

论单位生产总值钢产量及钢产量、 钢铁行业的能耗、物耗和排放

陆钟武, 岳 强, 高成康

(东北大学国家环境保护生态工业重点实验室, 沈阳 110819)

[摘要] 单位生产总值钢产量指标对于调控钢产量, 开展钢铁行业的节能、降耗和减排工作具有重要意义。首先给出了单位生产总值钢产量定义式, 引入了“在役钢量”概念及其计算式; 然后对单位 GDP 钢产量的定义式进行了两次变换, 导出具有分析功能的新定义式; 并以新定义式和钢产量计算式、钢铁行业能耗、物耗和排放计算式为依据, 对钢产量及钢铁行业的能耗、物耗和排放进行了分析; 最后, 进行了与钢铁行业相关各参数的分类, 并提出全面推进钢铁行业节能、降耗、减排工作的总体看法。

[关键词] 单位生产总值钢产量; 钢产量; 在役钢; 单位在役钢 GDP; 能耗

[中图分类号] F426 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2013)04-0023-07

1 前言

某时间段内某地的单位生产总值钢产量, 是指该时间段内该地的钢产量与生产总值之比。其中时间可长可短: 一年, 一季或一月等均可; 地域可大可小: 一个洲、一个国家、一个省、市等均可。

单位生产总值钢产量的定义式是

$$T = \frac{P}{G} \quad (1)$$

式(1)中, P 、 G 、 T 分别是同一时间段内, 同一地域的钢产量、生产总值和单位生产总值钢产量。

例如, 某年某国的单位生产总值钢产量是指该年该国的钢产量与国内生产总值之比。在文献中, 国内生产总值一词, 常用 GDP 三个英文字母表示, 它是 Gross Domestic Product 的缩写。这样, 单位国内生产总值钢产量一词就经常被“单位 GDP 钢产量”替代。

式(1)也适用于各省、市、区等, 不过其中的 P 、 G 、 T 分别是同一时间段内这个省、市、区等的钢产量、生产总值和单位生产总值钢产量。省、市、区等

的单位生产总值钢产量, 也可称为该省、市、区等的“单位 GDP 钢产量”。

为了强调单位 GDP 钢产量的重要性, 先说明以下 3 点。

第一点: 将式(1)改写成如下形式

$$P = G \times T \quad (2)$$

从中可更清楚地看到, 在 GDP (G 值) 为常数的条件下, 钢产量 (P 值) 与单位 GDP 钢产量 (T 值) 二者成正比, 即 T 值越大, P 值就越大, 反之亦然。

第二点: 在式(2)等号两侧同乘以钢铁行业的吨钢平均能耗, 或吨钢平均物耗, 或吨钢平均排放, 得到以下公式

$$E = P \times e = G \times T \times e \quad (3a)$$

$$M = P \times m = G \times T \times m \quad (3b)$$

$$W = P \times w = G \times T \times w \quad (3c)$$

式(3)中, e 、 m 、 w 分别为钢铁行业的吨钢平均能耗、吨钢平均物耗和吨钢平均排放; E 、 M 、 W 分别为钢铁行业的能耗、物耗和排放。

由式(3)可见, 在 G 、 e 、 m 、 w 等值均为常数的条件下, 钢铁行业的能耗、物耗、排放与单位 GDP 钢产量

[投稿日期] 2012-10-31

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(71003018); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(N110402003)

[作者简介] 陆钟武(1929—), 男, 上海市人, 中国工程院院士, 教授, 博士生导师, 研究方向为冶金热能工程和工业生态学

二者成正比,即 T 值越大, E 、 M 、 W 值越大,反之亦然。

第三点:通常,随之而来的另一个问题是:一个国家(省、市)的单位GDP钢产量越大,则在全国(省、市)的能耗、物耗和排放中,钢铁行业所占的比重越大。

以上3点表明,单位GDP钢产量是一个十分关键的参数;无论在钢产量问题上,还是在钢铁行业能耗、物耗、排放问题上以及它们三者在全国所占的比重问题上,都是如此。这个参数理应成为人们关注的焦点。

然而,实际情况并非如此。长期以来,人们对于这个参数一直关注不够,研究工作更是几乎空白。文献[1~6]对钢产量问题有所论述,但关于单位GDP钢产量指标鲜有文献加以论述。这种情况对于调控钢产量,开展钢铁行业的节能、降耗、减排工作,对于全面实施可持续发展战略,都是极其不利的。我们希望这种情况能得到及早扭转。

在这样的认识基础上,近年来开展了单位GDP钢产量的研究工作。本文是其中基础性研究成果的一部分。

本文的基本思路是:先引入“在役钢量”概念及其计算式;然后对单位GDP钢产量的定义式(即式(1))进行参数变换,导出具有分析功能的新定义式,并以新定义式和式(2)、式(3)为依据,对钢产量及钢铁行业的能耗、物耗、排放,进行分析。最后,进行参数的分类,并提出全面推进钢铁行业节能、降耗、减排工作的总体看法。

2 在役钢量的概念和计算式

为了对单位GDP钢产量定义式(即式(1))进行参数变换,必须引入“在役钢量”的概念及其计算式。

在役钢量,是指某时间段内某地域内处于使用过程中的全部钢制品中所含的钢量。其中,时间段可长可短:一年、一季或一月等均可;地域可大可小:一个洲、一个国家、一个省、市等均可。所谓钢制品,是指各种人造的含钢制品,包括房屋建筑、基础设施、机器设备、交通工具、各类容器和生活用品等。

由于各种钢制品的使用寿命都是有限的,因此,凡是已报废或不再使用的钢制品中所含的钢量,均不再计入在役钢量之内。

$$T_{\tau} = \frac{P_{\tau}}{P_{\tau} + P_{\tau-1} + P_{\tau-2} + \dots + P_{\tau-\Delta\tau+1}} \bigg/ \frac{G_{\tau}}{P_{\tau} + P_{\tau-1} + P_{\tau-2} + \dots + P_{\tau-\Delta\tau+1}} \quad (6)$$

如图1所示,设第 τ 年某国各种钢制品的平均使用寿命为 $\Delta\tau$ 年,则在不考虑进出口贸易和库存量变化的前提下,第 τ 年该国的在役钢量 S_{τ} 等于

$$S_{\tau} = P_{\tau} + P_{\tau-1} + P_{\tau-2} + \dots + P_{\tau-\Delta\tau+1} \quad (4)$$

式(4)中, S_{τ} 为第 τ 年该国的在役钢量,t/a; P_{τ} 、 $P_{\tau-1}$ 、 $P_{\tau-2}$ 、 \dots 、 $P_{\tau-\Delta\tau+1}$ 分别为第 τ 年、第 $(\tau-1)$ 年、第 $(\tau-2)$ 年 \dots 第 $(\tau-\Delta\tau+1)$ 年该国的钢产量,t/a。

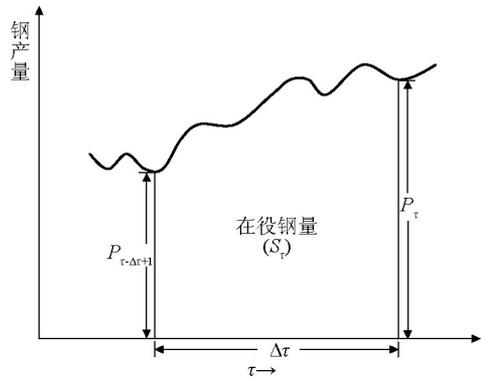


图1 在役钢示意图

Fig.1 Schematic diagram of in-use steel

式(4)是第 τ 年该国在役钢量的计算式;如果时间不是按年算、地域不是一个国家,那么式中各参数的量纲必须与之相符。

由式(4)可知,在其他条件相同的情况下,延长钢制品的平均使用寿命($\Delta\tau$ 值),是增大在役钢量的唯一途径。在国民经济运行过程中,提高 $\Delta\tau$ 值更是杜绝浪费、建设资源节约型、环境友好型社会的重要抓手。

3 单位GDP钢产量定义式的一次变换

由式(1)知,第 τ 年某国单位GDP钢产量的定义式为

$$T_{\tau} = \frac{P_{\tau}}{G_{\tau}} \quad (5)$$

式(5)中, T_{τ} 为第 τ 年该国的单位GDP钢产量; P_{τ} 为第 τ 年该国的钢产量; G_{τ} 为第 τ 年该国的GDP。

本节将对式(5)进行一次变换。

在变换过程中,先将式(5)等号右侧的分子和分母都除以第 τ 年该国的在役钢量,即除以 $(P_{\tau} + P_{\tau-1} + P_{\tau-2} + \dots + P_{\tau-\Delta\tau+1})$,这样得到式(6)

再令

$$\Phi_{\tau} = \frac{P_{\tau}}{P_{\tau} + P_{\tau-1} + P_{\tau-2} + \dots + P_{\tau-\Delta\tau+1}} \quad (7)$$

$$H_{\tau} = \frac{G_{\tau}}{P_{\tau} + P_{\tau-1} + P_{\tau-2} + \dots + P_{\tau-\Delta\tau+1}} \quad (8)$$

则式(7)变为

$$T_{\tau} = \frac{\Phi_{\tau}}{H_{\tau}} \quad (9)$$

式(9)中, Φ_{τ} 为第 τ 年该国钢产量与在役钢量之比, 它是影响 T_{τ} 值的“钢产量因子”; H_{τ} 为第 τ 年该国 GDP 与在役钢量之比, 它是影响 T_{τ} 值的“GDP 因子”。

式(9)是第 τ 年该国单位 GDP 钢产量 (T 值) 定义式的一次变换式。

由式(9)可见: 在不考虑进出口贸易和库存量变化的条件下, 影响 T_{τ} 值的因素只有两个, 一是 Φ_{τ} 值, 二是 H_{τ} 值。在 H_{τ} 值为常数的条件下, T_{τ} 值与 Φ_{τ} 值成正比, 即 Φ_{τ} 值越大, T_{τ} 值越大, 反之亦然。在 Φ_{τ} 值为常数的条件下, T_{τ} 值与 H_{τ} 值成反比, 即 H_{τ} 值越大, T_{τ} 值越小, 反之亦然。

必须指出, H_{τ} 是宏观经济方面的一个指标。 H_{τ} 值的大小取决于产业结构、产品结构、技术水平和水平等。提高 H_{τ} 值的途径是调整产业、产品结构, 提高技术和管理水平。

此外还必须指出, 式(6)和式(9)的适用范围较宽: 在第 τ 年与第 $(\tau-\Delta\tau+1)$ 年之间, 钢产量无论怎样变化, 这两个公式都是适用的, 因为在上述变换过程中, 从未在钢产量的变化情况方面提出过任何约束条件。因此, 式(6)和式(9)是进一步研究 T_{τ} 值的基础。

4 单位 GDP 钢产量定义式的二次变换

单位 GDP 钢产量定义式的二次变换是在一次变换的基础上进行的。本节将在以下 3 种特定条件 (见图 2) 下阐明该定义式的二次变换。

第 1 种特定条件: 在第 τ 年与第 $(\tau-\Delta\tau+1)$ 年之间, 钢产量保持不变;

第 2 种特定条件: 在第 τ 年与第 $(\tau-\Delta\tau+1)$ 年之间, 钢产量呈线性增长, 且年增量不变;

第 3 种特定条件: 在第 τ 年与第 $(\tau-\Delta\tau+1)$ 年之间, 钢产量呈指数增长, 且年增长率不变。

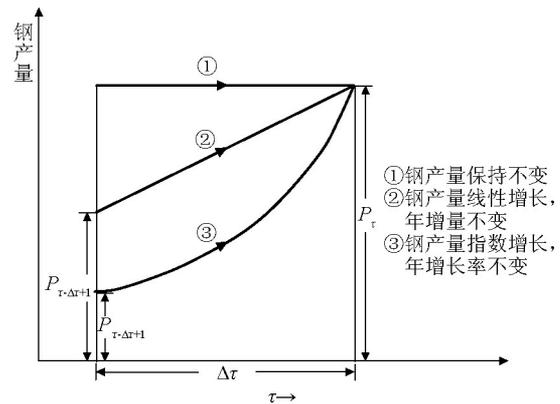


图 2 钢产量变化的 3 种特定条件

Fig.2 Three kinds of specific conditions for steel output changes

4.1 第一种特定条件下, 单位 GDP 钢产量定义式的二次变换

在这种特定条件下, 钢产量保持不变

$$\text{即 } P_{\tau} = P_{\tau-1} = \dots = P_{\tau-\Delta\tau+1}$$

将上式代入式(4), 得

$$S_{\tau} = \Delta\tau \times P_{\tau} \quad (10)$$

再将式(10)代入式(6), 则得

$$T_{\tau} = \frac{P_{\tau}}{H_{\tau} \times \Delta\tau \times P_{\tau}}$$

化简后得

$$T_{\tau} = \frac{1}{H_{\tau} \times \Delta\tau} \quad (11)$$

式(11)中, T_{τ} 为第 τ 年某国的单位 GDP 钢产量, t/元; H_{τ} 为第 τ 年某国的单位在役钢量 GDP, 元/(t·a); $\Delta\tau$ 为第 τ 年某国钢制品平均使用寿命, a。

式(11)是在第 τ 年与第 $(\tau-\Delta\tau+1)$ 年之间钢产量保持不变情况下单位 GDP 钢产量定义式的二次变换式。

式(11)可改写成如下形式

$$T_{\tau} = \frac{\Phi_{\tau}}{H_{\tau}} \quad (12)$$

式(12)中, $\Phi_{\tau} = \frac{1}{\Delta\tau}$ 是钢产量不变情况下的钢产量因子。式(12)是式(11)的最终表达式。

总之, 在钢产量保持不变的情况下, 对单位 GDP 钢产量定义式进行二次变换后, 得到的看法是: 影响 T_{τ} 值的因素只有两个: 一是 $\Delta\tau$ 值, 二是 H_{τ} 值。在 H_{τ} 值为常数的条件下, T_{τ} 值与 $\Delta\tau$ 值成反比, 即 $\Delta\tau$ 值越大, T_{τ} 值就越小, 反之亦然。延长钢制品的平均使用寿命 ($\Delta\tau$ 值), 提高单位在役钢 GDP (H_{τ} 值),

是降低 T 值的两个重要抓手。

4.2 第二种特定条件下,单位 GDP 钢产量定义式的二次变换

在这种特定条件下,钢产量呈线性增长,且年增量(设为 k)不变。

设第一年的钢产量($P_{\tau-\Delta\tau+1}$)为 P_1 ,即

$$P_{\tau-\Delta\tau+1} = P_1$$

则 $P_{\tau-\Delta\tau+2} = P_1 + k$

...

$$P_{\tau-1} = P_1 + (\Delta\tau - 2)k$$

$$P_{\tau} = P_1 + (\Delta\tau - 1)k$$

将 P_{τ} , $P_{\tau-1}$, $P_{\tau-2}$, ..., $P_{\tau-\Delta\tau+1}$ 代入式(4),得

$$S_{\tau} = \Delta\tau \times [P_1 + \frac{1}{2}(\Delta\tau - 1) \times k] \quad (13)$$

再将式(13)代入式(6),则得

$$T_{\tau} = \frac{P_1 + (\Delta\tau - 1)k}{H_{\tau} \times \Delta\tau \times [P_1 + \frac{1}{2}(\Delta\tau - 1) \times k]} \quad (14)$$

式(14)是在第 τ 年与第 $(\tau - \Delta\tau + 1)$ 年之间钢产量呈线性增长,且年增量不变情况下单位 GDP 钢产量定义式的二次变换式。

式(14)可改写成如下形式

$$T_{\tau} = \frac{\Phi_{\tau}}{H_{\tau}} \quad (15)$$

式(15)中, $\Phi_{\tau} = \frac{P_1 + (\Delta\tau - 1)k}{\Delta\tau \times [P_1 + \frac{1}{2}(\Delta\tau - 1) \times k]}$ 是钢产量呈

线性增长,且年增量不变情况下的钢产量因子。

式(15)是式(14)的最终表达式。

总之,在钢产量呈线性增长,且年增量不变的情况下,对单位 GDP 钢产量定义式进行二次变换后,得到的看法是:影响 T_{τ} 值的因素有 3 个:一是 $\Delta\tau$ 值,二是 H_{τ} 值,三是 k 值。延长钢制品的平均使用寿命($\Delta\tau$ 值),提高单位在役钢 GDP(H_{τ} 值),降低钢产量的年增量(k 值),是降低 T_{τ} 值的重要抓手。

4.3 第三种特定条件下,单位 GDP 钢产量定义式的二次变换

在这种特定条件下,钢产量呈指数增长,且年增长率(设为 p)不变。

设第一年的钢产量($P_{\tau-\Delta\tau+1}$)为 P_1 ,即

$$P_{\tau-\Delta\tau+1} = P_1$$

则 $P_{\tau-\Delta\tau+2} = P_1(1+p)$

...

$$P_{\tau-1} = P_1(1+p)^{\Delta\tau-2}$$

$$P_{\tau} = P_1(1+p)^{\Delta\tau-1}$$

将 P_{τ} , $P_{\tau-1}$, $P_{\tau-2}$, ..., $P_{\tau-\Delta\tau+1}$ 代入式(4),得

$$S_{\tau} = \frac{P_1 \times [(1+p)^{\Delta\tau} - 1]}{p} \quad (16)$$

再将式(16)代入式(6),则得

$$T_{\tau} = \frac{P_1(1+p)^{\Delta\tau-1}}{H_{\tau} \times \frac{P_1 \times [(1+p)^{\Delta\tau} - 1]}{p}}$$

化简后得

$$T_{\tau} = \frac{p(1+p)^{\Delta\tau-1}}{H_{\tau} \times [(1+p)^{\Delta\tau} - 1]} \quad (17)$$

式(17)是在第 τ 年与第 $(\tau - \Delta\tau + 1)$ 年之间钢产量呈指数增长,且年增长率不变情况下单位 GDP 钢产量定义式的二次变换式。

式(17)可改写成如下形式

$$T_{\tau} = \frac{\Phi_{\tau}}{H_{\tau}} \quad (18)$$

式(18)中, $\Phi_{\tau} = \frac{p(1+p)^{\Delta\tau-1}}{(1+p)^{\Delta\tau} - 1}$ 是钢产量呈指数增长,且年增长率不变情况下的钢产量因子。

式(18)是式(17)的最终表达式。

总之,在钢产量呈指数增长,且年增长率不变的情况下,对单位 GDP 钢产量定义式进行二次变换后,得到的看法是:影响 T_{τ} 值的因素有 3 个:一是 $\Delta\tau$ 值,二是 H_{τ} 值,三是 p 值。延长钢制品的平均使用寿命($\Delta\tau$ 值),提高单位在役钢 GDP(H_{τ} 值),降低钢产量的年增长率(p 值),是降低 T_{τ} 值的重要抓手。

图 3 所示为钢产量呈指数增长,且年增长率不变情况下的钢产量因子(Φ)与钢产量的年增长率(p)和钢铁制品的平均使用寿命($\Delta\tau$)间的关系曲线。图 3 中横坐标为钢产量的年增长率 p ,纵坐标为钢产量因子 Φ ,每条曲线对应不同的钢制品平均使用寿命 $\Delta\tau$ 。由图 3 可见,随着钢产量年增长率的提高,对应的钢产量因子是逐步上升的。由图 3 还可见,在同样的钢产量年增长率情况下, $\Delta\tau$ 值愈小,对应的钢产量因子愈大,反之亦然。

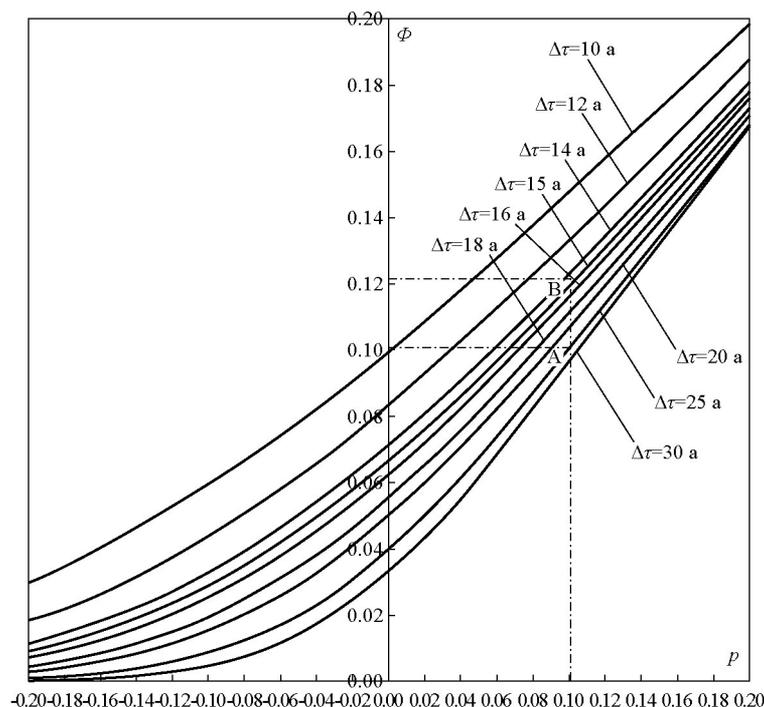


图3 $\phi=f(p, \Delta\tau)$ 图

Fig.3 Diagram for $\phi=f(p, \Delta\tau)$

5 钢产量及钢铁行业能耗、物耗和排放的分析

5.1 钢产量的分析

先将式(1)改写成如下形式

$$P_{\tau} = G_{\tau} \times T_{\tau} \quad (19)$$

式(19)中, P_{τ} 为第 τ 年某国的钢产量; G_{τ} 为第 τ 年该国的GDP值; T_{τ} 为第 τ 年该国的单位GDP钢产量。

式(19)是分析钢产量问题的基本方程。从中可清楚地看到:在GDP(G_{τ} 值)为常数的条件下,钢产量(P_{τ} 值)与单位GDP钢产量(T_{τ} 值)成正比,即 T_{τ} 值越大, P_{τ} 值就越大。

5.2 钢铁行业能耗、物耗和排放的分析

钢铁行业的能耗、物耗和排放三者的分析方法是相同的。本节将以能耗为例,说明这种方法。

为此,将式(3a)改写成如下形式

$$E_{\tau} = P_{\tau} \times e_{\tau} \quad (20)$$

式(20)中, E_{τ} 为第 τ 年某国钢铁行业的能耗; e_{τ} 为第 τ 年该国的吨钢平均能耗; $P_{\tau} = G_{\tau} \times T_{\tau}$ 为第 τ 年该国的钢产量。

式(20)是分析钢铁行业能耗的基本方程式。

由前面的分析,以下将设定几种情景,探讨钢产量的增长模式、钢制品的平均使用寿命、单位在役钢量GDP、吨钢平均能耗等因素对单位GDP钢产

量、钢铁行业能耗等指标的影响。

情景I:已知第 τ 年a,b两国的单位在役钢GDP值相同,都等于 H_{τ} ,钢制品平均使用寿命相同,都等于25年;但在第 τ 年与第 $(\tau-\Delta\tau+1)$ 年之间,a国钢产量一直保持不变,而b国的钢产量呈指数增长,年增长率为10%。问该年b国单位GDP钢产量值是a国的几倍?

情景II:同情景I,但第 τ 年b国的钢制品平均使用寿命为15年。问该年b国的单位GDP钢产量是a国的几倍?

情景III:同情景II,但第 τ 年b国的单位在役钢量GDP为 $0.6H_{\tau}$ 。问该年b国的单位GDP钢产量是a国的几倍?

情景IV:同情景III,但设第 τ 年这两个国家的GDP值相等。问在这种情况下,该年a和b两国钢产量之比等于几?

情景V:同情景IV,但设第 τ 年b国钢铁行业的吨钢平均能耗比a国高30%^[7](在第 τ 年与第 $(\tau-\Delta\tau+1)$ 年之间,由于a国钢产量保持不变,第 τ 年的废钢资源必较充足,而b国则钢产量高速增长,废钢资源必较短缺,故设b国钢铁行业的吨钢平均能耗比a国高30%)。问第 τ 年这两个国家钢铁行业的能耗之比等于几?

以上5种情景的具体分析结果见表1。

表1 情景分析结果
Table 1 Results of scenario analysis

情景	a、b两国对比指标	数值
情景I	单位GDP钢产量	1:2.5
情景II	单位GDP钢产量	1:3
情景III	单位GDP钢产量	1:5
情景IV	钢产量	1:5
情景V	钢铁行业能耗	1:6.5

6 参数的分类及从中得到的启示

6.1 参数的分类

本文在对钢产量和钢铁行业的能耗、物耗、排放进行分析的过程中,涉及了不少参数。本文将对这些参数进行分类,并阐明各类参数之间的关系。

以钢产量呈指数增长这一情况为例,参数的分类如图4所示。图中将所涉及的全部参数划分为3类,即

第(1)类:基础参数;第(2)类:中间参数;第(3)类:工作指标。

基础参数($p, \Delta\tau, H_t, G_t, e_t, m_t, w_t$),会影响到中间参数值(ϕ_t, T_t),而中间参数又会影响到钢铁行业的工作指标(P_t, E_t, M_t, W_t)。人们的目的是改善工作指标,但人们所能直接规定和掌控的因素,既不是中间参数,也不是工作指标,而是基础参数。因此,重要的是要在深入研究中间参数的基础上,弄

清第(1)、(3)两类变量之间的关系。这正是本文重点研究单位GDP钢产量(T 值)的原因所在。

还要说明,基础参数包括钢铁行业外部的参数和内部的参数两个部分。其中,外部参数($p, \Delta\tau, H_t, G_t$)与整个经济社会运行状况有关^[1],而内部参数(e_t, m_t, w_t)基本上只与钢铁行业本身有关。

6.2 从参数分类中得到的启示

从上述参数的分类中得到的重要启示是:钢铁行业的节能、降耗、减排工作,要两手一起抓,一手抓钢铁行业内部的各项基础参数(e_t, m_t, w_t),一手抓钢铁行业外部的各项基础参数($p, \Delta\tau, H_t, G_t$)。前几项参数由钢铁行业自己抓,后几项参数由钢铁行业以外的有关部门抓。行业内部的各项基础参数要有限额,行业外部的各项参数也要有限额。

钢铁行业以外的有关部门要随时监控各中间参数,尤其是 T 值;要千方百计逐步使 T 值降下来。只有这样,才有可能收到良好的效果。

现在容易产生的片面性是只抓钢铁行业内部的各项参数,而置外部的各项参数于不顾。这种抓节能降耗减排的办法,充其量只能说抓了一半,丢了一半,而且丢掉的可是一大半,效果不会很好!

总之,我国钢铁行业的高能耗、高物耗、高排放问题是行业内部和外部两方面的原因造成的。为了解决这个问题,必须从内、外两方面着手,而且,相比之下,从外部着手更为重要!

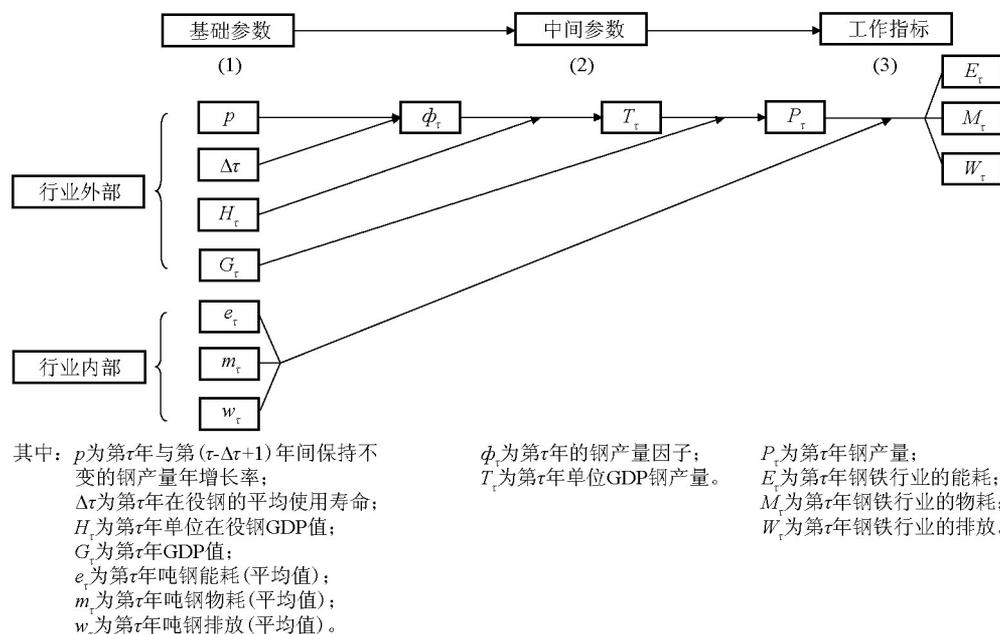


图4 参数分类图

Fig.4 Diagram of parameters classification

7 结语

本文对单位 GDP 钢产量的定义式进行了两次参数变换;对钢产量、钢铁行业的能耗、物耗、排放进行了必要的分析;对所涉及的参数进行了分类;提出了钢铁行业节能、降耗、减排工作要内、外两手一起抓的总体思路。希望本文对科学发展观的贯彻和落实能有所裨益。

参考文献

[1] 陆钟武,岳 强. 钢产量增长机制的解析及 2000—2007 年我国

钢产量增长过快原因的探索[J]. 中国工程科学, 2010, 12(6): 4-11.

[2] 郭利杰. 钢铁工业发展周期及中国钢产量饱和点预测[J]. 科技和产业, 2011, 11(3): 5-8.

[3] 徐向春,王玉刚. 中国钢铁消费峰值的探讨[J]. 冶金经济与管理, 2007(1): 35-39.

[4] 李 凯,代丽华,韩 爽. 产业生命周期与中国钢铁产业极值点[J]. 产业经济研究, 2005(4): 39-43.

[5] 王彦佳. 中国钢铁行业产业生命周期及钢产量预测[J]. 预测, 1994(5): 16-19.

[6] 中国选矿技术网. 我国钢铁及铁矿石需求预测[EB/OL]. http://www.mining120.com/html/1101/20110104_22381.asp, 2012-10-05.

[7] 陆钟武. 论钢铁工业的废钢资源[J]. 钢铁, 2002, 37(4): 66-70.

Study on steel output per unit GDP and steel production, energy consumption, materials consumption & wastes emission of steel industry

Lu Zhongwu, Yue Qiang, Gao Chengkang

(SEP Key Laboratory of Eco-Industry, Northeastern University, Shenyang 110819, China)

[Abstract] Steel output per unit GDP is an important index for controlling steel output, for energy-saving, materials-decreasing and wastes-reducing of steel industry. This paper first gave the definition of steel output per unit GDP, introduced the concept and calculating formula of “in-use steel”, Then two times of transformation for the definition formula of steel output per unit GDP were undertaken to obtain the new definition formulas with analytic function. Steel output and energy consumption, materials consumption & wastes emission of steel industry were analyzed by using the new definition formulas of steel output per unit GDP, calculating formulas of steel output, energy consumption, materials consumption & wastes emission. Finally parameters related to steel industry were categorized and overall view for comprehensive promoting energy-saving, materials-decreasing and wastes-reducing of steel industry were put forward.

[Key words] steel output per unit GDP; steel output; in-use steel; GDP generation per unit in-use steel; energy consumption