

两位“80后”扎根重庆，一个变废为宝，一个节能利用——

向新向绿 闯出绿色低碳转型之路



市生态环境局 重庆日报 联合主办

【人物名片】



孙维义 1983年出生，四川大学副教授、重庆绿色电池研究院有限公司总经理，其参与研发的退役锂电池绿色循环利用技术，是目前国际上最先进的第三代技术，镍钴锰回收率高于98.5%，锂回收率高于93%。



陈广赞 1982年出生，重庆中车时代电气技术有限公司副总工程师兼技术中心主任，带领团队采用主动式牵引供电系统，在重庆建设了全国轨道交通领域供电系统第一个全双向变频牵引所，彻底改变传统的被动式供电方式。

锂电池再生市场前景广阔。孙维义（右）与团队成员一起探讨废旧锂电池再生市场前景。钟志兵视觉重庆 特约摄影



陈广赞（左二）进行实验结果分析。记者 罗斌 摄视觉重庆

■新重庆-重庆日报记者 彭瑜

12月2日一早，永川国家高新区凤凰湖产业园，孙维义刚从成都赶回重庆，就有好几个客户电话咨询购买锂电池原材料。孙维义是重庆绿色电池研究院有限公司（以下简称重庆绿电）总经理，他参与研发的退役锂电池绿色循环利用技术，将废旧电池加工成锂电池原料，是目前国际上最先进的第三代技术。

同样助力绿色低碳新重庆建设的还有重庆中车时代电气技术有限公司副总工程师兼技术中心主任陈广赞。过去3年，他带领团队采用主动式双向变频牵引供电系统，不仅在重庆建成全国轨道交通领域供电系统第一个全双向变频牵引所，还将相关设备出口海外。

两位“80后”，一位来自四川，一位来自湖南，他们扎根重庆，一个变废为宝、一个节能减排，向新向绿，闯出绿色低碳转型之路。

变废为宝寻找绿色能源

在重庆绿电电池中转地仓内，各地回收来的废旧电池源源不断地运送到自动拆解线上，放入氮气保护的机器中进行破碎拆解。

“退役电池在这里成了宝贝。”孙维义介绍，2024年，我国新能源汽车销量已经突破1000万辆大关。与此同时，随着新能源汽车迎来电池“退役期”，到2030年，全国每年退役锂电池产生量预计将达到300万吨。

锂电池约占整车成本的40%，其上游原料电池级锂、镍、钴、锰等主要依赖于矿石提取，不但污染大，还受制于少数有矿资源的国家，各环节普遍都有“电池原料焦虑”。

“回收利用退役锂电池，不仅污染少，还受矿产资源限制。”孙维义称，退役锂电池含有锂、镍、钴、

镍、铝、铜、石墨等可回收利用的宝贵资源。与矿石相比，锂元素含量与锂精矿基本相同，镍钴含量比镍钴矿石中的元素含量高很多，可谓“城市复合矿产”，“退役锂电池绿色高值循环利用既是商业‘蓝海’，又蕴含着新质生产力。”

早在10年前，孙维义就加入了四川大学丁桑岚教授、苏仕军教授领衔的退役锂电池绿色高值循环利用技术团队。2021年10月，该团队在永川区成立重庆绿色电池研究院有限公司，培育发展重庆市的退役锂电池绿色高值利用产业。

退役锂电池可以再利用，轨道列车制动产生的能量一样可以回收利用。

“过去都是白白烧掉。”陈广赞介绍，列车在轨道上刹车时会发生能量倒灌，由此产生的电能并不能引入电网，而是靠在列车上安装传统的电阻消耗装置通过发热方式烧掉，“我们把这个电阻消耗设备叫作‘铁疙瘩’，重达1吨多。”

每天，列车背着这个“铁疙瘩”在城市来回穿梭，既加重了车身自重，又占用列车空间，还让制动能量浪费掉。后来，“铁疙瘩”被搬到了地面，虽然解决了占用列车空间和重量问题，但制动能量还是没能得到回收。

其实，早在2008年，株洲中车时代电气股份有限公司就成为国内首家解决轨道列车制动能量回收利用问题的企业。从2012年开始，该公司开始培育轨道交通供电产业，从单品到系统，从系统到集成服务，形成了初具规模的新型高新技术产业。

2021年3月，时代电气与重庆交通开投集团轨道交通产业投资公司合资成立重庆中车时代电气技术有限公司，致力于轨道交通绿色低碳技术的研究和相关装备研发及产业化。

陈广赞也因此来到重庆，带领团队打造绿色、智能、零碳的轨道交通供电系统，助力重庆打造“轨道

上的都市区”。

创新中培育新质生产力

“重庆丰富的轨道交通类型让我们的研究硕果累累。”陈广赞介绍，作为轨道交通“四电”工程中最重要的一环，供电系统呈现出低碳化、智能化、少人化等新的发展趋势，“重庆拥有全球最大的山地城市轨道交通网络，独特的地形特征使多种轨道交通制式得以实现，这恰恰为轨道交通产业的转型升级、技术迭代创新提供了机遇。”

落户重庆后，陈广赞带领团队推出城轨主动式牵引供电系统方案，通过对双向变频技术、能量调控技术、车地通信技术超前关键技术研究与攻关，改变了轨道交通传统供电模式，将“被动式单向供电”转变为“主动式双向供电”。

在列车牵引运行时，对列车就近牵引供能和能量调度，实现线路供电损耗大幅降低及电能质量大幅提升；在列车再生制动时，列车牵引电机处于发电模式，列车动能转化为电能，各车站可将再生制动的电能就近回馈至交流电网中，实现再生制动能量的有效利用，减少碳排放。

“‘铁疙瘩’彻底没有了。”陈广赞称，双向变频技术替代了传统的整流机组，提高了供电质量、稳定了电网网压、节约牵引供电能耗，列车运行更加可靠和稳定。

而孙维义与团队自主研发的退役锂电池绿色循环利用技术，让退役废旧电池“起死回生”，重新转化为崭新的动力电池生产原材料。

目前，国内外使用的废旧锂电池回收策略主要是“火法焙烧”及“高温焙烧拆解+长流程湿法回收”。但这类工艺存在能耗高、污染重、回收率低等问题。

“创新废旧锂电池回收方式势在必行。”孙维义介绍，重庆绿电自主研发的“短流程废旧锂电池资源化回收技术”，前端采用低温拆解技术，避免高温焙烧过

措施实 转型快 成效显

重庆中烟践行绿色发展理念结硕果

近年来，重庆中烟工业有限责任公司坚持践行绿色发展理念，加快节能环保改造，推进技术设备升级，统筹能源资源高效利用，降碳减排成效逐年向好，能源消耗强度和单位碳排放量大幅降低，能源消耗占比进一步优化，重庆卷烟厂、涪陵卷烟厂先后被评为市级、国家级“绿色工厂”。

2023年，重庆中烟绿色发展成效显著。数据表明：公司万元工业增加值能耗6.92千克，同比下降13.82%；单箱二氧化碳排放量11.46千克，同比下降8.1%；单箱氮氧化物排放量2.71克，同比下降40.04%；单箱氨氮排放量0.43克，同比下降4.44%；单箱烟尘排放量0.56克，同比下降33.33%。

生态优先 向“绿”而行

2022年4月，重庆卷烟厂成立绿色制造体系委员会，启动“绿色工厂”创建，“一把手”厂长任委员会主任，牵头领导创建工作，组建创建工作领导小组，明确工作目标和职责分工。2022年下半年，重庆卷烟厂推出软实力建设公约，节能减排成为重中之重。

2022年9月，重庆卷烟厂通过重庆市经济和信息化委员会“绿色工厂”评审，被评选为2022年度重庆市“绿色工厂”。在此基础上，重庆卷烟厂于2023年申报创建国家级“绿色工厂”，成功被工业和信息化部评选为2023年度“绿色工厂”。

其中，涪陵卷烟厂聚焦绿色低碳目标，不断提高管理水平。该厂党委高度重视节能减排、绿色发展工作，制定了“十四五”节能减排、绿色发展规划，把绿色发展作为重点调研课题，坚定不移走生态优先、绿色发展之路，不

断提升绿色低碳管理水平。同时，该厂聚焦环境保护行动，坚决打好污染防治攻坚战；聚焦节能减排指标，持续降低能源消耗。工厂绿色发展取得了可喜成绩：中水排放质量更优、烟尘粉尘排放更少、能源资源消耗更低。

在抓好既有产能绿色转型的同时，重庆中烟打牢绿色“地基”，抓实技改工程的绿色建设。新厂设计之初，黔江卷烟厂前瞻性地做好绿色规划，严格按照绿色工厂的标准进行分类创建，设置污水处理站回收利用生产生活污水，循环冷却水系统、空调系统采用双管闭式机械循环系统减少水耗，工房采用联合智能照明控制系统，生产管理及后勤服务用房设计为绿化屋顶，生产车间配置环境除尘和负压清扫系统……通过优化建筑布局、绿色设备设施选型、能源管控数字化赋能等措施，建设资源节约型、环境友好型的绿色新工厂。

在绿色工厂创建过程中，黔江卷烟厂以“五项”规范筑牢节能减排基础。该厂相关负责人对“五项”规范作了具体解释：规范记录——摸清家底、找准问题，为节能降耗提供第一手资料；规范专业作用——让专业的人干专业的事，推行设备轮保制度，合理配置技能技术人员，做好人才梯队合作，实现互助互补互进；规范服务保障——建立应急抢修机制；规范考核管理制度——用业绩量化考核；规范队伍建设——加大教育培训力度，鼓励员工技能技术“两条腿”走路。

节约优先 效率为本

重庆中烟实施全面节约战略，有效推进能源资源科学配置、高效利用，提高能源资源利用率，推动设备基础管理细化，抓好设备更新及技术改造，优化生产流程和工艺，持续降低单位产出能源资源消耗和碳排放，倡导



动力车间维修技师和钳工一起学习疏水阀结构和原理

简约适度、绿色低碳生活方式。

重庆卷烟厂充分发挥首组国产高速中支设备、首条云化制丝中支专线的先行优势，着力提升设备运行质效，统筹推进老旧设备、落后产能淘汰和新建设备新工艺技术应用，推动卷烟制造高端化、智能化、绿色化发展。运用质量管理手段和方法提高一次成品率，科学排产降低设备故障率，提高设备运行效能；瞄准班组自我管理能力和完善班组绩效评价机制、标准化管理机制，持续提升运行质效；聚焦高耗能设备改造，彻底解决了动力设备“大马拉小车”的问题。强化制造链上下游协调联动，加强产品全制造周期质量管控，节能降耗管控，形成全过程、全要素生产管理链条，增强全员质量提升意识和节能降耗意识。

在生产中，重庆卷烟厂积极实施能源低碳化。狠抓装备升级，提升设备的智能化水平和能效水平；优化生产组织，精准生产调度，加快实施数字

化战略，赋能绿色制造，整合制丝集控、卷包数采、MES等信息化系统，推进大生产系统全要素协同，提高生产调度的精准性、协同性、及时性，提高生产效率，减少浪费；提升运行质效，开展科研项目、精益项目、专利申请、QC攻关等活动，以技能技术、管理方法等创新，持续提质增效。

自2021年以来，黔江卷烟厂提出打造“新时代精品卷烟工厂”总体规划以来，积极探索“125”精益管理模式，打通节能降耗堵点。该厂精准调度保障节能降耗提速，针对工厂生产设备不饱和、软硬包生产不平衡等问题，2022年初，全厂由“三班两运转”生产运行模式调整为“两班两运转”，提高生产紧凑度，增强准时化生产能力。同时，该厂采取“柔性供能”推动“科学用能”，根据生产需要、工艺要求和季节变化，合理设定设备匹配参数、优化数据参数。该厂还以“党建与业务深度融合”和“规范与管理有机结合”，搭建节能降耗平台，唱响“动力

源”党建品牌，开展“师带徒”活动和节能主题党日活动。强化厂区内每一个环节的巡视、检查管理工作，最大限度地杜绝能源浪费现象，坚持以规范促管理，制定节能行为准则，进一步规范全员日常工作行为，提升节能降耗实效。

创新驱动 技术先行

重庆中烟坚持把创新作为第一驱动力，充分发挥企业创新主体作用，强化科技创新和制度创新，加快节能低碳新技术、新装备的应用，积极推动数字化转型，将工业互联网、大数据、人工智能等新兴技术与绿色低碳发展深度融合。

近年来，重庆卷烟厂广泛开展科研项目、精益项目、专利申请、QC攻关等活动，以技能技术、管理方法等创新，持续提质增效。其中，2022年，立项实施的“中速中支设备提质增效”质效提升项目，使卷烟机的稳定运行速度从5000支/分提高到6500支/分，包装机的稳定运行速度从250包/分提高到320包/分；4组中速中支烟机组（ZJ17-ZB45）提速增效30%，该项目被评为“第二届烟草行业职工优秀技术创新成果”。

涪陵卷烟厂将“能源管控、降本增效”作为能源管理工作要点，把节能降耗贯穿于生产全过程之中，通过建立能源管理中心，健全能源管控机制，促进能源管控信息化、精益化，优化能源使用，降低单位产品能源消耗。该厂从大处着眼，小处着力，在保证安全、质量的前提下，组织节能技术攻关，先后实施了组合式空调器温湿度分控改造、离心制冷机组变频改造、组合式空调机组温湿度分控改造及增设节能蒸汽源系统设施等项目。同时，以创新工作室为技术支撑，陆续对蒸汽凝结水闪蒸汽回用、锅炉节能器更换、锅炉低氮燃烧改造后的能耗分析开展技术

攻关，不断强化企业绿色发展技术支撑，持续推进节能减排降碳，减少不可再生能源投入，技改扩能的绿色场景不断丰富。

黔江卷烟厂狠抓技术降耗促发展，探索出“首席技能专家主导+关键节能技术攻关+重大节能成果应用”的创新创效模式，持续关注节能减排新技术，为节能降耗工作提供技术支撑。积极开展科技项目引领节能降耗，以科技项目突破技术瓶颈，解决节能的技术难题，“一种新型锅炉水位检测装置”和“一种火焰探测器控制系统”两项实用新型专利获得国家知识产权局认证。针对节能减排工作，该厂大力开展技术创新，挖掘潜力，实施技术创新，全面助推节能减排工作；他们在全厂开展技术攻关，近年来主要实施了《锅炉天然气报警智能联动控制系统的研制》《降低锅炉天然气耗量异常波动故障频次》和《降低空压机出口压力异常波动频次》等节能降耗攻关项目；多年来，该厂还以小改小革补充节能减排工作，有效降低设备的能源消耗，针对无法更换的老旧设备，陆续对大功率设备进行变频改造，最大限度节能运行，目前，该厂已完成《锅炉燃烧器天然气与空气混合比准确度的改造》《办公楼中央空调控制系统节能改造》等8项小改小革，补充节能降耗措施。

“绿色低碳发展是一项多维、立体、系统工程，更是一份需要持续创新、深入推进的责任担当。”重庆中烟相关负责人表示，绿色低碳发展的阶段性成果只是起点，下一步将持续加大能源管控力度，加强节能减排新技术应用，将绿色发展理念融入生产经营管理全过程，坚持智慧节能、循环发展之路，让绿色成为重庆中烟高质量发展最生动的色彩。

程，降低拆解能耗、无拆解废气产生；后端采用高效净化除杂技术，得到镍钴锰硫酸盐和电池级锂盐。这一技术流程短、产品附加值高，生产过程实现了废气、废水、废渣近零排放，全过程资源回收率和清洁生产水平高，与从矿石提取相比，成本可以节约15%—20%，二氧化碳排放量可以降低30%。

产业转化走实低碳之路

作为新一代锂电池回收利用技术，重庆绿电自主研发的“短流程”工艺技术，镍钴锰回收率高于98.5%，锂回收率高于93%，是目前国际上最先进的第三代技术。

无论动力电池出货量，还是新能源汽车产能、销量，中国都居世界第一。特别是重庆作为一个传统工业城市，具有庞大的汽车产业、极佳的制造业基础和完备的供应体系。

“重庆完全可以培育发展退役锂电池绿色高值利用产业，补上电池原材料生产的短板。”孙维义介绍，他们目前正与四川大学、重庆文理学院等科研院所合作，发挥川渝互补优势，致力于退役锂电池绿色高值循环利用技术的研发与产业化，“力争两年内，在永川设立全国总部，建立年处理能力5万吨的湿法回收工厂。”

目前，永川区已提出建立新材料产业园的申请，重点布局锂电池材料制造、电池总装、终端应用、回收利用等锂电池全产业链，大力发展新能源产业。

现在，孙维义已牵头在永川建立退役锂电池年处理能力2000吨的产业化示范线，成为集小试—中试—产业化于一体的全球领先的技术研发创新平台。新一代退役锂电池绿色高值利用技术在重庆实现首次产业化转化。

与重庆绿电一样，重庆中车时代电气于去年11月获评国家高新技术企业，今年9月又因在轨道交通供电系统和能源系统关键技术领域取得显著成果，入选国家级专精特新“小巨人”企业。

“3年时间，我们在技术突破、市场拓展、产能升级等方面打开了局面。从单品、方案到系统集成的全方位解决方案，可谓硕果累累。”陈广赞称，重庆中车时代电气不断加大研发投入，致力于轨道交通绿色低碳技术的研究和相关装备研发及产业化，构建起“城轨主动式牵引供电系统”“铁路柔性贯通同相供电系统”“供电智能运维系统”三大系统技术平台。

重庆轨道交通15号线在国内首次应用了“铁路柔性贯通同相供电系统”，成功解决了传统铁路供电系统存在的电分相、电能质量、供电能效等问题，不仅响应了国家“双碳”目标，还契合了“智慧铁路”的发展方向，为市域铁路供电系统建设提供了新模式。

重庆轨道交通24号线（一期）是重庆规划建设的第一条全自动驾驶轨道交通线路，也是重庆城轨绿智融合关键技术示范项目。重庆中车时代电气将主动式牵引供电系统应用到该线路，彻底改变传统的被动式供电方式，在重庆建设了全国轨道交通领域供电系统第一个全双向变频牵引所。

“既在重庆扎根，又走向世界。”去年，重庆中车时代电气拿下墨西哥瓜达拉哈拉市约3亿元订单，其轨道交通绿色低碳技术的研究和相关装备走出国门。

如今，陈广赞又带领技术团队利用轨道沿线光伏资源，打通光伏发电到牵引供电的能量通道，构建“光伏+轨道交通”供电新格局，打造低碳化轨道交通。