

## 附录 1：其他专家的判断矩阵

专家二：

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 1.86 & 2.33 & 1.22 & 1.50 \\ 0.54 & 1.00 & 1.22 & 0.67 & 0.82 \\ 0.43 & 0.82 & 1.00 & 0.54 & 0.67 \\ 0.82 & 1.49 & 1.85 & 1.00 & 0.54 \\ 0.67 & 1.22 & 1.49 & 1.85 & 1.00 \end{bmatrix}$$

CI=0.02, CR=0.02

通过一致性检验

$$W = [0.287, 0.155, 0.126, 0.202, 0.231]$$

专家四：

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 3.00 & 1.86 & 1.50 & 4.00 \\ 0.33 & 1.00 & 1.86 & 0.67 & 3.00 \\ 0.54 & 0.54 & 1.00 & 0.33 & 1.50 \\ 0.67 & 1.50 & 3.00 & 1.00 & 3.00 \\ 0.25 & 0.33 & 0.67 & 0.33 & 1.00 \end{bmatrix}$$

CI=0.03, CR=0.03

通过一致性检验

$$W = [0.356, 0.181, 0.119, 0.266, 0.077]$$

专家六：

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 1.50 & 1.86 & 1.50 & 1.22 \\ 0.67 & 1.00 & 1.50 & 1.00 & 0.82 \\ 0.54 & 0.67 & 1.00 & 0.56 & 0.43 \\ 0.67 & 1.00 & 1.79 & 1.00 & 0.82 \\ 0.82 & 1.22 & 2.33 & 1.22 & 1.00 \end{bmatrix}$$

CI=0.01, CR=0.01

通过一致性检验

$$W = [0.267, 0.185, 0.119, 0.192, 0.237]$$

专家八：

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 3.00 & 4.00 & 2.33 & 1.86 \\ 0.33 & 1.00 & 1.86 & 0.67 & 0.82 \\ 0.25 & 0.54 & 1.00 & 0.43 & 0.67 \\ 0.43 & 1.50 & 2.33 & 1.00 & 0.82 \\ 0.54 & 1.22 & 1.50 & 1.22 & 1.00 \end{bmatrix}$$

CI=0.01, CR=0.01

通过一致性检验

$$W = [0.391, 0.143, 0.094, 0.186, 0.186]$$

专家三：

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 2.33 & 3.00 & 1.50 & 1.50 \\ 0.43 & 1.00 & 1.22 & 0.54 & 0.54 \\ 0.67 & 0.82 & 1.00 & 0.67 & 0.67 \\ 0.33 & 1.85 & 1.50 & 1.00 & 1.00 \\ 0.67 & 1.85 & 1.50 & 1.00 & 1.00 \end{bmatrix}$$

CI=0.03, CR=0.02

通过一致性检验

$$W = [0.326, 0.130, 0.145, 0.189, 0.211]$$

专家五：

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 2.33 & 3.00 & 1.50 & 1.86 \\ 0.43 & 1.00 & 1.22 & 0.67 & 0.82 \\ 0.33 & 0.82 & 1.00 & 0.43 & 0.67 \\ 0.67 & 1.50 & 2.33 & 1.00 & 0.54 \\ 0.54 & 1.22 & 1.50 & 1.85 & 1.00 \end{bmatrix}$$

CI=0.03, CR=0.02

通过一致性检验

$$W = [0.332, 0.143, 0.111, 0.198, 0.216]$$

专家七：

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 2.33 & 1.50 & 1.22 & 5.00 \\ 0.43 & 1.00 & 1.50 & 0.67 & 4.00 \\ 0.67 & 0.67 & 1.00 & 0.54 & 1.86 \\ 0.82 & 1.50 & 1.85 & 1.00 & 3.00 \\ 0.20 & 0.25 & 0.54 & 0.33 & 1.00 \end{bmatrix}$$

CI=0.03, CR=0.02

通过一致性检验

$$W = [0.327, 0.198, 0.151, 0.256, 0.068]$$

专家九：

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 1.86 & 3.00 & 1.22 & 4.00 \\ 0.54 & 1.00 & 2.33 & 0.82 & 3.00 \\ 0.33 & 0.43 & 1.00 & 0.67 & 1.22 \\ 0.82 & 1.22 & 1.50 & 1.00 & 2.33 \\ 0.25 & 0.33 & 0.82 & 0.43 & 1.00 \end{bmatrix}$$

CI=0.01, CR=0.01

通过一致性检验

$$W = [0.344, 0.224, 0.116, 0.230, 0.087]$$

专家十：

$$A = \begin{bmatrix} 1.00 & 2.33 & 3.00 & 1.22 & 1.50 \\ 0.43 & 1.00 & 1.22 & 0.67 & 0.87 \\ 0.33 & 0.82 & 1.00 & 0.54 & 0.67 \\ 0.82 & 1.50 & 1.85 & 1.00 & 0.67 \\ 0.67 & 1.15 & 1.50 & 1.50 & 1.00 \end{bmatrix}$$

CI=0.01, CR=0.01

通过一致性检验

$$W = [0.313, 0.149, 0.118, 0.207, 0.213]$$

附表1 2005—2020年30个IEA国家的系统GMM完整估计结果

变量	系统GMM		
	模型一	模型二	模型三
常数项	0.123* (0.029)	0.115* (0.033)	0.114* (0.029)
技术进步 (lnTP)	-0.113* (0.051)	-0.039* (0.042)	
替代效应 (lnSE)	-0.042*** (0.008)		-0.041*** (0.007)
消费结构 (lnCS)	0.030*** (0.009)	-0.005 (0.004)	0.028*** (0.008)
经济规模 (lnY)	0.016* (0.009)	0.020** (0.010)	0.017* (0.009)
势能强度 (lnPEI)	0.022** (0.009)	-0.010 (0.007)	0.019** (0.009)
技术效率 (lnTE)	-0.079 (0.069)	-0.105 (0.071)	-0.049 (0.057)
石油产量 (lnPRO)	-0.012 (0.002)	-0.013 (0.002)	0.017 (0.002)
年度虚拟变量 (2015年)	-0.038** (0.018)	-0.041** (0.019)	-0.037* (0.019)
滞后项 (L.D)	0.790*** (0.047)	0.806*** (0.049)	0.653*** (0.063)
AR (2)	1.130 (0.258)	1.140 (0.254)	1.160 (0.247)
Sargan	226.540 (0.864)	223.610 (0.901)	227.980 (0.859)
N	480	480	480

附表2 技术进步、替代效应对石油对外综合依赖度的稳健性检验结果

变量	系统GMM		
	部分样本检验	缩尾检验	变量替换检验
常数项	0.147 (0.028)	0.139 (0.029)	0.154 (0.045)

技术进步 (lnTP)	-0.109* (0.052)	-0.102* (0.049)	-0.048* (0.054)
替代效应 (lnSE)	-0.041*** (0.008)	-0.037*** (0.007)	-0.021** (0.008)
消费结构 (lnCS)	0.032*** (0.009)	0.031*** (0.008)	0.047*** (0.019)
经济规模 (lnY)	0.014* (0.008)	0.017* (0.009)	0.028** (0.010)
势能强度 (lnPEI)	0.029** (0.007)	0.023** (0.007)	0.019** (0.008)
技术效率 (lnTE)	-0.028 (0.068)	-0.031* (0.068)	-0.029* (0.035)
石油产量 (lnPRO)	-0.009 (0.003)	-0.011 (0.003)	-0.013 (0.002)
滞后项 (L.D)	0.772*** (0.048)	0.768*** (0.044)	0.651*** (0.039)
年度虚拟变量	控制	控制	控制
AR (2)	1.090 (0.275)	1.060 (0.287)	1.230 (0.218)
Sargan	224.580 (0.388)	223.750 (0.398)	220.290 (0.463)
N	380	480	480

附表 3 技术进步和替代效应对 IEA 国家石油对外综合依赖度影响的异质性分析

分类标准	按发达程度分类		按依赖程度分类	
	发达国家	发展中国家	低依赖度	高依赖度
常数项	0.153 (0.029)	0.118 (0.050)	0.105 (0.038)	-0.156 (0.060)
替代效应 (lnSE)	-0.031*** (0.007)	-0.053*** (0.006)	-0.035*** (0.005)	-0.049*** (0.009)
技术进步 (lnTP)	-0.053 (0.045)	-0.155** (0.042)	0.012 (0.047)	-0.296*** (0.055)
消费结构 (lnCS)	0.018*** (0.006)	0.057*** (0.014)	0.016* (0.009)	0.040*** (0.014)
经济规模 (lnY)	0.017*** (0.005)	0.013 (0.011)	-0.010 (0.010)	-0.005 (0.009)
势能强度 (lnPEI)	0.024** (0.011)	0.041*** (0.013)	0.009 (0.009)	0.045*** (0.016)
技术效率 (lnTE)	-0.099 (0.084)	-0.108 (0.081)	-0.002 (0.073)	-0.001 (0.073)
石油产量 (lnPRO)	-0.001 (0.002)	-0.013*** (0.005)	-0.088 (0.075)	-0.175 (0.116)
滞后项 (L.D)	0.738** (0.051)	0.761** (0.039)	0.732*** (0.046)	0.709*** (0.050)
年度虚拟变量	控制	控制	控制	控制
AR (2)	0.270 (0.788)	1.190 (0.235)	-0.690 (0.488)	1.400 (0.161)
Sargan	221.910 (0.290)	243.720 (0.475)	196.370 (0.168)	180.210 (0.503)
N	336	144	240	240

附表4 技术进步对能源替代与石油对外综合依赖度的调节作用

分组检验	全样本	$TP > 1.43$	$TP < 1.43$
常数	0.126*** (0.091)	0.153*** (0.050)	-0.148 (0.068)
技术进步 ( $\ln TP$ )	-0.095* (0.033)	-0.017 (0.063)	-0.093* (0.078)
替代效应 ( $\ln SE$ )	-0.035*** (0.007)	-0.033*** (0.010)	-0.043*** (0.013)
技术进步×替代效应 ( $c \ln TP \times c \ln SE$ )	-0.017 (0.032)	-0.069 (0.064)	-0.132** (0.074)
消费结构 ( $\ln CS$ )	0.031*** (0.009)	0.025*** (0.007)	0.037*** (0.012)
经济规模 ( $\ln Y$ )	0.015* (0.008)	0.018** (0.005)	0.014* (0.009)
势能强度 ( $\ln PEI$ )	0.019** (0.008)	0.025** (0.009)	0.038*** (0.011)
技术效率 ( $\ln TE$ )	-0.018 (0.069)	-0.037 (0.0079)	-0.079** (0.081)
石油产量 ( $\ln PRO$ )	-0.013 (0.002)	-0.014 (0.004)	-0.021* (0.003)
滞后项 ( $L.D$ )	0.729*** (0.051)	0.743*** (0.072)	0.727*** (0.129)
年度虚拟变量	控制	控制	控制
AR (2)	1.190 (0.233)	0.690 (0.491)	1.350 (0.178)
Sargan	237.160 (0.710)	197.780 (0.609)	44.190 (0.421)
N	480	240	240