

重点行业产业链供应链 绿色发展路径研究报告

——以钢铁和新能源汽车行业为例

(2024 年)

中国信息通信研究院政策与经济研究所

2024年3月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

前 言

习近平总书记在党的二十大报告中指出“要加快发展方式绿色转型，实施全面节约战略，发展绿色低碳产业，倡导绿色消费，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式”。2023年12月的中央经济工作会议强调，要加快打造绿色低碳供应链。2024年政府工作报告也提出，要完善支持绿色发展的财税、金融、投资、价格政策和相关市场化机制，加快形成绿色低碳供应链。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高度重视产业链供应链绿色发展，在构建绿色供应链管理体系、加强全链条用能管理、协同大中小企业节能提效等方面做出重要指示，为我国产业链供应链绿色发展指明了方向。

我国推进产业链供应链绿色发展面临新的发展形势。从外部环境看，产业链供应链成为全球绿色竞争的重点。当前，全球产业竞争从产品竞争转向产业链群之间的竞争，主要经济体纷纷出台政策加强对产业链供应链的“国家干预”，特别在绿色低碳方面，从产业链供应链视角推进绿色低碳转型成为各主要经济体打造制造业竞争优势、促进经济绿色复苏的关键着力点，部署了一系列贸易保护、设置绿色壁垒等政策。我国要规避相关风险，强化绿色产业链供应链建设是主要手段之一。从内部发展阶段看，我国打造绿色低碳产业链供应链基础更加完善。一方面，我国工业数字化智能化不断提速，为产业链供应链信息透明和预测性管理提供强有力支撑，为产品设计、生产、物流、使用到报废等的全流程绿色化提供更高效的生产方式和组织管理模式。另一方面，越来越多的行业在推动产业链供应链绿色管理中融入

全生命周期、生产者责任延伸、低碳零碳等理念，产业链供应链发展被赋予新的时代内涵。总体来看，产业链供应链涉及市场主体更全、覆盖生产要素更广、资源配置范围更大、作用环节实现闭环，作用方式强调全链协同，作为绿色产业体系的重要内容，有利于供需协同调整和优化，未来将在促进我国工业整体节能降碳、提质增效，最终提升整个产业链供应链绿色竞争力方面发挥更大作用。

因此，本报告将研究视角聚焦“产业链供应链”，以钢铁、新能源汽车行业为例，在对龙头企业典型案例进行态势跟踪和深度分析的基础上，围绕供给绿色化、需求绿色化、全链绿色化三大重点方向，提炼出 12 个主要实施路径，并通过对比石化、有色等行业特征，提出典型路径向其他行业扩散的可行性。本报告围绕典型路径，从企业、行业、政府的角度，结合我国国情科学设计推进思路 and 方案，从源头节能减碳、增强创新动力、扩大绿色需求、促进资源利用等方面，提出各类主体主要着力点，协同提高产业链运行效率，降低能耗物耗和碳排放，希望能为政府和业界推动全链条协同联动、节能提效提供参考。

目 录

一、产业链供应链绿色发展的最新形势.....	1
(一) 产业链供应链绿色发展的科学内涵和重要意义.....	1
1. 产业链供应链是推动绿色发展的重要抓手.....	1
2. 产业链供应链对推进绿色发展作用日益突出.....	2
(二) 推动产业链供应链绿色发展成为全球共识.....	4
1. 大国政府全面发力，统筹建设绿色产业链供应链.....	4
2. 产业力量表现活跃，推动产业链供应链绿色跃升.....	6
(三) 我国产业链供应链绿色发展面临新要求新机遇.....	8
1. 战略导向逐步明确，引领产业链供应链绿色发展.....	8
2. 发展条件逐步向好，助力产业链供应链绿色升级.....	9
二、产业链供应链绿色发展的主要路径.....	10
(一) 重点行业产业链供应链剖析.....	11
1. 钢铁行业产业链供应链剖析.....	11
2. 新能源汽车行业产业链供应链剖析.....	12
(二) 重点行业产业链供应链绿色发展的实施路径.....	13
1. 夯实产业基础，加快供给绿色化.....	13
2. 激活发展引擎，促进需求绿色化.....	20
3. 优化产业生态，推动全链绿色化.....	23
4. 统筹推进产业链供应链绿色发展的实施路径.....	29
(三) 重点行业产业链供应链绿色发展的路径推广.....	33
1. 两大类型行业的发展路径着力重点不同.....	33
2. 两大类型行业的发展路径拓展方向各异.....	34
三、产业链供应链绿色发展的对策建议.....	38
(一) 推动产业链供应链源头节能减碳：绿色能源和绿色资源.....	39
(二) 增强产业链供应链绿色发展动力：绿色研发.....	40
(三) 引领产业链供应链关键过程增绿：绿色生产和绿色应用.....	42
(四) 实现产业链供应链绿色流动闭环：绿色物流和综合利用.....	43
(五) 推进产业链供应链全链绿色协同：全链协同能效提升.....	44

图 目 录

图 1 绿色产业链供应链地位和作用.....	3
图 2 钢铁产业链供应链视图.....	12
图 3 新能源汽车全链视图.....	13
图 4 北汽新能源与上下游企业合作推出“擎天柱”计划.....	24
图 5 宝武构建世界一流全产业链供应链的综合服务平台.....	26
图 6 “卫蓝生态联盟”主导充电标准制定.....	26
图 7 安赛乐米塔尔主导责任钢认证标准.....	27
图 8 鞍钢鲅鱼圈分公司 1+9 智慧化能源管控平台.....	28
图 9 河钢 WisCarbon 碳中和数字化平台.....	29
图 10 重点行业产业链供应链绿色发展路径.....	30
图 11 两大行业路径差异示意图.....	34
图 12 各类主体推动产业链供应链绿色发展角色定位和着力点.....	39

表 目 录

表 1 2021-2023 年钢铁行业兼并重组情况.....	23
表 2 钢铁行业产业链供应链绿色发展路径推广分析表.....	35
表 3 新能源汽车产业链供应链绿色发展路径推广分析表.....	38

一、产业链供应链绿色发展的最新形势

产业链供应链是贯穿工业全流程全环节的筋骨脉络，是构筑高质量产业基础的重要载体，是推进产业绿色低碳转型的主要抓手。随着数字技术融合范围更广、绿色工艺体系化升级，产业链供应链绿色发展面临新机遇，各主要国家也将推进重点行业产业链供应链绿色发展提升至战略高度，全球绿色产业链供应链竞争加剧。

（一）产业链供应链绿色发展的科学内涵和重要意义

产业链供应链覆盖产业从能源、资源输入，到产品向使用端输出乃至回收利用的全环节、全流程、全主体，是推进产业绿色低碳转型的主要载体和实施工业企业绿色化改造的重要抓手，对推动生产方式变革和效率提升意义重大。

1. 产业链供应链是推动绿色发展的重要抓手

绿色低碳发展既离不开产业间协调配合，也需要企业实施，需要统筹考虑产业链供应链绿色化。其中，产业链围绕一个关键的最终产品和服务，相关产业部门沿一定时空布局顺序，按照分工和供需关系形成的链式关联形态，强调产业层面不同环节的协同。产业链是一个经济学概念，是建立在产业间内部分工和供需关系的基础上，上下游不同节点、不同企业之间产品交换和信息传递，进而完成产品从原材料获取、生产制造、销售使用、报废回收等完整的产业过程。不同环节以技术为支撑，以资本为纽带，以产品和服务为载体，形成上下连接、前后联系、向两端延伸的链条。供应链指各相关企业集群沿研、产、供、销、服等过程链条相互作用的高效协同的组织形态，强调企

业层面的供需和流通关系。供应链是一个管理学概念，是通过计划、获得、存储、分销、服务等资源分配和流动过程，完成从原材料供货商、供应商、制造商、仓储商、运输商、分销商、零售商到终端客户的产品流动和价值增值过程。不同节点的企业以终端需求为导向，以资源整合为方式，形成串联不同企业主体的链条。总体来看，**产业链供应链绿色发展**，是指由“链主企业”牵头，通过技术扩散、标准应用、产品评价等向研发商、生产商、运输商、销售商、终端用户、回收利用企业施加影响，实现采购、设计、生产、销售、物流、使用、回收处理等全链条全流程的能源资源高效利用和环境影响最小（含碳中和）的管理和协调过程。其对不同角色的企业核心要求各异，例如对上游供应商，要求其实现产品绿色设计和原材料、零部件的供应，对链主企业，要求其实现产品生产和服务供给的绿色化组织管理，对下游采购商/消费者，要求其逐步寻求绿色产品和服务。

2. 产业链供应链对推进绿色发展作用日益突出

产业链供应链绿色发展，推动绿色低碳着力点由个别环节和单点企业转向全链条全生态，通过产业链供应链协同合作实现全局绿色化改造和升级。一方面，产业链供应链通过面向消费者的绿色消费和面向企业、机构的绿色采购等绿色需求传导，倒逼企业不断规制生产行为，提高产品性能，提高生产制造和组织管理效率，推动产业绿色低碳循环发展。另一方面产业链供应链通过绿色技术开发、绿色产品研制、绿色服务等绿色供给传导，驱动产业自身节能减碳、提质增效，全维度服务产业链供应链绿色升级。绿色产业链供应链是绿色产业体

系的重要内容，是解决国内绿色供给与需求矛盾的中介桥梁，推动产业链供应链绿色转型，有利于更充分释放绿色需求空间，有利于更彻底优化供给结构，通过供需协同调整和优化，形成更高效率和更高质量的投入产出关系，推动经济动能转换和产业转型升级。（如下图所示）



来源：中国信息通信研究院

图 1 绿色产业链供应链地位和作用

一是涉及市场主体更全。产业链供应链能够有效覆盖上下游所有厂商，凝聚和协调全链条全周期全环节的所有企业主体，通过作用于更多市场主体和产业集群，实现产业生态整体绿色化升级。二是覆盖生产要素更广。产业链供应链能够实现人才、资金、技术、设备、数据等全要素渗透、交叉和利用，聚焦关键节点开展要素针对性调配，靶向发力，更好支撑产业绿色创新和转型。三是资源配置范围更大。产业链供应链能够在全链范围整合利用内、外部资源，充分考虑不同产业特征和节点位置的差异性，深化能源、矿产、土地、政策等各类

资源的统筹规划和协同配合，确保资源利用最大化，更高效地支持绿色产业发展。**四是作用环节实现闭环。**产业链供应链能够覆盖从原材料输入、生产加工、消费使用、报废回收的全链条、全环节、全流程，特别是通过资源循环化利用有效拓展节能减碳环节，实现资源全链条闭环管理。**五是作用方式强调全链协同。**产业链供应链能够充分发挥“链主”企业带动作用，通过订单安排、联盟领袖、项目共建等各种方式实现上下游企业协作分工、生态整合，实现“一核”带“多点”、“一核”带“全链”的绿色集约发展。

（二）推动产业链供应链绿色发展成为全球共识

发达经济体立足支持本土绿色产业链供应链，在直接补贴、公私合作、绿色金融等方向上发力，推动将本国绿色优势转化为国际竞争优势，相关行业组织、龙头企业等也纷纷强化相关部署，深入推进产业链供应链绿色低碳转型。

1. 大国政府全面发力，统筹建设绿色产业链供应链

一是支持本土绿色低碳产业链供应链发展。美西方发达国家在财政补贴、税收优惠、产业基金等方面，加强对绿色产业链供应链支持力度。**第一，加大对新能源汽车、动力电池等新兴绿色产业支持。**美国 2023 年通过《基础设施投资和就业法》为美国电池和关键矿产供应链提供 70 亿美元资助。欧委会 2023 年《净零工业法案》提出从欧盟基金中拨款 2500 亿欧元扶持本土光伏制造装机、风机和热泵制造、电池制造等八大净零工业领域，支持欧盟“战略性净零技术的本土制造能力”。法国、英国、日本等也陆续发布相关资金政策，支持电动汽

车、绿色能源等产业发展。**第二，鼓励钢铁、有色等传统工业产业链供应链绿色转型升级。**美国 2022 年部署 58 亿美元先进工业设施部署计划，推进钢铁、铝、水泥等高耗能制造业技术、工艺等绿色化改造。依托国家气候工作组，协调相关政策落实。欧盟通过“投资欧盟”、“创新基金”、“欧洲主权基金”等推动欧盟钢铁、建筑等领域净零技术投融资。2023 年韩国贸易、工业和能源部推动设立 1500 亿韩元基金，支持国内龙头钢铁企业脱碳，促进产业链供应链绿色化。日本《2050 碳中和绿色成长战略》综合利用绿色基金、碳中和投资促进税、低碳投资贴息制度等支持钢铁在内的冶金行业全链脱碳。

二是建立伙伴关系构筑绿色供应链“小圈子”。**第一，开展绿色低碳技术或项目合作。**美与日、欧签署“关于未来氢能及燃料电池技术合作的联合声明”。欧盟 2023 年《净零时代的绿色新政工业计划》提出与合作伙伴共同开发净零技术；探索创建关键原材料俱乐部，聚集消费国与资源供应国，强化净零工业伙伴关系。**第二，围绕关键矿产构建供应链“联合体”。**2022 年 6 月，美国联合英、法、日、韩、加、意、澳等国及欧盟共同成立“矿产安全伙伴关系”，旨在谋求对话供应链脱钩情况下，建立稳定多元的供应链。2023 年 3 月，美国和欧盟达成“关键矿产供应链合作协议”，与日本达成关于加强电动汽车电池关键矿产供应链的协议，以“确保美国及其盟友在关键矿产上不依赖中国”。**第三，积极推进供应链节能降碳。**西方国家推动成立“先行者联盟”¹，要求成员承诺到 2030 年使用可持续航空燃料、零排放船舶、零

¹ First Movers Coalition: <https://initiatives.weforum.org/first-movers-coalition/commitments>

排放中型和重型车辆等，积极打造净零排放供应链。目前联盟包括波音、达美航空、汉莎航空等航空公司，马士基等航运公司，以及联邦快递、斯坦尼斯、沃尔沃等货运公司。目前联盟已发展至 95 名成员。

三是在相关产业政策中增加“排他性”条款。美国《通胀削减法案》对电动车的消费者税收抵免政策中，不满足本土生产则税收抵免减半，以及对电池组件中锂、镍、钴等关键矿物来自“受关注实体国家”的，无法享受税收抵免。欧盟《净零工业法案》提出，到 2030 年来自欧洲本土的关键原材料供应、加工、回收比例至少分别达到 10%、40% 和 15%，来自单一第三方国家的战略原材料在欧市场份额不应超过 65%，否则将无法获得相关政府采购和产业补贴支持。

四是构筑绿色贸易壁垒提高外国企业进入门槛。**第一，强化绿色低碳标准要求。**例如欧委会 2022 年提出光伏组件生态设计要求，并拟将其纳入“生态标签”作为欧盟绿色公共采购标准。欧盟理事会和议会 2023 年发布《关于电池和废电池的法规提案》，拟于 2024 年 7 月要求供应商提供碳足迹生命，2026 年加贴电池碳足迹性能等级标签，2027 年要求生命周期碳足迹值低于法案设定的最大限制。**第二，实施碳关税政策。**2023 年欧洲议会提出自 2023 年 10 月起对在欧盟销售的水泥、铝、化肥和电力，及氢气和部分间接排放、下游产品实施碳关税，以防止碳泄漏。2023 年 12 月，英国也正式宣布 2027 年起实施英国“碳边境调节机制”，初步包括铝、水泥、陶瓷、化肥、玻璃、氢气、钢铁四大类产品。

2. 产业力量表现活跃，推动产业链供应链绿色跃升

国际组织围绕上、中、下游，提升全产业链供应链绿色发展水平。

一是上游推动大企业购买及使用绿电。国际气候组织与碳信息披露项目合作发起的全球企业可再生能源倡议（100% Renewable Electricity，简称 RE100）受到广泛关注，苹果、谷歌、微软、飞利浦、高盛、台积电等全球超 370 家成员加入 RE100，公开承诺在 2050 年前 100% 使用可再生能源。**二是**中游发挥链主作用推进全链减碳。世界资源研究所（WRI）、世界自然基金会（WWF）、联合国全球契约项目（UNGC）和碳信息披露项目（CDP）联合发起科学碳目标倡议（SBTi），目前已有 2466 家企业加入，其中 1155 家得到正式批准，倡议内容包括承诺龙头采购绿色低碳产品，带动产业链供应链绿色低碳转型等。**三是**下游推进需求行业使用净零钢铁。气候组织与钢铁行业权威认证机构合作发起全球净零钢铁倡议（简称 SteelZero 倡议），倡导成员单位 2030 年前采购、预订或储存 50%净零钢材，2050 年前实现采购、预订或储存 100%净零钢材。

跨国龙头企业发挥在全球价值链中的地位和作用，牵引产业链供应链绿色发展。**一是**大宗产品领域，企业推动绿色资源生产和供给。例如塔塔钢铁发布《环保产品声明计划》，利用欧洲全生命周期理念推动钢铁全产业链供应链绿色低碳。**二是**大宗消费领域，企业推动全生命周期节能降碳。例如福特汽车于 2022 年陆续与塔塔、萨尔茨吉特等钢企签署《供应谅解备忘录》，要求后者提供低碳钢材，用于 2023 年电动车生产。日产汽车提出“2030 愿景”，利用先进技术降低碳足迹，计划到 2050 年实现企业运营和产品生命周期碳中和。**总体来看，全**

球各行业龙头企业积极行动，利用行业影响力将环境管理和绿色转型向上游延伸。根据《绿色供应链 CITI 暨气候行动 CATI 指数评价报告（2022年）》，目前共有482家企业承诺开展绿色供应链管理、107家企业推动1553家供应商就3633条环境违规记录说明情况、66家企业利用自动化工具推动2万家供应商追踪环境表现，充分体现行业龙头企业牵引作用。

（三）我国产业链供应链绿色发展面临新要求新机遇

“产业链供应链”作为推进产业绿色转型的重要切入点，在相关政策中地位愈加凸显。此外，绿色工艺集成化创新、数字赋能全链体系化发展、覆盖全链绿色化的政策体系日趋完善，也为我国产业链供应链绿色化提供新的有利条件。

1. 战略导向逐步明确，引领产业链供应链绿色发展

党中央高度重视绿色低碳协同发展，聚焦我国产业发展新阶段，聚焦培育绿色低碳产业和促进绿色消费等提出新思路、新要求。2022年10月，习近平代表第十九届中央委员会向党的二十大作报告时指出“我们要加快发展方式绿色转型，实施全面节约战略，发展绿色低碳产业，倡导绿色消费，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式”。2023年12月中央经济工作会议提出，大力发展数字消费、绿色消费等，积极培育智能家居等新的消费增长点，强调要“积极稳妥推进碳达峰碳中和，加快打造绿色低碳供应链。”为新时期产业链供应链绿色发展指明了方向、凝聚了共识。国家相关战略高度重视产业链供应链绿色协同提升，强调工业企业、园区全链条全维度用能管理等，引

导全价值链绿色低碳转型。《“十四五”工业绿色发展规划》提出“推动绿色产业链与绿色供应链协同发展，鼓励汽车、家电、机械等生产企业构建数据支撑、网络共享、智能协作的绿色供应链管理体系”，明确将数字化智能化作为推动产业链供应链绿色升级的重要手段。《工业能效提升行动计划》提出要“稳妥有序推动工业节能从局部单体节能向全流程系统节能转变。”要“推动工业企业、工业园区加强全链条、全维度、全过程用能管理，协同推进大中小企业节能提效，系统提升产业链供应链综合能效水平。”等，将节能提效纳入工业产业链供应链绿色低碳转型发展要求。

2.发展条件逐步向好，助力产业链供应链绿色升级

一是绿色技术基础逐步夯实。政产学研积极推动低碳技术和工艺创新、绿色供给等，为驱动全产业链供应链绿色发展创造条件。各行业从单点技术创新转向全工序全流程绿色化的集成创新的趋势愈发明显，有色、建材、化工等重点工业领域已初步建立贯穿绿色能源、绿色原材料、绿色生产、绿色回收、碳捕集封存及利用等全流程的低碳、零碳、负碳技术和工艺广泛应用和推广，为推进工业产业链供应链绿色低碳发展奠定技术基础。

二是数字技术加快发展和融合创新。工业互联网、AI大模型、数字孪生等新兴技术深度赋能全要素全流程，支撑全链条泛在连接、感知控制和决策优化，从设计、制造、管理和服务全环节，从清洁生产、节能减排、循环利用、减碳降碳全维度赋能绿色发展，为全产业链供应链绿色转型提供更加全方位、体系化支撑。根据中国信息通信研究

院 2022 年测算数据，赋能能耗降低成效范围为 5.7%-20%，赋能生产运营成本降低成效范围为 8.4%-24.7%，赋能产能提升成效范围为 3.2%-17.7%，数字技术赋能绿色低碳未来仍有较大潜力。

三是绿色制造标杆示范愈加丰富。我国已初步构建从基础原材料到终端消费品的全链条绿色供给体系，为促进工业全产业链供应链绿色发展提供了可借鉴、可复制的模式。截止 2022 年底，我国已培养并构建 4271 家绿色工厂、151 个绿色园区、501 家绿色供应链企业、近 2 万种绿色产品，充分形成了产品、工厂、园区、供应链管理企业等多位一体的绿色化发展格局，通过标杆案例的示范效应带动各行业推动产业链供应链绿色低碳转型。

四是相关制度保障逐步完善。我国加速建立贯穿全产业链供应链的政策体系及工作机制，为工业全产业链供应链绿色发展提供政策驱动。《计量发展规划（2021—2035 年）》、《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案（2022）》等为产业链供应链绿色化数据计量和统计核算体系提供依据，《工业节能监察管理办法》为产业链供应链绿色诊断体系提供保障，《绿色供应链管理企业评价指标体系》为绿色产业链供应链对标评估体系构建提供评价标准。

二、产业链供应链绿色发展的主要路径

近年来，工业企业聚焦清洁能源替代、资源高效利用、绿色产品研发生产、绿色物流和综合利用等重点方向，加速推动技术创新、工艺改造和数字赋能，特别是发挥“链主”企业作用，在标准引领、技术扩散、供应链管理、订单牵引等方面开展了一系列探索和实践。本章

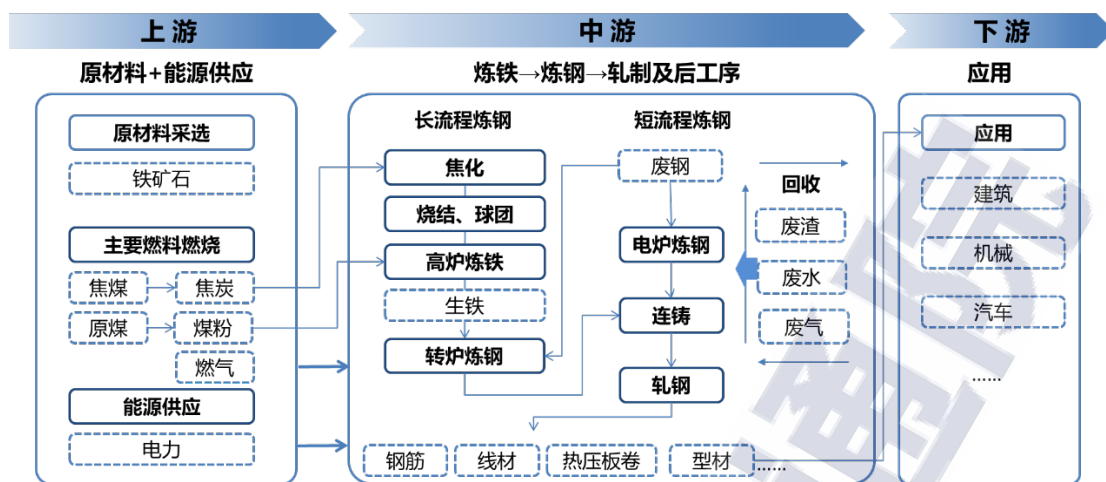
以钢铁行业和新能源汽车行业为例，提炼产业链供应链绿色发展的主要路径和方法集。

（一）重点行业产业链供应链剖析

钢铁行业作为典型的传统制造业，其碳排放在 31 个工业门类中碳排放量最大，是工业化的引擎和国民经济的支柱产业。新能源汽车行业作为典型的新兴产业（“新三样”之首），能有效助力优化交通行业能源结构，是我国实现弯道超车的战略性产业。这两大行业产业链条长、涉及节点多，分别涉及“传统工业绿色化改造”和“新兴绿色产业培育”，其产业链供应链绿色发展路径将具有较强代表性。报告选取钢铁和新能源汽车行业作为研究重点，摸底两大行业推动产业链供应链绿色发展的典型应用。

1. 钢铁行业产业链供应链剖析

钢铁产业链较长，涉及到上游的铁矿石采掘、炼钢、中游的轧钢、加工、下游的销售等多个环节，钢材厂商覆盖大部分碳排放的电耗及冶炼加工环节。具体地，**上游**是原材料和能源供应环节，主要包括原材料（铁矿石）的采选，焦煤、原煤等主要燃料燃烧和电力能源供应。**中游**是炼铁、炼钢、轧制及后工序环节，具体包含长流程炼钢和短流程炼钢以及伴随的废渣、废水、废气的回收过程。**下游**是钢铁的应用环节，主要是钢铁行业在建筑、机械和汽车等消费领域中的使用。下图为钢铁行业产业链供应链视图。



来源：中国信息通信研究院

图 2 钢铁产业链供应链视图

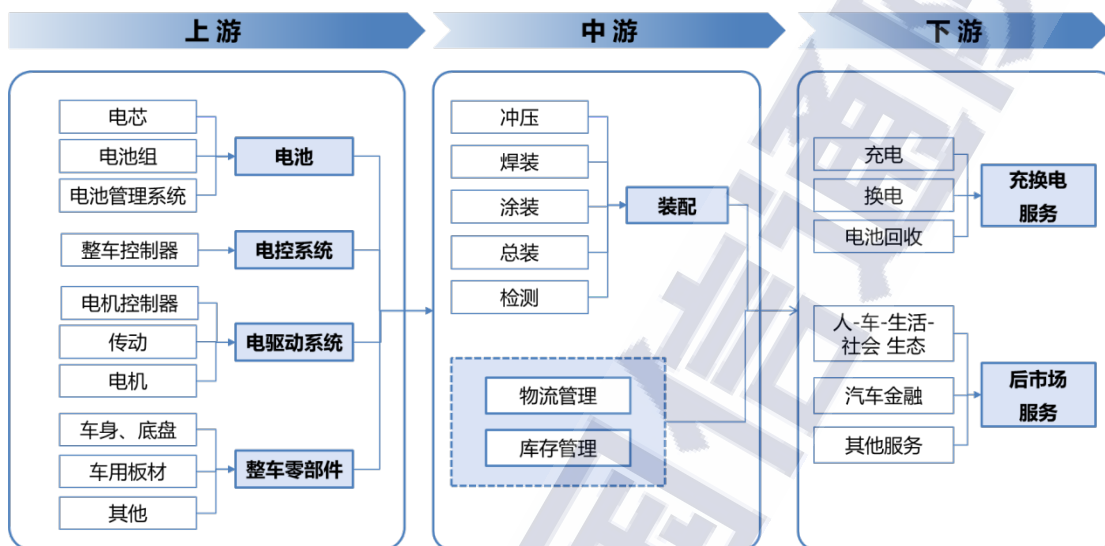
2. 新能源汽车行业产业链供应链剖析

新能源汽车主要包括纯电动汽车、插电式混合动力汽车及燃料电池汽车²。在政策和市场双轮驱动下，纯电动车为当期以及未来一段时间内新能源汽车主流。政策方面，《智能汽车创新发展战略》、《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》等明确提出纯电动汽车为发展主流；市场方面，据统计，截至 2023 年 9 月底，纯电动汽车保有量占新能源汽车总量的 76.9%。因此，报告选取纯电汽车作为新能源汽车领域研究重点。

新能源汽车产业链条长、涉及节点多、管理复杂，协同减碳路径具有较强可参考性。具体包括上游的电池、电机、电控、汽车零部件等，中游的整车制造、下游的充换电服务、后市场服务等。具体地，上游是锂电池、镍氢电池、磷酸铁锂电池等动力电池，圆线、扁线电机，以及电子元器件、车身、车用板材等，中游主要为

² 引自《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020 年）》

冲压、焊装、涂装、总装等整车生产，下游主要为充电、换电、电池回收等充电服务，以及汽车金融、维修保养、车载服务等各类售后服务。下图为新能源汽车行业产业链供应链视图。



来源：中国信息通信研究院

图 3 新能源汽车全链视图

报告聚焦钢铁、新能源汽车作为研究重点，总结工业企业推动产业链供应链绿色发展典型应用，提炼主要路径。

（二）重点行业产业链供应链绿色发展的实施路径

钢铁、新能源汽车行业分别聚焦产业链供应链关键节点，以及全链条协同和资源整合，充分发挥“链主”企业牵引带动能力，发挥数字技术辅助产业链运行监测和科学决策的赋能作用，通过绿色技术创新、开展绿色生产、组建产业链协作综合体等，推动全链条绿色低碳发展，加快工业节能提效。

1. 夯实产业基础，加快供给绿色化

一是能源绿色化。工业是我国能源消费大户，工业能耗占比达全

国能耗 70%以上，持续推进能源绿色清洁，是实现工业领域产业链供应链绿色转型的关键，钢铁、新能源汽车企业均高度重视能源清洁化转型，积极推动绿色清洁能源利用，促进能源结构优化。**第一，建设绿电项目。**以工业企业投资为主，能源公司提供相关服务，部分地方政府提供政策环境支持。在钢铁行业，中国宝武钢铁集团 2021 年与三门峡市政府部署“三门峡源网荷储一体化绿电园区项目”，联合上海龙投威盛能源科技公司推进新能源供电，每年绿电发电量预计达 3.5 亿度。在新能源行业，宁德时代加快工厂地面和屋顶光伏项目建设，2022 年分布式光伏全年发电量 5.8 万兆瓦时，绿电占比 26.6%，比亚迪自建潍坊屋顶光伏项目，预计每年发电量约为 75 万度，减少碳排放约 748 吨。**第二，共建合资公司。**工业企业与能源公司共建合资公司，共同开发可再生能源项目。例如在钢铁行业，安赛乐米塔尔 2023 年与可再生能源生产商 Casa dos Ventos 成立合资企业，投资 8 亿美元建设“风力发电园”项目，总功率达 554 兆瓦，可支持安米印度钢企 20% 电力需求，每年减少碳排放量约 150 万吨。**第三，开展绿电交易。**工业企业积极响应国家战略，部署推进绿电交易，推进可再生能源消纳，促进能源结构绿色低碳和清洁高效。2022 年 3 月，河钢在冀北电力交易中心购买 2.7 亿千瓦时绿电。宝钢也发挥龙头企业带动作用，增加绿色电力采购，根据《2023 年中国企业绿电交易排行榜》，2023 年宝钢股份（宝山基地）以 900GWh 位居第二。

二是资源绿色化。矿石、钢铁等大宗产品，以及电池、电机等关键零部件作为钢铁或新能源汽车低碳发展的重要物质基础，是行业推

进产业链供应链绿色低碳发展的重要着力点。相关钢企、车企通过标准制定、外购绿色技术、产业链上下游绿色合作等方式加强资源环节的绿色化。**第一，通过投资并购等方式推进绿色原料采购。**工业绿色低碳高质量发展对上游原材料、零部件等提出更高要求，企业纷纷采购有利于环境保护和碳排放的原材料。例如，钢企通过购买采矿权、兼并收购、合资开发等方式积极布局优质铁矿石项目，提高对吨钢产量更大、碳排放较低的优质铁矿石的掌控力。包括宝钢与澳大利亚铁矿生产商 Hancock 合资开发“直接装船铁矿石项目”、鞍钢投资澳大利亚“卡拉拉铁矿项目”等。**第二，开展绿色供应链管理。**“链主”企业对供应商进行审核调查，筛选合规环保物料。例如，宁德时代实施“CREDIT”价值链可持续透明度审核计划，包括应对气候变化、能源管理、排放与废弃物控制、循环材料管理。比亚迪供应商审核表设置“有害物质管控”专项模块，督促不合格供应商整改关闭。**第三，发布针对上游绿色矿石、零部件等的绿色标准，辅助合规物料筛选。**龙头企业纷纷牵头制定相关原料绿色标准，优化绿色原料品质质量，提高零部件绿色发展水平，推动行业节能减排进程。例如，宝武资源协助钢协打造产品环境生命平台，并于 2022 年主导编制铁矿石（球团矿）PCR/EPD 开发，其 EPD 报告包括生命周期评价信息、环境绩效、产品信息、含量声明等七个部分，经过第三方认证机构已经全球首发。再如，宁德时代等对重点产品开展碳足迹分析，包括生产、运输、使用、回收等环节 50 余款产品。

三是资源、能源循环利用。资源能源循环利用在产业链供应链绿

色化、循环化发展中发挥至关重要的作用，特别是钢企积极开展碳捕集封存即利用，对生产过程中产生的废热、废渣、废水等开展综合利用，车企加紧对动力电池开展回收管理和循环利用，减少能源资源浪费，助力工业可持续发展。

第一，与上下游合作推进碳捕集封存及利用。企业联通上下游合作单位，积极部署大规模碳捕集利用封存项目，将生产过程中排放的碳分离、存储并进行低成本、高附加值的再利用。例如河钢集团 2023 年与必和必拓开展 CCUS 项目合作，推动产出满足工业级或食品级要求的 CO₂ 精制产品，打通 CO₂ 制备菌体蛋白的高价值利用路线。2021 年，安米在比利时根特工厂利用碳回收技术，将炼钢产生的高炉煤气转化为乙醇，预计满负荷下年生产 8000 万升乙醇。2023 年 6 月已获得首批乙醇。

第二，优先选用可循环材料或再生材料。例如宁德时代选用金属、高密度聚乙烯作为包装材料，可循环使用 3-7 年，单个产品减少 20-50% 绝缘漆使用和废弃量。

第三，开发废渣、废气、废热等回收再利用项目。龙头企业持续强化可再生资源回收利用，减少对原矿、原料等的依赖，减少生产环节，降低环境污染和碳排放。例如鞍钢能源环保中心利用工业高炉冲渣水为城市供暖提供热源，其供暖面积达到 1400 余万平方米，覆盖热用户 5 万余户，每年可减少燃烧标准煤 11650 吨，减少 31105 吨碳排放。

第四，自建回收公司开展资源回收。链主企业依托行业影响力和资源优势成立专门的回收公司，分别聚焦废旧钢材、废旧动力电池等开展针对性回收。例如宝武环科（湛江）聚焦城市钢厂、工业企业、城市矿山三大战略市场，推动建材、电子元器件与机电组件等废旧物资回收、加

工和销售。再如宁德时代成立子公司广东邦普，开展一站式电池回收和定向循环，镍、钴、锰总回收效率达 99.3%。**第五，数字技术赋能综合回收利用。**利用数字技术对重点设施设备进行实时监测、节能提效分析，及时调整运行参数，提高回收效率。例如宝武废渣处理系统对倾翻装置、滚筒、斗提机等重点设施设备进行监控和预测诊断，实现炼钢熔渣不落地、烟气超净排放。宁德时代成品器具运营管理系统对电池包装全程跟踪监控，全年循环包装材料周转效率提升 2-3 倍。

四是绿色技术创新和工艺改造。技术创新和工艺改造是工业领域产业链供应链绿色提升的重要手段，钢铁、新能源汽车行业的龙头企业聚焦绿色技术创新和产线改造升级纷纷开展自主创新或联合研发，不断提高资源能源利用效率，推动经济效益和环境效益双赢。**第一，“链主”企业自主创新和产线优化。**有实力的龙头企业凭借成本和技术优势，纷纷部署典型示范项目，牵头攻克绿色低碳新技术，推进生产绿色化改造。**在创新方面，**例如鞍钢 2022 年推出全球首套“绿氢零碳流化床高效炼铁新技术示范项目”，7 月，八钢 2022 年、2023 年分别推出全球首个 400 立方米和 2500 立方米工业级“富氢碳循环氧气高炉”(HyCROF)等。再如比亚迪开发的刀片电池、宁德时代开发的 CTP 3.0 麒麟电池，能量密度分别达到 140-150Wh/kg 和 255 Wh/kg。比亚迪自研自制扁线电机，全转速下平均效率达到 94.78%。**在升级改造方面，**宝钢 2023 年 3 月投产完全面向新能源汽车的无取向硅钢专业生产产线，设计年产能 50 万吨，减少碳排放 360 万吨。比亚迪 2022 年空压机齿轮变速箱齿轮更换改造项目，年节能效益 572.39 吨标准煤。

宁德时代 2022 年推进节能项目 418 项，避免 44.7 万吨碳排放。**第二，链式合作推进技术创新和产线改造。**各龙头企业联合产业链上下游企业，集聚全链创新优势和资源，开展绿色技术研发和优化升级，释放产业聚合效应，加紧技术合作抱团。如浦项制铁 2022 年与普锐特冶金技术集团合作，开发建设氢基铁水生产示范厂，二者分别提供氢还原制铁模型"HyREX"技术和 Finex 炼铁设备，该厂计划于 2027 年投产，预计 2028 年建成年产 100 万吨直接还原铁的设施。**第三，产学研合作推进技术创新、设备更换和工艺优化。**企业提供创新设备、技术和直接投资，政府提供配套服务和融资支持，开展关键绿色创新技术研发和产线改造。例如 2022 年，日本制铁、JFE 钢铁、神户制钢和金属材料研究开发中心共同组建氢炼铁财团产业联盟，开发氢基冶炼技术³，日铁和 JFE 分别在茨城县和千叶市建立小型实验炉，经产省提供 193 亿日元财政支持，绿色创新基金和绿色转型国债给予融资支持。我国新能源汽车领域龙头企业纷纷联合高校建立联合研究中心，如宁德时代与上海交通大学 2020 年共建清洁能源技术联合研究中心等。**第四，先进绿色技术引进。**企业积极引进国外先进的环保技术和设备，并在此基础上开展自主集成和二次创新，提高能源利用效率，降低排放。如宝钢湛江钢铁 2023 年打造的“百万吨级氢基竖炉项目”，采用了意大利冶金技术商达涅利和电炉设备商特诺恩的 ENERGIIRON（零重整）技术，打通直接还原、电炉炼钢、连铸连轧工艺，一期使用焦炉煤气还原，二期通过使用可再生能源进行电解水

³ 利用利用高炉氢还原技术和仅使用氢还原低品位铁矿石的直接氢还原技术的开发方案。

制备氢气还原，实现全氢冶炼创新，预计年产直接还原优质铁 100 万吨，CO₂ 排放降低 58%-89%。**第五，数字赋能产品研发和生产。**企业利用大数据、人工智能、模拟仿真等赋能工厂参数优化、零件选材、模具开发等，助力绿色低碳研发生产，降低能耗物耗。例如包钢集团利用生命周期评价系统对稀土、稀土钢等多个产品进行全生命周期评价，助力产品开发和工艺改进，推动企业吨钢耗电、耗新水分别下降约 4%和 19%。宁德时代“灯塔工厂”，利用人工智能、先进分析和边缘/云计算等技术赋能电池生产，每年能耗降低 10%。比亚迪搭建全方位 QMS 系统，并与 MES、PLM、闭环平台等多系统集成，生产效率提升 17.65%。

五是物流配送绿色化。钢企、新能源汽车纷纷以绿色低碳“新引擎”带动生产物资转运步入“绿色物流”新轨道。**第一，清洁运力替代。**生产商、制造商将新能源技术引入运输环节，打通低碳物流的畅通路径，提升供应链清洁能源运输比例。宝钢（2021 年宝山基地氢能重卡商业化运营项目）、河钢（2021 年唐钢新区氢能重卡运输线）等钢铁企业纷纷推进氢能重卡、电动重卡代替燃油重卡，降低长途运输能耗和碳排放。其中鞍钢股份鲅鱼圈分公司将原有港口大宗物料回运的 80 台燃油重卡全部更换为电动重卡，清洁运输比例提升至 80%以上，每年可减少碳排放约 1.8 万吨。新能源汽车领域龙头企业也加速清洁运力替代，如比亚迪 2022 年打造全国首个汽车品牌零碳园区，园区配送全部使用纯电动叉车、堆垛车、托盘车、重卡、清洁车，全面实现绿色物流。**第二，配送方案优化。**厂区合理规划零部件配送路线，减

少物流距离，降低配送产生的能耗和碳排放。特斯拉上海超级工厂零部件本地化供应率 86%，减少零部件运输距离。特斯拉加州工厂和上海超级工厂合理设计厂区配送路线，送货卡车可以在生产线上准确位置倒车并卸下部件。**第三，数字技术赋能绿色低碳物流。**通过搭建物流配送平台，或增加智能配送设备，优化仓储、配送、贸易效率，降低物流能耗和碳排放。宝武欧冶“4SP 数智物流系统”，实现可视可控的供应链物流服务，宁德时代厦门集运数字供应链项目等也采用了类似方案。比亚迪智能叉车、特斯拉上海超级工厂激光导航叉车，通过激光雷达、超声波等精准规划轨迹，后者每年减碳 4868 吨。

2. 激活发展引擎，促进需求绿色化

一是牵引绿色需求发展。“链主”企业围绕打造绿色品牌、开展绿色认证等，增强用户端对产品、服务绿色低碳认可度，健全绿色市场体系，通过绿色需求引导倒逼制造商生产方式转变和能效提升。**第一，打造绿色产品品牌。**国内外龙头企业不断推动绿色产品产品技术改进，生产高于国家或国际标准的绿色低碳产品，打造绿色低碳产品品牌，促进下游绿色应用。例如如宝钢新国标及《电机能效提升计划（2021~2023 年）》高效电机要求的“BeCOREs®高牌号无取向硅钢”，用于新能源汽车电机，预估将助力交通行业降低 1.14 亿吨碳排放，用于制造高效工业电机，将使电机系统整体效率提高 3%-5%，每年至少减少 5,000 多万吨碳排放。浦项钢铁“超高耐腐蚀材料 Poss470FC 钢”，2010 年获得韩国新再生能源系统认证，并通过韩国科学技术研究院电池可靠性测试，2018 年用于现代汽车氢燃料电池组，相比石墨

材料体积、重量分别减少 50%和 30%。新能源汽车也积极针对不同类型用户打造性能各异的产品子品牌，促进各类群体绿色出行。如比亚迪与德国梅赛德斯-奔驰共同开发的豪华全优出行品牌腾势，中型纯电轿车海豹，高端汽车品牌仰望，中低端车型王朝，针对家庭群体的迪汉 SUV 车型等。**第二，开展绿色产品认证。**“链主”企业主导和参与绿色产品标准发布和开展产品绿色认证。如宝武联合中国钢铁协会，遵循 ISO14025 标准，与鞍钢、中汽、世界钢协等共同启动钢铁行业环境产品声明平台，为产品出具碳足迹报告，截止 2022 年已服务产品数 1830 个，发布碳足迹报告 1005 个，建立零碳模型数 3587 个，涉及热轧板、镀层板、不锈钢等各类产品。2023 年，安赛乐米塔尔与汽车供应商海斯坦普达成协议，使用 75%回收钢和 100%可再生电力制成绿色低碳钢材，经第三方验证出具 XCarb™绿钢证书。海斯坦普使用该钢材生产汽车零部件比普通钢材碳足迹低 70%。宁德时代依 ISO 14025:2006 对储能 280Ah 磷酸铁锂电芯产品的全生命周期环境数据进行报告，并经由 EPD ITALY 平台取得符合 EPDItaly007 和 EN 50693:2019 分类的环境产品声明。

三是开拓下游绿色市场。通过与用户企业签署具备绿色低碳、节能环保属性的产品订单，以及细分下游市场需求开发多元化绿色产品，从主动拓展绿色市场、被动适应绿色需求两个维度，开拓下游市场空间。**第一，签订绿色订单。**生产商与下游行业签署协议，以绿色订单为杠杆，倒逼制造商生产绿色低碳产品。2022 年，河钢、宝钢分别与宝马、奔驰签署《新能源汽车绿色钢材供货合作协议》和《无取向硅

钢供货合作协议》，推动相关车型逐步使用低碳汽车用钢，减少碳排放 95%。宁德时代与日本的本田、欧洲的宝马，戴姆勒和大众，美国的特斯拉和福特等诸多海外新能源车企签订了长期合作合约，拓展下游绿色市场。**第二，差异化开发绿色产品。**生产商面向不同使用场景开发差异化绿色产品，挖掘绿色市场潜力。例如，上汽与鄂尔多斯联手打造全球首个万辆级燃料电池重卡产业化应用项目，每年减少近 50 万吨的碳排放。比亚迪 2023 年面向城市公共交通，先后发布 B19 和单机车型 BYD-Castrosua、B10 纯电公交车等。

四是完善相关售后服务。新能源汽车制造商、动力电池制造商等通过大数据、人工智能、5G 等新一代信息技术，提升客户服务体验，提高充电效率，进一步助力绿色产品需求拓展。**第一，优化售后服务。**优质的售后服务是提高产品市占率的重要一环，企业通过提高售后服务质量，增强客户口碑和满意度，助力客户维系和市场拓展。北汽福田搭建 iTink 云平台，应用 436 种数据算法、搭建 158 个数据模型，输出 214 类智能预测结果，精准刻画用户画像，为客户提供汽车金融、ETC 管理等 360°服务。**第二，提高使用体验。**通过新技术不断增强用户对绿色产品的使用体验，从而提高产品价值。例如宁德时代 2022 年推出“巧克力换电块”，单块电池体积能量密度超 325Wh/L，适配全球 80%车型，可在 3-5 分钟内完成机械补能，单块电池可提供 200 公里左右的续航，极大提高了用户充电便利程度。**第三，提高使用效率。**通过搭建平台盘活基础设施，实现资源合理调配，提高使用和管理效率。例如国内四川、浙江、贵州等上线地方充电运营平台，2023 年上

线国家充电设施监测服务平台；美国 200 家机构共同组建 GeoEVSE 论坛；欧盟七大德系公司成立 Hsubject 平台，助力充电桩进行统一管理及合理调配，减少充电等待时间，有效提高充电效率。

3. 优化产业生态，推动全链绿色化

一是推进行业兼并重组。龙头钢企通过集中资源、优势互补、强强联合，加快行业兼并重组，从过去简单的“去产能”变为现在的“整合优势产能”，打造具有生态主导力和核心竞争力的产业链领航企业，提高全链绿色发展水平。例如河钢 2023 年 3 月成立河南钢铁集团，纵向推进产业链条由钢铁向材料延伸，横向推进同类业务归集和结构性重组。再如鞍钢拟入股凌钢集团，推进区域产业整合，这将使全国排名前十的钢铁企业产业集中度提高至 44%，进一步推动产业聚力提质增效。（具体如下表）

表 1 2021-2023 年钢铁行业兼并重组情况

时间	兼并重组情况
2021.2	中国宝武控制瑞泰科技 30.85% 股权，成为瑞泰科技实际控制人
2021.7	中国宝武重组山钢，双方的总粗钢产量将逼近 1.5 亿吨，占全国粗钢总产量的 14%
2021.8	鞍钢股份与辽宁前杜实业发展集团有限公司、辽宁澎辉铸业有限公司、辽阳联合钢铁有限公司签署《钢铁产能置换转让协议》
2022.8	建龙集团以增资方式参与中钢鞍山热能院混改，混改后持股 11%，共同开展余热余能回收、喷吹系统、能效提升、数字建模等合作
2022.11	中国宝武并购新钢，新钢 51% 股权无偿划拨宝武集团
2022.12	宝钢与包钢合资成立新公司，分别持股 75% 和 25%，推动钢管领域协同发展
2023.3	河钢加速产业重组，3 月成立河南钢铁集团，纵向推进产业链条由钢铁向材料延伸，横向推进同类业务归集和结构性重

	组
--	---

来源：中国信息通信研究院

三是打造全链协作项目。新能源汽车制造商针对全链条节能降碳、提质增效打造合作项目，通过全要素融合、全链条互动，探索全链绿色转型新路径。例如北汽新能源与光伏发电、动力电池、换电、能源、出租车公司等全链条协作，推进“擎天柱计划”（如下图所示），组建以“光储能换电站”为中心的市级、区域级和全国能源互联网。该项目的核心思路是建设独立于现有电网的光伏发电站，为电动车的动力电池充电（这些电池多为已退役动力电池），将充好电的动力电池换装到纯电动车，充电站还可以为其他城市用电提供支持。项目预计 5 年可为国家电网节省用电 1Gwh，实现退役动力电池的梯次利用，5 年可妥善处理退役动力电池 5 万吨，同时推动 50 万台出租车实现电动化，一年可减少 850 万吨碳排放。



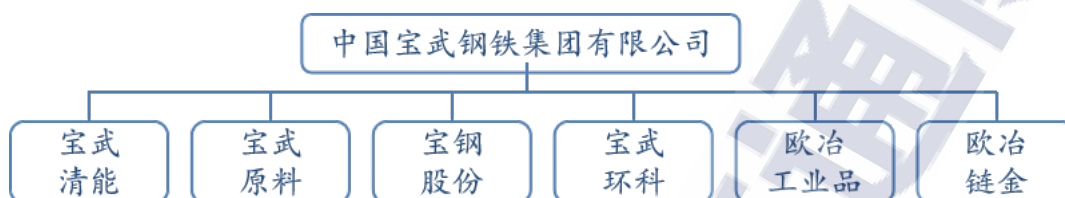
来源：中国信息通信研究院

图 4 北汽新能源与上下游企业合作推出“擎天柱”计划

四是构建全链综合实体。钢铁生产商、新能源制造商等运用“链主”企业影响力，整合上下游资源成立覆盖全产业链供应链的产业综合体，提高对全产业链供应链控制力，提高链条运行效率。**第一，构建不同环节的全链实体。**钢铁企业聚焦主业打造覆盖绿色能源、资源采购、生产、销售/交易、物流配送、回收等全链条联合体，增强全链

绿色发展能力。如中国宝武聚焦主业所需的矿产资源的开发、绿钢交易、物流和再回收等业务，创新商业模式，构建世界一流全产业链供应链的综合服务平台，简称全链绿色化的庞大集团，下设服务绿色能源的宝武氢能、主管绿色采购的宝钢股份和欧冶工业品、负责绿色回收的宝武环科、服务绿色物流回收的欧冶链金等。**第二，打造覆盖全生命周期的“零碳价值链”。**车企围绕能源资源、研发设计、工厂运行、物流配送、充电（使用）等分别采取重点行动，推动全价值链节能降碳。在绿色能源环节，特斯拉在所有工厂截至 2022 年底安装了 32400 千瓦的太阳能电池板。在绿色资源环节，特斯拉得克萨斯州超级工厂选用高效、隔热、低辐射窗户来减少建筑供暖和制冷需求。在绿色生产环节，内华达州超级工厂 AI control 控制 34% 的供暖、通风和空调设施，降低了生产能耗。在绿色物流环节，特斯拉采用现代化工厂设计，将物料流转拖车入口遍布工厂四周，在所需位置精确卸载组件。在绿色使用环节，特斯拉正在加快“超级充电站”建设，2022 年 100% 可再生能源超级充电网络。在绿色回收环节，上海超级工厂回收废弃物高达 93%，内华达工厂每周回收 100 公吨废料。**第三，共建产业生态。**车企推动具有竞合关系的企业、机构等建立合作伙伴关系联合体，共同推进绿色标准制定、绿色技术扩散和绿色产品推广等，推动不同生态位主体的耦合优化，助力工业生态内资源能源高效利用。典型的如北汽新能源与光伏能源、动力电池、能源企业、新能源汽车、信息通信等环节产业链合作伙伴深入合作，建立“卫蓝生态联盟”，首批已有 25 家产业链相关企业，如下图所示。联盟聚焦规划设计、T 建设

施工、快换电池箱、电池系统接口、运行服务网络、服务管理、换点车辆安全性及评价方法等不同环节，制定发布 GBT 33341-2016《电动汽车快换电池箱架通用技术要求》等国家标准 26 项，T/CAAMTB 55-2021《电动乘用车共享换电站建设规范》等行业标准 18 项。



来源：中国信息通信研究院

图 5 宝武构建世界一流全产业链供应链的综合服务平台



来源：中国信息通信研究院

图 6 “卫蓝生态联盟”主导充电标准制定

四是共建全链绿色标准。有实力的钢企、车企纷纷聚焦产品生产全过程，围绕能源资源管理、碳排放等建立全流程绿色评价和管理标准，引导全产业链供应链绿色低碳可持续发展。例如，安赛乐米塔尔 2019 年主导推出 Responsible Steel™（责任钢）认证标准，可为钢铁生产商证明其生产过程符合社会、环境及道德标准。2020 年以来，塔塔钢铁、韩国钢铁、浦项钢铁国际钢企龙头已陆续与其签署合作协议或获得相关认证。比亚迪、宁德时代等新能源汽车领军企业也积极主

导推出绿色化标准，前者参与了《汽车行业生产企业温室气体排放核算与报告规范》、《离子电池产品碳足迹评价导则》等绿色标准，后者核心参与《动力锂离子蓄电池制造业绿色工厂评价要求》（T/CESA 1080-2020）等标准，并深度参与全球电池联盟碳足迹、ESG、电池护照等规则的制定发布。

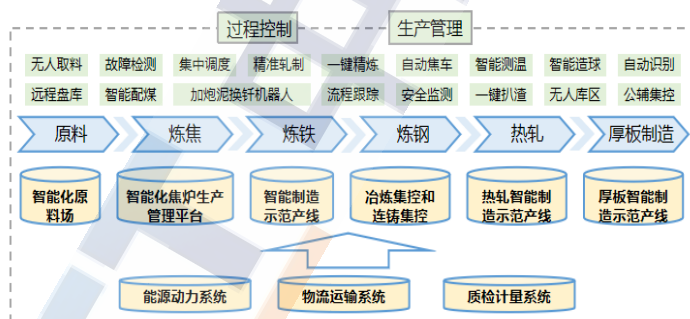


来源：中国信息通信研究院

图 7 安赛乐米塔尔主导责任钢认证标准

五是数字赋能全链绿色低碳。钢铁、新能源汽车行业充分利用数字技术助力全链条能耗、碳排放管理及生产优化，涌现出一批智能管理平台和智慧绿色工厂等新业态。**第一，赋能综合能源管理。**企业通过综合能源管理平台对高耗能高排放环节的重点设施设备进行实时监测，配合生产数据进行能耗预测和针对性优化。如宝武新疆八钢能耗监测项目“基于 ZETA 技术的工业能源数智化管理方案”，围绕钢企转炉、高炉、烧结、焦化等高耗能环节，全面监测钢厂水、电、煤气、氨气、天然气、水蒸气、压缩空气等能源使用情况，配合生产数据开展预测性分析优化，实现能耗优化 20%。**第二，赋能智慧碳排放管理。**企业建立安全可信碳排放管理体系，从

产品层面开展全流程碳足迹计算和分析。如河钢 WisCarbon 碳中和数字化平台，基于河钢工业互联网平台的 IOT 物联网和大数据处理能力，助力全流程精准降碳，其中 CTrace 碳足迹子平台从产品层面开展全流程碳足迹计算和分析，CManage 碳数据管理子平台从企业层面实现全流程碳数据采集、监视和分析。**第三，赋能全产线绿色化智慧化。**企业建立全流程智慧管理体系，对高耗能环节进行实时监测，分别搭建智能管理系统，并连接至集控中心，提高全要素生产率。如鞍钢鲅鱼圈分公司打造冶金流程智慧透明工厂，基于 1+9 智慧化能源管控平台，累计上线 142 个智能模型，实现生产单元(产线)自控化率 100%、操作室集中化率 73%，最大化的发挥协同、一体化的优势。



来源：中国信息通信研究院

图 8 鞍钢鲅鱼圈分公司 1+9 智慧化能源管控平台



来源：河钢集团战略研究院

图 9 河钢 WisCarbon 碳中和数字化平台

4. 统筹推进产业链供应链绿色发展的实施路径

钢铁行业、新能源汽车行业围绕产业链供应链绿色低碳发展要求，从供给绿色化、需求绿色化、全链绿色化等三大方向加速产业链供应链绿色低碳应用和探索实践，形成十二大主要路径（如下图）。其中，数字技术与车间、产线、工厂、园区等深度融合，通过对关键设备设施及产品生产制造全过程的运行监测，深挖各环节节能降碳潜力，促进全流程可视可溯、互联互通和高效协同，实现全链条系统性提质增效。未来可结合行业特征，考虑将相关路径和方法拓展至与其具有类似绿色需求和发展基础的其他工业领域。



来源：中国信息通信研究院

图 10 重点行业产业链供应链绿色发展路径

一是供给绿色化，提高绿色能源、绿色资源、绿色技术等方面的使用比例，实现源头绿色低碳。第一，推动能源绿色化。通过自建/公私合建绿电项目、购买绿电/绿证等方式促进能源供应端的清洁化，增加生产、使用过程的绿电供给。第二，推动资源绿色化。通过采购绿色物料、制定适应本行业、本企业的原材料绿色标准、开展合规绿色供应商筛选等，确保原料、零部件为绿色低碳供给。第三，推动能源资源综合利用。按照全生命周期管理理念，对生产过程中的废渣、废

水、废气、余热，以及有回收利用价值的废旧物资等进行回收和综合利用，促进工业能源资源节约集约循环利用。**第四，开展绿色技术自主创新和工艺改造。**链主企业充分发挥绿色创新的主观能动性，同时调动上下游企业积极性及发挥产学研合力，集聚各方资源开展绿色技术创新及工艺改造，推动产线优化升级，提高全产业链能效水平和碳管理效率。**第五，物流配送绿色化。**通过增加电动、氢能等新能源动力的运输工具，推动供应链流动“经脉”的清洁化、低碳化，通过优化配送路线，减少无效运输行为，提高产业链供应链运行管理效率。

二是需求绿色化，充分调动行业绿色采购、居民绿色消费等的积极性，实现需求端绿色牵引。**第一，引导绿色需求发展。**通过打造绿色产品品牌、开展绿色产品监测认证等，打造绿色制造“拳头产品”，并强化向下游市场推广，通过标杆引领激励上游生产商、制造商进行产线绿色低碳改造。**第二，拓展下游目标市场。**聚焦下游细分市场需求提供差异化的高质量绿色低碳产品，创造和引领绿色市场需求，推进绿色新兴产业链供应链“建链”以及传统高能耗产业链供应链绿色化“强链”。**第三，完善售后服务。**通过工艺革新、设备改造、数字技术赋能等提高绿色消费用户体验，提高相关用户满意度和忠诚度，间接助力绿色需求空间拓展，引导绿色产业链供应链绿色化“延链”。

三是全链绿色化，聚焦优化产业结构、构建产业组织、打造全链项目等维度，提高全链条绿色发展水平。**第一，开展兼并重组。**通过开展兼并重组实现绿色、高效、优势产能对“小散乱”低端产能的替代和整合，同时提高链主企业对全产业生态的绿色牵引把控能力。**第二，**

打造全链协作项目。“链主”企业牵头，联合产业链上下游企业、机构等，共同打造推动全生命周期能源资源高效利用和可持续发展的合作项目。**第二，打造绿色综合体。**紧扣绿色能源、资源、生产、交易、物流等关键节点构建专门绿色化实体，搭建聚集产业链绿色发展相关的企业、机构的合作组织，打造全链绿色协同发展的综合化平台和生态，从而以较低风险推进技术、标准等推广，促进全链绿色化。**第三，共建全链标准。**联合产学研上下游共同发布覆盖全链条、全过程的标准，并推广为团体标准和国家标准，引领全链绿色发展。

其中，**数字技术赋能产业链供应链，实现全流程协同联动，助力全生命周期绿色化。**工业互联网、大数据、人工智能等为代表的数字技术深度赋能全产业链供应链，实现整个产业生态的能源、物料、机器、零部件等物理资源，以及供应商、物流、金融等资源的协同调度，实现全流程、全方位、全要素融会贯通，提高全链管理和运行效率，助力全产业链供应链节能、提质、增效、减碳。**一方面，赋能关键节点绿色化。**产业链关键环节小链主企业充分利用工业互联网、人工智能、大数据等数字技术，聚焦研发、生产、物流、回收等关键节点，对材料使用和产品质量进行监测分析和诊断评估等，优化管理运营决策，实现关键节点的节能提质增效。**另一方面，赋能全链节能降耗。**链主企业开展研、产、供、销全产业链供应链能源资源运行数据监测，识别高耗能设备和流程、工序，依托人工智能、数字孪生等开展预测性优化，提高全流程、全链条能效，实现产业链供应链的源头减排、过程控制、末端治理、综合利

用。

（三）重点行业产业链供应链绿色发展的路径推广

1. 两大类型行业的发展路径着力重点不同

两大类型行业特征不同，产业链供应链绿色发展的路径也各有侧重（如下图所示）。一是生产方式不同，链主企业推动产业链供应链绿色发展的作用路径不同。钢铁行业的链主企业是生产型企业，直接贯通选矿、烧结、焦化、炼铁炼钢、轧钢等钢材生产全过程，话语权更强，往往能直接引领全产业链供应链绿色化。新能源汽车行业的链主企业是装配型企业，其动力电池、电机、电控、车身/底盘等不同零部件往往由车企以外的“小链主”生产，其对全链影响也更多通过各环节“小链主”的协调配合实现。二是所处发展阶段不同，政府对两大类型行业绿色低碳发展的作用也存在差异。前者是研发技术和生产工艺相对成熟的传统产业，对这类行业进行产业链供应链绿色改造，政府更多是参与、辅助角色，后者是仍处在产业链构建和供应链发展过程中的新兴绿色产业，政府在“建链”之初就进行相关产业生态的组织管理和深度介入。三是绿色属性不同，推动产业链供应链绿色化的方向和着力点各异。钢铁行业碳排放量占全国碳排放总量的 15%左右，是制造业 31 个门类中碳排放量最大的行业，推动其产业链供应链绿色化强调对已有产业链的优化，重点是“改绿色”。新能源汽车作为一种绿色低碳出行方式，具有能源效率高、污染小等特征，特别是随着其消耗的电力开始转向太阳能等更加绿色清洁的能源，行业的绿色低碳

属性将更为突出，推动其产业链供应链构建本身就是促进其全链绿色发展的过程，强调新兴绿色产业培育，重点是“筑生态”。



来源：中国信息通信研究院

图 11 两大行业路径差异示意图

2. 两大类型行业的发展路径拓展方向各异

一是对传统工业而言，钢铁行业推动产业链供应链绿色发展的路径和方法集可向石化化工、炼铜、水泥等行业推广，具体来说：第一，行业集中度越高，路径推广可行性越强。龙头企业对产业链供应链影响力和把控力越强，行业通过龙头企业牵引全链绿色低碳转型的可行性越大。目前我国钢铁行业 CR10 集中度为 43%左右⁴，石化行业 CR12 集中度为 48.9%⁵。建材行业中，水泥子领域集中度较高（CR10 集中度 57%⁶），其他如地面材料（CR5 占比 8.7%）、涂料（CR100 占比 31%）、防水材料（CR3 占比 15%）行业集中度相对较低⁷。有色

⁴ 数据来源：宝钢股份，<https://m.jrj.com.cn/madapter/stock/2023/11/21093138501987.shtml>

⁵ 数据来源：观研报告网，《中国石油化工行业现状深度研究与投资趋势分析报告（2022-2029 年）》，

⁶ 数据来源：前瞻经济学人，《洞察 2022：中国水泥制造行业竞争格局及市场份额》，

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1750072539303952259&wfr=spider&for=pc>

⁷ 数据来源：中信证券研究部，《消费建材——享受集中度提升和品类扩张的周期成长赛道》

https://mp.weixin.qq.com/s/m8p8i0sV6oY6_YexIU4RcA

行业细分领域较多，市场集中度差距较大，其中炼铜行业集中度较高，CR5 占比 52%，电解铝集中度较低，CR5 占比 17.4%。**第二，数字化水平越高，路径推广可行性越强。**利用数字技术实现更高效生产、更协同组织、更有效率管理的赋能作用越显著，开展针对性优化进而促进全链提质增效的可操作性越强。2021-2022 年，工信部遴选的 209 家智能制造示范工厂中，钢铁行业入选达 19 家，占比 9.1%，其次是石化化工（12 家）、建材（10 家，其中水泥行业 6 家）、有色（10 家，其中炼铜 4 家，铝业 6 家），石化化工龙头企业数字化智能化水平与钢铁行业相近，有色和建材相比钢铁行业仍有差距。另据钢铁、石化、水泥行业协会预估，数字技术赋能相关行业减碳潜力预计为 8%-10%、10%及 3%-5%。**第三，绿色技术积累越深，路径推广可行性越强。**利用绿色技术推动设施设备绿色化更新、开展产线工艺绿色化改造的难度越低，牵引全链绿色低碳发展的可行性越强。根据生态环境部 2019-2023 年《国家重点推广的低碳技术目录》，石化化工行业低碳技术数量最多，为 33 个，其次为钢铁行业（17 个）、有色行业（10 个），水泥行业低碳技术数量较少，仅为 3 个。

综合以上分析，在行业集中度、数字化水平、绿色技术方面基础最优的为石化、钢铁行业，石化行业推广产业链供应链绿色发展路径可行性最强，有色次之，其中炼铜行业推广可行性高于炼铝，建材行业中水泥行业复制相关路径可行性相对较高（如表所示）。

表 2 钢铁行业产业链供应链绿色发展路径推广分析表

	生产组织形式	行业集中度	数字化水平	绿色技术基础	路径可复制性
钢铁	流程型	●●	●●●	●●	代表行业
石化	流程型	●●●	●●●	●●●	★★★★
有色	流程型	炼铜: ●●●	●	●	★★
		炼铝: ●	●●	●	★
建材	流程型	水泥: ●●●	●●	●	★★
		其他: ——	●	●	★
其他行业	……	……	……	……	……
适配因素	各节点联系紧密性	链主企业牵引作用	数字技术赋能可操作性	绿色技术牵引可行性	——

来源：中国信息通信研究院

二是作为新兴绿色产业培育的典型代表，新能源汽车产业链供应链绿色转型路径可扩散至储能、氢能等新兴领域。相对传统行业已形成相对完整的产业链，新兴绿色产业更多强调“建链”，其经验借鉴需结合行业特征同时考虑路径推广的“必要性”和“可行性”。具体来说：

第一，绿色属性越强，路径推广的必要性越大。新能源汽车采用电能代替传统汽车的化石燃料，对交通出行的降低碳排放和改善空气质量

具有重要意义。氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，正逐步成为全球能源转型发展的重要载体之一。新型储能作为调节电源、提高电网安全稳定性的重要载体，是助力可再生能源高比例应用的关键支撑。**第二，链条协同难度越大，路径推广的必要性越强。**新能源汽车行业龙头企业聚焦研发设计、部件采购、电池生产、整车制造、充电管理、回收利用等重点环节，推动全价值链高效运营和产业链协同，有效提高了能源资源利用效率。氢能涉及中上游的制氢、储运、加注，及下游的交通、工业、建筑、电力等应用；新型储能包括上游原材料、机电设备等，中游储能集成制造、建设工程、下游的并网检测、后期运维等，两大行业产业链条长、业务场景多、协同难度大，有必要充分借鉴新能源汽车发展经验，从供给端、需求端及全链条协同发力，通过组建产业生态、标准引领、订单牵引、数字赋能等，推动绿色产业链供应链构建和发展。**第三，行业集中度越高，路径推广的可行性越强。**对离散行业而言，行业集中度越高，龙头效应越明显，相关路径可推广性越强。据统计，新能源汽车行业市场 CR2 为 39.51%，CR4 为 52.63%，CR8 为 67.71%⁸，可再生能源制氢行业前三家企业已投运项目产能合计占比超 60%⁹，储能行业中，发展较快的锂电行业（电化学储能）CR5 为 42%、CR10 超 50%，集中度一般，全钒液流电池 CR2 超过 50%，行业 CR4 超过 80%¹⁰。

⁸ 前瞻网，《洞察 2023：中国新能源汽车行业竞争格局及市场份额》，http://news.sohu.com/a/747825600_473133

⁹ 前瞻网，《洞察 2024：中国可再生能源制氢行业竞争格局及市场份额》，<https://www.163.com/dy/article/INCIIJSN051480KF.html>

¹⁰ 储能知识库，《洞察 2023：中国全钒液流电池行业竞争格局及市场份额》，<https://mp.weixin.qq.com/s/yNqU9d29jKVJsEFuaN3NYg>

综合以上分析，在行业绿色属性较强、链条协同难度较大、且行业集中度较高的氢能领域，推广产业链供应链绿色发展路径必要性和可行性最强，其次是新型储能行业，特别是近年在我国发展较快的锂电池、全钒液流电池等。

表 3 新能源汽车产业链供应链绿色发展路径推广分析表

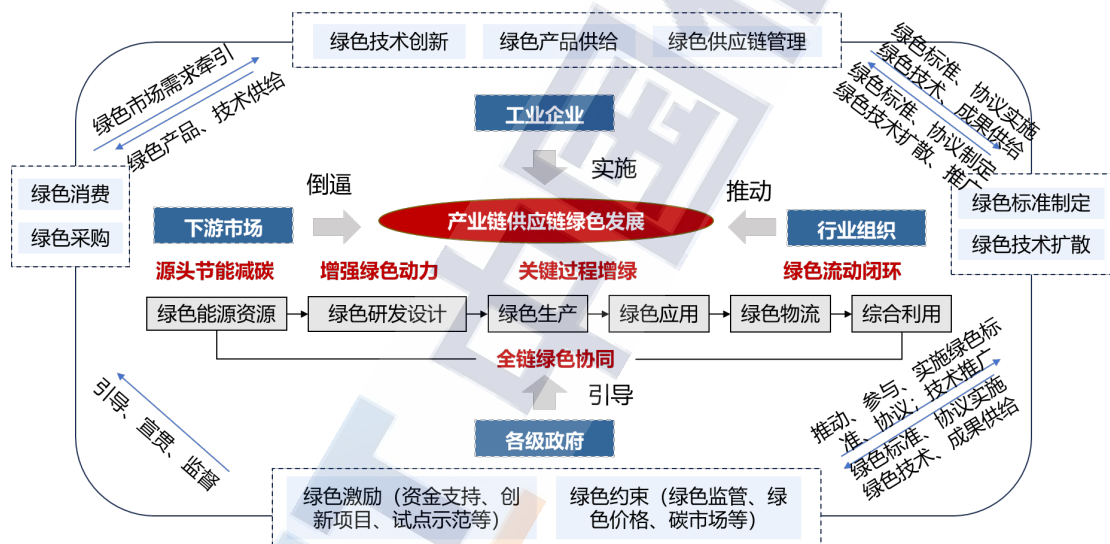
	生产组织形式	产业链成熟度	行业绿色属性	链条协同难度	行业集中度	路径可复制性
新能源汽车	离散	新兴行业建链	●●●	●●●	●●	代表
氢能	离散	发展初期	●●●	●●●	●●●	★★★
新型储能	离散	发展初期	●●●	●●●	锂电池： ●●	★★
					全钒液流电池： ●●●	
其他行业
适配因素	各节点联系紧密性	路径借鉴意义	绿色行业建链需求	上下游协同需求	链主牵引作用	——

来源：中国信息通信研究院

三、产业链供应链绿色发展的对策建议

产业链供应链是我国推动产业绿色转型、增强绿色发展动力的重

要抓手，我国政府聚焦传统工业绿色化“强链”、新兴工业绿色化“建链”等，从激励、约束两大维度部署了一系列政策。但在绿色技术研发、绿色标准牵引、绿色产品供给、绿色消费引领等方面仍面临一系列堵点、难点，未来建议充分结合工业企业推动产业链供应链绿色发展主要路径，集聚工业企业、金融机构、行业组织以及各级政府力量，从能源资源、研发生产、销售使用、综合利用等全链条着手，弥合产业链协同“断点”，促进绿色低碳创新应用，助力产业链供应链绿色化改造，提高产业链供应链绿色化低碳化水平。



来源：中国信息通信研究院

图 12 各类主体推动产业链供应链绿色发展角色定位和着力点

（一）推动产业链供应链源头节能减碳：绿色能源和绿色资源

一是优化调整工业能源结构，提高可再生能源占比。工业企业作为用能主体，其能源结构直接关系产业链供应链能耗发展水平。未来建议企业投资建设可再生能源项目，同时积极采购绿电，切实推进工

业用能多元化、绿色化。**金融机构**作为社会资金重要供给方，承担着为重点企业和项目提供融资等作用。建议银行、保险等各类金融机构未来为工业企业重点可再生能源项目提供多元化融资产品、开辟绿色通道等，降低企业投建可再生能源项目的风险和成本。大力推进工业领域能源结构调整和能源链减碳，需要政府承担统筹引导作用。建议**政府**一方面要进一步鼓励重点行业自主配套风电、光伏项目建设，同时也要加快完善绿电交易指引，推动跨省跨区绿电交易试点，加快输电线路规划建设等，从规范指引、市场建设、基础设施等不同维度强化绿电消费的制度保障，促进可再生能源项目建设和并网，支撑工业消纳可再生能源。

二是适应工业绿色发展要求，增加绿色资源开发利用。工业企业在生产过程中需要消耗一定的金属、矿石等原材料，建议企业进一步加快绿色、环保、循环材料开发和应用，降低资源对环境的依赖，减少废弃物对环境的影响。特别是“链主”企业加快完善供应链管理标准，例如将 ISO 14000 环境管理体系认证、政府环评报告、绿色产品名单等纳入采购要求，倒逼供应商生产制造和组织管理的绿色化。**行业组织**是集聚产业力量、推动行业发展的重要载体，在资源绿色管理方面也发挥着重要作用。未来建议相关组织围绕绿色原材料、关键零部件建立重点产品环境产品声明、碳足迹等绿色化标准，推动物料供给绿色低碳。**各级政府**可以通过政府资助、保险补偿、贴息担保等政策工具的综合运用，推动绿色环保材料应用推广。

（二）增强产业链供应链绿色发展动力：绿色研发

一是支持绿色研发设计，激活绿色创新动能。建议**工业企业**加强生产者责任意识，在产品全生命周期的开端，推动进行能耗低、污染小、可再生的产品，同时加强电气化、能源管理、节能技改、资源综合利用等绿色技术创新和工艺改造。**行业组织**有必要站在绿色产业体系的高度，加快梳理绿色技术图谱，筛选具有战略价值的绿色低碳技术，依托适应绿色低碳发展要求的技术、设备推广目录和淘汰目录，有序推进产业链绿色设备更新和技术升级。此外，由于绿色技术具有“技术溢出”和“环境保护”的双重外部性，但创新成本高、风险大，企业开展绿色技术研发和绿色产品设计的动力有限，建议**政府**发挥引导作用，聚焦碳捕集封存及利用、氢能、新型储能等战略创新领域，部署一批重大科研项目，推动石化、有色、建材等加快绿色创新载体建设，牵引产学研合作开发低碳、零碳、负碳技术，特别是鼓励**民营企业**参与新兴绿色产业重点创新项目，提高绿色技术创新能力，推动本土绿色新兴产业“建链”，促进传统工业绿色化“强链”。

二是强化绿色技术推广，释放绿色技术正外部性。**工业企业**作为产业链供应链主要推动者和绿色新技术的实施方，建议加快绿色技术推广和产线优化升级。其中，大企业通过标准引领、专利转让、构建创新平台、产学研合作等扩散优质技术成果，中小企业紧跟大企业创新进度，结合产业链对接需求，加速细分领域技术创新和应用开发。建议**行业组织**发挥统筹协同作用，通过线上线下渠道积极推进绿色技术需求搜索、绿色技术供需对接等，加快推进上下游、各类型企业对绿色低碳技术的推广。建议**政府**持续部署绿色技术示范项目、首台套、

首批次政策等，推动自主创新的工业减碳创新技术、装备和服务等示范应用，以便更充分释放绿色技术创新红利，助推产业链供应链的绿色化“跃升”。

（三）引领产业链供应链关键过程增绿：绿色生产和绿色应用

一是支持引导绿色生产，增加绿色产品供给。建议工业企业作为绿色产品生产商和绿色服务提供商，未来需牢固树立绿色发展的意识，努力践行绿色生产的主体责任，未来积极对标设备能效、能耗限额、碳足迹标准，开展生产工艺革新和产线绿色化改造，开发生产绿色产品和服务。建议行业组织发挥行业中介组织的作用，通过制定行业标准、发布典型案例等引导和驱动成员绿色生产实践，例如组织绿色标准更新和制修订，制定发布绿色转型实施方案，引导石化化工、有色、建材等高耗能行业节能降碳改造。建议各级政府持续健全绿色制造体系，依托相关专项鼓励生产商采用先进制造工艺和设备，开展节能、减排、减污改造，实现生产过程清洁化和产品供给绿色化。

二是强化绿色需求引领，倒逼全链绿色转型。绿色消费方面，建议各行业加快建立绿色产品标准清单和认证目录，推动绿色、节能、低碳标准标识简化，大众媒体、社交媒体加大对典型绿色产品宣传，提高消费者对绿色产品、标识的认知度。制造企业、线下商场、电商平台可建立绿色产品购买指南或绿色产品专区，形成全社会绿色消费氛围，引导支持绿色消费。政府绿色采购方面，建议推动绿色政府采购从“清单制”向“标准制”过渡，联合龙头企业、行业组织、科研院所

等，共同制定发布质量要求、技术指标等更具体的绿色标准。加大政府采购对绿色建材、新能源汽车等重点绿色产品的支持力度。行业绿色采购方面，建议开展行业倡议、建立行业绿色采购实施指南，龙头企业、国企央企充分发挥带动引领作用，以订单牵引带动上下游中小企业绿色化生产。

（四）实现产业链供应链绿色流动闭环：绿色物流和综合利用

一是增强绿色物流配送，提高链条运营效率。建议龙头企业、工业园区等充分发挥对物流供应链的牵引作用，一方面加快构建绿色智慧物流，构建数字化绿色物流平台，推动绿色物流服务信息的互联共享以及必要范围的碳排放数据公开，结合整体物流资源供需情况进行合理调配和物流规划决策，提高物流资源配置效率，同时推动发展无人车、无人机，特别是支持大型货运无人机、无人驾驶卡车等，提高工厂、园区等配送效率。另一方面，建议相关市场主体加快推动长途运输“油改电”项目，并强化供应链绿色化管理，推动上下游配送运输环节使用新能源汽车、氢能重卡等，降低物流运输环节碳排放和环境污染。建议政府部门探索降低新能源汽车、氢能重卡等绿色运输载体高速建设费，依托示范园区建设，鼓励更多绿色物流运输载体应用，促进智慧物流设施建设。

二是促进能源资源综合利用，降低能耗物耗。建议石化化工、有色、建材等重点行业进一步强化短流程冶炼、梯级利用、固废处理等再生资源综合利用的关键技术攻关，制定重点大众工业品综合利用评

价标准等，引导企业强化资源综合利用。建议相关**龙头企业**围绕动力电池、有色金属等重点产品建立专门的回收利用平台，强化对产品全生命周期、全流程产品使用状态监测，搭建模型预测产品回收可行性。建议**政府**适时更新工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录，培育一批回收利用标杆，鼓励更多工业企业开展余热回收发电、碳捕集封存及利用、再生资源高效利用。

（五）推进产业链供应链全链绿色协同：全链协同能效提升

一是促进全链整合协同，引领高效集约发展。建议**龙头企业**通过兼并重组、战略合作、成立不同环节的分公司等，提高行业集中度，提升对全产业链供应链规模效应，降低单位产品能耗、物耗和碳排放量。建议**重点行业**成立覆盖全产业链供应链的产业联盟，构建全链绿色发展生态，搭建覆盖多方主体的合作平台，畅通绿色标准推广、绿色技术转移、绿色供需对接等通道。建议**政府**利用阶梯电价、能耗双控、碳排放双控等政策，引导重点行业加快低效产能退出，有序淘汰落后技术、设备，集中能源资源培育先进产能。

二是支持数字技术体系化赋能，系统提高全链能效。建议有实力的**龙头企业**构建针对重点产品、零部件的全生命周期管理平台，以及集成研发设计、生产制造、运行维护、综合利用等各阶段的信息化服务平台，对重点生产设施、设备进行监测分析，并推动构建能源管理、资源配置、碳排放管理等不同维度的智慧模型，助力企业科学决策，提高能源资源利用效率，降低碳排放。建议**各行业**建立数字赋能全链

绿色化的典型标杆，引导厂商加速推动数字化绿色化协同，发布碳足迹、数字化碳管理、能耗监测、产品回收等重点标准，引导工业企业按照标准推动综合能源管理、智慧管碳、数字化回收管理。建议**政府部门**强化双化协同示范引领，在资金补贴、税收优惠、绿色信贷等方面开展数字赋能全产业链供应链提质增效的重点企业、重点项目给予更大力度支持，释放更明确政策信号。

中国信息通信研究院 政策与经济研究所

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62303061

传真：010-62302476

网址：www.caict.ac.cn

