



减缓气候变化政策的 影响评估

蔡闻佳

2013年12月16日



Before we start...

key research questions for climate change economics

- ◆ What are the impacts of CC on growth and development?
 - ◆ Effects on people's behaviors, economic and social development
 - ◆ Impacts and costs
- ◆ How to realize climate stabilization targets in an efficient and effective way?
 - ◆ GHG emissions projection
 - ◆ Modeling of costs/benefits
- ◆ What policies should people have for mitigation?
 - ◆ Economic/technical measures
 - ◆ Policy and the impact assessment
- ◆ What policies should people have for adaptation?
- ◆ International collective action



Today



报告内容

1. 减缓政策的具体类型和实例
2. 经济影响研究
3. 社会影响研究
4. 环境与生态影响研究



1. 减缓政策的具体类型和实例

- ◆ 命令控制手段
 - ◆ 技术标准
- ◆ 经济和市场手段减排
 - ◆ 补贴、征收税费、碳税、碳排放贸易、边境调节税
- ◆ 鼓励、自愿协议
- ◆ 研发



1.1 命令控制手段（举例）

时间/出处	具体控制目标	
2009年11月25日 国务院常务会议	到2020年，我国单位国内生产总值二氧化碳排放应比2005年下降40%~45%	效率目标
2010年11月 水泥行业准入条件	新建水泥（熟料）生产线要采用新型干法生产工艺，日产要达到4000吨	准入门槛-调结构效率
	对新型干法水泥熟料年产能超过人均900公斤的省份，原则上应停止核准新建水泥生产线。	总量控制-需求侧管理
2011年3月 十二五规划纲要	到2015年，非化石能源占一次能源消费比重应达到11.4%	结构目标
2012年8月 节能减排十二五规划	到2015年，火电供电煤耗应从2010年的333gce/kWh下降到325，淘汰2000万千瓦落后发电机组；重点大中型钢铁企业余热余压利用率达到50%以上	效率、结构



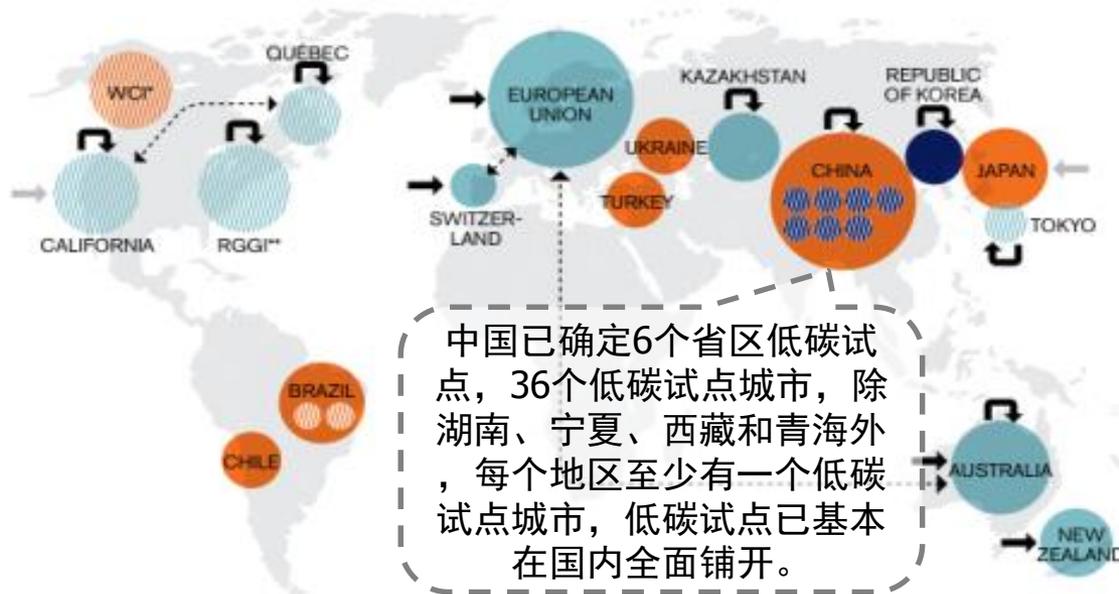
1.2 经济和市场手段

种类	举例
碳税 (carbon tax) ——对化石燃料(如煤炭、天然气、汽油和柴油等)按照其碳含量或碳排放量征收的一种税	大多数国家和地区在设计碳税税率时,是按照石化能源的碳含量采用统一的税率,比如芬兰、瑞典、意大利和加拿大不列颠哥伦比亚省。但也有一些国家,比如挪威等,为不同的行业、不同类型的燃料规定了不同的碳税税率。
边境调节税 (border adjustment tax) 又叫碳关税	法国单方面提出要对那些在环保方面不及欧盟严格的国家进口的产品征收碳关税,税率为每排放一吨二氧化碳征收17欧元。美国的《清洁能源安全法案》也提出,自2020年起,美国总统将获权对来自未采取措施减排温室气体国家的钢铁、水泥、玻璃和纸张等进口产品采取“边境调节”措施。
碳排放贸易 (cap & trade) ——为促进全球温室气体减排,减少全球二氧化碳排放所采用的市场机制。	交易的是排放许可(或温室气体减排额)。碳交易基本原理是,合同的一方通过支付另一方获得温室气体减排额,买方可以将购得的减排额用于减缓温室效应从而实现其减排的目标。见图。



碳排放贸易在全球开展的分布图

Figure 1: Map of existing, emerging, and potential emissions trading schemes



Status of implementation

- Implemented (in force with established rules)
- Implementation scheduled (mandate agreed, start date communicated, rules in preparation)
- Under consideration*** (government gave public signal towards the development of an ETS)

Offsetting

- National
- Sub-national or regional
- CDM and JI credits
- Bilateral offsets
- Domestic offsets

Linking

- Planned link

11.26 上海碳交易开锣 碳价27元/吨

11.28 北京碳交易开锣，50元/吨

天津、广东将紧随其后

京津冀晋蒙鲁 签跨区碳排放权交易合作研究协议

12月4日，中国将要求国内42个已被确定的低碳试点省市率先提出温室气体排放峰值目标。

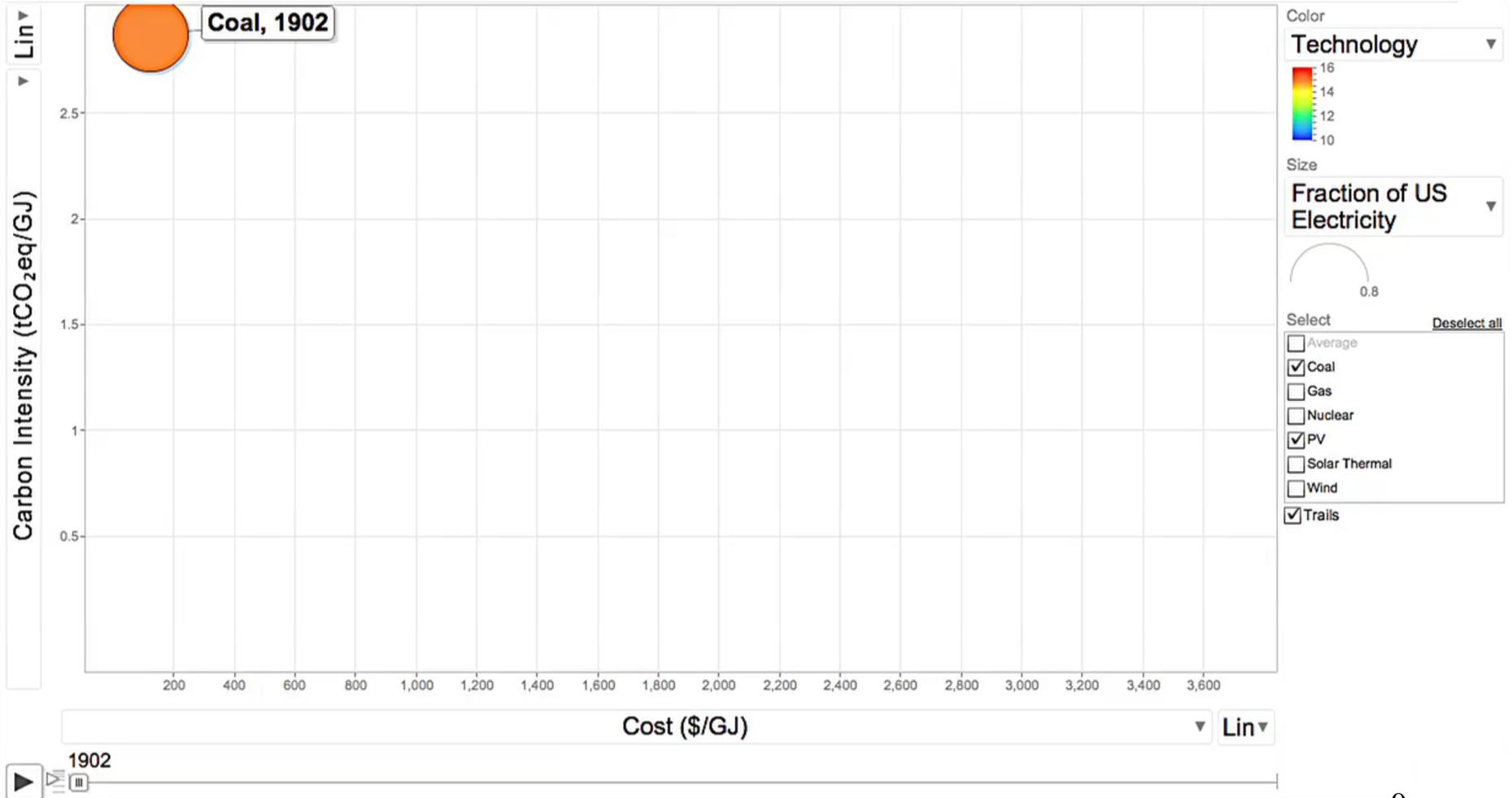


1.3 鼓励、自愿协议

类别	具体内容
定量	全协会范畴：（IAI国际铝协）到2020年，每吨原铝生产所需能耗相比2006年下降10%。
	公司自愿发布降幅或绝对值目标：（拉法基水泥）到2010年降低20%的吨水泥CO ₂ 排放（以1990年为基准）
定性	国际钢铁协会：发布“气候行动成员”标识 2013年11月，工信部发布《“能效之星”产品目录（2013年）》



1.4 研发





报告内容

1. 减缓政策的具体类型和实例
2. 经济影响研究
3. 社会影响研究
4. 环境与生态影响研究

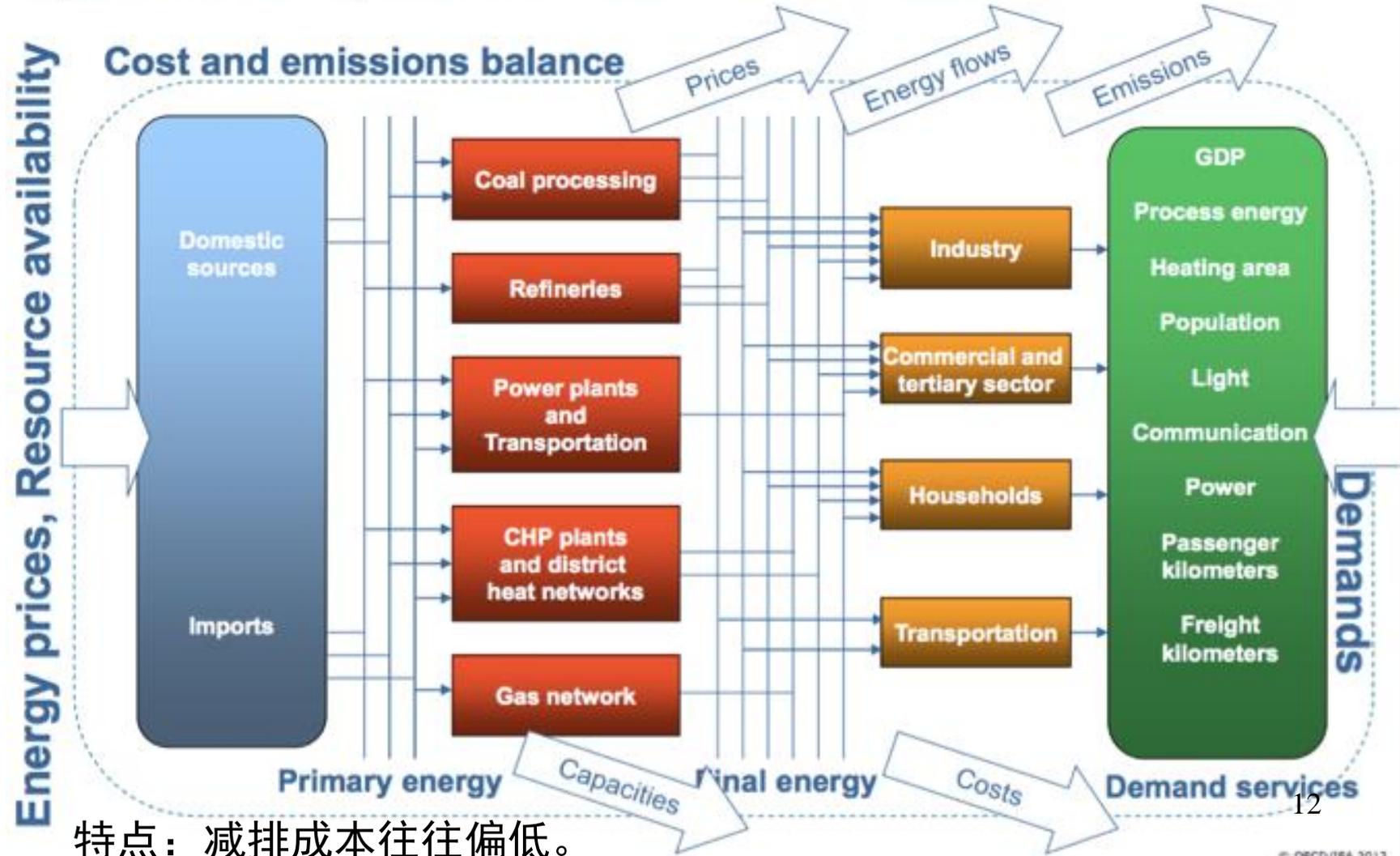


经济影响

- ◆ 如何模拟减排政策的经济影响？
 - ◆ 自底向上 Bottom-up
 - ◆ 构成主体：所有部门的用能技术
 - ◆ 经济成本的内涵：具体减排技术的成本汇总
 - ◆ 自上而下 Top-down
 - ◆ 构成主体：所有经济部门、经济主体的生产和消费行为，以及与他们贸易有关的国际关系
 - ◆ 经济成本的内涵：经济福利的损失、国内生产总值GDP的损失等



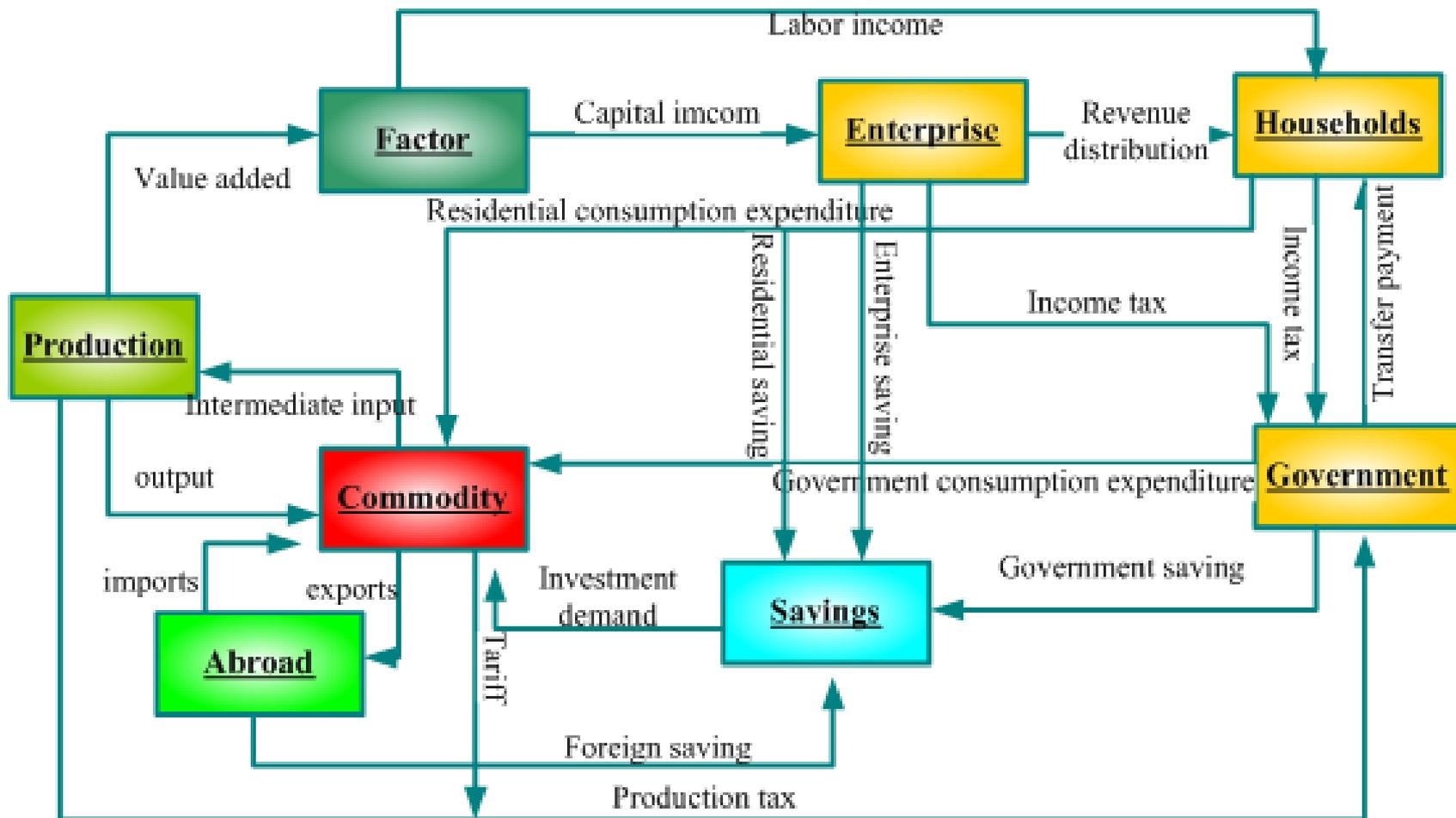
Energy system model (bottom-up model): TIMES



特点：减排成本往往偏低。



可计算一般均衡模型的框架



特点：减排成本往往偏高。

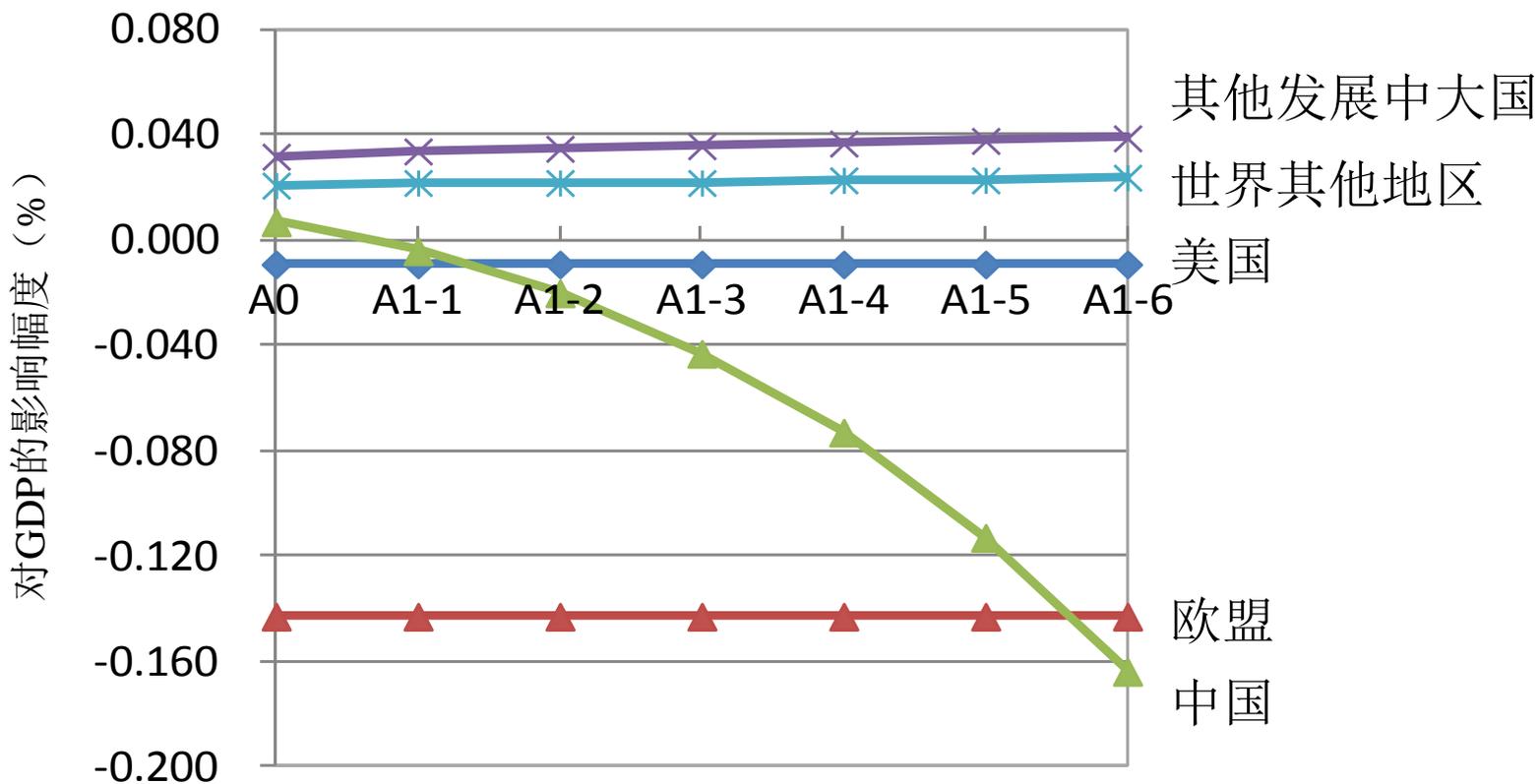


经济影响模拟举例

- ◆ **研究问题**：发达国家按京都议定书目标减排，对我国产生的经济影响如何？我国如果也加入减排，经济影响会发生什么变化？
- ◆ **模型**：经改进后的GTAP-E模型：可计算一般均衡（CGE）模型
- ◆ **模型原理**：把基于微观经济学的各种经济主体的行为描述纳入到一个系统框架内，根据经济主体的最优化决策行为，将外生冲击和政策变动的的影响传导、波及至整个经济系统，从而能够模拟政策对作用对象的直接影响以及对其它经济部门的间接影响。
- ◆ **5个地区**：美国(US) 欧盟27+3(EU27+3) 中国(CN) 其他发展中大国(OEC) 世界其他国家(ROW)
 - ◆ OEC包括印度、巴西、南非三国
- ◆ **12个行业**：农业、煤炭、石油、天然气、化工、**电力**、**钢铁**、**水泥**、交通、其他工业、**建筑**、服务业

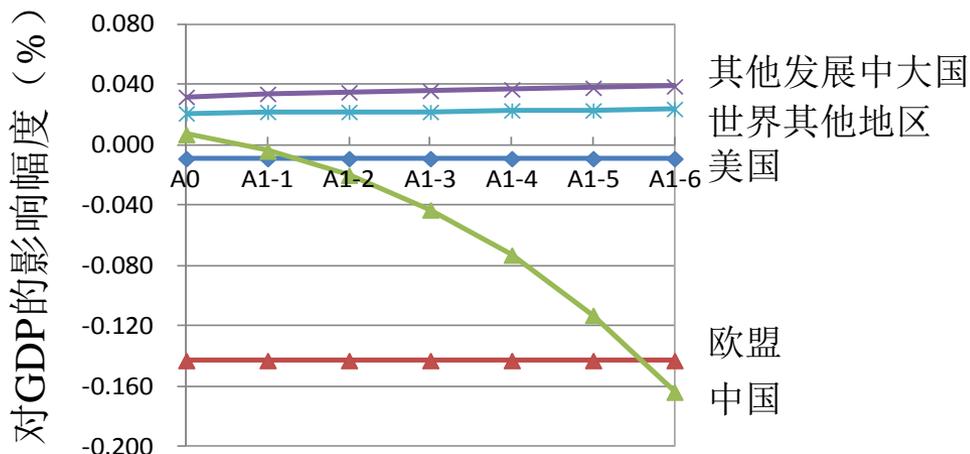


发达国家按京都模式减排，中国电力行业减排目标由0%渐变为30%，各国GDP所受的影响变化图





发达国家按京都模式减排，中国电力行业减排目标由0%渐变为30%，各国GDP所受的影响变化图



解读：

- 1、在单个行业开展行业减排，对我国产生的经济影响有限；只要减排目标控制在一定的范围内，从绝对量上我国仍将从发达国家减排中获得GDP正收益；
- 2、随着中国行业减排目标的不断上升，中国的GDP收益不断减小，有可能变成负值；而其他国家（无论是否承担减排义务）均会因此收益，但更多的利益是流向了其他无减排义务的发展中国家；
- 3、当中国电力的减排目标设定为8%左右时，我国之前所收到的GDP收益将减少为0。此临界点为我国设置行业减排目标的关键参考值。

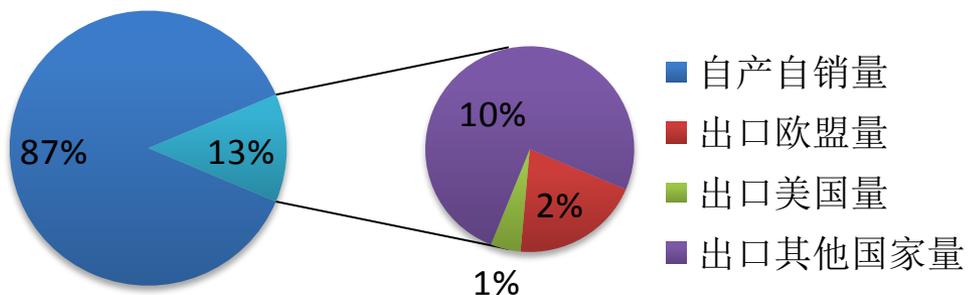


思考？

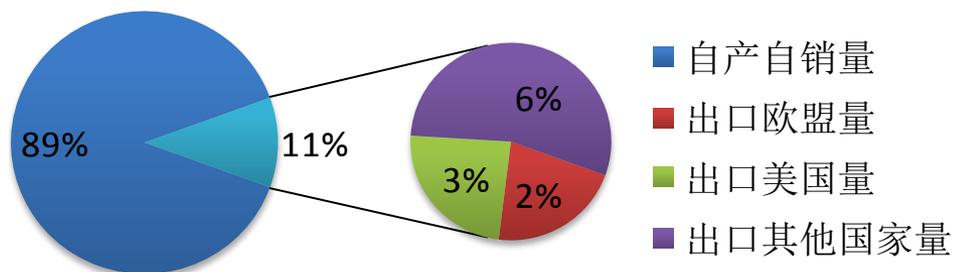
- ◆ 减排的方式是否影响经济影响的结果？
 - ◆ 命令控制
 - ◆ 经济、市场
 - ◆ 鼓励和自愿协议
 - ◆ 研发



碳关税影响模拟举例



2007年我国钢铁自产自销和出口情况



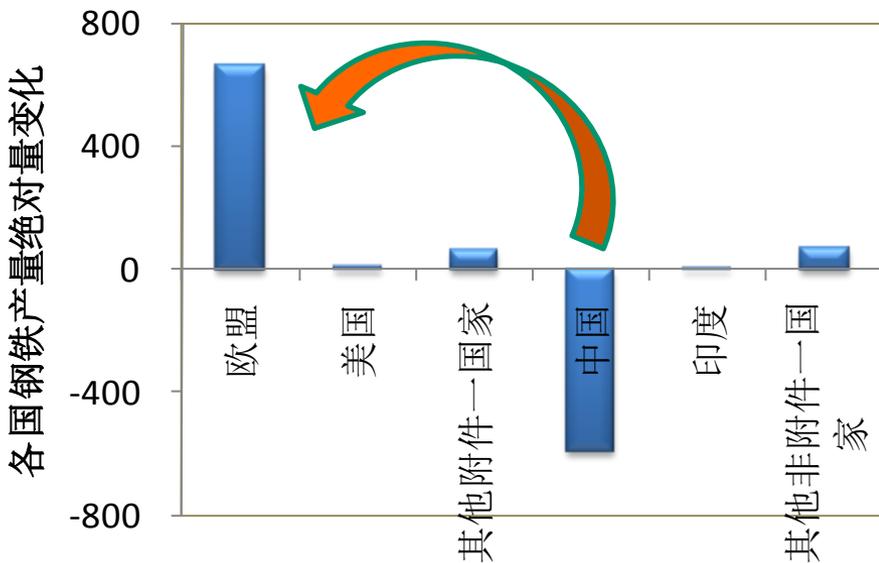
2007年我国钢铁制品自产自销和出口情况

部分产业对外依存度高，易受“碳关税”负面影响

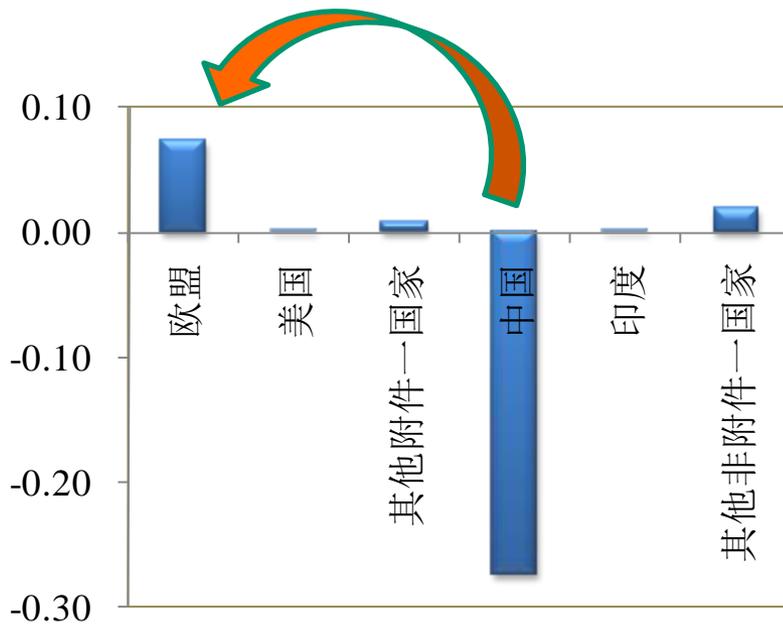


碳关税对全球行业产量和排放的再分配效应

欧盟对中国钢铁征收17欧元碳关税为例



各国钢铁行业CO₂排放量的绝对变化



全球钢铁产量增加。欧盟增加最多。

全球钢铁排放减少京都延续情景的0.11%。效果非常微弱。欧盟排放甚至增加。

- ◆ 碳关税的征收，实质上只是使目标行业的产能从无减排目标的国家（主要是被征收碳关税的国家）转移回有减排目标的国家（主要是征收碳关税的国家）和转移到其他不被征收碳关税的国家，并在一定程度上实现了产能的扩张。而这种“低碳化”的转移的全球减排效果非常微弱，征收碳关税的国家的行业碳排放甚至增加
- ◆ 碳关税=以保护气候之名，行贸易保护之实



报告内容

1. 减缓政策的具体类型和实例
2. 经济影响研究
3. 社会影响研究
4. 环境与生态影响研究



减排政策社会影响研究—以电力行业减排为例

- ◆ 社会影响的一个重要方面就是就业影响，科学定量分析是难点。

- ◆ 直接就业效应

关闭小火电

行业规模缩小

就业损失

- ◆ 间接就业效应

煤炭采选业

行业规模缩小

就业损失

- ◆ 引致就业效应

不确定性大

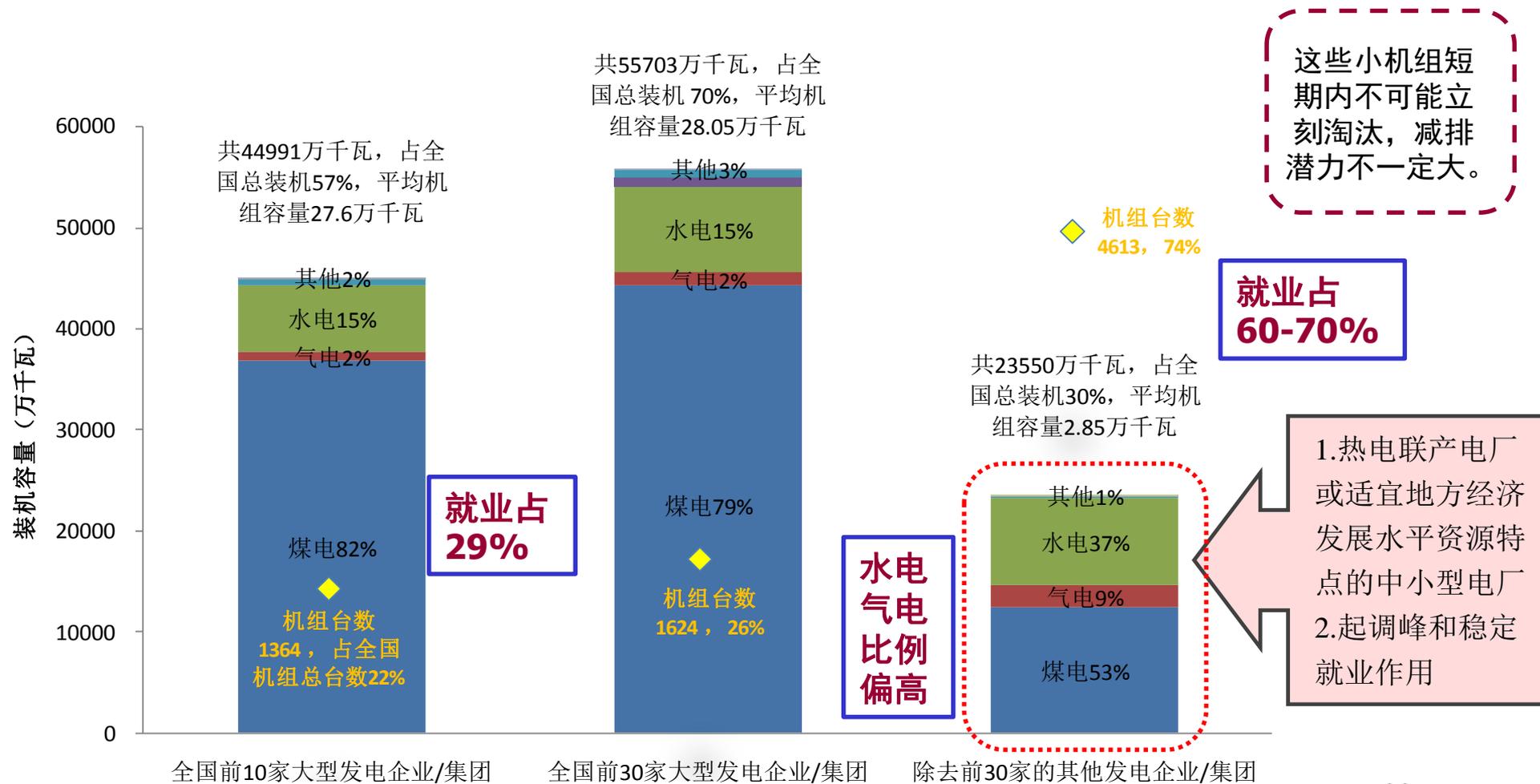
相关行业的收入和消费行为变化



就业损失



直接就业影响



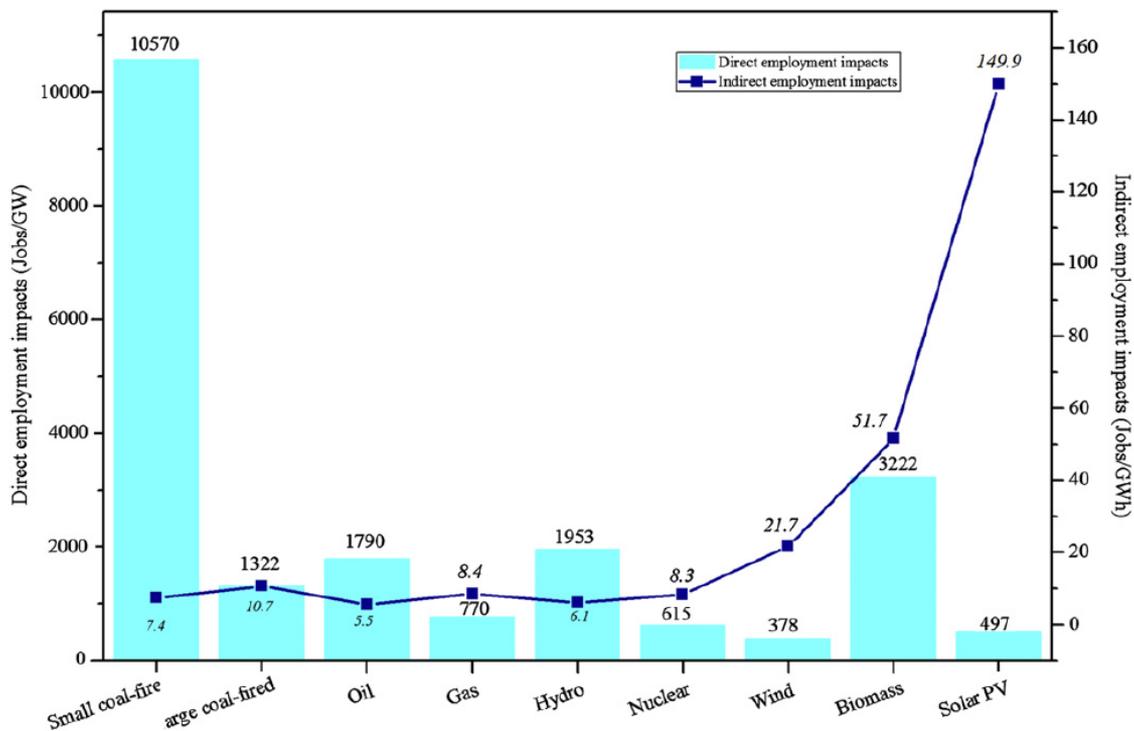


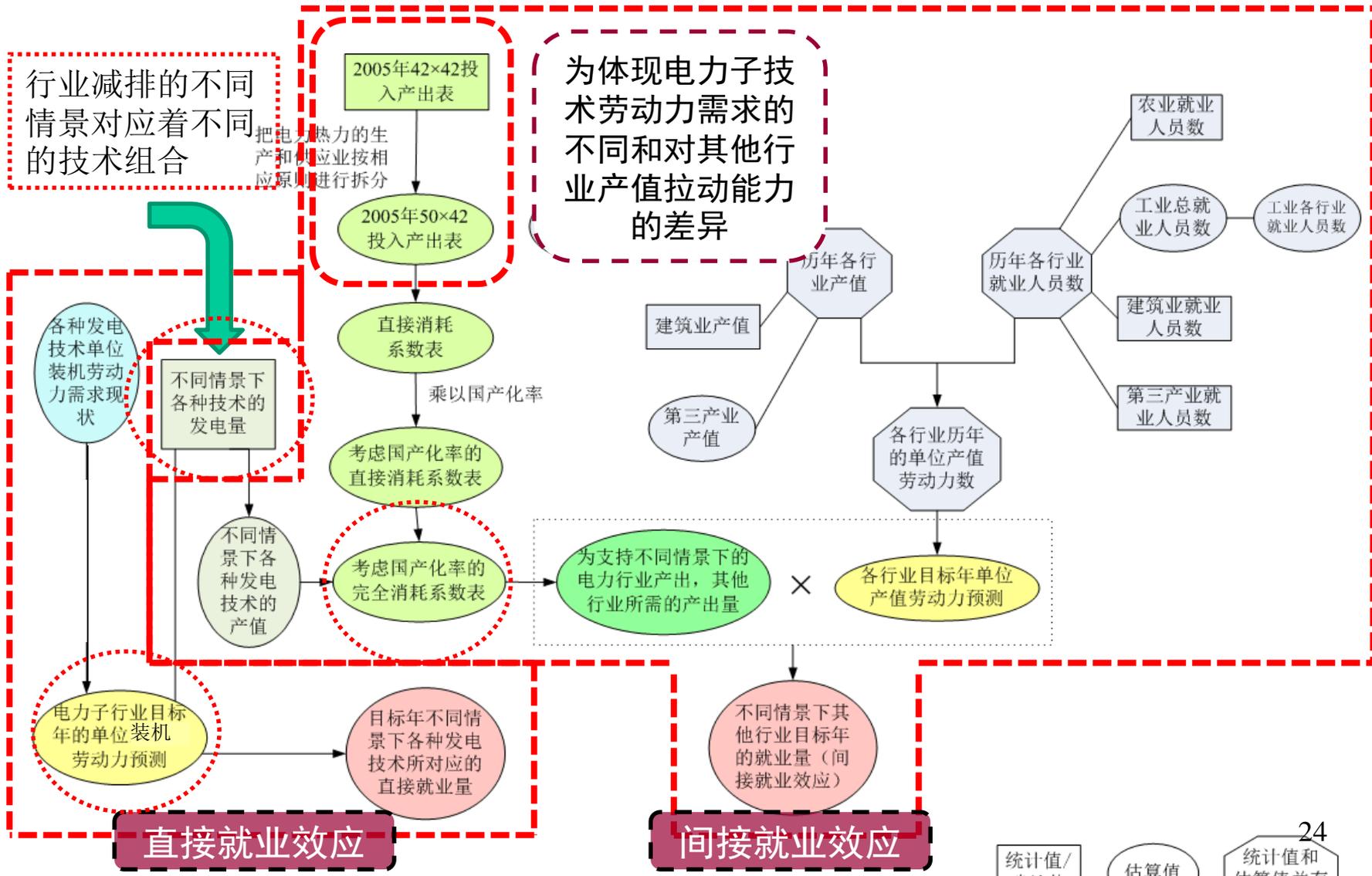
Fig. 2. A comparison of direct and indirect employment impacts of generation technologies in 2007. Normal figures on this graph represent direct employment impacts, while italicized figures represent indirect employment impacts. The number of direct employees working in small coal-fired units is the largest among all generation technologies. Biomass also ranks among the largest due to the amount of manpower needed in fuel production and processing. Wind and solar PV seat at the bottom because they are highly automated industries. Overall, the number of direct employees working in 1 GW of small coal-fired units is about 8 times of the number in large and advanced coal-fired units, and about 3, 5, 6, 14, 17, 21 and 28 times respectively in the number in biomass, hydro, oil, gas, nuclear, solar PV and wind units. For indirect employment effects, the calculation based on the input-output model implies that while generating the same amount of electricity, solar PV units can supply the largest number of indirect jobs in other sectors, followed by biomass, wind, large coal-fired units, other types of units and oil. The main reasons for solar PV's victory are the higher output value per unit of electricity generated, the larger output-stimulating effects to other sectors, and the other sectors' labor-intensive characteristics.

Cai W, Wang C, Chen J, Wang S. Green Economy and Green Jobs: Myth or Reality? The Case of China's Power Generation Sector. *Energy*, 2011, 36: 5994-6003.



间接就业影响——基于投入产出方法的SMEEM-EL模型

Sectoral Mitigation Employment Effects Model – Electricity Sector



行业减排的不同情景对应着不同的技术组合

把电力热力生产和供应业按相应原则进行拆分

为体现电力电子技术劳动力需求的不同和对其他行业产值拉动能力的差异

2005年42×42投入产出表

2005年50×42投入产出表

直接消耗系数表

乘以国产化率

考虑国产化率的直接消耗系数表

考虑国产化率的完全消耗系数表

各种发电技术单位装机劳动力需求现状

不同情景下各种技术的发电量

不同情景下各种发电技术的产值

电力子行业目标年的单位装机劳动力预测

目标年不同情景下各种发电技术所对应的直接就业量

直接就业效应

建筑业产值

第三产业产值

历年各行业产值

历年各行业就业人员数

农业就业人员数

工业总就业人员数

工业各行业就业人员数

建筑业就业人员数

第三产业就业人员数

各行业历年的单位产值劳动力数

为支持不同情景下的电力行业产出，其他行业所需的产出量

各行业目标年单位产值劳动力预测

不同情景下其他行业目标年的就业量（间接就业效应）

间接就业效应

统计值/确认值

估算值

统计值和估算值并存



电力行业的拆分和拆分原则

单位：亿元

农业	6.39	0.03%
煤炭开采和洗选业	4,255.75	30.35%
石油和天然气开采业	100.96	0.72%
金属矿采选业	14.71	0.10%
非金属矿采选业	3.67	0.03%
食品制造及烟草加工业	0	0.00%
纺织业	3.58	0.03%
服装皮革羽绒及其制品业	56.17	0.40%
木材加工及家具制造业	17.76	0.13%
造纸印刷及文教用品制造业	47.73	0.34%
石油加工、炼焦及核燃料加工业	1,630.56	11.63%
化学工业	170.91	1.22%
非金属矿物制品业	57.69	0.41%
金属冶炼及压延加工业	72.12	0.51%
金属制品业	119.27	0.85%
通用、专用设备制造业	861.9	6.15%
交通运输设备制造业		
电气、机械及器材制造业		
通信设备、计算机及其他电子设备制造业		
仪器仪表及文化办公用机械制造业		
其他制造业	11.29	0.08%
废品废料	0	0.00%
电力、热力的生产和供应业	1,442.92	10.29%
燃气生产和供应业	19.45	0.14%
水的生产和供应业	49.08	0.35%
建筑业	18.93	0.14%
交通运输及仓储业	721.95	5.15%
邮政业	3.53	0.03%
信息传输、计算机服务和软件业	112.32	0.80%
批发和零售贸易业	531.3	3.79%
住宿和餐饮业	67.49	0.48%
金融保险业	530.34	3.78%
房地产业	4.62	0.03%
租赁和商务服务业	68.02	0.49%
科学研究事业	6.6	0.05%
综合技术服务业	172.27	1.23%
水利、环境和公共设施管理业	16.4	0.12%
居民服务和其他服务业	333.93	2.38%
教育	26.23	0.19%
卫生、社会保障和社会福利事业	102.3	0.73%
文化、体育和娱乐业	36.7	0.26%
公共管理和社会组织	0	0.00%
中间投入合计	14,020.85	

体现不同技术的技术特点，按总发电量比例、总发电成本比例、总装机投资成本比例等不同标准进行拆分

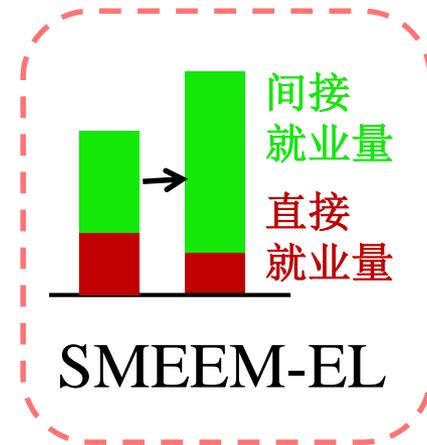
体现该技术投资运营和燃料类投入的比例

拆分前后横向和纵向加和不变



电力行业减排将创造更多的全社会就业量

- ◆ 电力行业减排会出现自身直接就业量下降的情况。
- ◆ 电力行业越依靠可再生能源发电，所创造就业岗位就越多。
- ◆ 到2020年，相比用大煤电发电的情况，
 - ◆ 太阳能发电比例每提高1%，全社会就业岗位数就增加0.16%
 - ◆ 生物质发电比例每提高1%，全社会就业岗位数就增加0.06%
 - ◆ 核电和风电发电比例每提高1%，全社会就业岗位数就增加0.01%（约4万人）



最近开始做就业的分配效应



报告内容

1. 减缓政策的具体类型和实例
2. 经济影响研究
3. 社会影响研究
4. 环境与生态影响研究

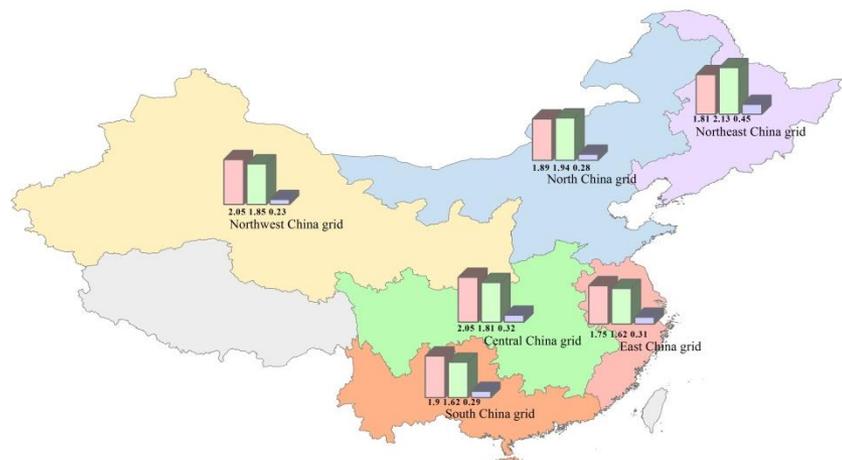


评估CO₂减排技术在常规大气污染物减排方面的共生效应

创新及科学发现:

(1) 借鉴CO₂领域经验，开发了分电网常规大气污染物排放因子的计算方法学，增强了评估某技术CO₂和常规大气污染物减排效果时的可比性，使多污染物综合治理的决策制定更加科学，见左图。(2) 一些减排技术（如低氮燃烧技术）甚至提升了电网的污染物排放因子，因此是“无效”的减排技术。(3) 证明中国电力行业存在显著的CO₂和常规大气污染物减排之间的共生效应，这在政府和民众热切期待气候和大气污染问题得以改善的今天具有显著的社会经济意义。

中国2010年各电网的常规大气污染物排放因子

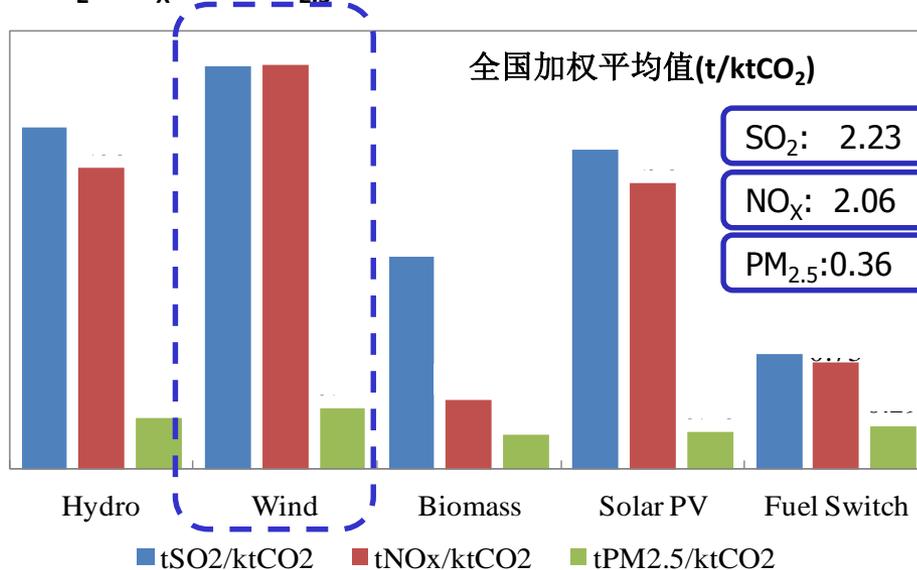


Emission Factor

- Baseline emission factors of SO₂(kg/MWh)
- Baseline emission factors of NO_x(kg/MWh)
- Baseline emission factors of PM_{2.5}(kg/MWh)

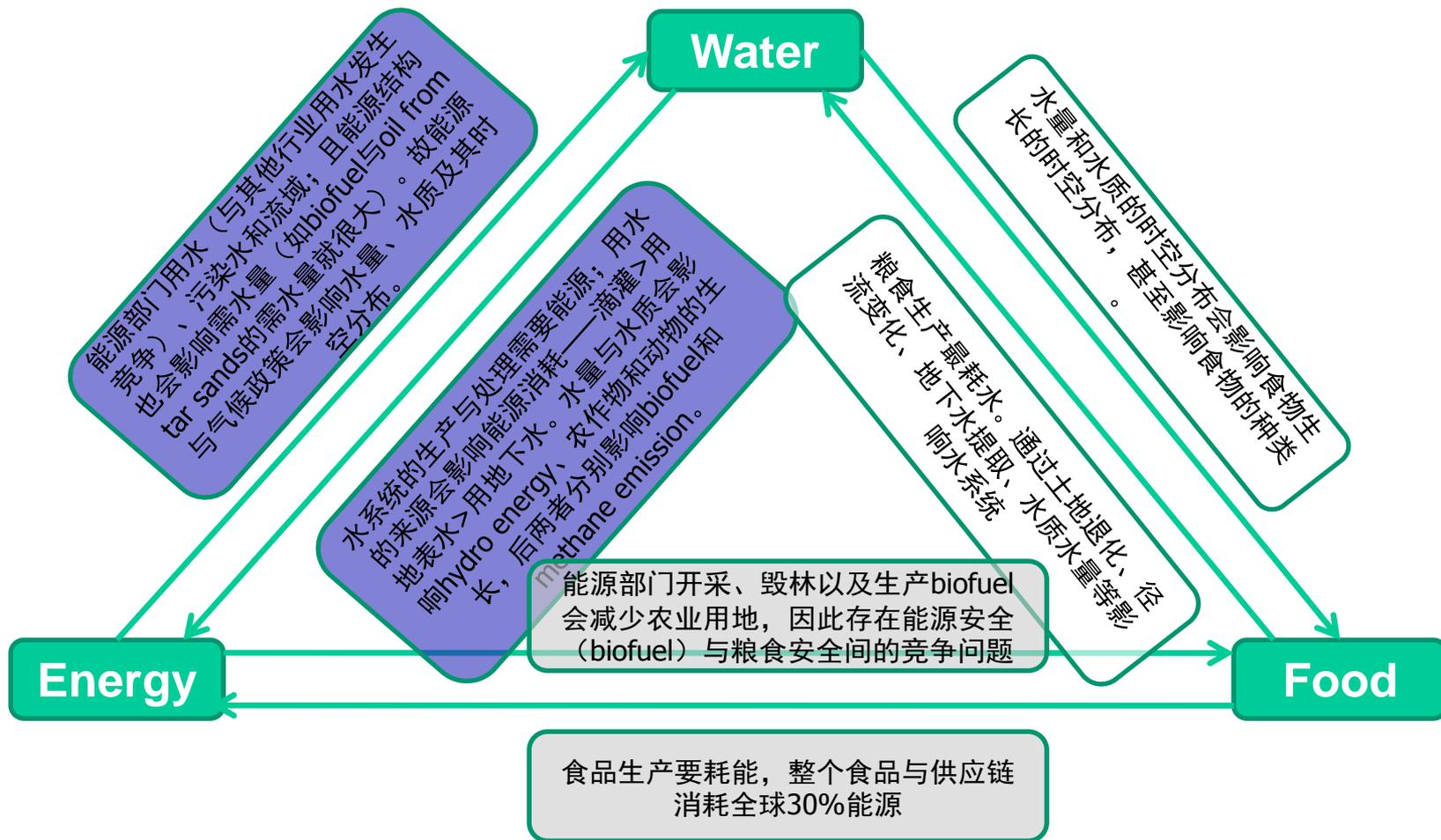
CO₂与常规大气污染物之间的共生效应

在2010年，1%的CO₂减少即可带来1%、0.6%和0.7%的SO₂、NO_x和PM_{2.5}的减少





Energy-Water-Food Nexus



Nexus中的每一个都会影响另外两个！

这些相互影响都坐落在land上，通过land（forest, cropland, pasture, industry, energy...）具体化

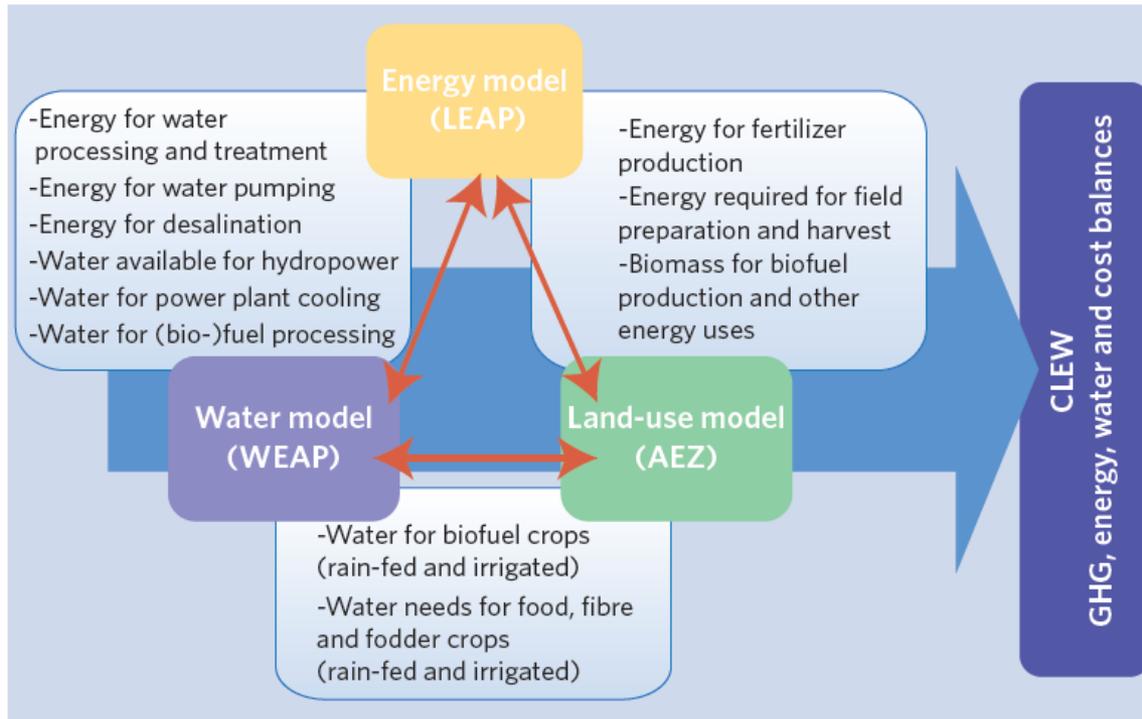


Figure 1 | The CLEWS framework. The framework integrates LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning tool by SEI), WEAP (Water Evaluation and Planning tool by SEI) and AEZ (Agro-Ecological Zoning by IIASA and FAO) models with climate change scenarios.

Howells, M. *et al.* Integrated Analysis of Climate Change, Land-use, Energy and Water Strategies. *Nature* 3, 621-626 (2013).



总结

- ◆ 减缓政策的具体类型（命令控制、经济和市场手段、鼓励和自愿协议、研发）
- ◆ 减缓政策的影响模拟（经济、环境、社会）及相应的模型方法
- ◆ 从经济学的角度研究减缓问题：减排潜力、减排成本、减排影响、影响的比较和政策的制定



谢谢!

蔡闻佳

Add: 清华大学蒙民伟科技大楼南楼S925

E-mail: wcai@tsinghua.edu.cn