

生物质秸秆收集成本研究及实证分析

山东大学管理学院 刘 岗 郝德海 山东大学生物能源技术开发中心 董玉平

[摘要] 生物质能技术在我国已经有了越来越多的应用。对于以生物质秸秆为主要生产原料的企业而言,其产品的成本受生物质秸秆收集成本的影响很大,控制生物质秸秆的收集成本在可接受的范围之内是企业所必须要加以解决的问题。本文通过应用定积分微元分析法,对给定环境下生物质秸秆的收集成本的计算进行了推导,建立了数学模型。最后,本文考察了在山东省应用生物质气化发电技术(Biomass Gasification and Power Generation,缩写 BGP)的收集成本情况。

[关键词] 生物质, 秸秆, 收集成本, BGP

我国具有丰富的生物质资源,在当前能源和环境的双重压力下,开发和利用生物质资源已经是人们的共

以上三个财务评价结果见表 2。

表 2 项目财务评价结果

指标	单位	项目总体	项目公司	项目农户	备注
投资利润率	%	6.83	6.65	5.90	
投资利税率	%	7.53	8.07	5.95	
动态投资回收期	年	9.35	7.23	10.31	包括建设期 1 年
税后财务净现值	万元	103	156	89	基准收益率 8%
税后内部收益率	%	9.21	10.90	7.18	

以上项目总体财务评价指标表明,项目总体经济效益良好,项目可行;项目公司的财务评价指标较好,公司在此项目上盈利较大,而且,对公司而言,该项目主要是养殖基地设施建设,公司的经济效益主要来自今后的牛奶深加工,因此,公司的总体效益是十分可观的;项目农户的财务评价指标较差,内部收益率低于基准收益率,如果从农户角

度来看,此项目是不可行的。但是由于项目总体财务评价指标较好,项目可行,所以,应该在公司与农户之间进行利益的调整,提高农户的内部收益率等指标,使该产业化项目实施后,能够让农户受益。

另外,我们还运用旧方法对此产业化项目进行了财务评价:

项目投资总额为 351.21 万元,其中银行贷款 122.75 万元,不包括农户的固定资产与流动资产投资。

成本估算。直接成本:是公司收购农户的牛奶付出的费用和饲草料加工的费用,稳定期每年支付收购费用 396 万元和饲草料加工费用 2.3 万元。管理费用:主要是公司管理人员的工资,每年为 5.71 万元。财务费用:是流动资金中 70% 的贷款利息,达到稳定期时每年 4.39 万元。

收入估算。主要是出售牛奶收入。达到稳定期时,每年牛奶产量 2475 吨,全部鲜奶由公司收购后销售,每公斤 1.8 元,销售收入 445.5 万元。税金测算。销售税金是公司按牛奶收购价与销售价之差的 13% 计取的流转税 6.44 万元。

具体评价结果以及新旧评价方法财务评价指标的对比见表 3。

表 3 新旧评价方法财务评价指标的对比

指 标	单 位	项目或公司(旧方法)	项目总体(新方法)	项目公司(新方法)
投资利润率	%	8.73	6.83	6.65
投资利税率	%	10.56	7.53	8.07
动态投资回收期	年	5.42	9.35	7.23
税后财务净现值	万元	298	103	156
税后内部收益率	%	12.45	9.21	10.90

通过对比可以看出,由于两种评价方法对评价对象采用的投资总额,成本与收入的范围不同,导致评价结果也不一样,运用旧方法评价的各项财务指标均好于运用新方法评价的项目总体的指标,也好于项目公司的指标;而且,运用旧方法评价的各项财务指

标均达标,项目经济效益良好,项目很可能就上马。但是,此产业化项目的实施对项目主要参与者——农户的利益是没有保障的,从这个角度看,项目的运行带有很大的风险与不确定性,如果没有农户的积极参与,此项目很可能会失败。

运用新方法对项目进行的财务评价结果,得到了项目各方的认可,尤其是当地政府给予很高评价。目前,在地方政府支持下,公司与农户双方进行了利益的协商与调整,该项目已进入建设实施阶段。

六、结论与思考

本文针对当前农业产业化项目财务评价的缺陷,提出了新的农业产业化项目财务评价体系与方法,从理论与实践看,都具有推广性。当然,农业产业化项目评估还包括国民经济评价、社会环境效益评价等方面,这有待于进一步研究。

[参考文献]

- [1] 杨秋林:农业项目投资评估[M],北京:中国农业出版社,2003
 - [2] 国家计委、建设部:建设项目经济评价方法与参数[M],北京:中国计划出版社,1993
 - [3] 陈建华:重构我国农业项目经济分析方法的思路[J],农业技术经济,1996(3)
 - [4] 李享,曹洪亮:项目的经济评价要选取恰当的着眼点[J],技术经济与管理研究,2004(1)
- 国家自然科学基金资助项目“畜牧投资纵向一体化项目管理及评价指标体系研究”,项目批准号:70372030

识。秸秆资源是生物质资源的重要组成部分,对于以生物质秸秆为主要原料的企业而言,其原料收集成本直接关系到企业产品的成本,关系到企业产品的竞争力。因此,研究生物质秸秆的收集成本具有重要意义。在研究生物质秸秆的收集成本时,本文进行了对考察环境的基本假设和相关参数的设置。通过应用定积分微元分析法,解决了生物质秸秆运输费用的计算,并进一步给出了运输费用、收集成本、单位质量收集成本等各所求量的数学模型。另外,本文针对山东省的情况,研究了生物质气化发电技术的收集成本和发电成本,认为收集成本太高是限制生物质气化发电技术的成本优势的根本原因。

1. 关于考察环境的基本假设及相关参数设置

1.1 关于考察环境的基本假设。为了便于更好的研究问题,分析其内在实质,这里假定生物质秸秆的收集活动是存在于这样一个环境中^[1]:

(1) 生物质秸秆的分布满足如下特征: 广泛性。农作物种植面积无限大,相应的生物质秸秆的分布也无限大,足以满足企业对秸秆的量的需求。 单一性。农作物品种单一,秸秆单位面积的产量相等,不考虑农作物品种不同、种植条件不同等因素带来的产量差异。 均匀性。农作物在该区域内分布均匀,疏密程度相同,即农作物与非农作物占用土地的比例、密度在整个区域内是相同的。 周期性。农作物的生长周期为一年,相应的,生物质秸秆的收集周期也为一年,忽略农作物生长的季节性。

(2) 生物质秸秆收集活动的主体为企业自身,收集距离为收集半径。

(3) 该区域内具有足够的运输能力和充足的劳动力完成收集任务。

(4) 忽略其它风险因素(如气候变化)对于秸秆收集的影响。

1.2 参数设置。指涉及到生物质秸秆收集的各种环境参数的取值问题,这些参数均是已知的常量,考虑到通用性问题,这里全部用字母来表示^[2]。如表 1 所示:

表 1 参数设置

参数名称	代 号	参数名称	代 号
单位面积秸秆的产量 (kg·m ⁻²)	0	收集成本(元)	G
收购价格(元·kg ⁻¹)	c ₀	收购成本(元)	X
运输费率(元·kg ⁻¹ ·m ⁻²)	t ₀	运输费用(元)	Y
单位面积秸秆运输价格(元·m ⁻²)	t	其他费用(元)	Z
耕地面积占土地面积的比例	k ₁ ,k ₁ [0,1]	收集半径(m)	R
秸秆收集系数	k ₂ ,k ₂ [0,1]	单位质量秸秆收集成本(元·kg ⁻¹)	g
秸秆收集系数	k ₃ ,k ₃ [0,1]	收集量(kg)	A
综合系数	k,k=k ₁ k ₂ k ₃	其他费用占收集成本的比例	

2. 收集成本和单位质量秸秆收集成本计算模型

2.1 收集成本的主要构成。生物质秸秆的收集成本主要包括如下几部分:

(1) 收购成本:指用于购买秸秆所要支付的成本。

(2) 运输费用:运输费用指将购买到的秸秆运输至企业所形成的成本。

(3) 其他费用:除了收购成本和运输费用外的其他费用,包括装卸费用、劳动力费用、生物质储存费用等。

所以,秸秆的收集成本可以这样计算:收集成本 = 收购成本 + 运输费用 + 其他费用,即:

$$G = X + Y + Z \tag{1}$$

2.2 收集成本的计算

2.2.1 收购成本的计算。收购成本仅与收集量和收购价格有关,可以这样计算:收购成本 = 收集量 × 收购价格,即:

$$X = Ac_0 \tag{2}$$

2.2.2 运输费用的计算

(1) 运输费用的计算思路。一般情况下,运输费用可以这样得到:运输费用 = 运输量 × 运输距离 = 收集量 × 运输距离。但由秸秆的分布特性决定了涉及运输费用的两个因素——收集量和运输距离都是动态变化的,故运输费用的计算需要通过其他途径进行。考虑到处于收集区域不同位置的秸秆的运输距离不同,在收集量一定的情况下,出于运输费用最小化的考虑,秸秆收集过程中将优先选择距离企业近的秸秆,在距离企业近的秸秆全部收集完毕后会根据需要进一步向更远处扩大收集范围,故收集区域最终形态应为圆形,如图 1 所示。在运输量一定的情况下,运输费用与运输距离呈线性递增关系,而且,考虑到收集区域具有圆形的规则几何形态,我们可以用定积分中的相应知识加以解决^[3]。

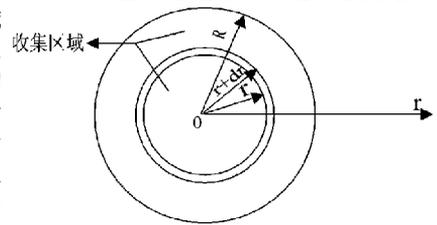


图 1 运输费用的计算

在具体推算运输费用之前,现有参数间已有的关系表示如下:

收集半径 R 与收集量 A 之间存在如下关系:

收集量 = 收集面积 × 耕地面积占土地面积的比例 × 单位面积秸秆产量 × 秸秆收集系数 × 秸秆可利用系数

故有： $(k_1 R^2) \cdot k_2 k_3 = A$ ，由综合系数 $k = k_1 k_2 k_3$ ，有： $k_0 R^2 = A$ (3)

距圆心距离为 r 处的秸秆的运输价格为： $t' = k_0 t_0 r$ 元/ m^2 。此即单位面积秸秆运输价格的表达式，其实是运输费率的另外一种表达方式，作用在于方便后续的运算过程。

(2) 利用定积分微元分析法计算运输费用^[4]

如图 1 所示：设收集半径 r 为积分变量，积分区间为 $[0, R]$ ；求出微元 dY ：在 $[r, r + dr]$ 上， $dY = 2 \cdot r \cdot dr \cdot k_0 t_0 r = 2 k_0 t_0 r^2 dr$ 积分： $Y = \int_0^R 2 k_0 t_0 r^2 dr = \frac{2 k_0 t_0}{3} R^3$ (4)

此即运输费用的表达式。

2.2.3 其他费用的计算。由于其他费用中所包含的装卸费用、劳动力费用、生物质储存费用等均与收集量呈正比关系，而同时收集成本也与收集量呈正比关系，故其他费用与收集成本存在固定比例关系，其值为 $Z = G$ (5)

可据此计算收集成本。

2.2.4 收集成本 G 的计算在求出收购成本、运输费用和其他费用之后，即可计算收集成本。

联合 (1) ~ (5) 式可得：用 R 表示的 G ： $G = \frac{k_0 R^2}{1 - \alpha} [c_0 + \frac{2t_0}{3} R]$ (6)

用 A 表示的 G ： $G = (1 - \alpha)^{-1} [Ac_0 + \frac{2t_0}{3} (k_0)^{-\frac{1}{2}} A^{\frac{3}{2}}]$ (7)

2.3 单位质量秸秆收集成本的计算。收集成本计算出来之后，即可进一步计算单位质量秸秆收集成本。

由 (3) 式和 (6) 式得，用 R 表示的 g ： $g = \frac{G}{A} = \frac{1}{1 - \alpha} [c_0 + \frac{2t_0}{3} R]$ (8)

由 (7) 式得，用 A 表示的 g ： $g = \frac{G}{A} = (1 - \alpha)^{-1} [c_0 + \frac{2t_0}{3} (\frac{A}{k_0})^{\frac{1}{2}}]$ (9)

至此，所求量的模型均已全部得出，将它们列表如表 2 所示。

表 2 模型列表

因变量	自变量	模型
运输费用 (Y)	收集半径 (R)	$Y = \frac{2 k_0 t_0}{3} R^3$
收集成本 (G)	收集半径 (R)	$G = \frac{k_0 R^2}{1 - \alpha} [c_0 + \frac{2t_0}{3} R]$
收集成本 (G)	收集量 (A)	$G = \frac{1}{1 - \alpha} [Ac_0 + \frac{2t_0}{3} (k_0)^{-\frac{1}{2}} A^{\frac{3}{2}} + \frac{3}{2}]$
单位质量秸秆收集成本 (g)	收集半径 (R)	$g = \frac{1}{1 - \alpha} [c_0 + \frac{2t_0}{3} R]$
单位质量秸秆收集成本 (g)	收集量 (A)	$g = \frac{1}{1 - \alpha} [c_0 + \frac{2t_0}{3} (\frac{A}{k_0})^{\frac{1}{2}}]$

3. 在山东省应用 B GPG 的成本分析

山东省是我国农业大省，该省 2003 年粮食产量占全国农作物产量的 7.98%，位居全国第二，是我国生物质秸秆资源的重要来源地区之一。开发生物质秸秆资源的一个有效途径是采用生物质气化发电技术 (B GPG)，该技术是一种重要的分布式发电技术，在我国已经取得了初步的应用。这里就山东省的生物质秸秆资源的现状，从收集成本角度分析 B GPG 在山东省应用的可行性^[5]。

表 3 山东省相关参数取值

参数名称	取值
单位面积秸秆的产量 ($kg \cdot a^{-1}$)	0.4763
秸秆收购价格 (元 $\cdot kg^{-1}$)	0.12
运输费率 (元 $\cdot t^{-1} \cdot km^{-1}$)	0.5
综合系数	0.8
其他费用占收集成本的比例	0.15

数据来源：根据山东省统计年鉴 2003 及相关网站资料整理而得。

表 4 1MW B GPG 的收集成本和发电成本

	装机容量 (kw)	1000
运行时间 ($h \cdot a^{-1}$)		6500
生物质消耗量/收集量 A ($kg \cdot kwh^{-1}$)		1.55
生物质收集成本 G (元)		1421784
单位质量收集成本 g (元 $\cdot kg^{-1}$)		0.1411
单位电量收集成本 ($元 \cdot kwh^{-1}$)		0.2187
劳动力成本 (元 $\cdot a^{-1}$)		150000
维护费用 (元 $\cdot a^{-1}$)		100000
折旧费用 (元 $\cdot a^{-1}$)		700000
发电成本 (元 $\cdot kwh^{-1}$)		0.3649
单位电量收集成本占发电成本比例 (%)		59.95

与山东省秸秆收集相关的参数情况如表 3 所示，在此数据的基础上，应用表 2 中相应的模型，分析计算得到 1MW B GPG 的收集成本和发电成本如表 4 所示。由表 4 知，B GPG 的发电成本为 0.3649 元/kwh，而山东省火力发电成本约为 0.25 元/kwh 左右，所以，相比之下 B GPG 发电成本较高，不具有成本优势。而在 B PPG

基于模糊规划的多项目风险投资组合决策模型研究

哈尔滨工业大学管理学院 朱 彬 金春吉 韩 霜 戴 钦

[摘要]投资组合决策模型提供了一个寻求最优组合的定量方法,但对于风险投资这一特定问题而言,该方法尚存在很大的不足。本文将结合模糊规划的思想,提出对于风险投资组合模型改进的方案,试图消除期望的收益与风险固定化的问题,使模型能够在风险和收益的权衡中,更好地选择多项目风险投资方案,找到满意的投资比例。

[关键词]风险投资;投资组合模型;模糊规划

一、模糊规划思想

普通规划思想是给定目标函数 $f: X \rightarrow Y(=R)$, f 有界,给定 X 上的子集 A 作为限制集合。要求在 A 中选择元素 x^* ,使得目标函数取得极大(最大)值,这是一个在 A 上的条件极值问题。据此推导出多项目风险投资组合模型可以表示为:

$$\begin{cases} \min Z = \sqrt{T} \sum_{t=1}^T F_t \\ F_t + \sum_{j=1}^n a_{jt} X_j \geq 0 \\ F_t - \sum_{j=1}^n a_{jt} X_j \geq 0 \\ \sum_{j=1}^n \bar{R}_j X_j \geq R \\ \sum_{j=1}^n X_j = 1 \\ \sum X_j \leq K_j \\ X_j \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中: Z ——表示绝对离差; X_j ——表示对项目 j 的投资比例; R_{jt} ——表示项目 j 在 $t(t=1, 2, \dots, T)$ 时期的投资收益率; R ——表示投资的期望收益率; K_j ——表示对项目 j 的投资比例限制; $F_j = |\sum_{t=1}^n X_j a_{jt}|$ 。

然而,风险投资多项目投资组合决策经常遇到的限制是模糊的,模糊规划的思想就是给定目标函数 $f: X \rightarrow Y(=R)$, f 有界,取 $A = F(X)$, A 作为限制,要求选择 x^* ,使得 x^* 对 A 的隶属度及对于目标函数值 $f(x^*)$ 都尽可能地达到高水平。

将上述模型变形后表示为如下形式: $\min Z(X) \quad s.t. \quad FX \geq D \quad (2)$

在(2)式中,对每一个模糊约束 $(FX)_k \geq D_k$,引入一个恰当的伸缩指标 $E_k > 0$,引入 E_k 的目的是考虑到最坏的情况,原来约束 $(FX)_k \geq D_k$ 不满足,则引入 E_k 后,只要 $(FX)_k \geq D_k - E_k$ 则称为满足了第 k 个约束条件,而取了模糊意义下的“ \geq ”后,视 $(FX)_k \geq D_k$ 对应着一个模糊集合 A_k ,第 k 个约束条件在模糊意义下的满足程度

$$\text{用 } A_k \text{ 的隶属函数 } \mu_{A_k}(X) \text{ 表示: } \mu_{A_k}(X) = \begin{cases} 0 & \text{当 } (FX)_k < D_k - E_k \text{ 时} \\ 1 - \frac{D_k - (FX)_k}{E_k} & \text{当 } D_k - E_k \leq (FX)_k < D_k \text{ 时} \\ 1 & \text{当 } (FX)_k \geq D_k \text{ 时} \end{cases} \quad (3)$$

该公式描述了一种投资项目组合方式 X 对第 k 个约束条件的满足程度。一般说来,当绝对满足 $(FX)_k \geq$

发电成本中,原料收集成本为 0.2187 /kwh,占发电成本比例近 60%,可见,原料收集成本太高是导致 B GPG 发电成本较高的主要原因,在山东省应用 B GPG 还存在收集成本上的障碍。

4. 结论

本文研究了生物质秸秆的收集成本,该问题的解决是建立在通过应用定积分微元分析法解决生物质秸秆的运输费用的基础之上的。本文给出了收集成本、单位质量秸秆收集成本、运输费用等与收集半径、收集量之间的关系表达式。此外,从收集成本和发电成本角度分析得到,收集成本太高是在山东省乃至全国范围推广应用生物质气化发电技术所面临的主要障碍之一。目前,解决该问题的途径可以考虑将 B GPG 应用在无需生物质秸秆大规模运输的企业(如碾米厂),或者提高生物质转化效率以减少生物质秸秆的收集量等。

[参考文献]

[1]李京京,任东明,庄幸. 可再生能源资源的系统评价方法及实例[J]. 自然资源学报,2001,16:373 - 380.
 [2]杨柏成,吕铁彪,刘国喜. 玉米秸秆气化原料收集量与收集成本分析[J]. 农村能源,1998,(4):20 - 21.
 [3]Dornburg A, Faaij A. Efficiency and economy of wood - fired biomass energy systems in relation to scale regarding heat and power generation using comobustion and gasification technologies. Biomass Bioenergy 2001;21(2): 91 - 108.
 [4]张天德等. 高等数学[M]. 山东:山东大学出版社,1997. 268 - 270.
 [5]吴创之,黄海涛,郑舜鹏等. 生物质气化发电的经济技术性评价[A]. 2000 环境、可再生能源和节能国际研讨会论文集[C]. 北京:国家经济贸易委员会,2000. 65 - 70.

