



▲神舟飞船交会对接系统的捕获锁、对接锁等关键部件采用稀土永磁电机。
图为“神舟”与“天宫”交会对接示意图。
新华社发

▼提纯后的稀土。
百度



“土味”科技勃发 飞天使命必达

——稀土应用助推中国航天事业稳步发展

李 嵩

稀土是一种战略性资源，具有许多其它元素和材料所不具备的光、电、磁特性，在现代科技与产业发展中发挥着重要而独特的作用。就中国航天科技和航天产业发展成就而言，稀土和稀土科技功不可没，在航天核心元器件研制、重大科技项目攻关过程中，“土味”日益浓厚，不断开辟中国航天事业发展的新境界。

引导航天器发射入轨

运载火箭分秒不差地把有效载荷送达地球轨道；导弹要跨越战区准确到达预定位置并成功摧毁目标，这些都离不开精确的导航系统和导引装置。

众所周知，导航和导引装置非常精密且复杂。从工作原理上来说，它们都离不开一个可以进行精确调节的稳定磁场，而这个磁场一般是通过永磁材料来实现的。

其实，早期所用的铁氧永磁材料，想要形成一个满足要求的磁场源，整个设备就必须做得很大，而且性能还不可靠。然而稀土永磁材料的问世，成功地解决了这一问题。

稀土永磁材料是稀土金属原子与过渡金属原子所构成的金属间化合物为基础的永磁材料。相比于铁氧材料它具有高剩磁、高矫顽力和高磁能积的特点，发展至今形成了钕钴永磁和钕铁硼两大稀土永磁材料系列。

钕铁硼的磁能积可达铁氧材料的数十倍，也被称为“永磁之王”，但由于其热稳定性和抗腐蚀性不如钕钴，因此两大系列的稀土永磁材料在不同电磁系统和设备中都有广泛应用。它们具备优异性能的同时还具备了体积小、重量轻等特点，十分贴合航天装备的需求。

在火箭导航系统的陀螺仪中，是用钕钴永磁辐射环来控制电机速度，调整火箭方向，助其准确进入预定轨道的。

精确制导不可或缺

导弹的制导方式虽然多样，但无论是射频制导、光学制导还是多模复合制导，稀土材料都不可或缺。无论是主动还是被动雷达制导，雷达需要永磁体形成的磁场来控制带电粒子的运动，以便

实现高频或超高频振荡，以及微波信号的放大和接收。而雷达微波发射系统的环形器和微波接收系统的隔离器一般都由钕铁硼材料制成。

激光制导则完全建立在稀土材料基础之上。目前，世界上大约有90%的激光材料都涉及到稀土，其中以稀土石榴石体系应用最为广泛，它具有良好的机械强度和导热性，吸收和发射谱线都是均匀增宽，荧光谱很窄，是脉冲激光器的核心。

另外，对于光纤制导的导弹来说，钕和镱是通讯和放大器件必不可少的材料。

适应太空恶劣运行环境

稀土永磁材料拥有高磁能积的特点，使采用稀土永磁材料制成的电机具备重量轻、体积小、输出功率大、动态特性好、控制精度高、能耗低、可靠性高、寿命长、使用温度范围宽、形状灵活等诸多优点，特别适合轨道飞行器上工作环境恶劣、需要可靠精准控制动作的系统。

卫星上提供能源、实现通讯观测和遥测功能的各种设备的展开机构和伺服机构都使用了稀土永磁电机来作为驱动。

比如，我国的风云三号气象卫星，它的太阳能电池阵展开机构使用的就是钕钴永磁有刷直流电机；北斗导航卫星的天线展开机构使用的是钕铁硼永磁有刷直流电机；风云二号气象卫星的太阳光源测试伺服系统使用的是稀土永磁电机，实现了其超强的控制精度，系统运行5年零8个月，误差仅为1秒。

打造太空探测关键装备

稀土永磁电机还广泛地应用在其他轨道飞行器和航天器的作动器上。比如，我国的神舟载人飞船交会对接系统的捕获锁、对接锁以及用于吸收对接碰

撞能量的电磁阻尼器都采用稀土永磁电机；导弹上用于控制导弹飞行姿态的方向舵也是靠稀土永磁电机来驱动。

一些卫星载荷上还会利用稀土超磁

将机械能转换为电信号。

稀土非常有意思，除了可以实现金属材料组织优化，大幅提升合金的强度和可塑性之外，还能实现合金材料内



稀土永磁电机内部结构。

百度

致伸缩材料，做成高响应速度、高控制精度的致动器或微型马达，用来实现精确定位、精密位移和降噪减震等功能，主要应用在卫星上的光学观测设备上。

比如，用于探测宇宙中奇异物质（比如暗物质和反物质）的阿尔法磁谱仪上的魔环结构永磁体就使用了钕铁硼材料来形成均匀磁体。

卫星通信和卫星广播所用的微波管是使用前文提到过的稀土永磁材料，来实现微波信号放大和接收的功能的。

特殊性能材料应用广阔

在卫星和深空探测器上逐渐应用的电磁推进发动机，就使用了稀土永磁材料来形成磁体。

航天器和导弹上用于监测工作状态的很多传感器也使用了稀土永磁材料来

部的细化，大大改善金属材料的机械性能、物理性能和加工性能。

目前，稀土镁合金已代替铝合金应用于航天器的舱门和口盖等部位。用了稀土镁合金之后，大幅降低了结构的重量。

另外，在航天器和导弹产品上应用得比较广泛的钛合金熔模精密铸造中，有稀土成分的氧化钇型壳不仅性能稳定、价格低廉，在比重、硬度和对钛液的稳定性方面也都具有较高水平。

如果说钢铁产量是一个国家工业化发展的标尺，那么稀土材料的应用则体现着一个国家高技术领域的实力。随着人类社会向信息化、智能化的不断深入发展，被誉为“新材料、新技术之母”的稀土材料必将发挥更大的作用，尤其是在航天高技术领域应用也将越来越普遍。

（作者为中国航天科工集团工作人员）

机器人上岗北京大兴国际机场

本报北京6月26日电（记者严冰）近日，北京大兴国际机场的航站楼里，10台虚拟人像机器人和10台实体机器人，顺利就位。这是大兴国际机场建设旅客服务系统过程中，推出的智能终端之一。

大兴国际机场信息管理部项目负责人介绍说：“虚拟人像机器人作为旅客服务体验系统中的一环，是对前期智能语音机器人的升级，它们将为旅客提供接待迎宾、信息查询、路径指引、业务咨询、音视频播放等相应服务。”

在大兴国际机场，虚拟人像机器人可以协助机场服

务大使迎来送往，通过语音和屏幕终端与旅客进行交流互动，旅客可以通过它们获取航班信息、服务流程、机场设施等各类信息，特别值得一提的是，只要旅客使用机器人，它们就能及时准确定位，为旅客提出最优路径指引，提高效率。

将科技感与大兴国际机场元素完美结合的实体机器人，具有室内定位、自主导航、定点巡航、寻迹行走、自由行走等功能。在行走过程中，机器人能主动感知周边环境，实现智能避障。同时，还采用语音和触屏方式进行人机交互，并依托机器人发布机场重要活动和新闻

信息等。

“简单而言，小小的机器人能够根据业务及场景的需求，依靠强大的知识库与申请人进行智能且专业的交互。”这位负责人表示。

大兴国际机场广泛应用了各项智慧型新技术，重点建设了19个平台的68个系统，以实现对大兴国际机场全区域、全业务领域的覆盖和支撑。大兴国际机场的“服务型机器人”只是智慧机场建设的一个缩影。借助服务型机器人可以释放更多人力，同时提升机场运行效率和服务质量。

察势者明，趋势者智。大兴国际机场要借智慧之势，以智慧破解民航发展难题，将航空安全水平和服务质量提升到一个新的量级，使旅客能够充分享受民航发展带来的获得感、幸福感。

聪明的机器人正在大兴国际机场等你乘兴而来。

科教大家谈

彭万喜当选联合国国际生态生命安全科学院院士

本报电 由于在推动生态生命科学发展领域作出的突出贡献，河南农业大学教授彭万喜当选为联合国国际生态生命安全科学院院士。近日，联合国国际生态生命安全科学院在河南郑州举行仪式，向彭万喜颁发院士证书。

联合国国际生态生命安全科学院是全球性科研机构，旨在联合各国从事生态与生命、环境与建筑、食品与空气、资源与灾害科学研究的优秀科学家，促进世界科技进步，维护全球生态与生命安全。该科学院是依据1992年巴西里约热内卢联合国环境与发展大会有关决议，由独联体国家等发起、在俄罗斯圣彼得堡建立的全球性科研机构，在比利时、卢森堡、美国和加拿大等20多个国家地区设立分院，在联合国总部设常驻代表机构。

根据联合国国际生态生命安全科学院相关规程，该科学院主席团及其各学术委员会评审会议就候选人资料及其研究课题和成就进行深入分析讨论，并以无记名投票方式遴选。彭万喜最终脱颖而出，成功当选该院院士。

彭万喜长期从事草本农作物林木化，增加粮食的产量及抗病能力领域的研究，是中国国家“万人计划”领军人才，国家“百千万人才工程”突出贡献专家，曾获国家科技进步二等奖、国家技术发明二等奖等奖项。

对彭万喜当选联合国国际生态生命安全科学院院士，河南农业大学林学院党委书记郑东方在热烈祝贺的同时表示，彭万喜作为引进的高端人才，将为该校科研、教学带来新的、更大的提升；从资源化利用角度，促进中国森林生态建设，更好地贯彻落实“绿水青山就是金山银山”的理念。

（叶依）

救援演练 科技大片

本报电 近日，天津市应急管理局、天津市消防救援局等在中建三局集团有限公司天津市第一中心医院项目举行“安全生产月”综合应急演练。

此次演练模拟高空焊接作业时，工人违规作业导致火灾事故，人员受伤被困的情形。7支建设系统市级应急救援队伍参与演练，综合运用多种现代化科技手段和装备。

演练中出动的“巨无霸”式的移动应急指挥车，融合临时指挥会议室，可实现可视化监控、动态信息共享、实时会商研判、快速反馈调度等功能。此外，还投入使用了投放式灭火无人机和救援直升机，开展高效投弹灭火作业，模拟救援重伤人员。

图为直升飞机参与演练，搭建地空一体的立体化应急救援平台。

（金康、苏颢摄影报道）

