

GDTP绿色低碳发展智库伙伴2023年会

# 能源环境与经济发展模型 及其在天津市的应用

温丹辉

天津科技大学 碳中和研究院

## 汇报框架

- **一、模型建设意义**
- 二、模型特点与构架
- 三、天津市低碳发展情景模拟
- 四、下期发展计划

# 一、模型建设意义

## 1.1 模型基本情况

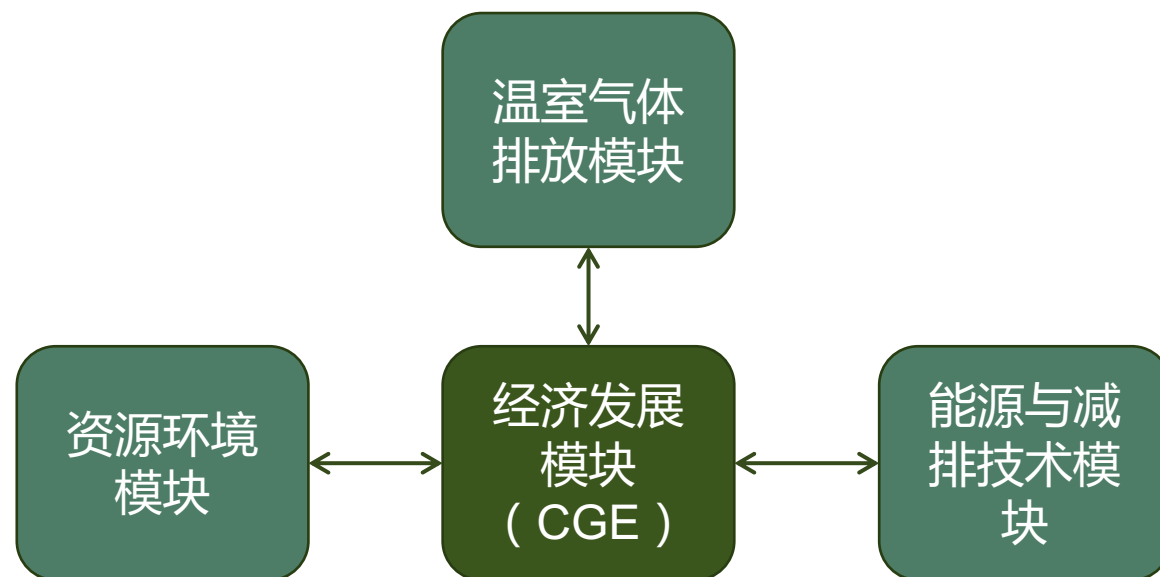
## 1.2 理论意义

## 1.3 现实意义

# 一、模型建设意义

## 1.1 模型基本情况

- 天津科技大学能源环境与经济发展综合模型是一个以可计算一般均衡（CGE）模型为核心的综合模拟模型，包含经济发展模块、能源与减排技术模块、资源环境模块、温室气体排放模块。



# 一、模型建设意义

## 1.2 理论意义

- 发展路径分析。分析经济发展模式的变革影响，讨论能源结构和经济结构转型升级，建立经济社会绿色发展的新格局的路径；
- 协同关系分析。发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场的系统关系；产业间、区域间、部门间政策协同关系。
- 要素反馈关系研究。厘清能源结构、产业结构、科技发展和经济社会等多要素互动的复杂网络关系。

——以上摘自2022年度国家自然科学基金专项项目《支撑国家双碳战略的政策建模与策略研究》

# 一、模型建设意义

## 1.3 现实意义

- 国家环境治理、节能减排等绿色发展政策
- 区域经济政策、环境政策
- 产业发展政策
- 产品竞争力分析
- 对研究机构的其他现实意义

- 一、模型建设意义
- **二、模型特点与构架**
- 三、天津市低碳发展情景模拟
- 四、下期发展计划

## 二、模型特点与架构

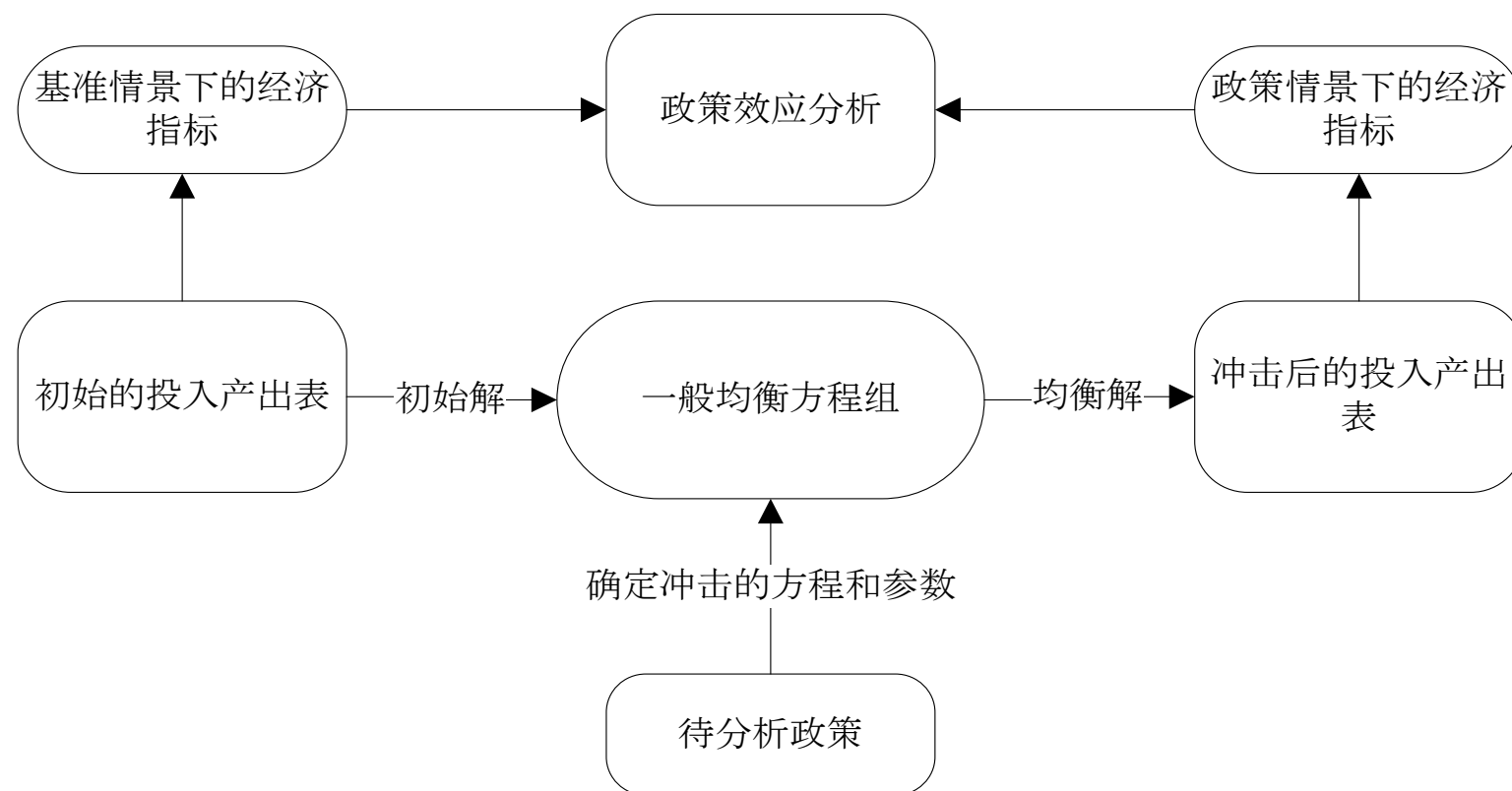
### 2.1 主要特点

### 2.2 模型架构



## 2.1 主要特点

- **(1) 模型编写方式**：核心为可计算一般均衡模型，列出社会经济系统中的经济关系，联立方程组，设定外生变量及取值，使得内生变量（未知数）和方程数量相等，求唯一均衡解。其他模块的内在关系也编写方程组与核心方程组联立求解。



## 2.1 主要特点

- **( 2 ) 模型求解**：GEMpack软件包。特点是线性化求解，可以处理大模型；缺点是不够直观，灵活性较差，缺少一些公式。
- **( 3 ) 模型基础**：基于澳大利亚模型，与美国模型的区别主要在SAM表、平衡关系、细节描述、求解工具。
- **( 4 ) 模型创新**：能源要素投入与投资、技术模块、支出系统等。
- **( 5 ) 模块连接**：模块设计上主要采用硬连接思路，将其他模块的变量与主模块变量之间建立联立方程；但也有软连接，包括完全排放、污染与资源消耗等指标的计算。

## 2.2模型架构

- 2.2.1 基础架构
- 2.2.2 生产架构、投资结构调整
- 2.2.3 能源与减排技术模块
- 2.2.4 温室气体排放模块
- 2.2.5 资源与环境模块

## 2.2.1 基础架构

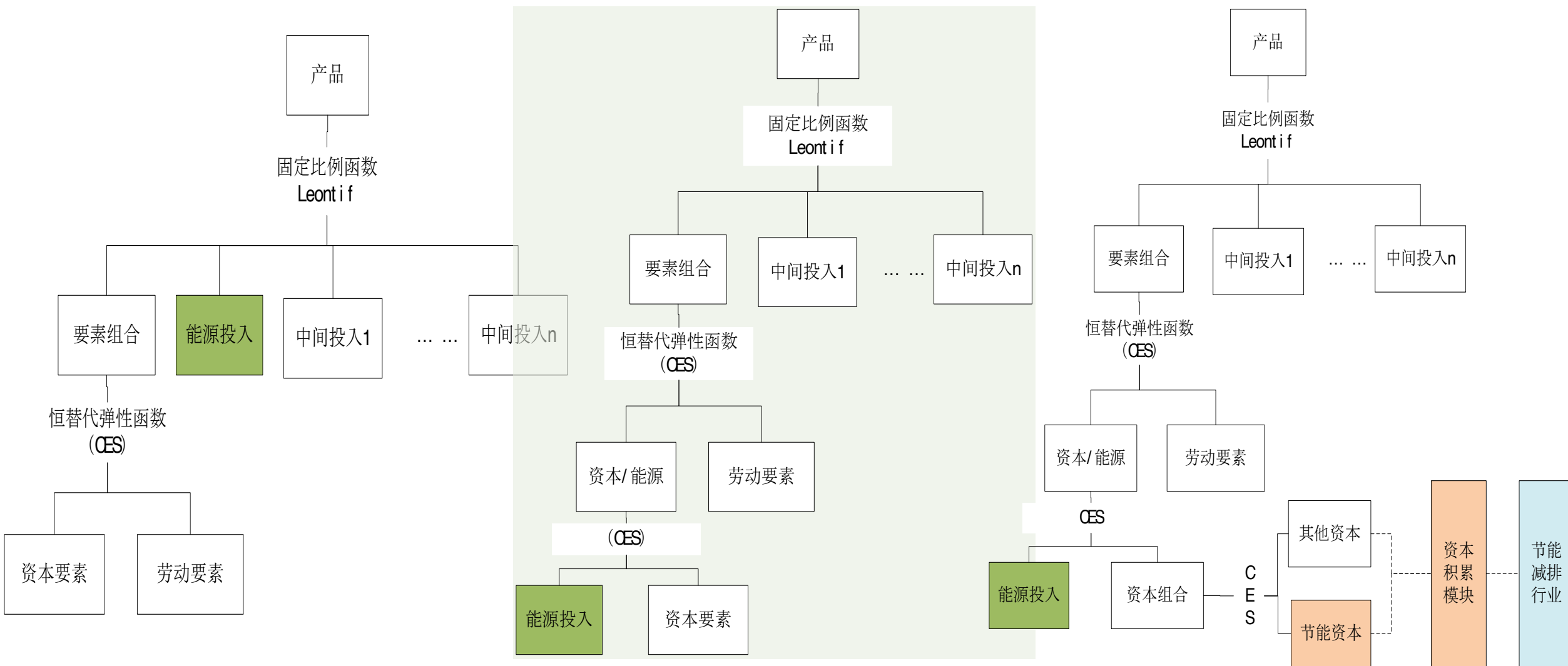
### ● 通用的澳大利亚模型结构

		1	2	3	4	5	6
		Producers	Investors	Household	Export	Government	Inventories
	Size	← I →	← I →	← 1 →	← 1 →	← 1 →	← 1 →
Basic Flows	$C \times S$	V1BAS	V2BAS	V3BAS	V4BAS	V5BAS	V6BAS
Margins	$C \times S \times M$	V1MAR	V2MAR	V3MAR	V4MAR	V5MAR	n/a
Taxes	$C \times S$	V1TAX	V2TAX	V3TAX	V4TAX	V5TAX	n/a
Labour	O	V1LAB					
Capital	1	V1CAP					
Land	1	V1LND					
Production Tax	1	V1PTX					
Other Costs	1	V1OCT					

**C** = Number of Commodities  
**I** = Number of Industries  
**S** = 2: Domestic, Imported  
**O** = Number of Occupation Types  
**M** = Number of Commodities used as Margins

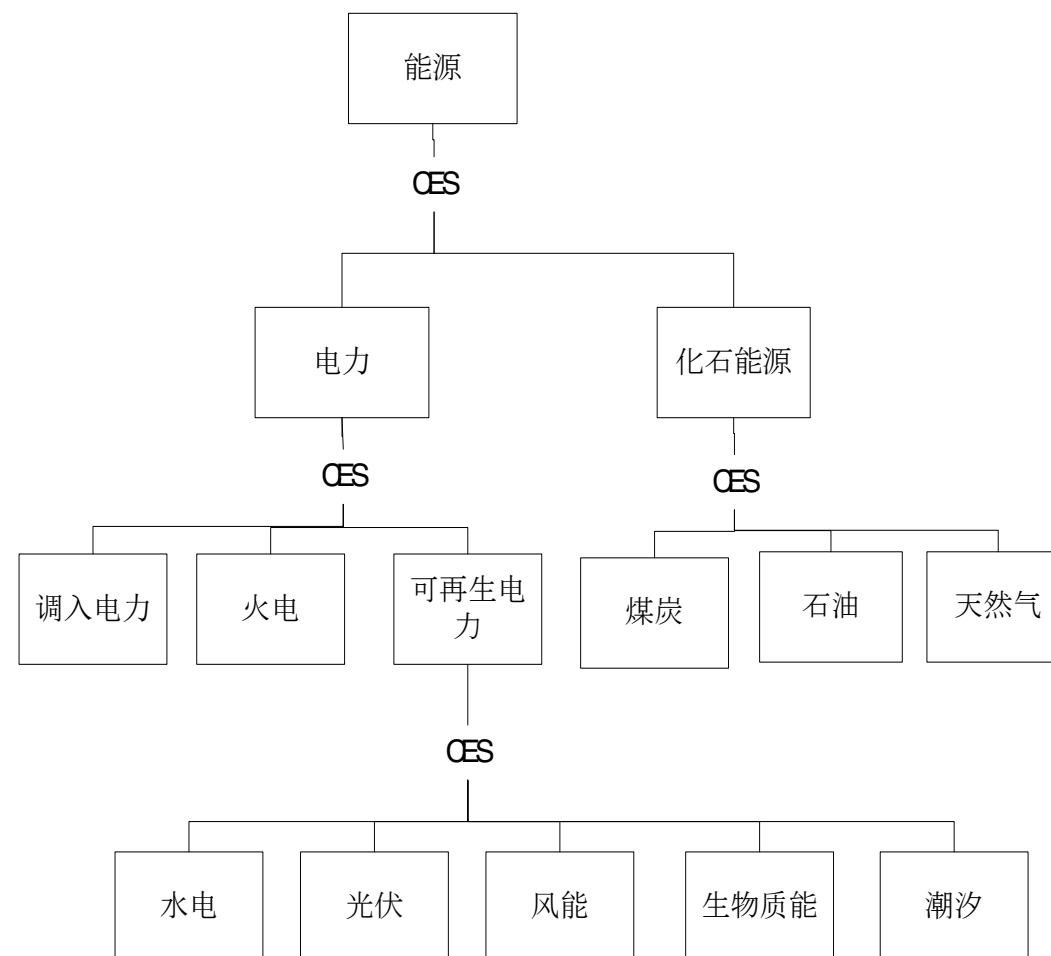
## 2.2.2 生产架构、投资架构调整

- 能源部门作为要素，区分节能投资与其他投资



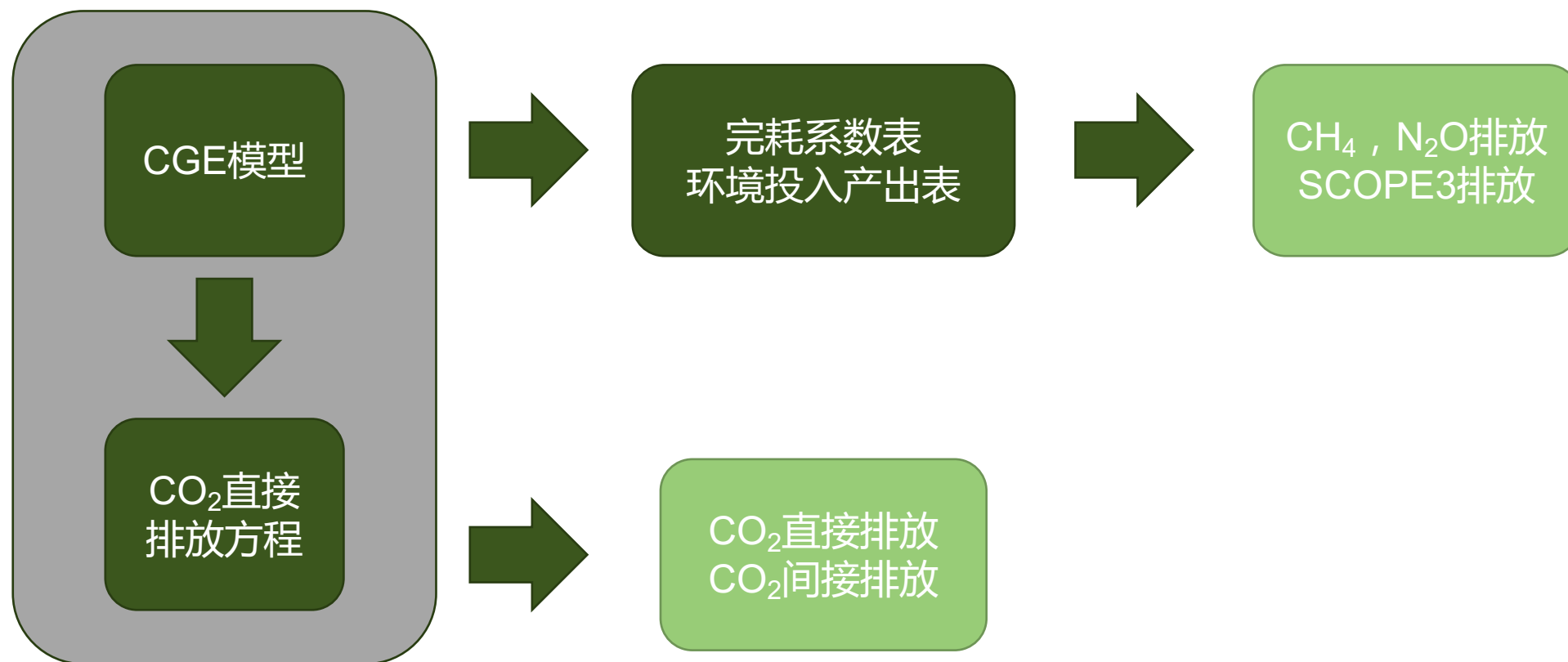
## 2.2.3 能源与减排技术模块

- 在IO表中拆分能源部门，CCUS等减排部门还未设立



## 2.2.4 温室气体排放模块

- 当前做法：设立直接排放方程，通过软连接计算完全排放和其他温室气体排放
- 接下来将全部通过硬连接方式进行，实现scope3和其他温室气体的内部反馈，以便实现针对SCOPE3的碳关税政策模拟。



## 2.2.5 资源与环境模块

- 通过环境投入产出表计算资源消耗与环境影响





- 一、模型建设意义
- 二、模型特点与构架
- **三、天津市低碳发展情景模拟**
- 四、下期发展计划

## 三、天津市低碳发展情景模拟

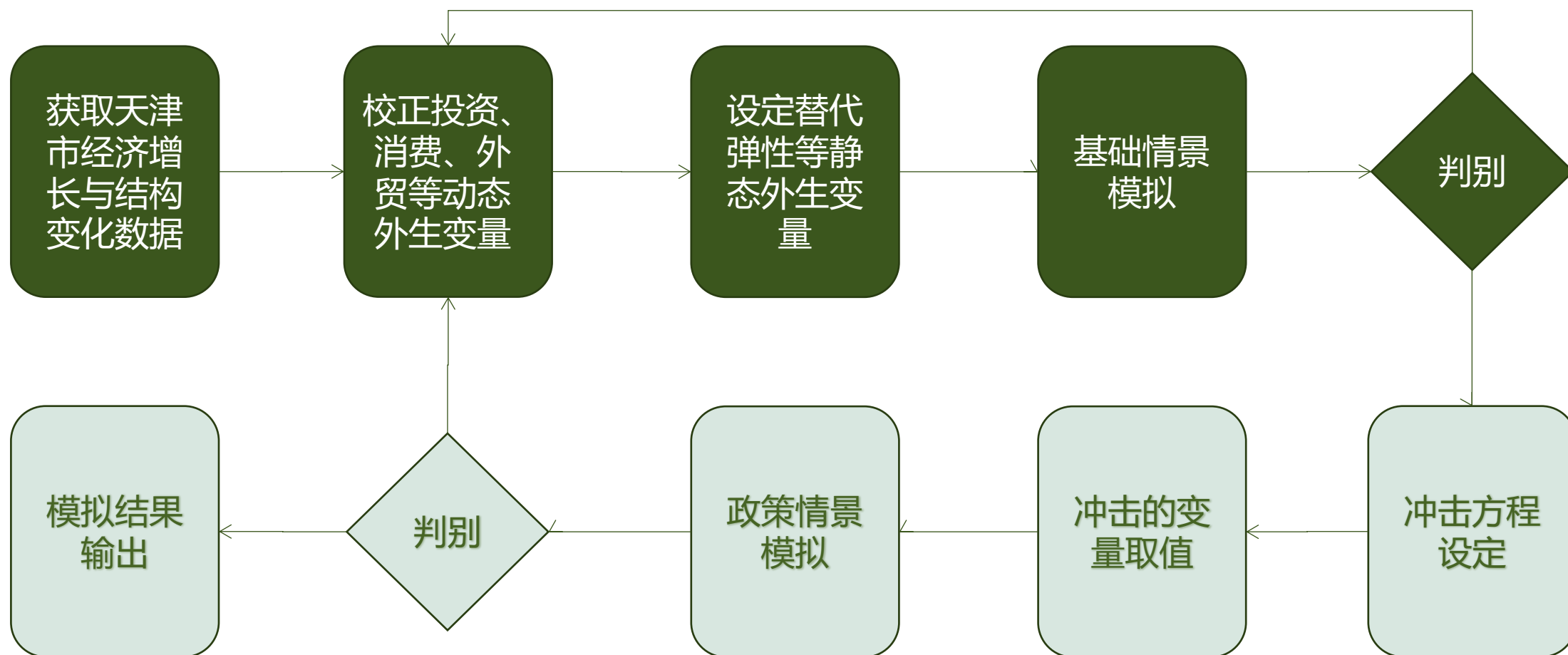
### 3.1 模拟过程

### 3.2 模拟结果

### 3.3 体会

## 3.1 模拟过程

### 天津市减排路径分析初步模拟：考察碳税机制的影响



## 3.2 模拟结果

### 3.2.1 经济发展水平

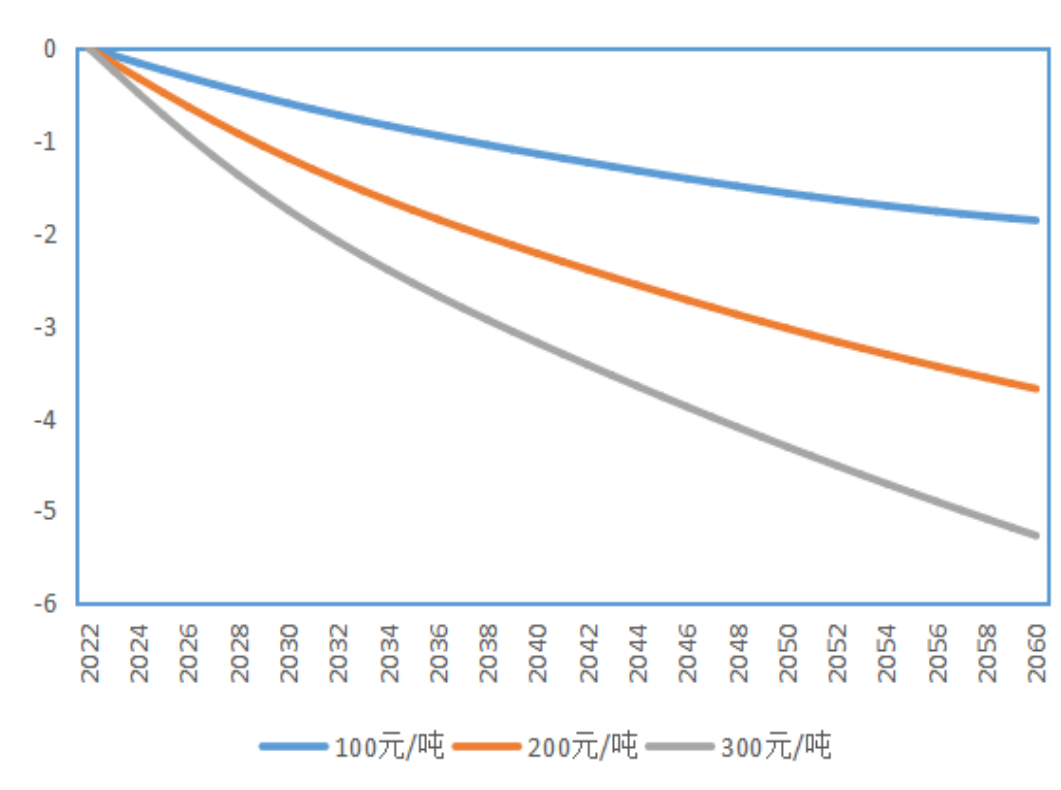


图1. 与BAU情景相比的GDP累积下降幅度 (%)

## 3.2 模拟结果

### 3.2.2 排放影响 ( )

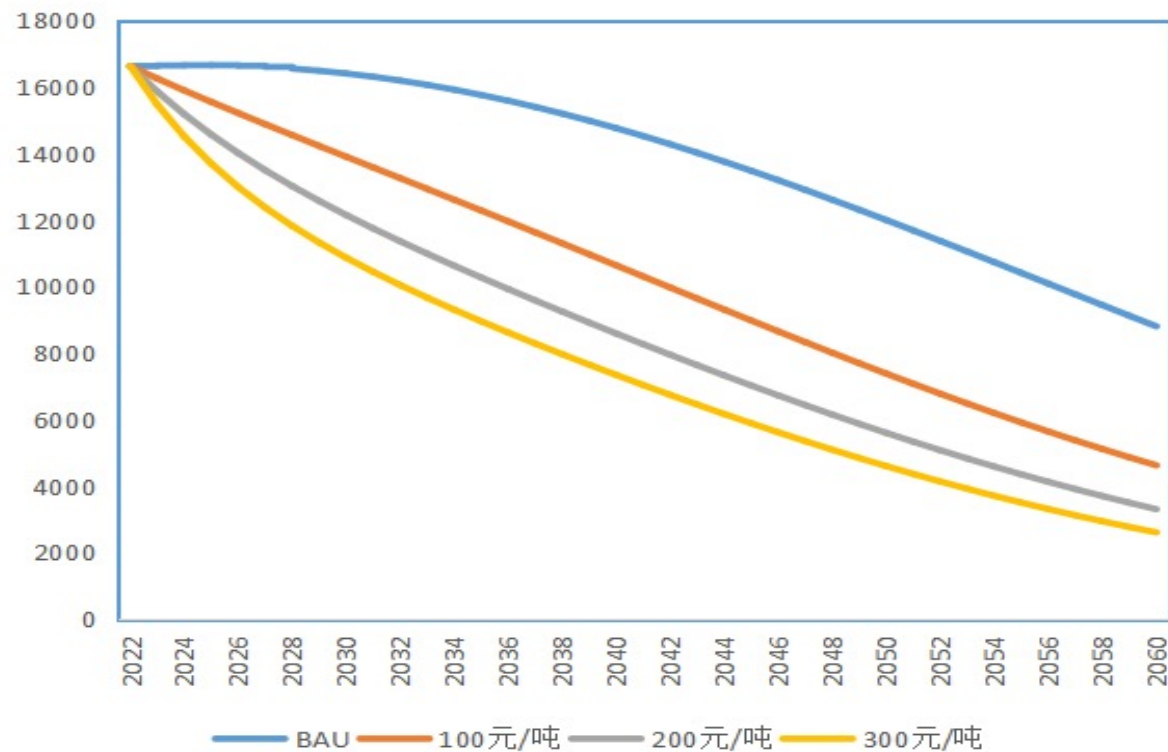


图2. 二氧化碳排放总量 (万吨)

## 3.2 模拟结果

### 3.2.3 产业部门影响

表1. 与BAU相比5大部门的产量下降幅度（%）

情景	部门	2030	2040	2050	2060
100元/ton	石油和天然气开采产品	-0.84	-2.00	-3.34	-4.88
	石油、炼焦产品和核燃料加工品	-7.04	-13.23	-18.34	-24.17
	化学产品	-3.64	-7.56	-11.01	-14.60
	电力、热力的生产和供应	-4.93	-10.23	-15.14	-20.48
	金属冶炼和压延加工品	-13.64	-27.84	-39.90	-50.07
200元/ton	石油和天然气开采产品	-1.59	-3.62	-5.85	-8.32
	石油、炼焦产品和核燃料加工品	-13.09	-22.97	-30.20	-37.75
	化学产品	-6.76	-13.16	-18.35	-23.45
	电力、热力的生产和供应	-9.08	-17.52	-24.66	-32.01
	金属冶炼和压延加工品	-23.86	-43.04	-56.68	-66.79
300元/ton	石油和天然气开采产品	-2.27	-4.98	-7.87	-11.03
	石油、炼焦产品和核燃料加工品	-18.39	-30.77	-39.09	-47.05
	化学产品	-9.48	-17.67	-23.97	-29.90
	电力、热力的生产和供应	-12.65	-23.24	-31.75	-40.16
	金属冶炼和压延加工品	-31.73	-52.56	-65.93	-75.17

## 3.3 体会

要提升模型预测能力，就需要在以下方面持续深耕。

- 细化理论架构。例如，碳税，碳价
- 完善基础数据。例如，构建产业账户
- 个性化参数选择。例如，替代弹性，需求弹性、技术进步
- 事后验证能力。数据获取与分析能力

- 一、模型建设意义
- 二、模型特点与构架
- 三、天津市低碳发展情景模拟
- **四、下期发展计划**



## 四、下期发展计划

**4.1 细化理论构架：碳价、碳关税、节能减排投资等**

**4.2 将软连接转化为硬连接**

**4.3 天津区域模型细节处理**

**4.4 多区域扩展**

**4.5 构建循环利用模块**

**感谢各位专家的批评和指导！**

**期待与同仁们开展交流合作！**