

## 运用18种智能机器人施工建造

## 广州白云站：车站能“伸缩” 广场会“呼吸”

◎本报记者 矫阳

2023年12月26日，粤港澳大湾区首个现代综合交通枢纽——广州白云站通车运营。

广州白云站设有3条正线、21条到达出发线、21个客运站台面。站房四角的雨棚之上，各“长”出一座大楼。这些大楼为高137.9米至153.8米的塔楼，与圆形的车站融为一体，整体形成对白云站站房的环抱之势，构成“天圆地方”的规划布局。

广州白云站以“云山珠水、木棉花开”为设计主题。建筑外观独具岭南特色，站房往外延伸的“花瓣”与广州市花木棉花相呼应。建造广州白云站，设计团队运用了大量先进设计理念和建筑科技，多项创新工艺被融入其中。

## 大楼“长”在车站上

“广州白云站是铁路站城融合、探索土地集约高效利用的典型代表。”中铁第四勘察设计院集团有限公司广州白云站负责人黄波说，盖在站房雨棚上的四座大楼，覆盖了写字楼、公寓及酒店等多种业态。

广州白云站为国内第一个在铁路正线上方建造高楼的火车站。从结构设计的安全性来讲，这种建筑既要满足铁路结构的承载要求，也要达到上面高层建筑的基础承载力要求。

如何承载四座楼的重量？“我们采用立体‘造地’技术。”中铁建工集团广州白云站项目经理钟万才说。据介绍，此次“造地”面积约为6.8万平方米，由276根直径1.65米的钢管混凝土柱支撑起重达28万吨的上盖盖板。实施过程中，中铁建工集团团队凭借“雨棚上盖转换层框支转换技术”，采用多种转换形式，实现了上盖结构的灵活布置。落地框支柱采用直径1.65米的高强度圆钢管混凝土柱，抗侧力、竖向承重、抗震性能优越，保障了“空中起高楼”的顺利实施。

## “既融又分”的站城融合模式

广州白云站是广州铁路枢纽五主四辅客运站中的主要客运站之一，承接了枢纽内的普通列车始发终到作业。车站前后，分别有一个绿色小公园，这两个小公园被称为呼吸广场。黄波说，广州白云站的主要乘客以普通铁路长途旅客为主，这样的客站具有旅客长时间候车和春运客流爆发两个特点。

针对上述情况，设计团队提出了“可伸缩的车站、



广州白云站内景。受访单位供图

会呼吸的广场”的概念，打造了“既融又分”的站城融合模式。

“呼吸广场平时可作为舒适宜人的休闲景观广场，以及商品展示、演艺集会的多功能城市空间。春运等特殊状况时，两个呼吸广场还可作为容纳大量旅客临时聚集并可直通站台的扩展候车室，充分满足了普通列车客站客流的弹性候车需求。”黄波说。同时呼吸广场还可应对突如其来的灾害天气以及晚点旅客滞留等，使得客站面对突发事件具有极强的韧性，可以做到常态响应、应急响应。

广州白云站规划设计理念为“竖向交通、便捷化交通”。为此，我们创新采用“腰部落客，四角进站”的新设计。”黄波说。通过分层设置，从地面到地下，广州白云站引入各种交通方式。在流线设计上分流到达和出发客流，使往来旅客享受到“交通设施零距离、无缝换乘”的便捷。

## 机器人造出钢结构木棉“花瓣”

广州白云站主站房建筑外观造型是104根木棉花瓣状的钢结构。候车大厅顶部采用了橙白相间的内花瓣设计，形似复兴号高铁列车整齐划一、蓄势待发，又似广东的龙舟，寓意百舸争流、千帆竞发。

“花瓣”异形钢结构体量大、节点多、悬挑远，施工面临特殊环境作业范围广、各专业交叉作业多、临近既有线路施工防护要求高、高空作业风险大等难点。为确保钢结构焊接质量受控，中铁建工集团项目团队首次试用了无轨道全位置爬行焊接机器人。该机器人应用视觉传感技术、焊缝跟踪智能系统和焊炬摆动系统，无须预设轨道、导向，设备磁吸在构件上行走即可完成焊接作业，可实现90度向上、立向下和横向爬行焊接，保障了项目按时高质量完成。

针对“花瓣”等大量异形构件，中铁建工集团项目团队还借助三维激光扫描机器人，形成了1:1的实体模型文件。团队在此基础上再进行原材料数字化加工，通过三维扫描点云技术、BIM技术复核装饰结构，进行动态纠偏优化。

“广州白云站是全国首个大规模运用机器人进行施工的铁路工程项目。施工全过程已累计试用了包括无轨道全位置爬行焊接机器人、地面平整机器人、地面抹平机器人、地坪抹光机器人等在内的18种智能机器人。”中铁建工集团广州白云站项目总工程师刘俊说。

中国铁路广州局集团有限公司相关负责人表示，广州白云站开通运营后，对提高广州铁路枢纽客运能力，推动粤港澳大湾区建设，具有十分重要的意义。

## 厚度看齐羊毛衣 暖度不输羽绒服

## 我国科学家用气凝胶织出“北极熊毛衣”

科技日报讯（洪恒飞 周炜 记者江耘）穿上人造纤维织就的超薄衣物，就能摆脱臃肿的羽绒服，像北极熊一样不畏严寒？1月3日，记者获悉，浙江大学化学工程与生物工程学院柏浩教授和分子科学与工程系高微微副教授团队近日在国际学术期刊《科学》上发表了最新研究成果。该成果通过模仿北极熊毛的“核-壳”结构，制备出一种封装气凝胶超保暖人造纤维。它不但有传统保温材料隔热功能，还能“封锁”人体向外辐射的红外线，且可以直接用商用纺织机编织成面料。

一身具有超强保暖效果的“毛衣”，让北极熊能适应零下40摄氏度的环境。北极熊的毛是中空结构，里面封装了大量空气，可通过抑制热传导和热对流减少热量流失。

保暖衣物的设计正是运用了这一原理。为了让衣物在保暖的同时更加轻薄，科研人员试图用更少的材料封装更

多空气。孔隙率极高、密度比空气还小的气凝胶（空气占总体积90%以上）是一种理想选择。然而，由于气凝胶涂层容易脱落，且气凝胶含量有限，存在耐磨、抗拉伸等力学性能不佳等问题。若要将它用于提升衣物保暖性能，还需突破相关技术和工艺。

2018年，柏浩课题组模仿北极熊毛发结构，曾研制出一种有序多孔的隔热保温材料，然而其轴向抗拉伸性还不够理想。带着新的挑战，柏浩课题组注意到一个被忽略的细节——北极熊的毛不仅是中空的，而且还有一层约20微米厚的壳，占了毛发直径的四分之一。

借鉴北极熊毛的“核-壳”结构，团队历时近6年，研制出了一种新型纤维。该纤维的中心是高分子气凝胶，内部分布着直径大约为10—30微米的纤长小孔。它们朝着同一个方向排列，像一个个存储空气的仓库。同时，一层热

塑性聚氨酯弹性体外壳将内部的气凝胶包裹起来。

“核”负责超强保暖。保暖在一定程度上讲就是防止热量的流失。”论文第一作者、浙江大学博士生吴明瑞介绍，人体散热的主要形式包括热辐射、热对流、热传导和汗液蒸发等，其中热辐射的影响最大（占比40%—60%），热量以红外辐射的形式流失。

吴明瑞解释说，红外线是从体表皮肤向外辐射。让新型纤维内部小孔的取向与辐射方向垂直，同时调整尺寸，就有望匹配红外线的波长，从而达到锁住红外辐射的目的。

“壳”负责强韧耐用。团队为新型纤维设计的热塑性聚氨酯弹性体，使得新型纤维能被拉伸到自身长度的两倍而不断裂，很好地满足了衣物纤维的抗拉伸需求。”柏浩说，过厚的“壳”会影响纤维的保暖性能，团队选取了一个最优值，兼顾了材料的保暖性能和力学性能。

在零下20摄氏度的恒温冷库内，联合团队进行了一项对比试验——由科研人员分别试穿初始温度相同的羽绒服、羊毛衫、棉毛衫和用新型超保暖人造纤维制成的“北极熊毛衣”，并记录衣物表面温度的上升情况。

“升温越少代表人体热量流失越少。”柏浩介绍，试验开始几分钟后，棉毛衫的表面温度上升到了10.8摄氏度，羽绒服的表面温度上升到了3.8摄氏度。厚度和羊毛毛衣接近，仅为羽绒服三分之一到五分之一的新款“北极熊毛衣”表面温度上升到3.5摄氏度。

“目前，实验室内可连续制备这一新型纤维，并对新款‘北极熊毛衣’进行着色。”柏浩表示，其制备成本主要源于物料和加工。现阶段物料成本虽低，但加工成本较高，若要实现工业化量产，还需要进一步改进工艺、降低成本，才能让“北极熊毛衣”真正出现在货架上。

林学院教授郭文武介绍，柑橘是湖北第一大水果，湖北也是柑橘优势产区。然而，湖北柑橘产业仍然面临地方特色品种改良滞后、自主培育品种偏少、主栽品种主要引自国外等问题，亟须现代高效生物育种技术支撑柑橘种业高质量发展。

该课题以细胞工程育种技术研发为前提，以核心种源创制为根本，以育种新材料创制为基础，以突破性新品种培育为目标。旨在按照“三个一批”的思路，即示范推广一批、评价筛选一批、创制储备一批，改良湖北地方良种并进行试验评价，为湖北省和我国柑橘种业发展储备新品种、提供技术支撑，确保柑橘种源自主可控和种业科技自立自强。

培育新品种、改良新品系，最关键的是育种技术。利用细胞工程技术进行柑橘育种，是郭文武20余年来孜孜不倦的追求。基于该思路，郭文武教授团队已创制获得沙田柚、桃叶橙等有核品种的胞质杂种10余例。其中，“华柚2号”实现了雄性不育和果实完全无核，是国际首例柑橘细胞工程直接培育的胞质杂种新品种。与多年生木本果树多代回交育种相比，“华柚2号”的细胞融合可在1年内实现胞质雄性不育性的有效转移，育种周期缩短20年以上。

## 成果播报

## 我国首套煤层气提取高纯氢气装置成功应用

科技日报讯（记者刘园园）记者1月3日从中国煤炭科工集团获悉，该集团煤炭科学技术研究院有限公司（以下简称煤科院）承建的我国首套含氮煤层气提取高纯氢气装置近日成功应用，顺利产出99.999%以上纯度的高纯氢气。

这标志着我国完全掌握了含氮煤层气提取成套工艺及其工程化技术。我国含氮煤层气提取高纯氢气技术获得重要进展。

“氢气是高科技产业发展不可或缺的战略物资之一，被称为‘黄金气体’。”煤科院煤化工分院炭材料研究所副所长、项目技术负责人郭昊乾介绍，氢气用途极其广泛，可应用于航空航天、高端医疗、半导体制造、大科学装置等众多领域。目前，氢气唯一的工业化生产方式是从天然气中提取。

煤科院此次开发的含氮煤层气提取高纯氢气装置应用于窑街煤电集团所属海石湾煤矿。该煤矿煤层气属于我国极为稀少的含氮煤层气资源。煤层气作为一种非常规天然气，相较于常规天然气，其成分更为复杂，提取氢气难度大。而海石湾煤矿煤层气同时还含有大量的二氧化碳，分离提氢难度上加。

为解决含氮煤层气制备高纯氢气难题，自2021年开始，煤科院联合窑街煤电集团围绕含氮煤层气提氢技术开展科研攻关。郭昊乾介绍，凭借在气体分离提纯领域的技术积累，煤科院攻关团队融合变压吸附、膜分离等多项气体分离关键技术，创新开发了“变压吸附+膜分离+精制纯化”的煤层气提氢工艺。

“这种煤层气提氢工艺不同于天然气液化提氢，我们攻克了多组分煤层气变压吸附脱碳、浓缩、提氢一体化分离关键技术以及膜分离和高效精制纯化耦合关键技术，提取的氢气纯度最高可达99.9999%以上，为高纯氢气资源获取提供了新途径。”郭昊乾说，不仅如此，提取氢气后的煤层气可继续用作发电原料气，使煤层气和氢气资源同时得到高效利用，为企业创造了“一举多得”的经济、社会和环境效益。

据介绍，下一步，煤科院提氢成套工艺技术将推广应用至常规天然气提氢领域，以增加我国氢气资源供给途径，为我国低温超导、高温气冷堆和大科学装置等领域发展提供资源保障。

## 黑龙江省“百千万”工程大豆专项通过验收

科技日报讯（记者李丽云 通讯员刘淑艳 王红蕾）1月3日，记者获悉，黑龙江省“百千万”工程生物育种专项“高产优质大豆新品种选育”项目近日通过黑龙江省科技厅组织的专家验收。专家评审组认为，该项目创制了一批高产、优质、特用的大豆种质资源和类型丰富的大豆新品种，开展了良种、良法配套的集成示范，提高了大豆单产水平，增加了农民种植效益，对稳定大豆主产区种植面积具有支撑作用，有较好的社会、经济和生态效益。

大豆振兴，品种先行。优良品种是确保黑龙江省大豆高产、优质、稳产的重要基础。在黑龙江省科技厅的支持下，4年来，由黑龙江省农业科学院、东北农业大学、黑龙江省农垦科学院、尚志市益农农业有限公司等单位组成的大豆育种全链条要素资源团队，针对黑龙江省目前育种目标单一、高产优质品种不足的主要问题，利用引进的国内外、不同育种单位的大豆种质资源，采用生物育种和分子标记辅助选择技术，精准快速地实现了优良基因聚合，缩短了育种年限，提高了选择效率，实现了常规育种、重离子辐射诱变、生物育种与分子辅助选择等技术的有效结合。

该项目执行期间，累计育成高

产优质大豆新品种30个，创制优异种质资源105份，获得植物新品种权11项。5个品种被黑龙江省农业农村厅推荐为黑龙江省大豆主产区主导品种，累计推广面积达到1157.6万亩。其中，育成的高产、高蛋白大豆品种“绥农88”蛋白质含量高达46.71%，高油、高产大豆品种“合农134”脂肪含量高达22.35%，远超过行业标准。同时，项目育成品种还实现了良种、良法、良机、良田相结合的配套栽培技术集成示范。在示范基地，经专家测产，示范品种亩产均超过200公斤，较当地对照品种增产8%以上，实现了大豆品种从单纯追求增产潜力，到产量和品质双提升的飞跃。

项目主持人、黑龙江省农业科学院绥化分院研究员景玉良介绍，项目组在满足市场对大豆多元化需求的同时，注重强化校企合作与创建示范基地并行，多措并举促进成果转化和产业化。通过与种业企业和加工企业多渠道沟通，项目进一步加强了企业对于新品种的了解。该项目的16项成果实现落地转化，成果转化收入近1200万元，增加企业营业收入5753万元，增加社会效益近10亿元。

## 工期预计提前1个月 节约成本238万元

## 数智化技术让公路施工又快又省

◎本报记者 龙跃梅  
通讯员 黄帅 李岚

“通过运用数智化技术，项目整体工期预计可提前1个月，施工人员成本降低5%，节约成本238万元。”近日，隆林委乐至羊步公路一期工程项目负责人魏玉虎说。能达到这样的效果，是因为该项目以打造数智升级示范项目为目标，不断提升数智建造水平，总结数智建造创新及实用经验，促进生产变革创新。

中铁一局一公司承建的隆林委乐至羊步公路一期项目，地处广西壮族自治区百色市隆林各族自治县境内，为设计速度100千米/时的双向四车道高速公路。线路全长10.2千米，建成通车后将与贵州兴义及云南广南相连。

“项目积极探索使用BIM+数智一体化平台实现全方位管理。”魏

玉虎介绍，他们将现场系统和硬件设备集成到统一的平台，这种方式可将产生的数据实时汇总，使项目管理层全面掌握生产过程。此外，该平台还能智能识别项目风险并预警，为项目管理层建设了一个数字指挥调度中心。

该项目副总工董伟介绍，项目积极推广数字化梁场统筹管理，创新采用了基于BIM的智慧梁场协同管理平台。该平台集成了梁场施工管理系统、监控监测系统、以预制梁的BIM模型为载体，直观呈现钢筋、模板、浇筑、养护、张拉、压浆等各工序节点信息。各工序间无缝衔接，提高了生产效率，降低了技术人员统计工作量。

据了解，该项目梁场制梁最高工效由4片梁/天提升至6片梁/天，梁场管理人员从4人减至2人，并且实现了24小时全天候生产，提前41天完成了项目制梁任务，节约成本137万元。

## 细胞工程技术结出累累柑果

◎本报记者 吴纯新  
通讯员 晏华华

近日，华中农业大学柑橘细胞工程育种试验园挂满红彤彤、黄灿灿的橘柑橙柚。湖北省农业农村厅、湖北省农业科学院果树茶叶研究所、枝江市桔缘柑桔专业合作社以及华中农业大学的专家们走进试验园，踏上一场访学之旅。

“华柚2号”“华柚5号”“华橙2号”“华橙柚1号”“三倍体优系1”“三倍体优系2”……展台上摆放着10余种通过细胞工程技术和改良的柑桔新品种和新优系。这些新品种和新优系集

无核易食、细腻化渣、酸甜可口、风味馥郁等于一身。

这批柑桔新品种新优系是湖北省支持种业高质量发展资金课题“细胞工程技术改良湖北柑桔地方良种与无核优质新品种培育”的阶段性成果。

该课题利用细胞工程高效育种技术进行核心种源创制。以有核品种为对象，创制二倍体胞质杂种、异源和同源四倍体，利用核心种源改良湖北地方良种并试验评价，进而自主培育出无核优质、极早（极晚）熟的突破性新品种，并在湖北适宜产区进行试验评价和示范推广。

该课题负责人、华中农业大学园艺

林学院教授郭文武介绍，柑橘是湖北第一大水果，湖北也是柑橘优势产区。然而，湖北柑橘产业仍然面临地方特色品种改良滞后、自主培育品种偏少、主栽品种主要引自国外等问题，亟须现代高效生物育种技术支撑柑橘种业高质量发展。

该课题以细胞工程育种技术研发为前提，以核心种源创制为根本，以育种新材料创制为基础，以突破性新品种培育为目标。旨在按照“三个一批”的思路，即示范推广一批、评价筛选一批、创制储备一批，改良湖北地方良种并进行试验评价，为湖北省和我国柑橘种业发展储备新品种、提供技术支