

“磁浮超低空、城市飞巨龙”，这是当今中国磁悬浮列车技术应用的形象写照。

磁悬浮列车依靠磁力使车体浮离轨道，在无接触、无摩擦的状态下实现高速行驶，赢得“地面飞行器”和“超低空飞机”的美誉。自2006年我国第一条磁悬浮铁路线在上海问世，我国相继在北京建设了全国第一条磁浮S1线、在成都建设了世界第一条高温超导磁浮列车线路、在武汉建设了世界第一条光谷空轨线路、在杭州建设了世界上第一条集城市间空中快速交通和城市内轨道交通于一体的现代化综合交通运输枢纽……中国磁悬浮列车线路建设进入快速发展的新阶段。

截至2025年，湖南长沙磁浮快线和凤凰磁浮观光快线已开通运营。长沙至浏阳磁浮快线工程已于2024年11月11日正式开工，这是湖南第三条磁浮快线。

中国磁悬浮列车技术，从起步探索到广泛应用，经历了长达半个多世纪的艰难而漫长的历程。当时担纲中国磁悬浮列车技术研发项目的负责人、国防科技大学常文森教授常常回忆起那些令人难忘的日子……

## 从废品库里起步的“大事业”

一次，国防科技大学常文森教授前往北京参加国际学术会议。刚出机场口，一名手举会议接待牌的年轻人立刻迎上来问：“你是常文森教授吧。”

常文森不解地问：“你怎么认识我？”

年轻人说：“我从专家名册里知道您是国防科大的，是军人。”

常文森还是纳闷：“你怎么看出我是军人？”

“你身材魁梧，表情坚毅，还有您走路的姿势。”年轻人说，“你走路时，抬头挺胸，目视前方，摆臂自然有力，步履坚定沉稳，给人任何困难都挡不住的感觉，只有你们军人才能走出这种气势。”

常文森以军人这种特有的姿势，在科学探索的道路上跋涉了30年，开创了中国自己的磁悬浮列车技术，也走出了中国军人的雄壮与豪迈。

党的十一届三中全会后，科学技术作为第一生产力，首先冲破严冬的束缚，迎来久违的春天，神州大地上，处处传来科技新苗破土、拔节的声音。

常文森教授再也按捺不住创新的冲动，很快把主要研究方向锁定在磁悬浮列车上。

磁悬浮列车是20世纪70年代兴起的新技术。它巧妙地利用电磁力抵消地球引力，通过自动控制手段使车体与轨道之间保持约1厘米的间隙，使列车悬浮在轨道上运行，与普通轮轨列车相比，具有噪声低、振动小、无污染、转弯半径小、爬坡能力强、易于实施等特点，有着“零高度飞行器”的美誉，学术界认为它是21世纪的交通工具。德国、日本相继研制出磁悬浮列车实验样车和工程样车，并修建了磁悬浮列车试验线。

常文森认为，人口众多、幅员辽阔的中国，比任何国家更需要先进的交通工具，中国的21世纪不能没有磁悬浮列车。

那时的中国，科技落后，经济更落后，这注定中国磁悬浮列车的起步之旅，将非常艰难。

科研经费短缺，而实验用的电子元器件当时却很昂贵。他们只能“偷梁换柱”，以教学实验名义，到学校教学器材库领取一些晶体管、运算放大器、电阻电容等电子元器件。但磁悬浮最主要的原件——铁芯材料，学校仓库里却没有。

万般无奈的常文森带着大家到学校废品库里找到一台报废的变压器，抬进实验室，用钢锯、铁锤锯开砸掉坚硬的铁壳，取出铁芯用于研制磁悬浮。

材料具备了，可做成磁悬浮试验装置后，铁块却悬不起来，大家使尽浑身解数改进调试，都无济于事。

“我们现在干的事情，将来可能是一桩大事业。”每次试验失败，常文森都这样勉励大家。

经过几个月“试验一失败再试验”的循环往复，铁块终于奇迹般悬浮起来了。

领导和兄弟单位闻讯，纷纷前来参观，充分肯定了他们的技术路线。

但也有人看了后摇头：“这玄乎乎的东西，将来能变成列车吗？”

不管别人点头还是摇头，常文森只顾埋头朝前走。两年后，他带领大家研制完成10公斤重的三点悬浮磁悬浮车原理模型。

摄影/王志伟

1985年春天，国际科技博览会在日本筑波举行，常文森作为中国参观团成员前往日本，观摩这一世界科技界的盛会。

飞机降落在东京机场，常文森走出舱门，只见眼前高楼大厦巍然屹立、直耸云天。机场通往市区的公路，宽敞平坦，车辆奔驰如飞。公路两侧，现代化厂房鳞次栉比。来到市区，街道明亮洁淨，各种现代化豪华轿车，让人目不暇接。人行道上，虽然和国内一样，行人如织，步履匆匆，但大家脸上都荡漾着笑容。走进商店，只见货架上的商品琳琅满目，妇女们带着小孩，推着手推车，从容地挑选着各种商品……

眼前的情景既让常文森大开眼界，也让他深感疑惑？日本作为第二次世界大战的战败国，战后初期经济水平与中国旗鼓相当，而30年后，他们的经济建设起码比我们先进了20年，他们的发展为什么如此神速？而我们却进展缓慢？

常文森心想：也许因为东京是日本国都，是举全国之力重点建设给外人看的，是特例吧。

哪知，第二天到达筑波后，这里的繁华比东京毫不逊色。

常文森心中的疑惑，更是百思不得其解，直至次日随中国参观团走进国际科技博览会会宽敞明亮的展厅，他才似乎找到了一些原因。

博览会展出的现代科技产品，千姿百态、争奇斗艳，而它们大部分来自美国和日本等发达国家，发展中国家展台，科技类展品十分稀少。

正当常文森举目搜寻中国展品时，一辆新颖别致的列车，一下子跳入他的眼帘。

“磁悬浮列车！”常文森心里一亮，快步向它走去。

一位服务小姐微笑着迎上来：“先生，您想体验一下吗？”

常文森说：“当然。”

服务小姐说：“请您购票。”

常文森顺着她手指的方向看去，只见那里已有许多人在排队。走过去一看，售票窗口旁赫然写着“票价500日元”。

他心里不禁“咯噔”了一下。他这次出国，国家给的费用相当少，但他毫不迟疑地把手伸进口袋，掏出身上仅带的500日元，递进了售票窗口。

列车轻轻浮起来，徐徐向前滑行，感觉真好啊！平稳、无声，仿佛置身于“嫦娥奔月”的梦境。飘飘欲仙，不知不觉便跑完了300米轨道，到站了。

他还不想离去，一会儿摸摸这，一会儿看看那。下车后，又俯下身子仔细察看车底和轨道。

他想起了国内长期超负荷运行的铁路线，想起了都市里密集的人群、拥挤的车流……

“不行，我还要上去看看。”他心里这么想着，再次来到登车口。那名服务小姐伸手拦住他：“先生，您的票呢？”

他这才意识到没买票，而且自己身无分文。他这位大专家，连忙向别人道歉，赔不是。然后步行几公里回到下榻的旅馆。

科技博览会上遭遇的尴尬，更加坚定了常文森的决心：“到21世纪，我一定让中国人坐上自己的磁悬浮列车。”

# 磁悬浮之路

（报告文学）

龚盛辉

风华长沙

回国后，常文森立刻把国外磁悬浮列车研究情况和自己的设想，向国防科工委领导汇报。听取汇报的时任国防科工委副主任、著名科学家钱学森特意坐到他身旁，关切地询问一些关键性问题。

常文森自信地承诺：“不久的将来，我一定要结束中国没有磁悬浮列车的历史。”

钱学森听了，向他许诺：“你们研制出磁悬浮列车后，我一定去坐。”

4年经历4个回合激战，常文森又率领团队把中国磁悬浮列车技术向前推进了一大步：我国第一台小型磁悬浮实验样车问世。它重约80公斤，在10米长的轨道上平稳运行，具有悬浮、导向、牵引与制动等全部功能。

虽然相对于正常标准的列车，它还显得这艘弱小，但它让我们这个人口最多、增长最快，在两条脆弱的轨道上缓慢行驶了太久的大国看到了曙光，给一票难求、一车难求的国人带来了莫大的希望。

常文森感受到肩上担子的沉重，也增强了战胜困难的决心和力量。他为中国磁悬浮列车研究制定了“由简到繁”的攻关路线，并首先瞄准了磁悬浮列车基本单元——单转向架。

他们的创新计划，引起了国家科委的高度重视。1991年国家科委委托铁道部科技司组织立项论证，1992年“磁悬浮列车”正式列入国家“八五”科技攻关计划。

有了国家科委的支持，常文森带领

领奖归来，创新团队聚餐庆贺，大家共同向常文森敬酒。

第一杯酒，常文森高兴地喝了。

大家再敬第二杯时，常文森端起酒杯，但没喝，而把它郑重地交给一名博士研究生，说：“这杯酒，你给我保管好，哪天我们研制的磁悬浮列车在中国大地上奔驰起来了，我再用它敬大家。”

把单转向架磁悬浮列车从实验室开到原野上，并不像把轿车从车库开到大街上那样简单，它甚至比过去走过的道路更艰难。

仅技术问题就困难重重：走行机构技术、多转向架解耦控制技术、大功率直线牵引控制技术、车载供电技术……哪一个都是难以逾越的深沟巨壑。

而经费问题、市场问题，更是重中之重。磁悬浮技术要走向应用，还必须经过漫长的工程试验阶段，至少需要投入数千万元。这可不是当时学校甚至军队能够解决的。

为争取政府部门和企业支持，他们四处游说，但大家听了常文森的介绍后，都说“技术成熟了再来找我们”，都“不见兔子不撒鹰”。

正当磁悬浮列车工程化，在“有了资金技术才能成熟、技术成熟才能获得资金”的怪圈僵局里艰难徘徊时，北京控股有限公司和北京科委，为振兴国家磁悬浮列车技术，毅然出资支持他们，开辟了国内企业支持新型轨道交通技术发展的新模式，为国家磁悬浮列车技术发展作出了巨大贡献。

常文森终于可以心无旁骛地带领团队开展技术攻关了。

研制工程化样车首先要解决整车稳定悬浮控制。由四五个单转向架组成的磁悬浮列车整车，需要加速减速，需要拐弯爬坡，车厢里的乘客分布也不均衡，它就像四五个壮汉抬着一大桶水，既要在山间小道上奔跑，还要桶里的水不晃荡。

为突破这一关键核心技术，常文森带领大家从建立车辆系统动力学模型入手，运用先进控制理论，优化轨道和车辆结构，创造性地设计出一种新的悬浮控制算法，巧妙地在每节列车下面设计了20个悬浮点，它相当

于20个轮子，平稳地托举

着列车，使其始终与轨道保

## 中国也要有磁悬浮列车

大伙向前奋进的信心更足、步伐更坚定。

研制工作一开始，第一只“拦路虎”——大功率斩波器，便跳了出来。过去，创新团队里只有杨泉林搞过小功率H开关，其他人都没有接触过这方面的技术，毫无经验可言。

常文森说：“磁悬浮列车我们都敢干，这点小难关，我们还不敢闯！”

走了不少弯路，吃了不少苦头，最终他们研制出了大功率斩波器。

单转向架悬浮重量，比实验样车增加近百倍，试验装置将有八九吨重，二楼实验室装不下，也承受不起，别的房子又没有。

常文森拿着卷尺来到系大楼楼梯口，前后左右量了量，把脚往水泥地上一踩：“咱们的实验装置就安在这里！”

那是个炎热的夏天，无遮无挡的楼梯口，气温40多摄氏度，徐水红、杨泉林等科研人员，每天光着膀子做试验，身上裹满臭汗污垢。

那天，时任国防科工委聂立主任来校视察，看到这一情景非常感动：“没想到中国未来的交通工具，大家是这样干出来的呀。”

他们艰苦奋战几个月，初步解决了单个电磁铁的悬浮控制问题。

研制工作正式转入单转向架研制。他们首先花了一年多时间，认真研究国外大型磁悬浮列车技术，弄清了大型磁悬浮列车转向架与汽车、常规火车转向架的区别，掌握了它的特性，在此基础上，形成了大型磁悬浮

列车的转向架机械解耦概念。

这是指导后续研究的一块重要理论基石，也是中国磁悬浮列车发展史上的一次重大突破。根据这一概念，他们经过模型制作、结构图纸设计、加工制作等一系列艰苦工作，完成了单转向架磁悬浮列车系统。

车子有好几吨重，如何把它抬到两米多高的轨道上呢？

自己买不起吊车，那就租吧。可租金也要上万元。这可是他们挺襟见肘的项目经费无论如何也支付不起的。

“我就不信，一泡尿能憋死一群大活人，”常文森往机器旁一站，“咱们扛也要把它扛上去！”

于是，几十名科研人员如群蚁搬骨头，用肩扛，用手抬，加上木杠撬，愣是把几吨重的单转向架磁悬浮列车，搬到了两米多高的铁轨上。

哪知一试车，问题又来了：它像一只热锅上的大蚂蚁，在铁轨上乱蹦乱跳。调试改进几个月，都没让它稳定下来。

关键时刻，常文森亲自点将：“李云钢博士，你负责解决稳定悬浮控制问题。”

李云钢博士不负众望，和龙志强等人一起，连续奋战几个月，找到了问题的症结，降伏了它触电就跳的怪脾气，让它变得温驯安静起来。

1995年5月11日，磁悬浮列车进行第一次载人试车。

“启动！”

随着常文森一声令下，数吨重的

精深  
文苑

责编/张辉东 美编/何朝霞 校读/欧艳

列车从轨道上轻轻浮起。

“开车！”

操作人员按下运行电钮，列车开始平稳向前行驶……

中国第一台载人单转向架磁悬浮列车诞生了！

虽然它还显得有些粗糙，轨道也只有10米长，但它毕竟悬浮起来了，平稳地向前移动了，并乘载了30个人，这已经是令人振奋的重大突破。它标志着中国成为世界第三个掌握磁悬浮列车技术的国家。

当年，该项目获得部委级科技进步奖一等奖，并当选为“1995年中国十大科技新闻”之一。

而同地向着窗外眺望。眼前只有起伏的云海、无垠的长空、无边的蔚蓝……

一周后，各自科研任务的需要，他们又要在同一天飞向对方所在的城市。订票前，两人约定他晚起飞两个多小时，以便在长沙黄花机场会个面，聊聊儿子上学的事。

哪知天公不作美，北京浓雾锁天，她乘坐的航班晚点两小时起飞，在黄花机场降落时，离她登机时间只有一刻钟。她一下航班，以冲刺的速度奔到二楼安检口，只见他已通过安检，站在里面焦急地向外面张望。

她使劲向他招手。

他也使劲向她挥手。

她望着他，微微地笑着。

他也望着她，微微地笑着。

他朝她招招手，示意她赶紧回家。

她也向他挥挥手，让他赶紧上飞机。

但他和他都还站在那，直至登机截止时限前一分钟，他才离开。转身的那一瞬，他隐约看见，她抬手擦拭了一下眼睛。

两人只能在晚上打电话商量儿子上学的事，说了一个多小时，直到手机没电……

创新团队的忘我奋斗，迅速推进了磁悬浮列车应用进程。

2008年，一条1.5千米长的试验示范线，在北京控股有限公司唐山试验基地建成。

2009年，实用型中低速磁悬浮列车问世。它在示范线上累计运行6万米，不仅行驶平稳，节能环保，而且采用了吸力型电磁悬浮、低频（小于100赫兹）悬浮牵引供电制式、新材料电磁防护等一系列创新技术，把电磁辐射减小到最低程度，车厢磁场与一般家电产生的磁场相当，甚至更低，对身体没有任何伤害。车内基本无噪音，车外噪音也很小，距列车10米之外，噪音只有64分贝，比平常说话的声音还要低。

专家鉴定结论指出：“完全称得上是一种电磁环境友好、安全可靠、绿色环保的城市轨道交通系统。”

2011年2月，北京市委、市政府决定：采用国防科技大学自主创新掌握的中低速磁悬浮列车关键技术，在北京门头沟石门营至石景山区苹果园区间，建设一条10.2千米长的中低速磁悬浮列车运营示范线。

这是我国首条中低速磁悬浮