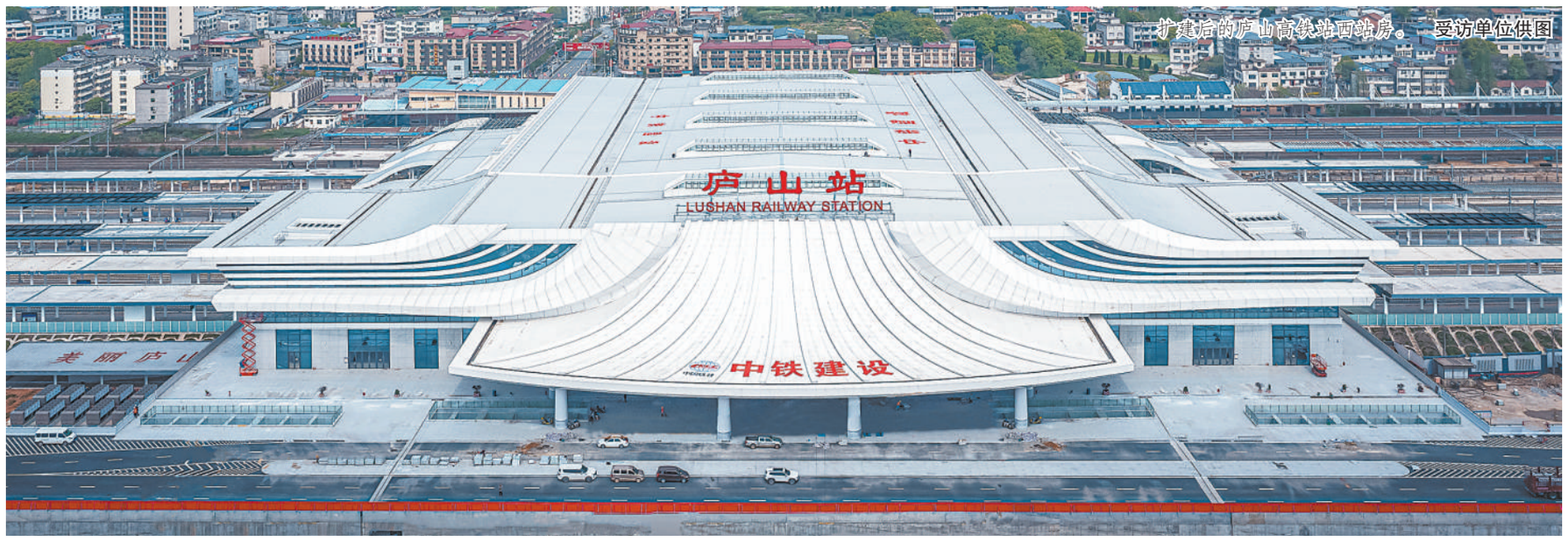

扩建后的庐山高铁站西站房。 受访单位供图

克服施工不停运、场地狭小等困难扩建庐山站

把高铁站房横架在繁忙干线上

◎本报记者 矫 阳 通讯员 井 源

正在架设的庐山站东站，上架站房结构由候车层桁架、换乘通廊及天桥等5个单体组成。总宽176米，总长90米，总重4300吨，覆盖面积达15840平方米，相当于38个标准篮球场。由于施工不能影响铁路干线运营及施工场地狭小等原因，项目团队创新采取“工厂内分段制作+现场分单元组拼+数控液压同步顶推”的顶推方案。新方案较常规吊装，在安全性、可行性上更占优势，且能缩短约8个月的施工时间。

秀美壮丽的江西庐山脚下，既有庐山站改扩建工程迎来重要节点。

5月19日，庐山站东站房顶推试验成功。重2100吨的钢结构组合体以顶推形式，横跨在四条既有高铁轨道上方，为世界首创首次顶推。“这标志着我国铁路建设迈出了在攻克多条繁忙既有线上，同步建设大型站房改造工程难题的第一步。”中国铁路南昌局集团有限公司相关负责人说。

原庐山站站房面积为4000平方米，设置于铁路线前。乘客进站后，从地下穿过，分别上至不同的线路乘车。随着多条铁路干线在此汇聚，庐山站急需扩建。由于地处市区，受建设场地、线路运营安全等因素制约，此次庐山站改扩建工程首次将现代高铁站房横架在多条繁忙干线上。

2020年9月，庐山站启动站房改扩建工程，工程分东西站房两期建设。其中，西站房已于2022年4月完成建设并投用。改扩建完成后，新建庐山站面积将扩至6万平方米，车场规模8台25线。

“庐山站改扩建项目，首创多条线上高架横跨顶推，同时结合庐山文化元素，并加大绿色环保设计；施工探索了高落差瀑布式大型双曲面大雨棚、大型站房改建钢结构整体跨线顶推等多项工艺。”中铁建设庐山站项目负责人康宽彬说。

绿色人文，描摹一条“庐山瀑布”

因汇聚京港高速铁路安庆—九江段、武汉—九江铁路、南昌—九江城际铁路、北京—九江铁路等多条铁路干线，庐山站已成江西省第二大铁路站房。

在市区内扩建庐山站，设计除了首创在多条繁忙干线上架设新站房的形式，同时还结合庐山文化元素，贯彻绿色发展理念。

进入已投运的庐山站西站房，首先映入眼帘的便是正立面中部的“庐山瀑布”造型的大雨棚。“设计为‘庐山瀑布’飞流直下三千尺的大雨棚，两侧结合柔美的曲线，雕刻出‘众水汇集’的韵律感；站房外立面，采用了白色装饰铝板幕墙与横隐、竖明的玻璃幕墙相结合的形式，运用拼叠的弧线造型，演绎出庐山的秀美之感。”中铁第五勘察设计院集团有限公司庐山站建筑设计负责人孙玉刚说。

设计团队还以“雄秀庐山”为抽象原型，以“山影水语、融汇九川”为设计理念，整体勾勒出“融山纳水、浑然一体”的站房形态。

此外，庐山站还创新多项绿色环保设计。

“据测算，天窗部位采用滤光管帘引入自然光，站房平均每年预计节约140556度电。”中铁建设庐山站项目机电经理穆成林说道。

在庐山站西站房候车大厅设计中，9个天窗别具特色。天窗分别与九江的赣江水、鄱水、余水、修水、淦水、盱水、蜀水、南水、彭水等“九水”相呼应。其疏密均匀的滤光管帘吊顶，犹如波光粼粼的水面泛起的一丝涟漪，对阳光的吸收和折射能力较强。“白天过滤后的阳光，均匀洒落点亮整个空间，无需额外照明，美观的同时还节能环保。”孙玉刚说。

3D打印，还原“飞流直下三千尺”

“庐山瀑布”造型的大雨棚，有一种强烈的“飞流直下三千尺”的磅礴气势与美感。

用建筑材料人工打造的“高落差瀑布式大型双曲面大雨棚”，为国内首例。大雨棚由三个方向的曲面造型围合而成，跨度36米、高差21米、面积达3600平方米，空间曲率连续大幅度变化，内部空间复杂程度堪称同类型空间吊顶之最。

“交叉节点多达624个，外部空间选择的建材为双曲铝板，共1864块，造型均不相同，自上而下拼接成不规则发散状扇形结构。”康宽彬说。

面对这一建设难题，项目团队采用3D打印及BIM信息化技术。用3D打印技术扫描图纸，形成3D实体等比例三维模型，完成对大雨棚施工的虚拟与实体双重控制；利用BIM信息化技术进行空间定位。“我们先后进行了13次实体样板与模型参数的对比。”康宽彬说。

在施工过程中，技术人员还结合自主研发的云技术质量管控平台对工程进行质量管控，将室外1786根弧形龙骨和双曲面铝板安装精度控制在0.5毫米，确保室内大雨棚空间2268根尺寸不一、曲率不同的铝条板能够精准拼接。

为完美体现倾泻而下的瀑布，除比选合适的铝板外，超长弧形铝条板对焊接工艺的要求也极为苛刻。“做这项焊接工艺的，都是具有20年以上经验的船舶焊接工。”康宽彬说。

3D与BIM信息技术建模，云技术质量平台管控，选材用料严格把关，专业焊接师确保焊缝“隐形”……最终团队精准还原出了一条“飞流直下三千尺”的“庐山瀑布”。

安全高效，创四项顶推施工世界纪录

正在架设的庐山站东站，上架站房结构由候车层桁架、换乘通廊及天桥等5个单体组成。总宽176米，总长90米，总重4300吨，覆盖面积达15840平方米，相当于38个标准篮球场。

由于施工不能影响铁路干线运营及施工场地狭小等原因，项目团队邀请专家对施工方案进行了11次论证，创新采取“工厂内分段制作+现场分单元组拼+数控液压同步顶推”的顶推方案。“新方案较常规吊装，在安全性、可行性上更占优势，且能缩短约8个月的施工时间。”康宽彬说。

由5个单体组成的“钢铁巨无霸”，各结构间的造型、刚度、受力等均不一致，过程中变形控制难，工序转换量较大，要确保在有限时间内完成安全顶推，是施工面临的最大关隘。“技术团队在结构之间，创新采用空间限位转换技术进行临时铰接，使连接部位有弹性伸缩范围，解决了两侧结构体因不同步容易变形的难题，确保了异形不等高钢结构组合体的顶推同步。”中铁建设庐山站项目总工程师崔现良说。

此次顶推的钢结构组合体十分复杂，由43581根钢梁组成。为在有限的天窗时间内做到顶推安全高效，项目创新采用振弦式应变传感器系统，通过监测仪实时监测钢结构的温度、应力、位移三大数据系统，监测数据多达175组。

据悉，庐山站东站顶推施工将分三次完成，全部顶推完成后，将一举创造站房改造工程跨线顶推施工中宽度、重量、面积、滑轨数量等四项世界纪录。

庐山站东站房主体结构预计12月底完成施工，届时将填补上跨铁路繁忙干线高效安全建设大型站房改造工程的空白。

成果播报

果实膨大机制被揭示 巨型南瓜体形有望创新高

◎过国忠 通讯员 虞 璐 张雨欣

近日，扬州大学日光温室内的巨型南瓜花朵陆续开放。

“这些天，我们团队正抓紧开展人工授粉工作。”正在忙碌的扬州大学园艺园林学院园艺专业的本科生陈晨说，“目前，正是南瓜整枝、理蔓、定果等植株调整工作的关键期，希望这一季能种出更大的南瓜。”

据介绍，该团队在扬州大学教授缪旻珉的指导下，历经3年，首次揭示了巨型南瓜独特的果实膨大机制，为南瓜果实大小性状选育相关工作、促进南瓜果实增大提供了重要的科学依据。团队采用的现代栽培技术，种出的南瓜达366斤。

2022年，该团队相关研究成果获得全国大学生生命科学竞赛一等奖。

“3年来，我们通过课堂学习，了解了巨型南瓜的存在，但是目前学术界有关巨型南瓜生长机理的研究文献很少见。那么，巨型南瓜是否有生长极限？是什么机制促使南瓜果实这么大？可食用南瓜的最大生长值究竟是多少？这些问题都是值得研究的课题。”陈晨说。

为了解开这些疑惑，陈晨和几个志同道合的小伙伴一拍即合，踏上了研究巨型南瓜的艰辛之路。

缪旻珉介绍，目前，常用作栽培比赛或展览的巨型南瓜品种名叫大西洋巨型南瓜，由小南瓜选育而来。因此，巨型南瓜的“祖先”是小南瓜。

如何选育出巨型南瓜？

该科研团队首先从解剖学形态、植物生理学方面，对巨型南瓜的果实和小南瓜进行了差异对比，并通过系统研究发现，巨型南瓜的叶片光合指标、果柄粗度、韧皮部维管束数量和果实α-半乳糖苷酶活性等相关指标均显著上升，导致巨型南瓜的同化物运输速度非同一般，大量的同化物快速积累使得果实膨大速度远高于小果品种。

在此基础上，该团队开始了更加细致入微的探究。通过杂交大西洋巨型南瓜和小南瓜，团队发现子一代果实上开始存在超亲分离现象，并不断延续下去，这表明有多个基因在控制着果实的大小。

“我们师生科研团队立刻进行南瓜全基因组重测序工作，构建了高密度遗传图谱，共筛选出13个候选基因，并获得了4个与果实大小相关的分子标记。其中，借助候选基因表达和功能分析，我们还发现植物激素相关基因影响果实膨大，2个基因分别控制生长素和油菜素内酯这两种植物激素。”缪旻珉说。

据了解，在对基因重点比对和试验后，该团队最终得出结论，植物激素的合成与信号转导的转变是促进果实膨胀的关键。与此同时，该科研团队开发出的分子标记方法可用于果实大小的辅助育种，并总结出一种促进巨型南瓜果实增大的有效方法。

目前，相关研究成果已申请2项发明专利，并在国际相关学术刊物发表研究论文4篇。

“科研过程远比看到的艰辛，但看着南瓜从一颗小小的种子长成巨大果实，真的太奇妙了！”陈晨说，尽管当初实验看不到头、论文也屡次被拒，但团队没有人想过放弃。

近年来，该团队还与扬州地恩生态农业科技有限公司联合开展技术推广，指导该公司培育的巨型南瓜单果重量平均增加46.5%，3年累计推广应用面积达300亩，增收近600万元。

值得一提的是，该团队选育种植的巨型南瓜果型巨大，造型各异，有的可供食用，有的以观赏为主，已成为当地休闲观光农业的“宠儿”。

“未来我们团队将进一步攻克难关，希望早日解开巨型南瓜的全部奥秘，培育出更多可食用、口感好的巨型南瓜，为乡村产业振兴贡献智慧和力量。”陈晨说。

团队培育的巨型南瓜。 张琼供图

全国首个高压大容量柔性低频输电工程竣工

科技日报讯 （洪恒飞 张蕾 记者江耘）5月22日，记者从国网浙江省电力有限公司获悉，杭州220千伏中埠换频站成功带电，实现了交流220千伏电压等级电气量的频率可控转换，意味着全国首个高压大容量柔性低频输电工程——杭州220千伏柔性低频输电工程基建工程全面竣工，进入启动调试阶段，整体投运迈出了关键一步。

柔性低频输电是一种以电力电子技术为基础的高效交流输电技术。它将传统电网中50赫兹的输送频率降低到20赫兹，可以有效提升输电线路的输送容量、输送距离及输送效率。中埠换频站位于浙江省杭州市富阳区南部，总占地面积6500平方米，是杭州220千伏柔性低频输电项目的重要组成部分。

国网浙江省电力有限公司瞄准柔性低频输电技术在海上风电送出和大都市高密度负荷区域的应用前景，率先以杭州为试点，在全国范围内首次将高压柔性低频输电技术应用到城市电网。预计今年6月，杭州220千伏柔性低频输电工程将在杭州亚运会举办前建成投运，届时富春江上会有条条银线横跨江面，将220千伏亭山换频站与220千伏中埠换频站联通起来，令杭州富阳与杭州萧山南部昇光两大供区电网实现互联。

“亚运会点多面广，富阳供区内有两个竞赛场馆，萧山昇光供区更是亚运会主场馆‘大莲花’所在地，两大负荷中心的可靠互联，让供电可靠性大幅提升，对亚运会的电力保障意义重大。”国网杭州供电公司技术人员许挺介绍。

给地层做“四维彩超”，精准定位页岩油气

◎本报记者 张 晔 通讯员 于晓东

我们脚下的地球究竟埋藏着多少秘密？地层深处还有多少资源可供人类使用？

为了探究这个答案，地质勘探人员的足迹遍及高山、峡谷和荒漠。随着技术进步，现在科研人员用电磁波给地球做一次成像观察，就能探明大量的矿产资源，创造出巨大的经济效益。

记者从中石化石油物探技术研究院获悉，截至5月20日，该院运用自主研发的逆时偏移（RTM）高精度成像技术，已完成对江汉、西南、华东等多个页岩气工区的勘探，为平桥区块页岩气产能建设、阳春沟常压页岩气开发、白马千亿方储量申报、綦江深层气田千亿方资源量的勘探发现和焦石坝气田百亿方产能建设提供了高精度影像资料。

一双“透视眼”看清数千米地层

储存着石油和天然气的页岩，其地质构造犹如“磨刀石”一般，没有传统油气层那样的空隙，因此勘探和开发困难极大。而与北美页岩气产区的大平原地貌、储层埋深仅在一两千米的特点相比，我国页岩气开采面临地表崎岖不平、地下构造变形、埋深达三四千米甚至更深的不利局面。

如何将地下构造看得清、“甜点”位置预测准、页岩油气采得出，是多年来萦绕在石油物探技术研究院页岩油气高效开发地球物理评价技术及应用创新团队心头的三个问题。为此，该院组建“采集+处理+解释+地质+工程”多学科联动的一体化技术支撑团队，自主开发出RTM高精度成像系列技术。

如果将常规的地震成像技术比作给地球拍CT，那么RTM成像处理技术好比拍核磁共振影像，能把地下微小组织结构看得更清。2013年，团队迎难而上，针对当时国际最先进的RTM成像技术提出了自主研发的技术方案，通过大量测试和反复的对比分析，最终成功实现了独立研发，成像效果完全满足了设计要求，唯一的缺点就是运算速度太慢。

为了让RTM技术更上一层楼，团队负责人提出了利用GPU加速的RTM多卡协同计算算法，经过国内多个油气田测试得出的生产数据表明，这种算法让计算效率提高了10倍以上，大幅压缩了RTM技术应用周期，实现了高端技术在生产一线的实用化，并填补了国内技术空白，突破了国外公司的技术垄断。

2014年，RTM高精度成像系列技术首次应用在焦石坝页岩气主力产区，获得的三维高清地震影像支撑了50亿立方米页岩气产能建设目标任务的顺利完成。

技术“组合拳”让三维影像去伪存真

随着RTM成像技术在油气田生产一线广泛应用，以及地质勘探需求的不断升级，其浅层成像低频化、频带单一、相位不准等一系列新问题逐渐显现，需要尽快解决。

经过反复的技术锤炼和迭代升级，该团队科研人员于2014年率先提出了TTI-RTM成像技术。TTI-RTM技术不仅可以解决上述问题，还能给三维影像加上保险，去伪存真，消除假构造。

实验验证发现，TTI-RTM能让成像效果得到全面提升，并且将RTM成像的应用范围从各向同性介质拓展到各向异性介质，再拓展到吸收衰减介质，完成各种地质条件下的技术延伸，形成“组合拳”系列技术产品，服务于我国油田企业的油气勘探开发事业。

2017年，该技术成功投用到南川平桥区块和白马区块近1000平方公里的试验区，将产能建设面积翻了一番，助推常压页岩气田的开发方案由68口井增加到126口，有效支撑千亿方页岩气储量阵地建设。

页岩油气富集的层系被称为“甜点”。为了让钻头能够在厚度仅为20米的页岩气甜点靶窗中准确穿行，2017年，团队与西南油气分公司加强科研生产一体化联合攻关，成功试验出随钻快速成像及钻井导向技术，让三维影像动了起来，犹如给地球做起了“四维彩超”。在川东南、川西和苏北等页岩油气勘探区块，团队已经准确识别页岩的地质与工程双甜点发育区，累计实现甜点预测面积6020平方公里。

经过持续攻关和技术打磨，2020年，团队又提出一种针对微地震弱信号的“蜂窝”阵列采集新方法，研发了三种适应观测系统的弱信号增强处理方法和微地震事件智能识别方法，绘制出页岩油气输导的“毛细血管网”。经过测试，微弱地震信号识别能力提高50%以上，实现了涪陵页岩气稳产、威荣页岩气田建产。

与此同时，通过多年技术积淀，团队开发出一系列自主知识产权的软件产品，打破了国际石油勘探服务公司对高端技术的限制，其中5项技术经鉴定达到国际领先水平。