

企业 R&D 投资与股票收益^{*}

——理论建模与实证检验

陈国进 钟灵 首陈霄

内容提要:本文在厂商资本资产定价模型(PCAPM)的框架下构建包含企业实物资本投资和 R&D 投资的理论模型,证明了企业的 R&D 投资与股票收益正相关,且 R&D 投资对股票收益的影响程度与 R&D 产出弹性正相关。利用我国 2007—2016 年 A 股上市公司的月度数据,实证发现我国上市公司的 R&D 投资会提高公司的股票收益。当控制一个或多个影响股票收益的代表性公司特征后,公司的 R&D 投资与股票收益之间的正相关关系依然成立。以高科技行业为研究对象的进一步研究发现,对于拥有相对较高的 R&D 产出弹性的高科技公司,R&D 投资与股票收益不仅显著正相关且股票收益也更高。

关键词:PCAPM 模型 R&D 投资 股票收益

一、引言与文献综述

21 世纪以来,世界全面进入信息时代,传统经济逐步向“知识经济”过渡。国际经济环境日趋复杂,国家间的竞争日益激烈。在知识经济时代和市场竞争日趋激烈的今天,大众创业、万众创新是我国“新常态”下经济增长的新动力和社会繁荣的源泉。在技术创新过程中,R&D 投资是技术创新的关键环节,企业是技术创新的主体。Lucas(1988)和 Romer(1990)指出,只有企业层面的 R&D 投资和技术创新对于一个国家来说才是重中之重。因此,R&D 投资已成为影响企业生存和发展乃至国家兴旺发达的重要战略性投资决策行为。

根据国家统计局、科学技术部、财政部的最新统计结果,我国 R&D 经费投资呈现逐年上升的趋势。2015 年,我国 R&D 经费总量为 14169.9 亿元,比 2014 年增加 8.9%,较 2011 年翻了一番,R&D 经费总量规模仅次于美国,稳居世界第二位。我国 R&D 经费投资强度达 2.07%,比 2014 年提升了 0.05 个百分点,在“十二五”期间累计提升了 0.36 个百分点,保持了较快增长势头。随着科技创新政策的贯彻落实,企业的创新活动蓬勃开展。2015 年,我国企业 R&D 经费达到 10881.3 亿元,比 2014 年增长 8.2%,对全社会 R&D 经费增长的贡献达 71.1%。企业 R&D 经费占全社会比重为 76.8%,是世界上少数超过 75% 的国家之一^①。由此可知,在我国的创新型国家建设中,企业研发投入的主体地位更加稳固,企业作为技术创新主体的作用愈加突显。

在企业经营中,R&D 投资是一种典型的高风险高回报投资,它虽然可能为企业创造高额垄断利润(Phillips & Wrase, 2006)和持续竞争优势(Dosi, 1988),但因为成功率低、周期长和见效慢而有较大风险(Gu, 2016)。鉴于 R&D 投资在公司运营中的重要作用,许多文献试图探讨企业的 R&D 投资是否能真正提升公司价值或股东收益。本文主要关注的是企业 R&D 投资与股票收益间的关系。

^{*} 陈国进,厦门大学王亚南经济研究院、经济学院金融系,邮政编码:361005,电子邮箱:gjchenxmu@gmail.com;钟灵、首陈霄,厦门大学王亚南经济研究院,邮政编码:361005,电子邮箱:zl_lydia66@163.com,chenxiaovictory@gmail.com。本文受国家社科基金项目“预期灾难冲击、宏观经济波动与中国财政货币政策工具选择研究”(16BJL028)和国家自然科学基金项目“罕见灾难风险与资产定价:理论拓展与基于我国股市实证研究”(71471154)资助。感谢匿名审稿人的意见和建议,文责自负。

在理论方面,始于 20 世纪 90 年代的基于厂商的资本资产定价模型(PCAPM)成功地将企业的生产经营决策与股票市场收益联系起来。Cochrane(1991)和 Liu et al(2009)证明在企业生产函数规模报酬不变及在企业通过最优化投资实现公司价值最大化的前提下,实物资本投资回报率与对应的股票回报率相等;且随着企业投资的增加,企业资本回报率下降,股票收益也随之下降。在国内文献中,陈国进等(2016a,2016b)在 PCAPM 的框架下将政府投资引入企业的生产函数,研究发现我国地方政府投资的增加将导致股权溢价的下降和企业融资成本的下降。

然而,标准的 PCAPM 模型没有将企业的 R&D 资本与实物资本相区分,因此,不能准确地探究企业 R&D 投资与股票收益间的关系。虽然 Hansen et al(2005)及 McGrattan & Prescott(2005)分别使用调整成本模型和经济增长模型得出了 R&D 投资与实物资本投资均会导致股票收益下降的结论,但是这与许多实证中所发现的 R&D 投资会提高企业的股票收益的结论相违背,如 Cohen et al(2013)、Gu(2016)等。

最近的理论突破有 Lin(2012)的经扩展后的 PCAPM 模型。Lin(2012)将企业投资分为有形资本投资和无形资本投资,并将 R&D 投资等同于无形资本投资,在假设企业的 R&D 投资作为投入品进入生产函数及有形资本的生成函数的条件下,推导出企业的 R&D 投资与股票收益间的正相关关系。虽然 Lin(2012)的模型结论与现实情况相符,但是 Lin(2012)的模型假设有两点值得商榷。一是, Lin(2012)将 R&D 存量等同于无形资本的假设。现实中,企业的无形资本通常包括企业的技术、品牌、商誉等。R&D 存量作为生产技术的决定因素不能完全等同于企业的无形资本。二是, Lin(2012)在模型假设中将 R&D 投资当作投入品,且强调 R&D 投资在有形资本积累过程中的作用。然而,通常更直观的理解是, R&D 投资直接决定了企业的技术进步,从而与企业的全要素生产率(TFP)密切相关。相关的文献有 Griliches(1979)、Jaffe(1986)、张海洋(2005)、吴延兵(2006a,2008)等。基于以上考虑,本文将企业 R&D 投资形成 R&D 资本影响企业的全要素生产率(TFP)作为模型的假设条件。

本文试图克服上述国外文献的不足并为国内文献提供新的研究思路。本文在厂商资产定价模型(PCAPM)的框架下构建包含企业实物资本投资和 R&D 投资的资产定价理论模型,并利用我国 2007—2016 年 A 股上市公司数据分析了我国上市公司的 R&D 投资与股票收益间的关系。模型结果和实证结果均显示我国上市公司的 R&D 投资有助于公司股票收益的提升,且 R&D 投资对股票收益的影响程度与 R&D 产出弹性正相关。

二、理论模型构建和求解

为了将企业的 R&D 投资与股票收益联系起来,本文的理论模型是基于厂商的资本资产定价模型(PCAPM)。在 PCAPM 框架下,我们通过局部均衡分析,最终推导证明了企业 R&D 投资与股票收益间的正相关关系。

(一)模型构建

1. 模型假设。假设企业在生产经营过程中使用两种资本:实物资本和 R&D 资本(或称为 R&D 存量)。实物资本主要是指企业用于生产的设备、厂房和土地等固定资产,以及原材料、中间投入品等存货;R&D 存量主要是指企业在生产技术上的成功创新及具有创新成分的新产品等^①。实物资本是企业生产中唯一的投入品^②,R&D 存量决定了企业的全要素生产率(TFP)。企业通过实物资本投资和 R&D 投资分别积累得到实物资本和 R&D 资本,并通过在每期最优化实物资本投资和 R&D 投资来最大化企业的市场价值。

2. 生产函数。为了刻画 R&D 存量对企业生产技术的影响方式和影响程度^③,本文参考 Romer(1990)、Aghion & Howitt(1992)中关于生产技术内生的设定,特别是近期的 Belo & Yu(2013)中对政府投资的设定。在 Belo & Yu(2013)中,政府投资也是企业全要素生产率的决定因素。在决定企业生产的形式上,R&D 存量与政府投资相似,因为这两者都可以看作是企业进行实际生产前给定的要素^④。在这种设定下,给定 R&D 存量,也就是说给定由 R&D 存量决定的生产技术,企业的生产函数依然是关于投入品(实物资本)的规模报酬不变的函数。因此,本文构造的以实物资本为投入品、R&D 存量为生产技术的决定因素的生产函数为:

$$y_t = e^{r_t} A_t k_t \quad (1)$$

$$A_t = (n_t)^\theta \tag{2}$$

其中, y_t 是企业在 t 期的产出, A_t 是企业在 t 期的生产技术, k_t 是企业在 t 期的实物资本, x_t 为未知的冲击, n_t 是企业在 t 期的 R&D 存量; θ 决定了 R&D 存量对生产技术的影响大小, 进而决定了投入品(实物资本)的产出效率。如果将 R&D 存量也当作特殊的投入要素, 那么 θ 也可以称为 R&D 产出弹性, 通常认为 $0 \leq \theta < 1$ 。

3. 企业的实物资本和 R&D 资本。企业的实物资本遵循如下经典的资本累积过程:

$$k_{t+1} = (1 - \delta_k) k_t + i_t \tag{3}$$

其中, δ_k 为企业实物资本的折旧率, i_t 为企业在 t 期的实物资本投资。类似企业的实物资本, 企业的 R&D 存量遵循如下的资本累积过程:

$$n_{t+1} = (1 - \delta_n) n_t + o_t \tag{4}$$

其中, δ_n 为 R&D 存量的折旧率, o_t 为企业在 t 期的 R&D 投资。

4. 企业投资调整成本函数。本文采用标准的二次调整成本函数形式:

$$g(i_t, k_t) = \frac{c}{2} \cdot i_t^2 \cdot k_t \tag{5}$$

其中, $c > 0$, $i_t = \frac{i_t}{k_t}$ 。因此, 将企业投资调整成本简记为:

$$g(i_t, k_t) = \frac{c}{2} \cdot \frac{i_t^2}{k_t} \tag{6}$$

企业投资调整成本的含义是, 企业在本期投资增加时会面临成本的增加, 如新设备的安装及工人的培训。本文的调整成本来自实物资本投资。由于 R&D 投资生成的 R&D 资本在性质上与实物资本完全不同, 它主要影响的是企业的生产技术而不是投入品, 且 R&D 资本对生产技术的影响还受到 θ 的制约。因此, 为了简化分析, 本文忽略 R&D 投资的调整成本(或者说, R&D 投资的调整成本的影响暗含在 R&D 产出弹性 θ 当中)。

(二) 模型求解

企业股利为收入扣除调整成本及实物资本投资和 R&D 投资之后的留存收益, 定义如下:

$$d_t = y_t - i_t - o_t - \frac{c}{2} \cdot \frac{i_t^2}{k_t} \tag{7}$$

其中, d_t 为企业在 t 期的股利。

假设随机贴现因子为 M , 可以得到企业在未来各期股利的现值。企业的市场价值是各期股利现值的累加。企业通过在每期最优化自己的投资行为来实现各期股利现值的最大化。因此, 得到企业的市场价值目标函数为:

$$v(i_t, o_t, k_{t+1}, n_{t+1}) = \max_{i_{t+j}, o_{t+j}, k_{t+1+j}, n_{t+1+j}} E_t \sum_{j=0}^{\infty} M_{t,t+j} d_{t+j} \tag{8}$$

约束条件为:(3)、(4)和(6)。令 q_t^k 和 q_t^n 分别为约束条件(3)和(4)的拉格朗日乘子, 对 i_t, o_t, k_{t+1} 和 n_{t+1} 求得最优解的一阶条件为:

$$q_t^k = 1 + c \cdot \frac{i_t}{k_t} \tag{9}$$

$$q_t^n = 1 \tag{10}$$

$$q_t^k = E_t \left\{ M_{t,t+1} \left[e^{x_{t+1}} (n_{t+1})^\theta + \frac{c}{2} \cdot \frac{i_{t+1}^2}{k_{t+1}^2} + q_{t+1}^k (1 - \delta_k) \right] \right\} \tag{11}$$

$$q_t^n = E_t \{ M_{t,t+1} [e^{r_{t+1}} \theta(n_{t+1})^{\theta-1} k_{t+1} + q_{t+1}^n (1 - \delta_n)] \} \quad (12)$$

式(11)的含义为企业增加一单位实物资本所带来的盈利现值,即企业本期实物资本投资带来的未来边际收益的现值;式(9)的含义为实物资本的边际成本(即本期增加一单位实物资本投资所带来的调整成本)与边际收益相等时企业实现了最优化;式(12)的含义为企业增加一单位 R&D 资本所带来的盈利现值,即企业本期 R&D 投资带来的未来边际收益的现值;式(10)的含义为 R&D 资本的边际成本与边际收益相等时企业实现了最优化,这时 R&D 资本的边际成本等于 1。

(三)企业的投资收益

利用一阶条件和资本资产定价公式 $E_t[M_{t,t+1} r_{t+1}] = 1$, 本文得到实物资本的投资收益 r_{t+1}^k 和 R&D 的投资收益 r_{t+1}^n :

$$r_{t+1}^k = \frac{e^{r_{t+1}} (n_{t+1})^\theta + \frac{c}{2} \cdot \frac{i_{t+1}^2}{k_{t+1}^2} + (1 + c \cdot \frac{i_{t+1}}{k_{t+1}})(1 - \delta_k)}{1 + c \cdot \frac{i_t}{k_t}} \quad (13)$$

$$r_{t+1}^n = e^{r_{t+1}} \theta(n_{t+1})^{\theta-1} k_{t+1} + (1 - \delta_n) \quad (14)$$

由式(13)可知,一方面,实物资本投资收益 r_{t+1}^k 是关于 R&D 资本 n_{t+1} 的增函数,因为 R&D 投资会增加实物资本的边际产量;另一方面,实物资本投资收益 r_{t+1}^k 是关于实物资本 k_{t+1} 的减函数,即企业增加实物资本投资会减少实物资本的投资收益,这是因为实物资本的边际产量遵循边际收益递减的规律。

由式(14)可知,一方面,由于边际收益递减的规律,R&D 投资的增加会减少 R&D 的投资收益 r_{t+1}^n ;另一方面,由于实物资本 k_{t+1} 会增加 R&D 资本的边际产量,实物资本投资的增加会增加 R&D 的投资收益。

(四)企业的股票收益

企业 $t+1$ 期的股票收益 r_{t+1}^s 被定义为:

$$r_{t+1}^s = \frac{p_{t+1}^s + d_{t+1}}{p_t^s} \quad (15)$$

其中, p_t^s 是企业在 t 期的除息前股价, d_{t+1} 是企业在 $t+1$ 期的分红。

企业的市场价值是各期股利现值的累加,企业在每期最优化自己的投资行为来实现各期股利现值的最大化:

$$v(k_t, n_t, x_t) = \max_{i_{t+j}, o_{t+j}, k_{t+1+j}, n_{t+1+j}} E_t \sum_{j=0}^{\infty} M_{t,t+j} d_{t+j} \quad (16)$$

同时,企业的市场价值也是除息前股价与股利之和:

$$v(k_t, n_t, x_t) = p_t^s + d_t = p_t^s + e^{r_t} (n_t)^\theta k_t - i_t - o_t - \frac{c}{2} \cdot \frac{i_t^2}{k_t} \quad (17)$$

由式(16)和式(17),可推导得到企业在 t 期的股票价格 p_t^s 为:

$$p_t^s = q_t^k k_{t+1} + n_{t+1} - E_t \sum_{j=1}^{\infty} M_{t,t+j} \theta y_{t+j} \quad (18)$$

进一步推导可得出企业在 $t+1$ 期的股票收益 r_{t+1}^s 为:

$$r_{t+1}^s = \frac{k_{t+1} \cdot q_t^k}{p_t^s} \cdot r_{t+1}^k + \frac{n_{t+1}}{p_t^s} \cdot (1 - \delta_n) - \frac{E_{t+1} \sum_{j=1}^{\infty} M_{t+1,t+1+j} \theta y_{t+1+j}}{p_t^s} \quad (19)$$

由式(19)可知,企业的股票收益 r_{t+1}^s 是 R&D 资本 n_{t+1} 的增函数。由于 R&D 资本来源于 R&D 投资的增加,因此企业的股票收益是 R&D 投资的增函数。R&D 产出弹性 θ 越大, r_{t+1}^k 会越大,即 R&D 产出弹性会在一定程度上加强企业的 R&D 投资与股票收益之间的正向作用。

与现有文献相比,本文模型的优势在于:(1)不同于 Lin(2012)的模型,本文的模型从 R&D 存量直接影

响企业的全要素生产率的角度解释了 R&D 投资增加股票收益的原因。同时,本文的模型及实证分析的发现与已有的实证文献相印证。(2)本文的模型通过将 R&D 投资对股票收益的影响程度与 R&D 产出弹性联系起来,可以用来解释现有文献中发现的高科技公司有相对较高的 R&D 产出弹性(吴延兵,2006b),同时高科技公司也有较高的股票收益(Chan et al,1990;Eberhart et al,2004)。

三、实证研究方法

PCAPM 模型的结论为本文的实证研究提供了理论基础及经济学解释。利用我国 2007—2016 年 A 股上市公司月度数据,我们可以探究我国上市公司的 R&D 投资与股票收益间的关系。

(一)研究方法

1. 组合选择分析法。本文首先采用经典的组合选择分析法进行实证研究。组合选择分析法的基本思路是,根据个股的市场特征及公司特征对样本股票进行分组,每组股票构成一个投资组合,计算各个组合的股票收益,并对股票收益的显著性进行检验。具体的分组方法采用单变量分组、双变量分组以及三变量分组。

本文采用 Fama-French 五因子模型中影响股票收益的基本面因子作为分组指标,即选取影响股票收益的代表性公司特征——公司规模、账面市值比、盈利能力以及投资水平作为分组指标。我们将分别和同时对样本公司的这四种公司特征进行控制后,来研究我国上市公司的 R&D 投资与股票收益间的关系。这四种分组指标均可采用公司的财务信息进行衡量,具体的衡量方式如表 1 所示。

表 1 分组指标的衡量

分组指标	衡量方式
规模	公司市值
账面市值比	公司每股净资产与收盘价的比值
盈利能力	公司净资产收益率
投资水平	公司总资产增长率

2. 资本资产定价模型回归法。股票 α 是指控制了资本资产定价模型中的基本面因子的影响后的股票组合的剩余收益,即为资本资产定价模型的截距项的估计值。本文进一步使用资本资产定价模型中传统的 CAPM 模型和标准的 Fama-French 五因子模型来检验我国上市公司的 R&D 投资与股票 α 间的关系。两种资本资产定价模型的具体形式分别为:

(1)CAPM 模型:

$$r_t - r_{ft} = \alpha + \beta \cdot MKT_t + \epsilon_t \quad (20)$$

其中, r_t 为每月股票组合收益, r_{ft} 为无风险收益;市场组合超额收益率因子 MKT_t 是每月市场组合收益与无风险收益的差额; β 为股票组合的收益对市场风险的敏感度; ϵ_t 为随机误差项。如果检验结果显著地有 $\alpha \neq 0$,则说明股票组合存在除了市场风险之外的风险溢价,即股票组合存在不能由市场风险因子解释的收益。

(2)Fama-French 五因子模型:

$$r_t - r_{ft} = \alpha + \beta_1 \cdot MKT_t + \beta_2 \cdot SMB_t + \beta_3 \cdot HML_t + \beta_4 \cdot RMW_t + \beta_5 \cdot CMA_t + \epsilon_t \quad (21)$$

其中,规模因子 SMB_t 是每月小股票组合收益减大股票组合收益;账面市值比因子 HML_t 为每月账面市值比高的股票组合收益减账面市值比低的股票组合收益;盈利因子 RMW_t 为每月高盈利水平的股票组合收益减低盈利水平的股票组合收益;投资因子 CMA_t 为每月低投资的股票组合收益减高投资的股票组合收益; β_1 、 β_2 、 β_3 、 β_4 和 β_5 分别表示股票组合的收益对市场组合超额收益率因子 MKT 、规模因子 SMB 、账面市值比因子 HML 、盈利因子 RMW 和投资因子 CMA 的敏感度。如果检验结果显著地有 $\alpha \neq 0$,则说明股票组合存在不能由 Fama-French 五因子模型中所有基本面因子解释的收益。

模型中的市场组合收益为月度流通市值加权收益,无风险收益为一年期定期存款利率折算成的月度无风险收益。在构造基本面因子时,本文与 Fama & French(2015)所采用的方法相同:采用 $t-1$ 与 t 年的财务信息来衡量 t 年 7 月至 $t+1$ 年 6 月的股票组合收益。

(二) 股票组合的构造

参考 Fama & French(2015), 本文根据企业 R&D 投资强度来构造股票组合。之所以采用企业的 R&D 投资强度, 是因为不同企业的规模及营业情况不同。我们采用国内外文献中常用的标准化后的企业 R&D 投资强度^①, 即企业的 R&D 投资占营业收入的比重来进行研究。企业 R&D 投资强度的数值越大表明企业 R&D 投资越大。具体的构造方法为: 把第 $t-1$ 年 R&D 投资强度数据缺失的公司根据公司 R&D 投资强度的数值大小, 按照升序进行排序后分成五组 P1(20%分位数)、P2(20%~40%分位数)、P3(40%~60%分位数)、P4(60%~80%分位数)以及 P5(80%~100%分位数)。其中, P1 为 R&D 投资强度最低的公司, P5 为 R&D 投资强度最高的公司, 依此类推。类似于基本面因子的构造, 计算 t 年 7 月至 $t+1$ 年 6 月每组的市值加权月收益率。其中, 最高 R&D 投资组合(P5)的平均月收益率与最低 R&D 投资组合(P1)的平均月收益率之差定义为 $P5-P1$ 。在 $t+1$ 年的 6 月底, 再次构造下一年的股票组合。

四、数据描述和实证结果

(一) 样本选择和数据描述

1. 样本选择。本文以 2007—2016 年 A 股上市公司为样本进行研究。选择以 2007 年为起始时间与我国上市公司的 R&D 投资的信息披露情况有关。本文使用的研发支出的数据均来源于 wind 数据库。以这些披露 R&D 投资的上市公司为研究对象, 同时剔除金融企业; 除去在研究期间长期停牌或退市的股票; 剔除账面市值比为负值的股票; 除去每只股票首发上市之后前 6 个月的数据, 以消除新上市公司的股票价格异常对结果的影响。

2. 主要变量的统计性描述。(1)R&D 投资强度。在研究期间的 A 股上市公司的 R&D 投资强度及本文根据所研究的样本公司的 R&D 投资强度的高低来构造股票组合的 R&D 投资强度的统计性描述分别如表 2 和表 3 所示。(2)定价模型的基本面因子。本文所构造的资本资产定价模型中的基本面因子的统计性描述如表 4 所示。

(二) 实证结果

1. 组合选择分析法结果。(1)单变量分组分析。在不考虑公司特征的情况下, 公司的 R&D 投资与股票收益间的关系如表 5 所示。

表 5 的结果显示, 随着公司 R&D 投资强度的增大, 股票收益从 0.0095 显著增加到 0.0254, $P5-P1$ 股票组合的收益显著达到 0.0159。这意味着, 公司的 R&D 投资与股票收益存在显著正向的关系, 通过买入最

表 2 A 股上市公司的 R&D 投资强度的统计性描述

年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
均值	0.0345	0.0350	0.0369	0.0321	0.0357	0.0406	0.0417	0.0426	0.0439
披露公司数目	939	1242	1423	1693	2064	2297	2328	2339	2384

表 3 样本股票组合的 R&D 投资强度的统计性描述

股票组合	P5	P4	P3	P2	P1	$P5-P1$
R&D 投资强度	0.0908	0.0371	0.0246	0.0126	0.0024	0.0884***

注:***、**和 * 分别表示在 1%、5%和 10%水平下显著。

表 4 定价模型的基本面因子的统计性描述

基本面因子	均值	标准差	最小值	最大值
rf	0.0022	0.0005	0.0012	0.0034
MKT	0.0101	0.0924	-0.2896	0.1957
SMB	0.0159	0.0460	-0.1868	0.1665
HML	0.0100	0.0273	-0.0557	0.1196
RMW	-0.0052	0.0235	-0.0765	0.0606
CMA	0.0030	0.0198	-0.0479	0.0427

高 R&D 投资股票组合同时卖出最低 R&D 投资股票组合能够获得超过 1% 的显著正向股票收益。

(2) 双变量分组分析。为了更加严谨地探究公司的 R&D 投资与股票收益间的关系,需将影响公司股票收益的代表性公司特征加以控制。具体分组方式如下:根据每个月份样本股票的公司规模、账面市值比、盈利能力以及投资水平将股票分成 3 组。对于每一个股票组合,再根据组合内每只股票的 R&D 投资强度的高低,将每一个组合进一步分成 5 组,进而得到 15 个股票组合。具体结果如表 6 所示。

表 6 的结果显示,在控制公司规模时,处于同等规模组中的公司,随着公司 R&D 投资强度的增大,公司的股票收益均显著上升。高等规模组合、中等规模组合和低等规模组合中,由于 R&D 投资强度的不同带来的股票收益的显著差异分别为 0.0088、0.0088 和 0.01。在控制公司的账面市值比时,处于同等账面市值比组中的公司,随着公司 R&D 投资强度的增大,公司的股票收益均显著上升。高等账面市值比组合、中等账

表 5 R&D 投资与股票收益

股票组合	P5	P4	P3	P2	P1	P5-P1
收益均值	0.0254**	0.0201*	0.0184*	0.0152	0.0095	0.0159***

注:***、**和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著。

表 6 控制单个公司特征后的 R&D 投资与股票收益

控制公司规模			
股票组合/规模	高	中	低
P5	0.0174*	0.0318**	0.0397**
P4	0.0149*	0.0269**	0.0364**
P3	0.0118	0.0257**	0.0335**
P2	0.0068	0.0251**	0.0302**
P1	0.0086	0.0230**	0.0297**
P5-P1	0.0088**	0.0088**	0.0100*
控制账面市值比			
股票组合/账面市值比	高	中	低
P5	0.0373***	0.0244**	0.0207**
P4	0.0320**	0.0182*	0.0138*
P3	0.0333**	0.0175*	0.0129*
P2	0.0250**	0.0166*	0.0126*
P1	0.0147*	0.0057	0.0102
P5-P1	0.0226***	0.0187***	0.0105*
控制盈利能力			
股票组合/盈利能力	高	中	低
P5	0.0182**	0.0293**	0.0296**
P4	0.0153*	0.0197**	0.0243**
P3	0.0135*	0.0213**	0.0243**
P2	0.0125	0.0183*	0.0221**
P1	0.0123	0.0090	0.0146*
P5-P1	0.0059	0.0203***	0.0150**
控制投资水平			
股票组合/投资水平	高	中	低
P5	0.0227**	0.0279**	0.0284**
P4	0.0147*	0.0211**	0.0266**
P3	0.0158*	0.0191**	0.0217**
P2	0.0103	0.0178*	0.0168*
P1	0.0102	0.0075	0.0111
P5-P1	0.0125**	0.0204***	0.0173***

注:***、**和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著。

面市值比组合和低等账面市值比组合中,由于 R&D 投资强度的不同带来的股票收益的显著差异分别为 0.0226、0.0187 和 0.0105。类似的,在控制公司的盈利能力或投资水平后,处于同等盈利能力组合或投资水平组合中的公司,随着公司 R&D 投资强度的增大,公司的股票收益均显著上升。

(3)三变量分组分析。为了进一步检验公司的 R&D 投资与股票收益间的关系,需要同时对多个影响股票收益的代表性公司特征进行控制。基于此,本部分参考 Fama & French(2015)的双控制变量分组方式来对股票组合进行划分和检验。具体而言,首先根据每个月份样本股票的公司规模将股票分成 3 组。对于每一个公司规模组合,再根据组合内每只股票的账面市值比、盈利能力或投资水平,将每一个组合进一步分成 3 组,进而得到 9 个股票组合,最后再根据组合内每只股票的 R&D 投资强度,将这 9 个组合进一步分成 5 组,得到 45 个股票组合。在控制两个公司特征变量后的公司 R&D 投资与股票收益间的关系如表 7 所示。

表 7 控制两个公司特征变量后的 R&D 投资与股票收益

同时控制规模和账面市值比									
规模	高			中			低		
股票组合/ 账面市值比	高	中	低	高	中	低	高	中	低
P5	0.0227**	0.0181*	0.0196**	0.0426***	0.0303**	0.0241**	0.0443***	0.0406***	0.0328***
P4	0.0225**	0.0095	0.0034	0.0359***	0.0221**	0.0247**	0.0385**	0.0367**	0.0285**
P3	0.0212*	0.0132	0.0039	0.0329**	0.0242**	0.0230**	0.0366**	0.0381**	0.0275**
P2	0.0088	0.0062	0.0104	0.0302**	0.0268**	0.0214**	0.0318**	0.0279**	0.0261**
P1	0.0104	0.0037	0.0084	0.0215**	0.0278**	0.0170*	0.0388***	0.0296**	0.0227**
P5-P1	0.0123**	0.0144***	0.0112**	0.0211**	0.0025	0.0071*	0.0055*	0.0110**	0.0101*
同时控制规模和盈利能力									
规模	高			中			低		
股票组合/ 盈利能力	高	中	低	高	中	低	高	中	低
P5	0.0137*	0.0207**	0.0181*	0.0277**	0.0334**	0.0325**	0.0388**	0.0365**	0.0397**
P4	0.0103	0.0187*	0.0169*	0.0269**	0.0294**	0.0305**	0.0339**	0.0384**	0.0387**
P3	0.0073	0.0154	0.0149	0.0258**	0.0256**	0.0269**	0.0301**	0.0308**	0.0365***
P2	0.0112	0.0059	0.0087	0.0183*	0.0258**	0.0267**	0.0294**	0.0301**	0.0341**
P1	0.0128	0.0090	0.0083	0.0217*	0.0260**	0.0276**	0.0225*	0.0305**	0.0342**
P5-P1	0.0009	0.0117***	0.0098**	0.0060*	0.0074**	0.0049	0.0163**	0.0060*	0.0055
同时控制规模和投资水平									
规模	高			中			低		
股票组合/ 投资水平	高	中	低	高	中	低	高	中	低
P5	0.0172*	0.0202**	0.0203*	0.0282**	0.0347**	0.0309**	0.0368**	0.0402**	0.0411**
P4	0.0096	0.0173*	0.0177*	0.0220*	0.0311**	0.0282**	0.0352**	0.0359**	0.0372**
P3	0.0076	0.0111	0.0146	0.0212**	0.0269**	0.0247**	0.0385***	0.0303**	0.0360**
P2	0.0138	0.0066	0.0121	0.0250**	0.0247**	0.0266**	0.0261**	0.0264**	0.0348**
P1	0.0118	0.0061	0.0101	0.0255**	0.0227**	0.0221*	0.0296**	0.0295**	0.0342**
P5-P1	0.0054	0.0141***	0.0102**	0.0027	0.0120**	0.0088*	0.0072*	0.0107**	0.0069*

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平下显著。

表 7 的结果显示,在同时控制了公司规模和公司账面市值比、盈利能力或投资水平中的其中一项公司特征之后,公司的 R&D 投资与股票收益仍存在显著正向的关系,即随着公司的 R&D 投资强度的增大,公司的股票收益增加。具体来说,在同时控制公司规模和账面市值比时,处于同等规模账面市值比组中的公司,

随着公司 R&D 投资强度的增大,公司的股票收益均上升。其中,符合低等规模、高等账面市值比且最高 R&D 投资强度特征的公司的股票收益最高,股票收益显著为 0.0443。在同时控制公司规模和盈利能力时,处于同等规模盈利能力组中的公司,公司的 R&D 投资强度与公司的股票收益大多都呈现显著正相关关系。其中,由于 R&D 投资强度的不同所带来的股票收益的最大差异出现在低等规模且高等盈利能力的组合里,其差异显著为 0.0163。类似的,在同时控制公司规模和投资水平时,处于同等规模投资水平组中的公司,随着公司 R&D 投资强度的增大,公司的股票收益大多为显著上升。

2. 资本资产定价模型回归法结果。进一步使用 CAPM 模型和 Fama-French 五因子模型来检验我国上市公司的 R&D 投资与股票 α 间的关系,具体结果如表 8 所示。

表 8 R&D 投资组合的股票 α

股票组合	P5	P4	P3	P2	P1	P5-P1
CAPM 模型 α	0.0094** (2.42)	0.0013 (0.45)	0.0028 (1.40)	-0.0008 (-0.37)	-0.0040* (-1.69)	0.0134** (2.32)
五因子模型 α	0.0107*** (2.83)	0.0094*** (2.93)	0.0072*** (2.91)	0.0059*** (4.58)	-0.0022 (-0.58)	0.0129** (2.00)

注:***、**和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著,括号内为 t 值。

表 8 的结果显示,使用 CAPM 模型及 Fama-French 五因子模型估计出来的股票 α ,均随着股票组合的 R&D 投资强度的增大而单调增加。例如,通过 Fama-French 五因子模型估计出来的股票 α ,随着公司的 R&D 投资强度的增大,股票 α 从 -0.0022 显著增加到 0.0107,P5-P1 组合的股票 α 显著达到 0.0129。公司的 R&D 投资与股票 α 间的正相关关系和表 5 中公司的 R&D 投资与股票收益间的正相关关系一一对应。

3. 稳健性检验。考虑到一些文献使用企业 R&D 投资除以总资产这一变量作为企业 R&D 投资强度的度量,为了验证实证结果的稳健性,本文将企业 R&D 投资强度的度量替换为企业 R&D 投资占总资产的比重。在更换了衡量公司 R&D 投资强度的指标后,本文的主要结论不变^⑧。

4. 机制检验。根据本文的理论模型,企业的 R&D 投资主要是通过企业的全要素生产率(TFP)来影响股票收益,即企业的 TFP 是企业的 R&D 投资影响股票收益的中介变量。为了从实证角度支持本文理论模型的设定和结论,本文使用检验中介效应的三步回归法进行验证。机制检验的实证结果^⑨证实了企业的 TFP 在企业 R&D 投资对股票收益影响过程中的中介作用,本文的模型设定是合理的。

五、基于高科技行业的进一步研究

本文构建的 PCAPM 模型得出的另一结论是 R&D 产出弹性会在一定程度上加强企业的 R&D 投资与股票收益之间的正向作用。该模型通过将 R&D 投资对股票收益的影响程度与 R&D 产出弹性联系起来,还可以用来解释现有文献中发现的高科技公司有相对较高的 R&D 产出弹性,以及高科技公司有较高的股票收益。

考虑到企业个体的数据限制及相同行业内的企业生产方式相似,不同行业之间的企业生产方式差异较大,本文对研究期内我国 23 个行业^⑩的 R&D 产出弹性进行估计。选取 R&D 产出弹性最高的行业为研究对象,来检验其是否为我国的高科技行业,并进一步检验我国处于高科技行业中的公司的 R&D 投资与股票收益间的正相关关系是否依然成立。

1. R&D 产出弹性的估计。根据本文的理论模型,如果将 R&D 存量看作特殊的投入品,那么 θ 作为决定 R&D 存量在多大程度上影响产出的因素,可以看作是企业的 R&D 产出弹性。因此,本文通过估计基于式(1)的回归模型可以得到各行业的 R&D 产出弹性。其中关于企业 R&D 存量的计算,参照目前许多文献的做法(孙早等,2014;白俊红、蒋伏心,2015),即采用 Griliches(1986)提出的永续盘存法进行估算。

2. 研究样本选择。按照 R&D 产出弹性的估计方法,我们对我国 23 个行业的 R&D 产出弹性进行估

计。估计得出我国 R&D 产出弹性最高的 4 个行业分别为:行业 22、行业 18、行业 20 和行业 7。具体的估计结果如表 9 所示。

表 9 的结果显示,本文估计得出 R&D 产出弹性最高的行业均属于我国的高技术产业^①。这与吴延兵(2006b)的基本结论一致。下面选取这 4 个行业为研究对象,来探究处于高科技行业中的高科技公司的 R&D 投资与股票收益间的关系。表 10 是根据高科技公司的 R&D 投资强度的高低来构造股票组合的统计性描述。与表 3 的结果相比,高科技股票的每个组合的 R&D 投资强度均大于相对应的全样本股票的每个组合的 R&D 投资强度。

表 9 最高 R&D 产出弹性的行业

行业编号	行业名称	R&D 产出弹性
22	计算机、通信和电子设备	0.1171*** (4.20)
18	医药	0.1059*** (3.53)
20	机械、设备、仪表	0.0790*** (5.23)
7	信息传输、软件和信息服务业	0.0717*** (2.64)

注:***、**和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著,括号内为 t 值。

表 10 高科技股票组合的 R&D 投资强度的统计性描述

高科技股票组合	P5	P4	P3	P2	P1	P5-P1
R&D 投资强度	0.1196	0.0519	0.0343	0.0225	0.0094	0.1102***

注:***、**和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著。

3. 实证结果。与全样本的实证分析一致,我们采用组合选择分析法和资本资产定价模型回归法,来检验我国上市高科技公司的 R&D 投资与股票收益及股票 α 间的关系。由于篇幅限制,只报告单变量分组分析和资本资产定价模型回归法结果。具体结果如表 11 所示。

表 11 高科技公司 R&D 投资组合的股票收益和股票 α

股票组合	P5	P4	P3	P2	P1	P5-P1
股票收益	0.0279** (2.35)	0.0233** (2.00)	0.0222** (2.18)	0.0200* (1.81)	0.0190* (1.70)	0.0089*** (2.80)
CAPM 模型 α	0.0115** (2.45)	0.0055* (1.88)	0.0054* (1.68)	0.0045 (1.46)	0.0037 (1.32)	0.0078** (2.12)
五因子模型 α	0.0108** (2.27)	0.0081** (2.51)	0.0080*** (2.88)	0.0031 (0.99)	0.0021 (0.68)	0.0087** (2.21)

注:***、**和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著,括号内为 t 值。

表 11 的结果显示,高科技公司的股票收益随着 R&D 投资强度的增大而显著增加。相比表 5,高科技股票组合的股票收益均大于相对应的全样本股票组合的股票收益。同时,使用 CAPM 模型及 Fama-French 五因子模型估计出来的高科技公司的股票 α ,均随着股票组合的 R&D 投资强度的增大而单调增加。与表 8 的结果相比,高科技公司的股票 α 普遍高于全样本公司的股票 α 。由此可知,高科技公司的 R&D 投资与股票 α 间的正相关关系和高科技公司的 R&D 投资与股票收益间的正相关关系一一对应。

六、结论

本文在厂商资本资产定价模型(PCAPM)的框架下构建包含企业实物资本投资和 R&D 投资的资产定价理论模型,利用我国 2007—2016 年 A 股上市公司数据分析了我国上市公司的 R&D 投资与股票收益间的

关系,主要结论有:

第一,基于PCAPM模型,本文证明了企业的股票收益是R&D资本的增函数。由于R&D资本来源于R&D投资的增加,因此企业的股票收益是R&D投资的增函数,且R&D产出弹性会在一定程度上加强企业的R&D投资与股票收益之间的正向作用。本文的模型从全要素生产率的角度解释了R&D投资增加股票收益的原因,补充了相关的理论研究。此外,本文的模型通过将R&D投资对股票收益的影响程度与R&D产出弹性联系起来,可以用来解释现实中的高科技公司具有相对较高的R&D产出弹性和相对较高的股票收益的现象。

第二,利用我国2007—2016年A股上市公司月度数据进行实证研究的结论与模型结论相符,即我国上市公司的R&D投资有助于提高公司的股票收益。当控制一个或多个影响股票收益的代表性公司特征后,公司的R&D投资与股票收益之间的正相关关系依然成立。此外,本文以高科技行业为研究对象做了进一步的研究,结果发现拥有相对较高的R&D产出弹性的高科技公司的R&D投资与股票收益仍存在显著正相关关系且高科技公司具有更高的股票收益。本文的实证结果是稳健有效的。

综上所述,本文通过PCAPM模型揭示了企业R&D投资与股票收益间的正相关关系,实证结果亦显示我国上市公司的R&D投资有助于公司股票收益的提升。本文的研究表明,一方面,我国政府应培育良好的创新环境,使企业能够且愿意加大研发投入,这就需要对企业的技术扶持、完善知识产权保护制度以及改善企业融资环境等;另一方面,我国企业应重视研发效率,这就需要通过促进人才的流动、疏通信息的传播和改革内部管理制度等,来提升企业R&D资本的积累和利用效率。

注:

- ①该数据来源于国家科学技术部《2015年全国科技经费投入统计公报》。
- ②从广义上理解,R&D存量还包括管理制度和组织形式的创新、市场营销的新策略等。
- ③如果实物资本和R&D存量均以投入品的形式对称地进入生产函数,那么我们会得到二者以相似的形式影响股票收益(负相关关系),而无法得到R&D存量与股票收益之间的正相关关系。这与许多实证的发现是相违背的。
- ④同样的R&D存量,其在多大程度上决定企业的全要素生产率并进而影响产出,与企业所处的行业和企业本身的特征有关。比如在高科技行业(电子通信、医药制造等),技术的进步对其产出的影响会相对较大(吴延兵,2006b)。
- ⑤企业的生产活动可以看作两个阶段:在第一个阶段,企业决定自己生产所需的技术,比如采用何种R&D的成果(生产技术上的成功创新以及新产品);在第二个阶段,企业决定投入品的数量以进行实际的生产。
- ⑥相关证明可向作者索取。
- ⑦R&D投资强度指标通常以企业的R&D投资占营业收入的比重来衡量,其中企业的R&D投资为企业年报附注中的“研发费用”。采用相同R&D投资强度衡量指标的文献如鲁桐、党印(2014),唐跃军、左晶晶(2014),潘越等(2015)等。
- ⑧⑨稳健性检验及机制检验的详细结果可向作者索取。
- ⑩本文以证监会的行业分类为基础,参考鲁桐、党印(2014),在剔除金融行业后,将制造业的细分行业与其他行业并列,最终得出以下23个行业。行业1:农、林、牧、渔业;行业2:采矿业;行业3:电力、煤气及水生产和供应业;行业4:建筑业;行业5:批发和零售业;行业6:交通运输、仓储和邮政业;行业7:信息传输、软件和信息技术服务业;行业8:房地产业;行业9:社会服务业;行业10:传播与文化产业;行业11:综合类;行业12:食品、饮料;行业13:纺织、服装、皮毛;行业14:木材、家具;行业15:造纸、印刷;行业16:文教、工美、体育、娱乐;行业17:石油、化学、塑胶、塑料;行业18:医药;行业19:金属、非金属;行业20:机械、设备、仪表;行业21:汽车、铁路、船舶、航天;行业22:计算机、通信和电子设备;行业23:其他制造业。其中,行业12~23均为将制造业的细分行业与其他细分行业的并列组合。
- ⑪国家统计局2013年颁布的《高技术产业(制造业)分类》对我国高技术产业的分类界定为:医药制造业,航空、航天器及设备制造业,电子及通信设备制造业,计算机及办公设备制造业,医疗仪器设备及仪器仪表制造业,信息化学品制造业。

参考文献:

白俊红 蒋伏心,2015:《协同创新、空间关联与区域创新绩效》,《经济研究》第7期。
 陈国进 尹鲁晋 赵向琴,2016a:《地方政府投资、产出资本比与股权溢价》,《经济学动态》第5期。
 陈国进 尹鲁晋 赵向琴,2016b:《地方政府投资如何影响上市公司融资成本?》,《金融研究》第8期。
 鲁桐 党印,2014:《公司治理与技术创新:分行业比较》,《经济研究》第6期。
 潘越 潘健平 戴亦一,2015:《公司诉讼风险、司法地方保护主义与企业创新》,《经济研究》第3期。
 孙早 刘李华 孙亚政,2014:《市场化程度、地方保护主义与R&D的溢出效应——来自中国工业的经验证据》,《管理世界》第

8 期。

唐跃军 左晶晶,2014:《所有权性质、大股东治理与公司创新》,《金融研究》第 6 期。

吴延兵,2006a:《R&D 存量、知识函数与生产效率》,《经济学(季刊)》第 4 期。

吴延兵,2006b:《R&D 与生产率——基于中国制造业的实证研究》,《经济研究》第 11 期。

吴延兵,2008:《自主研发、技术引进与生产率——基于中国地区工业的实证研究》,《经济研究》第 8 期。

张海洋,2005:《R&D 两面性、外资活动与中国工业生产率增长》,《经济研究》第 5 期。

Aghion, P. & P. Howitt(1992), “A model of growth through creative destruction”, *Econometrica* 60 (2): 323—351.

Belo, F. & J. Yu(2013), “Government investment and the stock market”, *Journal of Monetary Economics* 60(3): 325—339.

Cochrane, J. H. (1991), “Production-based asset pricing and the link between stock returns and economic fluctuations”, *Journal of Finance* 46(1): 209—237.

Cohen, L. et al(2013), “Misvaluing innovation”, *Review of Financial Studies* 26(3): 635—666.

Chan, S. H. et al(1990), “Corporate research and development expenditures and share value”, *Journal of Financial Economics* 26 (2): 255—276.

Dosi, G. (1988), “Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation”, *Journal of Economic Literature* 26(3): 1120—1171.

Eberhart, A. C. et al(2004), “An examination of long-term abnormal stock returns and operating performance following R&D increases”, *Journal of Finance* 59(2): 623—650.

Fama, E. F. & K. R. French(2015), “A five-factor asset pricing model”, *Journal of Financial Economics* 116(1): 1—22.

Gu, L. (2016), “Product market competition, R&D investment, and stock returns”, *Journal of Financial Economics* 119(2): 441—455.

Griliches, Z. (1979), “Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth”, *Bell Journal of Economics* 10(1): 92—116.

Griliches, Z. (1986), “Productivity, R&D, and basic research at the firm level in the 1970’s”, *American Economic Review* 76 (1): 141—154.

Hansen, L. P. et al(2005), “Intangible risk”, in: C. Corrado et al(eds), *Measuring Capital in the New Economy*, University of Chicago Press.

Jaffe, A. B. (1986), “Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms’ patents, profits, and market value”, *American Economic Review* 76(5): 984—1001.

Lucas, R. E. (1988), “On the mechanics of economic development”, *Journal of Monetary Economics* 22(1): 3—42.

Lin, X. (2012), “Endogenous technological progress and the cross-section of stock returns”, *Journal of Financial Economics* 103(2): 411—427.

Liu, L. X. et al(2009), “Investment-based expected stock returns”, *Journal of Political Economy* 117(6): 1105—1139.

McGrattan, E. R. & E. C. Prescott(2005), “Taxes, regulations, and the value of US and UK corporations”, *Review of Economic Studies* 72(3): 767—796.

Phillips, K. L. & J. Wrase(2006), “Is Schumpeterian ‘creative destruction’ a plausible source of endogenous real business cycle shocks?”, *Journal of Economic Dynamics and Control* 30(11): 1885—1913.

Romer, P. M. (1990), “Endogenous technological change”, *Journal of Political Economy* 98(5): S71—S102.

(责任编辑:陈建青)

(校对:孙志超)