

智库圆桌(第22期·总231期)·推动制造业高端化、智能化、绿色化发展②

# 推动先进轨道交通装备创新发展

在我国高端装备制造领域,轨道交通装备制造业自主创新程度高、国际竞争力强、产业带动效应明显。我国已是轨道交通大国,高速铁路运营里程稳居世界第一。“十四五”规划和2035年远景目标纲要也就推动先进轨道交通装备等产业创新发展提出要求。本期特邀专家围绕相关问题进行研讨。

## 实现从“中国制造”到“中国创造”

经过多年发展,我国轨道交通装备制造业取得了怎样的成就?



雷张文(国家先进轨道交通装备创新中心教授级高级工程师):从普通机车到高速动车组,一次次技术进步见证了我国轨道交通装备制造业前行的历程。从发展过程看,可分为以下阶段。

新中国成立后,我国轨道交通装备制造业在探索中发展。1952年新中国制造的第一台蒸汽机车——“八一”号下线投用,1958年成功研制第一台干线内燃机车、第一台电力机车,上世纪60年代成功研制出地铁列车。

改革开放以后,轨道交通装备制造业推进内燃化、电气化发展,引进国外先进技术和设备,推动国产化,研制生产不同类型、不同用途的机车车辆。例如,1985年SS4型电力机车下线。在这一阶段,我国充分利用引进的技术和设备,加强自主研发,推动机车车辆实现更新换代。

自2004年开始,轨道交通装备制造业逐步从引进、消化、吸收再创新到自主创新,着力

提升产业竞争力。在各项政策措施的推动下,轨道交通装备制造业取得举世瞩目的成就。轨道交通装备实现从追赶领跑。“和谐号”“复兴号”动车组、高速磁悬浮等,从无到有,从有到优,整体技术达到国际领先水平。2021年具有自主知识产权的时速600公里高速磁悬浮交通系统在山东青岛下线,这是世界首套设计时速达600公里的高速磁悬浮交通系统,标志着我国掌握了高速磁悬浮成套技术和工程化能力。

集群化发展成效明显。我国已形成自主研发、配套完整、设备先进、规模经营的集研发、设计、制造、试验和服务于一体的轨道交通装备制造体系。在产业链上,以中国中车股份有限公司为“链长”,上下游6000多家中小企业融通发展,在湖南株洲、山东青岛等地形成各具特色的轨道交通装备产业集群。其中,湖南株洲聚合400多家上下游企业,可提供80%以上配套产品和技术,产业集聚度全球第一,并依托创新平台持续推进集群化发展。

海外市场不断拓展。2023年,印尼雅万高铁开通运营,这是我国高铁第一次全系统、全要素、全产业链“出海”。在湖南,以中国中车为代表的轨道交通装备制造企业主动融入共建“一带一路”,相关产业实现快速发展。

新一代科技革命和产业变革加速演进,互联网、大数据、云计算、人工智能等技术以及新材料新能源产业迅猛发展,与轨道交通装备制造深度融合,智能化、绿色化、安全舒适等成为产业未来发展重点方向。

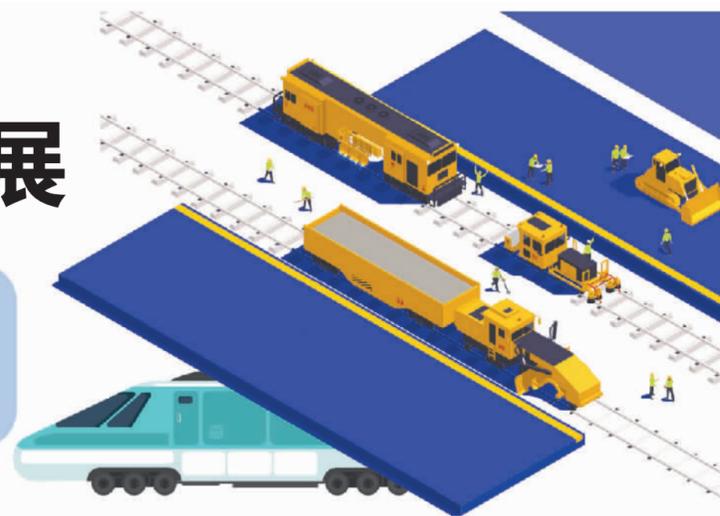
提升产业竞争力。在各项政策措施的推动下,轨道交通装备制造业取得举世瞩目的成就。

轨道交通装备实现从追赶领跑。“和谐号”“复兴号”动车组、高速磁悬浮等,从无到有,从有到优,整体技术达到国际领先水平。2021年具有自主知识产权的时速600公里高速磁悬浮交通系统在山东青岛下线,这是世界首套设计时速达600公里的高速磁悬浮交通系统,标志着我国掌握了高速磁悬浮成套技术和工程化能力。

集群化发展成效明显。我国已形成自主研发、配套完整、设备先进、规模经营的集研发、设计、制造、试验和服务于一体的轨道交通装备制造体系。在产业链上,以中国中车股份有限公司为“链长”,上下游6000多家中小企业融通发展,在湖南株洲、山东青岛等地形成各具特色的轨道交通装备产业集群。其中,湖南株洲聚合400多家上下游企业,可提供80%以上配套产品和技术,产业集聚度全球第一,并依托创新平台持续推进集群化发展。

海外市场不断拓展。2023年,印尼雅万高铁开通运营,这是我国高铁第一次全系统、全要素、全产业链“出海”。在湖南,以中国中车为代表的轨道交通装备制造企业主动融入共建“一带一路”,相关产业实现快速发展。

新一代科技革命和产业变革加速演进,互联网、大数据、云计算、人工智能等技术以及新材料新能源产业迅猛发展,与轨道交通装备制造深度融合,智能化、绿色化、安全舒适等成为产业未来发展重点方向。



## 城市轨道交通更加智能化绿色化



在轨道交通装备制造业支撑下,我国城市轨道交通发展呈现哪些特点?

姚恩建(北京交通大学交通运输学院教授、国际教育学院院长):我国城市轨道交通建设有序推进,截至2023年底,运营里程突破1万公里,2023年完成客运量294.4亿人次。回顾发展历程,城市轨道交通以加快建设人民满意交通为出发点,通过科技赋能、装备提质,不断提升服务效率和服务品质。

目前,我国已形成自主研发、配套完整、设备先进、规模经营的轨道交通装备制造体系。在先进轨道交通装备的强大支撑下,城市轨道交通发展迅速,不断向规模化、智能化、绿色化方向迈进。

一是城市轨道交通多制式协同、多层次融合发展。2023年全国新增城市轨道交通运营里程581.7公里,截至2023年底运营里程达10165.7公里。随着超大直径盾构机国产化,施工建设速度不断加快,建设成本不断降低,有力推动北京、上海等地城市轨道交通网络的形成。

在轨道交通装备的支撑下,我国城市轨道交通为满足不同客运需求,形成地铁、轻轨、有轨电车、跨座式单轨、中低速磁浮等多种制式并存的格局。近年来,不同制式城市轨道交通之间通过协同运营实现资源共享、无缝换乘,显著提高了多制式轨道交通的协同效率和出行一体化水平。同时,针对城际铁路、城市轨道交通等不同层次轨道交通跨区域融合发展中存在的协同运营不足、换乘衔接不便等问题,通过发展多线多点换乘、过轨运营、安检互认等,有效提升了多层次轨道交通间的直达性和便捷性。

二是智能化发展卓有成效,城市轨道交通运行效率大幅提升。随着大数据、人工智能等新技术的快速发展,以及数字基础设施的不断完善,城市轨道交通在技术创新、智能装备研发等多个方面发力,向更高效、更智能的方向发展。

智能化方面,我国在全自动运行系统、智能动车组以及智能通信系统等领域实现突破,显著提升城市轨道交通的安全保障、运行效率和服务品质。例如,在北京地

铁燕房线,我国自主研发的全自动运行系统实现了列车运行的精准控制,大幅提高了城市轨道交通的运营效率和安全性。重庆轨道交通互联互通CBTC系统(基于无线通信的列车自动控制)使人换乘变成车换乘,实现了轨道交通与传统单线独立运营向网络化跨线运营的突破。大数据、云计算等新技术,以及智能化设备和信息化平台等的广泛应用,使得预防性智能运维、智能实时监测与预警等主动安全保障能力不断提升。智能巡检机器人、智能运维系统的投入使用,可通过高精度传感器等设备准确掌握设备状态,实现全天候快速自动巡检,提升了巡检效率和准确性,降低了故障率。此外,自动售检票系统和智能客服系统的研制与应用,有力提升了服务质量。大小交路、快慢车等多样化运营模式,以及个性化、便捷化的出行服务,也提升了城市轨道交通的运营管理水平。

三是应用新技术、新材料、新工艺,城市轨道交通绿色化发展步伐加快。《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》对加快城市轨道交通等大容量公共交通基础设施建设进行了安排,这为城市轨道交通发展提供了重大机遇,也促使行业向绿色低碳方向发展。近年来,我国围绕城市轨道交通的建设施工、运营管理和装备制造等环节,采取了很多节能减排的措施。例如,在建设施工方面,采用装配式建造技术等,不断推进绿色建造。在运营管理环节,通过多交路行车组织和灵活编组,列车节能运行,优化车站照明、通风等机电设备管理,提高能源利用效率,降低运营能耗。装备制造环节是城市轨道交通绿色发展的关键,通过推广应用环保材料、节能工艺及循环利用技术,装备制造全过程更加注重环保与节能。大力推进新能源列车、轻量化车体、智能轨道快运系统以及永磁同步牵引电机等的研发应用,进一步优化能源结构、减轻车辆自重、提高列车牵引效率,有效推动城市轨道交通节能减排和绿色可持续发展。

先进轨道交通装备的技术创新,有力支撑了城市轨道交通的规模化、智能化和绿色化发展。未来,我国将继续加大研发投入,坚持自主创新,持续推动城市轨道交通高质量发展,加快构建便捷顺畅、经济高效、开放共享、绿色智能、安全可靠的现代综合运输服务体系,不断提升人民群众的获得感、幸福感和安全感。

一是继续加强技术创新。建立长期稳定的科技投入机制,优化整合技术创新平台,持续加强关键基础材料和核心技术研发力度。促进国内轨道交通装备制造业链主企业更好发挥引领带动作用,联合产业链上下游企业、科研院所协同开展科技创新、成果转化,鼓励和支持相关企业积极应用新技术、新材料。

二是持续推进轨道交通装备制造业数字化、网络化、智能化发展。借助互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术,大力推进工业互联网发展,不断推动轨道交通装备研发设计、生产制造、检验检测等全链条智能化发展,在生产制造、检验检测等环节,通过数智技术等缩短研发和调试周期,降低试验和生产运营成本。

三是与生产性服务业深度融合。加快发展轨道交通装备相关服务业,支持发展研发设计、数字服务等,加快布局大数据中心、人力资源服务和科技服务机构,不断推进服务型制造,提升我国轨道交通装备制造业在全球价值链中的地位。

四是不断加大轨道交通装备海外市场拓展力度。以共建“一带一路”为契机,推广雅万高铁合作发展经验,引导金融机构加大对轨道交通装备制造企业的支持,加快培养国际化人才,着力开展海外市场业务。同时,对接国际先进标准,支持国内企业积极参与国际标准制定,提高中国标准的国际化水平和影响力。



## 创新驱动高铁领跑世界

高铁是我国装备制造的一张亮丽名片,经过多年发展,如何实现从追赶领跑?



丁金学(中国宏观经济研究院综合运输研究所副主任):交通强国,铁路先行。高铁是交通运输现代化的重要标志,对现代综合交通运输和现代化产业体系建设具有重要意义,在装备制造业发展中肩负重要使命。

为推动高铁快速发展,我国进行了多次铁路网规划及修编,从“四纵四横”向“八纵八横”延展,高速铁路网络更加密集,进一步推动互联互通。根据2021年中共中央、国务院印发的《国家综合立体交通网规划纲要》和2020年中国国家铁路集团有限公司发布的《新时代交通强国铁路先行规划纲要》,到2035年我国高铁规模将达7万公里左右,通达50万人口以上城市,全国1.2、3小时高铁出行圈全面形成,包括主要城区市域(郊)1小时通达、城市群内主要城市间2小时通达、相邻城市群及省会城市间3小时通达。

在相关规划指引下,我国高质量推进高铁建设,实现从无到有、从追赶领跑的历史性跨越,建成世界最大的高速铁路网。以2008年我国第一条设计时速350公里的京津城际铁路建成运营为标志,一大批高铁相继建成投产。截至2023年底,高铁营业里程达4.5万公里,“八纵八横”高铁网主通道已建成约80%、开工在建约15%。2023年我国设计时速350公里的首条跨海高铁——福厦高铁开通运营,日均客流达2.4万人次。据国铁集团数据,到2025年,全国铁路网将覆盖99.5%的城区人口20万以上城市,高铁网将覆盖97.2%的城区人口50万以上城市。

我国高铁之所以世界领先,关键在于创新。高铁是我国自主创新的一个成功范例,从无到有,从引进、消化、吸收再创新到自主创新,已形成具有自主知识产权的高铁技术体系,总体技术水平迈入世界先进行列。

轨道交通装备是高铁发展的重要支撑。高铁装备制造技术创新和突破,有力推动了

我国高铁的创新升级。例如,以引进先进技术、联合设计生产的“和谐号”动车组为基础,持续深化自主创新,突破技术瓶颈,成功研制拥有自主知识产权和世界先进水平的“复兴号”中国标准动车组,形成涵盖不同速度等级,能够适应高原、风沙等各种运营环境的系列产品。设计时速620公里的高温超导高速磁浮工程化样车、时速600公里高速磁浮交通系统等先后下线。“CR450科技创新工程”取得新进展,试验列车实现单列最高时速453公里、双向两列相对交会最高时速891公里运行。这些轨道交通装备领域的重要突破都有效提升了我国高铁自主创新的质量和水平。

在高铁领域,我国已全面掌握系统集成、列车控制、牵引供电等核心技术,不断巩固领跑世界的优势。轨道交通是装备制造业中产业链、价值链、市场链最丰富的门类之一,根据中国中车集团有限公司数据,一组“复兴号”动车组有4万多个零部件,涉及钢铁等原材料、电子电器、信息系统、精密仪器等10多个行业,配套企业遍布全国20余个省份,产业拉动效应达1:5。

顺应新一轮科技革命和产业变革趋势,我国加快智能高铁发展步伐,推动云计算、物联网、大数据、北斗定位、人工智能等先进技术在高铁领域的应用,以数智化赋能创新发展,实现装备技术水平全面提升。2018年我国开展首次“智能高铁”综合试验,2019年“复兴号”智能型动车组在京张高铁实现时速350公里自动驾驶。在“复兴号”智能型动车组上,部署有2700余个传感器,自我感知、故障诊断等列车运行监测技术实现对列车运行的全方位实时监测。福厦高铁是继京张高铁、京雄城际后建成投用的又一智能高铁,标志着我国高铁在智能化领域的探索又迈进了一步。

此外,在高铁工程建造领域,我国以原始创新为主,在高铁路基、轨道等方面攻克大量世界性技术难题,系统掌握不同气候环境、不同地质条件下建造高铁的成套技术;在运营管理领域,全面掌握复杂路网条件下高铁运营管理成套技术,实现繁忙高铁干线和城际铁路列车高密度、公交化开行等。



## 持续提升轨道交通装备国际竞争力



为进一步提升国际竞争力,我国轨道交通装备制造业可在哪些方面发力?

韩建飞(赛迪研究院工业经济研究所副所长):轨道交通是公共交通及货物运输的重要方式之一,可有效促进国家、地区之间经济合作、贸易往来。近年来,国内外知名企业聚焦高效、绿色、智能轨道交通装备,不断加大研发投入,提高产品技术水平,开拓新兴市场,抢占新的发展制高点。

从技术发展看,随着以大数据、人工智能为代表的新一代信息技术快速发展以及绿色低碳成为全球共识,全球轨道交通装备制造转向智能化、绿色化、轻量化、新能源、无人驾驶、数据化管理与智能运维等成为产业重要发展方向。从市场规模看,全球轨道交通装备市场空间仍然广阔。据牛津经济研究院预测,除中国外,2020年至2040年,全球铁路基建的总投资额累计约5.14万亿美元,其中,欧洲、亚洲(除中国外)占比分别约46.4%、31.2%,未来轨道交通装备需求较大。2023

年,我国铁路投产新线3637公里,其中高铁2776公里,完成固定资产投资7645亿元、同比增长7.5%。是“十四五”以来铁路投资规模完成最多的一年。据中国国家铁路集团有限公司数据,到2025年,全国铁路营业里程将达16.5万公里,其中高铁5万公里。

经过多年发展,我国轨道交通装备制造业在研发设计、生产制造等领域均具有较强国际竞争力,实现从引进、消化、吸收再创新到自主创新,研发的新一代高速动车组等实现国际领先,轨道交通装备已成为我国高端装备制造领域的名片之一。同时也要看到,在标准制定方面,需更加积极参与国际标准制定,同时更好提升中国标准、中国装备的国际影响力;在智能化发展方面,轨道交通装备制造产业链及检验检测、建设运营等环节的数据安全高效流通也需继续规范和强化,从而有效提高智能化发展水平。

近年来,新一轮科技革命和产业变革深入发展,新技术、新产业、新业态、新模式不断涌现,加快提升自主创新能力,深化新一代信息技术应用,对顺应轨道交通装备发展的国际趋势,持续提升我国轨道交通装备的国际竞争力具有重要意义。