



图为云冈石窟。视觉中国供图

傅志斌：为岩土工程筑起地下“安全网”

卓越工程师

◎本报记者 马爱平

有这样一位科技工作者，他突破了北京地区砂卵石地层富含水条件下桩锚支护的系列难题，保护了重要建筑物的安全；他用科技手段给云冈石窟做全面“体检”，为世界文化遗产的风化保护提供科学依据……

他就是建设综合勘察研究设计院有限公司副总工程师、岩土工程研究所所长傅志斌。

“我是一名岩土工程师，我做的工作有点像‘中医治病’，要为地下岩、土、水特性准确‘把脉问诊’，再结合地下工程需求和问题进行‘综合诊断’‘辨证施治’，最终给出合理的应对和处置方案。”傅志斌对科技日报记者说，“具体来说，岩土工程师的工作目的之一是要确保地基能将上部建筑托举起来，保证建筑物不倒、不斜、不产生过大沉降。”

今年5月，傅志斌被授予2023年北京“最美科技工作者”称号。



受访者供图

技术难题。

“参与岩土工程虽然辛苦，但工作内容丰富，总能碰到新问题，遇到新考验，极具挑战性。看到自己参与的项目一点点建起来，很有成就感。”傅志斌说。

带队为云冈石窟做“体检”

在主持云冈石窟这一世界文化遗产防风化防水保护勘察设计工作时，傅志斌及其团队针对微量水对宝贵石雕风化的不利影响问题，探索尝试将地质雷达、井间CT、钻孔成像、示踪等多种手段应用于石窟工程勘察，给文物做了全面“体检”，然后依据地质科学理论、现场勘察、原位试验、实测资料等进行综合分析，开展石雕风化病害诊断和治理方案研究。

“那时候，我们团队顶着塞外的寒风，在云冈石窟窟顶荒芜的山头上、窟内狭小的空间内连续作业数日。我们既要确保文物的安全，又要获取所需的参数。”在艰苦的工作环境和高标准的勘察要求下，傅志斌团队克服重重困难完成了所有探测和实验，取得了丰硕成果，相关成果得到国家文物局验收专家组高度评价。

为了更好地保存文物，傅志斌在国内最早提出将GCL（膨润土防水毯）应用于大型岩土文物的防水保护设计方案，并进行了一系列防渗、冻融、摩擦试验对比研究。

“珍贵的文物是历史的见证者，记载着岁月的沧桑。古遗址、古建筑，它们不仅承载着中华民族五千年璀璨的文化，更是一种宝贵的文化资源。我们有责任让这些宝贵的文化遗产继续散发其特有的魅力。”傅志斌说。



做岩土工程研究有点类似于写散文，要形散而神不散。看上去我参与的项目种类多而杂，但本质上都离不开地质、力学和建筑知识，都建立在对岩、土、水特性了解和掌握的基础上。项目是“形”，而基本知识和技术是“神”。

傅志斌

建设综合勘察研究设计院有限公司副总工程师、岩土工程研究所所长

用新技术让设备变“聪明”

翻看傅志斌的履历，他主持和参与过的项目涉及工业与民用建筑、城市地下空间、文物保护等诸多领域，跨度极大。曾有人问傅志斌，为什么不专注于一个方向？

“形散而神不散”是傅志斌给出的答案。“从表面上看，我涉猎很广，既有深基坑、地基处理、地下水抗浮治理，也有隧道、边坡支护，还有矿山地质环境治理和岩土质文物保护工程，但其实这些工程项目要解决的核心问题、需要的专业知识和能力是相通的。”傅志斌说，“做岩土工程研究有点类似于写散文，要形散而神不散。看上去我参与的项目种类多而杂，但本质上都离不开地质、力学和建筑知识，都建立在对岩、土、水特性了解和掌握的基础上。项目是‘形’，而基本知识和技术是‘神’。”

在工程中不断尝试新方法、新手段，是傅志斌一直以来的习惯。眼下，他正在探索将更多信息化技术，运用到对传统勘察手段的改造中。

选一块地盖房子，计划要盖10层楼，怎样判断下面的土层能否承受其重量？传统的勘测手段不外乎两种，要么在现场将测试设备打进土里，直接测试土层的疏密；要么将土取回实验室进行压缩实验，计算出它能承受的压力。但这两种方法都费时费力，并且可能出现误差甚至较大偏差。

傅志斌想到，如果想让设备变“聪明”，在现场测试时就能实现相关数据的实时反馈，并自动进行力学分析，这样就可事半功倍。如果能进一步搭建起相应的数据收集分析平台，便能更好地实现勘察的科学化和精准化，更好地为设计工作服务。未来，他将带领团队努力将这一想法付诸实践。

“达摩克里斯之剑”曾高悬头顶

2008年，北京商务中心区尚未开发。北京海关大楼周围遍布老旧居民楼，为解决停车位紧缺问题，建设地下车库被提上日程，但仅是基坑开挖这个步骤，就愁坏了建设人员。这个地下车库深基坑工程项目的负责人就是傅志斌。

“建设方土地资源有限，挖掘机就紧贴着大楼的地下室外墙向下挖，到达原大楼地下室大约7米的深度后，还需要继续紧贴着向下挖15米左右。”傅志斌说，大楼在建设时，本身并没有桩基支撑，挖到含水量丰富的砂卵石层就会有地下水涌出，设计施工难度可想而知。

“海关大楼是北京海关运行的‘中枢神经’，不容有任何闪失。我们当时顶着巨大的压力。”傅志斌回忆道。

该项目实施期间，傅志斌每天都在基坑附近巡视和检查，对所有可能出现危险的地方进行预判并提出处理方案。“我每次巡视时都感觉旁边的海关大楼就像一把‘达摩克里斯之剑’，悬在头顶，随时提醒自己要确保大楼不倒。”回忆起这一幕幕，至今傅志斌心有余悸。

该项目进行的半年里，高强度、高压力的工作就让傅志斌瘦了近10公斤。

就这样，傅志斌带领团队成员，经过艰苦的研究和试验，采用改进定喷素水泥土帷幕桩专利技术，根据地层特点对锚杆等进行精细化设计，成功解决了北京地区硬地层内5米高水头强透水砂卵石层情况下桩间帷幕止水、地下水以下打穿止水帷幕锚杆浆体流失和锚杆锚固力控制等多个

吕红梅：敢接焦化质检的“烫手山芋”

奋进者

◎通讯员 梁利惠 本报记者 韩荣

6月30日，科技日报记者见到山西焦煤山西焦化股份有限公司（以下简称山西焦化公司）质检中心焦化中控检验室副主任吕红梅时，她正在和团队成员沟通调配分析人员的事项。

“最近厂里回收车间停车检修，一直在忙。”一身工装、头扎低马尾的吕红梅一边交代工作，一边整理材料，尽显干练。爱琢磨、肯钻研、敢创新，这是同事们对

吕红梅的一致评价。从2009年大学毕业入职山西焦化公司，吕红梅就干起了分析检测工作，这一干就是15年。

“质检工作是保障企业安全生产和提升焦化产品质量的第一道关口。作为企业安全的守护者、焦化产品质量的把关人，我必须始终保持严谨的工作态度。”吕红梅对科技日报记者说。

一路走来，吕红梅凭借一股钻劲儿，先后荣获山西省“五一巾帼标兵”、山西省“青年岗位能手”、山西省化工行业“技术能手”等称号。

今年3月，吕红梅被授予“全国五一巾帼标兵”称号。

俯下身“钻”到一线

从太原科技大学毕业后，吕红梅进入山西焦化公司质检中心工作。在该中心，分析人员进样的速度、操作规范性对分析仪器的检测结果影响很大。

入职初期，吕红梅曾因操作不熟练，屡屡导致分析结果出现偏差。为了能尽快成长起来，吕红梅俯下身“钻”到一线。白天干活时，吕红梅跟在技术人员和经验丰富的老师傅后头，用心观察；闲暇时，她在操作台上一遍遍地重复进样操作，练到手抽筋；到了晚上，她还会捧起操作规程仔细阅读……

“这孩子身上有股不可多得的钻劲儿。”厂里的老师傅这样评价吕红梅。正是凭借这股“钻”劲儿，吕红梅攻克了多项技术难题。

员承担了检测煤焦样挥发分任务，但得出的检测结果距离标准值偶有偏差。

“数据不稳，一定是哪里出了问题。”接下来的一个月，吕红梅把自己“埋”进操作台，不断尝试摸索，终于找到了问题所在。

原来，灼烧煤样的实际炉温与温度显示器数据存在偏差，坩埚架在炉内的摆放位置影响了最终的数据。这一发现，大大促进了质检中心分析方法的改进，确保了公司煤焦产品质量的稳定性。

在山西焦化公司质检中心主任孔永平看来，吕红梅有着扎实的理论功底，过硬的专业技能。

“每次交给她的工作，吕红梅总能妥妥当地做好。她会翻阅大量的资料，给出多套改进方案。”孔永平说。

最让孔永平印象深刻的，莫过于吕红梅与“硅”的一次正面“交锋”。

2021年，在日常分析除盐水中二氧化硅含量的工作中，分析人员几番尝试，始终得不到理想的数据结果，车间催得紧，质检部门干着急。

很快，这个“烫手山芋”传到了吕红梅的手里。为了查清缘由，她走路的时候想，吃饭、洗漱的时候想，有时晚上睡觉也能梦到方案。某天，吕红梅想到了检测标样的玻璃器皿和实验室用水中，都含有“硅”。

“也许这是影响检测结果的因素。”这一想法让吕红梅抑制不住地兴奋。在接下来的实验中，这一猜想也得到了印证。

不盲听盲信只为求真

2022年，山西焦化公司响应上级号召，

对废水进行提盐处理，变废为宝。而在检测过程中，第三方单位测出山西焦化公司废水中COD（化学需氧量）过高，影响提盐处理。

这让吕红梅产生了疑惑，质检中心每年检验45个取样点的废水，分析上万余次COD样品，检测结果和第三方合作单位给出的并不一致。

这到底是哪里出了问题？吕红梅又琢磨起来，分析研究COD标样的技术原理。她查规程、看行标，翻资料、到现场。经过研究，吕红梅认为市场上的COD标样中不含氯离子，对含氯废水没有验证能力，不适合作为含氯水样的标样。

“既然市场上没有，那我们就利用化验室现有条件，自己制作含氯COD标样。”按照这样的思路，吕红梅成功解决了分析结果差异化的问题，消除了第三方合作单位的质疑。

分析检测的过程是枯燥的，在寻根溯源的过程中吕红梅最常待的地方就是操作台，她一遍又一遍地做实验。最长一次，吕红梅连续做了36个小时的实验。

多年来，吕红梅累计识别、收集了100余个国家、行业、企业产品、技术标准。她还纠正了权威机构对厂区检测仪器的错误鉴定结果，为公司挽回经济损失200余万元。

同时，山西焦化公司以“吕红梅创新工作室”为平台，打造了一支14人的分析技术特色团队，开展了一系列改进分析方法、解决分析难题的试验，完成创新项目24项，为企业创造经济效益580万元。

“能获得‘全国五一巾帼标兵’这样的荣誉，既是对我工作的肯定，也是一种鞭策。未来，我将继续扎根在分析检测领域，争取有更好的成绩。”吕红梅说。

创新团队

◎新华社记者

四代科研工作者、12万多次实验、10余次创造世界纪录……中国有“人造太阳”之称的全超导托卡马克核聚变实验装置（EAST）屡获重大突破，今年4月成功实现稳态高约束模式等离子体运行403秒的新世界纪录，这对探索未来聚变堆物理基础问题，加快实现聚变发电具有重要意义。

“人造太阳”是事关人类实现“能源自由”、探索宇宙奥秘的远大事业。火热的事业，却起于安静之所——EAST大科学装置坐落于合肥西郊、远离喧嚣的科学岛上。50年来，一批批科研工作者心怀“国之大者”执着攻关，甘坐“冷板凳”。这个幽静之地，如今已成为国际科研合作交流的沃土，不少海外科研人员把这里当成“家”。

几代人接续奋斗，一次次冲击梦想

万物生长靠太阳。太阳之所以发光发热，是因为内部的核聚变反应。实现核聚变的原材料在地球上极丰富，且排放无污染。如果能造一个“太阳”发电，人类有望实现能源自由。

“这么好的东西，为何不早点造出来？”中国工程院院士李建刚说，人类研究核聚变能源（以下简称“聚变能”）已70余年，“不是我们太笨，是太难！”

温度要达到上亿摄氏度，还要稳定持续。“地球上，什么东西能长时间装得上亿度的‘火球’？”他说，这是全人类的挑战。

“这不是一两代人能完成，需要几代人坚持不懈、不计名利地做下去。”84岁的中国工程院院士万元熙说。

1973年，中科院启动建设“合肥受控热核反应研究实验站”，随后成立等离子体物理研究所（以下简称“等离子体所”）。

万元熙来到科学岛已有50年。来时这里条件艰苦，茅草一人多高，一下雨螃蟹、蛤蟆遍地爬，只有零星几个建筑。缺技术、缺经费、缺保障，万元熙从宿舍骑自行车到实验室要1个多小时，他跑了3年。

1981年，华罗庚先生从北京赶到合肥，为聚变能研究“八号工程”奠基，在“科学的春天”埋下“太阳”的种子。“为理想不惜任何代价，不怕任何艰难。”怀揣爱国心，万元熙、李建刚、万宝年等“人造太阳”第一代、第二代科研人员“背着馒头出国学习”，参加国际学术会议坐在角落，但如饥似渴学习、不厌其烦请教。

边研发“太阳”，边实验点亮“太阳”。他们的实验室常年放着行军床，实验、分析、调试、拆解、组装、再实验，干到凌晨乃至通宵是常事。

“军大衣一盖就能睡着，实验喇叭一响马上就醒。”李建刚说，他与团队20年至少实验失败过5万次。

从几百万到上千万摄氏度，从三千万、五千万到上亿摄氏度，“逐日”攻关取得系列突破。

去年以来，宋云涛、龚先祖等“人造太阳”第三代科研人员带领青年团队，历经15个月顽强攻关，最终在4月12日21时达到稳态高约束模式等离子体运行403秒的新高度。

“跟跑、并跑”到“部分领跑”，奋力攀登新高度

高11米、直径8米，顶端飘扬着五星红旗……EAST装置形如巨罐，腹中大有乾坤。

“EAST集成超高温、超低温、超高真空、超强磁场、超大电流等条件。”中科院合肥物质科学研究院副院长、等离子体所所长宋云涛说，尖端技术“熔于一炉”，体现国家综合科技实力。

“为达到超高温，EAST用4种大功率加热系统，相当于几万台微波炉一起加热。”等离子体所副研究员王腾说，地球上最耐热的材料只能承受几千摄氏度，为承载上亿摄氏度的高温等离子体，科学家用磁场做“笼子”，达到地球磁场强度约7万倍。

历经7年研发、17年改造升级，如今EAST拥有核心技术200多项、专利2000余项，上百万个零部件协同工作。回首40多年前，初代装置HT-6B仅能实现等离子体运行，在国际上处于“跟跑”。

路遥而不坠其志。时任所长霍裕平等人分析发展趋势，判断超导将是未来关键技术。经费紧张，他们用两火车皮羽绒服等物资，从国外换回超导实验装置，重新设计改造成新装置HT-7。

HT-7运行18年取得多项突破，2003年实现超过1分钟的等离子体放电，标志着我国实现聚变能研究从跟跑到并进的跃升。

研制HT-7后，等离子体所敢为天下先，提出建设国际首个全超导托卡马克装置设想，这在国际上尚无先例。那时宋云涛20多岁，出国求学时提及此事，他的外国导师直摇头：“中国不可能建成，你们不具备这个技术。”

“我还没出生时，中国的卫星就已经上天。我们几代人追这个梦，它一定会实现。”宋云涛说。

EAST的成功令人惊叹：2012年，实现411秒2000万摄氏度等离子体运行；2016年，实现5000万摄氏度102秒等离子体运行；2017年，实现101秒高约束模式等离子体运行；2021年，实现1.2亿摄氏度101秒等离子体运行……

今年4月EAST创造新纪录后，英国原子能委员会主席伊恩·查普曼、美国通用原子公司副总裁韦恩·索罗门等人发来贺信说，这个重大成果给国际聚变研究带来极大信心，证明了“团队奉献精神和创新工作”。

据了解，EAST国产化率超90%，80%的关键设备、材料自主研发，控制、加热、诊断等技术世界先进。

自立自强、勇攀高峰，一代代科研工作者的精神内核，支撑起中国“人造太阳”的强大内核。

（记者徐海涛 胡洁 朱青 陈诺 屈彦）

接力「逐日」勇攀登



吕红梅在做实验。本报记者 韩荣摄

2010年，山西焦化公司质检中心分析人