



新碳排放责任机制 全球碳中和解决方案

CARBON EMISSION LIABILITY MECHANISM AND
GLOBAL CARBON NEUTRALITY SOLUTIONS



同济大学中和研究院
TONGJI COWIN INSTITUTE

2023年8月

杨宝明 博士



- 同济大学 董事
- 同济大学中和研究院 院长
- 鲁班软件 创始人
- 上海市浙江商会 副会长
- 新碳排放责任机制CELM、新公共物品原理PPG提出者
- 著有《突破重围》《BIM改变建筑业》



✉ bm.yang@qq.com

<< 杨宝明知乎专栏

课题组成员

贺灵童 徐培征 韩传峰 刘兴华 黄渝祥 孟令鹏



导语

INTRODUCTION

在联合国的协同下，国际社会应对气候变化挑战已历时30余年，取得的进展却不甚理想。联合国秘书长古特雷斯宣布，全球变暖时代已经结束，取而代之的是全球沸腾时代。人类正面临气候暴击！气候变化对人类生存的威胁将超过疫情和战争。杨宝明博士带领课题团队，经过长期艰苦努力，通过对全球气候问题的法学、社会学、经济学、数字化和科学技术的综合研究，创造性地提出全新的碳排放责任机制（Carbon Emission Liability Mechanism, CELM），构建了全新的碳排放责任体系，提出了全球碳中和的第三条道路——基于CELM的“1+1”全球碳中和解决方案，即建立两大体系“全球碳减排体系+全球绿色能源供应体系”，为国际社会提供了更高效、更公平、成本更低的全球碳中和新路径，为人类彻底解决气候问题带来希望。

目录

CONTENTS

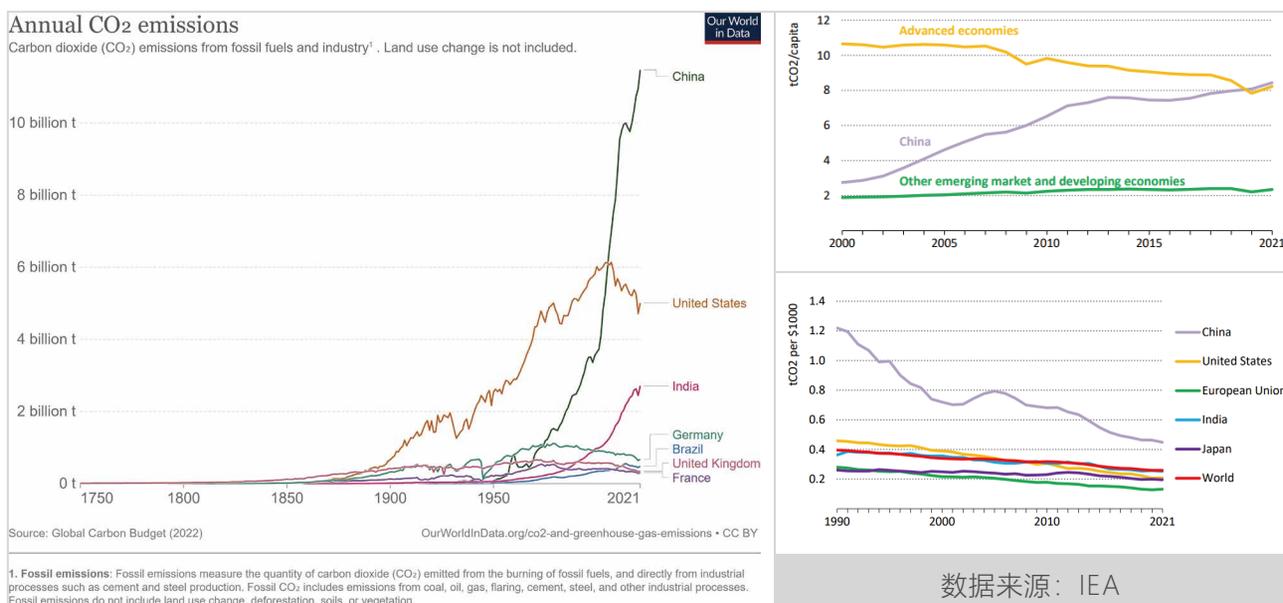
| | |
|--------------------------------------|----|
| 1 全球气候问题与中国挑战····· | 1 |
| 2 气候问题的本质与七个共识····· | 2 |
| 3 新碳排放责任机制 (CELM) ····· | 3 |
| 4 基于CELM的全球碳中和解决方案····· | 4 |
| 4.1 全球碳中和解决方案····· | 4 |
| 4.2 全球碳减排体系····· | 5 |
| 4.3 全球绿色能源供应市场体系····· | 12 |
| 4.4 整合碳定价：基于碳中和进程和宏观经济效应的整合定价策略····· | 14 |
| 5 CELM体系实施宏观效应分析····· | 15 |
| 6 新公共物品原理····· | 17 |

1 全球气候问题与中国挑战

2023年3月，政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布第六次评估报告（AR6）《气候变化2023》，报告显示：2011-2020年全球地表温度比1850-1900年升高了1.1°C；人为导致的气候变化已经影响到全球每个地区；按照目前各国政府承诺的碳排放进程，21世纪全球升温肯定超过1.5°C，且很难控制在2°C以内；目前全球碳排放的进度与目标仍有较大差距，为控制地球升温再1.5°C以内，人类社会必须采取更大、更快的行动。

2022年，全球碳排放增加了0.9%，达到368亿吨，其中中国排放约120亿吨。为实现3060双碳目标，目前我国双碳工作聚焦于重点能源行业的碳配额管理与交易。我国碳市场纳入第一个履约周期的是发电行业2162家重点排放单位，年度覆盖CO₂排放量约45亿吨，是全球覆盖排放量规模最大的碳市场；自2021年7月启动上线交易以来，截至2022年12月31日，我国碳排放权累计成交量2.30亿吨，成交额104.75亿元，成交均价45.61元/吨。

我国当前的碳减排体系，面临诸多挑战，例如如何建立完整准确且动态碳足迹数据库，如何选择更公平高效的政策工具，如何变革升级碳市场，如何高效筹集绿色转型投入，如何减少碳减排对宏观经济和社会福利的负面影响等。



- 2022年，全球CO₂排放量达到**368亿吨**；中国CO₂排放量约**120亿吨**，占全球总量的**1/3**。
- 2021年我国人均碳排量为**8.4吨**，超过发达国家水平。
- 2021年中国单位GDP排放强度下降至**0.45吨CO₂/千美元**，在主要经济体中碳排放强度最高。

2 气候问题的本质与七个共识

全球气候问题的经济学本质是跨时空外部性、大规模复杂公共物品难题。

气候问题利益博弈主体层级多、数量庞大，包括国际社会所有组织和个体，在此情况下，要找到公平高效的均衡解非常困难。目前，各国一般采用碳税和基于碳排权的碳市场政策工具，这两条道路的效果从理论和实证情况看，都无法承担实现IPCC提出的控温1.5℃目标的重任。2022年全球气候暴击及IPCC的第六次评估报告都显示，找到更有效的第三条道路刻不容缓。

真正解决气候问题，达成IPCC的控温目标，国际社会有必要达成七个共识。

消费者承担责任

有消费需求才会有生产和碳排放，消费者应对前端产品及产品中的碳排放承担成本。

充分发挥市场机制

充分发挥市场机制的力量，实现政府和市场的协同发力，双方边界设置要非常注重效率和公平。

知情权与选择权

通过数字信息技术厘清全社会可信碳足迹，避免市场信息和价格信号失灵，保证市场有效。

人类命运共同体

人类共同拥有一个地球，所有国家所有人共同面对气候变化，需要国际社会共同努力。

发达国家、高耗碳人群承担对应责任

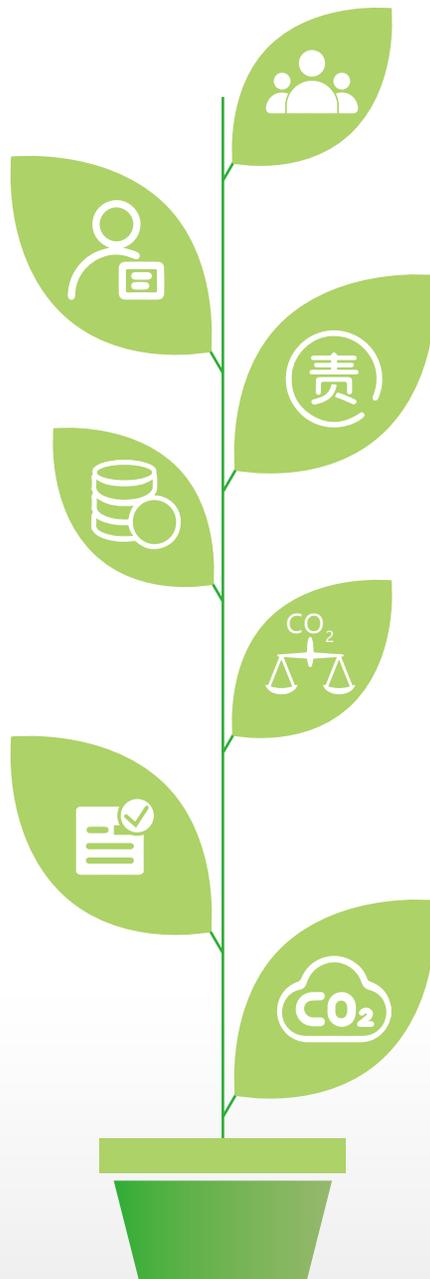
发达国家要为历史碳排承担责任，高碳排人群应该支付足够高的对价。

碳排权平等

每个人的碳排权是平等的，不能用碳排权限制部分人的发展，每吨碳排放都应合理支付成本。

真负碳是标准商品

一吨“真负碳”就是从空气中拿掉一吨二氧化碳，是种标准商品，可在全球自由交易。



3 碳排放责任机制

基于全球气候问题7大共识，以IPCC提出的约束条件为目标（2050年左右实现全球碳净零排放），以人类命运共同体为出发点，通过跨学科的集成研究，本报告提出了碳排放责任机制（CELM，Carbon Emission Liability Mechanism）和整合碳定价方案，进而设计出应对气候变化的第三条全球碳中和道路：基于CELM的“全球碳减排体系+全球绿色能源供应体系”1+1全球碳中和解决方案，以实现全球碳中和最优路径。

▶ 3.1 两个假设

假设1 各国政府必须实现各自向国际社会承诺的碳中和目标

假设2 各国政府致力于建立公平有效率的碳减排政策体系

▶ 3.2 三个基本原则

国际社会根据以下三个原则建立相对一致的碳减排管理体系。

原则1：消费者承担碳排放成本，产业链后端对前端总碳排放量承担责任。

最终消费者为商品中的碳含量支付费用。产业链中任何一个组织要对自己产品中的总碳排放量负责，即对供应商选择负总责。

原则2：所有组织碳票进项、销项要平衡，有碳排存量要负责抵消。

国家建立碳票管理系统（CTMS，Carbon Ticket Management System），记录全社会每一笔交易商品碳责任含量的流转。供应方开出碳票称为销项票，采购方收进碳票称为进项票。这样可以形成全社会所有商品和服务的碳足迹大数据。每个组织按季度进行碳票进销项的汇算清缴。国家可通过立法明确：

组织应担责的碳排责任量 = 碳票进项总量 - 碳票销项总量

负值可进入碳交易市场卖出“负碳”指标，获得收益。正值要承担碳抵消责任：从碳交易市场中购买“负碳”指标进行碳抵消。这样，碳排放强度超过行业平均水平的企业组织，会增加承担相应的碳排放成本，碳排放强度低于行业平均水平的企业组织，会即时获得低碳排的奖励，从而双向驱动产业链所有组织加强碳减排。

原则3：碳交易市场提供组织碳排放抵消品“负碳”交易，由市场机制确定“负碳”价格。

负碳供方：真负碳由森林等经营组织、CCUS碳汇组织生产出来，通过国家认定的核证组织核定产出并授权负碳数量，供应给碳市场。国家作为碳源的拥有者向碳市场输出等量的欠负碳。碳票销项大于进项的组织也可在碳市场售出负碳。

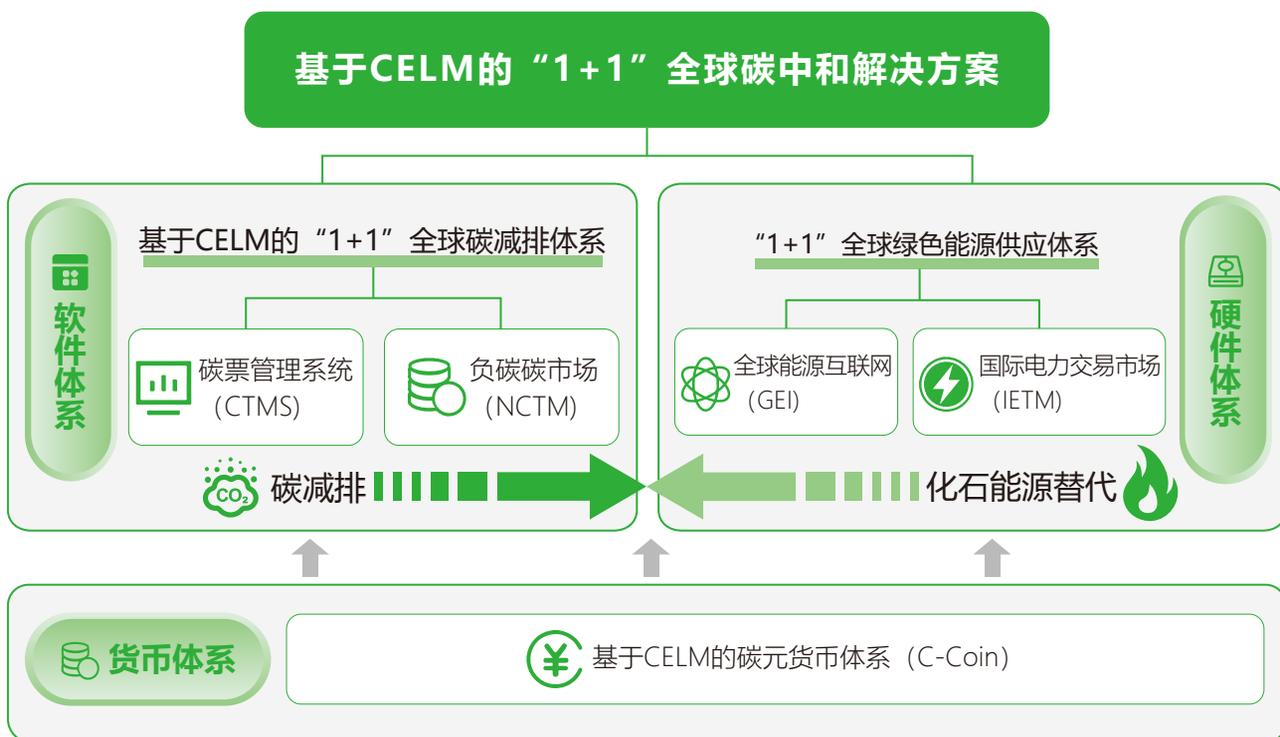
负碳需方：需要抵消碳排责任存量的组织、愿意提前实现碳中和的先进组织、要应对碳关税的出口企业、碳资产投资机构和个人，它们从碳市场购进不同品种的负碳，以满足自己的生产、出口和投资所需。

4 基于CELM的全球碳中和解决方案

▶ 4.1 全球碳中和解决方案

由于缺乏合适的经济学基础理论指引，国际社会一直在碳排权和碳税两条道路上摸索，但进展甚慢，碳减排进程与实现IPCC的1.5度目标仍有较大差距，全球碳中和解决方案仍缺乏有效的路线图。全球碳减排面临多层次碳排放权分配方案、碳泄露与碳关税、碳中和投资资金来源、多套碳减排体系无法统一等挑战。

CELM理论为实现全球碳中和提供了坚实的经济学理论基础和可行的第三条道路。本报告提出基于CELM的“1+1”全球碳中和解决方案“全球碳减排体系+全球绿色能源供应体系”，“1+1”体系将成为实现全球碳中和的关键保障。



基于CELM的全球碳中和解决方案，包含两大体系、四大系统。

两大体系为：全球碳减排体系和全球绿色能源供应体系。

全球碳减排体系，共有两大子系统：碳票管理系统（CTMS）和负碳碳市场（NCTM）。

其中，碳票管理系统为全社会每个组织、产品提供可信碳足迹数据，并确定每个组织的碳排放责任；负碳碳市场为组织提供碳抵消责任品，政府可获得碳中和资金、碳汇组织和低排放组织可获得收入，真负碳标准产品更为碳金融、转型金融的发展提供了基础。

全球绿色能源供应体系，也包括两大子系统：全球能源互联网（GEI）和国际电力交易市场（IETM）。

其中，全球能源互联网通过特高压电网将绿色能源基地的绿电，经由全球智能电网的智能配置

与输送，以极低的线损运送至全球，减少储能，在全球范围内提升绿电的利用效率；国际电力交易市场是纯绿电在全球范围内自由竞价交易，市场化高效配置资源，扩大绿电市场规模。构成CELM的全球碳中和解决方案的两大体系，如碳中和的一体两面，一个通过“纯软”的机制设计加速全社会碳减排；一个利用能源互联网相关的“硬核”基础设施，加速绿色能源在全球范围内的高效供应，加快化石能源替代。

对比全球其他碳工具，基于CELM的全球碳中和解决方案充分利用市场化机制和数字化智能，公平高效自运行。整体社会成本更低，对政府的治理水平与治理投入等要求也更低，是更公平、更高效的全球碳中和解决方案。

4.2 全球碳减排体系

4.2.1 全球碳减排体系实施方案

整体实施方案

1) 国家立法制定基于CELM法制体系

国家建立相关法规和运营机制，明确碳排放责任体系，保障体系运营。

2) 国家建立基于CELM的“1+1”减排体系：碳票管理系统 (CTMS)+负碳碳交易市场

碳票管理系统。为便于记录和分解全社会所有组织、消费者的碳排放责任，设计出一种登记每个产品、服务的碳排放责任数量的凭证——“碳责任票”，简称“碳票” (Carbon Ticket)，亦称“红票”，详细登记每笔市场交易的碳排放责任量的流转数值（碳足迹）。同时建立一个国家级的碳票数据管理系统，打造国家“金碳工程”，实现碳足迹数字化全数据管理。全社会的每笔交易在该系统通过进项票、销项票记录碳排放责任的流转。



负碳碳交易市场。国家、碳汇组织和有“负碳”的组织个人向碳市场提供“负碳”产品。国家主要提供“欠负碳”产品，碳汇组织主要提供“真负碳”产品。有负碳存量的组织可以在碳市场出售负碳获得收入，有碳排放责任存量的组织从碳市场购进负碳进行碳排放存量的抵消。

3) 核定碳源数量

政府主管部门对碳源组织（煤矿、油田、天然气企业等）核定单位产量碳排放指标和总产量，主管部门将碳源总量作为碳源的销项票开给碳源组织，输入CTMS系统。碳源管理从大到小，逐步细化。

4) 碳票系统自运营

全社会所有组织按自由交易原则，按照交易实际情况，碳排责任量通过碳票进销项票自由流转。政府并不需要在每个交易环节进行监管，实现碳票系统自运营。

5) 终端销售组织代收碳费

出售产品给最终消费者的组织，可实行代收碳费。组织收到的碳费用于购买碳市场中的负碳，对碳排责任存量进行抵消。

6) 所有社会组织按季度进行碳排责任存量的汇算清缴

有碳排责任存量的组织必须从碳市场购进负碳进行抵消。对每个组织而言，进销项票总量平衡，说明碳排强度与全行业平均水平基本一致，不需要直接承担碳排放费用。销项票总量大于进项票总量，碳排放强度低于行业平均水平，可以将负碳在碳市场中出售获得收益（低碳排奖励）。

组织可以进行资产管理，以降低碳排成本。在价格有利时购进负碳资产保存，或预先抵消。

7) 建立家庭碳账户，分梯级定价，提升政策累进性

CTMS系统通过与人口系统、支付系统的对接，建立家庭碳账户。政府可以按家庭人口数量分配低价格碳配额，分梯级确定碳价，消耗资源和能源越多，碳价越高，促进全社会碳减排，建立新型消费理念，改善碳费机制的累进性，成为重要的三次分配机制。

8) 应对出口贸易碳关税。

国内出口企业在国内碳市场购进“国际负碳”进行碳抵消，实现零碳产品或国际认可的碳排放成本出口。同时可通过CTMS系统提供可信碳足迹数据。这样将避免被欧盟CBAM和美国碳关税边境机制征收碳关税。

此方案可以进一步向所有国家推广，更高效率实现全球碳中和。

碳源组织和碳源管理

政府只要管理好碳源组织及其碳源数量，CTMS系统将保障全社会所有产品的碳足迹数据准确、实时和完整，建立全社会数字碳足迹。在碳票系统中输入准确碳源值后，后续全社会碳足迹就可以实现系统自动运营管理。

政府输给碳源组织的碳销项数量为： $\text{碳源总量} = \text{能源产量} \times \text{单位能源碳含量}$

一次能源产量的企业自报量可与增值税系统校核，较易精准核定。单位能源产品的含碳量相对恒定，可以通过政府认证的检测机构检验测定。能源行业碳排放占全国总量的80%以上。其他碳源，如水泥、钢铁、交通、石化等行业根据各自行业特点出台碳源核定方式。

碳汇组织和碳汇管理

建设国际先进的碳汇负碳核证体系，通过负碳碳市场直接激励碳汇组织做出吸碳贡献，激励减碳技术的研发和应用。

国际社会需要全面停止CCER核证体系，CCER交易不应再启动。碳排放成本实现全面内部化后，基于公平竞争和政策成本，低碳项目的核证减排量不应是直接激励对象。

碳汇企业的产品“真负碳”，应予以被全面、准确、及时的核证。碳汇管理的核心是“真负碳”核证，并且应该面向全部存量资产。同时，碳汇核证要坚持以下两项原则：

额外性原则。一些自然资源，如海洋和黄土高原固碳的作用，如果不需要额外投入去管理维护的，不应作碳汇量核证，这些碳汇量属于国家的收益，不属于任何组织。可售碳汇必须有投入产出对应，以提升碳减排政策效率。

增量原则。只核证每年新增加碳汇数量。自然生态系统中已有的固碳存量属国家资源，不再为某个经济组织所有。基于CELM的碳汇核证体系比CCER体系要简单容易，核证难度小，客观性和标准化程度高。

及早建立国际认可的“真负碳”碳汇核证体系，通过认证的“真负碳”产品可向国际市场销售。



4.2.2 国家碳票管理系统 (CTMS)

CTMS可以高效率低成本建立全社会碳足迹大数据库，将每个组织每个产品端到端的碳足迹数据完整记录下来。汇集颗粒细度到具体物料、产品和服务的碳足迹数据库，能够形成各行业高精度的碳排放因子库，数据准确、实时、完整，为各项政策工具精准制定实施及各行业碳减排管理提供强大数据支撑和数字化管理能力。覆盖全社会的CTMS系统平台，是国家级碳票管理系统，类似中国的“金税工程”，我们可称之为“金碳工程”，将成为各国政府碳中和进程中最重要基础设施之一。

CTMS系统功能包括：社会组织可实现碳票进销项数据流转记录、按季进行碳存量汇算清缴、碳汇管理、碳资产管理等。政府可实现查看任一个碳账户碳票进销项数据、碳源数据输入和汇总分析、碳账户汇算清缴查看分析、形成各行业碳排放因子库、反碳票诈骗、政府AI决策支持系统、政府碳减排管理指挥中心、无纸化运营等。

4.2.3 负碳碳市场

顶层设计

基于CELM的碳市场，其核心功能：一是为所有组织提供碳排责任存量抵消品——“负碳”，帮助有碳排责任存量的社会组织完成汇算清缴；二是对接“碳排”与“碳汇”，碳排组织购入负碳抵消碳排责任存量，碳汇组织出售负碳获得收入，实现双向激励；三是助力绿色金融与转型金融发展，为多达上百万亿的绿色投入提供筹资渠道。

CELM碳市场交易标的是“负碳”，而非当前碳市场的碳排放权和CCER类产品。

在地球的任何角落从空气中吸掉一吨二氧化碳都价值相等、标准统一，能够作为可存续资产。“负碳”指向碳中和终极目标，容易形成统一的国内碳市场和国际碳市场，驱动碳减排更直接有效。



1个统一市场

建立全国级统一负碳碳市场，向国际碳市场发展。取消各省市试点碳排放权碳市场，不需独立建立CCER市场。这两类价值很小，且分散资源，造成市场混乱。

2种标的

真负碳 (True Negative CO₂)：真负碳是由碳汇组织从空气中实际吸掉的CO₂当量，付出了吸碳的实际成本，由碳汇组织向碳市场输出。绿色理念领先、期望最先实现碳中和的组织和家庭是真负碳的需求者。

欠负碳 (Owing Negative CO₂)：是政府直接向碳市场输入的满足全社会组织用于碳抵消的，且没有实际从空气中吸掉CO₂的“负碳”，价格低于真负碳，但承担了一定的碳排放责任和成本。政府向碳市场卖出欠负碳的法理依据是：政府是碳源销项的第一个开出者，是社会碳减排的最重要组织者、碳排放污染处理的责任承担者。欠负碳价格从低到高逐步向真负碳价格接近，最后合二为一，此时碳中和实现。欠负碳由政府输入碳市场，收入归政府“国家碳中和基金”所有。每年政府输入碳市场“欠负碳”的数量等于整个碳源总量减去碳汇企业输出的“真负碳”总量。当有大量投资资金进入碳市场时，政府可以增加输入“欠负碳”，满足投资需求，获得更多的减碳资金，扩大“国家碳中和基金”。

国际负碳 (International Negative CO₂)：为应对国际碳关税问题，期间还会出现一个过渡交易变种——“国际负碳”，即国家间贸易互相认可的阶段性碳价，比真负碳价格低，会比欠负碳价格高。国际负碳阶段性价格通过国家间的多边协调机制而定。出口产品通过购买“国际负碳”进行碳抵消，以免除碳关税。

欠负碳

政府直接向碳市场输入的满足全社会组织用于碳抵消的没有实际从空气中吸掉CO₂的“负碳”。

价格阶段性由国家控制，低于真负碳，但承担了一定的碳排责任。

真负碳

由碳汇组织从空气中实际吸掉的CO₂当量，付出了吸碳的实际成本，由碳汇组织向碳市场输出。

价格为CCUS综合成本。



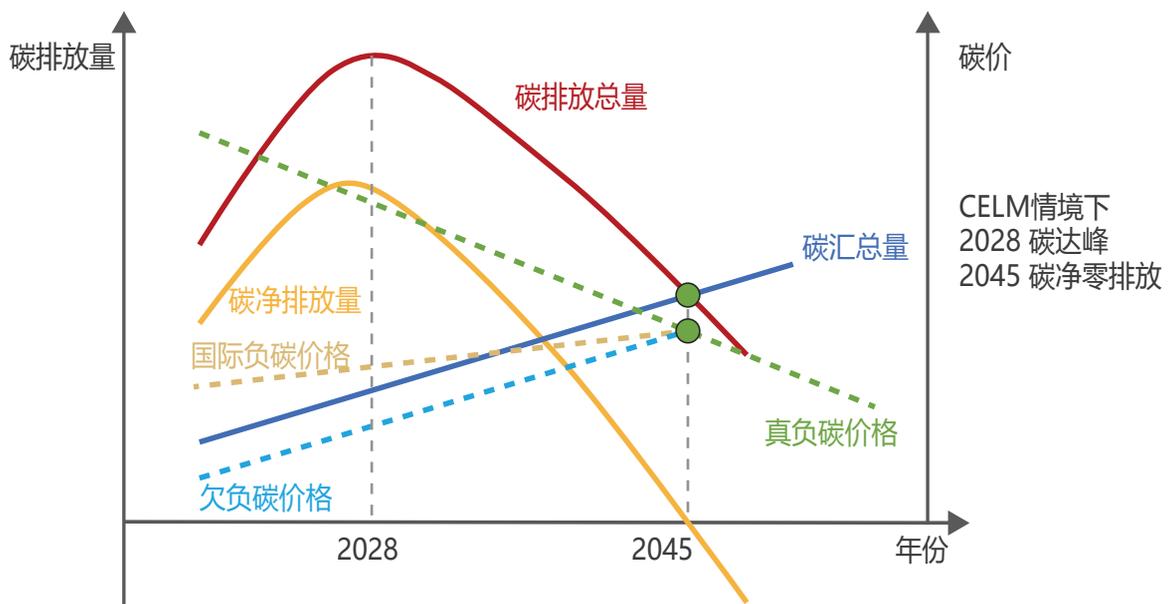
国际负碳

为应对国际碳关税问题出现的过渡交易变种。即国家间贸易互相认可的阶段性碳价的负碳产品。价格通过国家间的谈判而定，比真负碳价格低，会比欠负碳价格高。

欠负碳原理与定价机制

“欠负碳”价格起始阶段远低于“真负碳”，甚至试运营期可以用零价格，逐年向“真负碳”价格靠拢。

欠负碳的功能是政府逐步将碳排放成本输入到经济系统中：一是将减碳责任输入到整体经济体和全社会，最终传递到消费者。二是获取资金用于减碳，可投入减碳项目和技术创新升级。



三种负碳价格变化趋势

随着碳汇产业的发展，真负碳价格逐渐下降。

负碳市场刚启动时，真负碳价格过高，远超出国家碳中和的碳成本承担能力，国家输出欠负碳，并从较低的价格起步。为了提升碳中和的进程，欠负碳价格逐渐走高。

国际负碳价格在真负碳和欠负碳价格之间，是国家间的谈判结果。

随着欠负碳价格的提升、真负碳价格逐步下降，三种负碳价格越来越接近，并逐步趋同，这时就剩下真负碳交易产品了，此时国际社会也实现了碳净零排放，即实现了碳中和。

3层市场

一级市场主要是以政府为主的寡头垄断型市场。

政府通过立法向碳市场输入“欠负碳”、“国际负碳”，碳汇组织向碳市场输入“真负碳”，形成一级市场。

二级市场是公开交易大市场。

所有供需双方和投资者入场按规则交易。政府是最大的产品提供者(寡头垄断者)，具有极强的定价权，可以较好地掌控市场价格。碳资产可以成为投资机构和社会百姓的重要资产投资类型，可以部分取代房市成为下一个人民币蓄水池。

三级市场是国际交易碳市场。

CELM负碳市场是简单标准金融产品，国际碳市场有非常大的开发潜力，中国应该努力进取。



4个交易主体

CELM碳市场因为容量大、产品标准化和市场波动可控，在碳市场运营初期就可以向政府部门、所有碳排放组织、碳汇组织和投资者开放，引入所有机构和个人投资者。

主要交易规则

第一顺序是价格优先。

第二顺序是先投资者、碳汇组织、企业，再政府，政府履行劣后角色。

政府是碳源的终极拥有者，也是碳中和最终责任承担者，是碳市场“欠负碳”绝对最大的输出方，需要安排机制让所有组织和个人有积极性减碳，所有投资者有积极性投资减碳。

第三顺序是先“真负碳”后“欠负碳”。

真负碳的资金流向了碳汇组织，欠负碳资金流向了政府，真负碳为减碳发生了实际的效用，应该优先。

第四顺序是先有效期近的后有效期远的。

这样能提升投资人的投资积极性，是投资人利益保障的一种措施。

第五顺序是先个人投资者，后组织投资者。

政策优先照顾个人投资者利益，鼓励个人投资者，有助于形成全民减碳意识，活跃碳市场。

► 4.3 全球绿色能源供应体系

在建立碳减排体系的同时要加快发展零碳绿色能源，加速对化石能源的替代。碳减排体系和绿色能源供应体系如同碳中和的一体两面，二者相向而行，全球碳中和将加速实现。

全球绿色能源供应体系建设主要依托三大能源策略：突破零碳绿色能源发展瓶颈、建设高效低损耗的全球输配电智能网络基础设施和建设全球范围内电力市场主体市场交易体系以实现资源在全球范围内的有效配置。这将帮助我们建立“全球能源互联网+国际电力交易市场”两大绿色能源供应系统，有效突破当前绿色能源发展的瓶颈，在全球范围内构建绿色能源供应体系，加速对化石能源的替代。

4.3.1 全球能源互联网

全球能源互联网是继世界信息互联网后的第二个最重要的世界互联网。

全球能源互联网是全球实现碳中和的关键硬件基础设施。其实质是全球化的“智能电网+特高压电网+清洁能源”的全球电力互联网庞大体系。包括三大部分：

第一部分：全球范围内分布合理绿色能源（光伏、风电等）生产基地。如果全球分3-4个8-6小的片区，每个片区具备足够同时供应全球电力需求的光伏、风电等生产能力。

第二部分：全球联网的特高压输电网。它负责将绿色发电厂的电能输送到全球每一个角落，全球范围内不留死角。这需要建立国际技术标准和庞大的投资。但相对于巨额的储能体系投资来说，还是非常合算。

第三部分：智能电网系统。与全球特高压电网相结合，据国际电力交易市场的交易结果，进行全球智能调度分配电力。自动智能实行全球范围内的电力分配输送。

这三大物理硬件系统构成了完美的世界能源互联网，成为实现全球碳中和的关键基础设施。



4.3.2 国际电力交易市场

“负碳市场+国际电力交易市场”将为巨额绿色电力系统建设提供了强大的资金来源，尤其国际电力交易市场是全球绿色能源供应体系源源不断的资金来源平台。

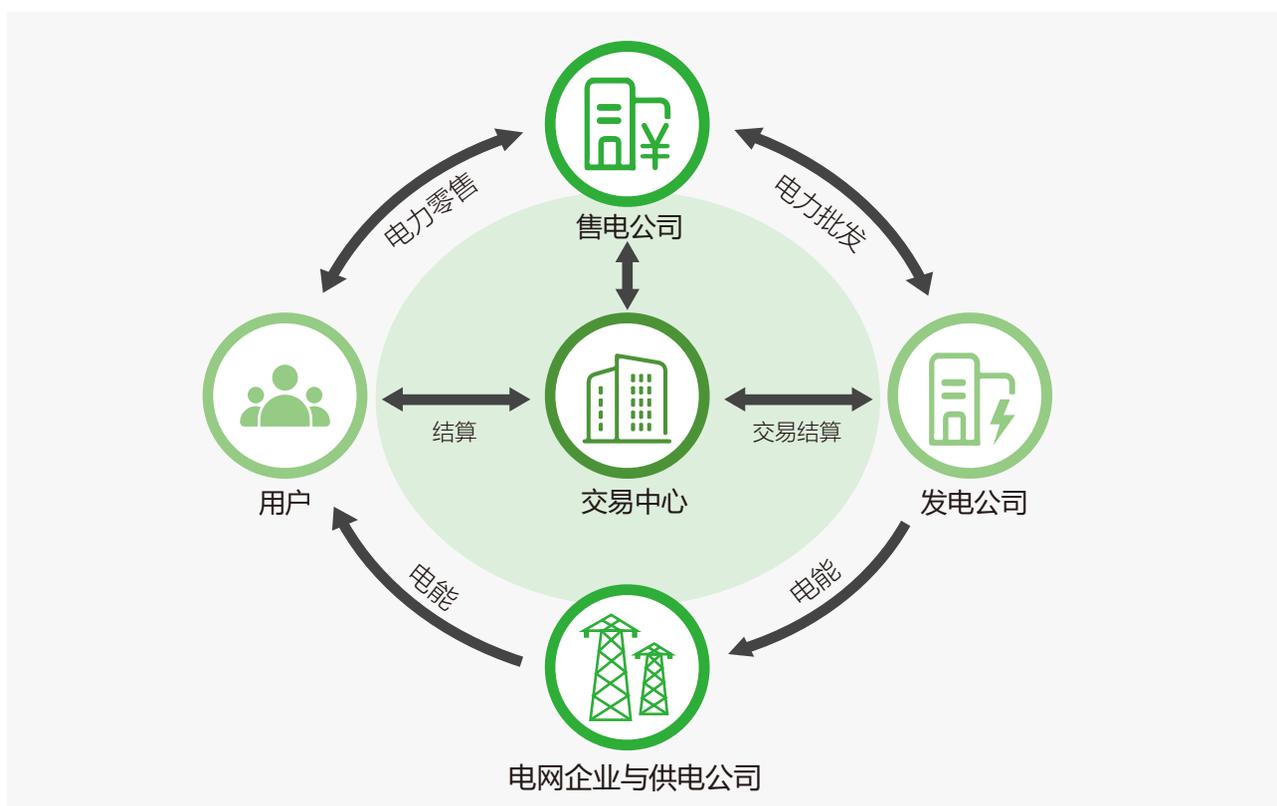
国际电力交易市场由供给、需求、投资和监管各方构成。智能的市场系统对每个时点的电力需求和供给进行智能高效配对，实现现货和远期产品交易。在世界能源互联网系统的支撑下，国际电力能源的交易，具有非常大的成长空间。既支持到绿色能源的发展，也为落后地区的发展提供充足的电力，提升发展速度。

进场交易的电力是经过“国际负碳”抵消后的“零碳”电力，这样各国各地的电力竞价在一个相对统一和公平的水平线上。

发展到高级的国际电力交易市场形态，做市商进场交易，调节电力期货市场，增加资本供给，减少实时的供需矛盾，实现保值避险能力。

建立支撑零碳绿色能源供应体系建设的市场体系至关重要。能提供巨额建设资金，能提供长期的投资汇报，能汇集全球绿色能源的消费需求和投资需求，最终能建立全球化庞大高效的绿色能源生产、调度、消费、投资和运营体系。

全球绿色能源供应体系的建设，需要国际社会建立一系列统一的具有法律效应的国际技术标准、交易标准和运营管理规程。



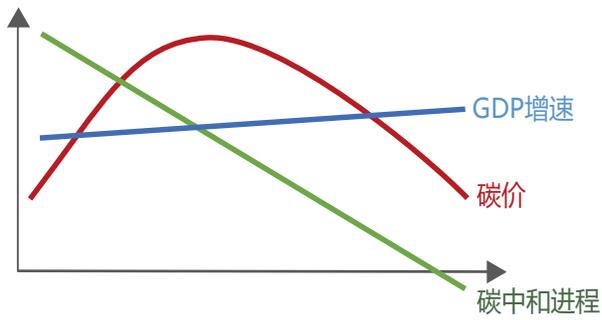
► 4.4 整合碳定价：基于碳中和进程和宏观经济效应的整合定价策略

基于CELM的碳定价方案是集成了碳税和碳排放权市场的优点，规避了二者的缺陷。

政府依据碳价与历史宏观运营数据，通过“负碳”价格调控，实现宏观经济发展需求和碳中和进程需求的动态协同，实现碳中和进程目标和市场资源的最优配置。CELM的整合碳定价方案是高度集成的、高效率的和低成本的整合碳定价方案。政府具有完全的掌控力，类似国家货币利率调整机制。

三条碳中和道路效应比较

| 碳政策工具 | | 碳税 | 碳排放权碳市场 | 负碳碳市场 |
|--------|-------|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| 特点 | | 强制性政策工具，依托现有税收体系，政府获得收入 | 数量导向的政策工具，属于一种可交易污染许可证的应用 | 市场导向，对标碳中和目标的自发性政策工具 |
| 减碳效果 | 排放总量 | 不确定 | 较确定 | 确定 |
| | 碳价 | 确定，定价难，灵活性低 | 不确定，市场化不够 | 较确定，易调整 |
| | 减排速度 | 较慢 | 较慢 | 很快 |
| | 减碳意识 | 较弱 | 较弱 | 很强 |
| | 促进创新 | 较弱 | 较弱 | 很强 |
| 发动范围 | | 部分 | 3000家 | 所有组织和个人 |
| 国际化程度 | | 较低 | 较低 | 较高 |
| 国际贸易冲突 | | 不能解决 | 不能解决 | 容易解决 |
| 交易成本 | MRV | 较高 | 很高 | 很低 |
| 公共收入使用 | 受比例约束 | 较低 | 较高 | 较高 |
| | 使用方向 | 有助于促进公平 | 侧重提高减排效率 | 兼顾公平与效率 |
| 市场影响 | 标准统一 | 难以统一 | 难以统一 | 统一性高 |
| | 资金规模 | 难以预测 | 规模太小 | 规模大 |
| | 参与主体 | 碳排组织 | 数量少 | 全部 |



碳定价动态调整机制

欠负碳碳价以CCUS成本为上限，根据碳减排速度、绿色能源替代速度等可由政府进行适当调节。

如GDP下滑较多，可适当降低碳价；如GDP增长理想，碳进程进展不理想，可适当提升碳价。

5 CELM体系实施宏观效应分析

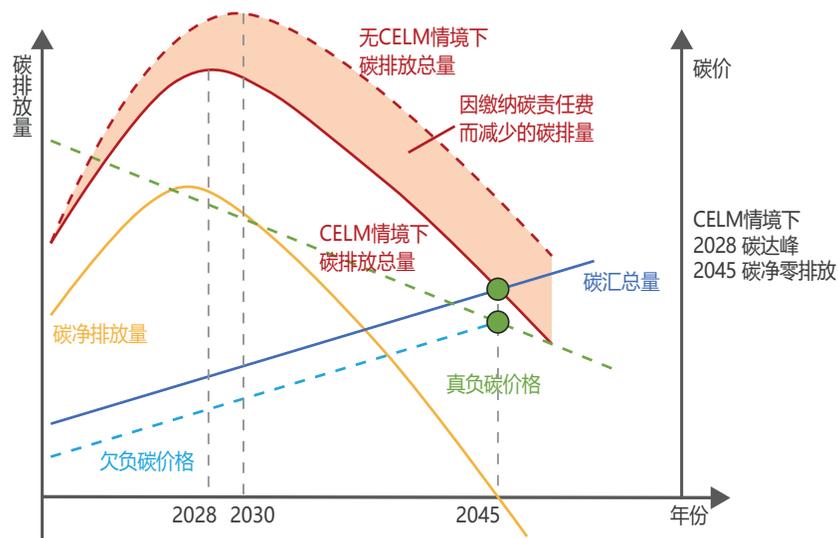
基于CELM的全球碳中和路径是迄今为止全球碳中和最佳路径。它既能更快实现碳中和，对宏观经济的负面效应又降至最低，提升了低碳经济转型带来的正面影响，最终整体上实现较大的正效应，这将为全球碳中和进程带来根本性的转变。

1) 为国际社会实现全球碳中和路径找到最大公约数和最佳路径。

国际社会在气候问题上，从此将会从利益博弈为主，走向合作共赢之路。

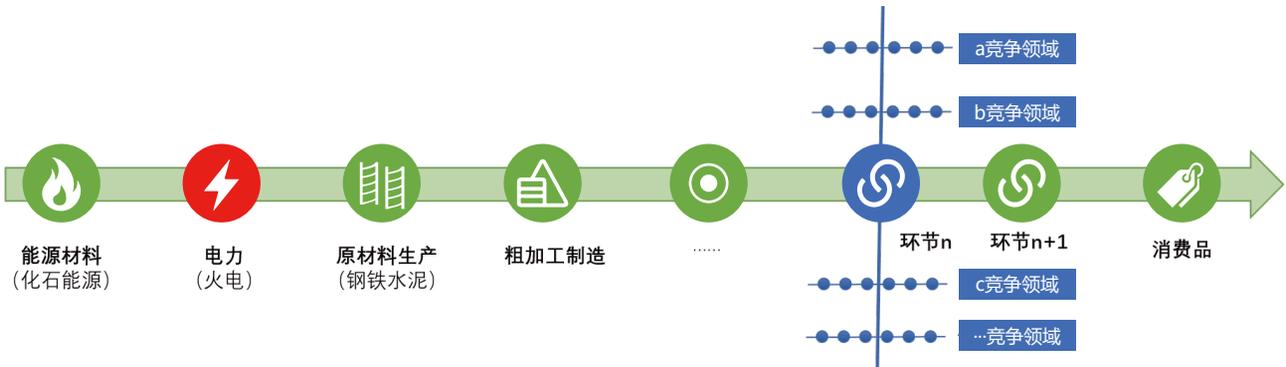
2) CELM作为全新的气候经济基础理论，为政府提供了碳减排政策工具设计正确指引有机会提前15年实现碳中和。

当前碳减排政策治理体系十分繁杂且低效，重复多、缺项多、矛盾多，行政成本高昂。CELM理论三大规则将整个碳减排政策体系框架大为简化，监管成本大幅降低，公平性和效率有较高提升。



3) 减少碳减排对宏观经济冲击、减少了社会福利损失，加大碳减排对宏观正向效应。

基于CELM的碳减排体系巧妙地将整体排放成本分散到全产业链中，所有组织和消费者一起承担责任，减少了宏观经济压力，又驱动全社会共同减碳。低碳企业和碳汇企业可实时从负碳市场获得正向激励。政府将碳费收入用于绿色经济转型投入，将会增加就业机会，增加环境福利。同时通过家庭碳账户机制调节，能够提升政策累进性，改善社会再分配。



原减排体系下，减排压力集中在火电行业，对宏观经济产业链造成巨大负面影响；CELM体系下，碳减排的压力细分到某类产品的细分品类，劣质高碳产能将逐步被淘汰，其产能由碳排强度低企业替代，对产业链不会造成影响，且成为高质量发展的重要抓手。

4) 很好地解决了国际贸易碳边境调节机制冲突问题。

通过碳票管理系统（CTMS）提供可信碳足迹数据，通过“国际负碳”抵消产品中的碳排放量，避免国际贸易在碳关税问题上的争端。

5) 对绿色能源转型建立了很好的转换机制。

为煤电企业建立了一个较好的缓冲机制，减小宏观经济影响，煤电企业生命周期得以延长，煤电行业的投资损失减少。

6) 解决了国际社会绿色转型所需要资金，特别是发展中国家绿色转型所需要资金。

CELM方案将碳排放成本内化至产品中，通过负碳市场政府筹集绿色转型资金能力显著提升。进而通过消费者责任机制，高消费国家和高消费人群将支付更大碳排放成本，大幅改善碳减排国家间的公平性，让发展中国家获得更多资源。同时绿色投资、低碳排放均可在碳市场获得收益，创造了绿色转型的资本来源。

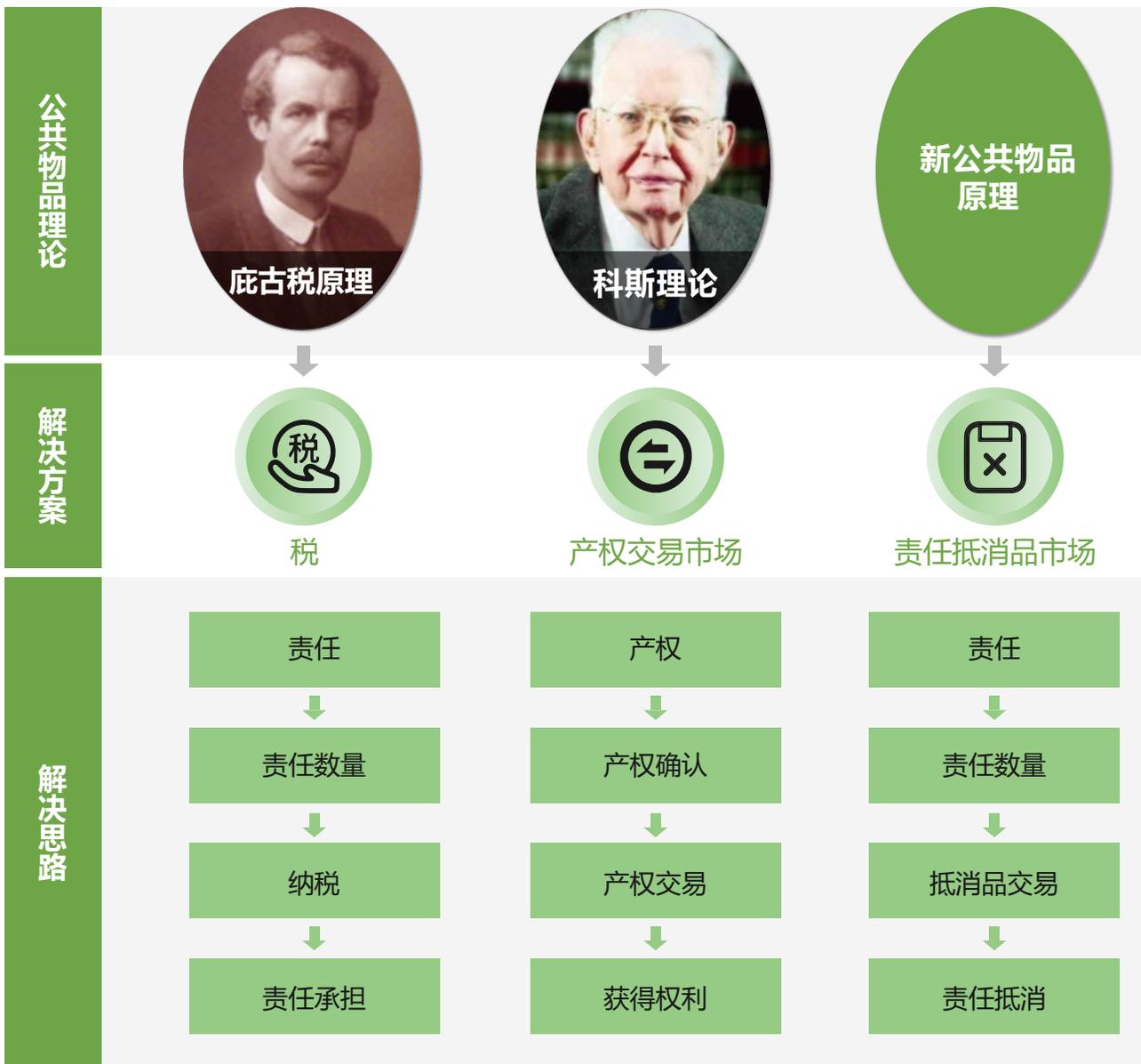
7) 大幅改善国际安全和关系。

气候问题是近30年国际社会最大的博弈项目，到现在还是陷在零和游戏与负和游戏的泥潭之中。一旦CELM理论和解决方案被国际社会认可和执行，将更快促进全球团结和合作。其体系的形成将让国际社会认知到合作多赢的结果，减少分裂和战争的威胁。

6 新公共物品原理

源起碳排放公共物品管治思想的CELM理论具有更强的普适性，可以进行抽象升级，上位成一般的公共物品管治理论，适用于温室气体这类跨时空外部性、超大规模复杂公共物品。

新公共物品原理 (New Principles for Public Goods, PPG)：如果公共物品的负外部性责任是可以明确的，责任数量可以通过一定的方法测量或交易谈判确认，而且存在对应的抵消品；则可以设计一定的责任机制并创建一个责任抵消品交易市场，以提高社会资源配置效率，实现帕累托改进。



附：其他CELM相关文章



碳票理论与
全球碳中和解决方案
(1.3万字版本)



碳票系统理论
与全球碳中和解决方案
-FAQ



碳中和重点抓煤电行业，
方向搞错了



CCER
不应再重启



同济大学中和研究院
TONGJI COWIN INSTITUTE

同济大学中和研究院（简称“同和研究院”）是同济大学可持续发展和新型城镇化智库旗下研究机构。同和研究院的主要研究范围包括气候变化经济学、全球碳中和解决方案、电力市场变革、制度经济学等，广泛开展学术研究、思想理念传播、解决方案推广，为理论创新和国家政策研究提供智力支持。

愿景：运用中华智慧应对气候变化危机，保护地球和人类

使命：创新理论，寻求最优全球碳中和方案，解决气候变化问题

价值观：学术为本、经世为要、中和为道

定位：气候变化经济学领先研究团队

Protect The Earth, Save The Human Beings



同济大学中和研究院

✉ Cowin.inst@qq.com

🌐 www.tjcowin.xyz

📍 上海市四平路1239号中法中心C512室

📍 上海市杨浦区三门路200号2号楼707室