

从“鞭打快牛”到效率驱动：中国区域间碳排放权分配机制研究*

在线附录

版本：2019 年 4 月 19 日

钱浩祺 吴力波 任飞州

* 钱浩祺，复旦大学全球公共政策研究院、复旦大学经济学院，邮政编码：200433，电子信箱：qianhaoqi@fudan.edu.cn；吴力波（通讯作者），复旦大学经济学院、复旦大学能源经济与战略研究中心，邮政编码：200433，电子信箱：wulibo@fudan.edu.cn；任飞州，复旦大学经济学院博士研究生，邮政编码：200433，电子信箱：17110680019@fudan.edu.cn。作者感谢国家自然科学基金青年科学基金项目“碳排放峰值约束下的中国绿色电力转型研究——基于电力大数据与中国多区域 CGE 模型”（71703027）、中国博士后科学基金特别资助项目“信息不对称与技术进步视角下的碳排放权分配机制研究”（2017T100257）的资助。作者感谢匿名审稿人的宝贵建议，文责自负。

一、随机前沿模型回归结果

表 1 消费侧责任核算碳排放的回归结果

			模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
前沿方程	常数项	α_0	4.36*** (1.05)	4.15*** (1.14)	4.57*** (1.09)	4.52*** (1.13)	4.52*** (1.05)	4.40*** (1.13)
	工业总产值	α_1	0.41*** (0.06)	0.43*** (0.06)	0.41*** (0.06)	0.41*** (0.06)	0.41*** (0.06)	0.42*** (0.06)
	实际工资	β_1	-0.11 (0.13)	-0.12 (0.13)	-0.13 (0.13)	-0.15 (0.13)	-0.12 (0.13)	-0.14 (0.13)
	资本成本	β_2	0.13 (0.14)	0.10 (0.15)	0.18 (0.14)	0.15 (0.15)	0.17 (0.15)	0.13 (0.15)
	燃料动力	β_3	-0.39*** (0.13)	-0.37*** (0.13)	-0.38*** (0.13)	-0.40*** (0.13)	-0.39*** (0.13)	-0.39*** (0.13)
	黑色金属	β_4	0.37* (0.21)	0.36 (0.22)	0.26 (0.22)	0.23 (0.23)	0.28 (0.22)	0.28 (0.22)
	有色金属	β_5	-0.34*** (0.11)	-0.30*** (0.11)	-0.26** (0.11)	-0.21* (0.11)	-0.28** (0.11)	-0.24** (0.11)
	化工原料	β_6	0.50*** (0.15)	0.49*** (0.15)	0.47*** (0.16)	0.49*** (0.15)	0.47*** (0.16)	0.49*** (0.15)
	木材纸浆	β_7	-0.10 (0.20)	-0.10 (0.20)	-0.04 (0.21)	-0.08 (0.21)	-0.05 (0.21)	-0.08 (0.21)
	建材类	β_8	-0.11 (0.11)	-0.16 (0.13)	-0.12 (0.12)	-0.14 (0.13)	-0.13 (0.12)	-0.16 (0.13)
	其他原材料	β_9	0.74*** (0.14)	0.73*** (0.15)	0.69*** (0.14)	0.71*** (0.14)	0.70*** (0.14)	0.71*** (0.15)
	农副产品	β_{10}	-0.78*** (0.17)	-0.77*** (0.18)	-0.81*** (0.17)	-0.78*** (0.18)	-0.80*** (0.17)	-0.78*** (0.18)
	纺织原料	β_{11}	-0.22** (0.10)	-0.15 (0.10)	-0.22** (0.09)	-0.19** (0.09)	-0.22** (0.09)	-0.18* (0.09)
效率方程	常数项	γ_0	-19.84*** (5.60)	-17.66*** (5.15)	-16.90*** (4.64)	-15.47*** (3.79)	-17.61*** (4.72)	-16.23*** (4.25)
	本地技术	γ_1	-0.24** (0.12)	-0.29** (0.14)	-0.28*** (0.11)	-0.30*** (0.12)	-0.30*** (0.11)	-0.33** (0.13)
	国内技术溢出	γ_2	-0.76*** (0.26)	-1.91*** (0.62)	-0.55** (0.25)	-1.72*** (0.51)	-0.58** (0.24)	-1.76*** (0.54)
	国际技术溢出	γ_3	4.74*** (1.30)	5.61*** (1.64)	4.02*** (1.07)	5.02*** (1.24)	4.20*** (1.09)	5.22*** (1.38)
	碳市场 2011	γ_4	-0.01 (0.15)	0.13 (0.16)	0.03 (0.14)	0.13 (0.15)	0.02 (0.14)	0.13 (0.16)
	碳市场 2012	γ_5	-0.14 (0.16)	-0.03 (0.16)	-0.09 (0.15)	-0.01 (0.15)	-0.10 (0.16)	-0.01 (0.15)
	碳市场 2013	γ_6	-0.49** (0.23)	-0.54** (0.26)	-0.42** (0.21)	-0.44* (0.23)	-0.44** (0.22)	-0.47** (0.24)
	碳市场 2014	γ_7	-0.46 (0.29)	-0.55* (0.28)	-0.37* (0.23)	-0.44* (0.24)	-0.39* (0.21)	-0.47* (0.25)
	碳市场 2015	γ_8	-0.49* (0.27)	-0.37 (0.31)	-0.37 (0.30)	-0.26 (0.27)	-0.41 (0.26)	-0.30 (0.30)
参数		σ^2	0.11*** (0.03)	0.11*** (0.03)	0.10*** (0.02)	0.10*** (0.02)	0.10*** (0.02)	0.11*** (0.04)
		γ	0.89*** (0.03)	0.89*** (0.03)	0.89*** (0.03)	0.89*** (0.04)	0.89*** (0.04)	0.89*** (0.04)

注：其中***表示在 1%水平上显著，**表示在 5%水平上显著，*表示在 10%水平上显著，括号内表示估计系数的标准差，模型参数的表达式为： $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_\varepsilon^2$ ， $\gamma = \sigma_v/\sigma_\varepsilon$ 。

表 2 生产侧责任核算碳排放的回归结果

			模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
前沿方程	常数项	β_0	2.60*** (0.89)	2.24** (0.93)	2.77*** (0.95)	2.25** (0.92)	2.76*** (0.88)	2.24** (0.90)
	工业总产值	β_1	0.33*** (0.06)	0.36*** (0.06)	0.33*** (0.05)	0.36*** (0.06)	0.33*** (0.06)	0.36*** (0.06)
	实际工资	β_2	-0.28** (0.12)	-0.32** (0.13)	-0.27** (0.12)	-0.32** (0.13)	-0.27** (0.12)	-0.32** (0.13)
	资本成本	β_3	0.01 (0.13)	0.00 (0.12)	0.02 (0.12)	0.00 (0.12)	0.00 (0.12)	0.00 (0.12)
	燃料动力	β_4	-1.14 (0.12)	-0.12 (0.12)	-0.17 (0.12)	-0.12 (0.12)	-0.17 (0.12)	-0.12 (0.12)
	黑色金属	β_5	0.64*** (0.19)	0.67*** (0.22)	0.59*** (0.19)	0.66*** (0.20)	0.63*** (0.19)	0.67*** (0.20)
	有色金属	β_6	-0.13 (0.09)	-0.14 (0.10)	-0.14 (0.09)	-0.24 (0.10)	-0.14 (0.09)	-0.14 (0.10)
	化工原料	β_7	-0.03 (0.13)	-0.03 (0.13)	-0.02 (0.13)	-0.03 (0.13)	-0.02 (0.14)	-0.03 (0.13)
	木材纸浆	β_8	-0.58*** (0.15)	-0.60*** (0.16)	-0.55*** (0.17)	-0.60*** (0.15)	-0.57*** (0.16)	-0.60*** (0.15)
	建材类	β_9	0.22** (0.09)	0.19* (0.10)	0.21** (0.10)	0.18* (0.10)	0.22** (0.10)	0.18* (0.10)
	其他原材料	β_{10}	1.04*** (0.11)	1.06*** (0.12)	1.04*** (0.12)	1.06*** (0.12)	1.04*** (0.12)	1.06*** (0.12)
	农副产品	β_{11}	-0.55*** (0.14)	-0.49*** (0.15)	-0.53*** (0.15)	-0.49*** (0.15)	-0.53*** (0.15)	-0.49*** (0.15)
	纺织原料	β_{12}	-0.06 (0.08)	-0.04 (0.07)	-0.09 (0.08)	-0.04 (0.07)	-0.08 (0.09)	-0.04 (0.07)
效率方程	常数项	γ_0	-22.76*** (2.11)	-25.34* (13.35)	-22.31*** (6.91)	-26.18** (13.33)	-22.49*** (7.50)	-25.94** (11.69)
	本地技术	γ_1	0.15 (0.10)	0.03 (0.16)	-0.03 (0.09)	-0.02 (0.14)	0.03 (0.09)	0.01 (0.15)
	国内技术溢出	γ_2	-0.53*** (0.17)	-1.94* (1.21)	-0.46* (0.24)	-1.98* (1.14)	-0.52* (0.26)	-1.97* (1.02)
	国际技术溢出	γ_3	4.51*** (0.43)	6.55* (3.62)	4.57*** (1.42)	6.79* (3.55)	4.60*** (1.56)	6.71** (3.15)
	碳市场 2011	γ_4	-0.11 (0.17)	0.01 (0.21)	-0.10 (0.17)	0.02 (0.24)	-0.13 (0.17)	0.01 (0.29)
	碳市场 2012	γ_5	-0.24 (0.16)	-0.16 (0.21)	-0.21 (0.17)	-0.16 (0.35)	-0.22 (0.17)	-0.17 (0.27)
	碳市场 2013	γ_6	-0.55*** (0.21)	-0.74* (0.41)	-0.52** (0.21)	-0.75* (0.39)	-0.53** (0.22)	-0.75** (0.32)
	碳市场 2014	γ_7	-0.44** (0.19)	-0.71 (0.52)	-0.43** (0.20)	-0.72* (0.40)	-0.43** (0.19)	-0.72** (0.32)
	碳市场 2015	γ_8	-0.30* (0.16)	-0.33 (0.38)	-0.35* (0.19)	-0.34 (0.36)	-0.35** (0.18)	-0.34 (0.36)
模型参数		σ^2	0.13*** (0.03)	0.18** (0.08)	0.12*** (0.03)	0.18** (0.09)	0.12*** (0.03)	0.18** (0.08)
		γ	0.93*** (0.02)	0.94*** (0.02)	0.92*** (0.02)	0.94*** (0.02)	0.92*** (0.02)	0.94*** (0.02)

注：其中***表示在 1%水平上显著，**表示在 5%水平上显著，*表示在 10%水平上显著，括号内表示估计系数的标准差，模型参数的表达式为： $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_\varepsilon^2$ ， $\gamma = \sigma_v/\sigma_\varepsilon$ 。

二、数值模拟结果

以下给出更多参数选择下的经济效率对比，和排放权分配结果对比，结果都是稳健的。其中 MACC 情形 1 拐折后的形状与 k_1 有关，和 k_2 ， $\bar{k}_3$ 无关；MACC 情形 2 拐折后的形状与 k_2 ， $\bar{k}_3$ 有关，和 k_1 无关。因此不同 $\bar{k}_3$ 参数下，只要参数 k_1 相同，MACC 情形 1 下的结果也都相同。但为了和 MACC 情形 2 进行对比，我们并未将 MACC 情形 1 的结果单独取出整理。

一、经济效率比较

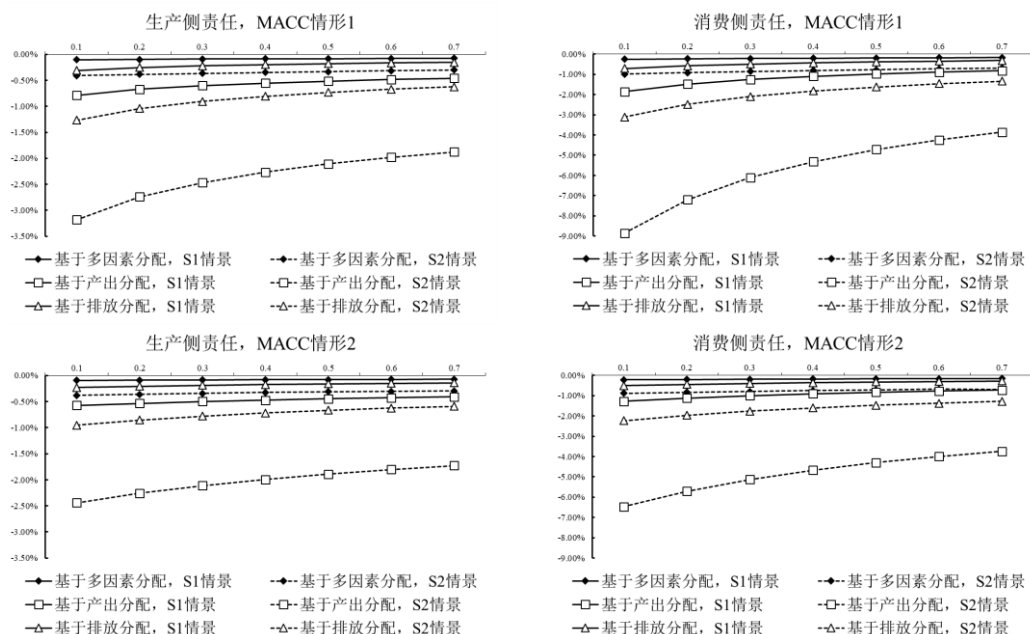


图 1-1 参数 $\bar{k}_3 = 0.3$ 时不同情景和不同分配机制下经济效率比较

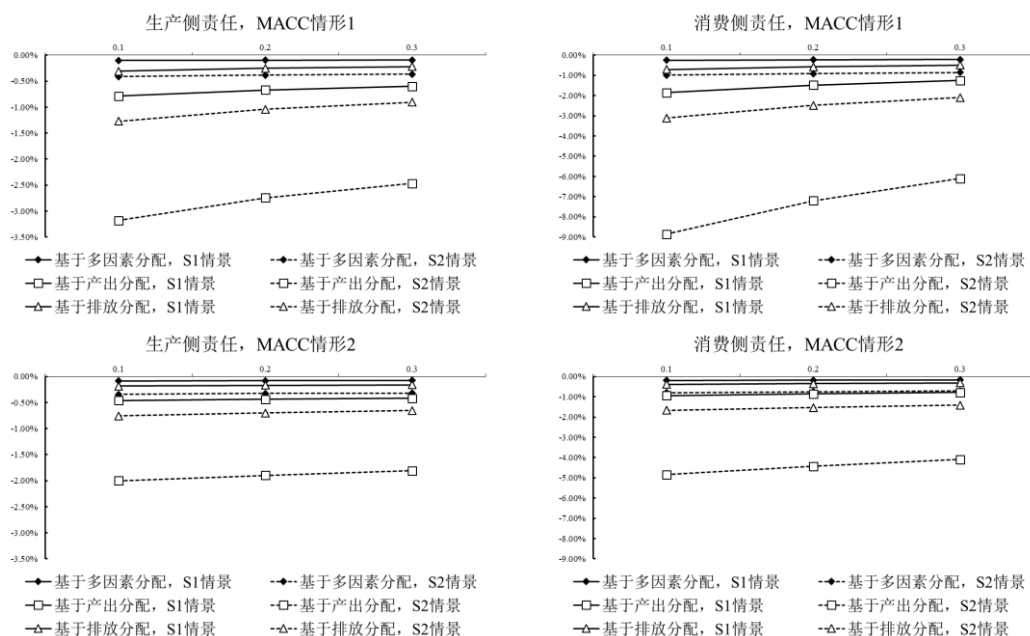


图 1-2 参数 $\bar{k}_3 = 0.7$ 时不同情景和不同分配机制下经济效率比较

二、排放权分配结果比较

第一种参数设定 ($\overline{k_3} = 0.9$, 此时 k_1 和 k_2 选取 0.1 进行对比)

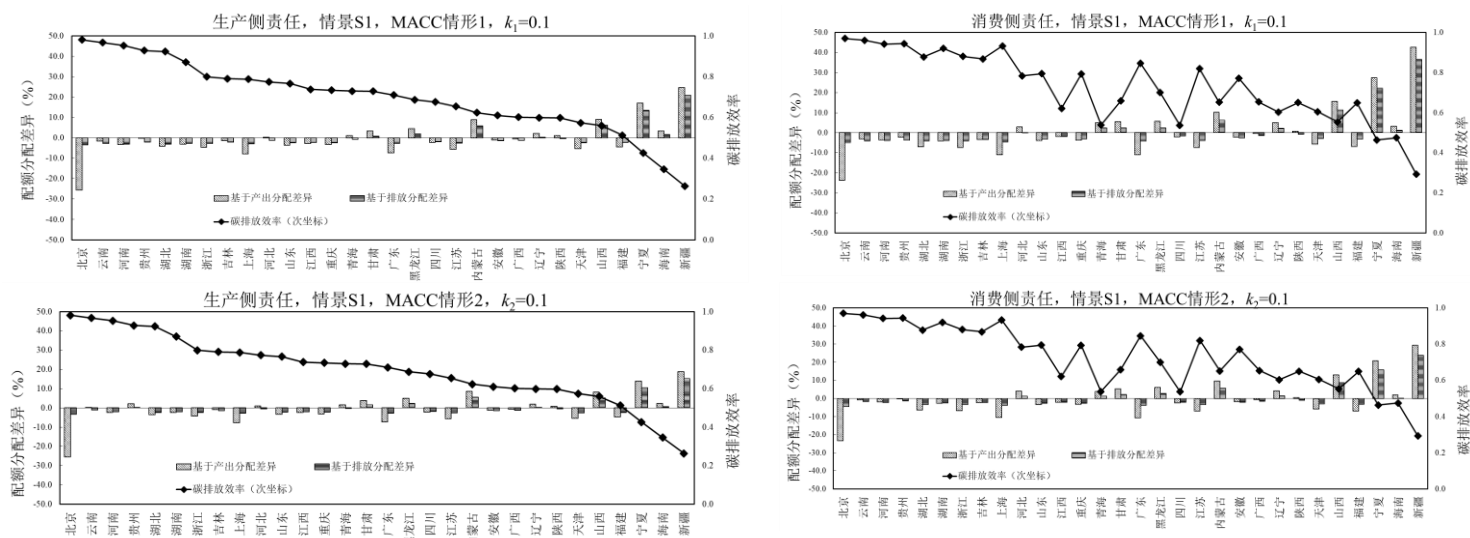


图 2-1 情景 S1、参数 $\overline{k_3} = 0.9$ 时不同排放责任下各地区碳排放分配差异比较

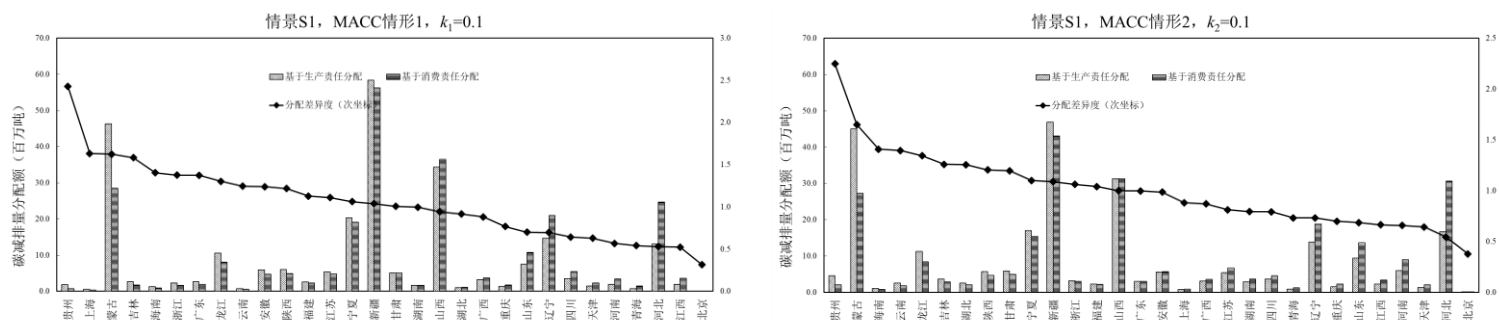


图 2-2 情景 S1、参数 $\overline{k_3} = 0.9$ 时不同排放责任下各地区碳减排量分配额比较

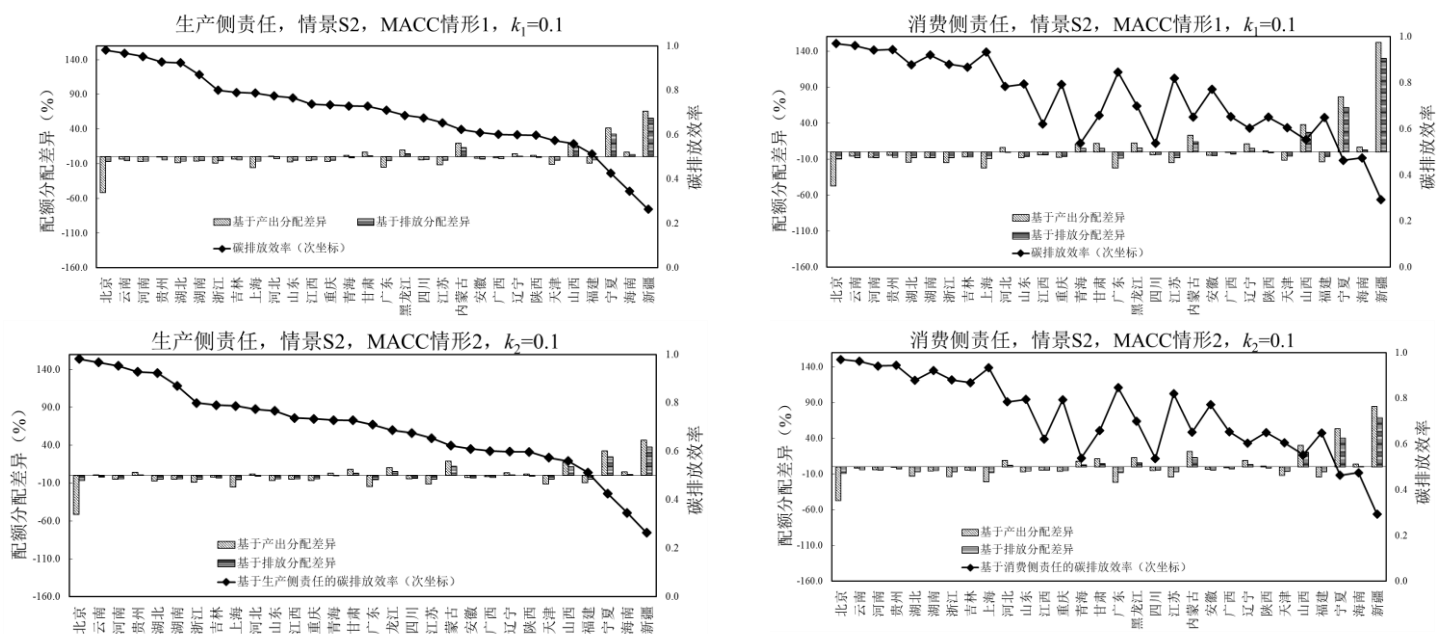


图 2-3 情景 S2、参数 $\overline{k_3} = 0.9$ 时不同排放责任下各地区碳排放分配差异比较

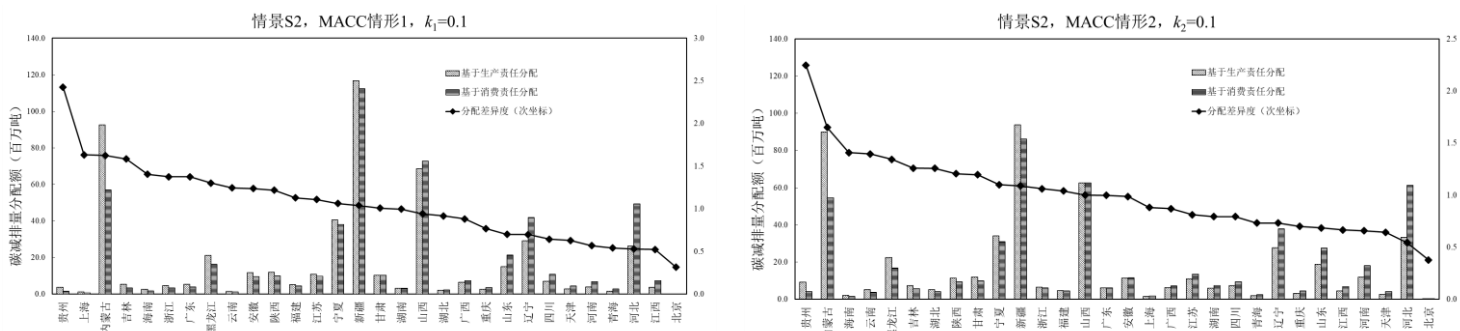


图 2-4 情景 S2、参数 $\overline{k_3} = 0.9$ 时不同排放责任下各地区碳减排量分配额比较

第二种参数设定 ($\overline{k_3} = 0.1$, 此时 k_1 与 k_2 选取 0.1 进行对比)

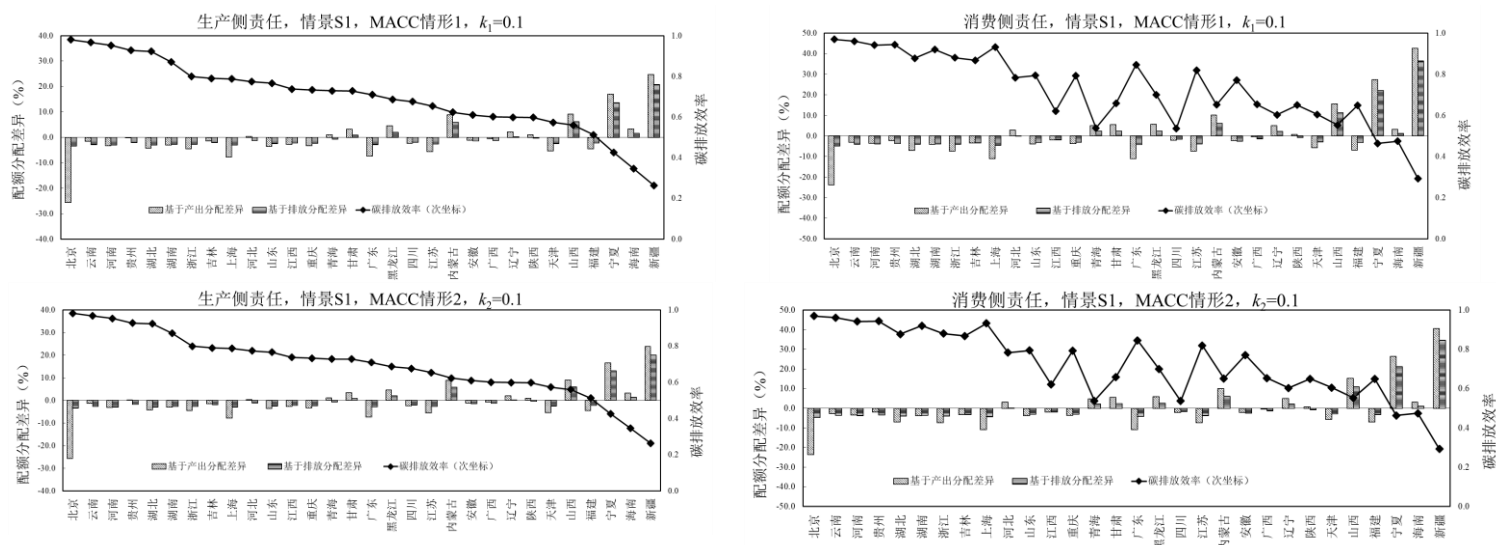


图 2-5 情景 S1、参数 $\overline{k_3} = 0.1$ 时不同排放责任下各地区碳排放分配差异比较

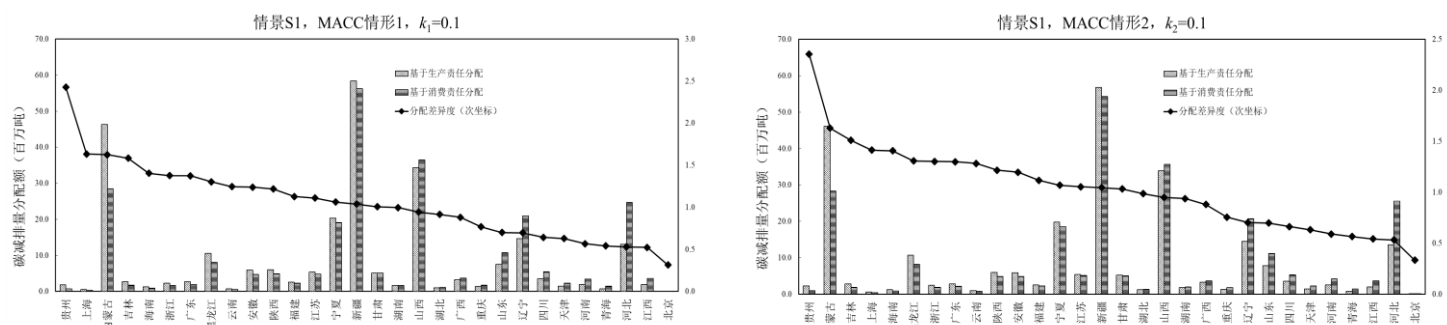


图 2-6 情景 S1、参数 $\overline{k_3} = 0.1$ 时不同排放责任下各地区碳减排量分配额比较

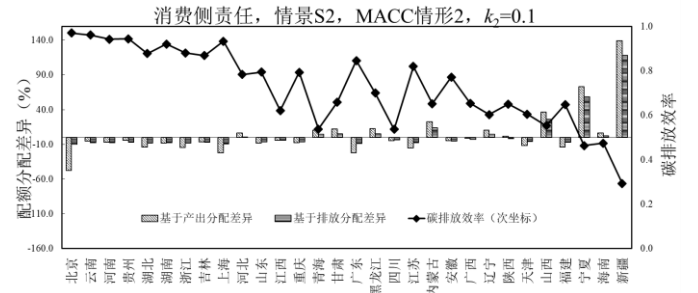
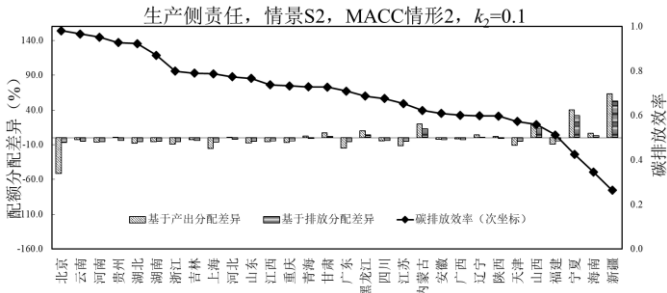
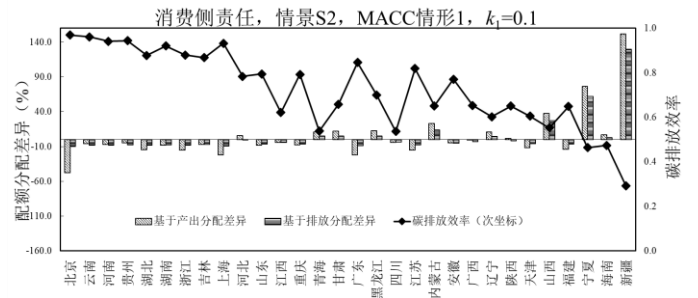
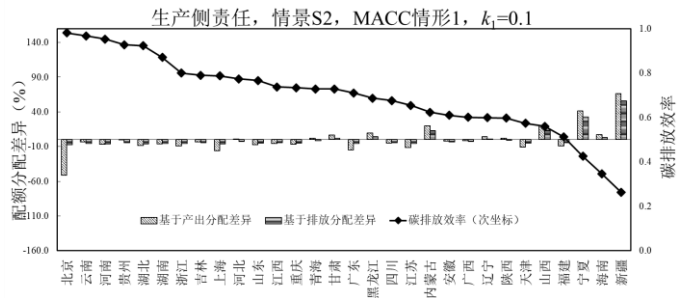


图 2-7 情景 S2、参数 $\overline{k_3} = 0.1$ 时不同排放责任下各地区碳排放分配差异比较

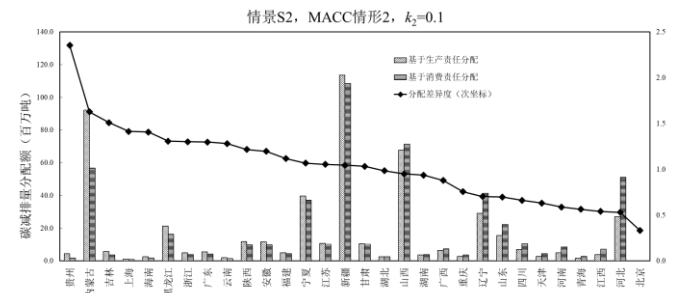
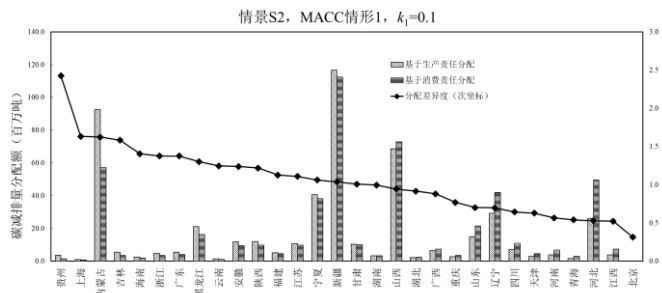


图 2-8 情景 S2、参数 $\overline{k_3} = 0.1$ 时不同排放责任下各地区碳减排量分配额比较