

净零排放巨浪袭来 中国机床产业如何破浪前行

文 | 李建

气候风险下的全球净零排放趋势

世界竞争力论坛 (WEF) 于每年年初都会发布全球风险报告 (The Global

Risks Report), 揭示影响全球经济与产业的重大风险 (图 1)。2021 年报告除了耳熟能详的感染性疾病

(COVID-19), 由 2020 年的中度风险转变成高发生机率与高冲击影响外, 另值得注意的是, 环境风险类的数项因素

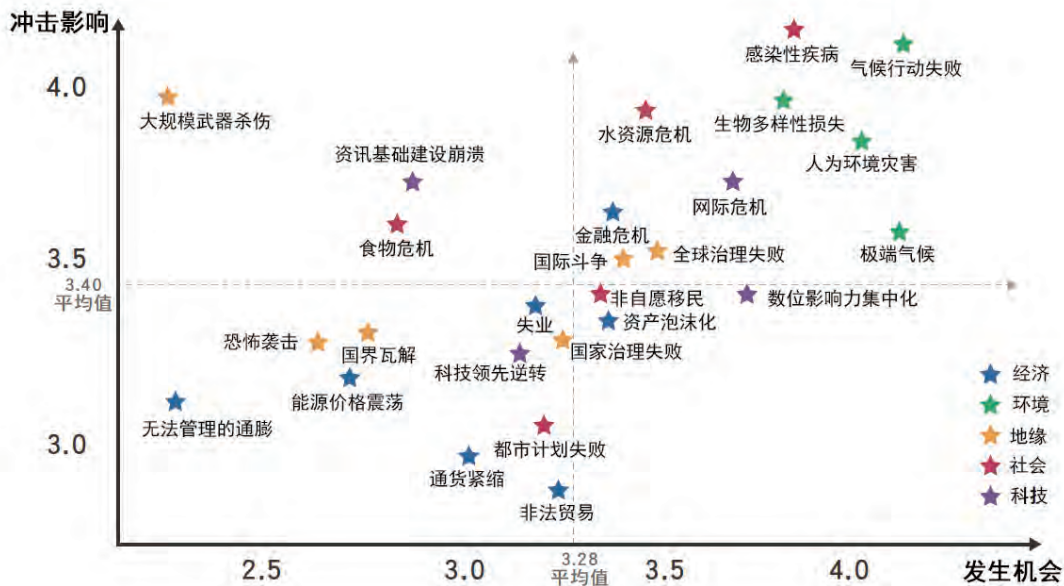


图 1 环境与气候是全球重大风险

(气候行动失败、生物多样性损失、人为环境灾害、极端气候等)，囊括了全球高机率风险的前4名，显示环境与气候风险已是全球不可避免的重大议题，需有明确的对应措施。

为对抗气候变迁，2015年《巴黎协定》各成员国承诺会努力在21世纪末让全球升温控制在1.5度以内，但2018年联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)则示警，以目前的排碳速度，最晚2052年地球将升温1.5度。因此，短期间内，2050、净零排放，成为所有人关心的焦点。做为全球对抗气候风险的领头羊，2019年欧盟率先提出在2030年将温室气体减量55%，并在2050年达到碳中和(Carbon Neutrality)目标²。因应气候风险趋势，全球已有高达137国宣示或规划净零排放的目标与时程。根据HIS Markit统计，全球已宣示达到净零排放目标的国家数，涵盖约全球近70%的温室气体排放量及GDP。

然而，真正让国内企业惊觉净零是一项重要议题且会影响未来的订单与生产模式，在于欧盟议会于2021年正式通过的《欧洲气候法》，宣示将对全球高碳排地区的产品课征碳关税；并在2021年7月正式公布碳边境调整机制(CBAM)，预计2023年生效，2026年正式施行。欧盟将碳关税立法，初期将针对高排放的进口钢铁、铝、水泥、肥料及电力等，要求进口商申报碳排放量，并计划在2026年正式实施后，进口必须购买CBAM凭证来抵销超过标准的产品碳含量，而凭证的价格将依据欧盟排放交易(ETS)碳权拍卖的

平均价格计算。在欧盟的强力推行下，其他先进国家也开始研议碳边境税的可能性，如美国贸易代表署将研议施行CBAM，并推行净零转型所需之绿色融资；日本环境省正检讨修订各种能源的碳税，并针对不积极减碳的国家进口品课征国境碳税。观察各国实际的碳税作为，旨在迫使企业将排碳的成本内部化，以实现长期的碳中和目标。

全球企业因应减碳之作为

根据全球碳计划报告(Global Carbon Project)，2016全球温室气体排放近500亿吨二氧化碳当量，依部门别可分为4类(图2)，其中以能源生产与消耗占73.2%最高，再细分以钢铁和石化业等产业能源使用所造成的排放占24.2%；其次是路上交通工具、空运与船运等交通运输占16.2%；建筑用

电(包含住宅与商业)占17.5%，另外，能源部门在生产时所造成的排放占5.8%。换言之，电力与热力等能源供给与消耗就占全球温室气体排放的7成以上，这也是各国政策与科技率先要减碳的方向。

盘点各国政府与企业的净零排放路径，可分为四大方向：

(1) 去碳与替代能源：如太阳光电、陆域风电、离岸风电、水力与地热等再生能源，或生质能、氢能等替代能源，并发展再生能源新商业模式。

(2) 产业及能源效率提升：智能电网、微电网、储能系统、产业低碳制程、循环经济、绿建筑、智能节能系统，加上政府提高产业能源效率目标，使产业转型与高值化。

(3) 运具电气化：包括运输部门、建筑部门与工业部门的电气化，其中以

表 1 2019 年全球温室气体排放占比前十大国家

排名 (2019)	国家	全球 GHG 排放占比	全球 GDP 占比	碳中和年度
1	中国	26%	16%	2060
2	美国	12%	25%	提出政策文件
3	印度	7%	3%	2070
4	欧盟 27 国	7%	18%	2050
5	印尼	5%	1%	提出政策文件
6	俄罗斯	4%	2%	2060
7	巴西	3%	2%	2050
8	日本	3%	6%	2050
9	加拿大	2%	2%	2050
10	伊朗	2%	0.3%	尚无

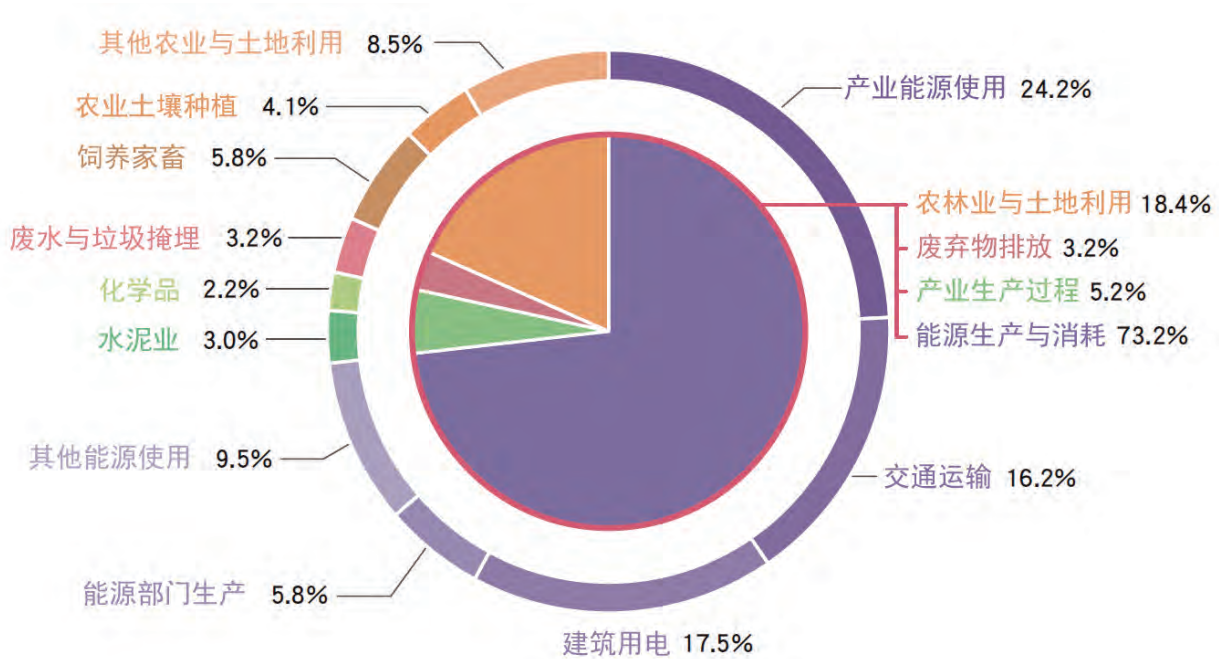


图 2

燃油车改为电动车的影响最大。目前全球以欧洲为主的 20 多国宣布于未来 10 至 30 年内全面淘汰燃油汽车销售，对产业影响大。

(4) 负碳技术：以碳捕捉、再利用与封存，也就是 CCUS (CO2 Capture, Utilization, and Storage) 技术发展较受瞩目，因较传统 CCS 代入循环再利用的概念，也创造出新的商业模式。

此外，国际上已有许多针对企业订定节能绩效的认证，如 RE100 是由国际气候组织 (The Climate Group) 与碳揭露计划 (CDP) 所发起的全球再生能源倡议，邀请全球企业公开承诺在 2020 年至 2050 年之间，达成 100% 使用绿电的时程。RE100 目前在全球已有超过 300 家具影响力之企业成员，

透过绿电投资、购买再生能源凭证、签订绿电购售合约 (PPA) 等手段，达成绿电使用目标。RE100 中国会员共计 6 家，依顺为远大科技、亿利集团、远景能源、晶科能源、隆基股份、阳光能源等，均已公开宣示 2050 年前达到绿电目标。

国际标杆企业陆续宣布净零 / 碳中和时程，并要求供应链一起节能减碳：

苹果 (APPLE)：宣布 2030 年达到碳中和，启动供货商洁净能源项目，要求合作商 100% 使用再生能源，并提高产品低碳材料和回收材料的使用比例。

微软 (Microsoft)：于 2030 年达到负碳排，公司内部实施碳税政策，并将收费范围扩大至供应链；另开发数字科技，协助供货商和客户减少碳足迹。

谷歌 (Google)：评估所有数据中心零碳运作；投资风能、太阳能等清洁能源；并导入 Google 能源管理系统，协助供货商提高能源效率，减少碳排。

脸书 (Facebook)：宣布 2030 年达到净零排放，签订 5400MW 风能与太阳能合约，支持数据中心供电；协助供货商建立数据报告，进行能源评估与改善环境绩效。

当国际巨头发布减碳计划，供应链若达不到减碳要求，有可能会失去订单。在国际净零排放趋势与供应链压力下，从国家到企业都必须设法做低碳投资。

中国面对国际减碳压力需积极进行绿色转型

2020 年，我国政府正式宣布中国

将力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和。这是中国基于推动构建人类命运共同体的责任担当和实现可持续发展的内在要求作出的重大战略决策。中国承诺实现从碳达峰到碳中和的时间，远远短于发达国家所用时间，需要中方付出艰苦努力。我国已明确建立碳交易与碳定价的机制，

根据统计，中国高碳排产业包括电力行业、石油加工及炼焦、黑色金属冶炼、非金属矿物制品、化工等，合计占全国碳排放的 72%。

据了解，2021 年前三季度，外贸进出口继续保持较快增长，韧性较足、稳中提质。据海关统计，前三季度我国货物贸易进出口总值 28.33 万亿元人民币，比去年同期增长 22.7%。其中，出口 15.55 万亿元，增长 22.7%；进口 12.78 万亿元，增长 22.6%。

前三季度，我国出口机电产品 9.15 万亿元，增长 23%，高出整体出口增速 0.3 个百分点，占出口总值的 58.8%。

东盟是我国第一大出口群体、欧盟第二、美国第三，合计占总出口比重近 7.4 成。如前文所述，当这些主要出口国中，尤其欧盟、美国开始研拟碳边境税的机制，势必冲击中国现有机电产业的出口竞争力，我国产业应加速净零排放与绿色转型的布局。

中国机床产业在净零排放趋势下的挑战与机会

中国机床产业虽然不是主要的排碳产业，但中国机床产业对内内卷太厉害，对外产品颇有竞争力，正是走出去的关键的时刻，加上全球标杆企业多已宣

布净零碳排时程，因此对供货商（零组件、材料与设备）减碳的要求，也将随净零碳目标愈近而愈发强烈。

过去机床从业者曾呼应欧日系机床企业倡导的绿色机床理念，从设计端就开始着手，加速导入轻量化设计、创新复合材料与制程；在产品制造端也调整，配合绿色制造，例如在用电量设计上，包括马达、润滑或冷却等零部件，都需调整修改，以实现减废减排需求。此外，搭配大数据与仿真分析软件、使用 AR/VR 装置、打造客制化人机接口等智能制造的过程，也可以降低能源消耗，达到绿色制造目的。

举例来说，机床加工过程中，主轴的高速旋转会产生大量的摩擦热能，这些热能会使得主轴于运转过程中产生热偏移的状况，进而对加工工件的准确度产生很大影响。因此在运转过程中所产生的热量，必须透过冷却系统实时将热量由运转中的主轴排除，但冷却系统却会在制造过程中消耗大量的能源。黄惟泰与周至宏教授研发奈米流体 / 微量润滑技术 (MQL)，利用空化作用的特性将微量之奈米流体分散为极小的粒子，并有效分散奈米粒子因凡得瓦力作用产生的键结团聚现象。再透过高压空气进行第二阶段雾化，使得奈米流体之油雾颗粒更容易进入微小加工切削区，进行冷却润滑。此技术可减少机床切削液帮浦能源的耗损，并减少对环境有害的切削废液回收。另一方面，降低环境负荷的干式切削、油雾冷却及润滑系统的一体化 (Packing) 也是发展趋势。

在国际上，智能制造的概念早在 2013 年德国 EMO 国际机床展即开始

发展，以 DMG MORI 的 Machine4.0 为例，在机器上安装各种传感器，让能源消耗与生产效率可视化，将计量诊断、对策与营运管理视为一个整体的生产周期，并透过大数据分析等技术，将决策信息回馈至机台的控制系统，以调整加工参数使机床达到最佳化的生产状态或实时更换刀具以避免刀具与加工件之毁损，以实现智慧加工，降低生产成本与减少碳排。

面对全球环境永续变革浪潮，我国以出口为导向的产业将面临碳关税的风险，例如计算机通信及视听电子产品业（面板、资通讯……）、钢铁、机械装备业等。对机床产业而言，减碳从产品设计及材料选取，后续加工方式（包含加工机与制造方式）至最终产品包装出货，都可重新考虑。我国企业应及早做好减碳的准备，借助数字与智能科技减少生产过程的排碳，并积极响应 RE100、EP100、EV100、ESG 等倡议，加速绿色转型布局，以实现供应链的永续价值。MFC