

= 南京大学经济学院文库 =

技术外溢的度量理论

MEASURING TECHNOLOGY SPILLOVERS

李 剑 著



南京大学出版社

= 南京大学经济学院文库 =

技术外溢的度量理论

MEASURING TECHNOLOGY SPILLOVERS

李 剑 著



南京大学出版社

序

自 1978 年开始的改革开放迄今已经 38 年。这是一个不断模仿学习西方技术的时期,也是一个外资规模不断扩大的时期,更是一个经济实力持续崛起的时期。经济增长理论告诉我们,技术进步和人力资本积累是经济体持续增长的动力。因此,要理解中国经济的崛起,就离不开技术进步。然而,和经济成就相比,中国自主创新能力的提升却是相形见绌。那么中国的技术进步来自何方?

学术界比较早就发现,外资的技术外溢可能是中国技术进步的一个重要来源。但是不同学者的研究结果经常相互矛盾。如果仅仅从经验层面进行研究,那么不同的计量模型或不同的样本数据都可能得到完全不同的结论。因此学术界无法达成共识的根源在于缺乏技术外溢度量的理论构建。李剑博士在南京大学学习期间主攻外部性的度量理论。他根据技术进步的来源将技术外溢分为三种类型:Romer 型、Lucas-Romer 型和 R&D 型,并分别对这三种类型的技术外溢构建度量理论,对技术外溢的度量理论和经验研究做出了学术贡献。阶段性成果曾发表于《经济研究》、*Annals of Economics and Finance* 和 *Frontiers of Economics in China* 等中英文学术期刊,并获得安子介国际贸易优秀论文三等奖(2010 年)和张培刚发展经济学优秀成果奖(2012 年),赢得了良好的社会反响。

此专著是李剑在其博士论文的基础上修改完善而成,基本保留了博士论文的原貌。其结构清晰、逻辑严谨、观点鲜明、理论和实际紧密结合。此专著得出的一些理论结论非常有趣且有理论美感,如研发补贴政策能使经济达到帕累托最优,该结果明显推进了 Barro 和 Sala-i-Martin(2004)对研发补贴政策的判断。一些经验结论也非常有趣,如逆向技术外溢。值得注意的是,研发补贴政策属于供给侧政策,而逆向技术外溢属于供给侧现象。

因此该专著的结论对于新常态下供给侧政策的制定具有非常重要的参考价值。作为博士论文的指导老师,我很乐意向学界同仁和政策制定者推荐该专著。同时希望李剑博士能够为中国经济学做出更大的贡献。

沈坤荣

2016年3月于南京大学安中楼

中文摘要

对于技术外溢的研究,已有文献通常从三个角度进行研究:第一,诊断创新企业 and 非创新企业之间的技术外溢;第二,直接度量一项技术创新在非创新企业中的收益;第三,直接度量一项技术创新的社会收益率。**第四个视角**(直接度量技术外溢导致的创新收益外溢比例)却鲜有文献涉及。本文的研究目的在于从第四个视角出发度量技术外溢的程度,并推导出理论表达形式。本文从理论、政策和经验等方面研究如下三个问题:① 技术外溢度量的决定因素和理论表达形式是什么。② 政府补贴政策的帕累托最优性及其对外溢度量的影响是什么。③ 如何利用经验数据估计技术外溢度量。本文的**研究意义**在于从理论上初步解决了技术外溢的度量问题,为外部性的度量提供一种新视角;在实践中,可以为政府补贴政策的制定提供依据,为政策分析提供一项基础性评价工具。

本文根据技术进步是否通过外部性效应实现,将**技术外溢类型**分为基于外部性技术进步的技术外溢(Romer 型和 Lucas-Romer 型技术外溢)和基于非外部性技术进步的技术外溢(R&D 型技术外溢)。**研究思路**是首先分别推导 C-D 生产函数和一般新古典生产函数假设下的技术外溢度量表达形式,然后分析物质资本投资补贴政策、最终产品补贴政策和研发投入补贴政策等三种不同情况下的技术外溢度量表达形式,最后考察政府的补贴政策对外溢度量的影响。本文的**分析工具**主要是经济增长理论、最优控制理论、微分方程系统定性分析技术、帕累托最优性规范分析、非平稳面板技术和参数的估计校准法等。

本文的**研究结论**主要有以下八方面:

(1) 本文从技术外溢导致创新收益外溢的角度对技术外溢进行度量,从两个方面设计了技术外溢度量指标:指标 w_1 揭示了市场经济和计划经济之间的相对收益率差异;指标 w_2 揭示了分散决策的市场经济均衡中,给定资源配置,存在技术外溢和不存在技术外溢两种情况下创新收益的相对

差异。

(2) 本文推导出外溢度量的理论表达形式,发现外溢度量的基本决定因素有如下几项:生产函数形式 $f(C-D)$ 函数下为资本的产出弹性 α 、技术外溢强度 ν 、技术指标 (Romer 经济中用物质资本 K 表示, Lucas-Romer 经济中用人均资本 k 表示)、劳动力规模 L (在 Romer 经济中),以及政府补贴政策 ϵ 。

(3) 本文分析了不同补贴政策的帕累托改进效果,以及政策对外溢度量的影响,并推导出政府的最优补贴率。

(4) 本文证明了在一定假设条件下技术研发函数是线性函数,从而为经验研究中广泛使用的线性计量模型提供了理论基础。

(5) 本文利用中国经验数据推算了外溢度量的经验值。Romer 型外溢度量 w_1 约 27%, w_2 约 85%。Lucas-Romer 型外溢由于外溢效应较弱或者地方政府竞争效应的干扰,没有得到可靠结果。在 R&D 型技术外溢中,区域内 R&D 外溢度量 w_1 约 13%, w_2 约 23%;行业内 R&D 外溢度量 w_1 约 15%, w_2 约 27%。

(6) FDI 和内资企业之间存在逆向技术外溢现象,即 FDI 对内资企业没有技术外溢,但内资企业对 FDI 有技术外溢。

(7) 区域内或行业间的 R&D 技术外溢程度要低于行业内外溢。

(8) 本文将劳动增进型技术进步的一般性从外生储蓄率模型中推广到内生储蓄率模型,使得理论分析更加严谨。

根据本文的研究结论,可能的**政策含义**主要有如下五方面:

(1) 在物质资本投资呈现外部性的情况下,政府实施投资补贴和最终产品补贴政策可以鼓励物质资本投资,使经济达到帕累托最优。但不能采用引发价格扭曲的商品税手段为补贴筹资,只能采用无价格扭曲的一次性总赋税的方法筹资。

(2) 在研发领域,对垄断和非垄断行业的补贴政策会具有不同效率。对于非垄断行业的研发活动,政府对研发活动补贴的效果最佳,可以使经济达到帕累托最优。对于垄断行业的研发活动,政府对垄断产品和最终产品的购买补贴效果要优于研发补贴效果。

(3) 本文的经验研究揭示 FDI 和中国内资企业之间存在逆向技术外溢,但该结论并不表示中国必须驱逐 FDI。FDI 对于中国的影响是多方面

的,技术外溢只是一个方面。

(4) 技术公开和国家利益之间需要综合考虑。技术外溢从本质上有利于经济增长,但该结论必须基于良好的专利保障制度和无国家利益的假设之上。无条件的、完全的技术共享并不适合维护我们的国家利益。

(5) 中国政府在大力引进外资的同时,要保持高度警惕,防范外资的扼杀性并购活动及其对内资企业的技术掠夺,避免在合资过程中“得了少量资本,丢了核心技术”。

ABSTRACT

Generally, there are three perspectives to study an issue of technology spillovers. The first is to identify the relationship between a firm with an innovation and ones without that innovation. The second is to measure rate of return to an innovation outside the owner. The third is to measure the social rate of return to an innovation. The perspective of this paper, untouched traditionally, is to measure the relative difference between individual and social rate of return to an innovation. The motivation of this paper is to study the relative difference between rates of returns induced by spillovers. This paper tries to answer three questions concerning theories, policy effects and empirical analysis, respectively: ① what is the determinants and theoretical expressions of technology spillovers? ② Does public policy lead an economy with spillovers to Pareto optimality and what kind of effects does policy have on measures of spillovers? ③ How to estimate measures of spillovers? The theoretical importance of this paper is indicated by a solution of measurement of spillovers and a novel perspective of measurement of externalities. The practical importance is indicated by providing justification of government policy making, and basic tool for valuation and policy analysis.

Spillovers are classified into three kinds: Romer, Lucas-Romer and R&D types. The former two are based on technology change induced by externalities. The third type is based on technology change induced by intentional R&D activities. This paper considers a C - D form and a general form of production function with neoclassical properties. After measures of technology spillovers have been derived, this paper considers the effects of government policy, including subsidies to physical capital investment,

subsidies to final goods and subsidies to R&D activities, on the economy and the expressions of technology spillovers measures. In addition, this paper analyzes whether those government policies can drive economy to Pareto optimality. The basic tools used in this paper are economic growth theories, the optimal control theory, differential equation system, normative analysis of Pareto improvement, unstationary panel estimation, and an estimation-calibration approach.

In sum, this paper has findings as follows:

(1) This paper defines two types of measures of technology spillovers to reflect the degree to dispersion of innovation returns. The first, w_1 , is to measure the relative difference between decentralized and centralized equilibriums. The second, w_2 , is intended to measure relative difference between one case with and another case without technology spillovers given the resource allocation in a decentralized equilibrium.

2. This paper derives measures of technology spillovers and finds their determinants; the production function form f (the elasticity of capital, α , in a C - D function), strength of technology spillovers (ν), an index of technology level (physical capital, K , in a Romer economy; capital per worker, k , in a Lucas-Romer economy), scale of labor (L), and the subsidiary rate of government (ϵ).

(3) This paper studies the effects of subsidiary policies on Pareto improvement and on measures of technology spillovers. The optimal subsidiary rates are also derived.

(4) This paper proves that the technology function can be a linear function, which provides justification of the widespread application of linear econometric models in the field of technology spillovers.

(5) This paper estimates measures of technology spillovers with China's regional or industrial data sets. Measures of spillovers characterized by Romer type are: $w_1 = 27\%$ and $w_2 = 85\%$. In a Lucas-Romer economy, this paper could not get a robust estimation of spillovers measures because of weak spillovers or possible disturbance of competition among local governments. Measures

of R&D spillovers implied by regional data set are $w_1 = 13\%$ and $w_2 = 23\%$, while $w_1 = 15\%$ and $w_2 = 27\%$ by industrial data set.

(6) There are reverse technology spillovers between FDI and domestic firms in China, comparing with the opposite traditional results. It means there are no spillovers from FDI to local economy, but spillovers from local firms to FDI.

(7) The empirical results also indicate that inter-industrial spillovers due to geographical closeness are less than intra-industrial spillovers, which is also different from traditional literature.

(8) Technology change could be expressed as labor augmenting technology change under the framework of endogenous saving rate.

We will find the following government policy implications with wariness:

(1) In a field of capital investment characterized by externalities, government could give investment and final goods subsidies to individual firms. But subsidies should be financed through a lump-sum tax to avoid additional price distortions.

(2) In a R&D intensive industry, the optimal policy is dependent on market structure. For a market with little monopolistic power, an R&D subsidy is the best one. For a monopolistic market, a subsidy to final goods or monopolistic goods will be better than a R&D subsidy.

(3) China has no necessity to drive FDI out of domestic market although there are reverse technology spillovers because FDI has many effects on China and technology spillovers are just one of these aspects.

(4) Technology openness should concede to national benefit although this paper indicates technology spillovers are good to economic growth. All models in the paper are assumed to have good protection of intellectual property and have no national strategic interest. Actually unconditional and complete technology openness will not help country development.

(5) When China encourages foreigners to invest in local market, it should be careful of malicious merger and acquisition, hijacking local innovations and shortsighted joint venture.

目 录

序

中文摘要

ABSTRACT

第 1 章 导 论	1
1.1 研究的背景、动机和问题	1
1.2 技术外溢概念的界定	4
1.3 研究的思路、工具和逻辑结构	5
1.4 创新和不足	8
第 2 章 技术外溢研究的文献评论	10
2.1 技术外溢的理论研究评论	10
2.2 技术外溢的经验研究评论——影响因素	13
2.3 技术外溢的经验研究评论——研究方法	18
第 3 章 理论准备	25
3.1 生产函数的新古典特征	25
3.2 技术进步的类型	27
3.3 劳动增进型技术进步的一般性	32
第 4 章 Romer 型技术外溢及其度量	40
4.1 Romer 型技术外溢	40
4.2 C-D 生产函数下的 Romer 型外溢	42
4.3 一般新古典生产函数中的 Romer 型外溢	60
第 5 章 Lucas-Romer 型技术外溢及其度量	81
5.1 Lucas-Romer 型技术外溢	81
5.2 C-D 生产函数下 Lucas-Romer 型外溢	82

5.3	一般新古典生产函数下 Lucas-Romer 型外溢	96
第 6 章	R&D 型技术外溢及其度量	109
6.1	R&D 型技术外溢	109
6.2	模型的均衡状态及 R&D 型技术外溢	117
6.3	政府政策对 R&D 外溢度量的影响	129
第 7 章	技术外溢度量比较及经验推算	141
7.1	技术外溢度量的总结	141
7.2	Romer 型和 Lucas-Romer 型技术外溢推算	147
7.3	R&D 型技术外溢强度的校准	157
7.4	R&D 型技术外溢度量的推算	195
第 8 章	结论和展望	202
8.1	主要结论	202
8.2	可能的政策含义	206
8.3	技术外溢研究的展望	208
参考文献		210
后 记		217

第 1 章 导 论

1.1 研究的背景、动机和问题

本书对于技术外溢的研究动机起源于尚未发现有一个较好的、实用性较强的方法度量技术外溢的程度。已有的理论研究成果(Romer, 1986)表明,技术外溢的本质特征为创新企业无法获得创新产品带来的所有收益,即当技术秘密被其他企业知道后,其他企业的效仿将使创新企业的收益受损。尽管这已经是一个公认的观点,但是,对于技术外溢的研究却没有从收益损失角度出发。

假设一个社会只有两个企业(图 1-1),一个是创新企业,另外一个是非创新企业。在多个企业的情况下,非创新企业可以看作是并不拥有该项创新产品专利的所有企业的集合。在没有技术外溢的情况下,非创新企业并不能制造该项产品,因此关于创新产品的所有收益都归创新企业所有,创新企业所获得的收益率就是该项创新的社会收益率。但是,技术或知识作为一种无形产品,具有公共产品的某些特征——非竞争性和部分排他性(Romer, 1990)。技术的非竞争性是指一项技术被一个企业或个人使用后,并不会影响或限制其他企业或个人的使用效果。技术的部分排他性是指技术的发明者或者拥有者可以通过一定的方法(加密)或者制度(专利)在一定程度上排斥不付费者使用。但是技术排他性只是一定程度上成立,有加密者,就会有解密者,有制度保护,也会有违反制度者。如果技术具有完全排他性,那么就不会出现外溢问题。正是技术产品具有非竞争性和部分排他性的特征,才会导致技术外溢现象出现。一切技术外溢研究工作的微观基础皆在此。

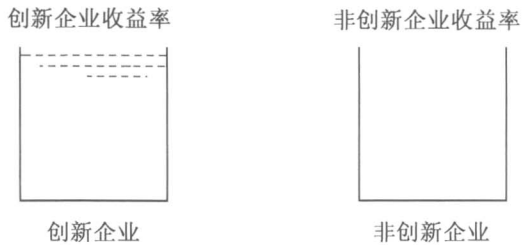


图 1-1 创新的社会收益率

在发生技术外溢的情况下,创新企业的知识和技术就会扩散到非创新企业。在图 1-2 中,两个企业之间出现了一个通道,表示存在技术外溢的渠道。在这种情况下,创新企业的收益率就会低于社会收益率。而在没有技术外溢的情况下,创新企业获得全部的创新收益,处于社会收益率位置。

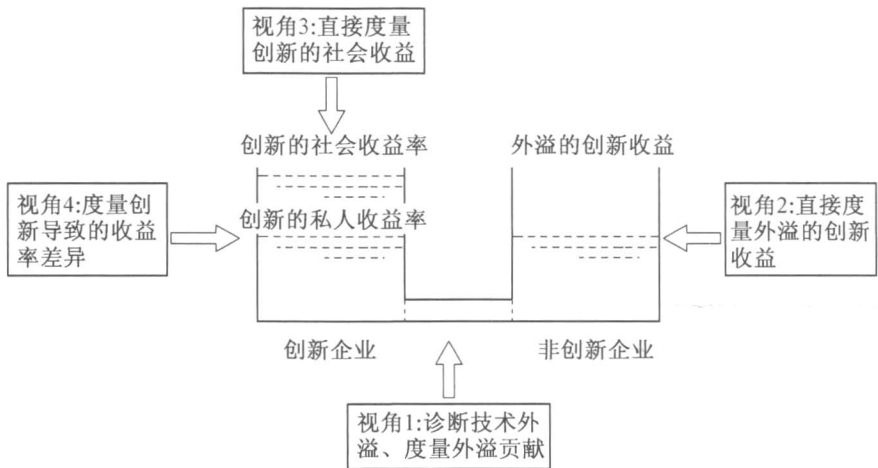


图 1-2 度量技术外溢的视角

根据图 1-2,从逻辑上看,对技术外溢的研究可以从四个角度进行。第一个角度是直接诊断技术外溢的存在性,并且试图通过创新企业 and 非创新企业之间的计量回归来度量技术外溢的贡献。例如,Coe 和 Helpman (1995)将创新国家的研发资本存量同其他国家的全要素生产率进行回归,如果回归系数显著异于零,那么就可以诊断技术外溢的存在。同时,该回归系数还反映了创新国家研发资本存量的 1%变化会影响其他国家的全要素生产率的百分点变化。尽管该角度在一定程度上反映了技术外溢带来的影响,但是并不涉及技术外溢对收益率变化的影响。

第二个角度是直接度量该项创新产品在创新企业之外的收益。迄今为止,该角度的研究方法主要采取调查问卷和电话采访等方法。为了使调查不会带来过高的成本,技术外溢必须发生在相对有限的领域。如果技术外溢的发生范围过于宽广,实地调查计划就会变得可行性很弱。其实,用调查方法度量外溢收益的最终目的还是在于获得创新的全部收益率——社会收益率。这方面的研究成果最具有代表性的是 Bresnahan(1986)研究的计算机技术向金融行业扩散带来的收益变化,Trajtenberg(1989)对 CT 扫描仪在整个医学领域的社会收益率调查。

第三个角度是采取计量方法直接度量某项创新产品的社会收益率。例如 Jones 和 Williams(1998)通过建立一个宏观跨期优化模型来推算研发的社会收益率。但是,度量社会收益率只能在一定程度上反映创新带来的收益,对于技术外溢导致的收益率变化却并没有反映。一些专利的社会收益率很高,但是可模仿性较差,因此技术外溢导致的收益损失并不严重。一些专利社会收益率不是非常高,但是可模仿性较好,一旦创新产品在市场问世,很快就会有企业制造同类产品,对创新企业产生巨大冲击。由此可见,仅仅了解创新的社会收益率还不足以对技术外溢的程度有足够了解。

第四个角度就是直接从技术外溢导致的收益率差异入手。从图 1-2 中可以看到,技术外溢不是和社会收益率有密切关系,而是和收益率差异有关系。但这方面鲜有相关文献研究。本书的研究动机就是从收益率相对差异角度研究技术外溢的度量问题。根据以上分析,本书拟研究如下三方面问题:

(1) 理论方面,技术外溢度量的决定因素是什么? 理论表达形式是什么?

(2) 政策方面,政府政策的帕累托最优性及其对外溢度量的影响是什么?

(3) 经验方面,如何利用经验数据估计技术外溢度量?

本书对上述三方面问题的解答具有重要的意义。首先,外部性度量一直是一个悬而未决的理论问题,对于外部性度量中的技术外溢度量问题,本书发现了一个新的研究视角,并从理论上提供了一个外溢度量的初步解决方法。其次,本书的政策效果分析为补贴政策制定提供了依据,回答了“研发补贴效果何时更有效”的问题,为政府制定技术创新的激励政策提供了理

论基础。最后,长期以来中国未能较好地对外资技术外溢进行经济收益方面的政策评价。本书的理论结论和经验推算方法为未来的政策评价工作提供了一项基础性的工具。

1.2 技术外溢概念的界定

为了研究上述三个问题,首先必须对技术外溢的概念进行界定。学术界对技术外溢的研究兴趣大多集中在外国直接投资(Foreign Direct Investment, FDI)是否对当地经济产生技术外溢?但是在研究过程中,技术外溢的概念并没有被明确地界定,以至于产生混淆。研究者通常使用两个概念来表达他们所指的外部性内涵:FDI的外部性和FDI的外溢效应。一般认为这两个概念是等价的(Keller, 2004)。但在FDI的文献系统中,对技术外溢的概念的理解确实存在一定的模糊性。一些文献认为FDI的进入促进国内市场竞争而带来的市场效率提高也可以看作FDI的技术外溢。例如,张建华和欧阳轶雯(2003)认为,“(外资企业)资金引起的带动国内资金使用效率提高的效应……经济学研究中用FDI技术外溢效应来说明这一点。”

这些所谓的市场效率提高是否真的属于技术外部性呢?外部性的概念在通常的微观经济学中界定得很清楚,Mas-Colell, Whinston and Green (1995, p. 352)认为,“当一个消费者的福利或者一个企业的生产可能性集受到经济中另外的个体和企业的行为的直接影响时,外部性就存在……当我们说直接影响时,我们是指排除了价格调节所引起的影响。”根据《新帕尔格雷夫经济学大辞典》(伊特韦尔等,1999, pp. 282 - 283),技术外部性指“某种消费活动或生产活动对消费者的消费集的间接影响,或消费者的效用函数或生产者的生产函数。所谓间接性是指,其影响涉及的不是进行这一经济活动的厂商,而是别的厂商,其影响不通过价格系统起作用。”

可见,外部性的本质是不通过价格机制传递的影响。根据上面的定义,竞争促进市场效率的提高就不属于技术外溢效应,这显然通过了价格机制传递。本书所指的技术外溢或技术外部性,是指由于技术的公共品性质引发的外部性效应,是不通过市场机制而直接发生作用的一种效应。

1.3 研究的思路、工具和逻辑结构

1.3.1 研究思路

本书的研究思路见图 1-3。对于一个企业而言,知识的积累和技术进步可以通过两种途径实现:第一,非外部性途径,即投入大量的成本,承担巨大的风险,通过自主研发获得知识和技术。第二,外部性途径,即自己并没有实施有意识的行为从事创新,而是靠其他企业的技术外溢或者自己在生产投资过程中的意外收获来实现知识积累和技术进步。

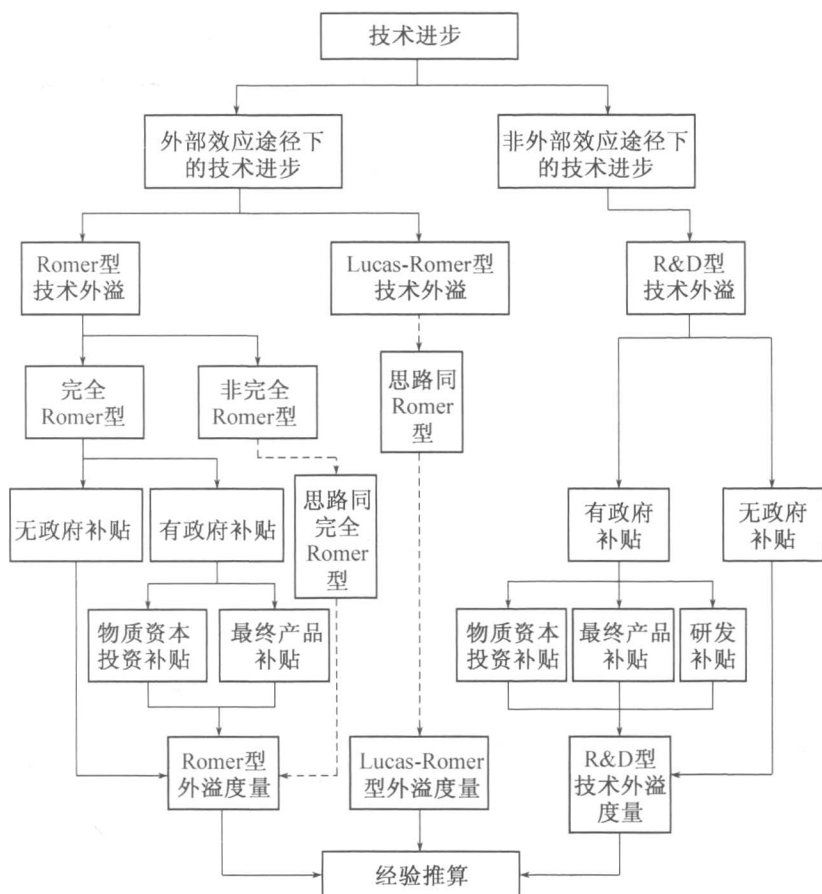


图 1-3 度量技术外溢的研究思路