

第 1 章

绿色供应链发展概述

伴随着经济的高速增长，如何实现经济发展和环境保护之间的协调成为保证社会可持续发展绕不开的难题，因此，绿色供应链的概念应运而生。1996 年，绿色供应链的概念由美国密歇根州立大学制造研究协会在“环境负责制造”（environmentally responsible manufacturing, ERM）研究中首次提出，又称作“环境意识供应链”（environmentally conscious supply chain, ECSC）或“环境供应链”（environmentally supply chain, ESC）^①，从生产制造的角度考虑如何减小供应链管理对环境的负面影响，这一概念的提出很快就引起了国内外的广泛关注。此后，越来越多的学者开始从政策、技术、实践等方面研究绿色供应链。

1.1 发展背景

绿色供应链的产生正是环境问题、消费者需求、企业社会责任（CSR）和技术创新等多重因素共同作用的结果。绿色供应链的产生背景可以追溯到人们对环境保护意识的提高和可持续发展理念的兴起。随着人口增长和经济发展，气候变化（climate change）、资源短缺、生态破坏等问题已经成为全球范围的挑战，人们开始意识到应该改变传统的供应链模式，采取更

^① HANDFIELD R B. Green supply chain; best practices from the furniture industry[C]//Annual Meeting of the Decision Sciences Institute Proceedings. Houston: Decision Sciences Institute, 1996: 1295–1297.

加环保以及可持续的方式来经营和管理供应链^①。

1.1.1 环境变化

经济全球化和一体化使全球经济得到了持续、全面的发展，但在经济全面发展的背后却出现了许多不利于社会可持续发展的问题。人类对自然环境无休止的破坏及对自然资源的肆意索取，导致全球气候变暖、土地荒漠化、海洋环境污染、大气污染等一系列环境问题的肆意蔓延，此类环境问题的出现不仅威胁着人类的生存，而且在很大程度上制约了经济社会的发展。

1. 气候变化

全球气候变化为绿色供应链的提出与发展奠定了一定基础。随着全球经济的快速发展，社会能源消耗显著增加，过度排放温室气体导致全球性气候变化异常，生态环境受到破坏^②。气候变化是指气候平均值和气候离差值出现了统计意义上的显著变化，如平均气温、平均降水量、最高气温、最低气温，以及极端天气事件等的变化^③。人们常说的全球变暖就是气候变化的重要表现之一，工业革命以来人类活动是造成目前以全球变暖为主要特征的气候变化的主要原因，其中包括人类生产、生活所造成的二氧化碳等温室气体（GHG）的排放、对土地的利用、城市化等。

世界气象组织（World Meteorological Organization, WMO）发布的《2023 年全球气候临时报告》指出，截至 2023 年 10 月，全球平均温度比 1850—1900 年的平均值高出了约 1.45℃，2015—2023 年是自 1850 年有记录以来最热的 9 年。三种主要温室气体——二氧化碳、甲烷和一氧化二氮的浓度在 2022 年达到有记录以来的最高值，特定地点的实时数据显示，2023 年这三种温室气体的浓度还在继续上升。

① 杨晓辉，游达明．考虑消费者环保意识与政府补贴的企业绿色技术创新决策研究[J]．中国管理科学，2022，30（9）：263—274．

② LI Q, FENG W, QUAN Y H. Trend and forecasting of the COVID-19 outbreak in China[J]. Journal of infection, 2020, 80（4）: 469-496.

③ 什么是气候变化？气候变化的原因是什么？[EB/OL].（2015-11-27）. https://www.cma.gov.cn/2011xzt/2015zt/20151127/2015112710/201511/t20151127_298469.html.

全球气候变暖的主要原因是人类在自身发展过程中对能源的过度使用和自然资源的过度开发,造成大气中温室气体的浓度以极快的速度增长。这些温室气体有二氧化碳、甲烷、氧化亚氮(N_2O)、氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫六类。2010—2020年,全球能源消耗总量增长了近15%。在此之前,2000—2010年,增长了近25%。2000年以来,虽然风能、太阳能和水能等可再生能源也获得了巨大发展,其中水能是2021年最大的可再生能源,但仅占总能源消耗的6.3%。2021年,全球77%的能源来自煤炭、石油和天然气。尽管煤炭的相对份额随着时间的推移而下降,但截至2021年,煤炭仍然是第二大能源,占世界能源需求的25%。随着化石燃料使用量的绝对值增加,碳排放量也在增加,具体如图1-1所示。

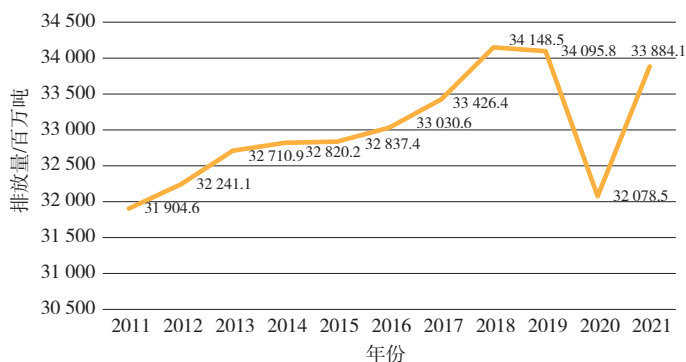


图 1-1 2011—2021 年全球能源碳排放量

2016年4月,全球175个国家共同签署了事关全球气候变化问题的《巴黎协定》^①,协定中提出要将全球平均升温控制在2℃以内,并对2020年后全球应对气候变化行动作出统一安排,希望在2051年至2100年全球达到碳中和^②。但联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)评估表示,21世纪末全球平均升温将达到3~4℃,这与《巴黎协定》的目标存在较大差距,故各国将发展目光聚

① 175个国家签署《巴黎协定》[EB/OL]. (2016-04-23). https://www.gov.cn/xinwen/2016-04/23/content_5067257.htm.

② 联合国. 巴黎协定[EB/OL]. (2015-12-12). <https://www.un.org/zh/climatechange/paris-agreement>.

集在供应链绿色发展和推行绿色经济，着力打造高水平的绿色供应链管理体系。

2. 资源变化

资源变化也促进了绿色供应链这一概念的提出^①。随着经济社会的发展，自然资源越来越匮乏，有的资源甚至出现了短缺的现象。资源短缺是指在满足人类社会和经济需求的同时，自然资源的供给无法满足需求量的情况。资源短缺导致了环境污染、生态破坏和能源枯竭等问题的加剧，对人类社会的可持续发展产生了严重的挑战。

能源危机在全球近 30 个国家和地区蔓延，全球天然气、煤炭和原油价格飞涨，带动电价持续飙升，引发多个国家和地区供电紧张。据《世界能源统计年鉴》统计，与 2021 年相比，一次能源消费增长放缓，2022 年增长 1.1%（6.6 艾焦），2021 年增长 5.5%（30.9 艾焦）。2022 年的一次能源比 2019 年前的水平高出 16.6 艾焦，除欧洲（-3.8%）和独联体（-5.8%）外，所有地区的消费量都在增加，如图 1-2 所示。

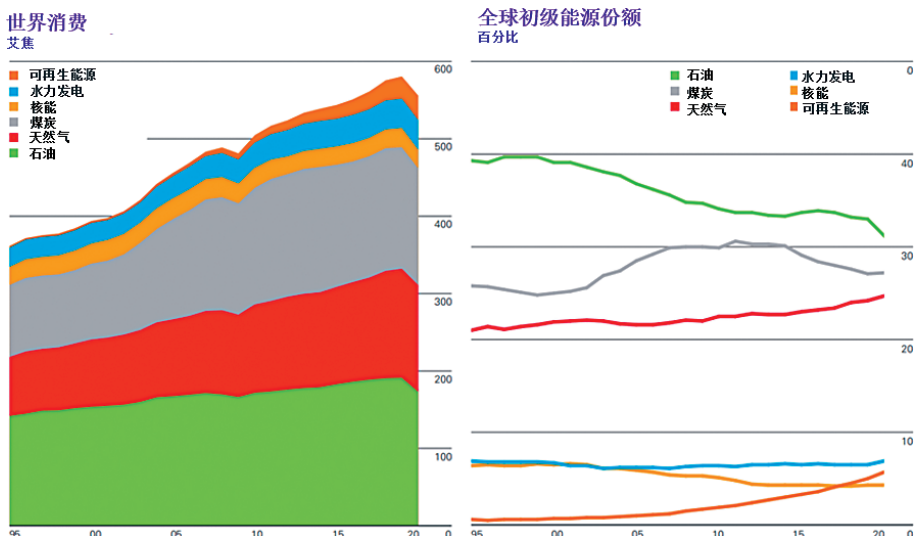


图 1-2 全球 2000—2022 年一次能源消费量

^① 李鸿雁，何斌，范红岗，等. 国内外绿色管理研究的知识结构与动态演化[J]. 技术经济与管理研究，2019（3）：50-56.

水资源和矿产资源短缺的问题也日益严重。首先,水资源日益匮乏。《2023 年联合国世界水发展报告》指出,全世界有 20 亿~30 亿人身处缺水困境,如果不加强这一领域的国际合作,缺水问题在未来几十年内将愈演愈烈,城市地区尤甚。报告指出,在过去的 40 年中,全球用水量以每年约 1% 的速度增长,在人口增长、社会经济发展和消费模式变化的共同推动下,预计直到 2050 年,全球用水量仍将以类似的速度继续增长。其次,部分矿产资源的保障程度较低。2023 年 7 月 8 日,自然资源部中国地质调查局全球矿产资源战略研究中心发布了《全球矿产资源储量评估报告 2023》。报告显示,全球铁、锰、铬、铝、磷、钾盐和锂资源储量丰富,而锡、铅、锌、镍、钴、铜等资源的保障程度较低^①。

在能源、水资源、矿产资源以及各种原材料日益稀缺的背景下,传统的供应链运作方式已经无法满足可持续发展的要求,企业需要寻找替代资源,制定更加环保、可持续的供应链策略,绿色供应链的产生正符合企业实现资源的高效利用和循环利用的需求,因此,越来越多的国家、地区、企业重视供应链的绿色低碳转型^{②③}。

进入第四次工业革命时代(自 21 世纪初至今),以人工智能、清洁能源、无人控制、量子信息、虚拟现实以及生物技术为主的技术革新,标志着人类进入绿色能源时代,这是一场全新的绿色工业革命。它的实质和特征,就是大幅度地提高资源生产率,经济增长与不可再生资源要素全面脱钩,与二氧化碳等温室气体排放脱钩。绿色供应链无疑完美契合了时代发展需求^{④⑤},并在国际供应链体系中扮演着日益重要的角色^⑥。

① 我国发布 13 种矿产资源全球储量评估数据[EB/OL]. (2023-07-10). https://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202307/t20230710_2793488.html.

② 朱庆华, 窦一杰. 基于政府补贴分析的绿色供应链管理博弈模型[J]. 管理科学学报, 2011, 14(6): 86-95.

③ 方陈承, 张建同. 绿色供应链管理对企业绩效的影响——一项元分析研究[J]. 科技管理研究, 2017, 37(24): 234-240.

④ BEAMON B M. Designing the green supply chain[J]. Logistics information management, 1999, 12(4): 332-342.

⑤ 缪朝伟, 伍晓奕. 基于企业社会责任的绿色供应链管理——评价体系与绩效检验[J]. 经济管理, 2009, 31(2): 174-180.

⑥ PORTER M, VAN DER LINDE C. Green and competitive: ending the stalemate[J]. The dynamics of the eco-efficient economy: environmental regulation and competitive advantage, 1995, 33: 120-134.

1.1.2 意识提升

随着全球生态环境问题日益突出，特别是全球气候变暖、生物多样性锐减、臭氧层耗竭、水资源状况恶化等问题对人类的生存与可持续发展构成严重威胁，加强生态环境治理、守护绿色地球家园正成为越来越多国家和地区的一致共识^①，同时促进了绿色发展理念的诞生，如图 1-3 所示。

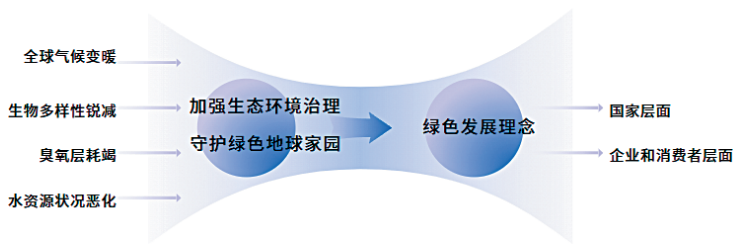


图 1-3 意识提升

1966 年，美国学者博尔丁首次提出“绿色发展”的概念，即以效率、和谐、持续为目标的经济增长和社会发展方式。联合国环境规划署（United Nations Environment Programme, UNEP）、经济合作与发展组织等诸多国际机构陆续对绿色经济、绿色产业、绿色增长、绿色创新等开展研究，绿色发展理念在全球范围内逐渐成为共识并受到重视。1992 年，联合国环境和发展大会通过的《21 世纪议程》和《人类环境宣言》，以及 1997 年《京都议定书》等的签订，又使“可持续发展”成为广泛认同的发展理念，从而实现了发展理论研究思维的突破，将发展上升到“理念”层面。无论是绿色发展理念还是可持续发展理念，都推动了绿色供应链的产生与发展^②。

1. 国家层面

当今世界，绿色发展和可持续发展已经成为一个重要趋势，许多国家

① 李包庚，耿可欣. 人类命运共同体视域下的全球生态治理[J]. 治理研究，2023，39（1）：28-39，157-158.

② 王凯，徐瑞良. 标准化视阈下装配式建筑绿色供应链运作逻辑研究[J]. 建筑经济，2020，41（8）：86-92.

把发展绿色产业作为推动经济结构调整的重要举措，突出绿色的理念和内涵。中国的政府与相关行业的组织机构一直以来积极推进绿色供应链建设，将开展绿色供应链试点工作列为中央层级高度，探索建立绿色供应链制度体系。

2006年，《环境保护》刊文指出中国经济发展要实现绿色转变，就必须制订国家绿色发展战略规划的构想^①。同年，《科学管理研究》刊文通过分析绿色发展指数与经济发展水平的关系，建立了绿色发展指标体系^②。

2015年，中国共产党第十八届五中全会通过《中共中央关于制定国民经济和社会发展的第十三个五年规划的建议》将绿色发展理念^③作为五大发展理念之一明确提出，生态文明建设被提高到前所未有的高度，相关政策密集出台和落地，要求积极构建绿色制造体系，绿色供应链与绿色产品、绿色工厂、绿色园区一同成为绿色制造体系建设的重要内容。2017年，党的十九大报告明确指出：加快建立绿色生产和消费的法律制度和政策导向，建立健全绿色低碳循环发展的经济体系^④。

2021年，国务院发布《国务院关于加强建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》^⑤，将二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和纳入中国生态文明建设整体布局。2022年，党的二十大报告中也提出“推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节”“着力提升产业链供应链韧性和安全水平”^⑥。2024年，党的二十届三中全会提出，要聚焦建设美丽中国，健全绿色低碳发展机制，加

① 王金南，曹东，陈满君. 国家绿色发展战略规划的初步构想[J]. 环境保护，2006（6）：39-43，49.

② 杨多贵，高飞鹏. “绿色”发展道路的理论解析[J]. 科学管理研究，2006（5）：20-23.

③ 任理轩. 坚持绿色发展——“五大发展理念”解读之三[EB/OL].（2015-12-22）. <http://theory.people.com.cn/n1/2015/1222/c40531-27958738.html>.

④ 习近平：决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[EB/OL].（2017-10-27）. https://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm.

⑤ 国务院关于加强建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见[EB/OL].（2021-02-22）. https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-02/22/content_5588274.htm.

⑥ 习近平：高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL].（2022-10-25）. https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm.

快经济社会发展全面绿色转型。

围绕党的二十大报告及二十届三中全会要求,落实“双碳”目标,推动供应链绿色低碳转型,已成为践行绿色发展理念、建立绿色低碳循环发展经济体系的重要环节^①。

2. 企业和消费者层面

除了国家高度重视绿色发展理念外,消费者对环保、健康和可持续发展的关注度也不断提高。商务部公布的数据显示,2023年中国消费市场呈现稳步恢复态势,社会消费品零售总额47.1万亿元,同比增长7.2%。其中,绿色消费的成绩尤为值得关注,例如,2023年上半年新能源汽车销量增长44.1%,主要电商平台家电“以旧换新”和绿色智能家电下乡销售额同比分别增长67%和12.7%^②。这说明,绿色消费理念在中国逐步深入人心,中国促进绿色消费相关工作取得积极进展。

消费者在进行绿色消费的同时又推动了企业进行绿色低碳转型,并将绿色转型作为一种提升市场竞争力的手段,主要表现为通过提供绿色产品和服务,满足消费者对环保和可持续发展的需求。例如,2021年的“双11”活动中,天猫首次上线“绿色会场”为绿色认证商品打标,面向消费者发放绿色购物券,并成立了“绿色商家”联盟,多措并举吸引消费者绿色消费,2022年,京东推出支持手机、电脑数码、家电跨品类以旧换新服务,同时针对不同的品类还推出“以旧换新享补贴”福利,实现绿色焕新,降低产品能耗^③。

众所周知,产品生产是供应链中关键的一环,而生产绿色产品又涉及采购、物流、包装、废物回收等供应链的各方面。因此,从长远发展来看,绿色供应链的发展还是要依靠消费者和企业绿色意识的提升^④。

① 徐建兵,王辉,潘仙友,等.面向能源互联网的电力企业转型问题识别及策略研究[J].上海节能,2021(11):1204-1208.

② 热点快评:上半年我国绿色消费成绩突出,消费者理念转变推动产业升级[EB/OL].(2023-07-22).
<https://finance.sina.com.cn/jjxw/2023-07-22/doc-imzcpkxx1116652.shtml>.

③ 报告显示:年轻人对绿色消费的意识觉醒程度明显提高[EB/OL].(2023-06-16).
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1768849239475842355&wfr=spider&for=pc>.

④ 张克勇,李春霞,姚建明,等.政府补贴下具风险规避的绿色供应链决策及协调[J].山东大学学报(理学版),2019,54(11):35-51.

综上可见,随着绿色发展成为全球共识,绿色供应链通过减少产品全寿命周期对环境的影响的管理方式受到高度关注,而打造绿色供应链体系则需要以绿色发展理念为指导^①。绿色发展理念促使政府制定更严格的相关政策,推动企业关注环境保护,满足消费者对环保产品的需求,并促进企业与供应链伙伴的合作。这些努力又推动了绿色供应链的发展,促进了供应链绿色化、低碳化转型。

1.1.3 技术创新

绿色发展已成为企业高质量发展和实现“双碳”目标的必然选择,数智化技术^②的出现为破解供应链绿色化转型中面临的难题提供了机遇,可以从技术效应、人力资本效应、结构效应等多个渠道产生影响,从而使企业实现产品设计、生产制造、物流配送、售后服务、废弃物回收利用等环节的全寿命周期绿色化,如图1-4所示。相较于传统技术,数智化技术本身科技含量高,且对生态环境影响小,在提升企业生产效率、产品品质的同时能减少企业污染排放,从而促进供应链绿色化、低碳化转型^③。



图 1-4 数智化技术在绿色供应链中的应用

① 冯彬蔚. 刍议绿色供应链管理在环境管理中的作用[J]. 环境工程, 2021, 39(7): 255.

② 李曦珍, 宋锐. 全球信息技术应用的数智化转型[J]. 甘肃社会科学, 2021(6): 188-197.

③ 刘朝. 数智化技术助力制造业绿色发展[J]. 人民论坛, 2023(11): 80-83.

1. 大数据

2012 年 12 月, 英国学者维克托·迈尔-舍恩伯格在《大数据时代》一书中提出了“大数据”的概念, 认为“大数据”是指需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察力和流程优化能力的海量、高增长率与多样化的信息资产。

对于大数据的特性, 业界认可度较高的是 IBM (国际商业机器公司) 提出的大数据“5V”特点^①。

(1) 大数据量 (volume)。从计量单位来看, 大数据量的单位至少是 P (1 000 TB), 甚至会达到 EB (100 万 TB) 或 ZB (10 亿 TB)。大数据量使数据采集、存储和计算过程都发生了较大变化。

(2) 数据类型和数据源的多样化 (variety)。数据类型包括结构化、半结构化和非结构化, 数据源包括网络日志、音频、视频、图片、地理位置信息等, 数据类型多样化要求更高的处理能力。

(3) 低价值密度 (value)。低数据价值相对大数据量, 对数据价值挖掘提出了更高要求。

(4) 高速 (velocity)。数据增长速度快, 时效性要求高, 诸如本书后续会提到的推荐算法要求实时推荐。

(5) 真实性 (veracity)。数据的准确性和可信赖度, 即数据的质量。

当下, 随着大数据时代的到来, 供应链绿色化、低碳化转型深入人心, 搭上大数据的快车成了企业推动绿色供应链发展和创新的必然趋势。美国是全球首个将“大数据”由商业行为上升为国家战略意识的国家, 将大数据创新应用与未来数据科学家人才储备作为国家意识层面的重要举措。中国作为大数据应用方面的全球领先者, 拥有众多互联网巨头的同时也不断在核心科技上寻求突破。可见, 在大数据时代, 将大数据技术创新融合到供应链绿色化转型的发展建设中十分重要^②。

在绿色供应链中, 大数据的应用涉及各个方面, 如图 1-5 所示, 具体

① IBM big data platform—Bringing big data to the enterprise [Z]. 2014.

② 程晏萍, 赵喜洋, 刘卿瑜. 大数据时代下的绿色供应链管理研究 [J]. 现代商贸工业, 2020, 41 (28): 49-51.



图 1-5 大数据技术在绿色供应链中的应用

包括以下内容。

(1) 环境数据分析^①。企业可以通过大数据技术采集并分析环境数据，了解自己对环境的影响。企业还可以通过大数据技术分析供应商的环保情况，了解其环境保护能力和水平，选择合适的供应商，减少环境污染。

(2) 能耗数据管理^②。大数据技术可以在生产、运输和管理中对能耗进行监控，识别出用电高峰期，对能耗进行优化，减少能源消耗和碳排放。

(3) 废弃物管理^③。大数据技术可以通过辅助识别生产过程中产生的废弃物类型和数量，对废弃物进行分类和回收，提高废弃物的再利用率，从而减少废弃物对环境的污染。

(4) 物流优化^④。大数据技术可以对物流进行优化，减少重复配送和返程空载运输，优化物流线路，降低运输损耗，减少能源消耗和碳排放。

大数据技术为企业实施绿色供应链管理提供了强有力的支持。通过大数据技术的应用，企业可以更好地了解自身的供应链绿色转型情况和供应商的环保能力，以便进行优化和管理，减少环境污染，实现可持续发展。

① 周丕健, 周李哲. 生态系统简化粒子群算法的优化分析——基于大数据环境的研究 [J]. 环境工程, 2022, 40 (9): 342-343.

② 马智亮, 滕明焜, 任远. 面向大数据分析的建筑能耗信息模型 [J]. 华南理工大学学报 (自然科学版), 2019, 47 (12): 72-77, 91.

③ 殷小伟. 关于固体废物应用大数据管理的优势 [J]. 低碳世界, 2021, 11 (3): 56-57.

④ 芦津. 大数据背景下现代物流企业管理策略优化路径探索 [J]. 中国物流与采购, 2023 (15): 167-168.

2. 云计算

2006 年 8 月 9 日，时任 Google 首席执行官埃里克·施密特（Eric Schmidt）在搜索引擎大会（SES San Jose 2006）上提出了“云计算”的概念^①。

美国国家标准与技术研究院（National Institute of Standards and Technology, NIST）将云计算定义为：“一种按使用量付费的模式，这种模式提供可用的、便捷的、按需的网络访问，进入可配置的计算资源共享池（资源包括网络、服务器、存储、应用软件、服务），这些资源能够被快速提供，只需投入很少的管理工作，或服务供应商进行很少的交互。”云计算的基本特征、服务模式以及部署方式如图 1-6 所示。

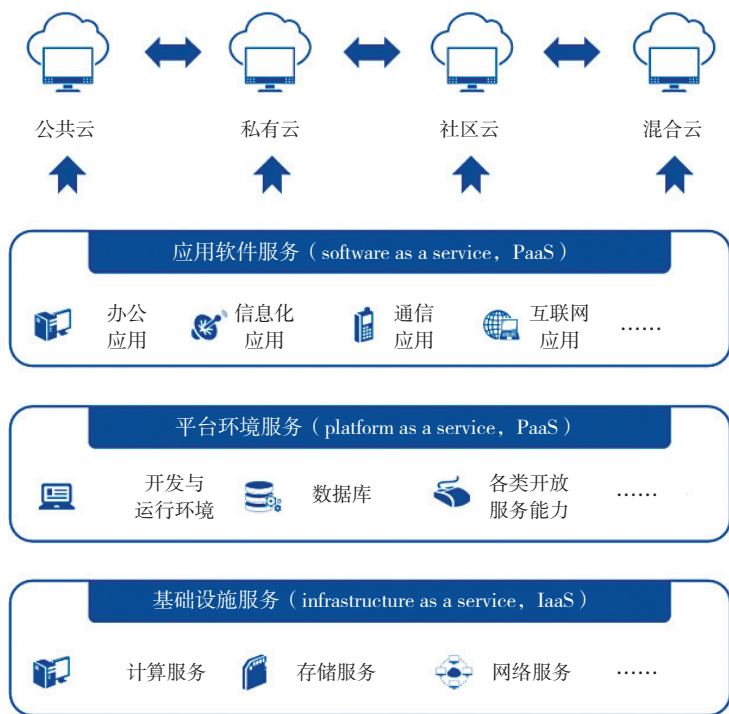


图 1-6 云计算的基本特征、服务模式以及部署方式

^① MOLLAH M B, ISLAM K R, ISLAM S S. Next generation of computing through cloud computing technology[C]/25th IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering. IEEE, 2012: 1-6.

云计算技术对绿色供应链的产生和发展有着重要的推动作用,提供了许多在绿色供应链中实施和优化环境友好的实际应用场景。以下是云计算技术在绿色供应链中的一些实际应用。

(1) 虚拟化和服务器共享。云计算平台使用虚拟化技术将多个物理服务器合并成一个虚拟化环境,从而减少了服务器硬件的使用数量。这种共享基础设施的方式显著减少了能源消耗和碳排放。例如,谷歌的数据中心在优化物理服务器资源利用的同时,通过跨多个数据中心的负载均衡也降低了能源消耗^①。

(2) 资源弹性和能源效率。云计算提供了弹性的资源分配,使供应链企业能够根据需求大小调整计算和存储资源的使用。这种资源优化和动态分配可以减少能源消耗和碳排放。例如,亚马逊的云计算服务 AWS (Amazon Web Services) 提供了自动扩展功能,根据实时需求动态调整资源使用^②。

(3) 虚拟会议和协作工具。云计算也支撑了远程办公和协作工具^③,减少了员工的通勤以及因此产生的碳排放。通过使用云平台上的音视频会议工具和协作工具,企业能够更高效地进行沟通和协作,降低了对传统出差和面对面会议的需求。

(4) 数据分析和优化决策。云计算平台提供了大数据处理和分析功能^④,能够帮助企业对供应链中的环境影响进行精确评估和优化决策。通过云计算平台的数据分析和预测模型,企业能够识别瓶颈、优化物流路径、减少废弃和环境污染。

(5) 管理监控和环境指标。云计算允许企业实时监测和管理绿色供应链的关键环境指标^⑤。通过物联网传感器和云平台的集成,可以实时监测能源消耗、废水排放、废弃物的处理等,从而更好地管理和改进绿色供应链。

总之,在绿色供应链中,云计算可实现建立供应链合作伙伴和客户相

① 黄美娜. 亚马逊、微软等四大公司“云计算”市场发展现状及比较分析[J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(12): 53-55, 63.

② 铁兵. 亚马逊 AWS 云计算服务浅析[J]. 广东通信技术, 2016, 36(10): 35-38.

③ 潘晓明, 郑冰. 全球数字经济发展背景下的国际治理机制构建[J]. 国际展望, 2021, 13(5): 109-129, 157-158.

④ 涂子沛. 大数据[M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 2012: 280-283.

⑤ 李铭瑶, 薛新民. 云计算数据中心动力环境监控系统研究[J]. 信息技术与标准化, 2017(21): 57-60.

互访问的信息共享平台。通过云计算技术，供应链中的企业可以更好地跨越合作的壁垒，建立公平、透明的供应链体系，共同达成绿色目标。

3. 物联网

信息社会正从互联网时代向物联网（IoT）时代迈进，“万物互联”正逐渐成为现实。1995年，比尔·盖茨（Bill Gates）在《未来之路》中提及了物联网概念的雏形。随后，麻省理工学院成立 Auto-ID 全球研究中心，提出了物联网的基本设想：把所有物品通过射频识别（radio frequency identification, RFID）等信息传感设备与互联网连接起来，从而实现智能化的识别和管理。2005年11月，国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）在“突尼斯”信息社会世界峰会上正式提出物联网的概念：“物联网是基于互联网、传统电信网等信息承载体，让所有能被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络。”作为新一代信息技术的重要组成部分，物联网是对现有多种技术的综合运用，是基于互联网技术进行的延伸扩展，如图 1-7 所示。

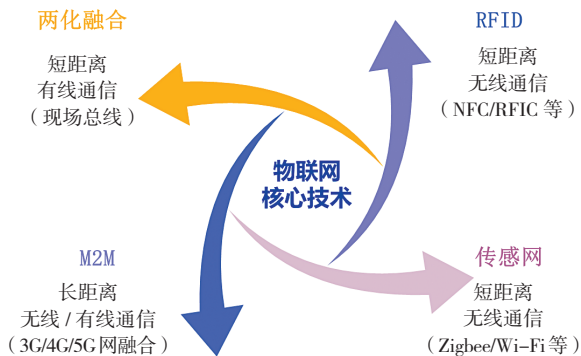


图 1-7 物联网核心技术

物联网生态是基本结构和多种要素的组合，包括：基本的“物”，表示设备和部署的嵌入式系统；“物”与“物”之间的连接，表示通信基础设施和通信设备；“物”的管理平台，表示“物”的激活、认证、计费 and 通信管理；“物”的分析，表示对“物”采集的数据进行分析和处理，得到的结果可以形成服务产品，或者对物联网设备、通信设备的部署和管理提供优

化；“物”的服务，基于分析的数据提供服务给顶层用户。物联网生态可以看作一个分层结构，如图 1-8 所示。

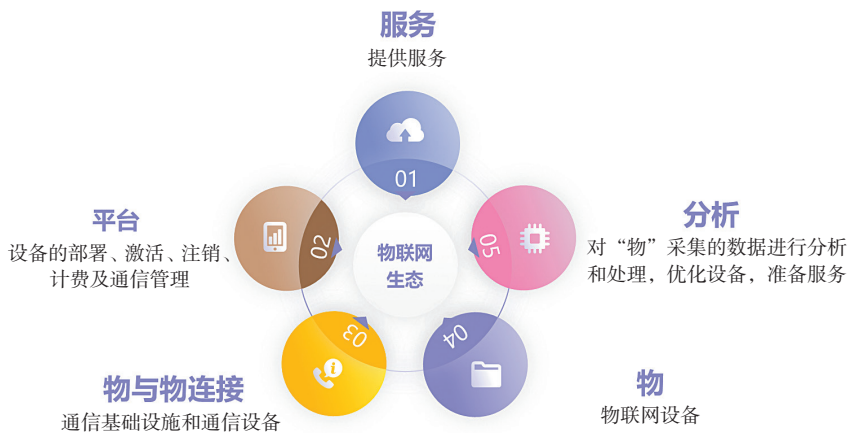


图 1-8 物联网生态示意图

工业和信息化部《信息通信行业发展规划物联网分册（2016—2020 年）》指出：物联网正进入跨界融合、集成创新和规模化发展的新阶段，迎来重大的发展。2013 年 2 月 17 日，国务院办公厅发布的《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》以推进物联网产业发展为目标，提出了一系列政策措施和支持政策。党的二十大报告也指出加快发展物联网，建设高效顺畅的流通体系，降低物流成本^①。国家政策支持下，物联网技术应用进程加快，在绿色供应链中的应用则主要聚焦具体行业中。

首先是物流行业。物流市场规模持续扩大，2023 年全国社会物流总额 352.4 万亿元，但社会物流总费用却为 18.2 万亿元，与 GDP（国内生产总值）的比率为 14.4%，运输费用增长 2.8%，保管费用增长 1.7%，管理费用增长 2.0%^②。因此，国内各大型企业为了解决物流成本高、物流效率低和数

① 习近平：高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告 [EB/OL]. (2022-10-25). https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm.

② 2023 年我国社会物流总额超 352 万亿元 [EB/OL]. (2024-02-07). <https://news.cctv.com/2024/02/07/ARTIACjYEXLpEGAwHuir4ArA240207.shtml>.

字化程度较低的问题,引入物联网和人工智能等新技术。在物流行业,物联网技术可以帮助优化物流和仓储环节,从而减少资源消耗和降低排放。通过在运输车辆、货物和仓库中部署传感器与追踪设备,可以实时监控物流运输的状态和位置,并进行路线优化和货物跟踪。这有助于减少货物滞留、降低运输成本,并提高物流的可持续性^①。

其次是农业。农业农村部的数据显示,2023年中国粮食播种面积17.85亿亩(1亩 $\approx$ 666.67平方米),比2022年增加955万亩,产量13908.2亿斤(1斤 $=$ 0.5千克),连续9年保持在1.3万亿斤以上。而在农业方面,物联网技术可以通过传感器和物联网平台,实时监测农田土壤湿度、温度等环境参数,提供农业生产的科学指导,减少化肥、农药的使用,提高农作物的产量和质量^②。

物联网技术在制造业中的应用也不少。国家统计局的数据显示,2023年工业对经济增长的贡献率达到36%,工业拉动经济增长1.3个百分点,其中制造业拉动1.1个百分点;工业增加值比2022年增长4.2%,制造业增加值比2022年增长4.4%^③。在制造业中,通过物联网技术,实现对生产过程的实时监测和管理,优化设备使用和物料运输,减少能源和资源的消耗,实现低碳、高效的生产模式。而在这些行业中的应用都可以促进供应链的绿色转型。

通过应用物联网技术,国家可以实现国家级绿色供应链的监控和管理,而企业可以优化建筑物管理、物流和仓储操作、农业生产和食品供应链等方面,从而推动绿色供应链的发展。

4. 区块链

近年来,“区块链技术”日益受到重视,逐渐在政治生态、经济生态乃至文化生态上带来巨大变革。总体来看,区块链的发展已经进入3.0阶段,信息互联网正逐步向价值互联网转变,如图1-9所示。

① 任颖洁.基于物联网技术的制造业与物流业联动发展——以陕南为例[J].社会科学家,2017(9):81-86.

② 刘大龙,庞彦和.物联网技术在农作物种子供应链可追溯系统中的应用[J].植物遗传资源学报,2022,23(6):1868-1870.

③ 赵同录:经济持续稳定恢复 运行态势回升向好[EB/OL].(2024-01-08).https://www.stats.gov.cn/xxgk/jd/sjjd/202401/t20240118_1946725.html.

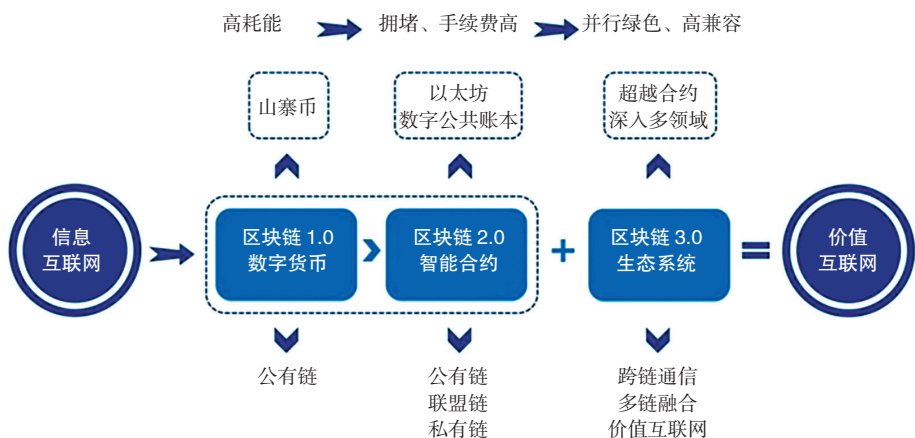


图 1-9 区块链演进历程

在区块链的设计中，不再有“中心”的概念，所有的节点都存储了数据^①。而要篡改区块链的数据，需要有一个节点拥有强于其他节点算力之和的算力，这在实践中是几乎不可能出现的，因此数据安全性非常高^②。这种高安全性的特性使得区块链在供应链的商品追踪、交易验证等方面有巨大的潜能。

在政策层面，2019年10月，习近平总书记在中共中央政治局第十八次集体学习会上强调，要发挥区块链在促进数据共享、优化业务流程、降低运营成本、提升协同效率、建设可信体系等方面的作用。2021年3月，全国两会审议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》明确将区块链列为数字经济重点产业。在实践层面，区块链应用于供应链管理已得到业界认可。诸如eBay、天猫国际、京东等跨境电商平台均采用区块链进行产品溯源，建立客户信任和改善电商平台产品质量形象。随着区块链技术的不断发展以及政府、企业的高度重视，供应链管理领域有望成为区块链技术应用的高地，并将在推动

① Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system[EB/OL]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

② WU X Y, FAN Z P, CAO B B. An analysis of strategies for adopting blockchain technology in the fresh product supply chain[J]. International journal of production research, 2023, 61 (11): 3717-3734.

制造业绿色发展和构建绿色供应链方面发挥重要作用^①。以下是区块链技术
在绿色供应链中的一些具体应用。

(1) 碳排放溯源^②。企业可以利用区块链技术实现对碳排放的溯源和监测。通过将每个供应链环节的数据记录在区块链上,包括能源消耗、运输方式和碳排放量等信息,消费者和利益相关方可以追溯产品的整个生命周期中的碳排放情况。

(2) 资源循环利用^③。区块链技术可以促进资源的循环利用和回收。企业可以通过区块链记录和管理废物流向、回收过程和再利用情况,从而提高废物处理的效率、减少资源的浪费。例如,某家企业可以使用区块链技术追踪和记录废弃电子产品的回收过程,并向用户提供可信赖的回收证书,保证废物得到适当处理和再利用。

(3) 供应链透明度^④。区块链技术可以提供供应链的透明度,帮助企业
和消费者了解产品的供应链来源、制造过程和材料使用情况。通过将供应链中的数据和交易记录在区块链上,可以减少信息不对称和供应链中的欺诈行为,增加供应链的可信度。

(4) 合作伙伴关系管理^⑤。区块链技术可以加强企业与供应商之间的合作伙伴关系管理。通过区块链共享供应链数据,可以更好地协调和管理供应链中的各个环节,避免“信息孤岛”和数据不一致。例如,企业可以使用区块链技术建立供应链共享平台,供应商可以共享相关的环境数据和绿色供应链措施,从而实现更有效的合作和协同。

5. 人工智能

1956年,美国达特茅斯人工智能夏季研讨会(Summer Research Project on Artificial Intelligence)被学术界广泛认为是人工智能诞生的标志。在这

① KOUHIZADEH M, SARKIS J. Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains[J]. Sustainability, 2018, 10(10): 3652.

② 闫云凤, 黄灿. 全球价值链下中国碳排放的追踪与溯源——基于增加值贸易的研究[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2015, 36(3): 21-27.

③ 陈晓红, 胡东滨, 曹文治, 等. 数字技术助推中国能源行业碳中和目标实现的路径探析[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(9): 1019-1029.

④ 李勇建, 陈婷. 区块链赋能供应链: 挑战、实施路径与展望[J]. 南开管理评论, 2021, 24(5): 192-192-201, 212, 10035, 10036.

⑤ 李波, 于水. 基于区块链的跨区域环境合作治理研究[J]. 中国环境管理, 2021, 13(4): 51-56.

次研讨会上提出了一份提案，对“人工智能”作出定义：尝试找到如何让机器使用语言，形成抽象概念，解决现在人类还不能解决的问题并提升自己等。对于当下的人工智能来说，首要问题是让机器像人类一样能够表现出智能。

在此之后的发展历程中，人工智能经历了数次兴衰，如图 1-10 所示。每次低谷，都是因为算法和平台计算能力陷入瓶颈，但是每次技术上实现突破，又会迎来新的高峰。在今天，有了强大的计算力和海量的数据支撑，人工智能又呈现爆发态势。

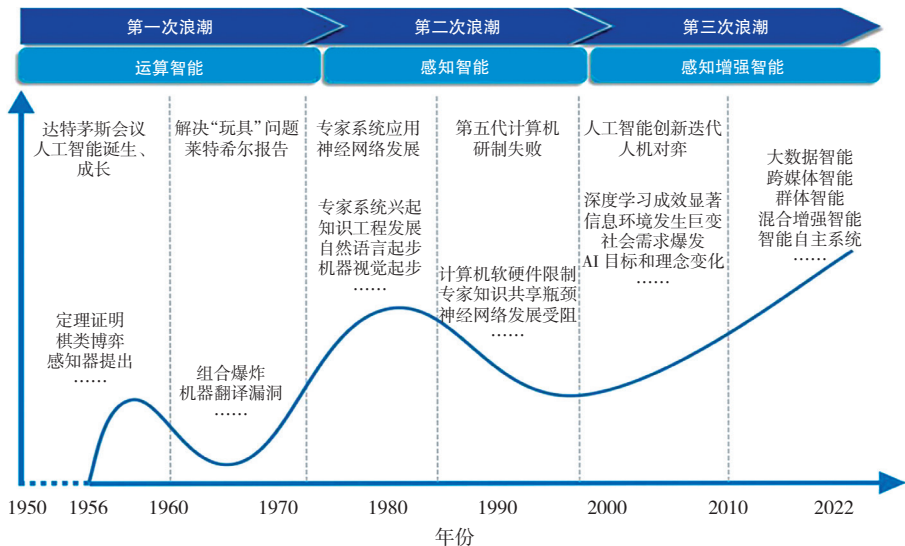


图 1-10 人工智能发展历程

生成式人工智能已成为当前人工智能的热门方向之一。2022 年 11 月，美国人工智能机构 OpenAI 推出人工智能聊天机器人应用 ChatGPT（Chat Generative Pre-trained Transformer，生成式预训练聊天机器人），这款应用一经上市就受到广泛关注，并在不到 3 个月的时间内积累了超过 1 亿活跃用户^①。随后，微软率先将 ChatGPT 模型嵌入 Bing 搜索中，改变了原有的

① 喻国明，苏健威. 生成式人工智能浪潮下的传播革命与媒介生态——从 ChatGPT 到全面智能化时代的未来[J]. 新疆师范大学学报（哲学社会科学版），2023，44（5）：81-90.

信息组织与信息检索范式。国内外企业也纷纷推出类似应用，如 Google 的“Apprentice Bard”、百度的“文心一言”等，并将其应用在多个领域。生成式人工智能在各行各业迅速落地使用，推动了生产生活的全面智能化。

ChatGPT 是一个基于自然语言处理技术的大型语言模型，通过对海量文本数据的训练，生成人类可读的文本，模拟人类的语言交流。同此前的人工智能技术相比，ChatGPT 的优势十分明显，特别是 ChatGPT 擅长的人机交互、语言理解和生成、计算机编程等能力^①。其运行过程主要包括问题输入、语音识别、情感分析、关键特征提取、文本分类、定位索引、结果输出等，如图 1-11 所示。

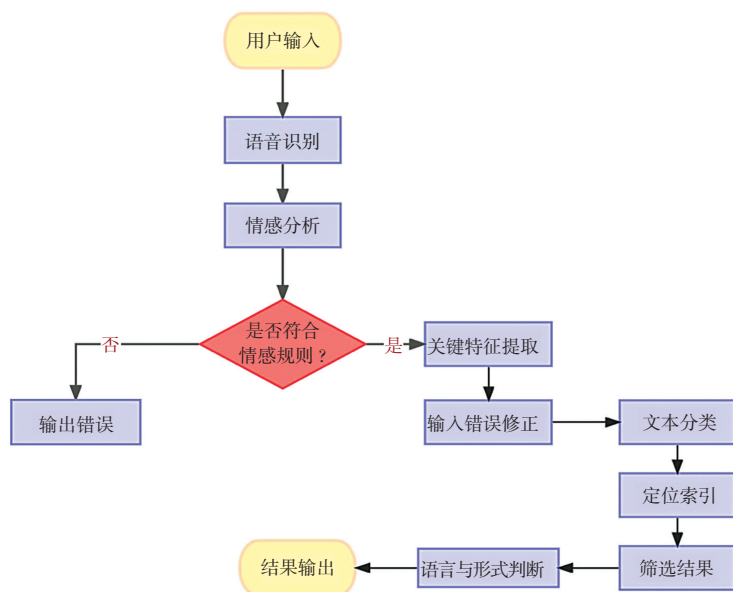


图 1-11 ChatGPT 运行流程

随着数字技术在供应链领域由导入转向拓展，人工智能构建供应链核心竞争力的作用持续凸显，日益成为驱动供应链绿色化、智能化变革的关键动能。人工智能对绿色供应链的影响是巨大而积极的。它在供应链的各

^① 张超，张雯. 数字政府视域下 ChatGPT 模型部署的全方位审视：从微观到宏观[J]. 金融与经济，2023（10）：19-32.

个环节都能发挥重要作用，从产品设计和研发到生产、物流和售后服务，都能够实现更加环保和可持续的运作方式^①。

(1) 人工智能在产品设计和研发阶段起到重要作用^②。它可以利用大数据分析和模拟技术，帮助企业优化产品设计，减少资源消耗和环境污染。例如，通过算法分析产品的制造材料、构造和使用情况，并提供设计建议，以减小产品对环境的影响。

(2) 人工智能在生产过程中发挥关键作用^③。人工智能的边缘应用将赋能机器人更加精准、敏捷地操作关键工艺流程，提高制造过程的质量和自动化水平，而且将机器学习等技术嵌入边缘运行的业务应用程序，并利用本地传感器控制输出，可以改善生产效率并优化产量，实时监控产品质量和设备效能，及时调整或中止生产以响应突发状况，从而提升工业物联网的智能化水平。

(3) 人工智能在物流和供应链管理中发挥重要作用^④。它可以利用预测分析和优化算法，帮助企业优化运输路线和存储方式，减少运输成本和碳排放。同时，人工智能系统还能够提供实时跟踪和监控服务，确保产品在运输过程中的安全性和可追溯性。

(4) 人工智能在售后服务中发挥作用^⑤。它可以通过自动化和智能化的方式，提供更加快速和高效的售后服务，减少不必要的资源浪费。例如，利用人工智能系统的图像识别和语音识别技术，可以自动识别产品故障，并提供相应的维修建议或故障解决方案。

总的来说，人工智能在绿色供应链中的应用可以提升供应链的运作效率并优化其在环境保护方面的表现^⑥。在人工智能的持续渗透下，传统的生产方式、流通体系与消费模式都在发生深刻变化，供应链体系正加速走向

① 杨继军，艾玮炜，范兆娟. 数字经济赋能全球产业链供应链分工的场景、治理与应对[J]. 经济学家，2022（9）：49-58.

② 郑柳杨. 人工智能在产品中的应用与发展趋势[J]. 家具与室内装饰，2019（1）：36-37.

③ 张喆，欧阳博强. 人工智能影响经济发展的理论机理与城市经验[J]. 山东社会科学，2023（4）：94-102.

④ 王会. 人工智能赋能产业转型升级探析[J]. 智慧中国，2023（8）：21-23.

⑤ 陈俊. 数字经济时代下的新型消费行为与趋势[J]. 财讯，2023（7）：27-30.

⑥ 余姗，樊秀峰，蒋皓文. 数字经济发展对碳生产率提升的影响研究[J]. 统计与信息论坛，2022，37（7）：26-35.

绿色化、智能化。作为技术变革的重要方向，供应链中的人工智能和数字化协同创造正在成为一种动态的商业规范。由于其对供应链变革的驱动将带来巨大的经济价值，人工智能技术及其应用拥有广阔的市场前景。

6. 元宇宙

元宇宙的概念出现于1992年的科幻小说《雪崩》^①，但至今尚无公认定义。准确地说，元宇宙像是经典概念的重生，是在扩展现实（extended reality, XR）、区块链、云计算、数字孪生等新技术下的概念具体化。回归概念本质，可以认为元宇宙是在传统网络空间基础上，伴随多种数字技术成熟度的提升，构建形成的既映射于又独立于现实世界的虚拟世界。《元宇宙通行证》中指出，区块链技术、交互技术、电子游戏技术、人工智能技术、智能网络技术以及物联网技术是元宇宙的六大技术支柱，简称“BIGANT”^②，如图1-12所示。

从概念到产业，元宇宙正在经历发展初期的百花齐放。环视全球市场，各大企业都在积极拥抱这一新产业。与此同时，中国政府在政策上也在快速跟进。2021年12月，上海印发《上海市电子信息产业发展“十四五”规划》，元宇宙首次被写入地方政府工作报告。2022年11月3日，武汉市人民政府正式发布了《关于印发武汉市促进元宇宙产业创新发展实施方案（2022—2025年）的通知》。方案中提到，元宇宙产业创新发展，力争到2025年，高水平建成2个以上元宇宙产业基地、3个以上元宇宙重点平台，聚焦重点行业领域打造50个以上元宇宙典型应用场景和项目，培育引进200个以上元宇宙创新企业，建成创新链、产业链、价值链协同发展的我国元宇宙创新发展先导区与核心区。此外，北京出台《关于加快北京城市副中心元宇宙创新引领发展的若干措施》支持元宇宙初创项目和重大项目。深圳成立元宇宙创新实验室打造数字经济发展新高地。广州发布《广州市黄埔区 广州开发区促进元宇宙创新发展办法》提供元宇宙领域产业试点经验和示范引领……中国积极加大政策扶持，力求抢占元宇宙发展先机。

① STEPHENSON N. Snow crash[M]. New York: Bantam Books, 1992.

② 邢杰，赵国栋，徐远重，等. 元宇宙通行证[M]. 北京：中译出版社，2021.

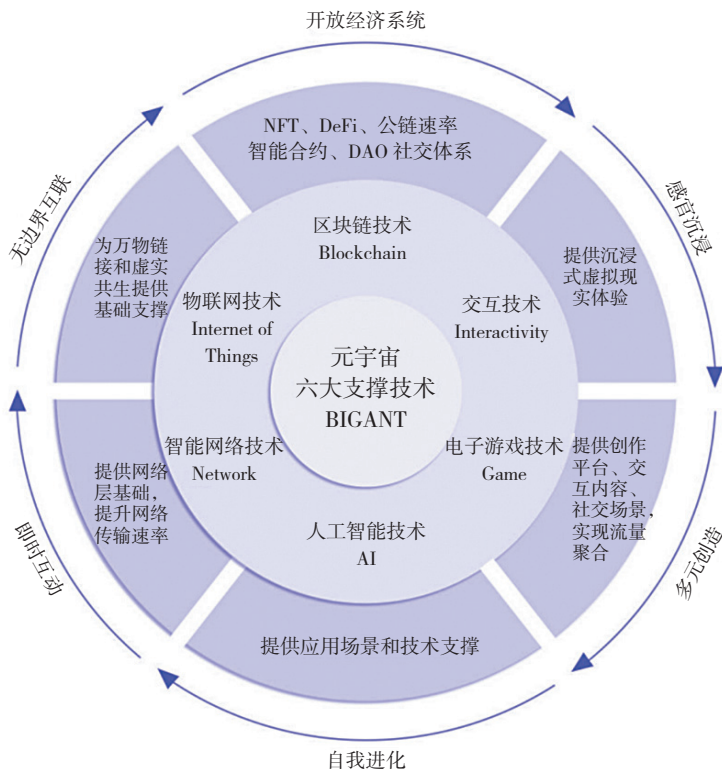


图 1-12 元宇宙六大支撑技术

在元宇宙中，人们可以通过虚拟形象进行社交、娱乐、工作等各种活动。随着元宇宙的发展，其应用场景也不断拓宽，以下是元宇宙在绿色供应链中的具体应用。

（1）线上环保购物体验^①。在元宇宙中，人们可以通过虚拟商城购买商品，这些商品可以是现实世界中已存在的物品，也可以是虚拟的数字商品。因此，购物者可以通过查看产品的详细信息，了解商品的绿色属性，如是否使用可再生能源生产、是否采用可降解的包装材料等，从而作出环保的购物决策，有助于完善绿色供应链管理。

^① 李安，刘冬璐. 元宇宙品牌营销生态系统的重构逻辑与策略[J]. 现代传播（中国传媒大学学报），2022，44（12）：161-168.

(2) 低碳交通和物流^①。元宇宙提供了虚拟现实空间中的交通和物流系统,人们可以借助虚拟的交通工具进行旅行,通过虚拟的物流系统进行货物运输,可以优化交通和物流系统,减少能源消耗和碳排放,如优化货物运输路径,采用低碳交通工具(如电动车辆)等,进而促进绿色供应链的发展。

(3) 能源管理和资源利用^②。元宇宙可以模拟现实世界中的能源和资源管理系统,使人们监测和管理虚拟世界中的能源消耗,并采取相应的节能措施。例如,可以通过优化虚拟建筑的能源使用,使用可再生能源供电,降低能源消耗。

(4) 环保教育和认知提升^③。元宇宙可以为人们提供与环境保护相关的虚拟场景和活动,通过互动体验和游戏化的方式提高用户对环保的认知与理解,进而提升人们对绿色供应链的关注度,促进其发展。

总而言之,元宇宙在绿色供应链的应用是多方面的,它有助于提升供应链的环保绩效,推动企业和个体采取更多的绿色措施,实现资源的可持续利用和环境的可持续发展。

综合以上所有技术在绿色供应链中的应用情况,可见供应链的未来发展趋势,必然以技术为引擎、“绿色”为方向,实现效率与效果的双赢。大数据、云计算、物联网、区块链、人工智能、元宇宙等新技术的发展,为企业打造绿色供应链提供了技术基础,让企业构建一个更智能、更高效和更可持续的供应链管理体系成为可能。

1.2 发展概况

国际上所倡导的“绿色”源于长期的经济发展和工业化进程中导致的环境污染与资源消耗问题。为应对这一问题,联合国自1992年起积极推广绿色生产和绿色消费。欧盟和美国等发达国家和地区作为可持续发展理

① 薛豆豆. 基于智慧供应链的新零售供应链风险的识别与防控[J]. 商业经济研究, 2023(16): 34-37.

② 白太辉. 整合与赋能: 元宇宙促进数字经济发展的路径探索——从元宇宙与数字经济之间的关系说起[J]. 新疆社会科学, 2022(5): 54-60.

③ 牛英豪. 元宇宙时代“智慧生态人”的法律塑造[J]. 东方法学, 2023(3): 121-132.

念的先行者,自20世纪90年代起陆续从立法、市场激励、政府绿色采购等层面,推动所在国或区域的绿色供应链实践,并助力全球产业链绿色化转型。进入2022年,全球能源安全与粮食安全受到气候变化、新型冠状病毒感染疫情(coronavirus pandemic)、俄乌冲突(conflict between Russia and Ukraine)“3C”危机的叠加影响^①,供应链领域危机频发,凸显了传统化石能源在基建基础、发电成本和供电稳定性上的优势,引发各国对加快绿色供应链建设转型的再思考^②。

本小节主要从国家层面、产业层面、企业层面,由宏观到微观对绿色供应链的发展历程、现状及成功案例进行详细阐述,以此来探索绿色供应链的发展规律。

1.2.1 国家层面

随着全球环境问题的日益严重,人们对气候变化、资源枯竭和生态系统破坏等问题的关注度不断提高。绿色供应链作为一种可持续发展的供应链管理方式,能够有效减小对环境的负面影响,符合人们对环保的期望,因此受到广泛关注。许多国家和地区通过制定环境保护相关的法律法规、政策,鼓励企业发展绿色供应链。

1. 发达国家或地区

1) 美国

美国是绿色供应链概念的发起者,美国政府主要通过政策性引导,制定一系列科学的法律法规,建立有效的监管体系等手段,推动本国企业实施绿色供应链管理^③。作为世界上最早研究该领域的国家,美国相关的法律法规体系如今已步入成熟,同时,美国政府通过出台经济刺激措施、提供相关教育培训、实施企业自愿合作计划、建立绿色供应链联盟、加强绿色供应链管理研究等一系列措施来推动绿色供应链的发展。

^① The UNEP. Global impact of war in Ukraine on food, energy and finance systems [EB/OL]. (2022-04-13). <https://www.unep.org/resources/publication/global-impact-war-ukraine-food-energy-and-finance-systems>.

^② 于宏源:风险叠加背景下的美国绿色供应链战略与中国应对[J].社会科学,2022(7):123-132.

^③ 王煦:工业领域绿色供应链研究[J].信息技术与标准化,2017(Z1):21-24.

美国绿色供应链的发展可以分为三个阶段。

(1) 萌芽阶段(20世纪60年代末)。1969年,由美国总统尼克松颁布的《国家环境政策法》(*National Environmental Policy Act*, NEPA)标志着美国环境管理体系的初步建立^①。1970年,美国环境保护署(Environmental Protection Agency, EPA)成立,为美国绿色供应链管理的发展奠定基础。

(2) 发展阶段(20世纪70年代至90年代末)。1976年,《资源保护与回收法案》(*Resource Conservation and Recovery Act*, RCRA)的修订,开启了美国绿色供应链管理的初步发展。该法案之后又分别在1980年、1984年、1988年和1996年进行了四次修订,其中规定了“减少包装材料的消耗量,并对包装废弃物进行回收再利用”,逐步建立起美国废物循环利用的4R(recovery、recycle、reuse、reduction)原则^②。1986年,《应急计划和社区知情权法案》(*Emergency Planning and Community Right to Know Act*, EPCRA)颁布,明确了美国危险化学品事故的处理要求,加强了产品环境信息的公开透明^③。

(3) 成熟阶段(21世纪初至今)。进入21世纪,美国绿色供应链管理在各州和各行业逐渐形成共识。2004年,美国政府颁布《包装中的毒物》(TPCH/CONEG包装材料法规, TIP),规定了包装物中重金属的最低含量^④。2007年,美国加利福尼亚州颁布了《加利福尼亚州电子废物回收法》,要求在加利福尼亚州销售的所涉及的电子设备支付处理报废电子产品的花费。2008年,美国颁布《雷斯法案》,对美国可持续林业予以保护,以应对绿色木材需求扩大的消费市场。2010年,美国新增7个州通过了电子垃圾法案,以支付可能造成毒害的电子产品回收费用。至此,美国的绿色供应链管理体系已逐步完善和成熟。

而在拜登执政时期,美国的绿色供应链又有了新的发展,具体发展概

① 王曦.论美国《国家环境政策法》对完善中国环境法制的启示[J].现代法学,2009,31(4):177-186.

② 新固废法解读(3)|从新固废法反观国际经验[EB/OL].(2020-09-22).https://m.thepaper.cn/baijiahao_9296916.

③ 李一行,刘兴业.借鉴和反思:美国《应急计划与社区知情权法案》介述[J].防灾科技学院学报,2011,13(2):110-114.

④ 美国包材法案要求[EB/OL].(2021-03-02).https://www.sohu.com/a/453532928_120853081.

况如下。

(1) 强调恢复美国在供应链上的全球领导地位并纳入立法和制度建设。

首先,拜登以总统行政命令形式确定供应链战略,并进行年度审查。2021年4月,拜登政府《构建弹性供应链、重振美国制造业及促进广泛增长》报告了绿色供应链的风险,提出要解决美国绿色供应链的高度对外依赖问题。2022年2月,白宫公布供应链进展,并通过动员MP Materials、伯克希尔·哈撒韦可再生能源公司进行重大投资以扩大国内关键矿产供应链,打破对中国的依赖,促进可持续发展实践。

其次,拜登政府积极把绿色供应链纳入立法。2021年11月的“重建更好未来”(3B法案)包含50亿美元的供应链投资和3000多亿美元的清洁能源投资。2021年12月,参议院发布3B法案参议院更新版本,美国参议院和众议院对《美国创新与竞争法案》基本达成一致,该法案强调在清洁能源等领域用美国本土生产的材料。

(2) 形成了绿色供应链领域的“全政府、跨部门”协调行动机制。

首先,在部门协调方面,美国拜登政府要求国防部与内政部、农业部、能源部协调,以保证国内关键材料的可持续供应并实现国内生产力的进一步“负责任的发展”。

其次,在气候和能源政策协同方面,拜登政府推进建设清洁能源需求倡议(Clean Energy Demand Initiative, CEDI)下的绿色供应链,该倡议由美国总统气候问题特使办公室和美国国务院能源局在第26届联合国气候变化大会(COP26)上提出。

最后,拜登政府确保绿色供应链提供顶层计划。2021年12月,美国白宫14057号行政命令提出联邦政府应利用强大的规模和采购能力提升美国行业竞争力与创造就业,即在联邦层面将供应链韧性正式制度化,通过“购买美国货法案”下的新改革来支持美国绿色供应链领域的关键商品,从联邦角度来保证绿色供应链的韧性建设。

(3) 多次强调绿色供应链关系网络,突出美西方盟友体系的韧性建设。

首先,绿色供应链的伙伴关系标志是绿色供应链俱乐部,即以美西方

国家高标准的绿色供应链为核心，构建一个多伙伴参与的、围绕美国的“轴辐结构”，建立发达国家供应链韧性全球峰会机制、与墨西哥的高级别经济对话、印度洋—太平洋地区经济框架、美国—欧盟贸易及技术委员会（TTC）等一系列具体、可实施、诸边性、便于修改的绿色供应链标准体系。拜登政府强调对供应链采取“伙伴支撑”（friend-shoring）的方式，从而增强美国同盟国和合作伙伴的供应链韧性。

其次，拜登政府致力于重建紧密开放的绿色供应链伙伴关系，针对疫情防控、绿色与环境、技术、贸易与标准、安全与防务等方面提出了原则和一系列工作步骤。《美国—加拿大伙伴关系更新路线图》强调建立必要的供应链，推出关键矿物行动计划，以实现净零工业转型，零排放车辆电池和可再生能源存储，使加拿大和美国在电池开发与生产的各个方面成为全球领导者。

（4）致力于建立美国主导的政府—企业绿色供应链的网络体系。美国倡议并主导全球能源转型倡议（Energy Transitions Initiative—Global, ETI-G），旨在创建一个全球清洁资源网络，从而推动为世界各地的岛国和偏远社区开发可靠、有弹性的能源系统。为了大幅加速向低排放、低成本、安全可靠的电力系统过渡，英国、美国、澳大利亚等国电力系统还共同发起组建了全球电力系统转型集团（Global Power System Transformation Consortium, G-PST）。

同时，美国同加拿大、欧盟一起围绕民主价值观角度讨论所谓“赋予人民权力”的政府—企业—社会的能源转型倡议。在非洲，美国与撒哈拉以南非洲地区也计划建立清洁能源合作伙伴关系，以从非洲清洁能源、矿业、电力和清洁能源市场一体化的角度来支持美国—非洲供应链弹性建设。

（5）美国强化绿色供应链的金融化和标准化工具建设。

其一，标准建设，美国国务院牵头的能源资源治理倡议（Energy Resource Governance Initiative, ERGI）将为清洁能源转型所需的矿物和金属提供可靠、负责任的供应链。国务院通过近 2 500 万美元的外交接触和技术援助为倡议国家提供支持，ERGI 推动建立全球采矿业在环境、社会和治理

方面的最高标准。美国也强调绿色供应链领域的可追溯性。

其二，美国正在计划中的“重建更好世界”（Build Back Better World, B3W）倡议也将与欧盟“全球门户战略”和英国的“清洁绿色倡议”对接，并将主导发达国家的全球绿色发展融资规范，确保大部分清洁能源技术在国内采购和生产，若无法实现这一目标，将从盟友那里采购和生产，保障美国的锂和钕得到全球供应的补充。

其三，从金融工具角度，美国国内供应链设施需要投资约 80 亿美元，才能满足预计每年 40 GWdc（千兆瓦直流电）的国内需求。美国提出并资助一个在全球范围内扩大清洁技术制造能力的倡议，以实现与净零承诺相关的关键清洁能源设备的大规模制造。

在地缘政治经济和气候变化日益凸显的背景下，美国政府不断调整绿色供应链战略方向，强调恢复美国在供应链上的全球领导地位。未来美国政府将更加重视供应链的本地化和自主性建设，聚焦在如何保护国内市场的自主建设，特别强调绿色供应链相关的产业、矿产、技术等因素，其采取的相关措施给未来全球供应链的发展环境带来了一定的挑战^①。

2) 欧盟

欧盟是绿色供应链的有力推动者。目前被广泛提及的“绿色供应链”，大都指进入 21 世纪后，欧盟倡议绿色产品所造成的供应链效应。欧盟先进国家看准供应链间环环相扣的利益关系，积极将一些环保诉求跳脱过去道德劝说的层面而开始立法，希望以欧盟庞大的商业市场为后盾，带领全世界制造业进入一个对环境更友善的新纪元^②。

欧盟绿色供应链的发展可以分为以下三个阶段^③，如图 1-13 所示。

（1）初步意识阶段（1990—2010 年）。欧盟绿色供应链的发展可以追溯到 20 世纪 90 年代。起初，欧盟将环境保护作为一项重要议题，并开始制定相关政策来改善环境状况。然而，其很快发现单纯依靠区域内政策无

① 于宏源. 风险叠加背景下的美国绿色供应链战略与中国应对[J]. 社会科学, 2022(7): 123-132.

② 谢伟, 赵达维, 张超. 绿色供应链结构优化模型研究[J]. 浙江学刊, 2015(2): 195-200.

③ 孙楚绿, 慕静. 产品环境足迹的供应链绿色采购政策分析——欧盟的实践与启示[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2017, 19(1): 7-11.



图 1-13 欧盟绿色供应链发展历程

法有效解决环境问题，因为欧盟是一个开放的市场，许多产品和材料是通过全球供应链制造与交易的。

1997年，欧盟委员会发布了《环境管理和审计制度》（*Environmental Management and Audit System*, EMAS）条例。该条例要求企业对其环境管理作出公开承诺，并接受独立的第三方审计。这标志着欧盟开始采取行动推动企业在供应链管理中采用环境友好的做法。2001年，欧盟能源使用效率指令和欧盟生态标签（EU Ecolabel）引入市场，这是欧盟首次为产品引入环境标识，以鼓励企业在生产环节中采用更环保的做法。2008年，欧盟委员会发布了《绿色公共采购指令》。该指令要求公共机构在招标和采购过程中优先选择环境友好的产品与服务。这一举措有助于刺激企业改善其供应链环境绩效，以符合公共采购的要求。

（2）法规制定阶段（2010—2015年）。在这一阶段，欧盟立法机构开始制定环境和可持续发展方面的法规，以鼓励和规范企业的绿色供应链实践。其中最重要的法规是2010年欧盟委员会发布的《可持续发展和企业社会责任策略》，其中包括通过绿色供应链实现可持续发展目标的具体行动计划，这一战略主要着眼于推动企业采购和供应链的可持续性改进。

2013年，欧盟委员会发布了《欧盟理事会关于产品和组织生命周期环境绩效评价与交流方法的使用建议》和《建立绿色产品统一市场》，提出

建立并使用 PEF（欧盟产品环境足迹）的统一方法学，旨在提供可靠且可比较的产品信息，从而在欧盟建立绿色产品的统一市场。同年，欧盟又启动了 PEF 自愿性试点计划，试点结束后将根据结果或提出欧盟标准以及相关政策促进欧盟市场产品的环境绩效^①。2014 年，欧盟委员会发布了《绿色供应链标志指南》，以帮助企业认可并传达其对绿色供应链的承诺，该指南提供了思路和方法来实施绿色供应链，并对接触和污染环境的供应链行为进行评估与认证。

欧盟各国政府还通过绿色采购大力支持绿色供应链的发展。该举措要求政府在采购产品和服务时，确保相较同类商品在整个产品的生产使用周期对环境的影响最小。例如，建筑能耗指令规定从 2019 年 1 月起，政府部门的建筑必须达到零碳建筑的要求。据统计，欧盟各国每年政府采购额超过 2.3 万亿欧元，通过实施绿色采购，欧盟正在为推动全球供应链绿色化转型提供有力的支撑。

（3）供应商责任阶段（2016 年至今）。在这一阶段，欧盟开始强调供应商的责任和透明度，提出了“不做坏事”和“做更多好事”的原则，鼓励企业推动绿色供应链建设，并向消费者提供更多的信息。此外，欧盟还引入一些认证和标准，以评估企业的绿色供应链实践，具体见图 1-13。

2018 年，欧盟委员会发布了《可持续金融行动计划》，着重推动投资者和金融机构在资金选择与投资决策中考虑环境、社会和治理（environmental, social and governance, ESG）因素，这一行动计划旨在为绿色供应链提供更多资金支持和激励措施。2020 年 3 月 2 日，欧盟委员会发布了《走向绿色、数字化和有弹性经济：欧洲增长模式》的政策文件，是 2020 年新型冠状病毒感染暴发后欧盟首次全面阐述其应对挑战、推动经济复苏和竞争力换挡升级的政策纲要^②。2023 年，欧盟委员会又提出了关于企业可持续性义务的法律提案——《欧盟供应链法》。它的目的是责成公司在自己的业务部门内遵守供应链流程，它远远超出国家层面的现有立法。在整个欧盟

① 吴薇群，许立杰. 欧盟产品环境足迹机制及应对措施研究 [J]. 中国标准化, 2021 (4): 143-147.

② 新形势下欧盟绿色发展之路 [EB/OL]. (2022-03-29). <http://center.cnpc.com.cn/bk/system/2022/03/29/030063830.shtml>.

区域,企业组织供应链合规措施时需要以欧盟法规为指导,以应对后续的修订^①。

近年来,为确保完成“2030年温室气体排放量相比1990年至少减少55%,2050年实现碳中和”的国家自主贡献目标,欧盟提出了包含能源、碳定价、交通、林业碳汇、减排责任和资金支持等在内的一系列政策,并将这一揽子政策命名为“欧盟绿色新政”(EU Green Deal)。可以预见的是,欧盟绿色新政将在全球范围内带来广泛影响。

另外,除了欧盟的统一规划外,欧洲各国也十分注重供应链绿色化的转型,德国和法国是其中的佼佼者。

德国绿色供应链管理体系的发展,离不开完善的法律体系保障和相关制度引导。1994年,德国正式通过《循环经济与废弃物管理法》,并于1996年生效实施,这是世界上第一部关于循环经济的法律。该法明确了生产者延伸责任制,要求生产者对产品全寿命周期负责,包括产品的生产、消费、回收直到最终的无害化处置强调以闭合的方式进行废弃物管理。在《循环经济与废弃物管理法》的基础上,德国还根据各个行业的不同情况,制定了监管各行业废物回收利用及发展循环经济的法规,如《废旧车辆处理条例》《废油处理条例》《废旧电池处理条例》等,强调从源头减少废弃物的产生,并规定了生产商回收再利用废弃物的责任。另外,德国还将欧盟颁布的RoHS指令(危险物质限制指令)转换成国内法,限制了六类有害物质在电器电子设备中的使用,包括铅、水银、六价铬、多溴联苯和多溴联苯醚^②。2019年11月,德国通过了《德国联邦气候保护法》,计划到2030年,温室气体排放总量较1990年至少减少55%,到2050年实现碳中和。同时,德国正在逐步淘汰煤电,寄希望于可再生能源。2019年,归功于国家提供的广泛援助,约有43%的电力来自风能和太阳能等可再生能源。并且为了确保绿色电力在全国范围内使用,德国的电网也在进一步开发中。到2030年,可再生能源将占总用电量的65%。2050年之前,所有

① 欧盟供应链法,或许是严厉的新可持续发展标准[EB/OL].(2023-06-08).<http://www.logclub.com/articleInfo/NjM3NDM=>.

② 徐媛.德国绿色供应链管理得益于成熟的法律体系[J].环境经济,2017(18):48-53.

发电和消费都将实现温室气体中和。

不仅德国在绿色供应链管理方面做出了很多努力，法国作为一个国际重要的贸易和制造大国，也在近年来采取了一系列的措施来推动绿色供应链的发展。在新型冠状病毒感染疫情持续反复、俄乌冲突及欧俄间展开制裁与反制裁等多重不确定因素叠加影响下，法国供应链领域压力骤增，直接制约了经济社会稳定发展，更对法国总统马克龙新任期内多项改革措施形成掣肘。对此，法国政府将“绿色转型”作为破解多重复杂困境，特别是供应链难题的突破口，希望通过“弯道超车”掌握先发优势与发展主动。一是以更积极姿态推进可再生能源发展，法国将确保到2050年实现碳中和目标，并制订了在此之前再造6座核反应堆、建设50个海上风电场、太阳能发电装机容量再增10倍等雄心目标，使法国可再生能源在2030年前的最终能源消耗占比达32%。二是以更具雄心的规划充分调动多方位资源。高效调配“法国2030”投资计划、“法国重启”经济复苏计划、“未来投资计划”等多个一揽子刺激计划与资金池，充分利用市场、资本等组合拳，重点支持核能开发、绿色能源、新型交通工具、电子设备制造、生物医药等领域获得先发优势，使法国经济重新步入良性循环，重建法国生产的独立性。三是以更前瞻性的视野用科技创新为绿色转型赋能。法国高度重视科技创新与绿色转型的融合，注重将科技领域的研发成果快速转化为促进绿色发展的助推剂，希望科技赋能可迅速使相关转型释放强大的生命力与竞争力，如2022年度的法国“VIVA TECH”科技创新展览会就聚焦移动互联、零排放、未来工作、包容性发展、Web 3.0及欧洲数字技术六大热门议题，希望以此把脉未来经济趋势，使经济与产业转型更为契合未来发展脉动。当然，除了德国、法国等绿色供应链发展较为成熟的国家外，荷兰、瑞典的供应链绿色转型成果也十分突出。

当前，面对周边地缘震荡和能源危机加剧的新挑战，以及疫情和供应链等近年来反复出现的问题，欧盟依旧将投资和改革作为经济复苏的主线，将绿色化和数字化作为产业的双轮驱动，对于能源和经济绿色转型给予更多期望。欧盟提出在未来十年，在经济脱碳和应对气候变化领域每年投资增加5200亿欧元，达到数字化投资目标（1250亿欧元）的4.16倍，

其中，能源和气候相关政策项目投资达3 900亿欧元。同时，欧盟就电网、发电厂、工业部门、住宅、第三产业用能及运输部门等均提出具体投资规划，在“下一代欧盟”复苏计划和欧盟2021—2027年多年期预算中，要求成员国绿色化投入比重达到37%，远高于数字化的20%。这些规划背后显示出欧盟在经济复苏中，较数字化而言更加重视绿色化相关项目和产业的重要作用，以尝试在既有经济和能源低碳化优势下谋求更大发展。

3) 日本

美国是绿色供应链的发起者和倡导者，随后认可绿色供应链的有欧盟、日本等发达国家和组织。日本通过多年的探索和发展，其绿色供应链日臻成熟，其中一个重要体现就是：以绿色供应链条的经营模式最终实现了节约资源、降低成本、提高竞争力的发展目标。这得益于政府的大力支持和完善的法律支撑。

日本的绿色供应链发展可以分为以下阶段。

(1) 早期环境意识阶段（1990—2000年）。日本在这个阶段逐渐意识到环境问题的重要性，并开始关注供应链对环境的影响。1994年，日本绿色采购的“种子”在滋贺县悄然种下。行业协会、社会组织也积极参与，如绿色采购网络联盟（Green Procurement Net, GPN）。1996年，日本环境省联合企业成立了GPN，旨在推动绿色采购的发展，向相关人士提供绿色采购方面的信息与指南。

(2) 政府引导与支持阶段（2001—2010年）。在这一阶段，日本政府开始通过立法和政策推动绿色供应链的发展。同年，日本政府颁布了《循环型社会形成促进基本法》^①，随后又出台了《固体废弃物管理和公共清洁法》《促进资源有效利用法》等，有效地促进了日本建立资源循环共用体系。2001年，针对家电行业颁布了《家电循环利用法》，将废弃家电处理回收规定为生产厂家的社会责任，并严格执行。2002年，针对汽车制造行业提出了《汽车循环法案》，对废旧车辆的回收处理工作进行了明确责任分工；针对建筑行业颁布了《建设循环法》，规定废弃水泥、沥青、污

^① 日本循环型社会法规简介[EB/OL]. (2006-05-17). <http://tfs.mofcom.gov.cn/article/ba/bh/200605/20060502206495.shtml>.

泥、木材的再利用率要达到100%。针对物流服务业，日本分别在1997年、2001年、2005年、2009年以及2013年先后五次颁布并修订了《综合物流施策大纲》，强调要构筑具有国际竞争力的物流市场，创建能够减轻环境负荷的物流体系和循环型社会。此外，日本还颁布了《促进容器与包装分类回收法》《食品回收法》《绿色采购法》等。

同时，日本政府还制定了详细、合理的环保经费分配政策，对建立绿色供应链和应用绿色技术的企业给予一定的资金补贴。

(3) 企业自愿行动与合作阶段(2011年至今)。在这一阶段，企业开始自愿采取行动，推动绿色供应链的发展。一些大型企业制定了自己的环境政策，并要求其供应商遵守相关的环境要求。此外，企业之间也开始展开合作，共同努力解决供应链中的环境问题。

当前，推动经济发展绿色转型已经成为全球共识，世界各主要国家纷纷提出实现碳中和的承诺，绿色产业领域的竞争日趋激烈。日本发挥既有技术优势，持续推动构建集绿色制造、绿色回收、绿色能源于一体的“三绿”产业体系构建。日本政府从明确发展目标、引领绿色技术创新发展、强化财政金融政策扶持力度、加强规则制定与国际技术合作等角度出发，实施一系列绿色产业政策，引导日本企业转变商业经营模式，加大绿色领域投资。首先，政府倡导企业实施环保生产，提倡实施“3R”政策——reduce(减量)、reuse(再利用)、recycle(循环利用)，将多余物资回收循环利用，并推进在生产过程中减少废物产生。其次，日本政府制定了严格的环保标准和法律规定，企业必须遵守相关的环保法规，确保采购环保材料和产品，并减少废弃物的产生，以避免对环境的负面影响。同时，政府加强了对企业的指导和监管，积极鼓励企业实施绿色供应链管理，为企业提供财政和税收优惠政策等支持。以下是日本绿色供应链发展的主要现状。

(1) 绿色采购。在日本，绿色采购是指在购买产品或服务时，从环境保护和自身需求出发，选择对环境影响最小的产品或服务。1995年，日本政府制定了《政府操作的绿色行动计划》，要求所有政府机构都制订绿色采购计划，日本从此开始了绿色采购的法律体系建设之路。

2000年5月,日本颁布《绿色采购法》,要求中央政府采购绿色产品,同时提出让地方政府、企业以及个人都努力购买绿色产品。之后,日本又出台了《促进再循环产品采购法》《绿色采购调查共同化协议》《特定采购项目修订清单和判断标准》等,不断推动绿色采购的法制建设。另外,日本政府每年都会修订绿色采购的基本方针,对不同产品设置相应的绿色采购标准。

(2) 绿色物流。日本为了解决由物流发展而引发的环境问题,通过立法限制物流的环境影响,制定了严格的法规限制机动车尾气排放,在《新综合物流施策大纲》中明确地提出“解决环境问题”的对策,同时,提出发展循环型经济的目标,建立绿色物流的体系。日本通过制定一系列政策来控制物流污染,并加大政府部门的监管和控制作用,形成了基本法统率综合法和专项法的循环经济立法模式,要求企业、社会团体、国民注重资源循环再利用,并在循环物流建设、资源再利用的公共设施建设上进行财政支持。

日本企业也在物流方面进行了不少尝试,如推行环保包装、使用电动物流车辆、在物流网络建设中考虑最小化排放等,确保物流在整个绿色供应链体系中的可持续性和环保性。其中,日本郵便公司是绿色物流领域的领先者之一,其采用环保材料和包装,在物流过程中实现了节能减排^①。

(3) 绿色制造。绿色制造在绿色产业体系中居于基础地位。日本企业通过技术创新、提升管理能力,提高资源和能源使用效率,减少污染物和温室气体排放,始终致力于减少生产制造过程中的废弃物,不断实现绿色技术创新,积累了诸多技术。

① 电动马达与蓄电池技术突出。日本在电动马达、蓄电池等电动汽车制造核心技术方面具备独特技术。在电动马达技术方面,日本电产公司生产的无刷电动马达,具有小型化、大功率、低振动、使用寿命长等优点,被广泛应用于纯电动汽车的生产之中。在蓄电池技术方面,日本的松下电

① 姜旭,王雅琪,胡雪芹.以四方联动机制推动中国绿色物流发展——日本绿色物流经验与启示[J].环境保护,2019,47(24):62-67.

器是仅次于中国宁德时代以及韩国 LG 电子的世界第三大蓄电池生产厂商，其蓄电池产量占世界的 13.3%。

②功率半导体以及半导体原材料仍保持竞争优势。一方面，日本拥有领先的功率半导体技术。三菱电机、富士电机、东芝等日本企业的功率半导体产量占据世界功率半导体总需求的 20%，在世界处于领先地位。另一方面，日本还掌握提升半导体效率的氧化镓半导体技术。日本田村制造所旗下的半导体技术开发公司成功将氧化镓作为半导体的基础材料，研制出能够承受大电流的功率半导体^①。

③碳循环技术快速发展。在高速固碳技术方面，日本东芝公司开发出可将二氧化碳转化为一氧化碳的“化学动力”技术，通过其自主开发的电极触媒，实现气态状况下二氧化碳的利用和转换，配合其独有的堆叠电解组件技术，大幅度提升了单位面积的处理量。在人工光合作用技术方面，丰田汽车集团开发了人工光合作用技术，利用光伏发电，将水分解为氧气和氢离子，其能量转化效率高达 7.2%，超过了植物的自然光合作用效率^②。

2021 年 6 月，日本政府提出“面向 2050 年碳中和的绿色增长战略”，给出 14 个重点发展的绿色制造产业领域的具体发展前景。

（4）绿色回收。产品报废后的资源循环利用，不仅是绿色回收产业的主要任务，也是日本构建“三绿”产业体系的关键。由于日本国内资源有限，日本长期致力于发展绿色回收产业，促进废品材料与零部件的循环利用或再生使用。2018 年 6 月，日本政府颁布了“第四次循环基本计划”，明确提出日本绿色回收产业发展目标。日本希望以更少的自然资源投入，获取更多的经济增长。

①日本的废旧包装容器回收率很高，这体现在废纸、废铝罐、废玻璃瓶等包装容器方面。2021 年，日本废纸、废铝罐、废玻璃瓶的回收率分别为 81.1%、96.6%、71.1%^③。2020 年，日本废塑料回收量达 822 万吨，有效

① 日本政府. 半導体・テロシ・タル産業戦略 [R]. 2021.

② 田正, 刘云. 日本构建绿色产业体系述略 [J]. 东北亚学刊, 2023 (2): 120-134, 150.

③ 一般社団法人持続可能環境センター. 「3 R 低炭素社会検定公式テキスト」、一般社団法人持続可能環境センター [M]. 京都: ミネルヴァ書房, 2020: 136-144.

利用率高达 86%^①。

②日本的家电回收利用体系完善。日本从 2001 年开始实施“家用电器循环利用法”，在生产者责任理念的指导下，日本家电制造企业需要承担家电的资源回收责任，家电的循环利用率得到提高。日本回收的废旧家电数量从 2012 年的 2 379 万台提升到 2020 年的 2 468 万台，回收率则从 48.7% 提升到 64.8%^②。

③日本的汽车破碎回收技术丰富。日本自 2005 年开始实施“汽车循环利用法”，基于生产者责任，要求汽车生产制造商履行废旧汽车回收义务。回收废旧汽车时，首先拆解废液、废油、轮胎、蓄电池、安全气囊等汽车零部件，并由汽车拆解企业对其进行回收利用以及无害化处置，解体后的汽车骨架由专业的汽车破碎公司进行破碎回收。

④日本的建筑垃圾回收技术十分先进，尤其在混凝土回收技术上处于领先地位。例如，日本的清水建设公司开发出针对混凝土回收的“加热摩擦法”，将混凝土块磨碎后，通过再次加热与摩擦碰撞，实现水泥砂浆与石子的分离，从而使其成为制造新混凝土的原材料^③。

(5) 绿色能源。为实现碳中和，降低温室气体排放、增加对环境友好的能源使用是不可或缺的重要因素。日本正在发挥煤电清洁高效生产技术优势，同时强化核电和氢能等可再生能源的技术研发，推动绿色能源产业快速发展。

①日本在煤电的清洁高效生产方面具有优势。一方面，日本在煤炭燃烧领域拥有高水平清洁生产技术。日本横滨市的矶子火力发电厂运用“清洁煤技术”，从煤炭的洗选、加工、提质、燃烧、烟气净化等方面着手实现烟气净化，大幅度削减了大气污染物的排放^④。另一方面，日本还拥有世

① プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況[EB/OL]. [2023-01-30]. https://www.nef.or.jp/keyword/na/articles_ni_07.html.

② 家電リサイクル年次報告書[R/OL]. [2023-01-30]. https://www.aeha-kadenrecycle.com/pdf/report/kadennenji_2020.pdf.

③ コンクリート資源循環システム[EB/OL]. [2023-01-30]. <https://www.shimz.co.jp/solution/tech272/index.html>.

④ なぜ、日本は石炭火力発電の活用をつづけているのか？——~2030 年度のエネルギーミックスと CO2 削減を達成するための取り組み[EB/OL]. (2018-04-06) [2023-01-30]. https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/qa_sekitankaryoku.html.

界最高效率的火力发电技术。日本电源开发公司从1979年开始研究“超临界压发电技术”，可实现高压发电。

②日本正在加快核电技术研发。日本企业可根据客户的多样化需求，开发具有自主技术的小型模组化反应炉（SMR）。例如，日立公司与美国通用电气公司（GE）设立的合资公司“GE日立清洁能源”在2021年收到了来自加拿大安大略省电力公司（OPG）约3 000亿日元的SMR订单。

③日本大力促进氢能的利用与供应链建设。当前，日本在氢能技术领域处于领先地位，专利数量居于世界首位。一是制氢技术。日本旭化成公司在2020年导入世界最大规模的电解水装置，该技术处于世界领先地位。二是储氢与运氢技术。2019年，日本川崎重工制造完成了世界首艘液态氢运输船，可以将澳大利亚生产的低价氢气运输到日本^①。

2021年10月，日本政府制订了“第六次能源基本计划”，给出了日本绿色能源产业发展总体方向。在能源供给层面，到2030年时要将可再生能源占日本能源总供给的比重提升至36%~38%，氢能与燃料氨提升至1%，核能提升至20%~22%等^②。

总的来说，日本绿色供应链发展取得了一定的成果。然而，绿色供应链的推动仍需要各方的积极参与和合作，并面临着挑战，如技术和投资成本、信息共享和透明度等。日本政府和企业应进一步加强合作，加大推动绿色供应链发展的力度，以实现可持续发展和环境保护的目标。

2. 发展中国家

在过去几十年里，发展中国家面临着日益严峻的环境和可持续发展挑战。经济发展的背后往往伴随着资源短缺、环境污染和社会不平等问题。为了应对这些挑战，越来越多的发展中国家开始关注绿色供应链的建设和发展。而中国作为全球最大的制造业国家，其供应链的环境问题备受关注。

中国的绿色供应链相比美国、欧盟、瑞典等国家（地区）起步较晚，还处于初级阶段。发达国家（地区）对于绿色供应链管理日趋成熟，而中

① 『知財』で見る世界の脱炭素技術 [EB/OL]. (2021-09-16) [2023-01-30]. https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/chizai_01.html.

② エネルギー基本計画について [EB/OL]. https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan.

国作为世界上最大的发展中国家，也在近几年相继出台一系列政策，去支持和引导企业打造绿色供应链。

中国绿色供应链的发展可以分为以下三个阶段。

(1) 起步阶段(1978—2010年)。改革开放以来，我国生态环境保护法律政策制定工作进入“快车道”，出台了《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《中华人民共和国节约能源法》《工业和信息化部 发展改革委 环境保护部关于开展工业产品生态设计的指导意见》《再生资源回收管理办法》《电子废物污染环境防治管理办法》等法律政策，在探索中不断完善。法律政策的制定，经历了从末端治理向源头预防、过程控制的延伸，并最终实现了产品全寿命周期管理。同时，也完成了以行政管制为主向行政管制和市场管制并重的转变。该时期，尚无法律政策以推进绿色供应链管理作为制定初衷，具体条文中也找不到关于“绿色供应链”的描述，但部分相关规定已经调整到产品设计、生产、采购、销售、使用、回收处理等供应链的某个环节，对于企业打造绿色供应链起到一定的促进作用。

(2) 推动阶段(2011—2015年)。2014年12月，商务部、环境保护部、工业和信息化部明确提出通过绿色采购带动绿色供应链建设，联合印发了《企业绿色采购指南(试行)》。2015年6月，财政部、国家发展改革委、工业和信息化部 and 环境保护部共同颁布的《环保“领跑者”制度实施方案》提出，“推行绿色供应链环境管理，注重产品环境友好设计，采用高效的清洁生产技术，达到国际先进清洁生产水平，全寿命周期污染排放较低”。

(3) 深化阶段(2016年至今)。2016年2月，国家发展改革委、中宣部、科技部等十部委印发的《关于促进绿色消费的指导意见》提出，“鼓励企业推行绿色供应链建设……”，同年3月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出，“加快构建绿色供应链产业体系”。2016年4月，环境保护部发布《关于积极发挥环境保护作用促进供给侧结构性改革的指导意见》。2016年12月，环境保护部印发的《环境保护部推进绿色制造工程工作方案》提出，推进区域绿色供应链管理试点，

开展绿色供应链标识管理、制定绿色供应链管理规范和绩效评价体系、推进环境信息公开等工作。

2017年10月，国务院办公厅印发的《国务院办公厅关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》专门部署了“积极倡导绿色供应链”，包括“大力倡导绿色制造”“积极推行绿色流通”“建立逆向物流体系”等具体工作任务，并明确了部门分工。其中，明确要开展供应链创新与应用示范城市试点、培育一批供应链创新与应用示范企业。

2018年4月，商务部等八部门联合印发《关于开展供应链创新与应用试点的通知》，将构建绿色供应链列为重点任务，明确“发展全过程全环节的绿色供应链体系”。同年10月，商务部等八部门以《关于公布全国供应链创新与应用试点城市和试点企业名单的通知》的形式，公布了北京等55个试点城市和TCL集团股份有限公司等266家试点企业。通过不断提出和推行绿色供应链管理的方案政策，工业和信息化部推出一系列政策，颁布实施一系列文件，旨在重点围绕汽车、电子电器、通信、大型成套装备等行业龙头企业开展试点示范工作，以此来初步建立绿色供应链管理体系。

2019年，工业和信息化部发布了《电子电器行业绿色供应链管理企业评价指标体系》《机械行业绿色供应链管理企业评价指标体系》《汽车行业绿色供应链管理企业评价指标体系》，细化了三个行业的绿色供应链管理评价要求。与此同时，国务院办公厅就“绿色供应链管理”这一主题，也相继推出了各项纲要文件。

2021年，国务院发布《国务院关于加强建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》，将构建绿色供应链纳入健全绿色低碳循环发展经济体系的重要内容。

2014年至2022年，国家相关部委已经出台多部与绿色供应链管理工作相关的文件，以及与绿色供应链各环节配套的政策（表1-1），以推进绿色供应链工作，绿色供应链的整体部署工作已经上升为国家战略。在国家的强力引导和推动下，绿色供应链实践取得了明显的成效。但相对于国外而言，还是起步较晚。大部分的国内企业对于绿色供应链管理仅仅局限于对供应商的资料整合与管理。所以，企业绿色供应链管理的普及还有待加强。

表 1-1 围绕绿色供应链各环节发布的主要文件

环节	序号	发文部门	发文时间	文件名称
采购	1	商务部、环境保护部、工业和信息化部	2014 年 12 月	《企业绿色采购指南（试行）》
生产	2	工业和信息化部、国家发展改革委、环境保护部	2013 年 2 月	《工业和信息化部 发展改革委 环境保护部关于开展工业产品生态设计的指导意见》
	3	工业和信息化部	2015 年 5 月	《工业清洁生产审核规范》
	4	工业和信息化部	2015 年 5 月	《工业清洁生产实施效果评估规范》
	5	财政部等 4 部门	2015 年 6 月	《环保“领跑者”制度实施方案》
	6	国家发展改革委等 7 部门	2014 年 12 月	《能效“领跑者”制度实施方案》
流通	7	商务部	2014 年 9 月	《商务部关于大力发展绿色流通的指导意见》
物流与包装	8	国家邮政局等 10 部门	2017 年 10 月	《关于协同推进快递业绿色包装工作的指导意见》
	9	国家发展改革委	2019 年 2 月	《关于推动物流高质量发展促进形成强大国内市场的意见》
消费	10	国家发展改革委等 10 部门	2016 年 3 月	《关于促进绿色消费的指导意见》
	11	商务部办公厅	2018 年 4 月	《商务部办公厅关于做好 2018 年绿色循环消费有关工作的通知》
	12	国家发展改革委	2019 年 11 月	《绿色生活创建行动总体方案》
回收再利用	13	国务院办公厅	2016 年 12 月	《生产者责任延伸制度推行方案》
	14	工业和信息化部、商务部、科技部	2016 年 12 月	《工业和信息化部 商务部 科技部关于加快推进再生资源产业发展的指导意见》
	15	国务院办公厅	2019 年 1 月	《“无废城市”建设试点工作方案》
物流与包装	16	国家发展改革委等部门	2020 年 12 月	《关于加快推进快递包装绿色转型的意见》
回收再利用	17	国务院	2021 年 2 月	《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》
所有环节均涉及	18	工业和信息化部、人民银行、银保监会、证监会	2021 年 9 月	《工业和信息化部 人民银行 银保监会 证监会关于加强产融合作推动工业绿色发展的指导意见》
所有环节均涉及	19	工业和信息化部	2021 年 11 月	《“十四五”工业绿色发展规划》

续表

环节	序号	发文部门	发文时间	文件名称
所有环节均涉及	20	工业和信息化部、国家发展改革委、生态环境部	2022 年 7 月	《工业领域碳达峰实施方案》

中国物流与采购联合会绿色物流分会执行副会长蒋浩表示，中国绿色供应链发展最初是以绿色采购为主，后来形成以绿色采购、绿色生产、绿色销售、绿色物流、绿色回收体系为主体，绿色供应链管理、绿色供应商管理、绿色信息平台建设、绿色信息披露协同构建的系统性发展体系。特别是在国家高质量发展和“双碳”背景下，社会对企业绿色供应链的要求不再只是强调通过应用先进技术设备和管理模式实现节能、节地、节水、节材和减少对环境的污染，更强调要完善标准计量器具、提升统计监测能力、积极融入市场化机制建设，充分利用绿色金融、财税价格和投融资政策支持，形成绿色供应链发展的循环可持续市场化机制。

近年来，随着环境保护和可持续发展意识的不断增强，中国企业在绿色供应链管理和实践方面取得了显著的进展。天津、上海、东莞、深圳等城市率先开展了绿色供应链管理创新和试点工作，结合地方产业特色探索了不同的绿色供应链示范管理模式，形成了政府引导、企业参与、协会支持的绿色供应链推进格局。在行业实践方面，汽车制造、房地产、电子电器、零售、家具、物流等行业的龙头企业，通过全产业链的绿色化改造，率先开展绿色供应链实践，推动中国企业供应链绿色化改造进程，在节能减排方面取得一定成效^①，但同时也存在以下几个问题^②，如图 1-14 所示。

1) 绿色物流体系不完善，基础设施整体水平较低

物流对于绿色供应链来说是不可缺少的环节，而废料等废弃物是物流环节中产生浪费现象最严重的一环。产品从生产商供应商到销售商最后到

① 本报独家！深入推进绿色供应链实施 助力加快新发展格局构建 [EB/OL]. (2023-09-25). <https://www.cenews.com.cn/news.html?aid=1085286>.

② 赵冰清，杨檬，杨宇涛. 中国绿色供应链发展面临的主要问题及对策 [J]. 信息技术与标准化, 2019 (7): 72-74.

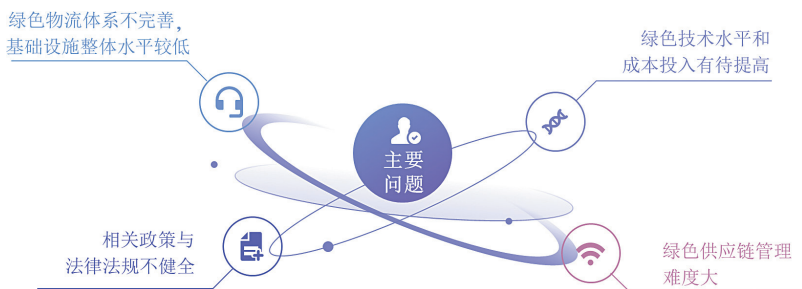


图 1-14 中国绿色供应链发展问题

消费者手中，不可避免地会产生废物废料，对生态环境施加压力，造成资源浪费。对于废弃物的运输处理是推进绿色供应链体系不断完善的重点把握方向。从物流企业本身来看，中国中小企业占比较高，大多数物流企业的基础物流设施都比较落后，对于水电等能源的消耗都存在较为严重的浪费现象，企业自身对于绿色升级的把握程度不高，整个物流过程中的控制碳排放水平与环保能力相对薄弱。绿色物流体系的完善，需要企业在物流发展的过程中积极探索，对基础设施建设进行绿色升级，改善资源浪费与环境污染的程度。

2) 相关政策与法律法规不健全

中国物流发展速度快，但是起步较晚，尤其是大众的绿色物流意识相对匮乏，与发达国家（地区）尤其是或者同在亚洲地区的日本相比，中国有关部门以及各地政府对于绿色物流和绿色供应链的思考处于初期探索阶段，绿色供应链的观念有待进一步巩固加强，针对绿色物流发展的相关政策亟待建立和完善，影响了绿色物流在中国的推广。同时中国传统物流管理的系统呈现复杂且分散的现象，缺少整体性和统一性，造成较多重复环节，影响资源优化配置。在绿色供应链的思维模式下，绿色物流的专业化程度依然存在问题，相关制度标准及配套政策的层级划分不足，各部门的政策服务能力亟待加强。

3) 绿色技术水平和成本投入有待提高

发展绿色供应链，各种社会成本是企业需要重点关注的问题，包括：资本、基础劳动力等初级要素成本以及科研设施、熟练劳动力和企业家才

能等高级生产要素成本、信息数字化成本、互联网技术成本等。然而从中国发展现状来看，这些成本都存在不同程度的投入不足的情况。基础设施绿色水平不高，绿色技术信息水平较低，大数据、5G 通信及物联网等创新技术手段与绿色供应链各环节结合能力不足，绿色设计、绿色生产、绿色回收由于技术限制使得实施效果没有达到预期，造成大多数企业无法正确衡量绿色供应链带来的外部经济效应。由于可合作研发平台较少，外加中小企业自主创新能力不高，促进绿色供应链发展的核心技术仍处在研发瓶颈期，与国际前沿存在一定的差距，先进技术研发水平亟待提高。此外，专业人才匮乏使企业缺少专业绿色供应链优化的理论方法，高技术复合型人才缺失降低企业有效利用绿色技术的能力，与发达国家和地区存在明显差距，阻碍了绿色供应链的快速发展。

4) 绿色供应链管理难度大

绿色供应链涉及环境保护等多方面，这通常需要跨职能部门协商合作，在绿色供应链的构建中会成立专门的团队管理组织。很多中小企业由于自身整体实力不足，采购、生产、加工、仓储、配送等环节的绿色化管理缺乏经验，在跨企业和跨不同职能部门的管理上更是存在能力不足的问题。从城乡结构来看，城市和乡镇之间的各种资源差异较大，交通运输、绿色配送发展不平衡，在城乡供应链一体化过程中，绿色升级能力发挥不充分，加大绿色供应链管理难度。从供应链各环节来看，采购、生产、加工、仓储、运输、包装、销售等 SOP（标准作业程序）需要精准化审核考察，尤其是在正向物流与逆向物流形成的闭环过程中，绿色配送资源调整难度进一步加大，因此，需要各环节之间的协作管理，规范各环节绿色化水平的精准性。

以中国为代表的发展中国家的绿色供应链的发展状况在很大程度上受到经济、社会和环境等多个因素的影响。近年来，发展中国家在绿色供应链方面取得了一些积极进展，如意识的提升、政策的支持、国际合作与支持等，但同时仍面临着挑战，如资金和技术的不足、基础设施落后等问题。国际社会需要进一步支持发展中国家的绿色供应链，通过技术转让、资金支持和知识共享等方式，促进可持续发展和环境保护的实现。

1.2.2 产业层面

本书中所提到的三大产业是采用国家统计局使用的分类方法：第一产业包括农业、林业、牧业和渔业；第二产业包括制造业、采掘业、建筑业和公共工程、水电油气、医药制造；第三产业包括商业、金融、交通运输、通信、教育、服务业及其他非物质生产部门。

三大产业是全球经济发展的重要支柱，然而它们也是对环境影响最大的产业。由于生产和交通过程中的能源消耗、废弃物的排放和土地资源的消耗，这些产业对环境造成了许多负面影响。因此，打造绿色供应链对于三大产业来说是至关重要的。同时，三大产业各自在绿色供应链发展方面都扮演着重要的角色，采用环保和可持续的方式，可以减少对环境的影响，推动可持续发展和保护生态环境的目标的实现。

考虑碳排放量、环境影响等因素，本小节重点聚焦亟需推进绿色供应链建设的农业、工业中的制造业以及能源产业，分别进行深入分析，如图 1-15 所示。

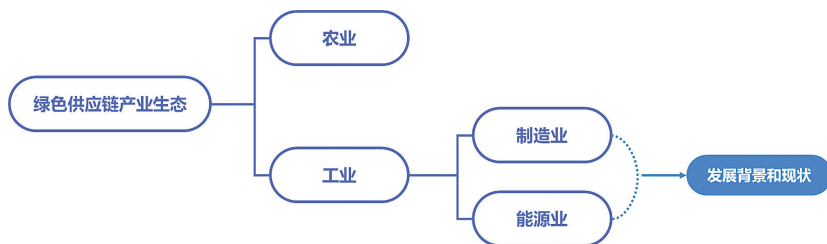


图 1-15 绿色供应链产业生态

1. 农业

1) 发展背景

古代中国历代统治者都高度重视农业问题，采取“重农抑商”的国策，把农业往往放在“本”的地位。改革开放以后，党中央更加重视“三农”问题，将其提升到全党工作的重中之重的地位，惠及了广大农民，取得了不可磨灭的伟大成就。但在农业飞速发展的同时，生态环境出现了不少的欠账，农产品质量也屡次触及质量“底线”。因此，农业必须走绿色

发展之路。习近平总书记指出，推进农业绿色发展是农业发展观的一场深刻革命。作为社会安定与国民经济发展的基础和依靠，中国的农业发展始终是生态文明建设的重要组成部分，既关乎国家食物安全，又与资源和生态安全密不可分。

2020年，中国进一步提出2030年单位国内生产总值碳排放较2005年下降65%以上，2030年前二氧化碳排放力争达到峰值，2060年前力争实现碳中和的目标^①。农业既是重要的温室气体排放源，又是巨大的碳汇系统^②。农业生产活动产生的温室气体，通常以碳排放量估算。据联合国政府间气候变化专门委员会发布，农业、林业等土地利用部门温室气体排放约占净人为温室气体排放的1/4，是重要的温室气体排放源。尽管目前其碳排放远低于运输和能源供应，2050年农业产业或将成为最大的排放源之一^③，推动农业减排是应对气候变化的重要抓手。由于各国农业发展水平和规模不同，农业碳排放量占总排放量的水平不同。据测算，在中国农业碳排放量占总排放量的17%，但在美国仅占7%，在全球仅占11%^④。因此，推动中国农业绿色发展必须推动农业减排。

同时，2021年中央一号文件将全面推进乡村产业振兴放在全面推进乡村振兴的首位^⑤。“十四五”规划纲要提出“走中国特色社会主义乡村振兴道路”“提高农业质量效益和竞争力”的战略目标^⑥。乡村振兴战略是推动中国由农业大国向农业强国转变的重要举措，产业振兴是乡村振兴的基础和保障，其重点是要打造高质量发展的农业现代化模式，而绿色供应链体

① 姜涛，刘瑞，边卫军. “十四五”时期中国农业碳排放调控的运作困境与战略突围[J]. 宁夏社会科学，2021(5): 66-73.

② YANG H, WANG X, BIN P. Agriculture carbon-emission reduction and changing factors behind agricultural eco-efficiency growth in China[J]. Journal of cleaner production, 2022, 334: 130193.

③ 张晓萱，秦耀辰，吴乐英，等. 农业温室气体排放研究进展[J]. 河南大学学报（自然科学版），2019，49(6): 649-662, 713.

④ HUANG X, XU X, WANG Q, et al. Assessment of agricultural carbon emissions and their spatiotemporal changes in China, 1997-2016[J]. International journal of environmental research and public health, 2019, 16(17): 3105.

⑤ 中共中央 国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见[EB/OL]. (2021-02-21). http://www.lswz.gov.cn/html/xinwen/2021-02/21/content_264527.shtml.

⑥ 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL]. (2021-03-13). https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.

系是其优化的选择和模式。2021年9月,农业农村部、国家发展改革委等六部委联合印发《“十四五”全国农业绿色发展规划》,提出要大力推进农业绿色供应链的构建^①。

综上所述,不难发现构建绿色供应链体系不仅能助力减排目标的实现,也是实施乡村振兴战略的重要抓手。

2) 发展现状

根据《中国农业绿色发展报告 2022》,2021年全国农业绿色发展指数 77.53,较 2015 年提升 2.34,农业资源保护利用水平、农业产地环境保护与治理成效、农业绿色产品供给能力均有显著提升^②。同时,根据《2023 中国农业农村低碳发展报告》,农业农村领域积极应对气候变化,协同推进降碳、扩绿、增长。

《“十四五”全国农业绿色发展规划》指出,在农业生产环节,要推进品种培优、品质提升、品牌打造和标准化生产;在农产品加工环节,坚持加工减损、梯次利用、循环发展方向,统筹发展农产品初加工、精深加工和副产物加工利用;在农产品流通环节,健全农产品冷链物流服务体系,推广农产品绿色电商模式;在农产品消费环节,健全绿色农产品标准体系,加强绿色食品、有机农产品、地理标志农产品认证管理,开展农产品过度包装治理。

(1) 农业生产环节。实现化肥农药使用减量和秸秆、地膜等农业废弃物循环利用是农业绿色发展的重要目标。

近年来,通过推行绿色生产方式,化肥农药减量增效持续推进,化肥农药利用率均超过 40%,使用量连续多年负增长。畜禽粪污资源化利用能力不断增强,养殖大县全部开展整县推进粪污综合利用,大型规模养殖场全部配套粪污处理设施装备,全国畜禽粪污综合利用率达到 76%。秸秆地膜利用水平稳步提升,通过推进秸秆肥料化、饲料化、能源化利用,综合

^① 农业农村部等 6 部门联合印发《“十四五”全国农业绿色发展规划》[EB/OL]. (2021-09-09). https://www.gov.cn/xinwen/2021-09/09/content_5636345.htm.

^② [光明日报]《中国农业绿色发展报告 2022》发布[EB/OL]. (2023-06-07). <https://caas.cn/xwzx/mtxw/bfd28e7e40284b4b9c4b1a19b4135583.htm>.

利用率达到 87% 以上。同时,加强地膜生产、销售、使用、回收全程监管,回收利用率超过 80%,农田白色污染治理取得了重要进展^①。

2022 年底,农业农村部印发《到 2025 年化肥减量化行动方案》和《到 2025 年化学农药减量化行动方案》,要求继续推进化肥农药减量使用,加快农业全面绿色转型^②。农业面源污染是制约农业绿色发展的瓶颈问题,数字技术、生物技术的快速发展正在为治理农业面源污染提供全新的解决方案,生产清洁化、废弃物资源化、产业模式生态化加速推进,绿色生产未来将成为农业发展的主流趋势^③。

(2) 农产品加工环节。《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》提出,建立低碳、低耗、循环、高效的农产品加工体系,这既是推进农业绿色发展的必然要求,也是促进农产品加工业转型升级发展的重要举措。要实现这一目标,就要牢固树立和贯彻落实新发展理念,以农业供给侧结构性改革为主线,始终坚持以绿色为导向的发展方式,节约集约循环利用各类资源,大力发展绿色加工,优化产业布局,推动农产品初加工、精深加工及副产物综合利用协调发展,形成“资源—加工—产品—资源”的循环发展模式,鼓励支持农产品加工业与休闲、旅游、文化、教育、科普、养生养老等产业深度融合,促进农业增效、农民增收、农村增绿^④。

农业绿色发展,主要目的是增加绿色优质农产品供给,守护人民群众“舌尖上的安全”。随着标准化清洁化生产逐步推行,食用农产品达标合格证制度加快实施,截至 2022 年 8 月,绿色食品、有机农产品和地理标志农产品超 6 万个,产量占全部农产品比重的 11%,越来越多的绿色优质农产品摆上了人们的餐桌^⑤。下一步还应继续优化绿色优质农产品产业链,坚

① 以更实举措 推进农业绿色发展 [EB/OL]. (2023-01-12). https://www.financialnews.com.cn/ncjr/focus/202301/20230112_263179.html.

② 农业农村部关于印发《到 2025 年化肥减量化行动方案》和《到 2025 年化学农药减量化行动方案》的通知 [EB/OL]. (2022-11-18). http://www.moa.gov.cn/govpublic/ZZYGLS/202212/t20221201_6416398.htm.

③ 张正炜,陈秀,黄璐璐,等. 2009—2019 年上海市推荐农药名单变化分析 [J]. 中国植保导刊, 2021, 41 (2): 79-82.

④ 建立绿色的农产品加工体系 [EB/OL]. (2017-10-20). https://www.gov.cn/xinwen/2017-10/20/content_5233265.htm.

⑤ 消费者认可度较高 地理标志农产品为啥“香” [EB/OL]. (2022-08-03). http://www.news.cn/politics/2022-08/03/c_1128885817.htm.

持绿色化生产和加工,建立绿色农产品生产基地、绿色优质农产品集配加工中心,打通绿色农产品生产端与市场间的流通渠道,进一步提升绿色优质农产品供给能力。

(3) 农产品流通与销售环节。推进农业绿色发展,必须在创新农业绿色技术、推行绿色生产模式的同时,加强绿色农产品市场建设,用“卖得出好价钱”吸引农业经营主体,激发其绿色生产的原动力。必须在狠抓农产品绿色生产的同时,加强绿色农产品市场建设,打通绿色农产品从田间到餐桌的“最后一公里”,让生产出来的绿色农产品卖得出、卖得远、卖出好价钱,实现生产者和消费者“双赢”。

农产品流通体系连接生产和消费,是稳定市场供给和促进农民增收的重要载体。建立绿色农产品的流通体系是农业绿色发展的重要内容。《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》(以下简称《意见》)提出,要建立低碳、低耗、循环、高效的加工流通体系。落实《意见》的部署和要求,从健全完善农产品流通体系、加强产地农产品流通基础设施建设和增强产地市场信息服务功能,推进农产品绿色流通体系建设,发挥绿色流通的先导性作用,有利于密切农业生产与市场消费,稳定农产品市场价格,加快农业发展方式转变,促进农民持续增收^①。

在流通与销售环节,绿色供应链要求营造公平竞争的市场环境,并推动信息技术在农产品流通领域的应用。例如,通过大力发展“互联网+电商”模式,丰富农产品销售渠道,将产销模式变为“生产基地+消费者”。通过互联网逐渐去中介化,有效对接生产者和消费者,省去中间销售环节,大大提升流通效率,降低销售成本,实现生产者和消费者双赢格局。农村电商、视频直播等农业新业态方兴未艾,各类涉农电商超过3万家。根据商务部的报告,2023年,全国农产品网络零售额达5870.3亿元,同比增长12.5%。

绿色供应链的概念提出已久,相较于国外来说,中国对绿色供应链的

^① 农业部:建立绿色农产品的流通体系[EB/OL].(2017-10-19).https://www.gov.cn/xinwen/2017-10/19/content_5232902.htm.

研究起步较晚，且在实践方面，绿色供应链更多应用于工业领域，农业领域绿色供应链体系构建尚未开展。当前，中国在农业领域已经有了初步的绿色供应链实践探索，其中暴露出一些问题，如参与主体对供应链认识不足、绿色供应链的基础支撑不足、绿色供应链的抗风险性不强、供应链体系缺少利益导向机制等^①。依托绿色供应链助力乡村振兴以及减排目标的实现则迫切需要解决这些问题。

2. 工业

随着全球经济的发展和工业化进程的加速，工业部门的资源消耗、能源消耗和废弃物排放大幅增加，导致了环境污染、生态破坏和气候变化等重大问题。为了解决这些问题，建设绿色供应链成为迫切的需求。通过建设绿色供应链，工业可以达到资源的高效利用、环境保护、社会责任的实现，促进可持续发展和绿色经济的建设。

2016年，工业和信息化部发布了《工业绿色发展规划（2016—2020年）》，大力推行以资源节约、环境友好为导向的绿色供应链^②。2017年，国务院办公厅印发的《国务院办公厅关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》，积极倡导绿色制造，鼓励开展绿色供应链管理示范。2019年，中共中央、国务院印发了《粤港澳大湾区发展规划纲要》，明确传统制造业在绿色改造、绿色产品、绿色供应链等方面的具体要求^③。2020年，国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布了《绿色制造 制造企业绿色供应链管理 评价规范》（GB/T 39257—2020）等一系列国家标准，为制造企业的绿色发展指明持续改进的方向。2021年，《国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》更是明确提出要构建绿色供应链，探索建立绿色供应链制度体系。

基于工业造成的资源短缺、环境污染问题以及政府的一揽子政策推动，可见打造工业绿色供应链势在必行。

① 赵建军，徐敬博. 绿色供应链助力乡村振兴战略实施[J]. 环境保护，2022，50（7）：38—44.

② 工信部公布《工业绿色发展规划（2016—2020年）》[EB/OL].（2016-07-20）. https://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/201810/t20181030_2283630.html.

③ 中共中央 国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》[EB/OL].（2019-02-18）. https://www.gov.cn/zhengce/202203/content_3635372.htm#1.

1) 制造业

(1) 发展背景。根据国家统计局的数据,2021年,中国工业增加值拉动经济增长3.1个百分点,对GDP增长的贡献率达到38.1%。制造业作为工业的主要组成部分,“稳增长”是其高质量发展的前提。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出,“保持制造业比重基本稳定,增强制造业竞争优势”,并强调“推动制造业高端化智能化绿色化”。党的二十大报告也明确要求,建设现代化产业体系,坚持把发展经济的着力点放在实体经济上,推进新型工业化。

2018年,国家统计局调整修订的《三次产业划分规定》将第二产业分为4个大门类,分别是采矿业、制造业、电热燃气及水生产和供应业、建筑业。其中,制造业包含30个产业大类,占第二产业大类的70%。制造业是中国国民经济的主导产业,品类齐全、规模庞大。通过几十年持续不断地推进工业化,中国已经建成了门类齐全、独立完整的制造业生产体系,拥有世界上最为复杂完整的各类制造产业链条。在世界500种主要工业品中,中国有超过四成产品的产量位居世界第一。从产值来看,2022年中国工业增加值39.9万亿元,其中制造业增加值33万亿元,占全球比重近30%,连续14年保持世界第一制造大国地位^①。

制造业是中国能源消耗和碳排放的主要源头。《中国能源统计年鉴》显示,2019年,中国制造业的能源消耗量占中国能源消耗总量的55.1%,而排放量占中国总排放量的34.2%,可见,制造业是否能够率先实现碳中和对中国碳中和目标的完成尤为关键。因此,中国制造业的绿色发展必须满足“双碳”目标和“稳增长”协同推进的要求。

(2) 发展现状。当前,中国制造业在发展过程中面临的比较严峻的挑战,既包括产能过剩、需求不足等结构性问题,又包括自主创新、知识产权、贸易壁垒等新兴产业发展问题,制造业的生产率与发达国家相比仍存在较大差距。同时,中国制造业在过去高速发展过程中长时间采取高耗能和高污染的粗放型发展模式,给中国的社会、资源、环境带来了巨大压

^① 我国经济回升向好、长期向好的基本趋势没有改变[EB/OL].(2024-02-01).http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/202402/01/t20240201_38889442.shtml.

力，且这种压力至今也没有得到彻底缓解。正是这些制造业发展中存在的问题与挑战，迫使其走绿色发展道路。

在国家政策和资金的大力支持下，中国制造业在绿色供应链领域取得了积极的成果，如图 1-16 所示。①产业结构调整取得明显成效。传统制造业在加快调整优化，“十三五”期间累计退出钢铁过剩产能达 1.5 亿吨以上、水泥过剩产能 3 亿吨^①；先进制造业不断发展壮大，中国高技术制造业、装备制造业增加值占规模以上工业增加值比重分别从 2012 年的 9.4%、28%^② 提高到 2023 年的 15.7% 和 33.6%^③。②能源资源利用效率持续提升。2021 年，中国的钢铁、电解铝、水泥熟料、平板玻璃等单位产品综合能耗较 2012 年降低了 9% 以上，全国火电机组每千瓦时煤耗降到了 302.5 克标准煤，达到世界领先水平^①。③绿色供给能力显著增强。百万千瓦水轮发电机组顺利投产发电，多晶硅、硅片、电池、组件产量全球占比均超过 70%，新能源汽车产销量连续 9 年居全球第一，LNG（液化天然气）、甲醇等绿色动力船舶的国际市场份额接近 50%。④数字化和绿色化融合水平不

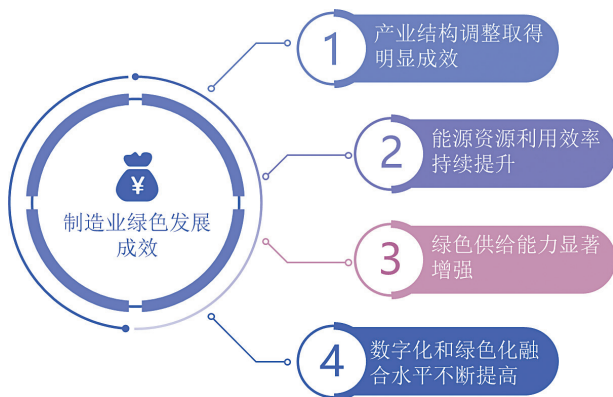


图 1-16 制造业绿色供应链发展成效

① 中国绿色发展取得重大成就[EB/OL]. (2023-01-20). https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/20/content_5738122.htm.

② 工信部：十年来我国工业增加值年均增长 6.3%[EB/OL]. (2022-06-14). http://m.ce.cn/yw/gd/202206/14/t20220614_37754839.shtml.

③ 攻坚克难回升向好 夯基蓄能向新而行——《2023 年国民经济和社会发展统计公报》评读[EB/OL]. (2024-03-07). https://www.ynml.gov.cn/tjj/108883.news.detail.dhtml?news_id=1487475.

断提高。数字技术与制造业快速融合发展，重点领域关键工序数控化率由2012年的24.6%提升到了2023年的66.2%。

截至2022年3月，工业和信息化部公布的中国绿色工厂总数为2783家，绿色产品设计3159种，绿色园区224家，绿色供应链管理示范企业296家^①。从2016年国家实施工业绿色发展规划以来，工业和信息化部实施了一大批重点项目用于推动绿色制造，这其中涉及厂房、原材料、能源、废物等多个方面，目标是集约化、无害化、低碳化、资源化等，这些工程和行动卓有成效，由此陆续催生了一大批绿色工厂、绿色产品设计、绿色园区、绿色供应链管理示范企业。特别是在燃料加工行业、化学制造、非金属矿物制品业、电力生产、热力生产等高耗能行业也产生了一批绿色制造工厂。

然而，中国制造业绿色发展任重而道远，仍然面临不少问题，如图1-17所示：①能源结构偏煤。由于单位标准煤燃烧所产生的碳排放量高于等标量石油及天然气，分别是石油的1.3倍和天然气的1.7倍，去煤化必然成为世界各国制造业低碳零碳排放的内在要求。受资源禀赋的限制，中国煤炭长期扮演着制造业领域主要能源供应品种的角色。例如，中国电解铝生产所需电力供应仍以煤电为主，而国际上使用水电等清洁能源生产铝已成为主流。②关键绿色低碳技术不够强。以企业为主、市场为导向、产学研用深度融合的技术创新体系还不健全，整体创新效率有待提



图 1-17 制造业绿色供应链发展难题

① 绿色工厂“绿”意盎然 [EB/OL]. (2023-06-28). <https://export.shobserver.com/baijiahao/html/626892.html>.

高。同时，基础研究投入仍然不足。③资源循环再利用机制不够顺畅。中国再生资源回收行业长期以小企业为主，进入门槛低，回收网点散乱，逆向物流渠道不够畅通；大部分再制造企业规模较小、设备简陋、回收利用规范化水平较低，用户认可度低。④中小企业绿色转型压力偏大。中小企业人力、物力、财力、技术实力等较为薄弱，面临着绿色低碳转型和生产成本加重的双重压力。

秉持绿色发展理念，制造企业围绕供应链的全链条，在能源使用、生产制造、产品包装、交通运输、物流配送、废物排放等多方面推进标准化、减量化、资源化、循环化，打造绿色环保供应链体系成为未来制造业供应链发展大趋势。一方面，制造企业要加强生产过程中的排放废弃物的控制、回收和循环利用，构造制造业“资源—产品—废弃物—再生资源”的物质反复循环流动的绿色供应链结构，探求制造业低投入、高产出、低消耗、少排放、循环可持续发展道路。另一方面，要加强绿色供应链的管理，通过与上、下游企业的合作以及企业内各部门的沟通，从产品设计、材料选择、产品制造、产品销售以及回收的全过程中考虑环境整体效益最优化，同时提高企业的环境绩效和经济绩效，从而实现制造企业所在供应链的可持续发展。

2) 能源业

(1) 发展背景。能源作为国民经济发展的物质基础和动力源泉，战略意义重大。在俄乌冲突、新型冠状病毒感染、碳减排以及极端天气频发等因素的叠加影响下，全球能源供需失衡，可再生能源供应链紧张，能源市场出现剧烈震荡。全面贯彻落实党的二十大精神，立足中国能源资源禀赋，锚定碳达峰碳中和目标，深入推进能源革命，在确保能源安全供应的前提下，加快规划建设新型能源体系，助力中国能源绿色低碳转型，是中国加快建设能源强国、推动能源行业高质量发展的必然要求。

(2) 发展现状。电力规划设计总院发布的《中国能源发展报告 2023》显示，在能源消费方面，中国仍呈现刚性增长态势。2022 年中国能源消费总量达 54.1 亿吨标准煤，同比增长 2.9%， “十四五” 前两年平均能源消费弹性系数为 0.74，与 “十二五” “十三五” 相比呈上升态势。中国能源低

碳转型稳步推进，非化石能源消费比重提高至 17.5%。煤炭发挥能源保供作用，消费比重上升至 56.2%。重点领域节能降碳工作持续推进，2022 年单位 GDP 能耗强度下降 0.1%，碳排放强度下降 0.8%，工业、建筑等领域节能降碳加快推进。非化石能源消费占比达 17.5%，较 2021 年提高 0.8 个百分点，创近 20 年新高。单位 GDP 能耗强度和碳排放强度持续下降，工业、建筑、交通等领域节能降碳成效显现。这表明在保障能源安全的前提下，中国能源绿色低碳转型正稳步推进。

另外，围绕“双碳”目标下的新型能源体系建设，报告提出了三方面研判：①新型能源体系的中心环节是电力。电力系统紧密连接一次能源和二次能源，能够实现多种能源间的灵活高效转换，是供给侧和消费侧的核心按钮。②“能源+”融合发展将是绿色低碳转型的重要举措。“双碳”目标的实现需要同步推进工业、交通、建筑等领域的清洁低碳用能。“能源+”融合的模式可以充分挖掘新能源开发消纳潜力，减碳降碳的潜力巨大。③氢能高质量发展需重视产业链下游的多元化应用。氢能产业并不能止步于风光制氢环节，而是要包含氢能的制、储、输、用的全产业链，产业发展的关键在于经济、高效、安全地用好绿氢。

政策方面，2022 年《“十四五”现代能源体系规划》正式发布，明确了“十四五”时期能源发展的主要目标和重点任务。此外，能耗双控制度进一步完善，原料用能、可再生能源消费不纳入能源消费总量控制，包括绿证政策等，都有效推进了中国能源绿色转型的进程^①。

同时，值得注意的是，中国电力绿色低碳转型步伐正在加快。2022 年全年，非化石能源发电量达到 36.2%。截至 2022 年底，中国非化石能源装机约 12.7 亿千瓦，同比增长 13.8%，占比提升至 49.6%，创下新高。其中，风电、光伏装机占总装机的 29.6%。电力规划设计总院电力发展研究院副院长刘强说，近年来极端气温显著推高了电力负荷，电力供需形势的不确定性进一步增大，电力安全保障压力进一步增强。根据预测，2024—2025

① 《中国能源发展报告 2023》：我国能源消费仍呈刚性增长态势 [EB/OL]. (2023-09-12). <https://finance.sina.com.cn/jjxw/2023-09-12/doc-imzmmmtsh4816783.shtml>.

年,全国电力供应保障压力依然较大^①。如何推动电力绿色低碳转型,推动电力行业绿色供应链快速发展成为行业重点关注问题。

从21世纪初,中国就将绿色化纳入经济现代化的认知框架内,以节能、减排为主线,以支持绿色制造产业核心技术研发为重点,勾勒出工业部门“绿色产品—绿色工厂—绿色工业园区—绿色供应链—绿色工业体系”建设格局。但如何实现工业绿色低碳发展和资源节约利用,仍需要探索和创新^②。

1.2.3 企业层面

随着经济社会的发展,越来越多的企业开始认识到环境保护的重要性,并将环境责任纳入企业运营和发展中。首先,企业在制定发展战略时,逐渐将绿色供应链管理纳入战略目标和业务运营中,并将环境保护作为企业社会责任的重要方面^③。其次,企业已经开始在供应链的各个环节中推行绿色实践,包括原材料采购、生产制造、物流运输以及销售与售后服务等方面^④。最后,企业还积极展开绿色供应链合作和倡导,开始与供应商、合作伙伴和其他利益相关方合作,共同推动绿色供应链的发展^⑤。虽然仍然存在一些挑战和难题,如成本控制、技术转型和信息共享等方面,但随着环保意识的增强和法规的趋严,绿色供应链在未来将得到更广泛的推广和应用。

本小节主要分析成功实践绿色供应链的企业案例,选取了2023年全球供应链TOP25榜单排名前三^⑥的企业,以及中国农业、制造业、能源产业对应的三家大型国有企业,如图1-18所示。

① 报告显示:2022年我国非化石能源发电量占比达到36.2%,电力绿色低碳转型步伐正在加快[EB/OL].(2023-09-01).https://finance.cnr.cn/txcj/20230901/t20230901_526404363.shtml.

② 盛毅.中国式产业现代化的理论探索与战略选择[J].经济体制改革,2023(2):5-13.

③ 王海兵,贺妮馨.面向绿色供应链管理的企业社会责任内部控制体系构建[J].当代经济管理,2018,40(3):13-18.

④ 刘方涛.低碳经济发展视野下的绿色供应链建设[J].中国商贸,2011(6):184-185.

⑤ 和征,曲姣姣,李勃.考虑政府奖惩的绿色供应链企业合作创新行为的演化博弈分析[J].生态经济,2021,37(11):62-70.

⑥ Gartner. 2023年全球供应链TOP25榜单[R].2023.



图 1-18 绿色供应链企业生态

1. 国外企业

1) 施耐德电气

2023 年 5 月 25 日，调研机构 Gartner 公布了 2023 年全球供应链 TOP25 榜（Gartner Supply Chain Top 25 for 2023）。其中，前五分别为施耐德电气有限公司（Schneider Electric, SA，以下简称“施耐德电气”）、思科（Cisco）、高露洁棕榄（Colgate-Palmolive）、强生、百事可乐。上榜公司来自《财富》全球 500 强和《福布斯》全球 2000 强企业，年营收要高于 120 亿美元。该排行榜根据 Gartner 和同行的意见，各企业最近 3 年的资产报酬率、库存周转水平、收入增长水平、ESG 等指标，最后得出各企业的综合得分，并排出顺序。

施耐德电气是总部位于法国的全球化电气企业，全球能效管理和自动化领域的专家。施耐德电气的宗旨，是赋能所有人对能源和资源的最大化利用^①，推动人类进步与可持续发展的共同发展，也被称为 Life Is On^②。施耐德电气致力于推动数字化转型，服务于家居、楼宇、数据中心、基础设施和工业市场。通过集成世界领先的工艺和能源管理技术，从终端到云的互联互通产品、控制、软件和服务，贯穿业务全生命周期，实现整合的企业级管理。作为自我稳定供应链的一个例子，施耐德电气凭借其在“自我修复”

① 施耐德电气与华北电力大学开展战略合作 共建绿色能源未来 [EB/OL]. (2020-10-22). <https://www.cet.com.cn/wzsy/cyzx/2684588.shtml>.

② 如何在进行能源管理的同时实现经济效益和绿色发展的双赢？ [EB/OL]. (2020-11-26). <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1684407212232100536&wfr=spider&for=pc>.

方面的工作获得了 2022 年度专业技术创新奖，并继续在定制化、可持续发展和互联互通（TSC）战略建立的基础上再接再厉。

供应链建设是一项系统工程。精益、韧性、绿色、数字化这四大建设方向并非孤立存在，而应相互支撑、互为促进。作为一流供应链建设的引领企业，施耐德电气以精益为基础，以数字化为工具，打通上下游各环节，协同创建绿色高效的供应链未来。①在精益方面，基于 EcoStruxure 架构与平台部署多样的数字化运营系统，施耐德电气中国工厂整体生产效率提升 8%~10%。②在韧性方面，施耐德电气缩短供应链条、增加供应商备份、加强与供应商之间的协同应对。③在数字化方面，通过推动定制化、可持续和互联互通，施耐德电气不断提升供应链能力，在中国共有 29 家工厂和物流中心，其中 18 家是智能工厂和智能物流中心。④在绿色方面，施耐德电气在全球拥有 65 家“零碳工厂”，在中国拥有 17 家“零碳工厂”、15 家被工业和信息化部认定的“绿色工厂”和 12 家“碳中和”工厂。通过部署多样的数字化运营系统，中国区供应链的整体能耗降低了 13%。除自身实现碳中和外，施耐德电气还承诺 2040 年实现端到端价值链的碳中和，2050 年实现端到端价值链净零碳排放。目前，其已打造涵盖绿色设计、绿色采购、绿色生产、绿色交付、绿色运维的端到端绿色价值链。

依托领先的数字化技术与可持续发展经验，施耐德电气带动上下游伙伴，不断提升能效利用及可持续发展水平。施耐德把可持续性作为其供应链战略的核心，并采用数字化技术提高可见度和预测能力，具体如下：①将可持续性视为其供应链战略的关键元素，包括使用环保材料、推动循环经济和提高能源效率等。②采用人工智能和机器学习等数字化技术提高供应链可见度和预测能力。推出了供应链风险管理计划，包括持续性的风险评估、情景规划和业务连续性计划等。③与供应商建立了紧密的合作伙伴关系，并鼓励其遵守公司的可持续发展标准。

正是凭借在供应链建设方面的领先行动，施耐德电气连续 8 年登上 Gartner“全球供应链 25 强”榜单，2023 年排名升至全球榜首。作为先行者，施耐德电气还致力于成为供应链可持续发展的赋能者。为推动供应商

减碳，施耐德电气于 2021 年发起供应商“零碳计划”，旨在通过提供技术指导、咨询服务等方式，帮助全球前 1 000 位供应商 2025 年减碳 50%，其中包括中国的 230 家核心供应商。未来，施耐德电气将继续赋能伙伴开启减碳“倍速模式”，与更多生态伙伴并肩携手，共同推进产业高质量发展。

2) 思科

思科是全球领先的网络解决方案供应商，在全球供应链榜单中连续 3 年保持第一的位置，在 2023 年全球供应链 TOP25 榜中位居第二，并继续专注于以各种方式适应外部和内部不断变化的环境。

思科在其全球网络内进行资源最优配置和资源有效整合，皆可归因于组织管理效率的优化，然而，支撑思科这么一家大型跨国 IT（互联网技术）企业组织管理高效运行的工具就是基于 IT 构架的供应链管理战略。首先，为了在任何时间、地点全面了解指定订单和货运状态，思科将分散的架构转变成虚拟的互联网络。通过思科的 IT 基础设施与每个第三方系统的共有接口，创建一个虚拟视图与专门的全球物流网络经理合作，以提升内部以及与伙伴间的协作效率。其次，思科将传统的“推动式”制造模式迁移到“拉动式”制造模式，不再根据主观猜测来制造一定数量的产品上市销售，而是根据客户及渠道伙伴提供的数据进行准确预测，并据此生产和储存产品。为此，思科通过虚拟数据库构建了完整的客户合作伙伴视图。除此之外，思科还专设客户价值链管理团队（CVCMT），将从联合规划、产品质量、交付、本土化、订单管理等方面来提供服务，其范畴超越了传统的供应链管理，将更好地满足客户需求，并帮助客户获取全方位的质量经验。思科的这种端到端的整合方式将帮助打造客户自身价值，提升客户竞争优势。

思科供应链高度多样化、广泛且全球化。它的市场和运营模式正在通过超大规模企业越来越多地使用，其供应链运营模式也在同步发展。ESG 继续成为其关注焦点，并将循环概念融入产品和供应链的设计、运营和消费方面。同时，可持续性要求已嵌入其供应链业务流程，以帮助确保持续改进并推动有影响力的变革。2016 年，思科制订了到 2020 年温室气体减排的激进目标。在提前一年实现目标后，该公司现在为 2025 年设定了两

个新目标。

(1) 思科供应链的温室气体排放量减少 30%。

(2) 按支出计算, 思科 80% 的组件、制造和物流供应商将制订公共温室气体减排目标。思科还利用物联网、大数据分析和人工智能等技术优化全球供应链运营, 并通过“Supplier Code of Conduct”倡议, 要求所有供应商遵守道德和可持续性标准。

伴随思科发布的《可持续发展白皮书》, 思科的可持续发展举措与当下所倡导的节能低碳、绿色发展理念联系得更加紧密。思科坚信, 可持续发展将为公司和整个行业创造价值, 并制订了 2040 年实现碳中和目标。为此, 思科对可持续发展的关注从绿色环保的产品、解决方案延伸到经营业务的方式。在打造低能耗、低成本、高功效可持续基础设施建设及数据中心方面, 减少金属布线、扩大负载的智能建筑和工作空间方面, 以及未来互联网方面发力, 通过融合的基础架构, 同时配合合作伙伴提供的行业解决方案及生态系统^①。例如, 在计算层面, UCS X 系列产品专门针对可持续发展设计的模块化架构, 可减少 40%~56% 的能耗, 消耗更少的电力; 在云托管能源管理方面, Nexus Dashboard 能够清晰看到数据中心所有设备的功耗, 并且可以控制各个设备, 关闭不必要的设备以节省能耗, 从而实现全局能耗可视化及管理; 在智能楼宇方面, 思科面向照明、窗帘和传感器等采用 90W PoE (以太网供电) 技术, 实现设施运营碳中和。从思科的产品方案设计中不难发现, 其可持续发展的内涵不仅仅停留在创新本身, 更重要的是, 思科的可持续发展理念深入用户转化中, 颇具绿色效应。

针对当前的半导体短缺现象, 思科正在优先发展能力, 以弥补关键的业务差距。利用情景规划, 思科的供应链组织已经制定了操作手册, 旨在保护企业在日益动荡的环境中免受风险。这些新的能力和操作手册涵盖了多年的预测、组件级别的规划、供应商资格认证、风险采购管理以及其他有助于推动思科营收、利润和利润率增长的关键举措^②。

^① Cisco Live2023: 化解数字经济时代的 IT 与业务管理难题 [EB/OL]. (2023-07-04). <http://www.linkingapi.com/archives/14480>.

^② 2023 年 Gartner 全球供应链 25 强榜单发布 [EB/OL]. (2023-06-11). http://news.sohu.com/a/684460790_121119270.

3) 高露洁棕榄

高露洁棕榄专门从事家庭、保健、个人护理和兽医产品的生产、分销和供应，2023 年 6 月，以 17 967 百万美元营收，入选 2023 年《财富》美国 500 强排行榜，排名第 228 位。

为综合管理其供应链，该公司于 1999 年 11 月建立了高露洁全球供应链管理系统，在该系统中，高露洁棕榄确定了三个主要的供应链战略，如图 1-19 所示。首先，推出 VMI（供应商管理库存）项目^①，大幅削减渠道的库存和循环时间。其次，实施一个跨边界资源计划，将地域性模式拓展为全球性模式。这种模式转型可以提高企业的预测能力，减少非盈利股份，凝聚资产，平衡公司的全球业务。最后，实施一个与下游企业的协同计划程序，用来管理供应链中的市场需求和协调各项活动^②。



图 1-19 高露洁棕榄供应链战略

近年来，高露洁棕榄重新构想了其供应链战略，重点关注数字化和可持续性，同时提供敏捷性、效率和弹性。基础是其细分战略，允许定制的供需能力来支持不同的商业需求和商业模式。为此，高露洁棕榄还投资于高级分析，以增强能力并支持其端到端的规划转型。公司宣布成功发行 5 亿欧元、为期 8 年的可持续发展债券，高露洁棕榄的计划是利用债券收益为具有特定环境或社会效益的新项目和现有项目提供资金。

① 钱莹. 供应链节点企业知识管理方法研究 [J]. 科技管理研究, 2006 (1): 128-131.

② P&G. 高露洁, 把全球供应链进行到底 [J]. 计算机周刊, 2002 (22): 16.

在可持续性方面，高露洁棕榄于2018年发布了P&G 2018 Citizenship Report，该报告提供了关于其供应链可持续发展措施和绩效的详细信息。报告中包含一些关键指标和成果，涵盖了供应商合规性、环境保护和劳工权益等方面^①。近年，高露洁棕榄加强了对供应商的可持续性要求。其发布了一项新的供应商行为准则，要求所有供应商遵守环境保护、劳工权益和人权等方面的标准。通过与供应商合作，高露洁棕榄努力确保供应链的整体可持续性；同时，在减少运输碳排放方面取得了进展。其优化了物流策略，减少了运输的距离和次数，以实现更高效的运输和减少碳排放。此外，其还鼓励供应商使用更环保的运输方式，如多式联运或海洋运输，以降低对环境的影响。

ESG方面，高露洁棕榄制订了2030年的可持续发展计划，致力于减少碳排放和塑料废物等，同时利用数字化技术提高供应链效率，推动物流和库存优化，采用端到端供应链分割策略和新技术提高敏捷性。并与非政府组织和供应商合作，促进负责任的采购实践，改善供应链中的社会和环境的影响。

2. 中国企业

中粮生物科技股份有限公司（以下简称“中粮生物科技”）、中国石油化工集团有限公司（以下简称“中石化”）和国家电网作为农业、制造业与能源产业的绿色供应链代表企业，一方面在自身业务发展中注重环保和可持续发展；另一方面倡导产业链上各环节的绿色转型，力求推动整个产业的可持续发展。这些企业在绿色供应链建设方面具备一定的示范效应，对行业内其他企业起到了积极的引领作用，以下是具体阐述。

1) 中粮生物科技

中粮集团有限公司（COFCO，以下简称“中粮集团”）是与新中国同龄的中央直属大型国有企业，中国农粮行业领军者，全球布局、全产业链的国际化大粮商。中粮集团稳步推进国有资本投资公司改革，创新市场化体制机制，形成以核心产品为主线的17个专业化公司，中粮生物科技便

^① Sustainability and Social Impact Report [EB/OL]. <https://www.colgatepalmolive.com/en-us/sustainability/sustainability-and-social-impact-report>.

是其中之一。

2023年9月23日,“央企 ESG·先锋 100 指数”正式发布,中粮生物科技入选“央企 ESG·先锋 100 指数”。中粮生物科技是目前国内规模及技术领先的玉米深加工企业,致力于打造提供营养健康和具备特殊功能的食品产品,以及绿色环保的生物能源和生物基可降解材料的生物科技创新型企业。经过多年的产业布局,中粮生物科技已经形成食品原料/配料、生物能源、生物可降解材料三大板块的业务发展格局,如图 1-20 所示。

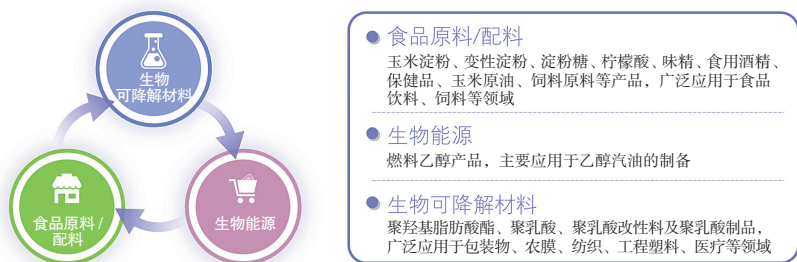


图 1-20 中粮生物科技业务发展格局

2022 年,中粮生物科技发布首份 ESG 报告,全面、详细地披露公司在环境、社会和公司治理等方面的履责情况,阐述公司践行可持续发展理念的具体举措。2022 年 8 月,中粮生物科技发布碳达峰宣言,明确提出以调整能源结构、提升用能效率为主线,以绿色低碳高质量发展为着力点,以低碳技术应用推广为支撑,有力、有序、有效推进碳管理体系建设和碳排放强度、总量双控,助力国家碳达峰碳中和行动,助推中粮集团碳达峰目标达成,实现全面绿色转型和生态可持续发展。其具体行动路径如图 1-21 所示。

中粮生物科技始终秉持“绿色低碳环保”理念,综合考虑产品设计、采购、生产、包装、物流、销售、服务、回收和再利用等多个环节的节能环保因素,在做好自身节能减排和环境保护工作的同时,引领带动供应链上下游企业改善环境绩效,实现绿色发展。

在原材料采购环节,优先选择具有绿色环保资质认证的供应商,积极

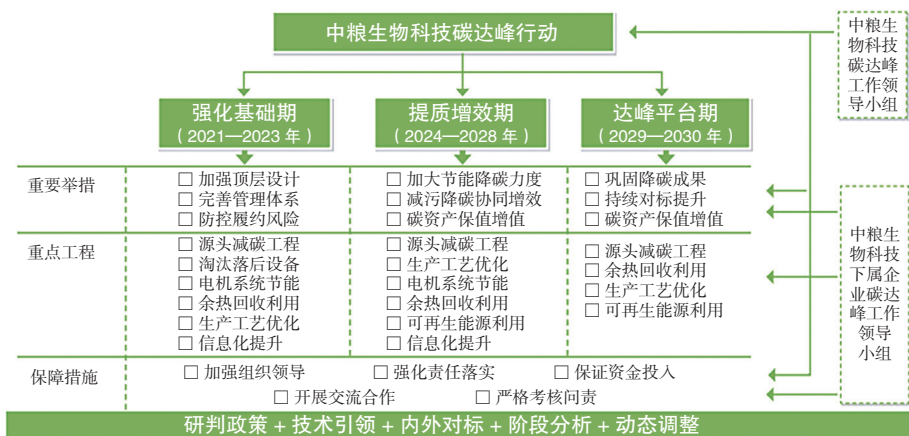


图 1-21 中粮生物科技碳达峰行动路径

开展绿色采购，采购木薯、玉米等绿色可再生原料，兼顾经济效益与环境效益。

在产品设计环节，着重考虑产品全寿命周期的环境属性，创新生产燃料乙醇、生物可降解材料以及基于可降解材料的环保型包装物。

在生产环节，打造绿色工厂，通过技术创新节约能源资源使用。中粮生物科技将可持续发展理念融入产品全寿命周期绿色管理，打造一批具有示范带动作用的绿色产品，提升市场活动中的绿色产品供给，有效提升公司可持续发展竞争力。截至 2022 年底，公司 4 个产品获评国家级绿色产品。

中粮生物科技积极构建生态产业化和循环经济体系建设模式，秉持先进的生物技术和绿色工艺，在减量化、资源化和再利用方面持续探索，按照避免产生—循环利用—最终处置的优先顺序处理废弃物，在生产源头努力预防和减少废物的产生，对于源头不能削减的污染物、生产中的过程废弃物、已使用的产品和包装废弃物等加以回收利用，最后对无法利用的废弃物进行环境无害化处理，减少环境负载的污染，增加经济效益的同时创造环保价值。2022 年，安徽生化、宿州生化在行业内率先实现废水零排放，安徽生化、广西公司一般固废资源化利用率达到 100%，成功打造循环经济试点，环境效益显著。

在物流环节，通过合理规划和技术手段，降低运输仓储能耗；杜绝过度包装，少用或不用包装物，推广使用可回收包装，有效减少资源浪费。2015—2022 年末累计发运 57 万 TEU（twenty-foot equivalent unit，20 英尺标准集装箱，1 英尺 = 0.304 8 米）集装箱、910 万吨产品，为国家“蓝天保卫战”和铁路“公转铁”三年行动方案作出重要贡献。同时，公司从 2015 年开始，推进出口饲料和内贸淀粉吨袋包装循环利用，截至 2023 年 10 月已经实现出口饲料吨袋循环利用 70 万吨以上，淀粉吨袋循环利用 95 万吨以上，通过包装的循环利用，抑制包装物对环境的污染，减少资源消耗，实现经济利益、社会利益和环境利益的统一。

在能源方面，中粮生物科技建立了《能源管理规定》《生态环保管理规定》《改建和技术改造项目管理办法》等管理制度，推行能耗、水耗定额管理，推进能源、水资源节约利用。以生产装置全过程节能降耗为目标，系统制订各类装置能效提升“三步走”计划，开展节能降碳专项诊断评估，系统遴选行业前沿的新技术、新工艺、新装备，稳步推动各企业进行技术应用及推广工作，不断提高能源、资源利用效率，深入挖掘能源资源节约潜力。2022 年，公司实现产品节能量 85 131.77 吨；年度新鲜水用水量 2 189.98 万吨，同比 2021 年减少 428.59 万吨，如图 1-22 所示。同时，中粮生物科技积极构建清洁低碳、安全高效的能源利用体系，以天然气、自产沼气和太阳能等清洁能源替代传统能源，持续优化能源利用结构，助力绿色发展，其使用情况如图 1-23 所示。

立足新发展阶段，中粮生物科技表示公司将深入贯彻党中央、国务院和中粮集团战略部署，坚持“稳中求进、内涵增长、创新发展”高质量发

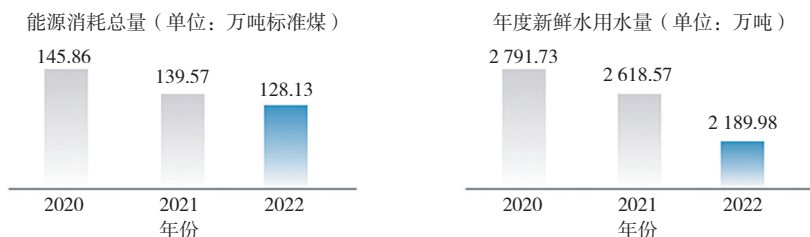


图 1-22 中粮生物科技能源使用情况（2020—2022 年）

展理念，聚焦食品领域深化发展，稳固生物能源行业龙头地位，有序培育生物材料产业，以生物技术引领玉米深加工全产业链价值提升，以科技创新赋能行业绿色转型升级，加快打造具有全球竞争力的一流生物科技材料解决方案供应商，积极创造经济、社会、环境的可持续价值，持续服务人民美好生活，书写让国家、让人民满意的新答卷。

2) 中石化

由中国企业联合会、中国企业家协会评选的“2023 中国制造业企业 500 强”于 9 月 20 日揭晓，中石化以 3.17 万亿营收位居第一。中石化的前身是成立于 1983 年 7 月的中国石油化工总公司。目前，中石化是中国最大的成品油和石化产品供应商、第二大油气生产商，以及世界第一大炼油公司、第二大化工公司，加油站总数位居世界第二，在 2022 年《财富》世界 500 强企业中排名第 5 位。

中石化坚持“为美好生活加油”的企业使命，践行“能源至净 生活至美”的品牌承诺，加快完善“一基两翼三新”产业格局，积极履行“三大核心职责”，加快打造具有强大战略支撑力、强大民生保障力、强大精神感召力的中石化，全力推进高质量发展，努力建设“世界领先洁净能源化工公司”^①。

能源方面，中石化积极拥抱新能源变革，推进布局页岩气、煤层气、地热能、氢能、光伏、风电等清洁能源，推广使用生物航煤等生物质能源，加速发展充换电业务，进一步加大清洁能源和可再生能源的供应比例，加快向“油气氢电服”综合能源服务商转型，为经济社会发展提供更安全、更洁净、更多元的能源保障，具体情况如图 1-24 所示。

清洁能源使用量（单位：万标准立方米）

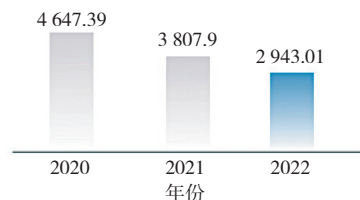


图 1-23 中粮生物科技清洁能源使用情况

^① 中国石油化工集团有限公司.2020 社会责任报告 [R/OL]. <http://www.sinopecgroup.com/group/Resource/Pdf/ResponsibilityReport2022.pdf>.

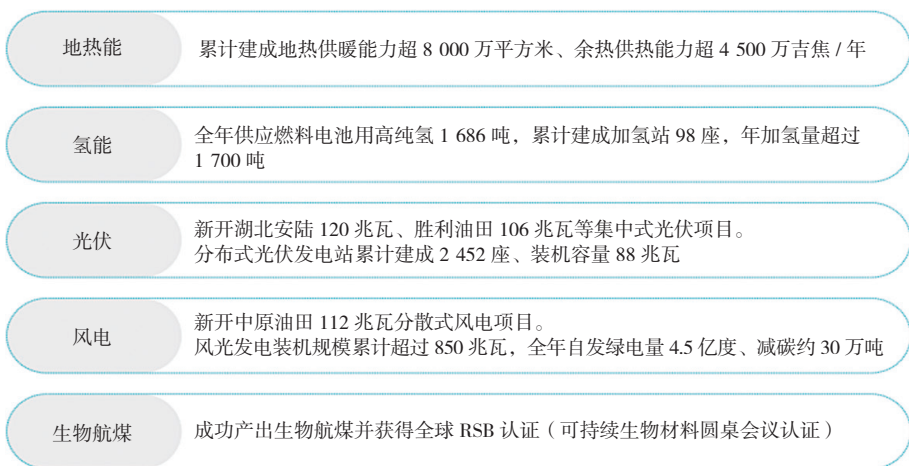


图 1-24 中石化新能源开发概况

2022 年 3 月，国家发展改革委、国家能源局联合发布《氢能产业发展中长期规划（2021—2035）》，明确氢能在中国能源绿色低碳转型中的战略定位，为中国氢能产业中长期发展绘就蓝图。中石化抢抓氢能发展重大战略机遇，按照“氢电一体、绿氢减碳”的发展方向，大力发展可再生电力制氢，持续优化氢气供应结构，在沿海地区，研究利用大型海上风电制氢供应炼化基地；在西北地区，集中布局风电、光伏产业，开展绿电制氢，通过管道供应当地炼化企业；持续推进“源网荷储氢”一体化项目建设，加快布局一批绿氢炼化重大项目，并计划建设一条连接京蒙两地的 400 千米长、年吞吐量 10 万吨绿氢管道，逐步在炼化领域替代化石原料制氢。“十四五”时期，中石化将加速布局氢能产业发展，聚焦氢能交通、绿氢炼化领域，规划建设加氢站（油氢合建站）1 000 座，累计绿氢产量超百万吨；持续加大关键技术攻关力度，积极参与产业标准体系制定，集聚全产业链智慧力量，携手激发氢能发展的“链式反应”。

生产运营方面，中石化深入实施“绿色企业行动计划”，如图 1-25 所示。绿色企业、绿色基层评价体系实现主要业务板块全覆盖，在清洁能源供应、资源能源利用、污染物减排、碳减排等方面取得显著成效。2022 年，12 家企业被评为 2022 年度“中石化绿色企业”，已评绿色企业全部完成复

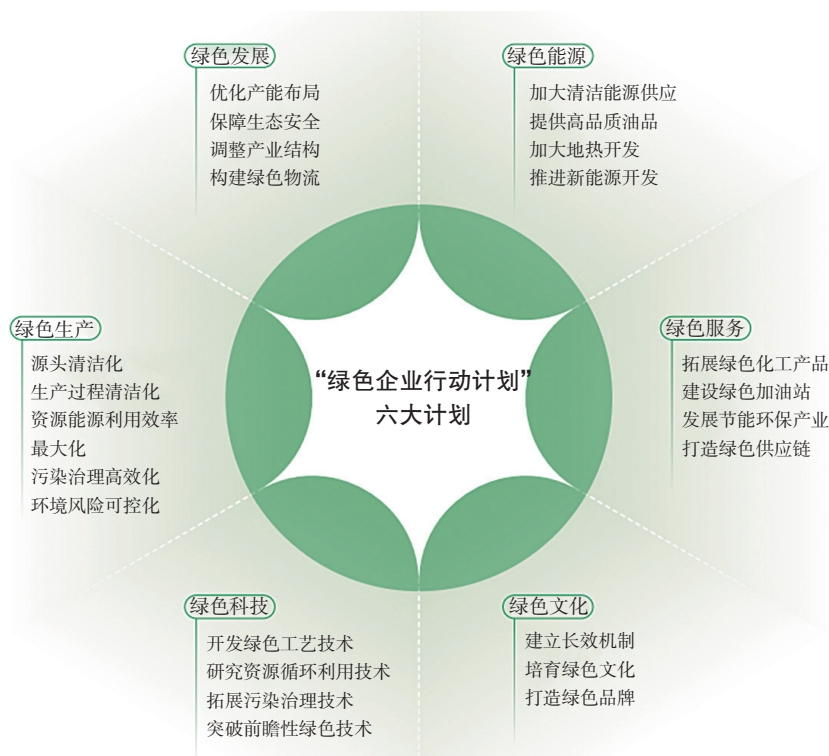


图 1-25 中石化“绿色企业行动计划”

核。目前，中石化各所属企业基本完成绿色企业创建，19 900 余个基层完成绿色基层创建。

中石化大力发展循环经济，持续开展水资源、固体废物资源化利用，推动余热回收及废气循环利用，积极开展油田伴生气回收工作，提高资源综合利用效率，如图 1-26 所示。

在温室气体排放方面，中石化已连续 12 年获得“中国低碳榜样”称号。中石化印发了《中石化 2030 年前碳达峰行动方案》，制定实施“碳达峰八大行动”，如图 1-27 所示。不断加强温室气体排放管理，加大对炼化企业高浓度二氧化碳回收利用，有序开展油田企业二氧化碳驱油，全年二氧化碳回收 153.4 万吨、驱油注入 65.7 万吨。其中，齐鲁石化—胜利油田百万吨级 CCUS（碳捕获、利用和封存）示范项目全面建成投产。

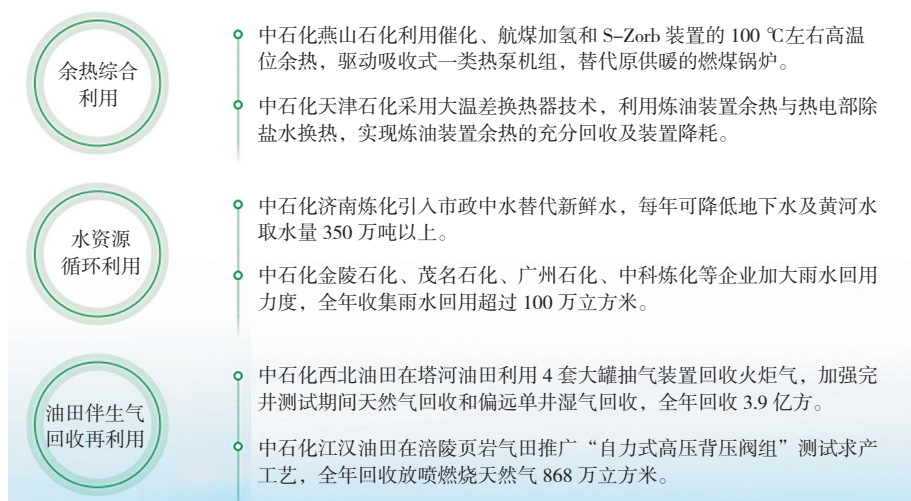


图 1-26 中石化循环经济实践案例

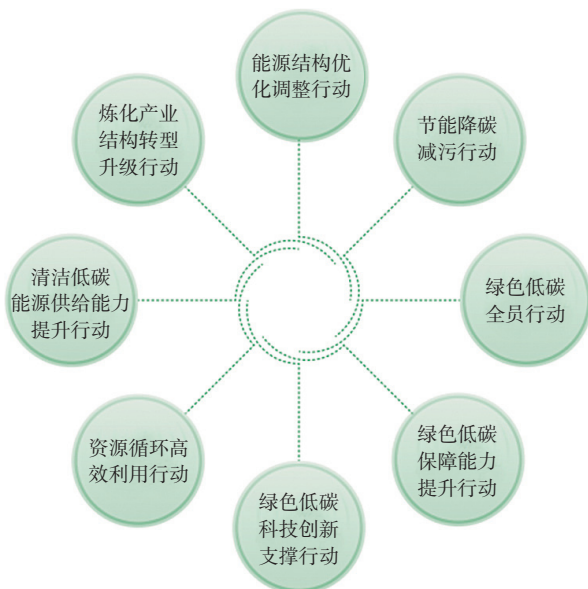


图 1-27 中石化“碳达峰八大行动”

除此之外，中石化加强数字技术应用，加快产业数智化转型，推动管理模式、运营方式、生产范式转变，提高全要素生产率，积极塑造竞争新优势，推动石化产业高端化、智能化、绿色化发展。中石化基于“石化智

云”工业互联网平台，实现了6家企业智能工厂整体上线运行，促进初步形成以效益为核心的“全局优化、精准执行、闭环管控”生产运行模式，赋能绿色、安全、高质量发展。截至2022年，中石化建设炼化智能工厂累计达到15家。

2023年，是全面贯彻落实党的二十大精神开局之年，是实施“十四五”规划承上启下的关键之年，也是中石化成立40周年。展望未来，中石化表示将学深悟透党的二十大精神和习近平总书记视察胜利油田重要指示精神，全面推进高质量发展，加快建设世界一流企业、迈向世界领先，满怀信心谱写中国式现代化石化新篇章，为全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴作出新的更大贡献！

3) 国家电网

2023年7月，2023《财富》中国500强榜单出炉，能源化工相关企业有104家公司上榜。其中电力类有30家公司上榜，国家电网排名第一。9月，《中央企业上市公司ESG蓝皮书（2023）》及“央企ESG·先锋100指数”发布，国家电网3家控股上市公司国电南瑞、国网英大、国网信通入选“央企ESG·先锋100指数”榜单。

国家电网成立于2002年12月29日，以投资、建设、运营电网为核心业务，是关系国家能源安全和国民经济命脉的特大型国有重点骨干企业。20多年来，国家电网保持全球特大型电网最长安全纪录，建成35项特高压输电工程，成为世界上输电能力最强、新能源并网规模最大的电网，专利拥有量持续排名央企第一，是全球最大的公用事业企业，也是具有行业引领力和国际影响力的创新型企业。

能源是国民经济的命脉，产业链供应链稳定是构建新发展格局的基础。党的二十大在加快规划建设新型能源体系、加快发展数字经济、加快发展方式绿色转型、着力提升产业链供应链韧性和安全水平、创新驱动发展等方面作出一系列战略部署，对能源行业产业链供应链高质量发展提出更明确的要求。作为关系国家能源安全和国民经济命脉的特大型国有骨干企业，国家电网坚决贯彻落实习近平生态文明思想和“四个革命、一个合作”能源安全新战略，构建新型电力系统，推进能源电力行业全产业链供

应链数字化、智能化、绿色化转型^①，服务能源电力产业链供应链全链条绿色低碳发展。

自 2022 年 9 月启动国网绿色现代数智供应链建设以来，国家电网先后印发了《绿色现代数智供应链发展行动方案》（以下简称《行动方案》）和《在建设世界一流企业中加强绿色现代数智供应链管理体系建设的实施意见》（以下简称《实施意见》）两个公司文件，从重要意义、指导思想、建设目标和体系框架等方面进行全面阐述，部署重点任务，围绕“绿色、数字、智能”现代化发展方向，持续提高全链条运转效率、效益、效能，进一步推动供应链平台与服务升级、绿色和数智升级，加快打造行业级供应链，增强供应链的行业引领力、价值创造力和风险防控力，更好推动公司战略实施，促进国家电网高质量发展，助推能源电力产业链供应链高质量发展。

为扎实推进绿色现代数智供应链建设，《行动方案》全面部署“绿色供应链八大行动”，即“供应链链主生态引领”“规范透明化阳光采购”“全生命周期好中选优”“建现代物流增效保供”“绿色低碳可持续发展”“创新固链保安全稳定”“数智化运营塑链赋能”“全面强基创国际领先”，共涉及 29 项重点任务。结合以上建设目标，《行动方案》同步研究提出绿色现代数智供应链发展评价指标体系，对建设应用成效开展定性定量评价。

自 2022 年 9 月以来，国家电网全面落实《行动方案》细化分解的三级任务清单，稳步有序推进各项重点任务建设。截至 2023 年底，绿链三级任务完成率超 70%，具体建设成效如下，如图 1-28 所示。

（1）服务电力保供强韧高效。

①大力打造行业级实物资源池。国家电网将原来分散的供应商、仓库等实物资源整合，依托统一的平台底座，打通物资专业上下游业务链条数据，构建全链“云上实物资源池”，全链实物“可看即可调”。

②应急物资高效保障。国家电网按区域设置应急库，实现物资供应链平台与公司应急指挥系统无缝衔接，实现应急事件联动响应、两级应急物

^① 《招标采购管理》编辑部. 建设统一大市场 把握升级新机遇——中招协召开 2022 年央企会员单位交流研讨会 [J]. 招标采购管理, 2022 (8): 10-12.

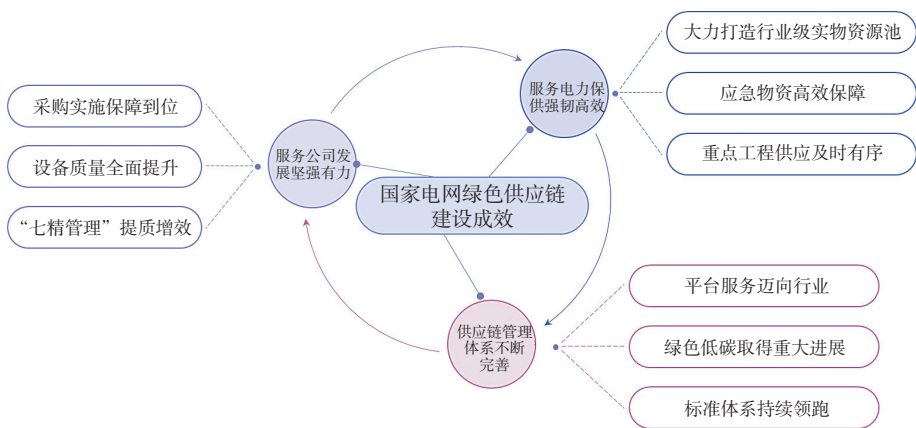


图 1-28 国家电网绿色供应链建设成效

资调配中心贯通协同、物资运输全程在线监控，全面提升应对突发事件的物资应急保障能力，将物资保障工作深度融入应急体系，增强供应链韧性，提升增效保供能力^①。其物资保供坚强有力，物资供应及时率 100%，应急状态下，省内调拨平均 4 小时、跨省调拨平均 8 小时快速送达，高效全面满足抢险抢修需求。

③重点工程供应及时有序。国家电网开展采购供应导期（合理化周期）研究，对历史采购计划安排与项目初设、施工、开工、投产等时间进行关联性分析，构建采购计划智能排程模型，实时掌握重点工程采购进度，科学有序保障工程建设需求。持续深化“六划”（综合投资计划等六个计划）协同，实现计划动态调整、物资精准供应。2023 年 239 项迎峰度夏重点工程物资提前 20 天完成供应，351 台大件设备及时、安全、有序交付。

（2）供应链管理不断完善。

①平台服务持续升级。国家电网定位行业级供应链平台，完成国家电网绿色供应链云网总体设计，将业务整合为“九大中心一商城”，具有“一网通办、新兴业务、全程智能、开放生态”四大特色。以“大企业建

^① 风雨同心 国家电网全力攻坚抢修复电 [EB/OL]. (2023-08-09). http://www.sc.sgcc.com.cn/html/main/col9/2023-08/10/20230810163337571362522_1.html.

平台、小企业用平台”的模式，探索检测资源共享、绿色金融等供应链共性服务。平台将整合原有“5E”系统，通过组件化、微服务的方式，打造统一的供应链中台、组件仓库、应用商店，建立“即插即用”的平台架构，提供类似于腾讯、百度等互联网企业的开发模式，形成开放的技术生态。按照供应链“六全”数据汇聚（供应链全链条、设备全寿命、资产全价值、流程全贯通、品类全覆盖、层级全穿透），通过实物ID（身份标识号）与企业级工单的挂接，以及数据“五统一”，整合分散在公司各系统的核心数据，打造供应链统一的行业级供应链基础大数据库底座。

②绿色低碳取得重大进展。国家电网探索研究产品碳足迹核算，从企业 and 产品两个维度构建碳计量模型，持续推广绿色采购，加强与国际权威机构合作，推动绿色标准国际互认。目前，国家电网已经率先发布首个央企《绿色采购指南》^①，根据企业用电、原材料等因子构建了1500余条的绿色低碳因子库、绿色低碳模型库、绿色低碳指标库、绿色采购策略库（“四库”），积极布局绿色采购落地应用，推进链上企业优化转型，引导全产业链企业自我迭代升级、绿色数智转型。

③标准体系持续领跑。国家电网将自己定位为供应链的“领跑者”，通过需求侧产品标准引导供给侧转型升级，建立覆盖了需求、质量、运营等13个分支的行业级统一标准体系。在供应链领域，国家电网成立首个国标委工作组^②，规划制定了53项行业级及以上标准，建立了供应链互联互通的物料编码和数据字典规范，建立了各环节、全品类的质量监督管理标准体系，通过需求侧的标准化带动全链条、引导供给侧协同发展^③。

（3）服务公司发展坚强有力。

①采购实施保障到位。国家电网每年平均完成固定资产投资超过5000亿元，带动产业链供应链上下游企业投资超过1万亿元。2023年，

① 国家电网公司印发《绿色采购指南》[EB/OL]. (2023-07-10). <http://www.chinapower.org.cn/detail/409083.html>.

② 国家电网公司供应链领域首个国标委工作组成立[EB/OL]. (2023-02-14). <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1757794197094339500&wfr=spider&for=pc>.

③ 国家电网推动构建支撑新型电力系统建设标准体系[EB/OL]. (2023-07-11). <https://finance.sina.com.cn/jjxw/2023-07-11/doc-imzahxhs9801572.shtml>.

国家电网完成供应链管理平台交易额超 1.3 万亿元，圆满完成各级电网工程物资供应，保障及时率 100%。

②设备质量全面提升。国家电网建成首个配农网全品类 30 类物资 A 级检测基地，累计建成标准化物资质量检测机构 162 家，其中“检储配”一体化基地 109 家。推动区域联合驻厂监造，深化设备全寿命周期质量监督管理，采购设备质量稳步提升，2023 年 220kV 及以上变压器、电抗器、组合电器、断路器等 4 类主设备出厂试验一次通过率 99.22%。同时，全面推进行业级电力物资质量检测管控平台建设，保障检测数据不落地，打造抽检全流程线上管控“透明检测”实验室。

③“七精管理”提质增效。2023 年，国家电网发挥集中规模采购优势，推进所有采购上平台，采购金额 7 328 亿元，采购节资率 5.02%。开展实物资源盘活利用工作，挖掘实物资源潜力，激发释放存量资源活力，压降实物库存资源 95 亿元。加强闲废物资处置全流程管控，开展报废物资集中竞价处置，成交金额超 70 亿元，溢价率为 35.48%。

（4）社会反响之广前所未有。

①国家部委高度肯定。国家电网提出的国家电网绿色供应链目标、思路和举措，得到国家发改委、工业和信息化部、生态环境部、商务部、国家市场监管总局等多个国家部委高度肯定，商务部、中国国际贸易促进委员会等到公司调研国家电网绿色供应链建设情况，给予高度评价。国资委特邀国家电网分享绿色供应链创新实践主要做法，典型经验在各大央企全面推广。

②内质外形取得突破。国家电网绿色供应链行动方案的报道发布后，第一时间被人民网、新华网、中国经济网等主流媒体关注转发，外部点击量突破 1 亿次，获得了社会的很好反响，得到各方的一致赞赏。国家电网绿色现代数智供应链解决方案荣获第四届中国工业互联网大赛产业链供应链协同奖项第一名^①，荣获工业和信息化部制造业质量管理数字化解决方案十大优秀案例之首。

^① “国家电网绿色供应链”项目获第四届中国工业互联网大赛一等奖[EB/OL]. (2023-01-14). <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1755000223714264474&wfr=spider&for=pc>.

建设绿色现代数智供应链功在当前、利在长远，国家电网将围绕“绿色、数字、智能”现代化发展方向，着力推进供应链绿色数智再升级，全力保障电网数字化、智能化建设，为加快构建新型电力系统、实现碳达峰碳中和目标作出新的更大贡献。

1.3 本章小结

绿色供应链是在环境变化、意识提升和技术创新等大背景下形成的一种新型供应链模式。本章在深入研究绿色供应链发展的情况下，将产生背景与发展概况相结合，为读者提供了全面的概览。通过案例研究、实证分析等方式，从国家、产业、企业三个层面对绿色供应链的发展进行了深入剖析，帮助读者更好地理解绿色供应链的实际应用和未来发展趋势。

在国家层面上，许多国家已意识到绿色供应链的重要性，并采取积极措施促进其发展。中国作为全球最大的制造业国家，已将绿色供应链发展纳入国家战略，通过政策引导、法规制定等手段推动企业采用绿色生产方式。在产业层面，农业、制造业、能源行业都积极进行绿色供应链管理的实践，推动了绿色供应链的发展。在企业层面，企业不再追求简单的经济利益，而是积极关注社会和环境责任。

总之，绿色供应链的发展是在环境变化、意识提升和技术创新的推动下逐渐形成的，国家生态、产业生态和企业生态三者密切配合，共同推进绿色供应链的发展，促进可持续发展和环境保护目标的实现。