

# 我国二氧化碳排放绩效的动态变化、区域 差异及影响因素

绩效、公平发展机会的重要依据。

从现有文献来看，有关二氧化碳排放的研究已取得了一些成果。在二氧化碳排放绩效评价方面，根据不同范围、不同时段和不同角度，国际上形成了若干指标。20世纪80年代，基于《京都议定书》所规定的减排义务，以国家为单元进行排放量计算的指标（国别指标）最早开始应用，此后又逐步形成其他一些指标。Wang et al. (2008) 提出可用单位能源的二氧化碳排放量作为发展中国家应对气候变化及经济发展模式评价的主要标准；Liu et al. (2008) 认为在研究气候变化时单位 GDP

如果使用给定的投入向量可以生产出两组产出水平，那么也能生产出这两种产出向量的任意加权平均。!( " , # , \$ )除满足一般生产技术所具有的投入和期望产出的强可处置性外,根据 ! " # \$ % & ' ( ) \* ( + , , - )和 . ! / & (

距离函数。同样的，在不变规模报酬假定下，通过对式(1)的变形，二氧化碳排放绩效指数可进一步分解为技术效率指数 $\theta_{it}$ 和技术进步指数 $\tau_{it}$ 两个部分，如式(2)和式(3)所示。测度了从 $t-1$ 时期到 $t$ 时期每一个被评价地区对生产可能性边界的追赶程度，测度了技术边界从 $t-1$ 时期到 $t$ 时期之间的变动情况。当 $\theta_{it} > 1$ 或 $\tau_{it} > 1$ 表示其是二氧化碳排放绩效得以提高的源泉，反之则是导致绩效降低的根源。

$$\theta_{it} = \frac{y_{it} / \tau_{it}}{y_{it-1} / \tau_{it-1}} \quad (2)$$

$$\tau_{it} = \left[ \frac{y_{it} / \theta_{it}}{y_{it-1} / \theta_{it-1}} \right]^{\frac{4}{8}} \quad (3)$$

为具体测算每一个被评价地区的二氧化碳排放绩效指数，需要计算以不同时期的技术为参照的四个距离函数，而这些距离函数可以在环境生产技术框架下，通过求解与 $t$ 地区相对应的线性规划问题来完成，如式(4)所示。其中的 $t-1$ 和 $t+1$ 表示时期，且 $t-1 \in \{1, \dots, 2008\}$ 。

$$\begin{aligned} & \left[ \frac{y_{it}}{\tau_{it}} \right]^{\frac{4}{8}} = \rho \\ & 4516 \sum_{184} \lambda_1 \tau_{it-1} \leq \tau_{it}^3, \sum_{184} \lambda_1 \tau_{it+1} \leq \tau_{it}^3, \sum_{184} \lambda_1 \tau_{it} \leq \tau_{it}^3, \sum_{184} \lambda_1 \tau_{it} \geq \tau_{it}^3, \sum_{184} \lambda_1 \tau_{it-1} \geq 8\rho^{-3} \\ & \lambda_1 \geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

### 三、数据说明和实证结果

#### 1. 数据来源与说明

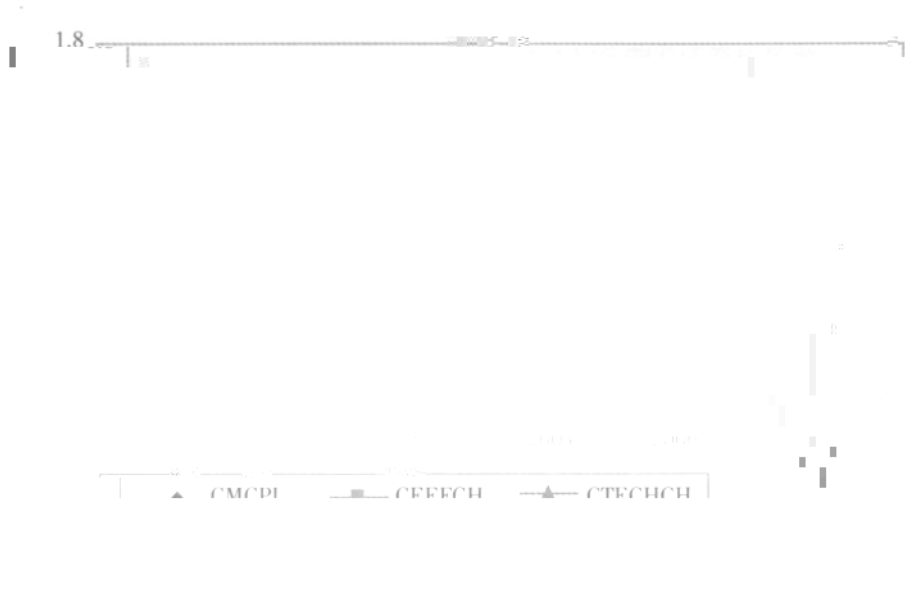
基于数据的可得性和实证研究的需要，本文以我国31个省区市1994-2008年的投入产出数据为样本，海南和西藏因数据缺失过多而不包括在内，重庆则并入四川一起统计。其中

## !" 二氧化碳排放绩效动态变化的总体分析

基于!"#的\$%&'()\*+,指数法的一个基本思想是通过决策单元来构造前沿面!进而求解相应的线性规划!因此!决策单元的多少对于前沿面的形成至关重要"为避免由于决策单元少#数据稀疏而无法构造近似光滑的前沿面!出现线性规划无解的情况!本文用窗口法\$-\*. /01%将决策单元进行扩展\$234\*5' 5, %66!7887&王亚华等!7889%"窗口法可以将包括当期在内的前!期的投入产出数据作为当期的参考技术集"同时!应用窗口法会使计算时段减少!;!个周期"本文将!取7!即每一年的参考技术由当期和前期的投入产出值所决定!则计算时段的初始年份由;<<=年改变为;<<>年"

根据式\$?%#式\$@%#式\$=%和式\$>%!本文计算了我国;<<>'788A年间我国79个省区市的\$%&'(二氧化碳排放绩效指数,表7给出了历年平均的\$BOD<sub>it</sub>及其分解值!图7与图8则是累计的"#\$%及其组成部分&''#(#)&#(#(的变动情况①"

从表7和图;可以看出!样本期内!技术效率平均降幅为;6@<E!累计降幅为;=6<@E!大致呈现出先增后减的趋势&技术进步的平均增长率是=68<E!增幅较为明显!且基本保持增长的趋势!累计上升幅度为A;6?>E"由于技术效率的退化作用小于技术进步的增长作用!;<<>'788A年间我国二氧化碳排放绩效仍维持了年均?67=E的改进水平!与基期相比!总体的改进幅度为@869>E"通过"#\$%及其分解值的变化可以在总体上了解二氧化碳排放绩效的改进情况!



基本一致的。二氧化碳绩效的恶化很大程度上可能源于“十一五”中后期我国经济发展模式的逆转，钢铁、水泥、电解铝、煤炭等行业发展过快，重新转向低质量、低效益、低就业、高能耗和污染高排放的增长模式，2007年重工业占工业总产值的比重高达 56.2%，显现出过度工业化的特征。根据美国能源署 (EIA) 2008 年的数据，我国二氧化碳排放总量的平均增长率也由 2000—2004 年间的 1.8% 急剧上升为 2005—2007 年间的 4.5%。

### 3. 二氧化碳排放绩效动态变化的区域差异分析

受区域经济发展水平、区位优势和管理体制等诸多因素的影响，我国二氧化碳排放绩效可能呈现出一定程度的区域特征。为此，考虑到国家二氧化碳减排任务制定的针对性和可操作性，表 3 给出了东部、东北、中部和西部四大区域 2000—2007 年二氧化碳排放绩效指数及其组成部分历年的平均值和累计值<sup>①</sup>。

表 3 四大区域 Malmquist 二氧化碳排放绩效指数及其分解的均值和累计值

	均值			累计值		
	2000—2007	2000—2007	2000—2007	2000—2007	2000—2007	2000—2007
东部	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*
东北	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*
中部	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*
西部	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*	1.182*

资料来源：根据本文的计算结果整理获得。

2000—2007 年间，我国四大区域的二氧化碳排放绩效均有所改善，表现为平均 Malmquist 指数（大于 1）。东部的累计改善幅度在 1.182 以上，是四个区域中最高的，东北和中部相当，接近 1.182，远高于西部的 1.182。技术效率和技术进步在各个区域表现出不一致的特征，其中，东北地区二氧化碳排放绩效的提高来自于技术效率和技术进步的双重贡献，2000—2007 年 Malmquist 指数的均值分别为 1.182 和 1.182。

① 东部包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东和广东，东北包括辽宁、吉林、黑龙江，中部包括山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南，西部包括广西、贵州、四川、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、内蒙古。

其他三个区域的技术效率均出现了退化"主要依靠技术进步的提高来改善二氧化碳排放绩效"累计的技术进步提高幅度均在 %&' 以上#

进一步的"为揭示区域内部及全国范围内二氧化碳排放绩效的演进过程"本文用绝对！收敛理论进行检验\$ (\*\*+ "!, -" 其检验模型如式\$. %&

$$\ln \left( \frac{y_{i,t}}{y_{i,0}} \right) = \alpha + \beta \ln \left( \frac{y_{i,0}}{y_{i,0}} \right) + \varepsilon_{i,t}$$

在式\$. %中"  $y_{i,0}$  和  $y_{i,t}$  分别表示基期和  $t$  时期  $i$  地区二氧化碳排放绩效的变动指数"  $\alpha$  为从基期到  $t$  时期  $i$  地区二氧化碳排放绩效的平均增长率"  $\beta$  为截距项"  $\varepsilon_{i,t}$  为基期二氧化碳排放绩效  $y_{i,0}$  的系数"  $\varepsilon_{i,t}$  为随机扰动项& 若系数  $\beta$  为负"表明各地区二氧化碳排放绩效的增长率与其初始水平成反向关系

进行基于广义最小二乘法的回归分析!! "#\$%"& 检验表明对 ' "(%)#\*\$+ 二氧化碳排放绩效的回归应采用固定效应模型!表, 给出了回归结果"

表 5 回归模型中相关变量的定义及说明

变量名	变量定义	单位	数据来源
能源强度#!"\$	能源消费总量-./0 总量	吨标煤-万元	%中国统计年鉴&' (中国能源统计年鉴&' (第三产业统计年鉴&' (新中国五十五年统计资料汇编&
经济发展)#\$\$	. /0 总量-总人口	千元-人	
产业结构)%&' \$	第三产业增加值-工业增加值	1	
对外开放)(#\$	贸易总额-./0 总量	1	
所有制结构)%! \$	国有企业职工数-总就业人数	1	

Malmquist

变量名	全国	东部	东北	中部	西部
)*	234565788	2:;<29888	9:==4; 888	9:954=888	2:;><6888
)9, ;;<56\$	)9, ;;<56\$	)2=;>95=\$	)<:;< 2\$	)4:;>, >\$	)>:><=>\$
!"	?=:;, , 888	?=:26, ; 888	?=:2<, =888	?=:2299888	?=:>65888
)9, ;;<56\$	)9, ;;<56\$	)?<=:269\$	)?>:2966\$	)?>:<:;<\$	)?>:=5, ; \$
#\$	=:=56>888	=:=9, ; 888	=:=2>9	?=:64>	=:=<=28
)<:, 5, ; \$	)<:, 5, ; \$	)9:, , ;=\$	)=:<<, 2\$	)?=:; 9<\$	)2:44, 4\$
%&'	=:262<888	=:299<88	=:2>; 6	=:2<6, 888	=:4><8
)>:6<42\$	)>:6<42\$	)9:5=4=\$	)2:5<<6\$	)5:9==<\$	)2:>; =>\$
(#	=:=, <4	?=:49=	=:42658	2:=, 64	=:, 65=8
)2:=554\$	)2:=554\$	)?=:;< 6\$	)2:4=69\$	)2:96=; \$	)2:;>; =5; \$
%!	?=:4655888	?2:>254888	=:, 666	?2:9>>, 88	=:52=2
)?, :;><=4\$	)?, :;><=4\$	)?6:59, 4\$	)2:944<\$	)?9:=6, <\$	)=:; 9; =\$
调整后 @°	=:4; >6	=:45, 2	=:; 2556	=:4556	=:494>



低!"#\$%&'()\*+,-./0123456789:;<=>?@A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [ \ ] ^ \_ ` a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z { | } ~ ¡ ¢ £ ¤ ¥ ¦ § ¨ © ª « ¬ ® ¯ ° ± ² ³ ´ µ ¶ · ¸ ¹ º » ¼ ½ ¾ ¿ À Á Â Ã Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ à á â ã ä å æ ç è é ê ë ì í î ï ð ñ ò ó ô õ ö ÷ ø ù ú û ü ý þ ÿ

上述结论在政策层面是有重要意义的" 一是运用 ( ) \* + , - . / 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 : ; < = > ? @ A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [ \ ] ^ \_ ` a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z { | } ~ ¡ ¢ £ ¤ ¥ ¦ § ¨ © ª « ¬ ® ¯ ° ± ² ³ ´ µ ¶ · ¸ ¹ º » ¼ ½ ¾ ¿ À Á Â Ã Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ à á â ã ä å æ ç è é ê ë ì í î ï ð ñ ò ó ô õ ö ÷ ø ù ú û ü ý þ ÿ

[参考文献]

(1) 234 5" 6" 7. 089 : 39;4< 73093./0< ) =9.. >.9?-\* 73@/A)0B; C8)3 089 D);EB3 F)A0B; /3 089 G0-@< B? D\*(+)09 D8)349 HIJ" : 39;4< KB\*/A<# 1#### LM\$1N%" (L)5);;B O" P"# G\*)Q/Q();/3 P" DB3R9;493A9 HIJ" IB-;3)\* B? KB\*/A)\* : AB3B+<# 1##L#1!! \$L%" (')D)R9. S"6"# D8;/093.93 ="O"# S/9T9;0 6" : (" -"/)09;)\* DB+U);/B3. B? V-0U-0# 73U-0 )3@ K;B@-A0/R/0< >./34 G-U9;\*)0/R9 73@9W X-+E9;.HIJ" C89 : AB3B+/A IB-;3)\*# 1#%L# #L\$' \$N%" (&)D8-34 Y"Z"# F!;9 O"# [;B.\BU? G" K;B@-A0/R/0< )3@ >3@9./;)\*E'9 V-0U-0.\* 2 S;/9A0/B3)\* S/(.0)3A9 F-3A0/B3 2UU;B)A8HIJ" IB-;3)\* B? : 3R;/B3+930)\* ( )3)49+930# 1##M#N1\$' %" (N)F)3 Y"# =/- =" D"# 6- ["# C.) / Z" C"# 69/ Y" (" D8)349. /3 D);EB3 73093./0< /3 D8/3)\* : +U;/A)\* F/3@/34. ?;B+ 1##% ! + L!! 'HIJ" : AB\*B4/A)\* : AB3B+/A.# L!!M# \$L\$' %" (\$)F!;9 ["# [;B.\BU? G"# K).-;\) I;" D" 2" : 3R;/B3+930)\* K;B@-A0/B3 F-3A0/B3. )3@ : 3R;/B3+930)\* S;/9A0/B3)\* S/(.0)3A9 F-3A0/B3.HIJ" : 39;4<# L!!M# ' L\$M%" (M)F!;9 O"# [;B.\BU? G"# XB;;/ (. "# ]8)34 ]" K;B@-A0/R/0< [;BT08# C9A83/A)\* K;B4;9.. )3@ : ??/A/93A< D8)349 /3 73@-.0;/)^\*/9@ DB-30;/9.HIJ" 2+9;/A)3 : AB3B+/A O9R/9T# 1##&# %&\$1%" (% )F;/9@\* 5"# [90'39; (" S909;+/3)30. B? DV\_L : +/./B3. /3 ) G+)\*\* VU93 : AB3B+< HIJ" : AB\*B4/A)\* : AB3B+/A.# L!!' # &N\$1%" (#)\_9+?9;0 D"# 69\*.A8 Z" : 39;4< QD)U/0)\* Q=)EB; G-E.0/0-0/B3 )3@ 089 : AB3B+/A : ??A0. B? DV\_L 2E)09+930\* : R/@93A9 ?B; [9;+)3<HIJ" IB-;3)\* B? KB\*/A< (B@9/34# L!!!# LL\$%%" (1!)\_B;09\*)/393 (" S<3)+/A : 3R;/B3+930)\* K9;?B;+)3A9 23)\*<./.\* 2 ( ) \* + , - . / 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 : ; < = > ? @ A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [ \ ] ^ \_ ` a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z { | } ~ ¡ ¢ £ ¤ ¥ ¦ § ¨ © ª « ¬ ® ¯ ° ± ² ³ ´ µ ¶ · ¸ ¹ º » ¼ ½ ¾ ¿ À Á Â Ã Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ à á â ã ä å æ ç è é ê ë ì í î ï ð ñ ò ó ô õ ö ÷ ø ù ú û ü ý þ ÿ

88.927224008.92722400T

(11)\_-+); G" : 3R;/B3+930)\*\*< G93./0/R9 K;B@-A0/R/0< [;BT08\* 2 [\*BE)\* 23)\*<./.\* >./34 ( ) \* + , - . / 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 : ; < = > ? @ A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [ \ ] ^ \_ ` a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z { | } ~ ¡ ¢ £ ¤ ¥ ¦ § ¨ © ª « ¬ ® ¯ ° ± ² ³ ´ µ ¶ · ¸ ¹ º » ¼ ½ ¾ ¿ À Á Â Ã Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ à á â ã ä å æ ç è é ê ë ì í î ï ð ñ ò ó ô õ ö ÷ ø ù ú û ü ý þ ÿ

(1L) (/9'3^ V"# [B\*9+9;4 I" C89 : RB-0/B3 B? 089 &D);EB3/^)0/B3 73@9W' /3 S9R9\*BU/34 DB-30;/9. HIJ" : 39;4< KB\*/A<#1####LM\$N%"

(1') (/\*\* I" Z"# 6)/09 C 2" : AB3B+/A K;B.U9;/0<# 5/B@/R9;.0< DB3.9;R)0/B3#

