

2020年6月21日,经过地面调试和静态试验,试验样车在试验线上成功试跑。图为中车四方工作人员在进行测试。 资料照片

# 高速磁悬浮 车有了,路在哪?

高铁、飞机等快速交通工具的应用极大地便利了人们的生活,现如今我国又研发出了一种新的地面快速交通工具。2021年7月20日,我国新下线了首套时速达600千米的高速磁悬浮列车,这一交通工具的正式运营再一次证明了“中国速度”,也让乘客终于可以体验一把“贴地飞行”的快感。按照高速磁悬浮交通系统项目推进计划,目前亟须建设一条工程试验线,以完成达速试验,尽快实现工程化落地。

## 一种新兴的高速交通模式

人间四月,草长莺飞。中车青岛四方机车车辆股份有限公司厂内调试线上,高速磁悬浮项目技术总师、中车四方副总工程师丁叁叁正与团队人员一起,按试验计划,对时速600千米高速磁悬浮交通系统进行全系统动态调试和验证优化工作。

一列5节编组的磁悬浮列车在调试轨道上稳稳起跑,试验人员正通过一项项精准调试,让整套磁悬浮系统的性能指标达到最佳状态。

600千米磁悬浮项目推动情况如何?何时能坐上时速600千米磁悬浮列车?

自工业革命起,人们远距离出行的交通方式逐渐发展为轮轨铁路、现代航运、高速公路与航空,并持续至今。

可能很多人仍然对于时速600千米没有什么概念,时速达到600千米的高速磁浮,已经完全称得上是“地面之最”了。

磁浮交通系统还可以在在保证快速的同时,做到更加舒适安全。车厢之间的牵引以及对应的供电系统都布置在了车厢地面,并且实行了分段供电,相邻的列车分区只有一列车运行,并且它采用GOA3级别的全自动运行与控制,系统安全防护更是满足了最高级别的等级要求,根本不用担心任何的安全问题。

为了满足顾客需要,车厢还可以实现在2到10辆的数量内进行灵活编组,保证车厢的载客数量。行驶中不与轨道发生任何接触,这样大大减少了车辆的磨损,维护量少,大修周期长,充分保障列车的寿命,所以,在各类交通工具中性价比较高。

作为高速交通运输模式,高速磁浮必将成为人们日常出行的最佳选择之一。

## 有没有新的交通模式?

“在安全的前提下,人类对以速度换空间的交通技术的追求永无止境。”国家重点研发计划“先进轨道交通”重点专项总体专家组组长、北京交通大学教授贾利民说。

1922年,德国工程师赫尔

曼·肯佩尔从列车受到的很大阻力来自车轮与轮轨摩擦这一原理中得到启发,想到:若列车悬浮于轨道之上,不就跑得更快了吗?1934年,赫尔曼获得世界第一项磁悬浮技术专利。

磁悬浮利用的基本原理是“同性相斥、异性相吸”电磁悬浮原理,以磁铁对抗地心引力,使车辆悬浮,再利用电磁力引导,推动列车前行。

“自20世纪60年代始,德国、日本等主要发达国家开展大规模磁悬浮交通研究,技术路线分别是常导和超导。”中国科学院院士钱清泉说,前者利用电磁吸力,后者利用电动斥力,实现列车悬浮于轨道。

21世纪初,中国开始把目光瞄向这个交通新模式。

2002年12月31日,由中德联合建设、采用常导技术建成的上海高速磁悬浮示范线通车,全长30千米,最高运行时速430千米,最高试验时速501千米,并于2006年4月正式运营。这也是世界首条商业化运营的磁悬浮示范线。

“列车竟然没轮子,而是悬浮在轨道上面,太魔幻了!”第一次乘坐这条磁悬浮线时产生的震撼,至今令上海市民徐岩记忆犹新。

“基于这条示范线,我国开展了常导技术的长期自主创新和技术积累,基本消化吸收了常导高速磁悬浮的技术理论问题。”钱清泉说。

## 自主创新随即开启

2016年10月21日,科技部启动了国家重点研发计划先进轨道交通重点专项——时速600千米高速磁悬浮交通系统关键技术研究项目。项目获中央财政资金3.63亿元,总投资入资金超过30亿元,是“十三五”国家重点研发计划投入最大的一个重点专项。

“项目采用常导技术路线,瞄准工程化产业化应用问题,研发具有完全自主知识产权的时速600千米高速磁悬浮交通系统。项目由中国中车组织、中车四方牵头承担,汇集了国内磁悬浮、高铁领域的‘国家队’,30多家行业优势高校、科研院所和企业‘产学研用’联合

参与。”丁叁叁说。

与此同时,德、日两国磁悬浮研究也在加速进行。

“日本于2015年在山梨磁悬浮试验线创载人运行时速603千米世界纪录,计划于2027年开通磁悬浮中央新干线;德国已于2009年完成新型磁悬浮列车测试,最高时速550千米。”钱清泉说。

作为高精尖技术集大成者,高速磁悬浮是一项复杂的超级工程,需要跨出一道道难度极高的技术门槛。

## 需突破大量关键核心技术

列车悬浮轨道上的间隙,需稳定在10毫米左右,而对于超高速运行,空气扰动和线路不平顺等因素的扰动给悬浮导向等系统带来极严苛的挑战。让130多米长、300多吨重、5节编组的磁悬浮列车悬浮于轨道上,并以时速600千米“贴地飞行”,将是轨道交通技术的划时代创新。

为了让列车“浮得稳”,研发团队进行了封闭式攻关。实现时速600千米高速磁悬浮工程化应用,需挑战磁悬浮跨江穿山高速运行、气动设计、高强度车体、牵引制动、低时延通信、长途多分区多车辆全自动追踪、任意点停车、减震降噪等一系列技术难题。

以气动设计为例。当磁悬浮列车时速达到600千米,车体受到的气动压力急剧攀升,是目前时速350千米高速列车的10倍,同时气动噪声的攀升呈6至7次方增长,设计难度挑战极大。历经5年,通过1680余项仿真计算、4250余项地面台架试验和500余项线路试验,研发团队啃下了一块又一块“硬骨头”。

2018年,时速600千米高速磁悬浮交通系统技术方案通过专家评审;2019年,试验样车下线;2020年,试验样车在上海同济大学试验线上成功试跑,完成7大类204项功能试验,安全性、稳定性等各项指标均满足设计要求;2021年1月,研制出成套系统并开始联调联试。2021年7月20日,时速600千米高速磁悬浮交通系统正式在青岛下线。

“经过近20年的持续研究和技术积累,我国基本实现了高速磁悬浮全系统的自主研发能力,形成了成套工程化技术,实现了自主可控的产业配套能力。”中国工程院副院长、中国科协副主席何华武说。

## 立体交通和城市发展新角色

在蓬勃兴起的新一轮技术革命中,高速磁悬浮或将占据一个重要角色。这项代表当今世界轨道交通建设最高水平的技术,已进入国家发展战略。

2021年3月21日,交通运输部发布《关于下达2021年交通运输战略规划政策项目计划的通知》,其中“计划开展京沪磁悬浮高速铁路工程研究”引起人们的特别关注。

“时速600千米的高速磁悬浮可填补高铁和航空运输之间的速度空白,形成包括航空、高铁、高速磁悬浮和城市交通的速度梯度更加合理、高效、灵活便捷的多维交通架构。”贾利民说。

以北京至上海为例,搭乘时速600千米的高速磁悬浮列车,加上旅途准备时间,两地通行仅需3.5小时左右。京津冀、长三角、珠三角、成渝、长江中游城市群“五极”经济圈之间,2000千米范围,4小时内通达。

以时速600千米高速运行,磁悬浮列车的安全性、能耗及舒适度如何?

“列车和轨道间采用‘车抱轨’结构,磁悬浮系统不存在脱轨问题。”贾利民说,而磁悬浮系统的电磁相互作用,决定了其不可能产生对人有伤害的电磁泄漏。经严格测试和评估,它产生的辐射甚至不如一个微波炉。

由于无轮轨接触,当磁悬浮列车以时速600千米运行时,车外100米处的噪声满足居民住宅区的限值要求;车内噪声值等同客机巡航时客舱中部噪声。

采用电磁悬浮,耗电量是否更高?“恰恰相反,高速磁悬浮能耗与大多数人想的不一样,其系统综合效率与高铁相当,全系统耗电量并不高,是一种绿色环保的交通工具。”中国科学院院士乐嘉陵说,据有关专家测算,在350千米速度等级下,高速磁悬浮人均百千米能

耗3.5千瓦时电,与复兴号高铁相当。当高速磁悬浮以时速600千米运行时,人均百千米能耗约为航空的二分之一。

## 工程化落地尚需“临门一脚”

“按照项目推进计划,目前亟须建设一条工程试验线,以完成达速试验。”丁叁叁说。

已有的上海磁悬浮线能做600千米磁悬浮试验线吗?

“这条线路一是距离短,仅30千米,达不到进行时速600千米试验条件;二是线路工况简单、无江河山川环境,仅为点对点的短途运输。”国家磁悬浮交通工程技术研究中心副主任、同济大学教授黄靖宇解释。

“悬浮式交通系统初期投资可能会比轮轨方式高,但悬浮式交通系统没有接触,没有摩擦,没有磨损,它属于模块化设计,本身维护量很少,所需维护人员仅为轮轨方式的1/10左右。”丁叁叁认为,上海磁悬浮示范线已运行20年,至今没经历一次大修。从全生命周期角度来看,高速磁悬浮的经济性很显著,而且线路成网后,运价也会降下来。

事实上,中国的高铁建设投融资模式,或可为未来高速磁悬浮的发展提供借鉴。

中国高铁建设历经由财政拨款、银行贷款至投资多元化的融资阶段。面对高铁对经济的强大拉动作用,多方投资意愿逐渐强劲。2022年1月8日,我国首条民营控股高铁——杭台高铁通车运营。这个线路长269千米、总投资449亿元的高铁项目,民营占股51%,其通车运营被认为是中国铁路改革里程碑式的事件。

近年来,国家接连发布多个重大规划,擘画发展蓝图,各地交通布局随即加快“落子”,新兴的交通模式——高速磁悬浮成为热门选项。

面对全国各地的积极规划,首条线路将落地何处?贾利民认为,尽管各地都在积极规划布局,但要实现时速600千米高速磁悬浮的真正落地,国家层面出台具体的线路规划可能是最重要的。尽快规划出一条适合的试验线,进行达速和运营实验,将有助于使高速磁悬浮尽快进入商业化运营阶段。 据《江苏科技报》