

行业研究

日本降碳之路：资源约束型国家的选择

——碳中和深度报告（六）

要点

日本降碳之路：碳减排与 GDP 的同步/脱钩与能源结构密切相关。根据日本 GDP 增长和碳排放量变化，可以将 1990-2019 年分为三个阶段：1) 1990-1995：GDP 与碳排放量相关度强，呈现同步、低速上行趋势；2) 1996-2012 年：碳排放量与 GDP 水平震荡，经济危机、福岛核事故显著改变碳排放趋势；3) 2013-2019 年：GDP 与碳排放量“脱钩”，核电重启、可再生能源快速发展显著改变能源结构。

根据因素分析的结果，2013-2019 年，碳排放量下降 2.06 亿吨，其中由 CO2 排放因子（电力）、能源消耗系数（电力）、能源消耗系数（其他燃料）贡献的减排量分别为 8470、6820、8040 万吨。CO2 排放因子的下降主要由于核电重启和可再生能源使用比例扩大；能源消耗系数的下降主要由于日本震后“全面大节电行动”和能源节约。

减排目标更新：2013 年碳达峰，2030 年较 2013 年减排 46%，2050 年实现碳中和。2021 年 4 月 22 日举行的“领导人气候峰会”上，日本首相菅义伟宣布，将 2030 年温室气体减排目标由 26% 提升至 46%（较 2013 年）。

根据 2020 年 12 月发布的碳中和产业纲领——《2050 年碳中和绿色增长战略》，到 2050 年，电力需求将比目前增加 30%-50%，其中约有 50%-60% 的电量由可再生能源提供。政府将基于预算、税制、金融、监管、国际合作 5 个政策工具，为 14 个领域制定具体发展目标。

日本碳中和路线图：关注能源、制造/运输业、家庭与办公。

14 个重点发展领域的选择，主要是基于资源禀赋和发展核心竞争力。

能源：海上风电：2040 年规模达到 30-45GW；氢能：2050 年达到 2000 万吨；

核能：福岛事故后，日本核电政策经历了两次转变，最终确立了核电“长期基荷电源”的地位。日本的能源规划中，1) 扩大规模与降低成本相辅相成；2) 发展国内供应链是拉动经济的重要手段，3) 面向国际市场，实现技术与设备输出。

制造业与运输业：1) 石油危机后，产业转型与节能降耗推动日本制造业能耗与 GDP “脱钩”；2) 2000 年前后，“下一代汽车”（尤其是混动汽车）占比提升，推动日本运输业能耗与 GDP “脱钩”。根据规划，2030 年“新一代汽车”占国内乘用车的 50%-70%；3) 数字化绿色和绿色数字化是半导体产业的两个方向，即通过数字化提高效率、减少能耗，同时加大数字化设备本身的节能。2030 年数字化相关市场将达到 24 万亿日元，功率半导体市场 1.7 万亿日元。

家庭与办公：由于分布式光伏的主导地位（2019 年底 BAPV 占 59%，离网型占 31%），日本将光伏产业划分至家庭办公板块。根据规划，未来主要开发轻量级模块，以开发承重受限的建筑物（墙壁/窗户）和屋顶、车顶等场景，实现新建住宅/建筑零能耗。

投资建议：1、重视光伏、风电等新能源领域基本盘，同时布局 BAPV/BIPV、海上风电、氢能等前沿领域：建议关注隆基股份、通威股份、中环股份、阳光电源、日月股份、亿华通-U、森特股份等。2、工业转型与供给侧改革：发展创新密集型产业及高端制造业，重视电力、水泥、钢铁、铝、玻璃供给侧改革与升级。3、新能源车及储能产业链：建议关注宁德时代、亿纬锂能、派能科技、国轩高科、孚能科技、恩捷股份、星源材质、亿华通-U、特锐德、盛弘股份、永福股份等。4、循环经济领域：发展循环经济涉及废钢、再生铝、电池回收、再生资源等，建议关注格林美、中伟股份、星云股份、瀚蓝环境、盈峰环境、龙马环卫、宏盛科技等。

风险提示：经济增速大幅下行、关键技术未能及时突破、投资吸引力不足。

环保：
买入（维持）

电力设备新能源：
买入（维持）

作者

分析师：殷中枢

执业证书编号：S0930518040004

010-58452063

yinzs@ebsecn.com

分析师：黄帅斌

执业证书编号：S0930520080005

021-52523828

huangshuaibin@ebsecn.com

分析师：马瑞山

执业证书编号：S0930518080001

021-52523850

mars@ebsecn.com

分析师：郝骞

执业证书编号：S0930520050001

021-52523827

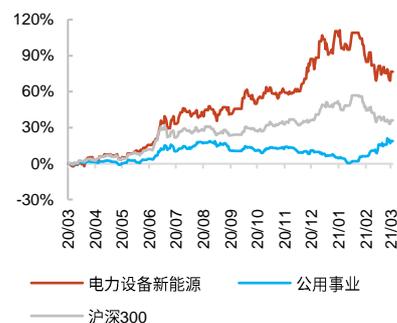
haoqian@ebsecn.com

联系人：陈无忌

021-52523693

chenwuji@ebsecn.com

股价相对走势



资料来源：Wind

投资聚焦

在全球范围内，日本是政策引导产业升级的典范，也是资源循环利用的践行者。其背后是日本作为岛国的资源约束。碳中和对我国实现能源安全 and 经济转型具有重要的推动作用，日本的经验具有借鉴意义。

我们创新之处

1) 日本碳排放与 GDP “脱钩”的量化解析。

2013-2019 年，日本 GDP 增加 10%，碳排放量减少 14%，实现了所谓碳排放与 GDP “脱钩”。因素分析表明，2013-2019 年，日本碳排放量下降 2.06 亿吨，其中由 CO2 排放因子（电力）、能源消耗系数（电力）、能源消耗系数（其他燃料）贡献的减排量分别为 8470、6820、8040 万吨。原因在于核电重启和可再生能源发展，单位能源消耗产生的碳排放量下降，以及节能节电措施的普及，单位 GDP 消耗的电力和其他燃料下降。

2) 产业升级与节能能耗相匹配。

日本善于利用政策引导、财政/金融倾斜等手段推动产业发展，在其发展过程中先后经历数次产业升级。如 1973 年第一次石油危机之后，日本由“资本密集型”产业（钢铁、石化、造船等）转向“知识密集型”导向，汽车、半导体产业兴起，能源消耗呈现下降趋势。1973-1983 年日本实际 GDP 累计增加 42%，但能源消耗累计下降 22%。因素分析表明，石油危机之后，推动日本制造业在增加生产的同时抑制能源消耗的主要因素是节能方面的进展（能源单位因素）和从材料工业向加工及组装型工业的转移（构造因素）。

3) 资源约束是产业发展与碳减排的“基因”。

回顾日本的产业转型、能源使用与碳减排，资源约束是深层次原因。由于化石能源短缺，日本对核电“又爱又恨”，在经历了态度波折后，最终确立为“长期基荷电源”，同时对氢/氢能/海上风能保持高度重视；由于锂资源约束，日本对混动汽车和燃料电池汽车有所倾斜；由于地形限制，日本的光伏产业高度依赖建筑。

投资观点

投资方面建议关注：

1、重视光伏、风电等新能源领域基本盘，同时布局 BAPV/BIPV、海上风电、氢能等前沿领域：建议关注隆基股份、通威股份、中环股份、阳光电源、日月股份、亿华通-U、森特股份等。

2、工业转型与供给侧改革：我国处于产业转型阶段，发展创新密集型产业及高端制造业，有助于降低碳排放；同时，重视电力、水泥、钢铁、铝、玻璃供给侧改革与升级。

3. 新能源车及储能产业链：建议关注宁德时代、亿纬锂能、派能科技、国轩高科、孚能科技、恩捷股份、星源材质、亿华通-U、特锐德、盛弘股份、永福股份等。

4. 循环经济领域：发展循环经济涉及废钢、再生铝、电池回收、再生资源等，建议关注格林美、中伟股份、星云股份、瀚蓝环境、盈峰环境、龙马环卫、宏盛科技等。

目录

1、日本降碳：碳排放与 GDP 的同步与脱钩	7
1.1、1990-2019：碳排放与 GDP 增长的三个阶段	7
1.2、第二阶段：经济危机与福岛核事故成重要因素	8
1.3、第三阶段：能源结构改变与节能行动成重要因素	9
1.3.1、CO ₂ 排放因子：与能源结构改变密切相关.....	10
1.3.2、能源消耗系数：节能需要改变工业和生活方式	11
2、2013 年碳达峰，制定 2050 年的碳中和规划	14
2.1、减排目标更新：2030 年较 2013 年减排 46%	14
2.2、五个主要的政策工具	16
2.2.1、预算：绿色创新基金推动能源革命和减碳措施	16
2.2.2、税制：对碳中和投资税收减免或特别折旧	17
2.2.3、金融：建立合适的金融体系支持碳中和投资.....	17
2.2.4、监管改革与规范化：强化环境监管、碳交易、碳税制度	18
2.2.5、国际合作：碳外交争取更多边、多领域合作.....	18
3、能源与工业转型是核心：考虑资源约束与维护核心竞争力	18
3.1、能源：可再生能源为主、核能为辅，重点扶持氢/氨.....	21
3.1.1、海上风电：扩规模降本，发展国内供应链	23
3.1.2、核能：后福岛时代的能源政策考验，中长期地位确立	27
3.1.3、氢/氨：锂资源约束下的优先选择方向	31
3.2、制造业与运输业：强化半导体与新能源车等领域技术、创新能力	38
3.2.1、产业升级的典范	38
3.2.2、新能源车战略选择.....	42
3.2.3、如何维持汽车与半导体领域优势地位？	43
3.3、家庭与办公：建筑节能与循环经济是重点	51
3.3.1、建筑节能：光伏的重要发展方向.....	53
3.3.2、资源循环与垃圾分类	57
4、投资建议	62
5、风险分析	62

图目录

图 1: 日本 GDP 与碳排放量	7
图 2: 日本地价在 1991 年见顶	8
图 3: 日本股市在 1990 年见顶	8
图 4: 日本重要工业品产值	8
图 5: 日本人均 GDP 与人均能耗	8
图 6: 核电利用率显著影响碳排放强度	9
图 7: CO ₂ 排放量的因子分解	9
图 8: 2013-2019 年碳排放量变化中各因素贡献度	10
图 9: 核电重启带动 CO ₂ 排放因子快速下降	11
图 10: 2019 年核电重启率升至 20.6%，发电量占比 6.2%	11
图 11: 日本“全民大节电”行动海报	12
图 12: 日本“全民大节电”行动海报	12
图 13: 2006-2019 年碳排放量变化因素的分解	12
图 14: 2005-2019 年、2013-2019 年碳排放量变化因素的分解	13
图 15: 日本减排目标升级	14
图 16: 日本碳中和发展规划	15
图 17: 2019 年按国家划分的公共能源 RD&D 预算总额	16
图 18: 日本历年能源研发支出预算	16
图 19: 利用税制鼓励相关投资、重组、研发	17
图 20: 建立合适的金融体系支持碳中和投资	17
图 21: 制定环境监管法规与碳交易市场、碳税等制度	18
图 22: 14 个重要领域	19
图 23: 分部门碳排放量	19
图 24: 能源起源 CO ₂ 排放量的排放源分析（2016 年度）	20
图 25: 一次能源结构	21
图 26: 发电量结构	21
图 27: 2018 年与 2050 年各能源发电量	22
图 28: 2018 年海上风电潜能覆盖电力需求倍数	23
图 29: 候选海上风电场	23
图 30: 日本海上风电装机规模	23
图 31: 日本海上风电装机 LOCE 成本	23
图 32: 海上风电行业增长战略时间表	24
图 33: 日本政府主导的推送式项目方案介绍（日本版集中模式）	25
图 34: 风电产业链全球生产份额	25
图 35: 2020 年全球前 15 大风机整机商及装机容量市场份额	25
图 36: 加快建立海上风电国内供应链	26
图 37: 海上风电市场国际合作	26
图 38: 核电关停后扩大了 LNG 与石油的使用	27
图 39: 2019 年日本原油供应结构	27

图 40: 2019 年日本 LNG 供应结构	27
图 41: 2019 年煤炭供应结构	27
图 42: 日本发电量结构	28
图 43: 核电利用率下降后电力碳排放强度快速上升	28
图 44: 进口化石燃料增加导致贸易逆差	28
图 45: 核电关停造成电价提升	28
图 46: 2030 年能源计划中核电占 20-22%	29
图 47: 日本可操作的核电功率	30
图 48: 截止到 2020 年 3 月 10 日的日本核电站分布	30
图 49: 核能增长战略时间表	30
图 50: 模块化生产和组装	31
图 51: SMR 反应堆安全边际更高	31
图 52: 氨燃料行业增长战略时间表	32
图 53: 氨生产、运输、发电流程示意图	32
图 54: 氢能增长战略时间表	33
图 55: 氢能使用潜力与资源潜力	34
图 56: 氢气供应量与成本预测 (日本经济产业省)	34
图 57: 福岛光伏制氢项目	35
图 58: 福岛光伏制氢项目	35
图 59: 澳大利亚“褐煤氢示范项目”	36
图 60: 文莱“使用有机氢化物建立供应链”	36
图 61: 日本氢能利用现状及目标	36
图 62: 家用燃料电池推广情况	37
图 63: 松下“能源农场”(家用燃料电池)	37
图 64: 三菱日立动力系统 (MHPS) (工商业用途)	37
图 65: 燃料电池相关市场规模预测	38
图 66: 日本氢燃料电池技术前沿	38
图 67: 日本制造业转型	39
图 68: 制造业的能源消耗和经济活动	40
图 69: 制造业能源消费结构	40
图 70: 制造业能源消耗的要因分解	40
图 71: 制造业单位能源消耗的推移	40
图 72: 2000 年前后日本运输部门能耗见顶	42
图 73: 汽车各车型保有台数	42
图 74: 新车及存量车辆油耗水平	42
图 75: 日本新一代汽车的普及目标与现状	43
图 76: 下一代汽车保有台数	43
图 77: 汽车和蓄电池行业增长战略时间表	44
图 78: 半导体和通信行业增长战略时间表 (1)	45
图 79: 半导体和通信行业增长战略时间表 (2)	46
图 80: 船舶行业增长战略时间表	47

图 81: 交通物流和基建行业增长战略时间表.....	48
图 82: 食品农林和水产行业增长战略时间表.....	49
图 83: 2021 年 3 月日本森林覆盖情况卫星图.....	49
图 84: 蓝碳示意图.....	49
图 85: 航空业增长战略时间表	50
图 86: 碳循环行业增长战略时间表	51
图 87: 日本地形	52
图 88: 日本光伏土地使用费	54
图 89: 土地租金是光伏安装成本的重要组成 (2018 年)	54
图 90: 太阳能发电 (2000kW) 各国价格	54
图 91: 风力发电 (2000kW) 各国价格	54
图 92: 全球光伏市场份额.....	55
图 93: 日本光伏在住宅领域市占率最高	55
图 94: 光伏仓库屋顶	56
图 95: 光伏汽车	56
图 96: 下一代住宅, 商业建筑和太阳能行业增长战略时间表	57
图 97: 家庭部门的能源消耗和经济活动	58
图 98: 家庭部门的能源消耗因素分解.....	58
图 99: 家电保有量.....	58
图 100: 主要家电产品的能源效率的变化	58
图 101: 人均垃圾产量和最终处置量下降	58
图 102: 循环利用率持续提升	58
图 103: 日本资源循环示意图	59
图 104: 资源循环行业增长战略时间表.....	60
图 105: 生活方式相关产业增长战略时间表	61

表目录

表 1: 能源相关产业发展战略	22
表 2: 技术参数目标值	35
表 3: 制造业和运输相关产业发展战略.....	41
表 4: 家庭、办公相关产业发展战略	52
表 5: 日本光伏安装结构 (截止 2019 年底)	53
表 6: 日本生活垃圾四分类及具体要求 (东京某区)	59

1、日本降碳：碳排放与 GDP 的同步与脱钩

1.1、1990-2019：碳排放与 GDP 增长的三个阶段

整体来看，根据日本 GDP 增长和碳排放量变化，可以将 1990-2019 年分为三个阶段：

1) 1990-1995：GDP 与碳排放量相关度强，呈现同步、低速上行趋势。

在这一时期，虽日本经历了房地产泡沫的破裂，但 GDP 与总碳排放量仍保持同步、低速增长态势。

2) 1996-2012 年：碳排放量与 GDP 水平震荡，经济危机、福岛核事故显著改变碳排放趋势。

GDP 处于横盘阶段，先后经历了亚洲金融危机、互联网泡沫破裂、全球金融危机。从 1996 年到全球金融危机前的 2007 年，GDP 增幅 0.69%，碳排放量增幅 0.32%，经济增长几乎停滞，导致总体碳排放量维持震荡水平。2011 年福岛核事故后，核电停运，化石燃料使用量增加，导致碳排放量快速上行。

3) 2013-2019 年：GDP 与碳排放量“脱钩”，核电重启、可再生能源快速发展显著改变能源结构。

面对严峻的能源环境，日本不得不重启核电，同时推出 FiT（可再生能源收购）制度，大力发展光伏、风电等可再生能源。节能节电行动在这一时期得到大力推广。在整个社会的共同努力下，新能源快速发展，碳排放量开始下行，实现了所谓的“经济增长与碳排放脱钩”。

图 1：日本 GDP 与碳排放量

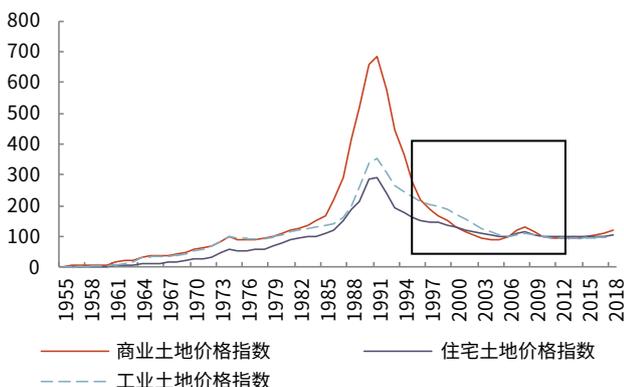


资料来源：日本环境省、光大证券研究所

1.2、 第二阶段：经济危机与福岛核事故成重要因素

总体来看，在房地产泡沫破裂后，20 世纪 90 年代至 21 世纪前十年，日本经济处于平台期。在所谓的“失去的二十年”中，钢铁、化工产品产量基本保持稳定，人均 GDP 处于高位，这构成了碳排放量基本稳定的基础。

图 2：日本地价在 1991 年见顶



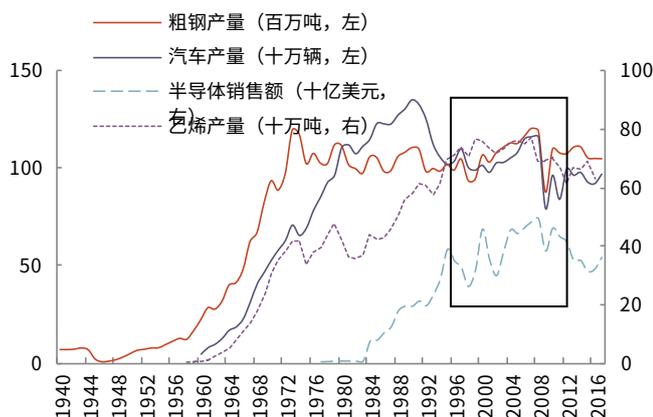
资料来源：Wind、光大证券研究所；截止 2018 年

图 3：日本股市在 1990 年见顶



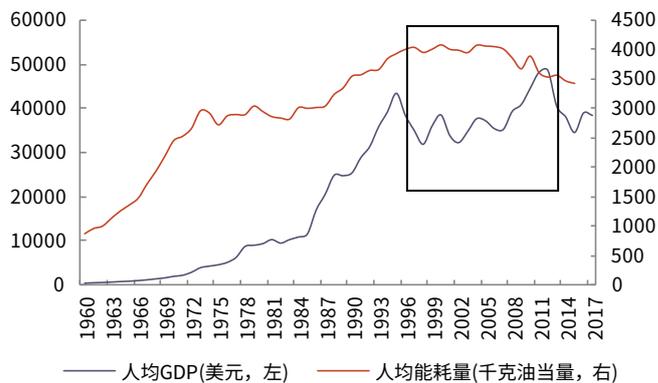
资料来源：Wind、光大证券研究所；截止 2021.4.26

图 4：日本重要工业品产值



资料来源：Wind、光大证券研究所；截止 2017 年

图 5：日本人均 GDP 与人均能耗

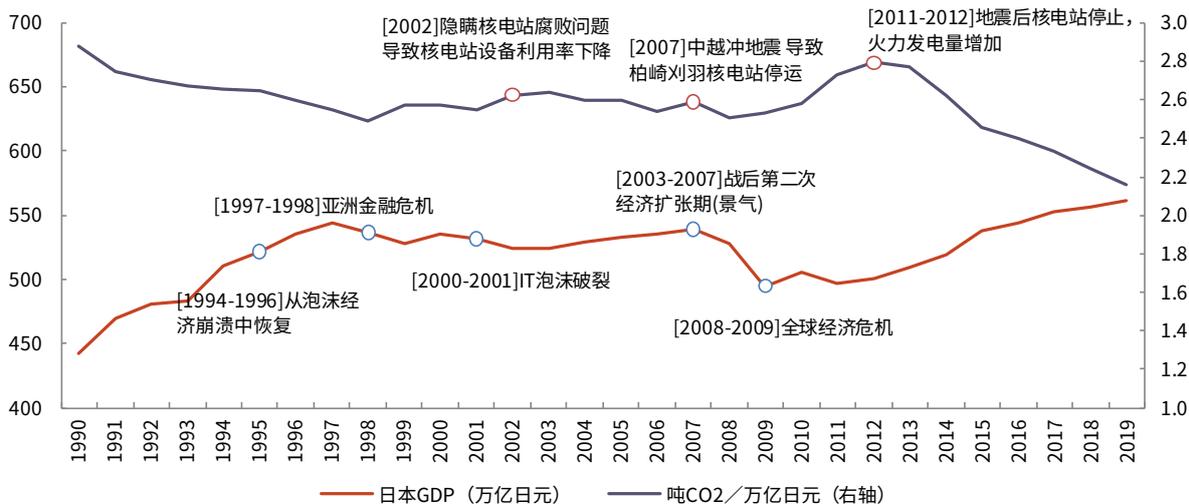


资料来源：Wind、光大证券研究所；截止 2017 年

在这一时期，GDP 整体保持稳定，受到亚洲金融危机、全球金融危机等影响，有过数次下行。单位 GDP 所产生的碳排放水平同样保持基本稳定，造成波动的最大因素来自于核电。

例如 2002 年、2007 年、2011-2012 年，由于受到外部事件冲击，核电部分停运或利用率下降，造成碳排放强度提升。特别是 2011-2012 年福岛核事故后，由于核电利用率快速下降，碳排放强度显著提升。

图 6: 核电利用率显著影响碳排放强度



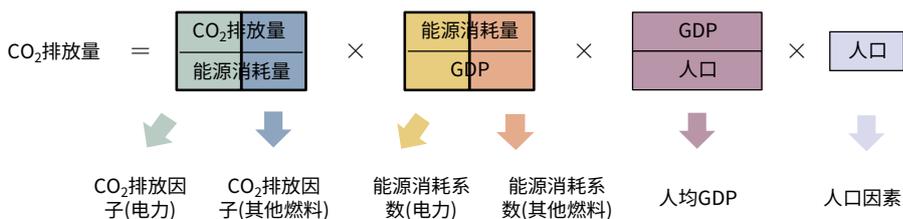
资料来源: 日本环境省、光大证券研究所

1.3、 第三阶段：能源结构改变与节能行动成重要因素

通过因素分析,可以将 CO2 排放量分解为 CO2 排放因子(包括电力与其他燃料)、能源消耗系数(包括电力与其他燃料)、人均 GDP、人口的乘积。

CO2 排放因子: 指单位能源消耗所产生的 CO2 排放量,分为电力和其他燃料。
能源消耗系数: 指单位 GDP 所消耗的能量,分为电力和其他燃料。

图 7: CO2 排放量的因子分解

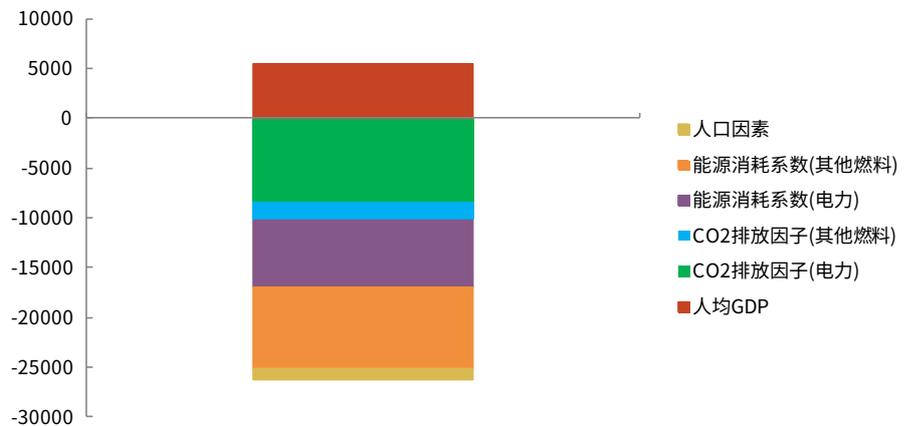


资料来源: 日本环境省、光大证券研究所

根据因素分析的结果,2013-2019年,日本碳排放量下降 2.06 亿吨,其中由 **CO2 排放因子(电力)**、**能源消耗系数(电力)**、**能源消耗系数(其他燃料)** 贡献的减排量分别为 8470、6820、8040 万吨。

原因在于 2013-2019 年,由于核电重启和可再生能源发展,单位能源消耗产生的碳排放量下降;由于节能节电措施的普及,单位 GDP 消耗的电力和其他燃料下降。

图 8：2013-2019 年碳排放量变化中各因素贡献度



资料来源：日本环境省、光大证券研究所；单位：万吨 CO2

1.3.1、CO2 排放因子：与能源结构改变密切相关

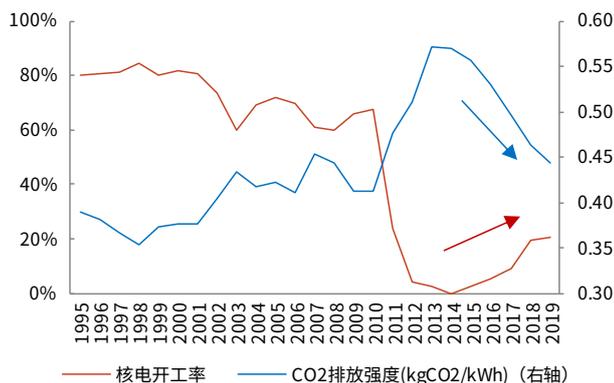
2013-2019 年，CO2 排放因子（电力）对碳排放量下降的贡献度达到 8470 万吨，在所有因素中贡献最大，CO2 排放因子（其他燃料）对碳排放量下降的贡献度达到 1700 万吨。单位能耗碳排放量的下降主要是由于核电重启和发展可再生能源两方面因素引起。

首先，核电在运行过程中不产生 CO2，且在日本总用电量中占据重要位置（2010 年发电量占比 25.1%）。因此，福岛事故后，当核电开工率从 2010 年的 67.3% 下降至 2014 年的 0%，日本的总碳排放强度由 2010 年的 0.41kgCO2/kWh 上升至 2014 年的 0.57kgCO2/kWh，增幅 38%。

其次，福岛事故后，日本推出 FiT（可再生能源收购）制度，大力发展光伏、风电等可再生能源。可再生能源（包括水电）占比从 2010 年的 9.5% 提升至 2019 年的 18%。

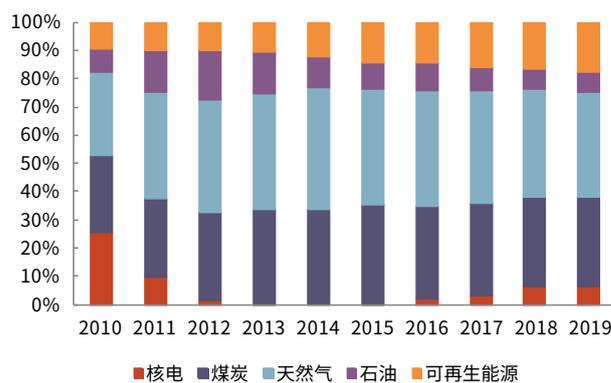
因此，2013-2019 年，随着核电重启，可再生能源占比扩大，日本的 CO2 排放因子快速下降，2019 年末已回到与 2008 年相同水平。

图 9：核电重启带动 CO2 排放因子快速下降



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

图 10：2019 年核电重启率升至 20.6%，发电量占比 6.2%



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；图例为各能源发电量占比

1.3.2、能源消耗系数：节能需要改变工业和生活方式

震后大节电：全民行动

2011 年 3 月,东日本大地震后,福岛第一、第二核电站及女川核电站严重受损,其他核电站陆续进入停机检修状态,同时部分火电厂也受到影响而停机。这导致电力供应大幅下滑,据崔成(驻日使馆经参处)《日本震后大节电的效果与影响》估计,2011 年 3 月电力缺口在 1000 万 kW 以上。

日本政府采取了供需两侧紧急措施。在供给侧,紧急修复受损火电机组,启用了老旧机组;在需求侧,开展了“全民大节电”措施。

1、针对大企业：对关东和东北地区用电量超过 500kW 以上的大企业实施同比下降 15%的节电令,违者处以最高 100 万日元的罚款。企业纷纷采取各种措施进行节电并尽量错峰。日本汽车企业普遍采用周六、周日工作,周四、周五休息。日产还在每天午后 2~5 时停止工作,以避开用电高峰。

2、针对小企业：日本政府没有规定中小企业采取严格的限电措施,只是参照对大企业的要求,提出了 15%的节电请求。但是,日本的中小企业却普遍采取各种措施主动节电,除包括大企业普遍采用的周六、周日工作,周四、周五休息的措施外,还主动增加自发电设施,并将部分耗电设备改为燃油设备。

3、政府及公共部门：政府在节电方面的带头及示范作用对民间节电意识的提高及自觉节电有着潜移默化的影响,在推广全民节能、节电方面作用明显。公共交通服务方面,东京山手线将运力降为平时的 70~95%,东京私铁也将运力降为平时的 80%,并提高空调温度。

4、居民部门：日本核电事故后,民意展现出强烈的意愿节电节能、转变生活方式。在受影响最大的关东和东北地区,实施节电的家庭占 88.9%,其它地区占到 70.6%。在相关的家庭节电行为中,79.8%的家庭关闭了坐便器的加温功能,LED 照明灯具的更换也成为重要选项。

图 11: 日本“全民大节电”行动海报



资料来源: 日本经济产业省、光大证券研究所

图 12: 日本“全民大节电”行动海报



资料来源: 日本经济产业省、光大证券研究所

“全民大节电”使东京电力夏季日最大负荷由 2010 年的 5887 万 kW，下降到 2011 年的 4922 万 kW，同比降幅达 16.3%。

随着供给侧逐季恢复，日本度过了电力缺口，但全民节电的行动深入人心，节电行动长期化，许多节电措施和产品延续下来。

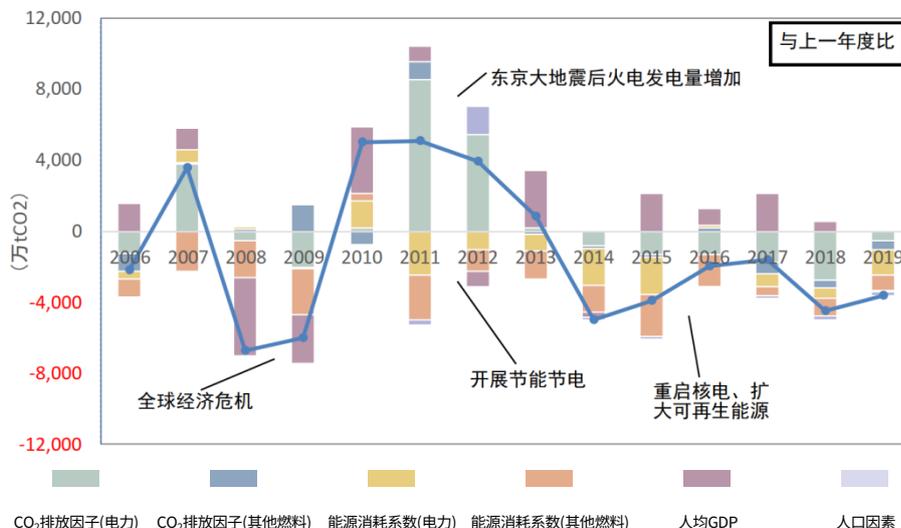
从石油危机到福岛事故：从节能走向节电

由于资源匮乏，日本对节约能源的概念推行已久。石油危机后，日本于 1979 年制定《能源节约法》，对包括工厂/商业机构和运输领域在内的能源用户实行直接监管，对居民用户实行间接监管。

根据日本环境省对 2006-2019 年碳排放量变化因素的分解，在 2011 年以前，节能（即能源消耗系数-其他燃料）措施贡献了较多减排量，但节电措施并不明显（在 2007 和 2010 年甚至增加了碳排放量）。

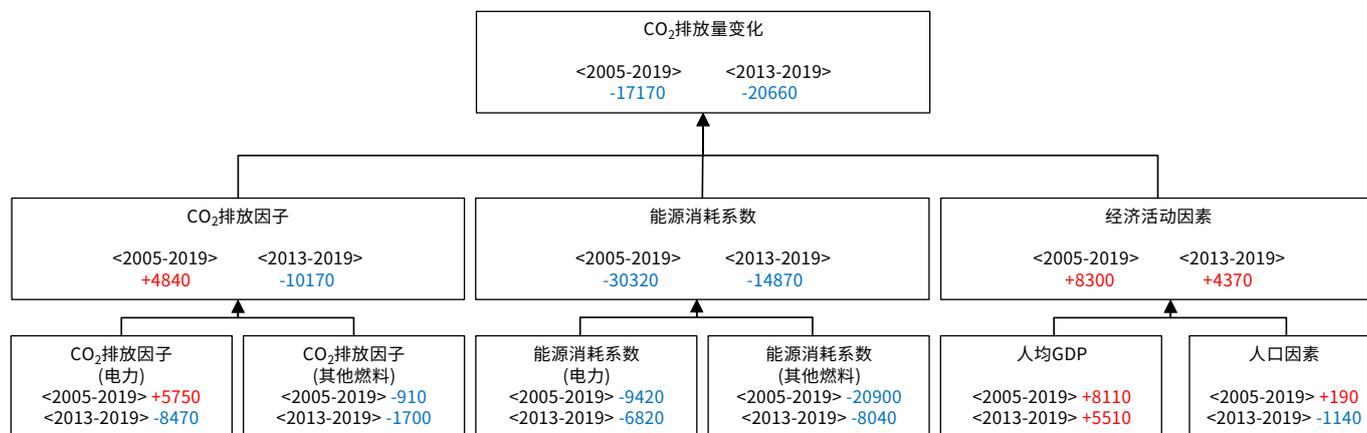
2011 年后，通过“全民大节电”，能源消耗系数（其他燃料）和能源消耗系数（电力）同时贡献较多的减排量，说明节能和节电在同时发挥作用。

图 13: 2006-2019 年碳排放量变化因素的分解



资料来源: 日本环境省、光大证券研究所

图 14：2005-2019 年、2013-2019 年碳排放量变化因素的分解



资料来源：日本环境省、光大证券研究所；单位：万吨 CO₂

2、2013 年碳达峰，制定 2050 年的碳中和规划

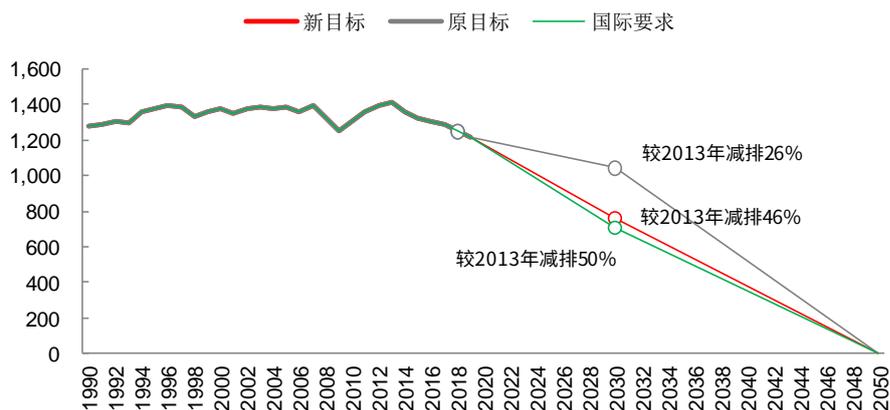
2.1、 减排目标更新：2030 年较 2013 年减排 46%

从总量来看，日本温室气体总排放量自 2014 年以来已连续第六年减少，2019 年达到 12.1 亿吨二氧化碳，较 1990 年减少 4.9%。根据日本此前设定的减排目标，2020 年较 2005 年减排 3.8%，2030 年较 2013 年减排 26%。目前，2020 年减排目标已完成。

2021 年 4 月，日本共同社报道，日本政府准备宣布强化 2030 年减排目标，将 2030 年的减排目标提升至 40%-45%（较 2013 年）。但以美国和英国为代表的国际社会促使日本将减排目标提升至 50%（较 2013 年）。

最终，在 2021 年 4 月 22 日举行的“领导人气候峰会”上，日本首相菅义伟宣布，将 2030 财年温室气体排放量从 2013 财年的水平上减少 46%。

图 15：日本减排目标升级



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；单位：百万吨 CO2，截止 2050 年

2020 年 12 月 25 日，日本政府发布了《2050 年碳中和绿色增长战略》（以下简称《战略》），成为日本实现碳中和的纲领性产业指导。

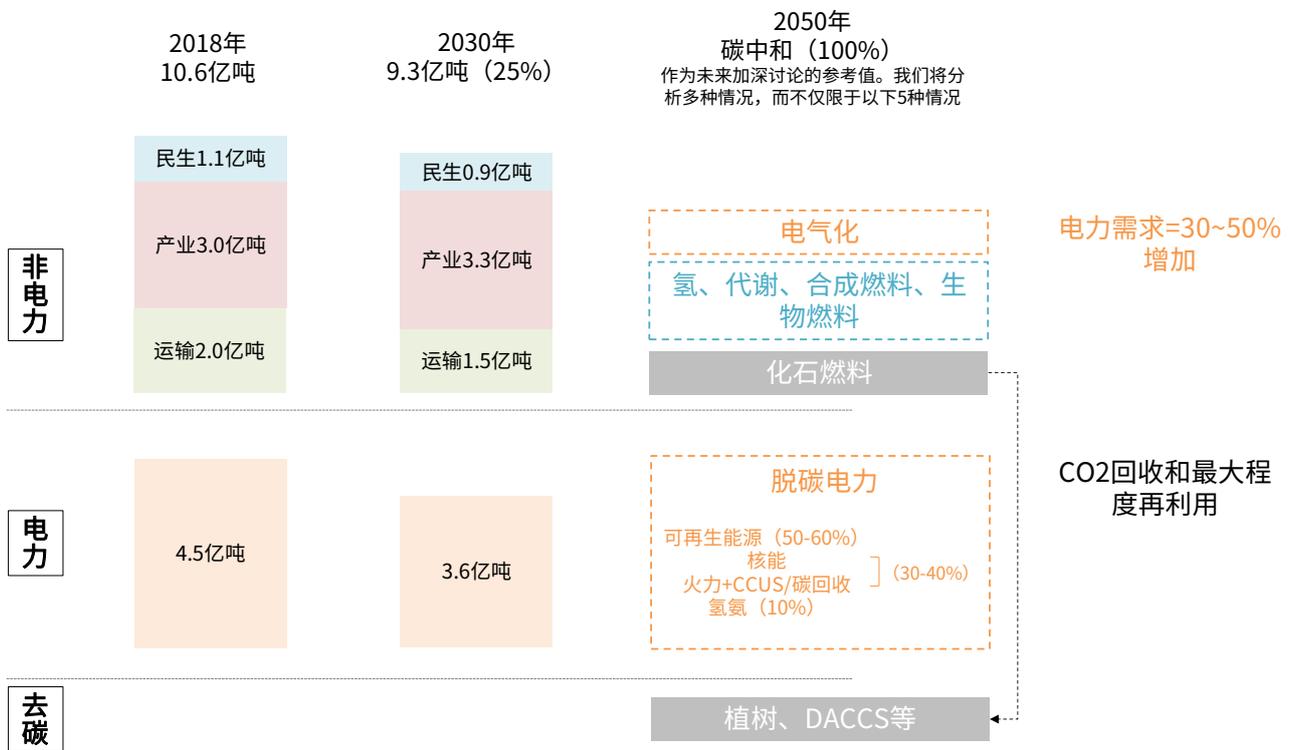
《战略》由日本经济产业省颁布，提出 2050 年实现碳中和。政府将从能源、运输制造和家庭办公等方面入手，为 14 个领域制定具体发展目标。同时，《战略》将碳中和视作重要的经济发展方式，期待以优惠政策吸引民间资本加入。

“经济与环境良性循环”的产业政策即为绿色增长战略。这样的观念意味着，节能减排将会是新的增长机会而非过去所认为的制约经济增长的阻力。《战略》认为，预计到 2050 年绿色增长理念每年将为日本创造 2 万亿美元的经济增长。为了迎接产业结构和社会经济的变革，政府将会：

- ①全力支持私营企业投资绿色产业，创新绿色技术；
- ②提出具体的蓝图，提出高目标，为民间企业创造激发挑战的环境；

③从产业政策的角度设立 14 个有望增长的领域与产业。

图 16：日本碳中和发展规划



资料来源：日本《2050年碳中和绿色增长战略》、光大证券研究所；注：2030年目标已更新

电力行业脱碳化是大前提。可再生能源、火力发电和核能均需做出相应的改变。对于可再生能源，降低成本，改善系统，与周边环境协调显得较为重要；对于火力发电，应当最大限度地追求回收 CO2 为目标；对于核能行业，安全则是第一位，在此前提下有必要开发更具备安全性的新一代反应堆。

在供给侧：到 2050 年，电力需求将比目前增加 30%-50%，其中约有 50%-60% 的电量由可再生能源提供，剩下的能源需要由其它能源负担。目前火力发电+碳捕获技术和氢能发电尚未商业化大规模应用，这意味着其仍需进一步的发展。

在需求侧：与大力发展可再生能源相对应，能源需求侧需要进行深度电气化。在电力无法满足的领域，氢能、合成燃料、生物燃料则有一席之地。化石燃料仍被允许部分使用，但必须与相应的碳捕捉动作相结合。

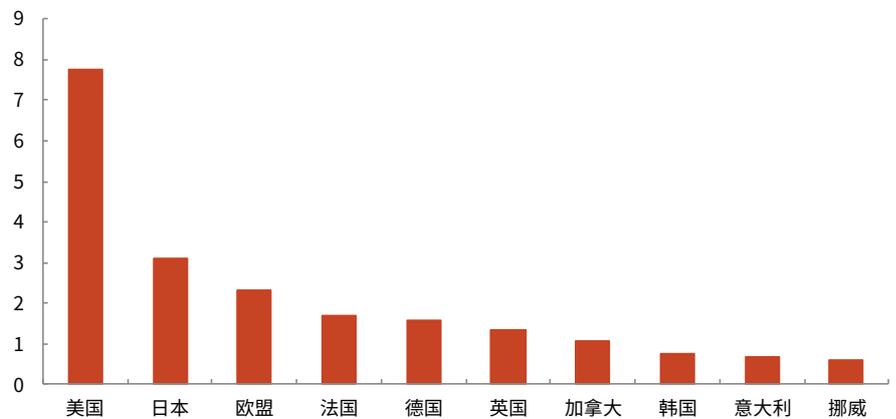
2.2、五个主要的政策工具

2.2.1、预算：绿色创新基金推动能源革命和减碳措施

日本新能源产业技术综合开发机构：2 万亿日元的绿色创新基金。该基金将会在今后 10 年（至 2030 年），对碳中和社会和产业竞争力基础领域（例如电力绿色化和电气化、氢能、CO2 回收）进行资助。

2 万亿日元预算将会撬动更多投资。《战略》指出，政府的 2 万亿日元预算可以看做“引水”。换言之，绿色创新基金的设立是一种资本投资的激励手段，将会吸引 15 万亿日元来自私营企业的研发与投资和来自全世界约 3000 万亿日元的 ESG 资金。

图 17：2019 年按国家划分的公共能源 RD&D 预算总额

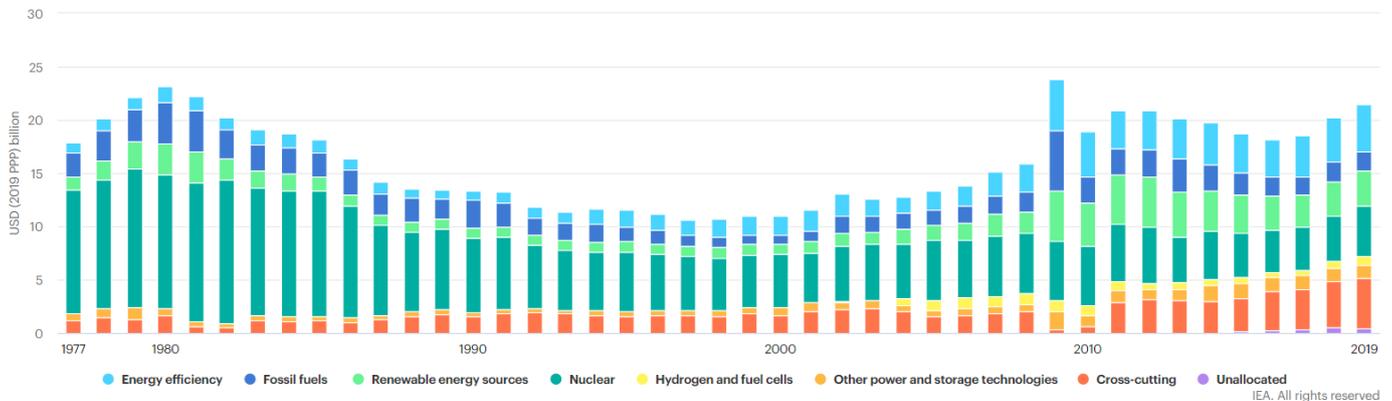


资料来源：IEA、光大证券研究所；单位：十亿美元

由于自身资源匮乏，日本历来重视能源领域的研发工作。2019 年，日本以 31 亿美元的公共能源 RD&D 预算总额位居世界第二。

在支出方向上，核电、可再生能源是主要方向。同时，日本仍是迄今为止氢和燃料电池领域研究经费最高的国家。

图 18：日本历年能源研发支出预算



资料来源：IEA、光大证券研究所；单位：十亿美元

2.2.2、税制：对碳中和投资税收减免或特别折旧

建立碳中和投资促进税制（税收减免或特别折旧）。为从事业务重组/重组等工作的公司设立一个特殊上限，同时扩大研发税制。这样的税收制度有利于促进生产脱碳化和企业短期与中长期的脱碳化投资。预计 10 年间将拉动约 **1.7 万亿** 日元的民间投资。

图 19：利用税制鼓励相关投资、重组、研发

碳中和投资促进税制 (税额扣除/特别折旧)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 具有脱碳作用的设备引进 功率半导体元件/锂离子电池/燃料电池/海上风力发电设备专用部件 ✓ 提高行业的碳生产率设备引进
促进企业重组	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 扩大亏损结转 以将两次亏损结转的最大抵扣额提高到认证投资额内的最大100%
推广研发税制	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 研发费用扣除 现行税制中，企业可以将试验研究费乘以一定比例的金额扣除法人税额的25%；加大研发的企业，将其税额扣除上限提高到法人税额的30%

资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

2.2.3、金融：建立合适的金融体系支持碳中和投资

建立合适的金融体系支持碳中和投资。政府将会对海上风电等可再生业务提供风险资金支持（如规模 800 亿日元的“绿色投资促进基金”）。金融机构和资本市场应当适当利用碳中和的融资资金，促进高科技和具有潜力的日本公司的发展；通过公司债券市场活跃 ESG 投资。除此以外，国际金融合作也将在 G7、G20 峰会上进行讨论。

图 20：建立合适的金融体系支持碳中和投资

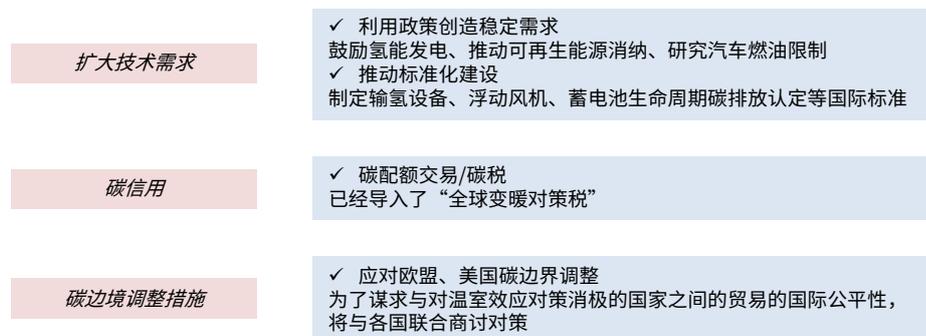
脱碳路线图	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 对过渡阶段所需的技术提供资金 针对接受10年以上长期事业计划认定的经营者，为实现该计划而设立长期资金供给机制和成果联动型利息补贴制度（3年1兆日元）
为下一代技术提供资金	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 绿色投资促进基金 为海上风电、低油耗技术及下一代蓄电池业务等设立“绿色投资促进基金”（业务规模800亿日元） ✓ 疫情后增长设施 支持日本公司和其他海外业务活动向无碳社会发展高质量基础设施的海外扩张（业务规模为1.5万亿日元）
气候财务信息披露	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 发展ESG投资 把这些ESG资金纳入我们的碳中和行动，其中包括三大大型银行约30万日元的环境融资目标。通过公司债券市场的活跃等促进ESG投资
国际讨论	<ul style="list-style-type: none"> 利用G7和20国集团的会场来领导有关分类法，过渡金融等方面的国际讨论

资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

2.2.4、监管改革与规范化：强化环境监管、碳交易、碳税制度

加强制定环境监管法规与碳交易市场、碳税等制度。合理制定适用于新技术的法规。日本将致力在全世界内对技术进行标准化，以此拉动内需。同时，政府将通过鼓励大规模的生产投资来尝试降低可再生能源价格。

图 21：制定环境监管法规与碳交易市场、碳税等制度



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

2.2.5、国际合作：碳外交争取更多边、多领域合作

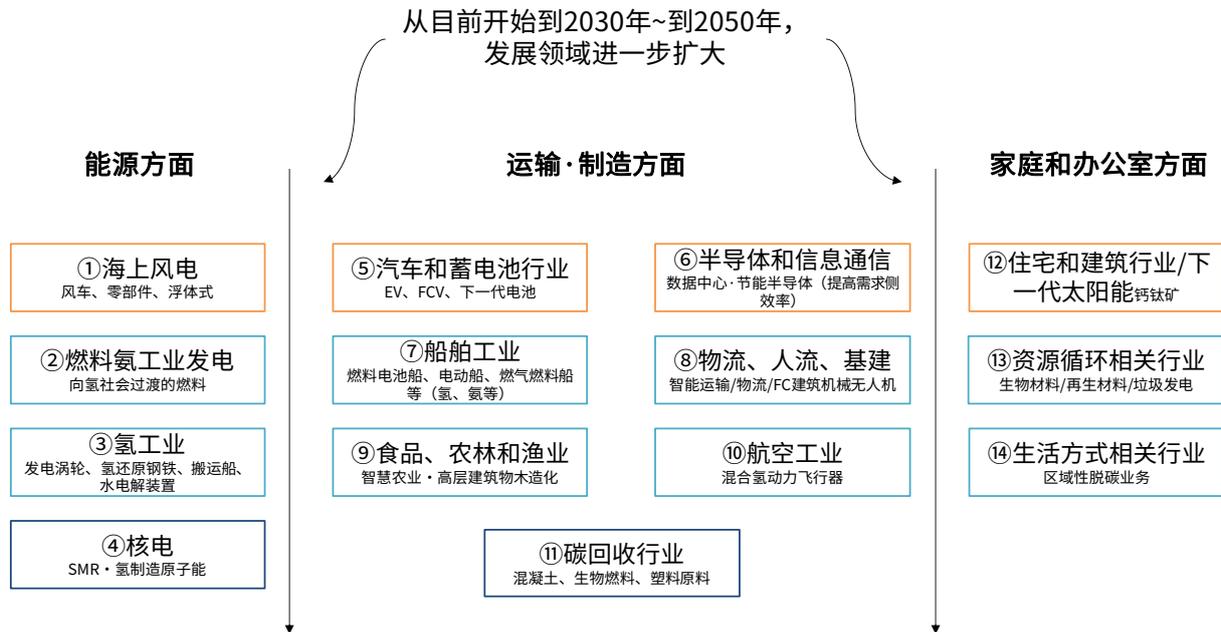
加强与主要国家的合作。《战略》指出，未来日本政府会在创新政策，重点领域技术标准化等方面与欧美各国合作。同时，政府也会同广大新兴国家与国际组织（如 IEA、ERIA）进行合作，从争取市场的角度推进双边与多边合作。

举办国际会议，增强国际传播与合作力度。未来日本政府将会密集召开与能源和环境有关的会议，召集世界各国首脑与各个领域的专家，共商碳中和议题。同时，日本政府将向世界宣传绿色增长战略，并努力促进先进科研机构间的交流合作。

3、能源与工业转型是核心：考虑资源约束与维护核心竞争力

如图 22 所示，《战略》中指出的三大相关产业主要涉及 14 个领域。这些领域包括：海上风电、氨燃料、氢能、核能、汽车和蓄电池、半导体和通信产业、船舶、交通物流和基建、食品农林和水产、航空、碳循环、下一代住宅，商业建筑和太阳能、资源循环以及生活方式。

图 22: 14 个重要领域



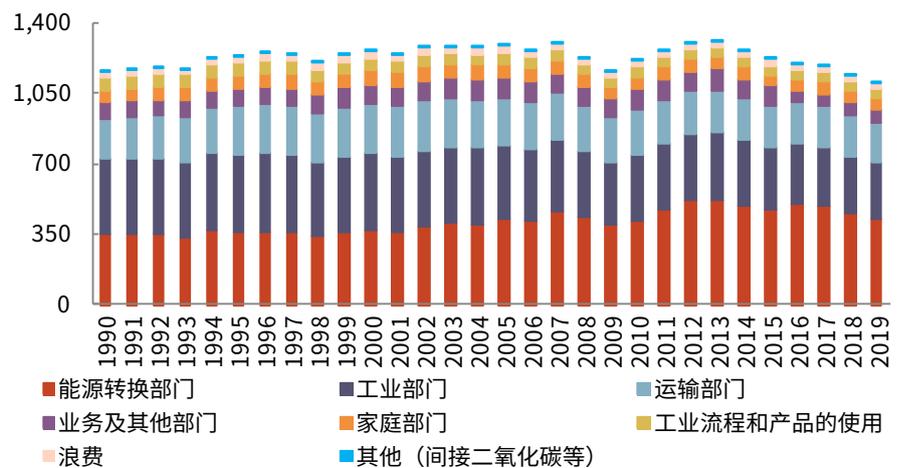
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

分行业来看：

以发电为代表的能源部门是最大的排放部门，其次是工业和运输。

2011年福岛核事故后，日本加大了化石燃料的使用比例，造成能源部门的二氧化碳排放量快速上升。2013年后，由于核电重启和可再生能源使用比例扩大，发电部门碳排放量下降，带动整体碳排放量下降。

图 23: 分部门碳排放量



资料来源：日本环境省、光大证券研究所；单位：百万吨 CO2

以 2016 年为例，二氧化碳排放量中约有 93.4% (11.26 亿吨) 为能量来源，其余为非能量来源。

以能量来源的二氧化碳来源解析：

- 1) 工业：占比 37%，其中钢铁、化工、机械制造分别占 40%、14%、10%；
- 2) 运输：占比 19%，其中汽车（客运）、汽车（货运）占比较大，分别占运输板块的 50%、36%，船舶、航空、铁路占比较小，分别为 5%、5%、4%。
- 3) 商业：占比 19%，其组成较为分散，占比较大的为批发零售（22%）、医疗/福利（14%）；
- 4) 家用：占比 16%，其中家电和照明占家用板块碳排放量的一半以上，热水供应站 25%。

图 24：能源起源 CO2 排放量的排放源分析 (2016 年度)

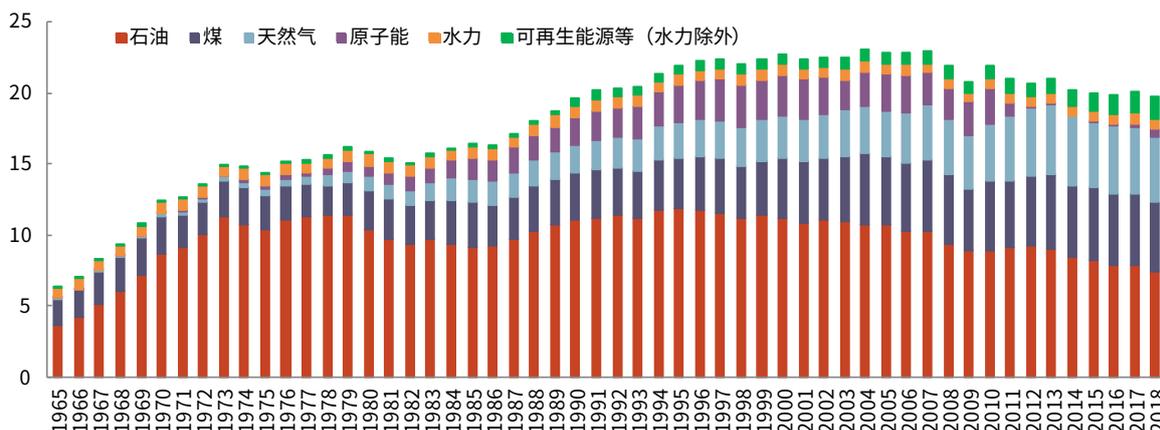


资料来源：日本环境省、光大证券研究所

3.1、 能源：可再生能源为主、核能为辅，重点扶持氢/氨

从一次能源结构来看,经历了两次石油危机后,日本加大了煤和天然气的使用量,逐步削减石油的使用量。

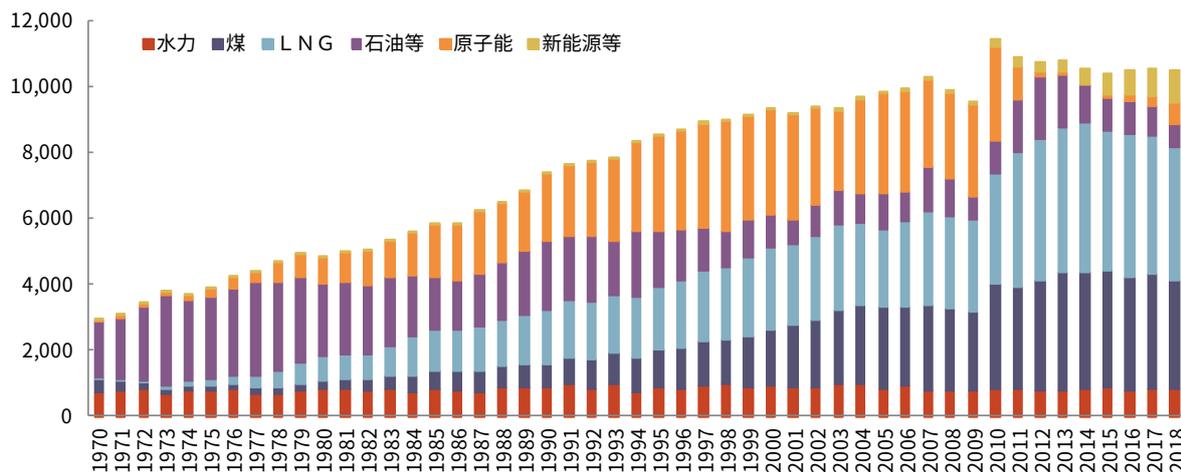
图 25：一次能源结构



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；单位：10¹⁸J

从发电量结构来看,煤电、LNG 发电占比逐年提升,近年来保持稳中有降;石油发电占比减小,但在 2011 年福岛核事故后,石油发电占比短暂回升。2013 年以来,核电、新能源发电占比快速提升。2013-2018 年,新能源发电占总用电量的比例由 3.5%提升至 9.2%;2014-2018 年,核电占总用电量的比例由 0%提升至 6.2%。

图 26：发电量结构

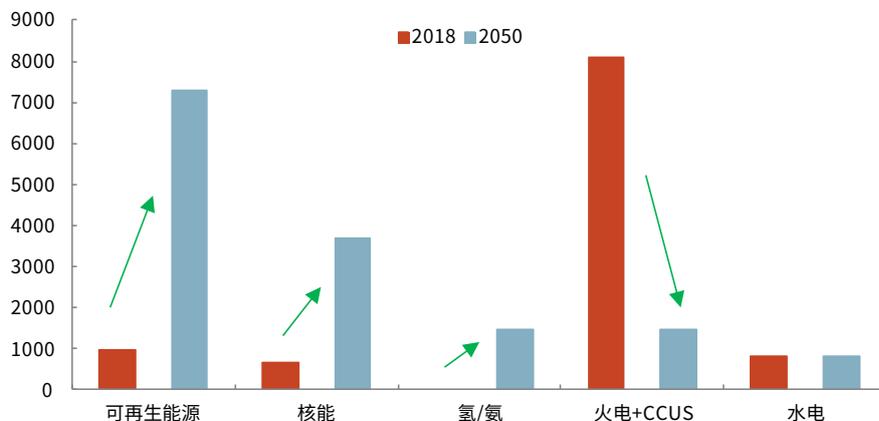


资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；单位：亿千瓦时

按照《2050 年碳中和绿色增长战略》，假设 2050 年电力需求增长 40%，总电量中可再生能源占比 55%，核能占比 25%，氢/氨发电占比 10%，脱碳火电占比 10%。

则相比 2018 年,2050 年可再生能源增幅 656%, 年化增速 9.6%;核能增幅 467%, 年化增速 8.2%; 火电降幅 82%, 年化增速-7.5%。

图 27: 2018 年与 2050 年各能源发电量



资料来源: 日本经济产业省、光大证券研究所预测; 单位: 亿千瓦时

因此, 日本政府对可再生能源 (特别是海上风电)、氢能、氨燃料、核能做出了详细规划。

表 1: 能源相关产业发展战略

类别	要点	具体内容
海上风电	创造具有吸引力的国内市场	政府应当明确引入投资的目标, 并稳步推进相关项目的形成 (可参考《可再生能源海域利用法》)。实施目标: 2030 年 10GW, 2040 年 30~45GW
	促进投资, 形成供应链	产业界应当提高国内购率, 并努力降低成本; 国内采购率目标: 2040 年 60%; 降本目标: 2030~2035 年 8~9 日元/kWh
	开发下一代技术, 扩大国际合作	首先将推进下一代技术开发, 并着眼于亚洲的发展。其次, 展望未来亚洲市场的发展, 通过政策对话和国际示范等活动促进政府间合作关系的简历和国内外企业的合作
氨燃料	氨利用 (混燃火力发电)	2030 年普及 20%氨与煤炭混燃, 2050 年实现纯氨燃料发电; 在东南亚等地区大力推广相关技术, 并与国际机构合作, 在多边会议上进行讨论; 同时, 注重利用日本国际合作银行等机构的融资, 借此融资机会主导氨燃料国际标准
	氨供给	建立日本可以控制的采购供应链 (2050 年规模为 1 亿吨); 到 2030 年, 降本目标: 低于目前的天然气价格, 10 日元/Nm3
氢能	氢利用	对于氢能发电涡轮机, 2050 年全球累计达到 3 亿千瓦 (规模为 23 万亿日元), 日本将支持相关设备的商用化; 对于氢燃料汽车, 2050 年全球累计达到 1500 万辆 (规模 300 万亿日元), 政府将加速氢燃料电池和加氢站的规模化应用
	氢运输 (液化氢运输船等)	2050 年国际氢交易市场达到 500 万吨每年 (5.5 万亿日元每年)。政府将力争在 2030 年前实现商用化, 将相关设备国际化, 投资海外港口, 评估国内港口技术。成本目标: 30 日元/Nm3
	氢生产 (水电解等)	2050 年电解设备全球规模达到 88GW 每年 (4.4 万亿日元每年)。日本将通过规模生产和技术升级降低成本, 提升国际竞争力。同时, 对标欧洲等国标准, 对设备进行评估, 以降低进入海外市场的障碍。此外, 政府还将实施评估氢能需求变化, 促进廉价电力利用
核能	小型规模化反应堆 (SMR)	综合考虑安全性等, 支持日企在 2030 年前开始运营国外示范项目合作, 并在国外先进法规的基础上参与技术开发与示范。同时, 日企将开展 SMR 安全性示范工作, 已获得主要供应商地位
	高温气冷堆	利用高温气冷堆开发高温制氢技术, 到 2030 年生产大量廉价无碳氢。综合考虑安全性经济性等, 支持日企技术开发与示范, 包括组件联合项目执行体。不仅如此, 日本还将与其它国家的有关机构合作, 推广其标准与技术
	核聚变	继续积极参加国际热核聚变反应堆计划 (ITER), 并开展日本核聚变原型堆建设计划, 推动开发核聚变反应堆的高温热生产无碳氢技术。国际上, 加快与国外企业的项目合作

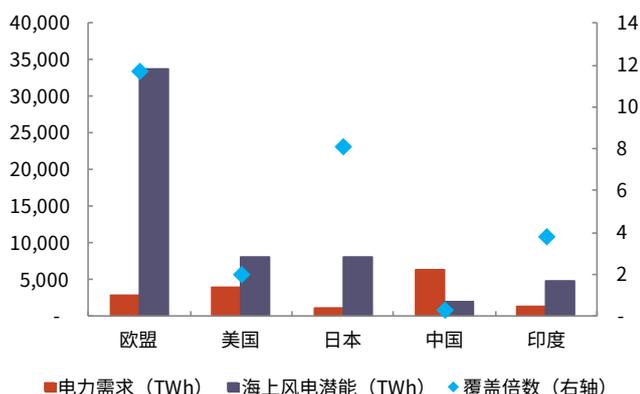
资料来源: 日本环境省、光大证券研究所

3.1.1、海上风电：扩规模降本，发展国内供应链

规划目标

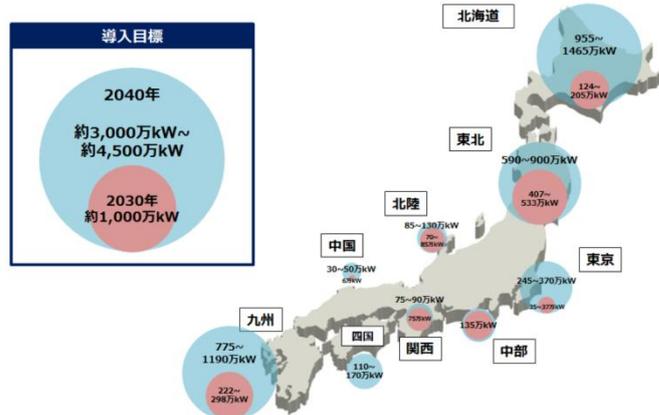
日本将海上风电置于能源领域规划的第一位。主要由于日本的岛国地形，使其拥有丰富的海上风电潜能。根据 IEA 数据，其海上风电潜能超过总用电需求的 8 倍，覆盖度仅次于欧盟。

图 28：2018 年海上风电潜能覆盖电力需求倍数



资料来源：IEA、光大证券研究所

图 29：候选海上风电场

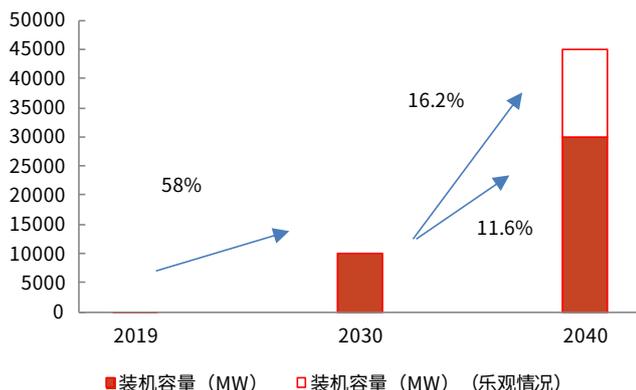


资料来源：GWEC、光大证券研究所

主要目标包括装机规模和降低成本两方面：

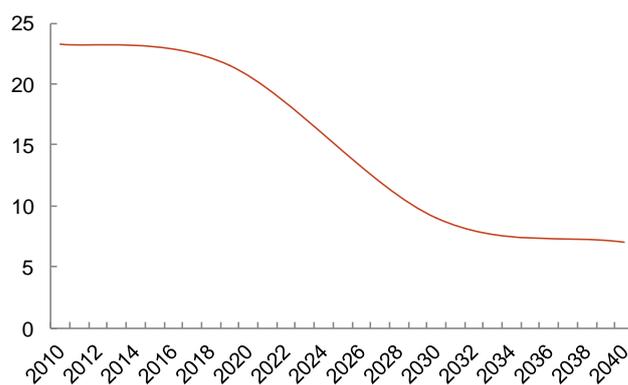
- ✓ **装机规模**：2019 年底仅有 66MW，2020 年 1 月有 14.8GW 的计划在进行环境评估。2030 年装机容量 **10GW**，2040 年达到 **30-45GW**；
 - ✓ **降低成本**：2018 年发电成本约为 22 日元/千瓦时，2019 年 FiT 收购价格为 36 日元/千瓦时；2030-2035 年间成本削减至 **8-9 日元/千瓦时**。
- 因此，未来十年将是日本海上风电快速扩大规模、快速降本的阶段。

图 30：日本海上风电装机规模



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

图 31：日本海上风电装机 LOCE 成本



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；截止 2040 年，单位：日元/千瓦时

图 32：海上风电行业增长战略时间表

①海上风能行业
增长战略时间表

- 实施阶段： 1. 开发阶段 → 2. 示范阶段 → 3. 扩大部署和降低成本阶段 → 4. 独立商业阶段
- 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
创造有吸引力的国内市场 国家目标 ●2030年 10GW ●2040年 30~45GW	通过公私理事会创造公私合一的需求（国家致力于实施目标，私营部门承诺实现国内采购率和成本降低目标）							
	根据《可再生能源海域使用法》公开招标（预计引进1GW/年，2030年10GW）					(2040年30~45GW) ※ 包括浮体式		
	国家主导的社会示范（风况、地质等的前期调查）		形成推送类型项目（建立日本版中央系统）					
	制定第一个总体规划，具体研究直流输电					连接风力发电适地和电力需求地的系统维护		
	稳步发展基地港口							
投资促进供应链形成 私人目标 ●国内采购比率 2040年60% ●2030~2035年发电成本8-9日元/千瓦时	形成具有竞争力和竞争力的国内供应链（制定行业目标并稳步执行）					2030~2035年 发电成本8~9日元/千瓦时		2040年 国内采购比率60%
	供应商竞争力							
	通过JETRO提供匹配支持，为国内采购提供补充，通过强化公开招标促进稳定采购							
	考虑支持供应链建设							
	推进制度改革（安全审查合理化、改革法规等）		进一步推进制度改革					
	制定人力资源开发计划					促进人才培养		
基于亚洲发展的下一代技术开发和国际合作	制定技术开发路线图					浮体式的商业化与扩展		
	下一代技术开发，如浮体式（利用基金）					为海外扩张提供融资支持（NEXI/JBIC支持）		
	促进双边对话、联合研发和国际示范，以扩大海外业务							
	浮体安全评估方法的国际标准化							

资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

实现路径

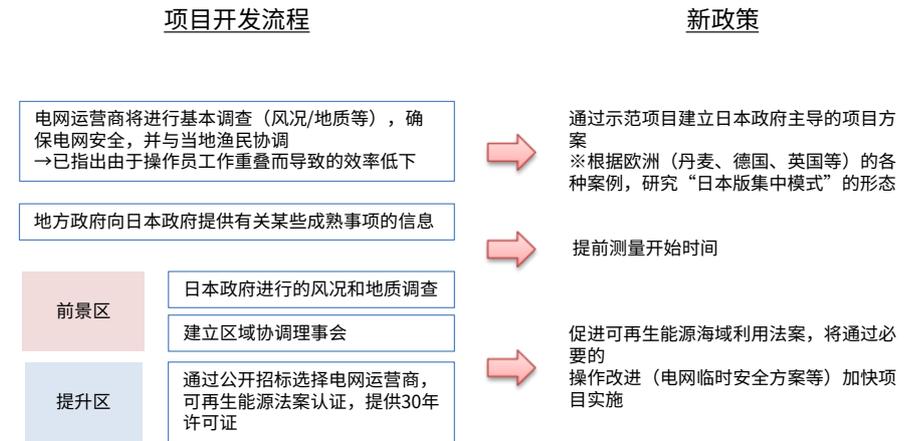
2019年4月，《促进海域利用可再生能源法案》生效，旨在扩大海上风电的引进。2020年7月，日本政府成立“提高海上风电产业竞争力的公私合营委员会”。

相关目标主要有：

1) 建立有吸引力的国内海上风电市场，以吸引国内外投资

政府将在招标流程上做出优化，尝试“日本版集中模式”，以加快项目落地，同时加大电网/港口基础设施投资力度。

图 33：日本政府主导的推送式项目方案介绍（日本版集中模式）



资料来源：日本自然资源与能源局、光大证券研究所

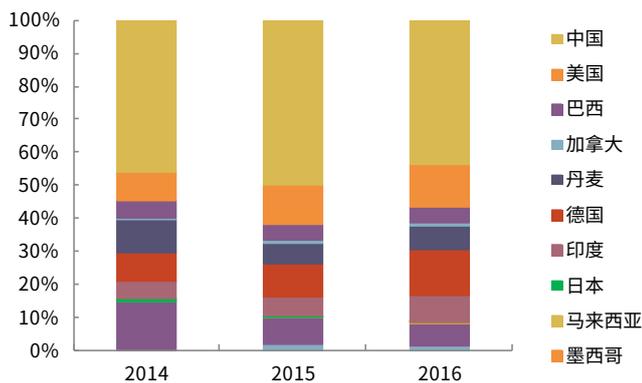
2) 通过建立基础设施促进投资，发展具有竞争力和弹性的国内供应链

正如日本政府在《2050 年碳中和绿色增长战略》所说，节能减排将会是新的增长机会，而非过去所认为的制约经济增长的阻力。

利用海上风电产业吸引投资，并发展国内产业链，对于日本政府来说十分具有吸引力。目前日本在风电产业基础较弱，全球份额低于 1%，且国内没有风机制造基地。

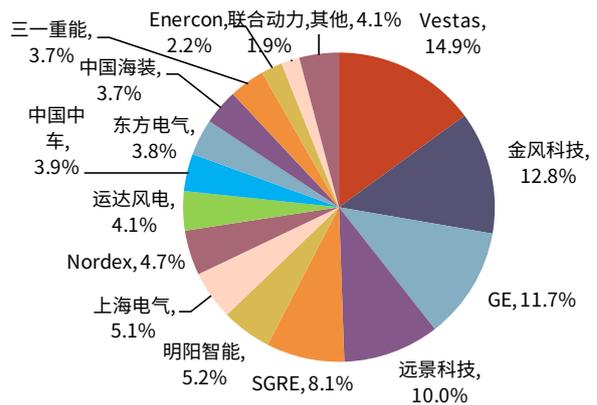
因此，《2050 年碳中和绿色增长战略》设定了国产替代目标，即到 2040 年将日本国内采购比例提高到 60%。与此同时，日本政府将加快港口、输电线路等基础投资，以吸引国际技术投资。

图 34：风电产业链全球生产份额



资料来源：清洁能源制造分析中心、光大证券研究所

图 35：2020 年全球前 15 大风机整机商及装机容量市场份额



资料来源：Wood Mackenzie、光大证券研究所

图 36：加快建立海上风电国内供应链

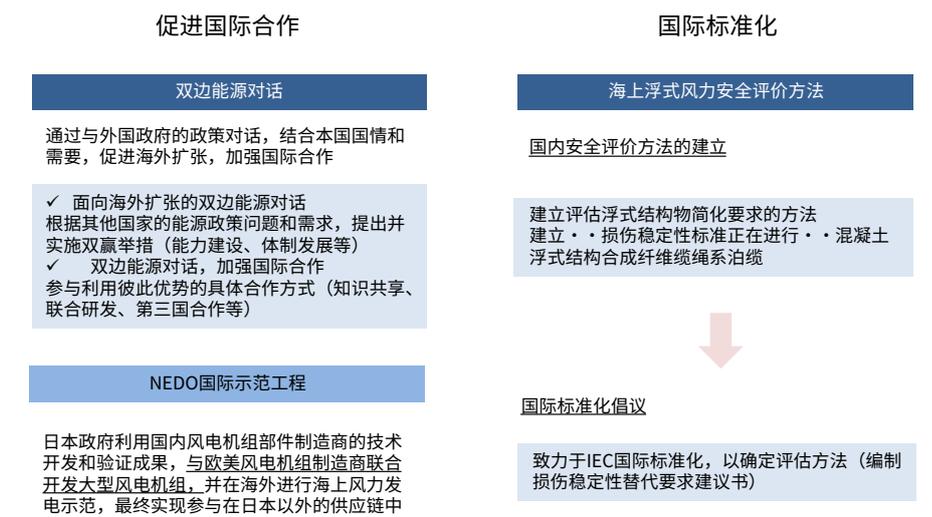


资料来源：日本自然资源与能源局、光大证券研究所

3) 致力于下一代技术开发与国际合作，扩张亚洲及世界市场

国际合作方面，主要目的在于加强海外市场扩张，通过与欧美风电机组制造商联合的方式参与国际市场。此外，计划在新式海上浮式风电技术的标准化方面加强话语权。

图 37：海上风电市场国际合作



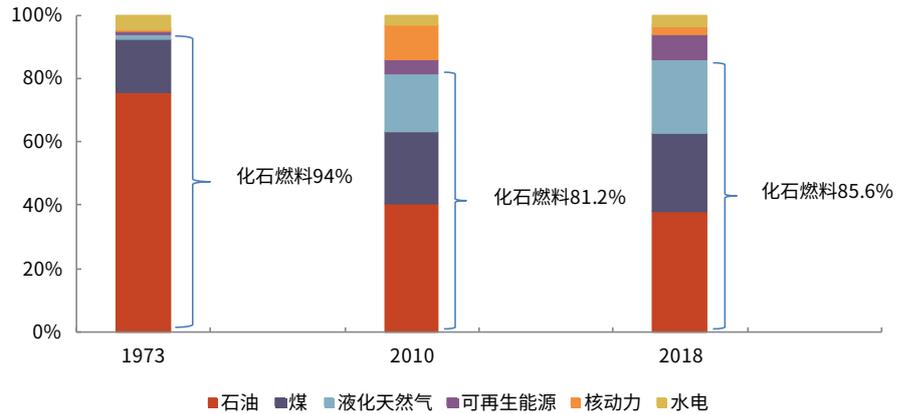
资料来源：日本自然资源与能源局、光大证券研究所

3.1.2、核能：后福岛时代的能源政策考验，中长期地位确立

日本面临严重的能源约束

对于日本来说，能源方面的资源约束比较明显。经历了第一次石油危机后，日本开始扩大 LNG（液化天然气）的使用比例，同时提高核电比例。但是日本仍然严重依赖化石能源。

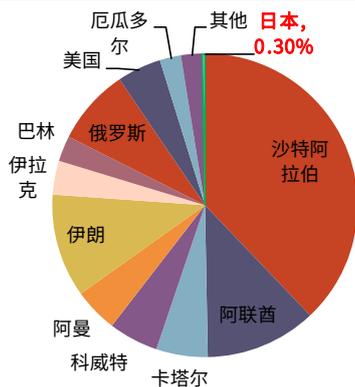
图 38：核电关停后扩大了 LNG 与石油的使用



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

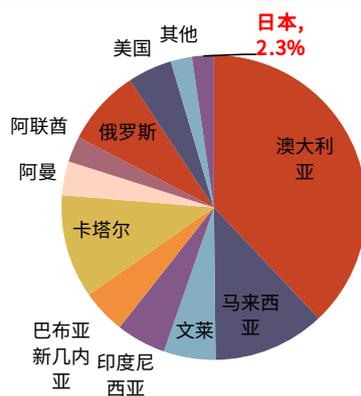
在化石燃料方面，日本绝大多数消费依赖进口。2019 年，日本对进口石油、进口 LNG、进口煤炭的依存度分别达到 99.7%、97.7%、99.5%。

图 39：2019 年日本原油供应结构



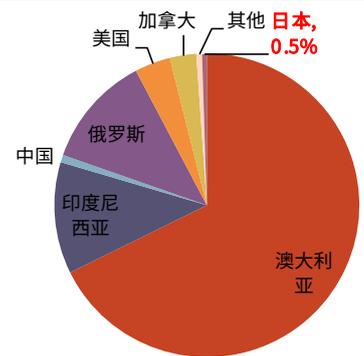
资料来源：Wind、光大证券研究所

图 40：2019 年日本 LNG 供应结构



资料来源：Wind、光大证券研究所

图 41：2019 年日本煤炭供应结构



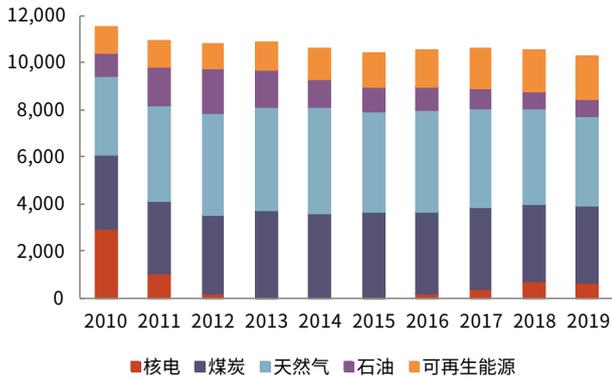
资料来源：Wind、光大证券研究所

福岛事件后核电关停，负面效应明显

福岛事件后，日本的核电发电量迅速下降，核电开工率于 2014 年达到 0%。但核电的缺位给日本带来了巨大的压力。

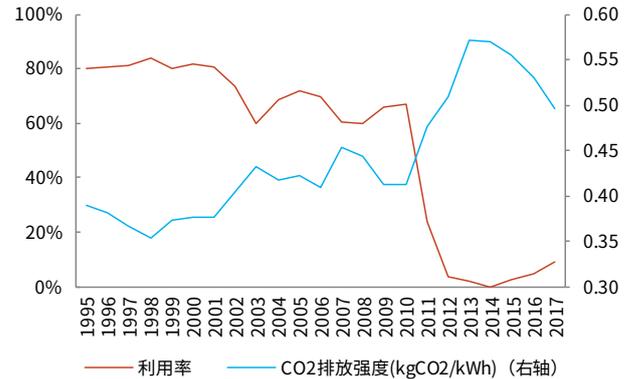
气候方面：由于核电关停，化石燃料发电比例被迫提升，日本的发电碳排放强度迅速提升，由 2010 年的 0.41 kgCO₂/kWh 提升至 2014 年的 0.57 kgCO₂/kWh，提升幅度达到 38%。

图 42：日本发电量结构



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；单位：亿千瓦

图 43：核电利用率下降后电力碳排放强度快速上升



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

经济方面：由于需要额外进口化石燃料，导致日本贸易账户迅速转负，到 2013 年达到-145 亿日元。JAIF（日本原子工业论坛）表示，增加的燃料进口每年花费约 3.8 至 4.0 万亿日元（400 亿美元）。

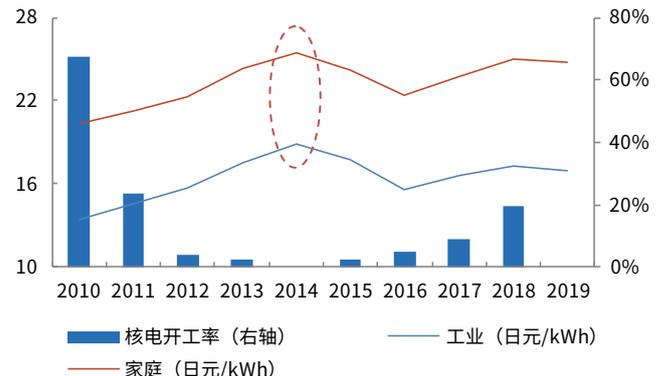
此外，由于发电成本的提升，2014 年日本工业和家庭电价分别较 2010 年提升 41%和 25%。

图 44：进口化石燃料增加导致贸易逆差



资料来源：日本统计局、光大证券研究所；单位：十亿日元

图 45：核电关停造成电价提升



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

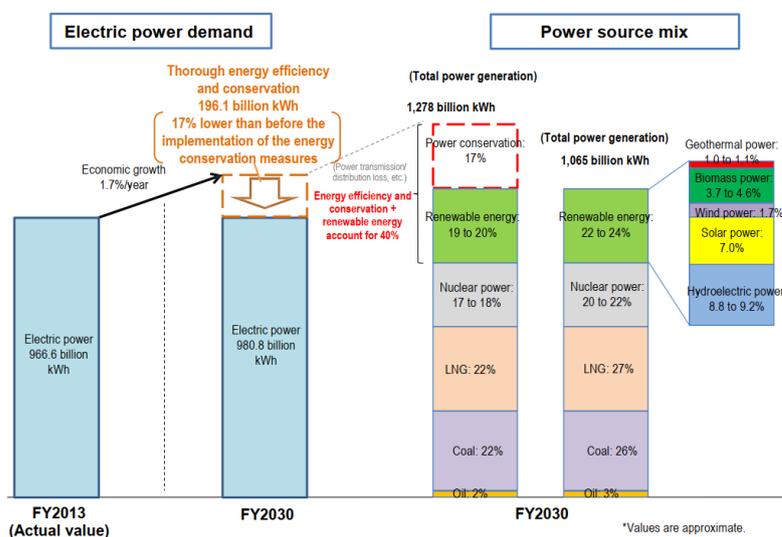
立场反转，核电中长期地位重新确立

由于核电关停带来的负面影响，2012年底，新上台的自民党政府与国家政策研究所一起迅速废除了 Enecan（民主党内阁办公室成立的能源与环境理事会，曾建议逐步淘汰核电）。

2015年6月，政府批准了《2030年发电计划》。到2030年，核电将占20-22%，可再生能源为22-24%，液化天然气为27%，煤炭为26%。其目标是到2030年将CO₂排放量从2013年的水平降低21.9%，并将能源自给率从2012年的6.3%提高到24.3%。

在2018年7月批准的《第5次基本能源计划》中，核电被定义为“**有助于长期能源供应和需求结构稳定的重要基本负荷电源**”，并指出将采取必要措施，实现核电在2030年能源结构中占20-22%的份额。

图 46：2030 年能源计划中核电占 20-22%



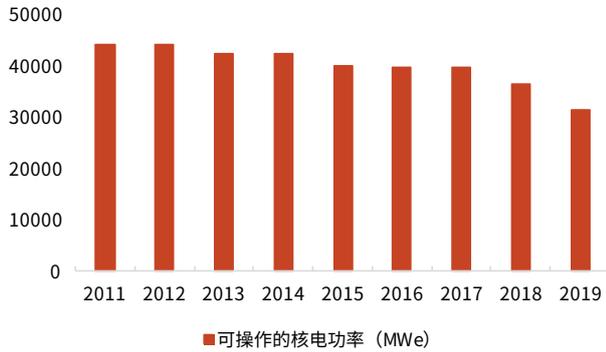
资料来源：日本自然资源与能源局、光大证券研究所

后福岛时代：更安全简单的核能

2011年3月福岛核事故后，日本政府对核电的态度发生了转变。民主党曾于2012年9月推出《创新能源与环境战略》，建议到2040年逐步淘汰核电。但不久后该战略遭到废除。

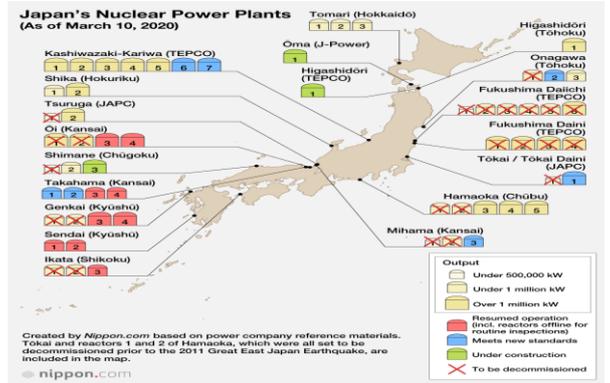
2013年，随着亲核的自民党上台，日本开始加速重启核电。

图 47：日本可操作的核电功率



资料来源：WorldNuclearAssociation, 光大证券研究所

图 48：截止到 2020 年 3 月 10 日的日本核电站分布



资料来源：Nippon.com, 光大证券研究所 (备注：绿色表示正在建设，红叉表示将退役)

图 49：核能增长战略时间表

④核工业
增长战略时间表

- 实施阶段： 1. 开发阶段 → 2. 示范阶段 → 3. 扩大部署和降低成本阶段 → 4. 独立商业阶段
- 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

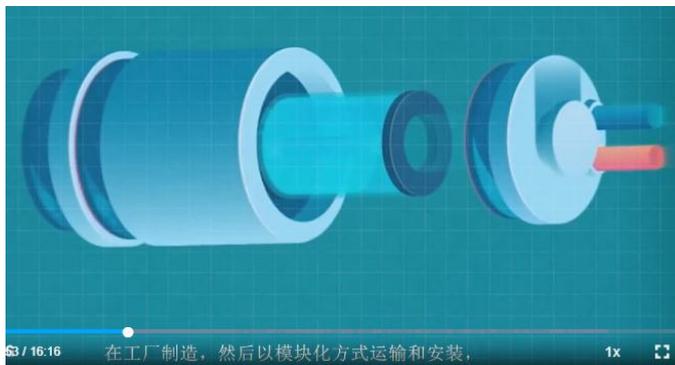
	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
小型反应堆(SMR)	2030年左右美国、加拿大等国家投入实际使用 →日本企业参与海外示范项目					日本公司获得主要供应商地位	通过扩大销售渠道和大规模生产系统降低成本	在亚洲、东欧和非洲的全球扩张
高温气冷堆 [目标成本] 2050年12日元/Nm³	HTTR重新启动	利用HTTR进行“固有安全”验证的测试	开发高温过程热制无碳氢技术			无碳制氢生产设施与高温气冷堆的组合示范		通过扩大销售渠道和量产降低成本
	利用出口温度达世界最高950°C的高温气冷堆推进国际合作					实用化规模示范		
	开发高温过程热制无碳氢技术（热化学碘硫循环法、甲烷热分解法等）							
核聚变	在国际合作下建造核聚变实验反应堆（ITER）和各种设备				开始实施ITER •面向核聚变反应的等离子体控制试验	ITER核聚变开始运转 •氦-氟燃烧控制/工程测试 核聚变工程技术示范		实际应用规模所需的证明
	用JT-60SA作为ITER的互补实验平台 原型反应堆概念设计与关键技术开发					原型反应堆的工程设计与实际规模化技术开发		
	推进人才培养和学术研究							
	到2030年左右，美国和英国的合资企业将实现实际应用目标 日本风险投资公司作为研发和供应商参与海外项目，并交付设备							

资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

尽管日本政府开始重启核电，但在技术路线上采取了更加安全的小型模块化反应堆（SMR），其在设备中引入被动停止原理，同时可以在工厂制造，模块化运输和安装，实现了成本更低、安全性更高、操作更简单。

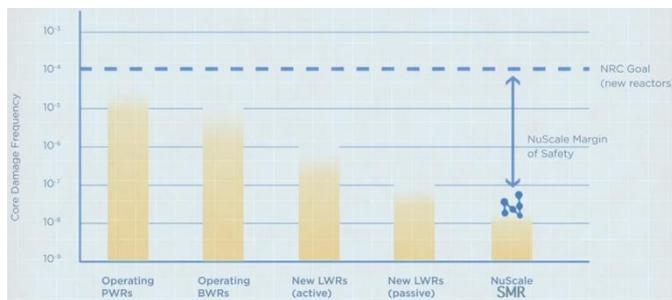
根据《战略》，日本计划在 2030 年前成为 SMR 全球主要供应商，2050 年业务拓展到全球主要市场地区。

图 50：模块化生产和组装



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

图 51：SMR 反应堆安全边际更高



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

3.1.3、氢/氨：锂资源约束下的优先选择方向

氨燃料：向氢能过渡的脱碳燃料

氨燃烧不会产生 CO₂，在向氢社会过渡的时期，其与煤炭的混烧是主要的脱碳燃料。《战略》认为，日本应当尽早掌握氨与煤炭混燃技术，并加以国际化推广，形成产业链，占据国际氨市场主导地位。

✓ 扩大规模：

针对燃料氨，在 2050 年创造 1.7 万亿日元的市场规模，目标是建立一个日本可控的全球 1 亿吨的采购供应链。

✓ 降低成本：

2018 年，日本氨发电成本约为 23.5 日元/千瓦时，如果与煤炭混合发电，预计发电成本约为 12.9 日元/千瓦时；2030 年，氨燃料作为混合燃料在火力发电的使用率达到 20%，成本为 10 日元/Nm³。

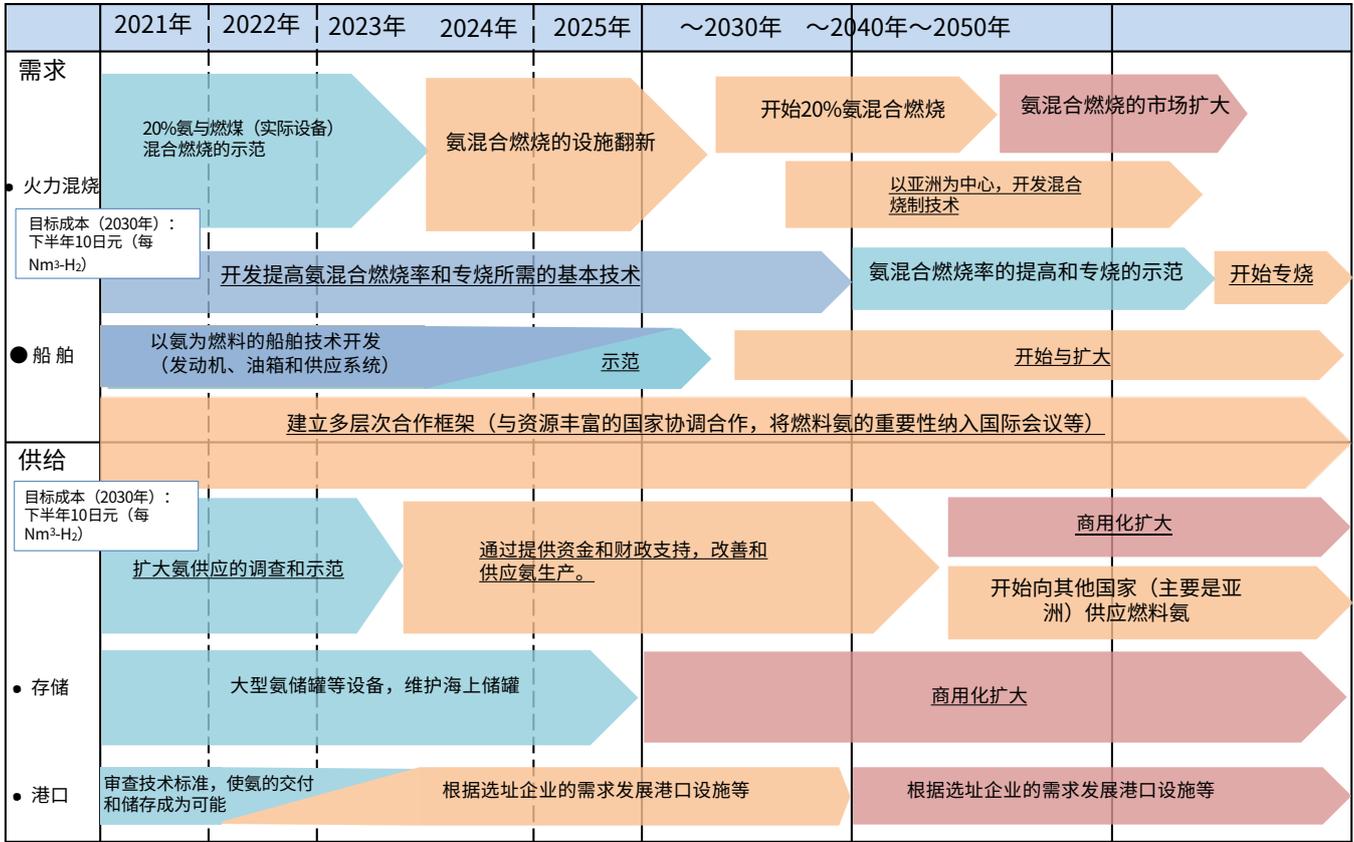
✓ 国际推广：

如果混合烧技术能在东南亚 10%的煤炭火电中应用，《战略》预计将会有 5000 亿日元的投资规模。

图 52：氨燃料行业增长战略时间表

②燃料氨工业
增长战略时间表

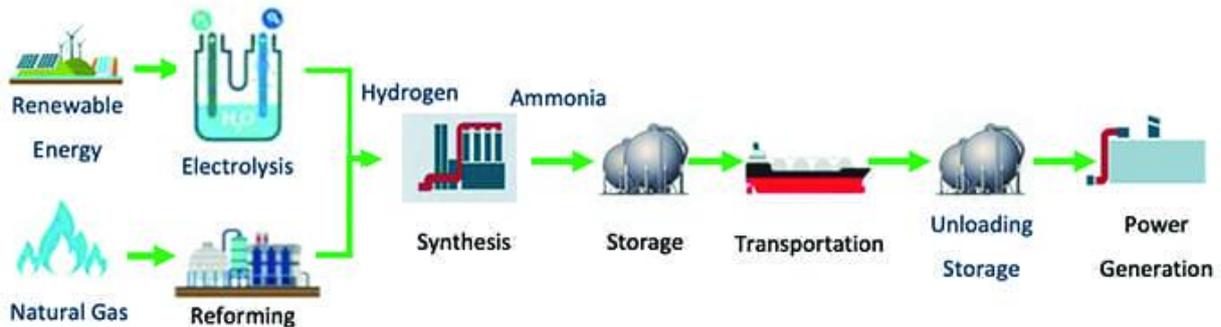
- 实施阶段： 1. 开发阶段 2. 示范阶段 3. 扩大部署和降低成本阶段 4. 独立商业阶段
- 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

根据 JERA 发电厂公布的 2050 零碳路线图，将于 2030 年代中期达到 20%的氨混烧率，到 2040 年代转向使用 100%的氨燃料发电。

图 53：氨生产、运输、发电流程示意图



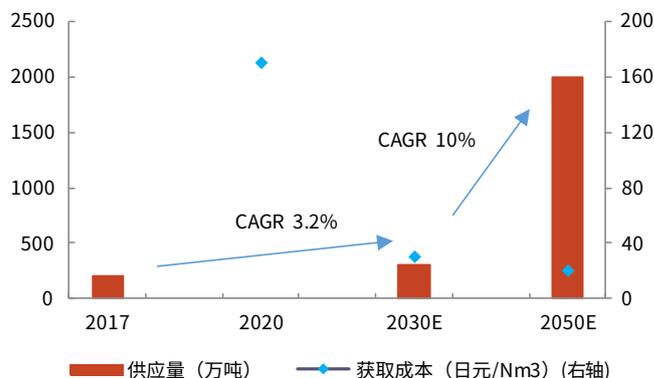
资料来源：POWER

图 55：氢能使用潜力与资源潜力



资料来源：Hemade 咨询

图 56：氢气供应量与成本预测（日本经济产业省）



资料来源：日本经济产业省规划、光大证券研究所

1) 氢能的获取：打造国内+国际低成本供应链

国内低成本供应

福岛光伏制氢项目

2018 年 8 月，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）、东芝能源系统、东北电力及岩谷产业合作在福岛县开始试点建设可再生能源制氢示范项目——福岛氢能研究基地项目。

作为日本政府经济产业省下面的独立行政法人机构，NEDO 负责技术研究，东芝公司负责制氢设备的研制，东北电力公司负责太阳能发电与大数据管理，岩谷产业公司负责生产与氢能输送。

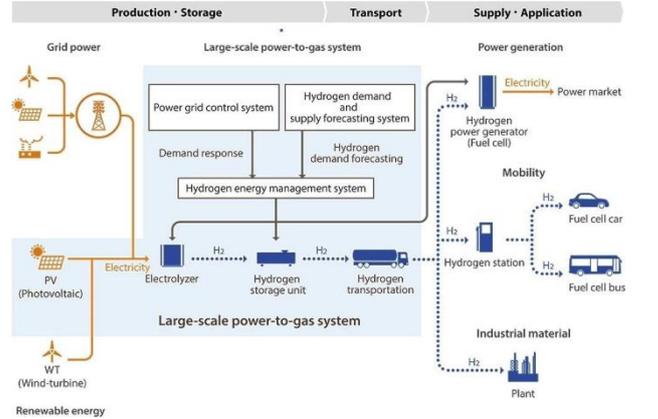
项目配备 20MW 的光伏发电系统以及 10MW 的电解槽装置，每小时可产生高达 1200 标方的氢气（额定功率运行）。项目占地 220,000 平米，其中光伏电场占地 18 万平米，研发以及制氢设施占地 4 万平米。

图 57：福岛光伏制氢项目



资料来源：电能革新公众号、光大证券研究所

图 58：福岛光伏制氢项目



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

表 2：技术参数目标值

		板块	单位	2020	2030
碱性水电解	系统	能源消耗	kWh/Nm ³	4.5	4.3
		设备费	10000 日元/Nm ³ /h (10000yen/kW)	34.8 (7.8)	22.3 (5.2)
		维修费	日元/(Nm ³ /h)/年	7,200	4,500
	电堆	衰退率	%/1000h	0.12	0.1
		电流密度	A/cm ²	0.7	0.8
		钴含量	mg/W	3.4	0.7
聚合物质子膜 (PEM) 电解	系统	能源消耗	kWh/Nm ³	4.9	4.5
		设备费	10000 日元/Nm ³ /h (10000 日元/kW)	57.5 (11.7)	29.0 (6.5)
		维修费	日元/(Nm ³ /h)/year	11,400	5,900
	电堆	降解率	%/1000h	0.19	0.12
		电流密度	A/cm ²	2.2	2.5
		催化剂中的贵金属 (PGM)	mg/W	2.7	0.4
		催化剂中的贵金属 (铂)	mg/W	0.7	0.1
	其他	热启动	Sec	2	1
		冷启动	Sec	30	10
足迹		m ² /MW	100	45	

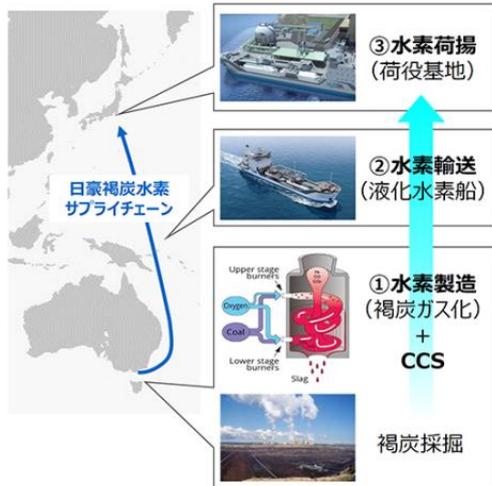
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

国际能源供应链

世界上第一个“褐煤氢示范项目”已经开始对澳大利亚存在的大量廉价褐煤（低质量煤）进行氢化，然后将其出口到日本。日本壳牌技术研究协会“CO₂无氢供应链推进机”（HySTRA）参与了该项目。

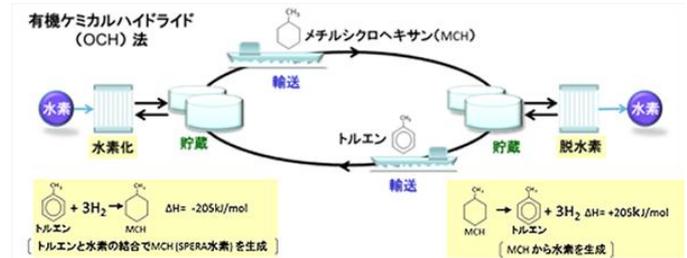
此外，在日本和文莱之间，已开始建立一个供应链项目，该供应链可将文莱获得的氢气在常温常压下转化为液态有机氢化物，然后通过海上运输。千代田公司、三菱公司、三井物产株式会社和日本邮船株式会社已经建立了下一代氢能链技术研究协会（AHEAD），以促进这一计划的实施。

图 59：澳大利亚“褐煤氢示范项目”



资料来源：日本自然资源与能源局、光大证券研究所

图 60：文莱“使用有机氢化物建立供应链”



资料来源：日本自然资源与能源局、光大证券研究所

2) 氢能利用：关注燃料电池汽车与分布式能源

氢能发电方面，日本的目标是使氢能发电以及相关国际氢供应链技术商业化，并在 2030 年左右将单位氢能发电成本降至 17 日元/kWh，达到与 LNG 发电相同水平。

氢燃料汽车方面，日本计划到 2030 年推广 80 万辆 FC（燃料电池汽车）。

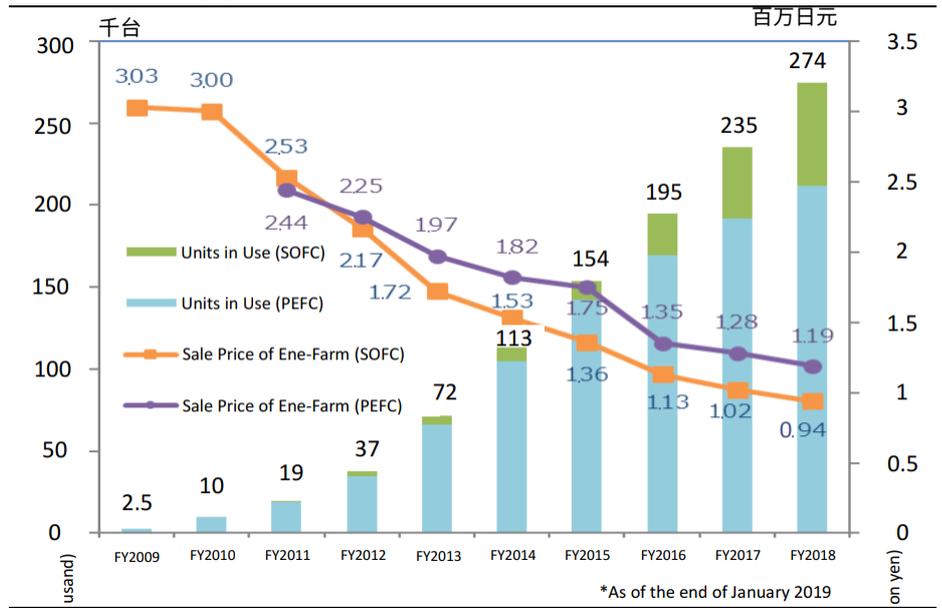
图 61：日本氢能利用现状及目标

	FC Trucks	FC Bus	FC Forklifts	FC Cars	Refueling Station	Electrolyzer	Stationary FC
Current Status	--	99	250	3,947	161	--	333,712
Target					26 in Progress		
by 2020	--	100	500	40,000	160 (Alkaline)	4.5 (PEM)	4.9 --
by 2025	--	--	--	200,000	320	--	--
by 2030	--	1,200	10,000	800,000	--	(Alkaline) 4.3 (PEM) 4.5	5.3 Mil kWh/Nm3

资料来源：IPHE、光大证券研究所

燃料电池方面，日本于 2009 年成为世界第一个销售家用燃料电池 (Ene-Farm) 的国家，技术路线上主要包括标准聚合物电解质燃料电池 (PEFC) 和标准氧化物燃料电池 (SOFC)。2019 年末累计销量已超过 30 万台，2030 年计划 530 万台。

图 62：家用燃料电池推广情况



资料来源：日本自然资源与能源局、光大证券研究所

日本的燃料电池已进入普及应用阶段，包括在家庭和工商业分布式电源方面。如松下“能源农场”家用燃料电池，在发电的同时提供热水、供暖功能。

而三菱日立动力系统（MHPS）结合了已在市场上用于商业和工业用途的固体氧化物燃料电池（SOFC）和微型燃气轮机（MGT），将城市燃气在 SOFC 中重整提取氢气和一氧化碳用来发电。在热电联产（热电联产）的情况下，总效率分别达到 65% 和 73%（蒸汽回收和热水回收）。

图 63：松下“能源农场”（家用燃料电池）



资料来源：松下官网

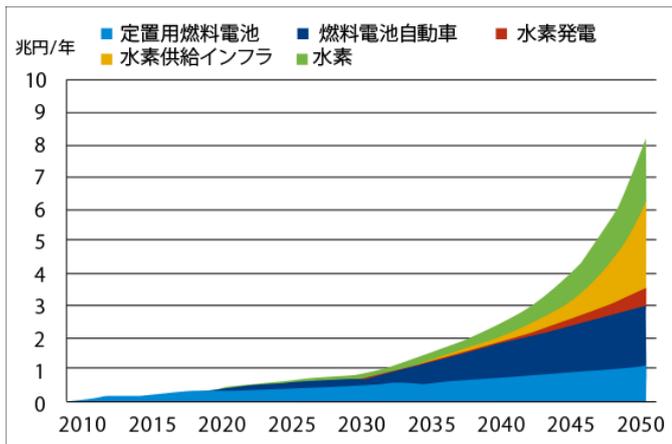
图 64：三菱日立动力系统（MHPS）（工商业用途）



资料来源：三菱官网

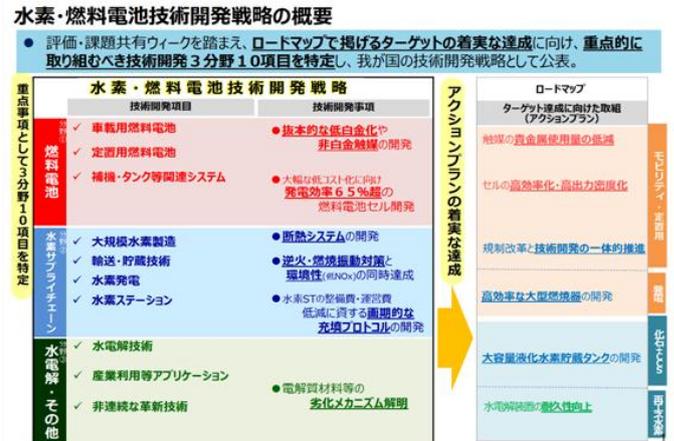
日本在氢能燃料电池方面具有先发优势，如 ENE-FARM 和燃料电池汽车的首次商业化。据日本能源经济研究所测算，到 2050 年，燃料电池汽车、分布式发电等领域市场规模超过 8 万亿日元，创造 3000 万个就业机会。

图 65：燃料电池相关市场规模预测



资料来源：日本能源经济研究所

图 66：日本氢燃料电池技术前沿



资料来源：日本能源经济研究所

3.2、制造业与运输业：强化半导体与新能源车等领域技术、创新能力

3.2.1、产业升级的典范

日本善于利用政策引导、财政/金融倾斜等手段推动产业发展，在其发展过程中先后经历数次产业升级。

产业政策是日本政府主导型市场经济的重要内容，以产业和企业为对象，通过确定重点产业来促进产业的发展，推动了产业结构向更高层次的演进，为战后日本经济的高速增长做出了重大贡献，也使日本成为以产业政策成功推进产业结构优化升级的典范。

——资源环境双重约束下的产业结构升级：日本的经验与启示（孟昌等）

图 67：日本制造业转型

发展时期	主导政策	主导产业
经济复兴时期 (1945—1960 年)	倾斜生产方式、产业合理化、产业扶持与振兴政策	劳动驱动型 纺织，食品，轻型机械
高速增长时期 (1960—1973年)	《关于产业结构的长期展望》： 发展重化学工业、提高产业的竞争能力	资本驱动型 钢铁，煤炭，石化，造船
稳定增长时期的产业政策 (1973—1985 年)	“知识密集型”的产业政策	技术驱动型 汽车，半导体，机械，家电
经济结构调整时期的产业政策 (1985—1990年)	“内需扩大主导型”战略	创新驱动型 电气机械，移动通信，新材料
90年代以来产业政策	《面向21世纪的日本经济结构改革思路》： “新技术立国”和“科学技术立国”	

资料来源：《资源环境双重约束下的产业结构升级：日本的经验与启示》（孟昌等）、光大证券研究所

定量来看，经历数次产业转型后，日本制造业的能耗水平显著下降。

石油危机前：

第一次石油危机之前，日本重点发展重化学工业，提高产业竞争力（关于产业结构的长期展望），重点扶持方向从纺织、食品等劳动密集型产业转向钢铁、石化、造船等资本密集型产业。1965-1973 年日本制造业的能源消耗以年均 11.8% 的速度增长，超过了实际 GDP 的增长速度。

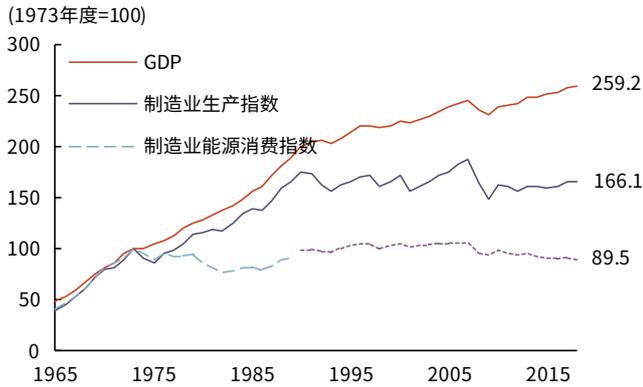
石油危机后：

1973 年第一次石油危机之后，日本转向“知识密集型”导向，汽车、半导体产业兴起，能源消耗呈现下降趋势。1973-1983 年实际 GDP 有所增加，但能源消耗平均每年下降 2.5%。

金融危机后：

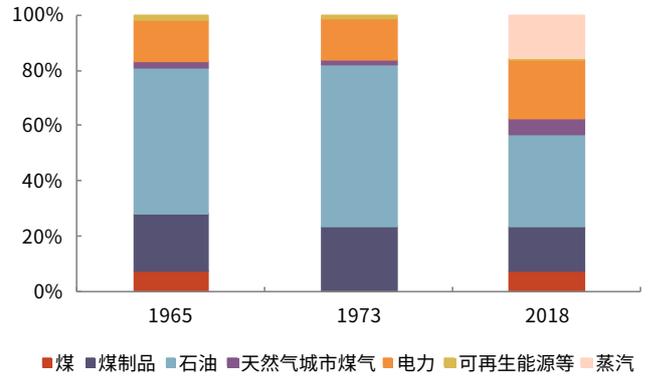
2008 年金融危机导致经济下滑，以及自日本大地震以来在节能方面的进步，制造业的能耗已降至 1973 年水平以下。

图 68：制造业的能源消耗和经济活动



资料来源：日本自然资源与能源局、光大证券研究所；截至 2015 年

图 69：制造业能源消费结构

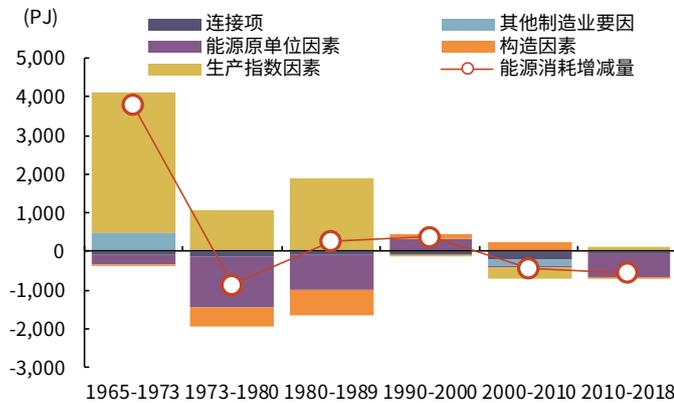


资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

石油危机之后，推动日本制造业在增加生产的同时抑制能源消耗的主要因素是节能方面的进展（能源单位因素）和从材料工业向加工及组装型工业的转移（构造因素）。

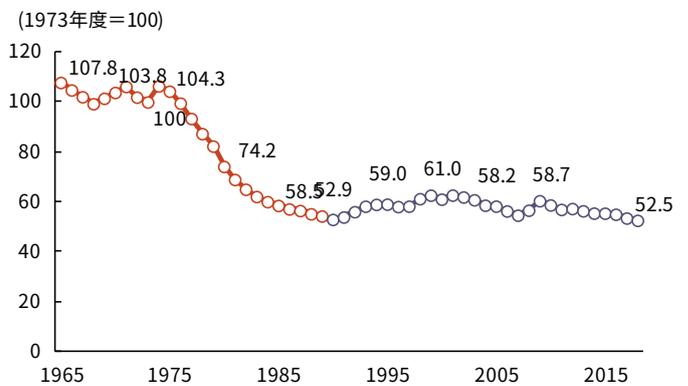
进入 21 世纪，日本的制造业能耗仍处于缓慢下降趋势。2000-2010 年，受金融危机影响，生产指数回落占主导因素；2010-2018 年，单位能耗下降占主导因素，表示日本产业节能进一步推进。

图 70：制造业能源消耗的要因分解



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；备注：生产指数因素与是生产指数变化有关，生产指数的增加是能源消耗增加的主要原因。结构因素与产业结构变化有关。原单位原因与生产量单位能源消耗量变化有关，如推进节能技术

图 71：制造业单位能源消耗的推移



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；截至 2018 年

在《2050 年碳中和绿色增长战略》中，制造业和运输相关产业涉及 7 个领域，横跨一二产业，尤其是当今重要的产业如汽车、半导体、农林牧渔等在经济社会中占有重要地位的传统产业。《战略》认为，实现 7 个领域的碳中和除了对整体碳中和做出突出贡献，还可以帮助日本实现新的产业经济增长点，占据世界市场主流。

表 3：制造业和运输相关产业发展战略

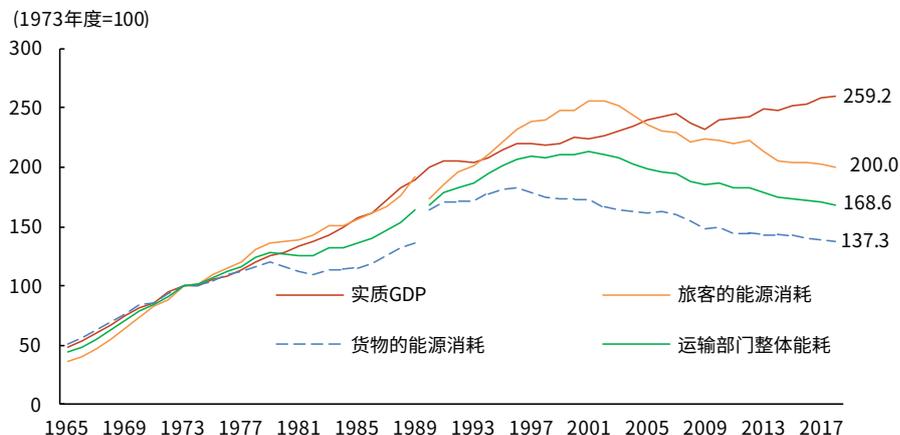
类别	要点	具体内容
汽车和蓄电	电动汽车应用普及	最迟在 2030 年代中期实现电动汽车在新乘用车销售中占比 100%。强化动力电池、燃料电池、发动机等电动汽车相关技术开发，完善供应链、价值链等。同时，变革汽车使用方式
	车用燃料碳中和	支持合成燃料规模化和技术发展，提高现有技术效率和降低成本，开发创新技术和工艺，建立统一的制造
	蓄电池	扩大电池规模降低成本：电动车实现 1 万日元/kWh 以下，光伏储能实现 1 万日元/kWh 以下（含工程费）。通过研发提升全固态锂离子电池等的工艺，形成技术示范。同时，制定相应的规则 and 标准
半导体和通信	数字化绿色（利用数字化节约能源）	推进数字化应用（24 万亿日元相关市场），推进国内数据中心布局和数据中心投资的国内采购（1 万亿日元）；扩大可再生能源电力和安全可靠的基础设施市场，完善 5G 等信息通信基础设施
	绿色数字化（数字设备本身的节能）	首先要开发下一代低功率半导体，2030 年占全球份额 40%（1.7 万亿日元）。2030 年新建数字中心节能 30%
船舶	向无碳替代燃料转换	在面向近距离、小型船只促进氢燃料电池系统和电池推进系统的普及的同时，面向远距离、大型船只推进氢、氨燃料发动机以及附带燃料罐、燃料供给系统等开发和实用化
	提高 LNG 燃料船舶效率	燃料在推进空间效率高的革新性燃料罐和燃料供给系统的开发的同时，将 LNG 燃料与低速航行、风力推进系统等组合，实现 CO2 排放削减率 86%，同时推进利用碳回收甲烷的实际零排放
交通物流和基建	建设碳中和港口	通过数字分配系统减轻港口大门前的拥挤，港口货物装卸机器的燃料电池转换等，建立用于氢、氨、LNG 等燃料容器的燃料供应系统；利用海上风力发电、海上发电，以利用风能发电产生的氢气和蓝色碳生态系统，促进港口和沿海地区企业的脱碳
	部署智能交通，推广自行车出行	推进 MaaS（出行即服务）的普及，促进减少 CO2 排放量的公共交通新技术运输系统，并制定促进自行车推广的计划
	打造绿色物流，提高交通网络枢纽运输效率	促进模式转向采用二氧化碳排放强度较小，联合运输和交付的运输方式，并提高整个供应链的运输效率；加大力度，在配送设施中引入省力设备和可再生能源设备；促进人口稀少地区无人机分配的实际应用；建立必要的环境相关标准以及法规，促进燃料电池列车的部署；修订生态机场指南；致力于创新的运输方式开展国际合作和研究开发，推动道路基础设施网络的改造和道路智能化应用
	实现基础设施和城市空间零碳排放	推进 LED 道路照明灯部署，进一步推进节能化关键技术的开发；支持行驶中充电的技术研发；通过推广案例分析和降低部署成本，为污水热能的利用创造环境；部署“绿色基础设施”并推广
	建筑施工实现碳中和	（短期）将把信息通信技术传播给地方政府的中小型建筑业（2030 年减碳 32000 吨 CO2/年）；为了实现 2050 年的建设目标碳中和，将推动创新型建筑机械（电动，氢，生物等）的普及，以取代柴油发动机（2050 年实现施工碳中和）
食品农林和水产	共同事项	推动对农林和水产业有利的技术开发和普及，实施公共激励制度，完善并制定新的规章制度（含国际标准）；通过技术创新实现食品、农林和水产业生产力提高和可持续性发展，并将其拓展到国外市场
	减少温室气体排放	发展农田、森林和海洋中长期大规模碳储存技术；审查构建本地生产和本地能源消耗型能源系统的必要规定；建立一条智能食品链来提高生产率，减少粮食损失和 CO2 排放；通过促进高层建筑等的建设，开发替代木质材料的改性木质素和 CNF 等新材料
	CO2 吸收和固定	在农田、森林和海洋中长期、大量固碳。加快木材的育种，并利用传感技术等，促进树木的有效发展及其吸收量；开发兼具碳储存效果和土壤改良效果的生物炭材料；开发、保护海藻床、潮间带
航空	电气化	为了确立飞机的电动化技术，将继续推进飞机相关厂家和电机相关厂家的合作研发。到 2050 年，拓展全电动小飞机（20 座及以下）和混合动力飞机（100 座及以下）的核心技术
	氢动力飞机	2030 年前，推动核心技术（储氢罐、燃烧器等）研发；2035 年后氢动力飞机投入使用
	喷气燃料	通过规模化生产降低成本，扩大供给目标。是到 2030 年达到与现有燃料相同的价格（100 元每升），并于其他国家之前实现市场化，扩大具有竞争力的生物喷气燃料等供应；支持合成燃料的技术开发和规模化生产，到 2050 年实现低于汽油价格的成本
碳循环	CO2 制混凝土	到 2030 年实现与现有混凝土相同的价格（30 日元/千克），市场规模 15~40 万亿日元。2050 年具有防锈性能的新产品也可用于建筑业；在国土交通省新技术数据库中登记 CO2 吸收性混凝土，扩大国家和地方政府的公共采购
	CO2 制燃料（藻类生物燃料）	到 2030 年实现与现有航空燃料相同的价格（100 日元/升），仅国内市场 1900 亿日元
	CO2 制化学品（光触媒制塑料原料）	开发具有高转换效率的光催化剂，到 2030 年将制造成本降低 20%，2050 年与现有塑料制品相同价格（100 日元/千克）
	CO2 分离回收	2030 年世界市场规模达到 6 万亿日元/年，CO2 分离回收的技术用途扩展到 EOR（石油增产）以外；2050 年世界市场规模扩大到 10 万亿日元每年，日本力争占据 3 成份额（约 25 亿吨 CO2），并实现大气中直接回收 CO2 技术的实用化

资料来源：日本环境省、光大证券研究所

3.2.2、新能源车战略选择

2000 年前后，日本运输部门的能耗水平见顶，并与 GDP 增长脱钩。

图 72：2000 年前后日本运输部门能耗见顶

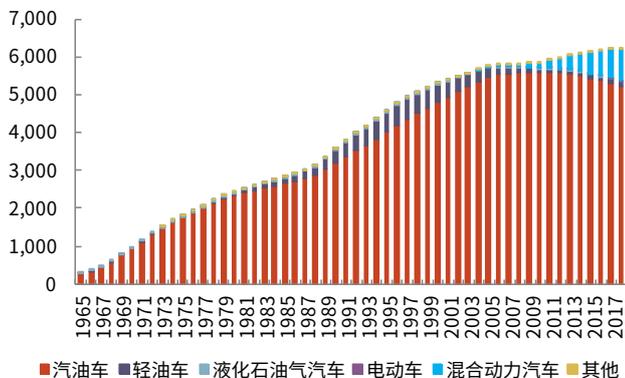


资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；截至 2018 年

原因在于汽车保有量中“下一代汽车”占比提升，特别是混合动力汽车的份额扩大，2018 年底已上升至 13.6%。

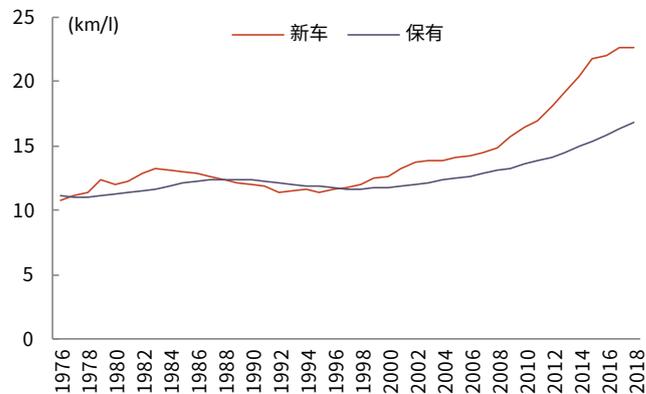
由于新车销售结构的改善，整体能耗水平持续改善。

图 73：汽车各车型保有台数



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；单位：万台；截至 2018 年

图 74：新车及存量车辆油耗水平



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；截至 2018 年

根据日本汽车工业协会于 2018 年 11 月发布的《日本的电动化政策》，2030 年其目标为“新一代汽车”占国内乘用车的 50%-70%，其中混合动力车约占 30%-40%，纯电动/插电式占比约 20-30%，燃料电池车占比 3%。

成本方面，2030 年汽车电池成本减半，至 1 万日元/kWh 或更低；太阳能家用蓄电池成本到达 7 万日元/kWh 以下（含工程费）。

2018 年底，日本拥有约 848.5 万辆混合动力汽车，约 108,000 辆电动汽车，约 122,000 辆插电式混合动力汽车和约 3,000 辆燃料电池汽车。

图 75：日本新一代汽车的普及目标与现状

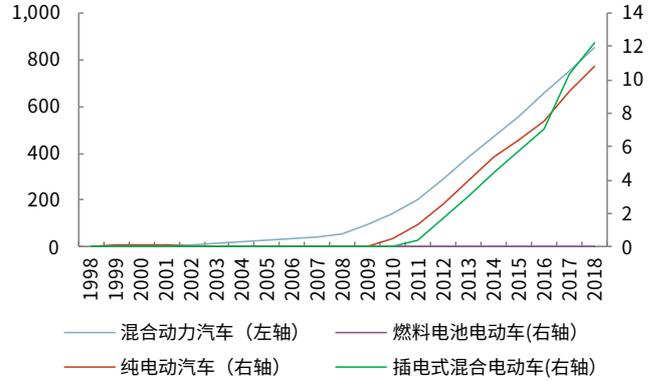
<参考>新车乘用车销量：438.6万辆（2017年）

	2017年 (实绩)	2030年
传统汽车	63.6% (279.1万辆)	30~50%
新一代汽车	36.4% (159.5万辆)	50~70%
混合动力车	31.6% (138.5万辆)	30~40%※
纯电动车	0.41% (1.8万辆)	20~30%※
插电式混合动力车	0.82% (3.6万辆)	
燃料电池车	0.02% (849台)	~3%※
清洁柴油车	3.5% (15.5万辆)	5~10%※

来源：未来投资战略2018 “2018年6月未来投资会议”
※新一代汽车战略2010 “2010年4月新一代汽车研究会”提出的普及目标

资料来源：日本汽车工业协会

图 76：下一代汽车保有台数



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；单位：万台

3.2.3、如何维持汽车与半导体领域优势地位？

汽车和蓄电

早在 2019 年，日本经济产业省“汽车产业新时代战略会议”就确定了 2050 年“xEV”战略，即实现全球销售的所有日系车均为 EV 电动车 (xEV)，电动车市场占有率从目前的约 30%提升至 100%，每台汽车的温室气体排量较 2010 年减少 80%。

图 77：汽车和蓄电池行业增长战略时间表

⑤汽车和蓄电池行业
增长战略进度表

- 实施阶段：
 1. 开发阶段 2. 示范阶段 3. 扩大部署和降低成本阶段 4. 独立商业阶段
- 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
电动汽车应用普及	扩大电动汽车和基础设施的部署 例：有效利用油耗限制、促进公共采购、扩大充电基础设施、支持部署和换购等					▶▶▶▶▶		
	动力电池、燃料电池、电机等电动汽车相关技术/供应链/价值链强化 例：大规模投资支持、技术开发和示范、轻型车和商用车电气化、支持建立数字开发基础设施以支持中小型供应商的业务转型、经销商电气化和业务转型支持等					▶▶▶▶▶		
	改变汽车的使用方式 例：促进用户选择和使用电动汽车、可持续移动服务、利用自动驾驶和数字技术提高物流效率、提高生产率，与道路和城市基础设施的发展联合规划					▶▶▶▶▶		
车用燃料碳中和	合成燃料的大规模化与技术开发支持 例：提高现有技术的效率、降低成本、开发创新新技术和工艺，以及建立集成的制造流程					▶▶▶▶▶		
蓄电池	通过扩大规模降低电池价格 例：支持对蓄电池、资源、材料等进行大规模投资，支持引入固态电池等					▶▶▶▶▶		
	研究开发和技术演示 例：提高全固态锂离子电池和创新电池的性能，提高蓄电池材料性能，提供高速、高质量、低碳制造工艺，发展再利用/回收产业，电池储能提供电力供需调节能力等					▶▶▶▶▶		
	规则制定和标准化 在蓄电池生命周期内实现CO ₂ 排放的可视化、材料的合理采购、促进再利用等的国际规则和标准化；家用电池性能指标的开发与标准化、设计储能电池进入电力调节市场的制度（2024年开放）、明确《电力事业法》规定的系统储能电池地位等					▶▶▶▶▶		

资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

半导体和通信

半导体和通信产业在碳中和领域的发展规划包括两方面的涵义：

1) **数字化绿色**：即通过数字化提高能源需求的效率和减少二氧化碳排放。

《战略》提出目标：

5G+：2030 年 5G 下一代技术投入实际使用，实现大幅节能；

数字化相关市场：2030 达到 24 万亿日元；

数据中心市场：2030 年服务市场达到 3.3 万亿日元（2019 年为 1.5 万亿日元），投资规模 1 万亿日元，能耗降低 30%；

2) **绿色数字化**：即数字设备本身的节能。

《战略》提出目标：

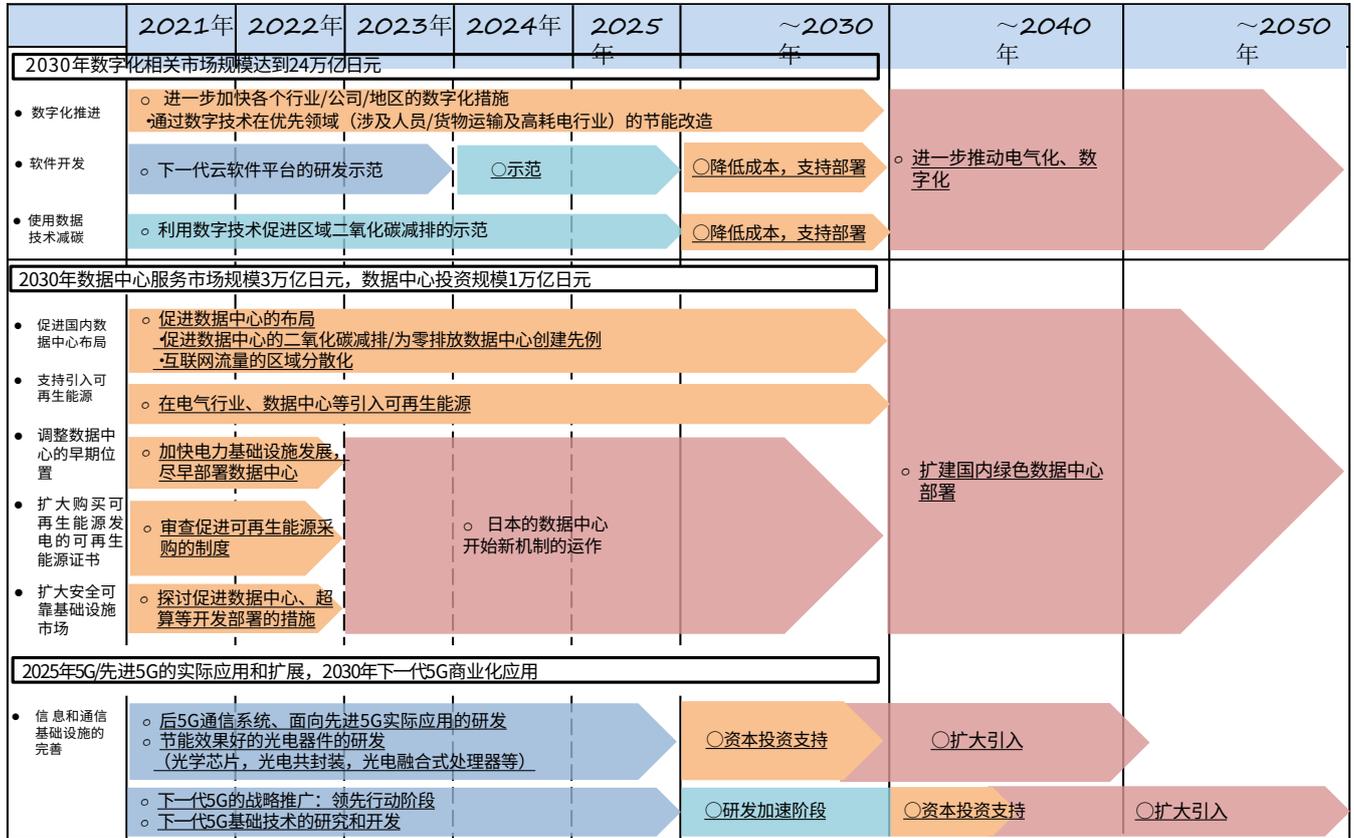
功率半导体市场：2030 年规模扩大到 1.7 万亿日元，占据全球市场份额 40%，实现 50%以上节能；

减排：2040 年实现半导体和通信产业的碳中和。

图 78：半导体和通信行业增长战略时间表（1）

⑥在半导体/信息通信行业
增长战略进度表（数字绿色化）

• 实施阶段： 1. 开发阶段 2. 示范阶段 3. 扩大部署和降低成本阶段 4. 独立商用阶段
• 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

图 79：半导体和通信行业增长战略时间表（2）

⑥在半导体/信息通信行业
增长战略进度表（绿色数字化）

- 实施阶段： 1. 开发阶段 2. 示范阶段 3. 扩大部署和降低低成本阶段 4. 独立商用阶段
- 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年	
2025年下一代功率半导体等设备示范，2030年功率半导体的节能达到50%以上，全球市场份额40%，约1.7万亿日元									
• 下一代功率半导体等	○ 资本投资支持扩大尖端功率半导体的生产					○ 资本投资		○ 到2050年完成对现有半导体和设备的更换	
• 电气设备节能	○ 超高效率的下一代功率半导体（最先进的Si, GaN, SiC, Ga ₂ O ₃ 等）研究与开发					○ 资本投资		○ 到2050年完成对现有半导体和设备的更换	
	○ 超高效下一代节能设备研发（电力电子，电机控制用半导体等）					○ 资本投资		○ 到2050年完成对现有半导体和设备的更换	
	○ 集成研发功率器件，电路系统和无源元件等周边技术					○ 资本投资		○ 到2050年完成对现有半导体和设备的更换	
	○ 研发下一代无源元件和封装材料（线圈等）					○ 资本投资		○ 到2050年完成对现有半导体和设备的更换	
	○ 使用下一代半导体（GaN等）的成果与应用有关的技术（LED，无线电力传输等）的演示/实施/改进					○ 资本投资		○ 到2050年完成对现有半导体和设备的更换	
2030年在所有新建数据中心节能30%，数据中心部分使用可再生能源									
• 节能和先进的计算系统	○ 资本投资支持扩大节能半导体的生产					○ 支持部署		○ 到2040年实现数据中心碳中和的目标	
	○ 数据中心节能研究开发					○ 支持部署		○ 到2040年实现数据中心碳中和的目标	
	○ HPC等高性能计算群等下一代计算（光学电子等）的研发					○ 支持部署		○ 到2040年实现数据中心碳中和的目标	
• 数据中心的可再生能源利用和节能	○ 通过提高软件处理效率来进行整个系统的节能研究与开发					○ 支持部署		○ 到2040年实现数据中心碳中和的目标	
	○ 促进数据中心的二氧化碳减排/为零排放数据中心创建先例（重新发布）					○ 支持部署		○ 到2040年实现数据中心碳中和的目标	
	○ 促进将可再生能源引入电气行业，数据中心等（重新发布）					○ 支持部署		○ 到2040年实现数据中心碳中和的目标	
2025年先进5G/后5G实际应用和推广 2030年下一代5G实际使用，实现大幅节能（较目前1/100功耗）									
• 信息和通信基础设施的完善	○ 后5G通信系统、面向先进5G实际应用的研发					○ 资本支持		○ 扩大引入	
	○ 具备节能效果的光电子学的研究开发（光学芯片，光电共封装，光电融合式处理器等）					○ 资本支持		○ 扩大引入	
	○ 下一代5G的战略推广：领先行动阶段					○ 努力加速阶段		○ 资本支持	
	○ 研发实现下一代5G的基础技术					○ 努力加速阶段		○ 资本支持	
								○ 扩大引入	

资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

船舶

日本将努力增强造船与航运业以及碳中和海上运输的国际竞争力,实现海上运输的碳中和。

根据《战略》提出的目标,2028年前开始实现零排放船舶的商用,2050年现有传统燃料船舶100%转化为氢、氨、液化天然气等低碳燃料动力船舶。

图 80: 船舶行业增长战略时间表

**⑦船舶工业
增长战略时间表**

- 实施阶段: 1. 开发阶段 2. 示范阶段 3. 扩大部署和降低成本阶段 4. 独立商业阶段
- 具体政策方法: ①目标、②法律制度(制度改革等)、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
转向无碳替代燃料						★目标(2030年) • 到2028年实现船舶的商业运营零排放	★目标(2050年) • 船舶领域氢和氨等替代燃料的转换	
○氢燃料电池船		示范				扩大部署	扩大氢燃料电池船商用化	
● 燃料电池船								
○全电池船		示范				扩大部署	扩大纯电动船舶商用化	
● 纯电动船								
● 气体燃料船								
○氢/氨燃料船								
• 氢燃料发动机		技术研发			示范	2025年之前开始示范		
• 氨燃料发动机								
• 创新燃油罐			技术开发			示范		
• 燃油供应系统								
						扩大部署	扩大氢、氨燃料船商用化	
提高LNG燃料船舶效率								
○LNG燃料船								
• 革新的燃料船								
• 燃料供应系统								
● 技术研发与起步		技术开发	也适用于氢/氨燃料船	示范				
● 推广与风能等能源相结合		风力推进				部署、扩大超高效率LNG燃料船+风动力船	扩大超高效率LNG燃料船+风动力船应用	从LNG燃料逐渐转化为再生甲烷 ※86%的CO ₂ 减排率,利用再生甲烷实现零排放
		技术开发	示范					
建立国际框架								
○新造船						加强对新造船的燃油经济性法规(EEDI)	进一步加强对EEDI的监管(待定)	
● 新造船舶								
● 现存船舶						实施现有船舶的燃油经济性绩效法规(EEXI)和燃油经济性评级系统	EEXI燃油经济性绩效评级制度的审查(待定)	
● 航运公司、船主								
						○船舶与船主等	通过引入经济方法(如燃料油收费)促进研发和推广(尚未决定)	

资料来源: 日本经济产业省、光大证券研究所

交通物流和基建

在物流和基建上,绿色增长显得格外重要。《战略》提出的具体目标为:

港口: 2050年港口实现碳中和;

交通: 2050年确保交通工具环境负荷降低,推广自行车的使用即MaaS(出行即服务)普及,实现低CO₂排放的交通运输社会;

基础设施: 通过道路照明的节能化、充电桩部署、污水热能利用等提升基础设施领域的碳减排;

建筑: 建筑施工过程中的CO₂气体排放量占产业部门的CO₂排放量的1.4%(约571万t-CO₂气体排放量)。通过施工高效化(ICT的应用)等措施,到2030年,每年减少32,000吨CO₂排放;2050年,建筑施工中领域实现碳中和。

图 81：交通物流和基建行业增长战略时间表

⑧物流，人流，土木工程基础设施行业
增长战略时间表

• 实施阶段： 1. 开发阶段 2. 示范阶段 3. 扩大部署和降低成本阶段 4. 独立商业阶段
• 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
① 建设碳中和港口	碳中和港口建设		重点示范		★目标(2050年)在港口实现碳中和		全国范围内推广碳中和港口	
	碳中和港口建设指南		港口示范		部署推进降本		扩大对货物装卸设备电气化的部署	
	港口装卸设备电气化可行性调查		促进使用LNG加气站等		示范 扩大引入燃料供应系统		建立氢/氨燃料船商业推广的燃料供应系统	
	扩大LNG储备基地		技术研发，例如向氢/氨燃料船提供燃料		通过港口和沿海地区运营商的脱碳努力作为示范		全国港口企业脱碳发展	
	有助于获取下一代能源的海外港口投资的考察		事前调查		支持海外港口投资以开发下一代能源		从海外建立下一代能源进口系统	
	通过港口和沿海地区运营商的脱碳努力作为示范							
② 促进智慧交通，推广自行车出行	改善公共交通的便利性，例如促进MaaS的传播		智能公交示范部署		可以满足各种出行需求的智能公交普及		实现不依赖私家车出行的社会	
	确保和维护当地公共交通，促进规划		与城镇建设结合		通过电气化和自动化引入二氧化碳排放量低的公共交通等运输系统		★目标(2050年)：确保减少环境负荷的运输方式实现，并实现低二氧化碳排放量的交通运输系统	
	改善自行车使用环境，促进利用		促进自行车交通空间的发展并促进创建安全舒适的使用环境					
③ 推广绿色物流，提高运输网络/运输效率/推广低碳	通过模式转换推动物流低碳化，推进物流联运，提高物流效率		利用新技术提高整个供应链的运输效率		与相关企业合作，努力提高整个供应链的效率示范，为企业合作引入评估系统，以提高整个供应链的运输效率		推广为提高整个供应链运输效率而开展的工作	
	燃料电池列车的开发和介绍		明确燃料电池列车的技术标准和地面设备		审查相关标准法规		降低成本	
	建设生态机场		扩大部署近机位地面设备(GPU)系统、节能系统(如LED)以及电气化车辆		航空运输系统升级		在所有飞行阶段均实现运营改进	
	促进区域导航(RNAV)部署		考虑更灵活的出发/到达路线，包括时间管理		制定和研究设计控制系统和运营商(航空公司)系统所需的国际标准		运行前评估/分阶段系统部署	
	无人物流的实际使用		推进无人机在孤岛和山区配送市场化		在包括城市在内的地区实现和部署无人机送货			
	提高无人机的性能，增加尺寸，并实现多机远程操作有关的技术开发		技术验证		支持部署			
④ 基础设施，城市空间等的零排放	道路照明节能， 行车时供电技术 电动汽车充电桩部署		节能高效新型道路照明技术的发展		技术示范		促进节能和完善道路照明	
	对公共道路上充电桩的必要性和采取的措施进行审查		利用污水余热		引入污水热利用技术并降低成本		部署案例的推广发展	
	绿色基础设施的社会实施		绿色基础设施的技术开发和区域示范				支持区域部署	
	绿色基础设施的技术开发和区域示范							
⑤ 在建筑工程中实现碳中和 *目标规模：2050年511万吨二氧化碳相当量	施工效率和复杂性		使用信息通信技术(ICT)提高施工效率		促进信息通信技术(ICT)在国家直接控制下的建设/地方公共机构建设中的应用		★目标(2030年)旨在通过提高建筑效率来减少32,000[t-co2/年]	
	提高柴油发动机燃油效率		促进具有优良燃油效率的工程器械的普及(不断完善修订燃油效率标准值)		扩大引进创新工程器械		★目标(2050年)在建筑工程中实现碳中和	
	调查分析/检查		现场介绍测试		促进创新工程器械的应用		使用原则(直接控制项目)	

资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

食品农林和水产

食品、农林领域的规划包括两个方面：

- 1) 减少碳排放：通过先进育种和喂养技术改进，实现削减水田甲烷、农地土壤N2O、家畜产甲烷和 N2O；
- 2) 碳固定：植树造林、推广高层木质建筑、发展蓝碳。

图 82：食品农林和水产行业增长战略时间表

⑨食品 and 农、林和渔业
增长战略时间表

- 实施阶段： 1. 开发阶段 → 2. 示范阶段 → 3. 扩大部署和降低成本阶段 → 4. 独立商业阶段
- 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年	
减少温室气体排放	本地生产和本地消耗能源系统的构建	开发基于低成本再生能源生产和利用技术、能源供需分析等的区域系统，以最大限度地利用当地资源					VEMS（农业山渔村区域能源管理系统）的示范	扩大VEMS部署	
	减少稻田甲烷和农田土壤N ₂ O的排放	通过基因组编辑等开发低甲烷水稻育种，开发生物硝化抑制（BNI）能力增强品种，减少温室气体和水污染物排放					抑制甲烷和N ₂ O产生的微生物材料开发与示范	实用品种化、材料商业化	
	减少来自牲畜的甲烷和N ₂ O的排放	家畜甲烷抑制饲养技术及低甲烷和低N ₂ O饲料管理方法的开发					家畜饲养管理技术示范	温室气体减排可视化	
	农业、林业机械、渔船电气化和氢能化	促进农业、林业机械和渔船的电气化和加氢					电气化系统等的示范	电气化系统的普及与推广	
	智能食品链	智能食品链基础技术开发	智能食品连锁店开始运营						
	高层建筑木结构材料和生物质衍生材料	研究高层建筑等木材使用的材料标准，开发国产木材先进利用技术					高层木结构建筑的原型和示范	高层木结构建筑的普及	
	利用改性木质素、CNF等开发高性能材料	企业工厂示范 ※ 部分材料将于2020年开始示范和推广					生物质衍生材料产品的普及		
	可持续消费增长	改变消费者行为（审查注重外观的产品选择，促进当地生产和消费，减少食品损失）							
	★目标(2050年)在农业、林业和渔业中实现化石燃料来源的CO ₂ 零排放								
	CO ₂ 吸收固定	新一代森林再生技术的开发与推广	优良系统的探索、选择、功能基因分析、优秀个体筛选的高效和高速化					新一代树苗生产示范	通过优良品种扩大造林
开发与自动化机器、云匹配的信息化生产管理系统，利用传感技术节省人力		综合智能林业技术的示范与推广							
高层建筑木结构材料和生物质衍生材料		木结构材料，如高层建筑，生物质来源材料					高层木结构建筑的原型和演示	高层木结构建筑的普及	
利用改性木质素、CNF等开发高性能材料		企业工厂示范 ※ 部分材料将于2020年开始示范和推广					生物质衍生材料产品的普及		
生物炭		了解生物炭投入农田对产量、温室气体平衡等的影响					生物炭材料和生物炭供应技术的发展与示范	实施LCA（生命周期评估），制定生物炭标准	生物炭材料的推广，扩大国内外农田的碳储存量
蓝碳		开发藻类、滩涂的建造、再生和保护技术，确定水生植物的有用物质					海藻场、潮间带的建造、再生、保护技术的示范，海藻等的医药品、新材料的研发	通过扩大藻类和潮汐带来增加蓝碳，创造制药和新材料产业	

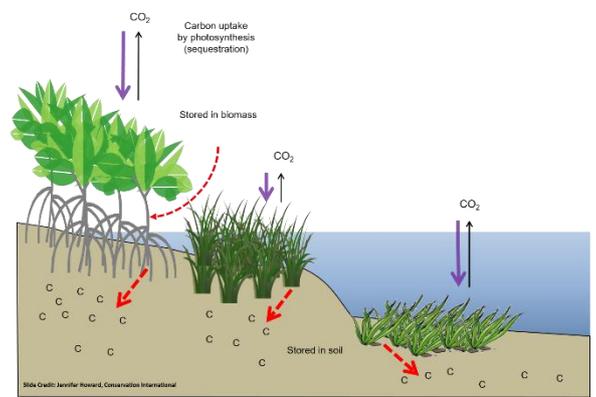
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

图 83：2021 年 3 月日本森林覆盖情况卫星图



资料来源：GlobalForestWatch, 光大证券研究所

图 84：蓝碳示意图



资料来源：ConservationInternational, 光大证券研究所

航空

航空领域，国际民航组织（ICAO）制定了 2020 年以来不增加国际航空 CO2 排放量的目标，国际航空运输协会（IATA）也设定了到 2050 年将 CO2 排放量与 2005 年相比减少一半的目标。

《战略》的时间表中，日本的规划为：

- 电动化**：2030 年左右实现电动飞机商用，但主要用于小型飞机。2050 年实现 20 人以下的小型飞机电气化，100 人以下的小型飞机的混合动力部署；
- 氢动力**：2030 年前，推动核心技术（储氢罐、燃烧器等）研发，2035 年左右实现氢动力飞机商用；
- 轻量化**：开发高效航空发动机，研发机体结构用碳纤维；
- 低碳燃料**：2030 年实现生物燃料（藻类培养）与现有燃料价格相同（100 日元/升），2050 年实现合成燃料（回收 CO2 与氢气合成）低于汽油价格。

图 85：航空业增长战略时间表

⑩ 飞机工业

增长战略时间表

- 实施阶段： 1. 开发阶段 → 2. 示范阶段 → 3. 扩大部署和降低成本阶段 → 4. 独立商业阶段
- 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
运输	★在国际航空方面，国际民航组织规定与2019年相比二氧化碳排放量不增加（2021-2035年）					★目标 2050年，CO ₂ 排放量比2005年减少一半（国际航空运输协会目标）		
• 电气化	航空设备电气化的研发					技术示范	技术部署、扩大应用	
	推进混合动力电动飞机的研究与开发					技术示范	技术部署、扩大应用	
※ 电气化技术可从小型飞机开始搭载的可能性（2020年代后期~）								
• 氢动力飞机技术开发	氢动力飞机发动机核心技术的研究与开发					技术示范	技术部署、扩大应用	
• 轻量化、高效化	高效发动机研究与开发（材料、设计等）					技术示范	技术部署、扩大应用	
	机身结构碳纤维复合材料的研究与开发					技术示范	独立扩展	
※ 发动机、电气化和氢相关技术存在部分互补								
加强与上述项目的国际合作								
• 喷气燃料	[生物喷气燃料等]建立稳定的燃料制造技术/降低成本					根据国际市场的发展趋势，扩大有竞争力的生物喷气燃料的供应		
	[合成燃料]建立从CO ₂ 到合成燃料的集成制造流程							
※ 藻类培养的生物喷气燃料参照碳回收产业的执行计划								

资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

碳循环

日本将以具有竞争力的碳循环产品为中心，推进降低成本和用途开发的技术开发、社会普及，并且以全球发展为目标：

混凝土：2030 年 CO2 制混凝土成本 30 日元/千克（平价），市场规模 15~40 万亿日元，优先用于公共采购；

燃料: 2030年CO₂制燃料成本100日元/升(平价), 国内市场1900亿日元;
化学品: 开发具有高转换效率的光催化剂, 2050年CO₂制化学品成本100日元/千克(平价), 国内市场规模10万亿日元;
分离回收技术: 2030年, CO₂分离回收: 低压气体2000日元/吨CO₂, 高压气体1000日元/吨CO₂; 2050年, 从大气中直接捕集CO₂: 2000日元/吨CO₂。
 目标是到2050年, 在10万亿日元/年的全球分离和回收市场中占据三成的市场份额。

图 86: 碳循环行业增长战略时间表

⑪碳回收行业
增长战略时间表

● 实施阶段: 1. 开发阶段 2. 示范阶段 3. 扩大部署和降低成本阶段 4. 独立商业阶段
 ● 具体政策方法: ①目标、②法律制度(制度改革等)、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

※ 列出代表案例	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
● CO ₂ 制混凝土 成本目标: 2030年30日元/公斤 (=相当于现成产品)	<ul style="list-style-type: none"> 考虑在大阪世博会(2025年)中推出 在交通部新技术数据库中注册CO₂吸收混凝土。通过扩大公共采购等方式扩大销售渠道, 降低成本 	<ul style="list-style-type: none"> 具有防锈性能的混凝土技术开发 	<ul style="list-style-type: none"> 具有防锈性能的混凝土示范 				<ul style="list-style-type: none"> 在国际标准化和大型国际展览会上进行公关, 并扩大向发展中国家和其他国家的销售渠道 	
● CO ₂ 制燃料 成本目标: 2050年100日元/L (等效于现成产品) [藻类培养中的生物燃料]						<ul style="list-style-type: none"> 到2030年左右进行大规模商业化示范, 降低成本 国际民航组织规定2021-2035年与2019年相比不增加二氧化碳碳排放量 	<ul style="list-style-type: none"> 根据国际市场生物喷气燃料的发展趋势, 扩大具有竞争力的藻类喷气燃料供应 	
● CO ₂ 制化学品 成本目标: 2050年100日元/公斤 (等效于现成产品) [人工光合成]					<ul style="list-style-type: none"> 开发大规模演示所需的高效光催化剂 放宽相关法规, 制定安全标准 		<ul style="list-style-type: none"> 大规模示范 	<ul style="list-style-type: none"> 通过补贴等降低成本和支持部署
● 分离和回收 成本目标: (/CO ₂ t) 低压气体: 2030年2000日元 高压气体: 30年1000日元 从空气中捕集CO ₂ : 2050年2000日元 目标规模: 2050年全球约25亿吨CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> 排放来源 开发高效CO₂分离回收技术, 降低成本 			<ul style="list-style-type: none"> 大规模示范 			<ul style="list-style-type: none"> 通过进一步降低成本来扩大部署 	
					<ul style="list-style-type: none"> 来源于大气的CO₂ 利用MoonShot型研发系统等, 开展从大气中直接回收二氧化碳(DAC)技术的研发 (提高能源效率, 降低成本) 		<ul style="list-style-type: none"> 通过示范进一步降低成本 	<ul style="list-style-type: none"> 通过进一步降低成本和补贴来扩大引进

资料来源: 日本经济产业省、光大证券研究所

3.3、 家庭与办公: 建筑节能与循环经济是重点

日本作为一个岛国, 生存空间狭小, 同时面临较严重的资源约束。这对日本人的生活 and 办公习惯造成了潜移默化的影响。

如日本在垃圾分类、资源循环方面有着先进的经验和强烈的民众意识。

图 87：日本地形



资料来源：百度地图

整体上，《战略》并没有对家庭、办公相关产业提出比较量化的目标。但是，日本政府仍然对这些产业的发展战略做出展望与规划。这些行业与人们的日常生活息息相关，因而人们的观念转变将十分重要。

表 4：家庭、办公相关产业发展战略

类别	要点	具体内容
下一代建筑，商业住宅和太阳能	能源管理控制系统	利用大数据、人工智能等技术，对 电动汽车、蓄电池等用能进行最佳控制 ；为配电运营商利用可再生能源制定新规章；审查促进能源最优利用的制度
	高性能住宅与建筑	进一步加强监管，推动部署太阳能发电的制度；扩大部署建筑物 外墙集成下一代太阳能电池 ；建立评价制度，推进长寿命的节能建筑和建筑物；基于国际标准进行海外扩展示范
	木结构建筑物	普及和扩大有助于固碳的木结构建筑物，部署先进技术，培养具有相关设计理念的设计师
	高性能建材与设备	加强 隔热窗框等建材和空调 等节能标准，建立易于理解的性能评估制度和显示系统
	下一代太阳能电池	加快 钙钛矿太阳能电池 等具有前景技术的开发，将 建筑墙面商业化 ，努力创造新的市场
资源循环	减少用量，增加再生比例	减少资源用量，在利益相关方之间共享。在 生物质化和再生材料 的使用方面，将促进生物质材料的应用，开发回收技术，提高先进性
	回收利用	在回收方面，为了进一步扩大回收利用，将开发高度可回收的高功能材料和回收技术。在焚烧设施废气的使用方面，将通过开发创新技术和示范项目进行扩展和降低成本，并努力将其投入实际应用
	再利用	在 废物发电 方面，将促进技术开发，以确保低质量垃圾下的高效能源回收。在 热利用 方面，除了提高废物焚烧设施的运行效率外，还将促进储热和运输技术的改进，以向远方利用设施提供热量，并降低成本。在 沼气化 方面，将推进技术示范项目，以扩大甲烷化设施，并随着垃圾质量的重大变化而扩大
生活方式	居住和出行全面管理	构建 零能耗的建筑系统 ，对各类设备进行智能优化管理；通过直流供电等措施，在住宅和建筑物之间建立网络，确保灵活性，使可再生能源成为能源支柱
	行为转变	提倡行为科学和先进技术的融合的概念，实施示范项目。如更先进的生态友好型舒适生活方式，区块链交易市场，智慧城市。同时倡导共享经济
	科学基础	通过提高气候变化预测信息的精度，利用持续观测数据，对脱碳工作的效果和有效部署技术的潜力进行评估

资料来源：日本环境省、光大证券研究所

3.3.1、建筑节能：光伏的重要发展方向

在《2050 年碳中和绿色增长战略》中，光伏产业的规划被列入“家庭与办公”板块。这从侧面反映了日本光伏发电与建筑的紧密结合。

由于地形限制，日本缺乏大型集中式光伏发电场地，因此分布式光伏是日本光伏发展的主要方向。截止 2019 年底，日本已安装的光伏装机中，59%以 BAPV 的形式存在，31%为离网型，0.43%为 BIPV。可以预见的是，随着可利用空间越来越少，未来增量空间主要存在于分布式。

表 5：日本光伏安装结构（截止 2019 年底）

		光伏装机容量[MW]
BAPV	(1)住宅(<10kW)	892
	(2)商业 (<50 kW, 包括地面安装)	2119
	(3)工业 (50 kW-1 MW, 包括地面安装)	1111
	(4)BAPV 总数	4122
并网	(5)住宅(<10kW)	10
	(6)商用(10-250kW)	20
	(7)工业(>250kW)	
	(8)BIPV 合计	30
公用事业规模	(9)地面安装(1MW~)	2724
	(10)浮动光伏系统	51
	(11)农业光伏系统	102(包括小规模系统)
	(12)公用事业规模合计	2877
离网	(13)住宅	未知
	(14)其他	2166
	(15)混合系统	未知
	(16)离网总数	2166
总计	(17)总计((4)+(8)+(12)+(16))	7031

资料来源：PVPS、光大证券研究所

土地缺乏削弱了光伏产业竞争力

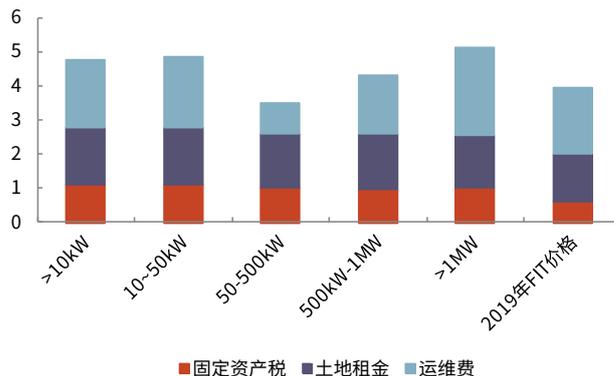
高昂的土地成本、安装成本是日本光伏系统价格高于其他地区的原因之一。

图 88：日本光伏土地使用费



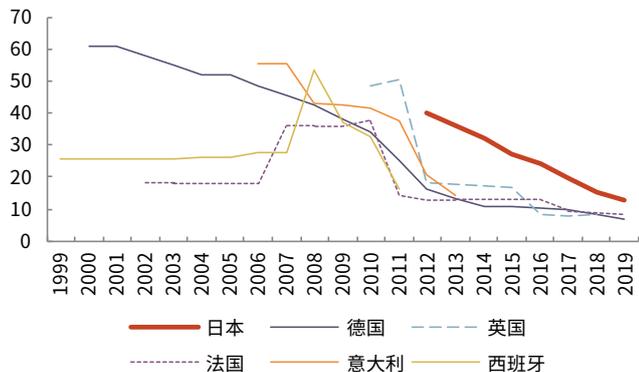
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

图 89：土地租金是光伏安装成本的重要组成 (2018 年)



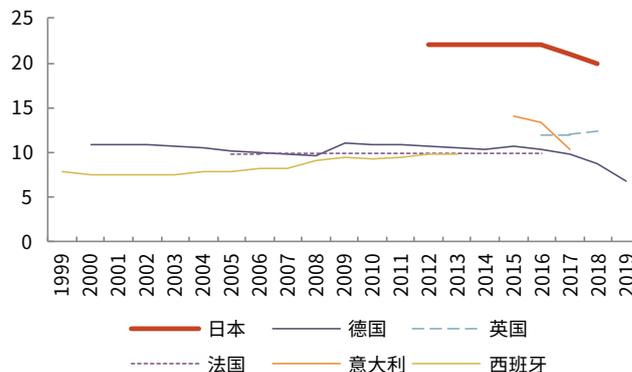
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；单位：日元/kWh

图 90：太阳能发电 (2000kW) 各国价格



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；单位：日元/kWh

图 91：风力发电 (2000kW) 各国价格



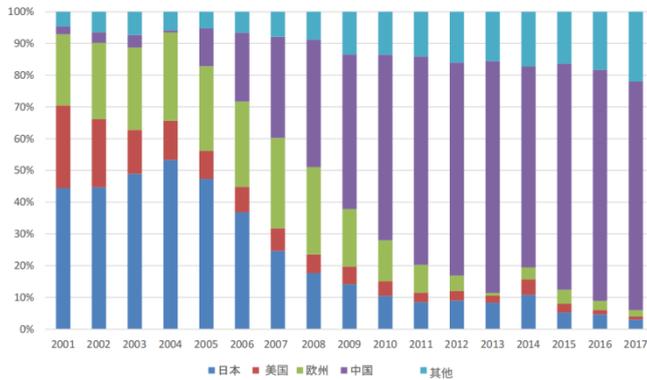
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；单位：日元/kWh

在全球光伏市场中，根据 IEA 数据，日本的市场份额在 2004 年曾占 50%以上，但 2018 年降至 1.2%。

在日本国内，本土组件的市占率也处于不断下滑的趋势。但在住宅、公共、发电企业等类型中，住宅是日本本土组件市占率最高的类型，且近年来有止跌回升态势。究其原因，在于住宅光伏领域单项目规模较小，相对倾向于非标市场，更加看重企业与居民、土地租让以及运作能力。

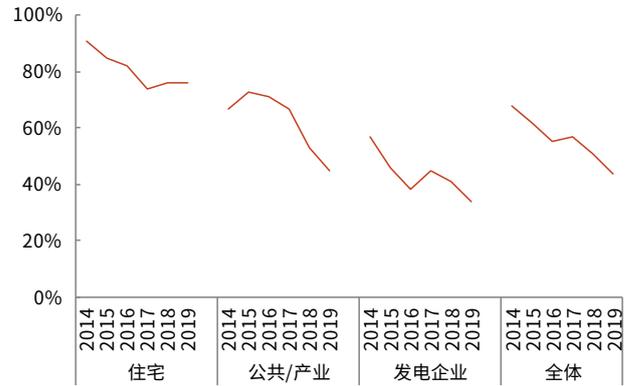
由于在成本方面的劣势，日本将下一阶段光伏生产重点放在更高功能和更高附加值的市场。如开发轻量级模块，使光伏安装拓展至以前无法安装的领域。

图 92：全球光伏市场份额



资料来源：IEA、光大证券研究所

图 93：日本光伏在住宅领域市占率最高



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

屋顶和车顶是未来方向

根据 NEDO 《2020 年光伏发展战略》：

1) 将太阳能电池模块与发电业务结合起来，开发出高附加值的产品。同时，增强设备、材料、系统（PCS/软件等）、运维和回收的产业竞争力；

2) 承重受限的建筑物（墙壁/窗户）和屋顶

建筑物（墙壁/窗户）：到 2030 年实现新建公共建筑物等实现平均 ZEB（零能源大厦：以减少建筑物消费年间一次能源收支为目标的建筑物）。

承重受限的屋顶（工厂/仓库屋顶）；

通过开发超轻模块，可以将其安装于结构强度较弱的屋顶；

3) 移动场景（车辆）

日本成立了“太阳能发电汽车审查委员会”，以研究配备太阳能发电系统的车辆应用。该委员会表示，通过使用转换效率 30% 的太阳能电池模块，即使在有限的安装区域（如汽车），也可实现 1kW 的电量。

图 94：光伏仓库屋顶



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

图 95：光伏汽车



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

行业住宅和建筑领域是民生部门碳中和的关键领域。下一代住宅/建筑的排放控制将是碳排放的重要组成部分。

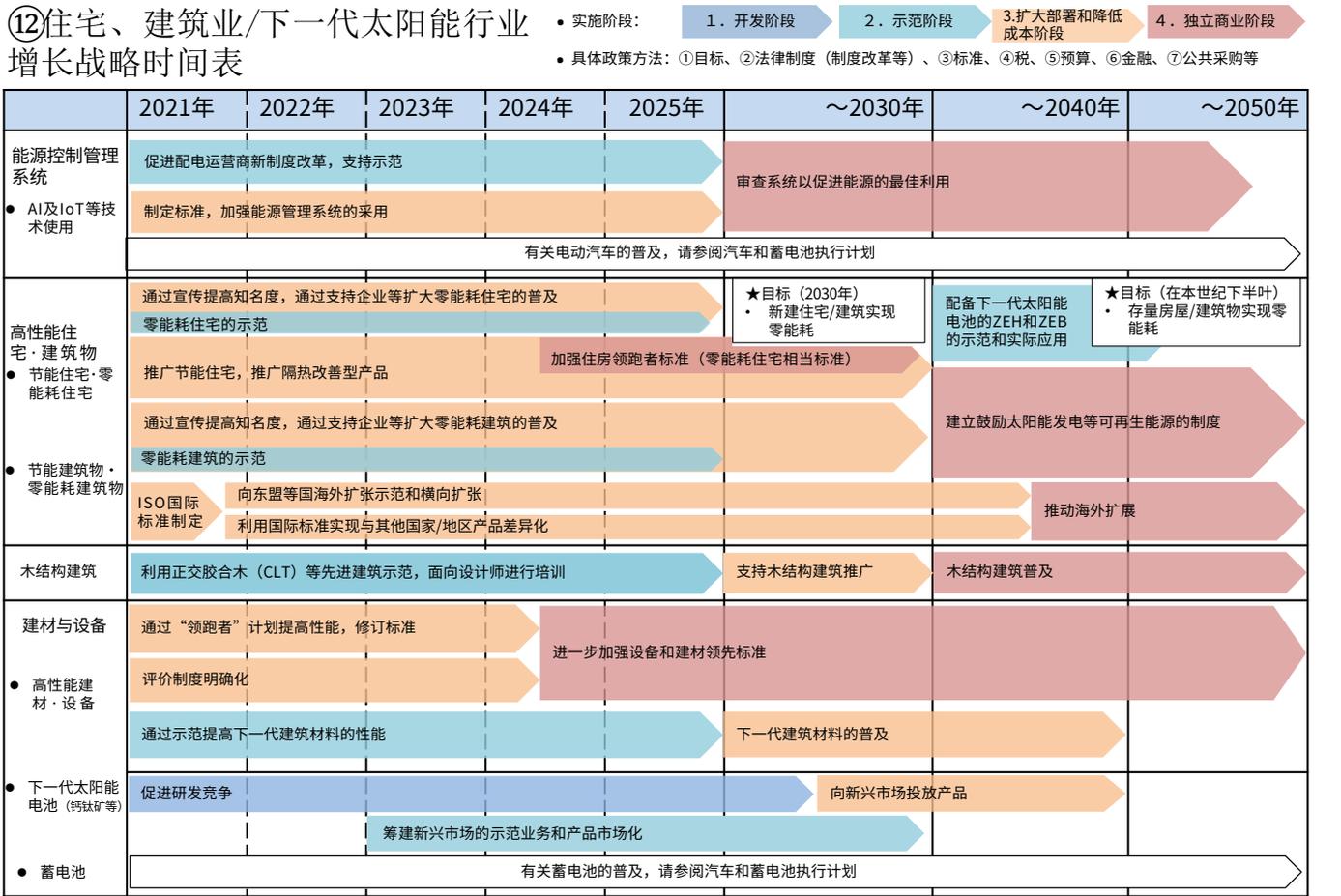
根据《战略》规划：

减排目标：2030 年**新建住宅/建筑实现零能耗**，2050 年后存量住宅/建筑实现零能耗；

市场规模：2018 年，住宅用太阳能项目总数达到 16.5 万件，906MW，总的太阳能发电占总电量比率 6.5%；2030 年的增长规模达到 3.6GW/年，市场份额达到 3330 亿日元；2050 年太阳能发电达到 **300GW**；

成本：2030 年太阳能发电的成本估计达到 **5-5.7 日元/kWh**；发电系统成本（着陆，高压）稳定于 60,000 日元/kW，运行与维护成本约为 19 万日元/kW。

图 96：下一代住宅，商业建筑和太阳能行业增长战略时间表

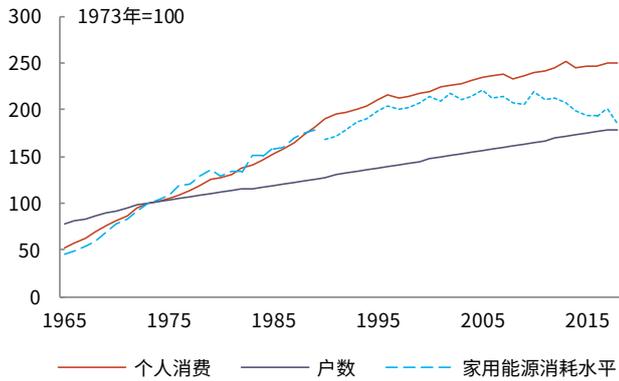


资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

3.3.2、资源循环与垃圾分类

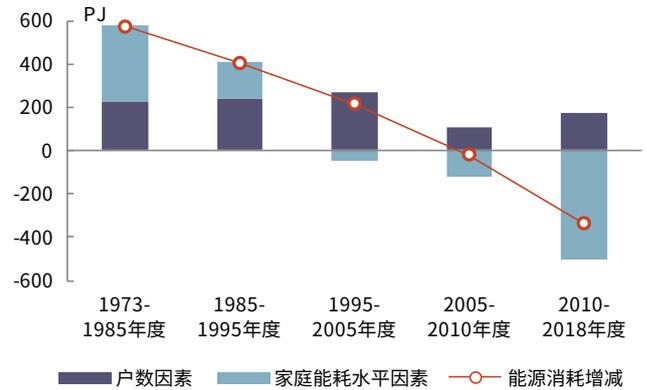
2000年6月，日本政府颁布了《建立循环社会的基本法》，正式提出建设循环型社会，提倡3R（Reduce：减少排放，Reuse：重新使用，Recycle：再循环利用）原则，目前已经初见成效。

图 97：家庭部门的能源消耗和经济活动



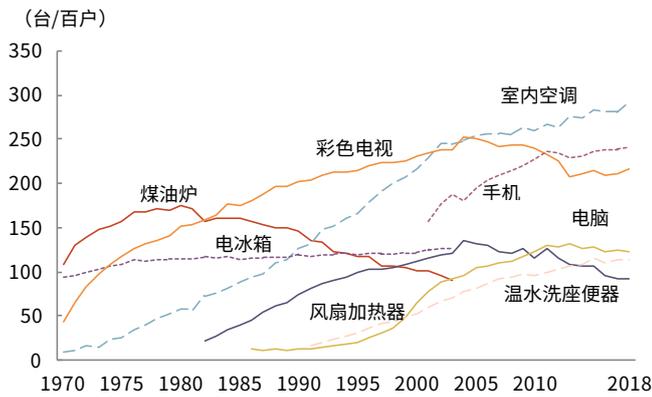
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；截至 2018 年

图 98：家庭部门的能源消耗因素分解



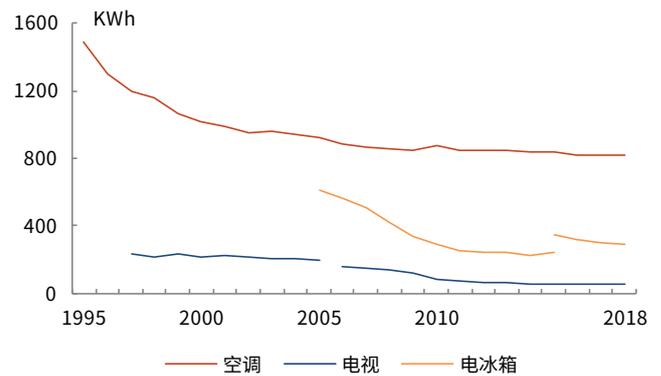
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

图 99：家电保有量



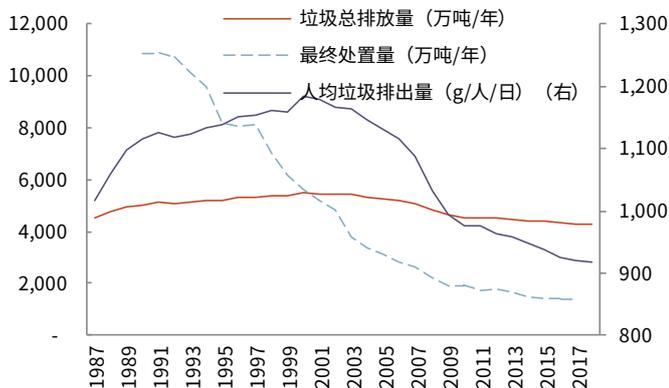
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；截至 2018 年

图 100：主要家电产品的能源效率的变化



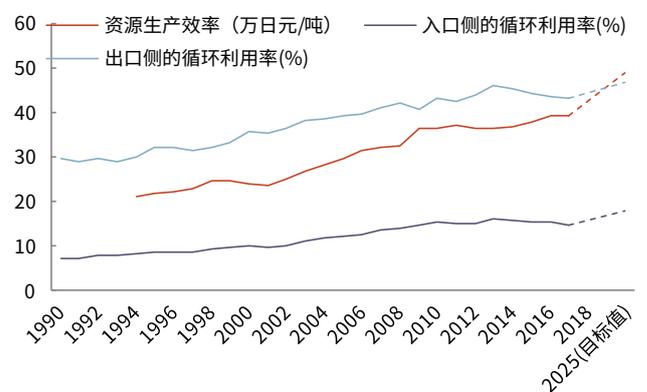
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；截至 2018 年

图 101：人均垃圾产量和最终处置量下降



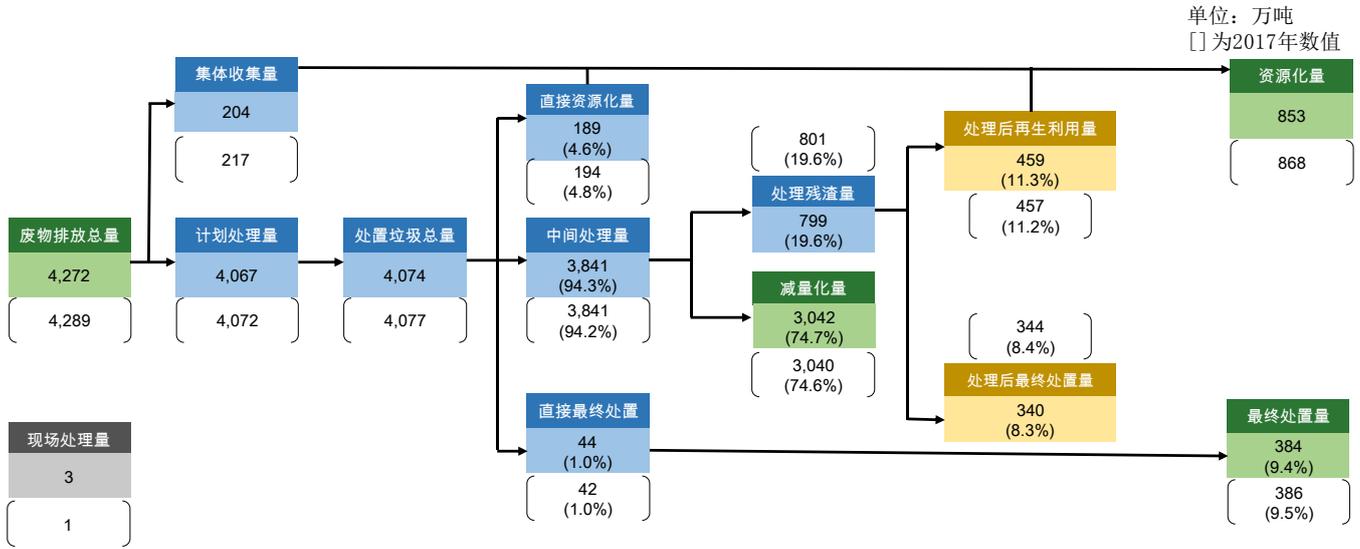
资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所；截至 2018 年

图 102：循环利用率持续提升



资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

图 103: 日本资源循环示意图



- 1: 由于误差等原因, “计划处理量”和“处理垃圾总量”(=中间处理量+直接最终处置量+直接回收量)不一致。
- 2: 减量处理率(%)=[(中间处理量)+(直接回收量)]/(废物处理总量)×100%。
- 3: “直接回收”是指不经过转化为资源等的设施而直接交付给回收公司等废物量, 是1998财年结果调查中新设立的项目。

资料来源: 日本环境省、光大证券研究所

日本有着十分严格的垃圾分类要求。日本各地区对垃圾分类的具体要求存在一定差异, 特定地区的垃圾分类划分多达 36 种, 大多数地区的分类在 4~10 种。日本同时对垃圾收运的时间也有着十分严格的要求: 如日本静冈县长泉町, 一周有两次可以扔可燃垃圾; 每月分别有两次可以扔不可燃垃圾、塑料瓶、有害垃圾或资源垃圾; 每周三可以扔塑料垃圾; 而家电回收需要消费者承担金额包括运费, 如电视机回收利用费为 2700 日元。

表 6: 日本生活垃圾四分类及具体要求 (东京某区)

类别	具体种类
可燃垃圾	1 厨余垃圾 (食物残渣、茶叶、烟灰、蛋壳、贝壳等, 需沥干水分后用报纸包好)
	2 不可再生纸类 (餐巾纸、吸油纸、尿不湿、女性生理用品等)
	3 木屑类 (竹签、木棒、木棍、草木等, 需折成 50cm 的长度捆牢)
	4 皮革制品 (皮鞋、皮包、皮带等)
	5 其他任意长度不超过 40cm 的可燃物 (录像带、CD、烟头、干燥剂、抗氧化剂等)
不可燃垃圾	1 陶瓷类 (碗、陶瓷、砂锅等)
	2 小型废旧电器 (熨斗、吹风机等)
	3 任意长度不超过 40cm 的不可燃物 (刀剪类、保温瓶、一次性取暖炉、溜冰鞋、雨伞、打火机、耐热玻璃、化妆品的玻璃瓶等, 其中耐热玻璃、化妆品瓶与其他玻璃的溶解温度不同, 不能一起回收, 需视为不可燃垃圾)
大件垃圾	1 大型家电类 (空调、电视、冰箱、洗衣机、冰柜等)
	2 家具类 (柜子、桌子等)
	3 其他任意长度超过 40cm 的垃圾
资源垃圾	1 可再生纸类 (书本、报纸、杂志、宣传单、蛋糕包装盒、信纸、硬纸箱等, 硬纸箱需要折好、报纸杂志等用绳索捆牢)

2 织物类 (旧衣服、窗帘等)
3 金属类 (锅、平底锅、金属罐子等)
4 玻璃类 (酒瓶、醋瓶、酱油瓶、威士忌酒瓶、玻璃杯、啤酒杯、玻璃渣等)
5 塑料类 (塑料、发泡饭盒、塑料瓶等)
6 其他可回收物

资料来源:《日本生活垃圾分类模式和实施效果分析》(张瑞娜)

图 104: 资源循环行业增长战略时间表

⑬资源循环相关产业
增长战略时间表

- 实施阶段: 1. 开发阶段 2. 示范阶段 3. 扩大部署和降低成本阶段 4. 独立商业阶段
- 具体政策方法: ①目标、②法律制度(制度改革等)、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
	向循环经济的过渡								
减少资源使用, 增加可再生能源使用比例	到2050年将温室气体排放量降至零, 同时继续向循环经济过渡								
	<ul style="list-style-type: none"> 减少资源使用 减少食物浪费, 削减一次性塑料 使用可再生能源 替代材料(生物质材料、再生材料利用等)的技术开发和示范 扩大替代材料(生物质材料、再生材料利用等)的引进 通过替代材料(生物质材料、再生材料利用等)扩大可再生绿色产品普及 								
循环利用	<ul style="list-style-type: none"> 回收利用 回收技术的技术开发和示范 扩大回收技术的推广 引进回收技术, 降低成本 焚烧设施废气的利用 利用CO₂(如焚烧设施废气)生产塑料原料的示范, 通过优化焚烧设施等提高回收率 进一步扩大部署降低成本 降低成本 								
再利用	<ul style="list-style-type: none"> 提高能源回收效率 提高焚烧设施的运行效率, 建立生活垃圾大规模气化技术, 提高发电效率, 扩大生物质资源(污水污泥、木质残余等)的利用 提高甲烷发酵能量回收, 有效利用消化液等 有机废物综合处理, 成本降低措施研究 推广最佳实例案例, 降低成本 推广最佳实例案例 提高回收能源的效率 利用余热进行区域供热、改善离线热传输效率等 考虑提高能源回收整体效率的措施, 并考虑扩大引进的措施 降低成本 推广最佳实例案例 								

资料来源: 日本经济产业省、光大证券研究所

图 105：生活方式相关产业增长战略时间表

⑭生活方式相关行业增长战略时间表

- 实施阶段： 1. 开发阶段 2. 示范阶段 3. 扩大部署和降低成本阶段 4. 独立商业阶段
- 具体政策方法：①目标、②法律制度（制度改革等）、③标准、④税、⑤预算、⑥金融、⑦公共采购等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年	
住宅和移动的整体管理	扩大家庭碳中和（脱碳生产者） ◦ 零能耗住宅/建筑、需求侧设备、地方可再生能源、电动汽车/燃料电池汽车等的综合管理							★目标 到2050年实现碳中和、弹性和舒适的生活	
	扩大住宅和交通脱碳行为，增加可再生能源使用					降低脱碳型住宅和交通的转换成本	脱碳专业化的普遍化		
	通过需求侧设备和氢能等确保能源供给灵活性					降低成本	确保可再生能源的灵活性		
	通过直流供电等实现住宅和建筑物之间的电、热和出行网络耦合					降低成本	根据区域特点建立自主分布式能源系统		
行为改变等	◦ 与行为经济学融合								
	行为科学的技术示范		根据个人、家庭和社区的特点提供生活方式建议和服务				通过行为经济学、行为科学等实现意识和行为转变		
	◦ 数字化（促进中小企业和个人CO ₂ 减排信用、建立城市碳测绘等）								
	考虑使用区块链创建碳信用交易市场					碳信用交易市场开始运作	扩大交易范围，推广脱碳生产者		
城市碳测绘开发等		示范·阶段性部署			建立商业模式	标准化等通用化方法的研究			
◦ 分享									
创建电动汽车为首各种共享经济的领先案例					建立业务模式	通过独立商业化在全国推广			
科学基础	◦ 丰富科学知识以验证减排效果等								
	通过观察和模型开发进行研发		示范·阶段性部署			有效减少温室气体排放的技术提取和成果部署	标准化研究、实现脱碳社会的情景建议、负排放评价		

资料来源：日本经济产业省、光大证券研究所

4、投资建议

通过对日本降碳之路的回顾，我们得出两点经验：首先是碳中和的实现不能脱离资源禀赋，要结合自身资源禀赋选择合适的发力方向；其次是经济周期会影响政策手段的空间和产业结构的调整。

投资方面建议关注：

1、重视光伏、风电等新能源领域基本盘，同时布局 BAPV/BIPV、海上风电、氢能等前沿领域：通过发展光伏、风电等新能源，日本全社会用电结构得到改善，从而带动全社会碳排放强度降低。由于地理条件和资源的限制，日本重点发展户用光伏、海上风电及氢能。在我国，发展 BAPV/BIPV 不仅能够扩大光伏资源，还能够助力实现建筑领域零碳化。而氢能则是面向锂资源约束的必然选择。建议关注隆基股份、通威股份、中环股份、阳光电源、日月股份、亿华通-U、森特股份等。

2、工业转型与供给侧改革：因素分析结果表明，日本的减碳量中 CO₂ 排放因子与能源消耗系数贡献突出。特别是针对制造业，在增加生产的同时抑制能源消耗的主要因素在于节能方面的进展（能源单位因素）和从材料工业向加工及组装型工业的转移（构造因素）。我国处于产业转型阶段，发展创新密集型产业及高端制造业，有助于降低碳排放；同时，重视电力、水泥、钢铁、铝、玻璃供给侧改革与升级。

3、新能源车及储能产业链：交通领域是碳排放的一个重要领域，日本交通领域能耗与 GDP 增长脱钩的原因在于汽车保有量中“下一代汽车”占比提升。建议关注宁德时代、亿纬锂能、派能科技、国轩高科、孚能科技、恩捷股份、星源材质、亿华通-U、特锐德、盛弘股份、永福股份等。

4、循环经济领域：日本政府提倡 3R（Reduce：减少排放，Reuse：重新使用，Recycle：再循环利用）原则，各领域能源消耗量持续降低。发展循环经济涉及废钢、再生铝、电池回收、再生资源等，建议关注格林美、中伟股份、星云股份、瀚蓝环境、盈峰环境、龙马环卫、宏盛科技等。

5、风险分析

经济增速大幅下行：宏观上看，后疫情时代日本经济仍然存在下行风险，相关事件将对国民经济及二级市场整体表现产生影响；

关键技术未能及时突破：可再生能源技术的突破并非想象中那么容易，如果未能在计划的时间点前完成，可能会给碳中和规划造成不利影响；

投资吸引力不足：因对相关领域发展的不确定，投资者不愿与政府合作。

行业及公司评级体系

	评级	说明
行业及公司评级	买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
	增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
	中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
	减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
	卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
	无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：		A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

光大新鸿基有限公司和 Everbright Sun Hung Kai (UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

光大新鸿基有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Sun Hung Kai (UK) Company Limited
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE