

农业技术创新对美国农业发展的贡献研究

◆ 李 飒

摘要：通过对技术创新理论的梳理，本文探索到了农业技术创新的理论基础——技术创新周期理论；通过对美国农业基本情况的介绍和发展历程的回顾，得出美国农业是资本、能源和技术密集型，农业技术创新体系对美国农业发展贡献极大；在分析农业技术创新体系的构成和机制的基础上，提出了一个基于美国国情的农业技术创新贡献模型，得出农业技术创新及扩散效用使农业经济总产出实现跨越式增长的结论；最后总结了美国农业技术创新对于中国农业现代化的借鉴意义。

关键词：农业技术创新；技术周期理论；农业技术创新体系；农业发展

一、理论基础探究

基于古典经济学的传统理论，技术创新理论得以形成并拥有完整的理论体系，具体表现为以下两个方面的理论和研究。

（一）技术创新周期理论

众所周知，“创新”理论的创始人是熊彼特（Schumpeter）。早在1912年，他就在其著作《经济发展理论》一书中指出“技术创新是经济增长的内生要素”。一大创举是在经济增长模型中融入技术创新要素，并用“主发动机”的地位来形容创新在经济增长和经济发展的作用和地位。他的观点可概括为：导致经济增长与发展的因素是创新，创新的周期性特征决定了经济增长和发展的周期性特征。

技术创新过程体现为如下周期性演化过程：

“提出需求—研发技术—示范试验—应用推广—创新循环”。由于农业自身就具有极强的周期性特点，因此农业领域的技术创新也相应具有典型的周期性特征。其创新过程也遵循上面提及的演化过程。

由于技术创新周期理论可以合理科学地揭示农业技术创新的本质属性，因此是研究该领域的重要理论。

（二）技术创新模式研究

关于技术创新模式，学者们观点各异，自成一派。主要有以下几种类别：

1. 技术推动模式 代表人物是熊彼特（Schumpeter, 1912）。该模式观点认为，推动技术创新的根本原因在于技术，技术发展的推动作用引导了技术创新的形成。

2. 需求拉引模式 代表人物是施穆克勒（J. Schinookler, 1966）。该模式观点认为，经济持续发展

的原因在于市场不断要求技术的创新，因此说技术创新的决定因素是市场需求。

3.技术创新的链环—回路模型 创始人是克莱因与罗伯特（Gudil Reger 和 Dr.Ulrich Schmoch, 1996; Roy Rothwel,1994）。该模型观点认为，企业作为创新的主体，其技术能力与市场的需求之间相互作用的过程就是创新的过程。

4.技术创新的周期模型 代表人物是库兹涅茨、施莫克勒和范·杜因等人。该模型认为，技术创新有引进、增长、成熟和下降 4 个阶段的生命周期（vanDuin, 1993）。

二、美国农业发展概况

（一）美国农业现状

2013 年，美国人口数量为 3.14 亿，其中农业人口为 504 万，仅占总人口的 1.61%。美国国土面积为 963 万 km²，其中耕地面积达 1.98 亿 hm²，占比为 20.56%。占世界耕地面积（15.02 亿 hm²）的 13.18%，位列第一。美国人均耕地面积为 0.63hm²，是世界人均耕地面积（0.23hm²）的 2.74 倍。此外，美国还拥有 5.6 亿 hm² 的牧场，加上气候温和，非常适宜农业和畜牧业的发展。可见，农业人口少、耕地面积大是美国农业的一大典型特征。

据数据统计，从 20 世纪 70 年代开始，美国农业人口呈现逐年下降趋势，占总人口比重也逐年下降，但是农产品的产量非但没受影响而且还逐年增加。这要归功于先进科技的引用和农机工业的发达。

美国农业生产以农场为基本单位，有家庭农场、合伙农场、公司农场等形式。其中，家庭农场是最主要的生产形式，这种形式的农场，产权由家庭所有，主要劳动力是家庭成员，成员在运营管理上负主要责任。

美国农业实质是高投入的产业，农业投资甚至超过工业，按产值算投资比高达 1:8（即每生产 1 美元农产品，投资为 8 美元）。此外，美国政府对农业的补贴力度大、范围广；美国农业还是能源集约型，由于劳动力成本高，农业投入、产出、加工、运输、销售全过程都是用能源来支撑，以代替人力。主要的能源便是石油。

（二）美国农业发展历程

美国农业现代化的转折点是 19 世纪 60 年代，在此之前，农业增产主要依靠人力、畜力增加和种植面积扩大等传统的做法，此后，在政府的一系列农业政策引导下，开始逐渐向现代化农业进军。可分为以下几个阶段。

1.农业半机械化阶段（19 世纪 60 年代至 20 世纪初） 1862 年，政府实施《宅地法》，使农民获得大量土地，南北战争、战后工业发展和政府的一系列支持农业的措施都使农产品需求空间迅速扩大。原始的人力工具已经满足不了市场需求，美国农业由手工劳动为主转型到以畜力为主的半机械化状态，即马拉的农用工具代替原始的人力工具。

2.农业机械化阶段（20 世纪 20~50 年代） 得益于美国工业化已完成，加上之前的农业半机械化使农业劳动生产率极大提高，此间第一次世界大战为美国创造了极大的发展空间，这一切都使得美国农业发展有了质的跃进，体现为农业由半机械化向机械化转变。农业机械化转型成功标志着美国农业现代化的实现。

3.开拓世界市场阶段（20 世纪 50 年代至今） 得益于第二次世界大战结束创造的良好发展条件，和农业机械的大型化、专业化农机具的改进和增产，再加之政府加大了对农业的扶持力度，美国农业和畜牧业在该阶段实现了全面现代化，进入扩大外销、开拓海外市场的新时期。

三、农业技术创新的作用分析

（一）美国农业技术创新体系概况

美国农业技术创新体系包括 3 大系统：开发研究、培训教育和服务推广，按部门具体可以分为 3 大类——公共部门、中间部门和私人部门。公共部门指农业教育、科研、技术推广机构和管理部門，是由政府发起的；中间部门指的是非营利性的中介组织；私人部门就是农业企业和农场主。这 3 个部门分别在自身领域发挥着不可替代的重要作用，共同构成了美国农业技术创新体系。与工业技术创新研究大部分由私人企业承担有所不同，美国农业技术创新研究 50%是由政府出资的，另外 50%由私人企业承担。

① 根据全美家庭农场联盟的定义。

1.公共部门 公共部门的发展大致经历了以下3个阶段：第一阶段1862年，美国农业部建立，设置专门的国家机构来发展农业，各州遵照当时总统签发的《农业部组织法》纷纷设立地方性机构用以负责地方的农业科研和指导工作。同年，国会正式通过了《莫里尔赠地学院法》，旨在为各州举办农业科技院校提供支持。各州依照法案，建立赠地大学，发展大学农业教育，为农业发展所需的人才进行系统化、高端化的培训教育。第二阶段1887年，国会通过了《哈奇法》，规定建设农业试验站，并且由政府资助试验站的高额科研经费。由于赠地大学发展速度很快，势头很好，所以便肩负起了各州农业试验站的工作，两者相结合也称为农业大学试验基地，有效地将教学与科研相结合，理论与实践相统一，更好地从事科研和运用。第三阶段1914年，国会又通过的《史密斯—利佛尔法》规定，在联邦政府的资助下，在各州赠地大学的领导下，设立专门的农业推广站，用于快速、及时传播农业科学知识、研发的新品种、农业新发明、新技术和先进的农业操作方法等与教育和科研相关的内容。

可见，以美国政府这3个法案的出台为标志，美国就形成了由农业大学、农业试验站和农业推广站组成的集农业教育、科研和推广实践“三位一体”的系统化、专业化的农业技术创新体系。该体系由于有政府的强大资金和政策强制力作为后盾，有力地推动了美国农业科技的发展和应用，为全面现代化农业的实现打下了坚实的基础。

2.中间部门 中间部门中值得一提的是农业合作社这种经营组织，既不同于营利性的私企，也不是政府部门，介于二者中间，是由个体农场主自愿自发形成，互助合作完成农产品的生产、加工、销售一系列流程，旨在增强经营能力和提高农产品竞争力，是农场主的代表。这一形式的组织使美国农业的经营实现高度集约化，不仅在生产销售领域作用极大，而且在社会、宣传、立法等层面也起到重要作用，和公共部门一起有效保护了农场主的利益。

3.私人部门 私人部门的主体是私人农业企业，它们承担了美国约50%的农业技术创新研究，对农业科研的投入和贡献也是相当大的。主要有：大型种子公司、食品公司、农业化学公司、农业机械公司等，这些企业也都设有自己专门的科研机构，如

实验室、试验站或研发中心等。如孟山都生命科学公司便属于私人部门。

总之，虽然体系中的这3个部门归属不同、资金来源不同、服务对象也不同，但是三者之间并不是独立和割裂开来的，三者之间相互联系、相互配合、相互渗透和影响，既分工又协作，共同保证了技术创新体系的有效运转和效能发挥。

(二) 农业技术创新的贡献——一个简单模型的提出

1.农业技术创新的内涵及类型 农业技术创新有狭义和广义之分。狭义的农业技术创新主要指3个步骤：农业技术的研究开发、进行区域性试验、最后形成农业技术成果。其实质就是，强调运用科学研究，把农业技术应用普及，并将对农业科技的需求物化得到农业技术成果的一系列过程，具体而言这一过程经历以下流程：提出需求、构思研究主题、设计研发、区域性试验、登记成果等。广义农业技术创新包括：开发研究、试验、推广、生产、应用、普及推广、扩散农业新品种和新生产方式的这一连续的技术发展过程。其实质就是，把发明出来的农业技术运用到日常的农业经济活动中，这其中引起的生产要素之间的重新组合就是技术创新的过程。从技术创新周期理论分析，广义与狭义内涵的不同体现在：前者不仅包括后者的全部内容，而且还强调技术的更新和二次应用，即可以看做是以上过程的反复循环过程。

按照农业技术创新的方式不同，其类型可以分为以下4类：

(1) 改进型。这种是日常农业技术扩散中最常见的类型。有两种形式：对于单一产品而言，指用更高性能的原料或组件替代原有的达到降低成本或提高效能的目的；对于复合产品而言，用改变复合系统中的某一系统或是某一部分系统来实现整体效能的提高。

(2) 突破型。指由于原理和理论革新引起的突破性的农业技术进展，有产品创新、工艺创新和结构创新等表现形式，也有可能短期内引起产业结构的升级。这种创新的力度和爆发力虽然巨大，但是也往往伴随着较长的周期才能得以实现。因为它的技术扩散路径也会由于技术与经济结合的寻求周期漫长而变长。

(3) 组合型。这是前两者类型经过一定周期的技术扩散后必会形成的类型，可看做是高级阶段，以组合型的方式出现，不同于单项的技术创新，是集成创新、组合创新，由一系列相关技术协同配合产生新的技术创新。这一类型创新一旦形成，影响力深远，可谓从深度和广度进行了质的飞跃，将会对整个农业部门产生影响，可能使其生产方式变革，或直接创造出新的生产部门。这一类型由于条件的特殊性在农业化工领域较容易发生，如复合化肥的研发。

(4) 引进型。顾名思义，即是指引进国外先进的农业技术和农产品资源，在其基础上进行研发、模仿和改进，最终达到形成适合本土自然条件的成熟的技术扩散和农作物推广。美国在这一方面的表现也很不错，从日本、欧洲国家、中国和其他南美洲国家都有引进型的技术创新表现。

2. 美国农业技术创新贡献模型的建立 假设在自由市场经济条件下，建立美国农业技术创新贡献模型，给出以下几个假设条件：

(1) 资本和劳动力总量是无限的，但有效供给是稀缺的，尤其是相对于产业需求扩张而言。

(2) 美国政府对于农业的重视会一如既往，对于农业技术创新体系的支持不变。

(3) 农业教育、研发、试验、扩散等过程都是由农业技术创新体系完成的，是整体要素，体系内3个部门之间作用力是一致的，不存在相互抵消使整体影响力和作用变弱等情况发生。

证明以下命题的成立：技术创新体系作用的发挥可以实现美国农业经济的跨越式增长。

设 Y 为美国农业经济总产量， K 为投入的社会资本总量， L 为投入的社会劳动力总量， $R\&D$ 为研发创新体系， E 是教育体系， G 是政府作用， S 为技术扩散效用， t 表示时间周期。 K 、 L 、 $R\&D$ 、 E 、 G 、 S 这些变量都是技术创新体系内的变量，对 Y 均有影响，因此都是内生自变量。建立如下贡献模型：

$$Y(t) = F[K(t), L(t), R\&D(t), E(t), G(t), S(t)]$$

遵照传统增长理论，经济增长轨迹是一条抛物线，一开始处于增长状态，原因是投入了 K 、 L 等生产要素，使产量迅速上升，当产量到达最高点后便开始下降，而且由于边际技术替代率递减的原因，

使曲线在递增状态时斜率逐渐减小，即产量增加的幅度逐渐减小，当曲线处于递减状态时斜率逐渐增加，即产量减少的幅度逐渐增加。这是指仅考虑 K 、 L 两种生产要素的传统增长模型的一般规律，加入技术创新体系之后情况便不同了。

由于完善的技术创新体系的建立，使得由教育、研发和政府指导下的新技术、新发明、新生产方式可以得到快速及时的试验、应用和推广，这种有效的技术扩散作用力强大，会使增长曲线在还没有来得及加速下降的时候就由于技术的突破性进展而直接跳跃到一个更高层次的增长状态中。由于这种技术突破不是一次性的，而是如同上文中提及的技术创新类型中的组合型技术创新一样，是多次创新，而且经过体系内3个部门之间的连续扩散，这种技术突破将反复发生，而且会伴随着技术的成熟化和扩散壁垒的减弱使这种跳跃发生的周期缩短（表现为越往后，跳跃发生点越靠前），从而形成产量的螺旋上升（图1）。若将每个周期的跳跃点连在一起，会形成一条连续向右上方延伸、斜率为正的直线，便是在技术创新体系作用下的新的农业总产量随着时间变化的增长轨迹。

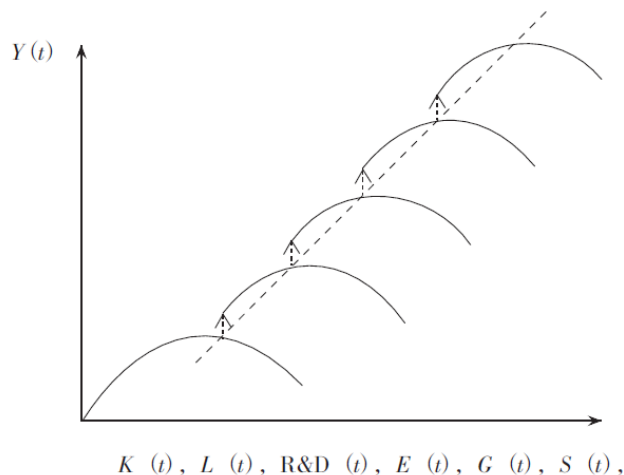


图1 技术创新体系下农业增长路径

四、结 论

美国独立后能在短短的两个世纪时间里由原来落后的农业国发展为现代化农业、现代化工业和信息产业强国，除了抓住工业革命和两次世界大战的

(下转第110页)

(上接第 56 页)

有利机遇外,其自身的发展途径和模式也有许多值得借鉴的地方。美国利用其良好的农业基础,不惜资本和劳动力投入构建了完善的农业技术创新体系,实现了农业经济的高科技发展,掌握了核心技术,也使其农业具备了核心竞争力,成为世界上农业最发达的国家,同时也为工业和信息产业的强大奠定了坚实的基础。技术创新使得美国农业发展进入并一直处于一个良性的循环之中,使农业经济总产出实现跨越式增长,从而使农业经济整体实现持续、良性向上的发展轨迹。

参考文献

安杰,孙境鸿,刘顺.2010.美国农业推广发展及启示[J].商业经济(7):21-23.

成玉林.2005.美国农业发展的历程及对我们的启示[J].世界经济与政治(8):69-71.

赖作莲.2010.美国农业科教体系特征及其启示[J].农业科技管理,29(4):93-96.

刘剑飞.2012.农业技术创新过程研究[D].重庆:西南大学.

刘志扬.2003.美国农业科学技术推广的方式及启示[J].农业经济(8):47-47.

孙鸿志.2007.美国农业现代化进程与政策分析及启示[J].世界农业(12):14-17.

魏勤芳.2005.美国农业科技体系及运行机制[J].中国农业大学学报,10(2):15-18.

作者单位:辽宁大学经济学院