

Does R&D investment drive employment growth? ——Empirical evidence at industry level from Japan

小组：陈潼欣，黄瑞，李严婧

Catalogue

- **Source**
- **Introduction**
- **Analysis and Econometric Framework**
- **Data and Methodology**
 - Background and sample overview
 - Variables and Econometric Strategies
 - Data Statistical Characteristics
- **Result**
 - Overall impact of R&D on employment
 - The impact of R&D expenditures in major industries on employment
 - The impact of R&D expenditures at different intensity levels on employment
- **Conclusion**

Source




Received: 9 January 2021 | Revised: 4 June 2022 | Accepted: 2 July 2022

DOI: 10.1002/ijfe.2677

RESEARCH ARTICLE

WILEY

Does R&D investment drive employment growth? Empirical evidence at industry level from Japan

Imran Hussain Shah¹  | Konstantinos Kollydas²  | Pak Yee Lee³ |
Issam Malki⁴  | Crystal Chu¹

- Shah I H, Kollydas K, Lee P Y, et al. Does R&D investment drive employment growth? Empirical evidence at industry level from Japan[J]. International Journal of Finance & Economics, 2024, 29(1): 102-118.

Introduction

- **研究背景**

- 日本正在经历显著的人口老龄化，出生率低且寿命延长，导致劳动力减少和人口缩减。
- 技术创新被认为是解决劳动力减少问题的关键，也有担忧称“第四次工业革命”可能减少某些职业的就业需求。

- **研究现状**

- 美国和欧洲的相关研究（如 Autor 等）得出混合结论：在一些国家（如意大利、挪威、瑞典），创新与经济增长正相关；另一些国家（如西班牙），创新可能对经济增长产生负面影响。创新对就业的影响与国家特定特征有关。
- 在日本，关于技术创新对经济增长和就业影响的直接研究较少，尤其是针对职业和行业特征的详细分析。

- **创新对就业的两种影响：**

- **产品创新**（如新产品研发）通常对就业有正面影响，因为新产品创造新需求。
- **流程创新**（如生产过程改进）对就业的影响存在分歧：有时提高效率会减少岗位需求。

Introduction

- **研究目的**

- 作者试图填补现有文献的空白，主要研究：

- 1.技术创新对就业的影响：**

- 使用日本 2002-2017 年的数据，评估创新（以研发支出为指标）对就业的影响。

- 2.行业和职业的异质性：**

- 分析不同产业（制造业与非制造业）和职业结构（高重复性和中重复性行业）中，创新对就业的不同影响。

- 3.多维度的研发支出：**

- 使用三种研发支出指标（总内部研发支出、自筹研发支出、外部研发资金）来衡量创新的作用，并验证结果的稳健性。

Introduction

- **主要发现**

- 1.总体影响:**

- 技术创新对日本各行业就业均有正面影响，支持了“补偿理论”的预测。
 - 每 10% 的研发支出增长可以使就业增加 3.4%。

- 2.行业差异:**

- 制造业中创新对就业的推动作用显著强于非制造业（如服务业和农业）。

- 3.职业结构差异:**

- 在高重复性和中重复性工作领域，创新对就业的正面影响一致存在。

- 4.其他因素:**

- 通胀率与就业增长负相关，特别是在非制造业和中重复性行业。
 - GDP 增长对就业的推动作用有限，这可能与日本经济结构性问题（如低通胀和慢增长）有关。

Analysis and Econometric Framework

• 技术性失业与补偿理论

- 技术性失业认为技术创新提高生产效率，减少劳动力需求，导致就业流失。
- 补偿理论则指出，技术进步通过市场需求的增加和新岗位的创造，能够抵消失业的负面影响。

• 技术创新对就业的基本模型

- 使用 静态劳动需求模型 分析技术进步对就业的直接影响，基于新古典经济学理论假设，假设市场完全竞争。
- 模型核心变量包括技术进步 A 、劳动力 L 、资本 K ，以及替代弹性 $1/(1-\lambda)$ 。参数 α 和 β 衡量技术对劳动力与资本的贡献。

$$Y = A \left[(\alpha L)^\lambda + (\beta K)^\lambda \right]^{\frac{1}{\lambda}}$$

- 利润最大化问题中推导出劳动力需求函数

$$l = y - \delta w + (1 - \delta) \ln(\alpha),$$

• 扩展的随机效应劳动力需求模型

- 将劳动力需求函数表达为随机形式，纳入创新指标 inn 和控制变量矩阵 X' 。

$$l_{it} = \gamma + \beta_y y_{it} + \beta_w w_{it} + \beta_{inn} inn_{it} + X'_{it} \beta + u_{it}$$

- 误差项定义为 $u_{it} = \mu_i + v_{it}$ ，其中 μ_i 为个体的固定特征， v_{it} 为时间变化的随机误差。

Analysis and Econometric Framework

• 模型选择与检验

- **可合并性检验**：通过 F 检验检验个体效应的联合不显著性。零假设成立时，使用普通最小二乘法（POLS）估计；否则使用固定效应（FE）模型。
- **豪斯曼检验**：检验随机效应（RE）模型是否相对于固定效应模型有效。
- **横截面依赖性检验**：使用 CD 检验、LM 检验和 Pesaran 缩放 LM 检验，检测行业之间是否存在横截面依赖性。

• 计量经济学分析框架

- 采用三种模型（POLS、FE、RE）对数据进行回归分析。
- 纳入关键控制变量（如真实工资、行业特性、政策、技术变化）以减少遗漏变量偏差。
- 检验行业间异质性与创新影响的复杂性。

Data and Methodology

• 3.1 背景与样本概览

- 数据来源：“日本研发调查”（2002-2017年）。
- 覆盖范围：33个中等层级行业的企业。
- 研究重点：仅关注中等层级行业，因为更详细的分类数据每五年才通过《人口普查》公布一次。

Data and Methodology

3.2 变量和计量经济学策略

- 研究方法：

- 专注于从事研发活动的企业
- 目的：减少技术进步对特定技术行业的失业率影响，降低数据噪声。

- 研发支出 (R&D)：

- 定义：与新产品和服务设计及开发相关的费用。
- 作为产品创新的代理变量。
- 使用三种衡量创新的变量：
 - **企业内部研发总支出**：核心技术代理变量，用于分析就业与创新的关系。
 - **企业自筹研发支出**：包括企业支付给公共机构、大学、海外机构和非营利机构的资金。
 - **外部研发资金**：企业从公共组织和其他公司获得的资助。

Data and Methodology

3.2 变量和计量经济学策略

- **控制变量：**

- 宏观经济变量：
 - GDP增长率 (gdpg) : GDP增加与就业增长正相关。
 - 通货膨胀率 (inf) : 基于菲利普斯曲线, 通胀与就业水平正相关。
 - 总固定资本形成 (gfcfg) : 反映国内投资水平, 预计与就业正相关。
 - 人口增长率 (popg) : 预计推动就业增长。
- 供给侧变量：
 - 男性员工比例 (male) : 研究性别分布对就业的影响。
 - 劳动力平均年龄 (age) : 反映老龄化和劳动人口特征。

- **数据来源：**

- GDP和通胀: 日本国民账户和圣路易斯联邦储备银行。
- 性别和年龄: 日本劳动力调查。

Data and Methodology

3.2 变量和计量经济学策略

$$\begin{aligned} emp_{it} = & \alpha_i + \beta_1 rnd_{it} + \beta_2 gdp_{it} + \beta_3 inf_{it} + \beta_4 pop_{it} \\ & + \beta_5 gfcfg_{it} + \beta_6 male_{it} + \beta_7 age_{it} + \beta_8 agesq_{it} + \beta_9 rnd \\ & * male_{it} + u_{it} \end{aligned}$$

- 数据限制导致某些重要变量（如高等教育水平）未纳入模型。
- 未观察到的特征可能与研发支出和就业创造相关，可能导致估计偏差。

Data and Methodology

3.3 数据统计特性

- 左图提供了用于模型的解释变量和控制变量的主要统计特性摘要。为了减少数据的偏态性，就业水平和资本水平的度量被转化为自然对数形式。同时，宏观经济变量和供给侧控制变量以百分比形式呈现。
- 右图报告了模型中所有变量的相关系数。结果显示，各种用于衡量技术投资的创新指标之间存在正向且显著的统计相关性，这并不意外。因此，在回归分析中，这些创新变量被逐一分别纳入不同的回归模型，以避免多重共线性的问题。

Variable	Mean	SD	Min	Max
<i>emp</i>	4.584	1.226	1.163	6.790
<i>rnd_exp</i>	11.537	1.916	5.704	14.935
<i>rnd_rf</i>	8.674	2.235	0.000	13.545
<i>rnd_sf</i>	11.659	1.793	5.992	15.206
<i>gdpg</i>	0.906	1.644	-3.400	3.300
<i>inf</i>	0.129	0.927	-1.353	2.762
<i>popg</i>	-0.029	0.119	-0.189	0.163
<i>gfcfg</i>	0.001	4.274	-13.096	5.620
<i>male</i>	69.897	8.423	44.643	100.000
<i>age</i>	48.699	1.576	47.029	52.247

Variable	<i>rnd_exp</i>	<i>rnd_sf</i>	<i>rnd_rf</i>	<i>gdpg</i>	<i>inf</i>	<i>popg</i>	<i>gfcfg</i>	<i>male</i>	<i>age</i>
<i>rnd_exp</i>	1.00								
<i>rnd_sf</i>	0.96	1.00							
<i>rnd_rf</i>	0.71	0.60	1.00						
<i>gdpg</i>	0.001	0.01	0.001	1.00					
<i>inf</i>	0.01	0.02	-0.02	-0.26	1.00				
<i>popg</i>	-0.01	-0.02	0.03	0.01	-0.34	1.00			
<i>gfcfg</i>	0.004	-0.009	0.009	0.003	0.27	0.51	1.00		
<i>male</i>	-0.09	-0.05	0.03	-0.01	0.05	-0.11	-0.10	1.00	
<i>age</i>	0.01	0.02	-0.04	0.07	0.36	-0.82	-0.25	0.09	1.00

Result

4.1 研发对就业的总体影响

Variable	1	2	3	4	5
<i>rnd_exp</i>	0.494***	0.321***	0.346***		
<i>rnd_rf</i>				0.022*	
<i>rnd_sf</i>					0.356***
<i>gdp_g</i>	0.004	0.002	0.003	−0.004	0.002
<i>inf</i>	−0.018**	−0.019**	−0.018**	−0.020**	−0.020***
<i>pop_g</i>	0.167	0.252**	0.240**	0.305***	0.343***
<i>gfcfg</i>	0.041***	0.044***	0.043***	0.049***	0.039***
<i>Constant</i>	−2.087***	−0.151	−0.421	8.630***	−0.455***
<i>R</i> ²	0.60	0.96	0.55	0.09	0.61
<i>F</i> -test	157.92***	364.22***	50.04***	9.35***	45.23***
<i>Hausman test</i>	0.00	0.00	0.00		
<i>LR test</i>	620.24***				
<i>Breusch_Pagan LM</i>			748.06***		850.27***
<i>Pesaran LM</i>			6.77***		9.91***
<i>Pesaran CD</i>			5.67***		4.77***
<i>Observations</i>	528	528	528	479	513

Note: (***), (**) and (*) refer to the 1%, 5% and 10% significance levels, respectively. 1: Pooled regression, 2: Fixed- effects regression, 3: Random-effects regression, 4: Random-effects regression when R&D received is used to approximate innovation, 5: Random-effects regression when self-financed R&D is employed to approximate innovation.

表1（论文原表）

在宏观经济因素方面，GDP 增长与企业内部研发支出模型中的劳动力需求呈正相关，但在其他模型中不显著。固定资本形成在 GDP 中的比例增加，显著提升了从事创新活动企业的就业水平。人口增长与就业需求在所有模型中均呈现出显著的正相关，而通货膨胀则与就业水平呈负相关。

	pooled	fe	re	re_rd_receive	re_rd_self
rd_exp	0.495***	0.321***	0.343***		
rd_receive				0.023*	
rd_self					0.351***
gdp_g	0.004	0.002	0.003	−0.002	0.001
inf	−0.018	−0.018	−0.018	−0.019	−0.020
pop_g	0.167	0.252**	0.241**	0.251**	0.344***
GFCF_GDP	0.041	0.044***	0.044***	0.049***	0.040***
Constant	−2.087*	−0.151	−0.390	3.260***	−0.397
R_squared	0.6	0.97	0.56	0.04	0.63

表1（复现结果）

Result

4.1 研发对就业的总体影响

TABLE 2 Relationship between employment and R&D expenditure: Extended models

Variable	1	2	3	4	5	6
<i>rnd_exp</i>	0.497***	0.321***	0.344***			0.515***
<i>rnd_rf</i>				0.025*		
<i>rnd_sf</i>					0.357***	
<i>gdp_g</i>	0.004	0.001	0.002	−0.003	0.001	0.0001
<i>inf</i>	−0.017**	−0.019**	−0.019**	−0.020**	−0.019***	−0.018
<i>pop_g</i>	0.186	0.325**	0.306**	0.360***	0.332***	0.281*
<i>gfcfg</i>	0.037***	0.040***	0.039***	0.045***	0.037***	0.036**
<i>male</i>	−0.006**	−0.004	−0.004	−0.003	−0.004	0.016
<i>age</i>	0.003	−0.008	0.007	0.011	−0.001	0.006
<i>rnd_exp * male</i>						−0.002
<i>Constant</i>	−1.777***	−0.114***	−0.362***	2.950***	−0.153	−1.855
<i>R</i> ²	0.60	0.97	0.55	0.09	0.61	0.55
<i>F</i> -test	113.03***	345.42***	35.85***	6.73***	32.20***	32.88***
<i>Hausman test</i>		0.000				
<i>LR test</i>	648.71***					
<i>Breusch_Pagan LM</i>	752.54***				864.04***	786.56***
<i>Pesaran LM</i>	6.91***				10.34***	7.96***
<i>Pesaran CD</i>	5.29***				4.68***	5.14***
<i>Observations</i>	528	528	528	479	513	528

Note: (***), (**) and (*) refer to the 1%, 5% and 10% significance levels, respectively. 1: Pooled regression, 2: Fixed-effects regression, 3: Random-effects regression, 4: Random-effects regression when R&D received is used to approximate innovation, 5: Random-effects regression when self-financed R&D is employed to approximate innovation and 6: Random-effects regression including the interaction term '*rnd_exp*male*'.

表2（论文原表）

在加入供给侧变量后，对就业的影响变化较小，对关键系数几乎没有影响。行业中男性员工的比例和年龄分布对就业的作用不显著，研发支出对就业的影响也与行业平均性别构成无关。交互项的统计结果显示，性别并未对研发投资的就业影响产生显著作用。这说明性别不是推动就业增长的关键因素。研究建议，日本政府和政策制定者应进一步支持女性参与研发活动，因为性别差异并未限制研发的就业效应，但女性参与的不足可能限制了就业增长的潜力。

	pooled	fe	re	re_rd_receive	re_rd_self	re_interaction
rd_exp	0.497***	0.321***	0.341***			0.521***
rd_receive				0.025*		
rd_self					0.350***	
gdp_g	0.004	0.001	0.002	−0.003	0.001	0.001
inf	−0.017	−0.019	−0.019	−0.020	−0.019	−0.018
pop_g	0.186	0.325*	0.309*	0.360**	0.335**	0.283*
GFCF_GDP	0.037	0.040***	0.039***	0.046***	0.037***	0.036**
male	−0.005	−0.004	−0.004	−0.003	−0.003	0.017
age	0.003	0.008	0.007	0.011	0.000	0.007
rd_exp: male						−0.002
Constant	−1.777	−0.114	−0.322	2.950***	−0.092	−1.893
R_squared	0.6	0.97	0.56	0.04	0.62	0.56

表2（复现结果）

Result

4.2 主要行业研发支出对就业的影响（制造业）

TABLE 3 Relationship between employment and R&D expenditure: Manufacturing sector

Variable	1	2	3	4	5	6
<i>rnd_exp</i>	0.404***			0.418***		
<i>rnd_rf</i>		0.102***			0.104***	
<i>rnd_sf</i>			0.402***			0.417***
<i>gdp_g</i>	−0.0004	−0.004	0.0003	−0.006**	−0.009***	−0.006**
<i>inf</i>	−0.016	−0.015	−0.017	−0.018*	−0.016	−0.019*
<i>pop_g</i>	0.293***	0.254***	0.314***	0.280***	0.348***	0.272***
<i>gfcfg</i>	0.026***	0.032***	0.025***	−0.001	0.015	−0.001
<i>male</i>				−0.067***	−0.036**	−0.069***
<i>age</i>				1.758***	0.782	1.821***
<i>agesq</i>				−0.017***	−0.008	−0.018***
<i>Constant</i>	−0.604	3.399***	−0.597	−39.858***	−13.733	−41.248
<i>R²</i>	0.70	0.25	0.70	0.71	0.25	0.71
<i>F-test</i>	24.82***	12.92***	24.96***	18.28***	9.76***	18.30***
<i>Hausman test</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>LR test</i>	303.01***			306.89***		
<i>Breusch_Pagan LM</i>	136.98***	242.09***	245.10***	255.77***	231.65***	256.65***
<i>Pesaran LM</i>	3.57***	3.84***	4.01***	4.58***	3.28***	4.63***
<i>Pesaran CD</i>	0.57	0.68	2.82***	2.38**	0.52	2.20**
<i>U test</i>				0.09*	0.30	0.07*
<i>Observations</i>	304	302	304	304	302	304

Note: (***), (**) and (*) refer to the 1%, 5% and 10% significance levels, respectively. All models are estimated using the random-effects approach. Models 1 to 3 include macroeconomic variables, while regressions 4 to 6 contain both macroeconomic and supply-side variables. Regressions 1 and 4 use R&D spending to approximate innovation, while models 2 & 5 use R&D received and models 3 & 6 use self-financed R&D for the same purpose. U-Test tests the null of monotone or U-shape against the alternative of inverse U-shape.

表3（论文原表）

- 1) 研发支出对就业的影响在制造业中比在非制造业中更为显著。
- 2) 经济增长对制造业就业的影响表现为负相关。
- 3) 性别分布对就业的影响在制造业中呈显著负相关。

	re1	re2	re3	re4	re5	re6
rd_exp	0.388***			0.389***		
rd_receive		0.101***			0.101***	
rd_self			0.387***			0.390***
gdp_g	0.000	−0.004	0.000	−0.006	−0.009	−0.006
inf	−0.016	−0.015	−0.017	−0.018	−0.016	−0.018
pop_g	0.295***	0.254**	0.315***	0.294*	0.352**	0.286
GFCF_GDP	0.026**	0.032**	0.025**	0.002	0.015	0.002
male				−0.064**	−0.035	−0.066**
age				1.675*	0.779	1.738*
agesq				−0.017*	−0.008	−0.017*
Constant	−0.399	3.413***	−0.402	−37.694*	−13.671	−39.112*
R_squared	0.7	0.25	0.71	0.7	0.25	0.71

表3（复现结果）

Result

4.2 主要行业研发支出对就业的影响（非制造业）

TABLE 4 Relationship between employment and R&D expenditure: Non-manufacturing sector

Variable	1	2	3	4	5	6
<i>rnd_exp</i>	0.273***			0.336***		
<i>rnd_rf</i>		−0.004			−0.006	
<i>rnd_sf</i>			0.304***			0.304***
<i>gdp_g</i>	0.008	−0.002	−0.013	−0.002	−0.002	−0.008
<i>inf</i>	−0.054**	−0.050***	−0.068***	−0.038	−0.048***	−0.053**
<i>pop_g</i>	0.021	0.015	0.018	0.027	0.023	0.021
<i>gfcfg</i>	0.089***	0.100***	0.092***	0.057***	0.095***	0.087***
<i>male</i>				−0.034***	0.017**	0.008
<i>age</i>				−0.024	−0.079*	−0.069***
<i>agesq</i>				0.0001	0.001	0.205
<i>Constant</i>	−0.369***	1.718***	−1.255*	2.994***	2.739*	−2.861
<i>R</i> ²	0.29	0.10	0.38	0.34	0.11	0.38
<i>F</i> -test	16.96***	1.153	14.21***	14.87***	2.87**	10.09***
<i>Hausman test</i>	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>LR test</i>	249.16***			277.68***		
<i>Breusch_Pagan LM</i>	136.90***		118.36***	144.20***		121.67***
<i>Pesaran LM</i>	3.40***		2.03**	3.94***		2.27***
<i>Pesaran CD</i>	1.53		0.593	1.54		0.75
<i>U test</i>				0.00***	0.45	0.34
<i>Observations</i>	210	177	200	208	175	198

Note: (***), (**) and (*) refer to the 1%, 5% and 10% significance levels, respectively. Non-manufacturing sectors include the agriculture and service sectors. All models are estimated using the random-effects approach. Models 1 to 3 include macroeconomic variables, while regressions 4 to 6 contain both macroeconomic and supply-side variables. Models 1 & 4 use R&D spending to approximate innovation, while models 2 & 5 adopt R&D received, and regressions 3 & 6 use self-financed R&D for the same purpose.

表4（论文原表）

- 1) 研发支出对就业的影响在制造业中比在非制造业中更为显著。
- 2) 经济增长对非制造业企业的就业没有显著影响。
- 3) 研发支出与性别比例的交互项在统计上不显著。

	re1	re2	re3	re4	re5	re6
rd_exp	0.328***			0.362***		
rd_receive		−0.004			−0.014	
rd_self			0.328***			0.313***
gdp_g	0.010	0.004	−0.009	−0.001	−0.004	−0.008
inf	−0.025	−0.017	−0.038	−0.014	−0.012	−0.015
pop_g	0.029	0.017	0.021	0.031	0.027	0.027
GFCF_GDP	0.001**	−0.000	−0.000	0.000	−0.000	−0.000
male				−0.038***	0.006	0.000
age				−0.020	−0.086	0.083
agesq				−0.000	0.001	−0.001
Constant	1.013**	4.108***	0.703	4.399**	6.476***	−0.281
R_squared	0.06	0.04	0.48	0.13	0.07	0.45

表4（复现结果）

Result

4.3 不同强度水平的研发支出对就业的影响（中等例行性强度）

TABLE 5 Relationship between employment and R&D expenditure: Medium routine-intensity level

Variable	1	2	3	4	5	6
<i>rnd_exp</i>	0.298***			0.292***		
<i>rnd_rf</i>		0.036*			0.036*	
<i>rnd_sf</i>			0.442***			0.437***
<i>gdp</i>	−0.002	−0.005	−0.006	−0.003	−0.006	−0.006*
<i>inf</i>	−0.030***	−0.030	−0.034***	−0.030**	−0.031*	−0.034**
<i>pop</i>	0.114	0.185	0.173**	0.192*	0.252	0.201**
<i>gfcfg</i>	0.059***	0.060***	0.046***	0.054***	0.055***	0.042***
<i>male</i>				−0.004	−0.005	−0.005
<i>age</i>				0.009	−0.009	0.005
<i>Constant</i>	−0.198***	3.012***	−1.606***	−0.156***	3.045***	−1.330**
<i>R</i> ²	0.56	0.12	0.72	0.55	0.13	0.72
<i>F</i> -test	18.82***	6.74***	28.06***	13.67***	5.05***	19.61***
<i>Hausman test</i>	0.000			0.000		
<i>LR test</i>	284.74***			314.56***		
<i>Breusch_Pagan LM</i>	183.91***	165.29***	170.72***	188.90***	170.30***	179.50***
<i>Pesaran LM</i>	4.13***	2.92***	3.27***	4.45***	3.25***	3.84***
<i>Pesaran CD</i>	1.53	0.71	1.31	1.55	0.76	1.34
<i>Observations</i>	256	241	251	256	241	251

Note: (***), (**) and (*) refer to the 1%, 5% and 10% significance levels, respectively. All models are estimated using the random-effects approach. Models 1 to 3 include macroeconomic variables, while regressions 4 to 6 contain both macroeconomic and supply-side variables. Regressions 1 and 4 use R&D spending to approximate innovation, while models 2 & 5 adopt R&D received and regressions 3 & 6 use self-financed R&D for the same purpose.

表5（论文原表）

- 1) 自筹研发支出和外部研发资金这两种创新衡量指标在两类行业中对就业产生积极影响。
- 2) 在中等例行性强度行业中，性别分布和员工平均年龄对就业的影响不显著。

	re1	re2	re3	re4	re5	re6
rd_exp	0.268***			0.253***		
rd_receive		0.035**			0.032*	
rd_self			0.421***			0.406***
gdp_g	−0.002	−0.005	−0.005	−0.003	−0.006	−0.006
inf	−0.030*	−0.030	−0.034**	−0.030*	−0.031	−0.033**
pop_g	0.132	0.190	0.179	0.216	0.265	0.212
GFCF_GDP	0.060***	0.059***	0.047***	0.055***	0.054***	0.044***
male				−0.004	−0.004	−0.005
age				0.009	0.009	0.005
Constant	0.145	3.036***	−1.373**	0.287	3.076***	−1.014
R_squared	0.52	0.08	0.72	0.51	0.08	0.71

表5（复现结果）

Result

4.3 不同强度水平的研发支出对就业的影响（高例行性强度）

TABLE 6 Relationship between employment and R&D expenditure: High routine-intensity level

Variable	1	2	3	4	5	6	7
<i>rnd_exp</i>	0.387***			0.390***			1.384***
<i>rnd_rf</i>		0.054**			0.053**		
<i>rnd_sf</i>			0.415***			0.427***	
<i>gdp_g</i>	0.017**	0.014**	0.019***	0.021**	0.016**	0.024***	0.021**
<i>inf</i>	-0.012	-0.008	-0.018	-0.020	-0.023	-0.029**	-0.022
<i>pop_g</i>	0.3664	0.325	0.397*	0.397	0.516*	0.327	0.350
<i>gfcfg</i>	0.030***	0.050***	0.043***	0.056*	0.073***	0.073***	0.057**
<i>male</i>				0.032***	0.035	0.040**	0.187***
<i>age</i>				-0.013	0.009	0.014	-0.011
<i>rnd_exp * male</i>							0.013**
<i>Constant</i>	-0.614	3.035*	-1.282***	-2.943	-0.429***	-4.324***	-14.637***
<i>R²</i>	0.66	0.09	0.66	0.68	0.10	0.69	0.72
<i>F-test</i>	20.57***	3.44***	20.57***	23.14***	2.73**	16.13***	20.72***
<i>Hausman test</i>	0.000			0.000			
<i>LR test</i>	211.77***			197.59***			
<i>Breusch_Pagan LM</i>	131.08***	144.90***	143.04***	119.18***	130.06***	128.37***	127.35
<i>Pesaran LM</i>	5.66***	6.87***	6.71***	4.63***	6.58***	5.43***	5.34
<i>Pesaran CD</i>	4.46***	3.45***	3.02***	5.59***	4.36***	5.98***	5.09
<i>Observations</i>	192	174	187	192	174	187	192

Note: (***), (**) and (*) refer to the 1%, 5% and 10% significance levels, respectively. All models are estimated using the random-effects approach. Models 1 to 3 include macroeconomic variables, while regressions 4 to 6 contain both macroeconomic and supply-side variables. Models 1, 4, & 7 use R&D spending to approximate innovation, while models 2 & 5 use R&D received, and models 3 and 6 use self-financed R&D for the same purpose. Regression 7 also includes the interaction term '*rnd_exp*male*'.

表6（论文原表）

- 1) 创新对就业的影响在高例行性强度行业中更为显著。
- 2) 自筹研发支出和外部研发资金这两种创新衡量指标在两类行业中对就业产生积极影响。
- 3) 在高例行性强度行业中，性别对就业的影响更为显著。

	re1	re2	re3	re4	re5	re6	re7
rd_exp	0.377***			0.371***			1.193**
rd_receive		0.054**			0.051*		
rd_self			0.404***			0.403***	
gdp_g	0.017	0.014	0.019	0.021	0.016	0.023*	0.021
inf	-0.012	-0.008	-0.018	-0.020	-0.024	-0.029	-0.022
pop_g	0.486**	0.325	0.400*	0.418	0.517	0.349	0.377
GFCF_GDP	0.030	0.050*	0.043*	0.056*	0.074**	0.073**	0.057*
male				0.032	0.036	0.039*	0.160*
age				-0.012	0.009	-0.013	-0.011
rnd_exp_x_male							-0.011
Constant	-0.510	3.035***	-1.158	-2.716	-0.494	-4.063*	-12.372*
R_squared	0.67	0.11	0.68	0.68	0.08	0.7	0.71

表6（复现结果）

Conclusion

- **模型设定：**

- 论文采用了**随机效应模型 (RE)**，并对结果进行了多模型对比。
- **Hausman检验**验证了随机效应模型相对于固定效应模型的有效性，表明随机效应模型在效率和一致性上更具优势。

- **主要解释变量的设定：**

- 论文通过研发支出 (R&D expenditure) 作为主要解释变量，探索创新对就业的影响。
- 符合课程中关于**代理变量选择**的讨论，能更准确反映“创新”这一理论抽象概念。

- **异质性分析：**

- 论文基于行业例行性强度的分类，进一步考察研发支出与就业之间的异质性关系。对应于课程中的**分组回归分析** (subgroup analysis)，通过对不同组别单独建模，揭示变量之间关系的差异性。

- **控制变量的选择：**

- 引入了一系列宏观经济控制变量：**GDP增长率、通货膨胀率、人口增长率、固定资本形成**。
- 这些变量的选择体现了课程中关于**多元回归分析**的理论，即通过引入控制变量减少遗漏变量偏差。
- 控制变量的合理设定提高了模型估计的可靠性和稳健性。

Thank you!