

● 区域经济研究

# 河北省技术进步的就业效应研究

张 锦<sup>1,2</sup>, 曹冬萍<sup>3</sup>

(1.北京交通大学 中国产业安全研究中心,北京 100044 2.石家庄铁道大学 经济管理学院,河北 石家庄 050043;  
3.中国人民银行 保定中心支行,河北 保定 070000)

**摘要** 随着工业化改革进程的纵深化发展,经济增长方式正在由依赖资本、劳动等要素投入转向对科技进步的依赖。河北省经济高速增长的同时面临着严峻的就业形势,研究技术进步的就业效应,建立二者良好的联动机制对河北省至关重要。在梳理文献的基础上,采用恒定替代弹性生产函数来测算河北省技术进步指数,构造最优雇佣函数来测算出技术进步对就业总量具有微弱的挤出效应,运用就业结构模型测算出技术进步使得第一产业从业人数下降,而第二产业、第三产业从业人数上升,尤其第三产业从业人数随着技术进步升幅较大。

**关键词** 技术进步 就业效应 恒定替代弹性生产函数

**中图分类号** F062.9 **文献标识码** A **文章编号** 1007-2101(2013)01-0077-05

著名的“奥肯定律”表明<sup>[1]</sup>,经济增长与劳动就业正向相关,该规律已被多数国家的发展实践所证实。然而相关研究表明在我国出现了“奥肯悖论”(宋小川等)<sup>[2]</sup>,经济高速增长与严峻的就业形势相伴,河北省也不例外。改革开放以来河北省经济总量连年攀升,国内生产总值由1978年的183.06亿元上升为2011年的20611亿元人民币,平均增长率达到10.4%,整体上快于全国的平均增长水平,但就业的增长幅度严重滞后于经济增幅,借助GDP就业弹性(1%的GDP变动所引起的就业变动百分比)来说明经济增长对就业的带动能力:20世纪80年代河北省GDP就业弹性平均值为0.35,具有劳动密集型经济的特征;20世纪90年代河北省的GDP就业弹性下降为0.12;21世纪前10年就业弹性平均值为0.14,虽然有轻微地回升,但总体上呈现明显的下降趋势。官方统计1990—2010年间河北省城镇登记的失业率从2.2%上升至5.3%,一些学者结合登记失业率与人口普查失业率推算出2010年河北省实际城镇失业率达到10.1%,远远超过了7%的失业警戒线。2011年新增就业人员达60万人,原本脆弱的就业均衡被进一步打破,严重的失业问题不仅造成巨大的人力资源浪费,甚至影响国家的长治久安。“十七大”报告中将解决就业问题视为“民生之本”,河北省“十二五”规划发展纲要中将保障和改善民生列入省经济和社会发展的十项要务之一。

“十七大”报告和“十二五”规划规划纲要中提出加快经济发展方式重点在于“由主要依靠增加物质资源消耗向主要依靠科技进步、提高劳动者素质、管理创新转变”,随着工业化改革进程的纵深化发展,经济增长方式正在向以主要依靠要素投入效率提升和制度释放来发展的集约方向转变,对资

本、劳动的依赖作用正逐步下降,取而代之的是对科技的依赖逐步增强。技术进步已成为持久不衰的经济动力。

相关数据表明,近年来河北省高新技术企业得以迅速发展,高新技术产业规模以上企业产值在样本区间内平均增长率为19%,研发经费投入也不断增加,科技创新活动进一步增强,然而其就业效应如何?是拉升就业还是使本已严峻的就业形势进一步雪上加霜?研究技术进步的就业效应,建立二者良好的联动机制对河北这个拥有6800万人口的经济大省具有深远的现实意义。

## 一、研究评述

技术进步有狭义和广义之分,狭义的技术进步仅指新的科学技术自身在生产领域中的成功应用,广义上的技术进步则是指技术变化在经济增长过程中的作用,包括经济增长率中扣除资本、劳动之外的所有因素(全要素)。希克斯(Hicks)<sup>[3]</sup>借助要素间的边际替代率(Marginal Rate of Substitution, MRS)概念将技术进步划分为资本节约型、劳动节约型和中性三个类别。边际替代率等于边际产量之比,假设总产出不变,劳动和资本的比率不变,如果因技术进步提高的劳动边际产量大则称为节约资本的技术进步;如果因技术进步提高的资本边际产量大则称为节约劳动的技术进步,如果边际产量的比率不变则称为中性技术进步,该类型的技术进步在现实生活中非常少见,往往只在理论上作为研究假设。

关于技术进步与就业的关系问题各经济学家莫衷一是。从研究内容看国内外文献集中于两个方面,即技术进步

收稿日期 2012-08-28  
基金项目 河北省软科学项目“基于劳动力供给视角的河北省经济增长路径研究”(12457204D-19)阶段性成果

作者简介 张锦(1974-),女,河北保定人,北京交通大学中国产业安全研究中心博士后,石家庄铁道大学经济管理学院副教授,研究方向为计量经济学;曹冬萍(1977-),女,河北保定人,中国人民银行保定中心支行经济师,研究方向为金融学。

对就业的挤出效应和补偿效应。李嘉图<sup>[4]</sup>、马尔萨斯<sup>[5]</sup>、姚战琪<sup>[6]</sup>等经济学家认同于技术进步对劳动就业的挤出效应,其作用机理是技术进步→劳动生产率提高→资本有机构成提高→企业对劳动力需求下降;与此同时,萨伊、卢卡斯<sup>[7]</sup>、彭绪庶、齐建国<sup>[8]</sup>(2002)等经济学家则倾向于技术进步对就业的补偿效应,其作用机理是技术进步→节约投入要素中的劳动成本→产品的销售价格下降→购买力提升→总需求的增加→就业与经济的增长,目前关于技术进步与就业关系的研究大多停留在国家层面,尚未涉及河北省相关数据。

就技术进步的衡量标准而言,使用最为广泛的是全要素<sup>[9]</sup>方法,将经济增长中扣除资本与劳动投入影响之外的其他所有要素视同于技术进步,但该方法有自身难以克服的缺陷,影响经济增长的其他因素中,市场因素、结构因素等都被夹杂在技术进步因素中,因此估算出的技术因子远高于实际。研究中还偶见另外四种衡量技术进步的方法:(1)明塞尔认为如果不考虑其他影响因素,生产力增长本身可以代表技术进步;(2)戴维斯认为技术进步是不变价格下产出值与投入之差;(3)Schmookler等学者认为技术进步是产出与投入的指数比;(4)列昂惕夫<sup>[10]</sup>认为技术进步率是投入在两个时间点之间的加权平均。

关于技术进步与就业关系的实证研究方法,主要多见于四种模型:运用索洛生产函数测算技术进步对就业的贡献率;运用向量自回归时间序列测算技术进步与就业的动态关系;运用数据包络模型的随机前沿边界测算技术进步与就业的相对关系;运用协整分析和格兰杰因素检验测算技术进步与就业是否具有长期稳定的因素关系。

本文将采用恒定替代弹性生产函数(Constant Elasticity of Substitution, CES)来测算河北省技术进步指数,通过构造最优雇佣函数来测算技术进步对就业总量的影响,构造就业结构模型测算技术进步对就业结构的影响。如无特殊标注,研究所用的原始数据均来自《河北统计年鉴》和《河北经济年鉴》,考虑到样本可得性,将样本区间择定为1978—2010年。

## 二、技术进步的度量——基于 CES 生产函数

CES 生产函数是索洛、阿罗和钱纳里(Solow, Arrow and Cheney)<sup>[11]</sup>(1961)等人合作的结晶,强调生产要素劳动和资金的投入质量,能够避免生产要素投入质量提高对产出的影响,而且避免了索洛模型中估算出的科技因素过大的缺陷,使得计算出的科技指数更加精准。

### (一)模型构建

假设投入与产出均为规模收益固定,构造由投入量与产出量组成具有恒定替代弹性的生产函数:

$$Y=A(t)(\alpha K^{\rho}+\beta L^{\rho})^{\frac{1}{\rho}} \quad (1)$$

其中:Y代表产出,A代表科技因子,反映的是经济增长中除劳动与资本要素贡献之外的所有产出影响因素的综合贡献率,K、L分别代表资本投入、劳动投入,m为阶次,表示规模收益,ρ为替代参数,替代弹性 $\sigma=\frac{1}{1+\rho}$ ,α、β代表资本

与劳动的分配率,α+β=1,式(1)变形为:

$$Y=A_0(t)(\alpha K^{\rho}+(1-\alpha)L^{\rho})^{\frac{1}{\rho}} \quad (2)$$

其中:A<sub>0</sub>为基期的技术进步水平,γ为技术水平的年平均增长率,t为时间项。在CES模型加上随机误差项u<sub>t</sub>,为避免共线性,两端取对数,并令A(t)=A<sub>0</sub>(1+γ)<sup>t</sup>,式(2)变形为:

$$\ln(Y)=\ln A_0+t\ln(1+\gamma)-\frac{m}{\rho}\ln(\alpha L^{\rho}+(1-\alpha)K^{\rho})+u_t \quad (3)$$

由于CES生产函数是不可线性模型,采用柯门塔(Kmenta)近似法估计,将其中的ln(αL<sup>ρ</sup>+(1-α)K<sup>ρ</sup>)在ρ=0时展开成泰勒级数,并分别取0-2阶项代入(3)式,得出:

$$\ln(Y)=\ln A_0+t\ln(1+\gamma)-\alpha m \ln L+(1-\alpha)mK-\frac{1}{2}\rho m\alpha(1-\alpha) \left[\ln\left(\frac{K}{L}\right)\right]^2+u_t \quad (4)$$

其中:τ≥0代表技术进步指数,λ代表新设备的技术进步指数,η≥0代表劳动质量上技术进步指数,资金和劳动的产出弹性分析为S<sub>K</sub>、S<sub>L</sub>,CES增长速度方程:

$$y=(r+s_K\lambda+s_L\eta)+k_{S_K}+l_{S_L}=E^T+k_{S_K}+l_{S_L} \quad (5)$$

其中:y为产出增长速度,r+s<sub>K</sub>λ+s<sub>L</sub>η和E<sup>T</sup>均代表技术进步,k<sub>S<sub>K</sub></sub>为资本指数,l<sub>S<sub>L</sub></sub>为劳动指数,则有:

$$\text{技术贡献率 } E_A=\frac{E^T}{Y}\times 100\%$$

$$\text{资本贡献率 } E_K=\frac{S_K \times k}{Y}\times 100\%$$

$$\text{劳动贡献率 } E_L=\frac{S_L \times l}{Y}\times 100\%$$

### (二)数据及结果

总产业指标Y:采用河北省国内生产总值GDP数据来衡量,为排除价格波动的干扰,将1978年作为基期,各年度数据根据基期价格平减。

劳动投入指标L:用各年底的劳动就业人口总数来衡量。

资本投入指标K:用固定资产投资来表示,由于固定资产存在折旧并且内含通货膨胀因素,所以本文中仅指资本存量,采用OECD组织广泛采用的永续盘存法<sup>[14]</sup>对资本存量进行估算。

$$K_t=K_{t-1}+\frac{I_t-\delta_t}{PF_t} \quad (6)$$

式中:I<sub>t</sub>代表年份为t的固定资产投资额度,δ<sub>t</sub>代表年份为t的折旧率,PF<sub>t</sub>代表年份为t的固定资产价格指数,k<sub>t</sub>、K<sub>t-1</sub>则分别代表要估计的t和t-1年份的资本存量。

利用Eviews6.0软件结合河北省内相关数据估算出技术进步指数如图1。技术进步与就业的变动趋势如图2所示,河北省就业总量变动呈现缓慢下降趋势,而技术变动率波动幅度较大,整体来看河北省技术进步变化率与就业人数变化率二者关系不够密切,个别年份显示出负相关关系,科技进步指数增长较快的时期劳动力的增长较慢,1984年之前这种趋势十分明显。1990年和1999年技术进步增长率波动频繁,但劳动就业变动相对稳定,其次是在2008年,河北省劳动力增长稳定而技术进步贡献率却回落到低谷。河北省技术进步对劳动就业关系从长期趋势图来看呈现中性特征,所以有必要根据CES生产函数估算的数据进行更深入的验证。

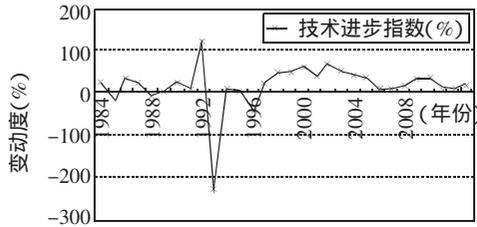


图1 技术进步指数

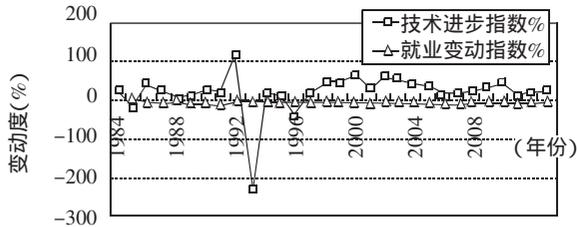


图2 技术进步与就业变动趋势

### 三、技术进步的就业总量效应

河北省从业人员总数由1978年的2082.8万人上升到2011年的3692.5万人,总体上有较大幅度提升,下面将构造雇佣最优利润函数测算1978—2010年间技术进步对河北省就业总量的影响。

#### (一)模型构建

建模基本思路是构建厂商的利润函数,基于雇佣最优原则确定出就业为自变量,以产出、工资和技术进步因子为因变量的模型。厂商的利润函数:

$$\pi = PY - WL - RK \quad (7)$$

其中 $\pi$ 为利润, $P$ 为产品价格, $L$ 、 $K$ 为劳动和资本的投入量, $W$ 为劳动的价格工资, $R$ 为资本的价格利息率, $Y$ 为总产出,采用柯布道格拉斯函数形式, $Y = AK^\alpha L^\beta$ 。则基于利润最大化原则得出:

$$L = \frac{\beta Y}{W/P} \quad (8)$$

其中, $W/P$ 代表实际工资。(8)式将劳动力需求转变成产出与劳动力价格的函数,为避免共线性,两边取自然对数,加入随机扰动项 $\varepsilon$ ,再加入技术进步因素(8)式变形为:

$$\ln L = \beta_0 + \beta_1 \ln Y + \beta_2 \ln(W/P) + \beta_3 E^T + \varepsilon \quad (9)$$

其中, $E^T$ 为上文中采用CES生产函数估算出的技术进步指数,系数 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 分别表示总产业弹性、工资弹性以及就业对技术进步因素的半弹性(反映的是技术水平变动1%时就业水平变动的百分数近似于 $100\beta_3$ )。

#### (二)数据及结果

数据来自《河北省统计年鉴》及前文估算,样本区间选择改革开放后1978—2010年间数据,回归方程:

$$\ln Y = 6.21 + 0.19 \ln Y - 0.01 \ln(W/P) - 0.09 E^T + \varepsilon \quad (10)$$

(0.029)(0.010)(0.011) (0.014)

括号中数字为标准差,所有系数均在1%的水平上通过t检验, $R^2=0.967$ ,方程拟和度良好。

回归结果表明,劳动力需求与总产出成正比,产业的就业弹性为0.19,劳动力需求与实际工资反向相关,技术进步每提高1%,则劳动力需求下降0.08%,总体上看技术进步与

劳动力需求总量负相关,但相关系数过小,说明技术进步对就业总量的影响作用非常微弱。

### 四、技术进步与就业结构的实证分析

改革开放以来河北省产业优化调整和结构升级甚有成效,三大产业之间的产值差距明显扩大。工业产值稳居三大产业之首,服务业已逐渐取代了农业,成为继工业之后的新的主体产业。同时省内就业结构得以相应的调整,服务业从业人员占就业人数总量的比例上升很快,工业从业人员占就业人口比重平衡上升,而农业从业人员占就业人员比重大幅度下降。三次产业的产值和就业结构如表1所示。

表1 产业结构与就业结构

年份	GDP 构成(%)			就业构成(%)		
	一产	二产	三产	一产	二产	三产
1982	27.1	49.1	22.7	71.5	19.2	13.1
1986	29.2	49.7	20.9	69.7	17.1	14.2
1990	27.5	42.9	28.9	63.4	21.3	17.6
1994	20.1	49.1	31.2	61.1	26.5	19.1
1998	16.3	52.3	34.1	51.0	23.5	23.4
2002	14.9	54.2	34.6	52.1	22.6	29.1
2006	14.1	48.1	41.3	44.9	24.3	32.1
2008	13.1	49.9	37.0	42.0	23.1	34.9

#### (一)模型构建

以下将依据国民经济三个部门,即第一产业、第二产业、第三产业的就业变动来说明1978—2010年间技术进步对河北省就业结构的作用,由于第一产业中农民没有工资,第三产业中用人机制和薪酬机制都较灵活,所以在劳动力需求模型中取消了实际工资因素,构造以下三个模型:

$$\begin{aligned} \ln L_1 &= \beta_0 + \beta_1 \ln Y_1 + \beta_2 E_1^T + \varepsilon \\ \ln L_2 &= \beta_0 + \beta_1 \ln Y_2 + \beta_2 E_2^T + \varepsilon \\ \ln L_3 &= \beta_0 + \beta_1 \ln Y_3 + \beta_2 E_3^T + \varepsilon \end{aligned} \quad (11)$$

其中下标1、2、3分别代表三次产业, $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 分别代表三次产业的就业人数, $E_1^T$ 、 $E_2^T$ 、 $E_3^T$ 分别代表三次产业的技术进步指数,其他参数和数据定义如前。

#### (二)结果分析

结合河北省1982—2008年相关数据及前文估算的结果,利用普通最小二乘法(OLS)估计,回归结果如表2所示:

表2 技术进步就业结构

	$\ln L_1$	$\ln L_2$	$\ln L_3$
$\beta_0$	6.225*	6.847*	5.976*
	(0.031)	(0.327)	(0.029)
$\beta_1$	0.019*	1.74*	2.87*
	(0.067)	(0.565)	(0.657)
$\beta_2$	-0.041*	0.191**	0.576*
	(0.014)	(0.061)	(0.332)

注: 括号中数据为标准差,上标\*表示在1%水平上显著,上标\*\*表示在5%水平上显著,上标\*\*\*表示在10%水平上显著。

回归结果显示,河北省三次产业的就业人员与本部门的产出正向相关,农业产值比重由1982年的27.1%下降到2008年的13.1%,工业产值比重由1982年的49.1%下降到2008年的46.9%,使得工业与农村就业人数的下降,而服务

业产值比重由1982年的22.7%上升到2008年的37%,使得服务业从业人员大幅度上升。伴随着技术进步,第二产业和第三产业从业人员得以增加,特别是对第三产业的影响程度最大,但是技术水平对第一产业就业人员数量的影响显著下降。原因在于河北省是农村大省,农村存在大量富余劳动力,第一产业中的技术进步致使农村剩余劳动力大量转移到第二、第三产业,前文结论表明其中大部分转入第三产业。如图3所示,河北省就业结构图印证了上述结论。

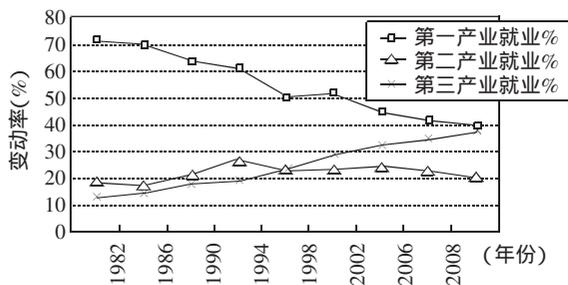


图3 河北省就业结构图

## 五、结论及建议

本文在利用恒定替代弹性生产函数方法估计技术进步指数的基础上,分析了河北省1978—2010年间技术进步对就业总量以及就业结构变化的影响。实证结果表明技术进步与河北省的就业总量增长表现为负相关关系,即对就业总量存在挤出效应,但作用很微弱;另一方面,技术进步通过影响产业结构进而影响就业结构的调整,第二、第三产业的就业人数随着技术进步得以提升,尤其是第三产业增幅显著,第一产业从业人员随着农业科技的推广而下降。综上所述,技术进步在促进经济增长的同时,有利于产业结构和就业结构的调整和优化,这种趋势与工业化演进路线相吻合,即劳动力由第一产业向第二、第三产业转移,最终实现以第三产业为吸纳劳动力就业的主导产业。因此技术进步对扩大第三产业的就业提供了机遇。由于河北省处于工业化转型时期,劳动人口众多而用于提高产业技术水平的资金有限,采用最先进的技术设备容易造成资金流失过多和失业人口的加剧,在

技术发展路径上可遵循“替代战略”,即现阶段采取适用于本省实际情况的、可扩大就业而又不需太多资金的“劳动密集型技术”,当资本积累达到一定程度后再过渡为资本密集型。我国沿海许多乡镇企业广泛采用的就是劳动密集型技术,这类企业吸收了大量文化程度不高的农村转移劳动力。现阶段河北省选择劳动节约型的技术进步并不意味着只能采用过时的、二流的、效率不高的技术,而排斥先进技术。节约资金不等于甘心落后,而耗费资金也不等于拥有先进。在具体技术选择方面,河北省应该优先支持清洁型劳动密集产业的发展,以提升中低收入阶层的就业机会和收入,同时在高新技术产业的发展方面,应该注重劳动密集与知识密集相结合。

### 参考文献:

- [1] Okun A.M. Potential GNP Its Measurement and Significance[J]. American Statistical Association, 1962.
- [2] 李俊峰,等.经济增长与就业增长的关系研究——两者相关性的重新判定[J].中国软科学, 2005(1).
- [3] 希克斯.经济学展望[M].北京:商务印书馆, 1966.
- [4] 大卫·李嘉图.政治经济学及赋税原理[M].北京:商务印书馆, 1962.
- [5] 保罗·A·萨缪尔森,威廉·D·诺德豪斯.经济学(第十六版)[M].北京:华夏出版社, 1999.
- [6] 姚战琪,夏杰长.资本深化、技术进步对中国就业效应的经验分析[J].世界经济, 2005(1).
- [7] Lucas, Robert. On the Mechanics of Economic Development[J]. Journal of Monetary Economics, 1988(22).
- [8] 彭绪庶,齐建国.对美国技术进步与就业关系的研究[J].数量经济技术经济研究, 2002(11).
- [9] Solow R.A contribution to the theory of economic growth [J]. Quarterly Journal of Economics. 1956:70.
- [10] Leontief W. Structure of the American economy [M]. New Oxford University Press. 1941.
- [11] 蔡正立.江苏建筑业科技进步贡献率的研究[D].南京:东南大学, 2007.

责任编辑、校对:艾 岚

## Employment Effect Research on the Technical Progress in Hebei Province

Zhang Jin<sup>1,2</sup>, Cao Dongping<sup>3</sup>

(1. Research Center of the Chinese Industrial Security, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

2. School of Economics and Management, Shijiazhuang Railway University, Shijiazhuang 050043, China;

3. Baoding Center Bank, People's Bank of China, Baoding 070000, China)

**Abstract:** With the deepening of industrialization reform development, economic growth mode is dependent on technology progress more than capital and labor. It is important to study the effect of technical progress on employment especially in Hebei province, where rapid economic growth following with the severe employment situation. After analyzing literature, we can use CES model to measure technology index of Hebei province, use the optimal hire function to get the result that the effect of technology progress has a weak extrusion on total employment, use the employment structure model to get the results that technology progress led to the first industry workers decline, while the workers in the second industry and the third industry rise, especially the third industry increase greatly.

**Key words:** technology progress; employment effect; Constant Elasticity of Substitution