



这个实验室能还原瓦斯煤尘爆炸真实场景

瓦斯灾害监控与应急技术国家重点实验室

□本报记者 李珩

轰！黑暗中，伴着巨大的爆炸声，一朵火花瞬间放大，如同一条火龙把整个巷道照亮并吞没……别紧张，这只是模拟煤矿井下掘进工作面发生瓦斯煤尘爆炸的试验。重庆日报记者看到的，是高速摄像机拍摄的瓦斯煤尘爆炸慢动作画面。

“真正的爆炸往往发生在毫秒之间。”瓦斯灾害监控与应急技术国家重点实验室主任王克全介绍，煤炭是我国能源供给安全的兜底保障，但在开采中，瓦斯是安全生产的第一杀手。“作为国家重点实验室，瞄准的正是瓦斯防治这块硬骨头。”

4月6-7日，记者走进该实验室的清水溪试验基地和建桥检测试验基地，探秘这一国之重器。



4月6日，工作人员在瓦斯煤尘爆炸试验巷道内做试验前的准备工作。



4月6日，技术人员正在煤与瓦斯突出模拟实验系统上工作。



4月7日，即将投入使用的煤矿高压供用电系统安全准入分析验证实验室正在进行最后调试。
本组图片均由记者 崔力摄/视觉重庆

实验室名片

瓦斯灾害监控与应急技术国家重点实验室

历史基因

实验室依托于中煤科工集团重庆研究院有限公司，2010年1月获科技部批准建设，2015年通过验收。

研究方向

实验室是煤矿安全特别是瓦斯、粉尘防治领域承担国家重大科研任务的主要力量，现有固定研究人员175人，主要有瓦斯灾害信息监测传输、瓦斯灾害预防与控制、瓦斯灾害预警及应急处置三大研究方向。

科技绝活

实验室建有世界一流水平的公共实验研究平台，拥有世界最大的瓦斯煤尘爆炸试验巷道，垂直加载3000吨、水平对称加载2000吨的煤与瓦斯突出模拟实验系统，矿用设备安全准入检测检验系列试验平台等国之重器。

光荣业绩

“十三五”期间，实验室主持国家重点研发计划、矿山事故与职业病危害分析鉴定实验室建设等重大项目8项，获批专项经费2.33亿元；获国家科技进步奖2项、中国发明专利优秀奖3项、省部级一等奖17项；授权发明专利164项、实用新型专利116项、软件著作权138项，制(修)订国家标准4项、行业标准34项。实验室开发的瓦斯防治新技术、新产品广泛应用于煤炭企业，为我国瓦斯防治取得历史最好成绩做出重要贡献。

【高端对话】

瓦斯灾害监控与应急技术国家重点实验室主任王克全：解决瓦斯事故防治“卡脖子”问题

□本报记者 李珩

提到瓦斯，公众往往会把它与煤矿事故联系在一起。但是，煤炭在相当长的时期内仍然是我国能源供给安全的兜底保障。如何进一步保障煤矿安全生产，瓦斯灾害监控与应急技术国家重点实验室主任王克全接受了重庆日报记者专访。

重庆日报：实验室为何落户重庆？

王克全：建国初期，煤炭占据我国能源供应绝对主导地位。由于当时煤炭开采技术落后，历史上曾发生过数百人以上的伤亡事故。1964年，原煤炭工业部从部属煤炭科学研究院驻抚顺、唐山、上海及在京各研究所抽调部分科研人员组成工作组，在重庆中梁山煤矿、永荣矿务局开展“瓦斯歼灭战”。在此基础上，于1965年建成煤炭科学研究院重庆研究所。

重庆日报：实验室建设过程中，您觉得最重要的工作是什么？

王克全：关键在于激发新动能，我们在体制机制创新方面做了大量工作。

在人才队伍建设方面，建立了科研人员职业发展通道，基于科研成果、在研项目、科技奖励、产业贡献、论文专著、行业影响、人才培养7类指标量化积分，分7级选聘首席专家、首席科学家，并给予相应的薪酬待遇，每年按积分变化进行动态考核、动态调整。

除积极争取国家、地方的纵向科研项目外，我们逐年加大自主研发投入力度，2020年实验室自主研发预算近4000万元。我们还加强科技成果转化支持力度，2020年斥资200余万元对

成果转化效益显著的6个创新团队进行了奖励。

重庆日报：科技部、财政部下发的《关于加强国家重点实验室建设发展的若干意见》中，提出要促进产学研深度融合，实验室在这方面做得如何？

王克全：实验室自成立以来，不断创新产学研合作机制体制，服务企业安全生产，相关技术、装备辐射到全国95%的国有煤矿和部分地方煤矿。可以说，我们为我国的瓦斯灾害防治取得历史最好成绩做出了应有的贡献。一组数据可以说明：2005年，全国煤矿发生瓦斯事故414起，死亡2171人，其中百人以上特别重大瓦斯事故3起，死亡471人。2020年，全国首次实现全年未发生一次死亡10人以上的重大煤矿瓦斯事故，全国24个产煤省(区、市)有18个实现瓦斯“零事故”，全国煤矿瓦斯事故起数、死亡人数比2005年分别下降98.3%、98.6%。

重庆日报：实验室下一步将如何进一步发展？

王克全：面对煤矿开采的复杂灾害防控问题，要运用大数据、物联网、云计算、人工智能等现代科技，尽快建成“人一机一环”为一体的智能感知、智能预警、智能防控、智能分析与决策的煤矿安全智能化保障体系。为此，我们组建了互联网+创新团队，成立了智能化创新中心等专门机构，与灾害防治研究工艺技术专家团队紧密合作，着重进行智慧矿山、机器人等共性关键技术研发，引导和激励广大科技人员开展创新性、突破性研究，实现产学研一体化发展，重点解决煤炭行业及相关安全领域“卡脖子”问题。

世界最大瓦斯煤尘爆炸试验巷道已做5000多次爆炸传播试验

清水溪试验基地位于歌乐山脚下。“这个基地是我国煤与瓦斯突出、瓦斯煤尘爆炸、工业粉尘爆炸等灾害预防与控制的技术研究和工程试验基地。”王克全将记者带到一个看似防空洞入口的地方，“里面有世界最大的瓦斯煤尘爆炸试验巷道，和煤矿井下一模一样。”

王克全言语间十分自豪：试验巷道总长896米，用钢筋混凝土浇筑，可承受1.5MPa的爆炸压力。

戴上安全帽、拿着照明灯，记者跟随王克全进入巷道。这是一个半圆拱形巷道，很黑，全靠手上的灯照明，地上留有运输轨道。一行人先走过一小段仅容一人通过的连接巷道，接着是一道双重防爆门，才进入主巷。巷道两边墙壁黢黑，和煤矿矿壁差不多。

“防爆门关闭后，巷道就形成一端封闭、另一端开放的状态。”王克全说，试验时，爆炸从封闭端起爆后沿巷道向开口端传播，模拟煤矿井下掘进工作面发生瓦斯煤尘爆炸的实际状态。

头顶上，偶尔可见倒挂的铁钩。试验人员介

绍，他们会在铁钩上放置一块铺有煤尘的木板，试验时，瓦斯爆炸冲击会裹挟着煤尘一起爆炸，让模拟试验更真实。

在巷道壁内，每隔一段距离都有一个壁龛，壁龛内埋设有数据采集仪器。“你们看到的爆炸视频，就是通过壁龛内的高速图像采集系统采集的。”王克全说。

记者在现场看到的，正是实验室国之重器之一——大型瓦斯煤尘爆炸试验系统。该系统由地下试验巷道、高速数据采集系统、高速图像采集系统等部分组成，可开展煤矿井下特定环境不同规模的瓦斯、煤尘爆炸试验分析。

中煤科工集团重庆研究院有限公司党委书记、董事长周俊说，该巷道至今已进行瓦斯、煤尘爆炸传播试验5000多次，先后完成国家自然科学基金重点项目、国家重点基础研究发展计划、国家重点科技攻关项目、重大产业技术开发项目及省部级重点自然科学基金项目98项，与日本、法国、澳大利亚、英国、美国、俄罗斯等多个国家进行合作和技术交流。

大型煤与瓦斯突出模拟实验系统模拟煤与瓦斯突出事故全过程

在试验基地另一侧，藏着另一个国之重器：煤与瓦斯突出模拟实验系统。这也是我国自主研发的首个大尺寸高刚度模拟实验系统。

这是一个大家伙：有两条粗壮的“腿”，约3层楼高，头顶上悬着一个圆柱体，左右两侧像长着两只有力的双手。

“它叫高刚度岩石力学试验机。实验时，装有煤层模型及充满瓦斯的红色实验箱体置于中间，由试验机施加垂直3000吨、水平对称2000吨的压力，真实还原千米深井的地应力、瓦斯压力等条件，模拟煤与瓦斯突出的发生、发展和致灾全过程。”实验室研究员王波说。

什么是煤与瓦斯突出？王克全介绍，煤与瓦斯突出是指在压力作用下，破碎的煤与瓦斯由煤体内突然向采掘空间大量喷出的现象。十多年前，煤与瓦斯突出灾害一度成为我国煤矿安全生产的严重威胁，“因为煤与瓦斯突出会在极短时间内产生强大冲击力，瞬时摧毁巷道及设施，造成重大财产损失和人员伤亡。”

“煤与瓦斯突出机理研究成为灾害防控的前提

和关键。”周俊说，由于井下现场测试太危险，也没法做探索性实验，所以长期以来对煤与瓦斯突出机理研究仅停留于对事故资料的收集整理上，成为世界采矿界亟待突破的重大科学问题和工程技术难题。

为攻克这一难题，实验室累计投入3000多万元，自主研发了大型煤与瓦斯突出模拟实验系统。该系统可测定并记录煤与瓦斯突出过程中，煤体破碎过程、瓦斯吸附解吸过程等实验现象和实验数据，实现高瓦斯压力、高地应力条件下，煤与瓦斯突出发生、发展及致灾全过程模拟。

“这里有4条模拟巷道，煤与瓦斯两相流会从这些巷道‘跑’过，我们就观察和记录它们的变化规律。”王波说，模拟巷道总长50米，断面0.3米×0.3米。

这个大家伙的研发并不容易。王克全说，这套系统从2012年开建，前后花了3年时间，共申请发明专利20余项，发表论文60余篇，为国家支撑体系实验室建设、国家重点研发计划、国家自然科学基金、重庆市自然科学基金等多个项目提供试验支撑。

矿用设备安全准入检测检验系列试验平台煤矿高压供用电设备下井先过它这一关

4月7日，记者来到位于大渡口区的建桥检测试验基地。

在2#实验厂房，两台巨大的深灰色发电机组占据了机房大厅的大部分空间。发电机尾端引出的宽厚铜排分别涂着红、黄、绿三种颜色，如同天线般从墙体穿出，接入隔壁的一个实验间。

这里正是矿用设备安全准入检测检验系列试验平台。实验室陈钊博士介绍，煤矿井下有风机、水泵、采煤机、输送机等等用电设备，这些设备在下井前必须经过安全准入验证及性能测试，并取得国家强制性安全标志MA，测试正是由该平台“操刀”。

“这也是保障煤矿安全生产的重要基础。”陈钊说，配电柜、无功补偿装置和机电设备中的电动机、变频器等煤矿高压供用电设备必须是安全可靠的，

不然极易引发重大安全事故：一是高压电气设备本身产生的电气火花、高温或电弧烧穿防爆外壳，会引起瓦斯煤尘爆炸或火灾等事故；二是高压供用电系统及其组成设备如果不可靠，会导致电气性能弱化甚至功能缺失，引起煤矿井下无计划停电、通风、提升和排水等安全设备无法正常工作而造成安全事故。

2014年4月，该平台获批建设，总投资2.11亿元，总共183台套设备。

“我们已进入最后的联调联试阶段。”陈钊表示，这意味着我国煤炭行业即将具备矿用高压电气设备全套型式的自主试验能力，填补行业内缺乏矿用高压电器短路开断与关合试验、高压变频电传动设备负载特性试验和无功补偿装置连续运行试验等试验能力的空白。

