

资本深化、人地比例与中国农业生产率增长^{*}

——一个生产函数分析框架

李谷成

内容提要：本文在对改革开放以来历年省级农业资本存量进行估计的基础上，系统分析了该时期农业资本深化与人地比例变化的特征，将其与劳动生产率、土地生产率整合进一个统一的生产函数框架进行考察。研究表明，在劳动力深度转移和人地比例没有发生根本性变化的情况下，资本深化及其对劳动、土地要素的替代是农业生产率增长的重要源泉；传统的劳动密集型农业生产方式正在经历转变，越来越倾向于劳动节约和“资本化”；普遍的大规模的资本深化进程主要发生在上世纪90年代中期以来，不同省份资本深化的进程差异较大。同时，资本深化兼具生产率效应和要素替代效应。

关键词：资本深化 劳动生产率 土地生产率 生产函数 农业

一、引言

有证据表明，中国经济尤其是工业部门从上世纪90年代中后期开始出现了显著的资本深化加速现象，并由此引发了一场中国是否应该经历重化工业化阶段的讨论，例如樊纲(2005)、吴敬琏(2006)。国际经验表明，农业在其现代化过程中也会经历较为显著的资本深化进程，但限于资本数据可获得性等原因，关于中国农业是否存在资本深化现象的研究却长期缺乏。改革开放以来，农业劳动力和耕地基本上都处于净流出状态，那么，是什么支撑了中国农业的长期持续增长呢？已有研究高度关注技术进步的作用，例如朱希刚(2002)、黄季焜(2002, 2010)。毫无疑问，技术进步对农业增长的贡献理应得到高度重视，但如果将这种贡献的来源全部归结于技术进步，显然并不科学，更何况大量农业技术进步（例如机械型农业技术）还是资本体现型的。与已有文献不同，本文重点关注经济学分析框架中的另一个基本要素——资本在中国农业增长中所起的作用。

资本是最活跃的生产要素，资本存量数据是根据宏观经济学经济增长理论开展实证研究的前提。对如何估计资本存量，学术界做了大量研究，其中又以永续盘存法(perpetual inventory method, PIM)最为典型，应用也最广泛。长期以来，有关中国资本总量和工业资本存量估计的文献较丰富，例如张军等(2003、2004)，王小鲁、樊纲(2000)，孙琳琳、任若恩(2005)，单豪杰(2008^a 2008^b)。

^{*}本文研究获得国家自然科学基金项目“中国农业全要素生产率增长：结构调整、比较优势与动态演进”(编号：71273103)和“劳动力成本上升对农业生产的影响机理与实证研究”(编号：71473100)、教育部新世纪优秀人才支持计划项目“中国农业全要素生产率若干专题研究”(编号：NCET-11-0647)、华中农业大学自主科技创新基金项目“结构调整、比较优势与农业全要素生产率增长”(编号：2012YQ003)的资助。感谢第13届中国经济学会农业经济学组的评论，但文责自负。

有关农业资本存量估计的文献则相对要少得多,关于资本深化对农业增长贡献的文献就更少。已有研究主要使用农业机械或拖拉机数量^①(例如 Ito and Ni, 2013)、物质费用(例如王美艳, 2011)等作为资本投入变量。但是, Butzer et al. (2010) 证明, 拖拉机数量并不是一个很好的代理变量, 它与农业资本的相关系数很小。物质费用或中间投入(intermediate inputs)与资本存量则根本就是两个不同性质的概念, 不能混淆。

Chow (1993) 和吴方卫 (1998) 曾对全国层面的农业资本存量进行了核算, 但受数据可获得性和农业投入产出加总复杂性的影响, 在省级层面对农业资本存量进行估计和专门分析的文献很少。Crego et al. (1998) 的跨国研究表明, 农业仍是劳动密集型产业, 但总体在朝着资本密集型的方向发展。那么, 中国农业的实际资本密集度究竟如何? 改革开放以来农业有没有发生资本深化? 如果资本深化存在, 它在中国农业增长中又起到了什么样的作用? 与以往文献多采用 Fisher 指数、Törnqvist 指数等对农业资本的分项比如机械、固定资产等进行加总(例如 Restuccia et al., 2008; Alston et al., 2010; Andersen et al., 2011; 2012) 不同, 本文采用 Butzer et al. (2010) 基于国民收入核算账户的永续盘存法和单一数据源, 对改革开放以来中国省级层面的农业资本存量进行核算, 这既有效回避了一些数据可获得性方面的问题, 又可与宏观经济学的增长核算框架相一致。

在此基础上, 本文重点讨论改革开放以来中国农业资本深化与人地比例、农业生产率的关系, 这涉及农业资本与土地、劳动要素之间的关系, 资本要素在农业增长中所起的作用等方面, 本文最终将这些讨论纳入一个统一的生产函数框架进行分析。因为数据可获得性等问题, 目前关于农业资本存量核算的文献并不多见, 本文不仅可以弥补这方面文献的不足, 而且可以说明改革开放以来中国农业增长中要素使用的特征、资本与劳动的关系以及具体的农业生产方式, 尤其是农业生产方式是否正在由劳动密集型向资本密集型转变。这些问题对新型城镇化加速推进和刘易斯拐点来临时代背景下的中国农业发展具有重要意义。

二、基于永续盘存法的农业资本存量核算

(一) 永续盘存法

永续盘存法由 Goldsmith 于 1951 年开创, 其估计方程为:

$$K_t = K_{t-1}(1 - \delta) + I_t \quad (1)$$

(1) 式中, K_t 和 K_{t-1} 分别表示当期和上一期资本存量, I_t 为当期投资, δ 为经济折旧率。使用(1)式核算农业资本存量, 需要确定 4 个关键变量: 基年农业资本存量 K_{t_0} 、当年投资 I_t 、折旧率(δ)和用于折算不变价格资本存量所用的投资品价格缩减指数(P_t)。(1)式又可以进一步转化成:

$$K_t = K_{t-1} + I_t - D_t \quad (2)$$

(2) 式中, $D_t = K_{t-1}\delta$, 即资本折旧额。

考虑到本文研究目的, 基年被确定为 1978 年, 并以 1978 年不变价格为基准核算农业资本存量。与 Fisher、Törnqvist 等指数方法需要对分项的农业资本进行加总而需要大量数据源不同, 本文参考徐现祥等 (2007) 数据处理方式, 采用单一数据源《中国国内生产总值核算历史资料: 1952~2004》^②。

^①例如联合国粮农组织数据库 (<http://faostat3.fao.org>) 中, 资本投入用拖拉机数量来表示。

^②国家统计局 (编): 《中国国内生产总值核算历史资料: 1952~2004》, 中国统计出版社, 2007 年。

对于缺失数据的处理, 本文将补充说明。

(二) 投资变量

参考已有文献(例如张军等, 2004; 徐现祥等, 2007)的做法, 本文采用农业固定资本形成额来衡量当年农业投资。这可以直接从《中国国内生产总值核算历史资料: 1952~2004》中获取。因为固定资产投资额是计算固定资本形成额的最基本的资料来源, 本文采用农业固定资产投资占全社会固定资产投资的比重乘以全社会固定资本形成额来对 2005~2011 年的缺失数据予以补齐。

(三) 折旧量

已有文献对农业折旧率 δ 的讨论相对有限。《中国国内生产总值核算历史资料: 1952~2004》使用收入法核算 GDP 时直接提供了折旧 (D_t) 数据, 即 GDP 等于劳动者报酬、固定资产折旧、生产税净额和营业盈余之和。本文直接采用农业固定资产折旧数据来衡量 D_t , 并用农业固定资产投资比重^①乘以全部固定资产折旧补齐 2005~2011 年的缺失数据。

(四) 投资品价格缩减指数

因为农业投资品价格指数不可得, 本文采用农业生产资料价格指数作为代理指标。该指数是反映一定时期内农业生产资料价格变动趋势和变化程度的相对数, 按农业生产资料的种类分为农用手工具、饲料、产品畜、半机械化农具、机械化农具、化学肥料、农药及农药械、农用机油、其他农业生产资料和农业生产服务十个大类的指数。本文将其转化为以 1978 年指数为 100 的不变价格指数。

(五) 基期农业资本存量

已有文献对基期资本存量多采取经验处理方法, 例如, 宋海岩等 (2003) 将总资本投入按一定比例分配给各个产业或各个省份, Hall and Jones (1999) 运用基期固定资本形成总额除以某一个确定数值 (含折旧率)。Hall and Jones (1999) 估计各国 1960 年资本存量所用的公式为: $K_{1960} = I_{1960} / (0.06 + g_I)$, 其中, 0.06 为折旧率, g_I 为投资几何平均增长率。本文借鉴此法来估计基期中国农业资本存量:

$$K_{1978} = I_{1978} / (5.42\% + g_I) \quad (3)$$

(3) 式中, 借鉴徐现祥 (2007) 的数据处理方法, g_I 采用 1978~2011 年中国农业实际总产值平均增长率作为替代指标。 δ 采用的是吴方卫 (1999) 的研究成果, 即 5.42%, 这也是同类文献中引用较高的参数。

基于永续盘存法, 本文核算了改革开放以来中国各省份的农业资本存量, 得到省级农业资本存量的面板数据 (如图 1 所示)。核算结果表明, 农业资本积累在 1995/1996 年的转折点痕迹十分明显。90 年代中期以前, 农业资本积累并不明显, 但这之后, 农业资本积累十分迅速, 应该是农业增长的重要动力。本文重点关注农业资本深化及其与人地比例、农业生产率关系, 对此不做专门分析。

^①此处除采用农业固定资产投资比重作为权重来核算折旧量外, 还可以采用固定资产折旧率 (例如 5.42%)、或以 2004 年农业固定资产折旧占全社会固定资产折旧比重作为权重来进行核算。比较表明, 不同方法核算的结果差异并不大。例如一些变量的变化趋势、拐点等都没有发生变化。因此, 不同权重的设置不会改变本文的基本结论。考虑到数据补齐的前后一致性, 这里继续采用农业固定资产投资比重作为权重。如有需要, 可向作者索取其它权重条件下的不同数据核算结果。

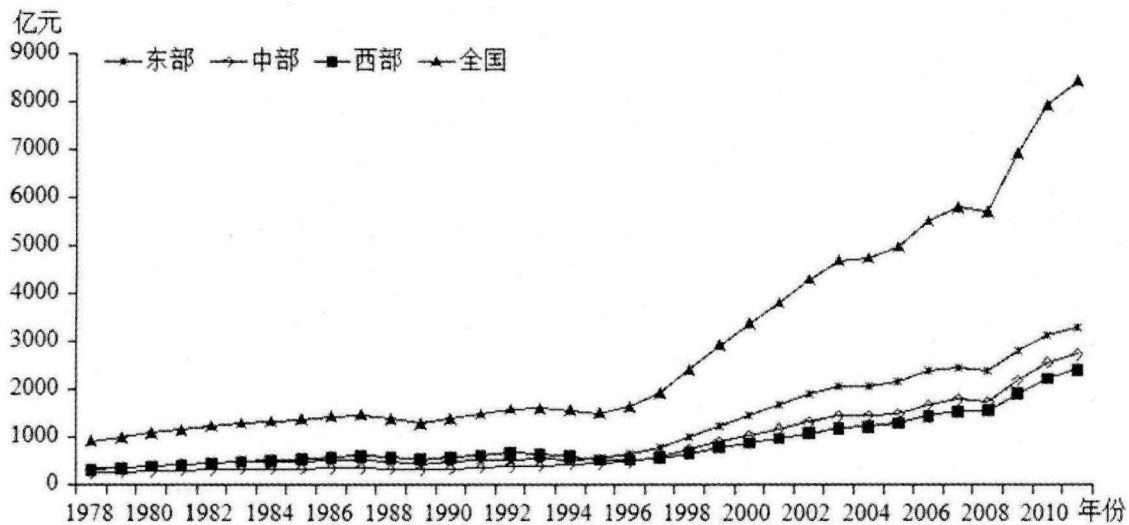


图1 中国和分区域农业资本存量变化（1978~2011年）

注：东部、中部和西部地区按一般经济意义的区划来划分。东部地区包括北京、天津、河北、广东、福建、江苏、辽宁、上海、浙江和山东 10 个省份，中部地区包括吉林、湖北、黑龙江、湖南、山西、河南、江西和安徽 8 个省份，西部地区包括内蒙古、广西、陕西、新疆、甘肃、宁夏、青海、四川、云南和贵州 10 个省份。

三、农业资本深化与人地比例变化

资本深化是指人均资本拥有量在经济增长过程中随着时间推移而不断增长的过程。在索洛模型中，该概念与资本宽化相对应，资本宽化是指资本积累增加等于劳动投入增加，人均资本量保持不变。当扣除折旧以后的人均净投资超过资本宽化时，人均资本量上升，就是资本深化；反之，就是资本浅化。资本深化往往意味着劳动生产率和劳动收入提高，因为劳动者使用了更多的资本。衡量资本深化程度的指标主要有资本产出比（ K/Y ）和资本劳动比（ K/L ），本文衡量农业资本深化程度时辅之以资本耕地比（ K/F ）指标。

（一）变量定义与数据处理

按照一般农业投入产出核算框架，本文主要投入、产出变量的定义及数据处理说明如下：①产出变量 Y ：农业国内生产总值实际值，单位为亿元。②投入变量 K ：农业物质资本存量实际值，由本文估计得出，单位为亿元。③投入变量 L ：年末农业全员就业人数，单位为万人。④投入变量 Cr ：年末农作物总播种面积，单位为万公顷。⑤投入变量 Fe ：化肥投入量，以实际用于农业生产的化肥施用折纯量计算，单位为万吨。⑥投入变量 F ：年末耕地面积，单位为万公顷。

考虑到西藏特殊的资源禀赋条件及其统计数据的不完整，本文研究没有包括西藏。为了保持统计口径的一致性，本文将 1988 年后的海南和 1998 年后的重庆分别纳入广东和四川，故本文所使用的数据为 1978~2011 年中国大陆 28 个省份的平衡面板数据^①。

（二）农业资本产出比

^①考虑到数据可得性及研究意义等，本文分析没有包括中国台湾、香港和澳门地区，这仅限于学术处理。数据来源主要包括：《中国国内生产总值核算历史资料：1952~2004》（国家统计局编，中国统计出版社出版，2007 年）、《中国统计年鉴》（1985~2013 年，历年）（国家统计局编，中国统计出版社出版）、《新中国六十年农业统计资料》（中华人民共和国农业部编，中国农业出版社出版，2009 年）、《中国农业年鉴》（1980~2013 年，历年）（中华人民共和国农业部编，中国农业出版社出版），以及山西、安徽、福建、河南、江苏、重庆等省份的地方统计年鉴。

改革开放以来,农业资本产出比(K/Y)呈典型的“正U型”变化,1995/1996年的拐点特征明显(如图2所示)。具体来看,2011年全国农业资本产出比(1.592)是1978年(0.910)的1.75倍,反映出适当程度的资本深化进程,其中,东部和西部地区农业资本产出比较高,中部地区农业资本产出比较低。1995/1996年之前,农业资本产出比是不断下降的,地区差距较大,其中,西部地区最高,东部地区次之,中部地区最低。1995/1996年之后,农业资本产出比进入一个快速提高期,东部地区提高最快,与西部地区差距缩小,中部地区仍然最低。西部地区农业资本产出比在上世纪80年代~90年代中期曾经历了一个较显著的下降过程,90年代中期以来更多地呈现出一种恢复性增长的态势。另外,农业资本产出比在2007/2008年国际金融危机爆发期间曾出现下行的趋势,这初步说明了农业与其外部经济环境关联程度的提高。

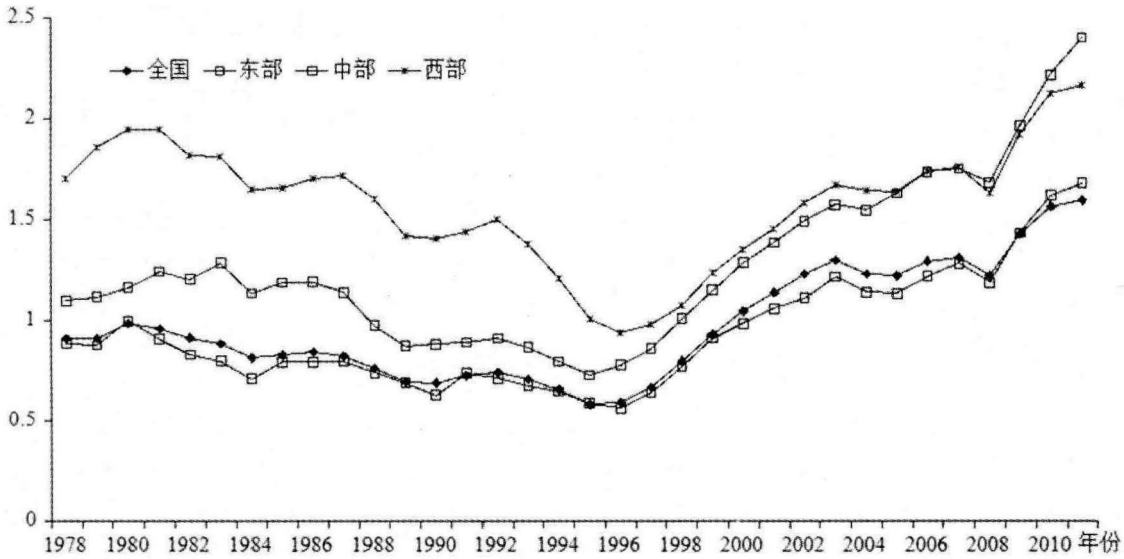


图2 中国和分区域农业资本产出比变化(1978~2011年)

资料来源:根据相关核算结果和统计资料整理,下同。

从省级层面来看,农业资本产出比存在较大差异。以1978年为例,贵州、青海、山西、云南等省份农业资本产出比较高,其他绝大部分省份农业资本产出比均在1以下,吉林、辽宁、内蒙古和江苏等省份农业资本产出比较低。经过30多年的改革开放,农业资本产出比的格局发生了较大变化。以2011年为例,天津、青海、上海、山西和北京农业资本产出比较高,江苏、湖南、湖北、四川和江西等省份较低。除了江苏和湖南,所有省份农业资本产出比均在1以上(详见表1)。

表1 代表性年份省级农业资本产出比(K/Y)指标

省份	1978年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	2011年
北京	1.3515	1.1834	1.4347	1.1525	0.8665	1.0786	1.5370	2.6058	2.9567
天津	1.5938	1.6611	2.6584	1.5735	0.9449	1.0502	1.6328	4.0868	5.4717
河北	1.3262	1.4994	1.0613	0.7417	0.6562	1.3496	1.8646	2.2665	2.2171
山西	3.2182	3.9017	2.7880	2.0204	1.2134	1.4440	1.8091	3.1891	3.4409
内蒙古	0.3129	0.4616	0.2922	0.2752	0.2713	0.5862	1.0887	2.4037	2.6558
辽宁	0.1863	0.1663	0.2551	0.2744	0.2990	0.6587	0.9733	1.3673	1.3876
吉林	0.1332	0.1616	0.1251	0.0823	0.1219	0.1659	0.6285	1.6577	1.7985

(续表 1)

黑龙江	0.8822	1.0069	1.2073	0.9726	0.7474	1.4009	1.4214	1.9409	2.0270
上海	2.5982	3.0621	3.2296	2.3127	2.0163	2.5094	3.3360	4.4457	4.7607
江苏	0.3212	0.3208	0.2712	0.2918	0.3186	0.6560	0.7203	0.8277	0.8079
浙江	1.4527	1.4524	1.0934	0.7416	0.6429	2.1721	1.9004	1.7012	1.5874
安徽	0.4750	0.4689	0.3813	0.5478	0.8830	1.2931	1.2821	1.1392	1.0854
福建	0.4034	0.4054	0.4697	0.4908	0.5242	1.2494	1.7483	1.7570	1.6494
江西	0.6984	0.6705	0.5992	0.6368	0.7336	1.1138	0.9620	1.1019	1.0799
山东	1.0653	1.2478	0.9403	0.8740	0.5963	1.4456	1.6634	1.9430	1.9239
河南	0.7815	0.8740	0.5646	0.3424	0.3485	1.0571	1.4084	1.9978	2.0304
湖北	0.3351	0.2914	0.2638	0.1960	0.2587	0.7619	0.8762	1.0270	1.0111
湖南	0.5753	0.6099	0.4208	0.2399	0.4055	0.6254	0.6711	0.8874	0.9420
广东	0.6889	0.6327	0.4741	0.3785	0.4340	0.6877	0.9106	1.1522	1.2228
广西	0.9483	0.9394	0.8838	0.5095	0.3002	0.5550	0.6799	1.1310	1.2270
四川	0.3654	0.4098	0.4149	0.4420	0.4084	0.5527	0.6021	0.9899	1.0336
贵州	4.3134	4.8657	3.2302	2.3539	1.3508	1.6959	1.4383	1.4168	1.3921
云南	2.7728	3.5923	3.3016	3.0214	1.9417	1.6825	1.7094	1.8326	1.7858
陕西	1.1065	1.0826	1.5009	1.2999	0.9639	1.5398	1.6640	1.7985	1.8843
甘肃	1.5066	1.6487	1.4101	1.2381	0.7768	0.9943	1.1719	1.5737	1.5552
青海	3.6379	4.1622	3.7036	3.1505	2.3406	2.8486	3.3942	4.7802	5.0257
宁夏	0.9394	0.9929	0.8022	0.8810	0.7620	1.2502	2.3112	2.8091	2.6623
新疆	1.1385	1.2744	0.9979	0.8641	0.9308	1.8004	2.3134	2.4662	2.3867
全国	0.9095	0.9856	0.8279	0.6904	0.5846	1.0454	1.2213	1.5634	1.5916

资本产出比除了可反映资本深化的程度外，还能反映其对立面——资本生产率（ Y/K ）的情况。资本产出比高，就意味着资本生产率低，但这未必就是公共政策的福音。改革开放以来，中国农业资本生产率经历了一个先上升后下降的“倒U型”变化过程，各省份农业资本生产率存在与上述农业资本产出比相反的分布格局。本文更关注的是资本劳动比（ K/L ）指标，因为它更能反映资本深化的原始含义。

（三）农业资本劳动比

改革开放以来，中国农业劳均资本拥有量（ K/L ）呈“反L型”变化（如图3所示）。2011年全国农业劳均资本拥有量2896.30元是1978年322.89元的8.97倍，反映了较为迅速的资本深化进程。其中，东部地区农业劳均资本拥有量远远高于中西部地区，西部地区又高于中部地区，但中部地区与西部地区差距不大。1995/1996年农业资本劳动比的拐点特征明显。在此之前，劳均资本拥有量基本稳定，地区差距不大，只有东部地区从1985年开始适度增长，但随后趋于稳定。在此之后，农业劳均资本拥有量迅速增加，尤其在2007/2008年经历了一个短暂的下滑后，增长更为迅速，东部地区与中西部地区之间的差距显著拉大。

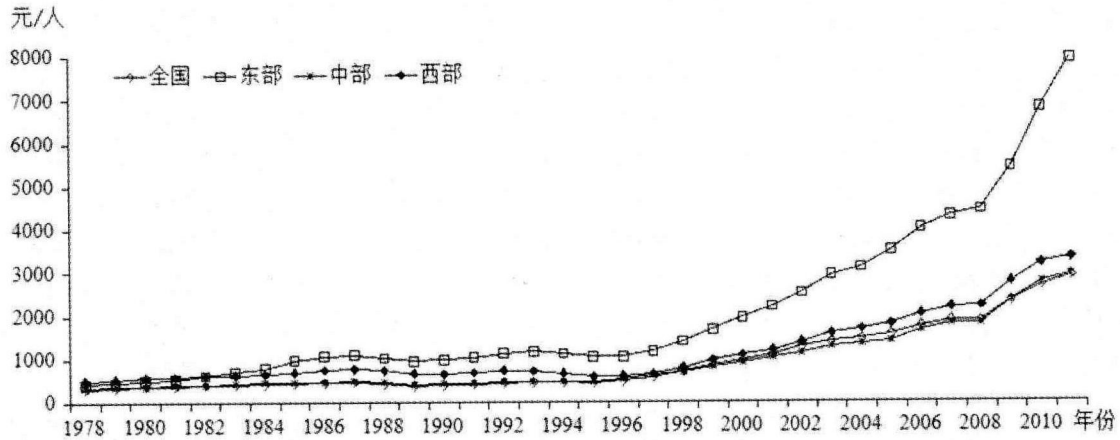


图3 中国和分区域农业资本劳动比变化(1978~2011年)

从分省的情况来看,改革开放初期,以1978年为例,青海、上海、贵州、山西和云南农业劳均资本拥有量较高,吉林、辽宁、江苏、内蒙古和福建较低,这与改革开放初期农业资本产出比的格局大体一致。30多年以后,天津、上海、北京、新疆、内蒙古农业劳均资本拥有量较高,贵州、甘肃、湖南、安徽和云南较低(详见表2)。总体上讲,东部地区省份,尤其是三大直辖市,农业资本深化水平较高;中部地区省份和西南地区的云贵两省农业资本深化水平较低,这反过来也说明,这些省份农业劳动密集度相对较高。动态来看,内蒙古、吉林、辽宁、天津和福建的农业资本深化速度较快,贵州、云南、山西、甘肃、青海和广西较慢。结合农业资本产出比来看,贵州可能还存在着农业资本浅化的倾向。

表2		代表性年份省级农业资本劳动比(K/L)指标							单位:元/人
省份	1978年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	2011年
北京	604.36	647.96	1391.29	1634.17	1647.25	2109.10	4032.29	6987.88	8812.48
天津	595.60	735.52	2291.97	2063.57	1751.85	2563.00	5195.07	16162.44	23296.63
河北	426.90	485.18	578.27	390.44	469.63	1288.44	2548.02	4038.84	4202.34
山西	932.72	1096.32	1259.40	972.31	678.32	838.54	1255.40	2645.30	2976.03
内蒙古	135.46	155.48	200.48	257.78	297.15	848.26	2138.65	5799.11	6761.53
辽宁	101.38	100.14	171.08	250.60	358.91	973.15	1970.17	3679.21	3978.40
吉林	100.42	106.96	111.57	77.00	142.64	245.85	1343.88	4703.17	4905.08
黑龙江	682.49	850.31	1192.93	1253.97	1121.28	1723.50	2500.70	4842.38	5132.09
上海	1190.54	1567.88	3410.16	3770.32	3935.86	5070.84	9259.21	19837.44	20539.81
江苏	113.92	121.93	185.16	157.07	259.61	729.82	1230.08	2337.30	2459.08
浙江	488.10	536.10	607.01	413.01	538.91	2628.34	3507.09	4360.55	4992.00
安徽	166.99	161.07	203.47	285.02	560.56	1044.07	1259.14	1667.39	1589.78
福建	139.01	164.91	266.39	323.91	545.33	1793.68	3313.57	4436.51	4273.99
江西	260.86	268.06	346.88	409.07	647.79	1384.31	1626.82	2462.44	2504.99
山东	340.13	452.67	569.03	556.81	492.01	1439.72	2571.92	3855.79	4081.11
河南	224.08	264.74	245.87	163.34	207.07	711.84	1403.59	2948.69	3155.74

(续表 2)

湖北	139.24	126.57	194.81	122.94	225.57	804.11	1090.94	1637.60	1696.13
湖南	192.50	208.73	189.34	111.35	253.11	465.25	719.45	1179.87	1454.11
广东	238.03	255.53	270.61	297.10	464.41	823.45	1269.72	2094.05	2391.66
广西	251.04	269.70	275.71	184.06	165.67	423.31	698.50	1459.69	1666.21
四川	154.93	189.33	187.95	217.53	273.23	514.40	805.44	1770.30	2013.26
贵州	959.64	1060.43	1049.80	704.40	493.50	732.84	581.60	1008.52	1000.96
云南	722.33	905.09	1165.68	1171.11	806.72	854.26	1095.01	1595.33	1622.94
陕西	356.79	382.67	681.67	652.66	555.26	1104.91	1618.25	2633.23	3035.19
甘肃	395.50	423.01	378.75	396.27	303.73	476.20	751.24	1256.72	1322.15
青海	1293.58	1462.79	1776.22	1402.32	1104.86	1341.39	2154.46	4524.84	5051.05
宁夏	305.05	318.41	419.30	476.37	407.91	830.69	2076.11	3986.89	3065.67
新疆	449.29	584.53	822.70	999.93	1453.04	3721.05	5976.41	7840.44	7596.29
全国	322.89	369.83	438.42	391.49	436.47	973.65	1542.78	2682.29	2896.30

(四) 农业资本耕地比

由于统计方面的原因,对于中国耕地数量及其变化,一直缺乏一个统一的客观描述,例如,国家统计局与国土资源部的数据存在较大出入。但是,改革开放以来,耕地数量变化的基本趋势是下降的,这一点并没有争议。本文结合《中国统计年鉴》中的耕地面积(F)和《中国农业年鉴》中的播种面积(Cr)数据加以说明^①。来自《中国农业年鉴》的播种面积数据争议较少,且更加具有连续性。

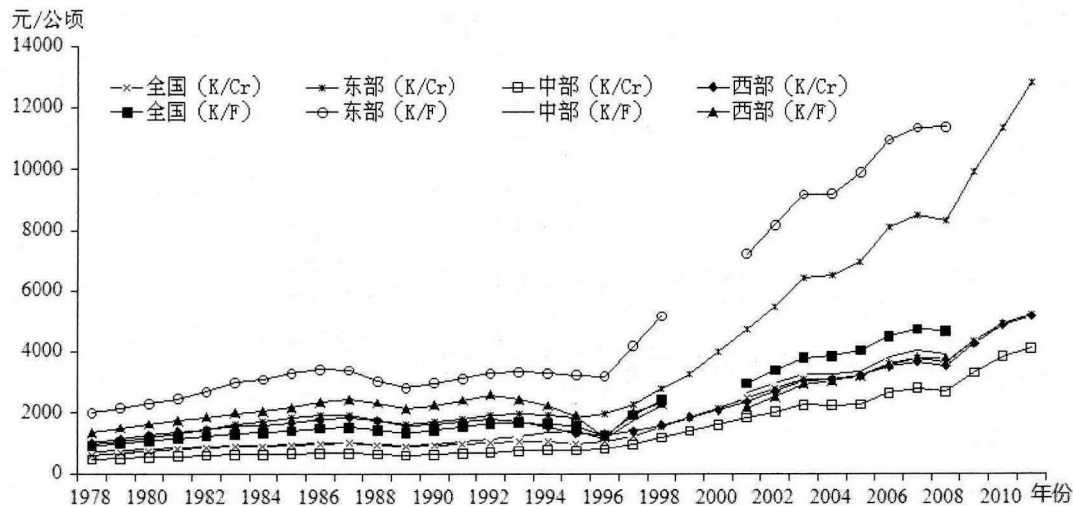


图4 中国和分区域农业资本耕地比变化(1978~2011年)

注:资本耕地比在1996年出现“折点”,完全是由统计数据人为调整所致,即《中国统计年鉴1997》公布的耕地数据依据国土资源部《关于土地利用现状调查数据成果的公报》中的数据进行了调整。但是,这并不影响本文对总体趋势的判断,也是本文在大多数场合采用播种面积指标的原因。图5情况与此类似。

^①播种面积与耕地面积相比,考虑了复种因素的影响。

从图4看,两套土地面积数据度量的资本耕地比指标表现出了相似的变化趋势。改革开放以来,单位耕地面积上的资本密集度总体呈上升趋势,1995/1996年的拐点特征明显。在此之前,资本耕地比基本稳定,1989年是一个子拐点,单位耕地面上的资本密集度曾小幅下滑,但随后恢复;在此之后,资本耕地比进入了一个迅速上升的通道。其中,东部地区资本耕地比显著高于中西部地区;在90年代中期前,西部地区高于中部地区,但随后它们之间的差距迅速缩小。从以播种面积计算的资本耕地比来看,西部地区仍高于中部地区,这应该与中部地区复种指数较高有关。从具体省份来看,以播种面积指标计算的资本耕地比,在改革开放初期的1978年,上海、贵州、青海、云南和浙江等省份较高,吉林、内蒙古、辽宁、江苏和湖北等省份较低;但到了2011年,天津、上海、北京和福建等省份较高,贵州、安徽、湖南、甘肃和江苏等省份较低。改革开放以来,吉林、辽宁、内蒙古和福建等省份资本耕地比上升较快,云南、山西、青海和甘肃等省份的上升速度较慢,贵州甚至还存在下降的趋势。

(五) 人地比例

因为土地相对固定,劳动力流动主要取决于城市化进程,资本深化不太可能对入地比例(F/L 或 Cr/L)产生较大影响。不过,入地比例指标在很大程度上可解释不同国家农业生产方式或技术进步路径的差异。例如, Hayami and Ruttan (1970) 曾将农业技术进步路径分为日本型、美国和加拿大型、欧洲型三类。如果具体以农业生物技术、机械技术和两者并重来代表这三种农业技术进步路径,这三种分类在很大程度上也反映了资本深化的程度。改革开放以来,各地区入地比例基本保持稳定,农业生产经营方式在本质上仍以农户小规模生产为主^①(见表3和图5)。绝大多数省份入地比例关系在90年代中期以前还是不断恶化的,这应该是耕地数量不断减少和农业劳动力总量较大综合作用的净结果。随后,入地比例关系逐渐得到恢复和改善,因为耕地数量长期处于下降的通道,所以,这更可能是农业劳动力转移和净减少的结果(见图5)。

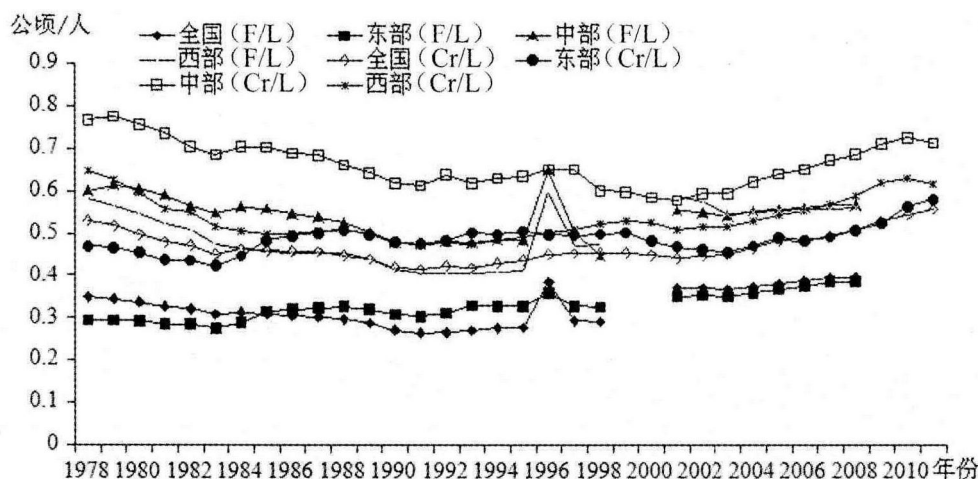


图5 中国和分区域农业劳均耕地面积变化(1978~2011年)

从劳均耕地面积看,中部地区较高,东部地区与西部地区较接近;从劳均播种面积看,中部地区大幅高于东部和西部地区,西部地区高于东部地区。这在很大程度上反映了中西部地区尤其是中部地区耕地利用程度比东部地区要高,即复种指数要高。从各省份的情况看,1978~2011年,劳均

^①World Bank (2003) 将2公顷作为小农户的定义标准。

播种面积保持相对稳定,变化并不剧烈。改革开放初期的1978年,黑龙江、吉林、内蒙古、宁夏和新疆等省份劳均播种面积较大,浙江、上海、贵州、云南和福建等省份较小;到了2011年,黑龙江、内蒙古、上海和新疆等省份劳均播种面积较大,均超过1公顷,广东、福建、广西、云南和贵州等省份较小,均在0.45公顷以下(详见表3)。总体而言,人多地少仍然是中国的基本国情。。

表3

代表性年份省级劳均耕地面积(Cr/L)指标

单位:公顷/人

省份	1978年	1979年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	2011年
北京	0.549	0.558	0.557	0.614	0.651	0.783	0.628	0.511	0.487	0.512
天津	0.520	0.521	0.503	0.601	0.587	0.662	0.656	0.611	0.605	0.640
河北	0.578	0.573	0.550	0.540	0.483	0.504	0.538	0.561	0.593	0.609
山西	0.699	0.710	0.697	0.691	0.635	0.612	0.610	0.591	0.590	0.585
内蒙古	1.101	1.086	1.041	0.879	0.916	0.946	1.068	1.109	1.226	1.241
辽宁	0.679	0.677	0.656	0.584	0.560	0.573	0.528	0.526	0.582	0.592
吉林	1.274	1.275	1.232	0.963	0.715	0.710	0.696	0.876	0.995	0.910
黑龙江	1.562	1.689	1.725	1.615	1.505	1.524	1.161	1.254	1.569	1.508
上海	0.345	0.367	0.366	0.549	0.723	0.693	0.584	0.661	1.105	1.075
江苏	0.443	0.423	0.415	0.492	0.346	0.384	0.420	0.538	0.719	0.749
浙江	0.340	0.339	0.341	0.350	0.323	0.340	0.366	0.374	0.392	0.460
安徽	0.524	0.510	0.476	0.468	0.428	0.429	0.417	0.514	0.588	0.564
福建	0.389	0.374	0.366	0.329	0.349	0.360	0.360	0.353	0.357	0.353
江西	0.589	0.561	0.527	0.513	0.483	0.555	0.588	0.579	0.629	0.630
山东	0.457	0.443	0.430	0.445	0.421	0.383	0.399	0.457	0.476	0.491
河南	0.485	0.461	0.454	0.455	0.420	0.431	0.369	0.444	0.525	0.534
湖北	0.539	0.532	0.514	0.530	0.396	0.437	0.467	0.431	0.473	0.477
湖南	0.472	0.463	0.428	0.384	0.365	0.378	0.377	0.432	0.439	0.500
广东	0.401	0.384	0.359	0.331	0.348	0.368	0.338	0.307	0.314	0.327
广西	0.457	0.414	0.380	0.304	0.319	0.363	0.398	0.427	0.375	0.383
四川	0.490	0.489	0.454	0.304	0.297	0.321	0.369	0.402	0.463	0.490
贵州	0.364	0.345	0.309	0.297	0.277	0.320	0.360	0.288	0.410	0.420
云南	0.366	0.361	0.336	0.301	0.292	0.299	0.327	0.354	0.385	0.393
陕西	0.686	0.644	0.610	0.525	0.481	0.426	0.451	0.439	0.489	0.507
甘肃	0.697	0.656	0.624	0.444	0.402	0.400	0.425	0.421	0.432	0.446
青海	0.499	0.483	0.470	0.446	0.376	0.388	0.349	0.323	0.443	0.450
宁夏	0.957	0.934	0.875	0.715	0.676	0.666	0.646	0.758	0.973	0.758
新疆	0.854	0.850	0.845	0.784	0.787	0.786	0.874	0.915	1.091	1.074
全国	0.530	0.518	0.497	0.459	0.420	0.437	0.449	0.483	0.543	0.557

注:播种面积在耕地面积的基础上考虑了复种指数的影响,故劳均播种面积一般要比劳均耕地面积扩大相应复种指数的倍数。

综上所述,资本深化主要表现为对劳动的替代,结合各项指标的变化,农业资本深化会受两个因素的影响:一是农业资本自身积累,二是农业劳动力转移速度。全国及分区域农业资本存量变化的特征(见图1)、重要拐点与各项农业资本深化指标的动态特征基本一致,这充分说明了资本积累对资本深化的决定作用。但是,对各项农业资本深化指标变化所表现出来的差异,例如, K/Y 和 K/L 分别呈“正U型”和“反L型”变化,人地比例呈不典型“正U型”变化等,本文主要从农业劳动力转移所反映的城市化进程来解释。无论是农林牧渔业劳动力数量还是第一产业就业人数,改革开放以来都呈典型“倒U型”变化,并在1991年时均达到最大值^①。在1992年中共十四大以前,虽然存在农村劳动力转移,但农业劳动力仍然净增加;此后,随着城市化进程加速和人口增长放缓,农业劳动力数量进入下降的通道。1995/1996年之前,农业资本积累速度实际上没有赶上农业增长速度,因而 K/Y 不断下降,劳均资本相对稳定。这—是因为农业资本积累速度相对较慢,二是因为农业劳动力数量的净增长稀释掉了一部分资本深化效应。1995/1996年以后的情况则相反, K/Y 与 K/L 变化的一致表现充分说明,农业资本深化加速除了得益于农业资本积累速度加快外,农业劳动力数量的减少也是一个重要因素^②。农业劳动力转移的这一特征还影响到了人地比例指标的变化轨迹。因此,本文的分析充分说明,中国农业资本深化的进程与城市化进程较为一致,是农业本身对国民经济发展尤其是农业劳动力转移的一种自然响应。不过,农业资本深化进程的拐点要稍滞后于农业劳动力数量变化的拐点,这说明,这一响应可能存在一定的滞后性,农业应对劳动力转移的调整需要一定时间和过程。

四、一个生产函数分析框架

从理论上讲,资本深化是提高劳动生产率、解放劳动力的重要手段,更是促进农民农业收入增加的重要手段,许多农业新技术的采用也都反映在资本品上。在农业劳动力大范围转移的背景下,中国农业仍然维持了稳定增长,主要是因为劳动生产率的提高。另一方面,中国农业政策长期致力于提高土地单产,土地生产率提高是农业劳动力转移背景下中国农业增长的另一源泉。不同于传统农业“精耕细作”和劳动“过密”等特征,现代农业中单产提高主要依靠生物良种采用、化肥施用和基础设施改善等,其中,农田综合治理、水利灌溉等农业基础设施建设都属于资本深化的范畴。前文说明了改革开放以来中国农业资本深化及人地比例的变化情况,为了进一步说明改革开放以来资本深化在农业增长中所起的作用,本文下面将其与人地比例变化、农业生产率增长整合进一个统一的生产函数框架中进行计量分析。

(一) Cobb-Douglas 生产函数框架

本文通过建立一个 Cobb-Douglas (C-D) 生产函数模型来估计资本深化、要素生产率增长和人地比例之间的关系。C-D 生产函数具有简洁、易于分解和经济含义明显的特点,能够较好地描述中国农业增长过程(Lin, 1992)。本文具体设定 C-D 生产函数为:

$$Y_{it} = A(t) K_{it}^{e_K} L_{it}^{e_L} Cr_{it}^{e_{Cr}} \exp(\varepsilon_{it}) \quad (4)$$

(4) 式中, Y_{it} 表示省份 i 在 t 时期的农业产出, K_{it} 、 L_{it} 和 Cr_{it} 分别表示农业资本、劳动和土

^①从《中国统计年鉴》(历年)中的数据看,农业劳动力数量变化呈典型“倒U型”特征,1991年,农林牧渔业劳动力数量34186.30万人,第一产业就业人数39098.13万人,均为最大值。

^②1992~1995/1996年,虽然农业劳动力数量已出现净下降的趋势,但农业资本存量增加的幅度仍不足以抵消农业劳动力数量基数大的效果,这可能主要与农业资本深化对农业劳动力转移的响应存在一定滞后性有关,农业资本存量没有迅速增加,直到1995/1996年才出现增长的拐点。

地投入, e_K 、 e_L 和 e_{Cr} 为对应生产要素的产出弹性, ε_{it} 为随机扰动项, $A(t)$ 代表技术进步水平。

在规模报酬不变 (constant returns to scale, CRTS) 假设^①下, C-D 生产函数可转化为针对劳动和土地的要害密集形式或生产率形式:

$$\text{CRTS: } RTS = \sum_{j=K,L,Cr} e_j = 1 \quad (5)$$

$$Y_{it}/L_{it} = A(t) (K_{it}/L_{it})^{e_K} (Cr_{it}/L_{it})^{e_{Cr}} \exp(\varepsilon_{it}) \quad (6)$$

$$Y_{it}/Cr_{it} = A(t) (K_{it}/Cr_{it})^{e_K} (L_{it}/Cr_{it})^{e_L} \exp(\varepsilon_{it}) \quad (7)$$

(6) 式和 (7) 式本质上属于同一个总量生产函数 ((4) 式), 其估计应是一致的, 不应该存在太大差别。但是, 两者所说明的经济含义并不相同, (6) 式和 (7) 式分别说明劳动生产率 (Y/L) 和土地生产率 (Y/Cr)、资本深化 (K/L 和 K/Cr)、人地关系 (Cr/L 和 L/Cr) 之间的定量关系。

(6) 式和 (7) 式均可方便地通过自然对数化进行线性估计, 即:

$$\ln(Y_{it}/L_{it}) = \ln A(t) + e_K \ln(K_{it}/L_{it}) + e_{Cr} \ln(Cr_{it}/L_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

$$\ln(Y_{it}/Cr_{it}) = \ln A(t) + e_K \ln(K_{it}/Cr_{it}) + e_L \ln(L_{it}/Cr_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

(8) 式和 (9) 式为本文的农业生产函数基本估计式。为便于与国民经济和工业部门的生产函数进行比较, 包括检验生产函数估计结果的稳健性, 首先, 本文在 CRTS 和未考虑土地要素的条件下, 估计资本与劳动双要素生产函数, 将其定义为简明型生产函数, 它可以更为清晰地表示资本深化与劳动生产率的关系。然后, 本文估计 (8) 式和 (9) 式, 并将它们定义为基本型生产函数。最后, 考虑到农业生产中存在大量中间投入, 本文参考以往文献对中间投入的定义 (例如 Coelli and Rao, 2003), 在资本和劳动的基础上引入中间投入——化肥施用量, 并将该生产函数定义为扩展型生产函数^②。

(二) 农业生产函数分析

表 4 和表 5 表明, 本文的估计结果较为稳健。无论采用固定效应还是随机效应模型, 两者的结果差别并不大。结合经济理论和 Hausman 检验, 本文分析采用固定效应模型的估计结果。

简明型生产函数与基本型生产函数的估计结果并不存在本质差别 (见表 4)。农业劳均资本拥有量变量 (K/L) 对农业劳动生产率的产出弹性为 0.5320, 在 CRTS 条件下超过一半。这初步表明, 资本深化是农业劳动生产率增长的重要源泉。基本型生产函数的估计结果表明, 在 CRTS 条件下, 农业劳均资本拥有量变量的产出弹性最大 (0.5231), 以播种面积表征的劳均耕地面积次之 (0.2410)。在 CRTS 条件下, 根据公式 (4) 到公式 (6) 和公式 (7) 的推导过程, 表 4 和表 5 中, 估计公式 (8) 和公式 (9) 得到的各自变量的系数 e_K 、 e_L 和 e_{Cr} 也即总量生产函数 (公式 (4)) 中各生产要素对

^①这一假设对农业有其合理性: 首先, 规模报酬可变 (variable returns to scale, VRTS) 的纯粹经济学含义是指所有要素按同一比例同时增减, 但农业生产要素同比变化除了科研实验外实属不可能, VRTS 不具备实践价值 (弗兰克·艾利思, 2006); 其次, Coelli and Rao (2003) 明确指出, 产业层面上很难考虑 VRTS 这一因素; 第三, 一般研究都认为, 中国农业规模报酬不变, 例如林毅夫 (2005)。

^②定义该函数, 一是因为中间投入与资本属于两个不同的范畴; 二是考虑省级数据的可获得性和方程的简明性; 三是为了检验生产函数结果的稳健性。

应的弹性系数。因此,根据表 5 也就是公式(9)的估计结果,单位耕地面积上劳动投入变量(L/Cr)的产出弹性(e_L)也即劳动要素的产出弹性(0.2359)与土地要素的产出弹性^①($e_{Cr}=0.2410$)相差不大,但要略小。同理,在扩展型生产函数的估计结果中,劳均化肥施用量(Fe/L)的产出弹性也相当大(0.3757),然后是劳均资本拥有量($e_K=0.3708$)和劳均耕地面积($e_{Cr}=0.1584$)(见表 4)的产出弹性。由表 5 中的扩展型生产函数估计还可以进一步推导出单位耕地面积劳动投入变量(L/Cr)的产出弹性($e_L=0.0952$)。另外,在土地生产率作为被解释变量的生产函数中,引入中间投入变量以后,单位耕地面积劳动投入变量(L/Cr)的显著性明显降低(见表 5)。因此,综合表 4 和表 5 中劳均中间投入使用量和地均中间投入使用量的表现来看,笔者可以推断出农业中间投入的大量使用对农业劳动生产率和土地生产率增长做出了重要贡献。农业中间投入例如化肥等的使用需要大量资金,它只是在耐用性质上与资本要素不同,但在资金属性上与资本投资非常相似,在某种程度上也可纳入广义“资本深化”的范畴。这进一步说明资本要素尤其是资金因素对中国农业增长的高度重要性。

表 4 以劳动生产率作为被解释变量的农业生产函数估计结果

	简明型		基本型		扩展型	
	FE	RE	FE	RE	FE	RE
$Ln(K/L)$	0.5320*** (0.010)	0.5295*** (0.010)	0.5231*** (0.010)	0.5187*** (0.010)	0.3708*** (0.011)	0.3654*** (0.011)
$Ln(Cr/L)$	—	—	0.2410*** (0.064)	0.2648*** (0.061)	0.1584*** (0.053)	0.1676*** (0.050)
$Ln(Fe/L)$	—	—	—	—	0.3757*** (0.018)	0.3817*** (0.018)
常数项	-1.607*** (0.026)	-1.1669*** (0.079)	-1.5755*** (0.113)	-1.6253*** (0.126)	-0.9959*** (0.098)	-1.0113*** (0.108)
观测值	952	952	952	952	952	952
R^2 (组内)	0.7367	0.7637	0.7673	0.7672	0.8399	0.8399
R^2 (组间)	0.1380	0.1380	0.2227	0.2308	0.4538	0.4608
观测值数	28		28		28	
Hausman 检验	7.82**		15.15***		11.59**	

注: *、**和***分别表示各自变量通过了 10%、5%和 1%水平的显著性检验,括号内的数字为标准误。

综合前文实证估计结果,笔者可以对各农业生产要素的产出弹性 e_K 、 e_L 和 e_{Cr} 进行排序。实证表明, e_K 最大,资本仍然是中国农业生产中较为稀缺的生产要素,“资本深化”在中国农业增长中扮演了重要角色; e_{Cr} 次之,土地同样稀缺,但考虑了复种因素以后的播种面积变量的估计表明,土地要素产出弹性并没有一般预计的那么大; e_L 最小,但与 e_{Cr} 较为接近,农业劳动力较充裕,其要素产出弹性虽然最小,但也没有到达所谓“内卷化”的地步,预计未来劳动力的作用会进一步加大。上述变量的表现也可能与样本数据时间跨度较长有关:一是因为关于耕地数量及其变化仍然存在一定争议;二是近年来“民工荒”、农村“空心化”、农民“老龄化”、农业“兼业化”等诸多迹象

^①也即以播种面积表征的劳均耕地面积对劳动生产率的产出弹性 e_{Cr} 。下文的分析道理与此相似。

均表明, 中国农业劳动力估计已经不存在过剩, 关于“刘易斯拐点”、“未来谁来种田”等问题的讨论绝非空穴来风。

表 5 以土地生产率作为被解释变量的农业生产函数估计结果

	基本型		扩展型	
	FE	RE	FE	RE
$\ln(K/L)$	0.5230*** (0.010)	0.5187*** (0.010)	0.3708*** (0.011)	0.3654*** (0.011)
$\ln(L/Cr)$	0.2359*** (0.063)	0.2164*** (0.059)	0.0952* (0.052)	0.0853* (0.049)
$\ln(Fe/L)$	—	—	0.3757*** (0.018)	0.3817*** (0.018)
常数项	-1.5755*** (0.113)	-1.6253*** (0.126)	-0.9959*** (0.098)	-1.0113*** (0.108)
观测值	952	952	952	952
R^2 (组内)	0.7497	0.7496	0.8278	0.8278
R^2 (组间)	0.1714	0.1691	0.3541	0.3570
观测值数	28		28	
Hausman 检验	15.15***		11.59**	

注: *, **和***分别表示各自变量通过了 10%、5%和 1%水平的显著性检验, 括号内的数字为标准误。

实际上, 上述各参数估计值不仅反映了总量农业生产函数((4)式)中各要素产出弹性的大小, 而且反映了资本深化分别对农业劳动生产率、土地生产率作用的大小((6)式、(7)式)。其中, 农业劳动生产率(Y/L)对劳均资本(K/L)所表征的资本深化最为敏感, 以化肥为代表的劳均中间投入也起到了重要作用, 再次才是人地关系(Cr/L)改善的作用。在土地生产率(Y/Cr)方面, 以地均资本(K/Cr)表征的资本深化和以化肥为代表的地均中间投入起到了同样重要的作用, 而人地关系(L/Cr)改善的作用较小, 这应该与该变量保持基本稳定有关。本文对生产函数的估计结果与第三部分的分析结果相一致, 各要素变量的表现与改革开放以来中国农业所经历的资本深化、农业劳动力转移及资本对劳动和土地的替代等过程有关。

(三) 农业生产率增长因素分析

仿照索洛增长核算(growth accounting)框架, 本文进一步测算资本深化和人地关系等变量对要素生产率增长的贡献。(8)式、(9)式可变形为如下生产率增长方程:

$$\frac{d(Y_{it}/L_{it})}{(Y_{it}/L_{it})} = \frac{d(A(t))}{(A(t))} + e_K \frac{d(K_{it}/L_{it})}{(K_{it}/L_{it})} + e_{Cr} \frac{d(Cr_{it}/L_{it})}{(Cr_{it}/L_{it})} \quad (10)$$

$$\frac{d(Y_{it}/Cr_{it})}{(Y_{it}/Cr_{it})} = \frac{d(A(t))}{(A(t))} + e_K \frac{d(K_{it}/Cr_{it})}{(K_{it}/Cr_{it})} + e_L \frac{d(L_{it}/Cr_{it})}{(L_{it}/Cr_{it})} \quad (11)$$

将方程(10)式和(11)式两边同时除以左边生产率变量, 即可得各因素对其增长的贡献, 容易证明, 各因素贡献率之和为 1。表 6 提供了基本型和扩展型两种生产函数^①中各因素对农业劳动生产率与土地生产率的贡献率, 它们进一步说明了资本深化分别对农业劳动生产率和土地生产率增长的贡献。在引入中间投入变量后, 这一贡献率虽然有所下降, 但仍是第一贡献来源。中间投入亦是农业生产率增长的重要来源。反映人地关系的土地劳动比对农业劳动生产率增长的贡献很小, 甚至

^①限于篇幅, 论文没有提供简明型生产函数的分解结果。如有需要, 可直接向笔者索取。

在很多省份还是恶化的。表 6 中各因素贡献率之和的余额主要是全要素生产率 ($dA(t)/A(t)$) 的作用。因为 C-D 生产函数只反映中性技术进步, 所以, 全要素生产率的贡献率可能存在一定程度的低估, 限于研究目的, 本文没有专门讨论。从各省份的情况看, 表 6 中的结果与第三部分的分析结果基本一致。例如, 贵州、云南、山西等资本深化速度低的省份, 资本深化的贡献率也低, 吉林、辽宁、内蒙古等资本深化速度快的省份, 资本深化的贡献率也高。这为前文的讨论提供了证据, 不再赘述。

表 6 各因素对农业单要素生产率增长的贡献率 (1978~2011 年) 单位: %

省份	劳动生产率					土地生产率				
	基本型		扩展型			基本型		扩展型		
	K/L	Cr/L	K/L	Cr/L	Fe/L	K/Cr	L/Cr	K/Cr	L/Cr	Fe/Cr
北京	73.90	-0.88	52.38	-0.58	18.48	73.14	0.83	51.84	0.33	19.15
天津	78.83	2.04	55.87	1.34	6.72	81.28	-2.18	57.61	-0.88	3.86
河北	67.47	0.72	47.82	0.48	36.61	67.94	-0.73	48.16	-0.29	36.58
山西	55.51	-3.93	39.34	-2.58	39.02	55.06	3.31	39.03	1.33	38.82
内蒙古	115.44	1.62	81.83	1.07	36.06	120.00	-1.70	85.05	-0.69	35.95
辽宁	115.53	-1.98	81.88	-1.30	16.91	110.73	1.79	78.48	0.72	18.48
吉林	158.19	-6.31	112.12	-4.15	14.14	136.22	4.90	96.55	1.97	19.00
黑龙江	89.01	-0.72	63.09	-0.47	67.93	87.94	0.69	62.33	0.28	67.05
上海	66.44	12.20	47.09	8.02	27.98	80.93	-24.21	57.36	-9.77	18.14
江苏	74.76	5.89	52.99	3.87	9.45	82.01	-7.63	58.13	-3.08	0.37
浙江	54.38	3.27	38.55	2.15	31.61	54.71	-3.70	38.78	-1.49	30.68
安徽	82.60	1.27	58.54	0.83	60.88	84.28	-1.31	59.73	-0.53	62.17
福建	88.82	-1.16	62.96	-0.76	33.66	87.15	1.08	61.77	0.44	33.84
江西	64.79	0.91	45.92	0.59	39.51	65.28	-0.92	46.27	-0.37	39.59
山东	68.64	0.93	48.65	0.61	37.02	69.29	-0.94	49.11	-0.38	37.00
河南	81.86	1.38	58.02	0.90	53.02	83.65	-1.43	59.29	-0.58	53.96
湖北	93.70	-2.11	66.42	-1.39	56.86	90.37	1.90	64.06	0.77	55.31
湖南	69.18	0.90	49.03	0.59	41.78	69.83	-0.92	49.50	-0.37	41.94
广东	69.62	-2.83	49.35	-1.86	34.33	67.80	2.48	48.06	1.00	34.67
广西	60.55	-2.61	42.92	-1.71	37.91	59.75	2.30	42.35	0.93	37.87
四川	87.97	0.02	62.35	0.01	33.73	88.00	-0.02	62.38	-0.01	33.73
贵州	1.88	2.95	1.33	1.94	41.88	-5.16	-3.29	-3.65	-1.33	42.48
云南	33.89	1.38	24.02	0.91	4.98	32.77	-1.43	23.23	-0.58	3.00
陕西	69.62	-4.52	49.35	-2.97	13.27	66.89	3.72	47.41	1.50	17.11
甘肃	53.72	-9.17	38.08	-6.02	-14.69	53.33	6.50	37.80	2.62	-0.28
青海	68.58	-2.39	48.61	-1.57	-29.49	67.11	2.13	47.57	0.86	-23.43
宁夏	95.36	-4.43	67.59	-2.91	32.72	88.67	3.67	62.85	1.48	33.47
新疆	70.86	2.65	50.22	1.74	48.18	73.15	-2.92	51.85	-1.18	49.49

(续表 6)

东部	75.84	1.82	53.75	1.20	25.28	77.50	-3.32	54.93	-1.34	23.28
中部	86.85	-1.08	61.56	-0.71	46.64	84.08	0.78	59.59	0.31	47.23
西部	65.79	-1.45	46.63	-0.95	20.45	64.45	0.90	45.68	0.36	22.94
全国	75.40	-0.18	53.44	-0.12	29.66	74.72	-0.64	52.96	-0.26	30.00

资料来源：根据本文生产函数估计结果计算整理。

需要补充说明的是，本文采用 C-D 生产函数形式，有其特殊优势，但因为测算各要素贡献率时采用一个平均意义上的统一的要素产出弹性（见表 4 和表 5），加上研究涉及时间长、省份多，必然导致各省份具体的要素产出弹性差异性不够，因此，对贡献率的分解稍显粗糙，没有采用超越对数（trans-log）和变替代弹性（VES）等生产函数形式的测算结果那么精确。表 6 所报告的实际上是一种平均贡献率的测算结果，所以会存在一些极端值情况。但是，笔者认为，研究的目的在于说明和解释问题，表 6 反映的只是论文所关注的资本深化、人地比例等因素对农业生产率增长所做贡献大小的一种基本分解情况，研究结论仍然可靠。更重要的是，C-D 生产函数和基于它的农业生产率增长贡献率分解保证了全文分析框架的一致性，有助于说明资本深化对农业生产率增长的作用。

五、结论性述评

本文研究的基本结论是：第一，在农业劳动力大范围转移和人地关系未获根本性改善的条件下，资本积累及其深化是改革开放以来中国农业持续增长的重要原因。资本深化兼具生产率效应和要素替代效应，资本深化以及在这一过程中对劳动、土地的替代，是中国农业劳动生产率和土地生产率增长的第一贡献来源。第二，改革开放以来，中国农业资本积累较为迅速，经历了较显著的资本深化过程，其中，劳均资本的变化尤其明显，资本产出比和单位耕地资本密集度亦有大幅提高。第三，改革开放以来，中国农业劳动生产率和土地生产率显著提高，但人地关系未获实质性改善，中国农业仍以农户小规模生产为主。资本仍是中国农业生产中较为稀缺的要素，土地次之，劳动力较充裕，但资本的地位和贡献在不断上升。第四，上世纪 90 年代中期是一个重要的拐点。无论资本积累还是资本深化，1995/1996 年前都不太明显，但之后都进入了一个加速期。两者都明显受到 2008 年国际金融危机的影响，这初步说明了中国农业与其外部经济环境关联程度的提高。第五，农业资本深化程度的地区差距和省际差异较为明显。一般而言，东部地区省份资本深化程度较高，许多农业大省尤其是中部地区省份资本深化相对滞后，西部地区省份资本深化程度的差异性较大。

基于上述分析，本文进一步认为：首先，中国农业生产经营方式可能正经历着重大转变，不再具有传统意义，越来越倾向于使用劳动节约型技术。中国农业发展正面临着历史性契机：传统农业中劳动“过密型”、“内卷化”的生产方式正在“去内卷化”，逐渐跳出传统农业“只有增长没有发展”的陷阱。其次，在人口红利逐渐消失的背景下，农业发展不再是如何改造传统农业的问题，而是在劳动力成本上升的条件下如何进一步发展的问題。依靠资本去替代劳动和土地，是确保粮食安全的必然选择，也是增加农民农业收入的重要途径。最后，在未来中国人地关系不可能根本改善的条件下，资本深化意味着“排斥”劳动，过度或过急的资本深化会导致劳动力浪费和比较优势丧失。中国农业资本深化必须适应人地关系紧张这一基本国情，与劳动力转移结合，与城市化配套。

本文研究仍然存在一些不足。第一，资本深化意味着有偏的技术进步、要素替代弹性和产出弹性的变化，本文采用 C-D 生产函数，主要考虑其明显的经济含义和分析框架的一致性，但也就无法反映非中性技术进步、要素替代弹性和产出弹性的变化，所以，本文对农业技术进步的贡献可能存

在一定的低估,尤其是对资本体现型技术。对非中性技术进步、要素替代弹性的讨论以及不同生产函数形式的选择,将是进一步研究的方向。第二,本文重点描述了改革开放以来中国农业资本深化的基本事实及对农业生产率增长的贡献,初步指出了农业资本深化背后的决定因素,例如农业劳动力转移、人地比例等,但对农业资本深化的机制及其中各个因素的作用机理,需要更深入的研究。第三,本文没有专门讨论中间投入,但初步证明,以化肥为代表的中间投入为农业生产率增长做出了重要贡献。如果考虑中间投入,相关研究可进一步说明资本要素尤其是资金因素对农业生产的重要作用。

参考文献

- 1.樊纲:《重化工业是现阶段我国经济发展的优势所在》,《中国特色社会主义研究》2005年第1期。
- 2.[美]弗兰克·艾利思:《农民经济学》,胡景北译,上海人民出版社,2006年。
- 3.黄季焜:《中国农业生产结构变化与政府的科研投资方向》,《华南农业大学学报(社会科学版)》2002年第1期。
- 4.黄季焜:《六十年中国农业的发展和三十年改革奇迹》,《农业技术经济》2010年第1期。
- 5.林毅夫:《制度、技术与中国农业发展》,上海三联书店、上海人民出版社,2005年。
- 6.单豪杰:《中国工业部门的资本回报率:1978-2006》,《产业经济研究》2008^a年第6期。
- 7.单豪杰:《中国资本存量K的再估算:1952-2006》,《数量经济技术经济研究》2008^b年第10期。
- 8.宋海岩、刘滔楠、蒋萍:《改革时期中国总投资决定因素的分析》,《世界经济文汇》2003年第1期。
- 9.孙琳琳、任若恩:《资本投入测量综述》,《经济学(季刊)》2005年第4期。
- 10.王美艳:《农民工还能返回农业吗?》,《中国农村观察》2011年第1期。
- 11.王小鲁、樊纲:《中国经济增长的可持续性——跨世纪的回顾与展望》,经济科学出版社,2000年。
- 12.吴方卫:《我国农业资本存量的估计》,《农业技术经济》1999年第6期。
- 13.吴敬琏:《中国应当走一条什么样的工业化道路》,《管理世界》2006年第8期。
- 14.徐现祥、周吉梅、舒元:《中国省区三次产业资本存量估计》,《统计研究》2007年第5期。
- 15.张军、章元:《对中国资本存量K的再估计》,《经济研究》2003年第7期。
- 16.张军、吴桂英、张吉鹏:《中国省际物质资本存量估算:1952~2000》,《经济研究》2004年第10期。
- 17.朱希刚:《我国“九五”时期农业科技进步贡献率的测算》,《农业经济问题》2002年第5期。
- 18.Alston, J. M.; Andersen, M. A.; James, J. S. and Pardy, P. G.: *Persistence Pays: U. S. Agricultural Productivity Growth and the Benefits from Public R&D Spending*, New York: Springer, 2010.
- 19.Andersen, M. A.; Alston, J. M. and Pardy, P. G.: Capital Services in U. S. Agriculture: Concepts, Comparisons and the Treatment of Interest Rates, *American Journal of Agricultural Economics*, 93(3): 718-738, 2011.
- 20.Andersen, M. A.; Alston, J. M. and Pardy, P. G.: Capital Use Intensity and Productivity Bias, *Journal of Productivity Analysis*, 37(1): 59-71, 2012.
- 21.Butzer, R.; Mundlak Y. and Larson, D. F.: *Measures of Fixed Capital in Agriculture*, World Bank Policy Research Working Paper No. 5472, The World Bank: Washington D. C., 2010.
- 22.Chow, G. C.: Capital Formation and Economic Growth in China, *Quarterly Journal of Economics*, 114(8): 243-266, 1993.
- 23.Coelli, T. J. and Prasada, R. D. S.: *Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000*, The Plenary Paper at the 2003 International Association of Agricultural Economics (IAAE) Conference, Durban, South Africa, August 16-22, 2003.

(下转第72页)

- 23.Brandt, L. and Holz, C. A.: Spatial Price Differences in China: Estimates and Implications, *Economic Development and Cultural Change*, 55(1): 43-86, 2006.
- 24.Dehejia, R. H. and Wahba, S.: Causal Effects in Nonexperimental Studies: Reevaluating the Evaluation of Training Programs, *Journal of the American Statistical Association*, 94(1): 1053-1062, 1999.
- 25.Heckman, J. J.; Ichimura, H. and Todd, P. E.: Matching as an Econometric Evaluation Estimator, *Review of Economic Studies*, 65(5): 261-294, 1998.
- 26.Shen, Y. and Yao, Y.: Does Grassroots Democracy Reduce Income Inequality in China? *Journal of Public Economics*, 92(2): 2182-2198, 2008.
- 17.Todd, P. E.: *Evaluating Social Programs with Endogenous Program Placement and Selection of the Treated*, University of Pennsylvania working paper, 2006.

(作者单位: ¹ 云南大学经济学院 (会计学院);
² 北京大学光华管理学院;
³ 北京师范大学经济与工商管理学院)
(责任编辑: 黄纯纯)

(上接第 30 页)

- 24.Crego, A.; Larson, D. F.; Butzer, R. and Mundlak, Y.: *A New Database on Investment and Capital for Agriculture and Manufacturing*, World Bank Working Paper No. 2013, The World Bank: Washington D. C., 1998.
- 25.Hall, R. and Jones, C.: Why Do Some Countries Produce so Much More Output than Others? *Quarterly Journal of Economics*, 114(1): 83-116, 1999.
- 26.Hayami, Y. and Ruttan, V. W.: Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: The United States and Japan, 1880-1960, *Journal of Political Economics*, 78(5): 1115-1141, 1970.
- 27.Ito, Junichi and Ni, Jing: Capital Deepening, Land Use Policy and Self-sufficiency in China's Grain Sector, *China Economic Review*, 24(3): 95-107, 2013.
- 28.Lin, J. Y.: Rural Reforms and Agricultural Growth in China, *American Economic Review*, 82(1): 34-51, 1992.
- 29.World Bank: *Reaching the Rural Poor: A Renewed Strategy for Rural Development*, The World Bank: Washington D. C., 2003.

(作者单位: 华中农业大学经济管理学院,
湖北农村发展研究中心)
(责任编辑: 小林)