

· 经济学研究 ·

# 农村资本流动涡旋模型及应用

——以山东商河大蒜产业为例

侯永刚

(中国科学院紫金山天文台,江苏 南京 210008)

[摘要]通过分析山东商河县大蒜产业发展的过程、现状和未来,借鉴流体力学中已经发展比较成熟的流体运动理论,建立了农村资本流动的涡旋模型。此模型能够简洁明了地显示大蒜产业从单纯的农作物生产发展到农作物生产、加工、销售一条龙的资本运动状况,能够说明农村企业和个体经营者资本积累的速度和来源,能够对农村产业多元化的资本流向加以说明并且对其盈利能力做出评估。此外,文章还拓展了此模型的应用范围,对于不同尺度的资本流动现象,均可以通过此模型进行相关研究。

[关键词]农村经济;资本流动;涡旋模型;大蒜产业

[中图分类号]F326

[文献标识码]A

[文章编号]1671-3842(2017)01-0126-09

随着我国新农村建设的逐步深入,农民收入日渐提高,传统的以粮食种植产业为主要经济来源的农村经济体制发生了巨大的变化,不同种类的小企业和私营产业在农村如雨后春笋般涌出<sup>①</sup>。与此同时,农村经济工业基础非常薄弱,资金贫乏,技术手段落后等现状严重制约着这类小企业和私营业的进一步发展。特别是资本流动成为制约该类问题的关键环节。

资本的流动具有流体运动的基本特性,首先是流动性<sup>②</sup>,资本在遇到压力时非常容易出现转移,在受到张力时会出现断裂(资金链断裂);其次,其没有固定的体量和比例<sup>③</sup>;最后,资本在复杂机构内部也会发生相对运动。涡旋是流体团的旋转运动,而涡旋现象是流体运动跟刚体和质点运动最本质的区别<sup>④</sup>。在资本的流动过程中,由于各种复杂的环境对资本的流动造成千差万别的“剪切力”,资本流动的涡旋现象也随处可见<sup>⑤</sup>。

本文首先借助已经比较成熟的大气和液体流体动力学研究,描述资本流动的涡旋模型,然后应用此模型和访问得到的数据建立了山东大蒜之乡的商河县在经济发展过程中具体的资本流动涡旋模型,通过对涡旋模型的研究得出蒜区中小企业和私营业发展的历程中资本积累的过程和现在企业发展状况。然后应用本模型建立了企业资本积累速度和资本流动状况的数学模型。最后对本文总结了蒜区现在发展中遇到的问题 and 将来发展可能的方向,并将此模型的应用范围做进一步的说明。

[作者简介]侯永刚,中国科学院紫金山天文台理学博士。

① 乔海曙:《农村经济发展中的对于解除金融约束的研究》,《中国经贸》,2014年第12期。

② 彭文斌,吴朝霞:《资本流动对我国区域经济差距影响的实证分析》,《生产力研究》,2007年第21期。

③ 袁东:《公司债券市场供给与公司资本构成的理论分析》,《财经研究》,1997年第12期。

④ J Jeong, F Hussain. On the identification of a vortex. Journal of Fluid Mechanics, 1995, 285(4):69-94.

⑤ 邢乐成:《金融结构与中小企业融资》,济南:山东人民出版社,2015年版,第62-77页。

## 一、农村资本流动涡旋模型的建立

在此模型中,每一个研究对象(包括农民家庭和农村中小企业以及各种私营业)都在三维球坐标系分配一定体积元(如图1所示),这种体积元称作资本体积元,资本体积元的大小与其拥有的资本量的大小成正比,资本的流动通过模块资本体积元内部和资本体积元之间的流体运动来模拟。在球坐标系和笛卡尔坐标系下这类体积元可以表示为:

$$dV = dx dy dz = r^2 \sin\theta dr d\theta d\varphi \quad (1)$$

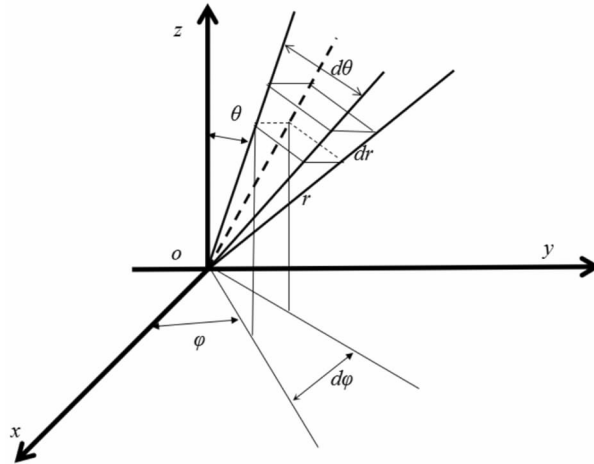


图1 资本微元在球坐标系和笛卡尔坐标系中的表示

农村经济中农户是整个经济体的根本,本模型中代表农户的资本体积元都经过资本奇点( $r = 0$ )。农户的经济收入主要来自于两部分,其一为农作物收入,其二为农村劳动力转移获得的收入。相应的每个农户的资本体积元也由两部分组成,这两部分的数学特性分别为  $0 \leq \theta \leq \pi/2$  和  $\pi/2 \leq \theta \leq \pi$ ,即其分别分布在  $xy$  平面的两侧。在平面上方的资本体积元代表农产品收入的相关资本,在平面下方的资本体积元代表其它副业的资本。资本体积元的大小分别正比于农户在农业产品上得到的收入和在其它副业上得到的收入。

农村经济中中小企业和私营业是经济发展的支柱,是必不可少的。在本模型中,代表他们的资本体积元同样植根于资本奇点,其后期积累的资本覆盖在农户资本体积元的上方,跟与他们有业务往来和资本流动的农户资本体积元相交,他们的经营活动和资本运动用相应位置的流体运动来模拟。跟农户资本分类类似,中小企业和私营业的同样包括两个方面,其一农产品经营并且不能给农村劳动力提供工作岗位的中小企业和私营业的相应资本体积元处于  $xy$  平面的上方,其数学特性为,能够为农村劳动力提供岗位,或者并不完全以农产品为经营对象的中小企业和私营业者的资本体积元处于平面的下方,其数学特性为  $\pi/2 \leq \theta \leq \pi$ 。如果企业或者私营业者经营业务同时覆盖两个方面,其资本体积元通过资本奇点跨过平面。

在模型中任意取一面元  $dS$ ,在单位时间内流过该面元的资本总量为  $dM$ (实际概念既可以是不同对象之间的资本流动,也可以是对象内部的资本构成变化),定义此面元上的资本流速大小为:

$$v = \frac{dM}{T ds} \quad (2)$$

流速的方向垂直于面元所在的平面。将时间  $T$  定为1个生产周期(农户定义为1年,中小企业和私营业者定义为1天或1年),引入流线的概念:速度场中的瞬时光滑曲线,其上任意一点的速度方向与该点的速度方向一致。根据流体力学,可以得到流线方程:

$$\vec{dr} \times \vec{vr} = 0 \quad (3)$$

同时可得流量方程:

$$Q = \oiint_S \vec{v} d\vec{S} \quad (4)$$

对闭合曲面  $S$  进行积分,若  $Q > 0$ ,则曲面内部的总资产将减少,曲面将向内收缩;若  $Q < 0$ ,则曲面内部的总资产将增加,曲面将向外扩张。

涡旋用来描述流体微团的旋转运动,将次概念进行延拓,可以得到资本体积元中流体运动涡量的定义:

$$\vec{\Omega} = \nabla \times \vec{v} = 2\vec{\omega} \quad (5)$$

由此可以确定任意一个资本体积元所在位置的涡旋大小和方向,跟流线类似也可以得到整个涡旋的涡线定义:涡旋场中的一条曲线,曲线上任意一点的切线方向和与改点资本体积元的旋转角速度一致。同样也可以得到涡线方程:

$$d\vec{l} \times \vec{\Omega} = 0 \quad (6)$$

到此为止,此模型基本的概念都已经介绍完毕,下面通过具体实例来演示此模型的应用方法。

## 二、农村资本流动涡旋模型应用——以山东省商河县蒜区为例<sup>①</sup>

山东省商河县蒜区是一个以特色农业和农产品加工为主要经济来源的农贸型农村经济区(以下简称蒜区),辖区面积约 83.4 平方公里,耕地面积 7 万亩,共 1.25 万户,人口 4.6 万人,人均耕地 1.52 亩。为简化模型,假设所有的农户人口均为 3 人或 4 人,在模型中,有 0.4 万户 3 人/户,有 0.85 万户 4 人/户。

蒜区主要农产品为大蒜和玉米,其中大蒜是农民收入的主要来源。根据调查,2016 年白桥乡农民大蒜种植主要分为两个品种,30% 耕地面积种植红蒜,70% 耕地面积种植白蒜。红蒜的产量在 2500 斤/亩到 3000 斤/亩之间,平均产量大约 2800 斤/亩。在最初开始时销售时价格约为 3.0 元/斤,随后出售价格持续走高,大部分农民出售价格在 5.0 元/斤到 6.0 元/斤之间,根据经销商测算,总体平均价格约为 5.3 元/斤。红蒜蒜苔产量在 600 斤/亩到 1000 斤/亩之间,平均产量约为 800 斤/亩,红蒜蒜苔出售时间非常集中(约两天内采集出售完毕),蒜苔价格波动非常小,约为 2.0 元/斤。综合以上数据,红蒜种植每亩收入约为 16440 元。白蒜的产量在 1500 斤/亩到 2000 斤/亩之间,平均产量约为 1800 斤/亩。在最初开始销售时价格约为 1.6 元/斤,后期出售价格同样持续走高,大部分农民出售价格在 4.0 元/斤到 5.0 元/斤之间,根据经销商测算,总体平均价格约为 4.7 元/斤。白蒜蒜苔产量在 1000 斤/亩到 1500 斤/亩之间,平均产量约为 1300 斤/亩,白蒜蒜苔采摘销售时间相对红蒜蒜苔的采摘销售时间稍长(约一周内采摘出售完毕),蒜苔价出售价格出现一定程度波动,价格在 2.6 元/斤到 3.0 元/斤之间,均价约为 2.8 元/斤。综合以上数据可得,白蒜种植每亩收入约为 12100 元。综合可得,本季大蒜种植的总体收入约为 9.381 亿元。

今年农民产量区间为 800 斤/亩到 1500 斤/亩,平均约为 1200 斤/亩。出售玉米价格区间为 0.6 元/斤到 0.85 元/斤,平均价格为 0.75 元/斤。截止 2016 年 11 月初,大约 60% 的农民已经将当季玉米出售。由于玉米价格稳定,本模型认为农民已经将所有当季生产玉米转变为资本。由此可得本季农民种植玉米总收入为 0.63 亿元。

以上是蒜区所有农民收入的基础,也是其它形式资本积累的来源,在模型中分布在最底层,并

<sup>①</sup>本文按照经销商提供数据作为平均价格来计算农民大蒜种植的整体收入。由于大蒜种植面积占比率非常高,作为同季节的农作物小麦种植面积非常小,本模型并不统计小麦种植带来的收入。另外,非常感谢提供数据的商河县白桥镇大蒜经销商、工厂经营者以及一些普通的农民朋友。

且被认为是按照人口均匀分布的。首先对于空间角按照人口数量进行均匀化:

$$\psi = \frac{2\pi}{N} = 1.366 \times 10^{-4} \quad (7)$$

其中  $\psi$  代表每个人在球坐标中占据的空间角的大小,  $2\pi$  为整个上半球的空间角大小,  $N$  为总人数。根据空间角的定义, 在球坐标系中人均资本微元满足的角度要求为:

$$\sin\theta d\theta d\varphi = \psi \quad (8)$$

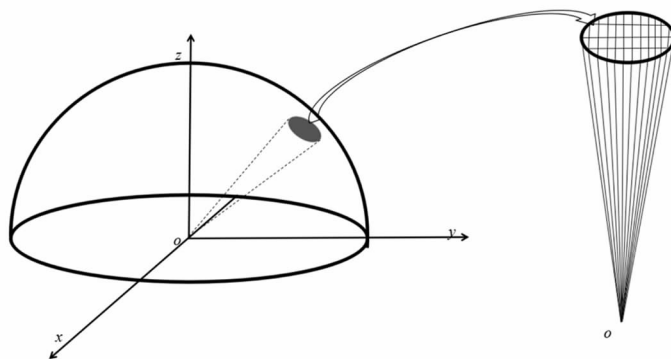


图2 基本经济模型

如图2所示,基本的资本组成模型如图所示,整个资本分布为半球形,半球形按照户被分割为一个个资本微元,每一户的资本数量大小正比于户人口数。

大蒜是蒜区主要农作物和经济来源,其它的产业大部分均围绕在大蒜行业的周围形成一条并不是非常成熟的产业链。这个产业链主要包括大蒜贩卖和初步加工。从已经建立的资本流动模型出发,可以解释这条产业链的形成过程,然后通过模型的计算对后续的经济做出一些预测和建议。

大蒜贩卖主要分为两种类型,一种为代收购,这种形式对原始资本的要求比较低(只需要几万元或者不到一万元就可以),一般当天收购当天出售给经销商或者工厂,其盈利主要来源于信息不对等导致的大蒜收购差价。但是这种产业非常发达,根据经销商统计,他们收购到的大蒜大约30%到45%为经过贩卖的大蒜。这种贩卖的现象从大蒜开始收获开始(五月底),大约持续两到三个月。农户和贩卖者将大蒜卖给经销商(约占总体产量70%),经销商根据市场形势一部分直接贩卖到外地(外地的大蒜加工厂或者直接流入外地的农贸市场,约占总体产量50%),另一部分通过冷库存储等手段存储起来进行反季节销售(约占总体产量20%)。蒜苔的流向也类似,一部分(总体产量80%)直接通过经销商贩卖到全国各地的农贸市场,剩余部分通过储存进行反季节销售。据统计,初等贩卖者收益大约为0.08元/斤到0.1元/斤。经销商贩卖的大蒜收益在0.2元/斤到0.5元/斤之间。反季节销售获利根据当季的经济情况不同反差非常大,截止到2016年11月,当年冷冻储存的大蒜和蒜苔尚未流向市场,根据经销商估算,收益在0.5元/斤到1.0元/斤之间。

大蒜初步加工分为两种类型,一种是经过烘焙将大蒜水分蒸干,生产为蒜片,然后经过经销商对外出售,销售价格区间在2.5万元/吨到3.8万元/吨之间。其生产成本(不计人工、房租等)约为2万元/吨。这种加工要求技术相对较低,生产规模较大,约29%的大蒜经过此种途径销售。另一种为将大蒜腌制,制成可以直接实用的产品,大蒜经过加工后价格约为50元/斤,加工过程中需要加入其它原料,其成本约为10元/斤。但是受限于市场和生产技艺以及资金问题,生产规模并不是很大,小于1%的大蒜经过此种处理后销售。

白桥乡从21世纪初开始种植大蒜,后面积逐渐增加,直至今在大蒜种植覆盖率达到99%以上,并且催生出一系列的初级产业链。应用本文建立的资本流动涡流模型,可以很直观明了的解释整个大蒜产业链的形成过程和产生的内在因素。

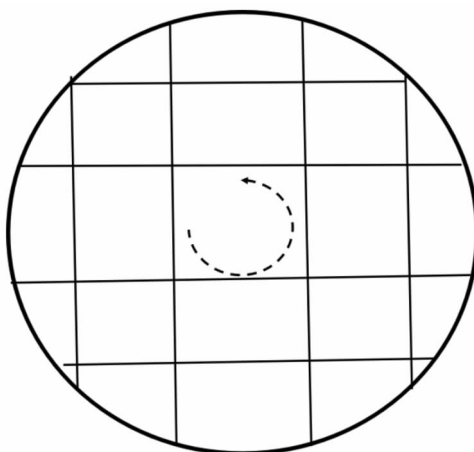


图3 最初资本流动状态

刚开始大蒜种植时,整个农产品交易市场均不发达,绝大多数农民农产品收入都只来源于基本农作物的种植。农产品交易主要对象为小麦和玉米,大蒜市场也并不成熟。如图3所示,大蒜的收购和买卖困难催生了第一批大蒜贩卖者。他们完全将自己的农产品收入作为原始资本,开始进行大蒜贩卖活动(资本流动开始加速)。由于市场的极度不成熟,首批大蒜贩卖者没办法维持稳定的资本流动,根据对某大蒜经销商(第一批做大蒜贩卖并且坚持下来的人之一)访谈,初始大蒜贩卖时期并没有固定的收益率,没有固定的工作时间保证和固定的现金流。但是大蒜贩卖者的内部资本流动速度和效率已经远远高于周围只进行正常生产活动的农户家庭。普通农户在一年的经济过程中,大约10%左右的收入用来进行储蓄,其它资金均用来维持生活或者进行其它生产资料改进等投入,由此根据涡旋的定义可以得到普通农户的资本流动涡量为:

$$\vec{\Omega}_0 = 2\vec{\omega} = 2 \times 2\pi \times 0.9 = 3.6\pi\text{rad/y} \quad (9)$$

此时大蒜贩卖者跟其它小手工业者或者小商贩类似,虽然资本流动速度明显超过普通农户,但是利润率低,并且资本在流动过程中并没有借助外界资本的助推。此时大蒜贩卖者的资本流动涡量只有普通农户家庭的5到10倍(小于 $50\pi\text{rad/y}$ ),不稳定的资本收益率并不能让他们的资本总量出现很大的差距,故此时并没有完成资本的原始积累,也不可能产生完整的产业链。

随着大蒜种植面积的增加和新技术的推广,大蒜的产量逐年增加,在2005年左右,开始出现固定的大蒜经销商和零星的大蒜加工厂。如图4所示,A类资本表示普通农户的资本,其资本的流动速度相对之前并没有很大的变化,认为其涡量保持 $3.6\pi\text{rad/y}$ 。B类资本表示经销商和工厂的自有资本。C类资本表示经销商和工厂吸引的外界资本,包括银行提供的贷款以及与经销商接洽的大蒜购买方的预付款以及经销商和工厂通过集资等其它方式吸引到的资本投入。B类资本和C类资本以相同的涡量进行资本流动。根据被调查经销商经营状况,在蒜苔和大蒜收获贩卖的时间,平均每天能够收购到蒜苔和大蒜7到10吨,假设工厂和贩卖者每户人口3人,并且其资本流动完全出自自有资本,那么可以计算出其资本流动的涡量。在蒜苔收购时间资本流动的涡量为:

$$\vec{\Omega}_{\text{估计}} = 2\vec{\omega} = 2 \times 2\pi \times 7 / (1.52 \times 3 \times 0.65) = 9.45\pi\text{rad/y} \quad (10)$$

其中假设每天收购到蒜苔7吨,人均耕地1.52亩,每亩产蒜苔0.65吨。然而实际的资本因为包含C类资本,资本流动涡量并没有估算大,根据经销商测算,所有收购的资金均当天结算,能够保持稳定的现金流,故资本流动的实际涡量约为:

$$\Omega_{\text{实际}} = 4\pi\text{rad/y} \quad (11)$$

估算涡量和实际涡量虽然不同,但是估算的资本通量与实际的资本通量是相同的,由此可以计算出B类资本和C类资本的比例:

$$\Omega_{\text{估计}} \times V_B = \Omega_{\text{实际}} \times (V_B + V_C) \quad (12)$$

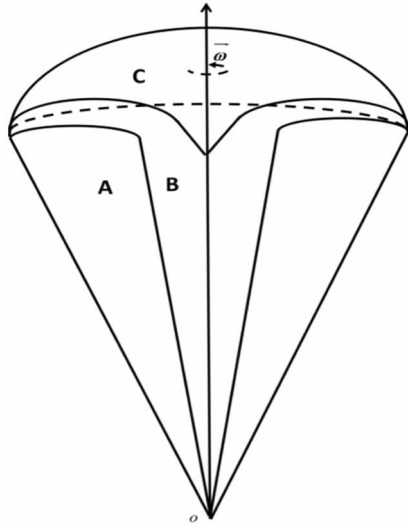


图4 资本积累过程的资本流动

在大蒜收购时间,由于跨度比较长,每天收购到的大蒜数量会出现起伏,速度最大时能够达到蒜苔收购的数量,即7吨/天到10吨/天。速度最小时能够达到1吨/天到2吨/天。同上面计算方法类似,计算资本流动涡量范围为:

$$\begin{aligned}\vec{\Omega}_{\text{估计max}} &= 2\vec{\omega} = 2 \times 2\pi \times 7 / (1.52 \times 3 \times 0.9) = 6.82\pi\text{rad/y} \\ \vec{\Omega}_{\text{估计min}} &= 0.975\pi\text{rad/y}\end{aligned}\quad (13)$$

若  $\vec{\Omega}_{\text{估计}} > 4\pi\text{rad/d}$ , 资本流动过程中就会吸引外部资本流入, 若  $\vec{\Omega}_{\text{估计}} < 4\pi\text{rad/d}$ , 资本流动过程中 C 类资本基本不存在。

定义  $\vec{\Omega}_{\text{临界}} = 4\pi\text{rad/d}$ , 可以得到资本流动涡量和其需要外部资本注入的关系式为:

$$V_C = V_B \times (\vec{\Omega}_{\text{估计}} / \vec{\Omega}_{\text{实际}} - 1) \quad (14)$$

只有外界注入的资本大于需求的资本量时,资金链才不会断裂。此时经销商和工厂主的年资本涡量可以达到  $100\pi\text{rad/y}$  到  $1000\pi\text{rad/y}$ , 大约为普通农户资本流动涡量的 30 到 200 倍。资本的快速流动增加了原始资本积累的速度。图中的虚线是指原始的模型中资本的分布情况, 可以看到在经销商和工厂的资本流动过程中, 农户的资本受到了损失(资本积累的来源之一), 但是其资本积累过程更多的来自于外部资本。根据测算在 2005 到 2007 年的资本积累中, 平均每年资本增长约为自己持有资本的 2 到 5 倍。到 2007 年, 经过 2-3 年的资本积累, 随着大蒜行市的持续走高, 已经有超过 100 户家庭拥有足够的资本进行大规模的工厂建设和生产。

此时资本的流动状况出现了变化, 一方面不断有新的农户加入到大蒜贩卖等行业中进行初始的原始资本积累, 这种原始积累的资本流动方式于前面提到的方式类似, 但是收到第二种情况的挤压, 并没有空间完成充分的资本积累; 另一方面已经完成资本积累的经销商开始大规模占领市场并且进行新的市场开拓, 如图 5 所示, 在旧的大蒜经销市场和大蒜粗加工市场, 单一的经销商已经能够占据可观的份额, 这部分资本以  $\vec{\omega}_1$  的角速度进行资本流动, 此时他们资本的盈利模式已经比较少的侵害普通农户的资本(但是还存在更低一级的商展会侵夺农户的资本), 除此之外, 这些经销商所掌握的一部分过剩资本流动到其它产业中, 这些资本以  $\vec{\omega}_2$  的角速度进行资本流动, 这些资本的流向非常宽泛, 有企业多元化发展的雏形。我们分别对着两部分资本流动进行研究。

对于大蒜经销和粗加工市场, 由于本身资本规模的扩大, 经销商和工厂营业者已经能够在银行和大蒜批发商得到更多的资金来进一步扩大市场份额。除此之外, 资本的增加和市场规模的限制让他们不得不减缓资本的流动速度(因此出现多余的资本可以进行产业多元化), 同时保证资金链

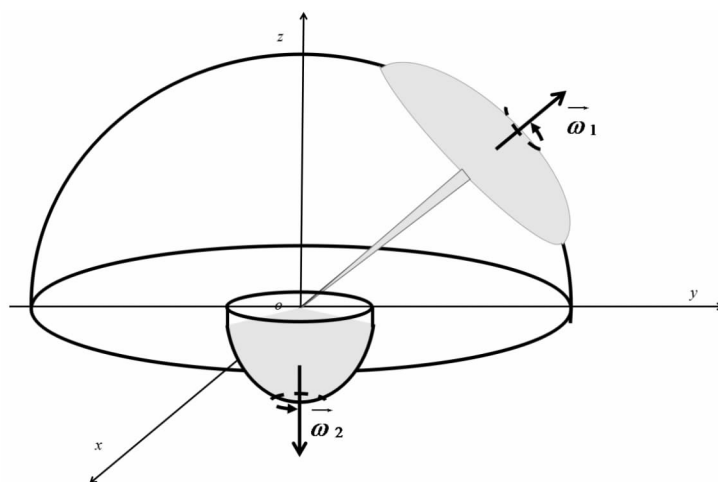


图5 产业多元化开始时资本流动

的正常运转。根据调查,在2016年,最高级经销商(收购大蒜后不再投入当地市场而以外地市场或出口为货物流向的经销商)投入大蒜经销和粗加工的自持有资本都已经达到百万级别,而其能够整合的资本总量可以达到千万级别。在这些非自持有资产中,90%来自于大蒜购买商的预付款,5%来源于集资,只有5%来源于银行贷款。最高的资本流动涡量为 $0.2\pi\text{rad/d}$ 到 $2\pi\text{rad/d}$ 之间,最大的经销商收购的大蒜总量能够占到蒜区大蒜总产量的30%到40%,收购蒜苔能够达到蒜苔总产量的20%到30%。其实际资本流动涡量在 $20\pi\text{rad/y}$ 到 $150\pi\text{rad/y}$ 之间。这种状况表明行业壁垒已经形成,在行业内和行业外资本流动速度差距在缩小。受限于信息不对等、资本总量差距等因素,新的经销商资本累计和市场前景均受到极大限制,打破现有经销商的壁垒难度非常大。经销商资本结构和资本流动涡量的变化表明他们已经能够应用资本杠杆巩固已占领市场,能够形成规模效应并且能够更好的规避市场风险。

当资本出现大量剩余时会带动当地其它产业的发展,经销商将空闲资本转移到第二产业和第三产业中去,比如在城市中购买非自住商品房、建造非自用大容量冷库、建造食品加工厂、建造农贸市场、投资超市、饭店以及其它娱乐行业等。这种企业的多元发展能够使资本得到更加充分的应用,并且能够通过附加效应加速总体资本的流动。本文调查了以以租赁为目的的冷库建造的资本流动状况。冷库建造的单位是洞,每一个洞的成本约为300万,其中包括土地使用成本和施工建造时原料和人工成本。每个洞建成后能够储存蒜苔300吨,能够储存大蒜600吨,运营成本大约为15万/洞\*年。蒜苔能够存储一年,大蒜能够存储2到3年,其它时令蔬菜和水果最少能够存储1年,最多可达4年,根据不同的储存品种其储存时间不同。租赁租金大约为50万/洞\*年。由此可得资本流动的涡量为:

$$\vec{\Omega} = 2\vec{\omega} = 2 \times 2\pi \times (50 - 15) / (300 + 15) = 0.44\pi\text{rad/y} \quad (15)$$

当地冷库租赁业务的发展对整个大蒜行业都有非常大的推动作用,能够大大加强经销商和工厂主抵抗市场价格波动风险的能力。冷库租赁业的发展需要投入资金数量非常大,经销商和工厂主私人很难积累或募集到这种规模的资金。此外冷库租赁业资本流动的速度(涡量)非常低,对外部资本的吸引力非常有限,通过招商引资或者银行贷款都不能解决资金来源问题。在2005年到2013年之间,冷库租赁业务主要供应来源是公共冷库,对经销商而言成本相对较高,冷藏容量也有限。2013年以后私人冷库租赁业务开始出现并且规模越来越大,今年新上马的冷库建造完工以后,总容量能够达到蒜苔和大蒜年产量的1/3到1/2。本地冷藏业的发展在推动本地大蒜市场稳定发展的同时,也拓展了本地整个农贸市场的业务种类和数量。现在的私人冷库中即存储了当地生产的大蒜、蒜苔以及相关粗加工产品,也存储了在外地收购的蔬菜(大葱、辣椒、白菜等)和水果

(苹果、冬枣等),非常有助于当地形成农贸产品的规模效应和集成效应。

此外私人出资的厂房建设和农贸市场修建与维护也催生出厂房租赁和农贸市场管理等新的行业,这种行业跟冷库租赁业务类似,要求资本投入非常大,资本流动涡量非常小,募集资本的难度很大。这类基础设施建设行业原来一直是政府组织管理,但是随着市场的迅速扩大,很多经销商和工厂主迅速积累了大量的资本,在农村投资项目匮乏的前提下,这类行业接受了大量的资本注入。基础设施建设和发展是整个农村经济形成产业链必不可少的,随着农村经济的进一步发展,私人资金进一步注入基础设施建设(比如路桥建设等)领域并且开发这个领域中的新的盈利模式是大势所趋的。

与此同时,经济的发展还促进了第三产业的兴旺发展,大量资本流入餐饮零售娱乐等行业。相对于基础设施建设与租赁业务,这类行业资本门槛比较低,资本流动涡量非常小(如表所示),能够迅速的回笼资金,资金链对于资本数量的要求非常低。他们面临的问题主要是行业内部的竞争等。

各行业的资本流动涡量根据估算如下表所示:

表 1 蒜区各行业资本流动涡量根据估算表

行业目录	资本流动涡量( $\pi\text{rad}/\text{y}$ )
冷库租赁	0.44
厂房租赁	0.31 - -0.40
农贸市场管理	0.30
餐饮(不包括流动商贩)	7.0 - -25.0
百货零售(不包括流动商贩)	10.0 - -30.0
蔬菜供应(塑料大棚)	8.0 - -12.0
娱乐行业(游戏厅、网吧、KTV 等)	6.5 - -22.0
农资销售	15.0 - -120.0

通过调查发现,现阶段已经有资本不断流入上面列举的这些行业之中,此外还有很多新的行业在不断涌现。这些行业都面临着一些问题:其一基础设施建设类的总体资本不足,规模效应不够,不管是冷库设施还是厂房建设都只是能够满足本地大蒜行业的需求,对于进一步发展成蔬菜中转地等发展目的来讲这些基础建设规模差距还非常大;其次第三产业没有核心竞争力,餐饮业或者娱乐业都已经出现萌芽,但是规模非常小,市场也不明朗,追加投资非常有限,技术含量非常低。总体而言,经过几年的经济积累,已经有了初步的资本能够形成粘度范围内不间断的资本流动现象,但是要进一步发展农村经济还需要更多的外部资本的注入,并且需要进一步加大产业多样化,使得资本流动在诚信合法的基础上以融通资金的形式实现价格发现、信息传递、风险管理、政策传导等功能。<sup>①</sup>

### 三、资本运动涡流模型的延伸应用

资本运动涡流模型能够完美的描述现在的经济产业发展状况,此外涡流模型还能够对企业的发展和行业的发展状况作出评估和指导。

在水流或气流中,不考虑重力势能的影响,如果其运动速度大,那么其压强小,如果其运动速度小,那么其压强大,这就是伯努利原理,应用公式表示为<sup>②</sup>:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{const} \quad (16)$$

<sup>①</sup>冯素玲:《上市公司违规处罚信息市场反应研究》,济南:山东人民出版社,2014年版,第206页。

<sup>②</sup>陈燕黎:《伯努利方程的原理及运用浅析》,《漯河职业技术学院学报》,2012年第11期。

其中  $p$  为流体的压强,  $\rho$  为流体的密度,  $v$  为流体的运动速度。这个原理是连续介质模型之前流体力学的基本原理, 将其推广应用到涡流模型中, 也可以得到一些定量结论。

在涡流模型中, 资本是不可压缩并且各向同性的, 因此可以认为其密度为恒定(令  $\rho=2$ ), 由于资本运动有明显的边界和壁垒, 在边界处会存在明显的运动速度差异, 由此可得在边界处的资本流动压强差为:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = k(v_2^2 - v_1^2) \quad (17)$$

由此可得, 单位体积的资本积累速度与其资本流动速度的平方和之差成正比, 其比例系数对于不同的行业其数据不同, 其主要与行业的利润率有关。

在本文所提涡旋模型中, 资本运动的形状近似为锥形, 应用斯托克斯公式和高斯定理能够得具体的数值解释。假设资本的流动速度  $\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)^T$  在除去边界外的位置都连续并且可微, 在资本运动内部取一个平面  $S$  令  $S$  垂直于锥形的中线, 其边界为  $L$ 。那么

$$\iint_S \left( \frac{\partial v_z}{\partial y} - \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) dydz + \left( \frac{\partial v_x}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) dx dz + \left( \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) dx dy = \oint_L v_x dx + v_y dy + v_z dz \quad (18)$$

即

$$\iint_S \vec{\Omega} d\vec{S} = \oint_L \vec{v} d\vec{l} \quad (19)$$

对于中小企业, 可以认为在企业内部资本流动涡量在一定时期内是恒定的, 那么对于圆形涡旋, 可以得到在边界上资本流动的速度为:

$$v = \frac{1}{4\pi} \Omega l \quad (20)$$

其中  $l$  为所取界面  $S$  的周长。

在资本流动的界面上外部资本渗透是资本积累的根源, 这种资本的渗透速度用  $v_{\perp}$  表示, 而且资本的渗透速度正比于渗透压。

$$v_{\perp} = (v_{\perp x}, v_{\perp y}, v_{\perp z})^T \propto \Delta p \quad (21)$$

对流动资本与外部资本的边界进行积分可得流动资本的累计速度:

$$\frac{dV}{dt} = \iint_{\text{资本边界}} \vec{v}_{\perp} d\vec{S} = \iint_{\text{资本边界}} v_{\perp x} dydz + v_{\perp y} dx dz + v_{\perp z} dx dy \quad (22)$$

在本文所提的模型中, 流动资本周围的资本(农户自有资本)本身流动性比较稳定, 资本积累速度并不需要应用积分就能够很容易的算出, 但是这种方法在对待处于比较复杂的经济环境中的中小企业以及大型企业同样适用, 并且能够得到更好的应用。

#### 四、总结

本文通过实地采访得到第一手经济数据, 在这些数据的基础上建立了资本流动的涡流模型。本模型能够非常贴合的描述蒜区经济从一个非常落后的农业为主的典型农村经济如何依托大蒜种植发展成为现在的拥有比较完整大蒜种植加工产业链的资本流动过程。除此之外, 本模型还能够通过客观的经济状况描述资本运动情况并且能够精确测算资本累计速度。本模型在研究中小企业和大型企业资本流动现象中能够有更广阔的应用, 通过更多的数据采集和积累, 本模型中的一些参数能够得到进一步的确定。

[责任编辑:文惠 jdxwenhui@163.com]