

深海光电传输有了“避水诀”

我国四大名著之一的《西游记》中，孙悟空有一种神奇法术叫“避水诀”。书中第43回写道：“（行者）捻了避水诀，分开波浪。”孙悟空口念此诀进入水中即可畅通无阻。

如今，《西游记》中的情节正在变为现实。中国科学院西安光学精密机械研究所（以下简称西安光机所）联合中国科学院声学研究所、沈阳自动化研究所、长春应用化学研究所，以及崂山实验室等多家单位研发的我国首套深海光电复合型水下湿插拔连接器近日通过验收，并已在1620米的深海中正常试运行超过70天。这套湿插拔连接器可以根据要求实现“水密”，不惧海水的高压和腐蚀干扰，念起“避水诀”，在深海中实现

现光电传输。

在深海中“裸奔”还能滴水不漏

为什么叫“湿插拔连接器”？设备研制负责人、西安光机所海洋光学技术研究室主任吴国俊介绍，这套水下湿插拔连接器分为两部分，相当于家庭使用的电器插头和插座。在进行水下工程建设时，不采取任何防水措施，通过接驳站等设施在水下将其中一头固定，再将另外一头插入，进行结合。

“在对接过程中，要保证光和电的导通，并要保持‘水密’，也就是不能漏水。连接成功后，在这种状态下长期工作同样要一直保持‘水密’。”吴国俊说，因此如何确保连接器在深海“裸奔”的情况下还能做到滴水不漏很重要。

由于连接器中光纤的芯径很小，只有9微米，因此任何水中悬浮颗粒物都可能干扰光纤连接。哪怕误差只有1微米，也会导致不小的光纤通信损耗，从而无法正常运行。怎样保证多个光纤通道在深海实现同步高精度对接，是团队要解决的核心问题。

吴国俊和团队的做法是在整个对接过程中，建立一个通道，以起到完全“水密”的作用，保证光纤可以从其中一侧顺利通过，与另外一侧的光纤对接。

西安光机所海洋光学技术研究室副主任吴亚凤介绍，团队采用充油方式解决该问题。“我们首先在密封箱内充满特殊的硅油，确保外界压力和内部硅油压力平衡，避免直接承受深海高压。密封腔体充满硅油还有助于保护光纤和电插芯不与海水直接接触。”吴亚凤说。

研究人员介绍，一般水下大型工程，不能整体建造，需要一块一块“丢”下水去组建。比如铺设海底光电缆时，由于很多时候不只铺设一条缆线，光缆上会连接很多接驳站、主机站、接驳盒和潜标等装置，所以只能分开布放。

“我们可以将带有湿插拔连接器一端插头的部分先布放，然后再放另一端，最后通过湿插拔连接器连接通电来提供能源和信号的采集传输。

如果没有它，我们很多大的深海工程就

无法实现。”吴国俊告诉《中国科学报》。

在人的指甲盖上放一辆摩托车

相关资料显示，人类在有装备的情况下潜水最深记录是332米。而湿插拔连接器在1000多米的深海工作，远超人力实地接触范围，因此只能靠ROV机械手来操作。连接器进行湿插拔工作时，机械手可以通过在连接器一端预留的把手，将其推进连接器另一端，从而实现连接。

深海水下操作难度比陆地上大得多。在连接过程中，除了要求“水密”，还要使机械手的插拔力不过大。然而，困难不止于此，确保精度才是深海水下连接面临的巨大难题。

光纤实现的是9微米的连接精度，但操作手的精度没有这么高，这就要求操作中有较大的冗余度，实现多级导引，通过简单的操作实现精确对接。

团队一开始在浅水中观察漏水情况，相对压力小，风险比较低。但随着压力增大，摩擦力会增加。连接器在水下是“动密封”，要同时解决压力和摩擦力的问题。这是吴国俊和团队都比较“挠头”的地方。

浅水中无法模仿这个状态，为了完成实验，团队开发了一套不同于机械手的插拔装置。这套装置将连接器固定在直线导轨上，保证了更高的对接精度，并可放在打压罐中，模拟在一定压力下的插拔过程。

吴国俊回忆说，连接器在加压罐中各方面的状态与在浅水中完全不同。有一次测试时由于限位装置出了问题，连接器在导轨上走过了头，直接顶坏了，监测的所有信号都出了问题，“不是连接器出了问题，而是辅助设备出了问题，出现这样的状况让人很郁闷”。于是在随后的模拟实验中，研究团队“精雕细琢”，不断解决问题，最终连接器的海试进展顺利，实现了深海1620米的成功插拔及电能和数据的传输，这个深度的压力相当于人的指甲盖承受一辆中型摩托车的重量。

目前连接器已经正常运行近3个月，吴国俊和他的团队终于做到了。

大幅降低我国深海工程建造成本

据了解，目前我国的深海连接器及相关产品几乎全部依赖进口，国外公司一个光电复合型水下湿插拔连接器售价达80万元，而一项大型深海工程需要数百个连接器。

我国在电连接方面已有一些研究基础，但光连接方面几乎是空白。这次吴国俊团队研发的光电复合型连接器，同时解决了光和电两方面的问题，实现大数据量光电信号的传输，完全能够满足深海工作需要。

既然一次性解决了光电传输的问题，这套湿插拔连接器是否处于国际领先地位？吴国俊坦言，国际上在湿插拔连接器领域已经研究了几十年，很多问题是在使用过程中才逐渐暴露的，然后不断解决。

“我们研发的这套湿插拔连接器虽然目前为止运行正常，技术原理也算走通了，一些核心指标达到了国际先进产品的水平，但这不代表彻底解决了可靠性方面的问题。”

吴国俊告诉《中国科学报》，这套湿插拔连接器可以满足深海环境下的使用

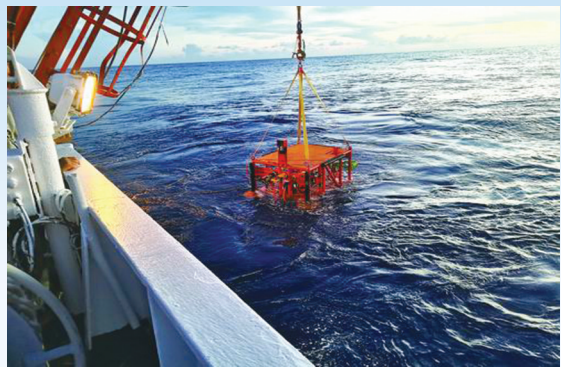
要求，但一般连接器的工作时间达20年，由于深海和陆地环境不同，高压和盐腐环境时刻都在考验连接器的材料和结构，它的长期可靠性还需要进一步检验和完善，团队会在这方面持续开展研究。

吴国俊介绍，有了这套连接器，我国才有可能采用自主设备完成一些水下大型工程。

“此次我们成功研制出国内首套光电复合型水下湿插拔连接器，将为我国大型深海工程提供关键基础部件支撑，化解该类产品长期严重依赖国外的风险，同时大幅降低我国深海工程建造成本。”西安光机所所长马彩文说。

“目前该项目已通过验收，评审会上几乎所有专家都表示要加快其产业化。产生的成果只放在实验室是没有意义的，存在的不足可以在产业化和产品化过程中完善。”吴国俊说。

（据《中国科学报》）



海试布放



海底实时照片



吴国俊（左二）和团队在工作中

课题组供图

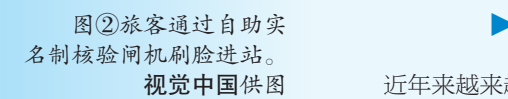
科技铺就返乡路 智慧春运暖人心

客运智能服务机器人、智能光纤系统……



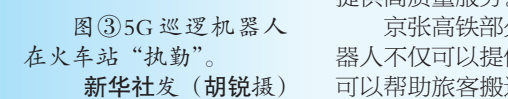
图①全自动智能咖啡机。

视觉中国供图



图②旅客通过自助实名制核验闸机刷脸进站。

视觉中国供图



图③5G巡逻机器人在火车站“执勤”。

新华社发（胡锐摄）

2024年春运于1月26日正式启动，3月5日结束，为期40天。来自交通运输部的数据显示，今年春运期间，铁路、公路、水运、民航的营业性客运量将达18亿人次，自驾出行客流约有72亿人次。

在这场“人口大迁徙”中，少不了科技的身影。帮旅客拿行李的客运智能服务机器人、调节室内光线和温度的智能天窗、给地下空间输送阳光的智能光纤系统……这些技术成果大幅提升春运效率，为旅客带来舒适便捷的出行体验。



④

近年来越来越多的机器人出现在机场、火车站，为旅客提供高质量服务。

京张高铁部分沿线车站推出客运智能服务机器人。该机器人不仅可以提供站内导航、查询列车到发时间等服务，还可以帮助旅客搬运大件行李。

客运智能服务机器人有封闭储物箱，可以为旅客运送最重约100公斤的行李。携带大件行李的旅客来到机器人面前，可以将行李放在它的储物箱内，随后扫描二维码或进行人脸识别，机器人就会在站内跟随旅客行走。旅客还可以让机器人“带路”，前往指定检票口检票乘车。

在旅客看不见的地方，机器人同样发挥着重要作用。动车组结构复杂，零件众多。仅一节车厢底部就有3000多颗螺栓需要检查，十分耗费人力。如今，动车检修人员有了机器人“同事”，检修效率得到大幅提升。

动车组智能检修机器人由车底机器人、360度综合检测系统、控制单元、多视觉图像采集单元以及数据处理中心等部分组成。这种机器人能够自动检测动车组，并对采集数据进行详细分析。

动车组智能检修机器人的手臂能够360度灵活旋转，轻松实现多角度检测。即便在狭窄车底等复杂工况中，机器人也能够对齿轮箱、牵引电机、车轴、制动盘、空气弹簧等关键部件进行快速检测。

利用高分辨率的图像处理系统，动车组智能检修机器人可大幅提升检修作业效率。它能够迅速完成车底部件的全景扫描和智能分析，将8节车厢的动车组总体检修时间从原来的2.5小时缩至45分钟。

机器人“同事”不仅活跃在检修车间，高铁商品仓库也有它们的身影。

深夜11点是一天中高铁商品仓库工作人员最忙碌的时候。次日始发高铁的商品出库、终到高铁商品移交、新进商品的入库等工作都会在此时进行。为了有效提升高铁商品仓储效率，上海华铁旅客服务有限公司引进智能高铁商品配送机器人。

这类机器人能够按照规划好的路线移动并搬运指定商品。当仓库内的所有商品全部按批次录入系统后，每个批次都会生成不同序列号。智能高铁商品配送机器人能够根据序列号准确找到商品，缩短商品积压时间，显著提升高铁商品配送效率。

机器人大展身手

行李托运不再苦恼

对机场来说，安全高效处理旅客托运行李是提升运输效率的关键。如今，随着多种技术成果的应用，旅客行李托运变得更高效。

在行李托运流程中，最耗费时间的就是等待行李安检以及必要时返回值机柜台进行开包检查。目前，国内绝大多数机场都是通过机场广播、航显系统来通知旅客前来开包检查。多数情况下，收到通知时，旅客早已离开值机柜台，但又被叫回。这给旅客带来诸多不便。

为解决行李托运痛点问题，山东机场信息科技有限公司自主研发了托运行李信息平台，并在济南国际机场率先上线运行。该平台不仅可以主动向行李异常旅客推送信息，使他们更快返回值机柜台，还可以对行李进行全流程追踪，让旅客实时掌握托运行李状态。这样就能大幅提升行李检查效率，有效解决了安检开包员找人难、旅客获取开包信息不及时等问题。

通过安检，只是行李托运流程的第一步。随后，行李会被传带运至航站楼。下一步便是被搬上行李运输车，运至机舱中。

民航成都物流技术有限公司装备技术总监向勇说，在行李托运流程中，航站楼内运输、分拣等环节都已经实现自动化。但行李分拣后的装车工作，目前仍然主要依靠人工完成。人工完成行李装载不仅消耗大量人力资源，而且存在效率低、出错率高等问题。每年民航公司因行李问题而被投诉的事件很多。

向勇介绍，他所在团队自主研发的行李自动装载系统（以下简称系统）能够实现机场行李的自动化装车。系统主要利用工业机械臂、视觉识别、人工智能等完成托运行李的识别和抓取，并自动完成行李在拖车上的码放。

向勇说，系统具有诸多优势。首先，借助多种感知技术，系统可以实现软包、硬包等各类行李的轻拿轻放，减少行李损伤。其次，系统能够用于机场不同场景的行李自动装载。再次，得益于智能化程度高，系统可以实现行李实时码垛、装车智能检验等。同时，系统设备占地面积小，无需对原系统进行改造便可快速安装。最后，系统有多重安全防护，稳定性较强。

让车站有家的感觉

火车站是春运旅客最集中的区域之一。随着越来越多的科技成果落地，火车站逐渐朝智能化方向发展。

位于福建省厦门市集美区的厦门北站是中国高铁站房中智能化程度最高的车站之一。这里的工作人员可以实时控制车站的亮度、温度等，为旅客创造舒适的候车环境。

厦门北站的智能天窗可以根据实时监测的光照强度、风力、降雨量及室内外温差等数据，自动开合窗户或窗帘，改善室内环境，节约利用能源。“据测算，智能天窗每年可以让通风系统停止运转40天，相当于减少14.13吨二氧化碳的排放。”厦门北站副站长孙宇峰说。

“这里是旅客出站后会经过的地下空间。即使不开灯，依然亮堂堂。”厦门北站值班站长吴振斌说。

让地下室亮堂堂的，是智能光纤系统。该系统的“秘密武器”是在室外安装的82套采光机。它们每天如向日葵般“追”着太阳采集阳光。大通量特种光纤将采集的阳光输送至地下空间，替代电力照明。

“光纤照明覆盖面积达7000平方米。”吴振斌介绍，这个系统全年可以节约用电约72万度，相当于减少排放565吨二氧化碳。

让智能光纤系统、智能天窗等设备有序运行的，是厦门北站应用的站房智慧管控系统。该系统可以对站房内所有空调、照明、电梯等设备进行统一管控。有了这个系统，2万多平方米的候车大厅在15分钟内就可以实现快速制冷。除此之外，该系统还能够自动分析、判断机电设备的运行状况，让设备始终处于最优能耗状态。

候车时间紧，想吃顿热乎饭，怎么办？

位于济南站内的全国首家铁路智能餐厅，最快48秒便可做出一碗面，平均2.5分钟炒出一盘菜，能够在最短时间内为候车时间紧张的旅客提供食物。

“炒菜是靠机器人完成的。该机器人拥有278项国家专利，能够保证炒出来的菜品口味标准化。”铁路智能餐厅负责人任国涛告诉记者，一道菜从顾客点单，到配送上桌，最快仅需5分钟。

如果觉得5分钟太长，铁路智能餐厅还为旅客准备了智能化无人面馆。工作人员只需在机器中加入面粉，48秒后一碗美味的牛肉面就出锅了。“这台机器在制作第一碗面时大概要2分钟预热。从做第二碗面开始，只需48秒就可以完成。”任国涛介绍，该机器能够实现从和面、切面再到入锅的全流程操作可视化。

高铁智能餐厅里最耀眼的“明星”当属全自动智能咖啡机。不同于普通自动咖啡机，这款带有机械臂的咖啡机不仅可以制作浓缩咖啡，还能够模仿人类冲煮咖啡动作，为顾客送上一杯手冲咖啡。（据《科技日报》）