互联环境下，多形式、多种类、多方面、多层次的交通信息融合技术，综合网络认知、分布式计算、移动计算等脑智计算技术，实现多态信息资源的共享与协作并搭建一体化综合交通运输信息智能系统；研究综合交通运输信息服务内容的表征与主动辨识、潜在服

务需求的挖掘、服务资源的自主搜寻、服务资源的优化配置、移动互联环境下的个性化出行信息服务、多模式信息发布、面向生态驾驶的行为引导与信息服务等技术,建立以服务功能为核心的综合交通运输信息服务系统顶层框架设计理论和方法,构建具有通用性的新一代综合信息智能化服务技术体系,建立基于云计算的综合信息智能化服务系统。未来移动互联环境下的综合交通运输信息服务技术将逐渐走向平台系统化、信息多元化和服务一体化。

(2) 综合交通大数据多元感知与实时协同处理技术

随着全球大数据产业的蓬勃发展,大数据在我国也快速兴起并在各行各业得到普及应用,在促进行业创新和转型升级中发挥巨大作用。综合交通大数据也为交通运输产业带来了全新的变革与机遇,综合交通大数据技术旨在从多源异构海量信息中挖掘信息情报和知识资源,实现交通网络泛在数据的获取与传输、高质量数据资源管理、综合交通多源数据融合,以及大数据环境下交通行为建模、分析、预测与挖掘等技术,为综合交通系统的安全、有序、高效运行提供数据支持。预计到 21 世纪 30 年代中期,我国综合交通大数据产业将突破核心技术和数据资源开放限制,解决行业协作和商业模式瓶颈、数据安全与隐私保护等关键问题,实现行业标准化和规模化应用。

(3) 空地一体无人智能交通系统技术

随着空地、空天、空海、陆海(河)空等多栖交通运输工具的发展,在高精度全球定位、高速无线通信、云计算、云控制等技术的支持下,如何实现无人管控的空中交通、路面交通、水运交通系统的安全高效运行,是空地一体无人智能交通系统技术研究的重要内容。重点研究多栖载运工具的智能化、陆海空立体交通系统接驳及转运中心的优化设计、立体交通系统的信息共享、立体交通系统的协同管控、空地协同快捷物流运输系统等技术,实现多栖交通运输器全维度信息的获取、处理与传递、动态开放,为智能管控空地一体无人驾驶提供技术支撑。集定位、跟踪、监视、控制、

指挥于一体，实现空地一体无人交通系统全生命周期的智能化，从而构建“互联、互通、互操作”的空地一体无人智能交通系统，达到海陆空交通运输的无缝链接，开创“空地一体无人智能交通枢纽”。未来空地一体无人智能交通系统技术将实现运输方式立体化、运输服务协同化、运输系统智能化。

（4）多式联运智能化技术

多式联运作为综合运输服务体系的重要组成部分，可以发挥各种运输方式的比较优势，通过密切衔接组织与相互配合，提供出发地到目的地的“门到门”一站式服务，提高整体运输效率。重点研究多式联运中的基础信息共享、运输组织一体化设计、高效自动换装转运、多种运输方式的协同运行组织、全程安全风险防控、面向国际多式联运的作业流程优化等技术，为制定多式联运的专业技术规范和标准提供技术支撑，形成一整套具有前瞻性和原创性的多式联运关键技术体系。未来多式联运将在标准化、集装箱化、规模化、服务多元化、最优化、信息化和智能化等方面飞速发展。

（5）旅客一体化出行技术

随着区域城镇一体化的快速发展，迫切需提高城市群旅客出行的便捷性与高效性。在城际方面，重点研究基于旅客出行意愿与实时移动互联网信息相结合的一体化出行链优化设计，多式运输方式能力匹配，换乘点布局设计与优化、旅客出行公共安全保障等技术，形成一整套具有前瞻性和原创性的城市群旅客捷运关键技术体系，支撑城镇化发展：在单个城市方面，重点研究设施选址优化、线网布局优化、区域换乘优化、跨线运营优化等技术，促进多种公交模式的协同运营，为公交优先发展战略的全面实施提供必要的技术支持与保障，保障城乡居民能高效、快速、便捷、安全、可靠地出行。未来旅客一体化高效出行技术将以便民利民、市场主导、创新驱动、统筹协调作为发展的基本原则。