

引用格式: 尤喆, 成金华, 吴桐, 等. 定价机制转型对铁矿石价格波动的影响[J]. 资源科学, 2020, 42(8): 1604-1613. [You Z, Cheng J H, Wu T, et al. Influence of pricing mechanism transferring on iron ore price volatility[J]. Resources Science, 2020, 42(8): 1604-1613.] DOI: 10.18402/resci.2020.08.14

# 定价机制转型对铁矿石价格波动的影响

尤喆<sup>1,3</sup>, 成金华<sup>2,3</sup>, 吴桐<sup>1</sup>, 王然<sup>2,3</sup>

(1. 武汉工程大学法商学院, 武汉 430205; 2. 中国地质大学(武汉)经济管理学院, 武汉 430074;  
3. 中国地质大学(武汉)资源环境经济研究中心, 武汉 430074)

**摘要:** 中国是世界铁矿石第一进口国和消费国, 然而长期以来面临着定价权缺失问题。通过定价机制改革, 掌握铁矿石定价权是保障中国资源安全战略的重要科学问题。文章以2009年铁矿石由长期协议定价机制向短期协议定价机制改革为参考点, 采用以断点回归模型为核心的研究方法, 选取2005年7月至2019年3月的相关月度数据, 对铁矿石定价机制改革与中国铁矿石进口价格波动的因果关联进行实证分析。结果表明: ①短期协议定价机制的引入与国内进口铁矿石价格波动密切相关, 在短期内能有效抑制价格的大幅上涨, 经测算, 定价机制转型能够降低国内进口铁矿石价格6.06%~18%; ②短期协议定价机制改革在短期不能抑制国际铁矿石价格; ③在定价机制冲击铁矿石进口价格过程中, 内生性因素影响较小。基于以上结论, 本文建议应继续加大对短期定价机制的创新力度; 发挥中国铁矿石短期定价机制改革的羊群效应, 以协同增加同铁矿石供应商协商的议价权; 针对国际市场变化情况灵活调整定价机制, 强化在国际铁矿石市场的议价能力。

**关键词:** 定价机制; 铁矿石; 价格波动; 断点回归

DOI: 10.18402/resci.2020.08.14

## 1 引言

铁矿石是钢铁行业去产能过程中最具金融化背景的大宗产品, 近年来其价格的高频大幅振荡对中国经济发展造成巨大冲击<sup>[1]</sup>, 而定价机制在平抑价格波动中起基础性调节作用。符合铁矿石交易双方共同利益的定价机制有利于供需双方在市场信息更加对称、资本流动性更好的环境下进行交易, 这是平抑铁矿石价格波动的微观基础<sup>[2]</sup>。铁矿石作为消费量巨大的战略性矿产, 其价格对工业经济系统的影响不言而喻。各国对定价机制在改善铁矿石贸易环境, 支撑资源安全策略中的作用寄予厚望。因此, 在定价机制不断改革的背景下, 如何理解定价机制对铁矿石价格波动的影响机理, 探索应对铁矿石价格高频大幅波动的对策, 是亟待解决的现实问题。

传统经济学理论认为商品价格由市场供需决定。21世纪以来, 中国对铁矿石需求的增加是铁矿石价格上涨的重要原因。然而, 近年来其价格高频大幅震荡, 考虑到中国铁矿石需求已经放缓, 仅从供需视角难以解释这一现象<sup>[3-5]</sup>, 而从定价机制角度解释铁矿石价格波动提供了新的研究视角。近年来, 学界关于铁矿石定价机制的研究主要分为两部分。首先是从定价周期进行分析, 如朱学红等<sup>[6]</sup>发现短期定价机制能控制国内外铁矿石价格波动风险的扩散。田利辉等<sup>[7]</sup>认为长期协议机制带来定价金融化与美国化问题, 不利于铁矿石价格平稳。Pustoy<sup>[8]</sup>发现长协机制会诱导铁矿石进口价格大幅波动。钟美瑞等<sup>[9]</sup>认为定价机制改革有助于金属价格平稳。有学者则认为短期定价机制对中国市场不利, 定价机制的转变会加剧进口铁矿石价格波

收稿日期: 2020-02-19; 修订日期: 2020-06-21

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(71991482)。

作者简介: 尤喆, 男, 湖北黄冈, 讲师, 硕士生导师, 研究方向为资源环境管理。E-mail: cug\_youzhe@163.com

通讯作者: 成金华, 男, 湖北黄冈, 教授, 博士生导师, 研究方向为资源环境经济学。E-mail: chengjinhua100@126.com

2020年8月

动<sup>[10-12]</sup>。另一部分研究主要从现货和期货进行分析,如Ma<sup>[13]</sup>认为短期定价机制能够平稳铁矿石现货价格。邵留国等<sup>[14]</sup>发现现货定价制度会抬高国内进口铁矿石价格,期货定价制度则降低铁矿石价格。胡振华等<sup>[15]</sup>从期货功能的视角,探讨了中国铁矿石期货市场的影响力。以上的研究均是以定价机制对铁矿石的影响为出发点,研究定价机制改革对平抑价格波动的作用。但定价机制转型对中国铁矿石进口价格的影响尚缺乏经验证据,本文将使用断点回归模型展开研究。

断点回归模型是为了处理计量问题中因果识别与相关内生性问题提出的一种准自然实验数据处理方式,常被应用于政策评估,最早由Thistlethwaite等<sup>[16]</sup>提出。该方法把结果中的断点作为样本处理组与控制组的分界线,通过观测距断点较近区间中的受处理组和控制组,把控制组观测不到的结果变量的变化作为处理组变化的反事实,即假设处理组未受到政策冲击时结果变量的变化状况,从而推断出外生政策诱导的因果效应,有助于准确反映处理变量与结果变量之间的关系<sup>[17]</sup>。本文将断点回归模型应用到定价机制对铁矿石价格波动影响的分析中,试图定量分析定价机制对铁矿石价格影响的程度,并对中国争夺铁矿石定价权提出建议。

## 2 理论模型、指标选取与数据来源

### 2.1 理论模型

#### 2.1.1 模型基础

相对于传统的OLS方法与GARCH模型,断点回归方法能够缓解内生性问题影响<sup>[17]</sup>。断点模型可以表达为:

$$Y = D\tau + W\delta_1 + U \quad (1)$$

式中:  $Y$  代表铁矿石价格;  $D$  代表铁矿石价格是否受到定价机制转型的影响;需要衡量的因果效应应用  $\tau$  表示。为了得出有效估计,需要设计一个关键分类变量,即当期时间  $V$ ,同转变时间  $c$  共同决定是否受到  $D$  的影响。前定变量  $W$  和同铁矿石价格  $Y$  相关的截距项  $U$  需满足如下假设:  $W$  包括控制标量和所有不可观测变量,是完全外生的。前定变量  $W$ 、同铁矿石价格  $Y$  相关的截距项  $U$  和当期时间  $V$  之间的关系不存在前提假设。

$$D = 1[V \geq c] \quad (2)$$

式(2)表示处理变量和分类变量的关系,当分类变

量时间  $V$  大于转变时间  $c$  时,处理变量定价机制转型情况  $D$  取值为1,否则为0;

$$V = W\delta_2 + M \quad (3)$$

式(3)表示分类变量时间  $V$  仅受前定变量  $W$  与同时间  $V$  相关的截距项  $M$  影响,  $\delta_2$  为分类变量  $V$  与前定变量  $W$  间的相关系数;基于式(2)与(3),式(1)将被解释变量  $Y$  与定价机制转型情况  $D$ 、前定变量  $W$  与铁矿石价格  $Y$  相关的截距项  $U$  进行拟合,求得  $\tau$  即为所要重点关注的因果效应,  $\delta_1$  为前定变量  $W$  与被解释变量铁矿石价格  $Y$  之间的相关系数,后文将进一步解释断点回归模型应用的前提条件。

#### 2.1.2 模型构建

2009年4月,新加坡交易所推出全球首个铁矿石掉期结算服务,成为铁矿石定价机制由长期协议定价转为短期协议定价的开端,铁矿石价格在2009年4月前后形成了断点。这为构建断点回归模型提供了可能性,而构建模型还需满足一定前提假设。

为避免本文研究产生的断点效应受到人为操控的干扰,需要对前提假设条件进行检验。需满足的前提假设在于:①连续性假设,除处理变量或处理变量变化的概率以外,所有可观测变量与不可观测变量在断点分界线前后都不会发生变化。②随机性假设,如果个体对分类变量不能有精确控制(Precise Control),那么分类变量就会相当于一个连续分布的随机误差项,断点处的估计结果就像随机试验一样好<sup>[18]</sup>。若定义  $f(v)$  表示对分类变量时间  $V$  分布的边际密度,  $f(v|\cdot)$  表示分类变量时间  $V$  的条件密度,那么此时时间分类变量  $V$  在  $W=w, U=u$  时的条件密度  $f(v|W=w, U=u)$  是连续的,这一点可以通过贝叶斯公式来看:

$$\begin{aligned} & Pr(W=w, U=u|V=v) \\ &= f(v|W=w, U=u) \times \frac{Pr(W=w, U=u)}{f(v)} \quad (4) \end{aligned}$$

式中:  $V$  表示时间分类变量;  $v$  表示定价机制转变时间;  $W$  为不可观测得到的外生前定变量;  $U$  表示截距项变量。在  $V=v$  时,前定变量的概率分布  $Pr(W=w, U=u|V=v)$  也连续,即前定变量  $W$  与截距项  $U$  在时间  $V=v$  处的条件分布也是连续的。根据局部随机的定义,若  $Pr(W=w, U=u|V=v)$  连续,同时对时间  $V$  的取值不存在精准操纵,就意味着在时间  $V=v$  时,处理变量定价机制转型情况  $D$  是局部

随机分布的。从而推导出公式：

$$\lim_{\varepsilon \downarrow 0} E(Y|V=c+\varepsilon) - \lim_{\varepsilon \uparrow 0} E(Y|V=c+\varepsilon) = \tau + \lim_{\varepsilon \downarrow 0} \sum_{w,u} (w\delta_1 + u) \times Pr(W=w, U=u|V=c+\varepsilon) - \lim_{\varepsilon \uparrow 0} \sum_{w,u} (w\delta_1 + u) \times Pr(W=w, U=u|V=c+\varepsilon) = \tau$$

式中： $c$ 表示的是定价机制转型时间； $\varepsilon$ 为误差项。当时间 $V > c$ 并无穷趋近于 $c$ 时，对铁矿石价格波动的回归，与时间 $V < c$ 并无穷趋近于 $c$ 时对铁矿石价格波动的回归之差 $\tau$ ，是本文主要关注对象，可以表示受到定价机制改革影响下样本窗口中铁矿石价格平均波动情况，与受到定价机制改革影响时假设未受到定价机制改革影响下的样本窗口中铁矿石价格平均波动情况之差。

这就解释了为何仅需满足上述假设就能有效估计出处理效应，本文将对随机性假设与连续性假设进行检验。而如前文所述，2009年4月，即所观测到的样本数据的第46期时间点，新加坡交易所推出铁矿石掉期结算业务，故不存在供应商对定价机制变动事件的精准操纵。后续稳健性检验也证实该随机性假设的成立，并进一步检验了连续性假设的成立。

在基本理论回归基础上，还应考虑处理变量定价机制转型情况 $D$ 与分类变量时间相关项 $(v-c)$ 交乘项的影响，铁矿石进口价格相关非线性表达式为：

$$Y = \alpha + \beta(v-c) + \delta D + g(v-c)D + \sigma \quad (6)$$

式中： $\beta$ 即为所求得定价机制转变对中国铁矿石进口价格波动的因果效应； $\sigma$ 为残差项。式(6)更为细致地分解了影响矿石价格的内生性因素，表

示铁矿石价格指标 $Y$ 同时受到当期时间 $v$ 与铁矿石定价机制转变时间 $c$ 差距，以及当期铁矿石定价机制是否转变的虚拟变量 $D$ 影响，以及二者交乘项的影响，值得注意的是，其中 $g(v-c)$ 为 $n$ 次多项式，遵循国际研究常用做法，在此使用一次幂至四次幂多项式进行估计。随着分类变量越来越趋近于0，即距离定价机制变动的的时间越来越近，国内铁矿石进口价格受定价机制的影响程度越大，断点的跳跃会越明显。

与常规针对面板数据进行断点处理不同，本文针对时间序列数据作断点设计(RDIT, Regression Discontinuity in Time)。由于时间序列数据存在自回归与短期长期效应偏差等问题，将时间本身作为驱动变量会影响随机自然实验设计的估计效力。基于此，本文将借鉴Hausman<sup>[19]</sup>等的研究，通过对数差分法去除数据自回归等影响以解决上述问题的干扰。

### 2.2 指标选取及数据处理

本文中要研究的是定价机制对铁矿石价格的影响，因此被解释变量选择铁矿石价格。同时在参考现有文献后，将解释变量分为供需因素，金融因素和运输因素。选取2005年7月—2019年3月所有指标的月度数据，数据来源于西本数据库<sup>[20]</sup>、世界银行数据库<sup>[21]</sup>、联合国贸易数据库<sup>[22]</sup>以及WIND数据库<sup>[23]</sup>。由于模型为基于时间序列数据的断点设计，铁矿石价格波动往往受钢铁企业季节性生产活动影响，故对体系内所有变量做一阶对数差分处理，以缓解数据自回归与异方差带来的偏误问题。具体的变量选取和处理方式，以及数据来源详见表1。

表1 变量选取

Table 1 Variable selection

一级指标	二级指标	三级指标/单位	代码	计算方法	数据来源
铁矿石价格	国内铁矿石进口价格	澳大利亚61.5%粉矿青岛港价格/(元/t)	dIP_index	一阶对数差分	西本数据库
	国际铁矿石价格	普氏62%铁矿石指数	dP_mudi	一阶对数差分	西本数据库
供需因素	长期铁矿石需求	国内生产总值增速/%	dGDP	一阶对数差分	世界银行
	长期铁矿石供给	国产矿产量/t	dIOP	一阶对数差分	西本数据库
	短期铁矿石供给	进口铁矿石港口库存/t	dIS	一阶对数差分	西本数据库
	短期铁矿石需求	铁矿石进口量/t	dIM	一阶对数差分	联合国贸易数据库
	短期铁矿石供给	国内粗钢产量/t	dCSP	一阶对数差分	西本数据库
金融因素	资本市场因素	标准普尔500股票指数	dbp500	一阶对数差分	WIND数据库
	汇率变动因素	美元兑人民币汇率	dER	一阶对数差分	世界银行
运输因素	运输成本因素	波罗的海干散货指数	dBDI	一阶对数差分	西本数据库

(1)铁矿石价格。考虑到青岛港在中国进口铁矿石港口中的核心地位,本文选取澳大利亚61.5%粉矿青岛港价格( $P\_index$ )代表国内进口铁矿石价格;指数定价是目前国际铁矿石贸易中的主要定价方式,普氏62%铁矿石指数在指数定价下铁矿石贸易合约中占最多使用比例,故选取普氏62%铁矿石指数代表国际铁矿石价格( $P\_mudi$ )。

(2)供需因素。供需因素主要考虑影响铁矿石价格的长期因素和短期因素,具体选择国内生产总值( $GDP$ )、国产矿产量( $IOP$ )作为长期供需的代理变量。国内生产总值( $GDP$ )是衡量宏观经济运行的首要指标,能够反映长期一个国家或地区对铁矿石的需求<sup>[5]</sup>。铁矿石的开采具有滞后性,因此国产矿产量( $IOP$ )能反映本国铁矿石长期供给行情<sup>[24]</sup>。作为最具代表性的钢铁产品,粗钢也是铁矿石的主要直接产品,故选取铁矿石进口量( $IM$ )、进口铁矿石港口库存( $IS$ )和国内粗钢产量( $CSP$ )来表示短期铁矿石供需状况<sup>[25-27]</sup>。

(3)金融因素。金融因素主要考虑影响铁矿石价格的汇率变动因素和资本市场因素。具体选择美元兑人民币汇率( $ER$ )和标普500指数( $bp500$ )作为代理变量。国际市场以美元为铁矿石的结算货币,可选取美元兑人民币汇率以反映中国进口铁矿石价格受汇率的影响程度<sup>[15]</sup>;标准普尔500股票指数是金融市场中交易量最大的股票指数期货品种,将标普500指数( $bp500$ )作为金融因素的替代变量<sup>[7]</sup>。

(4)运输因素。铁矿石资源分布分散,主要消费国和主要生产国地理距离较远,需要经过长途运输。运输成本对铁矿石价格影响较大,本文具体选择波罗的海干散货指数( $BDI$ )作为运输成本因素的代理变量<sup>[3,14]</sup>。

### 3 结果与分析

#### 3.1 定价机制转型对铁矿石价格影响与回归系数估计

对所有变量进行ADF单位根检验后,变量均通过了平稳性检验,可以展开计量回归。首先通过基准回归数据观测长协制定价机制转变是否驱使价格出现断点变化,回归结果如表2所示。断点回归中,估计结果稳健性不仅受到模型选择影响,还受

表2 基准回归结果

Table 2 Basic regression results

	$Lwald$	$Lwald200$	$Lwald250$	$Lwald300$
$Lwald200$	-0.0606*** (-0.0029)	-0.180*** (-0.0595)	0.127 (-0.4436)	-0.0707 (-0.0454)
$N$	164	164	164	164

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的水平下显著;括号中显示的是估计系数的标准误。下同。

到带宽(Bandwidth)<sup>①</sup>大小影响,需通过放缩在1倍、2倍、2.5倍和3倍带宽进行回归,保障回归结果稳健性。调整不同带宽后,大多数回归结果均显示定价机制转变抑制铁矿石价格。在1倍带宽下,定价机制转变后,国内铁矿石价格降低6.06%,结果在99%的可置信水平上显著。随着带宽的增加,定价机制转变对国内铁矿石价格的负向影响增大,2倍带宽下,长协制定价机制转型对价格的负向冲击达到18.0%。在3倍带宽下,定价机制转变抑制了国内铁矿石价格7.07%,但该结论不在90%可置信水平上显著,不具有统计学意义。尽管2.5倍带宽下结论显示,定价机制转变增加铁矿石价格12.7%,但结论不在90%可置信水平上显著,不具有统计学意义,这意味着不同带宽的选择不影响本文的核心结论。具有统计学意义的结果均显示,定价机制转变后,国内铁矿石价格变动为负值。因此可以初步判定,铁矿石定价机制的转变对铁矿石价格存在显著负向冲击。

图1为清晰断点回归的图形,定价机制转变后的整体价格趋势明显低于机制转变之前,表明定价

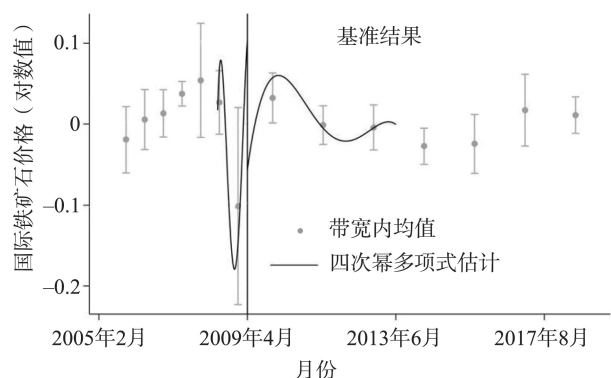


图1 断点回归图形

Figure 1 Graph of discontinuity regression

①带宽是指对总体样本分成多个小份的数量多少,将断点左右两处的小份样本均值进行对比,进而得到回归结果。

机制是影响铁矿石进口价格波动差异的重要因素。

如图1所示,2009年4月铁矿石价格出现了断点,铁矿石价格在分界线处出现明显的向下跳跃,说明定价机制转变对短期铁矿石价格产生显著负向冲击,短期定价机制的引入在短期内有效抑制了国内铁矿石进口价格的大幅上涨。在2009年4月之前的长期协约定价时期内,一方面国际铁矿石贸易市场是卖方市场,买方话语权较小。另一方面,该时期内铁矿石现货价格远高于长协价,许多中小钢厂难以获得原矿资源,只得高价买矿。而短期定价机制周期更短,市场上可获取的铁矿石资源更加丰富,钢厂获取铁矿石的途径增多,最终使得国内铁矿石进口价格下跌。

如表3所示,在最小二乘估计的结果中,大部分控制变量对国内进口铁矿石价格波动存在负向冲击。铁矿石进口量、进口铁矿石港口库存、国内生产总值、国内粗钢产量、美元兑人民币汇率与波罗的海干散货指数分别每增加一单位,会引发当期国内铁矿石进口价格分别减少10.9%、8.62%、7.62%、5.46%、8.46%与1.48%;而每单位国产矿产量与标普500指数的增加会分别诱导国内铁矿石进口价格2.74%与17.7%的增加。这些控制变量对当期国内铁矿石进口价格波动的影响系数均不在90%的可置信水平上显著,这些系数不具有统计学意义。这可能是由于样本观测时间范围内存在多次定价机

表3 控制变量对铁矿石进口价格的影响  
Table 3 Regression coefficients of control variables on iron ore import prices

	控制变量影响
铁矿石进口量	-0.0109 (0.0377)
国产矿产量	0.0274 (0.0358)
标普500指数	0.177 (0.1236)
进口铁矿石港口库存	-0.0862* (0.0390)
国内生产总值	-0.0762 (0.1361)
国内粗钢产量	-0.0546 (0.0959)
美元兑人民币汇率	-0.846 (0.6176)
波罗的海干散货指数	-0.0148 (0.0198)
N	164

制变革,多次定价机制变革因素在回归过程中被遗漏,从而影响了估计结果的可置信性。只有进口铁矿石港口库存对当期国内铁矿石进口价格波动的影响在90%的置信水平上显著。

### 3.2 断点回归设计的稳健性检验

#### 3.2.1 带宽敏感性检验

在断点模型设计中,找出最优带宽有助于平衡估计结果的精度与稳健性。最优带宽选择方法包括均方误差法(Mean Squared Error, MSE)与覆盖错误率法(Coverage Error Rate, CER)。表4中模型(1)-(2)依次展示两种方法的结果,两种方法得到结果相似,故本文模型通过带宽敏感性检验。

#### 3.2.2 连续性检验

断点回归设计中,为避免混淆处理变量与控制变量的断点效应,必需保证各控制变量在断点处能够连续,即定价机制对这些变量在断点处对价格无显著影响。表5是以控制变量作为因变量对表2方程进行同样回归得出的结果。多数控制变量与定价机制的关系均不显著,定价机制转变后,国内粗钢产量、波罗的海干散货指数、铁矿石进口量分别降低5.18%、35.9%和9.79%,国产矿产量、进口铁矿石港口库分别增加7.69%和7.9%,但均不具有统计学意义。仅美元兑人民币汇率同定价机制有显著关联,但关联度仅为-0.00149,可忽略不计。说明定价机制转型对体系内控制变量无显著影响,本文断点回归设计不会混淆定价机制转型同其他控制变量的断点效应,这说明本文使用断点回归设计是合适的。

#### 3.2.3 随机性检验

为保证断点设计的有效性,要避免执行变量存在人为操控的干扰,以证实自然实验的随机性。需通过对铁矿石价格断点进行分类变量的MyCrary断点操纵检验。如图2所示,在定价机制转变处时间

表4 带宽敏感性检验结果

	Table 4 Results of bandwidth sensitivity test	
	(1)	(2)
<i>Lwald</i>	-0.238** (0.0861)	-0.0606*** (0.0029)
<i>Lwald50</i>	-0.0482 -	-0.0482 -
<i>Lwald200</i>	-0.238** (0.0861)	-0.180** (0.0595)
N	164	164

表5 连续性检验结果

Table 5 Results of continuity test

	<i>dCSP</i>	<i>dBDI</i>	<i>dER</i>	<i>dIM</i>	<i>dIOP</i>	<i>dIS</i>
<i>Conventional</i>	-0.0518 (-0.0545)	-0.359 (-0.4835)	-0.00149* (-0.0009)	-0.0979 (-0.123)	0.0769 (-0.1247)	0.079 (-0.153)
<i>Bias-corre-d</i>	-0.0671 (-0.0545)	-0.498 (-0.4835)	-0.00255*** (-0.0009)	-0.112 (-0.123)	0.0812 (-0.1247)	0.0635 (-0.153)
<i>Robust</i>	-0.0671 (-0.0638)	-0.498 (-0.5465)	-0.00255*** (-0.0009)	-0.112 (-0.1459)	0.0812 (-0.151)	0.0635 (-0.1827)
<i>N</i>	164	164	164	164	164	164

两侧,执行变量的密度函数并不存在显著差异,证实模型受人为操控的可能性较低。

3.2.4 引入关键协变量及推前项检验

针对时间序列的断点回归设计需要考虑变量自回归问题以及前定变量的长期影响<sup>[28]</sup>。本文引入协变量及其推前1~5期协变量,以表4中方程再次进行回归估计。结果如表6所示,在引入协变量后,仅1倍带宽下的三角核估计结果有资格被关注,得到的结果在95%的可置信水平上显著,加入协变量后所得结果表明,定价机制转变对铁矿石价格波动存在23.8%的负向冲击,与基准回归结果趋同。即协变量及其滞后项对铁矿石价格的影响,不会影响到定价机制对铁矿石价格抑制作用的解释力度,结果仍然表示定价机制转变抑制了国内铁矿石价格。说明断点回归设计不受变量自回归问题干扰,采用断点回归设计是合适的。

3.2.5 非参数检验

如本文模型构建部分所探讨,RD设计的参数估计模型存在估计结果高度依赖所设定函数形式、带宽选择具有非客观性等问题。为确保本文基准

结果的稳健性,此部分使用不同最优带宽估计法CER与MSE确定带宽,确定带宽后还需采用不同非参数估计方法,包括Uniform核估计、Triangular核密度估计与Epanechnikov核密度估计方法,得出检验结果由表7所示。可知长协制定价机制向短协制定价机制的转变对国内进口铁矿石价格存在负向冲击,考虑到为非参数估计,尽管结果均不在90%的统计水平上显著,但也可比较各估计方法下的影响效果判断定价机制的影响效果。如模型(1)-(6)显示,模型(1)-(3)在采用MSE最优带宽估计的结果中,依次进行Uniform核估计、Triangular核密度估计与Epanechnikov核密度估计,测度得到定价机制转型对国内进口铁矿石价格的影响,分别为增加8.49%,减少4.4%以及增加0.0238%。在采用CER最优带宽估计的结果中,模型(4)Uniform核估计下定价机制转型增加国内进口铁矿石价格10.2%,模型(5)在Triangular核密度估计与模型(6)Epanechnikov核密度估计下,定价机制转变后,国内铁矿石价格分别降低12.8%与10.2%。综合来看,可知本部分非参数估计的结果与前文使用的参数估计的结果较为趋同,多数估计方法都判定定价机制转变对国内铁矿石进口价格波动造成了负向影响。相较

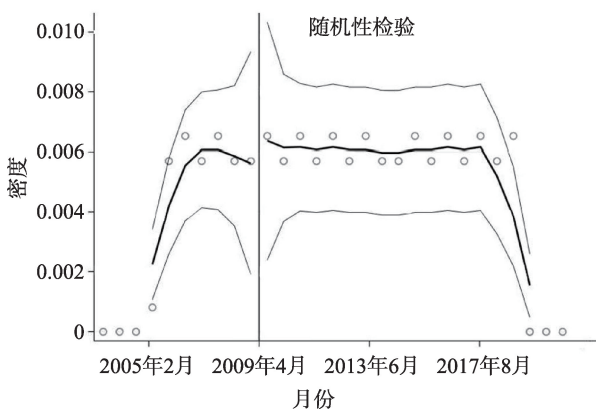


图2 执行变量的操控检验

Figure 2 Manipulation test for execution variables

表6 引入关键协变量及前推项后回归结果

Table 6 Regression results after introducing key covariates and forward terms

	(1)	(2)
<i>Lwald</i>	-0.238** (0.0861)	-0.0529 -
<i>Lwald250</i>	-0.129 (0.0658)	- -
<i>Lwald50</i>	- -	-0.0482 -
<i>Lwald200</i>	- -	-1.051 -
<i>N</i>	164	164

表7 非参数检验结果

Table 7 Results of Non-parametric test

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Conventional</i>	0.0849 (0.0704)	-0.044 (0.1064)	0.000238 (0.0981)	0.102 (0.0813)	-0.128 (0.1312)	-0.102 (0.1191)
<i>Bias-corre~d</i>	0.0819 (0.0704)	-0.0792 (0.1064)	-0.0263 (0.0981)	0.101 (0.0813)	-0.151 (0.1312)	-0.119 (0.1191)
<i>Robust</i>	0.0819 (0.0839)	-0.0792 (0.1248)	-0.0263 (0.1146)	0.101 (0.0898)	-0.151 (0.1449)	-0.119 (0.1313)
<i>N</i>	164	164	164	164	164	164

于基准检验中,1倍与2倍带宽下结果分别显示,定价机制转型降低国内铁矿石价格6.06%与18%,本部分结果分别显示,定价机制转型对国内铁矿石价格的抑制作用为4.4%、10.2%与12.8%,可见本部分结果与基准检验中结果较为接近。仍能表明定价机制转变与国内进口铁矿石价格波动之间的负向关系仍然存在。进一步验证了基准检验结果。

3.3 定价机制转定对国内外铁矿石价格影响的对比分析

进一步考察定价机制转变对国际铁矿石价格的影响,并与中国进口铁矿石价格波动的冲击效应进行对比。表8展示以国际铁矿石价格为被解释变量,与表4方程相同方法下的估计结果。各种估计方式下,解释变量系数均为非负数,表明定价机制转变与国际铁矿石价格不存在负向关联。此处仅关注在90%的可置信水平上显著,具有统计学意义的结果,模型(1)为矩形核估计中,关注1倍与2倍带宽下结果表明,两种带宽下定价机制转变对国际铁矿石价格均有28.9%的正向冲击;在三角核估计方法下的模型(2)中,可知2倍带宽下的估计显示,定价机制转变对国际铁矿石价格存在20.5%幅度的正向冲击。综合来看,可以确定定价机制转型并不能显著抑制国际铁矿石价格,这与对中国铁矿石进口价格波动受到定价机制转型负向冲击的情形有

表8 国际铁矿石价格影响机制的基准回归结果

Table 8 Basic regression results for international iron ore price impact mechanism

	(1)	(2)
<i>Lwald</i>	0.289** (0.1007)	0.164 (0.1001)
<i>Lwald 200</i>	0.289** (0.1007)	0.205* (0.0928)
<i>Lwald 250</i>	0.113 (0.1296)	0.102 (0.0919)
<i>Lwald 300</i>	0.0104 (0.1146)	0.101 (0.0834)
<i>N</i>	164	164

很大差异,证实了中国铁矿石进口价格受定价机制转型影响的特殊性。

为缓解前文所述参数估计模型存在估计结果高度依赖所设定函数形式、带宽选择具有非客观性等问题的干扰,以国际铁矿石价格为被解释变量,依照表7方程同样方法下的回归方式,在不同方法确定最优带宽后依次进行Uniform核估计、Triangular核密度估计与Epanechnikov核密度估计。结果均显示长协制定价机制向短协制定价机制的转变不能抑制国际铁矿石价格,如表9模型(1)-(3)显示,在采用MSE最优带宽估计的结果中,依次进行Uniform核估计、Triangular核密度估计与Epanechnikov核密度估计,各种方法下定价机制对价格波动

表9 国际铁矿石价格影响机制的非参数检验结果

Table 9 Results of Non-parametric test for international iron ore price impact mechanism

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Conventional</i>	0.113 (0.1082)	0.0969 (0.0933)	0.103 (0.1007)	0.289* (0.1316)	0.208* (0.0998)	0.247* (0.1067)
<i>Bias-corre~d</i>	0.0628 (0.1082)	0.0622 (0.0933)	0.0642 (0.1007)	0.252 (0.1316)	0.185 (0.0998)	0.220* (0.1067)
<i>Robust</i>	0.0628 (0.1245)	0.0622 (0.1200)	0.0642 (0.1296)	0.252 (0.1433)	0.185 (0.1168)	0.220 (0.1241)
<i>N</i>	164	164	164	164	164	164

2020年8月

均显示出正向冲击,分别为11.3%,9.69%与10.3%。在采用CER最优带宽估计的结果中,模型(4)-(6)三种核密度估计结果的稳健性与显著性有了大幅提升,定价机制转型后,国际铁矿石价格短期分别增加28.9%,20.8%与24.7%,且结果均在90%水平上可置信。可见,不同估计方法下的结果均显示,定价机制转型后,国际铁矿石价格增加。尽管部分结果不在90%的置信水平上显著,但估计方法都判定定价机制转变对国际铁矿石价格波动造成了正向影响,可以判定定价机制转变并不能抑制国际铁矿石价格的上涨。

## 4 结论与政策建议

### 4.1 结论

2009年4月新加坡交易所推出铁矿石掉期业务标志着铁矿石短期定价机制的开端,因为事件本身不受铁矿石寡头供应商控制,这为研究铁矿石定价机制改革对中国铁矿石价格的影响研究提供了案例。经严格实证,本文主要得出如下结论:

(1)定价机制由长协制向短期定价机制转变能够显著抑制中国铁矿石进口价格的波动。基准检验中表明,1倍与2倍带宽估计下,在99%的可置信水平上,定价机制转变分别抑制铁矿石价格6.06%与18.0%。该结论通过尝试不同带宽,引入控制变量与分类变量多项式,参考非参数估计等稳健性检验后仍然成立。

(2)定价机制的改变在短期内对抑制国际铁矿石价格波动情况作用并不显著,甚至可能对铁矿石价格波动存在正向冲击,在尝试不同带宽估计与非参数估计后该结论仍然成立。此外,国际铁矿石市场存在垄断竞争市场格局,巴西淡水河谷、澳洲必和必拓、力拓以及FMG矿业公司这四大矿商市场占有率极高,国际铁矿石定价权仍然主要被四大矿商掌握,由此定价机制改革并不能在当期显著抑制国际铁矿石价格。

(3)在定价机制冲击铁矿石进口价格过程中,受内生因素影响较小。定价机制的转变并未伴随国产矿产量、铁矿石进口量、国内粗钢产量、进口铁矿石港口库存、美元兑人民币汇率、波罗的海干散货指数、标普500指数与国内生产总值等因素波动,国内铁矿石价格的负向冲击可直接归因于定价机制的转变。

### 4.2 政策建议

近年来,中国铁矿石定价机制改革稳步推进,2018年10月出台的基差定价政策为中国铁矿石市场注入了一针强心剂。该模式充分利用期货衍生品工具,尽可能规避期货市场和掉期市场对铁矿石进行套期保值中面临的风险。但该定价机制准入门槛较高,大量中小型钢企无法享受该定价模式带来的便利,在面临2019年铁矿石供给危机时,多数企业仍因铁矿石进口价格大幅波动损失惨重。结合上文结论,提出如下建议:

(1)继续加大对短期定价机制的创新力度,完善针对中小规模铁矿石买方企业的短期定价机制,在降低准入门槛的同时,建立健全企业情况动态跟踪机制,依据企业信用情况增设多个不同交易额度的门槛。

(2)以中国为代表的国家应积极参与铁矿石短期定价机制改革事业,不断丰富改革经验,主动同其他国家分享交流,推动全球性短期定价机制改革事业的深入,以协同增加同铁矿石供应商协商的议价权。同国际市场中其他国家相比,中国铁矿石市场对短期定价机制变革的反应较为灵敏,应充分起到领头作用,激励世界各国形成创新铁矿石短期定价机制的羊群效应。

(3)针对国际市场变化情况灵活调整定价机制,依据市场情况放缩定价机制准入门槛。在既有定价机制基础上,有选择性地引入定价机制并把握引入定价机制的推广力度,或者重新引入过去已经舍弃但适用于当期市场的定价机制。从而更好地控制价格风险,提升国际市场定价权的争夺能力。

### 参考文献(References):

- [1] 巴曙松,王珂.中美贸易战引致全球经贸不确定性预期下的人民币国际化:基于大宗商品推动路径的分析[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2019,72(6):89-98.[Ba S S, Wang K. RMB internalization under the expectation of uncertainty arising from Sino-US Trade War: An analysis based on the promotion path of staple commodity[J]. Wuhan University Journal (Philosophy & Social Science), 2019, 72(6): 89-98.]
- [2] 洪水峰,孙园园,杨雅心.铁矿石期货与现货价格波动特征研究:基于铁矿石指数定价机制下的分析[J].价格理论与实践,2017,(6):118-121.[Hong S F, Sun Y Y, Yang Y X. Research on volatility characters of spot and futures price under iron ore in-



- dex pricing mechanism[J]. *Price: Theory & Practice*, 2017, (6): 118-121.]
- [3] Wärell L. The effect of a change in pricing regime on iron ore prices[J]. *Resources Policy*, 2014, 41: 16-22.
- [4] Wärell L. An analysis of iron ore prices during the latest commodity boom[J]. *Mineral Economics: Raw Materials Report*, 2018, 31(1-2): 203-216.
- [5] Su C W, Wang K H, Chang H L. Do iron ore price bubbles occur?[J]. *Resources Policy*, 2017, 53: 340-346.
- [6] 朱学红, 瞿宏萍, 谌金宇. 国内外铁矿石市场信息传递及其国际定价能力研究[J]. *价格月刊*, 2018, 26(5): 23-28. [Zhu X H, Qu H P, Chen J Y. Research on domestic and foreign iron ore market information transfer and the international pricing capacity [J]. *Prices Monthly*, 2018, 26(4): 23-28.]
- [7] 田利辉, 谭德凯. 大宗商品现货定价的金融化和美国化问题: 股票指数与商品现货关系研究[J]. *中国工业经济*, 2014, (10): 72-84. [Tian L H, Tan D K. Financialization and americanization of bulk commodities' pricing: A study of the relation between stock indices and spot commodities[J]. *China Industrial Economics*, 2014, (10): 72-84.]
- [8] Pustov A, Malanichev A, Khobotilov I. Long-term iron ore price modeling: Marginal costs vs. incentive price[J]. *Resources Policy*, 2013, 38(4): 558-567.
- [9] 钟美瑞, 曾安琪, 黄健柏, 等. 代际公平与社会偏好视角下优势金属矿产定价权分析: 基于古诺均衡模型的分析框架[J]. *中国管理科学*, 2016, 24(1): 47-55. [Zhong M R, Zeng A Q, Huang J B, et al. The analysis of pricing power of preponderant metal mineral under the perspective of intergenerational equity and social preferences: An analytical framework based on Cournot equilibrium model[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2016, 24(1): 47-55.]
- [10] 黄河, 谢玮, 任翔. 全球大宗商品定价机制及其对中国的影响: 结构性权力的视角: 以铁矿石定价机制为例[J]. *外交评论*, 2013, 30(2): 17-29. [Huang H, Xie W, Ren X. Global commodity pricing mechanism and its impact on China: Perspective of structural power: A case study of iron ore pricing mechanism[J]. *Foreign Affairs Review*, 2013, 30(2): 17-29.]
- [11] 田玉军, 朱吉双, 马国霞, 等. 国际铁矿石定价机制改变与我国铁矿石进口量变化的实证分析[J]. *自然资源学报*, 2012, 27(9): 1490-1496. [Tian Y J, Zhu J S, Ma G X, et al. Empirical Analysis on impacts of the new international pricing mechanism on iron ore imports of China[J]. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(9): 1490-1496.]
- [12] 朱灏, 全继业. 铁矿石国际贸易价格机制及调控策略研究[J]. *中国软科学*, 2012, (3): 49-59. [Zhu H, Quan J Y. A study on pricing mechanism for iron ore trade and corresponding operating measures[J]. *China Soft Science*, 2012, (3): 49-59.]
- [13] Ma Y Q. Iron ore spot price volatility and change in forward pricing mechanism[J]. *Resources Policy*, 2013, 38(4): 621-627.
- [14] 邵留国, 许自花, 张仕璟. 新市场格局下铁矿石价格影响因素研究[J]. *管理评论*, 2018, 30(2): 13-24. [Shao L G, Xu Z H, Zhang S J. A research of the factors that influence the iron ore price under new market patterns[J]. *Management Review*, 2018, 30(2): 13-24.]
- [15] 胡振华, 钟代立, 王欢芳. 中国铁矿石期货市场的定价影响力研究: 基于VEC-SVAR模型的实证分析[J]. *中国管理科学*, 2018, 26(2): 96-106. [Hu Z H, Zhong D L, Wang H F. Pricing influence of China' iron ore future market: An empirical analysis based on VEC-SVAR models[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2018, 26(2): 96-106.]
- [16] Thistlethwaite D L, Campbell D T. Regression-discontinuity analysis: An alternative to the ex post facto experiment[J]. *Journal of Educational Psychology*, 1960, 51(6): 309-317.
- [17] Imbens G W, Lemieux T. Regression discontinuity designs: A guide to practice[J]. *Journal of Econometrics*, 2008, 142(2): 615-635.
- [18] Lee D S, Lemieux T. Regression discontinuity designs in economics[J]. *Journal of Economic Literature*, 2010, 48(2): 281-355.
- [19] Hausman C, Rapson D S. Regression discontinuity in time: Considerations for empirical applications[J]. *Annual Review of Resource Economics*, 2018, 10(1): 533-552.
- [20] 西本数据库[EB/OL]. (2020-01-01) [2020-05-20]. <http://www.96369.net/indices/65>. [Xiben Database[EB/OL]. (2020-01-01) [2020-05-20]. <http://www.96369.net/indices/65>.]
- [21] World Bank. World Bank Database[EB/OL]. (2020-01-01) [2020-05-20]. <http://data.worldbank.org.cn/indicator>.
- [22] United Nations. UN Comtrade Database[EB/OL]. (2020-01-01) [2020-05-20]. <http://comtrade.un.org/data/>.
- [23] Wind. Wind 资讯经济数据终端[EB/OL]. (2020-04-20) [2020-05-20]. <http://www.wind.com.cn/Default.aspx>. [Wind. Wind Information Economic Data Terminal[EB/OL]. (2020-04-20) [2020-05-20]. <http://www.wind.com.cn/Default.aspx>.]
- [24] 成金华, 朱永光, 徐德义, 等. 产业结构变化对矿产资源需求的影响研究[J]. *资源科学*, 2018, 40(3): 558-566. [Cheng J H, Zhu Y G, Xu D Y, et al. Impact of industrial structural change on mineral resource demand[J]. *Resources Science*, 2018, 40(3): 558-566.]
- [25] 陈琦, 吴朝阳. 定价指数化对我国资源性商品进口价格的影响[J]. *江西社会科学*, 2016, 36(11): 50-59. [Chen Q, Wu Z Y. The impact of pricing indexation on China's resource commodity import prices[J]. *Jiangxi Social Sciences*, 2016, 36(11): 50-59.]
- [26] 朱永光, 徐德义, 成金华, 等. 国际铁矿石贸易空间互动过程及中国进口策略分析[J]. *资源科学*, 2017, 39(4): 664-677. [Zhu Y

- G, Xu D Y, Cheng J H, et al. The interactive process of international iron ore trade and analysis of China's importation strategy [J]. Resources Science, 2017, 39(4): 664-677.]
- [27] 程欣, 帅传敏, 严良, 等. 中国铁矿石进口市场结构与需求价格弹性分析[J]. 资源科学, 2014, 36(9): 1915-1924. [Cheng X, Shuai C M, Yan L, et al. Market Structure and price elasticity of China's iron ore imports[J]. Resources Science, 2014, 36(9): 1915-1924.]
- [28] Lee D S, Lemieux T. Regression discontinuity designs in economics[J]. Journal of Economic Literature, 2010, 48(2): 281-355.

## Influence of pricing mechanism transferring on iron ore price volatility

YOU Zhe<sup>1,3</sup>, Cheng Jinhua<sup>2,3</sup>, WU Tong<sup>1</sup>, WANG Ran<sup>2,3</sup>

(1. School of Law and Business, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China; 2 School of Economics & Management, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China; 3. Research Center of Resource and Environmental Economics, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China)

**Abstract:** China is the largest importing and consuming country of iron ore in the world. However, it has faced the problem of lack of pricing power for a long time. Obtaining market pricing power through the reform of pricing mechanism is a key scientific issue for ensuring the security of China's resource supply. Using the regression discontinuity model and monthly data from July 2005 to March 2019, this study conducted an empirical analysis from the perspective of pricing mechanism transition, to explore the causal relationship between the reform of short-term pricing mechanism and the fluctuation of import price of iron ore in China. The results reveal that the introduction of short-term pricing mechanism is closely related to the fluctuation of domestic imported iron ore price and it can effectively restrain the dramatic rise of the price in the short term, while the reform of short-term pricing mechanism has no convincing negative relationship with the fluctuation of international iron ore price. Meanwhile, endogenous factors had slight influence on iron ore import price during the process of pricing mechanism reform. Based on these conclusions, this article suggests that the reform of short-term pricing mechanism should be strengthened continuously. In order to increase the pricing power in the negotiation with iron ore suppliers, herd effect should play a role in the reform of China's short-term iron ore pricing mechanism. China should flexibly adjust the pricing mechanism according to changes in the international market in order to enhance the pricing power on the market.

**Key words:** pricing mechanism; iron ore; price volatility; regression discontinuity