

净零碳基础设施 投资与技术



Ea Energy Analyses



EU-CHINA

Energy Cooperation Platform

中国 - 欧盟能源合作平台

北京

2023年10月12日



Funded by the European Union Foreign Policy Instrument

议程

- 背景与目标
- 导言
- 背景要点
- 建模方法
- 主要结果和启示
- 方案比较
- 详细结论
- 建议
- 结论与要点



项目背景

- 欧盟和中国的净零碳目标。
 - 中国的双碳目标：2030年前达到碳排放峰值，2060年前实现净零排放
 - 欧盟"Fit for 55"方案：到2030年温室气体减排55%，到2050年实现气候中和的目标
- 促进合作，实现净零目标。



净零是什么意思？

0

*每次你想走到“低”处，都需要找到一个
可以走低的地方。*

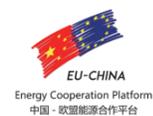
实现净零排放需要

- 改革能源基础设施、规划和监管。
- 跨能源载体和部门的协调发展。
- 建模分析对成功的部门联动与协调至关重要。

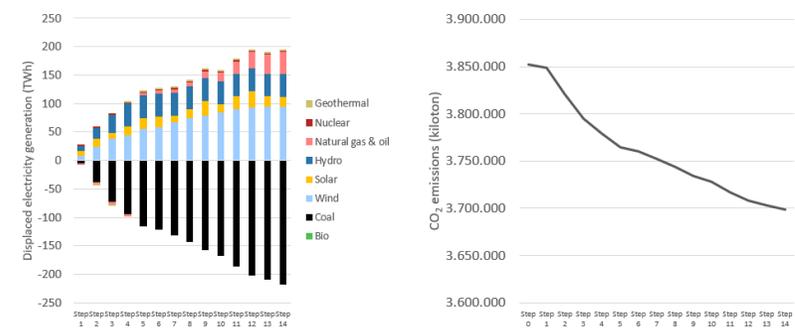
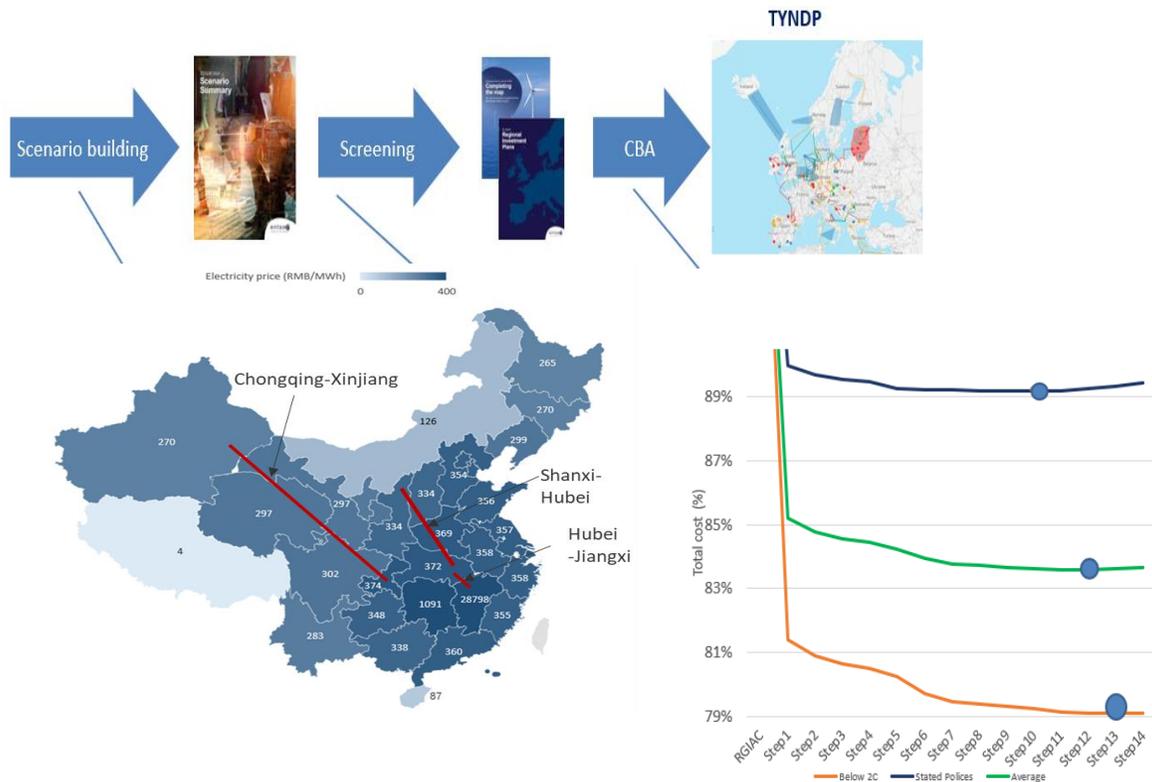


引言 - 关于项目

- 建立协调电网规划的合作关系
- 项目参与者：
 - 国家电网能源研究院 (SGERI)
 - 中国电力企业联合会 (CEC)
 - ERI-CET 项目, 代表 Kaare Sandholt
 - Ea 能源分析 (Ea)
 - ECECP (ICF)
- 工作包和报告
 - 工作包1: 启动
 - 工作包2: 碳中和的能源系统方案
 - 工作包3: 碳中和电力市场改革背景下的发电规划
 - 工作包4: 碳捕集、利用、PtX 和氢
 - 工作包5: 净零碳基础设施的建模与规划
 - 工作包6: 最终确定



先前的联合项目：ENTSO-E 中国电网规划建模展示 (ECECP)



- B1: Socio-economic welfare
 - RES fuel savings
 - Emission cost savings
 - (CO2 emission changes)
- B3: RES integration
- C1: CAPEX
- C2: OPEX

主要收获:

在中国，有效的电网规划可促进可再生能源比例的增长，推动清洁能源转型。

证明了电网规划与电力市场改革之间的重要联系。

建模结果表明，在 ENTSO-E 方法的启发下，以市场为基础的输电扩建规划方法可显著减少中国电力系统的二氧化碳排放量。



ENTSO-E Grid
Planning Modelling
Showcase for China
Report (ENGLISH)



ENTSO-e
中国电网规划
建模展示报告
(中文版)



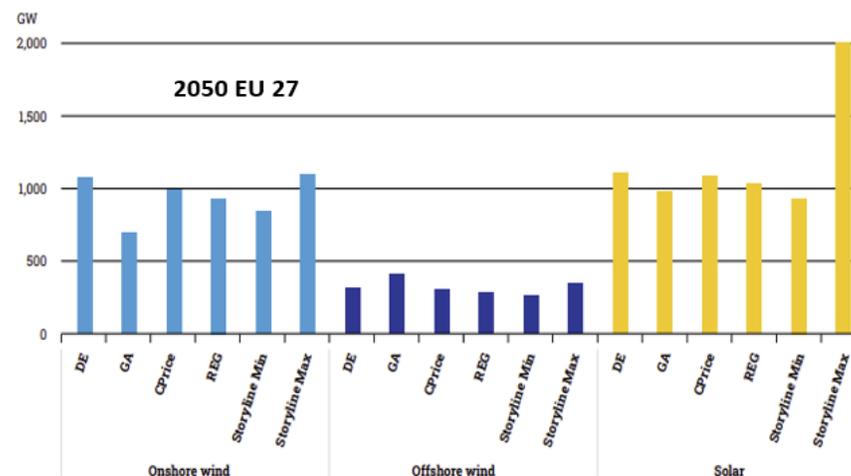
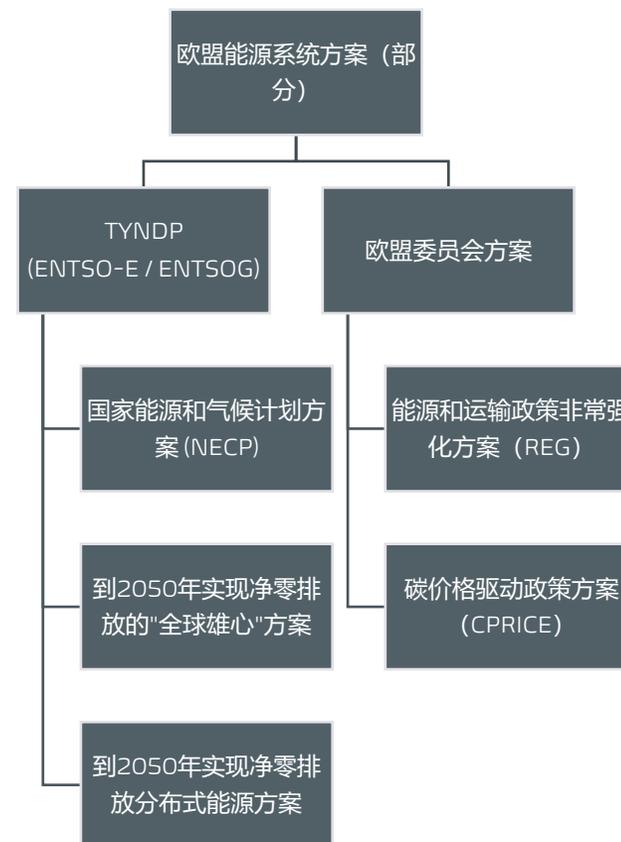
中国和欧盟方案的共同特点

- 设想方案旨在实现二氧化碳中和：中国到2060年；欧洲到2050年。
- 两者都逐步淘汰化石燃料，转而使用风能和太阳能。
- 电气化、部门联动和能源效率是关键战略。
- 氢能和P2 可解决运输和重工业等难以消减的行业。
- 系统灵活性、电网扩展和区域电力交换对过渡至关重要。



欧盟方案

- ENTSOG 和 ENTSO-E 发布联合方案报告
 - 共同方案是欧洲电力和天然气 TYNDP 的关键。
 - 对于跨部门的综合能源系统规划至关重要。
- 将 ENTSO 方案与欧盟委员会的方案进行基准比较，结果显示总体上非常吻合。



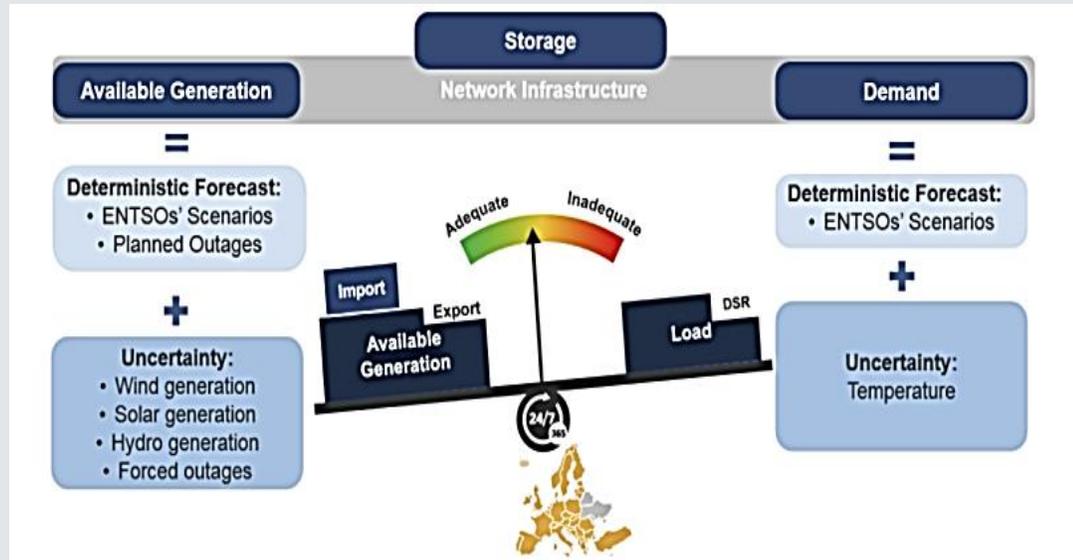
能源系统转型的主要趋势

- 需要提高需求方的**能源效率**，以确保供应方的部署步伐能够跟上并维持所需的经济增长。
- **绿色能源供应**--技术进步和成本降低使可再生能源能够大量提供清洁能源，特别是通过风能和太阳能发电。
- 工业、交通和建筑的**电气化**将支持在终端消费中摒弃化石燃料，同时实现电力供应的去碳化。
- **氢将成为重要的能源载体**，在丰富的廉价绿色电力供应和最难减排的行业之间建立联系。绿色氢气与捕获的碳相结合，可为重型运输、海运和航空等难以消减的部门提供燃料。

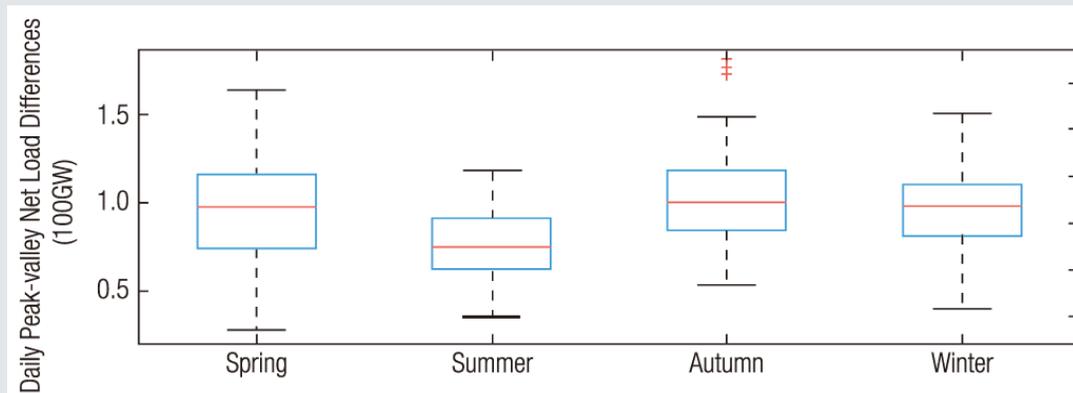


确保零净排放系统的充足性

- 考虑发电、输电和灵活性的电力系统充足性
 - 转向概率法
- 有效的电力定价反映市场动态，促进优化投资，鼓励高效消费。
 - 处理好政策目标、市场机制和投资可行性之间的矛盾
- 电力系统灵活适应供需变化，实现可再生能源的稳定整合
 - 随着现有资源的过渡--最终被淘汰--及时开发新的灵活资源
- 能源安全需要弹性供应，平衡可再生能源的可变性，以保持系统稳定
 - 系统越来越依赖天气



欧洲资源充足性评估(ERAA)



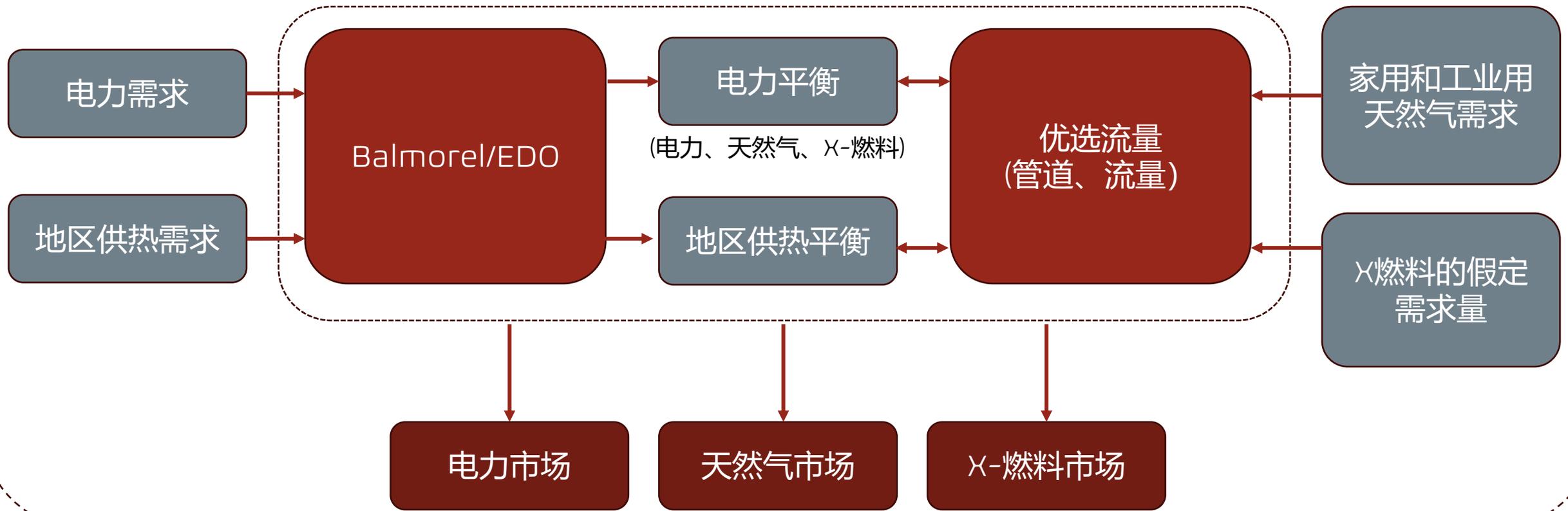
2035年华北地区日峰谷净负荷差异的季节特征
(国家电网能源研究院)

净零目标提高了对模型的要求--为什么?

- 所有研究都指出，高可变可再生能源和电气化是去碳化的关键所在
- PtX 和 CCS 是难以降低消耗的关键技术
- 电力系统面临的主要挑战
 - 如何在化石能源发电量极低的情况下**整合高可变可再生能源并确保系统的充足性**
 - **电力行业模式需要与消费侧建立更紧密的联系**，包括 CCS、PtX 等。
- **需要优化**电力、天然气、绿色气体、液体燃料**基础设施**



建模方法：综合最低成本优化



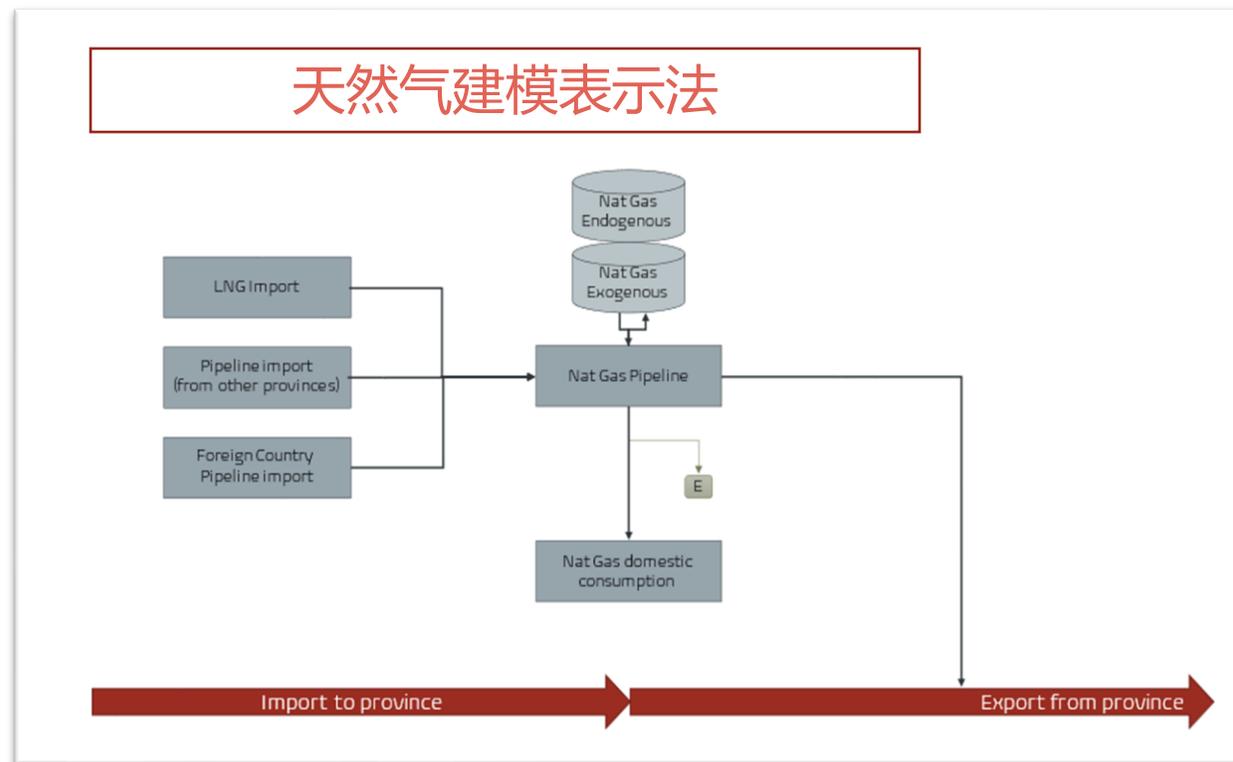
结果：数量、价格、流量、和基础设施投资



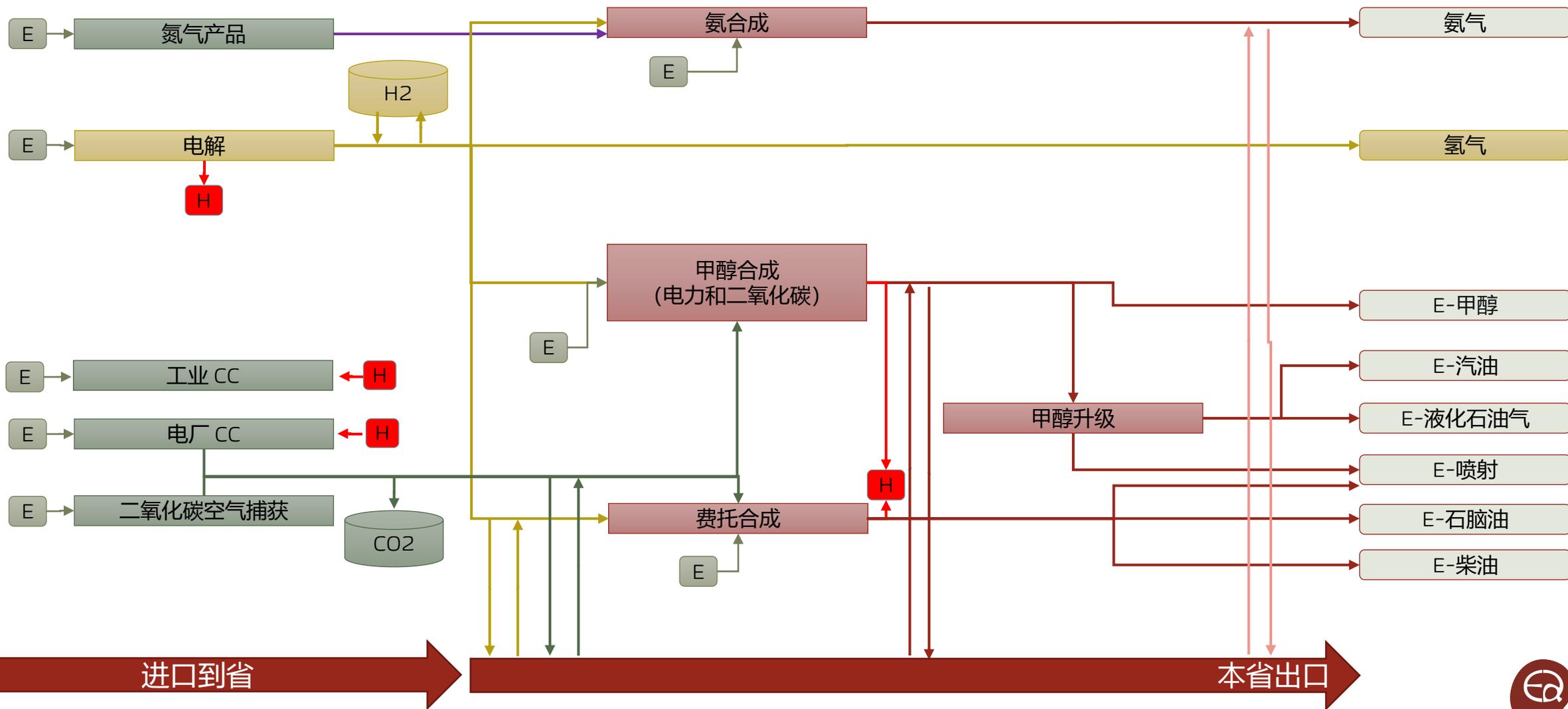
天然气建模

天然气模型考虑了：

- 省际天然气输送管道容量、
- 天然气储存能力（包括注入、抽出和容量）、
- 管道和液化天然气进口的天然气边界能力、
- 预计天然气供应方案（可用管道量）、
- 预计的国内天然气生产方案、
- 以及各省 "剩余" 天然气需求的分布情况。



中国能源转型展望模型：PtX和CCUS途径

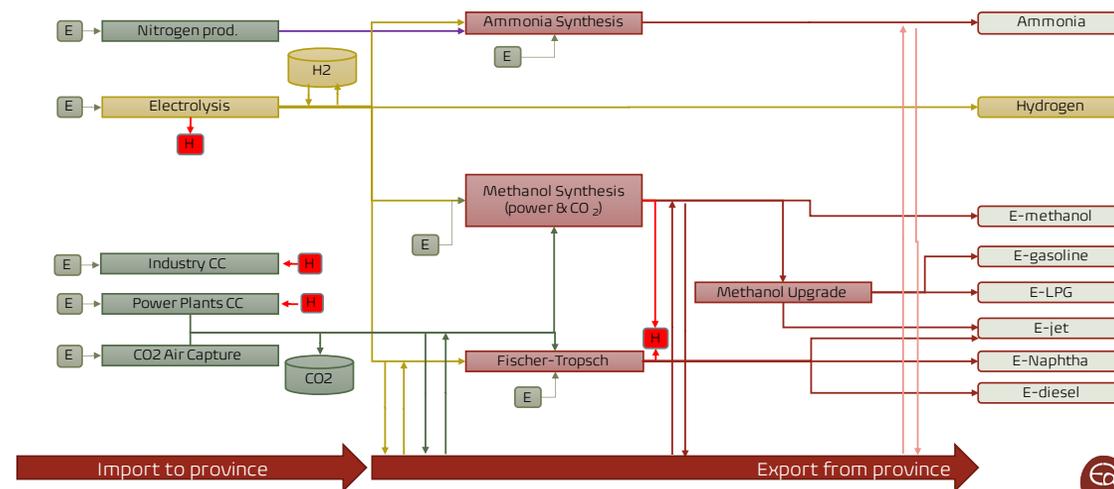


参考方案 (方案 0)

- 没有管道基础设施的参考方案。
- 天然气消耗量（供热和供电部门）取决于各省的外生价格。
- 这意味着各省之间X燃料的运输是基于可变的运输成本，即每距离单位燃料的成本，**但不受管道容量的限制。**

	Variable cost transport of X's	With X-pipelines
Exogenous natural gas prices without natural gas pipeline infrastructure	Scenario 0	Scenario 2 (P2X-infrastructure scenario)
With natural gas pipeline infrastructure	Scenario 1 (Gas infrastructure scenario)	Scenario 3 (Full infrastructure scenario)

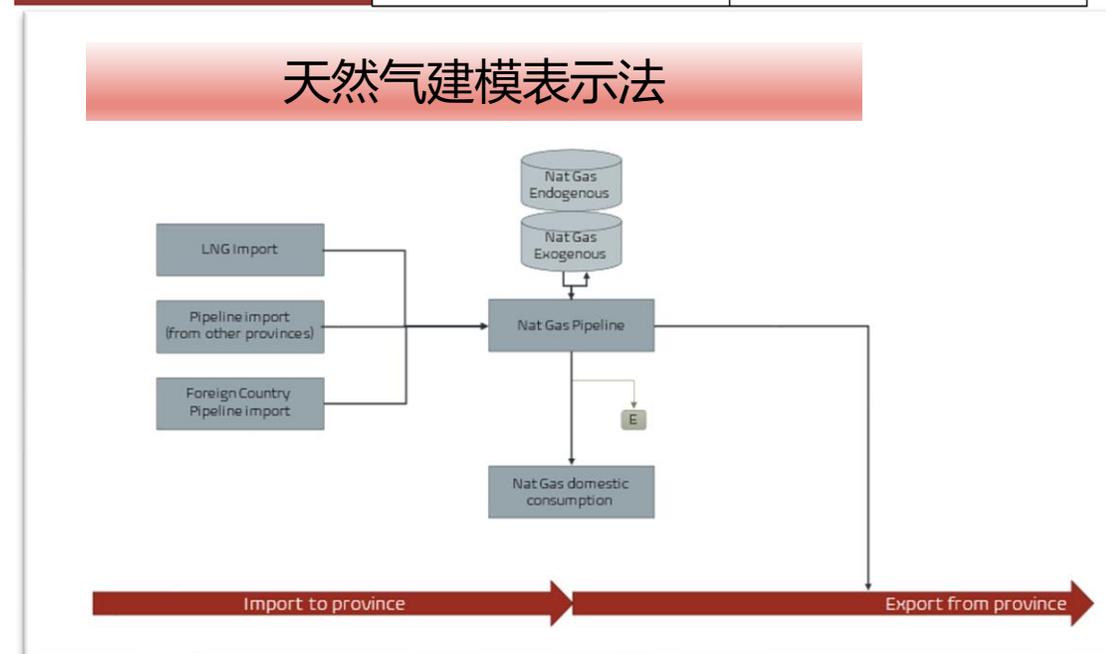
中国能源转型展望模型：PtX和CCUS途径



天然气基础设施方案 (方案 1)

- 天然气基础设施包括通往第三国的管道、液化天然气终端和各省之间的管道限制。
- **不考虑X燃料管道基础设施**
- 天然气管道基础设施被视为第一年的模型，没有扩大基础设施的投资方案。

	Variable cost transport of X's	With X-pipelines
Exogenous natural gas prices without natural gas pipeline infrastructure	Scenario 0	Scenario 2 (P2X-infrastructure scenario)
With natural gas pipeline infrastructure	Scenario 1 (Gas infrastructure scenario)	Scenario 3 (Full infrastructure scenario)

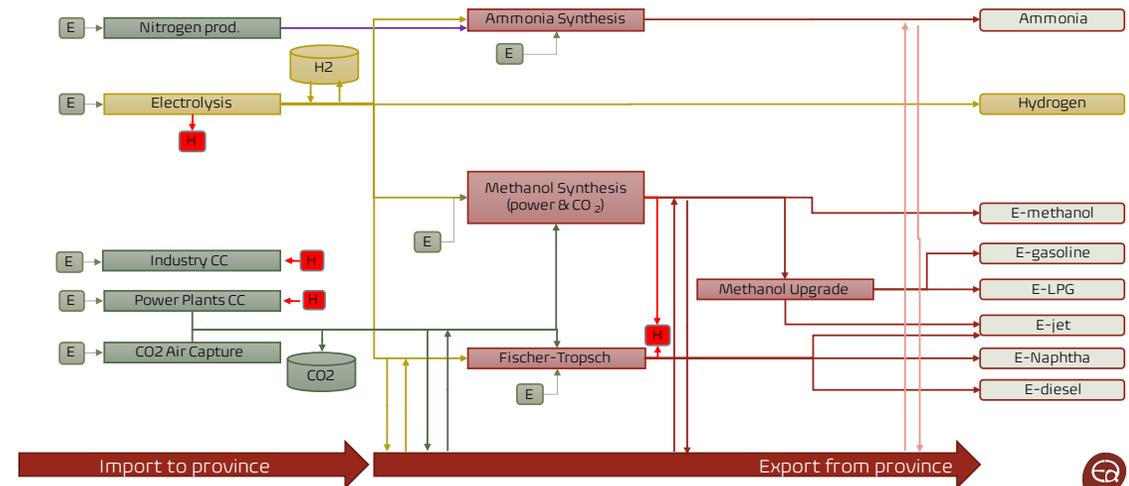


P2X 基础设施方案 (方案 2)

- 二氧化碳、甲醇、氢气和氨在各省之间的运输受到管道容量的限制。
- 管道容量是由**内生投资选择**决定的
- 天然气管道基础设施与方案0相同

	Variable cost transport of X's	With X-pipelines
Exogenous natural gas prices without natural gas pipeline infrastructure	Scenario 0	Scenario 2 (P2X-infrastructure scenario)
	Scenario 1 (Gas infrastructure scenario)	Scenario 3 (Full infrastructure scenario)
With natural gas pipeline infrastructure		

中国能源转型展望模型：PtX和CCUS途径

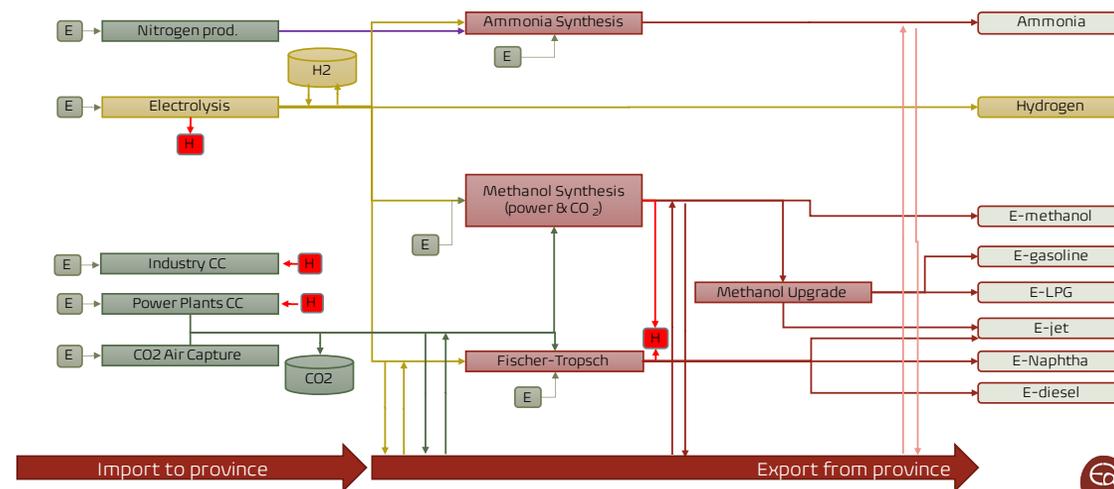


全面基础设施方案 (方案 3)

- 天然气和P2X基础设施均在考虑之列。
- 不允许对天然气基础设施进行额外投资，只允许对氨、二氧化碳、甲醇和氢气基础设施进行额外投资。
- 这是因为在方案假设之初，由于碳中和的要求，化石燃料天然气的使用量正在下降。

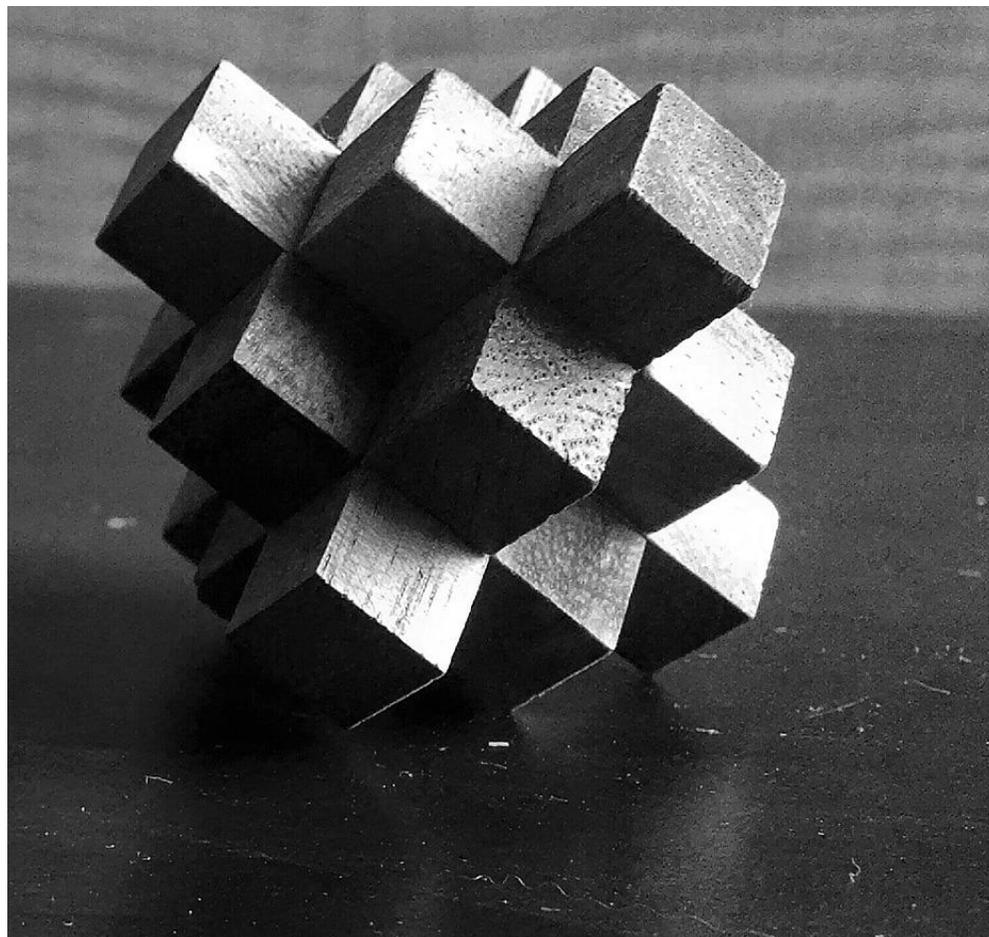
	Variable cost transport of X's	With X-pipelines
Exogenous natural gas prices without natural gas pipeline infrastructure	Scenario 0	Scenario 2 (P2X-infrastructure scenario)
With natural gas pipeline infrastructure	Scenario 1 (Gas infrastructure scenario)	Scenario 3 (Full infrastructure scenario)

中国能源转型展望模型：PtX和CCUS途径



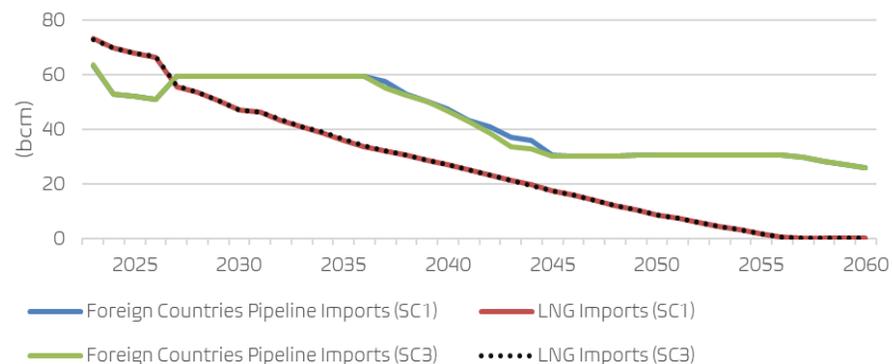
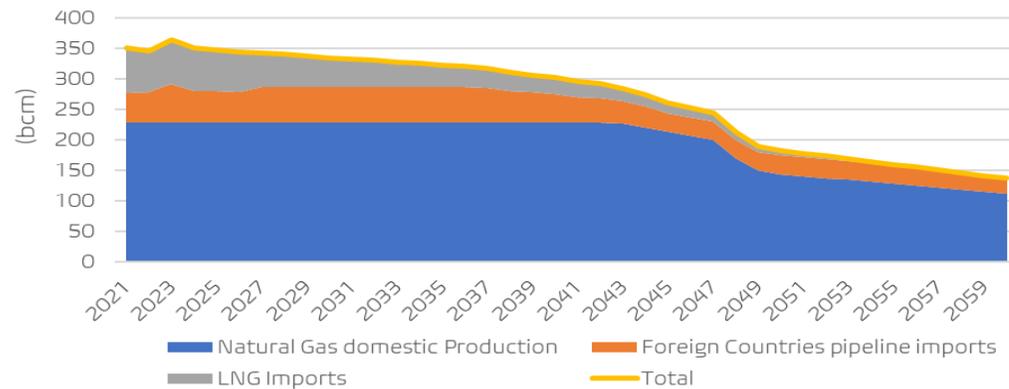
这种综合建模可以回答的问题示例

- 基础设施因素如何影响P2X和CCUS在不同方案中的作用?
- 天然气基础设施在综合净零碳方案中的作用是什么?
- 商品流如何受到地区差异（二氧化碳供应、可变可再生能源供应等）的影响?
- 如何利用天然气基础设施加强氢气在净零碳能源系统中的作用?



方案比较

- 增加天然气管道基础设施的影响。
- 增加管道容量对二氧化碳、电子甲醇、氨气和氢气运输的影响。
- 整合天然气和P2X传输基础设施。
- 管道在方案中的体现。
- 在可变可再生能源潜力大的省份部署氢气基础设施。
- 二氧化碳捕获装置、地点和公用设施。



H2 Pipeline utilization (Qinghai)			
Year	SC ₀	SC ₂	SC ₃
2030	34%	89%	61%
2040	29%	92%	84%
2050	7%	87%	84%
2060	23%	84%	80%



部分模型结果

- 该研究探讨了整合多个能源部门以实现可再生能源效益的协同作用。
- 新疆和青海等可再生能源潜力大的省份将安装氢气基础设施，供当地使用并运往北京等省份。
- 在考虑物理传输的情况下，天然气和X管道的利用率更高。
- 在模拟能源运输方式的竞争时，由于管道运输更具成本效益，因此在基础设施齐全的情况下，输电能力较低。
- 到2060年，二氧化碳捕获的目标地区是二氧化碳排放较高的重工业地区；发电厂靠近生物质负排放源。
- 二氧化碳封存潜力大的省份将捕获二氧化碳并进口二氧化碳。
- 中部、北部和南部省份进口二氧化碳，东北和西北省份出口二氧化碳。
- 综合系统优化了资源利用，有助于经济高效地过渡到净零排放。



结论

- 中国的目标是到2060年实现净零排放，欧盟的目标是到2050年实现净零排放。
 - 这是一个共同的挑战--我们共赢或共输
- 采用综合系统方法实现重要的高效能源转型
- 平衡可变可再生能源发电与灵活需求是未来的挑战。
 - 在可变可再生能源占主导地位的系统中，确保充足性至关重要。
- P2X和CCUS对于难以电气化的行业至关重要。
 - 中国和欧盟需要快速、大规模的部署。
 - 合作至关重要。
- 综合模型增强了对协调能源基础设施需求的理解。
- 研究表明，综合系统方法能更好地体现现有资源，并确保这些资源得到利用。





如需咨询，请联系：
info@eaea.dk



请访问我们的网站或
在 LinkedIn 上找到我们

