



区块链技术支持精确计算农产品碳排放

◎本报记者 张晔

全球变暖、温室气体排放是一个绕不开的话题。许多人不知道，土壤会“喘气”，养牛也会产生温室气体。农业既是地球升温的受害者，也是碳排放的主体之一。如何监测并获得可信的农业碳排放数据，并为我国农产品进入欧美发达国家提供一张绿色“身份证”？日前，江苏省农业科学院农业区块链产业研究院(以下简称区块链研究院)联合复旦大学、杭州海德博数字科技有限公司(以下简称杭州海德博)、四川天奥空信息技术有限公司(以下简称四川天奥空)共同研发的项目“ChainLCA: 国别可信碳足迹管理系统”(以下简称可信碳足迹管理系统)，从数百个项目中脱颖而出，荣获“2022数字中国创新大赛”区块链赛道一等奖。

农业需要实施碳足迹管理

区块链研究院院长卞立平介绍说，碳足迹是指个人、企业、国家或产品等实体的所有活动所引起的温室气体排放量，既包括制造、供暖和运输过程中化石燃料燃烧产生的直接排放，也包括商品服务所消耗电力产生的间接排放。可信碳足迹管理系统是一套能够对供应链全生命周期碳足迹进行精准跟踪与预测的管理系统，涵盖产品、企业、服务、工程领域。“我国要实现‘双碳’目标，需要有一套系统能够对碳足迹精准跟踪预测，对碳排放进行有效管理，满足可监测、可报告、可核查的要求。可信碳足迹管理系统的研发将助力国家‘双碳’目标的实现。”卞立平说。而在国际层面上，世界各国也陆续发布了碳中和时间表。今年6月欧盟通过了碳边境调整机制(CBAM)，明确明年7月将试点对锂电池进行碳足迹的强制核查，以及碳关税的征收。近日，代表美国版碳关税的《清洁竞争法(CCA)》也

区块链保证碳足迹可信可靠

相比于其他行业，跟踪、测量以及计算农业活动中的温室气体排放可能更具挑战性。不同

州海德博数字科技有限公司(以下简称杭州海德博)、四川天奥空信息技术有限公司(以下简称四川天奥空)共同研发的项目“ChainLCA: 国别可信碳足迹管理系统”(以下简称可信碳足迹管理系统)，从数百个项目中脱颖而出，荣获“2022数字中国创新大赛”区块链赛道一等奖。可信碳足迹管理系统依托自主研发的共享型存证产品生命周期评估(LCA)数据底层平台，采用全生命周期评价方法对碳排放量进行数字化动态评估，结合区块链技术实现产业链上下游的数据协同与跨链共享，保证碳足迹数据可信，该系统可广泛应用于农业、工业等各类生产场景。

同时农产品一旦涉及进出口贸易，物流多式联运环节(包括运输和装卸)耗碳数据会成为农产品碳排放计算中的重要一环。“农产品的流通销售必然涉及运输，不同运输工具耗碳程度不同，为应对欧美市场对农产品碳足迹方面的要求，需要对铁路、水路、公路等多种运输方式的物流环节碳足迹进行采集和计算，优化产品物流碳足迹，有利于产品进入国际市场。而且物流碳足迹的核算也可以进一步为政府提供运输行业有效降碳的推进方案和路径，实现产业整体循环发展。”卞立平解释道。

于工业的标准化流程，很多农业种植过程的模型难以建立，温室气体跟踪、测量和计算非

常复杂。“过去，基于区块链的碳足迹计量管理技术在农业领域的应用很少，我们基于LCA法搭建了适合不同农产品的全生命周期碳足迹计量模型，并通过区块链技术为相关数据提供可信存证。”杭州海德博总经理张宇杰说。胡子江介绍，在目前主流的碳足迹计算方法中，可信碳足迹管理系统主要选用了LCA法对产品碳足迹进行计量，该评价方法作为一种工具，应用于评价和核算产品或服务全生命周期的能源消耗和环境影响，同时遵循了相关国际标准，适用于农产品全生命周期碳足迹计量，形成碳足迹结果。“对于产品碳足迹的计量，官方的高质量实测数据非常重要和关键，更多高质量的本国权威数据将可为农产品碳足迹评价提供高质量数据，从而在未来数据互连的趋势中不落伍。”胡子江如是说。而江苏省农业科学院在长期的农业科研与服务实践中积累了大量的样本，能够为农

提高企业低碳发展的国际竞争力

专家表示，在跨越国境的低碳供应链发展中，很长时间没有好的技术手段对碳足迹进行精准跟踪和管理；我国起步稍晚，碳足迹核算过程比较粗放、数据准确度和可信度不高。“如果不能越过这道贸易保护绿色壁垒，我国的贸易格局或受到影响，诸多企业将在国际市场上失去先机。”复旦大学管理学院博士后孙翎说。四川天奥空研发中心副主任刘美琦认为：“尤其对于出口制造业企业来说，碳足迹超标产品将被征收高额碳税，因此，亟须一套更优的可信碳足迹管理系统应对欧美的挑战，为在本国企业服务的同时促进并提高企业低碳发展的国际竞争力。”胡子江分析，可信碳足迹管理系统适用性广泛，可用于农业、工业各个生产环节。而在国家“双碳”大背景下，各行各业、复杂供应链的精细

产品碳足迹数据提供高质量数据，大大提高了系统应用价值。通俗来说，区块链就是一个又一个区块按照产生的时间顺序前后链接而形成的链条，并通过不可逆的加密算法对区块中的信息进行加密。这些区块被保存在若干服务器中，每台服务器在区块链系统中又被称为节点。由于这些节点通常由不同的主体管理，因此违规篡改区块链中的信息是一件极其困难的事。“区块链系统运转至少需要3个节点，节点越多，违规篡改的成本越高。”卞立平说，因此区块链所记录的碳排放、碳足迹数据也更加真实可靠。以种植水稻为例，整个生产过程中需要投入农药、肥料、用能、机械、运输等，首先界定核算边界，然后基于江苏省农业科学院研发的农产品全生命周期质量管理区块链平台获得精准的投入量，再根据LCA法在链上计算出种植流通过程各环节碳排放量，即可对碳足迹进行全程可信监测与精准管理。

化专业碳管理是未来的刚性需求。“畜牧业是农业中公认碳排放最高的产业，未来随着欧美碳关税的实施，肉、奶、毛皮等相关产品的进出口可能会受到较大的冲击。如果企业想要在碳约束时代的全球农产品市场竞争中取得先机，就必须对碳排放进行精准可信的数据审计与管理，而可信碳足迹管理系统技术可以有效解决这些问题。”卞立平说。不仅如此，根据可信碳足迹管理系统，企业还能从碳足迹的角度知道怎样通过改变生产管理方式节约碳排放。卞立平举例说，如果养猪场想用某种高效饲料实现低碳养殖，有了这套系统，就可以计算出更换新饲料后是否能降低碳排放。假如新饲料成本增加，但碳税节省更多，这样企业就能确定可以使用该种饲料；或者新饲料成本增加，碳排放也同样增加，那就不需要更换原来的饲料。

国产设备助力提升电网自主可控水平

◎本报记者 叶青 通讯员 李品

近日，在西电东送重点工程——溪洛渡右岸电站送电广东±500千伏同塔双回直流输电工程的受端从西换流站，随着现场运行人员发布操作指令，从西换流站交流场的刀闸开关慢慢合上，电流瞬间从千里之外的西部，奔向东部地区。这标志着我国自主研发的首台采用国产有载分接开关的换流变压器成功投运。这是我国在高端电力装备研发方面取得的重大成果，我国在大容量有载分接开关领域实现



国内首台采用国产有载分接开关的换流变压器安装调试现场 李婕尔摄

了“从无到有，从有到优”的跨越式突破，高压直流输电系统“变速箱”实现了“中国制造”。

直流输电系统调压稳压的核心部件

我国东西部跨度上千公里，“西电东送”大都采用长距离、大容量、高压的直流工程进行输电，工程送端和受端站点均要运用到高达300多吨的换流变压器这种枢纽设备。而换流变压器其中的一个关键部件——有载分接开关，是直流输电系统调压稳压的核心部件，也是一个精密的机电设备。

“换流变压器有载分接开关好比汽车的自动‘变速箱’，电压调高则低，负荷调多则少，电流调大则小，都要通过它的档位来调节。”南方电网超高压公司生技部副总经理冯鹤形象地描述。换流变压器有载分接开关有1000多个零部件，切换次数非常频繁，一年高达6000余次，一次切换包括9个过程，每个动作涉及到400多个零部件的精密配合，而且每个过程的时序配合为毫秒级，动作过程中涉及到电、热、力多场耦合作用，这种时序配合的精度可堪比机械手表。“由于可靠性要求高，制造难度极大，这项技术一直掌握在外国少数厂家手里。设备维修也受限于外国厂家，一旦发生故障，只能更换同型号的进口产品，订货周期需要3到4个月。”南方电网超高压公司广州局副总经理汪洋说，“近些年来，进口的换流变压器有载分接开关在运行中暴露出了机械开裂、绝缘劣化等问题，严重威胁着电网的安全运行。”

“产学研用”攻关团队实现全链条国产化

为了攻克这个“卡脖子”难题，南方电网超高压公司组建了“产学研用”攻关团队，联合产业链上下游企业共同开展“大容量换流变压器用6000kVA有载分接开关”关键技术国产化攻关。针对进口设备暴露出的绝缘裕度不足、材料选型不合理、电气设计不完善等问题，攻关团队重点从设备结构、可靠性等方面开展攻坚，自主

开展精细化建模仿真和真型样机试验验证。从200多万种可能的结构中选出36种，再优中选优，最终选出最简洁最平衡的有载分接开关拓扑结构。“难度极大的是研发真空灭弧室，这是中高压电力开关的核心部件。”南方电网超高压公司高级技术专家邓军回忆道，“研发之初，我们计划进口真空灭弧室，经过深入分析，还是决定联合国内领军企业自主研发真空灭弧室，尽管这条路会很艰难。”经过计算、仿真、对比，攻关团队开展了3000次性能检测、37万次负载切换、160万次机械寿命、900万次纹波纹磁疲劳等试验，最终研发出了真空灭弧室。真空灭弧室的成功研发极大地鼓舞了攻关团队，他们经过不懈努力，花了两年时间接连突破了设计、制造、试验和可靠应用一系列关键技术，成功研制出了我国首台额定容量6000千伏安(kVA)、最大电压6000伏特(V)、最大额定电流1300安培(A)的大容量换流变有载分接开关，实现了“原材料—组部件—整机”全链条的国产化制造。与同类进口产品相比，自主研发的换流变压器有载分接开关性能更优。国产换流变压器有载分接开关的成功研制，将大幅减少工程建设投入，仅从设备成本方面估算，其可使新建一条特高压直流输电工程的费用节省近4000万元，对提升“西电东送”主网架设备自主可控水平，带动我国高端电力装备产业链升级，以及保障我国能源电力供应的安全稳定具有十分重要的意义。

成果播报

我国首座深水科考专用码头启用 增强深海探测基地保障能力

科技日报讯(记者操秀英)12月18日，“海洋地质二号”多功能新型科考船缓缓抵靠中国地质调查局广州海洋地质调查局科考码头，标志着我国首座深水科考码头，也是国内规模最大的科考专用码头正式启用，我国深海探测基地保障能力进一步提升。该码头位于广州市南沙区龙穴岛东北角，占地约300亩，码头岸线1000米，建有5个科考船泊位，总长700米，陆域配套面积约1.2万平方米。码头通过支航道与广州港主航道相连，具备船舶停靠、备航补给、指挥调度、维护保养等功能，满足全球科考船停靠用水用电标准，同时具备200年一遇防洪能力，是我国开展大洋科考合作和深海科技创新的重要支撑设施。科考码头由中国地质调查局广州海洋地质调查局与广州市南沙区政府共同建设，交通运输部广州打捞局和广东省航务规划设计院有限公司总承包，广州港工程管理有限公司管理监理，2020年10月开工建设，2022年11月主体通过竣工验收。当天，“海洋地质二号”科考船在该科考码头入列中国地质调查局广州海洋地质调查局。入列现场，自然资源部党组成员、中国地质调查局局长、局长李金发宣布“海洋地质二号”加入海洋地质科考船队。“海洋地质二号”总长85米，型宽22米，型深8米，排水量7224吨，航速12.5节，可载员150人，自持力35天，续航力12000海里，拥有DP-2动力定位系统，并配备了150吨主动深沉补偿桅吊、A型架、万米光纤绞车和地质绞车、海上水文环境监测等调查设备。“海洋地质二号”原为水下支持维护船，经过改造升级后，已成为一艘具备伴随大洋钻探船进行全球航行作业能力的多功能保障船，可提供物资补给、人员轮换、海上消防及救援等保障服务，还可完成环境评价、地质取样、物探调查、锚系作业、近海海底地形调查等海洋科考调查作业。同时，该船具备承担海底电缆敷设、深水打捞、饱和潜水、风电工程勘察等海工作业的能力，是对我国现有科考船系列的补充，将大幅提升深海重装探测能力。“海洋地质二号”隶属于中国地质调查局广州海洋地质调查局，由中交四航局江门通航船业有限公司实施改造工程，中船708所负责改造设计，中国船级社实业公司承担监理工作。2020年9月交付改造目标船，2021年6月入厂启动改造，2022年5月完成综合航行试验。

创新掘进技术 垂直机械法竖井在广州应用

科技日报讯(记者龙跃梅 通讯员胡玲玲 蔡琳玲 林佳 陈虎辉)12月20日，“未来号”沉井式竖井掘进机在广州东至花都天贵城际铁路(以下简称广花城际)京溪路至白云东平区间2号盾构井(以下简称京白2号井)施工现场成功试掘进，标志着垂直机械法竖井这一新技术首次在我国轨道交通建设领域实践运用。京白2号井位于白云区同和路西侧，包含一个明挖法竖井和2个机械法竖井。由于施工区域内有中风化、微风化花岗岩，基岩裂隙水发育、岩石强度高、开挖难度大、施工风险高。此外，施工区域周边临近密集房屋建筑群和交通繁忙的市政道路，对施工控制提出了极高的要求。为此，地铁建设者们积极开展科研攻关，探索竖井机械法施工工艺，为推动工程建设寻找“突破口”。2022年2月，广州市科技局发布了“深基坑竖井掘进机关键技术研究与应用”研究课题项目，面向全国“挂榜”。作为目前最先进的城市深基坑施工技术，机械法竖井掘进技术在国内外仍处于起步探索阶段，为此，广州地铁联合中铁华南建设公司、中国铁建重工、广州地铁设计院、中山大学共同揭榜，结合广花城际的工程情况，经过大量前期调研、理论模型计算、技术论证等工作后形成初步研究成果，并首次将研究成果应用于广花城际京白2号井项目，实现“揭榜挂帅”科研举措的成果落地。为确保顺利始发，中铁十五局等各参建单位做了充分的前期策划方案，并积极协调多方资源，克服了地层岩性起伏大、周边沉降控制要求高等技术难题，采用竖井掘进设备进行施工，利用泥水平衡竖井掘进法。在京白2号井首次投入使用的竖井掘进机，开挖直径达14.2米，重约120吨，采用截削式刀头和环形刀盘两种开挖模式，并集成了泥浆环流出渣系统、中心高压冲刷系统、掘进参数在实时监测系统等技术，有效保障了施工安全、质量及效率。针对京白2号井的地质条件，本次竖井掘进机掘进至27米后，进行水下混凝土封底，施作底部环梁，在底部微风化岩层采用爆破开挖。由于竖井掘进机采用截削式刀头直接开挖，无须施作围护结构，克服了传统沉井式施工工期较长、施工精度控制难等问题，具有准备周期短、施工进度快、安全性好、节约投资等优点。地铁建设者们将在试掘进中检验“未来号”整机各系统的性能，为后续的正式施工提供改造、调整参考。“未来号”的成功应用，将为国内轨道交通建设领域应用垂直机械法竖井技术积累丰富经验。

兼具抗寒、速生等特点 一批橡胶树优势品种选育成功

科技日报讯(田婉莹 记者王祝华)近日，在中国热带农业科学院橡胶研究所(以下简称中国热科院橡胶所)牵头承担的国家重点研发计划“热带作物高产育种技术与品种创制”项目现场会上，研究人员展示了速生高产品种热垦628、强抗寒品种湛试32713等一批优势橡胶树新品种、新种质和新种植材料。

中国热科院橡胶所副研究员高新生介绍，该项目针对我国种质鉴定评价技术不完善，抗寒、速生种质缺乏，种苗繁育效率不高，对产业提质增效支撑力度不足等问题进行攻关，筛选出一批表现优良的种质材料并开展资源创新利用研究。选育出的热垦628品种是我国生长最快的品种，是单干窄幅高产型品种的创新性突破，可提前1—2年开割，与高产对照品种RRIM600相比，其产量高出20%，材积高出30%，非常适合林下间种以提高单位面积产值；选育出的湛试32713是强抗寒品种，抗寒性与最强抗寒对照93-114相当，产量提高42%，已在广东等地推广了6万多亩。在新型种植材料研发上，项目团队率先创建了橡胶树热研917等主栽品种高效体胚发生技术体系，次年体胚增殖系数、人工育苗能力分别提升至原来的2.6倍、2倍，并建成世界首个超万株体胚苗产能的创新基地，实现了体胚苗的高效规模繁育与全面示范推广。