

依托“实验工厂”，“华龙一号”升级有底气

——探访中国核电工程廊坊研发基地

新春走基层
我在大国工程现场

◎本报记者 陈瑜

临近春节，记者走进位于河北廊坊的中国核电工程廊坊研发基地。虽然基地里随处可见在核电站十分常见的灰色外立面建筑，但这里并非核电站，也不发电。基地248亩土地上林立的百余个试验台架，就像一个个“实验工厂”，守护着核电安全运行。

“盘古”，不光名字霸气，还被推选为基地内的“劳模”台架——不是在做实验，就是在准备开展实验的路上。

在中核集团华龙后续机型副总设计师姚迪的带领下，记者沿着基地内的水泥硬化路面，决定先去一睹“劳模”风采。

问及“盘古”名字由来，姚迪解释，因为这是基地的第一个科研试验台架，属于“开天辟地”之作。值得一提的是，2019年，它为“华龙一号”全球首堆工程获得装料许可立下功劳。

记者细问后才知道，作为我国自主三代核电，“华龙一号”开发了非能动安全壳热量导出系统(PCS)，用于在核电厂发生严重事故工况时带出安全壳内的热量。对该系统的带热能力验证就是在“盘古”台架开展的。因为时间特别紧，虽然基地当时一片荒芜，工程人员还是踩着泥路，顺利完成任务。

说话间，记者一行来到了“盘古”台架前。

该台架是有八九层楼高，四周围着钢结构操作平台，中央是缩小的“华龙一号”的安全壳模型。

作为核电厂最后一道实体屏障，安全壳对保护人与环境免受放射性危害，具有至关重要的作用。

“‘盘古’台架的核心功能，是在核电厂假想的极低概率事件下，验证反应堆排放的热量能否被有效导出，以维持安全壳内的理想温度和压力条件。”姚迪告诉记者，该台架容积达到1010立方米，是世界上最大的安全壳热工水力试验装置之一。

在现场，记者见到了不少人正在钢结构操作平台忙碌。姚迪说，目前，台架正

在进行升级改造，预计2月份将全面验证新型PCS，为“华龙一号”后续机型优化升级提供有力支持。

“盘古”旁边，是安全壳结构性能实验平台“玄武”。

“玄武”是中国《山海经》中的四大神兽之一。取名“玄武”，寓意坚固与可靠。与“盘古”不同，“玄武”主要用于安全壳结构包容能力研究，通俗地说，是验证事故发生后，安全壳对壳内高温、高压放射性物质的包容能力。

“玄武”身着灰白色外衣，是一个高约25米、直径约15米的筒状设备，头戴圆形穹顶“帽子”。

“‘玄武’以‘华龙一号’预应力混凝土安全壳为原型，按照1:3.2的缩放比进行设计，是目前世界上最大尺寸的安全壳结构试验模型。”姚迪告诉记者，“玄武”台架容积达到3500立方米。

借助“玄武”，姚迪和同事完成了国际上首次安全壳严重事故热耦合试验，在试验过程中，安全壳承受了高达0.84兆帕的压力。这个数值为设计压力值的两倍，远超设计标准，对安全壳在极端条件下的安全性和可靠性进行了充分验证。

参观过程中，记者见到了安装在“玄武”身体里的智能钢绞线。这也是“玄武”在智能化方面的探索。

“智能钢绞线技术结合了材料的承载和智能感知功能，既能承担结构载荷，又能实时感知安全壳的受力状态。”姚迪边说边演示智能钢绞线的工作原理，“通过采集和分析这些数据，我们可以对安全壳的状态进行实时研判，确保核电站的安全运行。”

春节后，工程人员将依托“玄武”，开展安全壳打压试验研究工作，分析不同升压速率对安全壳性能的影响，支持核电厂运维效率的提升。

去年9月，中国向世界开放了包括“玄武”和“盘古”在内的12个科研设施，吸引了国际同行前来交流。

“我们也希望能和国际同行一起，共同探索安全壳的长期老化管理、寿命延寿评估等前沿课题，推动全球核电技术的共同进步。”展望新的一年，姚迪充满期待。



扫一扫，看视频

搭载除冰机器人的无人机。无人机直接将除冰机器人放置到导线上。随后，工作人员通过远程控制器进行操作，提高了除冰工作的效率 and 安全性。

下午6时，天渐渐暗了下来，凛冽的寒风呼呼作响，雨因低温结成了小冰凌，随风砸向杨啸的脸上。不一会儿，他的脸便变得通红，寒意也席卷着他的全身。

“现在雪还不算太大，抓紧再去线路上看看。”李均平一边说话，一边迈步向前走去。

风声夹杂着脚步声，两人互相搀扶才能勉强前行。记者忍不住问：“这里环境如此艰苦，有没有想过打退堂鼓？”李均平笑着答道：“我们这趟‘返乡’也是为了团圆，总要有入逆风而行，守护万家灯火。”

杨啸、李均平只是此次“返乡”之旅的缩影。记者了解到，为了应对本次雨雪冰冻天气，国网山西省电力公司共设立了128个固定观冰哨。他们分布在山西省的多个区域，每个观冰哨安排2人24小时驻守，每个观冰哨配置2套环境监测装置、1套覆冰测量工具，全力保障输电线路安全稳定运行。

巍巍峻岭，漫天风雪，观冰哨人用一深一浅的脚印书写着坚守……

伴随着“咔嚓咔嚓”的声响，秦梓轩操纵着“机器狗”迎面走来。这只“机器狗”携带着RTK定位、激光雷达等传感器，能越野避障、自主决策规划路线，按预设点位对隧道进行自主巡视。

“这个是防爆装置，那个是局部放电与视频监控系统……”李炬对这里的装置如数家珍。随后，他和秦梓轩手持仪器对准电缆中间头等关键点进行超声波检测。

在厚重的防火门内侧，一台貌似坦克的红色履带式车引人注目。这是“消防机器人”。发生火灾时，工作人员可以远程操控它前往着火点灭火。它不怕烟雾，可以冲在第一线。”秦梓轩说。

随着春节临近，包括姚佳池、李炬、秦梓轩在内，国网西安供电公司电缆运检四班的11名工作人员正整装待发，这支平均年龄29岁的队伍将接力守护地下光明“防线”。

数据显示，截至目前，国网西安供电公司运维330千伏超高压电缆141.43公里、隧道67.33公里，运维超高压电缆长度与隧道长度均位居全国第一。

“青少年科普活动是我们现代化农场的一大特色。我们不仅‘栽培’蔬菜，还参与培养未来的科技人才。”曹永安说。

中泽凯华不仅在农业技术上不断创新，还积极开展电商业务。该企业的电商团队包括3名专业主播和8名售前售后服务人员，除了通过互联网销售农产品外，还推广了农场的参观、采摘等业务。

中泽凯华电商业务负责人曹一萌告诉记者，新技术、新思维已经改变了传统的农业业态。销售渠道是传统农业的“老大难”问题之一，如今依靠互联网，农产品有了一条新销路。

“作为房山区国家现代农业产业园的核心区，中泽凯华园区先进的现代化种植设备及技术，为良乡镇及房山区的农业发展奠定了基础，发挥了带动作用。”房山区良乡镇副镇长王平告诉记者。

曹永安指着园区规划图上的一片区域告诉记者，春节之后，他准备在那片区域增加一些温室大棚，在扩大蔬菜产量的同时，为园区新业态的发展创造更多可能性。

胶东花饽饽蒸出幸福年味儿

「年货经济新看点」系列报道之九
本报记者 宋迎迎

1月24日7点30分，青岛盛客隆食品有限公司经理王晓琨来到办公室，仔细核对订单，匡算着春节前各类花饽饽单品、礼盒的备货量。春节前的一个月，是他和工人们最忙的时段。

“花饽饽订单量年年上涨，预计今年销量能够增加20%左右。”王晓琨对科技日报记者说，他们的花饽饽不仅为青岛及周边地区的顾客所喜爱，还通过互联网走上了全国各地的餐桌。

花饽饽，又称“花馍”“面花”“花馒头”。“饽饽越花，日子越发”。过年蒸花饽饽，吃花饽饽是山东胶东地区的重要民俗。近年来，花饽饽走出胶东，获得了众多消费者的青睐，逐渐走上了产业化之路。

老手艺焕发新活力

“二十八，把面发；二十九，蒸馒头……”年关将至，在山东青岛西海岸新区琅琊镇王家台后村，家家户户的灶台颇为热闹，美味可口的花饽饽陆续出锅，年味儿在氤氲的蒸汽中愈发浓郁。

1月27日一大早，巧媳妇王娟便忙碌起来了。从和面、醒发到蒸制、上色，一块块柔软的面团在她的手中，经过揉、搓、捏、压、剪等工序，化身成为造型各异的花饽饽。

“在胶东地区，逢年过节离不开花饽饽。”王娟说，在她小时候，每到过年，村里的老人就会聚在一起蒸花饽饽。她们将面团捏制成金鱼、兔子、花朵等形状，再配以红豆、红枣等食材进行点缀。受老一辈的影响，她从小就喜欢做花饽饽。

凭着对花饽饽制作的热爱，王娟在传承传统手艺的基础上不断创新。如今，在她的手下，传统面食插上创意的翅膀，朴素的馒头有了新“模样”。除去老几样，王娟还可以蒸出寿桃、元宝、鸳鸯、宝葫芦等各式花饽饽。为将这一手工艺传承给更多的人，近几年，王娟开始教授花饽饽制作技艺，带领村里的妇女走上增收致富路。

进入腊月，山东潍坊的高密面花制作技艺非物质文化遗产代表性传承人张东芹，便忙得脚不沾地。她说，随着春节的临近，她家的花饽饽供不应求，“我们加班加点地赶订单，往往做了一天一夜的花饽饽，第二天早上一两个小时就能卖光！”

“高密花饽饽的特点是造型多样、色彩鲜艳。我们采用南瓜汁、菠菜汁、仙人掌果粉等天然食材上色。”张东芹说，使用无添加剂的果蔬汁调色，做出来的花饽饽不仅具有很高的观赏价值，而且美味健康。

在张东芹看来，花饽饽更是一种文化载体。为迎接新年，她特意设计了两款蛇年主题的花饽饽，销售十分火爆。这两款花饽饽造型卡通，身披一袭“红衣”，预示新年红红火火；背部则分别使用了“金元宝”和“招财进宝”造型。花饽饽肚子里还“暗藏玄机”，揣着八个“金元宝”，寓意八方来财。

大馒头变身“金饽饽”

“出锅咯！”伴随一声悠长的吆喝，李凯建将锅盖掀开，热气腾腾的王哥庄大馒头从笼屉中被抬了出来。轻轻一按，白白胖胖的大馒头瞬间回弹，其底部那层焦黄酥脆的“馍底”更是令人垂涎欲滴。

李凯建是青岛崂山区王哥庄街道青岛李记鸿福食品有限公司的负责人。他说，做馒头看似简单，实则面团的分量、揉面的力道、醒面的时间、蒸制火候等都要掌握得恰到好处，才能蒸出香甜劲道的大馒头。

除了传统样式的大馒头，各式花馒头也是青岛李记鸿福食品有限公司的特色产品。李凯建告诉记者，每年从10月底开始，订单便纷至沓来。近期，三十几位员工加班加点，每天至少产出万余斤馒头，而这样的忙碌状态要一直持续至春节前。

王哥庄大馒头蒸制历史由来已久，迄今已有500余年历史。为将这一特色产业真正发展为致富产业，崂山区王哥庄街道专门成立了特产办公室和王哥庄大馒头协会，编制了《王哥庄大馒头团体标准》，签约具备相关资质的王哥庄大馒头专供面粉企业，对严格使用专供面粉的商户进行标准补贴。同时，该街道开发了大馒头IP“馍馍喜欢你”，推出系列文创产品，有力提升了王哥庄大馒头的品牌形象和市场竞争力。

如今，王哥庄大馒头不仅入选省级非遗，更是“蒸”出了好日子，成为当地村民致富增收的“金饽饽”。数据显示，崂山区王哥庄街道共有大馒头加工企业160多家，从业人员5000余人。2024年，该街道共销售馒头1.3万吨，产值达1.5亿元。

新型储能 加速崛起



科技日报讯(记者陈汝健 何亮)依托丰富的风光资源禀赋，近年来，河北省承德市大力推进新能源项目建设，除风电、光伏项目外，独立储能电站、抽水蓄能电站等一批新型储能项目投产投运。新型储能项目有效提高了风光资源利用率，推动资源、电网及负荷各端能力的全面释放。据了解，承德市目前拥有新能源场站131座，风光发电装机规模突破2000万千瓦，助力绿色低碳发展。

图为1月22日，总投资13.88亿元、采用电化学技术路线建设的全国最大规模独立储能电站——河北集电隆化独立储能电站正在加快建设之中。陈汝健摄

风雪中，他们用脚印书写坚守

——记山西运城输电线路观冰哨人

新春走基层
致敬奋斗者

◎本报记者 韩荣

“今年春节，又到了我‘返乡’的时候了。”快到观冰哨时，杨啸笑着向科技日报记者说。1月23日的一场降雪，给山西运城的山川披上了银装。而这场雪的来临，也意味着杨啸再一次无法与家人共度春节。

杨啸告诉记者，观冰哨是他的另一个“家乡”，对他而言，此行是一趟无需抢票的“返乡”之旅。作为国网运城供电公司输电运检中心的巡线工，杨啸和同事李均平的主要工作，便是保障线路安全稳定运行。每当遇到雨雪冰冻天气时，他们需要第一时间赶到重要的输电线路观冰哨驻守。

“线路覆冰后，非常容易发生断线短路等故障，进而可能引发停电，影响人们的生产生活。因此，越临近节假日，我们越不能掉以轻心。”杨啸说，这几天他都关注着天气预报，在得知雨雪冰冻天气将于1月23日至26日抵达运城后，他便早早和李均平驱车来到了220千伏桃朱1线26号观冰哨。

220千伏桃朱1线是运城芮城供电的主动脉，担负着整个县域的春节用电需求。而220千伏桃朱1线26号观冰哨位于中条山腹地，冬季平均气温低于零下10摄氏度，风速在4级及以上，海拔将近1000米。

1月23日11时许，杨啸从工作地出发。此时，山脚下还在下雨。就在他向山上走的途中，雨慢慢变成了雨夹雪。由于天气的变化，原本1小时的车程硬是花了2小时才到。

到达指定地点后，杨啸和李均平来到户外，将观冰测冰装置模拟导线安装到支

架上，并放置平稳。工作人员可通过测量模拟导线上的覆冰情况，推算相关结果。安装完毕后，他们需要每2小时测量一次环境的温度、湿度、风速等数据，并向公司反馈，以便上级部门能够作出有效决策，哪怕是夜间也不能中断。

这是杨啸自2022年参加工作以来，第四次驻守观冰哨。在这些年的驻守里，他真切地感受到了科技对电网工作的引领作用。

“今年线路上安装了‘眼睛’，我们管它叫观冰精灵。这是一种能实时监测线路状况的装置。”杨啸指着线路向记者介绍，观冰精灵能监测线路的湿度、温度、覆冰厚度等，每隔15分钟会向后台发送一次数据和线路图像。工作人员在后台便可直接看到线路情况，再结合观冰哨人员到现场环境数据的测量，综合研判是否需要进行融冰操作。

不仅如此，观冰哨今年还配上了用来

隧道里，他们守护着地下光明“防线”

——记陕西西安电缆运检人

新春走基层
致敬奋斗者

◎本报记者 王禹涵

农历年末，强寒潮席卷全国，陕西尤其甚，气温骤降。1月26日清晨，科技日报记者前往西安市奥体中心附近的330千伏林溪高抗站。此时，来自国网陕西省电力有限公司西安供电公司(以下简称“国网西安供电公司”)的电缆运检工姚佳池、李炬和秦梓轩已穿戴整齐，即将进入地下15米的电缆隧道进行巡检。

“本次工作的任务，是对330千伏奥体大道段电缆线路及隧道进行巡检。”1997

年出生的姚佳池已经工作两年多，是一名经验丰富的“老师傅”。当日的巡检小组，由这位“老师傅”与出生于1998年的李炬、秦梓轩组成。

换好工作服、戴上安全帽后，记者跟随这三好“95后”运检工乘坐电梯，来到了地下的电力专用管廊——奥体大道隧道东仓。步入隧道，墙壁两侧整齐架设着扎成束状的超高压输电电缆映入眼帘，数条静默的“黑色巨龙”向前方纵深而去。随着城市规划的升级迭代，大量架空线路化作一条条隐匿于地下的“大动脉”，源源不断地为城市输送着发展动力。

“这条隧道单回长约6公里。”姚佳池向记者介绍，他们的工作就是对电缆线路进行红外测温、接地环流测量，还要检查隧道内水、电、消防系统状态，一趟巡检下来，差

不多要4个小时，每天平均巡检1次。

李炬说：“现在的电力巡检和以前大不一样，增添了好多新装备。”记者顺着他手指的方向看去，悬挂在洞顶的智能机器人正沿着滑轨缓缓前行，路过电缆接头或关键设备时，它会停下并转动身躯，用“大眼睛”一丝不苟地扫视着。随后，它将监测到的温度、湿度、有害气体和烟雾浓度等环境数据，以及护层环流、局部放电、运行温度等电缆运行指标，实时传回后台系统上。

近年来，国网西安供电公司布局数智化转型，构建起“智能巡检+智能检修+智能平台”运检新模式。智能机器人与数字化监测终端的应用，使电缆线路运检模式从“事后检修”转变为“事前诊断”，330千伏林溪高抗站就是其中的典型。

传统农业蝶变升级 京郊“菜篮子”焕发新生机

新春走基层
活力中国行

◎本报记者 孙明源 华凌

春节将至，京港澳高速公路车流如织。在距离高速良乡出口不远的房山国家现代农业产业园内，藏着一片静谧但充满生机的菜园子。尽管冬天的寒风已经掠走了户外几乎所有绿色，但是在有序排列的大棚里，各种蔬菜正在繁茂生长。

1月26日，科技日报记者来到位于北京市房山区良乡镇的国家现代农业产业园。坐落在园内的北京中泽凯华农业科技有限公司(以下简称“中泽凯华”)，以持续发展的新科技新模式，改变了这里的传

统农业业态。

新春将至，但产业园内仍有劳作的工作人员。中泽凯华总经理曹永安笑着告诉记者，产业园内的蔬菜每天都会发往市区，工人们正加班加点，以保障春节期间能够同往常一样为北京市民供给新鲜的蔬菜。

在大棚内，无土栽培、雾化灌溉等先进技术随处可见。这些技术不仅能让蔬菜的种植密度更高，还实现了节水、节肥、增产等多重效果。

“我们目前有智能连栋温室四座，总面积7.7万平方米。除了无土栽培，我们还用上了温室水肥一体化、温室智能化技术，实现了室内水肥、温度、湿度自动化控制，以适应不同作物的生长环境要求。”曹永安说。

记者穿梭在一座座连栋温室之间，看到番茄、草莓、油菜菜、绿罗马生菜、奶油

白菜、芹菜、油菜等多种不同类型的蔬果。温室室内体感十分湿润，与冬日北京的多数室内环境形成鲜明对比。

不经意间，记者走到一处布满科普展板的场地。工作人员告诉记者，这里是一处青少年农业科普研学基地。

平日里，青少年以研学团、班集体的形式前来，或是在父母带领下前来。在这里，青少年不仅可以学习农业知识、了解前沿农业技术，还能亲身参与育苗、种植、浇水等环节，进行植物实验，深入了解无土栽培蔬菜的生长全过程。

2024年，北京市科协联合中泽凯华等多家单位，在市区商圈开展“空中果蔬岛的奥秘”无土栽培专题科普活动，向包括青少年在内的市民群众科普无土栽培等农业知识。报名智慧农业研学团的市民，来农场参加了实地研学。