



绿色供应链思考： 光伏行业排放与减排贡献分析

Analysis Of Emission And Emission Reduction Contribution Of Photovoltaic Industry

TÜV SÜD 第三方双碳服务解决方案

TÜV SÜD 副总裁 许海亮



Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.
Add value.
Inspire trust.



目录

CONTENTS

01

双碳背景与光伏
产业发展

02

光伏产业排放与
减排分析

03

企业碳中和路径
案例

04

TÜV SÜD 碳中
和解决方案

碳中和是应对气候变化的人类共识



全球气候变暖

- 人类活动（化石燃料、土地利用等）
- GHG温室气体（CO₂、CH₄、N₂O、HFCS、PFCS、SF₆等）排放
- 大气中温室气体浓度上升
- 温室效应增强
- 全球气候变暖

巴黎协定

2100年前全球平均温升控制在工业革命前2°C之内，并努力控制在1.5°C之内

气候科学

- 2°C目标下的GHG排放预算
 - 累计CO₂ 排放控制在3670 Gt CO₂ 以内
 - 到2011年已经排放1890Gt CO₂, 2011年后的预算是1010Gt CO₂
- 1.5°C目标下的GHG排放预算
 - 保持在580Gt CO₂ → 30年内碳中和
 - 480 Gt CO₂ → 20年碳中和
- 自2020年起，全球需每年减少7.6%的排放量

国际碳排放管理

- G20（由19个国家+欧盟组成）占全球总排放量的78%。它们拥有最大机会推动世界拥抱一个繁荣、可再生的未来。
- 各国碳中和目标（立法、行政命令、政策宣誓）：
 - 整个欧盟 → 2050年
 - 加拿大 → 2050年
 - 日本 → 2050年
 - 美国 → 2050年
 - 英国 → 2050年
 - 巴西 → 2050年
 - 中国 → 2060年

全球减排进程

从《京都议定书》到《巴黎气候协定》

国际气候谈判分歧核心---如何分配减排责任

1992年签订《联合国气候变化框架公约》

国际社会应对全球气候变化问题上进行国际合作的一个基本框架
1994年生效，公约共有197个缔约方，中国于1992年加入。

发达国家采取具体措施限制温室气体的排放，并向发展中国家提供资金以支付他们履行公约义务所需的费用。发展中国家只承担提供温室气体源与温室气体汇的国家清单的义务，不承担有法律约束力的限控义务。

1997年第三次《联合国气候变化框架公约》缔约方会议通过《京都议定书》

强制承诺期为2008年至2012年，美国未参与，其余发达大国均有明确的总量减排目标。

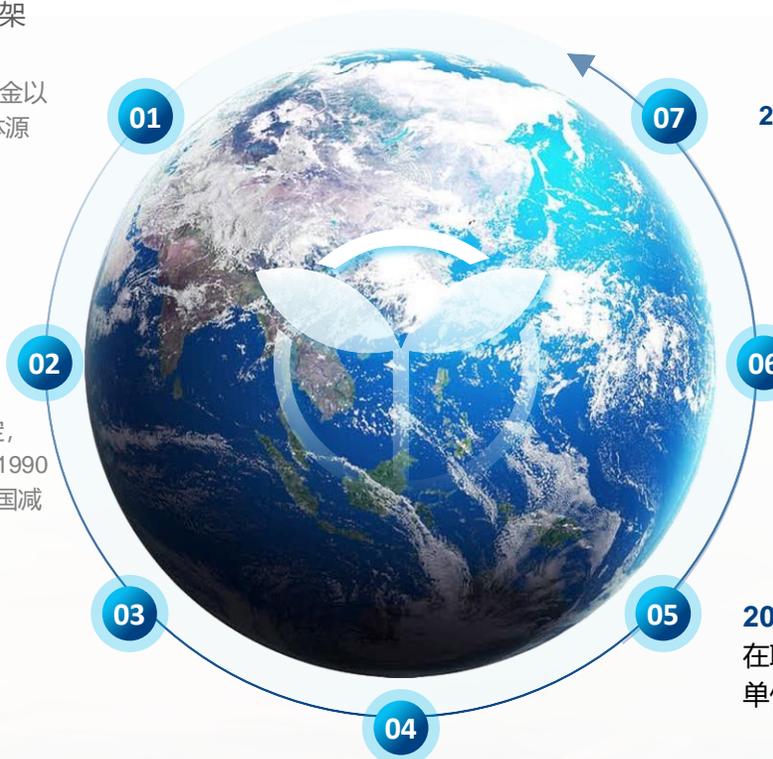
《京都议定书》为唯一的自上而下、具有法律约束力的量化减排协定，规定38个经济发达国家的温室气体排放总量从2008年到2012年要比1990年减少5.2%。其中，欧盟减少8%，美国减少7%，日本、加拿大等国减少6%。

2015年《巴黎气候协定》明确提出2°C的全球温升控制目标，同时提出要努力实现1.5°C的目标

《巴黎气候协定》为自下而上的“国家自主贡献”，发达国家与发展中国家之间行动力度有所区别，并且每五年提升一次。

2013年至2020年为《京都议定书》第二个承诺期

由于俄罗斯、加拿大、日本和新西兰宣布不再参加第二承诺期，第二承诺期已经没有全球减排的实质意义。



2021年2月19日，美国重返《巴黎协定》

2020年12月11日，欧盟27国

领导人在布鲁塞尔举行的峰会上就更高的减排目标达成一致，决定到2030年时欧盟温室气体排放要比1990年减少至少55%，到2050年实现“碳中和”。

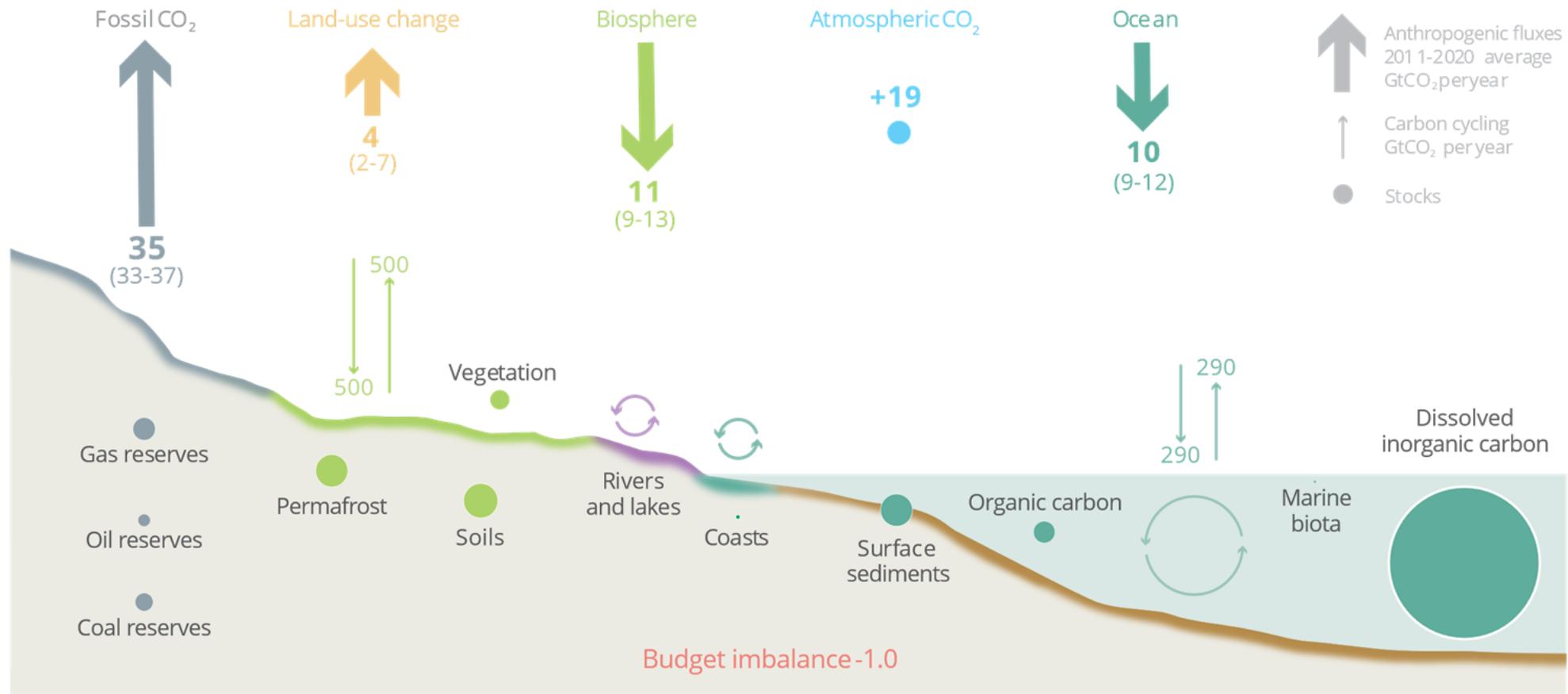
2020年9月22日，中国

在联合国大会提出2030年前碳达峰和2060年碳中和，到2030年单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上。

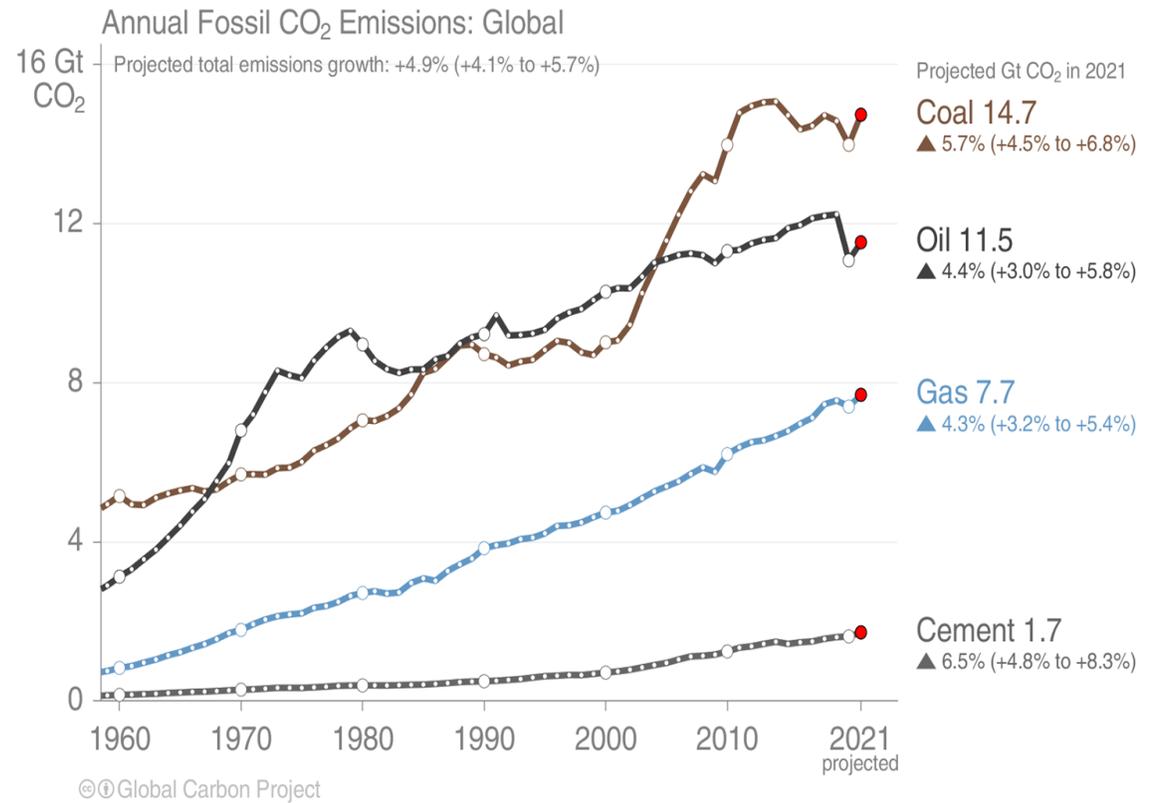
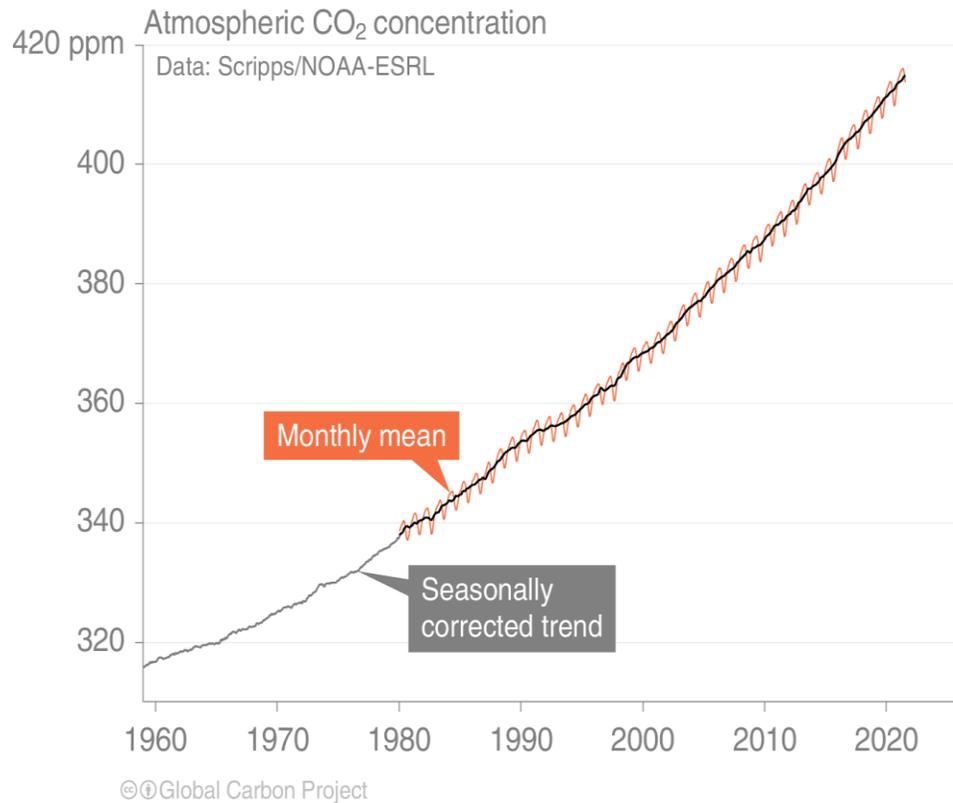
碳中和：人类生产生活排放总量与生态吸收固碳相平衡



近十年全球碳排放与吸收情况 2011-2020 (GtCO₂/yr)

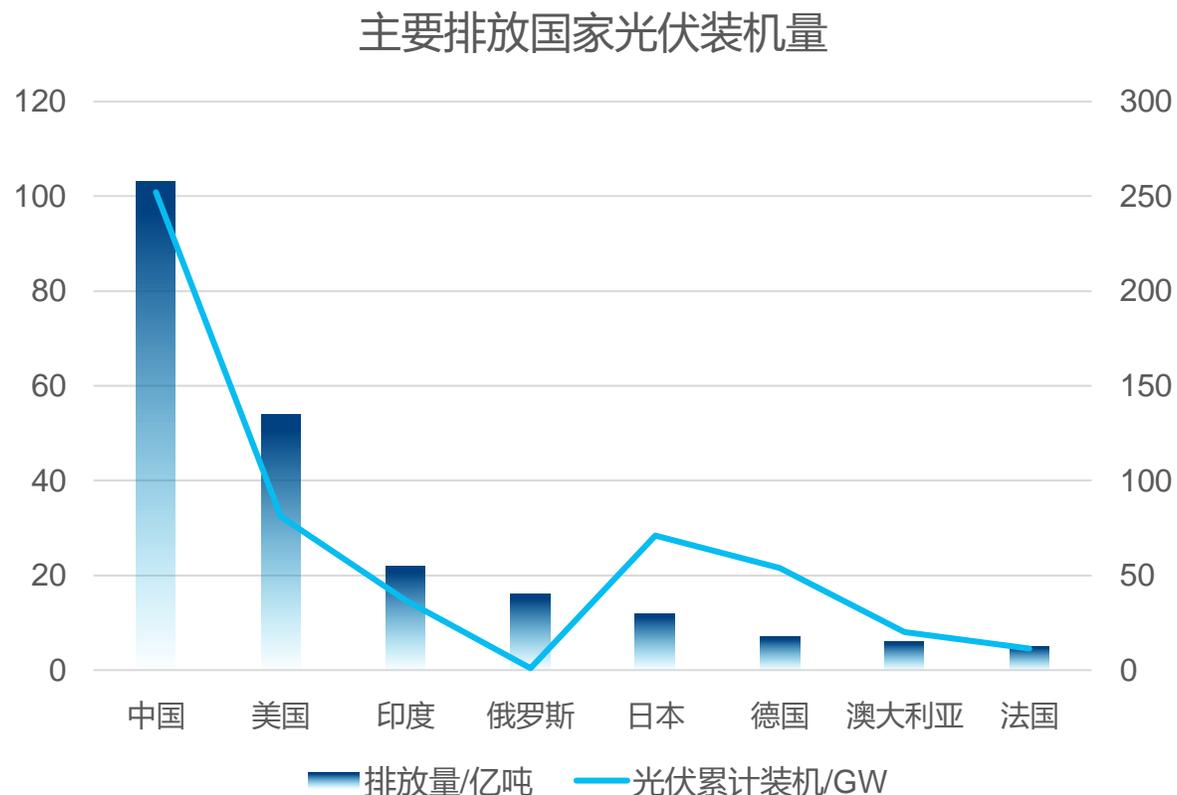
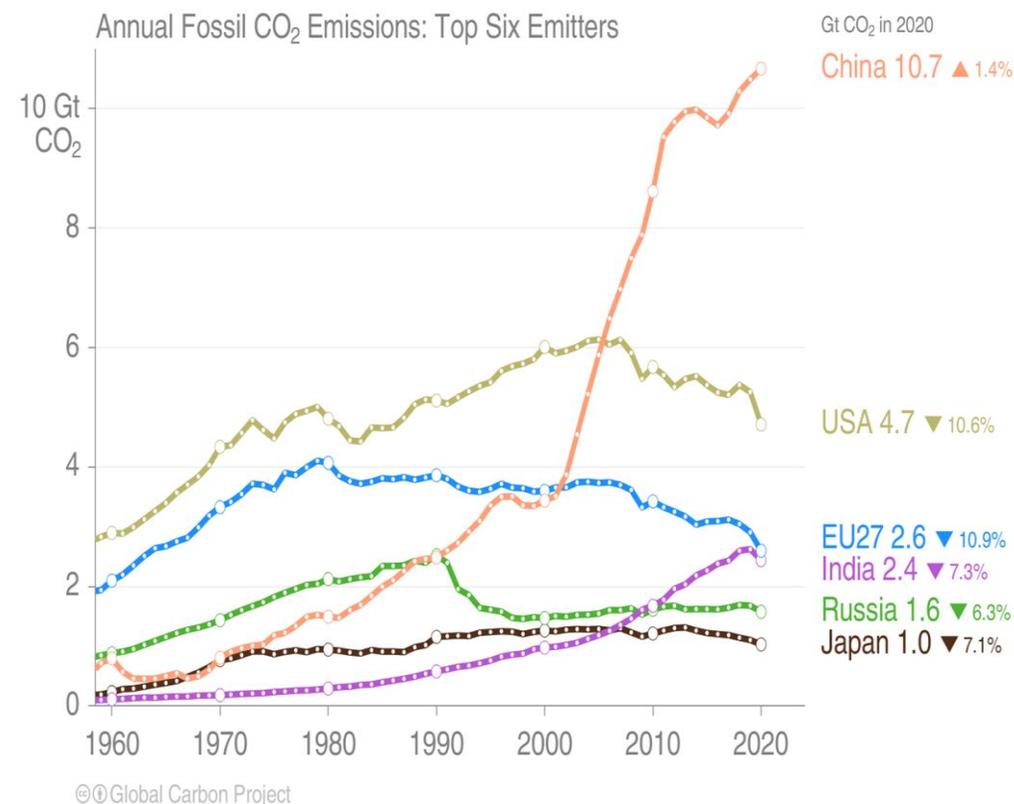


全球二氧化碳浓度变化与排放源分析



主要排放国家排放量与光伏装机

新能源转型是各国减排的最主要手段

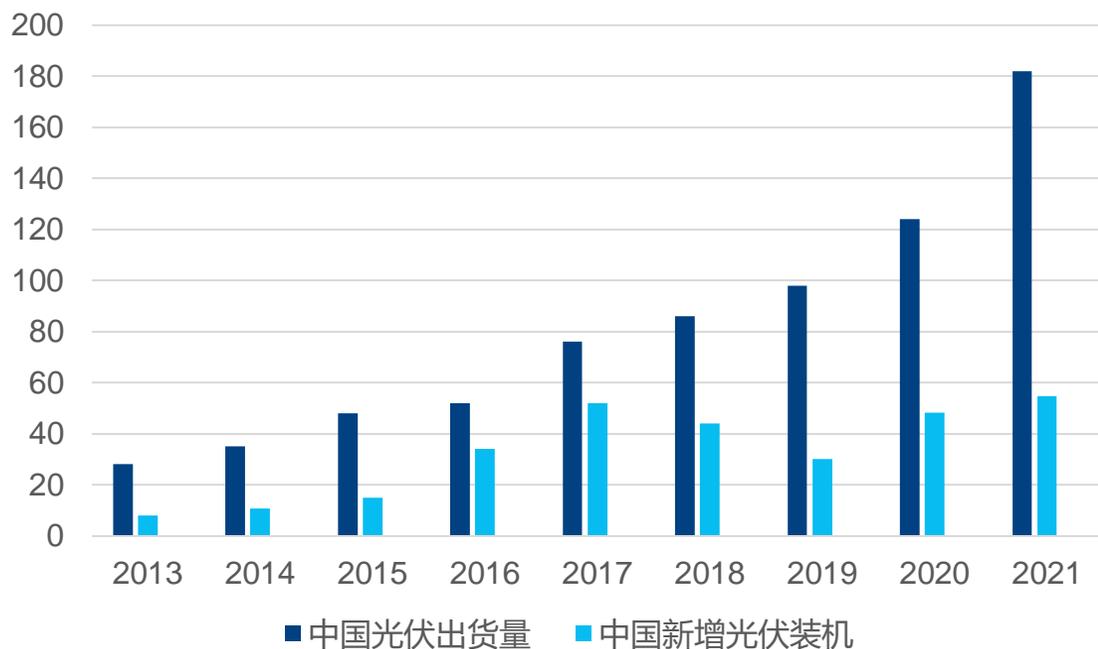


中国光伏产业受益于全球碳中和进程

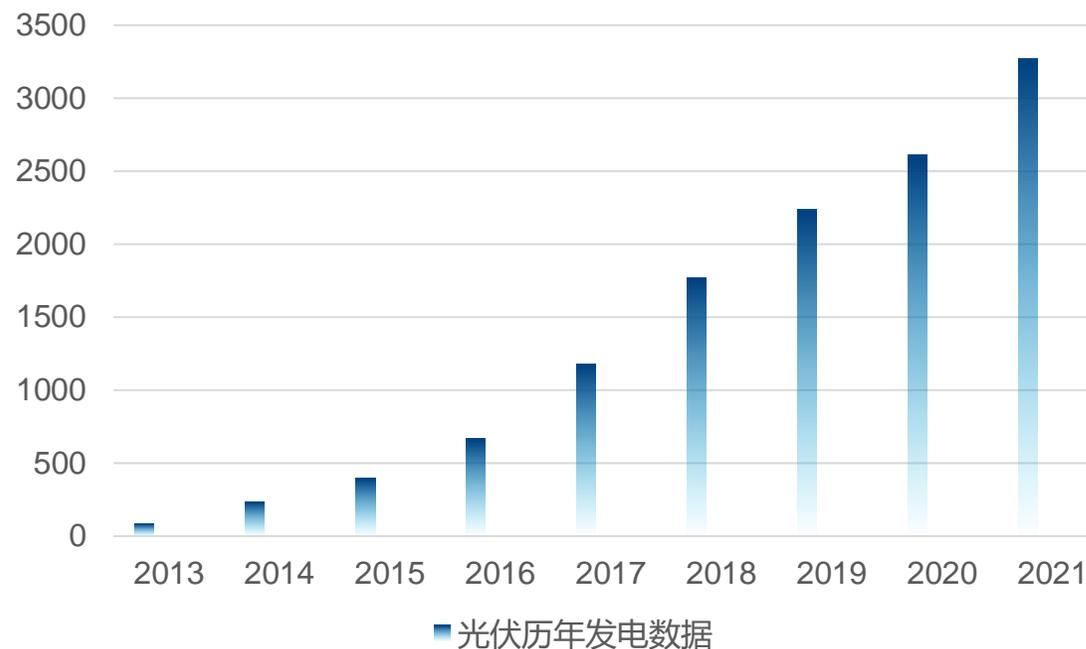


全球碳中和的进程与光伏成本降低带来了光伏产业的迅速发展

年度光伏出货与国内新增装机



中国近十年来光伏发电增长:亿 kWh

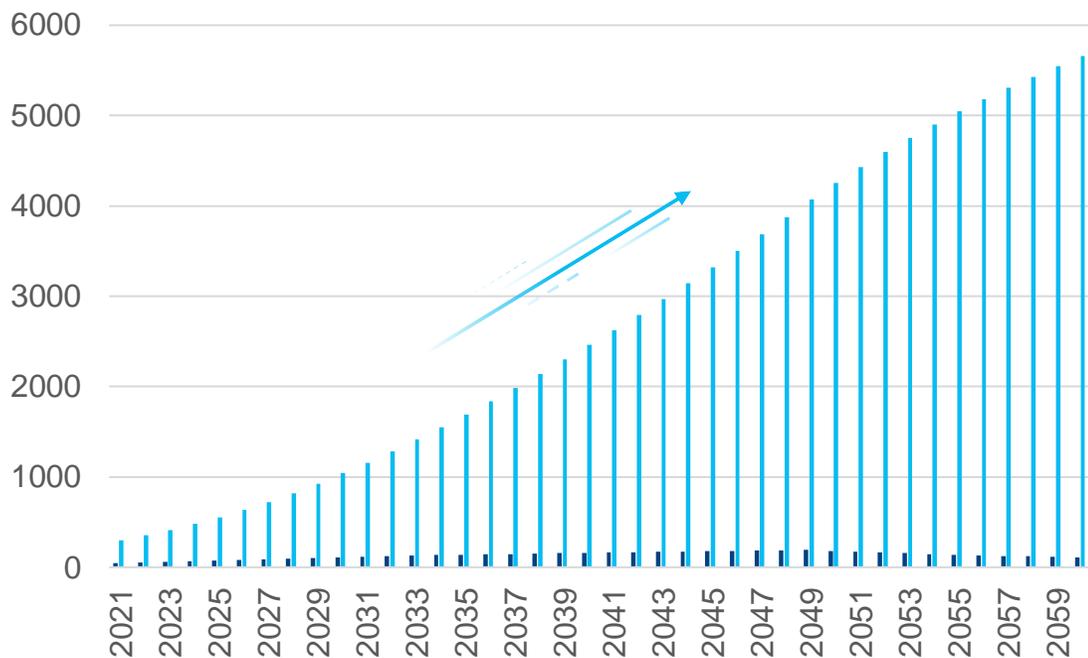




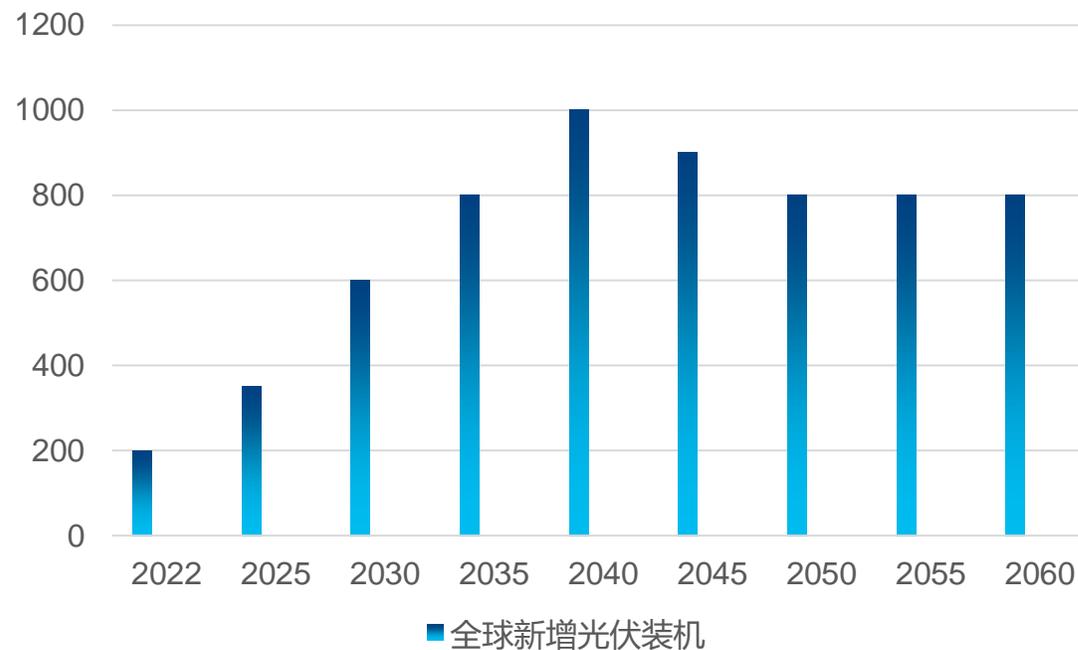
3060目标下光伏行业发展预测：按照20亿吨碳吸收能力测算

实现3060目标，建设以新能源为主的新型电力系统是重要实现手段。基于全社会用电量8.4万亿度电为基数与3%增速测算未来用电，光伏发电量占比远期达30%测算，2060年光伏装机约6000GW，年均出货约200-300GW（IEA预测同样为200GW/年）。如中国市场占出货量30%，全球年均出货量可高达600-1000GW/年。

未来40年中国光伏累计装机与新增装机预测



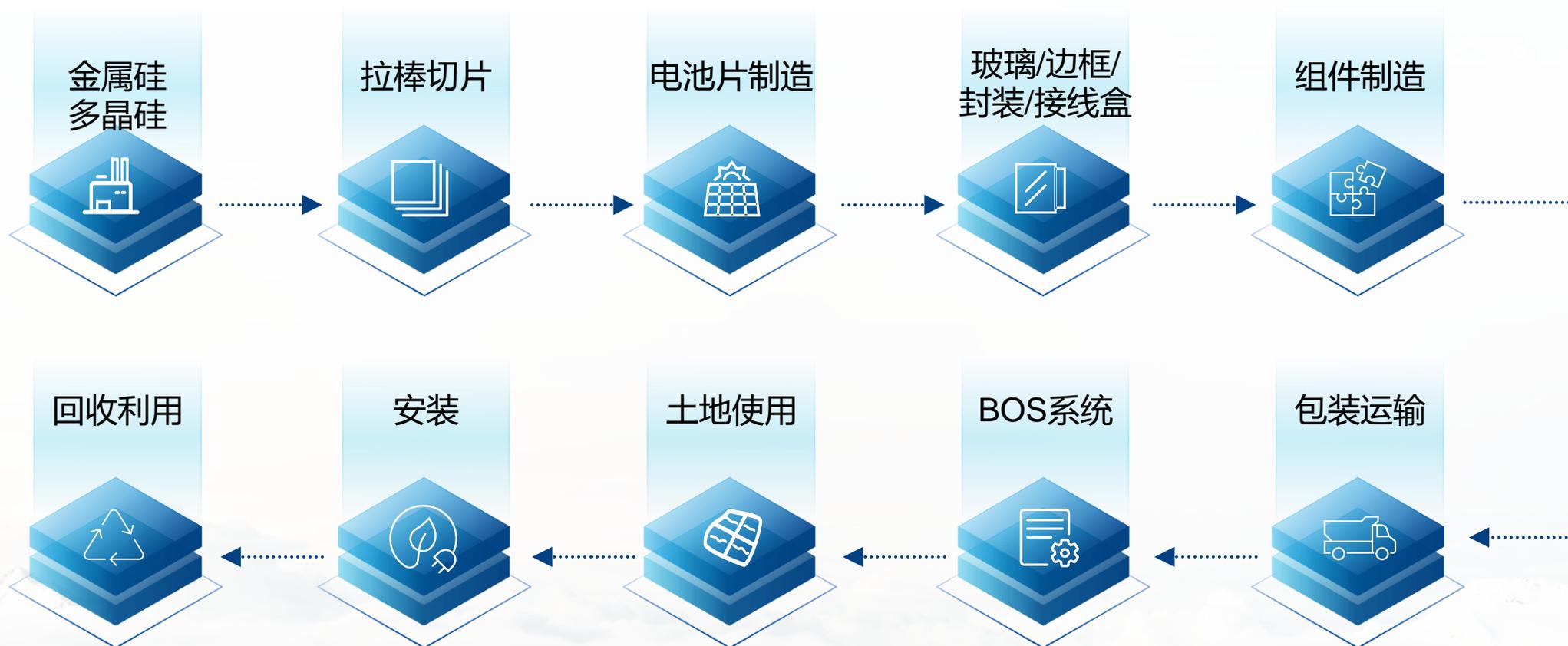
全球碳中和趋势下光伏年均出货预测



光伏产业排放分析



光伏产业链与排放源概览



光伏产业排放分析: 硅料、拉棒环节能耗强度高

我国2021年多晶硅产能50万吨，硅片220GW+

(数据来源: 光伏行业协会)



63.5 kWh/kg



317.5 亿kWh



2500 万吨

光伏产业排放分析: 产业排放贡献超过1亿吨

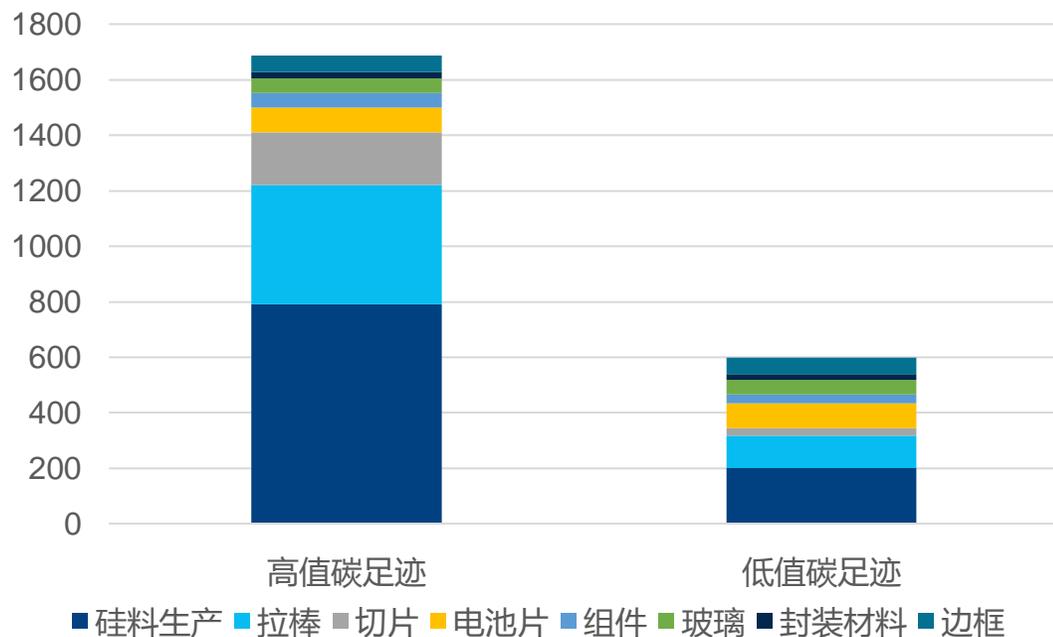
光伏组件生产因为其能耗、原材料使用与运输、回收利用, 带来排放不可忽视。我们取光伏组件产品碳足迹500kg/kW, 推算光伏组件以及上游产业带来的排放。



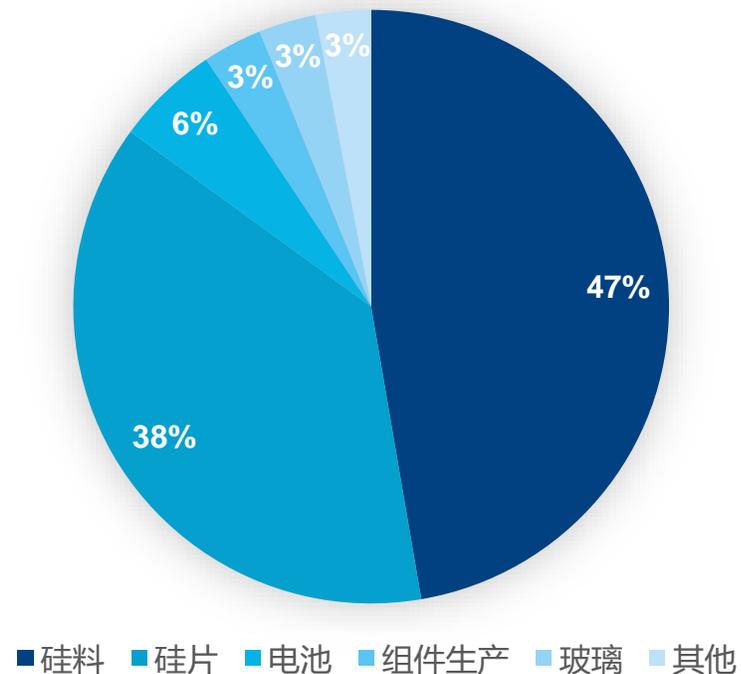
组件碳足迹差异分析：基于排放因子高值与低值测算

因为各地区排放因子差异与材料碳足迹差异，导致组件碳足迹差异较大
 减排重点：硅料、拉棒、切片、玻璃、组件与电池生产制造、边框支架

不同排放因子与物料下组件碳足迹对比



排放贡献占比

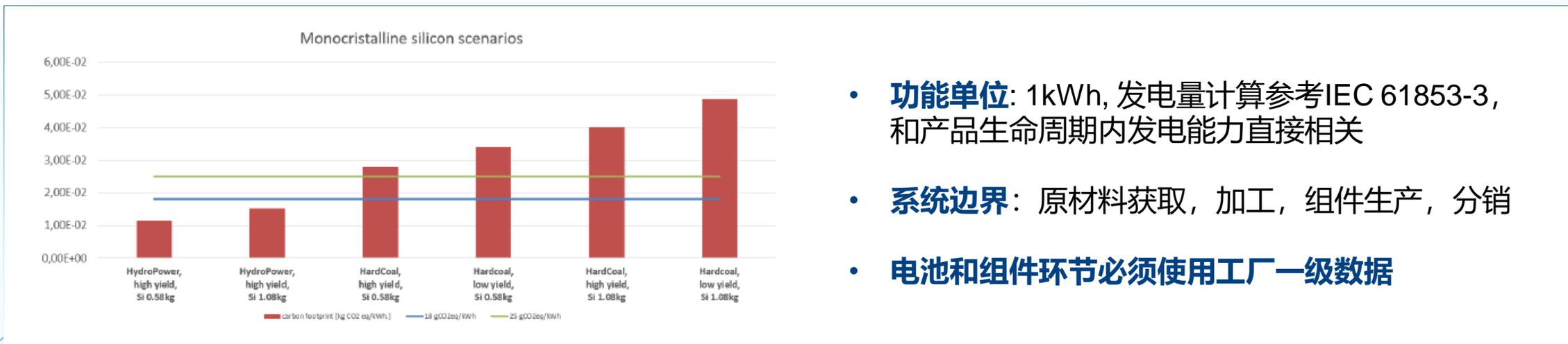


与“碳”相关的国际认证要求

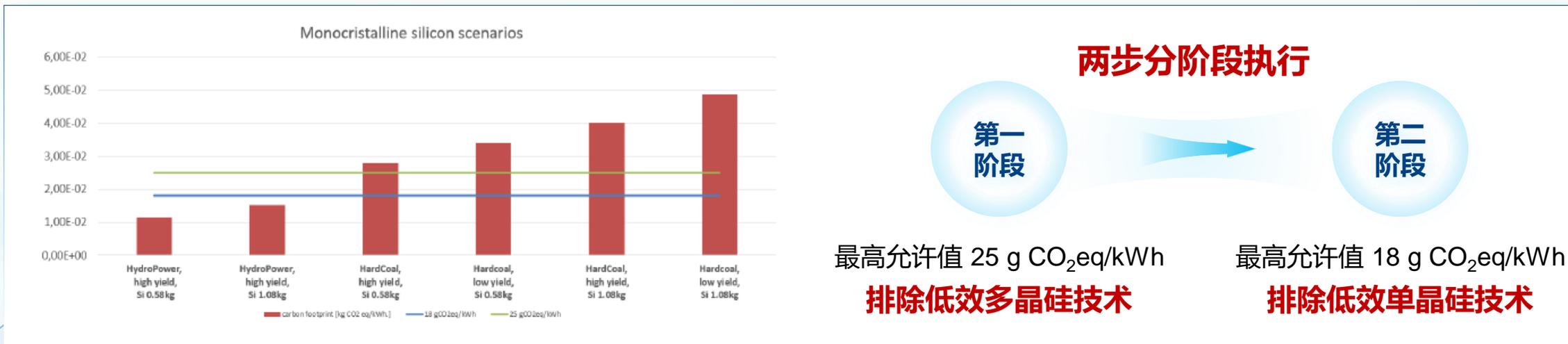


法国碳足迹	法国能源管理委员会 (CRE) 招标要求, 按照碳足迹值分不同等级, 投标对应不同打分, 主要受控于上游硅片碳足迹贡献
韩国碳足迹	与其可再生能源配额制 (RPS) 招标竞价以及政府项目补贴挂钩
意大利EPD	意大利国家电力公司 (ENEL)光伏电站项目招标要求, 除温室气体外, 考虑更多环境影响因素
欧盟ErP指令 (生态设计&能效)	对进入欧盟市场的光伏组件和逆变器, 建立生态设计法规, 从提高能效和降低环境影响角度, 提出更多的要求, 其中光伏组件需要参考欧盟发布的PEFCR评估碳足迹
IEC 62994	组件生命周期内环境健康和安全评估
其他	挪威EPD, 荷兰NMD, 西班牙也在酝酿产品碳足迹要求

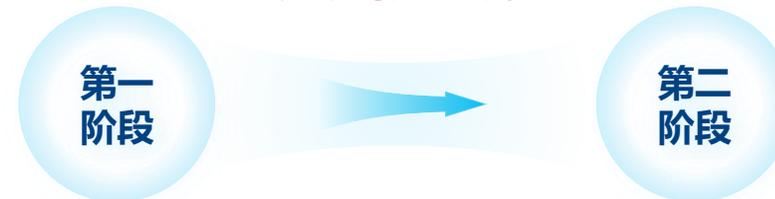
欧盟光伏产品生态设计法规——光伏组件碳足迹要求



- **功能单位:** 1kWh, 发电量计算参考IEC 61853-3, 和产品生命周期内发电能力直接相关
- **系统边界:** 原材料获取, 加工, 组件生产, 分销
- **电池和组件环节必须使用工厂一级数据**



两步分阶段执行



最高允许值 25 g CO₂eq/kWh
排除低效多晶硅技术

最高允许值 18 g CO₂eq/kWh
排除低效单晶硅技术



光伏产业排放分析

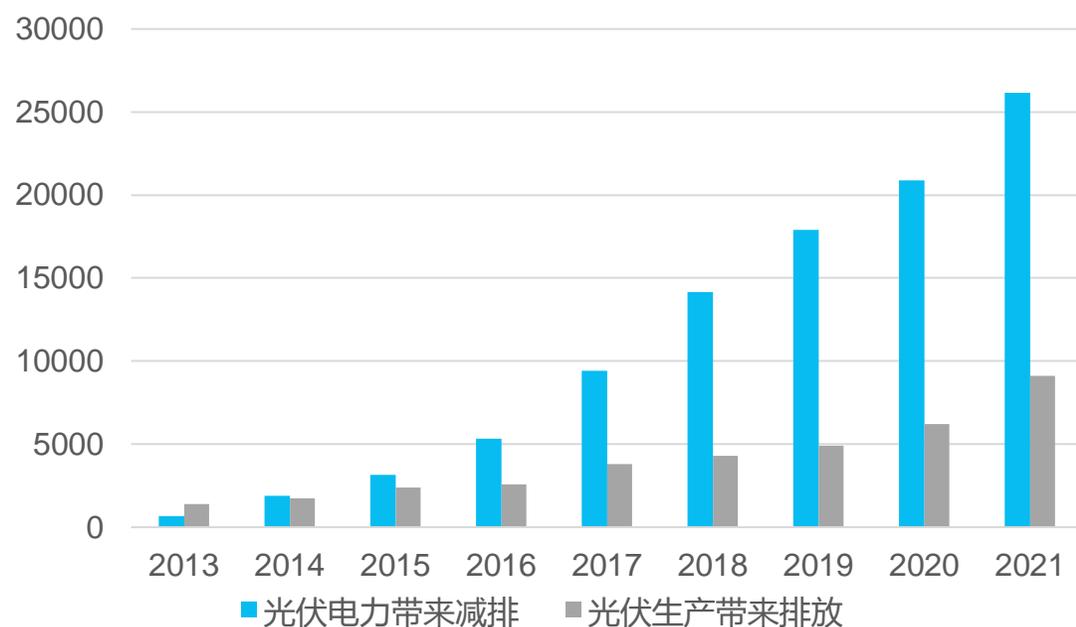
根据典型公司披露的排放数据梳理，光伏产业引起的排放不容忽视，同时光伏产业排放强度大大优于平均排放

编号	公司名称	运营排放	产业链排放	销售额	运营排放强度	数据来源
1	隆基股份	315万吨	2000万吨	809亿	0.39吨/万元	ESG
2	中环股份	377万吨	2000万吨	411亿	0.917吨/万元	ESG与推测
3	通威股份	655万吨	1000万吨	635亿	1.03吨/万元	ESG与推测
4	天合光能	88万吨	1000万吨+	445亿	0.19吨/万元	ESG与推测
5	晶科能源	281万吨	2000万吨	406亿	0.69吨/万元	ESG与推测
6	阳光电源	3.8万吨	100万吨	241.37亿	0.016吨/万元	ESG与推测
7	东方日升	45万吨	500万吨	188.3亿	0.29吨/万元	ESG报告
8	国内GDP	105亿吨	105亿吨	111万亿	0.94吨/万元	统计数据
光伏代表公司		1764万吨	8000万吨+	3135亿	0.562吨/万元	

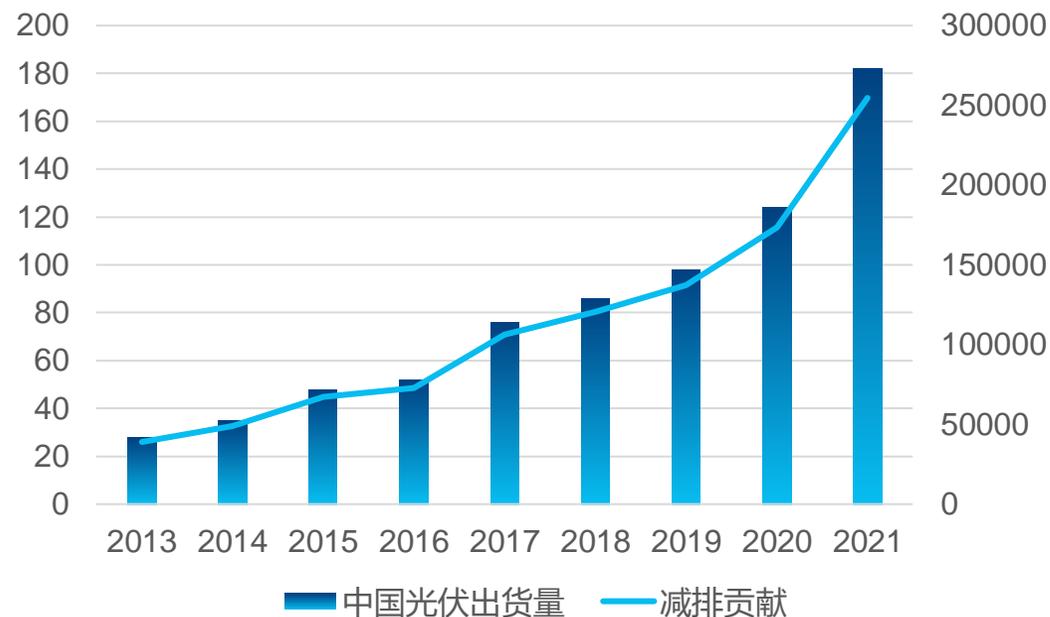
光伏行业减放贡献分析

随着光伏发电增长，带来的减排贡远高于排放，考虑25年生命周期，光伏的减排价值巨大（排放因子取0.8kg/kwh）

中国光伏发电年度减排与产业链带来年度排放/万吨



中国出货组件全生命周期减排贡献(25年)玩GW--万吨



光伏绿色供应链：开发“零碳光伏”的环境与经济价值



降低核心部件的碳足迹

硅料、硅片、玻璃、边框、支架

10%
碳足迹降低



降低光伏企业的运营排放

电气化改造、绿电、氢能使用、节能降耗

1000 万吨
减排效果



碳交易市场

1亿吨碳交易需求

5 亿
环境价值

1000 亿级
绿色能源需求

1 3 0 GW
光伏产业所有公司使用光伏
电力，每年减排1亿吨，相
当于130GW光伏装机需求

双碳背景下光伏的减排动力

政策趋势

- 更多企业纳入排放管理与碳披露管理
- 碳中和相关政策
- 特殊项目招投标

1

市场效应

- 企业社会责任体现
- 绿色供应链上下游要求
- 品牌力提升

2

国际贸易

- 贸易壁垒
- 碳足迹认证或EPD等环境友好相关认证
- 碳关税法案

3

内部管理

- 碳中和战略规划
- 零碳管理体系
- 低碳产品设计开发
- 低碳运营能效提升
- 绿色供应链
- 碳资产与碳交易

4

资本市场

- 投融资
- 上市公司披露
- 创新科技
- 零碳服务市场投资机会

5

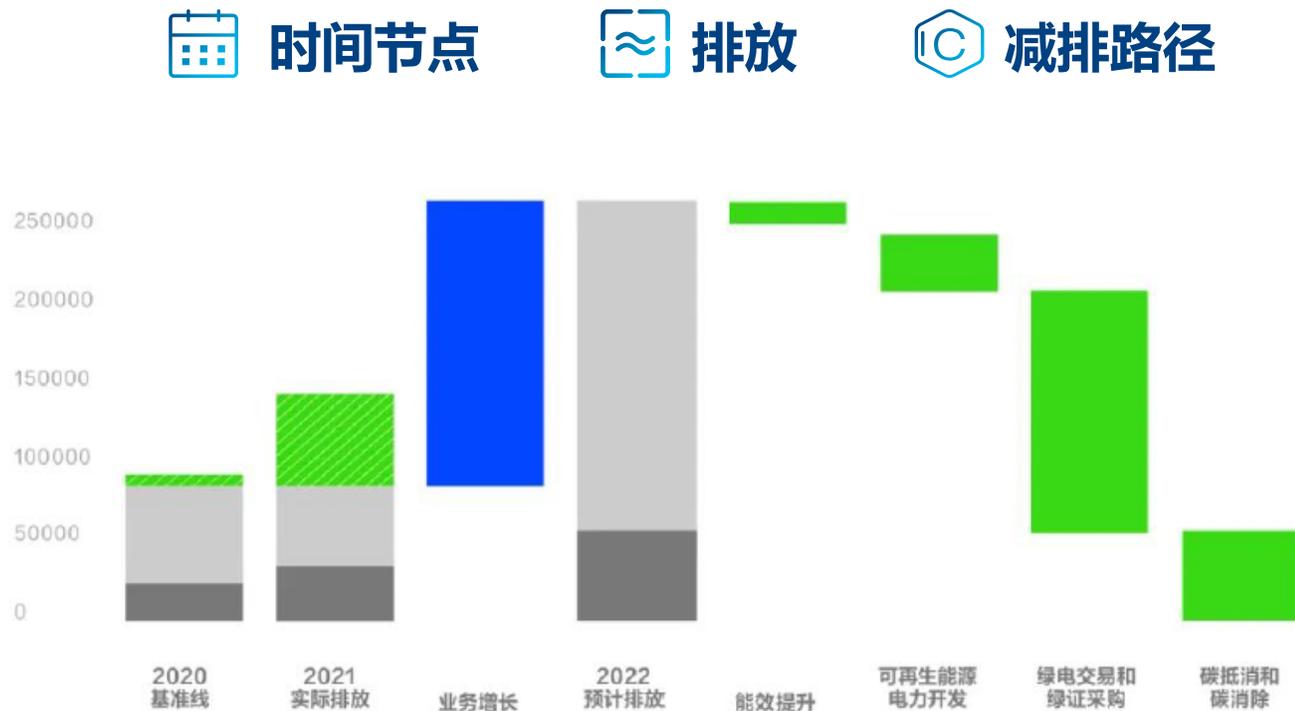
光伏行业减排行动



越来越多光伏企业加入宣称碳中和行列并为减排做出贡献（需要更多...）

公司	是否明确减排目标	是否披露排放	是否公布碳中和路径	是否加入约束性承诺组织
隆基股份	是	是, ESG报告与气候白皮书	1, 节能减排 2, 绿电 3, 发展氢能	RE100 EV100 EP100 SBTi
远景能源	是 2022年运营碳中和, 2028年产业链碳中和	是, 连续两年披露碳中和报告	1, 绿电, 绿证, 减排项目 2, 碳管理, 碳交易 3, 绿色产品, 绿色金融, 4, 零碳产业园, 5, 零碳供应链体系	RE100 SBTi
中环股份	规划中	是, ESG报告	进行中	进行中
东方日升	规划中	是, ESG报告	1, 节能降耗 2, 绿电 3, 降低产品碳足迹	进行中

碳中和路径规划示例



案例分享：光伏企业双碳应对重要举措

碳管理与披露



排放管理
第三方核证
ESG或气候白皮书披露

节能减排



节能减排措施
智慧制造与工业4.0

绿色供应链



自发自用光伏
绿电采购
绿证
运输零碳
循环利用

技术提升



效率提升
工艺改进
良率提升
节约材料实用

光伏企业零碳挑战



双碳背景下光伏企业应对策略





THANKS

Presented by: Hailiang Xu

Date: 2022.11

Email: hailiang.xu@tuvsud.com

Phone: 186 2189 1231

www.tuvsud.cn

Info.cn@tuvsud.com

Follow us on social media

