

# 中国研制,时速 620 公里!“贴地飞行”何时梦圆?

西南交大副校长何川:“如国家支持建设长距离试验线,短则两三年,长则五六年,我是有充分信心的”

本报记者王迪、吴晓颖

如果把火车的轮子去掉,让它沿着轨道上方十多毫米的地方悬空疾驰,并且还能跑出620公里的时速,甚至有一天会超过飞机的速度……这还是我们通常意义上的“火车”吗?

这就是磁悬浮列车,问世多年但仍然令人感到神秘、可能引发未来交通方式革命的一种新型交通工具。

最近,在四川成都亮相的一款高速磁悬浮样车,再次引发人们对这种带有科幻色彩的交通工具的关注。

1月13日,中国自主研发设计、自主制造的世界首台高温超导高速磁浮工程化样车及试验线,在西南交通大学正式启用。这辆采用全碳纤维、流线型头型的样车,设计时速620公里,有望创造在大气环境下陆地交通的速度新纪录。

与其他磁悬浮技术相比,高温超导磁悬浮技术尤其适合未来的真空管(隧)道交通运输,理论预计速度可高于1000公里/小时。考虑到民航客机的飞行速度大约为900公里/小时,这个速度堪称“贴地飞行”。

“汽车、飞机、现代船舶,原创都不是中国人。就包括我们现在领跑世界的高铁,也是从引进开始,进行消化吸收再创造,从跟跑变为领跑。但我们这个技术一旦成功,就完全是中国人的原创。它将成为一种颠覆性的交通方式,填补陆地交通和航空交通的速度空白。”教育部科学技术委员会委员、西南交通大学副校长何川这样评价这台样车和试验线的意义。

## 高温超导磁悬浮列车有“独门绝技”

磁悬浮是一种完全依靠磁场使物体悬浮的新技术,吸力(或者斥力)不仅可以抵消重力,使物体悬空,还可以把物体牢牢锁定在特定的位置、保持稳定。

为了帮助公众更直观地了解磁悬浮列车的工作原理,西南交通大学超高速真空管道磁悬浮交通研究中心副主任邓自刚教授在高速磁悬浮样车的轨道上做了一个实验。他双手抬起一片长方形的铝板,在永磁轨道上方抛出。结果,铝板并没有直接砸向轨道;它先坠落,然后在距离轨道很近的位置“飘”起来,沿着轨道方向滑行一小段距离才落地,轻盈得像一片羽毛。

邓自刚告诉记者,因为铝板有电阻,电流会衰减,这块铝板最终会落到轨道上。如果把铝板换成超导体,即在一定温度下电阻变为0的导体,就可以实现长时间的悬浮。

磁悬浮列车可以采用3种原理实现悬浮,即电磁悬浮(EMS)、电动悬浮(EDS)和高温超导悬浮(HTS)。电磁悬浮原理比高温超导悬浮原理出现得更早,高温超导悬浮原理是在20世纪80年代后期发现高温超导材料后才提出的。采用电磁悬浮原理的列车已在中低速域和高速域实现了商业运用,而高温超导悬浮还未进入商用。

国内外已经有人利用前面两种原理造出了时速600公里的磁悬浮样车。

2015年,日本低温超导磁悬浮中央新干线曾创造了载人时速603公里的世界新纪录,引起广泛关注。



大图:1月13日拍摄的高温超导高速磁浮工程化样车外观及试验线。小图:1月12日拍摄的样车驾驶台。本报记者刘坤摄

2019年,中国时速600公里高速电磁悬浮试验样车在青岛下线,标志着中国在高速磁浮技术领域实现重大突破。

西南交通大学超高速真空管道磁浮交通研究中心首席科学家张卫华教授认为,高温超导悬浮技术有自己的独特优势。

第一,运营成本低。所谓“高温”指的是零下196摄氏度,这个温度显著高于低温超导体所对应的温度要求(零下269摄氏度),意味着可以用更经济的方式实现悬浮。“日本的低温超导磁悬浮技术要求零下269摄氏度,需要用液氮来冷却,这在全世界都是稀缺资源。但高温超导磁悬浮用液氮就行了,空气中78%都是氮气,液氮的成本比矿泉水的成本还低。”张卫华说。

第二,系统更简单。同样以日本的低温超导磁悬浮车为参照,它需要加速到一定的速度才能悬浮,而采用高温超导技术可以实现列车的静止悬浮,这样就省去了复杂的起跑系统。

在西南交通大学的项目团队看来,高温超导悬浮技术还有一个重要的优势,那就是拥有完全自主的知识产权。

“我们这个技术一旦成功,就完全是中国人的原创,从基础研究到基础应用,从实用技术到产业化,都是中国人在做。”何川说。

值得一提的是,不论是采取哪种技术路线,相比其他交通方式,磁悬浮列车有很多共通的优点,包括维护成本低、安全性高、环境污染少。

因为没有轮轨接触,列车不需要轮轨、齿轮箱、轴承等零部件,所以磁悬浮列车损耗情况比高铁好很多,而且不会因为雨雪天气延误;

因为磁场的作用力可以使列车在水平和垂直方向保持稳定,而且,磁悬浮列车采用“抱轨车”或者“车抱轨”的结构形式,所以磁悬浮列车脱轨的可能性大幅降低;没有轮轨的噪音,列车可以更安静地运行。

然而,在现有的技术条件下,实现磁悬浮列车的商用仍面临不小的挑战,主要原因在于建设成本高、回报率低。全球范围来看,只有中日韩三

国有在运行的商用磁悬浮列车。

## 因缺经费,一度进展缓慢

在邓自刚看来,过去20年里他所在团队的最大成就就是大幅提升了高温超导技术的悬浮载重性能。悬浮载重性能是指单位面积上能产生多大的悬浮力。

2000年年底,西南交通大学王家素和王素玉科研团队研制出了世界首辆载人高温超导磁悬浮实验车“世纪号”。目前,通过优化研究,这辆车的悬浮性能提高了6-7倍。

“提升悬浮性能首先需要研究清楚车载高温超导体和永磁轨道的作用机理,这是一项系统研究工作。有了研究结论作为指导后,具体实施过程像是一个拼图游戏。”邓自刚说。

超导块材普通尺寸很小,因为越大对工艺的要求越高。研究者需要选择超导块材的形状,比如圆形、正方形还是正六边形,然后研究按照什么方式排列摆放、力求在间隙最小的前提下组合成更大体积的块材,最大程度发挥出每一块超导体的性能。

磁轨的设计面临类似的难题。邓自刚透露,“目前,1米长的轨道是由90段小磁体拼起来的”,他们要琢磨如何排列磁体,实现用最小成本发挥最大的磁场性能。

早期的轨道磁场在上下呈对称分布,这就意味着轨道下方的一半、未处于工作面的磁场被浪费了。经过不断的仿真优化和实验,如今邓自刚的团队可以让90%以上的永磁体磁场聚集在轨道上方,发挥关键作用。

也有一些挑战来自技术之外,比如筹集研发经费。邓自刚坦承,因为一直没有争取到上千万元投资建设试验线,“前面有10年时间研究进展非常缓慢”。眼看着巴西等国按照类似技术造出了高温超导磁悬浮的小运量、短距离试验线,他感到十分焦虑。

2012年,为了支持我国原创的高温超

导磁悬浮技术发展,西南交通大学牵动力国家重点实验室主任张卫华教授拨给高温超导磁悬浮研究团队一笔100万元的专项经费,总算建起了一条45米长的环形实验线。

“可以说开启了一片新天地,让这项技术起死回生,让外界再次看到了高温超导磁悬浮技术。”邓自刚说。

## 实现了“浮起来”和“动起来”

1月13日世界首台高温超导高速磁浮工程化样车及试验线的正式启用是另一个里程碑。该项目由西南交通大学联合中车公司、中国中铁等单位协同攻关研发,是中国推动高温超导磁悬浮技术从实验室走出的重要一步,可验证高温超导磁浮列车高速化及长期运行的可靠性。

邓自刚对此评价说,“1:1比例的样车和试验线,是研究所有关键技术所必需的。如果没有工程化样车和试验线,就没有办法走向真正的工程化应用。”

这条全长165米的试验线只是个开始。

“我们现在的试验线,实现了‘浮起来’‘动起来’两个目标,而要实现‘跑起来’的目标,需要在长距离试验线上,才能进行600公里级的真车试验,完成高温超导高速磁浮列车投入民用前的最后一步验证。”项目负责人、成都西南交通大学设计研究院有限公司副院长兼昆明分院院长金朝辉说。

## 还有多久才能跑起来?

中国在高铁技术上的发展速度举世瞩目。在短短数十年时间里,中国从没有一寸高速铁路,发展到拥有世界上运营里程最长的高速铁路,中国高铁高速、高原、高寒、重载铁路技术达到世界领先水平。

如今,中国正努力在磁悬浮技术上取得

相似的成功。北京轨道交通技术装备集团有限公司磁浮工程事业部总经理苟劲松曾撰文指出,中国和日本、德国、美国、韩国是世界上磁悬浮列车技术专利最多的五个国家。根据他在2017年11月26日完成的统计,中国磁悬浮列车专利数量已经占世界的27.11%。

中国也是推动磁悬浮技术落地最积极的国家之一。2002年通车的上海磁悬浮列车成了世界上第一条商业运营的高速磁悬浮列车线路。上海磁悬浮列车采用的是电磁悬浮,青岛时速600公里的高速电磁悬浮试验样车就是在上海磁悬浮列车技术的基础上进一步优化取得的成果。2019年,中共中央、国务院印发《交通强国建设纲要》,明确提出合理统筹安排时速600公里级高速磁悬浮系统、低真空管(隧)道高速列车等技术储备研发。2020年,云南、浙江两省分别宣布计划投资1000亿元以上建设高速磁悬浮列车。

金朝辉认为,中国已经具备建设高速磁悬浮试验线和产业落地的基础。首先,高温超导磁悬浮列车的土建技术非常接近于现有的高铁技术,桥梁、隧道、路基的形式都很类似,主要变化是将钢轨变成了磁轨,中间加了直线电机。这样的好处是可以使得土建技术具有较高的成熟度,还可以利用现有的成熟产业链。因此在土建工程技术上完全具备建设条件。

其二,中国的稀土资源储备极其丰富,若将其应用于高温超导磁浮线路中,完全足以支持轨道建设,因此磁轨也具备建设生产和产业落地的条件。

其三,国内多家单位均可制备高温超导块材,但受限于需求量较小,暂时未实现量产。若实现工程应用,在市场驱使下可以在短时间内实现量产。

其四,其他如直线电机、列车控制技术、安全管理技术等,中国均已具有成熟的技术和完整的产业链支持。因此,中国在高温超导磁悬浮列车完全具备建设高速试验线和后续产业落地的基础。

金朝辉认为,高温超导高速磁浮列车技术基本成熟,适用于包括山区在内的各种环境和地形,特别适合于带有旅游性质的轨道或城际高速铁路。目前的当务之急是需要结合应用场景建设长距离试验线,完成系统总集成的验证工作,打通投入商用的最后一关。

另外,当开始建设后,还需要进一步降低建设成本。在土建工程上,由于列车更轻,尺寸更小、采用均布荷载等原因,土建成本将比现有高铁模式更低。但直线电机、磁轨这种新产品,之前没有大规模的应用场景,成本还偏高。研发团队还需要努力降低建造成本,让高温超导高速磁浮技术,更具竞争力。

对于高温超导高速磁悬浮列车投入商用的时间表,何川预计,“如国家支持建设长距离试验线,短则两三年,长则五六年,我是有充分信心的。”



扫描二维码,看世界首台超导高速磁浮工程化样车下线风采

2020年《细胞研究》成为中国首本影响因子超20的原创学术期刊,稳居国际一流顶尖期刊行列

# 这本中国原创学术期刊是如何站上国际“C”位的

本报记者周琳

“CNS”,即《细胞》《自然》《科学》(Cell、Nature、Science)三大顶级刊物的简称,在全球科技工作者心中,牢牢占据“C位”。

中国原创学术期刊能否跻身国际一流?《细胞研究》(Cell Research),这本创刊30年、聚焦生命科学领域的期刊,在2020年成为中国首本影响因子超20的原创学术期刊。

影响因子超过20,意味着我们终于有了在国际最高舞台同台竞技的机会,而且影响力超过了Nature和Cell主办的高端子刊了,相当于咱们国家参加奥运会,终于挤到第二集团军的龙头位置。接下来,我们有可能追赶CNS的国际影响力。

2021年初,记者走进《细胞研究》编辑部,试图探寻中国学术期刊“多而不强”的突破路径。

## “中国的论文,自己的期刊不敢发表,那发哪里呢?”

“它的结构是什么样的?生理功能是什么?”当领域内最具声名的国际期刊的审稿意见回来时,清华大学生物系教授俞立有些着急。他发现的“大转移”这一新的细胞器,正面临审稿人诸多疑问。

俞立将视线转向了打过一次交道的国内期刊《细胞研究》。在编辑的牵线下,这一领域的国际“大咖”经谨慎研究,为这一原创研究撰写了一篇评论。作为2015年的封面文章,原

创结果得以问世。如今,相关研究成果登上《自然·细胞生物学》,国际同行开始逐渐接受这一崭新概念,全新研究领域呼之欲出。

发表这样一篇文章,注定是冒险的。“探索完全未知的世界,每一步都踏在‘对’‘错’之间。只有更多后来者投入更多的时间和资源,才能知道这是一个突破还是一场误会。”《细胞研究》常务副主编李党生告诉新华每日电讯记者,但如果中国科学家做出来的工作,中国自己的期刊都不敢发表,那发在哪里呢?这是《细胞研究》必须要有担当。

2020年6月29日,科睿唯安发布的2019版期刊引证报告显示,《细胞研究》的影响因子达到20.507。这也是中国原创学术期刊影响因子首次超越20。数据显示,其影响因子超过《自然》《细胞》多个高端子刊,在细胞生物学领域期刊中排名全球第七、亚洲第一。

这标志着,我国本土具有自主知识产权的顶尖学术期刊,已稳居国际一流顶尖期刊行列,在推动提升我国学术期刊话语权和影响力,推动我国科学文化更好更快走向世界,促进我国生命科学领域的原始创新方面,将发挥重要引领作用。

## 为科学服务也意味着更多“尊重”

1990年,我国著名实验生物学家、肿瘤学家姚鑫院士,为了促进当时中国细胞生物学与国际同行的交流,决定创办《细胞研究》,并担任首任主编。

尽管当年在国内,英文科技期刊读者寥寥,但他坚持“国际化办刊”:全用英文、全球组稿。2002年,《细胞研究》首次获得影响因子,创下了中国人创办出版的科技期刊影响因子首次“过2”的历史纪录。

2005年的一个秋日,90岁的姚鑫院士生命即将走到尽头。他找到了时任中科院上海生命科学研究院院长、中科院院士裴钢,希望他接任杂志主编。裴钢一口答应了下来:中国科技界需要有一本在世界上站得住、叫得响的原创杂志。

“我们需要自己的发声平台。”裴钢找到了一位国际“学霸”李党生。他从中科大少年班毕业后,在美国康奈尔大学获得博士学位,又在纽约大学医学中心完成博士后。

此后至今,李党生开始了《细胞研究》的追赶之路。

“我们自己不能看轻自己。”在一篇篇来稿中淘出有一定科学价值的论文,一处处修改订正语言错误……编辑部额外增加了一道很多期刊都没有的程序——主编终审修订,一旦发现科学问题,即便是到最后关头也不予发表。

从2.0到破5,再到20,“我很难盘算出杂志质量有什么‘质变’的瞬间,只有30年如一日的坚守。”李党生说,原创学术期刊不仅为中国科研的腾飞提供了自有的发声平台,也间接提升了中国科学家投稿的国际软环境和话语权,赢得了更多尊重。

离陕西南路不远,有一家咖啡店和茶馆,这是李党生和全国众多生命科学领域

的年轻科学家最常“约会”的地方。“我们的目标只有一个,那就是科学。”他认为,只有把自己当作科学共同体中的一分子,不求任何现实利益的回报,才能与科学家共同成长、相互成就。

## 让中国原创学术期刊也能“走出去”

如今,《细胞研究》已经是一个受到国内外广泛认可的高端学术平台,海外科学家占了投稿数量的一半。

这天,一位法国科学家给编辑部写了一封邮件:原来,原创论文在杂志上发表后,被一个有着80万粉丝的电台看到了,邀他参加公开科普。“我知道80万粉丝对于中国来说不多,但在我们这里是一个巨大的数字,这么好的消息要和你们分享。”他在邮件里写道。

还有一次,一位国际知名的奥地利科学家做了一个原创研究,投稿时却被顶刊拒绝,他和《细胞研究》的一位编委是好友,就将论文投了过来。编辑部启动绿色通道,从接收文章到审稿刊发只用了十来天的时间。没过多久,《自然》旗下的高端子刊就刊发了这位科学家的学术“竞争对手”的类似成果。后来这位科学家就成了《细胞研究》的“铁杆”作者和粉丝。

1月20日,作为专业跟踪和分析与学术文献有关在线活动的公司,Altmetric.com正式揭晓了2020年度Top100论文,突出显示了2020年最受关注和

讨论热度最大的研究。第10名是发表在《细胞研究》上的全球第一个经过同行评审的针对新冠病毒候选药物筛选的实验性研究成果。这展示了《细胞研究》作为一个高端学术平台已获得全球学术界的广泛认可。

但相较于“顶刊”而言,我国本土期刊的国际吸引力和影响力都还有待大幅提升。

2018年的一组数据显示,中国首次超越美国,成为世界上科学出版物总数量最多的国家。但是,虽然已经基本形成了规模庞大、门类齐全、涵盖各学科的科技期刊体系,我国却远远称不上科技期刊强国,一个比较突出的不足,就是缺乏高质量、有国际影响的期刊。

在《细胞研究》30周年的“庆生会”上,一位编辑说,等到杂志40岁时,他希望讨论的是,有多少发表在这本期刊上的成果有望获得诺贝尔奖。

事实上,比起影响因子,期刊在科学家心目中的地位,更需要长期的高质量办刊水平去慢慢塑造和培育。“From China, for the world(立足中国,服务全球)”是李党生为《细胞研究》定下的办刊宗旨。要实现这一目标,必须要让全球该领域科学家都愿意将最优秀的论文投稿到这本期刊。

“我们已经具备了和《细胞》争论文的资格,但要形成中国学术期刊整体的影响力,单靠一本杂志远远不够,需要的是一个生态系统。”李党生说,未来,他希望能有专门的团队去和国外的顶级实验室、科学家形成长期合作、对接、推荐,告诉他们中国也有一本高质量的学术期刊。