

李利平：勇做地下工程安全建设守卫者

奋斗者正青春

◎本报记者 王延斌 通讯员 车慧卿

“突发灾害预警预报技术是中国地下工程领域近年来的重大成就。”能够得到国家最高科学技术奖获得者、中国工程院院士钱七虎的这样评价实属难得。而用13年时间锻造核心技术，团队长期协同攻关，最终完善和应用该技术的人，便是李利平教授。

九月中旬，2022年“科学探索奖”获奖名单揭晓，山东大学齐鲁交通学院常务副院长李利平榜上有名。

“打虎”需要锻炼“十八般武艺”

“我国是世界上地下工程建设规模和难度最大的国家，突发灾害和坍塌灾害分别被称为隧道建设中的‘水老虎’和‘下山虎’。”李利平用这一句形象的话，切入主题。

遏制“水老虎”、擒拿“下山虎”是隧道安全建造面临的两大难题。作为我国地下工程灾害防控专家，外表儒雅的李利平成为“打虎”的武松。

打虎需要锻炼“十八般武艺”，而这些都要大量实践历练而成。记者了解到，在湖北，在重庆，在四川……在国内20余个省市的蜿蜒山区，他参与了上百个工程。

他曾在三峡翻坝高速公路野外工作数月，完成58公里勘察，翻山越岭深度探勘地形，多次冒着危险潜入暗含有毒有害气体的地下溶洞，只为掌握一手资料，科学确定沿线风险区域及影响范围，为隧道风险评估方法和施工许可机制的确立提供了科学数据，并在全线应用，推广至宜巴高速、保宜高速等重难点工程。

成兰铁路龙门隧道，地处“5·12”汶川地震灾害核心区，他的课题组坚守5年之久，历经大小地震上百次。在连通工程现场的路上，他们多次被山上滚石拦路受阻，乃至风餐露宿星夜守望，直至隧道贯通。

艰难险阻，玉汝于成。对科研者尤其如此。记者了解到，13年来，他立足突破水突泥的机理和计算方法，科学掌握了隧道“水老虎”秉性。通过大量科学实验和工程测试，他发明了光纤微震水突专用监测仪，形成了专治“水老虎”的监测方法和预警技术，在汕头湾海底隧道、四川泸石大岗山隧道等工程应用中，有效规避了重大水突泥灾害的发生，实现了有效主动防控。

“为破解隧道‘下山虎’难题，我们开发了岩块小尺度和工程岩体大尺度模拟试验仪器，发现了专克‘下山虎’的有效预警信息源，形成了灾害监测预警方法和锚固智能设计技术，实现了坍塌防控的智能化转型。”李利平说，这些技术支撑起国内多个重大工程，解决了世界最大规模公路双向八车道隧道群坍塌灾害防控难题。

“一个致力于解决疑难杂症的大专家”

“我国是世界上隧道建设和运营规模最大的国家，呈现两大发展趋势。”在李利平看来，大批世界级隧道工程修建在“两极环境”：极端建造环境和极端地质条件，严重挑战人类生理极限，机器人势在必行。同时，大量已建工程进入“中老年”期，出现开裂、漏水等严重病害，隧道健康体检和修复任务繁重，也迫切需要机器人。

在川藏铁路上，李利平率队进驻高海拔的康定隧道洞施施工现场。他们克服高原高寒反应，在极端环境下坚持进行机器人性能测试试验千余组，获取了关键支撑数据……对科研者来说，困境是一笔财富。

在经历了长时间磨炼之后，隧道智能施工勘察测量机器人、掌子面地质预报机器人、

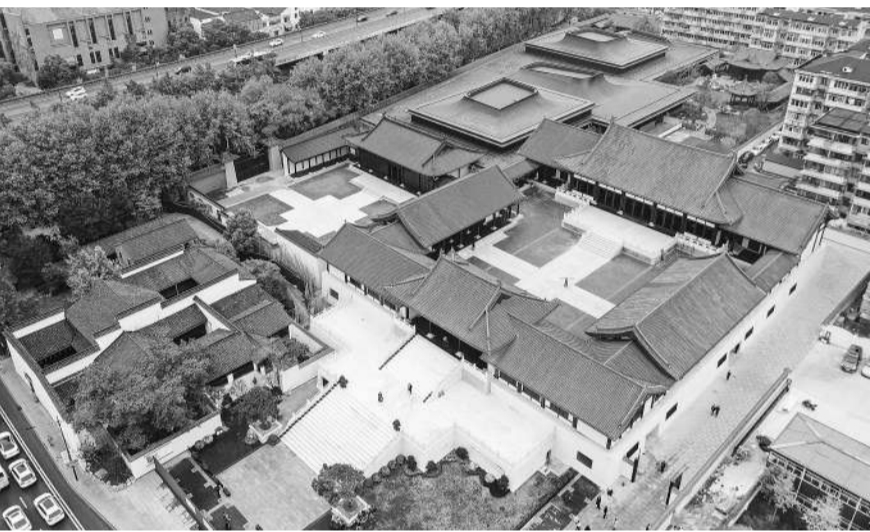
轨道交通运营期结构观测机器人和内部检测机器人等在他手中相继研发成功。如今，万里黄河第一隧（穿黄隧道）、朔黄重载铁路以及南京地铁等众多重大工程中，都有这些机器人的身影。

同行们评价李利平，“一个致力于解决疑难杂症的大专家。”

济南城内百泉争涌，享有名泉七十二之说。在济南地下修建地铁，最大的担忧是泉域地铁安全和保泉技术。

五年来，他带领团队聚焦痛点问题，与山东轨道交通研究院深度融合，先后研发了盾构搭载地质预报、地层感知、气体监测、滚刀监测、同步注浆检测与辅助决策等系列化智能系统，它们相当于为盾构机装上了“火眼金睛”（地层透视）、“听牙聪耳”（听声辨位）、“超级巧鼻”（闻气嗅险）、“钢牙神经”（感知颤害）、“把脉灵手”（精准号脉）、“人工智脑”（控制减灾）。这“五官一脑”成功搭载到“智慧一号”盾构机，在济南地铁6号线凤凰路站成功下线，成为地铁保泉和智能建造的“利器”。

面向国家重大急需，扎根一线工程，用脚步丈量使命，用实干诠释担当。李利平说：“我愿意厚植家国情怀，矢志科技创新。破解工程顽疾，勇做地下工程安全建设的守卫者。”



位于浙江杭州的德寿宫遗址是南宋临安城内一处重要的官苑遗址，是江南园林的集大成者。历经近两年的修建，德寿宫遗址博物馆将在今年11月中下旬对公众开放。左图 俯瞰南宋德寿宫遗址博物馆（无人机照片，11月14日摄）。右图 11月14日，讲解员向媒体记者介绍德寿宫建筑布局。



11月14日，讲解员向媒体记者介绍德寿宫建筑布局。

◎李玲萱 张宇阳 实习记者 都 莒

李振动：张北草原上的绿电“医生”

“负极换流阀厅已带电，无人机及巡检平台准备就绪，可以开始试飞。”11月14日，张北柔性直流电网工程中换流站负极阀厅内，随着国网冀北超高压公司特高压直流输电工程副主任李振动的口令下，巡检平台仓门缓缓打开，无人机旋翼高速旋转，逐渐升空。随后，在李振动和同事们的精细操控下，无人机在阀厅内各个角落闪转腾挪，顺利完成抄表、红外巡视等既定动作。

阀厅是换流站布置换流阀等核心设备的重要建筑，设备带电后人员无法进入。对阀厅内部核心设备进行全面、有效的监控，是确保换流站长周期安全稳定运行的重要保障。“之前我们主要通过阀厅墙壁上部部署的工业电视和红外探头来监控核心设备运行情况。”李振动向记者介绍，随着我国张北柔性直流电网工程建成投产，其对换流站运行可靠性的要求也不断提升。能否在无人环境下，对室内复杂结构设备进行近距离、无死角检查？成为摆在运检工作面前的一道难题。

2021年7月，李振动带着这个问题和团队踏上了阀厅内无人机巡检项目的研发之路。阀厅为屏蔽外部电磁干扰及无线电信号，通常采用全金属结构。同时，换流阀工作时会产生较强的电磁场，容易对电子和电器设备造成干扰。这些都对无人机及其保障装备的抗电磁干扰、精确定位、自主飞行等能力提出了更高要求。从前期调研、理论研究起步，李振动带领团队一个问题接一个问题攻关，“每次方案讨论，大家都说得热火朝天，总是忘记时间，经常在凌晨讨论才能结束。会后每个人还都意犹未尽。”回忆起团队进行“头脑风暴”时的场景，李振动同事、国网冀北超高压公司直流检修班长金海望仍然感到兴奋。

方案基本敲定，但时刻运转的电网没有给李振动太多试验的机会。他和团队只能抓住张北柔性直流电网工程年度检修作业的间隙，见缝插针完成一场又一场试验调试。最终，经过一年多的努力，2022年8月，世界首次阀厅室内带电自主飞行巡检圆满完成。李振动和团队研发的阀厅内无人机巡检平台能够在阀厅内超电磁场等复杂环境下，实现对柔直换流阀、高压直流断路器等设备进行360°全景无死角监控，并具备可见光、红外检测和消防灭火等功能。“可以说，阀厅内无人机巡检平台全面提升了我们在检修周期内的设备全天候安全保障能力。”李振动自豪地表示。该项目随后也在国网冀北电力有限公司第六届青年创新创意大赛中斩获金奖。

无人机巡检平台的突破并没有停下李振动的脚步。“我们要不断应用最新的科技成果提升巡检效率，让柔直电网巡检更加数字化、智能化。”这是李振动经常对同事们说的话。随着数字孪生技术逐渐成熟并在电力等各行业广泛应用，李振动也打起了它的主意。今年8月，在研发无人机巡检平台的同时，李振动带领数字孪生联合研发团队在阀厅内连夜进行换流站阀厅的三维模型扫描工作。“我们开发的数字孪生系统采用逼真渲染引擎进行换流站柔直设备数字孪生场景研发，相当于在电脑中构建与现实一致的模型，全方位一比一还原设备，为业务数据提供强有力的底层模型数据支撑。”为了不影响年度检修进度，同时更快更准确地采集换流站模型数据，团队成员们白天在原岗位上进行日常工作，晚上再加班加点进行三维扫描工作。如今，李振动只需在随身的笔记本电脑中打开数字孪生系统，屏幕中便可呈现出三维数字化的换流站模型。“我们现在只要轻轻操控鼠标，就能够对换流阀、换流阀等重要设备实现健康体检，分析潜在病状，预测使用寿命，开展异常检测、故障诊断等功能，实现了换流站运维管理的降本增效。”

截至今年9月，凭借一系列运检技术创新成果，李振动带领团队先后获得北京创新发展大赛金奖、国网青创赛银奖等各级科技奖励23项，个人也荣获中国发明创业奖·人物奖、北京市创新大工匠等荣誉称号。从日行两万步的人工巡检到“阀厅内无人机巡检平台”和“数字孪生换流站模型”，李振动见证了检修人员从“专科医生”到“专家医生”的身份转变，也用他的实际行动使数字化、智能化运检手段在实际生产中大显身手。

青藏高原复杂沉积物年代学瓶颈问题有望解决

科技日报西宁11月14日电（记者张蕴）记者14日从中国科学院青海盐湖研究所获悉，由中科院青海盐湖所和兰州大学合作的项目——复杂沉积物的单颗粒光测年研究取得重要进展。相关研究成果发表于国际著名地学期刊《第四纪科学评论》。

年代学是揭示盐湖演化过程、理解湖泊生态系统对气候变化响应机制、准确揭示盐湖成盐成矿规律的重要前提。受困于青藏高原盐湖沉积的复杂性，盐湖演化研究相关的复杂年代学研究存在瓶颈问题。光测年是目前应用最为广泛的一项测年技术，但不完全晒退及信号暗淡等问题限制了其在青藏高原复杂沉积物中的应用。该研究利用最新发展的单颗粒释光测年方法及计算模型，改进检测不完全晒退沉积物的测年技术，并可靠地测定了其沉积年代。



大港油田地下储气库群今冬92口井开发力保障京津冀用气。图为在大港油田旗下板南储气库，操作员工在白6-1井进行开井采气作业（11月13日摄）。新华社发（中国石油大港油田供图）

厚植创新沃土 科技创新和实体经济深度融合

——青岛市崂山区科技创新驱动高质量发展系列报道（上）

◎本报记者 王健高
实习记者 宋迎迎
通讯员 于昱 张绪霞

11月7日，青岛市统计局公布2022年前三季度各区市的经济运行数据。凭借395.8平方公里的占地面积，崂山区实现了810.71亿元的总产值。从增速上看，崂山区以6.0%的经济增速，位居青岛市第一。

亮眼成绩背后，离不开科技赋能、创新固本。

“鹰击长空、鱼翔浅底，需要天更高、水更阔。同样，创新创业创造动能的激发和生长，也需要良好的生态环境。崂山区系统出台科创领域全新发展政策，营创聚才汇智生态，突出平台支撑，加快创新要素聚集，为企业厚植创新发展的沃土，点燃高质量发展引擎。”近日，青岛市政协副主席、崂山区委书记张元升在接受科技日报采访时表示。

搭平台聚人才 孕育科创“生力军”

崂山脚下，“双创”地标正在加速崛起。总占地约300亩的青岛国际创新园，拥有

17栋商务楼宇，是该市单体建筑体量、投资规模最大的科技产业园区，目前已成为青岛市乃至山东省数字经济高质量发展的头部园区。青岛励图高科信息技术有限公司是园内的一家新型高新技术企业，也是国内智慧海洋领域解决方案最多、产品最丰富的企业。吸引该企业落户的，正是这里丰富的研发、技术资源。高产业集聚给企业带来了充沛的发展活力。“这儿集创新创业企业办公、科技展示中心、企业加速器孵化器、企业交流平台等功能于一体，给了我们大展拳脚的空间。”励图负责人说。

包括青岛国际创新园在内，崂山区打造了巨峰科技大厦、创智谷、医疗器械产业园、院士智谷、巨峰飞地产业园等一批创业园区，孕育出了一批科创“生力军”。

人才是创新的根基。崂山区建立起“产才融合”储备模式，通过构建企业为主体的市场化人才引育机制，厚植人才沃土，实现每个产业都有院士领衔、龙头企业支撑；探索出“平台引才”集聚路径，在全省首设“山东省现代金融产业链人才联盟”“山东省虚拟现实产业链人才联盟”，招才引智“千山模式”获评全国人才工作创新优秀案例奖。

截至8月，崂山区各类人才总量突破22万人，拥有两院院士及外聘院士49人，国家级高层次人才109人，泰山学者及产业领军人才260人。

强政策优服务 集聚发展“原动力”

青岛镭测芯科技有限公司，今年参与了北京冬奥会、冬残奥会的气象保障任务。这家成立于2018年的企业，创造了多普勒激光雷达和环境遥感的多项“第一”。

创新让企业占据风口、屹立潮头，企业创新的底气，来源于一系列的政策支持。

“崂山区靶向瞄准企业关注的资金、载体、审批等‘卡脖子’问题，一揽子出台了‘1+1+15’科创政策。”崂山区委常委、统战部副部长，副区长、区科创委主任李维波告诉记者，“1+1+15”就是整合形成1个《崂山区支持产业发展集成政策》，多个“产业”向帮扶举措中发力，制定《崂山区加快新旧动能转换推动科技创新发展的实施细则》15条，不断优化提升企业和人才服务效能。

打造一流创新生态，需要念好“结合”经，推动有效市场和有为政府更好地结合。今年

以来，崂山区拓展沟通渠道、搭建互通平台，更好地发挥企业服务专班作用；推行企业开办“全链通”、优化企业注销“一窗通”；启动山东省首个“免申即享”政策兑现平台；为最大程度降低疫情影响，创新推出12条“硬核”惠企服务举措，拿出近10亿元财政资金帮扶企业渡过难关。通过把“市场之手”与“政府之手”紧紧地握在一起，崂山区“放”出活力、“管”出公平、“服”出效率，最大程度地激发了创新创业活力。

走创新发展之路，离不开政产学研合作，而政产学研合作要进一步往高处走，就必须积极吸纳高校院所的创新力量和资源。崂山区引导和支持高校院所、企业建设重点实验室、技术创新中心等高端科研平台。目前，该区拥有中国海洋大学等3所高校，青岛海洋生物医药研究院等12家科研院所，市级以上科技创新平台239家、新型研发机构14家、创新创业共同体4家。

“崂山区将继续优化创新环境，完善创新体系，推动科技创新和实体经济深度融合，厚植中国式现代化的实体经济根基，以高新技术、新兴产业为高质量发展添能赋能。”张元升表示。

活动星系中心黑洞质量测量精度从41%提高到13%

科技日报昆明11月14日电（记者赵斌）记者14日从中国科学院云南天文台获悉，该台研究人员近期把著名活动星系NGC 5548中心黑洞质量的测量精度从历史的41%提高到13%，对未来的研究具有里程碑意义，相关成果发表在国际科学期刊《天体物理学杂志》增刊上。

活动星系核寄居于活动星系的中心，其辐射光度可高达太阳光度的万亿倍，是被公认的20世纪60年代天文学“四大发现”之

一。现代基于活动星系核的超大质量双黑洞系统及纳赫兹引力波天文学、黑洞增长、超大质量黑洞与星系协同演化、宇宙探针等研究课题，是国际前沿研究课题。

至今，天体物理学家观测认证的的活动星系核有近100万个，回答了活动星系核能源问题，建立了比较完善的活动星系核统一模型，但仍有很多基本物理问题亟须寻找确切的答案。云南天文台副研究员卢开兴及其合作者历时5年，依托丽江2.4米望远镜，对宽线存在

双峰结构且具有大幅度光变特征的变星活动星系核候选体和超大质量双黑洞候选体NGC 5548开展了反响映射观测，发现多次黑洞质量测量的弥散仅为13%，远小于41%的历史测量数据。

此项研究的另外一个重要成果，是利用反响映射观测资料调查该候选体宽线辐射区随着中心电离光度的演变，发现宽线辐射区平均尺度和转动速度演变不同于中心电离光度演变的非正常“呼吸”现象。在光致电离框

架下，宽线辐射区反常“呼吸”现象可能由活动星系核环境相互作用等多种因素引起。开展活动星系核结构和演化研究，有望促进在该领域获得新突破。

相关成果的提出，意味着人类在活动星系中心黑洞质量精确测量和辐射区的演化研究方面取得了重要进展，这对未来刻画活动星系核的动态物理图像，以及提高活动星系中心黑洞质量的测量精度具有里程碑意义。

2022西丽湖论坛 11月15日开幕

科技日报北京11月14日电（记者刘传书）由科技部、深圳市人民政府主办的2022西丽湖论坛，将于11月15日与第二十四届中国国际高新技术成果交易会同期举行。本次论坛将围绕“创新·可持续发展”的永久主题，聚焦“开放·融合·未来”3个关键词，邀请中外专家学者齐聚一堂，共议开放融合发展趋

势，共享前沿科技创新成果，共担科技自立自强使命。

据了解，2022西丽湖论坛将聚焦影响深圳、中国乃至全球发展的前瞻性、战略性议题，构建“1+13+X”论坛，即1场主论坛、13场平行论坛，以及X9所高校院所联盟赛艇联赛等配套活动，邀请政府部门领导、国际组织负责

人、世界顶尖科学家等出席。其中，13场平行论坛按照科技、教育、产业、人才、金融、粤港澳协同6大板块，分别设置在深圳、香港、澳门。粤港澳三地联动，实现交流“无边界”、精彩“不落幕”。

本次论坛更加突出“开放”理念，着力展现湾区协同、央地联动和国际元素；更加突出

“融合”特点，深入探讨“科技、教育、产业、金融”紧密融合的创新体系建设路径和模式，加快构建适应新形势、符合新要求的自主创新体系新范式；更加突出“未来”导向，充分展示深圳“20+8”产业集群中“8”大未来产业的政策优势和资源禀赋，构建面向未来高质量可持续发展健康的产业体系。