

00后团队与他们的“探伤专家”机器人

中青报·中青网见习记者 曹伟李琪
记者 王增强 沈柏锋
通讯员 张春平

漆黑狭窄的输水廊道里，一台长着“六只脚”的智能检测机器人正灵巧地越过障碍，替工人对混凝土结构进行全方位“体检”。而设计它的，是一群尚未走出校门的大学生。2019年夏天，还是河海大学本科生的吕辉在一次暑期社会实践中，目睹检测人员冒着危险，手持设备在狭窄廊道中艰难作业。“能不能创造一台机器人代替工人进行检测？”这一朴素想法，最终转化为一项荣获中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛（中国国际大学生创新大赛前身）金奖的创新成果，助推水利工程检测领域向智能化迈出坚实一步。

如今，吕辉已经成为河海大学港口、海岸及近海工程专业博士研究生，继续追逐科研梦想。

瞄准行业痛点

2019年暑假，吕辉和同学们来到浙江象山港等地进行社会实践，时值水工建筑检修期，他们发现，输水廊道作为通航建筑必备的排水结构，仍依赖工人携带的设备进行检测维护，这种方法存在精度低、效率低两大问题。进一步了解后他们才知道，当时中小型通航建筑物的检修工作均由人工完成，且市场上鲜有自动化的智能探伤装备，水运工程检修工作智能化水平低。

“检测人员需要弯腰甚至爬行才能进



“探伤专家”团队在进行试验。

受访者供图

入结构内部，工作环境潮湿阴暗，还面临结构安全风险。”吕辉回忆，“当时我们就想，能不能研发一种智能化设备替代人工？”

回到学校后，吕辉与几名同样对电气机械结构有浓厚兴趣的同学组成了一支名为“探伤专家”的团队，立志开发出一套用于水利工程检测的智能化设备。

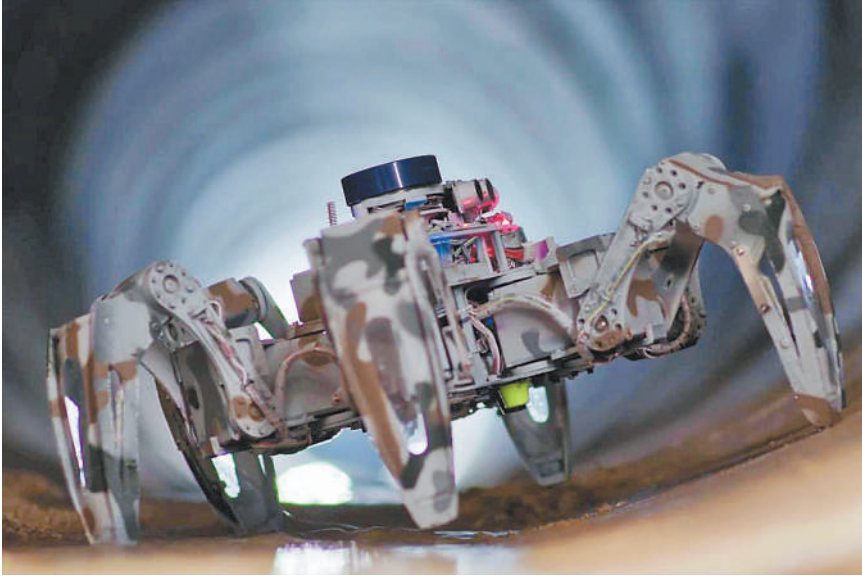
团队成员来自水利、机械、自动化等不同专业，但他们很快发现，“跨界融合”并非易事。

“作为港口航道与海岸工程专业学生，机械电气知识成了我们最大的‘拦路虎’。”吕辉说，“那段时间，我们白天上

课，晚上自学机械设计、电路原理，专门去企业学习焊接技术，还去广州学习有关控件的控制与程序编写。”

回想起试验历程，吕辉坦言现实远比想象的要困难。团队第一次做机械腿实验，这对当时的他们来说难度很大，很多方案都在讨论中被否定。但团队成员相互鼓励打气，不断寻找新的突破口。在大家的共同努力下，机械腿终于可以自主运动。“对整个团队来说，那一刻的成就感和兴奋感难以言喻！”吕辉说。

此外，机器人的检测系统、越障能力也经过了上百次试验改进。



“探伤专家”智能检测机器人。

受访者供图

三年攻关一朝“亮剑”

历经3年多的制作研发，近6万次的尝试，“探伤专家”智能检测机器人终于与大家见面。吕辉说，通过试验估算，他们发现“探伤专家”检测效率比传统人工检测有显著提升，还能进入人工难以到达的狭小区域，有效减少工伤事故的发生。

吕辉介绍，这是一款能够在水利工程内部自主巡检的智能检测设备。“这款机器人采用了激光SLAM技术，能够生成内部地形三维模型，自主规划巡检路径。它既能自主巡航，也能人工控制，适应各种

复杂环境。”吕辉说。

这支00后团队带着自主研发的“探伤专家”，踏上第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛的征程。他们从校赛脱颖而出，一路过关斩将，历经省赛、国赛层层选拔，最终勇夺金奖。

在备赛期间，团队还走访了政府部门、多家企业和投资机构，了解了水利行业的发展现状与需求。“这些实践经历是在课堂和书本中学不到的，比赛促使我们成长为复合型人才。”吕辉说。

从社会实践发现行业痛点，到组建跨学科团队攻坚克难，再到推动科技成果转化，吕辉说，团队的每一步走得都

中青报·中青网记者 安俐杨月
实习生 潘颖

在闽东的畲乡间，有一所别具一格的学校，学生们的“课本”是沾着露水的茶芽，“黑板”是绵延的茶山，而“课后作业”则是架起手机在直播间里帮助畲族老乡推广手工艺茶。

这所畲族乡间的学校，把非遗传承刻进了基因，从畲族民歌到传统技艺，都成为课堂上的宝贵内容。在这里，畲族民歌不是博物馆里的陈列，《山哈生来爱唱歌——畲族民歌集》等一部部原创乡歌云教材，让学生们系统地了解了畲族的历史、风俗和文化底蕴。在茶艺课堂上，结合当地特色养生花茶产业，学生们不仅在比赛中崭露头角，还为福建省福安市社口镇坦洋村的妇女们带来了灵活就业的机会，让非遗成为带动乡亲增收的“源头活水”。

但就在几年前，这里还不是这样。谈到变化的原因，福安职业技术学校校长曾柳娟说：“强化学生职业认知，校企共生服务地方，与产业发展同频共振，是我们的底气所在。”

围绕产业需求，培养复合型人才

曾柳娟现在还记得刚到学校时在幼儿保育专业的课堂上的画面，一个学生满脸无奈地说：“老师，我们学幼儿保育，不就是给孩子擦屁股吗？”这句话让



福建省福安职业技术学校开设茶艺与茶营销专业课程。

受访者供图



受访者供图 曾柳娟和学生们在课堂上交流互动。

受访者供图

她心里猛地一紧。她发现，在一些学生心中，职业学校并非第一选择，专业只是谋生的手段，这种自卑感比技能不足更可怕。于是，她立刻在课堂上纠正学生的想法：“错！你们未来不是‘擦屁股的阿姨’，而是懂教育、会保育的复合型人才！”

回到办公室，曾柳娟想了很多，如

何让学生们的学习热情和专业认知发生根本上的变化？这位音乐教师出身的校长，下定决心，一定要作出改变！从哪儿开始呢？她想，何不从自己的专业入手，把美育变成重塑职业尊严的“钥匙”？于是，她带着相关院系的学生们开始到当地少数民族聚居村落等开展非遗传承、产业发展调研，发现一方面，畲

族有茶艺、服饰、音乐舞蹈等多种文化特色，但面临着推广难题；另一方面，当地农村妇女收入以传统农业为主，收入低。是否能把美育和产业发展相结合？同学们陷入了沉思。

很快，同学们拿出了畲族特色手工艺花茶项目的方案。茶园里、校园里，讨论越来越热烈：“要挑选上等的茶芯，用

守护高铁的“动力源泉”



李怡琴在检查变电设施设备。



通讯员 刘嘉琦/摄

在纵横交错的铁道线上，每一趟列车的平稳飞驰，都映照著无数铁路人的身影。他们或是紧握闸把的司机，或是俯身检修的工人，或是穿梭站台的客运员，或是守护电流的变配电“夜行侠”——岗位不同，却用同样的执着，把“平安”二字写进高铁的每一次出发与抵达中。

中国铁路南宁局集团有限公司（以下简称“国铁南宁局”）桂林高铁基础设施段桂林高铁变配电检修车间副主任李怡琴，就是其中一员。她用女性的细腻与工程师的严谨，在无人可见的变电所里守护高铁“心脏”的跳动。

刚工作时，举起十斤重的接地杆都颇为费力的李怡琴或许不曾想到，9年后的自己，能为高铁动脉注入“智慧心跳”。她从偏远小站的“守夜人”起步，在静默的变电所里积蓄力量，最终将一线痛点化为创新课题，用智能巡检车、远程机械臂，让高铁供电系统运行得更高效、更安全。

从“职场小白”到“技术大拿”：小站岁月是最好“充电宝”

供电系统是高铁运行的动力之源，在高铁电力系统行业，31岁的李怡琴是为数不多的女性面孔之一。铁路接触网电压为27.5千伏，但地方电压为220千伏，两者通过铁路沿线变电所内的设备进行转换。李怡琴的岗位职责，就是负责高铁变配电设备的日常检修，以保证高铁动脉的安全畅通。

那是2016年，从西南交通大学电气工程及其自动化专业毕业的李怡琴，成了国铁南宁局一名变配电值班员。工作的第一站，是广西河池市的南丹铁路变电所。

眼前的一切与书本上的理论图景截然不同。变电所内，林立的棕色绝缘瓷柱整齐划一，在她眼中却“如同难以辨识的天书”。工区老职工介绍设备时说：“这是避雷器，像个伞罩子；那是电压互感器，长得像工整……”可李怡琴左看右看，依然分不清。

第一次接地作业时，足足十斤重、五米长的接地杆给了她一个“下马威”。她奋力举起，杆身在空中摇晃，颤抖的手臂让她瞬间脸红。“我来吧。”一名老职工单手一扬，瞬间完成操作。那一刻，李怡琴真切感受到，一线工作的门槛，并非掌握书本知识就可以轻易跨越。

从那以后，李怡琴口袋里多了个笔记本。师傅处理故障时，她总是紧跟其

后，抓住每一个间隙追问：“这个故障点为什么先查这里？”“设备出现这个现象，常见原因是什么？”直到悟透弄通为止。不知疲倦地学习，悄然驱散着她职业初期的困惑。

扎根一线3年后，李怡琴被安排到金城江铁路配电所工作。小站岁月长，单调的生活时常让她感到迷茫。

这时，一个人、一些细节，像微光点亮迷雾。金城江铁路配电所工长秦新凤，已在供电车间扎根数十年。她有个雷打不动的习惯：每天交接班后，仔细擦拭值班室的每一扇窗。

别人的业务书越读越薄，秦新凤的书却越读越“厚”——薄薄的小本子被翻得纸页蓬松卷边，无论问到哪条规章，她总能

脱口而出所在章节甚至页码。

“无论在大站还是小站，岗位就是责任，守好它，就是守好自己的心。”秦新凤的话朴实无华，却像重锤“敲”在李怡琴心上。这让她明白，只有双脚真正踩进一线的泥土里，才能汲取成长的养分。

不只“会考试”更要“能实战”：把赛场功夫用到科研一线

2018年，经过深山小站的磨砺，李怡琴迎来职业生涯第一次重大挑战——代表国铁南宁局参加当年的中国国家铁路集团有限公司工电系统电力变配电检修试验工职业技能竞赛。

出征前的动员会上，队员互相打气却

路上要颠簸三四个小时”。

2024年，广西实现“市市通高铁”。随之而来的大客运量，对安全提出了更高的要求。“如何提高巡检效率护航高铁运输安全？”“现场设备有问题，能否第一时间高效解决？”李怡琴的思考不断深入——要破解山区铁路安全难题，必须向科技要答案，向创新要方法。

某设备厂商曾带着一款报价近百万元的智能巡检车来推广，并明确表示核心技术保密，不允许现场学习。在单位的支持下，李怡琴拉上几位志同道合的同事组成4人攻关小组，探索低成本智能巡检方案。“让机器替人跑腿”，围绕这一难点，团队画草图、写代码、设计电路板，反复试验对比，自主研发出智能巡检车，将人工巡检变电所的工作时长由两个小时缩至30分钟。

成功的喜悦是短暂，创新的脚步永不停歇。智能巡检车投入使用后，李怡琴发现它虽能找出故障，但无法解决故障。为此，她决心研制出一款能配合巡检小车解决现场问题的设备——变电所亭远程智能半仿生式机械臂。研发过程困难重重，其中机械的抖动问题成为一大难点——现有经费无法制作工艺繁琐的机械臂。

“现在3D打印技术广泛应用，我们何不试试？”多番讨论后，李怡琴和团队就地取材，采用3D打印技术打印机械臂外壳，再利用无人巡检车的剩余材料制作机械臂，电路板则由自己焊接。一套“组合拳”下来，研发成本大大降低。发现故障、解决故障，创新智能设备的成功研发，让变电所检修效率直线提升。

刚刚过去的国庆假期里，当万千旅客乘坐高铁踏上归家或游玩的旅途时，李怡琴和她的团队正坚守在变配电设备旁，守护着高铁的“动力源泉”，确保每一度电都能安全稳定地输送，用专业和责任，为高铁的顺畅运行提供坚实保障。

用“金点子”让机器替人“听话干活”

2022年5月，李怡琴成为桂林高铁变配电修试队的一名助理工程师。更多的工作经历，让她更深刻地体会到一线痛点：传统变电所交通不便，故障处置耗时费力，“一个10分钟就能解决的问题，巡检

很扎实。

现在，“探伤专家”已经成功帮助相关水利工程管理、检测单位解决人工检测精度低、效率低两大问题。产品服务于江苏、浙江、广东、安徽等地，在千岛湖引水工程检修项目等12项工程中得到应用。

从实验室到江河湖海

水脉连着国脉，青春挺膺担当。

在中国国际大学生创新大赛（2025）“青年红色筑梦之旅”活动中，吕辉曾与红旗渠建设特等模范张买江同台对话，共话从“人工天河”的艰苦开创到智能机器人的创新探索。吕辉说，这条跨越半个多世纪的接力棒，让他深刻体会到水利人“功成不必在我，功成必定有我”的精神传承。

谈及自己本科所学的港口航道与海岸工程专业，吕辉眼中闪着光。他尤其喜爱“海岸动力学”与“河口与海岸演变”两门课程，回忆老师以钱塘江大潮为例，通过环环相扣的故事揭示自然奥秘，为他打开水利研究的新世界。而今，作为一名博士研究生，他投身河口环境治理与保护等研究中，努力用所学知识服务国家重大需求。

每当看到“探伤专家”在真实的水利工程中稳步前行，他仿佛又看到了课堂上学到的力学原理与自然规律，正通过自己的双手转化为守护江河安澜的实际力量。

保研时，凭借优异成绩，吕辉的选择很多，但他慎重考虑，决定留在河海大学深造。“这里有过硬的学科实力和优秀的导师，更重要的是，这里有一种‘把论文写在祖国江河湖海上’的实干氛围。”吕辉说，从本科的懵懂到如今的坚定，是河海培育了他，他愿意在这片土壤上继续深耕。他享受和团队成员们因热爱而聚，为同一个目标挑灯夜战、相互支撑的时光，这份由热爱与责任浇灌的种子，在持续生根发芽。



在中外歌曲对比课上，她帮助学生从苏格兰风笛与畲族芦笙的共鸣中，感受“平视世界”的底气；介绍曾侯乙编钟时，她向学生展示当时中国金属冶炼和铸造工艺的高超水平，探索激发学生的民族自豪感，从坚定文化自信，到坚信自己也能走出属于自己的路，在学生们变得更有光的眼神里，曾柳娟发现，这一堂堂音乐课，成了她和学生们互相启发、提振信心的窗口。

如今，依托福安茶科所等单位，同学们有了丰富的学习资源。他们走进茶园，学习茶树育种、非遗坦洋工夫茶制作技艺。同时，结合电商营销课程，为当地茶企直播带货、设计品牌。“这种产学研结合的方式，既让孩子们把课堂知识转化为实际操作能力，掌握茶叶种植、非遗制茶与电商运营全流程，又为乡村振兴、产业发展提供了新办法，还提升了畲族非遗的影响力，一举三得。”学校老师介绍。

此外，学校还对接宁德时代等当地龙头企业，开设新能源汽车制造与维修专业，建设实训基地。学生们参与设计的生产线优化方案，因其创新性和实用性，已被企业推广应用。

“我们希望，我们的学生不仅是学习者、问题的解决者，更是当地发展的助力者。”这是学校一位老师的调研笔记中的一句话。

“我们培养的不是流水线上的螺丝钉，而是带着文化自信和技术底气走向世界的‘种子’。只要土壤肥沃，终会长成森林。”曾柳娟说。