

# 我国铁矿消费强度与钢铁冶炼及加工业的关系

顾晓薇, 秦宗琛, 王 青, 王凤波

(东北大学 资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳 110819)

**摘 要:** 简要分析了我国改革开放以来铁矿消费强度的阶段性变化特征,建立了铁矿消费强度的增量分解模型,应用国民经济投入产出表中数据,分时段对铁矿消费强度进行了增量分解计算和分析.结果表明,2002年前,资本形成以低于或基本等于GDP的增速增长,钢铁冶炼及加工业的铁矿消耗系数下降,致使铁矿消费强度降低;2002~2010年间,资本形成增速高于GDP增速,钢铁冶炼及加工业产出效益下降、铁矿消耗系数升高,致使铁矿消费强度大幅上升.因此,钢铁冶炼及加工业需要解决的主要矛盾是淘汰过剩的低端产能和推动产品结构升级,降低整个经济的铁矿消费强度,达到产业健康稳定发展的目的.

**关 键 词:** 铁矿消费强度;钢铁冶炼及压延加工业;分解模型;资本形成;消耗系数

中图分类号: F 062.9

文献标志码: A

文章编号: 1005-3026(2017)03-0410-04

## Relationship Between China's Iron Ore Intensity of Use and the Iron and Steel Smelting and Rolling Industries

GU Xiao-wei, QIN Zong-chen, WANG Qing, WANG Feng-bo

(School of Resources & Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819, China. Corresponding author: QIN Zong-chen, E-mail: 1401529@stu.neu.edu.cn)

**Abstract:** China's iron ore intensity of use was analyzed for its changing characteristics in different periods since the adoption of reform and opening-up policy. An increments decomposition model was developed for the iron ore intensity of use. The increments in iron ore intensity of use in different periods were decomposed and analyzed using the value added and total output data from China's input-output tables. The results showed that before 2002, the growth rate of capital formation was either lower than or almost equal to that of GDP, and the ISSRI's iron ore consumption factor decreased to drive down the iron ore intensity of use. From 2002 to 2010, the growth rate of capital formation was higher than that of GDP, and the ISSRI's output efficiency went down while its iron ore consumption factor went up significantly, resulting in a sharp rise of the iron ore consumption intensity. Accordingly, the main problem to be solved for ISSRI is to eliminate surplus capacity of low-value products and upgrade its product structure so that the iron ore intensity of use in the economic system can be lowered, achieving the goal of sustainable and healthy industrial development.

**Key words:** iron ore intensity of use; iron and steel smelting and rolling industry (ISSRI); decomposition model; capital formation; consumption factor

改革开放以来特别是进入新世纪后,随着我国工业化和城镇化的快速推进,对以钢铁为主的金属的需求量高速增长,金属冶炼及压延加工业也应势而上,取得突飞猛进的发展.以钢铁为例,

2013年我国生铁和粗钢产量分别达7.09和7.79亿t,分别占同年世界总产量60.0%和48.1%<sup>[1]</sup>.作为钢铁生产主原料的铁矿石,其需求量也随之快速增长.2013年,我国自产铁矿石原矿14.50

收稿日期: 2015-10-24

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51474049,51674062);国家自然科学基金青年基金资助项目(51604061);辽宁省自然科学基金资助项目(2014020040);教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20130042110012).

作者简介: 顾晓薇(1971-),女,辽宁凤城人,东北大学教授,博士生导师;王 青(1962-),男,内蒙古兴和人,东北大学教授,博士生导师.

亿 t,进口成品铁矿 8.19 亿 t.以 2005 年不变价格计,我国 2013 年每一万美国 GDP 的成品铁矿消费量(即“铁矿消费强度”)为 2.815 t,是同年美国的 86 倍.

近十年来出现了不少有关我国钢铁与铁矿需求及国际铁矿市场等方面的研究.石秀华等分析了国际铁矿贸易的市场结构与市场势力,就提高我国在国际铁矿市场上定价权提出了一些建议<sup>[2]</sup>.郑明贵等基于 2001~2011 年粗钢和生铁产量及经济增长率,对 2013~2025 年的铁矿需求作了三种情景预测<sup>[3]</sup>.文献[4]研究认为,中国矿产资源大量进口导致价格全球范围内上升,分析预测中国未来对钢铁和铜的需求以及对全球铁矿石价格影响<sup>[4]</sup>.Kent 研究指出,通过对中国经济高速发展以及近期对矿产资源的大量进口需求研究,分析了澳大利亚矿业和中国在铁矿石资源方面的合作<sup>[5]</sup>.类似的研究还有不少<sup>[6-9]</sup>.

# 1 铁矿消费强度的阶段性特征与资本形成

我国 1978~2013 年的铁矿消费强度(万元 GDP 的成品铁矿消费量)如图 1 所示.为具有可比性,各年的 GDP 均取 2005 年不变价格数值,数据来自联合国统计署<sup>[10]</sup>.可以看出,我国铁矿消费强度具有明显的阶段性,整体上呈“U”字形.这种变化归根到底主要是由经济和产业结构决定的.从经济系统的最终需求结构看,铁矿消费强度的升降主要取决于资本形成占 GDP 的比例的增减或二者增速的对比;而资本品主要由金属制品、机电设备制造及建筑业提供,因而从产业结构看,铁矿消费强度主要取决于这些产业的最终需求相对于 GDP 的增长速度.

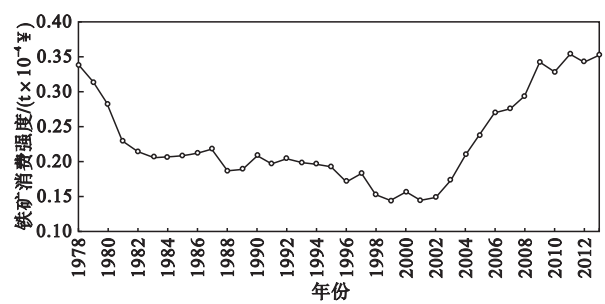


图 1 中国 1978~2013 年铁矿消费强度  
Fig. 1 1978~2013 iron ore intensity of use in China

1978~1983 年间,铁矿消费强度的下降幅度较大.这一阶段的资本形成的增速(年均 5.5%)远低于同期 GDP 的增速(年均 8.2%);受到经济

体制和资金的制约,投资强度高的金属制品、机电设备制造和建筑业发展缓慢.因此,铁矿消费强度在这一时期有较大幅度的降低.

1983~1995 年间,铁矿消费强度基本没有变化.这一阶段的资本形成(年均增速 10.5%)与 GDP(年均增速 10.2%)同步增长.因此,该阶段的铁矿消费强度基本保持稳定.

1995~2002 年间,铁矿消费强度出现又一次较明显的下降.主要影响因素可能有二:一是这一时段(尤其是前半段)是国有企业改革的攻坚克难期,三角债和企业职工下岗等矛盾突出,国有企业占绝对多数的重工业和大型制造业的生产受到影响;二是 1997 年的亚洲金融危机的影响.这些影响使得该时段的资本形成增速(年均 7.2%)略低于 GDP 增速(年均 8.5%),致使铁矿消费强度有所下降.

2002~2013 年间,铁矿消费强度快速上升.进入本世纪后,我国的社会主义市场经济体制已经确立,私有经济快速壮大,国有企业改制使之释放出巨大活力;我国加入 WTO 有力地推动了国际贸易,机电设备、成套装备的出口增长迅速;基础设施建设大面积铺开以及居民住房逐步实现全面市场化,促使建筑业规模迅速扩张.这一时期是我国工业化和城镇化发展最快的时期.

# 2 铁矿消费强度分解模型

如以上分析,经济结构和产业结构决定了对钢铁的需求量,由于钢材的进口比例很小,同时也决定了钢铁冶炼及压延加工业的合理生产规模及其主原料铁矿石的消费规模.作为铁矿的唯一直接使用者的钢铁冶炼及压延加工业,其本身的技术经济表现与铁矿消费强度之间也存在一定的关系.为分析这一关系,本节建立铁矿消费强度对钢铁冶炼及压延加工业的整体技术经济指标的分解模型.

令  $i$  表示钢铁冶炼及压延加工业的单位总产值所需要的铁矿量,称之为该产业的“铁矿消耗系数”:

$$i = \frac{Q}{X_s}$$

式中:  $Q$  为铁矿使用总量;  $X_s$  为钢铁冶炼及压延加工业的总产值.

指标  $i$  主要反映了钢铁冶炼及压延加工业的综合技术状况,如冶炼工艺(平炉、转炉、电炉的炼钢比例及技术水平等)、单位钢产量的废钢使用量、压延加工成材率等,它们都直接影响单位产

品的铁矿消耗量.同时, $i$  也受该产业产品的市场状况的影响.

令  $v$  表示钢铁冶炼及压延加工业的单位总产值所创造的增加值,称之为该产业的“产出效益”.

$$v=\frac{Y_s}{X_s},$$

式中, $Y_s$  是钢铁冶炼及压延加工业的增加值.增加值包括劳动者报酬、生产税净额、固定资产折旧和营业盈余.前两项体现了该产业的社会效益;后两项体现了产业的内部收益;而后三项是产业的毛利润,体现了产业的盈利能力.因此, $v$  是反映该产业产出效益的一个综合指标.

令  $p$  表示钢铁冶炼及压延加工业的增加值占整个经济的总增加值(即 GDP)的比重,称之为该产业的“产出比重”.

$$p=\frac{Y_s}{Y},$$

式中, $Y$  是整个经济系统的总增加值(GDP).

令  $c$  表示整个经济的铁矿消费强度,它与上面定义的三个指标有如下恒等式关系:

$$c=\frac{Q}{Y}=\frac{i}{v}p.$$

为分解方便,令  $r=1/v$ ,则上式变为

$$c=irp.$$

以  $c_0,i_0,r_0,p_0$  分别表示  $c,i,r,p$  在某一时间段的起始值; $c_t,i_t,r_t,p_t$  分别表示它们在这一时间段的终了值; $\Delta c,\Delta i,\Delta r,\Delta p$  分别表示它们在这一时间段的增量.那么有

$$\Delta c=c_t-c_0=i_t r_t p_t-i_0 r_0 p_0=(i_0+\Delta i)(r_0+\Delta r)\times(p_0+\Delta p)-i_0 r_0 p_0,$$

整理后得

$$\Delta c=r_0 p_0 \Delta i+i_0 p_0 \Delta r+i_0 r_0 \Delta p+p_0 \Delta i \Delta r+r_0 \Delta i \Delta p+i_0 \Delta r \Delta p+\Delta i \Delta r \Delta p. \tag{1}$$

式(1)等号右侧的前三项分别是由  $i,r$  和  $p$  中一个因素的单独变化(其他两个因素保持不变)所引起的  $c$  的增量;第四、五、六项分别是三个因素中的两个因素同时变化(另外一个因素保持不变)所引起的  $c$  的增量;最后一项是三个因素同时变化所引起的  $c$  的增量.如果把某两个因素同时增加所引起的  $c$  的增量的一半分别归功于这两个因素,把最后一项分成三等分,分别归功于三个因素的增加所引起的  $c$  的增量,就可以把  $c$  的增量  $\Delta c$  分为三部分,记为  $\Delta c(i),\Delta c(r)$  和  $\Delta c(p)$ ,分别表示由因素  $i,r$  和  $p$  的变化所引起的铁矿消费强度的增量,得如下分解模型:

$$\left. \begin{aligned} \Delta c(i) &= \Delta i \left( r_0 p_0 + \frac{1}{2} p_0 \Delta r + \frac{1}{2} r_0 \Delta p + \frac{1}{3} \Delta r \Delta p \right); \\ \Delta c(r) &= \Delta r \left( i_0 p_0 + \frac{1}{2} p_0 \Delta i + \frac{1}{2} i_0 \Delta p + \frac{1}{3} \Delta i \Delta p \right); \\ \Delta c(p) &= \Delta p \left( i_0 r_0 + \frac{1}{2} r_0 \Delta i + \frac{1}{2} i_0 \Delta r + \frac{1}{3} \Delta i \Delta r \right); \\ \Delta c &= \Delta c(i) + \Delta c(r) + \Delta c(p). \end{aligned} \right\} \tag{2}$$

### 3 结果与分析

为了具有可比性,把各投入产出表中的相关数据换算为 2005 年不变价格数值后,换算系数为联合国统计署公布的我国各年总增加值的 2005 年不变价格数值与相应年度当年价格数值的比值.我国公布的 1987~2010 年间投入产出表中,未把黑色金属冶金业的数据单独列出,而是与有色金属一起列为“金属冶炼及压延加工业”,同时黑色金属的冶金和压延加工约占 2/3 左右.因此,对金属冶炼及压延加工业的分析结论可用于黑色金属冶金业.根据式(2)得出金属冶炼及压延加工业的  $i,v$  和  $p$ ,如表 1 所示.

用表 1 中的数据,根据前述铁矿消费强度的阶段性特征,把 1987~2010 年分三个时段应用上述分解模型对铁矿消费强度的增量进行分解,结果见表 2.

1987~1995 年间,金属冶炼及压延加工业的铁矿消耗系数  $i$  下降幅度较大,使铁矿消费强度也以较大的幅度下降( $\Delta c(i)=-97.6\text{ kg}\cdot10^{-4}\text{ ¥}$ );而该产业的产出效益  $v$  有所下降、产出比重  $p$  有所上升,三者的综合作用,使铁矿消费强度在这一时段微弱下降了  $24.1\text{ kg}\cdot10^{-4}\text{ ¥}$ .

表 1 金属冶炼及压延加工业技术经济指标与铁矿消费强度

Table 1 Technical and economic index and iron ore intensity of use for iron and steel smelting and rolling industry

年份	铁矿消耗 系数( $i$ ) ( $\text{t}\cdot10^{-4}\text{ ¥}$ )	产出效益 ( $v$ )	产出比重 ( $p$ )/%	整个经 济的铁 矿消费 强度( $c$ ) ( $\text{t}\cdot10^{-4}\text{ ¥}$ )
1987	2.294	0.323 0	3.07	0.218
1990	1.906	0.261 9	2.85	0.208
1992	1.716	0.284 5	3.39	0.204
1995	1.441	0.268 0	3.61	0.194
1997	1.785	0.203 7	2.09	0.183
2000	1.256	0.197 1	2.46	0.157
2002	1.183	0.244 0	3.08	0.149
2005	1.401	0.205 5	3.49	0.238
2007	1.208	0.195 2	4.48	0.277
2010	1.614	0.178 1	3.62	0.328



表 2 铁矿消费强度的增量分解

时段	$\Delta c(i)$	$\Delta c(r)$	$\Delta c(p)$	$\Delta c$
1987 ~ 1995	-97.6	39.4	34.2	-24.1
1995 ~ 2002	-33.7	16.2	-27.4	-45.0
2002 ~ 2010	70.3	71.3	37.3	178.9

1995 ~ 2002 年间,金属冶炼及压延加工业的铁矿消耗系数  $i$ 、产出效率  $v$  和产出比重  $p$  都是在较大的波动中小幅下降(见表 1), $i$  和  $p$  的下降使铁矿消费强度分别小幅降低了 33.7 和 27.4  $\text{kg} \cdot 10^{-4} \text{ ¥}$ 。综合起来,铁矿消费强度在这一时段出现中度下降( $\Delta c = -45.0 \text{ kg} \cdot 10^{-4} \text{ ¥}$ )。

2002 ~ 2010 年间,金属冶炼及压延加工业的铁矿消耗系数  $i$  显著上升,其产出效益显著下降,分别使铁矿消费强度显著升高了 70.3 和 71.3  $\text{kg} \cdot 10^{-4} \text{ ¥}$ ;其产出比重  $p$  进一步上升;三者合力推动铁矿消费强度大幅上升了 178.9  $\text{kg} \cdot 10^{-4} \text{ ¥}$ 。结果是我国这一时段的铁矿消费总量(以成品矿计)增长了四倍多,年均增长速度高达 22.7%,是同期 GDP 增速的二倍。

由此可见,铁矿消费强度在 1987 ~ 2002 年间的下降,主要来自金属冶炼及压延加工业的铁矿消耗系数的降低。从技术角度看,这一系数的降低反映了该时段以国有企业为主体的该产业的生产技术通过引进、消化和技术攻关不断提高,单位产品的铁矿用量不断降低;从供需角度看,如前所述,对钢铁的需求主要来自资本形成,这一时段的资本形成年均增长 9.62%,高于同期生铁和粗钢产量的年增长率(分别为 7.85% 和 8.15%),说明这一时期的钢铁供给在总体上存在一定的缺口,市场较好,单位产品的可比价格产值提高了,因而单位可比价格产值需要的铁矿量(即铁矿消耗系数)降低了。

2002 ~ 2010 年间的铁矿消费强度大幅上升,是金属冶炼及压延加工业的铁矿消耗系数、产出效益和产出比重共同作用的结果。投资与交易的完全市场化促进了钢铁产能快速扩张。一方面,新增产能大部分集中于大路产品,技术与管理水平良莠不齐,不乏规模较小和技术相对落后的产能;另一方面,产能的增速(生铁和粗钢都年均增长 16.9%)超过资本形成的增速(年均增长 14.1%),出现了较明显的产能过剩,致使单位产品的可比价格产值没有增长。

4 结 论

1) 资本形成是钢铁需求的主导源动力,资本形成快速增长时,钢铁产能在需求的驱动下迅速扩张,在资本形成的增速明显高于 GDP 的增速(即占 GDP 的比重明显上升)时期,整个经济的铁矿消费强度随之上升。

2) 在我国经济进入新常态的经济和产业结构调整升级中,资本形成占 GDP 的比例会逐步下降,消费比例逐步上升,对钢铁需求的增长会明显放慢(甚至出现需求量的绝对下降),整个经济的铁矿消费强度也会逐步降低。钢铁冶炼与加工业在新形势下需要解决的主要矛盾是淘汰低端产品的过剩产能,通过技术升级推动产品结构升级,这样既可以扭转产业的产出效益低下的局面,实现健康稳定发展,又可降低其铁矿消耗系数,进一步促进铁矿消费强度下降。

参考文献：

[ 1 ] United States Geological Survey. Mineral commodity summaries[ EB/OL]. [ 2015 - 09 - 28 ]. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>.

[ 2 ] 石秀华,万场. 基于市场结构与市场势力视角的铁矿石市场研究[ J]. 金属矿山,2014,457( 7 ):56 - 60.  
( Shi Xiu-hua,Wan Yang. Research of iron ore market based on market structure and market power [ J]. *Metal Mine*, 2014,457( 7 ):56 - 60. )

[ 3 ] 郑明贵,谢为. 基于 BP 神经网络的我国铁矿资源需求情景分析[ J]. 金属矿山,2013, 441( 3 ):57 - 61.  
( Zheng Ming-gui,Xie Wei. Demand scenario analysis of iron ore minerals in China based on BP neural network[ J]. *Metal Mine*,2013,441( 3 ):57 - 61. )

[ 4 ] United States Geological Survey. China growing appetite for minerals[ EB/OL]. [ 2015 - 09 - 28 ]. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>.

[ 5 ] Kent C. Reflections on China and mining investment in Australia[ J]. *CorporateName = Reserve Bank of Australia*, 2013,15( 2 ):1 - 10.

[ 6 ] Costantini V, Gracceva F, Markandya A, et al. Security of energy supply: comparing scenarios from a European perspective[ J]. *Working Papers*,2005,35( 1 ):210 - 226.

[ 7 ] Nunes P D S. Towards a European strategy for the security of energy supply[ J]. *Vgb Powertech*,2002,82( 1 ):574 - 579.

[ 8 ] Khatib H. Energy intensity: a new look[ J]. *Energy Policy*, 1995,23( 8 ):727 - 729.

[ 9 ] Lechtenböhmer S. Security of energy supply[ J]. *Journal of China University of Mining & Technology*, 2008, 51( 10 ): 1998 - 2011.

[ 10 ] United Nations Statistics Division. GDP and its breakdown at constant 2005 prices in National currency, 1970 ~ 2013[ EB/OL]. [ 2015 - 09 - 28 ]. <http://unstats.un.org/unsd/snaama/dnlList.asp>.