

# 它不用电,只用“土”,低成本、安全、高效、环保 悬挂式“红轨”, 刷新磁悬浮技术新高度

□克利斯汀

8月9日上午九点,由中铁六院集团作为项目设计、采购、施工一体化总承包联合体牵头单位完成的国内首条永磁磁悬浮空轨试验线——“红轨”,在江西赣州兴国县顺利竣工。由此,我国已成为世界上第三个掌握空轨技术的国家。同时,中国也是世界上磁悬浮专利占比最多的国家。

你或许想不到,这趟永磁磁悬浮列车的建设成本每公里便接近亿元人民币,却始终无法替代普通地铁,成为大规模、大流量的交通运输工具。但我们更需要了解的是,这是一种新制式轨道交通,将进一步完善综合交通网络,也将大大降低环境污染和地球上的碳排放。

“红轨”试验线处于革命老区“将军县”兴国县,因此被誉为“红轨”。磁悬浮列车则命名为“兴国号”,车身由红白相间的颜色组成,两侧车头标有56颗星星,寓意向“将军县”兴国县拥有的56位开国将军致敬。

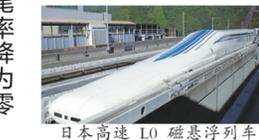
“红轨”试验线南起丰车站(高铁兴国西站)北至静调库。正线全长约800米,均为钢构高架线。该磁悬浮列车采用两车编组,载客能力为32个、定员88人,目前最高设计运行速度为每小时80公里。

其实中国的第一辆磁悬浮列车(买自德国)早在2003年1月1日已在上海磁浮线运行,到2015年10月才有了首条具有自主知识产权的国产磁悬浮线路——长沙磁浮线,2016年5月6日已开始商业运营,该线路也是世界上最长的中低速磁浮运营线。本次顺利通车的“红轨”试验线,最特别之处是,它实现了全世界首次将稀土永磁磁悬浮技术与空轨技术结合,建成一套中低速、中低运量的新制式轨道交通系统。

这套“磁浮+空轨”技术由江西理工大学于2014年首次提出并牵头研发,2021年

根据磁悬浮原理,一般将主要磁悬浮技术分为永磁悬浮、电磁悬浮、电动悬浮和超导钉扎悬浮。其中电磁悬浮和电动悬浮技术应用已达到较高的成熟度;高温超导钉扎悬浮起步较晚,目前仍处于实验室研究和工程化样车研发阶段;而“红轨”所用到的永磁悬浮技术正是当下的研究重点。

“红轨”试验线无需用电即能将列车悬浮,相当节能、环保。其制造材料也在材料领域有新突破,不仅可以实现循环利用,还制造出体积小、磁能密度大、有足够悬浮力且经济性好的永磁体。因此该永磁磁悬浮空轨项目探索了一种能够适应复杂地形的中低运量、个性化、智能化交通运输方式。



日本高速 LO 磁悬浮列车



长沙磁悬浮快线



上海高速磁悬浮示范线

由中国中铁下属、中铁六院、中铁工业等企业承接该技术的落地转化建设工程,我国具有完全自主知识产权。

目前全球现有的悬挂式导向运输系统均采用橡胶轮进行承载和导向,之前上海悬浮交通、日本超导磁悬浮列车等则都是采用电磁悬浮,要靠复杂的一套控制技术来实现悬浮,一旦断电就失去悬浮能力,不仅技术和运维难度都较大,耗能也大,属于不稳定悬浮。这次的“红轨”则完全采用稀土永磁材料实现悬浮和导向,攻克了电磁悬浮存在的难题。

最特别的是,它采用的永磁体是钕铁硼合金,是一种适用于磁浮空轨系统的稀土永磁合金材料,具有磁性强、稳定性高、磁能分布合理等特点,且稀土元素钕、镨自然储量丰富,因而大大降低了成本。江西赣州号称“稀土王国”,是我国三大稀土生产基地之一,年产全球70%的中重稀土资源,因此这列稀土永磁磁悬浮列车在江西首发自有道理。而稀土永磁磁悬浮列车的应用,将对我国稀土产业的应用模式市场推广具有重要意义。

很多人第一眼看到“红轨”都有点心惊胆战,因为与之前所看到的磁悬浮列车不同,“红轨”的车厢是倒挂在浮轨之下的,就好像我们在游乐园里坐的“过山车”。实际上,基于成熟的空轨体系的“红轨”安全又环保,它采用独创的列车行走系统,将行走结构包裹在轨道梁内,克服了缺少硬约束和永磁体悬浮力不可控的难题,实现了列车行走过程中悬浮导向的平稳协同控制,行驶较之前的设计更安全,甚至号称“将出轨率、追尾率降为零”。

它同时还配备了多项智能技术,不仅开拓了独立于常导悬浮和超导悬浮之外的磁悬浮技术新体系系统,还应用了无人驾驶、北斗定位、5G通信、传感融合、多目标智能规划等新兴信息技术,实现无人驾驶的同时也可以给乘客提供丰富的在途信息服务。种种优势都显示,它必将引领我国新制式、接入级轨道交通翻开崭新的一页。

## 3

### 永磁悬浮空轨并不能完全取代地铁

目前,永磁悬浮空轨工程验证已成功完成,在进一步优化“车-轨道-磁轨”的匹配,以及耦合关系研究后,即可大规模应用。而且此次稀土永磁磁悬浮试验线的成本优势明显——和地铁、城际铁路及其他悬挂式系统相比,稀土永磁磁悬浮列车的成本仅为轻轨的1/2左右,每公里建设成本小于1亿元,是如今中高速磁浮交通系统成本的1/3,未来如果规模化,其成本应该还会更低。

但部分专家认为,它仍不会取代地铁等基础公共交通工具,而只是与地铁、轻轨互为补充——毕竟地铁仍是大运量轨道交通,能最大化地保证主干交通网的大客流量运输;而永磁磁悬浮空轨目前

仍属于中小运量交通模式,因此目前只可作为地铁的补充,进一步完善综合交通网络。

那为什么我们还要大力研发磁悬浮技术呢?这主要是因为磁浮交通系统与传统的轮轨列车系统相比,具有一些非常显著的优势。比如磁悬浮列车与轨道之间没有接触,减少摩擦损耗,意味着更低的环境污染和碳排放,同时可减少维护成本;另外,磁悬浮列车没有车轮,且齿轮、联轴器、车轴、轴承等机械传动结构与传统轮轨列车相比更少,所以质量较轻,增加了有效质量比,也降低了对轨道和桥梁的强度要求;而且磁悬浮列车相对来说爬坡能力更强,具有更好的地形适应性。

## 4

### 未来的磁悬浮,形式可能会更多样

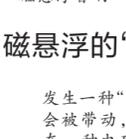
将磁悬浮运用到交通运输上,的确大大地提升了现有的运输速度与能力,而研究者们显然并不满足于这些。

2013年,美国人提出了一种Hyperloop概念,旨在设计一种时速可达1200公里的超高速、远距离并具有真空管道特征的交通运输系统。这种超高速磁悬浮真空管道运输引起了全球的“超级高铁”的研究热,据知,中国、美国、德国、荷兰、加拿大、西班牙、韩国等国已纷纷加入这场速度竞赛。磁悬浮技术已可以消除所有机械接触,即消除了摩擦力,如果再通过真空管道将空气阻力也减到最小,或许将这种交通工具的速度更进一步提升也不无可能——从理论上讲,在这样的环境条件下,一辆列车的速度甚至可以达到音速,甚至是超音速。目前,我国便有一个由西南交通大学牵头的“多态耦合轨道交通动态试验平台”项目已启动,计划于2023年建成一个1620米长、最高试验速度每小时1500公里的多态耦合轨道交通动态试验平台,其试验结果值得期待。

或许你还在身边发现过一些磁悬浮技术带来的神奇:上网就能买到的磁悬浮鼠标垫,像飞碟一样悬浮在空中的磁悬浮HiFi音响、磁悬浮书桌



磁悬浮新概念汽车



磁悬浮音响

## 链接 磁悬浮的“前世今生”

丹麦物理学家、化学家和文学家汉斯·克里斯蒂安·奥斯特首先发现了载流导线的电流会产生作用于磁针,使磁针改变方向。正是这个发现引发了众多科学家对电磁现象的研究,从而推动了电磁学革命。后人为了纪念他,将磁场强度的单位命名为“奥斯特”。

1820年7月21日,奥斯特发表了《关于磁体周围电冲突的实验》一文,认为在通电导线周围

发生一种“电流冲击”,磁性粒子会被带动,并发生偏转,指出存在一种电磁关系。该论文发表后,促进了安培对电磁力的研究,并导致了毕奥-萨伐尔定律的发现及一系列与磁关系的发现和电磁铁的问世。再后来,法拉第的研究终于发现推动世界的电磁感应。

电磁感应的研究成果在1831年才顺利公布于世,十年后的1842年,英国物理学家塞缪尔·恩绍便提出了磁悬浮的概念。

而目前我们所研究的磁悬浮技术,主要指利用磁力克服重力使物体悬浮的技术,其实现形式有多种,但现在世界上只有三种类型被投入使用,即日本的超导电动磁悬浮、德国的常导电磁悬浮和中国的永磁悬浮。

# 小心“情绪中暑”

□Mozi

每年,当最高气温超过37℃时,气象部门就会发布“高温红色预警”,提示大家尽量减少户外活动,谨防中暑。但最近,全国已多地气温高达40℃。

你或许发现,高温不仅会造成身体上的中暑,我们的情绪也极易“中暑”:气温升高,空气湿度增大,人们会变得躁动不安,与人发生矛盾冲突的几率也大大增加;又或是情绪低落,提不起兴致,难以集中注意力、高效快速地完成任务。

有研究表明,正常人群中约有16%的人会在夏季发生“情绪中暑”。尤其当气温超过35℃、湿度高于80%、日照时间超过12小时,“情绪中暑”的比例还会急剧上升。

### 症状:心烦意乱,茶饭不思

“情绪中暑”最常见的表现为攻击性增强,动不动就会觉得心情烦躁,压不下火,“一点就着”,尤其容易在排队或交通堵塞时与人发生口角甚至肢体上的冲突。

又或是莫名其妙的低落,原本活泼、积极向上的人可能突然“蔫儿”了,丧失了对事物原有的兴趣,与人沟通交流的欲望也大幅降低,做事提不起精神。

“情绪中暑”的另一个常见症状就是茶饭不思,夜不能寐。一到夏天,大家就会因为天气炎热而食欲不振,又或是白天疲倦无力,夜晚却难以

入睡,对周围环境的细小噪音往往也变得更加敏感。

到底是啥原因导致的“情绪中暑”?

我们知道,温度升高,人体新陈代谢加快,脑部能量消耗自然也有所增加。而大脑是整个身体的指挥部,当脑部血运不足以支持大脑的高速运转时,下丘脑情绪调节中枢就会受到影响,进而出现“情绪中暑”的各种表现。

电解质紊乱则是另一个不容忽视的原因。夏季高温,出汗量成倍增加,食欲不振又使得汗液排出的水和电解质难以得到及时、足量的补充,“只出不进”会导致体内电解质紊乱,进而影响脑部神经活动,出现情绪异常。

### 开方:降温+清淡饮食+规律作息+自我调整

“情绪中暑”不容忽视,但只要你能好好吃饭,好好睡觉,积极防暑,放松心情,也一样能拥有一个炎热却愉快的夏日。

既然高温是导致情绪中暑的直接原因,我们想要避免“中暑”,最简单的办法就是让自己更多时间处于适宜温度的环境中。首先应该避免在一天中最热的正午时分出门,如非要出去,尽量选择温度

相对较低的晨间或晚间外出,

同时尽量穿浅色、吸湿排汗效果好的衣裤,确保身体能最佳散热,还应做好防晒,避免阳光直射造成体表温度过高。此外,还可以尽量乘坐地铁等降温措施完备的交通工具。

夏天更不要熬夜,务必规律作息,保证充足睡眠,尽量给身体减负。要多清淡饮食,注意营养均衡,避免油腻。多喝水,有助于保持体内电解质平衡,水中可加入金银花、苦茶等,以达到清热解毒的目的。

但“情绪中暑”说到底还是一种情绪紊乱。工作和生活长期处于高压状态的朋友,应该时不时给自己一个放松的机会,适当宣泄压力,防止日积月累下情绪突然爆发。如果是性格内向、不善沟通表达的朋友,遇到烦心事更要多敞开心扉,和自己亲近的人沟通,疏导负面情绪。平日里就容易情绪波动较大的朋友,不妨多听听舒缓的音乐,睡前进行冥想和放松,有助于获得心灵的平静。

正所谓“心静自然凉”,只要我们能调节好自己的内心状态,外部的高温也没那么可怕。(来源 蝌蚪五线谱)

# 西太平洋海底发现“海底大花园”

奇趣生物

近年来,中国科学院海洋研究所研究员利用“科学”号海洋科学综合考察船及其装备的“发现”号深海机器人,多次对西太平洋的海山组织开展多学科综合考察,获得一系列新发现。

他们将这片海山组织称为“海底大花园”,因为这里特殊的地理特征和水文条件,造就了独特的生物群落和生态系统,已成为多姿多彩的海洋生物聚集地,也是深海生物多样性研究的热点地区。



捕蝇草海葵+海绵



偕老同穴海绵



海葵

## 惊艳

### 几乎所有动物门类的代表

考察系统获取了西太平洋九座海山的环境和生物多样性第一手数据和样品,获得了海山生态系统结构认知;建立了我国物种和数据最丰富的海山大型生物样品库,发现西太平洋海山生物的高多样性、高特异性及低连通性,发表了海山最具保护价值的大型生物1个新亚种、4个新属和56个新物种;还发现海山上生长了大片五彩斑斓的珊瑚林,揭示了支撑西太平洋寡营养海域的海山高生物量成因。

在所调查过的海山上,“发现”号几乎看到了所有动物门类的代表,从最原

始的多细胞动物海绵到最高等的哺乳动物都有。细菌和原生动物等微生物无法通过肉眼看见,但它们常与海洋中漂浮的微小物质聚集,形成肉眼可见的“海洋雪”,成为海山生物的主要食物来源。研究人员徐奎栋说:“海葵、珊瑚、黑珊瑚、柱星螳等刺胞动物,形态各异的玻璃海绵等,在幽深漆黑的海山上,这些动物在LED灯光照射下,有的像满树的桃花正在盛开;有的像一枝飘逸潇洒的芦苇,有的像一朵盛开的大葵花,看上去十分惊艳。”

“海底大花园”里还生活了海星、蛇尾、海参、海胆、海百合等棘皮动物,双壳类、螺类、烟灰蛸等软体动物,深海虾、蟹、寄居蟹、铠甲虾等甲壳动物。活跃在海山底部的常见深海鱼类,如鲨鱼、深海狗头鱼、海鲈鱼、鮫鱼等,也是海山上的靓丽风景。



海百合



竹柳珊瑚+海绵+海百合



金柳珊瑚

## 探秘

### 源自“泰勒柱”等水文现象

“发现”号为了海底考察,挂载了多种采集水样、沉积物、岩石和生物样品的装备,在采集样品和数据的同时,还可在海底开展原位科学实验,实现了科学家“将实验室搬到海底”的梦想。研究人员能近距离地拍到如此清晰的海底生物世界的照片,也得益于“发现”号深海机器人的先进技术,它如同一辆海底观光车,车上装载的超高清摄像头、LED灯和各种灵敏探头,可将一路所见实时“直播”。

而“海底大花园”之所以如此丰富多彩,主要是因为一种名为“泰勒柱”的水文现象。海山大多是由休眠火山形成,以岩石等硬底为主,有些区域可形成以有孔虫砂或珊瑚砂为主的软底沉积。在数千米深的幽暗海底,海山可引起上升流,并通过改变海山上方的流场,形成“泰勒柱”等水文现象,从而直接或间接地造成海山上方的营养物质聚集,提高初级生产力,使海山周边深海具有更高的生物量。

“泰勒柱”是指稳定的海流在流到海山时形成的环流,可将生物滞留于海山区域。但并不是所有海山都有“泰勒柱”。“全球海底高度超过1000米的海山超过3万座,人类仅对其约1%做过生物调查,也就是说,约99%的海山仍鲜为人知。”徐奎栋说。海山复杂的地形、水团和流场结构以及生物差异,会导致不同海山的物质循环和能流过程存在较大差别。

目前,我国正在全面实施深地探测、深海观测和深空对地观测的“三深”探测战略,海山研究也迎来了新的发展机遇,越来越多的海山之谜将揭开神秘面纱。(新华)

本版图片均为资料图片