需求侧低碳采购推动原材料转型：实践与趋势

报告 / 2023.09

关于落基山研究所（RMI）

落基山研究所(RMI)，是一家于1982年创立的专业、独立、以市场为导向的智库。我们与政府部门、企业、科研机构及创业者协作，推动全球能源变革，以创造清洁、安全、繁荣的低碳未来。落基山研究所致力于借助经济可行的市场化手段，加速能效提升，推动可再生能源取代化石燃料的能源结构转变。落基山研究所在北京、美国科罗拉多州巴索尔特和博尔德、纽约市、加州奥克兰及华盛顿特区设有办事处。

作者与鸣谢

作者

郭凯迪，李威，薛雨军，闫榕

其他作者

李抒苡，李婷

所有作者姓名按姓氏首字母顺序排列。除非另有说明，所有作者均来自落基山研究所。

联系方式

李威，**wli@rmi.org**

引用建议

郭凯迪，李威，薛雨军，闫榕，需求侧低碳采购推动原材料转型：实践与趋势，落基山研究所，2023

鸣谢

特别感谢ClimateWorks Foundation，Quadrature Climate Foundation，汇丰中国，和北京市企业家环保基金会对本报告的支持。

我们也向为本研究提供意见和建议的相关领域专家表示感谢：冶金工业规划研究院蔡盛佳、高思雯，中建科技集团张欢，国建联信认证中心张晋。

感谢RMI专家Rebecca Esau, Radhika Lalit, Swathi Shantharaju, Ben Skinner和James Sun在报告撰写过程中给与的宝贵建议。

目录

执行摘要 5

1 推进低碳采购是加速工业碳减排的重要抓手 10

原材料碳排放在部分主要行业总碳排放中占比较大 11

需求侧采购可助力缓解工业低碳转型成本压力 12

低碳采购将为产业链减排释放引导信号 13

2 工业产品绿色采购的国内外进展与趋势 15

政府采购引导培育低碳工业市场已成为全球趋势 15

国内外头部企业积极采取行动降低供应链与原材料排放 19

3 构建低碳采购：基本元素和执行基础 23

低碳采购制度基本元素和执行基础概述 23

元素一：低碳采购范围界定. 26

元素二：数据核算及认证制度 26

元素三：对产品、服务及其供应商的碳要求 27

元素四：对低碳产品、服务的激励 28

元素五：执行体系及监测评估 29

4 推行低碳采购：早期行动领域与未来方向 30

早期行动领域 30

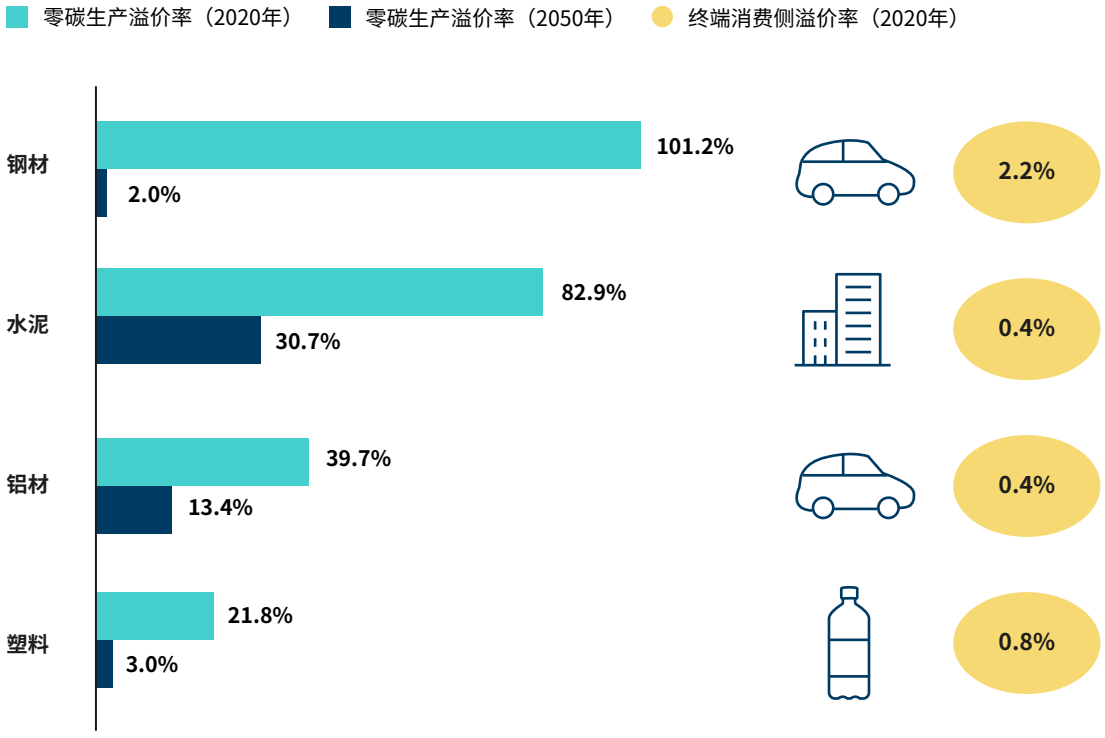
关键行动方向. 33

参考文献 35

执行摘要

培育低碳工业原材料市场、提升低碳工业原材料[i]消费，是从需求侧的角度加速工业减排的重要举措。其作用体现在三个方面。首先，与原材料生产相关的碳排放在部分主要行业的总碳排放中占比在30~60%，因此下游行业（如房地产、建设、机械设备制造等）的整体碳减排要求会对上游行业（如钢材、水泥、铝材等）的碳减排形成倒逼作用。其次，原材料工业较高的碳减排成本向下游传递后，绿色溢价得到分摊。因而通过成本相对较低的需求侧采购培育低碳工业原材料市场，可形成规模经济性，帮助降低上游行业的减排成本。例如，在生产端，零碳工业原材料的绿色溢价常高达20~100%，而向下游传导后，在消费者端的溢价可以下降到0.8%~2.2%，使购买零碳产品成为可能（图表ES1）。此外，得益于资源优势，政府和头部企业通过低碳采购，可向全产业链释放低碳转型的有利信号。我国政府采购规模约占全国财政支出的10.2%、全国GDP的3.6%。与OECD国家政府采购占GDP的12%相比，我国政府采购总量仍有继续增长的空间。

图表 ES1　主要原材料零碳生产及终端消费侧的溢价率



来源：RMI研究

i　本报告中工业原材料指在工业产品的制造或建筑中使用的材料，如钢铁、塑料、水泥和铝等。

目前，国际和国内从需求侧推动减排的行动始于广义的“绿色采购”概念，即符合绿色、低碳特征的采购行为。无论对于政府还是企业，绿色采购都日渐成为重要的碳减排工具。

- 国际上看，以欧盟、美国、韩国为代表的政府绿色采购主要着眼于建筑与基建行业，较领先的实践案例中已具备相关碳核算方法和数据基础，并包含了强制或激励机制、对溢价承担方式等制度的设计。

- 国内情况看，政府的绿色采购政策以及试点项目多针对高能效或材料效率的产品，以及绿色包装和绿色建材。然而，目前做法的“绿色”指标中通常不包括碳排放指标。在产品层面，绿色产品往往更关注最终使用阶段，但通常不包括原材料的隐含碳排放。在项目层面，建筑生命周期碳排放核算中推荐将隐含碳包含其中，但在目前试点项目的实际操作中，这一点还需要得到更多关注。

从企业行动看，国际上先行企业正通过供应链碳管理的手段实现绿色、低碳采购。截止2021年7月，全球已有超过650个大型企业承诺了范围三减排。相关举措可分五类，包括：(1) 碳减排目标制定；(2) 碳排放核算与管理；(3) 合作方案选择；(4) 供应商碳减排能力建设；(5) 供应商激励与筛选。国内部分先行企业也承诺了供应链碳减排。未来，碳核算方法、产品碳数据、碳信息披露等工作的落实与供应链碳减排目标的逐步推进将是重点工作内容。

未来，“低碳采购”可以基于已有广义的“绿色采购”框架设计，但需要加强对碳排放因素的考量。低碳采购制度应至少包括以下基本元素：低碳采购范围界定；数据核算及认证制度；对产品、服务及供应商的碳要求；对低碳产品、服务的激励；执行体系及监测评估（图表ES2）。值得指出的是，低碳采购制度设计需要以各利益相关方协同为基础，并贯穿在上述各基本元素环节中。与低碳采购相关的利益主体有产业链上游供应商、下游消费者、政策制定者、投资者、行业机构、认证机构等；各利益主体需要形成协同减排，最终确保低碳采购的完成。

图表 ES2　低碳采购政策设计的基本元素

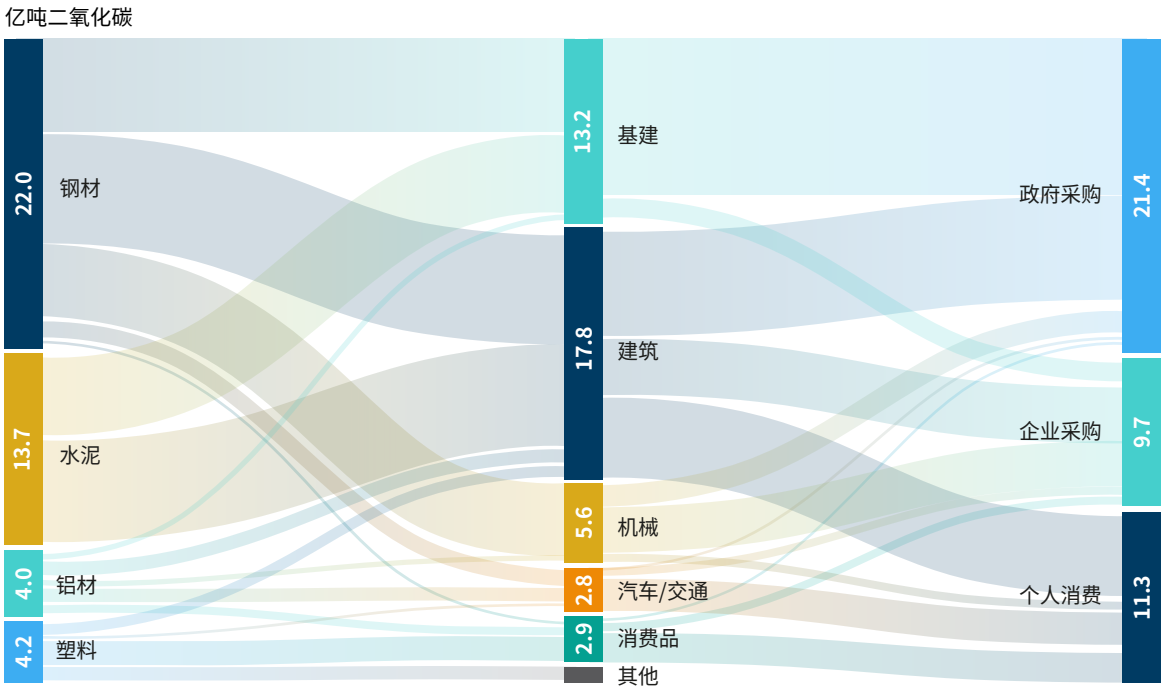
	低碳采购范围界定	数据核算及认证制度	对产品、服务及其供应商的碳要求	对低碳产品、服务及其供应商的激励	执行体系及监测评估
政府采购	✓ 货物 ✓ 工程 ✓ 服务	✓ 产品全生命周期碳排放数据 ✓ 产品、工程层面碳排放核算方法 ✓ 低碳产品认证及采信制度	✓ 采购品目清单 ✓ 产品限值式 ✓ 供应商评优式	✓ 直接财政激励 ✓ 非直接财政激励 ✓ 非财政激励	✓ 集中采购 ✓ 编制、公开绿色低碳采购文件 ✓ 项目履约验收
企业采购	✓ 原材料 ✓ 产品 ✓ 服务	✓ 企业全生命周期碳排放数据 ✓ 供应商碳排放数据 ✓ 企业范围二、范围三碳核算方法 ✓ 产业链碳数据共享与方法互认	✓ 设定范围三目标 ✓ 企业清单式 ✓ 供应商评优式	✓ 企业对上游供应商评优 ✓ 投资者供应链减碳要求 ✓ 消费者偏好	✓ 设定范围三目标 ✓ 低碳供应商长期合作 ✓ 优化内部采购流程

来源：RMI研究

根据从上游工业原材料行业到其下游行业，以及各类采购主体所购买产品、服务的碳流向，可以识别可通过低碳采购最大程度推动上游工业碳减排的重点领域。

- 以钢铁、水泥、铝和塑料为代表的主要工业原材料所对应下游行业主要集中在基建、建筑、机械、交通和消费品五大领域（图表ES3）。
- 从上下游关系看，在建筑和基建行业优先开展大规模低碳原材料采购将是培育低碳采购的重要抓手，该行业的上游原材料碳排放量占上述四大重工业的70%以上。
- 从采购主体看，工业原材料最终买家以政府为主，其采购的产品、服务对应了四大工业原材料总碳排放量的一半。由政府直接购买或间接购买（通过政府工程项目而间接采购）的工业原材料碳排放总量约为21.4亿吨，占我国总碳排放量约21.2%。
- 同时，个人消费者和企业买家的重要性也不可忽视。购买或建造自己的建筑物、购买交通工具和消费品的个人，以及开发房地产项目和购买机器、设备和车辆的公司，将会对上游原材料的碳排放提出要求。

图表 ES3　四种主要工业原材料的碳流向



注：　排放数据基于RMI研究。基建数据由年度固定资产投资比例推算得到；建筑包括公共建筑、城镇居住建筑和农村居住建筑；机械包括通用设备、专用设备、仪器仪表和运输设备四大部门，共分14类细分产业；汽车/交通包括乘用车、客车、大型车辆（如货车、消防车、环卫车等）；消费品分类来源于国家统计局，计算下游采购比例时主要考虑饮料类、服装鞋帽针织类、化妆品类、日用品类、家用电器和音像类、家具类以及文化办公用品类。

来源：RMI研究

分别就钢材、水泥、铝材、塑料四种工业原材料而言，低碳采购的先行机遇可以出现在钢材-汽车、钢材-建筑、水泥-建筑、铝材-汽车、塑料-消费品五个产业链中(图表ES4)。

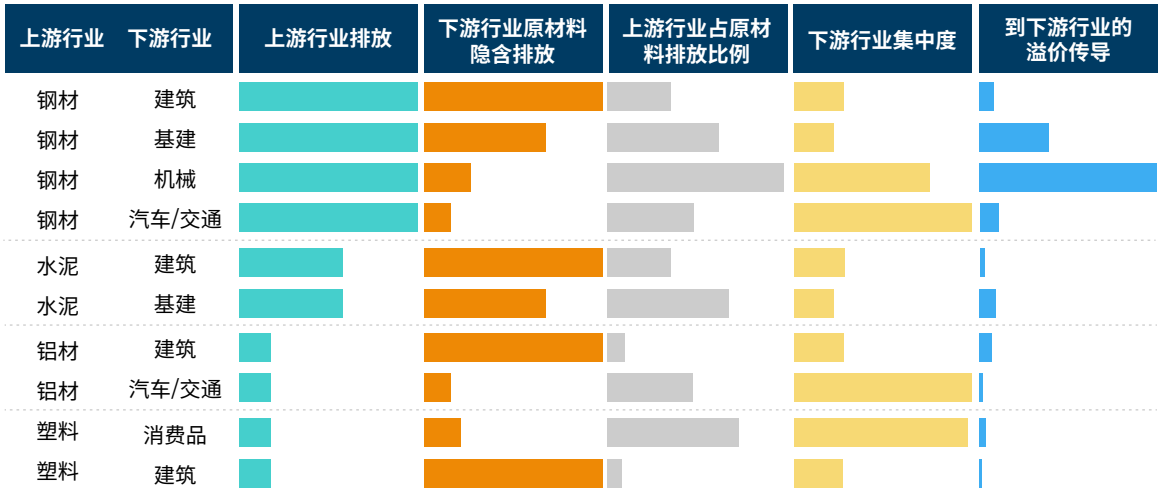
- 汽车和建筑行业是钢铁低碳采购的先行领域。钢铁是建筑隐含碳的重要来源，在建筑的全生命周期中，来自钢铁的碳排放占到26%。此外，零碳钢铁的绿色溢价向建筑消费者端传导后会下降到1.6%，适合开展低碳钢材的早期应用。汽车行业的行业集中度较高，市场规模前10的企业集中度 (CR10) 达到86%。因此头部汽车企业可以通过联合采购等方式获得议价权，其低碳采购行动将对钢铁生产企业产生影响。同时，汽车用钢的品质要求较高，加上头部汽车企业较强的品牌效应，该行业的绿色溢价承受能力较强。

- 低碳水泥采购的先行机遇主要在建筑行业，以政府出资的建筑工程与开发商新建的建筑工程为主。建筑工程项目，特别是建造标准较高的精品建筑工程，由于有较高的绿色溢价接受度，使用者对环保低碳属性较为关注，且建筑全生命周期碳核算已经具有工作基础，较适合成为低碳水泥及其他低碳建材应用的先行试点。

- 铝材行业可以在汽车行业中找到低碳采购的先行机遇。随着汽车用铝替代钢材逐步成为汽车轻量化的制造趋势，铝材在汽车行业中应用将会更加广阔。若铝材自身碳排放较高，将会对汽车整车减碳带来阻碍。车企由于行业集中度高，对铝材供应商有较好的议价能力和影响力；同时消费者对汽车绿色溢价和品牌溢价有较好接受能力。

- 塑料的主要低碳应用场景将出现在消费品行业中，其最终买家以个人消费者为主体。包括饮料、服装、化妆品、电器等在内的主要消费品门类都具有品牌溢价高的特点，消费端绿色溢价率能控制在1%以内，能较好吸收塑料成本上涨带来的价格浮动。同时，消费品行业前10企业的市场规模集中度达到84%，对原材料的议价权和影响力较强。

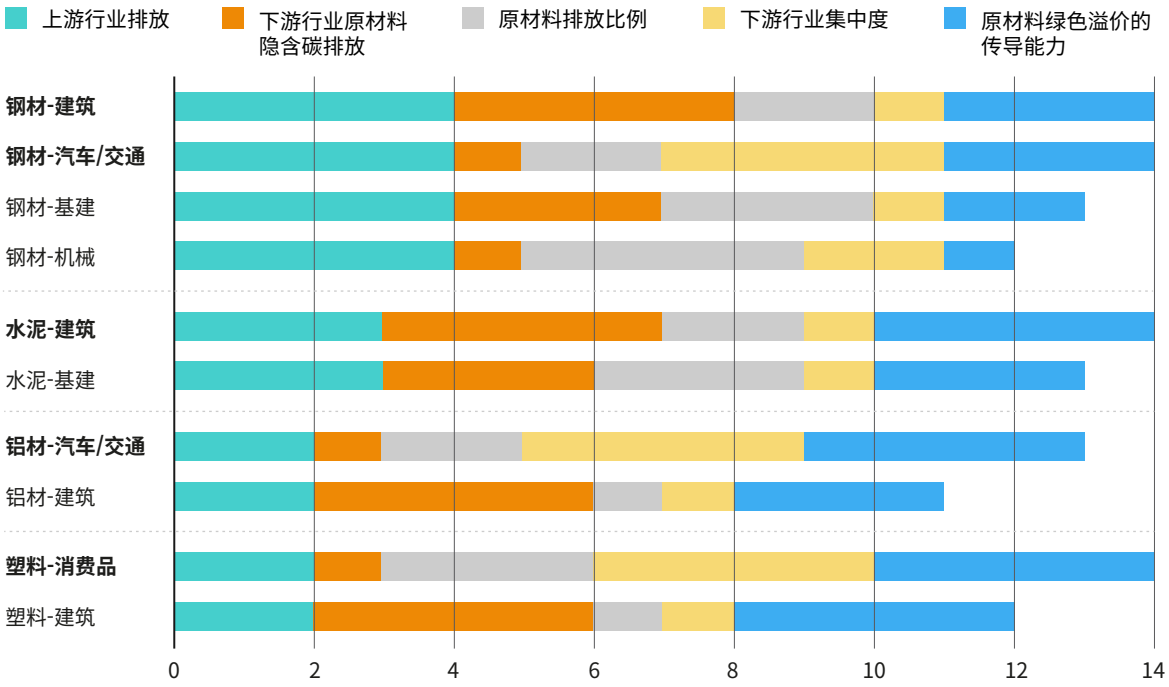
图表 ES4　主要工业原材料低碳采购机遇识别（实际值）



注：　该图中的条形显示了纵向对比下各维度的相对值。1）上游行业排放，上游材料行业的总排放量；2）工业原材料排放，下游产品中工业原材料的隐含碳排放；3）特定材料排放百分比，特定材料的排放量占总隐含碳的百分比；4）下游行业集中度，下游行业前十名企业的市场份额；5）绿色溢价传递，使用特定零碳工业原材料时最终产品的绿色溢价。

来源：RMI研究

图表 ES5　主要工业原材料低碳采购机遇识别（评分）



注：　每个纵向维度的评级来自于值的排序，范围从1到4。评级越高，意味着该价值链在该维度上更适合低碳采购。评分相加，说明每个价值链的优先级。综合评分最高的价值链可以被认为是优先的低碳采购渠道，用加粗表示。

来源：RMI研究

整体而言，发挥需求侧采购所能撬动的碳减排潜力有赖于对低碳产品、服务的市场培育。我们通过对比低碳采购框架和中国目前的实践，识别出未来国内低碳采购发展的关键行动方向和机遇：

- 夯实产品碳核算方法建立、数据搭建等基础性工作，为在“绿色采购”基础上引入低碳元素提供先决条件。
- 在充分考虑原材料隐含碳水平的基础上，将对碳排放的要求纳入“绿色采购”相关规定，并落实于采购标准、执行、激励等各环节中。
- 进一步细化基于产品碳排放的管理措施，避免局限于清单式管理。
- 进一步明确和完善低碳采购的激励措施，例如公共采购的补贴标准和绿色公共采购路线图、企业采购中对低碳原材料供应商的激励制度等。
- 加强跨产业链和跨部门的协调与合作，并探索高效的配合机制。

1 推进低碳采购是加速工业碳减排的重要抓手

钢铁、水泥、化工产品和铝等工业原材料被广泛用于制造社会经济运行和人们生活所需的各种产品，其生产过程产生大量碳排放。在全球范围内，仅钢铁、水泥、塑料、铝四种主要工业原材料生产的碳排放[ii]就占总排放量的15.5%。[1]而中国作为世界工业大国，上述四大行业——也是典型重工业的碳排放[iii]总计占全国的52%[iv]。因此，工业的减排对全国实现双碳目标、推动各行业减排都具有重要意义。

目前工业的碳减排大多从供给侧入手，探讨行业内部低碳、零碳生产的关键技术及其应用；但是，由于低碳、零碳生产的成本较高带来的成本上升、下游应用不足等需求侧问题也急需突破。

政府和企业是工业原材料最主要的大规模消费者，其采购原材料的行为也是经济活动的重要组成部分。全球范围内，政府采购平均占GDP的13%-20%[2]；在OECD国家中，这一比例平均为12%；发展中国家政府采购最高可以占到GDP的30%[3]。制造业企业的原辅材料采购成本往往占产品成本的50%左右[4]。下游买家不仅对原材料的筛选与使用拥有话语权，原材料的碳排放也会随产业链转移到下游产品中。因此，以绿色采购、低碳采购[v]为代表的需求侧行动正成为全产业链协同推动工业碳减排的重要课题。

专栏： “绿色采购”与“低碳采购”

“绿色采购”是目前描述采购行为符合绿色、低碳特征的常用词语。例如，欧盟委员会将绿色公共采购定义为“公共机构寻求采购货物、服务和工程的过程；与其他具有相同主要功能的货物、服务和工程相比，这一过程所采购的货物、服务和工程在整个生命周期内对环境的影响较小”[5]。我国环保部定义企业的绿色采购为“企业在采购活动中，推广绿色低碳理念，充分考虑环境保护、资源节约、安全健康、循环低碳和回收促进，优先采购和使用节能、节水、节材等有利于环境保护的原材料、产品和服务的行为。”[6]本文所定义和区别的“绿色采购”和“低碳采购”综合上述定义而来。

---

ii 范围一排放

iii 范围一与范围二排放

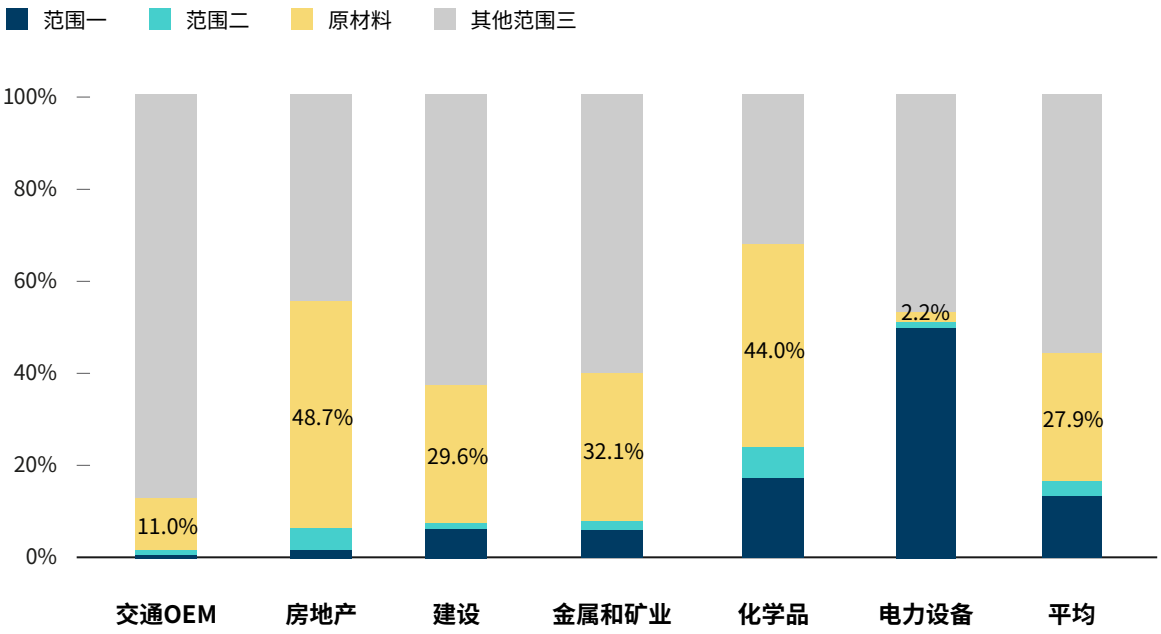
iv 根据RMI数据，钢铁行业排放占全国总排放的22%，水泥行业排放占全国总排放的13%，化工行业排放占全国总排放的13%，铝行业排放占全国总排放的4%

v 本文认为绿色采购是指政府、企业等在购买商品和服务时，将产品的环境影响纳入考量，购买环境友好产品、服务的行为。“绿色”的内涵通常比“低碳”更丰富。当聚焦到与碳排放相关的讨论时，本文特指采购低碳产品与服务的行为为“低碳采购”.

原材料碳排放在部分主要行业总碳排放中占比较大

原材料减排是下游行业实现自身碳中和的重要途径，同时，下游行业低碳发展对上游减碳造成倒逼作用。对于房地产、建设、机械设备制造等行业来说，钢材、水泥、铝材等大宗原材料的碳排放在总碳排放中占比较高。在温室气体核算体系（GHG Protocol）设定的15个范围三排放类别[7]中有2个类别，即“购买的商品与服务”、“资本品”与企业采购原材料有关，而且这两个类别在总范围三排放中占比显著（图表1）。如果不考虑这一部分的排放，这些行业将无法真正实现脱碳。以房地产行业为例，其最主要的范围三排放来自“资本品”，占企业全部碳排放的49%[8]。而对于汽车行业而言，虽然目前其主要碳排放出现在车辆使用阶段，但随着未来汽车电动化的普及，原材料排放在汽车全生命周期中占比将日渐提高。在此背景下，下游行业将会对上游原材料行业减碳提出要求，并给出激励措施，推动原材料产品低碳供应，最终实现产业链协同减碳。

图表 1　**主要行业原材料排放占比**



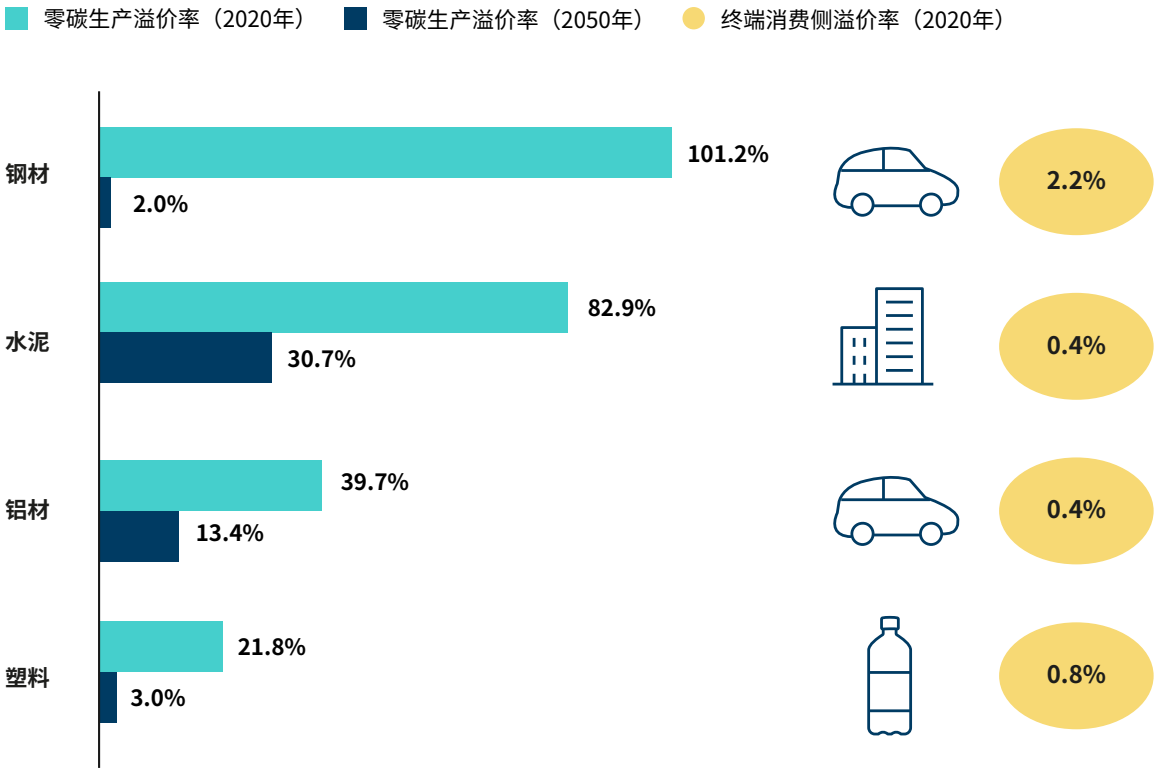
来源：CDP；RMI整理绘制

需求侧采购可助力缓解工业低碳转型成本压力

低碳采购还能起到降本增效的作用。首先，通过需求侧购买低碳原材料，重工业转型的绿色溢价可以向下游行业和消费者传导，形成转型成本的分摊，降低转型的经济压力。目前，生产低碳工业产品仍然具有较高溢价，本研究测算，生产零碳钢有101%的溢价，零碳水泥则有83%的溢价。但当低碳原材料的高额成本向下游传导后，消费侧购买的终端产品溢价可以控制在5%以内（图表2）。

其次，重工业企业零碳转型需要投入大量资本，只有通过足量的市场需求才能形成规模效应，降低单位成本。本研究测算，零碳工业原材料的绿色溢价有望在未来30年大幅下降，降幅可在20~100个百分点，其主要推动力也包括了需求的构建和规模化生产。针对工业原材料的绿色、低碳采购将为积极减排的工业企业创造比较优势，进而为其提供减排所需的资金和市场支持，促进减排成本进一步下降。

图表 2　主要原材料零碳生产及终端消费侧的溢价率



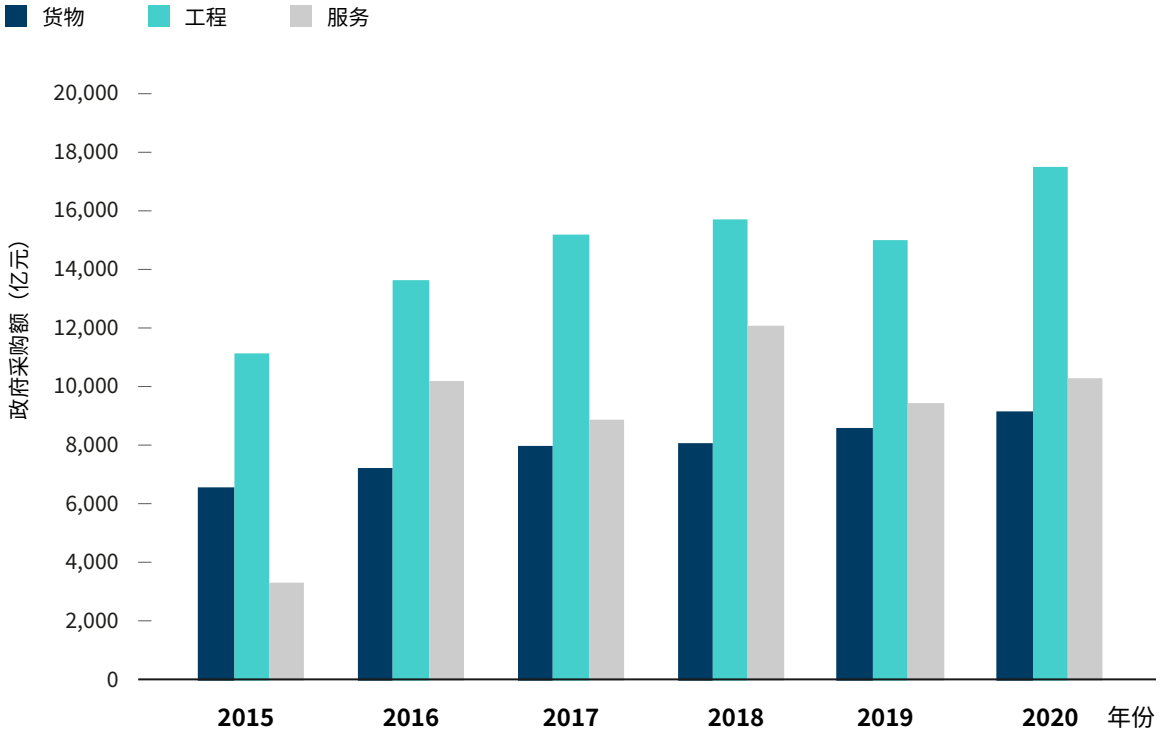
注：　图中各材料的零碳技术路径和下游应用场景分别为
钢材：零碳技术路径—氢冶金，下游应用场景—汽车
水泥：零碳技术路径—固废 + CCS，下游应用场景—建筑
铝材：零碳技术路径—可再生能源+DAC，下游应用场景—汽车
塑料：零碳技术路径—2020年为石脑油+电裂解制乙烯，2050年为绿色甲醇制乙烯，下游应用场景—矿泉水瓶

来源：RMI研究

低碳采购将为产业链减排释放引导信号

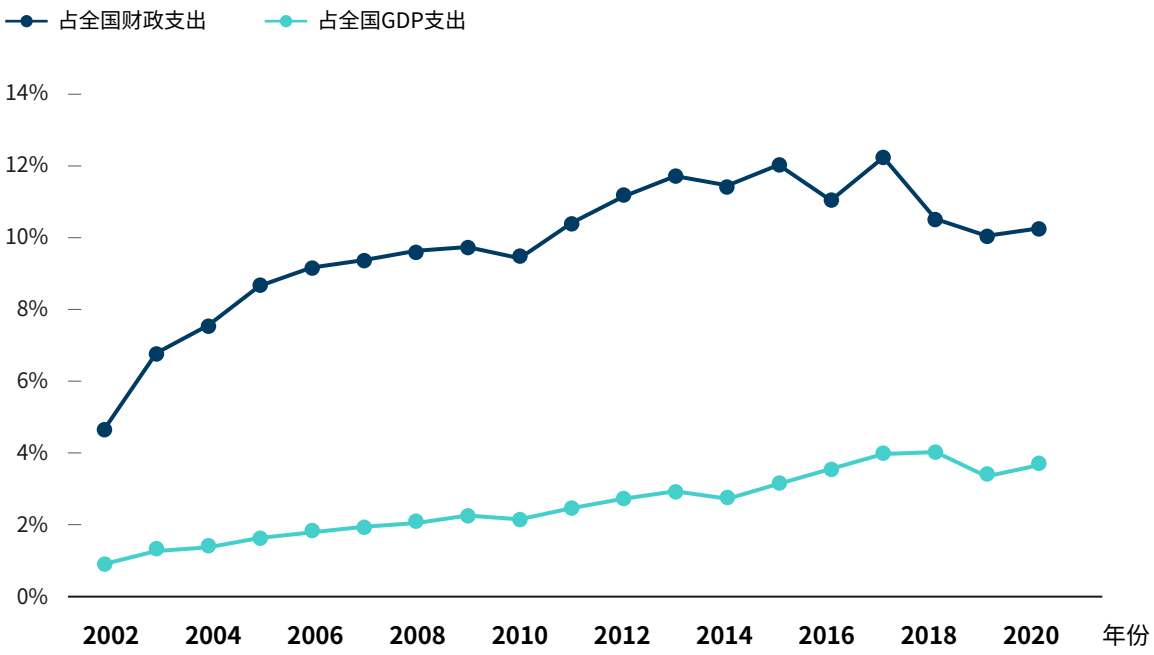
得益于资源优势，政府和头部企业通过低碳采购，可向全产业链释放低碳转型的有利信号。政府采购既是市场行为，也是调控行为，能释放明确的低碳转型信号和要求。我国2020年政府采购规模为36970.6亿元，占全国财政支出的10.2%、全国GDP的3.6%。[9]政府采购无论在总量还是在全国财政、GDP支出中的占比都在逐年上升（图表3、图表4）；与OECD国家政府采购占GDP的12%相比，我国政府采购总量仍有继续增长的空间，我国政府采购总量将仍有继续增长的空间。2020年，全国强制和优先采购节能、节水产品566.6亿元，占同类产品采购规模的85.7%，全国优先采购环保产品813.5亿元，占同类产品采购规模的85.5%。[10]政府采购已经成为引导绿色、低碳市场的重要手段，并将发挥更重要的作用。从企业行动看，早在2016年，我国头部房地产企业与其他机构共同发起了“中国房地产行业绿色供应链行动”，这一行动目前已培育出环境表现良好的供应商3800多家，提供符合材料、能源和环境标准的建筑材料。[11]

图表 3　**2015-2020年中国政府采购货物、工程、服务规模**



RMI绘制整理。数据来源：财政部

图表 4　2002年-2020年全国政府采购规模占财政支出、GDP比重



RMI绘制整理。数据来源：财政部

2 工业产品绿色采购的国内外进展与趋势

政府采购引导培育低碳工业市场已成为全球趋势

国际上，政府的绿色采购以建筑与基建行业为主，较领先的实践已具备相关碳核算方法与较完整的制度设计。

从全球看，政府绿色采购已逐渐成为推动减排的主流政策工具。上世纪90年代以来，发达国家逐步建立了基于生态原则的政府采购制度。近年来，随着减碳意识的提升和气候行动的开展，欧盟及其成员国、韩国、美国等国家和地区都相继出台了立法、行动计划、指南等政策及工具推动低碳工业原材料的政府采购。

- 欧盟于2014年出台了公共采购指令，2016年发布《购买绿色产品:绿色公共采购手册（第三版）》，2017年发布《让公共采购在欧洲发挥作用并为欧洲服务》，逐步形成具有强制力的绿色公共采购政策体系。欧盟27个成员国中，除了爱沙尼亚、匈牙利、卢森堡和罗马尼亚外，其他23个成员国均出台了国家级别的清洁购买法案（NAP, National Action Plan）[vi]。

- 美国于2021年12月年提出联邦政府“清洁购买项目（Buy Clean）”，设立专门工作组并提供财政资金，用于支持在联邦政府采购和资助的项目中购买美国制造的、低碳的建筑材料，以此促进美国工业发展并增加就业。[12]

- 美国联邦政府于2022年8月通过《降低通胀法》（Inflation Reduction Act），旨在通过减少赤字、投资国内能源生产并促进清洁能源来遏制通货膨胀。其中提到将为能源生产及消费、电动车、基建等领域的绿色发展提供财政补助。该法专门提到将为环境产品声明（Environmental Product Declarations，EPD）及生态标签的发展提供资金补助，还将拨付大量资金支持联邦项目采购低隐含碳材料及产品。

- 韩国于2005年出台的《促进购买绿色产品法案》（Act on Promotion of Purchase of Green Products）则要求所有政府部门向韩国环境产业技术院（Korea Environmental Industry and Technology Institute, KEITI）提交绿色采购实施计划，其中需要设定绿色采购自愿目标，并在前一年的绩效报告中说明采购绿色产品的金额支出及数量。这一法案中对适用于绿色采购的产品和服务做出定义，将韩国此前的生态标签如韩国生态标签（Korea Eco-label）和优质再生标志（Good Recycled Mark）与绿色采购挂钩，极大促进了生态标签产品的发展[13]。

从涉及行业看，国际上政府绿色采购以建筑业与基建行业等工业原材料的主要需求端行业为主，同时囊括办公品、交通工具等产品。例如，欧盟的绿色公共采购要求强制清洁采购产品类别为办公室IT设备、道路交通工具、建筑，并针对公共采购的建筑项目有专门的EPD及生命周期评价（Life Cycle Assessment，LCA）报告要求。美国的《清洁购买法案》则纳入了新建建筑的建材采购，积极推广低碳建材政府采购的试点项目，并提高建材环境数据透明度和碳排放信息的标准化，其关注的主要材料有铝、铁、钢、混凝土、水泥等。美国的《降低通胀法》则主要为联邦政府资助的建筑项目和交通项目提供资金资助采购低碳原材料，以降低政府项目中的隐含碳。

---

vi 截至2022年4月

目前，国际上较为领先的政府绿色采购项目都有较完整的制度设计，具体体现在：

- 具有日渐完善的产品层面碳排放核算方法学与数据基础。仅以美国东北部地区混凝土行业为例，截至2022年6月，该地区水泥制造商共提供了8421份预拌混凝土EPD，覆盖各种混凝土强度水平[14]。韩国的政府采购电子化平台（Korea ON-line E-Procurement System,简称KONEPS系统）囊括了标准化的电子招标、电子订货、电子合同及电子支付等政府采购的全流程，同时在资质认定、身份确认等环节可以直接衔接系统外部的相关信息数据库，大大简化了采购流程，提高采购效率[15]。荷兰政府为采购低碳建材和降低建筑碳排放提供了两类官方计算器：CO_2绩效阶梯（CO_2 Performance Ladder）可计算项目全生命周期的碳减排；可持续建筑计算器（DuboCalc）可计算项目全生命周期能源及材料使用量。

- 加入了针对原材料减碳的强制性或激励性政策设计。强制性政策以美国的《清洁购买法案》为典型。该政策规定了常用建筑材料的全球暖化潜势[vii]（简称GWP）限值，GWP超标的产品不予采购。激励性政策以荷兰的工程项目碳抵减制度为典型。该制度要求参与政府工程项目的竞标企业提交使用CO_2绩效阶梯计算的项目减排效益。政府将项目减排效益分为五个等级，每个等级对应一定的竞标价折抵。最终政府用折抵后的竞标价评选中标企业，相当于激励企业采取更广泛的减排措施。

- 充分考虑低碳采购带来的成本，包括低碳产品的成本溢价和相关认证手续的成本。例如美国的《降低通胀法》提出为更多建材生产商评估EPD提供总额2.5亿美元的补助；为负责联邦政府工程项目采购的总务处提供20亿美元补助其购买低碳建材产品或进行建筑改造；为联邦公路总署提供20亿美元补助其购买低隐含碳材料或产品。挪威政府在2017年财政预算中专门拨付900余万挪威克朗用于支持公共采购促进低碳和创新事业[16]。

国内的政府绿色采购以建材与包装行业为主，未来碳在“绿色”中的权重将更大。

我国政府采购的“绿色”要求源自《政府采购法》、《政府采购法实施条例》等法律法规中提出的以政府采购实现节约能源、保护环境的目标。2019年，财政部等四部门联合发布《关于调整优化节能产品、环境标志产品政府采购执行机制的通知》[17]，以目录清单管理（即《节能产品政府采购品目清单》和《环境标志产品政府采购品目清单》[18]）的方式，依据品目清单和认证证书对绿色产品实施政府优先采购和强制采购。其中，《环境标志产品政府采购品目清单》包括水泥、混凝土、石膏板、建筑陶瓷制品等建材类工业原材料，是我国较早明确采购绿色环保工业产品的政策，也是目前政府绿色采购的重要制度基础。

2020年以来，随着中国承诺碳达峰碳中和目标以及相配套的“1+N”政策体系逐步形成，从工业产品的需求侧创造低碳市场、发挥绿色采购的引导作用逐渐成为政策共识，在多个政策文件中有所提及。

首先，在各行业的碳达峰实施方案中，绿色采购和扩大绿色低碳产品需求是重要的工作内容。

- 2022年5月财政部出台《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》，强调完善政府绿色采购政策。分类制定绿色建筑和绿色建材政府采购需求标准体系，分类制定绿色建筑和绿色建材政府采购需求标准。在政府采购文件中明确绿色低碳要求，加大绿色低碳产品采购力度[19]。

- 2022年8月工信部等三部委发布的《工业领域碳达峰实施方案》中明确“绿色低碳产品供给提升行动”是工业领域碳达峰的两个重大行动之一。该行动明确提出工业产品碳足迹核算、绿色低碳产品名单、绿色产品认证与标识制度、开发推广万种绿色低碳产品等具体举措[20]。

---

vii 也称作全球升温潜能值，是衡量温室气体对全球暖化影响的一种手段。是将特定气体和相同质量二氧化碳比较之下，造成全球暖化的相对能力。二氧化碳的全球暖化潜势定义为1。

- 2022年11月工信部等四部委发布的《建材行业碳达峰实施方案》中也强调了通过政府采购支持绿色建材促进建筑品质提升试点城市建设，以提升绿色建材使用比例[21]。

- 同期发布的《有色金属行业碳达峰实施方案》也提出基于产品全生命周期的绿色低碳发展理念，开展工业产品绿色设计，引导下游行业选用绿色有色金属产品[22]。

其次，促进绿色采购和消费也成为国家建立循环经济体系的重要抓手。

- 2021年2月国务院发布的《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》将健全绿色低碳循环发展的消费体系作为主要工作内容。其中明确提出促进绿色产品消费、加大政府绿色采购力度、扩大绿色产品采购范围、逐步将绿色采购制度扩展至国有企业等具体措施[23]。

- 2021年7月国家发改委发布《“十四五”循环经济发展规划》，提出加强财税金融政策支持，加大政府绿色采购力度，积极采购再生资源产品[24]。

从采购产品看，我国政府对工业原材料的绿色采购目前以建材和包装材料为主体。在绿色建材采购领域，2020年10月起由财政部、住建部发起在南京等6个试点城市开展的“绿色建材促进建筑品质提升试点工作”是绿色建材政府采购的重要起点。2022年以来，政府密集发布相关文件，推动绿色建材下乡、扩大绿色建材试点城市、完善绿色建材碳排放核算体系、将碳排放指标纳入绿色建材标准体系等，从核算、认证、采购等方面，完善绿色采购政策体系。在绿色包装采购领域，2019四家快递企业开展行业绿色采购试点，建立健全绿色供应商管理名录。2020年财政部等三部门发布标准，对政府采购中涉及商品包装和快递包装的给出指导性意见和环保标准要求，要求在政府采购中推广使用绿色包装，助力打好污染防治攻坚战。

随着双碳行动的稳步推进，近年来绿色采购中的低碳属性不断增强，碳排放核算及认证体系建设、低碳指标纳入绿色采购体系将成为未来趋势。我国传统上的“绿色”产品认定包括节能、节水、环保、循环、低碳、再生、有机等多因素考量，政府采购的绿色产品更多以健康、环保为主要特征，出现了低碳属性不突出、低碳与能耗简单划等号等问题。同时，产品层面的碳核算方法与数据基础不够完善等一系列问题尚待解决。2022年来，政府不断出台新政策，要求加强低碳产品认定的基础工作。在此基础上，以碳为重要指标的采购体系将逐渐成为未来趋势。

- 2022年4月发改委等三部委发布《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》，要求研究制定重点行业产品的原材料、半成品和成品的碳排放核算方法，优先聚焦电力、钢铁、电解铝、水泥、石灰、平板玻璃、炼油、乙烯、合成氨、电石、甲醇及现代煤化工等行业和产品，逐步扩展至其他行业产品和服务类产品[25]。

- 2022年8月工信部办公厅等四部门发布《原材料工业“三品”实施方案》，提出强化绿色产品评价标准实施，建立重点产品全生命周期碳排放数据库，探索将原材料产品碳足迹指标纳入评价体系[26]。

- 《工业领域碳达峰实施方案》中提出将水泥、玻璃、陶瓷、石灰、墙体材料等产品碳排放指标纳入绿色建材标准体系，加快推进绿色建材产品认证[27]。

在试点层面，2020年以来我国在绿色建材采购方面开展了两批次共54个城市（市辖区）的试点工作，形成了政府绿色采购的有益经验。目前纳入政策实施范围的项目包括医院、学校、保障房等政府采购工程项目。从试点中建立了规划目标引领，细化形成各城市特色《绿色建材基本要求》，发展政府采购集成式电子平台，完善绿色建材认证，项目投标、项目审核等一系列流程，以金融和财政支持为激励手段，绿色建材与绿色建筑、绿色金融产业协同发展等绿色采购政策设计的经验（图表5）。

图表 5　绿色建材政府采购试点行动总结

	规划目标	标准制定	电子平台	金融支持			评价倾斜	保险制度
				产品层面	项目层面	企业层面		
湖州	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
绍兴	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
杭州	✓	✓	✓		✓			
青岛	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
佛山	✓	✓	✓	✓	✓			
南京	✓	✓	✓		✓		✓	✓

来源：RMI研究

国内外头部企业积极采取行动降低供应链与原材料排放

国际企业：以供应链碳管理为抓手，五类举措推行绿色、低碳采购

国际上，企业对绿色、低碳工业原材料的采购主要以供应链碳管理的形式展开，属于范围三减排的一部分。企业已逐步意识到碳管理不应限于法人边界内，也应从全产业链角度统筹考虑上下游减排，对于原材料排放占比较大的企业尤应如此。截止2021年7月，全球已有超过650个大型企业承诺了范围三减排[28]。钢铁的下游如汽车、机械行业，水泥的下游如房地产行业，铝的下游如电子设备、航空业，塑料制品下游如个人消费品、电子设备行业，都出现了企业采购绿色、低碳原材料的案例（图表6）。

企业通过供应链碳管理推动绿色、低碳采购的举措可分五类，包括：（1）碳减排目标制定；（2）碳排放核算与管理；（3）合作方案选择；（4）供应商碳减排能力建设；（5）供应商激励与筛选。目前，国际头部企业先行实践如下（图表6）。

- **碳减排目标制定**：制定范围三碳减排目标，特别是供应链碳减排目标。例如，美国苹果公司承诺2030年实现供应链碳中和；德国梅赛德斯-奔驰集团提出相比2019年，其范围三碳排放到2030年降低42%，2039年前实现零碳供应链[29]。供应链减排目标是企业采购低碳原材料的重要基础，也是企业环境、社会、治理责任的体现。

- **碳排放核算与管理**：包括要求供应商提供碳排放数据，并支持其数据质量的提升。例如，苹果公司开发了供应商温室气体报告工具，帮助供应商计算范围一和范围二的碳排放[30]。德国巴斯夫公司自2021年起利用供应商碳排放管理体系，系统化收集供应商的产品碳足迹信息，并辅以第三方的现场审计或线上评测，以增强全球供应商评价标准化，目标到2025年，其80%供应商的可持续发展绩效应有所改善[31]。

- **合作方案选择**：包括直接投资原材料供应商的碳减排行动，或与其签订远期的低碳产品采购协议等。以汽车企业和其供应商钢铁企业等合作为例，投资型合作的案例包括：宝马集团入股波士顿金属公司（Boston Metal），支持脱碳钢铁生产技术投入工业规模生产。奔驰公司入股瑞典的绿氢制钢公司H_2Green Steel等[32]。在远期采购案方面，宝马公司分别和H_2 Green Steel公司、萨尔茨吉特钢铁公司签署了绿色钢铁协议，两家公司供货时间开始于2025年和2026年，以期到2030年满足其欧洲工厂40%以上的钢铁需求，预计每年减少碳排放40万吨[33]。

- **供应商碳减排能力建设**：增强对供应商的交流与培训。例如，法国欧莱雅公司定期组织绿色供应商日等活动，并对战略供应商重点培训等[34]。

- **供应商激励与筛选**：部分企业举办供应商评比活动，对于在节能降碳方面表现优秀的供应商提供经济奖励，同时将气候因素纳入供应链竞标和评价体系。例如，戴尔公司将气候变化相关数据融入到供应商评价体系中，对无法达到要求的供应商采取降分处理[35]。新加坡城市发展有限公司推行公司绿色采购指南，并要求主要供应商满足环境健康安全（EHS）资质准则[36]。

图表 6　国际企业采购低碳工业原材料案例

企业	国家	所属行业	供应链/范围三目标	供应链减碳措施	绿色、低碳采购案例
苹果	美国	电子设备业	2030年供应链碳中和、200家以上供应商使用可再生电力。	启动供应商能效项目、供应商清洁能源项目；开发供应商温室气体报告工具。	从Alcoa-Rio Tinto采购零碳铝材。
戴尔	美国	电子设备业	相比2019，供应链在2030减少60%。	在供应商评奖中加入气候变化表现；利用评比活动鼓励供应商的减排降碳创新。	采购可持续竹制包装替代塑料包装。
梅赛德斯-奔驰	德国	交通制造业	相比2019年，范围三2030年降低42%；2039年供应链零碳。	上游创新合作，2019开始有供应商可持续奖。	从Salzgitter AG等钢铁公司采购低碳足迹钢材。
沃尔沃	瑞典	交通制造业	相比2018年，供应链2025年减少25%。	激励措施，交流评比活动，与重要供应商进行可持续交流，举办年度的可持续活动。	从Hybrit项目采购零化石能源钢材。
城市发展有限公司	新加坡	房地产业	相比2016，范围三在2030年减少24%。	将气候变化纳入供应链竞标体系；供应商交流评比活动，提供经济奖励。	新加坡森林公寓项目应用至少42%的可持续材料。
空中客车	美国	航空制造业	相比2015，范围三在2035降低46%。	合同供应商被要求实行环境管理系统，以更好降碳。	与Novelis签订协定研究航空用可持续铝。
欧莱雅	法国	零售业	相比2016，全范围2030降低25%，战略供应商运营碳排放降低50%。	与供应商交流教育，组织绿色供应商日等活动，对战略供应商重点培训。	从Veolia采购回收塑料制成的包装。
壳牌	英国	能源行业	相比2016，范围三2050年下降100%。	将气候变化纳入供应链竞标体系；提供降碳经济奖励；提供合作式平台帮助供应商降碳。	与宝钢续签署了绿色钢材采购框架协议。

来源　RMI研究

国内企业：政策指导依据具备，企业目标制定、基础工作和信息披露工作的完善将是未来重点

从政策发展看，我国企业绿色采购政策经历了从鼓励绿色采购向绿色全供应链管理、从指导性政策向试点实施的发展历程。2014年商务部等三部委印发《企业绿色采购指南（试行）》[37]，鼓励企业在采购活动中，推广绿色低碳理念，优先采购和使用节能、节水等有利于环境保护的原材料、产品和服务。2016年，工业和信息化部办公厅发布《关于开展绿色制造体系建设的通知》，提出到2020年基本建成绿色制造相关标准体系和评价体系，在重点行业出台绿色设计产品评价标准、建立绿色供应链标准、发布绿色制造第三方评价细则等。之后国家又相继发布制造企业绿色供应链管理的一系列规范，涉及评价规范、采购控制、物料清单等各方面要求，为企业绿色采购奠定了基础。近年来，我国从循环经济和工业能效提升等视角鼓励企业开展绿色采购和绿色供应链行动。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》和2022年6月《工业能效提升行动计划》等政策中都明确提出建设绿色供应链试点，鼓励头部企业优先开展绿色采购。

双碳目标提出以来，绿色供应链的减碳作用被日益重视，但企业低碳采购的流程体系、实施细则等指导性政策仍需细化完善。2022年8月《工业领域碳达峰实施方案》[38]中明确提出了以减碳为目标的供应链行动，支持汽车、机械、电子、纺织、通信等行业龙头企业在供应链整合、创新低碳管理等关键领域发挥引领作用；将绿色低碳理念贯穿于产品设计、原料采购、生产、运输、储存、使用、回收处理的全过程；加快推进构建统一的绿色产品认证与标识体系，推动供应链全链条绿色低碳发展；鼓励“一链一策”低碳发展方案的制定及核心供应商碳减排成效报告发布。该政策为企业实施低碳采购指明了方向，未来有进一步落实的空间。

从企业实践来看，虽然国内已有先行企业承诺双碳目标并制定相关规划（图表7），但在绿色、低碳采购相关实践上仍有提升空间，具体表现为：

- 从目标的制定看，目前国内企业较缺少对范围三或者供应链碳减排目标的明确设定。根据SBTi数据库，截止2021年7月，在全球652个承诺范围三减排的大型企业中，仅有12家中国企业[39]。
- 从基础工作看，国内企业基于环境认证、节能认证的供应商筛选规范等已为开展绿色、低碳采购奠定了基础。但相关实践仍多为绿色电力采购或基于环保属性的绿色采购，原材料并未普遍纳入企业碳核算、碳管理及低碳采购范围。
- 从信息披露上看，部分企业已经开始通过可持续报告、社会责任报告等发布绿色供应链举措，但整体披露水平仍需提高，披露信息的可对比性和颗粒度仍需提高。

图表 7　国内企业采购低碳工业原材料案例

企业	所属行业	供应链/范围三目标	绿色采购措施	绿色采购案例
远洋	房地产业	2050年实现涵盖范围一、二、三全价值链净零排放。	1. 与上下游企业携手，形成完整的绿色供应链体系，贯彻低能耗设备、绿色供应链等可持续理念； 2. 定期颁发“可持续先锋供应商”，表彰供应商在绿色供应链的贡献。	从圣戈班采购环保石膏板，圣戈班被评为远洋“可持续先锋供应商”。

企业	所属行业	供应链/范围三目标	绿色采购措施	绿色采购案例
中海地产	房地产业	2023年前绿色建材、绿色产品的采购数量占采购总量的60%以上。	落实《中海绿色健康住宅标准》，已取得绿色标准的品类的供应商74家，企业数量占比46%。	将多乐士纳入供应商名录，而多乐士首批获得建筑涂料“中国绿色产品”认证。
新城控股	房地产业	-	推行绿色采购，打造绿色供应链体系，累计推动24家以上战略合作供应商取得《中国绿色建材产品认证证书》。	旗下项目吾悦广场对合作企业提出节能环保要求，确保碳排放符合国家标准。
联想	电子设备业	相比2019年，其产品使用环节的碳排放在2030年降低25%。	1. 企业层面，从供应商管理、绿色回收等维度和绿色信息平台打造绿色供应体系； 2. 产品层面，定期从供应商收集气候变化数据，为供应商设立气候变化相关KPI。	联想ThinkPad系列产品的包装采用100%再生料或竹纤维做缓冲物料。
吉利	交通制造业	相比2020年，2025年各车系供应链排放减少20%。	1. 建设可持续供应链体系和ESG工作组，推动绿色采购，实现100%循环包装； 2. 依托吉碳云平台，开展供应链碳足迹核算工作和减排方案规划。	极氪001车身采用15%可再生钢材，和25%可再生的铝合金。
中国石化	能源行业	-	1. 编发《中国石化绿色物资采购目录（2021年版）》，指导绿色采购； 2. 宣贯物资供应管理理念和制度，在绿色采购对供应商提出更高要求。	上海石化坚持绿色采购，2022年上半年采购绿色产品超过4000万元。

来源：RMI研究

3 构建低碳采购：基本元素和执行基础

低碳采购制度基本元素和执行基础概述

以减碳为目标的绿色采购即低碳采购制度可以在广义的绿色采购基础上构建，但应融入更多碳排放因素考量。其目的是通过下游买家有意识地采购低碳产品和服务等，培育长期、稳定的低碳市场，实现上下游协同降碳。总结目前国内外的实践经验，无论是政府或企业采购，较完整的低碳采购制度应至少包括以下基本元素（图表8）。

- 低碳采购范围界定：明确针对哪些种类的采购对象（产品和服务等）实行低碳采购。
- 数据核算及认证制度：确定采购对象的碳排放计算方法及采信制度，完善产品全生命周期碳排放数据基础。
- 对产品、服务及其供应商的碳要求：采购方根据自身碳减排要求，对所采购产品、服务及其供应商提出具体的要求，包括供应商碳排放限值、其他ESG表现要求等。
- 对低碳产品、服务及其供应商的激励：采用资金或非资金手段鼓励低碳价值链参与者，以及其提供的低碳产品和服务。
- 执行体系及监测评估：为确保低碳采购有效执行，对其执行效果进行监测与评估。

图表 8 **低碳采购政策设计的基本元素**

	低碳采购范围界定	数据核算及认证制度	对产品、服务及其供应商的碳要求	对低碳产品、服务及其供应商的激励	执行体系及监测评估
政府采购	✓ 货物 ✓ 工程 ✓ 服务	✓ 产品全生命周期碳排放数据 ✓ 产品、工程层面碳排放核算方法 ✓ 低碳产品认证及采信制度	✓ 采购品目清单 ✓ 产品限值式 ✓ 供应商评优式	✓ 直接财政激励 ✓ 非直接财政激励 ✓ 非财政激励	✓ 集中采购 ✓ 编制、公开绿色低碳采购文件 ✓ 项目履约验收
企业采购	✓ 原材料 ✓ 产品 ✓ 服务	✓ 企业全生命周期碳排放数据 ✓ 供应商碳排放数据 ✓ 企业范围二、范围三碳核算方法 ✓ 产业链碳数据共享与方法互认	✓ 设定范围三目标 ✓ 企业清单式 ✓ 供应商评优式	✓ 企业对上游供应商评优 ✓ 投资者供应链减碳要求 ✓ 消费者偏好	✓ 设定范围三目标 ✓ 低碳供应商长期合作 ✓ 优化内部采购流程

来源：RMI研究

值得指出的是，低碳采购制度设计需要以各利益相关方协同为基础，协同也贯穿在上述各基本元素环节。与低碳采购相关的利益主体有产业链上游供应商、下游消费者、政策制定者、投资者、行业机构、认证机构等；他们发挥各自的作用，最终确保低碳采购的完成（图表9）。

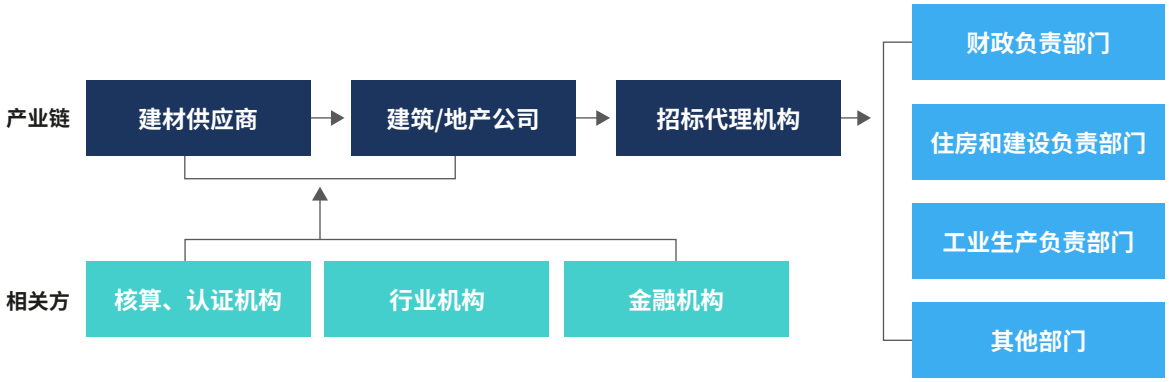
图表 9　采购低碳原材料产品的主要主体

	政府采购	企业采购
原材料供应商	生产低碳原材料产品；采用低碳技术实现减排。	
下游企业	参加竞标，承包政府工程项目； 提供政府所需的产品及服务。	支持和购买低碳产品及服务； 要求供应商减碳； 监督供应商碳排放。
政府	确定采购预算、范围、规则； 制定低碳采购标准，提出低碳采购要求，完善制度保障。	制定企业绿色采购的要求、规范、标准； 推行低碳采购激励方案。
消费者	通过购买低碳产品及服务，支持低碳项目、产品、品牌、企业。	
投资者	设定低碳投融资准则； 对被投资企业提出ESG及碳管理要求，特别是供应链碳管理要求。	
行业机构	制定行业减碳标准； 建立行业联盟引领行业低碳创新； 指引企业发展低碳采购； 监督低碳采购实施进展。	
认证机构	提供低碳产品的第三方认证证书； 提供碳核算的方法学基础。	

来源：RMI研究

利益相关方协调主要体现在三个方面，即各种法规和政策之间、不同机构之间以及中央和地方政府之间的协调。我们以中国公共建筑项目中的建筑材料采购的现行绿色采购政策（图表10）为例。 从政策的角度来看，目前有两部规范公共采购的法律，即《政府采购法》和《招投标法》。然而，这两部法律的规定并不完全一致，因此在实践中存在一定模糊空间。同时，绿色建筑材料的政府采购也需要政府机构之间的协调。例如如财政部门、住房和城乡建设部门和工业部门，需要协调推进政府绿色采购工作。此外，在国家和地方层面上还存在各种关于绿色采购的具体标准与规定，这些标准和规定有时并不一致和兼容，因此也需要协调。

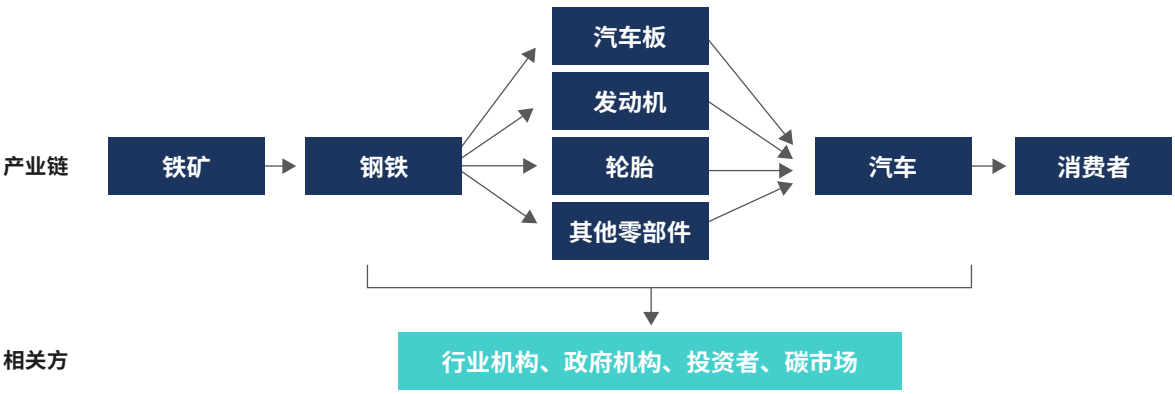
图表 10 目前政府采购绿色建材的主要相关方



来源：RMI研究

企业绿色采购中相关方的协同主要体现在产业链内协调和产业链外主体协调。以汽车企业采购低碳钢材为例(图表11)，钢铁企业不仅是汽车企业的一级供应商（直接向车企提供部分钢材），还是车企的二级供应商（向其零部件生产商提供钢材）。汽车企业通常没有对二级供应商的直接管理权，需要通过一级供应商管理实现产业链碳管理。同时，钢铁行业的上游产业，如采矿、原材料运输、能源等企业，都会对钢材的碳排放产生影响。产业链外的主体，如政策制定者、消费者、投资者等，决定了整体的政策环境与市场环境，会影响企业低碳采购的紧迫性、可行性、积极性。因此，只有产业链内外的各利益相关方建立统一的减碳认识、计量体系、认定机制、市场反馈机制，才能实现企业对低碳原材料的长期、可持续的采购。

图表 11 目前汽车采购低碳钢材的主要参与者



来源：RMI研究

元素一：低碳采购范围界定

政府的采购对象包括货物、工程、服务等。其中，工程是目前政府采购额最大的类别，2020年占约47%。政府可以要求工程承包商在公共出资的工程项目中采用低碳设计、低碳材料，降低工程项目全生命周期的碳排放。货物是目前开展绿色采购的主要领域，政府可以要求其直接采购的货物满足一定碳排放标准。服务则包括政府采购其自身需要的和向社会公众提供的公共服务。政府可以要求其服务供应商提供低碳的社会服务、公共设施管理等服务类型。

目前我国政府绿色采购的直接对象主要是列入清单的环保节能产品，对工程和服务的绿色采购无强制性要求。绿色产品则主要针对绿色终端产品，对原材料低碳属性要求较少。同时，政府采购仅针对有限的10个品目的部分节能产品采取强制采购，其他节能产品和环保标志产品采用优先采购，尚有大量未列入品目清单的产品缺少实施绿色采购的细则[40]。在工程采购方面，自2015年开展绿色建材评价标识以来绿色建材采购已形成一定实践基础，预计未来会在全国做进一步推广，但获得认证的绿色建材的种类和多样性尚不能完全覆盖工程需求。

企业则应结合自身减排目标、碳中和路线图、供应链减排目标等制定低碳采购的实施范围。企业采购对象所包括的原材料、产品和服务均可开展低碳采购。原材料排放占比较大的企业宜将上游减排纳入企业减排范围。原材料的低碳采购是购买碳足迹低的原材料以应用于产品生产，产品的低碳采购针对上游企业生产的设备、零部件等低碳产品开展，服务的低碳采购则要求供应商在服务的活动过程中保持较低的碳排放水平。

元素二：数据核算及认证制度

低碳采购的顺利进行需要完善的数据支撑，既包括相关活动数据、排放数据的收集，也包括行业、项目、实体、产品等边界的碳排放核算方法的完善。

首先，产业链中的卖方，如原材料企业、零部件企业及产品制造商，应建立完善的数据基础和基于全生命周期的产品层面碳核算方法。上游供应商的产品碳信息是下游低碳采购的重要依据。目前，我国产品层面碳核算的体系正在逐步建立，数据正不断完善。以钢铁行业为例，已有在研或发布的生命周期和碳足迹相关的产品种类规则（PCR）标准20余项。同时，正在开发建材产品碳标签，基于钢铁行业PCR的钢铁环境产品声明（EPD）发布平台已经建立。作为核算数据和方法工具的全生命周期评价（LCA）数据库及平台也在有序发展。

其次，产业链中的买方（如政府和企业）应制定自身的碳核算方法与减碳目标，将上游产品、服务的碳排放纳入自身碳目标中。政府需要建立公共部门碳排放的计算方法，还可以建立工程项目的碳核算方法，考察所采购工程的碳排放水平。企业应完善企业层面、范围三的碳核算方法，积极承诺、开展范围三减排，并扩大供应商碳数据的覆盖范围，提高数据准确性。目前，我国已通过相关标准、规范要求建设项目开展建筑碳排放分析，并且在《建筑碳排放计算标准》中包括了建材生产碳排放。我国也有部分企业开展了范围三和供应商的碳管理。

另外，产业链各环节的数据共享与方法互认也亟需实现。目前，部分企业在探索碳核算方法时，遇到了上下游方法不统一、数据不共享的问题，阻碍了低碳采购的有效开展。2022年4月，国家发改委等三部委发布《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》[41]，提出2023年统一规范的碳排放统计核算体系初步建成、2025年进一步完善的目标，为形成体系完备、方法统一、形式规范的碳核算体系指明了方向。

元素三：对产品、服务及其供应商的碳要求

下游买方应在自身减碳目标基础上，明确提出对所采购产品、服务的碳排放要求。针对上游供应商的碳标准与要求通常有4种方式：品目清单式、企业清单式、限值式、评优式。这4种方式可以单独或组合使用，以达到最佳的约束目的（图表12）。其中品目清单和企业清单是我国主要使用的方式，具有操作相对简便、不需要大量数据基础的优点。随着双碳工作的深入和数据基础的完善，未来对产品的碳要求将向定量化和精准化发展，对产品的碳约束也可以结合多种方式进行。

图表 12 针对供应商的碳约束方式总结

采购产品、服务约束方式	含义	案例	优势	缺点
品目清单式	对纳入清单的产品要求优先或强制采购具有节能产品、环境标志产品认证证书的产品。	在政府绿色采购中依据《节能产品政府采购品目清单》和《环境标志产品政府采购品目清单》对符合条件的获证产品给予优先采购和强制采购待遇。	通过优先或强制采购方式，在选定产品领域培育节能环保市场，完善低碳采购制度。	节能、环保认证证书门槛较低且没有明确的碳属性要求，难以真正激励低碳产品。
企业清单式	对纳入清单的产品或企业实施优先采购或强制采购。	阿拉善等发起“中国房地产行业绿色供应链行动”，通过建立“白名单”、“绿名单”标准筛选优质上游供应商，推荐给房地产企业优先开展采购。	操作方便，不需要大量数据基础，能广泛地鼓励环境表现较好的企业。	难以对具体产品的碳表现进行评价认定，对名单内企业难以起到进一步减排激励作用。
限值式	规定每类产品的碳强度上限值，只采购碳强度低于限值的产品。	美国加州要求政府工程项目采购结构钢、钢筋、平板玻璃、矿棉板保温材料四类材料六种产品时，需采购低于行业GWP平均值的产品； 宝马集团要求上游钢铁企业提供汽车板等产品的生命周期评价报告，并进一步审核供应商的气候变化表现，要求逐年降低原材料碳足迹。	对上游原材料行业的减碳作用最直接。	对碳排放数据基础要求高，需要有一定数量的低碳原材料供应商。
评优式	通过测算供应商的实际碳排放，优选排放小的供应商获得项目标的，一般用于项目层面的服务供应商筛选。	荷兰政府要求参与工程竞标的总包商测算建筑（含建筑材料）全生命周期的碳排放，按照其减排效益给与一定的竞标价优惠，最终竞标价最低者中标； 戴尔公司将气候变化表现纳入供应商奖励项目中，以季度评分卡形式鼓励供应商制定碳减排目标。	通过鼓励市场参与者的良性竞争来实现减碳，对市场的干扰比较小。	由于其未设定限定值或固定标准，比较难确保项目减碳是否和整体减碳目标协调。

来源：RMI研究

元素四：对低碳产品、服务的激励

低碳产品通常具有比普通产品更高的绿色溢价，激励措施能激发市场参与者低碳采购的积极性，是政策设计的重要环节。政府可以对参与低碳产业链的企业、项目、产品等提供多样化的激励。目前我国的行政激励与财政激励体系已经摸索出较全面的工具，在绿色建材、净零能耗建筑等推广试点中试验了涵盖直接财政激励（补贴、奖励等）、非直接财政激励（金融优惠等）、非财政激励（优先采购、评价倾斜等）等多种激励手段，得了一定效果（图表13）。未来可针对低碳产业链的构建设计多样的激励工具，起到最佳推动效果。

图表 13 政府低碳采购的激励

对低碳企业的激励	对低碳项目的激励	对低碳产品的激励
青岛市对绿色建材生产研发创新企业最高给予500万元资金奖励。	绍兴市政府绿色建筑绿色建材增量成本纳入工程造价，达绿建三星标准每平米增加300元。	湖州市对通过绿色产品认证的建材企业给予一次性奖励20万元，每多获得一张绿色产品认证证书再奖励2万元。
湖州市对优秀绿色建材企业的绿色贷款贴息和担保费率补助标准上浮10%。	湖州市政府项目中，对纳入政采目录的建材实施绿色建材质量保险制度，给予25%保费补助。	佛山市对获得绿色建材认证的企业给予一次性扶持性资金5万元。
财政激励 • 对绿色建材研发、生产及认证的企业给予资金奖励、税收减免、绿色贷款贴息、担保费率补助等。 • 政府项目中将使用绿色建材的增量成本纳入工程造价。 • 对建材企业申请EPD给予补贴（美国）。		
非财政激励 • 搭建绿色建筑信息披露数字化平台，将全市绿色建筑项目库数字化并定期向金融机构推送，促进金融资源高效流向绿色建筑领域。 • 为提出使用绿色建材的投标者提供价格评审优惠（荷兰）。		

来源：RMI研究

企业也可以对参与低碳行动的上游供应商提供激励。例如，戴尔公司在供应商评奖中加入气候变化表现，供应商加入第三方碳披露平台、参与戴尔的气候变化培训等可以增加供应商的评分，戴尔利用评比活动鼓励供应商能效提升、降低碳排放和增加可再生能源应用；远洋集团为在环境、健康方面表现优秀的供应商设立远洋集团责任风尚奖，2020年有20余家供应商获奖。

企业同时需要外部主体对其低碳采购行为给予激励，包括政府、投资者、消费者等。例如，投资者的激励主要来自金融机构向企业提出减碳尤其是供应链减碳的要求。目前，全球ESG基金的在管资产规模在过去五年快速增长，并达到240亿美元规模[42]。部分投资机构和行业组织已经要求将投资企业的范围三表现纳入披露与绩效考核，例如美国证券交易委员会（SEC）建议将公司的范围三表现相关内容纳入公司财务业绩的定期提交文件[43]、德意志银行的油气和汽车行业气候目标已涵盖范围三排放[44]。消费者对绿色产品的关注也将推动企业减排。根据贝恩的市场调查，中国有30%的消费者在2020-2022年间开始购买可持续产品，而95%的消费者愿意为可持续产品支付绿色溢价[45]。

元素五：执行体系及监测评估

对于政府而言，加强低碳采购的执行应该从采购全流程各环节入手，对采购文件编制、评标及结果公示、合同签订、履约验收等环节明确具体执行要求[46]。同时，政府可以使用集中采购等方式实现规模采购、保证采购的经济性、实现对原材料的标准化控制。政府采购合同中应对供应商或工程承包商使用绿色低碳原材料提出明确要求，并按照采购合同约定进行验收。

同时，政府还应加强对低碳采购的监督和评估。首先，政府可对低碳采购的执行情况定期公布，在设立的公共部门碳排放核算方法与目标下，委托合格的第三方机构对项目实际减排效益进行评估，并定期考察减排目标的符合情况。政府还要根据情况不断更新低碳清单及相关控制指标，持续改进低碳采购工作，引导供应商长期减排。第三，根据各供应商、政府部门通过采购实现的减排效果和资金使用情况，结合考核机制实施奖惩。第四，充分利用信息化手段监督低碳采购全过程，构建统一的采购平台，提高供应商资质及产品信息的透明度，促进低碳采购市场的公平竞争。

企业应制定供应商减排的要求与管理体系，并为供应商提供减排能力建设。对于从上游买入原材料和物品排放占比较大的企业，需制定供应链减排目标，尤其重视供应商的碳管理。企业还应增强员工整体气候意识的培训，特别是采购部门的低碳培训。在供应商层面，企业应要求供应商开展碳排放披露和自觉的减碳行动，采用优选、评奖等方式筛选减碳行动优秀的供应商。在项目层面，企业应优化内部采购流程的供应商评价体系，增强环境因素占比，对气候变化类关键绩效指标（KPI）定期追踪评估。公司应扩大应用低碳采购方式和相关工具，利用远期采购和直接投资等，与低碳原材料供应商建立长期合作，为供应链降碳取得先机，降低未来气候风险和碳管理要求带来的不确定性。

4 推行低碳采购：早期行动领域与未来方向

早期行动领域

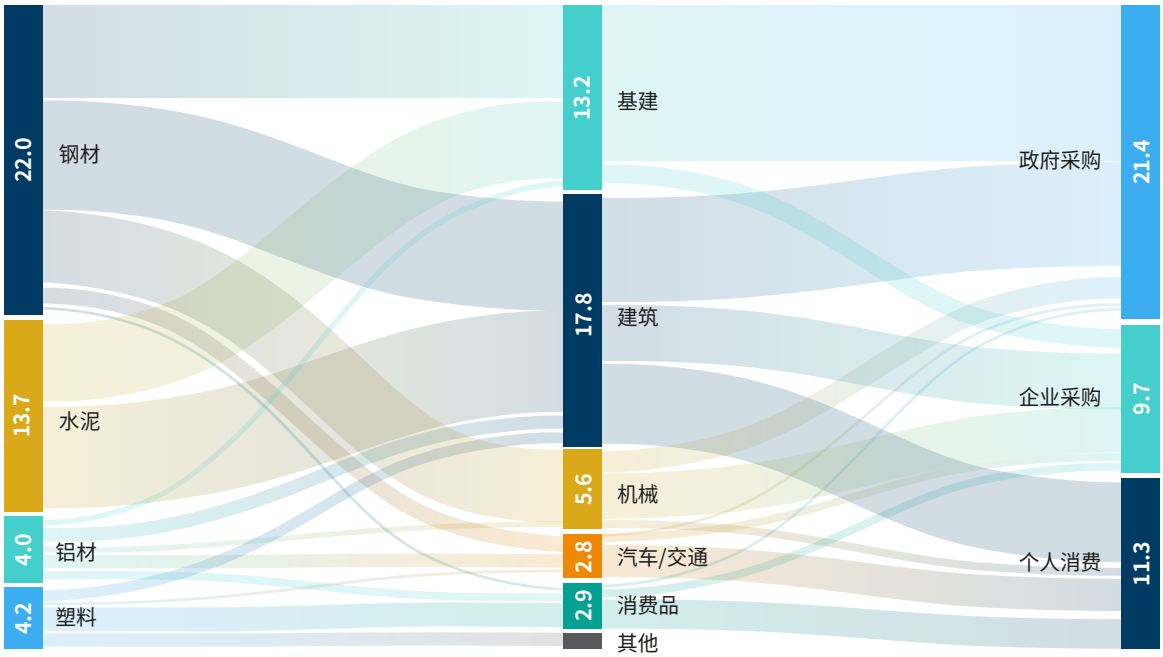
以钢铁、水泥、铝和塑料为代表的工业原材料的下游行业具有趋同特征，主要集中在基建、建筑、机械、交通和消费品五大领域。通过分析碳排放从上游到下游行业的流向和数量，以及对应到不同采购模式中的数量，可识别出最有碳减排潜力的低碳采购推行领域（图表14）。

从上下游关系看，在建筑和基建行业相关项目中规模化地采购低碳原材料将是培育低碳采购的重要抓手。钢材的主要下游端为基建、建筑、机械和汽车；水泥的主要下游端为基建和建筑；铝材的主要下游端是建筑、汽车、消费品包装；塑料的主要下游端主要为消费品和建筑。从碳流向看，建筑和基建是隐含碳最大的领域，占到上述四大重工业行业流向下游的碳排放的70%以上。据落基山研究所估算，我国建筑行业每年约消费钢3.5亿吨，水泥9.6亿吨；基建行业消费钢2.8亿吨以上，水泥7.1亿吨以上。从该下游行业的情况看，房地产行业的原材料碳排放约占行业总碳排（包括范围一、二、三）的50%，建设行业（包括基础设施）的原材料排放则约占行业总碳排的30%。

从采购主体看，工业原材料多为政府采购，所采购的产品、服务对应了四大工业原材料总碳排放量的一半，政府采购将是培育低碳工业原材料市场的重要主体。由政府直接购买或间接购买（通过政府工程项目而间接采购）的工业原材料碳排放总量约为21.4亿吨，占我国总碳排放量约21.2%[47]。同时，个人消费者和企业买家的重要性也不可忽视。消费者购买或自建建筑，购置交通工具、消费品，企业开发房地产项目，采购机械设备、交通工具等，都会对上游原材料的碳排放要求拥有发言权。

图表 14 四种主要工业原材料的碳流向

亿吨二氧化碳



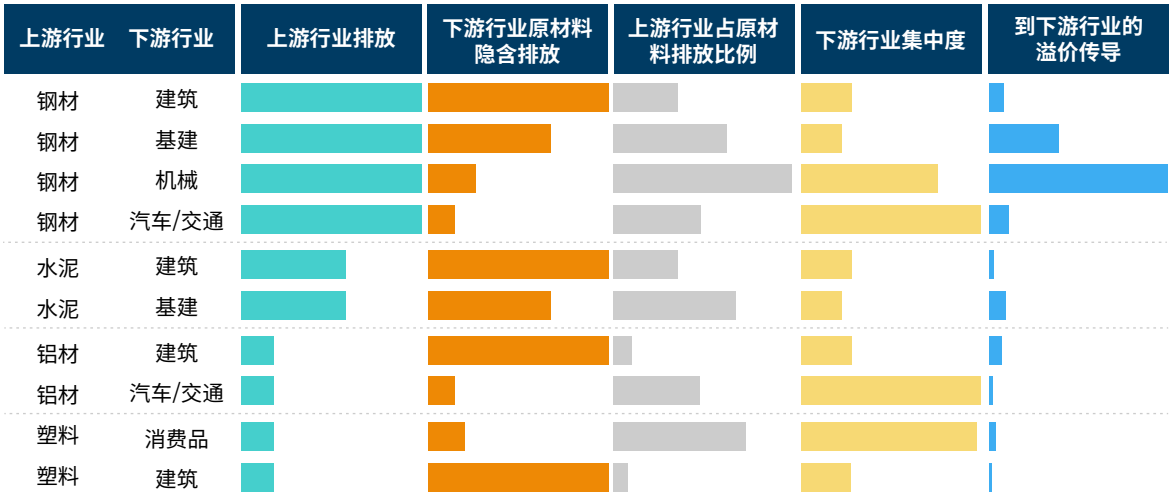
注： 排放数据基于RMI研究。基建数据由年度固定资产投资比例推算得到；建筑包括公共建筑、城镇居住建筑和农村居住建筑；机械包括通用设备、专用设备、仪器仪表和运输设备四大部门，共分14类细分产业；汽车/交通包括乘用车、客车、大型车辆（如货车、消防车、环卫车等）；消费品分类来源于国家统计局，计算下游采购比例时主要考虑饮料类、服装鞋帽针织类、化妆品类、日用品类、家用电器和音像类、家具类以及文化办公用品类。

来源：RMI研究

我们从多个维度判断主要工业原材料推行低碳采购的优先下游行业。因为钢材、水泥、铝材和塑料均为重要原材料，且互相之间替代性较弱，所以每种原材料应选取至少一个产业链纳入分析范围。分析首先筛选了原材料下游的代表性需求端的隐含碳，只选取隐含碳较大的产业链，详情见图表16。

在此基础上，确定低碳采购先行产业链的方法基于隐含碳在下游行业中的重要性和下游行业对原材料的影响力。衡量隐含碳重要性的指标包括：1）上游行业排放，即主要原材料的总碳排放，衡量上游行业的脱碳必要性；2）下游行业原材料隐含碳排放，即下游行业中的原材料排放占比，衡量原材料脱碳对下游行业脱碳的重要性；3）原材料排放比例，即在下游行业碳排放中某原材料所占的比例，衡量此原材料对下游行业脱碳的重要程度。衡量下游行业影响力的指标包括：1）下游行业集中度（CR10），即该行业市场规模排名前十的公司在全行业市场规模中的占比。行业集中度越高，则头部企业议价能力与话语权越大，对上游供应链的影响力也越大；2）原材料绿色溢价的传导能力，即使用零碳原材料后，成本溢价向下游产品传导的情况。溢价传导能力越小说明下游行业采用零碳原材料所需付出的额外成本越小，因此应用零碳原材料有更大经济可行性。综合考虑五个维度的适宜性，分析讨论了每种原材料适合开展低碳采购的先行产业链。

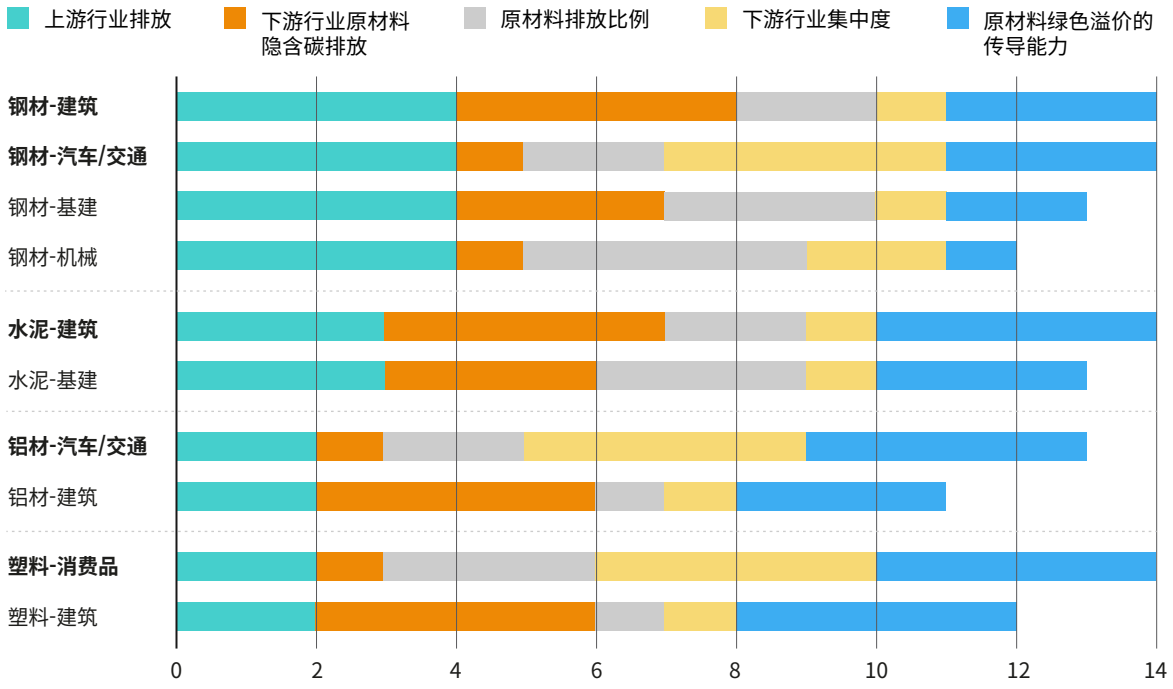
图表 15 主要工业原材料低碳采购机遇识别（实际值）



来源：RMI研究

说明：该图中的条形显示了纵向对比下各维度的相对值。1）上游行业排放，上游材料行业的总排放量；2）工业原材料排放，下游产品中工业原材料的隐含碳排放；3）特定材料排放百分比，特定材料的排放量占总隐含碳的百分比；4）下游行业集中度，下游行业前十名企业的市场份额；5）绿色溢价传递，使用特定零碳工业原材料时最终产品的绿色溢价。

图表 16 主要工业原材料低碳采购机遇识别（评分）



来源：RMI研究

说明：每个纵向维度的评级来自于值的排序，范围从1到4。评级越高，意味着该价值链在该维度上更适合低碳采购。评分相加，说明每个价值链的优先级。综合评分最高的价值链可以被认为是优先的低碳采购渠道，用加粗表示。

综上，分别就钢材、水泥、铝材、塑料四种主要工业原材料而言，低碳采购的先行机遇可以出现在钢材-汽车、钢材-建筑、水泥-建筑、铝材-汽车、塑料-消费品5个产业链环节中。

- 汽车和建筑行业是钢铁低碳采购的先行领域。钢铁行业大部分的碳排放流向了建筑和基建行业。钢铁占建筑隐含碳的48%，是建筑隐含碳的重要来源[48]，对于建筑业减排意义重大。钢铁绿色溢价向建筑成本传导能力适中，适合开展低碳钢材的早期应用。汽车行业虽然在钢材下游中占比较小，但由于有较高的行业集中度，关键几个汽车企业的低碳采购行动将有望形成较大的影响力。同时，汽车用钢的品质要求较高，加上头部汽车企业较强的品牌效应，该行业的绿色溢价承受能力较强，因此钢铁-汽车产业链是推行低碳钢材使用的先行产业链。

- 低碳水泥采购的先行机遇主要在建筑行业，以政府出资的建筑工程与开发商兴建的建筑工程为主。水泥有约70%的下游应用集中在建筑与基建行业[49]。基建项目的成本回收能力较差，成本控制严格，对材料溢价的承受能力有限，因此不适合作为零碳水泥的优先开展行业。而建筑工程项目，特别是建造标准较高的精品建筑工程，由于有较高的项目品质要求，使用者对环保低碳属性较为关注，且建筑全生命周期碳核算已经具有工作基础，较适合成为低碳水泥及其他低碳建材应用的先行试点。

- 铝材行业可以在汽车行业中找到低碳采购的先行机遇。铝的下游应用主要集中在建筑和汽车用铝材。随着汽车用铝替代钢材逐步成为汽车轻量化的制造趋势，铝材在汽车行业中应用将会更加广阔，成为车用材料隐含碳的重要部分。与钢材在汽车中的应用类似，车企由于行业集中度高，对铝材供应商有较好的议价能力和影响力；同时消费者对汽车绿色溢价和品牌溢价有较好接受能力，因此整体而言，低碳铝材更适合在汽车行业中推广早期应用。

- 塑料的主要低碳应用场景将出现在消费品行业中，其最终买家以个人消费者为主体。塑料的主要下游应用为消费品用包装塑料和建筑用工程塑料。消费品（含包装）是塑料消费的最主要下游，约占塑料整体消费的46%。塑料是消费品的主要组成部分，但其成本通常不占主导地位。尽管部分消费品（例如塑料包装）中塑料成本占比可能较大，但包括饮料、服装、化妆品、电器等在内的主要消费品门类都具有品牌溢价高的特点，能较好吸收塑料成本上涨带来的价格浮动；其消费者也具有较好的环境意识基础，能够承受一定的绿色溢价。同时，消费品行业主要企业集中度较高，对原材料的议价权和影响力较强，因此具备使用低碳塑料产品的先行机遇。

关键行动方向

发挥需求侧采购所能撬动的碳减排潜力有赖于对低碳产品、服务的市场培育。目前，全球范围内，不乏政府和企业在低碳采购方面的有益尝试和先行实践；在国内，已有的绿色采购政策框架、试点行动以及对低碳属性纳入绿色采购的早期探索，也为进一步规模化推行低碳采购奠定了坚实基础。未来，国内低碳采购发展的关键行动方向和机遇可总结如下：

首先，夯实产品碳核算方法建立、数据搭建等基础性工作，为在“绿色采购”基础上引入低碳元素提供先决条件。目前，产品层面的碳核算方法与数据收集仍处在探索阶段，不同企业的数据基础参差不齐，计算方法不统一，企业间数据披露与共享缺少透明度等问题，不利于低碳产品的筛选与甄别。政府与企业尚未形成测算外购材料、产品碳排放的制度。因此，低碳采购的数据与方法基础急需完善。

其次，在充分考虑原材料隐含碳水平的基础上，将对碳排放的要求纳入“绿色采购”相关规定，并落实于采购标准、执行、激励等各环节中。目前绿色采购中“绿色”的概念内涵丰富，包含对环境、资源、安全、健康、循环等方面的考量，但对低碳缺少定量化要求。政府采购多关注产品使用的低碳，较少明确提出原材料碳强度要求。部分企业已关注到低碳原材料采购，但普遍仍缺少原材料减碳的目标和行动。应在具有先行条件的产业链、以现有政策与实践为基础试点开展低碳原材料的采购。

第三，要进一步细化基于产品碳排放的管理措施。目前的采购管理方式以企业清单、品目清单为主，缺少更精细化的产品碳管理，应在完善产品碳数据的基础上探索基于产品碳足迹的采购管理方式。虽然品目清单和企业清单具有操作相对简便、不需要大量数据基础的优点，但无法细化表征产品中的原材料隐含碳，因此不利于鼓励低碳原材料的推广。随着双碳工作的深入和数据基础的完善，未来对产品的碳要求将向定量化和精准化发展，对产品的碳约束也可以结合多种方式进行。

第四，进一步明确和完善低碳采购的激励措施。部分试点地区在政府采购绿色建材方面已释放了补贴绿色溢价的信号，但仍应健全具体补贴额度、标准和方式。企业在缺少经济激励的情况下，也难以大规模开展低碳采购。因此需要完善低碳采购中的激励制度，加强政府工程承包商与企业原材料供应商的碳管理，对低碳原材料产品、供应商、应用企业等低碳产业链参与者提供合理的激励。

最后，加强跨产业链和跨部门的协调与合作，并探索高效的配合机制。目前，主要工业原材料的产业链上下游在认定碳排放边界、设定碳核算方法、共担减碳责任等方面的共识尚在形成当中。政府采购仍存在相关政策不协同、主管部门之间协调有难度等障碍。企业实行低碳采购也会加大运营与协调难度，需要提高减碳雄心与供应商管理能力。

参考文献

1 Marcelo Azevedo et al., "*Capturing the green-premium value from sustainable materials*", McKinsey & Company, October 28, 2022, **https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/capturing-the-green-premium-value-from-sustainable-materials**.

2 "*Global Public Procurement Database: Share, Compare, Improve!*", The World Bank, March 23, 2020, **https://www.worldbank.org/en/news/feature/2020/03/23/global-public-procurement-database-share-compare-improve**.

3 "*10 Surprising Facts on Public Procurement*", International Training Centre, August 3, 2021, **https://www.itcilo.org/stories/10-surprising-facts-public-procurement**.

4 制造业企业信用分析要点，联合资信评估有限公司，**http://www.lhratings.com/file/ce6256dd-2f49-430e-947a-5c56656a1627.pdf**.

5 "*Buying green! A handbook on green public procurement, 3rd Edition*", European Commission, April 2016, **https://sustainable-procurement.org/fileadmin/user_upload/layout/Documents/Buying-Green-Handbook-3rd-Edition.pdf**.

6 商务部 环境保护部 工业和信息化部关于印发《企业绿色采购指南（试行）》的通知, 中华人民共和国商务部，2014年12月25日，**http://www.mofcom.gov.cn/article/h/redht/201412/20141200846975**.

7 Corporate Value Chain (Scope 3) Standard, GHG Protocol, **https://ghgprotocol.org/corporate-value-chain-scope-3-standard**.

8 "*CDP Technical Note: Relevance of Scope 3 Categories by Sector*", CDP, **https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/guidance_docs/pdfs/000/003/504/original/CDP-technical-note-scope-3-relevance-by-sector.pdf?1649687608**.

9 2020年全国政府采购规模为36970.6亿元 较上年增长11.8%，中国政府采购网，2021年09月07日，**https://www.ccgp.gov.cn/news/202109/t20210907_16838934.htm**.

10 2020年全国政府采购规模为36970.6亿元 较上年增长11.8%，中国政府采购网.

11 "中国房地产行业绿色供应链行动"，GSC绿链行动，**http://gsc.see.org.cn/#/greenchain/greenchainoperation**.

12 "Federal Buy Clean Initiative", The Office of the Federal Chief Sustainability Officer, **https://www.sustainability.gov/buyclean/**.

13 "*Going green: best practices for green procurement - KOREA*", OECD, 2014, **https://www.oecd.org/gov/ethics/gpp-procurement-Korea.pdf**.

14 Rebecca Esau, Audrey Rempher, "*Low-Carbon Concrete in the Northeastern United States*", June 27, 2022, **https://rmi.org/low-carbon-concrete-in-the-northeastern-united-states/**.

15 韩国政府采购电子化发展所带来的经验启示，中国政府采购网，2022年10月19日，**http://www.ccgp.gov.cn/gjdt/202210/t20221019_18843138.htm**.

16 “*Curbing Carbon from Consumption: the Role of Green Public Procurement*”, Global Efficiency Intelligence, August 2019, **https://www.climateworks.org/wp-content/uploads/2019/09/Green-Public-Procurement-Final-28Aug2019.pdf**.

17 关于调整优化节能产品、环境标志产品政府采购执行机制的通知, 财政部, 2019年2月, **https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019-10/15/content_5439979.htm**.

18 节能产品政府采购品目清单, 财政部, 2019年4月, **http://gks.mof.gov.cn/zhengfucaigouguanli/201904/P020190404409422168443.pdf** ，及环境标志产品政府采购品目清单, 财政部, 2019年3月, **http://gks.mof.gov.cn/zhengfucaigouguanli/201903/P020190329702478575295.pdf**.

19 财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见, 财政部, 2022年5月, **https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-05/31/content_5693162.htm**.

20 工业领域碳达峰实施方案, 工业和信息化部, 2022年7月, **https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-08/01/content_5703910.htm**.

21 建材行业碳达峰实施方案, 工业和信息化部, 2022年11月, **https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-11/08/content_5725353.htm**.

22 有色金属行业碳达峰实施方案, 工业和信息化部, 2022年11月, **https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-11/15/content_5727056.htm**.

23 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 ，国务院, 2021年2月, **https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-02/22/content_5588274.htm**.

24 “十四五” 循环经济发展规划, 国家发展改革委, 2021年7月, **https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202107/t20210707_1285527.html**.

25 关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案, 国家发展改革委, April 22, 2022, **https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202208/t20220819_1333231.html**.

26 原材料工业 “三品” 实施方案, 工业和信息化部, 2022年9月, **https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-09/16/5710170/files/858d3dfff59b43e59bf48e44f8778ef4.pdf**.

27 工业领域碳达峰实施方案, 工业和信息化部.

28 The SBTi Dataset by Target, CDP, 2021 , **https://www.cdp.net/en/investor/engage-with-companies/cdp-science-based-targets-campaign**.

29 “Apple calls on global supply chain to decarbonize by 2030” , Apple, October 25 2022, **https://www.apple.com/hk/en/newsroom/2022/10/apple-calls-on-global-supply-chain-to-decarbonize-by-2030/**; 以及 “Next Milestone Ambition 2039: The Global Mercedes-Benz Supply Chain Is Becoming CO2 neutral,” Mercedes-Benz Group, December 7, 2020, **https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Next-Milestone-Ambition-2039-The-global-Mercedes-Benz-supply-chain-is-becoming-CO2-neutral.xhtml?oid=48369319**.

30 “Apple Inc. Climate Change Response” , CDP, 2022.

31 “BASF Report 2021” , BASF, 2022 , **https://report.basf.com/2021/en/**.

32 “BMW Group invests in innovative method for CO2-free steel production”, BMW Group, March 12, 2021, **https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0327511EN/bmw-group-invests-in-innovative-method-for-co2-free-steel-production?language=en**； 以及 “Mercedes-Benz takes equity stake in H2 Green Steel.”, Mercedes-Benz Group, May 25, 2021, **https://group.mercedes-benz.com/investors/reports-news/financial-news/20210505-equity-stake-greensteel.html**.

33 “BMW Group significantly increases use of low-carbon steel in series production at European plants”, BMW Group, February 1, 2022, **https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0366153EN/bmw-group-significantly-increases-use-of-low-carbon-steel-in-series-production-at-european-plants**.

34 “L'Oréal Climate Change Response”, CDP, 2022.

35 “Dell Technologies Climate Change Response”, CDP, 2022.

36 “City Developments Limited Climate Change Response”, CDP, 2022.

37 商务部 环境保护部 工业和信息化部关于印发《企业绿色采购指南（试行）》的通知, 中华人民共和国商务部

38 工业领域碳达峰实施方案, 工业和信息化部.

39 “The SBTi Dataset by Target”, CDP, 2021 , **https://www.cdp.net/en/investor/engage-with-companies/cdp-science-based-targets-campaign**.

40 李文倩等，政府采购促进制造业绿色发展的思考与建议, 2021年4月12日，**https://www.ciecc.com.cn/art/2021/4/22/art_4844_67653.html**.

41 关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案, 国家发展改革委.

42 Michela Scatigna et al., “*Achievements and challenges in ESG markets*”, BIS Quarterly Review , December 2021, **https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2112f.htm**.

43 “Financial markets wrestle with scope 3 requirements”, Refinitiv , April 2022, **https://www.refinitiv.com/perspectives/market-insights/financial-markets-wrestle-with-scope-3-requirements/**.

44 “Towards net zero emissions”, Deutche bank, 2022.

45 Zara Lightowler et al., *“Unpacking Asia-Pacific Consumers’ New Love Affair with Sustainability”*, Bain & Company, June 3, 2022, **https://www.bain.com/insights/unpacking-asia-pacific-consumers-new-love-affair-with-sustainability/**.

46 李文倩等，政府采购促进制造业绿色发展的思考与建议.

47 “China”, IEA, **https://www.iea.org/countries/china**.

48 中国建筑能耗研究报告2021，中国建筑节能协会.

49 李阳, 水泥视角看基建实物工作量，民生证券，2022年07月28日，**https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202207281576634200_1.pdf?1659017816000.pdf**.

郭凯迪，李威，薛雨军，闫榕，需求侧低碳采购推动原材料转型：实践与趋势，落基山研究所，2023，**https://rmi.org.cn/insights/low-carbon-procurement/**

RMI重视合作，旨在通过分享知识和见解来加速能源转型。因此，我们允许感兴趣的各方通过知识共享 CC BY-SA 4.0 许可参考、分享和引用我们的工作。**https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/**

除特别注明，本报告中所有图片均来自 iStock。

RMI Innovation Center
22830 Two Rivers Road
Basalt, CO 81621

www.rmi.org

©2023年9月，落基山研究所版权所有。Rocky Mountain Institute 和 RMI 是落基山研究所的注册商标。