



摸清神经嗜性病原入侵路径 助力人畜共患病源头防控

关注国家重点研发计划
“畜禽重大疫病防控与高效安全养殖综合技术研发”重点专项④

◎本报记者 马爱平

中枢神经系统是人和动物机体的“指挥中心”，也是机体的最后一道防线。一旦失守，抵抗力系统将会全线崩溃，生命也可能戛然而止。生活中，一些病原微生物具有靶向入侵中枢神经系统的“特殊嗜好”，我们称之为神经嗜性病原。该类病原种类繁多，对人类和动物健康危害巨大。

据统计，近年来，约50%的新发病毒性传染病会导致人和动物患脑炎或严重的神经症状，其中近80%又属于人兽共患传染病。随着环境、气候等因素的变化，具有神经嗜性、能引发神经症状的病原种类正日趋增多，神经嗜性病原防控形势更加严峻。

6月20日，科技日报记者从科技部中国农村技术开发中心获悉，国家重点研发计划“畜

禽重大疫病防控与高效安全养殖综合技术研发”重点专项项目“重要神经嗜性人兽共患病病原入侵受体”项目主持人、华中农业大学教授曹胜波告诉科技日报记者，项目以狂犬病病毒、乙型脑炎病毒和寨卡病毒等蚊媒病传播机制领域取得了重大突破。

“重要神经嗜性人兽共患病免疫与致病机制研究”项目主持人、华中农业大学教授曹胜波告诉科技日报记者，项目以狂犬病病毒、乙型脑炎病毒等神经嗜性病毒为模型，深入探究其致病与免疫机制，不仅可以为狂犬病、乙型脑炎等神经嗜性人兽共患病的药物设计及源头防控提供科学依据，而且可以为其他神经嗜性人兽共患病的研究提供重要借鉴。

重点探寻病原与宿主相互作用机制

项目研究人员、华中农业大学教授赵凌解释，神经嗜性病原感染宿主多，与宿主作用机制复杂，且又具有靶向神经系统的显著特点，其免疫与致病机制是研究需要突破的难点。

“例如，狂犬病病毒靶向神经元细胞，其感染神经元细胞及诱导神经损伤的机制仍不清楚，因此，寻找病毒入侵神经元的关键受体、解析病毒诱导神经损伤的关键开关，既是本项目研究的难点，又是突破狂犬病治疗难题的关键。”赵凌说。

为此，赵凌团队找到了一种与狂犬病感染相关的lncRNA EDAL分子，发现其具有抑制脑内狂犬病病毒复制的独特功能，从而揭示了lncRNA EDAL是抑制狂犬病病毒在脑内复制的

关键分子。

中国农科院哈尔滨兽医研究所副研究员师磊介绍，作为项目参加单位，哈尔滨兽医研究所根据宿主全基因组RNA干扰策略，发现了代谢型谷氨酸受体2(mGluR2)在狂犬病病毒入侵过程中发挥重要作用，证明了其是狂犬病病毒入侵中枢神经系统的全新受体。

“上述两项研究找到了狂犬病病毒的关键受体及脑内抑制狂犬病病毒的重要靶点，为狂犬病治疗药物研发奠定了基础，也为治疗该病带来了希望。”赵凌说。

除此以外，项目课题骨干、清华大学医学院研究员程功课题组揭示了寨卡病毒的NS1蛋白

具有辅助病毒感染蚊虫的功能，指出了由于病毒位点发生突变，导致亚洲系寨卡病毒感染埃及伊蚊的能力增强，为解释近年来寨卡病毒暴发提供

了科学依据，同时也为蚊媒病毒新型阻断疫苗研发开辟了一种全新思路。相关研究成果发表于《自然》(Nature)等权威期刊。

揭示我国狂犬病病毒、乙脑病毒流行特征

曹胜波介绍，项目主要从狂犬病病毒和乙型脑炎病毒等典型的神经嗜性病原的病原生态学及传播机制、感染与复制机制、与宿主免疫系统相互作用机制、入侵神经系统及其诱导神经损伤的分子机制等4个阶段开展攻关研究。

在乙型脑炎病毒诱导神经炎症方面，华中农业大学教授叶静发现了该病毒感染可以导致一系列宿主蛋白磷酸化水平发生显著变化，并揭示JNK1蛋白在该病毒引起的神经炎症中发挥了重要作用，从而利用JNK抑制剂能有效缓解乙型脑炎病毒引起的神经炎症反应、降低动物的死亡率，这为深入解析乙型脑炎病毒致病机制、发现乙型脑炎治疗新靶标、建立基于抑制中枢神经系统炎症反应的病毒性脑炎治疗新方法提供了重要科学依据。

同时，项目开展了狂犬病病毒、乙型脑炎病毒病原生态学及分子流行病学研究，并揭示了我国狂犬病病毒、乙型脑炎病毒的流行特征，助力狂犬病和乙型脑炎的科学防控。

“项目发现我国狂犬病病毒有从野生动物向犬、向人传播的新趋势，其中狐狸已成为我国家畜狂犬病的第二大传染源。通过分子流行病学分析，项目提出了我国狂犬病One Health防控策略，即同一健康策略，指人类健康和动物健康息息相关，不可分割。”军事医学科学院军事兽医研究所副研究员冯焯说。

此外，在乙型脑炎方面，该项目揭示了我国乙型脑炎流行区域向西、向北扩散的趋势，优势基因型由基因III型向I型转换的变化特征。

2018年夏季，我国宁夏、甘肃等地突发乙型脑炎疫情。项目参与单位中国疾病预防控制中心王环宇研究员团队快速确定了疫情病原、当地优势蚊种、蚊中病毒的阳性率及其基因型，并迅速对疫区人群进行紧急免疫接种。

“项目团队中人医与兽医密切合作，共同开展蚊虫消杀、技术培训及动物的免疫接种等工作，及时处置并有效防控了宁夏等地乙型脑炎疫情。”王环宇说。

狂犬病致病机制是未来的主攻方向

“项目取得了一系列突破，以下几个方面起到重要作用。”曹胜波说，首先，项目团队汇聚了我国从事狂犬病病毒、乙型脑炎病毒等神经嗜性病毒研究的共14个单位的38位研究骨干。

其次，兽医与人医的协同合作是开展人兽共患病研究和防控的重要组织方式。60%的人类传染病是人兽共患病，75%的人类新发传染病来源于动物。因此，在One Health的新理念下，人兽共患病的研究与防控，迫切需要兽医与人医的密切合作。

第三，学科交叉融合是破解科学难题的重要途径。项目成员的学科背景涵盖了病毒学、神经生物学、免疫学等多个学科领域，可以实现优势互补、协同创新，最终联手解决领域内的重要科学问题。

“本项目管理单位科技部中国农村技术开发中心在项目的组织实施及管理方面发挥着重要的指导作用。如提出‘全链条设计，一体化实施’管理模式，以及‘绩效四问’的评价体系等均有效推动了项目的顺利实施和项目标志性成果的凝练，使项目的研究成果产生更好的社会和经济效益。”曹胜波指出。

本项目目前虽已取得多项重要研究成果，但

在神经嗜性人兽共患病的研究领域还有很多尚未解决的科学问题。

狂犬病是一种古老的人兽共患病，其发病后死亡率几乎为100%，目前仍没有有效的治疗方法。“虽然本项目的重要进展给狂犬病的治疗带来了希望，但彻底破解狂犬病治疗的世界难题仍然任重道远。因此，狂犬病致病机制的深入探索将是本项目团队未来的主攻方向。后期，项目团队将从代谢和神经损伤修复方面寻找突破口，在清除中枢神经系统中狂犬病病毒的同时，对神经损伤进行修复，以期找到狂犬病的临床治疗方法。”曹胜波说。

此外，项目团队的流行病学研究表明，我国乙型脑炎病毒和狂犬病病毒在宿主中的分布特征、遗传演化、优势基因型转化等流行特点正在发生改变，而持续跟踪这些人兽共患病的流行传播规律，对于疫病的源头防控意义重大。

“总之，神经嗜性人兽共患病种类繁多、危害巨大，防控形势依然严峻，需要我们围绕这一国家重大需求和重要领域，针对新的科学问题，持续深入开展研究，为此类疫病防控提供科技支撑。”曹胜波说。

项目以狂犬病病毒、乙型脑炎病毒等神经嗜性病毒为模型，深入探究其致病与免疫机制，不仅可以为狂犬病、乙型脑炎等神经嗜性人兽共患病的药物设计及源头防控提供科学依据，而且可以为其他神经嗜性人兽共患病的研究提供重要借鉴。

曹胜波

华中农业大学教授

自研±800千伏柔直穿墙套管成功投运

直流输电系统有了国产“咽喉”

◎本报记者 叶青 通讯员 杨彬

“20世纪80年代以来，40年时间里，在直流输电关键设备、关键技术方面我们长期受制于外方，今天终于用上了中国人自己制造的特高压柔直穿墙套管！”6月11日，在乌东德电站送电广东广西特高压多端柔性直流示范工程(以下简称昆柳龙直流工程)柳州换流站内，看着我国自主研发的±800千伏柔直穿墙套管成功投运、稳定运行，南方电网超高压公司柳州局副总经理郝志杰内心无比自豪。

该设备的成功投运，意味着我国在特高压柔性直流穿墙套管方面彻底突破了国外的技术封锁，实现从无到有的技术突破，填补了国内该领域的技术空白。这不仅提升了西电东送主网架自主可控水平，更标志着我国在大型高端电力装备研发方面取得了新的重大阶段性成果，对带动国内产业升级、解决核心技术“卡脖子”难题具有重要意义。

瞄准套管国产化推进攻关

缺乏关键核心技术之痛，南方电网公司感触

最深。作为特高压工程中关键设备，柔性直流穿墙套管是特高压换流站阀厅和直流场之间唯一的通道，承载着特高压和大电流，起到通流、绝缘和机械支撑作用。

“柔性直流穿墙套管相当于直流输电系统的‘咽喉’，是直流电流进出阀厅的唯一通道，如果没有这个通道，外面的电进不去，里面的电也出不来，换流站就没法正常工作。”南方电网超高压公司创新与数字化部副总经理陈欢说。

但该关键核心技术一直掌握在国外少数厂家手里，我国长期依赖国外进口，没有价格话语权，一套设备进口价格高达上千万。不仅如此，设备一旦发生严重故障，只能返回国外厂家维修，维修时间、周期不易确定，工作非常被动。

只有坚持创新，实现科技自立自强，才能不受制于人。昆柳龙直流工程立项伊始，自主研发柔直穿墙套管就被作为解决国内直流输电技术难题之举措提上日程，其目标是不仅要实现套管国产化，还要比进口产品性能更优，实现从直流关键设备“跟跑者”到“领跑者”的跨越。

为此，南方电网公司牵头统筹产学研资源，抽选了27名技术骨干，联合中国西电集团、西

安交通大学等组建攻关团队作为设备联合研发单位，中国西电集团攻克大直径胶浸纸电容芯体全过程工艺控制、电、热、力多物理场作用下套管设计等多项核心技术，保障了攻关任务的顺利推进。

关键指标比同类进口设备更优

摆在研发团队面前有两块最“难啃的骨头”。“处理好‘电—热—力’三者之间的平衡，是直流穿墙套管的关键所在。近10年来，进口直流穿墙套管在电、热、力方面发生过多次缺陷故障。我们当时的目标是，不仅要攻克这个技术难题，而且要做到性能比进口产品更优。”陈欢说。

经多次开展套管精细化建模仿真、真型样机试验论证，研发团队最终形成性能更优的国产套管设计方案，提高了套管的使用可靠性。

除了上述难题，还有一个挑战摆在研发团队面前。套管是一根长21米、直径近1米的圆柱体。为了达到最优绝缘性能，这个巨大的芯体在制造过程中，需要一次性完成浇筑。

“由于还没有掌握超长直径芯体的制造工

艺，第一批生产失败了。”陈欢回忆道，“我们立刻逐一梳理各道工序，找出原因后大家干劲又上来了，第二批生产成功了。”

今年4月21日，套管一次性通过全部出厂试验项目。5月16日，通过中国机械工业联合会组织的新产品技术鉴定，以中国工程院院士邱爱慈领衔的鉴定专家组认为样机的主要性能指标达到同类产品国际领先水平。

14个月的连续攻关，研发团队终于自主研发出了我国首套±800千伏柔性直流穿墙套管。“和现有同类进口套管相比，我们的载流能力提升了10%，绝缘裕度提升了9%，机械强度更是提高了50%，关键指标比同类进口设备更优。”研发项目团队技术专家吕金社介绍，该套管形成了丰富的技术及知识产权成果，培育了24件核心专利。

从天广直流工程100%依赖进口，到云广直流世界第一特高压自主化示范工程，再到世界上第一条±800千伏多端柔性特高压输电工程，我国持续推进直流输电技术自主化国产化，引领特高压进入柔性直流新时代，一步一个脚印向科技自立自强迈进。

成果播报

国内首条采用

移动闭塞系统的重载铁路开通

科技日报讯(记者陆成宽)6月20日，记者从国家能源集团获悉，移动闭塞系统首获重载铁路采用，该集团朔黄铁路成为我国第一条采用移动闭塞系统的重载铁路，标志着我国重载铁路技术实现重大突破。朔黄铁路移动闭塞系统的成功开通投用，能够大幅提升重载运输的自动化水平，对我国既有铁路扩能改造和推广具有示范引领作用。

移动闭塞采用智能技术控制同一条铁路上多列列车安全间隔时间，实现重载列车安全追踪运行以及在雨雪天气、复杂线路等情况下的自适应控制，从而防止列车追尾事故的发生，是保障铁路行车安全的重要信号控制系统。它是国际铁路界公认的提升安全指标和提高运输效率的最佳控制系统。

朔黄铁路重载移动闭塞系统，历经8年的关键技术攻关、核心设备研制及装备研究，扩大试验与工程化应用研究，实现了符合我国实际运营需求的重载移动闭塞体系、面向重载铁路复杂场景的移动闭塞安全防护技术、基于无线通信和北斗卫星的重载列车再定位技术、面向重载移动闭塞的全过程安全综合保障技术的“四个创新”，为重载铁路运能和效率提升提供了成套解决方案。

移动闭塞系统技术的运用，可实现一列货车平均发车间隔由原来11分钟缩短至7.3分钟，朔黄铁路全线完成移动闭塞改造后年运量可增加4000万吨，可降低信号系统设备综合维修成本约20%，对减轻行车人员安全压力、维护人员劳动强度等也具有积极作用。

同时，随着重载移动闭塞技术的运用，铁路的绿色环保、节能高效等显著优势将得到有效发挥，进一步促进国家交通运输和铁路沿线地方经济社会的发展，助力打赢“蓝天保卫战”。



国家能源集团供图

24小时在线

国内首套输电线路“全能管家”上岗

科技日报讯(记者叶青)6月20日，记者从南方电网获悉，近日南方电网在云南香格里拉500千伏建太甲线已完成非电气量集成传感器带电安装并投入运行。这是国内首套输电线路全景智能监测装置，标志着输电线路在线监测装置技术实现跨越式突破。

以往输电线路都是通过人工、无人机等方式巡线，易受天气制约，且很多输电线路跨越崇山峻岭，运行维护难度较大，现有的在线监测设备功能单一、信息集成度不高。此次安装的非电气量集成传感器，相当于在输电线路聘请了一个24小时在岗的“全能管家”，它集电流、振动、可见光、红外图像等9种功能于一体，能够实现输电线路的实时数字全景监测。

“传感器可以从500千伏导线中感应取电，通过北斗卫星系统进行高精度空间定位，无论是导线电流、温度异常、振动舞动，还是树障、覆冰、山火、通通逃不过它的‘法眼’。”南方电网云南送变电公司迪庆工作站站长杜清涛说。

项目研发团队的主要成员之一，南方电网数字电网研究院有限公司技术研发中心研究员王志明表示，采用集成化、智能化、自供电的传感方案，能够提升输电线路信息感知能力，解决输电线路的运维实际需求，是打好数字电网感知系统建设的基础。

非电气量集成传感器全面推广后，能够为输电线路的安全运行提供可靠保障，并大幅降低一线员工工作强度。据南方电网公司生技部主管吴新桥介绍，公司今年将在重点交叉跨越区域安装传感器100套，助力数字电网建设，加快构建以新能源为主体的新型电力系统，全面建设安全、可靠、绿色、高效、智能的现代化电网。



南方电网公司工作人员在安装非电气量集成传感器。

受访单位供图