

答 辩 代 表 作  
(正高级 副高级 中  
级)

题 目：轨道交通产业技术发展目标与任务

单 位：北京交通大学

姓 名：杨 恒

申报专业方向：技术转移转化运营服务

2020 年 8 月 16 日

---

# 目 录

代表作说明	2
1. 简介	3
2. 项目背景	3
3. 创新点	4
4. 实践成效	8
轨道交通产业技术发展目标与任务	11
第一章 轨道交通产业发展现状	15
1.1 城市间轨道交通发展现状	16
1.2 城市轨道交通发展现状	17
第二章 轨道交通产业发展需求	20
2.1 城市间轨道交通发展需求	20
2.1.1 高铁发展需求预测	20
2.1.2 城际轨道交通发展需求预测	21
2.2 城市轨道交通发展需求	21
第三章 轨道交通产业发展目标	23
3.1 城市间轨道交通发展目标	23
3.1.1 未来高铁发展目标	23
3.1.2 未来城际轨道交通发展目标	24
3.2 城市轨道交通发展目标	25
第四章 轨道交通产业发展问题	26
4.1 轨道交通装备技术壁垒	26
4.2 轨道交通规划建设问题	28
第五章 轨道交通产业发展重点	31
5.1 轨道交通装备	31
5.1.1 重点研发项目	31
5.1.2 关键系统及装备	32
5.2 轨道交通规划建设	36
第六章 轨道交通产业支持与保障	38
6.1 政府政策保障	38
6.2 管理理念科学	38
6.3 创新能力提升	39
第七章 技术路线图	40
主要参考文献	42

---

# 代表作说明

名 称：轨道交通产业技术发展目标与任务

完成人：杨恒

单 位：北京交通大学



---

## 一、简介

《轨道交通产业技术发展目标与任务》报告由本人独立完成，包括轨道交通产业发展现状、发展需求、发展目标、发展问题、发展重点、产业支持与保障及产业“技术路线图”。

报告在系统梳理当前我国轨道交通产业现状、需求、目标的基础上，结合轨道交通技术及装备制造面临的形势和要求，广泛调研有关行业企业、科研机构，研究提出今后一个时期我国轨道交通关键技术产业化发展的重点方向和政策建议，既可以为进一步提升我国轨道交通装备制造业核心竞争力提供借鉴，同时可以作为技术转移转化工作中成果遴选、成果培育、转化合作的重要参考。

以报告内容为参考，瞄准关键技术方向及重点产品，北京交通大学在轨道交通领域技术转移转化工作中，遴选发现了多项高质量成果，并针对其技术成熟情况进行孵化或推广，通过许可、转让、作价入股等方式实现转化落地。

## 二、项目背景

《轨道交通产业技术发展目标与任务》报告是北京市科委科技专项“轨道交通行业关键共性技术科技成果转化服务平台”的任务和重要成果之一。

根据项目要求，进一步了解轨道交通产业的发展状况，掌握成果产品关键技术发展情况，为轨道交通研发、生产、科研成果的转化提供依据；经过市场分析调研，结合自身技术和市场发展需求，对轨道

---

交通领域国内外本行业先导性技术的发展趋势和机遇进行研判并提出建议；同时对本行业龙头企业主营产品的发展现状、发展规划、相应的技术路线进行深入调研，在此基础上形成重点领域细分产业技术发展路线图，并将技术需求与资源进行有效对接，围绕产业链配置创新链，在科研成果产业化过程中进行应用尝试。

报告完成后，通过“轨道交通成果转化平台”网站对外发布。“轨道交通行业关键共性技术科技成果转化服务平台”项目顺利通过评审结题，并获得专家高度肯定。

### 三、创新点

《轨道交通产业技术发展目标与任务》报告通过大量调研和数据分析工作，对轨道交通产业关键技术及装备需求进行深度分析预测。

报告撰写过程中，开展了大量的调研和资料收集整理工作。通过对于国铁集团（国家铁路总公司）下属广州、上海、武汉、北京等铁路局，对北京地铁、深圳地铁、南京地铁、武汉地铁、苏州地铁等城市轨道交通公司，对中车集团下属唐山轨道交通车辆公司、株洲机车车辆公司、青岛四方机车车辆公司等制造企业，对中国中铁、中国铁建下属基础设施建设及装备制造企业，以及中国铁道科学研究院、西南交通大学、中南大学、东南大学、北京工业大学、北京交通大学等单位资深技术、管理人员的调研，以及对于相关技术资料和市场情况的分析，对于轨道交通政产学研用相结合的创新体系，及不断深化的关键装备及核心零部件的研发和产业化方向及需求有了深刻认识。

---

目前，我国轨道交通装备产业的创新发展，已逐步扭转了大量关键核心技术受制于人的被动局面，为满足国内外市场需求的标准化、谱系化、多样化技术产品进一步研发奠定了坚实的产业基础。各类关键技术的产业化对国民经济、社会民生、环境可持续等产生了积极影响，有效带动了上下游相关企业协同发展，进一步提高了技术装备在国际市场的影响力和竞争力，为国家重大战略和重大工程的实施提供了有力支撑。

但是，通过分析可以看出，虽然经过长期技术攻关，我国轨道交通行业已经掌握了一大批核心关键技术，但仍有一些关键产品和技术受到国外限制，其中有相当一部分属于国家产业基础薄弱、甚至是产业布局空白的领域，例如各类芯片、基础材料、元器件等，这些在不同程度上对国内制造业、高新技术产业发展构成瓶颈制约。此外，仍有一些轨道交通专用产品和技术或轨道交通应用十分广泛的设备和器件尚未自主掌握，或是没有形成满足性能要求的国内替代产品。对于这些“卡脖子”的关键产品和技术，迫切需要各类创新主体积极采取措施，尽早实现技术突破和产品的自主供应。

预测以京张高铁为代表的智能轨道交通系统工程建设将进一步推动人工智能技术在轨道交通领域的应用，需要创新技术支撑具备自主学习、自适应、自修复功能的谱系化智能动车组，探索全自动无人驾驶列车，实现轨道交通运营全面自主操控、无人化，实现动车组智能运行与管理。

**基于目前轨道交通产业情况，报告提出了具体的轨道交通技术、**

---

## 装备及核心零部件的重点发展方向：

### 1. 智能高铁核心装备与系统

智能动车组：研发状态感知、故障诊断、旅客服务等车载关键核心系统及装备，实现工作状态自感知、运行故障自诊断、导向安全自决策，可为司乘和维修人员作业提供智能化指导信息，为旅客提供人性化、智能化服务。

自动驾驶控制系统：研究自主化高速列车自动运行控制系统，具备站间自动运行、车站定点停车及车站通过、折返作业、列车运行自动调整、车门 / 站台门防护及联动控制、列车运行节能控制等ATO相关功能的列控系统，以及其他相关软件和设备。

调度指挥系统：研发更透彻的感知、更全面的互联互通和更深入的智能化。更透彻的感知可以帮助收集信息，以实时监控业务和采取前瞻性的行动；更全面的互联互通通过合理科学的利用大数据思想，充分结合通信和信号专业，实现跨专业间特征级数据互联互通，达到信息共享，能够进行更广泛的信息交互，以做出更好更快的决策。

### 打磨、铣磨关键技术的自主化研制及打磨车、铣磨车产业化应用：

打磨、铣磨核心技术长久以来由外方掌握，我国自主化研制的时间较长，一般采用进口关键系统，外围技术自主研发的方式来满足国内市场需求。由于外方供货周期较长，而国内市场需求较大，已逐渐不能满足庞大的国内市场，急需进行打磨、铣磨关键技术的自主化研发。

### 2. 动车组核心零部件

---

**高速列车轴箱轴承：**高速列车轴箱轴承的研发涉及设计、制造、材料、润滑、检测与试验、状态监测等一系列技术难题，还涉及接触力学、润滑理论、摩擦学、热处理等基础研究和交叉学科。近几年国内轴承相关企业已开展了相应技术攻关，具备了一定的自主化研发基础，但目前国内针对动车组轴箱轴承的研究缺乏系统性，因此亟需系统开展动车组轴箱轴承自主化及关键技术研究，满足我国高速铁路快速发展的要求。

**新型复合材料：**研发提供比强度、比模量高以及一定程度上可随意设计的材料，同时可通过仿真计算，在减重的同时达到结构优化的目的，使列车性能更优越，增加车辆稳定性，增加空间，便于装配，降低内部噪声。

**高均温性散热器：**研究复杂模型的散热结构，对于已经取得部分突破的高均温性散热结构，解决加工难、量产难的问题。高均温性散热器关键技术的研究与突破，将整体提升我国轨道交通散热器产品的性能水平，增强我国轨道交通装备制造业的实力。

### 3. 城轨智能化关键系统及装备

**基于车-车通信的列车自主运行系统：**研究并优化承载列车进路和安全防护等关键功能的“车-地-车”通信链路和控制架构，实现轨旁联锁、区域控制集成至车载控制系统，满足列车自动运行、主动进路和自主防护，有效降低全自动运行线路建设、运营和维护成本。

**城轨运营服务智能化系统：**运用大数据、物联网、人工智能等先进技术，研发信息共享、智能服务、智能决策和安全保障等方面的关



---

键系统及装备，研制智能化的综合运营与管理装备，实现不同子系统间的设备互联、人机交互，有效提高城轨运营管理效率。

**时速 160 公里中速磁悬浮列车：**目前城市轨道交通绝大多数采用的都是轮轨技术，与普通轮轨列车相比，中低速磁浮列车具有噪声低、振动小、无污染、转弯半径小、爬坡能力强等特点，运行时，车辆与轨道保持 8 毫米气隙间隔，被誉为“零高度飞行器”，已成为我国中运量轨道交通的代表性新型制式之一，呈现出良好发展态势。

**跨座式单轨列车：**为提高我国城轨交通车辆制式多样化，需进一步研究跨座式单轨。研究单轨车辆延米载客量进一步提升技术；研究制定单轨线路与车辆互联互通的接口规范；研究优化走行部的可维护性；研究优化车辆与单轨梁匹配关系以及四电集成；研究开展承载和传动系统技术、导向性能技术。

**城市轨道交通主动检测与维护系统：**综合运用 BIM、GIS、自检测、自诊断装备及系统，搭建基于 BIM+GIS 的城市轨道交通建设管理平台，建立车辆、线路、通信、信号、客服、牵引供电等主动检测、运维子系统，搭建主动运维系统信息平台实现不同子系统互联互通、信息综合，为故障预测与诊断提供支撑。项目完成后，形成适用于不同城轨线路的核心技术及装备，具备提供主动检测与维护综合解决方案的能力。

## 四、实践成效

《轨道交通产业技术发展目标与任务》报告完成以来，为学校轨

---

道交通领域成果转化工作提供了重要参考，也获得了行业投资机构及企业的关注，并多次就有关内容进行交流讨论。

根据《轨道交通产业技术发展目标与任务》报告有关内容，以报告中产业技术及装备创新建议方向为参考，北京交通大学对轨道交通领域相关科研项目、科研团队及成果进行了对比梳理，并根据相关度遴选了多项成果进行重点培育和推广，取得了良好的效果。

2017年，通过针对于轨道交通相关产品材料技术方向的科研项目和成果的梳理及分析，成功挖掘并推动了学校机电学院“轨道车辆钢质制动盘专有技术”作价入股项目，该项技术通过研发使用特有的材料比例及过程工艺，解决了200公里时速及250公里时速动车组的制动盘高效制造难题。相关技术作价1250万元，牵引投资资金近4000万元。

2018年，基于报告中关于“打磨、铣磨关键技术的自主化研制及打磨车、铣磨车产业化应用”为重点发展方向的分析，对学校机电学院打磨技术团队有关技术成果进行重点培育，进行整体专利布局策划，强化保护，做好规划及导航，并根据该项技术涉及的不同型号装备，在对广州、北京、上海、武汉等多个铁路局调研基础上，制定先对小型打磨机进行转化，通过小型机转化获取经验及反馈数据，进一步完善中、大型打磨机技术方案，最终实现全面转化的战略。该方案得到科研团队和其他相关人员的认可，小型机技术以300万元进行转让，目前进展顺利，已经获得多个铁路局的大量订单，中、大型打磨机研发进展顺利，并得到多家实力企业的关注。

---

2018年，基于报告中关于“跨座式单轨列车”技术前景的分析，鼓励土建学院单轨研究团队成立技术研发公司推动成果转化落地，并联合北京知识产权运营管理有限公司进行运营。2019年，该项技术作价3198万元成功转化。

此外，基于报告有关分析方向，学校技术转移部门培育储备了“轨道交通大数据管控与决策支持”“列车电压电流传感器在线校准技术”“车载高温超导变压器技术”“结构安全监测光纤传感技术”等多项重点项目，并与北京市科创基金、泛海投资等机构进行沟通合作，所储备的成果均获得投资机构团队的认可。

就报告中有关技术发展方向，作者及同事与华软资本、神州高铁、竞业达科技等多家单位进行交流，研讨相关成果及项目合作。



# 北京交通大学研究报告

RESEARCH REPORT  
BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY

## 轨道交通产业技术发展目标与任务

北京交通大学科学技术处

二〇一七年五月·北京

报告题目	轨道交通产业技术发展目标与任务		
报告类型	研究报告	报告时间	2017年5月
报告负责人	杨恒	密 级	<input checked="" type="checkbox"/> 非密 <input type="checkbox"/> 秘密 <input type="checkbox"/> 机密
完成单位	科学技术处		
关键词	轨道交通产业、装备制造、关键零部件		
<p><b>内容摘要：</b></p> <p>轨道交通产业辐射面广、拉动能力强，是提高国家基础设施整体水平，提升装备制造业国际竞争力、促进国民经济发展的力量。20世纪中后期以来，发达国家充分利用高新技术发展成果，加强先进轨道交通装备研发和产业化应用，有效促进了本国高端制造业发展和经济水平的提高。</p> <p>为不断优化经济结构、推进产业链迈向中高端，党中央、国务院十分重视轨道交通装备在增强制造业核心竞争力中的重要作用，先后出台各类产业政策予以长期、持续扶持，并组织实施了谱系化动车组、城市轨道交通车辆、轨道交通控制系统等重大项目，以实现部分关键核心零部件技术的全面掌握，进一步提高自主研发产品质量保障能力、实验验证能力和产品技术标准。</p> <p>因此，有必要在系统梳理当前我国轨道交通产业现状、需求、目标的基础上，结合轨道交通技术及装备制造面临的形势和要求，广泛调研有关行业企业、科研机构，研究提出今后一个时期我国轨道交通关键技术产业化发展的重点方向和政策建议，既可以为进一步提升我国轨道交通装备制造业核心竞争力提供借鉴，同时可以作为技术转移转化工作中成果遴选、成果培育、转化合作的重要参考。</p>			
<p>单位名称：北京交通大学科学技术处  地 址：北京市海淀区上园村3号，100044  网 址：<a href="http://tt.bjtu.edu.cn">http://tt.bjtu.edu.cn</a> <a href="http://rdstt.bjtu.edu.cn">http://rdstt.bjtu.edu.cn</a></p>			

---

# 目 录

第一章 轨道交通产业发展现状	15
1.1 城市间轨道交通发展现状	16
1.2 城市轨道交通发展现状	17
第二章 轨道交通产业发展需求	20
2.1 城市间轨道交通发展需求	20
2.1.1 高铁发展需求预测	20
2.1.2 城际轨道交通发展需求预测	21
2.2 城市轨道交通发展需求	21
第三章 轨道交通产业发展目标	23
3.1 城市间轨道交通发展目标	23
3.1.1 未来高铁发展目标	23
3.1.2 未来城际轨道交通发展目标	24
3.2 城市轨道交通发展目标	25
第四章 轨道交通产业发展问题	26
4.1 轨道交通装备技术壁垒	26
4.2 轨道交通规划建设问题	28
第五章 轨道交通产业发展重点	31
5.1 轨道交通装备	31
5.1.1 重点研发项目	31
5.1.2 关键系统及装备	32
5.2 轨道交通规划建设	36
第六章 轨道交通产业支持与保障	38
6.1 政府政策保障	38
6.2 管理理念科学	38
6.3 创新技术能力提升	39
第七章 技术路线图	40
主要参考文献	42

---

随着国民经济持续增长，居民收入不断增加，三大国家战略的提出和实施，铁路运输需求不断增长，城镇化建设的推进，这些都对轨道交通提供了巨大市场空间。预计未来轨道交通行业将继续保持持续快速增长势头，相关产业链规模将达到万亿元。轨道交通（Rail Transit）在我国没有明确的定义，狭义上的轨道交通是指具有运量大、速度快、安全、准点、保护环境、节约能源和用地等特点的交通方式，包括地铁、轻轨、快轨、有轨电车、新交通系统等，通常意义上是指城市轨道交通的范畴。广义上的轨道交通通常是指以电能为动力，采取轮轨运行方式的快速大运量公共交通之总称，主要区别于“大铁路”概念。按照适用范围，轨道交通可分为城市间（城际）轨道交通和城市内轨道交通，磁悬浮、中国标准高速动车组、城际快速动车组等属于前者，而地铁、轻轨、有轨电车等属于后者。本文采用广义上的轨道交通含义进行技术路线的分析。

---

# 第一章 轨道交通产业发展现状

轨道交通产业对我国经济的发展、人民生活水平的提高带来巨大的促进作用。一方面，“城市是经济活动的中心，是文明的中心，是社会财富的聚集地”。当代世界经济的一个很明显特征就是城市群、都市圈的涌现。在城市带的形成与发展中，为方便城市间的经济和文化联系，加强城市间的联结，形成快速、通达的快速运输通道，促进经济高速发展，加强交通设施最为重要。而以高速铁路为代表的城市间（城际）轨道交通在铁路发展上具有深远意义，能够解决高密度客流的出行问题，使城市之间交通实现公交化，使得中心城市的积聚功能和核心作用更为显著，高铁给沿线城市带来的高速交通优势，将使城市资源重新得到评估、定位和布局，实现周边城市在高铁圈中心城市的辐射带动下同步发展，从而对我国经济社会的发展也产生了重大深远的影响。

另一方面，随着人口向城市的集中，城市交通需求的总量也在急剧增长。数亿农民进城，中心城市传统的地面交通模式已经满足不了供应的需求。与城镇化同时存在的还有汽车化问题，我国汽车化水平在逐年提高。在城市化和汽车化的这种双重背景下，城市交通拥挤的问题成为现实生活中无法避免而又迫切解决的问题。大力发展以地铁为代表的公共交通，是高效利用土地的唯一选择，且城市轨道交通可以有效解决城市拥堵、减少污染，从而合理引导城市的空间布局，通过城市交通的合理布局，引导不同的交通资源实现空间的合理配置，以达到城市可持续发展的目的。从以上多个因素综合来看，轨道交通



产业对我国经济结构调整、城镇化建设的可持续发展理念至为重要。

## 1.1 城市间轨道交通发展现状

此处城市间轨道交通概念是介于“大铁路”与城市轨道交通之间，其特点是在铁路轨道上的运行，运行高速，以客运为主，承担城市之间、城市集群之间的客运运输，主要包括“高速铁路”、“快速客运专线”、“城际轨道交通”等概念。

首先是高速铁路的发展概况。中国目前拥有世界上最长里程的高速铁路（高铁）网络。截至 2014 年 10 月 1 日，开通运营的高铁客运网络营业里程已达 12183 公里，目前在高铁网络和既有线改造线路上日均开行动车组列车超过 1,330 对。此外，更多线路正在新建和改造之中。到 2015 年快速铁路（最高运行时速为 160 公里及以上）将连接所有人口超过 50 万的城市。

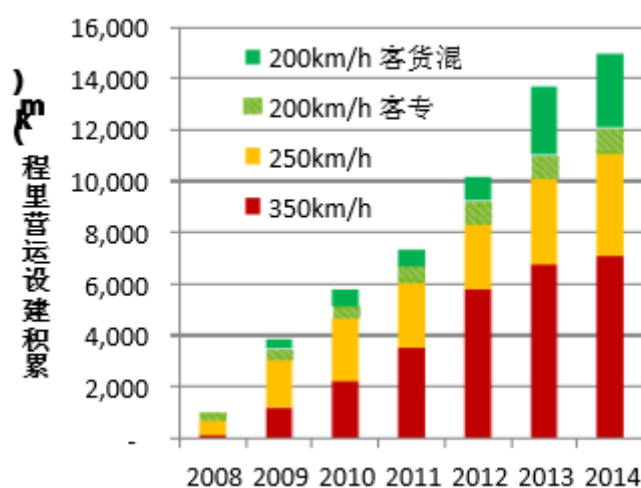


图 1-1 高铁客运网络累计建设营业里程数

至 2014 年 10 月 1 日，中国铁路高速列车（称为中国和谐号动车组）已发送旅客超过 29 亿人次，由 2008 年的 1.28 亿人次增长到 2013

年的 6.72 亿人次，自 2008 年起每年约增长 39%。2013 年，高铁客运专线上发送旅客量超过 5.3 亿人次。2013 年，中国高铁客运周转量 (2141 亿人公里) 略高于世界其他国家的总和，约为日本 (高铁客运量排名第二的国家) 的 2.5 倍。对于仍处于初期阶段的运营体系而言，这些数字是可观的。

其次是城际轨道交通的情况。

## 1.2 城市轨道交通发展现状

城市轨道交通方面，由于经济实力和技术水平的限制，中国城市轨道交通建设起步较晚。2000 年之前，全国仅有北京、上海、广州三个城市拥有轨道交通线路。进入 21 世纪以来，随着中国经济的飞速发展和城市化进程的加快，城市轨道交通也进入大发展时期。“十二五”期间，我国城市轨道交通运营里程保持加速上升趋势。

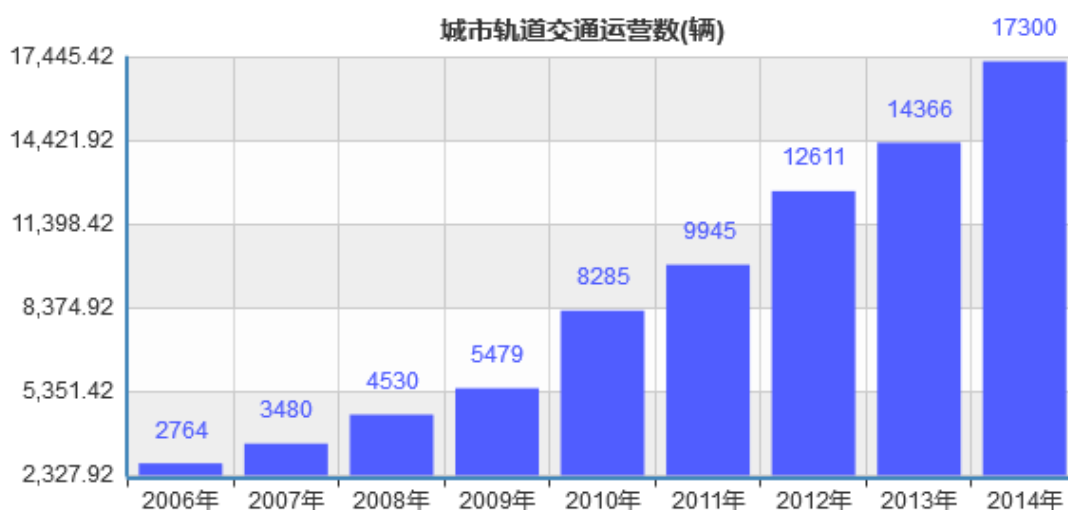


图 1-2 城市轨道交通运营数

在 2006-2014 年的 9 年间，城市轨道交通运营数从 2764 辆增长为 17300 辆，年平均增长率为 58.4%；

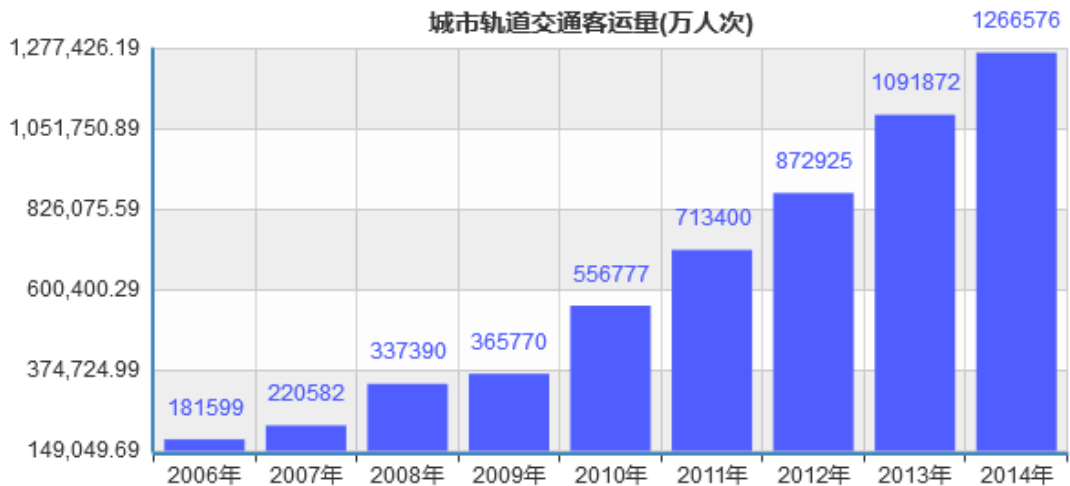


图 1-3 城市轨道交通客运量

承载的客运量 181599 万人次上升为 1266576 万人次，相当于翻了七番；

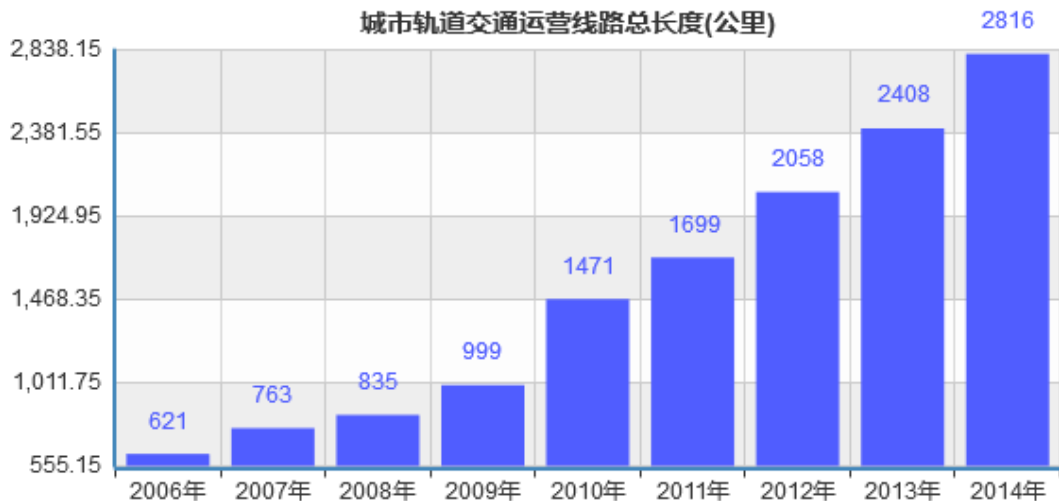


图 1-4 城市轨道交通运营线路长度

运营线路总长由 621 公里增长至 2816 公里，年均增长 274.4 公里；其中，2006 年-2009 年的前 4 年间，运营线路年均增长为 126 公里；2009 年-2014 年的后 6 年，年均增长则达到了 363.4 公里，增速约为前 4 年的 3 倍，在 2010 年更是创下了一年新增运营线路长度 472 公里的纪录。

截止到 2014 年 12 月 31 日，我国内地已有北京、上海、天津、

---

重庆、广州、深圳、武汉、南京、沈阳、长春、大连、成都等 22 个城市累计开通 83 条城市轨道交通运营线路(含试运营线路)，运营车站数达 1,770 座，总运营里程达到 2816 公里，居世界第一。这表明我国的城市轨道交通行业步入一个跨越式发展的新阶段，中国已经成为世界最大的城市轨道交通市场。

## 第二章 轨道交通产业发展需求

### 2.1 城市间轨道交通发展需求

#### 2.1.1 高铁发展需求预测

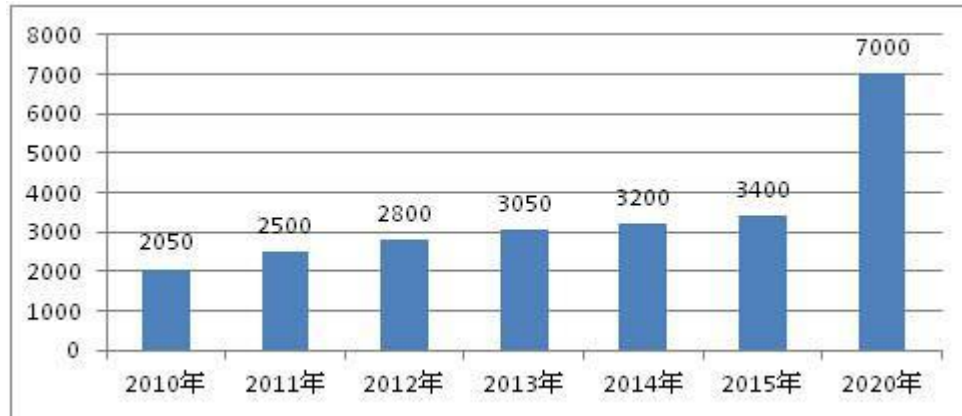


图 2-1 2010-2020 年我国轨道交通行业投资额预测(单位：亿元)

伴随全球经济发展和复苏浪潮，高铁将进入新一轮基建潮。高速铁路对于地区经济的拉动作用已被认同，并能促进地区之间的交往和平衡发展。同时，金融危机过后，全球经济增速下滑，基础建设瓶颈严重影响短期和长期经济增长。发达国家面临基础设施升级需求；新兴经济体的基础建设瓶颈开始严重影响其短期和长期经济增长；低收入国家的基建不足也已严重制约其长期发展。在这样的大背景下，新一轮的基建潮可能就此开启。有高铁规划的国家已遍布六大洲，全球正在编织一张联系紧密的高铁网。伴随我国持续加大对轨道交通的投入，轨道交通装备产业将进入黄金发展期。其中，动车组同样需求强劲，受高铁通车高峰的来临，年增长量也将长期保持在 300-400 辆的水平，年市场规模 600-800 亿元；机车(动力车头)市场每年需求 700-1000 辆，年市场规模 140-200 亿元。

---

## 2.1.2 城际轨道交通发展需求预测

“十二五”规划纲要明确提出要以大城市为依托，以中小城市为重点，逐步形成辐射作用大的城市群，在东部地区打造更具国际竞争力的城市群，在中西部有条件的地区培育壮大城市群。截止目前，我国已形成了 15 个达标城市群，分别是京津冀、长三角、珠三角、辽中南、山东半岛等国家级和地区级城市群。与此同时，城际轨道交通运输以其快捷、安全、环保、运量大等优势越来越多的受到重视。借鉴世界发达国家城市群发展经验，建设能耗低、容量大、效率高的城际轨道交通已成为一种战略选择。城际轨道交通有利于促进区域转变经济发展方式，优化产业布局、空间结构和资源配置，提高土地利用率，促进区域一体化和城镇一体化。因此在“十二五”规划的带动下，城际轨道交通在未来的一段时间内会迎来飞速发展的黄金时期。

## 2.2 城市轨道交通发展需求

“十三五”是国家新型城镇化规划的启动时期，估算新进城一亿人。在中国城镇化进程快速发展的历史时期，城市人口数目逐渐增多，一线和二线等城市优势资源相对集中，也将承载更大的由于人口资源配置不均造成的压力，这也势必将扩充现有城市规模，加剧拥堵状况，提升城市轨道交通的市场需求。

“十三五”期间，商用车和乘用车数目也将快速增长。我国汽车保有量 2015 年末为 1.72 亿辆，十二五新增 8260 万辆，估算十三五增加 8800 万辆，乘用车占 85%为 7480 万辆，即 6360 万辆预期将进入大

---

城市。涌入城市道路 6000 多万辆汽车将对城市交通的拥堵状况势必起到倍增作用,从而导致城市快速发展对城市轨道交通的急迫需求。

中国城市轨道交通运力提升的空间还非常大。城市公共交通骨干的城市轨道交通承担的客运分担率在发达国家为 50%以上,其中伦敦和东京高达 80-90%,而我国在 2015 年全国平均分担率仅 9.6%,预计今后五年要大幅提高公交出行比,这也必将有力推动城市轨道交通的发展。其中,京沪穗深已成网的 4 个城市规划今后五年完成投资 6950 亿元,比前五年 4713 亿元增长 47.5%;新建线路 982 公里,比前五年建成 582 公里增长 68.7%;还有 40 个在建城市,都在迈开大步加速发展。

需求明确凸显,地方政府发展城市轨道交通积极性很高。当前全国 100 个左右城市提出了发展城市轨道交通的规划和设想,除在建 40 个城市外,还有 60 个左右城市开展了规划、勘测、设计、咨询等前期工作,十三五大多有望开始建设。另外尚有 100 个左右虽未见规划但同样面临着交通拥堵的 II 型大城市,有可能有的也会在十三五进入建设行列。可以预见,未来五年,将出现八十多个以上城市同时建设城市轨道交通的壮观场面。此前我国申报城市轨道交通建设的标准是:城市城区人口应在 300 万人以上,地方财政一般预算收入在 100 亿元以上,国内生产总值达到 1000 亿元以上,而现在可建设城市轨道交通的城市扩大范围至人口 150 万人以上。建设城市门槛下调后,增加的投资或将达万亿级别。

---

## 第三章 轨道交通产业发展目标

### 3.1 城市间轨道交通发展目标

#### 3.1.1 未来高铁发展目标

全球正步入高速铁路发展的黄金年代，美国、俄罗斯、巴西、印度等国纷纷制订了规模空前的高速铁路发展计划；即便是法国等“老牌高铁国家”也相继表示，将延长高铁里程、提升高铁品质；另外，一些新兴势力也拟定了轨道交通建设计划，比如土耳其、巴基斯坦、沙特阿拉伯、伊朗及哈萨克斯坦等过；东南亚和非洲未来将是轨道交通建设的重点国家和地区；南美洲轨道交通建设的前景也是相当乐观的。

按照各国高铁发展规划，预计 2020 年前，海外高铁投资将超过 8000 亿美元，其中欧美发达国家的投资额为 1650 亿美元，带动其他产业创造的市场规模达 7 万亿美元；到 2020 年带来的高铁直接投资将超过 1.1 万亿美元；到 2024 年，全球高铁总里程可达 4.2 万公里。

“一带一路”战略的提出和实施，以高铁为代表的中国轨道交通行业正面临着“走出去”的历史机遇期，高铁出海空间巨大。全球许多国家的轨道交通装备正在或将要进入更新期，中国高铁在全球的崛起，为轨道交通装备企业“走出去”开展国际化经营提供了有利时机。2013 年，全球高铁市场只有 1023 亿美元的规模，2014 年已经跃升至 1120 亿美元，预计到 2019 年，这一市场规模将高达 1334 亿美元。



---

“一带一路”、海上丝绸之路战略实施，东盟国家的高铁建设将会加快，而这给中国高铁带来了新的生机。

### 3.1.2 未来城际轨道交通发展目标

依据国家发改委发布的多个城际轨道交通发展规划数据统计，至2020年，规划里程达到9871.5公里。我国主要地区城际轨道交通规划情况如下。

#### （1）环渤海京津冀地区

该区域的规划覆盖京津冀地区的主要城市。建成后将形成以北京、天津为中心的“两小时交通圈”。按照规划，到2020年，京津冀地区城际轨道交通总里程将达到710公里。

#### （2）长江三角洲地区

长三角地区将形成“1~2小时交通圈”，该交通圈主要是以上海、南京和杭州为中心的。长三角地区的城际轨道交通总里程将达到815公里。

#### （3）珠江三角洲地区

珠江三角洲地区将建设的广深、广珠城际，是以广州为中心的，建成后覆盖珠三角地区的主要区域，并且可以连接港澳地区的城际轨道交通，形成网络。到2020年，珠三角地区的城际轨道交通总里程可达600公里。

#### （4）山东半岛城市群

将形成以济南和青岛为中心的公交化轨道交通网络，形成14个

---

地市间 18 条城际轨道交通线路，打造济南、青岛与周边主要城市半小时、1 小时直达的交通圈。近期（2015 年度至 2020 年度）修建青岛—日照快速等；远期（2030 年度）修建的德州—滨州市城际、东营—烟台城际等。环渤海地区山东半岛城市群城际铁路网规划线网长度 1516 公里，其中新建 1076 公里。

### 3.2 城市轨道交通发展目标

随着国民经济的快速发展，城市化进程加快，城市人口急剧膨胀，在我国越来越多的城市中，交通堵塞和乘车行车难的现象日益严重。交通基础设施建设相对滞后于经济建设发展，已成为城市发展的“瓶颈”。而城市轨道交通不仅在改善城市交通拥挤状况、快速集散客流、提高人民生活水平、促进经济发展中具有非常重要的作用，同时还具有节约土地、节省能源、保护环境等优点。因此在“十三五”期间，城市轨道交通处于高速成长期，是一个难得的黄金发展机遇期。

我国《铁路中长期发展规划》中明确指出，到 2020 年全国铁路营业里程达到 12 万公里以上，未来几年铁路年均增长有望保持在 4000 公里左右。在城市轨道交通方面，据相关统计，全球“十三五”城市轨道交通在建线路 8000 公里左右，其中中国大陆 6000 公里左右，占 75%；境外有 2000 公里左右，占 25%。“十三五”期间完成投资量预计比“十二五”增加 50%-70%。我国将建设城际轨道交通和客运专线约 1.5 万公里，城市轨道交通成为全国交通基础设施建设领域仅次于公路和铁路的第三大“吸金池”。

---

## 第四章 轨道交通产业发展问题

无论是建设速度，还是建设规模，目前中国的轨道交通发展正经历一个前所未有的蓬勃发展期，中国已经成为世界上最大的城市轨道交通建设市场。由于集中申报和建设，当前一个时期，我国城市轨道交通建设速度较快，建设强度较大，引起的一些问题已得到各界广泛关注。

### 4.1 轨道交通装备技术壁垒

关键技术是一种至关重要的技术，它紧密联系产业战略目标，对提高产业综合实力和竞争力具有重要的意义。产业关键技术具有以下四个方面的特征：

（1）导向性。产业关键技术起着先行和导向作用，能带动产业其他技术的发展。

（2）重要性。产业关键技术对实现产业目标至关重要。这些技术的发展、创新及其应用，对促进产业经济持续增长、提高产业的综合实力具有非常重要的作用。

（3）应用广泛。产业关键技术应用领域广，能促进产业多个环节的发展，能带动其他相关技术的进步和发展。

（4）竞争优势。这些技术在国内具有一定竞争优势，并且同其他技术配套之后形成具有良好市场需求的设备、系统、工程、产品。

产业关键技术作为一个先进技术群能保障国家相关技术目标的实现。各个国家在其目标不同的情况下会选择不同的产业关键技术。

---

同时，伴随着时间的推移、技术的更替，以及国内外环境的改变，产业关键技术的内容也会随之做出相应变更和调整。

自从实施轨道交通设备国产化政策以来，国产轨道交通车辆不断涌现，自主创新能力显著增强，日益进步的轨道交通装备制造业能够极大推动城际轨道交通和城市轨道交通的技术革新，从而提升轨道交通产业的服务水平，从而在国内外轨道交通的竞争中取得优势。

在未来 15 年内，我国轨道交通装备制造业仍面临着关键的技术壁垒，需要攻克这些技术壁垒，才能推动产业的技术升级，实现产业目标。以下几点就是我国轨道交通装备制造技术壁垒。

#### （1）新型车辆车体技术

应用镁铝合金等新型材料，开发适用于城际快速动车组和现代有轨电车，并满足 EN12663 标准要求的轻量化车体；另外突破轨道交通车辆先进高分析符合材料制备和应用技术。

#### （2）高性能转向架技术

研制粘着重量利用高、动力学性能优、不同轴系列、不同机型配置的转向架系列。突破不同形式转向架的电机悬挂方式、动力学性能、减振技术、车轮踏面形式与钢轨适应性技术等等。

#### （3）电传动系统技术

完成碳化硅电力电子器件的研发与应用，推进馈能式双向变流技术的应用；推广永磁电机驱动技术与无齿轮直驱技术；另外突破硅基 IGBT、MOSFET 等先进高压大功率场控功率半导体器件芯片技术。

#### （4）储能与节能技术

---

加快大能量密度的超级电容的研制，利用超级电容优异的充放电性能，实现有轨电车、无轨电车全线无供电网运营和能量可循环利用运营。同时研发开发车辆轻量化、牵引高效率、黏着高利用、空调高节能灯关键技术，从整体上可持续性提高列车系统能力利用效率。

#### （5）制动系统技术

研究现代有轨电车液压制动系统自主化、国产化，高速动车组、快速动车组制动控制技术完成装置及关键零部件的自主化。

#### （6）列车网络控制技术

开发适用于中国标准高速动车组、城际快速动车组的网络控制系统；开发出规范化、标准化、系列化的现代有轨电车用以太网系统硬件、软件平台。最后形成自主化标准规范，系统自主设计与集成。

#### （7）通信信号技术

重点研究先进轨道交通安全处理平台技术、车地信息交换及安全通信技术、行车许可安全分配及优化技术、列车自动驾驶技术(ATO)、高速铁路列控系统全寿命周期维护保障技术、高速列车无线数据传输技术等。

## 4.2 轨道交通规划建设问题

人们的交通行为，实际上是交通需求和交通供给这一对矛盾因素平衡下的状态。快速轨道交通作为城市交通的一种方式，同样是需求和供给平衡下的出行选择。快速轨道交通的规划工作意义，就是要科学回答“快轨需求”和“快轨供给”这两个方面的问题，以及二者间

---

动态影响关系和科学的平衡关系，从而阐明作为大城市客运骨干系统的发展方向，同时协调与城市其它要素之间的关系。线网规划是综合的专业交通规划，同时又是全市综合交通规划的延续和补充，由于快速轨道交通的特点，规划和建设均会对全市的规划格局产生相当程度的影响。我国轨道交通线网规划中存在以下主要问题。

#### （1）忽视城市总体规划

轨道交通规划与上位规划体系缺乏协调，不能有效支持新型城镇化规划和开发建设。城市轨道交通规划应以城市总体规划、土地利用总体规划、城市综合交通规划等为依据，并加强线网结构形态、规模与上述规划的协调。目前，城市总体规划、综合交通系统规划和城市轨道线网规划由于编制主体、编制时间等的不同，难以很好地进行协调和融合，出现轨道交通规划与城市总体规划、土地利用规划及相关保护性或控制性规划不符，轨道交通规划和建设进度与沿线用地规划、开发规模和进程脱节等问题，难以有效促进轨道交通对城市空间结构的拓展和引导。特别是总体规划的期限（到 2020 年）与线网规划研究的远期、远景不协调，造成线网规划研究缺乏支撑依据。

#### （2）客流预测工作中的问题

客流预测是线网规划中进行定量分析的主要手段，因此客流预测工作的好坏直接影响线网规划的效果。但从目前线网规划中的客流预测情况看，还存在诸多问题，其中主要表现在城市交通模型还未完善建立上。线网客流预测是一种宏观层次的客流预测，因此要求模型在宏观方面性能要突出。但从目前掌握的情况看，除广州使用了 START

---

模型外，还未见到其它城市建立了自己的宏观层次交通模型。所使用的模型基本上是微观层次的详细交通分析模型。即便是这些模型，本身受基础数据丰富、真实程度以及对模型和城市规律熟悉程度的制约，在模型运用上也存在相当的问题。

---

## 第五章 轨道交通产业发展重点

### 5.1 轨道交通装备

#### 5.1.1 重点研发项目

##### (1) 中国标准高速动车组中国

深入研究动车组标准化、系列化、模块化以及整车联调和试验验证等相关技术，形成中国标准高速动车组技术平台，完成自主化中国标准高速动车组产品系列工程化验证和运用考核。目标速度等级 350km/h；编组方式：8 辆编组，4 动 4 拖；轴重： $\leq 17\text{t}$  的高效低噪新型高速动车组。

##### (2) 30 吨轴重重载电力机车

构建 30 吨轴重重载电力机车系统的研发平台，研制适用于 30 吨轴重重载需求的电力机车牵引变流及控制系统、制动系统等关键部件及系统，研发具有自主知识产权的 30 吨轴重重载货运电力机车。目标速度等级 120km/h；牵引功率：9600kW；轴式 2（B0-B0）；轴重：30t 的重载电力机车。

##### (3) 城际快速动车组

完成 120~140/140~160 km/h 两个速度级，适应不同自然环境、不同线路条件，兼顾 AC25kV 和 DC1500V 供电制的城际快速动车组研制、工程化验证和运用考核。

##### (4) 100%低地板现代有轨电车

研制出适应不同技术路线（局部无供电网混合动力或动力电池；



---

全线无供电网超级电容储能)的具有自主知识产权的 100%低地板现代有轨电车,完成整车试验验证和运用考核,建立技术标准和规范。

### (5) 中低速磁悬浮系统

在已成功自主研发常导短定子中低速磁悬浮示范列车的基础上,构建中低速磁悬浮系统的设计、制造、试验、检测技术平台,建立技术标准和规范。

## 5.1.2 关键系统及装备

高速铁路和城轨交通的发展对智能、绿色、经济、安全的新技术装备提出了更高的要求,结合国家重大工程,下一步将着力开展京张智能高铁核心系统及装备、动车组核心零部件、城轨智能化关键系统及装备的自主研发、产业化及工程化应用,进一步提升铁路关键系统及装备的技术水平和市场竞争力。

### 5.1.2.1 智能高铁核心装备与系统

#### (1) 高速列车自动驾驶控制系统

重点突破 CTCS3+ATO 自动驾驶核心技术,研发列车自动驾驶设备(ATO)、列控车载超速防护设备(ATP)、地面关键设备无线闭塞中心(RBC)、和其他配套设备,实现智能动车组区间按计划自动运行,站内停车自动对标以及车门的开关防护。研究高速铁路列车自动运行控制系统系统的基本功能、控制模式、车地信息交互、运营场景、接口协议、互联互通测试验证等技术;研究列车运行自动驾驶技术;开展

---

设备安全认证和安全评估。

### （2）基础设施智能化运营维护系统

应针对通信信号、牵引供电以及钢轨、道岔等轨道结构部件，开发信号智能运维系统、供电设备智能运维系统、高速道岔智能感知及预警系统、钢轨智能感知装备、接触网智能检修作业车等，实现故障诊断、预警智能化，大幅提高高速铁路基础设施智能化运维保障能力和生产能力。

### （3）智能化调度指挥系统

结合智能高铁的发展，需重点攻克列车运行智能调整、进路和命令安全卡控、行车调度综合仿真和行车信息数据平台等四大关键技术，提高系统智能化的决策能力，满足智慧高铁运营调度指挥的智能化要求，开展相关示范应用。

### （4）打磨、铣磨关键技术的自主化研制及打磨车、铣磨车产业化应用

随着我国高速铁路的快速发展，列车高速运行的要求，不仅对轨道几何尺寸提出较高的要求，而且对钢轨的轨面状态和钢轨轨头轮廓有着极高的要求。钢轨表面的缺陷如磨损、变形、疲劳裂纹、不平顺、波浪、飞边、锈蚀等，缩短了钢轨的自身寿命，影响车辆运行品质和旅客舒适度，甚至对列车运行安全产生隐患。同时，铁路行车密度增加，动卧开行，铁路天窗时间越来越少，对钢轨的维护提出了更大的挑战。而高速打磨、铣磨技术不但能有效地控制钢轨侧磨、疲劳和波磨，改善轮轨接触状况，减小轮轨动力作用，降低轮轨噪音，延长钢

---

轨寿命，还不需单独开天窗作业，提高作业效率，可在高速铁路钢轨打磨中发挥重要作业。

### 5.1.2.2 动车组核心零部件

#### (1) 高速列车轴箱轴承

研发高速列车轴箱轴承，突破设计、制造、润滑、检测与试验、状态监测等技术难题，满足时速 350 公里动车组技术要求，打破国外技术产品垄断；掌握轴承拟动力学设计和分析技术、高可靠性高安全性轴承的制造和综合评价；形成高速动车组轴箱轴承行业技术标准及标准性文件，健全我国高速铁路轴箱轴承技术标准体系。

#### (2) 新型复合材料

研发基于新型复合材料的车体配套零部件，突破结构阻燃一体化材料技术，突破复合材料裙板构件高效成型技术，突破结构生物防护一体化材料技术，突破复合材料车体整体成型技术等，形成复合材料在轨道交通中工程化应用的标准体系。

#### (3) 高均温性散热器

系统研究粗糙表面、涡化加强、多孔材料、相变等强化传热方法与理论，整理实验数据，应用并提高数值计算能力，大胆创新、尝试进行多种复杂模型的换热研究。研制出 3~4 种高均温性换热结构，使被散热部件均温性由目前的 20℃ 以上，降低至 10℃ 左右，故障率降低 30% 以上，延长其使用寿命为现在的 1.5 倍以上。

---

### 5.1.2.3 城轨智能化关键系统及装备

#### (1) 基于车-车通信的列车自主运行系统

基于车-车通信的列车自主运行系统研究和实施，将实现轨道交通列车从信号控制运行向列车自主运行的技术跨越，提升城市轨道交通系统自动化、智能化和网络化水平，推动和引领全球轨道交通产业技术的发展，填补国内外轨道交通技术空白。

#### (2) 城轨运营服务智能化系统

随着物联网、云计算、大数据、移动互联网、人工智能技术等新一代信息技术的发展，交通与互联网及信息技术的融合发展，有利于方便旅客出行、优化资源配置、提高综合效率，也是培育交通发展新动能、提升发展水平的重要方面。推动城轨交通运营和服务的智能化发展，推进信息化技术在城轨领域的大力应用，有利于城轨实现智能化运营、智能化服务、智能化管控，并提升安全监控集成、预警预测技术，保障行车安全、应急救援水平，提升服务质量。下一步应加大城轨运营服务智能化系统的研发和支持力度。

#### (3) 时速 160 公里中速磁悬浮列车

研究应对接牵引供电、运控、轨道线路、场站等中速磁悬浮交通系统，重点攻克牵引、悬浮、走行部、受流等车辆关键技术，完成中速磁悬浮交通系统标识规范体系制定，实现中速磁悬浮交通车辆装备的完全自主化，形成中速磁悬浮列车批量生产能力。

#### (4) 跨座式单轨列车

---

跨座式单轨属于中等运量轨道交通系统，投资少、周期短，智能环保、适用性强、占地面积小，相对于地铁来说，跨座式单轨建设周期仅为地铁的一半，造价成本仅为地铁的三分之一。相比地铁，跨座式单轨具有小型化、轻量化、自动化、智能化特点，适用于三四线城市的骨干线和一二线城市的辅助线、加密线、区域循环线，为我国自主化城轨交通制式填补了空白，具有较好的市场前景。

#### （5）城市轨道交通主动检测与维护系统

综合运用 BIM、GIS、自检测、自诊断装备及系统，搭建基于 BIM+GIS 的城市轨道交通建设管理平台，建立车辆、线路、通信、信号、客服、牵引供电等主动检测、运维子系统，搭建主动运维系统信息平台实现不同子系统互联互通、信息综合，为故障预测与诊断提供支撑。项目完成后，形成适用于不同城轨线路的核心技术及装备，具备提供主动检测与维护综合解决方案的能力。

## 5.2 轨道交通规划建设

在我国城市规划体系中，《城市总体规划》是一切规划研究的指导性纲领规划，所有专性项规划都应在城市总体规划意图框架下完成。线网规划是《城市总体规划》下的专项规划，同时轨道今天规划对城市土地利用格局、交通特征和发展战略、经济发展等方面都会产生强大的引导作用。如果轨道交通规划与城市总体规划意图发生偏差，可能引起整个规划体系的混乱，或者是线网规划本身不可行。因此，线网规划必须依据和支持总体规划，尤其在土地利用、交通发展战略、

---

经济发展战略三个方面应与城市总体规划一致。

同时为完善城市交通模型，在全国各大城市需进行科学的线网规划，就应在这些城市中建立从微观到宏观的，完善的模型体系，而且这些模型应在本城市中有一个相当的积累完善过程，成为相对成熟的模型。

---

## 第六章 轨道交通产业支持与保障

### 6.1 政府政策保障

轨道交通的建设推动国民经济的发展，能够解决城市的交通问题等，是国家重要的基础设施。发展初期需要政府政策的支持，如制定相应的法规，明确国家和地方的投入比例，对前期建设和运营的费用给出保障措施。通过法规的制定，保证轨道交通建设发展的刚性需求。在轨道交通的发展进入快速发展期后，可探索以资本市场为平台，拓展轨道交通产业的多元化融资渠道，以产权为纽带，引入市场化体系，发展轨道交通产业。在此阶段，可探索多种融资模式，如 BOT、PPP 等项目融资、股票及债券融资、信贷、租赁、信托等多种方式进行融资模式创新。进入成熟期后，轨道交通所需的资金主要用途是改造和维护现有路网，进入此阶段后，应该能够形成较为完善的投资建设法律法规体系，能够形成较为合理的投融资模式，轨道交通产业的市场化特别更加明显。

### 6.2 管理理念科学

我国轨道交通的发展起步晚，发展时间短，尚未形成网络化运营。且在站场布局上与各种运输方式的衔接性较差，无统一的规划和协调。为充分发挥轨道交通作用，在轨道交通网络规划中应给予足够的重视，提出科学的、整体的、超前的轨道交通网络规划。建设轨道交通网络是几代人的接力工程，必须具有前瞻性，适度超前规划、建设，尤其

---

是及早做好网络规划和用地控制。统筹解决各种轨道交通系统之间、地铁网络线路之间、各种交通工具之间的换乘接驳关系，实现地上、地下、长途、短途、火车、汽车、有轨、无轨网络线间的合理衔接、平行换乘、立体接驳。统一规划，长远考虑，这样才能方便群众、节约投资，避免二次建设，提高整体规划建设和服务水平。

大规模的轨道交通建设需要巨额资金，而基础建设的收益，是不能够全部直接获得的，二三线城市人口相对大城市要少，经济发展水平和公共基础设施的配套也并不完善，应根据自己城市的人口、交通、经济、地理环境来全面论证是否发展轨道交通，切忌盲目跟风。

### 6.3 创新能力提升

以企业为主体，产学研用相结合，加强技术的基础性、前瞻性研究，建立和完善电力机车、城市轨道交通车辆国家工程实验室、国家工程研究中心等国家级研发基地，实施“新一代先进轨道交通装备”产业创新发展工程。在轨道交通产业中，技术装备投资最大的便是车辆、牵引供电、通信信号，大约占到总造价的30%~35%。目前，如何在保证使用安全性的基础上降低技术装备的成本是降低轨道交通总造价的关键。在制定规范统一技术标准的同时，加强国产设备的运用率，既可降低成本又可带动轨道交通产业链的快速发展。



---

## 第七章 技术路线图

为了对轨道交通产业未来各个阶段的技术发展有一个直观的认识，综合技术路线图的整体结构分为 5 个部分，包括行业资源状况、研发需求、技术壁垒、产业目标 and 市场需求。首先，对整个轨道交通市场从国家政策、社会文化、经济环境和行业资源方面进行整体现状进行分析总结。然后将不同时间节点内的发展需求和目标分别列举出来，再根据每个时间节点内的市场目标找到其对应的技术壁垒以及这种技术问题对应的重点研发项目。其中市场需求、技术壁垒、产业目标和研发项目之间存在一对一、一对多或者多对一的关系，图中的一些关键线路是行业未来发展技术路径。环保行业综合技术路线图见图 7-1。

		2020年	2025年	2030年
市场需求	城市间轨道交通	全球高铁市场呈现强劲增长态势，我国“一带一路”战略实施带动企业“走出去”，带来海外市场需求 动车组需求强劲，年增长量在300-400辆，年市场规模600-800亿元	动力车头市场每年需求700-1000辆，年市场规模140-200亿元	
	城市轨道交通	“十二五”规划提出建立辐射作用大的城市群，城际轨道交通建设规模长期保持高位		
发展目标	城市间轨道交通	海外高铁投资将超过8000亿美元	全球高铁总里程达4.2万公里，中国在其中扮演重要作用	
	城市轨道交通	城际轨道交通发展规划里程达到9871.5公里	城际轨道发展重点地区为环渤海京津冀、长江三角洲、珠江三角洲、山东半岛城市群等	
发展问题	轨道交通装备技术壁垒	<p>新型车辆车体技术：应用镁铝合金等新型材料，开发适用于城际快速动车组和现代有轨电车</p> <p>高性能转向架技术： 研制动力学性能优、不同轴系列、不同机型配置的转向架系列</p> <p>电传动系统技术： 完成碳化硅电力电子器件的研发</p> <p>突破基IGBT高压大功率场控功率半导体器件芯片技术</p> <p>储能与节能技术：研发开发车辆轻量化、牵引高效率、黏着高利用、空调节能灯关键技术，从整体上可持续性提高列车系统能源利用效率。</p> <p>制动系统技术：有轨电车液压制动系统自主化、国产化，高速动车组、快速动车组制动控制技术完成装置及关键零部件的自主化</p> <p>列车网络控制技术：规范化、标准化现代有轨电车，用以太网网络系统硬件、软件平台</p> <p>形成自主化标准规范，系统自主设计与集成</p>		
	规划建设问题	<p>忽视城市总体规划：总体规划的期限与线网规划研究的远期、远景不协调，造成线网规划研究缺乏支撑依据</p> <p>客流预测问题：模型受基础数据丰富、真实程度以及对模型和城市规律熟悉程度的制约</p>		
发展重点	轨道交通装备	<p>中国标准化动车组：标准化、系列化、模块化整车联调技术形成中国标准高速动车组技术平台</p> <p>中国高铁动车组“走出去”</p> <p>30吨轴重重载电力机车：构建30吨轴重重载电力机车系统的研发平台</p> <p>城际快速动车组：完成120~140/140~160 km/h两个速度级，适应不同自然环境、线路条件</p> <p>形成我国城际快速动车组技术规范 and 标准体系</p> <p>中低速磁悬浮系统：建立技术体系和技术标准</p> <p>建立中低速磁悬浮系统作为城市综合公共交通的必要补充和推广</p>		
	规划建设问题	<p>线网规划必须依据和支持《城市总体规划》，尤其在土地利用、交通发展战略、经济发展战略三个方面应与城市总体规划一致</p> <p>建立从微观到宏观的，完善的模型体系在本城市中有一个相当的积累完善过程，成为相对成熟的模型</p>		
支持与保障	政府政策保障	发展初期需要政府政策的支持，通过法规的制定，保证轨道交通建设发展的刚性需求	进入快速发展期后，可探索以资本市场为平台，拓展轨道交通产业的多元化融资渠道	进入成熟期，能够形成较为完善的投资建设法律法规体系
	科学理念	提出科学的、整体的、超前的轨道交通网络规划，统筹规划，长远考虑，		
	技术创新能力	<p>实施“新一代先进轨道交通装备”产业创新发展工程</p> <p>加强技术的基础性、前瞻性研究，走自力更生的发展民族工业的国产化道路。</p>		

---

## 主要参考文献

- [1] 龙艺. 提升轨道交通产业竞争力的国际化战略[J]. 民营科技, 2014(12): 157.
- [2] 田斐. 我国轨道交通产业发展现状及对策[J]. 中外企业家, 2014(35): 42.
- [3] 邱鹏. 城市轨道交通产业集群研究[J]. 硅谷, 2014, 7(21): 4-6.
- [4] 傅贻忙. 轨道交通装备产业集群突破性创新演化机制研究[J]. 现代商业, 2014(30): 158-159.
- [5] 夏孝瑾. 城市轨道交通装备制造产业发展动态及天津产业发展对策[J]. 市场周刊(理论研究), 2014(06): 49-51.
- [6] 李博达, 林莉. 中国轨道交通装备制造业的产业结构及优化策略研究[J]. 当代经济, 2014(03): 38-41.
- [7] 魏运, 冯爱军, 丁德云, 王亚红. 我国城市轨道交通产业链及其发展方向探讨[J]. 都市快轨交通, 2013, 26(03): 58-61+69.
- [8] 刘紫玉, 陈军霞, 付宏燕. 轨道交通信息化产业链分析[J]. 河北工业科技, 2013, 30(02): 77-81+86.
- [9] 王建宏, 卢燕明. 轨道交通产业蓄势待发[J]. 金属加工(热加工), 2011(23): 8-9.
- [10] 许光华. 先进锻造技术提升轨道交通产业升级[J]. 金属加工(热加工), 2011(23): 16-18
- [11] 任红波. 模块化产业链视角的城市轨道交通设计行业知识整合体系探讨[J]. 地下工程与隧道, 2011(02): 10-12+56.
- [12] 杨鹏艳, 黄满盈. 北京市轨道交通产业发展研究——以丰台聚集区为例[J]. 北京社会科学, 2011(03): 14-19.
- [13] 谭志雄. 轨道交通建设与产业投资基金——以重庆市为例[J]. 城市问题, 2011(04): 65-69.
- [14] 汪艺. 轨道交通迅速发展带动机械等相关产业链——中国机械工业前瞻性制造技术巡回研讨会(上海站)[J]. 制造技术与机床, 2010(08): 23.
- [15] 龚健, 王建宙. 用政策抓住轨道交通的产业机会[J]. 投资北京, 2010(05): 41-42.
- [16] 轨道交通建设布局产业新发展[J]. 宁波经济(财经视点), 2010(03): 25.
- [17] 轨道交通制造产业迎来“黄金期”[J]. 宁波经济(财经视点), 2010(03): 26.
- [18] 轨道交通装备关键技术产业化发展研究[R]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2017: 48-66