

新能源汽车制造的“碳中和”思与行

龚淑娟 郝博洋

0 前言

随着全球气候变化的日益严峻，减少温室气体排放、实现碳中和，已经成为国际社会的共同目标。新能源汽车作为绿色、低碳的代表性产业，得到了世界各国的广泛关注和重点支持，新能源汽车的设计开发和生产制造都是节能降碳的重点。

本期我们分享业界知名企业的碳中和思考和实践经验，包括部分主机厂、零部件供应商和装备供应商代表，共同探讨新能源汽车产业链在生产环节的绿色低碳行动和应用案例，展现节能减排、绿色减碳方面的新技术、新工艺和新应用。我们深信，这些行业实践将对业内所有企业的可持续发展产生积极影响。

1 主机厂牵头产业链碳中和

1.1 比亚迪汽车

比亚迪 2023 年新能源汽车销量超过 302 万台，同比增长超 60%，蝉联全球新能源汽车销量冠军。比亚迪董事长王传福表示：“作为全球最大的新能源汽车企业，比亚迪所做的事业已经不再是最初的企业积累和规模扩大，而是出于更高的社会价值和企业责任。我们希望用极致的技术、产品和体验，持续满足人们对美好生活的向往。”



比亚迪董事长 王传福

除了积极推广新能源汽车等绿色产品，比亚迪在生产端同样注重可持续发展，在其《2023 年社会责任报告》中，“绿色运营”作为专门的篇章，展示了相关行动和结果。

以能源管理为例，比亚迪制定了《节能降耗管理程序》，在全集团内开展节能减排工作。

2023 年，比亚迪汽车事业群和电池事业群能耗强度目标较 2022 年下降 40%，单位产值综合能耗也呈现明显下降趋势。2023 年，比亚迪新增节能改造项目等总计节能效益为 17160 t 标煤，CO₂ 减排 132 490.83 t。

“三废”管理方面，比亚迪严格管控各类废弃物排放。各个工厂通过从工艺源头控制、末端提标治理等方式，有效降低污染物排放。近年来，比亚迪不断加大投资，2023 年环保投资超过 12 亿元，废水、废气和噪声等污染物排放达标率 100%。

未来，比亚迪将持续加大技术创新力度和节能减排资源投入，强化上、中和下游产业链节能减排，探



寻优化新能源汽车及动力电池等核心零部件碳足迹，力争成为新能源汽车领域碳减排的标杆企业。

1.2 吉利汽车

吉利汽车于2024年4月26日刚刚发布了《2023年环境、社会及管治(ESG)报告》，披露了其ESG战略六大方向系统性落地第一年的最新进展和成果。吉利汽车取得了2023年单车全生命周期碳排放较2020年基准年下降12%、提前完成3家零碳工厂建设目标等出色表现。

整车制造端，吉利汽车全面推进节能降耗、清洁能源替换，2023年整车基地单辆车的能耗较2020年降低了13.98%，温室气体排放量较2020年降低了53.66%。吉利汽车现有6家整车基地100%使用可再生电力，2023年还完成了宝鸡工厂、成都工厂2家“零碳工厂”认证，加上西安工厂，提前实现了2025年建成3家及以上“零碳工厂”的目标，其中西安工厂是国内汽车行业首个零碳工厂。

吉利汽车西安工厂现已实现100%使用可再生能源电力。通过自建的52 MW超级光伏电站，该工厂年均发电量可达4750万kW·h，每年可减排CO₂ 27000 t，相当于植树造林3196公顷。通过建立水资源循环利用体系，西安工厂单车水耗已降至1.6 m³，显著低于行业均值。同时，西安工厂还全面采用低挥发性原辅材料，中水利用率达到44%，废气处理系统综合净化效率也超过98%，已经全面实现制造全周期零废水排放、零废物填埋、零有害物质排放，极大程度减少环境负担。

吉利汽车宝鸡工厂的绿色环保也已渗透到汽车生产制造的全流程。涂装车间采用了最先进的水性免中涂

工艺，实现VOC排放降低50%，能耗降低30%。而且，通过先进的无害化处理技术，涂装废气可实现VOC排放低于5 mg/m³。在环保检测方面，吉利宝鸡工厂同样坚守高标准、严要求，其环保检测甚至比国标更严苛。据悉，吉利汽车整车VOC检测结果远低于国家限值标准，大约为国家限值标准的十分之一。零部件VOC采样仓则会针对座椅、顶棚、低碳和转向盘等17类关键重点件进行环保检测。在60℃高温连续2 h烘烤下，零部件的健康隐患无所遁形。

依托于创新科技、价值链协同及社会价值创造等多元化领先实力，吉利汽车正加速向“2025年单车全生命周期碳排放减少25%以上，2045年实现碳中和”的目标迈进，携手产业链伙伴共创可持续未来，成为汽车行业践行ESG的可持续价值标杆。

1.3 理想汽车

理想汽车坚持绿色制造，重视生态和谐，建立可持续发展的绿色工厂。理想汽车已成立气候变化与碳中和工作组，逐步建立了完善的气候管理办法和畅通的内部沟通机制，有序开展减碳工作。2023年，理想汽车又进一步完善了这一体系，下设3个工作组和若干个专业化的工作小组，分别对工作规划部署、低碳技术开发与产品应用、绿色生产运营生态建设开展行动，自上而下落实减碳目标。

2023年，理想汽车在北京基地和常州基地全面上线智慧能源管理系统，实现了能源系统监管及故障自启动功能，及时远程调整设备频率等，年度节电量达723 MW·h。

理想汽车在2023年还对北京基地智能绿色旗舰工厂进行了改造，采用了更加环保的绿色工厂设计理念，





满足国家《重污染天气重点行业绩效分级及减排措施》A级绩效企业标准要求，采用了能源节约型的生产方式和环保型焊接设备，缩短了建设周期，极大地降低了能源消耗。

北京基地采取的环保技术包括冷连接技术、真空发生器和排烟除尘等。车身车间的SPR（自冲铆接）和FDS（流钻螺钉）连接技术，不仅能够达到良好的力学性能，还可以减少粉尘产生，并降低焊接能耗——SPR能源节约量为0.185 kW·h/点。节能型真空发生器可以自动根据系统的真空度需求进行灵活调节，降低噪声的同时，可减少90%的空气消耗，每年减少CO₂排放可达62.5 t。集中式除尘机组对焊接烟尘进行集中收集处理，高效滤筒式除尘，可以全方面满足国家及地方环保要求。

常州基地的两套污水处理系统，采用高效工艺对生产废水与生活废水进行无害化处理和再利用，出水水质优于排放标准。针对生产污水处理，常州基地重点关注氮磷污染物排放。应用先进的膜生物反应器、反渗透技术、连续电除盐技术及蒸汽机械再压缩技术等，实现废水氮磷零排放。同时，污水处理站均配套污泥干化工艺、生物滤池除臭系统及污染源在线监测系统，有效地控制水污染。

废气排放方面，理想汽车工厂设立了VOC排放浓度不超过15 mg/m³的排放目标，并建立VOC排放管理台账，对废气进行严格控制。2023年，理想汽车工厂废气收集率超过90%，单位产品VOC排放量为0.062 kg/台，远优于地方标准和排污许可证控制要求。

在生产环节，理想汽车还从源头减少重金属材料的使用，开展无铅焊料的开发与应用，并要求在电镀工艺环节禁用Cr6电镀液，降低对工作人员的健康

危害。

2 零部件供应商同样肩负行业重任

2.1 宁德时代

作为新能源汽车的“心脏”，动力电池的重要性不言而喻，其在生产制造过程中产生的碳排放、能源消耗等问题，同样不可忽视。身为动力电池龙头，宁德时代

肩负着引领行业降碳减排事业的重任。



宁德时代董事长 曾毓敏

宁德时代制定并宣布了“零碳战略”目标：2025年实现核心运营碳中和，2035年实现价值链碳中和。宁德时代《2023年环境、社会与公司治理（ESG）报告》显示，该公司旗下的各个工厂都通过设备优化与改造等措施积极

提升能源使用效率，并持续扩大可再生能源使用规模。2023年，宁德时代实施了538项节能措施，零碳电力使用比例提升至65.4%，单位产品温室气体排放量下降45.6%，成功点亮4座“零碳工厂”。

宁德时代获得全球知名认证机构SGS颁发的PAS2060碳中和认证证书，跻身“零碳工厂”行列的4家工厂分别是——四川时代新能源科技有限公司（以下简称为“四川时代”）、广东瑞庆时代新能源科技有限公司、时代吉利（四川）动力电池有限公司及成都市新津时代新能源科技有限公司。

四川时代工厂是动力电池领域的全球首家“零

碳工厂”，通过采用 CFMS（厂务设施管理系统）实现设备主动化控制，四川时代节能约 8%，每年可节省 18973 t 标煤，减少碳排放 19792 t CO₂ 当量。通过设备定量化运行及节能化排产，有效减少冗余的设备开启，每年可节省 12373 t 标煤，减少碳排放 15020 t CO₂ 当量。

在四川时代的生产车间和中控室，设备运行是能源消耗的主要部分。四川时代通过自主研发的 CFMS 系统，在厂区部署了超过 40000 个环境探测传感器。这些传感器通过窄带物联网（NB-IoT）技术进行数据采集，确保厂房内所有设备的状态参数实时上传，然后通过 AI 技术对这些数据进行分析 and 计算，为每台设备定制最佳运行参数，并且优化整个工厂的节能方案。厂区内来回穿梭的 AGV 物流小车和电动叉车等，使得供应商工厂、原料仓库、加工工厂、成品仓库再到客户工厂的整个物流过程实现零碳排放。总体上，四川时代利用智能制造、人工智能、工业物联网和柔性自动化等技术，使生产线速度提升 17%、优率损失降低 14%。

宁德时代计划在 2025 年之前将其动力电池工厂全部变为“零碳工厂”，2035 年年后生产的动力电池全部变为“零碳电池”。宁德时代董事长曾毓敏表示：“‘内视之谓明，自胜之谓强’，宁德时代将始终坚守可持续发展理念，与生态伙伴携手同行，共同助力碳中和目标的实现，共创共享共赢美好未来！”

2.2 舍弗勒

舍弗勒的目标是：到 2030 年，实现生产领域的碳中和；到 2040 年，全面实现供应链的碳中和。为实现这些宏伟目标，舍弗勒从“绿色材料”、“绿色生产”及“绿色产品”等方面付诸行动。

绿色生产方面，舍弗勒在各个生产基地积极践行低碳理念。为打造绿色环保的可持续工厂，舍弗勒不断精进生产制造各个环节，提升自身的可持续发展水平。

舍弗勒大中华区在 2023 年实施了一系列节能措施，其中经外部机构验证通过的 27 项节水措施，使年淡水消耗量减少 15 万 m³，降幅约 9%。从 2024 年起，这些措施预计每年至少能够节约淡水 26.5 万 m³。以舍弗勒太仓制造基地的“工业废水‘零’排放”项目为例，每年处理及再利用约 58 400 m³ 的工业废水，实现的节水量相当于约 4000 人一年的用水量。

在能源利用方面，舍弗勒计划到 2024 年所购能源

100% 为可再生能源。目前，舍弗勒大中华区安亭研发中心及各地工厂，都利用太阳能板的光伏系统转换，将太阳能直接转化为电能，最大限度地利用清洁能源。

在舍弗勒的绿色样板工厂——太仓制造基地新能源二期工厂，已实现 100% 绿电供能、生产废水“零”排放，此外，智能化能源管理系统、余热回收、雨水和生活用水回收再利用等多项节能减排措施，都在这里取得了显著实效。这家工厂获得了德国可持续建筑 DGNB 金奖和江苏省“绿色工厂”等多个奖项，也是舍弗勒在全球的一个绿色样板工厂之一。

通过不断提高能效，舍弗勒与生产相关的温室气体排放量比上一年减少了约 24%，CO₂ 当量从 493 000 t 下降至 375 000 t。

3 能源服务商及装备供应商

3.1 思安新能源

思安新能源基于 30 多年的工业服务经验，为响应工业企业双碳目标或零碳工厂建设落地，积极致力于打造覆盖用户侧全系统、全流程、全方位和全生命周期的一站式智慧综合能源服务体系，根据企业能源现状，为客户提供从评估诊断、系统优化、改造升级、运行优化以及投资运营的定制服务，帮助企业大幅提升能源使用效率，减少能源费用和碳排放，助力企业打造“零碳工厂”。



思安新能源股份有限公司副总经理、市场营销体系总经理 闫少君

思安新能源股份有限公司副总经理、市场营销体系总经理闫少君认为：“现阶段的关键，也是最直接、最快速和最经济的方式，是为企业提供深度节能提效的解决方案，虽然很多企业已经采取了一些单点的节能手段，但远远不能满足双碳目标落地的要求。按照《工业企业智慧综合能源成熟度模型》，单点节能只是基础，很多企业在系统节能包括多能耦合、用供配储协同及智慧运维等方面有较大提升空间，同时企业在能源管理标准化，以及构建全方位能源管理体系建设方面还有很长的一段路要走。当然，我们也要看到好的方面，差距越大，提升空间越大。”

思安新能源拥有智慧综合能源服务的多项核心技术，包括能源数字化、储热以及能源梯级利用技术等，其中储热技术已经进入《国家工业和信息化领域节能技术装备推荐目录（2022年版）》，且属于国际领先。

针对高温、中高温和低温区域，思安均有相应技术和产品，包括固体储热、熔盐储热和相变储热等。以涂装为例，其能耗在整车生产中的占比超过50%，针对这一传统工艺，思安创新利用先进的余热回收及储热产品，实现了烘干余热的回收和再利用，将余热用于前处理相关热工艺，如热水洗、预脱脂、脱脂和磷化等。通过对涂装车间热系统的统一调控，可达到各工艺用热的均衡控制，前处理用热替代率70%以上，叠加系统控制终端的优化控制功能，可提高涂装车间热系统利用效率5%~10%。

3.2 力劲

伴随着新能源汽车的迅猛发展，作为一项颠覆性的创新技术，也是一项绿色减碳的技术，一体化压铸成为了汽车制造行业的发展大势。

力劲研制的6000~20000 t超大型智能压铸单元，可以实现汽车前舱、后地板、电池包等大型结构件的一体化制造，覆盖了轿车、SUV、MPV等车型，致力于为国内外汽车制造商提供高性能、高效率、技术成熟的一体化压铸解决方案，加快新能源汽车产业的转型升级。

一体化压铸技术的推广应用，对推动汽车轻量化、促进节能减排意义深远，尤其是汽车大型结构件的一体化压铸技术已经受到了全球各大主机厂的重视，市场空间快速提升。目前，国内新能源汽车制造商也都在积极追随潮流，加速研究或采用一体化压铸技术，以最大程度减轻新能源汽车的重量并提高续航里程。

3.3 埃斯维（SW）

作为一家全球领先的金属加工设备制造商，数十年来，SW一直在寻求产品品质与节能环保之间的相互融合，并将可持续发展理念贯彻到了业务运营与日常生活的方方面面，为守护地球而不断努力。

SW的可持续发展目标是“2025年实现集团范围内的碳中和”，为此，SW积极采取措施，应对气候战略并在范围1和范围2中实现气候中和。据SW全球可持续发展经理Aline Breithaupt介绍，SW主要从四个方面采取措施：第一是确保建筑和生产设施的高能效；第二是购买绿色电力，自2022年起，SW就一直在为德国的生产车间购买绿色电力，并打算将这一举



SW 全球可持续发展经理
Aline Breithaupt

措推行至全球生产车间；第三是投资能很快回收成本的自行发电绿色电力；第四是进行抵消碳排放活动，这也是SW目前需要持之以恒做的工作，比如很多人都计划在未来使用新能源汽车，以减少柴油和汽油的使用。

关于“碳中和”理念的践行，SW的代表性工厂是SW德国总部工

厂。2023年6月，一个总面积达到10285 m²、装机容量为2094兆瓦的光伏系统被安装在了SW德国总部工厂的屋顶，这是该工厂所在的罗特韦尔区最大的屋顶光伏系统。光伏发电为SW德国在2023年减少了600 t CO₂的排放。事实上，SW德国一直致力于使用绿色电力来减少工厂的碳排放。自2022年起，SW德国通过购买绿电减少CO₂排放已达到1470 t/年。截至2023年底，依据欧盟的碳排放信用额制度，SW德国已经实现碳中和，并获得了ISO 14001:2015、ISO 9001和德国工业汽车协会VDA 6.4的权威认证。SW也正将德国总部作为样板，让这份成功经验复制到其他各区域的工厂中，为实现2025年全集团碳中和的目标不断努力。

SW已正式加入“科学碳目标倡议（SBTi）”，并设定了基于科学的减排目标和长期净零目标，以达成与1.5℃温升限制路径一致的温室气体减排目标。SW的净零排放战略目标是到2033年将范围3的排放量减少32.5%。为推动以及验证SBTi目标的实现，SW还加入了国际第三方非盈利碳披露平台CDP，从2022年起，定期对外公布SW碳中和的阶段性进展与成果，接受全球投资人与社会公众的监督。

3.4 福斯

福斯已经明确了“到2040年实现全价值链‘净零碳中和’”的目标，并根据科学减碳倡议（SBTi）的框架设定了中长期减排目标，即：到2030年，将范围1和2的排放至少减少42%，范围3的排放至少减少25%，到2040年，将范围1、2和3的排放量减少至接近零，至少减少90%。

福斯润滑油（中国）有限公司质保&可持续发展

副总裁程颖认为：“策略实施的关键是要精准识别碳排放的主要来源。福斯中国自身业务产生的碳排放占比约为10%，这一部分已经通过安装屋面分布式光伏、使用绿色电力、天然气替换柴油以及固废减量回收利用等节能减排措施得到了有效降低。而另外接近90%的碳排放来自于原材料，因此我们必须通过优化供应链管理，以减少原料采购端的碳排放。”



福斯润滑油（中国）有限公司
质保 & 可持续发展副总裁 程颖

2023年，福斯中国实施了25项节能减碳措施，总减碳量占2023年总碳排放（从原料入厂到产品出厂）的12%，在循环经济方面，福斯中国实施了废物减量和回收处置计划，单位产品产废量降低13%，危险废物回收处置率达到了80%以上。

在供应链管理方面，福斯中国已经将可持续发展绩效纳入供应商的业务考核中，激励他们提升自身的绿色能力。

福斯中国还开发了自己的产品碳足迹（PCF）计算方法，并与供应商密切合作，要求他们披露原材料的PCF以支持产品碳足迹核算。同时在2023年，福斯作为核心参与方制定并发布了欧洲润滑油行业产品碳足迹核算标准，以确保PCF行业核算的透明度与可比性。

2024年，福斯中国将继续推进集团的“净零碳中和”战略，深化各个职能的具体目标和举措。28个减碳项目正在陆续落地，其中不乏扩建光伏、油改气、余热回收和工艺节能等可以取得良好绩效的技术型项目，同时也将推进ISO50001能源管理体系认证、清洁生产评价和绿色制造规范等一些管理型可持续发展项目。

3.5 SMC

SMC集团作为以气动产品为核心、辐射电动、温控、静电等各类工控元件的领军供应商，积极响应全球绿色低碳制造的号召。致力于向汽车及零部件生产用户的低碳绿色生产，多措并举，为实现“研发、制造、物流及产品应用”全链条的碳减排、碳中和，SMC一直在行动。

在汽车及汽车零部件生产型企业中，存在大量的

气动应用场景，很多地方对气动近30%的耗电量并未察觉或者改善方法不足。那么迈向气动节能的第一步，既是将“气动”转变为“气动能源”概念来考虑。加之立体式气动节能技术和产品的应用，实践证明：收效相当可观。SMC也正是肩负起这个责任，在气动节能这一细分领域不遗余力！

空气管理系统（AMS）数字化应用的创新、成体系化的八大气动节能方案、一站式多品类的节能气动产品供给，为打造“气动低压化”生产系统创造出有利条件。近些年来，公司专业团队已向近600家用户提出了行之有效的改善方案。

SMC致力于气动节能技术与产品的不断探索。同时，从自我做起，努力建设绿色生态工厂。以低能耗、低污染、低排放为纲领，引入外部节能技术，活用自有气动节能技术，并积极拥抱数智化。已从以下几方面得到实践：



SMC集团中国区汽车行业
统括负责人 杨陆帅

①绿电的大范围应用；②IT数智化系统改造；③老旧设备更新与节能产品导入；④环保的冷媒技术替代；⑤泄露治理与能源二次利用等。以SMC集团公司8家工厂之一的北京第2工厂为例，通过以上多措并举，实现了空压能耗降低28%、蒸汽用量减少6成以上的综合成果，并在“北京市节能

技改专项课题项目”中也获得很高认可。这项成果与获得日本工业大奖、集节能可视化一体的智能压缩空气管理系统（AMS）构造出低压化生产现场密不可分！

4 结语

随着全球对环境保护和能源转型的日益关注，新能源汽车已经成为了推动绿色出行和低碳生活的重要力量。与此同时，新能源汽车制造领域的可持续发展也是未来社会和环境进步的重要方向，这其中包含了主机厂、零部件供应商、装备供应商以及更多供应链相关的生态合作伙伴的携手努力，大力推广绿色工厂建设，采取各种节能减排措施，共同推动环境保护、能源转型和技术创新等多重目标，为构建美好的未来社会贡献力量。