

科创大厦： 绿色技术打造的“近零能耗”高楼

◎本报记者 叶青
通讯员 张琦 黄广圣

云端建造工厂、全生命周期碳排放管控平台、智慧运维……在绿色技术助力下，位于广州国际金融城东区的科创大厦（金融城绿色建筑示范项目）成为国内首座高度超过150米的“近零能耗”建筑。建筑实现综合节能率61.00%、可再生能源利用率25.36%。目前该建筑已通过LEED金级预认证及绿色建筑三星预评价，成为我国建筑领域落实碳达峰碳中和目标的示范案例。近日，该项目入选国家发展改革委公布的《绿色低碳先进技术示范项目清单（第一批）》。

一座超150米的“近零能耗”建筑，背后有着怎样的绿色技术呢？近日，记者对此进行了采访。

绿色设计理念

“项目全面贯彻‘低碳、绿色、人文’的发展理念，将绿色理念和节能举措贯穿建筑全生命周期。这是我们设计这座建筑的初衷。”中建四局EPC设计院党委书记、院长刘会玲介绍。

广州冬暖夏热，炎热潮湿，建筑如何与气候相适应呢？“传统的超高层办公楼通常采用全封闭式幕墙结构，几乎隔绝了与外界的自然通风。因此在过渡季节，即使外部条件适宜，也不得不依赖空调系统进行通风，造成能源浪费。”广东省装配式建筑与绿色建材专家委员会副主任、中建四局EPC设计院总工程师任彦鑫说，“在设计中，我们根据广州的气候特点，采用冷巷、太阳能烟囱等被动式建筑设计，利用自然通风减少空调系统运行时间。”

设计团队首次在超高层建筑中引入太阳能烟囱和冷巷设计。冷巷是指建筑排列组合形成的比较窄的巷道，或者是在建筑的一侧留出的一条小廊

道。风经过这里时风速会增大，风压会降低，与冷巷接通的各房间，较热的空气会被带出，较冷的空气会进入补充，从而达到通风效果。

“我们在裙楼设置了南北贯穿式冷巷，并采用1—7层通高的设计，顶部设置可开启天窗；同时，我们在塔楼北侧设置了太阳能烟囱，东南西三侧设置可调节启闭的地面通风器。这种设计可充分增加过渡季节办公区域的自然通风，有效带走室内的热空气和湿气，减少建筑能耗。”任彦鑫说，“我们希望通过前端设计一系列被动式和主动式的节能减排措施，实现绿色低碳目标。”

广州地区夏季时间长，科创大厦还采用了遮阳光伏一体化幕墙、建筑光伏发电系统等技术。

“项目创新应用了建筑光伏发电系统。这个光伏系统设置在塔楼屋顶、幕墙横向装饰翼以及裙楼屋顶上，外形与整体建筑外观效果相结合。它在起到遮阳装饰效果的同时，最大化开发可再生能源。”中建四局科创大厦项目设计管理部经理李航宇介绍。

科创大厦整个建筑的集成太阳能光伏板使用面积超过7800平方米，每年的发电量可达65万度，一年的减碳量就可以达到350吨。按照光伏板25年的使用寿命来计算，预计在全生命周期可减碳8700吨。

“集成太阳能光伏板不仅有效阻挡了直射阳光，还能将太阳能转换为电能，为整个建筑提供动力。”李航宇说。

此外，大楼采用高效制冷机房、新风全热回收、高效输配系统和末端、高效智能照明等，最大程度降低能源消耗。目前，科创大厦塔楼楼高大部分区域光照可达到每天8小时以上，配合照明日光感应控制，大大降低了照明能耗。

智能建造工艺

自动抓取钢筋、混凝土振捣、外墙



图为位于广州国际金融城东区的科创大厦（效果图）。

受访单位供图

模板开合……在中建四局科创大厦封顶的施工现场，8款智能机器人配合默契，协同作业。更为有趣的是，一旁监工的“巡检员”也是机器人。

这充满科技感的一幕，正是得益于云端建造工厂。云端建造工厂是我们自主研发的智能系统。这种智能化的施工方式不仅提高了建设速度，实现了核心筒的建造速度从传统的7天一层提高到4天一层，还减少了施工过程中的能耗和排放。”中建四局城市发展投资有限公司副总经理、项目经理张腾说。

云端建造工厂由支撑系统、智能装备系统、智能控制系统、模板挂架系统四大系统组成，融合建筑机器人、智能感知、云计算等技术。“云端建造工厂通过集成通风降温系统、机器人轨道系统，形成人机协同的类工厂化作业环境。这样既为工人创造了一个安全舒适的作业环境，又加快了项目整体建设

速度。”张腾表示。

同时，云端建造工厂还布置了5G基站和分布式中继路由，组建起高精度、低时延、全覆盖通信网络，实现了云端建造工厂的实时感知和智能管控。

走进科创大厦项目指挥中心，只见双碳管控平台的大屏幕上，实时显示着木模板、钢材等建筑垃圾的回收情况。该平台可对建材生产阶段、建材运输阶段、施工阶段的碳排放，进行分时、分区、分类的同步实时预测及动态监测。

从2022年4月正式奠基开工至今，科创大厦项目累计碳排放量39172吨，累计减碳6550吨。

张腾说：“科创大厦的建设将数字智慧建造贯穿于设计、施工与运维全过程，实现了近零能耗的施工和运营。这些措施有助于提高能源使用效率，减少温室气体排放，为‘双碳’目标的实现作出了贡献。”

连接件和油缸方向进行调整的基础上，缩短了二运桥梁并定制了一批适应转弯的皮带跑偏装置，将转弯皮带架全部进行地锚固定，使其在转弯过程中抓地更稳。

该条巷道施工负责人高金川向记者介绍，为了确保巷道掘进后掉下的矸石能全部运出去，盾构机每换步一次，工作人员就要对运输设备进行一次调整，以更好地适应巷道轨迹，确保皮带运行的连续性。

主控室的导向测量数据画面由弧度转为直线，标志着盾构机成功完成第二个弧度的转弯施工，进入9111中位瓦斯抽采巷。潞安化工集团新元公司相关负责人说，此次高质量完成盾构机连续转弯作业，不仅解决了瓦斯抽采巷施工进度缓慢，瓦斯抽采制约采掘衔接的难题，还缩短了巷道掘进工期，降低了巷道支护和设备拆安成本，形成了软岩巷道施工新工艺。

据统计，此次盾构机U形转弯共节约成本750万元，为企业高产、高效、高质量发展发挥了积极作用。

转弯掘进新进展——

百米钢铁“长龙”转过387米U形弯

◎本报记者 韩荣

近日，在潞安化工集团新元公司9111中位瓦斯抽采巷，一款全断面盾构机一路向前。地下430米深处，这条108米长的钢铁“长龙”成功转过387米长的U形弯，进入新阵地。此举不仅是山西省煤矿企业首次使用盾构机施工小半径U形转弯巷道，还达到了转弯掘进日进尺最高15.1米的佳绩，为岩巷快速掘进积累了宝贵经验。

“与直线掘进相比，转弯掘进对盾构机的机身状态、运输系统和作业步距的要求更高、更精准，再加上巷道内是4度12分的坡度转弯，盾构机体型又长，施工难度和强度是史无前例的。”潞安

化工集团新元公司副总经理刘冲告诉记者。

9110、9111两条中位瓦斯抽采巷共长3500米，由两个1/4圆弧连接组成U形巷道。这是潞安化工集团新元公司采用盾构机掘进的第三条作业线。考虑盾构机拆安工程量大、工期长，该公司决定采用U形转弯连续施工方式，以时间换空间，缩短工作面出面周期。

“为确保盾构机转弯无偏差，地质测量人员每天都要对盾构机巷道进行测量定向，随时根据井下实际地质条件和层位对剖面轨迹进行微调，以满足设计和施工需求。本次拐弯段合计调整6次坡度。”潞安化工集团新元公司地质测量部副部长张泽宇告诉记者。

刘冲介绍，与传统炮掘、综合掘进

相比，盾构机掘进具有连续性强、作业效率高、环境友好等优点。同时，盾构机掘进巷道成型规整，对巷道围岩稳定性影响小。其自带临时支撑装置和锚杆钻机系统，安全系数高，可有效降低工人劳动强度，提高支护效率。此外，盾构机采用激光导向系统控制巷道掘进方向，可大大降低巷道错线几率，所有数据自动存储，有利于后续科学决策。

今年初，针对9110中位瓦斯抽采巷道即将展开的转弯施工，潞安化工集团新元公司提前规划部署，多次讨论施工流程，综合考虑作业空间等各方面因素，形成一套适用于现场作业条件的施工方案。为了适应小半径转弯掘进，技术人员在对盾构机主机部分的扭矩梁

大数据创新平台驱动能源产业“向云端”

◎本报记者 张蕴 通讯员 王宏霞

如今，在能源丰富的青海，数字技术与能源产业擦出“智慧”的火花。青海新能源大数据创新平台（以下简称平台）的建设，让新能源实现“云上管理”。目前，青海全省已有400余座新能源电站开启“无人值班、少人值守”的运维模式，标志着新能源产业走上转型发展之路。

平台集成多种数智技术

5月29日，在大唐青海能源开发有限公司集控中心内，工作人员正盯着大屏，开展监控分析。

平台的启动运行，给能源企业带来实实在在的好处。据了解，平台启动后，单座电站年均节省人员、交通、后勤等管理费用约30万元，相当于发电集团运营成本降低了40%左右。

大唐青海能源开发有限公司冠纵光伏电站集控中心值班长段德给记者算“光伏账”：“之前，电站年度成本管理

费用达360万元，而接入平台之后，年度成本降至128.8万元。成本降低了一半以上。”

2018年，青海省正式获批建设全国清洁能源示范省。作为新兴产业，新能源在起步阶段面临着一系列挑战：能源行业缺少统筹分析各种类型能源生产、消耗与社会宏观经济发展相关性的有效工具；缺乏综合能源数据分析平台来精准提供全省能源整体运营情况；同时，社会用能、企业及工业园区用能缺少节能分析手段，终端用能效率不高。

建设覆盖能源生产、传输、转化及消费的全产业链融合大数据平台势在必行。2018年1月，国网青海省电力公司联合北京工业大学大数据创新中心、清华大学、华为公司等单位，组成技术攻关团队，启动青海新能源大数据创新平台建设。

平台建设初期，技术攻关团队针对业务数据挖掘难度大、预测精度低等问题开展攻关协作，创新提出了基于孪生模型的深度学习算法和时空相似度参数加权算法。

平台集多种“黑科技”于一身，形成

了物联网、移动互联、大数据分析技术架构+运营管理支撑系统，有效支撑体系内各产品应用落地。2023年，平台升级为青海省智慧双碳大数据中心（以下简称中心）。

青海绿能数据有限公司是中心的运营方。公司项目管理中心负责人胡东岗介绍：“目前，该中心已接入全省27家新能源企业、446座新能源电站，接入装机容量达2500万千瓦，约占青海省新能源总装机量的64%，已汇聚青海省90%以上的能源产、供、储、销数据。”

源网荷三方数据共享

“通过源网荷三方的数据共享、资源共享，中心更容易判断明天的风可以转换成多少电量，一周后的光照可以满足多少人用电。”青海绿能数据有限公司产品研发中心主任王金介绍，这样一来，就能及时在电网运行中进行相应调整。

青海新能源大数据创新平台运营之初，青海在全国率先启动国家级工业互联网平台体系建设，试点推广形成了工业互联网App应用解决方案，为新能源

源行业降本增效、促进消纳、规范化标准化管理做出了有益探索。

如今，中心聚焦“新能源集控”“负荷侧用能”“政府决策支撑”“服务双碳”四大板块，打造了23类29项新技术、新模式、新业态，持续以科技创新推动产业创新。

值得一提的是，基于这项成果，青海开发上线的工业互联网App产品——“智能工业生产综合能效管理”系统经推广应用后，省内水泥企业吨熟料综合能耗平均下降1.05%至5%，单位电耗每吨降低2.63度以上。

青海互助金圆水泥有限公司于2020年11月起应用上述系统。试用3个月后，该公司的吨熟料综合能耗由108.04千克标准煤降低为106.91千克标准煤，单位电耗也相应降低了1.72度。

能源产业“向云端”。青海构建出的新能源产业链生态圈，形成了一套可复制、可推广的新能源大数据平台经营方案，不仅打通了光伏、风电发展的痛点、堵点、难点，开发了具有集中监控、功率预测、共享储能等功能的数据产品，还为能源互联网建设积累了运营经验。

成果播报

世界首基特重冰区门型塔应用于特高压交流工程

科技日报（记者刘垠）记者5月31日获悉，“川渝特高压交流特重冰区铁塔设计及真型塔试验研究”项目近日顺利通过验收，世界上首基60毫米特重冰区门型塔在特高压交流工程中得到应用。

川渝特高压交流工程是世界上最高海拔的特高压交流输电工程，面临高海拔、重覆冰、高地震烈度三重挑战。工程在二郎山段途经60毫米重冰区，覆冰厚度为特高压交流工程之最，传统塔型难以满足承载力要求。

中国电力科学研究院输电工程研究所和中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司共同承担了项目攻关任务。项目负责人、中国电力科学研究院输电工程研究所高级工程师张子富介绍，重冰区导线一般采用水平排列，铁塔多采用酒杯型。由于川渝工程特重冰区覆冰厚度高达60毫米，线路荷载很大，若仍采用酒杯型铁塔，即使是最大的双组角钢也不能满足下曲臂的承载力要求，需采用四组角钢或钢管构件。这将导致曲

臂受力及构造变得极其复杂。

科研团队经过深入研究，首次提出适用于1000kV特高压工程特重冰区的高低双柱式门型塔。张子富说，与其他塔型相比，门型塔受力清晰、构造简单，横向刚度大、抗变形能力强，施工简单、运行维护方便，经济性好，可节约钢材10%—12%，本体投资节省6%—10%。

为检验门型塔的设计合理性和安全性，霸州特高压杆塔试验基地开展了真型试验。试验塔全高77米，塔重470.2吨，顺利通过6个试验工况，达到设计预期。真型试验的完成，充分验证了塔型的安全可靠性和经济合理性，保障了该塔型在工程安全稳定运行。

此次特高压交流门型塔成功应用，不仅解决了陡峻山区特重冰区特高压线路建设难的问题，发明的高低双柱式输电结构设计方法更是填补了该领域的技术空白，为我国重覆冰地区输电线路的设计和建造提供了有力技术支持。

纯电自行移动式高低压岸电系统成功运行

科技日报（记者陈汝健 通讯员徐田辉）近日，“和泰通1”货轮靠泊河北曹妃甸港联运码头601泊位，持续接受纯电自行移动式高低压岸电系统供电8小时，全程用电量668千瓦时。经检测，该系统岸电供应平稳，船舶各电力系统运转正常。

“这标志着由我们创新研发的全国首套纯电自行移动式高低压岸电系统成功运行。”河北港口集团曹港集团技术保障部设备主管董锦昭告诉记者，该系统可替代传统船舶辅机燃油为船舶提供清洁环保的岸电供电方式，有效助力绿色港口建设。

董锦昭说，传统的固定式岸电设备具有对码头水工结构破坏大、施工工期长和运行成本高等问题，一直是

制约港口岸电发展的难点、堵点。

“为攻克这一难题，我们根据现有码头泊位情况，在反复模拟实验和论证基础上，创造性地提出纯电自行移动式高低压岸电系统解决方案。”董锦昭介绍，他们在纯电遥控式车底座上，搭载可提供6.6kV、6kV高压和450V、400V低压的岸电箱，通过在岸电箱上配置多个国际标准快速连接器及低压接线柱，实现输出频率在60Hz/50Hz间的自由切换，以满足3000吨至25万吨级不同船型供电接口需求。

更重要的是，该系统以码头现有10kV高压电为进电电源，并携带50米高压电缆，既提高了船舶靠泊位置容错性，使设备投放位置更加安全，又进一步提升了岸电设备适配率。

无人机低空磁测实现轻便、高效找矿

科技日报（记者李丽云 朱虹）记者5月30日获悉，由黑龙江省地球物理地球化学勘查院承担的“基于旋翼无人机技术的低空磁测系统研究”项目近日顺利通过黑龙江省地矿局组织的专家验收。项目成果被评为优秀级。该成果为黑龙江省森林覆盖区等复杂地形地貌的地质勘查工作提供了一种安全、快捷、绿色、高效的新型地球物理测量技术方法。

为提升地质勘查技术水平，加快勘查装备水平升级，黑龙江省地矿局于2023年设立专项科研课题，基于旋翼无人机平台，开展无人机低空磁法测量系统的研发及示范应用。

黑龙江省森林覆盖面积大，大兴安岭、小兴安岭等主要成矿区域地形地貌复杂，林地保护政策严格。对此，项目组确定了开展实用化低空磁测系统集成的研究思路。

经过一年多攻关，项目组完成了旋翼无人机的升级改造，创新磁传感器连接方式，集成了具有较高精度和稳定性的无人机磁测测量系统。此外，项目组还研发了具有自主知识产权的无人机磁测数据处理软件，实现了航磁数据的有效采集、实时传输监控、快速成像与反演解释。



研究人员进行无人机低空磁测设备升空试验。受访单位供图