

文章编号: 1003-2053(2013)03-0321-09

资源禀赋、制度变迁与中国科技兴衰 ——李约瑟之谜的科技加速进步假说

王冬 孔庆峰

(山东大学经济学院, 山东济南 250100)

摘要: 科技进步由自身常规发展和制度创新冲击共同决定: 常规的科技进步速度相对固定, 主要决定于一个国家的人口规模; 制度创新导致制度变迁, 制度变迁的速度又决定了科技进步加速度的变化。这是科技发展的机制。中国的地理禀赋及其分布差异、大一统格局和儒家思想体系相互影响, 共同导致了我国相较欧洲各国更多的人口规模, 从而我国比欧洲各国拥有更快的常规的科技发展速度。而受人口规模、科技进步、制度整体水平、意识形态等多方面的影响, 我国制度变迁速度(科技进步加速度)相较欧洲呈现先快后慢的特点。在发展初期, 我国具有更快的制度变迁和技术进步, 后来随着中欧科技发展史上两个拐点的到来, 我国逐渐在制度变迁和技术进步方面先后被欧洲超越, 并迅速大幅落后。

关键词: 李约瑟之谜; 科技进步; 制度变迁; 资源禀赋; 意识形态

中图分类号: F129

文献标识码: A

为什么近现代科技与工业革命只产生在长期落后于中国的欧洲? 在16世纪前, 中国的科技与经济发展水平在长达1400余年里一直是世界的领头羊, 但之后便迅速全面落后, 为什么会产生这样的转变? 对60年前提出的著名的李约瑟之谜, 至今仍未形成较为统一的权威解释。

1 文献述评

“林毅夫^[1]发表的题为‘李约瑟之谜’的论文对探索李约瑟之谜是一次极为精彩的努力”^[2]。林毅夫教授开创性地将科技创新区分为基于经验的试错改错和基于实验的试错改错, 并用中国基于经验的试错改错上的人口优势解释了为什么中国科技能够持续领先其他文明长达1400多年, 用欧洲率先产生基于实验的试错改错解释了工业革命为什么发生在西欧。但对于中国为何没有出现基于实验的试错改错科技进步方式, 林毅夫并没有给出令所有人满意的解释, 尽管林毅夫^[3]再次强调中国的科举制度导致中国没有出现基于实验的试错改错科技进步方式, 但仍未能得到广泛认同。林毅夫的研究被姚

洋^[4]归为“英雄理论”, 戴尔蒙德同样是这一理论的代表人物。本文认为, “技术发明说”或许是对林毅夫理论更为贴切的归类, 因为林毅夫的研究是紧扣技术进步机制转变这一主线完成的, 相较于戴尔蒙德的“英雄理论”更为全面。

林毅夫的研究掀起了国内关于李约瑟之谜探讨的高潮, “制度差别假说”是这之后涌现的重要观点。持这种观点的学者从中国和欧洲的制度差别上寻找李约瑟之谜成因, 并发展出众多分支。一是产权制度说。黄仁宇^[5]认为中国古代社会没有产生资本主义的原因, 在于财产所有权没有得到应有的尊重和保护。寇宗来^[6]等人认为专利制度首先在英国乃至欧洲建立, 是近代以来中国与欧洲在技术进步模式上产生巨大分野的关键所在。二是中央集权说。戴尔蒙德^[7]以哥伦布的航海为例说明中央集权是李约瑟之谜的直接原因。在大一统的皇权之下, 宦官一旦失势, 郑和的远洋航行也就终止了。三是官僚制度说。张宇燕、高程^[8]基于“货币—制度”分析法的官僚制度说认为, 中国的初始制度是形成李约瑟之谜的重要原因。艾德荣^[9]的政治制度说认为, 低行政压力下的地方有的精英侵犯他人产权

收稿日期: 2012-08-08 修回日期: 2012-12-10

作者简介: 王冬(1984-), 江苏徐州人, 男, 博士研究生, 研究方向为对外开放与发展。

孔庆峰(1962-), 山东曲阜人, 男, 教授、博士生导师, 研究方向为国际贸易、欧盟经济。

是形成李约瑟之谜的重要原因。四是投资阻塞说。皮建才^[10]在张宇燕、高程和艾德荣的研究基础上,通过对“工业革命 = f(机会)”中把握机会的成本的梳理,提出李约瑟之谜的本质是一个投资阻塞问题。“制度差别假说”具有相当的真理部分,但对林毅夫的质疑同样适用于他们,为什么产权保护制度没有产生在中国,而只产生于欧洲呢?

如果对各种学说如此追问,恐怕只有少数研究能够抵挡得住,这些研究主要集中于“资源禀赋假说”中,因为他们的解释基于外生变量。“资源禀赋假说”的早期著名代表是高水平均衡陷阱理论又称“人地比例假说”^[11],中国自近代以来,大量新增人口将生产剩余消耗殆尽,社会无法积累技术创新的必要投资,同时,由于人稠地狭,劳动工资非常低下,劳动节约型的技术也因缺乏市场需求而无以产生,因此中国不可能发生工业革命。姚洋^[4]进一步对伊懋可的研究补充了“工业中存在规模经济和人口增长符合马尔萨斯原理”两个条件,并通过一个动态一般均衡模型证实了高水平均衡陷阱的存在。“地理禀赋假说”同样在“资源禀赋假说”中占有重要地位。戴尔蒙德^{[7][12]}认为,欧洲地理环境有利于形成众多竞争的小国,而中国的地理位置则有利于形成大一统的帝国,大一统的国家体制抑制了科技创新,导致了科技、经济的衰败。文贯中^[2]的地理禀赋说认为,宋朝以后疆域相对人口的扩大导致人口广布状态,劳动密集型部门相对萎缩,内生型城市化发展受阻、发明创造环境恶化,技术进步和制度创新日以减缓。皮建才^[10]注意到文贯中和 Elvin 的解释存在基础理论上的矛盾,相反的约束条件却破解了相同的谜,由此认为他们选择的约束条件不起作用或者说他们给出的解释有错误。事实上,中国历史上的人口激增和土地扩展都不止一次地出现^{[13][14]},但科技水平却一直处于世界领先,那么即便文贯中或 Elvin 的理论能够解释为何中国近代科技的迅速落后,但对于为何中国科技一直领先也是缺乏解释力的。

在对李约瑟之谜的探讨中,中西方“文化思潮差异假说”散见于各家之言。李约瑟本人在对“李约瑟之谜”的解释中就认为,中国之所以没有产生现代科学,是因为中国人重实用,而轻分析。而后,技术发明说、地理禀赋说、官僚制度说、政治制度说、投资阻塞说以及专利制度说等都对此有所涉及,而涉及的最主要原因恐怕仍然是作者感到解释力度的

不足,从而归于这样一个宏大而通用的因素。其中,儒家思想尤其受到关注。郑晔、杨世文^[15]的文章阐释,儒学缺乏对自然现象的终极探索,缺乏对科学原理的系统总结,对近代自然科学发展的推动相当有限。但这显然没有构成对中国之前长期领先世界科技的威胁,又该做何解释呢?

以上学者的研究大都能够自圆其说,但研究中仍存在一些缺憾。概况起来主要有三点,一是假说很难经得起追问,二是假说很难同时解释中国的先长期领先和随后的迅速落后,三是假说主线难以贯穿全文。

本文认为,对李约瑟之谜合理的解释体系应该体现为三个层次。一是承认影响一国科技发展的因素有很多,而在不同时期起主要作用的关键因素又有所不同。二是在承认一国科技发展受到多种因素影响的基础上,更强调这些因素之间的因果关系。三是归纳总结出“成也萧何败也萧何”中的“萧何”,如果能归纳出一个因素,既能从根源上解释中国科技为何曾经领先其他文明长达一千多年,又能解释中国后来为何在很短的时间里迅速落后,这一因素就是科技发展的主要因素。三个层次是递进关系,尽管前人的研究多是在寻找“成也萧何败也萧何”中的“萧何”,但李约瑟之谜是一个宏大、动态、复杂的社科难题^[16]。如果没有充分理解各种因素在其中产生的作用的基础,那么单独强调某一因素的重要性就很容易陷入只见树木不见森林的困局。

故此,本文综合考虑“技术发明假说”、“制度差别假说”、“资源禀赋理论假说”和“文化思潮假说”中的各种影响因素,将“制度差别假说”内嵌于“技术发明假说”产生“科技加速进步假说”,并将所有成因追溯到资源禀赋这一外生变量上,同时分析了儒家文化的产生与作用。

2 综合性分析框架: 科技加速进步假说

本文构建的理论分析框架主要期望凸显两方面的特点:第一,要有很好的承载力,能够将重要的影响因素包罗其中,对于现实的准确刻画的基础是保留必须的变量,结合“技术发明假说”、“制度差别假说”、“资源禀赋理论假说”和“文化思潮假说”,我们认为人口规模、地理禀赋、大一统格局、产权保护制度、中央集权制度、意识形态是必需考虑的影响因素;第二,框架要能体现逻辑性,要能清晰地突出分

析主线,区分主要因素和次要因素的地位。本文研究框架实则是对林毅夫的扩展,基于经验的试错改错技术进步方式成就了中国长达1400多年的科技领先,这已经得到学界较为一致的赞赏和认同。在此基础上,本文期望将制度因素引入基于经验的试错改错技术进步方式,从而解决技术发明论的不足。

克鲁格曼^[17]认为,“经济是由历史加偶然事件所决定的”,本文对此观点十分赞赏,并认为科技进步,或称科技水平的发展,其实就是由常规发展和外部冲击共同形成的。进而,本文将物理学中的变加速理论引入理论分析框架^①,研究科技在常规发展和受到外部冲击条件下的进步机制。变加速直线运动,是指物体沿直线运动,加速度随时间而变,可以表示为通用的微分形式:

$$a = \frac{d^2 R}{dt^2} \quad (1)$$

其中 a 、 R 、 t 分别表示加速度、位移和时间。在初始条件 $V = V_0$, $a = a_0$ 的情况下,变加速运动能够表示为如下的具体积分形式:

$$R = V_0 t + \int_0^t \int_0^t a_\tau \cdot d\tau dt \quad (2)$$

赋予其经济学含义,用以描述科技进步的机制。 R 表示科技水平,是科技进步积累的结果; V_0 表示基于经验的试错改错的科技进步速度, $V_0 = TP$, T 是基于经验的试错改错的频次,它正比于一个国家的人口, P 是创新率。经验的试错改错行为以概率 P 创造出新技术; a_t 是 t 时刻科技进步的加速度;加速度是科技进步受到外部冲击的结果,因此 $\left[\int_0^t a_\tau \cdot d\tau \right]$ 就表示由于科技进步受到冲击所产生的额外即时速度。在众多可能的冲击中,本文研究对科技进步最重要的冲击——制度创新,并将制度变迁^②作为科技进步的加速度来进行研究,以下阐释将制度变迁作为科技进步加速度的合理性。

科技是指人类在利用、改造、保护自然的过程中积累的,并能够被广泛应用的经验、知识和技巧。而本文研究的制度是制度安排的范畴,可以理解为确保经济、科技得以正常运作的保障性规范。依据生产力与生产关系的辩证关系,生产力决定生产关系,生产关系反作用于生产力,科技和制度安排分别属

于生产力与生产关系的范畴。科技在历史上始终处于发展的态势,但发展的速度却受制于制度。在一定的历史条件下,理论上存在最优的制度安排(\bar{f}),也就是与生产力最相适应的制度,此时科技的进步速度达到最快($v = \bar{v}$);而在制度安排最糟糕的情况下(f_0)科技进步被极大地限制了,科技进步接近停滞($v = v_0$)。现实情况总是介于两者之间,制度很难达到最优状态,更无法实现动态最优,制度总有进步的余地,而制度的每一点完善,都能带来科技进步速度的提高,两者之间存在一一对应的关系,不妨假设 $v_t = \lambda f_t$, 则有:

$$a = \frac{d^2 R}{dt^2} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v_{t1} - v_{t2}}{t_1 - t_2} = \lambda \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta f}{\Delta t}$$

其中 Δf 表示制度变迁,而 $\frac{\Delta f}{\Delta t}$ 则表示制度变迁

的速度。因此,制度水平决定科技进步的速度,而制度变迁的速度则决定科技进步速度的速度,也就是发挥着科技进步加速度的作用。

再从力学的角度考虑,牛顿三大定律是经典力学最重要的定律,它不但揭示了物体运动的规律,同样对事物的发展规律有很好的启迪作用。一个物体在没有外力影响的情况下,会保持静止或以初始速度作匀速直线运动。如果物体做加速运动,一定是存在力的作用,公式 $a = \frac{F}{m}$ 说明物体运动的加速度是外力与其惯性质量的比值。科技的变迁也存在相同规律,外部环境不变的情况下,科技进步是一个常规速度,也就是基于经验的试错改错方式,以初始速度 $V_0 = TP$ 实现科技进步。但当存在制度创新后,科技进步就受到了推动作用,会产生一个加速度。

此时,公式 $a = \frac{F}{m}$ 中的 a 、 F 、 m 分别表示制度变迁、制度创新与国家的人口规模。“制度创新”与“制度变迁”是存在区别的,一项新制度只有先被创新出来,才有可能被推广实施,完成制度变迁,但创新出来的制度并不意味着都被实施,从制度创新到制度变迁还有一个过程。林毅夫^[18]认为能不能实现制度的变迁,需要衡量制度变迁的成本与收益,并将制度变迁划分为诱致性变迁与强制性变迁。本文

① 在当代,研究方法的跨学科应用已经成为推动科学进步的重要途径,而在将物理学理论应用于经济学的实例中,引力模型也已经相当成熟。

② “制度创新”与“制度变迁”的区别在下文涉及。

认为无论是诱致性制度变迁,还是强制性制度变迁,都取决于制度创新与人口规模这两个最重要的因素,即制度变迁是制度创新与人口规模的函数,下面具体解释 $a = \frac{F}{m}$ 的涵义。

制度变迁(科技进步的加速度)与制度创新成正相关关系,短期内近似于正比例关系,长期的更为复杂的情况放在第三部分讨论。制度变迁的过程可以理解为从制度安排的集合中选择一项新的制度,从而替换原先的制度安排并发挥更为有效的作用。一项新的制度安排被创新出来,就意味着制度安排的集合被扩大了。制度创新越多,可供选择的新制度安排就越多,产生相较现存制度更高效的新制度的可能性就越大,从而替换现存制度、实现制度变迁的可能性也就越大^①。再从一个更为宏观的角度考虑制度创新对科技进步机制的冲击。大量的科技创新产生,将带来制度变迁的加速,制度加速完善导致科技进步速度的加快提高。

制度变迁与人口惯性(人口规模)成反比例关系,这也是基于短期的情况,长期的更为复杂的情况仍然放在第三部分讨论。从最一般的意义上讲,制度可以被理解为社会中每个个体共同遵循的一套行为规则,因此制度变迁通常需要集体行动。本文认为,制度变迁中的成本主要有“游说成本”和“选择成本”两种,人口越多,两种变迁成本越高,发展惯性越强,制度创新的冲击所产生的加速度就越小。所谓“游说成本”,就是诱致性制度变迁过程中的说服大家共同遵守新规则的成本。诱致性制度变迁是由个人或一群人在响应获利机会时自发倡导、组织和实行的制度变迁,需要所有成员达成共识。显然,制度涵盖的人员越多,达成共识就越不容易,为此付出的游说成本就会越高。第二种是“选择成本”,是强制性制度变迁过程中的主要成本。由政府命令和法律引入实行的制度变迁称为强制性制度变迁。制度安排本身是一种公共品,所以强制性制度变迁具有合理性。但强制性制度变迁需要政府在两种以上的制度中作出优劣判断,其相对于分散决策的诱致性变迁具有更多的效果不确定性。如何选出最优的制度呢?只能是通过比较。而在此过程就会产生“选择成本”,它不仅包括制度变迁之前政府所做的调查、分析、比较成本,还要包括新制度运行失败的

补救成本,要么废除制度,重新做出选择,要么进行修改。显然,涉及的人数越多,制度选择失败所造成的经济损失就越大。

现在,我们重新回到公式(2),依据上述分析,影响一个国家科技水平的因素主要有基于经验的科技试错改错频次(T),基于经验的科技试错改错的创新率(P),制度创新的速度(F),国家的人口规模(m),科技进步积累的时间(t)。在这些影响因素当中, T 、 P 、 m 是相对固定的,也是主要由外生决定的变量,而 F 具有内生性的问题,比如基于科学的试错改错制度创新方式能够大幅提高制度创新的速度,但其本身是制度进步到一定程度的产物。对 F 的影响因素分析表明,意识形态在 F 内生性中发挥了重要作用。意识形态是一种观念的集合,诺斯认为,每个人的意识形态的一个固有部分就是对制度的公平的评判,因此意识形态是制度创新的重要根源之一。

到目前为止,我们已经建立了一个技术加速进步的分析框架,将人口规模、制度变迁和意识形态都纳入其中。一些看似系统外的冲击有时对一国的科技进步产生决定性作用,比如地理大发现、对外开放政策等等。对此,本文认为,要么他们内含于公式(2)中的元素,要么需要通过公式(2)中的机制起作用,如开放政策本身属于制度创新,地理大发现受制度因素影响,并通过公式(2)起作用。因此我们能够以科技加速进步模型作为研究的基准,研究各国的科技进步情况。下面就以此讨论李约瑟之谜。

3 中欧科技发展比较:溯及资源禀赋的经济解释

3.1 中欧人口规模与科技常规发展比较

在科技的常规发展中,科技创新遵循基于经验的试错改错方式, $V_0 t = TPt$,这又取决于一个国家的人口规模、创新概率和时间积累。由于创新概率都大致相当,因而人口规模就成了常规发展中的关键因素。中国在历史上就是一个大一统格局为主的国家,而欧洲大陆的主要格局却是分裂,因此中国相较于任何一个欧洲国家都具有更大的人口优势。此

^① 这里我们假设创新出来的新技术不全是基于单一制度的不同版本,或完全是基于同一领域相互冲突的制度集合,否则更多的技术创新可能只是增加制度变迁的选择成本,对制度变迁结果没有影响。

外,中国的人口密度也相对较高。

(1) 中国的大一统格局

尽管中国也有过多次的分裂,但最终还是走到统一的主干道上来,统一的时间要比分裂更长;而欧洲也有过统一的尝试,如罗马帝国的大一统时期(公元前27年—395年),但分裂才是其常态。这些结果主要源于两者地理禀赋及其分布的差异。

我国是世界上受自然灾害影响最为严重的国家之一,各类自然灾害多发、频发。农业时代,人类抵御自然侵袭的条件很差,就赈济灾荒而言,大国要较小国明显占有优势,它们所控制的资源能够在赈灾时发生确切的功效,所以在吞并的战争中也得到广泛的支持^[5]。中国的大一统很大程度上是抵御频繁的大规模自然灾害的需要。

地理禀赋分布的较大差异同样是形成中国大一统格局的重要原因。中国地方的地理禀赋分布极为不均,体现为土地资源分布不均^①、水资源分布不均^②和矿产资源分布不均^③三个方面。经济的发展初期阶段,地理禀赋对于一国经济的作用是决定性的。假如中国分为若干小国,各小国由于地理禀赋结构差异会形成较大的经济水平差别,各国一定会为优势地理资源的争夺进行战争,加上中国境内没有天然屏障,所以分裂期间一定战事频繁。频繁的战事使得民不聊生,广大居民都希望能够有一个大一统的格局来结束战争。同时,军事强国在占领优势地理资源后,也会避免他国的骚扰,所以往往以统一天下作为保护国富民强的目标。欧洲由于国内地理禀赋结构分布较为均匀,所以欧洲即使分成众多小国,由于彼此的地理情况以及经济情况类似,大家也可以相安无事地和平共处,也就没有产生大一统格局的强烈需求与供给。

(2) 中国的高人口密度

中国的人口密度高也是中国人口众多的重要原因,中国和欧洲的面积大致相当,分别是960万平方公里和1040万平方公里,但历史上中国的人口数量大体上总是欧洲的2倍^{[13][19]}。中国气候更适合生产水稻,欧洲气候更适合小麦与草原畜牧业的发展。水稻相对于小麦与畜牧业是劳动密集型产业,而小

麦与畜牧业相比之下则属于土地密集型产业^[19]。因此,劳动力与土地的比价在中国更高些,在欧洲则更便宜些,中国养孩子的边际收益相对欧洲更高。此外,水稻相对小麦与畜牧业产量更高,中国养孩子的边际成本更小。所以中国的人口出生率高于欧洲,人口密度大于欧洲。

由于中国更需要劳动力,因此中国家庭往往倾向于多生男丁,这进一步加大了生育率,而国家也乐于鼓励多生,一方面能够以此征兵巩固国防,另一方面与中国的重租税有关,鼓励多生可以增加创富者基数。长期的政策导向和家庭习惯最终形成了“多子多福”、“重男轻女”的意识形态,“不孝有三,无后为大”等思想进一步巩固了中国一直以来的高人口密度。

3.2 中欧的制度冲击与变加速发展

本文研究科技进步的冲击时,主要考虑制度安排的作用,如此,我们进一步讨论科技进步的加速度。本文认为依据动力来源,将制度创新分为“适应性创新”和“创造性创新”。适应性创新是外部条件发生变化,逐利本性创新出适应新环境的制度安排。创造性制度创新是由于整个制度体系的需要重构,而进行的一次破坏原体系的创造,不是适应性创新的修修补补。按照适应性制度创新(F_1)和创造性制度创新(F_2)的划分, $a = \frac{F}{m} = \frac{F_1 + F_2}{m}$ 。借鉴

林毅夫对科技创新是试错改错过程的认识,我们也将制度创新的过程看作一个试错改错的过程,关于制度改变的试想就是一种试错的行为,如果这种思考是人们无意识的,也可能被称为灵感,这就是一种基于经验的试错;而当人们运用科学理论做基础,专业化的来考虑制度缺陷和改进方法,那就成了基于科学(实验)的试错,那些社会科学工作者就是从事着基于科学的制度试错改错行为。所以与 $V_0 = TP$ 相类似, $F_2 = \eta_2 Q$, $F_1 = (\bar{f} - f) \eta_1 Q$, F_1 比 F_2 多出的一项 $(\bar{f} - f)$ 就是最优制度与现行制度水平之间的差距,这个差距越大,适应性制度创新的空间越大, η 是试错改错行为产生制度创新的概率, Q 是

① 中国地形复杂,西高东低,各类土地资源分布并不均匀,耕地主要集中在东部季风区的平原和盆地地区,林地多集中在东北、西南的山区,草地多分布在内陆高原、山区。

② 与耕地南少北多相反,中国水资源分布恰是南多北少。超过80%的水资源集中在长江流域及以南地区,而黄、淮、海、辽河等流域水资源却不到10%。

③ 铁主要分布于辽宁、冀东和川西,煤主要分布在华北、西北、东北和西南。

制度创新的试错改错的频次。

(1) η 的讨论。首先, η 与一个国家的认知水平呈正相关关系。认知水平越高, 对于实践中的一些非常规结果(试错行为) 越容易产生关注并予以合理解释, 对试错改错行为越能提供科学指导, 从而提高试错改错产生制度创新的概率。

另外, η 与一个国家的意识形态有着密切联系。中国的儒家思想对中国的经济社会形态起到很大的影响作用, 主要是通过对制度变迁的概率(η) 产生影响。在中国的地理禀赋结构条件下, 儒家思想、大一统格局都是一种必然的结果。我们沿着中国地理禀赋及其分布不均导致大一统格局的结果继续分析, 在大一统的格局下, 国家疆域辽阔, 人口众多, 上述分析表明制度变迁相较小国成本更高、难度更大, 政治体制缺乏灵活性。此时, 个人最理性的选择就是遵守社会承认的规则, 即便个人发现有更好的制度安排, 也只得墨守成规, 因为不合规则的行为必然加大行动成本, 还容易遭到主流观点持有者的打击报复, “枪打出头鸟”就是对这些现实的总结, 由此, 中国在长期的大一统格局下就逐渐形成了“中庸”的思想意识, 严格遵守“三纲五常”。同时, 地理禀赋结构决定了中国养孩子的边际成本更小、边际收益更大, “多子多福”、“重男轻女”的意识也深入人心。而“中庸”、“三纲五常”、“重男轻女”、“多子多福”正是儒家思想的主要内容, 儒家思想实际上是当时社会主流意识形态的一个不断融合的结果。这一结果进一步固化了现有制度安排与生产方式, 使制度变迁变得更不容易。

相较之下, 欧洲各国由于都是人口不多的小国, 每个人的主张更容易得到实现, 因而个人的个性更容易得到社会的宽容和接受, 整个社会的文化也更加趋向多元化, 整个国家的民主化程度相对较高。

因此, 从意识形态的角度来考虑, 小国的制度变迁要比大国的制度变迁更有优势, 但由于制度同样受到科技水平的影响, 所以在讨论 η 的时候, 大国与小国哪个更有利于制度变迁并不是一成不变的。但在经济社会的发展初期, 科技主要依靠经验的试错改错实现进步, 制度整体水平较低, 科技受到的制度约束不大, 而科技对制度的影响可能是制度变迁更为重要的因素, 此时, 大国(中国) 更有可能比小国(欧洲小国) 的制度变迁要快些, 但随着社会发展, 制度安排的作用日益凸显, 小国的制度优势就得以体现。

(2) Q 的讨论。作为试错改错的频次, Q 首先与一个国家的人口数量(m) 成正相关关系, 人口数量越多, 代表的智慧就越多, 进行制度创新的试错改错的频次也就越多, 能够创造出来制度安排就越多。其次, Q 还与一个国家的制度安排本身存在联系, 如果一个国家的制度是有利于制度创新的, 那么 Q 就会大一些, 而这种有利于制度创新的制度安排显然是较为先进的, 它是随着制度整体水平的提高而不断完善的, 因此制度安排与 Q 也存在正相关关系, 这也是制度变迁的内生性问题, 越好的制度越有利于制度的变迁。由此我们可以得到 $Q = Q(m, f)$, 为了研究的方便, 我们考虑 $Q = k_1 m + k_2 f$ 的特

定形式, 由于 $a = \frac{[(\bar{f} - f)\eta_1 + \eta_2]Q}{m} = [(\bar{f} - f)\eta_1 + \eta_2] \cdot \frac{k_1 m + k_2 f}{m}$, 因此 m 越大, $k_2 f$ 所产生的加速度效果就越小, 从这个方面来看, 小国(欧洲各国) 要比大国(中国) 在制度创新上更加具有优势。

3.3 欧洲的技术赶超

通过以上分析, 我们能够得出这样的结论: 由于地理禀赋及其分布的差异, 中国更适合形成中央集权下的大一统格局和以“中庸”、“三纲五常”、“鼓励多生”为重要内容的儒家思想体系, 欧洲则更容易分裂成众多相安无事的小国, 进而形成较为宽松、民主的意识形态。人口众多使得中国相较欧洲能够在科技进步上具有更快的“初速度”, 但也正因为人口多寡的差异以及由此产生的两种意识形态, 欧洲的“加速度”相较中国变得越来越快, 最终在科技水平上实现了赶超。

但要解释好李约瑟之谜, 必须要清晰地解释好两个子谜题: 一是为什么这个追赶过程如此漫长, 经历了 1400 多年的时间, 而在这个过程中, 中欧的制度水平也并非一直是收敛的, 甚至前期还有进一步拉大的趋势; 二是为什么当欧洲赶上中国后, 迅速将中国远远甩在了后面。

(1) 漫长追赶的解释

在科技创新机制的研究中, 我们认为科技进步是基于经验的试错改错科技进步和制度冲击的共同结果, 也就是存在初速度效应和加速度效应。在传统的农业社会, 社会的制度水平很低, 制度创新也很少, 毕竟制度是文明的标准和象征, 在生产达到一定程度后才会出现, 其由无到有、由低到高的发展历程要滞后于科技的发展历程。因此, 在发展的初级

阶段,中国和欧洲的科技发展更多的依靠基于经验的试错改错进步方式,制度的加速度作用相较之下微乎其微,而中国的人口优势自然使得中国能够在一开始便领先于欧洲科技。而且如果两者发展的初速度相对不变,相互之间的差距会随着时间的推移越拉越大。

制度变迁方面,在初期阶段制度水平较低,通过 Q 产生小国制度优势显得微乎其微,与之相比,科技进步对 η 产生的影响作用对制度变迁则更为重要,因此大国的制度优势较为明显的体现了出来,大国相较小国在初期阶段有更快的制度进步,进而促进更快的科技进步,又进一步促进制度的发展,形成一个良性的循环。这在一定程度上进一步加大了中国与欧洲在制度水平和科技水平两方面的差距,使得中国科技领先地位再次得以巩固。

然而这种科技与制度发展的发散情形并不能一直持续下去。随着制度水平的不断提高,中国的制度劣势($\frac{k_2 f}{m}, \eta$)逐渐凸显,当中国相对欧洲小国的制度劣势大于相对优势时,欧洲的制度变迁速度便开始快于中国的制度变迁,欧洲的科技进步加速度也开始快于中国。这是中欧科技发展史上的第一个拐点,从这一刻,中国由科技进步速度和制度进步速度全面领先转变为科技进步速度领先,但制度进步速度落后。但中国与欧洲在科技水平上的差距仍然越拉越大。

随着中国科技进步加速度的不断减缓和欧洲科技加速度的不断提高,最终中欧科技发展出现第二个拐点,从这一刻起,中国的科技进步速度开始低于欧洲的科技进步速度。也是从这一刻起,欧洲才真正意义上的启动科技赶超,以更快的科技进步速度缩小与中国的科技之间的差距。

但毕竟在此之前,欧洲的科技水平落后甚远,而且两次拐点的到来需要很长时间的等待,因为前期的制度创新速度是缓慢的。因此,当欧洲的科技水平迎头赶上中国时,已经历了1400年,在这期间,中国的科技一直领先世界,而且制度水平也在相当长时间里领先世界,将其他国家远远抛在后面。

(2) 欧洲迅速遥遥领先的原因

欧洲用了1400多年才最终实现对中国的科技

赶超,但在此之后仅仅一百多年的时间里就把中国远远抛在了后面,这种强大的反差着实令不少人费解。在本文看来,制度的变迁和技术变迁都不是连续的,而是典型的离散形态,因为试错改错本身就在很大程度上具有偶然性。欧洲的制度在与中国的制度相比较时,并不是每一点赶超过程都看得很清楚,而是很可能突然有一个或一系列新制度的出现,使得欧洲的制度水平短期内上一个台阶,比如产生工业革命最为重要的制度安排——产权保护制度。这一制度率先在欧洲产生,决定了欧洲有强有力的科技创新激励,而且发明家会争先恐后的申报专利以规避他人的侵权风险并享受产权保护,因此整个社会的科技创新重复率大大降低,科技扩散则大幅提高,最终形成了工业革命^①。

产权保护制度率先形成于欧洲而不在中国,却并非偶然,产权保护的思想或许在更早时期已经在中国出现,但由于中国的地广人稠,新制度很难得到广泛认同,没能够得到成功推广,也可能中国文化思潮中的“中庸”思想将产权保护的想法在进发之初就扼杀在人们的主观意识当中,根本就没有进行推广这项制度的尝试。在中国,“专利”一词最早出现在《国语》中,产权保护思想的萌芽也较早出现。以著作权保护制度为例,文献记载表明,我国封建社会早期确实存在着著作权的萌芽。如南宋咸淳年间,两浙为保护《方輿胜览》等四部书的权益而专发榜文。为保护《九经》蓝本,朝廷曾下令禁止一般人刻印这本书,从而保护国子监对《九经》出版的专有权,这相当于后来欧洲出现的特许制度。不仅如此,在古代剽窃、抄袭他人作品的行为也被视为不道德的行为,势必受到社会谴责。尽管宋代以后中国古代,存在一些政府保护作者、编者及出版者的权益的个例,但在历史上一直未曾被成文法的全面著作权保护所代替,即没有建立过通行全国的著作权保护制度。

因此,当欧洲在制度变迁方面的优势开始显现时,欧洲的制度发展就在为类似产权保护制度的质变进行量的积累,可以说像产权保护这类制度的产生是欧洲长期制度进步积累的进发,是量变到质变的必然结果。一旦质变到来,欧洲的科技水平就迅

^① 瓦特改良蒸汽机并使之广泛使用是第一次工业革命的标志,但瓦特在改良蒸汽机过程中,由于提供经费的朋友破产受到了很大的资金障碍,最后由伯明翰的一个铁器制造商马太·波尔提供资助才试验成功。但马太·波尔提出的条件正是“蒸汽机研制成功后,用专利权的2/3作为补偿”。

速遥遥领先了。

4 科技兴衰再回顾与中国发展展望

本文通过引入科技加速进步模型研究了科技加速进步的机制,进而提出对李约瑟之谜的解释。按照文初提出的研究李约瑟之谜的三个层次,本文得出如下简要结论:(1) 本文认为较为重要的因素主要有:人口规模、大一统格局、制度变迁、意识形态、地理禀赋结构五种。在科技进步不同时期起主要作用的因素是不同的:在中欧科技进步的比较中,人口规模所决定的基于经验的试错纠错科技进步方式更为重要;在发展到一定阶段,制度对科技进步所造成的冲击则更为重要。(2) 五种影响要素之间存在一定的因果关系。地理禀赋及其分配差异导致大一统格局、中央集权制度,并进一步形成了儒家思想体系;大一统格局和儒家思想体系决定了中国的人口繁多;中国的人口繁多是中国初速度领先欧洲各国的原因,也是中国制度变迁的不利因素;制度变迁受到人口、意识形态、制度整体水平、制度进步空间、科技进步的影响作用等几方面的影响;在发展初期,中国具有更快的制度变迁和技术进步,后期随着中欧科技发展史上两个拐点的到来,中国逐渐在制度变迁和技术进步方面先后落后,从而被欧洲超过,并迅速大幅速落后。(3) 可以换一个角度对李约瑟之谜进行更简洁的解释:地理禀赋及其分布不同是初始原因,制度变迁是根本原因,意识形态(儒家思想)是次要原因,产权保护制度则是中欧科技扭转的直接原因,而人口规模(国家大小)因素可以勉强被认为是“成也萧何败萧何”中的萧何。

如果以一个国家中产生的重大科学成就超过全世界科学成就的 25% 以上作为世界科学活动中心的标准,那么近代世界科学中心先后经历了意大利(1540 - 1610 年)、英国(1660 - 1730 年)、法国(1770 - 1830 年)、德国(1830 - 1920 年)和美国(1920 年 - 今)这五个中心的转移。这是日本学者汤浅光朝在英国物理学家贝尔纳(1954)的研究基础上,利用“赫傍萨科学技术编年表”和“韦伯斯特人物传记卡”等权威性文献中所提供的数据研究的结论,相应的历史现象因此被称为“汤浅现象”。“汤浅现象”引起我们最为关注的有两点:一是这五个国家除了美国之外的四个国家都是小国;二是除了美国已经超过了 90 年,其他四个国家作为世界科

学中心的时期都在 60 - 90 年间,之后就被替代。这对于本文具有很好的印证和启示。第一,16 世纪后,制度已经在科技发展中起到关键作用,欧洲小国的制度优势开始显现,而且由于欧洲各国相距不远,意识形态又偏向于开放,因此世纪科学中心前期只在欧洲转移。第二,由于制度变迁和科技变迁都是遵循试错纠错的方式,因此具有一定的偶然性,所以世界科学中心的周期大致在 60 - 90 年间。第三,美国是个例外,国家很大但居于世界科学中心的时间却最长,这主要是美国联邦制的结果,美国虽然是一个大国,却不是一个中央集权的国家,美国的州具有独立的立法权,相对自主权很大,这使得美国既能获得类似小国的制度灵活优势,又能获取各州联合起来的好处,相当于 50 个小国的优势加总。

中国自改革开放后,经济、制度、科技重新得到起飞,这主要得益于中国的开放政策和中国的后发优势,即 $(\bar{f} - f)$ 较大,其中 \bar{f} 代表国际上最高的制度水平,从而中国的制度变迁和科技进步速度快于发达国家。但到目前为止,中国仍没有出现一位本土自然科学领域的诺贝尔学奖得主,而战后与中国经济处于相近起跑线上的日本,却已经有近二十人获得诺贝尔奖。我们不得不承认,中国在科技发展方面还有很大的进步空间。本文认为,中国下一步最重要的举措应该是在坚持开放政策的基础上,中央进一步让利放权,尤其是赋予省市更大的自主权。我们不可能像美国那样搞联邦制,这是由历史经验和中国国情所决定的,但让利放权一直是中国经济、制度、科技发展的关键因素。1978 年前中国的中央集权严重,所以发展缓慢,而后中国的农村改革、城市改革之所以能取得巨大成就,关键是得益于让利放权。

如果中国能够继续坚持开放政策,进一步实施分权式改革,尤其是对地方权力的合理下放,那么中国就能继续发挥后发优势,并且获得相较小国更大的制度优势。此时人口规模庞大不再是劣势,而是转化为优势,即 $a = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{m_i}$, $m = \sum_{i=1}^n m_i$, $F = \sum_{i=1}^n F_i$, n 是中国省份数量,每个省的人口规模是 m_i ,产生的制度创新是 F_i 。而如果能将中国的省份由 n 进一步从 32 个扩大到 50 多个,则能更强地激励中国的制度变迁,更大的解放中国生产力。人口规模大究竟是优势还是劣势,主要看如何利用,“祸兮福所倚,福兮祸所伏”,利弊在一定条件下是可以相互转

化的。中国有近 14 亿人口,我们坚信并期待,只要能给予地方和个人更加宽松自由的决策权,那么世界上最大的智慧宝库一定会重新在科技、制度、经济、文化等各方面大放光彩,再次创造出让世界瞩目的辉煌成就。

参考文献:

- [1] Lin, Justin Yifu. The Needham Puzzle: why the industrial revolution did not originate in China? [J]. *Economic Development and Cultural Change*, 1995, 43 (2), 269 - 292.
- [2] 文贯中. 中国的疆域变化与走出农本社会的冲动: 李约瑟之谜的经济地理学解析 [J]. *经济学(季刊)*, 2005 (2): 519 - 540.
- [3] 林毅夫. 李约瑟之谜、韦伯疑问和中国的奇迹——自宋以来的长期经济发展 [J]. *北京大学学报(哲学社会科学版)*, 2007 (44): 5 - 21.
- [4] 姚洋. 高水平陷阱: 李约瑟之谜再考察 [J]. *经济研究* 2003 (1): 71 - 79.
- [5] 黄仁宇. *资本主义和二十一世纪* [M]. 北京: 三联书店, 1997.
- [6] 寇宗来. 理解产业革命发生在英国而非中国的关键——李约瑟之谜的专利制度假说 [J]. *国际经济评论* 2009 (3-4): 44 - 48.
- [7] Diamond J. *Guns, Germs and Steel: the Fates of Human Societies* [M]. New York and London, W. W. Norton & Company, 1999.
- [8] 张宇燕, 高程. 海外白银、初始制度条件与东方世界的停滞: 关于晚明中国何以‘错过’经济起飞历史机遇的猜想 [J]. *经济学(季刊)*, 2005 (2): 491 - 518.
- [9] 艾德荣. 职权结构、产权和经济停滞: 中国的案例 [J]. *经济学(季刊)* 2005 (2): 541 - 562.
- [10] 皮建才. 李约瑟之谜的解释: 我们到底站在哪里? ——与文贯中、张宇燕、艾德荣等商榷 [J]. *经济学(季刊)* 2006 (1): 309 - 324.
- [11] Elvin M. *The Pattern of the Chinese Past* [M]. Stanford, Conn: Methuen, 1973.
- [12] Diamond J. Peeling Chinese onion [J]. *Nature*, 1998, 29: 433 - 434.
- [13] Ropp P S. *Heritage of China* [M]. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1990.
- [14] 梁方仲. *中国历代户口、田地、田赋统计* [M]. 上海: 上海人民出版社, 1980.
- [15] 郑晔, 杨世文. 儒家文化与近代科学——‘李约瑟之谜’再思考 [J]. *四川大学学报(哲学社会科学版)* 2003 (4): 45 - 50.
- [16] 赵红军. 李约瑟之谜: 经济学家应接受旧解还是新解? [J]. *经济学(季刊)* 2009 (4): 1615 - 1646.
- [17] Krugman P R. *Geography and Trade* [M]. Leuven, Belgium: Leuven University Press, 1991.
- [18] Lin J Y. An economic theory of institutional change: induced and imposed change [J]. *Cato Journal*, 1989, 9 (9): 1 - 33.
- [19] 林毅夫. 为什么中国一直是个人口众多的国家 [J]. *党政干部文摘* 2009 (8): 35.

Resource endowment institutional change and the development of China science and technology: an accelerated technological progress hypothesis to the Needham Puzzle

WANG Dong, KONG Qing - feng

(School of Economics, Shandong University, Jinan 250100, China)

Abstract: Science and technology progress is decided by both its conventional development and institutional innovation impact. The rate of conventional technological progress is relatively fixed, and mainly relies on a country's population size. The institutional innovation leads to institutional change which determines the rate of acceleration of science and technology progress. This is a mechanism for technological development. China's geographical endowments, the unified pattern and Confucian ideology interacted and codetermined China's larger population, for which China has a faster speed of conventional technological development than European countries. Meanwhile, by the size of the population, technological progress, the level of the system, ideology, China had a faster institutional progress and technological progress in the early stages, and lagged behind gradually both in institutional transition and science and technology progress later with the arrival of two turning point of China - EU scientific and technological development.

Key words: the Needham Puzzle; science and technology progress; institutional change; resource endowment; ideology