

引领地球深部探测的科技先锋

——吉林大学研发“地壳一号”万米钻机系统述评

在人类进行科技探索的征途中，每一次突破都如同星辰划破夜空，照亮人类前行的道路。

“上天、入地、下海、登极”是人类认识自然和挑战自然的四大壮举。

多年来，人类航天探测器在太空留下了足迹，深海潜水器突破了洋底极限深度，极地科考成果屡次被更新……但作为人类“入地望远镜”、“打开地球奥秘之门的钥匙”的超深科学钻探工程，却一直因为各种难题，制约着人类对地球内部的探索 and 了解。

2009年，为满足我国地球深部探测工程的重大的需求，国家启动了“深部探测技术与实验研究专项”，其中由我国著名战略科学家、吉林大学教授黄大年担任负责人的第九项目中第五课题，主要任务就是研制“地壳一号”万米钻机，以满足我国地球深部探测任务中对超深钻探用高端装备的需求，并由时任吉林大学副校长孙友宏院士担任负责人。

地球深部究竟潜藏着什么？这一问题，始终吸引着人类的好奇心。

我们将时间的指针拨回到1959年，在黑龙江大同镇外，一口约1300米深的钻探井喷出棕褐色的油流，人们将此处定名为“大庆”，这个一度贡献了全国一半油气产量的油田，就是由中国人自己“钻”出来的。54年后，仍然是在这个地方，一项聆听地球母亲“心跳”的科学计划也在一步步实施——

2013年10月15日，50辆大型拖车装载着被拆分成零件的“地壳一号”从四川广汉出发前往东北；

2014年4月13日零点，“地壳一号”万米钻机在位于松辽盆地的松科二井现场实施开钻作业；

2018年6月2日，“地壳一号”万米钻机完成了“首秀”，以完钻井深7018米创造了亚洲国家大陆科学钻井深度新纪录！

这不仅意味着我国地质领域对地球深部探测的“入地”计划取得了重大阶段性进展、我国在钻探设备方面的首次成功，更意味着我国制造钻探装备达到世界先进水平！

2019年5月，“地壳一号”万米钻机开始在新疆塔里木盆地持续执行超深层油气钻井工程任务。截至目前，已完成6口井深超8000米和1口井深超9000米的油气钻井工程……

这个成功将人类的“视距”向地球内部延伸数千米甚至上万米的“国之重器”的诞生，不仅仅是我省科技创新实力的生动体现，更是广大科技工作者艰苦奋斗、自力更生，时刻牢记把科技命脉和发展主动权牢牢掌握在自己手中，推动高水平科技自立自强的生动实践。

在2016年的全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上，习近平总书记指出，向地球深部进军是我们必须解决的战略科技问题。面对总书记发出的号召，无数科技工作者迅速行动起来，不畏艰辛，迎难而上，“时代楷模”黄大年就是其中优秀的代表。作为黄大年生前的“战友”，吉林大学“地壳一号”万米钻机研发团队，传承发扬黄大年“心有大我 至诚报国”的科学家精神，冲破重重关卡，十年磨一“钻”，全力“向地球深部进军”。

然而，科研的道路从来都不是平坦的，何况这还是一条很少有人走过的路。

经过4年多的技术攻关，2013年，团队联合四川宏华石油设备有限公司成功研制出了我国首台万米大陆科学钻探专用装备“地壳一号”万米钻机。但伴随着成功的喜悦，问题也接踵而至。如何保障钻头在持续超高温下不“中暑罢工”；如何在一个极不均匀和复杂的球体上“动刀”，在保证钻的井眼不能坍塌和崩裂的同时，还要完整无缺地取出深部岩心……

一道道难题摆在了团队的面前。

创新之路，勇者先行。不想被“卡脖子”，就要勇闯科技创新的“无人区”，打造创新“新高地”。只有实现关键核心技术自主可控，发展的主动权才能牢牢掌握在自己手中，在充满困难和挑战的科技创新之路上，“咬定青山不放松”是状态，而“吹尽黄沙始到金”却是常态。

“对于‘地壳一号’万米钻机的研制，团队几乎是从零起步的。研发阶段，师生们坚守在四川研发基地里，一干就是4年，整个钻机设计图纸擦起来足足有一人那么高。”说到研发过程的艰辛，吉林大学建设工程学院勘察工程系主任刘宝昌感触良多。

“将我们想要的东西从地球深部10公里深度的地方取出来，这并不容易。因为钻杆在地面上看起来很硬，但到了那么深的地方后，就像一根面条一样。”刘宝昌表示，科研的过程中，可谓困难重重，但面对挑战，团队里没有一名科研人员退缩，大家齐心协力，不断摸索，奋勇拼搏，以钉钉子精神勇闯每一关，最终攻克了地上地下的多项关键技术难题，取得了系列创新性成果，让吉林大学“地壳一号”万米钻机闪耀在了历史的舞台，成功攀越“地下珠峰”。

作为一把打开地球深部奥秘的“钥匙”，“地壳一号”万米钻机解决了我国深部钻探装备转盘回转速度低、设备自动化程度低和深部钻探钻头压力控制精度低的三大技术难题，突破了高转速全液压顶部驱动钻进、高精度自动化摆排管、高速度的钻杆柱自动装卸输送和高精度自动送钻四大深部钻探装备关键技术，形成了具有自主知识产权的高性能深部科学钻探装备和配套装置，填补了我国在深部大陆科学钻探装备领域空白。利用“地壳一号”钻机获取的岩心，也为我国科学家建立地球演化的档案创造了条件，为国家能

源安全提供了重要的数据支撑。

“‘地壳一号’万米钻机关键技术还成功应用于‘极光号’极地钻机，并用于俄罗斯北极圈亚马尔中俄油气勘探项目，开创了我国钻机在北极圈钻井的先河，打破了多个国家的技术垄断。相关技术成果被大规模推广应用于5000—9000米常规油气井钻机系列，产品出口到近30个国家。”吉林大学建设工程学院勘察工程系副主任赵研介绍说。

任何一项科研成果的取得都不是一蹴而就的，是科研人员们的汗水和泪水的结晶，更是勇于探索、敢于创新、不懈努力的坚持和坚守。吉林大学“地壳一号”万米钻机的成功研制，是科研人员持续奋斗、久久为功的精神写照，也是吉林大地创新动力持续澎湃的力量源泉。

党的十八大以来，吉林牢记习近平总书记嘱托，把习近平总书记关于科技创新的重要论述转化为推动新时代科技改革发展的具体行动，科技创新不断取得新突破。坚持把科技创新作为高质量发展第一动力紧抓不放，因地制宜发展新质生产力，全力打好关键核心技术攻坚战；突出科技创新“第一动力”，推动科技创新和产业创新深度融合，让更多科研成果加快变成产业成品和发展结果，始终是吉林不变的初心使命，更是吉林实现高质量发展明显进位、实现吉林振兴率先突破的关键所在。

“地壳一号”万米钻机的研发成果为我们揭示了更多地球深部的奥秘，推动地球科学研究的深入发展。同时，它也为我们提供了更为宝贵的启示：只有坚持创新驱动发展战略不动摇，深化科技体制改革和创新体系建设，加强基础研究和原始创新能力建设，才能不断攀登科技高峰，实现科技自立自强，向科技创新的深度和广度大步迈进。

吉林日报记者 李开宇 张鹤

助力无废城市建设“加速跑”

——长春“无废细胞”建设走笔

夏日澎湃着热能与激情。

位于德惠市米沙子镇的长春循环经济产业园的“无废城市”项目正在热火朝天地建设中。“园区东侧中心区域就是项目一期首开区的绿色智能分拣中心，我们将通过该中心实现循环原材料供应。”项目负责人董慧向记者介绍，这个总投资125亿元的项目，将致力打造以再生利用、产城协调为特色的废旧物资循环利用体系。

自2022年4月入选国家“十四五”时期“无废城市”建设名单以来，长春市坚持把“无废城市”作为绿色发展理念的具体实践，多途径践行无废理念，向全市“无废细胞”建设单位和广大市民发出倡议，现场指导创建单位积极开展“无废工厂”“无废医院”“无废学校”等细胞建设，“无废城市”建设在长春市各行各业落地生根、开花结果。

由点及面 “小细胞”大作用

走进“无废学校”，处处能感受到低碳环保的氛围，生活垃圾分类的宣传与实践、生物多样性教育园地、变废为宝等环创活动……

在长春市朝阳区安民小学，随处可见“无废”理念和孩子们互动的场景。

“去年分好类后的垃圾卖钱买了菜籽，同学们种下，长出的小菜蹿得很高，今年孩子们都铆足了劲做好垃圾分类。”安民小学校长王金华介绍，学校组织同学们通过开展垃圾分类比赛、绿色循环利用主题班会、手绘宣传画展、手工作品展等活动，秉持节约用纸、节约用品、节约用水、节约用电、节约用餐“五节约”理念，不仅从源头上减少垃圾的产生，更将绿色循

环利用理念潜移默化植根于学生心中。

“打造互生互长的生态教育环境，唤醒孩子亲近自然之心，让‘无废’理念融入学校的各个角落。”王金华介绍说。

安民小学是全省“无废细胞”建设的佼佼者，在教育、教学的各个环节渗透绿色发展理念内容，推动在校园中达成废弃物的“可见、可减、可用、可消”，最终实现整个校园“废物产生量减少、资源充分利用、安全处置”。

在典型的带动下，截至2024年6月，长春市共计建成435个“无废细胞”，其中，“无废学校”45个，形成典型经验相互促进的创新格局，使长春市“无废城市”建设进一步广泛化、生活化、具体化。

“我省在建设‘无废城市’过程中，充分发挥了‘无废细胞’示范带动的‘领头雁’作用，保持由少到多、由点及面的全域‘无废城市’建设良好局面，让典型引领作用不断强化。”省生态环境厅生态环境督察专员徐兵告诉记者，截至目前，全省已建设各类“无废细胞”824个，并计划在建设成熟的“无废细胞”单位选出20个典型，深入总结并在全省推广经验，进一步发挥示范引领带动作用。

科技引领 大项目“落得实”

以“看得见、摸得着”的项目切实将“无废城市”建设落位全省各相关领域。

“长春循环经济产业园将建立阿里云AI智算中心，引入废旧物资循环再制造上下游企业，通过大数据平台串联入园企业，做到企业间业务联动、信息共享，实现经济效益。”董慧向记者介绍说，目前，长春循环经济产业园正在与省生态环境厅共同合作筹建吉林省碳普惠平台，将园区

打造成国内首家碳认证和碳交易循环经济示范产业园，使碳交易品类多样化。

工程建设需要资金支持，为了“引得活来”让资金保障更充裕，省生态环境厅协调12家金融机构，编制了《金融支持手册》，打造“无废城市建设”的“吉林金融超市”，探索通过政府帮扶与市场作用的有效互补和有机联动，打通“融资难”“融资贵”的难点、堵点。

在积极谋划与扎实落地后，全省261个总投资884.2亿元的项目被顺利纳入“无废城市”储备库，目前已开工197个、完工141个。

长春市循环经济产业园在此基础上应运而生。产业园规划建设了集报废汽车、废钢铁、废纸、废塑料、废有色、废轮胎、废动力电池、废弃电器等12种再生资源利用的全产业链条。在共计三期的全部工程完工投产后，产业园可实现通过大数据平台，闭环管理长春地区废旧物资从收集、转运、深加工、再生利用、交易等所有环节信息产业链，对废旧物资回收利用产品碳足迹进行全程溯源，精准计算废旧物资收储运及深加工在不同环节中的碳排放数据，园区投产后将形成循环产业集群。

产业园区建设不仅推动长春市废旧物资“大循环”，还将“触角”遍布长春市推动“无废理念”落地开花。长春市生态环境局副局长王占龙介绍，长春市循环经济产业园计划在长春市内建立近千个便民回收站和中转站，并在各县市建立绿色智能化分拣中心，使回收现状由“脏乱差”不断规范成“整齐划一”，推动市民身边的废旧物资实现集中处理，保障长春循环经济产业园的原材料供应，同时推动了无废理念更

好地深入大街小巷，融入日常生活。

技术攻关 无废城市建设加速推进

绿色发展转型关键在技术创新。作为全国知名的“汽车城”，如何有效地将“无废城市”建设与汽车行业生产相结合成为长春市的首要课题。一汽集团红旗制造中心力求破题，重点攻关固废减量，从科技创新方向入手积极探索，不断尝试。

“我投（磷化渣烘干项目）一票！这个项目能有效降低磷化渣含水率至30%至40%！”在红旗制造中心会议室，首届年度环境保护优秀案例评选活动气氛热烈，与会员纷纷为减污降碳的好项目投出选票，9项优秀案例在评选中脱颖而出，评选项目将在各厂区同步实施。

据悉，红旗制造中心紧抓技术攻坚建设“无废工厂”，先后设立重点攻关课题34项，联合一汽集团公司研发工程技术部、安全环境保障部等部门，在长春市生态环境局的指导与技术帮扶下，共同推进包装物返厂、减少涂装遮蔽点数量、涂装一站式喷涂等工艺优化措施，有效转化科技成果，推动“无废工厂”建设。

在联合攻关团队的不断努力下，红旗制造中心推行的设备提效、管理提升、数智化应用及清洁电力应用等22项节能降碳措施，每年有效减少碳排放15%，单车危废产生量降幅22.7%并将持续降低。

建平台、强政策、落项目、聚资源……在“无废城市”创建工作上，长春已初步形成固体废物“减量化、资源化、无害化、低碳化”综合治理的“长春模式”，实现由“建设”向“建成”的跨越。

霍晓 吉林日报记者 刘姗姗 实习生 刘思萱