



No.C2017002

2017-01-25

## 我国制造业产能利用率的衡量与企业生产率估算\*

余淼杰 金洋 张睿

**内容提要：**产能利用率的衡量是理解和解决产能过剩问题的关键。利用资本折旧率作为代理变量，本文在生产函数分析框架中构建了一种同时衡量产能利用率和生产率的方法。该方法清晰界定了产能利用率的概念，并具有广泛的可扩展性。我们利用该方法估计了中国工业企业 1998 年到 2007 年间的产能利用率。我们发现，在此期间中国工业企业的产能利用率经历了一个整体上升的过程，但是不同性质的企业具有高度的异质性。生产率较高、人均资本存量较低、出口产出比更高以及利润率更高的企业更有可能伴随更高的产能利用率。本文还以钢铁行业为例分析了产能利用率在地域和时间维度上的差异。

**关键词：**产能利用率 生产率 产能过剩

---

\* 余淼杰，北京大学国家发展研究院中国经济研究中心，邮政编码：100871，电子邮箱：[mjyu@nsd.pku.edu.cn](mailto:mjyu@nsd.pku.edu.cn)；金洋，北京大学国家发展研究院中国经济研究中心，邮政编码：100871，电子邮箱：[jinyang@pku.edu.cn](mailto:jinyang@pku.edu.cn)；张睿，北京大学国家发展研究院中国经济研究中心，邮政编码：100871，电子邮箱：[rayzhangrui23@126.com](mailto:rayzhangrui23@126.com)。作者感谢袁东、崔晓敏、智琨等提出的宝贵意见。当然，文责自负。

## 一、引言

产能过剩已经成为当前中国最受关注的经济问题之一。自上世纪 90 年代末以来，政府部门先后在 1999 到 2000 年，2003 到 2004 年，2006 年，2009 年到 2010 年，2013 年五个时间段进行产能过剩的集中治理（卢锋，2010；余淼杰和崔晓敏，2016；赵昌文等，2015）。2016 年，“去产能”被列为当年我国经济发展的五项任务之首。与政策界对这一问题的广泛关注形成鲜明对比的是，学术研究中还缺乏具有广泛接受度的产能利用率的刻画方式和衡量估计手段。目前文献中关于产能过剩问题的成因和治理方法，对产能过剩问题的讨论仍然停留于理论机制探讨，而缺乏实证数据佐证。

研究产能过剩问题的核心问题是产能利用率的衡量。由于大部分企业无法通过直接调查获取设备利用率的情况，借助已有的微观调查数据来推测工业企业的产能利用率就成为学术研究中最现实的方法。但是，已有的利用微观企业数据对产能利用率进行估计的框架面临着两个主要的问题：第一，在概念界定上，企业的产能利用率与企业的生产率区分不够清晰；第二，对企业的行为假设过于苛刻。由于这两个核心的问题无法克服，目前尚未有一种被学术界和政策界广泛接受的产能利用率的衡量方法。

结合 Greenwood et al. (1988) 的理论框架和 Akerberg et al. (2015) 的全要素生产率估计方法，本文提出了一种全新的利用资本折旧率作为主要代理变量估计产能利用率的方法。其基本思想是，产能利用率越高，企业的资本折旧率越高。通过对产能利用率和资本折旧率的潜在函数关系形式的假设，我们能够借助可观察的资本折旧率信息估计不可观察的产能利用率的信息。与此同时，借助半参数方法，我们可以利用企业的中间投入品信息或者投资信息对企业的不可观察的生产率进行同步估计。这一方法清晰地区分了企业的产能利用率和生产率两个不同的概念，并在同一个框架设定里对两者进行了同时的估计。同时，本文的估计框架并不需要研究者相比于企业决策者有更多的信息，对企业的信息集的假设与主流的生产率估计方法一致，从而具有更广泛的适用性。

本文估计得到的生产率是控制了要素投入利用率后估算而得的全要素生产率。传统忽略要素投入利用率的生产率估计面临的问题是：企业估计得到的生产率过低有可能纯粹是要素投入的利用率过低造成的。而这一问题也成为对消息对生产率冲击具有严格外生性要求的消息冲击（News Shocks）文献中的关键难题。目前主流文献中最重要估计方法是 Basu et al. (2006) 提出的以工人平均劳动时间为代理变量的估计方法。本文的另一贡献即在于提出了一种全新的考虑要素投入利用率的生产率的估计。相比于已有方法，本文的方法不但不需要工人平均劳动时间这一对中国数据无法轻易获得的变量信息，而且对劳动力投入性质的设定更加宽松。特别地，本文的方法能够得到要素投入的利用率的直接估计结果，这是已有方法所无法实现的。

利用中国工业企业数据库（1998-2007），本文对中国工业企业的产能利用率进行了估计。估计结果显示，多数行业的产能利用率在 1998 年到 2007 年之间经历了一个整体上升的过程，与宏观的经济增长背景相一致。所有行业的生产率在此期间都经

历了一个显著增长过程。未经资本利用率调整的生产率估计存在显著的误差，并且其误差系统性地受到企业的产能利用率、资本存量和劳动力投入的影响。

我们估计得到的产能利用率与企业其它特征有符合直观的联系。产能利用率与企业的资本密集度和上期存货比率存在明显的负相关，而与企业的生产率、利润比率存在明显的正相关关系。国有企业的产能利用率平均要低于非国有企业；出口企业则要高于非出口企业。

我们还着重分析了钢铁行业在 1998 年到 2007 年间的产能利用率特征。我们发现钢铁行业的产能利用率呈现明显的所有制和地域异质性。因此在理解和处理产能过剩问题中，企业间的异质性是必要的考虑。

## 二、文献综述

对产能利用率最直接的衡量方法是直接调查法。对于有设计生产能力的行业，比较企业的实际产出与其设计的生产能力，即可以作为产能利用率的衡量。但是这一方法只适用于少数拥有设计生产能力的行业。更重要的是，这一方法实施成本太高，因此很难在研究中直接采用。

现有的文献中，对产能利用率的衡量方法主要可以分为数据包络分析法和生产函数法两大类。

数据包络分析 (Data Envelopment Analysis) 由 Fare et al. (1989) 提出，并为董敏杰等 (2015) 用来测量中国工业行业的产能利用率。该方法的基本思想是将生产能力定义为给定投入下最有效率的产出。实际估计时，通过可观察到的投入和产出数据构建最有效率的生产企业构成的生产前沿面，然后根据各生产单元的固定资本测算其生产能力。但是这一方法的使用前提是行业内各企业之间生产率差别不大。如果企业间生产率差别较大，那么生产率低的企业相比于生产率高的企业构成的生产前沿面，其给定投入下的产出会明显偏低。因此，通过这一方法估计得到实际产出相比于潜在生产能力的比值较低的企业，既有可能是产能利用率较低，也有可能是生产率较低。随机生产前沿 (Stochastic Production Frontiers) 是基于数据包络分析法做出改进后的估计方法 (Fare et al., 1994)，同样面临类似的问题。因此我们看到文献中采用数据包络分析法主要在全要素生产率企业间差异较小的渔业 (Dupont et al., 2002; Kirkley et al., 2004) 等行业，而对于企业间生产率差异较大的工业制造业企业，并不合适。

生产函数法最早由 Berndt&Morrison(1981)提出，由 Morrison(1985)、Nelson(1989)等发展，并为韩国高等 (2011)、赵昌文等 (2015) 用来测量中国工业企业的产能利用率。该方法的基本思路是通过对成本函数的假设推测出一个理论上的潜在最优产出，并将实际产出与潜在最优产出的比值定义为产能利用率。这一做法面临的一个问题是潜在最优产出的推导依赖于对企业生产决策的严格假设。而企业真实面临的决策信息集以及行为方式通常不为研究者所知道，从而实际产出与潜在最优产出的偏离更有可能是研究假设相对于企业实际决策信息和方式的偏离。另一方面，如果给定的假设符合企业实际决策行为，那么企业的实际产出应该等于潜在最优产出，两者的差别意味着企业对其经济学上理性行为的偏离，而与通常理解中的产能利用率的涵义没有

直接联系。而从采用这一方法的估计结果来看，实际产出与估计得到的潜在最优产出的较大偏离是普遍存在的。

本文提出的产能利用率的定义与度量，避免了以上两类方法包含的问题。第一，本文提出的产能利用率与企业的生产率有着清晰的定义区别，并且可以同时对两者进行估计；第二，本文的产能利用率定义更加直观，其核心假设在于资本折旧率与产能利用率的正相关关系，而不依赖于对企业的最优化目标或者成本函数的苛刻假设。

表 1 总结了文献中已有的两类方法与本文提出方法的定义和各自的基本假设。

**表 1：主要的产能利用率的衡量方法对比**

方法	产能利用率定义	基本假设
数据包络分析法；随机生产前沿法	产出相比于根据企业要素投入组合对应的生产前沿企业产出的比值	企业间无生产率差异。
生产函数法	企业实际产出相比于根据企业资本存量推测出的理论最优产出的比值	企业理论最优产出对应的是企业产能利用率为 100%时的产出；企业实际产出与理论最优产出的差异完全来自于产能利用率。
本文方法	实际投入生产的资本与总资本存量的比值	企业的产能利用率越高，资本折旧率越大。

与本文相关的另一支文献消息冲击研究中，在要素利用率可变框架下的生产率的衡量。由于消息冲击的界定依赖于对生产率的正交假设，生产率的衡量要求对不可观察的要素利用率进行控制。Basu et al.(2006)在资本和劳动力均为准固定投入的假设下，推导出企业在经济学理性决策下工人人均工作时长可以作为资本利用率存在一定的函数关系，从而可以利用工人人均时长作为不可观察的资本利用率的代理变量，对要素利用率可变框架下的生产率进行估计。Fernald (2014)基于这一方法估计了美国的经利用率调整后的生产率季度估计值，并被消息冲击文献广泛采用(Sims, 2016)。本文提出的方法同时也能得到要素利用率可变框架下的生产率估计。相比于 Basu et al. (2006)的方法，本文提出方法的优势在于：第一，不依赖于劳动力投入作为准固定投入的假设；第二，本文对要素利用率可以得到直接的估计结果。针对中国数据而言，由于中国微观层面的工人平均工作时长数据难以获得，而本文提出的方法不依赖于这一数据，因此，对中国的要素利用率调整下的生产率估计，本文的方法具有更好的适用性。

### 三、定义与估计

#### (一) 产能利用率的定义

在本文中，我们参照 Greenwood et al. (1988)的理论框架，从资本使用程度的角度刻画产能利用率。为方便说明，我们以 Greenwood et al. (1988)中的生产函数举例。假设企业的生产函数为： $Y_t = F(K_t^* H_t, L_t)$ 。其中  $Y_t$  是企业的时间  $t$  的产出值， $K_t^*$  是企业的资本存量， $L_t$  是企业的劳动力投入，而  $H_t$  即为我们产能利用率的衡量。给定企业的资本存量  $K_t^*$ ，企业选择实际投入生产的资本量  $K_t = K_t^* H_t$ 。 $H_t$  可以理解为生产设备的使用强度，或者单位时间内投入生产的设备比率。产能利用率越高，意味着给定资本存量下投入生产的资本量越大。与综述部分提到的三种产能利用率的定义相比，这里的产能利用率的定义与直观上的生产设备利用率的概念更为接近。

但是产能利用率的提高也会带来成本：更高的产能利用率会造成资本更快的折旧。我们定义资本的折旧率为资本折旧相对于资本存量的比率。资本作为准固定投入，在每一期决策时给定，企业实际投入生产的资本取决于企业的产能利用率。从而给定企业总的资本存量，企业的产能利用率越高，则企业的资本折旧越大，对应得到的该企业的资本折旧率也越高。因此，资本的折旧率是产能利用率的函数：

$$\delta_t = \delta(H_t)$$

并且  $\delta'(\cdot) > 0$ 。

企业的资本折旧率与产能利用率正相关的假设符合直觉，并且是我们估计产能利用率的关键设定。由于企业的资本折旧率可以观察，我们可以依赖于这一关系将企业的资本折旧率作为不可观察的产能利用率的代理变量，借助生产率估计文献中的控制函数方法（Olley&Pakes, 1996; Levinsohn&Petrin, 2003; Wooldridge, 2009; Akerberg et al., 2015），对产能利用率进行估计。

以上对产能利用率的设定广泛用于研究经济周期的文献（如 Smets&Wouters, 2007; Schmitt-Grohe&Uribe, 2012）中，但是都停留于理论上的推导和宏观层面的校准；尚未有文献利用该框架直接对产能利用率进行直接估计。本文将首次基于该框架设定，对企业层面的产能利用率进行估计。

## （二）产能利用率的估计

具体而言，我们假设生产函数形式如下的结构化增加值形式（Akerberg et al., 2015; Gandhi et al., 2016）：

$$Y_{it} = \min\{\beta_0 K_{it}^{\beta_k} L_{it}^{\beta_l} \exp(\omega_{it}), \beta_m M_{it}\} \exp(\varepsilon_{it}) \quad (3.1)$$

其中  $Y_{it}$  是企业  $i$  在时间  $t$  的产出值， $K_{it}$  是企业投入生产的资本量， $L_{it}$  是企业的劳动力投入， $M_{it}$  是中间品投入值。 $\omega_{it}$  是企业的希克斯中性的全要素生产率，不能被研究者观察到，但是可以被企业在决策时观察或预期到， $\varepsilon_{it}$  是企业的时间  $t$  进行投入决策选择时未能观察到与预期到的生产冲击。这一生产函数对中间品投入是里昂惕夫（Leontief）形式的，其设定可以克服一般包含可调整的要素投入的生产函数在使用控制函数法进行估计时面临的无法识别的问题（Gandhi et al., 2016）。在里昂惕夫一阶条件成立下，我们可以将生产函数化成如下的对数形式：

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.1')$$

其中小写字母变量均代表相应大写字母变量的对数值。

依照 Greenwood et al. (1988)的框架，我们对企业的产能利用率做出如下假设：

假设 1（产能利用率的定义）：企业的产能利用率  $H_{it}$  定义如下：

$$H_{it} \equiv \frac{K_{it}}{K_{it}^*} \quad (3.2)$$

其中  $K_{it}$  是企业实际投入生产的资本量，无法直接观察； $K_{it}^*$  是可观察到的企业可以投入生产的资本存量。

根据假设 1，我们有企业产能利用率的对数  $h_{it}$

$$h_{it} = k_{it} - k_{it}^* \quad (3.2')$$

假设 2（产能利用率与折旧率的关系）：企业  $i$  在  $t$  期的资本折旧率  $\delta_{it}$  是当期产能利用率的函数，即：

$$\delta_{it} = \delta(h_{it}) \quad (3.3)$$

并且  $\delta(\cdot)$  对  $h_{it}$  严格单调递增。

根据假设 2，我们可以将不可直接观察的产能利用率表示成折旧率的函数：

$$h_{it} = \delta^{-1}(\delta_{it}) \equiv g(\delta_{it}) \quad (3.3')$$

并且  $g(\cdot)$  对  $\delta_{it}$  严格单调递增。

依照 Akerberg et al. (2015)，我们对企业的生产决策做出如下假设：

假设 3（信息集）：企业在时间  $t$  时的信息集  $I_{it}$  包括  $t$  期以及之前的生产率  $\{\omega_{i\tau}\}_{\tau=0}^t$ ，而不包括未来的生产率  $\{\omega_{i\tau}\}_{\tau=t+1}^{\infty}$ 。暂时性生产冲击  $\varepsilon_{it}$  满足：

$$E[\varepsilon_{it}|I_{it}] = 0 \quad (3.4)$$

假设 4（一阶马尔科夫过程）：生产率分布满足：

$$p(\omega_{it+1}|I_{it}) = p(\omega_{it+1}|\omega_{it}) \quad (3.5)$$

这一分布被为企业所知。

假设 4 意味着我们可以将生产率表示成：

$$\omega_{it} = E(\omega_{it}|I_{it-1}) + \zeta_{it} = E(\omega_{it}|\omega_{it-1}) + \zeta_{it} = w(\omega_{it-1}) + \zeta_{it} \quad (3.5')$$

其中  $E(\zeta_{it}|I_{it-1}) = 0$ 。

假设 5（投入选择时点）：企业的资本存量由上期资本存量、上期投资和上期产能利用率决定：

$$k_{it}^* = \kappa(k_{it-1}^*, l_{it-1}, h_{it-1}) \quad (3.6)$$

企业的劳动力投入  $l_{it}$  以及产能利用率  $h_{it}$  在  $t-1, t$  或者  $t-b(0 < b < 1)$  时选择决定。

假设 6（中间投入品）：企业的中间投入品需求由同期的实际资本投入、劳动力投入和生产率决定，即：

$$m_{it} = f_i(k_{it}, l_{it}, \omega_{it}) \quad (3.7)$$

假设 7（单调性）：函数  $f_i(k_{it}, l_{it}, \omega_{it})$  对  $\omega_{it}$  严格单调递增。

根据假设 6、7，我们可以将生产率  $\omega_{it}$  表示成：

$$\omega_{it} = f_i^{-1}(k_{it}, l_{it}, m_{it}) \quad (3.7')$$

结合假设 1、2，我们有：

$$\omega_{it} = f_i^{-1}(k_{it}^* + h_{it}, l_{it}, m_{it}) = f_i^{-1}(k_{it}^* + g(\delta_{it}), l_{it}, m_{it}) \quad (3.7'')$$

于是产出  $y_{it}$  满足：

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + f_i^{-1}(k_{it}^* + g(\delta_{it}), l_{it}, m_{it}) + \varepsilon_{it}$$

$$\begin{aligned}
&= \beta_0 + \beta_k k_{it}^* + \beta_g g(\delta_{it}) + \beta_l l_{it} + f_t^{-1}(k_{it}^* + g(\delta_{it}), l_{it}, m_{it}) + \varepsilon_{it} \\
&= \Phi_t(k_{it}^*, l_{it}, m_{it}, \delta_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (3.8)
\end{aligned}$$

参照 Akerberg et al. (2015)的做法，我们分两步进行估计。第一步的矩条件为：

$$E(\varepsilon_{it}|I_{it}) = E[y_{it} - \Phi_t(k_{it}^*, l_{it}, m_{it}, \delta_{it})|I_{it}] = 0 \quad (3.9)$$

其中对于函数  $\Phi_t(k_{it}^*, l_{it}, m_{it}, \delta_{it})$ ，我们采用非参数的方法，利用多项式进行估计。第一步估计得到  $\widehat{\Phi}_t(k_{it}^*, l_{it}, m_{it}, \delta_{it})$ 。

第二步估计的矩条件为：

$$\begin{aligned}
E(\zeta_{it} + \varepsilon_{it}|I_{it-1}) &= E[\omega_{it} - w(\omega_{it-1})|I_{it-1}] = E[y_{it} - \beta_0 - \beta_k k_{it}^* - \beta_l l_{it} \\
&- \beta_g g(\delta_{it}) - w(\Phi_{t-1}(k_{it-1}^*, l_{it-1}, m_{it-1})) - \beta_0 - \beta_k k_{it-1}^* - \beta_l l_{it-1} - \beta_g g(\delta_{it-1})|I_{it-1}] = 0 \quad (3.10)
\end{aligned}$$

估计时将第一步得到的  $\widehat{\Phi}_{t-1}(k_{it-1}^*, l_{it-1}, m_{it-1}, \delta_{it-1})$  代入  $\Phi_{t-1}(k_{it-1}^*, l_{it-1}, m_{it-1})$ 。

给定  $g(\delta_{it})$  和  $w(\omega_{it-1})$  的函数形式，我们就可以从第二步中估计得到各项参数以及产能利用率和生产率。

### (三) 基准估计

为了说明具体的估计过程，我们遵循 Akerberg et al. (2015)的思路，假设生产率服从简单的一阶自相关关系：

$$\omega_{it} = \rho \omega_{it-1} + \xi_{it} \quad (3.11)$$

于是第二步估计的矩条件为：

$$\begin{aligned}
&E[(y_{it} - \beta_0 - \beta_k k_{it}^* - \beta_l l_{it} - \beta_g g(\delta_{it}) \\
&- \rho(\Phi_{it-1} - \beta_0 - \beta_k k_{it-1}^* - \beta_l l_{it-1} - \beta_g g(\delta_{it-1}))|I_{it-1}] = 0 \quad (3.10')
\end{aligned}$$

进一步地，还需要假设函数  $g(\delta_{it})$  的函数形式。直观而言，产能利用率与资本折旧率的关系具有如下三条基本性质：（1）资本折旧率对产能利用率单调递增；（2）当产能利用率为 0 时，资本折旧率为 0；（3）资本折旧率存在一个上限；当产能利用率为 1 时，资本折旧率达到该上限。相应的，产能利用率的自然对数  $g(\delta)$  需要满足如下性质：

$$(1) g'(\delta) > 0; (2) \lim_{\delta \rightarrow 0} g(\delta) \rightarrow -\infty; (3) \lim_{\delta \rightarrow \bar{\delta}} g(\delta) \rightarrow 0 \quad (3.12)$$

对于资本折旧率与产能利用率的关系，Greenwood et al. (1988)采用了指数函数的形式来刻画，并为之后的文献（Wen, 1998; Harrison&Weder, 2006; Burda&Severgnini, 2014; 等）所沿用。指数函数的性质满足（3.12）中的三个条件，因此在基准估计中，我们沿用其假设：

$$\delta_{it} = \delta(H_{it}) = \bar{\delta} H_{it}^\eta \quad (3.13)$$

其中  $\eta > 0$ 。于是，我们有：

$$h_{it} = \frac{1}{\eta} \ln\left(\frac{\delta_{it}}{\bar{\delta}}\right) \equiv g(\delta_{it}) \quad (3.13')$$

参数  $\bar{\delta}$  的含义为产能利用率达到 1 时对应的资本折旧率。注意在第二步的矩条件中，当  $g(\delta_{it})$  包含一个常数项参数时，该参数是无法同时与参数  $\beta_0$  同时界定的。此时

我们可以通过当产能利用率为 1 时折旧率达到上限 $\delta$ 的条件界定该参数，即我们可以从数据中获得企业充分利用资本时对应的资本折旧率数据，由  $g(\delta) = \ln(1) = 0$ ，来推导出其中的常数项参数。这同时也保证了产能利用率的估计值范围在 $[0, 1]$ 之间。

而参数  $\eta$  和其它的系数  $\beta_k$ 、 $\beta_l$ 、 $\beta_0$  则可以通过第二步的矩条件进行估计，于是我们可以用 GMM 方法对如下矩条件进行估计：

$$E\left[\left(y_{it} - \beta_0 - \beta_k k_{it}^* - \beta_l l_{it} - \beta_k \frac{1}{\eta} \ln\left(\frac{\delta_{it}}{\delta}\right) - \rho\left(\Phi_{it-1} - \beta_0 - \beta_k k_{it-1}^* - \beta_l l_{it-1} - \beta_k \frac{1}{\eta} \ln\left(\frac{\delta_{it-1}}{\delta}\right)\right)\right)\right]$$

$$\otimes (1 \quad k_{it}^* \quad k_{it-1}^* \quad l_{it} \quad l_{it-1} \quad \delta_{it} \quad \delta_{it-1} \quad \Phi_{it-1})' = 0 \quad (3.10'')$$

由此，我们能够同时估计出上式中的各项参数，从而计算得到产能利用率和全要素生产率的估计值。

#### （四）拓展

类似的，我们也可以参照 Olley&Pakes（1996）的方法，利用投资函数代替中间品投入函数，进行类似的估计。具体而言，我们只需将假设 6 用如下关于投资需求的假设来替代：

$$i_{it} = f_i(k_{it}, l_{it}, \omega_{it}) \quad (3.14)$$

相应的第一步估计调整为  $y_{it} = \Phi_i(k_{it}^*, l_{it}, i_{it}, \delta_{it}) + \varepsilon_{it}$ ，第二步估计的矩条件替换成：

$$E\left[\left(y_{it} - \beta_0 - \beta_k k_{it}^* - \beta_l l_{it} - \beta_k g(\delta_{it}) - w(\Phi_{it-1}(k_{it-1}, l_{it-1}, i_{it-1}) - \beta_0 - \beta_k k_{it-1}^* - \beta_l l_{it-1} - \beta_k g(\delta_{it-1}))\right) | I_{it-1}\right] = 0 \quad (3.15)$$

Wooldridge (2009) 提出的一步估计法也适用于以上的方法。在其框架下，我们同时对下面的矩条件进行一步估计：

$$E\left[\frac{\varepsilon_{it} | I_{it}}{\xi_{it} + \varepsilon_{it} | I_{it-1}}\right] = 0 \quad (3.16)$$

Yu（2015）强调了国有企业和非国有企业在生产方式上可能存在的差异，以及企业在中国进入世界贸易组织（WTO）之前和之后需求冲击导致的代理变量的函数形式的差异。我们的方法也可以在很容易地在第一步估计中加入国有企业变量与 WTO 变量与其它变量的交叉项，得到考虑国企与非国企以及加入 WTO 前后生产方式差别的生产率和产能利用率估计。

## 四、中国的企业产能利用率估计

### （一）数据

我们采用工业企业数据库（1998-2007）作为估计的样本。该样本涵盖了所有国有企业和年主营收入达到 500 万元的非国有工业企业。我们估算所需要的变量包括企业的产出值、劳动力投入量、固定资本存量账面值、当年固定资本折旧值。在估计之前，我们参考 Feenstra et al. (2014) 的做法，将资产总额、固定资产净值等主要财务指



标缺失或违背一般公认的会计准则（GAAP）的样本剔除。同时参考 Brandt et al. (2012)和 Yu（2015），将从业人员数小于 8 人的样本剔除。

企业的产出值和中间品投入值分别由 Brandt et al. (2012)估算的两位数行业的产出平减因子和投入平减因子进行平减。企业的资本折旧值由国家统计局发布的固定资产投资价格指数进行平减。资本存量真实值参照 Brandt et al. (2012)的方法进行估计。以平减后的折旧值与资本存量比值作为每个企业当年的折旧率。由于工业企业数据库中有一些明显不合理的折旧值，我们对于每个行业皆采用 95 分位上的折旧率作为参数 $\delta$ 的赋值，并且删去折旧率大于该值以及折旧率小于或者等于 0 的样本。注意在我们的估计方法中， $\delta$ 的选择只会影响常数项的估计值，而不会影响其它系数的估计值。换言之，我们计算的产能利用率是相对于折旧率达到上限 $\delta$ 的企业的产能利用率。因此对 $\delta$ 的赋值只会影响产能利用率的绝对水平，而不影响行业内各企业产能利用率的相对大小。

考虑到行业间的生产方式差异，所有的估计均在两位数行业内部进行。2003 年以后的两位数行业分类相比于 2002 年以前有所调整，我们参照 Brandt et al.（2012）的处理办法整合调整前后的行业分类。其中，烟草行业由于样本企业量过小而没有纳入估计。由于估计时需要借助滞后一期项的劳动力投入和资本存量作为矩条件，我们在估计参数时采用的有效样本只涵盖至少有两期存在于样本内的企业。但是考虑到在我们的设定框架中，参数都是不随时间改变的，只是在行业间存在差异，因此在利用至少有两期存在于样本内的企业得到参数的估计值后，我们可以利用估计得到的参数估算所有包含折旧率信息的企业的产能利用率。

表 2：各行业主要变量基本统计量

行业代码	产出值	中间品投入	资本存量	劳动力投入	资本折旧率	折旧率标准差	观测值
13	10.18	9.89	8.60	4.49	0.066	0.046	61,879
14	9.98	9.63	8.89	4.82	0.070	0.045	24,952
15	10.16	9.76	9.36	4.99	0.061	0.041	17,588
17	10.24	9.94	8.85	5.10	0.077	0.043	95,528
18	10.01	9.64	8.20	5.34	0.083	0.045	53,865
19	10.18	9.87	8.24	5.31	0.079	0.044	26,965
20	9.89	9.02	8.28	4.69	0.072	0.045	18,994
21	10.02	9.46	8.45	4.92	0.079	0.046	12,392
22	10.07	9.66	8.80	4.79	0.078	0.044	33,891
23	9.34	8.83	8.72	4.55	0.082	0.042	23,855
24	10.03	9.61	8.32	5.25	0.084	0.043	15,198
25	10.60	10.59	9.58	4.91	0.076	0.045	9,034
26	10.22	9.93	8.85	4.64	0.080	0.045	81,252
27	10.41	9.88	9.44	5.08	0.071	0.039	24,135
28	10.85	10.61	9.83	5.03	0.077	0.040	5,507
29	10.13	9.72	8.81	5.10	0.075	0.042	13,069
30	9.95	9.41	8.58	4.63	0.085	0.044	51,347
31	9.98	9.47	9.03	5.03	0.073	0.045	95,524
32	10.76	10.56	9.20	5.00	0.072	0.043	24,044
33	10.56	10.52	8.87	4.70	0.078	0.046	17,790
34	9.98	9.68	8.43	4.71	0.082	0.044	56,761

35	10.00	9.67	8.60	4.84	0.077	0.042	83,437
36	9.98	9.59	8.79	4.93	0.074	0.044	44,951
37	10.29	9.97	8.98	5.08	0.076	0.041	52,687
39	10.30	10.09	8.67	4.90	0.084	0.046	66,891
40	10.84	10.28	9.32	5.41	0.093	0.048	37,504
41	10.07	9.55	8.58	4.98	0.087	0.049	15,784
42	9.80	9.42	8.00	5.05	0.078	0.047	21,313

注释：（1）表 1 及本文的行业代码对应如下：13 农副食品加工业，14 食品制造业，15 饮料制造业，16 烟草制品业，17 纺织业，18 纺织服装、鞋、帽制造业，19 皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业，20 木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业，21 家具制造业，22 造纸及纸制品业，23 印刷业和记录媒介的复制，24 文教体育用品制造业，25 石油加工、炼焦及核燃料加工业，26 化学原料及化学制品制造业，27 医药制造业，28 化学纤维制造业，29 橡胶制品业，30 塑料制品业，31 非金属矿物制品业，32 黑色金属冶炼及压延加工业，33 有色金属冶炼及压延加工业，34 金属制品业，35 通用设备制造业，36 专用设备制造业，37 交通运输设备制造业，39 电气机械及器材制造业，40 通信设备、计算机及其他电子设备制造业，41 仪器仪表及文化、办公用机械制造业，42 工艺品及其他制造业。（2）表 1 中 产出值、中间品投入值、资本存量值、劳动力投入值均为自然对数值。

表 2 汇总了全部 28 个两位数行业内的有效样本企业的产出、中间品投入、资本存量和劳动力投入的自然对数值以及折旧率的均值及标准差。

钢铁行业所在的黑色金属冶炼及压延加工业（行业代码 32，包括炼钢、炼铁、钢压延加工业以及铁合金冶炼业四个子行业，以下简称钢铁行业）是产出、中间品投入和资本存量最高的行业之一。每个行业内的资本折旧率均值在 0.06 到 0.09 之间，平均折旧率最低的是饮料制造业，最高的是通信设备、计算机及其他电子设备制造业。钢铁行业的平均资本折旧率在不同行业只属于中等水平。由于我们在估计时考虑到行业间生产方式的差异，估计时不同行业采用的基准折旧率参数是不同的，因此同一折旧率对于不同行业内的企业对应的产能利用率可能是不一样的。因此，我们不能简单从平均的折旧率对不同行业的产能利用率进行比较。

各行业的折旧率的标准差均在 0.04 到 0.05 之间，这意味着各行业企业均存在较大的折旧率的变动，对应到我们的产能利用率估计，这也意味着各行业的产能利用率存在企业间的较大的差异性。这种企业间的产能利用率异质性是我们进行企业层面而非行业层面的产能利用率的重要理由。

## （二）基准估计结果

### 1. 参数估计结果

表 3 汇总了各行业主要参数的估计结果。

表 3：各行业主要参数估计结果

行业代码	$\beta_k$	$\beta_k^{ua}$	$\beta_l$	$\beta_l^{ua}$	$\eta$	$\bar{\delta}$	$\rho$
13	0.290	0.274	0.299	0.306	4.60	0.21	0.86
14	0.312	0.293	0.288	0.294	4.68	0.21	0.92

15	0.293	0.273	0.311	0.316	4.47	0.19	0.92
17	0.266	0.246	0.330	0.341	3.79	0.20	0.85
18	0.259	0.240	0.329	0.338	3.76	0.21	0.83
19	0.243	0.219	0.335	0.341	3.31	0.21	0.86
20	0.314	0.301	0.312	0.318	4.83	0.21	0.80
21	0.283	0.259	0.377	0.388	3.13	0.22	0.86
22	0.293	0.274	0.323	0.331	4.09	0.20	0.87
23	0.310	0.282	0.289	0.297	3.60	0.19	0.96
24	0.236	0.218	0.308	0.311	4.20	0.21	0.87
25	0.332	0.311	0.386	0.399	3.99	0.22	0.85
26	0.283	0.263	0.308	0.319	3.64	0.21	0.89
27	0.288	0.255	0.350	0.360	3.07	0.19	0.88
28	0.383	0.359	0.434	0.456	3.97	0.18	0.86
29	0.297	0.281	0.318	0.330	4.52	0.19	0.89
30	0.332	0.309	0.314	0.326	3.37	0.21	0.84
31	0.309	0.289	0.260	0.272	3.88	0.20	0.89
32	0.376	0.354	0.390	0.408	3.92	0.20	0.84
33	0.267	0.243	0.373	0.388	3.05	0.22	0.89
34	0.263	0.245	0.302	0.309	3.71	0.22	0.89
35	0.251	0.235	0.315	0.322	4.69	0.20	0.92
36	0.272	0.248	0.327	0.336	3.85	0.21	0.94
37	0.299	0.272	0.368	0.380	3.62	0.20	0.93
39	0.270	0.249	0.364	0.371	3.98	0.22	0.91
40	0.347	0.314	0.447	0.467	2.79	0.23	0.88
41	0.273	0.244	0.381	0.391	3.46	0.23	0.92
42	0.208	0.193	0.277	0.281	4.19	0.22	0.90

根据表 3 中第一列和第三列结果，资本对产出的贡献系数在 0.21 到 0.38 之间，劳动力投入对产出的贡献系数在 0.26 到 0.45 之间。钢铁行业的资本是所有行业中最高的。化学纤维制造业和通信设备制造业同样属于资本贡献较高的行业。工艺品制造业和皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业是资本贡献最低的两个行业。这都基本符合各行业的直观生产特征。由于我们没有对资本贡献份额和劳动贡献份额之和做参数上的约束，因此，资本份额高并不一定意味着劳动份额低。在所有 28 个行业中，劳动贡献系数最高的是资本贡献份额同样较高的通信设备制造业。劳动贡献系数最低的是非金属矿物制品业。钢铁行业的劳动贡献份额系数同样属于行业间偏高的水平，达到 0.39。

为了方便对比，我们还采用 Akerberg et al. (2015)的方法估计未考虑产能利用率的生产率。表 3 中的第二列和第四列分别为未经产能利用率调整估计得到的参数。我们发现，没有考虑产能利用率下的生产率估计会系统地低估资本的份额，高估劳动力投入的份额。这可能是因为没有考虑产能利用率的生产率估计框架将所有企业的产能利用率视作 100%，高估了实际投入使用的资本，从而在给定产出的情况下系统性低估了资本对产出的贡献。

各行业的折旧率上限均在 0.2 附近。上限最高的行业比上限最低的行业也只高了 0.05。需要强调的是，折旧率上限的选择会直接影响产能利用率的绝对水平，但是不会影响行业内产能利用率的相对水平。在行业内进行产能利用率的分析比较时，该参数的选择并不重要。

产能利用率对折旧率的系数估计值也基本稳定在 3 到 5 之间。其中系数估计值最小的是通信设备业，最高的是木材加工业。当行业间的折旧率上限一致时，这一系数越高，意味着相同的产能利用率对应的资本折旧率越低。因此同样的资本折旧率在系数高的行业对应的产能利用率较低。钢铁行业的系数为 3.92，在所有行业中处于中等水平。

生产率的自相关系数则基本稳定在 0.9 附近，与已有的文献中的生产率自相关估计结果一致。

## 2. 生产率估计结果

正如 Arkolakis (2010) 所强调，由 Olley&Pakes (1996)、Levinsohn&Petrin (2003) 等方法估计出来的企业生产率是无法直接在行业间进行比较的。因此我们参照 Chen et al. (2016)，将我们估计得到的生产率进行标准化。我们取每个行业 99 分位数上的企业生产率为基准，去掉 99 分位数以上的企业，计算其它企业的生产率相对于该企业的生产率的比值，作为企业的相对生产率。这一标准化的相对生产率取值范围在 0 到 1 之间，并且具备行业间的可比性。在本文之后的分析中，涉及企业生产率的分析估计均采用标准化后的企业生产率。

表 4：经过产能利用率调整的各行业企业平均生产率估计结果

行业代码	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
13	0.103	0.103	0.116	0.124	0.136	0.145	0.154	0.164	0.169	0.192
14	0.086	0.092	0.099	0.108	0.127	0.135	0.141	0.158	0.169	0.192
15	0.097	0.102	0.108	0.117	0.122	0.129	0.141	0.155	0.169	0.197
17	0.121	0.125	0.141	0.146	0.157	0.164	0.159	0.178	0.192	0.207
18	0.127	0.130	0.133	0.135	0.142	0.144	0.134	0.147	0.158	0.167
19	0.100	0.095	0.102	0.113	0.119	0.124	0.120	0.130	0.142	0.156
20	0.192	0.187	0.175	0.201	0.215	0.210	0.196	0.188	0.183	0.198
21	0.132	0.144	0.143	0.157	0.166	0.165	0.157	0.157	0.165	0.184
22	0.123	0.125	0.136	0.148	0.160	0.173	0.171	0.176	0.188	0.208
23	0.105	0.111	0.121	0.130	0.148	0.161	0.162	0.169	0.180	0.205
24	0.111	0.115	0.118	0.122	0.130	0.129	0.122	0.128	0.137	0.149
25	0.066	0.071	0.091	0.103	0.102	0.114	0.117	0.121	0.134	0.151
26	0.099	0.100	0.112	0.119	0.131	0.140	0.142	0.154	0.168	0.187
27	0.113	0.114	0.125	0.135	0.149	0.152	0.148	0.159	0.166	0.184
28	0.099	0.104	0.130	0.131	0.137	0.167	0.170	0.187	0.201	0.221
29	0.111	0.109	0.112	0.121	0.135	0.138	0.128	0.139	0.152	0.173
30	0.147	0.146	0.161	0.164	0.172	0.164	0.155	0.157	0.168	0.179
31	0.115	0.119	0.125	0.136	0.151	0.159	0.161	0.170	0.183	0.197
32	0.079	0.083	0.093	0.103	0.118	0.145	0.161	0.170	0.180	0.203
33	0.065	0.069	0.078	0.088	0.089	0.104	0.112	0.125	0.155	0.165
34	0.105	0.107	0.114	0.120	0.128	0.140	0.135	0.147	0.162	0.176
35	0.090	0.092	0.102	0.110	0.123	0.138	0.137	0.149	0.165	0.184
36	0.083	0.084	0.096	0.103	0.120	0.134	0.133	0.143	0.152	0.168
37	0.069	0.074	0.082	0.089	0.100	0.112	0.120	0.134	0.147	0.167
39	0.082	0.083	0.095	0.098	0.108	0.119	0.122	0.138	0.153	0.170
40	0.061	0.063	0.069	0.074	0.077	0.083	0.079	0.079	0.085	0.089
41	0.078	0.077	0.085	0.089	0.096	0.103	0.109	0.118	0.131	0.142

表 4 呈现了各行业 1998 年到 2007 年之间经产能利用率调整后的生产率均值。从时间趋势上来看，我们能够观察到几乎所有行业在此时间段内都经历了一个生产率的稳步上升过程。对于大部分行业，1998 年到 1999 年间生产率增长基本停滞，2001 年到 2002 年的增长最为显著，这可能与 1998 年到 1999 年间经济形势较差，2001 年中国加入 WTO、贸易自由化程度大大增加有关。2002 年以后的增长速度较为稳定。值得注意的是，钢铁行业经历的上升幅度是最大的。1998 年钢铁行业平均生产率 0.079，到 2007 年已经增长至 0.203。紧随其后的是化学纤维业。上升幅度最小的是木材加工业，在 1998 年到 2007 年间基本保持稳定。这可能与该行业技术进步较为缓慢有关。

为了对比，我们还利用我们的数据计算了未经产能利用率调整的生产率。我们可以对误差分解如下：

$$\begin{aligned} & \omega_{it}^{ua} - \omega_{it} \\ &= (y_{it} - \beta_0^{ua} - \beta_k^{ua}k_{it} - \beta_l^{ua}l_{it} - \varepsilon_{it}^{ua}) - (y_{it} - \beta_0 - \beta_k k_{it} - \beta_l l_{it} - \beta_k h_{it} - \varepsilon_{it}) \\ &= \beta_k h_{it} + (\beta_k - \beta_k^{ua})k_{it} + (\beta_l - \beta_l^{ua})l_{it} + \beta_0 - \beta_0^{ua} + \varepsilon_{it} - \varepsilon_{it}^{ua} \quad (4.1) \end{aligned}$$

在给定矩条件下，误差项带来的差异期望值为 0，即： $E(\varepsilon_{it} - \varepsilon_{it}^{ua} | I_{it-1}) = 0$ 。

因此，未考虑产能利用率的生产率估计误差包含两部分：一部分是将产能利用率视作 100% 带来的误差，一部分是参数估计误差。其中，第一部分  $\beta_k h_{it}$  为负值，并且产能利用率越低，该值越小，这意味着将产能利用率视作 100% 得到的生产率将被低估；第二部分的误差则是未考虑产能利用率带来的参数估计误差，其正负取决于企业的资本存量和劳动力投入。由表 3 中的参数估计结果，我们有  $\beta_k - \beta_k^{ua} > 0$  而  $\beta_l - \beta_l^{ua} < 0$ 。因此，对于高资本存量和低劳动力投入的企业，由参数估计造成的误差会使得生产率被高估。整体的生产率的估计误差由两种作用的相对大小决定。

各行业的生产率估计误差基本信息汇总在表 5 中。我们发现，大于大部分行业，由参数估计造成的误差占主导作用，导致了生产率被高估。生产率估计误差均值均-7% 到 8% 之间，具有显著的经济意义。

**表 5：各行业未经产能利用率调整的生产率估计误差**

行业代码	误差均值 (%)	误差标准差	生产率高估比例 (%)
13	6.43	1.96	99.71
14	1.07	2.59	67.02
15	1.25	2.91	65.43
17	5.13	2.41	97.99
18	6.56	2.20	99.64
19	5.58	3.01	96.65
20	7.19	1.73	99.96
21	7.08	2.85	98.87
22	5.14	2.36	98.30
23	-4.40	3.81	12.17
24	3.19	2.32	92.41
25	5.06	2.99	96.08
26	3.73	2.62	93.48
27	3.15	4.26	78.58

28	5.89	2.92	97.54
29	6.26	1.74	99.83
30	8.13	2.66	99.75
31	6.62	2.33	99.43
32	6.23	2.65	98.68
33	5.28	3.21	95.76
34	3.76	2.22	95.84
35	-0.17	1.89	45.29
36	-2.99	2.98	15.38
37	-7.30	3.69	2.80
39	-1.37	2.82	30.28
40	7.30	4.81	94.11
41	0.52	4.27	55.39
42	3.57	2.05	95.68

注：误差指的是未经产能利用率调整得到的生产率估计值与经过产能利用率调整的差。该值为正表示生产率被高估，反之则被低估。生产率高估比例指的是行业中所有企业该误差大于 0 所占的比例。

这一结果表明，未经产能利用率调整的生产率估计结果面临着明显的测量误差问题。由于这一误差大小由企业的资本存量、劳动力投入以及产能利用率直接决定，因此在利用未经产能利用率调整的生产率作为自变量进行回归分析时，如果不对企业的资本存量、劳动力投入和产能利用率或者其代理变量进行控制，就有可能造成回归估计的内生性问题，从而使得回归结果存在偏误。我们的结果揭示了生产率估计中进行产能利用率调整的重要性。

之前文献中考虑产能利用率调整的生产率估计，主要是 Basu et al.(2006)提出的方法。这一方法在一定的假设下，依赖于人均劳动力工作时长作为代理变量，进行产能利用率调整的生产率估计。我们的企业数据并不包含这一变量。相比于 Basu et al.(2006)的方法，我们的方法依赖于更宽松的假设，具有更广泛的适用性。

### 3. 产能利用率估计结果

产能利用率的行业层面的结果呈现在表 6 中。我们报告的是以资本存量为权重加权后的平均产能利用率。这一平均值刻画的是行业整体的产能利用率状况。产能利用率的行业均值集中于 0.6 到 0.8 之间。对于大部分行业而言，在 1998 年到 2007 年间，行业平均的产能利用率整体呈现明显的上升趋势，与该段时间内中国整体的经济增长趋势背景相一致。但是值得注意的是，不少行业产能利用率的顶峰出现在 2006 年甚至 2005 年，2007 年反而略有下降，显示产能利用率的波动很可能先于 GDP 等宏观经济周期指标。这也与资本投资活动的先行性质一致。

表 6: 各行业企业产能利用率估计平均值

行业代码	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
13	0.685	0.693	0.693	0.702	0.708	0.710	0.713	0.735	0.733	0.727
14	0.736	0.736	0.738	0.754	0.756	0.760	0.752	0.768	0.770	0.763
15	0.719	0.731	0.745	0.759	0.762	0.762	0.771	0.771	0.781	0.769
17	0.665	0.678	0.690	0.704	0.713	0.721	0.731	0.755	0.758	0.754
18	0.703	0.690	0.695	0.692	0.708	0.717	0.718	0.729	0.734	0.722

19	0.665	0.657	0.660	0.663	0.679	0.681	0.687	0.697	0.706	0.711
20	0.708	0.719	0.718	0.719	0.728	0.739	0.749	0.767	0.761	0.762
21	0.628	0.643	0.629	0.643	0.650	0.652	0.648	0.677	0.665	0.655
22	0.691	0.672	0.693	0.706	0.712	0.732	0.728	0.717	0.760	0.761
23	0.724	0.723	0.739	0.745	0.757	0.743	0.760	0.771	0.771	0.771
24	0.744	0.731	0.739	0.752	0.757	0.755	0.756	0.763	0.768	0.778
25	0.707	0.730	0.703	0.700	0.716	0.716	0.731	0.737	0.746	0.744
26	0.655	0.656	0.672	0.685	0.681	0.683	0.709	0.732	0.721	0.725
27	0.632	0.646	0.654	0.661	0.681	0.688	0.677	0.703	0.713	0.689
28	0.708	0.695	0.747	0.735	0.738	0.758	0.729	0.772	0.776	0.784
29	0.739	0.745	0.742	0.756	0.753	0.754	0.766	0.790	0.791	0.794
30	0.668	0.671	0.668	0.663	0.680	0.675	0.707	0.726	0.725	0.730
31	0.666	0.673	0.677	0.680	0.699	0.692	0.702	0.722	0.736	0.733
32	0.671	0.678	0.690	0.693	0.731	0.772	0.792	0.783	0.784	0.780
33	0.563	0.592	0.620	0.612	0.618	0.629	0.626	0.644	0.649	0.681
34	0.681	0.676	0.678	0.681	0.695	0.705	0.710	0.727	0.736	0.735
35	0.725	0.725	0.733	0.743	0.756	0.760	0.760	0.788	0.783	0.783
36	0.629	0.632	0.641	0.662	0.671	0.685	0.699	0.727	0.733	0.732
37	0.663	0.672	0.687	0.716	0.716	0.738	0.721	0.755	0.763	0.767
39	0.708	0.702	0.711	0.719	0.732	0.732	0.734	0.750	0.751	0.756
40	0.652	0.657	0.657	0.680	0.708	0.712	0.706	0.726	0.733	0.725
41	0.640	0.627	0.643	0.663	0.678	0.688	0.701	0.724	0.727	0.719
42	0.707	0.665	0.690	0.689	0.702	0.724	0.715	0.742	0.747	0.747

注释：本表报告的行业平均产能利用率是以资本存量为权重的加权平均产能利用率。

钢铁行业平均资本利用率的峰值出现在 2004 年，之后略有下降，但仍然高于 2003 年及之前的产能利用率水平。根据卢锋（2010）的整理，2004 年初中国政府对宏观经济过热的调控政策的重要组成部分是限制钢铁行业的投资增长过快。我们的衡量结果显示这一宏观调控使得 2004 年钢铁行业的产能利用率达到了顶峰。2005 年投资增速再次提升，我们衡量得到的产能利用率出现相应的下降。2006 年，政府再次从投资上对钢铁行业进行限制，而我们的结果中，这一年的产能利用率相比于 2005 年又有所回升。宏观调控政策的实施时点印证了我们的产能利用率衡量结果的合理性。

#### 4. 产能利用率的性质

为了初步探究产能利用率与其它企业特征之间的联系，我们以企业的产能利用率为因变量，企业的主要特征为自变量，分析了不同特征企业的产能利用率差异。其中存货比率用企业的存货值对产出值的比值衡量。企业的资本密集度用企业的资本存量对企业劳动力投入数量的比值衡量。企业的利润率为企业的当期利润对企业的产出值的比值。企业的规模用企业的资产总额度量。企业的生产率为我们估计得到的经产能利用率调整的生产率。回归结果汇总在表 7 中。

表 7：产能利用率与企业其它特征的回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
上期存货比率	-0.066***	-0.058***	-0.033***	-0.009***

	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
生产率	0.050***	0.022***	0.043***	0.053***
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
人均资本存量	-0.025***	-0.028***	-0.029***	-0.041***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
资产总额	0.010***	0.012***	0.010***	0.021***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
利润产出比	0.070***	0.059***	0.039***	-0.001
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
是否为国企			-0.047***	-0.006***
			(0.000)	(0.001)
是否为港澳台资企业			0.045***	0.009***
			(0.000)	(0.001)
是否为外资企业			0.050***	0.003
			(0.000)	(0.001)
出口产出比			0.006***	0.002***
			(0.000)	(0.001)
常数项	0.735***	0.726***	0.742***	0.718***
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.005)
行业*年份固定效应	N	Y	Y	Y
企业固定效应	N	N	N	Y
观测值	1,087,746	1,087,746	1,087,746	1,087,746
R2	0.045	0.089	0.118	0.047

注：因变量为企业的产能利用率。\*\*\*,\*\*,\*分别代表在 1%，5%，10%的水平上显著。括号内为标准差。除观测值外的所有数值均保留了三位小数。

在表 7 第（1）列中，我们没有控制任何固定效应，因此观察到的是截面和时间序列上的综合作用。第（2）列控制了行业和年份相乘的固定效应，观察到的是同一年同一行业内企业间的作用。第（3）列在第（2）列的基础上进一步加入了企业的所有制信息和出口产出比信息。第（4）列则控制了企业层面的固定效应和年份固定效应，观察到的是同一企业在时间序列上的作用。

我们发现，在所有回归中，企业的产能利用率均与企业上一期的存货比率、人均资本存量呈现负相关，与企业的生产率呈现正相关。这意味着，产能过剩更有可能出现在上期存货较多、资本密集度较高、生产率较低的企业。这些关系均符合我们对产能利用率和产能过剩的直观理解。上一期企业存货比率越高，则企业更有可能优先处理上一期存货，而降低本期的产能利用率。而企业的资本密集度越高，对于同一行业内的企业，意味着给定劳动力投入企业的资本存量越大，越有可能存在过度投资，从而造成产能利用率较低。企业的生产率和利润率的作用则与企业的竞争力相关：生产率高的企业更有可能面临更好的市场需求，从而选择更高的产能利用率。利润率与产能利用率的正相关关系在企业间比较显著，而在控制了企业层面的固定效应后则不显著，说明对同一个企业来说，当期的盈利情况与其产能利用率的联系并不明显。这可能是由于产能利用率低的时候盈利与产出同时下降，使得利润产出比不受显著的影响。



不同所有制企业中，国企的产能利用率要低于非国有企业。在非国有企业中，又以港澳台企业和外资企业的产能利用率最高。相比于非出口企业，出口企业的产能利用率要高于非出口企业；并且出口产出比越高，企业的产能利用率越高。这可能与出口企业拥有更广阔的市场，面临更大的需求有关。

总之，我们的产能利用率估计结果与其它企业特征之间的联系都符合同行对产能利用率和产能过剩问题的直观理解。需要强调的是，本回归结果强调的是不同特征企业的产能利用率特征，不涉及变量之间的因果关系探讨。

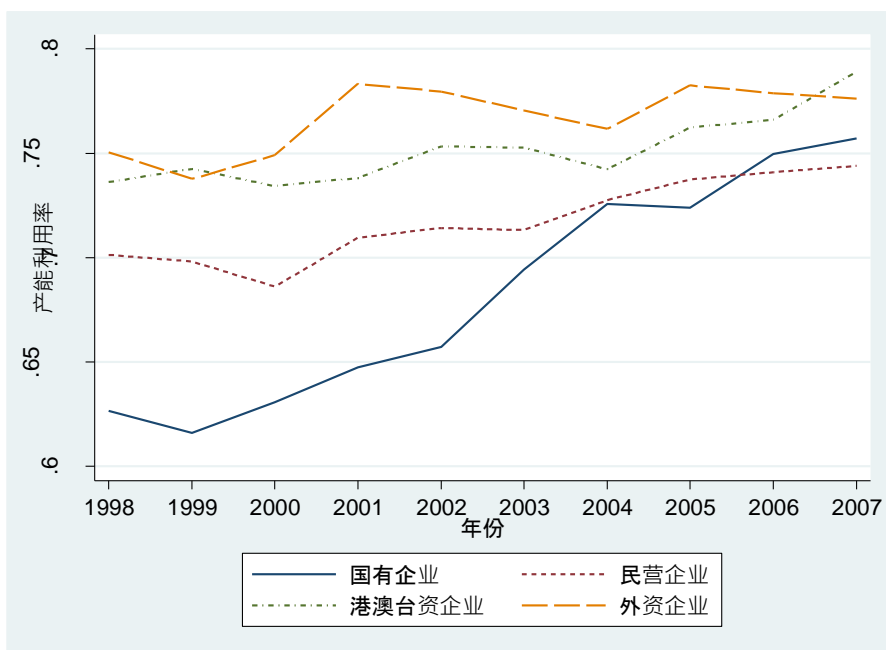
## 5. 钢铁行业的产能利用率

在中国的产能过剩问题上，钢铁行业是最受政策界和学术界关注的行业。因此，在这一节我们利用我们估计得到的产能利用率，分析钢铁行业在 1998 年到 2007 年间的产能利用率变化情况。

首先，我们对不同所有制企业的平均产能利用率进行对比。参照 Hsieh & Song (2015) 的标准，我们将注册登记类型为国有企业和国有企业资本份额超过 50% 的企业定义为国有企业。在非国有企业中，我们直接按照企业的注册类型区分民营企业、港澳台资企业以及外资企业。

图 1 展示了四类企业在样本时间段内的平均产能利用率的变动趋势。从该图中我们可以看出，港澳台资和外资企业的平均产能利用率一直稳定在 0.75 左右，始终高于民营企业和国有企业。民营企业在 2001 年后产能利用率有明显的上升，但是上升幅度相对较小。而国企的平均产能利用率则经历了最为显著的上升过程。在宏观经济形式相对萧条的 1998 年到 1999 年，国有钢铁企业的平均产能利用率在 0.65 以下。2000 年至 2004 年一直稳步上升，2005 年相比于 2004 年略有下降。2006 年和 2007 年，国企的平均产能利用率超过了非国有企业。

图 1：钢铁行业不同所有制企业产能利用率



之后，我们考察产能利用率的地域差异。根据我们的数据，我们挑选了河北、山东、江苏、辽宁四个产量最大的钢铁生产省份。这四个省份分别分布在中国的华北、华东和东北三个地区。我们根据企业的注册地信息计算了各省钢铁行业的平均产能利用率，并将结果呈现在图 2 中。

图 2：主要钢铁生产省份钢铁行业产能利用率

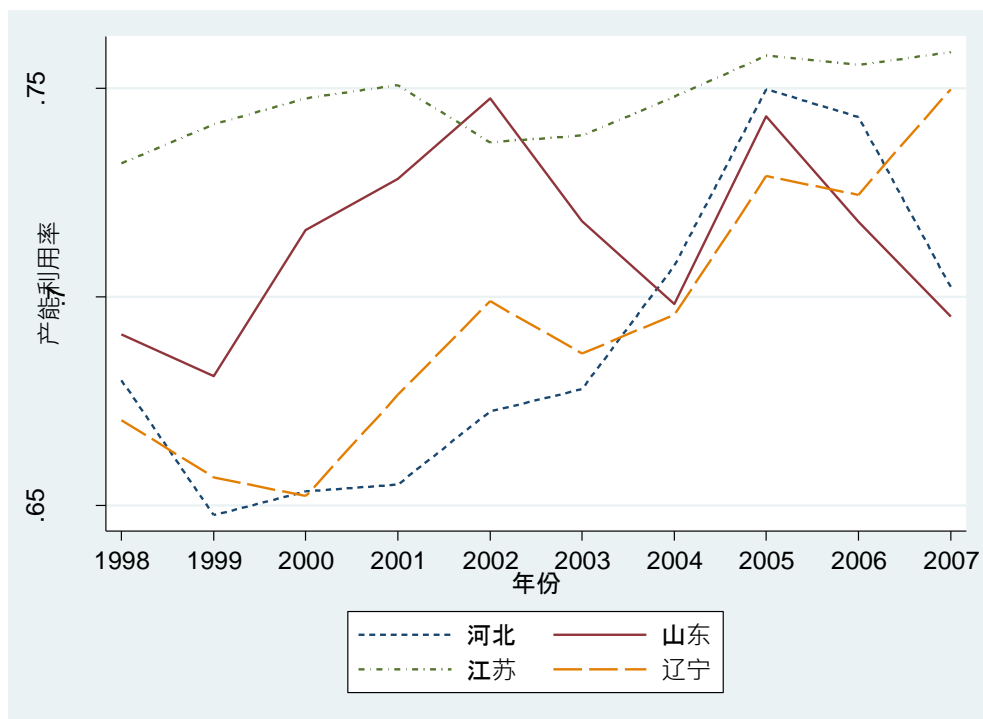


图 2 呈现了钢铁行业平均产量最大的四个省份的平均产能利用率变化趋势。从该图中可以看出，不同省份在 1998 年到 2007 年的产能利用率变化有着显著的地域差异

性。江苏省的产能利用率最为稳定，且其水平一直维持在较高的 0.75 附近。与之形成鲜明对照的是河北和辽宁两省，其 2003 年之前的平均产能利用率一直小于 0.7。在整体需求旺盛的 2005 年，四省份的产能利用率趋向于接近的高产能利用率水平。而在 2006 年到 2007 年间，辽宁江苏两省上升，而山东河北两省下降。因此，同样是钢铁行业，同样是钢铁生产大省，不同省份的钢铁的产能利用率有着很大的差别。在解决和处理产能过剩问题时，要充分考虑地域差异性。

### （三）稳健性检验

#### 1. 产能利用率的函数形式设定

在基准估计中，我们采用了指数函数的形式。Basu&Kimball(1997)建议采用如下的形式： $\delta(H_{it}) = \delta_0 + \delta_1 H_{it}^{\eta}$ 。将这一函数形式代入（3.12）的三个条件，经过简单的转换可以发现，其对应的产能利用率对折旧率的函数形式为：

$$h_{it} = g(\delta_{it}) = \frac{1}{\eta} \ln\left(\frac{\delta_{it} - \delta_0}{\delta - \delta_0}\right) \quad (4.1)$$

其中  $\delta_0$  为折旧率的下限。

因此我们在基准估计中采用的 Greenwood et al. (1988)的函数形式相当于该函数形式下折旧率下限为 0 时的特例。事实上，根据我们的样本中的折旧率数据显示，各个行业的企业折旧率下限皆与 0 十分接近。出于稳健性检验的考虑，我们也计算了以 5 分位数上的折旧率作为折旧率下限时的产能利用率。这一新的函数形式计算出来的产能利用率与基准估计的产能利用率相关系数高达 0.97，并且保持了 4.2.4 中产能利用率的性质。由于篇幅限制，不再在正文中报告具体结果。

#### 2. 国有企业与 WTO 的影响

我们参照 Yu (2015)，在第一阶段的估计中进一步加入国有企业二元变量和 WTO 二元变量与劳动、资本和中间品投入相乘的多项式。此外，在基准估计的第一阶段估计中，我们采取的是三阶项多项式。我们也尝试了加入四阶项。结果显示，这些一阶段估计中的调整，并不会给产能利用率的估计结果造成明显影响。加入这些因素后估计得到的产能利用率与基准估计得到的产能利用率相关系数高达 0.99。因此，我们的估计结果对这些因素具有很好的稳健性。

## 五、结论

本文在主流的生产率估计框架中提出了同时产能利用率的定义和估计方法。这一方法在较为宽松的假设下界定了产能利用率和生产率的概念，并以折旧率为代理变量，识别出企业层面的产能利用率。该方法具有很好的可拓展性。本文为理解产能过剩问题提供了一个实证分析的基本框架。

利用该方法，我们分析了中国工业企业的产能利用率和生产率。生产率估计结果显示，不考虑产能利用率调整的生产率估计结果会产生较大的偏差，从而在以生产率

作为关键自变量的实证回归估计中造成可能的偏误。因此，在生产率实证研究中，考虑投入要素的利用率因素是必要的。产能利用率估计结果显示，中国制造业企业的产能利用率在行业间和行业内都具有丰富的异质性。不同行业在样本时间段内呈现出不同的时序变化特征。即使是在同一行业，产能利用率在时间和地域维度上都有显著的差异性。不同所有制企业的产能利用率的水平和变化特征也有着显著差异。

本文只是初步检验了一些企业特征与企业产能利用率的相关关系。对产能利用率的影响因素的因果机制探讨，超过了本文讨论的范围，亟待后续研究探讨。

## 参考文献

董敏杰、梁泳梅、张其仔, 2015: 《中国工业产能利用率: 行业比较, 地区差距及影响因素》, 《经济研究》, 第 1 期。

韩国高、高铁梅、王立国、齐鹰飞、王晓姝, 2011: 《中国制造业产能过剩的测度、波动及成因研究》, 《经济研究》, 第 12 期。

卢锋, 2010: 《治理产能过剩》, 天则经济研究所 399 次学术报告会纪要。

余淼杰、崔晓敏, 2016: 《我国的产能过剩及其衡量方法》, 《学术月刊》, 第 12 期, 第 48 卷第 571 期, 第 53-62 页。

赵昌文、许召元、袁东、廖博, 2015: 《当前我国产能过剩的特征、风险及对策研究——基于实地调研及微观数据的分析》, 《管理世界》, 第 4 期。

Akerberg, Daniel A., Kevin Caves, and Garth Frazer. 2015. "Identification Properties of Recent Production Function Estimators." *Econometrica* 83 (6): 2411–2451.

Arkolakis, Costas. 2010. "Market Penetration Costs and the New Consumers Margin in International Trade." *Journal of Political Economy* 118 (6): 1151–1199.

Basu, Susanto, John G Fernald, and Miles S Kimball. 2006. "Are Technology Improvements Contractionary?" *The American Economic Review* 96 (5): 1418–1448.

Basu, Susanto, and Miles S Kimball. 1997. "Cyclical Productivity with Unobserved Input Variation." *National Bureau of Economic Research, Working Paper* 5915.

Baxter, Marianne, and Dorsey D. Farr. 2005. "Variable Capital Utilization and International Business Cycles." *Journal of International Economics* 65 (2): 335–47.

Berndt, Ernst R., and Catherine J. Morrison. 1981. "Capacity Utilization Measures: Underlying Economic Theory and an Alternative Approach." *The American Economic Review* 71 (2): 48–52.

Brandt, Loren, Johannes Van Biesebroeck, and Yifan Zhang. 2012. "Creative Accounting or Creative Destruction? Firm-Level Productivity Growth in Chinese Manufacturing." *Journal of Development Economics* 97 (2): 339–51.

Burda, Michael C, and Battista Severgnini. 2014. "Solow Residuals without Capital Stocks." *Journal of Development Economics* 109: 154–171.

Chen, Cheng, Wei Tian, and Miaojie Yu. 2016. "Outward FDI and Domestic Input Distortions: Evidence from Chinese Firms." *Meeting of the NBER's Working Group on the Chinese Economy*.

Doraszelski, Ulrich, and Jordi Jaumandreu. 2013. "R&D and Productivity: Estimating Endogenous Productivity." *The Review of Economic Studies* 80 (4): 1338–1383.

Dupont, Diane P, R Quentin Grafton, James Kirkley, and Dale Squires. 2002. "Capacity Utilization Measures and Excess Capacity in Multi-Product Privatized Fisheries." *Resource and Energy Economics* 24 (3): 193–210.

Fare, Rolf, Shawna Grosskopf, and Edward C Kokkelenberg. 1989. "Measuring Plant Capacity, Utilization and Technical Change: A Nonparametric Approach." *International Economic Review*, 655–666.

Fare, Rolf, Shawna Grosskopf, and CA Knox Lovell. 1994. *Production Frontiers*. Cambridge University Press.

Feenstra, Robert C, Zhiyuan Li, and Miaojie Yu. 2014. "Exports and Credit Constraints under Incomplete Information: Theory and Evidence from China." *Review of Economics and Statistics* 96 (4): 729–744.

Fernald, John. 2014. "A Quarterly, Utilization-Adjusted Series on Total Factor Productivity." Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper Series 2012-19.

Greenwood, Jeremy, Zvi Hercowitz, and Gregory W. Huffman. 1988. "Investment, Capacity Utilization, and the Real Business Cycle." *The American Economic Review* 78 (3): 402–17.

Harrison, Sharon G, and Mark Weder. 2006. "Did Sunspot Forces Cause the Great Depression?" *Journal of Monetary Economics* 53 (7): 1327–1339.

Hsieh, Chang-Tai, and Zheng Song. 2015. "Grasp the Large, Let Go of the Small: The Transformation of the State Sector in China." *Brookings Papers on Economic Activity*, 295–346.

- Kirkley, James, Catherine J Morrison Paul, and Dale Squires. 2004. "Deterministic and Stochastic Capacity Estimation for Fishery Capacity Reduction." *Marine Resource Economics*, 271–294.
- Morrison, Catherine J. 1985. "On the Economic Interpretation and Measurement of Optimal Capacity Utilization with Anticipatory Expectations." *The Review of Economic Studies* 52 (2): 295–309.
- Nelson, Randy A. 1989. "On the Measurement of Capacity Utilization." *The Journal of Industrial Economics*, 273–286.
- Olley, Steven, and Ariel Pakes. 1996. "The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry." *Econometrica* 64: 1263–1297.
- Schmitt- Grohé, Stephanie, and Martin Uribe. 2012. "What's News in Business Cycles." *Econometrica* 80 (6): 2733–64.
- Sims, Eric R. 2016. "Differences in Quarterly Utilization-Adjusted TFP by Vintage, with an Application to News Shocks." *National Bureau of Economic Research*, Working Paper 22154.
- Smets, Frank, and Rafael Wouters. 2007. "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach." *The American Economic Review* 97 (3): 586–606.
- Wen, Yi. 1998. "Capacity Utilization under Increasing Returns to Scale." *Journal of Economic Theory* 81 (1): 7–36.
- Yu, Miaojie. 2015. "Processing Trade, Tariff Reductions and Firm Productivity: Evidence from Chinese Firms." *The Economic Journal* 125 (585): 943–88.

## **Measures on Capacity Utilization Rate and Productivity Estimation for Chinese Manufacturing Firms**

Yu Miaojie, Jin Yang and Zhang Rui

(National School of Development, Peking University)

**Abstract:** The key to understand overcapacity is to measure capacity utilization rate. Using capital depreciation rate as proxy variable, we develop a method to measure capacity utilization rate and estimate productivity in production function analysis. Our method specifies the conception of capacity utilization rate and productivity. And it is highly extendable. We use our method to estimate the capacity utilization rate of Chinese manufacturing firms between 1998 to 2007. While Chinese firms experienced a rise in capacity utilization rate during the period, there are various forms of heterogeneity among firms. We find firms with higher productivity, lower capital intensity, higher exporting ratio and profit ratio tend to have higher capacity utilization rate. We also analysis the capacity utilization rate of steel industry.

**Key Words:** Capacity Utilization Rate; Productivity; Overcapacity

**JEL Classification:** D24, L11, O14