

在线期刊 [更多>>](#)

- 引用排行
- 摘要点击排行
- 本期目次
- 过刊浏览
- 高级检索
- 全文下载排行

在线办公系统

作者投稿

专家审稿

编辑办公

作者中心 [更多>>](#)

- 论文模板-综述与专论类
- 论文模板-试验研究类
- 论文模板-开发应用类
- 图、表及公式要求和示例
- 参考文献著录细则
- more>>

专家中心 [更多>>](#)

此栏目暂无内容

数字出版平台 [更多>>](#)

- 学术不端检测系统
- “腾云”期刊协同采编系统

友情链接 [更多>>](#)

- CNKI翻译助手
- CNKI学术期刊数字出版平台
- CNKI中英文摘要关键词检索
- 中国知网
- 清华大学
- 西南化工研究设计院有限公司
- 《石油与天然气化工》期刊
- 中国期刊协会
- 中国科学技术协会
- more>>

网站访问量

访问量:275436

日访问量:27

中国碳达峰碳中和时间表与路线图

中国碳达峰碳中和时间表与路线图

魏一鸣教授团队发表了关于“中国碳达峰碳中和时间表与路线图研究”的论文成果，这是2021年1月发布的《全球气候治理策略及中国碳中和路径》展望报告的延续工作。现将论文主要学术观点转载如下：

一、碳达峰碳中和路径

（一）碳排放总量

2020年全国能源相关CO₂排放约113亿吨（含工业过程排放），煤炭、石油、天然气对应碳排放占比分别为66%，16%，6%（图1），电力、钢铁、水泥、交通等是重点排放部门。若延续当前发展趋势，全国碳排放将长期维持在百亿吨以上。为促进碳中和目标达成，需在现有减排努力基础上进一步开展能源系统低碳转型。考虑未来社会经济行为发展不确定性对终端产品需求的影响、能源系统各类先进技术的发展速度和碳汇可用量的不确定性，图2给出了实现中国“双碳”目标的多种排放路径。2060年相比于BAU情景需进一步减排80%以上，全国碳排放需在2026—2029年间达峰，能源相关CO₂排放（含工业过程排放）峰值为117~127亿吨。

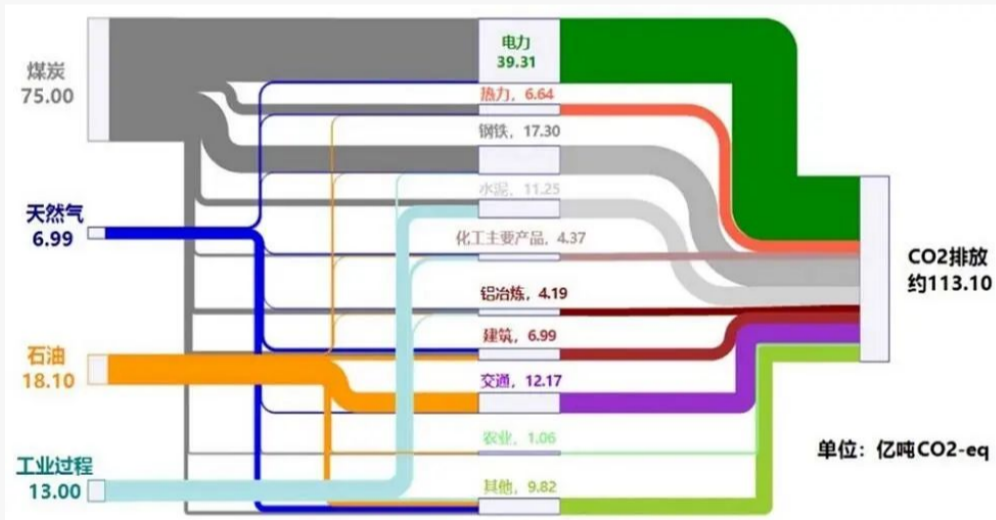


图1 2020年全国碳流图（含工业过程排放）

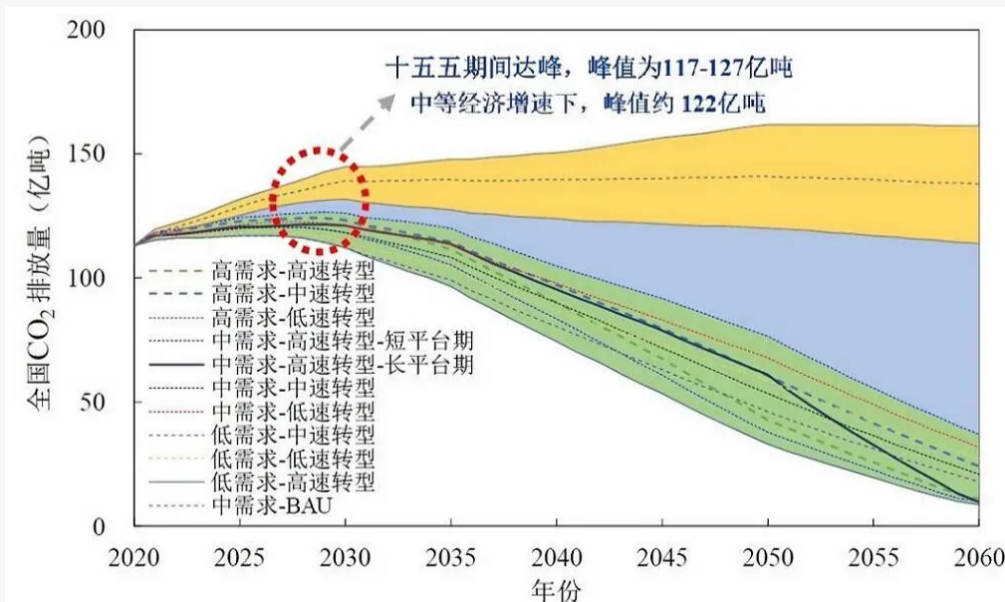


图2 全国能源相关CO₂排放路径（含工业过程排放）

当社会经济发展速度适中、2060年自然碳汇可用量为10亿吨时（对应中需求-高速转型情景），为低成本安全实现碳中和目标，2060年能源系统相关CO₂排放（含工业过程排放）需降至21亿吨左右，电力、钢铁、化工、交通等部门将是排放的主要来源，CCS技术需捕集CO₂ 11亿吨以上（图3a）。该情景下，2025—2035年间为潜在平台期，2028—2029年需实现碳达峰，峰值约为122亿吨CO₂，2035—2050年进入下降期，年平均减排率需约4%，2050—2060年为加速下降期，年均减排率需提高至15%及以上。CCS将成为中国在以煤为主的能源格局中实现大量CO₂减排的主要措施之一，2030年前后开始大规模部署CCS，至2060年累计捕集CO₂排放240亿吨以上。

为确保全国按时碳达峰，重点行业部门的碳排放达峰时间有所差异。其中，工业行业整体碳排放（含间接碳排放）需于2025年前后达峰，峰值为80~86亿吨，2060年下降至6~22亿吨。具体来说，水泥行业碳排放基本已经达峰，处于震荡时期；钢铁和铝冶炼行业需在“十四五”期间达峰并尽早达峰；建筑行业预期于2027—2030年间达峰；电力行业和关键化工品（乙烯、合成氨、电石和甲醇）碳排放需在2029年前后达峰；热力、交通、农业以及其他工业行业达峰时间相对较晚，但不能晚于2035年。具体达峰时间和路径见图3b。

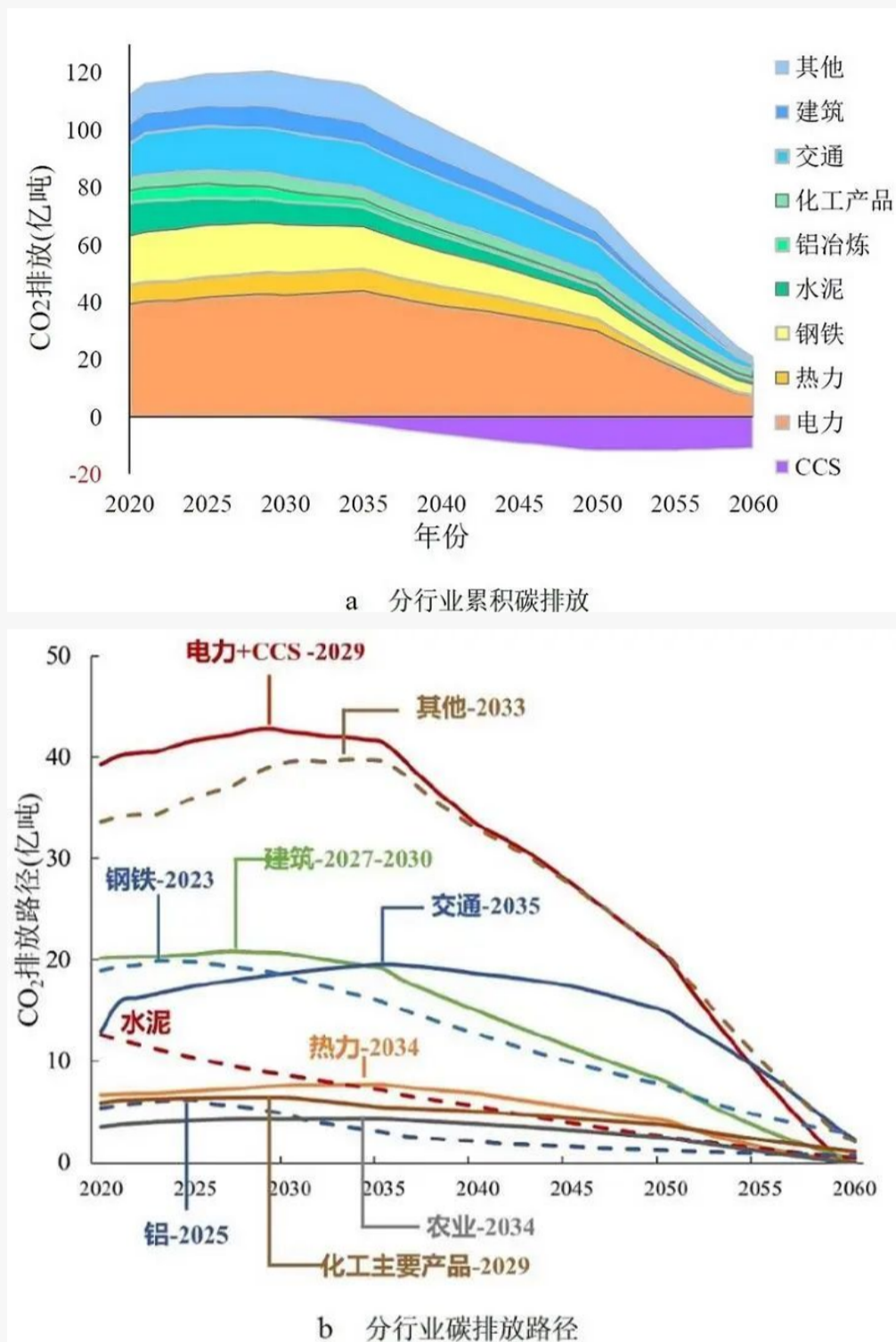


图3 2020—2060年各行业CO₂排放路径（以中需求—高速转型—长平台期情景为例）

注：图3a中终端行业或部门的碳排放不包含电力热力生产的间接碳排放，图3b中终端行业或部门的排放路径和达峰时间是涵盖电力热力间接排放的结果；化工产品主要包括乙烯、合成氨、电石、甲醇）

（二）碳排放强度

为实现“双碳”目标，中国单位GDP二氧化碳排放需快速下降。图3展示了中国与主要发达国家单位GDP二氧化碳排放量的对比情况。目前，中国单位GDP二氧化碳排放水平较高（2020年约为0.77吨/千美元），依照图3中提出的碳中和路径，中国单位GDP二氧化碳排放将于2040—2050年间降至与主要发达国家当前水平相当；2060年中国单位GDP二氧化碳排放仅为2020年的2%左右，全社会整体将进入低碳发展模式，2020—2060年单位GDP二氧化碳排放年均下降速度需达到9%以上。

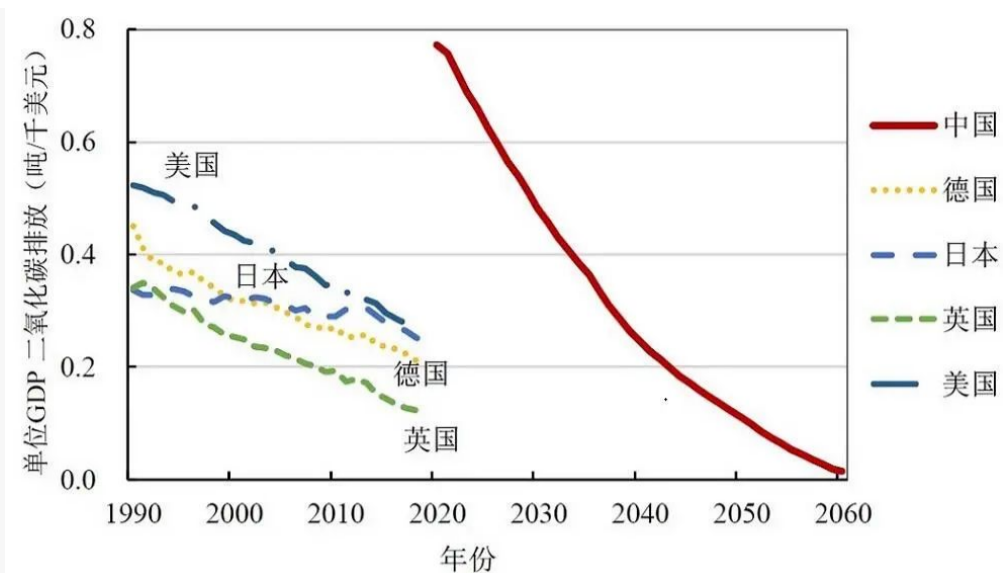


图4 中国与主要发达国家单位GDP二氧化碳排放量对比 (2015年不变价)
(以中需求—高速转型—长平台期情景为例)

(三) 能源结构

“双碳”目标下全行业能源结构需加快转型 (见图5)，非化石能源在一次能源结构中的比重应显著提高，2025年达到21%，并于2030年超过25%，到2060年非化石能源在一次能源消费中的占比超过80%。煤炭在一次能源中的占比稳步下降，但在很长时期内中国将仍是以煤为主的能源格局，2030年煤炭占比不低于44%，2060年煤炭仍将为保障能源安全发挥重要作用。2025年前石油在一次能源中的占比稳中有升，随后开始逐步下降，2025—2060年间平均每年下降率约3%。天然气占比呈现出先增长后下降的趋势，天然气的消费比重在2035年达到12%左右，并一直持续到2050年，此后随着可再生能源技术和储能技术的成熟及高比例应用，天然气消费占比将回落至7%左右。

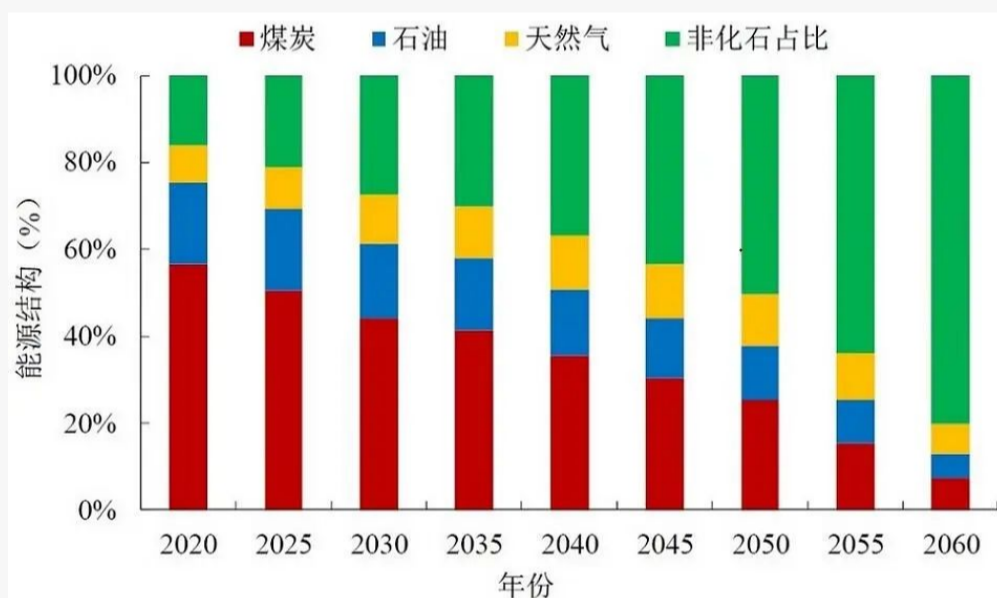


图5 一次能源消费结构 (中需求—高速转型—长平台期情景)

(四) 终端电气化水平

碳中和目标将促使终端电气化进程不断推进，按照国家能源局公布口径，以中需求—高速转型—长平台期情景为例 (图6)，2030年终端电气化率约为34%，并于2060年达到77%以上。分部门来看，建筑部门设备的电气化推进易于其他部门，因而其电气化水平整体高于其他部门，2020—2060年间年均电气化增长率为2%，2060年建筑部门电气化水平需达到90%。工业部门是耗电量最大的部门，因而其电气化发展水平对终端部门整体的电气化水平影响较大，2060年电气化率需达到73%以上；交通部门2040年前的电气化进程较为缓慢，其电气化推广主要集中于短途客运交通，2040年后城际客运交通和货运交通电气化开始重点发力，带动整体交通部门电气化水平快速增长，并于2060年达到84%。

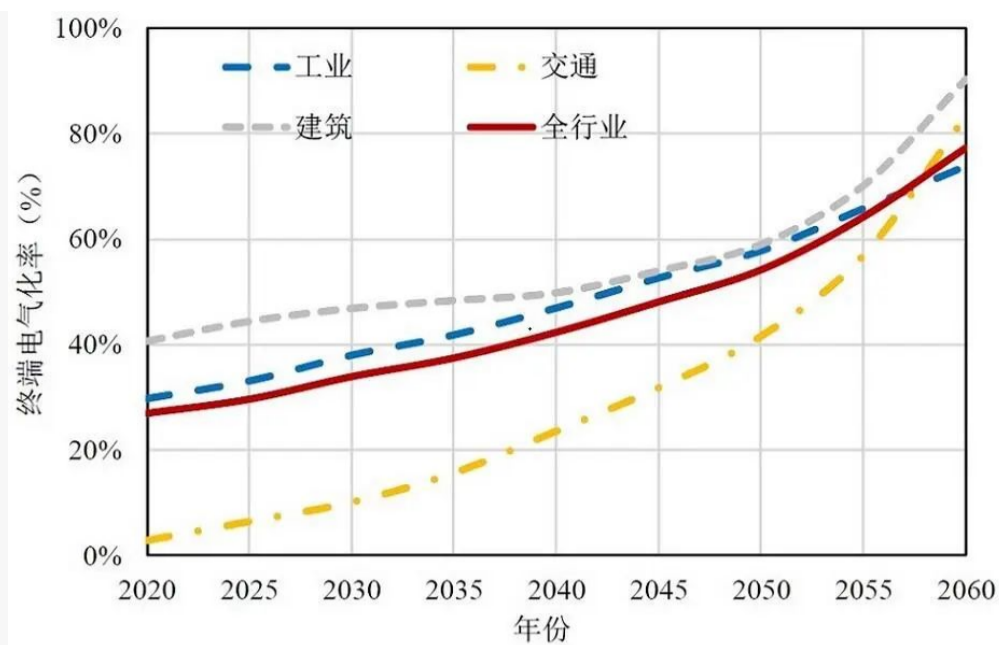


图6 全国及分部门终端电气化率
(中需求—高速转型—长平台期情景)

二、行业行动方案

全国“双碳”目标的实现，是各个行业合作转型的结果。下面对钢铁、水泥、化工、有色、建筑、交通、电力等重点行业在满足其未来产品和服务供给需求前提下的低碳转型行动进行分别介绍。

(一) 钢铁行业

从钢材消费量的变化来看，钢材需求将于2023—2025年间达峰，峰值在11.8~12.0亿吨。达到消费峰值后，钢材消费量将在其后30年左右的时间逐渐下降。伴随钢产品需求变化和全国碳中和目标的约束，钢铁行业的碳排放量总体呈现下降趋势（图7）。钢铁行业CO₂排放需在“十四五”中期达到峰值（19.3~20.0亿吨），并尽早达峰，2028年前为潜在平台期。由于钢铁行业存在部分碳排放难以避免，在全面实施节能技术改造升级、持续推广短流程炼钢、加快二氧化碳回收利用、加大突破性深度减排技术研发和应用等减排措施作用下，2060年中国钢铁行业产生的CO₂排放预计在2.7~5.6亿吨，难以实现行业的零排放。

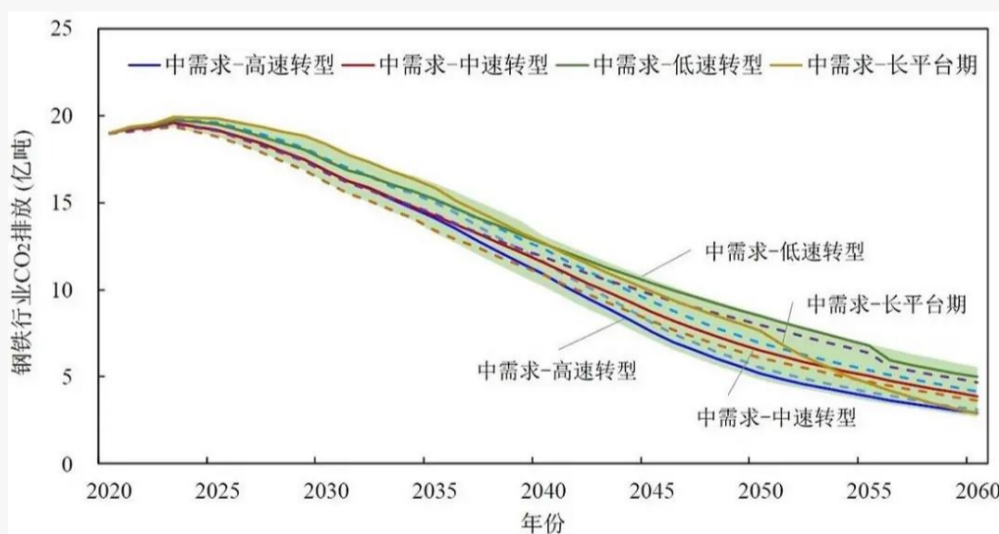


图7 钢铁行业CO₂排放量预测 (2020—2060年)

上述碳排放路径对应的技术部署方案如图8所示。短期内，高炉喷煤技术、转炉负能炼钢及轧钢加热炉蓄热式燃烧技术节能效果显著，2030年市场占比需分别增至81%、75%和74%，同时钢铁行业各环节余能回收发电技术也需在2030年实现60%~80%渗透。长期来看，电弧炉占比需显著提升。2030年，高速转型情景下电弧炉钢占粗钢比重应达到13%以上，2050年达到30%，2060年快速增至60%以上。氢冶金、薄板坯连铸技术、无头轧制等先进工艺技术在后期需加快普及。2040年高炉富氢还原技术在炼铁工艺中得到初步发展，市场推广率占比约为12.9%，2060年成为炼铁环节主流技术（70.0%）。薄板坯连铸和无头轧制技术取代传统的轧制环节，2060年市场占有率分别达到10%和32%以上。2030年后，焦炉和高炉-转炉过程将会逐步发展CCS，力争2060年CCS的加装比例达到60%以上。

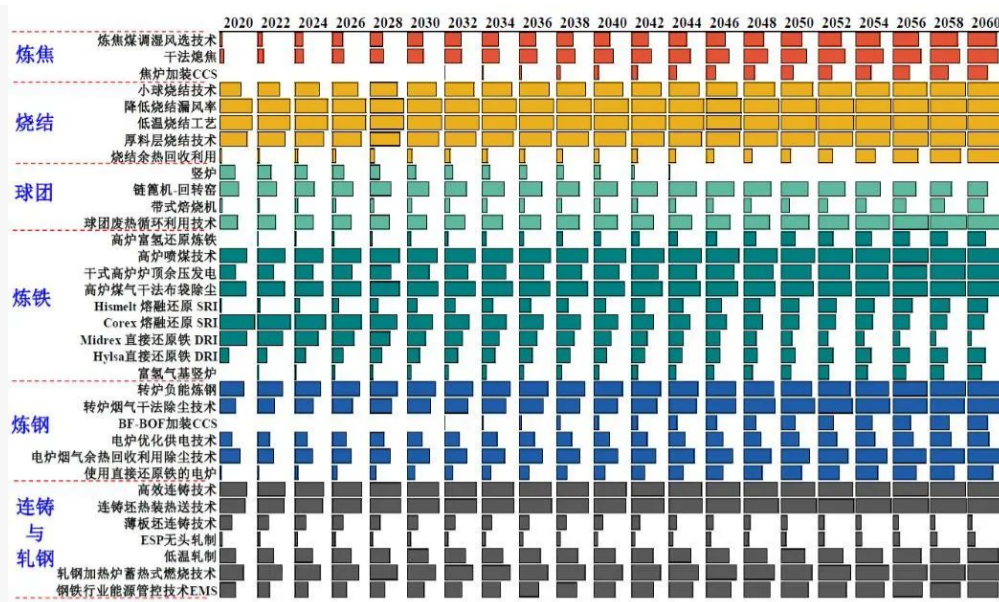


图8 钢铁行业低碳技术市场占有率 (2020—2060年)

(二) 铝冶炼行业

铝冶炼行业可以分为原铝冶炼和再生铝冶炼。再生铝行业未来将大力发展，2040年前后，再生铝产量达到2 700万吨，此后将占主导地位。原铝产量在2025年达峰后由于再生铝的替代而逐渐减少，峰值约为5 040万吨。为满足社会对铝产品的需求并低成本实现全国“双碳”目标，铝冶炼行业需在2025年左右实现碳达峰，峰值不超过6.2亿吨CO₂，2060年CO₂排放量需降至1亿吨以下（图9）。

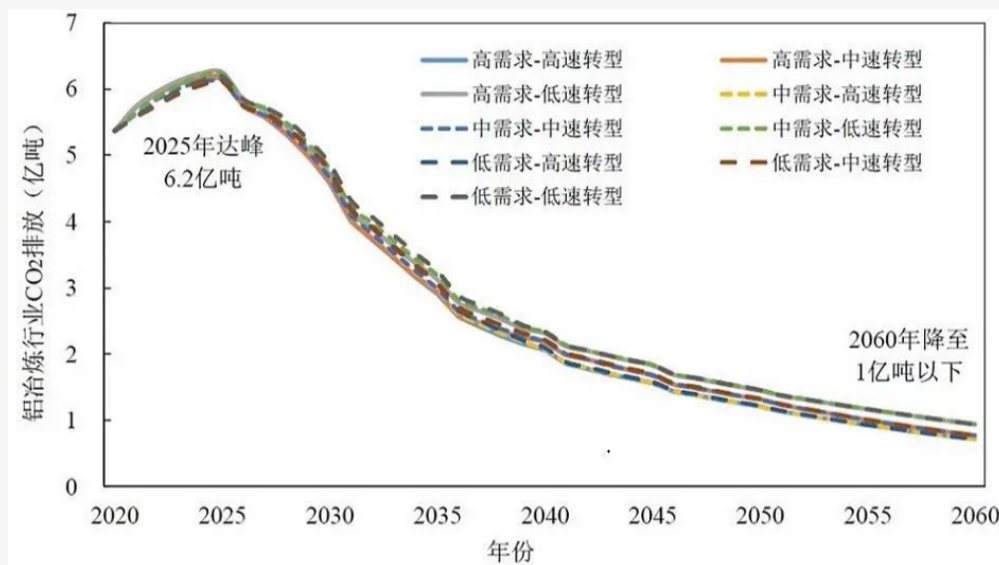


图9 原铝行业未来CO₂排放路径 (2020—2060年)

上述碳排放路径对应的重点技术发展路径如图10所示。在氧化铝精炼环节，应大力推广一段棒磨二段球磨-旋流分级技术和强化溶出技术，2060年实现100%普及，此外，多效管式降膜蒸发技术也应得到广泛推广，尤其是以三水矿石为原料的七效管式降膜蒸发技术，到2060年应推广至64%以上。在阳极制备环节中，先进技术为大型高效阳极焙烧炉系统控制节能技术，此项技术节能效果显著，到2060年，该技术使阳极制备环节节约能源150万吨标准煤，普及率应达到75%。对于大型电解槽，目前主流槽型为300~400千安电解槽，为了提高能效，电解槽的大型化是未来铝冶炼行业长期关注和发展的重点，到2050年，应实现小型电解槽逐渐被淘汰，全部电解槽大于500千安，到2060年600千安槽型推广率争取达到70%以上。在电解铝环节中，到2060年，铝电解槽新型焦粒焙烧启动技术、低温低电压铝电解槽结构优化技术、低温低电压铝电解工艺用导气式阳极技术、铝电解槽“全息”操作及控制技术、预焙铝电解槽电流强化与高效节能综合技术等先进技术预计累计节电约8 000亿千瓦时，这几项技术到2060年的技术普及率应达到100%、45%、45%、58%、43%。除推广上述重点先进技术外，铝冶炼行业应加快发展水电铝合营模式以及再生铝工艺，加快低碳转型进程。

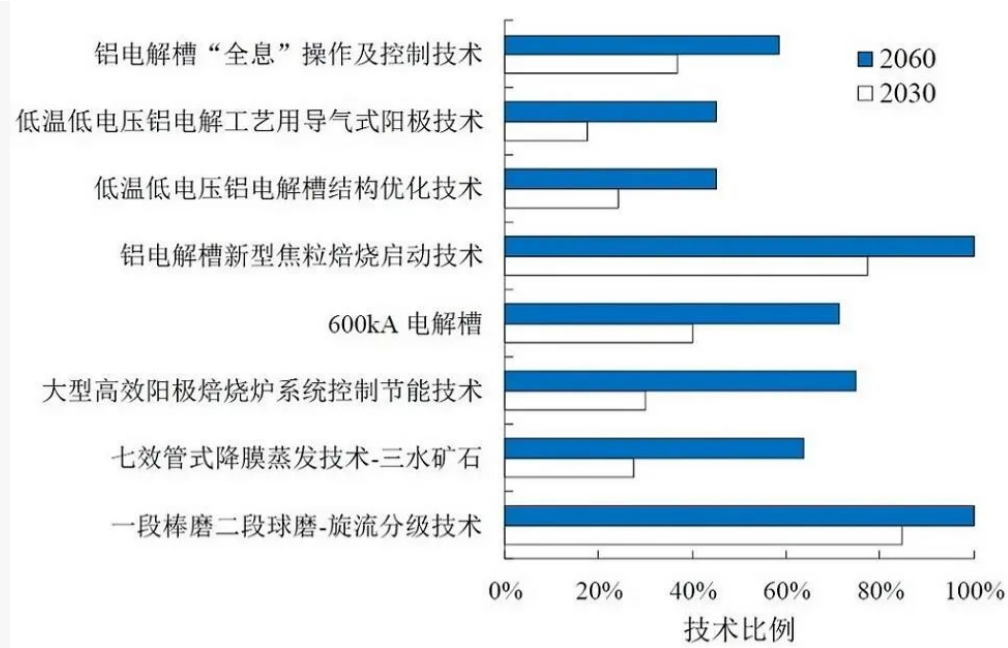


图10 铝行业关键技术发展变化

(三) 水泥行业

中国水泥需求量已经过了快速增长期，总体来看，当前基本达峰，处于震荡期。到2060年，水泥产品需求量约为5.5~11.1亿吨。为满足全社会对水泥产品的需求并低成本实现全国“双碳”目标，水泥行业碳排放需逐步下降。当前水泥行业碳排放基本达峰，但随着国家基础设施政策的波动，有望出现碳排放的略微反弹。未来CO₂排放总量下降的幅度将逐渐增大。2060年水泥行业CO₂排放量应降至0.3~1.6亿吨。

水泥行业相应的技术布局如图11所示。熟料煅烧环节是水泥行业CO₂排放产生的主要环节，需加快淘汰落后产能，推广先进技术。具体来说，小型新型干法窑等高耗能技术需在2030年前逐渐被淘汰，中型和大型干法窑等技术需进行节能改造升级或效率提升，分别加装高固气悬浮预热分解和多通道燃煤技术，到2060年争取达到60%和90%的改造率。在熟料煅烧过程中，需充分利用预处理技术和能源二次循环使用技术，如预烧成窑炉技术和余热发电技术，这些技术的占比应逐年增加，到2060年，预烧成窑炉技术和余热发电技术的占比分别达到40%和90%以上。除推广节能减排技术外，原料替代和燃料替代等深度减排措施也需要发挥重要作用，力争到2060年分别达到80%和35%以上的替代程度。CCUS技术在2030年后开始规模应用，逐渐增大其应用程度，到2060年增至80%以上。加速推广ERP（Enterprise Resource Planning，企业资源计划）解决方案，到2060年争取实现50%以上的普及。

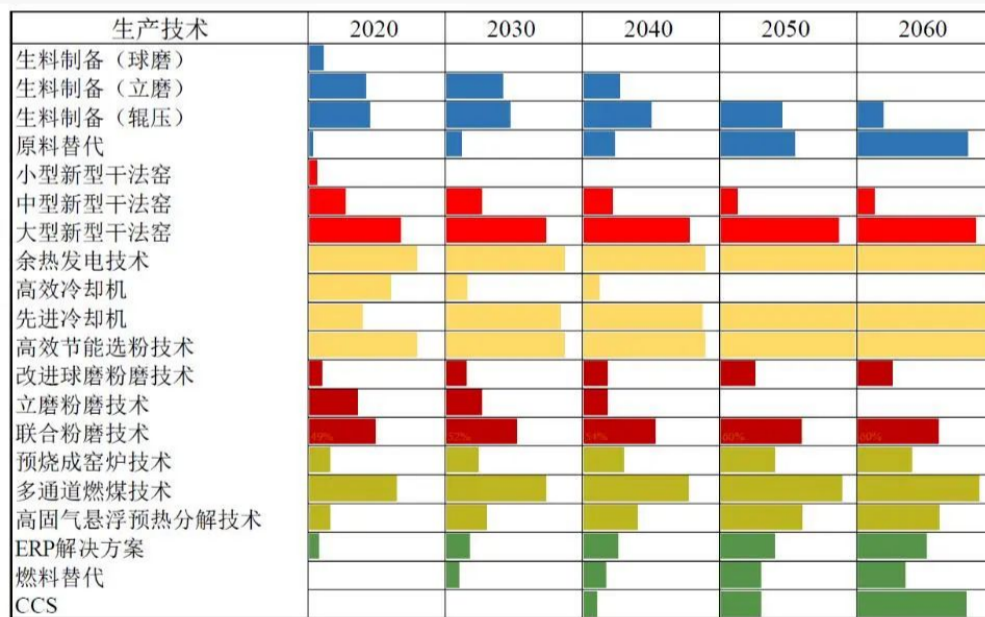


图11 水泥行业技术布局情况

(四) 化工行业

未来关键化工产品需求将持续增加，致使碳减排面临严峻挑战。在经济增长相对平稳的中需求情景下，2060年乙烯需求将达到6923万吨，而若经济增长速度更高和更低时，则其需求将分别为9617万吨和4880万吨左右。受未来产业结构中第一和第二产业占比逐渐下降影响，合成氨需求将总体呈现下降趋势，到2060年，在高、中、低需求情景下将分别下降至2900万吨、2419万吨和2054万吨。电石和甲醇作为重要的大宗基础化工品且位于产业链的上游，在经济发展和经济社会经济转型的双重作用下，其需求将呈现总量增长、增速放缓的趋势。2060年时，甲醇需求在0.985~1.32亿吨，电石需求为4745~6371万吨。

以乙烯、合成氨、电石和甲醇四种关键化工产品为例，其低碳转型主要从以下几个方面着重开展：（1）优化生产方式，优先使用低能耗、低排放的生产方式；（2）改善原料结构，推动其

轻质化发展；(3) 改进生产工艺，如推广高效技术，并加强对末端治理技术的使用；(4) 引入突破性技术，如生物质转化技术、基于低碳H₂及CO₂利用的技术等。通过这些途径，合成氨应于“十四五”初期碳排放达峰至2.6亿吨左右；电石、乙烯和甲醇行业碳排放需分别于2030年前后、2030—2040年和2030—2035年达峰，其峰值分别为0.96~1.04亿吨、1.11~1.44亿吨和1.68~1.94亿吨（图12）。

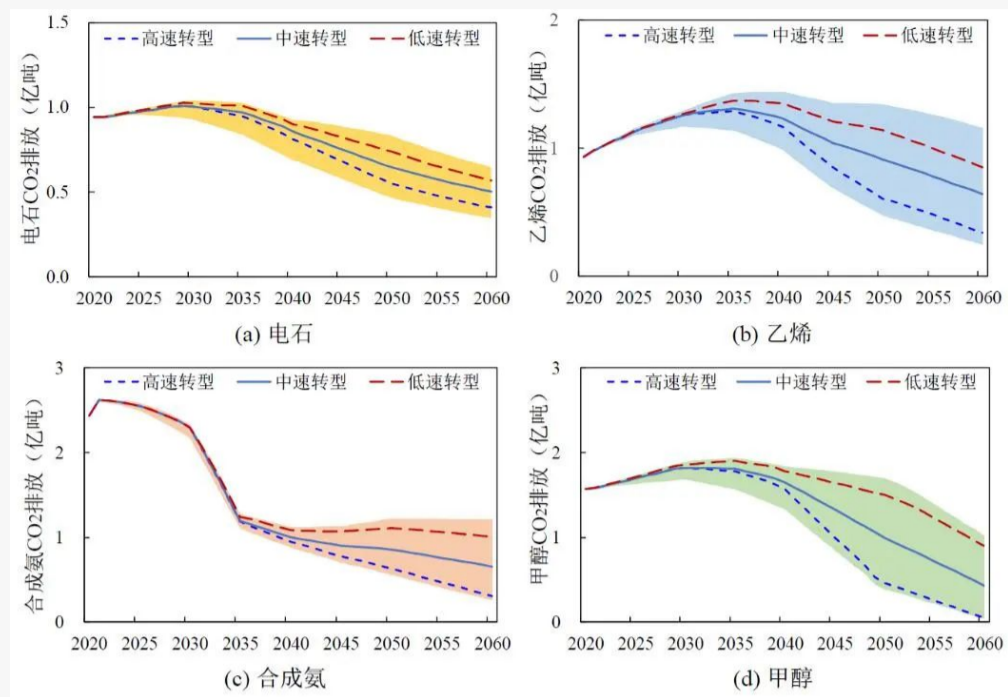


图12 关键化工产品未来碳排放路径

为促进化工行业低碳发展，以乙烯、合成氨、电石和甲醇四种关键化工产品为代表，以高速转型（长平台期）情景为例，提出其低碳发展路径，如图13所示。对于电石生产，其原料制备工艺中CCS技术推广率应在2047年前达到50%，到2060年达到80%以上；在电石制造工艺中，密闭式炉逐步替代内燃炉，2030年所占份额达到95%，并于2040年前完成全部替代。合成氨生产中，煤制氨作为一种高排放的生产方式，将逐步向基于低碳H₂的生产路线转变，2060年突破性低碳H₂路线需对煤化工路线进行50%以上的替代。而在煤制氨的生产中，也存在着清洁技术替代，CCS技术在2050年时推广率达到57%左右，至2060年实现全覆盖。甲醇生产方式较为多样，多种方式融合发展。煤化工路线在前期作为主要的生产源，但逐渐被更清洁的生产方式所替代，其份额在2047年左右降至50%以下；其中，煤化工生产路线中，CCS技术在2030年后开始推广，至2060年时实现对煤化工路线的100%应用。焦炉气制甲醇作为一种循环经济路线，其生产份额逐步增加，但在后期随着突破性技术的引入而呈现下降。生物质路线和CO₂催化加氢路线2030年后逐步得到推广，2060年时二者所占份额争取达到25%和30%。乙烯生产仍然以蒸汽裂解为主，但其原料结构需要轻质化发展，轻烃和乙烷原料份额在2060年需增至50%和35%左右。对于少量的煤制烯烃，其在气化环节将逐步加装CCS，2060年达到65%以上；在甲醇制烯烃环节，将更多地采用新一代技术。

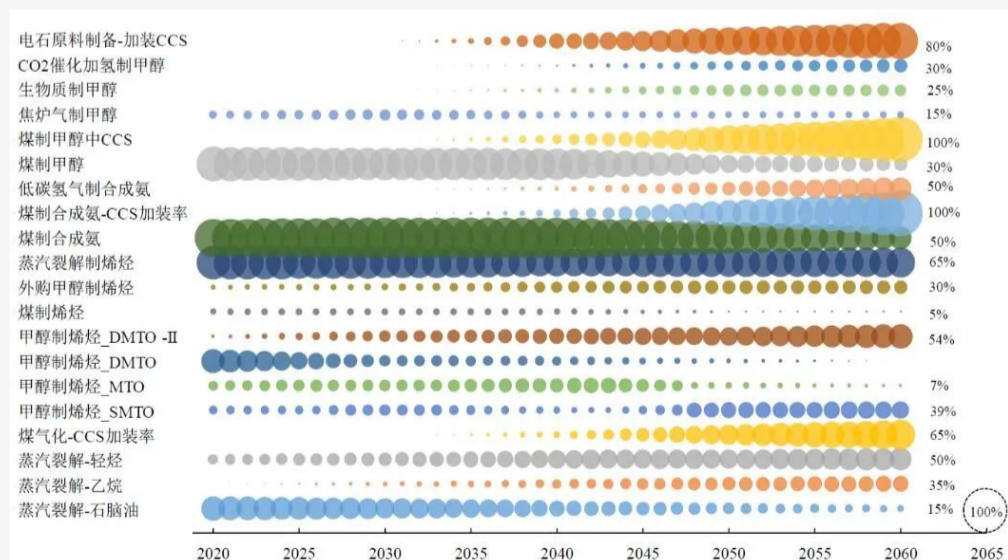


图13 关键化工产品低碳技术发展路径（2020—2060年）

（五）建筑部门

建筑部门包括公共建筑和居民建筑。在建筑运行阶段需要提供采暖、制冷、热水、炊事、照明等能源服务，由此产生大量的直接碳排放和间接碳排放。未来随着人均收入的增加以及人均建筑面积的增长，预计建筑部门运行阶段的能源服务需求将由2020年的13.1亿吨标准煤持续增长至2060年的26~31.6亿吨标准煤。其中，居民部门能源服务需求由2020年的7.3亿吨标准煤增长至2060年的11.5~14.6亿吨标准煤。商业部门能源服务需求增速较居民部门更高，由2020年的5.8亿吨标准

煤增长至2060年的14.4~17亿吨标准煤，增长1.5~1.9倍（图14）。在满足能源服务需求的前提下，为了低成本实现全国“双碳”目标，居民建筑部门碳排放峰值需控制在14.8亿吨CO₂以内；商业建筑部门碳排放峰值不超过6.8亿吨CO₂；建筑部门累计CO₂排放需在2027—2030年达峰，各种情景下，峰值不超过22亿吨CO₂。

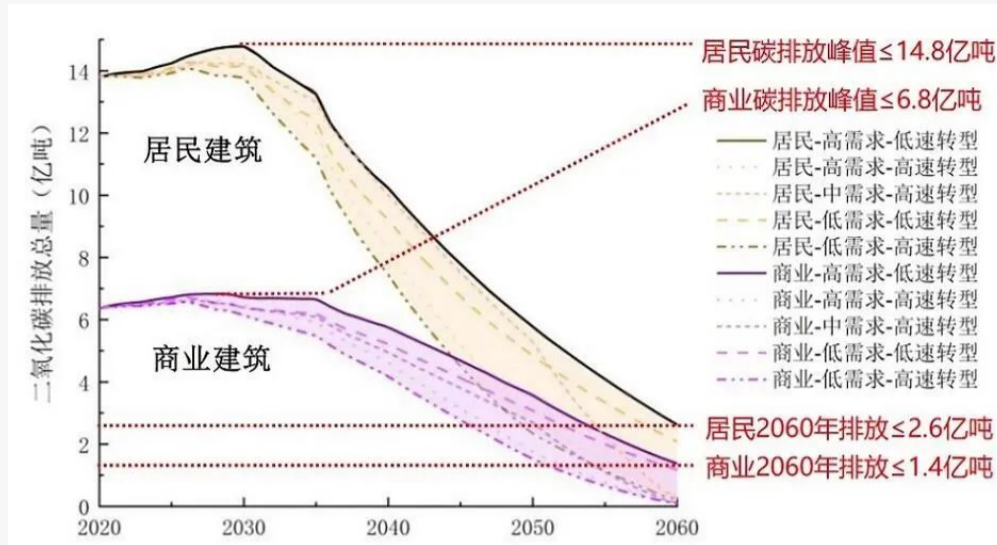


图14 建筑部门碳排放路径

在满足能源服务需求的前提下，为了实现全国“双碳”目标，同时考虑现实资源约束、政策规划、技术进步等，建筑部门需加快推广清洁、高效设备，其中，高效供暖空调（国家标准一级能效）、高效制冷空调（国家标准一级能效）、热泵热水器、高效电炊具（热效率达90%）、高效LED灯（相对效率达白炽灯的14倍及以上）与其他高效电器分别提供居民建筑供暖、制冷、热水、炊事、照明和电器服务的92%、100%、90%、81%、68%和100%，高效供暖中央空调（国家标准一级能效）、高效制冷中央空调（国家标准一级能效）、高效热泵热水器（国家标准一级能效）、高效LED灯（相对效率达白炽灯的14倍）与其他高效电器分别提供商业建筑供暖、制冷、热水、照明和电器服务的64%、95%、92%、85%、85%。

（六）交通部门

本部分将交通部门划分为城市客运、城际客运和货运三个子部门。在不同的社会经济行为变化情景下，城市间客运需求量将在2050年达到峰值，峰值为18.6~19.5万亿人公里。到2060年城市间客运交通需求预计达到18.1~19.4万亿人公里。城市客运周转量将呈现持续上升趋势，到2060年预计将达到8.6万亿人公里，是2020年城市客运量的近三倍。未来货运周转量将在电子商务和经济发展的驱动下持续上涨，到2060年达到34.9~53.6万亿吨公里。

为了满足全社会交通运输服务需求并低成本实现全国碳中和目标，城市间客运交通CO₂排放量需在2035到2039年间达峰，峰值控制在5.6-6亿吨CO₂，但由于部分传统技术难以被替代，到2060年将仍可能存在0.8-3.2亿吨的CO₂排放。城市客运交通CO₂排放量需在“十四五”末或“十五五”初达峰，峰值控制在3.7亿吨CO₂左右。货运交通CO₂排放量需在2035年前后达峰，峰值不超过12亿吨CO₂，到2060年仍可能存在1.1到6.3亿吨的CO₂排放。从交通部门整体来看，需在2035年前后达峰，峰值约为17.8~22亿吨CO₂。相关碳排放路径如图15所示。

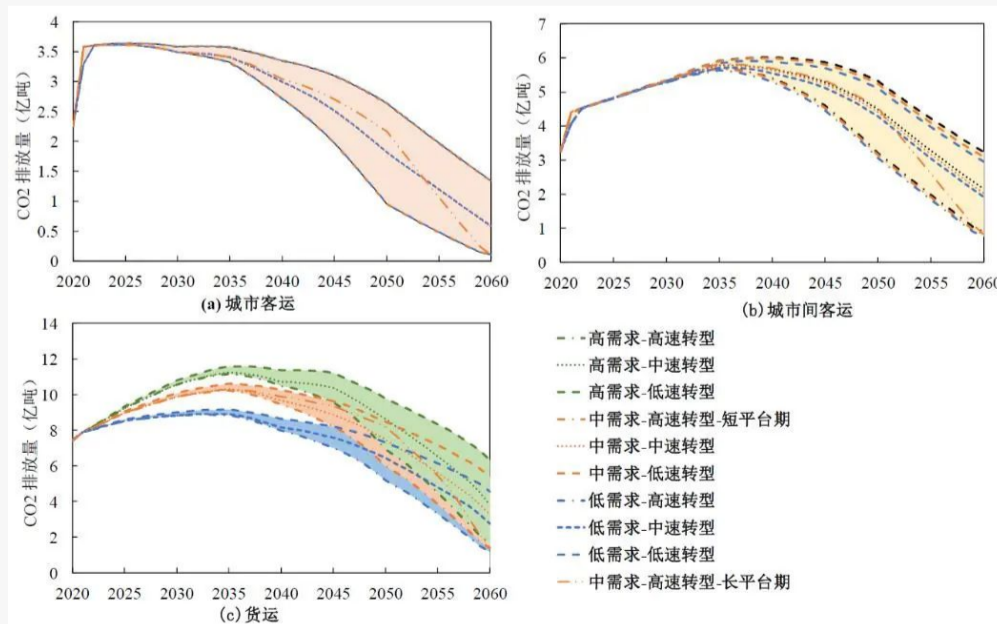


图15 交通部门碳排放变化趋势

上述碳排放路径下，各类运输设备都应向着燃料高效化、清洁化、电动化的方向发展（图16）。对于城市间客运而言，公路运输中的柴油客车逐渐被电动客车替代，应在2040年退出市场；到2060年，电动小汽车和氢燃料电池车的渗透率应分别达到55%和9%以上；到2050年铁路客运应争取实现100%电气化；就航空客运而言，生物航空燃料应最晚于2025年进入航空市场，到

2060年，至少50%的航空运输服务由生物燃料飞机提供。对于城市客运而言，应重点推广电动私家车与出租车，到2060年渗透率应分别达到85%以上；柴油公交车应在2060年前全部淘汰，纯电动公交车2060年占比应至少达到95%；对于货运交通的技术布局，2020年货运道路交通使用的燃料以柴油和汽油为主，到2060年则主要被电力和氢燃料替代；轻型、中型卡车到2060年以电动车为主；2030年逐步推广氢燃料重型卡车和电动重卡的规模化应用，到2060年渗透率应分别达到45%以上；2020年水路货运以燃料油为主要能源，2060年生物燃料船舶应在水路货运中占有重要地位。

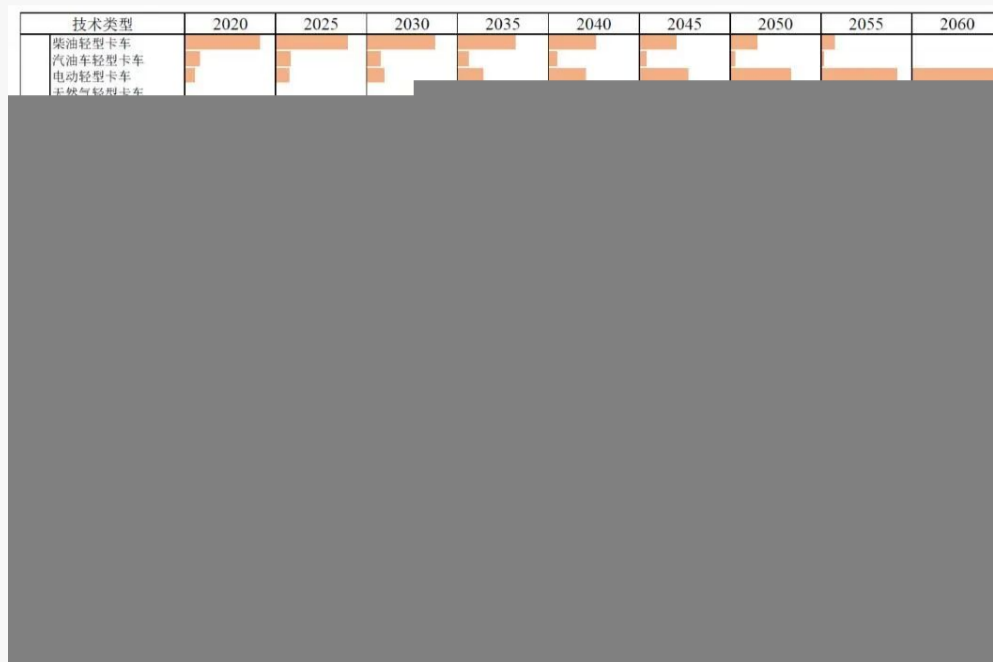


图16 交通部门低碳技术发展路径

注：柱子长度代表推广比例，满格为100%。

(七) 电力行业

除了上述钢铁、水泥、化工（乙烯/甲醇/合成氨/电石等多种关键产品）、有色、建筑（居民/商业）、交通（城市/城际，客运/货运）等重点行业，C3IAM/NET模型还对一次能源供应、热力、造纸、农业、其他工业等进行了详细刻画，此处不逐一介绍。

综合集成各个终端行业的电力需求以及为了提供这些电力需求电力行业产生的电力消耗，最终得到全社会用电量变化曲线（如图17所示）。结果表明，到2030年时，电力需求总量将达10.9~12.2万亿千瓦时，此后需求增速有所下降；2050年后逐渐趋于平缓，至2060年总量达到12.0~21.5万亿千瓦时。从用电结构变化来看，货运、客运和其他工业部门的电能替代深度发展，是电力需求增长的主要来源，也是2060年用电占比较高的部门。

在持续增长的电力需求下，电力部门低碳转型面临更大挑战。电力排放总量（不含终端行业自备电厂的排放）需快速进入平台期，并在2027—2029年实现碳达峰，峰值控制在45亿吨CO₂以下。2035年后进入深度减排阶段，并在2060年实现电力近零排放（图17）。

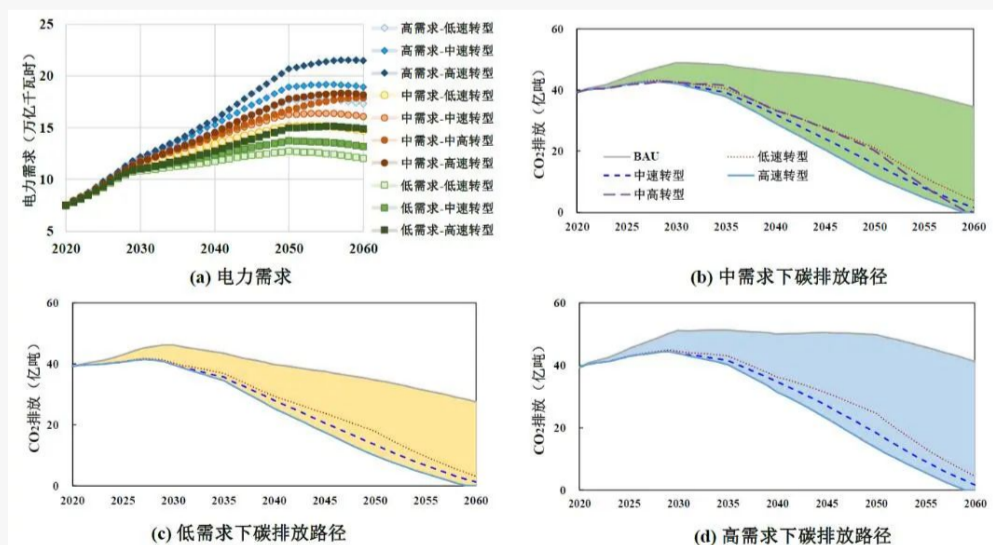


图17 电力需求及不同需求模式下电力行业CO₂排放路径（不含终端行业自备电厂排放）

为实现这一减排路径，发电技术布局需持续优化，如图18所示。在中等电力需求下，考虑低速、中速和高速电力转型情况，煤电机组总量控制在12亿千瓦以内，并在2040年后加速退出，2060年保留2.4~3.6亿千瓦装机规模，配置CCS作为灵活性调峰电源。电力CCS技术不可或缺，需在2030年后加快部署，2060年CO₂捕集能力达6.6~7.9亿吨。天然气发电作为清洁火电需快速发展，2060年约为2020年装机规模的6倍。核电也需有序扩建，2030年达1.2~1.4亿千瓦，2060年进一步扩张至2.2~3.0亿千瓦。风电和光伏装机仍需加快建设，2030年分别达到9.5~10.0亿千瓦和11.7~13.2亿千瓦，2060年分别达27.8~37.3亿千瓦和32.1~49.4亿千瓦。

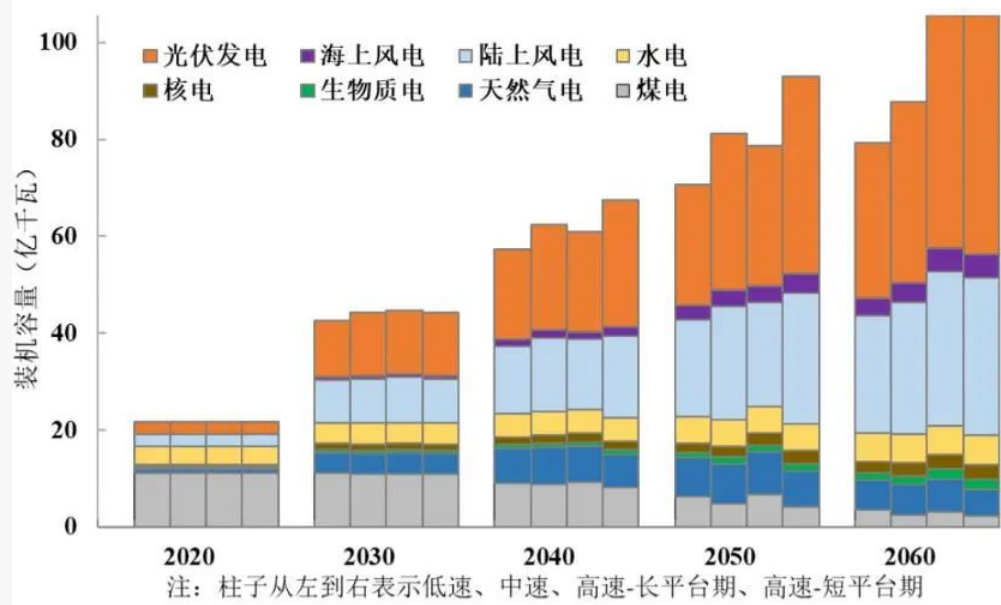


图18 电力行业未来装机结构（中需求模式）

三、碳达峰碳中和时间表和路线图

根据上述结果，本文进一步提出实现中国2030年前碳达峰、2060年碳中和的时间表和路线图，为国家超前部署提供科学依据。具体见图19所示。



图19 重点行业碳达峰碳中和时间表和路线图

注：非电力行业的碳排放均包含电力热力生产的间接排放。

电力行业。建议电力行业在2029年前实现碳达峰，峰值不超过45亿吨CO₂，继续扩大风电、太阳能发电的装机容量，实现以新能源为主体的新型电力系统建设，但同时保留一定比例的火电，并加装CCS，用于灵活性调峰电源和安全保障，电力行业2060年前应实现近零排放。

工业部门。建议钢铁行业 and 有色行业在“十四五”期间达峰，并尽早达峰，化工行业争取在2030年前实现碳达峰。钢铁行业CO₂排放峰值不超过20亿吨，铝冶炼行业峰值控制在6.2亿吨以内。钢铁行业短期主要加快推进低碳烧结技术、高炉喷煤技术、轧钢加热炉蓄热式燃烧技术等改造升级，中长期主要依靠电弧炉炼钢、氢能炼钢和CCS技术的集成应用。水泥行业短期应优先推广先进节能减排技术和能源综合利用技术，中长期加快燃料替代、原料替代、CCS技术等深度减排措施的重点部署。铝冶炼行业是有色行业中碳排放最高的行业，未来应继续推广先进技术并发展水电铝合营模式，扩大再生铝替代原铝规模。化工行业由于部分关键产品仍然面临需求快速增长的趋势，应加快发展轻质化原料、先进煤气化技术、基于低碳制氢和CO₂利用的生产技术、及CCS技术。

民生部门。建议建筑和交通等民生部门进一步加快电气化进程，建筑部门争取2030年前碳达峰，峰值不超过22亿吨CO₂，交通部门碳排放总量在“十五五”期间争取达峰，峰值亦不超过22亿吨CO₂。建筑部门应继续提高采暖制冷效率，大幅提升电气化水平，因地制宜发展分布式能源；交通部门应继续优先铁路、水路运输，发展电动客/货车、氢燃料车、生物燃料飞机和船舶等先进技术。

为加快推动各个行业顺利实现低碳技术和措施的实施，从而确保全国碳达峰碳中和目标的达成，需进一步确立低碳发展在国家法律法规和重大决策部署中的地位，深度推进各行业重点低碳技术、储能与CCS等技术的科技创新，加快突破性技术的规模化应用，健全低碳发展的激励机制，科学评估各地区能源资源潜力，结合资源禀赋，因地制宜，在碳排放总量和强度控制的基础

上，制定各地区实现碳中和目标的多能互补能源长期战略，从顶层设计和体制机制上为安全、低成本降碳提供科学支撑。

上述路线图是基于魏一鸣教授团队自主设计构建的国家能源技术模型（C3IAM/NET）研究得到，C3IAM/NET模型耦合了“能源加工转换—运输配送—终端使用—末端回收治理”全过程、行业“原料—燃料—工艺—技术—产品/服务”全链条，实现了以需定产、供需联动、技术经济协同的复杂系统建模。

来源：碳中和人才中心

上一篇：[超30家央企布局氢能！氢能产业全景分析（附产业图谱）](#)
下一篇：[电光协同将硝酸盐高效转化为NH₄⁺](#)

© 2012 《天然气化工—C1化学与化工》编辑部

本系统由中国知网提供技术支持 使用说明 技术支持: cb@cnki.net <http://find.cb.cnki.net>

建议采用IE 7.0以上版本，1024*768或更高分辨率浏览本页面