# “十三五”交通领域科技创新专项规划

   交通运输业是经济社会发展的基础性、先导性、战略性产业和服务性行业。随着我国经济的不断发展，城镇化进程快速推进，城市空间拓展、交通系统建设以及机动性需求的爆发式增长之间的矛盾日趋严重。为破解制约社会经济发展的交通问题，必须高度重视并充分发挥科技创新的引领和支撑作用。

   “十三五”是我国全面建成小康社会和进入创新型国家行列的决胜阶段，是深入实施创新驱动发展战略、全面深化科技体制改革的关键时期，也是贯彻落实中央“四个全面”战略布局，加快“四个交通”发展，推进交通运输现代化的重要时期。为实现交通运输业转型发展需求，“十三五”期间将安全、便捷、高效、绿色、智能、综合作为未来交通运输业相关领域发展的主导方向，系统部署交通科技创新的重点任务，引领和支撑我国交通领域健康发展，依据《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》《推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动》并参考《推进“一带一路”建设科技创新合作专项规划》《交通领域“十三五”科技发展战略研究报告》《中长期铁路网规划》《综合运输服务“十三五”发展规划》以及《“十三五”现代交通运输体系发展规划》等国家相关行业和领域规划，特制订《“十三五”交通领域科技创新专项规划》（以下简称《规划》）。

   《规划》包括轨道交通、道路交通、水运交通、空中交通、综合交通运输与智能交通等交通运输主要模式和方向，系统阐述2016年至2020年我国交通领域科技创新的指导思想、发展目标、重点任务及政策措施，是“十三五”时期我国交通领域科技创新工作的重要依据。

   一、需求与趋势

  （一）我国交通运输科技发展取得显著成绩

   1. 交通运输现状

   交通运输是国民经济构成中的先行和基础产业，是社会生产、生活组织体系中不可缺少和不可替代的重要组成部分。“十二五”是我国交通运输发展最快的五年，也是交通基础设施投资力度最大的五年。“十二五”末，我国综合交通网络总里程达到495万公里，高速铁路营业里程、高速公路通车里程、城市轨道交通运营里程及港口泊位数量均位居世界第一。高速公路“五纵五横”和高速铁路“四横四纵”基本贯通，基本形成快速铁路网、高速公路网，西部地区高速铁路从无到有，东、中、西、东北“四大板块”之间实现高速铁路连通，综合交通网络骨架初步形成，综合枢纽建设明显加快，各种运输方式衔接效率显著提升。

   2. 交通运输科技发展

   我国交通运输行业始终瞄准国际交通科技发展前沿，在交通装备、交通信息化与智能化、交通安全和交通基础设施等方面的技术创新取得了重大突破，并取得了一批标志性的重大科技成果，极大地提升了我国交通运输业的核心竞争力和可持续发展的能力，发挥了科技对交通运输的支撑和引领作用，具体如下：

  （1）突破了一批交通运输重点装备的关键技术，使我国高速列车、重载列车、城轨列车和电动汽车等交通运输装备水平跃居世界前列。

  （2）攻克了一批交通运输信息化和智能化关键技术，为奥运会、世博会等国家重大活动提供了强有力的技术保障，推动我国交通系统的发展转型，初步培育了我国智能交通产业。

  （3）掌握了交通运输安全保障核心关键技术，极大地促进了交通运输向更加安全和可持续的方向发展。

  （4）突破了以桥梁、隧道为代表的一批重大交通基础设施建设和养护关键技术，引领世界交通基础设施建养技术发展。

  （5）交通科技创新平台建设硕果累累，建设运营了一批包括国家重点实验室、工程技术研究中心、国家工程实验室在内的国家创新能力平台，组建了一批国家产业技术创新联盟，形成了机制化的协同创新模式，夯实了我国交通科技能够可持续发展的基础。

  （二）国家发展战略对交通科技发展提出了新的需求

   交通运输是国民经济重要的基础产业，对经济社会发展具有战略性、全局性影响。“一带一路”“新型城镇化”“京津冀协同发展”“长江经济带发展”“中国制造2025”等国家战略的有效实施有赖于科技创新驱动下的交通运输业持续发挥支撑引领作用。

   1. 支撑引领新型城镇化的创新发展

   随着国家“新型城镇化”战略的实施，“十三五”期间，我国常住人口城镇化率将达到60%左右。因此，必须完善综合运输通道和区际交通骨干网络，强化城市群之间交通联系，加快城市群交通一体化规划建设，构建覆盖面广、连通性好、服务效能高、安全保障能力强的综合交通运输系统，来支撑“以人为本”的新型城镇化战略实施，引领城镇空间布局趋于科学合理。

   2. 适应区域协同发展模式的重大变革

   随着“一带一路”“京津冀协同发展”“长江经济带发展”等国家战略的实施，以基础设施建设和国际产能合作为基础的全球治理中国方案作用凸显、城市群一体化格局将逐步形成、区域协同发展需求突出。因此，强化跨国互联互通，多种交通运输方式协同，提升交通运输效率，完善交通基本公共服务和交通安全保障体系，促进交通运输技术、装备体系和服务模式由“跟跑型”和“被动响应型”向“引领型”“普惠型”和“主动适应型”转变，不仅是促进集聚、辐射作用大、城镇体系优、功能互补强的城市群发展，实现区域协调发展、国际合作新模式的战略要求，也是交通运输适应新的社会活动形态、新的生产方式、新的业态模式产生新的运输需求的重大挑战，更是交通运输自身创新发展、加快变革、支撑大国责任的时代要求。

   3. 落实生态绿色发展的重大责任

   气候变化问题已成为影响人类社会发展和全球政治经济格局的重大战略课题。我国已经向世界郑重承诺到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2015年下降18%的减排目标，“十三五”期间我国的节能减排责任重大，交通运输行业作为温室气体排放的重点领域之一，必须加快转变发展方式，加快建立以低碳为特征的资源节约型、环境友好型交通运输体系。如何研制和规模运用安全可靠、先进成熟、节能环保的绿色智能谱系化交通运输装备和服务，将是“十三五”期间必须要解决的问题，也是推进我国由“交通运输业大国”迈向“交通运输业强国”的必由之路。

  （三）交通运输科技发展面临着系列挑战

   经过“十二五”的快速发展，我国交通运输紧张状况总体缓解，运能制约瓶颈基本消除，初步适应了国民经济和社会发展的需要，也为未来交通运输发展奠定了坚实基础。

   站在新的历史起点上，交通运输仍面临系列挑战。

   1. 交通装备制造由大国向强国转型的挑战

   “十二五”以来，我国的交通装备制造已取得非凡成就，汽车产销量连续六年稳居全球第一，轨道交通装备产业规模和产销量均居世界第一，船舶产业规模和产销量均居世界第一，这些数据标志着我国已成为交通装备制造大国。但是，在一些重要交通方式相关的装备产业中，“技术空心化”现象依然存在，一些战略性交通装备自主创新能力仍然不足。随着“中国制造2025”战略的发布及实施，建设制造强国的氛围正在形成，交通装备制造成为装备制造业重点发展的十个领域之一。确立自主创新驱动的发展模式，提高科技创新支撑的自主化程度、提升国际创新和产业竞争力、发挥产业带动效应，已成为引领我国由“交通装备制造大国”迈向“交通装备制造强国”的必由之路。

   2. 交通领域节能减排的挑战

   “十三五”期间我国节能减排任务巨大，我国不仅要完成到2020年单位GDP碳排放比2015年下降18%的目标，乘用车新车平均油耗要达到5升/100公里，同时还要在大气污染防治等环境指标方面取得明显成效。当前我国的汽车保有量进入快速增长期，预计2020年将达到3亿辆左右，汽柴油消耗将达到3.5亿吨左右，石油需求量达到5.9亿吨左右。作为能源消耗主要行业和污染物排放的主要来源之一，交通运输业面临着巨大挑战。

   3. 交通运输高安全、高效能、高品质服务的挑战

   经济社会的快速发展和物质文化需求的日益增长对交通运输发展提出了新要求和新期待。人民群众对交通出行的要求已经由“走得了”向“走得好”转变，交通运输发展面临着既要提供覆盖面更广的均等化公共服务，又要提供更高安全、高效能、高品质、个性化服务的双重压力。近年来，我国交通安全形势总体稳定，但安全隐患依然突出；运输效率低下，物流成本较高的问题也亟待解决，以北京、上海等为代表城市人均交通时间2小时/天，我国物流成本占到了GDP的18.3%；此外，我国还面临着交通服务信息覆盖率不足人口10％，货运服务透明化水平低等难题。

   （四）全球科技交叉融合加速交通科技革命

   全球科技迅猛发展，科学技术前沿不断拓展，学科间交叉融合加速，产业体系汇聚重构已成常态。相关领域科技的快速发展并与交通运输行业深度融合，形成并强化了交通领域科技发展的新趋势，也就是交通能源动力系统的电动化、高效化和清洁化，交通装备设计制造的轻量化、数字化和一体化，交通运输系统集成的智能化、网联化和协同化，以及用户消费需求的体验化、共享化和综合化。

   1. 交通能源动力系统的电动化、高效化和清洁化

   交通能源消耗是造成局部环境污染和全球温室气体排放的主要来源之一。加速调整能源结构、转变能源开发利用模式，加快将绿色、多元、高效、低碳的可持续能源应用是其必然要求，交通能源动力系统呈现出电动化、高效化、清洁化趋势。汽车动力向燃料多元化、驱动电气化方向发展；轨道交通发展低寿命周期成本(LLCC)、环境友好设计等可持续发展技术，促进节能环保指标的逐步提高；海洋运输将超低排放的高效船用柴油机、气体燃料和双燃料发动机、零排放技术作为未来的发展方向；航空运输则以生物燃料和电能驱动作为通用航空动力的重要方向。

   2. 交通装备设计制造的轻量化、数字化和一体化

   交通装备制造业历来是具有集大成者特征的行业，其对信息产业、电子工业、材料工业等相关产业具有很强的带动效应，交通装备的发展呈现出轻量化、自动化、集成化、模块化和信息化特征。高性能的复合材料已成功应用于汽车、轨道机车车辆、大型客机/轻型通用飞机、船舶等交通装备制造，轻量化成效显著；在信息化和工业化深度融合的过程中，交通装备及其制造过程的数字化、智能化技术日新月异；借助大数据系统和云服务技术，交通装备设计、制造、检测、检验、运营、维护等各个环节不断向数字化、智能化、一体化发展。

   3. 交通运输系统集成的智能化、网联化和协同化

   当今科技在多个领域都取得了重要进展，并呈现交叉融合的态势，在交通系统的集成上，借助互联网的发展，以云计算、物联网技术、智能传感/大数据挖掘技术为代表的新一代信息技术有效地集成应用于轨道交通、道路交通、水运交通和空中交通系统，使交通系统集成呈现智能化、网联化、协同化趋势。智能型设施成为智能交通的重要研究方向，成为支撑智能交通发展的重要基础；车路协同、船岸协同等技术研究已从以解决交通管控为重点的阶段向以车车/车路通信下的智能联网为特征的新一代智能交通系统阶段发展。交通参与者、运载工具、设施一体化协同系统成为交通系统发展的大趋势。

   4. 用户消费需求的体验化、共享化和综合化

随着互联网对消费导向作用的逐渐增强和消费模式的重大变革，交通用户需求呈现出体验化、共享化、多元化等特征。老龄化和新生代用户比例持续增大，用户体验已成为影响交通运输服务和消费的重要因素；汽车共享、自行车共享等交通共享模式呈现出巨大的市场空间；高铁、飞机等服务网络的逐步完善极大丰富了用户的出行选择，基于多模式交通服务协同化的消费需求综合化特征日益明显。

   二、指导方针与目标

  （一）指导思想

   深入贯彻党的十八大精神，全面落实党中央、国务院的各项决策部署和国家战略，按照“立足中国、面向全球、自主自信、按需借鉴”的科技创新战略思想，坚持“需求导向、依据充分、实事求是、覆盖全面”的科技创新规划原则，坚持“方法科学、服务大局、摒弃本位、不落俗套”的科技创新规划方法，力争形成“体系完整、层次分明、主线清晰、重点突出”的科技创新规划体系。

  （二）总体思路

   以满足国家战略需求为目标，以国内外市场需求为导向，以行业技术发展趋势为引领，以产学研用协同创新为主要模式，解决一批制约交通发展的关键科学问题，研发一批引领交通发展方向的重大前沿技术，全面提升我国交通运输系统装备、基础设施、系统集成、运营管理的技术水平，以支撑我国“新型城镇化”的创新发展，服务“一带一路”国际合作与全球治理新格局，落实“京津冀协同发展”“长江经济带发展”等国家区域协同发展战略。

  （三）发展目标

   以满足构建我国安全、便捷、高效、绿色现代综合交通运输体系和国家总体安全重大需求为总体目标，强化人工智能、新材料和新能源等赋能/赋性技术与交通运输需求的深度融合，大力发展高效能、高安全、综合化、智能化的系统技术与装备，形成满足我国需求、总体上国际先进的现代交通运输核心技术体系。培育壮大新能源载运工具、现代轨道交通、现代通航运输、绿色水运装备等产业，提升我国交通运输业和装备制造业的核心技术全球竞争力和产业可持续发展能力。具体而言，在轨道交通、道路交通、水运交通、空中交通、综合交通运输与智能交通等领域，力争在2020年前实现以下发展目标：

  （1）在轨道交通系统安全保障、综合效能提升、可持续性和互操作等方向形成包括核心技术、关键装备、集成应用与标准规范在内的成果体系，满足我国轨道交通作为全局战略性骨干运输网络的高效能、综合性、一体化、可持续发展需求，具备国际竞争优势，具备交付运营时速400公里及以上高速列车及相关系统，时速120公里以上联合运输、时速160公里以上快捷货运和时速250公里以上高速货运成套装备，满足泛欧亚铁路互联互通要求、轨道交通系统全生命周期运营成本降低20%以上、因技术原因导致的运营安全事故率降低50%以上、单位周转量能耗水平国际领先、磁浮交通系统技术完全自主化的技术能力。

  （2）汽车产业技术创新能力大幅提高，以“低碳化、信息化和智能化”为导向的汽车技术创新体系基本形成，汽车产业成为引领制造业技术全面变革的关键产业之一。以混合动力技术为重点，全面提升传统燃油汽车节能技术水平，2020年乘用车新车平均油耗优于5升/100公里。以动力电动化技术为重点带动新能源汽车结构轻量化技术和整车智能化技术全面发展。实现动力电池技术革命性突破，高安全性锂离子动力电池单体比能量达到350瓦时/公斤，新能源汽车技术与产业化总体水平进入世界前列。重点突破具备高度/完全自动驾驶功能的智能汽车技术，实现有条件自动驾驶汽车（CA）技术规模产业化，智能网联汽车技术发展跟上世界潮流。

  （3）突破一系列绿色、智能船舶核心技术和超大型港口、深水航道建设维护技术，研制一批高技术、高性能船舶和高效通用配套产品，进一步提升我国造船、航运的整体水平。培育绿色、智能船舶等战略性新兴产业。依托长江黄金水道，加强各种运输方式的衔接和综合交通枢纽建设，加快多式联运发展，建成安全便捷、绿色低碳的综合立体交通走廊，增强对长江经济带发展的战略支撑力。

  （4）瞄准我国航空运输业快速发展、低空空域开放、通用航空产业、民航节能减排和航空应急救援体系建立所需要的技术基础，围绕安全、高效、绿色航空器和航空运输系统两条主线，突破新概念飞机、先进空管、大型枢纽机场运控技术等重点方向前沿核心技术，直接支撑大型机场综合交通枢纽建设、全面推进我国通航全产业链发展。

  （5）瞄准道路交通基础设施长寿命迫切需求，突破道路交通基础设施长寿命绿色材料、服役状态快速感知和评估、功能提升等关键技术，重点解决长寿命绿色材料制备、监测和检测技术装备研发、性能保持与恢复及功能提升技术等问题，力争使我国道路交通基础设施功能寿命达到国际先进水平。

  （6）我国综合交通运输的智能化水平和综合服务品质极大提升，交通信息精准感知与可靠交互、交通系统协同式互操作、泛在智能化交通服务等基础理论和核心技术体系基本形成，重点解决综合交通信息服务、交通系统控制优化、城市交通控制功能提升与设计问题，显著改善交通基础设施、载运工具、运行系统的安全状况和服务能力，智能交通战略性新兴产业规模化发展。力争到2020年，智能交通技术普及率增长30%，综合交通运输效能提升20%，亿车公里事故率降低10%。

   （四）战略部署

   围绕“十三五”国家科技创新规划和“创新驱动”发展战略，分三步实施：

  （1）分步实施现代交通领域重点专项，构建具有国际竞争力的产业技术体系，在交通系统安全保障、综合效能提升和可持续性等战略方向形成包括核心技术、关键装备、集成应用与标准规范在内的成果体系。

  （2）围绕拓展创新发展空间，构建全面创新能力。优化整合科研能力资源，完善以国家高速列车技术创新中心为引领的国家交通科技创新能力平台建设。培育造就一批具有全球领域影响力的科学家、科技领军人才、高技能人才和高水平创新团队。

  （3）突破共性前沿和颠覆性交通核心技术，培育重要战略性创新力量，聚焦重大科学问题，引领交通技术未来发展方向。

   三、发展重点

  （一）轨道交通

   1. 系统集成及共性技术

  （1）轨道交通系统综合安全评估与协同安全保障技术

  突破轨道交通系统运营状态全息化智能感知、快速辨识、风险评估、预警和处置技术；基于材料与结构的力学、理化、服役环境影响性能分析评估和功能设计理论研究，提升轨道交通装备耐碰撞、防火、防冰雪设计等本构安全性能；构建轨道交通系统全寿命周期RAMSI综合评估与保障技术体系。

  （2）轨道交通系统全息感知与泛在融合智能化技术

  基于“互联网+”的系统设计、智能制造、云端融合交互等技术，开展轨道交通系统融合网络、大数据驱动、类人智能、云计算、超大容量实时高可靠移动通信等一体化应用技术研究，全面提升轨道交通装备制造及运维智能化水平。

  （3）轨道交通系统全局效能评估及综合效能提升关键技术

   针对轨道交通牵引传动系统能耗、轻量化、车载储能系统可靠性等问题，开展基于“互联网+”、新型拓扑变换、新能源、新材料和新结构等技术的牵引变流、永磁直驱牵引传动系统研究；系统掌握轨道交通动力系统的高效能量管理及安全保障技术。

  （4）轨道交通系统解耦与适配技术

   开展轨道交通系统各组分相互作用、互操作机制与协同运作理论研究，突破各关键子系统的分层递阶互操作机制与多模态耦合机理、子系统失效全局影响评估；研究基于全局最优的轨道交通系统与其他交通运输方式的自适应匹配技术；搭建我国以铁路为骨干，综合协同航空、公路、港口的交通运输一体化技术体系平台。

   2. 载运工具

   （1）高速轮轨交通系统关键技术

   开展跨国互联互通、时速400公里及以上高速客运装备关键技术研究；突破基于“重量-阻力-动力”多目标均衡的综合节能、噪声主动控制、主动安全与运维、轨距自适应变结构转向架、基于互联互通需求的系统集成等关键技术；构建时速400公里及以上高速轮轨交通系统产品技术平台。

   （2）磁浮交通系统关键技术

   系统开展高速磁浮列车悬浮、牵引、导向等关键技术研发，突破高能效、高可靠悬浮及运行控制技术；基于车-线-桥-隧耦合机理，研究低流阻、低噪声、系统集成等关键技术，实现200公里/小时和600公里/小时中高速磁浮交通系统和装备产业化；构建磁浮运输系统协同创新与集成化试验平台。

   （3）轨道交通货运快速化关键技术

   突破货物快速装卸、均衡配载、多式货物联运适配等系统化关键技术，研制时速120公里公铁联运、时速160公里快捷货运、时速250公里以上高速货运列车及配套装备，建立快捷货运技术标准体系，实现主要枢纽间各种交通运输方式无缝对接和物流高效转接，形成安全、便捷、高效、适应运输过程综合化需求的轨道交通货运技术与装备体系。

  （4）导向运输系统模式多样化技术

   开展基于胎/地耦合的列车运动学和动力学理论研究，突破多模式高安全冗余协同循迹控制、混合路权安全协同控制、非接触式供电等关键技术；研制新型地面自导向城市轨道交通装备，构建相关标准体系和试验验证平台。

  （5）基于城轨网络的城市物资快速转移载运工具

   针对大城市中心区域之间、中心区域与市郊之间生活物资等运输需求及特征，开发适于城轨客运空档期专用的智能及经济型载运工具，实现上述区域之间物资运输组织的灵活调度管理。

  （6）导向运输系统新模式及技术探索研究

研发支撑区域性网络化物流的低成本无人导向运输系统技术与装备，研究超高速导向运输系统新模式及关键技术，探索城市末梢交通运输微网和专网系统方案与技术。

   3. 基础设施

  （1）轨道交通线路工程施工与能力保持技术

深入开展基础设施生态系统工程技术研究，突破重大地质灾害等复杂环境条件下线路、大跨桥梁、大规模隧道群与超长隧道等基础设施的全生命周期能力保持与恢复关键技术，构建相关智能化管理信息系统及工程施工技术体系。

（2）基于空天车地信息一体化的安全与运营保障技术

突破空天车地信息一体化的轨道交通安全保障系统技术研究，掌握空天地信息融合的列车动态间隔配置制动及安全防护技术，形成满足不同运营需求的列控系统标准规范。

（3）基础设施供电系统

开展非化石清洁能源在轨道交通系统的应用及分布式智能供电技术研究，掌握高速移动环境下列车非接触供电高效能量传输、同相柔性供电、高导低耗受流等技术，支撑轨道交通系统绿色环保的可持续发展需求。

4. 营运管理

（1）轨道交通运营与管理信息大数据深度应用

开展物联网及移动互联环境下轨道交通运营全景信息感知与融合系统技术研究，突破轨道交通基础设施基本状态、交通工具运行、运输组织、日常调度等多源信息协同处理技术，多模式全网运输态势动态感知与智能解析技术，客货运需求规律主动辨识和运营状态主动预警技术，为铁路客货运产品及服务规划、运营管理、安全保障提供支撑。

（2）“互联网+”轨道交通精准服务模式

研究“互联网+”多模式轨道交通高品质客货运服务新模式，突破轨道交通客货运精准营销、无缝衔接服务保障、全网全程运力资源动态配置、重载铁路与既有铁路互联互通运输组织、运输通道能力利用模式及分工等关键技术，实现精准对接供需、高效配置资源。

（3）便捷高速客运

   发展多模式融合的便捷高速客运技术，提升客运服务质量。突破基于移动互联的客运信息引导和交互、多模式轨道交通巨量客流综合分析、轨道交通客运枢纽接驳转运协同优化等关键技术，构建多模式轨道交通客运协同决策系统，开展重点区域（城市群）轨道交通综合应用示范。

  （4）高效快捷货运

   突破基于智能化技术的集装化货物装载、铁路场站控制、快货接取送达等关键技术，开展快捷高速货运全程运输计划协同编制及作业组织优化、货物联合运输集疏运一体化组织技术研究，实现单位周转量能耗水平国际领先的目标。

  （5）多模式轨道交通运输组织与协调

   突破枢纽多源交通信息互操作、基于北斗卫星导航系统的轨道交通系统运营调度等关键技术，开展轨道交通中转枢纽基础设施及运输组织智能监管服务、多模式轨道交通运行组织匹配技术研究，构建虚拟现实全网轨道交通运输组织仿真平台，建设大型智能铁路枢纽示范工程。

  （6）智能运维与应急处置

   围绕建设“安全交通、高效交通”重大需求，突破轨道交通设备设施在线检测与性能评估预测、非正常事件综合情景推演与管理决策技术，实现轨道交通网络全程动态优化调整和主动安全预警。

   5. 创新能力

  （1）轨道交通系统安全综合测试验证评估平台

   构建具有国内外复杂运用环境及特殊工况耦合、多学科大数据融合、智能交互等特点，集检测检验、认证认可、安全评估一体化的关键系统综合测试验证评估平台，为轨道交通系统及装备国内外市场准入提供支撑。

   （2）轨道交通系统综合数据应用服务平台

   基于运输对象、基础设施、移动装备、指挥调度系统、自然环境的实时数据，构建集大容量实时存储、大数据驱动运算、运输调度管理、灾害事故应急指挥、装备运维指导等功能于一体的轨道交通系统综合数据应用服务平台，为保障轨道交通系统全生命周期的高效和安全运营提供支撑。

  （3）轨道交通系统综合效能研究与评估平台

   针对轨道交通系统能耗巨大和城市环境用电负荷占比高的特征，开展新材料、新结构及新能源等单元综合效能试验验证，构建轨道交通系统全局综合效能试验评估平台，为全面提升轨道交通系统综合效能提供支撑。

  （二）道路交通

   1. 载运工具

  （1）动力电池与电池管理

   建立全球领先的动力电池技术链和产业链，重点突破高比能金属锂二次电池技术、高比能量锂离子电池技术、高功率长寿命锂离子电池技术、动力电池系统集成及管理技术、动力电池系统安全性技术、动力电池工艺和装备技术等。

  （2）电机驱动与电力电子

   全方位大幅度提升电驱动系统的技术水平，掌握高效轻量化电机关键技术、控制器功率密度倍增技术，形成国际市场竞争力。抓住新一代电力电子技术变革机遇，突破以宽禁带半导体为基础的电驱动控制器技术，实现规模产业化。构建电驱动技术创新体系，补齐试验平台、高端试验设备、专用器具、生产装备和系统集成等技术短板,大幅提升高端系统软硬件通用开发能力和非标设备自主创新水平。

  （3）纯电动汽车核心专项技术

   优化纯电动汽车技术平台，重点升级整车安全技术和能效优化技术，形成具有国际竞争力的整车集成技术水平。提高自主电动一体化底盘技术开发能力，掌握悬架系统及制动系统优化、整车操纵稳定性、电池组安全防护技术等。突破新一代分布式驱动技术，掌握四轮转矩分配控制的协调与匹配等关键技术。开发新型核心零部件与子系统技术。

  （4）插电式混合动力汽车核心专项技术

   升级插电式混合动力汽车产品技术平台。优化主流插电式车型混合动力性能，开发高性价比的乘用车/商用车插电式混合动力总成。大幅降低电量维持阶段混合动力系统燃料消耗，建立插电式混合动力整车性价比优势和国际市场技术竞争力，促进插电式混合动力汽车技术进步和产业化进展。

  （5）燃料电池汽车核心专项技术

   深入开展电堆关键材料和部件的创新研究及产业化研发，大幅提高燃料电池电堆产品性能、寿命，降低成本。加大燃料电池发动机辅助系统研发力度，重点突破空压机、氢循环泵等关键部件及其系统集成技术。优化升级燃料电池动力系统技术，重点突破高功率密度乘用车燃料电池发动机和长寿命商用车燃料电池发动机技术，燃料电池/动力电池混合动力集成控制与能量优化管理技术。实现燃料电池整车批量化生产，初步实现商业化。

  （6）整车高效节能技术

   积极推进传统动力汽车技术的持续优化，发展节能整车产品，重点是节能内燃动力乘用车、混合动力乘用车、节能柴油商用车、混合动力商用车和替代燃料汽车；做好节能关键零部件技术开发及产业化应用，重点是高效内燃机及其关键部件、电子控制系统、混合动力电机/电池和专用发动机、中低压助力与能量回收技术、高效自动变速器、自动变速器关键零部件、低滚阻轮胎等；发展节能汽车共性关键技术，重点是空气动力学优化与低阻力技术、热管理与能量综合利用技术、动力总成匹配优化与控制技术、发动机清洁燃料与新型燃烧技术等。通过推动上述研究工作开展，推动节能汽车更好普及，使节能技术在缓解我国能源与环境压力进程中发挥更加显著作用。

  （7）结构轻量化技术

   围绕先进轻量化材料、轻量化先进工艺和轻量化结构优化技术创新，推动结构轻量化技术在汽车产业各领域规模化应用。重点研究高强度钢、轻合金材料（如铝合金、镁合金）、碳纤维等新型材料特性和应用技术，热冲压成型、液压成型等先进制造技术和激光拼焊、胶粘连接等先进连接工艺技术，整车及零部件结构的拓扑、尺寸、形状/形貌、多学科/多目标等优化技术及应用。形成轻量化整车产品和关键零部件的自主开发能力，降低乘用车和商用车产品的平均单车整备质量。

  （8）汽车自动驾驶技术

   重点研究高带宽、高实时性、高安全性、高可靠性汽车智能化系统架构，高可靠环境感知和高精度定位技术，复杂场景下的高效可靠轨迹规划与智能驾驶决策算法，驱动、制动、转向集成线控技术，车载互联系统及互联路测设备信息安全机理及策略和认证技术，汽车智能驾驶的虚拟和物理测试、分级及集成测评技术与测试标准规范。建立高度/完全自动（HA/FA）驾驶汽车技术平台，突破有条件自动（CA）驾驶汽车产业化技术。

   2. 基础设施

  （1）长寿命与绿色交通基础设施材料

   面向交通基础设施材料长寿命与绿色可持续发展的需求、提升交通基础设施服役能力，在深入研究长寿命与绿色交通基础设施材料设计理论的基础上，重点研制基于纳米材料、维-纳多尺度纤维材料、多尺度矿物掺合料和新型外加剂的长寿命高性能混凝土、超高性能混凝土（UHPC）等结构材料，耐腐蚀超高强钢绞线、高耐久抗疲劳纤维增强复合材料、高耐磨抗重载疲劳和耐严寒盐冻环境的长寿命混凝土材料，硫橡胶和轻质高阻尼快速铺装材料、新型聚合物环保型混合料、废旧轮胎颗粒降噪舒适性沥青路面材料等长寿命交通基础设施功能提升材料。构建我国长寿命与绿色交通基础设施材料可持续发展产业生态体系。

  （2）交通基础设施快速检监测和预警技术

   围绕复杂环境下交通基础设施服役状态快速检测、监测和预警的需求，重点研究快速移动无线传感、机器人、可穿戴设备、增强虚拟现实、机器视觉、3D激光扫描、非线性和非接触及无线超声导波、长周期光纤光栅传感、生物眼和民用雷达、遥感和北斗卫星等检监测技术，形成系列高精度、自动化、智能化、可视化、可移动的交通基础设施快速检测装备。发展我国交通基础设施服役性能保持和提升的先进检监测和预警技术与装备。

  （3）道路交通基础设施全寿命周期性能演化机理与评估技术

   深入研究道路交通基础设施全寿命周期性能演化机理、预测模型和控制理论，基于多源数据和机器学习的道路交通基础设施全寿命性能评估技术，基于星基感知和机器学习的道路交通基础设施网络灾后快速评估技术，构建我国交通基础设施全寿命周期性服役性能综合评价体系和标准。

  （4）道路交通基础设施长寿命功能提升技术

   延长既有交通基础设施寿命，突破既有交通基础设施功能提升设计理论,大力发展大数据、信息化、智能化、虚拟现实、机器人全自动桥梁养护技术，研发系列桥梁结构快速更换、加固和拆除技术及装备，重点研究不中断交通下桥梁拓宽改造和再利用技术、新旧桥梁协同工作技术，组合桥面抗疲劳、抗裂和长期变形控制技术，缆索疲劳与腐蚀监测与控制一体化技术、高效智能延寿技术，隧道结构微胶囊、电化学、生物和矿物自修复技术，自适应快速主动、可视化微扰动加固技术。全面提升桥隧结构全寿命抗灾能力，重点研究可恢复、可更换、长寿命桥梁结构体系及更换装备，桥隧结构灾害主被动与智能控制、快速修复与加固技术及装备。发展道路全寿命性能保持与提升技术，重点研究寿命分层递增耐久性沥青路面、工业化柔性可卷曲铺面材料和自膨胀高聚物注浆材料及路面修复技术、新旧道路服役协同工作技术。

  （5）国家道路交通基础设施信息大数据中心

   建立国家级桥梁结构、隧道、道路基础资料数据、结构时变模型数据、环境与荷载数据、监测数据、检测数据、养护管理数据、灾害数据、加固与性能提升数据，各类交通基础设施海量试验数据等综合信息数据库；研究基于大数据和交通网络功能保持与提升的交通基础设施管养维护决策支持技术；研究道路交通基础设施数据共享与互联互通技术，全面提升道路交通基础设施服役能力和寿命。

  （6）电动汽车充电基础设施技术提升工程

   优化升级现有充电技术平台，大力提升充电效率，缩短充电时间，保障充电安全。突破以无线充电为代表的各种新型充电技术，实现规模化应用。积极探索充电基础设施与智能电网、分布式可再生能源、智能交通融合发展的新技术，加强检测认证、安全防护、与电网双向互动、电池梯次利用、无人值守自助式服务、桩群协同控制、充电桩互联等关键技术、装备和标准体系研发。

  （7）加氢基础设施和示范考核技术

推进氢气储运技术发展，加氢站建设和燃料电池汽车规模示范。开展各种车载储氢技术创新，重点突破碳纤维缠绕塑料内胆气瓶的低成本与产业化技术。制定车用70MPa氢瓶四型瓶标准，开发70MPa储氢加氢装备及其加氢站集成技术，形成较完整的加氢设施配套技术与标准体系。

   3. 营运管理

  （1）城市公共交通智能化管理与协同服务关键技术

   采用多模信息服务技术，重点加强公共交通信息服务、运营监管和应急保障等关键技术的研发及应用，包括公交线路优化及信号优先保障技术，公共交通动态信息采集监测、服务及安全预警技术，公共交通信息综合管理与决策支持技术，城市客运综合枢纽换乘服务及客流诱导技术，公共客运车辆运行管理及服务技术，城市交通出行电子支付技术，智能停车管理与动态诱导技术等。

  （2）基于物联网的交通系统关键技术研发及应用

   充分发挥物联网技术在交通运输体系中的应用，加强交通系统各组成部分的集成智能化、网联化、协同化发展，研究基于移动互联的综合交通智能化服务、交通系统运行态势精确感知和智能化调控、智能物流网络与物流系统高效运行等技术，重点突破交通信息精准感知与可靠交互、交通系统协同式互操作、智能化交通服务等关键技术，促进智能交通、移动互联等运输系统与智能交通发展新趋势。

  （3）交通系统控制优化与决策支持技术

   重点解决交通系统控制优化、城市交通控制功能提升与设计等问题，提高实时控制与信息交互能力，实现交通控制综合优化与智能决策，显著提升道路通行效率。

   4. 创新能力

  （1）动力电池及电池系统创新、测试评价平台

   针对先进动力电池及电池系统核心关键技术，建立研发创新平台。开展下一代、新体系高性能动力电池基础研究和产品开发，电池系统包括电管理、热管理和安全管理等关键技术研发；开展电池梯次利用和电池回收技术研究。建立动力电池单体、模块、系统的测试评价平台，开展测试技术研究和评价规范研究，建立科学的测试评价体系，支撑纯电动汽车和插电式混合动力汽车技术进步和产业化。

  （2）燃料电池及燃料电池发动机创新及测试评价平台

针对燃料电池单体、电堆和燃料电池发动机系统关键核心技术，建立研发创新平台，重点开展催化剂、质子交换膜、碳纸、双极板等核心技术基础研究，燃料电池单体、电堆、辅助系统、发动机和控制技术的工程研究和产品开发，降低燃料电池成本，提高燃料电池环境适应性和寿命。建立测试评价平台，开展燃料电池单体、电堆、燃料电池发动机的测试技术研究和技术规范研究。

  （3）汽车电力电子器件、电子控制技术创新及测试评价平台

   建立汽车电子控制技术创新及测试评价平台，开展汽车整车、动力系统、底盘电子控制系统以及IGBT、碳化硅、氮化镓等电力电子器件技术研发及产品开发和零部件、系统的软硬件测试技术研究与测试评价技术规范体系研究，支撑我国汽车电子控制系统产业的形成与发展，打破国外垄断。

  （4）自动/无人驾驶汽车运行安全性测试评估平台

   研究自动/无人驾驶汽车运行安全性评价指标和测试标准规范体系，研发自动/无人驾驶汽车运行环境场景构建和安全性测试技术与装备，构建与我国道路交通环境相适应并具有国际普适性的国家级自动/无人驾驶汽车运行安全性测试评估平台。

  （三）水运交通

   1. 载运工具

  （1）绿色船舶设计与优化技术

   研究船型、上层建筑、舱室结构数字化和综合优化技术，船舶动力系统总能优化利用、混合动力驱动、LNG电力推进和LNG动力船加注挥发气治理技术，船舶高效节能技术，船舶废气污染物协同处理技术，高效复合船型水动力和减振降噪技术，海洋运输船舶抗风浪能力稳性评估技术。

  （2）高性能公务船舶技术

   研究高速公务船动力系统集成技术、多机多桨（泵）优化匹配技术、柴电混合动力技术、高效推进器技术、高效混合推进系统技术。

  （3）船舶先进推进技术

   研究无轴轮缘推进器设计、制造及控制技术，复合能源模式下船舶推进系统的设计与优化技术，船舶智能电网运行管理技术，基于岸基能源的运河船舶推进技术。

  （4）船舶动力系统性能提升技术

   研究动力系统预测仿真技术、动力系统振动噪声声学匹配技术、船用柴油机动力设备隔振降噪装置设计技术、低噪声动力系统制造工艺技术；船舶主动力装置、发电装置、轴系等重要设备状态在线监控与智能故障诊断技术，船舶能效智能在线监控、评估与优化综合集成技术。

  （5）智能船舶关键技术

   研究智能船舶设计与制造技术、智能船舶结构仿真技术、智能机舱深度智能化系统设备的设计制造技术，基于多信息融合的船舶机舱系统设备远程监控、状态评估及效能优化控制技术，基于国际海上避碰规则的船舶智能避碰辅助决策自动化技术及验证技术，基于信息自主感知和纵倾优化的船舶智能配载技术，基于船岸协同的船舶航线优化与自主决策、船舶自动航行技术，智能船舶多源信息自主感知、融合及呈现技术，以e-Navigation船端技术架构为核心的航海信息智能处理与显示技术，复杂水域船舶智能避碰避险辅助决策技术，船舶交通智能组织与协同调度技术，船内装备自组织物联网技术，恶劣气象条件和复杂会遇态势下船舶航行信息自动增强技术。

   2. 基础设施

  （1）多模式立体综合通信导航技术

   设计新一代VDES设备的核心基带处理芯片及协议栈，研究新一代船用VHF数据交换系统(VDES)调制解调技术、星载AIS接收信号冲突检测技术、卫星VDES上下行链路的数据处理技术、基于AIS/ASM/VDES的R模式定位技术、船舶综合PNT技术以及船舶综合通信技术，研制具有完全自主知识产权的船-岸-星多模式立体综合通信导航装备。

   （2）生态航道建养技术

   研究内河传统航道通航运行系统与自然河流生态系统的依存关系，研究河流生态系统整体功能，提升内河航道养护、管理与信息服务技术，跨流域水网航道设计建设与运维一体化技术，内河航道一体化快速测绘与通航环境动态监测技术，航道构筑物在线智能监测与故障快速诊断技术，内河航道疏浚养护工程质量保障技术，高等级航道自然灾害及异物侵袭监控技术。

  （3）高效港口建设技术

   研究港口交通管控一体的视频监控技术，自动化堆场作业机械、自动化岸边作业机械、自动化水平运输机械和自动化控制系统集成技术，大型港口枢纽的基础设施建设与改造、基础装备研发与制造、工艺流程优化与改造技术，大型港口及深水航道的建设维护、整治减淤及通航保障技术。

   3. 营运管理

  （1）船舶智能化管理技术

   研究船船互联、船岸互联的船舶管理信息服务技术，船联网与大数据技术，船舶电子助航与智能导航技术，船队智能化营运管理技术，海运大数据标准、单船及船队数据信息化采集与智能处理技术，港口水域船舶交通自组织智能调度技术。

  （2）船舶健康状态评估和故障诊断技术

   研究船舶分布式传感器网络的体系结构设计技术，船舶搭载的系统、设备、组成部件的性能衰退感知技术，船舶机舱系统设备的全方位状态感知、评估和自适应技术，船舶航行异常状态识别和关键设备风险预警技术，适用于各种主流船型的船舶状态综合感知和运维保障一体化软硬件技术，基于知识工程的船舶运维管理和决策的知识获取、知识库构建、决策推理、仿真分析及性能评价技术，面向智能船舶设备的故障诊断与维修决策技术。

  （3）航运风险防控与应急处置技术

   研究水上交通安全监管与服务技术，基于北斗的全球卫星导航技术，船舶与港口污染防控技术，危化品运输船舶、大型客船船舶事故机理、风险评估、预警与应急处置技术，大深度饱和潜水技术，海道测量技术，海上人命安全保障与搜救技术。

  （4）智能港口与码头运营管理技术

   研究智能港口运营调度优化与决策支持技术、智能口岸平台构建技术与协作管理、适应海上丝绸之路建设的智能口岸信息系统与标准，物联网、大数据背景下港口优化调度与决策支持技术，基于港口的海运全程供应链优化技术，自动化集装箱码头作业调度协同优化技术，装卸作业多层次控制及高效优化技术。

   4. 创新能力

  （1）多模式综合信息通信导航测试评估平台

能够满足船舶国内外航行过程中船船、船岸以及船内部信息传输的需求，整合船舶现有信息交互方式，实现多种通信协议的集成、各种设备功能的集成、语音和数据业务的集成功能测试，满足船舶各项作业需求，并制定相关标准。

（2）面向E-航海的航运智能服务设计评估平台

能够满足面向E-航海的航运智能服务系统的功能测试，开展船联网技术应用模式设计评估，构建覆盖船端监测监控和公司端决策支持的船岸一体化的综合运输、绿色航运和平安航运的智能仿真系统，建立健全面向E-航海的航运智能服务技术应用标准体系。

（3）深远海船舶交通监管与指挥控制集成实验评估平台

突破船舶航行数据、机舱数据、船载货物状态（特别是危险货物状态）数据以及船舶关键设备运行状态数据的全方面立体感知手段的集成技术，研究基于北斗的远洋运输应急监管系统的功能测试方法，形成恶劣海况下遇险目标快速搜寻与精确定位技术及系统的集成与实验评估能力。

（四）空中交通

1. 载运工具

  （1）新构型新能源通用航空飞机技术

   针对包括轻型水陆两栖飞机在内的通航轻型飞机使用环境恶劣，作业任务多样性、复杂性及危险性高于大飞机等使用特点和技术特点，开展高效绿色轻型多用途通用飞机总体综合设计、系列化、模块化设计技术，通用飞机新概念布局设计技术；研究新能源电动飞机电推进系统技术，通用飞机轻质、高效整体化结构设计与制造技术，研制新能源电动飞机和先进通航轻型飞机，提升高效绿色轻型多用途通用飞机型号研发水平，发展我国通用航空战略新兴产业。

  （2）新概念新布局无人运输机及现有机型无人化技术

   针对翼身融合布局/支撑翼布局等新构型与燃料电池、氢燃料、混合动力等新能源无人运输机概念方案，突破无人运输机模块化、轻量化结构设计与制造技术，开展新概念新布局无人运输机方案探索与产品集成研究，完成新概念新布局无人运输验证机；同时在既有技术集成和研发必要技术基础上，针对现有机型开展无人自主起降等技术研究，使其升级改造为无人运输机产品。

   2. 基础设施

（  1）填海机场跑道致灾机制及减灾技术

   随着沿海城市的不断发展，建造机场等特大型基础设施的用地十分紧缺，“向海要地”已逐渐成为解决该问题的一个方向。针对填海机场的沉降致灾问题，研究填土在各种荷载（例如飞机冲击荷载、海浪荷载、时间荷载）条件下的沉降发展规律，揭示填海机场跑道沉降致灾的条件，突破长期工后沉降的实用预测和优化设计控制技术，研发以北斗导航控制的压实施工技术等，实现对填海机场的沉降致灾预防和控制。

  （2）基于大数据的大型枢纽机场设计优化与评估技术

   机场系统规模越来越大，航空器及相关资源种类、数量日益繁多，传统的机场设计技术已无法满足规模大型枢纽机场建设的需要。突破机场内空侧、陆侧及更大范围内的多源异构数据（如跑道、滑行道运行数据，航站楼内旅客相关数据、综合交通数据等结构化与非结构化数据等）的实时采集与挖掘分析技术，以及基于机场大数据的机场系统设计优化与评估技术。

   3. 营运管理

 （1）无人机安全管控技术与应用示范

   针对无人机快速发展带来的安全隐患问题和无人机飞行特点，研究合作型无人机机载身份识别和飞行跟踪技术，研发地面安全监控系统，实现无人机实时“认证、定位、跟踪、电子围栏、远程接管”；针对非合作型无人机，研究主被动低空多源监视技术和反制技术，实现无人机实时“发现、定位、追踪、反制”；制定无人机安全管控标准规范，建成区域级无人机管控系统，开展区域级示范验证。

  （2）无人机物流关键技术研究与验证

   针对即将爆发增长的快递物流无人机设计需求，研究安全、高效、节能的电驱动垂直/短距起降（V/STOL）无人机平台，面向物流应用的无人机模块化、轻量化结构设计与制造技术，无人机与物流、仓储平台的自动交汇技术，无人机智能飞行控制与管理决策技术，高可靠机载控制器、地面站、远距离数据图像实时链路集成技术，无人机运输网络优化配置策略，多机、多任务组织调度策略。结合无人机安全管控技术，开展无人机物流关键技术应用验证。

  （3）机场场面安全运行与智能控制技术

   深入开展机场跑道、滑行道智能化安全运行技术研发，突破大型复杂繁忙机场运行条件下航空器立体成像与精确姿态感知、分布式多传感器空时融合、助航灯光智能控制与引导、机载智能路由引导、地空数据链多网络无缝切换等关键技术，进行机场场面安全运行与智能控制系统工程示范，并提出相应技术标准与运行规范建议。

（4）大终端区多机场协同管控技术与验证

瞄准大型终端区多机场高效协同运行的迫切需求，通过“数据协同”“平台协同”“决策协同”三个层次，构建大型终端区机场飞行区安全运行管理和多机场协同运行的技术体系架构，突破大型机场飞行区安全运行管理、多机场海量业务数据的处理信息挖掘与协同共享、多机场航班协同放行与航班进程协同监控、航站楼内资源和场面资源的实时预警与协同调度等关键技术，研发相应的技术支撑平台，并应用于“京津冀”大型终端区多机场的实际运行中，实现大型终端区多机场运行由传统分离、被动响应型向协同、主动预警型的运行模式的转变，提高大型终端区多机场的协同运行能力和运行效率。

（5）基于高精度航空气象预报的空地协同飞行调控技术

气象是造成航班延误及航空事故的主要因素之一。随着航空运输业的快速发展，对航空气象保障能力的实时性、精细度、精确度提出更高要求。重点研究突破航路气象数据精细化整合技术、航路气象高精度预报技术和空地协同飞行调控技术，实现空地协同飞行调控，采用优选航路飞行，减少航班延误和燃油消耗。

4. 创新能力

（1）基于大数据的全景化智能化虚拟空域安全运行仿真与评估平台

   从多源异构海量信息中挖掘信息情报和知识资源，实现空域安全运行的精细化评估与调控，是大数据技术在空中交通领域的应用发展方向。重点研究航路网数据的实时获取与传输、空中交通多源数据融合、大数据环境下交通行为建模、分析、预测与挖掘等技术，为空中交通系统的安全、有序、高效运行提供数据支持；基于空域运行大数据，运用先进的分布式仿真、智能学习和虚拟现实技术，实现从航线网络的角度对空域结构规划方案评估提供支撑，从空管运行的角度对交通流量调控和安全调控技术仿真和评估提供支撑。

（五）综合交通运输与智能交通

   1. 系统集成及共性技术

  （1）交通基础设施服役能力保持与提升技术

   揭示复杂条件下交通基础设施的服役性能演变机理、规律和失效模式，实现服役性能演变规律的科学表达和预测；掌握交通基础设施的协同服役理论，实现共线交通基础设施的空间协同、功能协同和寿命协同；解决交通基础设施性能状态的快速、定量、精准感知与解析问题，提出可靠的设施状态诊断、评价方法和标准，形成设施智能决策能力；突破交通基础设施协同服役能力保持与提升的技术瓶颈，从而有效实现交通基础设施服役性能的优化与提升。

（2）车路协同环境下人车路耦合特性与群体智能控制技术

   解析互联信息环境下驾驶行为生成与演变机理、网联/非网联混行状态下车-车耦合机理；揭示车路协同环境下人车路耦合机理、信息交互机制及可靠性对车车/车路协同及交通运行的影响规律，建立基于人车路强耦合的网络优化方法；揭示车路协同环境下面向群体协同的人车路交通全景状态重构、涌现及其演化机理，建立支持多交通主体协同的多模式信息交互机制与可信性、多交通主体共存的复杂交通场景下车辆群体协同决策方法，突破面向自主/人工车辆混行等交通场景下的新一代车辆协同安全和交通协同控制关键技术，建成车联网环境下驾驶行为与交通流一体化仿真系统。

   2. 载运工具

（1）车辆智能联网联控技术

   针对时变条件下网联车辆状态感知、协同服务与运行智能联控的需求，重点突破异构网络环境下多模信息交互、低延时高可靠移动互联、车辆运行状态联网感知与协同感知、网联车辆智能生态驾驶服务、端-网-云架构下的车联网信息安全保障等关键技术；构建面向网联车辆的社会化服务平台，实现大规模联网车辆智能化协同服务，建立面向自动驾驶的协同感知与车辆联网联控运行环境，构建智能驾驶应用系统；提高大规模网联车辆的驾驶安全性、经济性、生态环保以及出行可靠性。

  （2）无人机与网联车的组网优化与协同控制技术

   研究跨区域业务时空分布动态演化规律，空基广域信息业务时空分布多样性条件下的服务可持续性机理，碎片化通信资源动态分配优化方法，研发“空基-地基”异构组网的接入和切换协议，空基-地基链路QoS需求优化模型，建立“空-地”一体化联网协作传输联合优化模型、大规模并发通信的拥塞避免机制和链路控制方法。研究无人机与网联车的协同定位技术，空基网、地基耦合状态下无人机、联网车最优路径估算方法，无人机与网联车耦合作用下的集群控制方法，无人机与网联车的自主接驳与任务载荷交接技术，研发无人机与网联车组网协同联动控制系列软硬件装备。

    3. 基础设施

  （1）交通重大基础设施智能联网监测与预警

   针对国家路网重点基础设施运行安全与效率问题，重点突破桥梁与隧道快速智能巡检装备，国家干线公路基础设施状态感知、安全预警与智能联网监管技术，航道要素信息全面感知、广泛互联、深度挖掘系列关键技术，跑道性能状态智能监测、评价与预警技术，飞行区设施的智能化及互联技术，提升交通基础设施的联网监测和服务能力，提高设施的维护管理水平。

  （2）基于大数据的交通重大基础设施智能化养护

   突破道路、桥梁、隧道、机场等重大交通基础设施耐久性、高性能工程材料、工程材料的循环利用、基于大数据及“互联网+”的建设与养护管理智能化等方面的核心技术，形成新一代公路基础设施设计、建设、养护与运维技术体系，显著提升我国交通基础设施的服务能力与运输效率。

  （3）综合交通枢纽协同运行与服务

   研究智能客运枢纽系统架构与运行模式，研发多层次大规模密集客流远程监测与动态预警、多方式交通服务协同组织与联合调度、枢纽客流快速疏散等技术，开发枢纽协同运行管理系统、枢纽智能化导航导乘系统；研究基于物联网的综合货运枢纽接驳转运要素智能感知、动态组网、全程管控与智能调度技术方法，研发货运枢纽作业状态智能监测、风险识别与自动预警技术，研制货运枢纽接驳转运协同组织与调度系统。

   4. 营运管理

（1）城市综合交通系统智能化协同管控技术

面向城市交通多模式、综合性和复杂性，研究突破城市交通协同管控、综合交通集成服务、交通系统在线动态仿真等关键技术；构建多模式交通协同管控与综合服务集成测试平台，建立城市多模式交通系统智能化协同管控平台，城市综合交通系统互联与集成服务平台；构建城市交通系统运行在线仿真测试平台，建立多模式交通计算机仿真环境及人机交互环境，交互式城市交通系统运行动态仿真平台；形成城市综合交通协同管控、动态仿真等方面的技术标准和规范；提高城市交通系统运行效率和综合服务水平。

（2）区域综合交通运输网络协调运行与服务决策支持技术

重点突破区域交通运输态势监测、区域综合交通运输组织调度、应急指挥与协调联动、区域交通信息服务走廊等关键技术，研发区域综合交通运行监测与智能化分析平台、区域综合交通应急指挥与协调联动平台、区域综合交通信息公众服务集成平台、运输通道交通信息综合服务平台，提升区域综合交通运行效率和服务水平。

（3）城市群智能客运系统

突破基于大数据的海量时空离散客运出行数据信息采集、汇聚与融合，移动互联环境下客流特性动态预测与预警，城市群多级客运网络协同优化，城市群客运走廊状态监测与动态资源分配等技术，形成城市群高精度客流监测分析体系，建成城市群智能客运大数据平台、客运走廊运行状态监测与道路资源动态分配系统、城市群多尺度客运智能化评估支持系统；形成移动互联环境下需求响应式公交客运、共享交通的社会模型和服务体系，突破非常规客流下客流引导组织与应急处置、城市群客运运力供需实时评价和动态排班调度等技术，建成城际需求响应式客运系统、区域快速客运协调调度系统和智能客运一体化终端及系统检测平台。

（4）高效货物运输与智能物流技术

立足“互联网＋”高效物流，突破多式联运发展需求下载运装备标准化与专业化、货物运输组织与管理、物流信息综合集成与智能化服务等关键技术，形成多方式、多载运工具、全运输流程间高效匹配衔接的装运和转运技术装备体系，建立以多式联运为核心的跨方式、跨行业、跨区域一体化高效货物运输组织与服务体系，为提升全社会物流服务效率与品质、降低社会物流成本提供技术支撑。

  （5）综合交通运输网络运行风险辨识与防控技术

   研究多方式个体交通行为特征识别与解析、基于大数据的群体交通行为风险辨识等技术，构建面向综合运输运行风险防控的交通行为风险监测与调控系统；研究多种运输方式下的交通网络运行风险评估及服务优化，构建多种交通运输方式下的交通网络运行风险评估与决策支持平台；研究主干交通运输网络运行风险感知及快速处置，形成重点交通对象通行风险全程化监管体系，构建具有立体化监测、智能化研判及全方位预警等功能的交通运行风险处置与决策支持平台。

  （6）基于船岸协同的内河航运安全管控与紧急搜救技术

   研究内河水域风险因素的识别技术、大型客船及危险品船舶风险评估技术，研发通航运行系统的安全风险在线分析和预警技术，构建基于柔性工程的内河航运安全风险可视化与预警平台。研究水上交通应急保障能力提升技术，研发多发性、突发性水上交通事故情景构建及交互式人员训练技术，水面和水下的智能搜救装备，建设水上交通事故应急处置决策支持平台。

   5. 创新能力

  （1）协同式智能车路系统集成平台

   研究封闭环境、半开放环境条件下现实和虚拟测试场景规划与优化布设方法，研发高速公路、城市道路、恶劣气象等环境下智能车路系统信息交互有效性和适应性测试、智能车辆安全性和适应性综合测试等技术；研发多种场景下智能车路综合集成测试环境和综合评估技术规范体系以及相关技术装备；开展城市道路协同式智能车路系统集成与示范应用、高速公路智能车路协同系统集成与示范应用。

  （2）面向复杂环境的城市交通情景再现系统集成与示范平台

   研究基于大数据的城市土地利用-交通基础设施-交通运行状态动静态一体化表达模型，研发城市平行虚拟交通系统与决策支持平台；在京津冀、长三角等区域构建规模化联网联控的城市交通智能化协同管控系统和在线仿真测试系统，建成城市交通系统智能化管控技术集成测试和综合示范基地；建立优势科技资源高效共享机制，利用基地对技术研发成果进行综合集成和实验验证，加快产学研用与成果转化推广进程。

  四、重点任务布局

  （一）拟突破的体系化核心技术

   1. 能源动力电动化技术

   实现载运装备完成其使命所需各种功能的各种机械过程电力驱动的所有单元技术及其各种组合集成应用模式的技术体系。

   2. 载运装备轻量化技术

   在确保载运装备完成其使命前提下，使载运装备自身质量最小化的所有单元技术及其各种组合集成模式的技术体系。

   3. 交通系统智能化技术

   在现代信息技术、智能技术与交通系统融合基础上，旨在全面提升交通系统运行和服务安全性、可靠性、效率和服务水平的交通系统及其运行环境状态的自主化感知、处理、诊断以及决策/决策支持单元技术及其各种组合集成应用模式的技术体系。

   4. 载运装备谱系化技术

    可以支撑载运装备设计、验证、评估、制造、运维全生命周期适应性、协同性和一体化使能的，支持快速协同设计、虚拟验证、柔性制造和高效运维功能实现的，所有单元技术及其组合集成应用模式的技术体系。

   5. 交通运输系统一体化技术

   支持单一类型交通运输系统实现运营管理与服务一体化、不同类型交通运输系统实现运营管理和服务协同化的所有单元技术及其组合集成应用模式的技术体系。

   6. 交通运输服务泛在化技术

   在交通运输系统一体化基础上，支撑实现交通运输服务的“随时、随地、随需”获得性的所有单元技术及其组合集成应用模式的技术体系。

   7. 交通运输走廊化技术

   支持形成地区间、城市间或线状联接若干城市的大容量、快捷运输通道（货运走廊或客运走廊）的所有单元技术及其组合集成应用模式的技术体系。

   8. 交通运输跨国互联互通技术

   实现对相邻地区或国家交通系统不同技术体制适应性，支持载运装备跨境/跨地区不间断运行的所有单元技术及其组合集成应用模式的技术体系。

   9. 交通基础设施性能保持与提升技术

   从长寿命绿色材料、服役状态快速感知识别、全寿命周期性能演化评估和预测、灾后快速恢复和大数据决策支持，系统构建交通基础设施性能保持和提升技术体系。

  （二）重点专项布局

   1. 新能源汽车

   突破包括纯电动汽车、燃料电池汽车、混合动力汽车以及其他新型动力驱动汽车关键技术，构建我国新能源汽车核心技术体系、提高产业化能力和持续创新能力。

   2. 轨道交通

   形成我国轨道交通系统安全保障、综合效能提升、可持续性和互操作核心技术、关键装备、集成应用与标准规范在内的成果体系，满足我国轨道交通作为全局战略性骨干运输网络的高效能、综合性、一体化、可持续发展需求，具备国际竞争优势。

   3. 综合交通运输与智能交通

   突破交通运输系统综合化关键技术，形成我国“点-线-区域”综合交通协同管理与泛在服务核心技术体系，形成我国新一代智能交通技术架构和IT使能交通流管控、出行服务和交通资源配置优化核心技术与系统装备体系。

   4. 海洋运输

   突破大型海运船舶智能导航系列关键技术，研发适应智能船舶特点的新型船载通信导航系统与装备；突破高性能及特种船舶设计、制造和运维核心技术，研制国家海洋战略急需的高技术、高性能船舶、高效通用配套产品和超大型港口、深水航道建设维护技术；形成我国海洋运输和海洋巡管监控、调度和应急关键技术和系统装备体系，构建国家海洋高技术载运装备与大型航运基础设施持续创新能力和国家战略支撑产业能力。

   5. 航空运输

   突破支撑我国低空空域开放、通用/特种航空发展、民航节能减排、航空应急救援体系所需关键技术，形成核心技术与系统装备体系，研制平台性通用航空器产品，建立满足支撑我国通航运输体系建设所需的技术创新、产业化、运维支持能力和工业化通用机场建造等技术体系。

   6. 道路交通基础设施

   从载运工具-基础设施-服役环境相互作用大系统行为理解与分析出发，研究道路交通基础设施服役性能演化、改性和功能持续机理，攻克长寿命绿色材料制备、鲁棒结构设计、服役状态快速感知识别、全寿命周期性能演化评估和预测、灾后快速恢复、改性延寿和大数据决策支持技术，形成功能完整、普遍适用和综合全面的交通基础设施性能保持和提升技术体系。

   7. 载运装备轻量化

   围绕我国骨干交通方式载运装备效能提升需求，形成面向典型类型载运装备轻量化的新材料、新结构、新构型设计、制备、制造关键技术，研制具有优异理化、可制造及改性性能的新材料产品系列，建立我国高效能载运装备轻量化材料与结构设计、制造及产品化核心技术及创新能力体系。

   8. 载运装备谱系化

   以各种交通运输系统载运装备满足多样化、定制化、个性化需求为目的，突破载运装备设计、验证、评估、制造、运维全生命周期适应性、协同性和一体化技术瓶颈，形成载运装备快速协同设计、虚拟验证、柔性制造和高效运维核心技术与系统平台体系，构建我国各交通方式载运装备按需定制技术、制造、运维支持创新能力体系，形成具有全球竞争力的载运装备谱系。

（ 三）重大科技工程布局

   1. 基于空天车地信息一体化的轨道安全与运营保障技术集成示范工程

   以满足我国西部稀疏铁路网运营、服务和国家安全需求、以及与“一带一路”国家跨国运输管理与服务需求为目的，以天基、空基专用载具和天基、空基、车载和地基信息感知、传输、处理与决策应用技术成果为依托，在我国西部地区实现上述技术成果的规模化集成应用，形成体系可复制、规模可扩展、应用可定制的，既有颠覆性技术特征的铁路安全与运营保障体系化技术和全新的低成本、高费效比和高效能系统装备体系和持续创新能力体系。

   2. 国家轨道交通综合实验与系统测试验证环境

   在既有技术集成和研发必要技术的基础上，建设完全不依赖于既有轨道交通运营资源，可以对各种导向运输系统单元技术、系统技术和体系化技术进行实验、试验、测试、评估和认证的功能综合、条件完备、场景可配置的国家实验基地，具备向全球展示我国轨道交通技术的能力、为全球面向或相关于导向运输系统的科技创新提供全生命周期支撑服务的能力，使中国成为全球唯一具备此能力的国家。

   3. 国家战略性交通运输走廊化技术集成示范工程

   综合集成应用联合运输、接入运输、快捷运输和交通运输一体化技术，建设以连接我国特大城市、远距离重要经济区为特征，以高速铁路（客运/高速客货混运）和大轴重铁路（货运/客货混运）为骨干，以道路、水路运输为接入的大容量、高密度、便捷化运输走廊示范工程，充分集成验证和发挥铁路作为世界性运输走廊技术在构成我国综合性运输走廊和促进我国各大经济区间运输走廊网络构建中的作用，形成我国自主、可向全球推广的交通运输走廊技术和装备体系。

   4. 枢纽航空港（群）交通综合管控技术集成示范工程

   集成应用多源交通和环境信息感知与服务技术、空侧协同高效运行控制技术、关键环节与协同运营技术、多方式交通协同运行组织与控制关键技术、应急处置关键技术、港群间航路协同优化与流量控制技术，选择在建或将建的超大型枢纽机场为中心，覆盖其邻接航空港群，建设枢纽航空港（群）高效协同运行系统集成应用示范工程，对我国自主化技术与系统装备进行应用验证评价和优化，彻底打破该领域国外对我国的垄断。

   5. 跨欧亚高速铁路互联互通技术集成示范工程

   集成应用我国高速列车走行、供电、通信信号、基础设施多标准互操作技术，选择已与我国建立铁路建设合作关系的“一带一路”国家在建或将建铁路工程，建立规模化实验示范区段，对我国高速铁路技术的跨国互联互通能力和全球适应性进行验证和展示。

   6. 宽带移动互联的空地立体交通运输系统测试验证环境

   在既有技术集成和研发必要技术的基础上，建设完全不依赖于既有交通系统资源，可以对未来移动宽带互联条件下、无人驾驶载运工具为主体，轨道交通、道路交通、空中交通相互交织的立体交通运输系统单元技术、系统技术和体系化技术进行实验、试验、测试、评估和认证的功能综合、条件完备、场景可配置的国家实验基地。

   7. 低空空域监管与利用关键技术示范工程

   低空空域是国家重要战略资源，是通用航空的主要活动区域。适时、有序推进低空空域开放，是通用航空快速发展和安全有序运行、打开通航产业万亿级市场规模的必需。完善低空空域分类标准和运行管理规范，制定完善的法规标准；研发低空空域监管和服务技术，建设通航监控与服务保障体系，为通用航空飞行及时提供飞行跟踪、气象服务、应急救援，以及要地低空防卫支持；设立省级低空空域管理改革试点空域，开展低空空域监管与利用关键技术示范工程。

   8. 道路基础设施能力保持与提升技术集成应用示范工程

   依托国家或区域规划建设通道，建设交通基础设施能力保持与提升技术集成应用示范工程，验证长寿命绿色材料、监测、检测、评估、功能提升、大数据决策支持等技术适用性，为我国交通基础设施能力保持和提升提供完善技术体系。

   9. “一带一路”港口智能化运输和管理技术集成示范工程

   集成应用我国在智能港口、智能船舶、船联网、物联网等方面技术优势，以国家“一带一路”典型港口为依托，建设具有高度智能化、信息化的港口、船舶、货物运输综合管理和服务集成示范工程，为“一带一路”国家战略节点提供我国自主技术的智能港口和智能船舶系列装备体系。

   10. 中国海区e-航海技术集成示范工程

   针对当前全球范围内实施e-航海战略的重大需求，综合运用船舶状态感知、船舶先进导航、船岸通信优化控制以及岸基综合信息支持等技术，在中国海区热点航线建设大范围e-航海示范工程，为海运船舶提供“从码头至码头”的全程航行相关服务，实现海上安全、保安和海上环境保护的目的，同时也为e-航海新技术和新装备的研发以及新标准的制定提供验证平台。

   五、保障措施

   以建设“安全交通、高效交通、绿色交通、和谐交通”需求为目标，加强交通系统安全保障、综合效能提升、可持续性和互操作等保障研究的科研条件建设，夯实科技创新的物质条件基础，提升科研条件保障能力。

  （一）围绕重点任务布局，推进国家技术创新中心建设

   围绕规划重点任务布局，加强以国家技术创新中心等国家级科研基地为重要载体的科学研究基地建设，以提升交通科技创新能力为目标，着眼长远和全局，统筹国内外科技资源共享服务平台和科研条件，在孕育原始创新、推动学科发展和前沿技术研发方面发挥重要作用，在交通系统各学科领域实现并跑和领跑，产出国际一流成果，形成面向全球、服务全行业的合作、开放、共赢的创新平台体系。重点推进高速列车国家技术创新中心建设和面向全球的科技创新模式与体制机制构建。

  （二）坚持规划目标导向，加强资源统筹和组织实施

   坚持目标导向，充分调动交通运输主管部门、科研机构、大专院校、企业的行业和社会资源，形成促进行业科技进步与创新的合力，围绕营造良好创新生态，加强创新链各环节规划协调和衔接，推进和保障科技重点任务的实施；研究其所需要的政策、科研环境和保障条件，坚持以调动科研工作者的积极性和创造性为目的，形成推动与支持我国交通科技发展的政策工具及管理措施；形成规划引导资源配置的机制，从政策法规、资源配置、监督评估等方面加强统筹规划和完善任务落实机制。

  （三）发挥各主体责任担当，确保科技资金投入合理稳定

   交通科技资金投入是重要的公共性战略投资，在国家预算内，建立稳定的交通科技资金；发挥好财政科技投入的引导激励作用和市场配置各类创新要素的导向作用，优化创新资源配置，引导社会资源投入创新；正确处理政府推动与市场配置资源两者之间的关系，合理制定差异化的资金政策，形成财政资金、金融资本、社会资本多方投入的新格局；继续争取中央和地方财政加大对交通科技发展的支持力度。

  （四）聚焦创新能力需求，健全交通科技多层次人才建设

   人才是创新能力体系的最重要组成要素。围绕创新能力需求，加强人才发展统筹规划和分类指导，组织实施人才培养计划，完善人才培养体系；以高层次战略性专家人才、各专业领域科技领军人才和创新型专门人才培养为重点，发挥交通科技创新战略性专家作用，完善交通科技人才的获取、培养和使用机制体制，优化交通科技带头人的培养机制，积极推进科技创新团队建设。形成“培养中发挥、发挥中培养”的人才培养新模式。

  （五）围绕创新任务目标，健全创新过程管控与保障机制

   强化部门、行业、国内外创新能力协同的制度性安排和纠错机制，确保国家创新资源能围绕创新规划任务有效配置；加强技术预测、重点专项凝练、专项实施过程管理在创新任务、研究内容、目标指标、研发质量等方面一致性保障的制度和机制安排；有效发挥产业技术创新战略联盟等创新机制作用，顺畅技术创新链，尽快完成保障国际创新能力资源有效集成的体制机制安排；建立面向质量保障、过程淘汰、围绕创新目标的创新资源重组的过程管理与控制机制，保障科技创新规划目标的实现。