

《有偏技术进步、产业结构转型与工资收入差距》评阅书及作者修改说明

郭凯明, 罗敏. 有偏技术进步、产业结构转型与工资收入差距[J]. 中国工业经济. 2021(3):24-41.

外审意见 1 及作者修改说明

选题意义评价

自改革开放四十余年来中国经济经历了高速增长, 科技水平不断提高、产业结构逐渐优化, 然而在这一过程中劳动收入分配不平等问题仍然突出。本文正是针对这一现实情况, 从理论和实证两方面综合考察产业结构转型视角下技术进步对劳动收入分配的影响, 以期为中国有效实现经济结构升级和收入差距缩小双重目标提供理论依据及政策建议。因此, 本文选题具备一定现实意义。

内容创新评价

劳动收入差距和技能溢价问题向来是经济学研究的热点问题。既有研究通常将技能溢价归因于技能偏向型技术进步, 本文则站在产业结构转型升级视角, 考察技术进步方向对劳动收入分配的影响关系。尽管作者指出本文的创新点在于提出产业结构转型是理解技能密集经济发展和工资收入差距演化的重要视角, 但是文章本质上还是在考察技术进步对劳动收入份额的影响, 本文只是在技能和非技能密集型两部门情况下进行的研究。此外, 近期也陆续出现了关于技术进步、产业结构转型升级和要素收入分配的论文, 本文在思想上似乎与此类论文的区分度不大。因此, 本文研究内容的创新性有所欠缺。

存在的主要问题及具体修改建议

总体而言, 本文研究内容较为丰富, 作者的工作量值得肯定, 但是文章存在以下问题值得商榷, 作者需要仔细斟酌, 努力修改, 以进一步完善论文。

1. 正如上文所述, 本文在技能和非技能密集型两部门情形下, 数理演绎技术进步对技能和非技能劳动工资差距的影响, 提出工资差距的变动源于产业内劳动收入份额和产业结构的变化两方面。然而, 这一观点已有研究提及, 例如郭凯明(2019)提出智能扩展型技术提高会促使生产要素在产业间流动, 进而导致劳动收入份额变动。因此, 这一观点似乎在创新性和理论深度方面有所欠缺。审稿人认为(34)式和(36)式可能会成为论文的亮点, 即技能密集型部门的有偏技术进步对非技能密集型部门劳动收入分配的影响, 同理非技能密集型部门有偏技术进步对技能密集型部门的影响。建议作者部门间相互影响如何识别与界定应成为重点, 可使论文创新性得到提升。

回复: 根据您的专家意见, 我们修改了文章, 请您参见文章第 3、11 和 13 页着色部分。

(一) 正如您所指出的, 文章提出产业内部有偏技术进步通过产业结构转型渠道对两类技能劳动力工资收入差距产生影响, 这里所强调的产业结构转型视角与郭凯明(2019)较为接近。但是, 虽然大方向上文章与郭凯明(2019)都是从产业结构转型视角研究要素收入分配, 但就理论机制和主要结论而言, 还是存在很大区别的。实际上不仅郭凯明(2019), 其他如 Acemoglu & Guerrieri (2008)、Buera & Kaboski (2012)、Alvarez-Cuadrado et al. (2017)、Buera et al. (2018)等许多文献都从结构转型视角研究要素收入分配, 这些研究之间在理论机制和主要结论上也互有区别, 各有创新。与这些研究相比, 本文所强调的理论机制是不同的, 可能所作的工作还是有一定创新性和边际贡献的(具体修改内容请您参加文章第 2 页最后一段到第 3 页着色部分)。

(二)文章和郭凯明(2019)在理论机制和主要结论上还是有很大区别的。在郭凯明(2019)的研究中,人工智能改变了不同劳动密集程度的产业部门的相对比重,从而影响了劳动收入份额。但是他的研究中人工智能并非资本或劳动扩展型技术,人工智能服务也并不局限于特定产业内部,所替代的是资本和劳动共同形成的传统生产方式,并不会直接导致产业内部资本和劳动之间相互替代,因此劳动收入份额变动只是来自于产业结构转型。与之对比,文章强调了产业内部的要素扩展型技术进步不但会导致不同产业的产品相互替代,而且会促使产业内部不同技能的劳动相互替代,这是文章不同于郭凯明(2019)的理论视角,因而他提出的经济机制并不能直接应用于分析产业内部有偏技术进步对产业结构转型和工资收入分配的影响(比如把他研究中的资本和劳动,替换为高技能劳动力和低技能劳动力,也难以得出本文结论和理论机制)。此外,文章不但在定性上给出了理论前提条件,而且使用中国宏观经济数据进行了更加深入丰富的定量分析,可能相对而言也有更强的现实意义。

(三)我们完全赞同您关于(34)式和(36)式所蕴含的理论价值的建议,您对我们文章理论结论的认识和把握非常深刻且全面。我们认为您的建议可以增加论文的创新性,是非常有价值的。产业内部要素扩展型技术通过推动结构转型影响了其他产业的要素密集程度,这一结论确实是 Acemoglu & Guerrieri (2008)、Buera & Kaboski (2012)、Alvarez-Cuadrado et al. (2017)、Buera et al. (2018)、郭凯明(2019)等文献都没有涉及或深入讨论,的确应当在文章中增加篇幅来重点讨论,以丰富其经济机制的分析。

(四)我们根据您的建议,对文章做了如下三处具体修改。第一,在文章引言部分,我们补充了关于论文创新性的讨论,增加了从产业结构转型视角研究要素收入分配的文献比较。除了讨论与 Acemoglu & Guerrieri (2008)、Alvarez-Cuadrado et al. (2017)的区别外,特别明确说明了本文与郭凯明(2019)的区别和创新之处,请您参见文章第 3 页着色部分。第二,在文章理论分析的两个部分,我们着重强调了(35)式和(39)式(原(34)式和(36)式)所给出的理论结论,明确提出这是不同于现有文献的新的理论结论和视角,并且增加了理论机制分析,使用相对最多的篇幅来讨论这一结论背后的经济机制,请您参见文章第 11 页和第 13 页着色部分。第三,在文章摘要、引言部分的创新之处论述、理论分析部分的结论总结、结论部分的主要结论发现等部分,我们补充强调了一个产业内部的有偏技术进步也会通过产业结构转型渠道影响其他产业的要素密集程度,将其作为本文的一个重要结论,因修改较为分散,故未一一着色。

2. 混淆技能偏向型技术进步和技能扩展型技术进步。作者在模型框架部分提到当技能与非技能扩展型技术之比 A_j^H/A_j^L 提升时,称为技能偏向型技术进步,反之称为非技能偏向型技术进步。然而在理论分析部分,作者均是在考察 A_S^H 或 A_U^H 的增加即技能或非技能密集型产业发生技能扩展型技术进步对劳动收入份额和产业结构的影响。显然,技能偏向型技术进步并不等同于技能扩展型技术进步,这就导致模型推导结果和理论分析内容不一致的情况。

回复:原文没有说明为什么把分析技能扩展型技术进步的影响作为分析技能偏向型技术进步影响的重点,造成了歧义,为此,我们修改了文章,请您参见文章第 7-8 页着色部分,第 13-14 页着色部分,第 37-41 页着色部分。

(一)正如您所指出的,从定义上说有偏技术进步应当是 A_j^H/A_j^L 在变化,而不是技能扩展型技术 A_j^H 或 A_j^L 变化。但是文章在理论分析部分只单独分析 A_j^H 或 A_j^L 变化的影响,是由于 A_j^H/A_j^L 变化的影响总可以被分为一个无偏技术进步和一个技能扩展型技术进步这两

种技术进步的影响，而前者的影响在现有文献中已经被非常深入的研究了，因此为了避免分析过于复杂，希望文章仍然只关注后者的影响。

具体来看，实际上 A_j^H/A_j^L 变化可能是由于 A_j^H 或 A_j^L 一个技术变量变化，也可能是由于 A_j^H 和 A_j^L 两个技术变量同时变化。如果是前者，那么文章的分析也就自然而然成立了。而如果是后者，即 A_j^H 和 A_j^L 同时变化，我们可以把生产函数改写为：

$$Y_j = A_j^L \left[\alpha_j^{1/\sigma_j} (B_j H_j)^{(\sigma_j-1)/\sigma_j} + (1-\alpha_j)^{1/\sigma_j} (L_j)^{(\sigma_j-1)/\sigma_j} \right]^{\sigma_j/(\sigma_j-1)}$$

其中， $B_j = A_j^H/A_j^L$ 。可以看到， A_j^H 和 A_j^L 同时变化导致 A_j^H/A_j^L 变化的影响，就可以被分为上式中 A_j^L 变化的影响与 B_j 变化的影响（比如， A_j^H 提高 6 倍， A_j^L 提高 2 倍，可以看作 A_j^H 和 A_j^L 同时提高 2 倍，而 A_j^H 又相对而言进一步提高 3 倍）。前者体现为一种无偏技术进步，后者体现为技能扩展型技术进步。而上式中 A_j^L 变化的影响等价于全要素生产率变化的影响，即会通过价格效应对结构转型产生影响，其影响方向取决于产业部门产品之间的替代弹性，这在 Ngai & Pissarides (2007) 中已经做了非常深入的讨论，成为了结构转型的一大经典理论。因此，这里只需关注 B_j 的影响，而这和关注原生产函数中 A_j^H 一个技术变量变化的影响是完全等价的。因此，文章重点关注产业部门技能扩展型技术 A_j^H 的影响，以此作为技能偏向型技术进步的影响。也是由于这一原因，在 Wingender (2015), Alvarez-Cuadrado et al. (2017) 等文献中，甚至直接只引入一个要素扩展型技术，以此来衡量有偏技术进步。

但是原文没能说明把分析技能扩展型技术进步的影响作为分析技能偏向型技术进步影响的依据，为此我们把上述解释精简，补充在文章第 7-8 页着色部分，希望能够解释清楚，改进这一问题。

（二）在上述解释中， A_j^H 和 A_j^L 两个技术变量同时变化的影响可以被分解为一个无偏技术进步和一个技能扩展型技术进步的影响，这还可以通过模型的均衡条件给出。以 A_s^H 和 A_s^L 同时变化为例。此时模型均衡条件可以写作：

$$\frac{(1-x^H)^{1/\sigma_u}}{(x^H)^{1/\sigma_s}} H^{1/\sigma_u-1/\sigma_s} = \frac{\alpha_u^{1/\sigma_u}}{\alpha_s^{1/\sigma_s}} \left(\frac{\omega_u}{\omega_s} \right)^{1/\varepsilon} \frac{Y_u^{1/\sigma_u-1/\varepsilon}}{Y_s^{1/\sigma_s-1/\varepsilon}} \frac{(A_u^H)^{(\sigma_u-1)/\sigma_u}}{(A_s^L)^{(\sigma_s-1)/\sigma_s} (B_s)^{(\sigma_s-1)/\sigma_s}}$$

$$\frac{(1-x^H)^{1/\sigma_u}}{(1-x^L)^{1/\sigma_u}} \frac{H^{1/\sigma_u-1/\sigma_s}}{L^{1/\sigma_u-1/\sigma_s}} = \frac{\alpha_u^{1/\sigma_u} (1-\alpha_s)^{1/\sigma_s}}{\alpha_s^{1/\sigma_s} (1-\alpha_u)^{1/\sigma_u}} \frac{(A_u^H)^{(\sigma_u-1)/\sigma_u}}{(A_u^L)^{(\sigma_u-1)/\sigma_u}} \frac{(x^H)^{1/\sigma_s}}{(B_s)^{(\sigma_s-1)/\sigma_s} (x^L)^{1/\sigma_s}}$$

其中， $B_s = A_s^H / A_s^L$ 。从上面两式可以看到， A_s^H 和 A_s^L 同时变化的影响可以被分为 A_s^L 变化的影响和 B_s 变化的影响，前者 A_s^L 变化即完全等价于无偏技术进步的影响，而后者 B_s 变化的影响完全等价于文章只对 A_s^H 变化的影响的分析。

(三) 我们进一步认识到，原文非常有必要补充关于产业部门内部无偏向技术进步的影响，虽然现有文献已经较为清楚的展示了其中的理论机制，但把对结构转型和技能密集程度变化的影响同时纳入进来，进行分析讨论，可能从文章研究的完整性上来看，也是非常有必要的。为此，我们在理论分析部分专门增加了一小节来讨论结构转型经典理论中的收入效应和价格效应在模型中的影响，把对结构转型、技能密集程度和工资收入差距的影响进行细致的讨论，其中价格效应即为无偏技术进步的影响。请您参见文章第 13-14 页着色部分。并且，我们增加了文章附录 A3，大幅补充了关于产业内部无偏技术进步影响的理论分析和数理证明过程，希望能够使论文的理论分析更加全面。请您参见文章第 37-41 页着色部分。

3. 模型中要素密集度的表征不准确。作者以各产业技能劳动的产出弹性即收入份额 θ_j^H 表征该产业的技能劳动密集程度，这一衡量并不准确。因为要素密集度是不同生产中要素投入结构的相对概念，例如通常以资本和劳动投入比衡量资本密集度， X 和 Y 部门的资本和劳动投入比分别为 K_X/L_X 和 K_Y/L_Y ，当 $K_X/L_X > K_Y/L_Y$ 时，表明 X 部门的资本更为密集。而技能劳动收入份额 $\theta_j^H = W_j^H H_j / P_j Y_j$ ，其不仅受到要素投入数量的影响，也会受到要素价格的影响。因此，作者在文中所指代的“技能密集度”实质是技能劳动的收入份额，并非技能劳动数量的占比。由此还会产生一个后果是论文第 6 页“整体经济的工资收入差距与技能密集程度正相关”等类似分析实质上是“整体经济的工资收入差距与技能劳动收入份额正相关”，而这一结果非常直观，这就使得文章的新意下降。

回复：(一) 正如您所指出的，实际上可以使用要素投入之比衡量产业部门的要素密集程度，但这一方式与文章采用以要素产出弹性即要素收入份额来衡量并没有冲突或矛盾。因为理论上讲，通常来说一个产业资本（或高技能劳动力）的产出弹性或收入份额相对另一个产业越高，那么这个产业资本劳动比（或高低技能劳动力之比）也会相对越高。这可以由文章(4)式和(5)式看出：把这两式相除，可以得到：

$$\frac{\theta_s^H / \theta_s^L}{\theta_u^H / \theta_u^L} = \frac{\xi^H}{\xi^L} \frac{H_s / L_s}{H_u / L_u}$$

在 ξ^H / ξ^L 与 1 差别不大（或者说 ξ^H / ξ^L 不起主导作用，这一条件通常是成立的，很多研究甚至不引入 ξ^H, ξ^L ，即不考虑劳动力市场摩擦，只在定量分析时才结合数据做调整）时，有

$$\frac{H_s}{L_s} > \frac{H_u}{L_u} \Leftrightarrow \theta_s^H > \theta_u^H$$

从上式可以看出，文章把要素产出弹性作为产业部门的划分依据与您提出的以要素数量之比作为依据是完全等价的。可能也是由于此，Acemoglu & Guerrieri (2008) 等研究即按照资本收入份额来区分资本密集型产业部门和劳动密集型产业部门。并且，Duernacker et al. (2019) 也和本文一样使用了 WIOD Socio-Economic Account 数据，他们也是按照高技能劳动收入份额

来区分 High-skilled 和 Low-skilled 产业。

(二)从实际数据中看,无论使用要素数量之比来划分,还是使用要素收入份额来划分,产业部门的分类结果不会发生本质变化。我们计算了所有细分行业的高低技能劳动力之比,并且汇报在了附录 A5 表 A1 中。请您参见文章第 43-44 页着色部分。可以看到,在文章所划分的技能密集型产业部门,高技能劳动力和低技能劳动力的投入数量之比全部高于非技能密集型产业部门;高技能劳动力收入份额越高的行业,其高低技能劳动力之比也基本越高,因此使用这一指标来划分产业部门不会改变产业分类。

(二)原文没能把上述的产业分类依据说明清楚,为此我们在文章第 4-5 页着色部分做了补充说明,指出通常高技能劳动力产出弹性或收入份额越高的产业,其高低技能劳动力之比也会越高,文章即认为这一产业部门的技能密集程度更高。在文章第 6 页着色部分,我们还补充说明了本文也借鉴这一划分方式来定义整体经济的技能密集程度,之后重点分析结构转型在整体经济技能密集程度变化中的重要作用。最后,在定量分析部分划分产业部门时,我们补充说明了这一划分下,技能密集型产业部门的高低技能劳动力之比也会高于非技能密集型产业部门,因此这两种产业分类方法可以等价。请您参见文章第 16 页着色部分。在文章第 43-44 页着色部分,我们也以附录形式把细分行业的高低技能劳动力之比进行了汇报。

4. 理论分析结论能否在更为一般的条件下成立存在疑虑。作者在理论分析部分,为更加清楚地呈现技术进步方向对劳动工资差距的作用机理,讨论了两种特殊情形,一是发生技能偏向型技术进步的产业部门内部两类劳动力的替代弹性为 1,二是产业部门之间的产品替代弹性为 1,相关结论均是在这两种情形下得到。这些结论能否在更一般情况下成立尚不清楚,且后文参数估计结果显示技能和非技能劳动以及产业间的替代弹性并不等于 1。

回复:根据您的意见,我们修改了文章,请您参见文章第**页着色部分。

(一)正如您所指出的,文章在分析有偏技术进步的影响机制时,主要是在两种特殊情形下分别展示了两个经济机制:一个是有偏技术进步改变了两个产业部门产品的相对成本和相对价格,促使产业之间两类产品相互替代,这与其替代弹性 ε 相关;另一个是有偏技术进步改变了两个产业部门内部劳动的相对边际产出,促使产业内部两类劳动相互替代,这与其替代弹性 σ_j 相关。为了单独分离出这两个经济机制,文章在分析前者的影响时,就令产业部门内部两类劳动替代弹性 σ_j 为 1,此时后者就不会有影响;在分析后者的影响时,就令产业部门之间两类产品替代弹性 ε 为 1,此时前者就不会有影响。这是一种理论分析方法的简便,类似的方式还可见于 Alvarez-Cuadrado et al. (2017)的研究。

(二)您的意见非常重要,文章的这种分析方式很自然地会产生疑问:上述这两个经济机制是不是在一般情形下也起着作用呢?实际上,这两个经济机制分别呼应于 Ngai & Pissarides (2007)和 Alvarez-Cuadrado et al. (2017)的研究,是影响结构转型的主要理论机制,而正是由于这两类替代弹性在实证估计中都不等于 1,这两个经济机制才会发挥作用,否则就会回到两种特殊情形下的某一种了。但是,正如您所指出的,如果两类替代弹性都不等于 1,那么前提条件的数学表达就不是两种特殊情形所给出的了。不过文章在理论机制分析之前,已出了最一般情形下决定有偏技术进步影响方向的前提条件,即(34)-(43)式。这些表达式虽然看起来很复杂,但是形式上还是比较对称的,只不过直接理解其蕴含的经济含义有难度,需要在特殊情形下才能清楚的看出。

(三)综上所述,在理论分析部分,文章首先通过严格的数学表达式给出了一般情形下有偏技术进步影响方向的前提条件,为了展示这一表达式背后的经济机制,文章在两种特殊

情形下进行讨论。虽然相对一般情形，特殊情形下的数学前提条件肯定不成立，但是其展示的经济机制却会始终发挥作用。原文对此没有给出解释说明，是存在不足的，感谢您的指正。我们在文章第 9-10 页着色部分，补充说明了理论分析部分的一般情形和特殊情形之间的逻辑关系，解释特殊情形下理论机制的适用性，希望可以弥补这一不足。

5. 缺少模型对技术进步如何影响劳动流动机制的推导。作者在解释技能（非技能）密集型产业技术进步如何影响非技能（技能）密集型产业劳动收入份额变化时，引入技能和非技能劳动在产业间流动的作用途径，然而却未在模型推导中有所呈现。文中已设定 x^H 和 x^L 分别表示技能密集型产业的高、低技能劳动的占比，其变化可以反映劳动在产业间的流动情况。因此建议作者考虑加入 x^H 和 x^L 关于相对扩展型技术效率 A_j^H/A_j^L 的求导结果，可以更为直观展现技能偏向型技术进步对劳动流动的影响，使得传导途径的理论分析更为有力。

回复：非常感谢您的这条建议，文章应当展示出技术进步对高低技能劳动力在两个产业部门占比的影响，从而更加全面而深入地论证有偏技术进步影响的传导渠道。为此，我们做了如下三处修改。

（一）在文章第 9 页着色部分，我们补充了最一般情形下的比较静态分析结果，即(37)、(38)、(42)、(43)式。

（二）在分析经济机制时，我们补充了两种特殊情形下的比较静态分析结果((46)、(49)、(53)、(54)、(58)、(59)式)，并且详细讨论了这些结果背后的经济含义。可以看到，在两种情形下，可以较为清楚地看到两个产业之间的产品替代和两个产业内部的劳动替代，对两类劳动力在两个产业部门流动所产生的重要作用。正如您所指出的，这更加深入的展示了文章所要强调的经济机制。详细修改请您参见文章第 10-12 页所有着色部分。

（三）在文章第 32、33、35、36 页着色部分，我们以附录形式补充了相关证明过程，把正文补充的比较静态分析结果在附录中明确对应起来，方便读者直接找到详细证明过程。

6. 理论分析部分的某处文字表述有误。论文第 11 页“当高低技能劳动力的替代弹性较高($\sigma_s > 1$)时，高技能劳动力的边际产出就会大于低技能劳动力”等类似描述存在错误。根据文章(1)式，容易推导得到高、低技能劳动边际产出之比 MP_j^H/MP_j^L 为：

$$\frac{MP_j^H}{MP_j^L} = \left(\frac{\alpha_j}{1 - \alpha_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}} \left(\frac{A_j^H}{A_j^L} \right)^{\frac{\sigma_j - 1}{\sigma_j}} \left(\frac{H_j}{L_j} \right)^{-\frac{1}{\sigma_j}}$$

由此看出，当 $\sigma_j > 1$ 时，技能偏向型技术进步即 A_j^H/A_j^L 的提高会促使高技能相对低技能劳动边际产出增加，并非使高技能劳动边际产出大于低技能劳动。

回复：的确如您所说，原文的表述是有误的，您所建议的表述更加准确。为此，我们把文章中所有相关表述按照您的建议做了修改，但是由于修改较多且分散，没有一一标注。

7. 作者采用 1995—2009 年的分行业数据估计模型参数欠妥，因为数据过于陈旧难以反映当前社会经济状况，会导致实证结论过时，难以为相关部门制定政策提供适时建议，会使论文的实际应用价值降低。因此，建议作者需要更新数据。

回复：根据您的建议，我们修改了文章，请您参见文章第**页着色部分。

（一）由于实证估计参数不但需要使用分行业产出和价格数据（这个相对而言更易于获得），而且还要使用分行业分不同技能劳动力的投入和工资收入的数据，但是据我们所知，

这一数据目前只有世界投入产出数据库(WIOD)的社会经济账户(Socio Economic Account)提供,最新的数据跨度为1995-2009年。这个数据库在2016年还更新了一个版本,时间跨度为2000-2014年,但是这个更新的版本暂未提供不同技能劳动力的投入和工资收入的数据。因此,更新数据可能真的存在一定客观上的难度。

(二)但是,文章的确应当设法把至少部分数据更新延长。为此,我们利用了最新版本(2016年)的WIOD Socio Economic Account提供的分行业产出数据,计算出技能密集型产业部门比重,以此作为校准目标,调整两个产业部门技术参数的增速之差,使模型中2010-2014年技能密集型产业部门比重与数据较为接近。在基准模拟中,2009-2014年模型中技能密集型产业部门的产出比重从0.439上升到0.458,而现实数据中从0.439上升到0.468,差距均在一个百分点以内。此外,为了更好地模拟现实,我们还把所有技术参数的年均增速至少降低了一个百分点,以模拟中国2008-2009年金融危机后经济增速和全要素生产率有所放缓的趋势。在此基础上,我们重新做了所有的反事实模拟和机制分解,发现所有定量结果并没有发生明显变化,基本与正文保持一致。因此,我们在正文中简要汇报了相关讨论,之后把所有新增加的数值模拟的详细过程、结果和讨论放在了附录。请您参见文章第24页着色部分,附录第50-54页着色部分。

(三)即使通过使用更新的产出数据并调整技术参数增速以更加紧密结合现实经济,实际上还是没有完全解决数据缺失的问题。但是我们想与您商榷,文章使用数据主要是为了估计供给侧的替代弹性和技术进步速度,以及需求侧的偏好。现有文献通常认为偏好和替代弹性往往是不会明显变化的,变化的只是技术进步速度(或投资率、资本积累等因素)。因此,可能文章估计出的替代弹性和偏好,还是有一定适用性的,考虑到这次修改中我们根据更新的数据对技术进步速度做了部分调整,综合来看文章的定量模拟分析可能还是有一定参考价值的。

8. 作者数值模拟中国1995-2009年产业结构、技能密集程度和工资差距的变化情况。一般而言,数值模拟是模拟相关经济变量在未来时期的变化趋势,从而能为相关部门预先制定政策提供有效参考,而模拟经济变量历史变化趋势的实际意义不高。作者在附录部分延长了时间区间,模拟1995-2030年相关变量的变化情况,其中对未来的模拟是合理的。因此,建议作者在更新数据时间的基础上,站在当前经济变量状态模拟变量未来的变化情况。

回复:按照您的建议,我们尽量采用更新的数据调整了2010-2030年技术参数的年均增速,以更加符合现实经济,在此基础上重新进行反事实模拟,关注主要变量的未来变化情况。在反事实模拟中,我们不但把两个产业部门的技术水平固定在1995年,还进一步固定在2009年以关注之后的变量变化情况。我们把所有定量模拟重新进行了更新,希望能够使定量结果更具参考性。请您参见文章第24页着色部分,附录第50-54页着色部分。

9. 数值模拟方法检验理论分析结论的可信度值得深思。一方面工资差距不仅会受到技术进步方向和产业结构变化的影响,而且还会受到贸易、制度等众多因素的影响,另一方面数值模拟方法的参数校准也存在一定的人为主观性。因此,采用数值模拟方法定量检验技术进步方向、产业结构转型和劳动收入差距之间的关系并不恰当。

回复:(一)正如您所指出的,数值模拟方法是有一定局限性的。文章主要是参考了宏观发展经济学方面关于结构转型理论研究的常用方法,即在理论模型分析的基础上进行数值模拟,来检验宏观模型对于现实的解释力,同时评估经济机制的影响程度。其中,文章在数值模拟时使用宏观层面的数据,对模型供给侧和需求侧参数都分别进行了估计,而不全是直

接校准，以求数值模拟能够与现实数据紧密结合，提高定量分析的严谨性。从宏观研究领域来看可能也是有一定合理性的。

(二)但是，我们完全赞同您的观点，数值模拟方法毕竟只是宏观理论模型与现实数据结合的一种方式，而采用回归方式控制诸多因素进行实证研究也是一项非常有价值的工作。但实证研究需要在不同国家或不同省份的行业或产业层面构造出技术进步的方向性和速度，这本身可能存在很大难度。就我们所知，在跨国数据中可以继续使用 WIOD Socio-economic 数据库，但是在不同省份层面上，可能就得需要使用企业层面数据匹配到分地区分产业上，难度较大。考虑到这些数据处理和构造还需要大量工作，在此基础上的实证估计也还需要更加细致地考虑识别问题，因此我们恳请您的谅解，希望本文还是保留理论研究的常用方式，在理论分析的基础上通过结合宏观层面数据的数值模拟进行定量分析。

(三)但我们认为您的建议是非常有价值的！实证研究本身可以成为未来一项重要的工作，可以产生很多有价值的成果。实际上，目前来看一个相对容易的工作是把 WIOD Socio-economic 数据库中所有国家全部分别估计出分产业层面的技术，再进行跨国实证分析，这也是我们目前正在做的一项研究。我们在文章结尾第 27 页着色部分，补充阐述了这些可能的研究工作，希望未来能够在文章理论分析的基础上进行更深入细致的实证研究。我们非常感谢您为未来研究指明了方向。

10. 其他一些细节问题。一是论文第 13 页“把每个产业部门的名义增加值按照高技能劳动收入份额和低技能劳动收入份额进行分配”，此处的高、低技能劳动收入份额是指高、低技能劳动收入份额之和为 1 的情况，还是高、低技能劳动以及资本收入份额之和为 1 的情况？二是论文第 15 页“技能密集型产业部门的产品需求收入弹性大于非技能密集型产业部门”是否说反了？三是论文第 16 页“设定 $\alpha_s = \alpha_u = 0.5$ ”的参考依据？

回复：感谢您的细致审阅，原文关于这些细节没有说明清楚，我们进行了修改。

(一)高低收入份额之和应为 1，这也符合模型设定。我们在文章第 16 页着色部分进行了补充说明，由劳动收入份额的构造过程，每个产业部门两类技能劳动收入份额之和为 1。

(二)根据估计结果，技能密集型产业部门的产品需求收入弹性是应当更高的，但是原文没有说明清楚依据。因为根据文章(10)和(11)式可以看出，在非位似项为负数时，收入带来总支出提高后，技能密集型产业部门的产品支出比重将会上升，这意味着技能密集型产业部门的产品需求收入弹性大于非技能密集型产业部门。我们把这些解释补充在实证结果的汇报部分，请您参见文章第 17 页着色部分。

(三)文章可以直接设定 $\alpha_s = \alpha_u = 0.5$ ，是由于与 Herrendorf et al. (2015)一样，使用分产业的投入、产出和分配数据，只能估计出各种技术参数的进步速度，但是技术的绝对水平是无法直接估计的（因为技术绝对水平和价格绝对水平呈反比，而价格绝对水平本身也是可以任意改变的，采用不同量纲去衡量价格或投入产出，绝对水平也会变化）。因此，通常技术的绝对水平需要通过参数校准的方式得到，进而根据估计出来的技术进步速度生成所有技术参数。而根据生产函数的设定可知，参数 α_s 和 α_u 无法与技术变量 A_j^H 和 A_j^L 完全分割开，

并且始终为常数，因此校准这两个参数等价于校准技术变量。比如，把 α_s 或 α_u 扩大，总可以

相应地按比例降低 A_j^H 和 A_j^L 的绝对量，使得模型所有内生变量不变。为此，我们可以直接

设定 $\alpha_s = \alpha_u = 0.5$ ，再校准 A_j^H 和 A_j^L 的绝对水平（这与设定 α_s 和 α_u 其他值，再校准 A_j^H

和 A_j^L 的绝对水平的结果是等价的)。我们把以上解释精简后加在了文章参数校准部分，请您参见文章第 18 页着色部分。

外审意见 2 及作者修改说明

本文聚焦于经济结构转型，从该视角出发来研究其对工资收入差距的影响，这对理解和解释当前中国经济现象等具有一定的启发意义。但是，在模型的具体构建和分析等方面还存在如下需要进一步改进的问题：

1. 本文的研究问题不够清楚。无论是偏向性技术进步还是 High-low 的工资差异都是经济学中的经典问题，从本文的论述来看，本文研究的问题主要可以概括为“本文建立了一个宏观一般均衡层面的多部门结构转型模型，从理论和定量上研究了产业结构转型升级对经济技能密集程度和工资收入差距的影响，并探讨了如何能够在加快产业升级的同时缓解收入分配矛盾，为中国实现效率和平等的双重目标平衡提供参考。”如果说本文的目标在于解释中国工资收入差距（high-skill vs low-skill），那么首先需要对该现象有更加深入细致的分析和讨论，以及当前的研究进展，已经回答的问题，以及尚未解决的问题等。进一步看，本文的研究内容与收入分配矛盾并不相关，二者关系非常薄弱。同样的道理，作者尝试从偏向性技术进步来解释，那么偏向性技术进步的原因或者现象究竟是怎样的，二者是否真的相关等，需要对问题的提出进一步精炼。

回复：正如您所指出的，原文的确没有非常明确地提出问题，并解释文章和现有研究的关系，非常有必要对研究主题进行提炼并清楚说明。按照您的建议，我们修改了文章引言，请您参见文章第 1-3 页引言部分。

（一）经过修改，文章引言部分的结构大致分为了三个部分。首先，基于中国经济发展事实（图 1 与相关实证研究），明确说明收入差距较大、技能密集程度提高与产业结构转型升级都是中国经济较为显著的特征，这意味着效率与平等、生产与分配之间可能存在一定互动关系，由此提炼出文章研究问题：中国经济整体技能密集程度变化与工资收入差距演变背后的推动力量是什么，产业结构转型升级在其中发挥了什么作用？

并且，我们也同意您的观点，虽然工资收入差距是收入分配的一个重要构成，但是文章只是以分析工资差距来引申对收入分配问题进行讨论，但不宜把研究问题归结到收入分配矛盾上，我们删去了这一相关表述，把研究问题聚焦在结构转型在工资收入差距和技能密集程度变化中发挥的作用。

（二）其次，紧跟着这个问题，我们按照您的建议，明确说明现有文献对这一问题的研究进展以及未解决的问题。事实上，现有文献在解释工资收入差距和技能密集程度变化上强调了技术进步的方向性和资本与技能的互补性等生产特征，但是没有关注到产业结构转型的重要作用，因此也就无法解释产业结构转型与工资收入差距演化、技能密集程度变化的互动关系。解释这一关系很重要，因为一方面，如果产业结构转型本身也能够影响工资收入差距，那么现有研究所发现的宏观层面的有偏技术进步，其部分影响可能只是来自产业结构转型过程，因此其实际影响可能就没有现有研究实证估计的那么显著。另一方面，如果有偏技术进步只发生在特定产业，那么在导致不同技能劳动力相对需求变化的同时，也会通过推动产业结构转型进而影响其他产业不同技能劳动力相对需求，因此产业内部有偏技术进步如何影响其他产业及宏观整体的工资收入差距，也有待深入探讨。

（三）第三，阐述文章研究的出发点和创新之处。我们结合您的第 7 条专家意见，删去了文章主要结论（因为与最后总结部分有所重复），并精简了这部分内容，更加直接地提出文章理论研究的两个出发点，并明确说明与现有两支文献的区别。

2. 理论模型的构建繁琐，机制不够清楚。从本文的理论机制来看，生产端，作者使用

CES 函数外加倾向性技术进步,在要素替代弹性符合一定条件时,可以产生从低技能向高技能的转变;从需求端,作者使用非位似的 CES 函数,同样的道理,此处可以产生结构转型的,其影响机制在于两个方面:一方面,要素相对价格;另一方面,由于非位似的效用函数产生的收入弹性差异,即收入效应。同样地,该机制的存在也同样依赖于替代弹性和非位似参数 (c_{bar}) 的参数。在同一模型中融入上述多种机制会使得机制更加复杂,作者需要有更加清晰的经济学语言来分析相应的机制。而在上述模型中,最终结果取决于多个参数的相互作用,因此作者对此需要尤其注意。而在多重机制下作者究竟要强调哪一种机制?需要明确。多种机制可能存在相互影响,因此在参数符合一定条件下可能会出现相反的结果。从本文的框架来看,如果强调偏向性技术进步的影响所引起的结构转型,那么需求端并不一定需要非位似的效用函数。请作者给出相应的机制结合和原因分析,比较不同机制的重要程度等。

回复:按照您的专家意见,我们对文章进行了修改,请您参见文章第 5、13-14、17 页着色部分,第 9-10、23、37-41、44-45 页着色部分。

(一)正如您所指出的,文章模型中影响结构转型和技能密集程度的经济机制,既有现有文献已深入分析的经典的收入效应和价格效应,也有本文想强调的有偏技术进步引起的产业之间两类产品的替代和产业内部两类劳动的替代。文章在需求侧引入非位似偏好,主要是为了引入收入效应。但是由于收入效应和价格效应在现有文献中讨论分析的较为充分,原文理论分析的重点就放在了关于后两种替代的理论机制上。

(二)您的建议让我们认识到,原文没能较为清晰地分析模型理论机制,突出重点,也没能把一些设定的依据说明清楚,是存在不足的。为此我们做了如下五处修改。

第一,在文章模型设定首次引入非位似偏好时,我们补充说明了这一设定的依据。之所以引入这一设定,是为了使两个产业部门产品的需求收入弹性存在差异,这样可以有助于更好地匹配现实数据。请您参见文章第 5 页着色部分。在文章实证部分估计偏好时,我们也发现非位似部分是显著不等于 0 的,因此如果不引入非位似部分,就无法很好拟合技能密集型产业部门产出比重的上升趋势,而只有模型采用非位似偏好才能够较好地拟合这一趋势。这也符合多数文献的实证结果,可能也是由于此,在绝大多数结构转型的文献中,均引入了非位似偏好的设定。我们把这一发现在文章中补充并明确阐述这一结果的含义,以呼应前文模型设定。请您参见文章第 17 页着色部分。

第二,在文章理论分析的首段,我们补充了这部分理论分析的整体结构,明确说明论文所重点强调的有偏技术进步的影响机制可以从产业之间两类产品的替代和产业内部两类劳动的替代这两个角度去分析理解,之后分为两种特殊情况依次来展示相关经济机制,这是文章理论分析的重点。并且补充说明在这部分分析的最后,文章还会就现有文献中经典的收入效应和价格效应进行讨论。请您参见文章第 9-10 页着色部分。

第三,根据您的专家建议,我们在重点分析有偏技术进步导致的产业之间两类产品的替代和产业内部两类劳动的替代时,又进一步进行了修改,使理论机制分析更加清晰。为此,我们把有偏技术进步的影响分为对产业之间相对比重的影响,和对产业内部要素密集程度的影响两类,在每类分析中,更加紧密地结合了模型的设定和比较静态分析,深入阐述这些背后的经济含义,希望这样修改能够使逻辑清楚直观。请您参见文章第 10-13 页以数字①-④区分的内容结构。

第四,在文章理论分析部分,我们增加了“经典理论机制分析”这一小节,明确说明了现有文献所提出的收入效应和价格效应均在文章模型设定中有所体现,并且详细分析了这两个效应对结构转型和技能密集程度的影响。此外,我们还在最后归纳总结了文章模型中各个经济机制之间的关系。请您参见文章第 13-14 页着色部分。这部分讨论还涉及到较多的数理证明,我们为此增加了附录,请您参见文章第 37-41 页着色部分。由于这两个机制在结构转型

理论中较为普遍，因此文章在修改时没有使用相对太多的篇幅来分析，希望这样可以突出文章重点。

第五，在文章定量分析时，我们通过直接设定非位似项为 0 重新进行模拟，来与文章的基准模型进行比较，相关结果的补充讨论请您参见文章第 23 页着色部分。结果表明，位似偏好设定下的定量结果与非位似偏好设定下的定量结果之间并没有明显差别。这意味着虽然考虑收入效应有助于更好地拟合现实数据，但是并不会在定量上显著改变技术进步的影响，对本文所关注的核心变量动态演化路径的影响可能相对有限。也就是说，引入非位似项可以更好地匹配数据（收入效应对技能密集型产业比重的绝对量有重要影响），但是并不会显著改变有偏技术进步的影响。更加详细的结果和讨论请您参见附录文章第 44-45 页着色部分。

（三）综上所述，根据您的建议，我们对文章进行了多处修改，希望能够突出重点地展示清楚文章所强调的理论机制，并且补充分析了经典的收入效应和价格效应机制，在模型设定、参数估计和定量分析等处也补充解释了相关设定的依据和讨论了理论机制的重要性和体现。

3. 高技能与低技能劳动力市场扭曲缺乏制度基础，这样的假设并不恰当。进一步看，这样假设的原因和目标何在？对本文基本结论是否有影响等，需要作者进一步明确。

回复：非常抱歉原文没能解释清楚引入劳动力市场摩擦的依据，这的确容易引起歧义。我们根据您的建议修改了文章，希望可以改进这一问题。请您参见文章 4 页着色部分，第 24 页着色部分。

（一）文章之所以引入劳动力市场摩擦，是因为如果没有摩擦，同一技能劳动力在产业部门之间的工资水平应当是完全相等的，但在现实数据中并非如此。比如本文所使用的数据中，高技能劳动力在两个产业部门的工资之比从 0.674 变动到 1.056，低技能劳动力从 0.678 变动到 0.686，并非始终等于 1 的。

为了在定量分析时能够更好地匹配数据，文章就借鉴 Brandt et al. (2013), Cao & Birchenall (2013), Cai (2015), Cheremukhin et al. (2017) 等很多文献的做法，允许同一技能劳动力在不同产业之间的工资可以存在差异。这通常被解释为劳动力市场存在流动壁垒，可能是由于户籍制度、企业所有制差异等非市场因素导致的。因此可以说，引入劳动力市场扭曲这种设定，是为了定量分析时更好拟合数据，实际上这也是很多研究中国结构转型的文献的做法，因为中国很多市场可能现实中的确是有扭曲的。

（二）引入劳动力市场摩擦因子还有一个在定量模拟上的好处，就是可以通过反事实模拟评估劳动力流动壁垒的影响，其定量结果可以有较为重要的政策含义。文章在定量模拟时发现劳动力流动壁垒的变化也会影响到结构转型、技能密集程度和工资收入差距，降低劳动力流动壁垒能够有效实现提高技能密集程度和缩小工资收入差距的双重目标，这可能也是文章的一个贡献吧。

（三）引入劳动力市场摩擦，也不会改变关于产业部门有偏技术进步的影响的理论机制。文章在理论机制分析部分，强调了有偏技术进步一方面推动了产业部门之间不同产品相互替代，另一方面推动了产业部门内部不同劳动相互替代，这两个经济机制并不依赖于劳动力市场是否存在摩擦。而且在比较静态分析评估技术的影响时，劳动力市场摩擦因子等其他外生变量通常是保持不变的，这样才能给出技术的影响。可能也是由于此，一些文献在模型设定和理论分析时不引入劳动力市场摩擦因子，只在定量分析时才根据需要引入。

（四）您的意见让我们认识到，原文在这些问题的解释上的确不够细致深入。为此，我们做了如下两处修改：首先，在文章 4 页着色部分模型引入劳动力市场摩擦因子时，我们详细说明了这一设定的依据，以及和现有一些相同做法的文献的关系；之后，在文章第 24 页

着色部分定量分析劳动力市场摩擦因子的影响时，我们明确说明了劳动力市场摩擦因子不会改变关于有偏技术进步影响的主要理论机制，同时增加解释了劳动力市场摩擦因子在定量模拟上的功能和模拟的目标。

4. 实证分析中，由于多种机制交叉在一起，存在相互影响，因此要评估相应机制的影响需要考虑的是政策边际变化的影响，需要逐步添加政策变化，考虑多种组合，然后取平均效应。

回复：我们非常赞同您的意见，原文的确没有更加深入地去分解技术进步的各种影响效应。我们修改了文章，增加了一些效应分解的定量模拟。请您参见文章第 23、44-45 页着色部分，第 23-24、45-50 页着色部分。经过修改，文章从以下三个方面来展示技术进步的多重效应的影响。

（一）在正文理论分析时，文章强调了产业内部不同劳动的替代和产业之间不同产品的替代这两个机制。在反事实模拟部分，我们把技术进步的影响在定量上分解为了集约边际效应和广延边际效应，详见文章(65)和(66)式、表 5 和表 6。前者就体现了产业内部不同劳动的替代的直接作用，后者就体现了产业之间不同产品的替代的作用（虽然也存在二者的交互影响，但是这在定量上无法直接分解）。因此，通过这一分解，可以把技术进步对技能密集程度和工资收入差距的影响机制较为清楚地展示出来。

（二）文章通过非位似偏好的设定引入了收入效应，为了进一步评估收入效应是否会改变技术进步的影响，我们在位似偏好下重新进行了所有反事实模拟。这一方法与您提出的逐步添加政策变化是完全等价的，相当于基准模型的基础上进一步改变偏好为位似偏好。我们发现定量结果并没有显著变化，说明收入效应虽然决定了技能密集型产业比重的大小，但是不会显著影响技术进步推动技能密集型产业比重上升的作用机制。这部分修改请您参见文章第 23 页着色部分，详细结果与讨论请您参见文章第 44-45 页着色部分。

（三）我们还把产业部门的技术进步的影响做了进一步分解。因为每个产业部门的技术进步都是技能扩展型技术和非技能扩展型技术这两类技术进步的结果，文章是把这两类技术参数同时固定进行反事实模拟。在修改中，我们进一步按照您的建议逐步添加政策变化，首先固定技能扩展型技术参数，比较与基准模型的差别即可得到这一技术的影响；之后继续固定非技能扩展型技术参数，比较此时的变化即可得到这一技术的影响（当然，这种分解可能算是一种思想实验，因为现实中一种新技术、如信息技术可能同时表现为技能扩展型和非技能扩展型，只是影响程度有差异罢了，因此也就无法完全分割开来）。在每一个反事实模拟时，我们还把每种技术进步的影响进一步分解为了集约边际效应和广延边际效应。

我们发现，无论是技能扩展型技术进步还是非技能扩展型技术进步，其影响均符合前文理论。在两个产业部门，技能扩展型技术进步均发挥着主要作用，非技能扩展型技术进步在技能密集型产业部门增强了技能扩展型技术进步的影响，但在非技能密集型产业部门则部分抵消了技能扩展型技术的影响。请您参见文章第 23-24 页着色部分，详细结果与讨论请您参见文章第 45-50 页着色部分。

（四）经过修改，文章中技术进步的两个主要影响机制、收入效应、以及不同产业不同类型技术的影响均被单独分离出并结合理论分析做了详细讨论，希望可以较为清楚地在定量上展示出结构转型在技能密集程度和工资收入差距变化中所起的作用。

5. 实证分析中，作者使用高技能劳动收入份额来划分相应的行业，请给出具体的原因。一般而言，对此的划分一般使用的是劳动力数量占比，而非收入份额占比，二者得到的结论是否相同，请作者检验定义方式的改变是否改变本文的研究结论。

回复：（一）正如您所指出的，实际上可以使用高低技能劳动力数量之比衡量产业部门的要素密集程度，但这一方式与文章采用以要素产出弹性即要素收入份额来衡量并没有冲突或矛盾。因为理论上，通常来说一个产业高技能劳动力的产出弹性或收入份额相对另一个产业越高，那么这个产业高低技能劳动力之比也会相对越高。这可以由文章(4)式和(5)式看出：把这两式相除，可以得到：

$$\frac{\theta_s^H / \theta_s^L}{\theta_u^H / \theta_u^L} = \frac{\xi^H}{\xi^L} \frac{H_s / L_s}{H_u / L_u}$$

在 ξ^H / ξ^L 与 1 差别不大（或者说 ξ^H / ξ^L 不起主导作用，这一条件通常是成立的，很多研究甚至不引入 ξ^H, ξ^L ，即不考虑劳动力市场摩擦，只在定量分析时才结合数据做调整）时，有

$$\frac{H_s}{L_s} > \frac{H_u}{L_u} \Leftrightarrow \theta_s^H > \theta_u^H$$

从上式可以看出，文章把要素产出弹性作为产业部门的划分依据与您提出的以劳动力数量之比作为依据是完全等价的。可能也是由于此，Acemoglu & Guerrieri (2008)等研究即按照资本收入份额来区分资本密集型产业部门和劳动密集型产业部门。并且，Duernecker et al. (2019)也和本文一样使用了 WIOD Socio-Economic Account 数据，他们也是按照高技能劳动收入份额来区分 High-skilled 和 Low-skilled 产业。

（二）从实际数据中看，无论使用要素数量之比来划分，还是使用要素收入份额来划分，产业部门的分类结果不会发生本质变化。我们在您的建议的启发下，计算了所有细分行业的高低技能劳动力之比，并且汇报在了附录表**中。可以看到，在文章所划分的技能密集型产业部门，高技能劳动力和低技能劳动力的投入数量之比全部高于非技能密集型产业部门；高技能劳动力收入份额越高的行业，其高低技能劳动力之比也基本越高，因此使用这一指标来划分产业部门不会改变产业分类。

（二）原文没能把上述的产业分类依据说明清楚，的确容易引起歧义。为此我们在文章第 4-5 页着色部分做了补充说明，指出通常高技能劳动力产出弹性或收入份额越高的产业，其高低技能劳动力之比也会越高，文章即认为这一产业部门的技能密集程度更高。在文章第 6 页着色部分，我们还补充说明了本文也借鉴这一划分方式来定义整体经济的技能密集程度，之后重点分析结构转型在整体经济技能密集程度变化中的重要作用。最后，在定量分析部分划分产业部门时，我们补充说明了这一划分下，技能密集型产业部门的高低技能劳动力之比也会高于非技能密集型产业部门，因此这两种产业分类方法可以等价。请您参见文章第 16 页着色部分。在文章第 43-44 页着色部分，我们也以附录形式把细分行业的高低技能劳动力之比进行了汇报。希望这些修改能够避免造成歧义。

6. 进一步看，如果本文的机制是可行的，那么可以将其置于更加宏观的视野中，一方面，进行跨国比较，使用回归的方式分析偏向性技术进步的影响；另一方面，也可以基于国内的视角，比较省份间的差异，通过这样的对比和分析进一步确认本文的研究问题。

回复：（一）我们非常赞同您的观点，文章的理论分析结果应当使用跨国或跨省数据进行实证检验。但实证研究需要在不同国家或不同省份的行业或产业层面构造出技术进步的方向性和速度，这本身可能存在很大难度。就我们所知，在跨国数据中可以继续使用 WIOD

Socio-economic 数据库，但是在不同省份层面上，可能就得需要使用企业层面数据匹配到分地区分产业上，难度较大。考虑到这些数据处理和构造还需要大量工作，在此基础上的实证估计也还需要更加细致地考虑识别问题，因此我们恳请您的谅解，希望本文还是保留理论研究的常用方式，在理论分析的基础上通过结合宏观层面数据的数值模拟进行定量分析。

(二)但我们也认为实证研究本身可以成为未来一项重要的工作，可以产生很多有价值的成果。实际上，目前来看一个相对容易的工作是把 WIOD Socio-economic 数据库中所有国家全部分别估计出分产业层面的技术，再进行跨国实证分析，这也是我们目前正在做的一项研究。我们在文章结尾第 27 页着色部分，补充阐述了这些可能的研究工作，希望未来能够在文章理论分析的基础上进行更深入细致的实证研究。

7. 本文的行文，包括摘要过于冗杂，请作者聚焦主要问题，突出主要机制，注重经济学解释，对文章的结构和行文等行重新安排。

回复：我们按照您的建议，更加精简了文章表述，并且对文章结构做了调整，希望能够聚焦问题并突出文章强调的理论机制。

(一)我们精简了摘要，以突出文章的主要结论和政策含义，然后把引言参照您的专家意见 1，重新编排了结构，更加明确地提出文章所要研究的问题与创新之处。

(二)在理论机制分析部分，我们重点修改了结构和文字。把有偏技术进步的影响机制分为了导致产业之间产品相互替代和导致产业内部不同劳动相互替代两个机制，在分别讨论两类机制时，又分为对产业之间相对比重的影响和对产业内部要素密集程度的影响这两类（以数字①-④区分内容结构）。在每部分阐述理论机制时，更加注重经济学含义的分析，在理论分析部分的最后，概括性地总结了这部分分析的关键结论。

(三)最后，我们对文章的行文和文字表述进行了全面校对和精炼，希望可以精简内容，突出重点。

复审意见 1 及作者修改说明

作者遵循审稿意见强调了本文亮点，在一定程度上提升了论文创新性。作者在能力范围内对文章存在的一些问题进行了努力的修改尝试，受限于客观条件原因，有的问题无法解决，审稿人可以理解，但是以下问题值得与作者再次商榷，以提升论文质量，达到发表要求：

1. 理论分析部分关于产品替代弹性和技能劳动替代弹性的讨论与后文数值模拟有所脱节。作者基于模型框架分析技能和非技能密集型部门技能偏向型技术进步通过对产业结构、各部门技能密集度的影响，进而对整体经济技能密集度和工资差距的作用机理，可以发现(34)-(43)式的符号均与产品替代关系、技能和非技能密集部门的劳动替代关系相关，特殊情形的讨论同理，由此可知产品和劳动替代关系是决定作用机制方向的重要因素。然而，作者在数值模拟部分通过校准替代弹性进行分析的同时，却忽视讨论不同产品和劳动替代关系下有偏技术进步影响技能密集度和工资差距的产业结构效应和产业内有偏技术进步效应，这就导致缺乏定量分析对理论分析结论的验证。

回复：正如您所指出的，原文在理论上推导出在不同产业的产品替代弹性和不同技能的劳动替代弹性的环境下有偏技术进步的影响，之后使用数据估计和校准出中国经济中这些替代弹性的大小，并通过数值模拟定量分析中国经济中有偏技术进步对技能密集程度和工资收入差距的影响，这的确只是在中国经济发展这一环境下的数值模拟，没有验证前文理论的各种可能性。我们重新对理论模型进行各种情形（不同大小的两类替代弹性的组合）下的数值模拟，直接验证原文的理论结论。

具体地，我们直接改变了不同产业的产品替代弹性和不同技能的劳动替代弹性，在不同环境下分别提高两个产业部门的技能扩展型技术，关注产业部门技能密集程度、产出比重和就业比重的变化。在所有模拟中，调整技术参数初值使两个产业部门技能密集程度和产出比重接近 2009 年中国经济现实数据。结果表明，不同产业的产品替代弹性和不同技能的劳动替代弹性的大小决定了有偏技术进步对产业结构转型升级和工资收入差距变化的影响方向，这就验证了正文的理论分析结论。

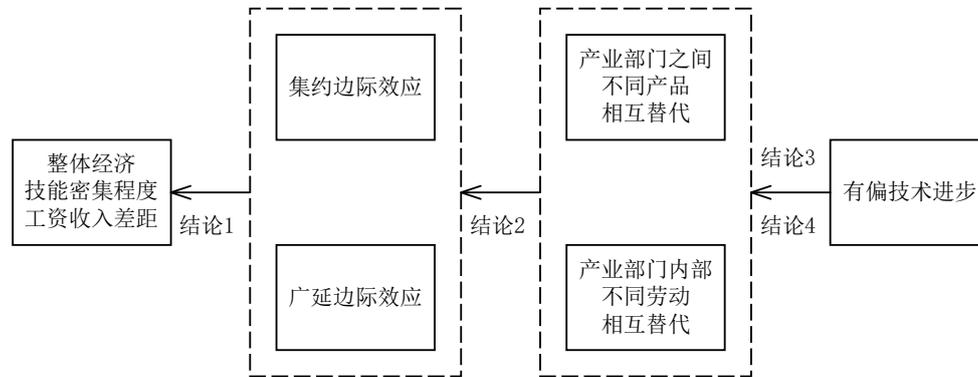
我们也想与您商榷，由于这里增加的数值模拟只是在各种情形下验证了理论结论，而中国现实经济究竟是哪种情形，需要根据数据进行估计得出，原文的定量分析相对可能更有些现实意义。因此，考虑到增加的这部分数值模拟内容篇幅较大，我们倾向于正文仍然保留关于中国经济的定量分析，而把这部分模拟内容在附录中更加详细地展示出来。文章第 22 页最后一段着色部分，我们首先汇报了主要模拟方式和结果，然后在文章第 55-60 页着色部分对模拟所有结果进行了详细展示和讨论。

2. 理论分析过程详细具体但未最终形成规律性的命题或结论。虽然作者在理论分析部分详尽考察了可能存在的多种情况下有偏技术进步对技能密集度和工资差距的影响，以及产业结构转型和产业内技能密集度变化在其中发挥的传导作用，但是需要提供给作者的建是，详尽的理论分析的确可以令读者深入了解经济运行机制的众多细节方面，却未能带领读者掌握理论的全貌和突出论文的核心思想，因此建议作者需要将文章思想的亮点、创新点和理论分析的关键结果凝练成几条逻辑递进、语言精炼且内涵丰富的命题或结论，能够更好地提升论文质量。

回复：之前文章主要按照理论推导顺序来撰写模型分析，的确不够清楚。我们按照您的建议，修改了文章，主要改写了理论分析部分的内容结构，并且提炼出主要结论和创新点。

请您参见文章第 6-12 页所有着色部分。

(一) 我们重新梳理了文章理论分析的逻辑。正如您所指出的, 实际上文章关注的重点是整体经济的技能密集程度和工资收入差距。我们首先把这两个变量的变化分解为集约边际效应和广延边际效应。之后给出了有偏技术进步在这两个效应上的影响方向的一般性结论, 发现产业部门之间不同产品的替代弹性和产业部门内部不同劳动的替代弹性在其中起着关键作用。最后通过两个特殊情形展示了这背后的经济机制。这一分析的逻辑总结于下图。



(二) 我们根据以上的分析逻辑, 重新调整了理论分析部分结构, 重新划分了三个小节。第一小节把整体经济的技能密集程度和工资收入差距的变化分解为集约边际效应和广延边际效应, 主要结论由结论 1 给出。第二小节展示有偏技术进步在两个效应上的影响方向取决于产业部门之间不同产品的替代弹性和产业部门内部不同劳动的替代弹性, 主要结论由结论 2 给出。第三小节在两个特殊情形下详细展示结论 2 的经济机制, 主要结论由结论 3 和结论 4 给出。我们在理论分析的第一段说明了这部分逻辑递进的关系, 并且给出了上图。在每个小节基于模型理论分析, 给出了相应的明确的结论, 希望能够使读者对这部分理论分析由一个整体上的清楚的把握, 之后再去看关注细节的技术性推导。以上修改的具体内容请您参见文章第 6-12 页所有着色部分。

(三) 我们按照您的建议, 更加明确地提出了理论模型体现理论分析创新点的地方。具体地, 从结论 1 可以看到, 整体经济的技能密集程度和工资收入差距的变化可以被分解为集约边际效应和广延边际效应, 前者的影响大小取决于产业部门比重的大小, 后者的影响方向取决于产业部门比重的变化, 这些均与产业结构转型升级相关。这就体现了文章理论上解释技能密集经济发展和工资收入差距演化的创新点。请您参见文章第 7 页着色部分。

3. 理论分析内容稍显混乱, 经济机制的分析没有完整地解释有偏技术进步最终对整体技能密集度和工资差距的影响如何。在经济机制分析部分, 作者分别通过设定产业内劳动替代弹性为 1 和产品替代弹性为 1 的两种特殊情形, 考察技能偏向型技术进步的产业结构转型和产业内有偏技术进步效应, 但作者在讨论结果的时候, 大多停留在讨论对各产业技能密集度、产业结构以及高低技能劳动结构的影响上, 没有最终落到通过这一传导途径对整体经济技能密集度和工资差距的作用如何上。的确 (21) - (22) 式已事先揭示各产业技能密集度和产业结构对整体经济技能密集度和工资差距的影响, 但这样的结构安排会使理论分析内容稍显混乱, 使读者不易理解经济机制的完整运行过程。

回复: 您的建议让我们认识到文章的确存在着理论分析内容较为混乱的问题。我们重新调整了理论分析部分的结构, 并给出了明确的结论。主要调整请您参见上一条修改说明, 希望修改以后可以使逻辑结构更加直观。除此之外, 我们还做了如下两个修改。

(一) 在把整体经济的技能密集程度和工资收入差距分解为集约边际效应和广延边际效

应以后，文章首先给出了一般性结论，之后分为两个特殊情形展示经济机制，但是这个部分内容篇幅相对较多，为此我们重新调整了其内部的结论。在两个特殊情形下，均从广延边际效应和集约边际效应两个方面展开分析，这就可以与结论 1 和结论 2 的结构对应起来，使得读者能够明确这部分经济机制在整个理论分析当中的位置。具体修改请您参见文章第 9-11 页着色部分。

(二) 在理论分析部分最后，我们总结了结论 1-4 的逻辑递进关系，并且最终应回到对整体经济的技能密集程度和工资收入差距的影响上。我们明确说明，虽然理论上文章给出了有偏技术进步在集约边际效应和广延边际效应上的影响方向，有助于理解有偏技术进步通过影响结构转型进而影响技能密集程度和工资收入差距的动态作用机制，但是对整体经济技能密集程度和工资收入差距的影响方向并不是确定的，而取决于这两个效应的综合影响。文章的定量分析将详细评估影响中国经济技能密集程度和工资收入差距变化的主导效应。具体修改请您参见文章第 12 页着色部分。

4. 尽管作者的参数估计及校准和数值模拟过程很严谨，但令人担忧的仍是这样的模拟结果可能过于理论化而脱离现实。纵观数值模拟部分，作者更多的工作是提供了对理论分析结果的验证，而与当前经济现实的联系不够紧密，即本文提出的理论机制能否解释当前社会存在的一些经济现象尚不明确。这可能源于受制于数据的可得性，模拟的样本区间局限在 1995-2009 年，的确存在客观上的难度，审稿人可以理解。但是为了能够进一步完善论文，建议作者一是可尝试寻找其他的数据来源例如《中国工业统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》等，二是可尝试使用替代指标，三是与当前经济现象的结合探讨，供作者参考。

回复：把文章模型应用于量化中国经济，在数据可得性上的确受到了一些限制，其中最主要的是难以获得分行业分技能的劳动工资或劳动收入数据。但是，我们也很认同您的建议，原文的确应该加强讨论定量结果和现实经济的联系和结合，这是非常重要的。我们认真思考和讨论了您的三点建议，针对性地做了如下三处修改。

(一) 我们尝试寻找其他数据来源，包括《中国工业统计年鉴》、《中国劳动统计年鉴》、《中国人口和就业统计年鉴》在内的主要年鉴和数据库中都没有提供分行业分技能的劳动工资或劳动收入数据。《中国劳动统计年鉴》给出了分行业分技能的劳动力数量数据，但是这些行业划分较为粗糙，而且也没有详细的分项劳动工资数据。我们选择使用《中国劳动统计年鉴》分行业分技能的劳动力数据，计算出每个行业不同技能劳动力数量之比并排序，从而得出不同技能密集程度的行业排序。之后以此与文章中的行业分类作对比，来侧面印证文章的行业划分是合理的。并且即使更新到最新数据年份（2018 年）也依然成立，说明文章定量分析是有一定稳健性的。我们在文章第 14 页着色部分对此进行了补充说明，之后在文章第 44 页着色部分中汇报了详细结果。虽然没能找到最新的合适数据，但希望这里增加的修改内容能够进一步为文章研究提供支撑。

(二) 我们深入思考了您建议的替代指标，从现有文献来看，计算中国不同技能劳动收入差距可以采用三种方法。

一是使用劳动工资在不同行业的差距来间接衡量不同技能劳动收入差距（宋冬林等，2010；陆雪琴和文雁兵，2013），这一做法的依据也是不同行业的技能密集程度存在差别。这一方式可以分析整体经济，但难以应用于本文已经是分了行业的结构转型模型。

二是使用微观数据库来估计不同技能劳动收入差距（徐舒，2010；董直庆等，2014；卢晶亮，2017），这一方式可以较为准确的估计出教育回报率，但是却难以和宏观上的分行业的劳动收入份额匹配，也主要是时间间隔的调查数据，而且一般来说准确估计细化到不同行业上的教育回报率，实证上也较为困难。

三是和本文一样使用 WIOD 的数据（张明志等，2015；杨飞，2017），但是这一数据目前时间跨度只到 2009 年。

因此综合来看，目前较为可行的是使用微观调查数据来估计细化到不同行业上的教育回报率，以此计算宏观层面分行业分技能劳动力的收入。但是这一拓展分析本身可能就是一个很重要的实证研究，这其中会有一些技术性问题，需要很多更加细致的工作，而且考虑到微观数据库在时间跨度上是零散年份而不是连续年份，与本文使用的宏观行业层面数据难以完全对应，因此这一拓展可能需要在未来长期进行精心的数据整理和实证设计。我们没能在本次修改中找到替代指标，但在文章第 25 页着色部分，我们补充说明了这一点，强调这是未来一个非常重要的拓展研究。

（三）我们修改了文章的定量分析内容，更加密切地把定量结果与中国现实经济相结合，并且更加深入地说明定量结果对解释中国现实经济的重要性。请您参见文章第 17、20-22 页着色部分。

首先，文章的定量数值模拟做了对现实经济的拟合和解释的分析，但是原文没能强调这些结果，可能造成了文章模拟与现实经济显得脱节。为此，我们在文章第 17、20、21 页着色部分进行了修改，增加了定量结果的分析。具体地，我们按照数值模拟的常见做法，计算并汇报了模型定量结果对现实经济的技能密集程度和工资收入差距的变化解释力，并且给出了明确的总结性判断。实际上定量模拟结果不但说明本文理论模型对中国现实经济的产业结构转型、技能密集程度提高和工资收入差距扩大等具有较高的解释力，而且还表明了这些指标变化背后的主要影响因素是什么。希望这样修改可以使读者把数值模拟结果与现实经济紧密联系起来。

其次，在文章第 21 页着色部分最后一段-第 22 页着色部分，我们在定量数值模拟详细汇报完结果后，结合现实经济和现有文献对中国经济相关趋势变化进行了总结讨论。我们指出一方面定量分析表明文章理论模型对中国现实经济有较强的解释力，另一方面定量分析也发现理论上提出的产业结构转型这一经济机制实际在定量上影响也非常显著。因此，现有研究所强调整体经济体现出技能偏向型技术进步，反映的可能更多是产业结构转型过程，即使把这一过程进一步归因于技术进步，能够深刻影响整体经济的技术进步也只是发生在部分产业，而不是全部行业。我们觉得这可能是本文理论模型基础上的定量模拟在解释中国现实经济上的边际贡献。

虽然受限于数据可得性，文章所关注的时间跨度无法延伸到最近几年的中国经济，但是我们还是结合定量结果进行了补充的探讨，提出考虑到中国产业结构仍然会在较长时间内发生显著的转型升级，并且当前不同产业部门技术进步的方向和速度均存在明显差别，因此为了解释现实经济中技能密集程度提高和工资收入差距演化，需要特别重视技术进步在产业层面上的独有特征、产业结构转型的影响及其背后的推动力量。

希望以上三方面的修改能够加强文章定量模拟结果与现实经济的联系，避免脱离现实，使读者更加明确了解文章理论和定量分析对中国现实经济的解释力，以及解释当前经济技能密集程度和工资收入差距变化的创新视角和引申意义。

5. 细节问题。①上次审稿意见提到模型关于要素密集度的表征不准确，作者给出的解释是在不考虑劳动力市场摩擦时，技能密集型与非技能密集型产业的高低技能相对劳动收入份额的比值，等于技能密集型与非技能密集型产业的高低技能劳动相对投入的比值，事实上这一等式成立的条件并非是不存在劳动力市场摩擦，而是高、低技能劳动的摩擦因子相等，即技能和非技能密集型产业的高技能劳动工资差距与低技能劳动工资差距一致。②论文正文部分共 27 页，其中近 12 页为理论模型篇幅较长，因此建议作者可适当精炼理论模型的内容，突出模型的创新点和关键结论，而且内容的结构安排也应适当调整提高论文的可读性。

③模型的一个关键假设是高、低技能劳动供给总量 H 和 L 应为外生给定，即不受偏向型技术进步和产业结构转型的影响，这一合理假设也是（22）式和（66）式等关键结论成立的前提。

回复：①的确如您所指出的，这一条件应当是两类技能劳动力的摩擦因子相等，而且这一条件相对之前无劳动力市场摩擦的条件更加一般化。我们修改了文章的相关表述，非常感谢您的这点指正。

②我们按照您的要求精简了理论模型部分的内容，把原文理论部分近 12 页的篇幅压缩到了 9 页左右。主要从以下两方面进行精简：一是精简文字表述和数学公式。特别是数学公式，除了核心推导结果外，其他特殊情形下的讨论均精简了篇幅。二是调整文章内容，把部分非模型创新点的理论分析移动到附录，并且在正文中以脚注形式进行了说明。此外，在之前的修改中，我们也在这一部分增加了明确的结论、补充说明了文章理论分析的逻辑关系和创新点，希望可以突出重点，提高可读性。

③的确如您所指出的，文章模型中两类技能劳动力的总供给视为外生变量，这实际上是整个理论部分分析的一个隐含的关键假设，但是原文没能清楚地指出这点。我们在文章中做了补充修改。首先在文章模型建立部分，我们先说明两类技能劳动力供给是模型的外生变量。请您参见文章第 5 页着色部分。之后在理论分析部分，我们在给出均衡条件后，明确说明了之后所有的比较静态分析及其结论中，两类技能劳动力供给视为外生意味着隐含假设了有偏技术进步和产业结构转型不会影响两类技能劳动力的供给总量。请您参见文章第 7 页着色部分。希望以上的修改可以使文章的分析 and 论述更为严谨。

复审意见 2 及作者修改说明

经过修改，本文质量已有大幅提高，但是还需要在以下几个方面进一步完善：

1. 文章的行文、逻辑和措辞请认真修改，尤其是摘要部分，请直接概括本文的主要内容。通篇需要突出本文的研究重点和解决思路，围绕研究问题进行展开。

回复：根据您的建议，我们对全文的行文和措辞进行了精简和校对，并且还做了如下四点重要修改。

一是精简了摘要，第一句就明确提出文章研究问题，之后概况文章主要内容和研究意义。

二是在引言部分，我们明确提出了文章研究问题，之后详细阐述文章从产业结构转型视角研究这一问题的切入点和出发点。

三是在理论分析部分的第一段，我们增加了总体概括，把这一部分理论分析要回答的问题、研究思路和逻辑递进关系明确先说明出来，以使读者能够先整体把握研究思路。

四是在定量分析部分的第一段，我们补充说明了定量研究与前文理论部分的关系，并且明确说明参数估计和数值模拟各个部分的主要内容和内部结构。

以上修改较为分散，故没有一一着色。

2. 理论模型部分，本文构建的是一般均衡模型，需要明确写出一一般均衡的定义，且模型的推导和分析过程做适当精简，突出重点，强调经济学机理。

回复：按照您的建议，我们明确定义了一般均衡，即一般均衡是劳动工资与产品价格自由调整，使劳动力市场与产品市场同时出清，之后给出明确的市场出清条件。请您参见文章第 5 页着色部分。并且，我们把模型的分析部分做了如下精简。一是精简文字表述和数学公式。特别是数学公式，除了核心的推导结果外，其他特殊情形下的讨论均精简了篇幅。二是调整文章内容，把部分非模型创新点的理论分析移动到附录，并且在正文中以脚注形式进行了说明。三是在这一部分增加了明确的结论、补充说明了文章理论分析的逻辑关系和创新点。希望这些修改可以突出重点，提高可读性。请您参见文章第 6-12 页所有着色部分。

3. 实证分析部分，尤其是本文的校准部分，校准的目标和机理需要明确，尤其是与理论部分相对应和吻合。

回复：我们完全赞同您的意见，原文在定量分析部分应当说明清楚各个部分的前后关系、主要目标和内容结构。为此，我们做了如下两处修改。

首先，在第四部分参数估计和第五部分数值模拟第一段，我们补充说明了每个部门的主要内容和结构逻辑关系，特别是与前文理论部分的关系。请您参见文章第 12 页和第 16 页着色部分。实际上这些定量分析的校准和模拟过程既紧密结合了理论模型的结构化方程，其结果又需要由理论分析部分的结论来解释，理论分析部分的经济机制分析也帮助对定量结果进行了进一步分解。

其次，在第四部分供给侧和需求侧的参数估计和第五部分其他参数校准中，我们增加了解释，把这些估计和校准的目标和方法进行了详细说明，这些过程都使用了理论模型的结构化方程，来确定出理论模型的参数。由于修改较为分散，故这里的修改未一一着色。

三审意见 1 及作者修改说明

作者针对审稿意见进行了修改尝试，基本上解决了文章存在的一些重要问题，作者的工作量值得肯定，但仍然存在以下不足，应进一步完善：

1. 文献回顾不够全面充分、结构安排稍显混乱。一是尚有一些主要的技术进步、产业结构和要素收入分配的重要文献未提及，特别是有些文献也已注意到产业结构变迁在偏向型技术进步影响要素收入分配过程中所扮演的重要角色；二是针对某几篇文献的重点论述可以适当再精炼一些；三是综述结构的安排需要调整，作者先提及技术进步与技能溢价的相关研究及其局限性，而后穿插本文研究内容和创新点，其中提到几篇相近文献与本文区别，这样安排稍显混乱，可以先对文献进行有层次地回顾，再统一说文献局限性、本文研究内容及创新贡献会更好一些。

回复：非常感谢您的建议！您的建议的确对于文献和引言的编排更加合理，也更有逻辑和层次。我们根据您的三条具体建议做了三方面修改：一是补充了姚毓春等（2014）、王林辉和袁礼（2018）、郭凯明等（2020）等关于技术进步、结构转型与要素收入分配的文献，如还有遗漏，恳请您再次指正。二是精简了文献的概括性表述，把同类文献也适当进行了合并。三是把引言结构调整为先概述现有研究进展和局限性，之后再明确介绍本文研究出发点、内容和相对文献的不同之处。

2. 论文创新贡献的提出不准确。提出产业结构转型是理解技能密集经济发展和技能溢价演化视角不能称为是本文创新点，事实上现有文献已将产业结构纳入对要素收入分配的考察，尽管现有文献可能针对的是资本和劳动，而本文针对的是不同技能劳动，但本质是一样的。因此，建议作者还应再次总结论文的创新贡献和亮点。

回复：根据您的建议，我们把本文创新和边际贡献修改为更加具体的内容，而不是宽泛地强调产业结构转型视角的作用。的确如您所说，一些文献也都强调了产业结构转型在要素收入分配中的重要作用。经过修改，我们提出本文的创新之处和边际贡献是在理论上系统地分析了产业内部有偏技术进步通过产业结构转型影响工资收入差距的理论机制和前提条件，并且在定量上使用中国宏观经济数据测算了这一理论机制在中国经济发展中的影响。可能前者相对现有文献研究还是有一定边际贡献的。

3. 理论模型部分的四条结论不够深刻精炼。一是结论过于冗长尤其是结论 1，不够高度凝练；二是四条结论的新颖性和创新性有所欠缺；三是需要注意四条结论之间的相关性和逻辑性，内容则应尽量避免重复。

回复：根据您的建议，我们进一步凝炼了文章结论 1 的表述，把第 3 条和第 4 条结论归纳为一条结论，突出具有一定创新性和亮点的发现，同时减少了结论之间的重复性表述。

4. 建议选取“技能密集度”或“工资收入差距”其中之一作为重点论述，不应同等兼顾，因为二者本质上并无区别。本文涉及的核心变量主要有四个，分别是有偏技术进步、产业结构、技能密集度和工资差距，主要发现的规律是有偏技术进步一方面通过产业内技能密集程度变化产生集约边际效应（也有文献称作是产业效应），另一方面通过产业结构变化产生广延边际效应（也有文献称作是结构效应），共同影响整体技能密集度和工资收入差距，可以看出

本文存在两个指向。然而，由公式可以看出，尽管工资差距以高低技能劳动平均工资之比衡量，而整体技能密集程度以高技能劳动收入份额衡量，但是就模型本身而言二者并无区别，且在后文理论分析中实际上把工资差距和整体技能密集度就看作是一个整体考察。因此，在论文标题以及语言上将工资差距和技能密集度区分来说可能意义不大且易造成文章冗余，建议作者能否只抓住工资差距或技能密集度一个重点来说，而不要两者同时兼顾。

回复：我们认同您的观点。考虑到文章重点是想强调有偏技术进步在生产方面推动了产业结构转型升级，在分配方面推动了工资收入差距演化，这些又使经济发展过程中效率和平等之间可能存在一定矛盾，因此在您建议的启发下，我们改为以“工资收入差距演化”和“产业结构转型升级”为重点，强调产业结构转型升级也会导致工资收入差距演化，而“技能密集程度变化”只是这一过程经济结构和工资收入差距变化的另一个衡量视角，在表述中有所弱化，重点强调工资收入差距方面，希望修改后文章能够突出重点。

5. 标题难以体现文章的主要研究内容及亮点。标题中“产业结构转型升级”是中间过程、“技能密集经济崛起”和“工资收入差距演化”是并列的结果，而有偏技术进步才是形成这些经济现象的重要原因，因此标题既未涵盖文章主要研究内容，也未抓住文章亮点。

回复：按照您的建议，我们重新修改文章标题为“有偏技术进步、产业结构转型升级与工资收入差距演化”，希望能够把有偏技术进步推动产业结构转型升级，进而影响工资收入差距的经济机制和主要内容概括进来，突出重点。

6. 论文语言和公式需要进一步精炼。《中国工业经济》的投稿要求是需要将模型及公式篇幅压至全文 50%以内，而本文模型和公式篇幅仍然较长，因此需要对模型和公式进行高度精干地处理。论文语言的凝炼性和逻辑性仍需加强。

回复：我们对全文进行了精简，特别注意了文字表述的精炼和逻辑性。此外，关于论文理论部分，我们把公式和分析做了进一步压缩，部分具有对称性的理论结果也移到了文章附录中，使得在保证文章内容的完整性的同时能够突出核心结论。