科研探索

冒毒气危险，拓天堑为通途

通讯员 曹正 殷舒琪 王淇

在云南临沧境内，无量山脉深处，富饶美丽。大多数人知道无量山，是缘于金庸的武侠小说《天龙八部》主人公段誉随普洱茶商马五德来到无量山，并在此练成了神奇极致的“凌波微步”。

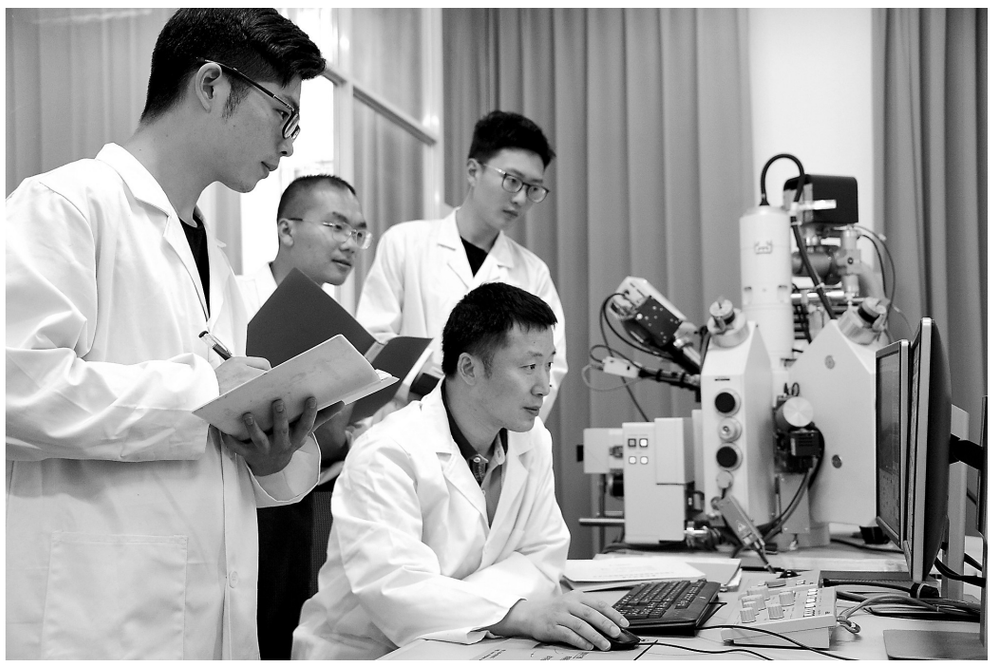
可就是在这绝美之地，让人没有想到的是有一条世界罕见的含8种毒气的万米地下在建隧道——红豆山隧道正在神速而艰难地向前推进。

红豆山隧道是大临铁路的核心，而大临铁路又是通往缅甸的唯一一条中缅国际大通道，因此红豆山隧道属中缅国际大通道的控制性工程。红豆山隧道的顺利贯通，对“一带一路”经贸合作与友好往来起到关键性的促进作用。

隧道于2016年开工，预计2020年贯通。待大临铁路通车营运后，坐火车通过红豆山隧道只需要4分钟。殊不知，这4分钟的行程，却需要数千名建设者夜以继日地工作4年多才能实现，因其建设难度巨大被誉为全线“最难打的隧道”。

在这场攻坚战中，来自西南石油大学的苏培东教授的科研团队克服重重困难，誓将天堑变通途，为隧道安全施工做出了巨大贡献。

临沧境内，无量山脉，一条世界罕见的含8种毒气的万米地下在建隧道——红豆山隧道正在神速而艰难的向前推进。红豆山隧道的顺利贯通，对“一带一路”经贸合作与友好往来起到关键性的促进作用。在这场攻坚战中，来自西南石油大学的苏培东教授的科研团队克服重重困难，誓将天堑变通途，为隧道安全施工做出了巨大贡献。



苏培东教授在指导学生进行样品数据分析。 王金健 摄

致命毒气成阻碍

这些有毒气体像是困在一个个气球中，隐藏在无量山脉的岩层里，一旦施工中戳破了这些有毒气球，毒气就会爆发出来，对施工人员造成生命威胁。

作为西南石油大学地质工程与地质灾害防治研究所所长，苏培东教授最早接触到隧道工程有毒有害气体预测预报，是在1997年。“石油和天然气在油气勘探开发的过程中是资源，是好东西；但如果出现在隧道工程中，很容易引发隧道工程次生灾害。我就以此作为方向，开始了长达10年的潜心研究，并形成一系列的科研成果。”

2007年，兰渝铁路的建设遇到了穿越红层地区的难题。为了避免建设悲剧重现，建设方主动找到了苏培东。碰巧，苏培东10年的研究成果——非煤系地层高瓦斯隧道的成因，评价方法和计算模型恰好可以运用到这项工程中。事实也证明，苏培东的研究成果在多条隧道的施工生产中取得了不错的成效。

苏培东带领着团队在该领域一鸣惊人。工程建设方面临类似棘手的问题，第一个想到的就是苏培东。

千百年来，莽莽无量山的传说从来就没有少过，唯独这山没有路。就在数千名建设者为打通无量山的交通命脉奋战的时候，让大家没有想到的是由于无量山脉内部地质条件极其特殊，富集了硫化氢、一氧化碳、二氧化碳等8种有毒有害气体，堪称世界罕见。

这些有毒气体像是困在一个个气球中，隐藏在无量山脉的岩层里，一旦施工中戳破了这些有毒气球，毒气就会爆发出来，对施工人员造成生命威胁。“致命毒气球”的潜伏，高温、涌水、突泥等多种险情伴随着整个施工过程，一直让人神经紧绷不敢懈怠。

2017年，刚进场一年的施工团队，因为对隧道内有毒气体研判不足，处理经验不足，导致红豆山隧道发生了一次气体爆突事故。随后，三分之二的员工申请撤离工地，项目随即陷入了停滞。

面对如此困难的处境，地质专家给出的鉴定报告是：没有任何现成经验可以借鉴。

此时，施工团队想到了苏培东。“苏教授的团队既有健全的理论依据，又有丰富实践经验，在业内也有很大的知名度和认可度。我们相信他。”建设方中铁十局大临铁路项目部经理赵宇说。

面对这一世界难题，苏培东教授并没有因此而退缩，第一时间受邀担任专家组的负责人。

艰难挺进“红豆山”

设备不仅可以同时测出8种气体，还可以根据隧道的具体情况来不断调试设备的灵敏度、量程、气体类型等各方面的数据，经过数据传输和评测后，就能实时接收到信息。

经过勘测，红豆山隧道有毒有害气体极高度危险区域达到5764米，占隧道总长的70%以上。

“隧道施工遇非煤系有害气体的事例在国外也比较罕见，目前未能查阅到相关论证资料，因此与同标段的其他隧道相比，其难度更上了一个层级。”施工技术人员李冬冬说。

如何有效避免或减少非煤系有害气体对隧道工程施工的影响，这成为苏培东和团队需要解决的第一个难题。

“红豆山隧道罕见的地质环境条件加上气体成分的复杂多变，已超出目前地质勘查技术的认知水平，无直接的文献作为参考依据，其防治措施仍处于研究摸索阶段。这就意味着，我们无法从过去的经验技术中获得更多帮助。”赵宇说。

没有路子可寻，没有经验可找，在未知中探索，在黑暗中前行。苏培东团队的每一步都极为艰难，勇敢大步向前的同时更小心翼翼地摸着石头过河。

团队经过勘探发现，隧道内8种有毒有害气体复杂多样，形成机制难以把握。“在实际监测中，我们发现即使同样一种气体，在隧道的不同阶段、不同地层中随机分布，毫无规律可循。更何况隧道里有8种有害气体，它们更易于组合成新的毒害气体。”苏培东表示，这给毒气的监测带来了极大的挑战。

以往的老设备只能检测一种气体，而且检测结果的浓度不准，精度不高，容易造成误判。

“除去检测效率低下的问题，设备笨重也给施工带来一定的麻烦，每次检测都需要带上不同的仪器穿过狭长而逼仄的隧道，光是携带设备已经很费事，更别说还要在复杂地形中进行长时间的实地检测。”在红豆山隧道工程中坚守了一年的西南石油大学研三学生陈浩栋回忆说。

为了解决这个难题，苏培东带领团队历经半年之久，自主研发和制作一套新的设备，解决了监测难题。

“过去只能8个设备一起上阵，现在一套设备就够了。”陈浩栋介绍，新设备不仅可以同时测出8种气体，还可以根据隧道的具体情况来不断调试设备的灵敏度、量程、气体类型等各方面的数据，经过数据传输和评测后，就能实时接收到信息，极大缩减了评测时间，对整个工程的高效率完成起到了关键性的作用。

在此基础上，团队在隧道非煤系有害气体区段施工关键技术开展科技研究，取得了创新性突破，可对有害气体进行超前探测、防突检测和监测。

向川藏线进军

苏培东介绍，川藏铁路和红豆山隧道都处于活动断裂带附近，构造复杂区域、岩浆作用、地热流体、变质作用等都很强烈，建设难度可想而知。

目前，红豆山隧道施工已经突破3000米。苏培东教授团队的技术创新、解决方法将全面应用于后面2000米的隧道建设当中。

“苏教授所带领的团队功不可没。通过两年的经验积累，红豆山隧道的施工在前期地质预报、电钻孔等多方面新技术的应用更加娴熟。”赵宇说。

今年6月，团队基于红豆山隧道施工的第一批专利和学术论文即将发表，今年底，涉及6项专利的科研成果也将全面推出。

“作为一名科研工作者，最重要的是创新，敢于打破常规。只有这样，我们才能更好地认识这个世界。红豆山隧道工程就是最好的例子。”苏培东教授介绍说，“以前在浅地表出现的有害气体，我们传统观点认为完全是有机成因，但这次红豆山隧道出现的8种有害气体，说明了有害气体的出现也有无机成因。”

科学研究无止境。

苏培东并不满足现在所取得的成绩，在红豆山隧道新一轮技术创新中，他带领团队正加紧研制监测数据更准、性能更安全的毒气监测设备——无人自动检测设备。

“无人自动检测设备的成功研发，将不再需要人工进入到危险隧道进行搜集信息，机器设备将自动对周围环境检测，把监测数据反馈回来，并进行实验分析，从而完成整个的探查工作。”

无人自动检测设备的使用，不仅对红豆山隧道工程的安全施工和顺利贯通带来积极影响，还将对整个气体安全评估领域产生深远影响。

目前，苏培东带领团队正积极投身于川藏铁路的建设当中。川藏线在国际史上是最大最难的重点工程，建设中所面临的挑战也是世界绝无仅有的。

据苏培东介绍，川藏铁路和红豆山隧道都处于活动断裂带附近，构造复杂区域、岩浆作用、地热流体、变质作用等都很强烈，建设难度可想而知。川藏线海拔高达3000米以上，在此环境下，有害气体对人的危害也就越大，对工程建设影响也就越大。

苏培东团队在红豆山隧道所积累的经验，这次就能在川藏铁路中发挥作用了。现在，苏培东和团队成员在平均海拔四五千米的川藏高原地域，背着设备，每天徒步七八公里，找数据，做监测，综合分析。

“虽然远离了都市的繁华，终日与山水为伴，在危机中挥洒着汗水与青春。但这份责任和荣誉，让我们把不可能变成可能，把天堑变通途。”

科研资讯

『植物界大熊猫』回归自然

——浙大繁育世界首例胚培养百山祖冷杉幼苗

通讯员 柯溢

日前，浙江大学科学家团队经过近一年的技术攻关，在之前成功繁育世界首例胚培养百山祖冷杉幼苗的基础上，又成功实现了三株人工繁育百山祖冷杉幼苗回归原生地——位于浙江省庆元县的百山祖国家级自然保护区。此举为百山祖冷杉摆脱极度濒危状态创造了条件，标志着百山祖冷杉人工繁育的研究工作将进入新的阶段。

百山祖冷杉，是我国特有的古老孑遗植物，素有“植物界大熊猫”之称。目前全球仅有三棵成年野生植株，分布于浙江省庆元县海拔1700多米的山林中。百山祖冷杉不仅生物学特征独特，而且在研究植物区系和气候变化的影响等方面具有极高的学术价值，为世界瞩目的濒危野生植物资源。

为实现百山祖冷杉无菌试管苗的野外回归，扩大原生地种群数量，浙江大学农业与生物技术学院陈利萍教授实验室开展了大量的研究工作。

这其中最为重要的突破就是无菌试管苗人工基质栽培的研究。在自然生长条件下，百山祖冷杉的水分和营养物质依赖根系与真菌共生形成的菌根。为了使无菌试管苗能够顺利地回归大自然，该实验室通过多次试验，成功地建立幼苗基质栽培体系。浙江大学农业与生物技术学院硕士研究生王挺进介绍，幼苗仅经过半年的基质栽培，一级分枝数可达3至4个，生长速度可达自然状态下的2至3倍。

在此之前，陈利萍实验室成功培育出世界上首例胚胎培养的百山祖冷杉。她表示，无菌试管幼苗的获得与人工基质栽培的成功，为百山祖冷杉的抢救与保育开辟了一条新途径，也为冷杉等珍稀濒危裸子植物种质资源离体保存、遗传资源的改良及开发利用奠定了基础。

在自然状态下，冷杉等松科植物主要通过种子繁育后代，但百山祖冷杉存在种子萌发困难和幼苗成活率极低等问题。因此，为解决百山祖冷杉自然繁育困难等问题，浙江省野生动植物保护管理总站于2016年制定了《浙江省珍稀濒危野生动植物抢救保护行动方案（2017—2020）》，并将百山祖冷杉列为重点保护抢救物种。

浙大团队开展了利用胚拯救技术繁育百山祖冷杉的研究，成功获得了由未成熟胚发育的无菌试管苗，有效地减少了因种子发育障碍而死亡的个体数量。陈利萍介绍说，胚拯救技术可以对遇到发育困难的百山祖冷杉“胚胎”进行“剖腹产”，提前将“胚胎”从母体中分离，放置在人工“保育箱”中进行培育，从而获得新的个体。

百山祖国家级自然保护区管理处总工程师陈德良说：“正是基于陈教授课题组的不断技术攻关，才有了这次幼苗的回归，相信百山祖冷杉‘开枝散叶’未来可期。”管理处吴友贵说：“针对野外回归，我们与浙大团队制订了专门的栽培管理计划和生长监测方案，并通过对幼苗的基础生长数据进行测定检测野外适应情况。”

科苑新创

电子科技大学：举办新兴材料与器件自然学术会议

本报讯 （陈伟） 4月12日至14日，主题为“新兴材料与器件：电子结构与性能”的自然学术会议在四川成都开幕。本次会议由英国自然杂志社与电子科技大学联合主办，旨在打造新兴材料领域国际顶尖学术会议，推进新兴材料研究与最新技术手段的合作，为全球材料科研人员提供国际化平台。

据了解，这是《自然》杂志首次在四川举行学术会议，此次会议吸引了包括铁基超导发明人、东京工业大学教授细野秀雄，获诺贝尔奖提名的朱经武教授等权威学者，参会嘉宾超过800人。在为期三天的会议上，与会学者围绕“新的合成和计算方法”和“新兴材料的电子结构和性能之间的相关性”两大议题，通过大会报告、并行会议、海报展等形式进行学术交流。

精准“指挥棒”激活全校资源

——常熟理工学院产教融合实现科技服务地方

刘志刚

科学智透

“跟企业联合做研发，我们追求两点：务实和高效。”常熟理工学院机械工程学院“智能制造团队”负责人杨兰玉博士在谈及和企业的合作时，十分坚定地说。他带领团队开展的很多项目都有着不俗业绩，其中同山东维克斯滤清器有限公司合作的“机油滤自动装配生产线”项目，凭借处于国内领先地位的研发技术，直接让企业生产线上的工人由12人减少到2人，技术要求也相对简化，企业生产效率提高2倍。

务实和高效，是“智能制造团队”同企业开展研发合作的原则，也是常熟理工学院深化产教融合、推进校企产学研合作的一贯要求。秉承服务地方经济社会发展的高校使命，常熟理工学院立足“地方性、应用型、开放式”的办学定位，在加强应用型人才培养的同时，鼓励学校教师不断提升自身科技研发能力，筛选凝练科技创新性强、技术关联度高、产业带动性大、辐射影响面广的科技成果，并积级组织实施转化，让高校中的科研力量真正帮助企业发展。

“深化校企产学研合作，必须要让高校的智力资源‘动’起来。”常熟理工学院校长江作军说。高校智力资源“动”起来，振奋人心的激励政策是关键。近年来，常熟理工学院对职称评审办法和奖励性绩效工资实施办法做出大力度调整和完善，一方面建立横向科研项目与教师职称评审之间的绿色通道，另一方面大幅度提升横向项目业绩点并对承担的较大横向项目实施奖励，明显加大了对横向科研项目的倾斜力度。

精确的“指挥棒”下，二级学院也纷纷对各类产学研项目给予资源扶持，鼓励产学研工作开展得好的教师帮助其他教师开展工作，强调带好科研队伍凝聚研发合力。“扶”“帮”“带”的工作思路下，教师们走进企业、融入企业，科技服务地方的积极性空前高涨，全校上下形成了良好的产学研工作氛围。学校2018年度横向科研项目统计数据显示，截至12月28日，共签订横向项目218项，合同经费4725.8314万元，到账经费3245.3193万元，分别是上年同期的2.33倍和2.95倍，成绩十分喜人。

生物与食品工程学院的“藻类遗传与种质创新重点实验室”是以江苏省紫菜特色产业为服务重点的科技创新团队，自成立起即与江苏省海洋水产研究所、海安兰波实业有限公司、江苏瑞雪海洋科技有限公司等科研单位和紫菜产业龙头企业建立起良好的合作关系，近年来先后培育出“苏通一号”“苏通二号”等紫菜新品种，解决了“良种难育”的瓶颈问题，取得多个具良种性状的新紫菜品系，并获得国家海洋科技进步二等奖和江苏省农业科技推广二等奖等多个奖项。2018年11月，该团队入选江苏省成立的首批五个现代渔业产业技术体系之一的江苏省紫菜产业技术体系，承担起紫菜种苗培育的重任。

作为机械工程学院“智能制造团队”的一员，王超博士与南通的江东科技有限公司密切合作，为帮助企业完成一项关于光纤自动检测的技术攻关项目，他不惧辛苦劳累，在南通、常熟之间频繁往返，根据企业方的产品技术需求不断改进完善，最终项目完美收官，帮助企业节约了成本，提高了效率，技术方面还填补了国内相关领域的空白。

高校智力资源“动”起来，既促进企业发展，也让教师在实践中提升自身科研水平，进而增强学校的整体科研实力。计算机科学与工程学院张方舟教授负责的“工业智能计算团队”与中石油合作的“管道全景检测机器人”项目，从最初针对长输管道焊缝缺陷检测的第一代产品，到能够应用于市政管道内壁腐蚀检查以及清淤等的第二代产品，研发服务领域不断拓展的同时，科研队伍也在日益壮大，如今整个团队包括师生在内已达40多人。

“与企业合作进行项目研发，可以让人经常保持活力，甚至养成终身学习的习惯。”汽车工程学院李铭迪老师笑言。近年来，她参与了上海营创公司在汽车轻量化材料检测技术研发方面的工作，主要针对材料研发过程中的各类工程性问题，从事研发实验方案的改进以及实验结果的分析等。她说每参与一个项目，都是对自己的一次挑战，但有了压力的同时，动力跟着也来了。她不断地发现问题、思考问题、解决问题，并在这个过程中感受到进步。

（作者单位：常熟理工学院）

·广告·
麦可思
高校可信赖的第三方数据
阅读《麦可思研究》