

# 一座千吨巨洞，“炸”出半个世纪的学科基业

■本报见习记者 赵婉婷 记者 倪思洁

两张黑白照片，上面是一座半球形建筑 and 一群人站在建筑的“大圆脑袋”上焊钢筋……6月9日，国际档案日之际，中国科学院力学研究所(以下简称力学所)档案室里的这两张老照片，把很多人的记忆拉回到50年前。

50年前的1976年，一座内径9米、内高7米、总重约1500吨的半球顶钢筋混凝土结构物，在紧挨着北京北四环的力学所大院内竣工。它的名字叫“爆炸洞”。之后，每当爆炸洞做实验时，从北四环路过的人总能听到“砰砰”的闷响。爆炸洞投入使用后，陆续“炸”出了与国家战略需求接轨的多项重要成果，“爆”出了一系列国家级科技奖项。

如今，爆炸洞已经停用，坑坑洼洼的内壁透着陈年铁锈般的棕褐色。每年一到中国科学院公众科学日，这座圆顶建筑里就挤满了好奇的大人和孩子。借国际档案日之机，《中国科学报》专访了爆炸洞建设与研究亲历者，跟随他们的回忆，回到鲜为人知的爆炸洞诞生的起点。

## 没有标准，缺乏参考

1958年，力学所第二研究室(以下简称二室)在土力学专家钱寿勇领导下开始探索定向爆破。1959年起，钱学森的学生，时任力学所副所长，后来成为中国科学院院士、中国工程院院士的郑哲敏开始探索爆炸加工。1963年，钱学森将这个新的分支学科命名为“爆炸力学”，郑哲敏成为这门学科在力学所的带头人。

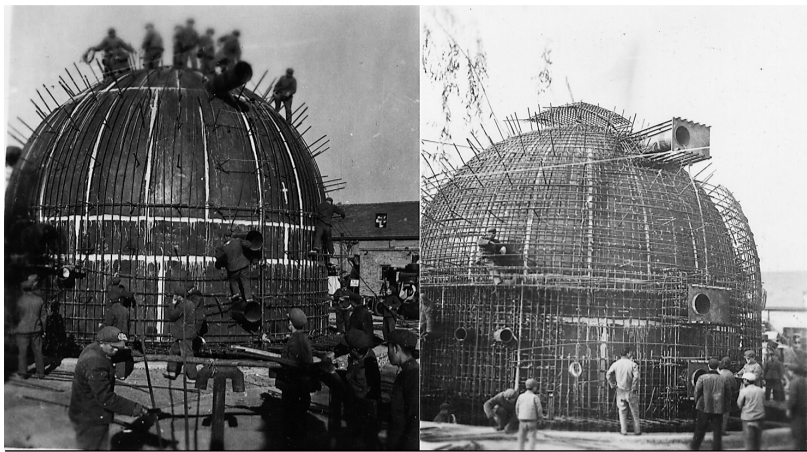
当时，力学所承担着国家相关任务，装备研制离不开爆炸机理的研究与测试。然而，大量爆炸实验只能在远郊的爆炸试验场或兄弟单位的爆炸洞中进行。

“在野外做实验受到很多限制，瞬间爆炸过程和各种现象的数据无法被记录，而去外地的爆炸洞做实验又十分耗时。”现已87岁的力学所退休副研究员李国豪回忆道。

其实，早在1960年前后，时任力学所副所长郭永怀就提出建设力学所自己的爆炸洞，但当时受限于条件未能实现。在力学所内建一个密闭可控的爆炸洞，一直是科研人员的期待，因为这不便于“放炮”，还便于捕获精密数据。

面对紧迫的国家任务，1972年，郑哲敏和时任二室主任杨振声等人对国内现有的爆炸洞做了详尽调研，向北京市公安局提出申请，并向中国科学院提交筹建爆炸洞的请示报告。

在获得北京市公安局许可、中国科学院批准



力学所档案室里“爆炸洞”建设时期的老照片。  
力学所供图

立项后，力学所考虑请专业的建筑设计团队设计爆炸洞，但爆炸洞抗爆、抗压的结构特殊又复杂，团队要花费相当长的时间从头学起。最终，力学所决定，由二室的科研人员承担爆炸洞的设计工作。

当时，国内虽有苏联援建的爆炸洞，但没有完备的爆炸洞设计标准。工程设计的难点之一是如何让密闭结构经得住爆炸载荷，而当时密闭结构的动载强度几乎没有公开资料可参考。工程设计的难点之二是如何认识洞身的自振频率，避免设施与爆炸载荷形成共振。

经过慎重思考，郑哲敏从爆炸震动的原理出发，指出重点攻关方向：确定爆炸载荷(动载荷)作用下的结构强度，并解决洞身的自振频率问题。

爆炸载荷的确定与分析由李国豪等人负责。他们在郑哲敏的指导下，对爆炸洞的自振频率做近似计算。经过周密分析后，研究小组在全钢模型里校验了计算结果。

此外，爆炸洞和各配套实验室的电缆、照明、主控系统、通风系统、防爆门的设计也由设计小组的不同成员承担，大家相互配合。

1973年7月，第一张爆炸洞的平面与立面图出炉。

## 许多意想不到的状况

1973年9月，爆炸洞破土动工。在施工现场，他们又遇到许多意想不到的状况。李国豪回忆，最初开挖基坑时，工程遇到了

流沙。面对突涌的地下水，大家在加紧抽水后紧急修改图纸，经钱寿勇指导，他们最终填充了200立方米的毛石，筑牢地基。

在准备给柱体木模浇筑混凝土时，大家发现木模内残留着建模时的木屑和刨花。负责建筑设计的王盛玉说：“木屑日后在里边腐烂，一定会影响结构的强度。”想清除杂物，就得拆模重搭。考虑到施工进度，有人反对拆模。对施工把关严格的郑哲敏拍板，一定要保证洞体质量，必须拆模重搭。

后来，爆炸洞通过了严格的安全审查，如预想般坚固、抗压。李国豪骄傲地说，爆炸洞在使用期间从未发生过安全事故。

在二室协助建洞期间，李国豪最忘不了的场景是浇筑混凝土柱体时，二室的六七十人都自发地来到现场，与工程兵一起日夜奋战，场面壮观、动人。就连爆炸洞配套实验室地面的水磨石，也是后来二室的成员参与铺制、打磨的。大家干累了就席地而睡。“我就在地上躺过。”李国豪激动地说，“钱学森先生、郑哲敏先生的工作精神感染着我们，当时就是想为国家的爆炸力学做点什么。”

1976年，爆炸洞正式落成并投入使用。二室的每个成员脸上都洋溢着笑容。“爆炸洞这个工程，是我们自力更生、同心协力取得的成果。”回忆往事，李国豪感慨道。

## 在“挠痒痒”中“炸”出硕果

推开双层防爆门，走进爆炸洞，人们仍能触摸到球形墙壁上斑驳的爆炸痕迹。那是爆炸力学

兴起并蓬勃发展的缩影。

爆炸洞一次可承受几千克炸药起爆，而噪声经过隔音后会变为低频，几乎没有震感。“公斤级炸药爆炸对1500吨的爆炸洞就是‘挠痒痒’。”1981年调入力学所、曾担任二室主任的丁雁生笑着形容。

他介绍，斑驳的洞壁和底板内设有孔口与管道，与各类配套实验设施相连，以满足复杂的研究需求。其中一个十分显眼的设备叫轻气炮，如今就陈列在爆炸洞展厅中。

“上世纪部队演习时，大口径炮偶发膛炸，会带来不必要的伤亡。90年代，在兵器部门牵头下，力学所作为攻关单位之一，提出从相似律入手，利用自研的轻气炮发射弹丸撞击炸药柱，在爆炸洞中实现了对真实发射时膛炸条件的模拟。”丁雁生轻抚着橄榄绿色的炮身说，力学所与炸药研究所和北京理工大学等单位合作，为炮弹生产和部队训练提供了安全保障。

爆炸洞里诞生的类似成果还有很多。在“挠痒痒”中，爆炸洞承载了一系列国家重大科技项目，也“炸”出了关于炸药性能、穿甲破甲模拟、土腔爆破、爆炸金属加工、水下爆炸模拟等实验成果。

丁雁生介绍，爆炸洞承载的首个重大项目是穿破甲的机理研究。研究人员基于流体弹塑性模型计算，研究了穿破甲几何相似律和靶板强度的影响，一步步厘清穿破甲的机理。该机理连流体弹塑性模型应用于地下核爆炸的成果，摘得1978年全国科学大会奖和1982年国家自然科学二等奖。丁雁生表示，与国外学者同期，独立提出的流体弹塑性模型，是郑哲敏与合作者解伯民等对爆炸力学的里程碑式贡献，其中融入了诸多合作单位的无私奉献。

除了用于国防装备研制，爆炸洞在服务民生方面也发挥了作用。

过去，将两种金属粘在一起主要通过碾压的方法，但结合强度较差。力学所研究人员通过实验发现，爆炸过程中产生的射流能将氧化杂质带走，金属板就牢牢粘在一起了。该研究成果获得1989年中国科学院自然科学一等奖、1992年国家科学技术进步二等奖。据悉，依托这项爆炸复合技术，国内相关钢材产业后续年产值可达40亿元。

此外，爆炸洞中开展的爆炸处理水下软基研究，为海港建设提供了技术支持，获得1990年国家科学技术进步二等奖、1992年国家专利金奖。

## 旧洞存史，薪火新生

50年后的今天，爆炸洞已不再承担实验任务。但它成为承载学科记忆、传承科研精神的场地。

每逢中国科学院公众开放日，力学所爆炸洞力学青年研究员吴先前就会跟随人群，带着孩子去展厅参观。

2007年，他到力学所攻读博士学位时，这座位于北京四环边的爆炸洞已不再投入使用。第一次走进爆炸洞时，他心中燃起一种“朝圣”的感觉。

参观时，吴先前会跟孩子讲轻气炮如何用于爆炸实验，脉冲X光仪器如何精准测量炸药内部起爆状态。“老先生们当时使用的瞬态X光测量精度等指标，在现在看来也是非常先进的，可见前辈们是非常有远见的！”吴先前感慨。

如今，力学所从事爆炸与冲击动力学相关研究的师生有90余人，吴先前是其中之一。他的团队主要工作是用脉冲强激光手段模拟爆炸效应，以揭示材料的动态力学行为，实现微纳尺度的冲击加载与原位表征。“比如，我们会采用强激光精准驱动微颗粒高速撞击碳纤维，从而揭示纤维材料的防护性能与耗能机制，并提出高性能设计方案，为防弹装备的研制提供重要参考。”

在吴先前看来，尽管爆炸力学有了更多应用方向和先进技术，但学科的底色始终没有改变。“面向国家重大需求，立足基础学科发展。无论做哪方面的前沿研究，爆炸力学始终是解决问题的学科，这是我们选择这条路的初心。”

同样不变的还有这一研究领域对实验能力和理论功底的要求。“当时要建爆炸洞时，炸药爆炸对钢筋混凝土结构的损伤和破坏并没有成熟的理论体系和计算方法。但老先生们数学功底特别扎实、物理概念特别清晰，他们基于模拟实验和理论分析，还是把问题解决了。”吴先前在指导学生时，会给他们讲这个学科的起点和初心，也会对他们的动手能力和理论分析能力提出高要求。

走出爆炸洞时，天色将晚。洞外的车流声重新涌入耳畔，北四环依旧喧闹如常。50年了，路过的行人早已听不见那些“砰砰”的闷响，但这个时代的半球依然立在那里。它收纳了一个时代的巨响，也等待着新生代们走进来，叩响新的回声。

# 暴汗≠快速瘦 警惕“脱水式掉秤”陷阱

本报讯(记者朱汉斌 通讯员刘文琴)“出汗不等于燃脂，暴汗不等于瘦身。盲目追求暴汗减重，不仅损伤身体，还可能引发代谢紊乱，导致越减越胖。”近日，中山大学孙逸仙纪念医院内分泌科副主任医师周晶对《中国科学报》表示，出汗的核心功能只有一个——帮助身体散热降温。

近期，网上流传着“夏天暴汗瘦得最快”，不少人便误以为掌握了减肥“密码”。然而，事实并非如此。周晶解释，汗液中绝大部分是水，仅含少量钠、钾、氯等电解质。科学研究表明，脂肪代谢主要依赖呼吸排出，约84%的脂肪以二氧化碳形式排出体外，仅有极少部分通过体液排出。暴汗带来的体重急剧下降本质上是脱水，而非减脂。

“减掉1公斤纯脂肪，需要长期且稳定的热量缺口。暴汗服、高温汗蒸、闷热环境下运动等手段都属于‘脱水式掉秤’，一旦恢复正常饮水和进食，体重很快会反弹。”周晶说。

大量出汗后猛喝白开水也是常见误区。出汗会同时流失钠、钾等电解质，单纯补充水分可能稀释血液中的钠离子，诱发低钠血症，出现头晕乏力、肌肉抽筋、心慌恶心等症状。尤其对于肥胖人群，散热能力差、心肺负担大，在高温环境下强行暴汗不仅无助于减脂，反而有害健康。

不少人困惑：夏季出汗多，为何反而容易发胖？周晶指出，答案往往藏在以下3个“隐形陷阱”中。

一是解暑零食导致热量超标。一杯奶茶、一份冰淇淋、一顿夜宵，可能轻松抵消一天的运动消耗。夏季减脂失败，大多输在解暑零食上。

二是空调房降低能量消耗。白天久坐不动、全程吹空调，日常活动消耗显著减少，偶尔运动难以弥补热量缺口。

三是睡眠不佳引发食欲失控。湿热天气影响睡眠，会扰乱瘦素和饥饿素分泌，导致食欲失控，更偏好甜食和油腻食物，增加腹型肥胖、血糖波动和脂肪肝风险。

周晶认为，夏季科学减重无需依赖暴汗，可遵循以下4个要点。

首先，跳出体重误区，把握减脂节奏。不要一味盯着体重数字，应关注腰围、体脂率和运动耐力的变化。长期、稳定的下降才是真正减脂。健康的减重速度为每周0.5~1公斤。

其次，严控隐形热量，远离高糖饮品。日常饮用白水、淡茶、无糖茶或低糖酸奶。运动超过1小时或大量出汗后，可选低糖电解质饮品，或用清淡汤水、少量含盐食物补充钠，切勿用奶茶、汽水代替补水。水果也应适量，尤其是西瓜、荔枝、葡萄等含糖量较高的水果，不宜替代正餐。

再次，择时进行温和运动，避免高温强行锻炼。运动宜选择清晨或傍晚，进行快走、骑行、游泳、力量训练等。避免正午暴晒和处于闷热环境。肥胖、高血压、糖尿病、甲状腺功能亢进或心血管疾病患者，若出现心慌、胸闷、头晕等症状，应立即停止运动并及时就医。

最后，顺应时节，养成良好生活习惯。仲夏湿热偏重，减重应顺应节气规律，摒弃暴汗速成的焦虑，看清短期减重假象，通过规律作息、清淡饮食和科学运动实现稳定代谢。



# 把竹子“试管婴儿”带回家

■本报记者 陈彬 通讯员 陈胜伟

不用土壤栽培、无需浇水施肥、不占用空间……掌心大的透明玻璃瓶内，一截纤细的竹芽静静萌发、生根展叶，悄然长成一丛生机勃勃的微型竹苗。

不久前，浙江农林大学竹子研究院副教授杨海芸团队的最新研究成果——竹子“试管婴儿”成为备受年轻人追捧的新潮文创。

杨海芸团队深耕“瓶中竹”研发技术近20年，以植物组织培养技术为突破口，成功破解竹子繁育难题，将竹之生机凝于方寸间。

## 实验室里诞生的微型竹景

在浙江农林大学竹子研究院，花二三十元领养一瓶竹子“试管婴儿”已成为校内学生的时尚新选择。走进实验室，一排排整齐摆放的玻璃瓶格外引人注目，瓶内晶莹的培养基中嫩绿的竹苗扎根生长，小巧但韧劲十足。

初见微型竹子的人很难将其与野外的高大竹子联系起来。竹子天然存在繁育难题，相较于普通植物，竹子细胞全能性较弱，自然状态下单株竹芽分生新芽数量有限，繁殖效率极低。同时，多数竹种生长周期漫长、繁育难度大，长期无性繁殖还易引发体细胞变异。此外，高大的成年竹株难以适配小型化培育场景。上述问题成为制约竹类规模化繁育、特色观赏竹开发利用的核心瓶颈。

2006年起，杨海芸带领团队开启技术攻关。“我们的核心研究思路是依托植物组织培养技术，通过精准调控营养配比、温度、光照等生长条件，激活竹芽的增殖潜能。”

其间，团队以竹节芽、竹种种子为繁殖材料，无数次试验、调试培养基配方、优化培育环境，打破竹子自然生长的固有局限，让一枚微小竹芽实现多芽分化、大量增殖再生，从单株苗体繁育出万千竹苗。

经过长期技术打磨，目前团队搭建起成熟稳定的竹子组培体系，实现竹苗标准化、规模化繁育。首批面向大众推出的“瓶中竹”，精选菲白竹、花叶矢竹、矮竹3个特色竹种。其中，矮竹又名翠竹，是世界上株型最小的竹类之一，天然适配微型培育；菲白竹叶面分布白绿相间的别致条纹，观赏价值极高。

相较于市面普通绿植，无菌密闭培育的“瓶中竹”养护起来干净整洁、零门槛、小巧便携，既可作为桌面摆件、文创挂件，也可用于校园及社会科普展示。在专用生根培养基的加持下，竹芽约1个月即可长出健壮根系，3个月便能在瓶内旺盛生长，后续可移植至花盆、土地中继续培育，兼具高观赏性与实用培育价值。

## 竹子“试管婴儿”走出实验室

在杨海芸的指导下，研究生团队在特色竹种繁育技术上持续突破，不断丰富竹子“试管婴儿”的培育竹品种类。

研究生孙露露专注花秆方竹研究，破解该竹种生根与侧芽增殖核心难题，为这种珍稀观赏竹的规模化培育筑牢技术根基；汪田田主攻黄金间碧竹研究，使这种竹竿黄绿相间的特色竹种繁育效率大幅提升，同时挖掘出其能源利用潜力。2025年秋季，越南留学生阮氏清馨主

攻竹子组培技术，她希望将中国先进的竹繁育技术带回越南，让中国竹科研成果惠及海外。

多年来，杨海芸团队坚持校地协同、产学研深度融合，全力推动竹类繁育技术落地转化。2019年，杨海芸团队奔赴四川宜宾开展校地合作，协助搭建竹子组培实验室，手把手为当地技术人员开展专业化实操培训。

宜宾川派盆景素来以竹为核心造景元素，杨海芸团队的技术赋能，为当地传统竹盆景产业转型升级注入全新活力。“依托成熟的组培技术，‘瓶中竹’可在密闭瓶内健康生长超半年，期满后移出瓶体露天栽种。目前，相关技术与产品已在宜宾落地产业化，后续将推出更多多元化、个性化的‘瓶中竹’文创产品，丰富市场供给。”杨海芸介绍。

与此同时，团队深耕浙江安吉等全国核心竹产业重镇，持续输出成熟组培技术，助力地方竹资源高效开发、多元利用。

## 小瓶子承载千年竹文化

竹子“试管婴儿”凭借精致的形态、鲜活的生命力，成为广受年轻人喜爱的潮流单品。不少学生称其为“有生命的装饰品”，可搭配挂件悬挂于背包、钥匙扣上，兼具颜值与科技内涵。

在杨海芸眼中，小巧灵动的“瓶中竹”不仅是前沿科研成果的生动缩影，更是现代科技与传统竹文化共生共荣的鲜活载体，绝非简单的“网红”文创产品。

杨海芸认为，透明的玻璃瓶是天然的科普窗口，能够让大众直接观察植物生长全过程，通

“算电岛”搭载了精准算电协同人工智能(AI)平台，包含绿电预测、储能平抑、AI潮流优化三大核心智能体。系统以毫秒级速度感知风电光伏实时出力、电网负荷状态及储能剩余电量，结合计算任务优先级，自动完成用电负荷智能分配、柔性调节，并支持任务动态迁移。

在绿电消纳方面，“算电岛”搭载绿电直连模式。光伏、风电等绿色电力充沛时段，系统自动提升数据清洗、模型预训练等可灵活排期的“柔性”计算任务，最大限度消纳新能源；电网用电高峰或风光发电剧烈波动时，系统调低非核心计算任务，协同储能设备、超级电容器在极短时间内平抑算力与电力波动，稳定核心供电母线电压，保障AI核心训练、实时推理等高价值业务不间断运行。

图为“算电岛”。  
本报记者廖洋 通讯员郑亮报道 张进刚/摄

近日，全球首个算力中心高压交直流预制舱供电站“算电岛”在山东青岛发布。

“算电岛”由青岛特锐德电气股份有限公司自主研发，是专门为算力中心打造的一体化供电装备。它将高压变压器、气体绝缘金属封闭开关设备、中压开关柜及母线等，在工厂内封闭功能与结构进行模块化设计和深度预制集成，制成预制舱模块。模块运至现场后拼装组合，最快5个月即可交付，而传统土建高压变电站建设周期为12至18个月。

在供电架构上，“算电岛”直接接入110千伏或220千伏高压电网，经内部变换后输出多路800伏直流电，直接送入机房供电设备使用，改变了传统数据中心多级变压和复杂交流转换的供电模式。

针对传统数据中心能源系统与算力系统各自独立运行、单向刚性供电导致的绿电利用率低、储能调度延迟、算电未高效协同等问题，

攻竹子组培技术，她希望将中国先进的竹繁育技术带回越南，让中国竹科研成果惠及海外。

多年来，杨海芸团队坚持校地协同、产学研深度融合，全力推动竹类繁育技术落地转化。2019年，杨海芸团队奔赴四川宜宾开展校地合作，协助搭建竹子组培实验室，手把手为当地技术人员开展专业化实操培训。

宜宾川派盆景素来以竹为核心造景元素，杨海芸团队的技术赋能，为当地传统竹盆景产业转型升级注入全新活力。“依托成熟的组培技术，‘瓶中竹’可在密闭瓶内健康生长超半年，期满后移出瓶体露天栽种。目前，相关技术与产品已在宜宾落地产业化，后续将推出更多多元化、个性化的‘瓶中竹’文创产品，丰富市场供给。”杨海芸介绍。

与此同时，团队深耕浙江安吉等全国核心竹产业重镇，持续输出成熟组培技术，助力地方竹资源高效开发、多元利用。

## 小瓶子承载千年竹文化

竹子“试管婴儿”凭借精致的形态、鲜活的生命力，成为广受年轻人喜爱的潮流单品。不少学生称其为“有生命的装饰品”，可搭配挂件悬挂于背包、钥匙扣上，兼具颜值与科技内涵。

在杨海芸眼中，小巧灵动的“瓶中竹”不仅是前沿科研成果的生动缩影，更是现代科技与传统竹文化共生共荣的鲜活载体，绝非简单的“网红”文创产品。

杨海芸认为，透明的玻璃瓶是天然的科普窗口，能够让大众直接观察植物生长全过程，通



竹子“试管婴儿”。  
浙江农林大学供图

俗解读植物细胞全能性、组织培养等专业知识，让晦涩的生命科学知识走出科研象牙塔，走进大众日常生活。

孙露露说：“竹子是镌刻在中华文明基因里的文化符号，象征坚韧、正直、谦逊，承载着千年中华文脉。和普通饰品不同，竹子‘试管婴儿’是鲜活的生命体，大家透过玻璃瓶，能完整见证竹子生根、抽芽、展叶的生长全过程。”

谈及后续规划，杨海芸介绍，团队将持续以“瓶中竹”为核心载体，开发系列专业化、趣味化科普课程，深度挖掘不同竹种的生长特性、人文内涵与文化寓意，从植物进化、生命规律、传统文化等多维度开展普惠性科普教育，让更多人认识竹子、读懂竹子、热爱竹文化。