

近年来,从工业减碳到绿色生活,山西省在创新低碳技术应用、促进碳市场建设等方面取得了诸多经验与成效——

山西：“碳”寻发展路 促进“绿”转型

从屋顶上的光伏板到居民的“碳账本”，从工业节能降耗到全民低碳生活……山西省围绕衣、食、住、行、用等与公众日常生活紧密相关的消费领域，在努力实现“双碳”目标的背景下，积极“碳”寻发展路，推动高质量发展。

低碳生活 普惠大众

买菜自备购物袋，可减少一次性塑料制品的使用；出行时选择步行或乘坐公共交通工具，可减少碳排放；日常生活中，使用节能电器、购买二手物品，可节能降碳……

推崇绿色生活方式，更需要大众的参与。百姓不仅是绿色低碳高质量发展的受益者，也是绿色低碳高质量发展的推动者。

山西省生态环境厅副厅长孙伟介绍，近年来，山西省围绕衣、食、住、行、用等与公众日常生活紧密相关的消费领域，初步构建了政府引导、社会组织和公众共同参与的碳普惠制度体系，绿色低碳全民行动取得积极成效。目前，全省已有超过630万居民参与碳减排，累计减碳量达19.7万吨。

在“三晋绿色生活”碳普惠平台，用户的绿色低碳行为，如旧物回收、绿色出行等，均可以被量化记录到个人“碳账本”中，按照相关方法核算相应减碳量，可获得绿色积分，用于兑换消费券、优惠券、特色服务等。

在交通出行中，越来越多的人选择电动自行车、共享自行车等方式出行，通过更环保低碳的交通工具，解决近距离上下班代步等问题。

据了解，在城市客运领域，新能源汽车被持续推广。截至2023年底，在城市公交车中，山西省新能源公交车拥有量为1.46万辆，占比95.65%；在巡游出租车中，新能源车为2.69万辆，占比64.62%，两个占比均在全国排名前列。事实上，早在2016年，临汾市就已成为全国首个城区纯电动公交车全覆盖的城市。在山西省城区常住人口超100万的城市中，太原、大同的绿色出行比例超70%。越来越多的百姓开始参与到低碳生活中，全民节约意识、环保意识、生态意识都不断提高。

以新促治 减污降碳

让新技术、新产业成为经济发展的重要驱动力，是“双碳”背景下高质量发



太原公交使用比亚迪 K7 纯电动空调公交车。■ 资料图

展的要求。

在山西综改示范区晋中开发区尚风绿谷碳中和环保科技有限公司，通过太阳能光伏发电板和风力发电装置，将自然界的阳光和风力转化为电力，并利用石墨烯新材料以及空气和地下水的联动来实现室内通风、制热、制冷、采光等，满足人居舒适性要求；厨余垃圾等通过生物降解100%本地处理，其他生活垃圾100%分类收集、回用；就连卫生间里精美的洗手台，客厅里充满时尚感的沙发、茶几等，都是用废旧物品巧妙改造而成的……零碳生活在此触手可及。

长治市上党区荫城镇李坊村，一系列关于“低碳”的新鲜事正在发生，村民们享受着“低碳”带来的众多红利。在减少农业活动碳排放的过程中，李坊村积极降低能源活动碳排放，加快打造近零碳排放场景，初步实现了农村用能的“内循环”：打捆的秸秆可以直接投入生物质锅炉燃烧供暖；村民家的屋顶上，太阳能光伏板生产的电，不仅可以自己使用，富余的还可以卖给国家电网。

作为能源大省，山西在节能降碳的同时，加大碳捕集，将碳充分利用，实现碳循环。山西清洁能源经济产业研究院自主研发、自主投资建设的碳捕集及转化装置将煤电烟气中的二氧化碳进行捕集、纯化；安泰集团收集了含有二氧化碳的工业燃煤废气，作为微生物微藻的生长基进行微藻养殖，从而转化成高附加值和高营养价值的藻粉产品……这些新技术广泛应用于生产生活中，不难看出山西省正在积极努力“碳”寻发展，做好节能降碳的加减法。

政府引导 市场驱动

在“双碳”目标的实现过程中，全国碳市场建设是重要政策工具之一。山西省积极参与温室气体自愿减排市场建设，通过推进符合条件的项目备案、开发和交易，构建起以市场为驱动的减碳机制。

近年来，山西省生态环境厅鼓励各地符合条件的自愿减排项目向省、市两级主管部门备案，并加强与全国温室气

体自愿减排注册登记机构及交易机构合作，为项目开发、审定、交易提供全方位的技术服务。

在碳市场建设中，山西省还通过政策创新和技术引导，积极探索绿色金融与碳交易的结合路径，进一步释放市场潜力，推动全省绿色经济高质量发展。

去年12月，山西省16部门联合发布《碳足迹管理体系建设工作方案》，其中包括加快建立碳足迹管理体系、构建多方参与的碳足迹工作格局、鼓励重点行业和产品开展碳足迹管理以及加强产品碳足迹能力建设等多项重点任务。

此外，山西省积极参与国家产品碳足迹因子数据库建设，落实产品碳标识认证制度，探索建立碳足迹信息披露制度。电力、煤炭、天然气、钢铁、电解铝等重点行业产品均有望贴上“碳标签”。

目前，山西省正在通过多领域的努力，积极“碳”寻发展，走出低碳发展的新路，为全省经济社会高质量发展提供重要支撑，助力实现碳达峰碳中和目标。

肖琪

从三个维度认识『绿进沙退』的中国智慧

董丝雨

“中国不仅有效改善了本国的生态环境，还积极推动国际防沙治沙合作，为全球应对气候挑战树立典范。”不久前，英国《晨星报》网站刊发文章，称赞中国在荒漠化防治领域取得的成就，认为中国为全球荒漠化防治提供了宝贵借鉴。

荒漠化是影响人类生存和发展的重大生态问题。我国是世界上荒漠化面积最大、受影响人口最多、风沙危害最严重的国家之一。从颁布世界上第一部防沙治沙法，到组织实施重点生态工程，再到强化科技创新支撑……长期以来，我国将防沙治沙作为荒漠化防治的主要任务，采取了一系列行之有效的举措。如今，我国森林覆盖率已超过25%，53%的可治理沙化土地得到有效治理，成为全球增绿贡献最大的国家和防沙治沙的国际典范。

由“沙进人退”到“绿进沙退”，认识这一历史性转变里的中国智慧，有三个维度。

一个是时间的维度。

《联合国防治荒漠化公约》秘书处2024年初发布的公报显示，全球每秒钟就有相当于4个足球场大小的健康土地退化。然而，治理荒漠化，并不是一件轻而易举的事情。以塔克拉玛干沙漠的防沙治沙为例，2024年底，环绕塔克拉玛干沙漠边缘全长3046千米的绿色阻沙防护带实现全面锁边“合龙”。把世界第二大流动沙漠围起来，我们用了将近半个世纪。有当地干部回忆，几乎每一片新植的林地都要花费3年、栽种3次以上。没有再难也不退却的韧劲，哪来“绿锁流沙”的奇迹？治理荒漠化，既需要分秒必争、与时间赛跑，更需要久久为功、坚持打持久战。

一个是空间的维度。

各个地区的气象、水文条件各不相同，因此，防沙治沙的方案也会有所不同。宁夏中卫市沙坡头区，在固沙治沙初期，曾尝试过卵石铺面、沥青拌沙、草席铺盖等方式，但都被风沙掩埋殆尽。一次，工作人员用麦草在沙漠中扎了“中卫固沙林场”等字，之后，喜出望外地发现其中方块形的字没有被沙子埋没，经过反复试验，最后发明“麦草方格”固沙法。除了“麦草方格”，许多地方还探索出生物治沙、光伏治沙等技术。思路决定出路，但思路也需要因地制宜。分类施策，以水而定、量水而行，宜林则林、宜草则草、宜荒则荒，这是治沙的科学方法，是中国带给世界的智慧。

还有一个是人与自然关系的维度。

正如有专家指出的，防治荒漠化，并非意味着要消灭荒漠。防沙治沙的目的，在于防治沙害、变害为利。对于荒漠化、沙化土地，完全可以因害设防、积极治理、适度利用。科尔沁沙地边缘的内蒙古兴安盟科尔沁右翼中旗应钦塔拉林场，近4.7平方千米的水冠果树不仅有效防止风沙侵袭，也为当地群众带来了可观的经济收入；甘肃玉门市下西号镇，曾经的戈壁荒滩变身4.5万亩优质枸杞生产基地，年产枸杞干果1.2万吨、枸杞原浆5000吨，产值5.8亿元；新疆喀什地区麦盖提县，昔日黄沙地，今朝绿满坡，沙漠旅游成为新的产业发展方向……事实上，“治沙害”和“兴沙利”，是完全可以统一的；产业与治沙的深度融合，能产生“1+1>2”的效果。可以说，中国带给世界的，有防沙治沙的具体办法，也有人沙和谐、“绿富同兴”的发展理念。

荒漠化防治关系人类永续发展。作为全球荒漠化治理的参与者、引领者，未来，中国将秉持人类命运共同体理念，进一步分享技术、交流经验，与各方携手，为地球增添更多绿色，为建设美丽宜居的共同家园贡献更多智慧和力量。

2022年电力二氧化碳排放因子公布

我国电力平均碳排放因子逐步下降

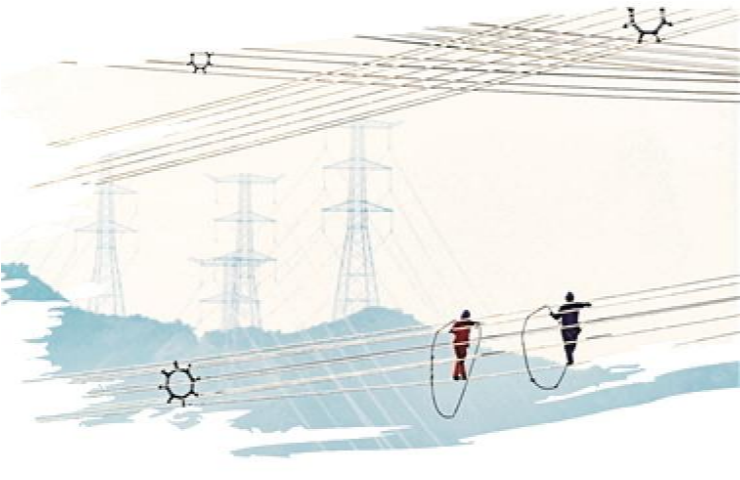
近日，生态环境部、国家统计局组织计算了2022年全国、区域和省级电力平均二氧化碳排放因子，全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量），以及全国化石能源电力二氧化碳排放因子，供核算电力消费的二氧化碳排放量时参考使用。

当前我国正推动“能耗双控”向“碳排放双控”转变，逐步建立完善的碳排放体系成为重中之重。电力二氧化碳排放因子是核算电力消费二氧化碳排放量的重要基础参数。业内人士一致认为，及时更新电力排放因子准确地反映我国新能源发展的业绩以及火电节能减排的效果成为政府支持企业出海、落实碳排放双控政策的重点任务。

事实上，在此次更新的8个月前，生态环境部刚刚更新了2021年的电力二氧化碳排放因子。当时，生态环境部应对气候变化司负责人表示，后续将及时更新和定期发布电力二氧化碳排放因子，建立常态化发布机制。

国网能源研究院能源战略与规划所高级专家金艳鸣表示：“相比其他能源统计，发电煤耗、非化石能源交易量、新能源发电量等数据统计具有及时性等特点，为我国及时更新电力排放因子提供了必要条件。生态环境部联合国家统计局一年之内连续两次发布电力排放因子，也是积极响应企业诉求，完善碳排放体系的具体体现。”

此次更新中，全国电力平均二氧化碳排放因子从2021年的0.5568(kgCO₂/kWh)下降到0.5366(kgCO₂/kWh)，下降202克，



降幅约4%；全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）0.5856(kgCO₂/kWh)，比2021年下降86克；全国化石能源电力二氧化碳排放因子0.8325(kgCO₂/kWh)，比2021年下降101克。

在金艳鸣看来，三大电力排放因子均有所下降，得益于我国非化石能源发电量的迅猛发展。“相比2021年，2022年新增非化石能源发电量2326亿千瓦时，其中风电和太阳能发电量分别增长16.3%和30.8%。与此同时，我国火电单位发电量煤耗持续下降。2022年，我国火电发电煤耗约为283.7克/千瓦时，相比2021年，下降约为1克。此外，随着电力市场逐渐发展，市场化交易的非化石能源电量规模逐渐扩

大。”

分区域看，电力排放因子最高的仍是华北地区，但已从2021年的0.7120(kgCO₂/kWh)下降到0.6776(kgCO₂/kWh)，下降344克；南方地区和东北地区下降较多，分别下降457克和448克。值得注意的是，西南地区和华北地区不降反升，分别多了155克和41克。

对此，金艳鸣解释：“西南地区和华北地区的单位度电碳排放因子不降反升，主要是因为这两个地区受极端天气等因素影响，为托底电力保供，本地的化石能源发电量占比略有升高。但总体来看，华北、东北、西北地区的新能源基地发展以及东部地区的分布式发展将使得未来各地区的电力碳排放因子逐步下降，其中以青海、陕西、河

南、海南、山东等省份下降较为显著。”

整体来看，在我国新能源持续发展下，2023年我国新增非化石能源发电量2253亿千瓦时，与2022年新增幅度基本相当。据金艳鸣预测，预计2024年和2025年全国新增非化石能源发电量将年均达到4000亿千瓦时以上；“十五五”期间，预计我国非化石能源发电量将年均新增5000亿千瓦时左右。“未来，随着非化石能源市场化交易规模逐步扩大，考虑扣除市场化交易的非化石能源电量之后的单位度电碳排放将逐步提高；而未来我国煤电发电煤耗下降空间幅度有限，主要是承担调峰功能，全国化石能源发电单位度电碳排放下降幅度有限。”

从国外来看，由于受欧盟碳关税、企业科学碳目标(SBTi)等国际绿色贸易规制的影响，外向型企业以及原材料加工等链上企业开展产品以及组织碳核算与披露的要求越来越强烈，正逐渐成为能否进入海外市场的必备条件。

对此，金艳鸣建议，根据国际发展趋势，目前实时的小时级电力排放因子已经逐步应用到绿氢产业的相关标准制定，我国也要及时跟进做好相应的技术储备。同时可以公开电力排放因子的相关数据源，比如，电力行业碳总排放量、市场化交易的非化石能源电量等数据，这些数据也是国外相关机构采信中国电力排放因子的基础。“在应用场景上，电力排放因子核算的背后还要立足推动新能源发展以及支持产业的绿色低碳转型，国家相关碳治理政策要从激励新能源投资、消纳以及产业的节能减排和新能源替代等方面综合考虑。”

林水静

我国铌资源综合利用核心技术取得重大突破



科学导报讯 新一轮找矿突破战略行动实施以来，自然资源部中国地质调查局联合湖北省人民政府开展鄂西北竹山—竹溪地区庙垭超大型铌—稀土矿综合利用技术攻关，攻克了铌资源高效利用关键核心技术，将盘活铌资源92.9万吨，实现庙垭超大型铌—稀土矿床经济利用。

鄂西北铌资源综合利用关键核心技术突破和推广，将为我国低品位难利用铌资源提供经济可行的技术路径，这对我国铌资源自给自足、提高安全保障能力有重大意义。

铌具有耐腐蚀、耐高温的特点，是航空航天、国防军工及核能等领域不可或缺的关键金属，是重要的战略性资源。我国已经探明470万吨资源量，在世界排名第二，集中分布在内蒙古白云鄂博、湖北两竹地区、江西宜春、新疆拜城、陕西华阳川等地区。与国外相比，我国的铌资源普遍矿石性质复杂、品位低、难利用。

庙垭铌—稀土矿的勘探历史可追溯至20世纪60年代，限于技术手段制约，始终难以实现资源开发利用。通过综合利用技术攻关，我国地质科研人员创新研发铌稀土分离工艺技术，取得了铌资源高效利用关键核心技术的重大突破，使铌精矿品位由传统工艺的5%~8%提高到17%，回收率从20%提高到50%，同时实现了伴生稀土、铁、硫等资源的综合利用。

高慧丽