

新能源汽车行业ESG白皮书

(电池类)

摘要

新能源汽车作为交通领域脱碳核心载体，正重构汽车产业格局、引领制造产业升级。从燃油时代到电动智能新纪元，技术迭代持续突破，产业链协同不断深化，ESG理念深度融合，先进制造赋能高质量发展。本白皮书立足行业全局，系统梳理新能源汽车行业发展脉络、价值链构成、ESG发展现状及先进制造核心元素，提供客观的参考，助力行业行稳致远，共绘绿色智能出行新蓝图。



PREFACE

前言

在“双碳”目标引领与全球产业变革的双重驱动下，新能源汽车行业已从政策驱动转向市场驱动与技术驱动并行的高质量发展阶段，成为推动汽车产业转型升级、实现能源结构优化的核心力量。近年来，我国新能源汽车产销量连续多年位居全球首位，产业链供应链体系不断完善，核心技术实现井喷式突破，全固态电池、智能驾驶、数字制造等前沿技术加速落地，行业规模持续扩容，产业渗透率稳步提升，展现出强劲的发展活力与广阔的发展空间。与此同时，ESG理念逐步渗透到行业全链条，成为企业可持续发展的核心竞争力。各国相关政策不断完善，引导行业向绿色化、规范化方向发展，信息披露日益规范，绿色制造、社会责任已成为行业发展的重要导向。先进制造技术的融合应用，更是推动新能源汽车在设计研发、零部件制造、整车组装等环节实现效率提升与品质升级，助力构建全生命周期绿色闭环，为行业高质量发展注入新动能。

当前，新能源汽车行业正处于迭代升级的关键时期，既面临着核心技术突破、产业链协同优化、ESG体系完善等机遇，也面临着市场竞争加剧、标准不统一等挑战。本前言立足行业发展现状，梳理行业发展脉络与核心趋势，为后续白皮书系统解读行业概览、ESG发展及先进制造核心元素奠定基础，旨在为行业从业者、投资者及政策制定者提供客观参考，凝聚行业共识，推动新能源汽车行业持续健康发展，助力全球交通领域绿色转型与制造业高质量升级。

ANALYST

研究员

蔡惠平	高级注册ESG分析师：25RZQLKC000977A
程彦淇	高级注册ESG分析师：25RZQLKC002447A
丁胜一	CFA ESG证书：102725220
董娜	高级注册ESG分析师：25RZQLKC002825A
顿茹兰	高级注册ESG分析师：25RZQLKC002518A
黄如峰	高级注册ESG分析师：25RZQLKC0005533A 碳管理师：CHINAETSCM20250010083 国际通用ESG策略师：SH3419FCA0499
蓝欣源	CFA ESG证书：104018309 碳管理师：CHINAETSCM20250010046
刘敏	高级注册ESG分析师：25RZQLKC003372A 碳管理师：CHINAETSCM20250010181
刘毅	CFA ESG证书：131055246 高级注册ESG分析师：25RZQLKC002548A
吕滢	高级注册ESG分析师：23RZQLKC001154A
任如意	高级注册ESG分析师：24RZQLKC602410A 碳管理师：CHINAETSCM20250010159 国际通用ESG策略师：SH0012FCA0497
孙健	CFA ESG证书：105482050 碳管理师：CHINAETSCM20240010078
王泽恩	CFA ESG证书：142671875
巫文杰	CFA ESG证书：102189582 高级注册ESG分析师：25RZQLKC003324A
张冬雪	高级注册ESG分析师：25RZQLKC003786A
张黎	CFA ESG证书：141141033
赵云云	高级注册ESG分析师：25RZQLKC0022476A

CONTENTS

目录



第一章 新能源汽车行业概览

- 07 汽车和新能源汽车的发展历史
- 18 新能源汽车制造的价值链
- 24 行业发展规模和龙头

第二章 行业ESG的发展

- 35 发展ESG的潜力点
- 37 行业的ESG政策
- 42 行业的核心议题
- 57 行业信息披露

第三章 新能源汽车先进制造的核心元素

- 63 设计与研发
- 70 零部件制造
- 75 数字赋能与柔性生产
- 79 整车组装
- 94 绿色制造闭环系统

第一章 新能源汽车行业概览

第一节 汽车和新能源汽车的发展历史

一百多年来，汽车行业通过持续的改进与创新，凝聚了人类的智慧与匠心，同时依托石油、钢铁、铝、化工、塑料、机械设备、电力、道路网、电子技术及金融等多个行业的支撑，不仅实现了自身的迭代升级，更带动了相关产业的协同发展，最终成为拥有多种型式、不同规格，广泛应用于社会经济生活各领域的重要交通工具。

一、汽车行业的发展沿革

第一阶段：18 世纪 70 年代至 20 世纪初

这是汽车的诞生与初步量产阶段，动力技术的突破是汽车产生的核心基础。此阶段汽车的“汽”指代蒸汽机，而非现代意义上的汽油。1807 年，首台以氢气为燃料的内燃机问世；1826 年，首款工业用内燃机诞生；1833 年，欧根·朗根与尼古拉斯·奥托创办了人类历史上首家发动机工厂，为汽车动力系统的发展奠定了工业基础。1879 年，德国工程师卡尔·本茨成功试制二冲程试验性发动机，1883 年创立“本茨公司和本茨莱茵发动机厂”，并于 1885 年制成第一辆本茨专利发动机三轮汽车，成为世界上最早的汽车雏形。与此同时，1881 年戴姆勒与威廉·迈巴赫合作开办首家汽车工厂，1883 年发明汽油内燃机，1885 年末将马车改装为搭载 1.1kw 内燃机的四轮汽车，车速可达 14.4km/h。卡尔·本茨与戈特利布·戴姆勒因此被公认为现代汽车的发明者，被誉为“汽车之父”。

在生产模式上，这一阶段经历了从手工小量生产到规模化批量生产的转变。1887 年法国庞哈德·莱瓦索马车制造公司获得戴姆勒高速汽油机的法国生产专利，通过手工方式为客户定制个性化轿车，1889 年推出的车型已具备现代汽车的原型特征，1894 年年产量提升至数百辆，成为当时全球领先的轿车企业；1900 年前，美、英、意等国相继涌现出一批作坊式汽车生产企业，当年欧美汽车总产量达 9504 辆。而福特汽车公司的崛起则标志着批量生产模式的成熟，1896 年福特试制出首台汽车，1903 年正式成立公司，初期通过外购零部件组装 A 型车，后建成专业化三层厂房，实现了缸体、曲轴等核心部件的自主加工与整车组装，其发明的流水线生产方式，不仅大幅降低了汽车生产成本，更推动 T 型车成为普及度极高的车型，促使世界汽车生产重心从欧洲转移至美国，1929 年美国汽车产量达 54.5 万辆，出口量占比 10%，占据了美国以外全球汽车市场 35% 的份额。

第二阶段：20 世纪初至第二次世界大战前夕

能源技术的发展成为推动汽车工业化进程的关键动力。进入 20 世纪后，石油工业实现技术突破，1911 年伯顿工艺的应用实现了原油的高效分解，轻质汽油产量呈指数级增长，为汽车动力的普及提供了充足的能源保障。1908 年福特 T 型车的量产，将汽车工业的工业化水平推向新高度。1914 年第一次世界大战的爆发，进一步加速了汽车行业的发展，装甲车被投入战场，民用汽车则承担起兵员运送与物资补给的任务，各国军方充分认识到汽车在军队机动化中的核心作用，推动汽车类型向多样化、专业化方向完善，各类新技术也随之不断涌现。在此背景下，封闭式厢型轿车、新型大客车、赛车等车型相继进入大众视野，私家车保有量大幅提升，出租车行业的雏形开始出现，汽车消费逐渐走出“富人专属”的局限，普通民众经过一定时间的工作积累也能够购置合适的汽车。

第三阶段：第二次世界大战结束至第二次石油危机时期

这是汽车产品的多样化发展阶段，也是世界汽车工业的黄金发展期。20 世纪 50 年代至 1973 年，全球汽车市场形成了各具特色的派系格局。美国凭借 1948 年独占沙特阿拉伯石油资源的优势，获得了廉价且充足的石油供应，汽车燃料与生产所需的电力、原材料成本大幅降低，车企生产高档车型利润丰厚，这推动了美国轿车向大型化、豪华化方向发展，车型发动机排量最小达 3.2 升，最大超过 7 升，自动变速、助力制动、动力转向及车身底盘一体化结构成为标配，大型尾翼、镀铬装饰与优质涂料的应用，让汽车外观更为亮眼，车辆耐用周期也延长至十年，搭载大排量 V8 发动机、马力强劲、外形充满肌肉感的“美国肌肉车型”成为这一时期的标志性产物。与美国不同，欧洲面临燃油供应不足、油税较高的现状，因此在战后经济复兴过程中，将发展重点放在小型车领域，欧洲车企根据各国差异化的市场需求改进产品，打造出设计轻巧、特色鲜明且燃油经济性高的车型。日本则因石油完全依赖进口，将研发与生产重心聚焦于省油的小型车和柴油商用车，通过引进欧美先进的产品技术与制造工艺，融合形成独具特色的日本式管理模式，推行全面质量管理体系，整合零部件与材料供应商构建起系统化协作配套体系，实现了生产的规模化与装备的持续现代化。1963 年，丰田汽车公司全面推行看板管理模式，将工件号、数量、时间、工程及用途等指令纳入看板体系，开创了精益生产方式，成为汽车生产组织模式的又一重要技术革新。

第四阶段：石油危机至 21 世纪初期

两次石油危机重塑了全球汽车工业的发展格局。1973 年与 1979 年的两次世界石油危机，导致全球汽车市场需求锐减，具备省油特性的小型车成为市场主流，这一变化对世界汽车发展方向与产业格局产生了深远影响，直至 1984 年汽车市场才逐步步入新一轮增长周期。在此背景下，日本车企凭借省油耐用、价格亲民的小型汽车迅速赢得消费者青睐，全球汽车市场由此形成美、日、欧三足鼎立的格局。同时，石油危机也极大推动了汽车节能与排放优化技术的发展，一系列技术革新相继落地：汽车向小型化方向发展，车身自重不断减轻，传动效率显著提升；无内胎钢丝子午线轮胎实现普及，并通过优化轮胎花纹降低行驶阻力；发动机领域，稀薄燃烧、电子控制配气、供油与点火技术及增压技术得到广泛应用，热效率更高的柴油机不仅成为商用车的主力动力源，在轿车领域的应用比例也日益提高；燃料方面，压缩天然气、液化石油气、甲醇、乙醇、植物油等代用燃料开始投入使用；新能源汽车领域，电动、混合动力及燃料电池汽车的研发工作全面启动，为后续汽车行业的能源转型埋下伏笔。

第五阶段：新能源时代

汽车行业的发展重心转向环保与安全，绿色能源成为汽车产业的核心发展方向。随着汽车保有量的快速增长，1960 年以后，汽车尾气排放污染环境、交通事故频发等社会问题日益凸显，“反汽车论”随之出现，推动各国出台严格的行业标准。美国于 1966 年实施《汽车排气污染防治法》，1967 年推出联邦汽车安全标准 (FMVSS)；日本也在 1966 年与 1968 年分别颁布汽车排气标准与汽车安全标准。此后，相关标准的要求随时间推移不断严格，实施范围也逐步扩大至更多国家和地区，汽车环保与安全由此成为引领行业技术发展的核心课题，催生出发动机稀薄燃烧、高能点火、尾气催化转化等环保技术，以及 ABS 防抱死制动系统、安全气囊等汽车安全技术。但现有技术的升级仍无法从根本上解决汽车使用过程中的环境污染问题，因此绿色能源逐渐成为汽车行业的首选发展方向，新能源汽车与电动汽车技术成为全球汽车产业的主要发展趋势。在这一趋势下，电动汽车正逐步获得全球消费者的广泛认可，日本是电动汽车技术发展速度最快的国家之一，尤其在混合动力汽车领域处于世界领先地位，目前全球仅有丰田、本田两家日本车企具备混合动力汽车的批量产销能力。与此同时，通用、福特、大众、戴姆勒-克莱斯勒等国际主流车企，也在积极研发可通过无线电技术实现充电的小型电动汽车，全球汽车行业的新能源转型进程全面提速。

二、新能源汽车制造的发展沿革

新能源汽车制造的崛起并非一蹴而就，其发展深深植根于传统汽车工业的土壤，同时受到技术突破、政策引导与市场需求的三重驱动。从早期技术萌芽到如今的全面智能化，其发展沿革可划分为四个关键阶段，见证了从传统制造向先进制造、从技术探索向生态重构的完整跃迁。

第一阶段：基础奠定与技术启蒙阶段（19 世纪末-2010 年前后）

这一阶段是新能源汽车制造的萌芽与铺垫期，既包含早期电动技术的探索，也积累了支撑后续发展的传统制造基础，政策启蒙同步推进，为产业崛起筑牢根基。

(一) 早期技术萌芽与起伏

新能源汽车的技术探索可追溯至 19 世纪末。1834 年，美国人托马斯·达文波特制造出世界上第一辆电动三轮车，由一次性干电池驱动，续航有限；1881 年，法国人古斯塔夫·特鲁夫取得重大突破，用可充电铅酸电池制造出更具实用性的电动车。1900 年的欧美市场上，电动汽车发展势头强劲，市场占比远超燃油车，其安静、清洁的优势赢得精英阶层青睐。

然而 20 世纪初，汽车行业格局发生巨变。内燃机技术突破、石油开采成本降低，燃油车凭借续航长、价格低的优势迅速主导市场，电动车因电池技术滞后逐渐边缘化。直至 20 世纪 70 年代石油危机爆发，传统燃油能源的局限性凸显，各国重新重视新能源汽车研发，日本于 1997 年推出全球首款量产混合动力车——丰田普锐斯，以 1.5L 汽油发动机、永磁交流电动机及镍氢电池组为动力，成为混动领域标杆，为后续技术发展奠定基础。但此时的电动汽车制造仍依赖传统燃油车平台改造，电池、电机等核心部件未实现规模化生产，限制了大规模发展。

(二) 传统制造基础积累

20 世纪至 21 世纪初，传统燃油车工业的发展为新能源汽车制造提供了重要支撑。生产模式上，以丰田“精益生产 TPS”为代表的管理体系逐步成熟，构建起高效的全球供应链、标准化流水线作业和严格的质量控制体系（如六西格玛管理法），为后续新能源汽车大规模量产提供了管理范式与工艺标准。

核心工艺与零部件领域，车身冲压、焊接、涂装、总装四大工艺高度成熟，发动机、变速箱等核心部件的精密制造经验，部分转化为新能源汽车电驱动、电控系统的制造基础。产业布局层面，大众、丰田、通用等传统车企巨头建立起覆盖全球的生产网络和供应商体系，为新能源汽车的全球化生产和零部件配套提供了现成框架。

(三) 政策体系初步构建

中国新能源汽车的早期发展离不开政策规划与技术攻关的有序推进。早在 1992 年，依据钱学森先生的建议，新能源汽车被正式纳入“八五”“九五”五年计划科研规划，开启技术探索序幕。2001 年，“863 计划”将电动汽车技术列为重点攻关方向，提供关键支持。2009 年启动的“十城千辆”试点工程，通过多城市推广应用积累了产业化实践经验；2012 年《节能与新能源汽车产业发展规划》出台，标志着中国新能源汽车产业完成从早期研发向规模化探索的关键过渡。

第二阶段：转型过渡与平台革新阶段（2010 年前后-2020 年前后）

这一阶段的核心特征是政策驱动与技术突破并行，“油改电”模式逐步被纯电专属平台替代，电池技术实现革命性突破，智能制造初现端倪，产业逐步摆脱对传统燃油车制造体系的依赖。

(一) 政策驱动与市场扩容

全球范围内政策支持力度持续加大，中国新能源汽车补贴政策进入高峰期，双积分制度于 2017 年正式实施；欧洲碳排放法规日趋严格，美国加州零排放车辆（ZEV）法案同步发力，多重利好推动全球新能源汽车销量快速增长。政策的强刺激的同时，市场需求逐步觉醒，为技术创新和制造模式升级提供了广阔空间。

(二) 核心技术突破性发展

电池技术革新：锂离子电池的商业化应用彻底重塑产业格局，特斯拉 2008 年推出首款纯电动车型 Roadster，开创性采用 18650 型锂电池，能量密度实现质的飞跃。2010 年后，磷酸铁锂（LFP）和三元材料电池两大路线持续突破，宁德时代通过 CTP 技术将电池包空间利用率提升至 60%，推动电动车续航从 100 公里级跃升至 500 公里级；比亚迪“刀片电池”则突破磷酸铁锂电池组能量密度瓶颈，引领动力电池安全升级。此时，动力电池产业逐步进入规模化发展阶段，宁德时代、比亚迪电池部门等企业崭露头角，电池成本缓慢下降，但供应链仍需完善。

电动平台专业化开发：为突破“油改电”的局限（电池布局不合理、空间利用率低等），车企纷纷研发纯电专属平台。2019 年大众集团推出模块化电驱动平台（MEB），打破燃油车平台束缚，通过模块化设计灵活调整轴距，降低研发成本、提升生产效率；2020 年特斯拉推出 4680 无极耳电池与 CTC（电芯集成到车身）技术，将电池直接集成到车身结构，实现减重降本，提升快充与散热性能；2022 年比

亚迪 e 平台 3.0 的 CTB（电芯集成车身）技术，将电池上盖与车身地板深度融合，使电池成为车身结构重要组成部分，提升整车刚性。

图 1：创新结构突破磷酸铁锂电池组能量密度瓶颈



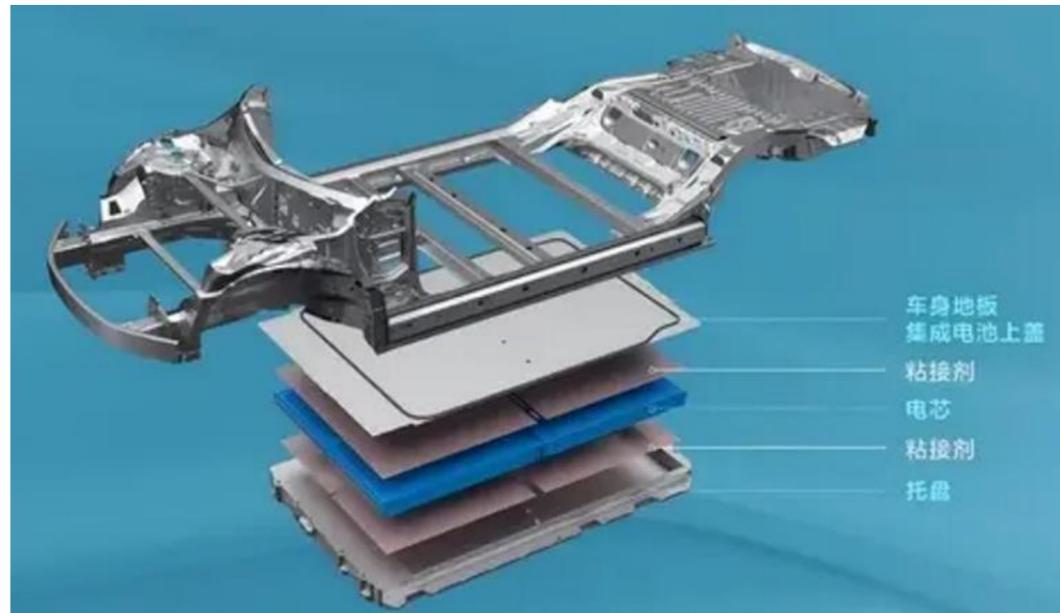
来源：出鞘·安天下——比亚迪“刀片电池”引领全球动力电池安全新高度.BYD 官网

图 2：模块化电驱动平台（MEB）



来源：MEB 成绩斐然：大众汽车进一步研发电动平台.大众集团中国官网

图 3: 比亚迪 CTB 技术



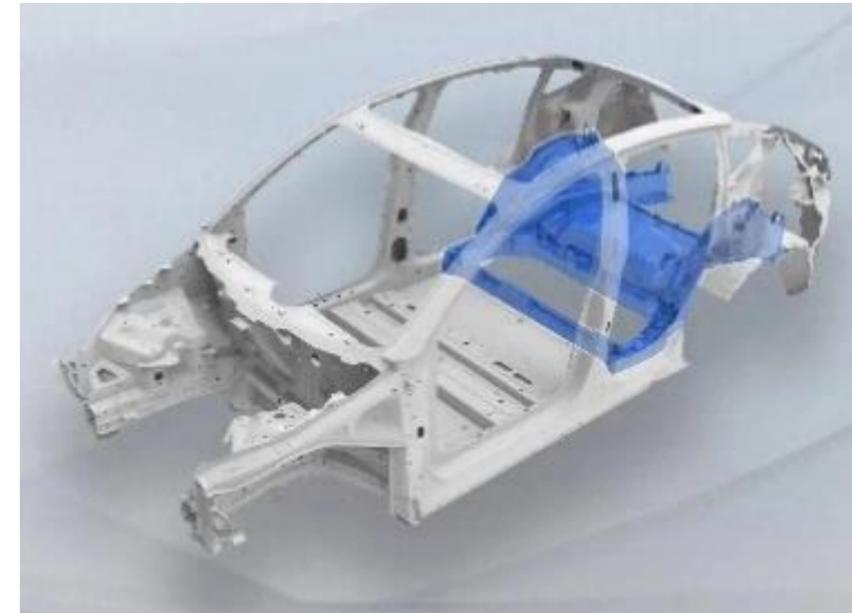
来源: 比亚迪 CTB 技术全面深度.懂车帝

纯电专属平台的落地带来根本性变革: 运动部件较同级别燃油车减少约 30%，动力总成组件从 2000 余个缩减至约 200 个，总装工时降低约 25%；电池平铺与底盘一体化设计使轴距延长 150-200mm，车内空间利用率提升 15%以上，同时对制造精度要求大幅提高，车身关键尺寸公差需控制在±0.5mm 以内。

(三) 智能制造初现与供应链重塑

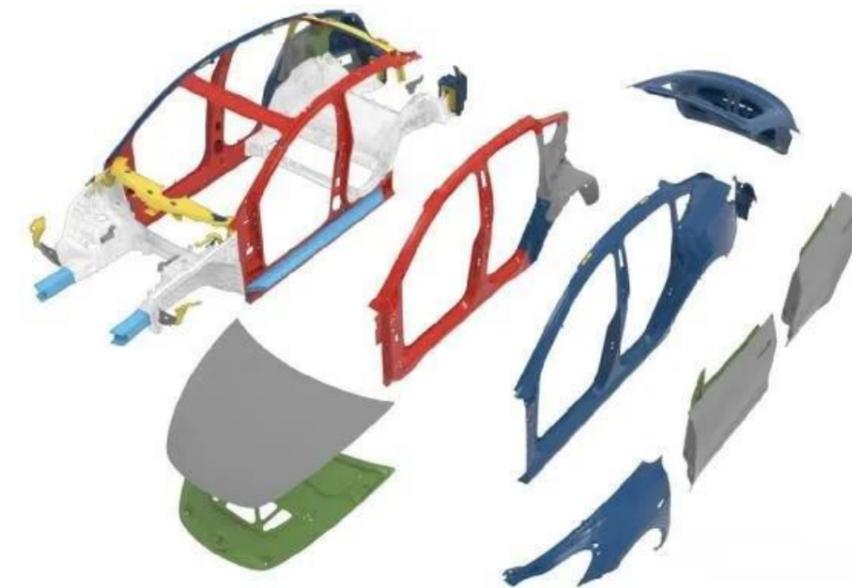
2019 年特斯拉上海超级工厂采用“一次规划、分期建设”模式，大规模应用大型一体化压铸技术和机器人集群作业，精简 Model Y 车型零部件数量，提升生产效率，推动制造模式从线性分步装配向模块化生产转型。与此同时，供应链体系加速重塑，围绕“三电”（电池、电机、电控）形成全新格局，传统 Tier1 供应商面临转型压力，宁德时代等新兴势力快速崛起，电池制造的良率、一致性与安全管控成为行业核心竞争点。

图 4: 一体化压铸工艺



来源: 特斯拉的制造工艺有哪些创新?

图 5: 模块化组装工艺 (“Unboxed” 工艺)



来源: 特斯拉的制造工艺有哪些创新?

第三阶段：先进制造与生态重构阶段（2020 年前后至今）

这一阶段，“软件定义汽车”成为核心趋势，新能源汽车制造全面进入智能化、绿色化、生态化时代，制造范式实现颠覆性创新，产业生态走向协同融合。

(一) 技术深度融合与产品升级

电池技术持续迭代：特斯拉 4680 电池采用硅负极材料，使搭载车型续航增加 16%，干法电极工艺简化生产流程、降低投资成本；固态电池进入量产前夕，在能量密度、安全性上取得显著突破，有望带来更优动力解决方案。

图 6：4680 无极耳电池与 CTC 技术



来源：座椅直接固定在电池上，特斯拉 4680 电池首拆，坏了只能换

智能化集成升级：智能驾驶配置不断优化，奥迪 Q6Le-tron 搭载华为乾昆智驾®系统，实现无图 L2 级驾驶辅助；特斯拉 FSD 芯片算力达 72TOPS，支撑 L2+级自动驾驶。电子电气架构从分布式向集中式转型，Model3 整车线束从 3 公里缩短至 1.5 公里，减少零部件数量与信号损耗，未来有望进一步压缩至 100 米。

电子部件制造要求提升：新一代电子电气架构需要高性能域控制器、算力 100+TOPS 的自动驾驶芯片和精密传感器，激光雷达等部件不良率需控制在 50PPM 以下，需引入精密贴装、3D 光学检测等先进

技术；软硬件深度集成成为标配，车辆需预埋足够硬件余量，支持全生命周期超 100 次 OTA 升级，生产环节需同步完成软件刷写与功能校验。

(二) 制造范式颠覆性创新

工艺与生产模式革新：特斯拉大规模应用大型一体化压铸技术，引领行业工艺升级，同时也带来材料、模具、售后等新课题；工厂向柔性化、自动化、数字化全面升级，AI 质检、智能物流、数字孪生、AI 排产等技术广泛应用，应对多车型、小批量、快速迭代的市场需求。

垂直整合与绿色制造：头部企业通过垂直整合构建核心优势，特斯拉自建电池工厂把控全链条，比亚迪构建“刀片电池+DM-i 混动”闭环产业链；绿色制造成为核心议题，大众 Power Co 工厂采用可再生能源与干式电极工艺降本，特斯拉上海超级工厂 100%使用绿电生产，车企加速推广光伏建设、节能技术应用，完善材料回收与电池再生体系，推进全生命周期碳足迹管理。

材料革命推进：高强度、轻量化材料逐步替代传统钢材，热成型钢（抗拉强度 1500-2000MPa）实现 20%-30%减重并保障安全，碳纤维复合材料在蔚来 ET7 等高端车型中落地应用，进一步优化车身性能与能效。

图 7：蔚来 ET7——车顶横梁使用碳纤维，减重 30%并增强刚性



来源：先进复合材料在电动汽车部件中低碳应用分析

(三) 商业模式与产业生态创新

商业模式迭代: 换电模式 (蔚来) 实现 3 分钟全自动换电, 无需车主下车; 车电分离模式 (宁德时代 EVOGO) 以“巧克力换电块”实现按需租电, 贴合不同出行场景; 续航订阅模式 (特斯拉) 通过 OTA 技术付费解锁部分电池容量, 提升使用灵活性。

产业生态协同化: 跨界合作成为常态, 奥迪与华为共建智能驾驶算法, 宁德时代与蔚来合作推进换电技术与网络建设, 长城汽车与宇树科技合作布局机器人与智能制造, 华晨宝马与大唐集团共建绿色产业链。车企与科技公司、能源企业协同, 逐步构建“硬件+软件+服务”的价值闭环。

全球制造格局重塑: 地缘政治与贸易政策影响加剧, 车企为贴近市场、规避壁垒, 加速在北美、欧洲、东南亚等地建设本地化生产基地, 全球生产布局迎来调整。

未来阶段: 从制造到智造的终极跃迁

新能源汽车制造的演进, 本质是能源革命、技术创新与产业重构相互交织的结果, 未来将朝着技术多元化、制造智能化、生态协同化的方向持续突破。

技术路径多元化: 固态电池产业化加速, 氢燃料电池在商用车领域加速渗透, 契合长距离运营需求; 800V 高压平台与超充网络协同发展, 特斯拉 V4 超充桩、理想 5C 超充网络逐步落地, 解决用户补能焦虑。

制造系统智能化: 数字孪生、AI 质检、5G+工业互联网等前沿技术深度渗透生产全流程, 宝马沈阳工厂等标杆企业通过技术融合提升设备综合效率 (OEE), 推动制造向更高效率、更高精度升级。

产业生态协同化: 跨界合作持续深化, 供应链韧性不断提升, 可持续制造成为行业核心竞争力, 新能源汽车将彻底颠覆传统交通模式, 成为全球碳中和目标的核心力量。

总结而言, 新能源汽车制造的发展沿革, 是一部从依托传统燃油车制造体系, 到建立纯电专属平台、重塑供应链, 再到与智能化、网联化深度融合, 最终将可持续性嵌入核心的进化史。每一次技术突破都深刻改变着制造面貌, 而环保法规与 ESG 要求的不断严格, 正驱动汽车工厂向更绿色、更智能、更高效的方向转型, 为行业未来发展奠定坚实基础。

第二节 新能源汽车制造的价值链

新能源汽车行业正处于快速发展时期, 其产业价值链并非静态固化, 而是动态发展。电池能量密度提升、成本下降, 芯片算力飙升, 自动驾驶算法进化等技术的快速迭代是价值链变化的根本动力。当稀缺资源依赖减少和生产成本下降, 资本与人才红利得以释放, 并持续投入到智能化和网联化领域, 新能源车企业的产品竞争力得到提升, 产业附加值也随之增加, 这又进一步促进技术进步与创新。目前新能源车产业价值链的重心正从传统的车身、底盘, 迅猛转向动力总成、智能座舱、智能驾驶等新高地。

在新能源车全价值链中, 上游涵盖锂、钴、镍等矿产开采, 以及正极、负极、隔膜、电解液等电池材料生产; 中游聚焦“三电系统” (电池、电机、电控) 这一核心部件的制造与整车装配; 下游则延伸至充电桩建设与运营、售后服务、电池回收利用等多个领域。

一、核心部件制造: 新能源车的“动力与智能基石”

核心部件是新能源汽车与传统燃油车的本质差异所在, 其制造工艺与技术水平直接影响整车核心竞争力。根据《中国新能源汽车产业发展报告 (2024)》(工信部装备工业发展中心发布), 核心部件成本占新能源车总成本的 60%~70%, 其中电池、电机、电控 (“三电系统”) 及智能网联部件是制造重点。

(一) 动力电池制造: 从“材料合成”到“电芯封装”的精密管控

动力电池是新能源车的“能量心脏”, 也是动力总成中最具代表性的驱动因素。由于动力电池占新能源汽车成本高达 40%, 且工艺复杂、技术迭代速度快, 往往独立成链, 形成从锂矿开采、材料制备、电芯制造到 PACK 组装、系统管理的完整子产业链。

1. 正极材料制造

磷酸铁锂正极以磷酸二氢锂、碳酸亚铁锂等为原料, 经混合、烧结、粉碎等工序制成, 特点是成本低、安全性高。国内头部企业采用“高温固相法”生产, 操作简单、成本低且适合规模化生产, 使得磷酸铁锂正极良品率可达 98% 以上。

三元正极则分为 NCM (镍钴锰) 和 NCA (镍钴铝) 两种类型, 通过不同金属元素搭配提升电池能量密度。其生产以镍盐、钴盐、锰盐 (或铝盐) 为原料, 通过“共沉淀法”合成前驱体, 再与锂源烧结。目前高镍电池镍含量已达 90%, 能量密度突破 220Wh/kg。

2. 电芯制造

电芯制造主要经过前段、中段、后段三段工艺，是决定电池性能与一致性的关键环节。

前段：电极片和电解质制备

传统典型为湿法工艺，需要将活性材料、导电剂和粘结剂在溶液中混合、涂布、烘干，整个过程能耗高、成本高、污染大。

行业正向干法电极技术加速升级。干法电极在无溶剂环境下制备，避免溶剂残留对电解质性能的负面影响，尤其适配硫化物固态电解质。基于 PTFE 纤维化技术的干法电极可实现更高压实密度，降低孔隙率，改善界面接触，提高安全性与循环寿命。传统湿法工艺每生产一个电芯平均消耗大量能量，其中大量能耗用于 NMP 溶剂烘干；干法电极完全摒弃 NMP，实现 100%溶剂减量，大幅降低能耗和碳排放，综合可使电芯能量密度提升约 20%~30%。

中段：电芯装配

卷绕与叠片是电芯装配核心工序。传统卷绕工艺易出现张力不均、极片错位等问题；叠片工艺能量密度更高、结构更优，但设备复杂度高。近年来热堆叠、切叠一体等新型工艺被广泛应用，切叠一体技术使叠片效率大幅提升，逐步接近卷绕工艺节拍。

封装环节大量采用激光焊接，自动化激光焊接系统可实现精准密封，焊点强度达标率超过 99.8%，气密性检测合格率达到 99.5%以上。

后段：化成分容和检测

化成、分容和检测是筛选合格电芯、保障组包一致性的关键。化成完成首次充放电激活，稳定形成 SEI 膜；分容按容量梯度分类配组。行业正加速向智能化、集成化方向演进，自动化立体仓库、AGV、高精度电源系统与 AI 算法结合，实现从上架、测试、老化到下架全流程无人化操作。

自放电测试、OCV 检测、X-ray 检测等手段普遍应用，可识别微短路、杂质、隔膜褶皱等隐性缺陷，配合 MES 系统实现每颗电芯从原材料到出厂全过程可追溯，真正实现“一芯一档”的精细化质量管理。目前先进产线良率稳定在 92%~97%区间，单线产能可达 2~4GWh。

3. 电池 Pack 制造

该环节将电芯通过串并联组合，搭配 BMS 电池管理系统和冷却系统，最终形成电池包，并通过振动、高低温循环、针刺等多项国标测试。

当前主流企业采用 CTP (Cellto Pack) 和 CTC (Cellto Chassis) 技术：

- CTP 跳过模组环节，将电芯直接集成到电池包，减少零部件数量 15%~20%，提升能量密度与空间利用率，生产效率提升 30%；
- CTC 进一步将电芯直接集成到车身底盘，使电池成为车身结构的一部分，提升整车刚性、轻量化水平与操控性能。比亚迪 CTB、特斯拉 4680+CTC、宁德时代 CTC 电动底盘均沿此路线演进。

在电池包制造过程中，数字孪生与 AI 质检逐步成为质量控制与成本优化的核心手段。通过构建生产全过程虚拟模型，可仿真优化工艺流程、实时监控关键工序、预测性维护设备，显著降低不良率、提升生产节拍。AI 驱动图像识别与红外热成像技术可对焊缝、密封、线束连接进行高精度扫描，检测准确率远超人工。

(二) 驱动电机制造：“永磁化、轻量化”的工艺革新

驱动电机负责将电能转化为机械能，是新能源车的“动力引擎”，目前 90%以上的新能源车采用永磁同步电机，其制造核心在于“定子、转子、总成装配”的高精度控制。驱动电机领域呈现“材料—部件—系统”三级产业链，上游包括永磁材料、硅钢片、铜材等，中游为关键部件加工与电机总成装配，下游对接整车集成。

1. 定子制造

目前主流采用**扁线绕组 (Hair-pin)** 技术，用矩形铜扁线替代传统圆形铜线，提升铜填充率、减少铜损，电机效率突破 97%。生产流程包括硅钢冲片叠压、扁线插入、激光焊接与绝缘浸漆。扁线工艺使空间利用率提升 20%以上，功率密度提升超 30%，散热更强、电阻更低，在市区工况下效率优势尤为明显。

2. 转子制造

核心是永磁体镶嵌，将钕铁硼永磁体固定在转子铁芯中，“过盈配合+胶水粘接”保证高速运行不脱落。为减少稀缺材料依赖，行业重点突破两大工艺：

- **晶界扩散技术**：重稀土仅富集于晶界，在保证高耐温性前提下，使重稀土用量减少 50%~80%；
- **油冷/转子内冷技术**：冷却油直接流过磁转子内部，实现高效冷却，允许使用稀土含量更低的磁体，同时保证持续高负载输出不衰减。

3. 总成装配

装配过程需严格控制定子与转子气隙 $\leq 0.3\text{mm}$ ，减小磁阻损耗。当前行业加速向**“电机+电控+减速器”三合一/多合一集成**升级，整体体积减少 20%，重量降低 15%，系统效率与可靠性显著提升。

(三) 电控系统制造：“芯片+算法”的智能化核心

电控系统是新能源车的“指挥中枢”，其进步是能耗降低与智能化实现的关键载体，负责控制电机转速、扭矩与电池充放电，并支撑自动驾驶与 OTA 迭代。

1. 功率模块工艺

碳化硅 (SiC) MOSFET 替代硅基 IGBT 是核心材料革新。SiC 器件开关损耗比 IGBT 低 70%~80%，驱动整车效率提升约 5%~8%，同等电池容量下续航显著增加，并可支持更高转速、更高电压平台。采用银烧结、铜线键合等工艺，进一步提升模块耐高温、耐高压及导电性能。

2. 集成与智能化工艺

将车载充电机、直流变换器、配电单元等与主驱动器高度集成，形成多合一动力域控制器，大幅减少线束、连接器与壳体，降低系统复杂度和重量。

先进电控是智能化的执行层，可精确执行自动驾驶扭矩指令，并通过 OTA 在线升级持续优化控制算法、提升能效与驾驶体验，让汽车成为“可进化的智能体”。

控制器制造采用 PCB 贴片、灌胶、外壳封装等工艺，成品需通过 $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ 高低温与 EMC 测试，保障复杂工况稳定性。国内车规级 IGBT、SiC 模块国产化持续提升，已可支撑 800V 高压平台与 L2+级辅助驾驶。

(四) 智能网联部件制造：“感知+决策”的硬件支撑

随着新能源车智能化升级，智能座舱、自动驾驶部件成为价值链新高地。依据《智能网联汽车路线图 2.0》，2025 年 L2+级自动驾驶渗透率将达 50%，带动相关部件制造需求爆发。

- **车载芯片**：座舱芯片负责多屏交互、AR-HUD；自动驾驶芯片采用多芯异构架构，对算力要求极高。
- **传感器**：激光雷达采用 MEMS 技术，探测距离与角分辨率持续提升；77GHz 毫米波雷达在恶劣天气下稳定性突出。视觉、毫米波、激光融合感知成为主流，制造环节需高精度贴装、3D 光学检测与高速电性能测试，不良率需控制在极低水平。

二、整车集成生产：从“部件组装”到“系统协同”的精益制造

整车集成是新能源汽车实现成品交付的最终闭环环节，以冲压、焊装、涂装、总装四大核心工艺为基础，围绕电动化、轻量化、高压化、智能化需求完成系统性重构，实现从传统流水线机械组装向高精度、柔性化、数字化精益制造的全面升级，其工艺水平、制造精度与过程管控直接决定整车安全性能、结构刚性、装配品质与使用可靠性。

(一) 冲压工艺：“轻量化材料”的成型突破 材料应用

传统钢板占比从 70%降至 50%，铝合金 (占比 25%)、高强度钢 (占比 20%，屈服强度高于 210MPa 的钢材，具有高强度、轻量化的特点，可提升车身安全性与轻量化水平)、碳纤维 (占比 5%，含碳量高于 90%的高强度、高模量纤维材料，重量仅为钢的 1/4，强度是钢的 7~9 倍，是极致轻量化的理想材料，但成本较高) 成为主流。例如特斯拉 Model3 采用“一体化压铸后底板” (通过大型压铸机将多个零部件一次性压铸成型为一个整体部件的技术，可减少焊接工序与零部件数量)，材质为铝合金，将 70 个零部件整合为 1 个，减重 30%，生产效率提升 40%。

采用“热成型冲压”技术，即把钢板加热至奥氏体化温度 (约 950°C)，快速转移到模具中冲压成型，并在模具内快速冷却 (淬火)，使钢板形成高强度马氏体组织，经此工艺处理的钢板强度提升 3 倍。

国内宝钢、首钢已实现热成型钢量产，配套比亚迪、吉利等车企；同时引入“伺服压力机” (采用伺服电机驱动的压力机，相比传统机械压力机，可精准控制冲压速度、压力，适应不同材料与工艺需求)，冲压精度控制在 $\pm 0.05\text{mm}$ ，保障车身尺寸一致性。

(二) 焊接工艺：“激光+机器人”的自动化应用

激光焊接是利用高能量密度的激光束作为热源，使被焊材料熔化并形成焊缝的焊接工艺，具有焊接速度快、焊缝强度高、热影响区小的优势，目前已替代传统电阻点焊（通过电极对工件施加压力，通以电流，利用电阻热使工件接触处熔化焊接的工艺，是传统车身焊接的主流工艺，但存在焊缝强度较低、热影响区大的缺点），用于车身顶盖、侧围等部位。其焊接速度达 3m/min，焊缝强度提升 20%，国内车企（如蔚来、小鹏）激光焊接占比达 60%以上，使车身抗扭刚度（衡量车身抵抗扭转变形能力的指标，抗扭刚度越高，车辆操控性、舒适性与安全性越好）提升至 30000N·m/°，远超传统燃油车的 20000N·m/°。

机器人焊接采用 6 轴工业机器人（具有 6 个旋转关节的工业机器人，可实现空间内任意位置与姿态的运动，灵活性高，适用于复杂焊接作业），自动化率（自动化作业时间占总作业时间的比例，自动化率越高，生产效率与焊接质量稳定性越好）达 95%以上。国内发那科、库卡（中国）提供的焊接机器人，重复定位精度（机器人多次到达同一目标位置的偏差，偏差越小，焊接精度越高）±0.02mm，可实现多车型柔性生产（同一生产线可快速切换生产不同车型的生产方式，适应市场多品种、小批量的需求），同一产线可生产 3~5 种车型。

(三) 涂装工艺：“环保+节能”的绿色升级 涂料革新

采用“水性涂料”（以水为溶剂或分散介质的涂料，相比传统溶剂型涂料，VOC 排放低，更加环保）替代溶剂型涂料（以有机溶剂为溶剂或分散介质的涂料，VOC 排放高，对环境与人体健康有一定影响），使 VOC（在常温常压下易挥发的有机化合物，部分 VOC 具有毒性，是大气污染的重要来源之一）排放减少 80%。国内巴斯夫、PPG（中国）的水性涂料已实现量产，配套一汽、上汽等车企；同时引入“清漆层镀膜”技术，使车身耐刮擦性提升至硬度 2H（铅笔硬度测试中的一个等级，2H 表示用 2H 硬度的铅笔划擦后，车身漆面无明显划痕）。工艺优化：采用“3C2B（三涂两烘）”工艺，即“三涂”指电泳涂层、中涂层、面涂层（含清漆层），“两烘”指中涂烘烤与面漆烘烤，相比传统工艺减少一次烘烤，能耗降低 15%；引入“机器人喷涂”，使喷涂均匀度达 98%，涂料利用率（实际附着在车身上的涂料量与总喷涂涂料量的比例，利用率越高，涂料浪费越少，成本越低）从 60%提升至 85%。

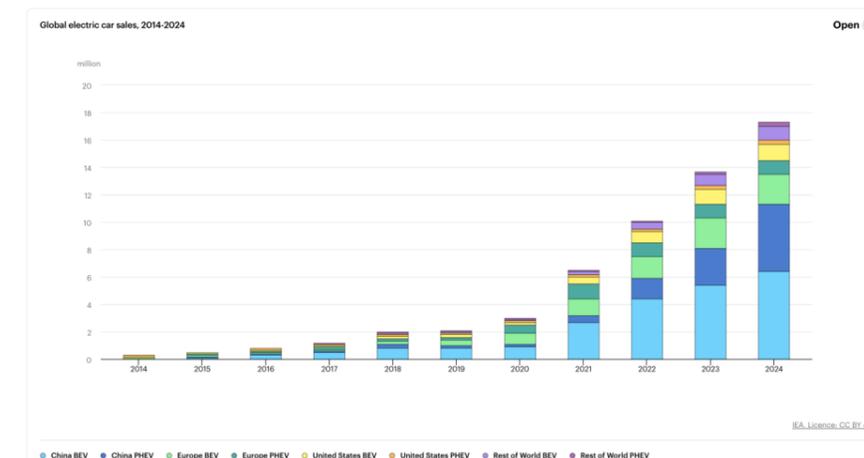
(四) 总装工艺：“模块化+智能化”的效率提升

模块化装配是将整车拆分为动力总成（电机+电控+减速器）、电池包、座舱模块等多个独立模块，在总装前完成各模块的预装，再将模块整体装配到车身的装配方式。这种方式使装配时间从传统的 30 小时缩短至 15 小时，国内比亚迪 e 平台 3.0、大众 MEB 平台（大众集团专为新能源车打造的模块化电动平台，可支撑不同品牌、不同车型的研发与生产，实现零部件通用化与生产规模化）均采用模块化装配，使生产线柔性（生产线适应产品品种变化的能力，柔性越高，越能快速响应市场需求变化）提升 50%。智能化检测环节引入“视觉检测机器人”（搭载工业相机等视觉传感器的机器人，通过图像识别技术对产品进行检测，可实现高精度、高效率的自动化检测），对螺栓拧紧力矩（螺栓拧紧时施加的力矩，精度需控制在±1N·m，力矩过松会导致螺栓松动，过紧会导致螺栓或部件损坏）、部件间隙（需≤0.5mm）进行 100%检测；同时采用“路试模拟台架”（在工厂内模拟实际道路行驶工况的测试设备，可对车辆的动力性、制动性、舒适性等进行测试），在厂内完成加速、制动、转向等测试，减少路试时间 50%。

第三节 行业发展规模和龙头

全球新能源汽车行业正经历前所未有的高速增长期。2024 年达到 1700 万辆的历史新高。中国作为全球最大的新能源汽车市场，2024 年产销量均突破 1200 万辆，市场渗透率达到 40.9%，远超全球平均水平。从市场价值来看，2025 年，全球新能源汽车市场规模预计突破 1000 亿美元。

图 8：2014-2024 全球电动车销量



来源：IEA

2024 年的市场竞争格局中，比亚迪以 302 万辆的全球销量和 21% 的市场份额领跑，特斯拉以 181 万辆销量紧随其后。中国造车新势力中，理想汽车率先实现盈利，蔚来和小鹏在智能化领域持续深耕。传统车企如丰田在电动化转型中面临挑战，而赛力斯、江淮汽车则通过与华为的战略合作寻求突破。

一、全球新能源汽车的发展格局

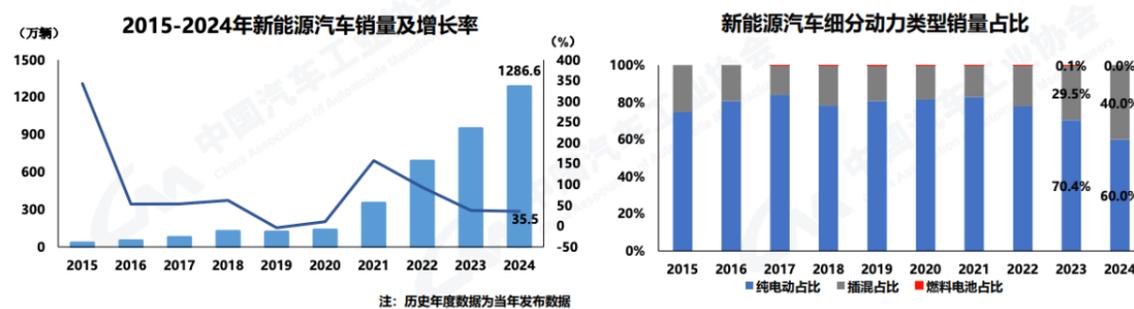
全球新能源汽车市场的增长呈现出显著的非均衡性特征。其中，中国市场成为主要的推动力量，美国市场位居全球第二，欧洲市场虽是传统汽车工业的基石，但德国、法国、英国、瑞典、荷兰及意大利，纷纷跻身全球销量前十的行列。

国际能源署 (IEA) 的报告指出，尽管全球经济存在不确定性，电动汽车市场仍显示出强劲的增长势头。预计 2025 年全球电动汽车销量将超过 2000 万辆，占新车销量的 25% 以上。新能源汽车正快速从边缘市场转变为市场主流。

1. 中国市场

作为全球最大的新能源汽车市场，中国的发展历程和规模对全球产业格局产生深远影响。2020 年至 2024 年，中国新能源汽车市场经历了显著增长，销量从约 136 万辆猛增至超过 1200 万辆。中国连续九年成为全球最大市场，占据全球总销量近三分之二。

图 9：中国新能源汽车的发展



数据来源：中国汽车工业协会，2025 年数据

中国新能源汽车市场的渗透率从 2020 年的 5.4% 增长至 2023 年的 31.6%，显示了从政策驱动到市场驱动的成熟转变。这种持续高速增长的背后，源于中国政府长期以来的系统性政策支持和产业规划。从早期的购车补贴、免征车辆购置税，到后来的“双积分”政策，再到大力推动充电基础设施建设，一系列政策措施为市场的迅猛发展营造了优越的政策环境。

2. 欧洲市场

欧洲作为全球新能源汽车市场的关键一极，其发展呈现出稳步增长和政策驱动的显著特点。根据麦肯锡的报告，2024 年欧洲市场的电动车销量占比已达到 21%，其中纯电动车 (BEV) 占 14%，插电混合动力车 (PHEV) 占 7%。尽管增长速度不及中国，但欧洲市场的转型步伐依然坚定。

罗兰贝格预测，到 2040 年，欧洲市场的 BEV 渗透率将达到 99%，几乎实现全面电动化。这一目标的实现，离不开欧盟层面强有力的政策支持，严格的碳排放法规、对零排放汽车的激励措施，以及旨在减少对中国电池供应链依赖的《关键原材料法案》等。

3. 美国市场

根据麦肯锡的数据，2024 年美国市场的电动车销量占比为 10%，其中纯电动车 (BEV) 占 8%，插电式混合动力车 (PHEV) 占 2%。

根据 CarEdge 的数据，特斯拉在美国纯电动车市场的份额高达 46%。然而，随着通用、福特等传统汽车巨头以及 Rivian 等新兴势力加速推出电动车型，市场竞争正日趋白热化。

二、新能源汽车的代表企业

在新能源汽车这一领域，龙头企业不再是传统意义上的车企，而是融合了科技属性与制造实力的复合型巨头。

1. 比亚迪 (BYD)

比亚迪是中国新能源汽车产业实现换道超车的标杆企业，也是当前全球新能源汽车领域的领军者。企业从电池业务起步，长期坚持全产业链自研自产，构建起从核心三电、车规半导体到整车制造的完整技术体系，形成难以复制的产业壁垒。凭借刀片电池、DM-i 超级混动、高端平台架构等核心技术，比亚迪在安全、能耗、成本与体验上形成综合优势，以油电同价策略快速普及新能源产品，成为推动燃油车替代的关键力量。

在市场布局上，比亚迪以大众主流车型为根基，覆盖广泛消费场景，同时通过多品牌矩阵向上突破，覆盖从家用到豪华、从城市到越野的全细分市场，产品认可度与市场覆盖率长期领跑行业。在全球化推进中，比亚迪稳步拓展海外市场，推动中国新能源技术与产品走向全球，整体呈现技术自主、供应链可控、品牌梯度清晰、全球快速扩张的发展特征。凭借垂直整合与持续技术创新，比亚迪持续稳固行业领先地位，成为中国汽车工业迈向全球的代表性企业。

2. 特斯拉(Tesla)

特斯拉是全球新能源汽车与智能驾驶领域的标杆企业，也是推动行业从传统制造向软件定义汽车转型的关键力量。作为科技型车企，特斯拉以技术创新为核心，在智能驾驶、三电系统、整车 OTA 与制造工艺上持续引领行业方向，其产品凭借领先的性能与体验，重新定义电动车市场标准，带动全球车企加速电动化与智能化转型。

特斯拉坚持技术与产品双轮驱动，在自动驾驶、电池管理、电驱系统等领域保持前沿优势，通过一体化压铸等工艺革新整车制造效率，依托 OTA 持续升级车辆功能，构建独特的用车体验与技术壁垒。产品聚焦主流智能电动车型，覆盖家用与高端市场，并规划下沉价位段进一步拓展用户群体。

在业务布局上，特斯拉形成汽车 + 能源协同生态，将电动汽车、光伏与储能业务深度融合，以清洁能源闭环支撑长期可持续发展，成为全球能源转型的重要参与者。

进入中国市场后，特斯拉上海超级工厂以高效产能与成熟供应链体系，成为其全球核心生产与出口基地，不仅提升交付能力、强化成本优势，更以“鲶鱼效应”激活本土产业竞争与创新活力，带动产业链升级，同时凭借稳定的产品力与灵活的市场策略，保持在中国市场的强劲竞争力。

3. 理想汽车(LiAuto)

理想汽车是中国造车新势力中聚焦用户需求、定位清晰且运营稳健的代表企业。企业立足高端家庭出行场景，以增程式电动技术路线为核心，精准解决用户里程焦虑与充电不便的痛点，快速在高端 SUV 市场建立起差异化优势。

理想汽车坚持少而精、爆品化的产品策略，聚焦家庭用户打造大空间、高舒适、强智能的 SUV 产品矩阵，凭借精准的场景化定位与稳定的产品体验，在高端新能源市场形成强大号召力，销量与市场份额持续稳步提升，并较早实现盈利，展现出优异的经营质量与成本控制能力。

在技术布局上，理想汽车重点投入智能座舱与智能驾驶自研，通过流畅的车机交互、高阶智能驾驶辅助系统，持续提升用户智能化体验。同时，企业不断完善补能网络与服务体系，强化用户粘性与品牌忠诚度。

依托对中国家庭用户需求的深度洞察、稳健的产品节奏与高效的运营能力，理想汽车在高端新能源市场形成了难以复制的竞争优势，成为新势力中立足本土、面向家庭、高质量增长的典型代表。

4. 蔚来汽车(NIO)

蔚来汽车以高端品牌定位、极致用户服务与创新换电模式构建起独特的竞争壁垒，在高端新能源市场拥有极强的品牌号召力与用户忠诚度。企业坚持技术与服务双轮驱动，通过高规格产品、专属服务体系和高效补能网络，重新定义了中国高端电动出行体验。

蔚来是全球换电模式的坚定推动者与实践者，通过密集布局换电站网络，实现车电分离、快速补能，从根本上缓解用户里程焦虑与充电等待问题，形成与其他车企差异化显著的能源服务生态。在技术研发上，蔚来持续投入智能驾驶、智能座舱与车载芯片自研，依托高阶智驾系统与车载人工智能助手为用户带来前沿智能体验，同时在整车平台、三电系统与电子电气架构上保持自主研发能力。

产品方面，蔚来聚焦高端市场，形成覆盖 SUV、轿车等多品类的完整矩阵，车型定位、设计与用料均对标豪华品牌，满足高端用户对品质、性能与个性化的需求，并通过多品牌战略进一步拓宽市场空间。

尽管在销量规模上与行业头部企业存在差距，但蔚来凭借极致服务、换电生态、高端品牌与技术自研四大核心优势，在激烈竞争中走出独特发展路径，是中国汽车品牌向上突破、走向全球化的重要代表。

5. 小鹏汽车(XPeng)

小鹏汽车是国内造车新势力中坚定深耕智能化的代表性企业，始终把智能驾驶、智能座舱与整车 AI 能力作为核心竞争力。企业经历阶段性调整后重回增长轨道，交付规模持续攀升，经营质量稳步改善。

小鹏坚持全栈自研技术路线，在高阶智能驾驶领域布局领先，自主研发的智能驾驶系统具备接近 L4 级的能力，可实现多场景全覆盖；智能座舱系统交互流畅、生态丰富，深受年轻用户认可。依托扶摇架构，小鹏有效提升研发效率、降低平台成本，支撑多款车型快速迭代与智能化普及。

产品方面，小鹏覆盖轿车与 SUV 市场，并成功切入高端 MPV 细分领域，多款车型凭借智能化与性价比成为细分市场爆款，市场认可度持续提升。

6. 丰田(Toyota)

丰田作为全球汽车行业长期领先的传统巨头，在混合动力与氢燃料电池领域拥有深厚积累和领先优势，但在纯电动化转型上整体节奏相对审慎，尤其在中国市场的电动化进程与行业头部企业存在明显差距。

长期以来，丰田坚持多路径碳中和战略，重点布局混合动力技术，在全球市场建立了稳固的用户基础与技术壁垒。相比之下，其纯电动产品布局较晚，车型矩阵与智能化水平相对中国市场的快速迭代节奏存在差距，纯电车型竞争力与市场表现均未达到预期。

随着行业电动化趋势加速，丰田已明显加快转型节奏，管理层调整后明确提出全新纯电动发展目标，计划大幅扩充纯电产品线、提升产销规模，并依托自身在制造、供应链与整车技术上的深厚底蕴，重新发力纯电市场。未来，丰田能否凭借体系化优势实现电动化追赶，将成为全球新能源汽车格局演变中的重要看点。

7. 江淮汽车(JAC)

江淮汽车作为中国汽车工业的资深企业，在新能源领域布局较早、积淀深厚，兼具传统制造底蕴与新能源技术基础，但在激烈的市场竞争中，其新能源业务一度陷入边缘化困境，市场份额与产品竞争力面临严峻挑战。

为扭转发展局面，江淮汽车主动推进战略调整，一方面推出全新纯电动品牌“钇为”，聚焦年轻化、智能化市场，力图凭借细分市场突破激活增长活力；另一方面积极拓展外部合作，与华为等科技巨头联手，借助外部技术赋能，加快智能新能源汽车的研发与落地。同时，江淮汽车在海外市场表现亮眼，出口业务持续高速增长，成为支撑企业发展的重要力量。

尽管江淮汽车新能源乘用车销量占比仍较低，在品牌影响力、产品矩阵竞争力等方面仍有提升空间，但 2025 年高端品牌“尊界”的推出，成为其实现“逆袭”的关键布局，标志着江淮汽车正式向高端智能新能源市场发力。依托自身制造优势与外部合作赋能，江淮汽车正逐步突破发展瓶颈，奋力在新能源转型浪潮中实现突围。

8. 赛力斯(SERES)

赛力斯是依托深度合作实现快速崛起的新能源车企代表，凭借与华为的协同优势，在 2023-2024 年实现质的飞跃，销量实现爆发式增长，成功从边缘品牌跻身主流新能源阵营。其核心增长动力来自问界系列车型的强势表现，构建起覆盖中高端市场的完善产品矩阵，高端车型占比持续攀升，不仅显著提升了品牌形象，更推动经营业绩实现根本性改善。

赛力斯的核心竞争力源于与华为的“制造 + 技术”深度协同模式：赛力斯聚焦整车制造工艺优化与供应链管控，大幅提升生产自动化率、缩短交付周期，筑牢产品品质根基；华为则输出智能驾驶、智能座舱等核心技术，双方联合开发的高阶智能驾驶系统，实现了前沿智能体验的快速落地，形成“1+1>2”的协同效应。这种轻资产合作模式，大幅降低了研发风险，助力赛力斯实现技术快速赶超。

经营层面，赛力斯实现了从亏损到盈利的跨越式转变，凭借产品结构升级、成本优化及技术授权收入

增加，盈利水平持续提升，市值大幅增长，得到市场与投资者的广泛认可。2025 年以来，问界系列主力车型持续领跑细分市场，进一步巩固高端市场地位，其可持续的商业模式已得到验证，成为新能源汽车行业中“合作共赢”模式的成功典范。

三、新能源汽车的新技术

全球新能源汽车智能制造已形成技术路线差异化、区域特色鲜明化的竞争格局，海外车企以极致制造、精益生产、工业 4.0 体系为核心，中国车企则依托全产业链、数字化生态与数据驱动能力，走出各具特色的智能升级路径。

特斯拉以第一性原理重构整车制造体系，率先推行极致自动化的“开箱式生产工艺”，采用模块化粘接、全局基准定位、一体化压铸等颠覆性方案，大幅减少零件与工序数量，实现超高速生产与极致成本控制，同时布局工业机器人与人形机器人，以数据驱动打通生产、供应链与产品迭代，持续引领行业制造革命。

丰田坚持在精益生产 (TPS) 基础上迭代升级，将 AI 深度融入自动化与准时化体系，通过 AI 视觉检测、焊点追踪、设备参数优化等手段强化质量控制，并以低代码 AI 工具赋能一线员工，让持续改善文化与数字技术结合，形成效率、质量与柔性兼备的独特体系。

奥迪以 360factory 为核心构建全球 AI 生产网络，在全球工厂落地超百项 AI 应用，覆盖焊缝检测、标签校验、供应商评估等全环节，并通过产学研合作探索人机协作，以高度互联与数字化实现高效、可持续的智能制造。

宝马、奔驰作为工业 4.0 代表，全面推进数字孪生、实时数据流、人机协作与智能预测维护，构建数据驱动的生产环境，在精准供应链、设备管理与自动驾驶相关技术上深度融合，展现传统豪华品牌的数字化制造实力。

大众依托统一数字化生产平台实现全球工厂协同，通过 VR/AR 虚拟规划缩短新车型导入周期，以 AI 算法辅助设备优化、质量检测与生产决策，用体系化数字化转型支撑庞大制造网络提质增效。

比亚迪立足全产业链垂直整合，将 AI 大模型应用于材料研发与结构设计，在生产环节广泛使用 AI 视觉质检与智能排产，并布局具身智能与人形机器人，实现从核心部件到整车制造的全链路智能化协同。

上汽集团以数字化工厂与灯塔工厂建设为标杆，推动旗下多品牌工厂智能化转型，通过工业互联网实现人、机、料全面互联，依托大数据与 AI 实现实时监控、节拍优化与预测性维护，为行业提供规模化转型示范。

吉利聚焦 5G 智慧工厂与全域 AI 体系，以高带宽、低延迟的 5G 网络支撑全工序自动化，在冲压、焊接、涂装、总装全环节应用 AI 检测与智能物流，并将 AI 覆盖研发、制造、服务全价值链，推动制造能力系统性升级。

蔚来、小鹏、理想等新势力以数据驱动、快速迭代、用户中心为核心，工厂高度自动化、透明化，蔚来强调高精度制造与软硬件深度协同，小鹏以端到端大模型赋能制造与智驾，理想依托 MES 系统与 AI 质检实现精益管控，共同定义互联网基因的智能制造新范式。

长城、长安、小米、赛力斯等自主品牌各有突破：长城打造 AI 驱动智能工厂并强化芯片与系统自研；长安以统一数字底座实现数据打通与智能决策；小米从源头设计高度自动化产线；赛力斯联合华为实现 AI 全时在线监测与精度提升，共同构成中国车企百花齐放的智能化生态。

参考文件

1. 新能源汽车的发展历程.易车. <https://www.yiche.com/baike/25523154.htm>
2. 世界上第一辆电动汽车.车问答.2024-06-19. <https://www.autohome.com.cn/ask/8291184.html>
3. 张奕雯, 陈伟, 刘晓烨.“中国绿”铺满全球路, 新能源汽车成新名片 | 评论.中国汽车报.2024-10-10. <https://www.toutiao.com/article/7424124763129283123/>
4. 李正宇.电动汽车百年沉浮.经济日报.2025-08-03. <https://www.toutiao.com/article/7534235021972996643/>
5. 官网发布.出鞘·安天下——比亚迪“刀片电池”引领全球动力电池安全新高度.BYD 官网.2020-3-29. <https://www.bydglobal.com/sites/Satellite?c=BydArticle&cid=1514436215678>
6. 官网发布.MEB 成绩斐然：大众汽车进一步研发电动平台.大众集团中国官网.2022-11-21. <https://volkswagengroupchina.com.cn/MediaCenter/News/Detail?itemid=887aaa8e-ece3-44f3-8cb2-f755869783b2>
7. 电动汽车小哥.比亚迪 CTB 技术全面深度分析.懂车帝. <https://www.dongchedi.com/article/7493396142957281818>
8. 老百姓的车评人.特斯拉的制造工艺有哪些创新?. 今日头条.2025-08-03. <https://www.toutiao.com/article/7534246365816242688/>
9. 摆脱中国电池链? 特斯拉欲自建电池生产体系.EEWorld.2025-6-25. https://m.eeworld.com.cn/ic_article/94/697253.html
10. 政府网站发布.一块新能源电池, 何以带起一条产业链?. 广西南宁市人民政府网站.2024-12-26. <https://www.nanning.gov.cn/ywzx/tpxw/t6231029.html>
11. 新能源汽车产业链垂直整合战略的绩效研究 - 以比亚迪为例.人人文库.2024-07-04. <https://www.renrendoc.com/paper/336216845.html>
12. 降低数亿欧元成本! 大众领先特斯拉掌握干式涂层电池工艺.车家号.2023-6-20. <https://chejiahao.m.autohome.com.cn/360/chejiahao/detailinfo/12762882>
13. 俱鹤飞, 钱彦杰.特斯拉上海工厂要装上“巨型充电宝”, 100% 绿电.网易.2025-06-03. <https://m.163.com/dy/article/K153SK46055040N3.html>
14. 官网发布.特斯拉 2024 年影响力报告.特斯拉官网.2025-04. <https://www.tesla.com/impact>
15. 余振芳, 侯月.我的新能源+3| 新能源汽车轻量化和安全性如何兼具?. 今日头条.2025-01-08. <https://www.toutiao.com/article/7457320949432566326/>
16. 半导体行业观察.特斯拉智驾芯片“风云”.36Kr.2025-07-30. <https://36kr.com/p/3400830418339968>
17. 宁德时代与蔚来达成换电战略合作.宁德时代官网.2025-03-18. <https://www.catl.com/news/8329.html>
18. 固态电池产业链动作频频, 首款半固态车型即将走量! 今日头条.2025-08-26. <https://www.toutiao.com/article/7542733482385097216/>
19. lancer09.4680 电池: 特斯拉的“核弹级”革新! 续航升 16%, 成本降 56% 的秘密.懂车帝. <https://www.dongchedi.com/article/7515924473493586451>
20. 工业和信息化部装备工业发展中心.中国新能源汽车产业发展报告 (2024).2024-06-15. http://www.miit.gov.cn/jgsj/zgjd/zqzt/202406/t20240615_1043251.html
21. 工信部等.智能网联汽车路线图 2.0.2020-11-02. http://www.miit.gov.cn/jgsj/zqzt/202011/t20201102_3098423.html
22. 国家市监总局、国标委.GB38031.2020《电动汽车用动力蓄电池安全要求》. <https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=70824637222B4E538647A2F3F4A7A2A0>
23. 国家市监总局、国标委.GB18384.2020《电动汽车安全要求》. <https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=4E2F4C4A4B4D4E4F4A4B4C4D4E4F4A4B>
24. 宁德时代.CTP3.0 与 CTC 电池集成技术白皮书.2023-11-05. https://www.catl.com/technology/whitepaper/ctp_ctc_20231105.html
25. 比亚迪.e 平台 3.0 及“电机、电控、减速器”一体化技术发布稿.2023-09-08. <https://www.byd.com/news/detail-202309081000.html>
26. 张丽艳.全球占比超 70% 中国新能源汽车加速领跑.中国汽车报.2025-02-26. https://auto.youth.cn/xw/202502/t20250226_15849633.htm
27. IEA.Global EV Outlook 2025. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/7ea38b60-3033-42a6-9589-71134f4229f4/GlobalEVOutlook2025.pdf>

第二章 行业 ESG 的发展

第一节 发展 ESG 的潜力点

一、民生行业的新力量

新能源汽车的发展催生了从研发制造到充换电服务、电池回收的庞大产业链，为社会创造了数百万个高质量就业岗位。同时，它不仅为数千万吨级的碳排放削减提供了现实路径，也显著降低了民众的出行成本，用电成本远低于燃油，并通过“车能互动”融入新型电力系统，未来甚至能成为家庭的“移动储能电站”。随着电动汽车智能化、网联化的发展，驾驶的安全性与便捷性将得到进一步提升，重塑着国人的出行生活方式。另外，中国已连续多年稳居全球新能源汽车销量榜首，并以其庞大市场规模、完整产业链和创新技术产品成为全球电动汽车产业发展的领导力量。

二、市场驱动盈利赚钱

新能源汽车产业已稳步跨越导入期，进入成长期，这一关键生命周期阶段的转变为行业奠定了可持续发展的坚实基础。在“双碳”战略与市场驱动的双轮推动下，产业正逐步构建起以技术迭代与结构优化为核心的内生增长模式。

智能化与“软件定义汽车”不仅重塑产业价值链，也推动汽车从出行工具转变为可持续进化的智能终端。软件更新与服务生态构建起车辆全生命周期的用户黏性与价值延伸，为行业带来持续增长动力。

产业链上下游协同不断增强，核心零部件与整车一体化趋势在推动技术快速迭代的同时，也促进成本优化与资源效率提升，助力企业在全生命周期竞争中构建系统化优势，推动产业迈向高质量、可持续的发展路径。

三、出口“新三样”核心成员

在传统外贸增长放缓的背景下，新能源汽车成为中国出口“新三样”的核心成员，该行业凭借技术质量领先优势，让中国一跃成为全球第一大新能源汽车出口国。然而，中国新能源汽车的出口直接或间接面临进口国绿色合规的严峻考验。比如欧盟新电池法对出口到欧盟的电动汽车所搭载的电池设定了市场准入资格，即必须附带官方的碳足迹声明，后续关键条款在 2025 至 2027 年间逐步生效，其中对钴、铅、锂、镍等电池关键原材料设定了强制性的回收利用率 and 再生材料含量目标。中国新能源汽车电池回收体系仍有待完善，留给企业适应和转型的时间窗口非常有限。

而欧盟碳边境协定（CBAM）虽然目前不直接覆盖电池或整车，但会间接影响电池及整车生产所需的原材料（铝、钢、镍、锂等）成本上升，这部分成本将沿着“原材料—电池组件/车零部件—整车”的链条传导，最终推高在欧销售的中国新能源汽车的制造成本，压缩利润空间，影响竞争力。面对这一系统性挑战，中国新能源汽车产业必须超越被动合规的思维，将压力转化为实现全产业链绿色低碳升级的战略机遇，通过政企协同构建从绿色能源到低碳材料的核心竞争力，从而在全球绿色工业革命中从“规则接受者”转向“规则引领者”，巩固并提升其全球市场地位。

四、循环困境也是城市矿山

当前，我国新能源汽车行业的电池及核心零部件回收利用体系尚不完善，整体回收利用率偏低，尚未形成规模化、规范化的循环利用生态。这一现状使得行业在应对日益增长的退役电池及核心零部件时，面临着环境、安全与资源可持续性的三重挑战。

在环境层面，废弃动力电池中含有的镍、钴、锰、锂等重金属及电解液有机物，若发生泄漏，将造成土壤与水体污染，且其降解缓慢，具有长期生态毒性。在安全层面，非规范回收行为存在多重隐患：缺乏防护的拆解作业易引发电池短路、热失控甚至爆燃，直接威胁操作人员安全；未经全面检测与放电处理的退役电池，若经二手改装后重新投入民用市场（如小型电动工具、备用电源等），其安全状态无法保障，火灾事故概率显著升高。更值得关注的是，此类正规回收渠道常伴随非法拆解与废液无序排放，形成“污染转移”，最终由公共财政与社会健康共同承担治理代价。

需要强调的是，退役电池的回收质量直接关联其制造阶段的工艺水平。当前动力电池在生产中普遍采用高精度叠片、激光焊接与全自动装配等先进工艺，对一致性、洁净度与可靠性要求极高。相应地，其回收过程也需实现技术对等的“精准逆向工程”—包括余能检测、无损拆解、材料分选与有价元素定向回收—只有建立与制造标准相匹配的退役处理体系，才能实现资源闭环，同时杜绝因低水平回收导致的二次污染与安全风险。

在资源战略层面，构建规范的电池回收体系为关键。我国在锂、钴、镍等电池关键金属资源上对外依存度较高，原生矿产开采（如盐湖提锂、稀土冶炼）过程能耗大、环境负荷重。通过高效再生循环，可从退役电池中规模化回收高纯度锂盐、钴酸锂、三元前驱体等材料，直接重返锂电池产业链，从而提升资源自给率，降低供应链风险与原料成本增强产业在全球市场中的韧性与竞争力。

第二节 行业的 ESG 政策

随着全球制造业竞争加剧，我国制造业面临转型升级的迫切需求，先进制造政策应运而生。先进制造政策旨在推动产业结构优化，提升制造业核心竞争力，保障国家经济安全。为提升我国制造业的国际竞争力，推动制造业转型升级，我国政府高度重视先进制造政策的研究与制定。近年来，我国政府出台了一系列政策措施，旨在引导和支持先进制造业的发展。

先进制造业是我国构建现代化产业体系、推动经济高质量发展的核心引擎，其高质量发展离不开系统性、精准化的政策支撑。为破解产业发展中面临的人才供给不足、核心技术卡脖子、绿色转型压力、资金保障薄弱及跨行业协同不畅等关键痛点，我国已逐步形成覆盖产业全链条、多维度的先进制造政策矩阵。

一、先进制造政策背景

全球化进程加速，制造业面临国际分工和产业链重构的挑战。跨国企业投资布局发生变化，对国内制造业政策提出新要求。制造业领域的技术创新和产业升级成为全球竞争的核心。随着新兴经济体的崛起，传统制造业强国如美国、德国、日本等面临巨大的挑战。在此背景下，我国制造业面临着转型升级的迫切需求。国际竞争加剧，我国制造业在国际市场上的地位日益受到挑战。

传统制造业面临产能过剩和环境污染等问题，急需转型升级。新兴产业如智能制造、绿色制造等快速发展，推动产业结构优化。政策制定需考虑产业政策的协同效应，促进产业结构调整。我国经济发展进入新常态，经济增速放缓，传统制造业面临产能过剩、环境污染等问题。为推动经济高质量发展，我国亟需加快制造业转型升级。

智能制造技术快速发展，成为制造业转型升级的重要方向。工业 4.0 战略提出，要求制造业实现生产过程的智能化、网络化和集成化。政策制定需支持智能制造技术研发和应用，推动产业升级。德国提出的工业 4.0 战略，强调通过智能制造技术实现生产过程的智能化、网络化和集成化，提高制造业的竞争力。我国也积极响应，出台了一系列政策支持智能制造技术的研发和应用，推动制造业转型升级。

绿色发展理念成为制造业政策制定的重要指导思想。生态文明建设要求制造业实现绿色生产、循环发展和低碳排放。政策制定需鼓励绿色技术创新，推动制造业绿色发展。随着全球环境问题的日益突出，绿色发展理念已成为制造业政策制定的重要指导思想。我国生态文明建设要求制造业实现绿色生产、循环发展和低碳排放。政策制定需鼓励绿色技术创新，推动制造业绿色发展。

国家区域发展战略要求优化制造业布局，促进区域协调发展。政策制定需考虑区域资源禀赋和产业基础，推动产业转移和承接。区域合作与竞争机制需完善，以实现制造业区域协调发展。我国实施了一系列区域发展战略，如京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设等，要求优化制造业布局，促进区域协调发展。政策制定需考虑区域资源禀赋和产业基础，推动产业转移和承接，完善区域合作与竞争机制，实现制造业区域协调发展。

人才培养是制造业发展的重要支撑，政策制定需重视人才培养。技术创新体系建设是制造业竞争力的核心，政策需支持创新平台建设。产学研合作模式需创新，促进科技成果转化和产业化。人才培养是制造业发展的重要支撑，我国政策制定需重视人才培养，加强职业教育和技能培训，提高劳动者素质。技术创新体系建设是制造业竞争力的核心，政策需支持创新平台建设，鼓励企业与高校、科研院所开展合作，促进科技成果转化和产业化。

制造业国际竞争日益激烈，政策制定需考虑国家安全和利益。关键技术和核心零部件的自主研发成为国家安全的重要保障。政策制定需支持国内制造业企业提升国际竞争力，维护国家安全。在国际竞争日益激烈的背景下，制造业关键技术和核心零部件的自主研发成为国家安全的重要保障。我国政策制定需支持国内制造业企业提升国际竞争力，加强关键技术和核心零部件的自主研发，维护国家安全。

二、先进制造政策概述

先进制造政策旨在通过优化产业结构、提升产业技术水平、推动产业链协同发展，实现以下目标：提升我国制造业的国际竞争力；推动制造业转型升级，提高产业链附加值；培育新型产业，形成新的经济增长点；促进节能减排，实现绿色发展。

政府通过调整产业结构，优化资源配置，推动先进制造业发展。具体措施包括：加大对战略性新兴产业的支持力度，如新一代信息技术、生物技术、新能源、新材料等；限制和淘汰落后产能，提高产业集中度；鼓励企业兼并重组，提升产业竞争力。

政府通过加大研发投入、完善创新体系、提高创新效率，推动先进制造业技术创新。具体措施包括设立国家重点研发计划，支持关键核心技术攻关；加大对创新平台的投入，提升企业创新能力；完善知识产权保护制度，激发创新活力。

政府通过推动产业链上下游企业协同发展，提高产业链整体竞争力。具体措施包括：鼓励企业加强合作，形成产业链共同体；建立产业联盟，提升产业链协同创新能力；优化产业链布局，降低企业成本。

政府通过推动节能减排、发展循环经济，实现制造业绿色发展。具体措施包括：实施绿色制造工程，推广绿色制造技术；强化能源资源节约和环境保护，提高资源利用效率；鼓励企业开展绿色认证，提升绿色竞争力。

三、先进制造的政策内容

(一) 人才供给与技能升级政策

1. 人力资源社会保障部、工业和信息化部等部门联合发布《先进制造业促就业行动》(2024 年 4 月)

政策内容：企业服务体系方面：推出“政策礼包”精准推送，延续降费减负政策，扩大金融支持规模；技能人才供给方面：实施产教融合培育项目，优化职称评审机制，下放企业评审自主权；青年就业服务方面：扩容就业见习岗位，开展职业体验活动，提升岗位匹配效率；就业环境优化：保障用工权益，推动区域人力资源协作，改善产业配套。

政策影响：制造业用工实现两年来首次双增长，2024 年一季度，江苏省制造业用工人数达 684.6 万人，同比增加 3.5 万人、环比增加 22.2 万人，通用设备制造、金属制品制造等行业增幅显著，自 2023 年以来首次实现同比环比“双增长”。常州市二季度制造业增员 3.9 万人，增长 4.4%，其中新能源汽车整车制造岗位增加 0.4 万人，应用软件开发岗位增加 0.3 万人，新动能行业成为就业增长主力。技术技能岗位占比显著提升，深圳市宝安区 2024 年第三季度应届生招聘中，机械设计/制造工程师等高端技能型岗位占比超 96%，普工/技工岗位占比不足 4%。湖南 202 年先进制造业招聘会提供的 7554 个岗位中，生产、研发、设计类岗位占比 72%，高级工以上岗位占生产类岗位的 21.2%，最高年薪达 50 万元。人才安居政策降低就业成本，苏州工业园区对青年人才提供“人才优租房”（租金为市场价 2/3）和“虚拟优租房”补贴（博士最高 1000 元/月），2024 年发放房票 138 张，补贴金额 1738 万元，帮助 200 余名青年人才在园区安家。重庆“满天星”企业通过见习计划留用高校毕业生 4200 人，占见习总数的 65%，并为员工提供公租房租金优惠 30%。

2. 工业和信息化部等五部门联合发布《制造业可靠性提升实施意见》(2023 年 6 月)

政策内容：聚焦机械、电子、汽车等领域，强化可靠性设计与测试，培育可靠性专业人才队伍，推动产业链整体升级。

政策影响：产业升级与国产替代加速，重庆长安汽车通过“稳健性设计十步法”将电芯失效率降至十

亿分之一级，电池包高温安全性达国际领先水平，支撑新能源汽车出口增长；产业链韧性增强，重庆电动摩托车出口量占全国 34.7%，通过“整车厂与供应链一体帮扶”模式解决电磁兼容（EMC）共性问题，成功进入欧盟高端市场；质量与经济效益双赢，江苏推广节能型工业机器人，能耗降低 30%，碳排放减少 25%，实现技术升级与低碳发展同步。

(二) 技术攻关与产业升级政策

1. 国务院办公厅印发《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》(2020 年 10 月)

政策内容：攻关固态电池、车规级芯片等技术，2025 年动力电池能量密度 $\geq 250\text{Wh/kg}$ ；支持“电池银行”模式，引导构建“锂矿-电池-回收”闭环。

政策影响：推动动力电池产业链自主化与循环利用。例如赣锋锂业依托政策建成“锂矿-回收”一体化基地，2024 年电池级碳酸锂自给率达 70%；宁德时代 2024 年动力电池回收利用率达 92%，年减少锂资源进口 1.2 万吨。

2. 工业和信息化部、财政部联合实施《科技成果赋智中小企业专项行动（2023-2025）》(2023 年 5 月)

政策内容：推动制造业创新中心向中小企业转移技术，重点支持新能源装备、智能机器人领域。

政策影响：助力中小企业技术升级。例如禾迈股份通过该政策获得技术转移，产品转换效率从 96% 提升至 98.5%，2023 年订单增长 80%，入选“专精特新企业”。2023 年该政策已孵化专精特新企业超 2000 家。

(三) 绿色制造与 ESG 政策

国家发展改革委、工业和信息化部等部门发布《工业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023 年 6 月）》

政策内容：新增乙二醇、钛白粉等 11 个领域能效要求，将“新能源汽车电机系统”纳入工业重点领域能效管理范畴，明确其最低能效基准水平为 $\geq 96\%$ ，部分技术领先企业需对标更高的“能效标杆水平”。

拟建、在建项目：需直接对照“能效标杆水平”建设，推动能效“应提尽提”，力争全面达到行业先进水平。

能效介于标杆与基准之间的存量项目：鼓励应用绿色低碳技术（如节能装备升级、工艺优化），引导企业“应改尽改”，带动全行业能效提升。

能效低于基准水平的存量项目：必须限期改造，各地需制定年度改造/淘汰计划，未按期达标项目将被强制淘汰。

政策影响：推动企业提升能源效率。例如格力电器改造空调压缩机生产线，电机效率从 94% 提升至 97%，年节电 200 万度；比亚迪某车型电机系统效率达 96.5%，符合政策要求，2024 年该车型下乡销量增长 25%。

(四) 金融支持与市场培育政策

1. 中国人民银行、银保监会等推动绿色金融工具创新（2023 年起）（2023 年 10 月）

政策内容：鼓励可持续发展挂钩贷款、碳中和债券发行，资金定向用于绿色项目，给予利率优惠。

政策影响：降低企业绿色转型成本。例如广汽集团获 20 亿元低息贷款，用于新能源工厂光伏电站建设，碳排放下降 40%；比亚迪发行 50 亿元碳中和债券投入固态电池研发，2024 年测试能量密度达 300Wh/kg（提升 20%）。

2. 财政部、税务总局、工业和信息化部联合延续和优化《新能源汽车车辆购置税减免政策》（2024-2027 年）

政策内容：2024-2025 年新能源汽车购置税全免（单车上限 3 万元），2026-2027 年减半，叠加“新能源汽车下乡”。

政策影响：拉动新能源汽车消费。例如河南某县域经销商数据显示，比亚迪元 PLUS 因免税政策销量增长 60%，70% 消费者称免税是主要购买动因；预计 2024 年县域市场销量增长 30%，带动整体市场提升 15%。

(五) 跨行业协同政策

1. 财政部、工业和信息化部联合开展《中小企业数字化转型城市试点工作》（2023-2025 年）

政策内容：在 30 个试点城市推进中小企业数字化转型，重点支持新能源汽车、高端装备领域，给予财政补贴。

政策影响：加速中小企业数字化升级。例如武汉某新能源汽车零部件企业（电机外壳生产）获补贴引入 MES 系统，排程效率提升 50%，交货周期从 15 天缩至 10 天，2023 年东风汽车配套订单增长 45%。2023 年试点城市制造业数字化投入增长 45%。

2. 国家发展改革委、国家能源局等部门印发《关于加快推进充电基础设施建设更好支持新能源汽车下乡和乡村振兴的实施意见》（2023 年）

政策内容：新建高速公路服务区 100% 配充电桩，支持光储充一体化技术，推动充电网络与电网协同。

政策影响：带动充电设备企业发展。例如特锐德 2023 年充电桩订单增长 60%，在山东建成的光储充电站用电高峰自给率 80%；2024 年五一假期，高速服务区充电桩覆盖率 98%，充电排队时间较 2022 年缩短 60%。

第三节 行业的核心议题

新能源汽车行业在高速扩张的同时，ESG 相关风险的复杂性、关联性与传导性日益突出。围绕环境、社会、治理三大维度，行业形成了八大核心议题，这些议题既涵盖产业全链条的环境与社会责任，也关联企业合规经营与长期竞争力，共同构成产业可持续发展的核心挑战与改进方向。

一、碳减排实践与技术创新

碳减排是新能源汽车产业区别于传统燃油车的核心价值之一，也是全球“双碳”目标下产业发展的必然要求，而制造环节的碳减排是产业全生命周期碳减排的关键抓手。新能源汽车虽在使用阶段碳排放显著低于传统燃油车，但生产环节（尤其是动力电池生产、整车组装）仍存在较高碳排放，碳减排实践与技术创新直接决定产业的低碳成色，也是企业提升品牌竞争力、应对全球碳监管、降低运营成本的核心路径。同时，技术创新（如一体化压铸、低碳材料应用、绿电替代）不仅能推动碳减排，还能提升生产效率、优化产品性能，因此成为行业核心议题。

政策驱动

新能源汽车制造环节的碳减排主要聚焦三大路径：一是工艺革新，通过优化生产工艺、引入新型制造技术，减少生产过程中的能耗与碳排放；二是材料低碳化，采用再生材料、低碳材料替代传统高碳材料，降低材料生产环节的碳排放；三是绿电替代，通过部署分布式光伏、风电，或购买绿电，提升清洁能源使用比例，减少外购火电带来的间接碳排放。政策层面，全球主要经济体均在推动工业领域碳

减排，中国《工业领域碳达峰实施方案》明确要求推动新能源汽车产业碳减排，提升绿色制造水平；欧盟通过碳边境调节机制、绿色产品认证等政策，倒逼企业提升低碳水平；美国通过税收抵免、补贴等方式，鼓励企业开展碳减排技术创新与绿能应用。

行业实践

广汽埃安广州工厂通过构建全域智能碳管理系统，实现整车制造环节的精细化碳减排，该系统集成 ISO50001 能源管理体系与数字孪生技术，实时监测冲压、焊装、涂装、总装四大工艺段的能耗数据（采样频率 100ms / 点），通过 AI 算法动态优化设备运行时序，减少无效能耗。

其创新性体现在三个方面。一是涂装环节低碳技术，采用水性涂料替代有机溶剂，使 VOC 排放降至 18mg/m³，低于国标 80mg/m³，配合 RTO 蓄热式焚烧装置（热能回收率 95%）处理挥发性气体，年减碳量达 1.2 万吨（生态环境部认证编号 HB-2023-089）；二是低碳材料应用，车门内板采用再生铝合金（中国铝业提供 LCIA 认证材料，碳足迹较原生铝降低 65%），底盘结构件使用生物基聚酰胺（杜邦 EcoPaXX® 材料，植物源含量达 70%），单车材料碳减排比例达 15%（ISO14067:2018 核算）；三是绿电应用，厂房屋顶铺设 12MW 碲化镉薄膜太阳能电池（转化效率 19.5%，隆基绿能供应），年发电量 1300 万千瓦时，覆盖工厂 20% 用电需求（国家电网并网备案号 GD-2023-045）。该工厂获评工信部“绿色供应链管理示范企业”，整车生产碳强度降至 0.82 吨 CO₂e / 辆，远低于行业平均 1.5 吨。

特斯拉上海超级工厂通过 Giga Press 一体化压铸技术重构制造流程，成为碳减排与效率提升的典范。工厂采用 6000 吨级压铸机（IDRA 供应商），将 Model Y 后底板 70 个零件集成 1 个铸件，减少焊点 700 个，使车身制造能耗降低 40%（特斯拉《2023 影响力报告》第 45 页）；压铸铝材使用 30% 再生铝（美国铝业 ALUMINUMFORWARD 认证），每辆车减少铝材浪费 15 公斤，进一步降低材料生产环节碳排放；通过余热回收系统（板式换热器预热涂装车间新风，热能回收率 80%），年节约天然气消耗 120 万立方米（上海市能效中心检测报告），减少化石能源消耗带来的碳排放。此外，厂区部署 30MW 光伏发电系统（年发电量 2800 万千瓦时）与 4MWh 锂电储能（宁德时代磷酸铁锂系统），通过微电网调度平台（符合 GB/T36240-2023 标准）实现峰谷调节，降低外购电碳强度 35%（华东电网碳因子从 0.581 降至 0.378kgCO₂e/kWh）；工厂获得 UL 零废填埋认证（EC-2023-112），实现废弃物资源化利用，进一步减少碳排放，单车生产碳排放仅 0.76 吨 CO₂e，远低于大众 MEB 平台的 1.4 吨，展现了技术创新对碳减排的颠覆性作用。

二、三废管理

三废（废水、废气、固废）管理是新能源汽车制造环节最直接的环境合规与生态保护议题，直接关系到企业的环保许可、社会声誉与国际市场准入。动力电池生产、整车涂装等环节会产生大量固废（如含重金属电解液渣）、废气（如 VOCs）与废水（如含重金属废水），据行业数据，每 GWh 电池生产产生 200 吨含重金属电解液渣的固废，而 NMP 溶剂挥发导致车间 VOC 浓度超标 5-8 倍（国标限值 80mg/m³），若处理不当，会造成土壤、水体、大气污染，危害生态环境与人体健康。欧盟《工业排放指令》已将电池厂列为重点监管对象，国内环保标准也持续收紧，三废管理的有效性直接决定企业能否持续合规运营，因此成为行业核心议题，也是企业环境责任的核心体现。

固废方面，动力电池生产过程中产生的电解液渣、电极废料、废电池等，含有钴、镍、锂等重金属，属于危险废物，若处置不当，会导致重金属渗漏，污染土壤与地下水；整车制造过程中产生的冲压废料、涂装废渣等，若未实现资源化利用，会造成资源浪费。废气方面，整车涂装环节使用的涂料、稀释剂会挥发大量 VOCs（如二甲苯、甲苯），长期排放会污染大气，危害人体健康；电池生产过程中产生的酸性气体、粉尘等，也会对环境造成影响。废水方面，电池生产过程中产生的含重金属废水、涂装废水，若未经过深度处理直接排放，会污染水体，破坏水生生态系统；生产过程中的冷却废水、清洗废水，若未实现循环回用，会造成水资源浪费。

政策驱动

欧盟《工业排放指令》对电池厂、整车厂的三废排放设定了严格限值，要求企业配备完善的三废处理设施，确保排放达标；中国《环境保护法》《固体废物污染环境防治法》《大气污染防治法》《水污染防治法》等，明确了三废处理的责任与标准，要求企业实现固废减量化、资源化、无害化，废气、废水达标排放；地方环保部门加强日常监管，对超标排放企业实施罚款、停产整改等处罚。

行业实践

比亚迪与格林美合资建设的荆门再生工厂（2022 年投产），在固废处理与资源化利用方面形成行业标杆，工厂采用氢等离子体高温熔炼技术，在 0.5 秒内气化电池外壳，金属组分依据熔点差异分层析出，处理效率提升 5 倍（单线处理量 10 吨 / 小时），并彻底避免湿法酸浸产生的含氟废水（每吨废电池减少危废产生量 1.5 吨），符合生态环境部《退役动力电池再生技术规范》附录 B 要求。在分选阶段，采

用梯度磁场装置（0.5-1.2 特斯拉强度）实现金属组分的精准吸附分离，回收的镍钴锰粉末纯度达 99.85%，再生材料成本较原生矿产降低 8%。该技术获得国家科技进步二等奖，并满足欧盟新电池法对再生材料占比的强制要求（2030 年钴镍再生率 \geq 25%），实现了固废资源化利用与环保达标双赢。

广汽埃安广州工厂聚焦废气与固废治理，在废气处理方面，采用水性涂料替代有机溶剂，使 VOC 排放降至 20mg/m³，低于国标 50%，并通过活性炭吸附浓缩 + RTO 焚烧技术（净化效率 \geq 95%）处理涂装废气，有效去除废气中的 VOCs，年减少二甲苯排放 80 吨；在固废处理方面，采用污泥干化减量系统（热泵低温干化技术），使危废产生量降低 30%，同时推动固废分类回收与资源化利用，提升资源利用效率。

特斯拉内华达超级工厂在废水处理方面实现重大突破，采用三级反渗透（RO）系统实现工业废水高效循环利用，反渗透膜过滤精度达 0.0001 微米（杜邦 Filmtec™SW30HR 膜技术规格书），能有效去除水中 99% 以上的溶解性固体，满足生产回用要求；通过添加聚环氧琥珀酸（PESA）阻垢剂，延长反渗透膜使用寿命，降低处理成本（美国环保署案例研究 EPAR-2023-0715）；对于反渗透产生的浓盐水，采用机械蒸汽再压缩（MVC）技术蒸发结晶，实现废水零排放目标，真正做到水资源循环利用与废水无害化处理。

三、产品安全与技术伦理

产品安全与技术伦理贯穿新能源汽车全生命周期，涵盖设计、研发、生产、使用及回收阶段，是产业稳健发展的关键支撑。

产品安全层面，包含车辆行驶、电池、充电安全等关键领域。随着智能驾驶技术发展，行驶安全受系统可靠性制约，如在暴雨、暴雪等恶劣天气下，传感器易受影响，致使智能驾驶系统误判。就像在强降雨雷暴天气中，汽车电子化程度高，雷击产生的电涌和电磁脉冲，可能干扰新能源汽车运行，造成电路烧毁、设备失灵。

电池安全是重中之重，2024 年全球超 300 起电池热失控事故，带来严重的人员伤亡与财产损失。电池在充放电时存在热失控风险，内部短路、过热易引发火灾甚至爆炸；而电池寿命衰减，不仅会缩短续航里程，还可能在行驶中致使车辆突然断电。

充电安全同样不容小觑，涉及设施兼容性与电气安全。不同品牌、型号的新能源汽车对充电参数要求有别，若充电设备不匹配，极易损坏电池；充电过程中，设备防护措施若不到位，就可能发生漏电，危及人员生命安全。如公共充电桩充电枪线缆存在重量大、柔韧性不足的问题，易对车主造成意外伤害，便携式充电枪也存在功能安全与电气安全不达标状况。

技术伦理聚焦数据隐私、算法公平与技术滥用问题。新能源汽车会采集大量用户数据，2024 年某车企因数据存储漏洞，致使部分用户行车数据被黑客窃取。智能驾驶算法若训练数据存在偏差，便会产生偏见，影响对特定场景、人群的识别与决策。技术还可能被非法利用，如车辆遭黑客远程操控；部分车企过度宣传智能驾驶，误导消费者，均属伦理失范。

政策驱动

欧盟以《通用数据保护条例（GDPR）》规范车企数据管理，要求收集用户数据前获明确同意并说明用途与存储期，数据泄露需 72 小时内通知相关方，违者最高罚全球年营业额 4%（如 2024 年某德国车企因行车数据泄露被罚 1.2 亿欧元）；同时《智能网联汽车安全法规》要求车企建网络安全防护体系，定期检测修复漏洞。

美国 NHTSA《自动驾驶汽车安全评估指南》禁止车企夸大自动驾驶技术，需披露技术边界与安全指标，虚假宣传致事故需担责；《加利福尼亚州消费者隐私法案（CCPA）》则强化用户数据权益，赋予数据访问、删除、更正权。

中国通过多政策完善体系：《汽车数据安全管理办法（试行）》要求车企不超功能范围收集个人信息，设数据安全负责人；《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》强调安全监管与关键技术认证；工信部相关意见则明确车企需落实网络与数据安全主体责任，建立健全管理制度。

行业实践

极氪汽车：在产品安全与技术伦理领域构建完善的实践体系

极氪汽车在产品安全与技术伦理领域构建了完善的实践体系，覆盖传统安全、智能安全、健康安全、隐私安全四大维度。

表 3: 极氪汽车产品安全覆盖的四大维度

传统安全方面	基于浩瀚架构打造 720 度安全防护, 极氪 001 在正面 25%偏置碰撞中车身完整、A 柱无变形, 获中保研最高评级
智能安全方面	搭载卫星通信技术 (信号质量为普通卫星电话 2 倍), 2024 年某地区泥石流灾害中, 被困车辆凭此功能成功呼救
健康安全方面	极氪 009 光辉达“母婴级”标准, 座舱“智能三防空气系统”对 PM2.5、甲醛等过滤效率超 99%, 获中汽中心认证
隐私安全方面	极氪是境内首家获 BSI 三项国际认证 (ISO27001/27701/38505) 的车企, 通过分级授权、全程留痕、数据加密保障用户数据安全

技术伦理层面, 极氪优化算法公平性。智能驾驶算法训练引入多元数据集, 针对不同肤色行人补充全球多地数据, 优化后识别准确率均超 98%; 组建专家、用户等审查委员会定期评估算法伦理; 开展用户教育, 2024 年线上科普数据安全知识, 线下举办 50 余场隐私讲座, 覆盖超 1 万人次, 提升用户认知与满意度, 树立行业典范。

小鹏汽车构建了完善的智能驾驶伦理治理体系, 针对算法公平性问题, 训练数据集覆盖全球 20 国路况数据, 新增 10 万组多元肤色训练数据, 将行人识别准确率从 95% 提升至 98.2%; 建立“用户监督委员会”, 公开征集 1.5 万条驾驶场景反馈, 用于算法迭代优化 (如雨雾天识别响应速度提升 40%); 2024 年率先通过 ISO24089 道路车辆网络安全认证, 为行业提供了技术伦理实践样本。生产制造环节, 小鹏汽车肇庆工厂通过数字孪生技术构建虚拟检测系统 (仿真精度达 98%), 实时监控焊装质量 (焊点合格率提升至 99.95%), 并采用 AI 视觉检测车身间隙 (公差控制在 ±0.5mm 内), 使整车不良率降至 0.3%, 其电检系统实现 100% 线束导通测试, 避免因接线错误导致的热失控风险。

华晨宝马沈阳工厂在质量控制方面应用了先进的视觉检测系统, 其生产线配置了 128 台高精度线阵相机 (分辨率 16K), 能够快速捕捉电池表面的细微特征, 配合激光干涉仪进行精密测量, 检测微米级别的尺寸误差和形状误差, 确保对电池极片等关键部件的高精度检测; 工厂还建有热失控模拟测试舱, 用以复现极端工况, 评估电池安全性, 通过这些综合措施, 其质量控制系统实现了极高的缺陷检出率, 保障产品安全。在固态电池技术方面, 欣旺达正积极布局, 其半固态电池采用硫化物复合电解质技术路线, 能显著提升电池的热稳定性, 产品已通过严苛的 200°C 热箱测试和针刺实验, 温升极小 (<2°C), 表明安全性能优异, 能有效抑制热失控; 电池系统引入智能熔断保护机制, 能在异常情况下快速切断电流, 目前 200MWh 中试线已开始运行, 并向无人机、两轮车及部分车企小批量送样, 计划在 2026 年实现第一代全固态电池的量产, 从技术源头提升产品安全水平。

四、电池生命周期管理

电池生命周期管理贯穿新能源汽车电池“从摇篮到坟墓”的全链条, 涵盖原材料开采、电池生产、使用、退役回收四个关键阶段, 聚焦碳足迹核算、有害物质管控、资源循环利用三大核心维度, 是新能源汽车产业 ESG 环境维度的核心议题。

图 10: 新能源汽车电池全链条的四关键阶段和三核心聚焦维度



在原材料开采阶段, 锂、钴、镍等关键矿产的开采面临严峻的环境与社会挑战。以锂矿开采为例, 盐湖提锂需消耗大量水资源, 每生产 1 吨碳酸锂约需 15 万立方米水, 在水资源匮乏的南美“锂三角” (智利、阿根廷、玻利维亚) 地区, 过度开采已导致当地生态环境恶化; 而钴矿开采则存在严重的劳工权益问题, 刚果 (金) 作为全球最大的钴生产国, 约 20% 的钴来自手工采矿场, 童工、强迫劳动现象频发。

电池生产阶段是碳排放的“重灾区”。据 ICCT2024 报告, 行业平均生产 1kWh 电池排放 10-12kgCO₂ (头部企业如宁德时代仅 6-8kg)。以一辆搭载 70kWh 电池包的汽车计算, 碳排放达 700-840kgCO₂, 占整车生产排放的 50%-60%。此外, 电池生产过程中使用的电解液、粘结剂等化学物质, 若处理不当, 可能造成土壤、水体污染。

在电池使用阶段, 电池衰减、热失控等问题影响其安全性与使用寿命。一般新能源汽车动力电池的衰减率达到 20% 后, 将无法满车辆行驶需求, 进入退役阶段。若退役电池未经妥善处理, 不仅会造成资源浪费, 还可能因电解液泄漏、重金属析出等问题污染环境。据估算, 2025 年中国退役动力电池规模将突破 100 万吨, 若回收率不足 50%, 将产生大量固体废弃物。

退役回收阶段是实现资源循环利用的关键。动力电池中含有钴、镍、锂等有价金属, 通过回收技术可实现这些金属的再生利用, 降低对原生矿产资源的依赖。例如, 1 吨退役三元锂电池可回收约 15kg 钴、25kg 镍、8kg 锂, 若能实现高效回收, 不仅可减少矿产开采带来的环境破坏, 还能降低原材料成本。

政策驱动

全球主要经济体纷纷出台政策，从碳足迹披露、回收利用率、溯源管理等维度，构建电池生命周期管理的监管体系。

欧盟《新电池法规》是全球最严苛的电池监管政策之一，设置了三重核心约束：其一，碳足迹披露，要求自 2025 年 8 月起，所有进入欧盟市场的动力电池必须提供碳足迹声明，明确电池生产、运输等环节的碳排放数据，未来还将设定碳足迹上限，超出上限的电池将禁止在欧盟销售；其二，回收利用率，规定 2027 年动力电池中钴、镍、锂的最低回收率分别为 90%、85%、70%，2031 年钴、镍回收率需进一步提升至 95%，锂回收率提升至 80%；其三，电池护照制度，要求 2027 年起，所有动力电池必须配备数字化“电池护照”，记录电池原材料来源、生产过程、碳足迹、使用情况及退役回收信息，实现全生命周期可追溯。

中国也出台了一系列政策推动电池生命周期管理。《动力电池回收利用管理办法》明确要求，2025 年动力电池规范回收利用率达到 90%，并建立“生产者责任延伸制度 (EPR)”，要求电池生产企业承担退役电池回收责任；《新能源汽车动力蓄电池碳足迹核算与评价指南》规定了动力电池碳足迹的核算方法、报告格式，为企业开展碳足迹管理提供了标准依据；《关于加快推进工业领域碳达峰工作的实施方案》提出，推动动力电池生产企业采用绿色制造工艺，提升清洁能源使用比例，降低生产阶段碳排放。

美国虽尚未出台专门针对动力电池生命周期管理的联邦层面政策，但部分州已先行先试。例如，加利福尼亚州出台《动力电池回收法案》，要求电池生产企业在产品标签上标注回收信息，并建立回收网点；纽约州则计划 2026 年起，对未达到回收要求的电池生产企业征收罚款。此外，美国《通胀削减法案》规定：电池中再生钴/镍/锂占比 $\geq 50\%$ 时，企业可获 35 美元/kWh 税收抵免。

行业实践

头部企业从技术、模式、产业链协同维度推进电池生命周期管理，形成可推广经验：

宁德时代：领先电池回收技术与产业化，“短流程再生”技术突破传统工艺，钴回收能耗降 70%、成本降 40%，钴/镍/锂回收率超 95%/98%/90%。2024 年底全国布局 10 座回收工厂（年处理 12 万

吨），累计回收金属超 5 万吨（等效减 20 万吨原生矿开采）；还与车企合作梯次利用，建成 5 座储能电站（总装机 1GWh）。

小鹏汽车：构建“设计-使用-回收”全链条体系。设计端 5C 超充电池“蜂窝状”结构+模块化设计，寿命达 12 年（超行业 50%）；使用端 BMS 系统+AI 算法控衰减，5 年衰减 $\leq 15\%$ ；回收端建 200 座换电站形成“换电+回收”网络，还与宁德时代合作开发电池护照追溯信息。

比亚迪：从源头控风险，刀片电池用磷酸铁锂技术（无钴），规避钴矿问题且降成本；生产端“光伏+储能”供电，2024 年绿电使用率 35%（2026 年目标 50%）；在回收端建立行业标杆，依托全国 3000 余家回收网点，2024 年动力电池回收率达 88%（接近 2025 年 90%政策目标），梯次利用电池超 1.2GWh 用于储能基站。同时通过“光伏+储能”供电体系，2024 年生产基地绿电使用率达 35%（2026 年目标 50%），从源头降低生产环节碳排放。

五、供应链劳工权益与合规

因为新能源汽车与先进制造业产业链跨区域、多层级（如矿产开采→材料加工→零部件制造→整车/设备组装），单个环节的社会风险（如上游劳工问题）会通过供应链传导至核心企业，引发品牌声誉危机与市场信任危机。

供应链劳工权益与合规聚焦新能源汽车产业供应链各环节中劳动者的权益保障与企业对劳工法规的遵循，覆盖从原材料开采、零部件制造到整车组装等全流程，涉及用工权益、工作环境、职业发展等多维度内容。

在原材料开采环节，刚果（金）钴矿开采问题突出。据国际劳工组织报告，约 4 万名童工在此参与劳作，每天井下工作超 10 小时，身心健康受损严重。同时，部分矿工被强迫劳动，工资遭克扣，人身自由受限。

零部件制造部分环节（如线束加工、内饰装配等）仍具有劳动密集型特征。如长三角某汽车线束加工厂，旺季工人周工作超 60 小时，远超法定 44 小时，且加班工资未足额支付。工厂车间通风、噪音问题普遍，危害工人健康，长期高噪音环境易致听力受损。

整车组装环节，员工职业发展受限。标准化工作使技能提升难，企业培训、晋升体系不完善，难以满足员工成长需求，导致人员流失率高。某合资车企组装车间年度员工流失率达 25%，60%离职员工称职业发展受限是主因。

合规层面，企业需遵循国内外法规。国内有《劳动法》《劳动合同法》《职业病防治法》等，保障劳动者休息、报酬、健康等权利；国际上，联合国《世界人权宣言》、国际劳工组织多项公约构建权益框架。近年，欧美出台专项法规，如美国《Uyghur Forced Labor Prevention Act》，要求企业尽职调查，违规将面临产品扣押、进口禁令等处罚。

政策驱动

欧盟作为全球劳工权益保护的引领者，通过《企业可持续发展尽职调查指令 (CSDDD)》强化对供应链劳工权益的监管。该指令要求年营业额超 1.5 亿欧元且在欧盟境内拥有 250 名以上员工的企业，以及年营业额超 4 亿欧元且核心业务涉及特定高风险行业（包括汽车制造）的企业，对其全球供应链进行尽职调查，识别并预防劳工权益风险。企业需制定详尽的尽职调查计划，涵盖供应链各层级，若未能履行尽职调查义务，将面临最高达年营业额 4% 的罚款。

美国《Uyghur Forced Labor Prevention Act》对新能源汽车供应链影响深远，该法案推定全部或部分在新疆地区开采、生产或制造的商品，或由相关实体清单上的企业生产的产品被禁止进入美国。汽车企业需对供应链进行深度溯源，证明产品未涉及新疆强迫劳动，否则产品将被美国海关扣留、排除甚至扣押。据美国海关及边境保护局 (CBP) 2025 年第一季度数据，汽车和航天领域货物审查量超 5000 批，中国作为原产国，货值超 3200 万美元，大众、宝马等车企相继因供应链合规问题受到关注。

中国也在持续完善劳工权益保护政策体系。《关于推进新时代和谐劳动关系创建活动的意见》明确提出，到 2027 年，实现企业劳动合同签订率达到 90% 以上，集体协商建制率达到 85% 以上，劳动争议调解成功率达到 60% 以上等目标，推动企业规范用工、保障劳动者权益；《职业健康检查管理办法》修订版进一步明确企业在员工职业健康检查中的责任，要求企业定期组织员工进行职业健康检查，建立健全职业健康监护档案，预防和减少职业病发生。

行业实践

以宁德时代为例，其在供应链劳工权益保障领域构建了全流程管理体系。

供应商准入环节：制定严格劳工标准，要求供应商签署《社会责任承诺书》（遵循 ILO 公约及国内法规），并提供 ISO45001、SA8000 认证，对雇佣童工、强迫劳动等问题实行“一票否决”。2024 年新供应商筛选中，因劳工标准不达标拒绝 5 家潜在合作方。

日常管理环节：搭建“供应链劳工权益管理平台”，要求供应商每月上传工时、工资、安全培训等数据，通过大数据筛查异常。2024 年 7 月，平台监测到江西某正极供应商员工月加班超 36 小时法定上限，审计团队现场核查发现系生产旺季人员调配不足，协助优化排班、增加临时用工后，1 个月内将加班时长降至 30 小时内，并跟踪 3 个月确保整改到位。

赋能计划环节：开展“供应链劳工权益赋能计划”，2024 年累计培训供应商员工 8000 人次；提供技术支持，如为广东某电解液供应商引入“智能排产系统”，使生产效率提升 25%，员工月加班减少 10 小时，次品率降低 8%，实现效益与权益双赢。

员工关怀延伸：推动供应商建职业发展通道与“员工关怀中心”，如指导福建某负极供应商设立“员工成长基金”（年投入 50 万元），120 名员工获资助，35 人晋升，员工满意度从 70% 升至 85%，稳定供应链队伍。

通过上述举措，宁德时代打造了责任共担的绿色供应链，为行业树立标杆。

六、供应链碳足迹与绿色能源

供应链碳足迹指新能源汽车全供应链（原材料开采、零部件制造、整车组装、物流）的温室气体排放总和，涵盖 Scope1-3（Scope3 占比最高，来自原材料、物流）。一辆新能源汽车全生命周期碳排放 15-25 吨 CO₂，供应链占比 35%-45%，是碳减排关键。

原材料环节排放显著：盐湖提锂碳排放 20-30kgCO₂/kg 碳酸锂，硬岩锂矿达 50-80kg；电解铝生产 1 吨碳排放 12-16 吨，每车车身用铝 150-200kg，仅此环节碳排放 1.8-3.2 吨。

零部件制造中，电池正极材料 1 吨碳排放 8-12 吨，电机电控芯片制造也高耗碳，核心零部件（三电）制造碳排放占供应链 40%-50%。

物流碳排放与方式、距离相关：40 英尺集装箱上海至汉堡海运碳排放 1.5-2 吨，公路运输每公里每吨 0.1-0.2kgCO₂，零部件运输占供应链排放 10%-15%。

绿色能源转型是降碳关键，包括生产提绿电占比、物流用新能源工具。特斯拉计划 2030 年工厂 100% 绿电，大众 2025 年欧洲工厂绿电 70%、2030 年 100%。

政策驱动

欧盟 CBAM 作为全球首个碳边境调节机制，深刻影响新能源汽车供应链碳足迹管理。2023 年 10 月试运行，2026 年 1 月正式实施，初期覆盖钢铁等，未来或扩至新能源汽车关键零部件。进口商需申报产品 Scope1、2 排放，购买碳证书（价格挂钩 EUETS，2025 年均价约 85 欧元/吨，2030 年预计超 150 欧元/吨）。出口欧盟的新能源汽车若碳排放超标，或面临 3000-5000 欧元/辆碳关税，削弱中国产品价格竞争力。

中国积极推动供应链碳管理与绿能转型。《绿色供应链管理企业评价通则》要求 2025 年汽车核心供应商绿电占比不低于 30%，建碳排放管理体系；《工业领域碳达峰实施方案》聚焦 2025 年工业单位增加值二氧化碳排放下降；《关于做好可再生能源绿色电力证书全覆盖工作促进可再生能源电力消费的通知》以绿证量化企业绿电消费。

美国部分州推动供应链绿色化。加州《清洁空气法案》修正案要求 2035 年重型卡车 100%零排放，加快物流电动化转型；纽约州 2026 年起对碳排放超标企业征“碳附加费”。《通胀削减法案》通过税收抵免、补贴等，鼓励企业投资绿能项目，助力新能源汽车供应链绿色转型。

行业实践

企业围绕供应链碳足迹与绿色能源转型，在供应链管理、能源结构优化、技术创新等方面开展大量实践，形成多元范式。

小鹏汽车“供应链碳赋能计划”成效显著，数据管理上，为 120 家一级供应商提供碳核算工具，搭建“供应链碳数据管理平台”，数据准确率超 95%；减排行动中，为供应商定制减排方案，如帮助某注塑供应商优化工艺、更换节能设备，使其单位产品碳排放降 20%；激励机制上，将减排绩效与采购挂钩，达标供应商获 5%-10%价格/订单优惠，两年带动供应链年减排 18 万吨。

零跑汽车绿色能源应用领先，2023 年金华工厂落地 50MW 风电项目（年发电 1.5 亿度，满足 42%用电，年减碳 12 万吨），屋顶建 10MW 光伏电站（年减碳 0.8 万吨）；物流使用 100 辆电动轻卡（每公里碳排放降 70%，年减碳 2000 吨），2024 年购买绿电 5000 万度，计划 2026 年工厂 100%绿电覆盖。

蔚来主导组建“长三角绿色供应链联盟”，联合宁德时代、欣旺达等企业，共建区域绿电交易平台、共享分布式能源设施，统一碳核算标准、共享减排技术，如帮助某铝合金轮毂供应商引入新工艺，能耗降低 30%，2024 年底，联盟企业平均绿电占比 35%，供应链碳足迹较 2022 年降 15%。

比亚迪依托垂直产业链优势，构建“上游绿电-中游低碳制造-下游绿色物流”体系，上游与国能、华能合作，青海盐湖提锂基地 100%绿电供应，年减碳 80 万吨；中游推行刀片电池磷酸铁锂技术（无钴），规避钴矿风险并降本 30%，西安工厂采用短流程炼钢（吨钢碳排放从 1.8 吨降至 0.5 吨）；下游联合顺丰组建 500 辆氢燃料重卡+2000 辆电动轻卡车队，年减碳 3.2 万吨。

特斯拉以数据透明为核心，搭建覆盖 1300 余家供应商的碳数据平台，要求一级供应商每季度上传碳数据并经第三方鉴证，2024 年数据完整率达 98%，对超标供应商推出“碳减排赋能计划”，如补贴德国电机供应商 200 万欧元建设光伏与余热系统，帮助其减碳并获得优先采购权；得州超级工厂部署 1.2GW 光伏+1.5GWh 储能，2024 年为周边 20 家供应商供应绿电 8000 万度，带动供应商绿电占比提升 25%、供应链减碳 12%。

七、水资源的利用

水资源作为工业生产的命脉，是新能源汽车制造（尤其是动力电池生产）不可或缺的关键资源，电极清洗、涂装、冷却、盐湖提锂等核心环节用水强度高，水资源消耗量大。随着全球水资源短缺问题日益突出，尤其是在水资源敏感区域（如南美锂三角、中国西北等）布局的生产基地，面临严峻的水资源约束与生态风险，水资源的高效利用、循环回用已成为衡量企业 ESG 成熟度的关键指标，也是企业降低运营成本、规避生态风险、实现可持续发展的核心举措，因此成为行业核心议题。同时，水资源管理的优化的深入，也推动企业聚焦三废治理，实现从单一节水向全流程资源高效利用转型。

新能源汽车制造中，动力电池生产是主要用水环节，电极清洗、电解液配制、电池冷却等环节需消耗大量水资源，而盐湖提锂工艺更是水资源消耗大户，每生产 1 吨碳酸锂需消耗 15 万立方米水，加剧了水资源敏感区域的生态压力。行业普遍面临用水效率低、废水处理难度大、回用率不高的挑战，部分企业仍存在水资源浪费、废水无序排放等问题，不仅增加运营成本，还可能面临环保处罚，影响企业可持续运营。

政策驱动

全球各国均在强化水资源管理，推动工业节水与循环利用，中国出台《“十四五”节水型社会建设规划》《工业节水管理办法》等政策，要求工业企业提升水资源利用效率，推动废水资源化利用，明确新能源汽车、动力电池等行业的节水目标；地方层面，水资源敏感区域也出台专项政策，限制高耗水项目布局，推动企业采用节水技术与工艺。

行业实践

头部企业通过制度化节水体系与技术创新，构建了从取水、用水到回用的全链条水资源管理方案，形成可复制、可推广的实践范式。宁德时代溧阳基地通过流体力学优化设计实现雨水高效资源化利用，厂房屋面导流槽采用文丘里效应结构，将雨水流速提升至 3m/s，有效防止悬浮物沉积，减少雨水收集过程中的污染；收集的雨水经硅藻土过滤层截留微塑料及颗粒物，达到电极清洗用水标准，2023 年雨水收集量达 45 万立方米，占电极清洗用水量的 20%，有效降低了新鲜水消耗。

蔚来合肥先进制造基地聚焦过程节水与废水回用，搭建膜生物反应器 (MBR) 中水回用系统 (处理规模 500 吨 / 日)，能够高效处理生产废水与生活污水，处理后的中水用于生产冷却、车间清洗等环节；采用循环冷却技术，将循环水浓缩倍数提升至 6 倍，减少冷却用水消耗，使单台车生产水耗降至 2.5m³，低于行业平均 3.8m³，年节水达 60 万吨；同时，将 RO 浓水进一步利用，用于绿化灌溉与道路清扫，实现废水零外排，真正实现水资源的循环利用。

亿纬锂能惠州基地的电极清洗水回用体系体现了精细化管理思路，针对电极清洗废水含金属离子、有机污染物的特点，通过电渗析膜堆 (脱盐率 > 95%，符合 HG/T5892-2022 标准) 回收水中的金属离子，实现资源回收；再采用臭氧催化氧化技术 (TiO₂/Al₂O₃ 催化剂负载量 30g/m³) 降解水中的有机污染物，使出水 COD 稳定 < 30mg/L (满足 HJ2025-2012 限值)，2023 年实现中水回用率 85% (惠州市生态环境局验收文件)，年节水 150 万吨 (相当于 3 万户居民年用水量)。该基地的技术突破点包括电渗析浓水低能耗处理 (TDS<5g/L 时能耗 1.8kWh/m³) 和催化剂 5 年长效寿命，不仅提升了水资源利用效率，还年降本达 1200 万元。

这些企业的实践形成了良好的技术协同效应，宁德时代的屋面导流槽设计已复制至四川基地 (年降雨量 1200mm 地区效率提升 30%)，亿纬锂能的臭氧催化工艺则入选《电池行业绿色工厂评价导则》(T/CMIF187-2023) 推荐技术。三家企业年节水总量达 195 万吨，相当于减少二氧化碳排放 1.2 万吨，

为高耗水产业提供了“资源回收 - 水质提升 - 经济可行”三位一体的解决方案。当前行业仍面临瓶颈，主要是高盐废水浓缩技术能耗过高 (反渗透浓水 TDS>80g/L 时能耗激增)，未来需发展“电渗析分盐 + 膜蒸馏结晶”耦合工艺，进一步降低处理成本，提升水资源回用率。

八、循环经济体系建设

循环经济体系建设是破解新能源汽车产业关键矿产资源依赖、降低全生命周期碳排放、实现产业闭环可持续发展的根本路径，核心是通过回收技术、材料再生和商业模型创新，将“废物”转化为资源，实现环境效益与经济效益双赢。随着新能源汽车保有量快速增长，退役动力电池、生产废料、包装废弃物等产生量持续攀升，2025 年中国退役电池将达 120 万吨，但传统回收工艺高耗能、高污染、回收率低，不仅造成资源浪费，还带来环境风险。循环经济体系建设能够实现退役电池、生产废料的资源化利用，减少原生矿产开采，降低碳排放，同时降低企业原材料成本，提升供应链韧性，是产业实现可持续发展的必然选择，因此成为行业核心议题。

政策驱动

循环经济体系建设覆盖新能源汽车全生命周期，主要包括退役动力电池回收再生、生产废料 (如铝材、聚合物) 回收利用、包装废弃物循环使用等核心场景。传统回收工艺存在诸多痛点，如火法回收能耗高达 40kWh/kg，回收率低，且产生大量废气、废渣；湿法回收易产生含重金属废水，污染环境；生产废料回收分类不精准，再生利用率低；包装废弃物多为一次性使用，造成资源浪费。政策层面，全球各国均在推动循环经济发展，欧盟《新电池法规》明确要求提升动力电池再生利用率，建立电池回收体系；中国《“十四五”循环经济发展规划》《动力电池回收利用管理办法》等，推动新能源汽车产业构建循环经济体系，鼓励企业开展退役电池回收再生、生产废料资源化利用。

行业实践

Redwood Materials 在退役动力电池回收再生方面形成技术突破，其采用有机酸浸出技术 (柠檬酸 + 草酸摩尔比 3:1)，在 pH4.5 条件下选择性溶出锂，相比传统火法回收，能耗降低 40%，锂回收率达 92%，每 kWh 处理成本降至 18 美元，大幅提升了回收效率、降低了处理成本，为退役动力电池资源化利用提供了低成本技术路径。

比亚迪推行“整车回收 - 材料再生 - 零部件再制造”闭环体系，其深圳宝安基地通过自动化拆解线 (效率达 120 辆 / 日) 回收铝合金车身，回收率达 95%，再生铝用于压铸底盘部件，碳足迹较原生铝降低

60%；建立动力电池梯次利用中心（年处理 1 万吨），退役电池包经检测、重组后，用于储能电站、低速电动车等场景，实现“梯次利用 - 再生回收”的闭环；2023 年比亚迪循环业务营收达 15 亿元，再生材料成本较原生铝降低 20%，实现了环境效益与经济效益的双赢。

沃尔沃成都工厂建立全球首个乘用车铝材闭环回收体系，聚焦生产废料的资源化利用，通过涡流分选技术分离冲压废料中的 6000 系与 7000 系铝合金，分选纯度达 99.2%（瑞典 SWERIM 实验室认证）；废铝经厂内熔炼炉重熔后，添加稀土变质剂（铈元素含量 0.015%），使再生铝晶粒度达 GB/T3246.1-2012 标准级以上，可直接用于生产电池包壳体与车门框架；每吨再生铝获得 0.8 吨 CO₂e 碳积分，通过上海环境能源交易所交易平台实现年收益 420 万元；2023 年处理冲压废料 5200 吨，再生铝材成本较原生铝降低 35%，单辆车减碳 87kgCO₂e，该体系获工信部“工业资源综合利用示范项目”，为生产废料循环利用提供了成熟范式。

特斯拉柏林工厂构建覆盖整车制造全流程的聚合物循环体系，聚焦内饰件、包装材料的循环利用。内饰件注塑产生的聚丙烯（PP）废料，通过双螺杆挤出机进行共混改性，添加玻璃纤维（含量 15%）与相容剂（马来酸酐接枝 PP），使再生料冲击强度达 45kJ/m²（ISO179-1:2010 标准），可用于制造仪表板支架与线束固定卡扣；在包装材料方面，与德国逆向物流公司合作，建立可循环集装箱系统（HDPE 材质，使用寿命 10 年），采用 RFID 芯片（恩智浦 NTAG®216 芯片）追踪容器流转次数，2023 年减少一次性木箱使用 18 万个，包装成本降低 40%；在化学法升级回收方面，与巴斯夫合作开发酶解技术（专利号 EP2023078564），将座椅面料废料降解为多元醇单体，再生材料用于新车地毯制造，实现“从座椅到地毯”的闭环；该工厂获 UL2799 零废填埋铂金级认证，展现了整车制造全流程循环经济的实践成果。

这些企业的实践表明，循环经济体系建设并非单一环节的回收利用，而是需要从技术创新、模式优化、产业链协同等多维度发力，通过构建“生产 - 使用 - 回收 - 再生”的闭环，实现资源高效利用、碳排放降低与成本节约的多重目标，为新能源汽车产业可持续发展提供了可复制、可推广的模式。

第四节 行业信息披露

截至 2025 年 6 月，国内 A 股市场共有 16 家新能源汽车制造企业，其中 14 家发布了 2024 年度的 ESG 相关报告，披露率达到 87.5%。这个比例明显高于 A 股所有行业的平均披露水平（约 46%）。高披露率不仅源于企业重视，政策压力和资本市场驱动亦是关键。中国内地三大交易所发布的《上市公

司可持续发展报告指引（试行）》要求部分上市公司强制披露，以及对标国际市场准入壁垒，都促使企业尤其是布局海外市场者主动披露。

碳排放披露方面，16 家企业中，有 11 家公布了自身的碳排放数据（包括直接排放和用电带来的间接排放），占比 68.75%。但只有 3 家企业进一步公布了“范围三”的碳排放（即包括供应链、产品使用等环节的排放），披露率为 18.75%。主要是因为范围三排放牵扯的环节多，数据难以全面统计。但是中国汽车工业协会等机构正在推动行业 ESG 标准建设，这有助于未来统一供应链碳数据核算口径，为范围三披露提供基础。

一、环境维度

气候变化与碳排放：绝大多数披露企业都会提及应对气候变化的相关策略和目标，例如制定碳减排路线图、推广新能源技术等。许多企业披露了范围一和范围二的温室气体排放量。部分领先企业，特别是在境外上市或业务面向国际市场的企业（比如比亚迪、蔚来），已开始尝试核算并披露范围三碳排放。

其他环境议题：污染物管理、废弃物处理、能源与水资源利用等也是常见披露内容。但像生物多样性保护这类议题，目前整体披露水平较低，多数企业尚未将其纳入重要性议题进行管理。

企业案例：

- 比亚迪的碳排放管理与绿色供应链：（1）低碳制造与光伏利用：比亚迪在其工厂大力推进光伏发电项目，例如在肇庆工厂的屋顶大规模铺设光伏板，力求满足工厂自身部分的用电需求，减少范围二的碳排放。（2）供应链碳管理：比亚迪不仅关注自身的碳排放，还通过绿色采购要求，引导和推动供应商采取低碳行动，共同降低整个价值链的碳排放。
- 蔚来汽车的循环经济探索：蔚来设立了循环汽车实验室，并开发了线上追溯系统，致力于实现“车到车”的闭环回收，旨在提升动力电池等关键部件的回收利用率，减少资源消耗和环境影响。

二、社会维度

产品安全与质量：这是社会维度中披露相对较多的方面。许多企业会概述其在产品质量控制、安全测试等方面的管理体系。然而，定量数据披露明显不足，定量数据缺乏不仅是披露习惯问题，更深层反映了企业对此类敏感数据可能影响品牌形象和市场竞争力的担忧，例如产品召回率、客户投诉量、车辆碰撞测试具体结果等细节数据较少公开。

员工权益与发展：员工培训、福利保障、性别平等是常见披露点。约有半数的样本企业披露了员工流失率，但较少区分主动与被动离职情况。

供应链管理：部分龙头企业开始关注供应链中的社会责任，例如对供应商进行 ESG 风险筛查或能力建设。吉利汽车就提及通过绿色采购要求，引导供应商采取低碳行动。

企业案例：

- 吉利汽车的供应链社会责任管理：吉利汽车在供应链社会责任管理方面较为深入。其设立了专门的工作组，建立了多套评价体系，并且将管理延伸至二级及以下供应商。同时，他们还针对性地对供应商开展能力建设，帮助其提升 ESG 管理水平，形成了可供行业借鉴的经验。
- 小鹏汽车的产品安全与员工关怀：(1) 产品安全——小鹏汽车在其 ESG 报告中披露了车辆碰撞测试结果和电池安全性能等定量数据，以回应投资者和消费者对产品安全的关切。(2) 员工福利——小鹏汽车为员工提供了包括升学奖学金、二胎/三胎奖金在内的多样化福利，并注重员工的工作环境体验，旨在吸引和留住人才，提升员工满意度和忠诚度。

三、治理维度

ESG 治理结构：领先企业正在逐步建立专门的 ESG 治理架构。例如，比亚迪的董事会对 ESG 工作承担全部责任，并设立了社会责任委员会负责日常工作落实；上汽集团将 ESG 绩效纳入管理层考核并与薪酬挂钩。ESG 治理架构的普及度正在快速提升。有数据显示，2023 年新能源汽车行业设立 ESG 治理架构的公司比例超六成（62.71%），表明这正成为行业趋势，而非个别领先企业的行为。

商业道德与合规：反腐败、反不正当竞争、信息安全与隐私保护是治理维度披露的重点，多数企业会声明已建立相关制度，这已成为投资者和监管机构新的关切点。

企业案例：

- 上汽集团的 ESG 绩效考核：上汽集团将 ESG 绩效纳入管理层考核体系，并与薪酬激励直接挂钩。这一举措将管理层的切身利益与公司的 ESG 表现紧密联系，有力驱动了 ESG 管理的有效落实。
- 小鹏汽车的 ESG 治理结构与国际认可：小鹏汽车建立了专门的 ESG 治理架构，并积极参与国际 ESG 评级。其 MSCI ESG 评级连续五年维持在全球行业领先水平，最近两次评级均获得 AAA 级，这在中国汽车行业中较为罕见，体现了国际评级机构对其 ESG 管理成效的认可。

参考文件

1. 普华永道.绿色供应链白皮书.普华永道, 2024-06.<https://www.pwccn.com/>
2. 金杜律师事务所.可持续发展或 ESG 信息披露中环境信息披露实践案例国际国内对比研究, 2025-06-30.
<https://www.kwm.com/>
3. 可持续发展经济导刊.建立 ESG 系列团体标准中国汽车行业驶入可持续发展快车道, 2024-03-07. <https://sdg-china.net/>
4. 中国社会科学网.全球新能源汽车产业链中的竞争与再布局, 2025-01-15.<http://www.iwep.org.cn/>
5. 中欧国际工商学院.2025ESG 白皮书, 2025-05.<https://cn.ceibs.edu/>
6. 山东省商务厅.2025 年起这些可持续发展新规将影响企业事关 ESG 电池碳足迹等, 2025-01-17.
<http://commerce.shandong.gov.cn/>
7. 极氪科技集团.2024 可持续发展报告, 2025-05.<https://www.zEEKRgroup.com/>
8. 新华网.聚焦汽车新质生产力这个论坛释放创新强音, 2025-08-01. <http://www.news.cn/>
9. 证券时报网.新能源汽车行业 ESG 报告信披率逐年提高超六成企业设立治理架构, 2024-08-05. <https://stcn.com/>
10. 深圳市发展和改革委员会.深圳市发展和改革委员会关于印发《深圳市推动环境社会治理 (ESG) 体系建设助力打造可持续发展先锋城市工作方案 (2025—2027 年)》的通知, 2025-03-18. <https://fgw.sz.gov.cn/>
11. 东风汽车集团股份有限公司.2024 环境、社会及管治报告, 2025-03.<https://www.dfmg.com.cn/>
12. 证券时报网.破“芯”局筑“ESG”基新质生产力赋能汽车产业加速跑头部车企热议创新与出海, 2025-08-04.
<https://www.stcn.com/>
13. 新浪财经.新能源汽车企业 ESG 和碳足迹法律服务新蓝海, 2025-07-30. <https://finance.sina.com.cn/>
14. 上海环仲律师事务所.ESG 理念下新能源汽车产业发展的机遇与挑战, 2025-05-05. <https://www.linkarb.com.cn/>
15. 每日经济新闻.ESG 一周首部绿色数据中心评价国标 6 月 1 日起实施我国成全球改善空气质量速度最快国家, 2025-06-06.<https://finance.eastmoney.com/>
16. 学术期刊投稿中心.新能源汽车企业 ESG 信息披露研究, 2024-07-01.<https://www.xdsyzzs.com/>
17. 中国汽车报网.2025 汽车供应链新生态大会在京召开, 2025-02-24.<http://www.cnautonews.com/>
18. 中伦律师事务所.新能源企业与 ESG 合规 (上) 新能源发展与 ESG 理念的不谋而合, 2024-06-20.
<https://www.zhonglun.com/>
19. 证券时报网.“电池护照”成出海紧箍咒宁德时代比亚迪等 18 家 A 股电池企业强制披露 ESG 报告, 2024-08-29.<https://www.stcn.com/>
20. 财联社.新能源车企如何管理好 ESG 风险, 2024-02-22.<https://m.cls.cn/>

第三章 新能源汽车先进制造的核心元素

第一节 设计与研发

一、车身轻量化设计

车身轻量化是新能源汽车提升续航里程、降低能耗的核心路径，主要通过高强度轻质材料应用与车身结构设计创新两大方向实现，在保证车身强度与安全性的前提下，最大限度减轻车身重量，实现能效与安全的双重提升。

新能源汽车高强度轻质材料主要以铝合金、碳纤维复合材料、高强度钢及镁合金为主，这些材料在保证车身强度的同时有效减轻重量，适配新能源汽车的能效需求。

铝合金凭借密度低、强度高、耐腐蚀等特性，已成为新能源汽车轻量化材料的主力军，从车身框架到电池外壳、车轮等部件均有广泛应用。例如特斯拉 Model 系列采用铝镁合金车身，在保证强度的同时减轻重量；蔚来 ET5 采用铝合金占比超 95% 的车身，配合高强度钢防撞结构，整车减重 140kg，扭转刚度达 34000N·m/deg，兼顾轻量化与车身稳定性。

碳纤维复合材料被誉为“黑色黄金”，因其重量不仅相当于同体积钢铁的五分之一，更能承受五倍于普通钢材的拉力，故可以做到“减重不减质”。其突破性的应用在于车身结构革新、制造工艺突破及集成化设计创新，例如宝马 i3 的 Life-Drive 模块采用 49.4% 碳纤维复合材料，白车身仅重 223kg，实现 50% 的减重效果、将生产周期缩短至 2min，可支持年产 10 万件级的大规模量产、将多个功能部件整合为单一碳纤维模块，除减重外又简化了装配流程。结合当下逐渐增强的环保意识及相关政策推动，碳纤维的回收利用已成为未来汽车行业关注的重点。

镁合金不仅具有密度低、抗震减噪、优异的压铸和切削加工性能，而且资源丰富，易于回收，符合环保和可持续发展的要求。如何使镁合金原材满足铸件关键功能区域的 2 级质量要求，从而提升整车性能呢？一汽铸锻采用模温平衡控制技术通过动态调节模具温度场分布，确保压铸过程中模具各区域温度均匀且稳定，成功将镁合金电驱壳体的关键部位质量提升至 2 级标准，较传统压铸工艺良品率提高 20% 以上。

2025 年 5 月，一汽铸锻自主研发的镁合金电驱壳体荣获 2025 年度“优质铸件金奖”，实现新能源汽车轻量化领域关键部件技术的重要突破。该产品采用自研高耐热镁合金材料，耐热性较 AZ91D 合金提升 84%，较同类铝合金产品减重 25% 以上，助力整车续航能力持续提升。

宁德时代推出的麒麟电池，采用第三代 CTP (Cell to Pack 电芯直接集成至电池包) 技术，通过轻量化复合上盖替代传统结构 (减少零部件数量与重量)，提升电池系统能量密度；同时配备大面水冷板扩充换热面积 (保障 4C 超充稳定性)，并采用双重底部防护 (抵抗高强度冲击)。多重设计在提升电池性能的同时，实现了电池包轻量化目标。

二、安全性设计

除材料应用外，车身结构设计的创新的也成为轻量化与安全性提升的关键，主要涵盖吸能结构精细化、电池防护升级、智能化底盘设计及空间优化四大方向，充分结合新能源汽车的结构特性，实现多维度性能提升。

1. 吸能结构的精细化设计

新能源汽车相较于传统汽车，由于其结构的独特性，在车身结构设计上更能融入新理念、运用新技术，重点优化碰撞吸能性能，降低维修成本。

例如，理想汽车最新专利在支架本体上设置沿车辆长度方向凸出的多个缓冲吸能部，通过可控形变降低局部刚度，在低速碰撞时有效吸收撞击能量，降低后围板损伤和维修成本；乐道 L60 则首创“一刚一柔”组合，车头采用一体辊压热成型防撞梁配合 250mm “田”字宫格铝合金吸能盒，既保证车身体结构不变形，又显著降低维修成本，实现安全与经济性的平衡。

2. 电池从被动防护到主动监控

新能源汽车的驱动来源主要是电能，因此作为电能存储介质的电池，其安全和效能管理尤为重要。在物理防护方面，阿维塔 07 的电池包配备超高强度钢制上盖和挤压铝型材挂载梁，底部覆盖高密度抗石击涂层，其“六横九纵”车身框架在侧面集成 1968mm 超长电池防撞门槛梁，厚度达 3.2mm 并采用“七宫格”加强结构，为电池构筑立体防护体系；在热安全与防水方面，该电池包通过 GB38031-2020 多项严苛测试，确保单电芯热失控不扩散、不起火，更通过 36 小时振动+24 小时浸水测试，实现 IP68 防水等级，远超国标要求。在电池的实时监控预警上，宁德时代的 Car7.0-PBMS 系统，通过大数据实现 24 小时整包监控，过热预警准确率超 95%，达到 ASILC 功能安全等级，异常时可主动进入安全状态，从被动防护升级为主动防控，全方位保障电池安全。

3. 智能化底盘系统设计

底盘技术是新能源汽车的核心技术之一，其稳定性、可靠性与舒适性直接影响驾乘体验，我国新能源汽车企业在底盘制造领域已实现长足发展，多项先进底盘技术已应用于量产车型。例如，奇瑞瑞虎自适应悬架 9CDM 的 CDC “磁悬浮” 悬架系统，通过 5 个传感器实时采集车身姿态，在 4 毫秒内动态调整 4 个电磁减震器阻尼，颠簸路面自动软化过滤震动，高速过弯即时硬化抑制侧倾，兼顾舒适性与操控性；东风奕派在线控技术上实现突破，将制动响应压缩至 100 毫秒级（传统液压制动约 300-500 毫秒），振动过滤能力达 20Hz；零跑 C16 则采用 TwoBOX 线控制动方案，实现 35 米超跑级百公里制动距离，同时通过“零拖滞力”卡钳消除刹车抖动。在后轮转向与灵活操控性上，奕派量子架构实现 3.5 米超小转弯半径，零跑 C16 的 DP-EPB 智能转向系统则优化了三排乘客防晕车体验，大幅提升大型电动车的城市通过性与乘坐舒适性。

4. 空间优化

新能源汽车凭借后发优势及结构模块化特点，在空间利用率上具有显著优势，实际使用空间普遍较大，主要通过平台集成技术与座舱布局创新实现。

乐道 L90 基于 NT3.0 纯电平台，通过驱动系统小型化、116mm 超薄电池及 72 合 1 一体压铸后地板，实现纵向有效空间占比 81.5%、垂向占比 85.9% 的突破，其前备箱达 240L，超越多数同级车型；零跑 C16 的 CTC2.0 技术将电池与底盘融合，形成全平地板和 1216mm 车内净高，释放 MPV 级空间。在座舱布局创新方面，乐道 L90 在六座布局下每排腿部空间均超 1 米，en008 五座版后排放倒可形成 2.4 米“双人床”，银河星舰 7EM-i 则通过“六横四纵”框架结构抬升电池位置，在降低托底风险的同时，保障舱内空间完整性，满足不同用户的出行需求。

三、利用“数字驱动”的设计

在新能源汽车零部件先进制造进程中，设计模式正经历深刻变革。从依赖工程师经验、物理样机测试的“经验设计”，到依托数学模型、仿真算法与大数据 AI 优化的“数字驱动设计”，二者在多维度呈现显著差异。

表 4：“经验”设计与“数字驱动”设计的对比

维度	经验设计	数字驱动设计
设计依据	工程师经验、历史数据、物理样机测试	数学模型、仿真算法、大数据与 AI 优化
材料分布逻辑	“冗余设计” (为避免风险增加材料用量)	“按需分配” (仅在受力关键区域保留材料)
迭代效率	经验设计 依赖物理样机试制 (周期长、成本高)	数字驱动设计 数字化仿真迭代 (小时级出方案，成本降低 60%+)
性能平衡能力	难以兼顾减重与强度 (常牺牲一方)	多目标优化 (同时满足减重、抗冲击、耐用性)

利用拓扑优化、仿生设计、参数化建模等数字工具自动算出材料最优分布，不仅减轻了重量，还能在碰撞时分散冲击力。

拓扑优化的核心逻辑是在给定设计空间（如零部件的体积限制）、载荷条件（如碰撞力、重力）和约束目标（如不得断裂、最大变形量）下，通过有限元分析（FEA）与优化算法（如变密度法、水平集法）自动迭代，删除“受力无关区域”的材料，保留“关键传力路径”的材料，形成“镂空但高效”的结构。

案例分析：基于传统钢件结构“类比放大”的经验设计，新能源汽车后副车架设计采用重量达 45kg 实心钢质框架，其缺点是在碰撞时局部应力集中易断裂。拓扑优化通过 Altair OptiStruct 软件仿真，在满足“承受 50kN 碰撞力、最大变形≤5mm”的约束下，算法自动“挖除”70%非受力区域材料，形成类似“树枝分叉”的镂空结构，改用铝合金后重量降至 28kg，碰撞时应力分散效率提升 40%，且成本降低 25%。

仿生设计通过生物结构（即“用最少材料实现最大功能”的结构，如蜂巢的六边形结构、鸟类骨骼的中空多孔结构）建模与力学特性提取，将自然规律转化为工程结构方案，核心是“利用几何形态分散力流”。

例如，车型前防撞梁设计常采用“平板+加强筋”的传统结构，钢材厚度 3mm，重量 12kg，但在碰撞时冲击力集中在中部，易弯曲变形。仿生设计参考昆虫外骨骼的“分段多孔”结构（如甲虫背部的六边形蜂窝+纵向支撑），通过 SolidWorks 建立仿生模型，即主体为钢材壁厚 1.5mm 的六边形蜂窝状镂空

空形状，边缘增加 3 条“仿生筋”来模拟昆虫的肌肉附着点。改造后重量降至 8kg，碰撞时冲击力通过蜂窝单元分散至整个结构，最大变形量减少 35%，且材料用量减少 40%。

参数化建模通过定义关键参数（如尺寸、角度、厚度）与几何约束关系，将设计方案转化为“可计算的数学模型”。当调整参数时，模型自动更新，无需重新绘制，可快速生成成百上千种方案，结合仿真工具筛选最优解。

又如，在机身框架设计过程中，工程师通常手工绘制 3 种方案，通过物理测试筛选，耗时 2 周，也只能覆盖 10%的参数组合。但参数化建模在 Rhino+Grasshopper 平台中，可定义“框架管径 (d)、壁厚 (t)、节点角度 (θ)”为变量，设置约束条件（总重量≤1.2kg，抗扭强度≥50N·m）。算法会自动生成 100 组参数组合，再结合 ANSYS 仿真计算各方案的重量与抗扭性能，仅仅 2 小时内就可以筛选出最优方案，较经验设计提升 20%。

四、面向“系统升级”的设计

在新能源汽车零部件制造优化进程中，“单点改进”与“系统升级”代表着两种不同思路的制造优化路径。前者聚焦局部工艺参数调整，后者则追求全流程协同升级。以下表格从优化范围、改进目标等维度，对二者进行详细对比，呈现制造模式从局部优化到系统重塑的进阶逻辑。

表 5：“单点改进”与“系统升级”的对比

维度	单点改进	系统升级
优化范围	针对单一工艺的局部参数，如焊接电压、成型压力	覆盖“设计-工艺-生产-检测”全流程，联动多工艺环节
改进目标	解决具体缺陷，如减少焊接变形、降低成型报废率	多目标协同，如同时实现“无变形+省材料+高强度”
技术支撑	经验积累和局部设备升级的结合	数字仿真（如有限元分析）+智能装备+数据互通
协同性	各工艺独立优化，可能产生冲突 (如成型为省料减薄厚度，导致焊接时易烧穿)	工艺参数联动调整 (如成型厚度与焊接电流动态匹配)

将其核心逻辑应用在焊接、成型、连接等传统工艺上，可以解决焊接时变形问题、实现“变厚度”节约原材。

焊接变形是金属连接的常见问题，单点改进多依赖“事后矫正”或“局部参数调整”，不仅效率低还可能影响焊缝强度。系统升级则通过“仿真预测-装备适配-实时监测”的闭环控制，从根源解决变形问题。

例如，在汽车底盘横梁焊接时，首先通过 SYSWELD 焊接仿真软件，模拟不同区域的热输入与变形量的关系，确定平衡变形应力的热量输入值。其次采用双机器人协同焊接，配备红外热像仪实时监测熔池温度，焊接电流随位置动态调整，同时夹具采用“弹性预紧”设计，提前施加反向应力来抵消焊接收缩。最后通过 AI 迭代优化参数，使得焊接变形量控制在 0.5mm 以内，省去矫正工序，生产效率提升 30%，焊缝强度提高 15%。

传统成型工艺（如轧制、冲压）多采用“均匀厚度”板材，因需满足局部高强度需求，常通过“整体加厚”实现，导致材料冗余（浪费率达 20%-30%）。系统升级通过“设计-轧制-成型”的协同，实现“变厚度”（不同区域厚度按受力需求定制），从源头减少材料消耗。

又如，在汽车电池壳成型时，首先通过 Hyper Works 软件分析电池壳受力分布，确定最佳变厚度方案。其次采用“异步轧制”设备，通过上下轧辊转速差与压力动态调整，直接轧制出符合厚度梯度的板材（可省去切削工序），材料利用率从 70%提升至 95%。最后冲压模具采用“分区温控”设计，避免变厚度板材冲压时的开裂风险。使得单壳重量降至 2.1kg，材料成本降低 25%，且整体刚度与原设计持平。

连接工艺的单点改进多聚焦于“优化某一连接的强度”，但可能因连接方式与焊接、成型工艺不兼容导致“局部强度过剩而整体重量增加”。系统升级则通过“连接方式选型-参数匹配-全结构仿真”的协同，实现连接效率与整体性能的平衡。

再如，在商用车驾驶室与车架连接时，首先通过 ANSYS 仿真对比，采用“胶接+自冲铆接”混合连接，减少连接点数量。其次车架连接部位采用“变厚度成型”，确保铆接强度的同时减少整体重量。最后为避免热变形，将“传统焊接”改为“胶接固化+驾驶室涂装烘烤工艺”，同时实现“连接-涂装”工序合并，减少 2 道工序，总重量降低 8kg，连接刚度提升 20%，且无裂纹风险。

未来要结合“智能化”、“一体化”、“生态化”将国产新能源汽车发展成一种“更有效、更安全、更可持续”的产品。

五、三维建模与虚拟验证

三维建模与虚拟验证是新能源汽车研发体系的核心基础环节，通过计算机辅助设计（CAD）与计算机辅助工程（CAE）工具（如 CATIA、ANSYS、Altair Hyper Works）构建高精度数字模型，对车辆性能进行全场景模拟仿真。这一技术路径的核心价值在于以数字化手段替代传统物理样机验证，既重塑了研发流程，又实现了资源高效利用与低碳发展的双重目标。

参数化建模技术支持工程师快速迭代设计参数、优化车辆结构，例如比亚迪通过自主研发的 BDS 系统实现全车参数化建模，将整体设计周期缩短 30%；虚拟验证技术大幅减少物理试验频次，小鹏汽车借助 ANSYS 仿真平台完成 G9 车型电池包热失控模拟，使物理试验次数减少 60%，单车型研发成本降低约 15%；而在安全性优化上，碰撞安全、热管理等关键性能的虚拟测试可提前识别潜在风险，特斯拉的虚拟碰撞测试模型已能预测 99% 以上的物理碰撞结果，显著提升安全设计的精准度。

六、模块化设计与平台化制造

模块化设计与平台化制造以标准化接口和滑板底盘（Skateboard Chassis）为核心技术支撑，实现零部件通用化与多车型适配能力，其核心逻辑在于通过简化研发与生产复杂度，提升供应链协同效率与产品迭代速度。

该技术的关键优势体现在三个维度。一是零部件通用率显著提升，Rivian 的滑板底盘可兼容皮卡、SUV 等多种车型开发，零部件通用率超 70%，吉利 CMA 架构则支持沃尔沃、极氪、领克等品牌共享核心部件，通用率高达 80%；二是新车型迭代周期大幅缩短，模块化设计使企业能够快速响应市场需求，例如蔚来通过模块化平台将新车型开发周期从 24 个月压缩至 12 个月；三是成本与资源利用效率优化，比亚迪 e 平台 3.0 通过模块化设计减少材料浪费 30%，单车型生产成本下降 20%。

七、人工智能在产品上的应用

人工智能在新能源汽车产品设计中的应用，主要集中在 AI 辅助设计、空气动力学优化与仿真测试三大方向，大幅缩短研发周期、优化产品性能，降低研发成本与风险。

在 AI 辅助设计方面，生成式设计成为核心应用，工程师输入设计目标（如重量、强度、材料、成本等约束条件）后，AI 算法可自动生成成千上万种最优的车身、零部件（如电池托架、轮毂）结构设计方案，供工程师选择，既能大幅缩短研发周期，又能实现轻量化和性能优化。例如字节跳动 Seed 与比

亚迪锂电池深化合作，成立 AI 联合实验室加速电池研发，重点攻克电池充电速度、使用寿命与安全性三大难题，推动电池技术迭代升级。

在空气动力学优化方面，通过 AI 模拟流体动力学，可快速迭代车身外形设计，降低风阻系数，从而提升电动汽车的续航里程。百度公司和 IAT 公司基于真实业务需求，共仿真生成 2700 组不同车型通过不同尺寸隧道的场景，从其中随机采样 550 种不同汽车数据，训练数据包含 500 种不同类型汽车的几何形状及对应的风阻系数，测试数据包含 50 种不同汽车数据，模拟过程中充分考虑隧道入口、出口、两侧、顶部、道路及车身等多方面因素，为车身外形优化提供精准支撑。

在仿真测试方面，通过 AI 创建极度逼真的虚拟道路环境，可让自动驾驶算法在数百万甚至数十亿公里的虚拟场景中进行测试和迭代，极大地提高了测试效率和安全性，降低了实车测试的成本和风险。英伟达 Cosmos 模型基于 2000 小时真实数据生成物理感知视频，支持文本、图像、视频等多模态输入；华为乾崮智能驾驶方案 WEWA 可生成各种天气等虚拟场景，高密度极端场景、难例场景密度达真实世界的 1000 倍，支持 6 亿公里高速 L3 仿真实验，为自动驾驶技术的快速迭代提供有力保障。

第二节 零部件制造

一、先进制造工艺与装备创新

超性能的新能源汽车的核心在于驱动电机、动力电池、电控系统等。

Hairpin 成型技术是新能源汽车驱动电机定子绕组的一种先进制造技术。其核心是将绕组导线预制成类似“发夹”（Hairpin）形状的平直导体，通过绝缘处理后，将这些“发夹”的两端插入定子铁芯的槽内，再通过焊接将相邻“发夹”的端部连接起来，形成完整的定子绕组。精进电动通过该成型技术实现绕组高密度排列，槽满率（即导线在铁芯槽内的填充比例）提升至 70% 以上，电机功率密度突破 4kW/kg。

定向凝固技术是一种控制材料凝固过程的先进工艺，通过人为设定温度梯度，使熔融材料沿着特定方向（通常是单一方向）进行凝固结晶。其核心原理是在凝固过程中，抑制侧向晶核的形成和生长，仅允许沿设定方向生长出连续、定向排列的柱状晶或单晶组织。这种方式能显著提升材料在特定方向上的力学性能和物理性能。热压钕铁硼工艺是生产高性能钕铁硼永磁体的一种先进成型技术，将经熔炼、

制粉等预处理后的钕铁硼磁粉置于模具中，在加热和加压的同时进行成型，使磁粉在热和力的共同作用下发生塑性变形、扩散结合，最终形成具有高密度和优异磁性能的永磁体。比亚迪“海豹”车型驱动电机将以上技术应用到该工艺上，可以优化磁性能，提升续航 8%。

中科院沈阳自动化研究所开发的蓝光视觉引导激光焊接系统，解决了电池极耳焊接的定位误差问题，相关技术已应用于宁德时代宜宾基地。特斯拉 4680 电池将干法电极和无极耳设计相结合，通过激光切割工艺实现极片一体化成型，生产效率提升 5 倍。

电控系统的集成化趋势推动制造工艺升级。英飞凌采用 SiC 芯片倒装焊工艺，通过铜柱凸点连接实现芯片与基板的低热阻集成，功率循环寿命提升至 10 万次。华为数字能源开发的“多芯片模块 (MCM)”封装工艺，将 IGBT、驱动电路与散热结构一体化制造，电控系统体积缩小 40%。

二、自动化生产线

新能源汽车电机生产线主要由定子装配生产、定子真空浸漆线、转子加工线、AGV 自动物流运输系统、自动磁钢机、注塑机、端盖合装机、气密性检测、自动机器人等组成。实现智慧工厂，关键在于这些设备和工序的有机整合和高效协作。

首先，通过引入自动化设备和智能化系统，如机器人、PLC 控制系统、传感器等，实现各工序的自动化操作。例如，定子装配生产可以采用自动绕线机、自动嵌线机等设备完成；转子加工线可以采用自动车床、自动磨床等设备实现；AGV 自动物流运输系统则负责各工序间的物料搬运和传输。

其次，通过构建信息化平台，实现生产数据的实时采集、传输和处理。这不仅可以对生产过程进行实时监控和调整，还可以为生产决策提供数据支持。例如，通过采集设备的运行数据、产品的质量检测数据等，可以及时发现生产过程中的问题并进行调整和优化。

最后，通过引入人工智能和机器学习等技术，实现生产线的自适应和自优化。例如，通过对历史生产数据的分析和学习，可以预测设备的故障时间和维修需求，从而提前进行维护和保养；通过对生产过程的模拟和优化，可以找到最佳的生产参数和工艺路线，提高生产效率和产品质量。

在新能源汽车的制造体系中，自动化生产线的引入是提升效率与品质的关键。具体到电池包 (PACK) 与电机这两大核心部件的精密装配环节，其成效尤为显著。

1. 电池包 (PACK) 自动化装配：精度决定安全与可靠

电池包的装配质量直接关系到整车的安全与性能，其核心工艺在自动化升级中实现了质的飞跃。

激光焊接环节：算法驱动的精密切割

以电池模组中极耳与汇流排的焊接为例，此环节对“功率-速度-焦点”的参数稳定性要求极高。行业领先企业通过引入闭环控制算法，将焊接过程中的关键参数波动严格控制在±5%以内，从而将虚焊率从 1.2% 大幅降低至 0.3%。同时，配合机器视觉实时检测系统，对每一道焊缝的宽度、深度进行 100% 在线全检，使不良品拦截率高达 99.5%，确保了电池连接的内在可靠性。

密封涂胶环节：在线闭环保障一致性

密封性是电池包防水的生命线。为根治传统“手动涂胶+离线测厚”带来的波动问题，先进产线已升级为“伺服泵+在线测厚仪闭环控制”方案。该系统能实时监测并反馈调整涂胶量，将误差控制在 0.1 毫米以内。此举显著提升了涂胶的一致性，最终使电池包漏水率从 0.8% 降至 0.1%。

2. 电机核心工艺：机器人赋能的高效与高精

电机的制造精度直接影响能效、噪音与寿命，自动化改造聚焦于定子与转子的核心工序。

定子嵌线：机器人替代人手，兼顾效率与品质

传统手工嵌线不仅效率低下（约 10 分钟/台），且易因操作不当导致绕组损伤。引入自动嵌线机器人后，凭借其伺服控制的“针式推送”技术，能够精准、柔顺地完成操作，将单台嵌线时间缩短至 2 分钟，并将绕组损伤率从 2.5% 降至 0.2%。转子动平衡：在线校正实现极致平衡。

转子动平衡对电机平顺运行至关重要。采用在线动平衡校正系统后，可在 30 秒内同步完成不平衡量的检测与材料去除校正。这一工艺将动平衡精度稳定提升至 G2.5 级，远优于行业普遍的 G6.3 级标准，从源头减少了电机运行的振动与噪音。

三、低碳制造

新能源汽车行业以零碳工厂、全链碳管理、清洁能源替代为核心方向，构建从研发、生产到回收的低碳制造体系，通过数字化平台、绿色工艺与循环技术，持续降低制造环节碳排放，满足国内外 ESG 合规与双碳目标要求。

在制造工艺低碳化方面，行业普遍采用 G6.3 级高精度电机制造标准，从源头降低电机运行振动与噪音，在提升驾乘舒适性的同时，减少因振动损耗带来的额外能耗，实现品质与低碳的协同提升。

宁德时代“时代碳链系统”：宁德时代以全生命周期锂电产业链为基础，构建行业领先的低碳制造与碳管理体系。目前已建成 9 家通过 PAS2060 认证的零碳工厂，2023 年电池工厂综合碳排放强度较 2020 年下降 65.1%。企业自主研发“时代碳链系统”，实现从原矿、材料、生产、使用到回收的锂电全价值链碳足迹追踪与管控。

在资源循环减碳方面，电池回收环节镍钴锰回收率超 99%，锂回收率达 93.8%，大幅降低原生矿产开采与冶炼碳排放；通过与赛力斯等车企采用“厂中厂”** 协同模式，缩短零部件运输距离，直接降低物流环节碳排放。同时，宁德时代对核心供应商开展碳审核与可持续发展培训，带动供应链整体减碳，助力整车产品满足欧盟碳关税等海外合规要求，推动全产业低碳转型。

吉利数字化零碳制造体系：吉利汽车构建“数字化平台+清洁能源+供应链协同”的零碳制造体系，打造多家行业标杆零碳工厂。其中宝鸡工厂获得 I 型五星级零碳工厂认证，成为继西安工厂后国内第二家整车制造零碳标杆。

图 10：吉利光伏电站



来源：吉利

依托吉碳云数字化平台，吉利通过 API 接口打通能源管理与环境管理系统，实现碳排放实时监控、自动统计与减排目标追踪，并按照 ISO14064 标准完成全流程碳盘查。旗下车型博越 L (1.5T 豪华型) 经 ISO14067 标准核算，单车全生命周期碳排放仅 35.4tCO₂e / 台。

吉利数科提供从碳排查、碳管理到碳抵消的全流程解决方案，同步布局光伏、储能等清洁能源，降低工厂用能成本。集团层面已建成 6 家 100% 使用可再生电力的工厂，光伏装机容量达 445 兆瓦，形成“数字化碳管理+清洁能源替代”的可复制低碳生产范式，引领整车行业低碳制造升级。

四、微纳制造规模化生产技术

纳米压印技术具有高分辨率、低成本、高生产效率等显著优势，想实现其大规模、高效率制造，就不得不将该技术和“卷对卷”工艺相结合。

例如，北京理工大学重庆创新中心基于纳米压印技术，成功研制出国内首台全电机伺服驱动玻璃模压成形装备。由此推出国际领先的微纳结构光学器件超精密制造技术，该技术可实现形状精度小于 80nm、表面粗糙度小于 5nm 的微纳结构光学器件的自主可控超精密制造。现今，该技术已应用于高清成像、投影显示、医疗检测等系统，替代了进口的核心光学器件。随后结合“卷对卷工艺”，实现了大批量、高质量、低成本的微纳结构光学器件生产，并获授权发明专利 70 余项，打破了索尼等国际巨头的垄断。

在微纳制造中，通过搭建数字孪生模型，完成过程中各物理现象的实时映射和精确模拟。例如，在微纳 3D 打印过程中，通过数字孪生模型可以模拟材料的固化过程，优化打印路径和工艺参数，提高打印精度和质量。高度标准化的数据接口与强大的算力支撑方可将数字孪生的价值无限放大。

例如特斯拉柏林工厂的数字孪生体系已覆盖电池、电机、电控的全价值链。

- 跨工序数据融合，通过数字线程连接电池极片制造、电芯装配与 pack 工艺，实现工序参数的联动优化，例如根据极片厚度自动调整电芯叠片压力，使电池能量密度提升 5%；
- 虚实共生调试，在产线建设阶段，通过数字孪生完成 90% 的设备联动调试，实际投产周期缩短至 12 个月，较行业平均水平减少 40%；
- 全球协同优化，将柏林工厂的孪生模型与上海、德州工厂的数据融合，形成全球化工艺知识库，使新工厂良率爬坡速度提升 30%。

第三节 数字赋能与柔性生产

新能源汽车产业的迅猛发展对传统汽车制造业构成了挑战，并有力推动了以物联网和柔性生产为核心的先进制造理念。众多汽车制造商，特别是以特斯拉、比亚迪、赛力斯、奇瑞等为代表的“超级汽车工厂”，通过采用关键技术，优化供应链管理，显著提升了生产效率和资源配置能力，迅速适应市场变化，进而在激烈的市场竞争中占据了优势地位。

一、物联网技术

物联网技术的深度应用，实现了工厂内部设备、物料、人员以及供应链上下游企业之间信息的实时共享与协同，为精细化管理与智能决策奠定了坚实的数据基础。柔性生产则着重于生产线的灵活调整，以应对市场需求的快速变化。

1. 利用数据驱动方法优化供应链

特斯拉利用数据驱动方法优化供应链，包括需求预测、生产计划和物流。其全球电池供应链及电池矿物负责任采购 (ESG) 负责人 Maubrey 访问青山实业，讨论新能源产业链合作和提升印尼镍产业链的 ESG 绩效。特斯拉强调供应链透明度和可持续性，计划使用 AI 优化供应链，降低碳排放，简化运营。这种模式有助于特斯拉更准确地预测市场需求，优化生产，减少库存积压和浪费。

特斯拉通过分析历史销售数据、市场趋势乃至社交媒体情绪等多类数据源，特斯拉可构建复杂预测模型，指导全球超级工厂的生产。其全球数据分析平台每天处理超过 100 万条供应链数据，确保决策精准。

在生产优化上，特斯拉依托数据分析与智能化技术。其超级工厂以高度自动化和智能化为特色，通过实时监控设备状态、生产效率、质量指标等生产数据，持续优化生产流程，提升生产效率与产品质量。

特斯拉在《2024 年影响报告》中提及，转向德克萨斯超级工厂的干电极制造技术后，电池生产能耗降低了 29%，这得益于对生产数据的深入分析和工艺参数的持续优化。

特斯拉上海超级工厂的运营模式突显了数据在供应链中的核心作用，通过边缘计算节点实现毫秒级响应，构建了强大的数字主线系统。

2. 生产模式优化

物联网协同技术在生产模式优化中扮演着关键角色。赛力斯超级工厂内，1600余台智能终端与3000余台机器人高效协同，焊接、喷涂等生产环节的自动化率高达100%。该工厂引入AI视觉检测技术，仅需十几秒即可对单一零部件的数十处卡口进行全面检测，有力保障了产品的一致性和出厂品质。智能化技术在新能源汽车的研发设计、生产制造、仓储物流等各个环节的深度融入，已成为新能源汽车产业追求创新、提升智能化的生动缩影。

二、数字化技术

数字化技术赋能是推动新能源汽车产业高质量发展的重要驱动力，通过数字孪生、工业互联网、大数据等技术的应用，实现生产过程的可视化、智能化和高效化。

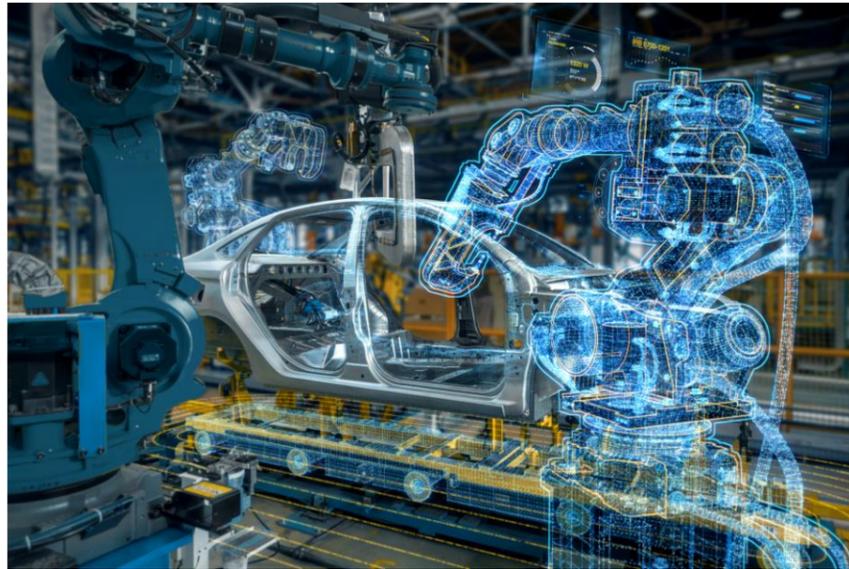
1. 数字孪生技术

数字孪生技术在汽车生产中得到广泛应用。

2025年起，宝马集团将在其新车型中采用创新的圆形电池。这种电池借助数字孪生技术进行设计和优化，不仅显著提升了能量密度，还大幅降低了生产过程中的碳排放。数字孪生技术能够在虚拟环境中模拟并优化生产流程，提前识别并解决潜在问题，从而减少实际生产中的试错成本，进一步提升生产效率和产品质量。宝马的创新实践不仅推动了电池技术的进步，还通过全生命周期碳管理，为行业可持续发展提供了重要参考。

达索 DELMIA 系统通过全层级数字孪生技术重构汽车生产流程，实现虚拟与物理工厂的实时交互。其核心在于模块化产线建模，将焊接岛、涂装模块等分解为标准化功能单元，结合离散事件仿真动态模拟生产节拍与物料流动。系统依托 IoT 传感器构建实时数据闭环，同步设备 OEE、质量检测等数据至数字孪生体，结合 AI 算法实现预测性维护。某亚洲电池工厂应用后，设备平均故障间隔提升 30%，运营成本降低 8-12%，形成“虚拟验证-数据优化-实体执行”的智能制造闭环。

图 11: 达索 DELMIA 系统



来源: 大众集团携手达索系统部署 3dexperience 平台助力车辆开发优化

宝马沈阳工厂数字孪生模型通过全流程数字孪生体系, 靠 3000 个高精度传感器实时采集设备数据, 通过 5G 专网, 实现物理与数字工厂毫秒级同步。新车导入时, 通过虚拟调试优化装配流程, 将传统 21 个月的投产周期压缩至 14 个月, 节约成本超 8500 万元。车身车间借孪生系统优化焊接参数, 焊装精度达 0.2 毫米, 密封性合格率从 95% 升至 99.8%; 涂装环节结合孪生体与 AI 视觉检测, 100 秒内完成 10 万张漆面扫描, 瑕疵识别准确率 99.9%, 减少人工复核工作量 30%。还能预判设备故障, 让计划外停机减少 45%。

2. 数字化改造

特斯拉采用数字化制造技术, 精确追踪部件生产与质量数据, 确保汽车质量和性能最优。这项技术显著提高生产效率, 增强流程可追溯性和透明度, 为产品质量管控提供坚实基础。特斯拉的创新实践不仅提高了生产效率和产品质量, 还通过清洁能源应用和储能系统创新, 为行业绿色发展做出了重要贡献。

丰田汽车的生产流程日益自动化和智能化。借助大数据与人工智能技术, 生产决策得以高效优化。智能化决策系统能够依据实时数据和市场需求预测, 灵活调整生产计划与资源配置, 显著提升生产效率和资源利用率。丰田的创新实践不仅巩固了其精益生产的传统优势, 更通过先进的制造技术和绿色生产模式, 为新能源汽车产业的发展提供了宝贵的借鉴。

富奥股份通过应用仿真数字化技术, 优化设计方案, 有效减少了原材料的使用, 同时显著降低了能源消耗和废物排放。富奥股份的创新实践进一步提升了生产效率和环境效益, 展现了数字化技术在汽车制造业中的巨大潜力, 为企业带来了显著的成本节约和效益提升。

大众汽车集团正推进数字化转型, 投资瑞典新风电场。计划到 2025 年在欧洲完成约 20 个可再生能源项目, 预计产生约 7 太瓦时绿色电力。大众的创新实践不仅推动了绿色能源的应用和数字化转型, 还通过提高电动汽车效率, 为行业可持续发展做出了重要贡献。

比亚迪在西安工厂部署了“AGV+协作机器人+多轴拧紧头”系统, 实现了动力系统的全闭环数据采集。系统会在工序不达标时触发报警并启动修复模式。从 2024 年下半年开始, 比亚迪在动力总成装配环节引入自动螺栓扭矩监控系统 and 数字化装配工艺指引平台, 并在焊装与总装交界处部署了“装配视觉检测”AI 系统, 以确保动力总成的匹配精度。比亚迪的创新实践不仅提高了生产效率和产品质量, 还通过垂直整合和生产工艺创新, 降低了生产成本, 为行业发展提供了重要参考。数字化技术赋能不仅提高了生产效率和产品质量, 降低了生产成本, 还为企业提供了新的商业机会和竞争优势。同时, 通过优化能源利用和资源配置, 也为环境保护做出了积极贡献。

3. 数字化驱动决策

上汽通用五菱 EODP 平台以大数据算法重构产业链协同模式, 通过高精度销量预测 (精度 95%)、智能排产模型及物料齐套分析, 实现产销协同效率提升 62%, 库存减少 21%。区块链+物流数据平台连接 800 余家供应商, 使零部件交易作业效率提升 80%, 年节约成本超 1600 万元。全生命周期数据追溯覆盖 1000+ 车型配置, 支撑底盘合装一次合格率达 100%, 构建柔性生产的数据化基石。

三、柔性生产

柔性生产成为行业主流趋势，比亚迪也在积极推进生产模式创新。其全球首个智慧卡车工厂投入使用，采用柔性化生产主线，兼容多种车型，全线引入机器人，车身制造、动力系统装配、装配车间、质检线、供应链协同五大生产环节自动化率均达100%。比亚迪引入了先进的数字化工艺、自动化生产线及智能化设备，成功实现了物流与信息的集成化，显著提升了生产效率和产品质量。

上汽通用五菱岛式工厂以“智能岛”为核心的柔性产线，通过工序重构将主线工位降低 40%，零件缓存减少 30%，制造时间从 6 小时缩短至 4 小时。数据中台结合工艺时间、设备节拍等动态调配人员与产能，支持多架构车型混线生产，多车型切换时间缩短至 15 分钟。模块化产线设计适配定制化需求，使定制车型生产效率提升 30%，订单交付周期从 35 天压缩至 21 天。实现制造成本降低 30%，筑牢“柔性混产+高效交付”的智能制造优势。

赛力斯超级工厂湖北公司建设的空港制造基地，采用全国领先的柔性生产工艺，能够实现不同车型、不同动力系统（涵盖乘用车与微型商用车、燃油车与新能源电动车）的共线生产，且能在不同车型生产之间实现无缝切换。这种柔性生产能力极大提升了生产效率，可快速响应多样化的市场需求。

超级工厂拥有高效的柔性生产能力，能应对订单激增，如问界新 M7。工厂每天可连续生产 22 小时，部分产线如焊装车间甚至 24 小时运转。这种生产模式加速了产能提升，确保了高质量交付。生产线的柔性不仅体现在适应不同车型上，还体现在快速调整生产节拍和产能上。

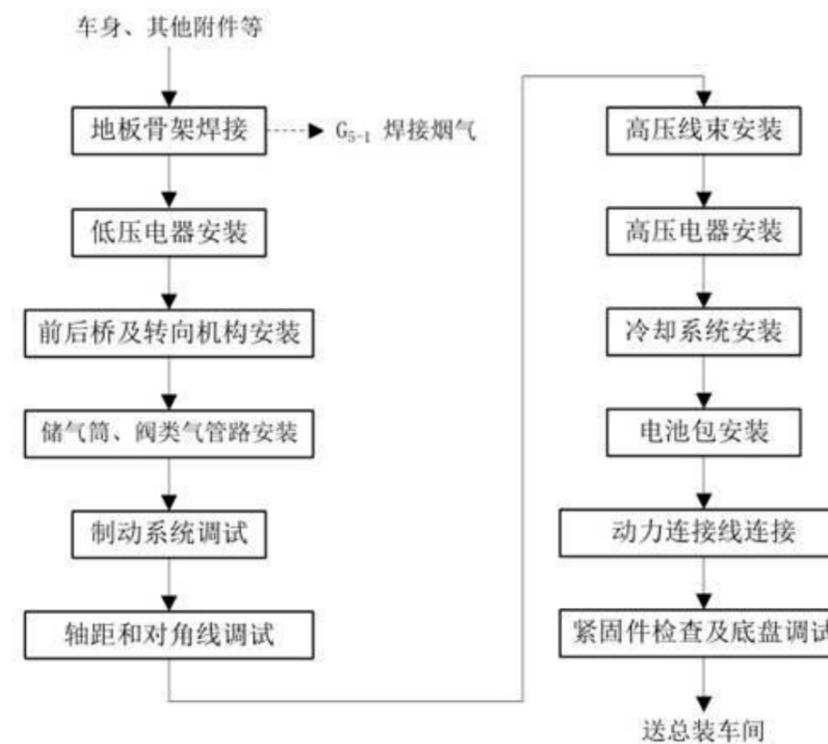
第四节 整机组装

典型组装流程包含冲压、焊接、涂装、总装四大工艺。冲压工序将钢板加工成车身部件；焊接环节通过数千个焊点拼接组件（传统电阻焊每车耗电 210kWh）；涂装需经磷化、电泳、中涂、色漆、清漆等七道工序，烘干温度达 180°C 以上；总装则完成动力系统与内饰集成。全流程碳排放分布呈现“涂装>焊接>冲压>总装”的特征，涂装环节单台车碳排放达 0.8 吨 CO₂e，占组装总排放 52%。

新能源汽车制造的碳排放主要包括工厂生产过程中化石燃料燃料或者消耗导致的直接碳排放，如焊装车间二保焊的二氧化碳排放和涂装车间烘干炉的天然气燃烧导致的碳排放；以及各工艺车间能源消耗

导致的间接碳排放，如外购的电力、自来水、天然气、蒸汽等。电能消耗占汽车整车制造用能比重达 60% 以上，主要来自于生产设备的电能消耗。此外，还可能产生多种污染物，如废气、废水、固体废物和噪声等。

图 12：总装车间工艺流程图



来源：《比亚迪汽车工业有限公司汕尾分公司新能源客车制造项目环境影响报告书》

一、智慧工厂

智慧工厂是新能源汽车先进制造的核心载体，以 5G、物联网、工业互联网、AI、数字孪生等技术为底座，实现生产全流程数字化、柔性化、智能化与高效协同。当前行业头部企业已普遍建成数据贯通、设备互联、决策智能的现代化智造体系，在生产监控、柔性制造、供应链协同、智能物流与质量闭环等方面形成成熟实践，以下从典型企业智慧工厂建设与智能制造应用展开梳理。

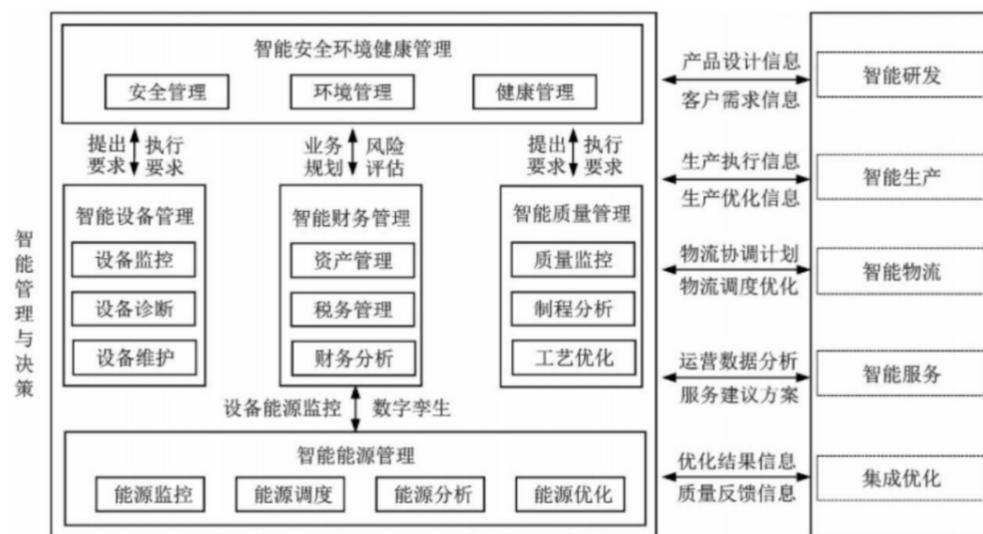
赛力斯的智慧工厂实践：IoT 平台与质量数据管理

赛力斯汽车在其超级工厂的建设与运营过程中，将物联网 (IoT)、云计算、大数据及 5G 等前沿技术深度融合，打造出一套先进的智能制造体系。其中，自主研发的 IoT 平台是该体系的核心组成部分，它实现了车型全价值链数据的互联互通，为生产过程的智能化管理与决策提供了坚实支撑。

通过 IoT 平台，赛力斯实现了生产流程的数字化智能监控，包括提前预警、实时监控和全过程追溯。从板材进线到整车下线，所有质量数据均能实现 100%自动采集和分析。系统利用先进算法进行深度学习，自动识别生产异常，及时采取措施，防止质量问题。异常发生时，系统能快速定位问题设备，实现快速分析、追溯和闭环管理，达成“一车一档”的精细化管理，为每辆车赋予唯一“ID”身份。这种智能化管理基于物联网，显著提升了生产效率和产品质量，并为供应链协同和柔性生产提供了数据支持。

赛力斯智能工厂在智能物流领域建立了全面的物流体系，涵盖智能采购、生产、成品及回收物流。通过物流管理平台，实现物流计划、协同、差异管理、数据和技术资源的高效整合优化。措施包括优化仓储布局、提升物料配送效率、确保准时交付及交付信息准确无误，实现无差错、及时、自动化交接和状态可追溯。

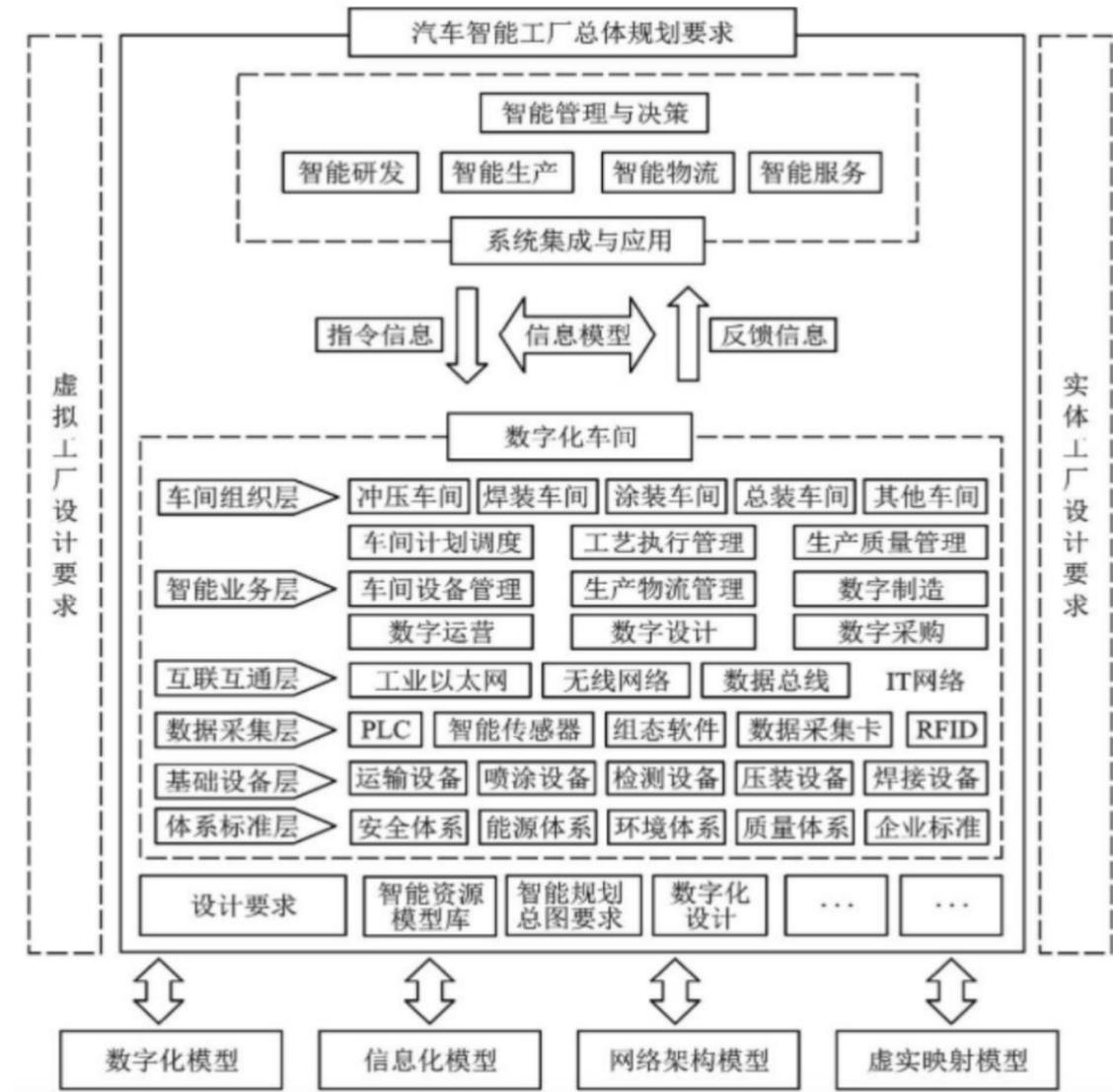
图13：赛力斯智能工厂的基本功能



来源：赛力斯汽车有限公司

数字化虚拟工厂与现场数字化车间进行数据、信息交互，实现高效、安全、节能、稳定、柔性的生产。

图14：赛力斯智能工厂的总体规划



来源：赛力斯汽车有限公司

在冲压、焊接、涂装、总装及电池等各个车间，赛力斯均部署了数字化物流装备，并推行先进的生产物流管理与物流设备管理模式。通过综合应用自动化仓储管理、智能调度系统、物联网技术及机器人搬运等技术，赛力斯大幅提升了物流运作的效率与准确性，实现了物流流程的整体优化。

在供应链协同层面，赛力斯创新性地采用“厂中厂”模式，将多家核心供应商（如内外饰龙头企业延峰、压铸机企业文灿集团等）整合到超级工厂内部。此模式减少了物流环节，实现了快速零配件周转，每天数千个零配件当天完成周转。供应商产线调整时间缩短至不到 20 分钟，技术人员可现场实时沟通，显著提升生产效率。这种紧密协同，有效融合汽车产业生态圈，集中生产关键零部件，为高端智慧电动汽车的高质量、高效率交付提供支持。这种紧密的供应链协同，正是物联网技术与柔性生产理念在实践中的成功应用。

奇瑞汽车的智能网联超级工厂：柔性制造与敏捷制造

奇瑞汽车与罗克韦尔自动化合作打造智能网联超级工厂，以智能制造提升效率、灵活性与智能化水平。工厂核心采用罗克韦尔 Factory Talk Innovation Suite，以 Thing Worx 系统作为工业互联网核心底座，建立统一数据中台，对全厂 IoT 数据进行标准化采集、存储与分析，实现设备运检、生产监控、工艺流程及 HSE（健康、安全、环境）可视化管理。基于透明化数据支撑，工厂快速落地创新应用，持续优化运营效率。

Thing Worx 系统同时构建精益制造核心工具 Andon（安灯）系统，实现生产过程目视化、信息传递快捷化与工序透明化；并集成能源管理系统，实时监控能耗数据，通过大数据分析优化用能结构，降低生产成本。工厂将 MES 制造执行系统升级为 MOM 制造运营管理系统，对人、机、料、法、环进行统一管理，实现高度柔性化与敏捷化制造，可快速响应市场与个性化需求。通过一系列智能化改造，奇瑞智能网联工厂生产节拍在 3 个月内从 15JPH 提升至 50JPH，生产效率与市场竞争力显著增强。

比亚迪的供应链数字化：AI 与智能自动化应用

比亚迪依托高度垂直整合与全链条数字化能力，自主生产约 75% 的车辆零部件，覆盖电池、半导体、电机等核心环节，在成本控制、供应链安全与生产柔性上具备显著优势。企业通过 AI、大数据与 IoT 技术优化供应链管理，利用 AI 算法精准预测需求、匹配供需，指导生产计划与物料采购，避免库存积压或缺，提升整体运营效率。

在智能自动化方面，比亚迪在全球 100 多个工厂广泛部署自动化产线与工业机器人，推进“黑灯工厂”建设，向 100% 自动化产线目标迈进，通过物联网、大数据、云计算与 AI 深度融合，降低人工成本与人为失误，提升生产速度与产品一致性。在电池生产车间，从电芯制造到电池包组装全面采用自动化

与机器人作业，保障电池精度与一致性；同时利用 AI 实现设备预测性维护，实时监测状态、减少非计划停机，保障生产连续稳定。

在数字化管理层面，比亚迪构建 PLM、EAM、WMS、QMS、SAP、SRM、APS 等一体化信息平台，实现全产业链数据打通与协同管理，信息透明化与实时共享提升内外部协同效率。在消费类电池工厂，通过 MES 与多系统数据融合，实现设备自动化、生产透明化、物流智能化、管理移动化与决策数据化，形成完整智能工厂体系。在可持续发展方面，比亚迪在 2024 年可持续发展报告中提出，将碳管理融入供应商全生命周期，设定供应链减碳目标，推动绿色采购与绿色供应链建设。

江淮尊界工厂：全流程智造升级

江淮尊界超级工厂部署超 1800 台智能机器人，覆盖冲压、焊装、涂装、总装全流程，结合 AI 视觉与智能控制实现全流程智造升级。焊装车间应用 15 种钢铝焊接技术与 AI 视觉监控，对 5714 个连接点实时检测，配合自适应抓取系统确保车身零磕碰；涂装环节首创 AI 自动分色工艺，机器人通过视觉定位与力控系统实现分色精度控制在 0.3 毫米以内；总装车间采用 AI 视觉引导装配，定位精度达 0.5 毫米，智能拧紧轴按预设扭矩实现精准作业。

工厂构建全过程质量控制体系，设置 1500 个 AI 视觉检测点、86 个质量审核门，实现 26000 个质量数据点实时采集与全流程追溯，形成全过程、可追溯、实时化的智能质量管控模式。

图 15：尊界超级工厂自动化焊接生产线



蔚来新桥工厂：多车型混线与 AI 智能决策

蔚来新桥工厂通过自研“天工”系统实现 8 种车型柔性混线生产，平均一分钟下线一台车。车间广泛应用协作机器人完成锁付、涂胶等工序，车身车间部署 941 台机器人，连接工艺 100% 自动化，厂区整体自动化率超 98%。工厂以 90 公里预埋光纤构建“100G 神经中枢网络”，搭载自研 AI 大模型与行业小模型，实现 80% 制造场景 AI 智能决策，部分区域可实现“黑灯作业”。

图 16：蔚来全球首创的“魔方”车辆存取平台



极氪宁波前湾 5G 工厂：5G + 数字孪生 + 工业机器人

极氪宁波前湾 5G 工厂以 5G 为核心，融合 AI、数字孪生、工业大数据构建“数字大脑”，打造 12 大创新应用场景，形成“透明—敏捷—智能”生产体系。其中 5G+AR 远程运维使设备巡检效率提升 50%；AI 轮胎检测系统可自动切换 4 种规格，精准适配多车型需求。总装、SPS 仪表区等场景部署优选工业人形机器人，依托 5G 群体智能实现大负载搬运、跨场域分拣与精密无损伤装配。工厂以 AI 全链路赋能与 5G 全连接能力，构建高可靠、高柔性的智能制造底座。

河北长征汽车：5G-A + 星闪无线化智造升级

河北长征汽车采用“5G-A + 星闪”技术对机械臂进行无线化改造，解决传统有线机械臂因线缆磨损导致的停机问题，传统模式每月需停机 30 分钟更换线缆，年损失超百万元，无线化改造后彻底消除线缆

扭曲与性能衰减问题，同时缩短夹具更换时间与年维护时长。5G-A 确定性网络支持产线柔性扩展，新车型导入无需重新部署网络硬件，大幅降低工业传感布线成本，产线上线周期缩短 15 天；设备数据上云实现远程维护，进一步降低运维与人工成本。

智能制造体系重构是中国新能源汽车产业从“规模化生产”向“智能化精益制造”转型的核心路径。通过以 5G 为基础的全连接架构、数据驱动的智能决策、柔性化生产能力与高精度制造技术，行业形成“连接—数据—柔性—精密”协同联动的制造新范式，有效解决传统生产效率低、柔性不足、协同薄弱等痛点，可更好适配多车型混产、个性化定制与核心部件国产化的产业需求，为新能源汽车高质量发展提供坚实支撑。

二、一体化压铸

一体化压铸是新能源汽车实现高效制造、车身轻量化与绿色低碳的关键工艺，通过大型压铸设备将多个分散零部件一次性铸造成型，实现生产流程简化、能耗下降、车身刚性提升与全生命周期减排的多重价值，已成为头部车企智能制造与绿色制造的主流方向。

在生产效率与成本优化方面，一体化压铸以“化零为整”重构制造流程。特斯拉 Model Y 采用一体化压铸后地板，将传统复杂零部件的制造时间从数小时压缩至不足 2 分钟，成本降幅达 40%；小鹏 G6、X9 应用一体式铝压铸技术，大幅减少焊接工序，降低生产能耗；丰田通过布局大型压铸设备实现底盘部件一体成型，并搭配自动化移动产线，目标在雷克萨斯新车型上将开发成本减半。

在轻量化与性能提升方面，一体化压铸带来显著的车身优化效果。蔚来 ET5 通过一体化压铸工艺使地板减重 30%，直接提升续航表现；该工艺还能显著提升车身扭转刚度，增强操控稳定性与过弯极限，减少车身形变并改善 NVH 静音表现，为驾乘提供更优质体验。

在安全与环保层面，一体化压铸同样具备突出优势。结构优化后的前机舱、后地板等关键部位，可在碰撞中更高效地吸收与分散冲击能量，降低乘员舱变形风险，提升被动安全性能。同时，简化的生产流程与统一的材料结构，更利于后续回收再利用，有效降低车辆全生命周期碳排放，契合新能源汽车 ESG 发展目标。

三、能源使用

新能源汽车制造全过程高度依赖电力、天然气、压缩空气等能源供给，冲压、焊装、涂装、总装四大核心工艺环节构成工厂主要能耗场景，其中焊接、喷涂等工序属于典型高能耗环节，其工艺水平与设备能效直接决定生产端碳排放强度，是制造环节绿色化升级的重点管控领域。

冲压车间主要使用 800-2000 吨级冲压机，完成门板、翼子板等车身覆盖件的成型与废料切除，核心能耗来自全自动冲压生产线，主要消耗电力、压缩空气及冷却循环水，生产线自动化程度与工艺节拍对整体能耗水平影响显著。

焊装车间以白车身焊接成型为核心，先完成底板、侧围等零部件分拼，再通过焊机与自动化夹具完成整车焊接，主要耗能设备为焊接机器人、传输线与工装夹具，能源消耗以电力、压缩空气、冷却水为主，保护气使用量与尾气回收装置配置直接影响车间碳排放水平。

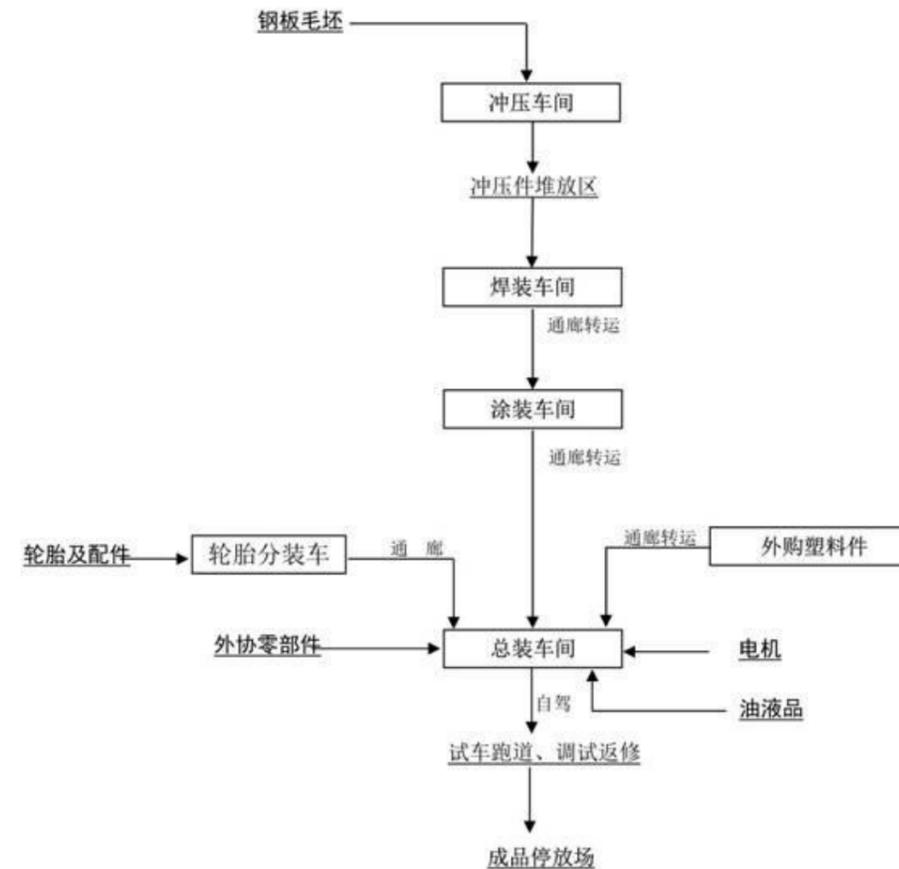
涂装车间为制造环节能耗与排放重点区域，工艺流程涵盖前处理、电泳、底漆、面漆、烘干、注蜡、底盘防腐等多道工序，核心设备包括电泳线、喷漆室、烘干炉及输送系统，除电力、压缩空气、冷却水外，还大量消耗天然气与冷冻水。烘干温度精准控制、工艺曲线优化、废气余热回收等技术，是降低能耗与减少 VOCs 排放的关键。

总装车间完成三电系统、底盘、座椅、座舱电子等零部件的最终装配与油液加注，下线前完成整车功能检测。因零部件种类多、装配流程长，且部分工序依赖人工协作，能耗主要来自输送线、检测设备与辅助工装，能源消耗以电力和压缩空气为主，生产线柔性化水平与工艺布局对综合能耗影响明显。

从整车制造实践来看，冲压、焊装、涂装、总装四大车间形成连续用能体系，如四川国跃新能源汽车等整车项目均采用全流程集中供能模式，各环节工艺优化与节能改造同步推进，是实现工厂低碳运营的重要路径。

特斯拉是该技术的重要推动者和应用先驱。在 Model Y 车型的后地板生产中，其首次引入一体化压铸技术，收获了显著的成本降低与效率提升成效。据特斯拉公开数据显示，Model Y 后地板通过一体化压铸，将原方案中 80 个需冲压焊接的零件整合为单个铸件，实现了 40% 的成本下降和 10% 的重量减轻。该技术的核心价值体现在大幅减少零部件数量上，与 Model 3 相比，零件数量减少 79 个；焊点从约 700-800 个降至 50 个；制造时间也从传统工艺的 1-2 小时缩短到 3-5 分钟。这种工艺革新不仅简化了车身制造流程，还因减少焊接、涂胶等环节，降低了工厂的运营复杂度及后期维护成本。

图 17：项目整车厂区各车间生产关联



来源：《四川国跃新能源汽车有限公司年产 20 万辆新能源纯电动汽车生产基地项目环境影响报告书》

一体化压铸技术在新能源汽车制造领域的应用，带来了明显的环境效益，这主要体现在车身减重和能耗降低两个维度。

1. 环境效益

首先，将多个零部件整合为一个大型铸件，能有效减轻车身重量。Model Y 后地板通过一体化压铸技术减轻了 10% 的重量，使下车体总成重量减少 30%。这直接减少了能源消耗。轻量化车身对电动汽车而言，意味着更长的续航里程或减少电池用量，从而降低资源消耗和环境污染。特斯拉计划用 2-3 个大型铸件替代 370 个零件组成的下车体总成，进一步减轻重量 10%，续航里程可增加 14%。这种设计提升了能效并减少了原材料需求。

其次，相较于传统的冲压、焊接工艺，一体化压铸工艺本身能减少生产过程中的能源消耗和碳排放。传统车身制造涉及多个高能耗工序，如冲压、焊接、涂胶等。一体化压铸简化了流程，减少了这些环节的能源消耗。特斯拉的压铸工艺省略了热处理，将制造时间从 1-2 小时缩短至 3-5 分钟，这无疑大幅降低了单位产品的能耗。

此外，一体化压铸通过减少零部件和焊接点，降低了废弃物和污染物的产生。材料利用率的提高也是一体化压铸带来环境效益的重要体现。与传统冲压件相比，压铸件的铝合金含量高，回收率可达95%以上，减少了生产成本和原生资源开采，契合循环经济的理念。蔚来汽车在其ESG报告中提及，通过采用一体化压铸工艺，对应零部件的重量降低了25%，从而实现了碳减排。

2. 经济效益

一体化压铸技术在汽车制造领域创造的经济效益，主要体现在生产成本的大幅下降和生产效率的显著提高上。特斯拉是该技术的积极推行者，也从中获得了显著收益。根据特斯拉公开的数据，Model Y 的后地板应用一体化压铸技术后，制造成本降低了 40%。这一成本缩减源于多个方面：

首先是零部件数量的减少，Model Y 后地板将原本 80 个需要冲压焊接的零件整合为一个铸件，这直接减少了模具开发、冲压设备、焊接机器人的投入，以及相关的人工成本。

其次是生产流程的优化，缩短生产周期，提高设备利用率，为 Model Y 节省了约 20% 的制造成本。

此外，一体化压铸技术还能降低土地成本，一台大型压铸机占地仅 100 平方米，有效减少工厂用地，相较于传统生产线所需的空间。

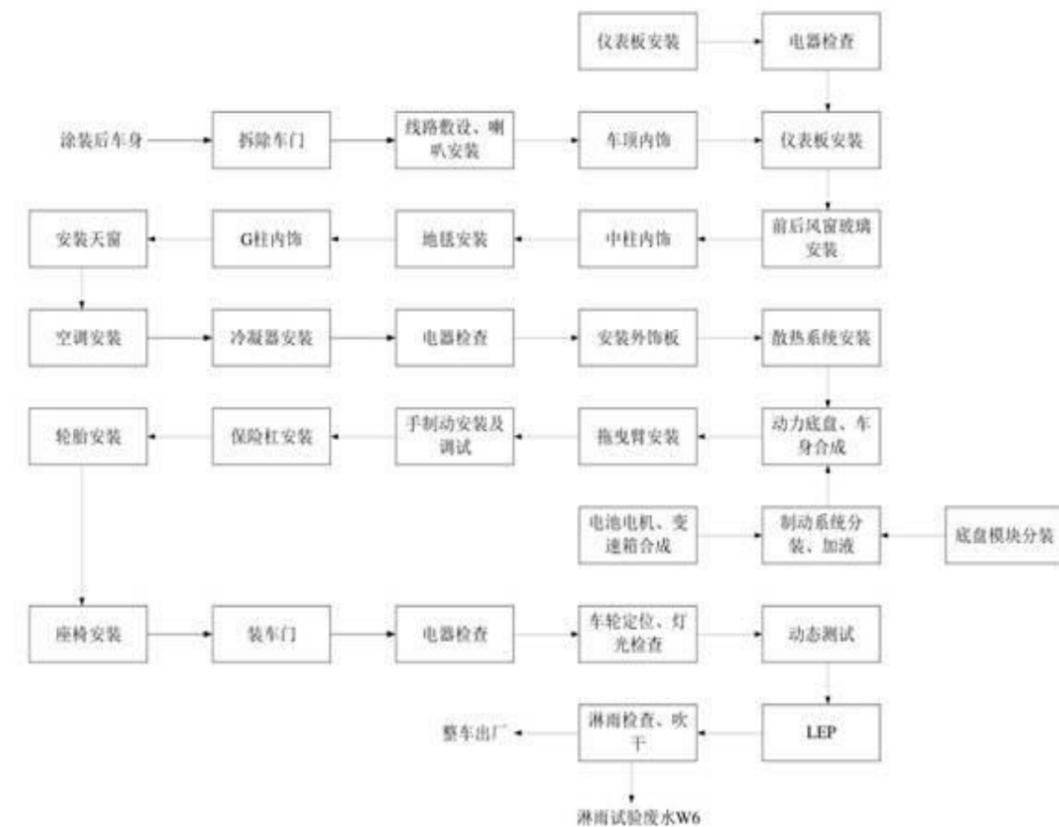
Model Y 通过一体式压铸后地板总成，制造时间从 1-2 小时缩短至 3-5 分钟，极大提升了生产效率。特斯拉上海超级工厂的生产速度达到每 40 秒下线一台车。民生证券研报显示，一体化压铸可使生产效率提高约 79 倍，缩短车型开发周期 1/3。这不仅增加了单位时间产量，还降低了单位产品的固定成本，增强了市场竞争力。

四、污染物排放

新能源汽车制造过程中产生的污染物主要集中在焊接、涂装两大核心工艺环节，以工业废水、挥发性有机物 (VOCs) 为主要排放类型，对周边环境形成一定负担，也是工厂绿色化改造与环保合规管控的核心重点，头部企业已通过成熟治理技术实现污染物达标排放与深度净化。

焊接环节是工业废水的主要来源之一，其产生的废水占制造环节工业废水总量的 31%，主要源于焊接冷却、工装清洗等工序，若处理不当易造成水体污染；涂装环节则是污染物排放的核心区域，贡献了制造环节 52% 的挥发性有机物 (VOCs)，同时产生大量涂装废水，这类废水含有涂料残留、化学药剂等污染物，VOCs 排放则会影响空气质量，二者均为工厂主要环境治理对象。从行业实践来看，福建天际汽车制造有限公司绍兴分公司的总装生产流程中，涂装后车身装配环节就明确产生废气与废水，印证了涂装环节的污染排放特征。

图 18: 项目总装生产工艺流程图

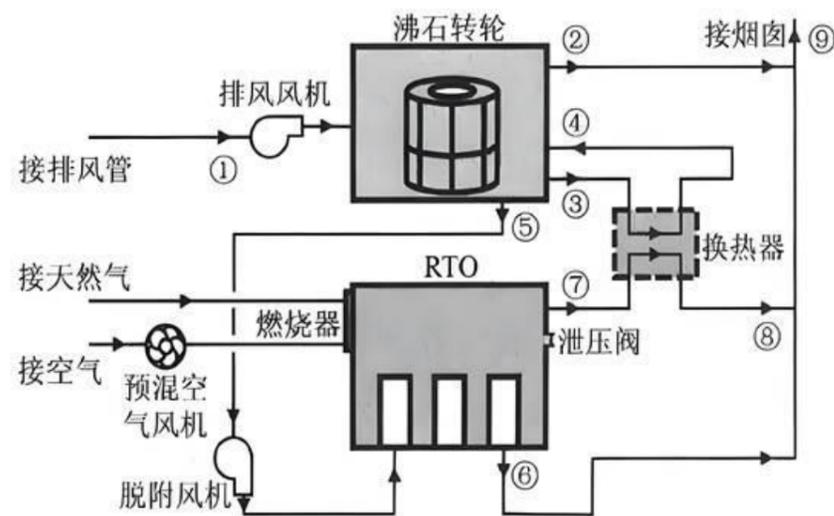


来源：《福建天际汽车制造有限公司绍兴分公司年产 6 万台新能源乘用车项目环境影响报告书》

为应对污染物排放问题，头部企业已部署高效治理技术，比亚迪坪山超级工厂在涂装废气治理方面形成成熟实践，采用沸石转轮 + 蓄热式燃烧装置 (ADW+RTO) 组合处理工艺，构建全流程废气净化体系。其治理流程清晰，废气首先经沸石转轮吸附，其中的有机物被有效吸附，吸附后的尾气排入原有排气

筒；随后转轮冷却风经加热后进入脱附区，对吸附的有机物进行脱附，脱附后的废气再经 RTO 蓄热式燃烧装置处理，最后送入后端深度净化系统，确保达标排放。该套治理系统处理风量可达 436000m³/h，在满足环保排放标准的基础上，实现废气深度净化，最大限度降低涂装环节 VOCs 排放对环境的影响。

图 19：沸石转轮+蓄热式燃烧装置（ADW+RTO）处理工艺



五、资源利用

新能源汽车制造过程需消耗大量各类原材料，核心包括钢材、塑料、动力电池相关材料等，其中锂电池生产涉及镍、钴、锰等金属的提取与加工，不仅资源消耗量大，还易对环境产生影响，因此资源高效利用与循环回收成为行业可持续发展的核心方向，头部企业通过技术创新与模式探索，构建起全链条资源循环体系，实现资源价值最大化。

在动力电池及核心材料循环利用方面，蔚来作为整车行业首家实现动力电池包铝材料闭环管理的企业，形成了成熟的资源回收与再利用模式。通过回收电池包壳体并进行熔炼、再分配，蔚来已回收获得约 600 吨压铸铝合金材料，并创新应用于车辆其他部件系统；生产过程中，部分车型板材的边角料可 100% 回收至铝厂，经加工后重新投入车间生产，形成完整的铝材料循环闭环。同时，蔚来开发钢、5 系铝、6 系铝全系分类回收与在线打包系统，完成保级回收技术验证，预计每年可减少二氧化碳排放 8.5 万吨，打造国内领先的绿色环保生产车间；冲压线尾采用无叉车 AGV 智能驳运，实现自动化充电

与高效转运，进一步提升资源回收率与生产效率。此外，蔚来还推进整车至整车级别的资源再利用，2023 年内已完成 200 辆车的小批量闭环铝回收试点，为行业资源循环提供了可复制的实践路径，同时构建起材料低碳、成本可控的新商业模式与供应链体系。

在废旧电池资源深度回收领域，宁德时代子公司邦普循环表现突出，其凭借高效的资源提取技术与独创的逆向产品定位设计、定向循环技术，成功将退役动力电池制备的材料应用于原生制造领域，率先破解全球废旧电池回收“废料还原”的行业难题。目前，邦普循环对废旧电池中镍钴锰的回收率达 99.6%，锂回收率达 91%，实现了废旧电池资源的最大化利用，有效减少对原生矿产资源的依赖，降低电池生产环节的环境影响。

在报废汽车资源回收利用方面，格林美（武汉）城市矿山产业集团有限公司依托自有集成技术装备，在武汉循环产业园建成世界先进水平的报废汽车处理中心，具备年拆解利用 10 万辆报废汽车的能力。通过精细化拆解与高效提取技术，该中心实现钢铁回收率达 99.5%，有色金属回收率达 99%，稀贵金属回收率超过 95%，将报废汽车转化为可再利用的工业原材料，实现了“城市矿山”的资源化、无害化利用，完善了新能源汽车全生命周期资源循环链条。

六、质量零缺陷

质量零缺陷是新能源汽车先进制造的核心目标，依托数字化、智能化技术，通过全流程质量管控、高精度检测与闭环管理，实现生产过程中质量问题的实时拦截、精准追溯与快速解决，确保产品品质稳定，头部企业已通过成熟技术实践，构建起全方位、全链条的零缺陷质量管控体系。

赛力斯超级工厂以质量自动化管理为核心，打造全流程零缺陷管控模式，采用行业首创的质量自动化测试技术，实现全过程质量问题实时拦截与自动定位，确保问题快速分析、追溯并形成闭环管理；同时实现 100% 质量监测追溯，保障整车尺寸目标快速达成并及时纠偏，有效降低产品不良率，重塑消费者对国产高端新能源汽车的品质认知，确保产品稳定高质量交付。为提升检测精度与效率，工厂引入全球领先的激光雷达测量技术，实现车身尺寸 100% 在线监控，测量精度高达 ±0.1mm，检测效率较传统模式提升 3 倍以上；配备全自动蓝光扫描测量系统，对零部件及整车进行全尺寸测量，输出 3D 点云数据及可视化色差报告，全方位保障产品品质。此外，工厂关键工序实现 100% 自动化、100% 实时在线检测，结合数字赋能与 AI 技术大模型，实现质量自动化与数字化管理，推动客户端、生产制造端质量同比提升，筑牢零缺陷质量防线。

特斯拉上海超级工厂依托“数智化”技术，构建全业务链零缺陷质量管控体系，通过搭建“一体化的质量数据采集、监控及预警系统”，实现全业务链质量信息实时反馈与高效处理，为质量零缺陷目标提供坚实支撑。工厂实施严格的产品全生命周期质量管控，覆盖供应商端、零部件检验、生产制造全过程及顾客使用环节，每一辆车都经过多轮严苛质量管控。数字化、智能化生产制造控制系统高效运转，确保质量数据精准采集与可追溯；生产过程中设置细致严苛的质量检测环节，对车身尺寸进行严格标准化控制，结合多种检测工具与测量数据分析系统，实现整车固件和电器功能自动检测；关键零部件配备近 50 套自动检测设备，所有测试数据均可全程追溯，从源头规避质量隐患，实现制造环节质量零缺陷，保障产品交付品质的稳定性与一致性。

七、质检

新能源汽车行业质检已全面进入数字化、智能化、全生命周期追溯三大阶段，头部企业通过 5G、AI 视觉、大数据、区块链等技术实现质量管控的革命性提升，形成可复制、可推广的行业实践。

1. 质检数字化：全流程数据驱动质量管控

头部企业以 5G、IoT、大数据、AI 为基础，构建从原料到售后的一体化质量数据体系，实现数据可采集、可监控、可预警、可追溯。

特斯拉上海工厂建立一体化质量数据采集、监控及预警系统，统一数据格式与精度标准，工人操作、设备参数、原材料批次、环境指标等信息接入数据中台，关键异常数据 5G 秒级同步并预警，实现从零部件到整车、再到售后的全链条质量闭环。系统可快速定位缺陷根源，如车门密封条间隙问题追溯至机器人参数，合格率从 95% 提升至 99.8%，质量异常响应时间压缩至 10 毫秒内，追溯效率提升数十倍。

比亚迪弗迪电池以 5G 数智化工厂为载体，对极片、电芯、电池包实施全流程数字化检测，每个电芯植入 RFID 芯片，记录生产全流程信息，实现关键工艺自动报警、自动监控，检测数据毫秒级上传并实时调控设备，从源头保障电池一致性与安全性。

蔚来 ET7 的漆面检测中，AI 的识别精度可达到 0.01mm²缺陷级别。而在一体化压铸这类大型复杂部件的生产里，AI 质检可用于检测压铸件的表面瑕疵、尺寸精度等指标，确保产品符合质量标准，进而降低废品率，进一步提升生产效率并压缩成本。

2. 智能化自动检测：AI + 机器视觉重构质检效率与精度

AI 视觉、深度学习、边缘计算广泛应用于整车与电池质检，大幅提升检测速度、精度与覆盖率，成为质量控制核心手段。

蔚来“天探”AI 全身自检系统 3 分钟完成 1000 余项功能检测，效率提升 10 倍，可识别 0.1 毫米漆面瑕疵，覆盖机械、电子、舒适性等全维度指标，并通过云端数据持续优化车辆性能。

赛力斯 AI 视觉质量检测覆盖全车万余个零部件，漏检率大幅下降，底盘螺栓等工位效率提升 60 倍；通过视觉 + 超声波多模态融合，可识别 0.05 毫米微裂纹，结合边缘计算实现 10 毫秒级响应，漆面合格率提升至 99.8%，并通过数据迭代持续优化缺陷控制能力。

弗迪电池 AI 视觉可在高速产线上识别 2 微米级毛刺，误报率低于十万分之一，精准控制电芯一致性差异小于 0.15%，并通过 5G 远程协同将电池安全测试周期缩短一半以上。

3. 全生命周期追溯：区块链 + 物联网实现质量可信流转

依托区块链、物联网技术，构建从原料、生产、使用到回收的全链条可追溯体系，解决供应链断点、责任难界定、回收低效等痛点。

宁德时代麒麟电池区块链追溯系统覆盖矿石、电芯、Pack、整车到回收全流程，上链 400 余项数据不可篡改，追溯时间从 72 小时降至 4 小时，退役电池梯次利用率提升至 75%，并向车企开放数据查询，降低重复检测成本。

蔚来 ATQ 全生命周期质量体系为每块电池赋予唯一数字身份，车主可 APP 查询电池全生命周期信息，召回锁定效率提升 90%，退役电池按健康度分级利用，梯次利用率达 85%；与回收企业数据直连，提升拆解效率与金属回收率，实现质量与资源价值双闭环。

第五节 绿色制造闭环系统

绿色制造闭环系统是中国新能源汽车产业践行“双碳”目标、实现可持续发展的关键支撑，核心围绕“资源循环利用”与“全流程低碳化”两大维度构建闭环体系。一方面，通过电池回收领域的定向循环、智能拆解等技术创新，高效回收废旧动力电池中的锂、镍、钴等关键资源，破解“资源依赖”与“环境隐患”双重难题；另一方面，依托零碳工厂建设、碳管理系统研发及清洁能源替代，从生产端

降低碳排放,形成“资源再生-低碳制造-循环再用”的完整绿色链条,既保障产业发展的环保属性,又为新能源汽车全生命周期的绿色化提供核心保障。

一、电池回收与循环经济模式

邦普循环定向循环:宜昌基地采用 DRT 定向循环技术,传统火法和湿法冶金进行优化整合。实现了锂回收率达 93.8%,镍钴锰综合回收率 99.6%。较传统火法工艺降低处理成本 90%,实现年回收 30 万吨废旧动力电池。正极材料碳减排近 50%,化学物耗降低达 40%。推动了新能源可持续发展。

格林美智能循环体系:格林美通过“智能拆解-梯次利用-材料再生”全链条技术创新,构建起独特的动力电池回收模式。其自主研发的柔性智能拆解系统,依托机器视觉识别与 AI 拆解决策模型,通过万级螺丝图像训练实现 50 余种电池规格兼容,多机器人协同拆解效率达每小时 13 件,无损拆解良品率超 98%,彻底替代传统人工暴力拆解。依托“7+N”全球回收网络与全生命周期溯源平台,格林美构建起“前端社区回收-中端智能处理-后端材料再造”的闭环体系,联合 900 余家企业打造绿色联盟,以“城市矿山”理念推动新能源产业“零废弃”发展。

图 20: 全生命周期价值链体系



来源: 格林美官网

肥城丰融新材料:建成国内单线产能最大的物理拆解生产线,设两条线分别年处理 1 万吨锂电池、1 万吨极片,总年处理量 2 万吨。核心采用超低温氮气保护带电破碎技术,无需对废旧锂电池放电即可直接处理,通过无氧环境破碎、裂解去除电解液与隔膜纸,从根源规避热失控风险,最终分离出铜、铝及高价值电池粉。自主研发的“带电破碎氮气保护系统”获专利,且该技术已实际应用,资源回收率超 98%。该模式既解决退役电池环境隐患,又实现锂、镍、钴、锰等金属高效再生,构建安全高效的电池循环经济闭环。

二、循环经济的应用及关键技术

依托现有的轻量化材料与低碳工艺、高效节能制造工艺,国内新能源汽车行业逐步搭建循环经济与资源再生体系。国内,工信部《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》要求车企承担回收主体责任,推动建立“白名单”企业体系。国际,中欧合作项目 cylib 与 Sine Fine Tech 联合开发的电池回收技术,提前满足欧盟 2031 年回收标准,支持中国电池企业合规出海。

例如,比亚迪采用氢气直接还原铁 (DRI) 工艺,单吨钢材碳排放降低 62%,并通过区块链追踪零部件碳足迹,满足欧盟核算要求。宁德时代宜宾工厂通过 100%绿电生产和电池护照系统,获得宝马、特斯拉零碳电池订单,融资成本降低 1-2 个百分点。

基于国内外对“碳排”的收紧政策,2025 年-2030 年将成为循环经济规模化应用的关键窗口期。当前,我国在电池回收、轻量化材料循环等领域已达到国际领先水平,但从回收网络覆盖率、再生材料性能、高端设备国产化上相对不足。

参考文件

1. 比亚迪.2022 BYD CSR Report. 香港交易所新闻网.2023-03-28.
<https://www.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2023/0328/2023032801987.pdf>
2. 国机汽车.国机汽车 2024 年度环境、社会与公司治理 (ESG) 报告.2025-04-25.
https://www.9fzt.com/detail/sh_600335_2_4798851547913.html
3. 富奥股份.2023 环境、社会及治理 (ESG) 报告.2024-04-21.
https://pdf.dfcfw.com/pdf/H2_AN202404211630925674_1.pdf
4. 武进日报.全市规模最大工厂微电网系统 理想汽车百兆瓦分布式光伏项目并网投运.2025-06-

06. https://www.wj.gov.cn/html/czwj/2025/FAOHPMEF_0606/528337.html
5. 水川. 特斯拉(上海)有限公司——以“数智化”加速新能源汽车制造质量全面提升的实践. 中国质量报. 2023-09-20. https://www.cqn.com.cn/pp/content/2023-09/20/content_8981705.htm
6. 大彭. 徐工弗迪: 5G 全连接, 让工厂更“智慧”. 徐州日报. 2025-06-28. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzIxMzYyODQwNA==&mid=2247649728&idx=1&sn=3688298bc5d3cc42ee20915d49621d6a&chksm=96a3a209f073953583e2259226563a32c8fb3e129e0b56210138f11f031ebf715a8671a18137&scene=27
7. 集团新闻. 国家首批! 卓越级智能工厂, 徐工榜上有名. 徐工官网. 2025-01-20. <https://www.xcmg.com/aboutus/news-detail-1128288.htm>
8. 常诚. 3 分钟完成新能源汽车 1000 多项功能检测 AI 新车全身自检系统在蔚来合肥工厂全面应用. 元新闻. 2025-04-09. <https://www.dongchedi.com/article/7491218537625715254>
9. 李国. “光 + AI” 技术应用, 生产线有了永不打盹的质检员. 工人日报. 2025-04-10. https://www.toutiao.com/article/7490390113810203163/?&source=m_redirect
10. 侯佳. 吴嘉雯. 数智新局② | 中科摇橹船创始人郑道勤: 硬科技突围, 用 AI 重构产业未来. 上游新闻. 2025-09-03. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1842222702488531115&wfr=spider&for=pc>
11. 锦缎. 揭秘宁德时代“凝聚态”: 不是半固态电池, 也不是过渡产品. 维科网锂电. 2023-04-24. https://libattery.ofweek.com/2023-04/ART-36001-8220-30594657_2.html
12. 新闻咨询. 2024 蔚来质量之旅. NIO 蔚来汽车官方网站. 2024-06-27. <https://www.nio.cn/news/20240627001>
13. 新闻咨询. 蔚来全栈技术. NIO 蔚来汽车官方网站. 2025-03-31. <https://www.nio.cn/innovation>
14. 新闻咨询. 蔚来发布 2024 年 ESG 报告. NIO 蔚来汽车官方网站. 2025-04-22. <https://www.nio.cn/news/20250422001>
15. 凌霄. 重点行业产业链供应链绿色发展路径研究报告(2024 年)——以钢铁和新能源汽车行业为例. 中国信通院. 2024-03-13. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MjM5MzU0NjMwNQ==&mid=2650844705&idx=1&sn=fc9f82efb48de63d87aa68db97c42f28&chksm=bcb0256334bea64f2aab2bf48d94fdccb11387a144aea0520ebee2bc5238d299541b3c18efc2&scene=27
16. 装备工业一司. 一图读懂 GB38031—2025《电动汽车用动力蓄电池安全要求》强制性国家标准. 工业和信息化部. 2025-04-14. https://www.miit.gov.cn/jgsj/zbys/qcgy/art/2025/art_7148fc8feb2f489a81f6bd26d0751210.html
17. 中国汽车技术研究中心有限公司、日产(中国)投资有限公司、东风汽车有限公司. 新能源汽车蓝皮书: 中国新能源汽车产业发展报告(2024). 社会科学文献出版社. 2024-09. <https://wap.cinn.cn/p/360948.html>
18. 公安部交通管理科学研究所、中国汽车工程研究院股份有限公司等. 《新能源汽车运行安全性能检验规程》(GB/T44500—2024). 国家标准. 2024-08-23. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzA4Mzk3MTA4Nw==&mid=2649921756&idx=2&sn=65267909d2cdbe50b149aa5f88200058&chksm=867392224f279f6332b82101dde3139db8a59717ec810d9ac31793bf3e9404e347702350a89b&scene=27
19. 中国工业节能与清洁生产协会. 中国新能源电池回收利用产业发展报告. 新能源电池回收利用大会. 2024-11-20. <http://www.cieccpa.org.cn/index.php/show/59/1693.html>
20. 宁德时代. 钠新电池 + 双核架构! 宁德时代开启多核时代. 宁德时代官网. 2025-04-21. <https://www.catl.com/news/8400.html>
21. 证券时报 e 公司. 国轩高科官宣建成 0.2GWh 全固态电池中试线 六大新品集中亮相 2025 全球科技大会. 今日头条. 2025-05-18. https://www.toutiao.com/article/7505709016505532967/?upstream_biz=doubao&source=m_redirect

22. 郜小平.国轩高科:全固态建成中试线,电池实现千公里续航.国轩高科官网.2025-05-21.
<https://www.gotion.com.cn/news/companydetails/1459.html>
23. DELMIA 文章.达索 DELMIA 汽车智能制造系统:基于数字孪生的柔性生产线规划与工厂运营效率提升方案.百事汇.2025.<https://www.abestway.cn/61546/?p=61546>
24. 嚣张的张.虚拟工厂照进现实!宝马如何用数字孪生让生产效率暴涨30%?. 百度新闻.2025-08-02. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1839332496573594560&wfr=spider&for=pc>
25. 科技 Daily. 华晨宝马里达工厂探访:虚拟照进现实,未来启于当下.百度新闻.2022-12-18.
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1751620039623588971&wfr=spider&for=pc>
26. 新华社.江汽改革跃迁之路新观察|“智造”赋能“质造”铸魂 江淮汽车如何实现百万级品质保障.江汽集团官网.2025-06-06.<https://www.jac.com.cn/news/20250606/6257.html>
27. 甬派.全球首秀!人形机器人,宁波上线.今日头条.2025-03-03.
https://www.toutiao.com/article/7477567249625186853/?upstream_biz=doubao&source=m_redirect
28. 骆淑学.上汽通用五菱荣获“汽车制造超级工厂”,连中三元展现智能制造新高度.柳州制造.2024-12-05. https://a.lzgd.com.cn/news/share_news.aspx?id=130097
29. 央广网.上汽通用五菱的“岛式革命”——稳步转型,领跑智能制造新时代.川观新闻.2024-12-13. <https://cbgc.scol.com.cn/news/5740600>
30. 解密长征汽车柔性生产背后的移动力量.河北新闻网.2025-01-27.
https://m.hebnews.cn/hebei/2025-01/27/content_9297413.htm

附表：全球新能源汽车 ESG 核心政策清单

政策名称	发布主体	生效时间	核心内容	对行业影响
一、欧盟地区				
《新电池法规》 Regulation(EU)2023/1542	欧盟委员会	2023年6月14日公布，分阶段实施：2025年2月（碳足迹披露），2027年1月（电池护照、回收利用）	1.环境要求： 动力电池需披露全生命周期碳足迹，2027年起出口欧盟的动力电池碳足迹需符合“基准值”（暂定为100kgCO ₂ /kWh）； 2.资源循环： 2027年钴、镍、锂回收率分别不低于90%、85%、70%，2031年镍回收率提升至95%； 3.溯源管理： 强制推行“电池护照”，记录原材料来源、生产工艺、使用状态、退役回收等全链条数据； 4.禁用条款： 禁止使用来自冲突矿产（如刚果金非法钴矿）的原材料，供应商需提供“尽职调查声明”。	1.倒逼中国电池企业优化生产工艺（如提升绿电使用率），降低碳足迹； 2.推动电池回收技术研发（如宁德时代“短流程再生”技术），提升资源循环效率； 3.增加企业合规成本（如电池护照系统建设、第三方鉴证费用），中小企业出口压力增大。
《碳边境调节机制》 (CBAM)	欧盟委员会	2023年10月1日进入过渡期，2026年1月1日正式实施，2034年全面取代免费配额	1.覆盖范围： 初期覆盖钢铁、水泥、电力、铝、化肥5大行业，2027-2030年计划扩展至新能源汽车零部件（如动力电池、电机）； 2.计算逻辑： 按产品“隐含碳排放量×欧盟碳市场价格”征收碳关税，2024年碳价基准为85欧元/吨； 3.抵扣规则： 企业若在生产国已缴纳碳税，可凭完税证明抵扣部分CBAM税费（抵扣比例不超过50%）。	1.中国新能源汽车出口欧盟成本增加，以一辆隐含碳200kg的车型为例，需缴纳1.7万欧元碳关税，抵消15%-20%价格优势； 2.推动企业在欧盟本地化生产(如宁德时代匈牙利工厂)，或通过绿电使用、技术升级降低碳排放。
《企业可持续发展尽职调查指令》 (CSDDD)	欧盟委员会	2024年4月16日正式通过，2026年1月1日生效	1.适用范围： 欧盟境内企业及出口欧盟的非欧盟企业（员工≥500人、营收≥1.5亿欧元）； 2.尽职调查义务： 覆盖供应链全链条（从原材料开采到产品销售），需识别并预防“环境损害”（如污染、生物多样性破坏）和“社会损害”（如童工、强迫劳动、薪资歧视）； 3.处罚标准： 违规企业最高可处年营业额4%或2000万欧元罚款（取较高值），并需承担损害赔偿。	1.中国新能源汽车企业需加强供应链劳工权益管理(如刚果金钴矿供应链溯源)； 2.推动企业建立供应链ESG审核机制(如宁德时代供应商《社会责任承诺书》)，增加合规管理成本。
《智能网联汽车安全法规》	欧盟委员会	2022年7月生效	1.网络安全： 要求智能网联汽车具备“漏洞检测-应急响应-数据备份”能力，每年需提交网络安全报告； 2.数据隐私： 遵循GDPR要求，禁止未经授权收集用户位置、驾驶习惯等敏感数据； 3.伦理规范： 智能驾驶系统需设置“人类主导”原则，禁止算法优先保护财产而非生命安全。	1.推动中国车企优化智能驾驶数据管理(如极氪分级授权数据访问)； 2.增加智能网联汽车研发成本，中小企业需投入更多资源满足安全与伦理要求。
二、美国地区				
《通胀削减法案》 (IRA)	美国国会	2022年8月16日生效，2025年起逐步收紧补贴条件	1.新能源汽车补贴： 消费者购买新能源汽车可获最高7500美元税收抵免，需满足“电池原材料本地化”要求（2024年本土原材料占比≥50%，2025年≥60%）； 2.电池生产补贴： 在美国建设电池工厂可获35美元/kWh生产税收抵免，回收电池材料再生产可额外获10美元/kWh补贴； 3.绿电激励： 企业使用风电、光伏等绿电可获投资税收抵免（抵免比例30%-50%）。	1.推动全球动力电池产业链向北美转移（如宁德时代密歇根工厂、比亚迪墨西哥工厂）； 2.中国车企若不满足“本地化”要求，出口美国将无法享受补贴，竞争力下降。

政策名称	发布主体	生效时间	核心内容	对行业影响
《先进清洁汽车 II (ACII) 法规》	美国加州空气资源委员会 (CARB)	2022 年 8 月批准, 2024 年起分阶段实施, 2035 年全面生效	<ol style="list-style-type: none"> 销量目标: 2026 年新能源汽车销量占比≥35%, 2030 年≥68%, 2035 年≥100% (轻型汽车); 排放限值: 2026 年起新车氮氧化物排放量需降低 35%, 2031 年起降低 60%; 零排放激励: 对购买零排放汽车的消费者提供 2000-4500 美元州补贴, 企业生产零排放汽车可获碳排放积分。 	<ol style="list-style-type: none"> 加州作为美国最大新能源汽车市场(占比 45%), 推动车企加速电动化转型; 中国车企出口加州需满足更严格的排放与零排放销量要求, 倒逼技术升级。
《供应链透明度法案》	美国加州公平就业和住房部 (FEHA)	2023 年 1 月生效	<ol style="list-style-type: none"> 披露要求: 年营收≥1 亿美元企业需公开供应链“冲突矿产”(金、锡、钨、钽、钴)溯源报告, 说明原材料来源地及劳工权益保障措施; 违规处罚: 未按要求披露或存在虚假陈述, 最高可处 100 万美元罚款, 且需向公众致歉并整改。 	<ol style="list-style-type: none"> 中国电池企业需加强钴、锂等原材料溯源管理(如建立区块链溯源平台); 增加供应链管理成本, 中小企业需投入资源建立溯源体系。
《国家公路交通安全管理局 (NHTSA) 智能驾驶安全指南》	美国 NHTSA	2023 年 9 月发布, 自愿遵循 (2025 年或转为强制)	<ol style="list-style-type: none"> 安全原则: 禁止车企夸大智能驾驶功能 (如禁用“自动驾驶”等误导性术语), 需明确告知用户“人类需持续监控”; 数据记录: 智能驾驶系统需记录“碰撞前 30 秒”的车辆状态、驾驶员操作等数据, 便于事故调查; 伦理要求: 算法需优先保护“人类生命安全”, 禁止基于年龄、性别、种族等因素差异化保护。 	<ol style="list-style-type: none"> 推动中国车企规范智能驾驶宣传 (如小鹏、蔚来调整功能命名); 促进智能驾驶数据记录技术研发, 增加产品研发成本。
三、中国地区				
《动力电池回收利用管理办法》	工信部、发改委、生态环境部等 7 部门	2023 年 1 月 1 日生效	<ol style="list-style-type: none"> 回收目标: 2025 年动力电池规范回收率≥90%, 梯次利用电池用于储能的比例≥50%; 责任主体: 车企需承担“生产者责任延伸 (EPR)”义务, 建立“销售-回收-处置”闭环 (如比亚迪 3000 余家回收网点); 溯源管理: 所有动力电池需纳入“国家动力电池溯源管理平台”, 记录生产、销售、回收、处置全流程数据; 技术规范: 明确退役电池梯次利用的安全标准 (如 SOH≥80%), 禁止不合格电池流入市场。 	<ol style="list-style-type: none"> 推动动力电池回收产业规模化 (如宁德时代 10 座回收工厂); 倒逼车企建立回收网络, 增加运营成本, 但长期利于资源循环。
《新能源汽车产业发展规划 (2021-2035 年)》	国务院	2020 年 11 月发布, 长期规划 (2035 年目标)	<ol style="list-style-type: none"> ESG 相关目标: 2025 年新能源汽车新车销量占比≥20%, 2035 年全面电动化; 环境要求: 推动车企使用绿电 (2025 年工厂绿电使用率≥30%), 研发低能耗、长寿命动力电池; 社会责任: 鼓励车企参与乡村振兴 (如推广农村新能源汽车), 保障员工权益 (如禁止超时加班); 治理要求: 建立新能源汽车企业 ESG 信息披露制度, 2025 年头部企业需发布经第三方鉴证的 ESG 报告。 	<ol style="list-style-type: none"> 为中国新能源汽车企业 ESG 实践提供政策指引; 推动绿电、电池技术研发, 促进产业可持续发展。
《绿色供应链管理企业评价通则》(GB/T33635-2023)	国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会	2024 年 3 月 1 日生效	<ol style="list-style-type: none"> 评价指标: 从“环境管理”(如碳足迹、污染物排放)、“社会责任”(如劳工权益、客户隐私)、“治理机制”(如 ESG 制度、合规管理)3 个维度设置 28 项具体指标; 分级标准: 绿色供应链企业分为“三星” (基础达标)、“四星” (行业先进)、“五星” (国际领先), 有效期 3 年; 激励措施: 获评企业优先获得政府项目补贴、政府采购订单, 在出口退税、信贷融资方面享受优惠 	<ol style="list-style-type: none"> 推动车企优化供应链 ESG 管理 (如小鹏“供应链碳赋能计划”); 引导企业向“五星级”标准看齐, 提升供应链可持续竞争力。

政策名称	发布主体	生效时间	核心内容	对行业影响
《汽车数据安全管理办法（2023 修订版）》	国家网信办、工信部、公安部、交通运输部	2023 年 10 月 1 日生效	<p>1.数据分类：将汽车数据分为“一般数据”“重要数据”“敏感个人信息”，敏感数据(如生物特征、精准位置)需单独备案；</p> <p>2.出境管理：重要数据出境需通过“安全评估”，禁止向未与中国签订数据保护协定的国家/地区传输敏感数据；</p> <p>3.安全措施：要求车企建立“数据加密-访问控制-应急响应”体系，每年开展数据安全审计并提交报告。</p>	<p>1.推动中国车企加强数据隐私保护（如极氪 ISO27701 认证）；</p> <p>2.限制智能驾驶数据出境，影响跨国车企的数据协同，但保护本土数据安全。</p>
《关于推进新时代和谐劳动关系创建活动的意见》	人社部、全国总工会、中国企联等 5 部门	2022 年 7 月发布，2025 年目标	<p>1.权益保障：要求企业依法签订劳动合同(签订率≥98%)，按时足额支付工资(拖欠率≤1%)，缴纳社会保险(覆盖率≥99%)；</p> <p>2.劳动条件：禁止超时加班(月加班时长≤36 小时)，建立职业健康监护制度(如定期体检、防护设备配备)；</p> <p>3.民主管理：鼓励企业建立职工代表大会制度，设立员工意见箱，定期开展员工满意度调查（满意度≥85%）。</p>	<p>1.推动车企改善员工待遇（如宁德时代“供应链劳工权益赋能计划”）；</p> <p>2.减少劳动纠纷，提升员工稳定性，降低企业用工风险。</p>
四、其他地区				
《澳大利亚新能源汽车战略 2023-2030》	澳大利亚政府	2023 年 5 月发布，2025 年起实施	<p>1.税收优惠：购买新能源汽车可减免 5000 澳元消费税，企业购买新能源汽车可享受 100%资产折旧抵扣；</p> <p>2.充电基建：2030 年前投资 10 亿澳元建设充电桩（覆盖 90%高速公路）；</p> <p>3.ESG 要求：2025 年起，年营收≥10 亿澳元的车企需发布 ESG 报告，重点披露碳足迹、电池回收、劳工权益。</p>	<p>1.为中国车企出口澳大利亚提供政策红利；</p> <p>2.推动企业完善 ESG 信息披露，提升国际竞争力。</p>
《日本绿色增长战略》（新能源汽车专项）	日本经济产业省	2021 年 6 月发布，2030 年目标	<p>1.技术研发：政府投资 2 万亿日元支持固态电池、氢燃料电池研发，2030 年固态电池商业化；</p> <p>2.碳减排：2030 年新能源汽车销量占比≥50%，车企碳足迹需较 2020 年降低 40%；</p> <p>3.回收体系：2030 年动力电池回收率≥80%，建立“电池回收-材料再生”一体化产业链。</p>	<p>1.推动日本本土电池技术研发，加剧全球技术竞争；</p> <p>2.为中国车企进入日本市场设定碳减排门槛，倒逼技术升级。</p>

INTRODUCTION



关于上海现代服务业联合会

上海现代服务业联合会，是由本市主要从事服务业的行业协会、学会、商会等社会组织及企事业单位自愿组成的跨行业、跨领域的综合性枢纽型非营利社团组织。拥有会员单位1500余家，其中200余家为行业协会、学会、商会等社会组织，覆盖了金融、信息、科技、商务、生产、公共、专业服务等多个领域，基本囊括上海市服务业的所有行业。

以联合会为主发起设立了上海现代服务业企业促进中心、上海经贸商事调解中心、上海现代服务业发展研究院、上海现代服务业发展基金会、上海现代服务业标准创新发展中心等五个民非实体机构，并牵头成立长三角现代服务业联盟，具有全面服务社会、助推经济发展的综合实力和核心竞争力。

2024年3月，上海市商务委关于印发《加快提升本市涉外企业环境、社会和治理（ESG）能力三年行动方案（2024-2026年）》，明确上海现代服务业联合会承担着“加大对ESG理念的宣传力度”的主要任务。



关于荣续ESG智库研究中心

荣续ESG智库研究中心，致力于推动“绿色共赢”的可持续发展理念，成为企业ESG发展的长期伙伴。我们通过ESG行业研究、优秀案例研究、政策和标准研究、热点和趋势分析等，解决气候变化、环境、社会、公司治理等领域的信息缺乏或信息不对称的问题，为企业提供可落地、可复制、可持续的ESG解决方案，帮助企业践行ESG理念，创造长期价值。

荣续智库研究中心汇聚了各行业的ESG专家和研究员，他们在各自领域拥有丰富经验和卓越能力。这些专家大部分是来自品职教育的ESG持证学员。品职教育拥有超过百万的活跃ESG学习社群，以及超过3万名ESG人才组成的人才库，是荣续智库坚实的人才资源。

荣续智库将继续发挥行业经验，秉持深刻洞察力和强大执行力，帮助企业将ESG有效整合到核心战略中，助力企业在ESG领域实现突破，创造社会和经济双重价值。

ESG白皮书系列

- | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|--|
| 01 纺织服装行业ESG白皮书 | 13 包装印刷行业ESG案例白皮书 | 25 银行绿色金融行业ESG白皮书 | 37 酒旅行业ESG白皮书 | 49 基建行业ESG白皮书 |
| 02 食品饮料行业ESG白皮书 | 14 家电行业ESG白皮书 | 26 跨境电商行业ESG白皮书 | 38 零碳产城融合项目发展白皮书 | 50 气候金融ESG白皮书（基础篇） |
| 03 汽车行业ESG白皮书 | 15 美妆行业ESG白皮书 | 27 光储充行业ESG白皮书 | 39 零碳产城融合项目案例白皮书 | 51 气候金融ESG白皮书（实务篇） |
| 04 化工行业ESG白皮书 | 16 钢铁行业ESG白皮书 | 28 电子元器件分销行业ESG白皮书 | 40 白酒行业ESG白皮书 | 52 新能源汽车行业ESG白皮书（电池类） |
| 05 环保行业ESG白皮书 | 17 物流及航运物流行业ESG白皮书 | 29 建筑材料行业ESG白皮书 | 41 电力行业ESG白皮书 | 53 新能源汽车行业案例白皮书（电池类） |
| 06 新能源行业ESG白皮书 | 18 航空物流行业ESG白皮书 | 30 通信服务行业ESG白皮书 | 42 物业行业ESG白皮书 | 54 新能源汽车行业ESG白皮书（氢能·
甲醇·生物质·天然气·太阳能类） |
| 07 半导体行业ESG白皮书 | 19 建筑行业ESG白皮书 | 31 通信设备行业ESG白皮书 | 43 有色金属行业ESG白皮书 | 55 医养康行业ESG白皮书 |
| 08 医药行业ESG白皮书 | 20 储能行业ESG白皮书 | 32 家居装饰行业ESG白皮书 | 44 零碳物流园区发展白皮书 | 56 公共建筑行业ESG白皮书 |
| 09 财会行业ESG白皮书 | 21 机械储能行业ESG白皮书 | 33 互联网教育行业ESG白皮书 | 45 零碳园区发展白皮书 | 57 智能制造行业ESG白皮书（航空航天） |
| 10 金融“一带一路”ESG白皮书 | 22 电化学储能行业ESG白皮书 | 34 医疗器械行业ESG白皮书 | 46 传媒行业ESG白皮书 | 58 微电网与虚拟电厂行业ESG白皮书 |
| 11 包装行业ESG白皮书 | 23 化学储能行业ESG白皮书 | 35 医疗卫生行业ESG白皮书 | 47 造纸行业ESG白皮书 | 59 中国企业出海ESG白皮书（更新版） |
| 12 印刷行业ESG白皮书 | 24 出海欧盟 行业ESG白皮书 | 36 康复辅具行业ESG白皮书 | 48 煤炭行业ESG白皮书 | 60 零碳园区案例白皮书（系列） |

合作咨询请联系
(扫码添加联系人)



欢迎关注荣续ESG智库研究中心
为您提供最新的ESG资讯
共同探索可持续发展的未来

