

氢内燃飞机促航空业低碳转型

◎本报记者 郝晓明

起飞速度60节、空中飞行80节、下滑75节、飞行高度200米……起飞、飞行、降落、停靠，一气呵成。1月29日10时18分，由沈阳航空航天大学名誉校长、辽宁通用航空研究院首席科学家、中国工程院院士杨凤田主持研制的全球首款四座氢内燃飞机RX4HE原型机在沈阳市法库财湖机场成功首飞。

RX4HE原型机是我国第一款以氢内燃机为动力的新能源飞机。本次首飞飞机的主要核心部件初步实现国产化，发动机功率经台架测试达到120千瓦。“作为我国第一款氢能飞机，从飞行情况来看，飞机性能良好，发动机工作正常，动力满足性能要求。”辽宁通用航空研究院四座氢内燃飞机首席试飞员徐孝本对科技日报记者说。

该机型的验证机于2023年3月在沈阳某机场完成验证试飞，是我国自主研制的第一架以氢内燃机为动力的通航飞机。该验证机搭载了由中国第一汽车集团有限公司基于“红旗”汽油机研发的国内首款2.0L零排放增压直喷氢燃料内燃机，功率为80千瓦。

验证机首飞完成后，杨凤田院士团队结合未来应用场景不断推动技术完善，成立了由沈阳航空航天大学、辽宁通用航空研究院、中国第一汽车集团有限公司研发总院、北京锐翔氢能飞行器科技研究院有限公司等单位组成的协同攻关团队，以及以沈阳航空航天大学原校长孙小平为首席专家，北京理工大学孙柏刚教授、中国第一汽车集团有限公司技术总监李金成为发动机首席专家的技术团队。协同攻关团队和技术团队进一步提升发动机功率，以达到在通航机场的正常运行要求。

从首飞80千瓦验证机到120千瓦原型机，徐孝本体验到氢动力带来的变化：“第一次离地肯定有很多潜在的不确定性，但在这次整个飞行过程中，RX4HE原型机没有任何异常现象，氢能发动机启动和使用都很顺畅。尤其是原型机，动力十足、震动小、操作丝滑不卡顿，是一款性能非常优异的飞机。期待未来动力系统提升至140千瓦，飞机表现得更为优异。”



新能源四座氢内燃飞机RX4HE原型机。 本报记者 郝晓明摄

氢在使用过程中极易出现安全隐患，解决氢气泄漏是研制过程中的主要技术难题。RX4HE四座氢内燃机飞机型号副总师黄格介绍，RX4HE飞机采用了高压储氢。为解决氢气泄漏问题，研发人员根据RX4HE飞机结构以及氢气特点，在飞机顶部开设排氢口，以防止氢气在泄漏时产生堆积。同时，研发团队根据实际环境条件选择相匹配的零件，并通过环境试验测试气密性以优化方案设计，从而解决高压储氢瓶、管理阀门等密封失效，进而降低氢气泄漏概率。

氢燃料内燃机飞机是以氢燃料作为推进能源的飞机，其碳排放量接近为零。随着人们对清洁能源的重视以及航空领域碳排放要求的提高，氢燃料飞机的研发与应用备受关注。氢能飞机的研制与运营，将推动

氢能航空全产业链发展和低空经济发展，有望在我国绿色航空领域形成新质生产力。据悉，该飞机计划于今年4月整机赴德国参加2024 AERO航展，并进行地面带螺旋桨运行演示。

近年来，辽宁省委省政府提出了“航空强省”发展战略。为落实“航空强省”发展战略，辽宁通用航空研究院成功研制了“锐翔”系列双座电动飞机，成为全球第一款取得适航证的新能源飞机。经过13年的艰苦攻关，“锐翔”系列电动飞机已形成双座、四座，陆上、水上，有人、无人，电动、氢动力、混合动力等完整的新能源飞机谱系。新能源飞机型号研制处于全球领跑地位，为培育打造氢能飞机应用场景、推进我国氢能航空和低空经济发展奠定坚实的基础。

中国动车组刷新“南美速度”

中车四方双动力动车组在智利上线运营

科技日报讯（记者宋迎迎 通讯员邓旺强）近日，智利国家铁路公司在圣地亚哥阿拉米达中央车站举行新列车上线仪式。中车青岛四方机车车辆股份有限公司（以下简称中车四方股份公司）研制的电力内燃双动力动车组，在智利国家铁路阿拉米达至库里科区间载客运营。这是我国双动力动车组首次在智利投入运营。该动车组最高运行时速160公里，是当前南美洲最快的轨道列车，刷新了“南美速度”。

采购投用该动车组，是智利升级国家铁路设施计划的一部分。“中国造”动

车组上线后，智利铁路列车商业运营速度首次达到时速160公里，从阿拉米达到库里科只需要2小时，比既有列车缩短了20分钟。

“智利拥有了南美最快、最现代化的列车，这对智利和南美都是历史性的一刻。”智利交通和电信部部长胡安·卡洛斯·穆尼奥斯试乘体验时称赞。

据中车四方股份公司主任设计师王京军介绍，此次上线运营的新列车，是公司专为智利国家铁路量身打造的现代化双动力动车组。其最大的特点是配有内燃动力和接触网供电两种动力模式，行驶

途中可不停车切换动力模式，具备在电气化区段和非电气化区段间混跑的能力，提高了车辆适用性和可靠性，满足智利当地运营需求。同时，列车采用先进的磁轨制动技术，制动能力更强，紧急制动距离比同速度等级动车组更短，可以更好地适应当地复杂线路条件。

该双动力动车组采用4辆编组，定员载客236人，AW3（超员载客）工况下载客量达630人。列车采用人性化设计，车门处设置间隙补偿器，乘客上下车更安全。座椅可调节靠背角度并增加腿托，提高了舒适度。除配备LED信息显

示屏、Wi-Fi、充电插座等旅客服务设施外，车内还专门配置了轮椅区和多功能无障碍卫生间，供行动不便人士使用。

据介绍，中车四方股份公司在2020年与智利国家铁路公司签订阿拉米达至奇廉线车辆项目供货合同，包括6列时速160公里的电力内燃双动力动车组。阿拉米达至奇廉线全长400公里，经由4个大区共12个车站。此次投入运营的双动力动车组有2列，运行在该线路阿拉米达至库里科区间。后续4列车预计在今年上半年全部投入使用，届时新列车运行区间将进一步扩展，覆盖阿拉米达至奇廉全线。

北京城市图书馆：建在都市中的“森林书苑”

◎本报记者 矫阳

近日，在北京市十六届人大二次会议的首次新闻发布会上，北京市通州区委副书记、区长郑皓透露，北京城市图书馆在元旦期间已接待读者8万余人次，迅速成为副中心新晋“网红”打卡地。

北京城市图书馆历时4年建成，于2023年12月27日正式对外开放，总建筑面积约7.5万平方米，地上3层，地下1层。该图书馆是世界上首座超高层自承重式玻璃幕墙结构建筑，拥有目前全国最大的智能化立体书库。整体建筑以“临山间于树下勤阅读”为建筑设计理念，又被称为城市中的“森林书苑”。

144棵“银杏树”支撑起一个知识空间

为了打造“临山间于树下勤阅读”的阅读意境，北京城市图书馆建筑团队以中国传统文化符号“赤印”为灵感，以银

杏树和银杏叶为主要设计元素，用144根宛如银杏树干的立柱支撑起整个空间，由众多“银杏叶”构成的“森林伞盖”支撑起图书馆的巨大屋顶。

图书馆大厅又被称作山谷。步入图书馆，“山谷门厅”蜿蜒起伏，数座高耸的“山体”耸立在大厅两侧，木色弧状环带逐级向上，渐次收缩，有如水墨画中的远山。银杏林一般的柱子从“山谷”中拔地而起，片片“银杏树叶”层层叠叠铺满屋顶。

“银杏树林”造型好看，建造起来却不容易。

“银杏树干”顶部的每个叶片都由19个单元组成，最大面板规格达到7米×5米，高度还原了叶片的丝丝脉络。叶片边缘被超檐口曲面铝板镶嵌，勾勒出“银杏树叶”的优美曲线。

为建设美丽的“银杏林”，建设者采用了玻璃纤维增强石膏（GRG）新材料。“树干”采用的是GRG包柱系统，“树叶”则是采用了GRG吊顶系统和檐口曲面铝板系统。“三大系统既错落分布又相

互关联。”中铁建工集团北京城市图书馆项目经理董无穷说。

除了别致的银杏树造型让人印象深刻，“银杏树干”内也大有玄机。“GRG柱的腔体内承载着机电系统、消防系统、强弱电管线等诸多功能性系统。所有管线随柱身直通地下，确保了外立面的整洁美观。”中铁建工集团北京城市图书馆项目生产经理王佳乐说。

为满足抗震需求，中铁建工集团设置了10道水平屈服约束支撑来减震耗能。这些支撑充分发挥了“保险丝”的作用，使得144根“银杏树干”能够满足在小震、中震、大震等不同情况下的承载力要求。

此外，中铁建工集团项目团队还应用BIM技术搭建了可视化建筑模型。利用可视化建筑模型，建筑团队将原本密集复杂的机电管线形象化，进一步深化设计，减少管道的拐弯、碰撞，极大提升了施工质量和整体美观度。

运用智能化设备完成拣选、分拣、存储等工作

在打造“森林书苑”阅读意境的同时，北京城市图书馆在能源消耗方面也富有“绿意”。图书馆结合自身银杏叶状屋顶组合的设计风格，在每组“树冠”中间的天窗上，安装了8组太阳能薄膜光伏系统，铺设面积达960平方米。初步测算显示，图书馆光伏玻璃的装机容量为160千瓦，年发电量可达约25万度。

作为世界上首座超高层自承重式玻璃幕墙结构建筑，图书馆视野通透开阔，使馆内外景观融为一体，读者可低头看书、抬眼观景。与此同时，采光顶玻璃还运用了调光技术，可以在中午等

光线充足时降低透光率，在早晚增加透光率，保障读者阅读时的光线需求。“126个采光顶，让阳光照进图书馆，极大地降低了建筑物日间照明所需的用电量。”董无穷说。

除了“银杏林”、玻璃幕墙这些独特的硬件条件，北京城市图书馆内的智能化服务也是其一大特点。进入北京城市图书馆周边的绿心公园起步区，一个小机器人迎面缓缓驶来。它是北京城市图书馆室外文献流通机器人。通过它，读者不用进入场馆，在室外就可以借还图书。

北京城市图书馆山间阅览区是世界最大的单体图书馆阅览室，面积2.18万平方米。图书馆藏书能力预计可达800万册，其中90万册分布于地上的阅览大厅和各个阅览区，其余710万册则位于地下的全自动化智慧机械书库。

“全自动化智慧机械书库有13台醒目的黄色堆垛机，搭配图书自动分拣设备和8台搬运机器人，实现了图书自动出库、自动分拣、自动搬运。”王佳乐说。

据介绍，书库中还配置了多种智能化设备，包含了智能取书柜、智能送书机器人、辅助分拣系统等。这些智能化设备集拣选、分拣、存储功能于一体，赋予了智能书库强大的流通能力。

未来，智能书库还将推出配套软件系统，支持手机端和触摸屏。待软件与业务系统打通后，读者从手机设备上即可检索和借阅图书。届时，读者仅需10分钟左右，就能完成借阅。同时，这一书库还具备完善的消防配套设施，安装了防火墙及防火卷帘，书架上安装了高压细水雾系统，能有效保护图书安全。

成果播报

全球功率最高溶液型医用同位素堆开工建设

科技日报讯（实习记者吴叶凡）1月30日，由中国核动力研究设计院（以下简称核动力院）设计、建造的全球功率最高溶液型医用同位素试验堆在四川正式开工建设。

医用同位素是指应用在医学上的放射性同位素。它是核医学诊疗的基础，广泛应用于各种重大疾病的治疗。核动力院党委书记王丛林介绍：“一直以来，我国使用的医用同位素大部分为进口。”

受限于医用同位素产业发展，我国核医学的应用水平与发达国家存在明显差距。在核医学诊疗频次、人均拥有核医学仪器数量和放射性药物使用量方面，欧美日等发达国家是我国的几十倍。“建设医用同位素堆势在必行，我们不得不做。”核动力院副院长许余说。

近年来，医用同位素及其化合物的市场需求量每年以25%—30%的幅度增长。目前我国医用同位素

研发主要依靠工程研究堆，但由于其还肩负着其他任务，生产医用同位素的能力十分有限，无力满足持续增长的市场需求。国际市场同样面临供应难题：国外的医用研究堆多数已超期服役，且面临维护成本高等系列问题。

“医用同位素堆建成后，将实现年产10万居里的钼-99、2万居里的碘-131，超过了目前国内的需求量。”医用同位素堆项目总设计师李庆介绍，医用同位素堆安全性更好，建堆成本是普通堆的三分之一，运行方式也非常灵活。

核动力院医用同位素研发技术负责人张劲松透露，医用同位素堆建设周期为42个月，预计2027年建成投产。“该堆建成后将助力医疗中最常用的两种同位素碘-131、钼-99实现产能突破。这也将将国内医用同位素药品价格降下来，让更多的人用得上、用得起这些药品。”

无人机“激光点云”开启输电运检新模式

◎本报记者 杨仑
通讯员 梁莉莉

大寒节气后，吉林四平温度骤降。1月22日，国网四平供电公司正采用人工与无人机巡检相结合的方式对辖区供暖线路和供水线路进行特巡。仅用3小时，此次跨区特巡工作就完成了，效率较以往单人工巡检提高近4倍。

这是国网四平供电公司探索的“人巡+机巡”巡检新模式。从2016年首次采用无人机拍摄线路缺陷图片，到现在利用无人机激光点云技术对输电线路建模，该公司不断升级无人机在巡检方面的应用，借助科技提升输电运检工作质效。

巡检面临的问题是点位多、环境复杂、工作量大。采用无人机开展电力线路巡检能够有效缩短巡检时间。这是因为高空视角能观测到更多肉眼难以发现的缺陷，提升巡检质量和效率。同时，无人机巡检还能破解人员不足的困境。

“通过激光点云，搭载着L1激光雷达的无人机可立体呈现整个线路通道周边的环境，实现二维平面向三维立体的转变，搭建更加直观的分析决策平台，制定更具针对性的电网运检措施。”该公司输电检修班班长杨立秋介绍。

所谓激光点云，是指由三维激光雷达设备扫描得到的空间点的数据集。搭载激光雷达的无人机通过对地面进行扫描，将线路铁塔、导线、线路通道及其周边环境的影像数据经空间三维解算形成三维点云数据，使巡检线路变成可任意测量分析的精准立体模型。输电运检人员借此模型能及时精准发现输电线路的异常和隐患。

为提升无人机应用能力，国网四平供电公司成立无人机飞检小组，在技术人员的支持下开展“3D激光点云扫描+线路点云模型构建+无人机航线规划+交跨隐患自动识别”的全流程培训。

“激光点云扫描任务完成，开始返航，注意安全。”在四平广阔的黑土地上，搭载激光雷达镜头的无人机缓缓降落。该公司输电运检中心完成对38条220千伏线路共计1265.12公里输电线路的激光点云建模数据采集工作。

数据采集完成后，工作人员将原始点云数据导入电脑相关软件。不一会儿，输电线路通道走廊内所有物体的空间位置和轮廓清晰出现在电脑屏幕上。点击测量工具，导线与地面、建筑、植被等目标物之间的距离也一一显现，建模完成。

当前，该公司在线路通道模型基础上已经搭建好无人机自主巡检航线，并进入到无人机自主巡检试飞阶段。试飞结果显示，2至3人1日即可完成70至80基杆塔、35千米至40千米线路的巡检工作，平均线路巡视时间降低75%，四平地区输电线路运检质效明显提高。

铁路机车打温监控系统代替人工实现远程巡检

科技日报讯（记者李丽云 实习记者朱虹 通讯员李敏）“原来担心机车部件在寒冷的天气中被冻坏，要不停巡视去打温。自从监控系统上线，针对高寒地区研发的动态物联网机车打温监控系统近日首次应用于中国铁路。该系统将人工打温变成智能监控提示打温，大大降低了人工作业强度，提高了打温效率。”

中国铁路哈尔滨局集团公司三棵机车段党委书记王宇介绍，机车在寒冷气温下停留时易发生冻结，因此工作人员要执行间隔时长不等的打温作业。打温作业可以让机车原地不动时发动柴油机，为机车提供足够热量。机车处于打温状态时，需要工作人员24小时“陪护”。

黑龙江省冬季寒冷漫长，打温作业一般持续半年之久。在齐齐哈尔、加格达奇、塔河、海拉尔等纬度更高地区，打温时间则会更长。

针对以上问题，中国铁路哈尔滨局集团公司研发出了动态物联网机车打温监控系统。系统由车载数据采集、地面数据收发、监控分析三部分构成，可实现机车股道、水温、油温、柴油机转速、蓄电池电压、冷却水温度等多项重要部件数据自动实时采集。

“以往判断是否需要打温作业，需要工作人员登上机车查看操纵台上的传感器数据，加装在机车上的传感器会代替工作人员精准‘把脉’，打温司机可实现远程巡检。”王宇告诉记者。目前该系统已在23台内燃机车启用，并将逐步推广。



北京城市图书馆内景。

受访单位供图