

中国农林生物质发电产业现行电价补贴效果研究

郭姣, 米锋, 张勤

(北京林业大学经济管理学院, 北京100091)

摘要：从生物质能源电价补贴政策视角出发，构建了政府、企业、中间人和农户为一体的农林生物质发电产业系统动力学模型，通过模拟、对比不同补贴政策组合下的实施效果，对现行补贴政策进行量化评价。结果表明：现行补贴额度无法扭转发电企业亏损状态，且现行的直接退出机制将导致企业出现更为严重的亏损，而适当调整补贴额度并实行逐减退出方式可提高各主体及产业整体利润。因此，为了促进中国农林生物质发电产业的快速发展，就要保障生物质补贴资金优先及时发放，同时推进可再生能源配额制度和绿证交易制度建设，以促进产业快速良序发展，实现生物质资源充分利用。

农林生物质发电是指将农林生物质进行破碎、晾晒等初级处理后，利用直燃、气化等技术手段转化为电能[1]。该产业发展有利于提高资源利用效率，增加新能源使用比例，同时可为农户提供新的收入渠道，实现增绿与增收兼得的良好局面。作为典型的战略型新兴产业，农林生物质发电产业受到各部门高度重视。2006年国家发改委颁布的《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》指出电价定价形式有政府定价和政府指导价：在政府定价下，标杆电价=2005年标杆电价+补贴电价（0.25元/kWh），补贴实施期限为投产后15年内。同时，自2010年起，每年发电项目补贴电价在上一年度的基础上递减2%[2]，且常规能源超过20%的混燃发电项目不享受补贴[3]。政府指导价指以中标价格（不得高于标杆电价）定价。补贴政策实施以来，农林生物质发电产业得到一定发展，但产业发展过程中仍存在农户参与度低、企业发展不完全等问题，不禁要问现行电价补贴能否真正促进该产业发展？关于该产业的研究，学者们主要集中于产业发展前景[4]、产业经济性[5]、产业供应链[6-11]、产业中核心利益主体研究[12-13]、产业发展影响[14]、林木发电利用技术[15]以及生物质发电[16-20]等方面。针对农林生物质发电产业政策的量化评价与优化还较为欠缺。因此，建立产业主体行为仿真模型，对比分析不同政策情景下各核心利益主体的经济利润表现，以量化评价现行补贴政策效果，研究成果对提高政策效率、促进产业发展具有现实意义。

1 数据与方法

1.1 研究对象概况

研究对象是中国农林生物质发电产业，该产业组成的系统是国内闭合系统，包括发电企业、中间主体、农户和政府4个主体，系统结构如图1所示。其中，政府借助电价补贴等政策工具调控其他参与主体行为；企业是农林生物质原料需求方，其原料收集方包括农户和中间商，若企业净利润提升，则会增加原料收购量，从而提高农户和中间商收入；农户是中间商和企业所需原料的供给方，其原料收入与企业与中间商的原材料成本相关，从而影响企业和中间商的净利润；中间商主要是从事原料收购和初级处理的小型个体户，其原料收入与企业原材料成本相关，从而影响企业净利润。电价补贴直接支持发电企业，以企业带动农户及中间人，最终通过激励所有主体生产积极性以全面促进生物质发电产业发展。

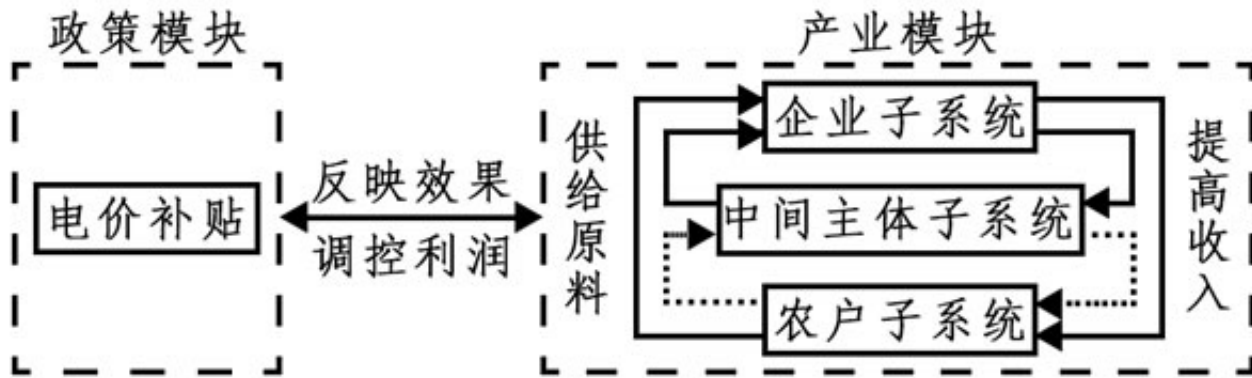


图 1 系统结构图

Figure 1 System structure diagram

1.2数据来源

数据来源于2017—2018年实地调研数据，具体采用农林生物质发电产业的典型企业——内蒙古毛乌素生物质热电厂、内蒙古源丰生物质热电厂、宁夏源林生物质发电有限公司、广西理昂生态能源有限公司等企业数据均值、为其提供原料的中间商数据均值以及企业所在地区的农户数据均值。对象企业所在地区农林生物质资源丰富，适宜大力发展农林生物质发电产业。同时，农林生物质发电产业发展起步早，运营较为成熟，现行电价补贴政策在当地得到了实施，因此企业的原料收集、电力生产、销售行为都受到了持续的政策作用，以其进行补贴政策的模拟优化评价具有一定的实践意义。此外，关于政策的数据主要来源于从国家财政部网站、国家税务总局网站、国家统计局网站、国家能源局网站、内蒙古林业厅网站、广西林业厅网站和宁夏林业厅网站获取的二手数据。

1.3分析方法

1.3.1模型假设

经调研发现，农林生物质发电企业的原料或直接源于林农或通过中间主体购买。由于模型关注的是政策对所有参与主体的影响，并不考虑群体内个体的差异性；而且考察的是补贴政策对于产业的影响，不考虑资源对于产业的冲击，故将资源供给情况设置为理想状态。为了聚焦研究问题，提出更具有针对性的优化方案，利用控制变量法剔除无关因素。在外部需要不变的前提下，对模型提出如下假设：

H1：企业原料来源于农户和中间主体两个渠道，不存在其他渠道

H2：产业内部农户个体和中间主体个体均为同质

H3：当地原料均可满足企业设计生产能力

1.3.2变量及初始值设置

政策和生产类变量如表1所示。系统动力学模型的基本变量包括状态变量、速率变量和辅助变量。在企业子系统中，以企业净利润作为状态变量，能反映对象企业在研究期内所获取的总经济利润；该子系统包含2个速率变量，即企业年净利润与企业再投资，前者仅体现对象企业当年的经济行为结果，后者则反映企业取得利润之后的再投资行为。在农户子系统中，以农户净利润作为状态变量，是速率变量农户年净利润的累积变量，农户年净利润为原料收入与成本之差。在中间主体子系统中，以中间主体净利润作为状态变量，是速率变量中间主体年净利润的累积变量，中间主体年净利润为原料收入与成本之差。产业总体情况则由产业净利润表征，由于农林生物质发电产业生产链涉及主体包括企业、中间主体和农户3类，三者的净利润之和反映了在研究期内整个产业的总经济利润，因此产业净利润设置为企业、中间主体及农户三者净利润之和。此外，由于系统中还内嵌政策类变量（单位电价补贴），所以采用条件函数[21]进行构建。设定时间在2010年之前，按照政策规定每单位标杆电价等于2005年脱硫燃煤机组标杆上网电价和可再生能源发电补贴电价之和，补贴电价为0.25元/kWh，即调整前补贴额。2010年之后，政策进行了调整，指出农林生物

质能发电项目，统一执行绿色标杆上网电价0.75元/kWh，其中可再生能源发电项目上网电价高于当地脱硫燃煤机组标杆上网电价的部分为电价补贴，即调整后补贴额。时间变量选取2009—2030年，其中2009—2017年为仿真期，2018—2030年为模拟期。根据现行政策，中国生物质能发电电价补贴政策的作用时间为15年，由于不仅关注政策实施期间补贴政策对于农林生物质能发电产业的影响，同时也关注政策实施结束产业的发展情况，所以取仿真时长为22年。

表 1 变量的初始取值与表达
Table 1 Initial values and expressions of variables

变量 种类	变量名称	参数初始取值	
		无政策	现行政策
政策类	企业所得税率 (%)	15.000	15.000
	地方教育附加税率 (%)	2.000	2.000
	城建税税率 (%)	5.000	5.000
	教育费附加税率 (%)	3.000	3.000
	单位电价补贴 (元/kWh)	0.000	0.473
生产类	企业售电比例 (%)	90.000	90.000
	企业再投资系数 (%)	1.100	1.100
	达产率 (%)	60.000	60.000
	转换率 (kg/kWh)	1.300	1.300
	企业单位电价 (元/kWh)	0.300	0.300
	企业单位再加工成本 (元/t)	80.000	80.000
	企业与农户收购单价 (元/t)	113.000	113.000
	企业向农户收购单位运输成本 (元/t)	80.000	80.000
	单位发电成本 (元/kWh)	0.292	0.292
	企业管理费用比例 (%)	1.000	1.000
	企业财务费用比例 (%)	8.460	8.460
	中间主体与农户收购单价 (元/t)	180.000	180.000
	农户单位初级加工成本 (元/t)	45.000	45.000
	农户单位收割成本 (元/t)	45.000	45.000
	农户运至企业单位运输成本 (元/t)	51.000	51.000
	企业与中间主体收购单价 (元/t)	310.000	310.000
	中间主体单位加工成本 (元/t)	20.000	20.000
	中间主体单位运输成本 (元/t)	23.000	23.000

1.3.3模型构建

基于上述系统分析及假设，借助逻辑函数等量化形式，对变量之间的逻辑关系进行量化，并利用VensimDSS软件构建农林生物质能发电产业主体行为仿真系统流图（图2）。

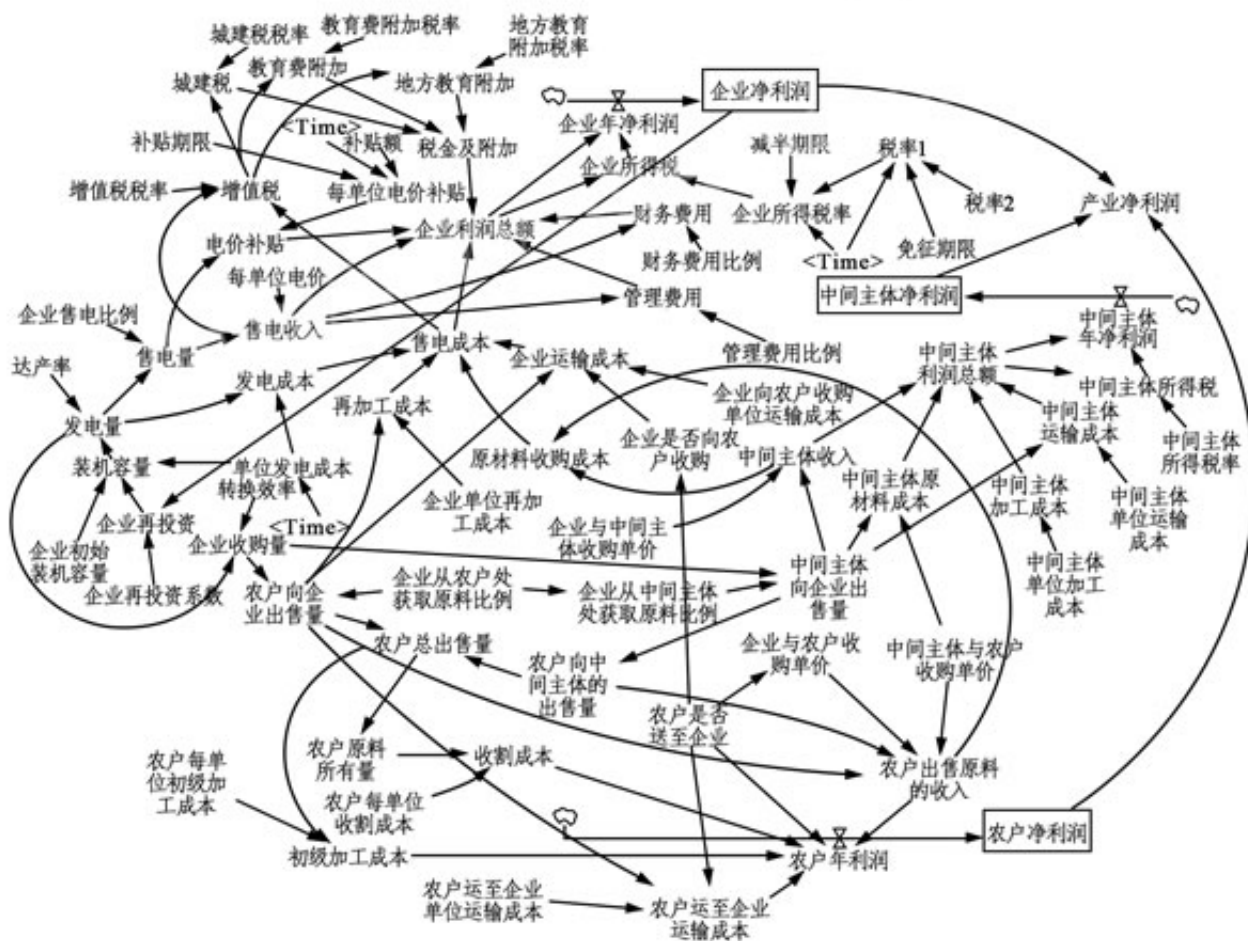


图2 农林生物质能发电产业系统流图

Figure 2 System flow diagram of agricultural and forestry biomass power generation industry

1.3.4模型检验

在进行仿真预测前需对SD模型进行误差检验，关注检验结果能否较为准确地描述现状并解决研究问题[17，22]。误差检验的内容为检验系统动力仿真结果与被研究对象历史实际结果之间的差距，根据二者之间的一致性程度判断所设计的模型是否能够对被研究对象进行仿真。根据数据的可获得性，选取企业发电量和企业年净利润作为检测变量，检验起始年份为2009年，结束年份为2017年，步长为1年。检测结果显示模型模拟值与真实值误差均保持在10%以内[23]，且模拟值与真实值之间的误差随着年份的增长在逐渐变小，说明模型与被研究对象的实际情况吻合，可利用该模型进行预测分析。为探究现行政策是否有效促进农林生物质发电产业发展，利用有无对比法，针对农林生物质发电电价补贴设置了无政策情景和现行政策情景，具体参数设置如表1所示。

2结果与分析

2.1现行补贴政策额度过小，实施方式存在不足

不同政策情景下各利益主体利润表现如图3所示。两种情景下的农户净利润与中间主体净利润曲线重合，且均保持正值，呈持续上升趋势；企业净利润均为负值且呈持续下降趋势，但现行补贴政策情景下企业净利润的下降趋势在补贴政策实施期内（2009—2023年）有所改善，补贴政策实施结束后（2024年起）其下降趋势较之前更快；产业净利润在无政策情景下持续为负且呈下降趋势，现有政策情景下，其在补贴政策实施期内（2009—2023年）为正且呈现逐年上升态势，补贴政策实施结束后（2024年起）下降。这与相关研究关于生物质发电企业发展形势不乐观的观点相一致[24]，但其仅从定性角度将原因归结为现行政策落实不到位，观点具有主观性，而通过有无政策情景下政策效果的定量对比，可深入剖析企业及其他主体在各阶段发展受阻的根本原因。

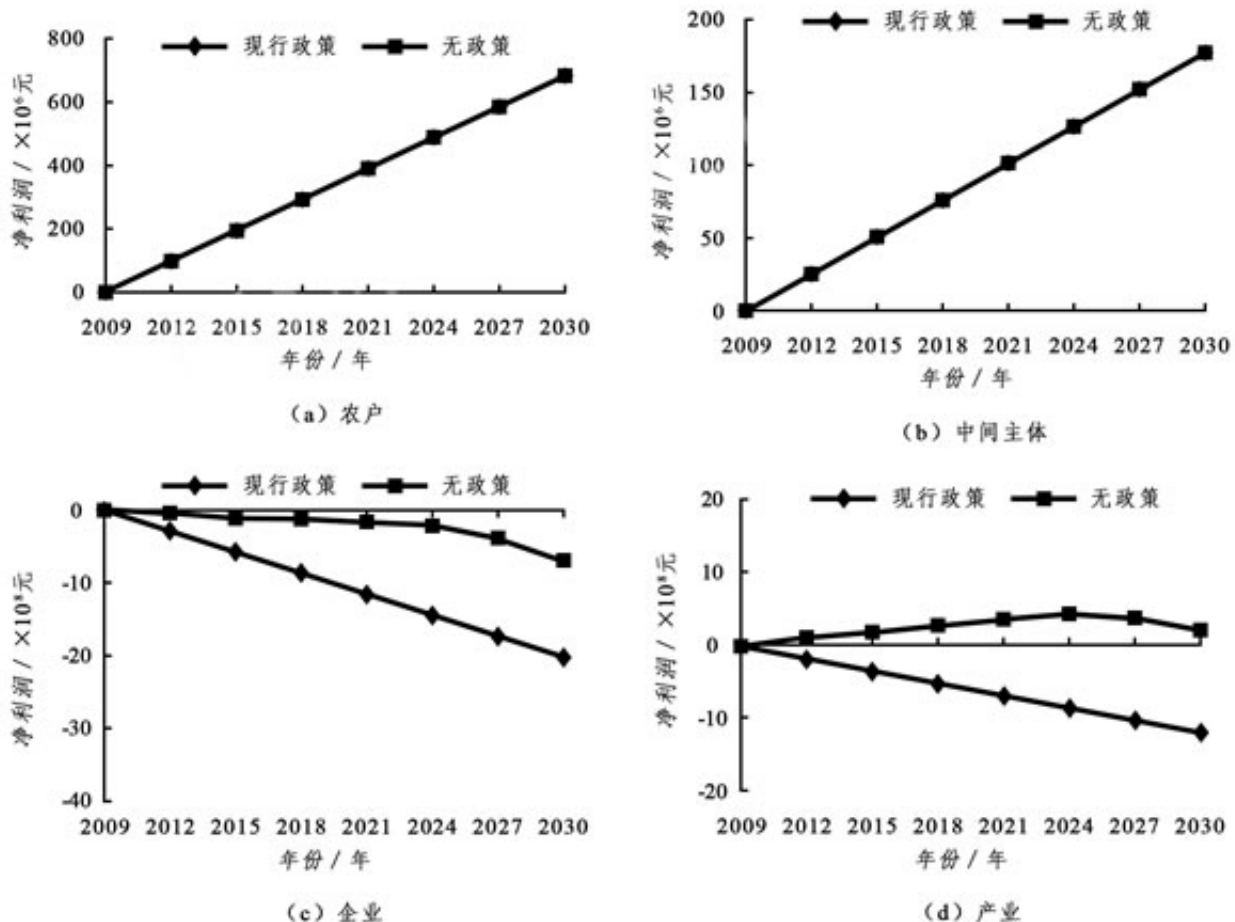


图3 各经济主体在现行政策和无政策情景下利润表现

Figure 3 Profit performance of various economic entities in current and non-policy scenarios

对农户和中间主体而言, 无论是否有政策支持, 企业的存在都将激励二者从事原料收集工作, 从而实现其长期盈利, 净利润曲线持续向上; 但现行电价补贴政策的直接作用对象是发电厂, 农户和中间主体不直接受益, 且由于现行补贴政策对企业的拉动作用具有局限性, 未改变企业的亏损状态, 企业无法增加再投资以进行扩大规模的生产活动, 从而导致为其提供原料的中间主体和农户净利润未得到有效增加, 由此现行补贴政策对农户和中间主体效果不显著。

对发电厂而言, 净利润持续下降的主要原因在于其初始投资和运营成本较高。在当前的技术水平下, 若无任何外界政策支持力量介入, 企业发电的整体投入 (包括成本类投入、费用类投入等) 将远远高于企业的售电收入, 针对企业的电价补贴可以弥补一部分损失, 但调节作用有限, 无法根本扭转企业的亏损状态。且当电价补贴实施期满退出后, 发电企业将面临更大的亏损, 这是因为补贴退出后, 企业的收益进一步减少, 本身就处于亏损状态的电厂将缩小规模, 导致摊销在单位产品的固定成本增加, 进一步导致企业净利润的快速减少, 形成恶性循环, 间接影响中间主体和农户净利润。

由此现行补贴政策额度过小, 导致其对发电厂的拉动作用具有局限性, 从而间接影响中间主体和农户积极性。对农林生物质发电产业整体情况而言, 由于模型中产业净利润是3个参与主体净利润的总和, 补贴实施期内, 农户净利润与中间主体净利润之和大于发电企业的亏损, 所以产业整体呈现盈利状态, 但补贴政策退出后企业的巨大亏损无法被其余两主体的盈利抵消, 产业净利润将下降, 由此现行补贴政策实施方式不利于整个产业持续健康发展。这与相关研究关于可再生能源电价补贴制度仍需进一步改革和完善的观点相一致[25], 具体到农林生物质发电产业, 以上对现行政策的量化评价可进一步分析出现行补贴政策在实施额度和实施方式方面存在不足, 需分别进行优化, 以弥补农林生物质发电产业及发电企业的亏损并助力其形成持续的盈利能力, 推动该产业可持续发展。

2.2 实施额度优化无法扭转发电企业的亏损状态

为实现现行政策在实施额度方面的优化, 经模型敏感度测试, 以0.1元的额度向上调整电价补贴可引起各主体利润变动, 因此设计了情景如表2所示, 根据补贴额度的不同将情景细分为“优化补贴1~3”这3种, 各情景下各主体利润表现如图4所示。现行政策的局限性之一在于政策的额度无法根本扭转发电企业的亏损状态。

表 2 政策实施额度优化情景参数设置

Table 2 Parameter settings for the policy implementation quota optimization scenario

变量名称	单位电价补贴 /元 · (kWh) ⁻¹	固定上网电价 /元 · (kWh) ⁻¹
现行补贴	0.473	0.750
优化补贴 1	0.573	0.850
优化补贴 2	0.673	0.950
优化补贴 3	0.773	1.050

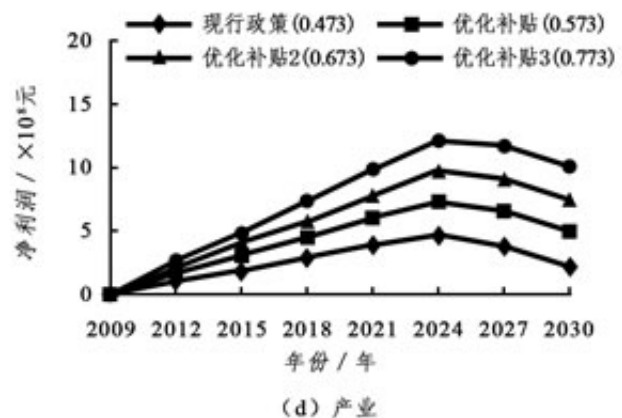
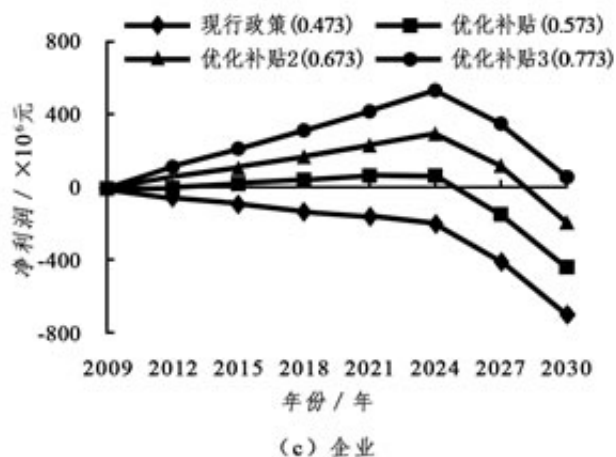
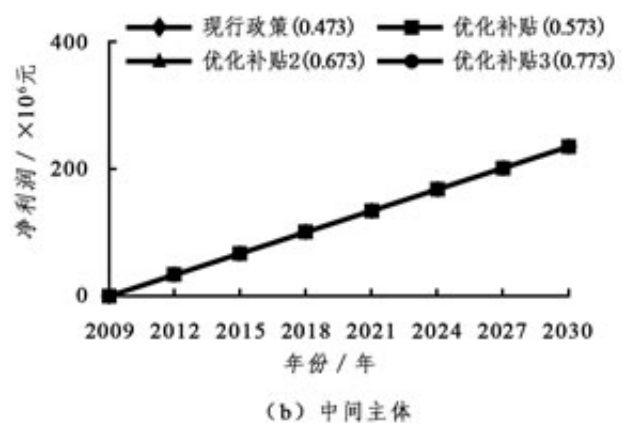
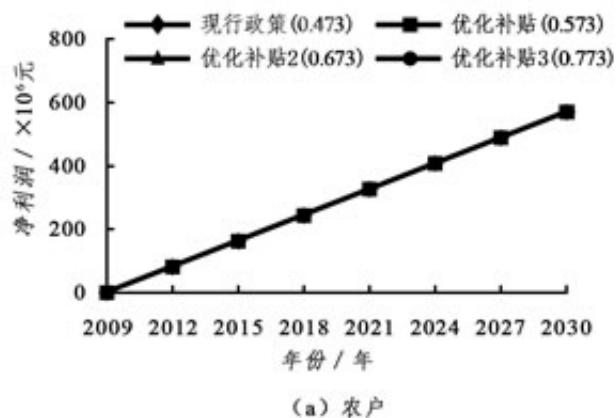


图 4 不同补贴额度下各主体净利润表现情况

Figure 4 Performance of net profit of each entity under different subsidy quotas

据仿真结果可知，就农户净利润和中间主体净利润而言，作为农林生物质发电产业的原料供给方，二者的表现形式在不同政策情景下具有共同特征。无论在补贴实施周期内，还是补贴政策退出后，农户净利润和中间主体净利润均为正值，且均呈上升趋势。同时，在不同补贴额度情景下，农户净利润的大小和增长幅度保持不变，中间主体净利润亦是如此，即二者的净利润曲线均在不同政策情景下始终重合。从净利润的绝对值来看，农户的净利润始终大于中间主体净利润。这是因为电价补贴的直接作用主体是发电厂，其对农户和中间主体的调控作用主要通过影响发电厂的生产行为来实现。然而，结合实地调研发现，即使在适度补贴政策作用下，农林生物质发电企业获得正的净利润，补贴撤出后企业的亏损也将导致其无法进行持续的规模化生产，原料收购价也不会随之增加。同时，由于农林生物质原料收集和初加工需要投入的人力物力较多，导致原料收集成本高，单位原料收集利润小。由于原料获取难度大、收益小等原因，农户和中间主体的参与积极性未能得到有效激发，二者的参与度依旧不高，因此即使补贴额度提高，农户和中间主体的净利润仍无法得到有效增加。此外，根据实地调研，由于农户供给原料的方式为直接收集，或经过打捆等简单处理后通过中间主体或企业上门收购，且一般以家庭为单位进行，基本未涉及雇工成本、机械投入成本、能源消耗成本、运输费用等，而中间主体由于需要对农林生物质原料进行切片、破碎、干燥等初级处理，则需支付上述成本及费用，导致其收集成本远高于农户收集成本。然而，企业支付给二者的原料差价未弥补二者的成本差价，导致中间主体不占优势，中间主体净利润整体小于农户净利润。这与相关研究关于生物质发电厂可适当降低生物质燃料收购价格，以提高电厂盈利能力，促进产业健康持续发展的观点相悖[26]，原因在于其研究是根据生物质发电厂与大型经纪人签订合同，约定年最少燃料供应量及燃料价格的假设上。然而，考虑到大部分农林生物质发电厂并未与其原料供应者签订合同的现实情况，若补贴直接撤出后，电厂为减少成本而降低原料收集价格，即使在短期内可促进企业利润的增加，但由于原料供应者的积极性未得到有效激励，原料供应稳定性无法保证，不利于该产业的可持续发展。

就企业净利润而言，补贴额度上调越高，同一时期企业净利润越大，且其增长速度越快，但在实际情况下，补贴额度的调整还需考虑到有限的国家财政预算，以及较大的补贴缺口等问题。若电价补贴上调0.1元，即实施优化补贴1（0.573元/kWh），固定上网电价达到0.85元/kWh，在补贴实施周期内，企业净利润为正值且呈持续上升趋势。然而，若只提高补贴额度，无论额度多高，补贴停止实施后企业净利润均出现下降，这是因为在补贴实施期内，电价补贴的增加提高了企业的收益，弥补了其前期投入的亏损，企业暂时处于盈利状态，但其在补贴实施周期内积累的净收益过小，且对政策的依赖度过高，导致其在补贴停止后无法扩大生产规模，增加原料、设备等的再投资，从而无法通过规模化生产减少单位产品的成本，补贴停止直接造成的收益减少和间接造成的成本不减进一步导致企业净利润的骤降，企业出现更大的亏损，从而间接影响农户和中间主体净利润的增加，导致二者的参与度无法得到有效提高。同时，由于模型是根据现有的技术水平进行构建的，无法预测企业在盈利之后是否会出现巨大的技术变革，使得原料加工、电力生产方式、运输成本等方面发生根本性改变，也无法预测企业在获得盈利之后，是否会利用资金改革原料获取方式，从而降低获取原料的收购成本，因此根据现有的技术水平，企业净利润会在补贴实施结束后发生骤降。这与生物质发电企业无规模经济效益的观点相一致[24]，但相关研究并未对其原因及优化方案进行深入探索，通过政策情景的效果模拟对比深入分析其原因，可确定科学的电价补贴调整额度，从而提高政策的实施效率。

同时，就产业整体净利润而言，补贴额度上调越高，同一时期产业净利润越大，且其增加速度越快。若实行现行补贴政策（0.473元/kWh），固定上网电价为0.75元/kWh，在补贴实施周期内，产业净利润即可一直处于正值且呈上升趋势。然而，若只提高补贴额度，无论额度多高，补贴停止实施后产业净利润均出现下降。这是因为产业净利润是企业、农户和中间人三者的利润总和，由以上分析可知企业在补贴实施期结束后将发生亏损，且其亏损大于中间主体和农户净利润的增加，最终导致产业净利润在补贴实施期结束后出现下降。因此，解决农林生物质发电产业发展问题的关键还在于改善补贴的实施方式，以减轻补贴撤出对企业的负面影响，从而激励农户和中间主体参与积极性、带动产业整体发展。

这与可再生能源发电产业发展需建立电价补贴退出机制，推动电力价格市场竞争机制完善的观点相一致[25]，但相关研究对象为可再生能源，未针对农林生物质发电这一特殊产业进行深入研究与探讨，且其缺乏对政策退出机制的定量设计，而利用仿真模拟确定电价补贴退出的具体实施方式，有利于农林生物质发电产业政策的进一步完善。

2.3 实施方式优化可以改善发电企业亏损状态

为实现现行政策实施方式的优化，针对现有电价补贴的实施方式，设计了“补贴逐减”政策情景：即现行电价补贴（0.473元/kWh）及优化电价补贴（0.573元/kWh）在实施期满后由“直接撤出”优化为“以2%速度逐年减少”。其中，补贴减少速度参考现行《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》中“自2010年起，每年新批准和核准建设的发电项目的补贴电价比上一年新批准和核准建设项目的补贴电价递减2%”的规定。各情景下各主体净利润表现如图5所示。

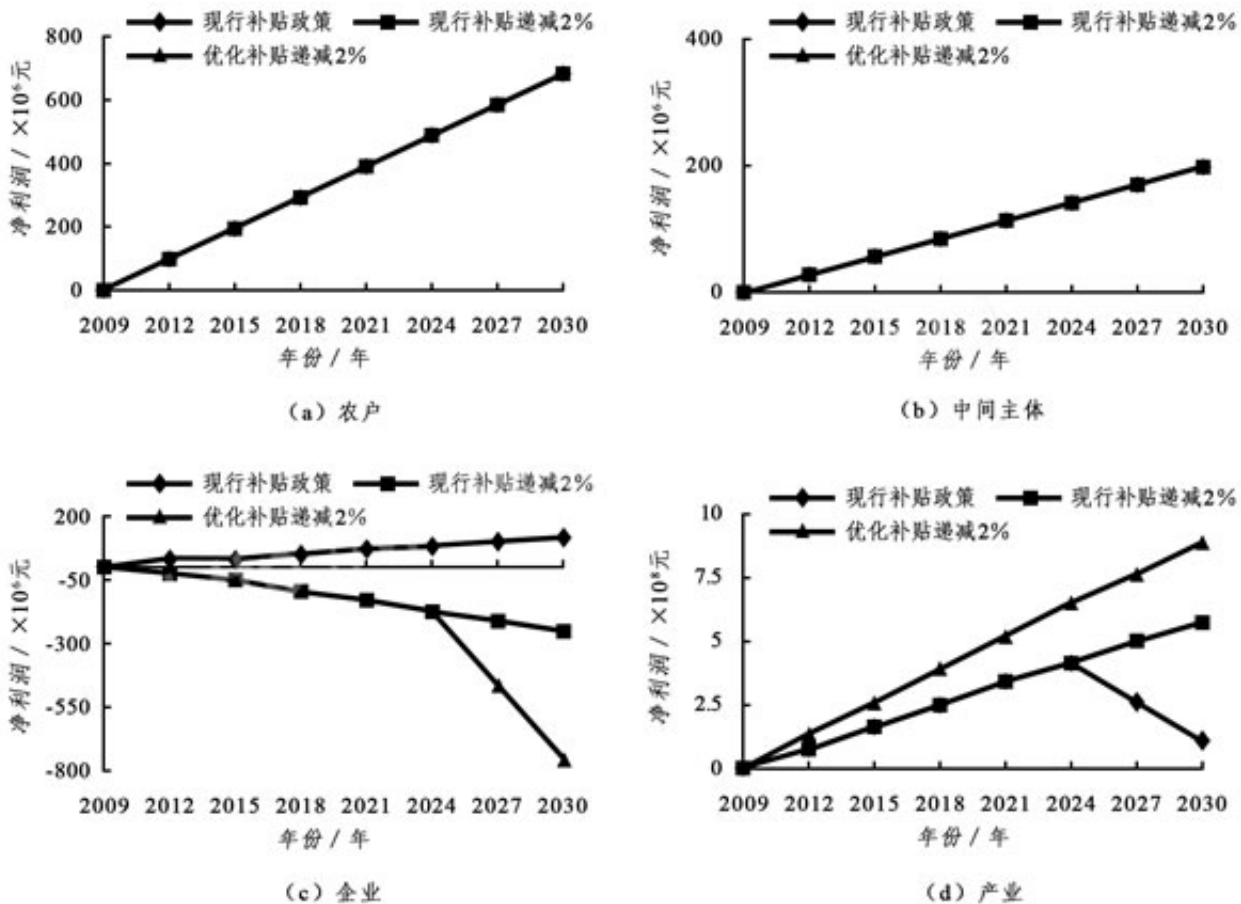


图5 补贴递减政策情景下各主体净利润表现情况

Figure 5 Performance of net profit of each entity under the decreasing subsidy policy

据仿真结果可知,就农户净利润和中间主体净利润而言,两者的净利润曲线均在各情景下重合,说明针对电价补贴的优化对农户和中间主体的直接影响始终不显著,但随着优化电价补贴下企业开始持续盈利,产业发展后期成熟的发电企业必将带动农户和中间主体的净利润增加,从而提高二者的参与度,促进整个产业的发展。这与生物质发电厂的利润提高可激励原料供应方参与原料供应并保证电厂持续运营的观点相一致[27]。原因是生物质电厂的长期盈利可通过价格机制传递到原料供应方,从而提高原料收购价格,进一步促进农户和中间主体净利润的增加。

就企业净利润而言,若保持现有电价补贴额不变并施行2%的逐减退出方式,企业净利润为负且处于持续下降趋势,但其在补贴实施期满后的下降程度较现行政策更平缓;若采取优化补贴额度并施行2%的逐减退出方式,企业净利润为正且呈现持续上升趋势。这是因为现行补贴额度下,补贴的逐渐退出方式可有效减轻企业在补贴退出初期时的收益减少和成本增加,从而减缓企业的巨大亏损,企业可利用补贴逐减退出的缓冲期通过调整企业生产规模或拓展产品销售渠道等方式增加收益,增强自身竞争力;若采取优化补贴额度(0.573元/kWh)并施行2%的逐减退出方式,则本身处于盈利的企业将在补贴逐减退出的缓冲期扩大规模,降低单位产品成本并提高收益,从而实现持续盈利,最终转型为成熟企业。这与相关研究关于在其他条件不变的情况下,生物质发电企业可通过改变燃料收购和使用模式,提升其盈利能力的观点相悖[26]。原因是其用于实证研究的案例为已处于盈利状态,且原料供应稳定的生物质发电厂,然而根据大部分发电厂仍处于亏损状态的现实情况下,若电价补贴政策立即退出,电厂将难以生存,进一步阻碍农林生物质发电产业的发展。

就产业净利润而言,采取现有补贴额度并实施逐减补贴方式,产业即能够获得强有力的持续盈利能力,且补贴额度越高产业净利润越高,这是因为实行补贴逐减后,产业净利润的组成(企业净利润、农户净利润和中间主体净利润的总和)并未改变,农户和中间主体净利润始终处于上升状态,而政策对发电企业亏损状态的改善促进了产业净利润的提升。这与可再生能源电价补贴政策的定期调整,逐步退出可提高政策资金利用效率,实现资源优化配置的观点相一致[25]。但相关研究仅针对可再生能源,通过政策梳理进行观点阐明,而利用系统动力学模型确定最优的电价补贴额度及政策逐减退出速率,可真正实现电价补贴政策的量化优化。

3结论与建议

3.1 结论

借助VensimDSS系统动力模型构建工具建立系统仿真预测模型，通过对不同补贴政策情景的实施效果进行比较，分析了现行补贴政策的不足并进行优化。仿真模拟结果显示：现行补贴政策相较于无政策而言对于拉动农林生物质发电企业及产业净利润有一定的积极作用。从“趋势”而言能在一定程度上减缓农林生物质发电企业的亏损状态，从“量”而言能使产业净利润得到增加。但现行补贴政策对于农林生物质发电产业净利润以及参与主体净利润的促进作用存在局限性。从“量”而言，现行政策的额度无法根本扭转发电企业的亏损状态，进一步限制其对农户和中间主体原料收集的激励作用，最终导致农林生物质发电产业发展不充分、生物质资源无法得到充分利用；从“术”而言，在现有技术水平下，若补贴实施周期结束并停止发放，企业将出现更为严重的亏损，产业净利润也将发生骤降，因此现行补贴政策实施方式不利于整个产业持续健康发展。此外，大量补贴资金的拖欠也严重影响了农林生物质发电行业的发展，且随着发电规模的扩大，补贴的缺口仍在不断扩大。而适当增加补贴额度，同时采取2%的补贴逐减退坡撤出方式，可提高农林生物质发电企业的持续盈利能力，激励农户和中间主体进行原料收集、促进农林生物质发电产业快速发展和资源充分利用。

3.2 建议

结合中国巨大的补贴缺口及财政预算限制，提出5点建议。

第一，政府可通过完善农林生物质发电产业的投融资体系，引导和实现多元化投入以拓宽资金来源。

要大力推进政策性融资，吸引民间资本进入产业，同时，还要扩大国际信贷业务能力，建立多渠道融资机制，缩小巨大的补贴缺口，保证“补贴额度可提高”。

第二，为提高政策实施效率，应优化政策实施方式，设计生物质补贴逐减退出机制。同时，在政策实施过程中须坚持“重规划、重核准、重监督”的原则，科学选址，及时审核，并加强企业运营监督力度，确保资金专款专用及时发放。

第三，现行电价补贴政策的支持对象仅包括生物质发电企业，政府应增加政策激励作用主体，在原料收集过程中通过直接发放补贴资金、以工代赈等方式，对林农收集农林生物质原料给予支持，切实增加农户收入以提高其参与度。同时，科学确定中间主体作用，按原料供给量比例给予相应的运营补贴。

第四，从政策实施环节来看，政府可通过提供农林生物质原料运输车辆的燃油补贴、增加车辆购置或租赁补贴等方式，降低农林生物质原料运输环节成本；同时，加大农机补贴力度，以降低中间主体加工环节成本；通过增加技术创新基金、授予专利等方式鼓励企业技术革新，提高产品转化率，降低企业成本。

第五，政府应制定相应的激励性市场政策，增强农林生物质发电的市场竞争力。在保证电力供给充足的前提下，切实推进中国可再生能源配额制度建设，扩大农林生物质发电需求，并配合绿证交易制度，为其搭建成熟健康的交易市场，以推动产业从幼稚走向成熟。

参考文献:

- [1] 张雁茹, 庄会永. 中国农林生物质直燃发电产业化发展分析 [J]. 中国工程科学, 2011, 13 (2): 57-62.
- [2] 孙涵. 基于蒙特卡洛的风电项目风险评价分析 [J]. 理论月刊, 2011 (11): 166-169.
- [3] 曾鸣, 孙晓菲, 李娜, 等. 电力市场环境下可再生能源政策制定: 借鉴欧盟经验 [J]. 科技和产业, 2012, 12 (4): 14-18.
- [4] 梅应丹. 农民收入可持续增长的新举措: 生物质直燃发电厂 [C]. 中国科学技术协会、天津市人民政府. 第十三届中国科协年会第 17 分会场: 城乡一体化与“三农”创新发展研讨会论文集. 北京: 中国科学技术协会学会学术部, 2011: 5.
- [5] 李青丰. 林木生物质能源发电的限制因子分析: 兼与于世勇等商榷 [J]. 内蒙古林业科技, 2011, 37 (2): 60-61.
- [6] THAKUR A, CANTER C E, KUMAR A. Life-cycle energy and emission analysis of power generation from forest biomass [J]. *Applied Energy*, 2014, 128 (128): 246-253.
- [7] SHABANI N, SOWLATI T, OUHIMMOU M. Tactical supply chain planning for a forest biomass power plant under supply uncertainty [J]. *Energy*, 2014, 78: 346-355.
- [8] MOBINI M, SOWLATI T, SOKHANSANJ S. Forest biomass supply logistics for a power plant using the discrete-event simulation approach [J]. *Applied Energy*, 2011, 88 (4): 1241-1250.
- [9] DYKEN S V, BAKKEN B H, SKJELBRED H I. Linear mixed-integer models for biomass supply chains with transport, storage and processing [J]. *Energy*, 2010, 35 (3): 1338-1350.
- [10] SHABANI N, SOWLATI T. A mixed integer non-linear programming model for tactical value chain optimization of a wood biomass power plant [J]. *Applied Energy*, 2013, 104: 353-361.
- [11] 米锋, 潘文婧, 陈凯. 基于结构方程的林木生物质能源产业链外部驱动力研究 [J]. 科技管理研究, 2015, 35 (12): 128-132.
- [12] 王珍琦, 米锋. 基于结构方程的林木生物质能源企业与林农合作关系研究 [J]. 林业经济问题, 2015, 35 (4): 360-365.
- [13] 范道津, 闫晓敏. 电价补贴制度下的生物质发电企业发展研究 [J]. 价格理论与实践, 2010 (4): 77-78.
- [14] 张勤, 米锋, 张轩畅, 等. 系统动力学在生物质能源产业发展研究中的应用 [J]. 世界林业研究, 2017, 30 (4): 7-12.
- [15] 吕文, 张彩虹, 张大红, 等. 林木生物质原料发电供热技术路线初步研究 [J]. 中国林业产业, 2006 (4): 39-41, 44.
- [16] 赵洱崇, 刘平阔. 固定电价与可再生能源配额交易的政策效果: 基于生物质发电产 [J]. 工业技术经济, 2013, 32 (9): 125-137.
- [17] 罗宝华, 张彩虹, 牛志蕾. 基于 ISM 的沙区生物质发电产业影响因素分析 [J]. 林业经济问题, 2016, 36 (2): 162-168.
- [18] 檀勤良, 王瑞武, 潘昕昕, 等. 模糊供给下生物质发电燃料供应链模式研究 [J]. 中国软科学, 2017 (2): 123-131.
- [19] 余顺坤, 周黎莎, 李晨. 基于可再生能源配额制的绿色证书交易 SD 模型设计 [J]. 华东电力, 2013, 41 (2): 281-285.
- [20] 赵盛楠, 王蓓蓓, 李扬, 等. 基于系统动力学的分布式可再生能源激励机制分 [J]. 电力系统自动化, 2017, 41 (24): 97-104, 128.
- [21] 童玲, 李小刚. Excel 条件函数框图代数教学方法研究 [J]. 陕西教育 (高教), 2016 (2): 56-57, 61.
- [22] 周雄勇, 许志端, 郝永勤. 中国节能减排系统动力学模型及政策优化仿真 [J]. 系统工程理论与实践, 2018, 38 (6): 1422-1444.
- [23] 徐鑫洲, 马开平. 基于系统动力学的我国大豆价格预测分析 [J]. 大豆科学, 2018, 37 (5): 787-793.
- [24] 李全慧. 我国生物质发电政策执行分析 [D]. 北京: 华北电力大学, 2013: 28-29.
- [25] 曹新. 完善我国可再生能源电价补贴政策 [J]. 中国国情国力, 2014 (11): 18-20.
- [26] 檀勤良, 王婷然, 张一梅, 等. 多期生物质发电燃料供应链优化 [J]. 工业技术经济, 2017, 36 (11): 21-28.
- [27] 檀勤良, 魏咏梅, 李旭彦, 等. 生物质燃料供应链协同优化研究 [J]. 中国科技论坛, 2016 (10): 127-133.

原文地址: <http://www.china-nengyuan.com/tech/164237.html>